

Freistaat Bayern, Staatliches Bauamt Traunstein
B 299_3340_1,178 - B 304_940_0,738

**B 304 Wasserburg am Inn - Traunstein
Ortsumgebung Altenmarkt BA 2**

PROJIS-Nr.: ----

Feststellungsentwurf

für
eine Bundesfernstraßenmaßnahme
Ortsumgebung Altenmarkt BA 2

Unterlage 17.3
- Immission von Luftschadstoffen -

aufgestellt:
Staatliches Bauamt Traunstein



Rehm, Ltd. Baudirektor
Traunstein, den 30.11.2022



Gutachten

Betreffend

Immission von Luftschadstoffen OU Altenmarkt BA2

Auftraggeber

Staatliches Bauamt Traunstein
Rosenheimer Straße 7
83278 TRAUNSTEIN

Durchführung

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG)

Freisaalweg 16
5020 Salzburg

Erstellt von

Mag. Claudia Flandorfer & Yasmin Markl, MSc
Mag. Michael Butschek

Geprüft von

Mag. Bernhard Niedermoser

Salzburg, am 27.11.2020

Unser Zeichen: 556-2020-2019/SA/000389

Inhalt

Inhalt.....	3
1 Aufgabenstellung.....	5
2 Abgrenzung des Untersuchungsraums.....	7
2.1 Räumliche Abgrenzung	7
2.2 Zeitliche Abgrenzung	8
2.3 Inhaltliche Abgrenzung	9
3 Methodik.....	9
3.1 Grenz- und Zielwerte	9
3.2 Ausbreitungs- und Strömungsmodell	10
3.3 Berechnung der Gesamtbelastung	14
3.4 Beurteilung von Überschreitungstagen und –stunden.....	16
3.4.1 NO ₂ -Überschreitungsstunden.....	16
3.4.2 PM10-Überschreitungstage.....	17
4 Datengrundlage	20
4.1 Meteorologie	20
4.1.1 Messstandort.....	20
4.1.2 Mess-System.....	23
4.1.3 Messzeitraum und Speicherintervall:.....	27
4.1.4 Datenprüfung und -verfügbarkeit	28
4.2 Messergebnisse	28
4.2.1 Windrichtung.....	28
4.2.2 Windgeschwindigkeit	31
4.2.3 Stabilität.....	33
4.2.4 Exemplarischer Wetterverlauf.....	37
4.3 Verkehrszahlen, Emissionen	40
4.3.1 Emissionen von PM10	42
5 Vorbelastung und Immission im Bestand.....	44
5.1 Analyse und Trend	44
5.2 Modellierung Ist-Zustand Analyse 2019	46
5.2.1 Belastung NO _x und NO ₂	47
5.2.2 Belastung Feinstaub	49
6 Immission Zukunftsszenarien	52
6.1 Immissionen Prognosenullfall 2035.....	52

6.1.1	Zusatzbelastung NO _x und NO ₂	52
6.1.2	Zusatzbelastung PM10.....	54
6.2	Immissionen Prognoseplanfall 2035.....	56
6.2.1	Zusatzbelastung NO _x und NO ₂	58
6.2.2	Zusatzbelastung PM10.....	60
7	Projektwirkung.....	63
7.1	Differenz Prognoseplanfall 2035 – Prognosenullfall 2035.....	63
7.1.1	Projektwirkung Stickstoffoxide	63
7.1.2	Projektwirkung Feinstaub	65
7.2	Schlussfolgerungen für die Frischluftzufuhr von Trostberg.....	66
8	Zusammenfassung	68
9	Literatur und Quellen.....	70
10	Abbildungsverzeichnis.....	71
11	Tabellenverzeichnis.....	73

1 Aufgabenstellung

Das Staatliche Bauamt Traunstein beabsichtigt den Bau der neuen Bundesstraße 304 Ortsumgehung Altenmarkt BA 2. Mit der Maßnahme soll die bestehende Bundesstraße aus den eng besiedelten Ortsbereichen heraus nach Osten verlegt werden mit dem Ziel, dass sich der Durchgangsverkehr nach Fertigstellung der Maßnahme auf die neue Umgehung verlagern und die Gemeinden Altenmarkt an der Alz und Stein an der Traun bis nach Sankt Georgen umfährt. (Abbildung 1-1). Die ZAMG war bereits im Zuge des Genehmigungsverfahrens für den 1. Bauabschnitt der Ortsumgehung Altenmarkt mit Aubertunnel durch meteorologische Messungen und Gutachtentätigkeit involviert.

Im ersten Schritt wurden anhand einer Messstation im Bereich der Dietlwiese aktuelle Messdaten erhoben, um das das Windsystem entlang der Alz zwischen Altenmarkt und Trostberg im Detail zu untersuchen. Diese Untersuchungen sind die Basis einer soliden, aktuellen Datengrundlage zur numerischen Berechnung der Ausbreitung von Luftschadstoffen und zur Beantwortung der Frage, ob bzw. inwieweit die Baumaßnahme Auswirkungen auf die Frischluftzufuhr von Trostberg haben kann.

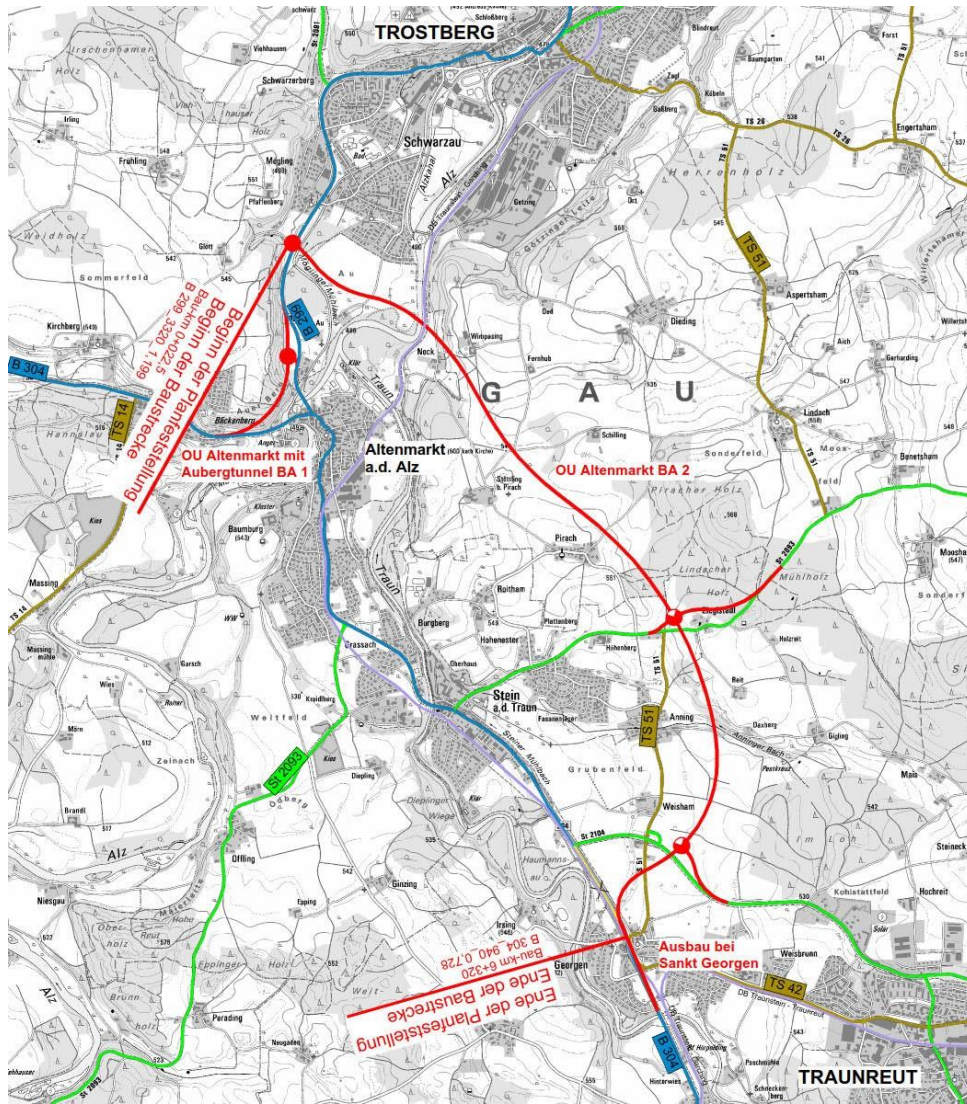


Abbildung 1-1: Plan der gesamten Umgehung (rot). Quelle: Feststellungsentwurf, Staatliches Bauamt Traunstein

2 Abgrenzung des Untersuchungsraums

Das Schutzgut Luft steht in direkter und indirekter Wechselwirkung mit anderen Bereichen und Schutzgütern:

- Schutzgut Luft und in weiterer Folge die Schutzinteressen des Menschen in Bezug auf Gesundheit und Wohlbefinden
- Natur- und Landschaftsschutz (Veränderungen durch Schutzbauten, Begrünungsmaßnahmen)
- Nutzungsinteressen wie Freizeitwert, Landwirtschaftliche Nutzung, Siedlungsraum
- Makroklima durch die Emission von treibhausrelevanten Gasen

Die räumliche, inhaltliche und zeitliche Abgrenzung des Fachbeitrages wird nachfolgend beschrieben.

2.1 Räumliche Abgrenzung

Der Untersuchungsraum für das Schutzgut Luft umfasst im Allgemeinen jene Gebiete, in denen mindestens einer der Richtwerte für dieses Schutzgut überschritten werden könnte. Im Speziellen wird das Untersuchungsgebiet vom Verkehrsgutachten (PTV Transport Consult GmbH, 2020) vorgegeben. Dort, wo das Verkehrsgutachten eine Änderung der Verkehrsströme hervorruft, werden die zu erwartenden Schadstoffemissionen und daraus die flächige Immission berechnet.

Für die Untersuchung der Auswirkungen der Umgehungsstraße auf die Immissionssituation wurde ein Bereich von 3000 x 2500 m mit dem geplanten Straßenabschnitt und dem Messtandort am Schwarzauer Weg im Zentrum gewählt. Abbildung 1-1 zeigt den Untersuchungsraum und den geplanten Straßenverlauf des Gesamtprojekts, Abbildung 2-1 das engere Untersuchungsgebiet mit den baulichen Maßnahmen zwischen dem Anschluss an die B299 im Nordwesten und der Alz-Querung im Südosten. Weitere Abbildungen zur Rechendomäne folgen im Abschnitt 3.2 und 4.1.



Abbildung 2-1: Kartenausschnitt rund um das Projektgebiet südlich von Altenmarkt, inklusive Plan der baulichen Veränderungen

2.2 Zeitliche Abgrenzung

Der Zeitrahmen richtet sich nach den Inhalten der Untersuchung:

- a. *Beschreibung Ist-Zustand der Immissionen im Projektgebiet und deren zeitlichen Entwicklung:* Dies umfasst die Messungen des Bayerischen Landesamtes für Umwelt, im Speziellen die Daten aus den lufthygienischen Jahresberichten 2009 bis 2019.
- b. *Beschreibung Ist-Zustand der meteorologischen Ausbreitungsbedingungen im Projektgebiet:* Für die Simulation der Luftschadstoffausbreitung der Immissionen im Untersuchungsraum werden Strömungs- und Stabilitätsmessungen herangezogen, die in repräsentativer Umgebung und in der Nähe der geplanten Umgehungsstraße von Mai 2019 bis Juni 2020 von der ZAMG durchgeführt wurden. Für die Ausbreitungsrechnung verwendete Messdaten: 01.06.2019 bis 31.05.2020.
- c. *Beschreibung Zukunfts-Szenarien für die Immissionsprognose:* Entsprechend der Verkehrsuntersuchung wird der Ist-Zustand mit dem Jahr 2019 gleichgesetzt und das Zukunftsszenario im Jahr 2035 angesiedelt.

2.3 Inhaltliche Abgrenzung

Die Untersuchungen beziehen sich auf die Beschreibungen des Zustands des Schutzguts Luft anhand der geltenden Beurteilungswerte. Die Simulationen wurden für die Hauptemissionsstoffe NO_x, PM10 und PM2.5 durchgeführt, da diese als Leitsubstanzen bei Straßenverkehrsprojekten angesehen werden.

3 Methodik

3.1 Grenz- und Zielwerte

Tabelle 3-1: Beurteilungswerte für NO₂ (Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2012)

Stickstoffdioxid NO ₂	Wert	Zeitbezug	Art des Wertes	Schutzobjekt
39. BImSchV (2008/50/EG)	40 µg/m ³	Kalenderjahr	Grenzwert	Menschliche Gesundheit
	200 µg/m ³ (18 Überschreitungen im Kalenderjahr zulässig)	1-h Mittelwert	Grenzwert	Menschliche Gesundheit
	400 µg/m ³ ¹⁾	1-h Mittelwert	Alarmschwelle	Menschliche Gesundheit
TA-Luft	40 µg/m ³	Jahresmittelwert	Immissionswert	Menschliche Gesundheit
	200 µg/m ³ (18 Überschreitungen im Kalenderjahr zulässig)	1-h Mittelwert	Immissionswert	Menschliche Gesundheit
VDI-Richtlinie 2310 Blatt 12	50 µg/m ³ ²⁾	24-h Mittelwert	Richtwert	Menschliche Gesundheit
	100 µg/m ³	½-h Mittelwert	Richtwert	Menschliche Gesundheit
	20 µg/m ³	Jahresmittelwert	Richtwert	Menschliche Gesundheit
WHO	40 µg/m ³	Jahresmittelwert	Leitwert	Menschliche Gesundheit
	200 µg/m ³	1-h Mittelwert	Leitwert	Menschliche Gesundheit

¹⁾ gemessen an 3 aufeinander folgenden Stunden

²⁾ für Wohngebiete

Tabelle 3-2: Beurteilungswerte für PM10 (Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2012)

PM ₁₀	Wert	Zeitbezug	Art des Wertes	Schutzobjekt
39. BImSchV (2008/50/EG)	50 µg/m ³ (35 Überschreitungen im Kalenderjahr zulässig)	24-h Mittelwert	Grenzwert	Menschliche Gesundheit
	40 µg/m ³	Kalenderjahr	Grenzwert	Menschliche Gesundheit
TA Luft	50 µg/m ³ (35 Überschreitungen im Kalenderjahr zulässig)	24-h Mittelwert	Immissionswert	Menschliche Gesundheit
	40 µg/m ³	Jahresmittelwert	Immissionswert	Menschliche Gesundheit
WHO	50 µg/m ³	24-h Mittelwert	Leitwert	Menschliche Gesundheit
	20 µg/m ³	Jahresmittelwert	Leitwert	Menschliche Gesundheit

Tabelle 3-3: Beurteilungswerte für PM_{2,5} (Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2012)

PM _{2,5}	Wert	Zeitbezug	Art des Wertes	Schutzobjekt
39. BImSchV (2008/50/EG)	25 µg/m ³ ¹⁾	Jahresmittelwert	Immissionswert ab 01.01.2015	menschliche Gesundheit
	25 µg/m ³	Jahresmittelwert	Zielwert	menschliche Gesundheit
WHO	10 µg/m ³	Jahresmittelwert	Leitwert	menschliche Gesundheit
	25 µg/m ³	24-h-Mittelwert	Leitwert	menschliche Gesundheit

3.2 Ausbreitungs- und Strömungsmodell

Die Ausbreitungsrechnungen werden mit dem Ausbreitungsmodell LASAT (Lagrange Simulation von Aerosol – Transport), Version 3.4, durchgeführt (Janicke Consulting, 2019). Lagrange'sche Partikelmodelle wie LASAT simulieren eine Abgasfahne als Wolke kleiner Stoffteilchen (Partikel), wobei jedes Stoffteilchen eine bestimmte Masse eines Schadstoffs repräsentiert. Für jedes Teilchen werden der Transport unter Berücksichtigung der räumlichen und zeitlichen Änderungen der Windverhältnisse und die turbulente Diffusion durch einen Zufallsprozess simuliert (Lagrange – Simulation). LASAT ist konform mit der Richtlinie VDI 3945 Blatt 3 (Partikelmodell, (VDI-3945/3, 2000)) und ist Grundlage des Ausbreitungsmodells AUSTAL 2000 der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft, 2002). Die Modellparameter wurden in LASAT so gesetzt, dass die Berechnungen einer Modellierung mit AUSTAL 2000 entsprechen.

Das zu LASAT gehörende massenerhaltende diagnostische Windfeldmodell kann komplexes Gelände und auch die Umströmung von Gebäuden berechnen und dabei die im Lee auftretende Rezirkulation und die erhöhte Turbulenz modellieren.

LASAT verwendet als Maß für die vertikale Durchmischung (Turbulenz) der bodennahen Atmosphäre die Obukhov-Länge (früher auch als Monin-Obukhov-Länge bezeichnet). Die Obukhov-Länge entspricht jener Höhe über Grund, in der sich die mechanische Turbulenzproduktion (an Hindernissen) und die thermische Turbulenzdämpfung (durch stabile Schichtung) gerade die Waage halten. Bei stabiler Schichtung ist die Obukhov Länge größer als 0 m (vertikale Durchmischung stark herabgesetzt), bei neutraler Schichtung (die Atmosphäre

setzt vertikalen Luftbewegungen keinen Widerstand entgegen) geht sie gegen unendlich. Bei labiler Schichtung (gute vertikale Durchmischung) ist die Obukhov-Länge kleiner als 0 m.

LASAT wurde für diverse Anwendungen mit einer Reihe von Testdatensätzen evaluiert. Zu diesen zählen das Prairie-Grass- und das Kopenhagen-Experiment, Experimente im komplexen Gelände und am Kernforschungszentrum Karlsruhe (vgl. zB. (Baumann-Stanzer & al., 2014)).

Für die Berechnungen wurde ein Gitter mit 300 mal 250 Zellen und einer horizontalen Modellauflösung von 10 m verwendet. Den Berechnungen wurde ein vom digitales Geländemodell mit einer horizontalen Auflösung von 10 m zugrunde gelegt. Abbildung 3-1 zeigt die Orographie des Untersuchungsraums, wobei die höher gelegenen Bereiche in Rottönen und die niedriger gelegenen Bereiche in Grüntönen dargestellt sind.

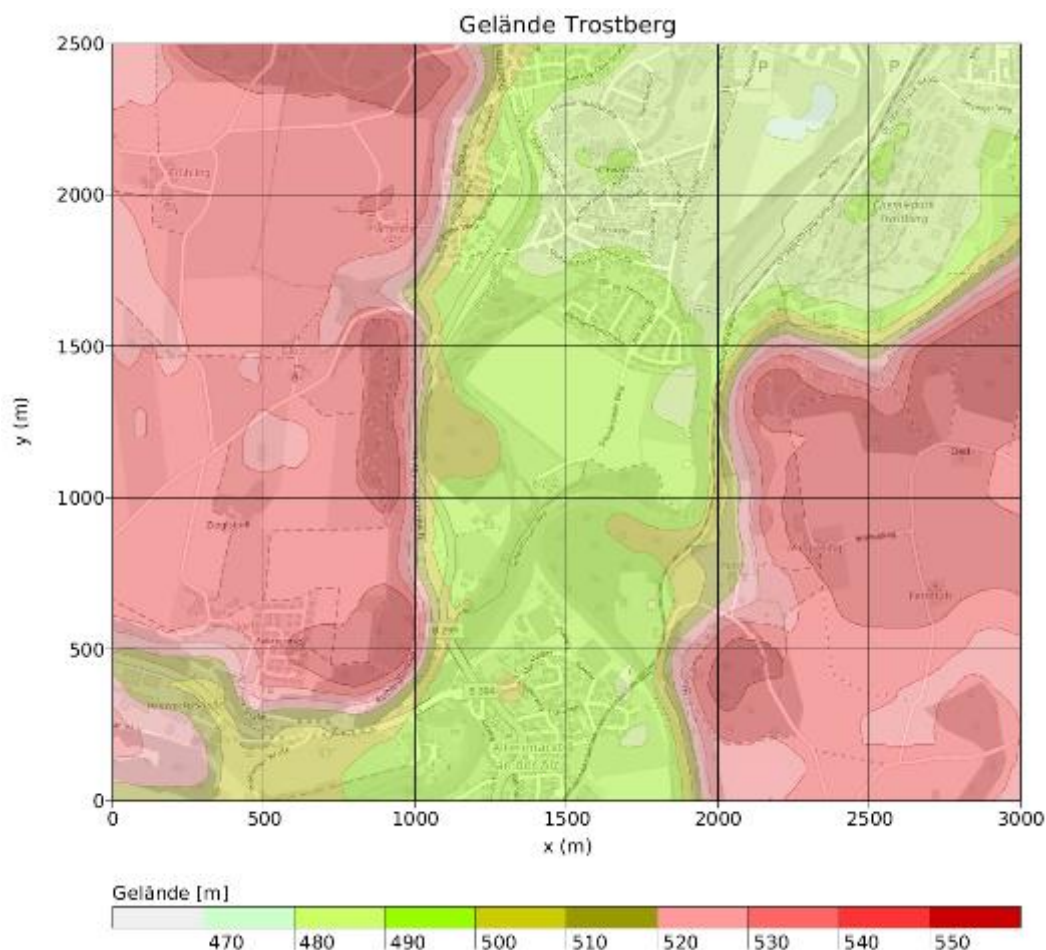


Abbildung 3-1: Für die Ausbreitungsrechnung verwendete Orographie des Untersuchungsraums

Die Modellierung der Luftströmungen an steilen Geländekanten stellt an jedes Ausbreitungsmodell sehr große Anforderungen. Je steiler die Hänge sind, desto schwieriger ist es, ein realistisches Abbild der Windverhältnisse zu bekommen. Hindernisse mit steilen Flanken werden insbesondere bei stabiler Schichtung von der Luft umströmt, die numerischen Modelle können ein Überströmen aber nicht immer gänzlich unterbinden. Für die meisten Modelle liegt die Grenze der abbildbaren Hangneigungen im Bereich von 1:3 bis 1:5. Trotz dieser Einschränkungen macht es aber Sinn, das Gelände bei der Ausbreitungsrechnung zu berücksichtigen; die alternative Berechnung im ebenen Gelände brächte zum Teil unrealistische Immissionsverteilungen. Zudem handelt es sich bei der Ortsumgebung um bodennahe Emissionsquellen und es wurden die Daten zur Meteorologie, aus denen das Windfeld generiert wird, im Nahbereich der Quelle gewonnen. Die Rahmenbedingungen für ein nach dem letzten Stand der Wissenschaft und Technik gewonnenes Windfeld sind somit gegeben. Dass LASAT die Umströmung im vorliegenden Fall zufriedenstellend lösen kann, zeigen die folgenden Abbildungen (Abbildung 3-2 und Abbildung 3-3). Exemplarisch sind die Anströmungen Süd und West dargestellt. Süd ist die häufigste Windrichtung (siehe Abbildung 4-7) am Messstandort Schwarzauer Weg und West bildet den Fall einer Strömung etwa in 90 Grad auf die Talachse ab.

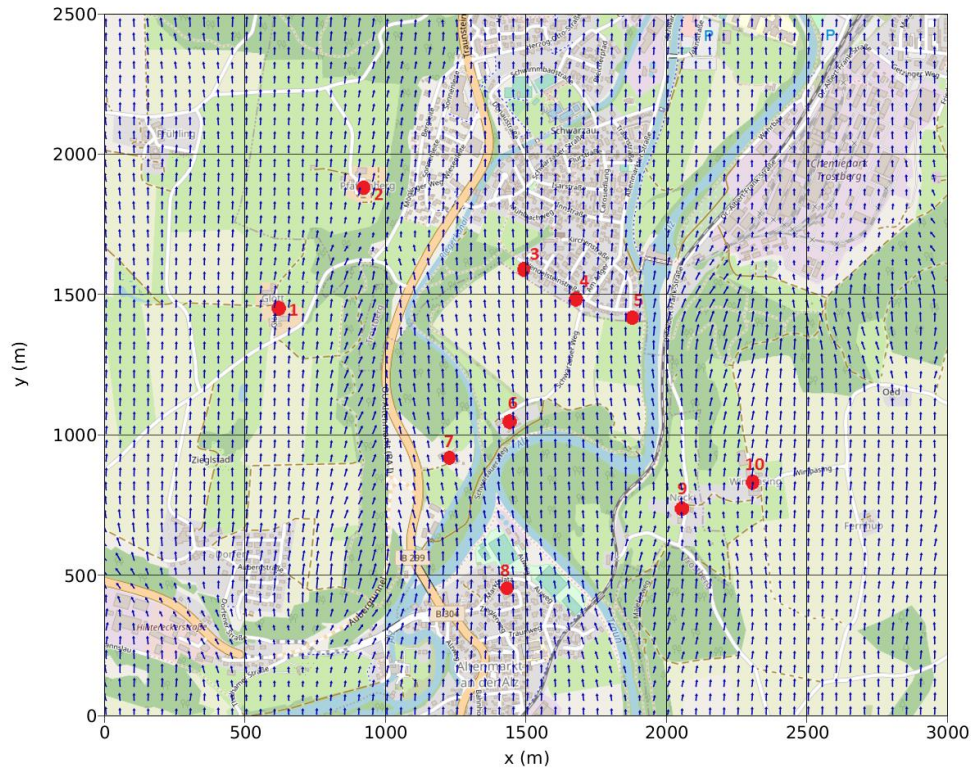


Abbildung 3-2: Windfeld in 10 m Höhe. Anströmung aus Süd, Schichtung stabil. In Rot: Immissionsorte, Pfeile geben qualitativ Windrichtung und Windgeschwindigkeit an

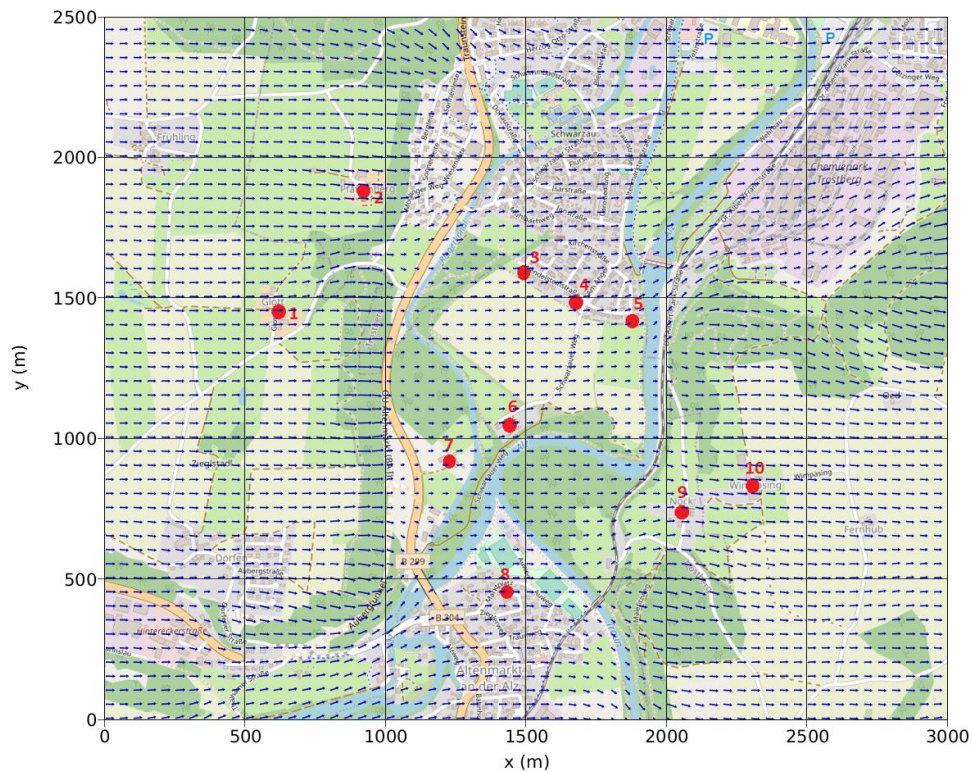


Abbildung 3-3: Windfeld in 10 m Höhe. Anströmung aus West, Schichtung stabil. In Rot: Immissionsorte, Pfeile geben qualitativ Windrichtung und Windgeschwindigkeit an

Die dargestellten Windverteilungen zeigen exemplarisch, dass der Einfluss der Orographie vom Windfeldmodell, das von LASAT zur Immissionsberechnung verwendet wird, realitätsnah verarbeitet werden kann.

Die Rauigkeitslänge z_0 wurde für das modellierte Untersuchungsgebiet mit 0,5 m angenommen. Dieser Wert ist größer als an der Windmessstelle, es soll damit aber dem Umstand Rechnung getragen werden, dass die Umgehungsstraße auch durch Abschnitte mit größerer Rauigkeit führt und im Sinn einer konservativen Abschätzung auch höhere Immissionswerte in Quellnähe ermöglicht werden. (Anmerkung: Je geringer die Rauigkeitslänge, desto weiter reicht der Einfluss von Emissionen. Eine größere Rauigkeitslänge begünstigt höhere Immissionen in der Nähe der Emissionsquelle). Gebäude wurden in der Ausbreitungsmodellierung nicht explizit berücksichtigt.

In den Graphiken werden die 2-dimensionalen Konzentrationsfelder im untersten Modell-Level (0 bis 3 m) für jede Gitterzelle dargestellt. Zusätzlich zur flächenhaften Darstellung der Immissionskonzentrationen werden die Ergebnisse noch an 10 ausgewählten Immissionsorten ausgewiesen. Sie sind in Tabelle 3-4 zusammengefasst.

Tabelle 3-4: Übersicht der definierten Immissionsorte im Untersuchungsgebiet

Immissionsort	Name	x-Koord. [m]	y-Koord. [m]	Höhe [m]	Kontext
1	IO-01	602.0	1457.0	2	westlich Anschluss B299
2	IO-02	922.0	1889.0	2	westlich Anschluss B299
3	IO-03	1497.0	1593.0	2	Siedlungsrand Dietlwiese
4	IO-04	1674.0	1480.0	2	Siedlungsrand Dietlwiese
5	IO-05	1870.0	1419.0	2	Siedlungsrand Dietlwiese
6	IO-06	1454.0	1053.0	2	Gehöft Schwarzauer Weg
7	IO-07	1239.0	914.0	2	Nähe Anschluss Aubergtunnel
8	IO-08	1439.0	452.0	2	Altenmarkt/Alz
9	IO-09	2058.0	712.0	2	Nock
10	IO-10	2314.0	828.0	2	Wimpasing

3.3 Berechnung der Gesamtbelastung

Die Gesamtbelastung ergibt sich aus der in der Immissionsanalyse ermittelten Vorbelastung und der dazu addierten, mittels Ausbreitungsrechnung bestimmten Zusatzbelastung.

Um die berechneten NO_x -Konzentrationen mit dem NO_2 -Grenzwert vergleichen zu können, ist es erforderlich, den NO_2 -Anteil an den NO_x -Konzentrationen abzuschätzen. Im Abgas ist in unmittelbarer Nähe einer Emissionsquelle der Großteil des NO_x als NO vorhanden, das erst mit

der Zeit zu NO_2 oxidiert. In der Studie von Romberg (Romberg & al., 1996) wird auf Basis von Immissionsmessungen das Verhältnis NO_2/NO_x , d.h. der Anteil von NO_2 an NO_x , ermittelt und folgende empirische Beziehung für das 98-Perzentil bzw. für das Jahresmittel abgeleitet:

$$\text{NO}_2/\text{NO}_x = \frac{a}{\text{NO}_x + b} + c$$

Die Zusammensetzung der Stickoxidemissionen aus Fahrzeugmotoren hat sich in den letzten Jahren stark verändert, weshalb in Düring et al. (2011) neue Faktoren für a, b und c bestimmt wurden:

- Für das 98-Perzentil: $a = 40$, $b = 20$, $c = 0,17$
- Für den Jahresmittelwert: $a = 29$, $b = 35$, $c = 0,217$

In Abbildung 3-4 sind die Kurven der ursprünglichen Romberg-Formel und jene mit den aktualisierten Faktoren dargestellt. Zusätzlich sind die NO_2 und NO_x - Jahresmittelwerte von 2009 bis 2019 der Luftgütemessstelle in Trostberg eingetragen. Für die aktuelle Belastungssituation in Trostberg zeigt die Konversion mit den Faktoren nach Düring et al. (2011) eine sehr gute Übereinstimmung, weshalb sie im gegenständlichen Gutachten verwendet wird.

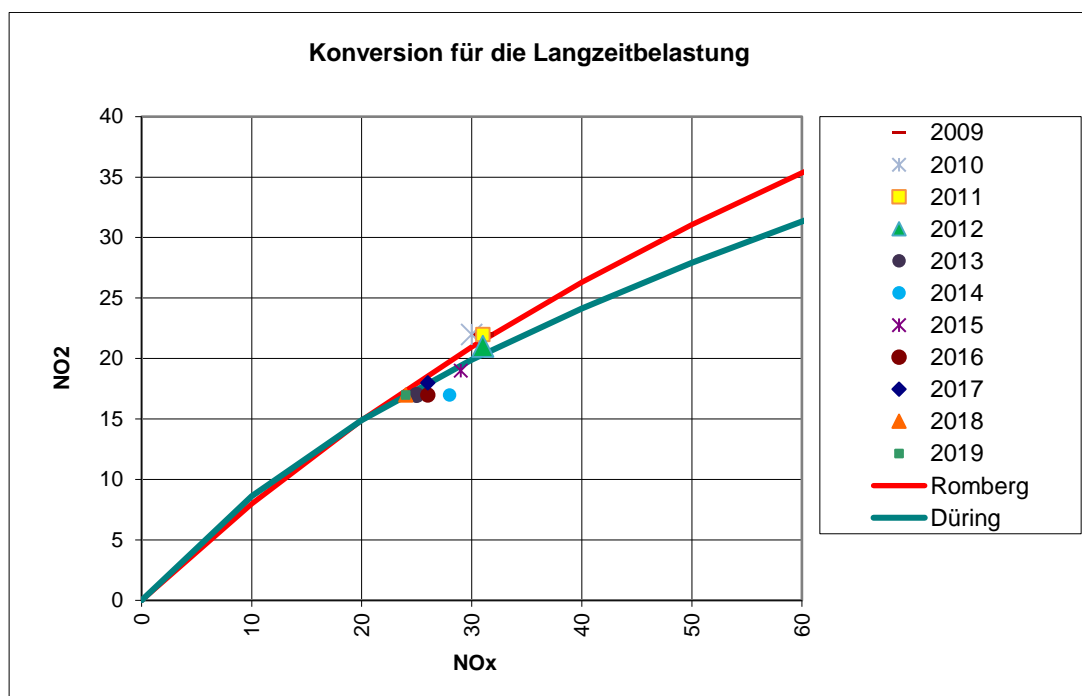


Abbildung 3-4: Konversionsformel NO_2 - NO_x für die Langzeitbelastung (Jahresmittelwerte) mit Faktoren nach Romberg (1996) und Düring (2011) im Vergleich

Nachfolgend werden die Berechnungsschritte zur Ermittlung der NO₂-Zusatzbelastung, welche durch das Projekt verursacht wird, beschrieben. In den verwendeten Formeln werden folgende Abkürzungen verwendet:

- VB Vorbelastung (Hintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet)
- ZB Projektbedingte Zusatzbelastung
- GB Gesamtbelastung (Vorbelastung + Zusatzbelastung)

Mittels Invertieren der Konversionsformel kann die NO_x-Vorbelastung aus der NO₂-Vorbelastung berechnet werden:

$$NO_2 (VB,gemessen) \xrightarrow{\text{invertierte Konversionsformel}} NO_x (VB,berechnet)$$

Um die NO_x-Gesamtbelastung zu bestimmen, wird zu der eben ermittelten NO_x-Vorbelastung die modellierte NO_x-Zusatzbelastung addiert.

$$NO_x (VB,berechnet) + NO_x (ZB,modelliert) = NO_x (GB,berechnet)$$

Die NO_x-Gesamtbelastung kann dann mit Hilfe der Konversionsformel in eine NO₂-Gesamtbelastung umgerechnet werden.

$$NO_x (GB,berechnet) \xrightarrow{\text{Konversionsformel}} NO_2 (GB,berechnet)$$

Die NO₂-Zusatzbelastung ergibt sich dann durch Differenzbildung zwischen der berechneten NO₂-Gesamtbelastung und der gemessenen NO₂-Vorbelastung.

$$NO_2 (GB,berechnet) - NO_2 (VB,gemessen) = NO_2 (ZB)$$

3.4 Beurteilung von Überschreitungstagen und –stunden

Bei Ausbreitungsrechnungen ist der Jahresmittelwert eines Luftschadstoffs einfacher zu ermitteln als die Anzahl der Überschreitungen eines bestimmten Kurzzeitgrenzwerts (z.B. Stundenmittelwert von 200 µg/m³ NO₂). Die Auswertung der Messungen zeigt einen deutlichen Zusammenhang zwischen der Kurzzeit- und der Langzeitbelastung.

3.4.1 NO₂-Überschreitungsstunden

Abbildung 3-5 zeigt die Jahresmittelwerte für NO₂ (Grenzwert 40 µg/m³) von 2010 bis 2019 aller Messstellen in Bayern in Abhängigkeit von der Anzahl der Überschreitungen des

Kurzzeitgrenzwerts. Übersichtlichkeitshalber werden nur die Werte jener Stationen dargestellt, die einen Jahresmittelwert von mindestens $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2 aufweisen.

Die Auswertung zeigt, dass Überschreitungen des Stundenmittelgrenzwerts erst bei hohen NO_2 - Jahresmittelwerten ab ca. $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2 auftreten. Es ist davon auszugehen, dass bei NO_2 - Jahresmittelwerten unterhalb des Grenzwerts von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auch der Grenzwert für die Überschreitungsstunden eingehalten wird.

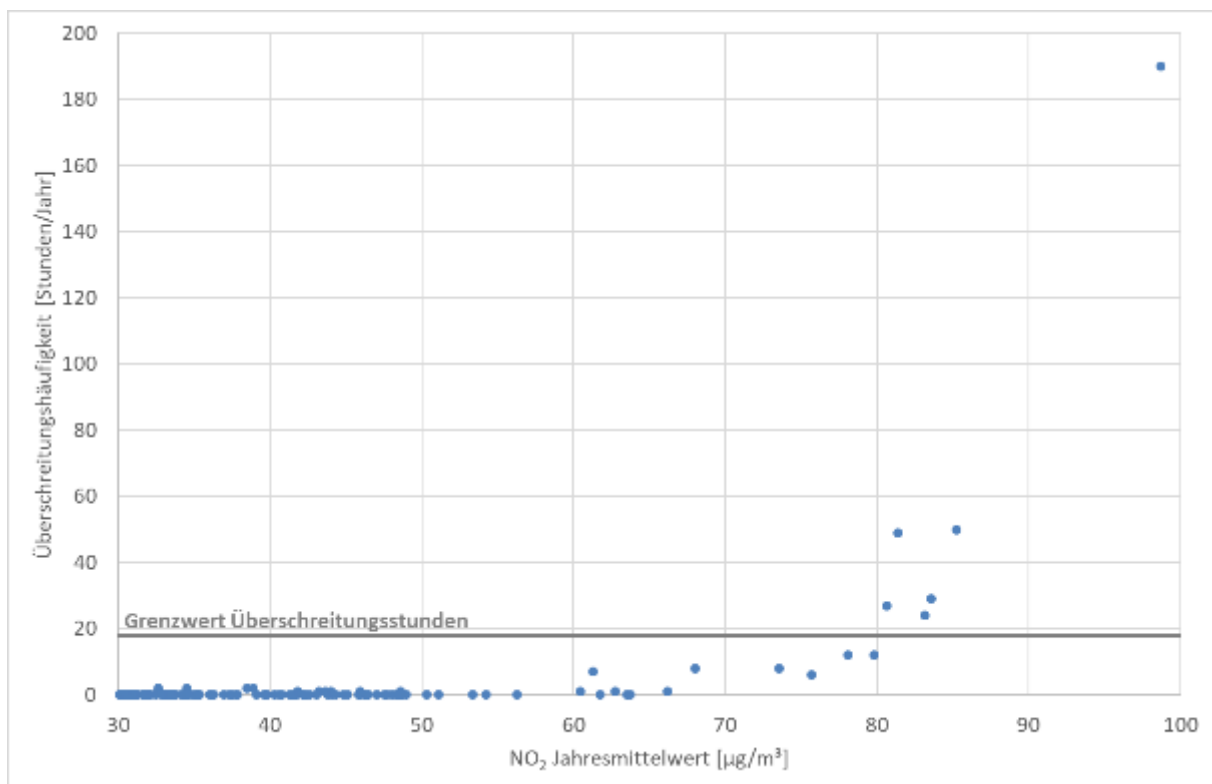


Abbildung 3-5: Zusammenhang zwischen dem Jahresmittelwert für NO_2 (Grenzwert $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und der Überschreitungshäufigkeit des Grenzwerts für den Stundenmittelwert ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2) aller Messstellen in Bayern, die einen NO_2 - Jahresmittelwert von zumindest $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aufweisen, 2010 bis 2019

3.4.2 PM10-Überschreitungstage

Für die Beurteilung der Kurzzeitbelastung durch Feinstaub wird der Tagesmittelwert von PM10 herangezogen (Grenzwert $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Es geht dabei um die Anzahl von Überschreitungstagen pro Jahr. Zur Ermittlung wird die statistische Beziehung zwischen dem Jahresmittelwert der PM10-Belastung und der Anzahl von Überschreitungstagen verwendet. Aufgrund der hohen Streuung bei niedrigeren Jahresmittelwerten sind bis zu drei Überschreitungstage grundsätzlich nicht auszuschließen.

Die bisherigen Messungen (Bayerisches Landesamt für Umwelt, Messwertarchiv, 2020) zeigen einen deutlichen statistischen Zusammenhang zwischen diesen beiden Größen. Abbildung 3-6 zeigt die Jahresmittelwerte für PM10 (Grenzwert $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) von 2010 bis 2019 aller Messstellen in Bayern in Abhängigkeit von der Anzahl der Überschreitungen. Es werden nur die Stationen dargestellt, die mindestens 3 Überschreitungstage aufweisen.

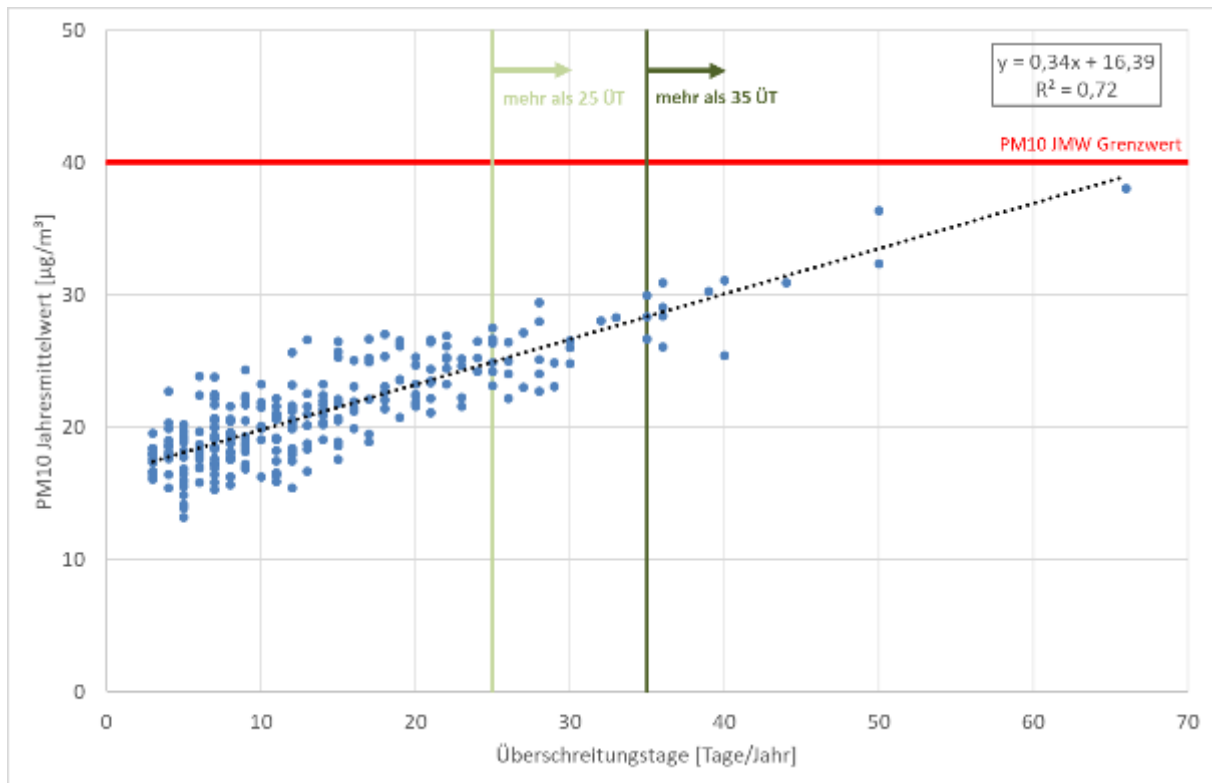


Abbildung 3-6: Zusammenhang zwischen dem Jahresmittelwert für PM10 (Grenzwert $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und der Anzahl der Überschreitungstage des Grenzwerts für den Tagesmittelwert aller Messstellen in Bayern, 2010 bis 2019 (Bayerisches Landesamt für Umwelt, Messwertarchiv, 2020)

Die Abbildung zeigt, dass bei einem Jahresmittelwert von $24,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Mittel 25 Tagesmittelwerte über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auftreten, bei einem Jahresmittelwert von $28,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sind es durchschnittlich 35 Tage mit Überschreitungen.

Die Regressionsformel für die Anzahl der Tage mit Überschreitungen des Tagesmittelgrenzwerts lautet

$$Y = 0,34 * X + 16,39$$

wobei Y für die Jahresmittelwerte PM10 steht und X für die Anzahl der Tage mit Überschreitungen des Tagesmittelwerts. Daraus folgt für die Anzahl der Überschreitungstage:

$$X = (Y - 16,39) / 0,34$$

Dieser Zusammenhang gilt ab einem JMW > 16,39 µg/m³.

Die zusätzliche Anzahl von Überschreitungstagen (dX) ergibt sich aus der Differenz der berechneten Überschreitungstage für die Gesamtbelastung (Jahresmittelwert der Vorbelastung + Jahresmittelwert der Zusatzbelastung) und für die Vorbelastung.

$$dX = (JMW_{\text{Vorbelastung}} + JMW_{\text{Zusatzbelastung}} - 16,39) / 0,34 - (JMW_{\text{Vorbelastung}} - 16,39) / 0,34$$

Die Formel zur Berechnung der zusätzlichen Überschreitungstage (dX) reduziert sich dadurch auf folgenden Zusammenhang:

$$dX = JMW_{\text{Zusatzbelastung}} / 0,34$$

Die Beziehungen geben einen mittleren Zusammenhang wieder, in 50 % der Fälle treten mehr bzw. weniger als die angegebenen Überschreitungen auf. Der Zusammenhang zwischen der Anzahl der Überschreitungen des TMW und dem JMW von PM10 ist ein empirisches Modell und beruht auf der Auswertung von über 600 Datensätzen. Die Anwendung dieses Zusammenhangs hat sich in der Praxis bewährt, führt zu validen Ergebnissen und ist Stand der Technik. Etwaige Unsicherheiten betreffend die Längsneigung der Regressionsgeraden sind selbst bei Veränderungen des JMW im Bereich einiger µg/m³ vernachlässigbar.

4 Datengrundlage

4.1 Meteorologie

Die für die Ausbreitungsrechnung verwendete Meteorologie-Zeitreihe stammt von einer automatischen Messstation, die am nordwestlichen Rand der Dietlwiese am Schwarzauer Weg für über ein Jahr betrieben wurde. Der Abstand der Messstation zu den im Norden am nächsten gelegenen Anrainern beträgt etwa 60 m, zur geplanten Umgehungsstraße im Süden zwischen etwa 200 und 400 m. Der in den folgenden Abbildungen ausgewertete und für die Ausbreitungssimulation herangezogene Zeitraum ist 1.6.2019 bis 31.05.2020. Die meteorologischen Messungen dokumentieren die Turbulenz und das Windsystem entlang der Alz zwischen Altenmarkt und Trostberg.

4.1.1 Messstandort

Bei einer Gebietsbefahrung am 06.02.2019 wurde der Messstandort am Südrand des Ortsteils Schwarzau (Schwarzauer Weg) festgelegt (Roter Pin in Abbildung 4-1 und Abbildung 4-2). Die Aufstellung und Inbetriebnahme der Messstation durch die ZAMG erfolgte am 9.5.2019.

Die Messstation steht unbeeinflusst von Gebäuden oder höherem Bewuchs am Rand einer weitläufigen, landwirtschaftlich genutzten Fläche südlich des Siedlungsgebiets neben dem Schwarzauer Weg.

Abbildung 4-3, Abbildung 4-4 und Abbildung 4-5 zeigen die Messstation aus verschiedenen Blickrichtungen. Tabelle 4-1 fasst die Metadaten zur Messstation zusammen.

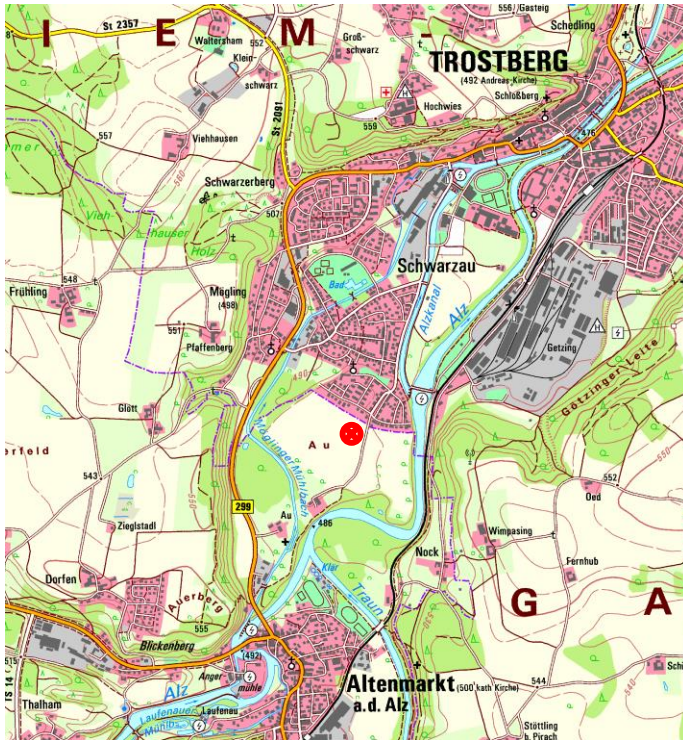


Abbildung 4-1: Übersichtskarte des Untersuchungsraums, Messstandort: rote Markierung (Bildmitte), Quelle: Geobasisdaten © Bayerische Vermessungsverwaltung



Abbildung 4-2: Detailansicht Untersuchungsraum, Messstandort: roter Pin, Quelle: Geobasisdaten © Bayerische Vermessungsverwaltung



Abbildung 4-3: Messstation, Blick Richtung Westen, Aufnahme datum 9.5.2019



Abbildung 4-4: Messstation im Feld (rote Markierung), Blick Richtung Südwesten, Aufnahme datum 23.5.2019



Abbildung 4-5: Messstation (rote Markierung), Blick Richtung Nordwesten, Aufnahmedatum 23.5.2019

Tabelle 4-1: Metadaten zur Messstation Trostberg/Schwarzauer Weg; temporäre Messung der ZAMG

Name	Trostberg
Name intern	USA-3
Standortbezeichnung	Schwarzauer Weg
Projekt	B304 OU Altenmarkt BA2
Auftraggeber	StBA Traunstein
Position (WGS84)	E 12°32'23,6'' / N 48°0'49,6''
Seehöhe	493 m
Anemometerhöhe	10 m
Rauigkeitslänge z0	0,1 m
VDI LN Klasse	4
Messperiode	10.05.2019 – 22.06.2020
Auswertezeitraum	01.06.2019 – 31.05.2020
Datenverfügbarkeit	99,5 %

4.1.2 Mess-System

Für die meteorologischen Messungen wurde ein 3d-Ultraschallanemometer vom Typ USA-1 „Scientific“ der Firma METEK verwendet. Es ermöglichte die Erfassung der horizontalen und vertikalen Windkomponenten sowie verschiedener Turbulenzparameter. Die Stromversorgung erfolgte über einen Stromanschluss mit 230 Volt Gleichspannung (VDC). Die Messdaten wurden in einem Logger zwischengespeichert und über eine GSM-Datenverbindung fern übertragen.

Die einzelnen Messkomponenten, ihre Einheit und der zugehörige Sensor sind in Tabelle 4-2 aufgelistet.

Tabelle 4-2: Messkomponenten am Standort Schwarzauer Weg

Messparameter	Einheit	Sensor
Temperatur	Grad Celsius	Pt100 1/3 Class B
Windrichtung	360 Grad	USA
Windgeschwindigkeit	1/10 m/s	USA
Relative Luftfeuchtigkeit	Prozent	Hygrometer IN-1
Vertikalgeschwindigkeit	1/10 m/s	USA
Fühlbarer Wärmestrom	W/m ²	USA
OS-Parameter (1/Obukhov-Länge)	1/m	USA
Standardabweichung Vertikalgeschwindigkeit	m/s	USA

Am Standort in Trostberg/Schwarzauer Weg wurden Wind, Turbulenz, Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit gemessen. Die Wind-/Turbulenzmessungen erfolgten mittels eines beheizten 3d-Ultraschallanemometers, das permanent mit 230 VDC versorgt wurde. Die Messung von Lufttemperatur- und Luftfeuchtigkeit erfolgten in einer ventilierten Wetterhütte mit einem kombinierten Sensor der Marke Rotronic.

Die Sensorspezifikationen des Ultraschallanemometers sind in Tabelle 4-4 aufgelistet, jene von Thermometer und Hygrometer in Tabelle 4-5.

4.1.2.1 Ultraschallanemometer

Die Turbulenz und die thermische Schichtung der Atmosphäre haben einen wesentlichen Einfluss auf die Ausbreitung und Verdünnung von Luftschadstoffen. Vor allem windschwache

Wetterlagen und Inversionen führen häufig zu hohen Schadstoffkonzentrationen in der bodennahen Luft.

Zur Turbulenzmessung werden Instrumente mit geringer Trägheit und hoher Messfrequenz benötigt. Mit dem Ultraschallanemometer- USA (Messfrequenz: bis 50 Hz) werden über die Schallgeschwindigkeit auf verschiedenen orientierten Strecken im Raum (drei beheizte Sender-Empfänger-Paare) der dreidimensionale Windvektor und die Temperaturfluktuationen ermittelt. Aus diesen Größen werden der fühlbare Wärmestrom und diverse Turbulenz- und Stabilitätsmaße (Obukhov-Stabilitätsparameter) abgeleitet. Zusätzlich werden in 2 m über Grund mittels üblicher meteorologischer Sensoren Temperatur und Luftfeuchte gemessen. Das Ultraschallanemometer ist auf einem Teleskopmast in 10 m über Grund angebracht.

Messbereich (B), Genauigkeit (G) und Auflösung (A) des Sensors USA sind in Tabelle 4-3 dargestellt, Abbildung 4-6 zeigt ein Foto des Ultraschall-Anemometers.

Tabelle 4-3: Bereich B, Genauigkeit G und Auflösung A von Temperatur T, relativer Feuchte r. F. oder Taupunkt Tp, Luftdruck P, Windrichtung dd, Windgeschwindigkeit ff

Instrument		T	r. F./Tp	P	dd	ff
USA	B	-40 bis 60°C	0 - 100%	1060 - 800 hPa	0 - 360°	0 - 60 m/s
	G	+/- 0,3 °C	+/- 2%	+/- 0,5 hPa	+/- 2 bis 10°	+/- 2 bis 10%
	A	0,01°C	0,01%	0,1 hPa	0,1°	0,01 m/s



Abbildung 4-6: Ultraschall-Anemometer USA-1 der Firma Metek

Tabelle 4-4: Sensorspezifikationen Ultraschallanemometer

Gerät	3d-Ultraschall Anemometer USA1		
Firma	Metek		
Type	USA-1		
Kurzbeschreibung	Ultraschallsensor zur 3-dimensionalen Messung von Windgeschwindigkeit, Windrichtung und von Turbulenzgrößen		
<u>Sensorspezifikationen</u>		<u>Gerätespezifikationen</u>	
Messbereich:		Betriebsspannung	9...36 V DC
Windgeschwindigkeit	0...50 m/s		Mit Heizung 24 V DC
Windkomponenten	-50...50 m/s		
Windrichtung	0...360 °		
Temperatur	-30...50 °C		
Messauflösung:		Leistungsaufnahme:	
Windgeschwindigkeit	±0.01 m/s	Sensorelektronik	2.5 W
Windkomponenten	±0.01 m/s	Low Power Mode	1.5 W
Windrichtung	±0.4 °	Sensor Heizung	50 W
Temperatur	±0.01 K		
Zeitliche Auflösung:		Schnittstelle	RS232 o. RS422
Messrate	0.01...50 Hz		
Mittelungsintervall	1...65535 Messwerte		
Zeitliche. Auflösung		Gewicht:	
Turbulenzparameter:		Sensorkopf	1.8 kg
Messrate	40 Hz	Elektronikbox	3.8 kg
Mittelungsintervall	600 s		
		Abmessungen:	
		Messkopf (ØxHöhe)	320x240 mm
		Sensorhöhe	660 mm
		Schallstrecken	175 mm

4.1.2.2 Thermometer und Hygrometer

Tabelle 4-5: Sensorspezifikationen Thermometer und Hygrometer

Gerät	Thermometer, Hygrometer		
Firma	Kroneis		
Type	430S		
Kurzbeschreibung	Kombigerät zur Messung der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit		
<u>Sensorspezifikationen</u>		<u>Gerätespezifikationen</u>	
Temperatursensor	Pt100 1/3 Class B	Betriebsspannung	12 bis 30 VDC
Feuchtesensor	Rotronic Hygrometer IN-1	Stromaufnahme	150 mA
Messbereich	-100 bis 200 °C, 0 bis 100% rF	Schnittstelle	RS232 oder RS485, USB
Auflösung	0,01 K, 0,02% rF	Gewicht & Maße	k.A.
Genauigkeit	+/- 0,15 °C, +/- 2 % rF		
Zulässiger Temperaturbereich	-35 bis 45 °C		
Stabilität	<0,1 K, <1% rF pro Jahr		
Messintervall	2 sec		

4.1.3 Messzeitraum und Speicherintervall:

Die dargestellten Messdaten stammen aus dem Zeitraum von 1.6.2019 bis 31.5.2020. Die Daten liegen als 10-minütige Rohdaten vor, die aus hochfrequenten Messungen des Ultraschallanemometers (40 Hz) abgeleitet wurden. Zur weiteren Auswertung wurden sie auf halbstündliche Mittelwerte aggregiert. Wenn nicht explizit anders beschrieben, haben die Daten den Zeitstempel in mitteleuropäischer Zeit (MEZ).

4.1.4 Datenprüfung und -verfügbarkeit

Die Datenqualität des USA wurde laufend automatisch anhand der für die Berechnung der 10-minütigen-Mittelwerte verwendeten Einzelmessungen im sogenannten SDQ-Parameter protokolliert. Mittelwerte, für deren Bildung weniger als 70 % der Einzelmessungen verwendet wurden, schieden von vorneherein aus dem Datenpool aus.

Parallel zu dieser automatischen Prüfung wurden die Verläufe der Messwerte regelmäßig optisch qualitativ von Meteorologen und Technikern der ZAMG auf ihre Plausibilität geprüft.

Die Datenverfügbarkeit ist sehr hoch, lediglich zu Beginn der Messreihe kam es im Zeitraum vom 25. bis zum 28.5.2019 zu einem zusammenhängenden Ausfall der Station, der die Verfügbarkeit auf 97,7 % der möglichen Werte reduzierte. Während der einjährigen Zeitspanne von 1.6.2019 bis 31.5.2020 beträgt die Datenverfügbarkeit jedoch 99,5 %.

4.2 Messergebnisse

Die Darstellungen der Messwerte in diesem Kapitel beziehen sich auf den Messzeitraum von 1.6.2019, 00:00 UTC bis 31.05.2020, 23:50 UTC, das entspricht 1.6.2019, 01:00 Uhr Mitteleuropäische Zeit (MEZ) bis 01.06.2020, 00:50 MEZ (Ortszeit).

4.2.1 Windrichtung

Abbildung 4-7 zeigt die geschwindigkeitsabhängige Windrose für den Standort Schwarzauer Weg. Die am häufigsten vertretene Windrichtung stammt am Messstandort aus dem südlichen Sektor (135 bis 202 Grad). Während des einjährigen Messzeitraums treten rund 44 % der Winde aus dieser Richtung auf. Auch der Anteil der stärkeren Winde (Klassen 2,5-3,5 m/s und 3,5-4,5 m/s sowie 4,5-5,5 m/s) liegt in diesem Sektor. Die zweithäufigste Windrichtung ist Südwest/West (225 bis 270 Grad) mit etwa 21 %, gefolgt von Nord-Nordost (0 bis 45 Grad) mit etwa 14 % Häufigkeit. Deutlich geringer fällt der Anteil Wind aus Osten (67 bis 112 Grad) und Nordwesten (292 bis 337 Grad) aus.

Eine Aufteilung der Windrichtungsverteilung in Tag/Nacht und Sommer/Winter soll in den nachfolgenden Abbildungen (Abbildung 4-8, Abbildung 4-9) Aufschluss über die Ursachen und Zusammenhänge liefern.

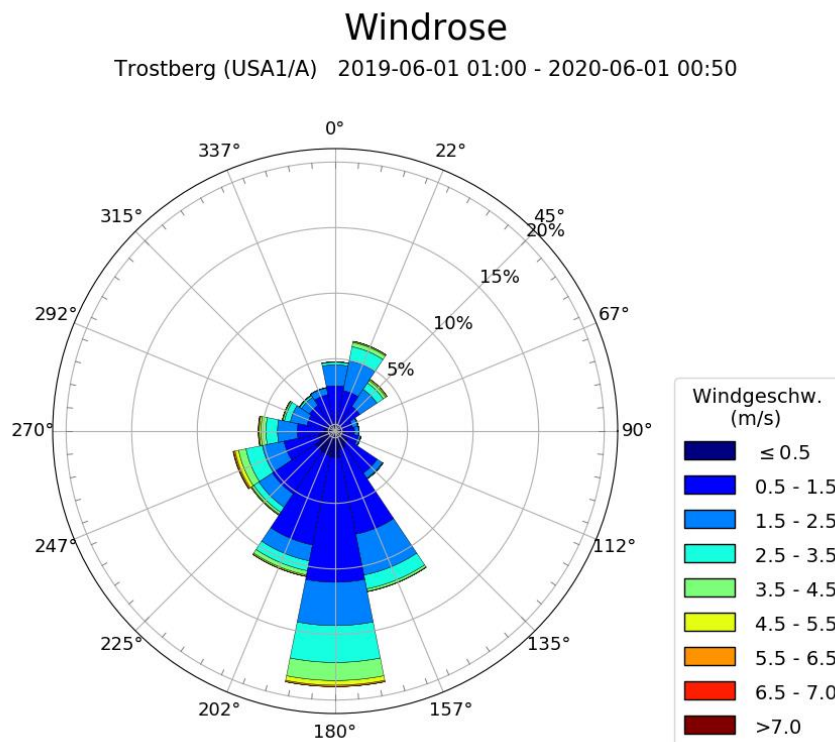


Abbildung 4-7: Windrose für den Standort Schwarzauger Weg mit Farbcodierung für die Windgeschwindigkeit

Die Windrose mit der Tag/Nacht-Verteilung (Abbildung 4-8) zeigt, dass der ausgeprägte Anteil südlicher Winde speziell in der Nacht auftritt (blaue Linie). Tagsüber (gelbe Linie) überwiegen ebenfalls die Südwinde, jedoch gibt es eine klare Verschiebung in Richtung Nord-Nordost (0 bis 45 Grad) sowie nach Westen (247 bis 270 Grad). Damit offenbart sich eine Art Talwindssystem, das durch die näherungsweise Nord-Süd-Ausrichtung der Talachse entsteht. Die Erwärmung der Luft tagsüber führt zu einem Aufsteigen der Luft und einer Sogwirkung Richtung Süden (Nordwinde, taleinwärts). In der Nacht kehrt sich der Prozess um und kühlere Luft fließt dem Flussverlauf folgend nach Norden (Südwinde, talauswärts). Dieser Talwind-Charakter dürfte hauptsächlich bei störungsfreiem Wetter ins Gewicht fallen. Der Wind aus dem Westsektor ist näherungsweise unabhängig von der Tageszeit und hängt wahrscheinlich mit dem Durchzug von Störungsfronten oder mit großräumigen Westwetterlagen zusammen. Bei einer großräumigen Ostströmung wiederum wäre es denkbar, dass der Wind von den Erhebungen östlich von Trostberg auf die Talachse umgelenkt und an der Station als Nordostwind abgebildet wird. Das könnte eine Erklärung für den sehr geringen Anteil an Ostwinden sein.

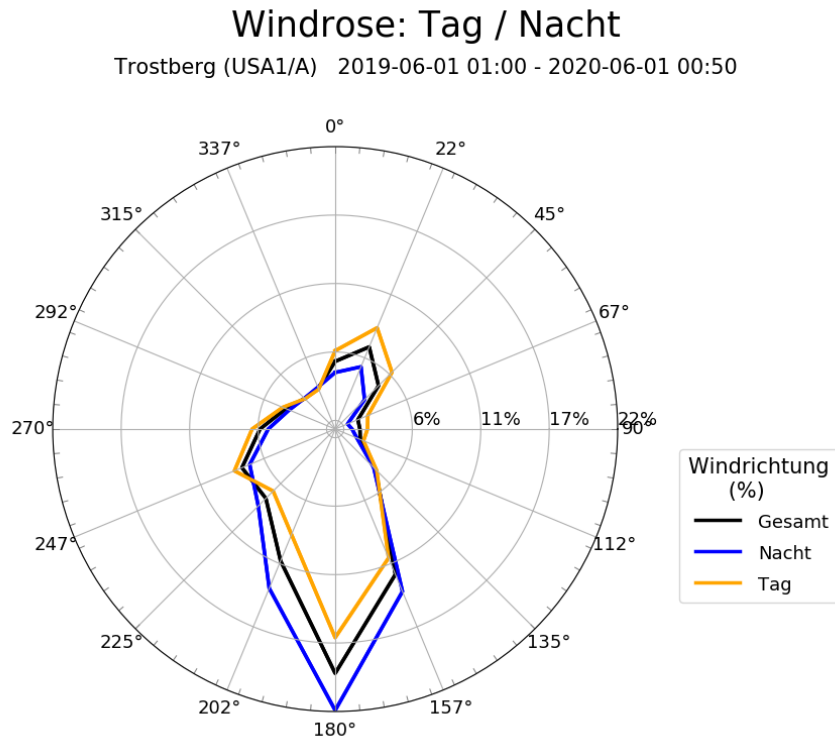


Abbildung 4-8: Windrose mit Tag/ Nacht- Unterscheidung, Trostberg/Schwarzauer Weg

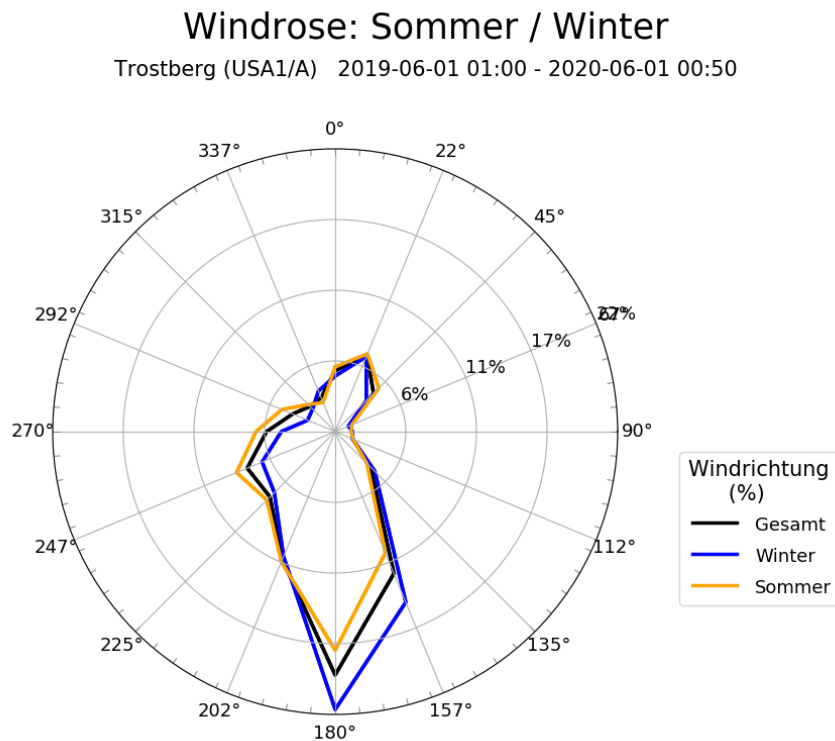


Abbildung 4-9: Windrose mit Sommer/ Winter- Unterscheidung, Trostberg/Schwarzauer Weg

Im Vergleich Sommer/Winter (Abbildung 4-9) tun sich speziell bei den südlichen und westlichen Winden Unterschiede auf. Der Süd-Sektor ist im Winter (blaue Linie) deutlich häufiger vertreten, als im Sommer (gelbe Linie). Dafür jedoch ist der Anteil von Winden aus dem Westsektor im Sommer höher, als im Winter. Ein Grund für diese Unterschiede ist vermutlich die kalte Erdoberfläche im Winter. Durch kalte, schneebedeckte Oberflächen entsteht bodennahe Kaltluft, die an den tiefsten Stellen zusammenfließt. Hier sammelt sich die Luft also auf Höhe der Alz und bewegt sich in deren Fließrichtung nach Norden. Im Sommer hingegen findet dieser Prozess überwiegend in der Nacht statt, wenn die Oberflächen auskühlen.

Kaum Unterschiede im Jahreszeitenvergleich gibt es aus den Richtungen Nordwest, Nord, Nordost, Ost, Südost sowie Südwest.

4.2.2 Windgeschwindigkeit

In Abbildung 4-10 ist die Häufigkeitsverteilung bestimmter Windgeschwindigkeitsklassen dargestellt. Im Jahresmittel (blaue Balken) treten am häufigsten die Klasse mit 0,5 bis 1 m/s (31,7 %) und die Klasse 1 bis 2 m/s (29 %) auf. Eine andere Auswertung ergibt eine noch markantere Einschränkung der Geschwindigkeitsklassen, nach welcher etwa 49 % zwischen 0,5 und 1,5 m/s fallen.

Die Klassen 0 bis 0,5 und 2 bis 3 m/s sind zirka gleich stark vertreten, nämlich mit rund 15 %. Auf nur 6 % kommt die Klasse mit stärkeren mittleren Winden zwischen 3 und 4 m/s und in nur etwa 2 % der Fälle treten mittlere Geschwindigkeiten zwischen 4 und 5 m/s auf. Fast vernachlässigbar sind am Messstandort mittlere Windgeschwindigkeiten über 5 m/s.

Der Tag/Nacht-Vergleich zeigt auf, dass die schwächeren Winde überwiegend nachts (grüne Balken) dominieren. Tagsüber hingegen (rote Balken) gewinnen stärkere Winde vermehrt an Bedeutung.

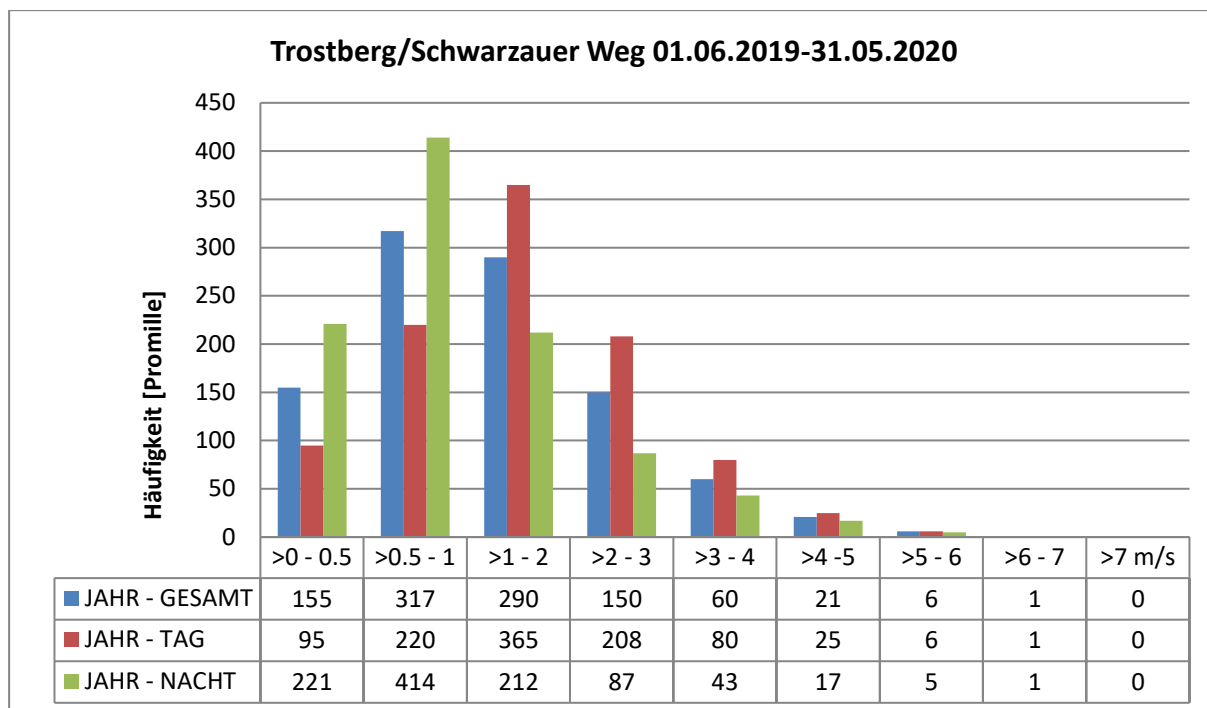


Abbildung 4-10: Histogramm für Windgeschwindigkeitsklassen mit Tag/ Nacht- Unterscheidung

Das geht auch aus den folgenden Abbildungen hervor, die den mittleren Tagesgang der Windgeschwindigkeit zeigen (Abbildung 4-11 links: Tagesgang der Windgeschwindigkeit nach Klassen, Abbildung 4-11 rechts: Mittlerer Tagesgang der Windgeschwindigkeit):

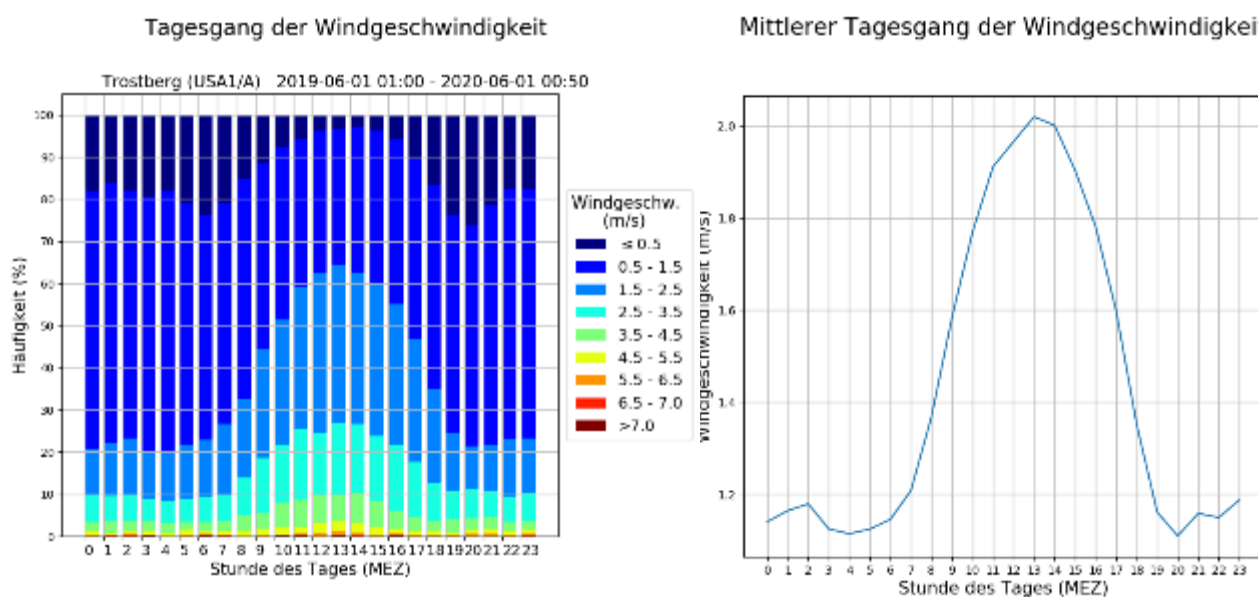


Abbildung 4-11: Links: Tagesgang der Windgeschwindigkeit nach Klassen, rechts: Mittlerer Tagesgang der Windgeschwindigkeit

Abbildung 4-12 zeigt, dass der Tag/Nacht-Unterschied viel markanter ist, als der Sommer/Winter-Unterschied. Zwar gibt es eine Differenz zwischen roten Balken (Sommer) und blauen Balken (Winter), jedoch treten die größten Stufen zwischen Tag (helle Balken) und Nacht (dunkle Balken) auf.

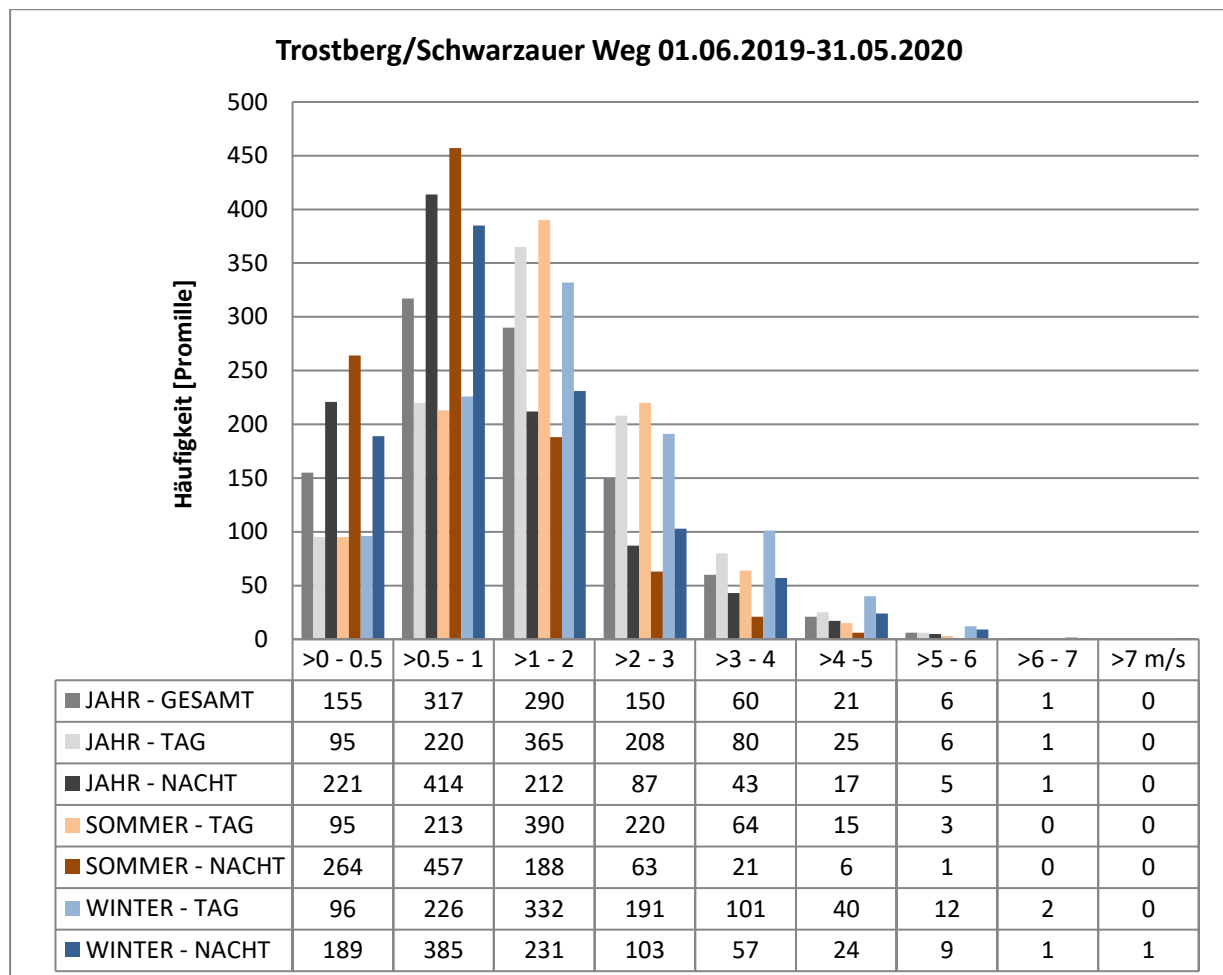


Abbildung 4-12: Histogramm für Windgeschwindigkeitsklassen mit Tag/ Nacht und Sommer/ Winter-Unterscheidung

4.2.3 Stabilität

Als Maß für die atmosphärische Stabilität liefert der USA-Sensor unter anderem den Fühlbaren Wärmestrom (WSTRF) sowie die Obukhov-Länge bzw. deren Kehrwert, den so genannten Obukhov-Stabilitätsparameter (MOS).

Der fühlbare Wärmestrom wird aus der gemessenen Wind- und Temperaturfluktuation berechnet. Durch die Sonneneinstrahlung wird der Boden erwärmt und gibt seinerseits Wärme

an die Luft ab. Dieser positive Wärmestrom führt zu eher labilen Austauschbedingungen, beispielsweise an einem sonnigen Sommertag. Andererseits strahlt die Oberfläche in klaren Nächten Energie ab und kühlt aus; dieser Energieverlust wird teilweise durch einen von der Luft zur Oberfläche gerichteten (negativen) Wärmestrom kompensiert. Im städtischen Bereich kann es sein, dass aufgrund der zahlreichen versiegelten Flächen und Fassaden, welche die tagsüber gespeicherte Energie nach Sonnenuntergang wieder abgeben, der Wärmestrom auch in der Nacht positiv bleibt.

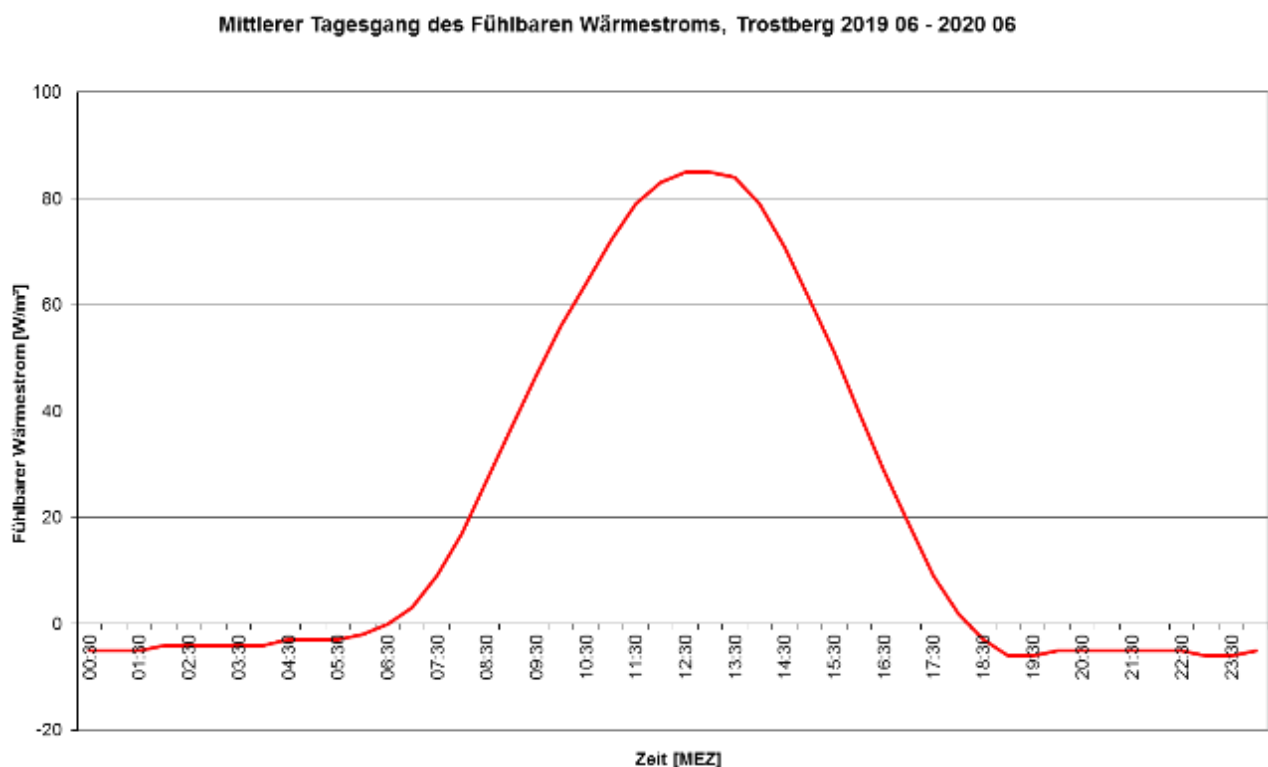


Abbildung 4-13: Mittlerer Tagesgang des Fühlbaren Wärmestroms: tagsüber positiv, nachts negativ

Abbildung 4-13 stellt den mittleren Tagesgang des fühlbaren Wärmestroms am Standort Schwarzauger Weg von 01.06.2019 bis 31.05.2020 dar. Um die Mittagszeit liegt der Wärmestrom im Mittel zwischen 80 und 90 W/m², während er in der Nacht typischerweise im leicht negativen Bereich liegt und stabile Verhältnisse anzeigt.

Als weiteres Stabilitätsmaß kann die Obukhov-Länge (MOL) Aufschluss über die Ausbreitungsbedingungen geben. Wie der fühlbare Wärmestrom wird auch MOL aus den Wind- und Temperaturschwankungen (vom 3d-Ultraschallanemometer gemessen) berechnet. MOL kann als jene Höhe über Grund verstanden werden, in der sich mechanisch erzeugte Turbulenz (bedingt durch Windscherung) und thermisch induzierte Turbulenz (durch Auftriebskräfte, turbulente Flüsse) die Waage halten. Sie ist bei stabiler Schichtung positiv, bei labiler Schichtung

negativ und strebt bei neutralen Austauschbedingungen gegen unendlich. Aus diesem für statistische Auswertungen und graphische Darstellungen unpraktischen Grund wird in der Regel der Kehrwert von MOL, der so genannte Obukhov-Stabilitätsparameter (MOS) verwendet. Er ist – wie MOL – standortspezifisch, abhängig von der Rauigkeit der Umgebung (charakterisiert durch die Rauigkeitslänge z_0) und kann mit den Ausbreitungsklassen nach Klug-Manier in Bezug gesetzt werden (Tabelle 4-6).

Am Messstandort Schwarzauer Weg/ Trostberg wird von einer Rauigkeitslänge z_0 von 0,1 m ausgegangen. In Abbildung 4-14: ist der mittlere Tagesgang des Obukhov-Stabilitätsparameter MOS dargestellt. Auch hier bildet sich die stabile Schichtung der bodennahen Luftschichten in den Nachtstunden deutlich ab. Tagsüber entstehen durch die Sonneneinstrahlung rasch labile Verhältnisse, der MO-Stabilitätsparameter sinkt stark ab.

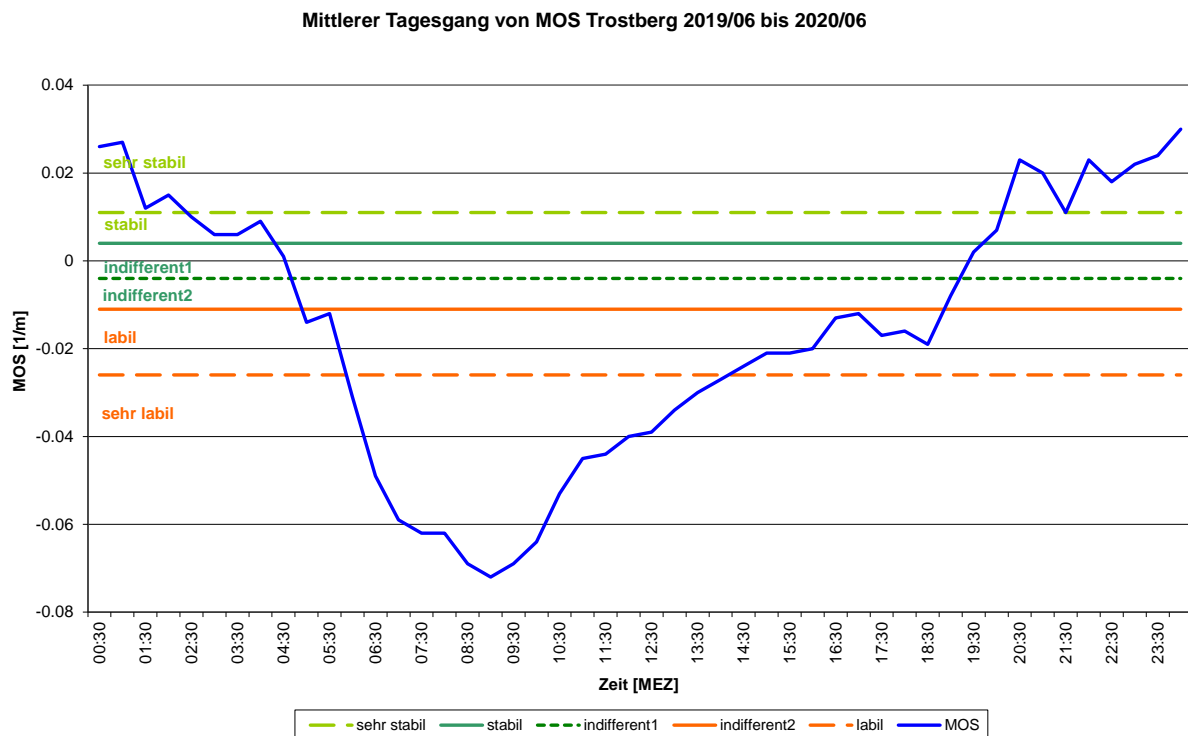


Abbildung 4-14: Mittlerer Tagesgang des Obukhov-Stabilitätsparameters MOS (blaue Linie)

Ausbreitungsklassen

Für die Ausbreitung von Schadstoffen in der Atmosphäre ist neben der Windrichtung und der Windgeschwindigkeit vor allem auch die vertikale Durchmischung der Atmosphäre (Turbulenz) von Bedeutung. Sie wird mittels Ausbreitungsklassen charakterisiert. Die Ausbreitungsklassen sind von I bis V nummeriert und stellen ein Maß für das turbulente Verhalten (vertikales Austauschvermögen) der bodennahen Atmosphäre dar.

Die Klug/Manier-Klassen werden folgendermaßen den meteorologischen Schichtungsverhältnissen zugeordnet:

Stabil: Die Klassen I und II kommen bei sehr stabilen beziehungsweise stabilen Schichtungen vor und treten daher überwiegend, aber nicht ausschließlich, nachts auf. Sie beschreiben vermindertes Austauschvermögen mit zum Teil weiträumigen Verfrachtungen.

Neutral: Die Klassen III/1 und III/2 stehen für neutrale Verhältnisse. III/1 tritt vorwiegend nachts beziehungsweise während Sonnenaufgangs- und Sonnenuntergangszeiten auf, III/2 tritt vorwiegend tagsüber auf. Die Austauschbedingungen sind dann durchschnittlich, dies ist typisch für bewölkt und/oder windiges Wetter.

Labil: Die Klassen IV und V stehen für labile beziehungsweise sehr labile Verhältnisse, was gute vertikale Durchmischung bedeutet. Die Klassen IV und V treten definitionsgemäß in der Nacht nicht auf, Klasse V kann nur von Mai bis September (tagsüber) vorkommen.

In Abhängigkeit der Rauigkeitslänge z_0 (am Messstandort 0,1 m) kann gemäß LASAT Reference Book 3.4 (Janicke Consulting, 2019) dem am Ultraschallanemometer berechneten Obukhov-Stabilitätsparameter eine entsprechende Klug-Manier-Klasse zugeordnet werden (Tabelle 4-6).

Tabelle 4-6: Beziehung Obukhov-Stabilitätsparameter (MOS) in Abhängigkeit von Rauigkeitslänge z_0 und Ausbreitungsklasse nach Klug-Manier (gemäß LASAT Reference Book 3.4)

Ausbreitungsklasse		Rauigkeitslänge z_0 [m]								
		0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,5	1	1,5	2
I	sehr stabil	0,143	0,111	0,077	0,059	0,042	0,025	0,015	0,011	0,008
	Klassengrenze	0,063	0,050	0,035	0,026	0,019	0,011	0,007	0,005	0,004
II	stabil	0,040	0,032	0,023	0,017	0,012	0,007	0,004	0,003	0,002
	Klassengrenze	0,020	0,016	0,011	0,008	0,006	0,004	0,002	0,002	0,001
III/1	indifferent	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Klassengrenze	-0,020	-0,016	-0,011	-0,008	-0,006	-0,004	-0,003	-0,002	-0,002
III/2	indifferent	-0,040	-0,031	-0,022	-0,017	-0,012	-0,008	-0,005	-0,004	-0,003
	Klassengrenze	-0,057	-0,044	-0,031	-0,024	-0,017	-0,011	-0,007	-0,005	-0,004
IV	labil	-0,100	-0,077	-0,053	-0,040	-0,029	-0,018	-0,012	-0,009	-0,007
	Klassengrenze	-0,143	-0,111	-0,077	-0,057	-0,042	-0,026	-0,017	-0,013	-0,010
V	sehr labil	-0,250	-0,200	-0,143	-0,100	-0,071	-0,045	-0,029	-0,022	-0,018

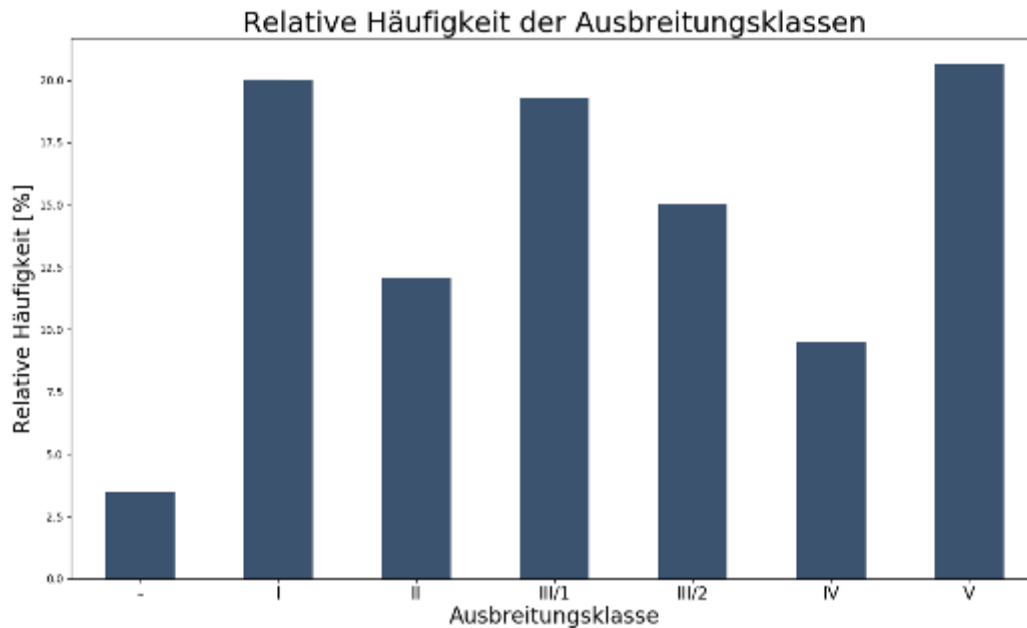


Abbildung 4-15: Histogramm der Häufigkeitsklassen nach Klug-Manier. Der linke Balken ist mit einem Minus markiert und stellt nicht bestimmbare Klassen dar. I: sehr stabil, II stabil, III/1: neutral, III/2: neutral, IV: labil, V: sehr labil

In Abbildung 4-15 sind die Klug-Manier Klassen dargestellt. Am häufigsten treten im Jahresmittel sehr stabile (I) und sehr labile (V) Ausbreitungsklassen auf. Auch die neutralen Klassen sind stark vertreten, wobei III/1 häufiger vorkommt, also neutrale/indifferente Situationen vorwiegend während den Nachtstunden bzw. zu Sonnenauf- und -untergang. Ein kleiner Anteil (etwa 2,7 %) liegt als nicht bestimmbare Klassen vor, zum Beispiel wenn durch fehlerhafte oder fehlende Werte von MOL oder Windgeschwindigkeit eine Berechnung nicht möglich ist.

4.2.4 Exemplarischer Wetterverlauf

Exemplarisch sind in den folgenden beiden Abschnitten die Verläufe von Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit und Stabilität beziehungsweise von Windrichtung und Windgeschwindigkeit für zwei ausgewählte Episoden dargestellt. Im Folgenden ist der Wetterverlauf während einer sommerlichen, sonnigen und trockenen Hochdruckphase dargestellt und jener einer Phase mit Tiefdruckeinfluss und Niederschlag.

Stabiles Schönwetter – 03. bis 05.07.2019

Abbildung 4-16 und Abbildung 4-17 zeigen den Wetterverlauf bei sonnigem Hochdruckwetter. Die Tagesgänge von Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit und Stabilität sind deutlich ausgeprägt – höhere/positive Werte tagsüber, geringere/negative Werte nachts. Ebenso unterliegen Windrichtung und Windgeschwindigkeit einem typischen Tagesgang: Tagsüber frischt der Wind auf und weht häufig aus West bis Nord (270 bis 360 Grad), nachts flaut er ab und dreht auf südliche Richtungen.

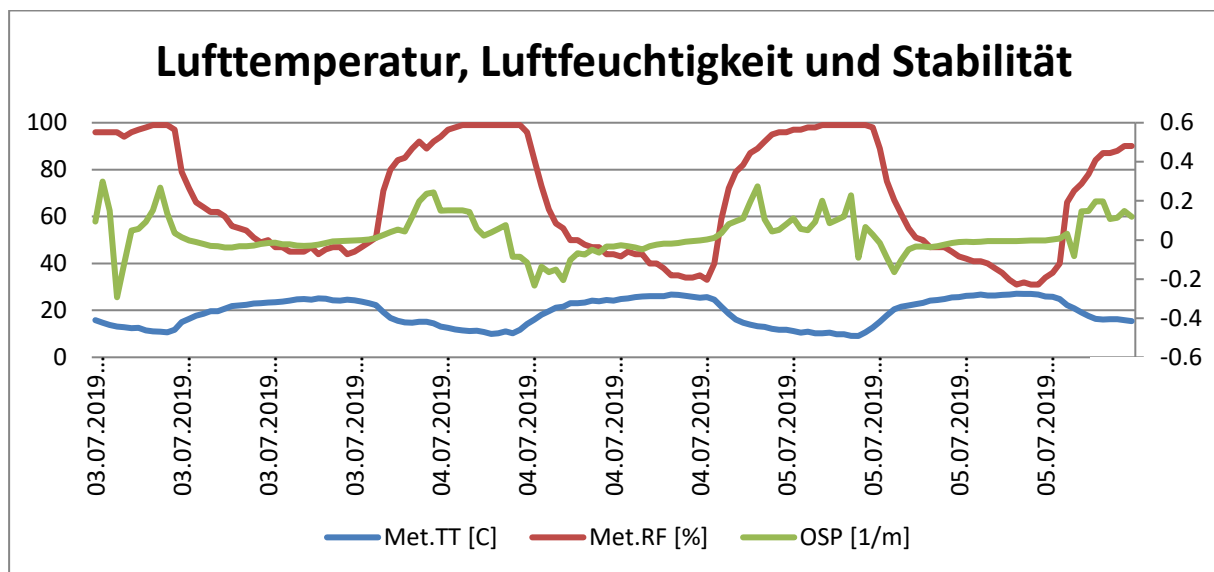


Abbildung 4-16: Verlauf von Lufttemperatur (TT), Luftfeuchtigkeit (RF) und Stabilität (OSP) an der Station Trostberg/Schwarzauer Weg bei Hochdruckwetter, 3.-5.7.2019

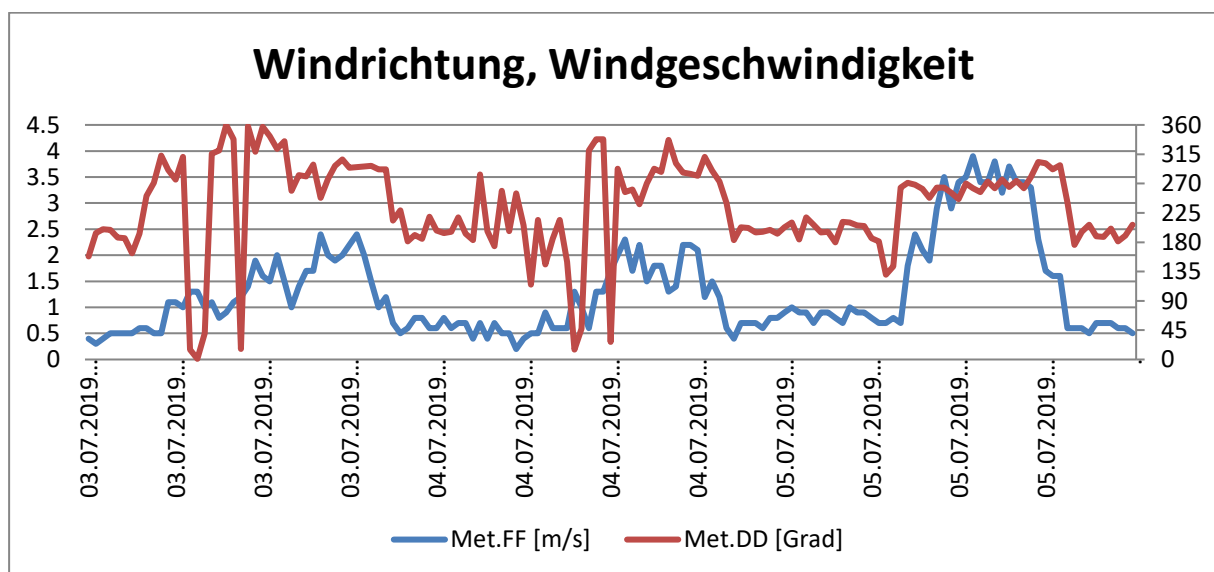


Abbildung 4-17: Verlauf von Windrichtung (DD) und Windgeschwindigkeit (FF) an der Station Trostberg/Schwarzauer Weg bei Hochdruckwetter, 3.-5.7.2019

Störungseinfluss – 22. bis 24.09.2019

Abbildung 4-18 und Abbildung 4-19 zeigen den Wetterverlauf bei Wetter mit Störungseinfluss. Die Tagesgänge von Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit sind gedämpft und der Stabilitätsparameter OSP bleibt insbesondere am 23.9., einem Tag mit Störungseinfluss und Regen, auffallend konstant nahe null, die Luftschichtung ist somit neutral. Dies ist auch die Zeit mit auffrischendem Wind, der mit mittleren Geschwindigkeiten von 2 bis 3 m/s aus südlicher Richtung weht.

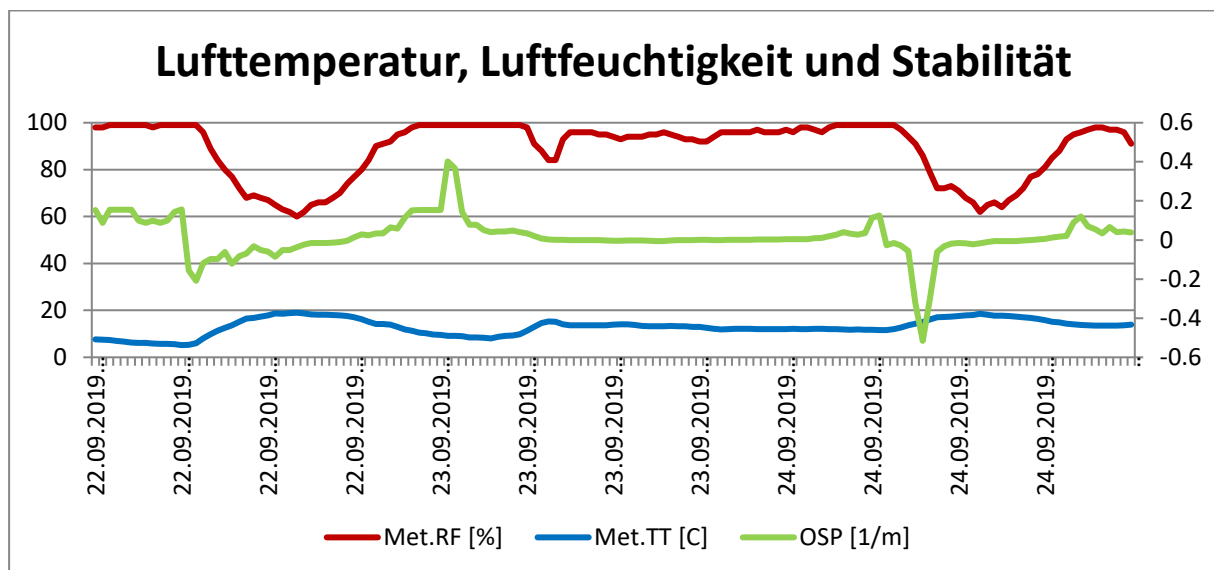


Abbildung 4-18: Verlauf von Lufttemperatur (TT), Luftfeuchtigkeit (RF) und Stabilität (OSP) an der Station Trostberg/Schwarzauer Weg bei Tiefdruckeinfluss, 22.-24.9.2019

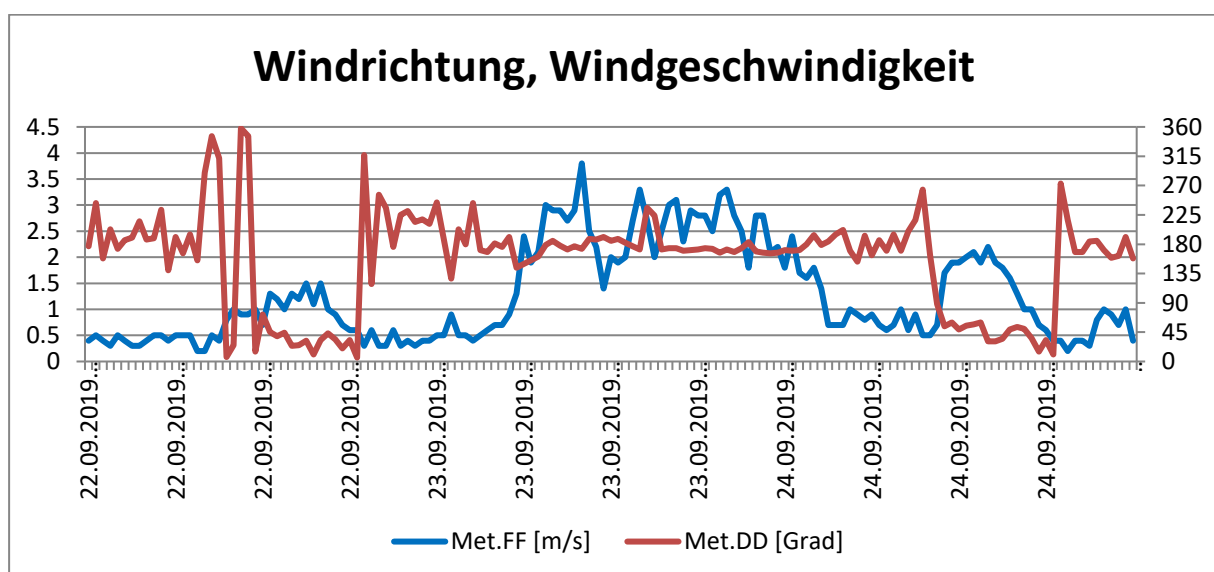


Abbildung 4-19: Verlauf von Windrichtung (DD) und Windgeschwindigkeit (FF) an der Station Trostberg/Schwarzauer Weg bei Tiefdruckeinfluss, 22.-24.9.2019

4.3 Verkehrszahlen, Emissionen

Grundlage für die Berechnung der Emissionen des Straßenverkehrs sind die Verkehrszahlen, die in den Anlagen zum Verkehrsgutachten (PTV Transport Consult GmbH, 2020) enthalten sind. Die Verkehrszahlen wurden den berechneten Szenarien wie folgt zugeordnet:

- ANLAGE B → Ist-Zustand Analyse 2019
- ANLAGE D → Prognosenußfall 2035
- ANLAGE L → Prognoseplanfall 2035

Für den Ist-Zustand Analyse 2019 und den Prognosenußfall 2035 wurden die Straßenzüge der B299 und der B304 digitalisiert. Dabei wurde auch für den Ist-Zustand Analyse 2019 bereits der Betrieb des Aubergtunnels mit den entsprechenden Anbindungen an die B299 und an die B304 angenommen (im Verkehrsgutachten bezeichnet als „Analyse 2019 Prognoseplanfall (OU Obing, Aubergtunnel)“ (PTV Transport Consult GmbH, 2020)). Abbildung 4-20 zeigt die Teilabschnitte der modellierten Linienquellen im bestehenden Straßennetz.

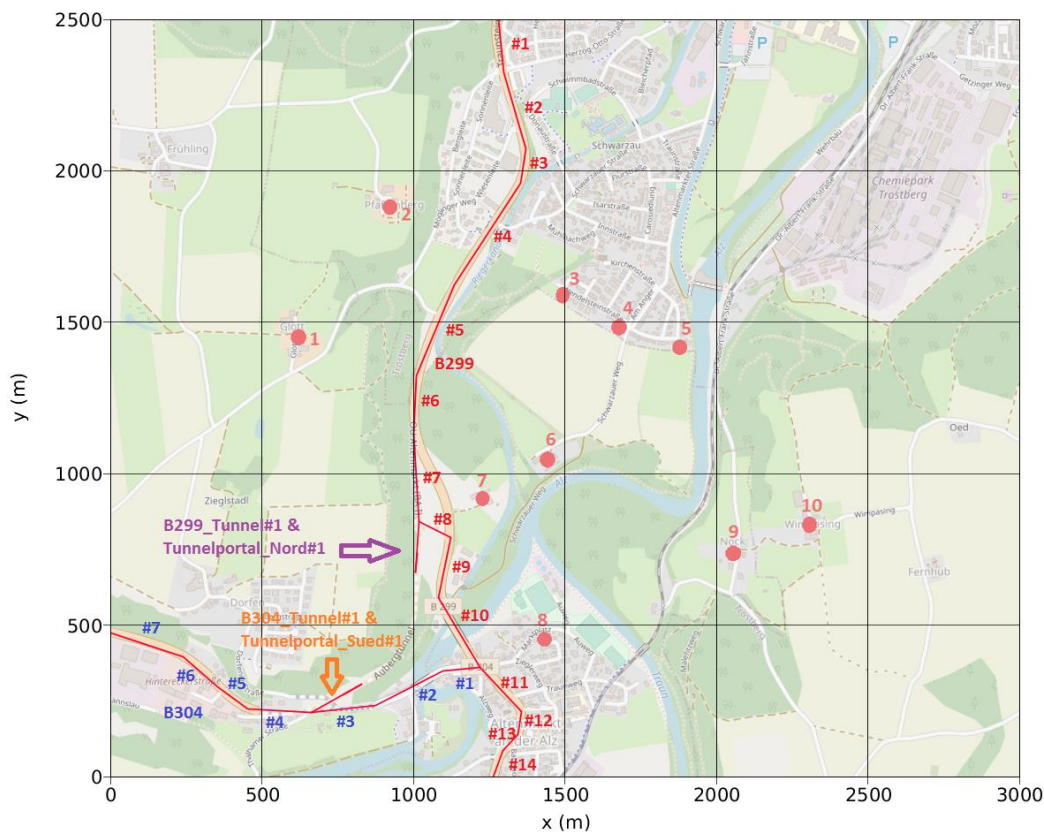


Abbildung 4-20: Linienquellen für die Simulation des Ist-Zustands Analyse 2019 und des Prognosenußfalls 2035

Für die Simulation des Prognoseplanfalls wurde im Sinn einer Worst-Case-Abschätzung der Planfall 4 (PTV Transport Consult GmbH, 2020) verwendet. Der Planfall 4 stellt die verkehrliche Situation nach der Realisierung der drei Ortsumgehungen Trostberg, Tacherting und Altenmarkt dar. Die Trasse der Ortsumgehung Altenmarkt BA2 wurde in neun Teilsegmenten beginnend an der B299 zwischen Trostberg und Altenmarkt digitalisiert (Abbildung 4-21). Die Brücke über die Alz wurde mit zwei ansteigenden Rampen (Abschnitte #5 und #7) realisiert, auf denen die Emissionshöhe jeweils von 0,5 m (Auspuffhöhe) auf 3,5 m ansteigt. Auf der Brücke selbst (Abschnitt #6) erfolgt die Schadstofffreisetzung in einer Höhe von 3,5 m über dem Umgebungsniveau. Die relativ geringe Freisetzungshöhe stellt eine konservative Annahme dar, da bei Freisetzung in größerer Höhe die stärkere turbulente Durchmischung zu einer rascheren Verdünnung der Luftschadstoffe führen würde. Aufgrund der Größe der Modelldomäne und der daraus resultierenden horizontalen Modellauflösung von 10 m wurde auf eine Digitalisierung der Leitwände an der Brücke und auf eine realitätsnahe Abbildung des Anschlusses der Ortsumgehung an die B299 verzichtet.

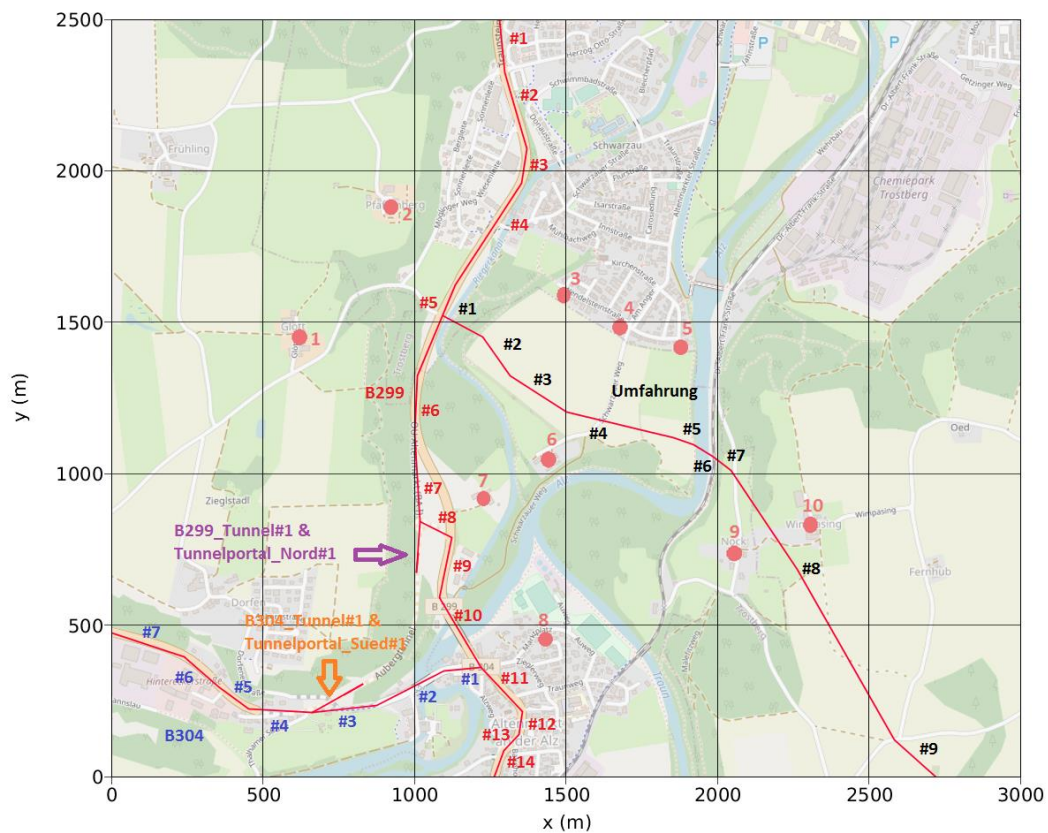


Abbildung 4-21: Linienquellen für die Simulation des Prognoseplanfalls 2035

Die Verkehrsemissionen wurden für Stickstoffoxide und Feinstaub mit Hilfe des Handbuchs für Emissionsfaktoren HBEFA 4.1 (INFRAS, 2019) ermittelt. Dabei wurden die folgenden aggregierten Verkehrszustände angenommen:

- Agglo/HVS/60/dicht für innerorts
- Agglo/HVS/80/dicht für außerorts

In einem konservativen Ansatz wurde für den Ist-Zustand Analyse 2019 bei der Berechnung der Emissionsfaktoren das Bezugsjahr 2019 gewählt. Die Zukunftsszenarien wurden mit dem Bezugsjahr 2035 hinterlegt. Auch die Wahl der Verkehrszustände ist unter dem Gesichtspunkt einer konservativen Emissionsabschätzung erfolgt.

Bei der Modellierung der Verkehrsemissionen wurden typische Tagesgänge des Verkehrs angenommen. Dabei wurden unterschiedliche Tagesgänge für werktags Montag bis Donnerstag, Freitag, Samstag und Sonntag hinterlegt. Sie sind in Abbildung 4-22 dargestellt.

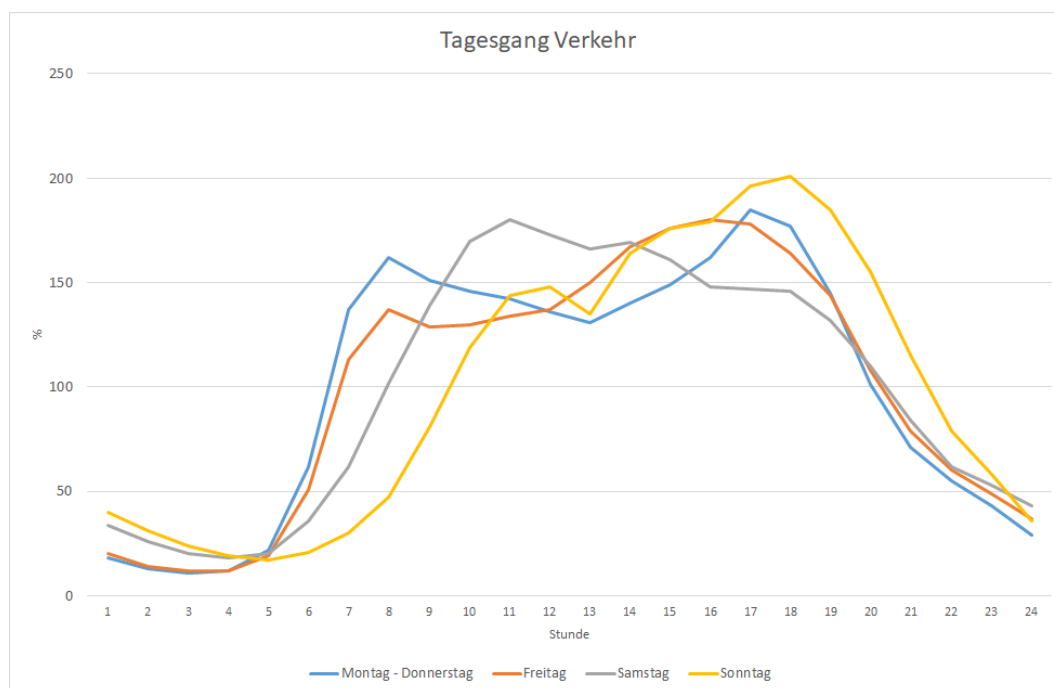


Abbildung 4-22: In der Modellierung berücksichtigte, typische Tagesgänge des Verkehrs

4.3.1 Emissionen von PM10

PM10 ist in LASAT als pm-1 (PM2.5) und pm-2 (PMcoarse: PM10-PM2.5) definiert. Die beiden Substanzen unterschieden sich durch unterschiedliche Depositionsgeschwindigkeiten. Um PM10 korrekt berechnen zu können, wurde eine Aufteilung der PM10-Emissionen vorgenommen:

pm-1 → HBEFA 4.1 Emissionen für PM2.5

pm-2 → HBEFA 4.1 Emissionen für PMcoarse (Emissionen PM10 – Emissionen PM2.5)

Nach Berechnung der Einzelkomponenten wurden die Ergebnisse der beiden Spezies wieder addiert, um PM10-Immissionkonzentrationen zu bekommen. Die PM2.5-Ergebnisse sind direkt aus pm-1 ablesbar.

5 Vorbelastung und Immission im Bestand

5.1 Analyse und Trend

Das Bayerische Landesamt für Umwelt betreibt seit 1992 eine Immissionsmessstelle (LÜB) in Trostberg. Dort werden kontinuierlich Messdaten aufgezeichnet. Die Umgebung der Messstelle wird als „vorstädtischer Hintergrund“ bezeichnet (Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2020). In den Immissionsdaten der Messstelle zeichnen sich Emissionen der unterschiedlichen Quellgruppen ab, die die Luftgütesituation in Trostberg prägen. Es sind dies in erster Linie die bodennahen Quellen des Verkehrs und des Hausbrands, allerdings dürften auch die Emissionen höher liegender Quelle aus dem Industriegebiet im Südosten von Trostberg dort teilweise mitregistriert werden. Aufgrund der Nähe zum Untersuchungsraum und einer ähnlichen Umgebungscharakteristik werden die Messdaten auch für den Großraum rund um Altenmarkt als repräsentativ angesehen.

Laut der 39. BImSchV (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen) liegt der Grenzwert für Stickstoffdioxid (NO₂) im Jahresmittel bei 40 µg/m³ und für Feinstaub PM10 ebenfalls bei 40 µg/m³ (vgl. Abschnitt 3.1).

Tabelle 5-1 und Abbildung 5-1 zeigen, dass die Belastung am Messstandort Trostberg/Schwimmbadstraße in den vergangenen Jahren sowohl für PM10 als auch für NO₂ durchwegs deutlich unterhalb der Grenzwerte lag.

Wie aus dem Lufthygienischen Jahresbericht für Bayern für das Jahr 2019 (Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2020) hervorgeht, kann sowohl für NO₂ als auch für PM10 an den meisten Messstellen im Bayerischen Luftgütemessnetz ein rückläufiger Trend, d.h. eine langsame Abnahme der Konzentrationen festgestellt werden. Dies ist vor allem auf günstigere Emissionswerte der Industrie aber auch auf Weiterentwicklungen im Bereich der KFZ-Motoren zurückzuführen. An der Station Trostberg sind diese Trends deutlich festzustellen (Abbildung 5-1).

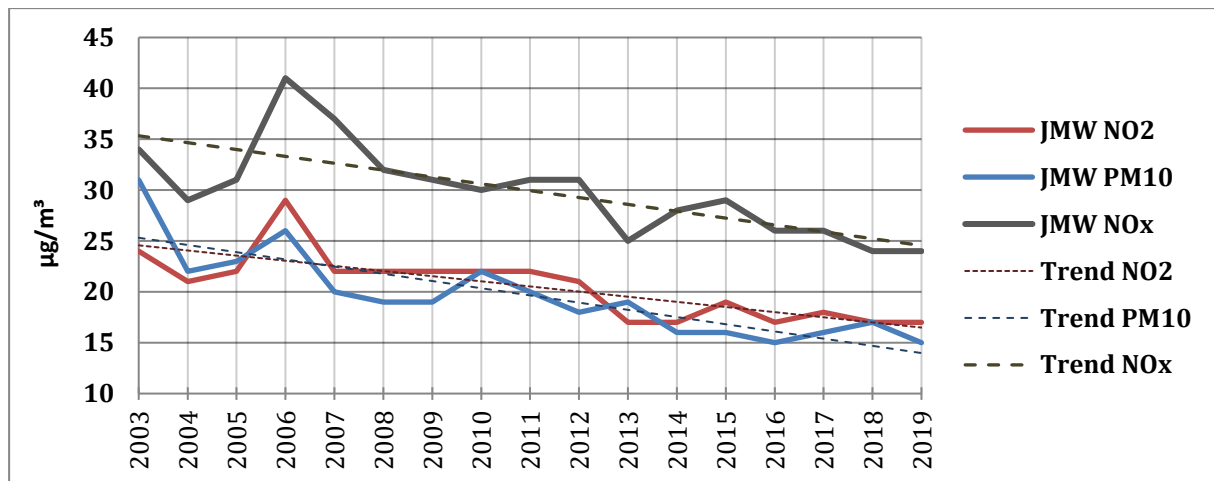


Abbildung 5-1: Jahresmittelwerte für NO₂, PM10 und NO_x sowie die Trendlinie über die Jahre 2003 – 2019, Quelle: Lufthygienisches Landesüberwachungssystem Bayern (LÜB), Standort Trostberg/Schwimmbadstraße

Tabelle 5-1: Immissionsdaten der Station Trostberg/Schwimmbadstraße (Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2003-2019)

LÜB-Messstelle Trostberg	JMW NO ₂ [µg/m ³]	JMW NO _x [µg/m ³]	JMW PM10 [µg/m ³]	JMW PM2.5 [µg/m ³]
2003	24	34	31	
2004	21	29	22	
2005	22	31	23	
2006	29	41	26	
2007	22	37	20	
2008	22	32	19	
2009	22	31	19	
2010	22	30	22	
2011	22	31	20	
2012	21	31	18	
2013	17	25	19	14
2014	17	28	16	12
2015	19	29	16	12
2016	17	26	15	11
2017	18	26	16	12
2018	17	24	17	13
2019	17	24	15	10

Zur Berechnung der Gesamtbelastung (vgl. Kapitel 3.3) wurde eine Vorbelastung gewählt, die den zuletzt veröffentlichten Messwerten der Messstelle in Trostberg entspricht. Es sind dies für die Langzeitbelastung **NO₂ ein Jahresmittelwert von 17 µg/m³** und für **PM10 ein Jahresmittelwert von 15 µg/m³**.

Es wird angenommen, dass in diesen Messdaten mit Ausnahme der modellierten Luftschadstoffquellen alle anderen Quellen enthalten sind.

Die Vorbelastung ist grundsätzlich sehr konservativ gewählt. Zum einen, da davon ausgegangen werden kann, dass in den Bereichen der geplanten Ortsumgehung, die über vorwiegend landwirtschaftlich genutzte Flächen führt, die Vorbelastung geringer ist als an der Messstelle in Trostberg. Zum anderen, da durch Weiterentwicklungen in der Motorentechnologie und durch vermehrten Einsatz erneuerbarer Energien bis zum Planungshorizont im Jahr 2035 mit einer weiteren allgemeinen Verbesserung der Luftqualität gerechnet werden kann.

5.2 Modellierung Ist-Zustand Analyse 2019

Abbildung 5-2 zeigt das aktuell bestehende Straßennetz mit den modellierten Straßenquellen und den 10 definierten Immissionsorten. Für die Analyse des Ist-Zustands Analyse 2019 wurden die Verkehrszahlen und die entsprechenden Emissionsfaktoren gemäß HBEFA 4.1 (INFRAS, 2019) für das Jahr 2019 auf das bestehende Straßennetz angewendet. Die Verkehrszahlen stammen aus dem „Bericht Verkehrsgutachten Ortsumfahrungen B304 – B299“ (PTV Transport Consult GmbH, 2020). Als Emissionshöhe wird 0,5 m über Grund (Auspuffhöhe) angenommen.

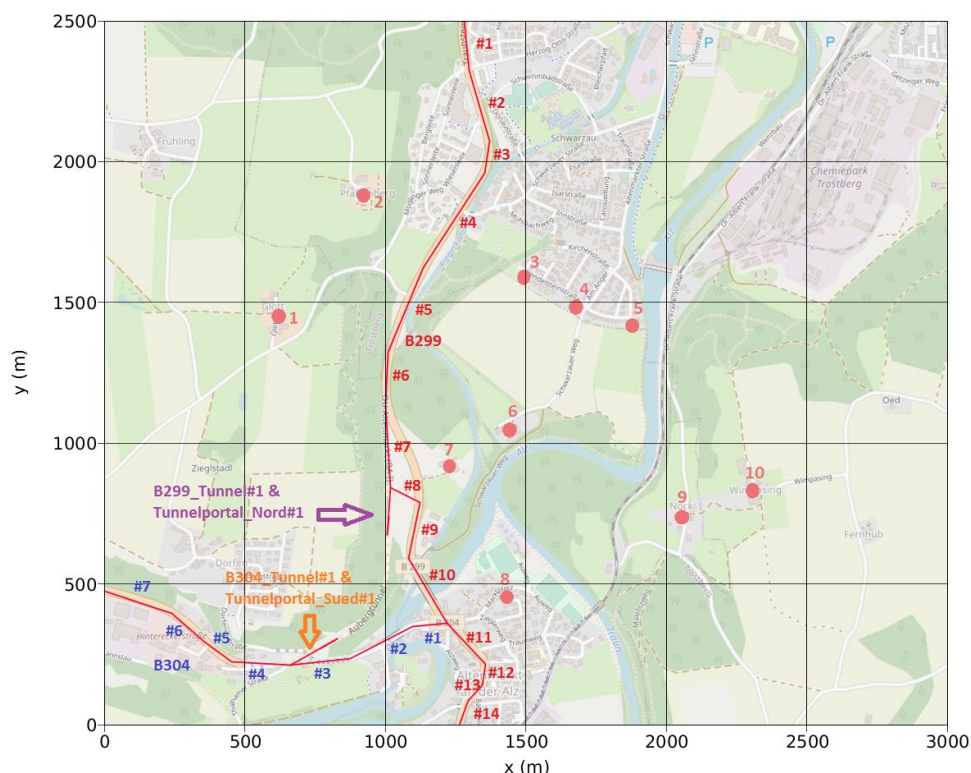


Abbildung 5-2: Projektgebiet mit Linienquellen (rote Linien (B299, B304, Auberg-Tunnel)) und Immissionsorten (rote Punkte 1 – 10) im Ist-Zustand Analyse 2019

5.2.1 Belastung NO_x und NO₂

Abbildung 5-3 zeigt die Zusatzbelastung NO_x im JMW für den Ist-Zustand Analyse 2019 im Projektgebiet und Tabelle 5-2 spezifiziert die Werte für jeden Immissionsort und zeigt die Berechnung der Gesamtbelastung (GB) aus Vorbelastung (VB) und Zusatzbelastung (ZB) im Jahresmittelwert (JMW) sowie für den maximalen Stundenmittelwert (SMW).

Wie zu erwarten gibt es die größten Zusatzbelastungen im Nahbereich der modellierten Straßen. Die Immissionen nehmen zu beiden Seiten hin mit der Entfernung von der Straße rasch ab. Aufgrund der Windverteilung sind Bereiche östlich der B299 etwas stärker belastet als jene westlich davon. Im direkten Nahbereich der Straße treten Zusatzbelastungen bis 40 µg/m³ NO_x im Jahresmittelwerte auf, der am stärksten belastete Immissionsort ist AP 7 mit einer Zusatzbelastung von 4,9 µg/m³ NO_x im Jahresmittelwert.

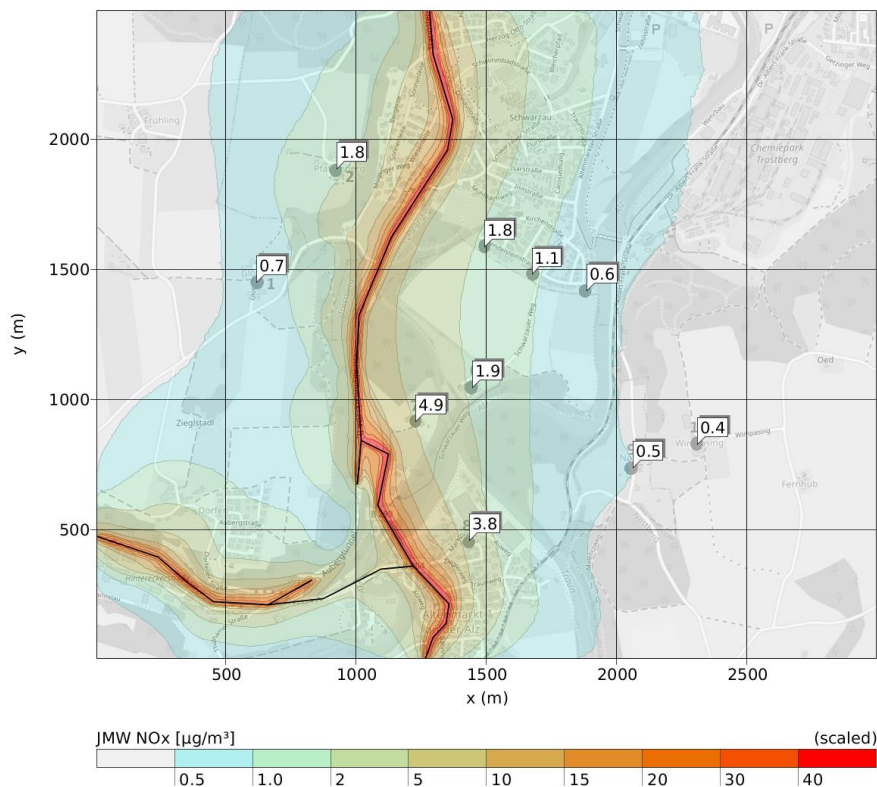


Abbildung 5-3: Zusatzbelastung NO_x im JMW im IST-Zustand Analyse 2019

Mit einer angenommenen Vorbelastung von $17 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$ liegt die Gesamtbelastung im JMW am IO-07 bei $19,4 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$ (Tabelle 5-2) und damit selbst am Immissionsort mit der größten Zusatzbelastung deutlich unter dem Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$.

In Abbildung 5-4 ist die Verteilung der maximalen Stundenmittelwerte (SMW) dargestellt. Die höchsten Werte treten in unmittelbarer Nähe der Straße auf und erreichen dort $1500 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_x$. Der am stärksten belastete Immissionsort ist IO-08 mit einer Zusatzbelastung von $96,1 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_x$ im maximalen Stundenmittelwert. Bei einer angenommenen Vorbelastung von $83 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$ ergibt sich daraus eine Gesamtbelastung von $100 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$. In einer ähnlichen Größenordnung liegt auch die NO_2 -Gesamtbelastung am IO-07 ($97,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$), alle anderen Immissionsorte zeigen Gesamtbelastungen im Bereich von rund 88 bis $93 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$ im maximalen Stundenmittel.

Der Grenzwert von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$ im maximalen Stundenmittelwert wird somit deutlich eingehalten. Ein Ausschöpfen der zulässigen 18 Überschreitungsstunden ist nicht zu erwarten.

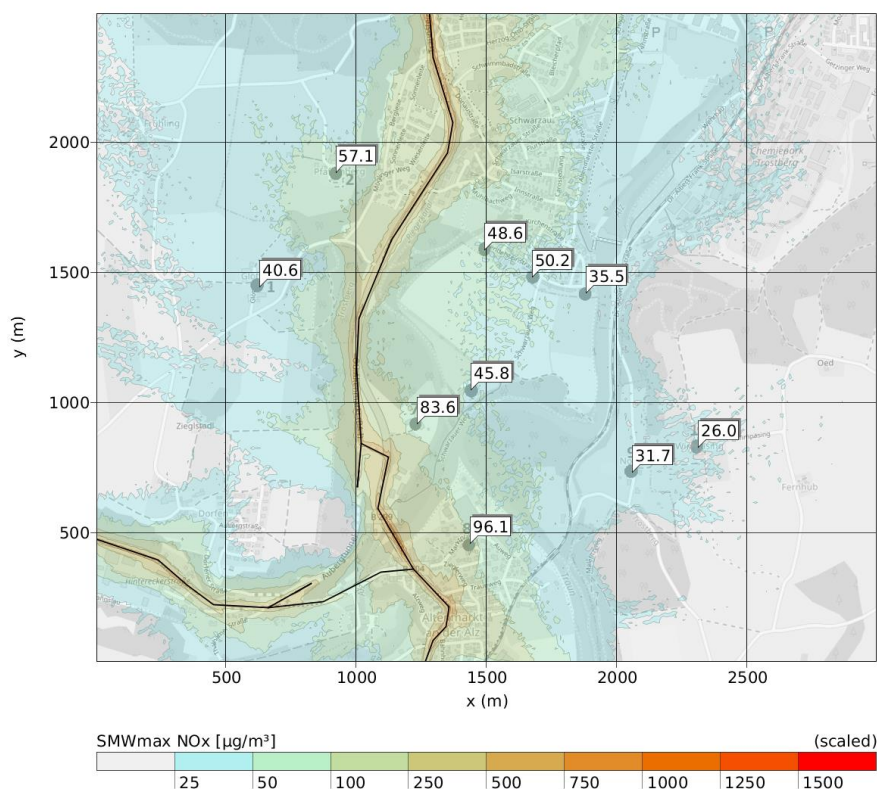


Abbildung 5-4: Zusatzbelastung im maximalen SMW für NOx im Ist-Zustand Analyse 2019

Tabelle 5-2: Ist-Zustand Analyse 2019: Vorbelastung (VB), Zusatzbelastung (ZB) und Gesamtbelastung (GB) im Jahresmittelwerte (JMW) und für den maximalen Stundenmittelwerte (SMW max) für NO_x, bzw. NO₂

Aufpunkt Nr.	JMW [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]				SMWmax [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			
	NO _x	NO ₂			NO _x	NO ₂		
	ZB	VB	ZB	GB	ZB	VB	ZB	GB
AP1	0,7	17,0	0,4	17,4	40,6	83,0	7,2	90,2
AP2	1,8	17,0	0,9	17,9	57,1	83,0	10,2	93,2
AP3	1,8	17,0	0,9	17,9	48,6	83,0	8,7	91,7
AP4	1,1	17,0	0,6	17,6	50,2	83,0	8,9	91,9
AP5	0,6	17,0	0,3	17,3	35,5	83,0	6,3	89,3
AP6	1,9	17,0	0,9	17,9	45,8	83,0	8,2	91,2
AP7	4,9	17,0	2,4	19,4	83,6	83,0	14,8	97,8
AP8	3,8	17,0	1,9	18,9	96,1	83,0	17,0	100,0
AP9	0,5	17,0	0,3	17,3	31,7	83,0	5,7	88,7
AP10	0,4	17,0	0,2	17,2	26,0	83,0	4,6	87,6

5.2.2 Belastung Feinstaub

Die Belastung durch Feinstaub PM₁₀ im Ist-Zustand Analyse 2019 ist in Abbildung 5-5 (Jahresmittelwert) und Abbildung 5-6 (maximaler Tagesmittelwert) dargestellt. Tabelle 5-3 zeigt die Berechnung der Gesamtbelastung (GB) aus Vorbelastung (VB) und Zusatzbelastung (ZB) im Jahresmittelwert sowie für die Überschreitungstage (ÜT) des Tagesmittelwerts für die zehn Immissionsorte.

Die größten Belastungen durch PM₁₀ im Jahresmittelwert (Abbildung 5-5) treten im Nahbereich der Straße auf, den höchsten Wert zeigt IO-07 mit einer Zusatzbelastung im Jahresmittel von $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Weiter entfernte Bereiche sind deutlich geringer belastet, teilweise schlägt sich die Zusatzbelastung der Straßenquellen dort gar nicht mehr numerisch nieder ($0,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Im Tagesmittelwert (Abbildung 5-6) erreichen die Zusatzbelastungen bei PM₁₀ bis zu $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bei IO-07, gesamt ergibt dies dort zwei Überschreitungstage. Eine Überschreitung des Grenzwerts für den maximalen Tagesmittelwert und ein Ausschöpfen der zulässigen Zahl mit Überschreitungen eines Tagesmittelwerts von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM₁₀ ist bei der dargestellten Gesamtbelastung an den Immissionsorten höchst unwahrscheinlich. Dies rückt erst ab Jahresmittelwerten von zumindest $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in den Bereich des Möglichen (vgl. Kapitel 3.4.2).

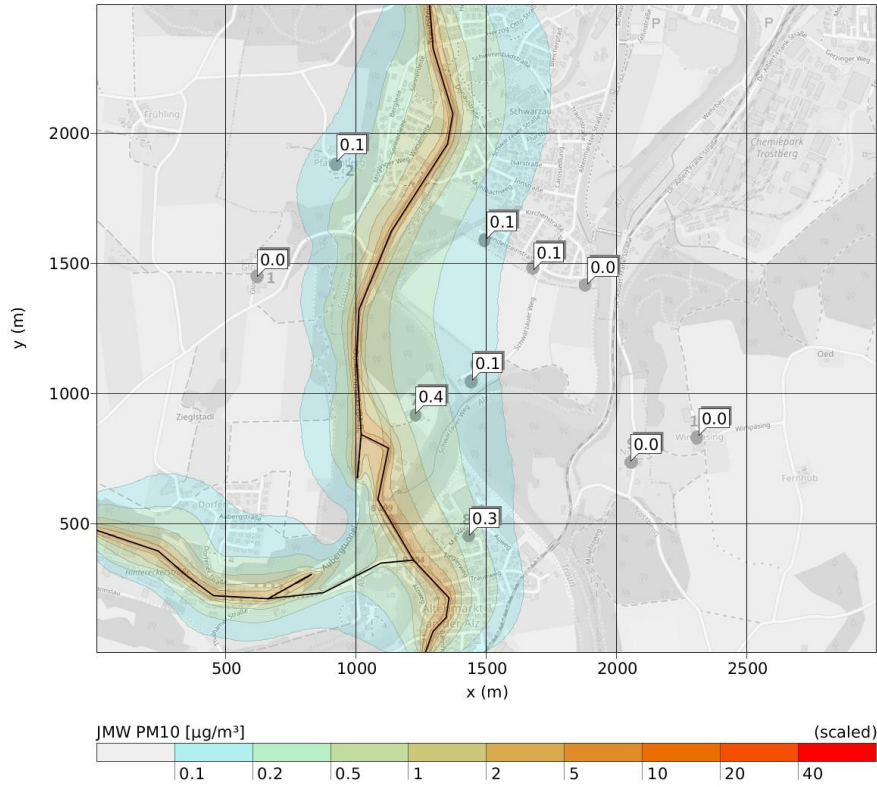


Abbildung 5-5: Zusatzbelastung durch PM10 im Jahresmittelwert im IST-Zustand Analyse 2019

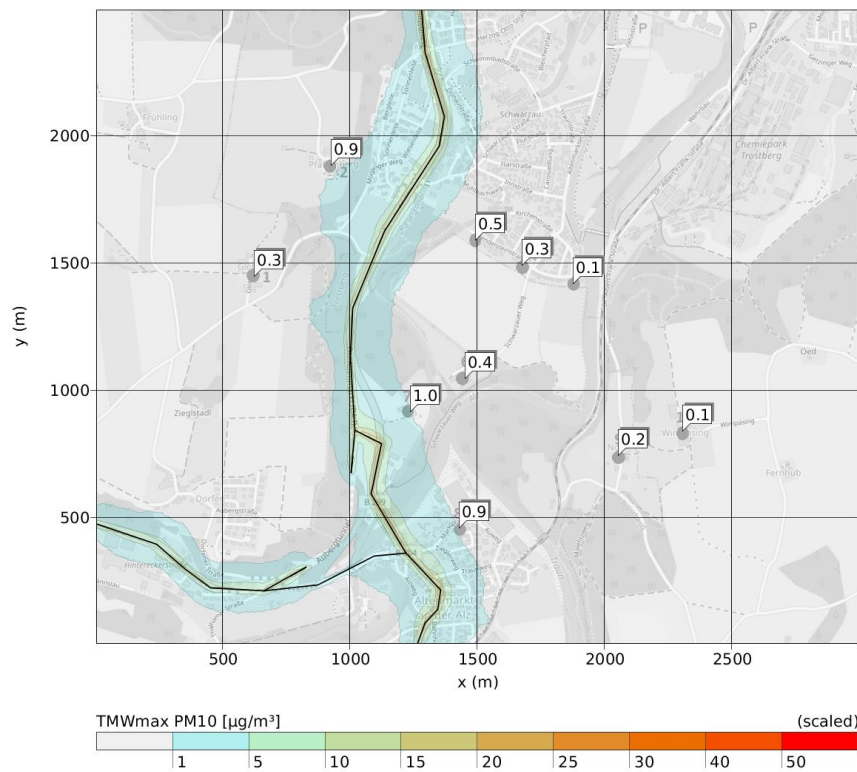


Abbildung 5-6: Zusatzbelastung im maximalen TMW für PM10 im Ist-Zustand Analyse 2019

Tabelle 5-3: Ist-Zustand Analyse 2019: Vorbelastung (VB), Zusatzbelastung (ZB) und Gesamtbelastung (GB) im Jahresmittelwert (JMW) und für Überschreitungstage (ÜT) des Tagesmittelwerts (TMW) für PM10 und PM2.5

Aufpunkt Nr.	JMW PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			ÜT TMW PM10 [Tage]			JMW PM2.5 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		
	VB	ZB	GB	VB	ZB	GB	VB	ZB	GB
AP1	15,0	0,0	15,0	1	0	1	10,0	0,0	10,0
AP2	15,0	0,1	15,1	1	0	1	10,0	0,1	10,1
AP3	15,0	0,1	15,1	1	0	1	10,0	0,1	10,1
AP4	15,0	0,1	15,1	1	0	1	10,0	0,0	10,0
AP5	15,0	0,0	15,0	1	0	1	10,0	0,0	10,0
AP6	15,0	0,1	15,1	1	0	1	10,0	0,1	10,1
AP7	15,0	0,4	15,4	1	1	2	10,0	0,2	10,2
AP8	15,0	0,3	15,3	1	1	2	10,0	0,2	10,2
AP9	15,0	0,0	15,0	1	0	1	10,0	0,0	10,0
AP10	15,0	0,0	15,0	1	0	1	10,0	0,0	10,0

Die modellierten Zusatzbelastungen bei PM2.5 erreichen an den Immissionsorten maximal $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel. Bei einer angenommenen Vorbelastung von $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ist zum Grenzwert von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittelwert noch sehr viel Reserve.

6 Immission Zukunftsszenarien

6.1 Immissionen Prognosenullfall 2035

Zur Bestimmung der Immissionen im Jahr 2035 ohne Umsetzung der Umgehungsstraße wurde das Straßennetz in seiner aktuellen Form mit einem in Betrieb befindlichen Aubertunnel herangezogen (siehe Abbildung 5-2). Die Verkehrszahlen für den Prognosenullfall wurden dem Verkehrsgutachten (PTV Transport Consult GmbH, 2020) entsprechend der Anlage D entnommen.

6.1.1 Zusatzbelastung NO_x und NO_2

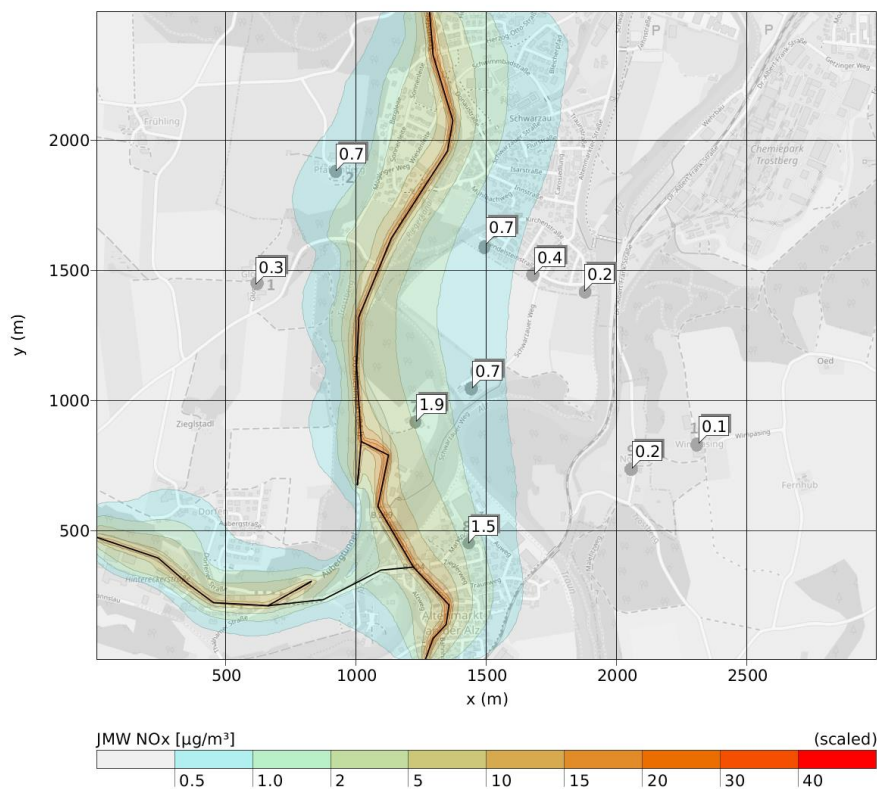


Abbildung 6-1: Zusatzbelastung für NO_x im JMW im Prognosenullfall 2035

Abbildung 6-1 zeigt die Zusatzbelastung an NO_x für den Jahresmittelwert. Die am stärksten betroffenen Gebiete sind jene in unmittelbarer Umgebung der Straße, speziell im Bereich Altenmarkt verlagert sich der Schwerpunkt etwas mehr Richtung Osten. IO-07 und IO-08 sind die stärksten belasteten Immissionsorte mit Zusatzbelastungen von 1,9 und 1,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_x . Bei allen anderen Immissionsorten liegen die Zusatzbelastungen unter 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_x im Jahresmittel.

Mit einer mittleren Vorbelastung von $17 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$ ergibt sich am IO-07 eine Gesamtbelastung im Jahresmittelwert von $17,9 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$ bzw. $17,8 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$ am IO-08. Der Grenzwert für den JMW von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$ wird damit abseits der Straße deutlich eingehalten.

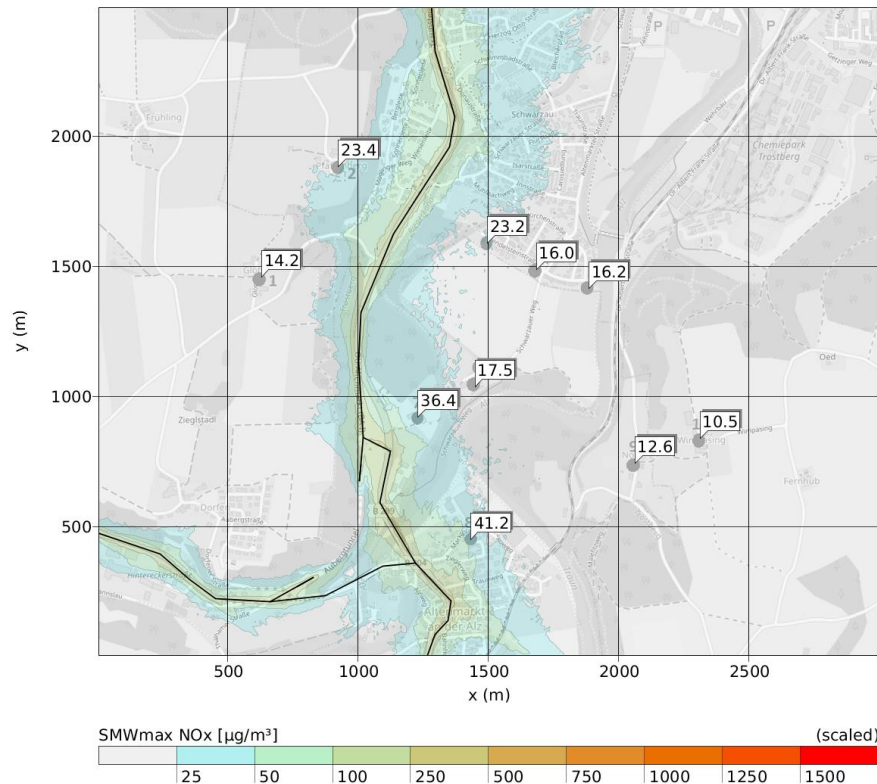


Abbildung 6-2: Verteilung der maximalen SMW für NO_x im Prognosenullfall 2035

Die Kurzzeitbelastung wird durch den maximalen Stundenmittelwert in Abbildung 6-2 aufgezeigt. Die maximalen Stundenmittelwerte treten entlang der Straßen auf und werden mit zunehmendem Abstand von den Verkehrsachsen sehr rasch geringer. Abseits der Straße ist die Belastung in der Ortsdurchfahrt von Altenmarkt am größten, für IO-08 wird eine Zusatzbelastung von $41,2 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_x$ modelliert. Bei einer angenommenen Vorbelastung von $83 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$ ergibt sich dort eine Gesamtbelastung von $90,3 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$. Der Grenzwert von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$ im maximalen Stundenmittel wird somit an keinem der betrachteten Immissionsorte überschritten. Eine Übersicht über alle Immissionsorte gibt es in Tabelle 6-1.

Da sowohl der Grenzwert für das Jahresmittel als auch jener für den maximalen Stundenmittelwert an den untersuchten Punkten deutlich eingehalten werden, ist auch ein Ausschöpfen der 18 zulässigen Überschreitungsstunden pro Jahr ausgeschlossen (Vgl. Kapitel 3.4.1).

Tabelle 6-1: Prognosenullfall 2035: Vorbelastung (VB), Zusatzbelastung (ZB) und Gesamtbelastung (GB) im Jahresmittelwert und für den maximalen Stundenmittelwert für NO_x, bzw. NO₂

Aufpunkt Nr.	JMW [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]				SMWmax [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			
	NO _x	NO ₂			NO _x	NO ₂		
	ZB	VB	ZB	GB	ZB	VB	ZB	GB
AP1	0,3	17,0	0,2	17,2	14,2	83,0	2,5	85,5
AP2	0,7	17,0	0,4	17,4	23,4	83,0	4,2	87,2
AP3	0,7	17,0	0,4	17,4	23,2	83,0	4,1	87,1
AP4	0,4	17,0	0,2	17,2	16,0	83,0	2,9	85,9
AP5	0,2	17,0	0,1	17,1	16,2	83,0	2,9	85,9
AP6	0,7	17,0	0,4	17,4	17,5	83,0	3,1	86,1
AP7	1,9	17,0	0,9	17,9	36,4	83,0	6,5	89,5
AP8	1,5	17,0	0,8	17,8	41,2	83,0	7,3	90,3
AP9	0,2	17,0	0,1	17,1	12,6	83,0	2,3	85,3
AP10	0,1	17,0	0,1	17,1	10,5	83,0	1,9	84,9

6.1.2 Zusatzbelastung PM10

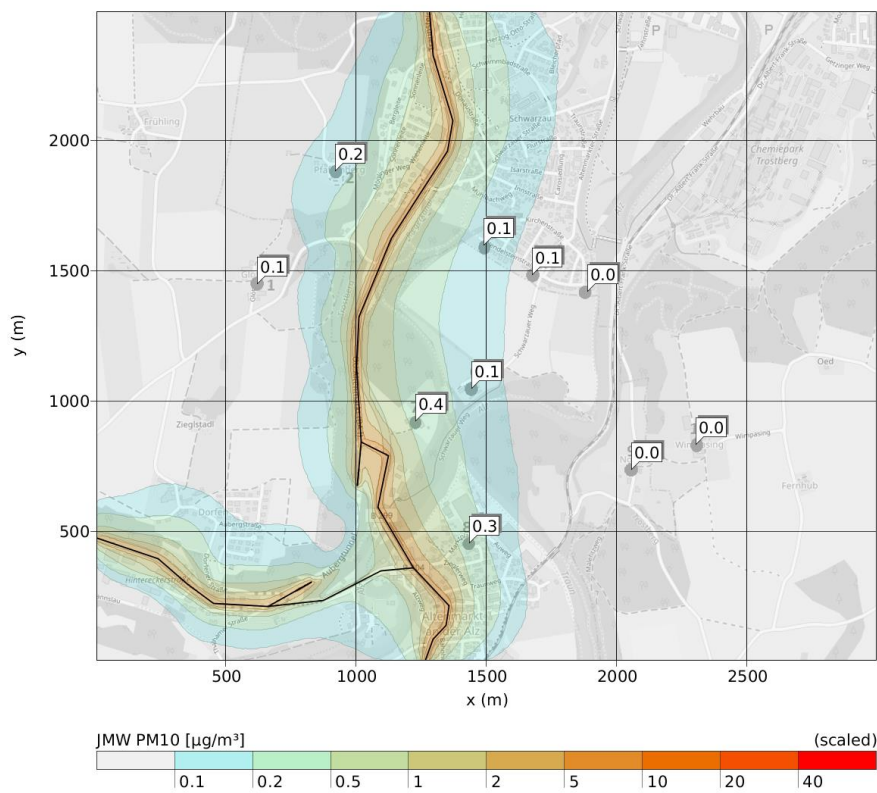


Abbildung 6-3: Zusatzbelastung für PM10 im JMW im Prognosenullfall 2035

Die höchsten Zusatzbelastungen für PM10 bei Nicht-Realisierung der Umgehungsstraße gibt es entlang der bestehenden B299 und B304, wobei aufgrund der meteorologischen Verhältnisse die östlich der Ortsdurchfahrt gelegenen Bereiche von Altenmarkt etwas stärker belastet sind als jene im Westen (Abbildung 6-3). Damit sind die am stärksten belasteten Immissionsorte IO-07 und IO-08 mit Zusatzbelastungen im Jahresmittel von 0,4 und 0,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10. Alle anderen Immissionsorte liegen im Bereich 0 bis 0,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Eine Übersicht bietet Tabelle 6-2.

Unter der Annahme einer mittleren Vorbelastung von 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10 wird der Grenzwert von 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittelwert also mit großer Reserve eingehalten.

Für die Beurteilung der Kurzzeitbelastung wird der maximale Tagesmittelwert herangezogen (Abbildung 6-4). Die diesbezügliche Zusatzbelastung liegt zum großen Teil unter 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, der Immissionsort mit der größten Zusatzbelastung im Tagesmittel ist IO-07 mit 1,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10.

Unter der dargestellten Gesamtbelastung (deutlich unter 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel) ist ein Ausschöpfen der Zahl zulässiger Überschreitungstage des Grenzwerts für das Tagesmittel PM10 zufolge der Quellen im Modellgebiet nicht zu erwarten (vgl. Kapitel 3.4.2).

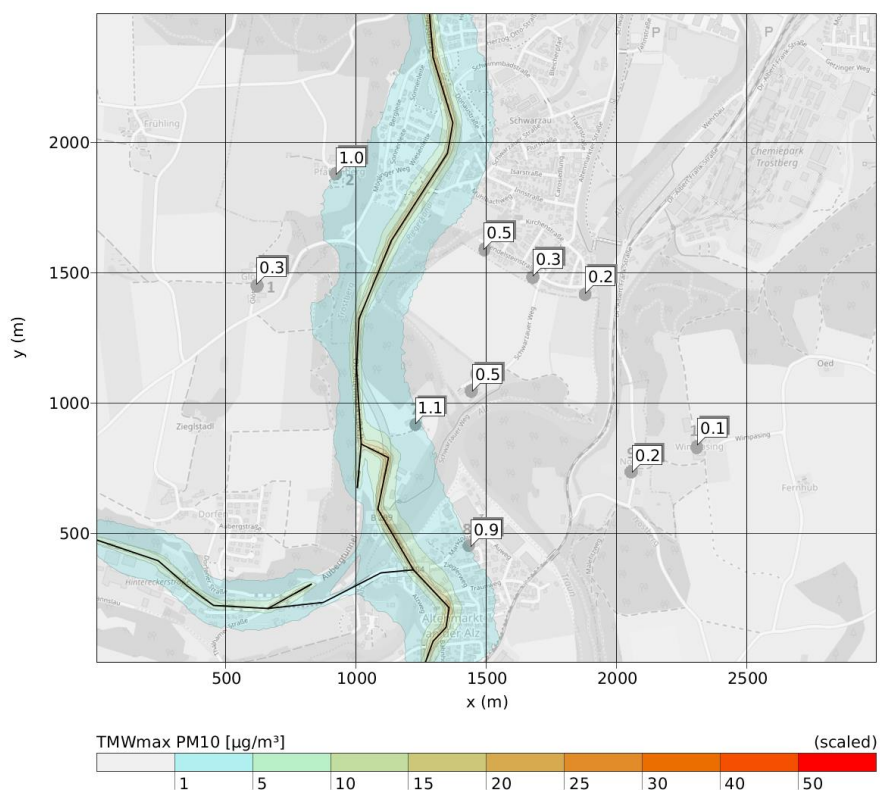


Abbildung 6-4: Zusatzbelastung im maximalen TMW für PM10 im Prognosenullfall 2035

Tabelle 6-2: Prognosenullfall 2035: Vorbelastung (VB), Zusatzbelastung (ZB) und Gesamtbelastung (GB) im JMW und für Überschreitungstage (ÜT) des Tagesmittelwerts für PM10 (und PM2.5)

Aufpunkt Nr.	JMW PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			ÜT TMW PM10 [Tage]			JMW PM2.5 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		
	VB	ZB	GB	VB	ZB	GB	VB	ZB	GB
AP1	15,0	0,1	15,1	1	0	1	10,0	0,0	10,0
AP2	15,0	0,2	15,2	1	0	1	10,0	0,1	10,1
AP3	15,0	0,1	15,1	1	0	1	10,0	0,1	10,1
AP4	15,0	0,1	15,1	1	0	1	10,0	0,0	10,0
AP5	15,0	0,0	15,0	1	0	1	10,0	0,0	10,0
AP6	15,0	0,1	15,1	1	0	1	10,0	0,1	10,1
AP7	15,0	0,4	15,4	1	1	2	10,0	0,2	10,2
AP8	15,0	0,3	15,3	1	1	2	10,0	0,2	10,2
AP9	15,0	0,0	15,0	1	0	1	10,0	0,0	10,0
AP10	15,0	0,0	15,0	1	0	1	10,0	0,0	10,0

Die modellierten Zusatzbelastungen bei PM2.5 erreichen im Prognosenullfall 2035 an den Immissionsorten maximal $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel. Bei einer angenommenen Vorbelastung von $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ist zum Grenzwert von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittelwert noch sehr viel Reserve.

6.2 Immissionen Prognoseplanfall 2035

Für den Prognoseplanfall wurde das Straßennetz, wie es für die Modellierung des Ist-Zustands Analyse 2019 verwendet wurde, um die geplante Ortsumgehung erweitert (Abbildung 6-5). Den Linienquellen wurden gemäß Anlage L des Verkehrsgutachtens (PTV Transport Consult GmbH, 2020) Verkehrszahlen und entsprechende Emissionswerte zugewiesen, die auf Emissionsfaktoren des HBEFA 4.1 (INFRAS, 2019) für das Bezugsjahr 2035 beruhen.

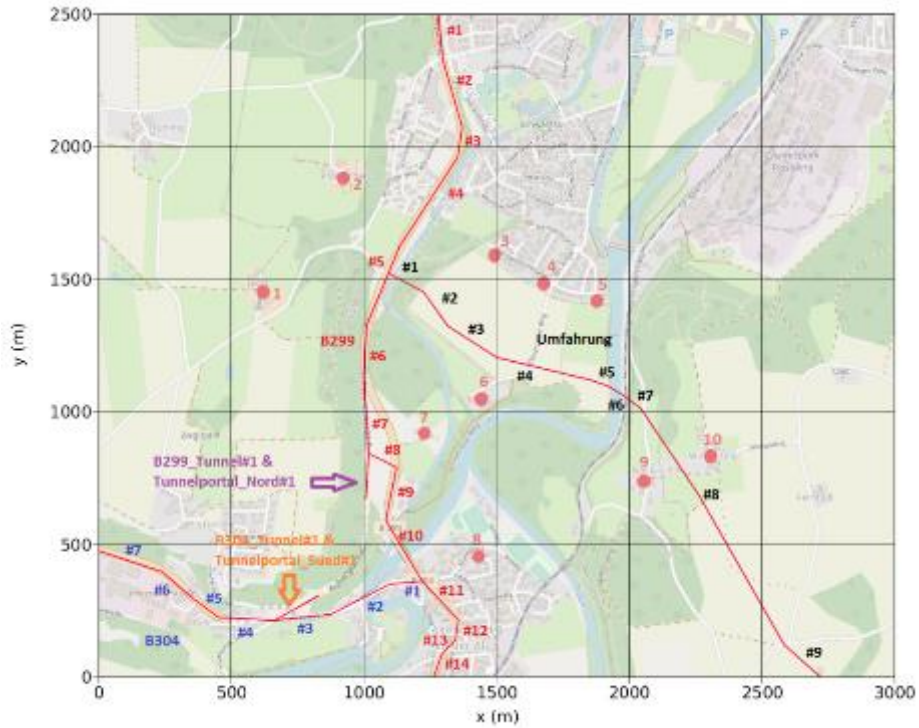


Abbildung 6-5: Untersuchungsraum mit den zehn definierten Immissionsorten und dem Straßenverlauf im Prognoseplanfall 2035

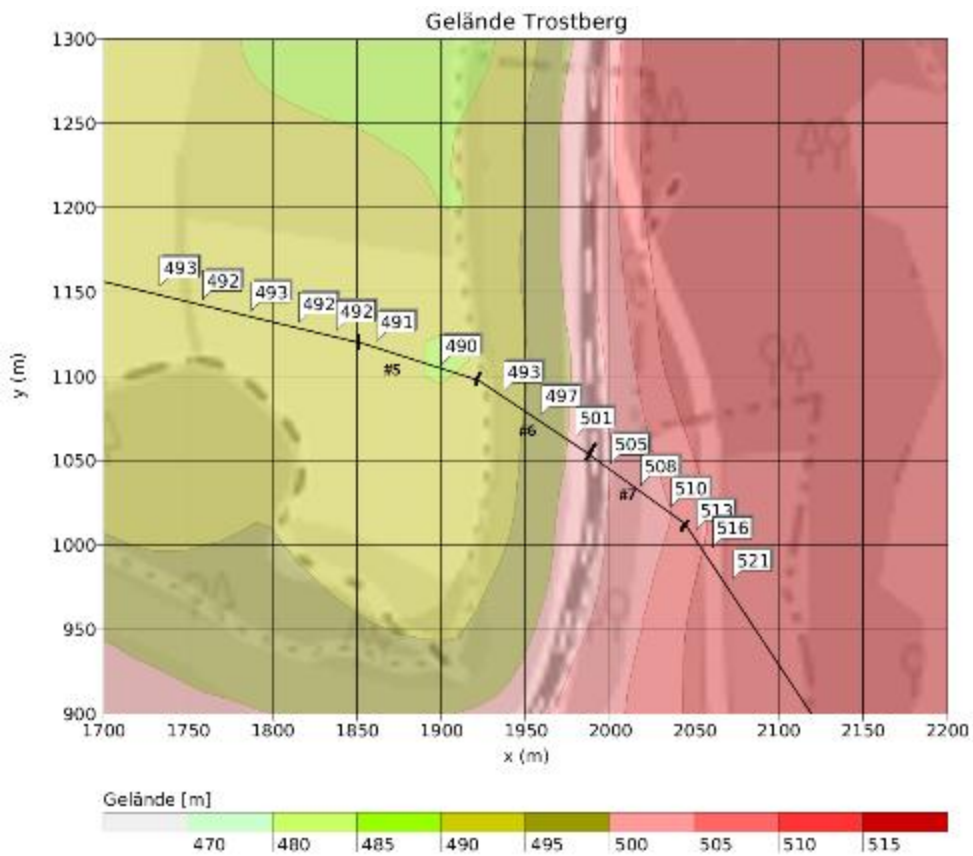


Abbildung 6-6: Trasse im Bereich der Alzquerung mit Höhe der Modelltopographie

Für die Modellierung der Zusatzbelastung an der Umgehungsstraße werden folgende Einstellungen im Modell vorgenommen:

Abschnitt #5 – westliche Brückenrampe: Anstieg der Emissionshöhe von 0,5 m auf 3,5 m über Modelltopographie

Abschnitt #6 – Brücke: Emissionshöhe 3,5 m über Modelltopographie

Abschnitt #7 – östliche Brückenrampe: Abstieg von 3,5 m auf 0,5 m über Modelltopographie

Wie aus Abbildung 6-6 hervorgeht, bildet die Modelltopographie den Geländeanstieg östlich der Alz in geglätteter Form ab. Der Höhenunterschied im Rampen-/Brückenbereich beträgt im Modell rund 20 m. Die Emission der Luftschadstoffe auf der Brücke erfolgt nochmals 3,5 m über den in Abbildung 6-6 dargestellten Höhen. Die Emissionshöhe auf der Westrampe liegt im Modell unter der tatsächlichen. Dem Gelände folgend steigt die Emissionshöhe Richtung Südosten allmählich an. Die Annahme einer Emissionshöhe von 3,5 m auf der Brücke ist sehr konservativ, da mit zunehmender Emissionshöhe die turbulente Durchmischung größer wird und zu einer rascheren Verdünnung der Luftschadstoffe führt.

Im Bereich Nock/Wimpasing sieht die Straßenplanung eine Führung der Ortsumgehung in Tieflage vor. Im Modellsetup wurde darauf verzichtet, die Tieflage der Straße abzubilden. Dies stellt ebenfalls eine konservative Annahme dar, da eine Emission von Luftschadstoffen 0,5 m über dem Bestandsniveau zu höheren Immissionen im Anrainerbereich führt, als eine Emission in Tieflage.

6.2.1 Zusatzbelastung NO_x und NO_2

Im Prognoseplanfall 2035 liegen die am stärksten belasteten Immissionsorte mit Zusatzbelastung von 1,4 bis 2,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_x im Jahresmittelwert im Bereich Nock/Wimpasing und am Nordrand der Dietlwiese (Abbildung 6-7). Mit Gesamtbelastungen an diesen Punkten von rund 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2 (bei einer sehr konservativ angenommenen Vorbelastung von 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2) wird der Grenzwert von 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2 im Jahresmittelwert aber noch deutlich unterschritten (Tabelle 6-3).

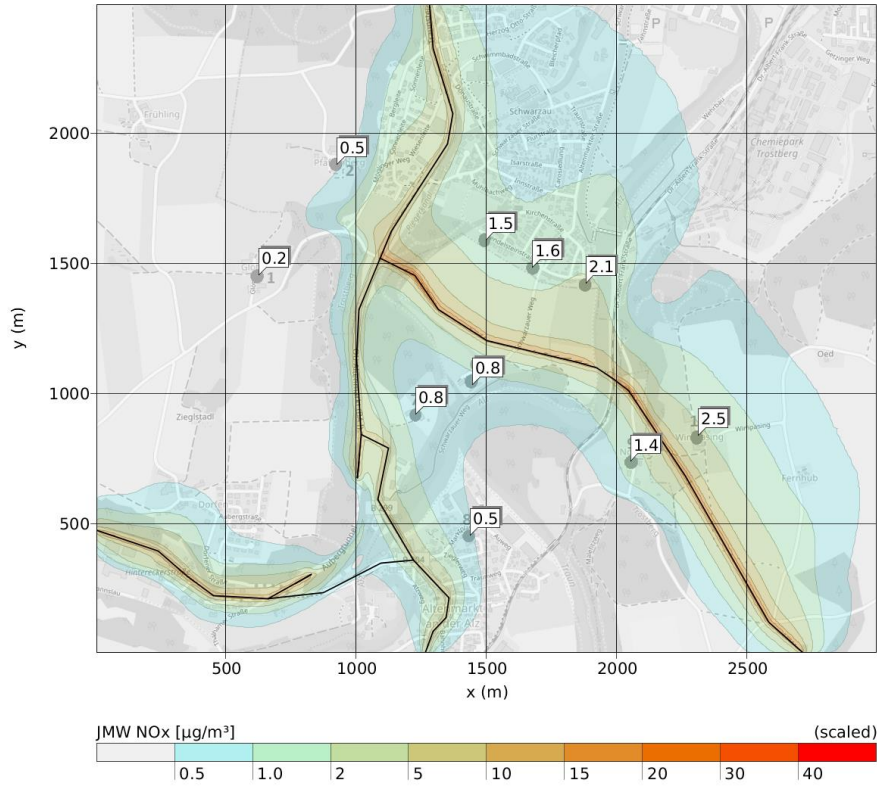


Abbildung 6-7: Zusatzbelastung NO_x im JMW für den Prognoseplanfall 2035

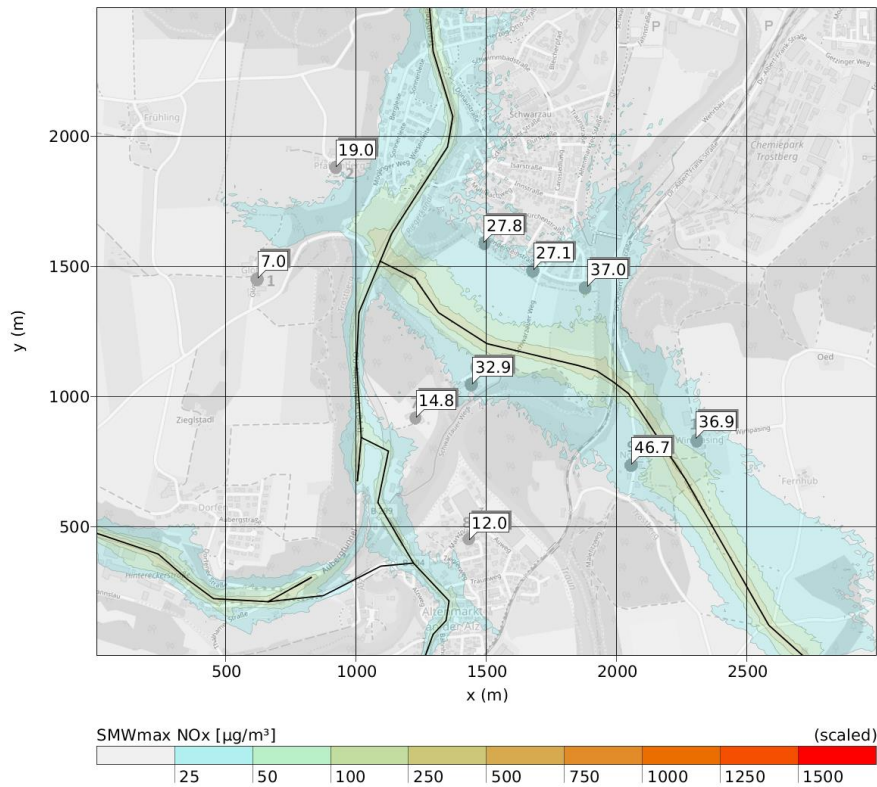


Abbildung 6-8: Zusatzbelastung NO_x im maximalen Stundenmittelwert im Prognoseplanfall 2035

Hinsichtlich des maximalen Stundenmittelwerts liegen die Zusatzbelastungen an den Immissionsorten entlang der Umgehungsstrecke zwischen rund 27 und 47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_x . Bei einer angenommenen Vorbelastung von 83 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2 ergeben sich daraus Gesamtbelastungen im maximalen Stundenmittelwert von bis zu 91 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2 am Immissionsort 09 (Nock). Vom Grenzwert von 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2 im Stundenmittelwert ist man damit noch deutlich entfernt. Auch ein Ausschöpfen der Zahl an zulässigen Überschreitungsstunden ist bei dieser Gesamtbelastungssituation nicht zu erwarten (vgl. Kapitel 3.4.1).

Tabelle 6-3: Prognoseplanfall 2035: Vorbelastung (VB), Zusatzbelastung (ZB) und Gesamtbelastung (GB) im Jahresmittelwert (JMW) und für den maximalen Stundenmittelwert (SMWmax) für NO_x , bzw. NO_2

Aufpunkt Nr.	JMW [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]				SMWmax [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			
	NO _x	NO ₂			NO _x	NO ₂		
	ZB	VB	ZB	GB	ZB	VB	ZB	GB
AP1	0,2	17,0	0,1	17,1	7,0	83,0	1,3	84,3
AP2	0,5	17,0	0,3	17,3	19,0	83,0	3,4	86,4
AP3	1,5	17,0	0,8	17,8	27,8	83,0	5,0	88,0
AP4	1,6	17,0	0,8	17,8	27,1	83,0	4,8	87,8
AP5	2,1	17,0	1,0	18,0	37,0	83,0	6,6	89,6
AP6	0,8	17,0	0,4	17,4	32,9	83,0	5,9	88,9
AP7	0,8	17,0	0,4	17,4	14,8	83,0	2,7	85,7
AP8	0,5	17,0	0,3	17,3	12,0	83,0	2,2	85,2
AP9	1,4	17,0	0,7	17,7	46,7	83,0	8,3	91,3
AP10	2,5	17,0	1,2	18,2	36,9	83,0	6,6	89,6

6.2.2 Zusatzbelastung PM10

Die höchsten PM10-Zusatzbelastungen liegen im Prognoseplanfall 2035 entlang der Ortsumgehung. Am Immissionsort 10/Wimpasing wird eine Zusatzbelastung im Jahresmittelwert von 0,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10 berechnet. Sonst liegen die Zusatzbelastungen an den Immissionsorten im Nahbereich der Umgehungsstraße zwischen 0,2 und 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im JMW (Abbildung 6-9). Unter der Annahme einer mittleren Vorbelastung von 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10 ergeben sich Gesamtbelastungen bei PM10 von maximal 15,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittelwert an Immissionsort 10. Der Grenzwert von 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ wird an allen Immissionsorten mit großer Reserve eingehalten.

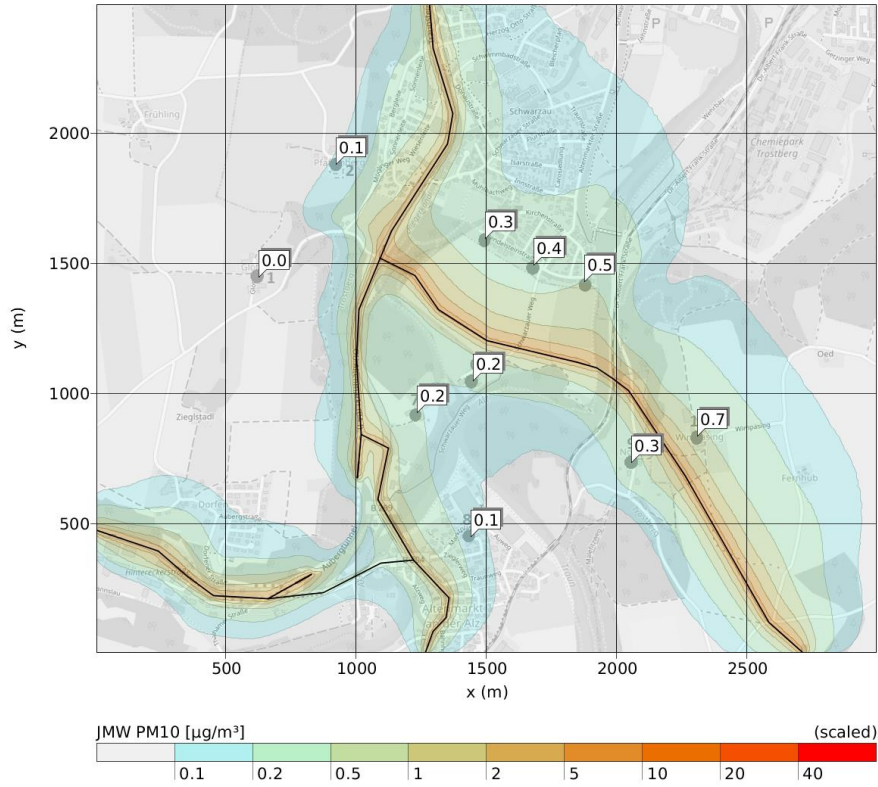


Abbildung 6-9: Zusatzbelastung von PM10 im JMW im Prognoseplanfall 2035

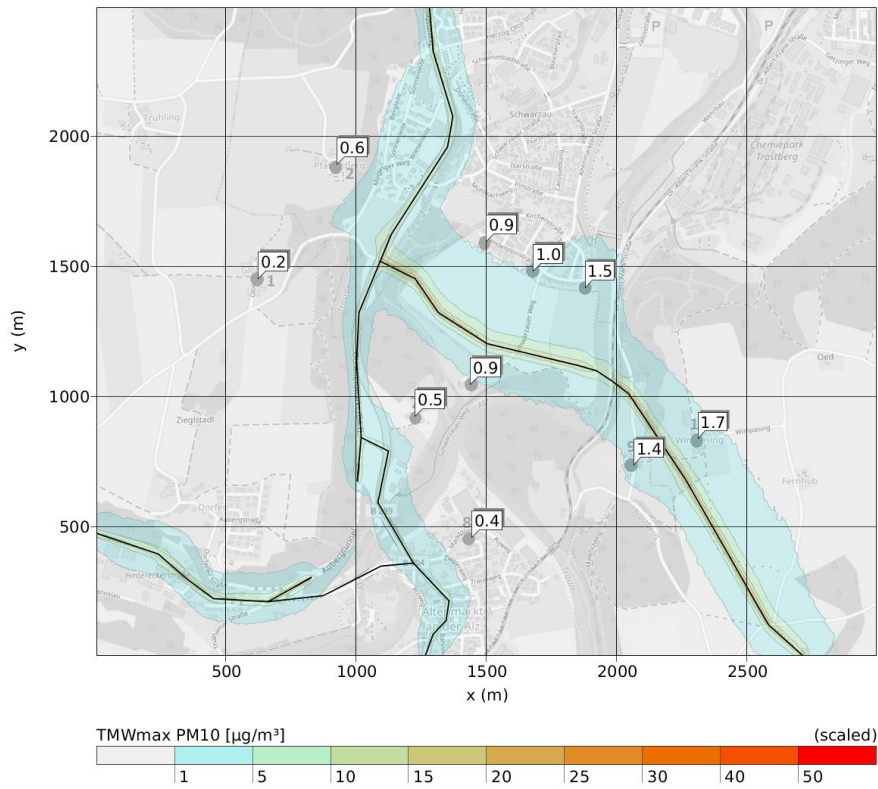


Abbildung 6-10: Zusatzbelastung im maximalen TMW für PM10 im Prognoseplanfall 2035

Die Zusatzbelastung im maximalen Tagesmittelwert liegt an den Immissionsorten entlang der Ortsumgehung zwischen 0,9 und 1,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, wobei auch hier der höchste Wert bei Immissionsort 10/Wimpasing berechnet wird (Abbildung 6-10). Dort ergeben die Modellberechnungen eine Zunahme der Überschreitungstage von zwei auf gesamt drei Tage mit einem PM10-Tagesmittelwert von mehr als 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ein Ausschöpfen der zulässigen Zahl an Überschreitungstagen (Grenzwert: 35 Tage pro Kalenderjahr) ist zufolge der Quellen im Modellgebiet an keinem der Immissionsorte zu erwarten (vgl. Kapitel 3.4.2).

Hinsichtlich PM2.5 erreichen die Zusatzbelastungen im Jahresmittel bis zu 0,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ an Immissionsort 10. Zum Grenzwert von 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im JMW ist bei einer angenommenen Vorbelastung von 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM2.5 an allen betrachteten Immissionsorten noch sehr viel Reserve.

Eine Übersicht über die Zusatz- und Gesamtbelastungen durch Feinstaub bietet Tabelle 6-4.

Tabelle 6-4: Prognoseplanfall 2035: Vorbelastung (VB), Zusatzbelastung (ZB) und Gesamtbelastung (GB) im Jahresmittelwert (JMW) PM10 bzw. PM2.5 und für die Überschreitungstage der Tagesmittelwerts PM10

Aufpunkt Nr.	JMW PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			ÜT TMW PM10 [Tage]			JMW PM2.5 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		
	VB	ZB	GB	VB	ZB	GB	VB	ZB	GB
AP1	15,0	0,0	15,0	1	0	1	10,0	0,0	10,0
AP2	15,0	0,1	15,1	1	0	1	10,0	0,1	10,1
AP3	15,0	0,3	15,3	1	1	2	10,0	0,2	10,2
AP4	15,0	0,4	15,4	1	1	2	10,0	0,2	10,2
AP5	15,0	0,5	15,5	1	1	2	10,0	0,2	10,2
AP6	15,0	0,2	15,2	1	1	2	10,0	0,1	10,1
AP7	15,0	0,2	15,2	1	1	2	10,0	0,1	10,1
AP8	15,0	0,1	15,1	1	0	1	10,0	0,1	10,1
AP9	15,0	0,3	15,3	1	1	2	10,0	0,2	10,2
AP10	15,0	0,7	15,7	1	2	3	10,0	0,3	10,3

7 Projektwirkung

7.1 Differenz Prognoseplanfall 2035 – Prognosenullfall 2035

Anschaulich wird die Wirkung der geplanten Umgehungsstrecke auf die Immission von Luftschadstoffen in den folgenden Differenzplots, die den Unterschied der Zusatzbelastung zwischen Realisierung und Nicht-Realisierung der Ortsumgehung im Jahr 2035 zeigen.

7.1.1 Projektwirkung Stickstoffoxide

Die Zusatzbelastung nimmt im Prognoseplanfall 2035 gegenüber dem Prognosenullfall an den betrachteten Immissionsorten entlang der Ortsumgehung um maximal $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_x$ im Jahresmittelwert zu, während Sie an den betrachteten Immissionsorten in Altenmarkt um rund $1 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_x$ abnimmt (Abbildung 7-1).

Im maximalen Stundenmittelwert nimmt die Belastung am Immissionsort in Nock um rund $27 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_x$ zu, während der Immissionsort in Altenmarkt eine Entlastung in ähnlicher Größenordnung ($26 \mu\text{g}/\text{m}^3$) zeigt (Abbildung 7-2).

Sowohl für die Langzeit- als auch für die Kurzzeitbelastung werden an den betrachteten Immissionsorten die gesetzlich geregelten Grenzwerte mit hoher Reserve eingehalten.

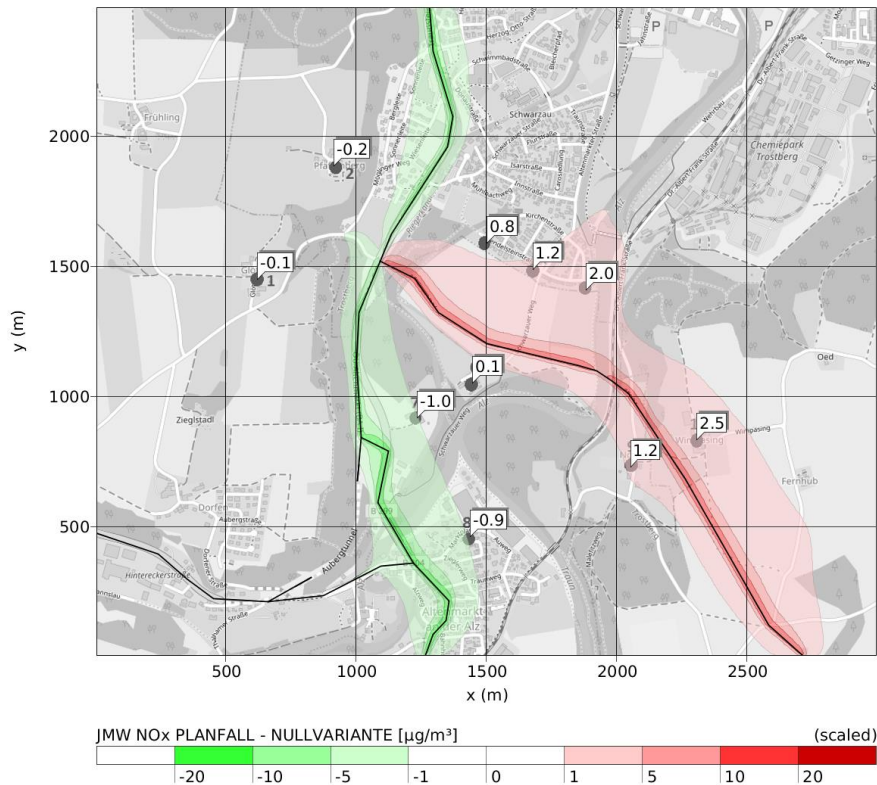


Abbildung 7-1: Differenz der Zusatzbelastung NO_x im Jahresmittelwert zwischen Prognoseplanfall 2035 und Prognosenullfall 2035

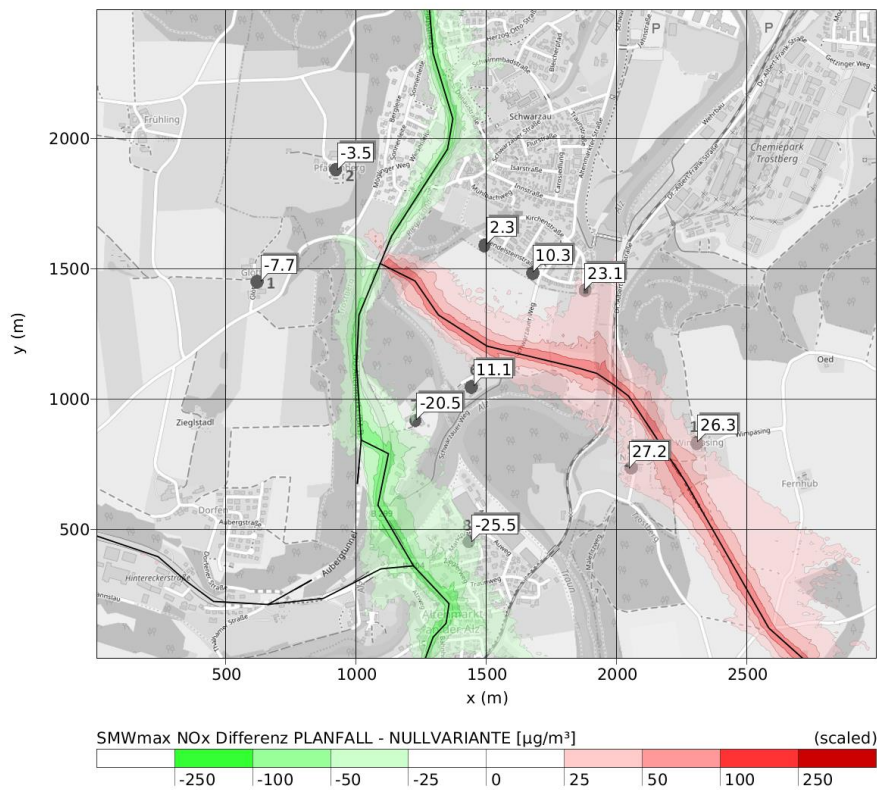


Abbildung 7-2: Differenz der Zusatzbelastung NO_x im maximalen Stundenmittelwert zwischen Prognoseplanfall 2035 und Prognosenullfall 2035

7.1.2 Projektwirkung Feinstaub

Die Zusatzbelastung nimmt im Prognoseplanfall 2035 gegenüber dem Prognose Nullfall 2035 an den betrachteten Immissionsorten um maximal $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10 im Jahresmittelwert zu, während Sie an den betrachteten Immissionsorten in Altenmarkt um $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10 abnimmt (Abbildung 7-3).

Im maximalen Tagesmittelwert nimmt die Belastung am Immissionsort in Nock um $1,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10 zu, während die Immissionsorte in Altenmarkt eine Entlastung von $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10 erfahren (Abbildung 7-4).

Sowohl für die Langzeit- als auch für die Kurzzeitbelastung werden an den betrachteten Immissionsorten die gesetzlich geregelten Grenzwerte deutlich eingehalten.

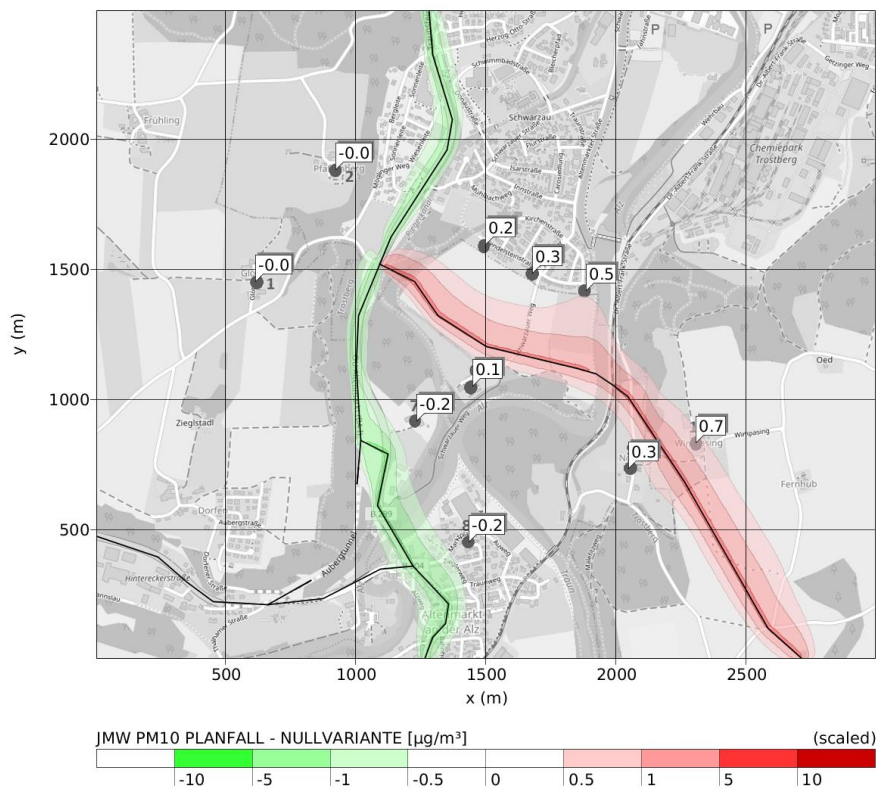


Abbildung 7-3: Differenz der Zusatzbelastung PM10 im Jahresmittelwert zwischen Prognoseplanfall 2035 und Prognose Nullfall 2035

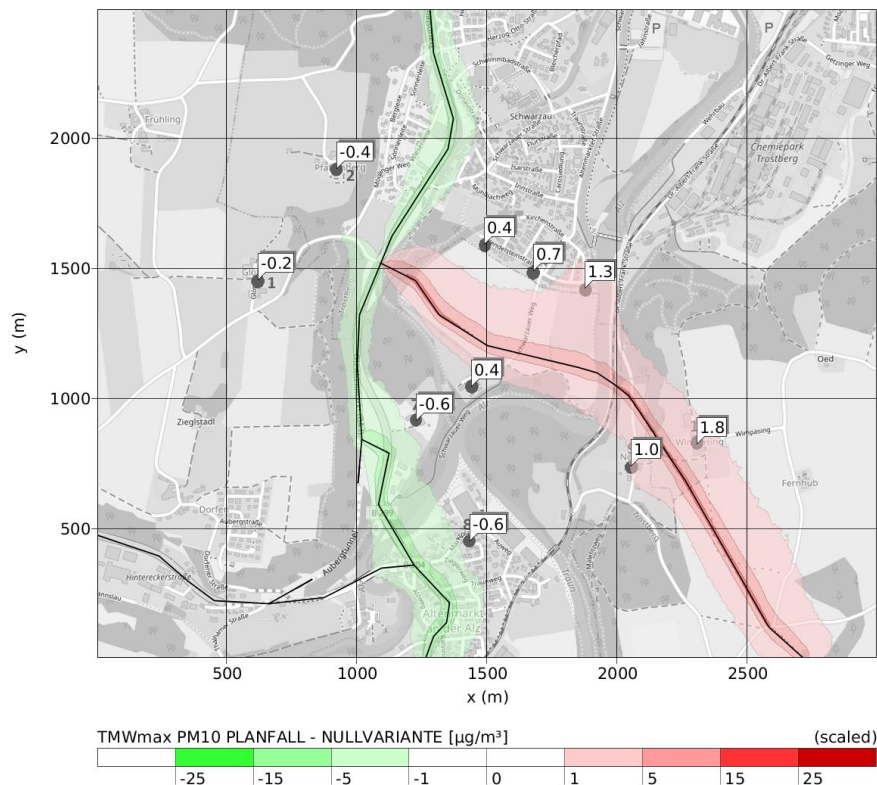


Abbildung 7-4: Differenz der Zusatzbelastung PM10 im maximalen Tagesmittelwert zwischen Prognoseplanfall und Prognosenullfall

7.2 Schlussfolgerungen für die Frischluftzufuhr von Trostberg

Die meteorologischen Messungen in Trostberg/Schwarzauer Weg – dargestellt in Kapitel 4 – belegen die Beobachtungen der einheimischen Bevölkerung, dass Wind aus südlicher Richtung eine dominante Rolle für Trostberg spielt. Insbesondere nachts und in der kalten Jahreszeit ist das Maximum im Südsektor der Windverteilung stark ausgeprägt. Dieser typischerweise nicht besonders starke Wind – im Mittel über den Messzeitraum werden tagsüber mittlere Windgeschwindigkeiten von rund 2 m/s erreicht – bringt Luft aus dem Oberlauf der Alz in das Stadtgebiet von Trostberg. Die Luft strömt dabei auf einem Großteil des Talquerschnitts langsam nordwärts. Die Mächtigkeit derartiger katabatischer Luftströmungen wird in der Literatur mit einigen Metern angegeben (Stull, 2003) und stark von der örtlichen Topographie bestimmt. Die Tatsache, dass auch die in 10 m Höhe erfolgte Windmessung am Schwarzauer Weg diesen Wind registriert hat, legt nahe, dass der nächtliche Luftstrom zwischen Altenmarkt und Trostberg eine größere vertikale Ausdehnung im Bereich von einigen Dekametern hat.

Die baulichen Veränderungen zur Herstellung der Ortsumgehung Altenmarkt BA2 – Straßentrasse und Brücke über die Alz – sind nicht geeignet, diesen Luftstrom abzuschwächen oder gar zu unterbinden. Die Trasse über die Dietlwiese verläuft zwar in den Randbereichen (Anschluss an die B299 und Rampe zur Brücke) gegenüber dem bestehenden Gelände erhöht, die horizontale Ausdehnung der stärker überhöhten Rampenbereiche ist jedoch für eine stromabwärts noch feststellbare Barrierewirkung zu gering. Dies nicht zuletzt auch aufgrund der Tatsache, dass das Brückenbauwerk sowohl über- als auch unterströmt werden kann.

Allerdings werden die tageszeitlich variablen Verkehrsemissionen auf der Ortsumgehung mit dem Südwind in Richtung des Siedlungsraums von Trostberg verfrachtet. Wie in den vorigen Kapiteln dargestellt (siehe z.B. Abbildung 7-1), führt dies vor allem nördlich der Dietlwiese zu Zusatzbelastungen durch Luftschadstoffe aus dem Verkehr. Sämtliche Immissionen von Luftschadstoffen liegen allerdings auch dort deutlich unterhalb der einzuhaltenden Grenzwerte der 39. BImSchV.

8 Zusammenfassung

Für die Planfeststellung zur Ortsumgehung Altenmarkt BA2 wurde von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik im Auftrag des staatlichen Bauamts Traunstein die Immissionssituation bezüglich Luftschadstoffen im Teilbereich zwischen Trostberg und Altenmarkt/Alz untersucht.

Im Zeitraum von Mai 2019 bis Juni 2020 wurden von der ZAMG am Nordrand der Dietlwiese am Schwarzauer Weg meteorologische Messungen durchgeführt. Sie dienten als Eingangsdaten für die Modellierung der Luftschadstoffausbreitung, die mit dem Modell LASAT (konform nach VDI 3945/3 und TA-Luft) für einen 3 mal 2,5 Kilometer großen Ausschnitt mit der Dietlwiese im Mittelpunkt durchgeführt wurden. Modelliert wurden die Ausbreitung von Stickstoffoxiden und von Feinstaub für den Analyse-Planfall 2019, für den Prognosenullfall 2035 und den Prognoseplanfall 2035. Grundlage für die Emissionen aus dem Verkehr sind die Verkehrszahlen aus dem Verkehrsgutachten der PTV Transport Consult GmbH vom Mai 2020 sowie Emissionsfaktoren aus dem aktuellen Handbuch für Emissionsfaktoren.

Das Ergebnis der Ausbreitungsrechnung sind flächige Zusatzbelastungen der betrachteten Luftschadstoffe, die zur gegebenen Vorbelastung im Untersuchungsraum addiert werden. Die Vorbelastung im vorstädtischen Hintergrund ist durch mehrjährige Messungen des Landesamts für Umwelt an der Station Trostberg/Schwimmbadstraße sehr gut dokumentiert. Sie zeigen einen Rückgang der Belastungen durch Stickstoffoxide und Feinstaub in den letzten zwei Jahrzehnten. Abseits der zum Teil hoch belasteten Verkehrsachsen werden die Grenzwerte für Luftschadstoffe zumeist deutlich unterschritten.

Die Modellierung der Luftschadstoffausbreitung zeigt die entlastende Wirkung, die eine Realisierung der Ortsumgehung Altenmarkt BA2 auf die Ortsdurchfahrt von Altenmarkt hat. Gleichzeitig sind die Bereiche entlang der projektierten Trasse über die Dietlwiese und jenseits der Alz im Bereich Nock/Wimpasing von Zusatzbelastungen aus dem Verkehr betroffen. Aufgrund der meteorologischen Situation sind dabei typischerweise die Belastungen nördlich und östlich der Umgehungsstraße größer als südlich bzw. westlich davon (sinngemäß trifft dies auch für die Entlastungen in Altenmarkt zu).

Die Gesamtbelastungen durch Stickstoffdioxid (NO₂) und Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2.5}) wurden an zehn definierten Immissionsorten im Untersuchungsraum ausgewiesen. Es zeigt sich, dass in diesen Bereichen die ermittelten Immissionswerte sowohl für die Langzeit- als auch für die

Kurzzeitbelastung im Prognoseplanfall 2035 nach Verwirklichung der Ortsumgehung von Altenmarkt deutlich unterhalb der einzuhaltenden Grenzwerte der 39. BImSchV zum Schutz der menschlichen Gesundheit liegen.

Der Verkehr auf der OU Altenmarkt BA2 wird zwar geringfügige Auswirkungen auf die Luftqualität im Untersuchungsraum haben, dennoch wird auf Basis der zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung vorliegenden Projektunterlagen und der zusätzlichen meteorologischen Messungen und Berechnungen der betrachtete Teilabschnitt der OU Altenmarkt BA2 zwischen Trostberg und Altenmarkt an der Alz hinsichtlich der Immission von Luftschadstoffen als **unbedenklich im Sinne der 39. BImSchV** beurteilt.

Darüber hinaus hat die Realisierung der OU Altenmarkt **BA2 keine negativen Auswirkungen auf die Frischluftzufuhr der Stadt Trostberg.**

Zentralanstalt für Meteorologie
und Geodynamik



Mag. Michael Butschek

9 Literatur und Quellen

- Baumann-Stanzer, K., & al. (24.-28. März 2014). Local-scale modelling of accidental releases in built environments – selected results of the „Michelstadt“ model evaluation exercise in COST Action ES1006. *Proc. 9th Int. Conf. on Air Quality – Science and Application*, S. 106.
- Bayerisches Landesamt für Umwelt. (2003-2019). *Lufthygienische Jahresberichte*.
- Bayerisches Landesamt für Umwelt. (2012). *Grenz-, Richt-, Leit- und Immissionswerte*.
- Bayerisches Landesamt für Umwelt. (2020). *Lufthygienischer Jahreskurzbericht 2019*.
- Bayerisches Landesamt für Umwelt, Messwertarchiv. (2020). Abgerufen am September 2020 von <https://www.lfu.bayern.de/luft/immissionsmessungen/messwertarchiv/index.htm>
- Düring, I. e. (Februar 2011). A new simplified NO/NO₂ conversion model under consideration of direct NO₂-emissions. *Meteorologische Zeitschrift*, Vol. 20, No. 1, 067-073.
- INFRAS. (2019). Handbuch für Emissionsfaktoren HBEFA 4.1.
- Janicke Consulting. (2019). Dispersion Model LASAT Version 3.4 Reference Book.
- PTV Transport Consult GmbH. (2020). *Verkehrsgutachten Ortsumfahrungen B304 - B299 vom 26.05.2020*. Karlsruhe.
- Romberg, E., & al., e. (1996). *NO-NO₂-Umwandlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für Kfz-Abgase*. Gefahrenstoffe-Reinhaltung der Luft 56. Springer-Verlag.
- Stull, R. B. (2003). *An introduction to boundary layer meteorology*. Dordrecht-Boston-London: Kluwer academic publishers.
- TA Luft. (2002). *Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24. Juli 2002*. GMBI 2002: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.
- VDI-3945/3. (2000). *Umweltmeteorologie. Atmosphärische Ausbreitungsmodelle. Partikelmodell*. Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DNI - Normenausschuss.

10 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Plan der gesamten Umgehung (rot). Quelle: Feststellungsentwurf, Staatliches Bauamt Traunstein.....	6
Abbildung 2-1: Kartenausschnitt rund um das Projektgebiet südlich von Altenmarkt, inklusive Plan der baulichen Veränderungen.....	8
Abbildung 3-1: Für die Ausbreitungsrechnung verwendete Orographie des Untersuchungsraums.....	11
Abbildung 3-2: Windfeld in 10 m Höhe. Anströmung aus Süd, Schichtung stabil. In Rot: Immissionsorte, Pfeile geben qualitativ Windrichtung und Windgeschwindigkeit an.....	13
Abbildung 3-3: Windfeld in 10 m Höhe. Anströmung aus West, Schichtung stabil. In Rot: Immissionsorte, Pfeile geben qualitativ Windrichtung und Windgeschwindigkeit an.....	13
Abbildung 3-4: Konversionsformel $\text{NO}_2\text{-NO}_x$ für die Langzeitbelastung (Jahresmittelwerte) mit Faktoren nach Romberg (1996) und Düring (2011) im Vergleich.....	15
Abbildung 3-5: Zusammenhang zwischen dem Jahresmittelwert für NO_2 (Grenzwert $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und der Überschreitungshäufigkeit des Grenzwerts für den Stundenmittelwert ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$) aller Messstellen in Bayern, die einen NO_2 -Jahresmittelwert von zumindest $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aufweisen, 2010 bis 2019.....	17
Abbildung 3-6: Zusammenhang zwischen dem Jahresmittelwert für PM_{10} (Grenzwert $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und der Anzahl der Überschreitungstage des Grenzwerts für den Tagesmittelwert aller Messstellen in Bayern, 2010 bis 2019 (Bayerisches Landesamt für Umwelt, Messwertarchiv, 2020).....	18
Abbildung 4-1: Übersichtskarte des Untersuchungsraums, Messstandort: rote Markierung (Bildmitte), Quelle: Geobasisdaten © Bayerische Vermessungsverwaltung.....	21
Abbildung 4-2: Detailansicht Untersuchungsraum, Messstandort: roter Pin, Quelle: Geobasisdaten © Bayerische Vermessungsverwaltung.....	21
Abbildung 4-3: Messstation, Blick Richtung Westen, Aufnahmedatum 9.5.2019.....	22
Abbildung 4-4: Messstation im Feld (rote Markierung), Blick Richtung Südwesten, Aufnahmedatum 23.5.2019.....	22
Abbildung 4-5: Messstation (rote Markierung), Blick Richtung Nordwesten, Aufnahmedatum 23.5.2019.....	23
Abbildung 4-6: Ultraschall-Anemometer USA-1 der Firma Metek.....	25
Abbildung 4-7: Windrose für den Standort Schwarzauer Weg mit Farbcodierung für die Windgeschwindigkeit.....	29
Abbildung 4-8: Windrose mit Tag/ Nacht- Unterscheidung, Trostberg/Schwarzauer Weg.....	30
Abbildung 4-9: Windrose mit Sommer/ Winter- Unterscheidung, Trostberg/Schwarzauer Weg.....	30
Abbildung 4-10: Histogramm für Windgeschwindigkeitsklassen mit Tag/ Nacht- Unterscheidung.....	32
Abbildung 4-11: Links: Tagesgang der Windgeschwindigkeit nach Klassen, rechts: Mittlerer Tagesgang der Windgeschwindigkeit.....	32
Abbildung 4-12: Histogramm für Windgeschwindigkeitsklassen mit Tag/ Nacht und Sommer/ Winter-Unterscheidung.....	33
Abbildung 4-13: Mittlerer Tagesgang des Fühlbaren Wärmestroms: tagsüber positiv, nachts negativ ...	34
Abbildung 4-14: Mittlerer Tagesgang des Obukhov-Stabilitätsparameters MOS (blaue Linie).....	35
Abbildung 4-15: Histogramm der Häufigkeitsklassen nach Klug-Manier. Der linke Balken ist mit einem Minus markiert und stellt nicht bestimmbare Klassen dar. I: sehr stabil, II stabil, III/1: neutral, III/2: neutral, IV: labil, V: sehr labil.....	37
Abbildung 4-16: Verlauf von Lufttemperatur (TT), Luftfeuchtigkeit (RF) und Stabilität (OSP) an der Station Trostberg/Schwarzauer Weg bei Hochdruckwetter, 3.-5.7.2019.....	38
Abbildung 4-17: Verlauf von Windrichtung (DD) und Windgeschwindigkeit (FF) an der Station Trostberg/Schwarzauer Weg bei Hochdruckwetter, 3.-5.7.2019.....	38
Abbildung 4-18: Verlauf von Lufttemperatur (TT), Luftfeuchtigkeit (RF) und Stabilität (OSP) an der Station Trostberg/Schwarzauer Weg bei Tiefdruckeinfluss, 22.-24.9.2019.....	39
Abbildung 4-19: Verlauf von Windrichtung (DD) und Windgeschwindigkeit (FF) an der Station Trostberg/Schwarzauer Weg bei Tiefdruckeinfluss, 22.-24.9.2019.....	39
Abbildung 4-20: Linienquellen für die Simulation des Ist-Zustands Analyse 2019 und des Prognosenullfalls 2035.....	40

Abbildung 4-21: Linienquellen für die Simulation des Prognoseplanfalls 2035.....	41
Abbildung 4-22: In der Modellierung berücksichtigte, typische Tagesgänge des Verkehrs	42
Abbildung 5-1: Jahresmittelwerte für NO ₂ , PM10 und NO _x sowie die Trendlinie über die Jahre 2003 – 2019, Quelle: Lufthygienesches Landesüberwachungssystem Bayern (LÜB), Standort Trostberg/Schwimmbadstraße	45
Abbildung 5-2: Projektgebiet mit Linienquellen (rote Linien (B299, B304, Auberg-Tunnel)) und Immissionsorten (rote Punkte 1 – 10) im Ist-Zustand Analyse 2019	46
Abbildung 5-3: Zusatzbelastung NO _x im JMW im IST-Zustand Analyse 2019.....	47
Abbildung 5-4: Zusatzbelastung im maximalen SMW für NO _x im Ist-Zustand Analyse 2019.....	48
Abbildung 5-5: Zusatzbelastung durch PM10 im Jahresmittelwert im IST-Zustand Analyse 2019.....	50
Abbildung 5-6: Zusatzbelastung im maximalen TMW für PM10 im Ist-Zustand Analyse 2019	50
Abbildung 6-1: Zusatzbelastung für NO _x im JMW im Prognosenullfall 2035	52
Abbildung 6-2: Verteilung der maximalen SMW für NO _x im Prognosenullfall 2035.....	53
Abbildung 6-3: Zusatzbelastung für PM10 im JMW im Prognosenullfall 2035.....	54
Abbildung 6-4: Zusatzbelastung im maximalen TMW für PM10 im Prognosenullfall 2035	55
Abbildung 6-5: Untersuchungsraum mit den zehn definierten Immissionsorten und dem Straßenverlauf im Prognoseplanfall 2035.....	57
Abbildung 6-6: Trasse im Bereich der Alzquerung mit Höhe der Modelltopographie.....	57
Abbildung 6-7: Zusatzbelastung NO _x im JMW für den Prognoseplanfall 2035	59
Abbildung 6-8: Zusatzbelastung NO _x im maximalen Stundenmittelwert im Prognoseplanfall 2035	59
Abbildung 6-9: Zusatzbelastung von PM10 im JMW im Prognoseplanfall 2035.....	61
Abbildung 6-10: Zusatzbelastung im maximalen TMW für PM10 im Prognoseplanfall 2035	61
Abbildung 7-1: Differenz der Zusatzbelastung NO _x im Jahresmittelwert zwischen Prognoseplanfall 2035 und Prognosenullfall 2035.....	64
Abbildung 7-2: Differenz der Zusatzbelastung NO _x im maximalen Stundenmittelwert zwischen Prognoseplanfall 2035 und Prognosenullfall 2035	64
Abbildung 7-3: Differenz der Zusatzbelastung PM10 im Jahresmittelwert zwischen Prognoseplanfall 2035 und Prognosenullfall 2035.....	65
Abbildung 7-4: Differenz der Zusatzbelastung PM10 im maximalen Tagesmittelwert zwischen Prognoseplanfall und Prognosenullfall	66

11 Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1: Beurteilungswerte für NO ₂ (Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2012).....	9
Tabelle 3-2: Beurteilungswerte für PM10 (Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2012).....	9
Tabelle 3-3: Beurteilungswerte für PM2.5 (Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2012).....	10
Tabelle 3-4: Übersicht der definierten Immissionsorte im Untersuchungsgebiet.....	14
Tabelle 4-1: Metadaten zur Messstation Trostberg/Schwarzauer Weg; temporäre Messung der ZAMG	23
Tabelle 4-2: Messkomponenten am Standort Schwarzauer Weg.....	24
Tabelle 4-3: Bereich B, Genauigkeit G und Auflösung A von Temperatur T, relativer Feuchte r. F. oder Taupunkt Tp, Luftdruck P, Windrichtung dd, Windgeschwindigkeit ff	25
Tabelle 4-4: Sensorspezifikationen Ultraschallanemometer	26
Tabelle 4-5: Sensorspezifikationen Thermometer und Hygrometer	27
Tabelle 4-6: Beziehung Obukhov-Stabilitätsparameter (MOS) in Abhängigkeit von Rauigkeitslänge z0 und Ausbreitungsklasse nach Klug-Manier (gemäß LASAT Reference Book 3.4).....	36
Tabelle 5-1: Immissionsdaten der Station Trostberg/Schwimmbadstraße (Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2003-2019).....	45
Tabelle 5-2: Ist-Zustand Analyse 2019: Vorbelastung (VB), Zusatzbelastung (ZB) und Gesamtbelastung (GB) im Jahresmittelwerte (JMW) und für den maximalen Stundenmittelwerte (SMW max) für NO _x , bzw. NO ₂	49
Tabelle 5-3: Ist-Zustand Analyse 2019: Vorbelastung (VB), Zusatzbelastung (ZB) und Gesamtbelastung (GB) im Jahresmittelwert (JMW) und für Überschreitungstage (ÜT) des Tagesmittelwerts (TMW) für PM10 und PM2.5	51
Tabelle 6-1: Prognosenußfall 2035: Vorbelastung (VB), Zusatzbelastung (ZB) und Gesamtbelastung (GB) im Jahresmittelwert und für den maximalen Stundenmittelwert für NO _x , bzw. NO ₂	54
Tabelle 6-2: Prognosenußfall 2035: Vorbelastung (VB), Zusatzbelastung (ZB) und Gesamtbelastung (GB) im JMW und für Überschreitungstage (ÜT) des Tagesmittelwerts für PM10 (und PM2.5).....	56
Tabelle 6-3: Prognoseplanfall 2035: Vorbelastung (VB), Zusatzbelastung (ZB) und Gesamtbelastung (GB) im Jahresmittelwert (JMW) und für den maximalen Stundenmittelwert (SMWmax) für NO _x , bzw. NO ₂	60
Tabelle 6-4: Prognoseplanfall 2035: Vorbelastung (VB), Zusatzbelastung (ZB) und Gesamtbelastung (GB) im Jahresmittelwert (JMW) PM10 bzw. PM2.5 und für die Überschreitungstage der Tagesmittelwerts PM10	62