

BERICHTTITEL

Evaluierung der VBA-Umwelt Steiermark für den Betriebszeitraum 2023

AUFTRAGGEBER

Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Abteilung 15 / Referat Luftreinhaltung

BERICHT-NR.

I-28/24/SJo V&U 24/005/1645

VERSION

1.0

DATUM

31.07.2024

KONTROLLBLATT

Ansprechperson: Mag. Silvia Jost
Telefon direkt: +43 (0)316 873 – 30227
E-Mail jost@ivt.tugraz.at

FREIGABE

_____ am 31.07.2024
Dr. Michael Bacher

DOKUMENTHISTORIE

Version	Datum	Bearbeiter	Prüfer	Änderung
1.0	31.07.2024	SJo/MSc	MBa	Ursprungsdokument

RECHTSHINWEIS

Dieser Bericht darf nur vollinhaltlich, ohne Weglassen und Hinzufügen, veröffentlicht werden. Sollte er auszugsweise abgedruckt oder vervielfältigt werden, so ist vorher die schriftliche Genehmigung der Ersteller einzuholen.

INSTITUT FÜR THERMODYNAMIK UND NACHHALTIGE ANTRIEBSSYSTEME

Inffeldgasse 19, A-8010 Graz
Telefon: +43 (0)316 873 – 30201
Fax: +43 (0)316 873 – 30202
E-Mail: vuu@ivt.tugraz.at
Web: www.itna.at



Forschungsbereich
Verkehr und
Umwelt



ISO 9001 zertifiziert

Bankverbindung: UniCredit Bank Austria AG
BIC: BKAUATWW, IBAN: AT691200051656101802

Firmenbuchgericht: Landesgericht für Zivilrechtsachen Graz
UID: ATU55382605

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung	5
2	Untersuchungsgebiete	6
3	Evaluierungszeitraum.....	7
4	Methodik	8
4.1	Methodik Emissionen	8
	4.1.1 Emissionen des Straßenverkehrs.....	8
4.2	Methodik Immissionen.....	9
	4.2.1 Berechnung der Immissionsbeiträge	9
	4.2.2 Berechnung der Gesamtbelastung.....	10
	4.2.3 NO-NO ₂ -Umwandlung.....	10
	4.2.4 NO _x - Vorbelastung.....	11
	4.2.5 Beurteilung gemäß gültiger Immissionsgrenzwerte nach IG-L.....	12
	4.2.6 Zukünftige Grenzwerte gemäß der EU-Luftqualitätsrichtlinie [20]	12
5	Eingangsdaten	13
5.1	Meteorologische Daten.....	13
	5.1.1 Aufpunkt Nord – A9 km 170	13
	5.1.2 Aufpunkt Ost – A2 km 180	18
	5.1.3 Aufpunkt Süd – A9 km 210.....	23
	5.1.4 Aufpunkt West – A2 km 190.....	28
	5.1.5 Ausbreitungsklassen nach ÖNORM M9440	33
	5.1.6 Vergleich mit meteorologischen Messdaten	36
	5.1.6.1 Station Eurostar	36
	5.1.6.2 Station Gratwein.....	39
	5.1.7 Zusammenfassung.....	42
5.2	Verkehrsdaten	43
	5.2.1 Verkehrszählungen	43
	5.2.1.1 Korridor Nord	43
	5.2.1.2 Korridor Ost.....	46
	5.2.1.3 Korridor Süd.....	48
	5.2.1.4 Korridor West	50
	5.2.2 Verkehrsmodell	52
	5.2.3 ASFINAG Verkehrsdauerzählstellen	52
	5.2.4 ASFINAG Geschwindigkeitsmessung	53
5.3	Luftgütedaten	58
6	Ergebnisse zur Wirksamkeit der VBA.....	60
6.1	Datenausfälle	60
6.2	Schalhäufigkeiten	63
6.3	Abschätzung der Maßnahmenwirksamkeit	69
6.4	Emissionen.....	70
	6.4.1 Emissionsreduktion mit VBA Anlage	71

6.4.2	Emissionsreduktion mit statischem Tempolimit	72
6.5	Anpassung der Schwellenwerte.....	73
7	<i>Modellierung der Immissionsbeiträge</i>	<i>75</i>
7.1	Teilkorridor Ost.....	76
7.1.1	Emissionen	76
7.1.2	Immissionsbeitrag aus dem Verkehr	77
7.1.2.1	Stickstoffoxide NO _x	77
7.1.2.2	Stickstoffdioxide NO ₂	81
7.1.2.3	Feinstaub PM ₁₀ & PM _{2.5}	85
7.2	Teilkorridor Süd	90
7.2.1	Emissionen	90
7.2.2	Immissionsbeitrag aus dem Verkehr	91
7.2.2.1	Stickstoffoxide NO _x	91
7.2.2.2	Stickstoffdioxide NO ₂	96
7.2.2.3	Feinstaub PM ₁₀ & PM _{2.5}	100
7.3	Teilkorridor Nord.....	105
7.3.1	Emissionen	105
7.3.2	Immissionsbeitrag aus dem Verkehr	106
7.3.2.1	Stickstoffoxide NO _x	106
7.3.2.2	Stickstoffdioxide NO ₂	110
7.3.2.3	Feinstaub PM ₁₀ & PM _{2.5}	114
7.4	Teilkorridor West	119
7.4.1	Emissionen	119
7.4.2	Immissionsbeitrag aus dem Verkehr	120
7.4.2.1	Stickstoffoxide NO _x	120
7.4.2.2	Stickstoffdioxide NO ₂	124
7.4.2.3	Feinstaub PM ₁₀ & PM _{2.5}	128
8	<i>Zusammenfassung.....</i>	<i>133</i>
9	<i>Verzeichnisse.....</i>	<i>138</i>
9.1	Literaturverzeichnis	138
9.2	Abbildungsverzeichnis	140
9.3	Tabellenverzeichnis	149
10	<i>Anhang.....</i>	<i>151</i>
10.1	Allgemeine Parameter für die Ausbreitungsmodellierung.....	151
10.2	Parameter für die Ausbreitungsmodellierung – Teilkorridor Ost.....	152
10.3	Parameter für die Ausbreitungsmodellierung – Teilkorridor Süd	153
10.4	Parameter für die Ausbreitungsmodellierung – Teilkorridor Nord.....	154
10.5	Parameter für die Ausbreitungsmodellierung – Teilkorridor West	155

1 Aufgabenstellung

Im Großraum Graz wird seit Dezember 2008 eine immissionsabhängige Verkehrsbeeinflussungsanlage (VBA) betrieben [1]. Seit 29. Oktober 2014 werden sowohl berechnete NO_x -Immissionsbeiträge als auch gemessene PM_{10} -Gesamtbelastungen bei der Schaltung berücksichtigt. Die letzte Änderung der VBA-Verordnung im April 2022 [2] betrifft die Anpassung der Schwellenwerte gemäß Evaluierung der VBA Anlage für den Betriebszeitraum 2020 [3].

Inhalt dieser Arbeit ist eine Evaluierung dieser VBA-Anlage gemäß der VBA-Verordnung vom 31.10.2007 [4] für den Betriebszeitraum 2023. Dabei wird überprüft, ob der Algorithmus spezifikationsgemäß geschaltet hat und ob die geforderte Maßnahmenwirksamkeit erreicht wurde.

Die verwendeten Eingangsparameter für den Algorithmus werden analysiert und auf Plausibilität geprüft. Im Rahmen der Evaluierung werden die Datenausfälle und Schalthäufigkeiten statistisch ausgewertet und die daraus resultierende Maßnahmenwirksamkeit ermittelt. Außerdem werden die eingesparten Emissionen und die Auswirkungen auf den NO_x -Immissionsbeitrag berechnet.

Auf Basis der Ergebnisse wird überprüft, ob eine Änderung des Algorithmus für den zukünftigen Betrieb der Anlage notwendig ist.

Zudem werden mögliche Grenzwertüberschreitungen im Jahresmittel gemäß IG-L an Autobahnen in einem Gebietsstreifen von 100 m beiderseits der Straßenachse mithilfe von Ausbreitungsmodellierungen von Luftschadstoffen mit dem Modellsystem GRAMM/GRAL untersucht. Die Auswertung erfolgt über Querprofilschnitte an ausgewählten Standorten.

2 Untersuchungsgebiete

Das Gebiet der VBA-Umwelt Steiermark unterteilt sich in folgende, getrennt geschaltete Teilkorridore. Diese Bereiche werden in der Evaluierung getrennt betrachtet.

Tabelle 1: Teilkorridore der VBA Umwelt Steiermark [5]

Korridor	Autobahn	Fahrtrichtung	Abschnittsbereich	Koordinaten
Ost	A2 Süd Autobahn	Klagenfurt	Anschlussstelle Sinabelkirchen bis Knoten Graz-Ost	N 47,09943° E 15,80657° und N 47,01731° E 15,47887°
Ost	A2 Süd Autobahn	Wien	Knoten Graz-Ost bis Anschlussstelle Sinabelkirchen	N 47,01483° E 15,46647° und N 47,09541° E 15,82576°
West	A2 Süd Autobahn	Klagenfurt	Knoten Graz West bis Anschlussstelle Lieboch	N 46,99371° E 15,40335° und N 46,96580° E 15,34085°
West	A2 Süd Autobahn	Wien	Anschlussstelle Lieboch bis Knoten Graz West	N 46,95555° E 15,35597° und N 46,99178° E 15,40196°
Nord	A9 Pyhrn Autobahn	Spielfeld	Knoten Peggau-Deutschfeistritz bis Gratkorntunnel Nord	N 47,17133° E 15,33220° und N 47,14467° E 15,33212°
			Ende Gratkorntunnel Nord bis Gratkorntunnel Süd	N 47,14061° E 15,34496° und N 47,13026° E 15,35980°
Nord	A9 Pyhrn Autobahn	Voralpenkreuz	Ende Gratkorntunnel Süd bis Gratkorntunnel Nord	N 47,12911° E 15,36188° und N 47,14017° E 15,34861°
			Ende Gratkorntunnel Nord bis Knoten Peggau-Deutschfeistritz	N 47,14366° E 15,33524° und N 47,16818° E 15,33232°
Süd	A9 Pyhrn Autobahn	Spielfeld	Knoten Graz West bis Anschlussstelle Leibnitz	N 46,98894° E 15,41444° und N 46,80386° E 15,56943°
Süd	A9 Pyhrn Autobahn	Voralpenkreuz	Anschlussstelle Leibnitz bis Knoten Graz West	N 46,81243° E 15,56667° und N 46,98907° E 15,41488°

3 Evaluierungszeitraum

Mit Ende Oktober 2014 wurde der Algorithmus umgestellt. Seither wird das Modul 2 auf Basis der berechneten NO_x-Immissionsbeiträge geschaltet. Zur Beurteilung der aktuellen Luftgüte (Modul 1) wird der gleitende 3h-Mittelwert der PM₁₀-Belastung herangezogen. Bei einem Datenausfall der Luftgütedaten (Modul 1) wird nur auf Basis von Modul 2 (NO_x-Verkehrsbeitrag von PKW, LNF und Zweirädern – zusammengefasst als PKW-Verkehr) geschaltet.

Als Evaluierungszeitraum wurde vom Auftraggeber der Zeitraum von 1.1.2023 bis 31.12.2023 vorgegeben. Dieser Zeitraum weicht von dem Evaluierungszeitraum, welcher in der VBA Verordnung [4] festgelegt wurde (1. Mai des Vorjahres bis zum 30. April des laufenden Jahres) ab.

4 Methodik

4.1 Methodik Emissionen

4.1.1 Emissionen des Straßenverkehrs

Für die Berechnung der Verkehrsemissionen wurde das Modell NEMO [6] verwendet, welches am Institut für Thermodynamik und nachhaltige Antriebssysteme der TU-Graz entwickelt wurde.

Datenstand NEMO 5.0.3

Der Datenstand von NEMO 5.0.3 ist kompatibel zum HBEFA Version 4.2 [7], welches im Februar 2022 herausgegeben wurde. Darüber hinaus sind in NEMO 5.0.3 Zahlen zur Bestands- und Fahrleistungszusammensetzung der österreichischen Fahrzeugflotte aus den Arbeiten zur österreichischen Luftschadstoffinventur 2021 implementiert.

Zusätzlich werden in NEMO-Road standardmäßig folgende Effekte, die einen Einfluss auf die Emissionen und den Kraftstoffverbrauch besitzen, mitberücksichtigt:

- Kaltstartvorgänge
- Katalysatoralterung
- Verdunstungsemissionen
- Energieverbrauch und Schadstoffemissionen von elektrifizierten Antriebstechnologien
- Kalibrierung von Kraftstoffverbrauch und CO₂-Emissionen

Bei der Berechnung der Partikelemissionen werden zusätzlich zu den Auspuffemissionen noch die Emissionen aus Reifen- und Bremsenabrieb sowie Aufwirbelung entsprechend den Angaben in [8] berücksichtigt.

Tabelle 2: PM₁₀-Emissionsfaktoren für Abrieb und Aufwirbelung in g/km

Fahrzyklus	PKW	LKW
Autobahn	0.03	0.13
Außerorts	0.03	0.13
Innerorts	0.026 – 0.045*	0.1 – 1.2*

* höhere Emissionsfaktoren als 0.026 für PKW bzw. 0.1 für LKW werden für Fahrgeschwindigkeiten < 50 km/h verwendet

4.2 Methodik Immissionen

4.2.1 Berechnung der Immissionsbeiträge

Die Berechnung der Immissionszusatzbelastungen erfolgt mit dem Modellsystem GRAMM/GRAL, wobei die Windfelder mit dem prognostischen Strömungsmodell GRAMM und die Konzentrationsfelder mit dem Partikelmodell GRAL (Vs. 24.04) berechnet werden. Eine detaillierte Beschreibung des Modells kann von der GRAL-Homepage (<https://gral.tugraz.at/>) heruntergeladen werden [9]. Die verwendeten Eingangsparameter für die vorliegenden Berechnungen werden im Anhang (Kapitel 10) dokumentiert.

Für die einzelnen Korridore liegen 3D-Strömungssimulationen aus der Windfeldbibliothek Steiermark – Bezugsjahr 2017, berechnet mit dem prognostischen Windfeldmodell *GRAMM-SCI (Grazer Mesoskaliges Modell - Scientific)* vor [10]. Das Modellgebiet Steiermark wurde in insgesamt 23 Teilgebiete mit 200 m x 200 m horizontaler Auflösung unterteilt.

In Abbildung 1 werden die einzelnen Korridore für die Immissionsberechnung durch unterschiedliche GRAL Modellgebiete abgedeckt. Das GRAL-Berechnungsgebiet für den Korridor West wurde entsprechend den Ausdehnungen der Windfelder nach Osten erweitert um einen Überlappungsbereich mit dem Korridor Ost zu schaffen. Da die Teilgebiete der Windfeldbibliothek 2017 relativ große Überschneidungsbereiche aufweisen, wurden für die Korridore Nord und West das Windfeld M1-Graz, für den Korridor Ost das Windfeld M6-Weiz und für den Korridor Süd das Windfeld M4-Leibnitz gewählt.

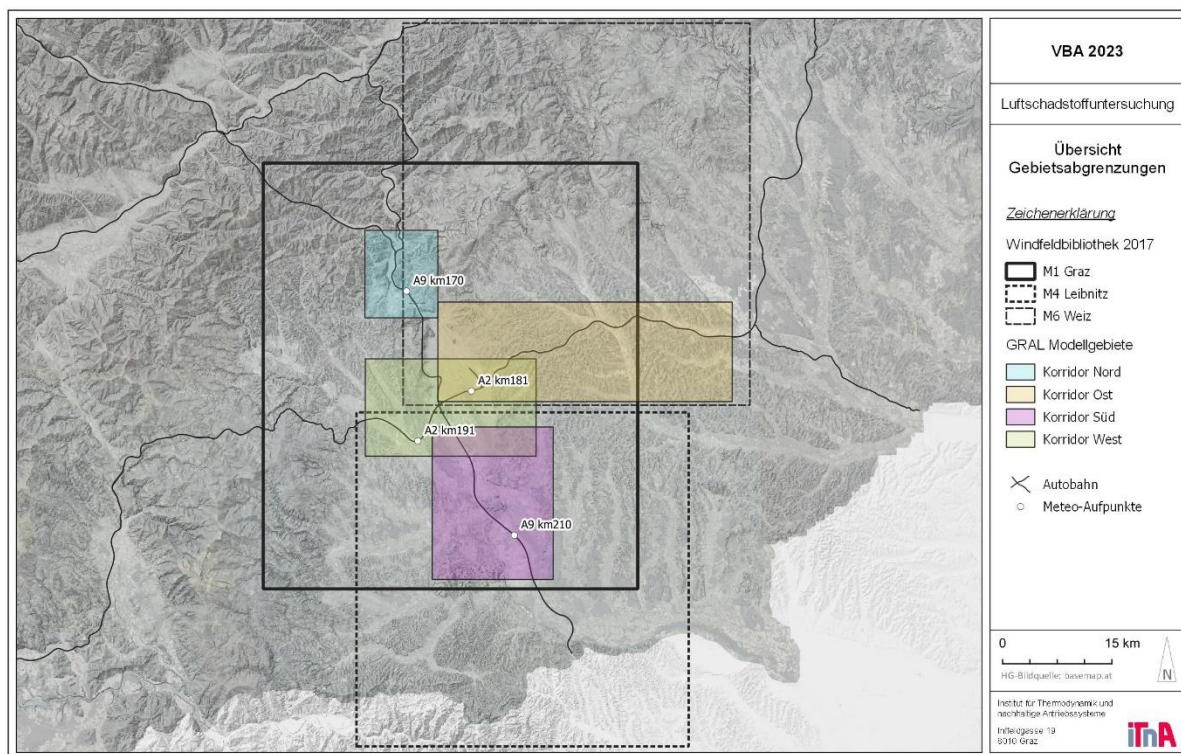


Abbildung 1: Berechnungsgebiete aus der Windfeldbibliothek 2017 sowie der GRAL Modellgebiete für die einzelnen Korridore

4.2.2 Berechnung der Gesamtbelastung

In der Ausbreitungsmodellierung werden nur die Immissionsbeiträge der berücksichtigten Emissionen für das Jahr 2023 berechnet. Zur Ermittlung der Gesamtbelastung muss noch die Vorbelastung hinzugezählt werden. Diese leitet sich aus langjährigen Messreihen ab, die vom Amt der Steiermärkischen Landesregierung zur Verfügung gestellt werden.

4.2.3 NO-NO₂-Umwandlung

Die emittierten Stickstoffoxid-Emissionen (NO_x) bestehen zum überwiegenden Teil aus NO. Nach dem Austritt in die Atmosphäre wird in der Folge NO zu NO₂ oxidiert. Eine detaillierte Berechnung dieses Oxidationsprozesses mittels geeignetem Chemiemodell ist für diese Untersuchung nicht zielführend, da hierfür umfangreiche Eingangsparameter notwendig wären, welche nicht zur Verfügung stehen (z. B. Strahlungsdaten, Temperaturverteilung, Ozongehalt, HC-Gehalt, zeitlich hochauflösende Emissionsverläufe aller Emittenten des Untersuchungsgebiets usw.).

Eine in der RVS 04.02.12 beschriebene Alternative zur Ermittlung der NO₂-Umwandlung stellt die empirische Konversionsfunktion nach Romberg dar [11]. Dabei werden die emittierten Stickstoffoxide NO_x (Summe aus NO₂ und NO, wobei NO als NO₂ gerechnet wird) zuerst inert betrachtet und die Konzentration berechnet. Auf Basis dieser Konzentrationsverteilung wird dann mit der Beziehung

$$NO_2 = NO_x \cdot \left(\frac{A}{NO_x + B} + C \right) \quad (1)$$

die NO₂-Konzentration ermittelt.

Für Österreich wurden die Parameter A, B und C aus Messdaten der Jahre 2006 - 2016 in [12] abgeleitet. Zu beachten ist, dass die Umwandlungsrate regional unterschiedlich sein kann.

Zur Überprüfung wurden die Konversionsraten von Messdaten im Untersuchungsraum mit der Konversionsfunktion gemäß Abbildung 2 verglichen. Dazu wurden die Messwerte der Stationen Graz-Ost, Straßengel-Kirche, Judendorf-Süd, Gratwein, Bockberg, Leibnitz, Weiz, Hartberg und Fürstenfeld für die Jahre 2018 - 2022 abgebildet. Für den Funktionsparameter A gemäß [12] wurde der Wert 52 gewählt.

Tabelle 3: Parameter für die NO₂-Umwandlungsfunktion im Untersuchungsraum abgeleitet aus österreichischen Datensätzen

Konzentrationsgröße	Funktionsparameter		
	A	B	C
Jahresmittelwert	52	65	0.12
98 Perzentil HMW	65	65	0.12
99.8 Perzentil HMW	70	65	0.12

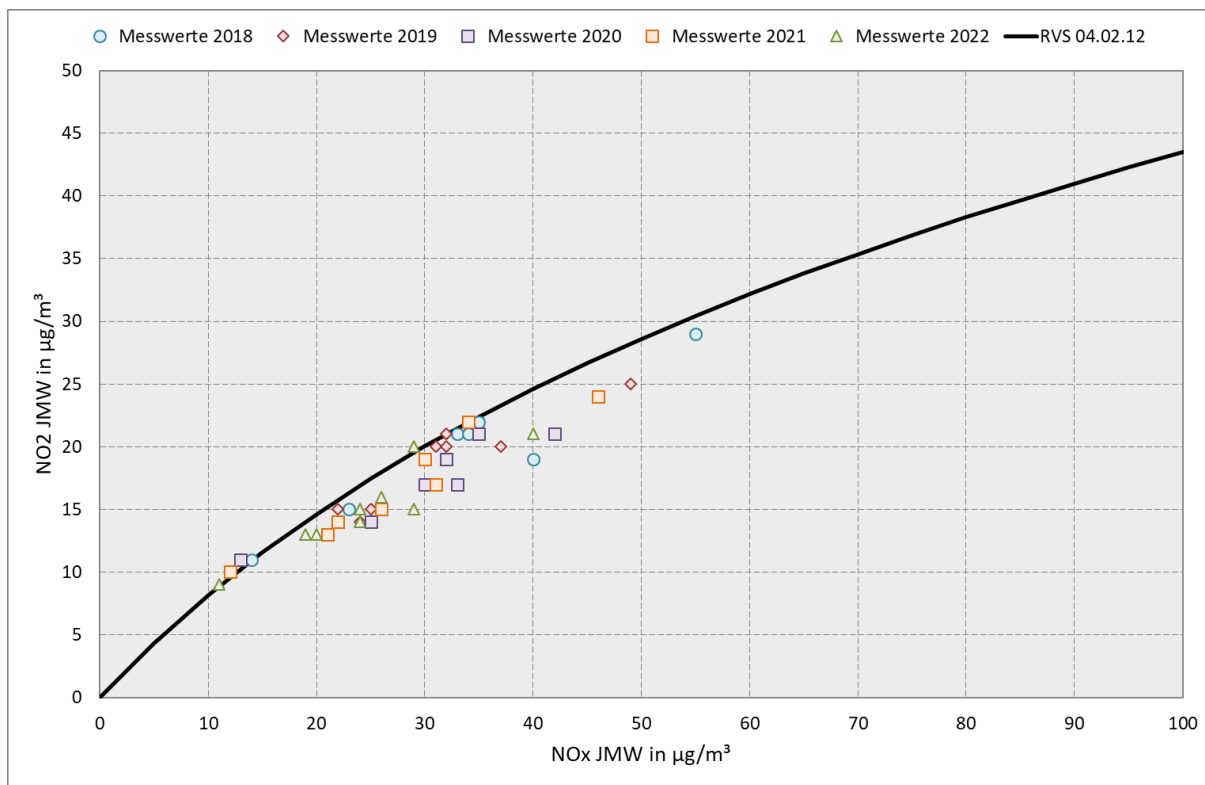


Abbildung 2: NO_x zu NO₂ Umwandlung für den Untersuchungsraum

4.2.4 NO_x - Vorbelastung

In der Modellierung können nur die Immissionskonzentrationen der berücksichtigten Emissionen berechnet werden. Zur Ermittlung der NO₂-Zusatzbelastung muss die Umwandlung von NO_x in NO₂ berechnet werden, wozu die Kenntnis der Vorbelastung erforderlich ist. Ein Vorbelastungswert von 30 µg/m³ für die Jahresmittelwert von NO_x wird als Mittelwert aller angeführten Messwerte [13], [14], [15], [16], [17], [18] aus Tabelle 4 abgeleitet werden.

Tabelle 4: Gemessene NO_x-Konzentrationen in den Jahren 2019 – 2023 für ausgewählte Stationen in den Untersuchungsgebieten zur Ableitung der Vorbelastung.

	Jahresmittelwert NO _x in µg/m ³								
	Graz-Ost	Straßengel-Kirche	Judendorf-Süd	Gratwein	Bockberg	Leibnitz	Weiz	Hartberg	Fürstenfeld
2019	49	32	31	28	13	37	32	25	24
2020	42	35	32	28	13	33	30	25	21
2021	46	34	31	27	12	31	30	27	21
2022	40	29	24	24	11	29	26	24	20
2023	38	24	23	22	9	26	23	22	17

4.2.5 Beurteilung gemäß gültiger Immissionsgrenzwerte nach IG-L

Als Immissionsgrenzwert der Konzentration zum dauerhaften Schutz der menschlichen Gesundheit in ganz Österreich gelten gemäß IG-L [19] die Werte in nachfolgenden Tabellen:

Tabelle 5: Immissionsgrenzwerte nach IG-L in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Luftschadstoff	HMW	MW8	TMW	JMW
PM _{2,5}				25 ⁴⁾
PM ₁₀			50 ²⁾	40
Stickstoffdioxid NO ₂	200			30 ¹⁾
Schwefeldioxid SO ₂	200 ³⁾		120	
Benzol				5
Kohlenmonoxid CO		10 000		
Blei in PM ₁₀				0.5

1) Seit 01.01. 2010 beträgt die Toleranzmarge 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

2) Darf seit 01.01.2010 nur mehr 25-mal pro Jahr überschritten werden.

3) Drei HMW pro Tag, jedoch maximal 48 HMW pro Kalenderjahr bis zu einer Konzentration von 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ gelten nicht als Überschreitung.

4) gültig seit 01.01.2015.

4.2.6 Zukünftige Grenzwerte gemäß der EU-Luftqualitätsrichtlinie [20]

Die Europäische Kommission hat im Oktober 2022 einen Vorschlag für die Überarbeitung der EU-Richtlinien für Luftqualität veröffentlicht. Der Vorschlag sieht neue Grenzwerte gemäß den Richtwerten der Weltgesundheitsorganisation vor, die ab 2030 einzuhalten sind.

Nach der Einigung im Februar 2024 zwischen den Mitgliedsstaaten, dem Europäischen Parlament und der Europäischen Kommission soll die Richtlinie nach formaler Annahme in Kraft treten. Danach bleiben zwei Jahre Zeit für die nationale Umsetzung.

Tabelle 6: Immissionsgrenzwerte gemäß der EU-Luftqualitätsrichtlinie [20] in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Luftschadstoff	MW1	MW8	TMW	JMW
PM _{2,5}			25 ¹⁾	10
PM ₁₀			45 ²⁾	20
Stickstoffdioxid NO ₂	200 ³⁾		50 ⁴⁾	20
Schwefeldioxid SO ₂	350 ⁵⁾		50 ⁶⁾	20
Benzol				3.4
Kohlenmonoxid CO		10 000	4 000 ⁷⁾	
Blei in PM ₁₀				0.5

1) darf nur 18-mal pro Jahr überschritten werden, 2) darf nur 18-mal pro Jahr überschritten werden, 3) darf nur 3-mal pro Jahr überschritten werden,

4) darf nur 18-mal pro Jahr überschritten werden, 5) darf nur 3-mal pro Jahr überschritten werden, 6) darf nur 18-mal pro Jahr überschritten werden,

7) darf nur 18-mal pro Jahr überschritten werden.

5 Eingangsdaten

5.1 Meteorologische Daten

In den folgenden Kapiteln werden die Daten des Evaluierungszeitraums 2023 (1.1.2023 – 31.12.2023) mit den Daten des letzten Evaluierungszeitraums 2022 (1.1.2022 – 31.12.2022) verglichen. Die meteorologischen Daten für die Aufpunkte Nord, Ost, Süd und West wurden vom Wetterdienst UBIMET geliefert. Im Rahmen der vorliegenden Evaluierung werden nur die jahresdurchschnittlichen Statistiken ausgewertet.

Für die Vergleichsdaten der Landesmessstationen Eurostar und Gratwein wurde auf das Landes-Umwelt-Informationssystem Steiermark zurückgegriffen.

5.1.1 Aufpunkt Nord – A9 km 170

In Abbildung 3 und Abbildung 4 sind die mittleren Windrichtungsverteilungen am Aufpunkt A9_km170 dargestellt. Der Evaluierungszeitraum 2023 und der Vergleichszeitraum 2022 ergibt eine sehr ähnliche Verteilung der Windrichtungen mit einer Dominanz der Winde aus den Sektoren N und NNW. Im Jahr 2023 haben im Vergleich zu 2022 Winde aus NNW etwas zugenommen.

Die Häufigkeitsverteilungen der Windgeschwindigkeitsklassen sind in Abbildung 5 und Abbildung 6 dargestellt. Gegenüber den Daten aus 2022 ist es wieder zur einer geringfügigen Verschiebung zu niedrigeren Windgeschwindigkeitsklassen gekommen. Der Kalmenanteil (< 0,5 m/s) ist 2023 auf 20 % gestiegen, während die jahresdurchschnittliche Windgeschwindigkeit 1,25 m/s statt 1,31 m/s im Jahr 2022 beträgt.

In Abbildung 7 und Abbildung 8 sind die Tagesgänge der mittleren Windgeschwindigkeiten und Kalmenhäufigkeiten dargestellt. Gegenüber den Daten aus 2022 sind hier geringfügig niedrigere Windgeschwindigkeiten für das Jahr 2023 ersichtlich, während sich die Kalmenhäufigkeiten vor allem nachts auf einem höheren Niveau bewegen.

Der Vergleich der Jahresgänge der mittleren Windgeschwindigkeit (Monatsmittelwerte) in Abbildung 9 und Abbildung 10 zeigt ebenfalls, dass für das Evaluierungsjahr 2023 etwas niedrigere Windgeschwindigkeiten übermittelte wurden, als für den Zeitraum 2022. Die niedrigsten Windgeschwindigkeiten traten im Evaluierungszeitraum 2023 wie auch im Vergleichszeitraum 2022 im Oktober auf. Die höchsten Windgeschwindigkeiten wurden für das Jahr 2022 im Monat April und Juni und für den Betrachtungszeitraum 2023 im April angegeben.

Zusammenfassend ergeben sich abgesehen von der geringfügig niedrigeren durchschnittlichen Windgeschwindigkeit und höheren Kalmen sehr ähnliche meteorologische Eingangsdaten wie für den Vergleichszeitraum 2022.

Nord 2022

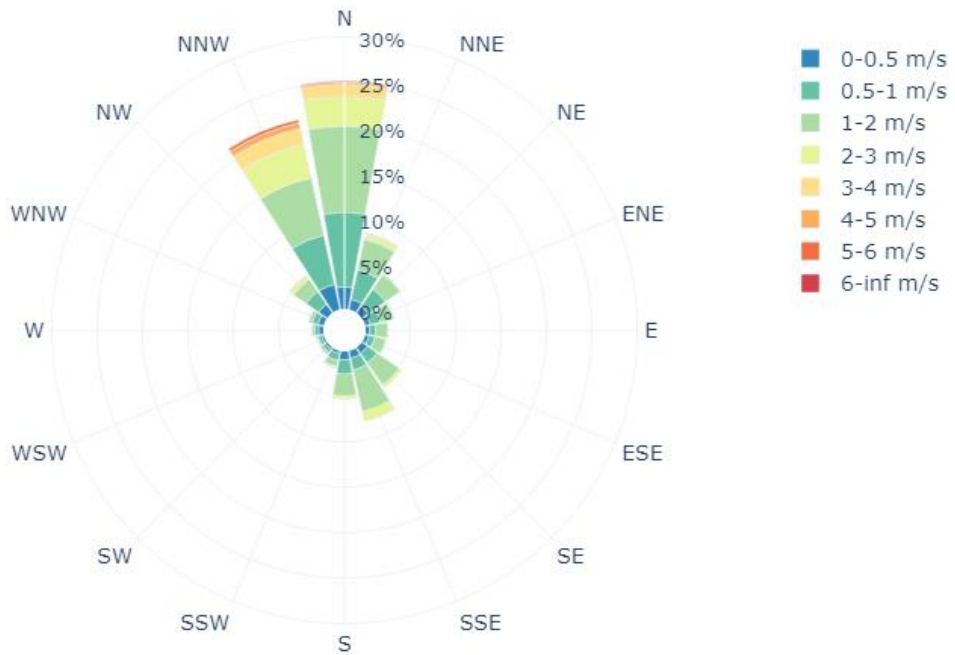


Abbildung 3: Mittlere Windrichtungsverteilung [%] am Aufpunkt A9_km170 – 2022

Nord 2023

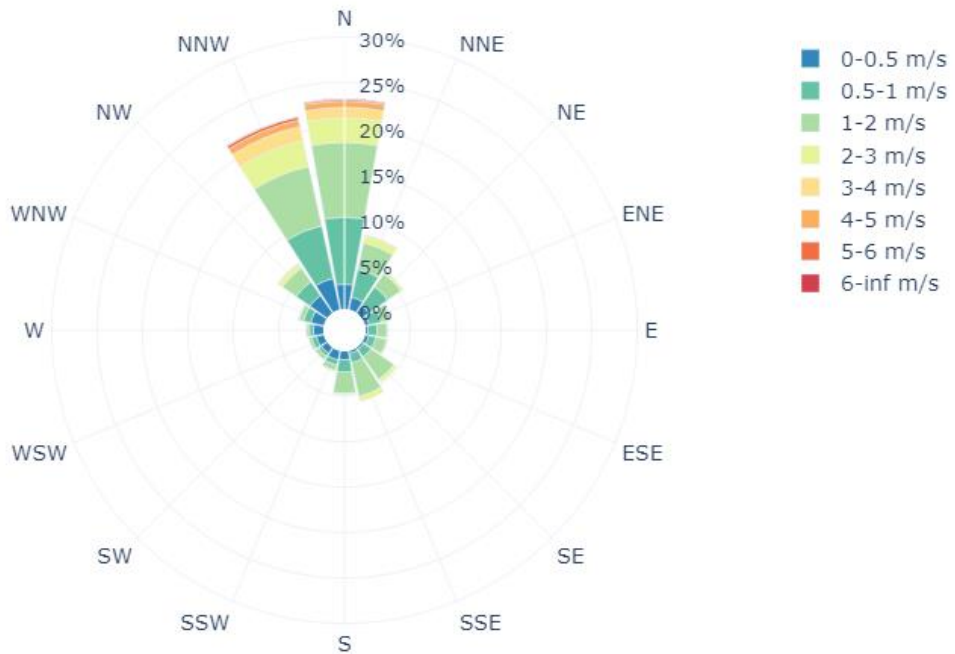


Abbildung 4: Mittlere Windrichtungsverteilung [%] am Aufpunkt A9_km170 – 2023

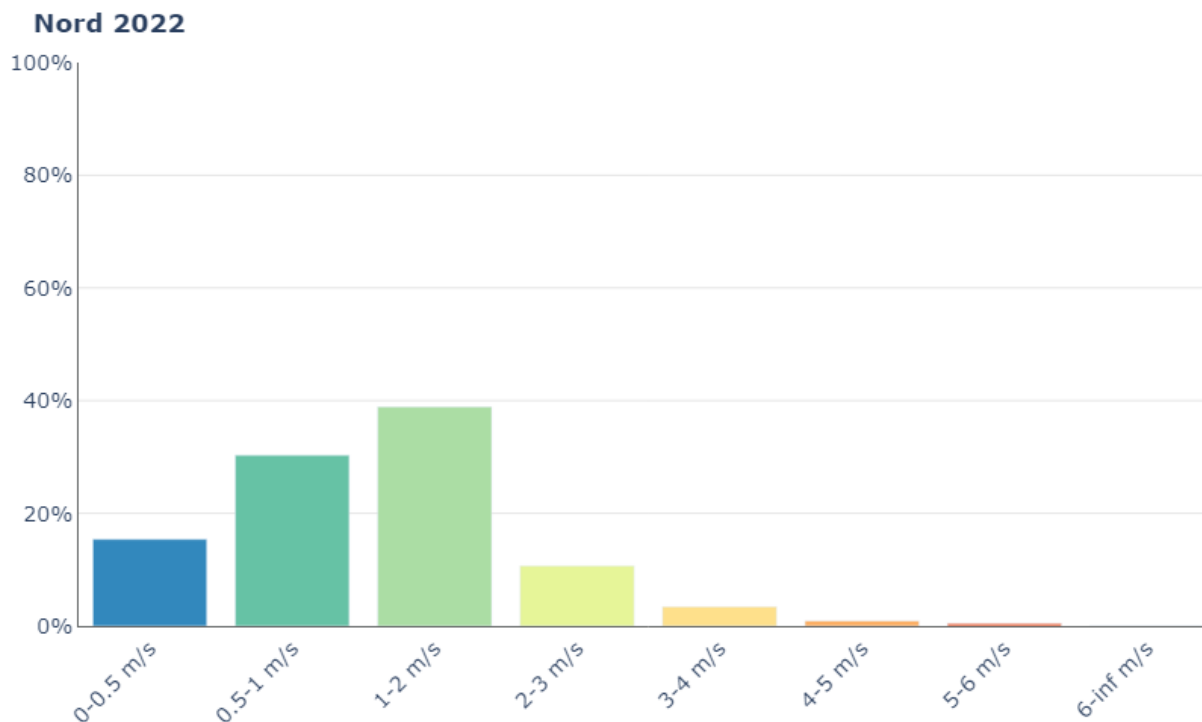


Abbildung 5: Mittlere Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeitsklassen am Aufpunkt A9_km170 – 2022

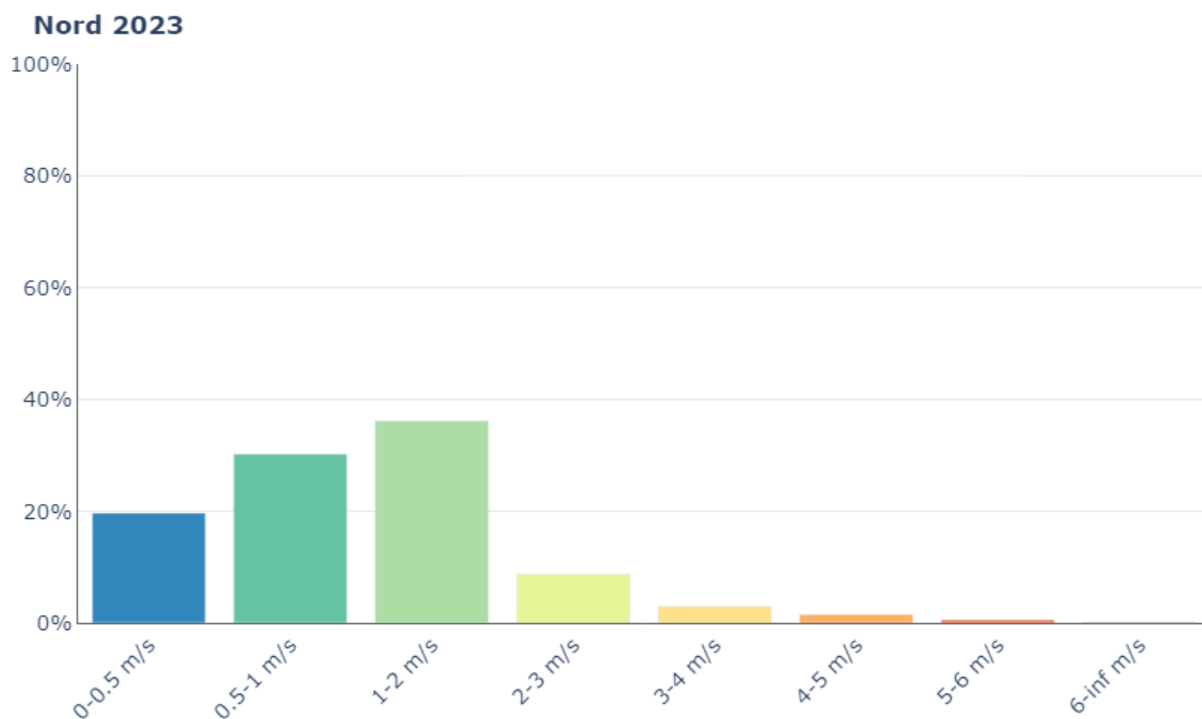


Abbildung 6: Mittlere Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeitsklassen am Aufpunkt A9_km170 – 2023

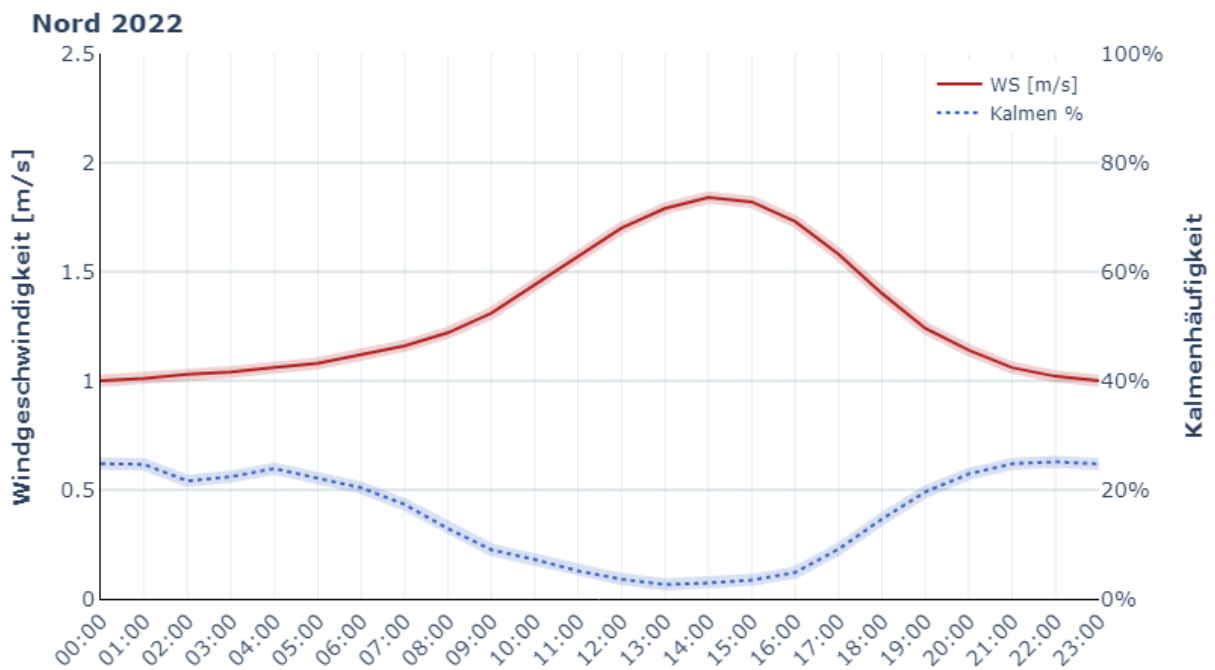


Abbildung 7: Durchschnittlicher Tagesgang der mittleren Windgeschwindigkeit und der Kalmenhäufigkeit am Aufpunkt A9_km170 – 2022

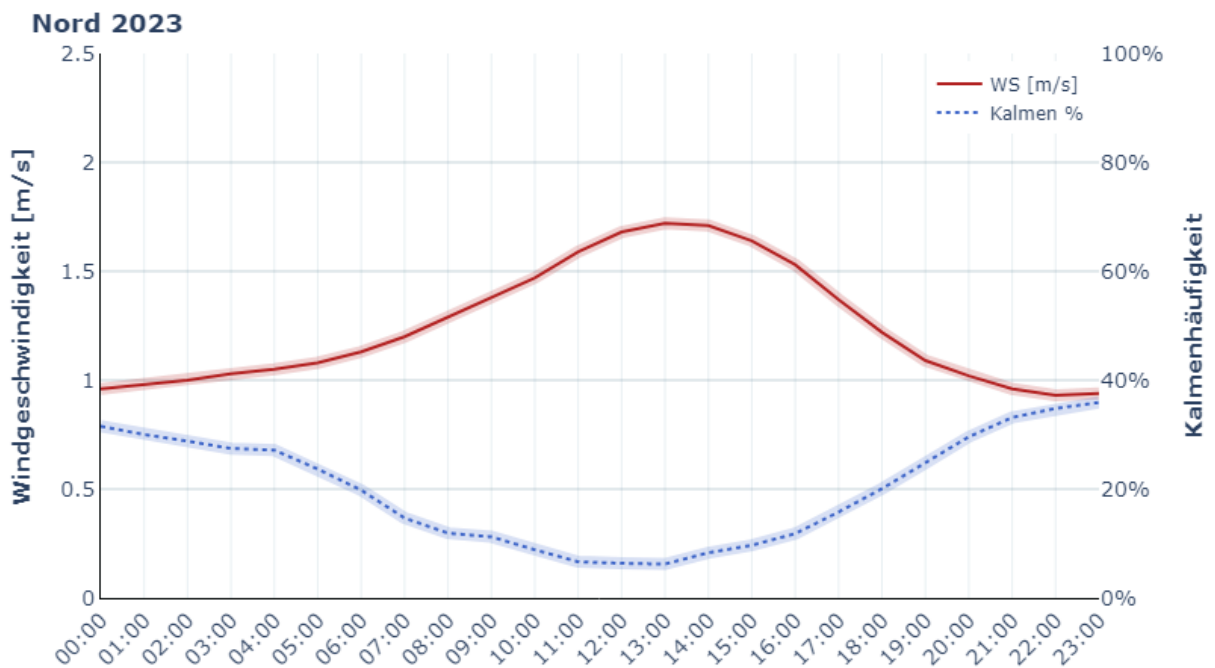


Abbildung 8: Durchschnittlicher Tagesgang der mittleren Windgeschwindigkeit und der Kalmenhäufigkeit am Aufpunkt A9_km170 - 2023

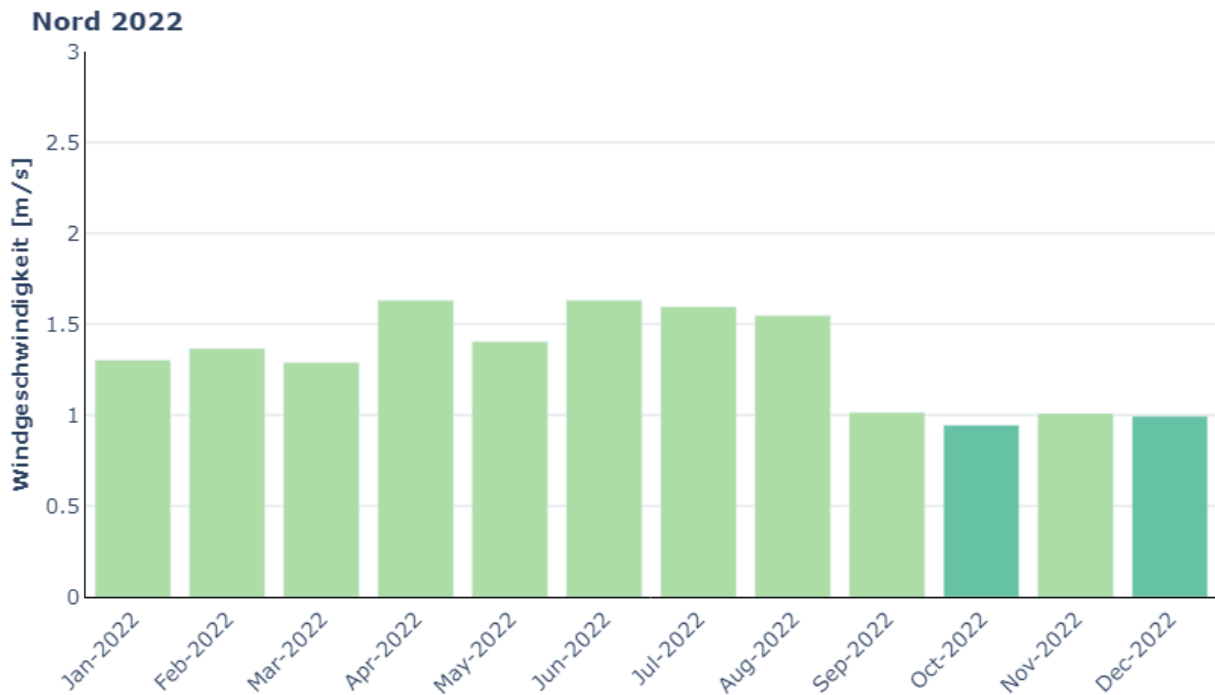


Abbildung 9: Jahrgang der mittleren Windgeschwindigkeit am Aufpunkt A9_km170 – 2022

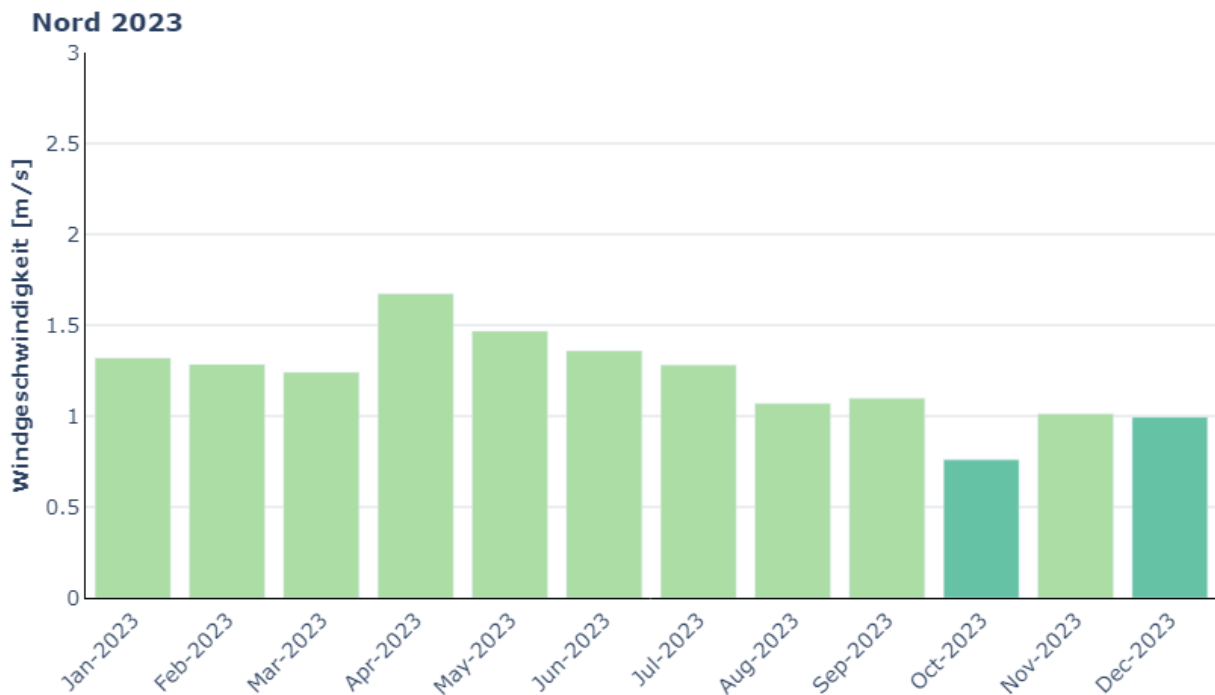


Abbildung 10: Jahrgang der mittleren Windgeschwindigkeit am Aufpunkt A9_km170 – 2023

5.1.2 Aufpunkt Ost – A2 km 180

In Abbildung 11 und Abbildung 12 sind die mittleren Windrichtungsverteilungen am Aufpunkt A2_km180 dargestellt. Der Evaluierungszeitraum 2023 und der Vergleichszeitraum 2022 ergeben eine ähnliche Verteilung der Windrichtungen mit einer Dominanz der Winde aus den nordwestlichen bis nördlichen Sektoren.

Die Häufigkeitsverteilungen der Windgeschwindigkeitsklassen sind in Abbildung 13 und Abbildung 14 dargestellt. Der Kalmenanteil ($< 0,5$ m/s) ist für das Evaluierungsjahr 2023 bei knapp über 0 %. Die Verteilung der Windgeschwindigkeitsklassen ergibt im Jahr 2023 ebenfalls ein fast identisches Bild zum Vergleichszeitraum 2022. Die jahresdurchschnittliche Windgeschwindigkeit beträgt im Jahr 2023 1,34 m/s, 2022 waren es 1,36 m/s.

In Abbildung 15 und Abbildung 16 sind die Tagesgänge der mittleren Windgeschwindigkeiten und der Kalmenhäufigkeiten dargestellt. Auch hier zeigen sich wiederum die fast identischen Windgeschwindigkeiten sowie das Fehlen der Kalmen für den Evaluierungszeitraum 2023.

Der Vergleich der Jahresgänge der mittleren Windgeschwindigkeit (Monatsmittelwerte) wird in Abbildung 17 und Abbildung 18 gezeigt. Im Evaluierungszeitraum 2023 treten die niedrigsten Windgeschwindigkeiten ebenso wie im Vergleichszeitraum 2022 im Monat Dezember auf. Die höchsten Windgeschwindigkeiten wurden für die Jahre 2022 und 2023 im April gemessen.

Zusammenfassend ergeben sich für den Evaluierungszeitraum 2023 sehr ähnliche meteorologische Eingangsdaten wie für den Vergleichszeitraum 2022.

Ost 2022

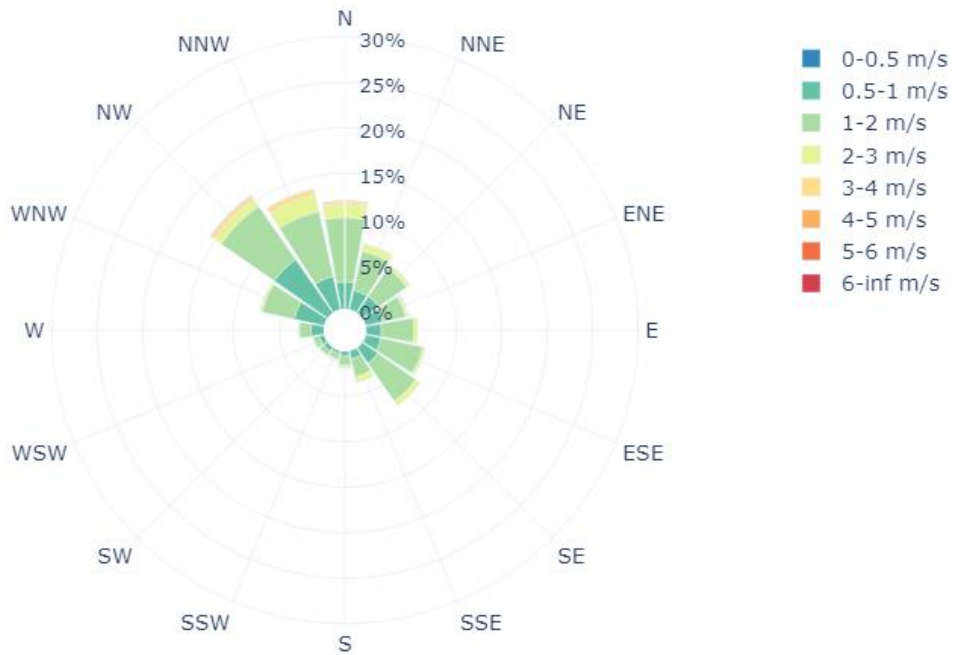


Abbildung 11: Mittlere Windrichtungsverteilung [%] am Aufpunkt A2_km180 – 2022

Ost 2023

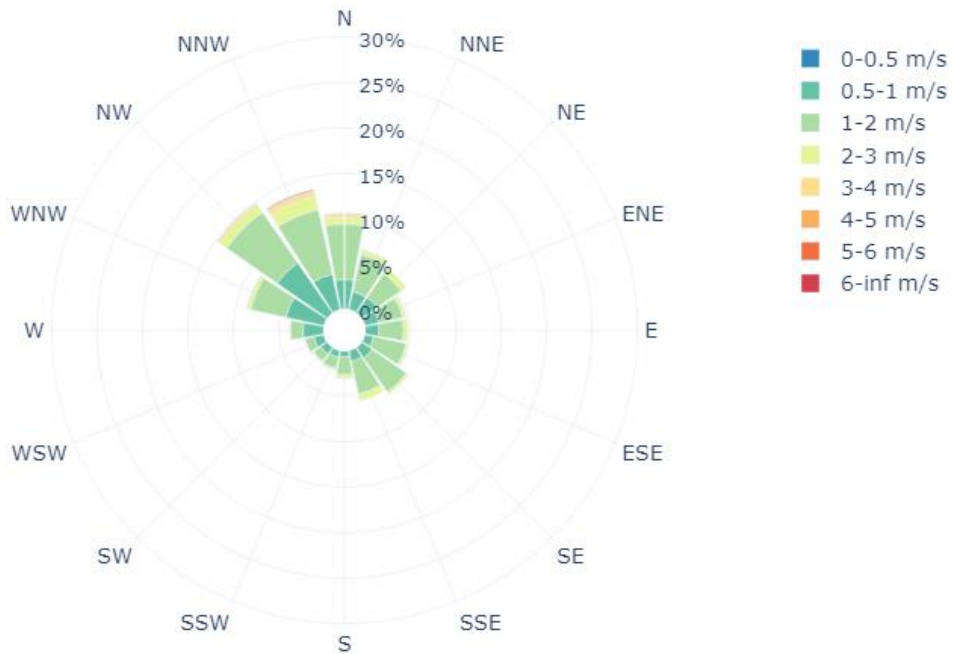


Abbildung 12: Mittlere Windrichtungsverteilung [%] am Aufpunkt A2_km180 – 2023

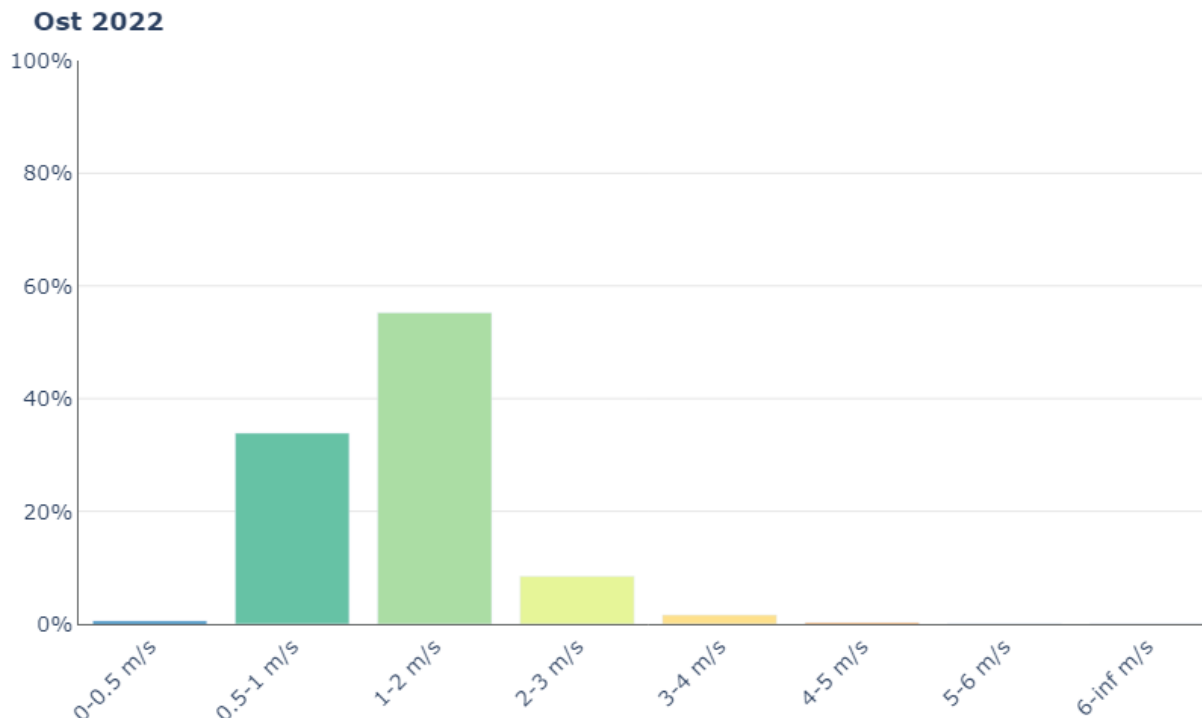


Abbildung 13: Mittlere Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeitsklassen am Aufpunkt A2_km180 – 2022

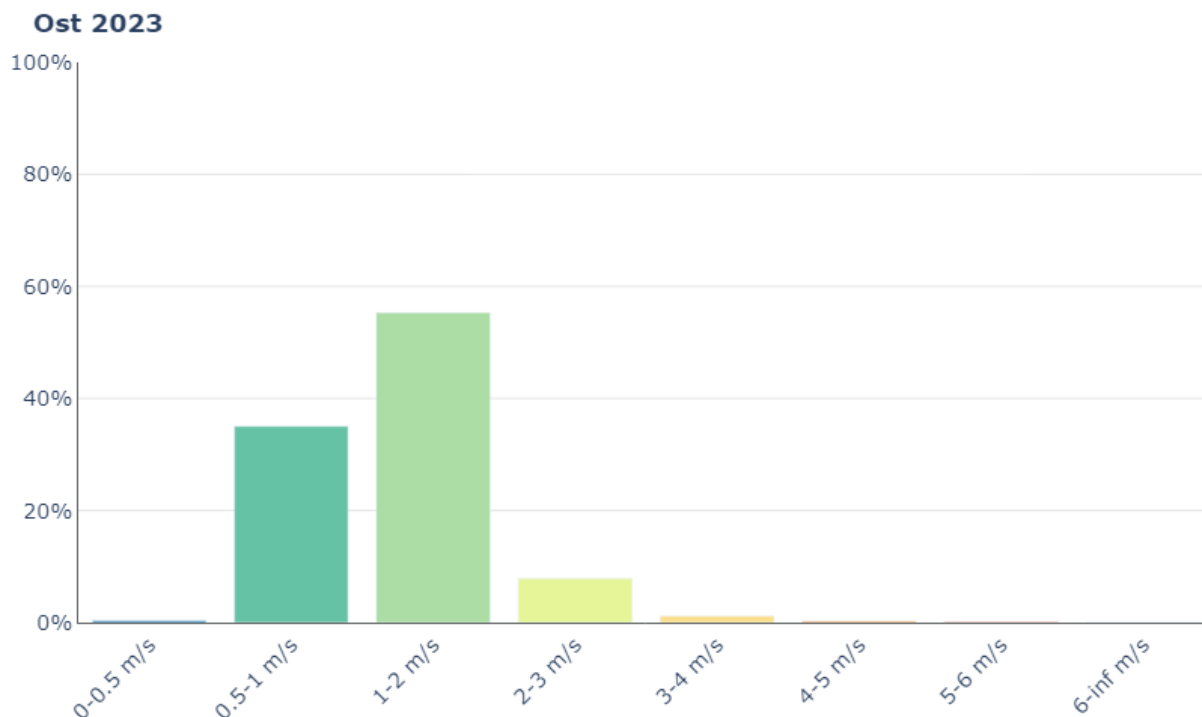


Abbildung 14: Mittlere Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeitsklassen am Aufpunkt A2_km180 – 2023

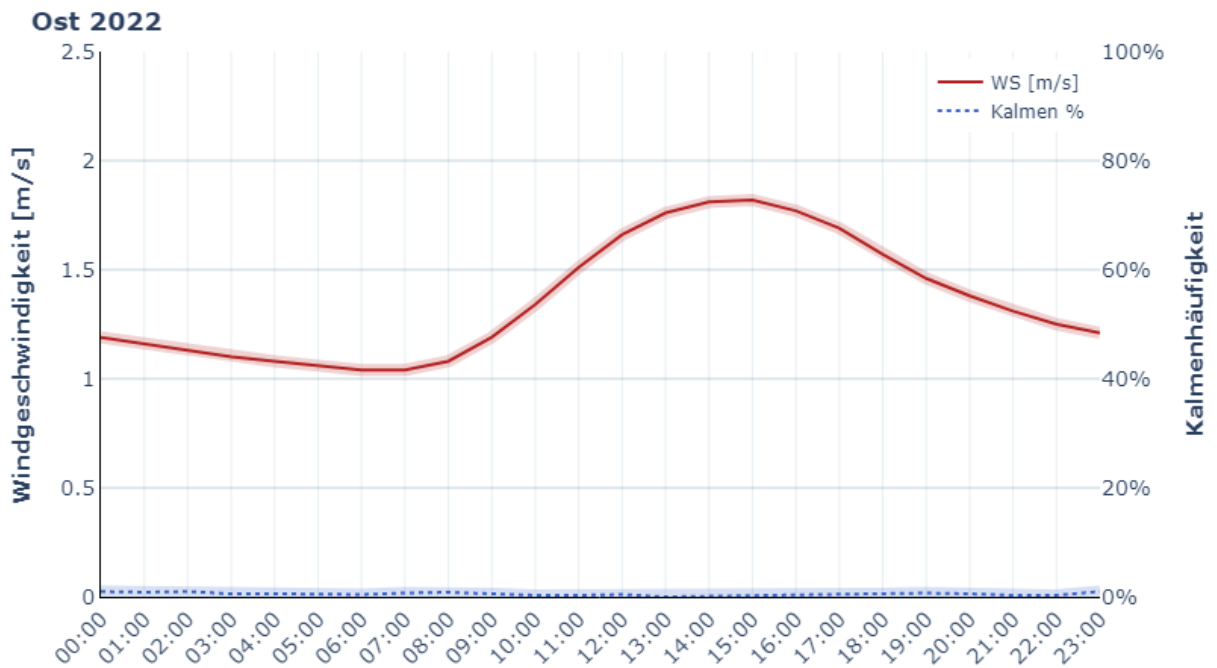


Abbildung 15: Durchschnittlicher Tagesgang der mittleren Windgeschwindigkeit und der Kalmenhäufigkeit am Aufpunkt A2_km180 – 2022

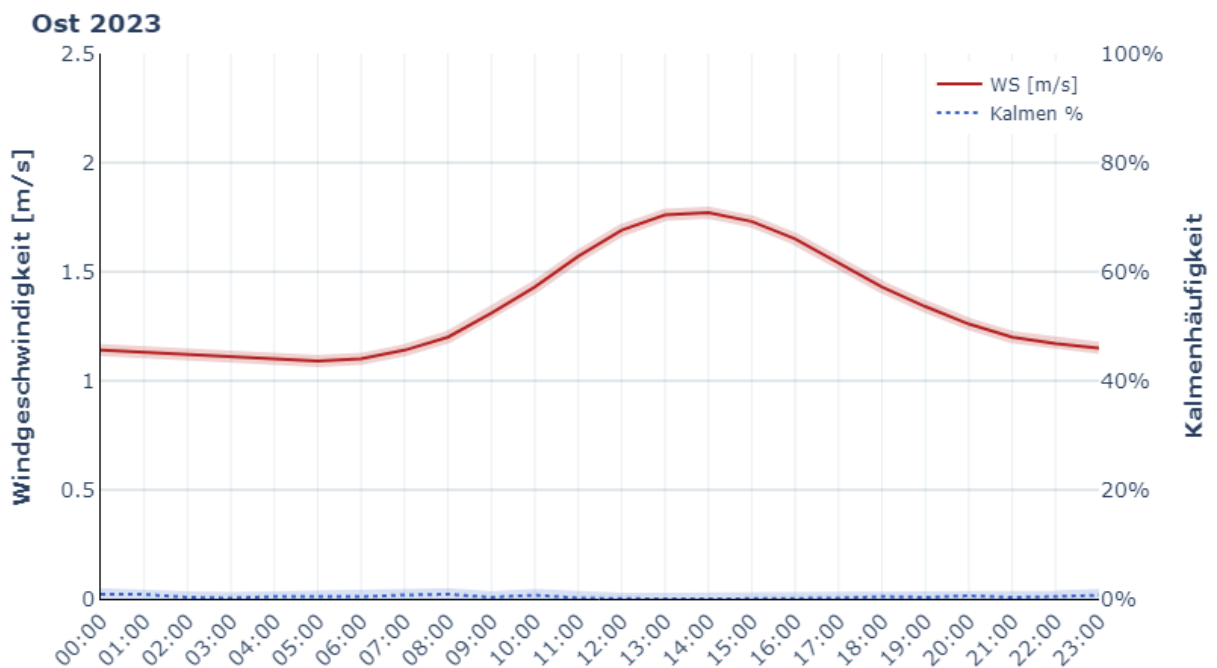


Abbildung 16: Durchschnittlicher Tagesgang der mittleren Windgeschwindigkeit und der Kalmenhäufigkeit am Aufpunkt A2_km180 – 2023

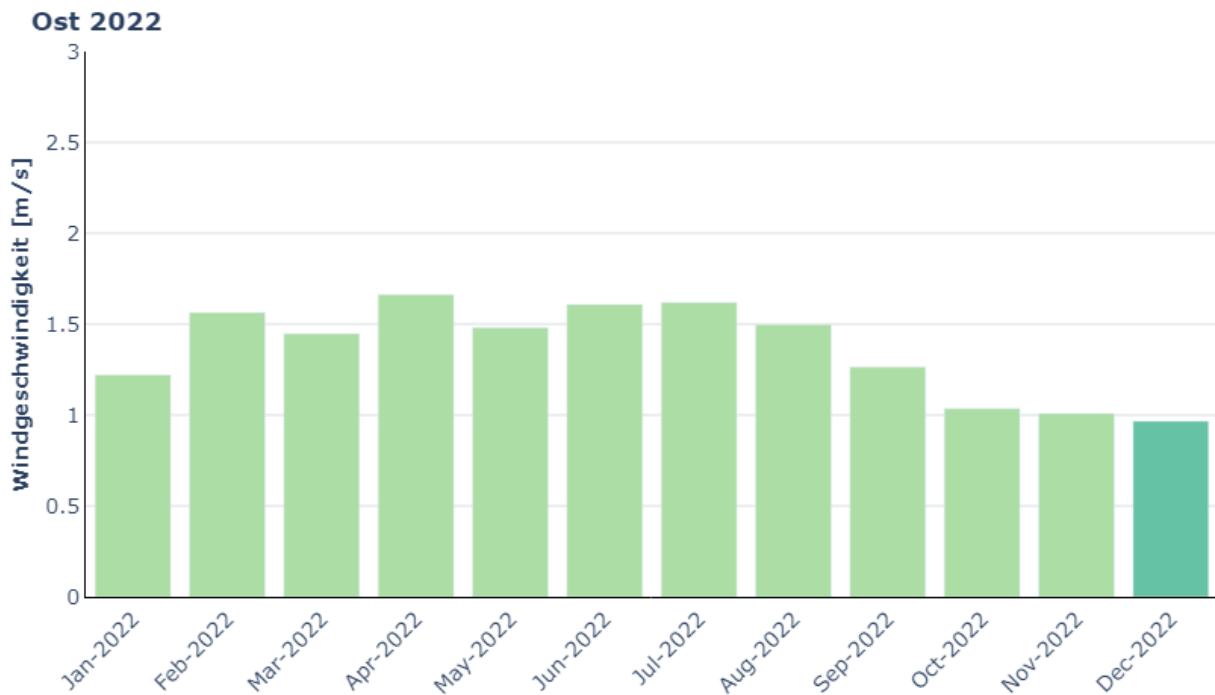


Abbildung 17: Jahrgang der mittleren Windgeschwindigkeit am Aufpunkt A2_km180 – 2022

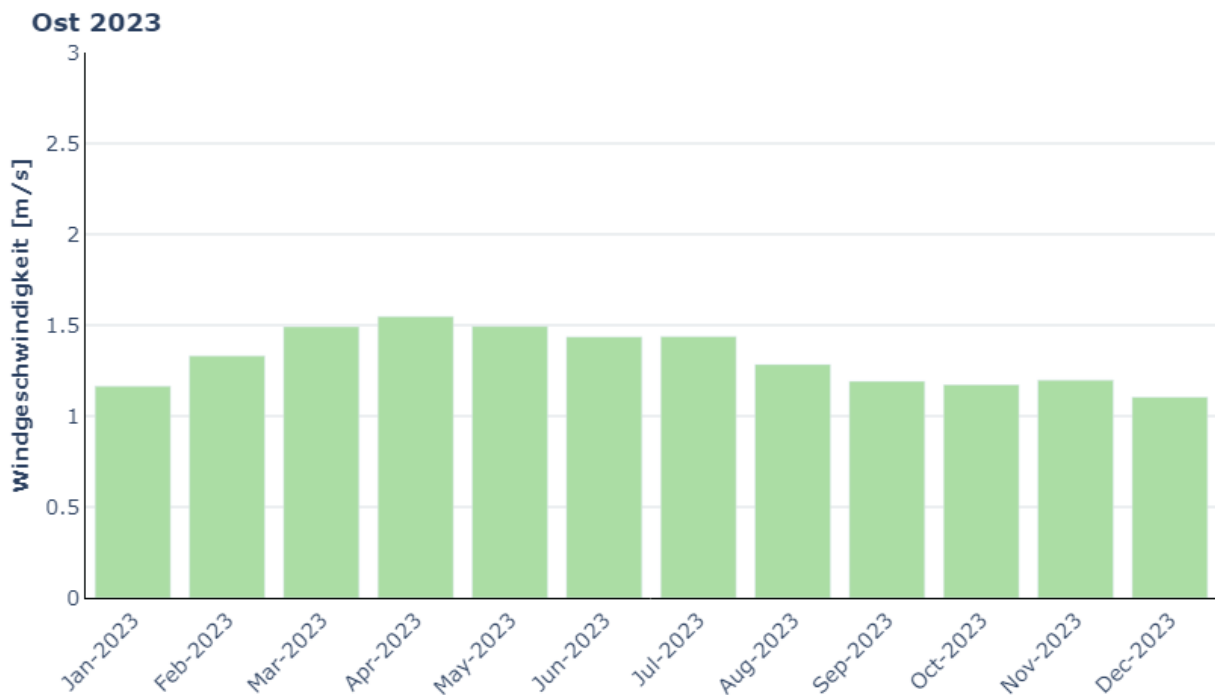


Abbildung 18: Jahrgang der mittleren Windgeschwindigkeit am Aufpunkt A2_km180 – 2023

5.1.3 Aufpunkt Süd – A9 km 210

In Abbildung 19 und Abbildung 20 sind die mittleren Windrichtungsverteilungen am Aufpunkt A9_km210 für die Jahre 2022 und 2023 dargestellt. Die Winde kommen im Zeitraum 2023 und im Vergleichszeitraum 2022 vorwiegend aus nordwestlichen und südöstlichen Sektoren. Für das Jahr 2023 zeigt sich eine leichte Verschiebung von Ost hin zu Südost, die Verteilung bei den nördlichen Richtungen zeigt einen leicht höheren Westanteil im Vergleich zu 2022.

Die Häufigkeitsverteilungen der Windgeschwindigkeitsklassen sind in Abbildung 21 und Abbildung 22 dargestellt. Gegenüber den Daten aus 2022 hat sich der Kalmenanteil mit etwas mehr als 1% leicht erhöht. Es ist eine geringfügige Abnahme der Häufigkeit höherer Windgeschwindigkeiten zwischen 3 m/s und 4 m/s zu beobachten. Die jahresdurchschnittliche Windgeschwindigkeit sinkt geringfügig von 1,46 m/s auf 1,42 m/s.

In Abbildung 23 und Abbildung 24 sind die Tagesgänge der mittleren Windgeschwindigkeiten und der Kalmenhäufigkeiten dargestellt. Auch hier zeigt sich der etwas höhere Kalmenanteil in den Nacht- und frühen Morgenstunden für den Evaluierungszeitraum 2023.

Der Vergleich der Jahresgänge der mittleren Windgeschwindigkeit (Monatsmittelwerte) wird in Abbildung 25 und Abbildung 26 dargestellt. Im Evaluierungszeitraum 2023 wie auch im Vergleichszeitraum 2022 treten die niedrigsten Windgeschwindigkeiten im Monat Dezember auf. Die höchsten Windgeschwindigkeiten wurden für beide Jahre im Monat April angegeben.

Zusammenfassend ergeben sich für den Evaluierungszeitraum 2023 sehr ähnliche meteorologische Eingangsdaten wie für das Vergleichsjahr 2022.

Sued 2022

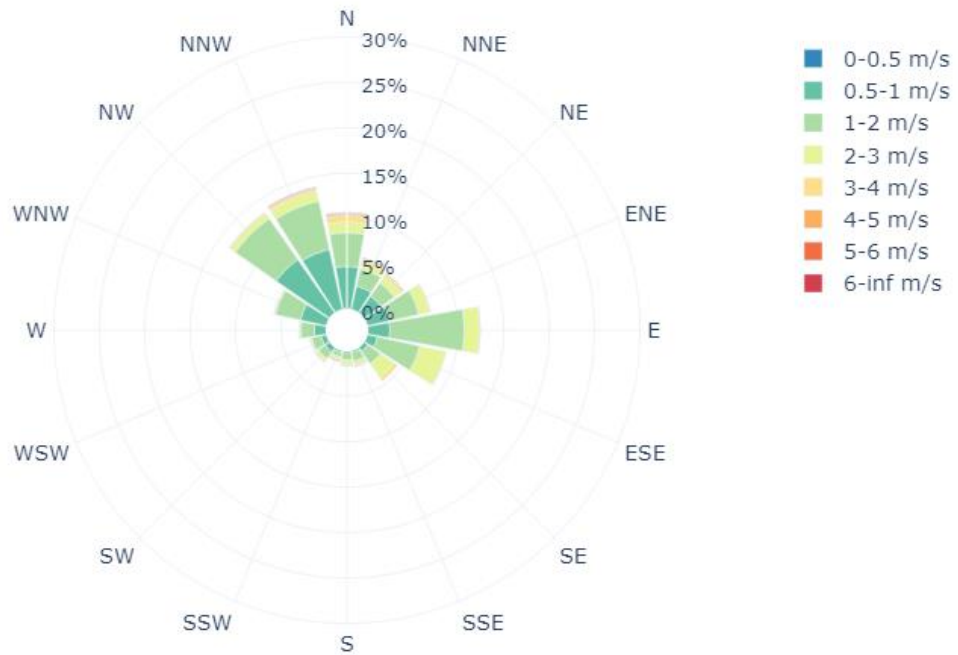


Abbildung 19: Mittlere Windrichtungsverteilung [%] am Aufpunkt A9_km210 – 2022

Sued 2023

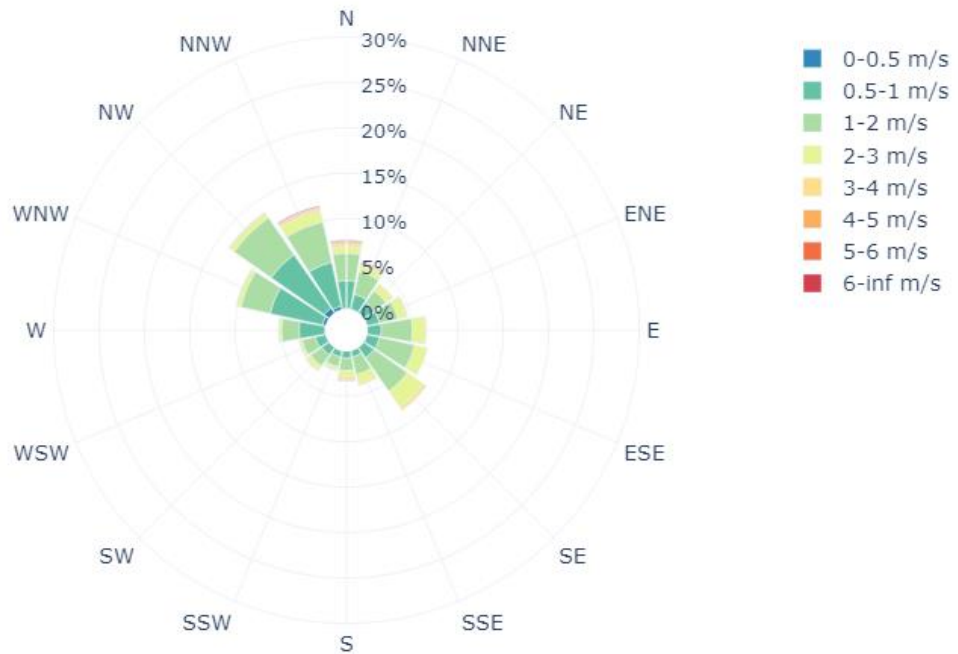


Abbildung 20: Mittlere Windrichtungsverteilung [%] am Aufpunkt A9_km210 - 2023

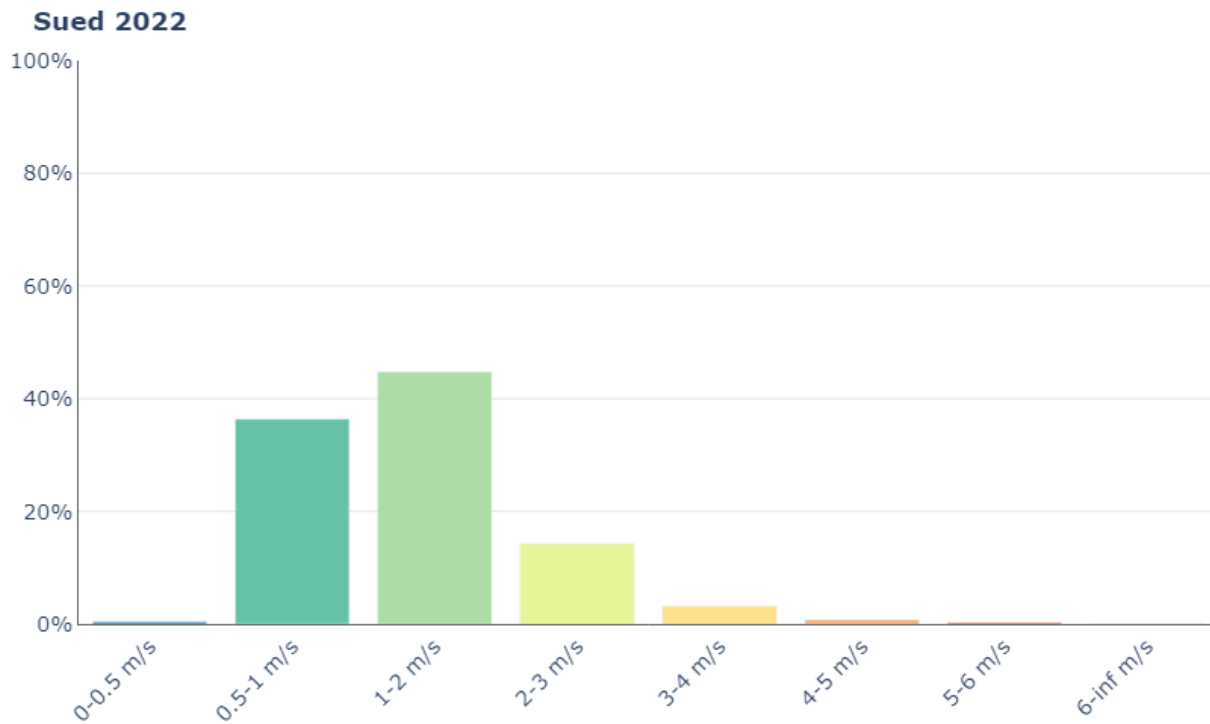


Abbildung 21: Mittlere Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeitsklassen am Aufpunkt A9_km210 – 2022

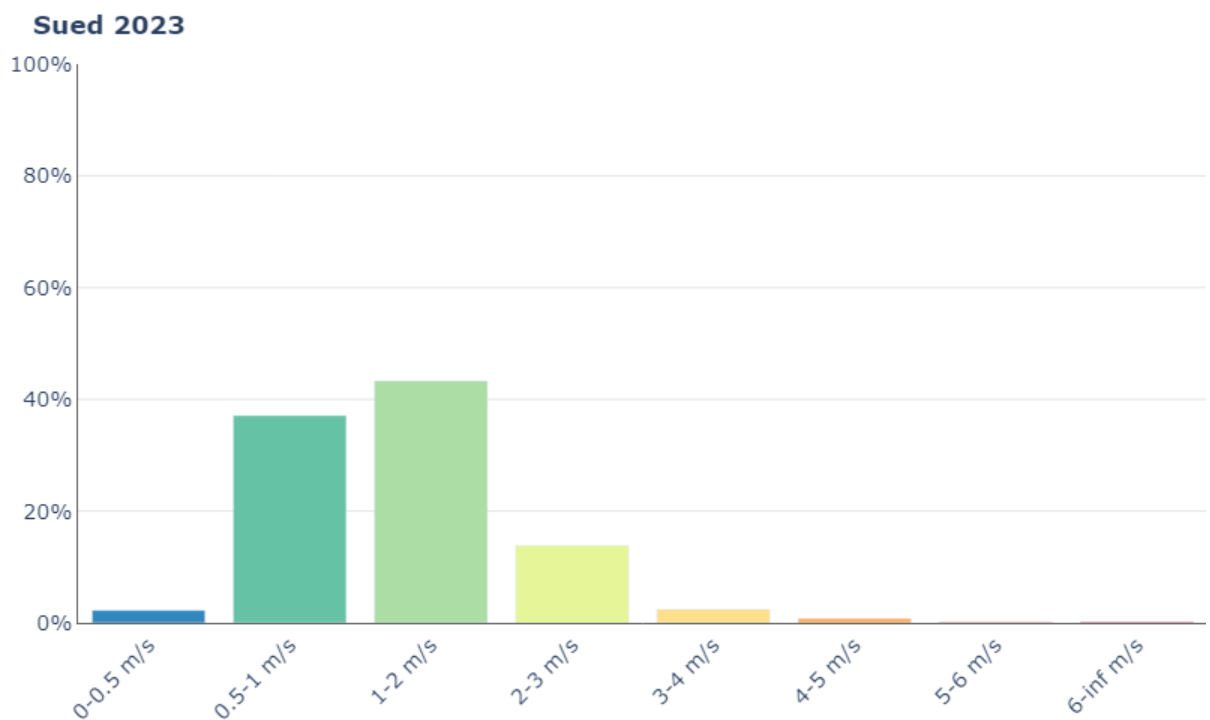


Abbildung 22: Mittlere Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeitsklassen am Aufpunkt A9_km210 – 2023

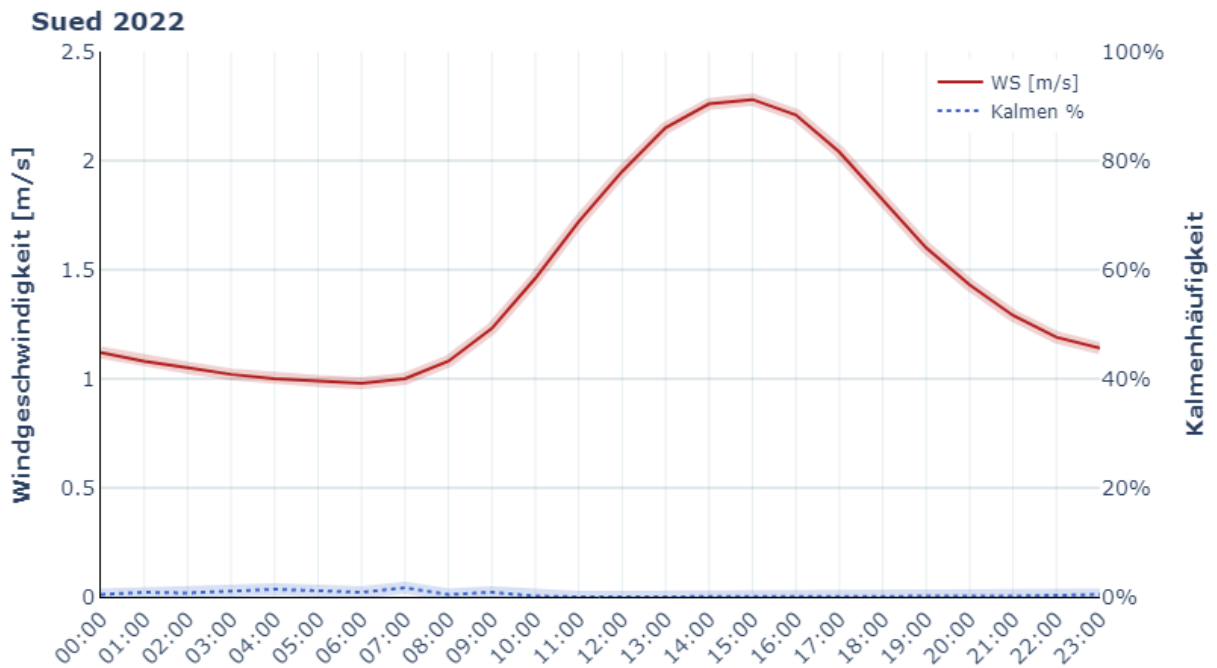


Abbildung 23: Durchschnittlicher Tagesgang der mittleren Windgeschwindigkeit und der Kalmenhäufigkeit am Aufpunkt A9_km210 – 2022

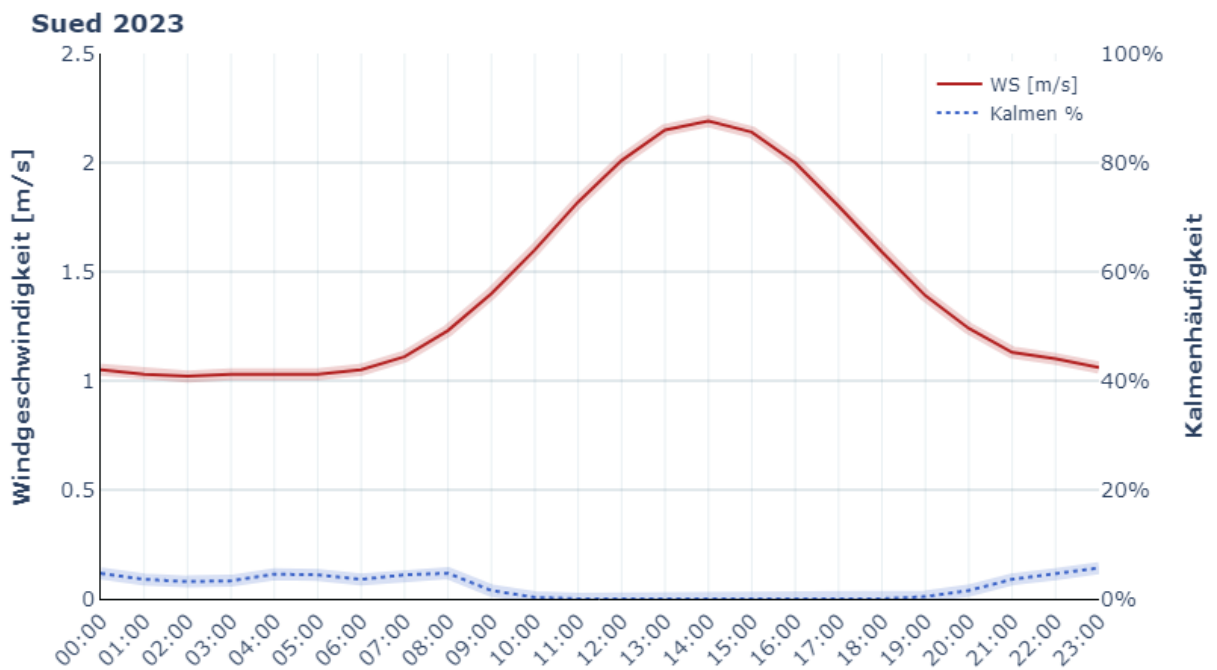


Abbildung 24: Durchschnittlicher Tagesgang der mittleren Windgeschwindigkeit und der Kalmenhäufigkeit am Aufpunkt A9_km210 – 2023

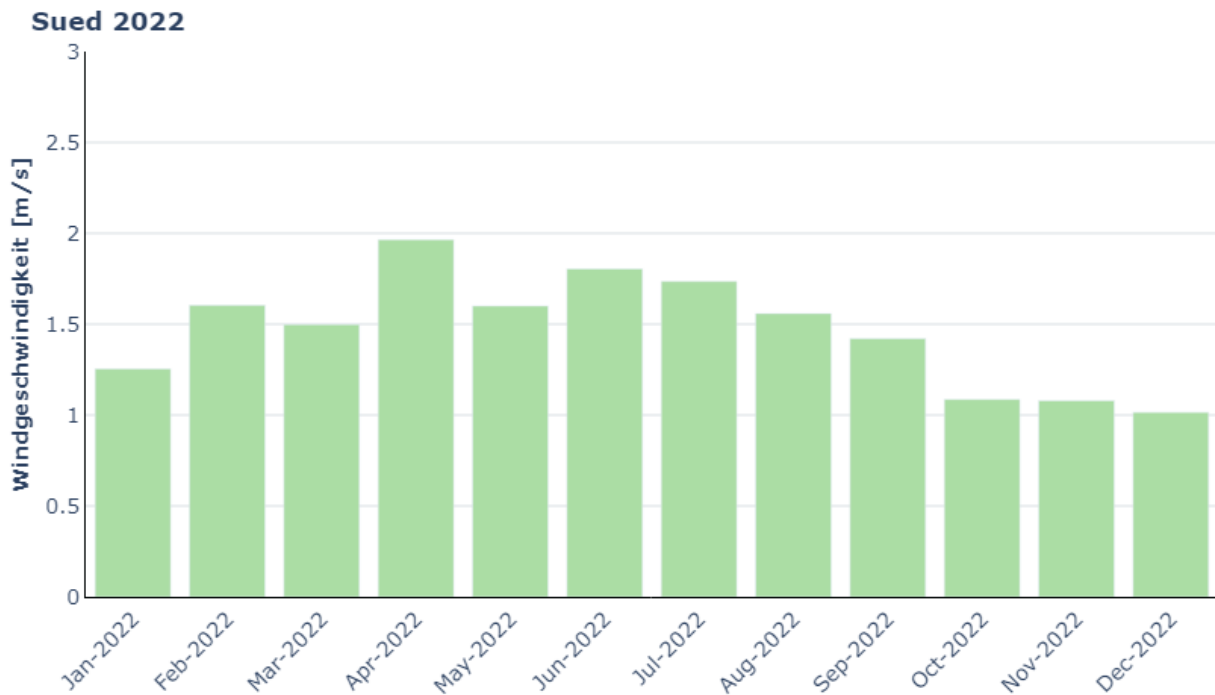


Abbildung 25: Jahrgang der mittleren Windgeschwindigkeit am Aufpunkt A9_km210 – 2022

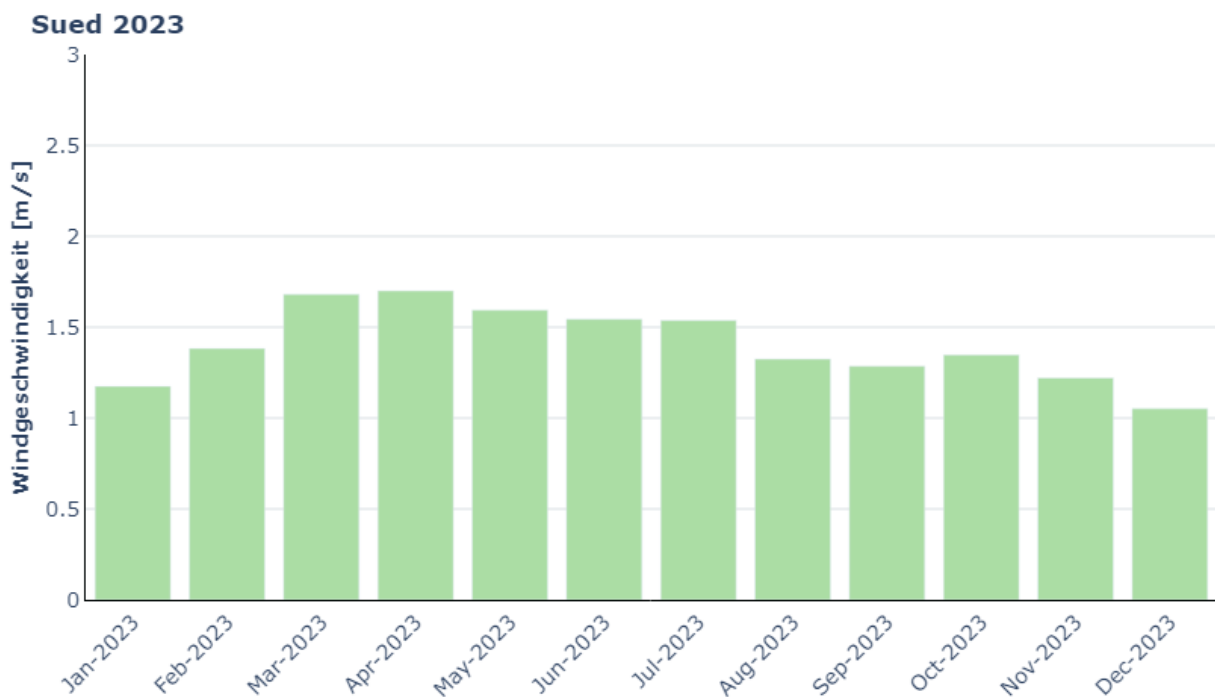


Abbildung 26: Jahrgang der mittleren Windgeschwindigkeit am Aufpunkt A9_km210 – 2023

5.1.4 Aufpunkt West – A2 km 190

In Abbildung 27 und Abbildung 28 sind die mittleren Windrichtungsverteilungen am Aufpunkt A2_km190 dargestellt. Der Evaluierungszeitraum 2023 und der Vergleichszeitraum 2022 ergeben eine sehr ähnliche Verteilung der Windrichtungen mit einer Dominanz der Winde aus den Sektoren NW bis N. Winde aus N treten dabei 2023 häufiger auf, auch die in 2022 erkennbare geringfügige Verlagerung hin zu östlichen Windrichtungen nahm in 2023 wieder ab.

Die Häufigkeitsverteilungen der Windgeschwindigkeitsklassen sind Abbildung 29 und Abbildung 30 dargestellt. Gegenüber den Daten aus 2022 hat sich der Kalmenanteil mit etwas mehr als 1% leicht erhöht. Die jahresdurchschnittliche Windgeschwindigkeit beträgt 1,87 m/s gegenüber 1,97 m/s im Jahr 2022.

In Abbildung 31 und Abbildung 32 sind die Tagesgänge der mittleren Windgeschwindigkeiten und der Kalmenhäufigkeiten dargestellt. Auch hier zeigt sich der etwas höhere Kalmenanteil in den Nacht- und frühen Morgenstunden für den Evaluierungszeitraum 2023.

Der Vergleich der Jahresgänge der mittleren Windgeschwindigkeit (Monatsmittelwerte) wird in Abbildung 33 und Abbildung 34 dargestellt. In den Jahren 2022 und 2023 traten die höchsten Windgeschwindigkeiten im April und die niedrigsten Windgeschwindigkeiten im Oktober bzw. Dezember auf.

Zusammenfassend ergeben sich für 2023 sehr ähnliche meteorologische Eingangsdaten wie für den Vergleichszeitraum 2022.

West 2022

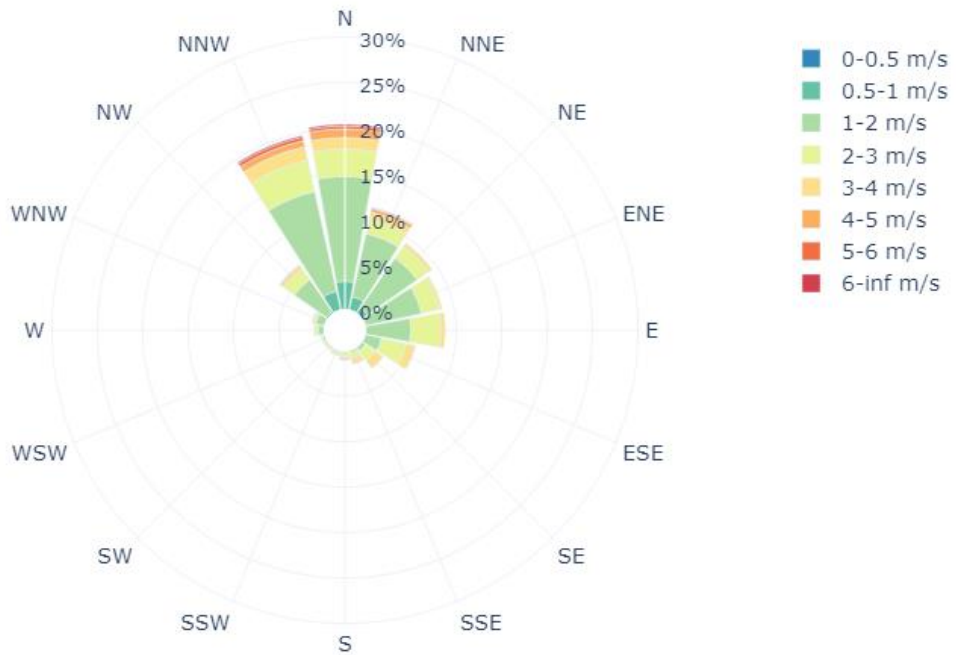


Abbildung 27: Mittlere Windrichtungsverteilung [%] am Aufpunkt A2_km190 – 2022

West 2023

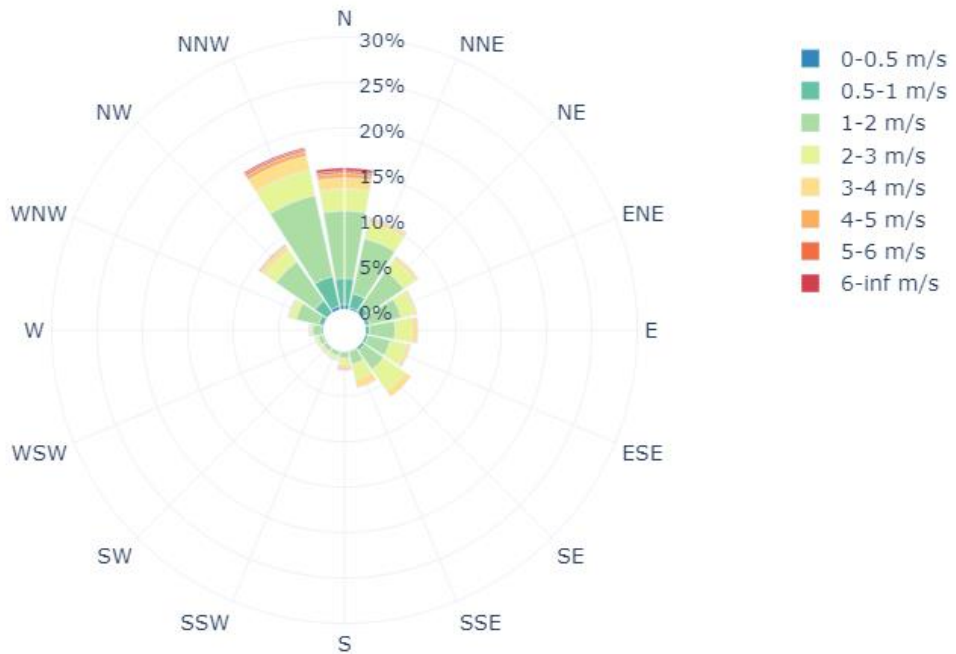


Abbildung 28: Mittlere Windrichtungsverteilung [%] am Aufpunkt A2_km190 - 2023

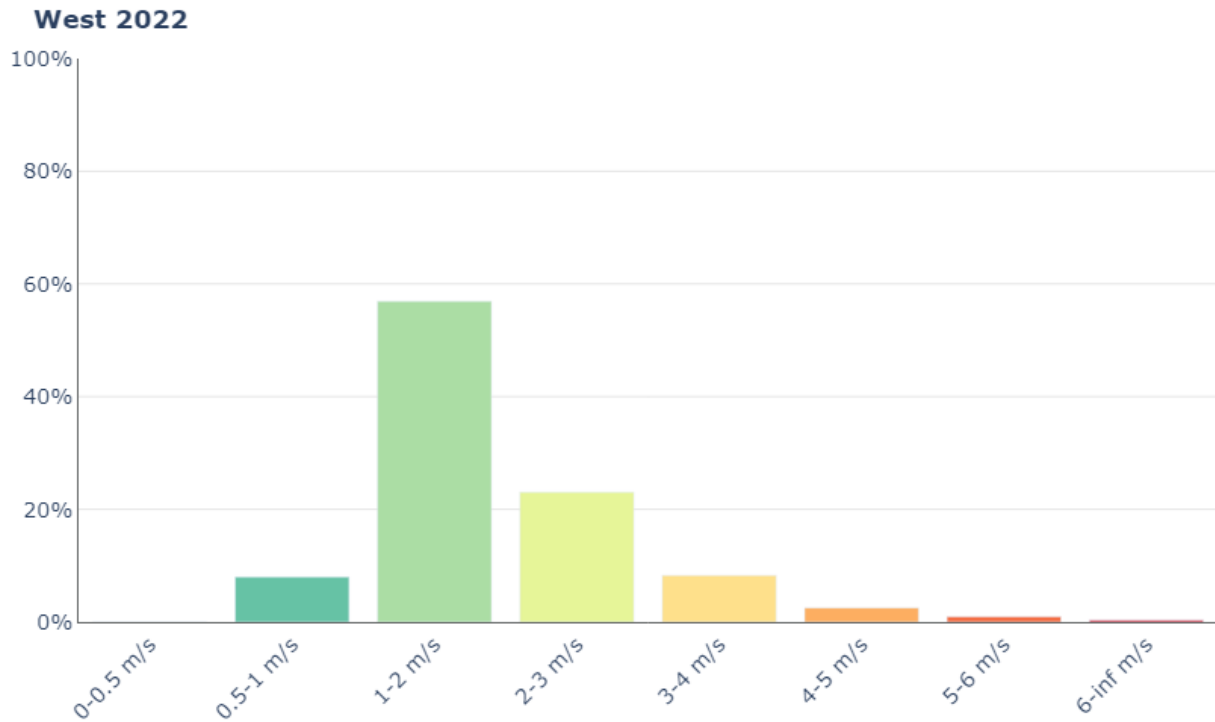


Abbildung 29: Mittlere Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeitsklassen am Aufpunkt A2_km190 – 2022

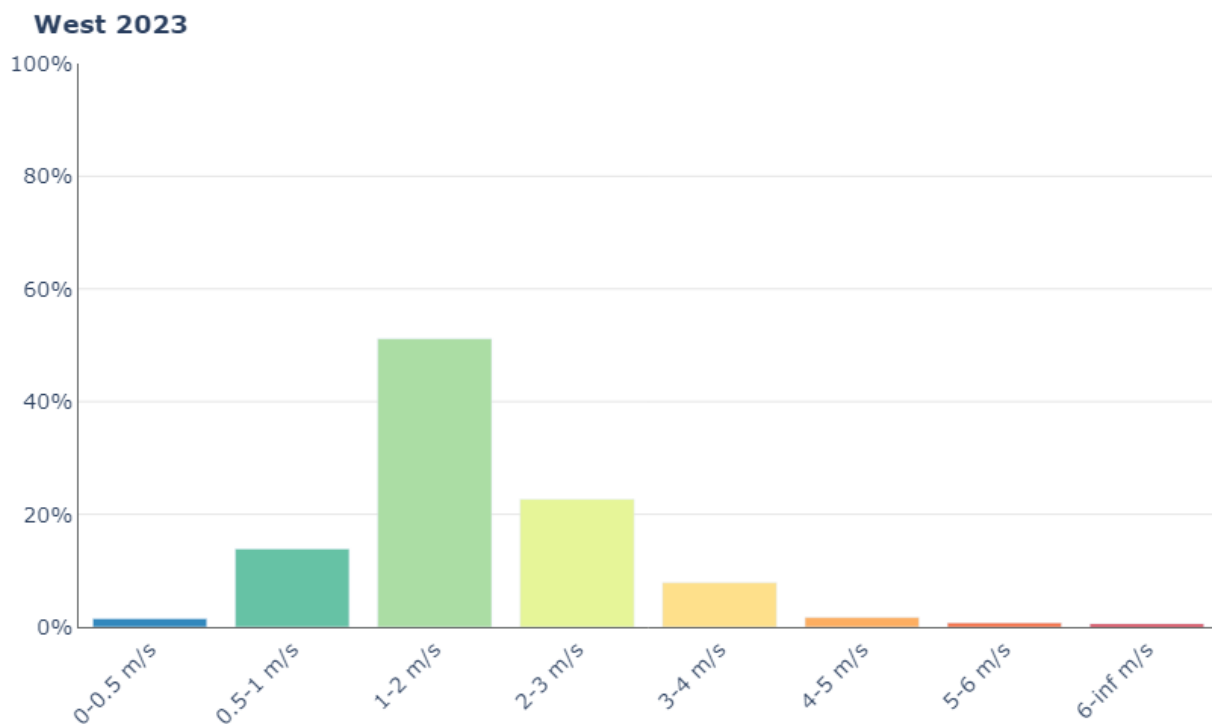


Abbildung 30: Mittlere Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeitsklassen am Aufpunkt A2_km190 – 2023

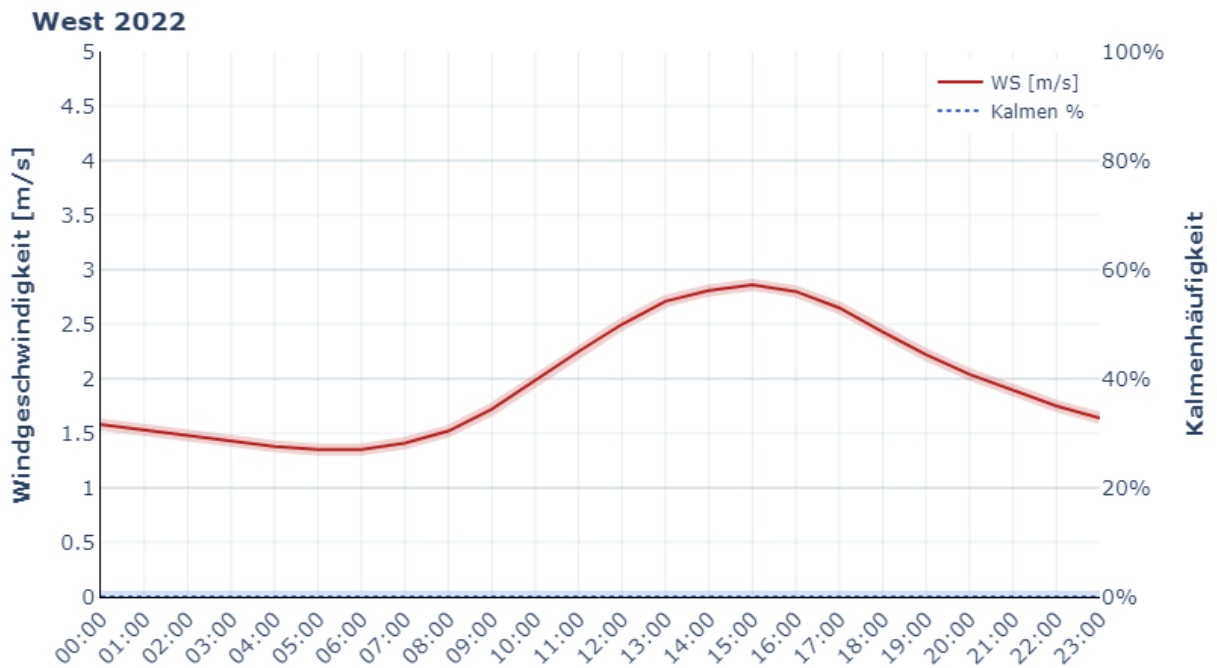


Abbildung 31: Durchschnittlicher Tagesgang der mittleren Windgeschwindigkeit und der Kalmenhäufigkeit am Aufpunkt A2_km190 – 2022

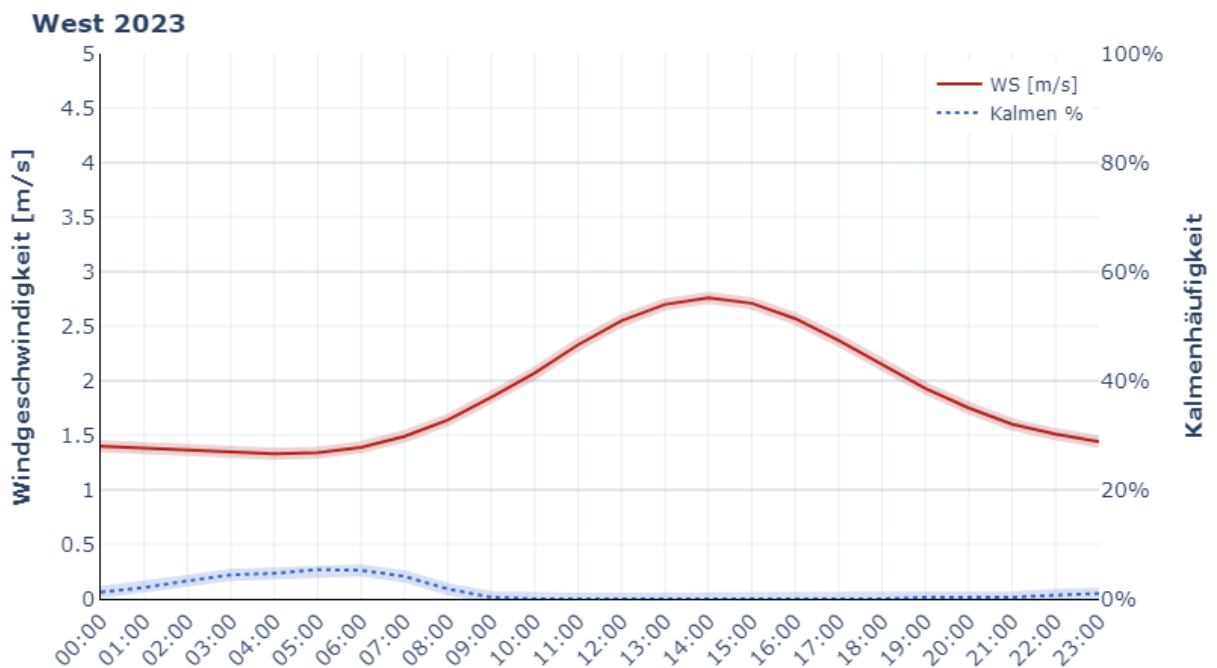


Abbildung 32: Durchschnittlicher Tagesgang der mittleren Windgeschwindigkeit und der Kalmenhäufigkeit am Aufpunkt A2_km190 - 2023

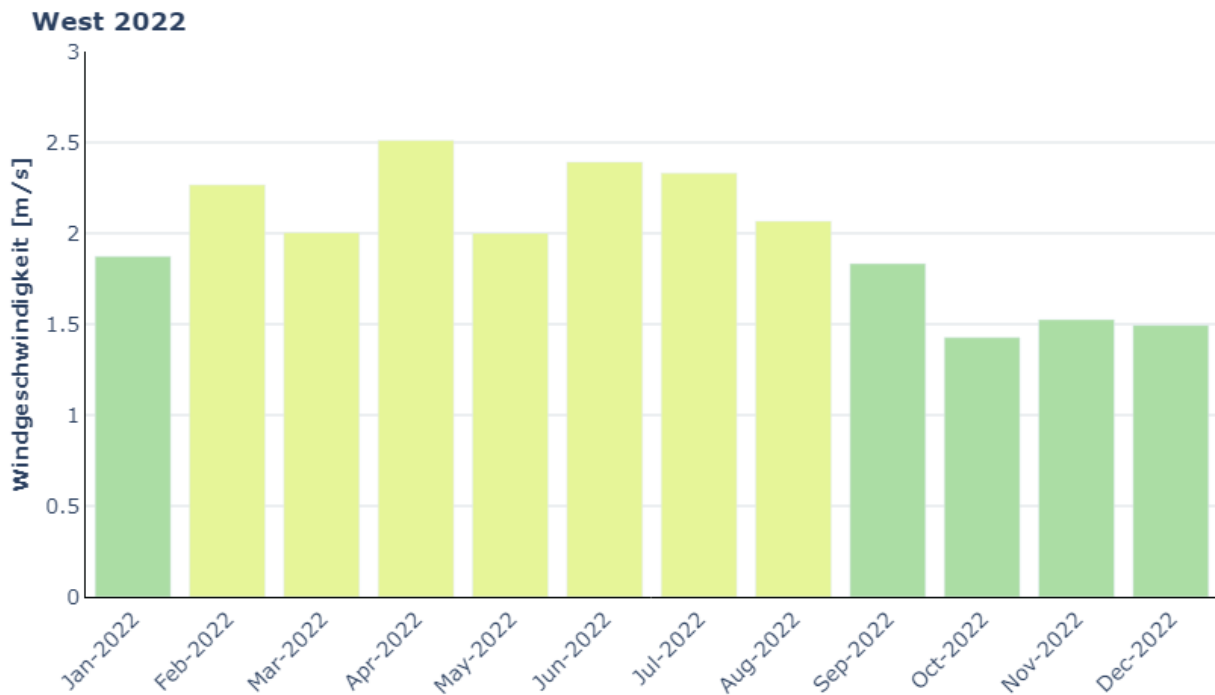


Abbildung 33: Jahrgang der mittleren Windgeschwindigkeit am Aufpunkt A2_km190 – 2022

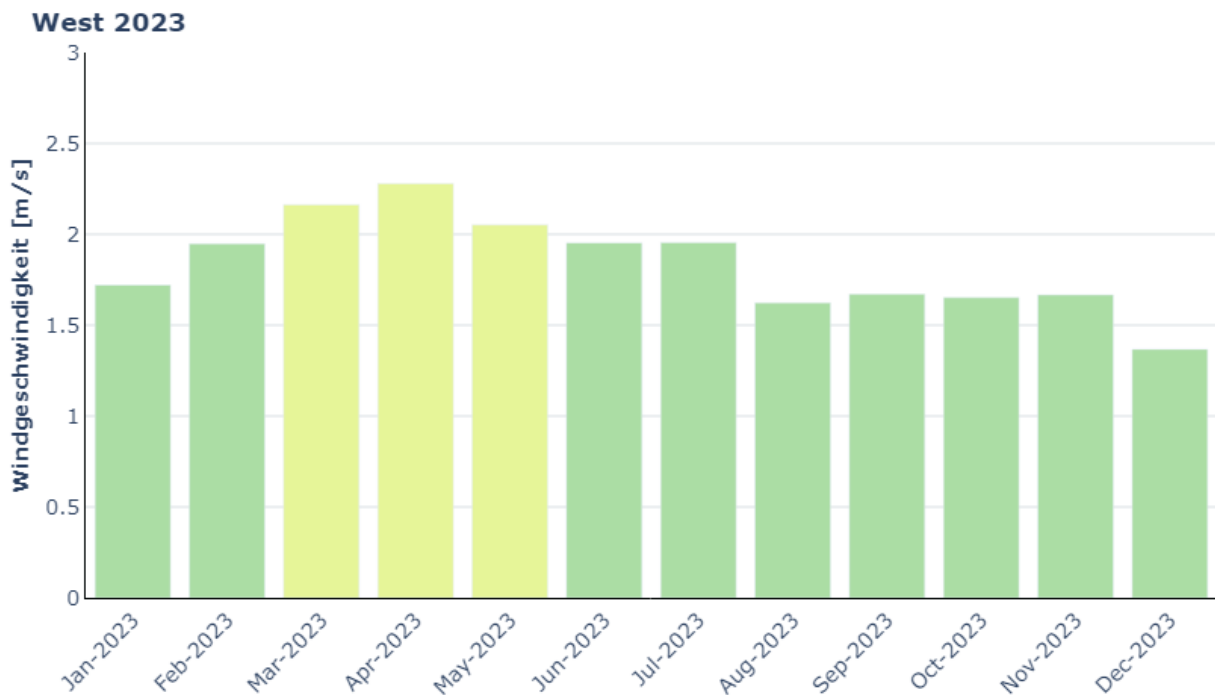


Abbildung 34: Jahrgang der mittleren Windgeschwindigkeit am Aufpunkt A2_km190 - 2023

5.1.5 Ausbreitungsklassen nach ÖNORM M9440

Für die Berechnung der Schadstoffausbreitung wird außerdem eine Information über die thermische Stabilität der Atmosphäre benötigt. Dazu werden von UBIMET Ausbreitungsklassen gemäß folgender Tabelle erstellt.

Tabelle 7: Definition der Ausbreitungsklassen

Ausbreitungsklasse	1	2	3	4	5	6	7
entspricht	A	B	C	D	E	F	G
atmosphärische Schichtung	stark labil	labil	leicht labil	neutral	leicht stabil	mäßig stabil	stark stabil

Da die so ermittelten Ausbreitungsklassen in den vier Teilkorridoren nur sehr geringfügig voneinander abweichen, wird an dieser Stelle nur die Auswertung am Aufpunkt A9_km170 (Teilkorridor Nord) angeführt. Für diesen Aufpunkt werden die Daten des Jahres 2022 mit den Daten des Evaluierungszeitraumes 2023 verglichen.

Die mittleren Jahregänge der Ausbreitungsklassen sind in Abbildung 35 und Abbildung 36 dargestellt. Beide Abbildungen zeigen einen relativ ähnlichen Verlauf mit einer Zunahme von labilen Wetterlagen in den Sommermonaten. Neutrale Wetterlagen treten im Jahr 2023 vorwiegend in den Monaten Jänner bis Mai auf. Stabile Wetterlagen treten häufiger in den Wintermonaten auf.

Auch bei den mittleren Tagesgängen der Ausbreitungsklassen in Abbildung 37 und Abbildung 38 ergibt sich ein ähnlicher Verlauf. Labile Wetterlagen kommen vorwiegend tagsüber vor, während stabile Wetterlagen in der Nacht dominieren.

Nord 2022

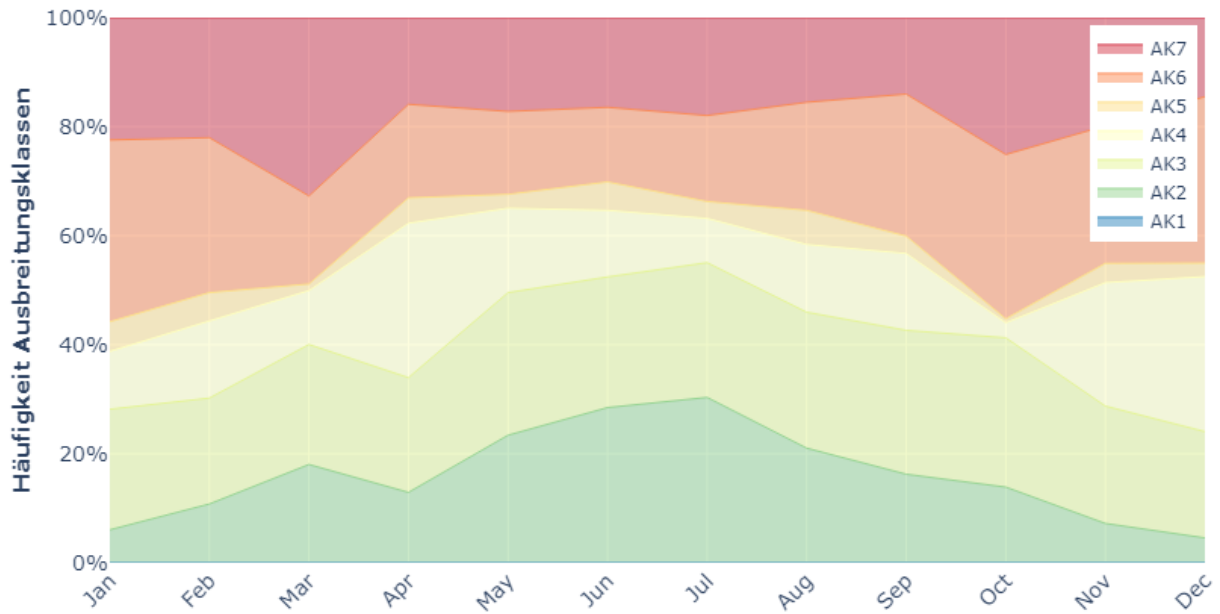


Abbildung 35: Mittlerer Jahresgang der Ausbreitungsklassen für den Aufpunkt A9 km 170 - 2022

Nord 2023

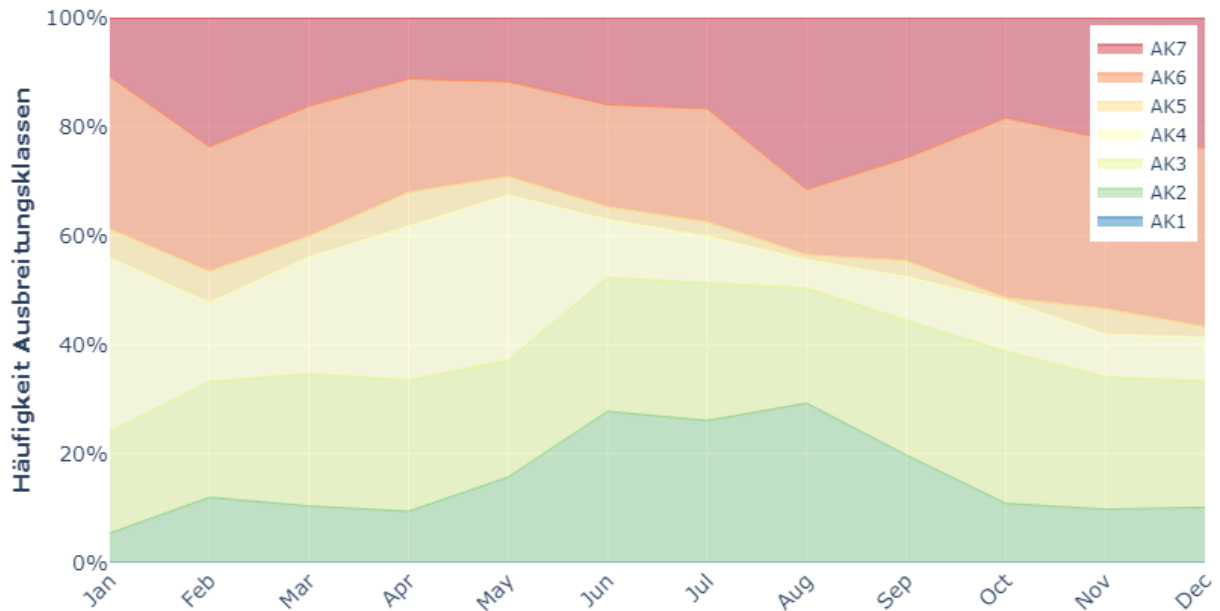


Abbildung 36: Mittlerer Jahresgang der Ausbreitungsklassen für den Aufpunkt A9 km 170 – 2023

Nord 2022

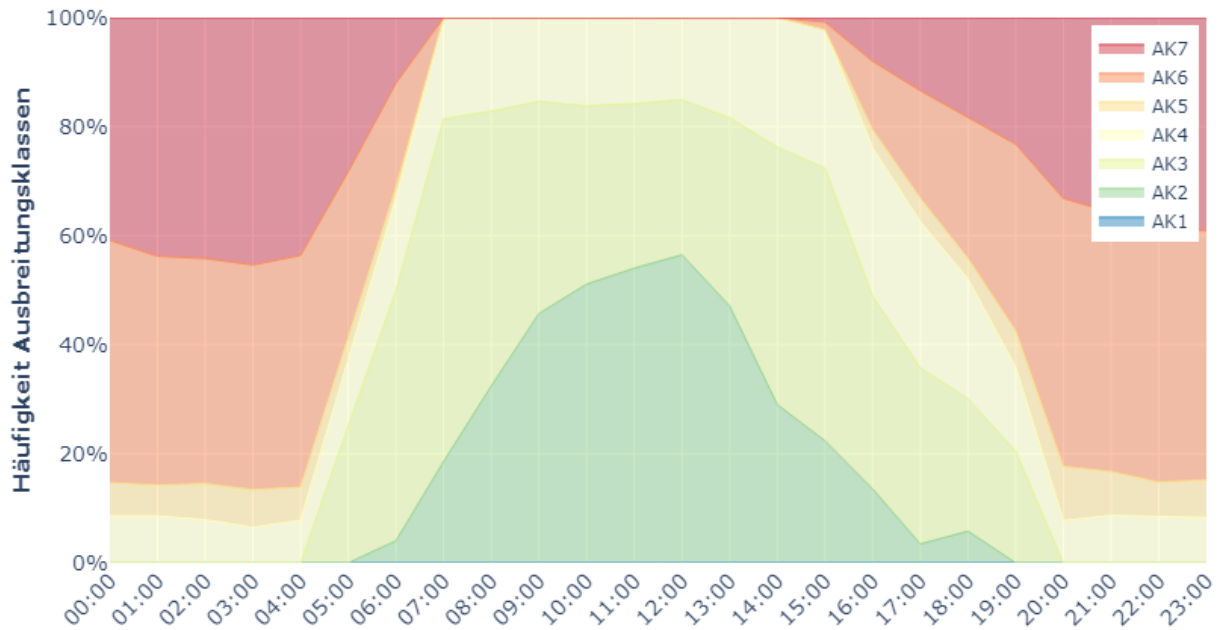


Abbildung 37: Mittlerer Tagesgang der Ausbreitungsklassen für den Aufpunkt A9 km 170 – 2022

Nord 2023

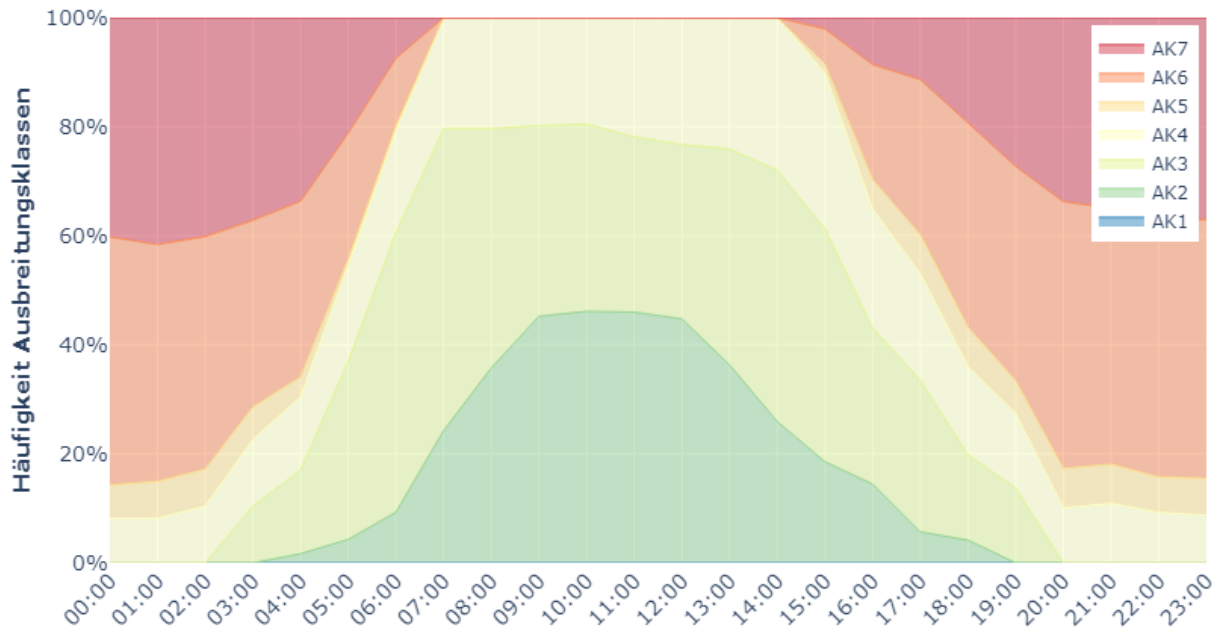


Abbildung 38: Mittlerer Tagesgang der Ausbreitungsklassen für den Aufpunkt A9 km 170 – 2023

5.1.6 Vergleich mit meteorologischen Messdaten

Die meteorologischen Prognosedaten des Evaluierungszeitraums 01/2023 – 12/2023 wurden zusätzlich mit meteorologischen Messdaten von Stationen innerhalb des Untersuchungsgebietes verglichen. Dazu wurden die Winddaten der beiden Landesmessstationen Eurostar und Gratkorn für den Zeitraum 01.01.2023 bis 31.12.2023 ausgewertet. Zur besseren Vergleichbarkeit werden die statistischen Auswertungen dieser beiden Standorte angeführt.

5.1.6.1 Station Eurostar

In Abbildung 39 ist die mittlere Windrichtungsverteilung der Station Eurostar während des Evaluierungszeitraums dargestellt. Gegenüber den Daten von UBIMET für den Aufpunkt Aufpunkt A2_km180 (Korridor Ost) ist der Anteil an Winden aus den östlichen und südlichen Sektoren wesentlich höher und der Anteil an Winden aus nördlichen Richtungen deutlich geringer.

Die Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeitsklassen ist in Abbildung 40 dargestellt. Der Kalmenanteil ($< 0,5$ m/s) bei der Station Eurostar beträgt rund 40 % und im Evaluierungszeitraum wurde eine durchschnittliche Windgeschwindigkeit von 0,94 m/s gemessen. Dem gegenüber wurden von der UBIMET für den gleichen Betriebszeitraum deutlich höhere Windgeschwindigkeiten von 1,34 m/s und ein niedrigerer Kalmenanteil angegeben.

In Abbildung 41 ist der Tagesgang der mittleren Windgeschwindigkeit dargestellt. Auch diese Auswertung zeigt, dass die gemessenen Windgeschwindigkeiten niedriger und der Kalmenanteil in der Nacht bedeutend höher sind als bei den Daten von UBIMET. Ansonsten ergibt sich ein ähnlicher Verlauf mit den höchsten Windgeschwindigkeiten zwischen 13 und 15 Uhr und den niedrigsten Windgeschwindigkeiten in der Nacht.

In Abbildung 42 wird der Jahresgang der mittleren Windgeschwindigkeit (Monatsmittelwerte) ausgewertet. Im Vergleich zu den Modelldaten ist der Jahresgang bei den Messdaten deutlich ausgeprägter. Die höchsten Windgeschwindigkeiten treten bei der Station Eurostar in den Monaten März bis Juli auf, für Korridor Ost im April. Für die Messstation Eurostar treten die niedrigsten Windgeschwindigkeiten im Dezember auf, im Korridor Ost ebenfalls im Monat Dezember.

Eurostar 2023

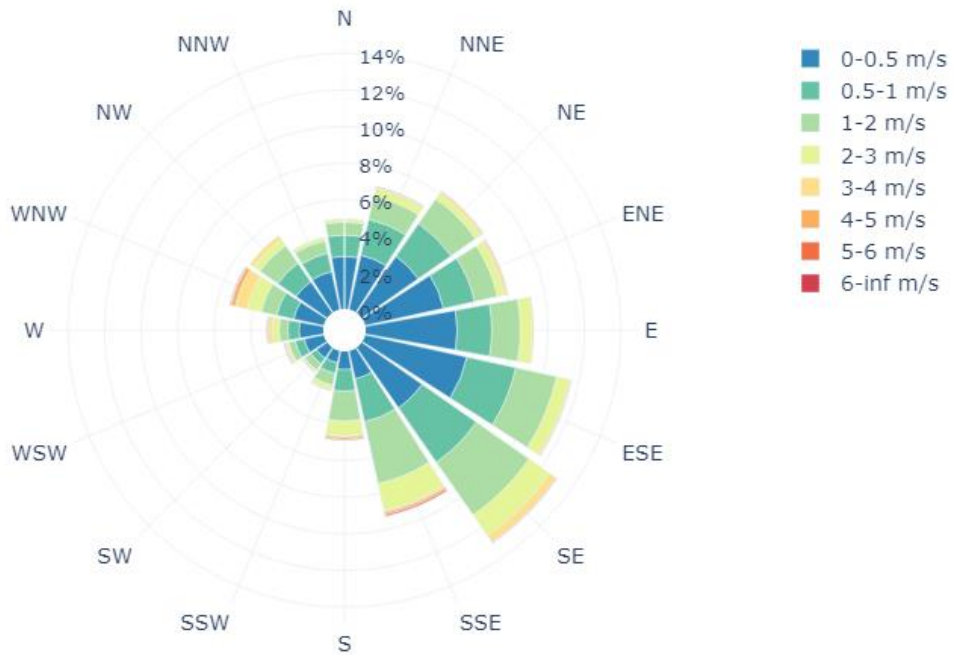


Abbildung 39: Mittlere Windrichtungsverteilung (Windgeschwindigkeiten) [%] der Messstation Eurostar (01.01.2023 – 31.12.2023)

Eurostar 2023

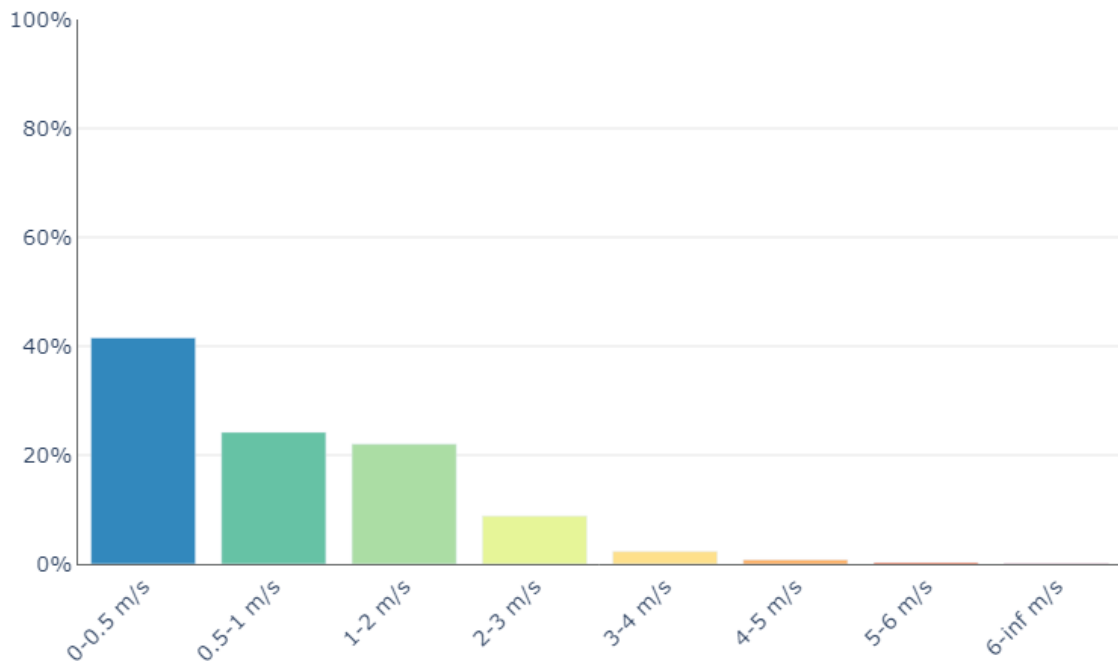


Abbildung 40: Mittlere Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeitsklassen der Messstation Eurostar (01.01.2023 – 31.12.2023)

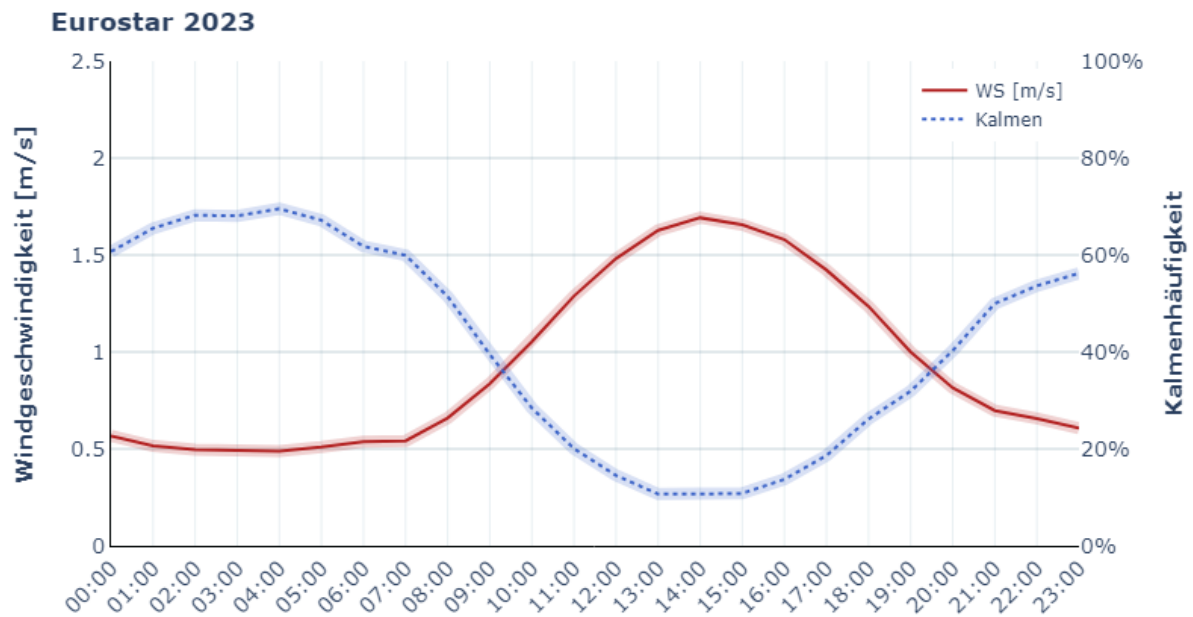


Abbildung 41: Durchschnittlicher Tagesgang der mittleren Windgeschwindigkeit und der Kalmenhäufigkeit der Messstation Eurostar (01.01.2023 – 31.12.2023)

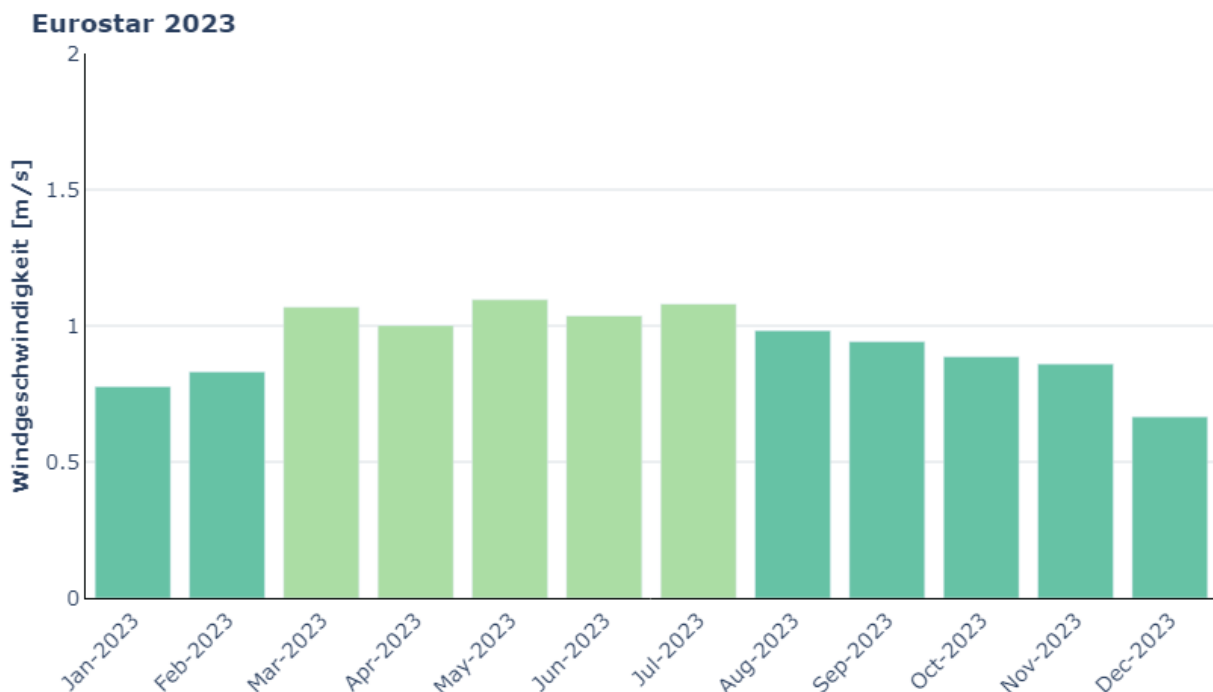


Abbildung 42: Jahrgang der mittleren Windgeschwindigkeit der Messstation Eurostar (01.01.2023 – 31.12.2023)

5.1.6.2 Station Gratwein

In Abbildung 43 ist die mittlere Windrichtungsverteilung der Station Gratwein während des Evaluierungszeitraums dargestellt. Im Gegensatz zu den Daten von UBIMET für den Korridor Nord, bei welchen die Winde vorwiegend aus dem nördlichen Sektor kommen, treten bei der Station Gratwein auch häufig Winde aus den Sektoren Süd bis Südwest, vorwiegend bei sehr niedrigen Windgeschwindigkeiten, auf.

Die Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeitsklassen ist in Abbildung 44 dargestellt. Der Kalmenanteil ($< 0,5$ m/s) beträgt rund 40 % und im Evaluierungszeitraum wurde eine durchschnittliche Windgeschwindigkeit von 1,03 m/s gemessen. Dem gegenüber wurden von UBIMET für den gleichen Betriebszeitraum etwas höhere Windgeschwindigkeiten von 1,31 m/s und ein wesentlich geringerer Kalmenanteil angegeben.

In Abbildung 45 ist der Tagesgang der mittleren Windgeschwindigkeit dargestellt. Auch diese Auswertung zeigt, dass die gemessenen Windgeschwindigkeiten niedriger sind als bei den Daten von UBIMET. Zusätzlich ist der Unterschied zwischen Tag und Nacht deutlich ausgeprägter als bei den Daten von UBIMET. Die maximalen Windgeschwindigkeiten treten bei der Messstation Gratwein und bei den Daten von UBIMET zwischen 14:00 und 15:00 Uhr auf.

In Abbildung 46 wird der Jahresgang der mittleren Windgeschwindigkeit (Monatsmittelwerte) ausgewertet. Im Vergleich zu den Modelldaten ist der Jahresgang bei den Messdaten deutlich ausgeprägter. Für die Station Gratwein wurden die höchsten Windgeschwindigkeiten im Februar verzeichnet, für den Korridor Nord in den Monaten April und Juni. Die niedrigsten Windgeschwindigkeiten treten an der Messstation Gratwein von Oktober bis Dezember auf. Diese fallen bei den Daten UBIMET auf den Monat Oktober.

Gratwein 2023

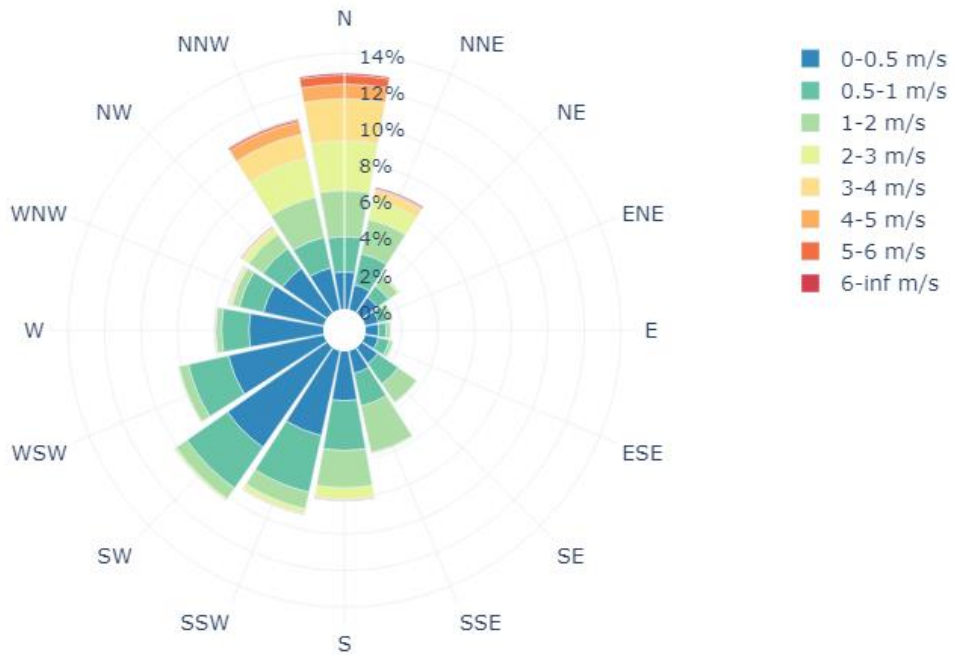


Abbildung 43: Mittlere Windrichtungsverteilung (Windgeschwindigkeiten) [%] der Messstation Gratwein (01.01.2023 – 31.12.2023)

Gratwein 2023

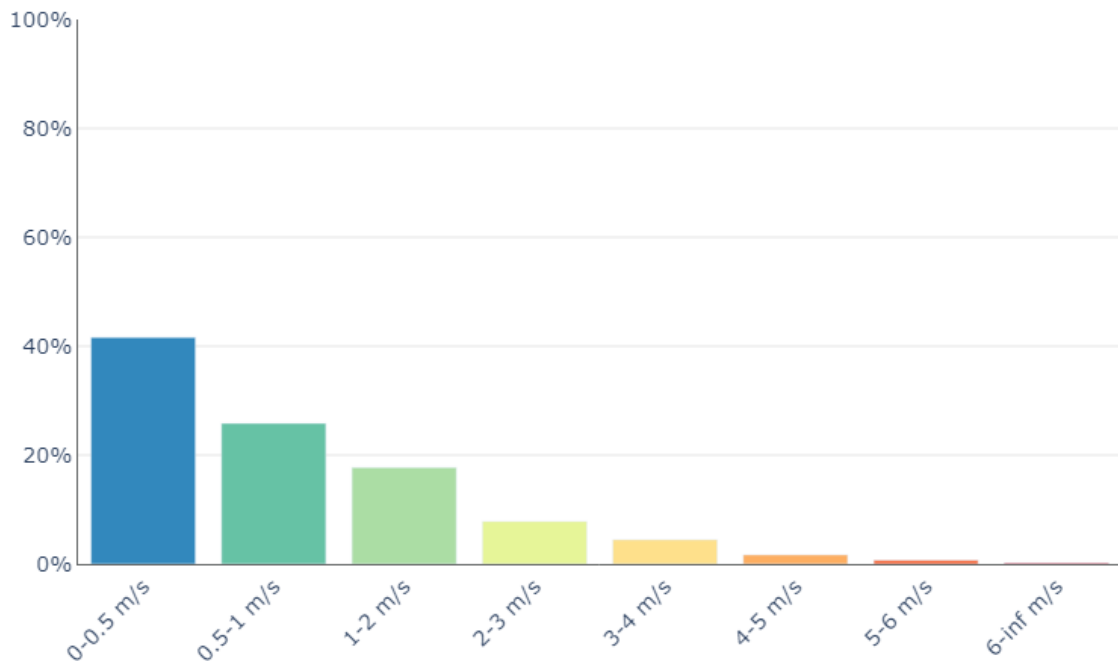


Abbildung 44: Mittlere Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeitsklassen der Messstation Gratwein (01.01.2023 – 31.12.2023)

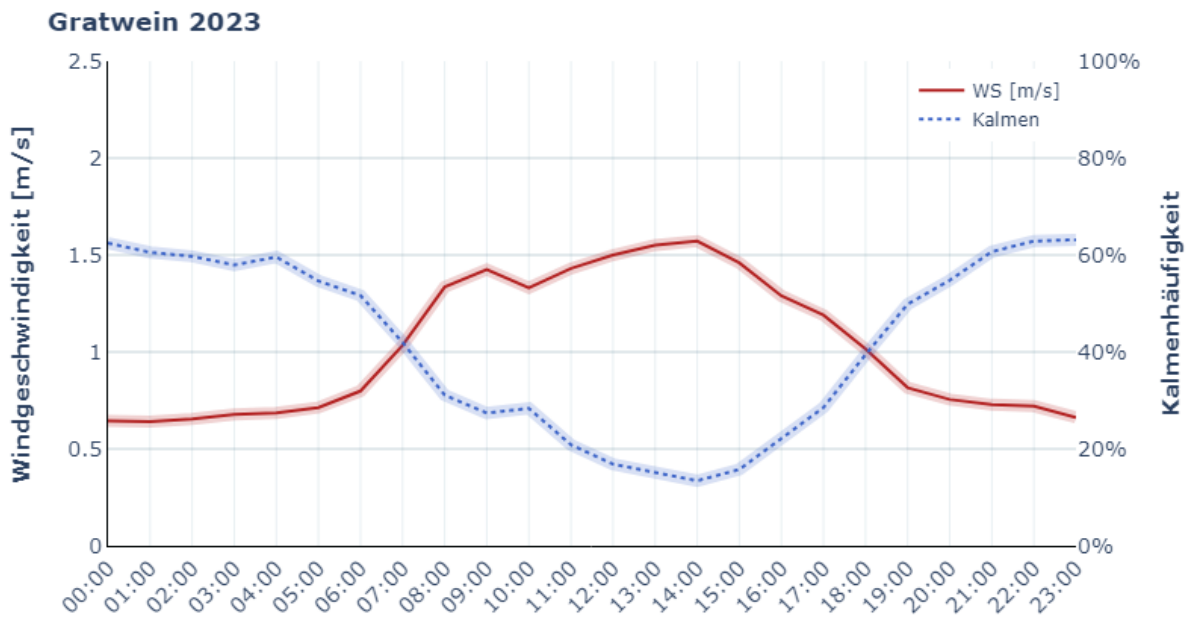


Abbildung 45: Durchschnittlicher Tagesgang der mittleren Windgeschwindigkeit der Messstation Gratwein (01.01.2023 – 31.12.2023)

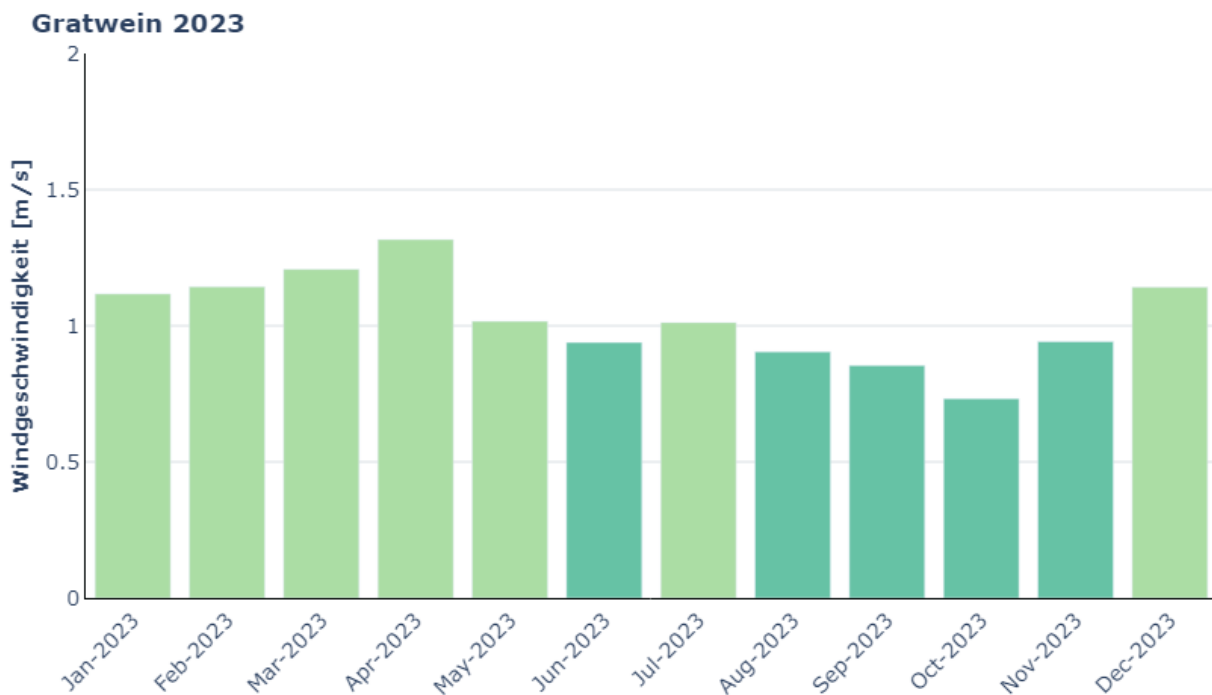


Abbildung 46: Jahrgang der mittleren Windgeschwindigkeit der Messstation Gratwein (01.01.2023 – 31.12.2023)

5.1.7 Zusammenfassung

Die Auswertungen der meteorologischen Eingangsdaten haben für den Evaluierungszeitraum 2023 bei allen vier Aufpunkten sehr ähnliche jahresdurchschnittliche Windgeschwindigkeiten gegenüber dem Evaluierungszeitraum 2022 ergeben.

Wie für den Evaluierungszeitraum 2022 ist auch im Jahr 2023 die Verteilung der Windgeschwindigkeitsklassen wenig ausgeprägt. Dadurch ergibt sich sowohl ein niedrigerer Kalmenanteil, als auch ein niedrigerer Anteil an höheren Windgeschwindigkeiten gegenüber den Messdaten.

Die Tagesgänge der mittleren Windgeschwindigkeit lagen auf einem ähnlichen Niveau wie im Jahr 2022 und sind deutlich weniger ausgeprägt als bei den Messdaten, während sich die Kalmenhäufigkeit mit Ausnahme von Korridor Nord im Bereich bis 5 % bewegt hat. Der saisonale Verlauf der mittleren Windgeschwindigkeit ist ebenfalls weniger ausgeprägt als bei den Messdaten.

Die Verteilung der Ausbreitungsklassen für den Jahrgang und den Tagesgang sind sehr ähnlich wie für den Zeitraum 2022.

Für den Evaluierungszeitraum 2023 wurden sehr ähnliche Daten übermittelt wie für den Evaluierungszeitraum 2022. Dadurch ist das Schaltverhalten der Anlage gut prognostizierbar und die geforderte Maßnahmenwirksamkeit kann sicherer erreicht werden. Allerdings weichen die Daten zum Teil erheblich von lokalen Messdaten ab. Das betrifft in erster Linie die Verteilung der Windgeschwindigkeiten, den Tagesgang und den saisonalen Verlauf der Windgeschwindigkeit. Diese Diskrepanz war von Beginn der Messungen bekannt und wurde bei der Entwicklung des Algorithmus entsprechend berücksichtigt. Dadurch wird - bei Erreichung der geforderten Mindestverfügbarkeiten - das statistische Schaltverhalten der Anlage beeinflusst.

5.2 Verkehrsdaten

5.2.1 Verkehrszählungen

Die Verkehrsdaten für die Berechnung der Immissionsbeiträge werden an folgenden Zählquerschnitten erfasst:

Tabelle 8: Verkehrszählstellen im VBA Gebiet

Korridor	Fahrtrichtung	Standortname	Koordinaten
Ost	Wien	MQ_A02_2_178,48	N47,02447°, E15,49859°
	Klagenfurt	MQ_A02_1_169,90	E47,06325°, E15,58539°
West	Wien	MQ_A02_2_188,23	N46,98070°, E15,39454°
	Klagenfurt	MQ_A02_1_186,63	N46,99371°, E15,40335°
Süd	Spielfeld	MQ_A09_1_208,02	N46,85110°, E15,51790°
	Voralpenkreuz	MQ_A09_2_213,80	N46,81243°, E15,56667°
Nord	Spielfeld	MQ_A09_1_165,98	N47,17133°, E15,33220°
	Knoten Voralpenkreuz	MQ_A09_2_166,33	N47,16818°, E15,33232°

Für die Berechnung der Immissionsbelastungen werden die Verkehrsdaten für das nächste Schaltintervall prognostiziert. Diese Prognosedaten werden von der ASFINAG anhand von dynamischen Ganglinien erstellt. In den nachfolgenden Unterkapiteln werden diese Verkehrsdaten ausgewertet und tabellarisch (siehe Tabelle 9 bis Tabelle 12) aufbereitet. Dazu wird der JDTV einerseits aus dem jahresdurchschnittlichen Halbstundenmittelwert, dem jahresdurchschnittlichen Tagesmittelwert und aus dem jahresdurchschnittlichen Tagesgang auf Halbstundenbasis berechnet und verglichen. Zur Ermittlung der Anzahl bzw. dem Prozentsatz der von der VBA-Schaltung betroffenen Fahrzeuge wird letztlich der JDTV aus dem mittleren Tagesgang herangezogen. Aus den Fahrzeugzahlen bei *Schaltung ein* und *Schaltung aus*, lässt sich aufgrund von Datenausfällen der JDTV nicht direkt berechnen.

5.2.1.1 Korridor Nord

Im Korridor Nord wurden im Evaluierungszeitraum 2023 aufgrund einer andauernden Baustelle, beginnend Anfang März 2022 bis Anfang/Mitte November 2023, nur für die Monate November und Dezember kontinuierlich Verkehrsdaten übertragen. In diesem Zeitraum wurde eine durchschnittliche Verkehrsbelastung von rund 31.250 PKW/Tag und 4100 leichte Nutzfahrzeuge/Tag ermittelt. Bei den gleichen Messquerschnitten wurden bei der letzten Evaluierung für den Betriebszeitraum 2022 (Verkehrszahlen von Jänner bis März 2022) durchschnittlich rund 27.400 PKW/Tag und 3.800 leichte Nutzfahrzeuge/Tag gezählt.

Im Evaluierungszeitraum 2023 waren rund 10 % der Fahrzeuge von dem flexiblen Tempolimit betroffen. Bei der letzten Evaluierung für den Zeitraum 2022 waren es 8 %.

Im Jahr 2023 wurden aufgrund einer Baustelle bis einschließlich Anfang November 2023 keine Daten übermittelt (Abbildung 47). An Spitzentagen im Dezember 2023 werden über

35.000 PKW/Tag gezählt. Der mittlere Tagesgang der Verkehrsbelastung ist in Abbildung 48 dargestellt und weist die üblichen Maximalwerte am Nachmittag auf. In der Früh dagegen ist in Korridor Nord das Maximum nicht so deutlich ausgeprägt. Tagsüber wurden im Durchschnitt mehr als 1.500 PKW/h gezählt, in der Nacht deutlich unter 500 PKW/h.

Tabelle 9: Statistik der Verkehrsdaten im Korridor Nord

Jan. 2023 - Dez. 2023 - Nord		PKW	LNF	Summe
JDTV				
Mittelwert HMW	Kfz/h	1 300.0	171.0	1 471.0
entspricht	Kfz/Tag	31 200.0	4 104.0	35 304.0
Mittelwert TMW	Kfz/Tag	31 252.0	4 102.0	35 354.0
aus TG	Kfz/Tag	31 249.9	4 105.0	35 354.9
Schaltung ein	Kfz	1 160 728.5	156 434.5	1 317 163.0
Schaltung aus	Kfz	499 554.5	61 476.5	561 031.0
betroffene Fahrzeuge		10.2%	10.4%	10.2%
Jan. 2022 - Dez. 2022 - Nord		PKW	LNF	Summe
JDTV				
Mittelwert HMW	Kfz/h	1 136.0	159.0	1 295.0
entspricht	Kfz/Tag	27 264.0	3 816.0	31 080.0
Mittelwert TMW	Kfz/Tag	27 395.0	3 846.0	31 241.0
aus TG	Kfz/Tag	27 392.5	3 839.2	31 231.6
Schaltung ein	Kfz	830 179.5	120 720.5	950 900.0
Schaltung aus	Kfz	831 897.0	112 619.0	944 516.0
betroffene Fahrzeuge		8.3%	8.6%	8.3%

Nord 2023

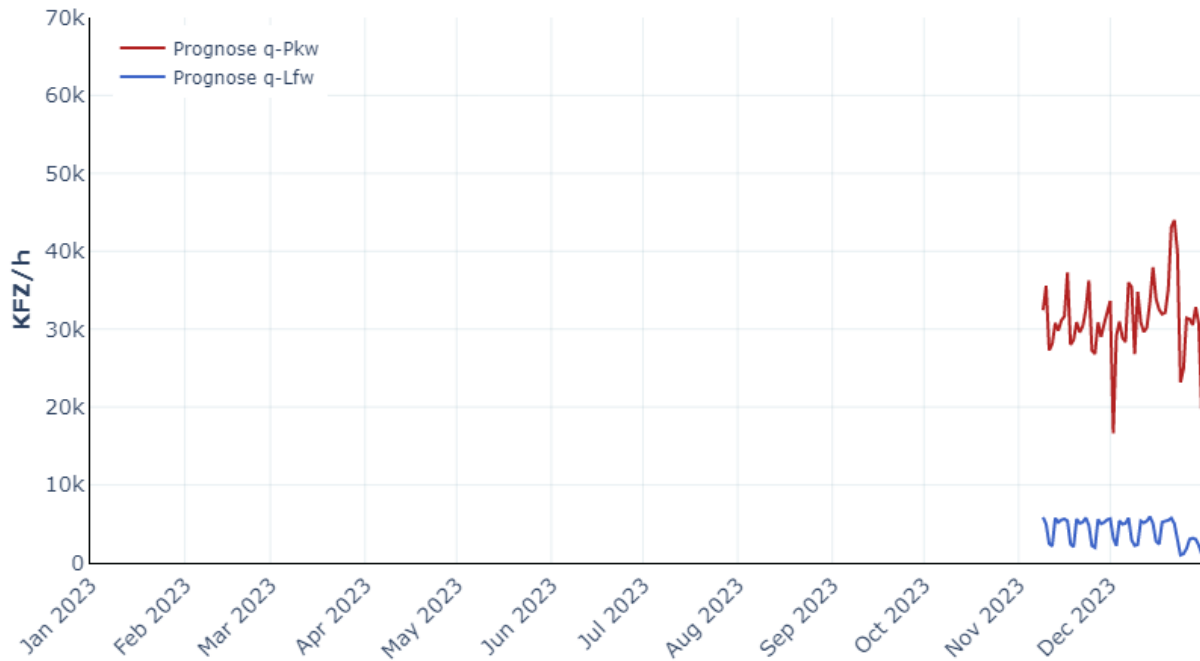


Abbildung 47: Jahresgang der Verkehrsbelastung am Zählquerschnitt im Korridor Nord - 2023

Nord 2023

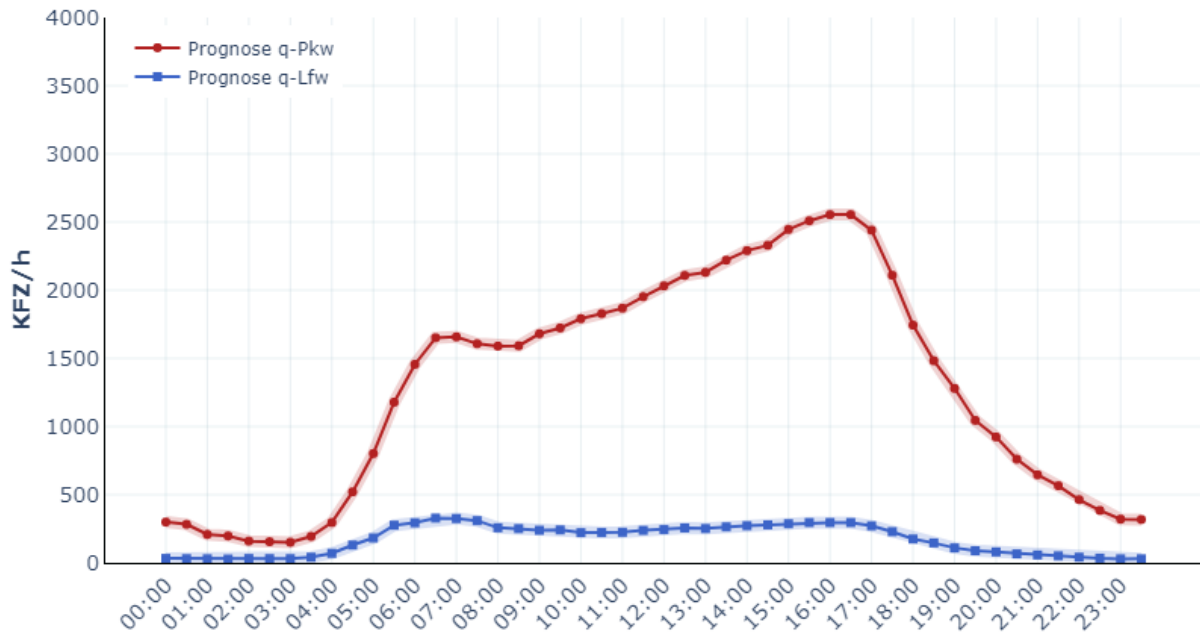


Abbildung 48: Mittlerer Tagesgang der Verkehrsbelastung am Zählquerschnitt im Korridor Nord – 2023

5.2.1.2 Korridor Ost

Die Statistik der prognostizierten Verkehrsdaten für den Korridor Ost kann der Tabelle 10 entnommen werden. Während des Evaluierungszeitraums wurde eine durchschnittliche Verkehrsbelastung von ca. 49.800 PKW/Tag und 6.900 leichten Nutzfahrzeugen/Tag ermittelt. Bei den gleichen Messquerschnitten wurden bei der letzten Evaluierung für den Betriebszeitraum 2022 durchschnittlich rund 46.800 PKW/Tag und 6.900 leichte Nutzfahrzeuge/Tag gezählt.

Das ergibt insgesamt eine Verkehrszunahme von 6.3 % gegenüber dem Vergleichszeitraum 2022.

Im Evaluierungszeitraum 2023 waren ca. 51 % der Fahrzeuge von dem flexiblen Tempolimit betroffen. Bei der letzten Evaluierung für den Zeitraum 2022 waren es ca. 46 %.

Von Mitte Oktober bis Ende November wurden aufgrund einer technischen Störung keine kontinuierlichen Verkehrsdaten übermittelt (Abbildung 49). Aus den vorhandenen Daten ist ersichtlich, dass in den Sommermonaten die Verkehrsbelastung höher ist als in den Wintermonaten. Diese erreicht an Spitzentagen über 70.000 PKW/Tag. Der mittlere Tagesgang der Verkehrsbelastung ist in Abbildung 50 dargestellt und weist die üblichen Maximalwerte in der Früh und am Nachmittag auf. Tagsüber wurden durchschnittlich ca. 3.000 PKW/h gezählt, in der Nacht deutlich unter 500 PKW/h.

Tabelle 10: Statistik der prognostizierten Verkehrsdaten im Korridor Ost

Jan. 2023 - Dez. 2023 – Ost		PKW	LNF	Summe
JDTV				
Mittelwert HMW	Kfz/h	2 073.0	288.0	2 361.0
entspricht	Kfz/Tag	49 752.0	6 912.0	56 664.0
Mittelwert TMW	Kfz/Tag	49 662.0	6 876.0	56 538.0
aus TG	Kfz/Tag	49 810.0	6 912.4	56 722.3
Schaltung ein	Kfz	9 198 304.5	1 382 153.5	10 580 458.0
Schaltung aus	Kfz	7 326 750.0	910 776.0	8 237 526.0
betroffene Fahrzeuge		50.6%	54.8%	51.1%
Jan. 2022 - Dez. 2022 - Ost		PKW	LNF	Summe
JDTV				
Mittelwert HMW	Kfz/h	1 944.0	275.0	2 219.0
entspricht	Kfz/Tag	46 656.0	6 600.0	53 256.0
Mittelwert TMW	Kfz/Tag	46 905.0	6 609.0	53 514.0
aus TG	Kfz/Tag	46 762.2	6 614.1	53 376.3
Schaltung ein	Kfz	7 819 648.0	1 204 125.5	9 023 773.5
Schaltung aus	Kfz	8 254 345.0	1 070 591.5	9 324 936.5
betroffene Fahrzeuge		45.8%	49.9%	46.3%

Ost 2023

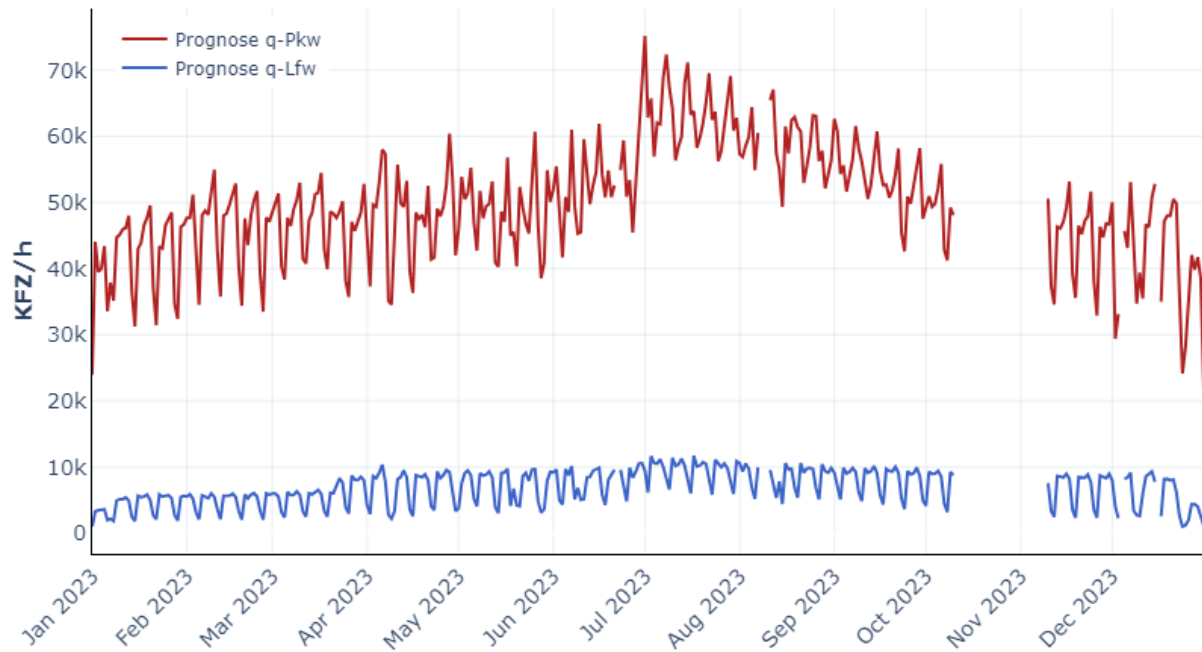


Abbildung 49: Jahresgang der Verkehrsbelastung am Zählquerschnitt im Korridor Ost - 2023

Ost 2023

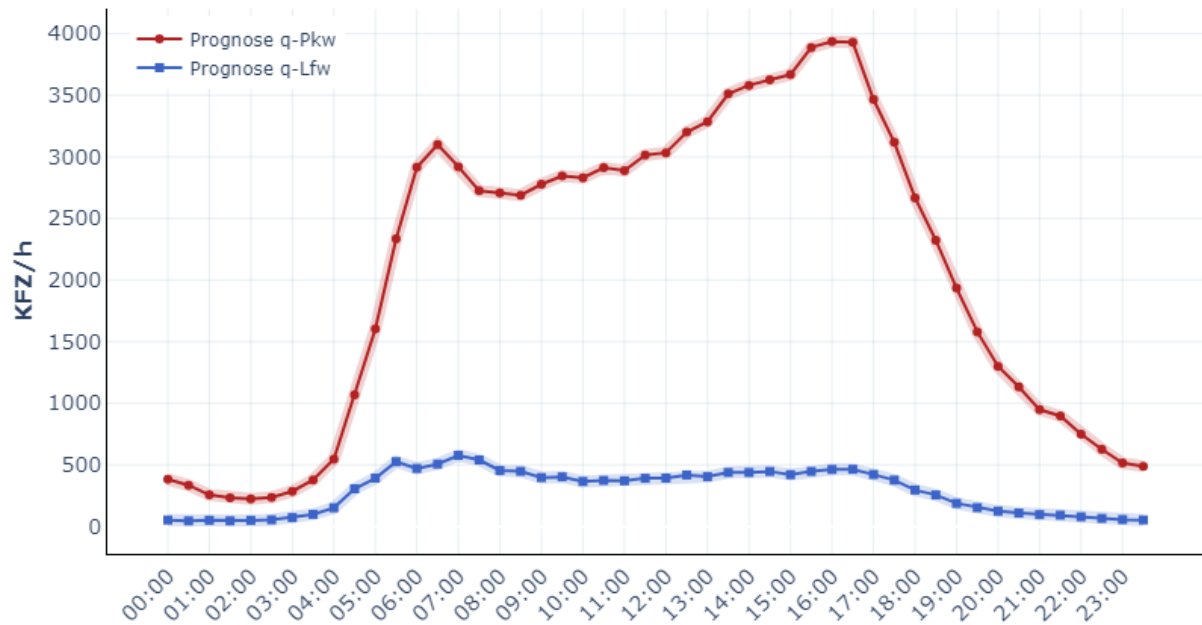


Abbildung 50: Mittlerer Tagesgang der Verkehrsbelastung am Zählquerschnitt im Korridor Ost - 2023

5.2.1.3 Korridor Süd

Im Korridor Süd kam es im Monat Oktober bedingt durch eine technische Störung zu Datenausfällen bei der Verkehrszählung. Es wurden im verbleibenden Evaluierungszeitraum 2023 durchschnittlich rund 36.500 PKW/Tag und 4.600 leichte Nutzfahrzeuge/Tag ermittelt. Bei den gleichen Messquerschnitten wurden bei der letzten Evaluierung für den Betriebszeitraum 2022 durchschnittlich rund 35.000 PKW/Tag und 4.500 leichte Nutzfahrzeuge/Tag gezählt.

Insgesamt ergibt sich eine Verkehrszunahme für PKW-ähnliche Fahrzeuge von ca. 4 %.

Im Evaluierungszeitraum 2023 waren ca. 53 % der Fahrzeuge von dem flexiblen Tempolimit betroffen. Bei der letzten Evaluierung für den Zeitraum 2022 waren es ca. 50 %.

In den Sommermonaten ist die Verkehrsbelastung höher als in den Wintermonaten (Abbildung 51) und erreicht an Spitzentagen über 60.000 PKW/Tag. Der mittlere Tagesgang der Verkehrsbelastung ist in Abbildung 52 dargestellt und weist die üblichen Maximalwerte in der Früh und am Nachmittag auf. Tagsüber wurden im Durchschnitt über 2.000 PKW/h gezählt, in der Nacht deutlich unter 500 PKW/h.

Tabelle 11: Statistik der Verkehrsdaten im Korridor Süd

Jan. 2023 - Dez. 2023 - Süd			PKW	LNF	Summe
JDTV					
Mittelwert HMW	Kfz/h		1 519.0	191.0	1 710.0
entspricht	Kfz/Tag		36 456.0	4 584.0	41 040.0
Mittelwert TMW	Kfz/Tag		36 383.0	4 582.0	40 965.0
aus TG	Kfz/Tag		36 455.8	4 595.6	41 051.3
Schaltung ein	Kfz		7 023 148.0	900 474.5	7 923 622.5
Schaltung aus	Kfz		5 864 915.0	724 278.0	6 589 193.0
betroffene Fahrzeuge			52.8%	53.7%	52.9%
Jan. 2022 - Dez. 2022 - Süd			PKW	LNF	Summe
JDTV					
Mittelwert HMW	Kfz/h		1 464.0	189.0	1 653.0
entspricht	Kfz/Tag		35 136.0	4 536.0	39 672.0
Mittelwert TMW	Kfz/Tag		35 126.0	4 539.0	39 665.0
aus TG	Kfz/Tag		35 118.4	4 535.2	39 653.6
Schaltung ein	Kfz		6 340 164.5	838 999.5	7 179 164.0
Schaltung aus	Kfz		6 449 611.5	812 572.0	7 262 183.5
betroffene Fahrzeuge			49.5%	50.7%	49.6%

Sued 2023

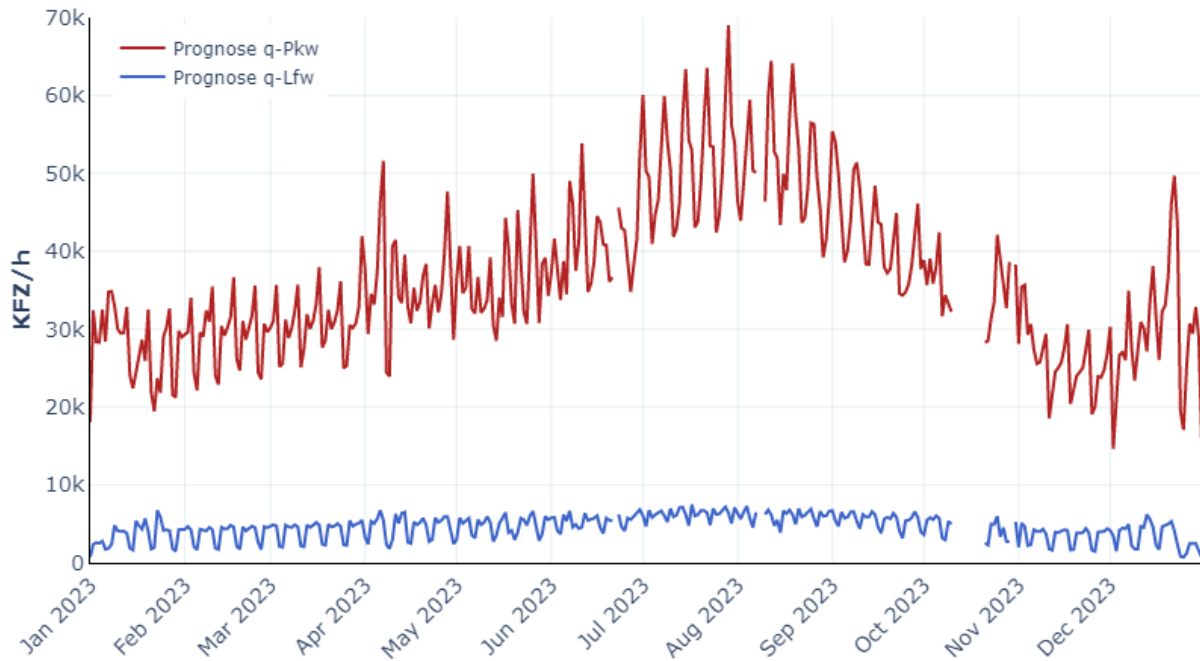


Abbildung 51: Jahresgang der Verkehrsbelastung am Zählquerschnitt im Korridor Süd - 2023

Sued 2023

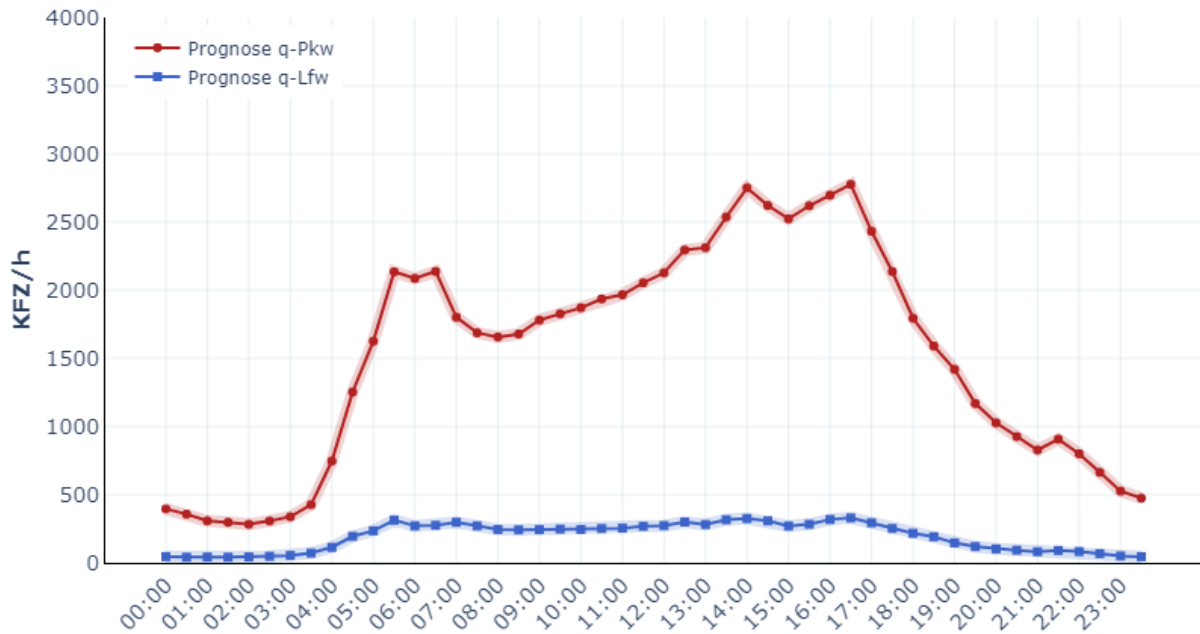


Abbildung 52: Mittlerer Tagesgang der Verkehrsbelastung am Zählquerschnitt im Korridor Süd - 2023

5.2.1.4 Korridor West

Im Korridor West wurden im Evaluierungszeitraum 2023 durchschnittlich rund 40.700 PKW/Tag und 6.500 leichte Nutzfahrzeuge/Tag ermittelt. Bei den gleichen Messquerschnitten wurden bei der letzten Evaluierung für den Betriebszeitraum 2022 durchschnittlich rund 39.700 PKW/Tag und 6.300 leichte Nutzfahrzeuge/Tag gezählt.

Insgesamt ergibt sich eine Verkehrszunahme für PKW-ähnliche Fahrzeuge von ca. 3 %.

Im Evaluierungszeitraum 2023 waren ca. 38 % der Fahrzeuge von dem flexiblen Tempolimit betroffen. Bei der letzten Evaluierung für den Zeitraum 2022 waren es ebenfalls rund 38 %.

Aus den vorhandenen Daten ist ersichtlich, dass in den Sommermonaten die Verkehrsbelastung geringfügig höher ist als in den Wintermonaten - Abbildung 53. Diese erreicht an Spizentagen über 50.000 PKW/Tag. Der mittlere Tagesgang der Verkehrsbelastung ist in Abbildung 54 dargestellt und weist die üblichen Maximalwerte in der Früh und am Nachmittag auf. Tagsüber wurden im Durchschnitt über 2.500 PKW/h gezählt, in der Nacht weniger als 500 PKW/h.

Tabelle 12: Statistik der Verkehrsdaten im Korridor West

Jan. 2023 - Dez. 2023 – West		PKW	LNF	Summe
JDTV				
Mittelwert HMW	Kfz/h	1 704.0	273.0	1 977.0
entspricht	Kfz/Tag	40 896.0	6 552.0	47 448.0
Mittelwert TMW	Kfz/Tag	40 570.0	6 497.0	47 067.0
aus TG	Kfz/Tag	40 714.7	6 535.3	47 250.0
Schaltung ein	Kfz	5 580 141.0	951 513.4	6 531 654.4
Schaltung aus	Kfz	8 363 467.0	1 283 960.0	9 647 427.0
betroffene Fahrzeuge		37.5%	39.9%	37.9%
Jan. 2022 - Dez. 2022 – West		PKW	LNF	Summe
JDTV				
Mittelwert HMW	Kfz/h	1 656.0	261.0	1 917.0
entspricht	Kfz/Tag	39 744.0	6 264.0	46 008.0
Mittelwert TMW	Kfz/Tag	39 606.0	6 235.0	45 841.0
aus TG	Kfz/Tag	39 661.2	6 248.6	45 909.8
Schaltung ein	Kfz	5 429 051.5	945 671.0	6 374 722.5
Schaltung aus	Kfz	9 010 531.5	1 327 420.0	10 337 951.5
betroffene Fahrzeuge		37.5%	41.5%	38.0%

*

West 2023

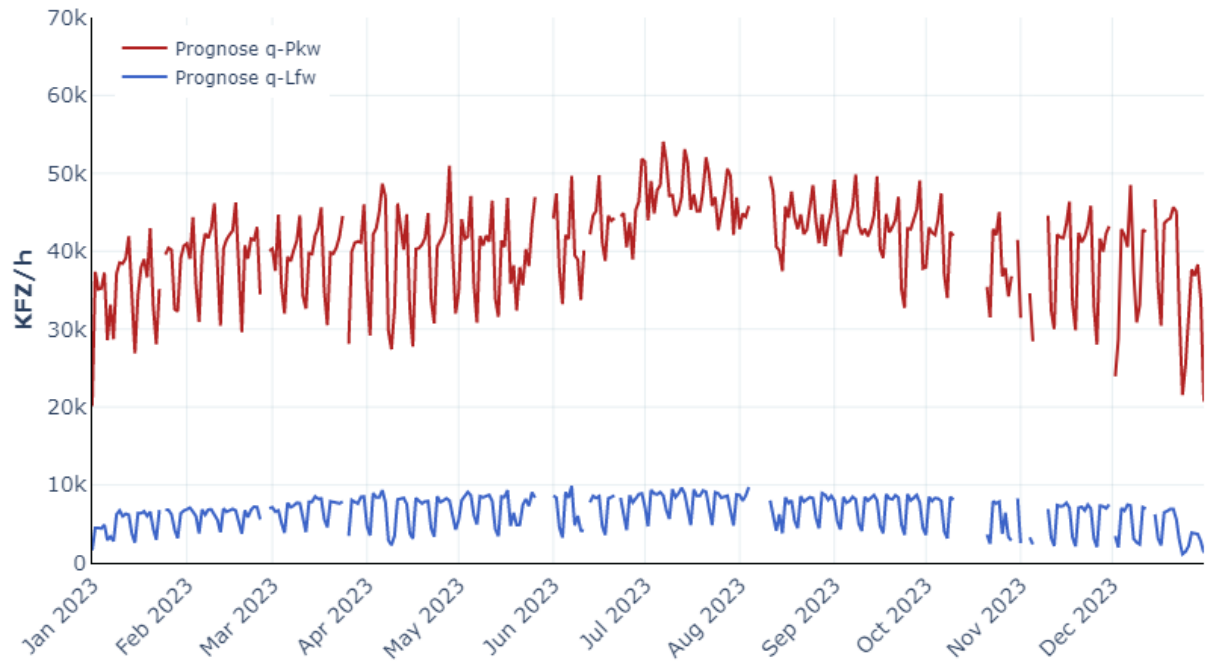


Abbildung 53: Jahresgang der Verkehrsbelastung am Zählquerschnitt im Korridor West - 2023

West 2023

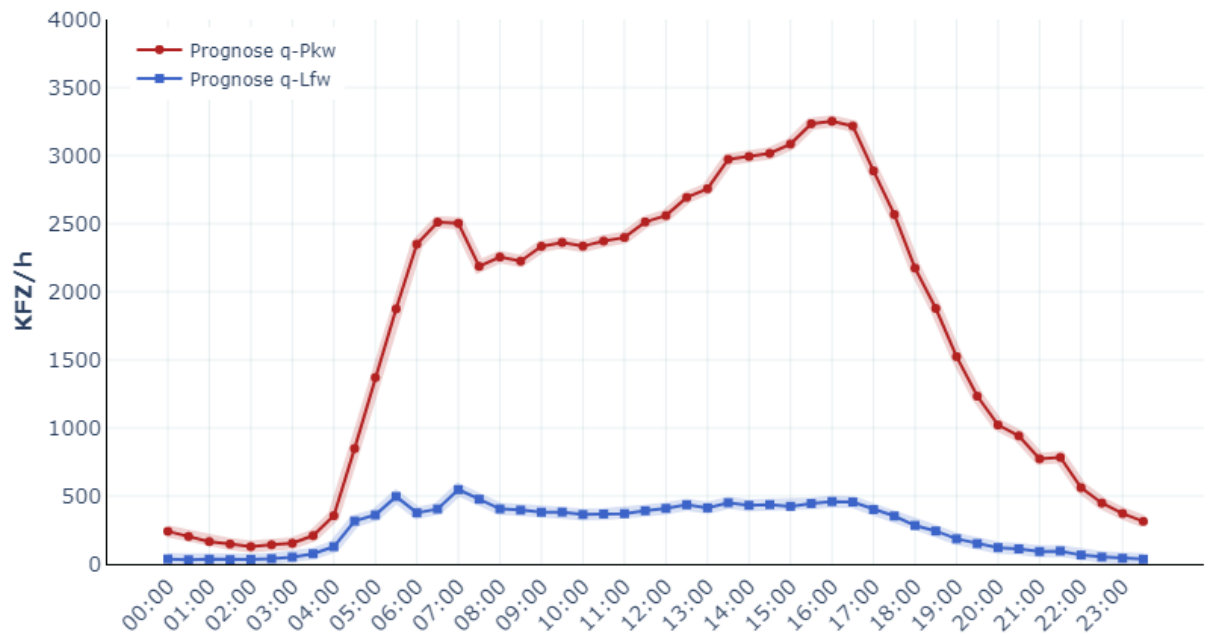


Abbildung 54: Mittlerer Tagesgang der Verkehrsbelastung am Zählquerschnitt im Korridor West - 2023

5.2.2 Verkehrsmodell

Für die Modellierung werden zusätzlich die Verkehrsbelastungen auf allen Straßenabschnitten im Berechnungsgebiet benötigt. Deshalb wurden von Seiten der ASFINAG die Ergebnisse eines Verkehrsmodells zur Verfügung gestellt. Auf allen Autobahnabschnitten in den vier VBA Teilgebieten wird dabei die Verkehrsbelastung gegliedert in PKW und LKW angegeben.

Die durchschnittliche Verkehrsbelastung (JDTV) für das Bezugsjahr 2023 kann Abbildung 55 entnommen werden.

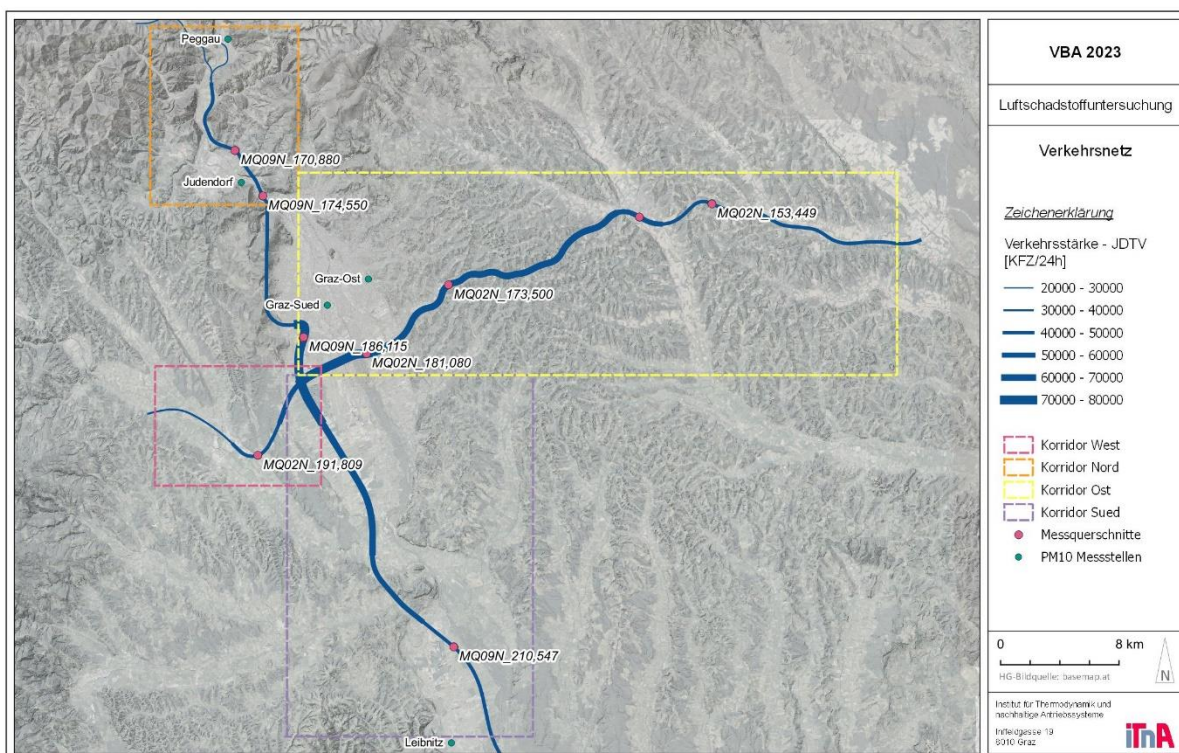


Abbildung 55: Lageplan der Zählquerschnitte und durchschnittliche Verkehrsbelastung (2023)

5.2.3 ASFINAG Verkehrsdauerzählstellen

In Abbildung 56 ist die Entwicklung der Verkehrsbelastung bei den ASFINAG Dauerzählstellen Lassnitzhöhe und Lebring (Steinberg seit 2017) dargestellt. Nach einer Abnahme bis zum Jahr 2011 haben die Verkehrsbelastungen bis zum Jahr 2019 wieder zugenommen. Nach einer COVID19-Pandemie bedingten Abnahme der Verkehrsbelastungen im Jahr 2020 zeigt sich wieder ein ansteigender Trend. Im Jahr 2023 kam es wieder zu einer leichten Steigerung (Lassnitzhöhe 3 %, Steinberg 3 %) gegenüber 2022. Damit wurde das Niveau der Verkehrsbelastung vor der Pandemie nun erstmals wieder überschritten.

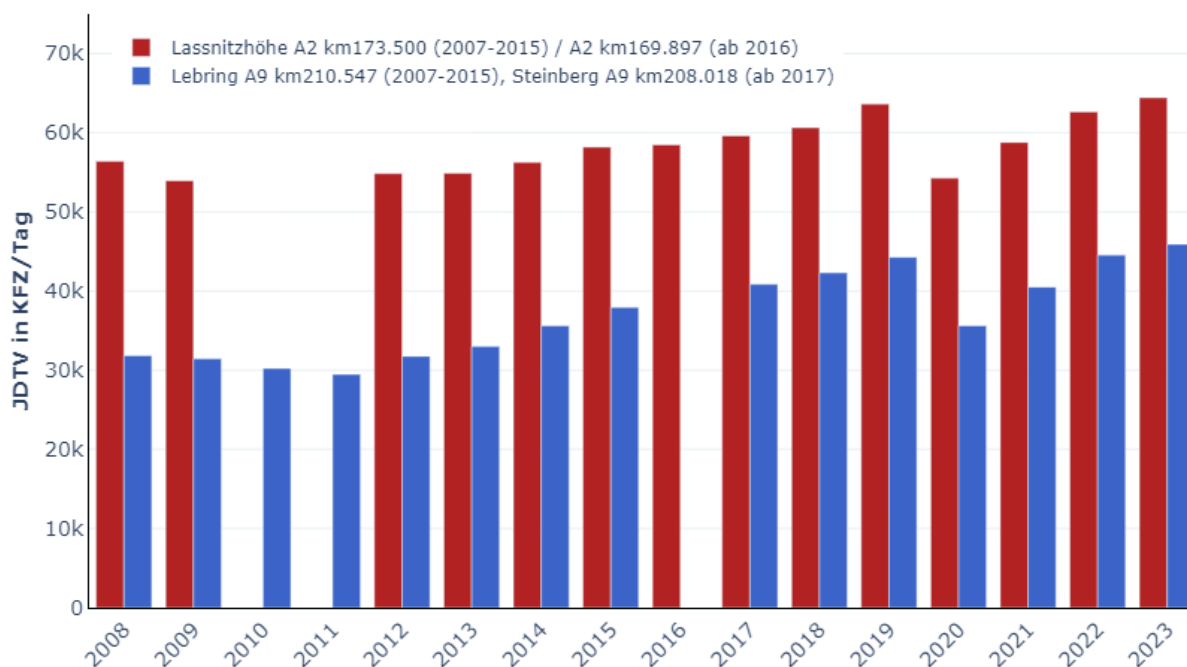


Abbildung 56: Entwicklung der Verkehrsbelastung bei den ASFINAG Dauerzählstellen Lassnitzhöhe und Lebring bzw. Steinberg

5.2.4 ASFINAG Geschwindigkeitsmessung

An den Standorten der Verkehrszählung werden von der ASFINAG zusätzlich Geschwindigkeitsmessungen für die Fahrzeugkategorien PKW und LKW durchgeführt. Aus diesen Daten wurde die mittlere Geschwindigkeit der Kategorie PKW ermittelt, ebenso die durchschnittlichen Fahrgeschwindigkeiten bei Schaltung der Geschwindigkeitsbeschränkung von 100 km/h sowie ohne derselben. Die Datenverfügbarkeit liegt in den Korridoren Ost, West und Süd bei mindestens 93 % im Jahr 2023. Im Korridor Nord liegen aufgrund einer Baustelle von Jänner bis November zu wenige Daten vor. Im Mittel über alle Korridore ergab sich im Jahr 2023 bei einer Geschwindigkeitsbeschränkung von 100 km/h eine durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit von 106 km/h und bei einem Tempolimit von 130 km/h eine Geschwindigkeit von 112 km/h. Auf den einzelnen Korridoren gab es zum Teil deutliche Abweichungen von diesen Werten, es zeigte sich auch innerhalb des Korridors West eine starke Abweichung der mittleren Fahrgeschwindigkeiten in Abhängigkeit von der Fahrtrichtung.

In Abbildung 57 bis Abbildung 62 sind Häufigkeitsverteilungen der gemessenen Fahrgeschwindigkeiten, abhängig vom geschalteten Tempolimit der VBA in den Korridoren Ost, West und Süd jeweils für beide Fahrtrichtungen separat dargestellt. Diese Auswertungen basieren auf Minutenmittelwerten der Verkehrszählanlage der ASFINAG. Es sind deutliche Unterschiede bezüglich der gefahrenen Geschwindigkeiten zwischen den einzelnen Korridoren, aber auch innerhalb der Korridore zwischen den beiden Fahrtrichtungen festzustellen.

Tabelle 13: Mittlere Fahrgeschwindigkeiten, abgeleitet aus den Geschwindigkeitsmessungen.

Korridor	Fahrtrichtung	Standortname	mittlere Geschwindigkeit [km/h]			Datenverfügbarkeit
			Gesamt	T100	T130	
Ost	Wien	MQ_A02_2_178,48	106.6	103.4	108.4	97%
Ost	Klagenfurt	MQ_A02_1_169,90	113.7	108.0	116.8	98%
West	Wien	MQ_A02_2_188,23	112.8	106.0	115.4	93%
West	Klagenfurt	MQ_A02_1_186,63	105.7	102.2	107.0	95%
Süd	Spielfeld	MQ_A09_1_208,02	109.4	106.4	111.2	96%
Süd	Voralpenkreuz	MQ_A09_2_213,80	112.8	109.0	115.2	96%
Nord*	Spielfeld	MQ_A09_1_165,98	-	-	-	14%
Nord*	Voralpenkreuz	MQ_A09_2_166,33	-	-	-	9%
Mittelwert gesamt			110.2	105.8	112.3	

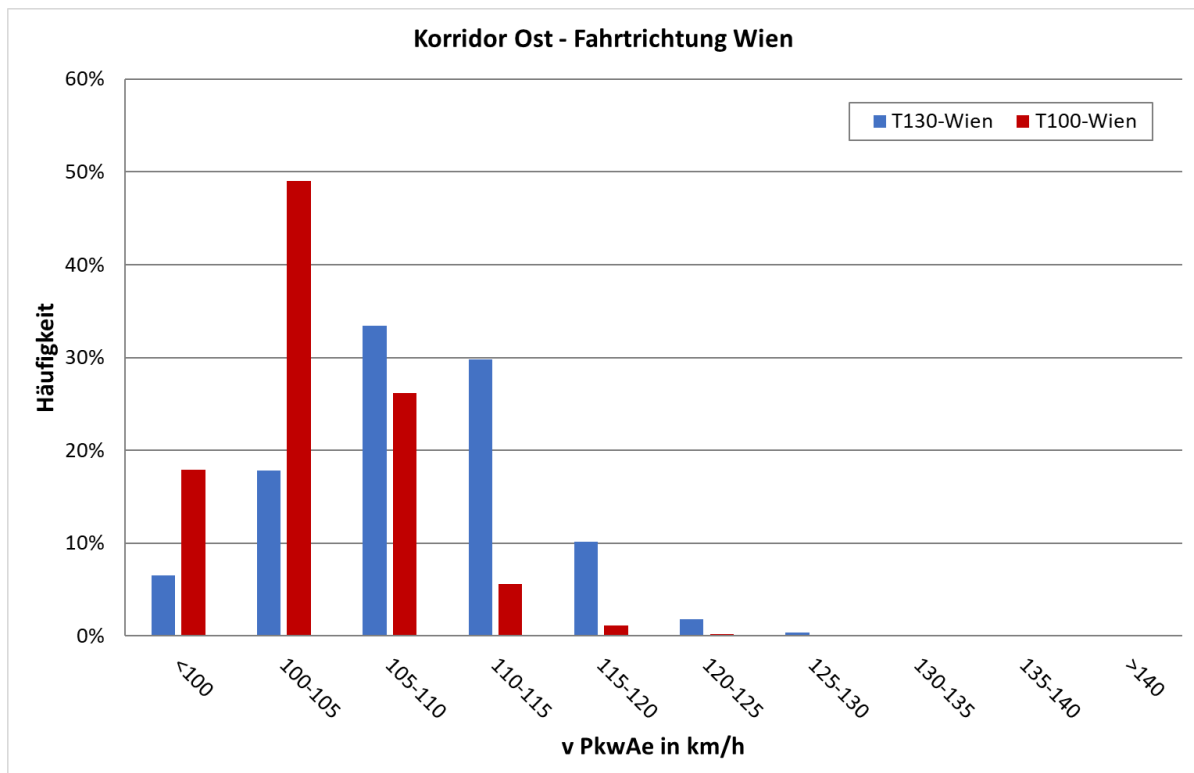


Abbildung 57: Häufigkeitsverteilung der gefahrenen Geschwindigkeiten (PKW-Verkehr) abhängig vom Tempolimit der VBA, Korridor Ost, Fahrtrichtung Wien

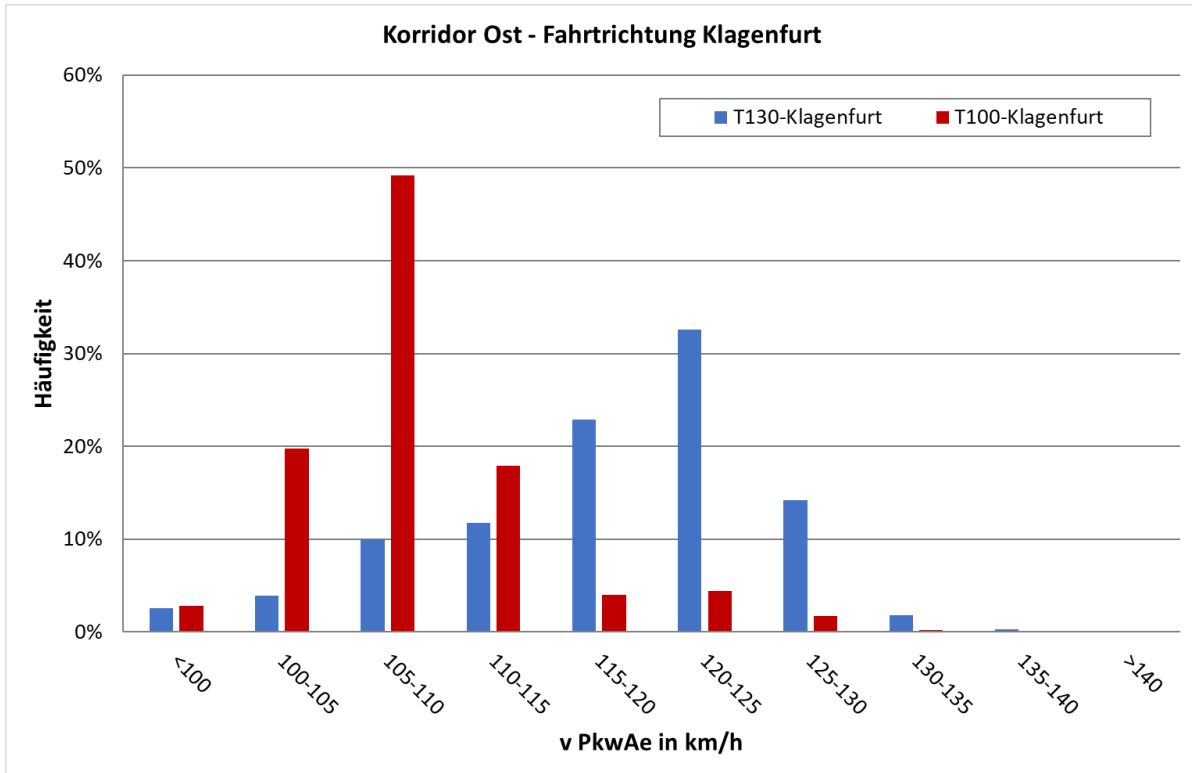


Abbildung 58: Häufigkeitsverteilung der gefahrenen Geschwindigkeiten (PKW-Verkehr) abhängig vom Tempolimit der VBA, Korridor Ost, Fahrtrichtung Klagenfurt

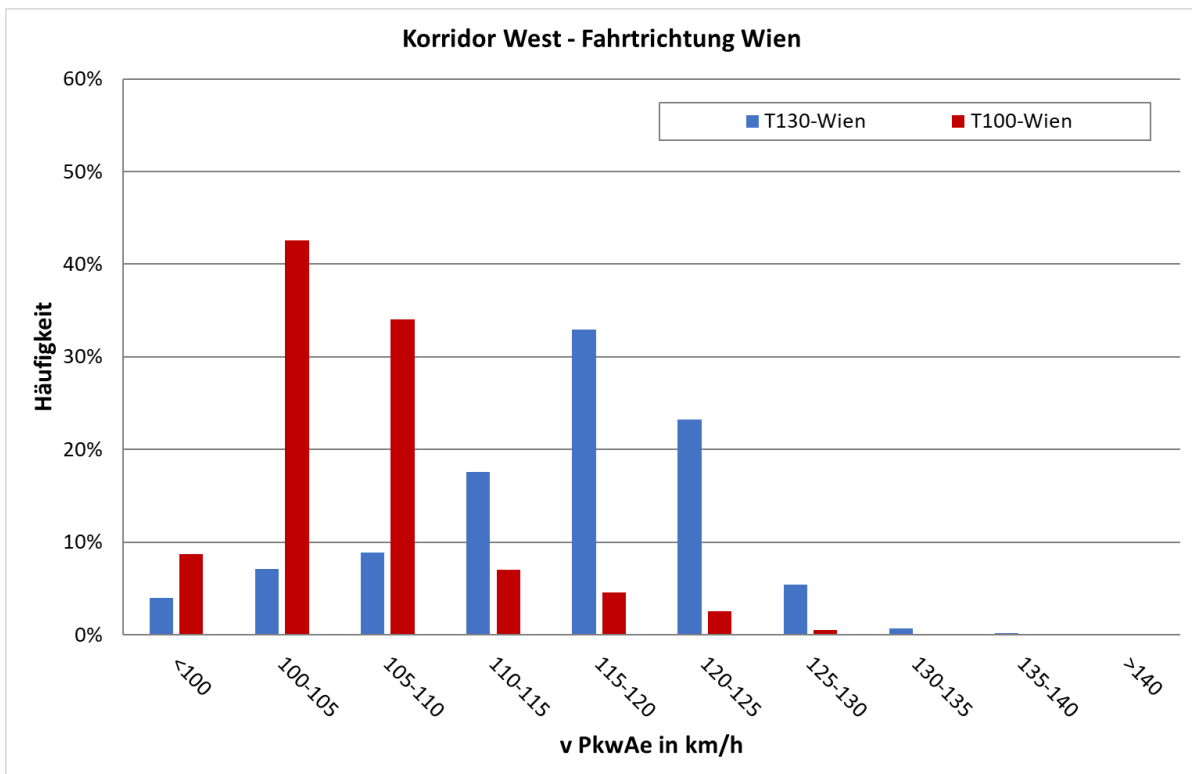


Abbildung 59: Häufigkeitsverteilung der gefahrenen Geschwindigkeiten (PKW-Verkehr) abhängig vom Tempolimit der VBA, Korridor West, Fahrtrichtung Wien

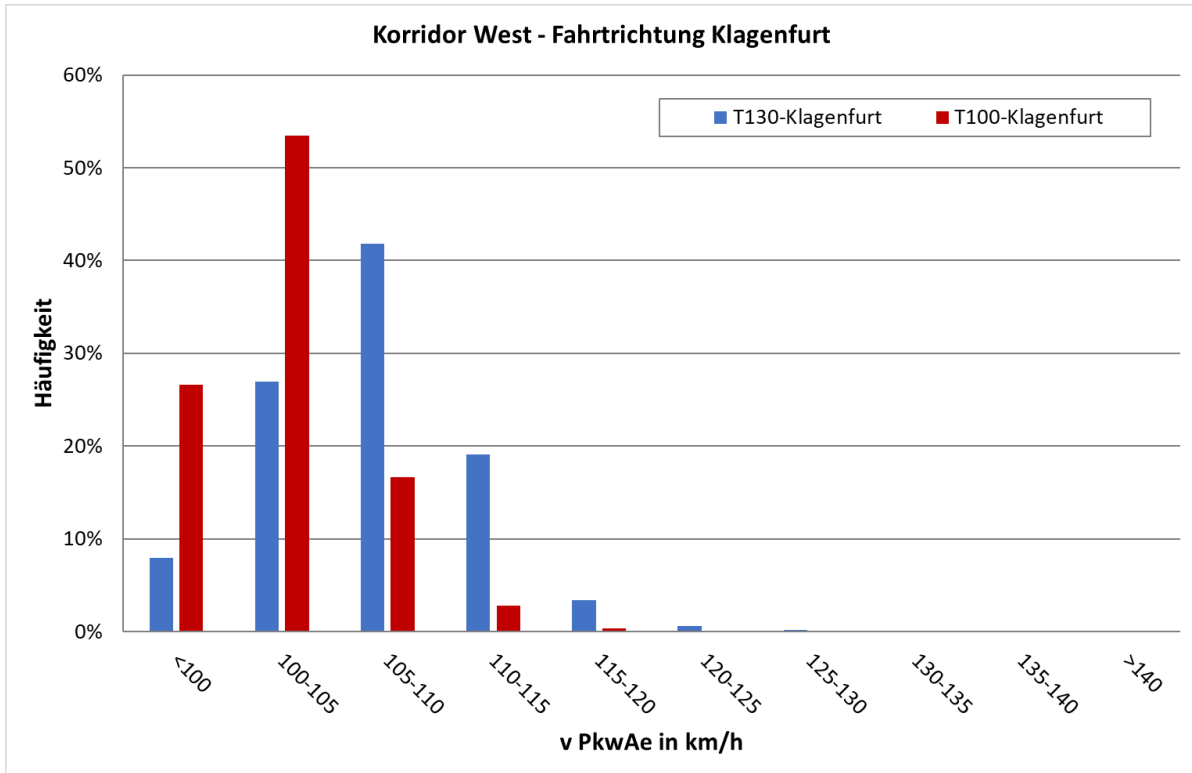


Abbildung 60: Häufigkeitsverteilung der gefahrenen Geschwindigkeiten (PKW-Verkehr) abhängig vom Tempolimit der VBA, Korridor West, Fahrtrichtung Klagenfurt

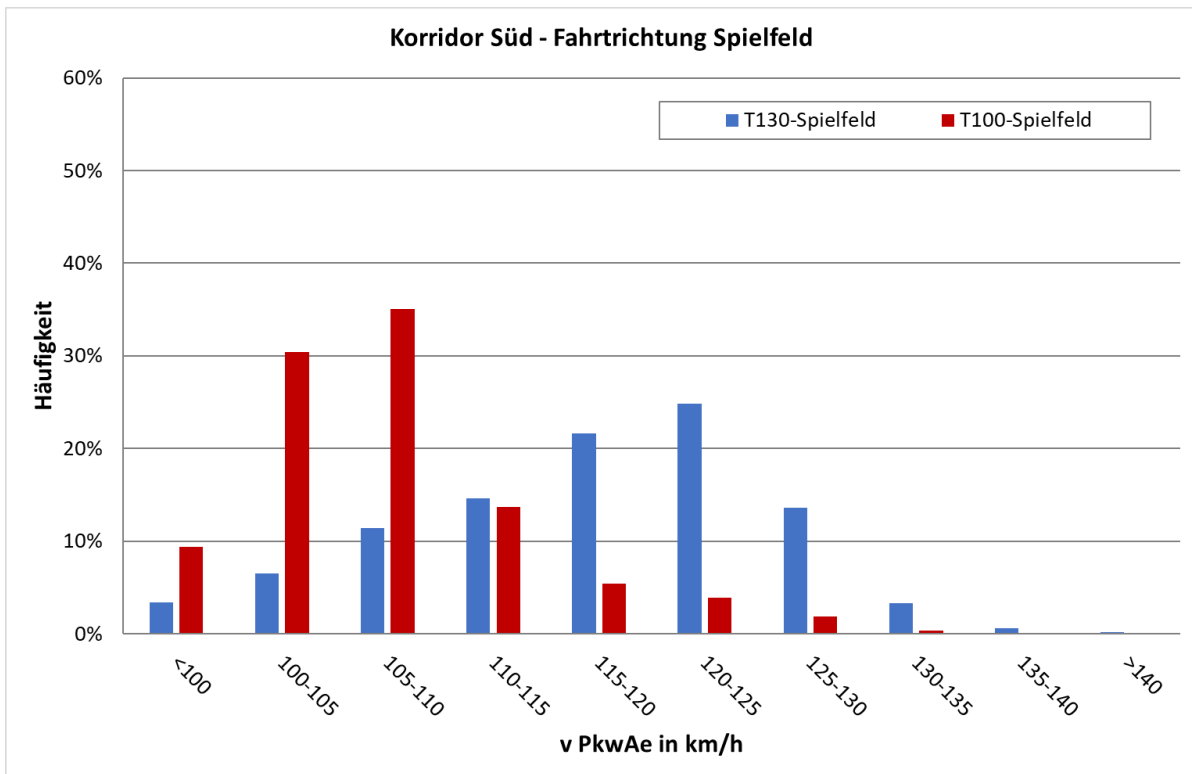


Abbildung 61: Häufigkeitsverteilung der gefahrenen Geschwindigkeiten (PKW-Verkehr) abhängig vom Tempolimit der VBA, Korridor Süd, Fahrtrichtung Spielfeld

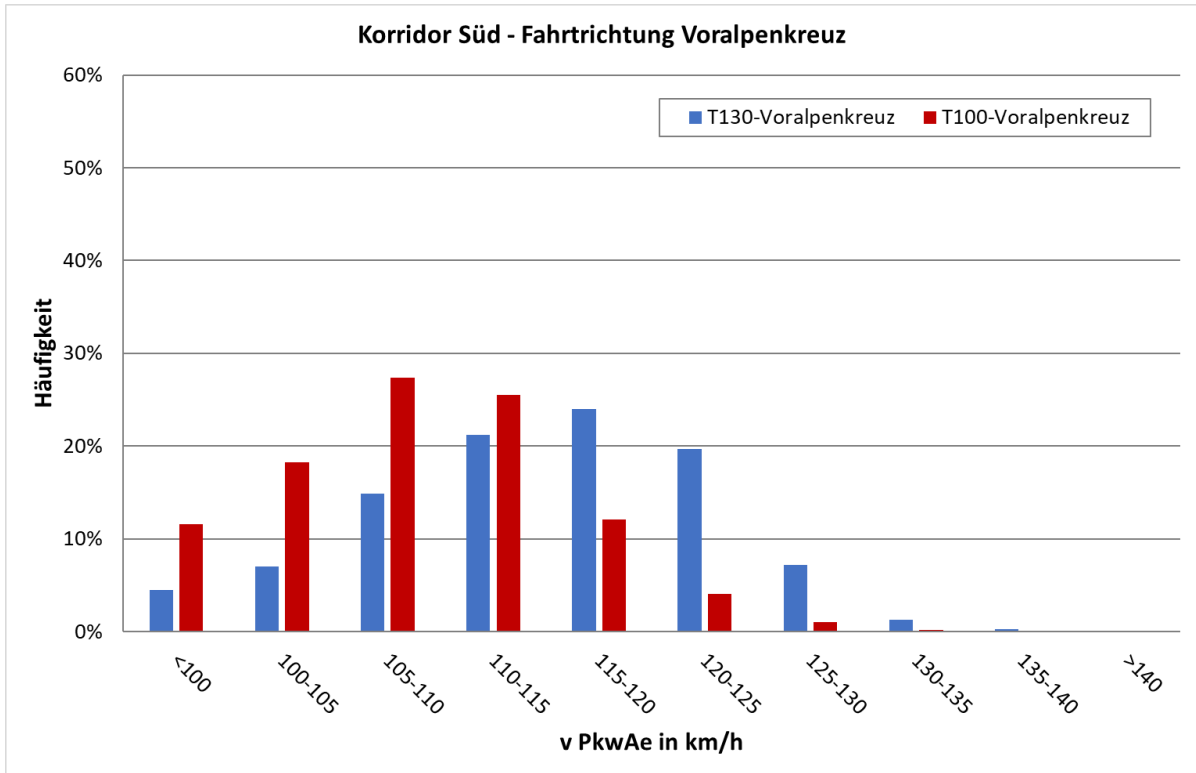


Abbildung 62: Häufigkeitsverteilung der gefahrenen Geschwindigkeiten (PKW-Verkehr) abhängig vom Tempolimit der VBA, Korridor Süd, Fahrtrichtung Voralpenkreuz

5.3 Luftgütedaten

In Abbildung 63 ist der Verlauf des gleitenden 3h-Mittelwertes (MW3) der relevanten Messstationen für den Evaluierungszeitraum 2023 dargestellt. Der Schwellenwert von $49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde hauptsächlich in den Wintermonaten überschritten, an der Station Judendorf-Süd waren auch während der Sommermonate noch einige wenige Überschreitungen zu verzeichnen. Diese sind auf die bereits abnehmende Bautätigkeit im Rahmen des Murkraftwerks Gratkorn zurückzuführen.

Im Evaluierungszeitraum 2023 wurden die niedrigsten PM_{10} -Belastungen bei der Station Gratwein gemessen (0,2 % der gleitenden MW3 $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), die höchsten Werte wurden in Graz-Ost erreicht (5,1 % der gleitenden MW3 $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Der Vergleich mit dem Evaluierungszeitraum 2022 (Tabelle 14) ergibt eine niedrigere PM_{10} -Belastung an den Messstationen Graz-Süd, Gratwein, Judendorf-Süd, Leibnitz und Graz Ost. An allen Messstationen wurde eine Datenverfügbarkeit von über 90 % erreicht. Gegenüber dem Jahr 2022 ist die Datenverfügbarkeit bei allen Stationen etwas geringer ausgefallen.

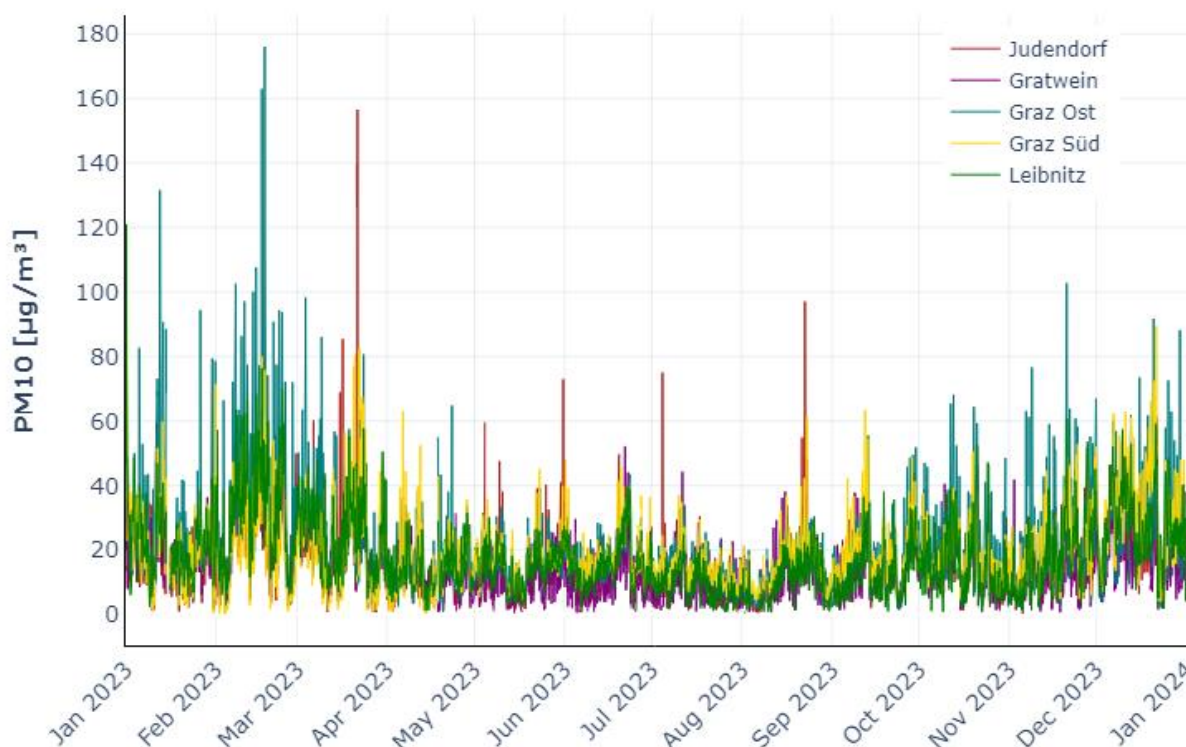


Abbildung 63: Verlauf des gleitenden MW3 an den relevanten Messstationen für den Evaluierungszeitraum

Tabelle 14: Auswertung des gleitenden MW3 für den Evaluierungszeitraum 2022

Jan 2022 - Dez 2022 Messstation	Graz-Ost	Judendorf-Süd	Leibnitz	Gratwein	Graz-Süd
JMW in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	25.7	20.5	20.9	18.3	20.9
MW3					
keine Daten	2.0%	3.4%	1.6%	5.0%	5.6%
<25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	58.2%	70.2%	69.7%	75.6%	66.5%
>40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	14.1%	7.6%	7.2%	2.9%	9.5%
>50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	6.8%	3.7%	2.5%	0.9%	4.6%

Tabelle 15: Auswertung des gleitenden MW3 für den Evaluierungszeitraum 2023

Jan 2023 - Dez 2023 Messstation	Graz-Ost	Judendorf-Süd	Leibnitz	Gratwein	Graz-Süd
JMW in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	21.5	16.2	17.9	14.9	19.3
MW3					
keine Daten	1.7%	6.4%	4.7%	9.1%	2.2%
<25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	70.2%	78.0%	73.7%	78.3%	74.7%
>40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	9.5%	2.6%	4.7%	1.1%	6.1%
>50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	5.1%	0.8%	1.3%	0.2%	2.0%

6 Ergebnisse zur Wirksamkeit der VBA

6.1 Datenausfälle

Während des Evaluierungszeitraumes 2023 ist es bei den Eingangsdaten für Modul 1 und Modul 2 zu Ausfällen gekommen.

Modul 1:

In allen vier Teilkorridoren hat die Datenausfallsrate für Modul 1 (PM₁₀-Messung) maximal 2,6 % betragen. Diese Datenausfälle sind darauf zurückzuführen, dass bei einem Fehler der Datenübertragung auch keine Daten von der Ersatzmessstation zur Verfügung stehen. Außerdem werden nach einem Ausfall von Haupt- und Ersatz-Messstation wieder Messwerte von 6 Halbstunden benötigt, damit ein gültiger Prognosewert berechnet werden kann. Insgesamt wurde in allen vier Korridoren eine geringfügig niedrigere Datenverfügbarkeit an PM₁₀-Prognosedaten für das Modul 1 des Algorithmus erreicht als im letzten Evaluierungszeitraum 2022.

Modul 2:

Für die Berechnung des Immissionsbeitrages in Modul 2 sind sowohl die Verkehrszahlen der Zählquerschnitte als auch die meteorologischen Daten von UBIMET notwendig. Die Datenausfallsrate bei den meteorologischen Daten hat in allen 4 Korridoren 0 % betragen.

Bei den Verkehrszahlen hat die Datenausfallsrate im Korridor Ost 8,7 %, im Korridor West 6,3 %, im Korridor Süd 2,8 % und im Korridor Nord 84,4 % betragen. Damit ist die Datenverfügbarkeit gegenüber dem Vergleichszeitraum 2022 in den Korridoren Ost, West und Süd aufgrund einer technischen Störung im Zeitraum Oktober / November 2023 gesunken. Im Korridor Nord kam es aufgrund einer Baustelle von Jahresbeginn bis November 2023 zu langen Datenausfällen.

Das Datenprotokoll der Anlage wies im Evaluierungszeitraum 2023 Lücken von 0,3 % in den Korridoren Ost, West und Süd und im Korridor Nord von 1 % auf.

Insgesamt fiel die Datenverfügbarkeit im Vergleich zur letzten Evaluierung 2023 etwas geringer aus, wobei es insbesondere im Korridor Nord zu lang andauernden Datenausfällen aufgrund einer Baustelle (von Jänner bis November) kam.

Tabelle 16: Häufigkeit von Datenausfällen auf den vier Korridoren - 2023

		Korridor			
		Nord	Ost	West	Süd
Modul 1	PM ₁₀ Messung	2,6%	1,3%	1,3%	1,2%
Modul 2	Verkehrsdaten	84,4%	8,7%	6,3%	2,8%
	SWIS Daten	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Anlage ¹	kein Protokoll	1,0%	0,3%	0,3%	0,3%

¹Für diese Zeiträume wurden keine Daten protokolliert.

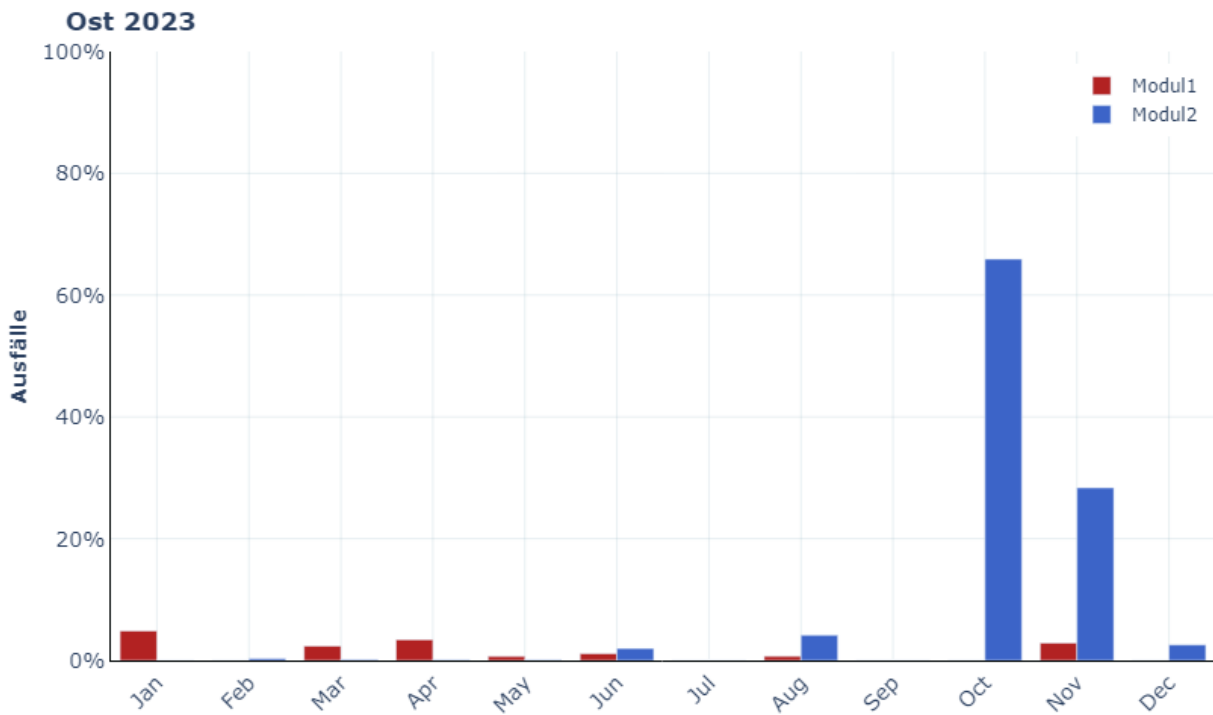


Abbildung 64: Verlauf der Datenausfälle für den Korridor Ost – 2023

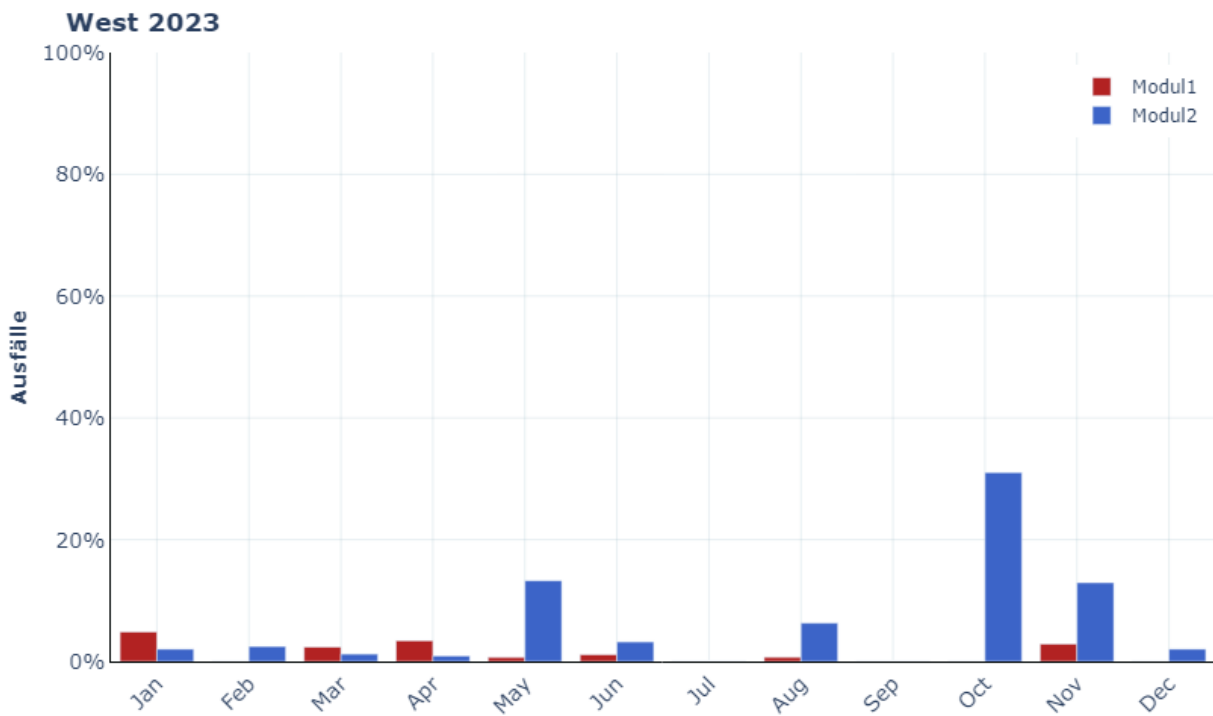


Abbildung 65: Verlauf der Datenausfälle für den Korridor West – 2023

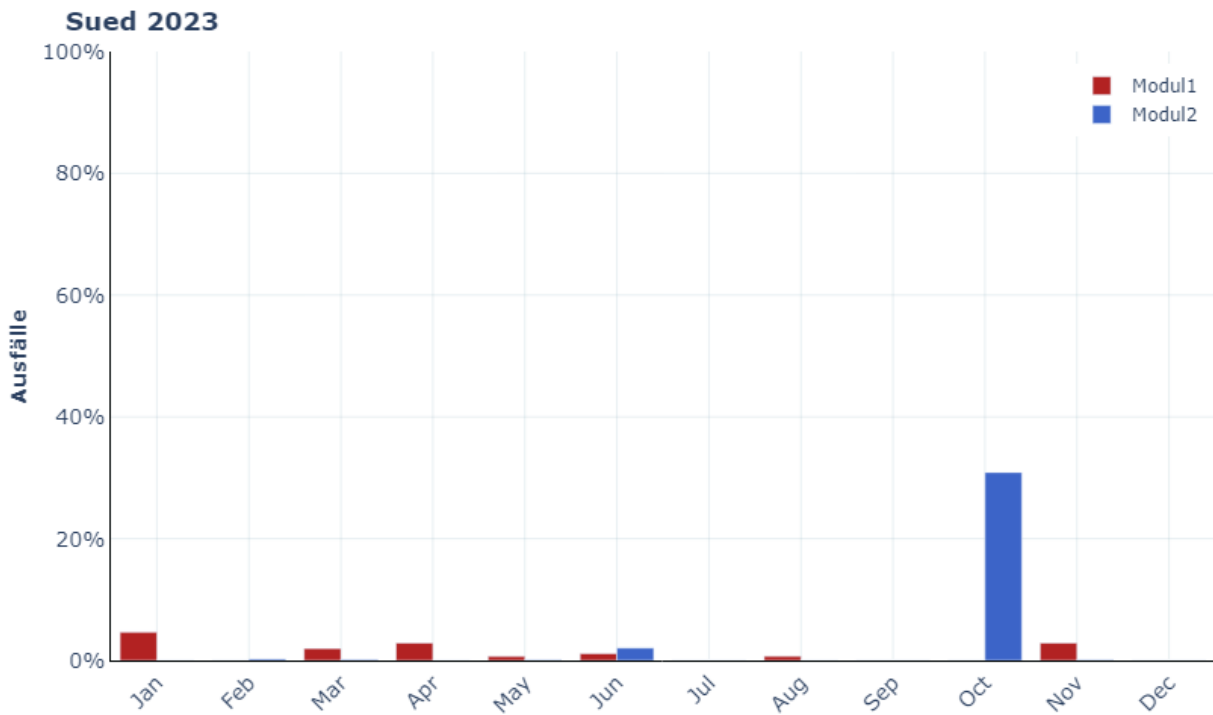


Abbildung 66: Verlauf der Datenausfälle für den Korridor Süd – 2023

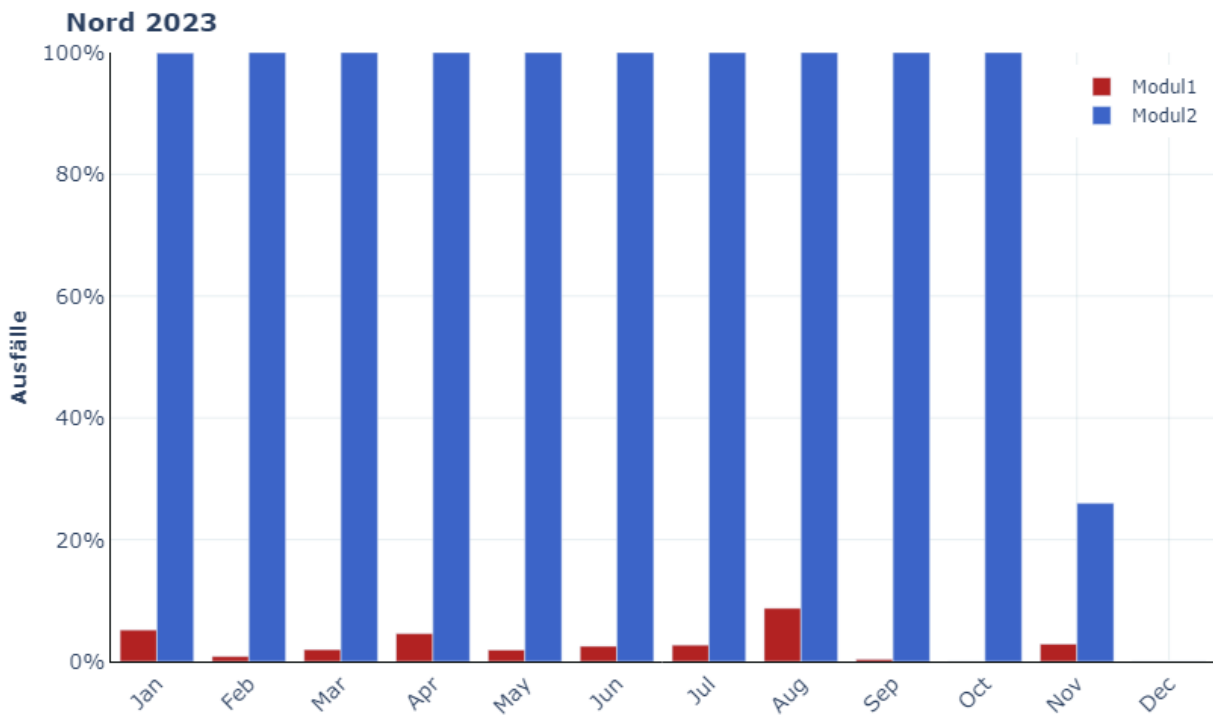


Abbildung 67: Verlauf der Datenausfälle für den Korridor Nord – 2023

6.2 Schalzhäufigkeiten

In Tabelle 17 wurden die Schaltzustände in allen vier Korridoren für den gesamten Evaluierungszeitraum von 1.1.2023 bis 31.12.2023 zusammengefasst.

Im Korridor Süd wurde die höchste Anlagenschalzhäufigkeit mit 39,1 % erreicht, gefolgt von Korridor Ost mit 35,6 %. Die Anlagenschalzhäufigkeiten im Korridor West ist mit 26,9 % niedriger ausgefallen. Am niedrigsten fiel die Anlagenschalzhäufigkeit mit 8,3 % im Korridor Nord aus, Grund dafür war eine längere Baustelle.

In allen vier Korridoren war in den Sommermonaten praktisch nur das Modul 2 für die Aktivierung des Tempolimits verantwortlich. In den Wintermonaten bewirkt die erhöhte Luftschadstoffbelastung, dass zusätzlich aufgrund des Moduls 1 ein Tempolimit aktiviert wird.

Betrachtet man den monatlichen Verlauf der Schalzhäufigkeiten (Abbildung 68 bis Abbildung 71), so zeigt sich, dass in allen Korridoren die höchsten Schalzhäufigkeiten Anfang des Jahres und in den Herbst bzw. Wintermonaten aufgetreten sind. Im Korridor Nord kam es bedingt durch eine Baustelle bis Mitte November zu einem fast durchgehenden Ausfall.

Bei der Auswertung der durchschnittlichen Tagesgänge der Schalzhäufigkeiten (Abbildung 72 bis Abbildung 75) wird ersichtlich, dass die höchsten Schalzhäufigkeiten in allen Korridoren während der Verkehrsspitzen aufgetreten sind. In den Nachtstunden werden deutlich niedrigere Schalzhäufigkeiten erreicht, hier ist aber das Modul 1 häufiger für eine Schaltung verantwortlich als tagsüber.

Seit der Umstellung des Algorithmus Ende 2014 wird der untere Schwellenwert für Modul 1 (Luftgütemessung) nicht mehr berücksichtigt. Deswegen dürfte es den Schaltzustand „zwangsaus“ nicht mehr geben. In den Korridoren Nord und Süd hat es einen geringen Anteil von Halbstunden gegeben, in denen dieser Zustand geschaltet wurde. Der Algorithmus ist diesbezüglich zu überprüfen und anzupassen.

Tabelle 17: Statistik der Schaltzustände für die vier Korridore während des Evaluierungszeitraums 2023

Korridor 2023	Ost	West	Nord	Süd
Modul 1				
Aus	92.5%	92.5%	94.8%	96.5%
Ein	5.8%	5.8%	1.2%	1.7%
Zwangsaus	0.0%	0.0%	0.4%	0.2%
Ausfall	1.3%	1.3%	2.6%	1.2%
kein Protokoll	0.3%	0.3%	1.0%	0.3%
Modul 2				
Aus	59.1%	70.6%	7.4%	58.8%
Ein	31.9%	22.8%	7.2%	38.0%
Ausfall	8.7%	6.3%	84.4%	2.8%
kein Protokoll	0.3%	0.3%	1.0%	0.3%
Anlage				
Aus	63.9%	72.7%	88.3%	60.6%
Ein	35.6%	26.9%	8.3%	39.1%
Undefiniert	0.1%	0.1%	2.4%	0.0%
kein Protokoll	0.3%	0.3%	1.0%	0.3%

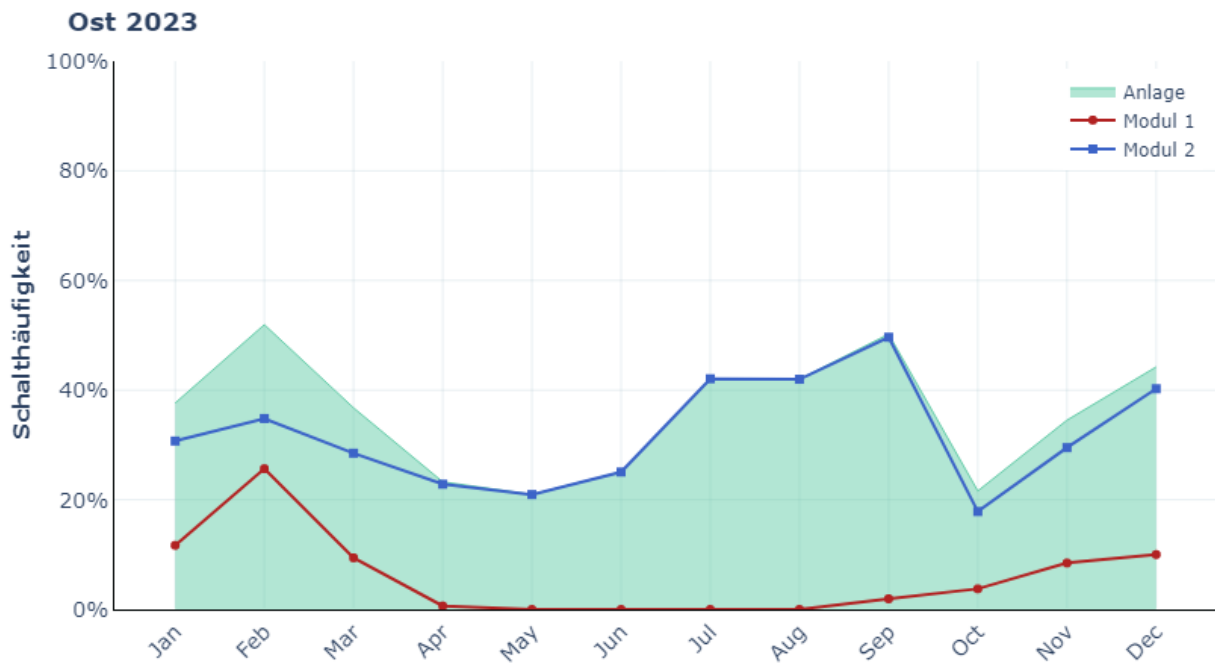


Abbildung 68: Monatlicher Verlauf der Schalthäufigkeit für den Korridor Ost – 2023

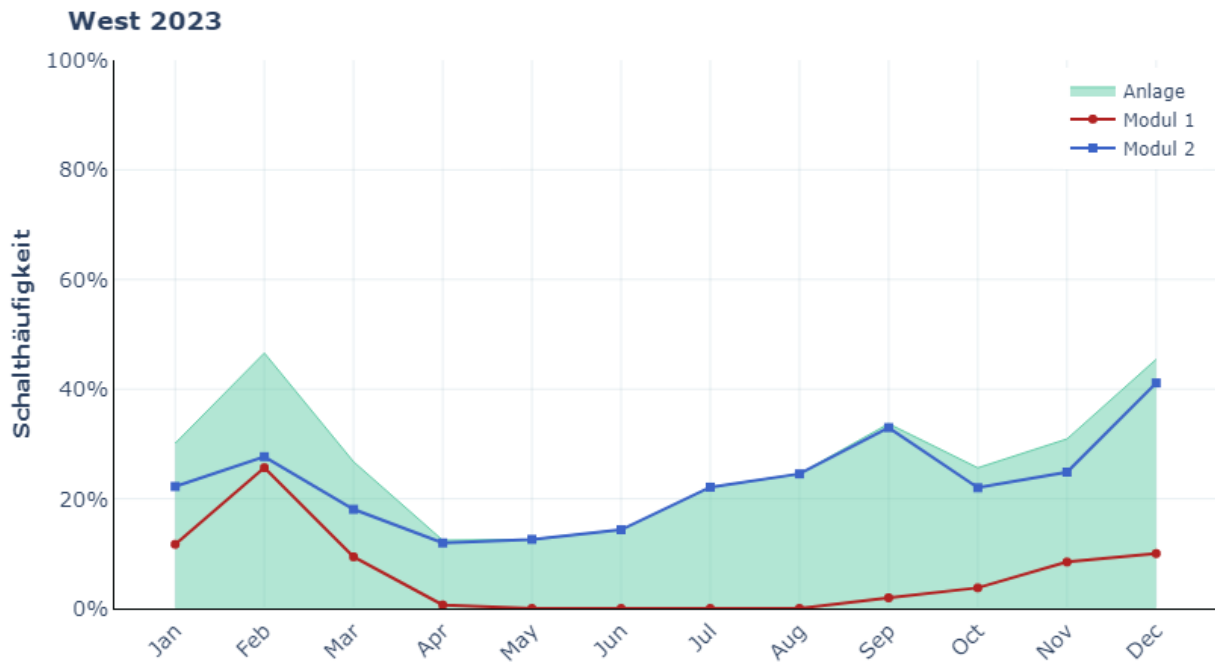


Abbildung 69: Monatlicher Verlauf der Schalthäufigkeit für den Korridor West - 2023

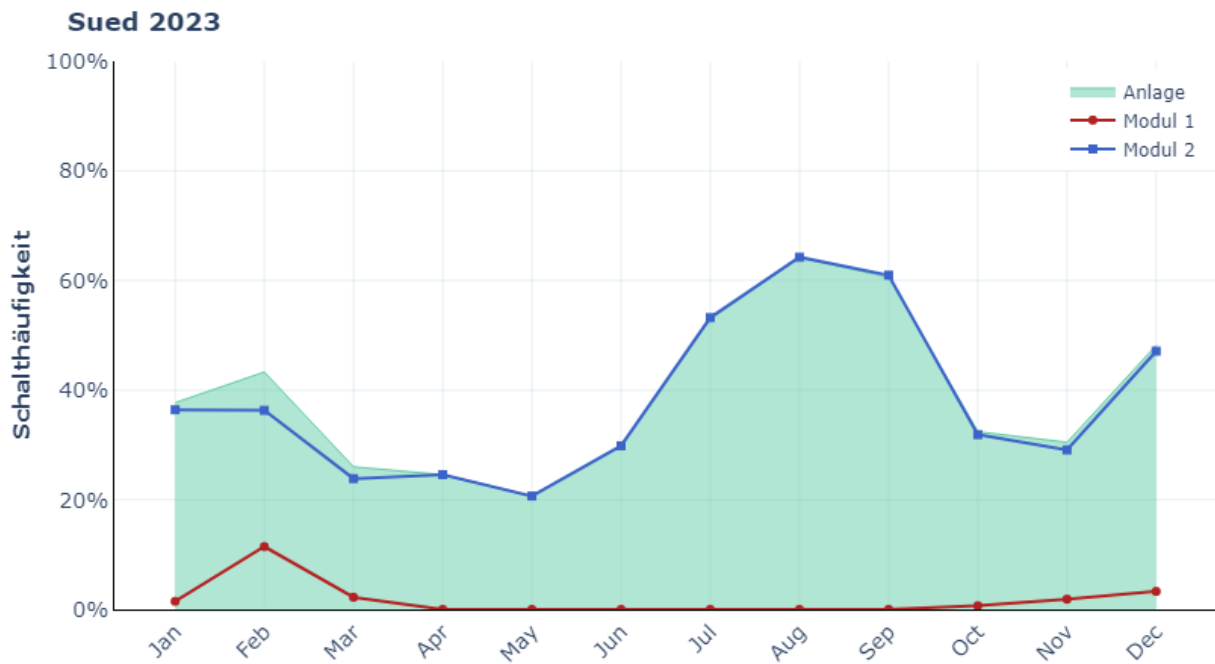


Abbildung 70: Monatlicher Verlauf der Schalthäufigkeit für den Korridor Süd – 2023

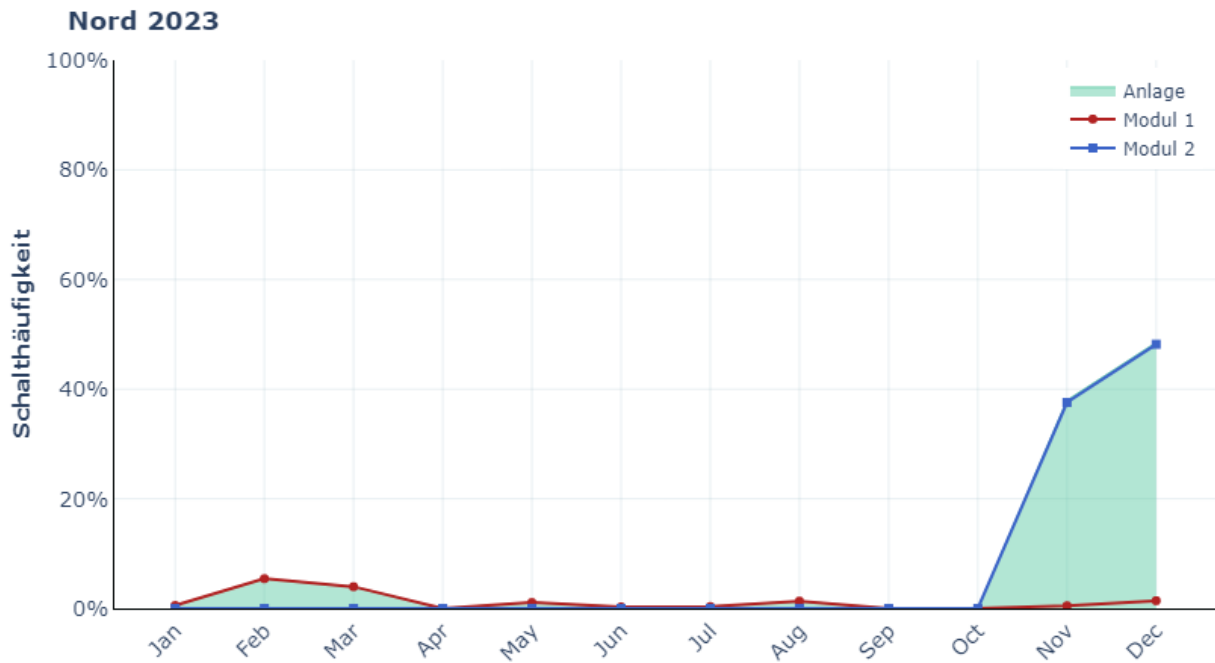


Abbildung 71: Monatlicher Verlauf der Schalthäufigkeit für den Korridor Nord - 2023

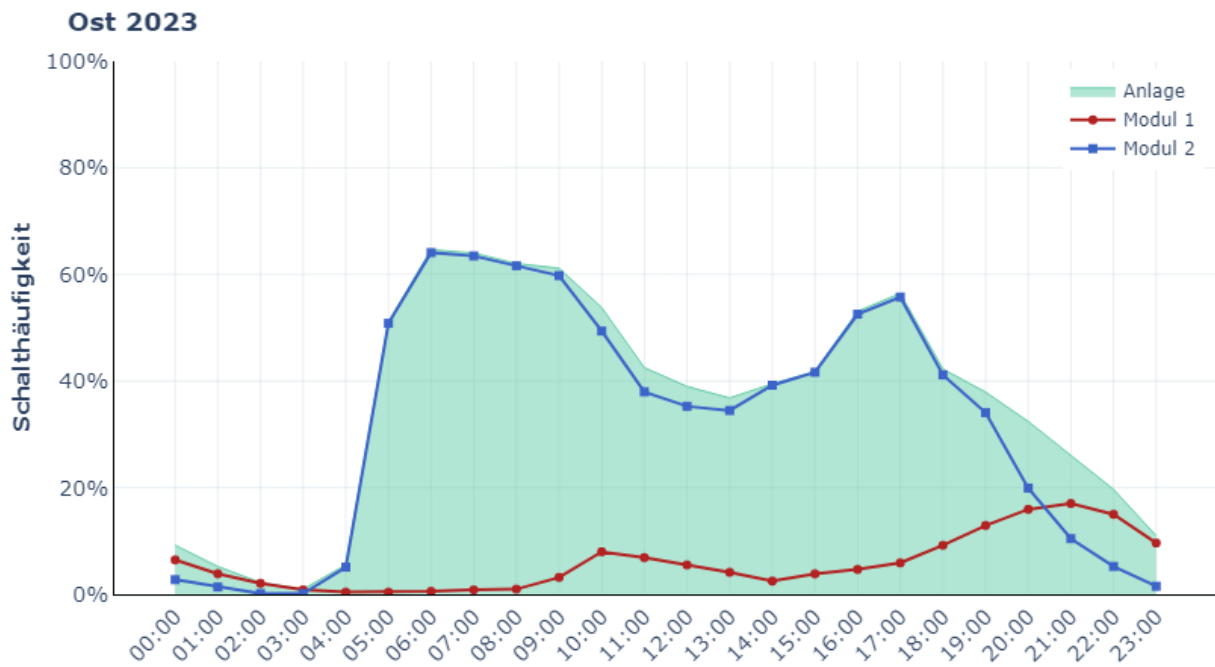


Abbildung 72: Mittler Tagesgang der Schalthäufigkeiten für den Korridor Ost – 2023

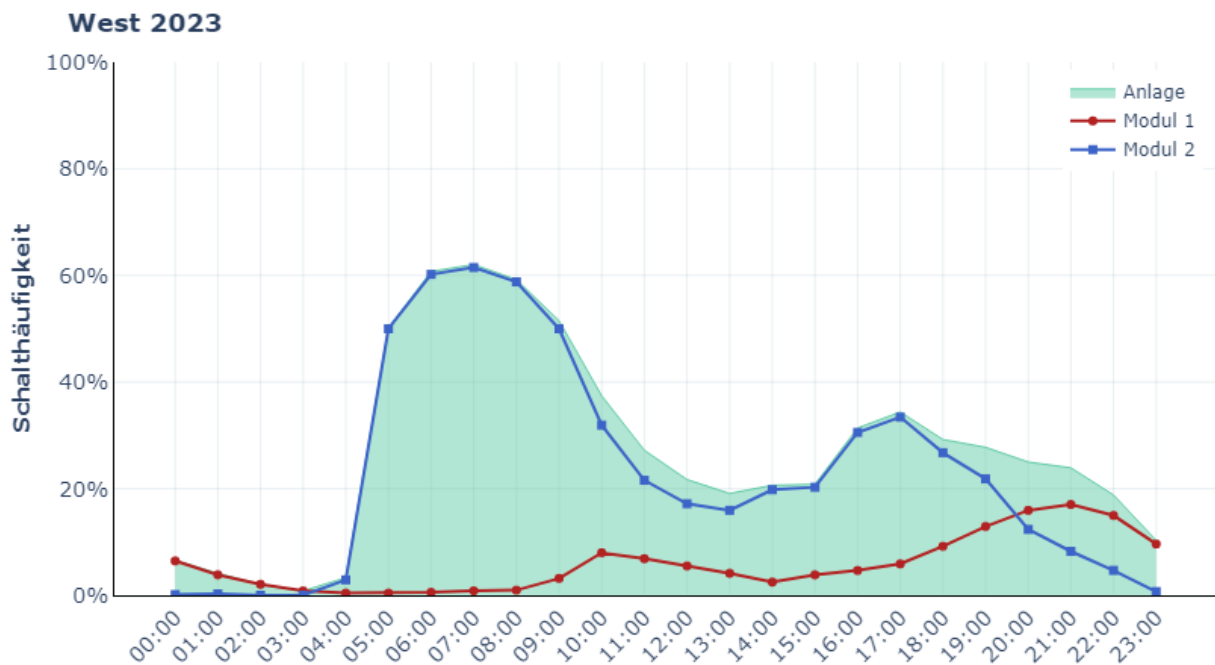


Abbildung 73: Mittler Tagesgang der Schalthäufigkeiten für den Korridor West - 2023

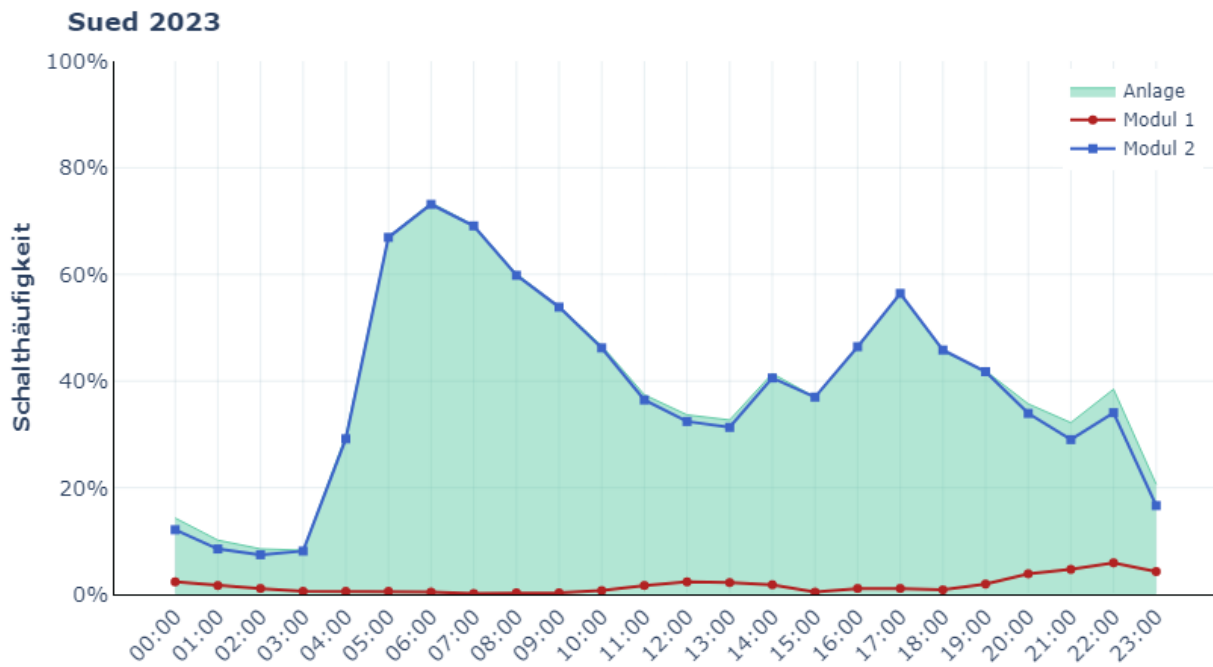


Abbildung 74: Mittlerer Tagesgang der Schalthäufigkeiten für den Korridor Süd – 2023

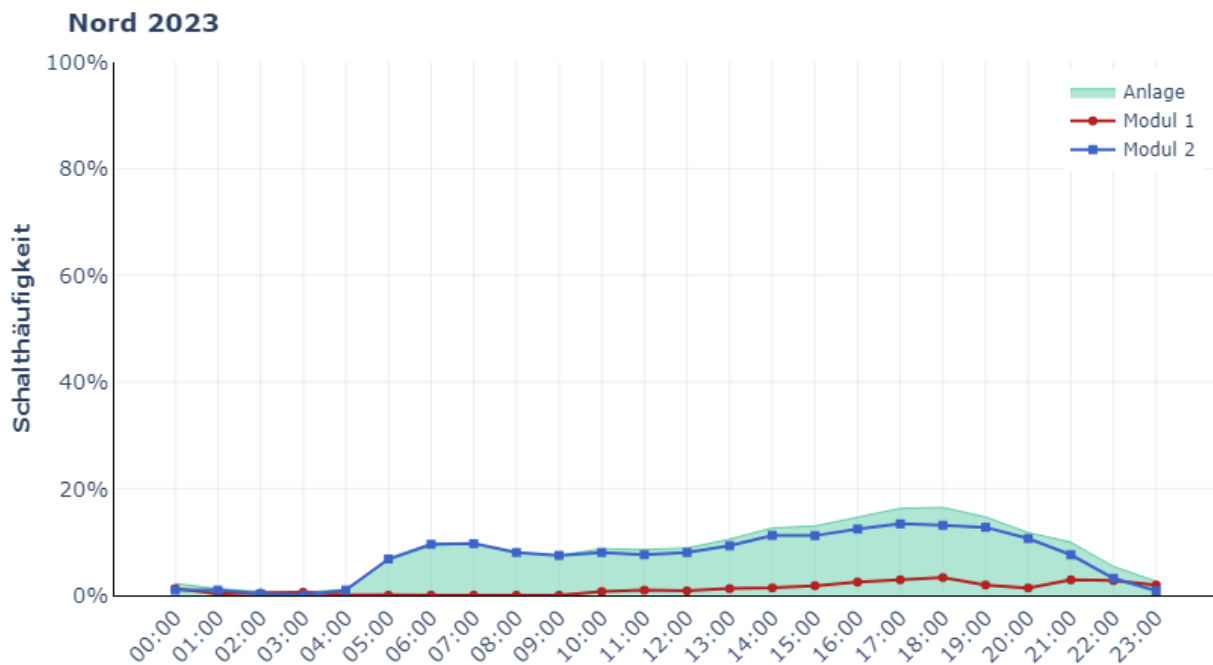


Abbildung 75: Mittlerer Tagesgang der Schalthäufigkeiten für den Korridor Nord – 2023

6.3 Abschätzung der Maßnahmenwirksamkeit

Der Algorithmus zur Steuerung der VBA Anlage berechnet auf Basis der prognostizierten Verkehrsbelastungen und meteorologischen Eingangsdaten den NO_x-Immissionsbeitrag der PKWs und leichten Nutzfahrzeuge. Als einfache Abschätzung der Maßnahmenwirksamkeit wird die Summe der Immissionsbeiträge bei aktiver Schaltung auf die Summe der Immissionsbeiträge im gesamten Jahr und die Summe der Immissionsbeiträge im Winterhalbjahr bezogen.

Um die Zeiten zu berücksichtigen, für die aufgrund von Datenausfällen keine Immissionsbeiträge berechnet wurden, werden die durchschnittlichen Immissionsbeiträge für das ganze Jahr, das Winterhalbjahr und während aktivem Tempolimit mit der jeweiligen Anzahl an Halbstunden multipliziert.

In allen Korridoren ist der durchschnittliche Immissionsbeitrag im Winterhalbjahr nur geringfügig höher als im Jahresdurchschnitt, in den Korridoren Nord und Süd in etwa gleich hoch. Das liegt größtenteils daran, dass die Verkehrsbelastung im Sommer deutlich höher ist, und die Windgeschwindigkeiten der UBIMET im Sommer nur geringfügig höher ausfallen. Aus diesem Grund ist die geforderte Maßnahmenwirksamkeit von 75 % bezogen auf ein statisches ganzjähriges Tempolimit wesentlich schwieriger zu erreichen als die geforderte Maßnahmenwirksamkeit von 100 % bezogen auf ein statisches Tempolimit während des Winterhalbjahres.

In den Korridoren Ost und West beträgt die Maßnahmenwirksamkeit bezogen auf ein statisches ganzjähriges Tempolimit 59 % und 51 %, im Korridor Nord (bedingt durch die Datenausfälle) nur 14 % und im Korridor Süd 63 %. Die geforderten 75 % wurden somit in keinem Korridor erreicht.

Bezogen auf ein statisches Tempolimit während des Winterhalbjahres wurde in den Korridoren Ost und Süd die geforderte Maßnahmenwirksamkeit von 100 % erreicht, im Korridor West wurde sie mit 97 % knapp verfehlt. Im Korridor Nord ist die berechnete Maßnahmenwirksamkeit sehr gering, da aufgrund einer längeren Baustelle keine Verkehrsdaten übertragen wurden, und die VBA Anlage nicht aktiv war. Für den Zeitraum der Baustelle hat in einem Teilbereich des Korridors ein statisches Tempolimit gegolten, ein Nachweis ob die geforderte Maßnahmenwirksamkeit dadurch in diesem Korridor erreicht wurde, ist aber nicht möglich. Eine Überprüfung des Algorithmus ist allerdings aufgrund von Datenausfällen für das Betriebsjahr 2023 nicht möglich.

Tabelle 18: Abgeschätzte Maßnahmenwirksamkeit auf den vier Korridoren im Evaluierungszeitraum 2023

Korridor 2023	Ost	West	Nord*	Süd
Gesamtes Jahr				
durchschnittlicher Immissionsbeitrag in µg/m³	42,96	29,00	44,61	30,92
Anzahl Schaltintervalle	17.520	17.520	17.520	17.520
Summe Immissionsbeitrag in µg/m³	752.659	508.080	781.567	541.718
Winterhalbjahr				
durchschnittlicher Immissionsbeitrag in µg/m³	44,05	30,55	44,63	29,29
Anzahl Schaltintervalle	8.736	8.736	8.736	8.736
Summe Immissionsbeitrag in µg/m³	384.821	266.885	389.888	255.877
Aktives Tempolimit				
durchschnittlicher Immissionsbeitrag in µg/m³	71,08	55,09	76,64	50,11
Anzahl Schaltintervalle	6.171	4.668	1.269	6.845
Summe Immissionsbeitrag in µg/m³	443.681	259.804	106.925	343.003
Maßnahmenwirksamkeit				
bezogen auf ganzes Jahr	59%	51%	14%	63%
bezogen auf Winterhalbjahr	115%	97%	27%	134%

*Die Immissionsbeiträge für den Teilkorridor Nord beziehen sich nur auf die Zeiträume mit verfügbaren Daten (Nov-Dez)

6.4 Emissionen

Auf Basis der Verkehrsdaten in den vier Korridoren kann die Emissionsreduktion aufgrund des geschalteten Tempolimits berechnet werden. In Tabelle 19 sind die durchschnittlichen Verkehrsbelastungen an PKWs und leichten Nutzfahrzeugen sowie die vom Tempolimit betroffenen Fahrzeuge für den Evaluierungszeitraum 2023 aufgelistet. Der Anteil der betroffenen Fahrzeuge beträgt zwischen 37,9 % (West) und 52,9 % (Süd). Die Werte für den Teilkorridor Nord beziehen sich nur auf den Zeitraum November bis Dezember. Die restliche Zeit des Jahres wurden aufgrund einer Baustelle keine Verkehrsdaten übertragen.

Tabelle 19: Verkehrsdaten (1.1.2023 – 31.12.2023)

Korridor	Länge [km]	DTV			betroffene Fahrzeuge (2022)			Anteil Summe < 3.5t
		PKW [Kfz/Tag]	LNF [Kfz/Tag]	Summe < 3,5t [Kfz/Tag]	PKW [Kfz/Jahr]	LNF [Kfz/Jahr]	Summe < 3.5t [Kfz/Jahr]	
Ost	34.409	49.810	6.912	56.722	9.198.305	1.382.153	10.580.458	51.1%
Süd	20.766	36.456	4.596	41.051	7.023.148	900.475	7.923.623	52.9%
West	6.404	40.715	6.535	47.250	5.580.141	951.513	6.531.654	37.9%
Nord*	6.094	31.250	4.105	35.355	1.160.729	156.435	1.317.163	10.2%

*Die DTV Verkehrsdaten für den Teilkorridor Nord beziehen sich nur auf den Zeitraum Nov - Dez

Die Verkehrsemissionen wurden mit dem Modell NEMO berechnet. Die durchschnittlichen Geschwindigkeiten wurden folgendermaßen definiert:

Tempolimit 130 km/h ergibt 118 km/h, Tempolimit 100 km/h ergibt 103 km/h

Dabei sollte jedoch bedacht werden, dass die tatsächlichen gefahrenen durchschnittlichen Geschwindigkeiten in den Teilkorridoren abweichen können. Folglich können die Reduktionen an Schadstoffen und Kraftstoffverbrauch in Tabelle 20 von den tatsächlichen Werten abweichen.

6.4.1 Emissionsreduktion mit VBA Anlage

Die Reduktionen an Schadstoffen und Treibstoffen in den vier Teilkorridoren mit der bestehenden VBA Anlage für den Evaluierungszeitraum 2023 sind in Tabelle 20 aufgelistet. Im Evaluierungszeitraum wurden durch die VBA Anlage ca. 800 kg verbrennungsbedingte Partikelemissionen (PM₁₀) (entspricht 10.6 % der PKW-Emissionen im VBA Gebiet) und 54 Tonnen NO_x-Emissionen (entspricht 9.5 % der PKW-Emissionen im gesamten VBA-Gebiet) eingespart. Der Kraftstoffverbrauch wurde um ca. 2.800 Tonnen und die CO₂-Emissionen um ca. 11.200 Tonnen reduziert.

Für den Korridor Nord wurden aufgrund einer Baustelle (Jänner bis November) keine Verkehrsdaten übermittelt. Da aufgrund der Baustelle in einem Teilbereich des Korridors eine statische Geschwindigkeitsbeschränkung galt, ergibt sich eine zusätzliche Reduktion des Kraftstoffverbrauchs und der Schadstoffe. Diese Reduktion wurde in der Tabelle nicht berücksichtigt.

Tabelle 20: Reduktionen an Schadstoffen und Kraftstoffverbrauch infolge der VBA Schaltungen in den vier einzelnen Korridoren

		Ostkorridor	Südkorridor	Westkorridor	Nordkorridor*	Summe
Feinstaub	[kg]	-493	-246	-62	-12	-812
NO _x	[t]	-32	-17	-4	-1	-54
CO ₂	[t]	-6.680	-3.589	-787	-168	-11.224
Summe Kraftstoff	[t]	-1.686	-906	-199	-42	-2.833
Kraftstoff Diesel	[t]	-1.080	-581	-127	-27	-1.815
Kraftstoff Otto	[t]	-606	-325	-71	-15	-1.018
Treibstoffkosten	[€]	-3.424.844	-1.840.153	-403.641	-85.900	-5.754.538

*Baustelle (Jänner bis November)

In Tabelle 21 ist die relative Reduktion der PKW-Emissionen im VBA Gebiet dargestellt. Der Kraftstoffverbrauch eines einzelnen Fahrzeuges kann durch ein Tempolimit von 100 km/h um rund 10 % gesenkt werden. Der PM₁₀ Emissionsfaktor wird um rund 22 % und der NO_x Emissionsfaktor um ca. 20 % reduziert.

Tabelle 21: Relative Reduktion der PKW-Emissionen im VBA-Gebiet

	Kraftstoff	NOx	CO	PM ₁₀ Exhaust	CO ₂
Reduktion Emissionsfaktor	-9.7%	-19.8%	-22.1%	-22.1%	-14.2%
Reduktion Auspuffemissionen					
Ost	-5.0%	-10.1%	-11.3%	-11.3%	-7.2%
Süd	-5.1%	-10.5%	-11.7%	-11.7%	-7.5%
West	-3.7%	-7.5%	-8.4%	-8.4%	-5.4%
Nord*	-1.0%	-2.0%	-2.3%	-2.3%	-1.4%
Gesamtes VBA Gebiet	-4.6%	-9.5%	-10.6%	-10.6%	-6.8%

*Baustelle (Jänner bis November)

6.4.2 Emissionsreduktion mit statischem Tempolimit

Die Reduktionen an Schadstoffen und Treibstoffen in den vier Teilkorridoren mit einem statischen Tempolimit von 100 km/h sind in Tabelle 22 aufgelistet. Im Evaluierungszeitraum könnten durch ein statisches Tempolimit ca. 1.700 kg verbrennungsbedingte Partikelemissionen (PM₁₀) (entspricht 22 % der PKW-Emissionen im VBA Gebiet) und 113 Tonnen NO_x-Emissionen (entspricht rund 20 % der PKW-Emissionen im gesamten VBA-Gebiet) eingespart werden. Der Kraftstoffverbrauch würde um ca. 5.950 Tonnen und die CO₂-Emissionen um ca. 23.500 Tonnen reduziert.

Tabelle 22: Reduktionen an Schadstoffen und Kraftstoffverbrauch infolge einer statischen Geschwindigkeitsbeschränkung auf 100 km/h in den vier einzelnen Korridoren

		Ostkorridor	Südkorridor	Westkorridor	Nordkorridor*	Summe
Feinstaub	[kg]	-964	-464	-163	-115	-1706
NOx	[t]	-63	-32	-10	-8	-113
CO ₂	[t]	-13.073	-6.785	-2.077	-1.643	-23.578
Summe Kraftstoff	[t]	-3.299	-1.712	-524	-415	-5.951
Kraftstoff Diesel	[t]	-2.114	-1.097	-336	-266	-3.813
Kraftstoff Otto	[t]	-1.185	-615	-188	-149	-2.137
Treibstoffkosten	[€]	-6.702.239	-3.478.550	-1.065.016	-842.158	-12.087.963

*Baustelle (Jänner bis November)

6.5 Anpassung der Schwellenwerte

Die Auswertungen haben ergeben, dass die geforderte Maßnahmenwirksamkeit von 100 % bezogen auf ein statisches Tempolimit während des Winterhalbjahres in den Teilkorridoren Ost und Süd erreicht wurde, wobei diese im Korridor Süd mit 134 % sogar deutlich überschritten wurde.

Im Korridor West wurde die Maßnahmenwirksamkeit mit 97 % nur knapp unterschritten. Da davon ausgegangen werden kann, dass die Verkehrsbelastung - und damit die Schalthäufigkeit – ab dem Jahr 2024 weiter zunehmen wird, ist für die Korridore West und Ost keine Anpassung der Schwellenwerte notwendig.

Für den Korridor Nord ist aufgrund von Datenausfällen von März bis Dezember wegen einer Baustelle keine Überprüfung des Algorithmus für das Jahr 2023 möglich.

Für den Korridor Süd wird aufgrund der hohen Maßnahmenwirksamkeit in Bezug auf die Vorgaben für das Winterhalbjahr im Jahr 2023, die bereits im Vorjahr vorhanden war und durch die weitere Verkehrszunahme von 3 % weiter gestiegen ist, eine Erhöhung des Schwellenwertes für das Modul 2 von 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ auf 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ empfohlen.

Damit ergeben sich für den zukünftigen Betrieb der Anlage folgende Schwellenwerte:

Tabelle 23: Schwellenwerte für Modul 1 auf Basis PM_{10}

Teilkorridor	oberer Schwellenwert	unterer Schwellenwert
Ost	49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
West	49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
Süd	49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
Nord	49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-

Tabelle 24: Schwellenwerte für Modul 2 auf Basis NO_x

Teilkorridor	Schwellenwert
Ost	49,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
West	38,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Süd	38,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Nord	33,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

In weiterer Folge wurden auch die Auswirkungen dieser Anpassung der Schwellenwerte auf die Maßnahmenwirksamkeit untersucht (Tabelle 25). Für den Korridor Süd hätte sich mit dem erhöhten Schwellenwert eine Maßnahmenwirksamkeit von 106 % ergeben. Aufgrund der anzunehmenden Zunahme der Verkehrsbelastung ab dem Jahr 2023 kann davon ausgegangen werden, dass in den folgenden Jahren die geforderte Maßnahmenwirksamkeit von 100 % ebenfalls erreicht wird.

Tabelle 25: Abgeschätzte Maßnahmenwirksamkeit auf den vier Korridoren im Evaluierungszeitraum 2023 mit geändertem Schwellenwert in Korridor Süd

Korridor 2023	Ost	West	Nord*	Süd
Gesamtes Jahr				
durchschnittlicher Immissionsbeitrag in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	42,96	29,00	44,61	30,92
Anzahl Schaltintervalle	17.520	17.520	17.520	17.520
Summe Immissionsbeitrag in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	752.659	508.080	781.567	541.718
Winterhalbjahr				
durchschnittlicher Immissionsbeitrag in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	44,05	30,55	44,63	29,29
Anzahl Schaltintervalle	8.736	8.736	8.736	8.736
Summe Immissionsbeitrag in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	384.821	266.885	389.888	255.877
Aktives Tempolimit				
durchschnittlicher Immissionsbeitrag in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	71,08	55,09	76,64	56,96
Anzahl Schaltintervalle	6.171	4.668	1.269	4.780
Summe Immissionsbeitrag in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	443.681	259.804	106.925	272.272
Maßnahmenwirksamkeit				
bezogen auf ganzes Jahr	59%	51%	14%	50%
bezogen auf Winterhalbjahr	115%	97%	27%	106%

*Die Immissionsbeiträge für den Teilkorridor Nord beziehen sich nur auf die Zeiträume mit verfügbaren Daten (Nov-Dez)

7 Modellierung der Immissionsbeiträge

Zur Untersuchung der Auswirkungen der statischen Tempolimits von 100 und 130 km/h sowie eines flexiblen Tempolimits gemäß den Schaltungen der immissionsgesteuerten Verkehrsbeeinflussungsanlage (VBA) auf die NO_x - und Feinstaubbelastung wurden Ausbreitungsberechnungen mit dem Partikelmodell GRAL durchgeführt.

Die Fahrleistungen auf den betrachteten Autobahnabschnitten der Untersuchungsräume wurden der ASFINAG Verkehrsstatistik für das Jahr 2023 für die einzelnen Zählstellenabschnitte entnommen (Abbildung 55). Damit wurden die Verkehrsemissionen für die Teilkorridore Ost, Süd, Nord und West mit dem Modell NEMO 5.0.3 für das Bezugsjahr 2023 jeweils für ein durchgehendes Tempolimit 130 km/h, ein durchgehendes Tempolimit 100 km/h und für die variable Schaltung der VBA 2023 für die Schadstoffe NO_x , PM_{10} , und $\text{PM}_{2.5}$ berechnet. Dabei wurden alle gezählten Fahrzeugkategorien (PKW, LNF und LKW) berücksichtigt.

Mit dem Modell GRAL wurden die Immissionsbeiträge des Verkehrs im Jahresmittel für ein durchgehendes Tempolimit 130 km/h und 100 km/h sowie für die variable Schaltung der VBA im Evaluierungszeitraum 2023 auf Basis der oben genannten Verkehrsemissionen modelliert. Für die Modellierung der Immissionsbeiträge wurde, wie bereits in Kapitel 4.2.1 beschrieben, auf vorhandene Windfelder aus der Windfeldbibliothek Steiermark mit dem Bezugsjahr 2017 zurückgegriffen. Damit soll vor allem dem Vorhandensein windschwacher Wetterlagen Rechnung getragen werden, die in den meteorologischen Daten des Wetterdienstes UBIMET an der VBA-Anlage stark unterrepräsentiert sind. Demgegenüber ist bei der Verwendung der Windfeldbibliothek auf Einschränkungen hinsichtlich der Miteinbeziehung von Schalthäufigkeiten zu der zum Zeitpunkt der Schaltung vorherrschenden Wetterlage, hinzuweisen.

Zur Ermittlung der Gesamtbelastung bzw. zur Ermittlung der NO_2 -Immissionsbeiträge wurden die Vorbelastungswerte gemäß Kap. 4.2.4 für NO_x herangezogen und anschließend die NO_x/NO_2 Konversion (siehe Kap. 4.2.3) berechnet. Die Beurteilung der ermittelten Immissionsbeiträge für NO_2 erfolgt in Bezug auf die geltenden Immissionsgrenzwerte (siehe Kap. 4.2.5) sowie in Bezug auf die zukünftigen Grenzwerte (siehe Kap. 4.2.6). Für Feinstäube konnte keine homogene Hintergrundbelastung für das gesamte Untersuchungsgebiet abgeleitet werden, sodass hier nur der Immissionsbeitrag des Verkehrs beurteilt wurde.

Der Ergebnisse werden als flächige Kartendarstellung für die modellierten Immissionsbeiträge dargestellt. Anhand der Auswertung von charakteristischen Querprofilen in jedem Korridor wurde ermittelt, ab welcher Entfernung von der Autobahnachse die Beurteilungswerte für die jeweilige Berechnungsvariante (Tempolimit) eingehalten werden.

7.1 Teilkorridor Ost

7.1.1 Emissionen

Bei einem statischen ganzjährigen Tempolimit können die NO_x-Emissionen um 20 % reduziert werden, die PM₁₀-Exhaust-Emissionen (entspricht PM_{2.5}) der PKWs verringern sich durchschnittlich um rund 22 %. Bei Gesamt PM₁₀ (Exhaust + Non-Exhaust) bleibt das Reduktionspotential mit 4 % aufgrund des wesentlich größeren Anteils von Abriebs- und Aufwirbelungsemissionen naturgemäß niedriger. Eine Veränderung der verbrennungsbedingten Feinstaubemissionen lässt sich somit nur in geringem Maße ausmachen. Geschwindigkeitsabhängige Emissionsfaktoren aus dem Abrieb und der Aufwirbelung stehen nicht zur Verfügung, daher können die Auswirkungen von Geschwindigkeitsreduktionen dieser Emissionsanteile nicht quantifiziert werden.

Eine Zusammenfassung der berechneten Fahrleistungen und Emissionen für die Tempolimits 100 km/h und 130 km/h im betrachteten Straßennetz des Teilkorridors Ost ist in Tabelle 26 gegeben. Für die Emissionen des LKW-Verkehrs hat ein Tempolimit unter 100 km/h keinen Einfluss, sie tragen allerdings zur Gesamtbelastung bei und sind daher bei der Ermittlung der NO₂-Belastung entlang des Korridors zu berücksichtigen.

Tabelle 26: Emissionen des PKW-Verkehrs für den Teilkorridor – Ost

Teilkorridor OST	Fahrleistung	NO _x	NO ₂	NH ₃	CO	CO ₂
Tempo 100 km/h	573 10 ⁶ km	208.3 t/a	69.6 t/a	7.0 t/a	170.0 t/a	82749.0 t/a
Tempo 130 km/h	573 10 ⁶ km	259.7 t/a	86.6 t/a	7.0 t/a	242.9 t/a	93656.0 t/a
Reduktion absolut	- km	51.4 t/a	17.0 t/a	.0 t/a	72.9 t/a	10907.0 t/a
Reduktion [%]	- %	-20%	-20%	0%	-30%	-12%
LKW Verkehr	74 10 ⁶ km	46.9 t/a	8.1 t/a	1.0 t/a	28.4 t/a	44521.6 t/a
Teilkorridor OST	HC	TSP	PM ₁₀ exhaust	PM ₁₀ Non-exh.	PM ₁₀	PM _{2.5}
Tempo 100 km/h	9.10 t/a	32.91 t/a	2.64 t/a	17.08 t/a	19.73 t/a	12.75 t/a
Tempo 130 km/h	9.55 t/a	33.65 t/a	3.39 t/a	17.08 t/a	20.48 t/a	13.50 t/a
Reduktion absolut	0.45 t/a	0.74 t/a	0.75 t/a	0.00 t/a	0.75 t/a	0.75 t/a
Reduktion [%]	-5%	-2%	-22%	0%	-4%	-6%
LKW Verkehr	1.55 t/a	16.70 t/a	0.63 t/a	9.56 t/a	10.19 t/a	6.07 t/a

7.1.2 Immissionsbeitrag aus dem Verkehr

7.1.2.1 Stickstoffoxide NO_x

Der modellierte durchschnittliche Verkehrsbeitrag im Teilkorridor Ost für den Zeitraum 01.01.2023 bis 31.12.2023 und einem Tempolimit von 130 km/h kann der Abbildung 76 entnommen werden. Der Verkehrsbeitrag bei einem Tempolimit von 100 km/h ist der Abbildung 77 und jener Beitrag bei einem flexiblen Tempolimit gemäß der Schaltung der VBA ist der Abbildung 78 zu entnehmen.

Zur Veranschaulichung wird nachfolgend, die NO_x-Belastung entlang von Querprofilen senkrecht zur Straßenachse ausgewertet.

Die Ausbreitungsmodellierung für den Korridor Ost erfolgte für den Bereich des Querprofils 1, welches im Grazer Becken situiert ist, mit dem Windfeld M1 Graz, da dieses die meteorologischen Bedingungen für diesen Bereich besser repräsentiert. Der Bereich um das Querprofil Ost in Gleisdorf, wurde auf Basis des Windfeldes M6 Weiz modelliert. Die Überschneidungsbereiche sind in Abbildung 1 dargestellt.

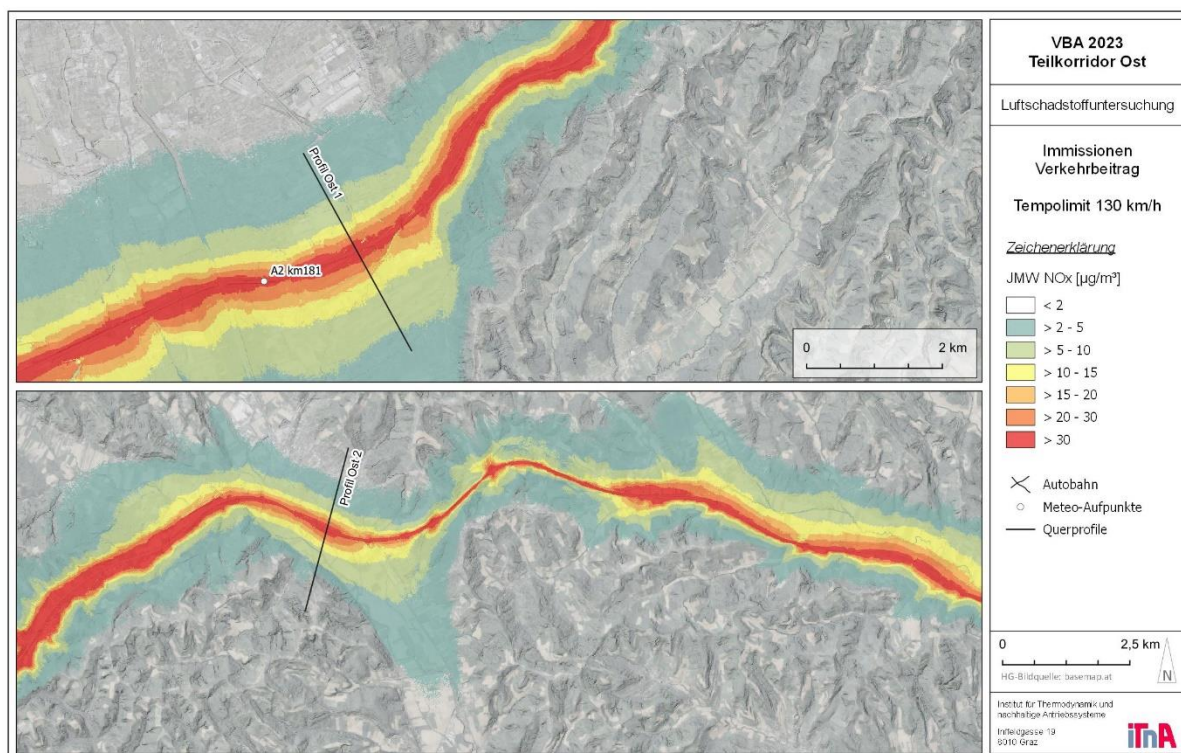


Abbildung 76: Modellierter NO_x Verkehrsbeitrag der A2 für den Teilkorridor Ost im Evaluierungszeitraum 2023 für ein Tempolimit von 130 km/h

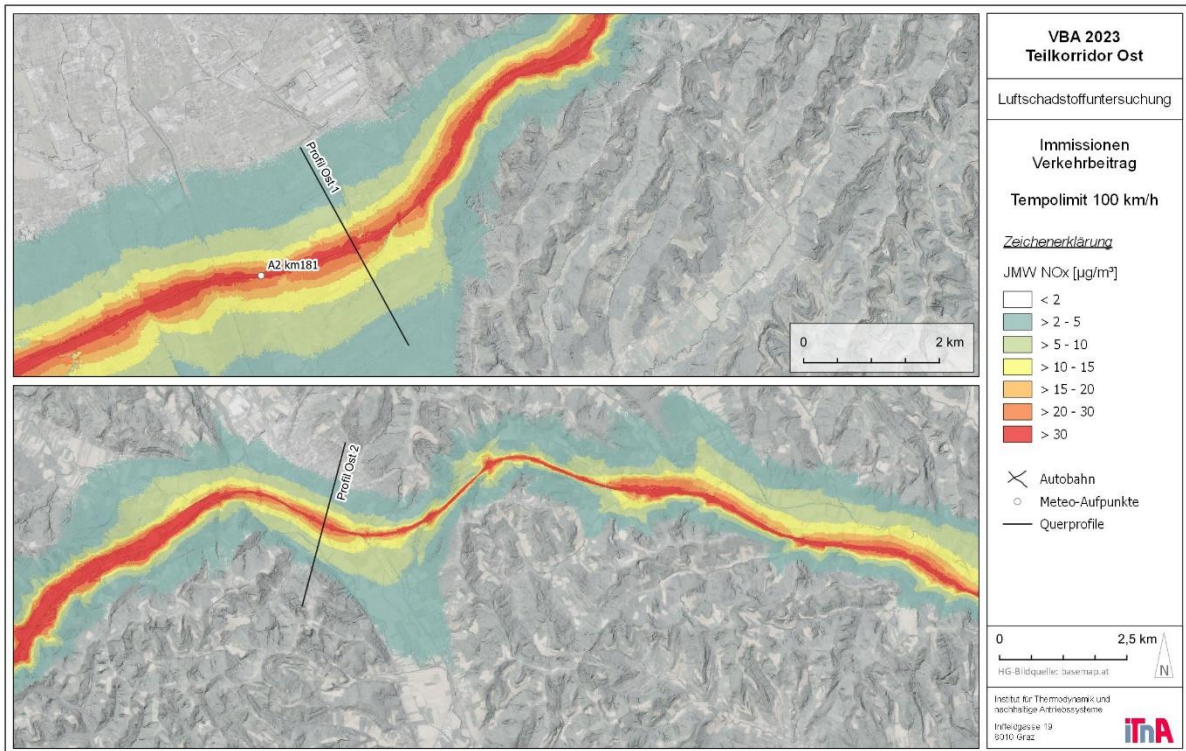


Abbildung 77: Modellerter NO_x Verkehrsbeitrag der A2 für den Teilkorridor Ost im Evaluierungszeitraum 2023 für ein statisches Tempolimit von 100 km/h

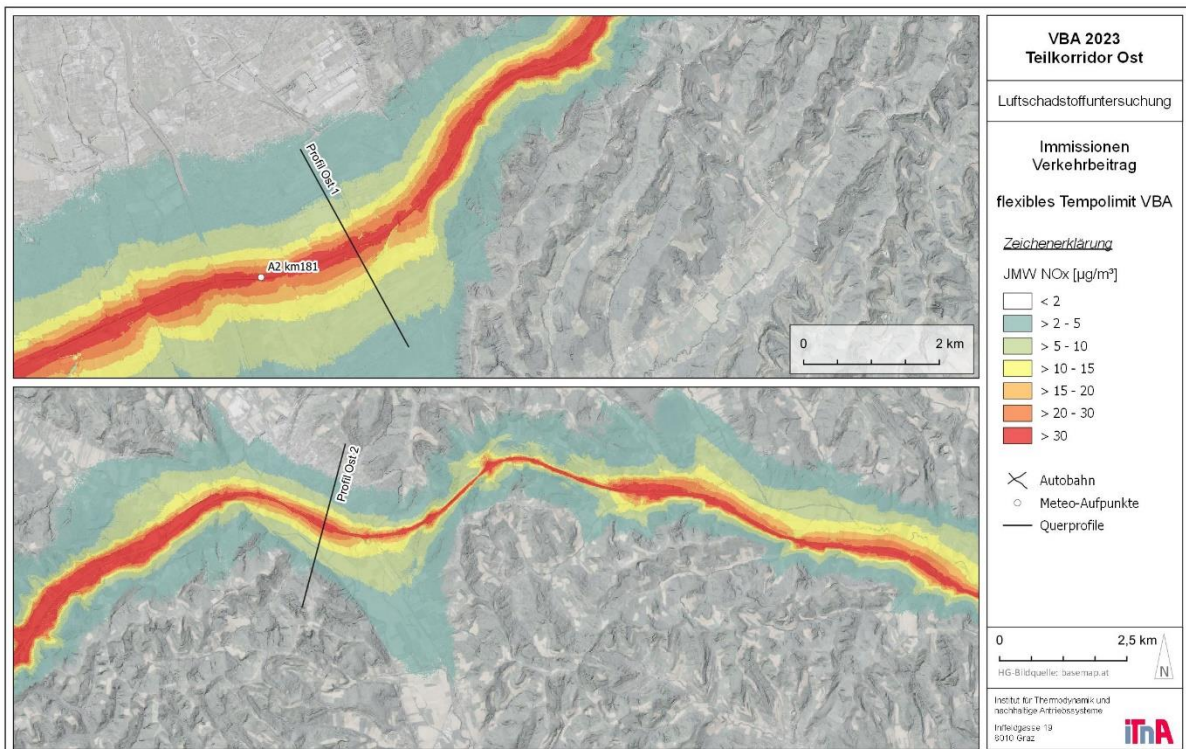


Abbildung 78: Modellerter NO_x Verkehrsbeitrag der A2 für den Teilkorridor Ost im Evaluierungszeitraum 2023 für ein flexibles Tempolimit gemäß Schaltung der VBA

Querprofilsauswertung NO_x – Teilkorridor Ost

Die Abbildung 79 und die darauffolgenden Diagramme zeigen die Auswertung unterschiedlicher Tempolimits auf die jahresdurchschnittliche NO_x-Belastung für Querprofile im Korridor Ost.

Mit einer Hintergrundbelastung für NO_x von 30 µg/m³ können bei einem statischen Tempolimit von 100 km/h achsennah ca. 83% der gesamten NO_x-Belastung auf die Verkehrsemissionen der Autobahn zurückgeführt werden, bei einem Tempolimit von 130 km/h sind es ca. 85%. Die verkehrsbedingten NO_x-Belastungen in Abbildung 80 und Abbildung 81 betragen hier über 140 µg/m³ im Jahresmittel. In 100 m Entfernung sinkt der Verkehrsbeitrag auf unter 50 µg/m³ und in 300 m Entfernung auf rund 20 µg/m³ und darunter.

Profil 1 in Abbildung 80 zeigt in 50 m Entfernung zur Fahrbahnmitte eine Reduktion von rund 11 µg/m³ NO_x bei einem statischen Tempolimit von 100 km/h und in 100 m Entfernung eine Reduktion von ca. 8 µg/m³. Bei einem flexiblen Tempolimit aufgrund der Schaltung der VBA beträgt die Reduktion in 50 m Entfernung rund 4 µg/m³, in 100 m knapp 3 µg/m².

Profil 2 in Abbildung 81 zeigt bei einem statischen Tempolimit von 100 km/h in 50 m Entfernung zur Fahrbahnmitte eine Reduktion von rund 10 µg/m³ und in 100 m Entfernung eine Reduktion von etwas mehr als 7 µg/m³. Bei einem flexiblen Tempolimit aufgrund der Schaltung der VBA beträgt die Reduktion in 50 m Entfernung bei rund 3 µg/m³, in 100 m rund 2 µg/m².

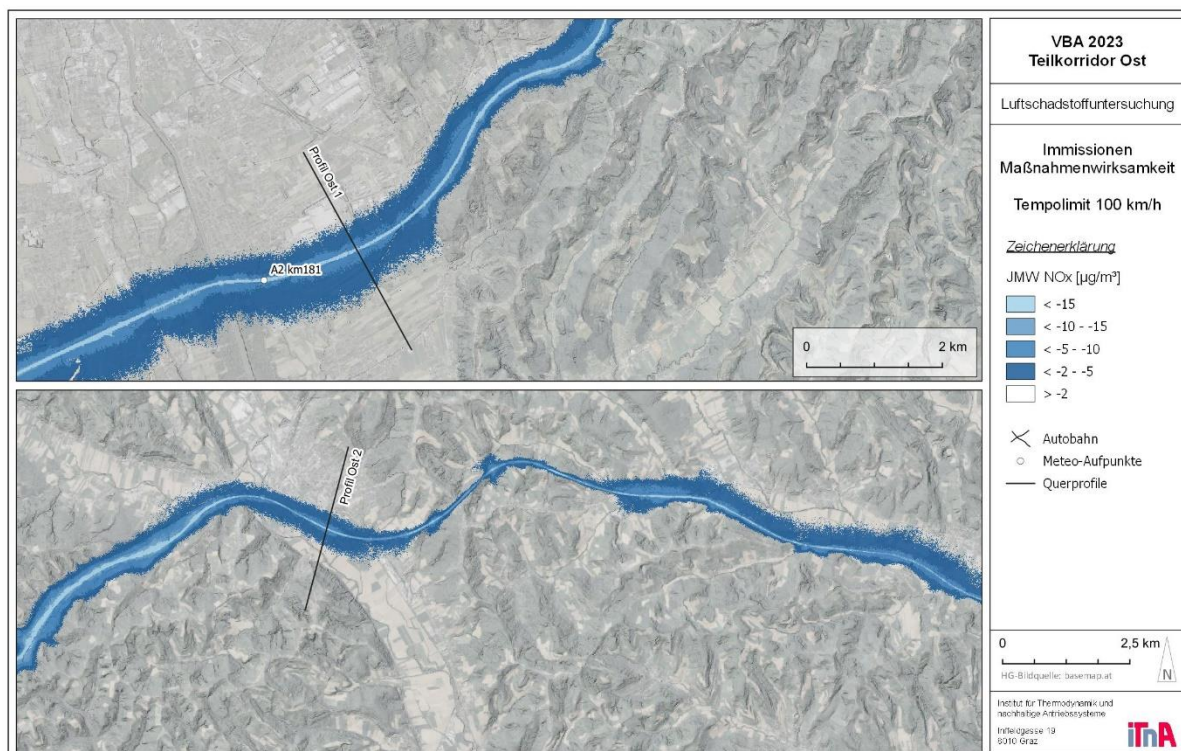


Abbildung 79: Wirksamkeit eines statischen Tempolimits von 100 km/h auf den durchschnittlichen NO_x-Beitrag für den Teilkorridor Ost.

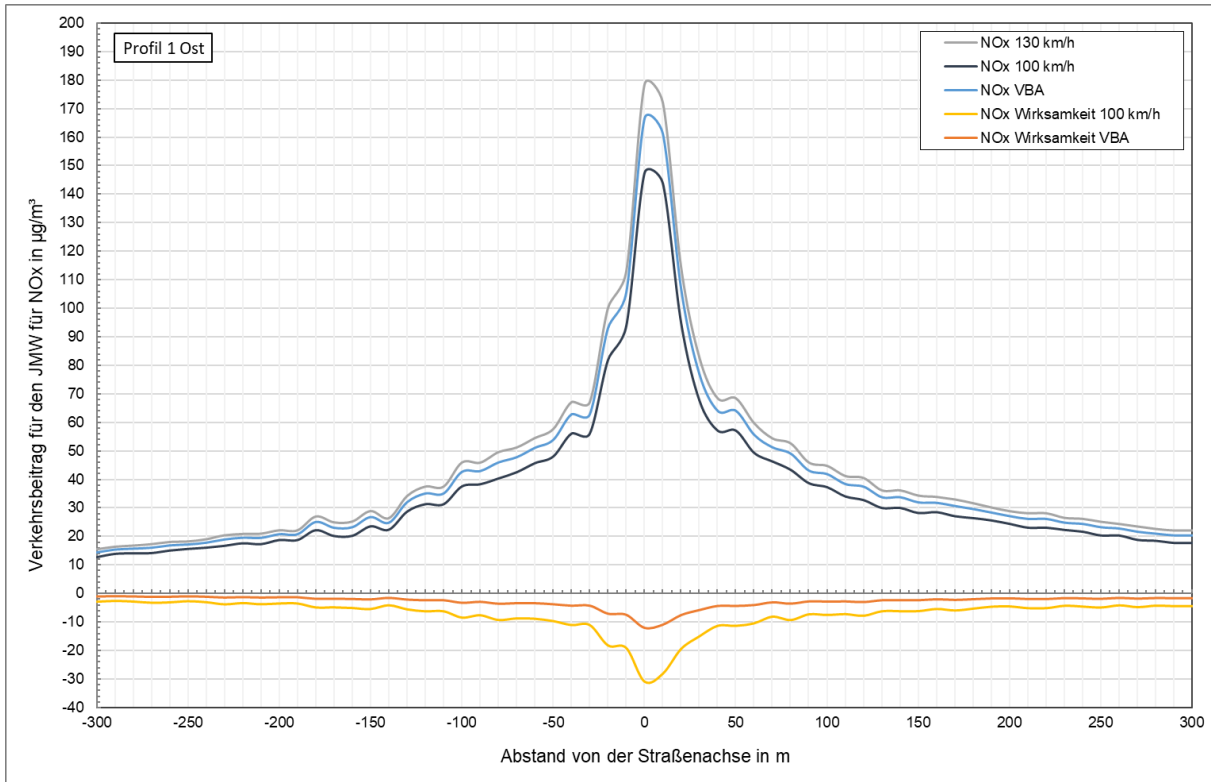


Abbildung 80: Auswertung Profil 1 zur durchschnittlichen NO_x-Belastung auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Ost.

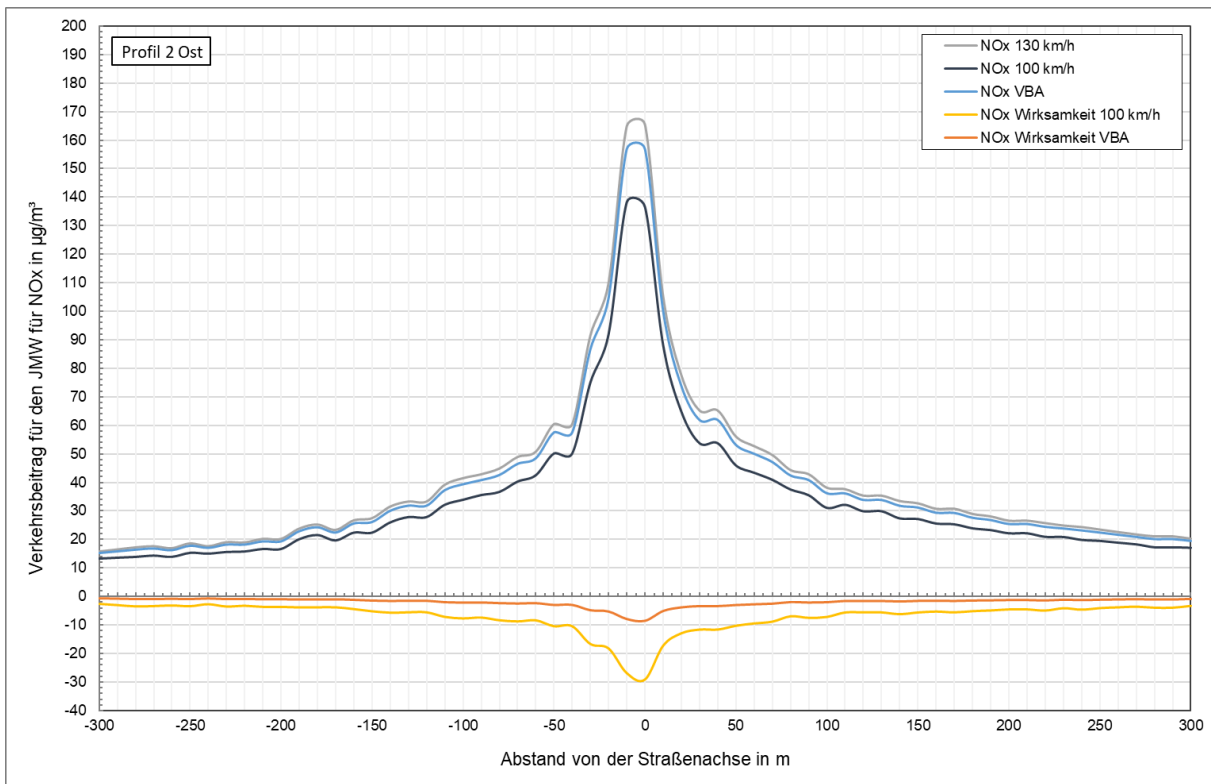


Abbildung 81: Auswertung Profil 2 zur durchschnittlichen NO_x-Belastung auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Ost.

7.1.2.2 Stickstoffdioxide NO₂

Die modellierte Gesamtbelastung an NO₂ im Jahresmittel für den Teilkorridor Ost für den Zeitraum 01.01.2023 bis 31.12.2023 und einem Tempolimit von 130 km/h kann der Abbildung 82 entnommen werden. Der Verkehrsbeitrag bei einem Tempolimit von 100 km/h ist der Abbildung 83 und jener Beitrag bei einem flexiblen Tempolimit gemäß der Schaltung der VBA ist der Abbildung 84 zu entnehmen. Für die Umwandlungsfunktion gemäß Kapitel 4.2.3 wurde eine NO_x-Vorbelastung von 30 µg/m³ gewählt.

Zur Veranschaulichung wird nachfolgend, die NO₂-Belastung entlang von Querprofilen senkrecht zur Straßenachse ausgewertet.

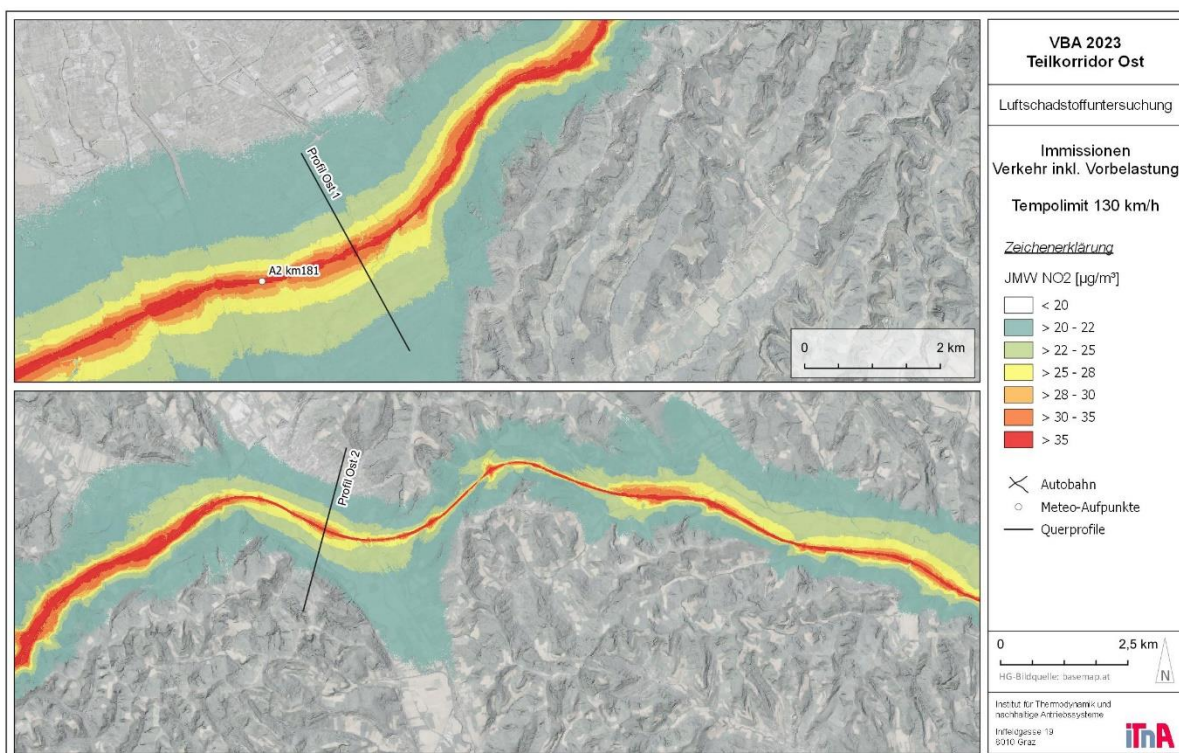


Abbildung 82: Modellierte NO₂ Gesamtbelastung entlang der A2 für den Teilkorridor Ost im Evaluierungszeitraum 2023 für ein Tempolimit von 130 km/h

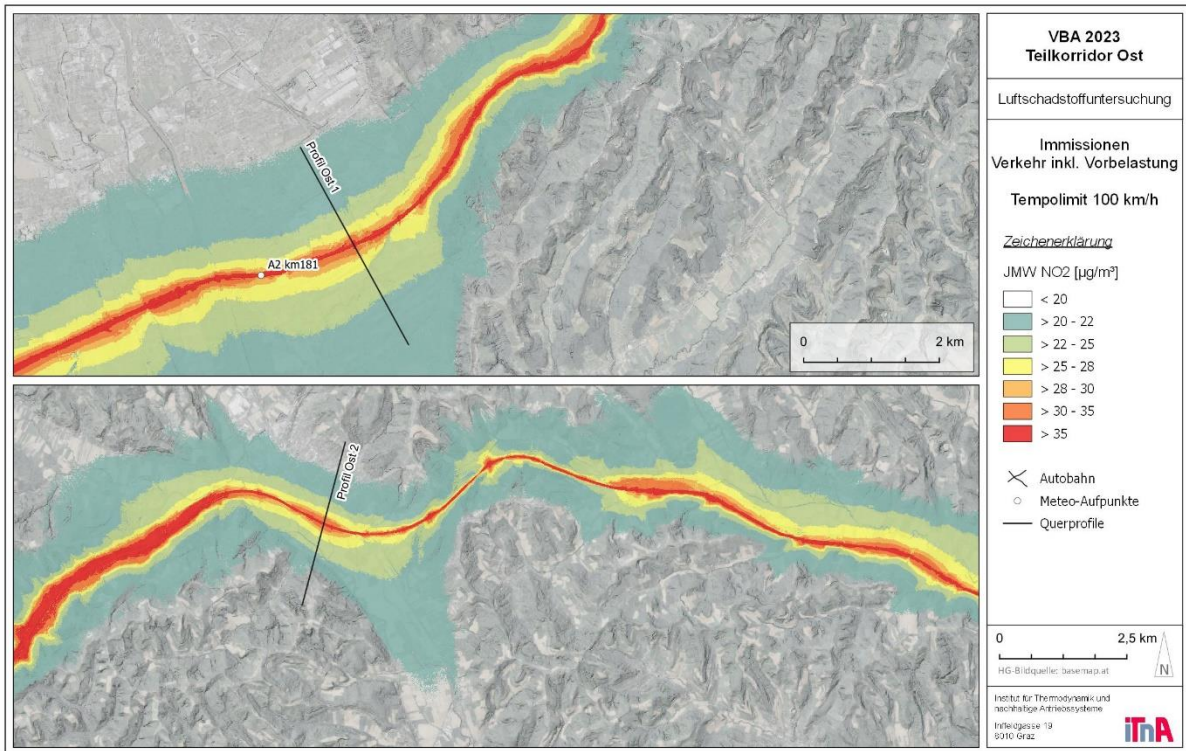


Abbildung 83: Modellierte NO₂ Gesamtbelastung entlang der A2 für den Teilkorridor Ost im Evaluierungszeitraum 2023 für ein statisches Tempolimit von 100 km/h

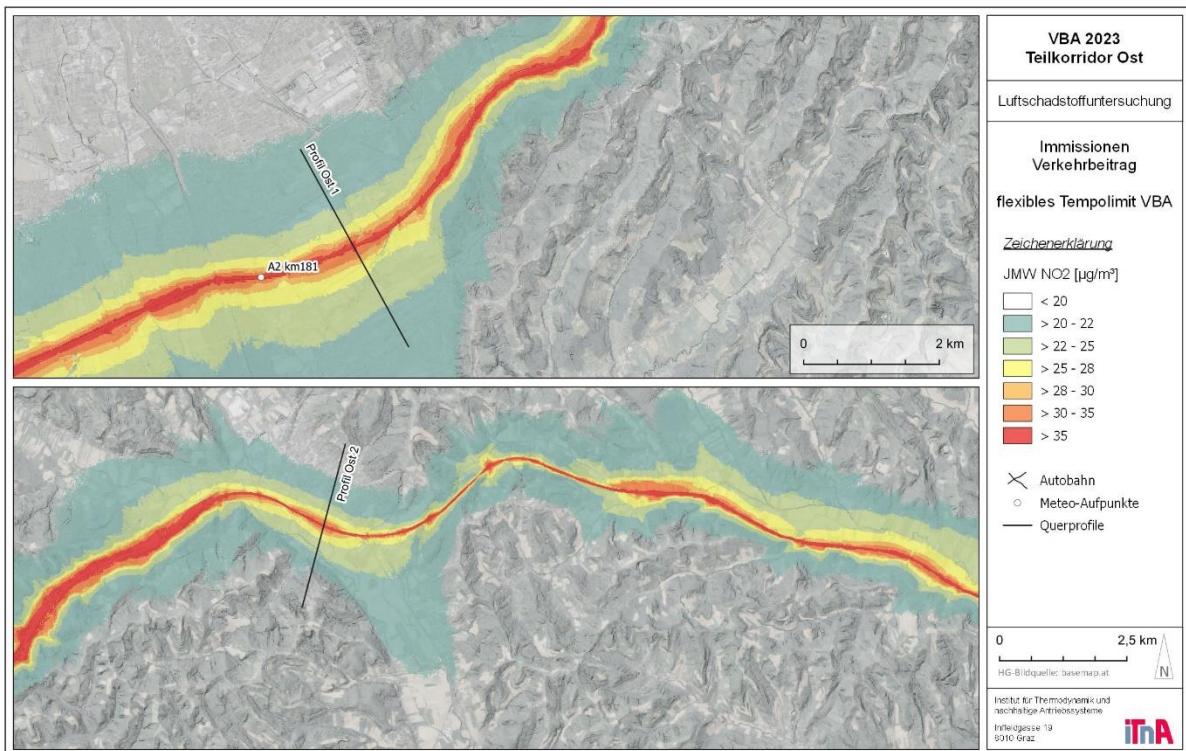


Abbildung 84: Modellierte NO₂ Gesamtbelastung entlang der A2 für den Teilkorridor Ost im Evaluierungszeitraum 2023 für ein flexibles Tempolimit gemäß Schaltung der VBA

Querprofilsauswertung NO₂ – Teilkorridor Ost

Profil 1 in Abbildung 85 zeigt die Gesamtbelastung an NO₂ im Jahresmittel zwischen 47 µg/m³ für ein Tempolimit mit 100 km/h und 52 µg/m³ bei einem Tempolimit von 130 km/h entlang der Straßenachse. Der IG-L Grenzwert von 35 µg/m³ (inkl. Toleranzmarge) wird für das Tempolimit von 100 km/h in Profil 1 ab einer Entfernung von 70 m zur Straßenachse eingehalten. Bei einem Tempolimit von 130 km/h passiert dies ab 110 m Entfernung zur Straßenachse.

Profil 2 in Abbildung 86 zeigt eine Bandbreite der NO₂-Gesamtbelastung zwischen 56 µg/m³ und 60 µg/m³ für ein statisches Tempolimit von 100 km/h bzw. 130 km/h. In Profil 2 ist eine Einhaltung des IG-L Grenzwertes für das Tempolimit von 100 km/h ab einer Entfernung von 60 m zur Straßenachse zu erwarten. Bei einem Tempolimit von 130 km/h erfolgt dies ab 90 m Entfernung zur Straßenachse.

Die Einhaltung des zukünftigen Grenzwertes gemäß der EU-Luftqualitätsrichtlinie für NO₂ von 20 µg/m³ ist unter den gegebenen Bedingungen, bei Berücksichtigung der angenommenen aktuellen Vorbelastung in den betrachteten Querprofilen und unabhängig vom Tempolimit erst ab einer Entfernung von rund 1.5 km zur Straßenachse zu erwarten. Grund dafür ist die bereits nahe am zukünftigen Grenzwert angenommene Vorbelastung.

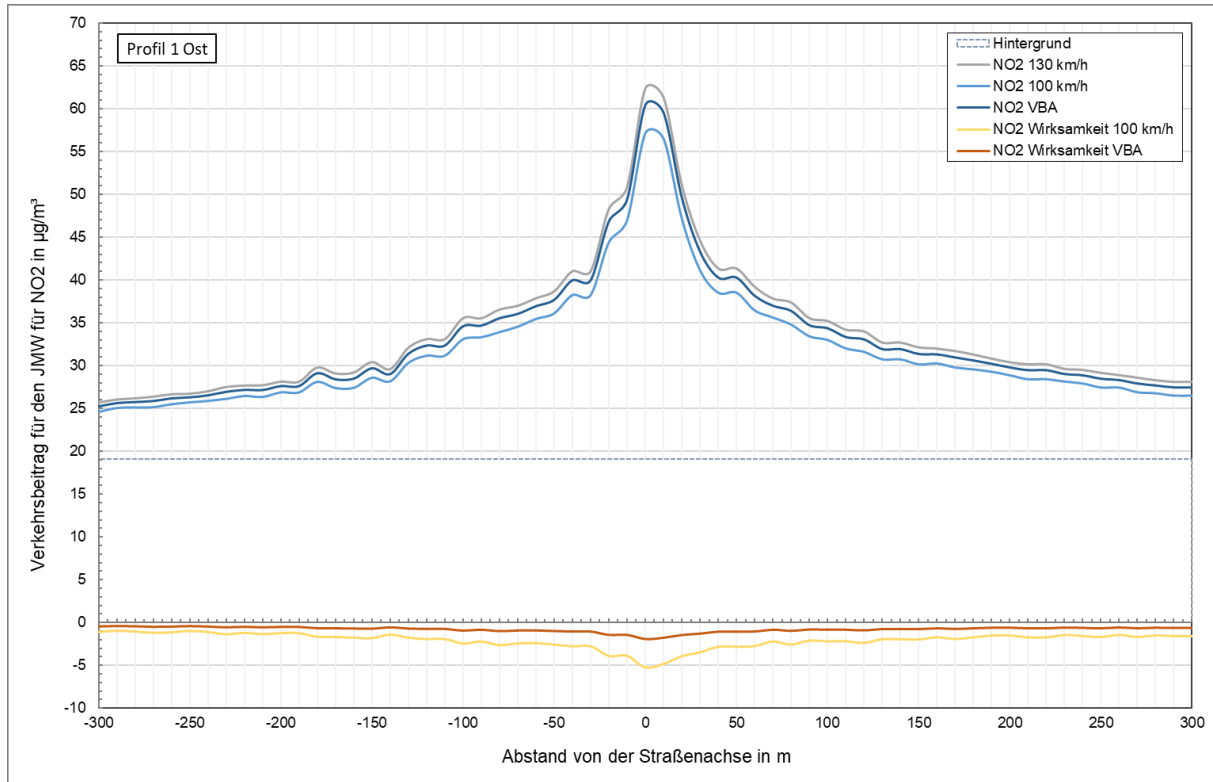


Abbildung 85: Auswertung Profil 1 zur durchschnittlichen NO₂-Belastung auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Ost.

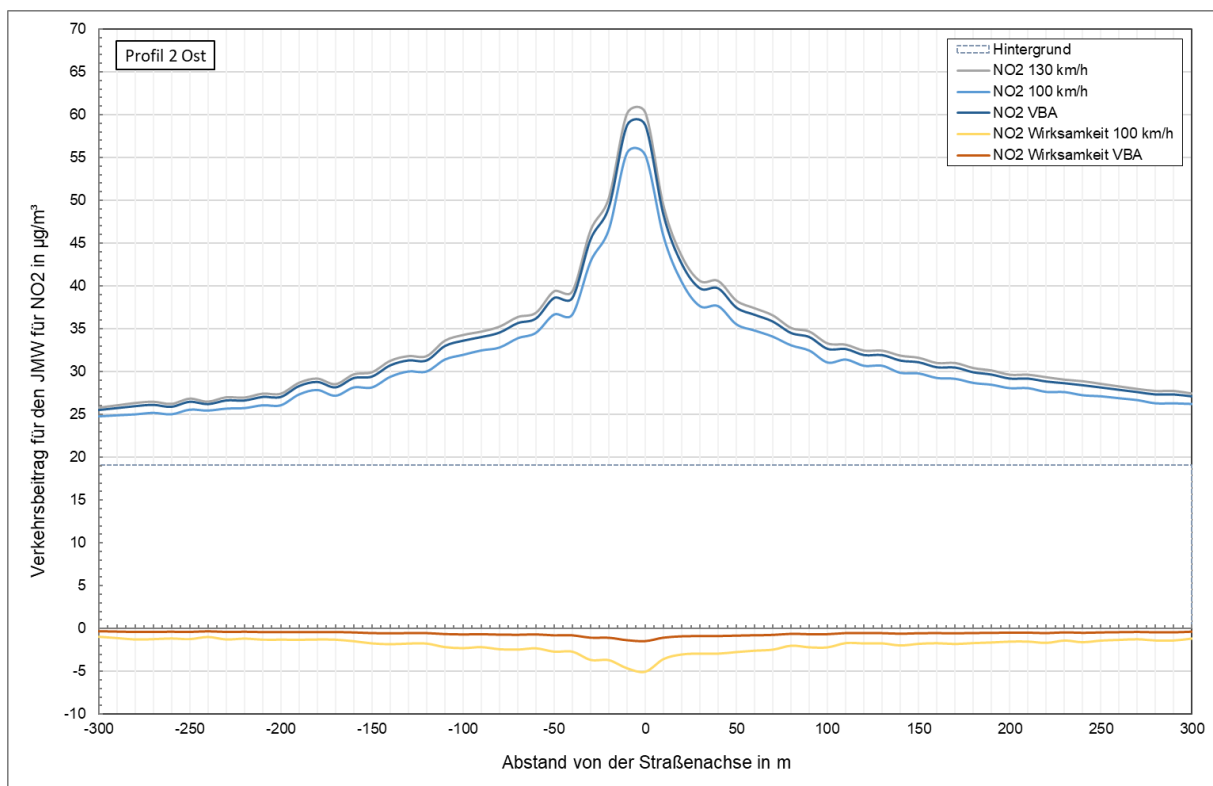


Abbildung 86: Auswertung Profil 2 zur durchschnittlichen NO₂-Belastung auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Ost.

7.1.2.3 Feinstaub PM_{10} & $PM_{2.5}$

Der modellierte durchschnittliche Verkehrsbeitrag an PM_{10} im Jahresmittel für den Teilkorridor Ost für den Zeitraum 01.01.2023 bis 31.12.2023 und einem Tempolimit von 130 km/h kann der Abbildung 87 entnommen werden. Der Verkehrsbeitrag bei einem Tempolimit von 100 km/h ist der Abbildung 88 und jener Beitrag bei einem flexiblen Tempolimit gemäß der Schaltung der VBA ist der Abbildung 89 zu entnehmen.

Zur Veranschaulichung wurde nachfolgend, die PM_{10} - & $PM_{2.5}$ -Belastung entlang von Querprofilen senkrecht zur Straßenachse ausgewertet.

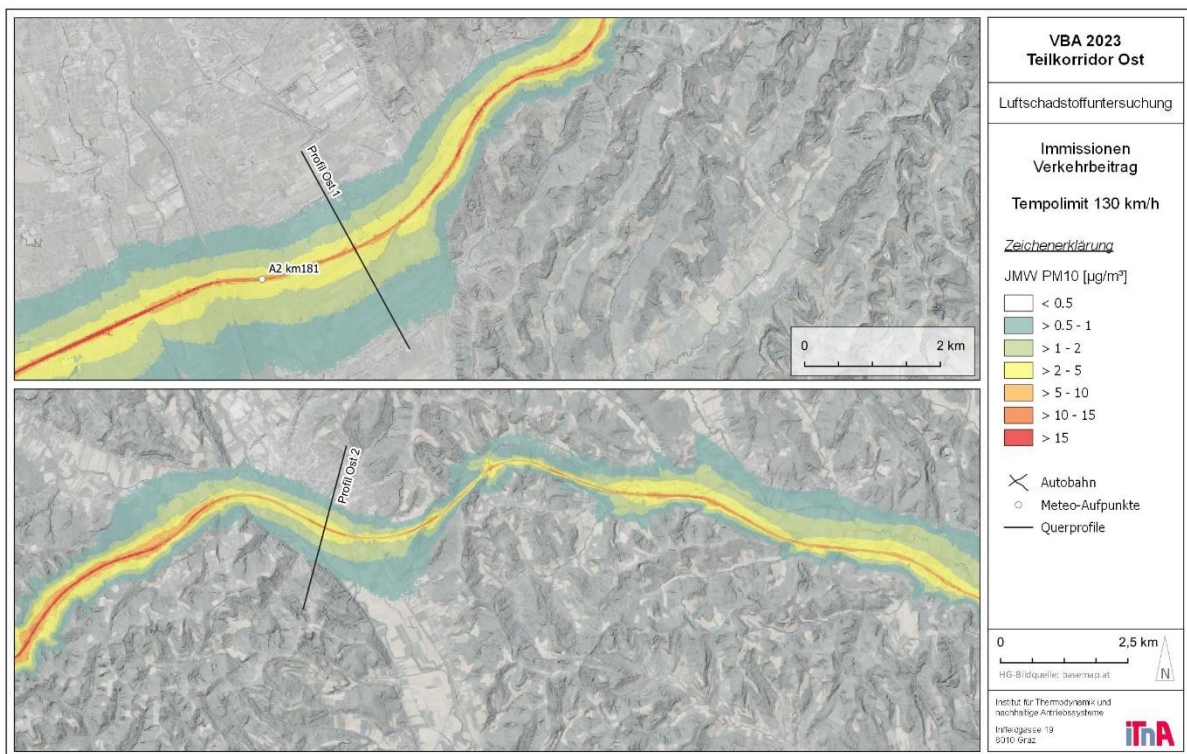


Abbildung 87: Modellerter PM_{10} Verkehrsbeitrag der A2 für den Teilkorridor Ost im Evaluierungszeitraum 2023 für ein Tempolimit von 130 km/h

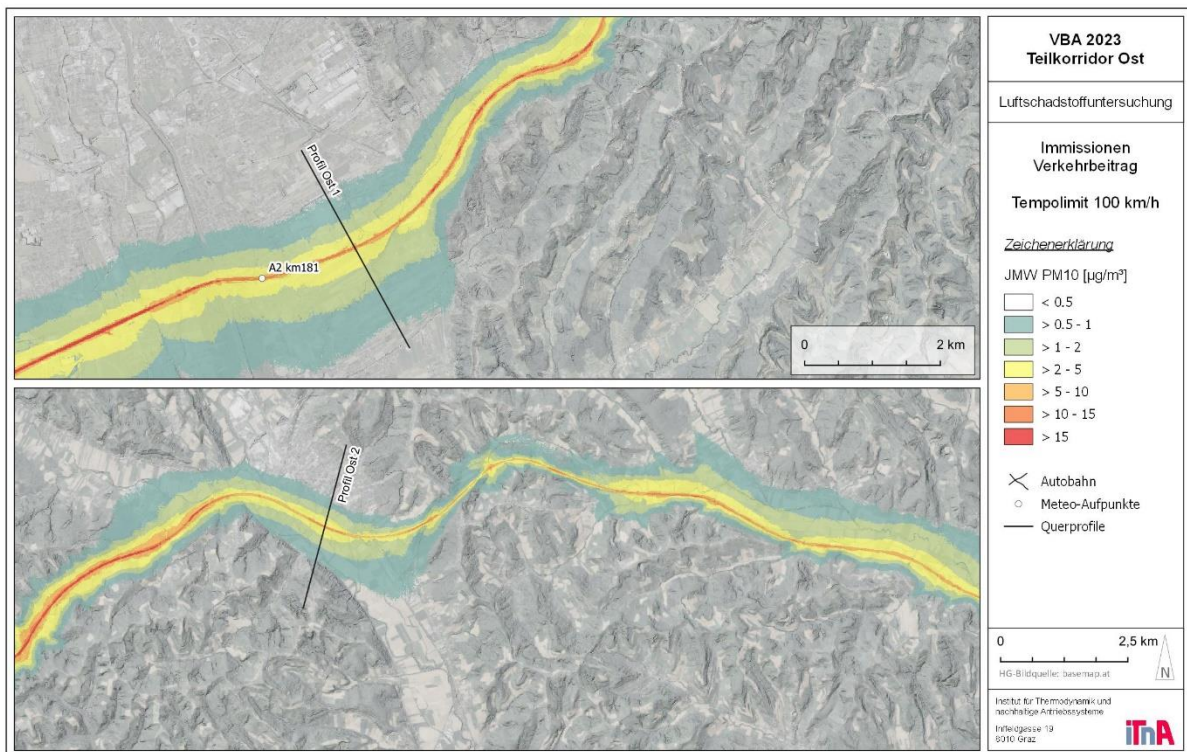


Abbildung 88: Modellerter PM₁₀ Verkehrsbeitrag der A2 für den Teilkorridor Ost im Evaluierungszeitraum 2023 für ein statisches Tempolimit von 100 km/h

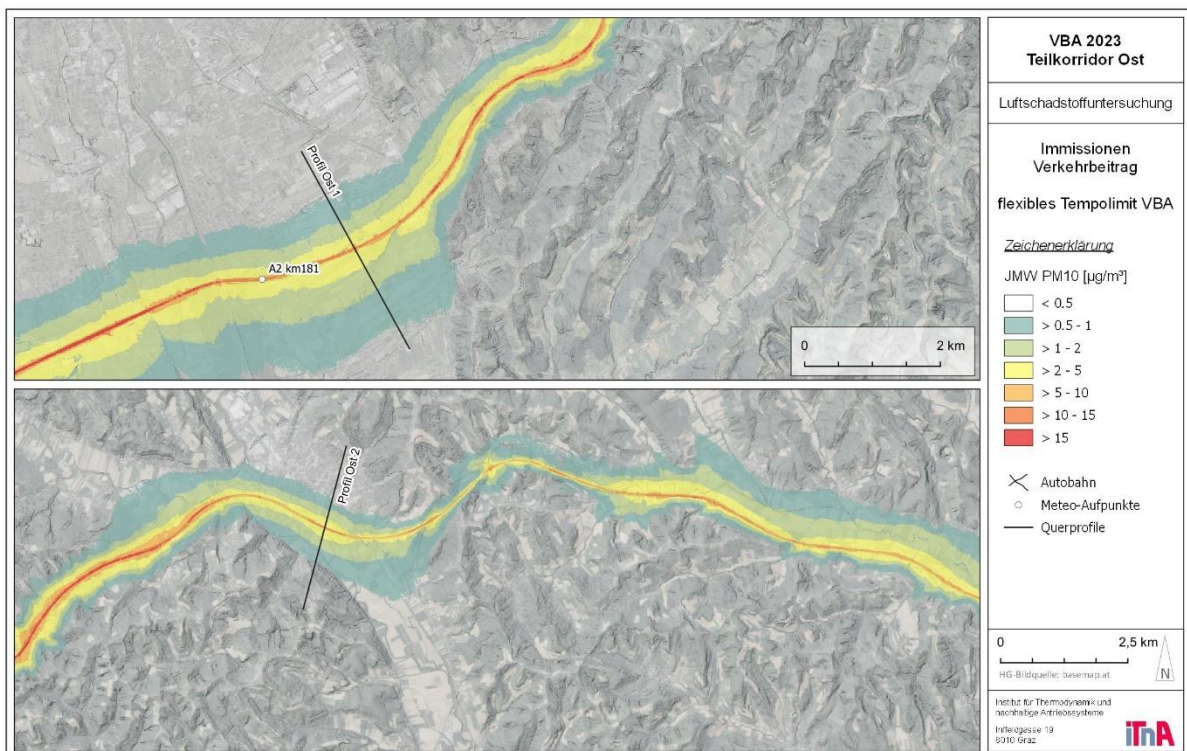


Abbildung 89: Modellerter PM₁₀ Verkehrsbeitrag der A9 für den Teilkorridor Ost im Evaluierungszeitraum 2023 für ein flexibles Tempolimit gemäß Schaltung der VBA

Querprofilsauswertung PM₁₀ & PM_{2.5} – Teilkorridor Ost

Das Profil 1 in Abbildung 90 zeigt die verkehrsbedingte PM₁₀-Belastung im Jahresmittel mit knapp über 17 µg/m³ entlang der Straßenachse. In 50 m Entfernung sinkt der Verkehrsbeitrag auf Werte zwischen 5 und 7 µg/m³, in 100 m auf unter 5 µg/m³ und in 300 m auf unter 2 µg/m³.

Das Profil 2 in Abbildung 91 zeigt straßennah verkehrsbedingte PM₁₀-Belastungen im Bereich von rund 16 µg/m³. Diese sinken bis zu einer Entfernung von 50 m auf unter 6 µg/m³, in 100 m auf unter 4 µg/m³ und in 300 m auf unter 2 µg/m³.

Die Einhaltung des zukünftigen Grenzwertes gemäß der überarbeiteten EU-Luftqualitätsrichtlinie für PM₁₀ von 20 µg/m³ für den Jahresmittelwert, ist abhängig von der vorhandenen Vorbelastung im Untersuchungsgebiet zu betrachten. Allein durch den Immissionsbeitrag des Autobahnverkehrs entlang des Teilkorridors Ost, ist eine Überschreitung des derzeit gültigen IG-L – Grenzwertes von 40 µg/m³, als auch des zukünftigen Grenzwertes für den Jahresmittelwert nicht zu erwarten.

Die verkehrsbedingten PM_{2.5}-Belastungen in Abbildung 92 und Abbildung 93 zeigen straßennahe Konzentrationen von über 11 µg/m³ in Profil 1 und knapp über 10 µg/m³ in Profil 2. In 50 m Entfernung sinkt der Verkehrsbeitrag auf rund 4 µg/m³ (Profil 1) und darunter (Profil 2), in 100 m auf unter 3 µg/m³ und in 300 m Entfernung zur Straßenachse auf rund 1 µg/m³.

Die Einhaltung des zukünftigen Grenzwertes gemäß der überarbeiteten EU-Luftqualitätsrichtlinie für PM_{2.5} von 10 µg/m³ für den Jahresmittelwert hängt von der vorhandenen Vorbelastung im Untersuchungsgebiet ab. Durch den Immissionsbeitrag des Autobahnverkehrs entlang des Teilkorridors Ost, ist eine Überschreitung des derzeit gültigen IG-L – Grenzwertes von 25 µg/m³ nicht gegeben. Der zukünftige Grenzwert für den Jahresmittelwert an PM_{2.5} wird hingegen entlang der Straßenachse derzeit nicht eingehalten. Allerdings nehmen die verkehrsbedingten Immissionen mit der Entfernung zur Straßenachse rasch ab.

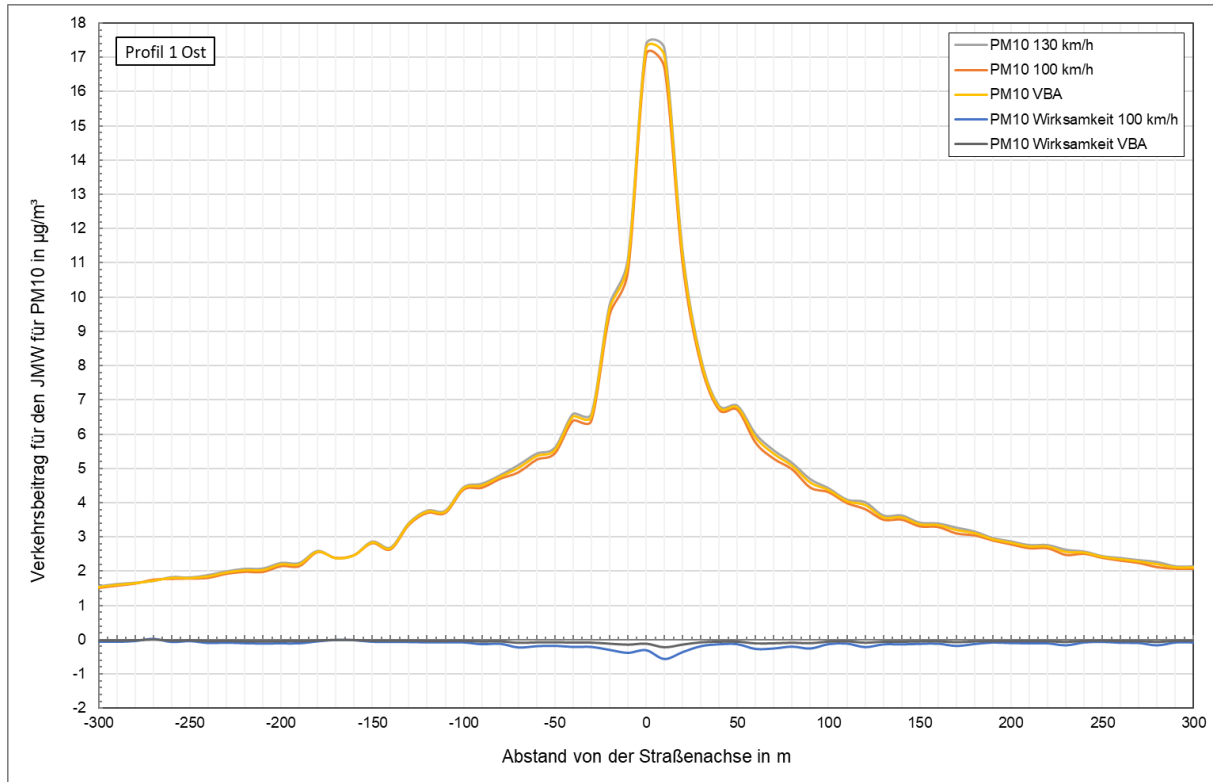


Abbildung 90: Auswertung Profil 1 zur durchschnittlichen PM₁₀-Belastung (Exhaust + Non-Exhaust) auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Ost.

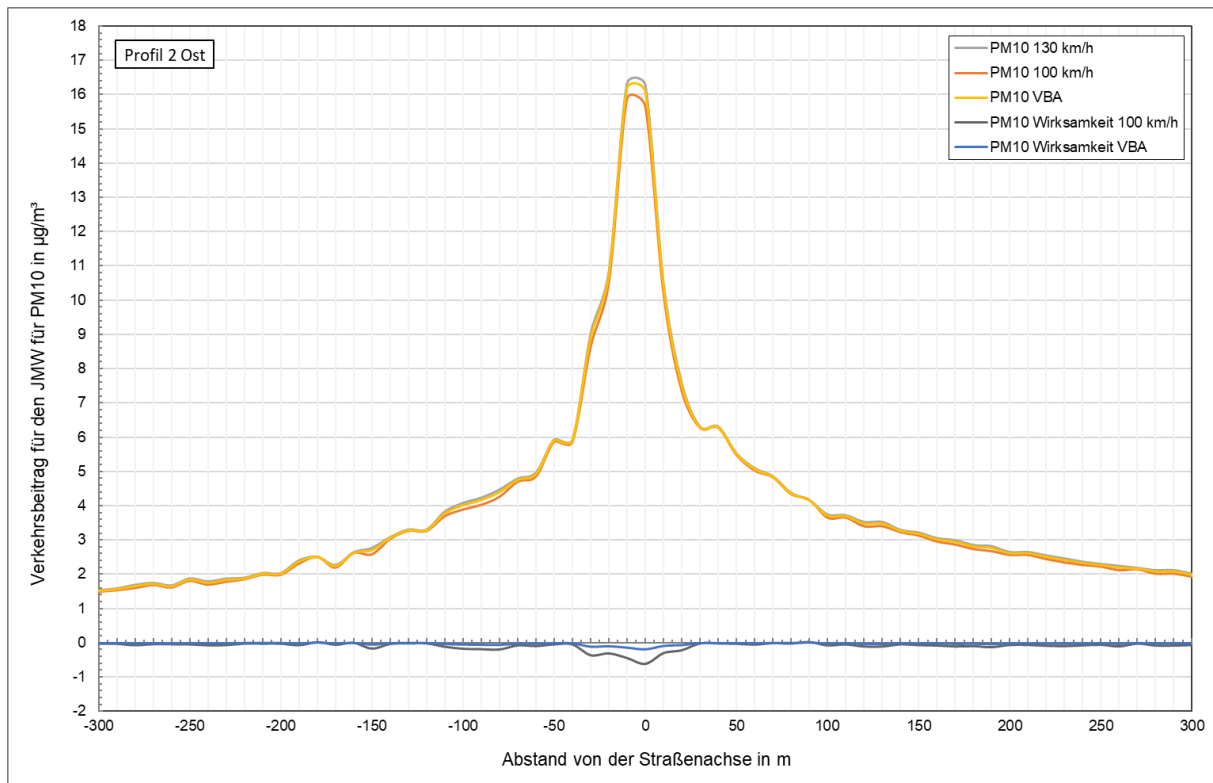


Abbildung 91: Auswertung Profil 2 zur durchschnittlichen PM₁₀-Belastung (Exhaust + Non-Exhaust) auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Ost.

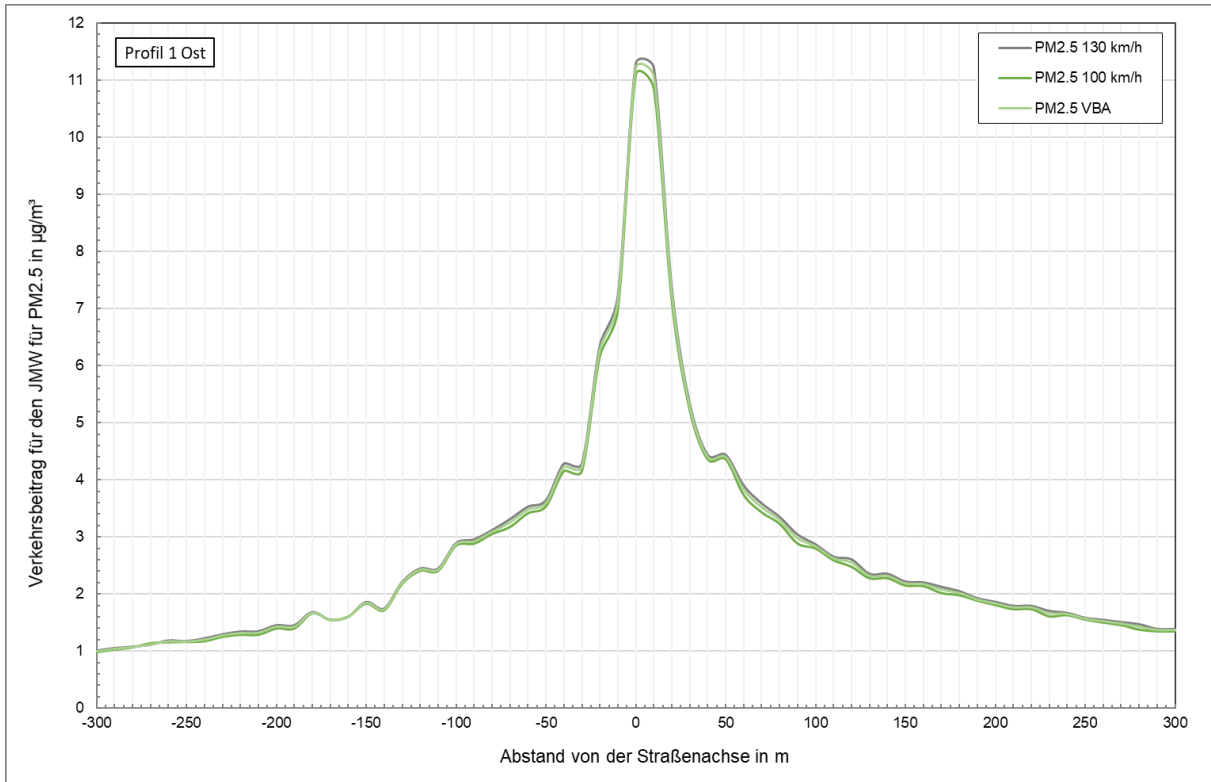


Abbildung 92: Auswertung Profil 1 zur durchschnittlichen PM_{2.5}-Belastung (Exhaust + Non-Exhaust) auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Ost.

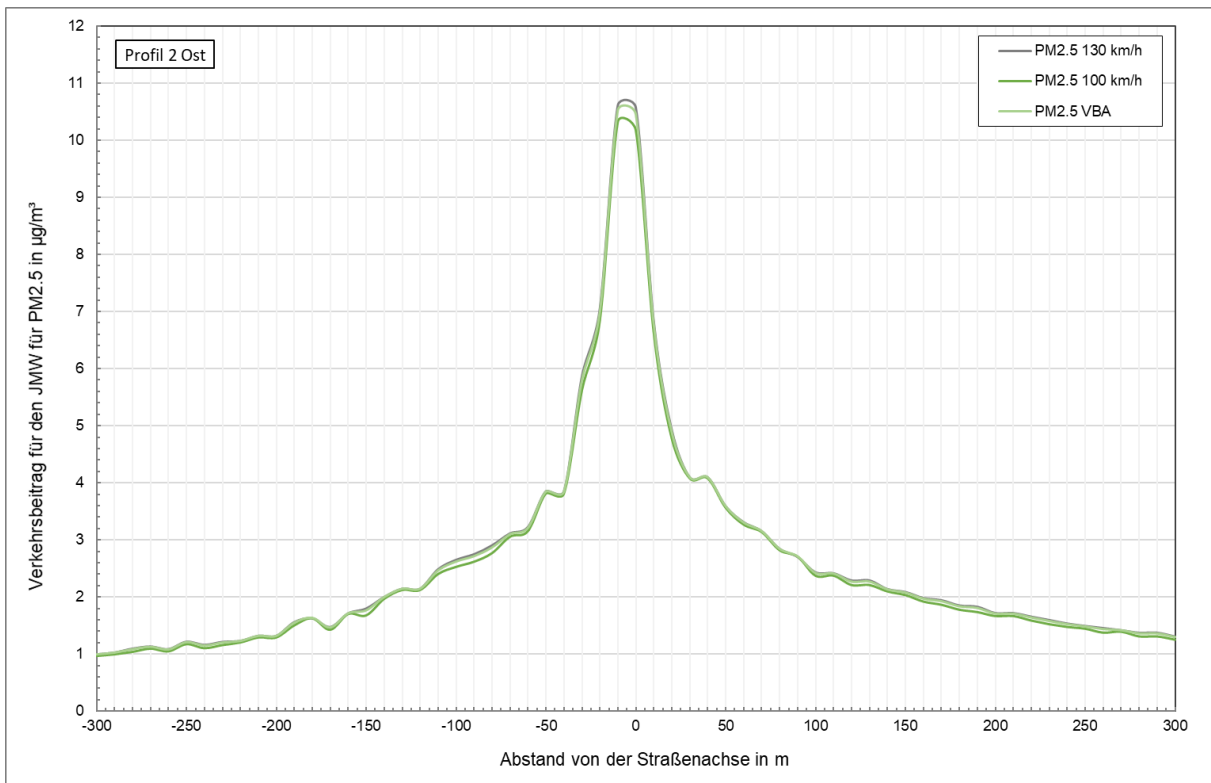


Abbildung 93: Auswertung Profil 2 zur durchschnittlichen PM_{2.5}-Belastung (Exhaust + Non-Exhaust) auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Ost.

7.2 Teilkorridor Süd

7.2.1 Emissionen

Bei einem statischen ganzjährigen Tempolimit können die NO_x-Emissionen um 20% reduziert werden, die PM₁₀-Exhaust-Emissionen (entspricht PM_{2.5}) der PKWs verringern sich durchschnittlich um rund 22 %. Bei Gesamt PM₁₀ (Exhaust + Non-Exhaust) bleibt das Reduktionspotential mit 4 % aufgrund des wesentlich größeren Anteils von Abriebs- und Aufwirbelungsemissionen naturgemäß niedriger. Eine Veränderung der verbrennungsbedingten Feinstaubemissionen lässt sich somit nur in geringem Maße ausmachen. Geschwindigkeitsabhängige Emissionsfaktoren aus dem Abrieb und der Aufwirbelung stehen nicht zur Verfügung, daher können die Auswirkungen von Geschwindigkeitsreduktionen dieser Emissionsanteile nicht quantifiziert werden.

Eine Zusammenfassung der berechneten Fahrleistungen und Emissionen für die Tempolimits 100 km/h und 130 km/h im betrachteten Straßennetz des Teilkorridors Süd ist in Tabelle 27 gegeben. Für die Emissionen des LKW-Verkehrs hat ein Tempolimit unter 100 km/h keinen Einfluss, sie tragen allerdings zur Gesamtbelastung bei und sind daher bei der Ermittlung der NO₂-Belastung entlang des Korridors zu berücksichtigen.

Tabelle 27: Emissionen des PKW-Verkehrs für den Teilkorridor – Süd

Teilkorridor SÜD	Fahrleistung	NO _x	NO ₂	NH ₃	CO	CO ₂
Tempo 100 km/h	445 10 ⁶ km	161.7 t/a	54.0 t/a	5.5 t/a	132.0 t/a	64250.9 t/a
Tempo 130 km/h	445 10 ⁶ km	201.7 t/a	67.3 t/a	5.5 t/a	188.6 t/a	72719.7 t/a
Reduktion absolut	- km	40.0 t/a	13.3 t/a	.0 t/a	56.6 t/a	8468.8 t/a
Reduktion [%]	- %	-20%	-20%	0%	-30%	-12%
LKW Verkehr	48 10 ⁶ km	30.3 t/a	5.2 t/a	.6 t/a	18.4 t/a	28780.6 t/a
Teilkorridor SÜD	HC	TSP	PM ₁₀ exhaust	PM ₁₀ Non-exh.	PM ₁₀	PM _{2.5}
Tempo 100 km/h	7.07 t/a	25.55 t/a	2.05 t/a	13.26 t/a	15.32 t/a	9.90 t/a
Tempo 130 km/h	7.42 t/a	26.13 t/a	2.64 t/a	13.26 t/a	15.90 t/a	10.48 t/a
Reduktion absolut	0.35 t/a	0.58 t/a	0.59 t/a	0.00 t/a	0.58 t/a	0.58 t/a
Reduktion [%]	-5%	-2%	-22%	0%	-4%	6%
LKW Verkehr	1.00 t/a	10.79 t/a	0.41 t/a	6.18 t/a	6.59 t/a	3.92 t/a

7.2.2 Immissionsbeitrag aus dem Verkehr

7.2.2.1 Stickstoffoxide NO_x

Der modellierte durchschnittliche Verkehrsbeitrag im Teilkorridor Süd für den Zeitraum 01.01.2023 bis 31.12.2023 und einem Tempolimit von 130 km/h kann der Abbildung 94 entnommen werden. Der Verkehrsbeitrag bei einem Tempolimit von 100 km/h ist der Abbildung 95 und jener Beitrag bei einem flexiblen Tempolimit gemäß der Schaltung der VBA ist der Abbildung 96 zu entnehmen.

Zur Veranschaulichung wird nachfolgend, die NO_x-Belastung entlang von Querprofilen senkrecht zur Straßenachse ausgewertet.

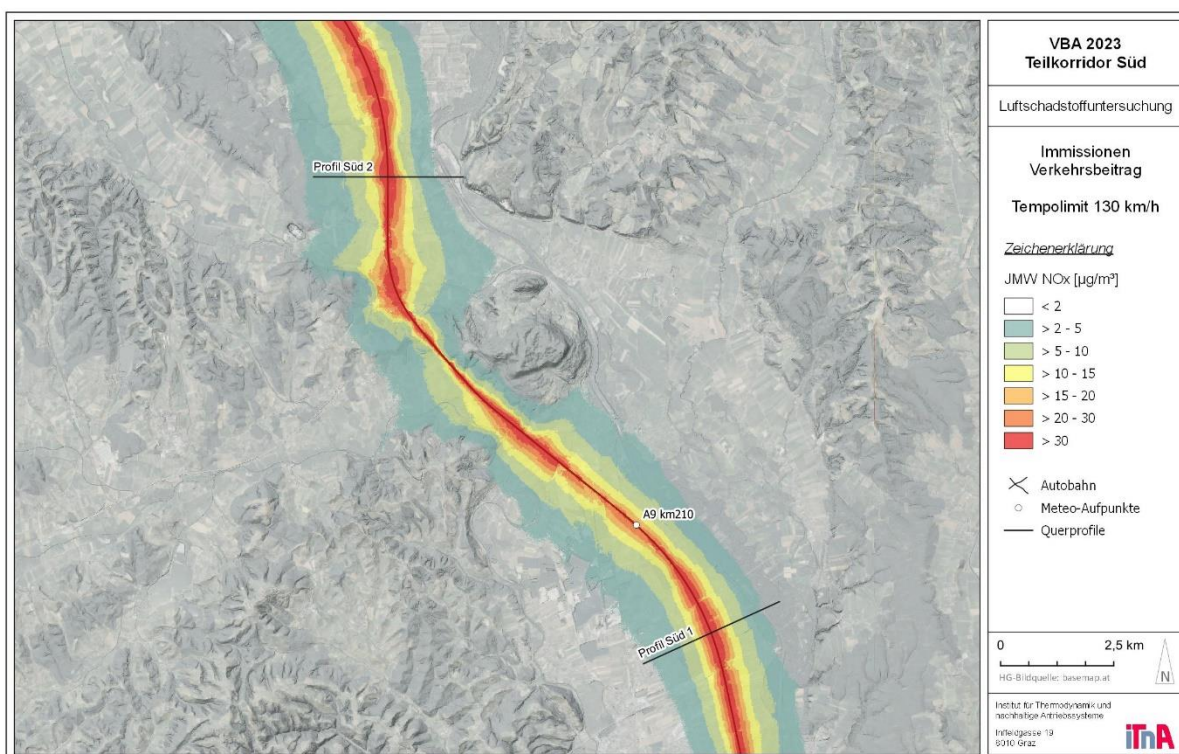


Abbildung 94: Modellierter NO_x Verkehrsbeitrag der A9 für den Teilkorridor Süd im Evaluierungszeitraum 2023 für ein Tempolimit von 130 km/h

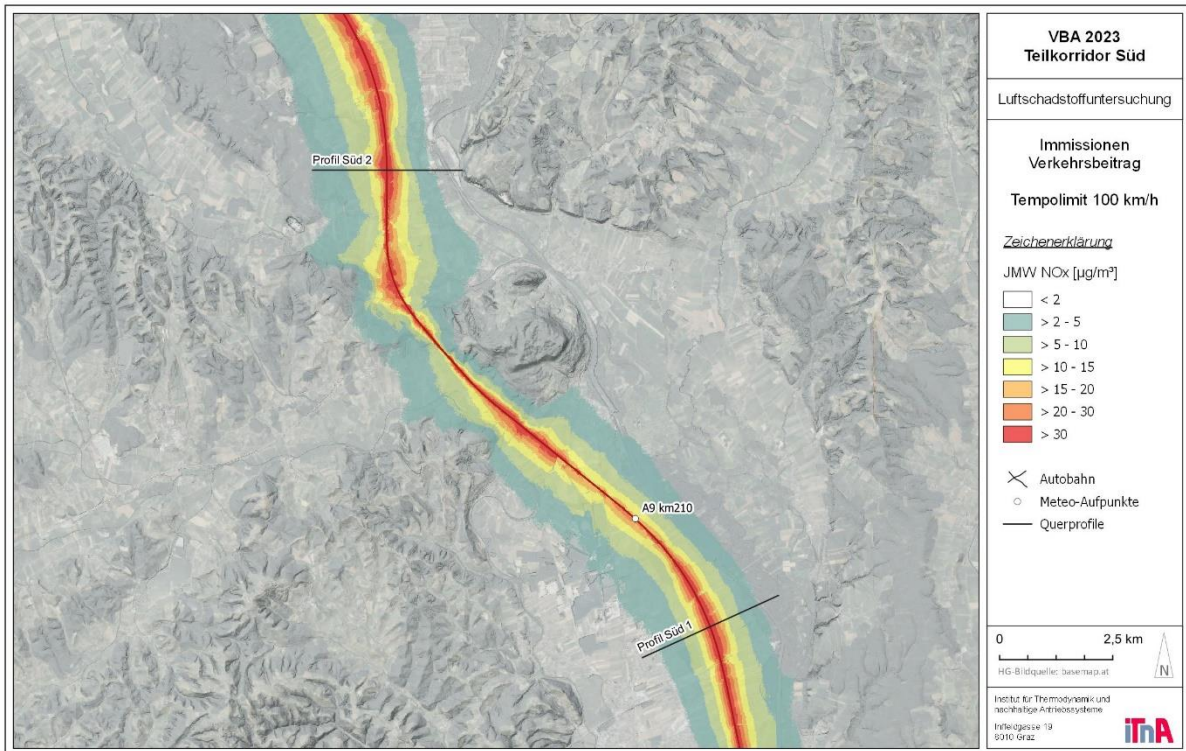


Abbildung 95: Modellierter NO_x Verkehrsbeitrag der A9 für den Teilkorridor Süd im Evaluierungszeitraum 2023 für ein statisches Tempolimit von 100 km/h

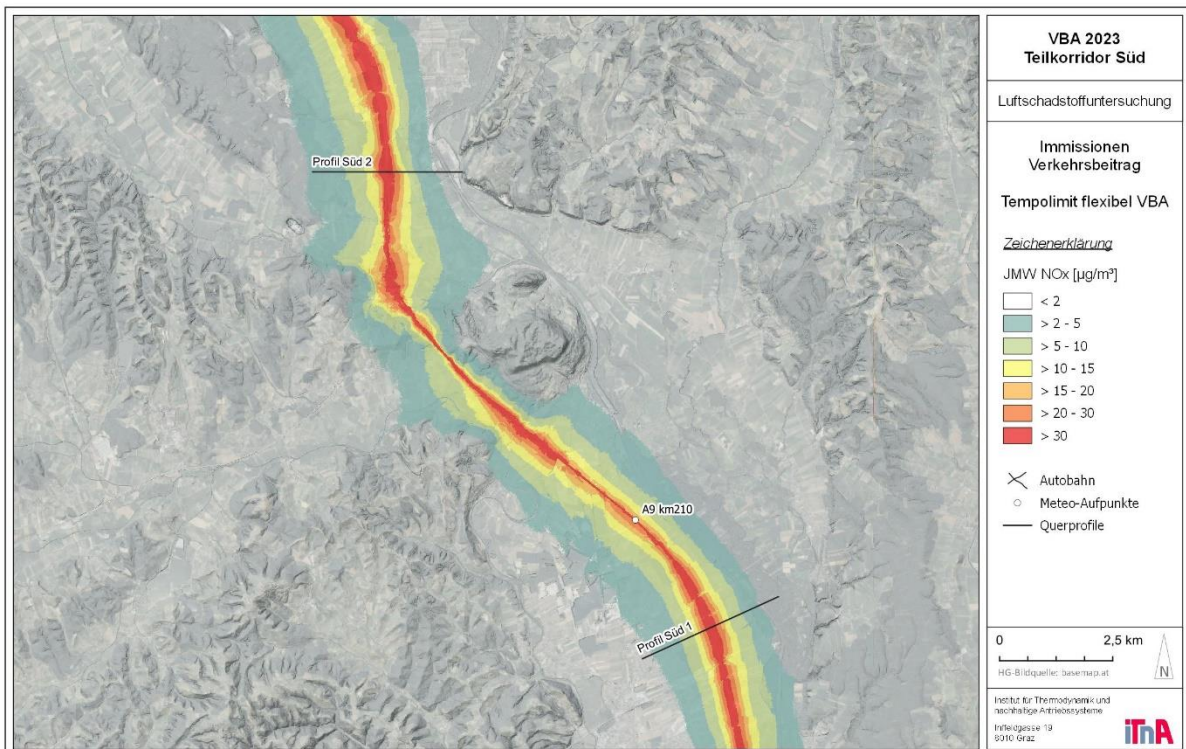


Abbildung 96: Modellierter NO_x Verkehrsbeitrag der A9 für den Teilkorridor Süd im Evaluierungszeitraum 2023 für ein flexibles Tempolimit gemäß Schaltung der VBA

Querprofilsauswertung NO_x – Teilkorridor Süd

Die Abbildung 97 und die darauffolgenden Diagramme zeigen die Auswertung unterschiedlicher Tempolimits auf die jahresdurchschnittliche NO_x-Belastung für Querprofile im Korridor Süd.

Mit einer Hintergrundbelastung für NO_x von 30 µg/m³ können bei einem statischen Tempolimit von 100 km/h achsennah bis zu 82% der gesamten NO_x-Belastung auf die Verkehrsemissionen der Autobahn zurückgeführt werden, bei einem Tempolimit von 130 km/h sind es ca. 85%. Die verkehrsbedingten NO_x-Belastungen in Abbildung 98 und Abbildung 99 betragen hier über 90 µg/m³ (Profil 1) und über 140 µg/m³ (Profil 2) im Jahresmittel. In 100 m Entfernung sinkt der Verkehrsbeitrag auf unter 40 µg/m³ (Profil 1) bzw. unter 60 µg/m³ (Profil 2) und in 300 m Entfernung auf unter 18 µg/m³.

Profil 1 in Abbildung 98 zeigt in 50 m Entfernung zur Fahrbahnmitte eine Reduktion von rund 10 µg/m³ NO_x bei einem statischen Tempolimit von 100 km/h und in 100 m Entfernung eine Reduktion von knapp über 6 µg/m³. Bei einem flexiblen Tempolimit aufgrund der Schaltung der VBA beträgt die Reduktion in 50 m Entfernung über 3 µg/m³, in 100 m knapp über 2 µg/m³.

Profil 2 in Abbildung 99 zeigt bei einem statischen Tempolimit von 100 km/h in 50 m Entfernung zur Fahrbahnmitte eine Reduktion zwischen 10 und 17 µg/m³, in 100 m Entfernung eine Reduktion zwischen 7 und 11 µg/m³. Bei einem flexiblen Tempolimit aufgrund der Schaltung der VBA beträgt die Reduktion in 50 m Entfernung zwischen 4 und 6 µg/m³, in 100 m zwischen 2 und 4 µg/m³.



Abbildung 97: Wirksamkeit des statischen Tempolimits von 100 km/h auf den durchschnittlichen NO_x-Beitrag für den Teilkorridor Süd.

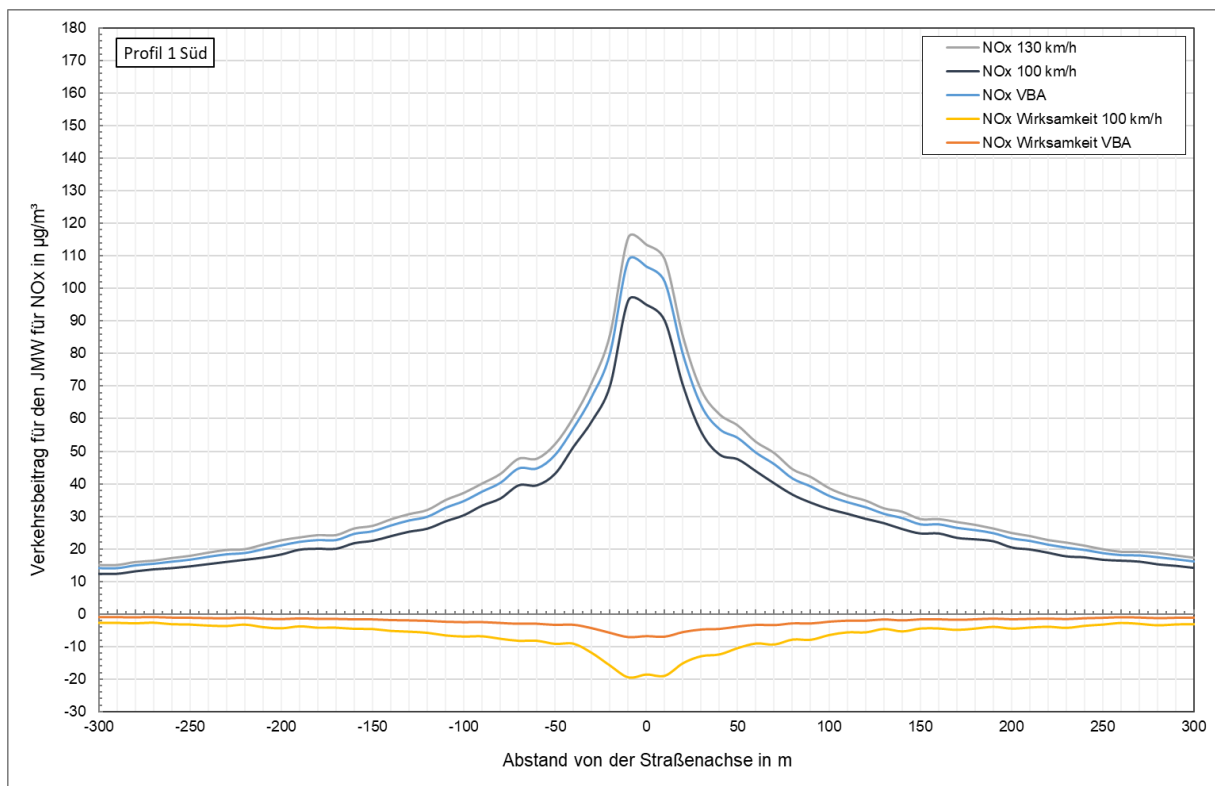


Abbildung 98: Auswertung Profil 1 zur durchschnittlichen NO_x-Belastung auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Süd.

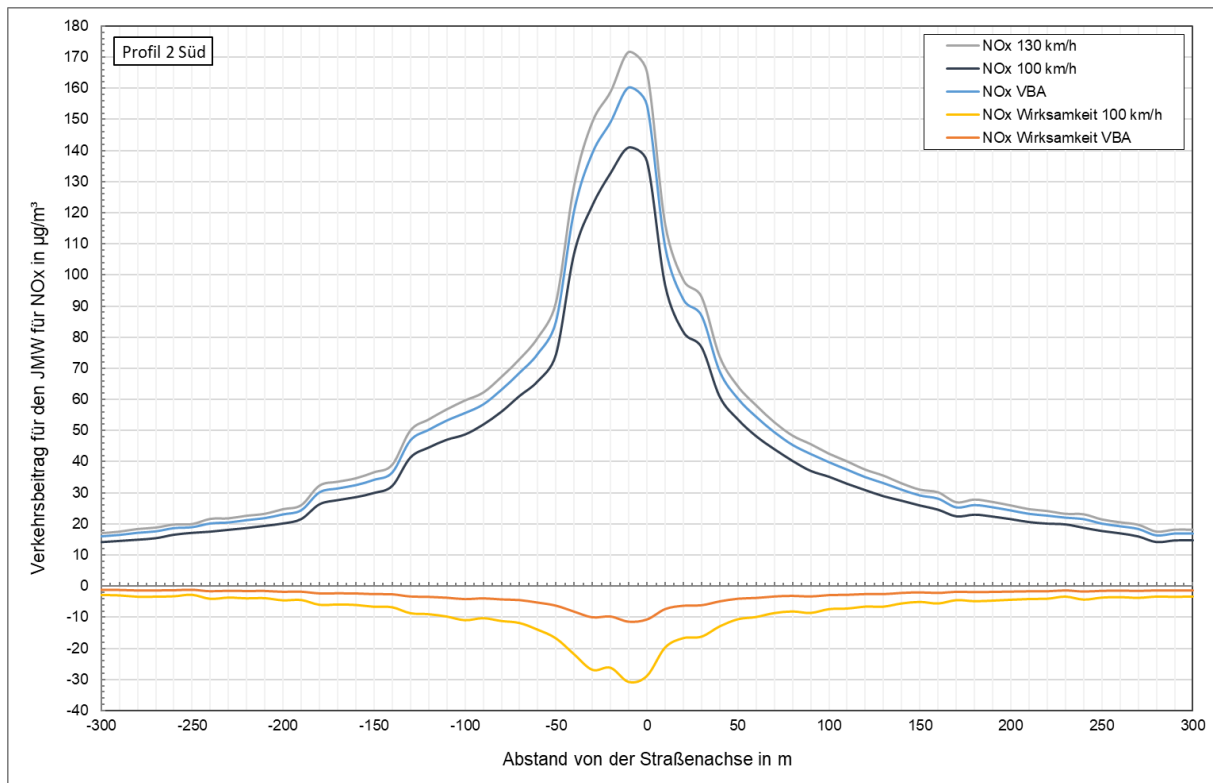


Abbildung 99: Auswertung Profil 2 zur durchschnittlichen NO_x -Belastung auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Süd.

7.2.2.2 Stickstoffdioxide NO₂

Die modellierte Gesamtbelastung an NO₂ im Jahresmittel für den Teilkorridor Süd für den Zeitraum 01.01.2023 bis 31.12.2023 und einem Tempolimit von 130 km/h kann der Abbildung 100 entnommen werden. Der Verkehrsbeitrag bei einem Tempolimit von 100 km/h ist der Abbildung 101 und jener Beitrag bei einem flexiblen Tempolimit gemäß der Schaltung der VBA ist der Abbildung 102 zu entnehmen. Für die Umwandlungsfunktion gemäß Kapitel 4.2.3 wurde eine NO_x-Vorbelastung von 30 µg/m³ gewählt.

Zur Veranschaulichung wird nachfolgend, die NO₂-Belastung entlang von Querprofilen senkrecht zur Straßenachse ausgewertet.

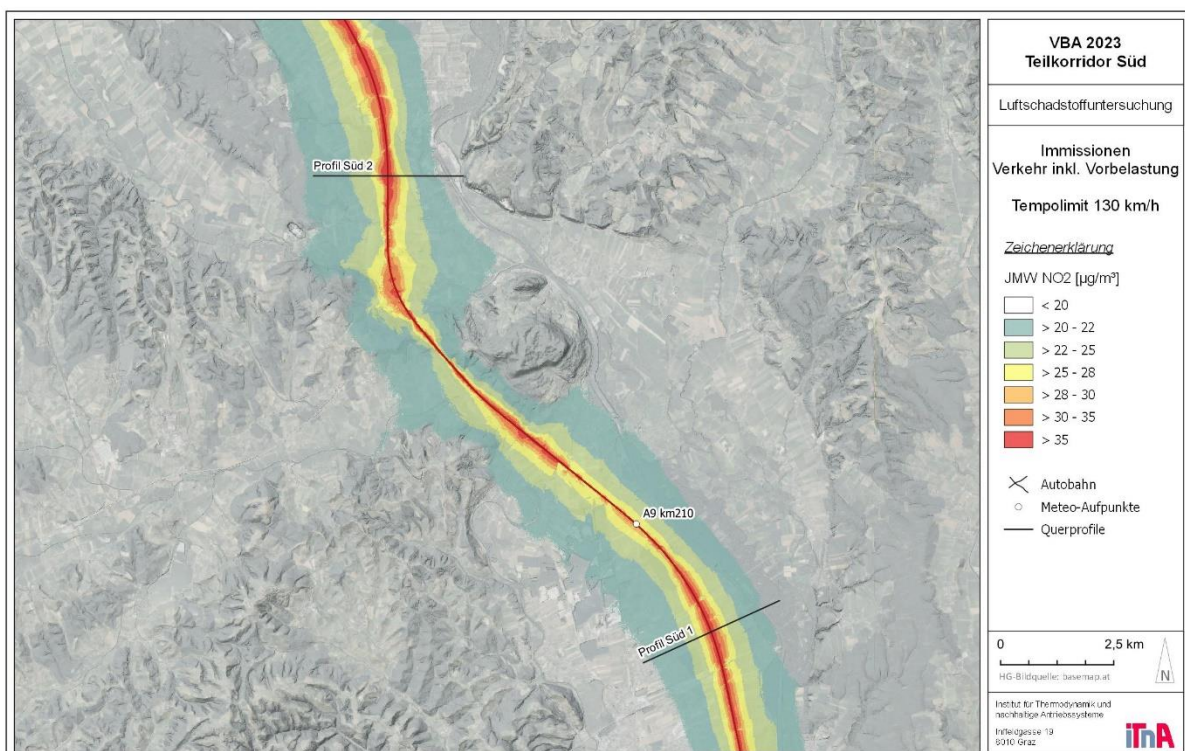


Abbildung 100: Modellierte NO₂ Gesamtbelastung entlang der A9 für den Teilkorridor Süd im Evaluierungszeitraum 2023 für ein Tempolimit von 130 km/h

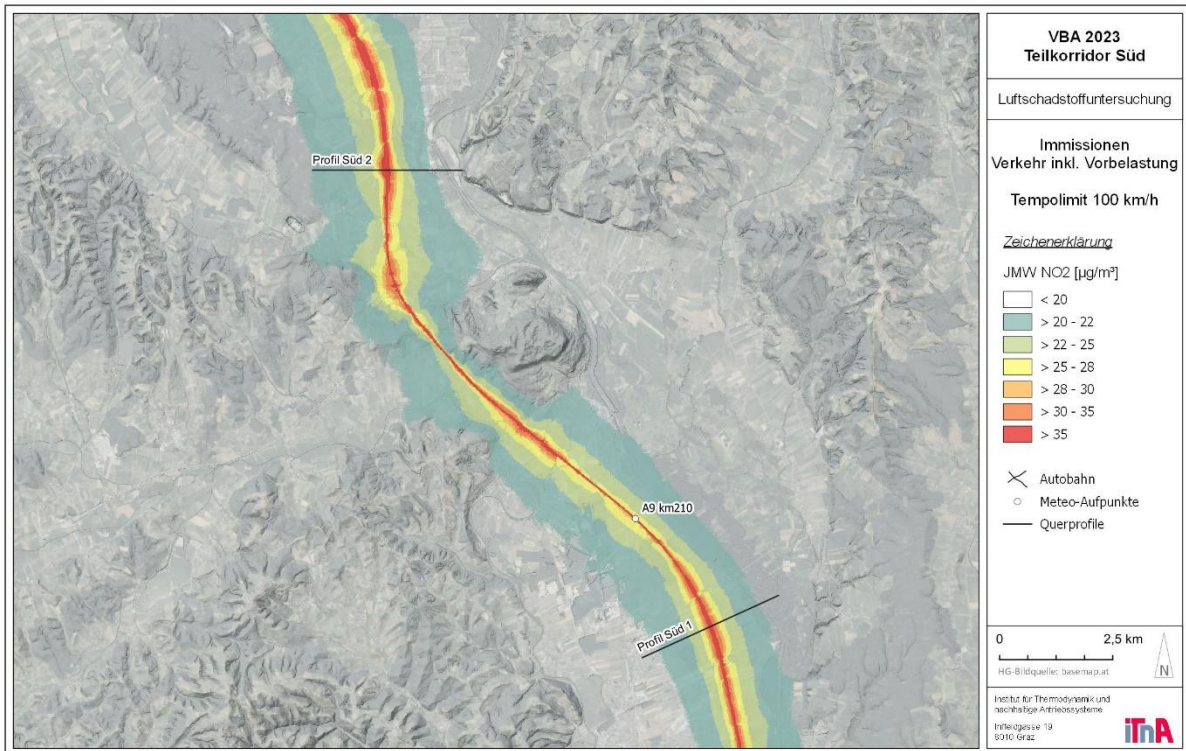


Abbildung 101: Modellierte NO₂ Gesamtbelastung entlang der A9 für den Teilkorridor Süd im Evaluierungszeitraum 2023 für ein statisches Tempolimit von 100 km/h

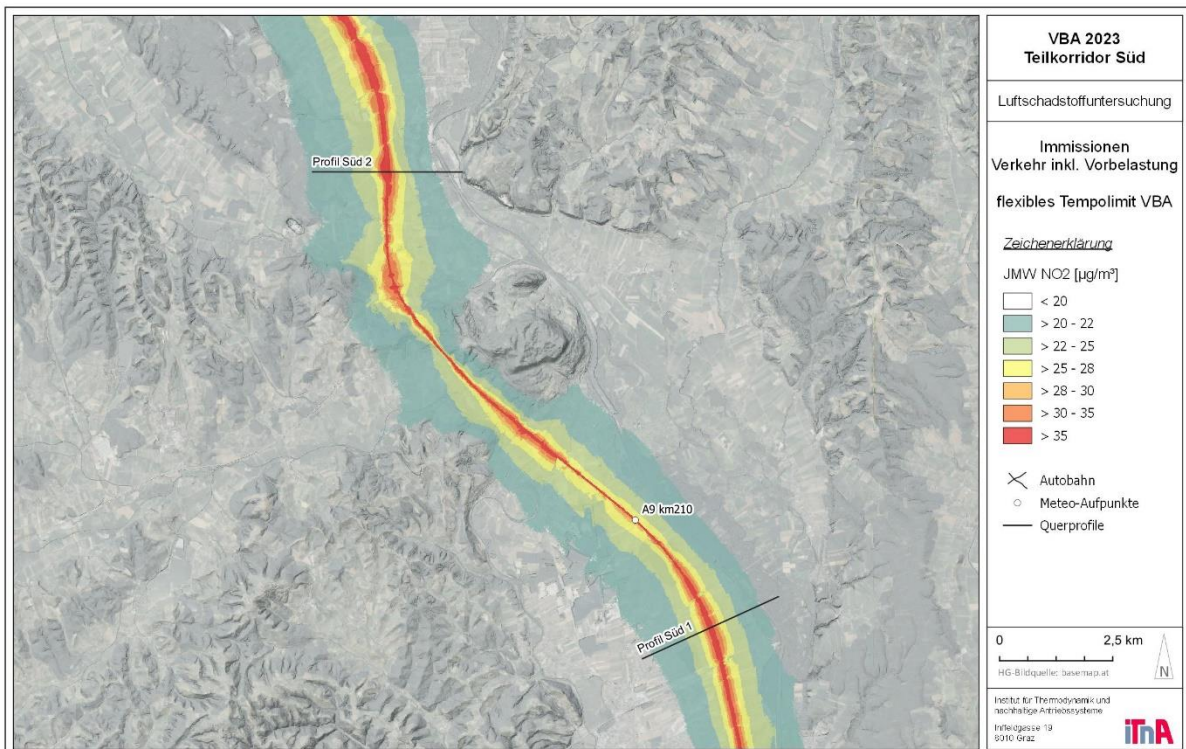


Abbildung 102: Modellierte NO₂ Gesamtbelastung entlang der A9 für den Teilkorridor Süd im Evaluierungszeitraum 2023 für ein flexibles Tempolimit gemäß Schaltung der VBA

Querprofilsauswertung NO₂ – Teilkorridor Süd

Profil 1 in Abbildung 103 zeigt die Gesamtbelastung an NO₂ im Jahresmittel zwischen 47 µg/m³ für ein Tempolimit mit 100 km/h und 51 µg/m³ bei einem Tempolimit von 130 km/h entlang der Straßenachse. Der IG-L Grenzwert von 35 µg/m³ (inkl. Toleranzmarge) wird für das Tempolimit von 100 km/h in Profil 1 ab einer Entfernung von rund 60 m zur Straßenachse eingehalten. Bei einem Tempolimit von 130 km/h passiert dies ab ca. 90 m Entfernung zur Straßenachse.

Profil 2 in Abbildung 104 zeigt eine Bandbreite der NO₂-Gesamtbelastung zwischen 56 µg/m³ und 61 µg/m³ für ein statisches Tempolimit von 100 km/h bzw. 130 km/h. In Profil 2 ist eine Einhaltung des IG-L Grenzwertes für das Tempolimit von 100 km/h ab einer Entfernung von 70 bis 130 m zur Straßenachse zu erwarten. Bei einem Tempolimit von 130 km/h erfolgt dies ab einer Entfernung von 100 bis 134 m zur Straßenachse.

Die Einhaltung des zukünftigen Grenzwertes gemäß der EU-Luftqualitätsrichtlinie für NO₂ von 20 µg/m³ ist unter den gegebenen Bedingungen, bei Berücksichtigung der angenommenen aktuellen Vorbelastung in den betrachteten Querprofilen und unabhängig vom Tempolimit erst ab einer Entfernung von rund 1.2 bis 1.5 km zur Straßenachse zu erwarten. Grund dafür ist die bereits nahe am zukünftigen Grenzwert angenommene Vorbelastung.

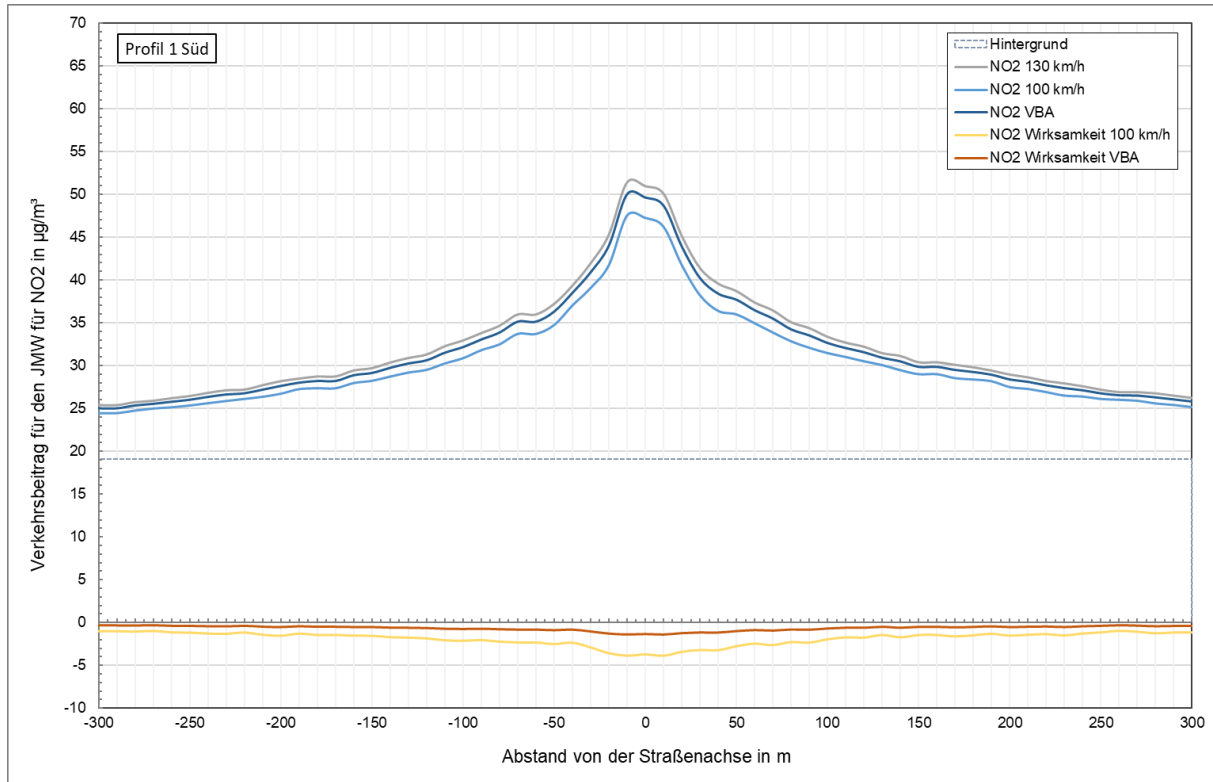


Abbildung 103: Auswertung Profil 1 zur durchschnittlichen NO₂-Belastung auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Süd.

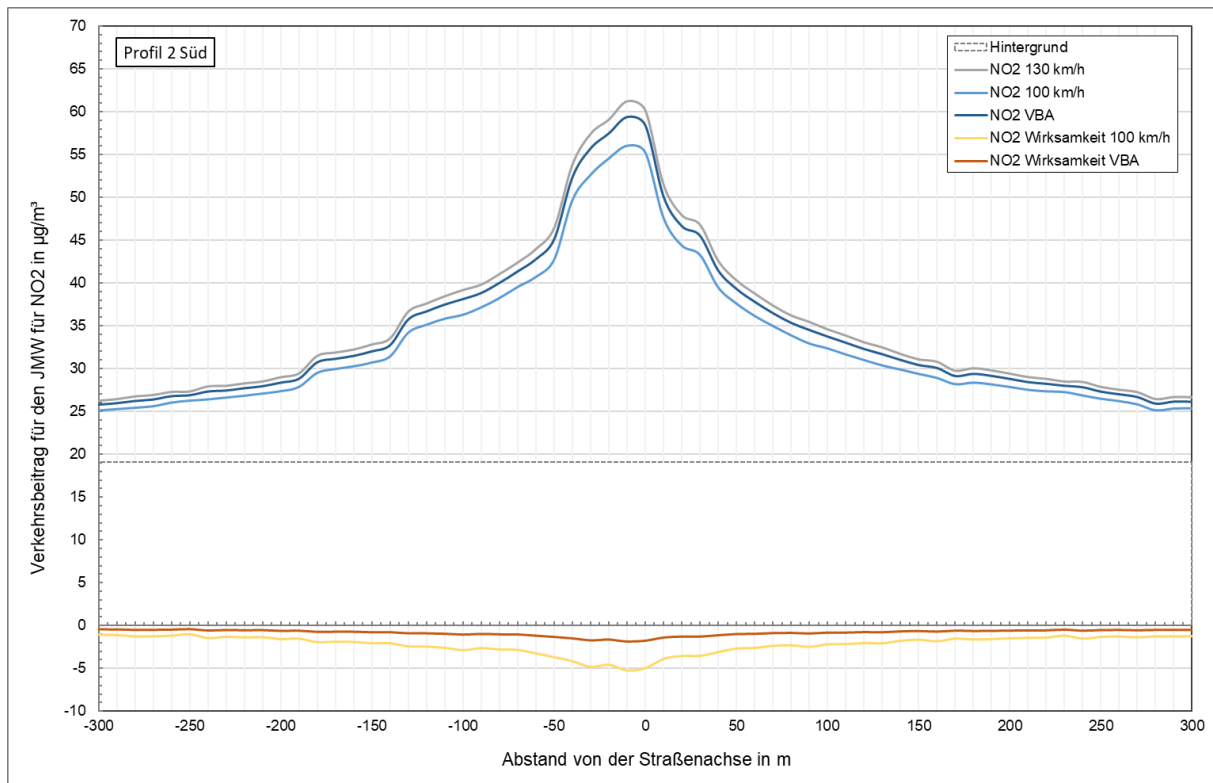


Abbildung 104: Auswertung Profil 2 zur durchschnittlichen NO₂-Belastung auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Süd.

7.2.2.3 Feinstaub PM_{10} & $PM_{2.5}$

Der modellierte durchschnittliche Verkehrsbeitrag an PM_{10} im Jahresmittel für den Teilkorridor Süd für den Zeitraum 01.01.2023 bis 31.12.2023 und einem Tempolimit von 130 km/h kann der Abbildung 105 entnommen werden. Der Verkehrsbeitrag bei einem Tempolimit von 100 km/h ist der Abbildung 106 und jener Beitrag bei einem flexiblen Tempolimit gemäß der Schaltung der VBA ist der Abbildung 107 zu entnehmen.

Zur Veranschaulichung wurde nachfolgend, die PM_{10} - & $PM_{2.5}$ -Belastung entlang von Querprofilen senkrecht zur Straßenachse ausgewertet.



Abbildung 105: Modellierter PM_{10} Verkehrsbeitrag der A9 für den Teilkorridor Süd im Evaluierungszeitraum 2023 für ein Tempolimit von 130 km/h

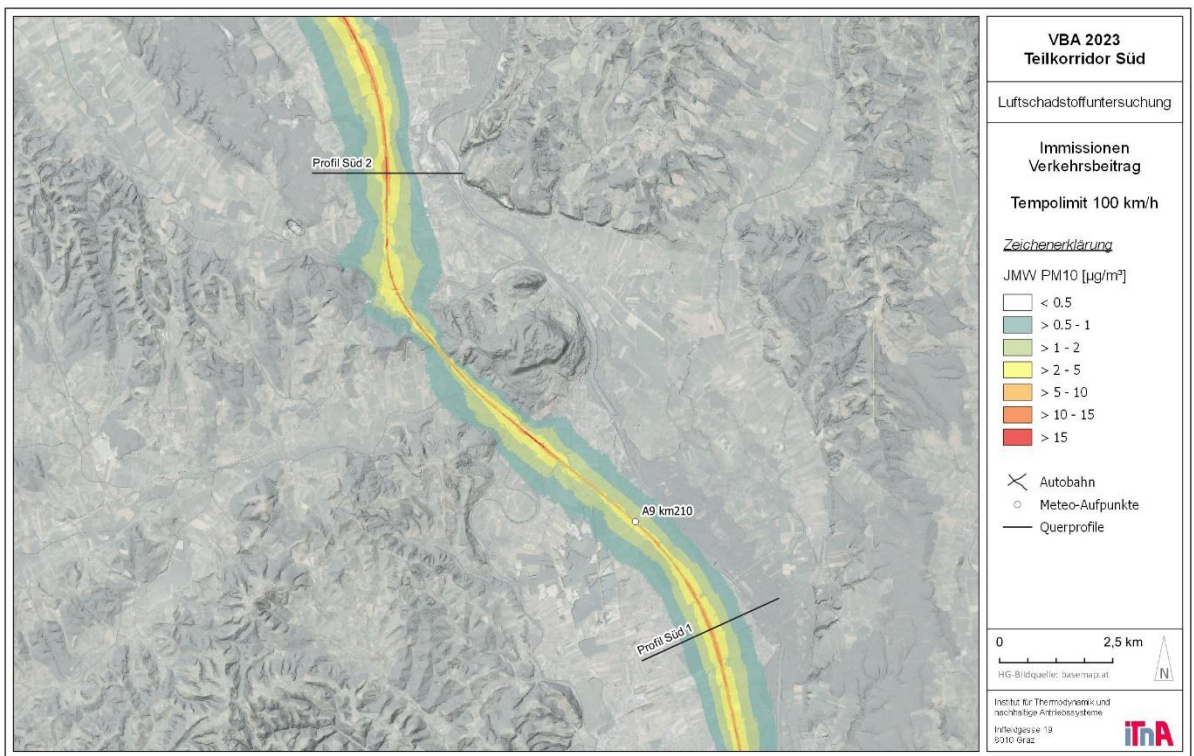


Abbildung 106: Modellierter PM₁₀ Verkehrsbeitrag der A9 für den Teilkorridor Süd im Evaluierungszeitraum 2023 für ein statisches Tempolimit von 100 km/h



Abbildung 107: Modellierter PM₁₀ Verkehrsbeitrag der A9 für den Teilkorridor Süd im Evaluierungszeitraum 2023 für ein flexibles Tempolimit gemäß Schaltung der VBA

Querprofilsauswertung PM₁₀ & PM_{2.5} – Teilkorridor Süd

Das Profil 1 in Abbildung 108 zeigt die verkehrsbedingte PM₁₀-Belastung im Jahresmittel mit knapp über 11 µg/m³ entlang der Straßenachse. In 50 m Entfernung sinkt der Verkehrsbeitrag auf Werte von rund 5 µg/m³, in 100 m auf unter 4 µg/m³ und in 300 m auf rund 1.5 µg/m³.

Das Profil 2 in Abbildung 109 zeigt straßennah verkehrsbedingte PM₁₀-Belastungen im Bereich von rund 16 µg/m³. Diese sinken bis zu einer Entfernung von 50 m auf rund 6 bzw. 8 µg/m³, in 100 m auf ca. 4 bzw. unter 6 µg/m³ und in 300 m auf unter 2 µg/m³.

Die Einhaltung des zukünftigen Grenzwertes gemäß der überarbeiteten EU-Luftqualitätsrichtlinie für PM₁₀ von 20 µg/m³ für den Jahresmittelwert, ist abhängig von der vorhandenen Vorbelastung im Untersuchungsgebiet zu betrachten. Allein durch den Immissionsbeitrag des Autobahnverkehrs entlang des Teilkorridors Süd, ist eine Überschreitung des derzeit gültigen IG-L – Grenzwertes von 40 µg/m³, als auch des zukünftigen Grenzwertes für den Jahresmittelwert nicht zu erwarten.

Die verkehrsbedingten PM_{2.5}-Belastungen in Abbildung 110 und Abbildung 111 zeigen straßennahe Konzentrationen von knapp über 7 µg/m³ in Profil 1 und knapp über 10 µg/m³ in Profil 2. In 50 m Entfernung sinkt der Verkehrsbeitrag auf unter 4 µg/m³ (Profil 1) und unter 5 µg/m³ (Profil 2), in 100 m auf unter 3 bis 4 µg/m³ und in 300 m Entfernung zur Straßenachse auf rund 1 µg/m³.

Die Einhaltung des zukünftigen Grenzwertes gemäß der überarbeiteten EU-Luftqualitätsrichtlinie für PM_{2.5} von 10 µg/m³ für den Jahresmittelwert hängt von der vorhandenen Vorbelastung im Untersuchungsgebiet ab. Durch den Immissionsbeitrag des Autobahnverkehrs entlang des Teilkorridors Süd, ist eine Überschreitung des derzeit gültigen IG-L – Grenzwertes von 25 µg/m³ nicht gegeben. Der zukünftige Grenzwert für den Jahresmittelwert an PM_{2.5} wird hingegen entlang der Straßenachse derzeit nur bedingt eingehalten. Allerdings nehmen die verkehrsbedingten Immissionen mit der Entfernung zur Straßenachse rasch ab.

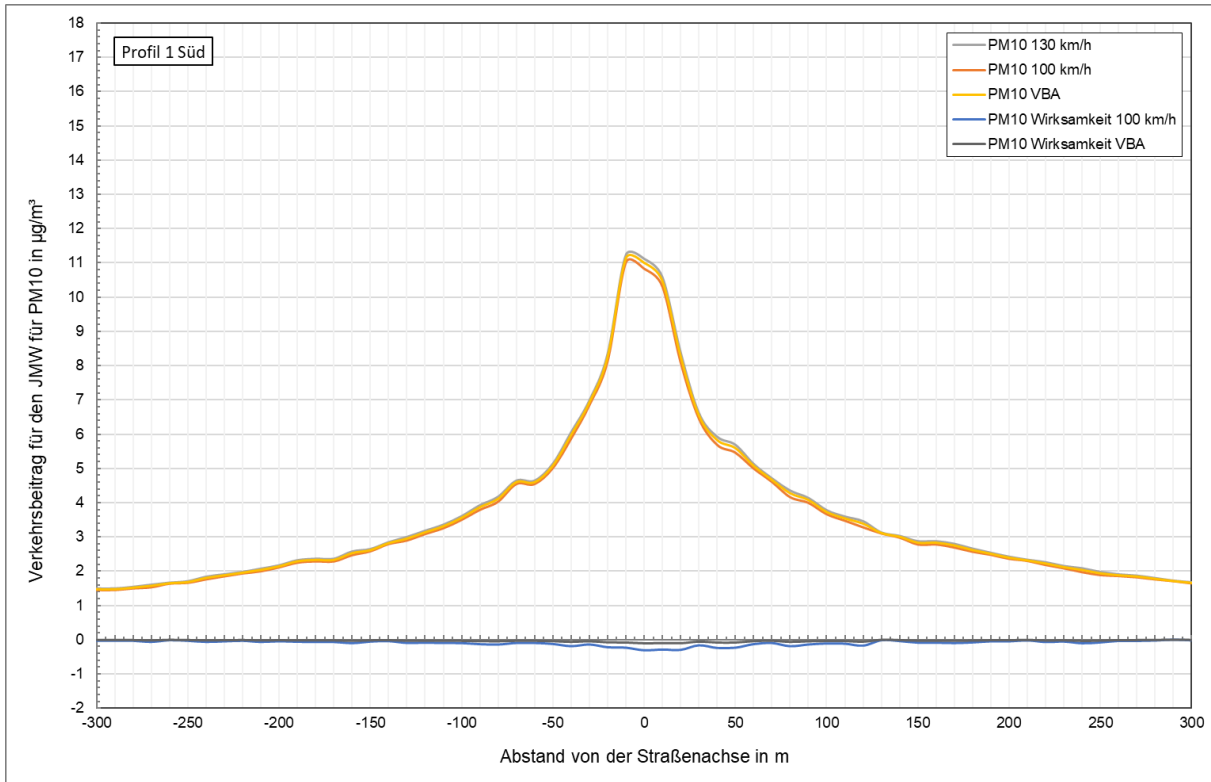


Abbildung 108: Auswertung Profil 1 zur durchschnittlichen PM₁₀-Belastung (Exhaust + Non-Exhaust) auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Süd.

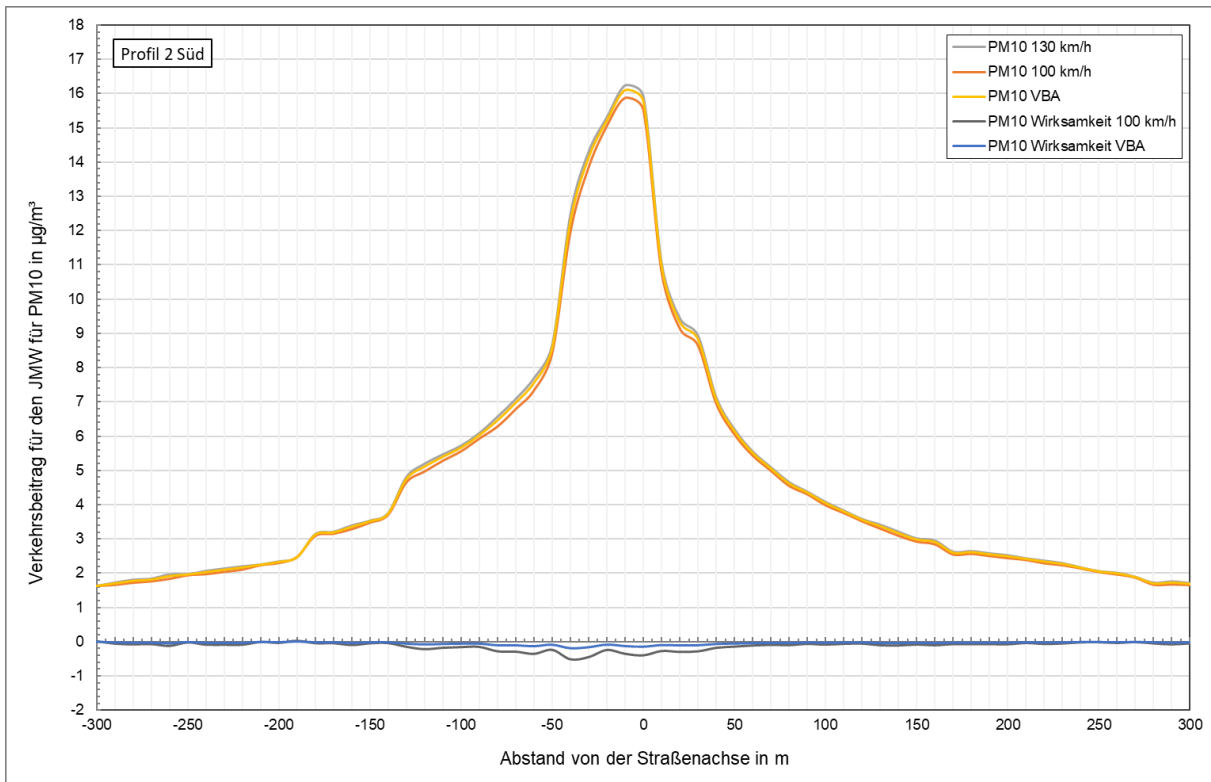


Abbildung 109: Auswertung Profil 2 zur durchschnittlichen PM₁₀-Belastung (Exhaust + Non-Exhaust) auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Süd.

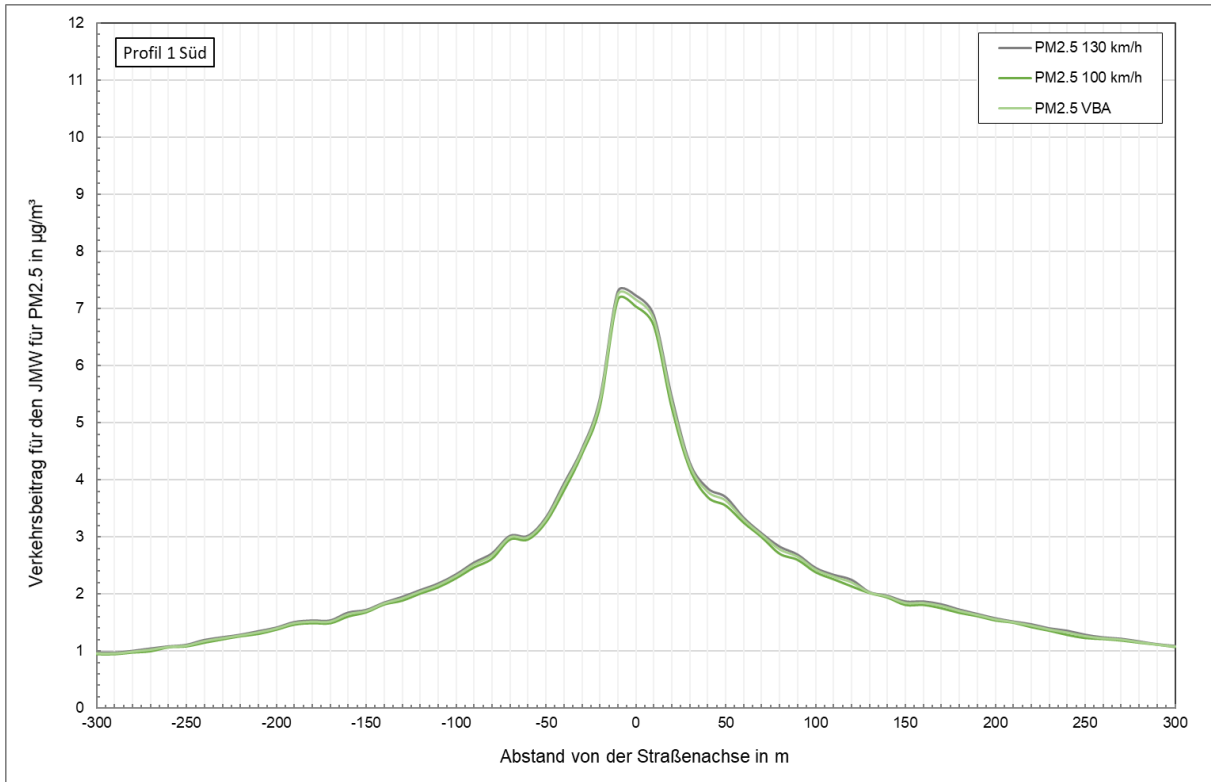


Abbildung 110: Auswertung Profil 1 zur durchschnittlichen PM_{2.5}-Belastung (Exhaust + Non-Exhaust) auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Süd.

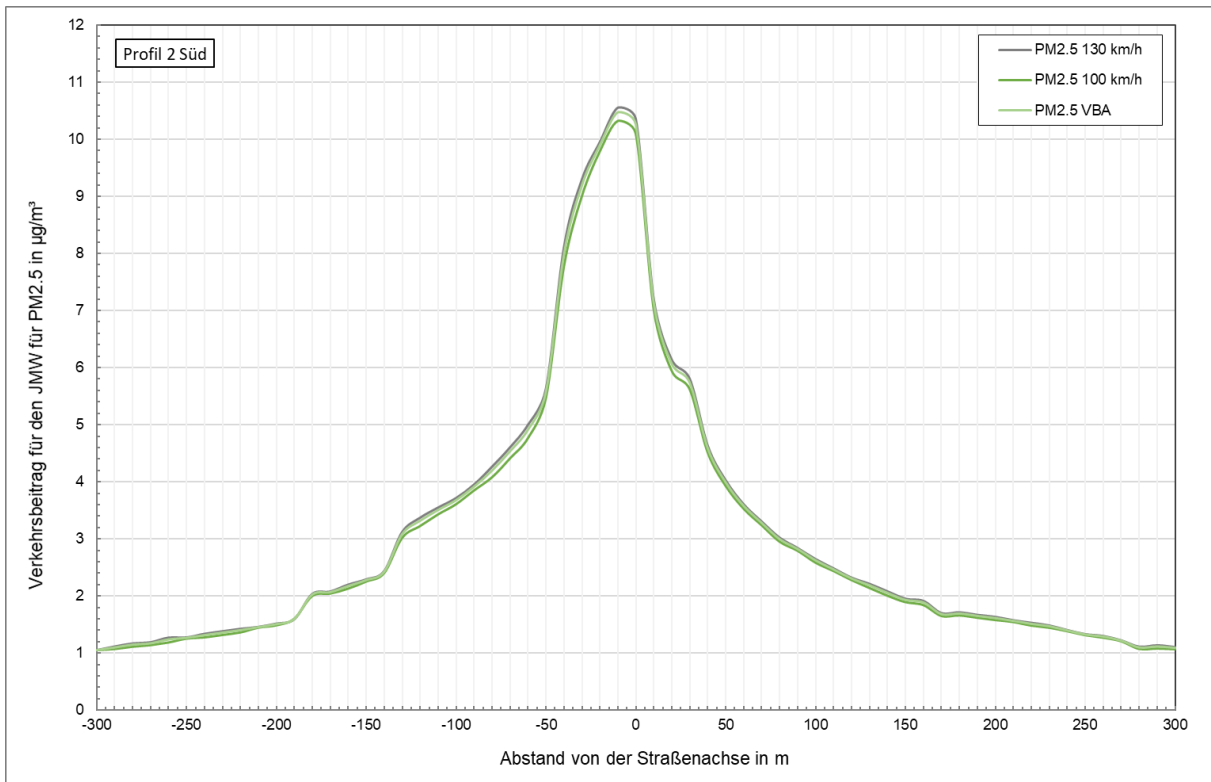


Abbildung 111: Auswertung Profil 2 zur durchschnittlichen PM_{2.5}-Belastung (Exhaust + Non-Exhaust) auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Süd.

7.3 Teilkorridor Nord

7.3.1 Emissionen

Bei einem statischen ganzjährigen Tempolimit können die NO_x-Emissionen um 20 % reduziert werden, die PM₁₀-Exhaust-Emissionen (entspricht PM_{2.5}) der PKWs verringern sich durchschnittlich um rund 22 %. Bei Gesamt PM₁₀ (Exhaust + Non-Exhaust) bleibt das Reduktionspotential mit 4 % aufgrund des wesentlich größeren Anteils von Abriebs- und Aufwirbelungsemissionen naturgemäß niedriger. Eine Veränderung der verbrennungsbedingten Feinstaubemissionen lässt sich somit nur in geringem Maße ausmachen. Geschwindigkeitsabhängige Emissionsfaktoren aus dem Abrieb und der Aufwirbelung stehen nicht zur Verfügung, daher können die Auswirkungen von Geschwindigkeitsreduktionen dieser Emissionsanteile nicht quantifiziert werden.

Eine Zusammenfassung der berechneten Fahrleistungen und Emissionen für die Tempolimits 100 km/h und 130 km/h im betrachteten Straßennetz des Teilkorridors Nord ist in Tabelle 28 gegeben. Für die Emissionen des LKW-Verkehrs hat ein Tempolimit unter 100 km/h keinen Einfluss, sie tragen allerdings zur Gesamtbelastung bei und sind daher bei der Ermittlung der NO₂-Belastung entlang des Korridors zu berücksichtigen.

Tabelle 28: Emissionen des PKW-Verkehrs für den Teilkorridor – Nord

Teilkorridor NORD	Fahrleistung	NO _x	NO ₂	NH ₃	CO	CO ₂
Tempo 100 km/h	84 10 ⁶ km	30.4 t/a	10.2 t/a	1.0 t/a	24.8 t/a	12076.0 t/a
Tempo 130 km/h	84 10 ⁶ km	37.9 t/a	12.6 t/a	1.0 t/a	35.4 t/a	13667.7 t/a
Reduktion absolut	- km	7.5 t/a	2.4 t/a	.0 t/a	10.6 t/a	1591.7 t/a
Reduktion relativ [%]	- %	-20%	-20%	0%	-30%	-12%
LKW Verkehr	12 10 ⁶ km	7 t/a	1 t/a	t/a	5 t/a	6994 t/a
Teilkorridor NORD	HC	TSP	PM ₁₀ exhaust	PM ₁₀ Non-exh.	PM ₁₀	PM _{2.5}
Tempo 100 km/h	1.33 t/a	4.80 t/a	0.39 t/a	2.49 t/a	2.88 t/a	1.86 t/a
Tempo 130 km/h	1.39 t/a	4.91 t/a	0.50 t/a	2.49 t/a	2.99 t/a	1.97 t/a
Reduktion absolut	0.06 t/a	0.11 t/a	0.11 t/a	0.00 t/a	0.11 t/a	0.11 t/a
Reduktion relativ [%]	-4%	-2%	-22%	0%	-4%	-6%
LKW Verkehr	0.24 t/a	2.62 t/a	0.10 t/a	1.50 t/a	1.60 t/a	0.95 t/a

7.3.2 Immissionsbeitrag aus dem Verkehr

7.3.2.1 Stickstoffoxide NO_x

Der modellierte durchschnittliche Verkehrsbeitrag im Teilkorridor Nord für den Zeitraum 01.01.2023 bis 31.12.2023 und einem Tempolimit von 130 km/h kann der Abbildung 112 entnommen werden. Der Verkehrsbeitrag bei einem Tempolimit von 100 km/h ist der Abbildung 113 und jener Beitrag bei einem flexiblen Tempolimit gemäß der Schaltung der VBA ist der Abbildung 114 zu entnehmen.

Zur Veranschaulichung wird nachfolgend, die NO_x -Belastung entlang von Querprofilen senkrecht zur Straßenachse ausgewertet.

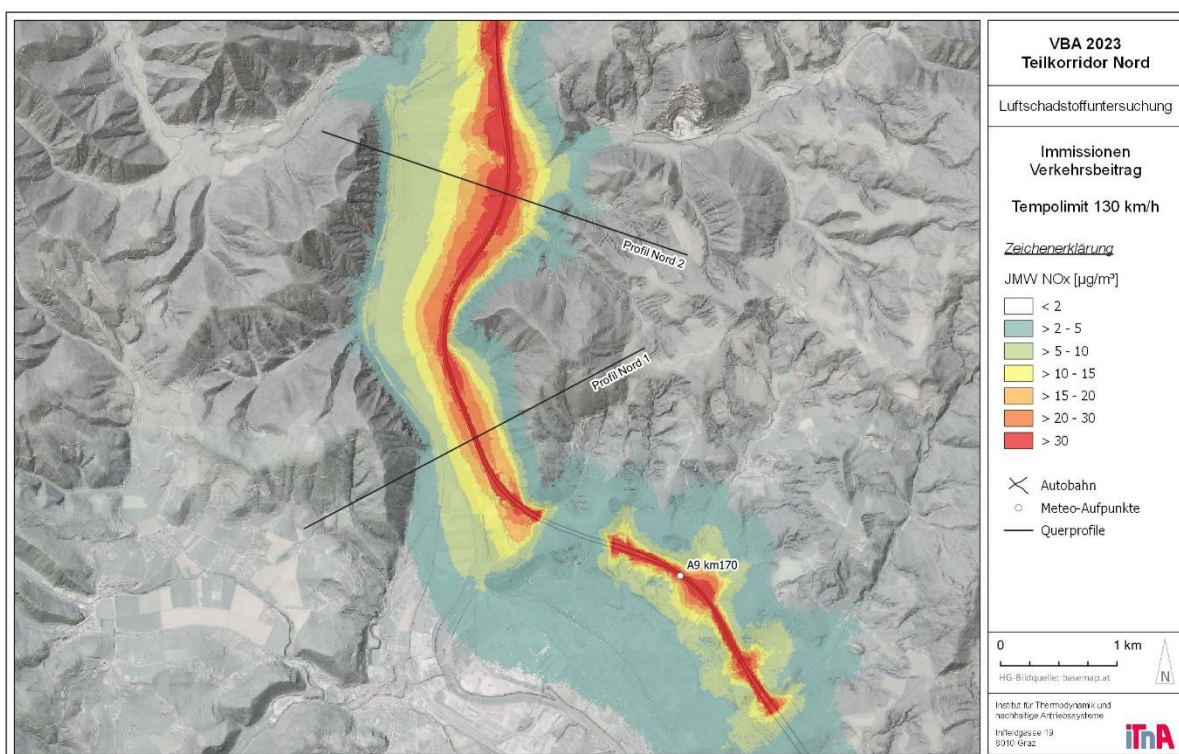


Abbildung 112: Modellierter NO_x Verkehrsbeitrag der A9 für den Teilkorridor Nord im Evaluierungszeitraum 2023 für ein Tempolimit von 130 km/h

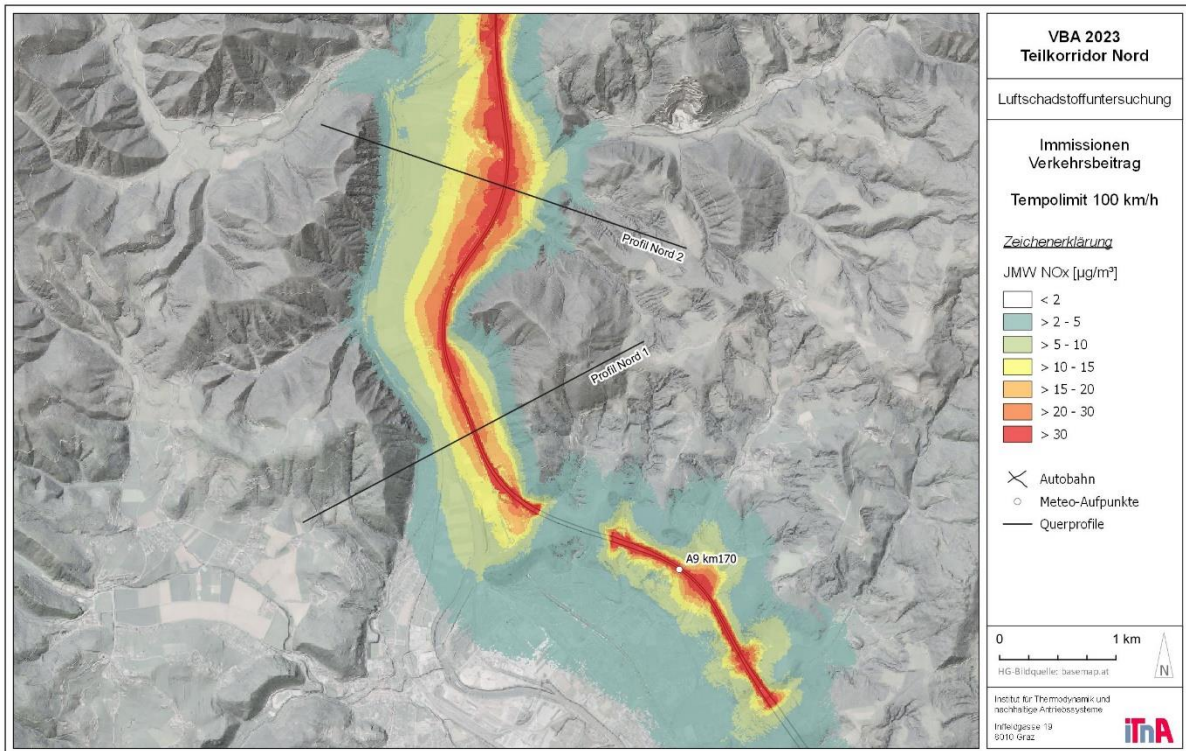


Abbildung 113: Modellierter NO_x Verkehrsbeitrag der A9 für den Teilkorridor Nord im Evaluierungszeitraum 2023 für ein statisches Tempolimit von 100 km/h

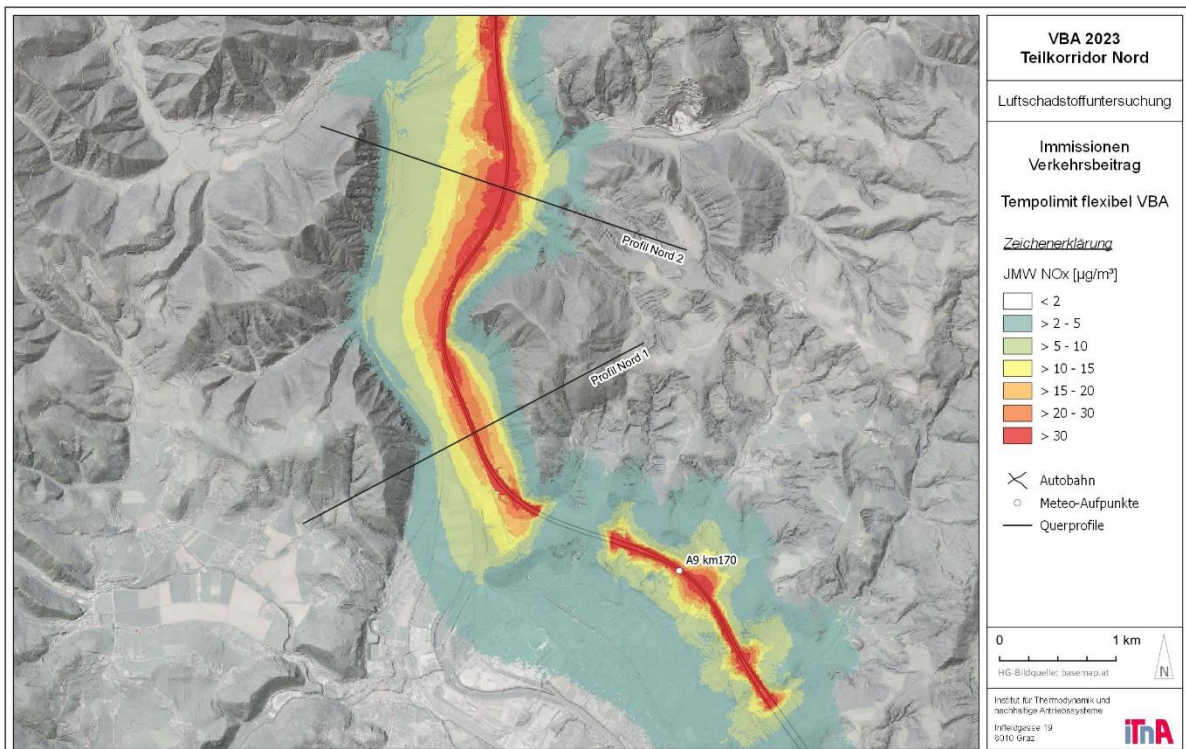


Abbildung 114: Modellierter NO_x Verkehrsbeitrag der A9 für den Teilkorridor Nord im Evaluierungszeitraum 2023 für ein flexibles Tempolimit gemäß Schaltung der VBA

Querprofilsauswertung NO_x – Teilkorridor Nord

Die Abbildung 115 und die darauffolgenden Diagramme zeigen die Auswertung unterschiedlicher Tempolimits auf die jahresdurchschnittliche NO_x-Belastung für Querprofile im Korridor Nord. Mit einer Hintergrundbelastung für NO_x von 30 µg/m³ können bei einem statischen Tempolimit von 100 km/h achsennah ca. 80 % der gesamten NO_x-Belastung auf die Verkehrsemissionen der Autobahn zurückgeführt werden, bei einem Tempolimit von 130 km/h sind es ca. 82 %. Die verkehrsbedingten NO_x-Belastungen in Abbildung 116 und Abbildung 117 betragen hier über 80 µg/m³ (Profil 1) und über 120 µg/m³ (Profil 2) im Jahresmittel. In 100 m Entfernung sinkt der Verkehrsbeitrag auf unter 25 µg/m³ (Profil 1) bzw. unter 55 µg/m³ (Profil 2) und in 300 m Entfernung auf unter 18 µg/m³.

Profil 1 in Abbildung 116 zeigt in 50 m Entfernung zur Fahrbahnmitte eine Reduktion von weniger als 2 µg/m³ NO_x bei einem statischen Tempolimit von 100 km/h und in 100 m Entfernung eine Reduktion von ca. 1 µg/m³. Bei einem flexiblen Tempolimit aufgrund der Schaltung der VBA beträgt die Reduktion in 50 und 100 m Entfernung unter 1 µg/m². Die rasche Abnahme der Immissionsbeiträge dürfte geländebedingt sein.

Profil 2 in Abbildung 117 zeigt bei einem statischen Tempolimit von 100 km/h in 50 m Entfernung zur Fahrbahnmitte eine Reduktion von etwas über 3 µg/m³ und in 100 m Entfernung eine Reduktion von rund 3 µg/m³. Bei einem flexiblen Tempolimit aufgrund der Schaltung der VBA beträgt die Reduktion in 50 m und 100 m Entfernung unter 1 µg/m².

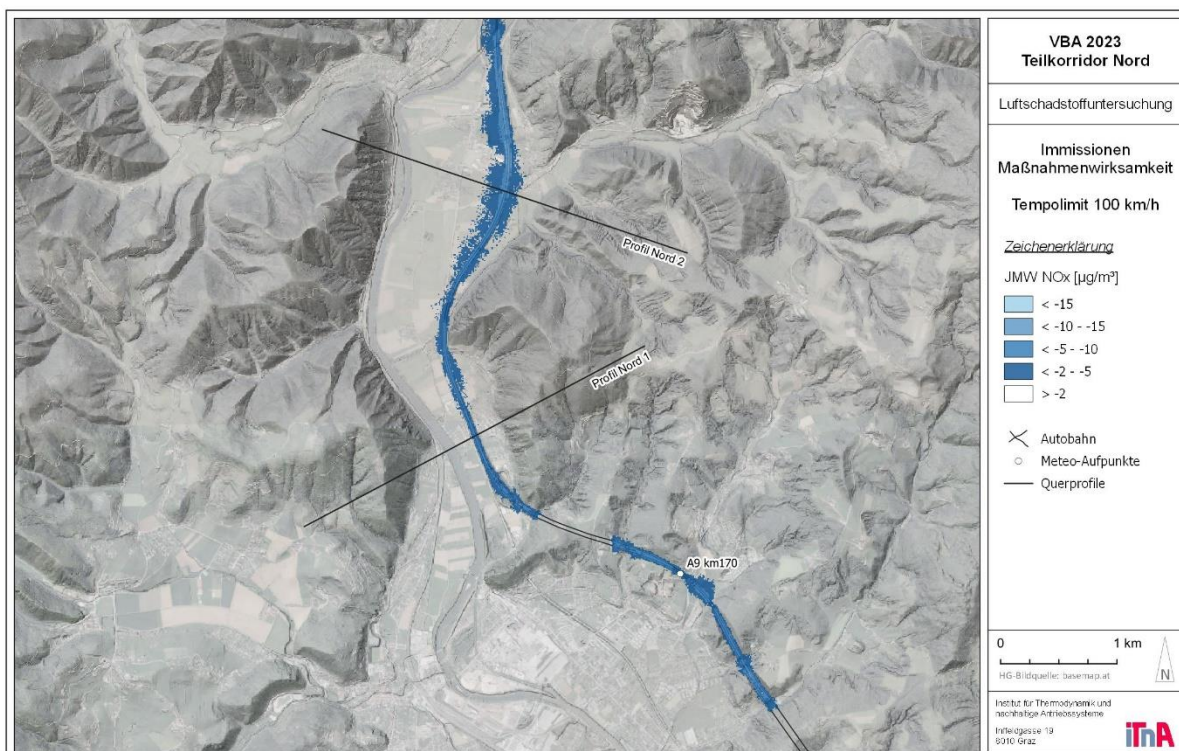


Abbildung 115: Wirksamkeit des statischen Tempolimits von 100 km/h auf den durchschnittlichen NO_x-Beitrag für den Teilkorridor Nord.

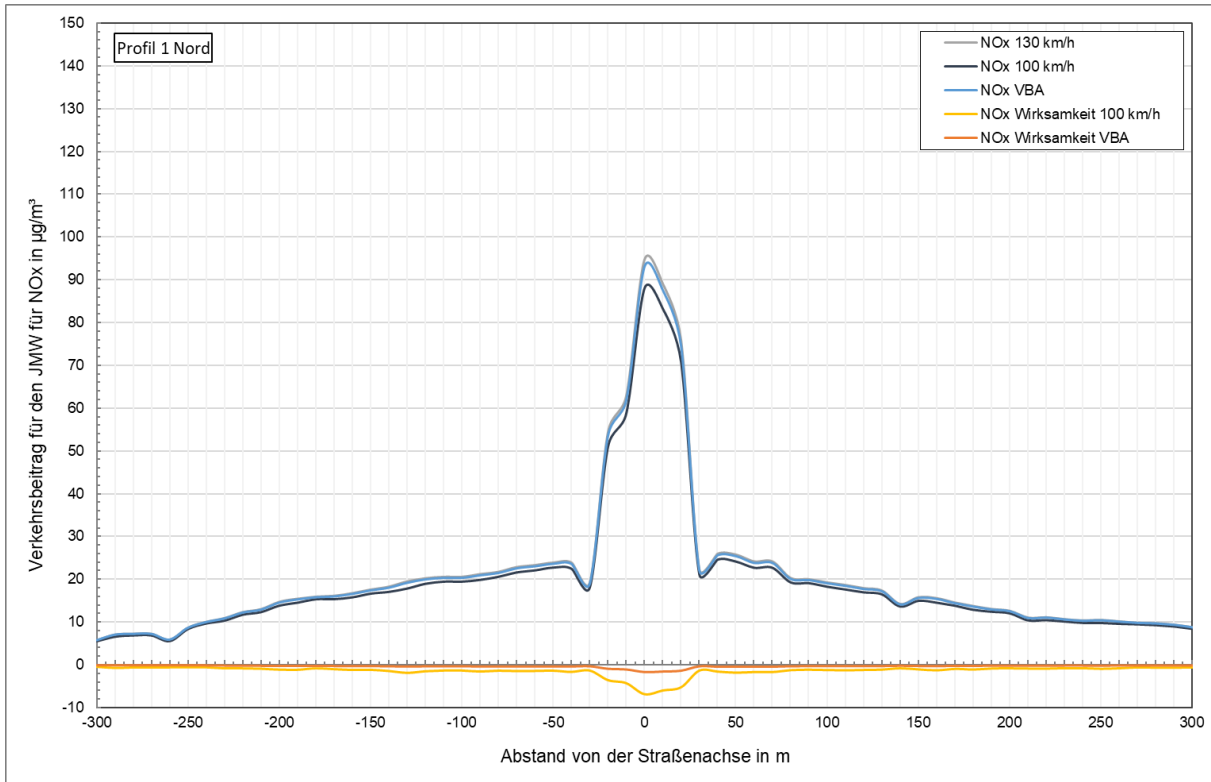


Abbildung 116: Auswertung Profil 1 zur durchschnittlichen NO_x-Belastung auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Nord.

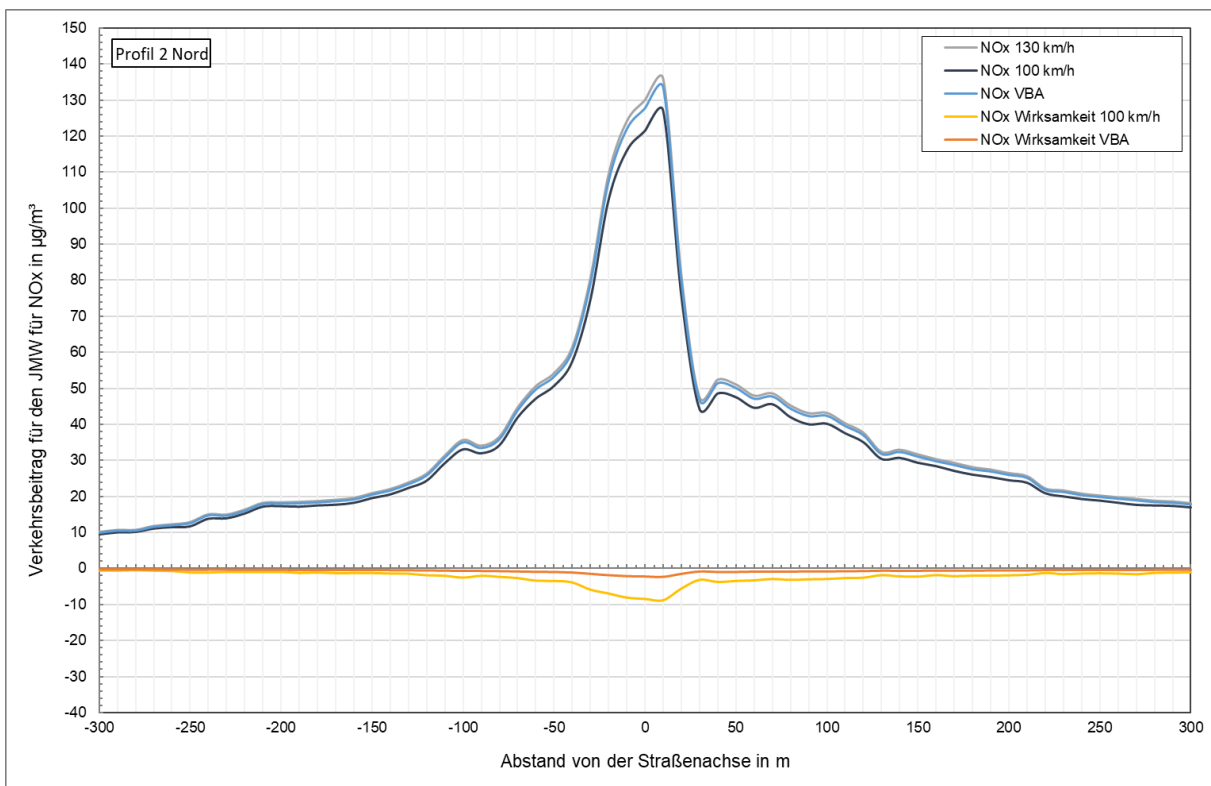


Abbildung 117: Auswertung Profil 2 zur durchschnittlichen NO_x-Belastung auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Nord.

7.3.2.2 Stickstoffdioxide NO₂

Die modellierte Gesamtbelastung an NO₂ im Jahresmittel für den Teilkorridor Nord für den Zeitraum 01.01.2023 bis 31.12.2023 und einem Tempolimit von 130 km/h kann der Abbildung 118 entnommen werden. Der Verkehrsbeitrag bei einem Tempolimit von 100 km/h ist der Abbildung 119 und jener Beitrag bei einem flexiblen Tempolimit gemäß der Schaltung der VBA ist der Abbildung 120 zu entnehmen. Für die Umwandlungsfunktion gemäß Kapitel 4.2.3 wurde eine NO_x-Vorbelastung von 30 µg/m³ gewählt.

Zur Veranschaulichung wird nachfolgend, die NO₂-Belastung entlang von Querprofilen senkrecht zur Straßenachse ausgewertet.

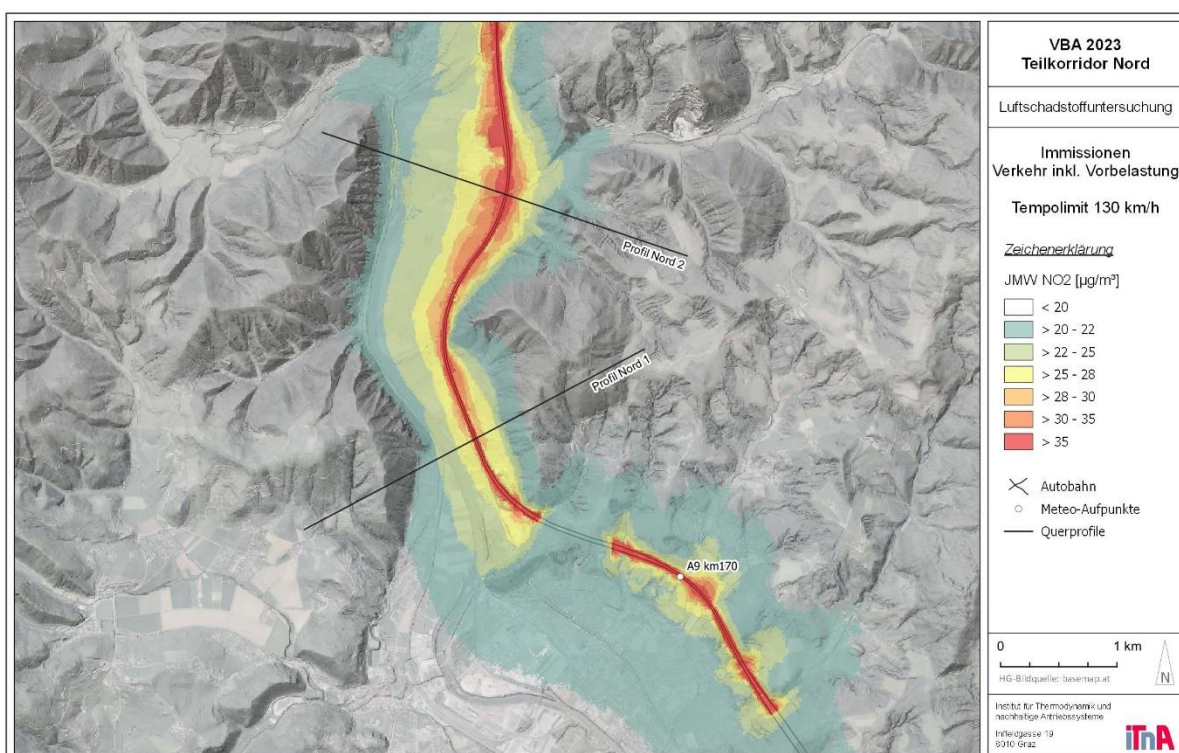


Abbildung 118: Modellierte NO₂ Gesamtbelastung entlang der A9 für den Teilkorridor Nord im Evaluierungszeitraum 2023 für ein Tempolimit von 130 km/h

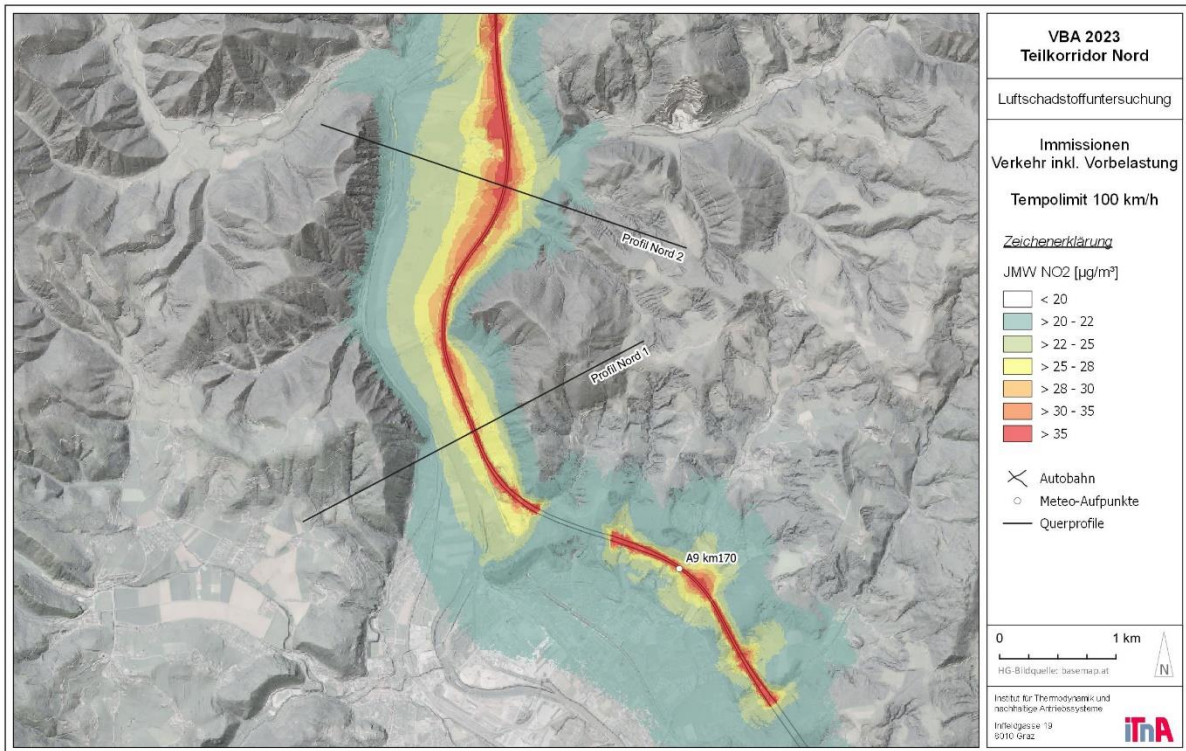


Abbildung 119: Modellierte NO₂ Gesamtbelastung entlang der A9 für den Teilkorridor Nord im Evaluierungszeitraum 2023 für ein statisches Tempolimit von 100 km/h

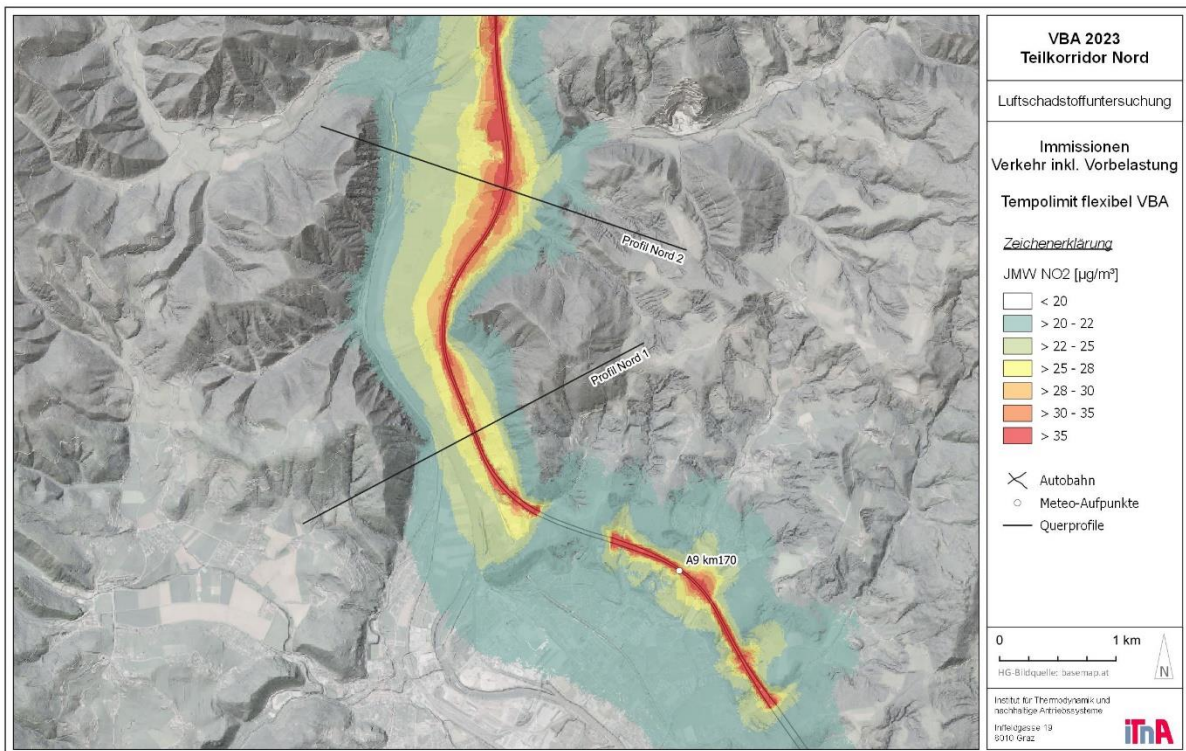


Abbildung 120: Modellierte NO₂ Gesamtbelastung entlang der A9 für den Teilkorridor Nord im Evaluierungszeitraum 2023 für ein flexibles Tempolimit gemäß Schaltung der VBA

Querprofilsauswertung NO₂ – Teilkorridor Nord

Profil 1 in Abbildung 121 zeigt die Gesamtbelastung an NO₂ im Jahresmittel zwischen 45 µg/m³ für ein Tempolimit mit 100 km/h und 47 µg/m³ bei einem Tempolimit von 130 km/h entlang der Straßenachse. Der IG-L Grenzwert von 35 µg/m³ (inkl. Toleranzmarge) wird für das Tempolimit von 100 km/h in Profil 1 bereits ab einer Entfernung von 30 m zur Straßenachse eingehalten. Bei einem Tempolimit von 130 km/h passiert dies ebenfalls ab 30 m Entfernung zur Straßenachse.

Profil 2 in Abbildung 122 zeigt eine Bandbreite der NO₂-Gesamtbelastung zwischen 53 µg/m³ und 55 µg/m³ für ein statisches Tempolimit von 100 km/h bzw. 130 km/h. In Profil 2 ist eine Einhaltung des IG-L Grenzwertes für das Tempolimit von 100 km/h ab einer Entfernung von 80 m zur Straßenachse zu erwarten. Bei einem Tempolimit von 130 km/h erfolgt dies ab ca. 90 m Entfernung zur Straßenachse.

Die Einhaltung des zukünftigen Grenzwertes gemäß der EU-Luftqualitätsrichtlinie für NO₂ von 20 µg/m³ ist unter den gegebenen Bedingungen, bei Berücksichtigung der angenommenen aktuellen Vorbelastung in den betrachteten Querprofilen und unabhängig vom Tempolimit erst ab einer Entfernung zur Straßenachse von rund 600 m in Profil 1 und rund 1000 m in Profil 2 zu erwarten. Grund dafür ist die bereits nahe am zukünftigen Grenzwert angenommene Vorbelastung.

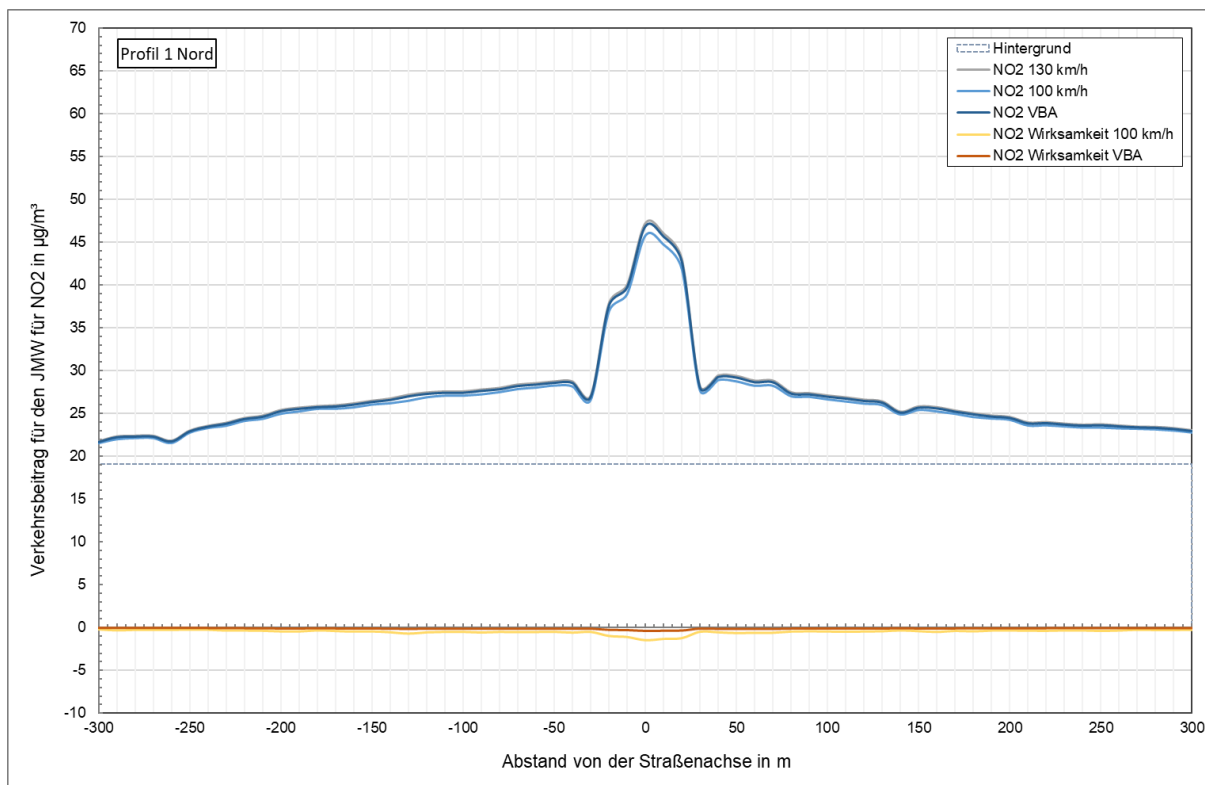


Abbildung 121: Auswertung Profil 1 zur durchschnittlichen NO₂-Belastung auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Nord.

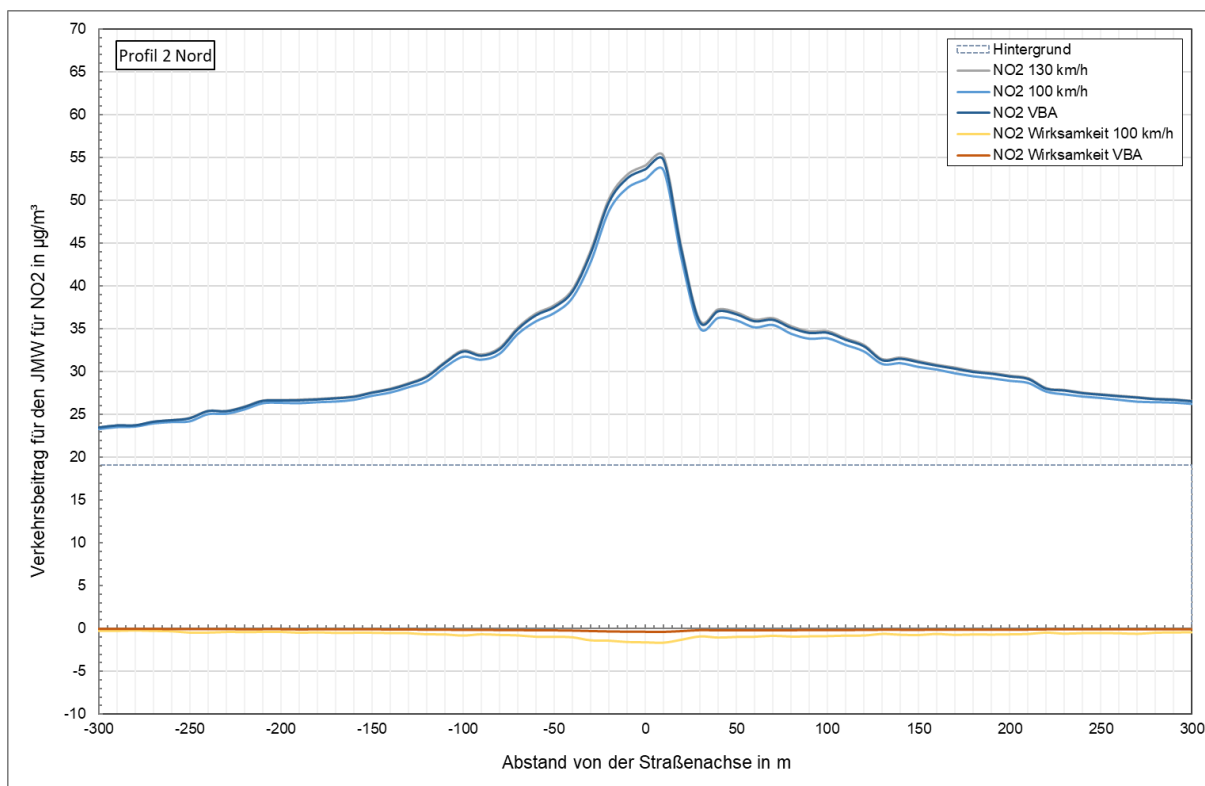


Abbildung 122: Auswertung Profil 2 zur durchschnittlichen NO₂-Belastung auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Nord.

7.3.2.3 Feinstaub PM_{10} & $PM_{2.5}$

Der modellierte durchschnittliche Verkehrsbeitrag an PM_{10} im Jahresmittel für den Teilkorridor Nord für den Zeitraum 01.01.2023 bis 31.12.2023 und einem Tempolimit von 130 km/h kann der Abbildung 123 entnommen werden. Der Verkehrsbeitrag bei einem Tempolimit von 100 km/h ist der Abbildung 124 und jener Beitrag bei einem flexiblen Tempolimit gemäß der Schaltung der VBA ist der Abbildung 125 zu entnehmen.

Zur Veranschaulichung wurde nachfolgend, die PM_{10} - & $PM_{2.5}$ -Belastung entlang von Querprofilen senkrecht zur Straßenachse ausgewertet.

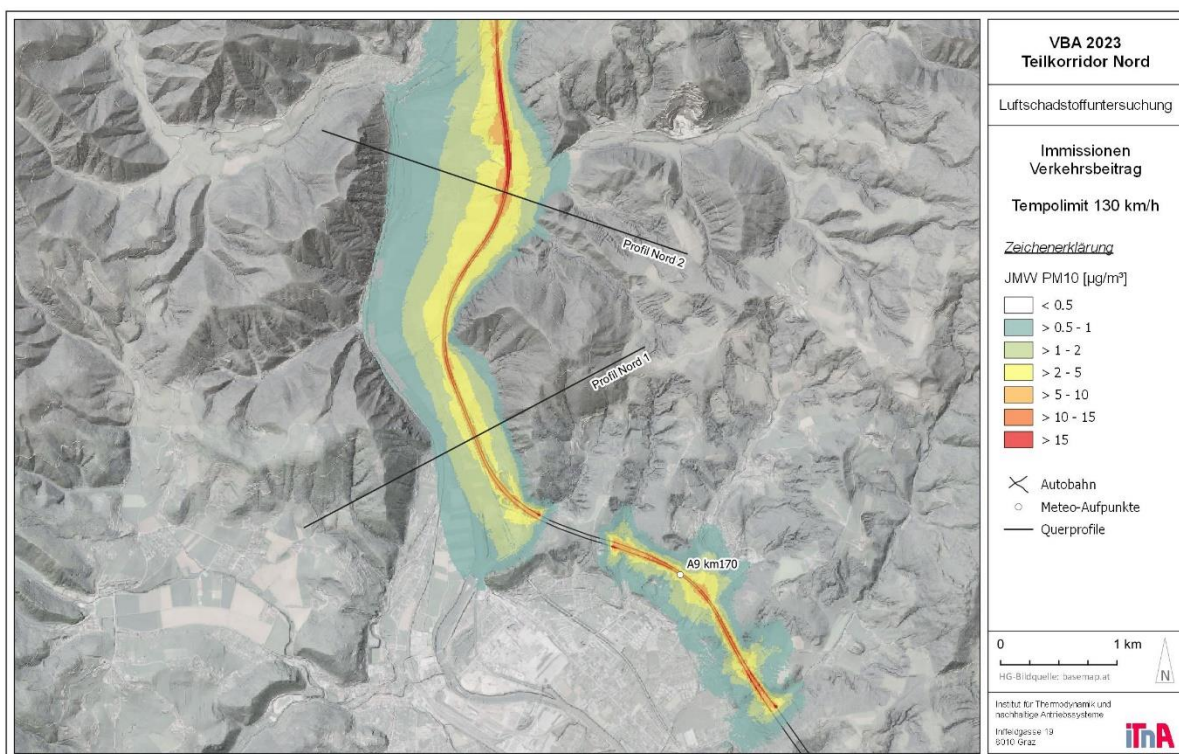


Abbildung 123: Modellierter PM_{10} Verkehrsbeitrag der A9 für den Teilkorridor Nord im Evaluierungszeitraum 2023 für ein Tempolimit von 130 km/h

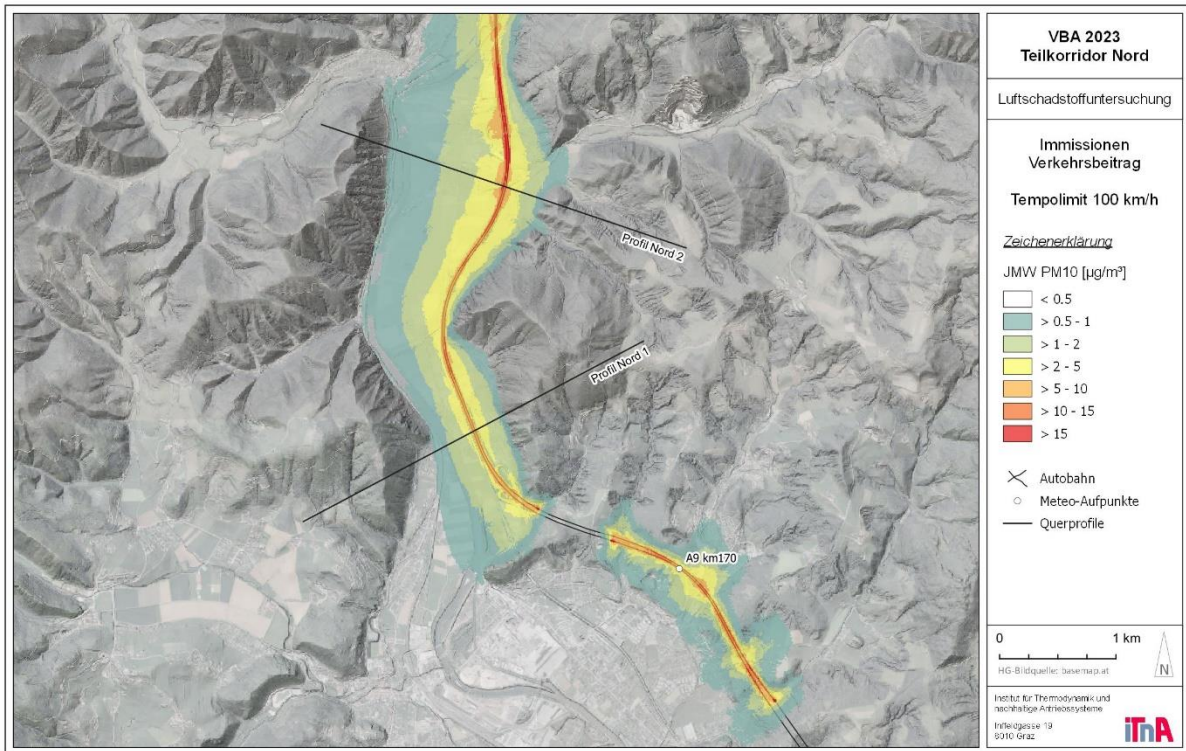


Abbildung 124: Modellierter PM_{10} Verkehrsbeitrag der A9 für den Teilkorridor Nord im Evaluierungszeitraum 2023 für ein statisches Tempolimit von 100 km/h

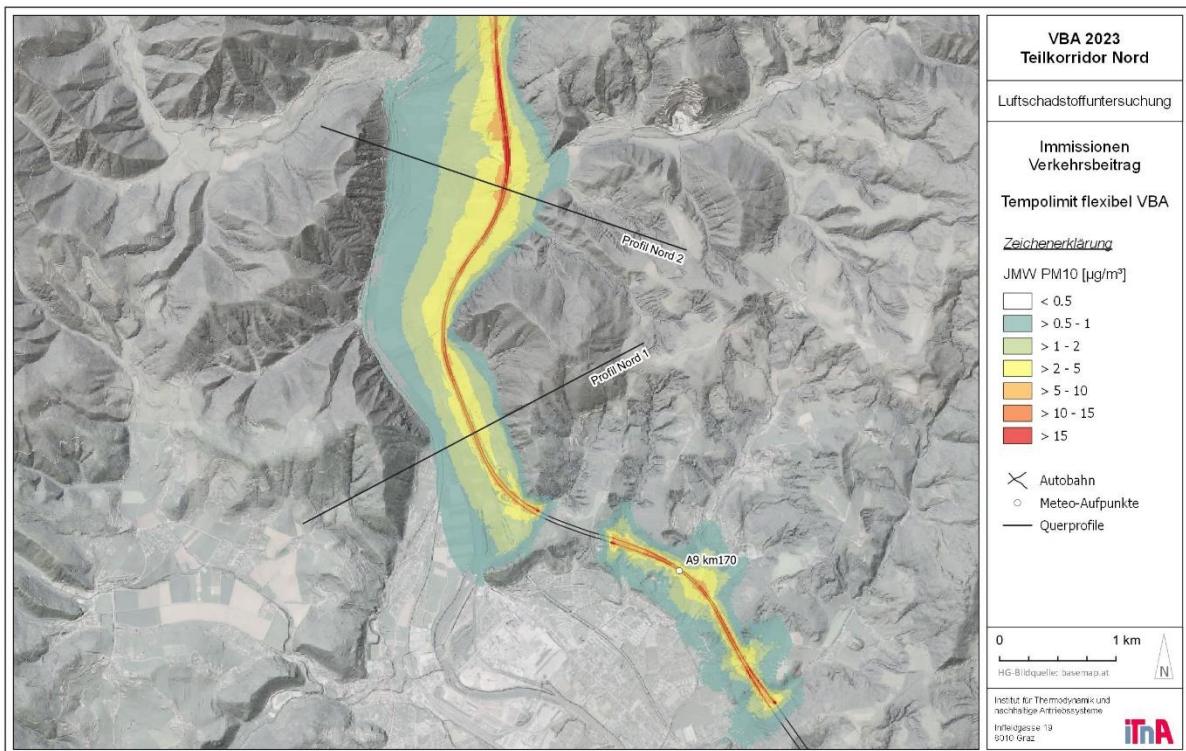


Abbildung 125: Modellierter PM_{10} Verkehrsbeitrag der A9 für den Teilkorridor Nord im Evaluierungszeitraum 2023 für ein flexibles Tempolimit gemäß Schaltung der VBA

Querprofilsauswertung PM₁₀ & PM_{2.5} – Teilkorridor Nord

Das Profil 1 in Abbildung 126 zeigt die verkehrsbedingte PM₁₀-Belastung im Jahresmittel mit knapp unter 10 µg/m³ entlang der Straßenachse. In 50 m Entfernung sinkt der Verkehrsbeitrag auf Werte unter 3 µg/m³, in 100 m auf rund 2 µg/m³ und in 300 m auf unter 1 µg/m³.

Das Profil 2 in Abbildung 127 zeigt straßennah verkehrsbedingte PM₁₀-Belastungen von über 13 µg/m³. Diese sinken bis zu einer Entfernung von 50 m auf rund 5 µg/m³, in 100 m auf rund 4 µg/m³ und in 300 m auf unter 2 µg/m³.

Die Einhaltung des zukünftigen Grenzwertes gemäß der überarbeiteten EU-Luftqualitätsrichtlinie für PM₁₀ von 20 µg/m³ für den Jahresmittelwert, ist abhängig von der vorhandenen Vorbelastung im Untersuchungsgebiet zu betrachten. Allein durch den Immissionsbeitrag des Autobahnverkehrs entlang des Teilkorridors Nord, ist eine Überschreitung des derzeit gültigen IG-L – Grenzwertes von 40 µg/m³ als auch des zukünftigen Grenzwertes für den Jahresmittelwert nicht zu erwarten.

Die verkehrsbedingten PM_{2.5}-Belastungen in Abbildung 128 und Abbildung 129 zeigen straßennahe Konzentrationen von knapp über 6 µg/m³ in Profil 1 und knapp unter 9 µg/m³ in Profil 2. In 50 m Entfernung sinkt der Verkehrsbeitrag auf unter 2 µg/m³ (Profil 1) und unter 4 µg/m³ in Profil 2, in 100 m auf unter 2 bzw. 3 µg/m³ und in 300 m Entfernung zur Straßenachse auf rund 1 µg/m³ und darunter.

Die Einhaltung des zukünftigen Grenzwertes gemäß der überarbeiteten EU-Luftqualitätsrichtlinie für PM_{2.5} von 10 µg/m³ für den Jahresmittelwert hängt von der vorhandenen Vorbelastung im Untersuchungsgebiet ab. Durch den Immissionsbeitrag des Autobahnverkehrs entlang des Teilkorridors Nord, ist eine Überschreitung des derzeit gültigen IG-L – Grenzwertes von 25 µg/m³ nicht gegeben. Der zukünftige Grenzwert für den Jahresmittelwert an PM_{2.5} wird hingegen entlang der Straßenachse derzeit unterschritten.

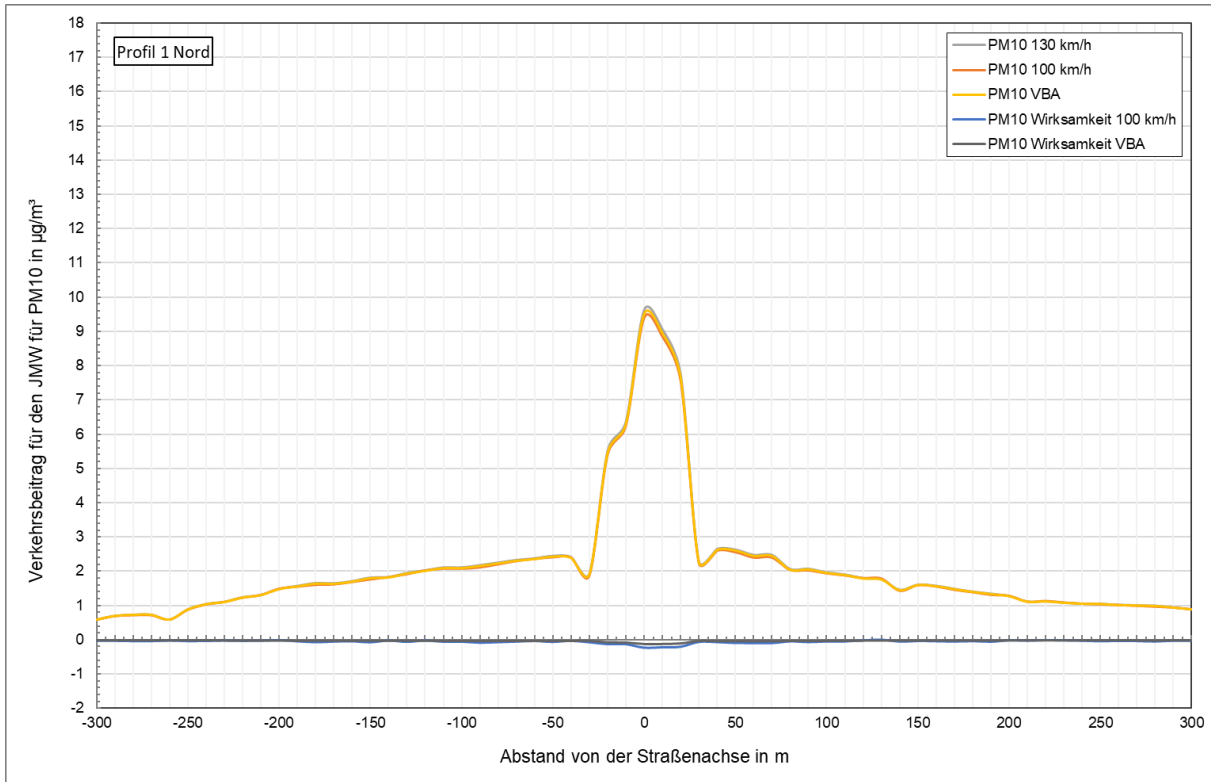


Abbildung 126: Auswertung Profil 1 zur durchschnittlichen PM₁₀-Belastung (Exhaust + Non-Exhaust) auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Nord.

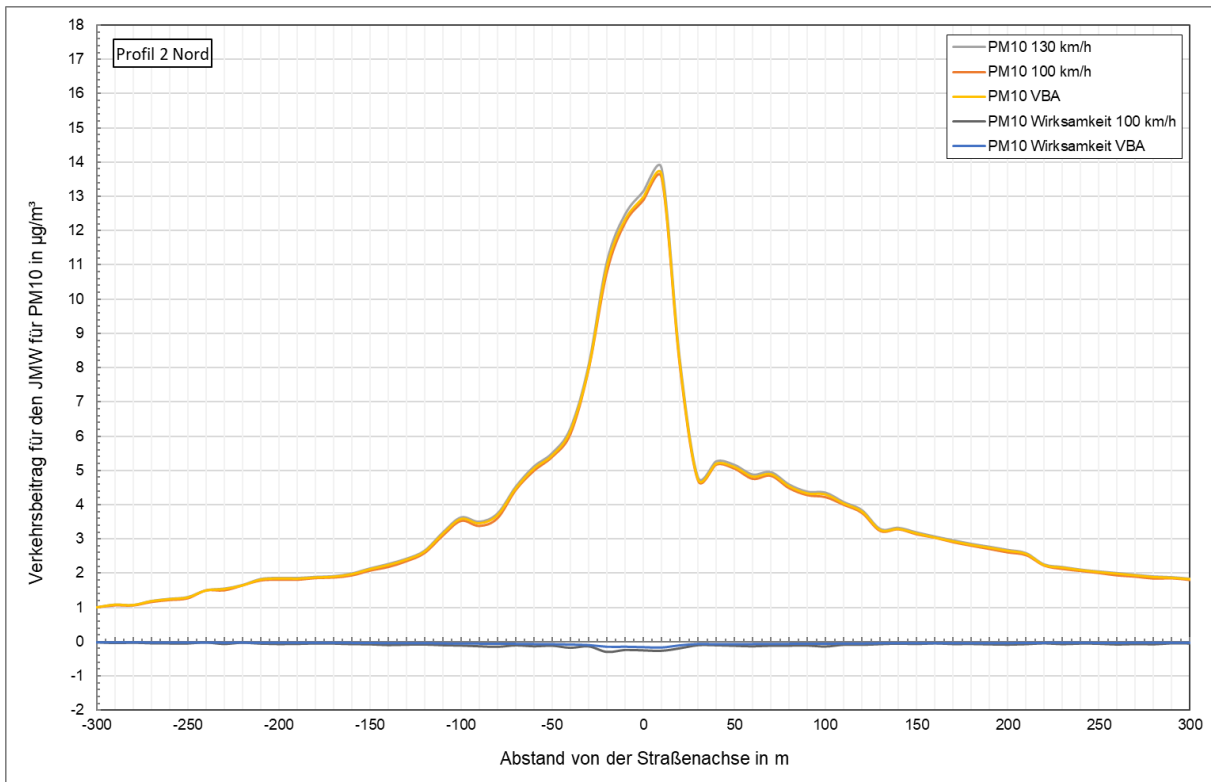


Abbildung 127: Auswertung Profil 2 zur durchschnittlichen PM₁₀-Belastung (Exhaust + Non-Exhaust) auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Nord.

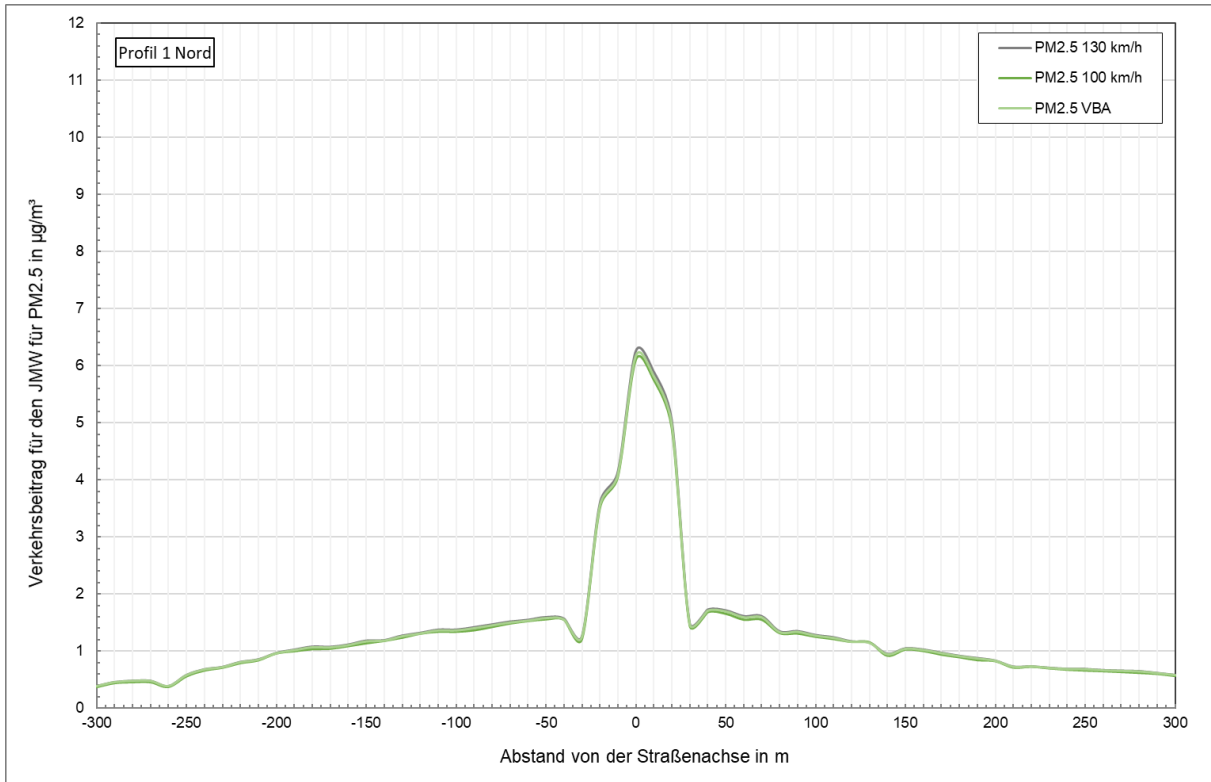


Abbildung 128: Auswertung Profil 1 zur durchschnittlichen PM_{2.5}-Belastung (Exhaust + Non-Exhaust) auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Nord.

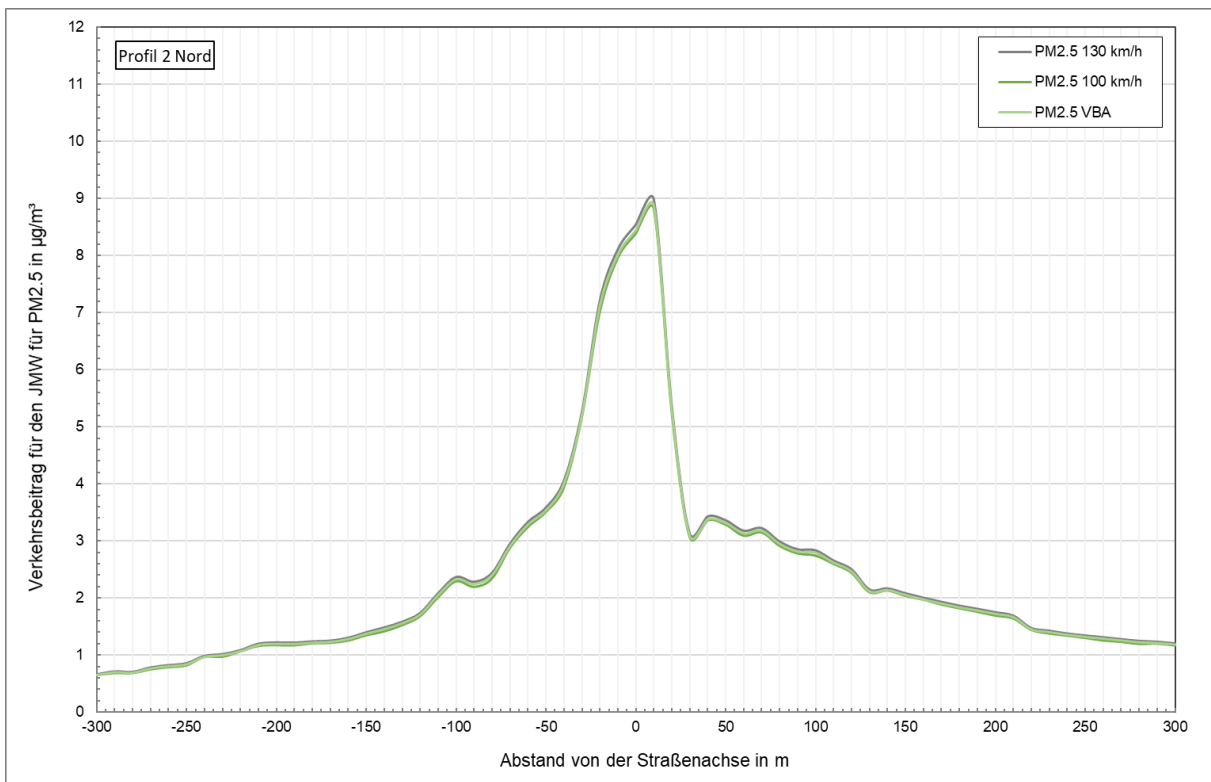


Abbildung 129: Auswertung Profil 2 zur durchschnittlichen PM_{2.5}-Belastung (Exhaust + Non-Exhaust) auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Nord.

7.4 Teilkorridor West

7.4.1 Emissionen

Bei einem statischen ganzjährigen Tempolimit können die NO_x-Emissionen um 20 % reduziert werden, die PM₁₀-Exhaust-Emissionen (entspricht PM_{2.5}) der PKW verringern sich durchschnittlich um rund 22 %. Bei Gesamt PM₁₀ (Exhaust + Non-Exhaust) bleibt das Reduktionspotential mit 4 % aufgrund des wesentlich größeren Anteils von Abriebs- und Aufwirbelungsemissionen naturgemäß niedriger. Eine Veränderung der verbrennungsbedingten Feinstaubemissionen lässt sich somit nur in geringem Maße ausmachen. Geschwindigkeitsabhängige Emissionsfaktoren aus dem Abrieb und der Aufwirbelung stehen nicht zur Verfügung, daher können die Auswirkungen von Geschwindigkeitsreduktionen dieser Emissionsanteile nicht quantifiziert werden.

Eine Zusammenfassung der berechneten Fahrleistungen und Emissionen für die Tempolimits 100 km/h und 130 km/h im betrachteten Straßennetz des Teilkorridors West ist in Tabelle 29 gegeben. Für die Emissionen des LKW-Verkehrs hat ein Tempolimit unter 100 km/h keinen Einfluss, sie tragen allerdings zur Gesamtbelastung bei und sind daher bei der Ermittlung der NO₂-Belastung entlang des Korridors zu berücksichtigen.

Tabelle 29: Emissionen des PKW-Verkehrs für den Teilkorridor – West

Teilkorridor WEST	Fahrleistung	NO _x	NO ₂	NH ₃	CO	CO ₂
Tempo 100 km/h	111 10 ⁶ km	40.4 t/a	13.5 t/a	1.4 t/a	33.0 t/a	16059.6 t/a
Tempo 130 km/h	111 10 ⁶ km	50.4 t/a	16.8 t/a	1.4 t/a	47.1 t/a	18176.4 t/a
Reduktion absolut	- km	10.0 t/a	3.3 t/a	.0 t/a	14.1 t/a	2116.8 t/a
Reduktion relativ [%]	- %	-20%	-20%	0%	-30%	-12%
LKW Verkehr	13 10 ⁶ km	8 t/a	1 t/a	t/a	5 t/a	7619 t/a
Teilkorridor WEST	HC	TSP	PM ₁₀ exhaust	PM ₁₀ Non-exh.	PM ₁₀	PM _{2.5}
Tempo 100 km/h	1.77 t/a	6.39 t/a	0.51 t/a	3.32 t/a	3.83 t/a	2.47 t/a
Tempo 130 km/h	1.85 t/a	6.53 t/a	0.66 t/a	3.32 t/a	3.97 t/a	2.62 t/a
Reduktion absolut	0.08 t/a	0.14 t/a	0.15 t/a	0.00 t/a	0.14 t/a	0.15 t/a
Reduktion relativ [%]	-4%	-2%	-22%	0%	-4%	-6%
LKW Verkehr	0.27 t/a	2.86 t/a	0.11 t/a	1.64 t/a	1.74 t/a	1.04 t/a

7.4.2 Immissionsbeitrag aus dem Verkehr

7.4.2.1 Stickstoffoxide NO_x

Der modellierte durchschnittliche Verkehrsbeitrag im Teilkorridor West für den Zeitraum 01.01.2023 bis 31.12.2023 und einem Tempolimit von 130 km/h kann der Abbildung 130 entnommen werden. Der Verkehrsbeitrag bei einem Tempolimit von 100 km/h ist der Abbildung 131 und jener Beitrag bei einem flexiblen Tempolimit gemäß der Schaltung der VBA ist der Abbildung 132 zu entnehmen.

Zur Veranschaulichung wird nachfolgend, die NO_x -Belastung entlang von Querprofilen senkrecht zur Straßenachse ausgewertet.

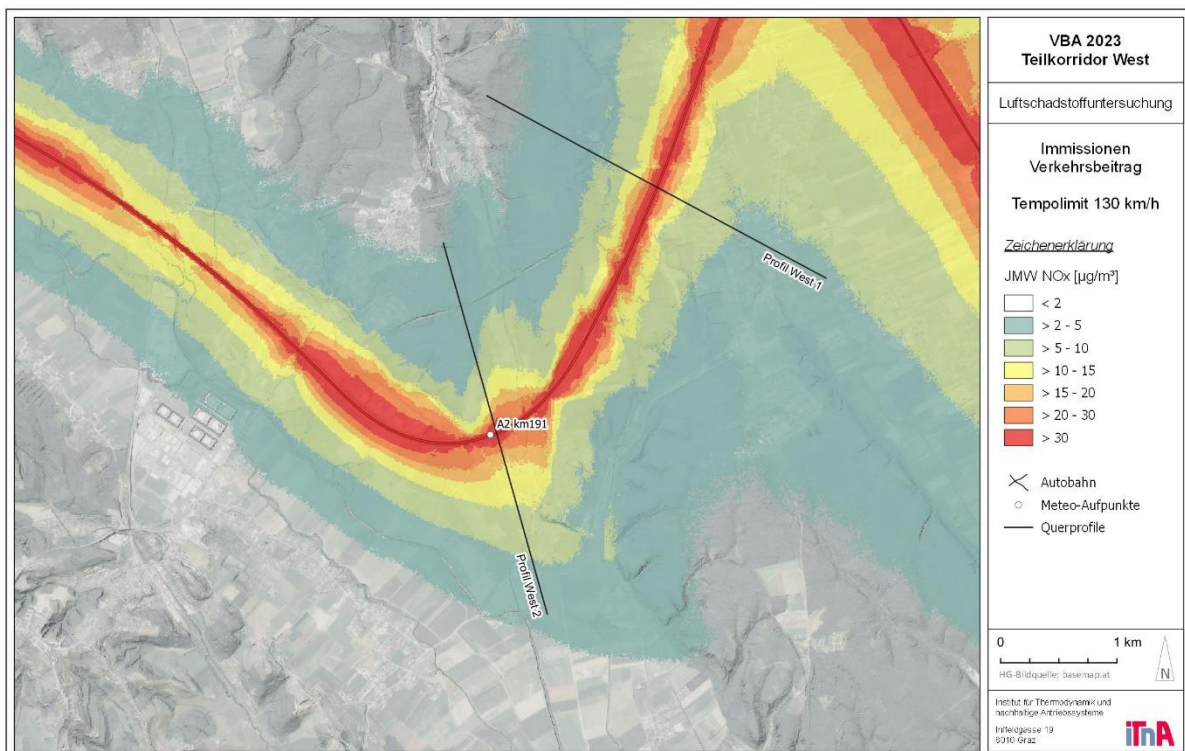


Abbildung 130: Modellierter NO_x Verkehrsbeitrag der A9 für den Teilkorridor West im Evaluierungszeitraum 2023 für ein Tempolimit von 130 km/h

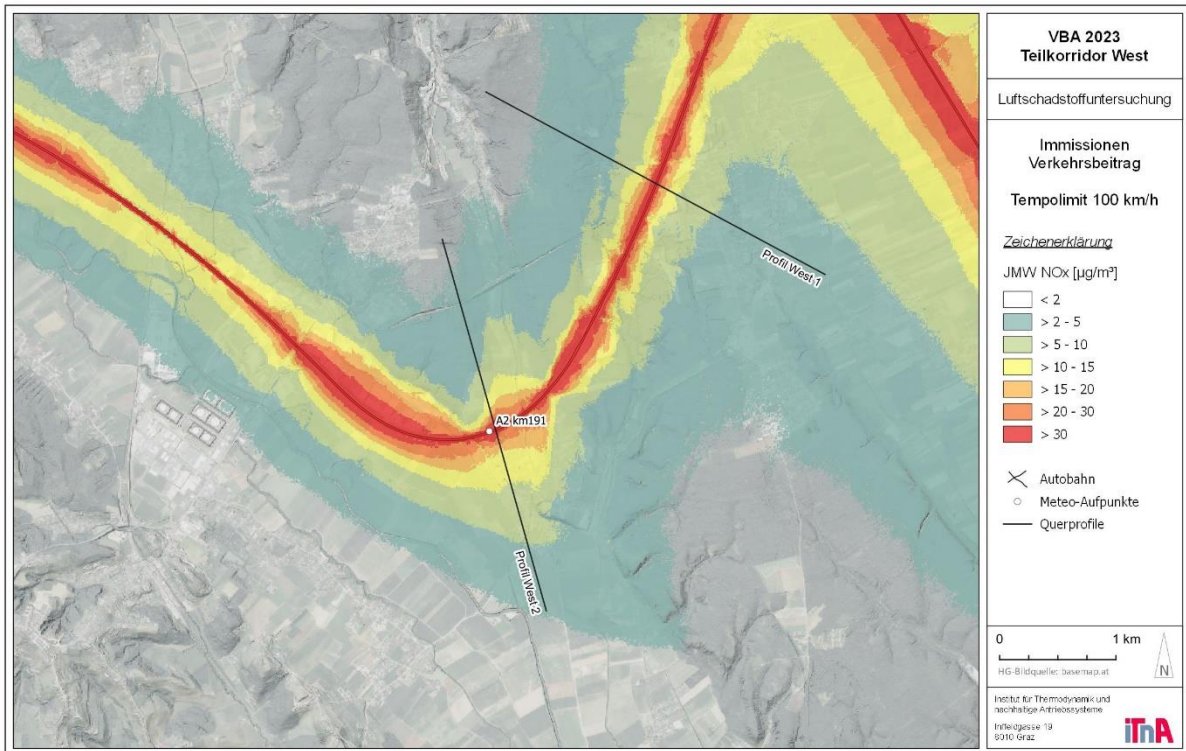


Abbildung 131: Modellierter NO_x Verkehrsbeitrag der A9 für den Teilkorridor West im Evaluierungszeitraum 2023 für ein statisches Tempolimit von 100 km/h

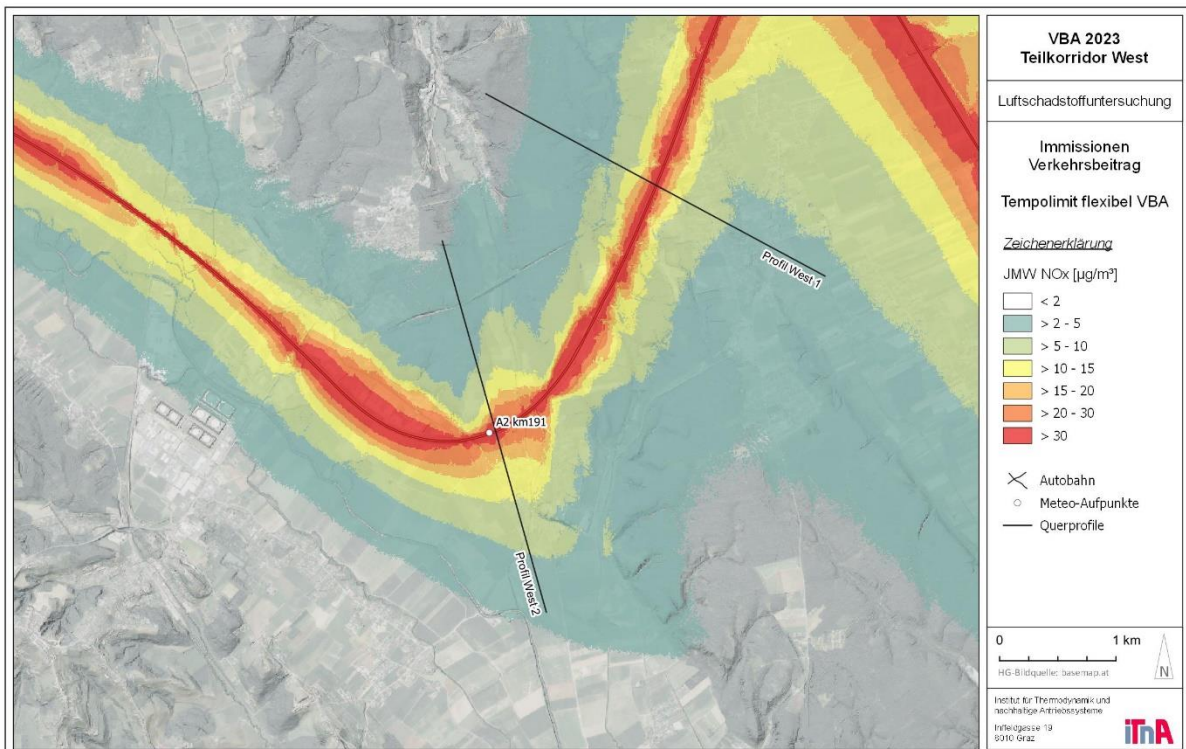


Abbildung 132: Modellierter NO_x Verkehrsbeitrag der A9 für den Teilkorridor West im Evaluierungszeitraum 2023 für ein flexibles Tempolimit gemäß Schaltung der VBA

Querprofilsauswertung NO_x – Teilkorridor West

Die Abbildung 133 und die darauffolgenden Diagramme zeigen die Auswertung unterschiedlicher Tempolimits auf die jahresdurchschnittliche NO_x-Belastung für Querprofile im Korridor West.

Mit einer Hintergrundbelastung für NO_x von 30 µg/m³ können bei einem statischen Tempolimit von 100 km/h achsennah ca. 75% der gesamten NO_x-Belastung auf die Verkehrsemissionen der Autobahn zurückgeführt werden, bei einem Tempolimit von 130 km/h sind es ca. 78%. Die verkehrsbedingten NO_x-Belastungen in Abbildung 134 und Abbildung 135 betragen hier über 85 µg/m³ (Profil 1) und über 90 µg/m³ (Profil 2) im Jahresmittel. In 100 m Entfernung sinkt der Verkehrsbeitrag auf rund 20 µg/m³ (Profil 1) bzw. unter 30 µg/m³ (Profil 2) und in 300 m Entfernung auf unter 15 µg/m³.

Profil 1 in Abbildung 134 zeigt in 50 m Entfernung zur Fahrbahnmitte eine Reduktion von rund 5 µg/m³ NO_x bei einem statischen Tempolimit von 100 km/h und in 100 m Entfernung eine Reduktion von ca. 4 µg/m³. Bei einem flexiblen Tempolimit aufgrund der Schaltung der VBA beträgt die Reduktion in 50 m Entfernung knapp weniger als 2 µg/m³, in 100 m bei 1 µg/m².

Profil 2 in Abbildung 135 zeigt bei einem statischen Tempolimit von 100 km/h in 50 m Entfernung zur Fahrbahnmitte eine Reduktion von rund 9 µg/m³ und in 100 m Entfernung eine Reduktion von ca. 5 µg/m³. Bei einem flexiblen Tempolimit aufgrund der Schaltung der VBA beträgt die Reduktion in 50 m Entfernung knapp weniger als 3 µg/m³, in 100 m unter 2 µg/m².



Abbildung 133: Wirksamkeit des statischen Tempolimits von 100 km/h auf den durchschnittlichen NO_x-Beitrag für den Teilkorridor West.

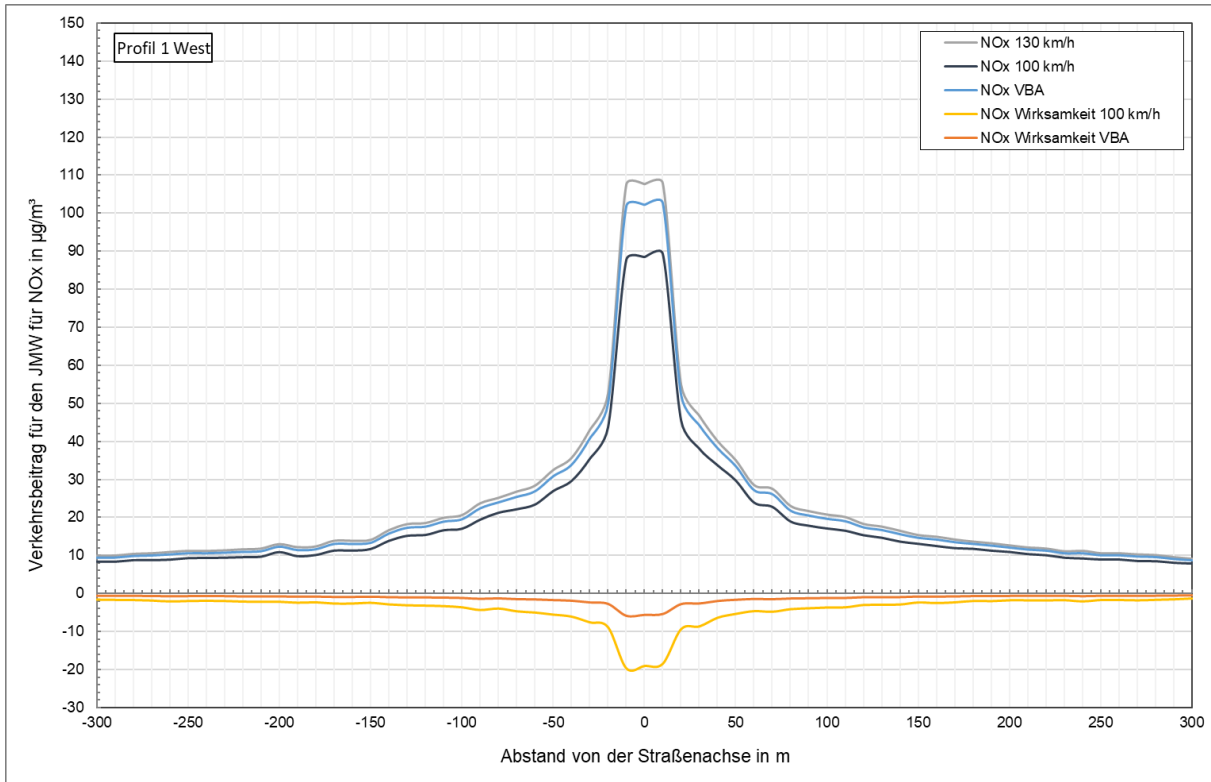


Abbildung 134: Auswertung Profil 1 zur durchschnittlichen NO_x-Belastung auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor West.

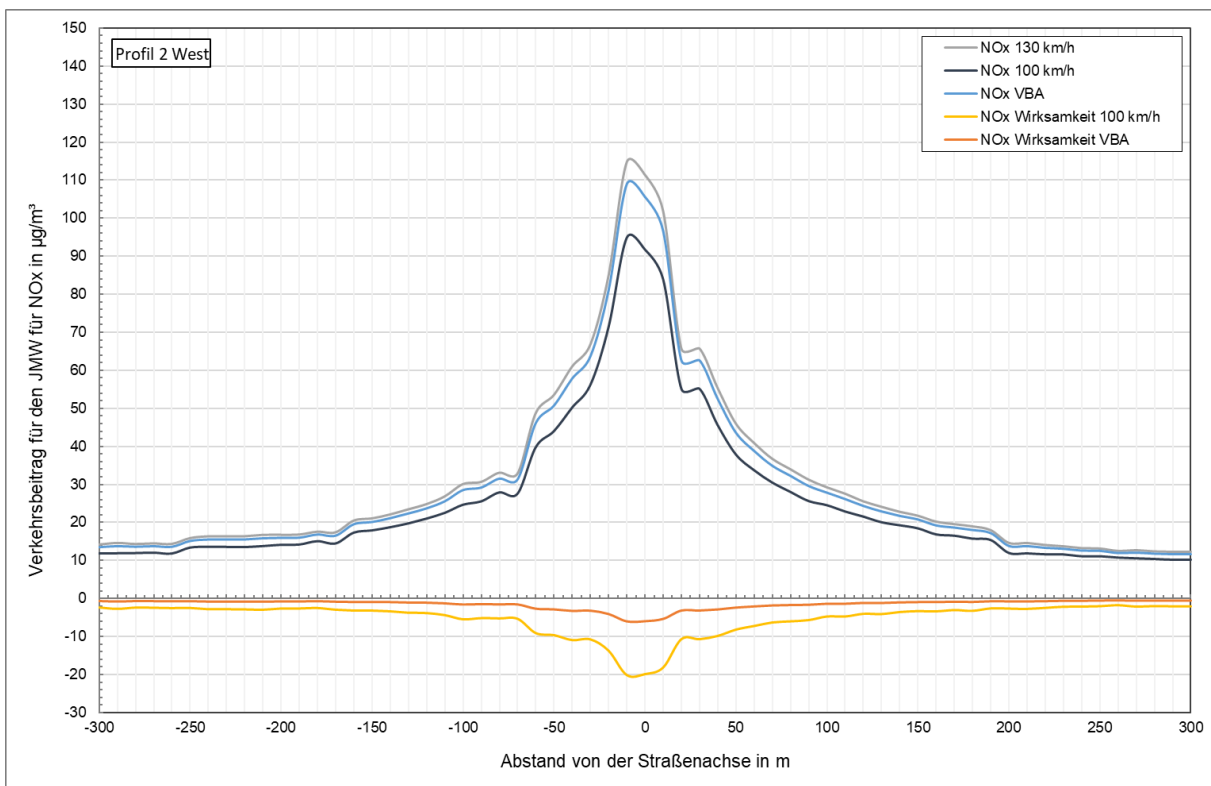


Abbildung 135: Auswertung Profil 2 zur durchschnittlichen NO_x-Belastung auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor West.

7.4.2.2 Stickstoffdioxide NO₂

Die modellierte Gesamtbelastung an NO₂ im Jahresmittel für den Teilkorridor West für den Zeitraum 01.01.2023 bis 31.12.2023 und einem Tempolimit von 130 km/h kann der Abbildung 136 entnommen werden. Der Verkehrsbeitrag bei einem Tempolimit von 100 km/h ist der Abbildung 137 und jener Beitrag bei einem flexiblen Tempolimit gemäß der Schaltung der VBA ist der Abbildung 138 zu entnehmen. Für die Umwandlungsfunktion gemäß Kapitel 4.2.3 wurde eine NO_x-Vorbelastung von 30 µg/m³ gewählt.

Zur Veranschaulichung wird nachfolgend, die NO₂-Belastung entlang von Querprofilen senkrecht zur Straßenachse ausgewertet.

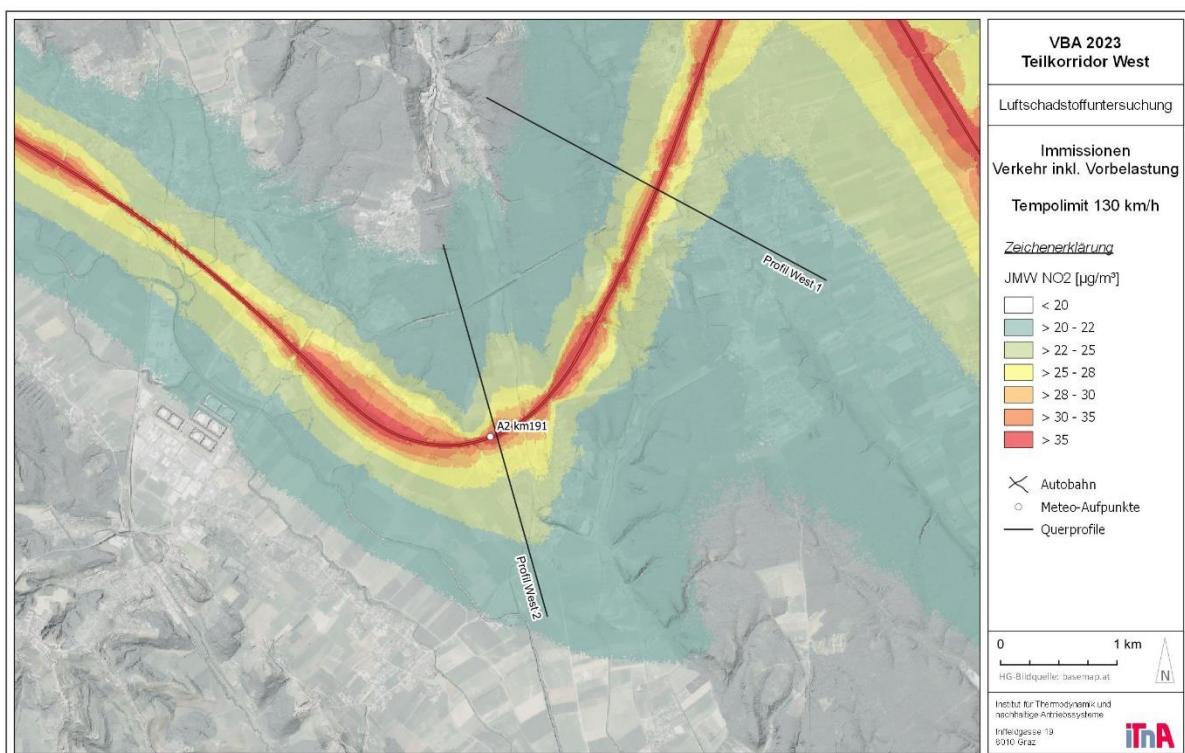


Abbildung 136: Modellierte NO₂ Gesamtbelastung entlang der A9 für den Teilkorridor West im Evaluierungszeitraum 2023 für ein Tempolimit von 130 km/h

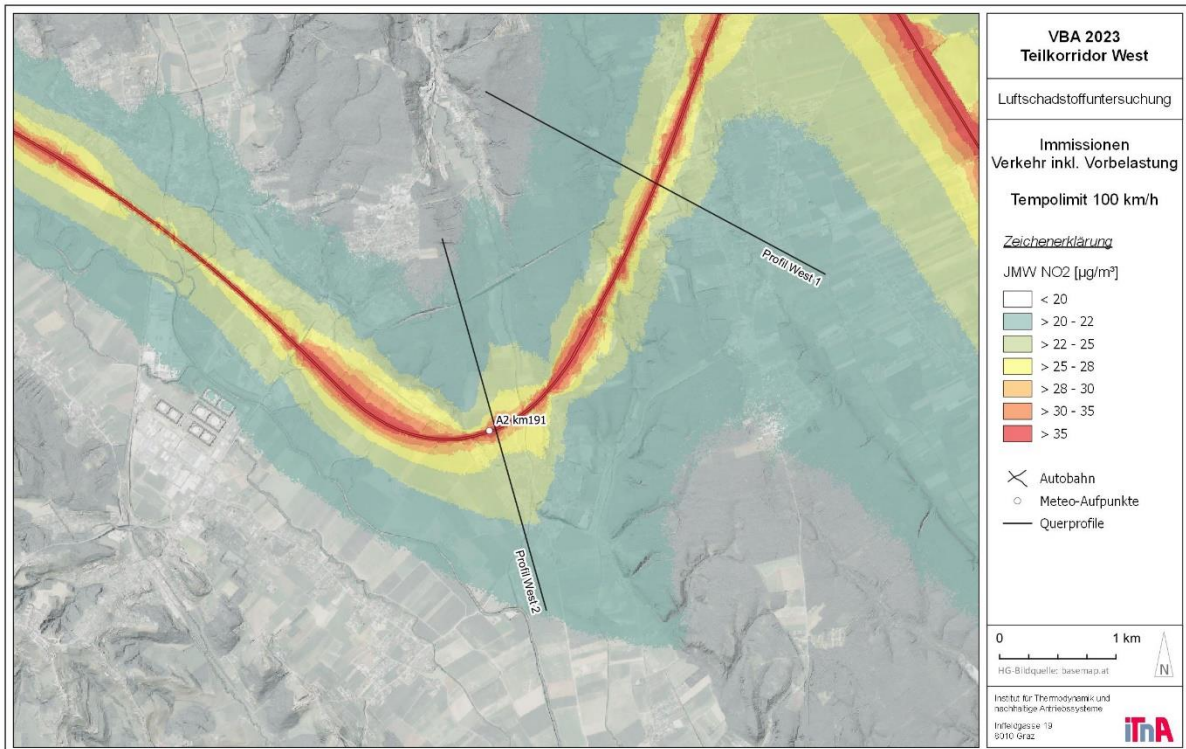


Abbildung 137: Modellierte NO₂ Gesamtbelastung entlang der A9 für den Teilkorridor West im Evaluierungszeitraum 2023 für ein statisches Tempolimit von 100 km/h

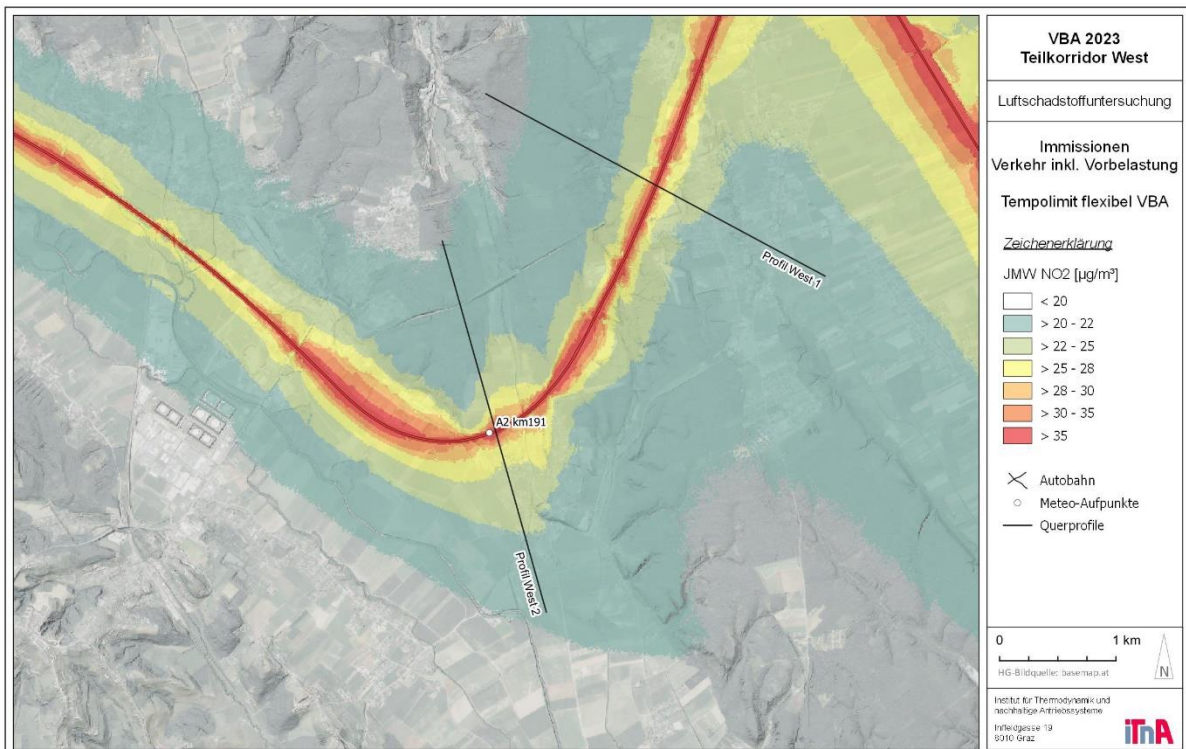


Abbildung 138: Modellierte NO₂ Gesamtbelastung entlang der A9 für den Teilkorridor West im Evaluierungszeitraum 2023 für ein flexibles Tempolimit gemäß Schaltung der VBA

Querprofilsauswertung NO₂ – Teilkorridor West

Profil 1 in Abbildung 139 zeigt die Gesamtbelastung an NO₂ im Jahresmittel zwischen 46 µg/m³ für ein Tempolimit mit 100 km/h und 50 µg/m³ bei einem Tempolimit von 130 km/h entlang der Straßenachse. Der IG-L Grenzwert von 35 µg/m³ (inkl. Toleranzmarge) wird für das Tempolimit von 100 km/h in Profil 1 bereits ab einer Entfernung von 30 m zur Straßenachse eingehalten. Bei einem Tempolimit von 130 km/h passiert dies ab 40 m Entfernung zur Straßenachse.

Profil 2 in Abbildung 140 zeigt eine Bandbreite der NO₂-Gesamtbelastung zwischen 47 µg/m³ und 51 µg/m³ für ein statisches Tempolimit von 100 km/h bzw. 130 km/h. In Profil 2 ist eine Einhaltung des IG-L Grenzwertes für das Tempolimit von 100 km/h ab einer Entfernung von 50 m zur Straßenachse zu erwarten. Bei einem Tempolimit von 130 km/h erfolgt dies ab 70 m Entfernung zur Straßenachse.

Die Einhaltung des zukünftigen Grenzwertes gemäß der EU-Luftqualitätsrichtlinie für NO₂ von 20 µg/m³ ist unter den gegebenen Bedingungen, bei Berücksichtigung der angenommenen aktuellen Vorbelastung in den betrachteten Querprofilen und unabhängig vom Tempolimit erst ab einer Entfernung von rund 1.5 km zur Straßenachse zu erwarten. Grund dafür ist die bereits nahe am zukünftigen Grenzwert angenommene Vorbelastung.

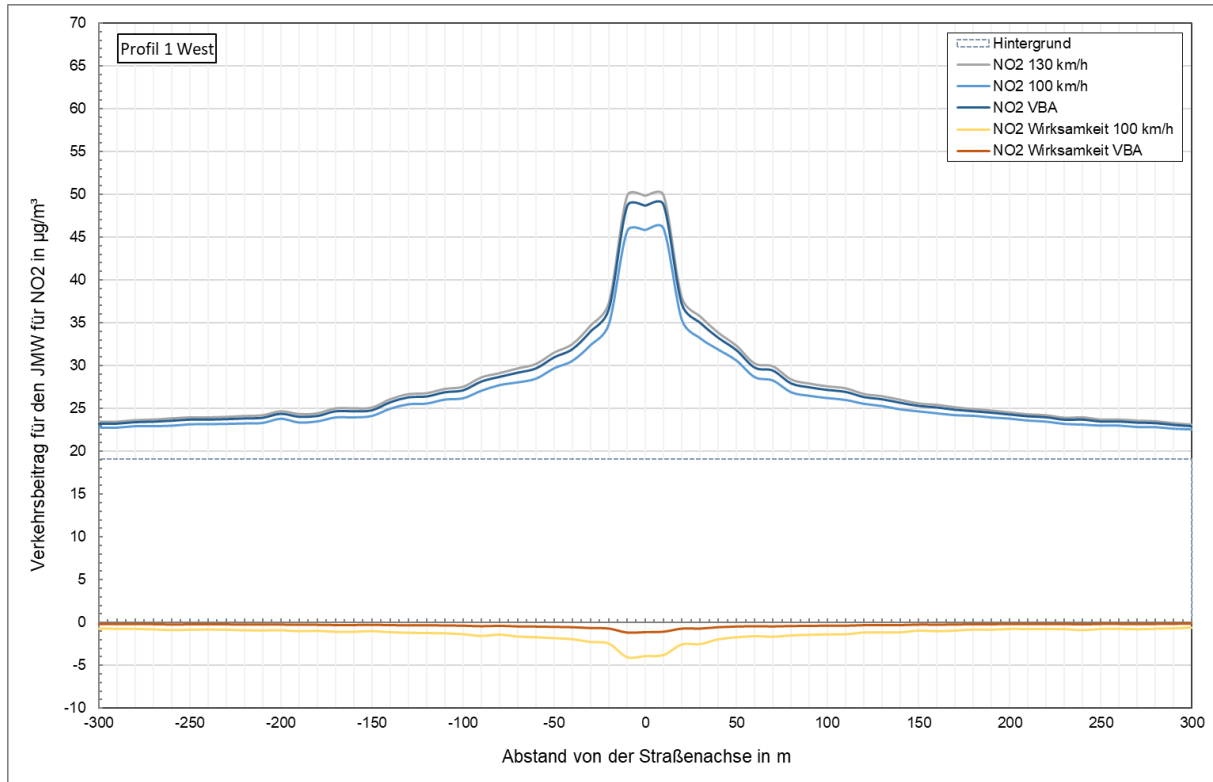


Abbildung 139: Auswertung Profil 1 zur durchschnittlichen NO₂-Belastung auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor West.

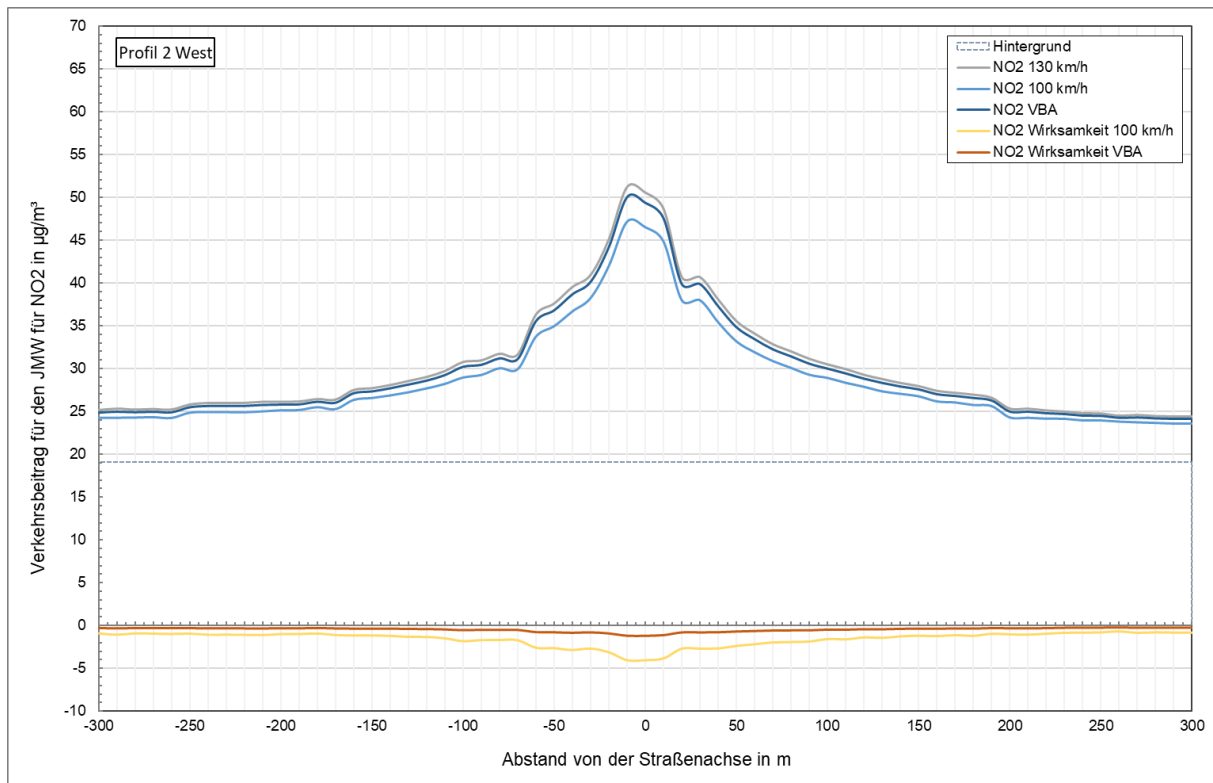


Abbildung 140: Auswertung Profil 2 zur durchschnittlichen NO₂-Belastung auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor West.

7.4.2.3 Feinstaub PM_{10} & $PM_{2.5}$

Der modellierte durchschnittliche Verkehrsbeitrag an PM_{10} im Jahresmittel für den Teilkorridor West für den Zeitraum 01.01.2023 bis 31.12.2023 und einem Tempolimit von 130 km/h kann der Abbildung 141 entnommen werden. Der Verkehrsbeitrag bei einem Tempolimit von 100 km/h ist der Abbildung 142 und jener Beitrag bei einem flexiblen Tempolimit gemäß der Schaltung der VBA ist der Abbildung 143 zu entnehmen.

Zur Veranschaulichung wurde nachfolgend, die PM_{10} - & $PM_{2.5}$ -Belastung entlang von Querprofilen senkrecht zur Straßenachse ausgewertet.

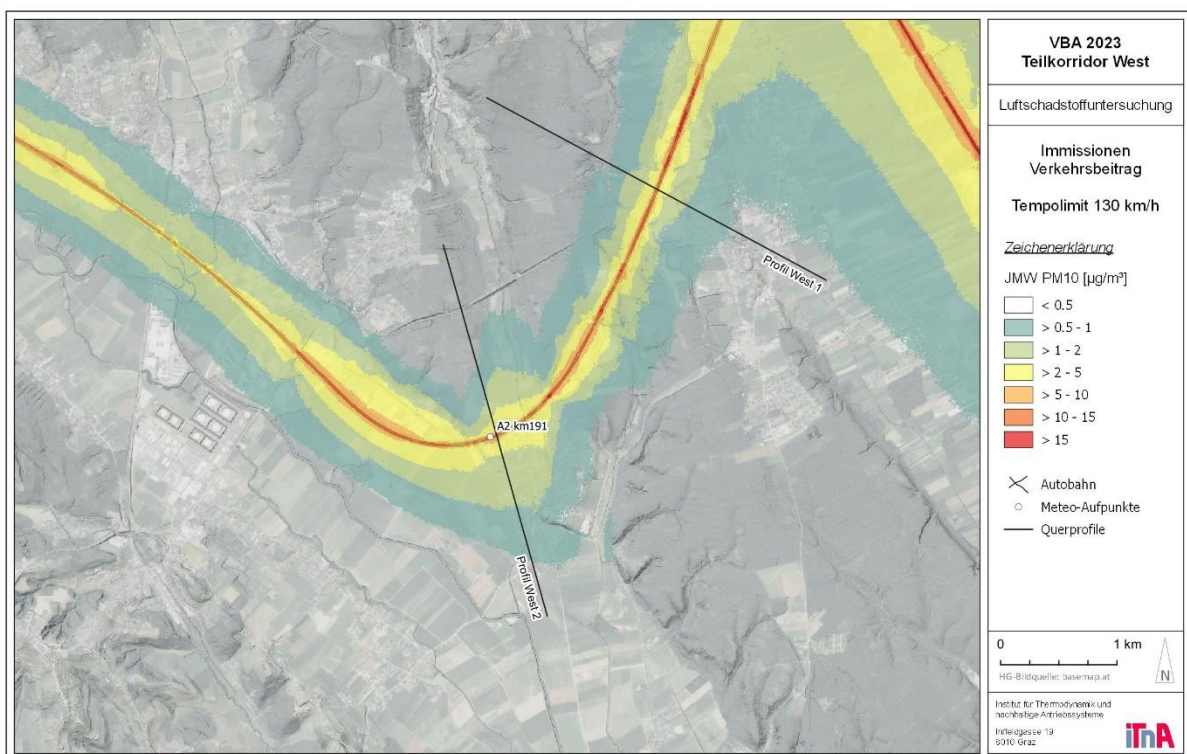


Abbildung 141: Modellierter PM_{10} Verkehrsbeitrag der A9 für den Teilkorridor West im Evaluierungszeitraum 2023 für ein Tempolimit von 130 km/h

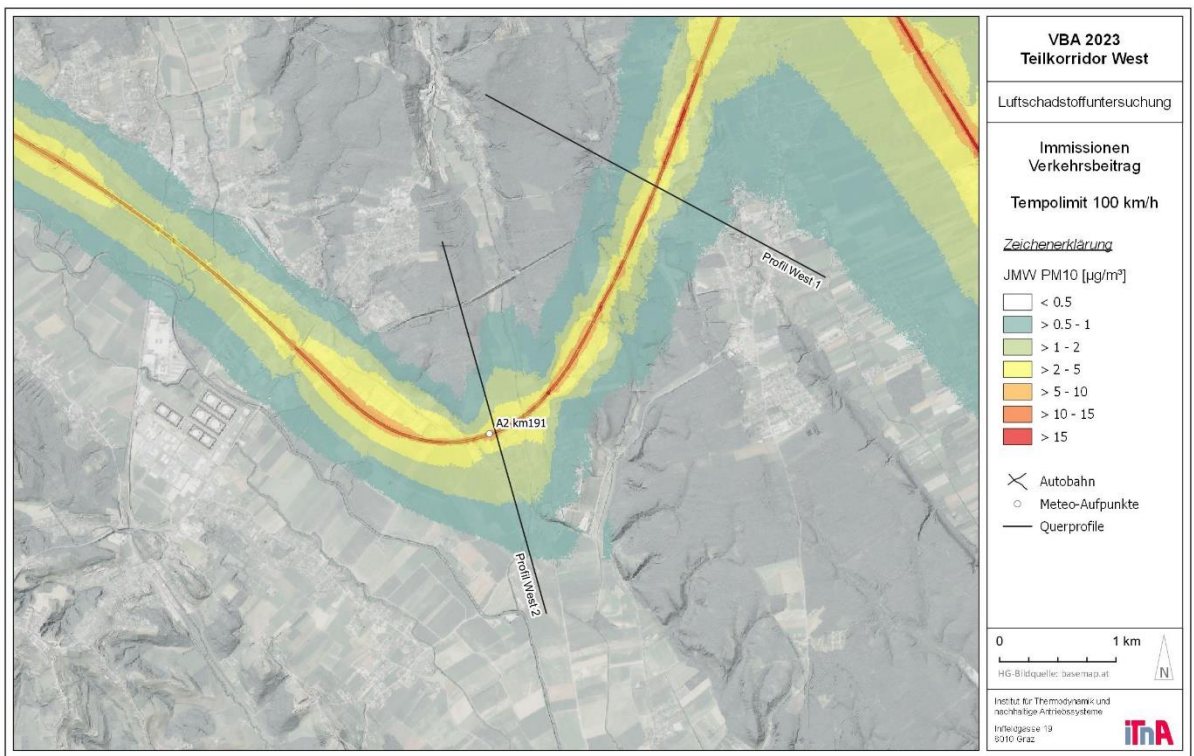


Abbildung 142: Modellierter PM₁₀ Verkehrsbeitrag der A9 für den Teilkorridor West im Evaluierungszeitraum 2023 für ein statisches Tempolimit von 100 km/h

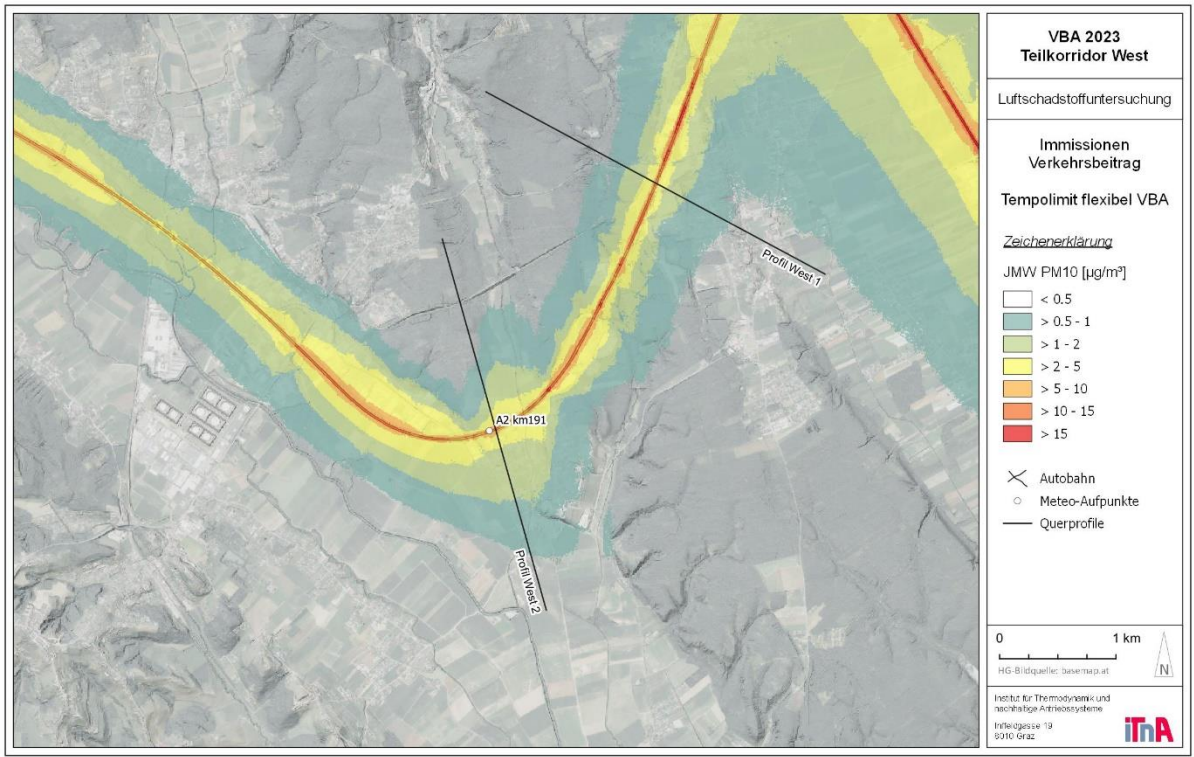


Abbildung 143: Modellierter PM₁₀ Verkehrsbeitrag der A9 für den Teilkorridor West im Evaluierungszeitraum 2023 für ein flexibles Tempolimit gemäß Schaltung der VBA

Querprofilsauswertung PM₁₀ & PM_{2.5} – Teilkorridor West

Das Profil 1 in Abbildung 144 zeigt die verkehrsbedingte PM₁₀-Belastung im Jahresmittel mit knapp über 10 µg/m³ entlang der Straßenachse. In 50 m Entfernung sinkt der Verkehrsbeitrag auf Werte unter 4 µg/m³, in 100 m auf rund 2 µg/m³ und in 300 m auf unter 1 µg/m³.

Das Profil 2 in Abbildung 145 zeigt straßennah verkehrsbedingte PM₁₀-Belastungen im Bereich von rund 11 µg/m³. Diese sinken bis zu einer Entfernung von 50 m auf knapp über 5 µg/m³, in 100 m auf unter 3 µg/m³ und in 300 m auf unter 2 µg/m³.

Die Einhaltung des zukünftigen Grenzwertes gemäß der überarbeiteten EU-Luftqualitätsrichtlinie für PM₁₀ von 20 µg/m³ für den Jahresmittelwert, ist abhängig von der vorhandenen Vorbelastung im Untersuchungsgebiet zu betrachten. Allein durch den Immissionsbeitrag des Autobahnverkehrs entlang des Teilkorridors West, ist eine Überschreitung des derzeit gültigen IG-L – Grenzwertes von 40 µg/m³ als auch des zukünftigen Grenzwertes für den Jahresmittelwert nicht zu erwarten.

Die verkehrsbedingten PM_{2.5}-Belastungen in Abbildung 146 und Abbildung 147 zeigen straßennahe Konzentrationen von knapp rund 7 µg/m³. In 50 m Entfernung sinkt der Verkehrsbeitrag auf rund 2 µg/m³ (Profil 1) bzw. unter 4 µg/m³ (Profil 2), in 100 m auf unter 2 µg/m³ und in 300 m Entfernung zur Straßenachse auf unter 1 µg/m³.

Die Einhaltung des zukünftigen Grenzwertes gemäß der überarbeiteten EU-Luftqualitätsrichtlinie für PM_{2.5} von 10 µg/m³ für den Jahresmittelwert hängt von der vorhandenen Vorbelastung im Untersuchungsgebiet ab. Durch den Immissionsbeitrag des Autobahnverkehrs entlang des Teilkorridors West, ist eine Überschreitung des derzeit gültigen IG-L – Grenzwertes von 25 µg/m³ nicht gegeben. Der zukünftige Grenzwert für den Jahresmittelwert an PM_{2.5} wird hingegen entlang der Straßenachse derzeit unterschritten.

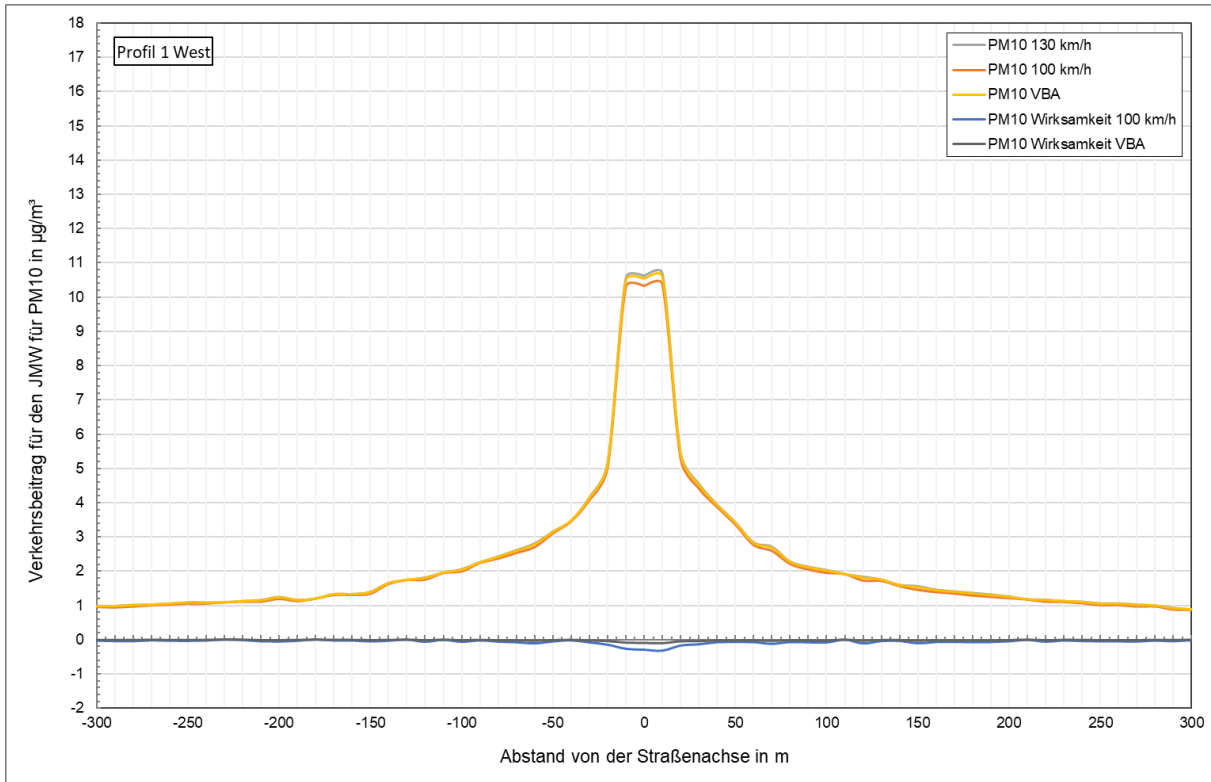


Abbildung 144: Auswertung Profil 1 zur durchschnittlichen PM₁₀-Belastung (Exhaust + Non-Exhaust) auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor West.

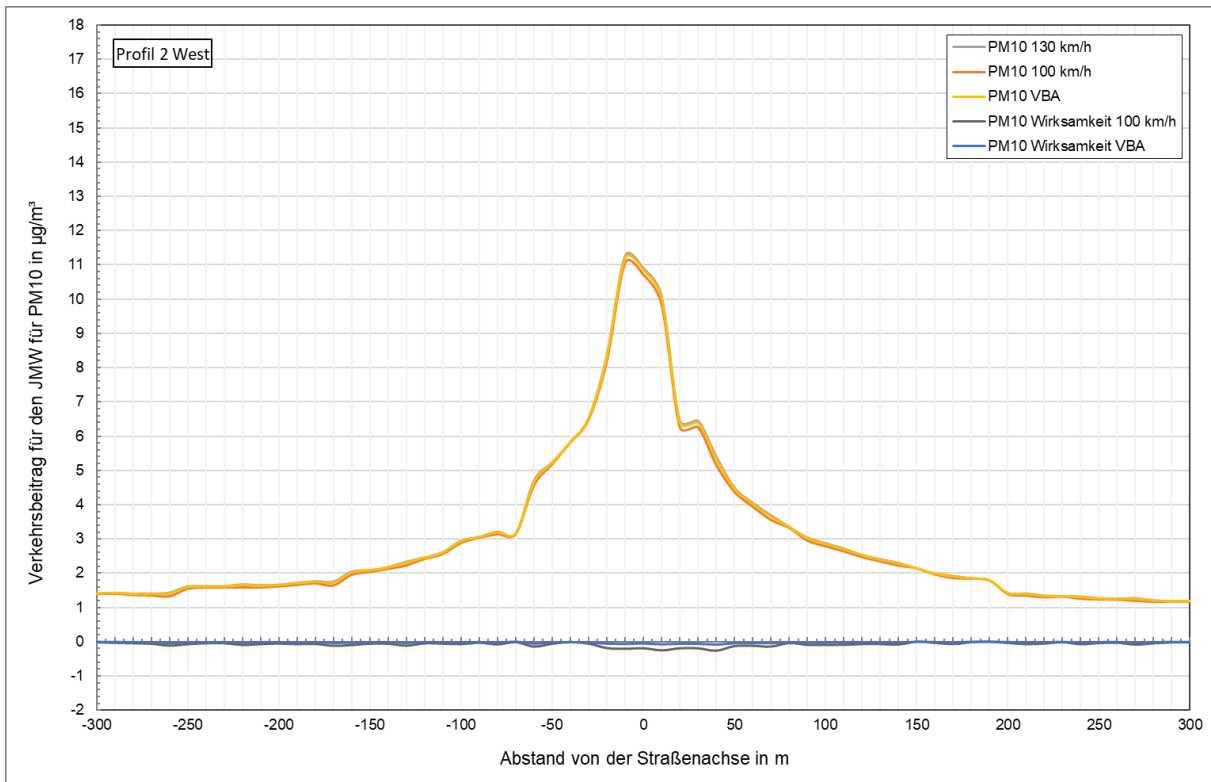


Abbildung 145: Auswertung Profil 2 zur durchschnittlichen PM₁₀-Belastung (Exhaust + Non-Exhaust) auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor West.

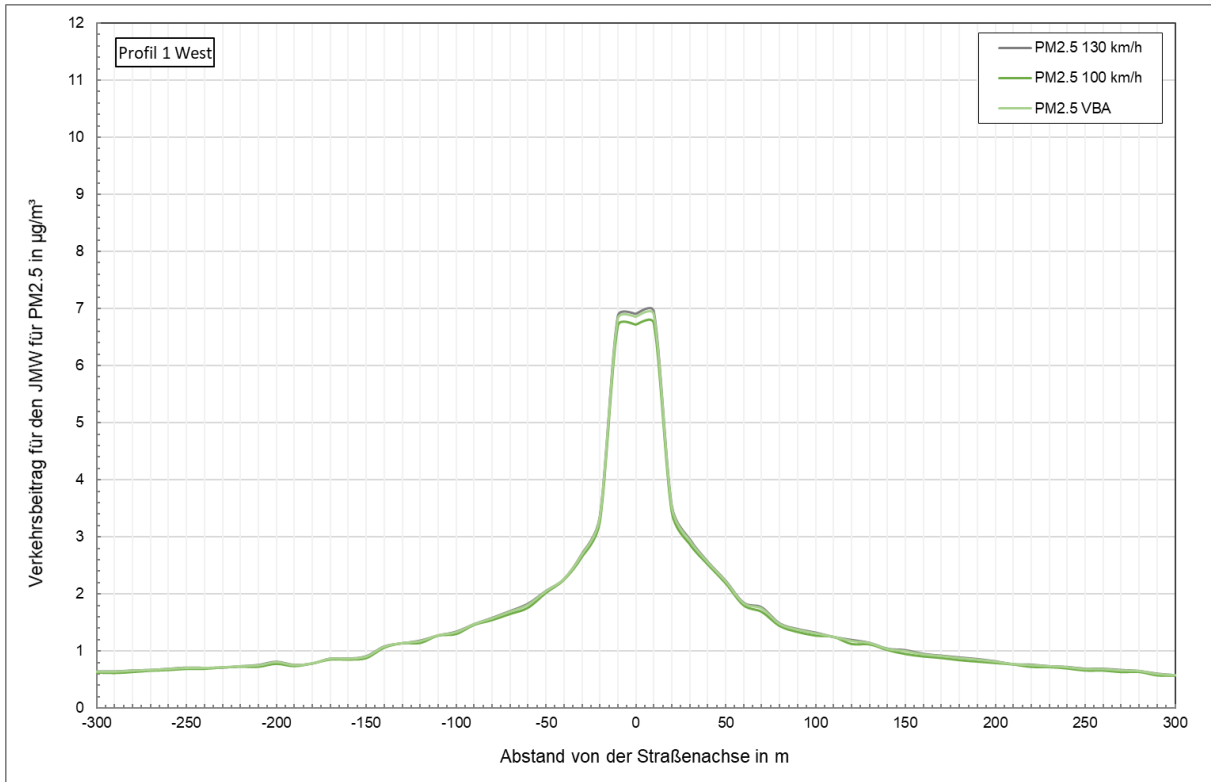


Abbildung 146: Auswertung Profil 1 zur durchschnittlichen PM_{2.5}-Belastung (Exhaust + Non-Exhaust) auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor West.

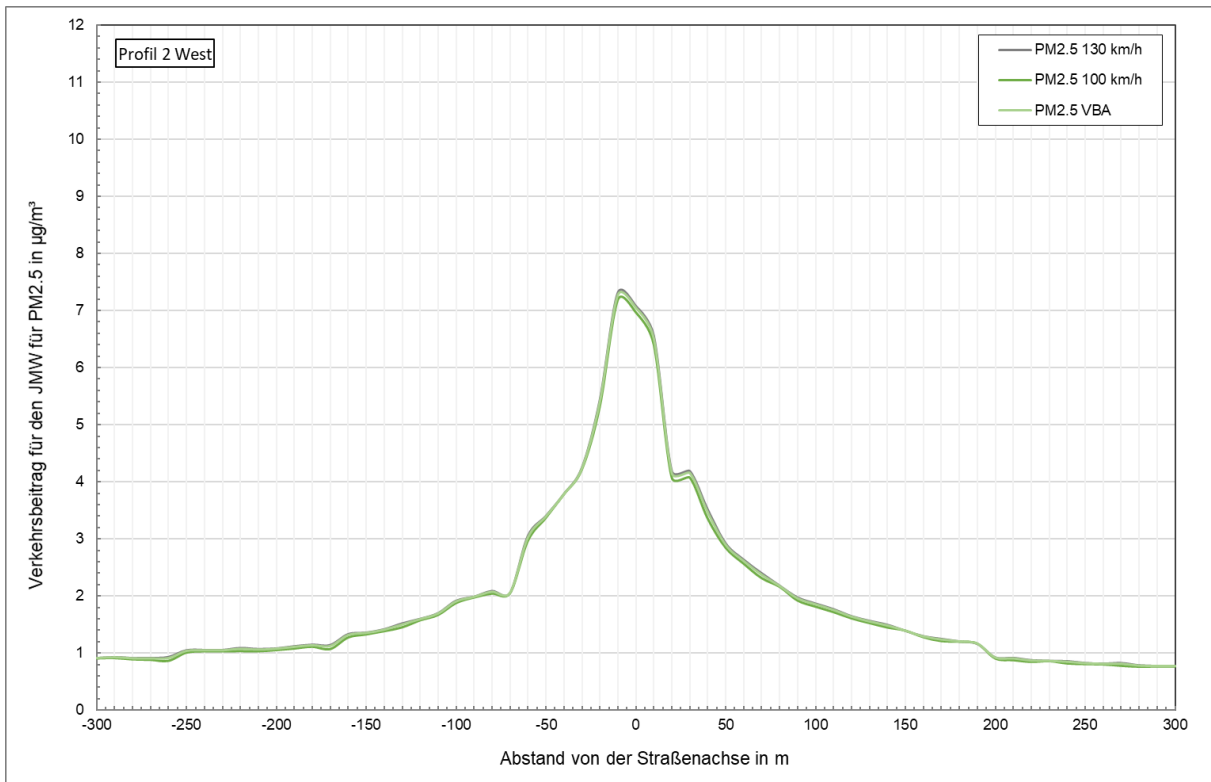


Abbildung 147: Auswertung Profil 2 zur durchschnittlichen PM_{2.5}-Belastung (Exhaust + Non-Exhaust) auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor West.

8 Zusammenfassung

Inhalt der Arbeit war eine Evaluierung der VBA-Umwelt Steiermark gemäß VBA-Verordnung vom 31.10.2007 [3]. Dabei wurde untersucht, ob die Anlage spezifikationsgemäß geschaltet hat, und ob die geforderte Maßnahmenwirksamkeit erreicht wurde. Die Untersuchung wurde getrennt für die vier Teilkorridore Ost, West, Süd und Nord für den Evaluierungszeitraum von 01.01.2023 bis 31.12.2023 durchgeführt.

Analyse der Eingangsdaten

Meteorologie:

Die Auswertungen der meteorologischen Eingangsdaten von UBIMET haben für den Evaluierungszeitraum 2023 bei den Aufpunkten Ost, Süd und West sehr ähnliche jahresdurchschnittliche Windgeschwindigkeiten wie im Evaluierungszeitraum 2022 ergeben. Im Korridor Nord ist die mittlere Windgeschwindigkeit gegenüber 2022 leicht gesunken, und die Häufigkeit von Kalmen geringfügig gestiegen. Der Kalmenanteil ist mit Ausnahme von Korridor Nord in allen Korridoren sehr niedrig. Die Tagesgänge der Windgeschwindigkeiten und die saisonalen Verläufe haben nur geringe Abweichungen gegenüber dem Jahr 2022 gezeigt. Zusammenfassend ergeben sich ähnliche meteorologische Eingangsdaten wie für den Evaluierungszeitraum 2022.

Verkehr:

Die prognostizierten Verkehrsdaten weisen in den Teilkorridoren nach den (COVID-Pandemie bedingten) relativ großen Rückgängen des Verkehrsvolumens im Jahr 2020 wieder eine Steigerung des Verkehrs gegenüber dem letzten Evaluierungszeitraum 2022 auf. Bei den Zählquerschnitten im Teilkorridor Nord wurden von Jänner bis November aufgrund einer Baustelle keine Verkehrsdaten übertragen, sodass keine repräsentativen Vergleichswerte für das Jahr 2023 verfügbar sind. Im Teilkorridor Ost hat die Verkehrsbelastung um ca. 6 %, im Teilkorridor Süd um ca. 4 % und im Teilkorridor West um ca. 3 % zugenommen. Im Evaluierungszeitraum waren im Teilkorridor Ost 51 % der Pkw-ähnlichen Fahrzeuge (46 % im Zeitraum 2022), im Teilkorridor Süd 53 % der Fahrzeuge (50 % im Zeitraum 2022) und im Teilkorridor West 38 % der Fahrzeuge (38 % im Zeitraum 2022) von dem flexiblen Tempolimit betroffen. Für den Teilkorridor Nord waren bezogen auf das gesamte Jahr nur ca. 10 % der PKWs von dem flexiblen Tempolimit betroffen. Von Jänner bis November war aufgrund einer Baustelle ein statisches Tempolimit verordnet.

Luftgüte:

Der Vergleich mit dem Evaluierungszeitraum 2022 ergibt eine deutlich geringere PM₁₀-Belastung an der Station Judendorf-Süd, welche auf die gegenüber dem Vorjahr rückläufigen Bautätigkeiten beim Murkraftwerk Gratkorn zurückzuführen ist, und eine geringfügig niedrigere PM₁₀-Belastung an den Messstationen Graz-Ost, Leibnitz, Gratwein und Graz Süd.

Datenausfälle

Im Evaluierungszeitraum 2023 ist es bei den Eingangsdaten für Modul 1 und Modul 2 etwas häufiger zu Ausfällen gekommen als im Evaluierungszeitraum 2022.

Für das Modul 1 (PM₁₀-Messungen) hat in allen vier Teilkorridoren die Datenausfallsrate maximal 2,6 % betragen. Im Vergleich zum letzten Evaluierungszeitraum ergab sich somit eine geringfügig niedrigere Datenverfügbarkeit für den Evaluierungszeitraum 2023.

Für das Modul 2 (Verkehrszahlen und meteorologische Daten) betrug die Datenausfallsrate bei den meteorologischen Daten 0 %. Bei den Verkehrszahlen ergab die Datenausfallsrate im Korridor Ost 8,7 %, im Korridor Nord 84,4 %, im Korridor West 6,3 % und im Korridor Süd 2,8 %. Es kann festgehalten werden, dass die Datenverfügbarkeit seit der letzten Evaluierung in allen Korridoren abgenommen hat. Im Korridor Nord kam es von Jänner bis November aufgrund einer Baustelle zu lange andauernden Datenausfällen. Insgesamt bleibt die Datenverfügbarkeit, außer im Korridor Nord, auf hohem Niveau.

Schalhäufigkeiten

Im Korridor Süd wurde die höchste Anlagenschalhäufigkeit mit 39,1 % erreicht, gefolgt von den Korridoren Ost (35,6 %), West (26,9 %) und Korridor Nord (8,3 %).

In den Korridoren Süd und Ost wurde eine höhere Schalhäufigkeit erreicht als im Jahr 2022, im Korridor West ist die Schalhäufigkeit gleichgeblieben. Grund dafür ist das im Jahr 2023 wieder leicht gestiegene Verkehrsaufkommen. Im Korridor Nord wurden wegen einer Baustelle von Jänner bis November sehr geringe Schalhäufigkeiten erreicht.

In allen vier Korridoren war in den Sommermonaten praktisch nur das Modul 2 für die Aktivierung des Tempolimits verantwortlich. In den Wintermonaten bewirkt die erhöhte Luftschadstoffbelastung, dass zusätzlich aufgrund des Modul 1 ein Tempolimit aktiviert wird.

Die höchsten Schalhäufigkeiten im Tagesverlauf zeigen sich in allen Korridoren während den Verkehrsspitzen. In den Nachtstunden wurden deutlich niedrigere Schalhäufigkeiten erreicht.

Für Modul 1 hat es einen geringen Anteil von Schaltintervallen in den Korridoren Nord und Süd gegeben, in denen der Zustand „zwangsaus“ geschaltet wurde. Seit der letzten Umstellung des Algorithmus Ende 2014 wird der untere Schwellenwert für Modul 1 (Luftgütemessung) nicht mehr berücksichtigt. Deswegen dürfte es diesen Schaltzustand nicht mehr geben. Der Algorithmus ist diesbezüglich zu überprüfen und anzupassen.

Maßnahmenwirksamkeit

Auf Basis der Verkehrsdaten und der Schalthäufigkeiten wurde die Emissionsreduktion in allen vier Korridoren berechnet. Insgesamt wurden im gesamten VBA Gebiet im Evaluierungszeitraum 9,5 % der NO_x-Emissionen der PKWs und 10,6 % der PM-Auspuffemissionen der PKWs eingespart. Außerdem wurde der Kraftstoffverbrauch der PKWs um 4,6 % reduziert.

Die geforderte Maßnahmenwirksamkeit von 75 % bezogen auf ein statisches ganzjähriges Tempolimit wurde in keinem Teilkorridor erreicht. Bezogen auf ein statisches Tempolimit während des Winterhalbjahres wurde in den Korridoren Ost und Süd die Maßnahmenwirksamkeit von 100 % erreicht bzw. überschritten, im Korridor West mit 97 % knapp unterschritten. Im Korridor Nord ist die berechnete Maßnahmenwirksamkeit sehr gering, da aufgrund einer längeren Baustelle keine Verkehrsdaten übertragen wurden, und die VBA Anlage nicht aktiv war. Für den Zeitraum der Baustelle hat in einem Teilbereich des Korridors ein statisches Tempolimit gegolten, ein Nachweis ob die geforderte Maßnahmenwirksamkeit dadurch in diesem Korridor erreicht wurde, ist aber nicht möglich.

Zukünftiger Betrieb der Anlage

Die geforderte Maßnahmenwirksamkeit von 100 % bezogen auf ein statisches Tempolimit während des Winterhalbjahres wurde in den Teilkorridoren Ost und Süd erreicht bzw. deutlich überschritten (Süd). Im Korridor West wurde die Maßnahmenwirksamkeit mit 97 % knapp verfehlt. Es ist davon auszugehen, dass die Verkehrsbelastung - und damit die Schalthäufigkeit – ab dem Jahr 2024 weiter zunehmen wird, somit ist für die Korridore West und Ost keine Anpassung der Schwellenwerte notwendig.

Für den Korridor Nord ist aufgrund von Datenausfällen keine Überprüfung des Algorithmus für das Jahr 2023 möglich.

Für den Korridor Süd wird aufgrund der hohen Maßnahmenwirksamkeit in Bezug auf die Vorgaben für das Winterhalbjahr im Jahr 2023 (134 %), die auf die Verkehrszunahme von 4 % gegenüber dem Vorjahr zurückzuführen ist, eine Erhöhung des Schwellenwertes für das Modul 2 von 31 µg/m³ auf 38 µg/m³ empfohlen.

Analyse der Immissionsmodellierung

Für den Evaluierungszeitraum 2023 wurden auf Basis der Verkehrsstatistiken in den einzelnen Zählabschnitten der Teilkorridore Ost, Süd, West und Nord Verkehrsemissionen mit dem Modell NEMO 5.0.3 berechnet. Mit dem Modell GRAL wurden in weiterer Folge die durchschnittlichen Verkehrsimmissionen für den betrachteten Evaluierungszeitraum auf Basis der Emissionen für das Jahresmittel und unter Berücksichtigung vorliegender Strömungsfelder modelliert. Dabei wurde vorrangig auf die Untersuchung der Auswirkungen auf die verkehrsbedingten NO_x- und Feinstaubbelastungen, die infolge von statischen Tempolimits von 100 und 130 km/h sowie eines flexiblen Tempolimits gemäß den Schaltungen der immissionsgesteuerten Verkehrsbeeinflussungsanlage (VBA) auftreten, Augenmerk gelegt.

Die Auswertung der Immissionsbeiträge aus dem Verkehr erfolgt über Querprofilsschnitte an ausgewählten Standorten und wird mit bestehenden und zukünftig herabgesetzten Immissionsgrenzwerte auf Basis von Jahresmittelwerten verglichen.

Mit der Verwendung von Windfeldern soll vor allem dem Vorhandensein windschwacher Wetterlagen im Untersuchungsgebiet Rechnung getragen werden, die in den meteorologischen Daten des Wetterdienstes UBIMET an der VBA-Anlage stark unterrepräsentiert sind. Demgegenüber ist bei der Verwendung der Windfeldbibliothek auf Einschränkungen hinsichtlich der Miteinbeziehung von Schalthäufigkeiten zu der zum Zeitpunkt der Schaltung vorherrschenden Wetterlage, hinzuweisen.

Die Schaltzeiten im jeweiligen Korridor wurden über Häufigkeitsverteilungen im Jahresverlauf mitberücksichtigt, somit kann die Auswirkung der VBA-Anlage errechnet und mit der Auswirkung eines statischen Tempolimits verglichen werden. Auf die oben erwähnten Einschränkungen im Vergleich zur Wirksamkeitsanalyse in Kapitel 6 wird verwiesen.

Hinsichtlich der Emissionen ist bei einem statischen ganzjährigen Tempolimit eine Reduktion der NO_x-Emissionen um 20 % zu erwarten, die PM₁₀-Exhaust-Emissionen (entspricht PM_{2.5}) der PKWs verringern sich durchschnittlich um rund 22 %. Bei Gesamt PM₁₀ (Exhaust + Non-Exhaust) bleibt das Reduktionspotential mit 4 % aufgrund des wesentlich größeren Anteils von Abriebs- und Aufwirbelungsemissionen naturgemäß niedriger.

Stickstoffdioxid NO₂:

Entlang des *Teilkorridors Ost* wurde für den Schadstoff NO₂ ein Überschreiten des aktuell gültigen IG-L Grenzwertes von 35 µg/m³ (inkl. 5 µg/m³ Toleranz) bis zu einer Distanz von 100 m beiderseits zur Straßenachse für alle untersuchten Tempolimits modelliert.

Entlang des *Teilkorridors Süd* wurde für den Schadstoff NO₂ ein Überschreiten des aktuell gültigen IG-L Grenzwertes von 35 µg/m³ (inkl. 5 µg/m³ Toleranz) bis zu einer Distanz von 100 m beiderseits zur Straßenachse für ein ganzjähriges Tempolimit von 100 km/h modelliert. Insbesondere bei Profil 2 wird der IG-L Grenzwert bis rund 120 m Entfernung zur Straßenachse überschritten.

Entlang des *Teilkorridors West* wurde für den Schadstoff NO₂ ein Überschreiten des aktuell gültigen IG-L Grenzwertes von 35 µg/m³ (inkl. 5 µg/m³ Toleranz) bis zu einer Entfernung von 50 m bis 60 m beiderseits zur Straßenachse für alle untersuchten Tempolimits modelliert.

Entlang des *Teilkorridors Nord* wurde für den Schadstoff NO₂ in Profil 2 ein Überschreiten des aktuell gültigen IG-L Grenzwertes von 35 µg/m³ (inkl. 5 µg/m³ Toleranz) bis zu einer Distanz von 80 m beiderseits zur Straßenachse für alle untersuchten Tempolimits modelliert.

Die NO₂-Grundbelastung beträgt nach erfolgter Umwandlung der aus Messungen abgeleiteten NO_x-Vorbelastung von 30 µg/m³ bereits rund 19 µg/m³. Es kann somit davon ausgegangen werden, dass die Einhaltung des zukünftigen Grenzwertes für NO₂ von 20 µg/m³ innerhalb eines 100 m – Korridors entlang der Autobahnachsen, unter Einbeziehung der verkehrsbedingten Immissionsbeiträge sowohl bei statischen ganzjährigen, als auch bei flexiblen Tempolimits derzeit nicht realistisch ist.

Feinstaub PM₁₀ & PM_{2,5}:

Die Untersuchung der Auswirkungen von statischen ganzjährigen und flexiblen Tempolimits erfolgte für Feinstaub ausschließlich für die verkehrsbedingten Immissionsbeiträge. Die Einhaltung von aktuell gültigen und zukünftigen Grenzwerten ist abhängig von der regional sehr unterschiedlichen Hintergrundbelastung an Feinstaub.

Allein durch den Immissionsbeitrag des Autobahnverkehrs entlang der Teilkorridore, ist eine Überschreitung der derzeit gültigen IG-L – Grenzwerte für PM₁₀ von 40 µg/m³ und PM_{2,5} von 25 µg/m³ nicht zu erwarten. Der zukünftige strengere Grenzwert von 10 µg/m³ für den Jahresmittelwert an PM_{2,5} kann in einigen Bereichen entlang der Straßenachse bereits durch die verkehrsbedingten Immissionsbeiträge überschritten werden, wobei diese mit zunehmender Entfernung relativ rasch abnehmen.

9 Verzeichnisse

9.1 Literaturverzeichnis

- [1] LGBl. Br. 118/2008. Verordnung des Landeshauptmannes von Steiermark vom 5. Dezember 2008, mit der eine immissionsabhängige Geschwindigkeitsbeschränkung auf Teilstrecken der A 2 Süd Autobahn und der A 9 Pyhrn Autobahn angeordnet wird. Zugegriffen: 24. Mai 2019. [Online]. Verfügbar unter: https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Lgbl/LGBl_ST_20081212_118/LGBl_ST_20081212_118.html
- [2] „RIS - Steiermark: Änderung der VBA-Verordnung – IG-L Steiermark LGBl. Nr. 36/2022 - Landesgesetzblatt authentisch“. Zugegriffen: 28. Juli 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/eli/lgbl/ST/2022/36/20220427>
- [3] Christian Kurz und Raphael Reifeltshammer, „Evaluierung der VBA-Umwelt Steiermark für den Betriebszeitraum 2020“, FVT-048/21/RRe V & U 2021/025/6300, Juli 2021.
- [4] Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Festlegung allgemeiner Kriterien für Verkehrsbeeinflussungssysteme gemäß Immissionsschutzgesetz-Luft (VBA- Verordnung – IG-L). 2007.
- [5] „RIS - VBA-Verordnung – IG-L Steiermark - Landesrecht konsolidiert Steiermark, Fassung vom 15.05.2020“. Zugegriffen: 15. Mai 2020. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=LrStmk&Gesetzesnummer=20001201>
- [6] M. Rexeis und S. Hausberger, „Calculation of Vehicle Emissions in Road Networks with the model “NEMO”“, in Transport & Airpollution Conference, U.-P. D. H. Eichlseder, Hrsg., Graz, 2005, S. 118–127.
- [7] INFRAS Research and Consulting, HBEFA 4.2 - Handbuch für Emissionsfaktoren. (2022). [Online]. Verfügbar unter: <https://www.hbefa.net/e/index.html>
- [8] W. Schmidt, I. Düring, und A. Lohmeyer, „Einbindung des HBEFA 3.1 in das FIS Umwelt und Verkehr sowie Neufassung der Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abrieb des Straßenverkehrs“, S. 110, 2011, doi: 10.13140/2.1.2322.7849.
- [9] D. Oettl und M. Kuntner, „Documentation of the Lagrangian Particle Model GRAL (Graz Lagrangian Model) V24.04“. 1. Juli 2024.
- [10] Amt der Steiermärkischen Landesregierung ABT15 - Luftreinhaltung, „Windfeldbibliothek Steiermark Bezugsjahr 2017“, Graz, ABT15-Lu-05–2022, Dez. 2022.
- [11] E. Romberg, R. Böisinger, A. Lohmeyer, R. Ruhnke, und E. Röth, „NO-NO₂ conversion for predicting the air quality impact of traffic“, Gefahrstoffe-Reinhalt. Luft, Bd. 56, S. 215–218, 1996.
- [12] „RVS 04.02.12 - Ausbreitung von Luftschadstoffen an Verkehrswegen und Tunnelportalen“, Forschungsgesellschaft Straße - Schiene - Verkehr, Wien, Okt. 2020.

- [13] Amt der Steiermärkischen Landesregierung, „Luftgütemessungen in der Steiermark Jahresbericht 2018“, Lu-05-2019, 2019.
- [14] Amt der Steiermärkischen Landesregierung, „Luftgütemessungen in der Steiermark Jahresbericht 2019“, Lu-05-2020, 2020.
- [15] Amt der Steiermärkischen Landesregierung, „Luftgütemessungen in der Steiermark Jahresbericht 2020“, 2021.
- [16] Amt der Steiermärkischen Landesregierung, „Luftgütemessungen in der Steiermark Jahresbericht 2021“, ABT15-Lu-04–2022, 2022.
- [17] Amt der Steiermärkischen Landesregierung, „Luftgütemessungen in der Steiermark - Jahresbericht 2022“, Graz, ABT15-LU-06–2023, Dez. 2023.
- [18] DI Dr. Thomas Pongratz, „VBA Evaluierung - Trend_NOx_alsNO2.xlsx“, 24. Mai 2024.
- [19] IG-L, Gesamte Rechtsvorschrift für Immissionsschutzgesetz - Luft, Bd. BGBl. I Nr. 115. 2011.
- [20] Council of the European Union, „Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on ambient air quality and cleaner air for Europe (recast) Letter to the Chair of the European Parliament Committee on the Environment, Public Health and Food Safety (ENVI)“. 8. März 2024.

9.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Berechnungsgebiete aus der Windfeldbibliothek 2017 sowie der GRAL Modellgebiete für die einzelnen Korridore	9
Abbildung 2: NO _x zu NO ₂ Umwandlung für den Untersuchungsraum	11
Abbildung 3: Mittlere Windrichtungsverteilung [%] am Aufpunkt A9_km170 – 2022.....	14
Abbildung 4: Mittlere Windrichtungsverteilung [%] am Aufpunkt A9_km170 – 2023.....	14
Abbildung 5: Mittlere Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeitsklassen am Aufpunkt A9_km170 – 2022	15
Abbildung 6: Mittlere Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeitsklassen am Aufpunkt A9_km170 – 2023	15
Abbildung 7: Durchschnittlicher Tagesgang der mittleren Windgeschwindigkeit und der Kalmenhäufigkeit am Aufpunkt A9_km170 – 2022	16
Abbildung 8: Durchschnittlicher Tagesgang der mittleren Windgeschwindigkeit und der Kalmenhäufigkeit am Aufpunkt A9_km170 - 2023.....	16
Abbildung 9: Jahresgang der mittleren Windgeschwindigkeit am Aufpunkt A9_km170 – 2022.....	17
Abbildung 10: Jahresgang der mittleren Windgeschwindigkeit am Aufpunkt A9_km170 – 2023.....	17
Abbildung 11: Mittlere Windrichtungsverteilung [%] am Aufpunkt A2_km180 – 2022.....	19
Abbildung 12: Mittlere Windrichtungsverteilung [%] am Aufpunkt A2_km180 – 2023.....	19
Abbildung 13: Mittlere Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeitsklassen am Aufpunkt A2_km180 – 2022	20
Abbildung 14: Mittlere Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeitsklassen am Aufpunkt A2_km180 – 2023	20
Abbildung 15: Durchschnittlicher Tagesgang der mittleren Windgeschwindigkeit und der Kalmenhäufigkeit am Aufpunkt A2_km180 – 2022	21
Abbildung 16: Durchschnittlicher Tagesgang der mittleren Windgeschwindigkeit und der Kalmenhäufigkeit am Aufpunkt A2_km180 – 2023	21
Abbildung 17: Jahresgang der mittleren Windgeschwindigkeit am Aufpunkt A2_km180 – 2022.....	22
Abbildung 18: Jahresgang der mittleren Windgeschwindigkeit am Aufpunkt A2_km180 – 2023.....	22
Abbildung 19: Mittlere Windrichtungsverteilung [%] am Aufpunkt A9_km210 – 2022.....	24
Abbildung 20: Mittlere Windrichtungsverteilung [%] am Aufpunkt A9_km210 - 2023	24
Abbildung 21: Mittlere Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeitsklassen am Aufpunkt A9_km210 – 2022	25

Abbildung 22: Mittlere Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeitsklassen am Aufpunkt A9_km210 – 2023	25
Abbildung 23: Durchschnittlicher Tagesgang der mittleren Windgeschwindigkeit und der Kalmenhäufigkeit am Aufpunkt A9_km210 – 2022	26
Abbildung 24: Durchschnittlicher Tagesgang der mittleren Windgeschwindigkeit und der Kalmenhäufigkeit am Aufpunkt A9_km210 – 2023	26
Abbildung 25: Jahresgang der mittleren Windgeschwindigkeit am Aufpunkt A9_km210 – 2022.....	27
Abbildung 26: Jahresgang der mittleren Windgeschwindigkeit am Aufpunkt A9_km210 – 2023.....	27
Abbildung 27: Mittlere Windrichtungsverteilung [%] am Aufpunkt A2_km190 – 2022.....	29
Abbildung 28: Mittlere Windrichtungsverteilung [%] am Aufpunkt A2_km190 - 2023	29
Abbildung 29: Mittlere Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeitsklassen am Aufpunkt A2_km190 – 2022	30
Abbildung 30: Mittlere Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeitsklassen am Aufpunkt A2_km190 – 2023	30
Abbildung 31: Durchschnittlicher Tagesgang der mittleren Windgeschwindigkeit und der Kalmenhäufigkeit am Aufpunkt A2_km190 – 2022	31
Abbildung 32: Durchschnittlicher Tagesgang der mittleren Windgeschwindigkeit und der Kalmenhäufigkeit am Aufpunkt A2_km190 - 2023.....	31
Abbildung 33: Jahresgang der mittleren Windgeschwindigkeit am Aufpunkt A2_km190 – 2022.....	32
Abbildung 34: Jahresgang der mittleren Windgeschwindigkeit am Aufpunkt A2_km190 - 2023.....	32
Abbildung 35: Mittlerer Jahresgang der Ausbreitungsklassen für den Aufpunkt A9 km 170 - 2022	34
Abbildung 36: Mittlerer Jahresgang der Ausbreitungsklassen für den Aufpunkt A9 km 170 – 2023	34
Abbildung 37: Mittlerer Tagesgang der Ausbreitungsklassen für den Aufpunkt A9 km 170 – 2022.....	35
Abbildung 38: Mittlerer Tagesgang der Ausbreitungsklassen für den Aufpunkt A9 km 170 – 2023.....	35
Abbildung 39: Mittlere Windrichtungsverteilung (Windgeschwindigkeiten) [%] der Messstation Eurostar (01.01.2023 – 31.12.2023).....	37
Abbildung 40: Mittlere Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeitsklassen der Messstation Eurostar (01.01.2023 – 31.12.2023).....	37

Abbildung 41: Durchschnittlicher Tagesgang der mittleren Windgeschwindigkeit und der Kalmenhäufigkeit der Messstation Eurostar (01.01.2023 – 31.12.2023).....	38
Abbildung 42: Jahresgang der mittleren Windgeschwindigkeit der Messstation Eurostar (01.01.2023 – 31.12.2023)	38
Abbildung 43: Mittlere Windrichtungsverteilung (Windgeschwindigkeiten) [%] der Messstation Gratwein (01.01.2023 – 31.12.2023)	40
Abbildung 44: Mittlere Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeitsklassen der Messstation Gratwein (01.01.2023 – 31.12.2023)	40
Abbildung 45: Durchschnittlicher Tagesgang der mittleren Windgeschwindigkeit der Messstation Gratwein (01.01.2023 – 31.12.2023)	41
Abbildung 46: Jahresgang der mittleren Windgeschwindigkeit der Messstation Gratwein (01.01.2023 – 31.12.2023)	41
Abbildung 47: Jahresgang der Verkehrsbelastung am Zählquerschnitt im Korridor Nord - 2023.....	45
Abbildung 48: Mittlerer Tagesgang der Verkehrsbelastung am Zählquerschnitt im Korridor Nord – 2023.....	45
Abbildung 49: Jahresgang der Verkehrsbelastung am Zählquerschnitt im Korridor Ost - 2023.....	47
Abbildung 50: Mittlerer Tagesgang der Verkehrsbelastung am Zählquerschnitt im Korridor Ost - 2023.....	47
Abbildung 51: Jahresgang der Verkehrsbelastung am Zählquerschnitt im Korridor Süd - 2023.....	49
Abbildung 52: Mittlerer Tagesgang der Verkehrsbelastung am Zählquerschnitt im Korridor Süd - 2023.....	49
Abbildung 53: Jahresgang der Verkehrsbelastung am Zählquerschnitt im Korridor West - 2023.....	51
Abbildung 54: Mittlerer Tagesgang der Verkehrsbelastung am Zählquerschnitt im Korridor West - 2023.....	51
Abbildung 55: Lageplan der Zählquerschnitte und durchschnittliche Verkehrsbelastung (2023)	52
Abbildung 56: Entwicklung der Verkehrsbelastung bei den ASFINAG Dauerzählstellen Lassnitzhöhe und Lebring bzw. Steinberg	53
Abbildung 57: Häufigkeitsverteilung der gefahrenen Geschwindigkeiten (PKW-Verkehr) abhängig vom Tempolimit der VBA, Korridor Ost, Fahrtrichtung Wien	54
Abbildung 58: Häufigkeitsverteilung der gefahrenen Geschwindigkeiten (PKW-Verkehr) abhängig vom Tempolimit der VBA, Korridor Ost, Fahrtrichtung Klagenfurt	55

Abbildung 59: Häufigkeitsverteilung der gefahrenen Geschwindigkeiten (PKW-Verkehr) abhängig vom Tempolimit der VBA, Korridor West, Fahrtrichtung Wien.....	55
Abbildung 60: Häufigkeitsverteilung der gefahrenen Geschwindigkeiten (PKW-Verkehr) abhängig vom Tempolimit der VBA, Korridor West, Fahrtrichtung Klagenfurt.....	56
Abbildung 61: Häufigkeitsverteilung der gefahrenen Geschwindigkeiten (PKW-Verkehr) abhängig vom Tempolimit der VBA, Korridor Süd, Fahrtrichtung Spielfeld	56
Abbildung 62: Häufigkeitsverteilung der gefahrenen Geschwindigkeiten (PKW-Verkehr) abhängig vom Tempolimit der VBA, Korridor Süd, Fahrtrichtung Voralpenkreuz.....	57
Abbildung 63: Verlauf des gleitenden MW3 an den relevanten Messstationen für den Evaluierungszeitraum.....	58
Abbildung 64: Verlauf der Datenausfälle für den Korridor Ost – 2023.....	61
Abbildung 65: Verlauf der Datenausfälle für den Korridor West – 2023	61
Abbildung 66: Verlauf der Datenausfälle für den Korridor Süd – 2023.....	62
Abbildung 67: Verlauf der Datenausfälle für den Korridor Nord – 2023.....	62
Abbildung 68: Monatlicher Verlauf der Schalthäufigkeit für den Korridor Ost – 2023	65
Abbildung 69: Monatlicher Verlauf der Schalthäufigkeit für den Korridor West - 2023	65
Abbildung 70: Monatlicher Verlauf der Schalthäufigkeit für den Korridor Süd – 2023	66
Abbildung 71: Monatlicher Verlauf der Schalthäufigkeit für den Korridor Nord - 2023.....	66
Abbildung 72: Mittler Tagesgang der Schalthäufigkeiten für den Korridor Ost – 2023	67
Abbildung 73: Mittler Tagesgang der Schalthäufigkeiten für den Korridor West - 2023.....	67
Abbildung 74: Mittler Tagesgang der Schalthäufigkeiten für den Korridor Süd – 2023.....	68
Abbildung 75: Mittler Tagesgang der Schalthäufigkeiten für den Korridor Nord – 2023	68
Abbildung 76: Modellierter NO _x Verkehrsbeitrag der A2 für den Teilkorridor Ost im Evaluierungszeitraum 2023 für ein Tempolimit von 130 km/h.....	77
Abbildung 77: Modellierter NO _x Verkehrsbeitrag der A2 für den Teilkorridor Ost im Evaluierungszeitraum 2023 für ein statisches Tempolimit von 100 km/h	78
Abbildung 78: Modellierter NO _x Verkehrsbeitrag der A2 für den Teilkorridor Ost im Evaluierungszeitraum 2023 für ein flexibles Tempolimit gemäß Schaltung der VBA	78
Abbildung 79: Wirksamkeit eines statischen Tempolimits von 100 km/h auf den durchschnittlichen NO _x -Beitrag für den Teilkorridor Ost.	79
Abbildung 80: Auswertung Profil 1 zur durchschnittlichen NO _x -Belastung auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Ost.	80
Abbildung 81: Auswertung Profil 2 zur durchschnittlichen NO _x -Belastung auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Ost.	80

Abbildung 82: Modellierter NO_2 Gesamtbelastung entlang der A2 für den Teilkorridor Ost im Evaluierungszeitraum 2023 für ein Tempolimit von 130 km/h	81
Abbildung 83: Modellierter NO_2 Gesamtbelastung entlang der A2 für den Teilkorridor Ost im Evaluierungszeitraum 2023 für ein statisches Tempolimit von 100 km/h	82
Abbildung 84: Modellierter NO_2 Gesamtbelastung entlang der A2 für den Teilkorridor Ost im Evaluierungszeitraum 2023 für ein flexibles Tempolimit gemäß Schaltung der VBA	82
Abbildung 85: Auswertung Profil 1 zur durchschnittlichen NO_2 -Belastung auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Ost.	84
Abbildung 86: Auswertung Profil 2 zur durchschnittlichen NO_2 -Belastung auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Ost.	84
Abbildung 87: Modellierter PM_{10} Verkehrsbeitrag der A2 für den Teilkorridor Ost im Evaluierungszeitraum 2023 für ein Tempolimit von 130 km/h.....	85
Abbildung 88: Modellierter PM_{10} Verkehrsbeitrag der A2 für den Teilkorridor Ost im Evaluierungszeitraum 2023 für ein statisches Tempolimit von 100 km/h	86
Abbildung 89: Modellierter PM_{10} Verkehrsbeitrag der A9 für den Teilkorridor Ost im Evaluierungszeitraum 2023 für ein flexibles Tempolimit gemäß Schaltung der VBA	86
Abbildung 90: Auswertung Profil 1 zur durchschnittlichen PM_{10} -Belastung (Exhaust + Non-Exhaust) auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Ost.....	88
Abbildung 91: Auswertung Profil 2 zur durchschnittlichen PM_{10} -Belastung (Exhaust + Non-Exhaust) auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Ost.....	88
Abbildung 92: Auswertung Profil 1 zur durchschnittlichen $\text{PM}_{2,5}$ -Belastung (Exhaust + Non-Exhaust) auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Ost.....	89
Abbildung 93: Auswertung Profil 2 zur durchschnittlichen $\text{PM}_{2,5}$ -Belastung (Exhaust + Non-Exhaust) auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Ost.....	89
Abbildung 94: Modellierter NO_x Verkehrsbeitrag der A9 für den Teilkorridor Süd im Evaluierungszeitraum 2023 für ein Tempolimit von 130 km/h.....	91
Abbildung 95: Modellierter NO_x Verkehrsbeitrag der A9 für den Teilkorridor Süd im Evaluierungszeitraum 2023 für ein statisches Tempolimit von 100 km/h	92
Abbildung 96: Modellierter NO_x Verkehrsbeitrag der A9 für den Teilkorridor Süd im Evaluierungszeitraum 2023 für ein flexibles Tempolimit gemäß Schaltung der VBA	92

Abbildung 97: Wirksamkeit des statischen Tempolimits von 100 km/h auf den durchschnittlichen NO _x -Beitrag für den Teilkorridor Süd.	94
Abbildung 98: Auswertung Profil 1 zur durchschnittlichen NO _x -Belastung auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Süd.....	94
Abbildung 99: Auswertung Profil 2 zur durchschnittlichen NO _x -Belastung auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Süd.....	95
Abbildung 100: Modellierter NO ₂ Gesamtbelastung entlang der A9 für den Teilkorridor Süd im Evaluierungszeitraum 2023 für ein Tempolimit von 130 km/h.....	96
Abbildung 101: Modellierter NO ₂ Gesamtbelastung entlang der A9 für den Teilkorridor Süd im Evaluierungszeitraum 2023 für ein statisches Tempolimit von 100 km/h.....	97
Abbildung 102: Modellierter NO ₂ Gesamtbelastung entlang der A9 für den Teilkorridor Süd im Evaluierungszeitraum 2023 für ein flexibles Tempolimit gemäß Schaltung der VBA	97
Abbildung 103: Auswertung Profil 1 zur durchschnittlichen NO ₂ -Belastung auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Süd.....	99
Abbildung 104: Auswertung Profil 2 zur durchschnittlichen NO ₂ -Belastung auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Süd.....	99
Abbildung 105: Modellierter PM ₁₀ Verkehrsbeitrag der A9 für den Teilkorridor Süd im Evaluierungszeitraum 2023 für ein Tempolimit von 130 km/h.....	100
Abbildung 106: Modellierter PM ₁₀ Verkehrsbeitrag der A9 für den Teilkorridor Süd im Evaluierungszeitraum 2023 für ein statisches Tempolimit von 100 km/h.....	101
Abbildung 107: Modellierter PM ₁₀ Verkehrsbeitrag der A9 für den Teilkorridor Süd im Evaluierungszeitraum 2023 für ein flexibles Tempolimit gemäß Schaltung der VBA ...	101
Abbildung 108: Auswertung Profil 1 zur durchschnittlichen PM ₁₀ -Belastung (Exhaust + Non-Exhaust) auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Süd.....	103
Abbildung 109: Auswertung Profil 2 zur durchschnittlichen PM ₁₀ -Belastung (Exhaust + Non-Exhaust) auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Süd.....	103
Abbildung 110: Auswertung Profil 1 zur durchschnittlichen PM _{2,5} -Belastung (Exhaust + Non-Exhaust) auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Süd.....	104

Abbildung 111: Auswertung Profil 2 zur durchschnittlichen PM _{2,5} -Belastung (Exhaust + Non-Exhaust) auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Süd.....	104
Abbildung 112: Modellierter NO _x Verkehrsbeitrag der A9 für den Teilkorridor Nord im Evaluierungszeitraum 2023 für ein Tempolimit von 130 km/h.....	106
Abbildung 113: Modellierter NO _x Verkehrsbeitrag der A9 für den Teilkorridor Nord im Evaluierungszeitraum 2023 für ein statisches Tempolimit von 100 km/h	107
Abbildung 114: Modellierter NO _x Verkehrsbeitrag der A9 für den Teilkorridor Nord im Evaluierungszeitraum 2023 für ein flexibles Tempolimit gemäß Schaltung der VBA ...	107
Abbildung 115: Wirksamkeit des statischen Tempolimits von 100 km/h auf den durchschnittlichen NO _x -Beitrag für den Teilkorridor Nord.	108
Abbildung 116: Auswertung Profil 1 zur durchschnittlichen NO _x -Belastung auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Nord.	109
Abbildung 117: Auswertung Profil 2 zur durchschnittlichen NO _x -Belastung auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Nord.	109
Abbildung 118: Modellierte NO ₂ Gesamtbelastung entlang der A9 für den Teilkorridor Nord im Evaluierungszeitraum 2023 für ein Tempolimit von 130 km/h	110
Abbildung 119: Modellierte NO ₂ Gesamtbelastung entlang der A9 für den Teilkorridor Nord im Evaluierungszeitraum 2023 für ein statisches Tempolimit von 100 km/h.....	111
Abbildung 120: Modellierte NO ₂ Gesamtbelastung entlang der A9 für den Teilkorridor Nord im Evaluierungszeitraum 2023 für ein flexibles Tempolimit gemäß Schaltung der VBA	111
Abbildung 121: Auswertung Profil 1 zur durchschnittlichen NO ₂ -Belastung auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Nord.	113
Abbildung 122: Auswertung Profil 2 zur durchschnittlichen NO ₂ -Belastung auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Nord.	113
Abbildung 123: Modellierter PM ₁₀ Verkehrsbeitrag der A9 für den Teilkorridor Nord im Evaluierungszeitraum 2023 für ein Tempolimit von 130 km/h.....	114
Abbildung 124: Modellierter PM ₁₀ Verkehrsbeitrag der A9 für den Teilkorridor Nord im Evaluierungszeitraum 2023 für ein statisches Tempolimit von 100 km/h	115
Abbildung 125: Modellierter PM ₁₀ Verkehrsbeitrag der A9 für den Teilkorridor Nord im Evaluierungszeitraum 2023 für ein flexibles Tempolimit gemäß Schaltung der VBA ...	115

Abbildung 126: Auswertung Profil 1 zur durchschnittlichen PM ₁₀ -Belastung (Exhaust + Non-Exhaust) auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Nord.	117
Abbildung 127: Auswertung Profil 2 zur durchschnittlichen PM ₁₀ -Belastung (Exhaust + Non-Exhaust) auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Nord.	117
Abbildung 128: Auswertung Profil 1 zur durchschnittlichen PM _{2,5} -Belastung (Exhaust + Non-Exhaust) auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Nord.	118
Abbildung 129: Auswertung Profil 2 zur durchschnittlichen PM _{2,5} -Belastung (Exhaust + Non-Exhaust) auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor Nord.	118
Abbildung 130: Modellierter NO _x Verkehrsbeitrag der A9 für den Teilkorridor West im Evaluierungszeitraum 2023 für ein Tempolimit von 130 km/h.....	120
Abbildung 131: Modellierter NO _x Verkehrsbeitrag der A9 für den Teilkorridor West im Evaluierungszeitraum 2023 für ein statisches Tempolimit von 100 km/h	121
Abbildung 132: Modellierter NO _x Verkehrsbeitrag der A9 für den Teilkorridor West im Evaluierungszeitraum 2023 für ein flexibles Tempolimit gemäß Schaltung der VBA ...	121
Abbildung 133: Wirksamkeit des statischen Tempolimits von 100 km/h auf den durchschnittlichen NO _x -Beitrag für den Teilkorridor West.....	122
Abbildung 134: Auswertung Profil 1 zur durchschnittlichen NO _x -Belastung auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor West.....	123
Abbildung 135: Auswertung Profil 2 zur durchschnittlichen NO _x -Belastung auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor West.....	123
Abbildung 136: Modellierter NO ₂ Gesamtbelastung entlang der A9 für den Teilkorridor West im Evaluierungszeitraum 2023 für ein Tempolimit von 130 km/h.....	124
Abbildung 137: Modellierter NO ₂ Gesamtbelastung entlang der A9 für den Teilkorridor West im Evaluierungszeitraum 2023 für ein statisches Tempolimit von 100 km/h	125
Abbildung 138: Modellierter NO ₂ Gesamtbelastung entlang der A9 für den Teilkorridor West im Evaluierungszeitraum 2023 für ein flexibles Tempolimit gemäß Schaltung der VBA	125
Abbildung 139: Auswertung Profil 1 zur durchschnittlichen NO ₂ -Belastung auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor West.....	127

Abbildung 140: Auswertung Profil 2 zur durchschnittlichen NO ₂ -Belastung auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor West.....	127
Abbildung 141: Modellierter PM ₁₀ Verkehrsbeitrag der A9 für den Teilkorridor West im Evaluierungszeitraum 2023 für ein Tempolimit von 130 km/h.....	128
Abbildung 142: Modellierter PM ₁₀ Verkehrsbeitrag der A9 für den Teilkorridor West im Evaluierungszeitraum 2023 für ein statisches Tempolimit von 100 km/h.....	129
Abbildung 143: Modellierter PM ₁₀ Verkehrsbeitrag der A9 für den Teilkorridor West im Evaluierungszeitraum 2023 für ein flexibles Tempolimit gemäß Schaltung der VBA ...	129
Abbildung 144: Auswertung Profil 1 zur durchschnittlichen PM ₁₀ -Belastung (Exhaust + Non-Exhaust) auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor West.....	131
Abbildung 145: Auswertung Profil 2 zur durchschnittlichen PM ₁₀ -Belastung (Exhaust + Non-Exhaust) auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor West.....	131
Abbildung 146: Auswertung Profil 1 zur durchschnittlichen PM _{2,5} -Belastung (Exhaust + Non-Exhaust) auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor West.....	132
Abbildung 147: Auswertung Profil 2 zur durchschnittlichen PM _{2,5} -Belastung (Exhaust + Non-Exhaust) auf den Jahresmittelwert aus dem Verkehr für statische und flexible Tempolimits für den Teilkorridor West.....	132

9.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Teilkorridore der VBA Umwelt Steiermark [5].....	6
Tabelle 2: PM ₁₀ -Emissionsfaktoren für Abrieb und Aufwirbelung in g/km.....	8
Tabelle 3: Parameter für die NO ₂ -Umwandlungsfunktion im Untersuchungsraum abgeleitet aus österreichischen Datensätzen	10
Tabelle 4: Gemessene NO _x -Konzentrationen in den Jahren 2019 – 2023 für ausgewählte Stationen in den Untersuchungsgebieten zur Ableitung der Vorbelastung.....	11
Tabelle 5: Immissionsgrenzwerte nach IG-L in µg/m ³	12
Tabelle 6: Immissionsgrenzwerte gemäß der EU-Luftqualitätsrichtlinie [20] in µg/m ³	12
Tabelle 7: Definition der Ausbreitungsklassen	33
Tabelle 8: Verkehrszählstellen im VBA Gebiet	43
Tabelle 9: Statistik der Verkehrsdaten im Korridor Nord	44
Tabelle 10: Statistik der prognostizierten Verkehrsdaten im Korridor Ost	46
Tabelle 11: Statistik der Verkehrsdaten im Korridor Süd.....	48
Tabelle 12: Statistik der Verkehrsdaten im Korridor West.....	50
Tabelle 13: Mittlere Fahrgeschwindigkeiten, abgeleitet aus den Geschwindigkeitsmessungen.....	54
Tabelle 14: Auswertung des gleitenden MW3 für den Evaluierungszeitraum 2022.....	59
Tabelle 15: Auswertung des gleitenden MW3 für den Evaluierungszeitraum 2023.....	59
Tabelle 16: Häufigkeit von Datenausfällen auf den vier Korridoren - 2023.....	60
Tabelle 17: Statistik der Schaltzustände für die vier Korridore während des Evaluierungszeitraums 2023	64
Tabelle 18: Abgeschätzte Maßnahmenwirksamkeit auf den vier Korridoren im Evaluierungszeitraum 2023.....	70
Tabelle 19: Verkehrsdaten (1.1.2023 – 31.12.2023).....	70
Tabelle 20: Reduktionen an Schadstoffen und Kraftstoffverbrauch infolge der VBA Schaltungen in den vier einzelnen Korridoren	71
Tabelle 21: Relative Reduktion der PKW-Emissionen im VBA-Gebiet.....	72
Tabelle 22: Reduktionen an Schadstoffen und Kraftstoffverbrauch infolge einer statischen Geschwindigkeitsbeschränkung auf 100 km/h in den vier einzelnen Korridoren	72
Tabelle 23: Schwellenwerte für Modul 1 auf Basis PM ₁₀	73
Tabelle 24: Schwellenwerte für Modul 2 auf Basis NO _x	73
Tabelle 25: Abgeschätzte Maßnahmenwirksamkeit auf den vier Korridoren im Evaluierungszeitraum 2023 mit geändertem Schwellenwert in Korridor Süd	74
Tabelle 26: Emissionen des PKW-Verkehrs für den Teilkorridor – Ost	76

Tabelle 27: Emissionen des PKW-Verkehrs für den Teilkorridor – Süd	90
Tabelle 28: Emissionen des PKW-Verkehrs für den Teilkorridor – Nord	105
Tabelle 29: Emissionen des PKW-Verkehrs für den Teilkorridor – West.....	119
Tabelle 30: Allgemeine Parameter für die Ausbreitungsmodellierung.....	151
Tabelle 31: Parameter für die Ausbreitungsmodellierung – Teilkorridor Ost	152
Tabelle 32: Parameter für die Ausbreitungsmodellierung – Teilkorridor Süd.....	153
Tabelle 33: Parameter für die Ausbreitungsmodellierung – Teilkorridor Nord	154
Tabelle 34: Parameter für die Ausbreitungsmodellierung – Teilkorridor West.....	155

10 Anhang

10.1 Allgemeine Parameter für die Ausbreitungsmodellierung

Tabelle 30: Allgemeine Parameter für die Ausbreitungsmodellierung.

GRAL Settings - General	
Dispersion time	3600 s
Particles per sec.	1000
Latitude	47 °
Start with Dispersion situation	1
Buildings	Prognostic GRAL

GRAL Settings - Concentration grids	
Horizontal grid resolution	10.0 m
Vertical dimension of concentration layers	2 m
Number of horizontal slices	1
Heights above ground	3 m

GRAL Settings - Internal flow field grid	
Horizontal grid resolution	10.0 m
Vertical thickness of first layer	2.0 m
Vertical stretching factor	1.01 m
Number of cells in z-direction	40
Relative layer height	40: 99.8 m
Relaxation velocity	0.1
Relaxation pressure correct.	1.0
Run until steady-state	No
Minimum iterations	100
Maximum iterations	500
Roughness of building walls	0.001 m
Write building_heights.txt	No
Save intermediate GRAL flow fields	No

10.2 Parameter für die Ausbreitungsmodellierung – Teilkorridor Ost

Tabelle 31: Parameter für die Ausbreitungsmodellierung – Teilkorridor Ost

Domain - GRAL		
West Border		530950
East Border		571370
South Border		5205490
North Border		5219130
Width		40420.0 m
Height		13640.0 m

Domain - GRAMM		
West Border		526200
East Border		573800
South Border		5205000
North Border		5257400
Width		47.6 km
Height		52.4 km

Topography - GRAMM grid		
Horizontal grid resolution		200.0 m
Vertical thickness of first layer		10 m
Number of vertical layers		25
Vertical stretching factor		1.4
Relative layer height		25: 112482.0 m

Topography - GRAMM input		
GRAMM grid	Windfeldbibliothek_2017\M6_Weiz\Computation\ggeom.asc	
Landuse file	Windfeldbibliothek_2017\M6_Weiz\Computation\landuse.asc	
Max time step		5 s
Modelling time		300 s
Relaxation velocity		0.05
Relaxation scalars		0.05
Catabatic forcing		Yes
Write GRAL_Topography.txt		No

Sources		
	1	T100
	2	T130
Selected Pollutant		NOx, PM ₁₀ , PM _{2.5}

10.3 Parameter für die Ausbreitungsmodellierung – Teilkorridor Süd

Tabelle 32: Parameter für die Ausbreitungsmodellierung – Teilkorridor Süd

Domain - GRAL		
West Border		530290
East Border		546720
South Border		5181120
North Border		5201860
Width		16430.0 m
Height		20740.0 m

Domain - GRAMM		
West Border		519800
East Border		565400
South Border		5158200
North Border		5204000
Width		45.6 km
Height		45.8 km

Topography - GRAMM grid		
Horizontal grid resolution		200.0 m
Vertical thickness of first layer		10 m
Number of vertical layers		25
Vertical stretching factor		1.4
Relative layer height		25: 112482.0 m

Topography - GRAMM input		
GRAMM grid	Windfeldbibliothek_2017\M4_Leibnitz\Computation\ggeom.asc	
Landuse file	Windfeldbibliothek_2017\M4_Leibnitz\Computation\landuse.asc	
Max time step		5 s
Modelling time		300 s
Relaxation velocity		0.05
Relaxation scalars		0.05
Catabatic forcing		Yes
Write GRAL_Topography.txt		No

Sources		
	1	T100
	2	T130
Selected Pollutant		NOx, PM ₁₀ , PM _{2.5}

10.4 Parameter für die Ausbreitungsmodellierung – Teilkorridor Nord

Tabelle 33: Parameter für die Ausbreitungsmodellierung – Teilkorridor Nord

Domain - GRAL		
West Border		521000
East Border		530950
South Border		5216970
North Border		5229080
Width		9950.0 m
Height		12110.0 m

Domain - GRAMM		
West Border		507000
East Border		558400
South Border		5179800
North Border		5238200
Width		51.4 km
Height		58.4 km

Topography - GRAMM grid		
Horizontal grid resolution		200.0 m
Vertical thickness of first layer		10 m
Number of vertical layers		25
Vertical stretching factor		1.4
Relative layer height		25: 112482.0 m

Topography - GRAMM input		
GRAMM grid	Windfeldbibliothek_2017\M1_Graz\Computation\ggeom.asc	
Landuse file	Windfeldbibliothek_2017\M1_Graz\Computation\landuse.asc	
Max time step		5 s
Modelling time		300 s
Relaxation velocity		0.05
Relaxation scalars		0.05
Catabatic forcing		Yes
Write GRAL_Topography.txt		No

Sources		
	1	T100
	2	T130
	3	Tunnelportale
Selected Pollutant		NOx, PM ₁₀ , PM _{2.5}

10.5 Parameter für die Ausbreitungsmodellierung – Teilkorridor West

Tabelle 34: Parameter für die Ausbreitungsmodellierung – Teilkorridor West

Domain - GRAL		
West Border		521000
East Border		544560
South Border		5198010
North Border		5211340
Width		23560.0 m
Height		13330.0 m

Domain - GRAMM		
West Border		507000
East Border		558400
South Border		5179800
North Border		5238200
Width		51.4 km
Height		58.4 km

Topography - GRAMM grid		
Horizontal grid resolution		200.0 m
Vertical thickness of first layer		10 m
Number of vertical layers		25
Vertical stretching factor		1.4
Relative layer height		25: 112482.0 m

Topography - GRAMM input		
GRAMM grid	Windfeldbibliothek_2017\M1_Graz\Computation\ggeom.asc	
Landuse file	Windfeldbibliothek_2017\M1_Graz\Computation\landuse.asc	
Max time step		5 s
Modelling time		300 s
Relaxation velocity		0.05
Relaxation scalars		0.05
Catabatic forcing		Yes
Write GRAL_Topography.txt		No

Sources		
	1	T100
	2	T130
Selected Pollutant		NOx, PM ₁₀ , PM _{2.5}