



LAND

OBERÖSTERREICH

# Umwelt Prüf- und Überwachungsstelle des Landes Oberösterreich



Inspektionsbericht  
des oberösterreichischen  
Luftmessnetzes

Luftgütemessung Hallstatt, S254

18. Oktober 2018 – 14. November 2019

Inspektionsbereich: Luftgüteüberwachung







## Inspektionsbericht des oberösterreichischen Luftmessnetzes

### Luftgütemessung Hallstatt, S254

**INSPEKTIONSSTELLE:** Umwelt Prüf- und Überwachungsstelle  
des Landes Oberösterreich,  
Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft,  
Abteilung Umweltschutz,  
Inspektionsbereich: Luftgüteüberwachung,  
4021 Linz, Goethestraße 86, Tel. (+43 732) 7720-136 43

**AUFTRAGGEBER/IN:** Marktgemeinde Hallstatt  
Seestraße 158,  
4830 Hallstatt

**AUSSTELLUNGSDATUM:** 10. Dezember 2019

**FÜR DIE INSPEKTIONSSTELLE:  
ALS ZEICHNUNGSBERECHTIGTE/R:**

**Mag. Stefan Oitzl**

#### **Hinweise:**

*Die Inspektionsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Inspektionsgegenstände. Die Verwendung einzelner Daten ohne Berücksichtigung des Gesamtzusammenhanges kann zu einer Verfälschung der Aussage führen. Eine auszugsweise Vervielfältigung des Inspektionsberichtes ist deshalb ohne Zustimmung der Inspektionsstelle nicht gestattet. Die Daten können anonymisiert von der Inspektionsstelle für statistische Zwecke verwendet werden. Bei der Wiedergabe wird um Quellenangabe gebeten.*

Informationen zum Datenschutz finden Sie unter: <https://www.land-oberoesterreich.gv.at/datenschutz>



## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis .....	2
Impressum .....	2
Messauftrag und Messziel .....	3
Beurteilung der Messergebnisse - Hallstatt, S254 .....	3
Inspektionsgegenstand .....	4
Inspektionsspezifikationen .....	4
Prüfspezifikationen .....	5
Grundlagen für die Beurteilung .....	6
Stationsdaten .....	8
Lageplan, Orthofoto .....	9
Stationsfotos .....	10
Messergebnisse S254, Hallstatt .....	11
Monatskenndaten S254, Hallstatt .....	12
Stationsvergleich S254, Hallstatt .....	16
Wochentagesgang S254, Hallstatt .....	17
Windabhängige Auswertungen S254, Hallstatt .....	20
Ausbreitungsberechnung .....	23
Literatur .....	27
Legende .....	28
Datenübertragung und -verarbeitung .....	29

## Impressum

### Medieninhaber und Herausgeber:

Umwelt Prüf- und Überwachungsstelle des Landes Oberösterreich,  
Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft,  
4021 Linz, Goethestraße 86, Tel: (+43 732) 77 20 - 136 43

### Redaktion:

Mag. Stefan Oitzl, Carina Harringer, MSc

Foto, Grafik und Druck: Abteilung Umweltschutz



## Messauftrag und Messziel

Die Gemeinde Hallstatt befürchtet aufgrund der hohen Anzahl an Reisebussen, die in das Busterminal Kernmagazinplatz einfahren, eine Verschlechterung der Luftqualität in Hallstatt. Die Gemeinde hat uns daher beauftragt, eine einjährige Luftgütemessung im Bereich des Busterminals durchzuführen [2017-49675]. Der Messcontainer wurde in Absprache mit der Gemeinde in unmittelbarer Nähe des Busterminals errichtet.

Der Auftrag umfasste die Messung der Stickoxide (NO und NO<sub>2</sub>), von Feinstaub (PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub>), von Ozon (O<sub>3</sub>) sowie der meteorologischen Komponenten Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Böe, Lufttemperatur, Globalstrahlung und Relativer Feuchte in Form einer Vorerkundungsmessung über ein Jahr nach Immissionsschutzgesetz-Luft. Die Messung mit der Bezeichnung **Hallstatt, S254** erfolgte im Zeitraum vom **18. Oktober 2018 bis 14. November 2019**.

## Beurteilung der Messergebnisse - Hallstatt, S254

### Vergleich mit Grenzwerten

Die **Grenz- und Zielwerte** des Immissionsschutzgesetzes - Luft (IG-L) und des Ozongesetzes **wurden an der Messstelle Hallstatt, S254 im Messzeitraum eines Jahres eingehalten** (Abbildung 1). Im Vergleich zu den oberösterreichischen Messstellen gehört die Messstelle in Hallstatt zu den saubersten (Abbildung 16). Vor allem bei Feinstaub (PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub>) kann Hallstatt mit Hintergrundmessstellen, wie z. B. Grünbach leicht mithalten. Bei Betrachtung der Stickoxide (NO und NO<sub>2</sub>) machte sich allerdings der Straßenverkehr (inkl. Buse) bemerkbar. Neben dem rollenden Verkehr wurden aber auch Stickoxide von den anliegenden Schiffen registriert.

### Meteorologische Bedingungen und Tages-/Jahresgang der Schadstoffbelastung

In Hallstatt gibt es eine sehr ausgeprägte Windverteilung, die über das ganze Jahr sehr ähnlich ist. Am Tag kommt der Wind vorrangig vom See (Nordost) und nachts aus Südwest – vom Echerntal (Abbildung 27). Die Schadstoffkonzentrationen sind tagsüber generell höher, vor allem bei Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub> - Abbildung 20) und Feinstaub (PM<sub>10</sub> - Abbildung 17) gibt es am späten Nachmittag höhere Spitzen. Der Verkehr wirbelt tagsüber mehr Staub auf, und das NO wird mit Hilfe von Ozon (O<sub>3</sub>) und des Sonnenlichtes zu NO<sub>2</sub> umgewandelt. Ozon (O<sub>3</sub>) ist am Nachmittag erwartungsgemäß am höchsten (Abbildung 21). Bei Betrachtung der windabhängigen Auswertungen sieht man deutlich, dass die höheren Stickoxid- und Feinstaubwerte von der Straße kommen (Abbildung 22 u. Abbildung 24). Bei Ozon hingegen kommen die höheren Werte vom See (Abbildung 26). Grund dafür ist die höhere Ozonbelastung tagsüber und da der Wind tagsüber vom See kommt, sind auch die Ozonwerte aus nordöstlicher Richtung höher. Im Jahresverlauf sind die Stickstoffdioxidkonzentrationen im Mittel im Winter höher als im Sommer (Abbildung 9). Ein ähnliches Bild zeigt sich auch bei der kleineren Fraktion des Feinstaubes (PM<sub>2,5</sub> - Abbildung 11). Grund dafür sind die zusätzlichen Emissionen aus dem Hausbrand und die schlechteren Austauschbedingungen aufgrund häufiger auftretender Inversionswetterlagen.

### Räumlich Betrachtung der Schadstoffbelastung in Hallstatt

Da eine Messung räumlich eingeschränkt repräsentativ ist, wurden für die Betrachtung der Immissionsbelastung durch die Stickoxide und Feinstaub Ausbreitungsberechnungen durchgeführt. Die Berechnungen zeigen sehr deutlich die Immissionsbelastung, die durch den Straßenverkehr verursacht wird. Stärkere Schadstoffbelastungen gibt es neben dem Busterminal und entlang der dichtverbauten Landesstraße auch am Tunnelportal (Abbildung 31 u. Abbildung 32). Die Schadstoffe treten aus dem Tunnelportal hochkonzentriert aus, vermischen sich aber sehr rasch mit der sauberen Umgebungsluft. Damit nehmen die Konzentrationen an Stickoxiden und Feinstaub mit der Entfernung vom Tunnelportal rasch ab.



## Bewertung nach IG-L- und Ozon-Grenzwerten

Schadstoff	Grenzwerteinhaltung	weitere Veranlassungen (Beschreibung der Maßnahmen)	
NO <sub>2</sub> -HMW	eingehalten	keine	✓
NO <sub>2</sub> -JMW	eingehalten	keine	✓
NO <sub>2</sub> -TMW*	eingehalten	keine	✓
PM <sub>10</sub> -TMW	eingehalten	keine	✓
PM <sub>10</sub> -JMW	eingehalten	keine	✓
PM <sub>2.5</sub> -JMW	eingehalten	keine	✓
O <sub>3</sub> -MW1 (Info)**	eingehalten	keine	✓
O <sub>3</sub> -MW1 (Alarm)***	eingehalten	keine	✓

Abbildung 1: Bewertungstabelle - nach IG-L und Ozongesetz (\*Zielwert, \*\* Informationsschwelle, \*\*\* Alarmschwelle)



... Grenzwerte wurden eingehalten – es sind keine weiteren Maßnahmen notwendig



... die festgestellten Überschreitungen sind innerhalb der Toleranzmarge, es sind also keine weiteren Maßnahmen nötig



... Grenzwerte wurden überschritten, weitere Maßnahmen wie Stuserhebung (§ 8 IG-L) bzw. in weiterer Folge auch ein Maßnahmenprogramm (§ 9 IG-L) sind notwendig; bei Ozon: Die Bevölkerung wurde aktuell informiert und Verhaltensempfehlungen gegeben.

Überschreitungen, die auf

1. einen Störfall,
2. eine andere in absehbarer Zeit nicht wiederkehrende erhöhte Immission,
3. die Aufwirbelung von Partikeln nach der Ausbringung von Streusand, Streusalz oder Splitt auf Straßen im Winterdienst oder
4. Emissionen aus natürlichen Quellen

zurückzuführen sind, **wurden nicht festgestellt**.

## Inspektionsgegenstand

Die Luftqualität in Hallstatt.

## Inspektionsspezifikationen

A) Inspektion: Bundesgesetz zum Schutz vor Immissionen durch Luftschadstoffe (Immissionsschutzgesetz – Luft, IG-L), BGBl. I Nr. 115/1997, idgF

Ausweisung der Überschreitung eines Immissionsgrenzwertes nach § 7 (1) IG-L, BGBl. I Nr. 115/1997, idgF; Es gilt festzuhalten, ob die Überschreitung auf



1. einen Störfall,
2. eine andere in absehbarer Zeit nicht wiederkehrende erhöhte Immission,
3. die Aufwirbelung von Partikeln nach der Ausbringung von Streusand, Streusalz oder Splitt auf Straßen im Winterdienst oder
4. Emissionen aus natürlichen Quellen zurückzuführen ist.

Beurteilung der Erfordernis einer Statuserhebung nach § 8 (1) IG-L, BGBl. I Nr. 115/1997, idgF

B) Inspektion: Bundesgesetz über Maßnahmen zur Abwehr der Ozonbelastung und die Information der Bevölkerung über hohe Ozonbelastungen, mit dem das Smogalarmgesetz, geändert wird (Ozongesetz) BGBl. Nr. 38/1989 idgF

Feststellung von Überschreitungen nach § 7 Ozongesetz, BGBl. Nr. 38/1989 idgF

Information und Empfehlungen an die Bevölkerung nach § 8 Ozongesetz, BGBl. Nr. 38/1989 idgF

Entwarnung an die Bevölkerung nach § 10 Ozongesetz, BGBl. Nr. 38/1989 idgF

**Die Prüfungen wurden in der eigenen Prüfstelle 0187 gemäß folgender Prüfspezifikationen durchgeführt.**

## Prüfspezifikationen

### **a) Akkreditierte Verfahren:**

**PM10 und PM2,5:** Kontinuierliche Immissionsmessung von Partikeln (QMSOP-PR-002/LG) Partikel werden derzeit kontinuierlich in Form von **PM10** und **PM2,5** (Schwebstaub mit Partikelgrößen kleiner als 10µm bzw. 2,5µm) gemessen. Verwendetes Messgerät: Grimm ED

**NO und NO2:** EN 14211 (2012-10) Luftqualität - Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid mit Chemilumineszenz (QMSOP-PR-003/LG). Verwendete Messgerätetypen: NOx APNA 370, NOx API 200T

**O3:** EN 14625 (2013-03) Außenluft - Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Ozon mit Ultraviolett-Photometrie (QMSOP-PR-005/LG); Verwendete Messgerätetypen: O3 APOA 370,

### **b) Nichtakkreditierte Verfahren:**

Ausbreitungsberechnung. Die Messung der Komponenten Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Böe, Relative Feuchte, Globalstrahlung und Lufttemperatur erfolgt nach den beiden Arbeitsanweisungen: Kalibrierung und Richtigkeitsüberprüfung von meteorologischen Messgeräten (QMSOP-GA-003/LG) bzw. Wartung von meteorologischen Messgeräten (QMSOP-GA-006/LG).

**Messunsicherheit:** Es ist bei den akkreditierten Verfahren zur Messung gasförmiger Schadstoffe mit einer kombinierten Messunsicherheit von maximal  $\pm 15\%$  zu rechnen (Vertrauensniveau 95%). Bei der Partikelmessung ist laut EU-Richtlinie 2008/50/EG eine kombinierte Messunsicherheit von 25% zulässig. Nach den Ergebnissen der bisher durchgeführten Äquivalenztests wird das von den hier verwendeten optischen Partikelmessgeräten von Grimm eingehalten.



**Anmerkung:** Referenzverfahren für PM10 ist die gravimetrische Messung nach EN12341. Alternativ kann auch ein anderes Verfahren verwendet werden, wenn dessen Äquivalenz mit dem Referenzverfahren nachgewiesen wurde. Nicht äquivalente Verfahren dürfen seit 2010 nicht mehr zum Nachweis der Einhaltung von Grenzwerten verwendet werden. Für orientierende Messungen außerhalb des IG-L können weiter nicht-äquivalente Geräte eingesetzt werden.

## Grundlagen für die Beurteilung

### a) Grenzwerte des Immissionsschutzgesetz - Luft

#### Anlage 1a: Immissionsgrenzwerte

zu § 3 Abs.1

Als Immissionsgrenzwert der Konzentration zum dauerhaften Schutz der menschlichen Gesundheit in ganz Österreich gelten die Werte in nachfolgender Tabelle:

Konzentrationswerte in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (ausgenommen CO: angegeben in  $\text{mg}/\text{m}^3$ ; Arsen, Kadmium, Nickel, Benzo(a)pyren: angegeben in  $\text{ng}/\text{m}^3$ )

Luftschadstoff	HMW	MW8	TMW	JMW
Schwefeldioxid	200 *)		120	
Kohlenstoffmonoxid		10		
Stickstoffdioxid	200			30 **)
PM <sub>10</sub>			50 ***)	40
Blei in PM <sub>10</sub>				0,5
Benzol				5
Arsen				6 ****)
Kadmium				5 ****)
Nickel				20 ****)
Benzo(a)pyren				1 ****)

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

\*\*) Der Immissionsgrenzwert von  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ist ab 1. Jänner 2012 einzuhalten. Die Toleranzmarge beträgt  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bei Inkrafttreten dieses Bundesgesetzes und wird am 1. Jänner jedes Jahres bis 1. Jänner 2005 um  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  verringert. Die Toleranzmarge von  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gilt gleich bleibend ab 1. Jänner 2005 bis 31. Dezember 2009. Die Toleranzmarge von  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gilt gleich bleibend ab 1. Jänner 2010. Im Jahr 2012 ist eine Evaluierung der Wirkung der Toleranzmarge für die Jahre 2010 und 2011 durchzuführen. Auf Grundlage dieser Evaluierung hat der Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft im Einvernehmen mit dem Bundesminister für Wirtschaft, Familie und Jugend gegebenenfalls den Entfall der Toleranzmarge mit Verordnung anzuordnen.

\*\*\*) Pro Kalenderjahr ist die folgende Zahl von Überschreitungen zulässig: ab Inkrafttreten des Gesetzes bis 2004: 35; von 2005 bis 2009: 30; ab 2010: 25.

\*\*\*\*) Gesamtgehalt in der PM<sub>10</sub>-Fraktion als Durchschnitt eines Kalenderjahres.

#### Anlage 1b: Immissionsgrenzwert für PM<sub>2,5</sub>

zu § 3 Abs.1

Als Immissionsgrenzwert der Konzentration von PM<sub>2,5</sub> gilt der Wert von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als Mittelwert während eines Kalenderjahres (Jahresmittelwert). Der Immissionsgrenzwert von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ist ab dem 1. Jänner 2015 einzuhalten.

Beachte für folgende Bestimmung  
§ 8 tritt hinsichtlich der Anlage 2 am 1. Jänner 2003 in Kraft, vgl. Art. VII.



## Anlage 4: Alarmwerte

Als Alarmwerte gelten nachfolgende Werte:

Schwefeldioxid: 500 µg/m<sup>3</sup>, als gleitender Dreistundenmittelwert gemessen.

Stickstoffdioxid: 400 µg/m<sup>3</sup>, als gleitender Dreistundenmittelwert gemessen.

## zu § 3 Abs.2

## Anlage 5a: Zielwert für Stickstoffdioxid

Als Zielwert der Konzentration von Stickstoffdioxid gilt der Wert von 80 µg/m<sup>3</sup> als Tagesmittelwert.

## Anlage 6: Allgemeine Bestimmungen

- a) Eine Überschreitung eines Immissionsgrenzwertes eines bestimmten Luftschadstoffes liegt unter Berücksichtigung der festgelegten Überschreitungsmöglichkeiten und Toleranzmargen dann vor, wenn bei einem Immissionsgrenzwert auch nur ein Messwert oder ein errechneter Wert numerisch größer als der Immissionsgrenzwert ist. Ein Messwert ist dann größer als der Immissionsgrenzwert, wenn die letzte Stelle des Immissionsgrenzwerts um die Ziffer „1“ überschritten wird; sind die Messwerte um eine Stelle genauer angegeben, ist der Immissionsgrenzwert überschritten, wenn diese Stelle größer/gleich der Ziffer „5“ ist.
- b) Die Konzentrationswerte für gasförmige Luftschadstoffe sind auf 20 °C und 1 013 hPa zu beziehen.
- c) Die Berechnung der zur Beurteilung erforderlichen Mittelwerte hat gemäß folgender Tabelle zu erfolgen:  
Mindestanzahl der gültigen Halbstundenmittelwerte (HMW) bzw. Tagesmittelwerte (TMW) zur Berechnung von Kennwerten:

Kennwert	Mindestanzahl der HMW
Dreistundenmittelwert (MW3)	4
Achtstundenmittelwert (MW8)	12
Tagesmittelwert (TMW)	40 <sup>1)</sup>
Wintermittelwert	75% in jeder Hälfte der Beurteilungsperiode
Perzentile oder Summenhäufigkeitswerte	75% in jeder Hälfte der Beurteilungsperiode
Kennwert	Mindestanzahl der TMW
Jahresmittelwert (JMW)	90% <sup>2)</sup> während des Jahres

- d) Im Sinne der Anlagen 1 und 2 dieses Gesetzes steht die Bezeichnung
1. „HMW“ für Halbstundenmittelwert,
  2. „MW8“ für Achtstundenmittelwert (gleitende Auswertung, Schrittfolge eine halbe Stunde),
  3. „TMW“ für Tagesmittelwert,
  4. „JMW“ für Jahresmittelwert.

<sup>1)</sup> Um systematische Einflüsse (Tagesgang) zu vermeiden, sind in diesem Fall mehr als 75% der HMW des Tages erforderlich.

<sup>2)</sup> Datenverluste aufgrund regelmäßiger Kalibrierung oder üblicher Gerätewartung sind in der Anforderung für die Berechnung des Jahresmittelwerts nicht berücksichtigt.

## b) Grenzwerte des Ozongesetzes

### Anlage 1: Informations- und Warnwerte für Ozon zu § 6

Informationsschwelle 180 µg/m<sup>3</sup> als Einstundenmittelwert (stündlich gleitend)

Alarmschwelle 240 µg/m<sup>3</sup> als Einstundenmittelwert (stündlich gleitend)

Bei den Konzentrationsangaben in µg/m<sup>3</sup> ist das Volumen auf eine Temperatur von 293 K und einen Druck von 101,3 kPa zu normieren. Anmerkung: Die Informationsschwelle ist ein Wert, bei dessen Überschreitung bei kurzfristiger Exposition ein Risiko für die menschliche Gesundheit für besonders empfindliche Bevölkerungsgruppen besteht. Die Alarmschwelle ist ein Wert, bei dessen Überschreitung bei kurzfristiger Exposition ein Risiko für die menschliche Gesundheit für die Gesamtbevölkerung besteht.



## Stationsdaten

<b>S254 Hallstatt</b>	
<b>Stationsbeschreibung</b>	
Stationsnummer	S254
Anschrift der Station	Kernmagazinplatz, 4830 Hallstatt
Geogr. Länge	13°38' 50,2"(GK M31 23685)
Geogr. Breite	47°33' 25,5"(GK M31 268751)
Seehöhe der Station	510 m
Höhe des Windmast über Grund	10 m
Topographie, Lage der Station	Tallage
Siedlungsstruktur	Ort mit ca. 700 Einwohnern
Lokale Umgebung	Häuser, See, Straßen, Parkplatz
Unmittelbare Umgebung	Parkplatz, See
Messziel(e)	Ermittlung der Luftqualität in Hallstatt
Station steht seit (bzw. von - bis)	18.10.2018 - 14.11.2019
Bemerkungen	Auftragsmessung - Gemeinde Hallstatt

<b>Gemessene Komponenten (Luftschadstoffe und meteorologische Größen)</b>	
PM10-Staub kont.	10/18 - 11/19
PM2,5-Staub kont.	10/18 - 11/19
Stickoxide	10/18 - 11/19
Ozon	10/18 - 11/19
Windrichtung, -geschwindigk.	10/18 - 11/19
Lufttemperatur	10/18 - 11/19
Relative Feuchte	10/18 - 11/19
Globalstrahlung	10/18 - 11/19

**Abbildung 2: Stationsdaten S254, Hallstatt**



## Lageplan, Orthofoto

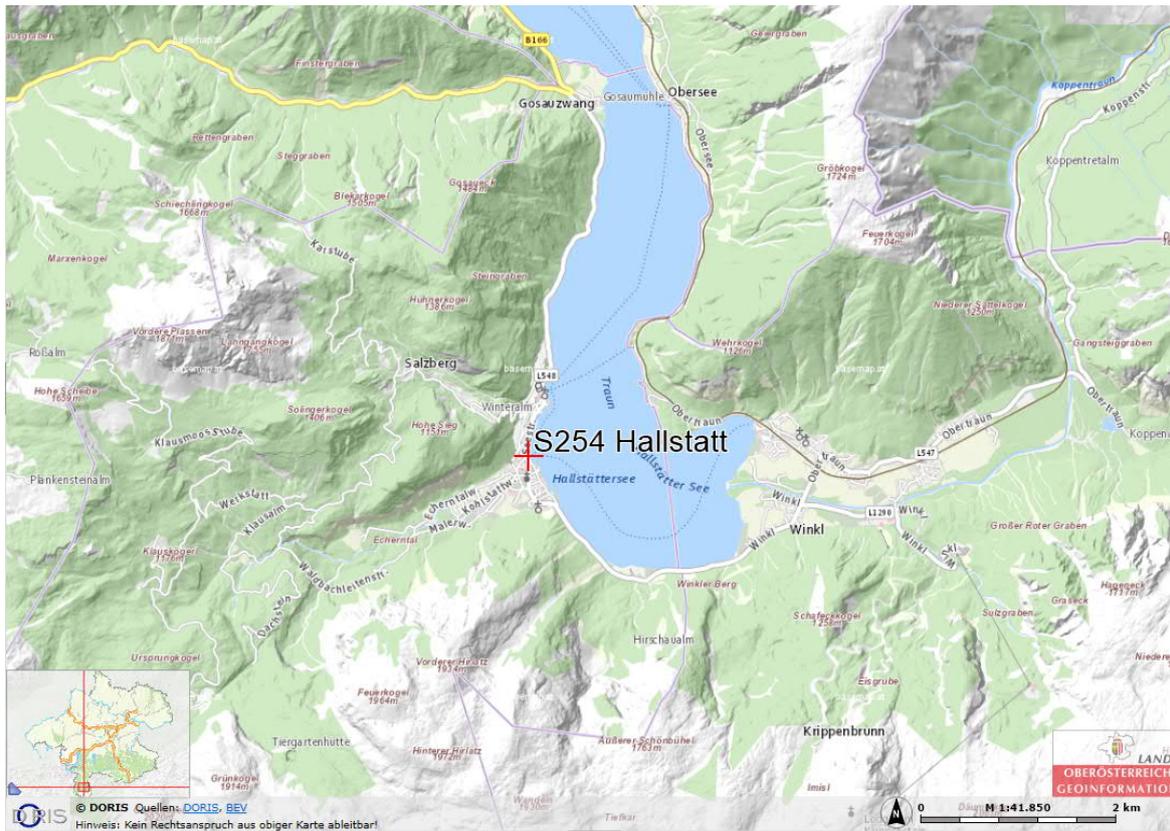


Abbildung 3: Station S254, Hallstatt, Lageplan

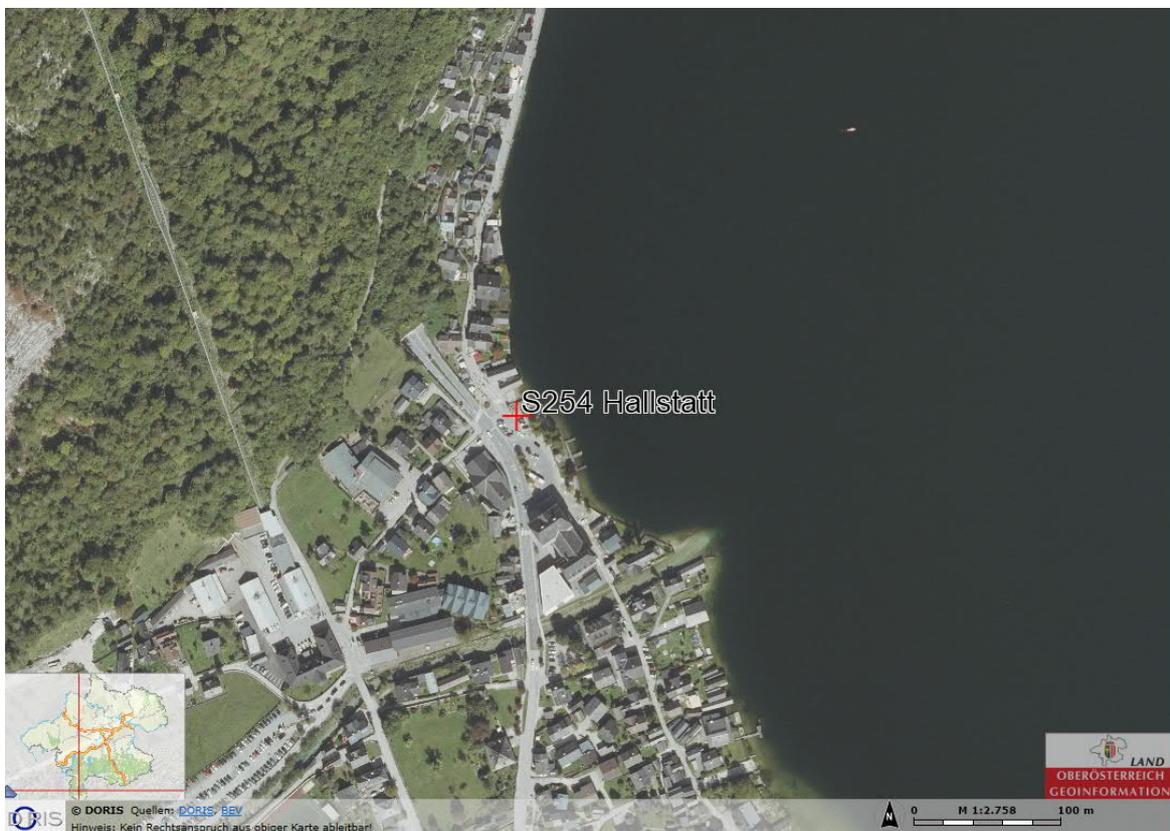


Abbildung 4: Station S254, Hallstatt, Orthofoto

## Stationsfotos



Abbildung 5: Messstelle S254 in östliche Richtung (Aufnahmedatum: 06.07.2019)



Abbildung 6: Messstelle S254 in südwestliche Richtung (Aufnahmedatum: 23.01.2019)



## Messergebnisse S254, Hallstatt

Messzeitraum	Stationsnummer
Schadstoffe: 18.10.2018 bis 14.11.2019	S254
Meteorologie: 18.10.2018 bis 14.11.2019	S254

Schadstoff	Einheit	Mittelwert	Grenzwert (+Toleranz)	% Grenzwert	Maximaler HMW	Grenzwert	% Grenzwert	Anzahl Üb.	Anz. HMWs
SO <sub>2</sub>	[µg/m <sup>3</sup> ]					200			
PM <sub>10</sub>	[µg/m <sup>3</sup> ]	10,8	40	27%	360				18729
PM <sub>2,5</sub>	[µg/m <sup>3</sup> ]	7,9	25	32%	68				18729
NO	[µg/m <sup>3</sup> ]	6,4			141				18195
NO <sub>2</sub>	[µg/m <sup>3</sup> ]	10,3	35	29%	129	200	65%	0	18195
CO	[mg/m <sup>3</sup> ]								
O <sub>3</sub>	[µg/m <sup>3</sup> ]	43			260				17828

PM<sub>10</sub>/PM<sub>2.5</sub> mit kontinuierlicher Messung - Grimm

Schadstoff	Einheit	Maximaler MW8	Grenzwert	% Grenzwert	Maximaler TMW	Grenzwert	% Grenzwert	Anzahl Üb.	Anz. TMWs
SO <sub>2</sub>	[µg/m <sup>3</sup> ]					120			
PM <sub>10</sub> *	[µg/m <sup>3</sup> ]	52			33	50	67%	0	389
PM <sub>2,5</sub>	[µg/m <sup>3</sup> ]	34			31				389
NO	[µg/m <sup>3</sup> ]	50			20				389
NO <sub>2</sub>	[µg/m <sup>3</sup> ]	48			29	80 **	36%		389
CO	[mg/m <sup>3</sup> ]		10						
O <sub>3</sub>	[µg/m <sup>3</sup> ]	155	120 **	129%	102				372

PM<sub>10</sub>/PM<sub>2.5</sub> mit kontinuierlicher Messung - Grimm \*\* Zielwert

Meteorolog. Größe	Einheit	Mittelwert	Maximaler HMW	Minimaler HMW	Maximaler TMW	Anz. HMW	Anz. TMW	% Werte < 0,5
WIV	m/s	1,0	12,3	0,0	6,1	18656	387	24%
BOE	m/s	2,8	24,7	0,3	24,7	18656	387	0%
TEMP	Grad C	9,0	34,7	-8,8	24,8	18740	389	
RF	%	82,4	100,0	15,6	99,5	18739	389	

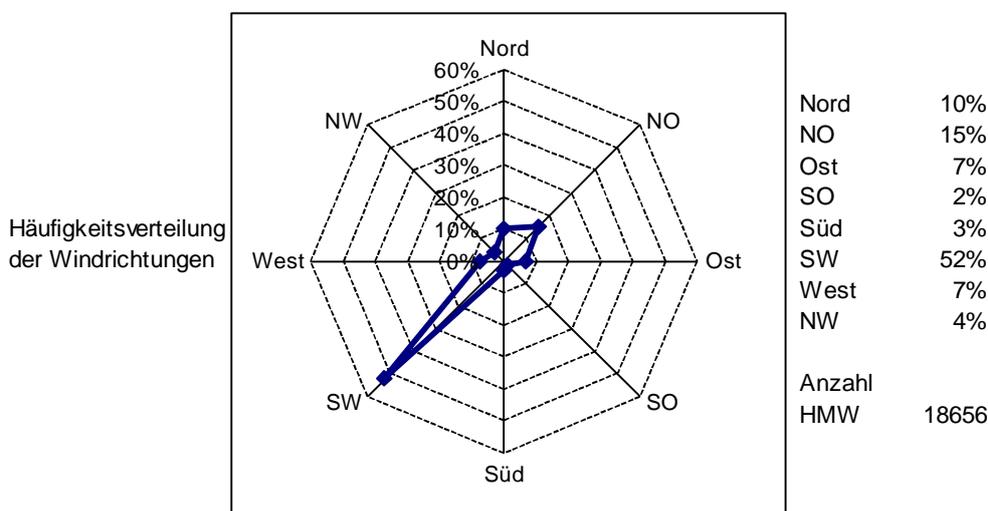


Abbildung 7: Messergebnisse S254, Hallstatt



## Monatskenndaten S254, Hallstatt

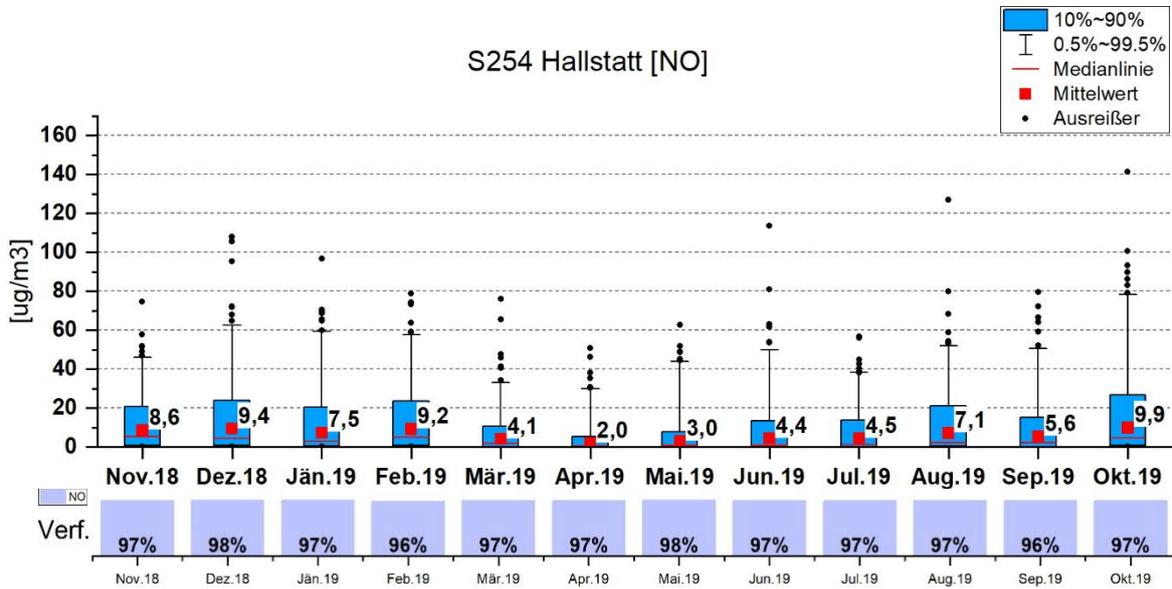


Abbildung 8: Monatskenndaten - Stickstoffmonoxid (NO) und Verfügbarkeit in % (Verf.), S254, Hallstatt

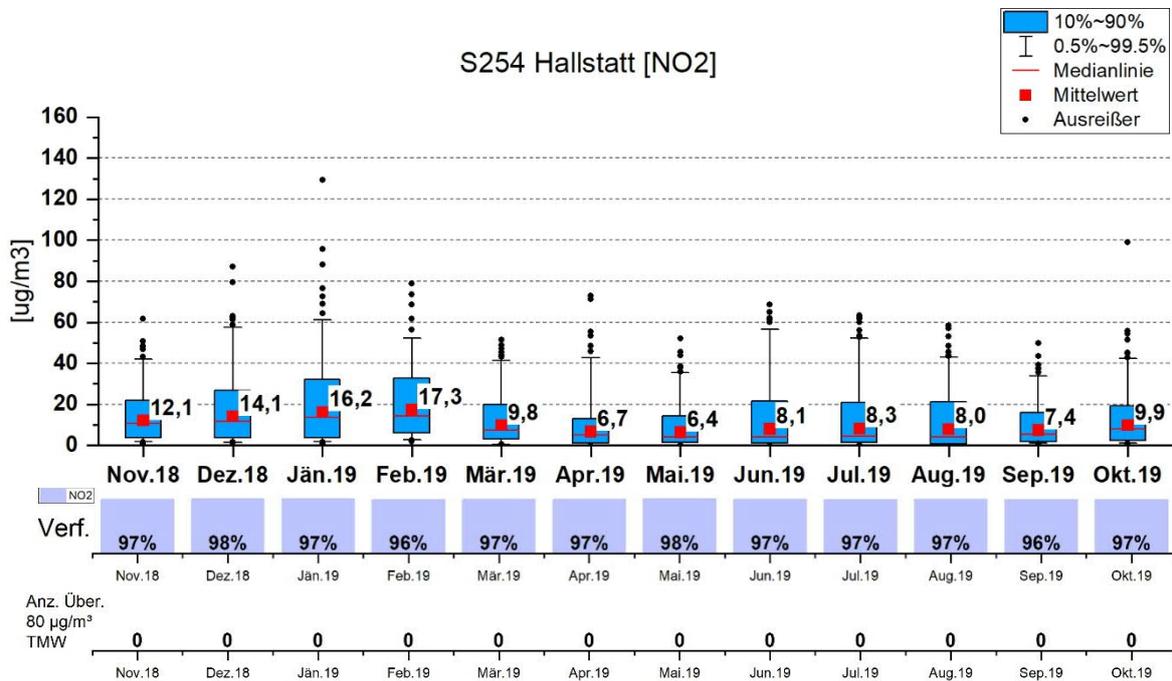


Abbildung 9: Monatskenndaten Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), Verfügbarkeit in % (Verf.) und Anzahl der Tage mit einem Tagesmittelwert über 80 µg/m<sup>3</sup>; S254, Hallstatt

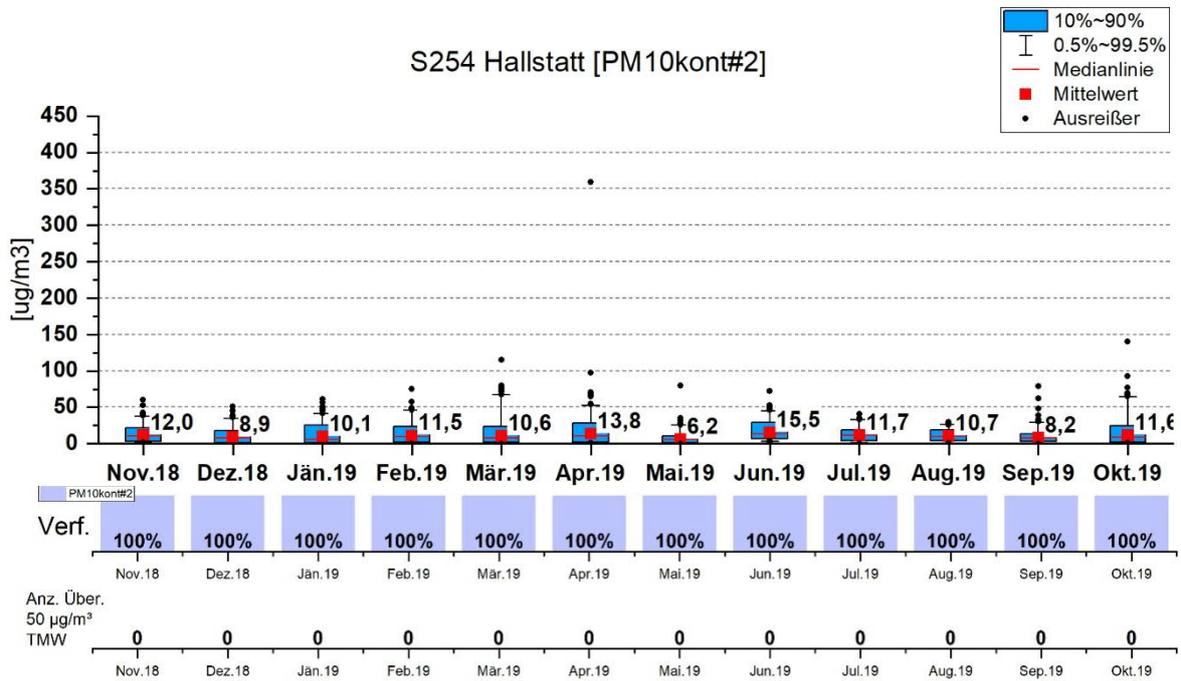


Abbildung 10: Monatskenndaten Feinstaub (PM10), Verfügbarkeit in % (Verf.) und Anzahl der Tage mit einem Tagesmittelwert über 50 µg/m³; S254, Hallstatt

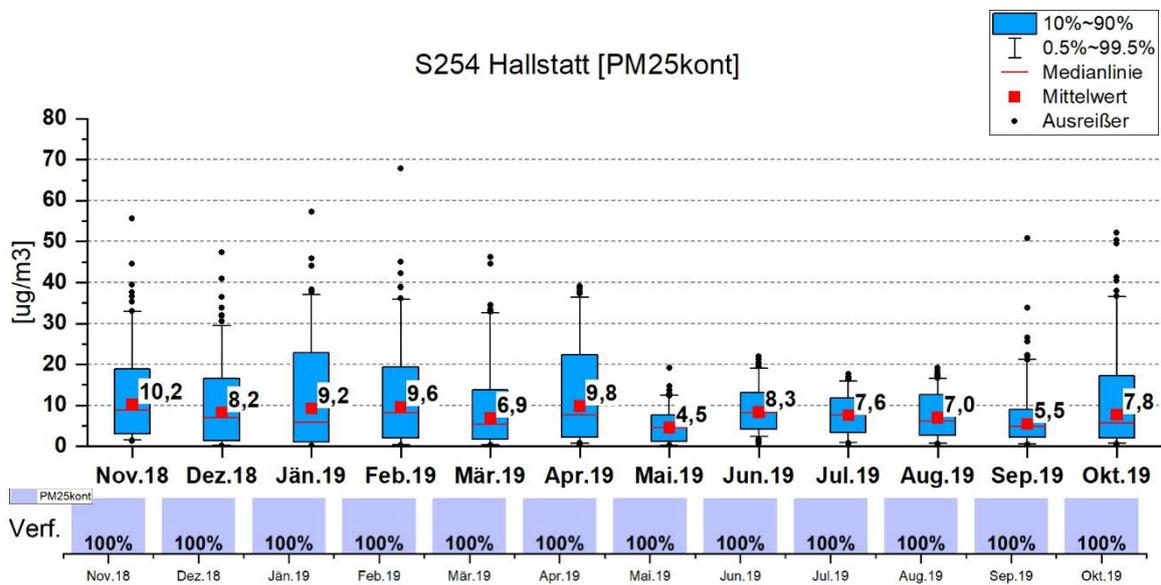


Abbildung 11: Monatskenndaten – Feinstaub (PM2.5) und Verfügbarkeit in % (Verf.), S254, Hallstatt

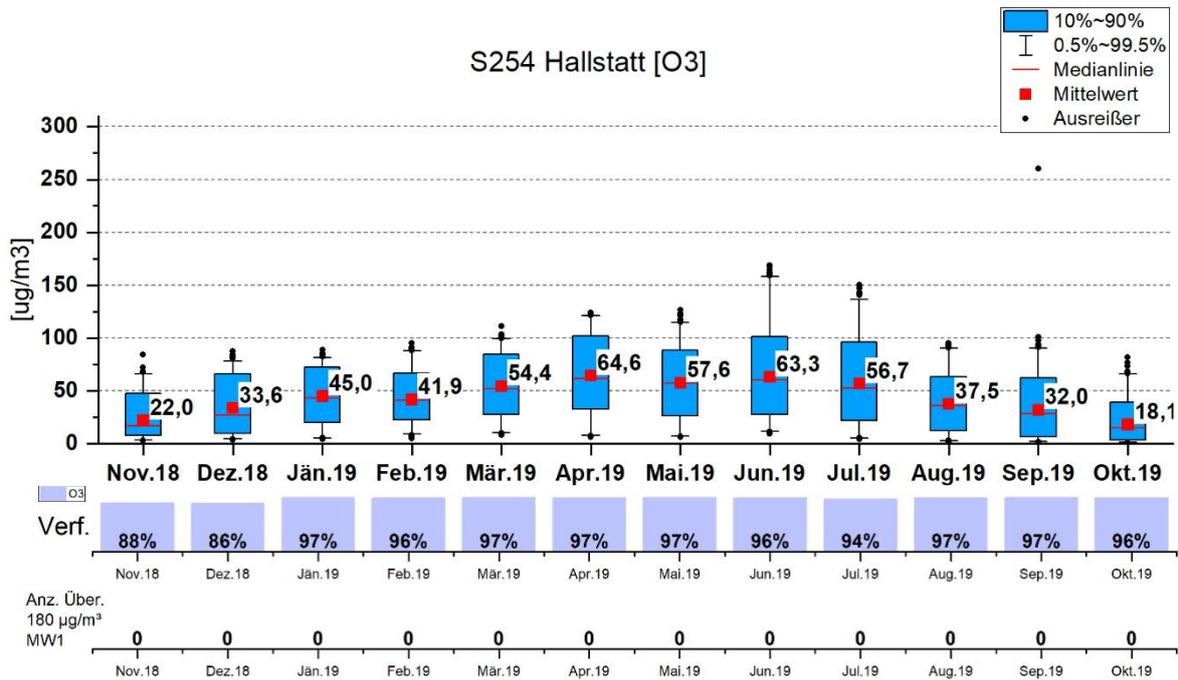


Abbildung 12: Monatskenndaten Ozon (O3), Verfügbarkeit in % (Verf.) und Anzahl der Überschreitungen des Stundenmittelwertes von 180 µg/m³; S254, Hallstatt

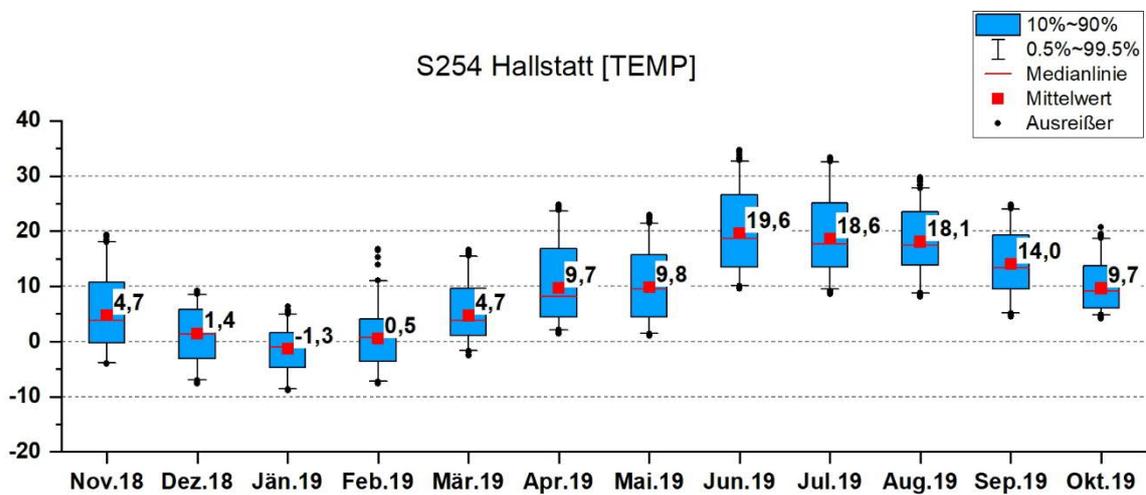


Abbildung 13: Monatskenndaten Lufttemperatur (TEMP) S254, Hallstatt

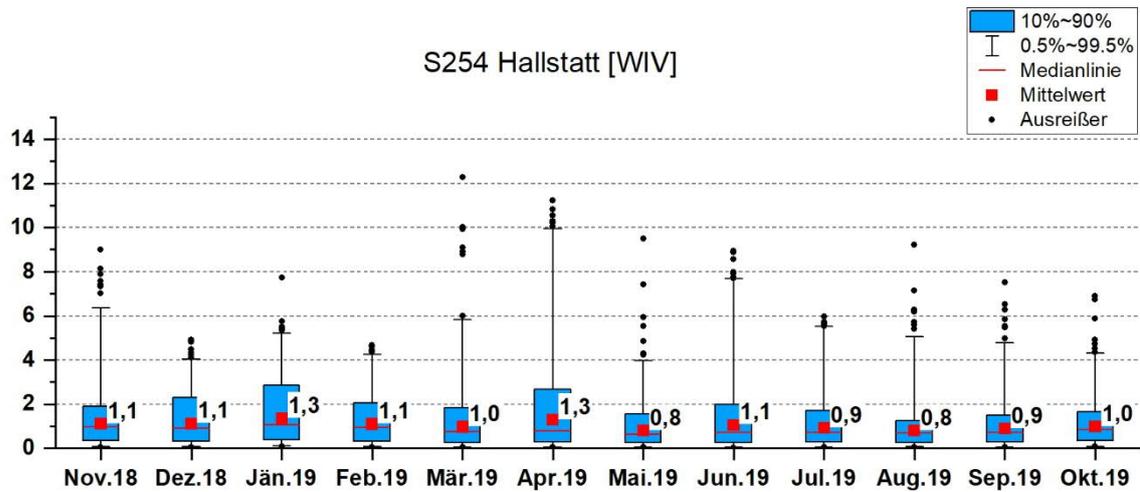


Abbildung 14: Monatskenndaten Windgeschwindigkeit (WIV) S254, Hallstatt

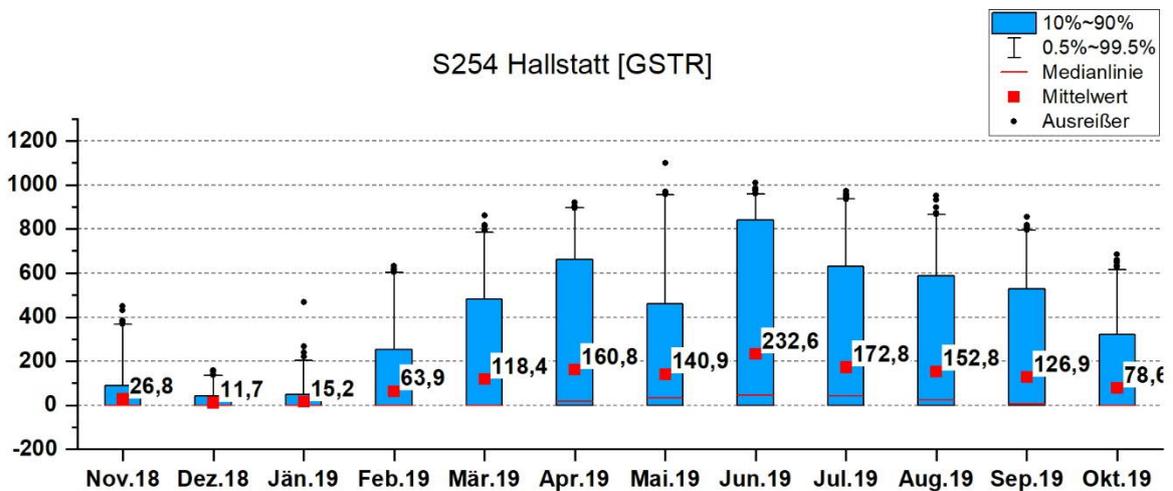


Abbildung 15: Monatskenndaten Globalstrahlung (GSTR) S254, Hallstatt



## Stationsvergleich S254, Hallstatt

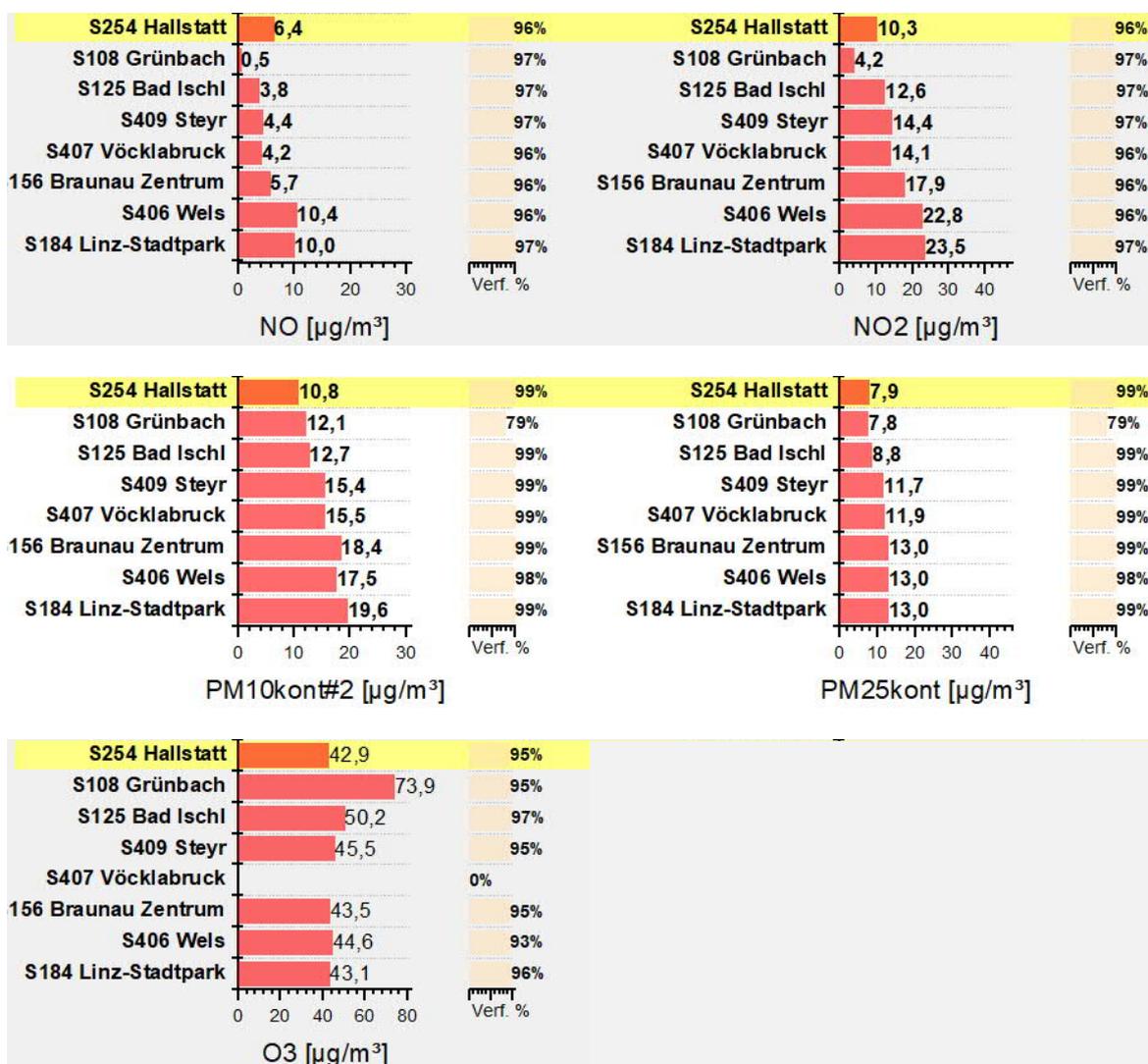


Abbildung 16: Stationsvergleich der Mittelwerte



## Wochentagesgang S254, Hallstatt

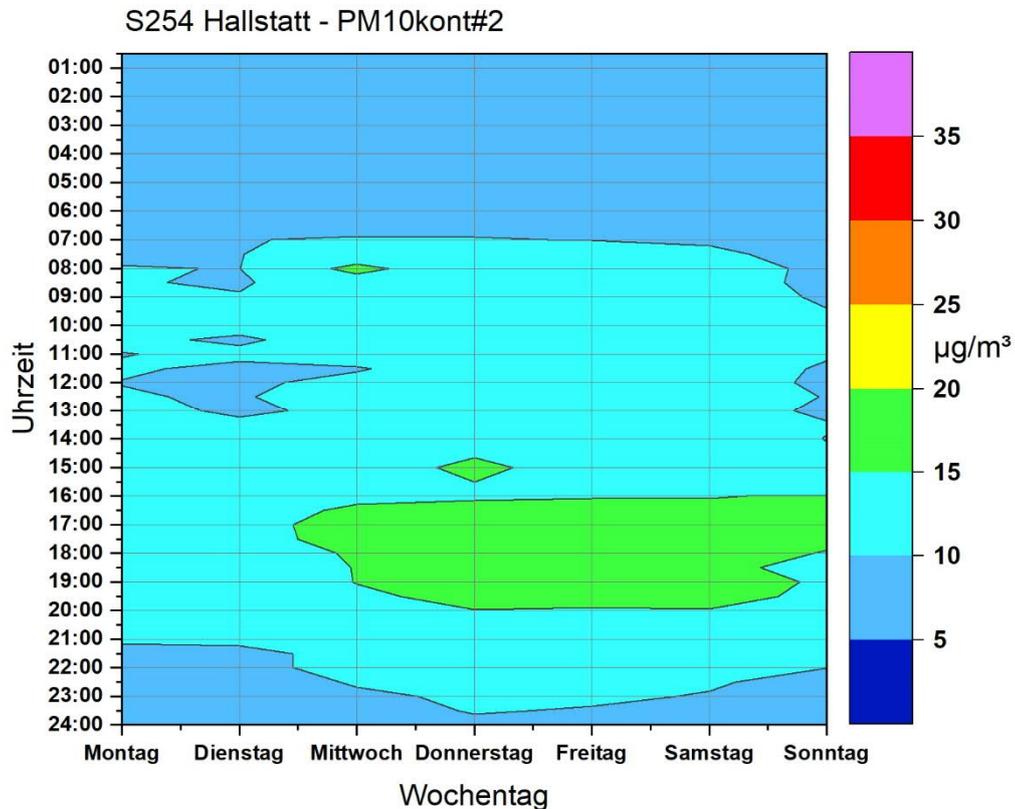


Abbildung 17: Wochentagesgang Feinstaub (PM10) S254, Hallstatt

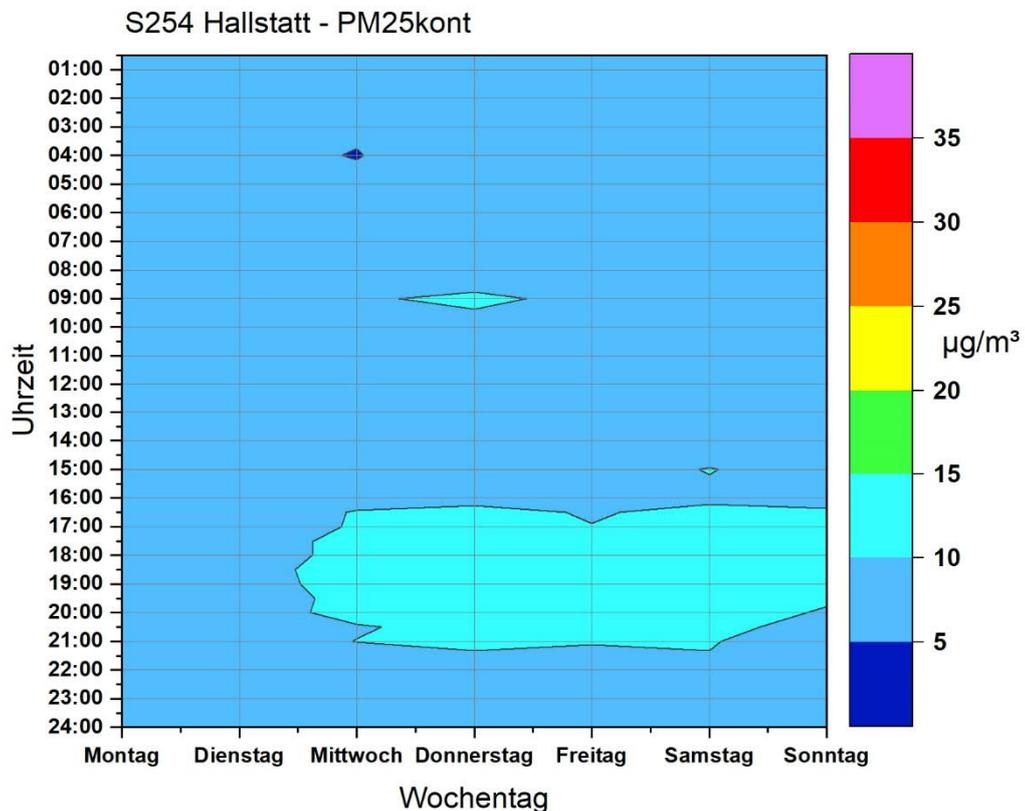


Abbildung 18: Wochentagesgang Feinstaub (PM2.5) S254, Hallstatt

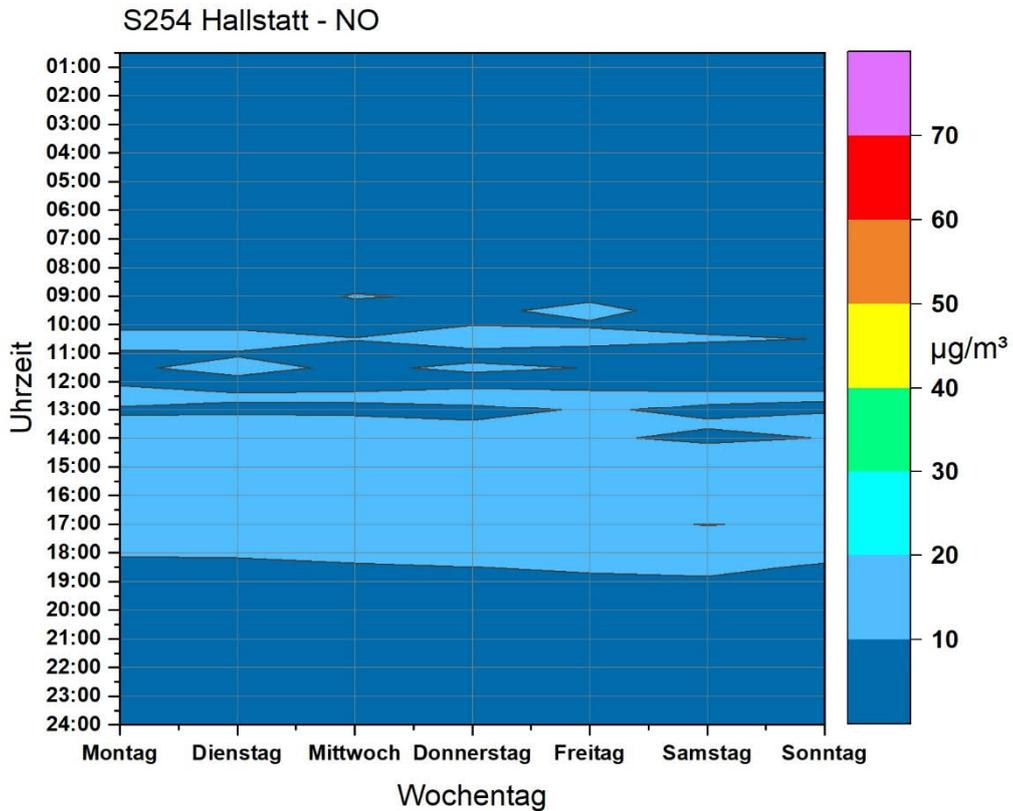


Abbildung 19: Wochentagesgang Stickstoffmonoxid (NO) S254, Hallstatt

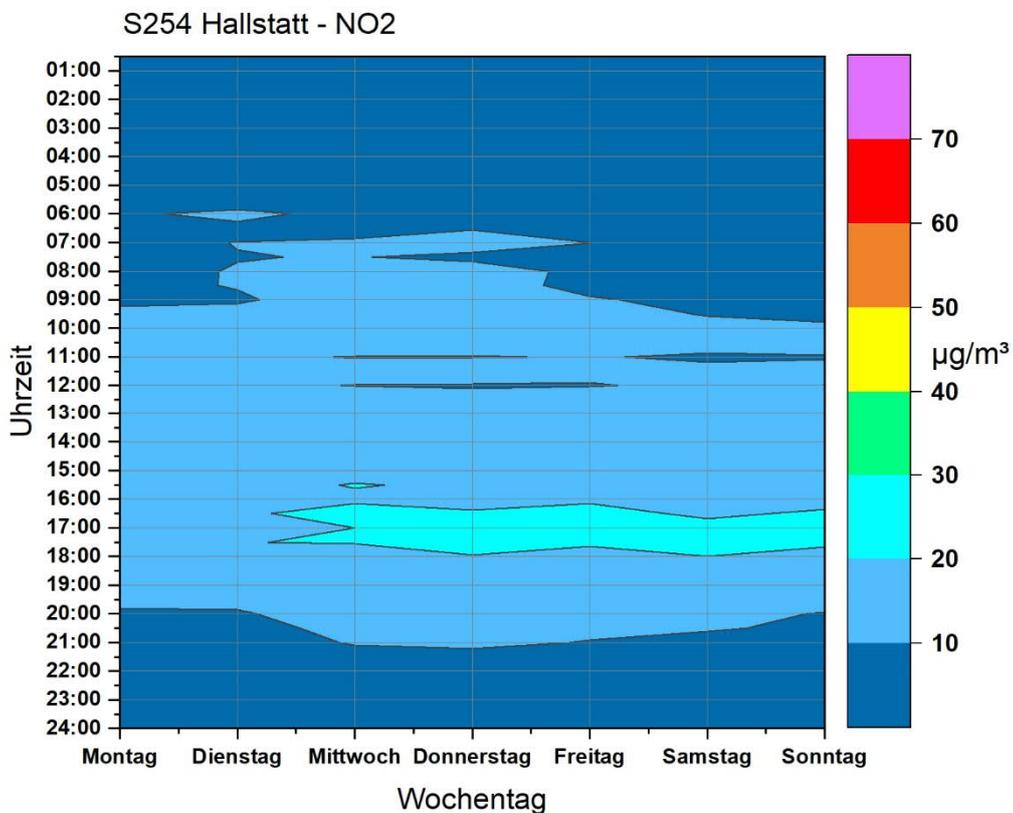


Abbildung 20: Wochentagesgang NO2 S254, Hallstatt

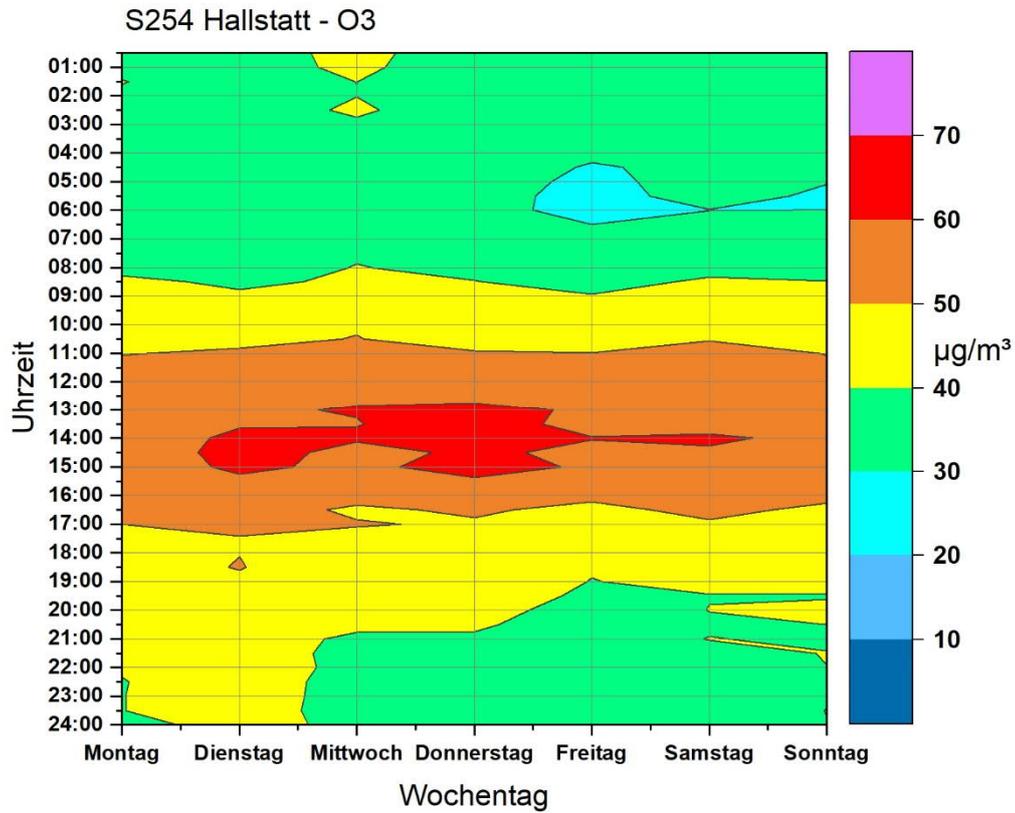


Abbildung 21: Wochentagesgang Ozon (O3) S254, Hallstatt



## Windabhängige Auswertungen S254, Hallstatt

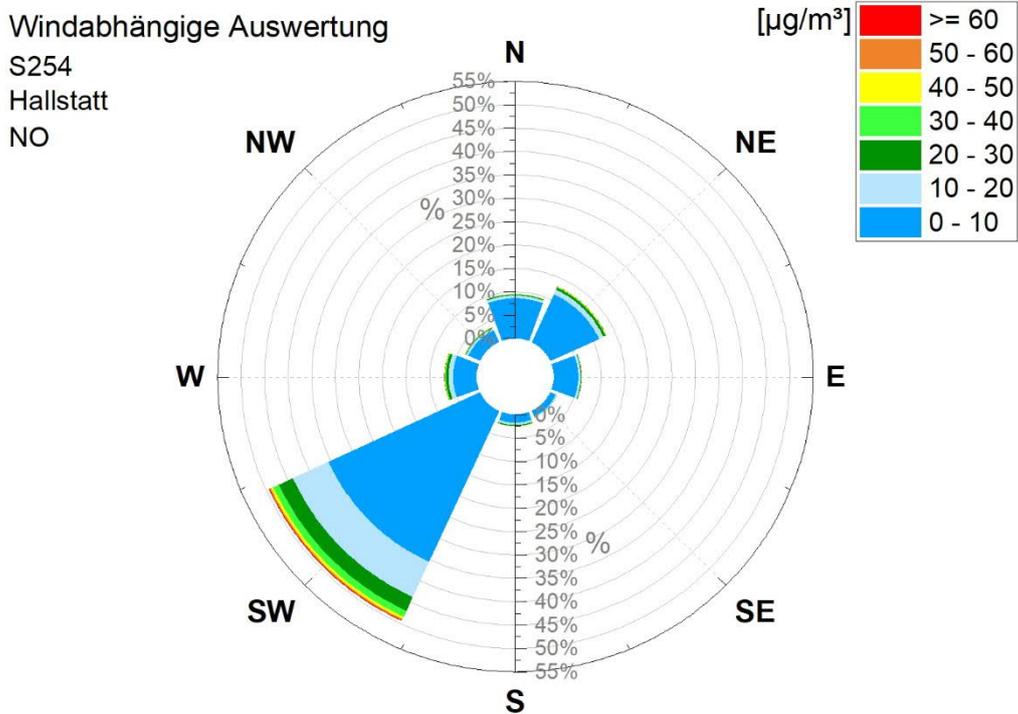


Abbildung 22: Windabhängige Auswertung Stickstoffmonoxid (NO) S254, Hallstatt

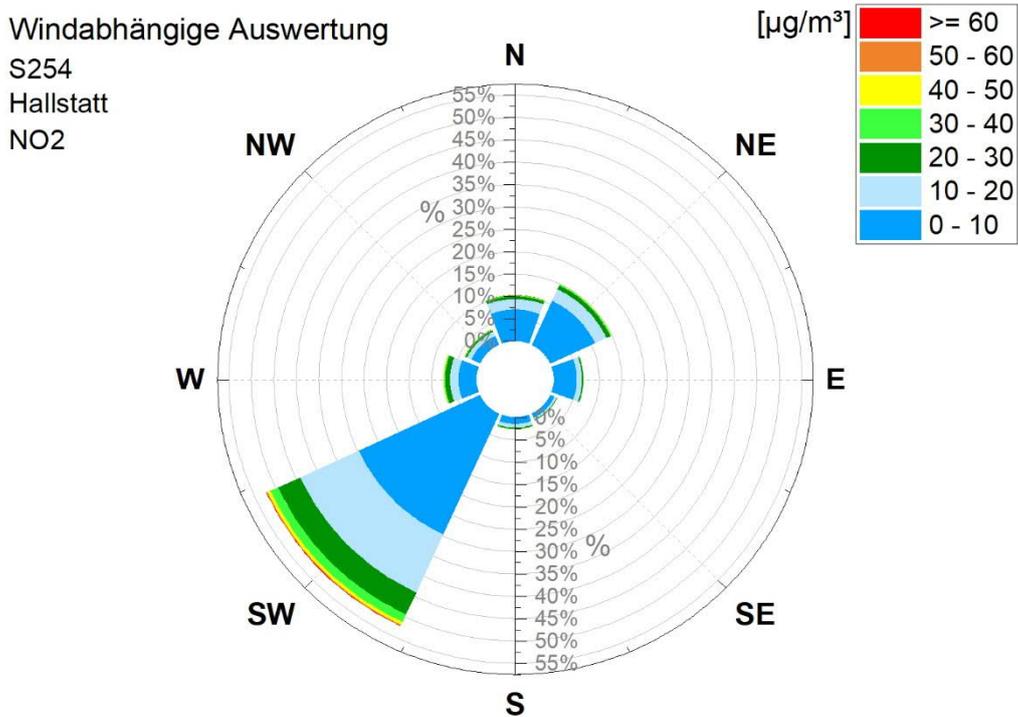


Abbildung 23: Windabhängige Auswertung Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) S254, Hallstatt

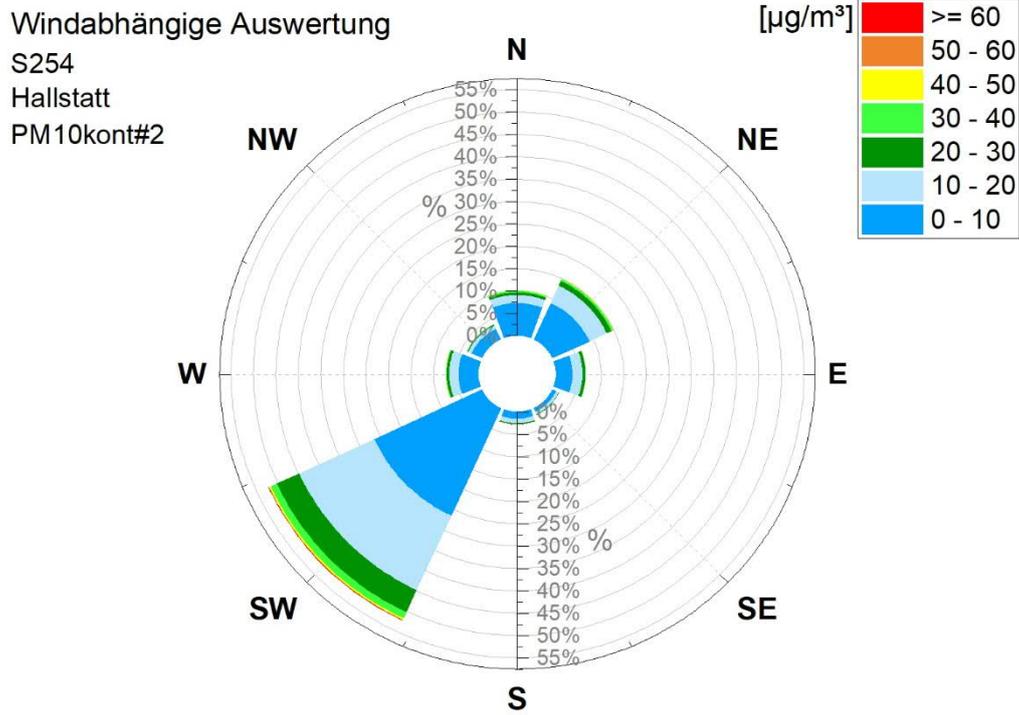


Abbildung 24: Windabhängige Feinstaub (PM10) S254, Hallstatt

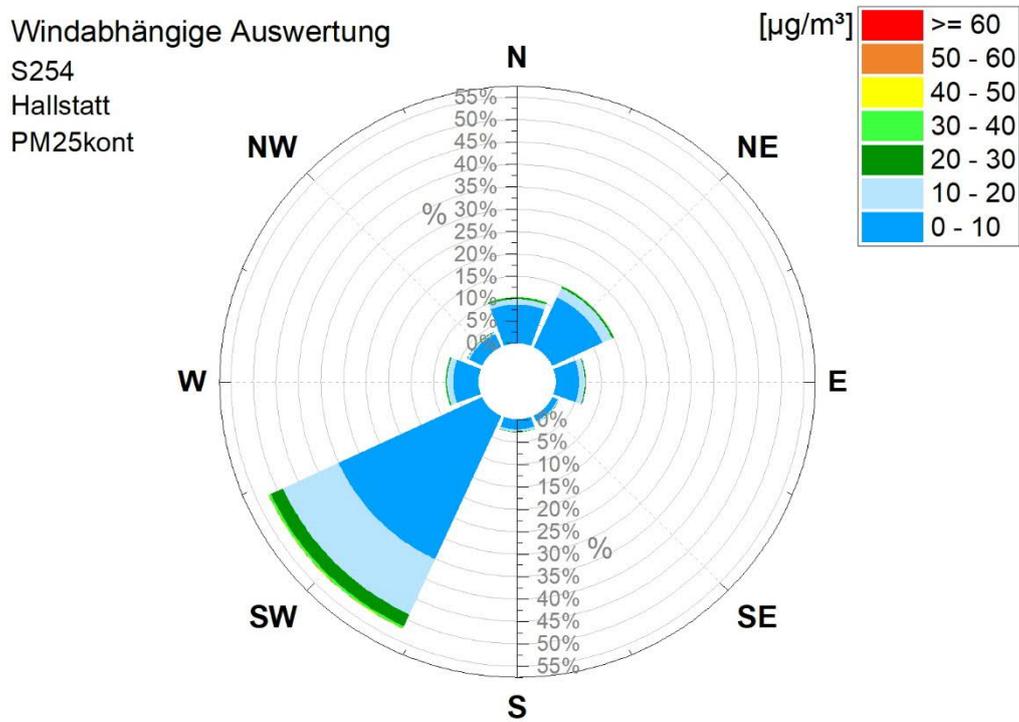


Abbildung 25: Windabhängige Auswertung Feinstaub (PM2.5) S254, Hallstatt

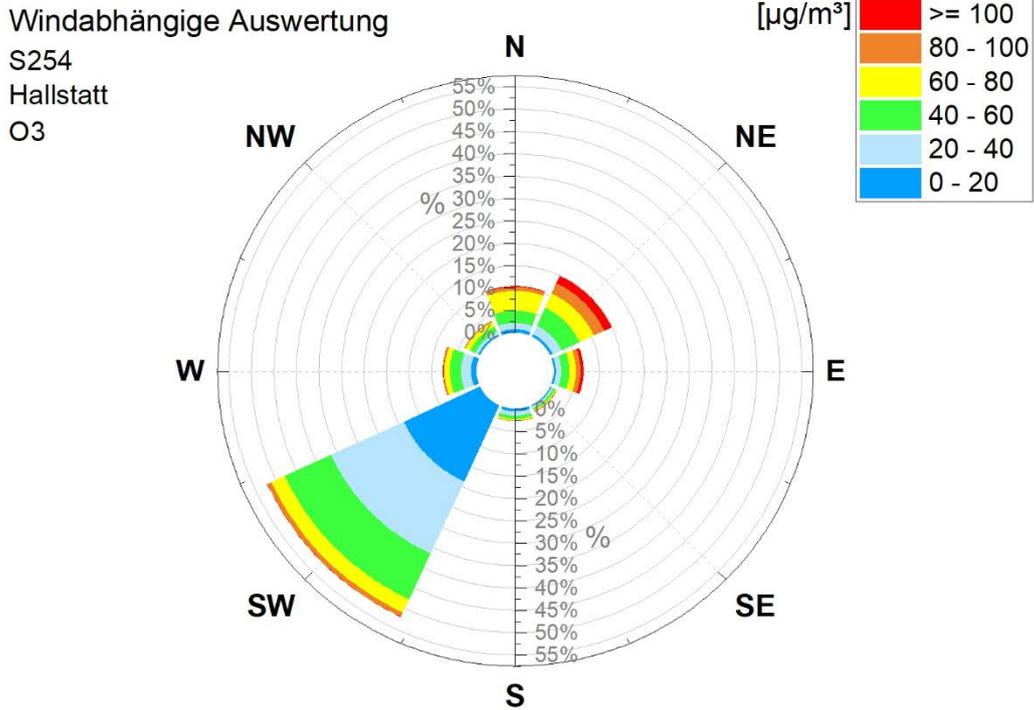


Abbildung 26: Windabhängige Auswertung Ozon (O<sub>3</sub>) S254, Hallstatt

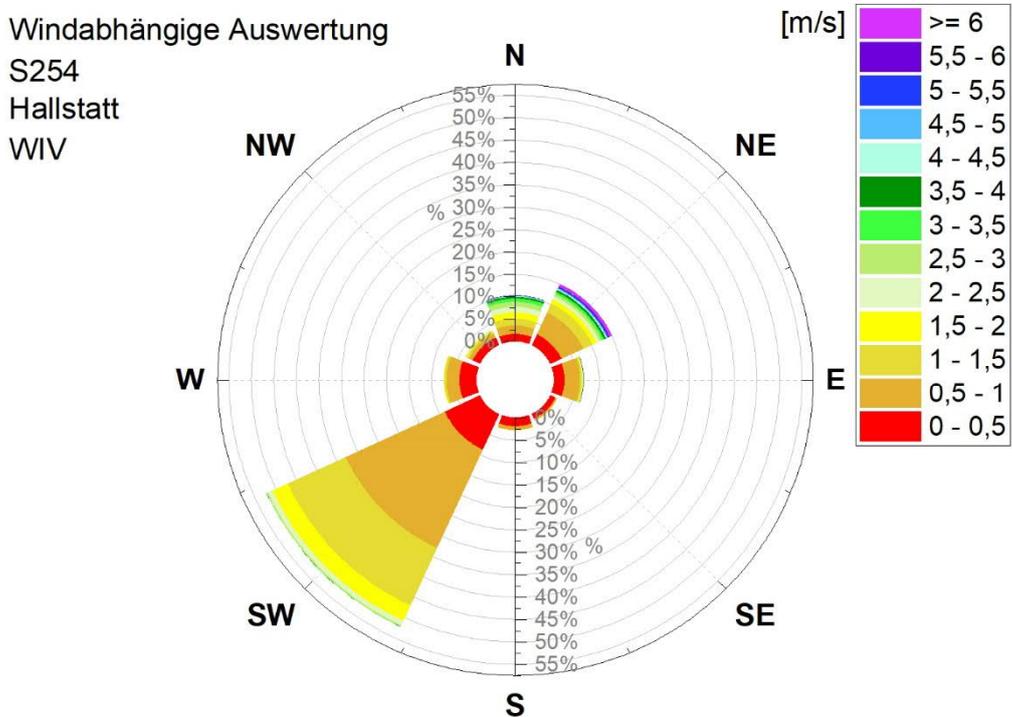


Abbildung 27: Windabhängige Auswertung Windgeschwindigkeit (WIV) S254, Hallstatt



## Ausbreitungsberechnung

Für eine flächendeckende Darstellung der Immissionen im Untersuchungsgebiet *Hallstatt/Kernmagazinplatz* wurde zusätzlich eine Ausbreitungsrechnung mit dem Modellsystem GRAMM/GRAL, welches von der Technischen Universität Graz, Inst. f. VKM u. THD entwickelt wurde, durchgeführt [1].

### Strömungsmodellierung mit GRAMM (Windfeldsimulation)

Zur Berechnung der räumlichen Schadstoffausbreitung werden dreidimensionale Strömungsfelder benötigt. Diese wurden mit Hilfe des prognostischen Windfeldmodells GRAMM berechnet. Prognostische Windfeldmodelle haben gegenüber diagnostischen Windfeldmodellen den Vorteil, dass neben der Erhaltungsgleichung für Masse auch jene für Impuls und Enthalpie in einem Euler'schen Gitter gelöst werden. Damit können dynamische Umströmungen von Hindernissen in der Regel besser simuliert werden.

Mit dem Modell GRAMM wurden für ein Gebiet mit einer Größe von 8,4 x 6,6 km die Windverhältnisse für den Zeitraum der Messung (11/2018 – 11/2019) simuliert und anschließend mit den Windmessdaten der mobilen Messstation *S254 Hallstatt* abgeglichen.

### Schadstoffausbreitung mit GRAL

Die Ausbreitung von Luftschadstoffen wird durch räumliche Strömungs- und Turbulenzvorgänge bestimmt. Diese sind für bodennahe Quellen neben den allgemeinen meteorologischen Bedingungen auch von der Geländestruktur, von Verbauungen und von unterschiedlichen Bodennutzungen abhängig. Um die Einflüsse möglichst gut zu erfassen, wurde das Lagrange'sche Partikelmodell GRAL zur Feststellung der Zusatzbelastung der Immission verwendet. Für die Bestimmung von Immissionskonzentrationen wurde in einem festgelegten Gitter zu jedem Zeitpunkt die Anzahl an Teilchen in jedem Gittervolumen ermittelt und über die Zeit integriert. Da erfahrungsgemäß die vertikalen Konzentrationsgradienten höher sind als die horizontalen, wurde ein Auszählgitter verwendet, dessen horizontale Abmessung 5 m und in der Vertikale 2 m beträgt. Damit werden die räumlichen Gradienten der Konzentration genügend genau erfasst und statistische Unsicherheiten vermieden. Betrachtet wurde ein Untersuchungsgebiet von 1.000 x 1.000 m. Die Auswertehöhe wurde auf 3m über Grund gesetzt.

### Emissionsdaten

Für die Emissionsberechnung des Straßenverkehrs wurde auf die Verkehrszahlen und die Emissionsfaktoren aus dem Emissionskataster OÖ zurückgegriffen. In der Abbildung 28 und der Abbildung 29 sind die NO<sub>x</sub> und PM<sub>10</sub>-Emissionen des Straßenverkehrs dargestellt. Das relevante Straßennetz wurde als Linienquelle modelliert bzw. die Emissionen, welche im Tunnel auftreten, am Tunnelportal verortet. Der Busverkehr am Kernmagazinplatz wurde extra ausgewiesen, da für diesen von der Gemeinde Hallstatt eine genaue Anzahl der verkehrenden Busse im Betrachtungszeitraum und auf Monatsbasis zur Verfügung gestellt wurden. Zusätzlich wurden die Emissionen des Hausbrandes als eigene Emissionsquelle modelliert - in der Abbildung aufgrund der Flächendeckung aber nicht separat ausgewiesen. Die Gesamtheit dieser Emissionsquellen diente folglich als Eingangsdaten für die Ausbreitungsrechnungen.

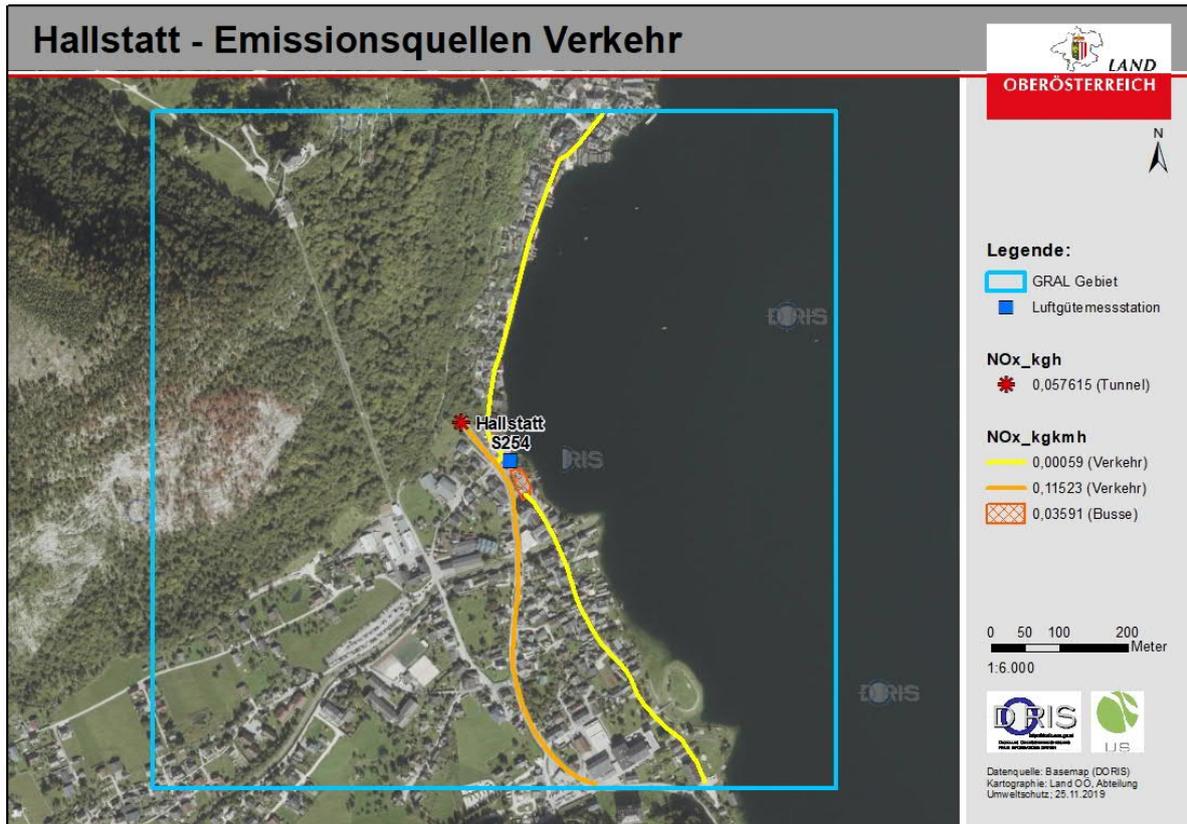


Abbildung 28: NO<sub>x</sub>-Emissionen aufgrund des Straßenverkehrs

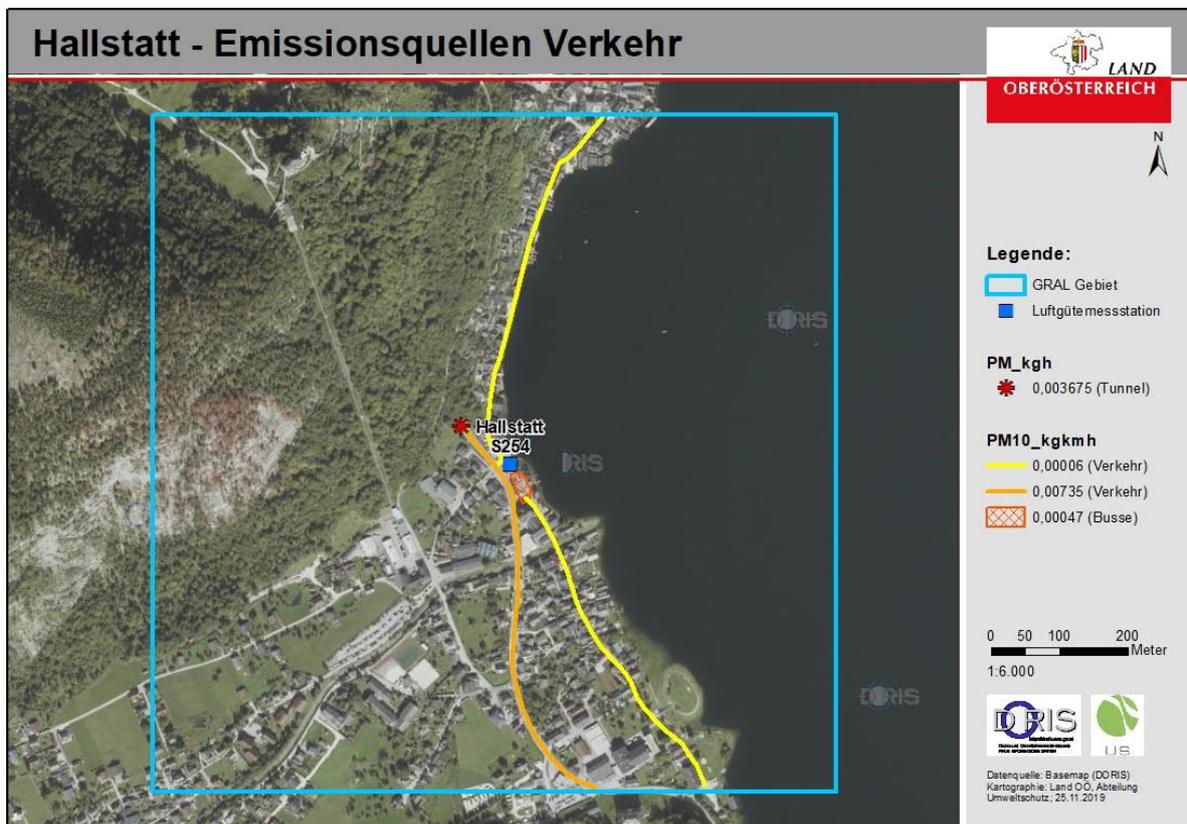


Abbildung 29: PM10-Emissionen aufgrund des Straßenverkehrs

## Simulierte Konzentrationen für NO<sub>x</sub>/NO<sub>2</sub>

Das Ergebnis der Ausbreitungsrechnung für die jährliche Zusatzbelastung an NO<sub>x</sub> durch den Straßenverkehr und den Hausbrand im Untersuchungsgebiet ist in der Abbildung 30 dargestellt.

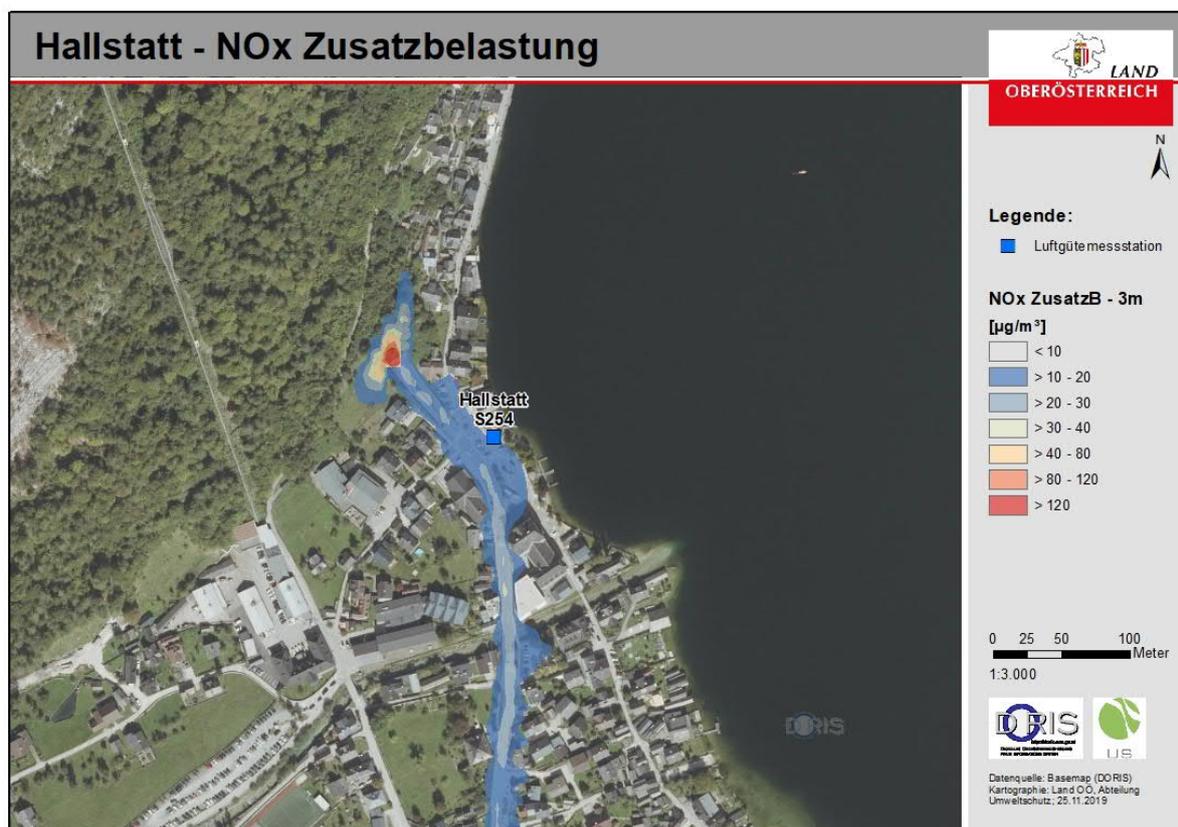


Abbildung 30: Simulierte NO<sub>x</sub>-Immissionen aufgrund des Straßenverkehrs und des Hausbrandes

Für die Darstellung der gesamten NO<sub>x</sub>-Konzentrationen wurde eine NO<sub>x</sub>-Hintergrundbelastung von 10 µg/m<sup>3</sup> herangezogen. Diese ergibt sich aus dem vorhandenen regionalen Hintergrund.

Als einfaches Verfahren zur Ermittlung der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen aus den NO<sub>x</sub>-Konzentrationen wurde der empirische Ansatz nach Romberg verwendet, der die Zusammenhänge zwischen gemessenen NO<sub>2</sub>-Konzentrationen und gemessenen NO<sub>x</sub>-Konzentrationen für statistische Konzentrationswerte zeigt. Daraus ergibt sich die dargestellte NO<sub>x</sub>/NO<sub>2</sub>-Umwandlungsfunktion (

Formel 1), mit welcher folglich die Gesamtkonzentration an NO<sub>2</sub> (Zusatz- und Hintergrundbelastung) berechnet wurde. Da grundsätzlich die Umwandlungsraten regional unterschiedlich sein können, wurde für den gegebenen Fall der Parameter a auf 34 als Ergebnis der Messwerte der mobilen Station *Hallstatt S254* angepasst.

$$NO_{2,JMW} = NO_{x,JMW} * \left[ \frac{34}{NO_{x,JMW} + 65} + 0,135 \right]$$

Formel 1: Empirischer Ansatz für die NO<sub>2</sub>-Umwandlung

Das Ergebnis für die berechneten NO<sub>2</sub>-Konzentrationen ist der Abbildung 31 zu entnehmen. An der Messstation Hallstatt S254 wurde ein NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert von 10,4 µg/m<sup>3</sup> modelliert, was den gemessenen Wert von 10,3 µg/m<sup>3</sup> sehr gut wiedergibt. Der Grenzwert von 35 µg/m<sup>3</sup> (inklusive 5 µg/m<sup>3</sup> Toleranzmarge) wird im gesamten Untersuchungsgebiet – mit der Ausnahme des Tunnelportals - eingehalten. Folglich wird in diesem Gebiet auch der EU-Grenzwert von 40 µg/m<sup>3</sup> eingehalten.



Abbildung 31: Simulierte NO<sub>2</sub>-Immissionen in 3 m über Grund (Gesamtbelastung mit Straßenverkehr + Hausbrand + Hintergrund)

## Simulierte Konzentrationen für PM<sub>10</sub>

Das Ergebnis der Ausbreitungsrechnung für den Jahresmittelwert an PM<sub>10</sub> ist in der Abbildung 32 dargestellt. An der Messstation Hallstatt S254 wurde für PM<sub>10</sub> ein jährliches Mittel von 11,1 µg/m<sup>3</sup> modelliert, was auch dem gemessenen Wert von 10,9 µg/m<sup>3</sup> gut entspricht. Der Grenzwert von 40 µg/m<sup>3</sup> wird im gesamten Untersuchungsgebiet nicht überschritten – mit der Ausnahme direkt am Tunnelportal.



Abbildung 32: Simulierte PM<sub>10</sub>-Immissionen in 3 m über Grund (Gesamtbelastung mit Straßenverkehr + Hausbrand + Hintergrund)

## Literatur

- [1] Land Steiermark (2017): Documentation of the Lagrangian Particle Model GRAL (Graz Lagrangian Model) Vs. 17.9;  
<http://www.umwelt.steiermark.at/cms/beitrag/11023486/19222537/>



## Legende

HMW, TMW, MMW, JMW	Halbstundenmittelwert, Tages-, Monats-, Jahresmittelwert
MW1, MW3, MW8.....	1-Stunden-Mittelwert, 3- bzw. 8-Stunden-Mittelwert
HMAXM, TMAXM, M1MAXM	Maximaler HMW, TMW oder MW1 des Monats
HMINM, TMINM .....	minimaler HMW bzw. TMW
BOEMAX .....	maximaler Böe des Monats
98%-Wert, 95%-Wert ....	98-Perzentilwert = 98% aller Einzelwerte des Messwertkollektivs sind kleiner als dieser Wert; wird bei gasförmigen Schadstoffen aus HMWs, bei Staub aus den TMWs berechnet; 95-Perzentil analog
MPER97 .....	97,5-Perzentilwert des Monats
Anz.TMW (HMW) .....	Anzahl der TMWs (HMWs) im angegebenen Zeitraum
µg/m <sup>3</sup> , ug/m3 .....	Mikrogramm pro Kubikmeter
mg/m <sup>3</sup> .....	Milligramm pro Kubikmeter
m/s .....	Meter pro Sekunde
ppm, ppb .....	Parts per Million (Teile pro Million), Parts per Billion (Teile pro Milliarde)
PM10.....	Staub mit einem aerodynamischen Durchmesser unter 10 µm, Konzentration bezogen auf Außentemperatur; Rohwert (Probenahme 40°C)
PM10kont .....	kontinuierlich gemessener PM10-Wert mit einem Standortfaktor korrigiert für bei 40°C flüchtige Substanzen
PM10g.....	gravimetrische PM10 Feinstaubmessung
NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> .....	Stickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid
NO <sub>x</sub> .....	Stickoxide (NO + NO <sub>2</sub> )
SO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> .....	Schwefeldioxid
H <sub>2</sub> S, H <sub>2</sub> S .....	Schwefelwasserstoff
WIR, HWR .....	Windrichtung, Hauptwindrichtung
WIV .....	Windgeschwindigkeit
GSTR .....	Globalstrahlung
BOE .....	Windböe (maximale WIV, Abtastrate = 2 s)
C (Ca) .....	Calmen (WIV kleiner 0,5 m/s)
TEMP .....	Temperatur
Feuchte (RF).....	Relative Feuchte
IG-L .....	Immissionsschutzgesetz-Luft
Verf.....	Verfügbarkeit der Daten in Prozent
WHO .....	Weltgesundheitsorganisation
ÖAW.....	Österreichische Akademie der Wissenschaften
GE.....	Geruchseinheit (ÖNORM EN! 13725, 2003)

### Umrechnungsfaktoren (bezogen auf 20 Grad C und 1013 hPa)

	Umrechnung von ppm in mg/m <sup>3</sup> (bzw. ppb in µg/m <sup>3</sup> )	Molare Masse g/mol (Molvolumen = 24,0547)
NO	1 ppm = 1,2471 mg/m <sup>3</sup> = 1247,1 µg/m <sup>3</sup>	30,0
NO <sub>2</sub>	1 ppm = 1,9123 mg/m <sup>3</sup> = 1912,3 µg/m <sup>3</sup>	45,0
CO	1 ppm = 1,1640 mg/m <sup>3</sup> = 1640,0 µg/m <sup>3</sup>	28,0



## Datenübertragung und –verarbeitung

Die Stationen zur kontinuierlichen Messung von Luftschadstoffen sind mit Vor-Ort-Rechnern ausgestattet, die die Messgeräte steuern und aus den erfassten Momentanwerten Halbstundenmittelwerte bilden.

Die Halbstundenmittelwerte werden in der Station 20 Tage lang gespeichert, um eventuelle Störungen in der Datenübertragung sicher zu überbrücken. Ferner können Minutenmittelwerte der Schadstoffmessgeräte über mehrere Tage in einem Ringpuffer gehalten und bei Bedarf von der Zentrale abgefragt werden.

Ein Server in der Messnetzzentrale ruft die Halbstundenmittelwerte und die Statusinformationen der mobilen Stationen mehrmals täglich ab.

Die Routinewartung der Stationen und Messgeräte wird in 14-tägigen Intervallen durchgeführt. Bei den Schadstoffmessgeräten erfolgt alle 23h eine automatische Funktionskontrolle durch Aufgabe von Null- und Prüfgas. Eine Umrechnung des Messwerts anhand der Ergebnisse dieser Kontrolle erfolgt nicht. Überschreiten die Null- oder Prüfgaswerte aber die in den einschlägigen ÖNORM EN-Normen gesetzten Schranken, wird der Messwert vorerst ungültig gesetzt und darf erst nach Überprüfung mit einem unabhängigen Standard wieder rückwirkend gültig gesetzt werden. Mindestens 2-mal jährlich wird die Richtigkeit der Messung mittels Kalibrierüberprüfung mit einem unabhängigen Standard überprüft. Die Messgeräte werden je nach Hersteller und Gerätetype, in der Regel alle eineinhalb Jahre, einem Generalservice laut Herstellerangaben unterzogen. In der Messnetzzentrale werden täglich die eingelangten Messdaten gesichtet und auf Plausibilität geprüft. Zu dieser Prüfung werden auch die Kenngrößen der Funktionskontrolle und gegebenenfalls die Minutenmittelwerte herangezogen. Bei unplausiblen Daten muss das Messgerät vor Ort überprüft werden. Je nach Ergebnis werden die Messwerte dann bestätigt oder verworfen. Am Monatsende erfolgt eine weitere Kontrolle, bevor die Daten für die Monatsberichtserstellung freigegeben werden. Die in den Monatsberichten enthaltenen Daten gelten als „vorläufig kontrolliert“. Endkontrolliert sind die Daten, wenn die Ergebnisse in Form dieses Berichtes vorliegen.

