

**Zukünftige Entwicklung der  
Stickoxidimmissionen bei  
Imst im Hinblick auf eine  
Aufhebung des Tempo100-  
Limits auf der A12**

Dr. Jürg Thudium  
Dr. Carine Chélala  
02.10.2020 / 5845.02

Oekoscience AG

Postfach 452  
CH - 7001 Chur

Telefon: +4181 250 3310  
Thudium@oekoscience.ch



# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2. Jahresmittel der Stickoxidimmissionen in Tirol 2002-2019</b>	<b>2</b>
<b>3. Lufthygienische Situation im Winter</b>	<b>8</b>
3.1. Entwicklung der Monatsmittelwerte 2010-2019	8
3.2. Einfluss von hohen Tages- und Halbstundenmitteln auf das Jahresmittel	10
3.3. Meteorologische Aspekte im Winter	15
<b>4. Charakterisierung des Auftretens hoher Halbstundenwerte an NO<sub>2</sub></b>	<b>19</b>
<b>5. Szenarien der künftigen Stickoxidimmissionen bei Imst an der A12</b>	<b>22</b>
5.1. Methodik	22
5.2. Schätzung des zukünftigen Verkehrsaufkommens	23
5.3. Schätzung der zukünftigen Emissionsfaktoren (EFA)	24
5.3.1. Erhebungen und Schätzungen der Euroklassenverteilungen des Schwerverkehrs auf der A12	24
5.3.2. NO <sub>x</sub> -Emissionsfaktoren je Fahrzeugkategorie 2011-2025	26
5.3.3. CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktoren je Fahrzeugkategorie 2011-2025	27
5.4. Ergebnisse der Stickoxidszenarien für Imst A12	28
5.4.1. Jahresmittelwerte	28
5.4.2. Hohe Halbstundenmittelwerte	30
<b>6. Zusammenfassung</b>	<b>34</b>
<b>7. Dokumentation der Szenarienergebnisse</b>	<b>37</b>

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1: Tempo100-Strecke der A12 bei Imst. Blauer Punkt: Messstelle. <i>Kartenquelle: tiris.</i>	1
Abbildung 2.1: NO <sub>x</sub> -Jahresmittelwerte absolut und relativ zum Mittelwert 2010-2012 je Station, 2002-2019, Tiroler Messstationen. 100% = Mittelwert 2010-2012.	3
Abbildung 2.2: NO <sub>2</sub> - Jahresmittelwerte absolut und relativ zum Mittelwert 2010-2012 je Station, 2002-2019, Tiroler Messstationen. 100% = Mittelwert 2010-2012.	4
Abbildung 2.3: NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub> -Jahresmittelwerte, 2002-2019, Tiroler Messstationen.	5
Abbildung 2.4: NO <sub>x</sub> -Jahresmittelwerte absolut und relativ zum Mittelwert 2010-2012 je Station, 2002-2019, Autobahnstationen. 100% = Mittelwert 2010-2012.	6
Abbildung 2.5: NO <sub>2</sub> - Jahresmittelwerte absolut und relativ zum Mittelwert 2010-2012 je Station, 2002-2019, Autobahnstationen. 100% = Mittelwert 2010-2012.	7
Abbildung 3.1: NO <sub>2</sub> -Monatsmittewerte Imst A12, 2010-2019.	8
Abbildung 3.2: Mittlere prozentuale Änderung der NO <sub>2</sub> -Monatsmittel pro Jahr, 2010-2019.	9
Abbildung 3.3: Jahresmittelwerte (JMW) und Mittelwerte des 'Nicht-Winters' (März-November) für NO <sub>2</sub> (oben) bzw. NO <sub>x</sub> (unten), Imst A12, 2010-2019.	11
Abbildung 3.4: Jährliche Anzahl hoher NO <sub>2</sub> -Halbstundenmittelwerte über der fixen Schwelle von 100 bzw. 120 µg/m <sup>3</sup> , Imst A12, 2010-2019.	11
Abbildung 3.5: Anzahl (oben) und Mittelwert (unten) hoher NO <sub>2</sub> -Tagesmittelwerte und -Halbstundenmittelwerte, Imst A12, 2010-2019. Schwellenwert für hohe Werte gemäß Definition, variierend mit dem Mittelwert 'Nicht-Winter'.	13
Abbildung 3.6: Gewicht (Anteil) der NO <sub>2</sub> -Extremwerte (oben) bzw. NO <sub>x</sub> -Extremwerte (unten) im Jahresmittel, für extreme Tagesmittel ExtTMW und extreme Halbstundenmittel ExtHMW, Imst A12, 2010-2019.	14
Abbildung 3.7: Häufigkeit von Windrichtungen (Windrosen) und mittlere NO <sub>2</sub> -Konzentration je Windrichtung, Imst A12, Dezember 2016 und Januar 2017 (hohe NO <sub>2</sub> -Immissionen).	16
Abbildung 3.8: Häufigkeit von Windrichtungen (Windrosen) und mittlere NO <sub>2</sub> -Konzentration je Windrichtung, Imst A12, Dezember 2016 und Januar 2017 (tiefe NO <sub>2</sub> -Immissionen).	17

Abbildung 3.9: NO <sub>2</sub> -Monatsmittel im Dezember für Imst A12, 2010-2019 mit Trendlinie (links). Abweichung der NO <sub>2</sub> -Monatsmittel von der Trendlinie und Inversionshäufigkeit im Imster Becken, 2010-2019 (rechts).	18
Abbildung 3.10: Korrelation zwischen der Abweichung der NO <sub>2</sub> -Monatsmittel bei Imst A12 von der Trendlinie und der Inversionshäufigkeit im Imster Becken, Dezember 2010-2019.	18
Abbildung 4.1: Anzahl HMW>200 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub> bzw. Anzahl Tage mit mindestens 1 HMW>200 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub> (links), Anzahl HMW>180 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub> bzw. Anzahl Tage mit mindestens 1 HMW>180 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub> (rechts), je Jahr 2010-2019, Imst A12.	19
Abbildung 4.2: NO <sub>2</sub> -Schwellenwertüberschreitungen in Summe von 2010-2019 bzgl. 200 µg/m <sup>3</sup> bzw. 180 µg/m <sup>3</sup> je Monat (oben), je Tageszeit (Mitte) und je Wochentag (unten), Imst A12.	20
Abbildung 5.1: Geschätzte Verkehrsentwicklung auf der A12 bei Imst 2020-2025 aufgrund der Entwicklung 2016-2019. <i>Quelle der Verkehrsdaten: Asfinag.</i>	23
Abbildung 5.2: Euroklassenverteilung des Schwerverkehrs auf der A12 bei Vomp (verwendet auch für die A12 bei Imst), Asfinag-Erhebung 2014-2017, prognostizierte Fortführung 2018-2025.	25
Abbildung 5.3: NO <sub>x</sub> -Emissionsfaktoren je Fahrzeugkategorie 2011-2025, HBEFA4.1 für Autobahn Österreich, 112 km/h beim Leichtverkehr, Land, flüssig, keine Längsneigung (beim Schwerverkehr Euroklassenverteilungen auf Basis Mauterhebung Asfinag auf der A12).	26
Abbildung 5.4: CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktoren je Fahrzeugkategorie 2011-2025 gem. HBEFA4.1 für Autobahn Österreich, 112 km/h beim Leichtverkehr, Land, flüssig, keine Längsneigung, relativ zu 2011, (beim Schwerverkehr Euroklassenverteilungen auf Basis Mauterhebung Asfinag auf der A12).	27
Abbildung 5.5: Ergebnisse der Stickoxidszenarien für NO <sub>2</sub> (oben) bzw. NO <sub>x</sub> (unten), Imst A12, 2020-2025 mit Messwerten 2008-2019.	29
Abbildung 5.6: NO <sub>2</sub> -Kennzahlen Jahresmittel, 95%- und 99%-Wert sowie Maximum der HMW bei Imst A12: Messungen 2010-2019; Szenarium 'Tempo130 permanent mit Basis 2013/14' 2020-2025. GW HMW: Grenzwert der HMW nach IG-L.	31
Abbildung 5.7: Anzahl HMW>200 µg/m <sup>3</sup> bei Imst A12 je Jahr: Messungen 2010-2019; Szenarium 'Tempo130 permanent mit Basis 2013/14' (A) und Szenarium 'Tempo130 permanent mit Basis 2011/12' (B), 2020-2025.	32

# 1. Einleitung

Auf der A12 zwischen Imst und Landeck (s. Kartenausschnitt) galt vom Frühjahr 2009 bis November 2014 ein flexibles Tempo100, danach ein permanentes, welches aktuell immer noch in Kraft ist. Seit 2013 ist der EU-Grenzwert für das NO<sub>2</sub>-Jahresmittel von 40 µg/m<sup>3</sup> nicht mehr erreicht worden, im 2018 betrug das Jahresmittel noch 32 µg/m<sup>3</sup>, im 2019 29 µg/m<sup>3</sup>. Allerdings waren die letzten Winter lufthygienisch relativ günstig. Beim Land Tirol stellt sich die Frage, ob das Tempo100-Limit aufgehoben werden könnte. In den letzten drei Jahren des flexiblen Tempo100-Limits betrug der Unterschied zwischen permanentem 'Tempo100' und permanentem 'Tempo130/110' 3.4 bis 4.0 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub>. Mit einem solchen Wiederanstieg wäre bei Aufhebung des Tempo100-Limits zu rechnen.

Mit der hier angebotenen Studie wird eine Abschätzung zur zukünftigen Entwicklung der Stickoxidimmissionen bei Imst im Bereich der A12 bis 2025 gemacht. Das Land kann dann über eine allfällige Aufhebung entscheiden.



Abbildung 1.1: Tempo100-Strecke der A12 bei Imst. Blauer Punkt: Messstelle. Kartenquelle: tiris.

## 2. Jahresmittel der Stickoxidimmissionen in Tirol 2002-2019

Dieses Kapitel zeigt die Entwicklung der Stickoxidimmissionen (Gesamtstickoxide NO<sub>x</sub> und Stickstoffdioxid NO<sub>2</sub>) in Tirol seit 2002 auf, um die Situation in Imst einschätzen zu können. Im Folgenden werden die Jahresmittel von NO<sub>x</sub> und NO<sub>2</sub> der Tiroler Messstationen gezeigt, einmal absolut und einmal in Prozent relativ zum Mittel 2010-2012 je Station. Durch die Verwendung von 3 Jahren als Referenz wird eine größere Unabhängigkeit von Zufälligkeiten eines Jahres erreicht.

Verglichen mit dem Durchschnitt von 2010-2012 bewegten sich die Jahresmittel 2019 in Tirol bei 50-70% beim NO<sub>x</sub>, bei 70-80% beim NO<sub>2</sub>. Die Abnahme beim NO<sub>2</sub> ist geringer ausgefallen als beim NO<sub>x</sub>, weil der Anteil direkt emittierten NO<sub>2</sub> im Gesamtstickoxid des Abgases in diesem Zeitraum gestiegen ist und weil das geringer konzentrierte NO zu einem größeren Anteil mit Ozon zu NO<sub>2</sub> konvertiert ist.

Die 'Spitzenjahre' 2006, 2011 und 2015 sind vor allem beim NO<sub>x</sub> deutlich zu sehen. Seit 2015 stellt Kundl einen Ausreißer mit auffällig tiefen Werten dar. Im Bericht 'Stickoxidimmissionen und Klima im Tiroler Unterinntal Entwicklung 2010-2016', Oekoscience, Nov. 2016 wurde dies speziell untersucht; die tieferen Werte seit 2015 scheinen plausibel.

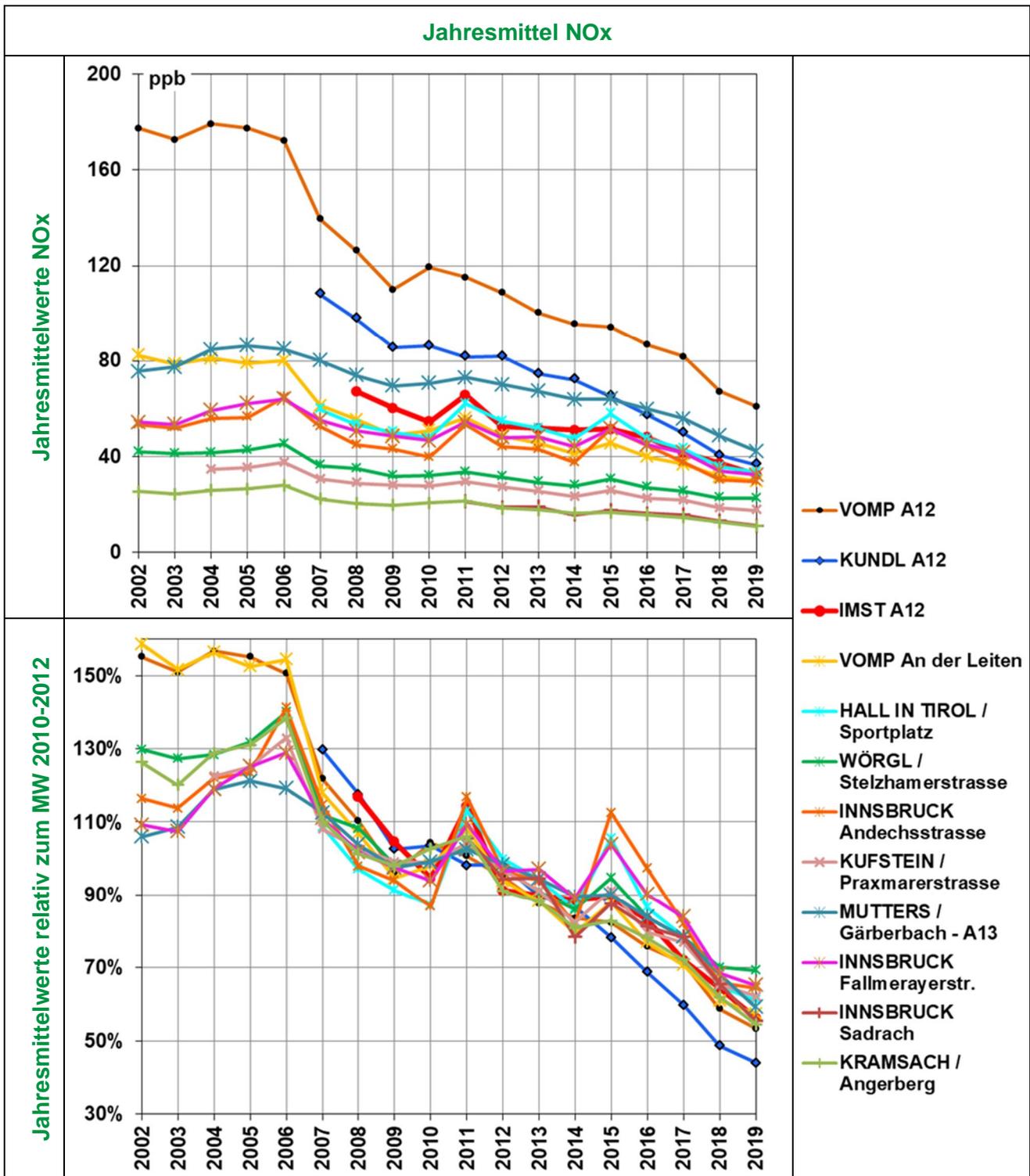


Abbildung 2.1: NOx-Jahresmittelwerte absolut und relativ zum Mittelwert 2010-2012 je Station, 2002-2019, Tiroler Messstationen. 100% = Mittelwert 2010-2012.

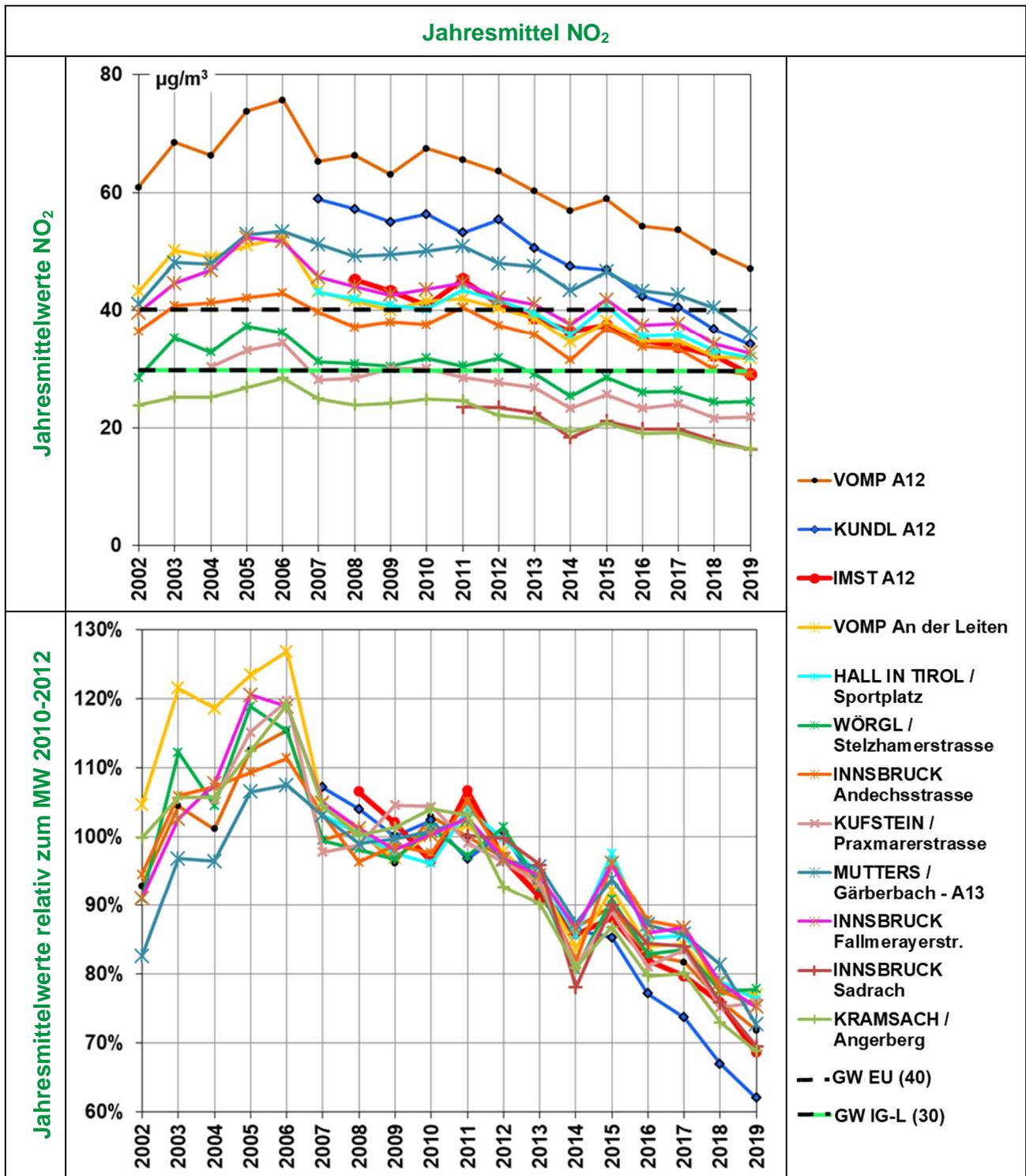


Abbildung 2.2: NO<sub>2</sub>- Jahresmittelwerte absolut und relativ zum Mittelwert 2010-2012 je Station, 2002-2019, Tiroler Messstationen. 100% = Mittelwert 2010-2012.

Das Verhältnis NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> ist über die Jahre überall angewachsen, weil der Anteil von NO<sub>2</sub> an den gesamten Stickoxidemissionen angewachsen ist und weil bei

abnehmendem NO ein größerer prozentualer Anteil in der Luft mit Ozon zu NO<sub>2</sub> konvertiert wird.

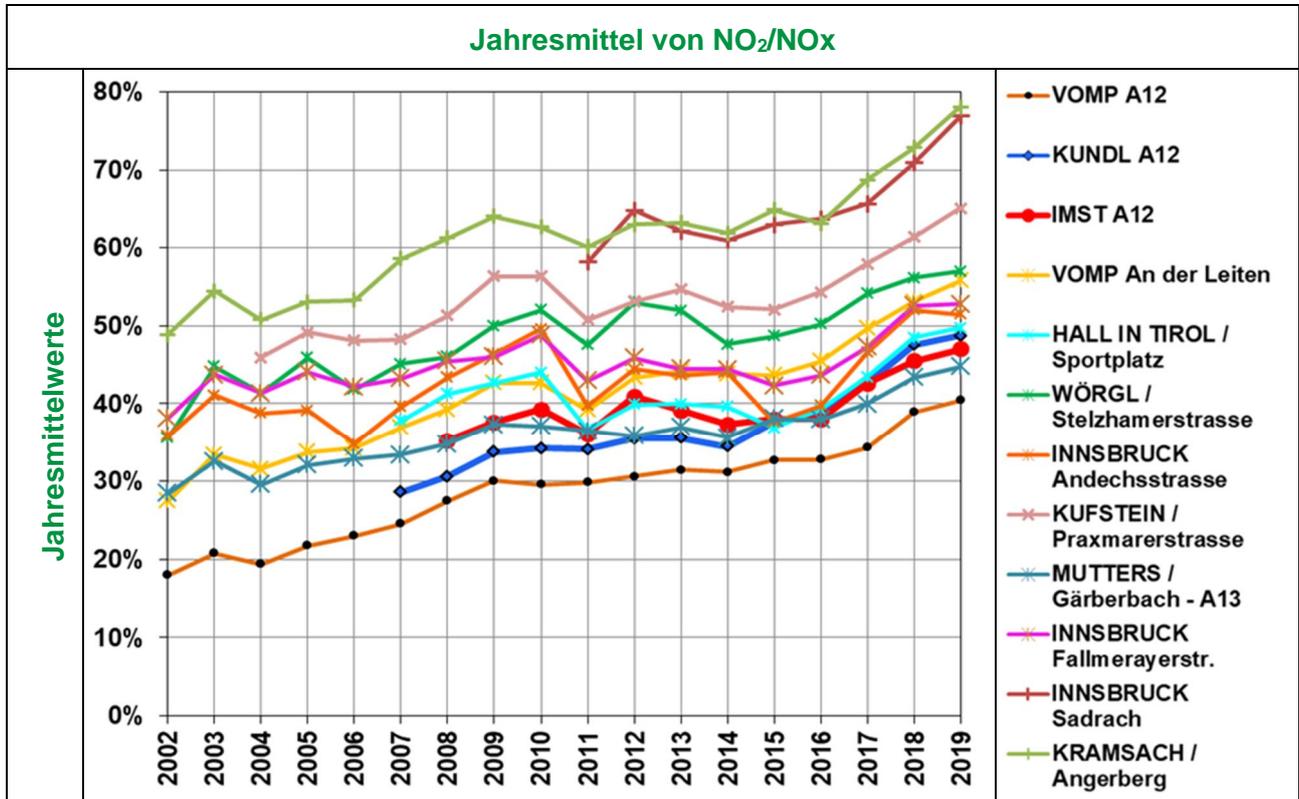


Abbildung 2.3: NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-Jahresmittelwerte, 2002-2019, Tiroler Messstationen.

Die Jahresmittelwerte von NO<sub>x</sub> und NO<sub>2</sub> werden nochmals gezeigt nur für die vier Autobahnstationen Vomp, Kundl, Imst und Mutters.

Imst A12 ist von den vier Stationen die am geringsten belastete. Der relative Verlauf passt gut in das Gesamtbild, es fällt nichts Außergewöhnliches auf.

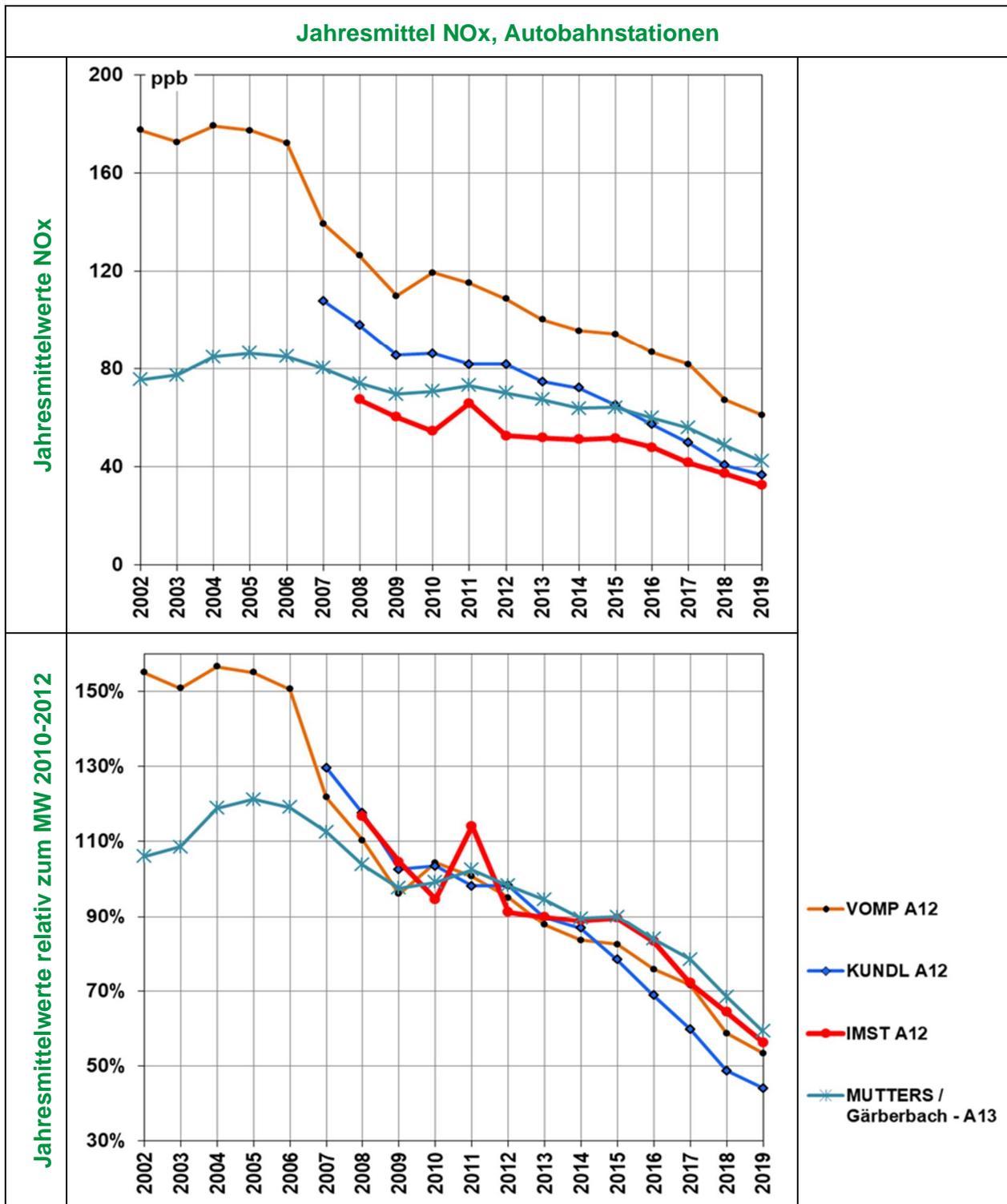


Abbildung 2.4: NOx-Jahresmittelwerte absolut und relativ zum Mittelwert 2010-2012 je Station, 2002-2019, Autobahnstationen. 100% = Mittelwert 2010-2012.

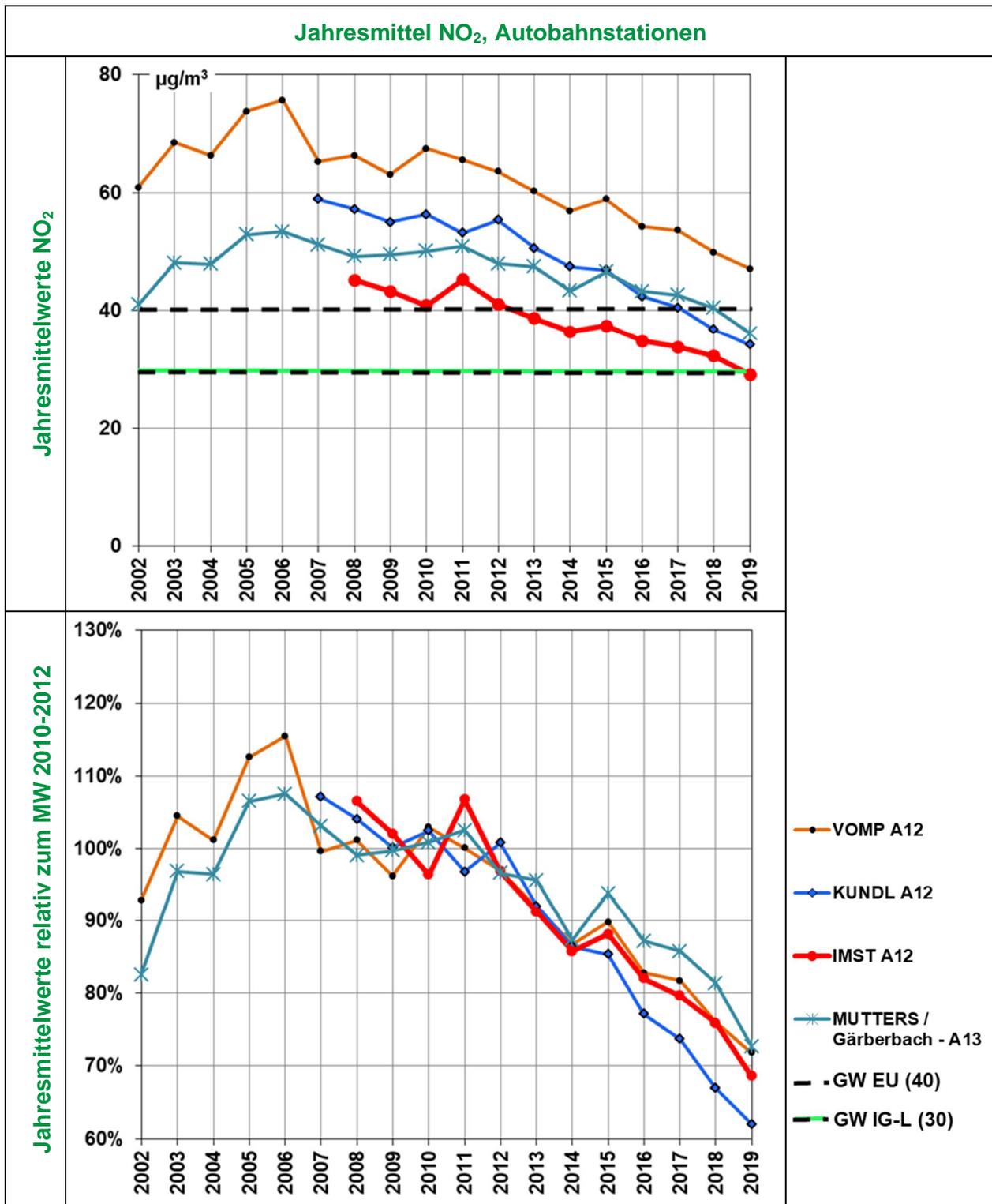


Abbildung 2.5: NO<sub>2</sub>- Jahresmittelwerte absolut und relativ zum Mittelwert 2010-2012 je Station, 2002-2019, Autobahnstationen. 100% = Mittelwert 2010-2012.

### 3. Lufthygienische Situation im Winter

Das Imster Becken weist im Winter zeitweise starke Inversionen auf, die zu schlechten lufthygienischen Bedingungen führen. Im Winter zählt Imst A12 immer wieder zu den am meisten mit NO<sub>2</sub> belasteten Stationen Österreichs, was im Jahresmittel bei weitem nicht der Fall ist. Ein lufthygienisch ungünstiger Winter kann bei Imst aber auch das Jahresmittel spürbar beeinflussen. Dies wurde mit den Untersuchungen dieses Kapitels abgeschätzt.

#### 3.1. Entwicklung der Monatsmittelwerte 2010-2019

Bei der Station Imst A12 fällt auf, dass der Immissionsrückgang beim NO<sub>2</sub> stark von der Jahreszeit abhängt. Im Sommer zeigen die Wertekurven am steilsten nach unten, im Winter sind sie am flachsten. Dies gilt in Näherung für alle drei Monate der betreffenden Jahreszeit.

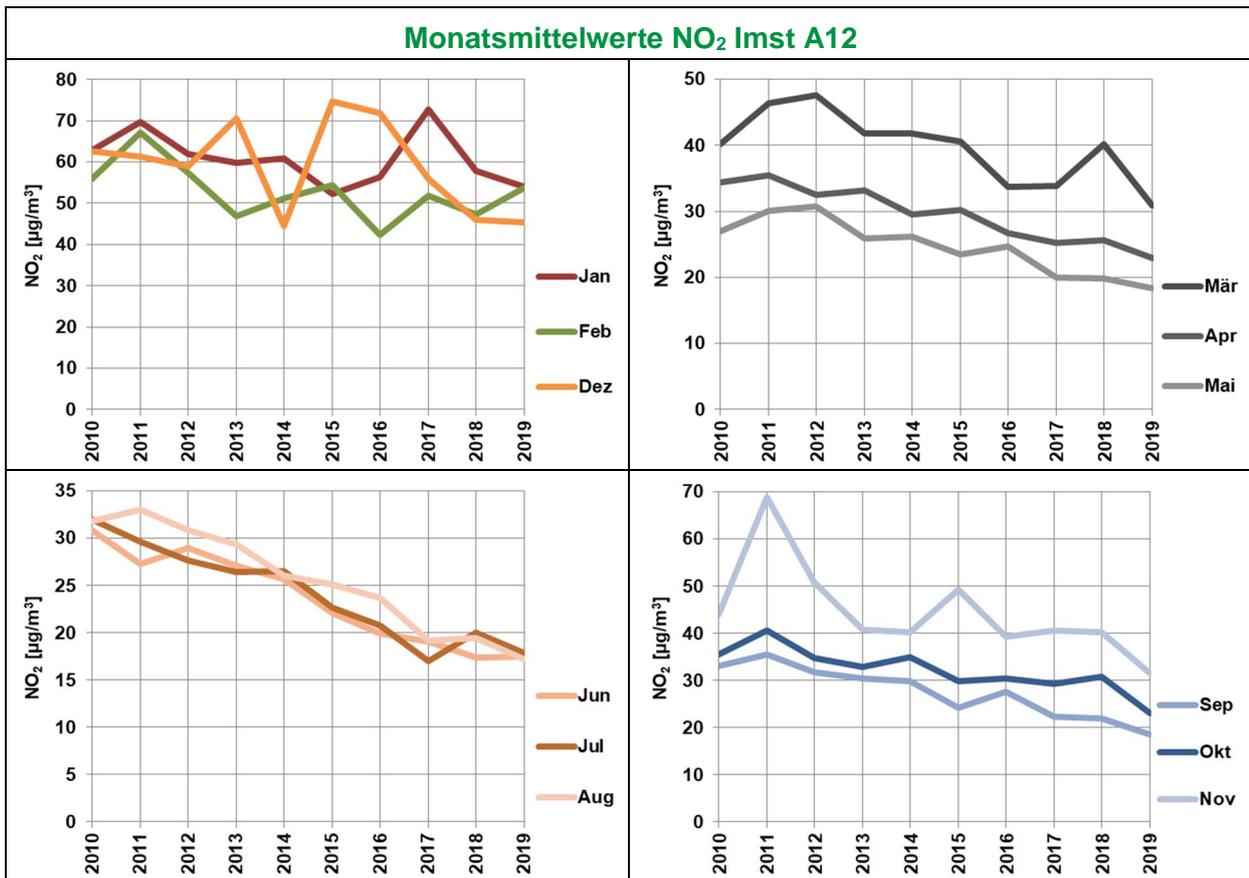


Abbildung 3.1: NO<sub>2</sub>-Monatsmittelwerte Imst A12, 2010-2019.

Aus diesen Monatskurven wurde die *mittlere prozentuale Änderung pro Jahr* je Monat bestimmt (absolute mittlere Änderung pro Jahr dividiert mit dem Episodenmittel der 10 Jahre). Die prozentualen jährlichen Änderungen des NO<sub>2</sub> betragen -6% bis -7% von Juni-September, jedoch nur -1% bis -2.5% im Winter (Dezember bis Februar). Diese großen Unterschiede und darüber hinaus der kontinuierliche Jahresverlauf dieser Änderungen sind schon überraschend. Jedenfalls ist der Einfluss des Winters bzw. von hohen Immissionswerten im Winter auf das Jahresmittel gestiegen. Dazu wurden noch einige Untersuchungen gemacht.

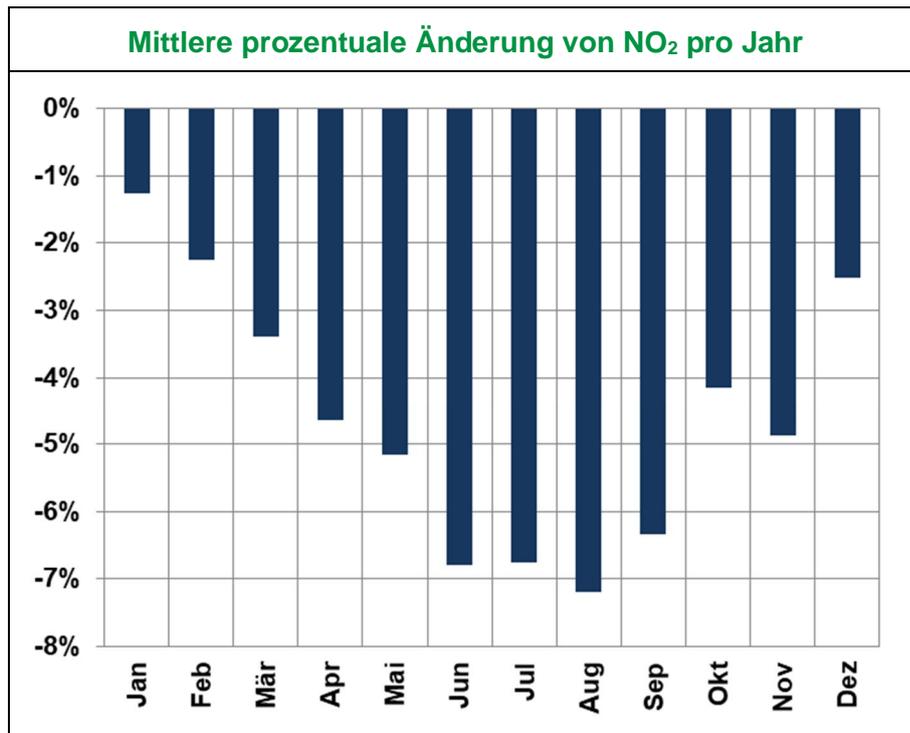
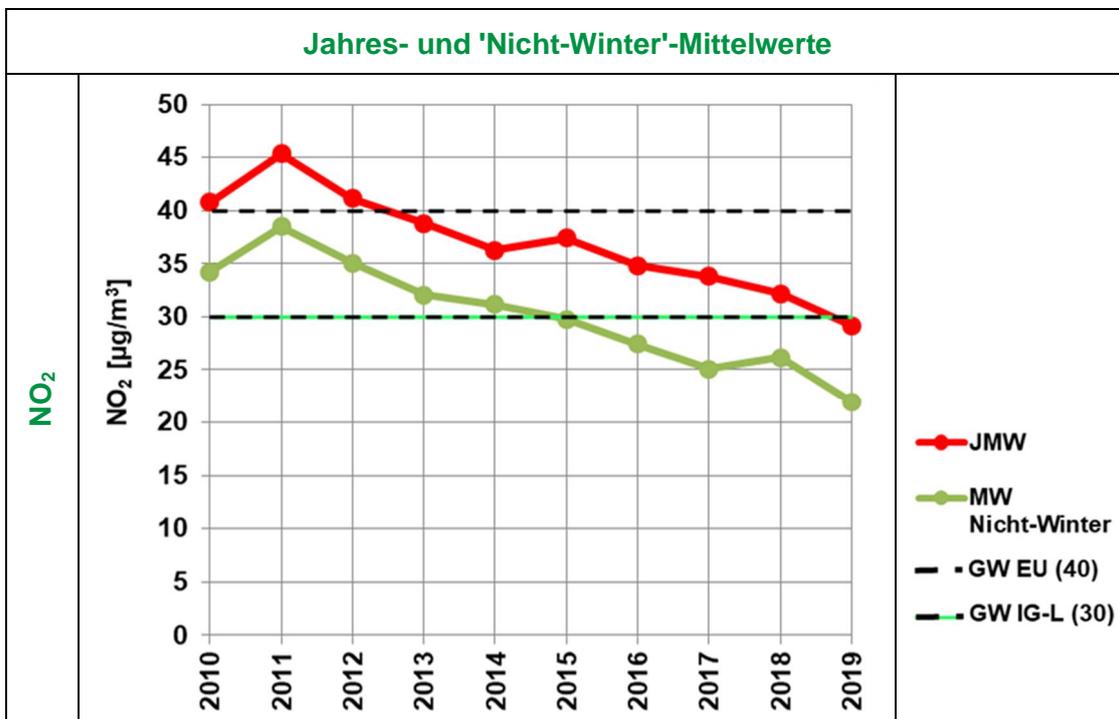


Abbildung 3.2: Mittlere prozentuale Änderung der NO<sub>2</sub>-Monatsmittel pro Jahr, 2010-2019.

Für die Gesamtstickoxide NO<sub>x</sub> ergibt sich ein ähnliches Bild bezüglich des Jahresverlaufs der Änderungen in den letzten 10 Jahren.

### 3.2. Einfluss von hohen Tages- und Halbstundenmitteln auf das Jahresmittel

Hohe Tages- und Halbstundenmittelwerte ereignen sich vor allem im Winter. Um einen davon möglichst unabhängigen Bezug zu haben, welcher dennoch die allgemeine Emissionsentwicklung abbildet, wurden die jährlichen 'Nicht-Winter'-Mittelwerte für den Zeitraum März-November gebildet. Diese Mittelwerte liegen ein Stück unter den Jahresmittelwerten; zwischen den beiden Mittelwerten besteht grundsätzlich ein Gleichlauf, moduliert durch spezielle Wetterereignisse



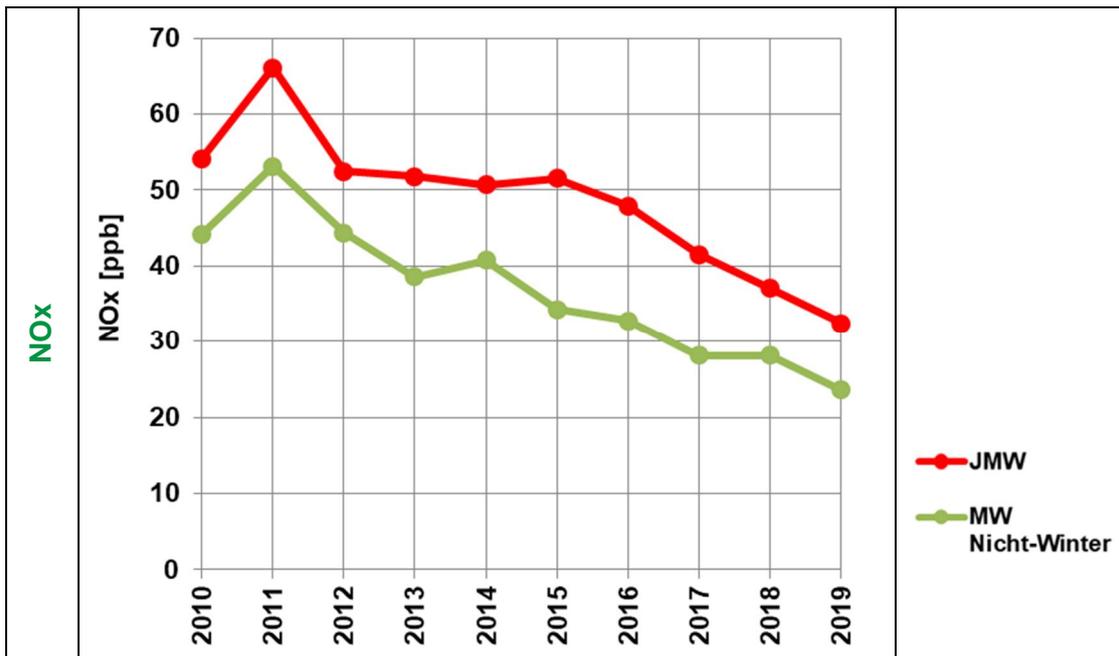


Abbildung 3.3: Jahresmittelwerte (JMW) und Mittelwerte des 'Nicht-Winters' (März-November) für NO<sub>2</sub> (oben) bzw. NO<sub>x</sub> (unten), Imst A12, 2010-2019.

Die generelle Immissionsabnahme von 2010 bis 2019 wirkt sich auch bei den hohen Immissionen aus. Dies ist bei der jährlichen Anzahl Halbstunden mit einem NO<sub>2</sub>-Wert oberhalb einer fixen Schwelle gut zu sehen (s. [Abbildung 3.4](#)):

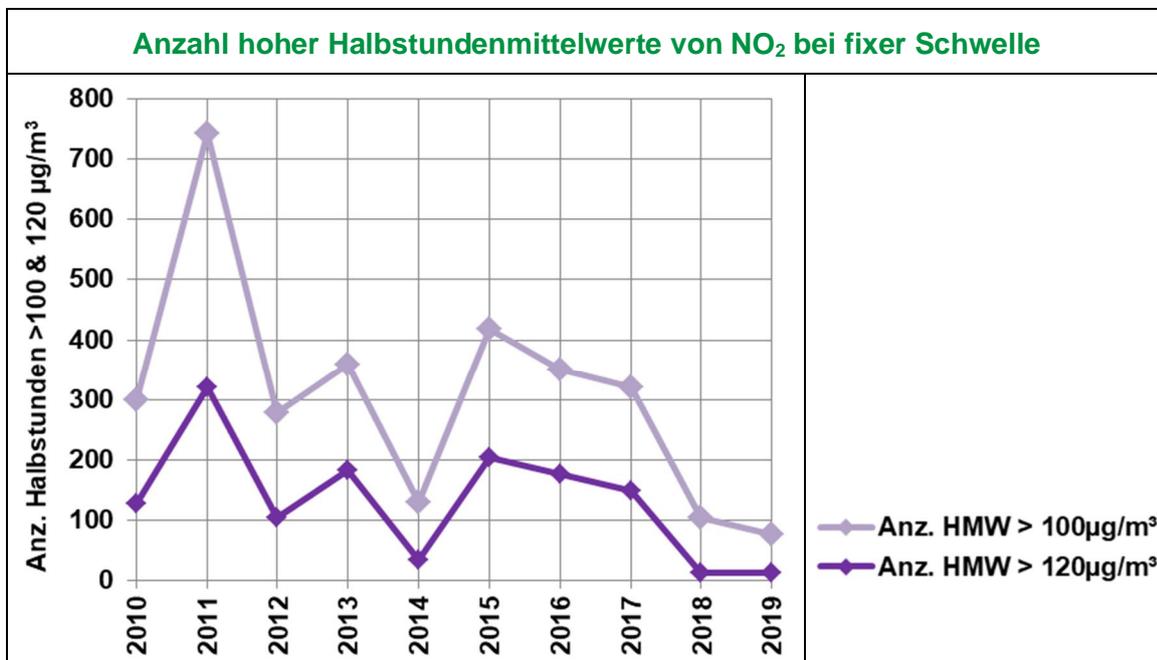


Abbildung 3.4: Jährliche Anzahl hoher NO<sub>2</sub>-Halbstundenmittelwerte über der fixen Schwelle von 100 bzw. 120 µg/m<sup>3</sup>, Imst A12, 2010-2019.

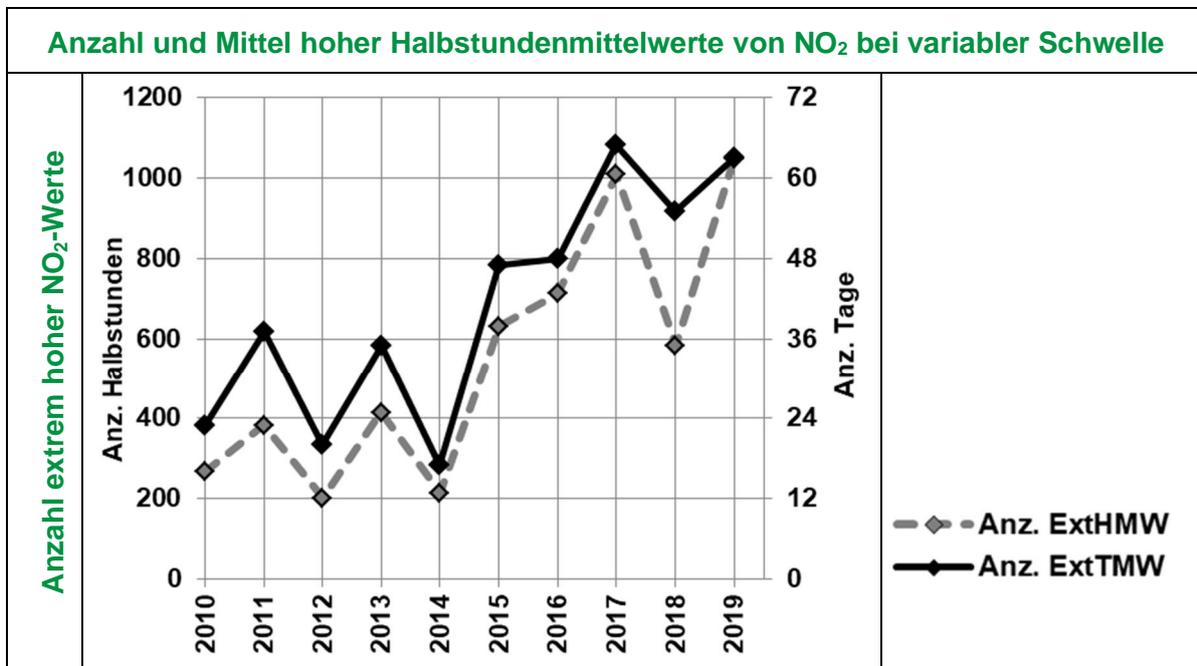
Für 2018 und 2019 war die Anzahl Halbstundenwerte oberhalb von 100 bzw. 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  so gering wie nie seit 2010. Dabei spielt die Meteorologie sicherlich eine bedeutende Rolle, aber auch die zurückgehenden Emissionen.

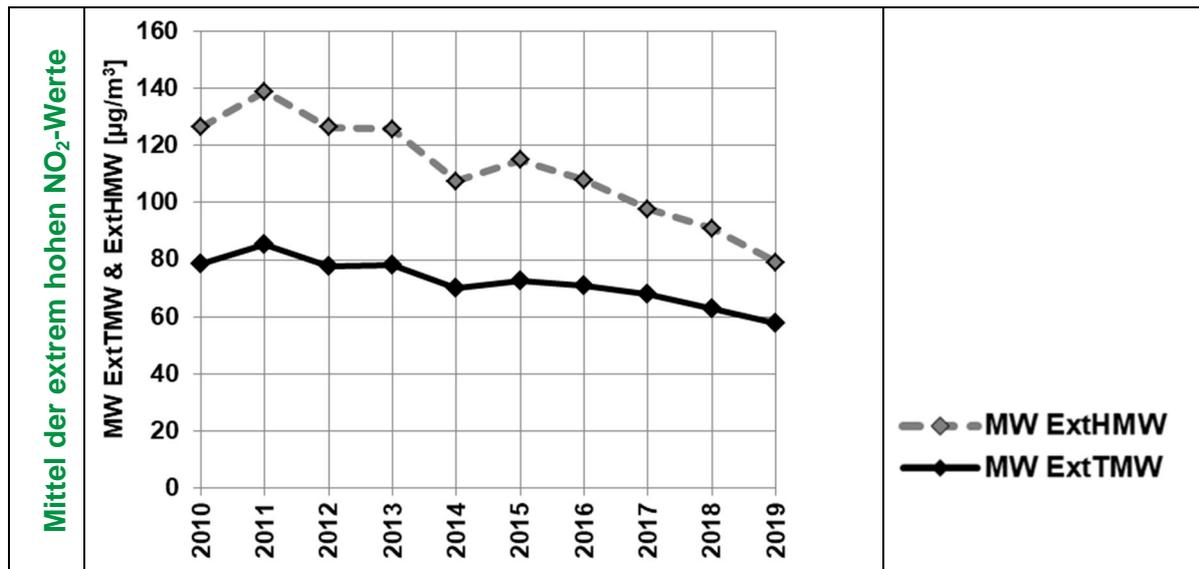
Mit fixen Schwellen kann aber der Einfluss hoher Immissionswerte auf das Jahresmittel nicht adäquat abgebildet werden. 'Hohe Werte' sollten mit Bezug auf durchschnittliche Werte definiert werden, welche ja eben im Laufe der Zeit abnehmen. Es wurden deshalb 'extreme Werte' in Bezug zu den Mittelwerten (MW) im 'Nicht-Winter' **definiert**:

**Extreme Tagesmittelwerte ExtTMW:  $> 2 * \text{MW}$  ('Nicht-Winter') je Jahr;**

**Extreme Halbstundenmittelwerte ExtHMW:  $> 3 * \text{MW}$  ('Nicht-Winter') je Jahr.**

Mit dieser Definition von 'extrem' hohen Immissionswerten steigt die jährliche Anzahl solch hoher Werte von 2010-2019 deutlich an, wie nächste Abbildung zeigt. Die relative Bedeutung solcher Werte in Bezug auf das Jahresmittel hat also zugenommen. Nicht überraschend hat der jährliche Mittelwert über die extremen Tages- oder Halbstundenmittel über die Jahre abgenommen, der Mittelwert der extremen Tagesmittel um etwa ein Viertel, gleich viel wie die Jahresmittelwerte selbst. Bei den extremen Halbstundenmittelwerten beträgt die Abnahme ihres Mittelwerts ein gutes Drittel.





**Abbildung 3.5: Anzahl (oben) und Mittelwert (unten) hoher NO<sub>2</sub>-Tagesmittelwerte und -Halbstundenmittelwerte, Imst A12, 2010-2019. Schwellenwert für hohe Werte gemäß Definition, variierend mit dem Mittelwert 'Nicht-Winter'.**

Entscheidend für den Einfluss der spezifischen Wintersituationen im Imster Becken auf die Immissions-Jahresmittelwerte ist das Gewicht der extrem hohen Werte im Jahresmittel gemäß folgender Berechnung:

$$G_{\text{ExtTMW}} = \text{Anzahl ExtTMW}/365 * (\text{MW}(\text{ExtTMW}) - \text{JMW})$$

$$G_{\text{ExtHMW}} = \text{Anzahl ExtHMW}/17520 * (\text{MW}(\text{ExtHMW}) - \text{JMW})$$

Das Gewicht der Extremwerte (Anteil am Jahresmittel in µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub> bzw. ppb NO<sub>x</sub>) hat beim NO<sub>2</sub> über die Jahre zugenommen und beträgt 2019 immerhin etwa 5 µg/m<sup>3</sup>. Beim NO<sub>x</sub> ist kein Trend im Gewicht zu erkennen; es beträgt 2019 etwa 8 ppb.

Prozentual ist der Anteil der Extremwerte am Jahresmittel bei NO<sub>x</sub> und NO<sub>2</sub> gestiegen. Die Schadstoffakkumulierung im Imster Becken bei lufthygienisch ungünstigen Bedingungen (Inversionslagen) vermag die allgemeine Schadstoffreduktion teilweise zu kompensieren (s. auch Kap. 3.1). deshalb hat das Winterwetter bei Imst einen größeren Einfluss auf die Jahresmittel der Schadstoffbelastungen als üblich. Auch deshalb zeigen die beiden Varianten in den Zukunftsszenarien ('mittel' und 'ungünstig') einen deutlichen Unterschied.

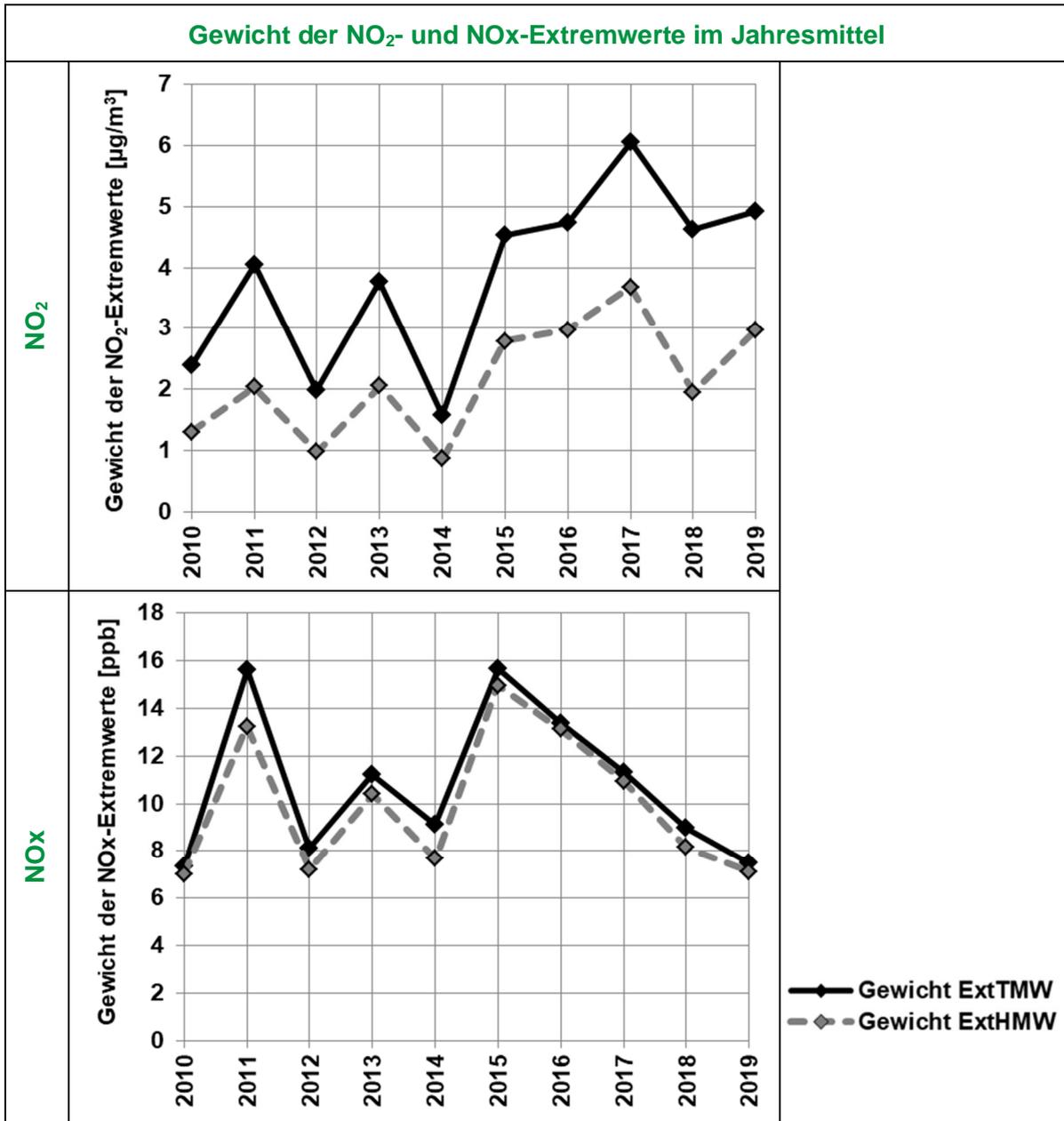


Abbildung 3.6: Gewicht (Anteil) der NO<sub>2</sub>-Extremwerte (oben) bzw. NO<sub>x</sub>-Extremwerte (unten) im Jahresmittel, für extreme Tagesmittel ExtTMW und extreme Halbstundenmittel ExtHMW, Imst A12, 2010-2019.

### 3.3. Meteorologische Aspekte im Winter

Im Imster Becken gibt es eine Tendenz, dass tiefe Temperaturen und geringe Einstrahlung tendenziell zu erhöhten Stickoxidwerten führen. Da noch andere Einflussparameter präsent sind, sind die Korrelationen aber nicht ausgeprägt.

Aufschlussreich ist eine Betrachtung des Windeinflusses. Es wurden zwei Wintermonate mit hohen  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen (Dez 2016 und Jan 2017) mit zwei solchen mit tiefen  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen (Dez 2014 und Jan 2015) verglichen. Für alle vier Wintermonate unterscheiden sich die Windrosen kaum. Auch im Imster Becken dominiert die Kanalisierung des Windes im Inntal mit überwiegend Talwind aus Richtung ENE. Im Einzelfall kann die Windrichtung bei einer straßennahen Station schon von Bedeutung sein, aber insgesamt ist der Horizontaltransport nicht entscheidend für hohe oder tiefe Immissionen, sondern der Vertikaltransport (s. unten).

Die Konzentrationswindrosen (mittlere  $\text{NO}_2$ -Konzentration je Windrichtung) zeigen eine ziemlich gleichmäßige Verteilung mit einem Überhang Richtung Autobahn. Auch hier unterscheiden sich Monate mit hohen Immissionen wenig von solchen mit tiefen, außer dass beim letzteren die Konzentrationen in allen Richtungen eben tiefer sind.

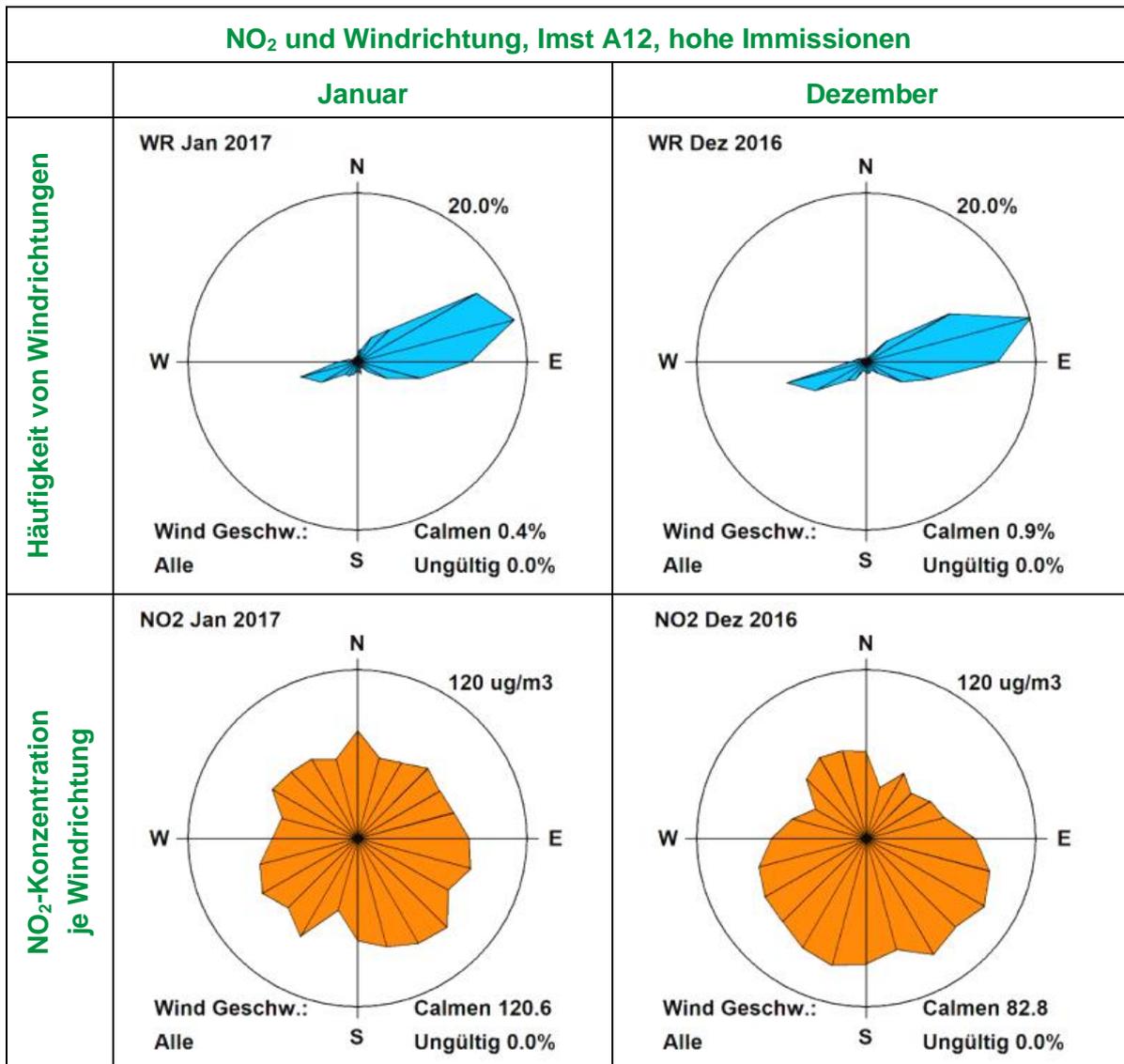


Abbildung 3.7: Häufigkeit von Windrichtungen (Windrosen) und mittlere NO<sub>2</sub>-Konzentration je Windrichtung, Imst A12, Dezember 2016 und Januar 2017 (hohe NO<sub>2</sub>-Immissionen).

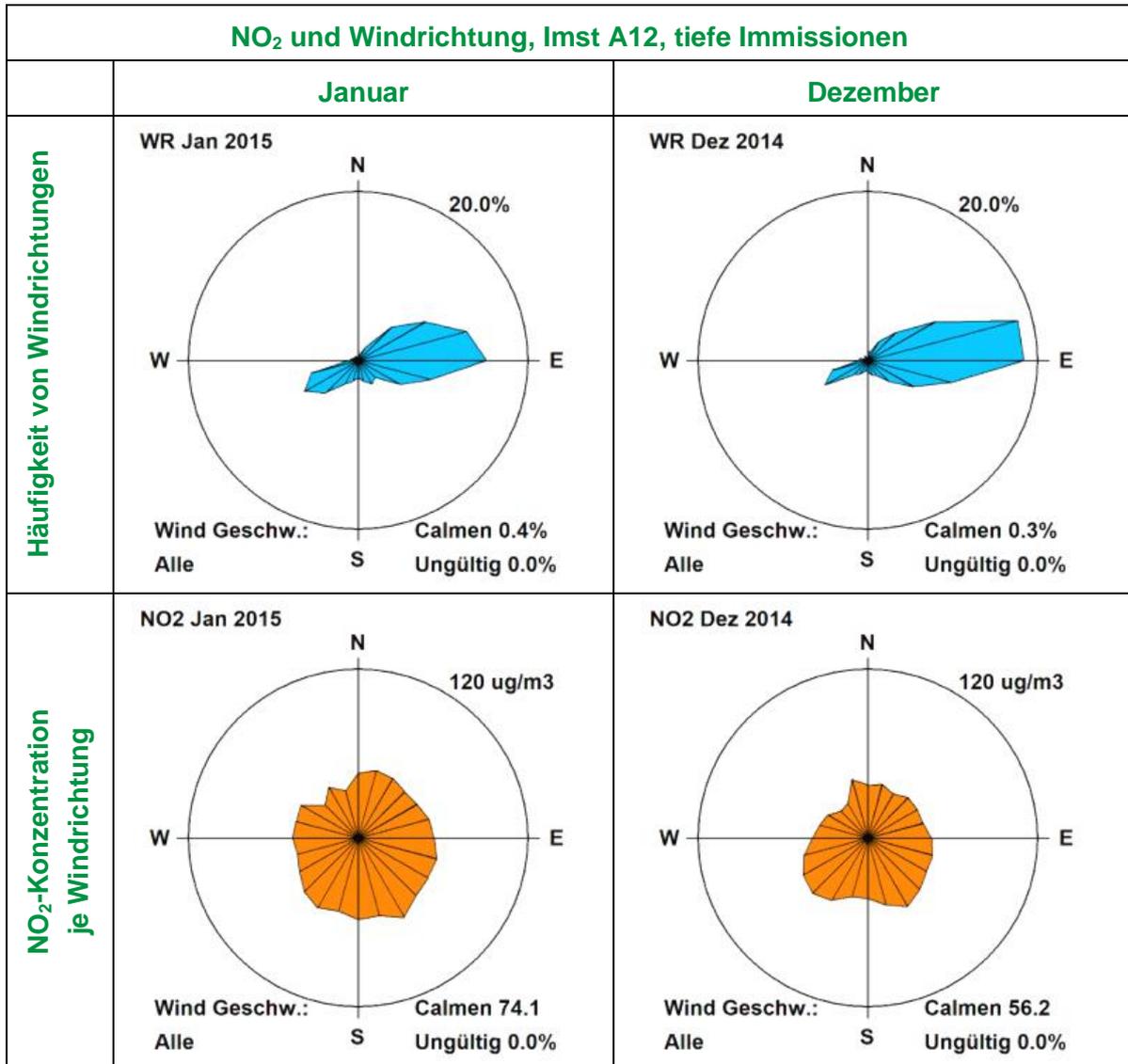
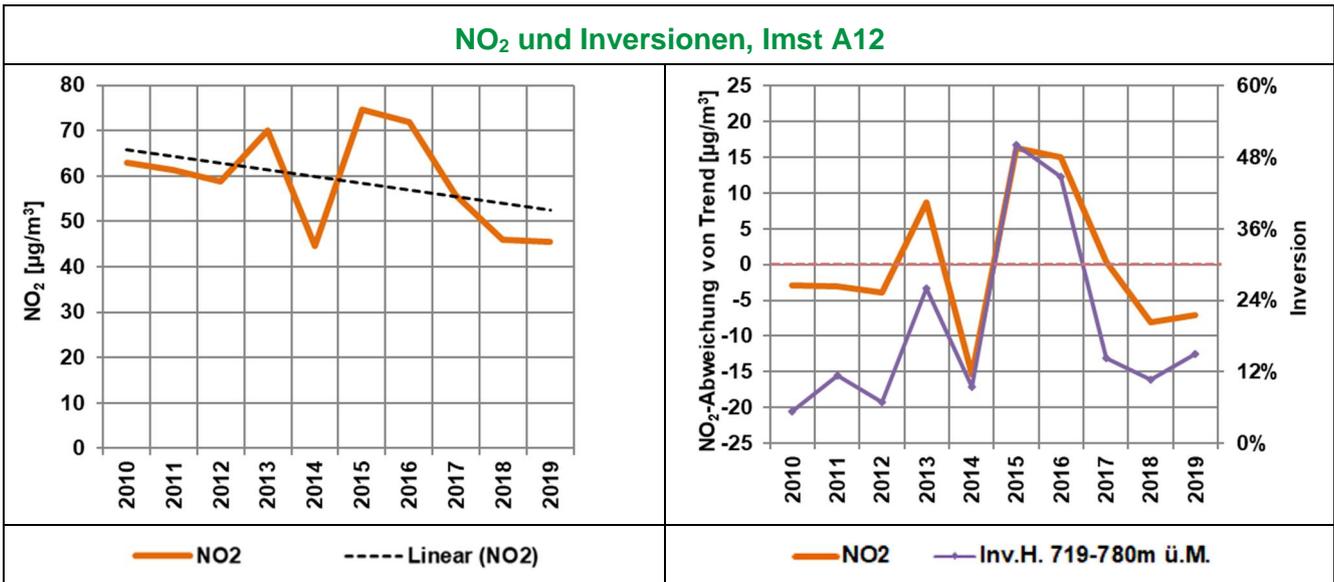


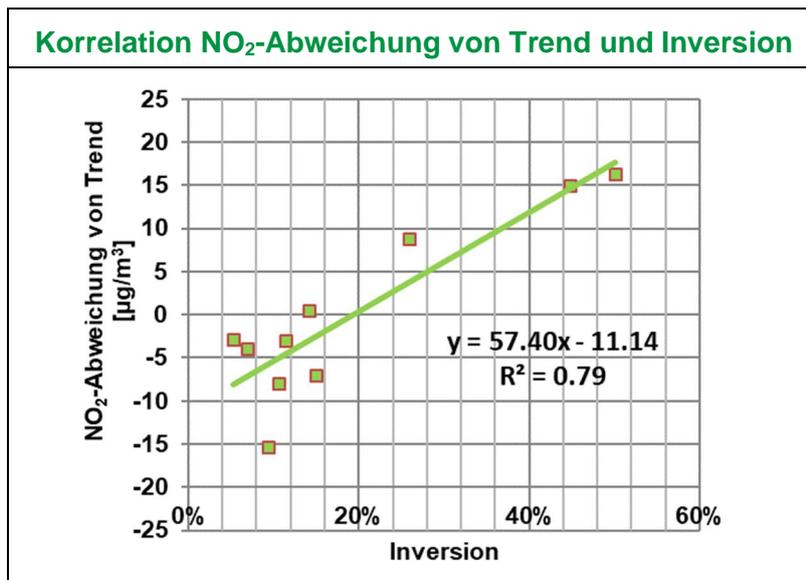
Abbildung 3.8: Häufigkeit von Windrichtungen (Windrosen) und mittlere NO<sub>2</sub>-Konzentration je Windrichtung, Imst A12, Dezember 2016 und Januar 2017 (tiefe NO<sub>2</sub>-Immissionen).

Der Vertikaltransport von bodennahen Luftschadstoffen wird durch die atmosphärische Schichtung beeinflusst, insbesondere wird er durch Inversionen behindert. Dies wird exemplarisch mit den Dezembermonaten 2010-2019 gezeigt. Über diese 10 Jahre gibt es einen meteounabhängigen Trend in den NO<sub>2</sub>-Immissionen, der durch die Abnahme der Emissionen verursacht wird. Dieser wird in dieser Betrachtung näherungsweise eliminiert, indem nur die *Abweichungen* von diesem Trend in Verbindung mit den Inversionen gebracht werden. Die Inversionen wurden bestimmt anhand der Temperaturdifferenz zwischen der Station Imst A12 (719 m ü.M.) und der ZAMG-Station Imst (780 m ü.M.).



**Abbildung 3.9: NO<sub>2</sub>-Monatsmittel im Dezember für Imst A12, 2010-2019 mit Trendlinie (links). Abweichung der NO<sub>2</sub>-Monatsmittel von der Trendlinie und Inversionshäufigkeit im Imster Becken, 2010-2019 (rechts).**

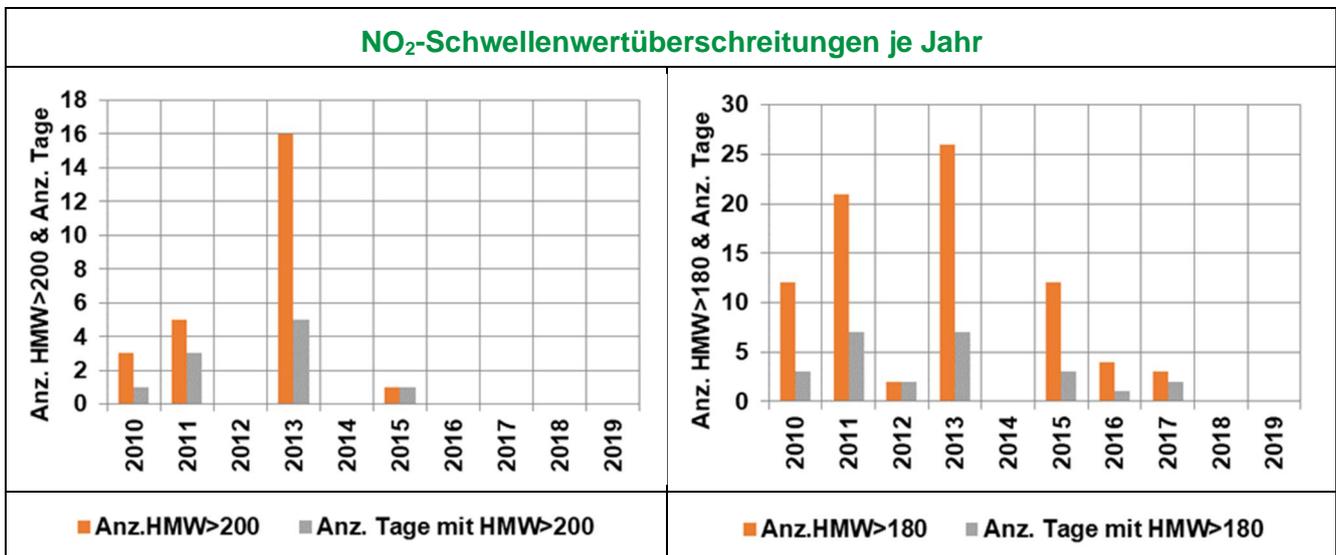
Die Schwankung der NO<sub>2</sub>-Monatsmittel um die Trendlinie korrelieren deutlich mit der Inversionshäufigkeit ( $r^2=0.79$ ), welche also 'hauptverantwortlich' für diese Schwankungen ist; deshalb könnte es bei entsprechenden meteorologischen Bedingungen im Imster Becken in jedem Wintermonat zu deutlich erhöhten Stickoxid- und Feinstaubimmissionen kommen. Auch für das Gesamtjahr zeigt sich eine deutliche Korrelation zwischen der Inversionshäufigkeit und der Schwankung des NO<sub>2</sub>-Jahresmittels um die Trendlinie.



**Abbildung 3.10: Korrelation zwischen der Abweichung der NO<sub>2</sub>-Monatsmittel bei Imst A12 von der Trendlinie und der Inversionshäufigkeit im Imster Becken, Dezember 2010-2019.**

## 4. Charakterisierung des Auftretens hoher Halbstundenwerte an NO<sub>2</sub>

In dieser Charakterisierung des bisherigen Auftretens von Überschreitungen des Grenzwertes von Halbstundenmittelwerten (HMW-GW-Überschreitungen) für NO<sub>2</sub> von 2010-2019 geht es darum aufzuzeigen, wann im Jahresverlauf sich solch hohen Werte ereignet haben. Es wurden nicht nur HMW > 200 µg/m<sup>3</sup> gezählt, sondern auch Werte > 180 µg/m<sup>3</sup>, welche als 'Kandidaten' für GW-Überschreitungen bei noch etwas schlechteren Bedingungen betrachtet werden können.



**Abbildung 4.1:** Anzahl HMW > 200 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub> bzw. Anzahl Tage mit mindestens 1 HMW > 200 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub> (links), Anzahl HMW > 180 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub> bzw. Anzahl Tage mit mindestens 1 HMW > 180 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub> (rechts), je Jahr 2010-2019, Imst A12.

In den Jahren 2018 und 2019 sind auch keine HMW > 180 µg/m<sup>3</sup> mehr aufgetreten. Zumeist gibt es mehrere Überschreitungen an einem Tag (die Anzahl Tage mit Überschreitungen ist deutlich niedriger als die Anzahl der Überschreitungen).

Die nächste Abbildung zeigt das Auftreten hoher NO<sub>2</sub>-Werte im jahreszeitlichen, tageszeitlichen und wochentäglichen Verlauf.

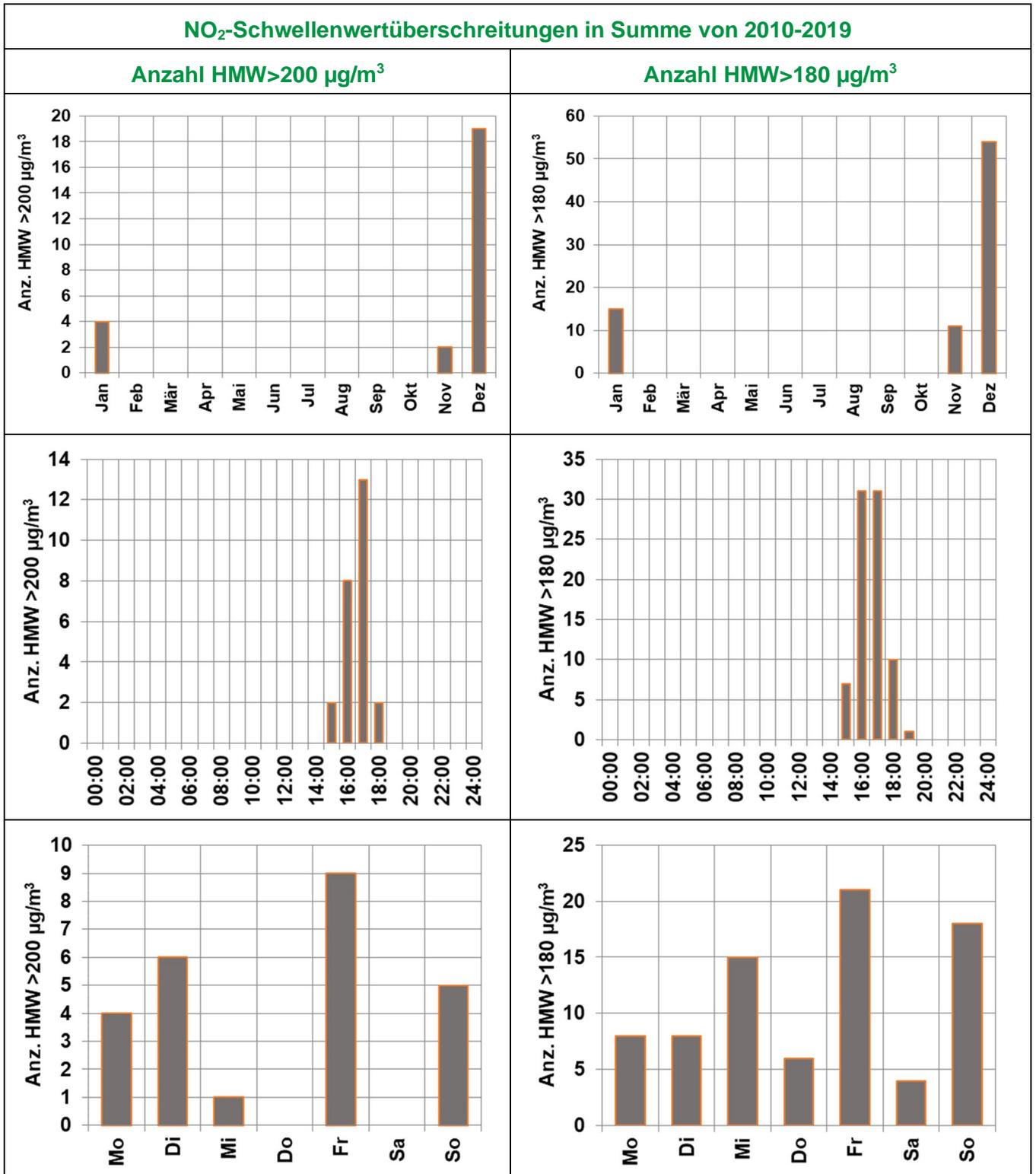


Abbildung 4.2: NO<sub>2</sub>-Schwellenwertüberschreitungen in Summe von 2010-2019 bzgl. 200 µg/m<sup>3</sup> bzw. 180 µg/m<sup>3</sup> je Monat (oben), je Tageszeit (Mitte) und je Wochentag (unten), Imst A12.

HMW-GW-Überschreitungen, aber auch Überschreitungen von 180 µg/m<sup>3</sup> kamen von 2010-2019 nur von November. Januar vor, Werte > 200 µg/m<sup>3</sup> nur zwischen

25.11. und 23.01., Werte  $> 180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nur zwischen 21.11. und 27.01., also während der Zeit des tiefsten Sonnenstandes.

Tageszeitlich kamen hohe  $\text{NO}_2$ -Werte nur zwischen 14 und 18 Uhr vor. Die Wochentagsverteilung scheint zufällig zu sein. Die hohen  $\text{NO}_2$ -Werte ereignen sich im Imster Becken im Zeitraum des größten Schattenwurfs, in zähen Inversionslagen am Nachmittag und frühen Abend, wenn sich die Stickoxide über den ganzen Tag akkumuliert haben und bevor Kaltluftabflüsse aus den umliegenden Tälern die Stagnation zu stören vermögen. Die hohen Werte sind selten, aber nicht zufällig, und können also durch geringere Emissionen innerhalb des Imster Beckens beeinflusst werden. Maßnahmen bzgl. hoher  $\text{NO}_2$ -Spitzen wären also lediglich von anfangs/Mitte November bis Ende Januar anzusetzen.

## 5. Szenarien der künftigen Stickoxidimmissionen bei Imst an der A12

### 5.1. Methodik

Die zukünftige Stickoxid-Immissionssituation bei Imst an der A12 wurde für 2020-2025 und in zwei Varianten abgeschätzt: eine 'mittlere' und eine 'ungünstige'. Dazu wurden die bisherigen Evaluationen von Tempo100 betrachtet, wo bereits ausgewertete Daten vorliegen (seit 2015 nicht mehr). Der Faktor 'Tau' ist ein Maß für die Ausbreitungsbedingungen, welches in den Evaluationen für jede Halbstunde bestimmt wurde. Anhand dieser Tau-Faktoren wurde ein 'mittleres' (2013/14) und ein 'ungünstiges' (2011/12) früheres Betriebsjahr herausgesucht (sog. Referenzjahre), und jene Ausbreitungsbedingungen mit den Schätzungen für die zukünftigen Emissionen an NO<sub>x</sub> und NO<sub>2</sub> verknüpft. Damit ergaben sich Schätzungen für die zukünftigen Immissionen an NO<sub>x</sub> und NO<sub>2</sub>, im mittleren und im ungünstigen Fall. Auch in ungünstigen Jahren sollte der Grenzwert für NO<sub>2</sub> nicht mehr überschritten werden.

Für die Zukunftsabschätzungen interessierten die Szenarien 'permanentes Tempo130/110' (mit den entsprechenden realen Geschwindigkeiten in den Referenzjahren), denn es geht ja um die allfällige Aufhebung des permanenten Tempo100-Limits. In einem Szenarium wurde allerdings auch weiterhin permanentes Tempo100 postuliert, um den Effekt von Tempo130 direkt sehen zu können. Für die Abschätzungen 2020-2025 variieren nur die Emissionen (d.h. Verkehrsaufkommen und Emissionsfaktoren) und die Tauwerte für die beiden Varianten 'mittel' und 'ungünstig'.

## 5.2. Schätzung des zukünftigen Verkehrsaufkommens

Die bisherige Entwicklung des Verkehrsaufkommens je Fahrzeugkategorie von 2016-2019 (Jahres-DTV an Pkw, Lieferwagen Lfw, MR, SoloLkw, Sattel- und Lastenzüge SLZ, Busse) wurde linear bis 2025 fortgeführt. Die folgende Grafik visualisiert diese geschätzte Entwicklung.

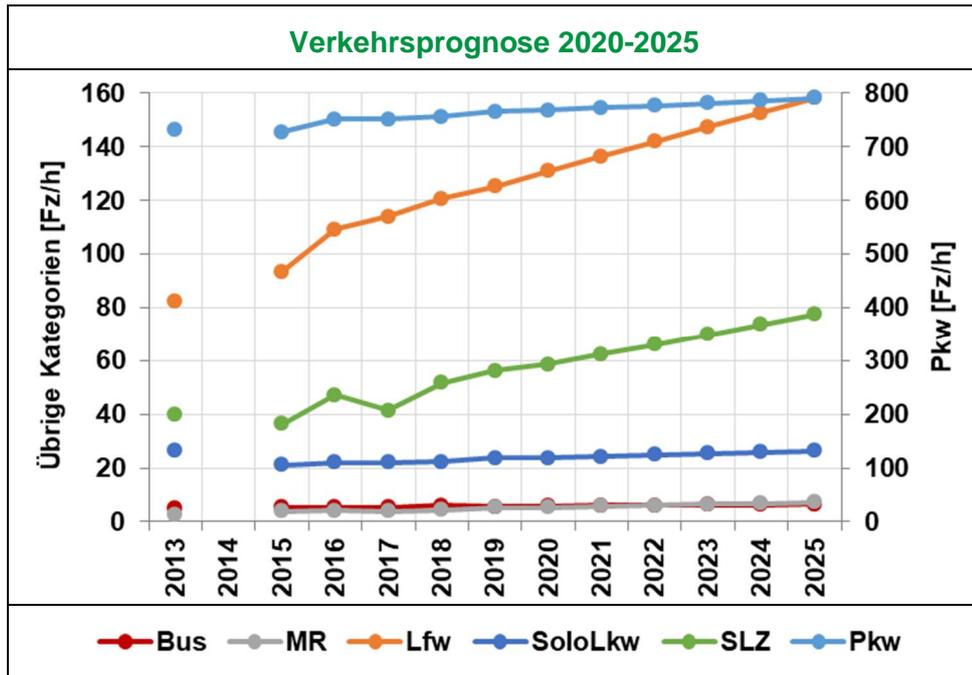


Abbildung 5.1: Geschätzte Verkehrsentwicklung auf der A12 bei Imst 2020-2025 aufgrund der Entwicklung 2016-2019. Quelle der Verkehrsdaten: Asfinag.

Die stärksten prozentualen Zunahmen verzeichnen die SLZ und die Lfw.

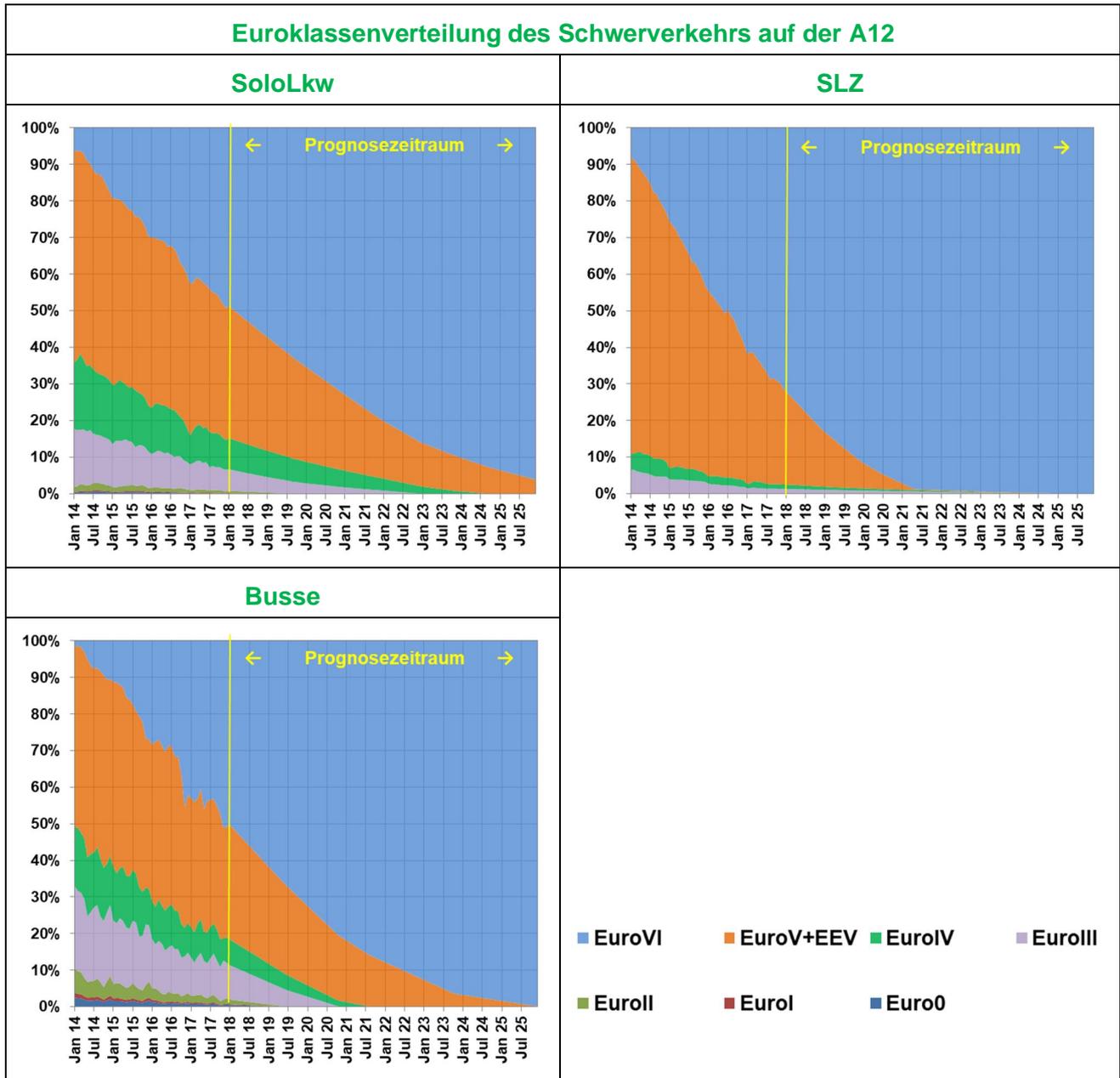
## 5.3. Schätzung der zukünftigen Emissionsfaktoren (EFA)

Für die EFA von NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub> und CO<sub>2</sub> wurde auf das aktuelle HBEFA4.1 abgestellt, trotz der gegenwärtigen Unklarheiten bzgl. Autobahnverkehr bei den Stickoxiden. Bezüglich der Euroklassenverteilung der SoloLkw und SLZ jedoch wurde auf die Mauterhebungen der Asfinag bzgl. Vomp A12 abgestellt und die für Vomp diesbezüglich bereits erstellten Prognosen bis 2023. Allerdings führt das HBEFA4.1 zu etwa 50% höheren NO<sub>x</sub>-Emissionen im Vergleich zu HBEFA3.x; die Tauwerte von früher durften deshalb nicht mit dem HBEFA4.1 verknüpft werden. Die Tauwerte für die beiden Referenzjahre wurden mit dem HBEFA4.1 neu berechnet (Realfall 'flexibles Tempo100'), und diese Tauwerte wurden für die Abschätzungen 2020-2025 verwendet.

### 5.3.1. Erhebungen und Schätzungen der Euroklassenverteilungen des Schwerverkehrs auf der A12

Anhand der Mauterhebung der Asfinag liegen die Euroklassenverteilungen des Schwerverkehrs (**SoloLkw, Sattel- und Lastenzüge SLZ, Busse**) für jede Stunde von 2014-2017 vor, also über 4 Jahre. Zusammengefasst in Monatswerte zeigen diese Euroklassenverteilungen die rasche Flottenmodernisierung insbesondere bei den SLZ. Die Entwicklung über die letzten 4 Jahre wurde für jede Fahrzeugkategorie für die nächsten 8 Jahre bis 2025 verlängert, wie die nächsten Abbildungen zeigen. Das Verschwinden der Kategorien EuroIV und V wurde auslaufend gemacht, wie schon früher auslaufende Euroklassen am Schluss noch eine gewisse 'Zähigkeit' aufwiesen.

Ab Mitte 2021 bestehen die SLZ bis auf kleine Restbestände nur noch aus EuroVI, Ende 2025 bestehen SoloLkw etwa zu 96% aus EuroVI, SLZ und Busse praktisch zu 100%.



**Abbildung 5.2: Euroklassenverteilung des Schwerververkehrs auf der A12 bei Vomp (verwendet auch für die A12 bei Imst), Asfinag-Erhebung 2014-2017, prognostizierte Fortführung 2018-2025.**

### 5.3.2. NOx-Emissionsfaktoren je Fahrzeugkategorie 2011-2025

Die NOx-Emissionsfaktoren je Fahrzeugkategorie werden aus den EFA je Euroklasse gem. HBEFA4.1 gewichtet nach der Euroklassenverteilung bestimmt. Die Euroklassenverteilung wird bei den SoloLkw, SLZ und Bussen ausgehend von der Mauterhebung der Asfinag bestimmt (s. Kap. 4.3.1), beim Leichtverkehr wird sie ebenfalls dem HBEFA4.1 entnommen. Die folgenden Grafiken zeigen den Verlauf der NOx-EFA je Fahrzeugkategorie von 2011-2025.

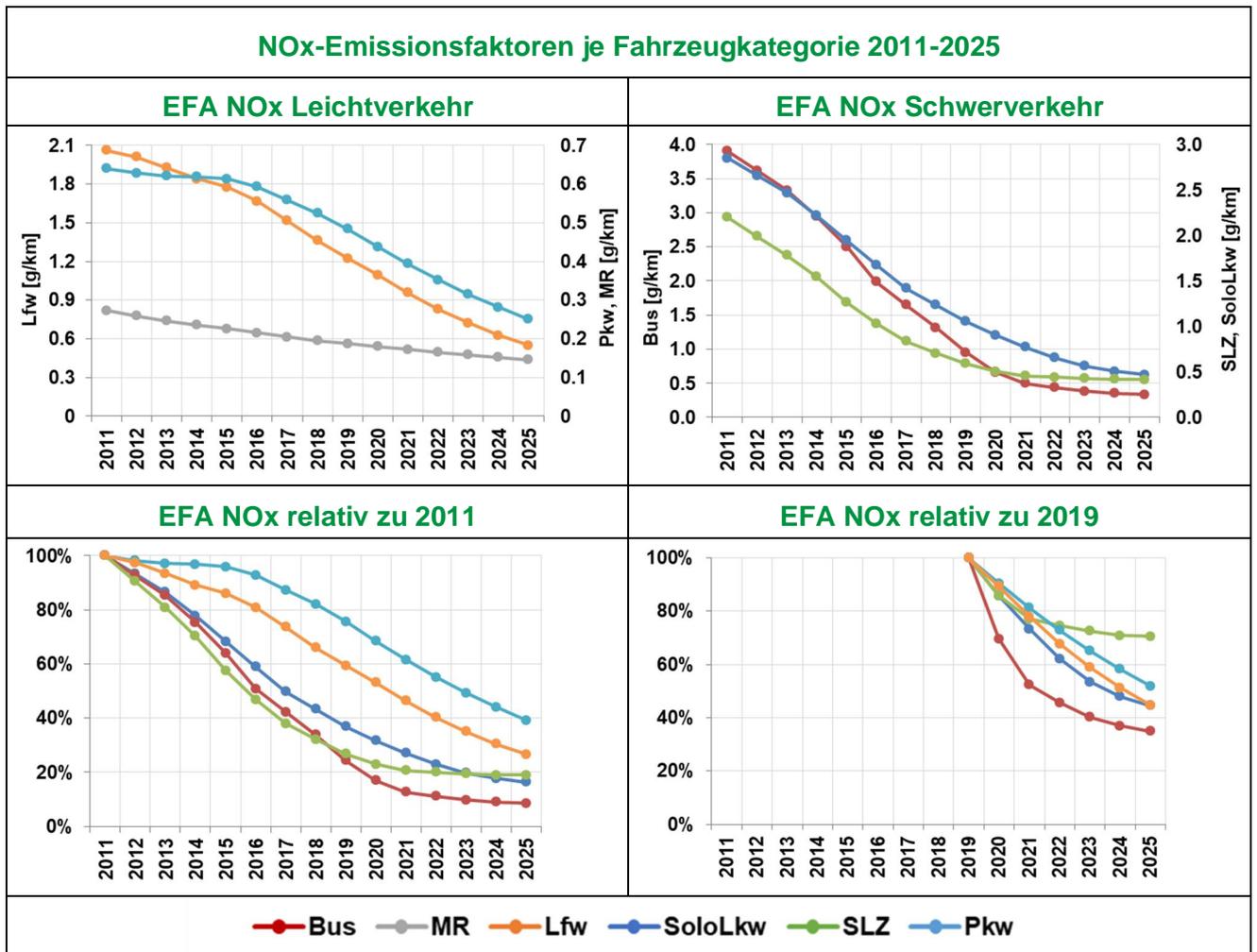


Abbildung 5.3: NOx-Emissionsfaktoren je Fahrzeugkategorie 2011-2025, HBEFA4.1 für Autobahn Österreich, 112 km/h beim Leichtverkehr, Land, flüssig, keine Längsneigung (beim Schwerverkehr Euroklassenverteilungen auf Basis Mauterhebung Asfinag auf der A12).

Die NOx-EFA nehmen durchwegs ab, allerdings mit einem unterschiedlichen zeitlichen Ablauf: Die NOx-EFA des Leichtverkehrs (Pkw und Lfw) nehmen vor allem nach 2016 und bis 2025 ab, diejenigen der SLZ haben in der Vergangenheit bis

2020 stark abgenommen und ab dann nur noch wenig. Die NOx-EFA der SoloLkw und Busse haben über den gesamten Zeitraum deutlich abgenommen. Von 2019-2025 werden sich gem. HBEFA4.1 die NOx-EFA der Pkw, Lfw und SoloLkw nochmals etwa halbieren, diejenigen der SLZ auf etwa 70% zurückgehen und diejenigen der Busse auf etwa einen Drittel (der Werte von 2019).

### 5.3.3. CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren je Fahrzeugkategorie 2011-2025

Die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-EFA wird hier der Vollständigkeit halber auch angegeben. Die CO<sub>2</sub>-Einsparung wird jeweils in den Tempo100-Evaluationen auch angegeben.

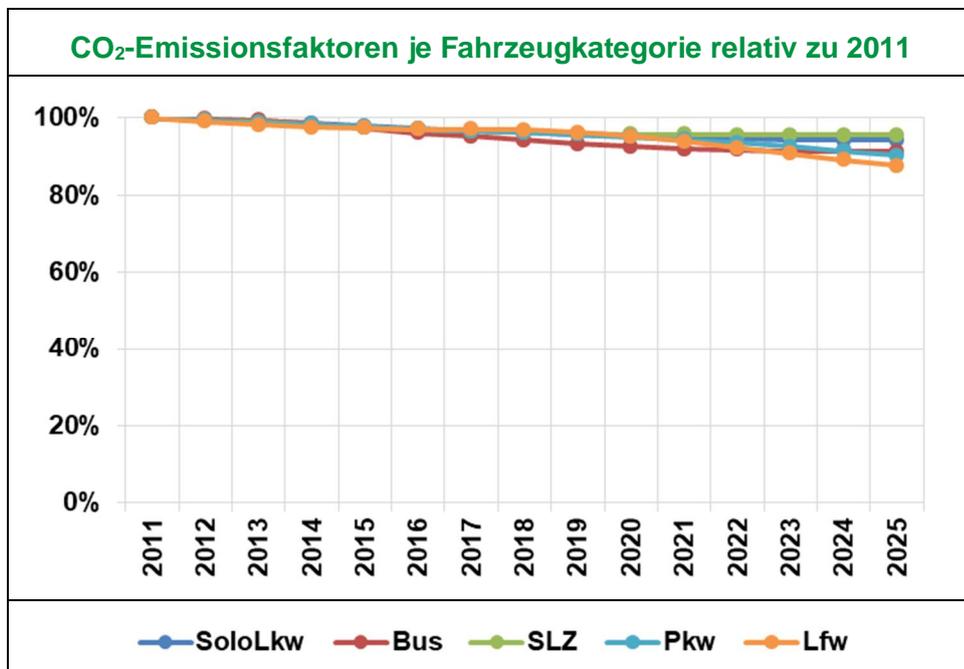


Abbildung 5.4: CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren je Fahrzeugkategorie 2011-2025 gem. HBEFA4.1 für Autobahn Österreich, 112 km/h beim Leichtverkehr, Land, flüssig, keine Längsneigung, relativ zu 2011, (beim Schwerverkehr Euroklassenverteilungen auf Basis Mauterhebung Asfinag auf der A12).

Im Unterschied zu den Stickoxiden haben sich die CO<sub>2</sub>-EFA (mittleren Fahrzeugemissionen) über die letzten 15 Jahre nur um etwa 10% reduziert.

## 5.4. Ergebnisse der Stickoxidszenarien für Imst A12

Die Ergebnisse der Szenarien bestehen in den geschätzten Halbstundenmittelwerten (HMW) und daraus abgeleitet den Jahresmittelwerten von NO<sub>x</sub> und NO<sub>2</sub> von 2020 bis 2025. Es wurden drei verschiedene Szenarien berechnet:

- Sze mittel T130 perm.: Mittlere atmosphärische Durchmischungsverhältnisse (wie 2013/14), permanentes Tempo130 tagsüber/Tempo110 nachts.
- Sze ungünstig T130 perm.: Ungünstige atmosphärische Durchmischungsverhältnisse (wie 2011/12), permanentes Tempo130 tagsüber/Tempo110 nachts.
- Sze mittel T100 perm.: Mittlere atmosphärische Durchmischungsverhältnisse (wie 2013/14), permanentes Tempo100 tagsüber und nachts.

### 5.4.1. Jahresmittelwerte

In den letzten drei Jahren des flexiblen Tempo100-Limits betrug der Unterschied zwischen permanentem 'Tempo100' und permanentem 'Tempo130/110' 3.4 bis 4.0 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub>. Mit etwa einem solchen Wiederanstieg wäre bei Aufhebung des Tempo100-Limits grundsätzlich zu rechnen.

Die nächste Abbildung zeigt die Ergebnisse. Im Sze 'mittel T100 perm.' verlaufen die NO<sub>2</sub>-JMW (Jahresmittelwerte) kontinuierlich zur Messreihe, weiterhin abnehmend.

Beim Sze 'mittel T130 perm.' sind die JMW wegen der höheren Emissionen des Leichtverkehrs bei höheren Geschwindigkeiten ebenfalls höher, die Differenz beträgt 5 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub> im 2020 und sinkt bis 2025 auf etwa 3 µg/m<sup>3</sup>. Dass die Differenz im 2020 noch etwas höher ist als bei den Evaluationen 2011/12 bis 2013/14 liegt daran, dass der Anteil direkt emittierten NO<sub>2</sub> in den Abgasen nun höher ist als vor 7-10 Jahren, vor allem beim Leichtverkehr.

Das Sze 'ungünstig T130 perm.' liegt nochmals höher als das entsprechende mittlere Sze, hier sieht man den Effekt ungünstiger Meteorologie. Er macht etwa 4 µg/m<sup>3</sup> im 2020 aus und sinkt auf etwa 3 µg/m<sup>3</sup> im 2025.

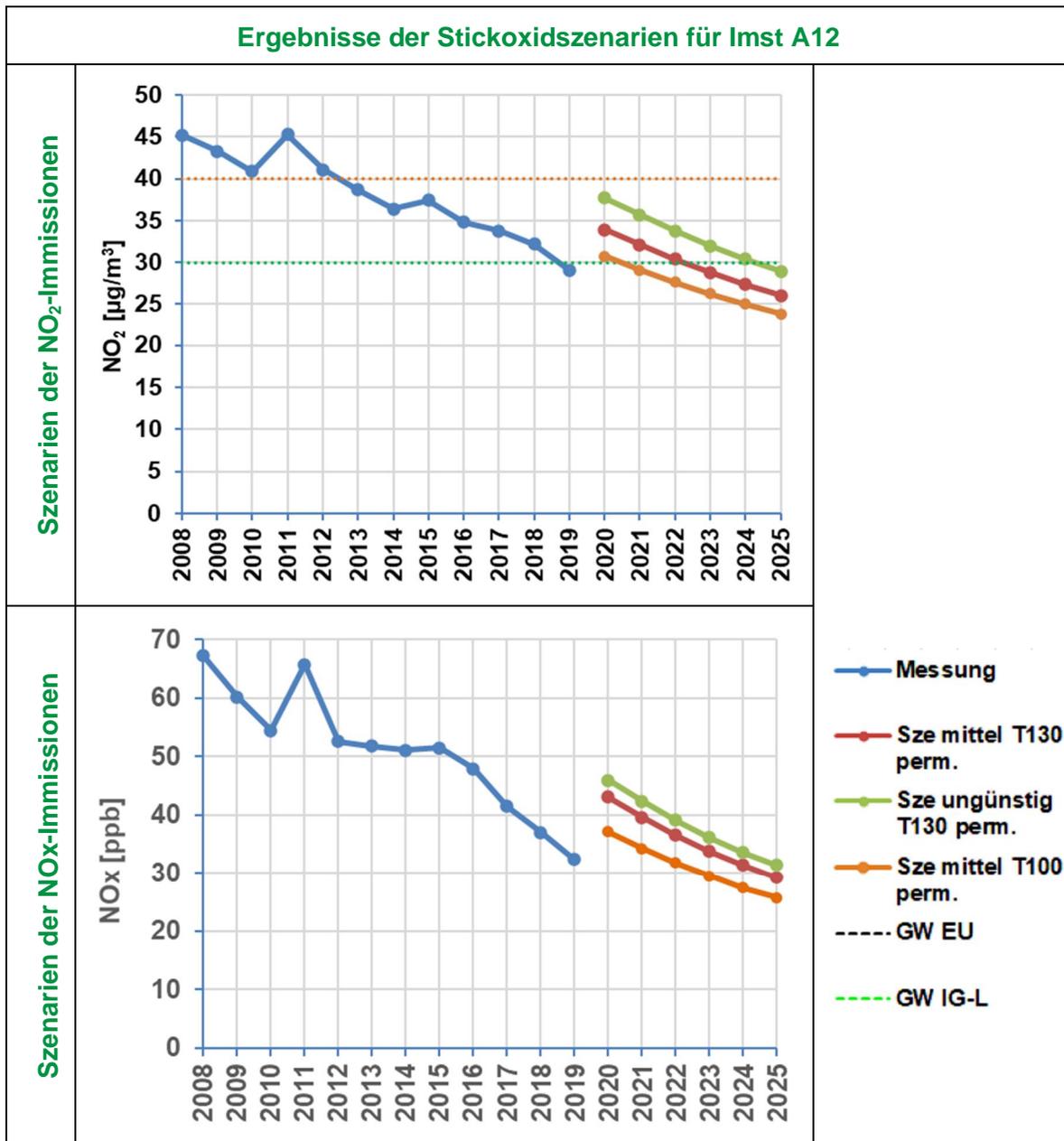


Abbildung 5.5: Ergebnisse der Stickoxidszenarien für NO<sub>2</sub> (oben) bzw. NO<sub>x</sub> (unten), Imst A12, 2020-2025 mit Messwerten 2008-2019.

Die untere Abbildung zeigt die entsprechenden Werte für die JMW der Gesamtstickoxide NO<sub>x</sub>. Hier zeigt der JMW für 2020 bei Tempo100 perm. einen deutlicheren Sprung nach oben von 2019 auf 2020 wie beim NO<sub>2</sub>. Das Szenarienmodell geht von den Betriebsjahren der Tempo100-Schaltung 2011/12 und 2013/14 aus, die Gegebenheiten der Jahre 2014-2019 sind ihm nicht 'bekannt' außer die Verkehrsentwicklung. Es fällt auf, dass von 2008-2015 die NO<sub>x</sub>- und NO<sub>2</sub>-Werte prozentual etwa gleich abgenommen haben, von 2015-2019 haben die NO<sub>x</sub>-

Werte prozentual wesentlich stärker abgenommen als die NO<sub>2</sub>-Werte. Die NO<sub>x</sub>-Emissionen, berechnet nach HBEFA4.1, folgen diesem starken Abfall nicht: Gemäß HBEFA4.1 reduzierten sich die NO<sub>x</sub>-Emissionen von 2013/14 auf 2019 um -26%, die NO<sub>x</sub>-Immissionen gemäß Messung jedoch um -41%. Dies erklärt den Sprung von 2019 auf 2020. Auf der anderen Seite stieg der NO<sub>2</sub>-Anteil in den Immissionen in den Messungen seit 2015 stärker an als im Szenarienmodell erwartet (welches emissionsseitig auf dem HBEFA4.1 fußt), so dass sich die beiden gegenläufigen Effekte beim NO<sub>2</sub> teilweise kompensieren.

Die Szenarienergebnisse bedeuten: Bei fortgesetztem Tempo100 permanent dürften die 30 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub> höchstens noch 2020 überschritten werden, bei schlechteren Ausbreitungsbedingungen, wie sie 2011/12 herrschten, allenfalls noch 2021. Bei permanentem Tempo130 sind JMW zwischen 30 und 40 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub> bis 2022/24 zu erwarten je nach meteorologischen Bedingungen. Ab 2025 bleiben die JMW von NO<sub>2</sub> gemäß HBEFA4.1 jedenfalls unter 30 µg/m<sup>3</sup>, auch bei schlechteren meteorologischen Bedingungen.

## 5.4.2. Hohe Halbstundenmittelwerte

Im Falle von Imst und seiner speziellen Lage im Winter könnte es noch zu einer Grenzwertüberschreitung (GW-Überschreitung) bzgl. des Halbstundenmittelwertes (HMW) kommen, auch wenn der EU-Grenzwert für das Jahresmittel deutlich eingehalten ist.

Zur Abschätzung solcher Grenzwertüberschreitungen wurden die Szenarien für Imst nach den einzelnen Halbstundenwerte des jeweiligen Szenarienjahren (2020-2025) 'befragt'.

Die **Szenarien** vermögen auch Aussagen bzgl. der hohen HMW zu machen, wenngleich diese Schätzungen ungenauer sind als bei Episodenmitteln (wie Jahresmitteln).

Die nächste Abbildung zeigt die Ergebnisse für das Szenarium 'Tempo130 permanent, mittel' mit Referenzjahr 2013/14. Von 2010-2019 werden die Messergebnisse der jeweiligen Kenngrößen dargestellt, von 2020-2025 die Szenarienergebnisse der entsprechenden Kenngrößen für dieses Szenarium.

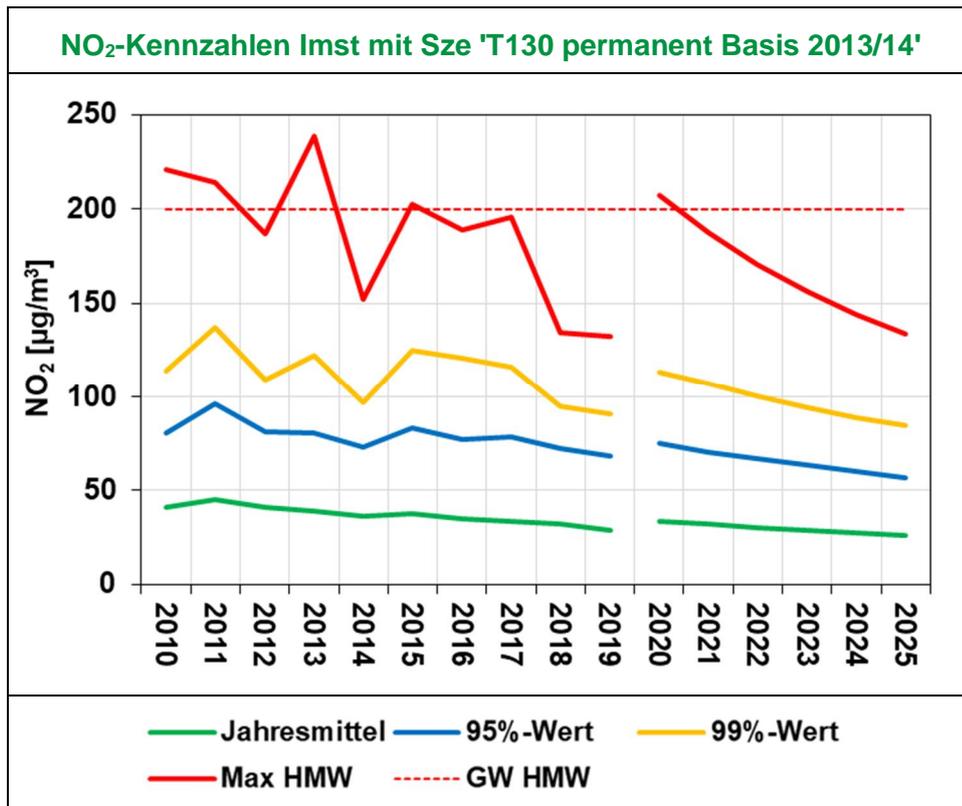


Abbildung 5.6: NO<sub>2</sub>-Kennzahlen Jahresmittel, 95%- und 99%-Wert sowie Maximum der HMW bei Imst A12: Messungen 2010-2019; Szenarium 'Tempo130 permanent mit Basis 2013/14' 2020-2025. GW HMW: Grenzwert der HMW nach IG-L.

Eine Aufhebung des permanenten Tempo100 (hin zu permanentem Tempo130) und im Winter phasenweise lufthygienisch ungünstige meteorologische Bedingungen wie im Referenzjahr 2013/14 (mit 16 Überschreitungen des HMW-GW von 200 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub>) würden im Jahr 2020 noch zu 3 HMW-GW-Überschreitungen führen, danach keine mehr. Das Referenzjahr 2011/12 war übers ganze Jahr gesehen lufthygienisch ungünstiger (→ Jahresmittelwert), aber nicht in den winterlichen Immissionsepisoden; bei diesem Szenarium gibt es auch im 2020 keine HMW-GW-Überschreitungen. Generell würden bei Aufhebung von Tempo100 die kurzzeitig hohen Immissionen prozentual mehr ansteigen als Mittelwerte, im Einklang mit den Ausführungen zu den meteorologischen Gegebenheiten im Imster Becken im Winter. Mit hoher Wahrscheinlichkeit könnte es in Imst mit Aufhebung des permanenten Tempo100-Limits höchstens noch im Winter 2020/21 zu einer Überschreitung des HMW-Grenzwertes kommen, wenn mehrere ungünstige Faktoren zusammenkommen.

Hinweis: Corona-bedingte Verkehrseffekte sind in den Szenarien nicht berücksichtigt worden.

Die Szenarien bilden die spezielle Situation im Imster Becken ab: Das Jahresmittel liegt dem Verkehrsaufkommen entsprechend relativ tief, im Winter können kurzfristig hohe Immissionswerte auftreten, auch wenn sie in den letzten Wintern kaum mehr aufgetreten sind.

Die nächste Abbildung zeigt die gemessenen Grenzwertüberschreitungen bei Imst A12 2010-2019 und diejenigen in den Szenarien A ('Tempo130 permanent, Basis 2013/14 ['meteorologisch mittel']) und B ('Tempo130 permanent, Basis 2011/12 ['meteorologisch ungünstig' über das ganze Jahr]).

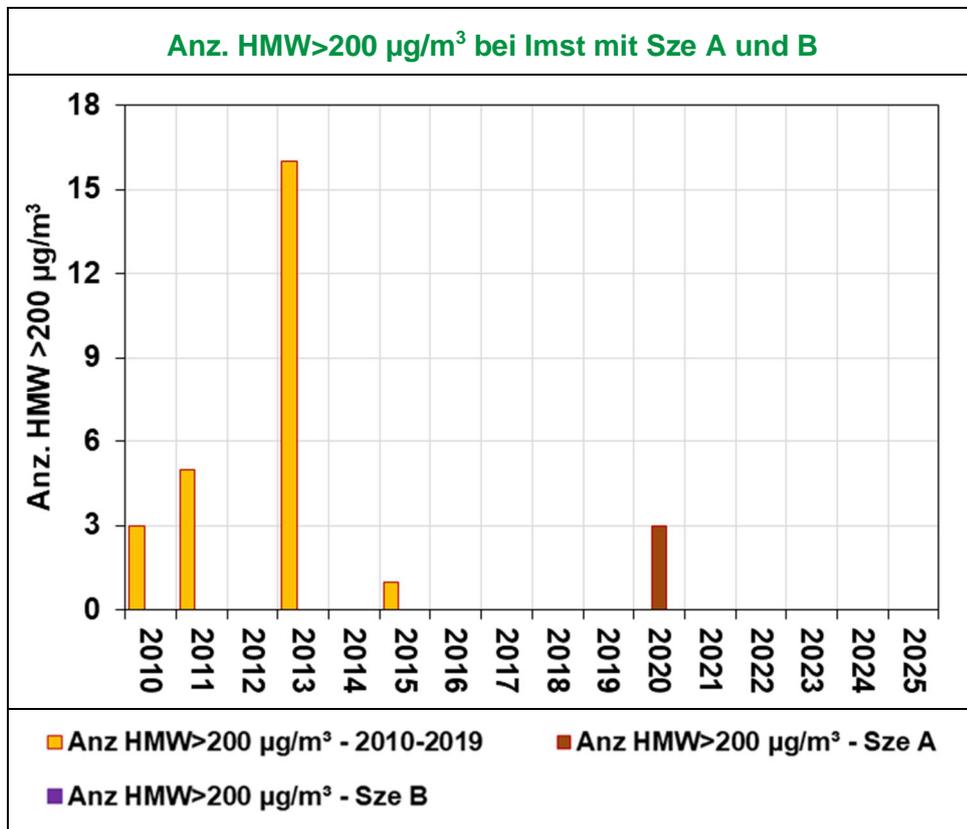


Abbildung 5.7: Anzahl HMW>200 µg/m³ bei Imst A12 je Jahr: Messungen 2010-2019; Szenarium 'Tempo130 permanent mit Basis 2013/14' (A) und Szenarium 'Tempo130 permanent mit Basis 2011/12' (B), 2020-2025.

**Fazit:** GW-Überschreitungen des HMW gab es in den letzten 10 Jahren nur von November-Januar, ebenso Überschreitungen des Schwellenwertes von 180 µg/m<sup>3</sup>. Ein allfälliges Tempo100 nur zum Schutz vor HMW-GW-Überschreitungen

sollte sich also auf November-Januar beschränken. Mit hoher Wahrscheinlichkeit könnte es in Imst mit Aufhebung des permanenten Tempo100-Limits höchstens noch im Winter 2020/21 zu einer Überschreitung des HMW-Grenzwertes kommen, wenn mehrere ungünstige Faktoren zusammenkommen. Ab Februar 2021 kommt es allerdings mit hoher Wahrscheinlichkeit auch bei ungünstigen Bedingungen zu keiner HMW-GW-Überschreitung mehr. Die an sich geringe Wahrscheinlichkeit einer HMW-GW-Überschreitung wird ab 2020 mit jedem Jahr geringer wegen der abnehmenden Emissionen. Von November 2021 bis Januar 2022 nochmals Tempo100 einzuführen würde diese geringe Wahrscheinlichkeit zweifellos nochmals absenken. Dabei müsste diese Geschwindigkeitsbegrenzung über den ganzen Tag gelten, auch wenn die Grenzwertüberschreitungen bislang nur nachmittags aufgetreten sind; dies, weil sich die Schadstoffe in der bodennahen Luftschicht in diesen Situationen ab den frühen Morgenstunden anreichern und erst im Laufe des Abends typischerweise wieder ausgeräumt werden. Von Februar - Oktober 2021 könnte Tempo100 bereits aufgehoben werden.

## 6. Zusammenfassung

**Fragestellung** Auf der A12 zwischen Imst und Landeck galt vom Frühjahr 2009 bis November 2014 ein flexibles Tempo100, danach ein permanentes, welches aktuell immer noch in Kraft ist. Seit 2013 ist der EU-Grenzwert für das NO<sub>2</sub>-Jahresmittel von 40 µg/m<sup>3</sup> nicht mehr erreicht worden, im 2018 betrug das Jahresmittel noch 32 µg/m<sup>3</sup>, im 2019 29 µg/m<sup>3</sup>. Allerdings waren die letzten Winter lufthygienisch relativ günstig. Beim Land Tirol stellt sich die Frage, ob das Tempo100-Limit aufgehoben werden könnte.

**NOx und NO<sub>2</sub>** In ganz Tirol haben die Stickoxidimmissionen in den letzten Jahren abgenommen. Verglichen mit dem Durchschnitt von 2010-2012 bewegten sich die Jahresmittel 2019 in Tirol bei 50-70% beim NO<sub>x</sub>, bei 70-80% beim NO<sub>2</sub>. Die Abnahme beim NO<sub>2</sub> ist geringer ausgefallen als beim NO<sub>x</sub>, weil der Anteil direkt emittierten NO<sub>2</sub> im Gesamtstickoxid des Abgases in diesem Zeitraum gestiegen ist und weil das geringer konzentrierte NO zu einem größeren Anteil mit Ozon zu NO<sub>2</sub> konvertiert ist.

**Einfluss des Winters** Das Imster Becken weist im Winter zeitweise starke Inversionen auf, die zu schlechten lufthygienischen Bedingungen führen. Im Winter zählt Imst A12 immer wieder zu den am meisten mit NO<sub>2</sub> belasteten Stationen Österreichs, was im Jahresmittel bei weitem nicht der Fall ist. Ein lufthygienisch ungünstiger Winter kann bei Imst aber auch das Jahresmittel spürbar beeinflussen. Es fällt auf, dass der Immissionsrückgang beim NO<sub>2</sub> stark von der Jahreszeit abhängt. Im Sommer zeigen die Wertekurven am steilsten nach unten, im Winter sind sie am flachsten.

**Immissionsspitzen** Hohe Tages- und Halbstundenmittelwerte (HMW) ereignen sich vor allem im Winter. Grenzwertüberschreitungen des HMW, aber auch Überschreitungen von 180 µg/m<sup>3</sup> kamen von 2010-2019 nur von November . Januar vor, Werte > 200 µg/m<sup>3</sup> nur zwischen 25.11. und 23.01., also während der Zeit des tiefsten Sonnenstandes. Hohe HMW haben einen spürbaren Einfluss auch auf die Jahresmittelwerte. Das Gewicht dieser hohen Werte (Anteil am Jahresmittel in µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub> bzw. ppb NO<sub>x</sub>) hat beim NO<sub>2</sub> über die Jahre zugenommen und beträgt 2019 immerhin etwa 5 µg/m<sup>3</sup>. Beim NO<sub>x</sub> ist kein Trend im Gewicht zu erkennen; es beträgt 2019 etwa 8 ppb.

**Windeinfluss** Im Winter dominiert im Imster Becken die Kanalisierung des Windes im Inntal mit überwiegend Taleinwind aus Richtung ENE, unabhängig von der Immissionslage. Im Einzelfall kann die Windrichtung bei einer straßennahen Station schon von

Bedeutung sein, aber insgesamt ist der Horizontaltransport nicht entscheidend für hohe oder tiefe Immissionen, sondern der Vertikaltransport.

### **Inversionen**

Der Vertikaltransport von bodennahen Luftschadstoffen wird durch die atmosphärische Schichtung beeinflusst, insbesondere wird er durch Inversionen behindert, was zu deutlich erhöhten Immissionen führt. Die Untersuchung für das Imster Becken zeigt dort einen besonders deutlichen Einfluss der Inversionen; deshalb könnte es bei entsprechenden meteorologischen Bedingungen im Imster Becken in jedem Wintermonat zu deutlich erhöhten Stickoxid- und Feinstaubimmissionen kommen.

### **Szenarien**

Die zukünftige Stickoxid-Immissionssituation bei Imst an der A12 wurde für 2020-2025 und in zwei Varianten abgeschätzt: eine meteorologisch 'mittlere' und eine 'ungünstige'. Die entsprechenden Ausbreitungsbedingungen wurden mit den Schätzungen für die zukünftigen Emissionen an NO<sub>x</sub> und NO<sub>2</sub> verknüpft. Damit ergaben sich Schätzungen für die zukünftigen Immissionen an NO<sub>x</sub> und NO<sub>2</sub>, im mittleren und im ungünstigen Fall.

Für die Zukunftsabschätzungen interessierten die Szenarien 'permanentes Tempo130/110' (mit den entsprechenden realen Geschwindigkeiten in den Referenzjahren), denn es geht ja um die allfällige Aufhebung des permanenten Tempo100-Limits. In einem Szenarium wurde allerdings auch weiterhin permanentes Tempo100 postuliert, um den Effekt von Tempo130 direkt sehen zu können. Für die Abschätzungen 2020-2025 variieren nur die Emissionen (d.h. Verkehrsaufkommen und Emissionsfaktoren) und die Ausbreitungsbedingungen für die beiden Varianten 'mittel' und 'ungünstig'.

### **Prognosen für Jahresmittel**

Die Differenz zwischen permanentem Tempo100 und Tempo130 bei mittleren Verhältnissen beträgt gut 3 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub> im 2020 und sinkt bis 2025 auf gut 2 µg/m<sup>3</sup>. Proportional zur Gesamtmission ist dieser Effekt 2020 etwa gleich hoch wie 2011/12 bzw. 2013/14 (die Referenzjahre der Szenarien). Der Effekt ungünstiger Meteorologie macht etwa 4 µg/m<sup>3</sup> im 2020 aus und sinkt auf etwa 3 µg/m<sup>3</sup> im 2025.

### **Prognosen für HMW**

Mit hoher Wahrscheinlichkeit könnte es in Imst mit Aufhebung des permanenten Tempo100-Limits höchstens noch im Winter 2020/21 zu einer Überschreitung des HMW-Grenzwertes kommen, wenn mehrere ungünstige Faktoren zusammenkommen. Ab Februar 2021 kommt es mit hoher Wahrscheinlichkeit auch bei ungünstigen Bedingungen zu keiner Überschreitung des HMW-Grenzwertes mehr. Die an sich geringe Wahrscheinlichkeit einer Überschreitung des HMW-Grenzwertes wird ab 2020 mit jedem Jahr geringer wegen der abnehmenden

Emissionen. Von November 2021 bis Januar 2022 nochmals Tempo100 einzuführen würde diese geringe Wahrscheinlichkeit noch weiter absenken. Dabei müsste diese Geschwindigkeitsbegrenzung über den ganzen Tag gelten, auch wenn die Grenzwertüberschreitungen bislang nur nachmittags aufgetreten sind; dies, weil sich die Schadstoffe in der bodennahen Luftschicht in diesen Situationen ab den frühen Morgenstunden anreichern und erst im Laufe des Abends typischerweise wieder ausgeräumt werden. Von Februar - Oktober 2021 könnte Tempo100 bereits aufgehoben werden.

**Tempo100&130** Bei fortgesetztem Tempo100 permanent dürften die  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$   $\text{NO}_2$  höchstens noch 2020 überschritten werden, bei schlechteren Ausbreitungsbedingungen, wie sie 2011/12 herrschten, allenfalls noch 2021. Bei permanentem Tempo130 sind JMW zwischen  $30$  und  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$   $\text{NO}_2$  bis 2022/24 zu erwarten je nach meteorologischen Bedingungen. Ab 2025 bleiben die JMW von  $\text{NO}_2$  gemäß HBEFA4.1 jedenfalls unter  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , auch bei schlechteren meteorologischen Bedingungen.

## 7. Dokumentation der Szenarienergebnisse

Tempo130 permanent für lufthygienisch mittleres Szenarium (2013/14):

<b>Basis Imst 2013/14</b>	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	I_NO <sub>2</sub>
<b>2020-2025 T130 perm.</b>	E_NOx	E_NO <sub>2</sub>	I_NOx	I_NO <sub>2</sub>	Anz HST
<b>Szenarium:</b>	g/km/h	g/km/h	ppb	µg/m <sup>3</sup>	>200µg/m <sup>3</sup>
2013/14	684	181	54.9	38.9	16
2020	505	162	43.0	33.9	3
2021	458	148	39.6	32.1	0
2022	416	135	36.6	30.4	0
2023	378	122	33.8	28.8	0
2024	344	112	31.4	27.4	0
2025	315	102	29.2	26.1	0
<b>Messwert 2013/14</b>			<b>54.8</b>	<b>38.9</b>	<b>16</b>

Tempo130 permanent für lufthygienisch ungünstiges Szenarium (2011/12):

<b>Basis Imst 2011/12</b>	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	I_NO <sub>2</sub>
<b>2020-2025 T130 perm.</b>	E_NOx	E_NO <sub>2</sub>	I_NOx	I_NO <sub>2</sub>	Anz HST
<b>Szenarium:</b>	g/km/h	g/km/h	ppb	µg/m <sup>3</sup>	>200µg/m <sup>3</sup>
2011/12	692	168	60.6	43.8	4
2020	497	159	46.0	37.7	0
2021	451	146	42.4	35.7	0
2022	409	132	39.1	33.8	0
2023	372	121	36.2	32.0	0
2024	339	110	33.6	30.4	0
2025	310	100	31.4	28.9	0
<b>Messwert 2011/12</b>			<b>60.6</b>	<b>43.7</b>	<b>4</b>

Tempo100 permanent für lufthygienisch mittleres Szenarium (2013/14):

<b>Basis Imst 2013/14</b>	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	I_NO <sub>2</sub>
<b>2020-2025 T100 perm.</b>	E_NOx	E_NO <sub>2</sub>	I_NOx	I_NO <sub>2</sub>	Anz HST
<b>Szenarium:</b>	g/km/h	g/km/h	ppb	µg/m <sup>3</sup>	>200µg/m <sup>3</sup>
2013/14	684	181	54.9	38.9	16
2020	423	134	37.2	30.7	0
2021	383	123	34.3	29.1	0
2022	348	112	31.7	27.6	0
2023	317	102	29.5	26.2	0
2024	290	93	27.5	25.0	0
2025	266	85	25.7	23.9	0
Messwert 2013/14			54.8	38.9	16