

**Evaluation des flexiblen
Tempolimits auf der A1
zwischen Enns und Linz
von Mai 2019 bis April 2020**

Dr. Jürg Thudium
Dr. Carine Chélala
17.07.2020 / 5311.00

Oekoscience AG

Postfach 452
CH - 7001 Chur

Telefon: +4181 250 3310
Thudium@oekoscience.ch

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Tempolimits nach StVO	2
3. Tempo100-Schaltungen und Verkehrsaufkommen auf der A1 zwischen Linz und Enns sowie Immissionen bei Kristein	3
3.1. Jahreswerte	3
3.1.1. Tempo 100	3
3.1.2. Verkehrsaufkommen	5
3.1.3. Berechnete Emissionen und gemessene Immissionen an Stickoxiden	7
3.2. Jahresverlauf	8
3.2.1. Tempo100	8
3.2.2. Berechnete Emissionen und gemessene Immissionen an Stickoxiden	12
3.3. Wochenverlauf	17
3.3.1. Tempo 100	17
4. Dokumentation der täglichen Schaltzeiten	19
5. Effektive Fahrgeschwindigkeiten des Leichtverkehrs	22
6. Wirksamkeit der flexiblen Tempo100-Schaltung zwischen Enns und Linz	33
7. Zusammenfassung	37

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1: Messstationen im Bereich der Tempo100-Strecke von Linz-Enns.	1
Abbildung 3.1: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 auf der A1 bei Kristein (05.2019-04.2020 bzw. 01.05.2019-15.03.2020).	4
Abbildung 3.2: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 auf der A1 bei Kristein, Betriebsjahre Mai-April 2008/09-2014/15 sowie 2015/16, 2016/17, 2017/18, 2018/19 und 2019/20.	4
Abbildung 3.3: Tägliche Anzahl Stunden (Gleitendes 7-Tagemittel) mit Tempo100 auf der A1 bei Kristein (05.2019-04.2020).	5
Abbildung 3.4: Verkehrsentwicklung (DTV) auf der A1 bei Kristein, 2004-2019. SGV: Schwerer Güterverkehr. Es wird die 10-fache Menge an Bussen dargestellt.	7
Abbildung 3.5: Entwicklung der Emissionen und Immissionen an NO _x und NO ₂ bei Kristein (Kalenderjahre 2004-2019). Ka: Kristein alt; Kn: Kristein neu (ab 1.3.2012).	8
Abbildung 3.6: Häufigkeit von Tempo 100 je Jahreszeit auf der A1 bei Kristein, Betriebsjahre Mai bis April 2008/09 – 2019/20.	9
Abbildung 3.7: Häufigkeit von Tempo100 je Jahreszeit auf der A1 bei Kristein, Wertebereich Mai-April 2008/09-2014/15 sowie 2015/16, 2016/17, 2017/18, 2018/19 und 2019/20.	10
Abbildung 3.8: Häufigkeit von Tempo100 je Monat auf der A1 bei Kristein (05.2019-04.2020).	11
Abbildung 3.9: Häufigkeit von Tempo100 je Monat auf der A1 bei Kristein, Wertebereich Mai-April 2008/09-2014/15 sowie Betriebsjahre 2015/16, 2016/17, 2017/18, 2018/19 und 2019/20.	11
Abbildung 3.10: Monatsmittelwerte der Emissionen (NO _x und NO ₂ [g/km/h]) bei Kristein, 2019/20.	12
Abbildung 3.11: Monatsmittelwerte der Immissionen (NO _x [ppb], NO ₂ [µg/m ³]) bei Kristein (2012/13, 2016/17 und 2019/20).	13
Abbildung 3.12: Piktogramm der NO ₂ -Immissionen bei Kristein A1, 05.2019-04.2020. Jeder Halbstundenwert wird farbkodiert dargestellt. Horizontalachse: Kalendertag; Vertikalachse: Tageszeit.	14

Abbildung 3.13: Monatsmittelwerte der Immissionen an NO _x und NO ₂ der Messstandorte Kristein, Linz-Römerberg, Linz-24er Turm und Wels, Jänner 2010 – Mai 2020.	15
Abbildung 3.14: Jahresmittel der NO ₂ -Immissionen bei Kristein A1, 2010-2019, nach Jahreszeiten. 100% = Mittel von 2012-2013.	16
Abbildung 3.15: Häufigkeit von Tempo100 und NO ₂ -Immissionen je Wochentag auf der A1, Kristein (01.05.2019-15.03.2020).	17
Abbildung 3.16: Häufigkeit von Tempo100 auf der A1 bei Kristein je Wochentag, Betriebsjahre Mai-April 2008/09-2014/15 (grau) sowie 2015/16, 2016/17, 2017/18, 2018/19 und 01.05.2019-15.03.2020.	18
Abbildung 4.1: Anzahl Tage pro Monat mit extrem hohen oder tiefen Tempo100-Schaltzeiten, A1 bei Kristein (05.2019-04.2020).	21
Abbildung 5.1: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempolimits nach StVO auf der A1 bei Kristein (05.2019-04.2020). Schraffiert: StVO-Tempo100 bei IGL-Tempo100 (keine Relevanz für Geschwindigkeitsbestimmungen). Unten: 'StVO-Limits ohne 'StVO-Tempo100 bei IGL-Tempo100'.	26
Abbildung 5.2: Jahresverlauf der Häufigkeit von Tempolimits nach StVO auf der A1 bei Kristein (05.2019-04.2020). Schraffiert: StVO-Tempo100 bei IGL-Tempo100 (keine Relevanz für Geschwindigkeitsbestimmungen). Unten: 'StVO-Limits ohne 'StVO-Tempo100 bei IGL-Tempo100'.	27
Abbildung 5.3: Mittelwerte der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs von 6-22 Uhr (Tag) und von 22-6 Uhr (Nacht) je Tempolimit auf der A1 bei Kristein, Mai bis April, 2008/09 – 2019/20; StVO-Limits unbeachtet.	28
Abbildung 5.4: Mittelwerte der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF) tagsüber (von 6-22 Uhr) auf der A1 bei Kristein (05.2019-04.2020); StVO-Limits unbeachtet.	29
Abbildung 5.5: Mittlerer Tagesgang der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs (oben) und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF; unten) auf der A1 bei Kristein (05.2019-04.2020); StVO-Limits unbeachtet.	30
Abbildung 5.6: Mit dem Pkw-Aufkommen gewichtete Häufigkeitsverteilung der Stundenmittel der Fahrgeschwindigkeit je Tempolimit auf der A1 bei Kristein (05.2017-04.2018, 05.2018-04.2019 und 05.2019-04.2020).	31

Abbildung 5.7: Monatsmittelwerte der Fahrgeschwindigkeit von 6-22 Uhr des Leichtverkehrs (LV; oben) und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF; unten) auf der A1 bei Kristein (05.2019-04.2020); StVO-Limits unbeachtet.

32

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1: Durchschnittlicher täglicher Verkehr (DTV) auf der A1 bei Kristein (Betriebsjahre 2019/20, 2018/19 und 2017/18 mit Veränderungen zum jeweiligen Vorjahr).	6
Tabelle 3.2: Jahreszeitliche Tempo100-Häufigkeiten auf der A1 bei Kristein (2011/12-2019/20).	9
Tabelle 4.1: Tägliche Anzahl Stunden mit Tempo100, A1 bei Kristein (05.2019-04.2020).	19
Tabelle 5.1: Effektiv gefahrene Geschwindigkeiten des Leichtverkehrs (LV) je IGL-Tempolimit inkl. bzw. ohne Zeiten mit StVO-Limits, tagsüber (6-22 Uhr) bzw. in der Nacht (22-6 Uhr) auf der A1 bei Kristein, 05.2019-04.2020 (oben), 05.2018-04.2019 (Mitte) bzw. 05.2017-04.2018 (unten):	23
Tabelle 5.2: Effekt der Weglassung der Zeiten mit StVO-Limits bei der Berechnung der Durchschnittsgeschwindigkeiten des Leichtverkehrs (LV) je IGL-Tempolimit, tagsüber (6-22 Uhr) bzw. in der Nacht (22-6 Uhr) auf der A1 bei Kristein, 05.2019-04.2020 (oben), 05.2018-04.2019 (Mitte) bzw. 05.2017-04.2018 (unten):	24
Tabelle 6.1: Emissionsreduktionen für NO _x und CO ₂ durch das real umgesetzte flexible Tempo100-Limit auf dem 13 km langen Abschnitt Enns-Linz der A1, 05.2019-04.2020:	33
Tabelle 6.2: Absolute Kennzahlen der vier Szenarien 'Tempo 100 immer', 'Tempo100 nie', 'Tempo100 temporär' (= real) und 'Tempo100 Winterhj.', Kristein A1, Mai 2019 – April 2020.	35
Tabelle 6.3: Relative Effekte eines <i>permanenten</i> Tempo100 im Vergleich zu Tempo130 bei den real ermittelten Fahrgeschwindigkeiten (114.1 gegenüber 123.7 km/h tagsüber; 112.0 gegenüber 120.4 km/h nachts), Kristein A1, Mai 2019 – April 2020.	35
Tabelle 6.4: Relative Effekte der verschiedenen Tempo100-Limits <i>in Bezug auf ein permanentes</i> Tempo100-Limit, Kristein A1, Mai 2019 – April 2020.	36

1. Einleitung

Die Tempo100-Strecke auf der A1 umfasst den rund 13 km langen Streckenabschnitt zwischen Linz und Enns. Die zugehörige Immissionsmessstation Kristein "alt" (282 m ü.M.) wurde am 01.03.2012 mit Kristein "neu" (255 m ü.M.) ersetzt; die neue Messstation liegt etwa 800 m westlich der alten in der Ebene. Die Verkehrserfassung liegt etwas östlich der alten Messstation. Eine weitere Verkehrszählstelle liegt bei Haid; diese Zählstelle wurde für die Schätzung der Verkehrsentwicklung von 2004-2007 verwendet.



Abbildung 1.1: Messstationen im Bereich der Tempo100-Strecke von Linz-Enns.

In diesem Bericht wird die Tempo100-Schaltung im Betriebsjahr Mai 2019 – April 2020 evaluiert. Am 02.02.2015 wurde der Schwellenwert des Pkw-Beitrags an die NO_2 -Immissionen, welcher über die Schaltung von Tempo100 entscheidet, deutlich nach unten gesetzt, was die Schalthäufigkeit stark erhöht hat.

2. Tempolimits nach StVO

Seit Oktober 2014 ist im Rahmen der VBA ein Automatikprogramm im Einsatz, das seine Beobachtungen in Tempolimits und Verkehrszeichen umsetzen kann. Seit diesem Zeitpunkt gibt es auch Tempolimits auf diesem Abschnitt der A1, welche nicht vom Algorithmus des IGL gesteuert sind, und zwar für 60, 80 und 100 km/h. Die meisten StVO-Tempolimits geben Tempo100 vor.

Vom 1. – 13. Mai 2019 gab es in Fahrtrichtung 2 (Richtung Salzburg) einen permanenten Ausfall der Anzeige für die mittlere Spur, welche hier ausgewertet wird, was aber die effektiven Fahrgeschwindigkeiten nicht beeinflusste. Diese Ausnahmesituation ging in die Betrachtung der Tempolimits nach StVO nicht ein. Von Mai 2019 bis April 2020 gab es während 11.3% der Zeit StVO-Tempolimits auf der A1 (Vorjahr 12.0%), welche nicht vom IGL-Algorithmus gesteuert waren, davon 8.5% Tempo100 (Vorjahr 10.3%), 2.3% Tempo80 (Vorjahr 1.5%) und 0.5% Tempo60 (Vorjahr 0.11%). Gut ein Drittel (4.1%) der StVO-Tempo100-Limits (Vorjahr 5.7%) ereigneten sich während IGL-Tempo100-Limits, beeinflussten also die Fahrgeschwindigkeiten nicht zusätzlich. Durch die übrigen StVO-Tempolimits (7.2% der Gesamtzeit; Vorjahr 6.3%) sanken jedoch die Durchschnittsgeschwindigkeiten etwas. **Die Zeiten mit einer zusätzlichen Geschwindigkeitsreduktion infolge StVO-Tempolimits haben also im Vergleich mit den Vorjahren etwas zugenommen.**

Die StVO-Schaltungen wurden in dieser Evaluation folgendermaßen berücksichtigt:

- Aus rechtlicher Sicht überlagert ein StVO-Tempolimit ein gleiches oder höheres IGL-Tempolimit. Zur fachlichen Beurteilung der Tempo100-Schaltung (Kap. 3-4) wurde das aber nicht berücksichtigt. Jede IGL-Schaltung wurde gezählt, auch wenn sie von einem StVO-Tempolimit überlagert wurde.
- Bei der Bestimmung der mittleren Fahrgeschwindigkeiten (Kap. 5) wurden die Tempolimits nach StVO berücksichtigt. Bei der Berechnung der mittleren Geschwindigkeit bei Tempo 130 (ohne Schaltung IGL-Tempo100) wurden alle Halbstunden mit mehr als einem Viertel (7.5 min.) Tempolimits nach StVO (100, 80 oder 60 km/h) weggelassen. Bei der Berechnung der mittleren Geschwindigkeit bei IGL-Tempo100 wurden alle Halbstunden mit mehr als einem Viertel StVO-Tempolimits von 60 oder 80 km/h weggelassen.
- Bei den Szenarien zur lufthygienischen Wirksamkeit (Kap. 6) wurden die Durchschnittsgeschwindigkeiten *ohne* Zeiten mit StVO-Tempolimits bestimmt, es wurde also der von StVO-Limits unbeeinflusste Geschwindigkeitseffekt des flexiblen Tempo100 nach IGL bestimmt.

3. Tempo100-Schaltungen und Verkehrsaufkommen auf der A1 zwischen Linz und Enns sowie Immissionen bei Kristein

3.1. Jahreswerte

3.1.1. Tempo 100

Im Betriebsjahr Mai 2019 – April 2020 war Tempo100 auf der A1 zwischen Linz und Enns während durchschnittlich **50%** der Betriebszeit geschaltet (47% der Gesamtzeit bei einer Verfügbarkeit der Tempo-Schaltung von 93%). Der erhöhte Wert im Vergleich zu früheren Jahren kam durch die Absenkung des Schwellenwertes am 2.2.2015 zustande.

Infolge des starken Verkehrseinbruchs ab 16.3.2020 wegen des Lockdowns gab es ab dann nur noch wenige Tempo100-Schaltungen. Die folgende Grafik zeigt den mittleren Tagesgang der Tempo100-Häufigkeit sowohl für das gesamte Betriebsjahr als auch für die Periode 01. Mai 2019 – 15.03.2020 (ohne Lockdown). Die Morgenspitze der Tempo100-Häufigkeit weist von 06:30-08:00 Uhr eine Häufigkeit über 70% auf, die langgezogene Abendspitze zwischen 17:00 und 23:30 Uhr ebenso. Am frühen Morgen zwischen 03:00 und 05:30 Uhr ist die Tempo100-Häufigkeit am tiefsten mit unter 20%. Diese Angaben beziehen sich auf die Schaltungen ohne Lockdown-Phase.

Der Tagesverlauf der Tempo100-Häufigkeit ist grundsätzlich ähnlich wie im Vorjahr, nur über Mittag ergaben sich im aktuellen Betriebsjahr ein Stück tiefere Werte bis unter 40%. Im Vergleich zu früheren Jahren (bis 2014/15) sind die Werte markant höher.

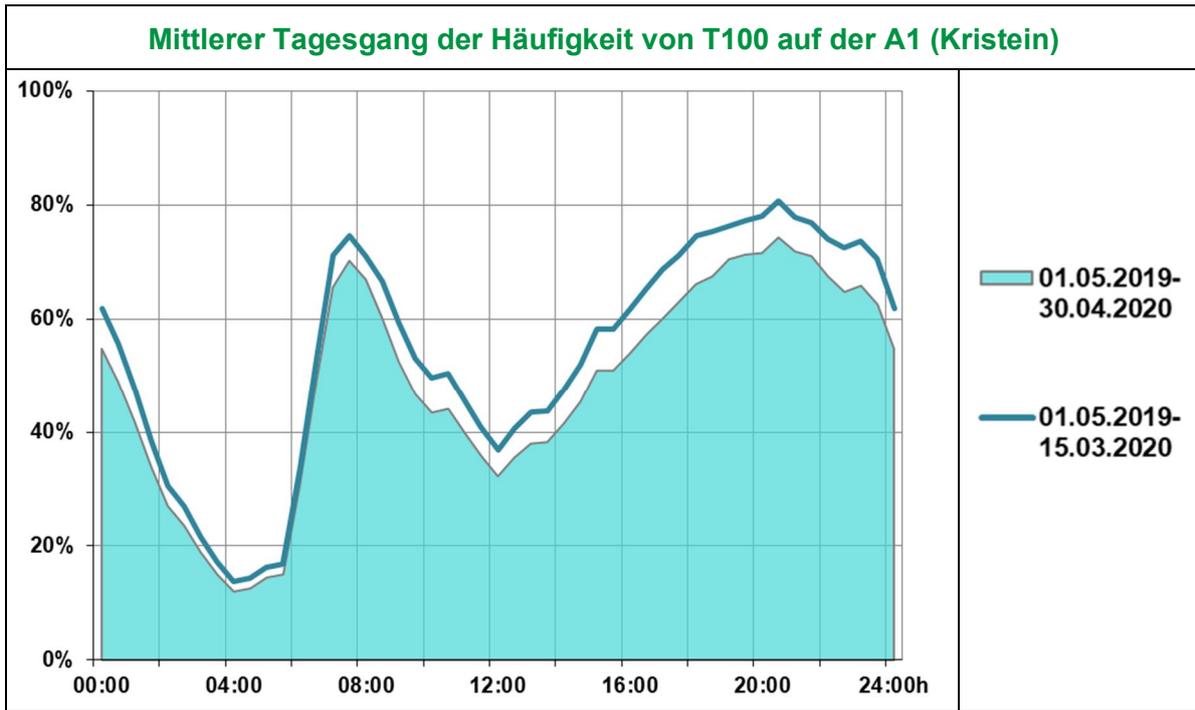


Abbildung 3.1: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 auf der A1 bei Kristein (05.2019-04.2020 bzw. 01.05.2019-15.03.2020).

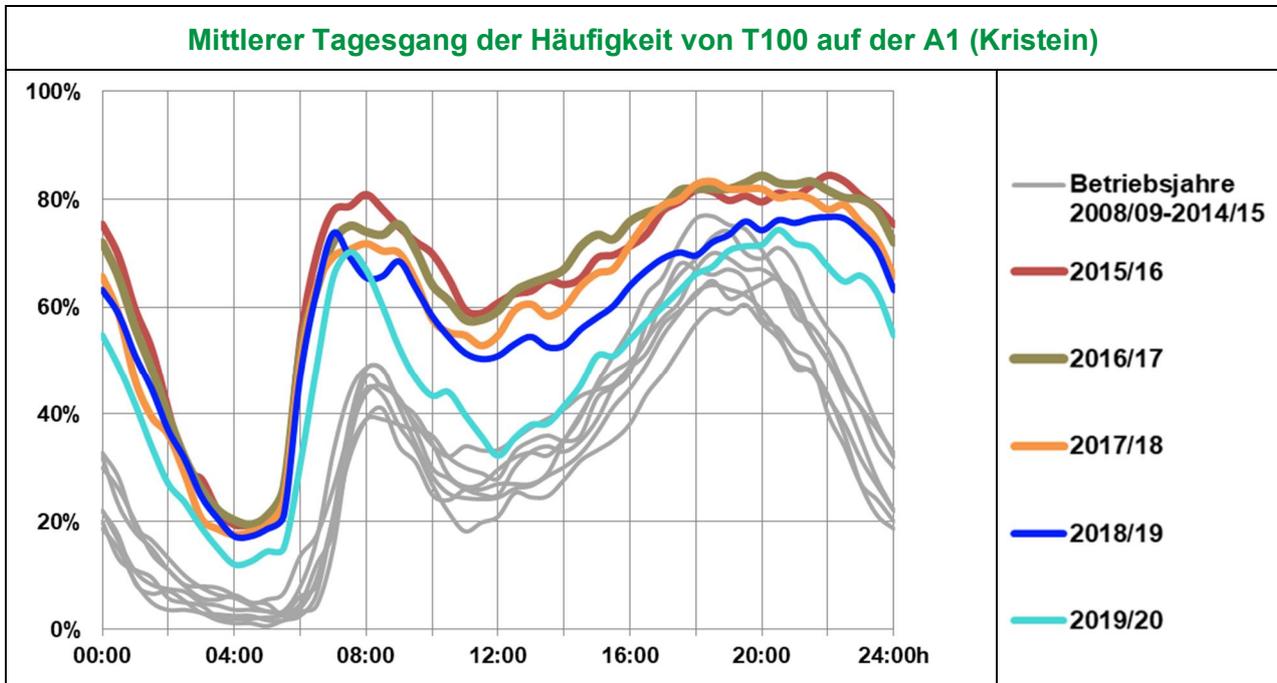


Abbildung 3.2: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 auf der A1 bei Kristein, Betriebsjahre Mai-April 2008/09-2014/15 sowie 2015/16, 2016/17, 2017/18, 2018/19 und 2019/20.

Im Jahresverlauf (nächste [Abbildung 3.3](#): Gleitende Wochenmittel) zeigt sich der Einfluss von Witterungsphasen mit Perioden von vermehrten bzw. verringerten Tempo100-Schaltzeiten. Es gibt keinen typischen Jahresgang, vielmehr temporäre Spitzenwerte im Hochwinter und im Sommer. Der Lockdown ab 16.03.2020 führte zu markant weniger Verkehr und in der Folge zu deutlich weniger Tempo100-Schaltungen. Die Verringerung der Tempo100-Häufigkeit im mittleren Maidrittel 2019 ging mit erhöhter Windgeschwindigkeit einher, was zu verringerten Immissionen führte.

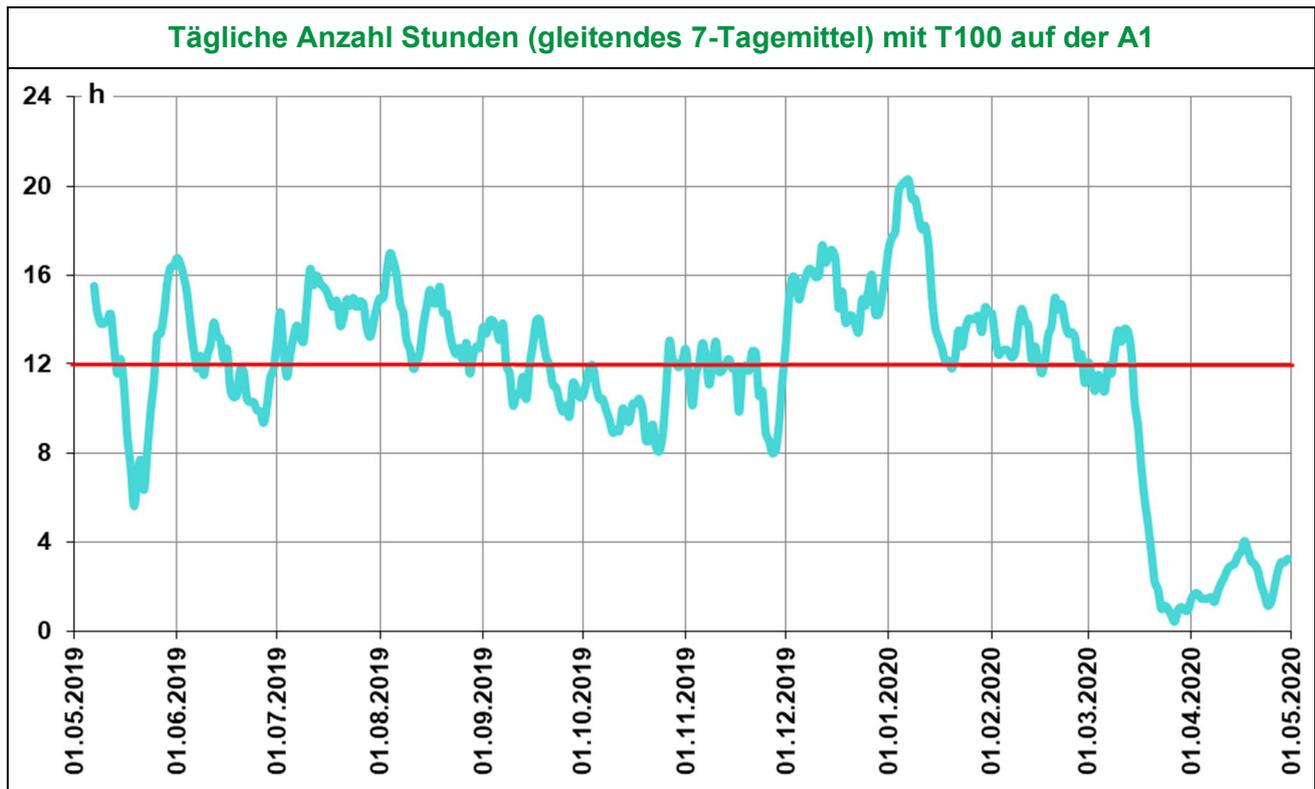


Abbildung 3.3: Tägliche Anzahl Stunden (Gleitendes 7-Tagemittel) mit Tempo100 auf der A1 bei Kristein (05.2019-04.2020).

3.1.2. Verkehrsaufkommen

Die A1 zwischen Enns und Asten wies im Betriebsjahr (Mai 2019 – April 2020) einen DTV von rund 66'000 Fahrzeugen auf, 6'000 weniger als im Vorjahr. Das Verkehrsaufkommen hat lockdownbedingt in allen Fahrzeugkategorien abgenommen. Trendaussagen sind keine möglich. Zum Vergleich wurden in der nächsten Tabelle auch die Verkehrszahlen der zwei letzten Betriebsjahre samt den jährlichen Änderungen zum Vorjahr angegeben.

Tabelle 3.1: Durchschnittlicher täglicher Verkehr (DTV) auf der A1 bei Kristein (Betriebsjahre 2019/20, 2018/19 und 2017/18 mit Veränderungen zum jeweiligen Vorjahr).

DTV A1	Lieferwagen	Pkw	Schwere Güterfahrzeuge	Bus	Summe
05.2019-04.2020	7'066	49'010	9'710	352	66'138
<i>Änderung zu 2018/19</i>	<i>-547</i>	<i>-4898</i>	<i>-532</i>	<i>-45</i>	<i>-6'022</i>
05.2018-04.2019	7'613	53'908	10'242	397	72'160
<i>Änderung zu 2017/18</i>	<i>+206</i>	<i>+330</i>	<i>+235</i>	<i>+1</i>	<i>+774</i>
05.2017-04.2018	7'406	53'577	10'007	396	71'386
<i>Änderung zu 2016/17</i>	<i>+496</i>	<i>+1160</i>	<i>+335</i>	<i>+9</i>	<i>+2000</i>

Alle Fahrzeughauptkategorien außer den Bussen weisen für die Kalenderjahre 2004 – 2019 (vor Lockdown!) eine Zunahme auf. Die Busse weisen von 2007 auf 2008 einen abrupten Rückgang auf etwa zwei Drittel auf, der zähltechnisch bedingt sein könnte. Man beachte, dass in der Grafik der 10-fache Wert des Bus-DTV angegeben wird, die Abnahme bei den Bussen könnte also die Zunahme bei den Lieferwagen nicht kompensieren.

Die Werte für 2008 (= Februar 2008 – Januar 2009) bis 2018 entstammen der realen Zählung auf der A1 bei Kristein, die Werte von 2004 – 2007 basieren auf den Zählungen bei Haid, welche aufgrund eines Quervergleichs von Juli 2006 – Juni 2007 auf Kristein hochgerechnet wurden.

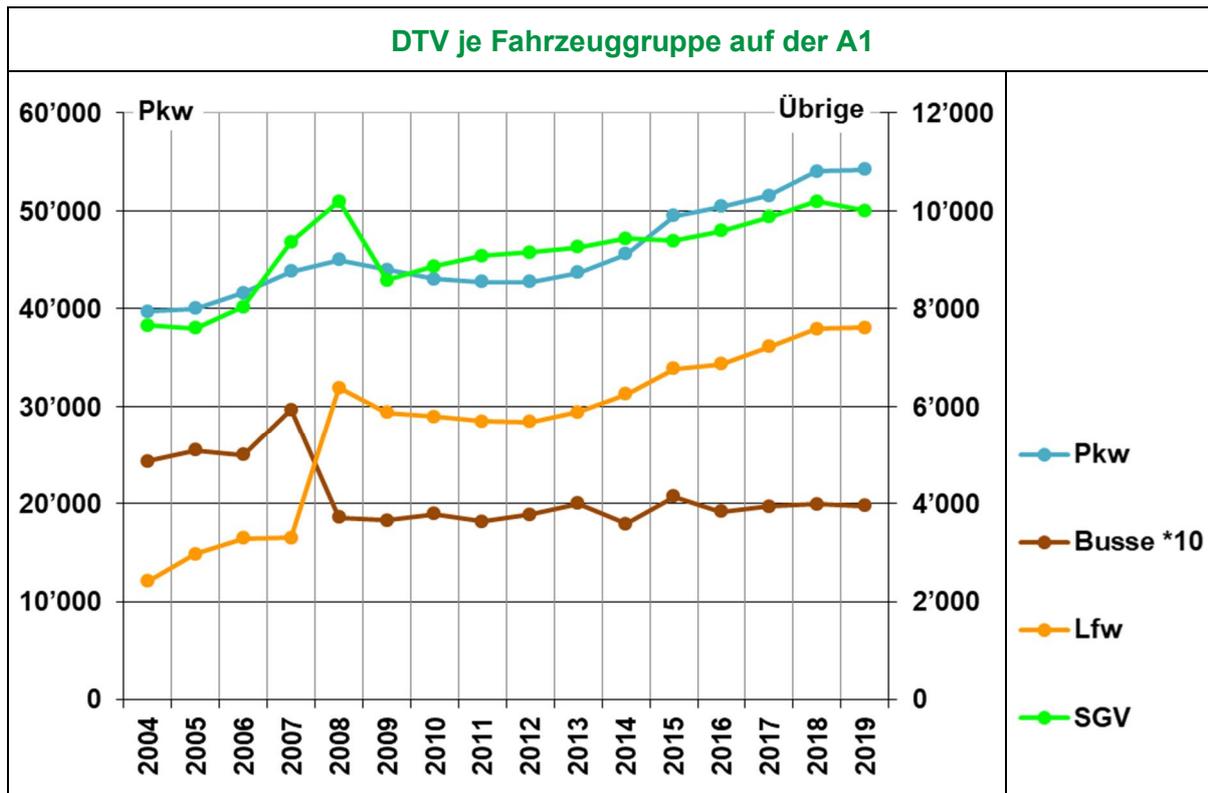


Abbildung 3.4: Verkehrsentwicklung (DTV) auf der A1 bei Kristein, 2004-2019. SGV: Schwerer Güterverkehr. Es wird die 10-fache Menge an Bussen dargestellt.

3.1.3. Berechnete Emissionen und gemessene Immissionen an Stickoxiden

Die Emissionen werden stündlich berechnet, indem das gezählte Verkehrsaufkommen je Fahrzeugkategorie mit dem entsprechenden Emissionsfaktor (mittlere Emission pro Fahrzeug je Kilometer) gemäß HBEFA (Handbuch der Emissionsfaktoren) multipliziert und das Ergebnis über alle Kategorien aufsummiert wird.

Von 2004 – 2018 haben sich die nach HBEFA3.1/3.2 berechneten NOx-Emissionen deutlich reduziert, die NOx-Immissionen weisen ebenfalls eine Reduktion auf. Natürlich schwanken die Immissionen stark aufgrund unterschiedlicher meteorologischer Verhältnisse. Dennoch zeigt sich über die gesamte Zeit eine höhere prozentuale Abnahme bei den berechneten Emissionen (durch die Flottenmodernisierung) als bei den Immissionen. Für 2019 wurden die NOx- und NO₂-Emissionen nach dem neuen HBEFA4.1 berechnet, was trotz Flottenmodernisierung zu einer deutlichen Zunahme der berechneten Emissionen geführt hat. Die Zeitreihe kann so nicht weitergeführt werden, dazu müssten rückwirkend alle Emissionen bis 2004 mit dem HBEFA4.1 neu berechnet werden.

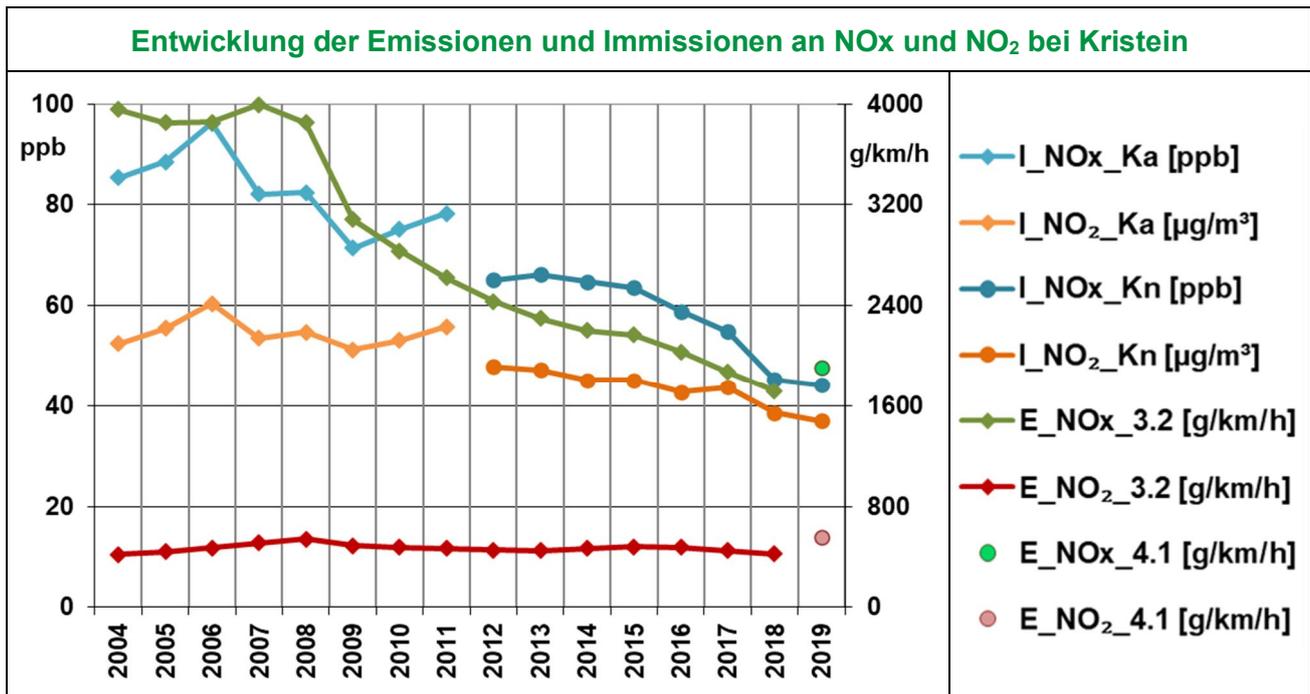


Abbildung 3.5: Entwicklung der Emissionen und Immissionen an NOx und NO₂ bei Kristein (Kalenderjahre 2004-2019). Ka: Kristein alt; Kn: Kristein neu (ab 1.3.2012).

Von 2017 auf 2018 jedoch nahmen die Immissionen mehr ab als gemäß Emissionsverlauf zu erwarten gewesen wäre. dabei dürfte eine Rolle gespielt haben, dass die realen Emissionsfaktoren sich nun langsam den theoretischen annäherten (Updates bei Diesel-Pkw und Lfw, EuroVld bei den Lkw ...). Von 2018 auf 2019 waren die Immissionsabnahmen nur noch gering.

3.2. Jahresverlauf

3.2.1. Tempo100

Der Jahresgang der Tempo100-Häufigkeit war schon immer wenig ausgeprägt, wie die folgende Tabelle zeigt. Im aktuellen Betriebsjahr wies wieder der Winter die höchste Schalthäufigkeit auf, gefolgt vom Sommer. Im Sommer sind die NOx-Emissionen am höchsten, was auch einen Einfluss auf die Schaltung hat. Alle Jahreszeiten weisen eine geringere Schalthäufigkeit als im Vorjahr auf. Der starke Rückgang im Frühjahr ist lockdownbedingt.

Tabelle 3.2: Jahreszeitliche Tempo100-Häufigkeiten auf der A1 bei Krastein (2011/12-2019/20).

%Tempo100	2019/20	2018/19	2017/18	2016/17	2015/16	2014/15	2013/14	2012/13	2011/12
Winter	61%	69%	60%	68%	68%	43%	30%	40%	33%
Frühjahr	30%	48%	58%	61%	62%	53%	32%	29%	35%
Sommer	55%	62%	66%	67%	65%	30%	27%	27%	37%
Herbst	46%	49%	58%	61%	64%	21%	26%	25%	41%
Ganzes Jahr	48%	57%	60%	64%	64%	37%	29%	30%	36%

Die nächste Abbildung zeigt die jahreszeitlichen Tempo100-Schalhäufigkeiten seit Beginn. Man erkennt die Stagnation von 2008-2015 (was seine Entsprechung in den NOx-Immissionen hat), die Erhöhung der Schalhäufigkeit anfangs 2015 durch Schwellenwertabsenkung und die kontinuierliche Abnahme der Schalhäufigkeit seit 2016; durch den allgemeinen Rückgang der NOx-Immissionen wurde der Schwellenwert weniger häufig überschritten, was weniger häufige Tempo100-Schaltungen zur Folge hatte.

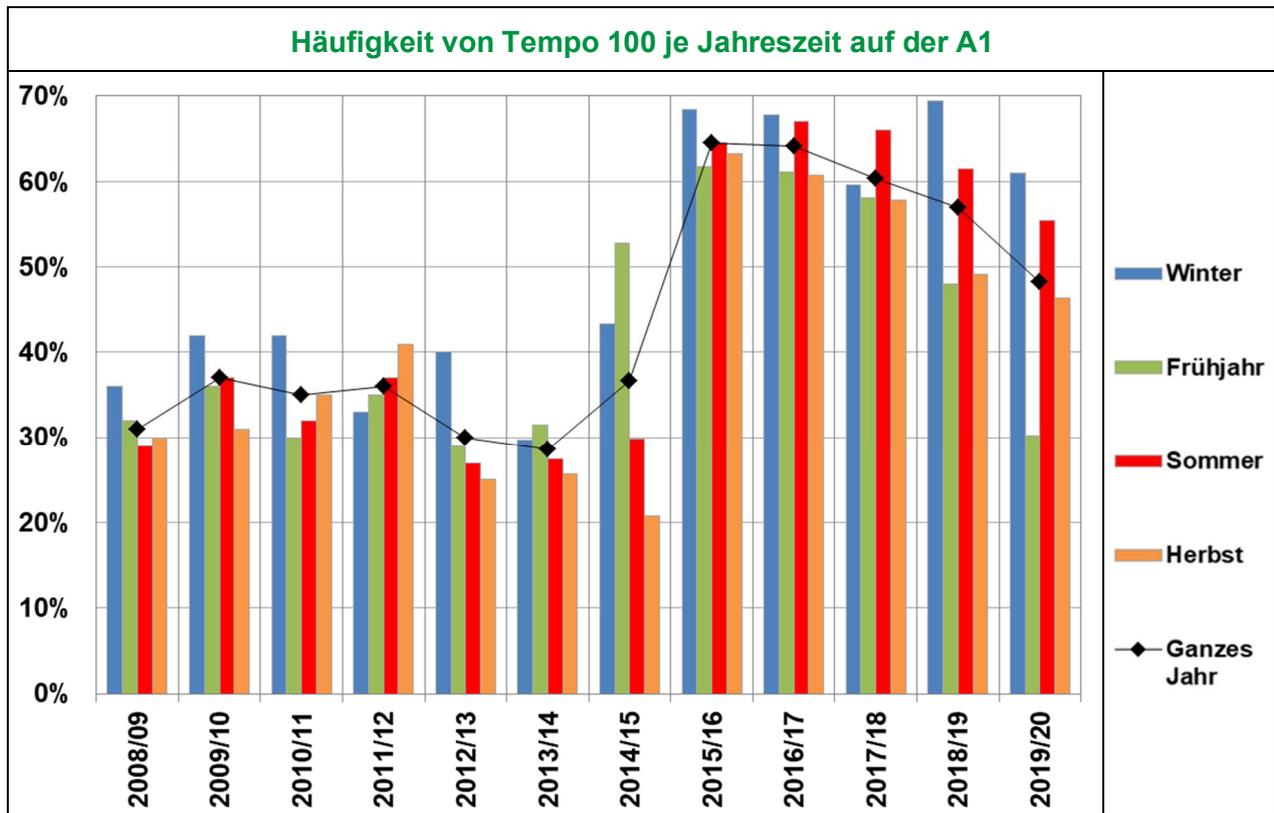


Abbildung 3.6: Häufigkeit von Tempo 100 je Jahreszeit auf der A1 bei Krastein, Betriebsjahre Mai bis April 2008/09 – 2019/20.

Die nächste Abbildung zeigt den Bereich der jahreszeitlichen Tempo100-Häufigkeiten der sieben früheren Betriebsjahre 2008/09 – 2014/15 grau schraffiert, sowie die Werte für die Betriebsjahre 2015/16 bis 2019/20 (mit verringertem Schwellenwert).

Es sind die gleichen Daten wie in obiger Abbildung bzw. Tabelle, nur anders visualisiert. Der Kommentar bleibt sich gleich.

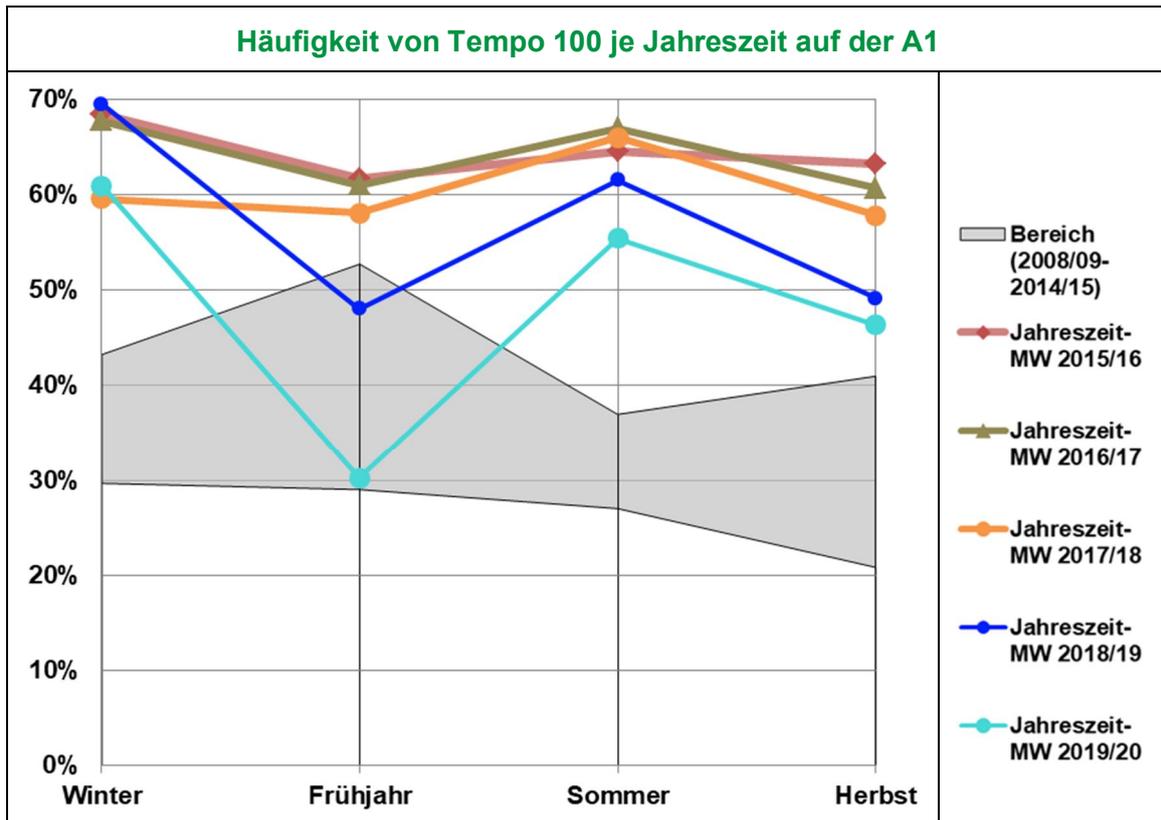


Abbildung 3.7: Häufigkeit von Tempo100 je Jahreszeit auf der A1 bei Kristein, Wertebereich Mai-April 2008/09-2014/15 sowie 2015/16, 2016/17, 2017/18, 2018/19 und 2019/20.

Die **monatlichen** Tempo100-Häufigkeiten entsprechen grundsätzlich dem Bild der gleitenden 7-Tagemittel. Sie schwankten in diesem Betriebsjahr (ohne März und April 2020) zwischen 42% (Oktober 2019) und 65%/64% (Dezember 2019/Jänner 2020). Im April 2020 betrug die Schaltheufigkeit lockdownbedingt nur 11%.

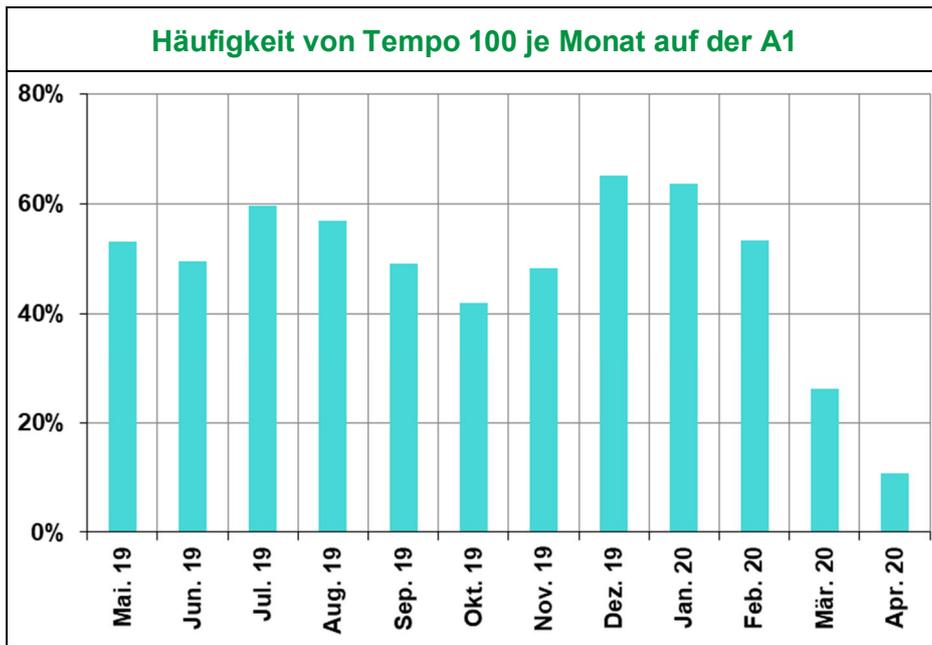


Abbildung 3.8: Häufigkeit von Tempo100 je Monat auf der A1 bei Kristein (05.2019-04.2020).

Die nächste Abbildung zeigt den Bereich der monatlichen Tempo100-Häufigkeiten der sieben früheren Betriebsjahre 2008/09 – 2014/15 grau schraffiert sowie die Werte für die vorhergehenden Betriebsjahre 2015/16 bis 2019/20.

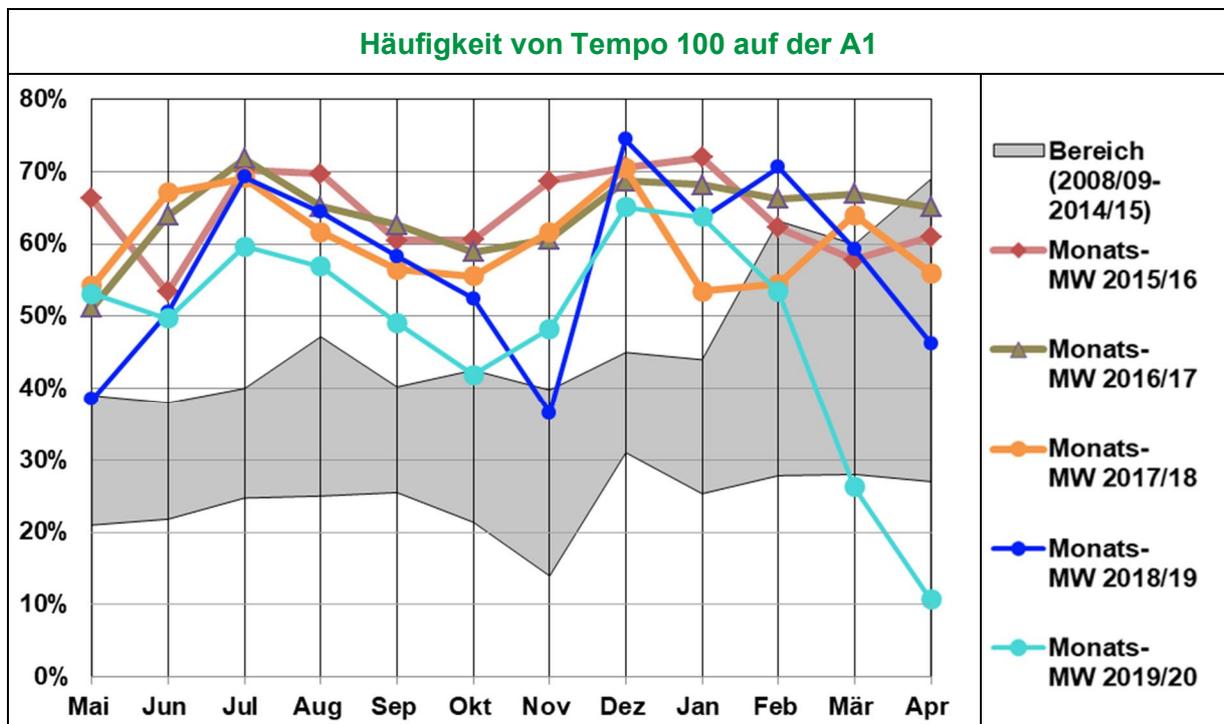


Abbildung 3.9: Häufigkeit von Tempo100 je Monat auf der A1 bei Kristein, Wertebereich Mai-April 2008/09-2014/15 sowie Betriebsjahre 2015/16, 2016/17, 2017/18, 2018/19 und 2019/20.

Der Effekt der Schwellenwertabsenkung am 2.2.2015 ist auch hier augenscheinlich. Während der 'grauen' Monate Februar-April (2015) war die Schwellenwertabsenkung bereits durchgeführt worden, deshalb erreichten diese Werte diejenigen der letzten Betriebsjahre.

3.2.2. Berechnete Emissionen und gemessene Immissionen an Stickoxiden

Das Maximum der Stickstoffoxidemissionen liegt jeweils im Sommer. Sie werden nun nach dem HBEFA4.1 berechnet, weshalb ein Vergleich mit früheren Jahren (mit HBEFA3.1/3.2) keinen Sinn macht. Die Immissionsverläufe (NO_x und NO₂) schwanken deutlich von Jahr zu Jahr. Ihr Maximum liegt generell im Winter, beim NO₂ meist etwas später als beim NO_x (bedingt durch das im Spätwinter höhere Ozonangebot). Die folgende Abbildung zeigt den Jahresverlauf der Emissionen 2019/20 bzw. der Immissionen an NO_x und NO₂ aus den Betriebsjahren 2012/13, 2016/17 und 2019/20. So kann die Entwicklung über die letzten 8 Betriebsjahre ermessen werden.

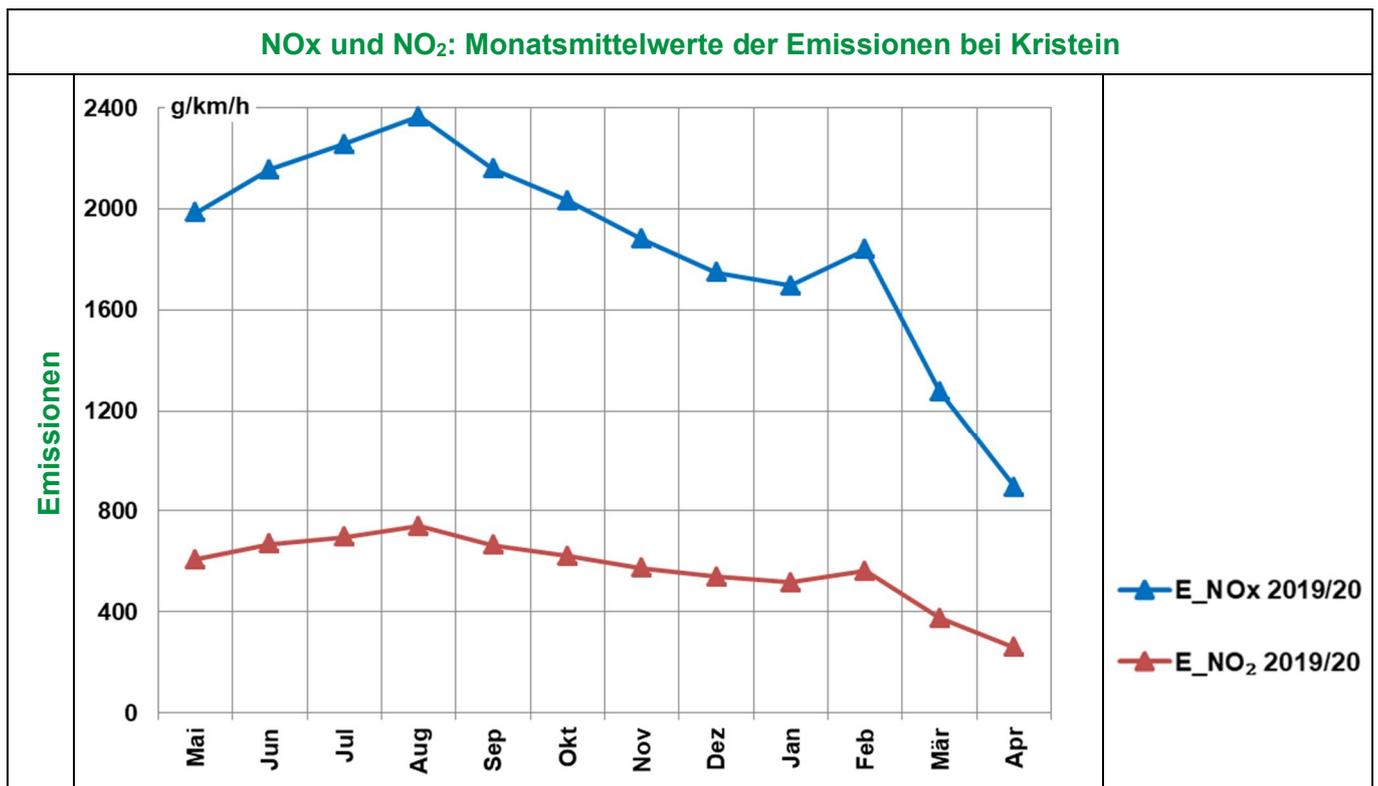


Abbildung 3.10: Monatsmittelwerte der Emissionen (NO_x und NO₂ [g/km/h]) bei Krastein, 2019/20.

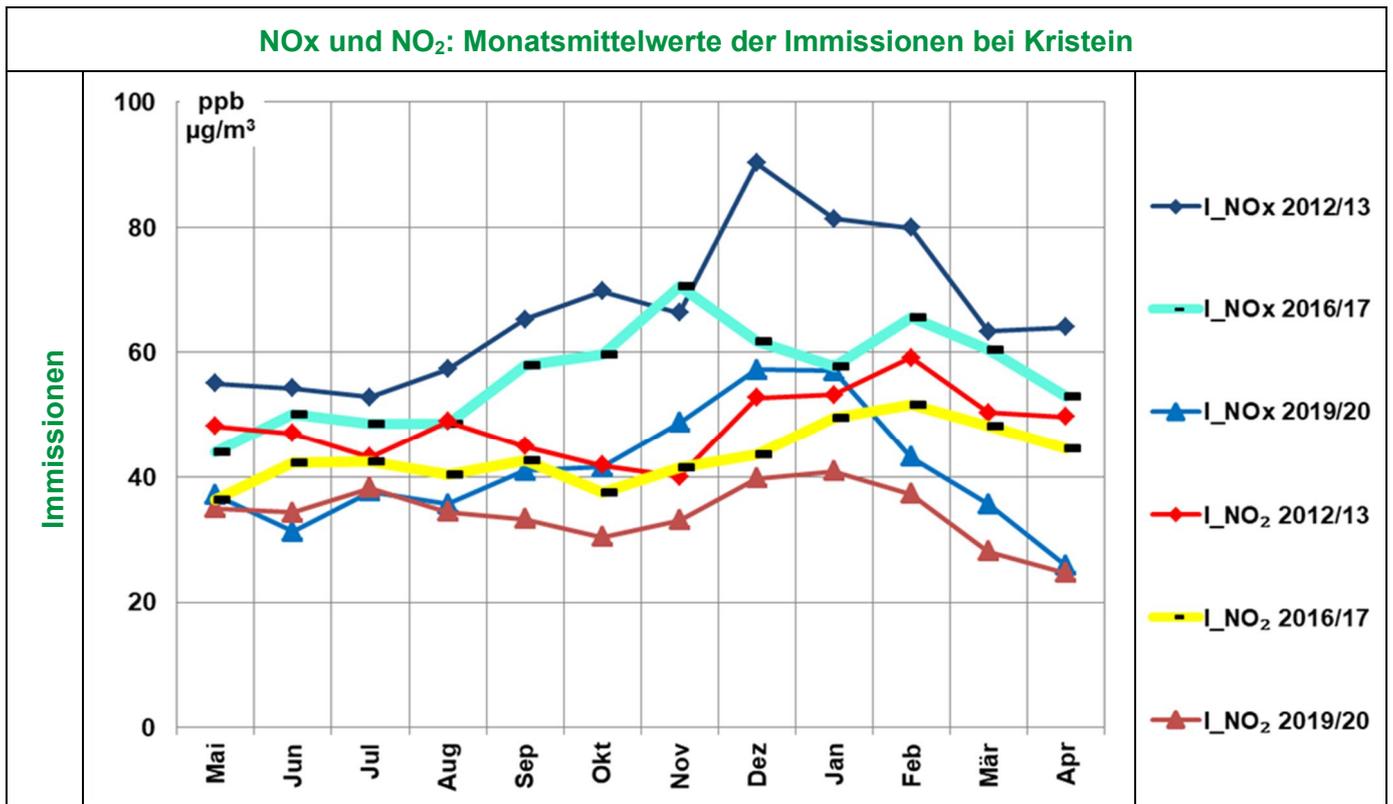


Abbildung 3.11: Monatsmittelwerte der Immissionen (NOx [ppb], NO₂ [µg/m³]) bei Kristein (2012/13, 2016/17 und 2019/20).

Die Verteilung der NO₂-Immission bei Kristein über das Betriebsjahr 2019/20 wird in einem Piktogramm gezeigt: Jeder Halbstundenmittelwert wird farbkodiert gezeigt, die Horizontalachse steht für den Kalendertag und die Vertikalachse für die Tageszeit.

Die höchsten NO₂-Konzentrationen treten bei Kristein an der A1 abends auf, im Winter etwas früher als sonst. Die 'Rush-Hours' am Morgen sind nicht so stark belastet. Es zeigt sich auch hier, dass an diesem Standort der jahreszeitliche Gang wenig ausgeprägt ist. Hingegen zeigt sich der Lockdown-Effekt deutlich: Ab Mitte März 2020 sind die Immissionen deutlich niedriger infolge des stark reduzierten Verkehrsaufkommens. Durch die automatischen Kalibrationen der Stickoxid-Messung geht pro Tag eine Halbstunde an Messwerten verloren, was im Piktogramm als weiße Fläche ausgewiesen wird. Die Uhrzeit der Kalibration verschiebt sich jeden Tag um eine Halbstunde, was sich im Piktogramm durch schräge weiße Linien (Felder ohne Messwert) zeigt.

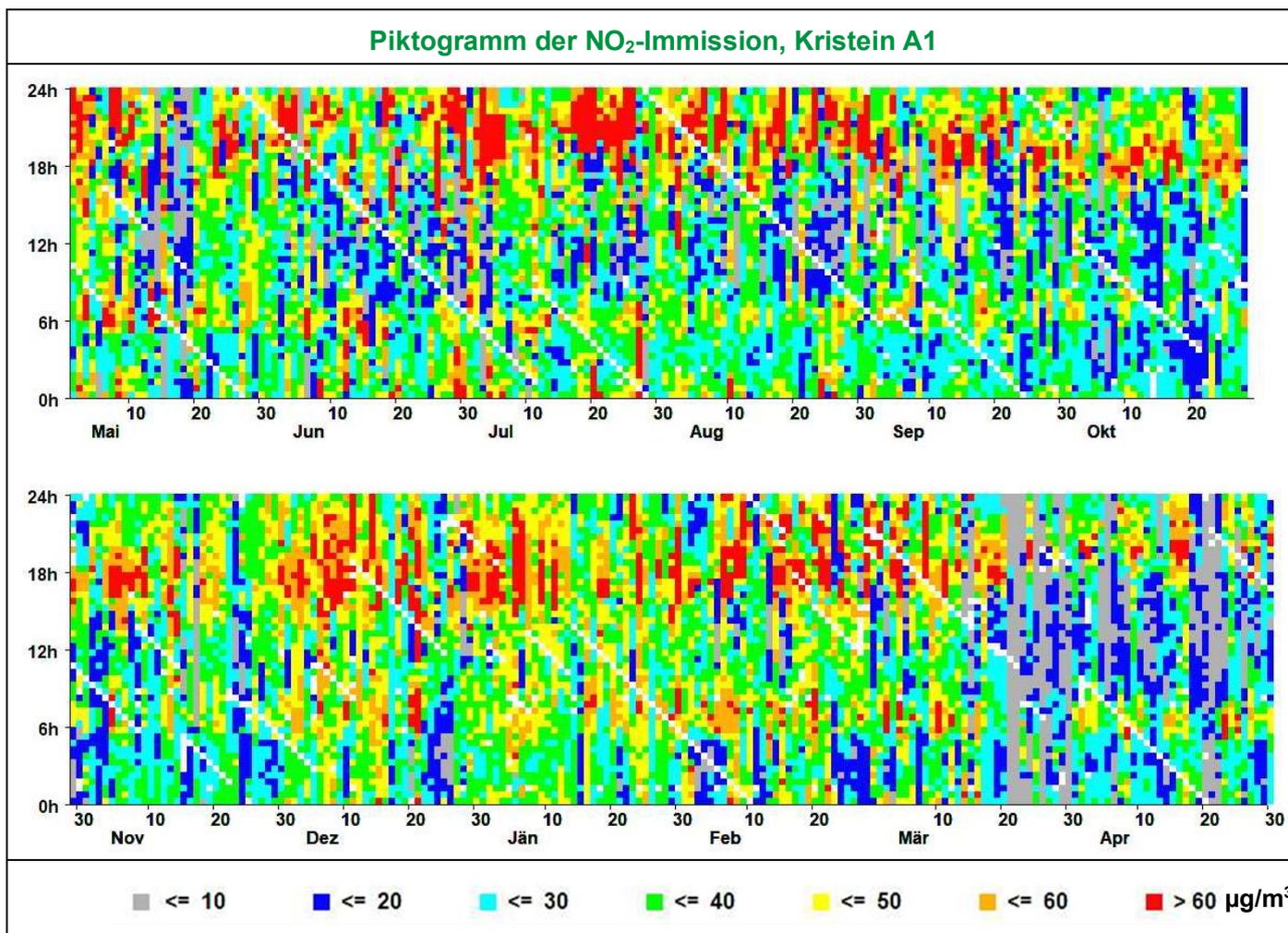


Abbildung 3.12: Piktogramm der NO₂-Immissionen bei Kristein A1, 05.2019-04.2020. Jeder Halbstundenwert wird farbkodiert dargestellt. Horizontalachse: Kalendertag; Vertikalachse: Tageszeit.

Zur Einordnung der Immissionsverhältnisse bei Kristein werden auch die Immissionen von anderen Messstellen in dieser Region betrachtet: Wels, Linz (24er Turm) und Linz-Römerberg.

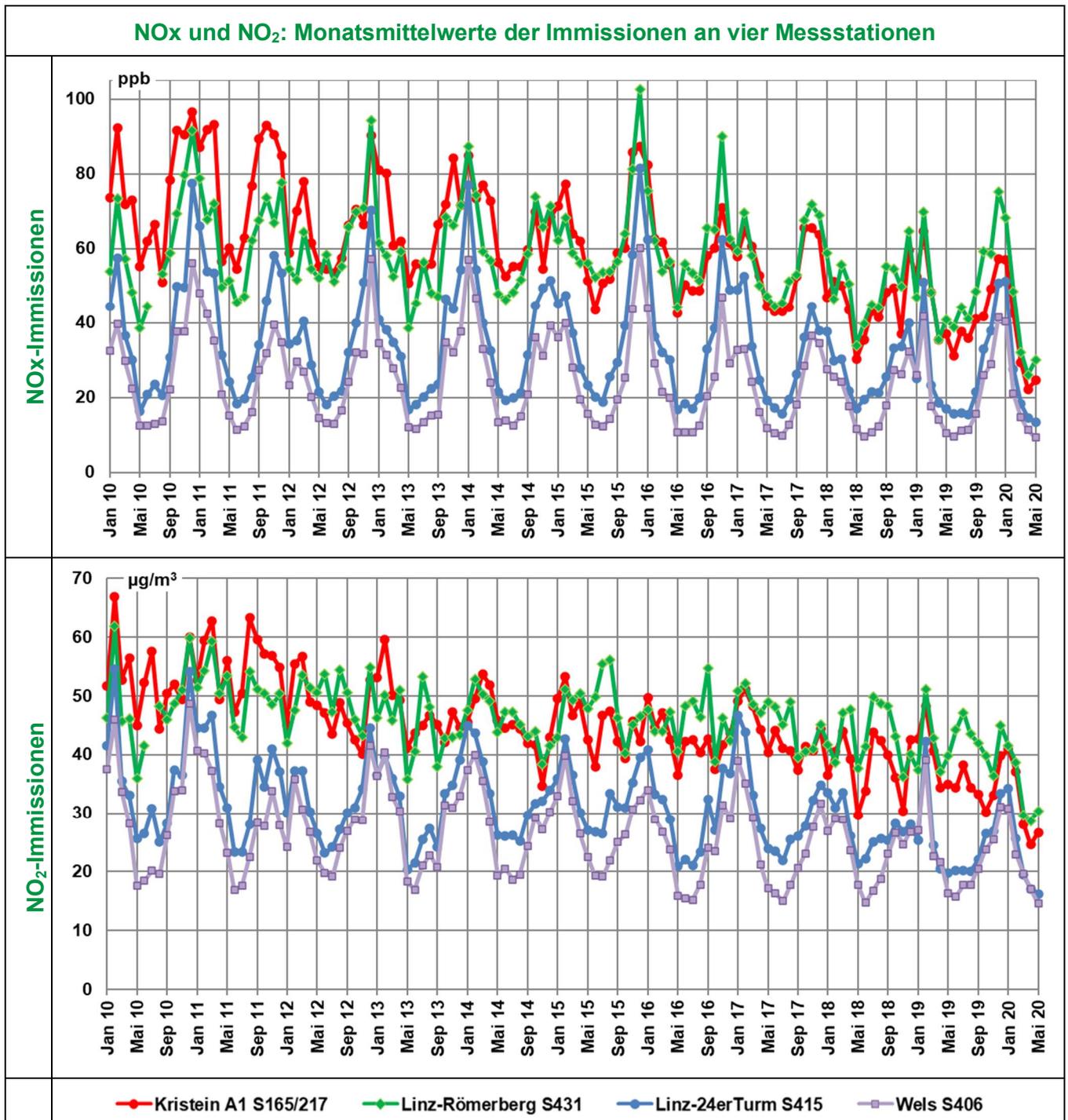


Abbildung 3.13: Monatsmittelwerte der Immissionen an NO_x und NO₂ der Messstandorte Kristein, Linz-Römerberg, Linz-24er Turm und Wels, Jänner 2010 – Mai 2020.

Die mit am stärksten belastete Station Kristein war ursprünglich meist ein Stück höher belastet als Linz-Römerberg; inzwischen hat Linz-Römerberg Kristein immissionsseitig in jedem Monat 'überholt'. Die Stickoxidemissionen sind in den letzten Jahren an Autobahnen und Schnellstraßen prozentual stärker zurückge-

gangen als an städtischen Straßenstandorten; dies bildet sich in den Immissionen ab. Die beiden anderen Stadtstandorte blieben stets weniger belastet.

Die Abnahme der Stickoxidimmissionen von 2012 bis 2019 an der Station Kristein erfolgte in allen Jahreszeiten ähnlich, moduliert durch die Witterungsbedingungen. Der Grund für die Abnahme ist also emissionsseitig zu suchen, und nicht in einem veränderten Witterungscharakter. Von 2012 bis 2019 haben die NO_x-Immissionen bei Kristein an der A1 um etwa 30% abgenommen, die NO₂-Immissionen um etwa 20%. Der Anteil ist beim NO₂ weniger groß, weil die Direkt-emission an NO₂ anteilmäßig zugenommen hat und weil sich ein Rückgang der gesamten NO_x-Emission infolge der Konversion von NO zu NO₂ mithilfe von Ozon nur gedämpft auf die NO₂-Immission auswirkt.

Im Folgenden wird die relative NO₂-Entwicklung bei Kristein A1 von 2012 bis 2019 nach Jahreszeiten gezeigt.

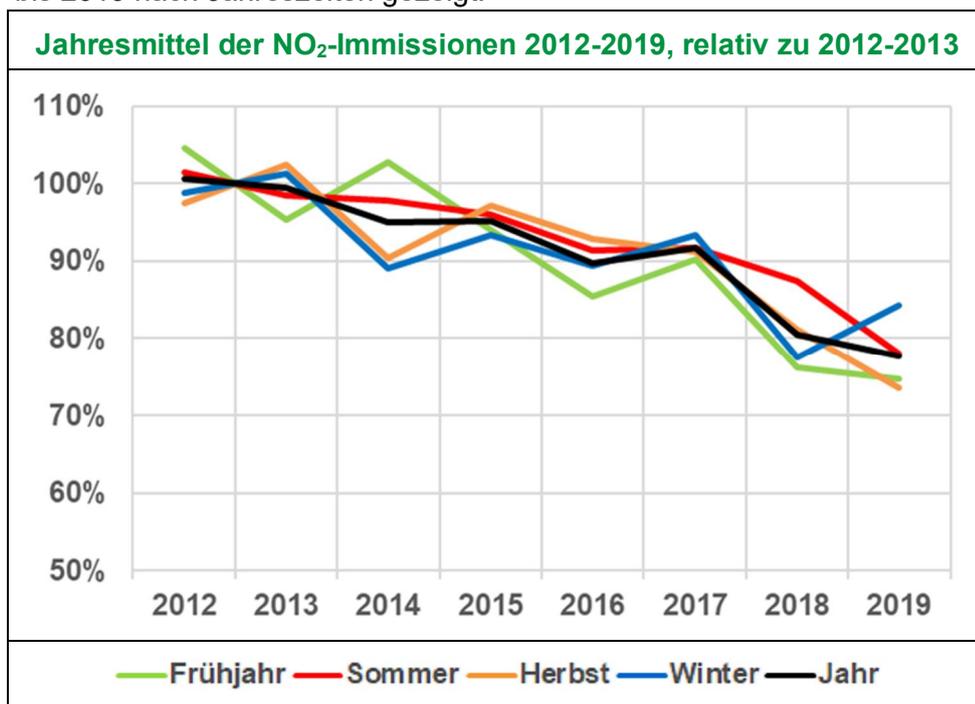


Abbildung 3.14: Jahresmittel der NO₂-Immissionen bei Kristein A1, 2010-2019, nach Jahreszeiten. 100% = Mittel von 2012-2013.

3.3. Wochenverlauf

3.3.1. Tempo 100

Nach wie vor stieg die Häufigkeit der Tempo100-Schaltungen im Laufe der Woche von Montag bis Sonntag im Mittel an. Am meisten Schaltungen gab es am Sonntag mit 70% der Zeit (Phase mit Lockdown wurde weggelassen).

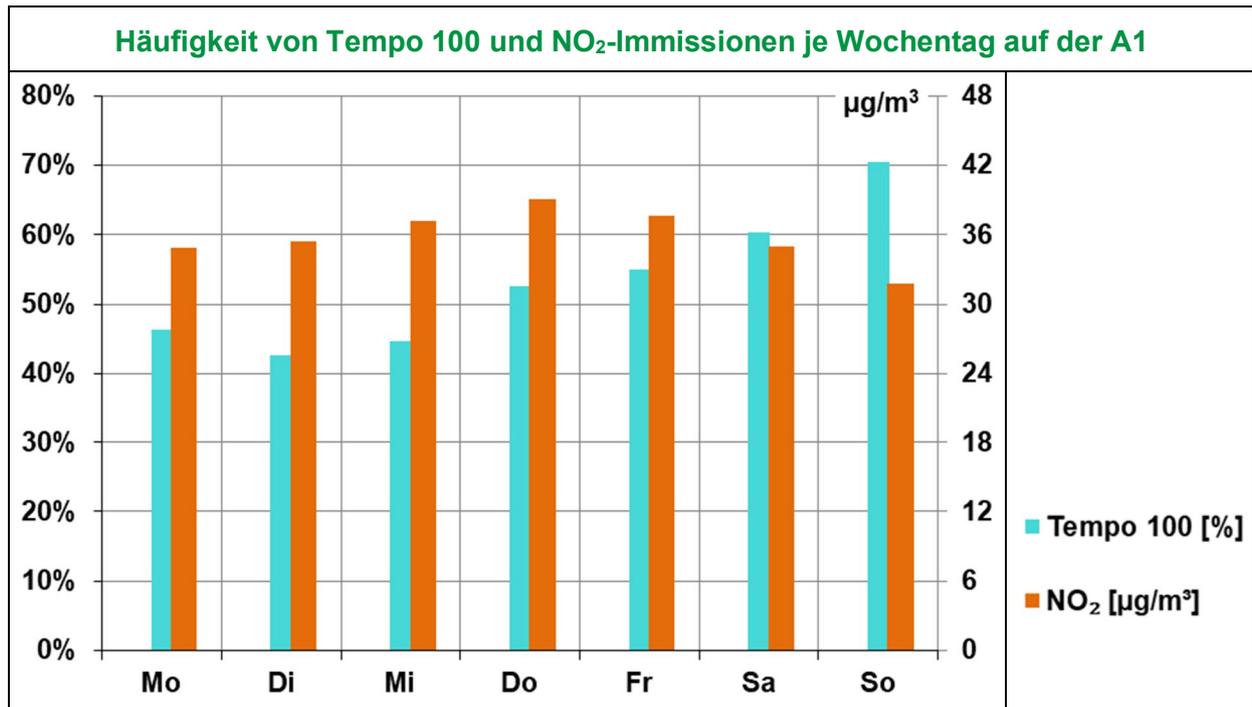


Abbildung 3.15: Häufigkeit von Tempo100 und NO₂-Immissionen je Wochentag auf der A1, Kristein (01.05.2019-15.03.2020).

Die NO₂-Immissionen zeigten demgegenüber ihr Minimum am Sonntag und ähnliche Werte von Dienstag bis Freitag. Der DTV des Leichtverkehrs (Pkw und Lieferwagen) änderte sich nur wenig mit dem Wochentag (wenngleich der Tagesverlauf am Wochenende ein anderer ist), der DTV des Schwerververkehrs war hingegen am Samstag und vor allem am Sonntag sehr viel kleiner als unter der Woche.

Die erhöhte Tempo100-Häufigkeit am Wochenende trotz geringerer NO₂-Gesamtmissionen kann wie folgt erklärt werden: Die Tempo100-Schaltung soll vor allem die chronische Belastung mit NO₂ reduzieren, also das Jahresmittel. Dazu werden auch die NO₂-Immissionen an Tagen mit nicht so hoher Gesamtmission wie an Sonntagen (wenn die Lkw fehlen) reduziert. Tempo100 wird geschaltet, wenn allein der *Beitrag des Leichtverkehrs zur NO₂-Immission*

über einer bestimmten Schwelle liegt. Die Schaltung kann die Emissionen der Lkw werktags nicht reduzieren, da diese ja langsamer als mit 100 km/h unterwegs sind.

Im Weiteren ist der Anteil des NO₂ an der gesamten vom Leichtverkehr verursachten Stickstoffoxid-Immission (NO_x) am Sonntag höher als werktags, weil das in der Luft aus emittiertem NO und Ozon gebildete NO₂ sonntags fast nur aus NO stammt, welches der Leichtverkehr emittiert hat, werktags aber kommt das emittierte NO zu einem erheblichen Teil vom Schwerverkehr. Dadurch ist der Beitrag des Leichtverkehrs zur NO₂-Immission bei gleicher gesamter NO_x-Immission sonntags höher als werktags, was die Schalthäufigkeit von Tempo100 sonntags im Vergleich zu Werktagen erhöht.

Mit dem neuen Schwellenwert im Jahr 2015 hat sich die Tempo100-Häufigkeit an jedem Wochentag stark erhöht. Der grundsätzliche Wochenverlauf hat sich dadurch nicht geändert.

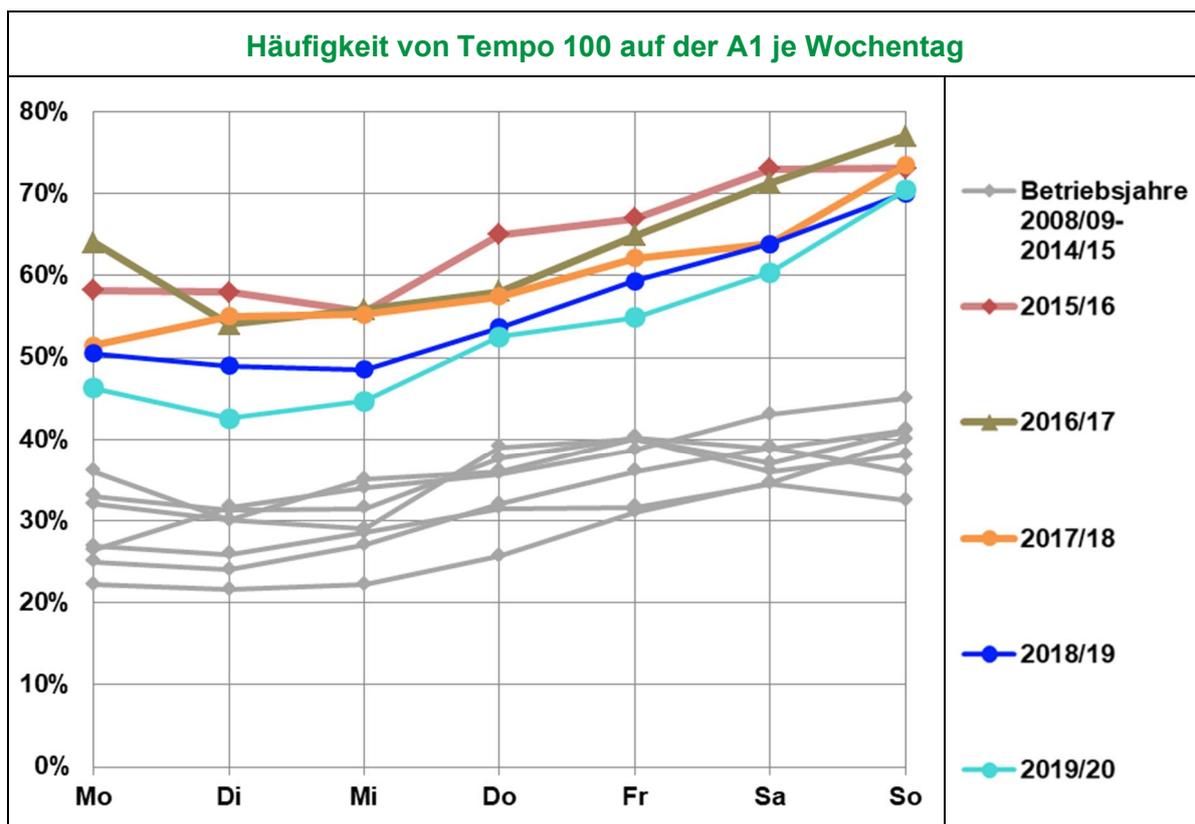


Abbildung 3.16: Häufigkeit von Tempo100 auf der A1 bei Kristein je Wochentag, Betriebsjahre Mai-April 2008/09-2014/15 (grau) sowie 2015/16, 2016/17, 2017/18, 2018/19 und 01.05.2019-15.03.2020.

4. Dokumentation der täglichen Schaltzeiten

In der folgenden Tabelle werden die täglichen Schaltzeiten von Tempo100 im Betriebsjahr 2019/20 dokumentiert.

Tabelle 4.1: Tägliche Anzahl Stunden mit Tempo100, A1 bei Kristein (05.2019-04.2020).

	Mai 19	Jun 19	Jul 19	Aug 19	Sep 19	Okt 19	Nov 19	Dez 19	Jan 20	Feb 20	Mär 20	Apr 20
1	18	15.5	13.5	15.5	22	9	18	19.5	21.5	18	20.5	3.5
2	17	18.5	16.5	18.5	10.5	12	10.5	18	18	15.5	7	1.5
3	18	11.5	0	21	15.5	15	14	17.5	20.5	5	7	1
4	12	8.5	6.5	19.5	7	7.5	11.5	9	23	7.5	14.5	2
5	16.5	5	19.5	9.5	14.5	11	11.5	9.5	22	9.5	5.5	1
6	17	14	19	11	10.5	8	13	18	19.5	17	13	0
7	10	9.5	21	8.5	16.5	10.5	7.5	20	17.5	13.5	16	1.5
8	9.5	19.5	10	12	9	5.5	9.5	22	15.5	19.5	18	2
9	13.5	12.5	15	10	8	9	17	17.5	18	24	14.5	5
10	18	17.5	12	18	5.5	11	21	15.5	15	10.5	13	3.5
11	13	12	17.5	13.5	10.5	8.5	2	9.5	19	3.5	11	4
12	18.5	12	14.5	11.5	14.5	10.5	12	19	23	8	9.5	3.5
13	7	10	22	14.5	16	15	15	12.5	13	6.5	12	1
14	1.5	8	18.5	16.5	9.5	7	9	23	2	17.5	9.5	2
15	14	13.5	9	18	19.5	5	6.5	23	5.5	15	2.5	4.5
16	5	15.5	13.5	15.5	14.5	14.5	17	14.5	14.5	20	7	6.5
17	2.5	5	9	14	13	11	7.5	0	12	14.5	0	7
18	3.5	9.5	15.5	13.5	11	10	15.5	15	15	11.5	1	1
19	6	13	16.5	16.5	8	7	13	9	23	11	2	0
20	15	18	14	6	10.5	5.5	13.5	14.5	10.5	15.5	3	0
21	8	7	21	16.5	7	7	15	23	5.5	13.5	0	0
22	4.5	5	15	11.5	13.5	10	6	20	14	17		0
23	17	14.5	11.5	11	13.5	7.5	3.5	12.5	9.5	14	1	3.5
24	15	5	11.5	12	8.5	9.5	9	10.5	17	11	1	3.5
25	13	7	12.5	15.5	8	15	2.5	13	18.5	12	0	2
26	20.5	12.5	18.5	12.5	10	20	10.5	14.5	23	9.5	0	4.5
27	15.5	14.5	13	11.5	7	22	9.5	18.5	10.5	8.5	1	5
28	14	12.5	13.5	7	17.5	1.5	16	10.5	6.5	15	3.5	3
29	14.5	13.5	12	17	12	8.5	14	20	9	8	1	0
30	22	17.5	15.5	14	10.5	6.5	17	18.5	17.5		0	4.5
31	15.5		17	11.5		12		17	15.5		1	

Die Verfügbarkeit der Tempo100-Schaltung war mit 93.6% gut, zumal die Hälfte der Ausfälle bei sehr niedrigen Immissionen während des Lockdowns auftraten, wo keine Tempo100-Schaltungen ausgeführt wurden: Leicht negative NO-Messwerte (infolge 'Nullpunktrauschens') wurden vom Algorithmus geblockt; die Untergrenze des für den Algorithmus zulässigen Messbereichs für NO könnte auf $-2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ herabgesetzt werden, um zukünftig für derart tiefe Immissionen gewappnet zu sein. Die andere Hälfte der Ausfälle war durch Kalibrationen bedingt.

Das Maximum von 24 Stunden mit Tempo100 wurde am 09.02.2020 (Sonntag) erreicht. Das Verkehrsaufkommen war durchschnittlich; die anhaltende Tempo100-Schaltung ist somit durch die tageszeitliche Verteilung des Verkehrs und die Witterungsbedingungen zustande gekommen.

Am 03.07. und 17.12.2019 sowie an 11 Tagen während des Lockdowns gab es gar keine Tempo100-Schaltung.

Die Tage mit "extrem" hohen Schaltzeiten ereigneten sich überwiegend im Winter (im Dezember und Jänner), die Tage mit sehr tiefen Schaltzeiten verteilten sich wie schon im Vorjahr über das ganze Jahr (plus die Lockdownphase).

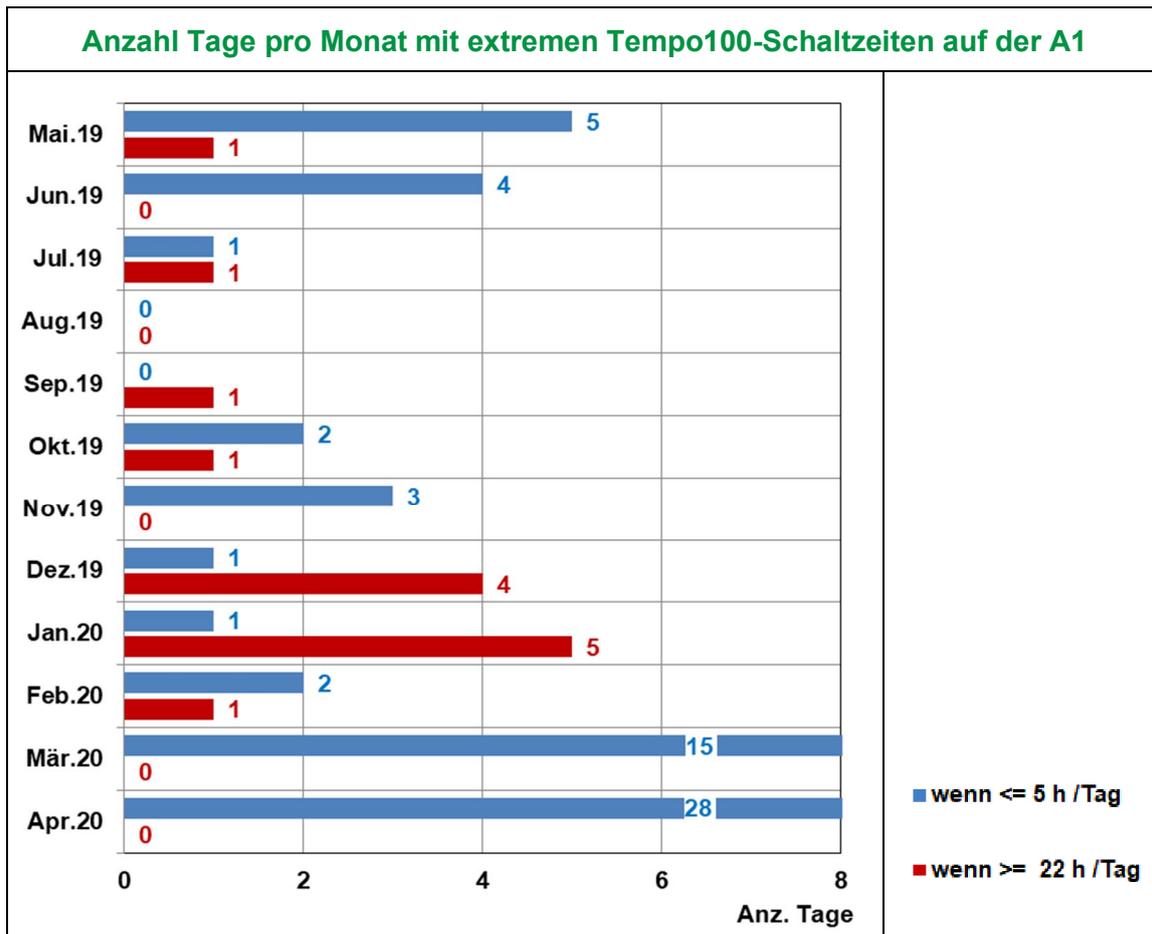


Abbildung 4.1: Anzahl Tage pro Monat mit extrem hohen oder tiefen Tempo100-Schaltzeiten, A1 bei Kristein (05.2019-04.2020).

5. Effektive Fahrgeschwindigkeiten des Leichtverkehrs

In diesem Kapitel werden die mittleren Fahrgeschwindigkeiten auf der A1 zwischen Enns und Linz vom Mai 2019 – April 2020 dargestellt.

Zeitweise galt ein Tempo100-Limit, ansonsten Tempo130. Da eine Geschwindigkeitsmessung jeweils eine volle Tagesstunde umfasst und die Schaltung des Tempolimits jeweils um x:10 Uhr bzw. x:40 Uhr geschieht, konnten nur diejenigen Stunden zur Auswertung herangezogen werden, bei welchen zumindest 20 Minuten vor dem Stundenbeginn bis 10 Minuten nach dem Stundenende das gleiche Tempolimit galt. Damit wurde gewährleistet, dass nur solche Stunden für die Geschwindigkeitsbestimmung einbezogen wurden, während welchen das Tempolimit nicht änderte. Fahrgeschwindigkeiten der Pkw von weniger als 90 km/h waren auf übersättigte Verkehrsdichte, Stau, prekäre Straßenverhältnisse o.ä. zurückzuführen und wurden weggelassen. Tempobegrenzungen nach StVO wurden mitberücksichtigt und die Effekte dieser Berücksichtigung werden im Folgenden aufgezeigt.

Dabei werden zwei Betrachtungsweisen vorgelegt: **Einerseits** wie in den früheren Evaluationen "Alle Daten (inkl. Zeiten mit StVO-Limits)", in diesem Fall wurde also nur darauf abgestellt, ob die IGL-Schaltung Tempo100 oder Tempo130 vorgelegt hatte, unabhängig davon, ob gleichzeitig allenfalls noch ein StVO-Limit gegolten hatte. **Andererseits** "Zeiten mit StVO-Limits weggelassen", in jenem Fall wurden also Zeiten, während denen ein StVO-Limit galt, aus der Geschwindigkeitsbetrachtung weggelassen. Allerdings: Zeiten mit StVO-Limit von 100 km/h während IGL-Tempo100 wurden dennoch mitgenommen, s. dazu auch Kapitel 2.

Die folgenden Tabellen zeigen die durchschnittlichen Fahrgeschwindigkeiten des Leichtverkehrs tagsüber bzw. nachts, mit bzw. ohne IGL-Schaltung, inklusive bzw. ohne Zeiten mit einem geltenden StVO-Limit. Da Zeiten mit einer Pkw-Geschwindigkeit von weniger als 90 km/h generell weggelassen wurden, fielen die meisten StVO-Limits von 60 km/h und ein Teil der StVO-Limits von 80 km/h bei diesem Vergleich nicht ins Gewicht (die effektiven Fahrgeschwindigkeiten waren oft höher als die Limits).

Tabelle 5.1: Effektiv gefahrene Geschwindigkeiten des Leichtverkehrs (LV) je IGL-Tempolimit inkl. bzw. ohne Zeiten mit StVO-Limits, tagsüber (6-22 Uhr) bzw. in der Nacht (22-6 Uhr) auf der A1 bei Kristein, 05.2019-04.2020 (oben), 05.2018-04.2019 (Mitte) bzw. 05.2017-04.2018 (unten):

Tempolimit (05.2019-04.2020) Alle Daten (inkl. Zeiten mit StVO-Limits)	LV: v [km/h] 6-22 Uhr	LV: v [km/h] 22-6 Uhr
mit IGL-Schaltung inkl. StVO-Limits	113.9	111.7
ohne IGL-Schaltung inkl. StVO-Limits	122.7	119.1
Tempolimit (05.2019-04.2020) Zeiten mit StVO-Limits weggelassen	LV: v [km/h] 6-22 Uhr	LV: v [km/h] 22-6 Uhr
mit IGL-Schaltung	114.1	112.0
ohne IGL-Schaltung	123.7	120.4
Tempolimit (05.2018-04.2019) Alle Daten (inkl. Zeiten mit StVO-Limits)	LV: v [km/h] 6-22 Uhr	LV: v [km/h] 22-6 Uhr
mit IGL-Schaltung inkl. StVO-Limits	114.1	111.8
ohne IGL-Schaltung inkl. StVO-Limits	123.2	118.5
Tempolimit (05.2018-04.2019) Zeiten mit StVO-Limits weggelassen	LV: v [km/h] 6-22 Uhr	LV: v [km/h] 22-6 Uhr
mit IGL-Schaltung	114.2	111.9
ohne IGL-Schaltung	124.0	120.6
Tempolimit (05.2017-04.2018) Alle Daten (inkl. Zeiten mit StVO-Limits)	LV: v [km/h] 6-22 Uhr	LV: v [km/h] 22-6 Uhr
mit IGL-Schaltung inkl. StVO-Limits	114.0	111.7
ohne IGL-Schaltung inkl. StVO-Limits	123.6	118.9
Tempolimit (05.2017-04.2018) Zeiten mit StVO-Limits weggelassen	LV: v [km/h] 6-22 Uhr	LV: v [km/h] 22-6 Uhr
mit IGL-Schaltung	114.1	111.8
ohne IGL-Schaltung	124.1	120.2

Der Effekt der Berücksichtigung der StVO-Limits bei der Berechnung der Durchschnittsgeschwindigkeiten wird in der nächsten Tabelle aufgeführt.

Tabelle 5.2: Effekt der Weglassung der Zeiten mit StVO-Limits bei der Berechnung der Durchschnittsgeschwindigkeiten des Leichtverkehrs (LV) je IGL-Tempolimit, tagsüber (6-22 Uhr) bzw. in der Nacht (22-6 Uhr) auf der A1 bei Kristein, 05.2019-04.2020 (oben), 05.2018-04.2019 (Mitte) bzw. 05.2017-04.2018 (unten):

Tempolimit (05.2019-04.2020) Effekt der Weglassung der Zeiten mit StVO-Limits	LV: v-Diff [km/h] 6-22 Uhr	LV: v-Diff [km/h] 22-6 Uhr
mit IGL-Schaltung	+0.21	+0.33
ohne IGL-Schaltung	+0.99	+1.32

Tempolimit (05.2018-04.2019) Effekt der Weglassung der Zeiten mit StVO-Limits	LV: v-Diff [km/h] 6-22 Uhr	LV: v-Diff [km/h] 22-6 Uhr
mit IGL-Schaltung	+0.09	+0.10
ohne IGL-Schaltung	+0.74	+2.06

Tempolimit (05.2017-04.2018) Effekt der Weglassung der Zeiten mit StVO-Limits	LV: v-Diff [km/h] 6-22 Uhr	LV: v-Diff [km/h] 22-6 Uhr
mit IGL-Schaltung	+0.10	+0.15
ohne IGL-Schaltung	+0.59	+1.32

Bei "Mit IGL-Schaltung" (Tempo100) sind die Geschwindigkeitsunterschiede gering, lagen im aktuellen Betriebsjahr mit +0.2 km/h tagsüber bzw. +0.3 km/h nachts allerdings gut doppelt so hoch wie in den beiden Vorjahren (die Weglassung der Zeiten mit StVO-Limits 80 und 60 km/h bei IGL-Schaltung erhöht die Durchschnittsgeschwindigkeit um etwa 0.2 km/h). Ein Grund für die Zunahme dieser Geschwindigkeitsunterschiede dürfte darin liegen, dass die gesamte Häufigkeit von StVO-Limits gegenüber dem Vorjahr zwar leicht abgenommen hat, zugenommen hat jedoch die Häufigkeit von Tempo80-Limits (von 1.5% auf 2.3%) und von Tempo60-Limits (von 0.1% auf 0.5%).

Der Effekt ist "ohne IGL-Schaltung" (Tempo130) höher, weil da auch die (häufigsten) StVO-Limits von 100 km/h weggelassen werden, was die Durchschnitts-

geschwindigkeit bei Tempo130 (ohne StVO-Limits) erhöht. Nachts ist der Effekt "ohne IG-L Schaltung" am größten, weil das StVO-Limit 100 nachts am häufigsten ist. Die Weglassung der Zeiten mit StVO-Limits senkte im aktuellen Betriebsjahr die mittlere Geschwindigkeit nachts 'ohne IGL-Tempo100-Schaltung' um 1.3 km/h, tagsüber um 1.0 km/h.

StVO-Limits von 100 km/h während IGL-Tempo100-Limits (schraffiert in nächster Abbildung) haben die gefahrenen Geschwindigkeiten demgegenüber kaum beeinflusst.

Die in diesem Betriebsjahr häufigeren Tempolimits 60 und 80 km/h nach StVO dürften witterungsbedingt, nicht technisch bedingt sein. Nach Auskunft der Asfi-nag vor einem Jahr sind die Kriterien für Tempolimits nach StVO fix in einer Verordnung festgelegt; auch technische Variabilität wurde ausgeschlossen.

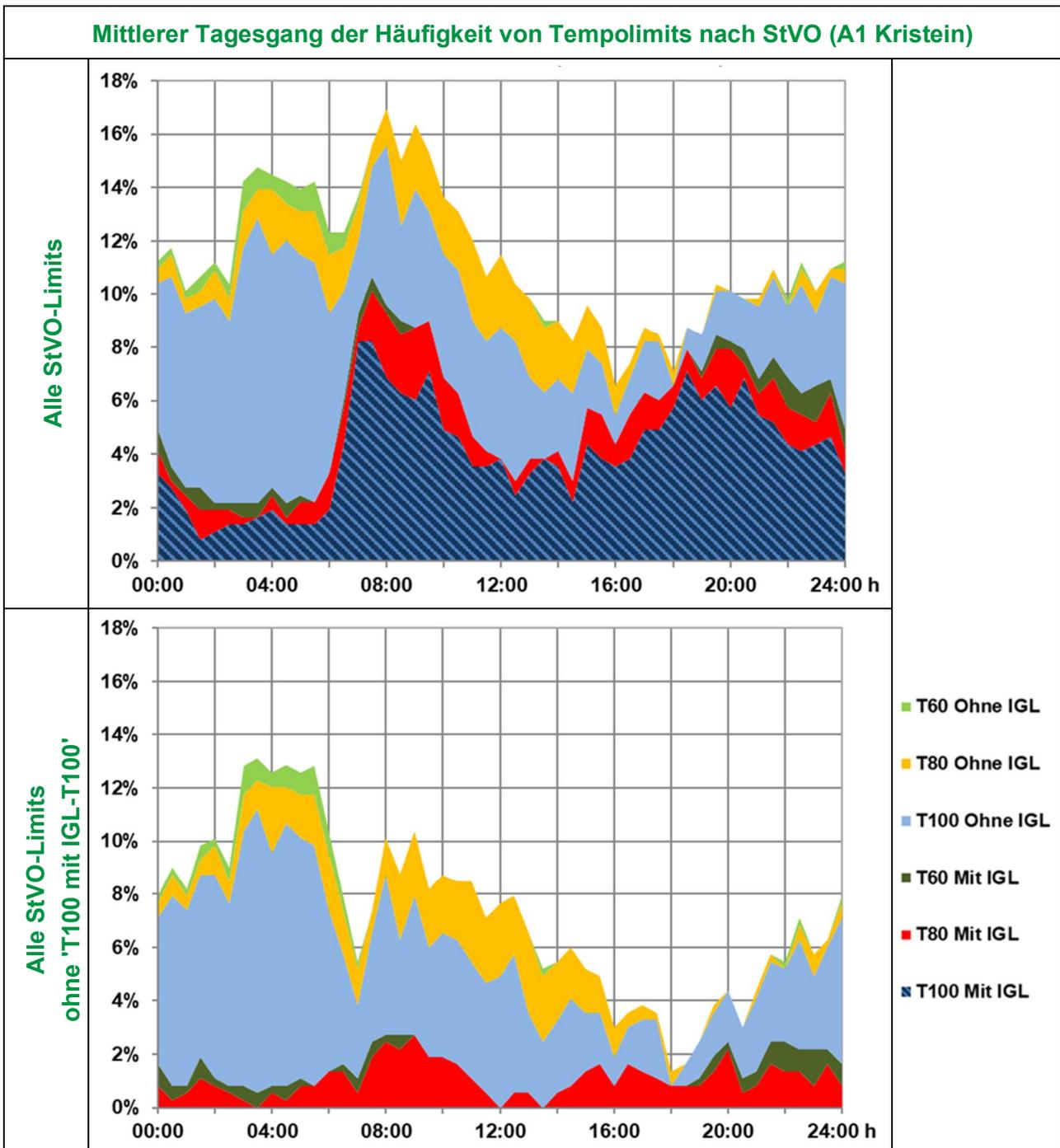


Abbildung 5.1: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempolimits nach StVO auf der A1 bei Krastein (05.2019-04.2020). Schraffiert: StVO-Tempo100 bei IGL-Tempo100 (keine Relevanz für Geschwindigkeitsbestimmungen). Unten: 'StVO-Limits ohne StVO-Tempo100 bei IGL-Tempo100'.

Im Jahresverlauf waren Tempolimits nach StVO in den Monaten Oktober und November 2019 am häufigsten mit knapp 20% der Gesamtzeit (inklusive Tempo100 StVO bei IGL-Tempo100).

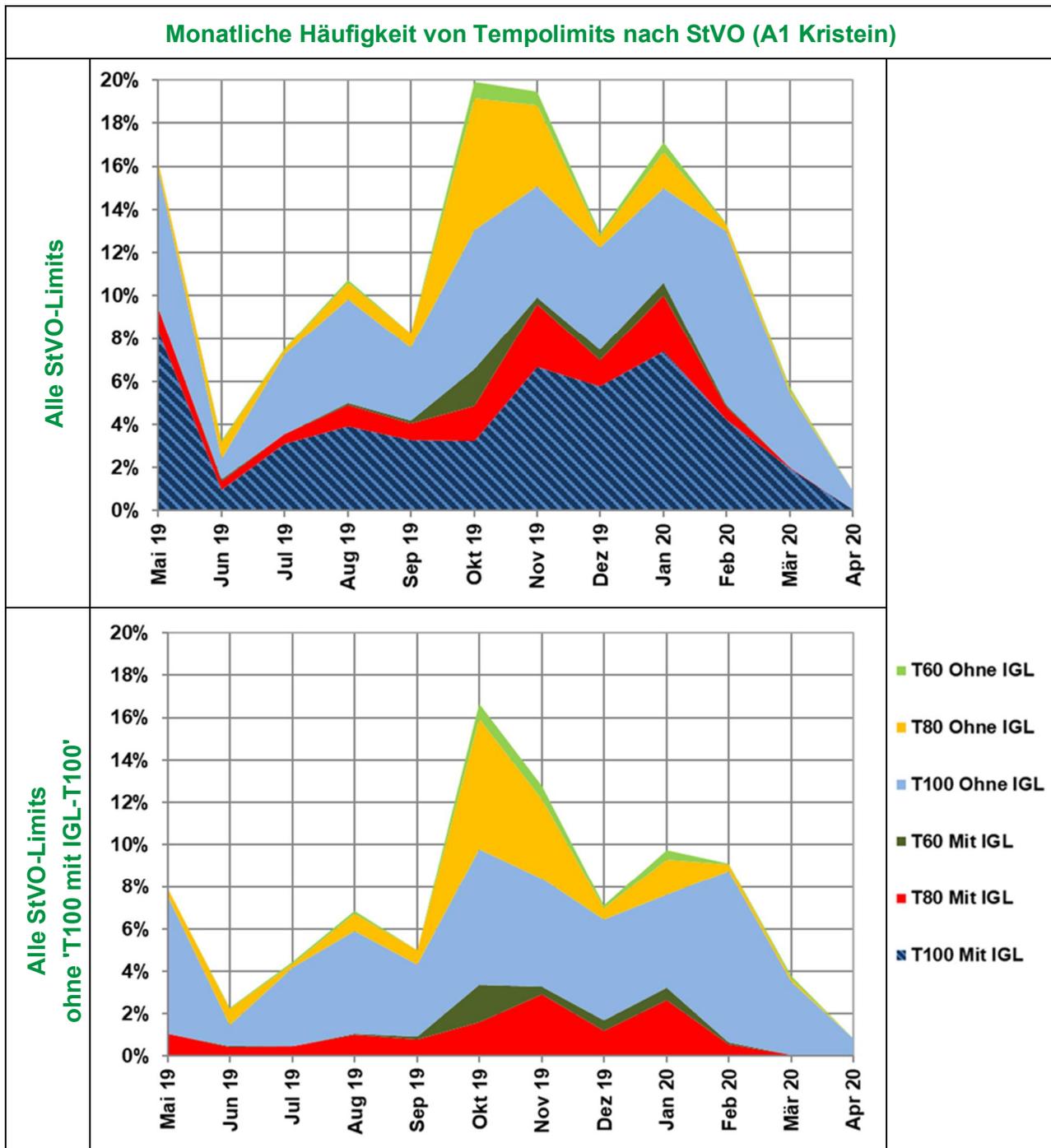


Abbildung 5.2: Jahresverlauf der Häufigkeit von Tempolimits nach StVO auf der A1 bei Kristein (05.2019-04.2020). Schraffiert: StVO-Tempo100 bei IGL-Tempo100 (keine Relevanz für Geschwindigkeitsbestimmungen). Unten: 'StVO-Limits ohne 'StVO-Tempo100 bei IGL-Tempo100'.

Da die Effekte der StVO-Limits auf die Fahrgeschwindigkeiten bei IGL-Tempo100, aber auch bei Tempo130 insgesamt trotzdem immer noch gering sind, werden in den **folgenden Teilen dieses Kapitels** wie in den bisherigen Evaluationen bei der Darstellung von Durchschnittsgeschwindigkeiten alle Zeiten einbezogen, also auch solche mit StVO-Limits.

Die Durchschnittsgeschwindigkeiten des Leichtverkehrs sind etwa gleich wie im Vorjahr geblieben. Bei Tempo100 wird im Mittel nach wie vor schneller als 110 km/h gefahren, auch tagsüber. Bei Tempo130 nimmt die Durchschnittsgeschwindigkeit seit vier Jahren tagsüber etwas ab, nachts etwas zu.

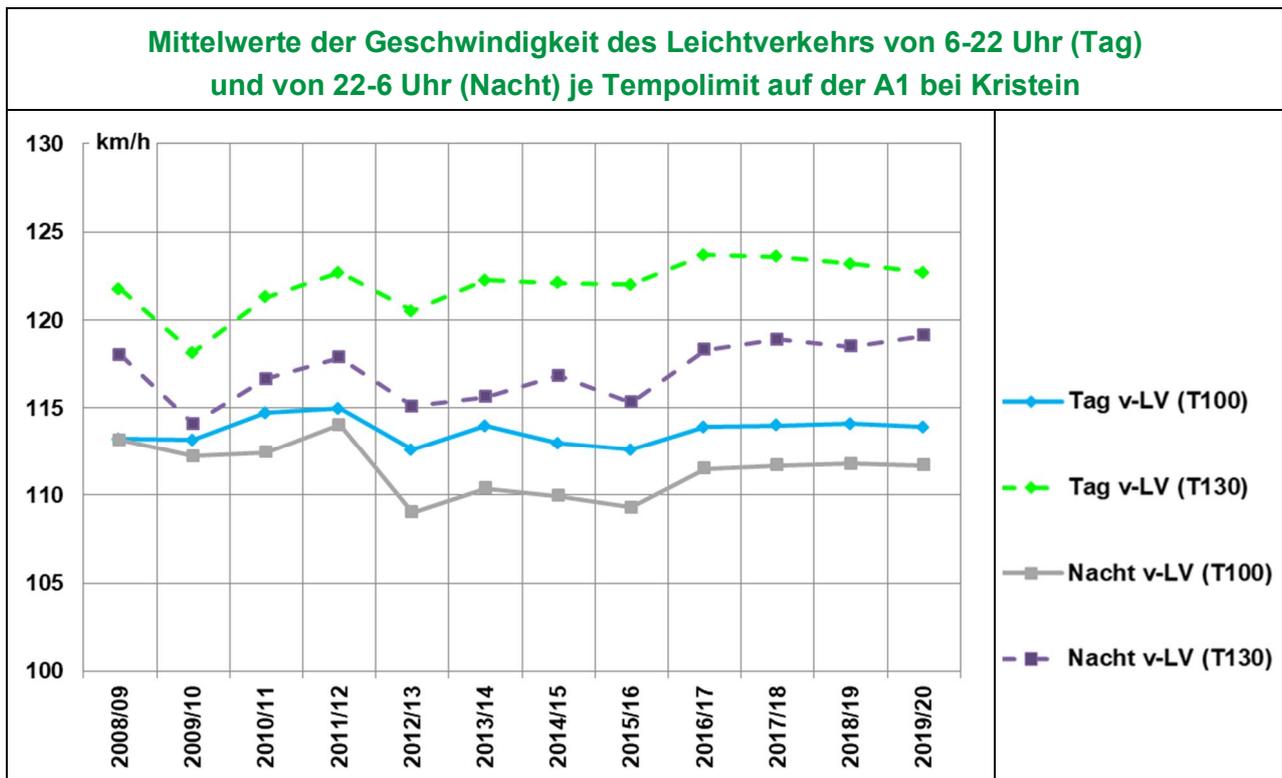


Abbildung 5.3: Mittelwerte der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs von 6-22 Uhr (Tag) und von 22-6 Uhr (Nacht) je Tempolimit auf der A1 bei Kristein, Mai bis April, 2008/09 – 2019/20; StVO-Limits unbeachtet.

Die schweren Nutzfahrzeuge (SNF) haben in ihrer Geschwindigkeit kaum auf Tempo 100 reagiert. Ihre Mittelgeschwindigkeit betrug rund 86 km/h bei einem Limit von 80 km/h.

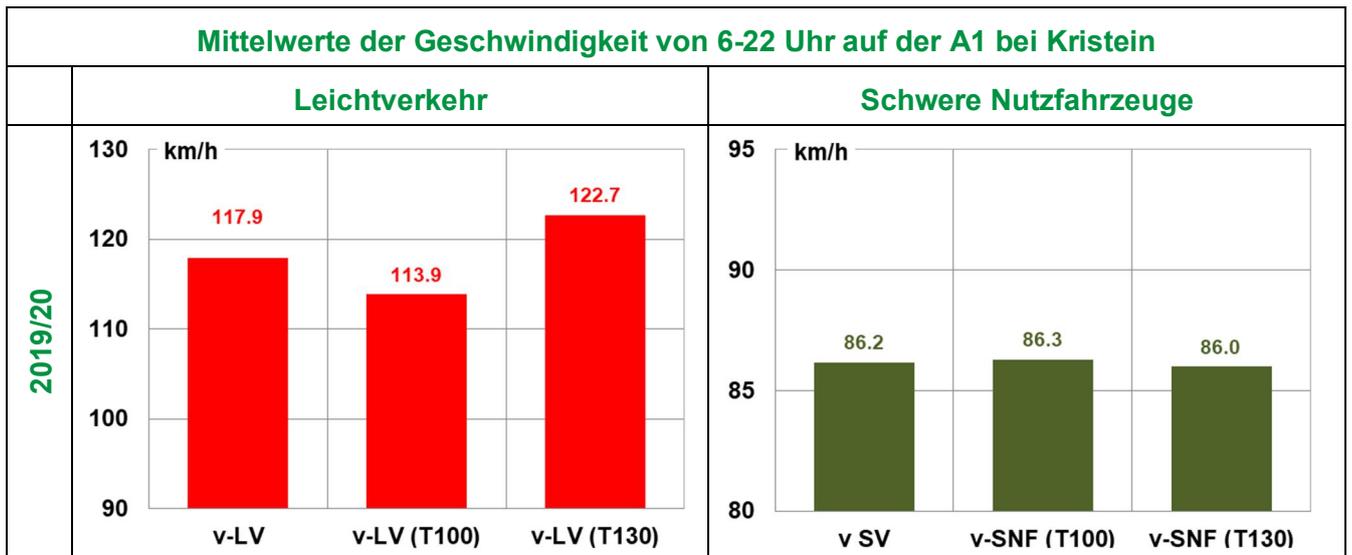


Abbildung 5.4: Mittelwerte der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF) tagsüber (von 6-22 Uhr) auf der A1 bei Kristein (05.2019-04.2020); StVO-Limits unbeachtet.

Im mittleren Tagesgang der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs zeigte sich bei Tempo100 ein flacher Verlauf mit etwas höheren Geschwindigkeiten tagsüber (von ca. 6-17 Uhr). Bei Tempo 130 wurde tagsüber (von ca. 8-20 Uhr) deutlich schneller gefahren als nachts. Die Geschwindigkeit der schweren Nutzfahrzeuge zeigte kaum einen Tagesgang.

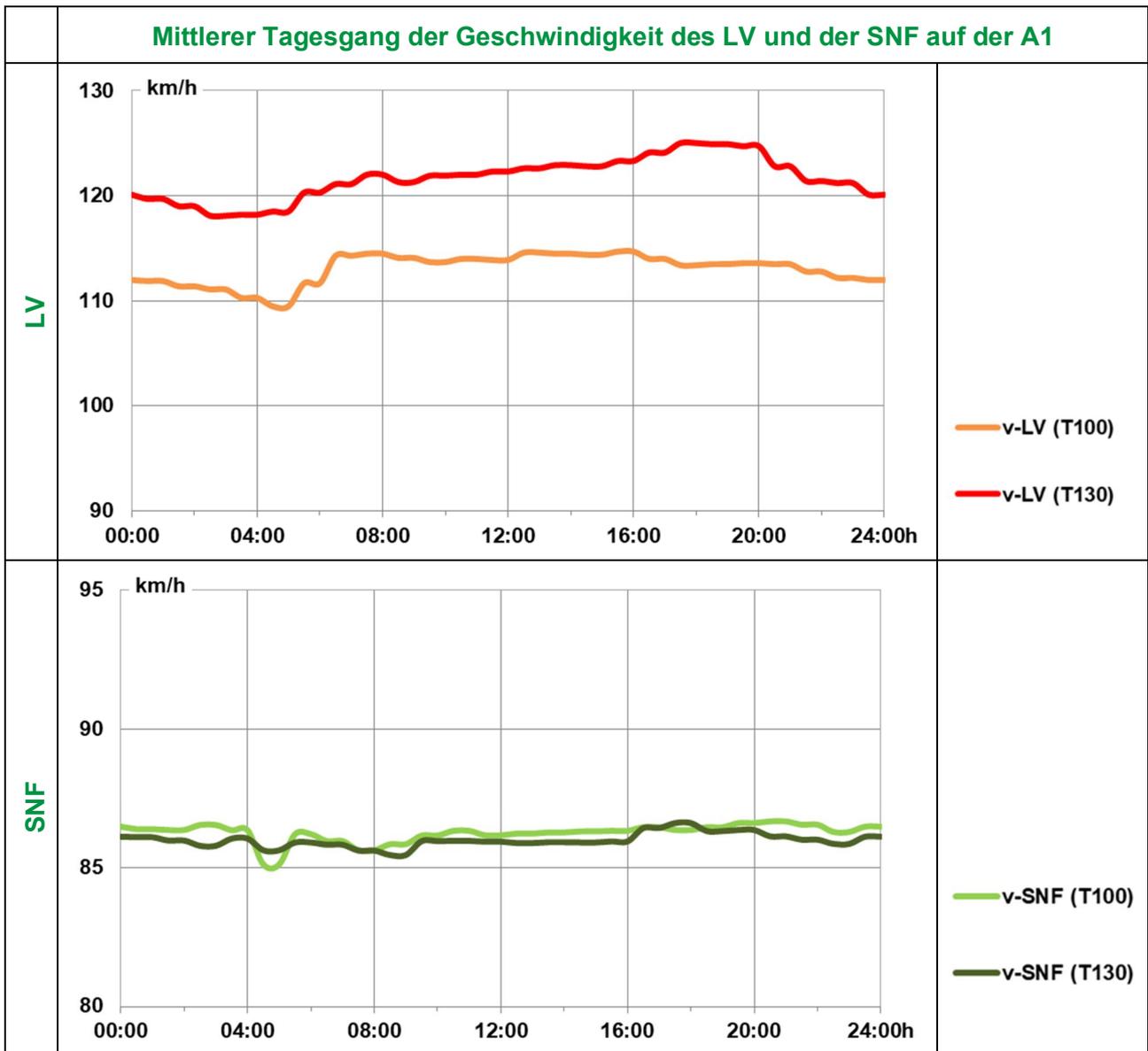


Abbildung 5.5: Mittlerer Tagesgang der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs (oben) und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF; unten) auf der A1 bei Kristein (05.2019-04.2020); StVO-Limits unbeachtet.

Die nächste Abbildung zeigt mit der Fahrzeuganzahl gewichtete Häufigkeitsverteilungen der Fahrgeschwindigkeit je Tempolimit. Die Häufigkeitsverteilungen unterscheiden sich deutlich nach dem Tempolimit. Die häufigsten Fahrgeschwindigkeiten sind 114 km/h bei Tempo 100 und 124 km/h bei Tempo 130. Nur wenige Stundenwerte betragen über 120 km/h bei Tempo 100 bzw. über 130 km/h bei Tempo 130. Die Verteilungen sind fast ident mit den beiden Vorjahren mit der Ausnahme, dass die Verteilung bei Tempo130 aktuell breiter und dafür in der Spitze weniger hoch als in den Vorjahren ist (die Fläche unter jeder Verteilung

entspricht 100%). Das bedeutet, dass die Stundenwerte der Fahrgeschwindigkeit bei Tempo130 etwas stärker um den Mittelwert streuen.

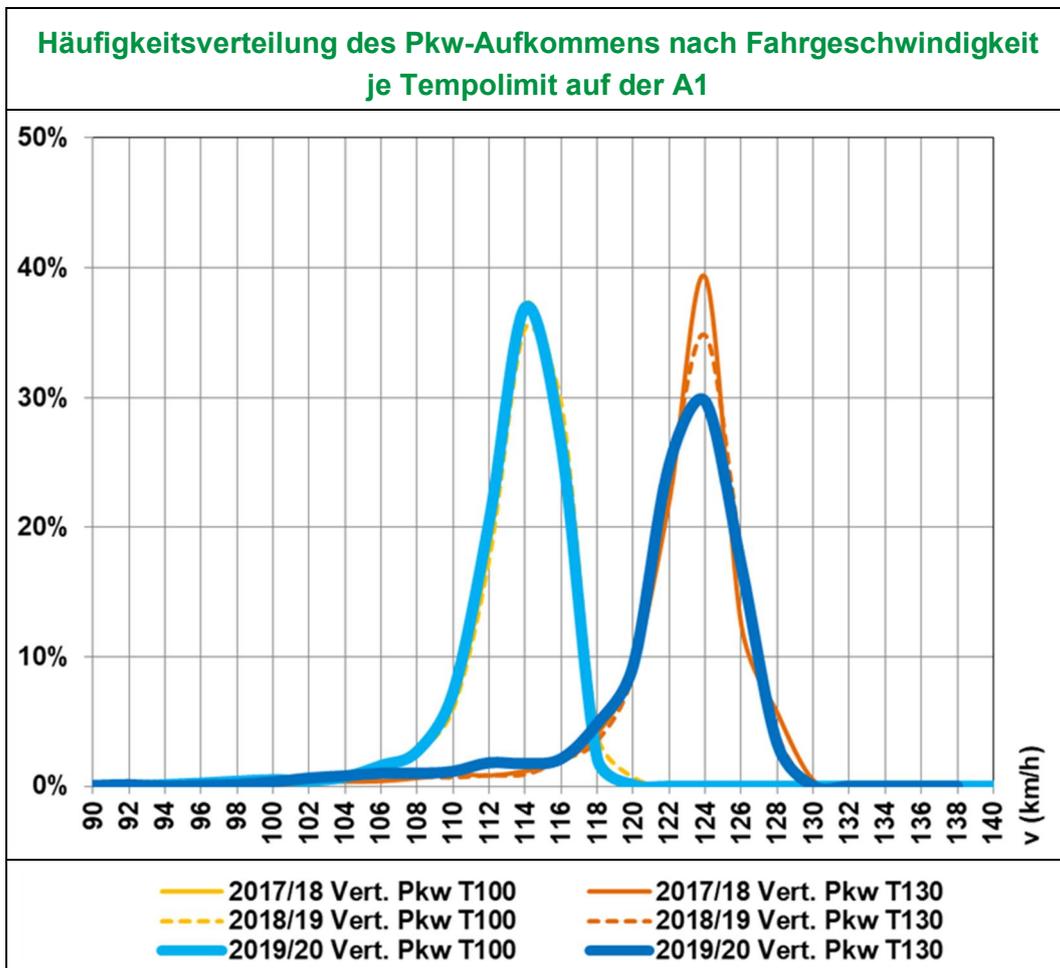


Abbildung 5.6: Mit dem Pkw-Aufkommen gewichtete Häufigkeitsverteilung der Stundenmittel der Fahrgeschwindigkeit je Tempolimit auf der A1 bei Kristein (05.2017-04.2018, 05.2018-04.2019 und 05.2019-04.2020).

Die im Folgenden dargestellten Monatsmittelwerte der Fahrgeschwindigkeiten beziehen sich nur auf die Tagesstunden von 6 – 22 Uhr. Es gab keine großen Unterschiede zwischen den Monaten, außer im Oktober 2019, wo der Effekt der häufigen StVO-Limits zu sehen ist.

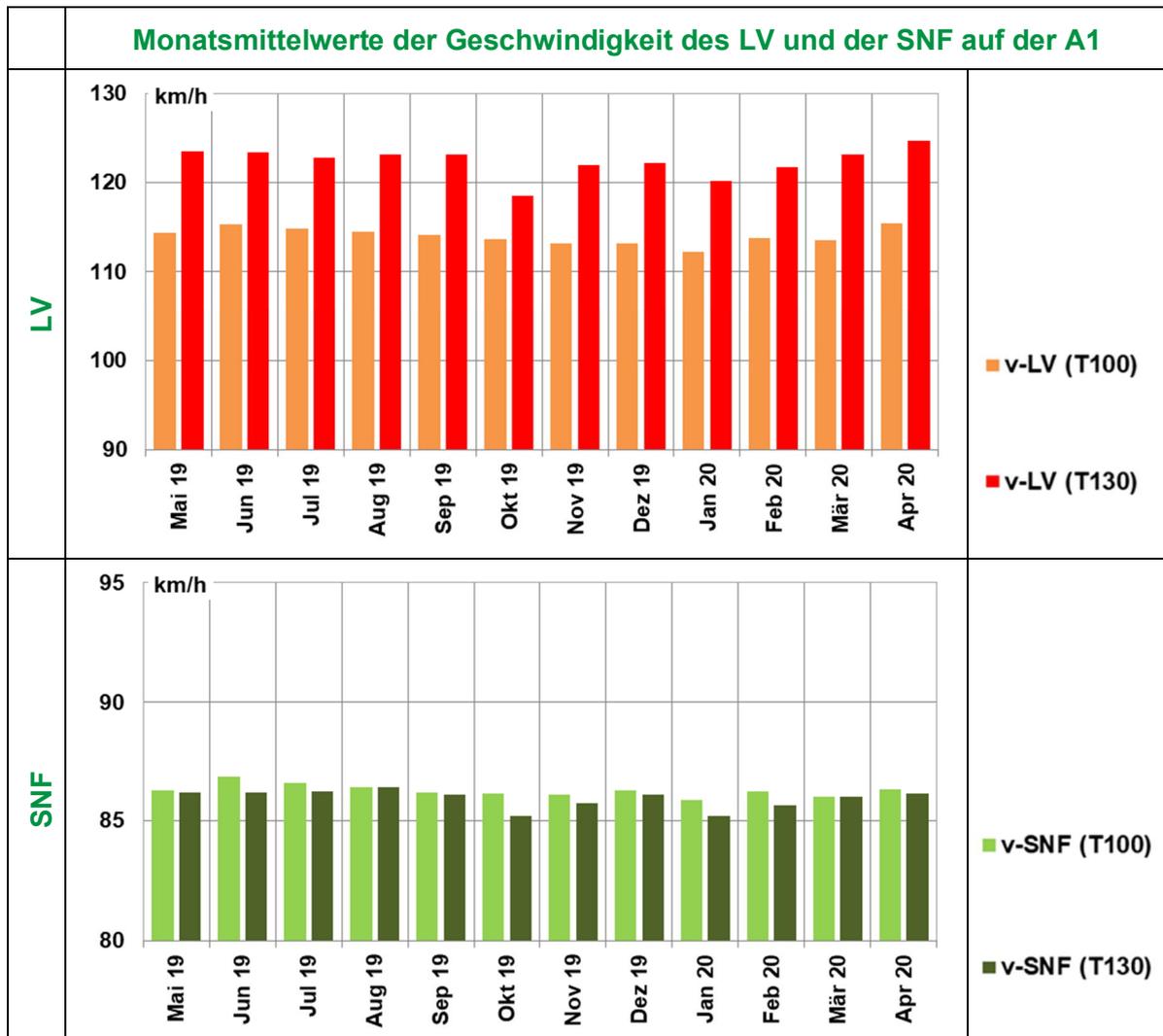


Abbildung 5.7: Monatsmittelwerte der Fahrgeschwindigkeit von 6-22 Uhr des Leichtverkehrs (LV; oben) und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF; unten) auf der A1 bei Kristein (05.2019-04.2020); StVO-Limits unbeachtet.

6. Wirksamkeit der flexiblen Tempo100-Schaltung zwischen Enns und Linz

Zur Abschätzung der Wirksamkeit von Geschwindigkeitsbegrenzungen auf Emissionen und Immissionen werden Szenarien mit verschiedenen Geschwindigkeitsmustern entwickelt (permanente bzw. temporäre Geschwindigkeitsbegrenzungen) und die daraus folgenden unterschiedlichen Emissionen berechnet. Dabei bildeten die Reduktionen der mittleren Geschwindigkeit des Leichtverkehrs infolge Tempo100 um die ermittelten **9.6 km/h tagsüber und 8.4 km/h nachts** die Basis. Bei der Ermittlung dieser Geschwindigkeitsreduktionen wurden die StVO-Tempolimits weggelassen, um den vollen Effekt des flexiblen Tempolimits ermitteln zu können, was den Prozentsatz der Wirkung im Vergleich mit einem permanenten Tempolimit betrifft.

Zur Umsetzung dieser unterschiedlichen Emissionen in Immissionen wurde das empirische Ausbreitungsmodell von Oekoscience (Tau-Modell) eingesetzt.

Bei den **Emissionen** an NO_x und CO₂ lassen sich die folgenden **Reduktionen durch das real umgesetzte Tempo100-Limit** abschätzen:

Tabelle 6.1: Emissionsreduktionen für NO_x und CO₂ durch das real umgesetzte flexible Tempo100-Limit auf dem 13 km langen Abschnitt Enns-Linz der A1, 05.2019-04.2020:

	NO _x	CO ₂
Gesamtemission [t/y]	213	82'511
Einsparung durch flexibles T100 [t/y]	-24	-2850
in %	-10.2%	-3.3%

Die prozentuale Kraftstoffeinsparung dürfte sich etwa im Bereich der CO₂-Einsparung bewegt haben. Die prozentualen Effekte sind vor allem beim NO_x höher als letztes Jahr infolge der Anpassung der Emissionsberechnung an das HBEFA4.1.

Alle Berechnungen der Emissionen in diesem Evaluationsbericht basieren auf dem Handbuch der Emissionsfaktoren **HBEFA 4.1**.

Aufgrund des neu eingesetzten HBEFA4.1, was die berechneten Emissionen betrifft, und aufgrund des Lockdowns vom 15.3. – 30.4.2020, was das Verkehrsaufkommen betrifft, sind Vergleiche mit dem Vorjahr auf Jahresbasis wenig aussagekräftig.

Es wurden vier Szenarien für den Zeitraum Mai 2019 – April 2020 berechnet:

- **“Tempo100 immer“**: Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren stets mit der bei Kristein gemessenen Durchschnittsgeschwindigkeit bei 'Tempo 100' (114.1 km/h tagsüber bzw. 112.0 km/h nachts).
- **“Tempo100 nie“**: Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren stets mit der bei Kristein gemessenen Durchschnittsgeschwindigkeit bei 'Tempo 130' (123.7 km/h tagsüber bzw. 120.4 km/h nachts).
- **“Tempo100 temporär“**: Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren in den Halbstunden, in welchen die Steuerung Tempo 100 bestimmt hat, mit 'Tempo 100', und in den übrigen mit 'Tempo 130'. *Dies ist der Realzustand für Kristein (mit den dort vorhandenen Emissionen und Immissionen).*
- **“Tempo100 Winterhj.“**: Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren im Winterhalbjahr (Oktober – März) stets mit 'Tempo 100', im Sommerhalbjahr stets mit 'Tempo 130'.

Für den übrigen Verkehr wurde jeweils kategorienspezifische Referenzgeschwindigkeit angenommen.

Ausgehend von der realen Situation (Ermittlung des Ausbreitungsfaktors Tau mit dem Szenarium “Tempo100 temporär“ auf Basis des Verkehrsaufkommens und der gemessenen Immissionen) werden die Immissionen an NO_x und NO₂ halbstündlich für jedes Szenarium ermittelt. Daraus können die Effekte für permanentes und temporäres Tempo100 abgeleitet werden. Hinsichtlich der **Immissionen** werden die Effekte in den nächsten drei Tabellen dargestellt:

Durch die Tempo100-Schaltung stellten sich erkennbare Reduktionen an Emissionen und Immissionen ein. Die Schaltung reduziert neben der chronischen Belastung (• Mittelwerte) auch Spitzenbelastungen (• 95%-Perzentile; Wert, der von 5% aller Werte überschritten wird).

Tabelle 6.2: Absolute Kennzahlen der vier Szenarien 'Tempo 100 immer', 'Tempo100 nie', 'Tempo100 temporär' (= real) und 'Tempo100 Winterhj.', Kristein A1, Mai 2019 – April 2020.

Kristein Absolute Werte	E_NOx	E_NO ₂	I_NOx	I_NO ₂	I_NOx	I_NO ₂	I_NO ₂
	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	95 %	95 %	Anz HST
	g/km/h	g/km/h	ppb	µg/m ³	ppb	µg/m ³	>200µg/m ³
T100 immer	1761	535	39.8	33.8	91	64	0
T100 nie	2108	653	46.6	38.3	107	74	0
T100 temporär	1891	579	41.4	35.0	93	66	0
T100 Winterhj.	1945	598	42.6	36.0	95	69	0

Das flexible Tempo100-Limit reduziert das NO₂-Jahresmittel um 3.3 µg/m³. Dank des flexiblen Tempo100 und des Lockdowns ab Mitte März (s. NO₂-Monatsmittel) konnte der NO₂-Grenzwert in diesem Betriebsjahr eingehalten werden, ansonsten hätte das NO₂-Jahresmittel wohl um die 40 µg/m³ betragen.

Die relativen Effekte eines permanenten Tempo100 im Vergleich zu einem permanenten Tempo130 werden in der nächsten Tabelle gezeigt.

Der Effekt ist bei den NO_x-Immissionen geringer als bei den NO_x-Emissionen, da die Pkw im Mittel bei günstigeren Ausbreitungsbedingungen fahren als der Schwerverkehr und wegen des Immissions-Hintergrundes. Ein permanentes Tempo100-Limit würde also die Stickoxid-Immissionen bei Kristein gegenüber einem permanenten Tempo130-Limit um 12 - 15% verringern. Dies bei den entsprechenden real gefahrenen Geschwindigkeiten.

Tabelle 6.3: Relative Effekte eines permanenten Tempo100 im Vergleich zu Tempo130 bei den real ermittelten Fahrgeschwindigkeiten (114.1 gegenüber 123.7 km/h tagsüber; 112.0 gegenüber 120.4 km/h nachts), Kristein A1, Mai 2019 – April 2020.

Kristein: Reduktion der Gesamtwerte durch ein permanentes T100	E_NOx	E_NO ₂	I_NOx	I_NO ₂	I_NOx	I_NO ₂
	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	95 %	95 %
	-16.5%	-18.0%	-14.6%	-11.9%	-15.0%	-13.2%

Es besteht die Forderung gemäß BVO (Verordnung des Bundesministers für Land-und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Festlegung allgemeiner Kriterien für Verkehrsbeeinflussungssysteme gemäß Immissionsschutzgesetz-Luft [VBA-Verordnung – IG-L]), wonach die lufthygienische Wirkung des flexiblen Limits beim

NO₂ mindestens so hoch wie diejenige eines permanenten Tempolimits im Win-terhalbjahr sein muss. Die nächste Tabelle zeigt, dass diese Forderung bei wei-tem erfüllt worden ist. Dies wegen der Schwellenwertabsenkung am 2.2.2015, welche die Tempo100-Häufigkeit deutlich hat ansteigen lassen.

Tabelle 6.4: Relative Effekte der verschiedenen Tempo100-Limits *in Bezug auf ein permanentes Tempo100-Limit*, Kristein A1, Mai 2019 – April 2020.

Kristein: Relativer Tempo100-Effekt im Betriebsjahr	T100	I_NOx	I_NO₂	I_NOx	I_NO₂
	Zeit-anteil	Mittel	Mittel	95 %	95 %
T100 immer	100%	100%	100%	100%	100%
T100 nie	0%	0%	0%	0%	0%
T100 temporär	47%	77%	72%	90%	84%
T100 Winterhj.	50%	58%	51%	74%	48%

7. Zusammenfassung

Das Betriebsjahr von Mai 2019 bis April 2020 war ab 16.03.2020 vom Lockdown betroffen, welcher geringes Verkehrsaufkommen, geringe Immissionen und dadurch geringe Häufigkeit von Tempo100 zur Folge hatte.

Entsprechend ist die Tempo100-Häufigkeit auf der A1 zwischen Linz und Enns im aktuellen Betriebsjahr abgesunken auf **50% der Betriebszeit** (47% der Gesamtzeit). Der erhöhte Wert im Vergleich zu früheren Jahren kam durch die Absenkung des Schwellenwertes am 2.2.2015 zustande.

Vom Mai 2019 bis zum 15.03.2020 betrug die mittlere tägliche Tempo100-Schaltdauer 13 Stunden, während des Lockdowns vom 16.03.-30.04.2020 noch 2 Stunden. Ansonsten wiesen der Winter und der Sommer die höchsten Schalthäufigkeiten auf.

Nach wie vor stieg die Häufigkeit der Tempo100-Schaltungen im Laufe der Woche im Mittel an. Am meisten Schaltungen gab es am Sonntag mit 70%, am wenigsten dienstags mit 43% (ohne Lockdownphase).

Die Verfügbarkeit der Tempo100-Schaltung war mit 93.6% gut, zumal die Hälfte der Ausfälle bei sehr niedrigen Immissionen während des Lockdowns auftraten, wo keine Tempo100-Schaltungen ausgeführt wurden: Leicht negative NO-Messwerte (infolge 'Nullpunktrauschens') wurden vom Algorithmus geblockt; die Untergrenze des für den Algorithmus zulässigen Messbereichs für NO könnte auf $-2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ herabgesetzt werden, um zukünftig für derart tiefe Immissionen gewappnet zu sein. Die andere Hälfte der Ausfälle war durch Kalibrationen bedingt.

Das Maximum von 24 Stunden mit Tempo100 wurde am 09.02.2020 (Sonntag) erreicht. Am 03.07. und 17.12.2019 sowie an 11 Tagen während des Lockdowns gab es gar keine Tempo100-Schaltung. Die Tage mit "extrem" hohen Schaltzeiten ereigneten sich überwiegend im Winter (im Dezember und Jänner), die Tage mit sehr tiefen Schaltzeiten verteilten sich wie schon im Vorjahr über das ganze Jahr (plus die Lockdownphase).

Die A1 zwischen Enns und Asten wies im Betriebsjahr (Mai 2019 – April 2020) einen DTV von rund 66'000 Fahrzeugen auf, 6'000 weniger als im Vorjahr. Das Verkehrsaufkommen hat lockdownbedingt in allen Fahrzeugkategorien abge-

nommen. Beispielsweise betrug der DTV bei den Pkw vom 1. Mai 2019 – 15. März 2020 rund 52'000, vom 16. März – 30. April 2020 noch 14'000.

Durch das Tempolimit wurde real eine Geschwindigkeitsreduktion um 9.6 km/h tagsüber und 8.4 km/h nachts erreicht, leicht weniger als im Vorjahr. Auf dem ca. 13 km langen Autobahnabschnitt konnten der gesamte Ausstoß aller Fahrzeuge an Stickstoffoxiden um gut 10% und an CO₂ um gut 3% verringert werden. Die prozentualen Effekte sind vor allem beim NO_x höher als letztes Jahr infolge der Anpassung der Emissionsberechnung an das HBEFA4.1. Entsprechend hatte sich auch der gesamte Kraftstoffverbrauch um gut 3% verringert.

Die NO₂-Immissionen konnten durch das flexible Tempo100-Limit um 3.3 µg/m³ im Jahresmittel reduziert werden. Ein permanentes Tempo100-Limit würde das NO₂-Jahresmittel nochmals um 1.2 µg/m³ reduzieren. Es besteht die Forderung gemäß BVO, wonach die lufthygienische Wirkung des flexiblen Limits beim NO₂ mindestens so hoch wie diejenige eines permanenten Tempolimits im Winterhalb-jahr (Oktober-März) sein muss. Diese Forderung ist bei weitem erfüllt worden. Ein permanentes Tempolimit im Winterhalbjahr hätte das NO₂-Jahresmittel nur um etwa 2.3 µg/m³ reduziert.

Von Mai 2019 bis April 2020 gab es während 11.3% der Zeit StVO-Tempolimits auf der A1 (Vorjahr 12.0%), welche nicht vom IGL-Algorithmus gesteuert waren, davon 8.5% Tempo100, 2.3% Tempo80 und 0.5% Tempo60. Gut ein Drittel (4.1%) der StVO-Tempo100-Limits ereigneten sich während IGL-Tempo100-Limits, beeinflussten also die Fahrgeschwindigkeiten nicht zusätzlich. Durch die übrigen StVO-Tempolimits (7.2% der Gesamtzeit; Vorjahr 6.3%) sanken jedoch die Durchschnittsgeschwindigkeiten etwas. Die Zeiten mit einer *zusätzlichen* Geschwindigkeitsreduktion infolge StVO-Tempolimits haben also im Vergleich mit den Vorjahren etwas zugenommen.