

**Evaluation des flexiblen
Tempolimits auf der A1
zwischen Enns und Linz
von Mai 2018 bis April 2019**

Dr. Jürg Thudium
Dr. Carine Chélala
22.07.2019 / 5307.90

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	13
3.3. Wochenverlauf	16
3.3.1. Tempo 100	16
4. Dokumentation der täglichen Schaltzeiten	18
5. Effektive Fahrgeschwindigkeiten des Leichtverkehrs	21
6. Wirksamkeit der flexiblen Tempo100-Schaltung zwischen Enns und Linz	32
7. Zusammenfassung	36

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 (05.2018-04.2019).	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 und 2018/19.	4
Abbildung 3.3: Tägliche Anzahl Stunden (Gleitendes 7-Tagemittel) mit Tempo100 auf der A1 bei Kristein (05.2018-04.2019).	5
Abbildung 3.4: Verkehrsentwicklung (DTV) auf der A1 bei Kristein, 2004-2018. SGV: Schwerer Güterverkehr. Es wird die 10-fache Menge an Bussen dargestellt.	6
Abbildung 3.5: Entwicklung der Emissionen und Immissionen an NO _x und NO ₂ bei Kristein (Kalenderjahre 2004-2018). Ka: Kristein alt; Kn: Kristein neu (ab 1.3.2012).	7
Abbildung 3.6: Häufigkeit von Tempo 100 je Jahreszeit auf der A1 bei Kristein, Betriebsjahre Mai bis April 2008/09 – 2018/19.	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 und 2018/19.	10
Abbildung 3.8: Häufigkeit von Tempo100 je Monat auf der A1 bei Kristein (05.2018-04.2019).	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 und 2018/19.	11
Abbildung 3.10: Pkw-Aufkommen, NO ₂ -Immission und Anzahl Stunden mit Tempo 100 auf der A1 bei Kristein, Tageswerte vom 15.10.-15.12.2018.	12
Abbildung 3.11: Windrichtungshäufigkeit und mittlere NO _x -Konzentration nach Windrichtung bei Kristein (A1), ganzes Jahr Juni 2018 – Mai 2019 und speziell für den November 2018. <i>Quelle: Amt der Oö. Landesregierung.</i>	13
Abbildung 3.12: Monatsmittelwerte der Emissionen (NO _x und NO ₂ [g/km/h]; oben) sowie der Immissionen (NO _x [ppb], NO ₂ [µg/m ³]; unten) bei Kristein (2012/13, 2016/17 und 2018/19).	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 2019.	15
Abbildung 3.14: Häufigkeit von Tempo100 und NO ₂ -Immissionen je Wochentag auf der A1, Kristein (05.2018-04.2019).	16
Abbildung 3.15: 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 und 2018/19.	17
Abbildung 4.1: Anzahl Tage pro Monat mit extrem hohen oder tiefen Tempo100-Schaltzeiten, A1 bei Kristein (05.2018-04.2019).	20
Abbildung 5.1: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempolimits nach StVO auf der A1 bei Kristein (05.2018-04.2019). Schraffiert: StVO-Tempo100 bei IGL-Tempo100 (keine Relevanz für Geschwindigkeitsbestimmungen). Unten: 'StVO-Limits ohne 'StVO-Tempo100 bei IGL-Tempo100'.	25
Abbildung 5.2: Jahresverlauf der Häufigkeit von Tempolimits nach StVO auf der A1 bei Kristein (05.2018-04.2019). Schraffiert: StVO-Tempo100 bei IGL-Tempo100 (keine Relevanz für Geschwindigkeitsbestimmungen). Unten: 'StVO-Limits ohne 'StVO-Tempo100 bei IGL-Tempo100'.	26
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 – 2018/19; StVO-Limits unbeachtet.	27
Abbildung 5.4: Mittelwerte der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF) tagsüber (von 6-22 Uhr) auf der A1 bei Kristein (05.2018-04.2019); StVO-Limits unbeachtet.	28
Abbildung 5.5: Mittlerer Tagesgang der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs (oben) und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF; unten) auf der A1 bei Kristein (05.2018-04.2019); StVO-Limits unbeachtet.	29
Abbildung 5.6: Mit dem Pkw-Aufkommen gewichtete Häufigkeitsverteilung der Stundenmittel der Fahrgeschwindigkeit je Tempolimit auf der A1 bei Kristein (05.2016-04.2017, 05.2017-04.2018 und 05.2018-04.2019).	30
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 (05.2018-04.2019); StVO-Limits unbeachtet.	31

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1: Durchschnittlicher täglicher Verkehr (DTV) auf der A1 bei Kristein (Betriebsjahre 2018/19 und 2017/18 mit Veränderungen zum Vorjahr).	6
Tabelle 3.2: Jahreszeitliche Tempo100-Häufigkeiten auf der A1 bei Kristein (2011/12-2018/19).	8
Tabelle 4.1: Tägliche Anzahl Stunden mit Tempo100, A1 bei Kristein (05.2018-04.2019).	18
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, 05.2018-04.2019 (oben) bzw. 05.2017-04.2018 (Mitte) bzw. 05.2016-04.2017 (unten):	22
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, 05.2018-04.2019 (oben) bzw. 05.2017-04.2018 (Mitte) bzw. 05.2016-04.2017 (unten):	23
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, 05.2018-04.2019:	32
Tabelle 6.2: Absolute Kennzahlen der vier Szenarien 'Tempo 100 immer', 'Tempo100 nie', 'Tempo100 temporär' und 'Tempo100 Winterhj.', Kristein A1, Mai 2018 – April 2019.	34
Tabelle 6.3: Relative Effekte eines <i>permanenten</i> Tempo100 im Vergleich zu Tempo130 bei den real ermittelten Fahrgeschwindigkeiten (114.2 gegenüber 124.0 km/h tagsüber; 111.9 gegenüber 120.6 km/h nachts), Kristein A1, Mai 2018 – April 2019.	34
Tabelle 6.4: Relative Effekte des flexiblen Tempo100 <i>in Bezug auf ein permanentes</i> Tempo100-Limit, Kristein A1, Mai 2018 – April 2019.	35

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 Tempo 100-Schaltung im Betriebsjahr Mai 2018 – April 2019 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 17.10.2014 bzw. 21.10.2014 (je nach Fahrtrichtung) ist im Rahmen der VBA ein Automatikprogramm im Einsatz, das seine Beobachtungen in Tempolimits und Verkehrszeichen umsetzen kann. Das bedeutet, dass es seit diesem Zeitpunkt auch Tempolimits auf diesem Abschnitt der A1 gibt, welche nicht vom Algorithmus des IG-L gesteuert sind, und zwar für 60, 80 und 100 km/h. Die meisten StVO-Tempolimits geben Tempo100 vor.

Von Mai 2018 bis April 2019 gab es während 12.0% der Zeit StVO-Tempolimits auf der A1 (Vorjahr 9.6%), welche nicht vom IGL-Algorithmus gesteuert waren, davon 10.3% Tempo100 (Vorjahr 8.4%), 1.5% Tempo80 (Vorjahr 1.1%) und nur 0.11% Tempo60 (Vorjahr 0.14%). Knapp die Hälfte (5.7%) der StVO-Tempo100-Limits (Vorjahr 5.3%) ereigneten sich während IGL-Tempo100-Limits, beeinflussten also die Fahrgeschwindigkeiten nicht zusätzlich. Durch die übrigen StVO-Tempolimits (6.3% der Gesamtzeit; Vorjahr 4.3%) sanken jedoch die Durchschnittsgeschwindigkeiten etwas. **Es gab also eine deutliche Zunahme der Zeiten mit StVO-Tempolimits im Vergleich mit den Vorjahren.**

Die StVO-Schaltungen wurden in dieser Evaluation folgendermaßen berücksichtigt:

- Aus rechtlicher Sicht überlagert ein StVO-Tempolimit ein gleiches oder höheres IG-L-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 IGL-Tempo 130 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 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 2018 – April 2019 war Tempo100 auf der A1 zwischen Linz und Enns während durchschnittlich **57%** der Betriebszeit geschaltet (55% der Gesamtzeit). Dies ist etwas weniger als im Vorjahr (s. dazu Kap. 6). Der erhöhte Wert im Vergleich zu früheren Jahren kam durch die Absenkung des Schwellenwertes am 2.2.2015 zustande.

Die Morgenspitze der Tempo100-Häufigkeit weist von 06:30-07:00 Uhr eine Häufigkeit über 70% auf, die Abendspitze zwischen 18:00 und 23:30 Uhr ebenso. Am frühen Morgen zwischen 03:30 und 5 Uhr ist die Tempo100- Häufigkeit am tiefsten mit unter 20%.

Der Tagesverlauf der Tempo100-Häufigkeit ist grundsätzlich ähnlich wie im Vorjahr, weist aber über den ganzen Tag ein Stück tiefere Werte auf. Im Vergleich zu früheren Jahren sind die Werte markant höher.

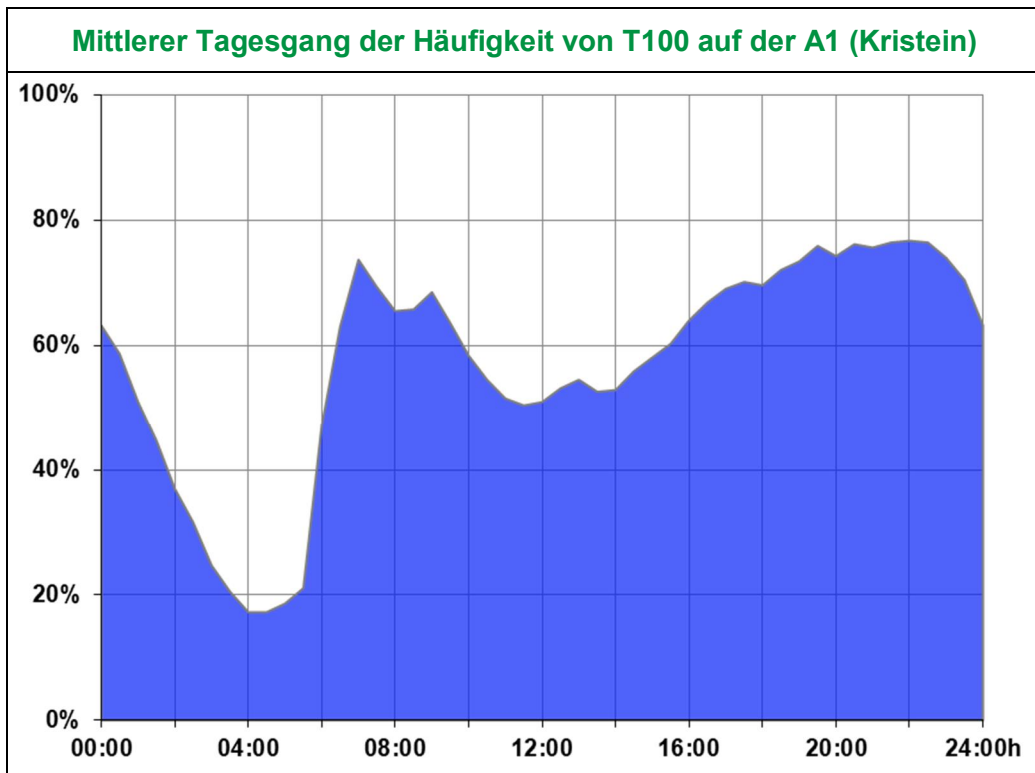


Abbildung 3.1: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 auf der A1 bei Kristein (05.2018-04.2019).

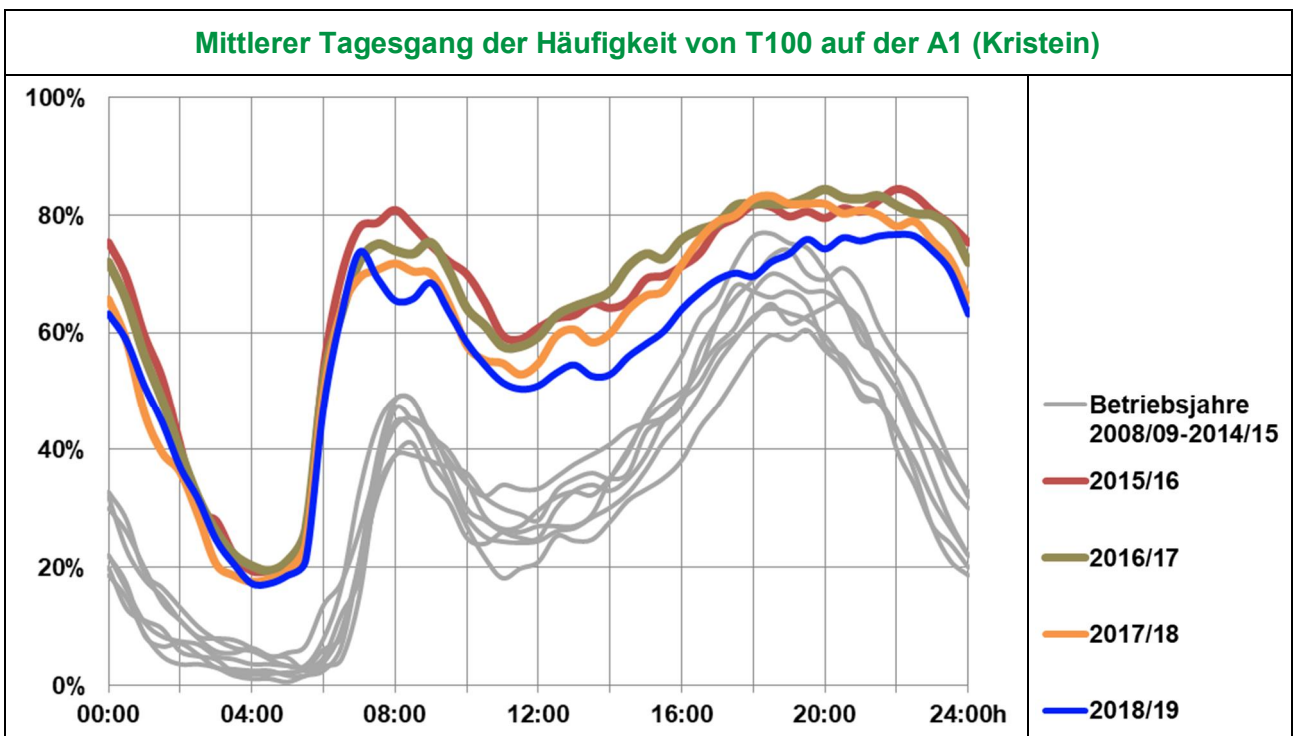


Abbildung 3.2: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 auf der A1 bei Kristein, Betriebsjahre Mai-April 2008/09-2014/15 sowie 2015/16, 2016/17, 2017/18 und 2018/19.

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 Juli und Dezember 2018 sowie im Februar 2019). Der starke Abfall im November 2018 wird in Kap. 3.2 besprochen.

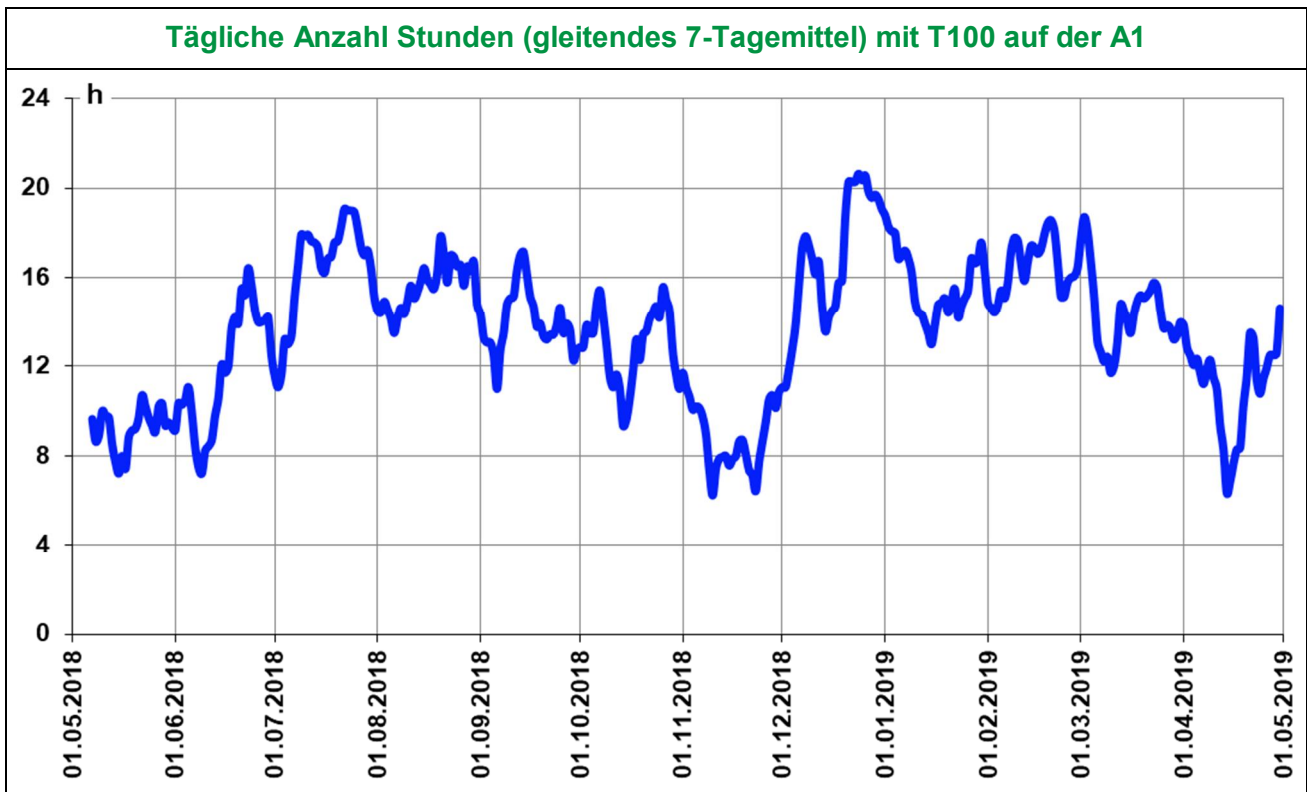


Abbildung 3.3: Tägliche Anzahl Stunden (Gleitendes 7-Tagemittel) mit Tempo100 auf der A1 bei Kristein (05.2018-04.2019).

3.1.2. Verkehrsaufkommen

Die A1 zwischen Enns und Asten wies im Betriebsjahr (Mai 2018 – April 2019) einen DTV von gut 72'000 Fahrzeugen auf, 800 mehr als im Vorjahr. Drei Viertel des DTV waren Pkw, etwa 14% schwere Güterfahrzeuge. Gegenüber dem Vorjahr hat der Verkehr bei den Lieferwagen um 2.8% zugenommen, bei den schweren Güterfahrzeugen um 2.3%, bei den Kategorien des Personenverkehrs um 0.6%. Das Verkehrswachstum ist damit generell geringer ausgefallen als im Vorjahr.

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

DTV A1	Lieferwagen	Pkw	Schwere Güterfahrzeuge	Bus	Summe
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 Jahre 2004 – 2018 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.

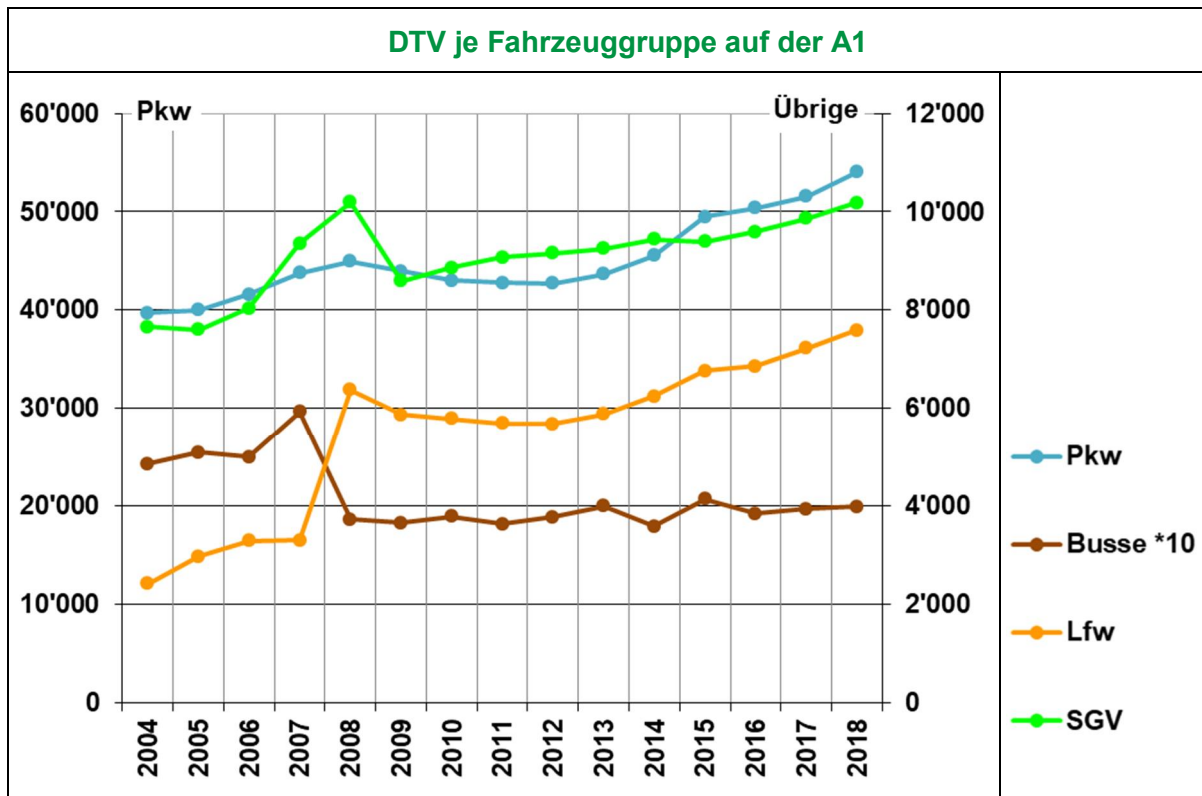


Abbildung 3.4: Verkehrsentwicklung (DTV) auf der A1 bei Kristein, 2004-2018. SGV: Schwerer Güterverkehr. Es wird die 10-fache Menge an Bussen dargestellt.

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 des Quervergleichs von Juli 2006 – Juni 2007 auf Kristein hochgerechnet wurden.

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. Von 2012-2017 betrug die durchschnittliche jährliche Abnahme bei den NOx-Emissionen -4.3%, bei den Immissionen -3.3%. Diese Diskrepanz kann aus heutiger Sicht nur durch einen zu optimistischen Ansatz für die Verringerung der Emissionsfaktoren der Straßenfahrzeuge erklärt werden.

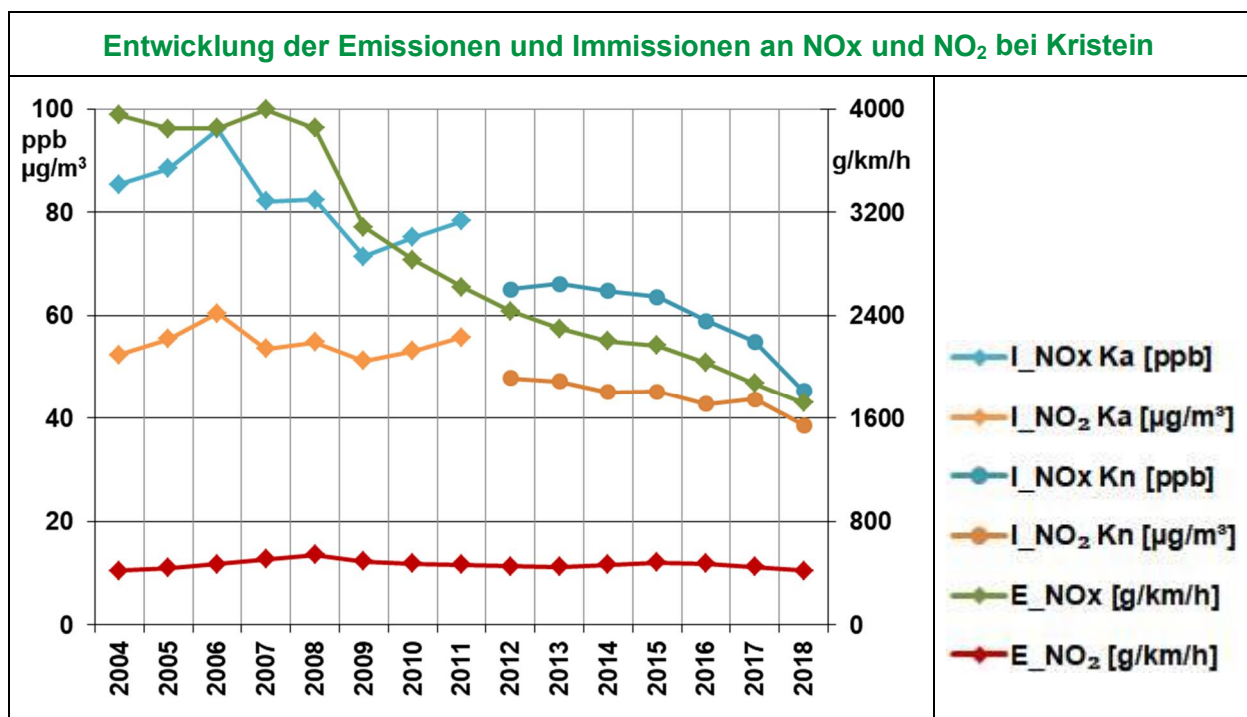


Abbildung 3.5: Entwicklung der Emissionen und Immissionen an NOx und NO2 bei Kristein (Kalenderjahre 2004-2018). Ka: Kristein alt; Kn: Kristein neu (ab 1.3.2012).

Von 2017 auf 2018 jedoch nahmen die Immissionen mehr ab als gemäß Emissionsverlauf zu erwarten gewesen wäre. Dies obwohl bereits 2017 lufthygienisch günstig war von den meteorologischen Ausbreitungsbedingungen her. Es dürfte eine Rolle gespielt haben, dass die realen Emissionsfaktoren sich nun langsam den theoretischen annähern (Updates bei Diesel-Pkw und Lfw, EuroVId bei den Lkw ...).

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 außer dem Winter weisen eine deutlich geringere Schalthäufigkeit als im Vorjahr auf, übers ganze Jahr resultiert eine Abnahme der Schalthäufigkeit um 3%.

Tabelle 3.2: Jahreszeitliche Tempo100-Häufigkeiten auf der A1 bei Krastein (2011/12-2018/19).

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

Die nächste Abbildung zeigt die jahreszeitlichen Tempo100-Schalthäufigkeiten seit Beginn. Man erkennt die Stagnation von 2008-2015 (was seine Entsprechung in den NOx-Immissionen hat), die Erhöhung der Schalthäufigkeit anfangs 2015 durch Schwellenwertabsenkung und die kontinuierliche Abnahme der Schalthäufigkeit seit 2015.

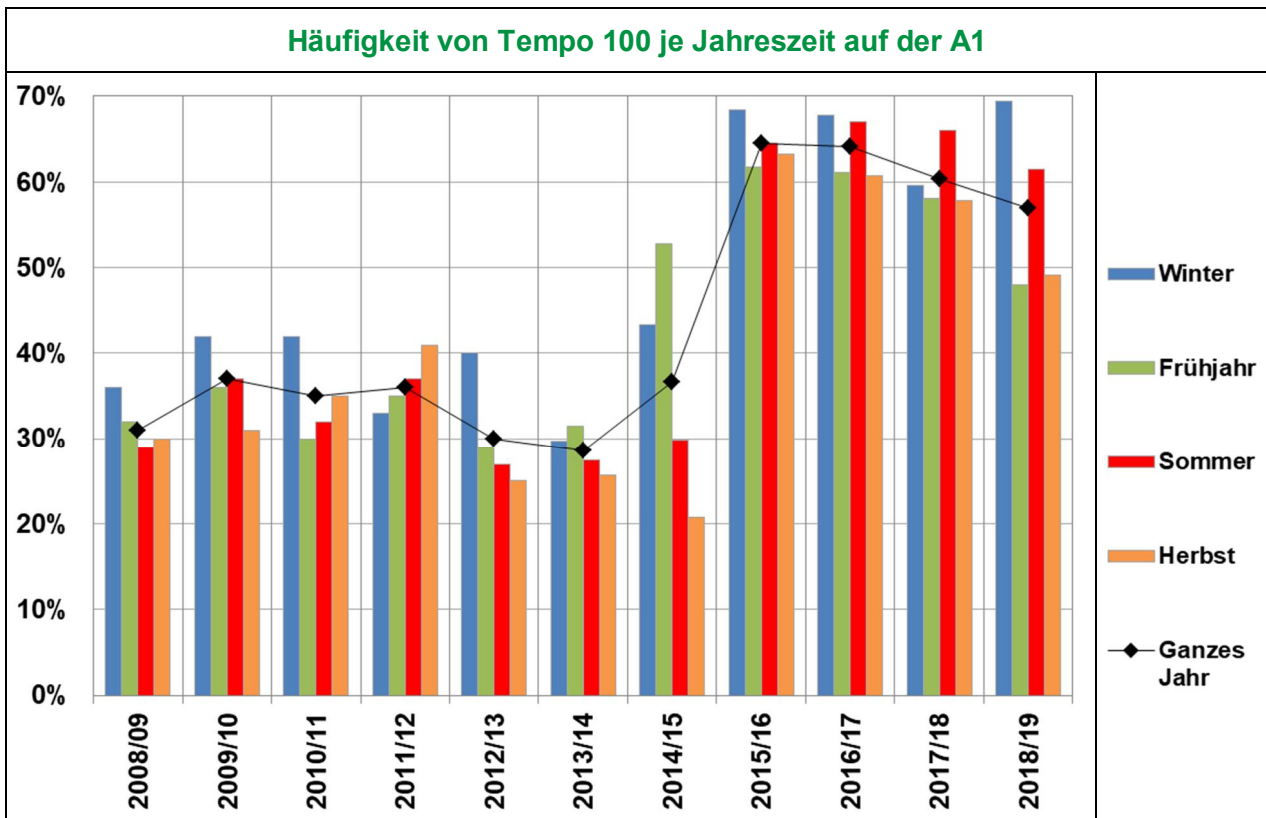


Abbildung 3.6: Häufigkeit von Tempo 100 je Jahreszeit auf der A1 bei Kristein, Betriebsjahre Mai bis April 2008/09 – 2018/19.

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, 2016/17, 2017/18 und 2018/19 (mit verringertem Schwellenwert).

Die Tempo100-Häufigkeiten haben sich im aktuellen Betriebsjahr im Frühjahr und Herbst im Vergleich zu den letzten drei Vorjahren deutlich reduziert.

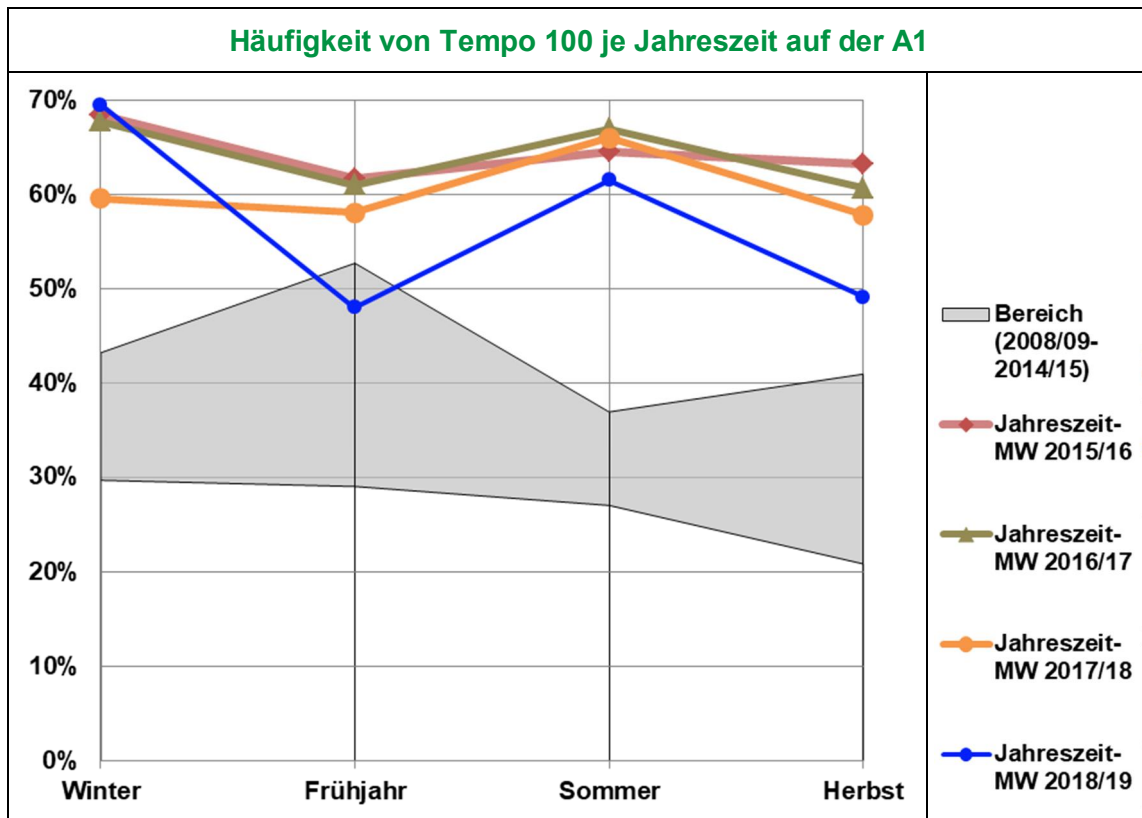


Abbildung 3.7: Häufigkeit von Tempo100 je Jahreszeit auf der A1 bei Kristein, Wertebereich Mai-April 2008/09-2014/15 sowie 2015/16, 2016/17, 2017/18 und 2018/19.

Die **monatlichen** Tempo100-Häufigkeiten entsprechen grundsätzlich dem Bild der gleitenden 7-Tagemittel. Sie schwankten in diesem Betriebsjahr ziemlich stark und bewegten sich zwischen 37% (November 2018!!) und 74% (Dezember 2018). Der starke Abfall im November 2018 wird weiter unten in diesem Kapitel besprochen.

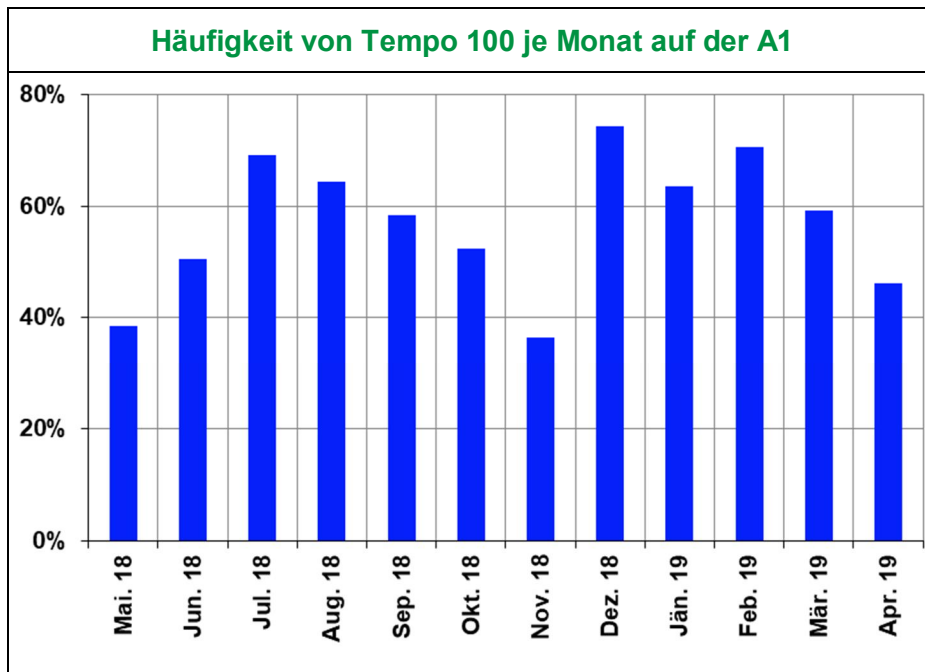


Abbildung 3.8: Häufigkeit von Tempo100 je Monat auf der A1 bei Kristein (05.2018-04.2019).

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, 2016/17 und 2017/18 sowie das aktuelle Betriebsjahr 2018/19.

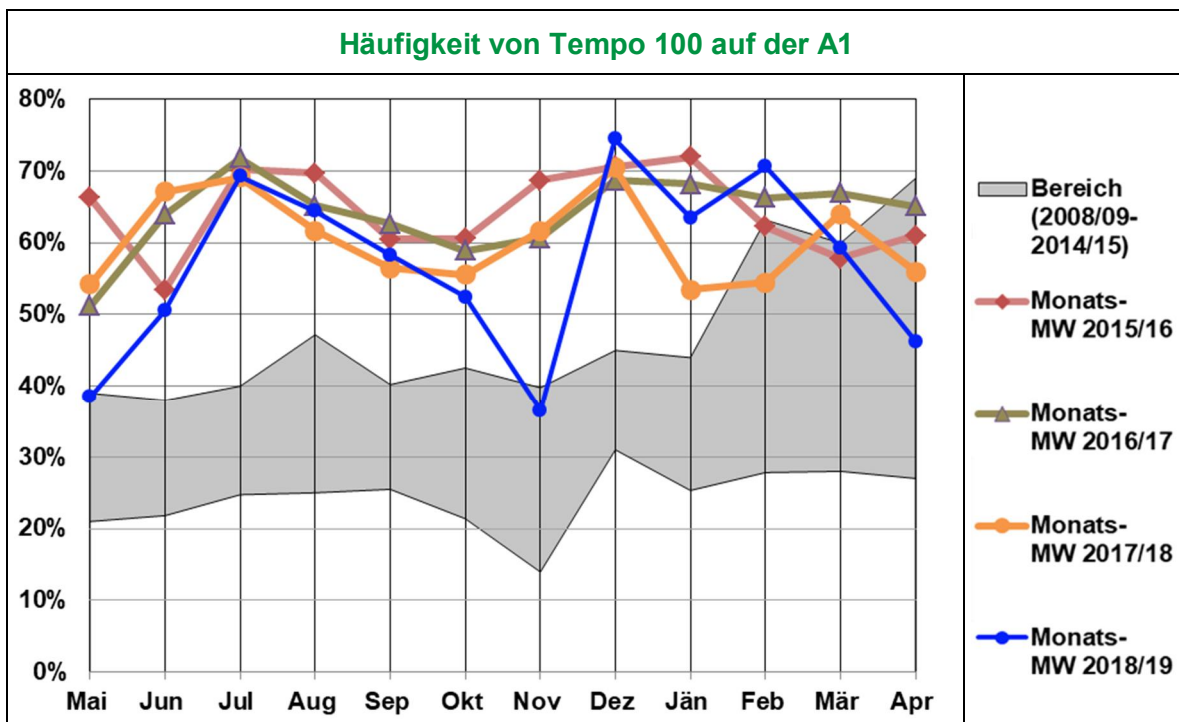


Abbildung 3.9: Häufigkeit von Tempo100 je Monat auf der A1 bei Kristein, Wertebereich Mai-April 2008/09-2014/15 sowie Betriebsjahre 2015/16, 2016/17, 2017/18 und 2018/19.

Der Effekt der Schwellenwertabsenkung am 2.2.2015 ist augenscheinlich. Während der 'grauen' Monate Februar-April (2015) war die Schwellenwertabsenkung bereits durchgeführt worden, deshalb erreichten diese Werte diejenigen der letzten vier Betriebsjahre. Im aktuellen Betriebsjahr wiesen der Mai und November 2018 sowie der April 2019 besonders tiefe Schaltheufigkeiten auf.

Die überraschende Situation im November 2018 wird näher betrachtet. Zunächst werden Tageswerte des Pkw-Aufkommens, der NO₂-Immission und der Anzahl Stunden mit Tempo100 von Mitte Oktober bis Mitte Dezember 2018 einander gegenüber gestellt.

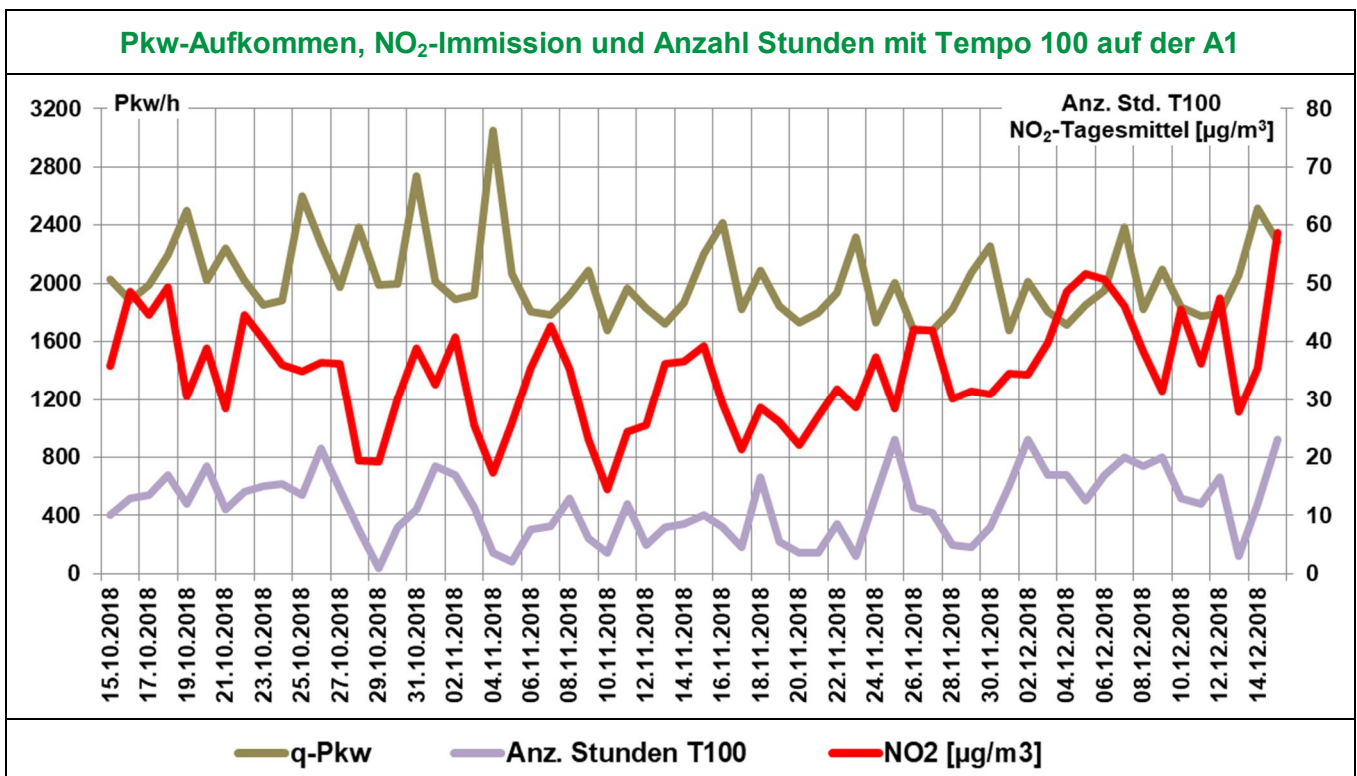


Abbildung 3.10: Pkw-Aufkommen, NO₂-Immission und Anzahl Stunden mit Tempo 100 auf der A1 bei Krastein, Tageswerte vom 15.10.-15.12.2018.

Zwar sinkt das Pkw-Aufkommen anfangs November jahreszeitbedingt ab, verbleibt aber dann bis Mitte Dezember. Die NO₂-Immission und die Tempo100-Häufigkeit sind aber speziell im November niedriger.

Eine Windauswertung des Amtes der oberösterreichischen Landesregierung zeigt die Erklärung dafür: Bei Wind aus dem Sektor Ost sind die NO_x-Konzentrationen übers ganze Jahr tief. Wind aus diesem Sektor ist normalerweise nicht sehr häufig, im November 2018 jedoch wehte er fast zur Hälfte der Zeit aus diesem Sektor; dies erklärt die tiefen Monatsmittel der Stickoxid-Immissionen in diesem Mo-

nat. Andere Messstationen zeigen diesen Abfall im November nicht oder nicht in diesem Maße.

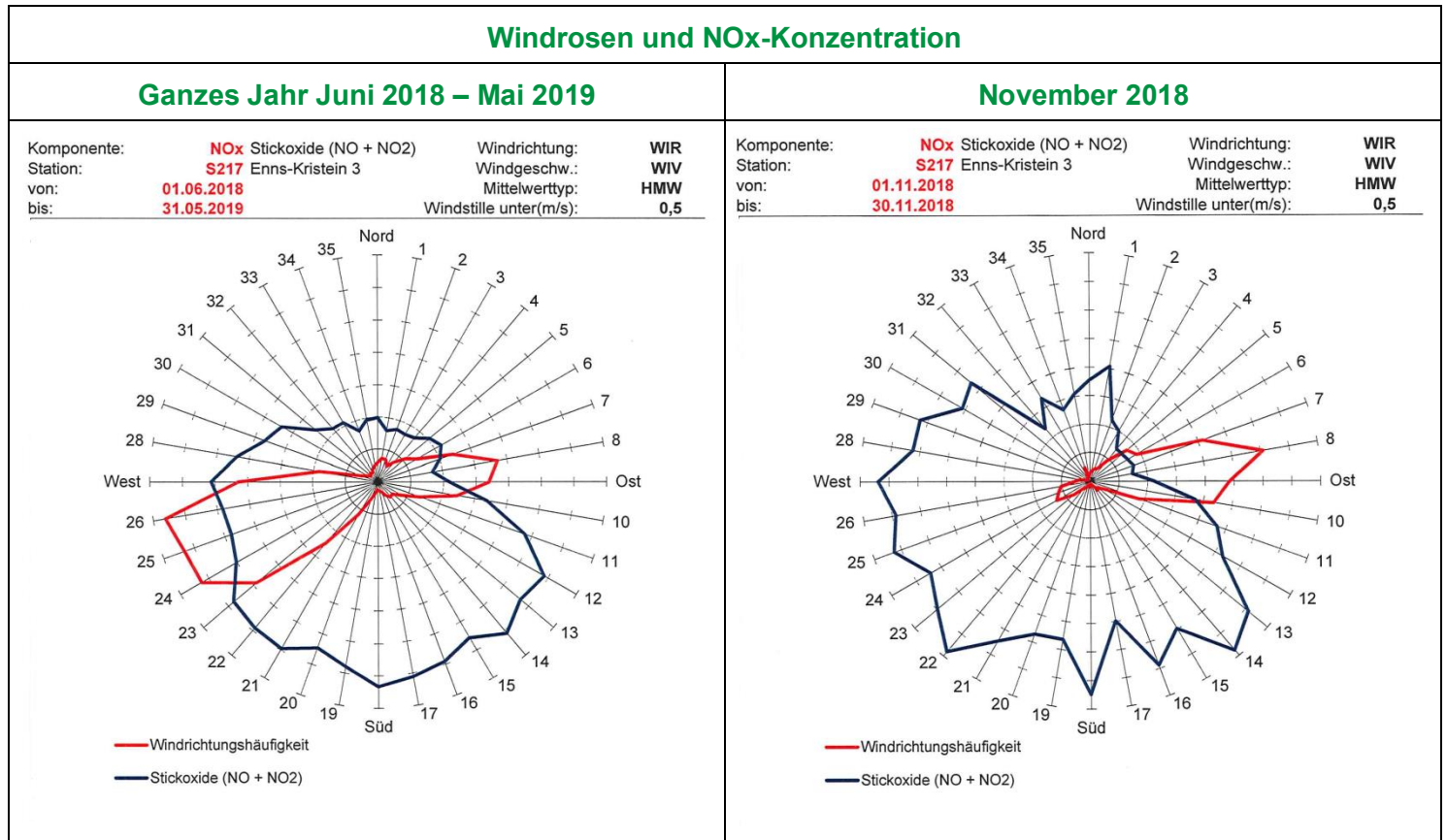


Abbildung 3.11: Windrichtungshäufigkeit und mittlere NOx-Konzentration nach Windrichtung bei Kristein (A1), ganzes Jahr Juni 2018 – Mai 2019 und speziell für den November 2018. Quelle: Amt der Oö. Landesregierung.

3.2.2.

Berechnete Emissionen und gemessene Immissionen an Stickoxiden

Das Maximum der Stickstoffoxidemissionen liegt jeweils im Sommer. Die Emissionsverläufe (NOx und NO₂) waren in den letzten 7 Betriebsjahren recht ähnlich, aber stets abnehmend wegen der Flottenmodernisierung. Die Immissionsverläufe (NOx und NO₂) hingegen schwanken mehr von Jahr zu Jahr. Ihr Maximum liegt generell im Winter, beim NO₂ meist etwas später als beim NOx (bedingt durch das im Spätwinter höhere Ozonangebot). Die folgende Abbildung zeigt den Jahresverlauf der Emissionen bzw. Immissionen an NOx und NO₂ aus den Betriebsjahren 2012/13, 2016/17 und 2018/19. So kann die Entwicklung über die letzten 7 Betriebsjahre ermessen werden.

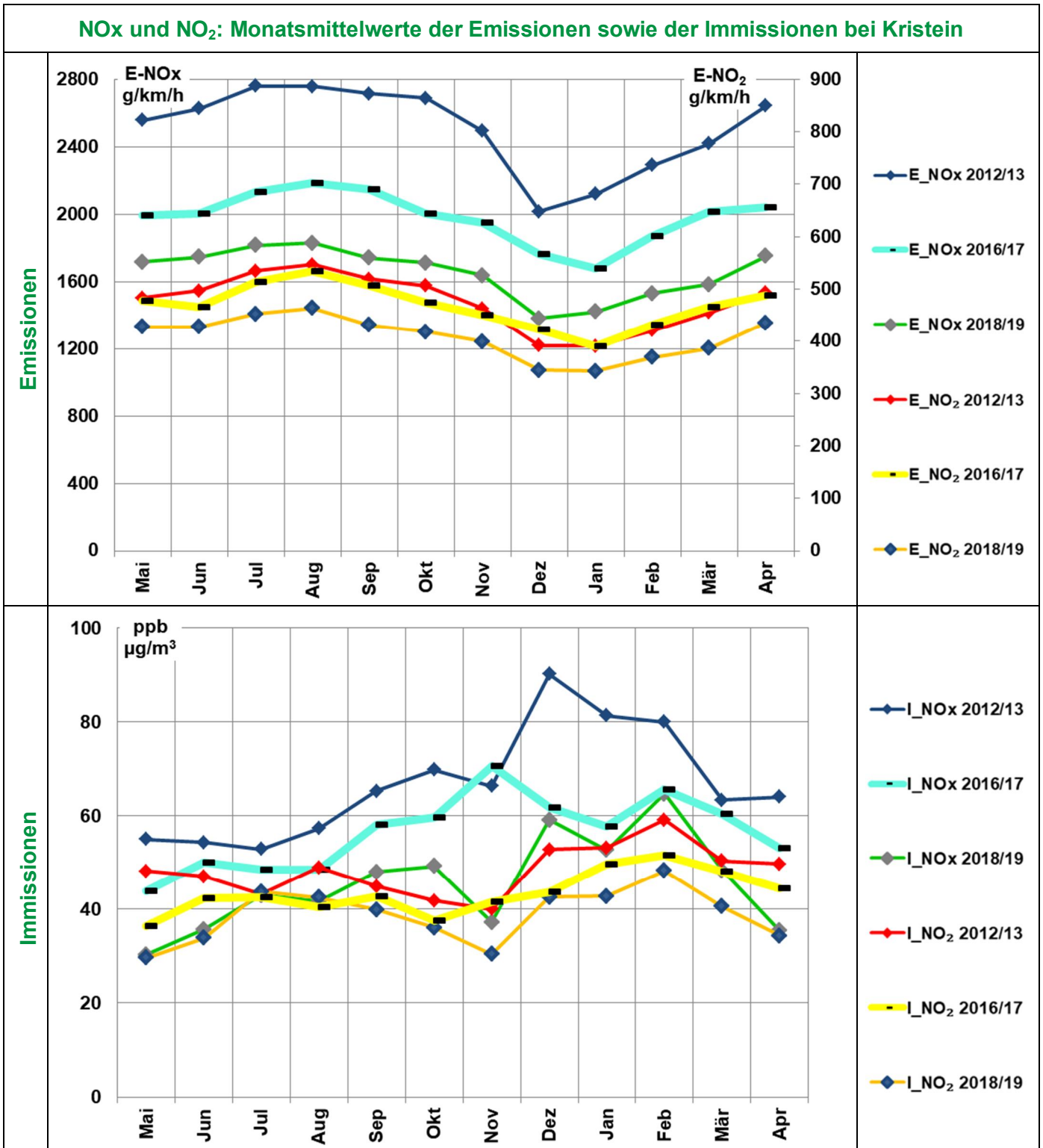


Abbildung 3.12: Monatsmittelwerte der Emissionen (NOx und NO₂ [g/km/h]; oben) sowie der Immissionen (NOx [ppb], NO₂ [µg/m³]; unten) bei Kristein (2012/13, 2016/17 und 2018/19).

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

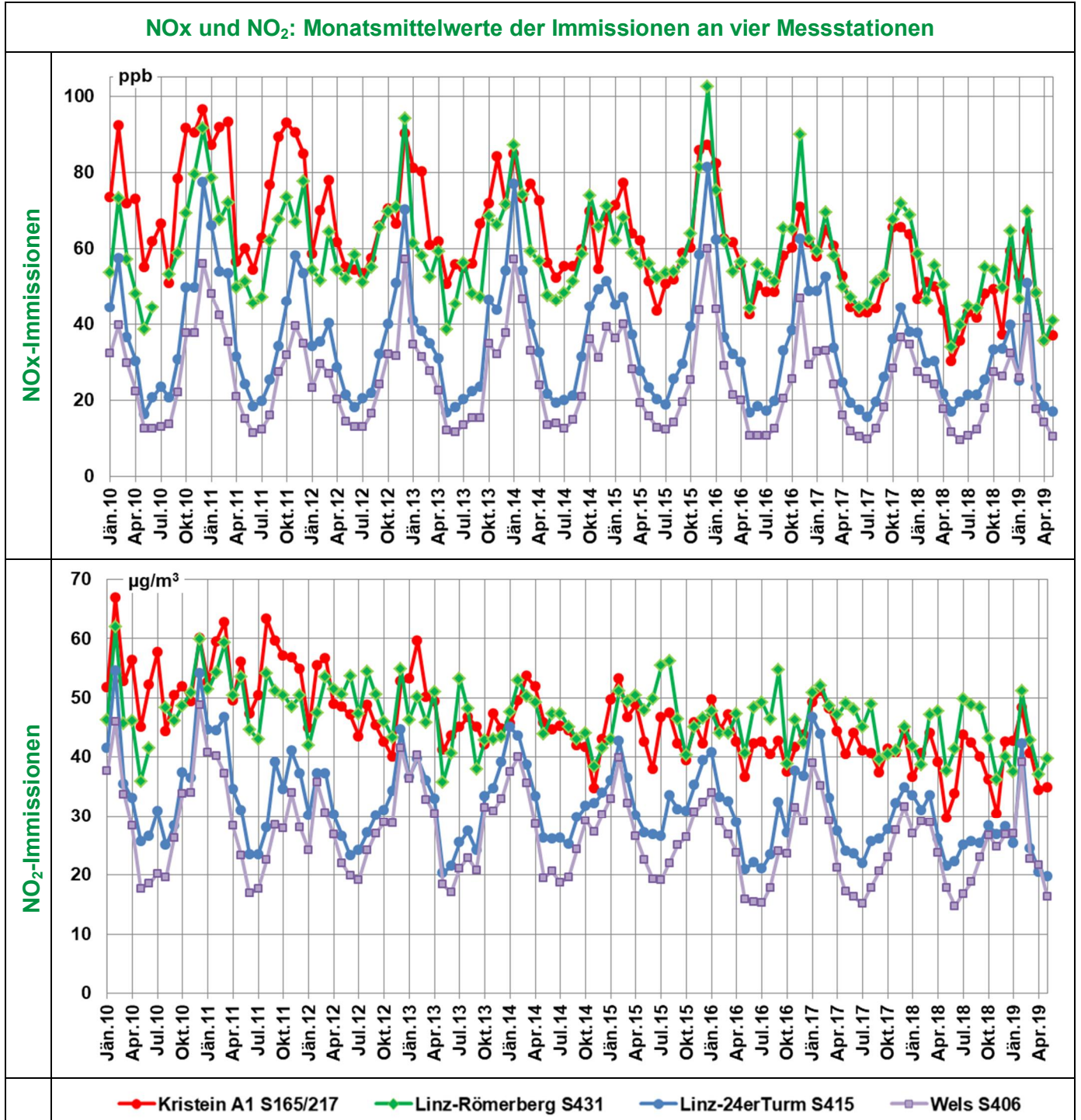


Abbildung 3.13: Monatsmittelwerte der Immissionen an NO_x und NO₂ der Messstandorte Kristein, Linz-Römerberg, Linz-24er Turm und Wels, Jänner 2010 – Mai 2019.

Die mit am stärksten belastete Station Kristein war ursprünglich meist ein Stück höher belastet als Linz-Römerberg; inzwischen hat Linz-Römerberg Kristein immissionsseitig in praktisch jedem Monat 'überholt'. Die Stickoxidemissionen sind in den letzten Jahren an Autobahnen und Schnellstraßen prozentual stärker zurückgegangen als an städtischen Straßenstandorten; dies bildet sich in den Immissionen ab. Die beiden anderen Stadtstandorte blieben stets weniger belastet.

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 73%.

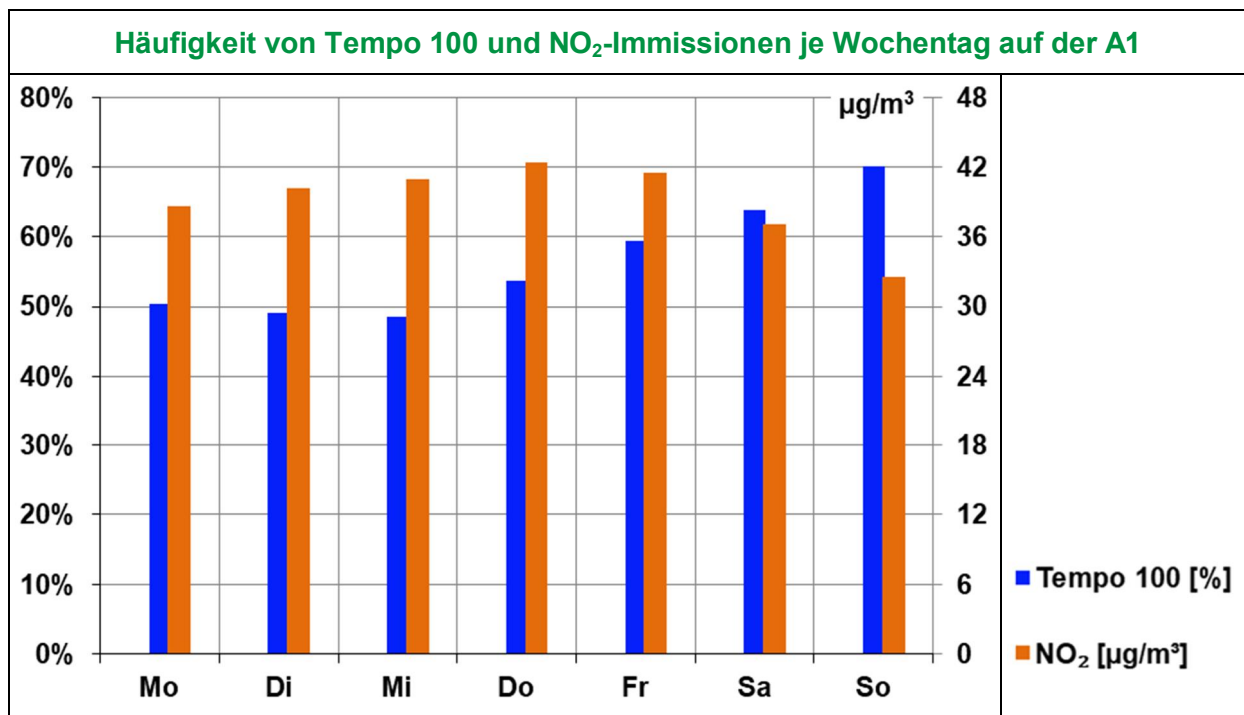


Abbildung 3.14: Häufigkeit von Tempo100 und NO₂-Immissionen je Wochentag auf der A1, Kristein (05.2018-04.2019).

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 Schwerverkehrs war hinge-

gen 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, was die Schalthäufigkeit im Vergleich zu Werktagen erhöht.

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

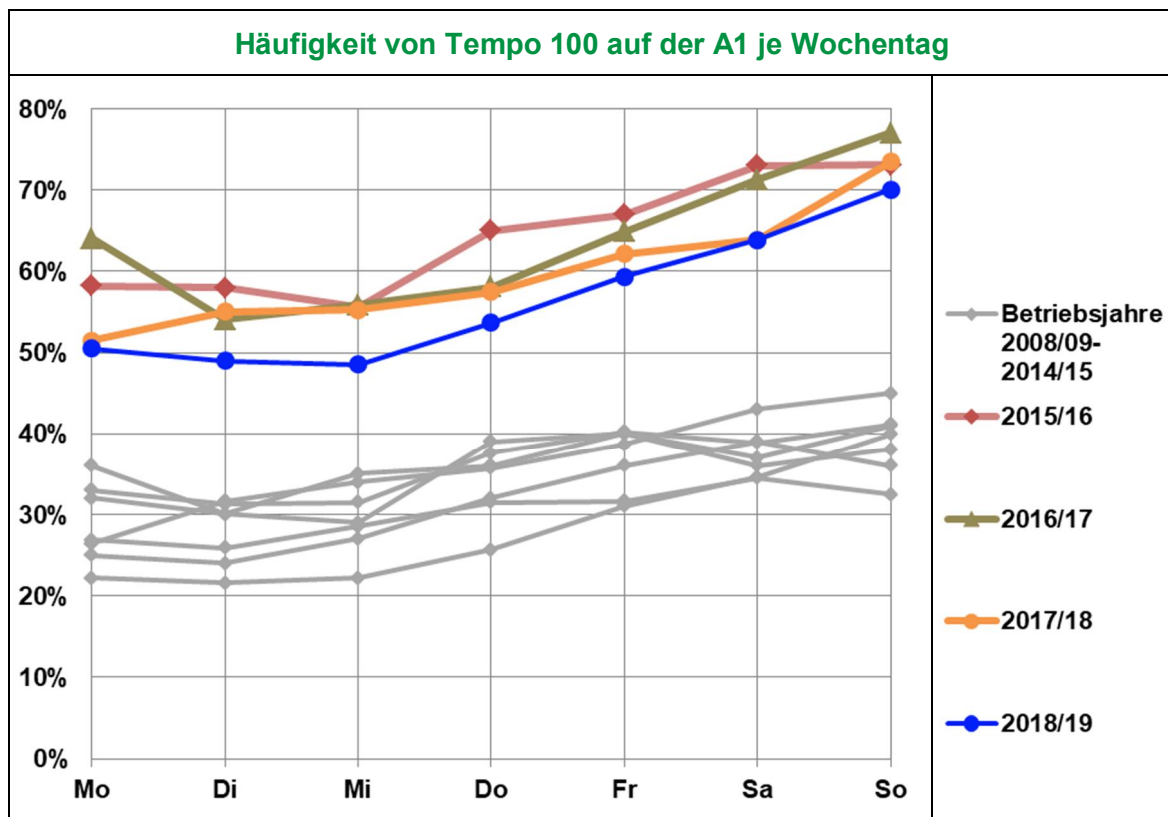


Abbildung 3.15: Häufigkeit von Tempo100 auf der A1 bei Kristein je Wochentag, Betriebsjahre Mai-April 2008/09-2014/15 (grau) sowie 2015/16, 2016/17, 2017/18 und 2018/19.

4. Dokumentation der täglichen Schaltzeiten

In der folgenden Tabelle werden die täglichen Schaltzeiten von Tempo100 im Betriebsjahr 2018/19 dokumentiert.

Tabelle 4.1: Tägliche Anzahl Stunden mit Tempo100, A1 bei Kristein (05.2018-04.2019).

	Mai.18	Jun.18	Jul.18	Aug.18	Sep.18	Okt.18	Nov.18	Dez.18	Jän.19	Feb.19	Mär.19	Apr.19
1	14	13	11	13.5	15.5	16	18.5	15	15.5	9.5	18	7
2	4	15.5	9.5	13.5	12	15.5	17	23	15	18	16	4.5
3	13	14	13	16	13	15	11.5	17	16.5	22.5	18.5	13.5
4	8	7	17.5	18	16	10.5	3.5	17	20.5	17	9.5	10
5	7.5	7.5	16.5	18	7	14.5	2	12.5	16	19	7.5	11.5
6	14.5	1	18.5	7.5	9	15	7.5	17	21.5	10.5	4	13.5
7	6.5	1	20	12.5	16.5	21.5	8	20	15.5	14	15	18.5
8	7	6.5	20.5	17	21	8	13	18.5	13	19.5	15	11.5
9	6	13.5	19.5	11.5	21	6.5	6	20	10.5	22	17.5	7.5
10	20.5	21	12.5	20	15	5	3.5	13	7.5	21.5	13.5	8
11	6.5	8.5	18	23	16.5	7	12	12	17	10	11.5	6.5
12	7	9.5	14.5	14	15	18.5	5	16.5	15.5	13.5	15	0
13	6	8.5	18	9.5	14	10.5	8	3	18.5	16.5	16	6
14	1	6.5	18.5	16	17.5	10	8.5	12	12.5	19	13	5
15	3.5	17	14	21	14	10	10	23	9.5	19	11.5	15
16	11.5	11	18	8	14	13	8	22	16.5	20	14	13
17	16.5	23	17	18.5	12	13.5	4.5	14.5	14	23	19.5	12.5
18	16.5	20.5	18.5	21.5	10	17	16.5	19.5	17.5	14.5	15.5	7
19	9	13	19	19	16	12	5.5	17	17	17	17	13
20	6.5	6.5	18.5	21	10	18.5	3.5	23	14	17.5	15	15
21	4.5	17.5	23	10	16.5	11	3.5	23	16	16	14	19
22	10.5	15	19.5	12.5	15.5	14	8.5	23	13.5	9	13	13.5
23	8	19.5	17.5	16.5	14	15	3	22	7.5	9	16.5	0
24	13	17.5	17	18	15	15.5	13.5	17	17.5	23	18	8
25	14	13	18	18.5	15.5	13.5	23	17.5	20	19	8	11.5
26	7	9	14	19.5	8	21.5	11.5	18.5	19.5	18.5	11.5	16.5
27	14.5	6.5	12.5	14.5	13	14.5	10.5	18	24	18	16	19
28	5.5	18	20.5	16	14.5	7.5	5	21	14.5	18.5	13	19
29	3.5	16	21	11	6	1	4.5	24	14.5		9.5	14
30	9	7.5	12	19.5	17	8	8	20.5	13		18	14.5
31	11.5		8	4.5		11		14	9		22	

Die Verfügbarkeit der Tempo100-Schaltung war mit 96.6% gut. Die Ausfälle kommen im Wesentlichen durch die Verfügbarkeit der Immissionsmessungen (97.0%) zustande; deren Ausfälle sind hauptsächlich durch Kalibrationen bedingt.

Das Maximum von 24 Stunden mit Tempo100 wurde an zwei Tagen erreicht. Es handelte sich um den 29.12.2018 (Samstag) und den 27.01.2019 (Sonntag). Das Verkehrsaufkommen war jeweils durchschnittlich; die anhaltende Tempo100-Schaltung muss durch die tageszeitliche Verteilung des Verkehrs und die Witterungsbedingungen zustande gekommen sein.

Am 12. und 23.04.2019 gab es gar keine Tempo100-Schaltung.

Die Tage mit "extrem" hohen Schaltzeiten ereigneten sich im Winter (vor allem im Dezember mit 8 Tagen) und Sommer, die Tage mit sehr tiefen Schaltzeiten verteilten sich wie schon im Vorjahr über das ganze Jahr.

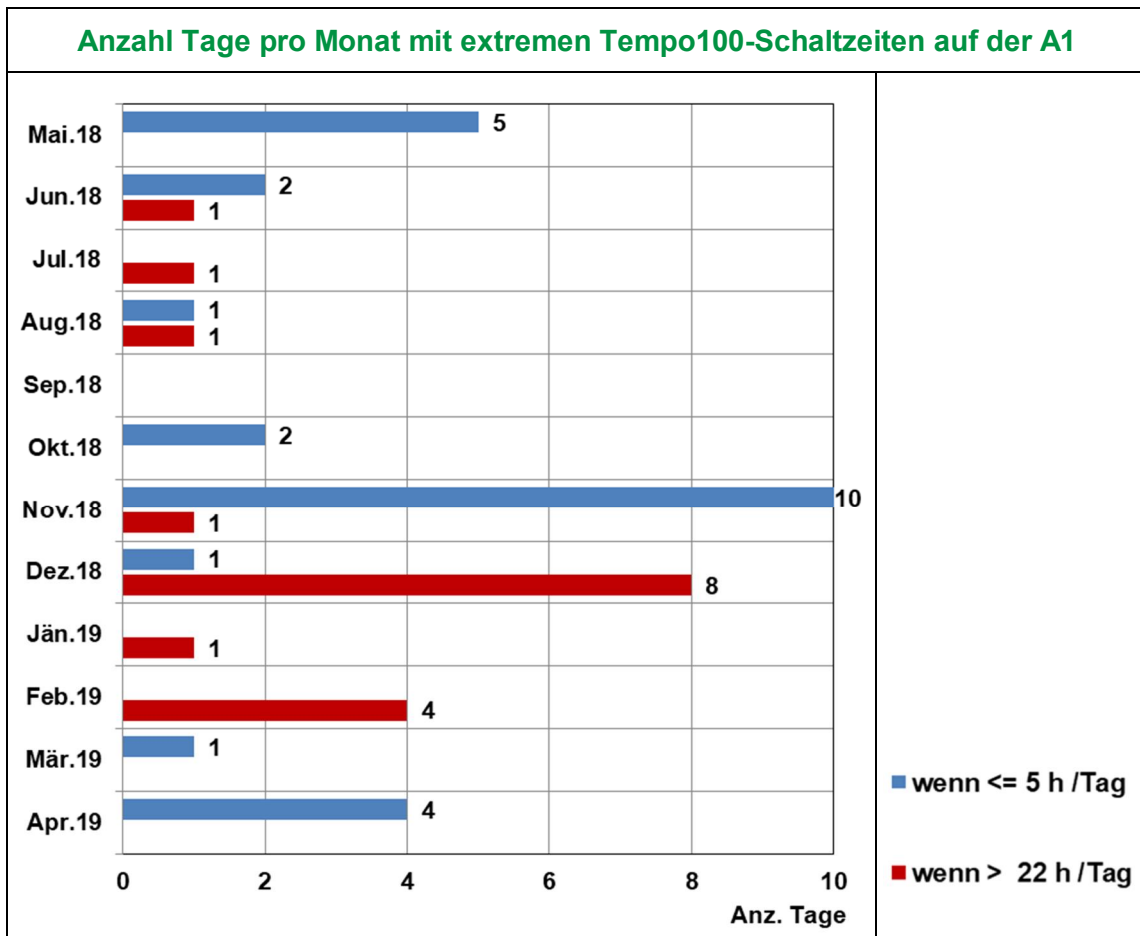


Abbildung 4.1: Anzahl Tage pro Monat mit extrem hohen oder tiefen Tempo100-Schaltzeiten, A1 bei Kristein (05.2018-04.2019).

5. Effektive Fahrgeschwindigkeiten des Leichtverkehrs

In diesem Kapitel werden die mittleren Fahrgeschwindigkeiten auf der A1 zwischen Enns und Linz vom Mai 2018 – April 2019 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, 05.2018-04.2019 (oben) bzw. 05.2017-04.2018 (Mitte) bzw. 05.2016-04.2017 (unten):

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

Tempolimit (05.2016-04.2017) 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	111.5
ohne IGL-Schaltung inkl. StVO-Limits	123.7	118.3

Tempolimit (05.2016-04.2017) Zeiten mit StVO-Limits weggelassen	LV: v [km/h] 6-22 Uhr	LV: v [km/h] 22-6 Uhr
mit IGL-Schaltung	114.0	111.6
ohne IGL-Schaltung	124.3	119.9

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, 05.2018-04.2019 (oben) bzw. 05.2017-04.2018 (Mitte) bzw. 05.2016-04.2017 (unten):

Tempolimit (05.2018-04.2019) Effekt der Weglassung der Zeiten mit StVO-Limits	LV: v [km/h] 6-22 Uhr	LV: v [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

Tempolimit (05.2016-04.2017) 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	+0.13	+0.15
ohne IGL-Schaltung	+0.66	+1.65

Bei "Mit IGL-Schaltung" (Tempo100) sind die Geschwindigkeitsunterschiede gering, lagen in allen Betriebsjahren im Bereich von 0.1 km/h (die Weglassung der Zeiten mit StVO-Limits 80 und 60 km/h erhöht die Durchschnittsgeschwindigkeit lediglich um etwa 0.1 km/h).

Der Effekt ist "ohne IG-L Schaltung" (Tempo130) höher, weil da auch die (häufigsten) StVO-Limits von 100 km/h weggelassen werden, was die Durchschnittsgeschwindigkeit bei Tempo130 (ohne StVO-Limits) erhöht. Nachts ist der Effekt "ohne IG-L Schaltung" deutlich am größten, weil das StVO-Limit 100 nachts am häufigsten ist. In diesem Betriebsjahr war der Effekt nachts größer als bisher, weil es häufiger als bisher nachts ein StVO-Limit von 100 gab. Die Weglassung der Zeiten mit StVO-Limits senkte im aktuellen Betriebsjahr die mittlere Geschwindigkeit nachts 'ohne IGL-Tempo100-Schaltung' um 2.1 km/h).

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

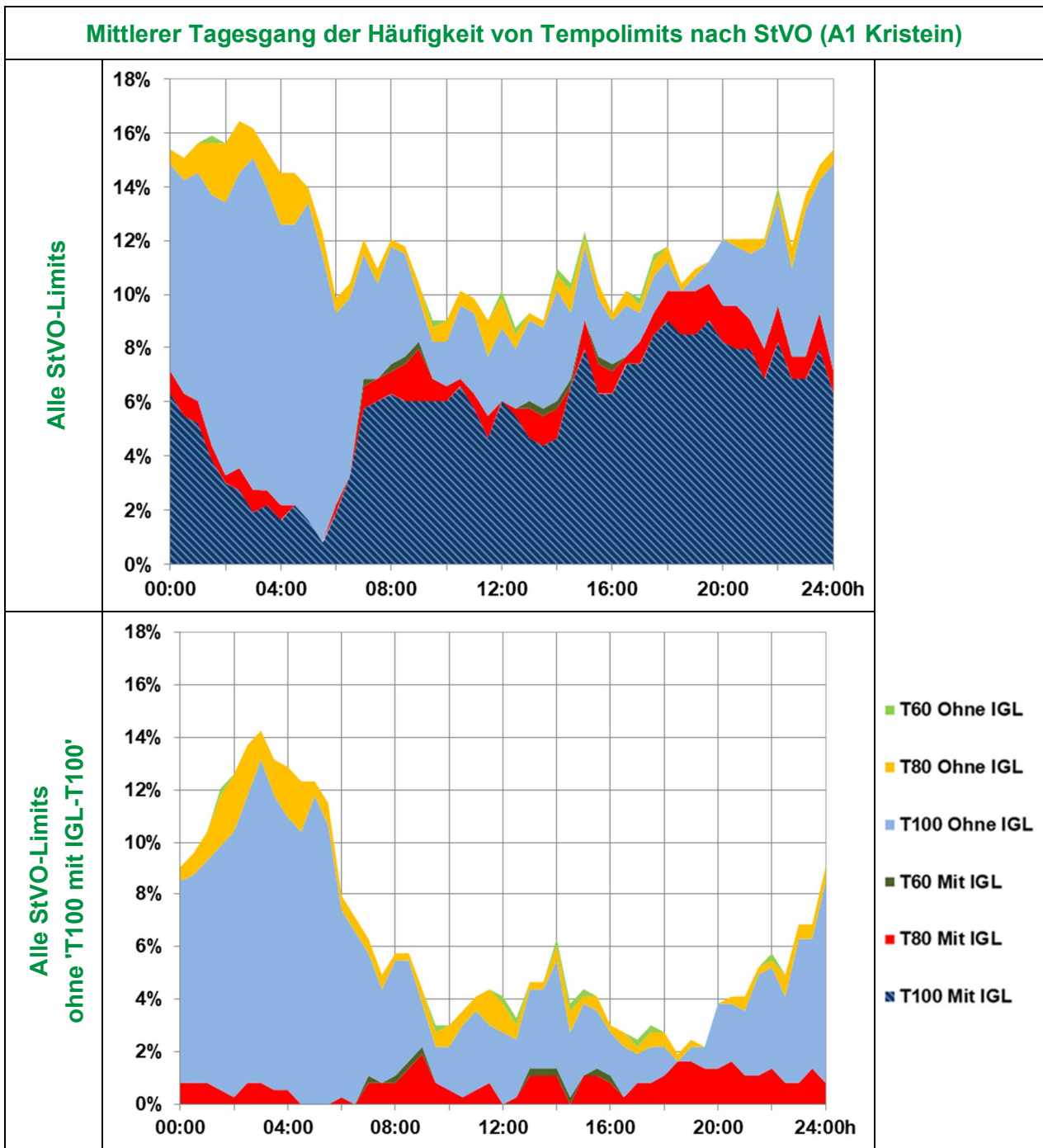


Abbildung 5.1: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempolimits nach StVO auf der A1 bei Krastein (05.2018-04.2019). Schraffiert: StVO-Tempo100 bei IGL-Tempo100 (keine Relevanz für Geschwindigkeitsbestimmungen). Unten: 'StVO-Limits ohne StVO-Tempo100 bei IGL-Tempo100'.

Im Jahresverlauf waren Tempolimits nach StVO in den Monaten Dezember 2018 und Januar 2019 besonders häufig mit 23-24% der Gesamtzeit (inklusive Tempo100 StVO bei IGL-Tempo100).

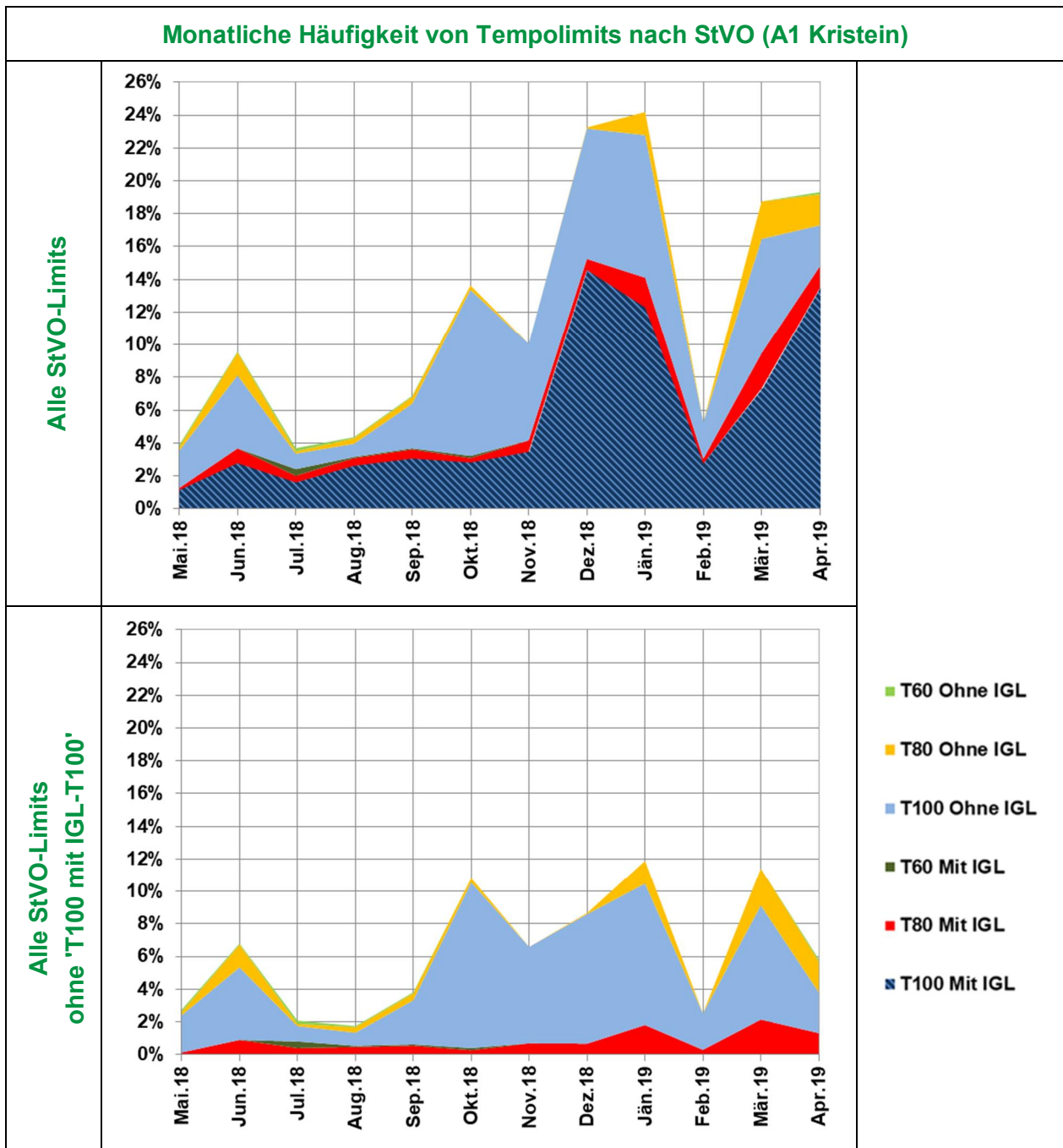


Abbildung 5.2: Jahresverlauf der Häufigkeit von Tempolimits nach StVO auf der A1 bei Krastein (05.2018-04.2019). Schraffiert: StVO-Tempo100 bei IGL-Tempo100 (keine Relevanz für Geschwindigkeitsbestimmungen). Unten: 'StVO-Limits ohne StVO-Tempo100 bei IGL-Tempo100'.

Gemäß Informationen der Asfinag (Daniela Gansterer) waren die häufigeren Tempolimits nach StVO auf vermehrte 'Nässeschaltungen' zurückzuführen. Dabei habe sich an der Sensorik weder hinsichtlich der Erfassung des Niederschlags (d.h. die Sensoren sind dieselben, es gab keinen Umbau/Sensortausch), noch an

den im System eingestellten Parametern zur Aktivierung/Deaktivierung der Näs-seschaltungen (Schwellenwerte gem. VBA-Verordnung des BMVIT) etwas geän-dert. Die Sensorwerte erschienen durchwegs plausibel, und die Wetteraufzeich-nungen weisen auf häufige Niederschläge im Dezember 2018/Januar 2019 in diesem Raum hin.

Die in diesem Betriebsjahr häufigeren Tempolimits nach StVO waren also witterungsbedingt, nicht technisch bedingt und stellen keinen Trend dar.

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.

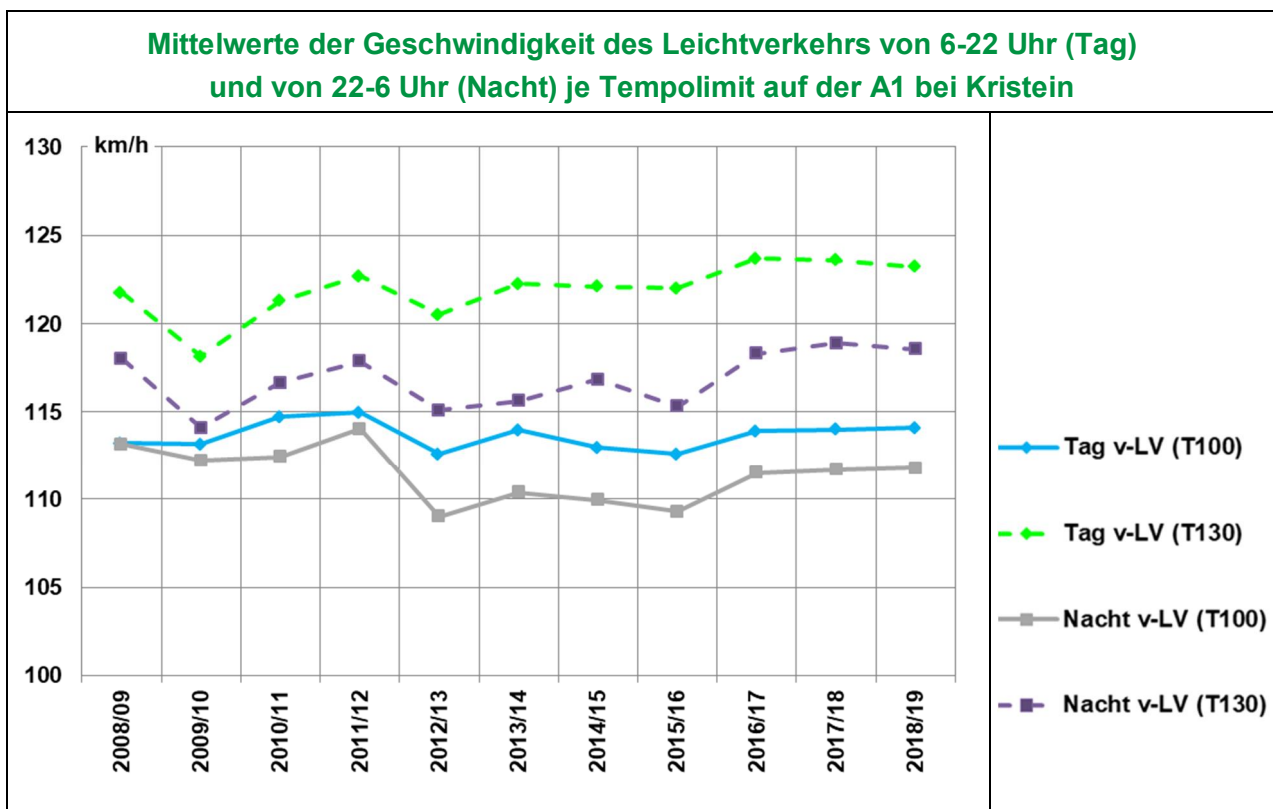


Abbildung 5.3: Mittelwerte der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs von 6-22 Uhr (Tag) und von 22-6 Uhr (Nacht) je Tempolimit auf der A1 bei Kristein, Mai bis April, 2008/09 – 2018/19; StVO-Limits unbeachtet.

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.

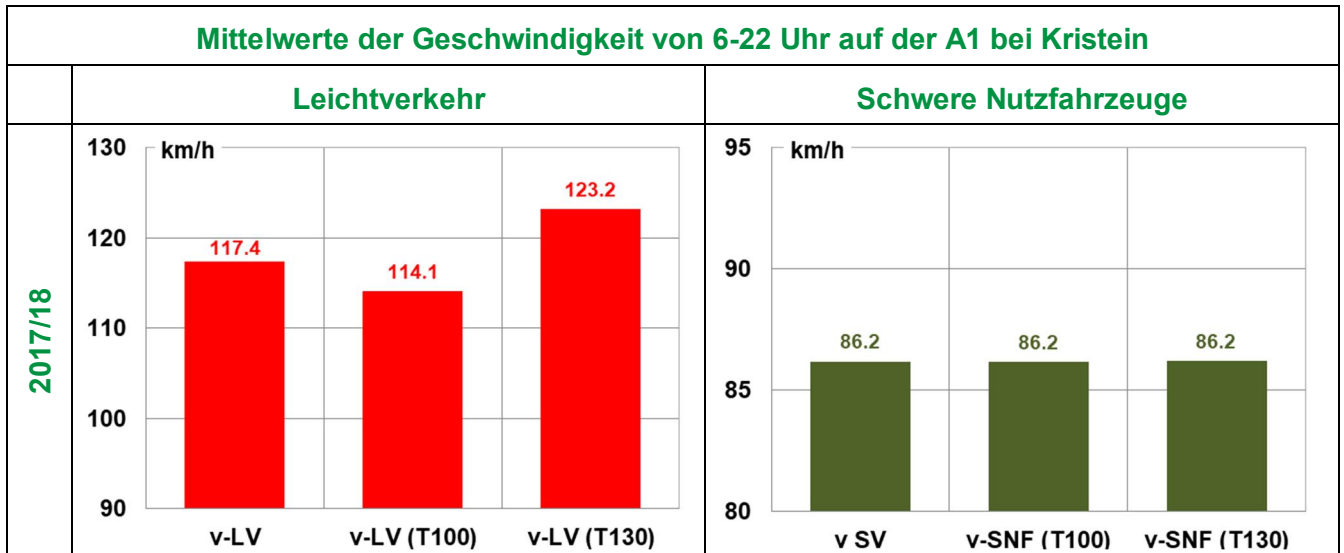


Abbildung 5.4: Mittelwerte der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF) tagsüber (von 6-22 Uhr) auf der A1 bei Kristein (05.2018-04.2019); StVO-Limits unbeachtet.

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.

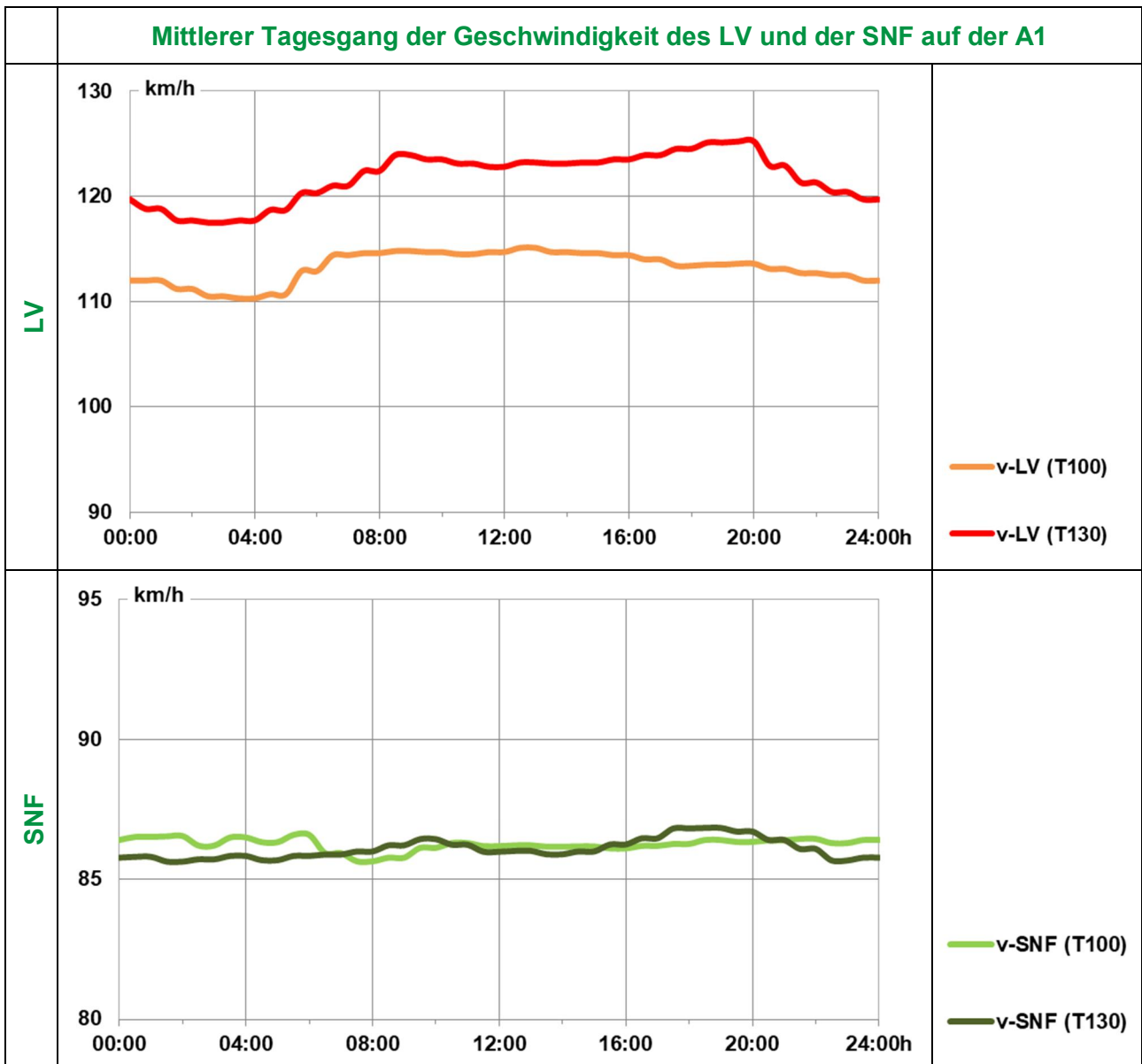


Abbildung 5.5: Mittlerer Tagesgang der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs (oben) und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF; unten) auf der A1 bei Kristein (05.2018-04.2019); StVO-Limits unbeachtet.

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. Über das Fahrverhalten einzelner Pkw ist damit nichts ausgesagt.

Die beiden Verteilungen sind etwa gleich breit, d.h. die Stundenwerte der Fahrgeschwindigkeit streuen bei beiden Tempolimits etwa gleich stark um den Mittelwert.

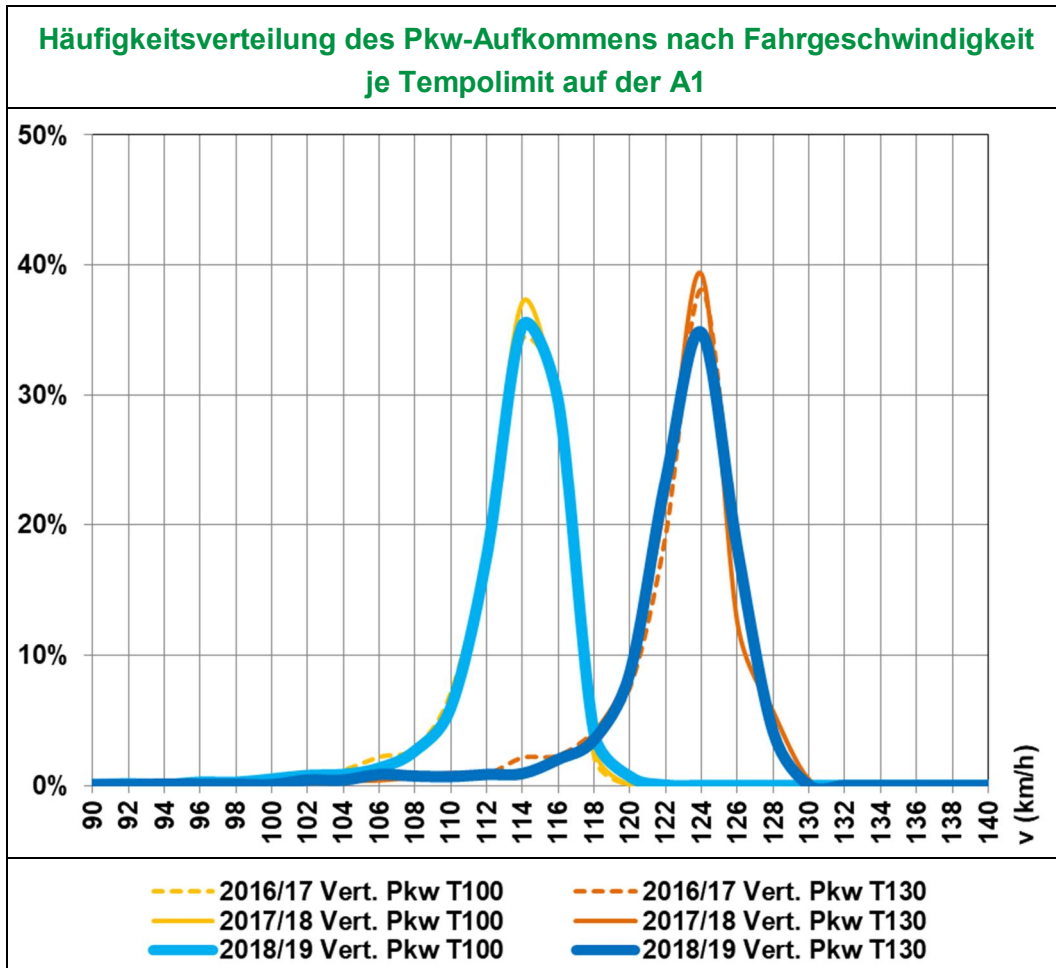


Abbildung 5.6: Mit dem Pkw-Aufkommen gewichtete Häufigkeitsverteilung der Stundenmittel der Fahrgeschwindigkeit je Tempolimit auf der A1 bei Kristein (05.2016-04.2017, 05.2017-04.2018 und 05.2018-04.2019).

Die im Folgenden dargestellten Monatsmittelwerte der Fahrgeschwindigkeiten beziehen sich nur auf die Tagesstunden von 6 – 22 Uhr. Es gab es nur kleine Unterschiede zwischen den Monaten, außer im Dezember 2018 und Januar 2019, wo der Effekt der häufigen StVO-Limits zu sehen ist.

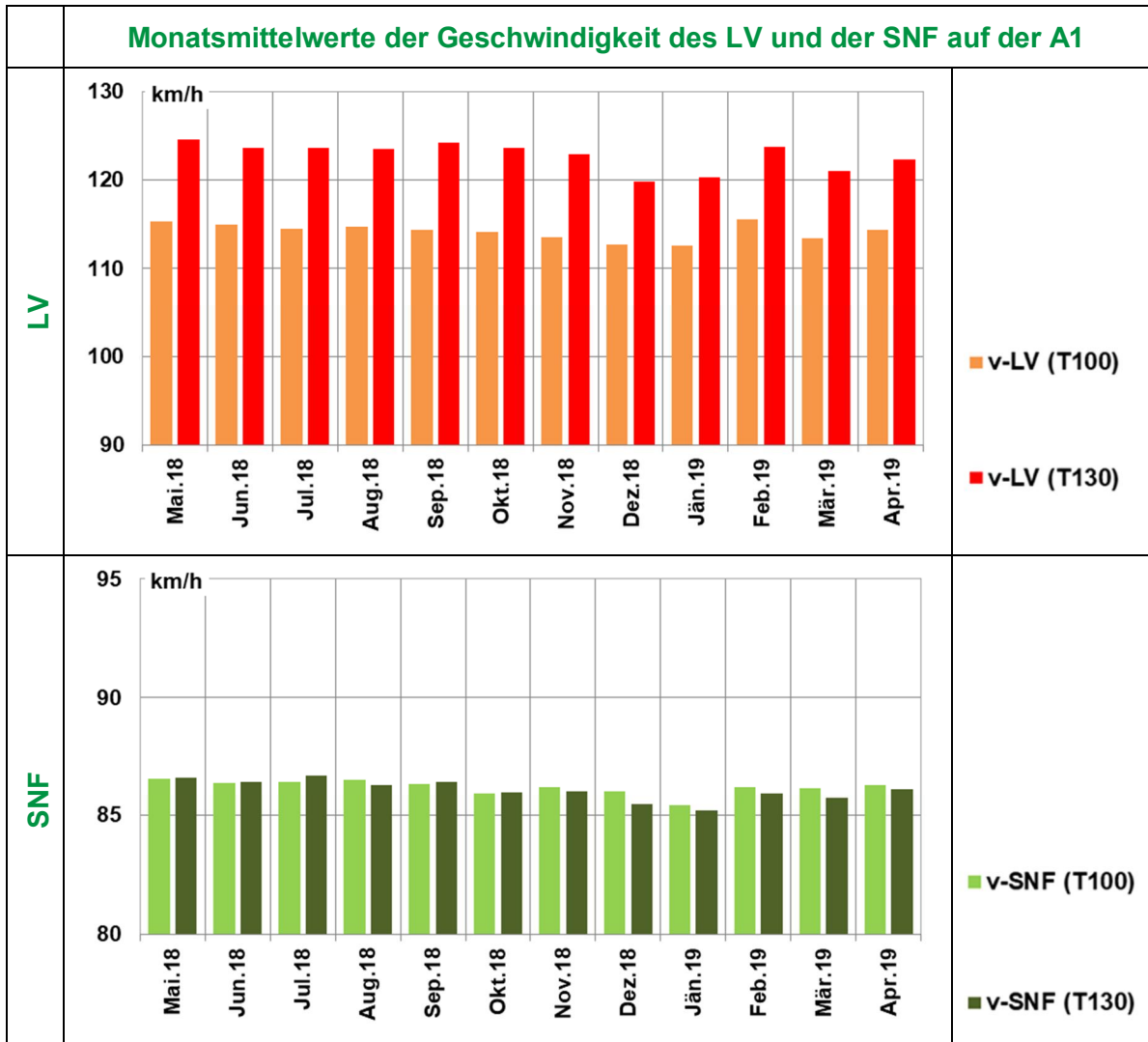


Abbildung 5.7: Monatsmittelwerte der Fahrgeschwindigkeit von 6-22 Uhr des Leichtverkehrs (LV; oben) und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF; unten) auf der A1 bei Kristein (05.2018-04.2019); StVO-Limits unbeachtet.

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 **9.8 km/h tagsüber und 8.7 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, 05.2018-04.2019:

	NO _x	CO ₂
Gesamtemission [t/y]	189	78'546
Einsparung durch flexibles T100 [t/y]	-16	-2465
in %	-7.7%	-3.0%

Die prozentuale Kraftstoffeinsparung dürfte sich etwa im Bereich der CO₂-Einsparung bewegt haben. Die prozentualen Effekte sind etwas geringer als letztes Jahr, die Tempo100-Häufigkeit war auch etwas geringer.

Die Berechnungen der Emissionen in diesem Evaluationsbericht wie auch im Schaltalgorithmus für die A1 basieren auf dem Handbuch der Emissionsfaktoren **HBEFA 3.2**.

Gegenüber dem Vorjahr haben die berechneten NO_x-Emissionen um knapp 8% abgenommen, die gemessenen NO_x-Immissionen jedoch um 12%. Die NO₂-Immissionen haben um 6% abgenommen.

Es wurden vier Szenarien für den Zeitraum Mai 2018 – April 2019 berechnet:

- **“Tempo100 immer“**: Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren stets mit der bei Kristein gemessenen Durchschnittsgeschwindigkeit bei 'Tempo 100' (114.2 km/h tagsüber bzw. 111.9 km/h nachts).
- **“Tempo100 nie“**: Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren stets mit der bei Kristein gemessenen Durchschnittsgeschwindigkeit bei 'Tempo 130' (124.0 km/h tagsüber bzw. 120.6 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“ und den 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 auch Spitzenbelastungen (s. 95%-Perzentile).

Tabelle 6.2: Absolute Kennzahlen der vier Szenarien 'Tempo 100 immer', 'Tempo100 nie', 'Tempo100 temporär' und 'Tempo100 Winterhj.', Kristein A1, Mai 2018 – April 2019.

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	1564	381	44	37.8	102	73	0
T100 nie	1785	449	49	41.3	113	81	0
T100 temporär	1647	407	45	38.7	104	74	0
T100 WHj.	1683	417	46	39.5	105	77	0

Das flexible Tempo100-Limit reduziert das NO₂-Jahresmittel um 2.6 µg/m³. **Dank des flexiblen Tempo100 konnte der NO₂-Grenzwert in diesem Betriebsjahr eingehalten werden, ansonsten hätte das NO₂-Jahresmittel 41.3 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 NOx-Immissionen geringer als bei den NOx-Emissionen, da die Pkw im Mittel bei günstigeren Ausbreitungsbedingungen fahren als der Schwerverkehr und wegen der nicht von der A1 herrührenden Immissionen. Ein **permanentes Tempo100-Limit** würde also die **Stickoxid-Immissionen** bei Kristein gegenüber einem permanenten Tempo130-Limit **um etwa 9% 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 (114.2 gegenüber 124.0 km/h tagsüber; 111.9 gegenüber 120.6 km/h nachts), Kristein A1, Mai 2018 – April 2019.

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 %
	-12.4%	-15.1%	-9.6%	-8.5%	-9.7%	-9.3%

Es besteht die Forderung gemäß BVO, wonach die lufthygienische Wirkung des flexiblen Limits beim NO₂ mindestens so hoch wie diejenige eines permanenten Tempolimits im Winterhalbjahr sein muss. Die nächste Tabelle zeigt, dass diese Forderung bei weitem erfüllt worden ist. Dies wegen der Schwellenwertabsenkung am 2.2.2015, welche die Tempo100-Häufigkeit deutlich hat ansteigen lassen. Von daher besteht kein Grund, an der Schaltung etwas zu ändern.

Tabelle 6.4: Relative Effekte des flexiblen Tempo100 in Bezug auf ein permanentes Tempo100-Limit, Kristein A1, Mai 2018 – April 2019.

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	55%	76%	74%	88%	91%
T100 WHj.	50%	57%	51%	76%	52%

7. Zusammenfassung

Im Betriebsjahr von Mai 2018 bis April 2019 waren die NO_x-Immissionen um 12% niedriger als im vorangehenden Betriebsjahr (Mai 2017 - April 2018), die NO₂-Immissionen um 6%. Die Ursache hierfür dürfte hauptsächlich in den real verringerten Emissionen aufgrund der Flottenmodernisierung zu suchen sein; die meteorologischen Ausbreitungsbedingungen waren schon im Vorjahr recht günstig. Allerdings ist im Falle Kristein A1 zu beachten, dass der November 2018 aufgrund außerordentlicher Windrichtungen sehr tiefe Stickoxid-Immissionen aufwies.

Folgerichtig ist die Tempo100-Häufigkeit auf der A1 zwischen Linz und Enns im aktuellen Betriebsjahr etwas abgesunken, auf **57% der Betriebszeit** (55% der Gesamtzeit). Der erhöhte Wert im Vergleich zu früheren Jahren kam durch die Absenkung des Schwellenwertes am 2.2.2015 zustande.

Der Jahresgang der Tempo100-Häufigkeit war schon immer wenig ausgeprägt. Im aktuellen Betriebsjahr wies – im Unterschied zum Vorjahr - wieder der Winter die höchste Schalthäufigkeit auf, gefolgt vom Sommer. Im Sommer sind die NO_x-Emissionen am höchsten, was auch einen Einfluss auf die Schaltung hat. Alle Jahreszeiten außer dem Winter weisen eine deutlich geringere Schalthäufigkeit als im Vorjahr auf, übers ganze Jahr resultiert eine Abnahme der Schalthäufigkeit um 3%.

Nach wie vor stieg die Häufigkeit der Tempo100-Schaltungen im Laufe der Woche im Mittel an. Am meisten Schaltungen gab es am Sonntag mit 73%, am wenigsten mittwochs mit 49%.

Die Verfügbarkeit der Tempo100-Schaltung war mit 96.6% gut. Die Ausfälle kommen im Wesentlichen durch die Verfügbarkeit der Immissionsmessungen (97.0%) zustande; deren Ausfälle sind hauptsächlich durch Kalibrationen bedingt.

Das Maximum von 24 Stunden mit Tempo100 wurde an zwei Tagen erreicht. Es handelte sich um den 29.12.2018 (Samstag) und den 27.01.2019 (Sonntag). Das Verkehrsaufkommen war jeweils durchschnittlich; die anhaltende Tempo100-Schaltung muss durch die tageszeitliche Verteilung des Verkehrs und die Witterungsbedingungen zustande gekommen sein. Am 12. und 23.04.2019 gab es gar keine Tempo100-Schaltung.

Die Tage mit "extrem" hohen Schaltzeiten ereigneten sich im Winter (vor allem im Dezember mit 8 Tagen) und Sommer, die Tage mit sehr tiefen Schaltzeiten verteilten sich wie schon im Vorjahr über das ganze Jahr.

Die A1 zwischen Enns und Asten wies im Betriebsjahr (Mai 2018 – April 2019) einen DTV von gut 72'000 Fahrzeugen auf, 800 mehr als im Vorjahr. Drei Viertel des DTV waren Pkw, etwa 14% schwere Güterfahrzeuge. Gegenüber dem Vorjahr hat der Verkehr bei den Lieferwagen um 2.8% zugenommen, bei den schweren Güterfahrzeugen um 2.3%, bei den Kategorien des Personenverkehrs um 0.6%. Das Verkehrswachstum ist damit generell geringer ausgefallen als im Vorjahr.

Durch das Tempolimit wurde real eine Geschwindigkeitsreduktion um 9.8 km/h tagsüber und 8.7 km/h nachts erreicht. Auf dem ca. 13 km langen Autobahnabschnitt konnten der gesamte Ausstoß aller Fahrzeuge an Stickstoffoxiden um knapp 8% und an CO₂ um 3% verringert werden. Entsprechend hatte sich auch der gesamte Kraftstoffverbrauch um etwa 3% verringert. Die prozentualen Effekte sind etwas geringer als letztes Jahr, die Tempo100-Häufigkeit war auch etwas geringer.

Die NO₂-Immissionen konnten durch das flexible Tempo100-Limit um 2.6 µg/m³ im Jahresmittel reduziert werden. Ein permanentes Tempo100-Limit würde das NO₂-Jahresmittel nochmals um 1 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 Winterhalbjahr (Oktober-März) sein muss. Diese Forderung ist bei weitem erfüllt worden. Von daher besteht kein Grund, an der Schaltung etwas zu ändern. Ein permanentes Tempolimit im Winterhalbjahr hätte das NO₂-Jahresmittel nur um etwa 1.8 µg/m³ reduziert.

Von Mai 2018 bis April 2019 gab es während 12.0% der Zeit StVO-Tempolimits auf der A1, welche nicht vom IGL-Algorithmus gesteuert waren, davon 10.3% Tempo100, 1.5% Tempo80 und nur 0.11% Tempo60. Knapp die Hälfte der StVO-Tempo100-Limits ereigneten sich während IGL-Tempo100-Limits, beeinflussten also die Fahrgeschwindigkeiten nicht zusätzlich. Durch die übrigen StVO-Tempolimits (6.3% der Gesamtzeit) sanken jedoch die Durchschnittsgeschwindigkeiten etwas. Wenn dieser Einfluss insgesamt auch noch nicht groß war, so gab es dennoch eine deutliche Zunahme der Zeiten mit StVO-Tempolimits im Vergleich mit den Vorjahren.