

**Evaluation des flexiblen
Tempolimits auf der A1
zwischen Enns und Linz
von Mai 2017 bis April 2018**

Dr. Jürg Thudium
Dr. Carine Chélala
23.08.2018 / 5302.80 V2

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	11
3.3. Wochenverlauf	14
3.3.1. Tempo 100	14
4. Dokumentation der täglichen Schaltzeiten	16
5. Effektive Fahrgeschwindigkeiten des Leichtverkehrs	19
6. Wirksamkeit der flexiblen Tempo100-Schaltung zwischen Enns und Linz	29
7. Zusammenfassung	34

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 (05.2017-04.2018).	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 und 2017/18.	4
Abbildung 3.3: Tägliche Anzahl Stunden (Gleitendes 7-Tagemittel) mit Tempo100 auf der A1 bei Kristein (05.2017-04.2018).	5
Abbildung 3.4: Geschätzte Verkehrsentwicklung (DTV) auf der A1 bei Kristein, 2004-2017. 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 (2004-2017). 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 – 2017/18.	8
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 und 2017/18.	9
Abbildung 3.8: Häufigkeit von Tempo100 je Monat auf der A1 bei Kristein (05.2017-04.2018).	10
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 und 2017/18.	10
Abbildung 3.10: 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, 2014/15, 2016/17 und 2017/18).	12
Abbildung 3.11: Monatsmittelwerte der Immissionen an NO _x und NO ₂ der Messstandorte Kristein, Linz-Römerberg, Linz-24er Turm und Wels, Jänner 2010 – Mai 2018.	13
Abbildung 3.12: Häufigkeit von Tempo100 und NO ₂ -Immissionen je Wochentag auf der A1, Kristein (05.2017-04.2018).	14
Abbildung 3.13: Häufigkeit von Tempo100 auf der A1 bei Kristein je Wochentag, Betriebsjahre Mai-April 2008/09-2014/15 (grau) sowie 2015/16, 2016/17 und 2017/18.	15

Abbildung 4.1: Anzahl Tage pro Monat mit extrem hohen oder tiefen Tempo100-Schaltzeiten, A1 bei Kristein (05.2017-04.2018).	18
Abbildung 5.1: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempolimits nach StVO auf der A1 bei Kristein (05.2017-04.2018). Schraffiert: StVO-Tempo100 bei IGL-Tempo100 (keine Relevanz für Geschwindigkeitsbestimmungen). Unten: 'StVO-Tempo100 bei IGL-Tempo100' fehlt.	22
Abbildung 5.2: Jahresverlauf der Häufigkeit von Tempolimits nach StVO auf der A1 bei Kristein (05.2017-04.2018). Schraffiert: StVO-Tempo100 bei IGL-Tempo100 (keine Relevanz für Geschwindigkeitsbestimmungen). Unten: 'StVO-Tempo100 bei IGL-Tempo100' fehlt.	23
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 – 2017/18; StVO-Limits unbeachtet.	24
Abbildung 5.4: Mittelwerte der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF) tagsüber (von 6-22 Uhr) auf der A1 bei Kristein (05.2017-04.2018); StVO-Limits unbeachtet.	25
Abbildung 5.5: Mittlerer Tagesgang der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs (oben) und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF; unten) auf der A1 bei Kristein (05.2017-04.2018); StVO-Limits unbeachtet.	26
Abbildung 5.6: Mit dem Pkw-Aufkommen gewichtete Häufigkeitsverteilung der Stundenmittel der Fahrgeschwindigkeit je Tempolimit auf der A1 bei Kristein (05.2017-04.2018).	27
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 (05.2017-04.2018); StVO-Limits unbeachtet.	28
Abbildung 6.1: Verlauf des empirischen Ausbreitungsfaktors τ für NO _x 2017/18 und 2016/17 bei Kristein A1: Mittlerer Tagesgang (links) und Jahresgang als Monatsmittel (rechts).	30

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1: Durchschnittlicher täglicher Verkehr (DTV) auf der A1 bei Kristein (Betriebsjahre 2017/18 und 2016/17 mit Veränderungen zum Vorjahr).	6
Tabelle 3.2: Jahreszeitliche Tempo100-Häufigkeiten auf der A1 bei Kristein (2010/11-2017/18).	8
Tabelle 4.1: Tägliche Anzahl Stunden mit Tempo100, A1 bei Kristein (05.2017-04.2018). Leere Tage: Verfügbarkeit der Schaltung $\leq 50\%$.	16
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, 05.2017-04.2018 (oben) bzw. 05.2016-04.2017 (Mitte) bzw. 05.2015-04.2016 (unten):	20
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 , 05.2017-04.2018 (oben) bzw. 05.2016-04.2017 (Mitte) bzw. 05.2015-04.2016 (unten):	21
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, 05.2017-04.2018:	29
Tabelle 6.2: Absolute Kennzahlen der vier Szenarien 'Tempo 100 immer', 'Tempo100 nie', 'Tempo100 temporär' und 'Tempo100 Winterhj.', Kristein A1, Mai 2017 – April 2018.	32
Tabelle 6.3: Relative Effekte eines permanenten Tempo100 im Vergleich zu Tempo130 bei den real ermittelten Fahrgeschwindigkeiten (114.1 gegenüber 124.1 km/h tagsüber; 111.8 gegenüber 120.2 km/h nachts), Kristein A1, Mai 2017 – April 2018.	32
Tabelle 6.4: Relative Effekte des flexiblen Tempo100 in Bezug auf ein permanentes Tempo100-Limit, Kristein A1, Mai 2017 – April 2018.	33

1. Einleitung

Die Tempo100-Strecke auf der A1 umfasst den rund 13 km langen Streckenabschnitt zwischen Linz und Enns. Die zugehörige Immissionsmessstation Krastein "alt" (282 m ü.M.) wurde am 01.03.2012 mit Krastein "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 2017 – April 2018 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 IGL gesteuert sind, und zwar für 60, 80 und 100 km/h. Die meisten StVO-Tempolimits geben Tempo100 vor.

Von Mai 2017 bis April 2018 gab es während 9.6% der Zeit StVO-Tempolimits auf der A1, welche nicht vom IGL-Algorithmus gesteuert waren, davon 8.4% Tempo100, 1.1% Tempo80 und nur 0.14% Tempo60. Mehr als die Hälfte (5.3%) der StVO-Tempo100-Limits ereigneten sich während IGL-Tempo100-Limits, beeinflussten also die Fahrgeschwindigkeiten nicht zusätzlich. Durch die übrigen StVO-Tempolimits (4.3% der Gesamtzeit) sanken jedoch die Durchschnittsgeschwindigkeiten etwas. 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 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 2016 – April 2017 war Tempo100 auf der A1 zwischen Linz und Enns während durchschnittlich **60%** der Betriebszeit geschaltet (58% 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.

Im Tagesgang ist die Abendspitze der Tempo100-Häufigkeit im Vergleich zum Vorjahr gleich geblieben, im übrigen Tagesverlauf ist sie etwas geringer geworden. Die Morgenspitze von 6-10 Uhr weist Häufigkeiten über 60% auf, die Abendspitze zwischen 17:00 und 21:00 Uhr solche über 80%. Am frühen Morgen zwischen 02:30 und 5 Uhr ist die Tempo100- Häufigkeit am tiefsten, leicht unter 20%.

Der Tagesverlauf der Tempo100-Häufigkeit ist sehr ähnlich wie im Vorjahr, mit markant höheren Werten im Vergleich zu früheren Jahren.

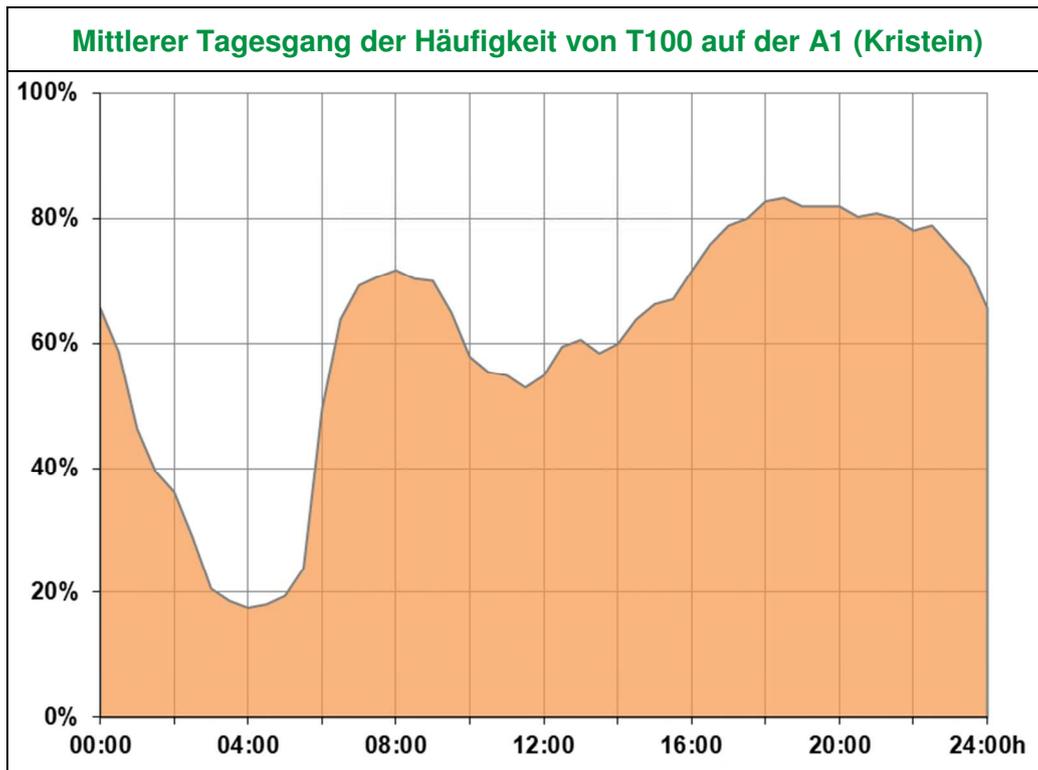


Abbildung 3.1: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 auf der A1 bei Kristein (05.2017-04.2018).

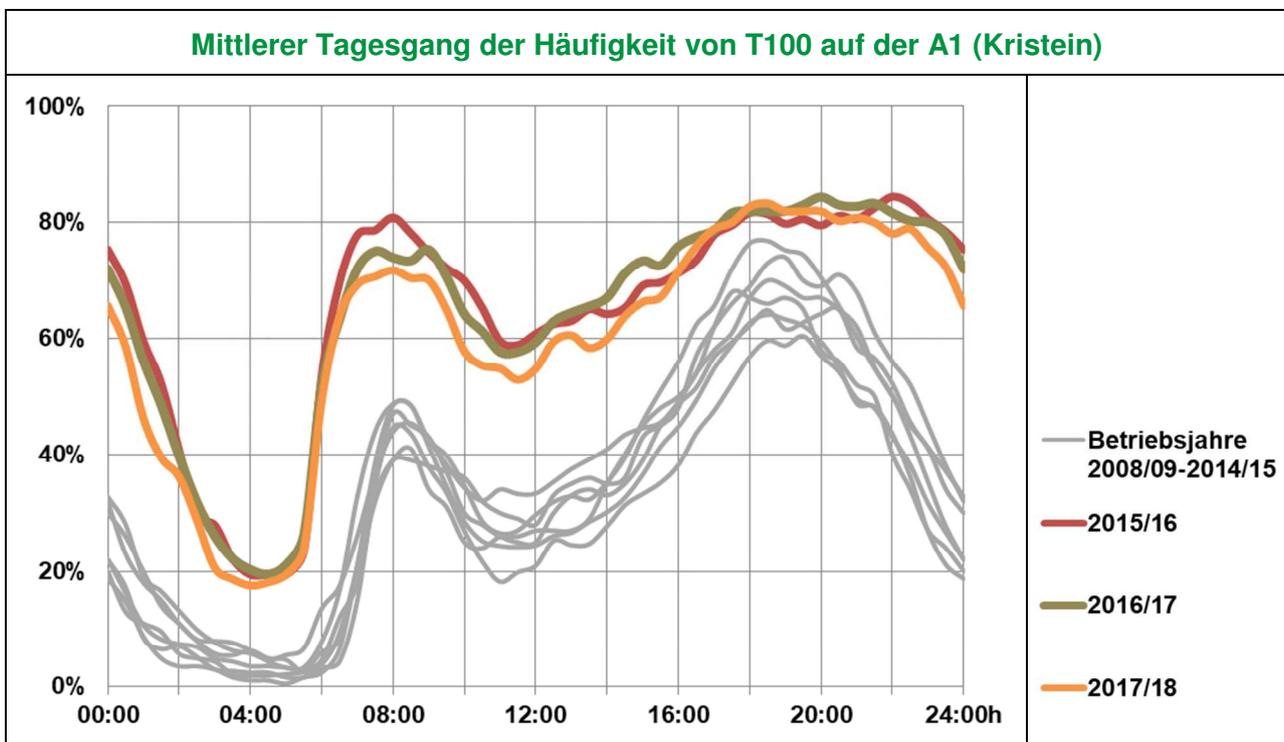


Abbildung 3.2: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 auf der A1 bei Kristein, Betriebsjahre Mai-April 2008/09-2014/15 sowie 2015/16, 2016/17 und 2017/18.

Im Jahresverlauf (nächste **Abbildung 3.3**: Gleitende Wochenmittel) zeigt sich der Einfluss von Witterungsphasen mit Perioden von vermehrten bzw. verringerten Tempo100-Schaltzeiten. Im Vergleich zu den früheren Jahren ist der typische Jahrgang praktisch verschwunden, mit leicht erhöhten Werten im Dezember 2017. Es braucht meist aber keine 'winterlichen' Bedingungen mehr zur Überschreitung des herabgesetzten Schwellenwertes (temporäre Spitzenwerte außer im Dezember 2017 auch im Juni 2017 und März 2018).

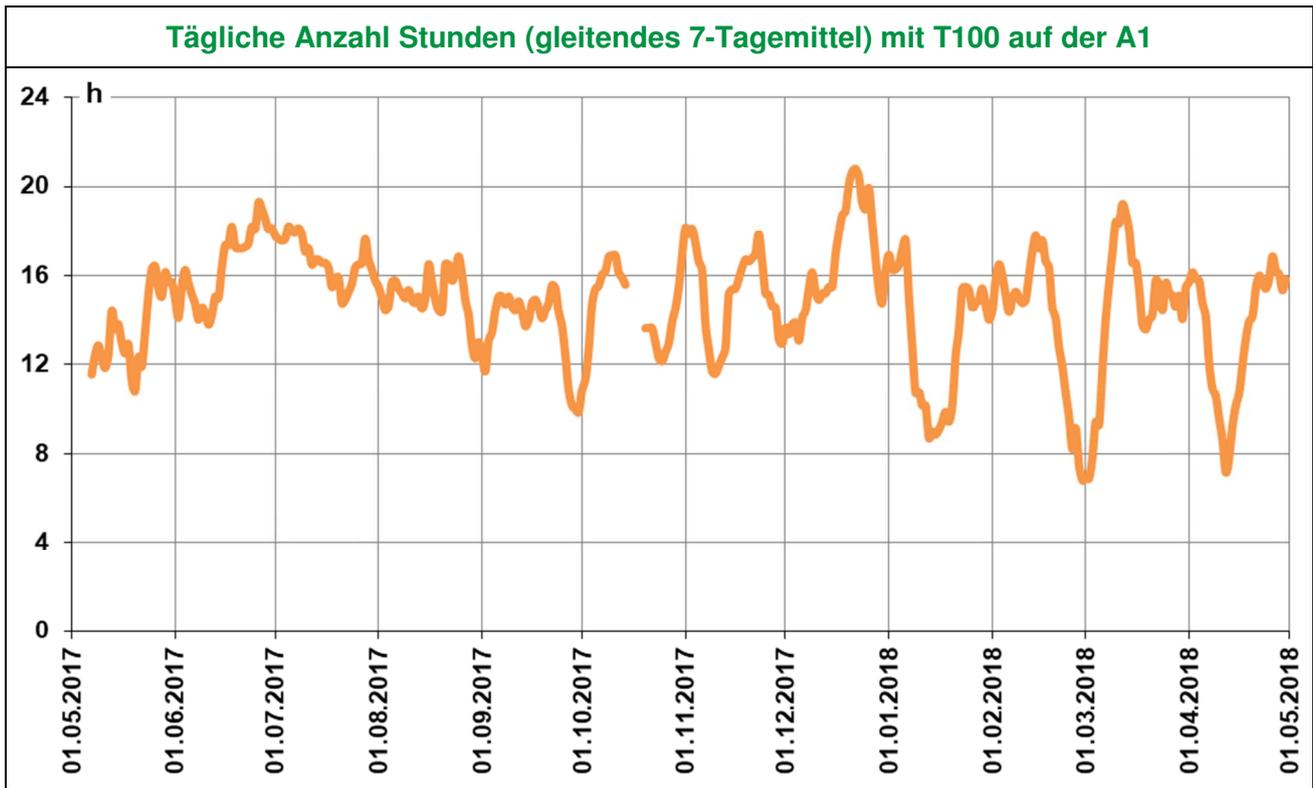


Abbildung 3.3: Tägliche Anzahl Stunden (Gleitendes 7-Tagemittel) mit Tempo100 auf der A1 bei Kristein (05.2017-04.2018).

3.1.2. **Verkehrsaufkommen**

Die A1 zwischen Enns und Asten wies im Betriebsjahr (Mai 2017 – April 2018) einen DTV von gut 71'000 Fahrzeugen auf, 2000 mehr als im Vorjahr. Drei Viertel des DTV waren Pkw, etwa 14% schwere Güterfahrzeuge. Gegenüber dem Vorjahr hat der Verkehr bei den Lieferwagen um 7% zugenommen, bei den schweren Güterfahrzeugen um 3.5%, bei den Kategorien des Personenverkehrs um gut 2%.

Tabelle 3.1: Durchschnittlicher täglicher Verkehr (DTV) auf der A1 bei Kristein (Betriebsjahre 2017/18 und 2016/17 mit Veränderungen zum Vorjahr).

DTV A1	Lieferwagen	Pkw	Schwere Güterfahrzeuge	Bus	Summe
05.2017-04.2018	7'406	53'577	10'007	396	71'386
Änderung zu 2016/17	+496	+1160	+335	+9	+2000
05.2016-04.2017	6'910	52'417	9'672	387	69'386
Änderung zu 2015/16	-10	+1695	+261	-10	+1937

Alle Fahrzeughauptkategorien außer den Bussen weisen für die Jahre 2004 – 2017 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.

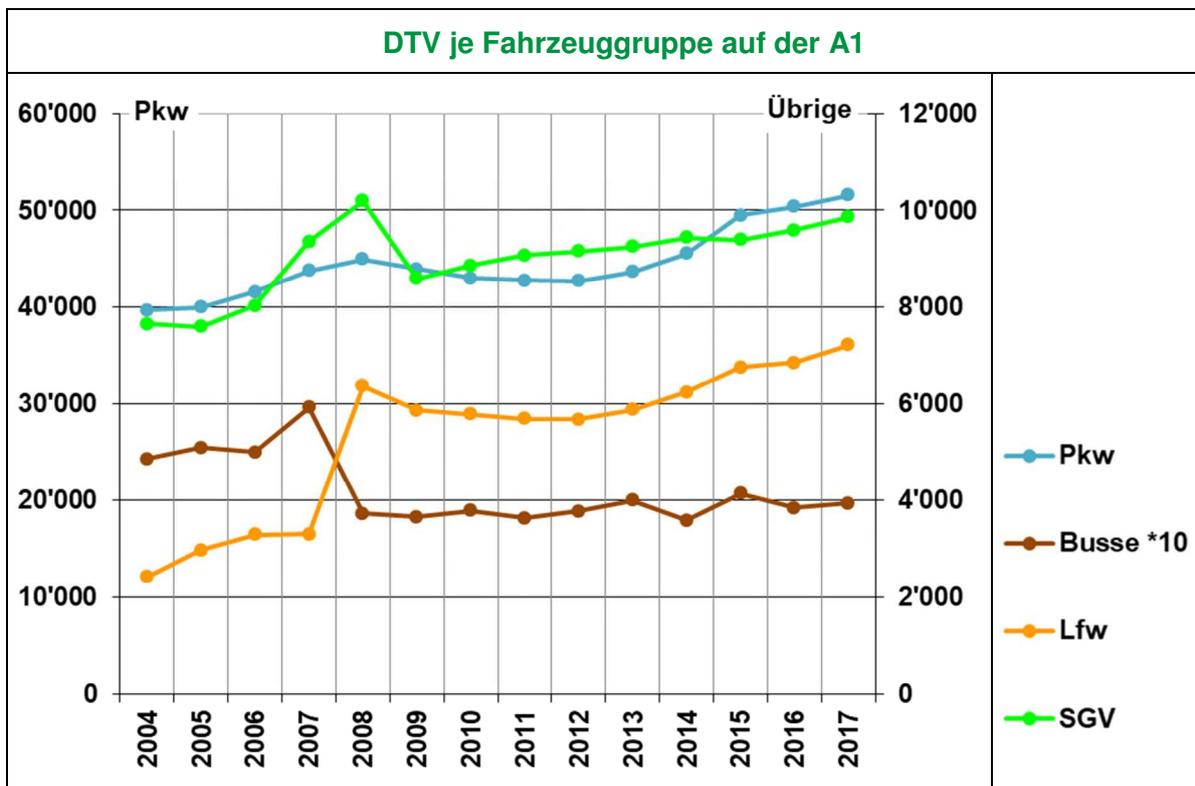


Abbildung 3.4: Geschätzte Verkehrsentwicklung (DTV) auf der A1 bei Kristein, 2004-2017. SGV: Schwerer Güterverkehr. Es wird die 10-fache Menge an Bussen dargestellt.

Die Werte für 2008 (= Februar 2008 – Januar 2009) bis 2017 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 – 2017 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 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.

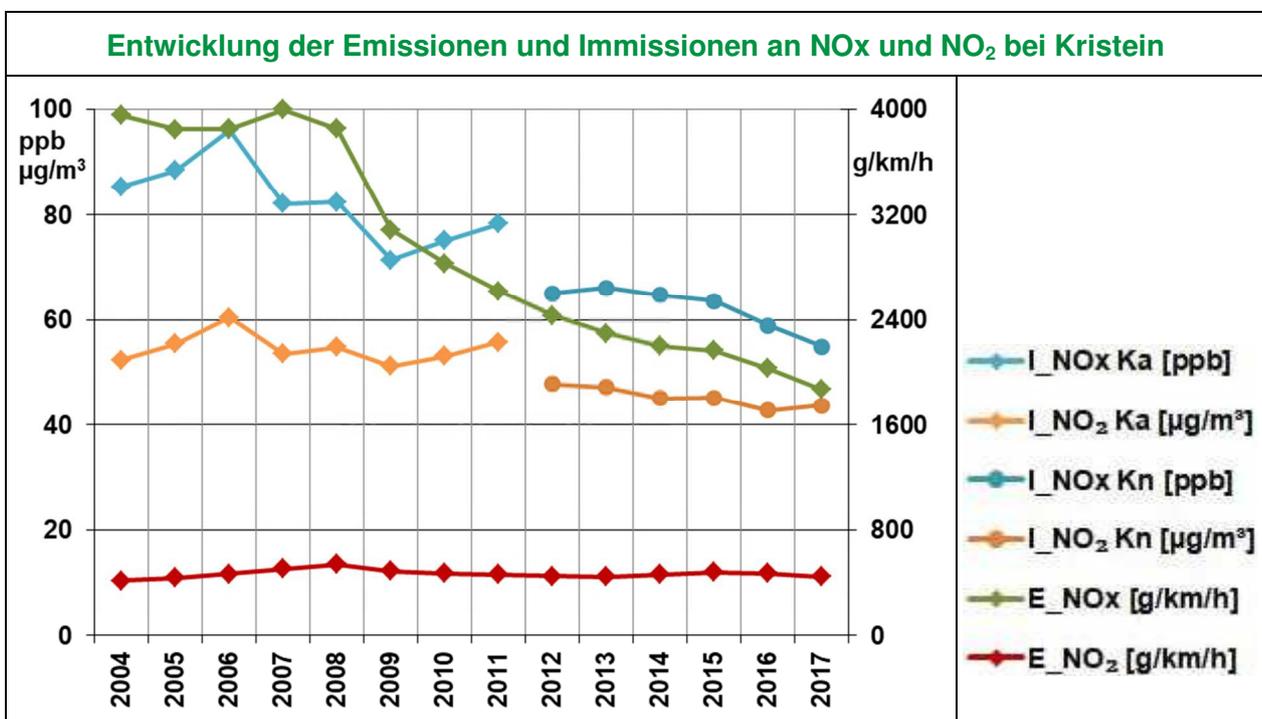


Abbildung 3.5: Entwicklung der Emissionen und Immissionen an NOx und NO2 bei Kristein (2004-2017). Ka: Kristein alt; Kn: Kristein neu (ab 1.3.2012).

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 aber der Sommer die höchste Schalzhäufigkeit auf, was schon etwas überrascht. Dies dürfte mit den speziell günstigen atmosphärischen Ausbreitungsbedingungen im Winter 2018 (Januar – März) zusammenhängen, was die Schalzhäufigkeit im Winter reduziert hat. Aber auch die anderen Jahreszeiten wiesen eine um 1-3% geringere Schalzhäufigkeit auf als im Vorjahr.

Tabelle 3.2: Jahreszeitliche Tempo100-Häufigkeiten auf der A1 bei Krstein (2010/11-2017/18).

%Tempo100	2017/18	2016/17	2015/16	2014/15	2013/14	2012/13	2011/12	2010/11
Winter	60%	68%	68%	43%	30%	40%	33%	42%
Frühjahr	58%	61%	62%	53%	32%	29%	35%	30%
Sommer	66%	67%	65%	30%	27%	27%	37%	32%
Herbst	58%	61%	64%	21%	26%	25%	41%	35%
Ganzes Jahr	60%	64%	64%	37%	29%	30%	36%	35%

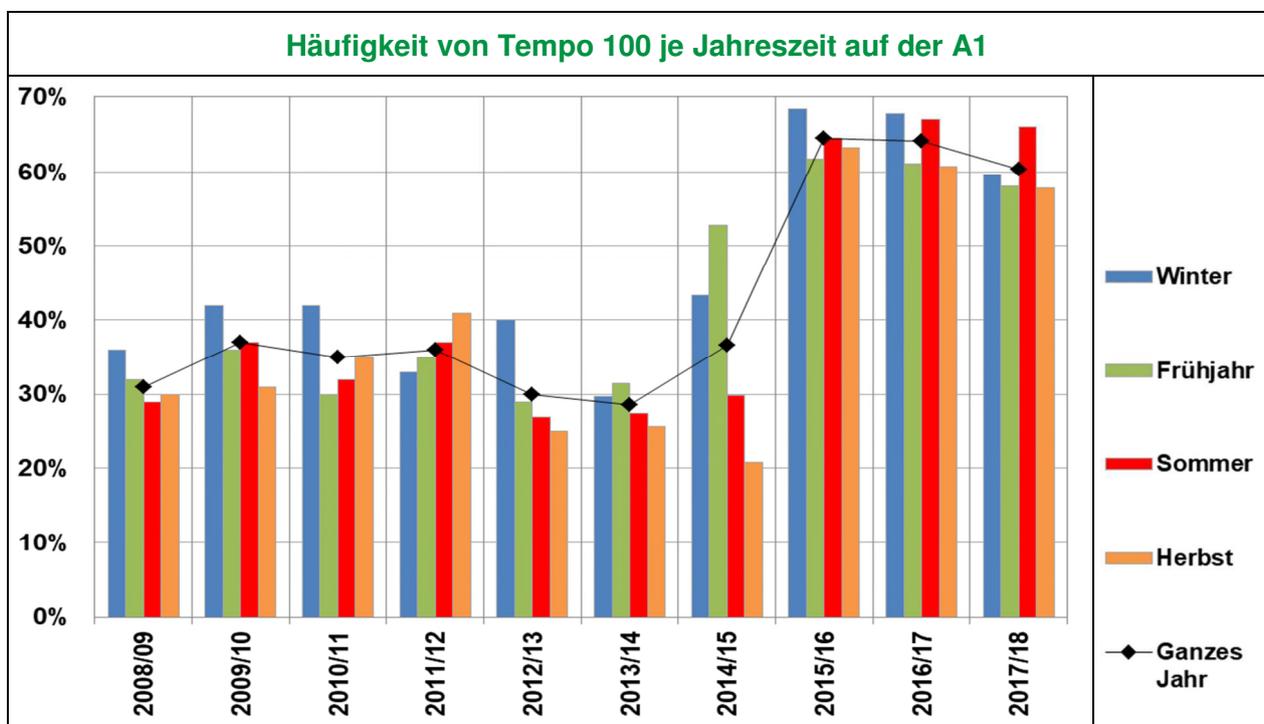


Abbildung 3.6: Häufigkeit von Tempo 100 je Jahreszeit auf der A1 bei Krstein, Betriebsjahre Mai bis April 2008/09 – 2017/18.

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 und 2017/18 (mit verringertem Schwellenwert).

Die Tempo100-Häufigkeiten haben sich im aktuellen Betriebsjahr zu allen Jahreszeiten außer dem Sommer im Vergleich zu den letzten beiden Vorjahren reduziert.

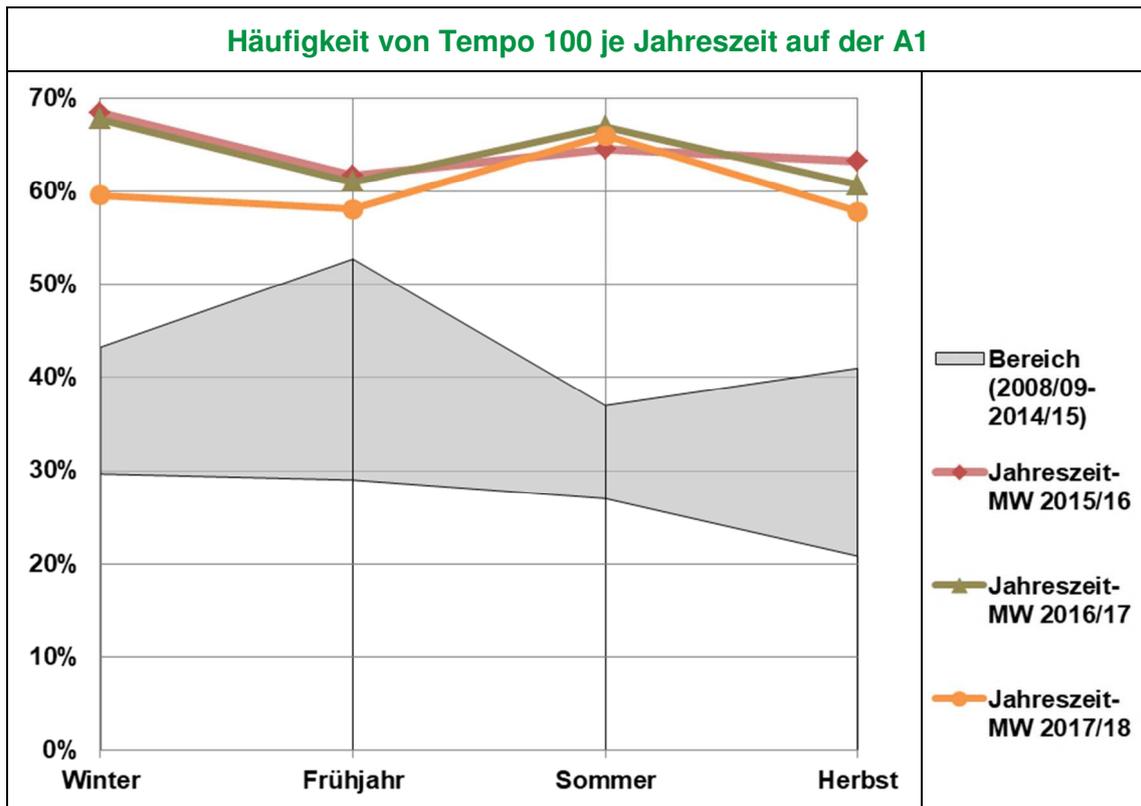


Abbildung 3.7: Häufigkeit von Tempo100 je Jahreszeit auf der A1 bei Kristein, Wertebereich Mai-April 2008/09-2014/15 sowie 2015/16, 2016/17 und 2017/18.

Die **monatlichen** Tempo100-Häufigkeiten entsprechen grundsätzlich dem Bild der gleitenden 7-Tagemittel. Sie schwankten nicht stark und bewegten sich zwischen 53% (Januar 2018!!) und 70% (Dezember 2017). Zum Winter 2018 s. auch Kap. 6.

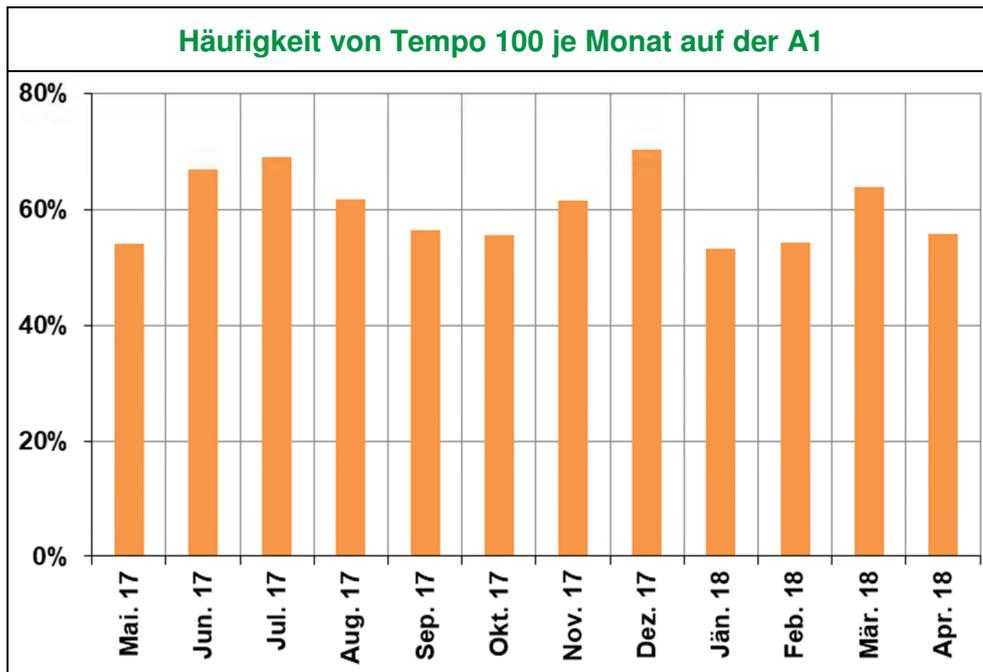


Abbildung 3.8: Häufigkeit von Tempo100 je Monat auf der A1 bei Kristein (05.2017-04.2018).

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 und 2016/17 sowie das aktuelle Betriebsjahr 2017/18.

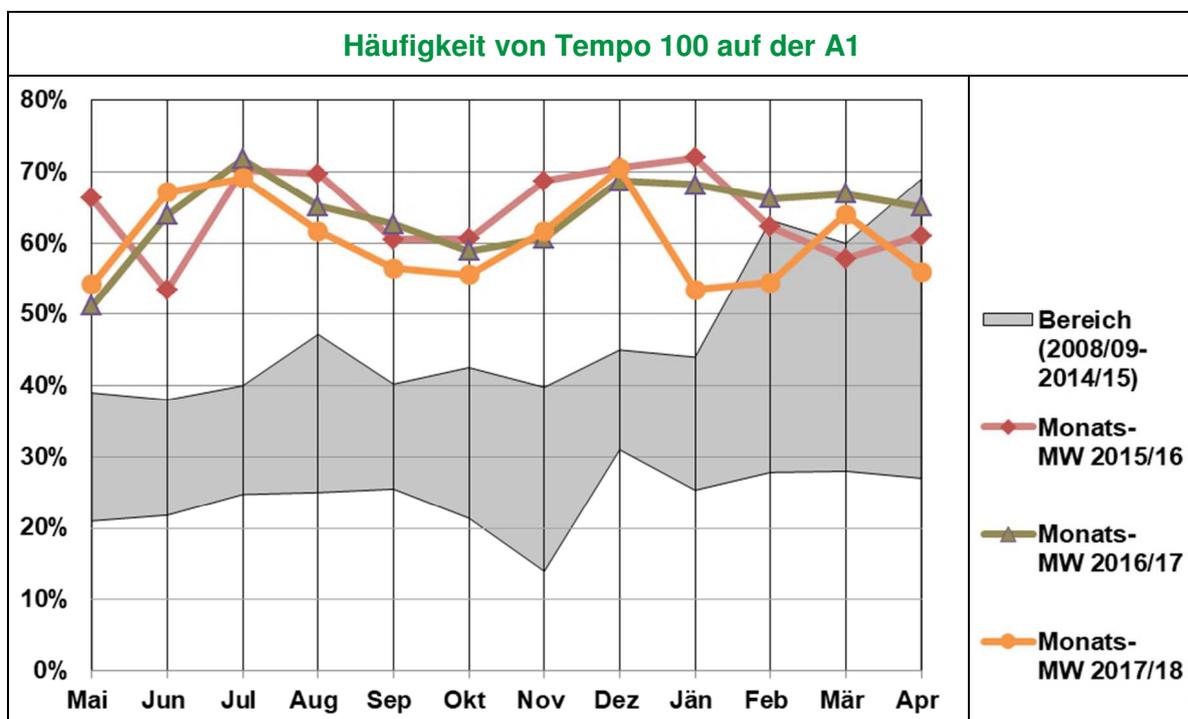


Abbildung 3.9: Häufigkeit von Tempo100 je Monat auf der A1 bei Kristein, Wertebereich Mai-April 2008/09-2014/15 sowie Betriebsjahre 2015/16, 2016/17 und 2017/18.

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 drei Betriebsjahre. Januar und Februar 2018 erscheinen als singuläre Werte.

3.2.2. **Berechnete Emissionen und gemessene Immissionen an Stickoxiden**

Das Maximum der Stickstoffoxidemissionen liegt jeweils im Sommer. Die Emissionsverläufe (NO_x und NO₂) waren in den letzten sechs Betriebsjahren sehr ähnlich, aber stets abnehmend wegen der Flottenmodernisierung. Die Immissionsverläufe (NO_x und NO₂) hingegen schwanken mehr 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). Der deutliche Abfall der NO_x- und NO₂-Immissionen im Januar und Februar im Vergleich zu früheren Jahren fällt auf; beim NO_x war schon im Vorjahr ein deutlicher Abfall in diesen zwei Monaten zu sehen. Da die Emissionen in dieser Zeit keine Besonderheiten aufwiesen, scheint die Witterung Ursache dieser tiefen Werte gewesen zu sein.

Die folgende Abbildung zeigt den Jahresverlauf der Emissionen bzw. Immissionen an NO_x und NO₂ über die letzten sechs Jahre, wobei die Betriebsjahre 2013/14 und 2015/16 aus visuellen Gründen weggelassen wurden (alle Jahre zeigen einen ähnlichen Verlauf).

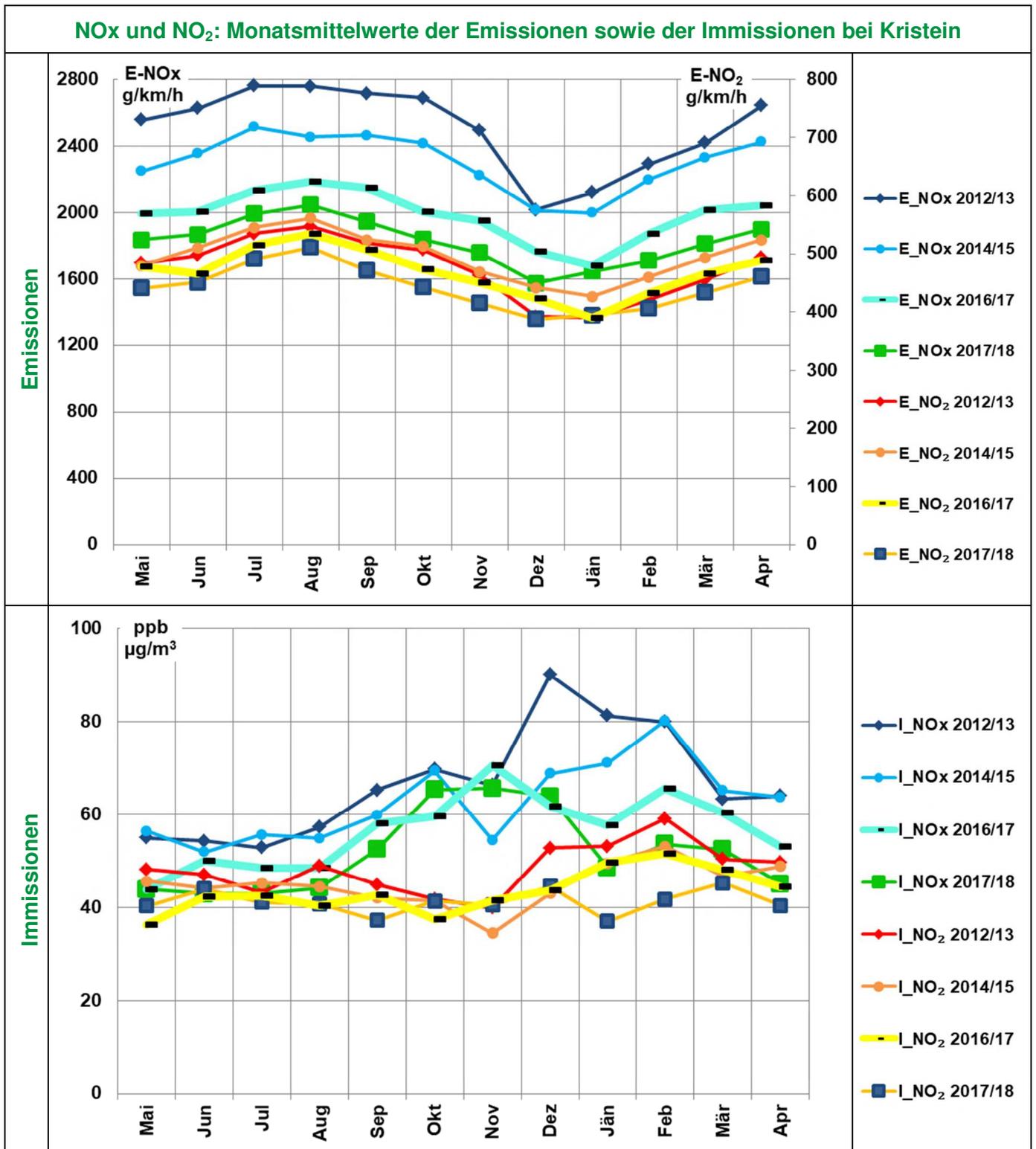


Abbildung 3.10: Monatsmittelwerte der Emissionen (NO_x und NO₂ [g/km/h]; oben) sowie der Immissionen (NO_x [ppb], NO₂ [µg/m³]; unten) bei Kristein (2012/13, 2014/15, 2016/17 und 2017/18).

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

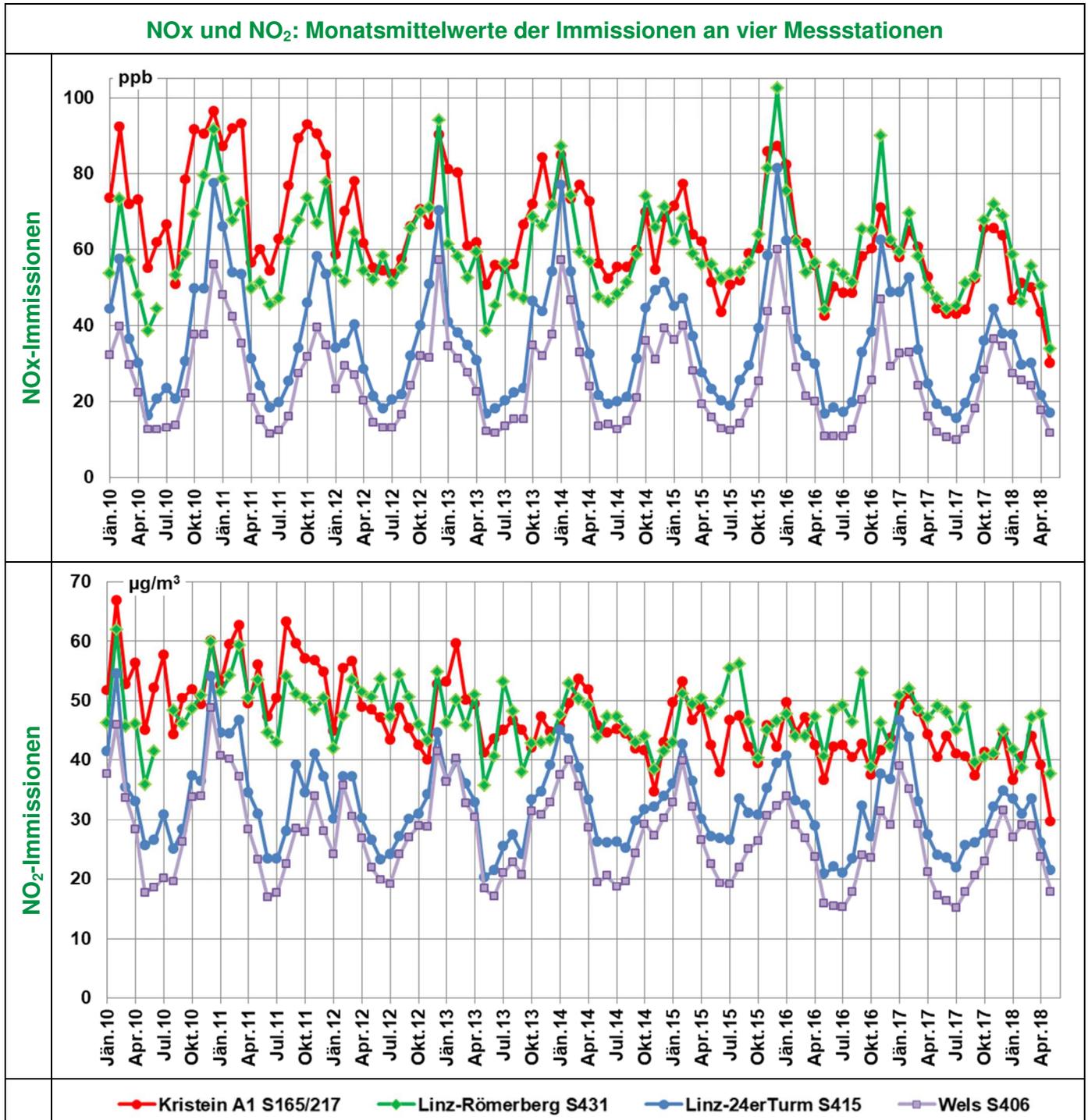


Abbildung 3.11: Monatsmittelwerte der Immissionen an NO_x und NO₂ der Messstandorte Krstein, Linz-Römerberg, Linz-24er Turm und Wels, Jänner 2010 – Mai 2018.

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 immer 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%.

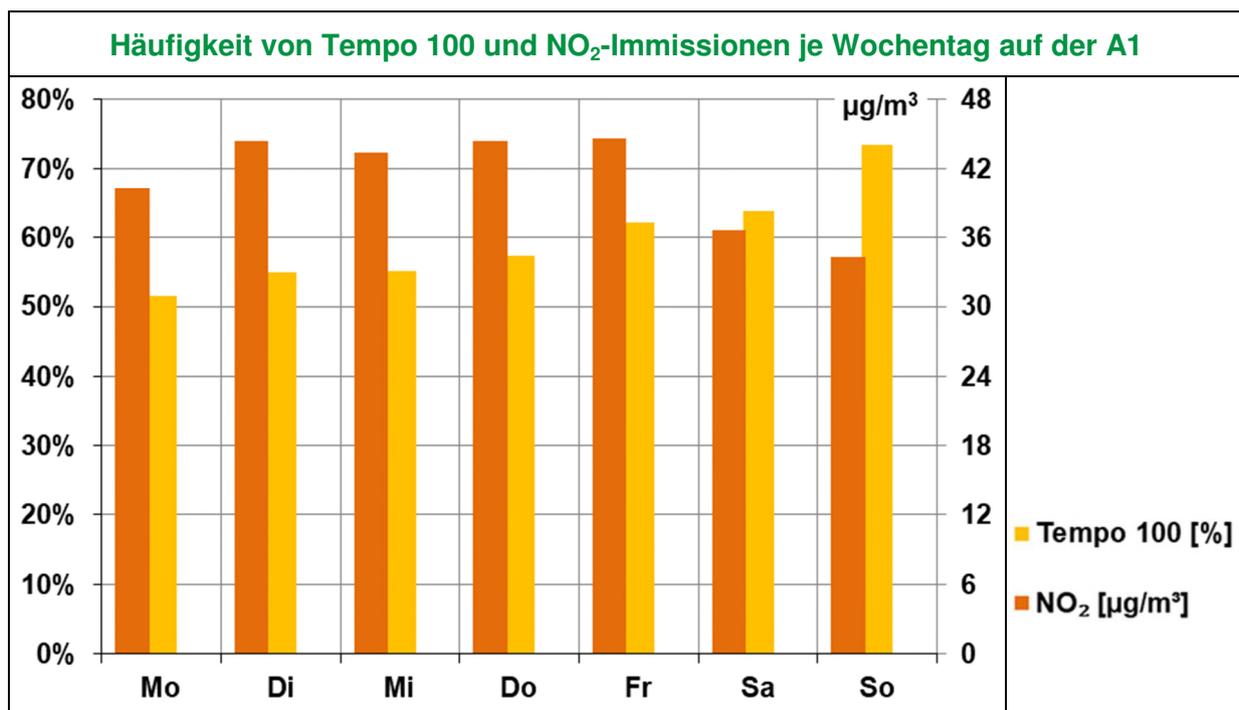


Abbildung 3.12: Häufigkeit von Tempo100 und NO₂-Immissionen je Wochentag auf der A1, Kristein (05.2017-04.2018).

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-Gesamtimmissionen 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 Gesamtimmission wie an Sonntagen (wenn die Lkw fehlen) reduziert, wenn nur 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.

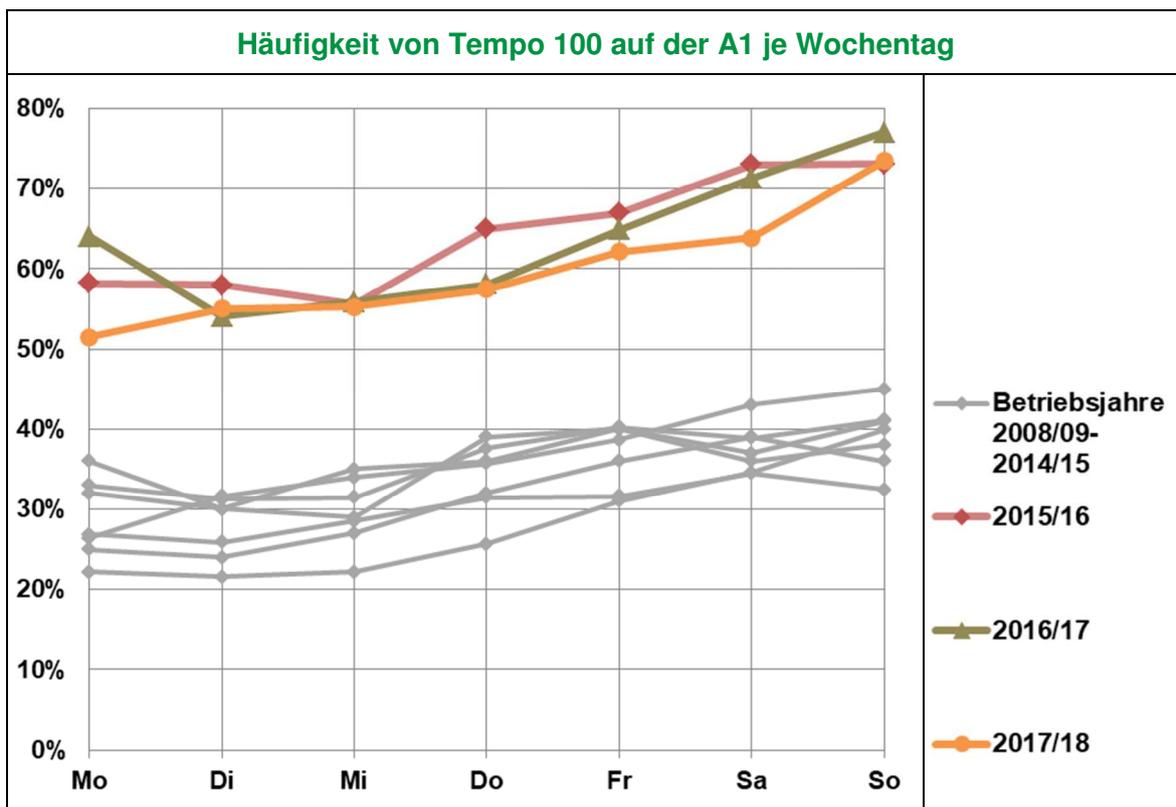


Abbildung 3.13: Häufigkeit von Tempo100 auf der A1 bei Kristein je Wochentag, Betriebsjahre Mai-April 2008/09-2014/15 (grau) sowie 2015/16, 2016/17 und 2017/18.

4. Dokumentation der täglichen Schaltzeiten

In der folgenden Tabelle werden alle täglichen Schaltzeiten von Tempo100 im Betriebsjahr 2017/18 dokumentiert.

Tabelle 4.1: Tägliche Anzahl Stunden mit Tempo100, A1 bei Kristein (05.2017-04.2018). Leere Tage: Verfügbarkeit der Schaltung <=50%.

	Mai.17	Jun.17	Jul.17	Aug.17	Sep.17	Okt.17	Nov.17	Dez.17	Jän.18	Feb.18	Mär.18	Apr.18
1	6.5		20.5	14	12.5	20.5	22	15	20	14	7.5	19
2	8.5	7	22	10.5	8	11	16.5	8	18.5	18.5	10	14
3	11.5	19	18	13	23	13.5	16.5	20	11	21	12.5	14.5
4	13.5	22	16	20	16	17	14	14	13.5	20.5	20.5	13
5	15.5	13.5	15.5	23	13.5	15.5	12.5	13	17.5	9	9.5	16
6	6	12	14.5	20	15	17.5	14.5	14	19.5	8	17.5	6
7	19.5	15	19	7.5	17.5	17.5	1	17	5.5	13.5	20.5	2
8	12.5	9.5	22	12.5	10	21.5	14	22	4	16.5	19	11
9	11.5	11	20	9	10.5	15.5	9.5	13	4	16.5	19.5	11.5
10	8	17.5	12.5	15.5	20	14	15.5	14	11.5	19.5	22.5	7.5
11	10	18	17	17	14.5	17	16.5	11.5	9	21.5	20	6.5
12	19.5	16.5	10.5	22	16.5	10	15	15	17.5	16.5	15.5	5.5
13	20	18	16	22	11.5		17.5	14	9.5	15.5	14.5	11
14		14.5	19	3.5	13		18	19	7.5	18.5	15.5	11.5
15	12	19	21	16	12		15.5	22	3	12.5	8.5	17.5
16	7.5	18	20	19.5	16		10	23	5.5	19	19.5	15.5
17	5.5	17.5	11	10	21	11.5	18.5	21	14	13	14.5	16.5
18	12	24	11	11.5	12	14	20	17	12	19.5	8.5	14.5
19	11.5	10	13	18.5	13	16.5	17.5	16.5	14.5	4	14	11
20	17.5	17.5	16.5	21.5	14	12.5	17	22	14.5	12	17.5	12.5
21	20	14.5	11	18.5	15.5	6.5	19	23	23	9.5	17	20.5
22	9.5	19.5	22	16	17.5		17	23	11.5	6.5	19.5	21.5
23	18	19	22.5	14.5	15	10.5	16	20.5	18.5	10.5	18	13.5
24	17.5	23	13.5	12.5	13.5	8	10	13	14.5	5.5	6.5	14.5
25	20	23	16	16.5	7.5	13.5	10	15	11	9.5	17	17.5
26	12.5	18.5	14	13	4	18.5	17	23	9	10.5	11	18
27	10.5	15.5	17	13.5	3	14.5	13.5	11	16	0.5	16.5	8
28	17.5	11.5	18.5	13.5	10.5	18.5	18.5	12	24	4.5	13.5	19.5
29	17	16	15.5	6.5	16.5	18.5	7	13	15		23	16.5
30	15	19.5	19.5	10.5	14	17	14.5	16.5	13.5		10.5	17
31	17.5		10	17.5		18		23	9.5		16.5	

Die Verfügbarkeit der Tempo100-Schaltung war mit 94.4% in Ordnung, aber schlechter als üblich. Gemäß Informationen der Asfinag gab es im Mai 2017 einen Ausfall des Asfinag-FTP-Servers, was dazu führte, dass die Schaltung am 14.05.2017 den ganzen Tag ausfiel; am meisten Ausfälle gab es im Oktober 2017 aufgrund von Problemen in der UZ (Unterzentrale) Oberösterreich der Asfinag.

Das Maximum von 24 Stunden mit Tempo100 wurde an zwei Tagen erreicht. Es handelte sich um den 18.06.2017 und den 28.01.2018 (beides Sonntage). Am 18.06.2017 betrug das Pkw-Aufkommen 74'000, also deutlich überdurchschnittlich. Am 28.01.2018 hingegen war das Verkehrsaufkommen durchschnittlich; die anhaltende Tempo100-Schaltung muss durch die tageszeitliche Verteilung des Verkehrs und die Witterungsbedingungen zustande gekommen sein.

Am 27.02.2018 (Mittwoch) gab es nur eine halbe Stunde mit Tempo100-Schaltung; dies ist nur möglich, weil eine Schaltung vom 26.02. bis um 00:30 anhielt (die Minimaldauer eines Schaltzustandes beträgt eine Stunde).

Die Tage mit "extrem" geringen oder hohen Schaltzeiten verteilten sich wie schon im Vorjahr über das ganze Jahr. Lediglich der Dezember wies 8 Tage mit hohen Schaltzeiten auf.

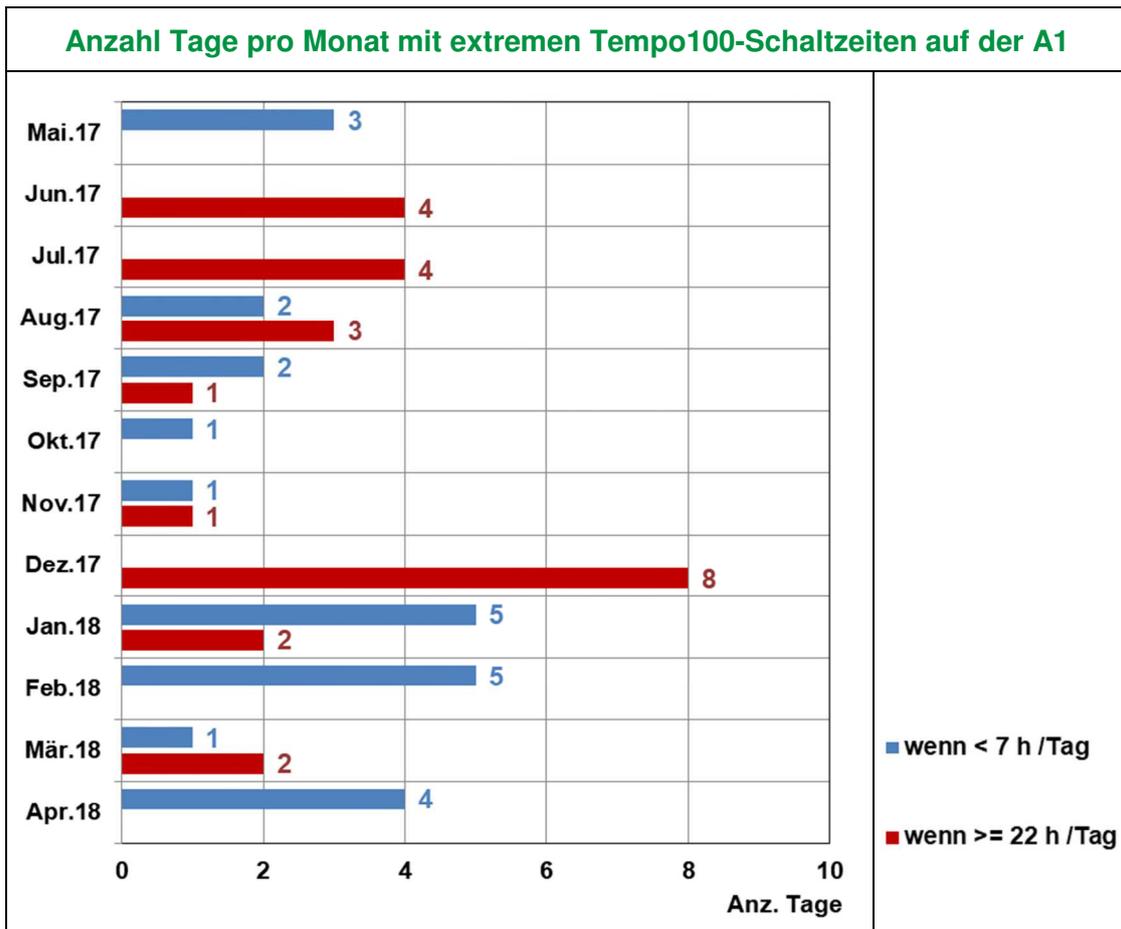


Abbildung 4.1: Anzahl Tage pro Monat mit extrem hohen oder tiefen Tempo100-Schaltzeiten, A1 bei Kristein (05.2017-04.2018).

5. Effektive Fahrgeschwindigkeiten des Leichtverkehrs

In diesem Kapitel werden die mittleren Fahrgeschwindigkeiten auf der A1 zwischen Enns und Linz vom Mai 2017 – April 2018 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, 05.2017-04.2018 (oben) bzw. 05.2016-04.2017 (Mitte) bzw. 05.2015-04.2016 (unten):

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

Tempolimit (05.2015-04.2016) 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	112.6	109.3
ohne IGL-Schaltung inkl. StVO-Limits	122.0	115.3

Tempolimit (05.2015-04.2016) Zeiten mit StVO-Limits weggelassen	LV: v [km/h] 6-22 Uhr	LV: v [km/h] 22-6 Uhr
mit IGL-Schaltung	112.6	109.5
ohne IGL-Schaltung	122.5	116.7

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 Krstein , 05.2017-04.2018 (oben) bzw. 05.2016-04.2017 (Mitte) bzw. 05.2015-04.2016 (unten):

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

Tempolimit (05.2015-04.2016) 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	+0.05	+0.17
ohne IGL-Schaltung	+0.51	+1.46

Die Effekte variierten in den letzten drei Betriebsjahren nur wenig. "Mit IGL-Schaltung" (Tempo100) sind die Geschwindigkeitsunterschiede gering. 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 erhöht. Nachts ist der Effekt "ohne IG-L Schaltung" deutlich am

größten (der Einbezug der Zeiten mit StVO-Limits senkte im aktuellen Betriebsjahr die mittlere Geschwindigkeit nachts ohne IGL-Tempo100-Schaltung um 1.3 km/h), weil StVO-Limits von 100 km/h von 0-6 Uhr am häufigsten waren (s. nächste Abbildung). StVO-Limits von 100 km/h während IGL-Tempo100-Limits (schraffiert in nächster Abbildung) haben die gefahrenen Geschwindigkeiten kaum beeinflusst.

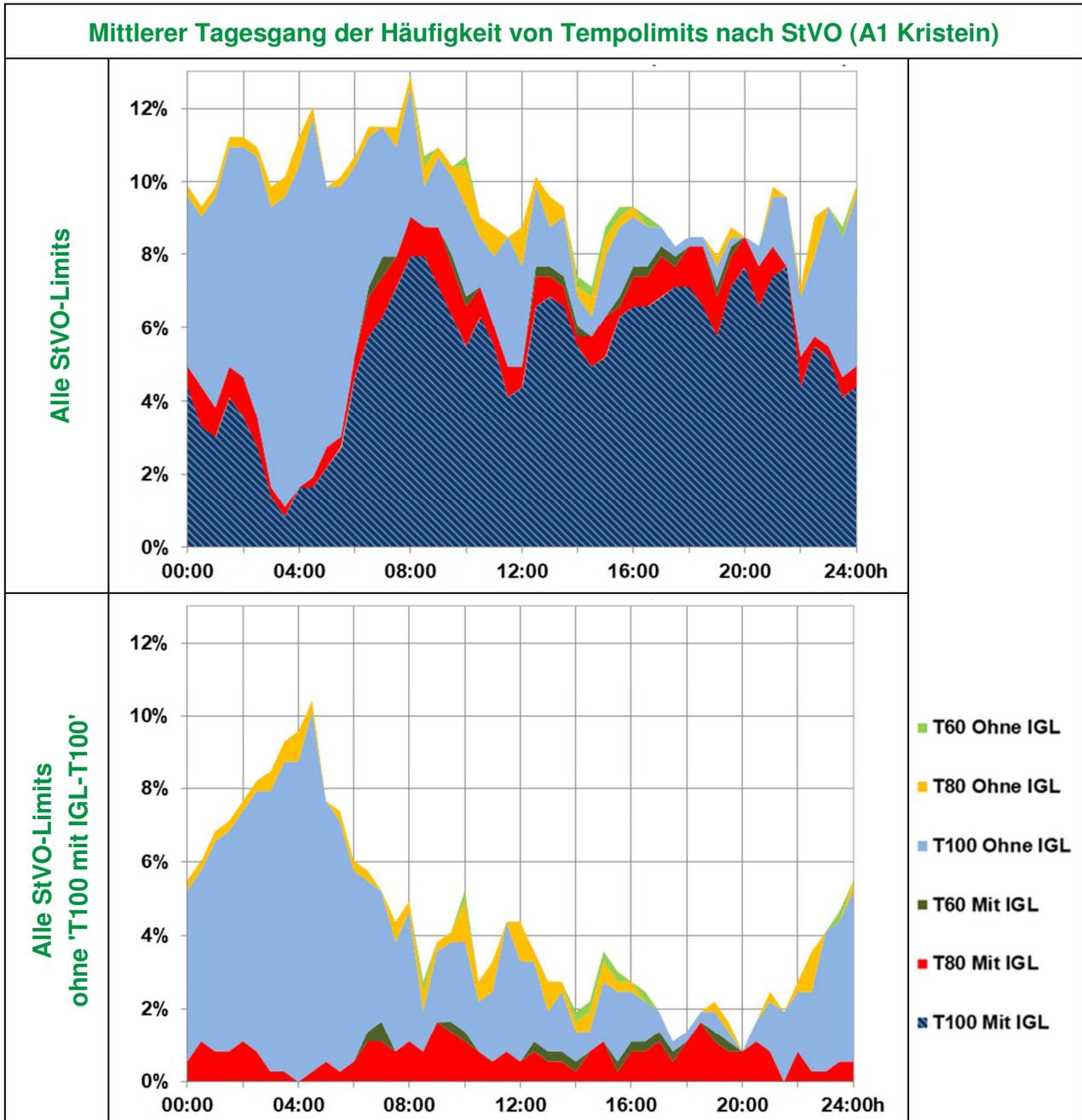


Abbildung 5.1: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempolimits nach StVO auf der A1 bei Krstein (05.2017-04.2018). Schraffiert: StVO-Tempo100 bei IGL-Tempo100 (keine Relevanz für Geschwindigkeitsbestimmungen). Unten: 'StVO-Tempo100 bei IGL-Tempo100' fehlt.

Im Jahresverlauf waren Tempolimits nach StVO in den Monaten Nov 2017 bis Jan 2018 besonders häufig mit 16-17% der Gesamtzeit (inklusive Tempo100 StVO bei IGL-Tempo100).

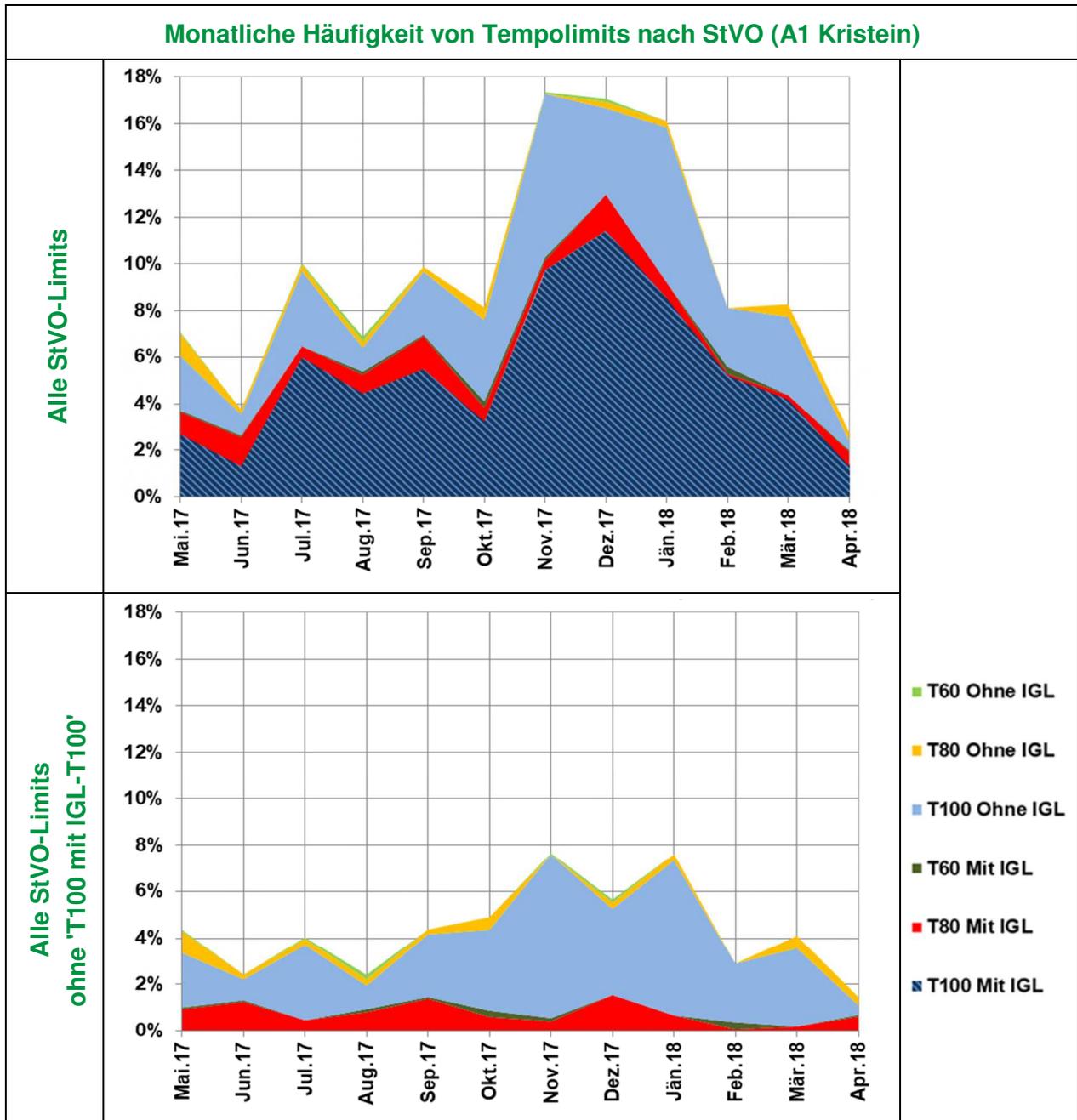


Abbildung 5.2: Jahresverlauf der Häufigkeit von Tempolimits nach StVO auf der A1 bei Kristein (05.2017-04.2018). Schraffiert: StVO-Tempo100 bei IGL-Tempo100 (keine Relevanz für Geschwindigkeitsbestimmungen). Unten: 'StVO-Tempo100 bei IGL-Tempo100' fehlt.

Da die Effekte der StVO-Limits auf die Fahrgeschwindigkeiten bei IGL-Tempo100, aber auch bei Tempo130 insgesamt sehr 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.

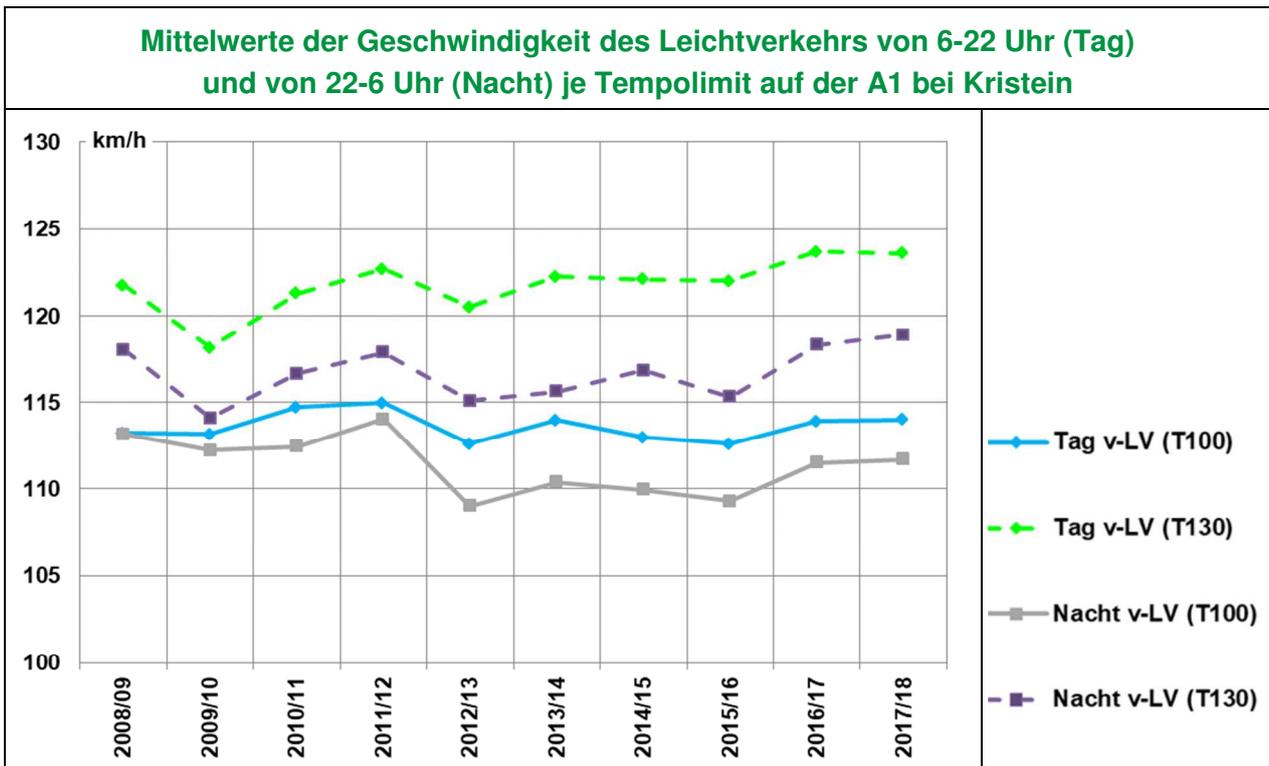


Abbildung 5.3: Mittelwerte der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs von 6-22 Uhr (Tag) und von 22-6 Uhr (Nacht) je Tempolimit auf der A1 bei Krstein, Mai bis April, 2008/09 – 2017/18; StVO-Limits unbeachtet.

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.

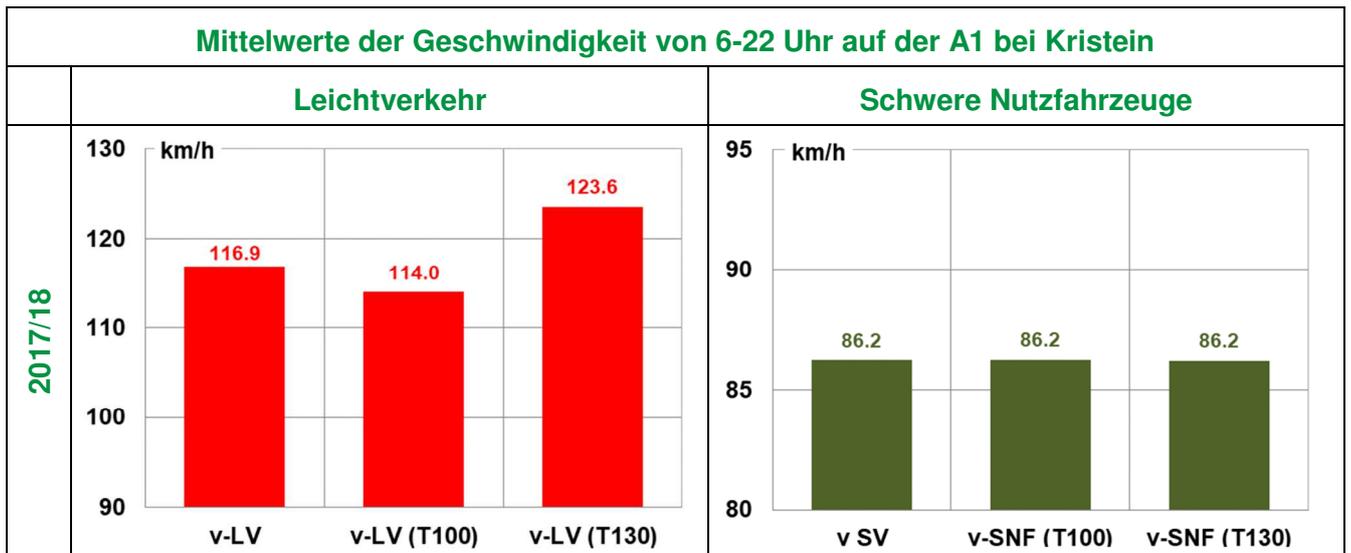
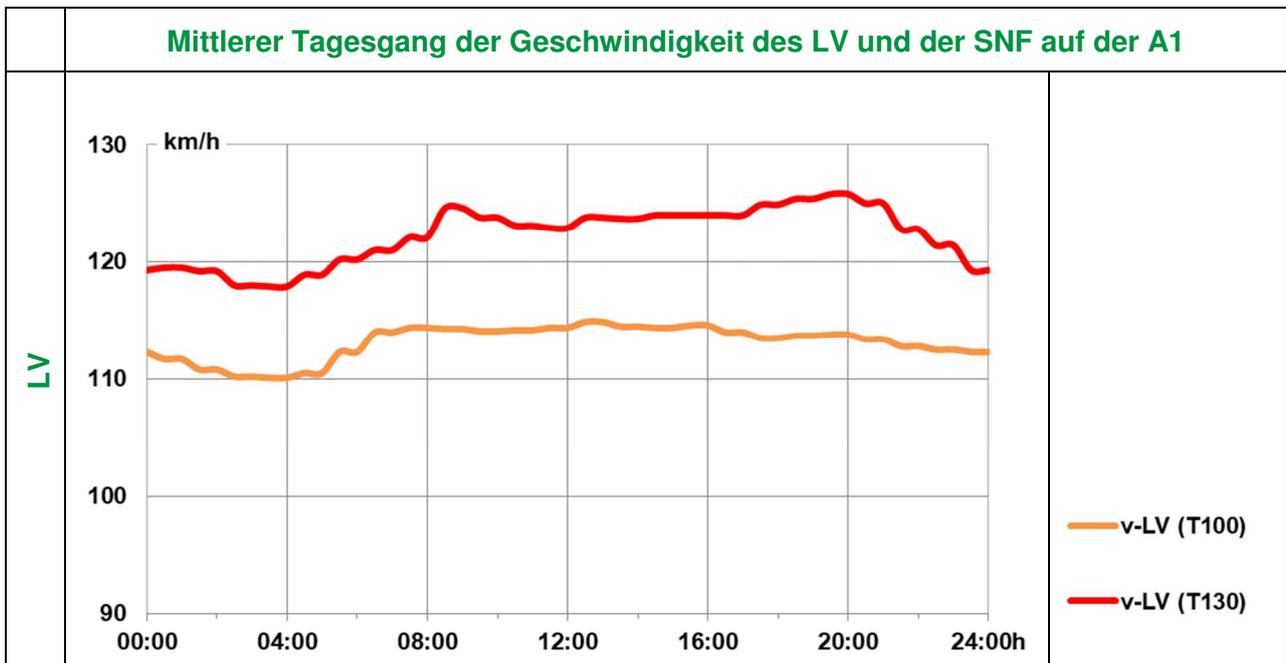


Abbildung 5.4: Mittelwerte der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF) tagsüber (von 6-22 Uhr) auf der A1 bei Krstein (05.2017-04.2018); StVO-Limits unbeachtet.

Im mittleren Tagesgang der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs zeigte sich bei Tempo100 ein flacher Verlauf mit etwas höheren Geschwindigkeiten tagsüber (von ca. 6-20 Uhr). Bei Tempo 130 wurde tagsüber (von ca. 8-21 Uhr) deutlich schneller gefahren als nachts. Die Geschwindigkeit der schweren Nutzfahrzeuge zeigte kaum einen Tagesgang.



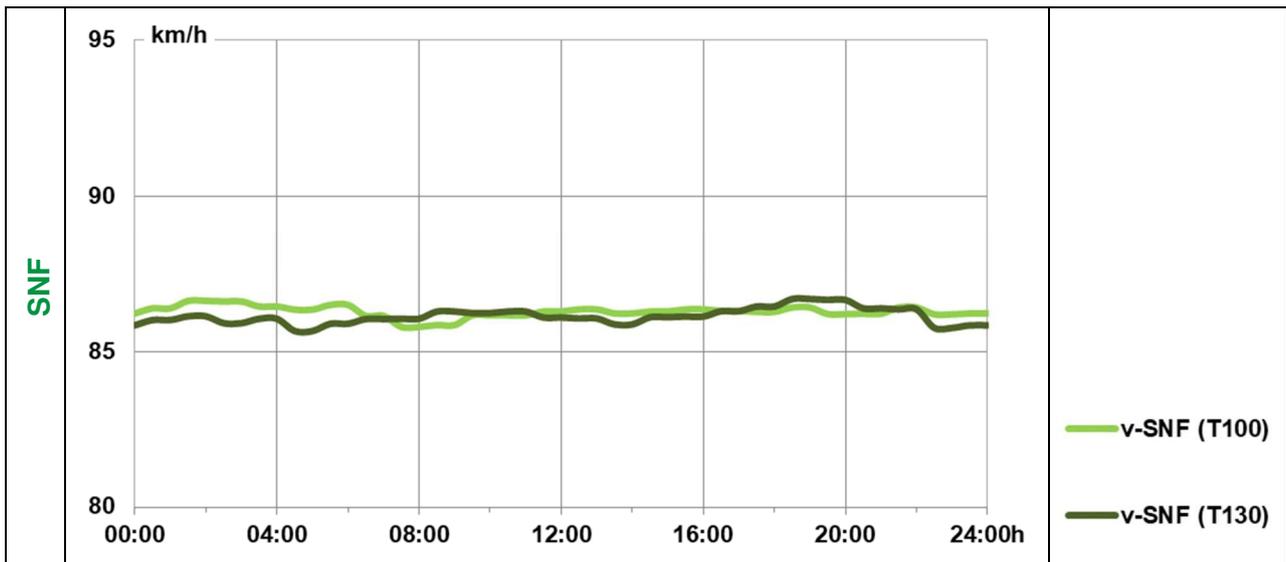


Abbildung 5.5: Mittlerer Tagesgang der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs (oben) und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF; unten) auf der A1 bei Kristein (05.2017-04.2018); StVO-Limits unbeachtet.

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 dem Vorjahr. 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.

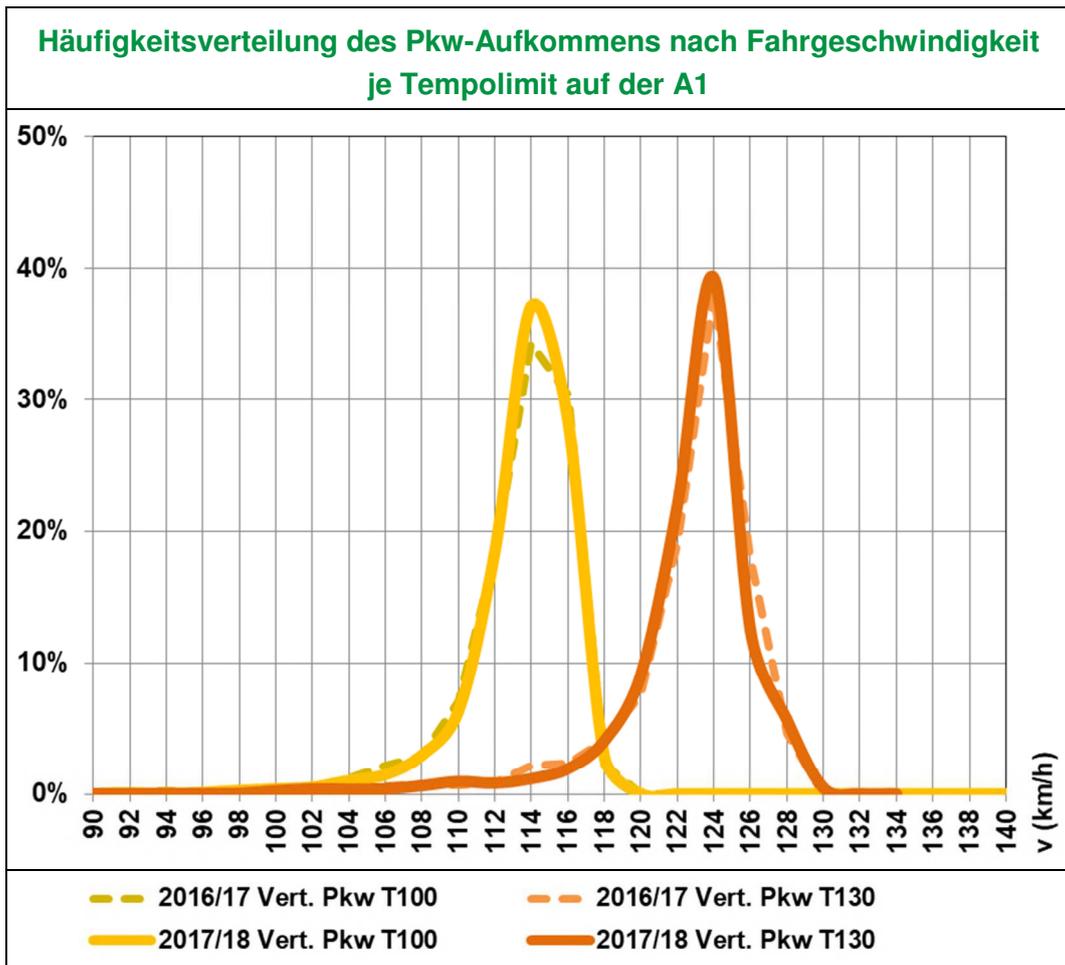


Abbildung 5.6: Mit dem Pkw-Aufkommen gewichtete Häufigkeitsverteilung der Stundenmittel der Fahrgeschwindigkeit je Tempolimit auf der A1 bei Kristein (05.2017-04.2018).

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. Allgemein wurde im Winter etwas langsamer gefahren als sonst.

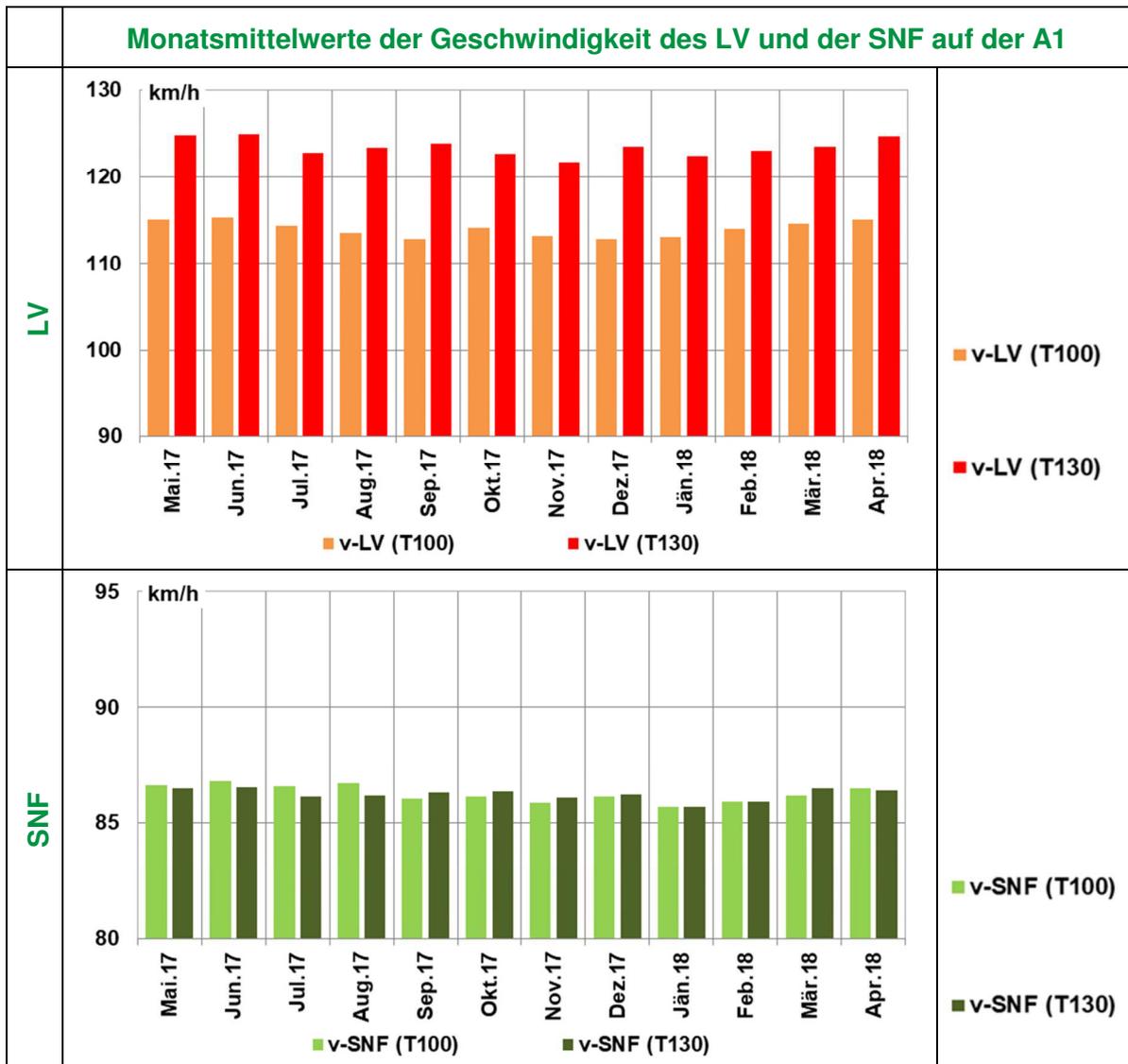


Abbildung 5.7: Monatsmittelwerte der Fahrgeschwindigkeit von 6-22 Uhr des Leichtverkehrs (LV; oben) und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF; unten) auf der A1 bei Kristein (05.2017-04.2018); StVO-Limits unbeachtet.

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 10.0 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, 05.2017-04.2018:

	NO _x	CO ₂
Gesamtemission [t/y]	211	77655
Einsparung durch flexibles Tempo100 [t/y]	-20	-2747
in %	-8.6%	-3.4%

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

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 7% abgenommen, die NO_x-Immissionen jedoch um 8%. Dies bedeutet, dass die meteorologischen Ausbreitungsbedingungen günstiger gewesen sein müssen als im Vorjahr. Ein Indiz dafür liefert der Faktor τ (Tau) des Szenarienmodells von Oeko-science. Er entspricht der NO_x-Immission, die von einer NO_x-Emissionseinheit erzeugt wird. Bei schlechteren Ausbreitungsbedingungen wird τ größer. Im Folgenden wird der Jahres- und mittlere Tagesverlauf von τ im aktuellen Jahr und Vorjahr gezeigt:

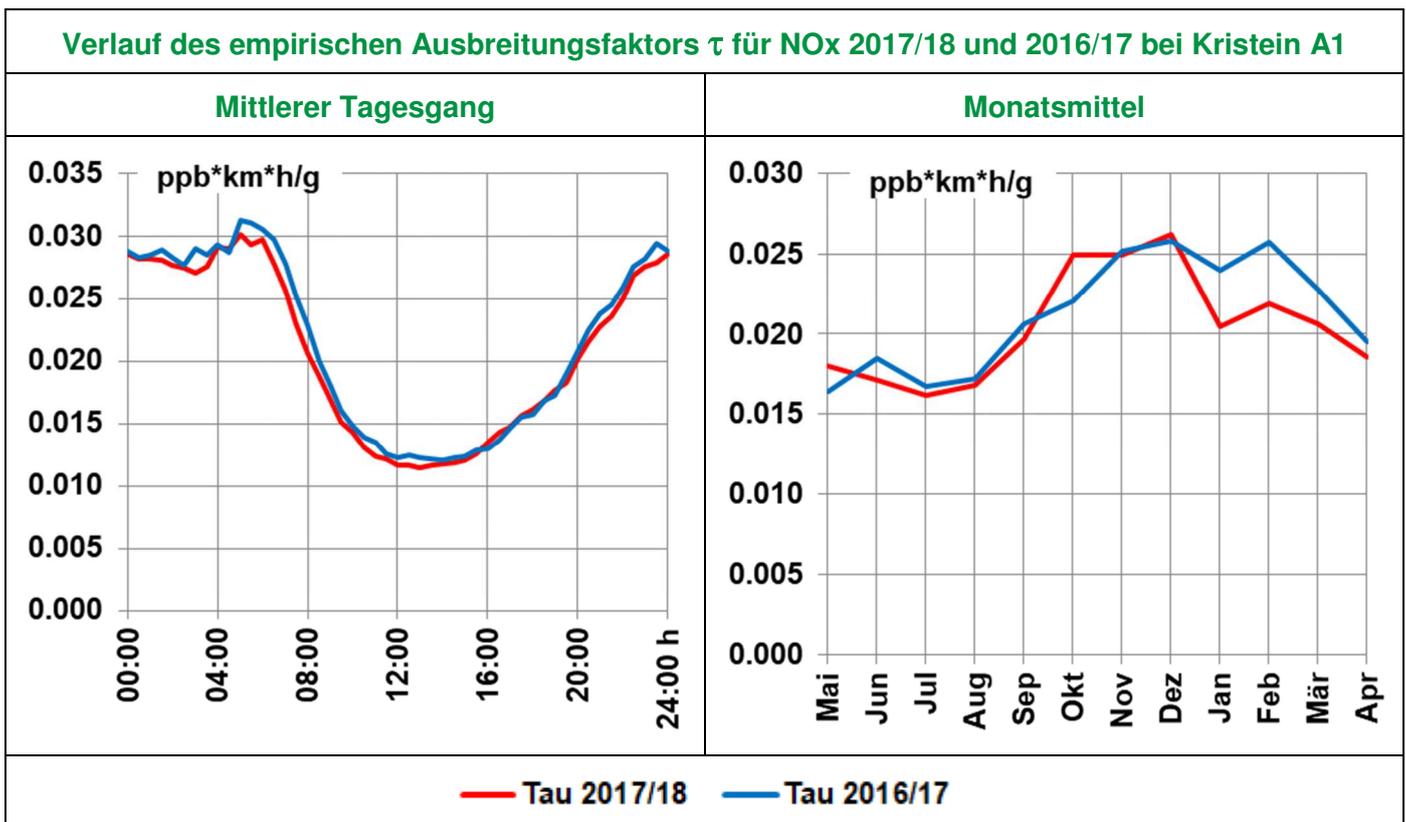


Abbildung 6.1: Verlauf des empirischen Ausbreitungsfaktors τ für NO_x 2017/18 und 2016/17 bei Krstein A1: Mittlerer Tagesgang (links) und Jahresgang als Monatsmittel (rechts).

Im gesamten Jahr war der mittlere Tagesgang des τ -Faktors in beiden Jahren von 14-20 Uhr sehr ähnlich, sonst ganz leicht höher im 2016/17. Im Jahresverlauf waren die τ -Werte von Jänner bis März im Vorjahr wesentlich höher (also wesentlich schlechtere Ausbreitungsbedingungen). Der Januar 2018 war einer der wärmsten seit Beginn meteorologischer Messungen und lufthygienisch speziell günstig. In den übrigen Monaten waren die τ -Werte insgesamt ähnlich. Ein Teil der Immissionsreduktion von 2016/17 auf 2017/18 ist also auf den lufthygienisch günstigen Winter 2018 (Jänner-März) zurückzuführen.

Es könnte auch sein, dass die Emissionen im aktuellen Betriebsjahr mehr abgenommen haben als gemäß HBEFA, z.B. infolge Rückrufaktionen und Software-Updates bei Diesel-Pkw. Dies kann nicht ausgeschlossen werden, der meteorologische Einfluss dominiert aber als Ursache des starken Rückgangs der τ -Werte (vor allem von Jänner-März, nicht am Nachmittag und frühen Abend). Im Jahresmittel haben die τ -Werte um 4% abgenommen (entspricht im Wesentlichen der Fläche zwischen der roten und blauen Kurve in obiger Abbildung im Verhältnis zur Gesamtfläche unter der blauen Kurve).

Die NO_2 -Emissionen haben lediglich um knapp 5% abgenommen; modernere Fahrzeuge weisen einen höheren relativen Anteil an NO_2 in den gesamten NO_x -Emissionen auf. Die NO_2 -Immissionen haben gegenüber dem Vorjahr ebenfalls um 5% abgenommen.

Es wurden vier Szenarien für den Zeitraum Mai 2017 – April 2018 berechnet:

- **“Tempo100 immer“**: Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren stets mit der bei Kristein gemessenen Durchschnittsgeschwindigkeit bei 'Tempo 100' (114.1 km/h tagsüber bzw. 111.8 km/h nachts).
- **“Tempo100 nie“**: Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren stets mit der bei Kristein gemessenen Durchschnittsgeschwindigkeit bei 'Tempo 130' (124.1 km/h tagsüber bzw. 120.2 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 NO_2 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:

Tabelle 6.2: Absolute Kennzahlen der vier Szenarien 'Tempo 100 immer', 'Tempo100 nie', 'Tempo100 temporär' und 'Tempo100 Winterhj.', Kristein A1, Mai 2017 – April 2018.

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	1766	423	51	40.6	109	74	0
T100 nie	2013	499	56	44.5	120	82	0
T100 temporär	1841	446	52	41.5	111	74	0
T100 WHj.	1898	464	53	42.6	111	78	0

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). Das flexible Tempo100-Limit reduziert das NO₂-Jahresmittel um 3 µg/m³.

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 etwas 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 (114.1 gegenüber 124.1 km/h tagsüber; 111.8 gegenüber 120.2 km/h nachts), Kristein A1, Mai 2017 – April 2018.

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 %
	-12.3%	-15.2%	-9.7%	-8.7%	-9.6%	-9.6%

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 Schwellenwertabsen-

kung am 2.2.2015, welche die Tempo100-Häufigkeit deutlich hat ansteigen lassen.

Tabelle 6.4: Relative Effekte des flexiblen Tempo100 in Bezug auf ein permanentes Tempo100-Limit, Kristein A1, Mai 2017 – April 2018.

Kristein: Relativer Tempo100-Effekt im Betriebsjahr	T100	I_NOx	I_NO ₂	I_NOx	I_NO ₂
	Zeit-anteil	Mittel	Mittel	95 %	95 %
T100 immer	100%	100%	100%	100%	100%
T100 nie	0%	0%	0%	0%	0%
T100 temporär	58%	78%	77%	84%	93%
T100 WHj.	50%	56%	50%	82%	51%

7. Zusammenfassung

Im Betriebsjahr von Mai 2017 bis April 2018 waren die NO_x-Immissionen um gut 8% niedriger als im vorangehenden Betriebsjahr 2016/17, die NO₂-Immissionen um knapp 5%. Die Ursache hierfür war einerseits die verringerten Emissionen aufgrund der Flottenmodernisierung, andererseits günstigere meteorologische Ausbreitungsbedingungen, vor allem von Januar-März 2018.

Folgerichtig ist die Tempo100-Häufigkeit auf der A1 zwischen Linz und Enns im aktuellen Betriebsjahr etwas abgesunken, auf **60% der Betriebszeit** (58% 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 aber zum ersten Mal der Sommer die höchste Schalthäufigkeit auf (66%). Dies dürfte mit den speziell günstigen atmosphärischen Ausbreitungsbedingungen im Winter 2018 (Januar – März) zusammenhängen, was die Schalthäufigkeit im Winter reduziert hat. Aber auch die anderen Jahreszeiten wiesen eine um 1-3% geringere Schalthäufigkeit auf als im Vorjahr.

Nach wie vor stieg die Häufigkeit der Tempo100-Schaltungen im Laufe der Woche von Montag (im Mittel 51%) bis Sonntag (im Mittel 73%) an.

Die Verfügbarkeit der Tempo100-Schaltung war mit 94.4% in Ordnung, aber schlechter als üblich. Gemäß Informationen der Asfinag gab es im Mai 2017 einen Ausfall des Asfinag-FTP-Servers, was dazu führte, dass die Schaltung am 14.05.2017 den ganzen Tag ausfiel; am meisten Ausfälle gab es im Oktober 2017 aufgrund von Problemen in der UZ (Unterzentrale) Oberösterreich der Asfinag.

Das Maximum von 24 Stunden mit Tempo100 wurde an zwei Tagen erreicht. Es handelte sich um den 18.06.2017 und den 28.01.2018 (beides Sonntage). Am 27.02.2018 (Mittwoch) gab es nur eine halbe Stunde mit Tempo100-Schaltung; dies ist nur möglich, weil eine Schaltung vom 26.02. bis um 00:30 anhielt (die Minimaldauer eines Schaltzustandes beträgt eine Stunde).

Die A1 zwischen Enns und Asten wies im Betriebsjahr (Mai 2017 – April 2018) einen DTV von gut 71'000 Fahrzeugen auf, 2000 mehr als im Vorjahr. Drei Viertel des DTV waren Pkw, etwa 14% schwere Güterfahrzeuge. Gegenüber dem Vorjahr hat der Verkehr bei den Lieferwagen um 7% zugenommen, bei den schwe-

ren Güterfahrzeugen um 3.5%, bei den Kategorien des Personenverkehrs um gut 2%.

Durch das Tempolimit wurde tagsüber real eine Geschwindigkeitsreduktion um 10 km/h erreicht, nachts um 8.4 km/h. Auf dem ca. 13 km langen Autobahnabschnitt konnten der gesamte Ausstoß aller Fahrzeuge an Stickstoffoxiden um knapp 9% und an CO₂ um 3.4% verringert werden. Entsprechend hatte sich auch der gesamte Kraftstoffverbrauch um etwa 3.4% verringert. Die prozentualen Effekte sind ähnlich wie im Vorjahr und markant höher als in früheren Jahren, weil die Tempo100-Häufigkeit infolge der Schwellenwertabsenkung im Februar 2015 stark zugenommen hat.

Die NO₂-Immissionen konnten durch das flexible Tempo100-Limit um 3 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. Ein permanentes Tempolimit im Winterhalbjahr hätte das NO₂-Jahresmittel nur um etwa 2 µg/m³ reduziert.

Von Mai 2017 bis April 2018 gab es während 9.6% der Zeit StVO-Tempolimits auf der A1, welche nicht vom IGL-Algorithmus gesteuert waren, davon 8.4% Tempo100, 1.1% Tempo80 und nur 0.14% Tempo60. Mehr als die Hälfte (5.3%) der StVO-Tempo100-Limits ereigneten sich während IGL-Tempo100-Limits, beeinflussten also die Fahrgeschwindigkeiten nicht zusätzlich. Die insgesamt resultierenden Effekte auf die lufthygienische Wirksamkeit der Tempo100-Schaltung waren sehr gering.