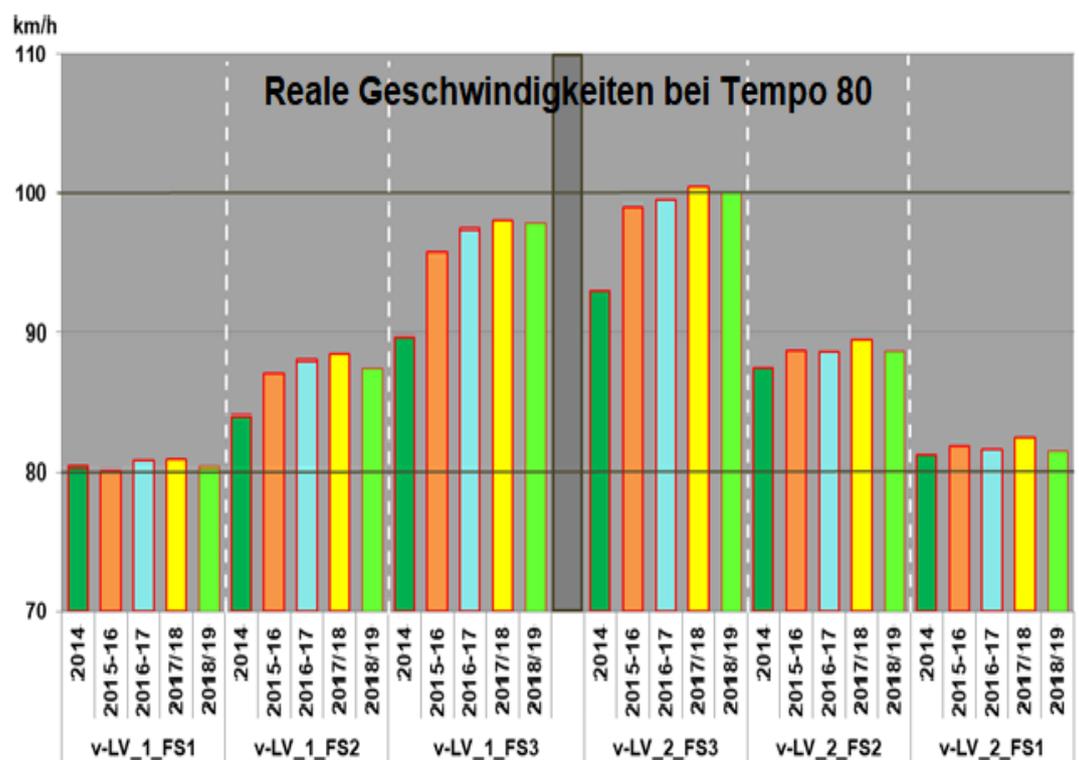


Evaluation des flexiblen Tempo80-Limits auf der A1 bei Salzburg von Mai 2018 bis April 2019



Dr. Jürg Thudium
 Dr. Carine Chélala
 16.07.2019 / 5306.90

Oekoscience AG

Postfach 452
 CH - 7001 Chur
 Telefon: +4181 250 3310
 Thudium@oekoscience.ch

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Auftreten von Tempo80 und Verkehrsaufkommen auf der A1 sowie Immissionen bei Siezenheim	3
2.1. Jahreswerte	3
2.1.1. Tempo 80	3
2.1.2. Verkehrsaufkommen	5
2.1.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden	6
2.2. Jahresverlauf	7
2.2.1. Tempo80	7
2.2.2. Verkehrsaufkommen	10
2.2.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden	11
2.3. Wochenverlauf	12
2.3.1. Tempo 80	12
2.3.2. Verkehrsaufkommen	13
2.3.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden	14
3. Dokumentation der täglichen Schaltzeiten	15
4. Effektive Fahrgeschwindigkeiten auf der A1 bei Salzburg	18
4.1. Geschwindigkeitsbereich der Pkw	18
4.2. Häufigkeitsverteilung der Fahrgeschwindigkeiten	19
4.3. Effekte von Urlaubssamstagen	20
4.4. Tagesgang der mittleren Fahrgeschwindigkeit	22
4.5. Monatsmittel der Fahrgeschwindigkeit	23
4.6. Mittlere Fahrgeschwindigkeiten des Leichtverkehrs nach Tempolimit	24
5. Analyse von Verkehrsaufkommen und Fahrgeschwindigkeiten separat für alle 6 Fahrspuren	26
5.1. Verteilung des Leichtverkehrs auf die sechs Fahrspuren	26
5.2. Fahrgeschwindigkeiten auf den sechs Fahrspuren	28
6. Wirksamkeit der flexiblen Tempo80-Schaltung auf der A1 bei Salzburg	35
6.1. Emissionsreduktionen	35
6.2. Szenarien der Immissionsreduktionen durch das Tempolimit	36
6.3. Ergebnisse der Geschwindigkeitsszenarien	37
6.3.1. Emissionen und Immissionen für die A1 bei Siezenheim für permanente und flexible Tempo80-Schaltungen im Betriebsjahr	37

6.3.2. Relative Effekte eines permanenten Tempo80 bei Siezenheim (A1) im Betriebsjahr 2018/19	38
6.3.3. Relative Effekte des flexiblen Tempo80 bei Siezenheim (A1) im Betriebsjahr 2018/19	39
7. Zusammenfassung	40

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1: Karte der Tempo80-Strecke der A1 mit Immissionsmessstelle Siezenheim und Verkehrserfassung. <i>Kartenquelle: Land Salzburg.</i>	2
Abbildung 2.1: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo80 auf der A1 bei Siezenheim (05.2018-04.2019).	3
Abbildung 2.2: Tägliche Anzahl Stunden (gleitendes 7-Tagemittel) mit Tempo80 auf der A1 bei Siezenheim (05.2018-04.2019).	4
Abbildung 2.3: Mittlerer Tagesgang des Fahrzeugaufkommens je Fahrzeuggruppe auf der A1 bei Siezenheim (05.2018-04.2019).	6
Abbildung 2.4: Mittelwerte der Immissionen an NO _x und NO ₂ sowie deren Verhältnis und der NO _x -Emissionen im Jahresmittel und je Jahreszeit bei Siezenheim (05.2018-04.2019).	7
Abbildung 2.5: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo80 je Jahreszeit auf der A1 bei Siezenheim (05.2018-04.2019).	8
Abbildung 2.6: Häufigkeit von Tempo80 je Monat auf der A1 bei Siezenheim (05.2018-04.2019 und 05.2017-04.2018).	9
Abbildung 2.7: Monatswerte des DTV je Fahrzeuggruppe auf der A1 bei Siezenheim (05.2018-04.2019).	10
Abbildung 2.8: Monatsmittelwerte der NO _x - und NO ₂ -Immissionen sowie der NO _x -Emissionen bei Siezenheim A1 (05.2018-04.2019).	11
Abbildung 2.9: Häufigkeit von Tempo80 je Wochentag auf der A1 bei Siezenheim (05.2018-04.2019).	12
Abbildung 2.10: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo80 je Wochentagstyp auf der A1 bei Siezenheim, 05.2018-04.2019.	13
Abbildung 2.11: DTV je Wochentag auf der A1 bei Siezenheim (05.2018-04.2019).	13
Abbildung 2.12: Mittelwerte der Immissionen von NO _x und NO ₂ sowie der NO _x -Emissionen (E-NO _x) je Wochentag bei Siezenheim A1 (05.2018-04.2019).	14
Abbildung 3.1: Anzahl Tage pro Monat mit extremen Tempo80-Schaltzeiten, Siezenheim A1 (05.2018-04.2019).	16

Abbildung 4.1: Täglicher Geschwindigkeitsbereich der Pkw auf der Basis der Stundenwerte, Siezenheim A1 (05.2018-04.2019).	19
Abbildung 4.2: Mit dem Pkw-Aufkommen gewichtete Häufigkeitsverteilung der Fahrgeschwindigkeit je Tempolimit auf der A1 bei Siezenheim, Basis Stundenwerte (05.2018-04.2019, 05.2017-04.2018 und 05.2016-04.2017).	20
Abbildung 4.3: Mittlerer Tagesgang von Pkw-Geschwindigkeit, Anzahl Pkw pro Stunde, Häufigkeit von T80 und NO _x -Immissionen für Samstag je Phase (Urlaub und übrige Samstag, Winter und Sommer) auf der A1 bei Siezenheim (05.2018-04.2019).	21
Abbildung 4.3: Mittlerer Tagesgang der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs LV (oben) und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF; unten) auf der A1 bei Siezenheim (05.2018-04.2019).	23
Abbildung 4.4: Monatswerte der mittleren gemessenen Fahrgeschwindigkeit von 6-22 Uhr des Leichtverkehrs (LV; links) und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF; rechts) auf der A1 bei Siezenheim, 05.2018-04.2019.	23
Abbildung 5.1: Aufkommen des Leichtverkehrs (LV; oben) bzw. des Schwerverkehrs (SV; unten) je Fahrstreifen und Tempolimit bei Siezenheim (A1), 05.2018-04.2019.	27
Abbildung 5.2: Prozentuale Verteilung des Leichtverkehrs (LV) je Fahrstreifen und Richtung bei Tempo80, Testphase 2014 sowie drei Betriebsjahre 2015/16 (05.2015-04.2016), 2016/17 (01.05.-19.06.2016 & 26.11.2016-30.04.2017), 2017/18 sowie 2018/19, Siezenheim (A1).	28
Abbildung 5.3: Geschwindigkeit des Leichtverkehrs (LV; oben) bzw. des Schwerverkehrs (SV; unten) je Fahrstreifen und Tempolimit bei Siezenheim (A1), 05.2018-04.2019.	30
Abbildung 5.4: Vergleich der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs (LV) bei Tempo80 je Fahrstreifen bei Siezenheim (A1), Testphase 2014 sowie 2015/16 (05.2015-04.2016), 2016/17 (01.05.-19.06.2016 & 26.11.2016-30.04.2017), 2017/18 (05.2017-04.2018) und 2018/19 (05.2018-04.2019).	31
Abbildung 5.5: Mittlere Geschwindigkeit des LV in Richtung 1 und 2 für den dritten Fahrstreifen (FS3) je Tempolimit bei Siezenheim (A1) in Abhängigkeit vom Wochentag, 05.2018-04.2019.	32
Abbildung 5.6: Verkehrsaufkommen des Leichtverkehrs je Fahrstreifen und Tempolimit bei Siezenheim (A1) in Abhängigkeit vom Wochentag, 05.2018-04.2019.	32

Abbildung 5.7: Mittlerer Tagesgang der Geschwindigkeit des LV in Fahrtrichtung 1 und 2 je Fahrstreifen und Tempolimit bei Siezenheim (A1), 05.2018-04.2019. 33

Abbildung 5.8: Jahresverlauf (Basis Monatsmittelwerte) der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs in Fahrtrichtung 1 und 2 je Fahrstreifen (FS1-FS3) und Tempolimit bei Siezenheim (A1), 05.2018-04.2019. 34

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1: Durchschnittlicher täglicher Verkehr (DTV) auf der A1 bei Siezenheim (05.2018-04.2019 und 05.2017-04.2018 mit Änderung von 2017/18 auf 2018/19) und auf der A10 bei Hallein (05.2018-04.2019).	5
Tabelle 2.2: Jahreszeitliche Tempo80-Häufigkeiten auf der A1 bei Siezenheim (05.2018-04.2019, 05.2017-04.2018 sowie 05.2016-04.2017 und 05.2015-04.2016).	7
Tabelle 3.1: Tägliche Anzahl Stunden mit Tempo80-Schaltung, Siezenheim A1 (05.2018-04.2019).	15
Tabelle 3.2: Die 14 Tage mit hohen Tempo80-Schaltzeiten (18-24 h) bei Siezenheim A1 (05.2018-04.2019).	17
Tabelle 4.2: Mittelwerte der effektiv gefahrenen Geschwindigkeiten des Leichtverkehrs (LV) je Tempolimit tagsüber (6-22 Uhr) und in der Nacht (22-6 Uhr) auf der A1 bei Siezenheim, 2018/19, 2017/18, 2016/17 = (01.05.-19.06.2016 & 26.11.2016-30.04.2017); 05.2015-04.2016 und Testphasen 2013/2014.	24
Tabelle 6.1: Emissionsreduktionen für NO _x und CO ₂ durch das real umgesetzte flexible Tempo80-Limit auf dem 10.3 km langen Abschnitt Salzburg-Nord bis Wals-Siezenheim der A1, 05.2018-04.2019:	35
Tabelle 6.2: Absolute Kennzahlen der vier Szenarien ∇ Tempo80 immer \pm ∇ Tempo80 nie \pm ∇ Tempo80 temporär \pm und ∇ Tempo80 Winterhj. \pm Siezenheim A1, Mai 2018 . April 2019.	37
Tabelle 6.3: Relative Effekte eines permanenten Tempo80 im Vergleich zu permanentem ∇ Tempo100 \pm bei den real ermittelten Fahrgeschwindigkeiten für ∇ Tempo80 \pm (86.4 km/h tagsüber bzw. 90.0 km/h nachts) bzw. für ∇ Tempo100 \pm (96.1 km/h tagsüber bzw. 98.9 km/h nachts), Siezenheim A1, Mai 2018 . April 2019.	38
Tabelle 6.4: Relative Effekte des flexiblen Tempo80-Limits in Bezug auf ein permanentes Tempo80, Siezenheim A1, Mai 2018 . April 2019.	39

1. Einleitung

Die flexible Tempo80-Schaltung auf der A1 zwischen Salzburg-Nord und Wals-Siezenheim ist seit 04.03.2015 in Betrieb. Sie erstreckt sich über 10,3 km. In diesem Bericht wird die Schaltung im **Betriebsjahr Mai 2018 ÷ April 2019** evaluiert.

Die für die Tempo80-Steuerung verwendete Messstelle ist Siezenheim A1, in deren Nähe sich auch die Verkehrszählstelle der Asfinag für die A1 befindet.





Abbildung 1.1: Karte der Tempo80-Strecke der A1 mit Immissionsmessstelle Siezenheim und Verkehrserfassung. Kartenquelle: Land Salzburg.

2. Auftreten von Tempo80 und Verkehrsaufkommen auf der A1 sowie Immissionen bei Siezenheim

2.1. Jahreswerte

2.1.1. Tempo 80

Im Betriebsjahr Mai 2018 . April 2019 war Tempo 80 auf der A1 bei Siezenheim während durchschnittlich 33% der Betriebszeit geschaltet (Vorjahr 40%, Vorvorjahr 48%). Dieser starke Rückgang der Schaltzeit ging mit einer deutlichen Immissionsabnahme bei den Stickoxiden einher. Bei einer Verfügbarkeit der Tempo80-Schaltung von 97.4 % (vor allem wegen Ausfällen der Immissionsmessung) entspricht dies 32.5 % der Gesamtzeit. Die folgenden Abschnitte analysieren das Auftreten von Tempo 80.

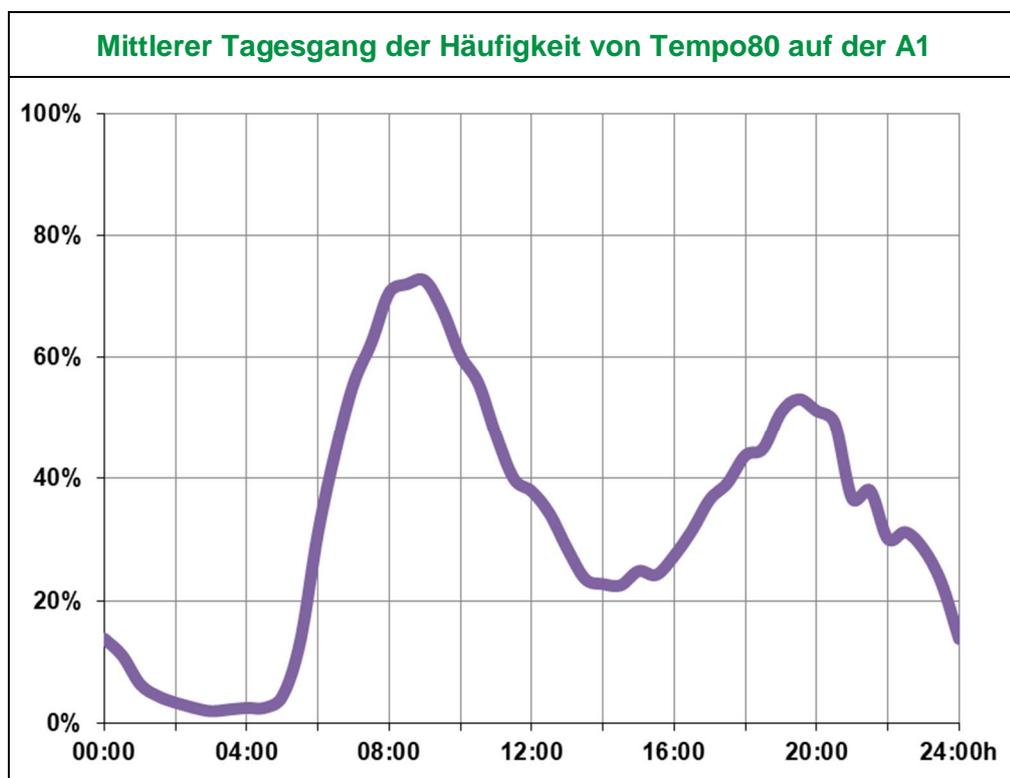


Abbildung 2.1: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo80 auf der A1 bei Siezenheim (05.2018-04.2019).

Die Häufigkeit von Tempo80 war am Morgen zwischen 07:00 und 10:00 Uhr mit mehr als 60% am größten, die Abendspitze erreichte dieses Jahr nur mehr gut 50%. Am Morgen zwischen 2 und 04:30 Uhr war Tempo80 mit weniger als 3% Häufigkeit am seltensten.

Im Jahresverlauf (nächste [Abbildung 2.2](#): Gleitende Wochenmittel) zeigten sich Phasen mit weniger Tempo80-Schaltungen von Mai bis August 2018 (mit 3-8 Stunden täglich mit Tempo80). Im Winter (November 2018 . Februar 2019) traten die meisten Tempo80-Schaltungen auf, wobei es in der ersten Januarhälfte eine Phase mit wenig Tempo80-Schaltungen gab. In dieser Phase gab es auch bei Hallein weniger Tempo100-Schaltungen, der Häufigkeitsrückgang war aber nicht so ausgeprägt wie auf der A1, wo es sechs Tage mit 0 Stunden Tempo80 gab. In jenen Tagen war die Windgeschwindigkeit oft erhöht, das Verkehrsaufkommen jedoch normal, die Fahrgeschwindigkeiten phasenweise niedriger als normal. Die Witterung hatte jedenfalls einen deutlichen Anteil an den geringen Immissionen in jenen Tagen.

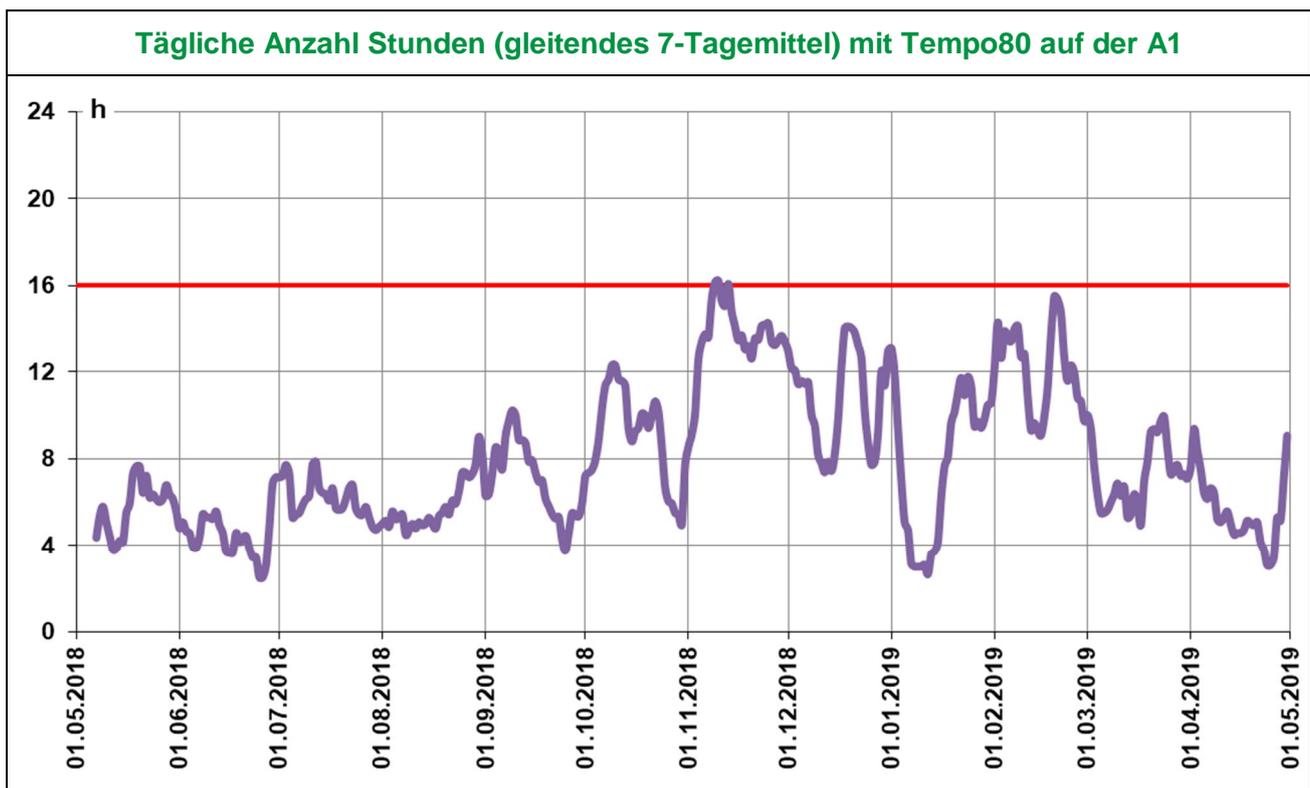


Abbildung 2.2: Tägliche Anzahl Stunden (gleitendes 7-Tagemittel) mit Tempo80 auf der A1 bei Siezenheim (05.2018-04.2019).

2.1.2. Verkehrsaufkommen

Die A1 bei Salzburg wies im Untersuchungsjahr (Mai 2018 . April 2019) einen DTV von rund 82'000 Fahrzeugen auf, praktisch gleich viel wie im Vorjahr. Die leichte Abnahme bei den Pkw vermochte die Zunahme bei den Lieferwagen und insbesondere den schweren Güterfahrzeugen (+4.3%) zu kompensieren.

Tabelle 2.1: Durchschnittlicher täglicher Verkehr (DTV) auf der A1 bei Siezenheim (05.2018-04.2019 und 05.2017-04.2018 mit Änderung von 2017/18 auf 2018/19) und auf der A10 bei Hallein (05.2018-04.2019).

DTV A1	Lieferwagen	Pkw	Schwere Güterfahrzeuge	Bus	Summe
Siezenheim 05.2018-04.2019	7'702	68'202	6'206	350	82'460
05.2017-04.2018	7'531	68'641	5'949	359	82'480
<i>Änderung zu 2017/18</i>	<i>+2.3%</i>	<i>-0.6%</i>	<i>+4.3%</i>	<i>-2.3%</i>	<i>-0.0%</i>
Hallein A10 05.2018-04.2019	5'494	47'802	5'313	376	58'985

Im Vergleich mit der A10 bei Hallein war der Verkehr auf der A1 bei Salzburg in allen Fahrzeugkategorien außer bei den Bussen höher, prozentual am meisten bei den Pkw und Lieferwagen.

Der Tagesverlauf des Verkehrsaufkommens zeigt im Vergleich zum Vorjahr praktisch keinen Unterschied; er zeigt für die drei Kategorien Pkw, Lieferwagen und schwere Güterfahrzeuge einen raschen Anstieg am Morgen, sodann relativ wenig Änderungen im Laufe des Tages mit Ausnahme der Pkw. Die Zahl der Pkw steigt bis 18 Uhr deutlich an, die Lieferwagen lassen eine Morgen- und Abendspitze erkennen. Die Busse zeigen zu Mittag eine deutliche Abnahme.

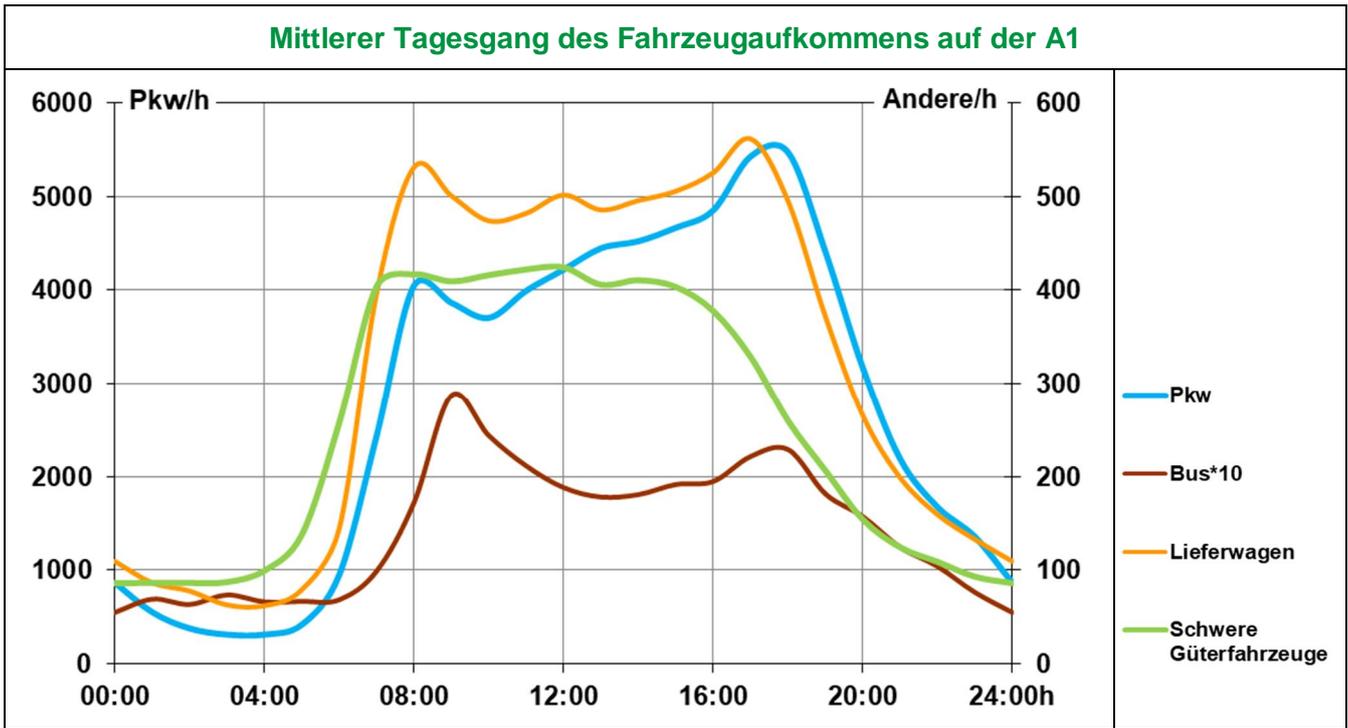


Abbildung 2.3: Mittlerer Tagesgang des Fahrzeugaufkommens je Fahrzeuggruppe auf der A1 bei Siezenheim (05.2018-04.2019).

2.1.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden

In diesem Abschnitt wird ein kurzer Überblick über die Stickstoffoxid-Emissionen und . Immissionen bei Siezenheim (A1) gegeben. Das Maximum der Stickstoffoxidemissionen liegt im Sommer, dicht gefolgt von Frühjahr und Herbst, das Maximum der Stickstoffoxidimmissionen im Winter. Dieser Unterschied liegt in den meteorologischen Ausbreitungsbedingungen begründet; die größere Stagnation der Atmosphäre im Winter hält die zwar geringeren Emissionen länger und damit konzentrierter in Bodennähe als im Sommer. Der Anteil der NO₂-Immissionen an den gesamten NO_x-Immissionen hat im Vergleich zum Vorjahr erneut zugenommen, vor allem im Winter.

Die Jahreszeiten wurden wie folgt eingeteilt:

Frühjahr: Mai 2018 und März-April 2019;

Sommer: Juni . August 2018;

Herbst: September . November 2018;

Winter: Dezember 2018 . Februar 2019.

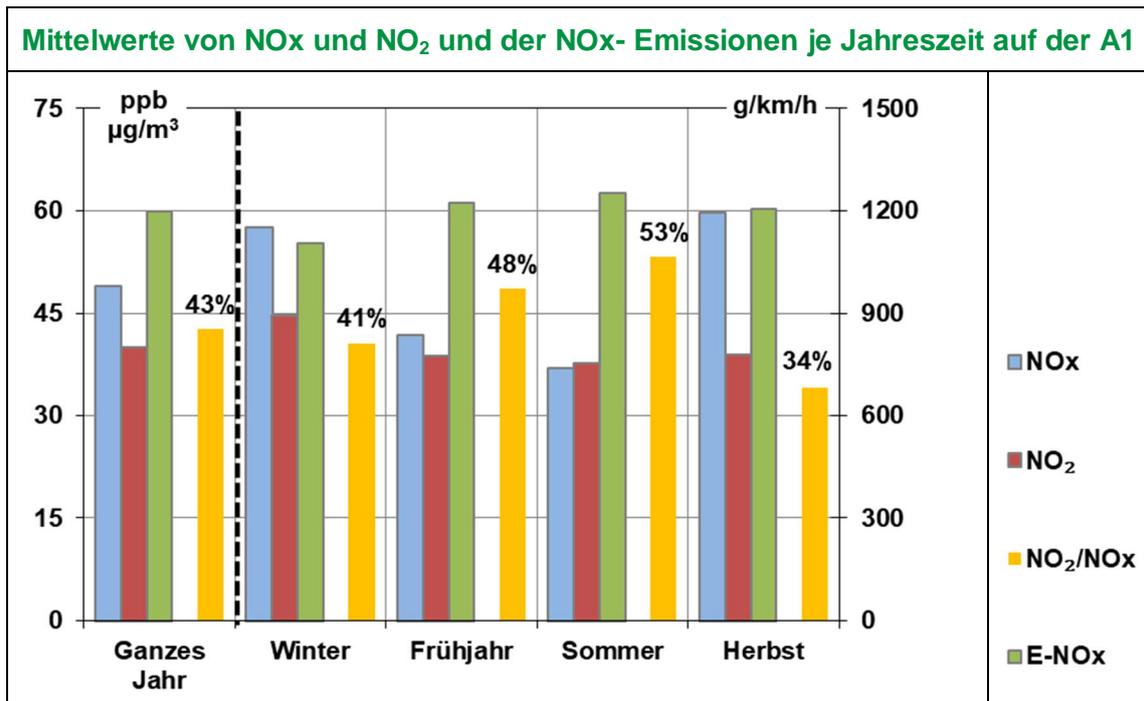


Abbildung 2.4: Mittelwerte der Immissionen an NO_x und NO₂ sowie deren Verhältnis und der NO_x-Emissionen im Jahresmittel und je Jahreszeit bei Siezenheim (05.2018-04.2019).

2.2. Jahresverlauf

2.2.1. Tempo80

Nach Jahreszeiten unterteilt wiesen der Winter und der Herbst wesentlich größere Schalthäufigkeiten auf als das Frühjahr und der Sommer. Im Vergleich zu den beiden Vorjahren hat die Tempo80-Häufigkeit in allen Jahreszeiten merklich abgenommen.

Tabelle 2.2: Jahreszeitliche Tempo80-Häufigkeiten auf der A1 bei Siezenheim (05.2018-04.2019, 05.2017-04.2018 sowie 05.2016-04.2017 und 05.2015-04.2016).

% Tempo 80	05.2018-04.2019	05.2017-04.2018	05.2016-04.2017	05.2015-04.2016
Winter	42%	54%	66%	62%
Frühjahr	26%	34%	35%	36%
Sommer	23%	27%	40%	35%
Herbst	42%	47%	52%	54%
Ganzes Jahr	33%	41%	48%	47%

Die Tempo80-Häufigkeit verlief in diesem Betriebsjahr für alle Jahreszeiten unterschiedlich im gesamten Tagesverlauf. Auffällig sind die Morgenspitze im Herbst und die Abendspitze im Winter. Von 11 bis 19 Uhr waren die jahreszeitlichen Unterschiede in der Tempo80-Häufigkeit besonders deutlich.

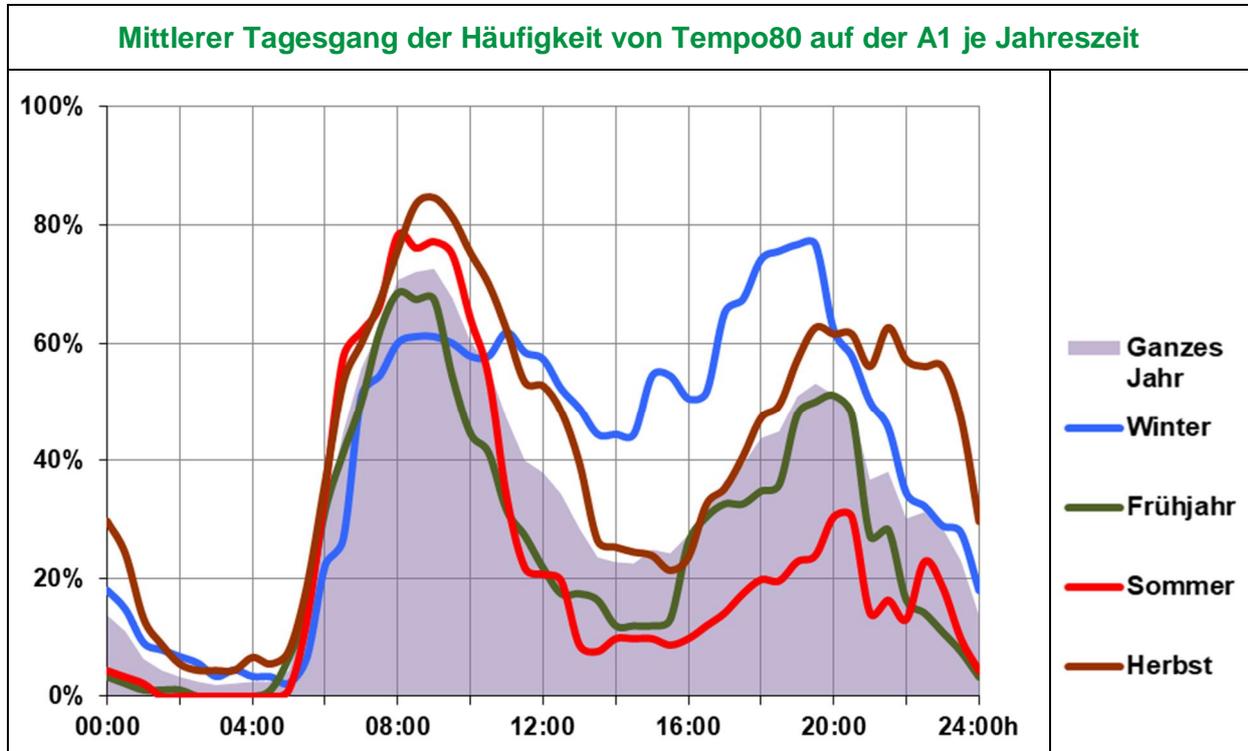


Abbildung 2.5: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo80 je Jahreszeit auf der A1 bei Siezenheim (05.2018-04.2019).

Die monatlichen Tempo80-Häufigkeiten entsprechen dem Bild der gleitenden 7-Tagemittel. Die monatlichen Schalthäufigkeiten schwankten zwischen 20% (Juni 2018) und 58% (November 2018).

Die geringere Tempo80-Häufigkeit im Vergleich zum Vorjahr zeigte sich vor allem im Winter und Frühjahr.

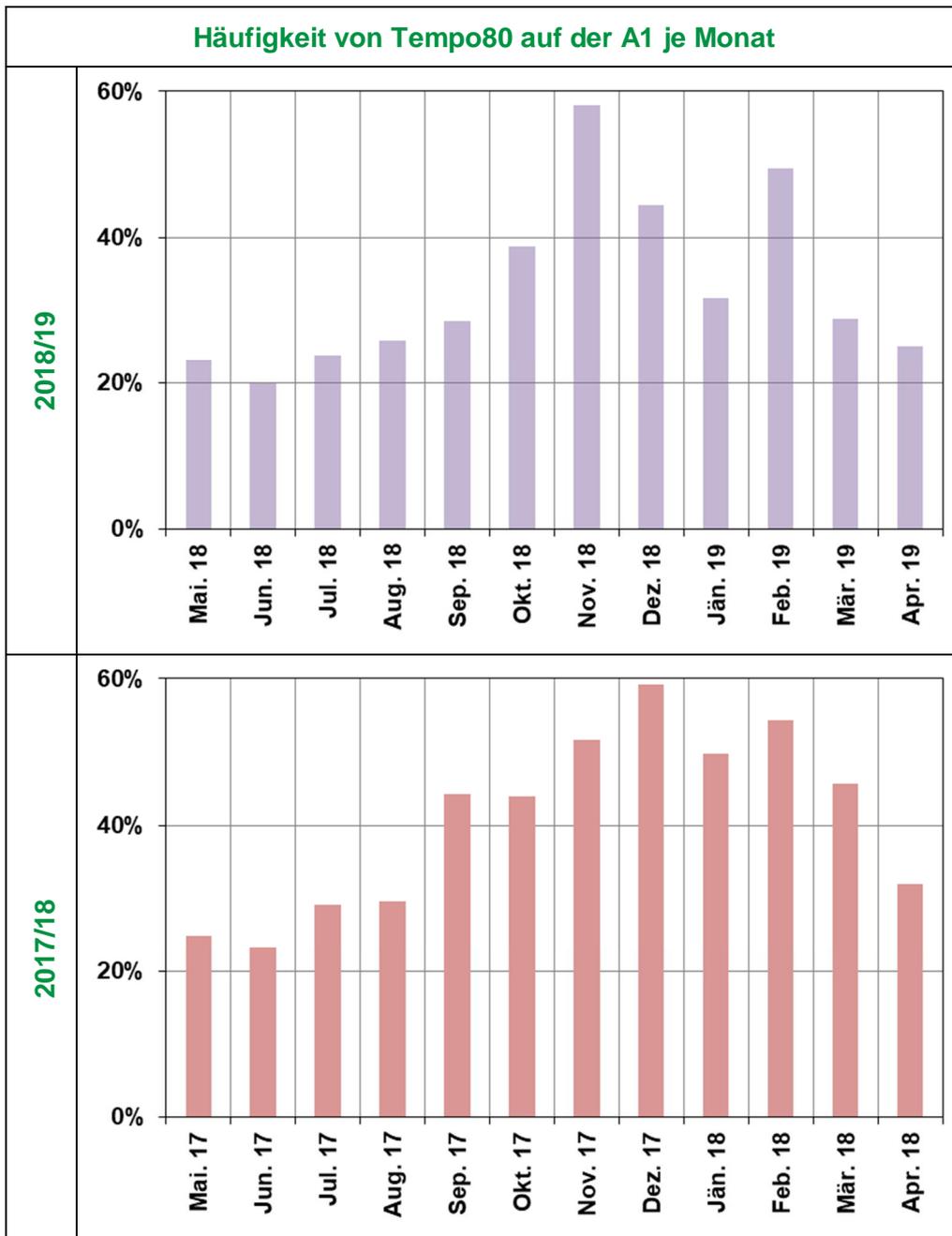


Abbildung 2.6: Häufigkeit von Tempo80 je Monat auf der A1 bei Siezenheim (05.2018-04.2019 und 05.2017-04.2018).

2.2.2. Verkehrsaufkommen

Im Jahresverlauf wurden im Sommer 2018 und Spätwinter 2019 am meisten Pkw und Lieferwagen verzeichnet; die Lieferwagen zeigten im Unterschied zu den Pkw und ähnlich wie die Lkw einen deutlichen Rückgang im Dezember/Januar. Der schwere Güterverkehr zeigte ein nicht ausgeprägtes Maximum im Oktober/November 2018, jedoch einen wenig ausgeprägten Rückgang im Hochsommer (Urlaubszeit Juli-August) und einen stark ausgeprägten im Dezember 2018. Das Aufkommen an Bussen war im November 2018 am geringsten.

Währenddem der relative Jahresverlauf der schweren Güterfahrzeuge demjenigen der A10 recht ähnlich war, unterschieden sich die Pkw deutlich. Auf der A10 zeigten die Pkw ein ausgeprägtes Maximum im Hochsommer und nur ein schwaches im Spätwinter.

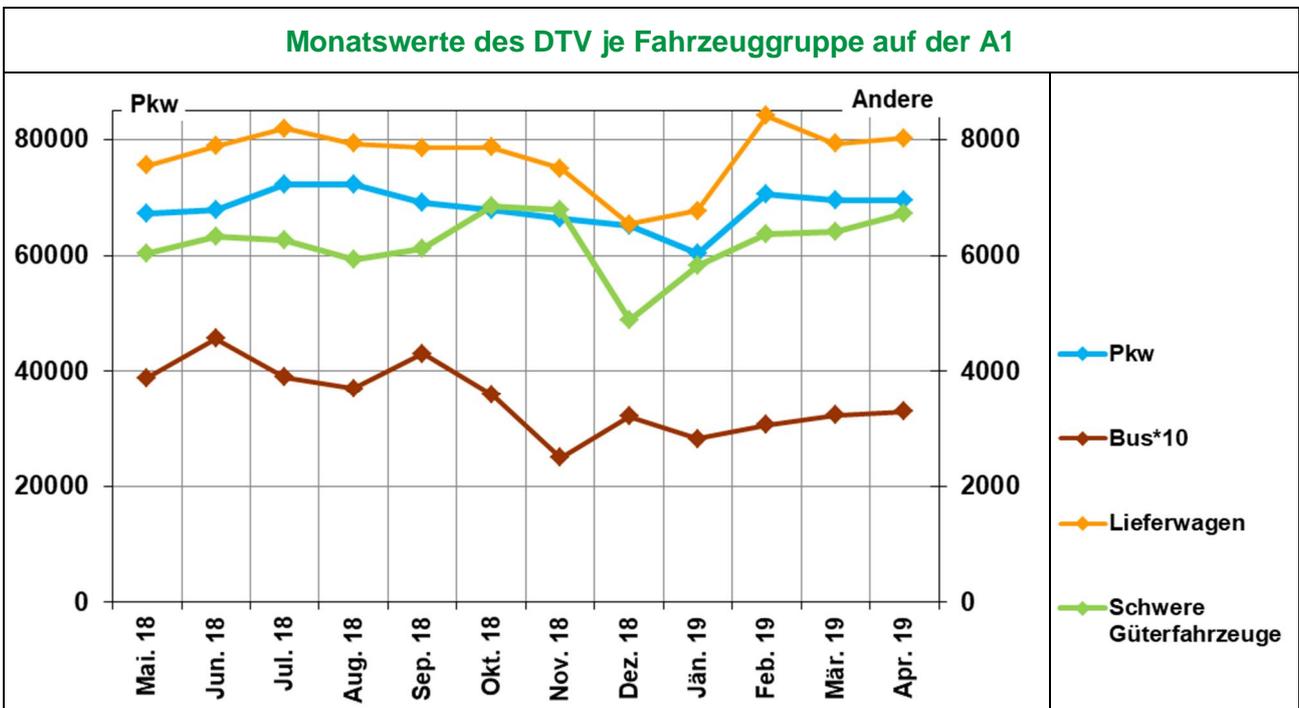


Abbildung 2.7: Monatswerte des DTV je Fahrzeuggruppe auf der A1 bei Siezenheim (05.2018-04.2019).

2.2.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden

Die Gegenläufigkeit der NO_x-Emissionen und . Immissionen zeigte sich auch bei den Monatswerten. Die höchsten NO_x- und NO₂-Immissionen fanden sich im November 2018 und im Februar 2019, die tiefsten Immissionen traten im Sommer 2018 auf mit gleichzeitig den höchsten Emissionswerten.

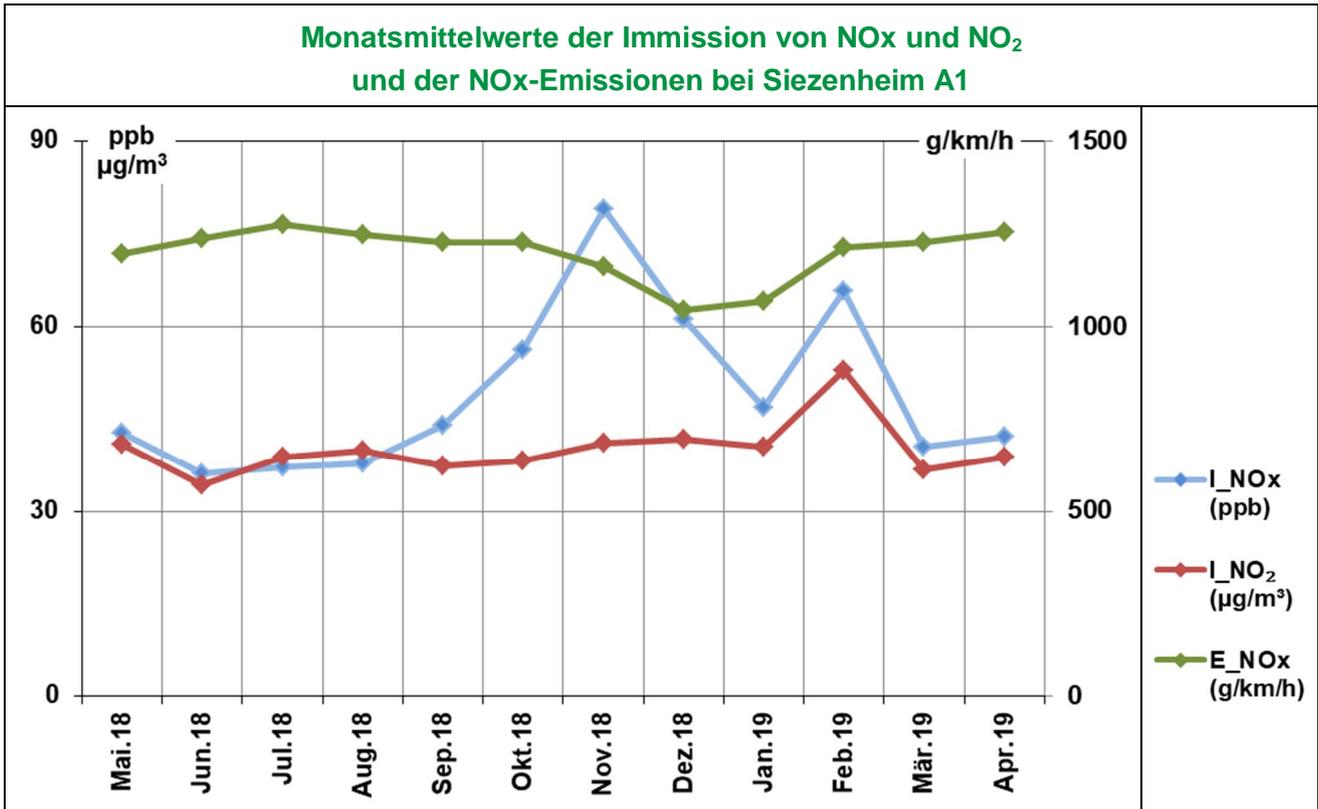


Abbildung 2.8: Monatsmittelwerte der NO_x- und NO₂-Immissionen sowie der NO_x-Emissionen bei Siezenheim A1 (05.2018-04.2019).

Dass sich von Oktober bis Dezember 2018 die NO_x-Immissionen deutlich erhöhten, die NO₂-Immissionen aber nur leicht, hat seinen Grund im limitierten Ozonangebot im Herbst und Winter mit entsprechend geringerer Umwandlung von NO in NO₂ in der Atmosphäre.

2.3. Wochenverlauf

2.3.1. Tempo 80

Die Tempo80-Schaltungen wiesen am Freitag die größte mittlere Häufigkeit auf. Am Sonntag war sie weniger als halb so groß. Hierbei handelt es sich um ganzjährige Mittelwerte.

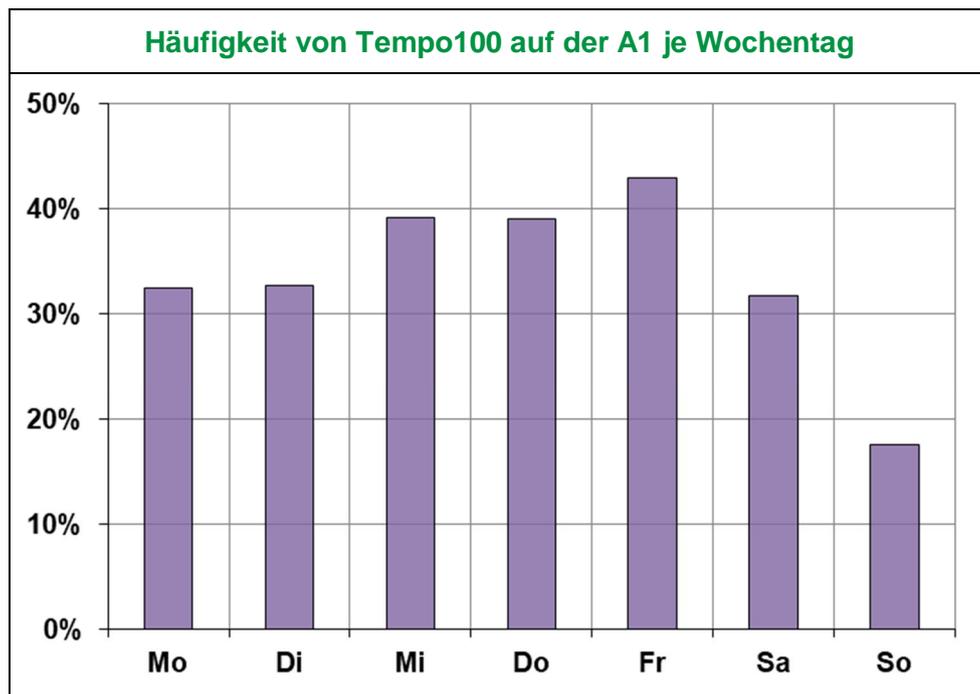


Abbildung 2.9: Häufigkeit von Tempo80 je Wochentag auf der A1 bei Siezenheim (05.2018-04.2019).

Der Tagesgang der Tempo80-Häufigkeit nach Wochentagstyp war sehr ähnlich wie im Vorjahr. Der andere Häufigkeitsverlauf am Wochenende im Betriebsjahr 2016/17 (s. Evaluationsbericht zu 2017/18) scheint ein Ausreißer gewesen zu sein.

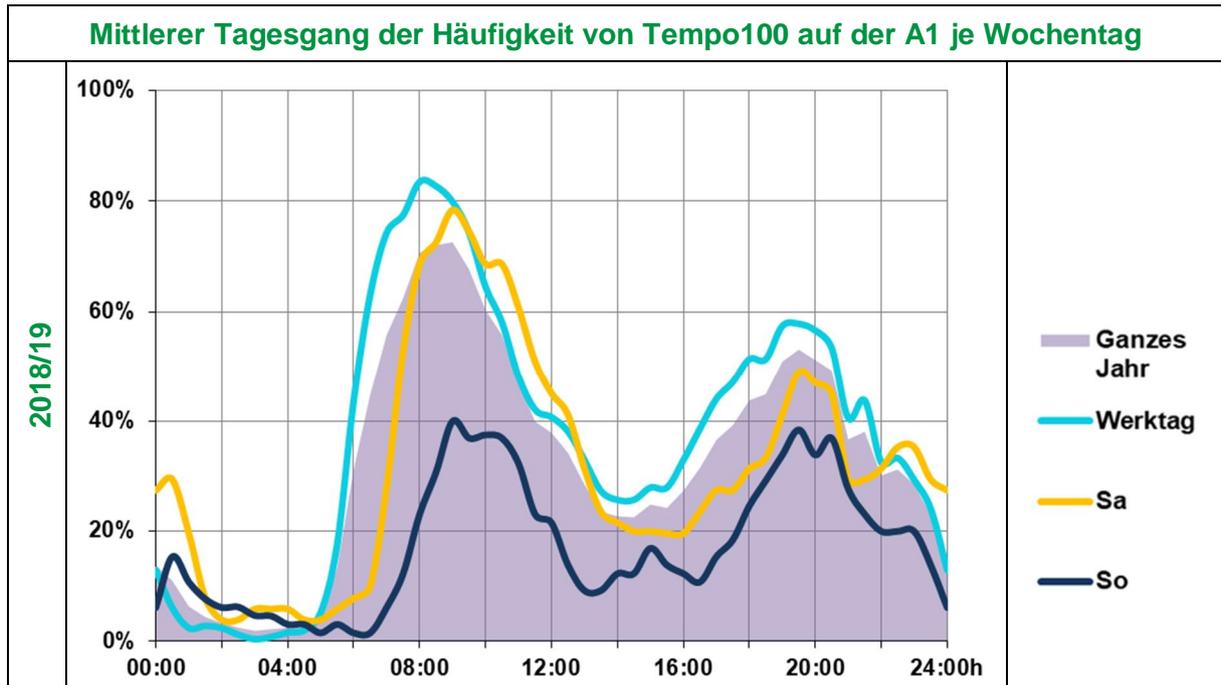


Abbildung 2.10: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo80 je Wochentagstyp auf der A1 bei Siezenheim, 05.2018-04.2019.

2.3.2. Verkehrsaufkommen

Auch der Verkehr weist einen starken Wochengang auf.

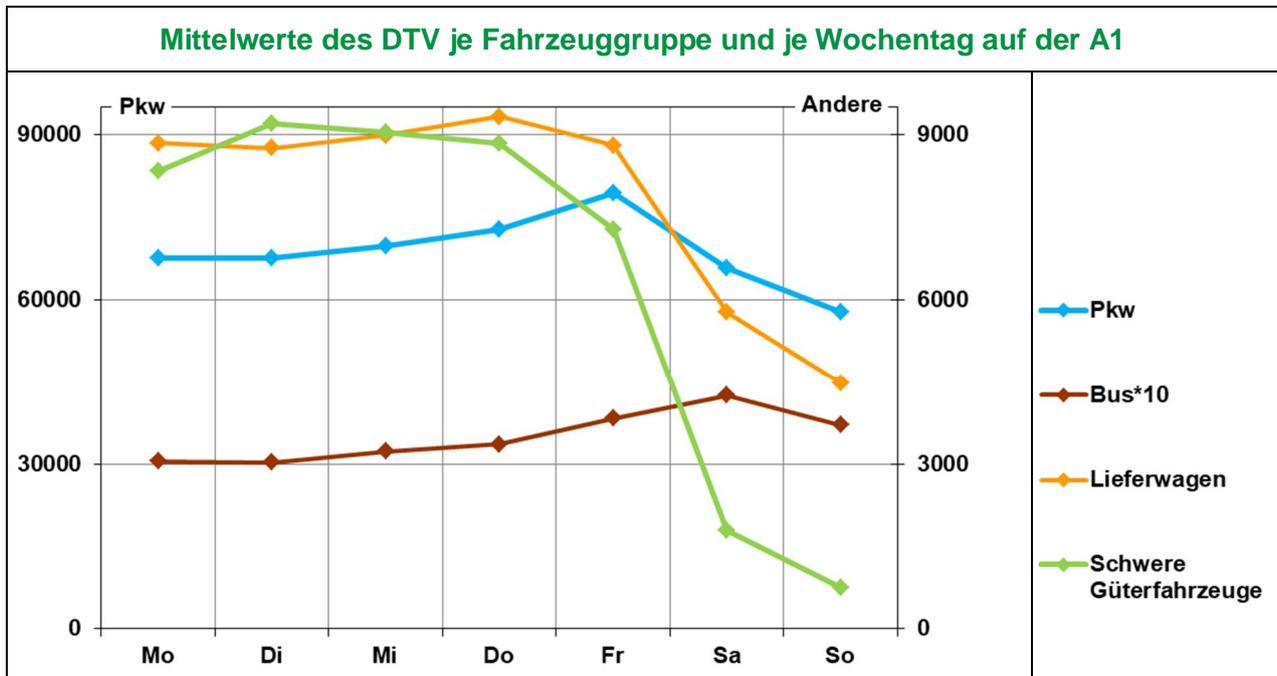


Abbildung 2.11: DTV je Wochentag auf der A1 bei Siezenheim (05.2018-04.2019).

Alle Fahrzeugkategorien mit Ausnahme der Busse wiesen sonntags das geringste Aufkommen auf, samstags das zweitgeringste. Von daher erklärt sich der Wochenverlauf der Tempo80-Häufigkeit.

Der Wochengang der Busse war plausibel mit dem Maximum am Samstag und den zweithöchsten Werten freitags und sonntags.

2.3.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden

Die Immissionen und Emissionen an NOx verlaufen über die gesamte Woche weitgehend parallel, jedoch ist die prozentuale Absenkung der Immissionen am Sonntag höher als diejenige der Emissionen, da die Lkw real im Mittel mehr NOx-Emissionen ausstoßen als gemäß HBEFA (was die realen Immissionen am Sonntag mit nur wenigen Lkw mehr absenkt als die berechneten Emissionen). Gewisse Schwankungen ergeben sich zudem aus unterschiedlichen meteorologischen Bedingungen je Wochentag, die sich auch im Jahresmittel durchaus zeigen können, und aus unterschiedlichen tageszeitlichen Emissionsverläufen je Wochentag, welche ebenfalls einen Einfluss auf die resultierenden Immissionen haben können.

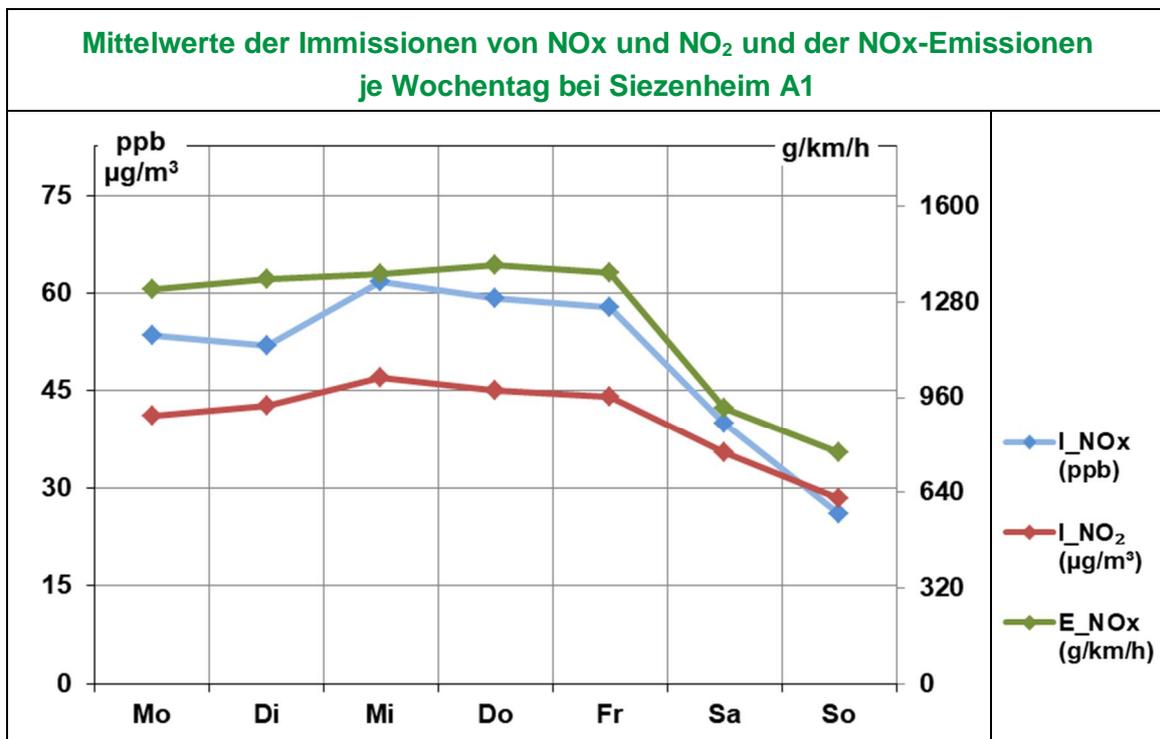


Abbildung 2.12: Mittelwerte der Immissionen von NOx und NO₂ sowie der NOx-Emissionen (E-NOx) je Wochentag bei Siezenheim A1 (05.2018-04.2019).

3. Dokumentation der täglichen Schaltzeiten

In der folgenden Tabelle werden alle täglichen Schaltzeiten von Tempo80 im Betriebsjahr 2018/19 dokumentiert.

Tabelle 3.1: Tägliche Anzahl Stunden mit Tempo80-Schaltung, Siezenheim A1 (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	0	2.5	0	7.5	0	9	6	13.5	5.5	17.5	4.5	8.5
2	3.5	4.5	5	5	3.5	4	13.5	3.5	0	20.5	4.5	14.5
3	8.5	0	7.5	7.5	11.5	10	14	9.5	0	0	3.5	7
4	4.5	5	5	5.5	14.5	13	19.5	5	6	13.5	5	5.5
5	5.5	4.5	3.5	0	9	15	16.5	18	10.5	13	1	1.5
6	1.5	7	15	5.5	7	13.5	7.5	13.5	0	13	13	6
7	7	7	2.5	7	17.5	15	18	17.5	0	20.5	8	3.5
8	7	10	2.5	1	5	11	18.5	3	4.5	18.5	7	7
9	6.5	3.5	7	6.5	7	8.5	19	0	0	10.5	7	6
10	3.5	0	8.5	9.5	10	10	14.5	0	0	1	7	6
11	0	4.5	15	4	6.5	8.5	13	2.5	6.5	0	1	7
12	1	7	4.5	2	9	14.5	15	15	7.5	2	4	3.5
13	2	2.5	6.5	4.5	6	12	14.5	17	6.5	15	3	2
14	9.5	4.5	1	7.5	11.5	1	9	14.5	1	18	9	0
15	6.5	4	2	3	5.5	7	13.5	8.5	7.5	17	13.5	7.5
16	16	3	5	4.5	3	11.5	14.5	11	14.5	16.5	4	6
17	6.5	0	12.5	8	7	11	16	17	10	10.5	0	7
18	9.5	11	8.5	8	7	13	8.5	15	9.5	16.5	15	10
19	3.5	4	4	3	3	14	16	15.5	18.5	15	10.5	2.5
20	2	4	7	6.5	3.5	8	10.5	16.5	10	14	12.5	1.5
21	1	5	4	5	9	5	15.5	13	7	13.5	10	1
22	12	0	5.5	7.5	4	11.5	13	4.5	12.5	2.5	12.5	1
23	9	0	6	3.5	3.5	8	19	7	9	9	7.5	3.5
24	7.5	0	5	12	0	0	16.5	0	16	15.5	1.5	2
25	8	4.5	6.5	14	3	0	9	4.5	6.5	14	5	10
26	2.5	4	4	3	9	9.5	10	8.5	5.5	7	2	5
27	3	8	9.5	5	10	7.5	9.5	17.5	11.5	13	14	14.5
28	5.5	17.5	0.5	6	8.5	2	17	22.5	5	7	11.5	0
29	9	14	2.5	10.5	3.5	11	14.5	24	15.5		9	14.5
30	7.5	2	5	12.5	7.5	5	17	2.5	13.5		8	17.5
31	3.5		6	7		19		11	16.5		0	

An keinem Tag fiel die Schaltung vollständig aus, am 19. bzw. 20.09.2018 fiel sie zu 15.5 bzw. 11.5 Stunden aus, an allen anderen Tagen war sie zu mindestens 75% verfügbar. Zu 97.4% der Gesamtzeit funktionierte die Schaltung mit korrekten Inputdaten. An den übrigen 228 h war dies nicht der Fall.

Die monatliche Verteilung der Tage mit "extremen" Schaltzeiten (0 h bzw. 18-24 h Schaltzeit) folgte grundsätzlich der allgemeinen Verteilung der Schaltzeiten: Sehr hohe tägliche Schaltzeiten fanden sich im Winter, tiefe vor allem im Frühjahr und Frühsommer, dieses Jahr aber auch im Dezember 2018 und Januar 2019 (6 Tage!).

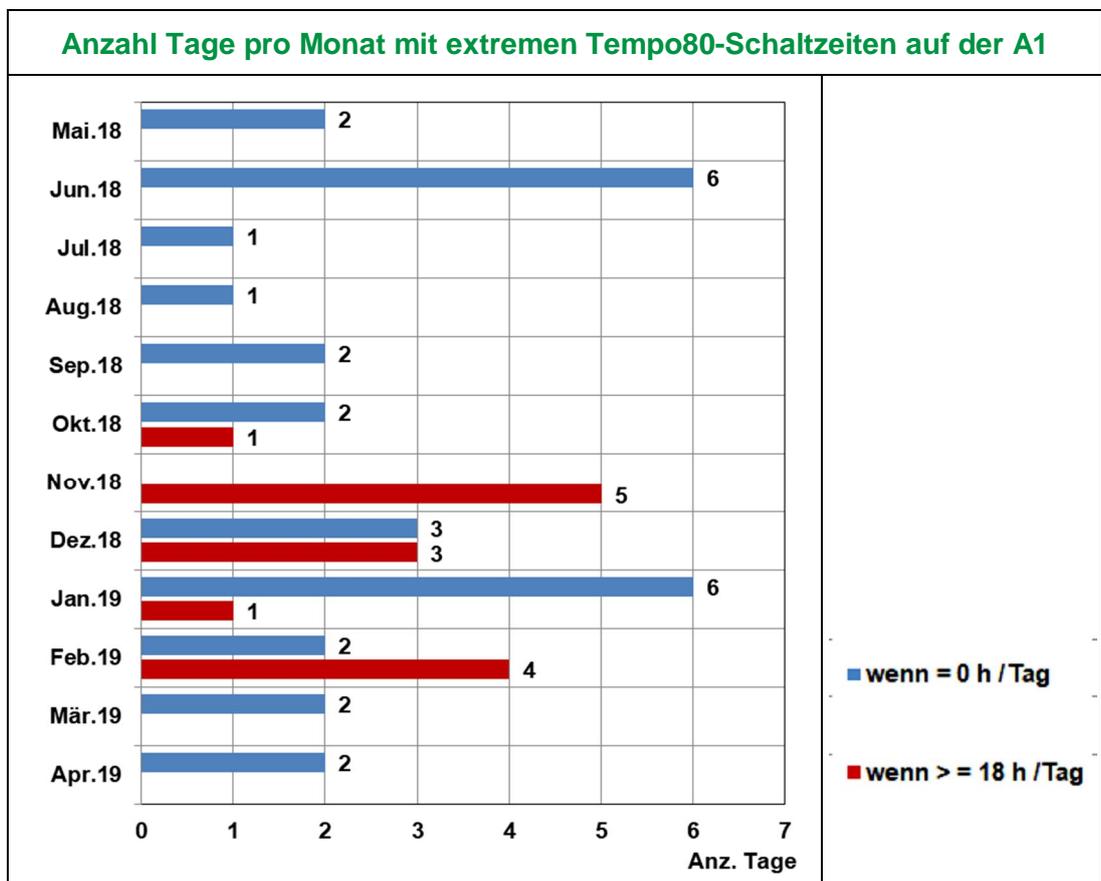


Abbildung 3.1: Anzahl Tage pro Monat mit extremen Tempo80-Schaltzeiten, Siezenheim A1 (05.2018-04.2019).

Bei den 14 Tagen mit hohen Schaltzeiten (18-24 h) handelte es sich um Tage von Ende Oktober 2018 bis Mitte Februar 2019. Dabei handelte es sich um Wochentage von Mittwoch - Sonntag. Nur an 2 von den 14 Tagen war das Verkehrsaufkommen etwas höher als der Jahres-DTV. Dass ansonsten trotzdem so lange

Schaltzeiten auftraten, lag an entsprechenden meteorologischen Ausbreitungsbedingungen.

Tabelle 3.2: Die 14 Tage mit hohen Tempo80-Schaltzeiten (18-24 h) bei Siezenheim A1 (05.2018-04.2019).

Tag	Datum	Pkw-Aufkommen	Tempo80-Schaltzeit [h]
Mi	31.10.2018	83370	19
So	04.11.2018	61523	20
Mi	07.11.2018	69694	18
Do	08.11.2018	71436	18
Fr	09.11.2018	78669	19
Fr	23.11.2018	83568	19
Mi	05.12.2018	69268	18
Fr	28.12.2018	75936	23
Sa	29.12.2018	71148	24
Sa	19.01.2019	70723	18
Sa	02.02.2019	75525	21
Do	07.02.2019	84492	20
Fr	08.02.2019	84978	18
Do	14.02.2019	73111	18

4. Effektive Fahrgeschwindigkeiten auf der A1 bei Salzburg

In diesem Kapitel werden die **mittleren** Fahrgeschwindigkeiten auf der A1 bei Siezenheim vom Mai 2018 . April 2019 dargestellt.

Es herrschte zeitweise ein Tempo80-Limit, ansonsten Tempo100. Da eine Geschwindigkeitsmessung jeweils eine volle Tagesstunde umfasst und die Schaltung des Tempolimits jeweils um xx:10 Uhr bzw. xx: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. Tempobegrenzungen nach StVO sind hierbei nicht betrachtet worden. Sie sollten auf dieser Strecke nicht häufig gewesen sein. **Geschwindigkeiten von unter 60 km/h wurden für die Auswertungen in diesem Kapitel konsequent weggelassen**; sie konnten bei Stau, Baustellen oder bei prekären Straßenverhältnissen vorkommen.

Es wurden auch mit der Fahrzeuganzahl gewichtete **Häufigkeitsverteilungen** der Fahrgeschwindigkeit je Tempolimit ermittelt.

4.1. Geschwindigkeitsbereich der Pkw

Die täglichen Fahrgeschwindigkeiten der Pkw bewegten sich generell zwischen etwa 85 und 103 km/h (Basis mittlere Stundenwerte). Bisweilen gab es kurze Phasen mit verringerten Fahrgeschwindigkeiten, wegen Stau, Unfällen etc. Außerhalb dieser Phasen variierten die Geschwindigkeitsbereiche jedoch wenig (s. [Abbildung 4.1](#)).

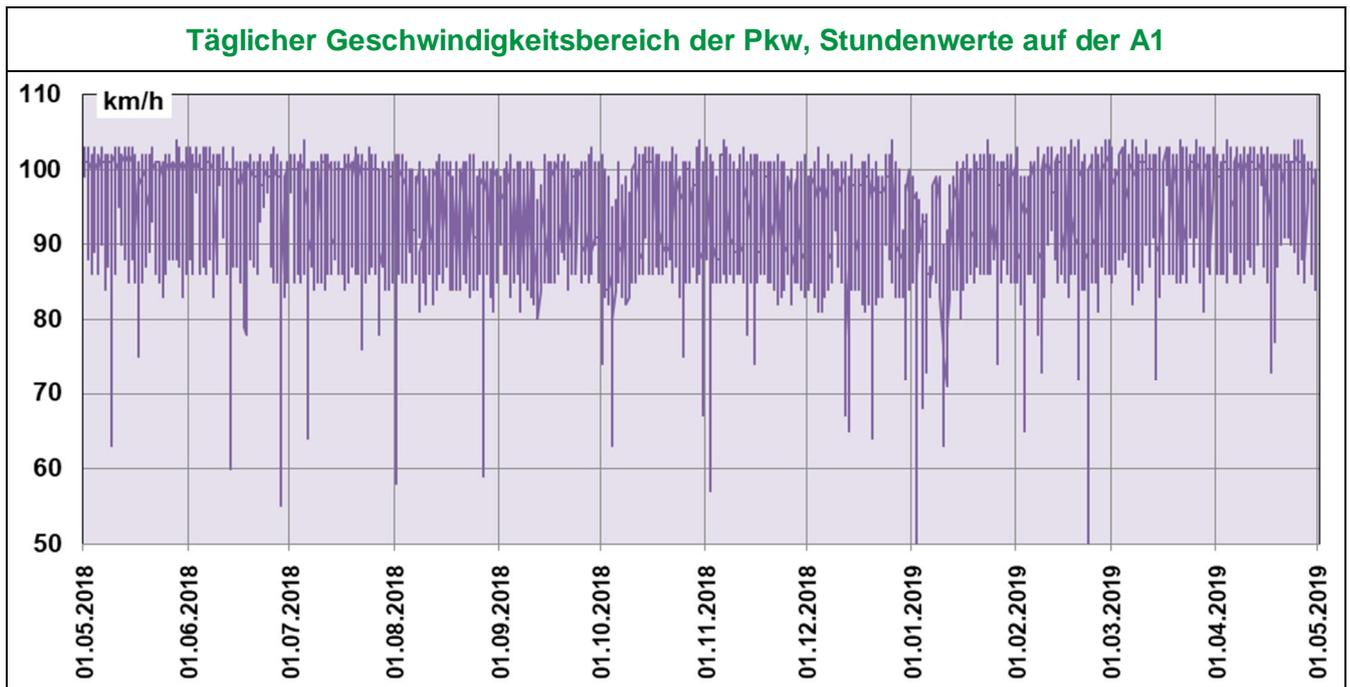


Abbildung 4.1: Täglicher Geschwindigkeitsbereich der Pkw auf der Basis der Stundenwerte, Siezenheim A1 (05.2018-04.2019).

4.2. Häufigkeitsverteilung der Fahrgeschwindigkeiten

Die nächste Abbildung zeigt mit der Fahrzeuganzahl gewichtete Häufigkeitsverteilungen der Fahrgeschwindigkeit je Tempolimit. Die Häufigkeitsverteilungen unterscheiden sich deutlich nach dem Tempolimit. Die häufigsten Fahrgeschwindigkeiten waren 96 km/h bei Tempo 100 und 86 km/h bei Tempo 80. Nur wenige Stundenwerte betragen über 103 km/h bei Tempo 100 und über 94 km/h bei Tempo 80. Über das Fahrverhalten einzelner Pkw ist damit nichts ausgesagt, die Basis dieser Auswertung sind Stundenmittelwerte der Pkw-Fahrgeschwindigkeit.

Die Geschwindigkeitsverteilungen sind sehr ähnlich wie im Vorjahr, wobei bei Tempo80 etwas schneller gefahren wurde als im Vorjahr.

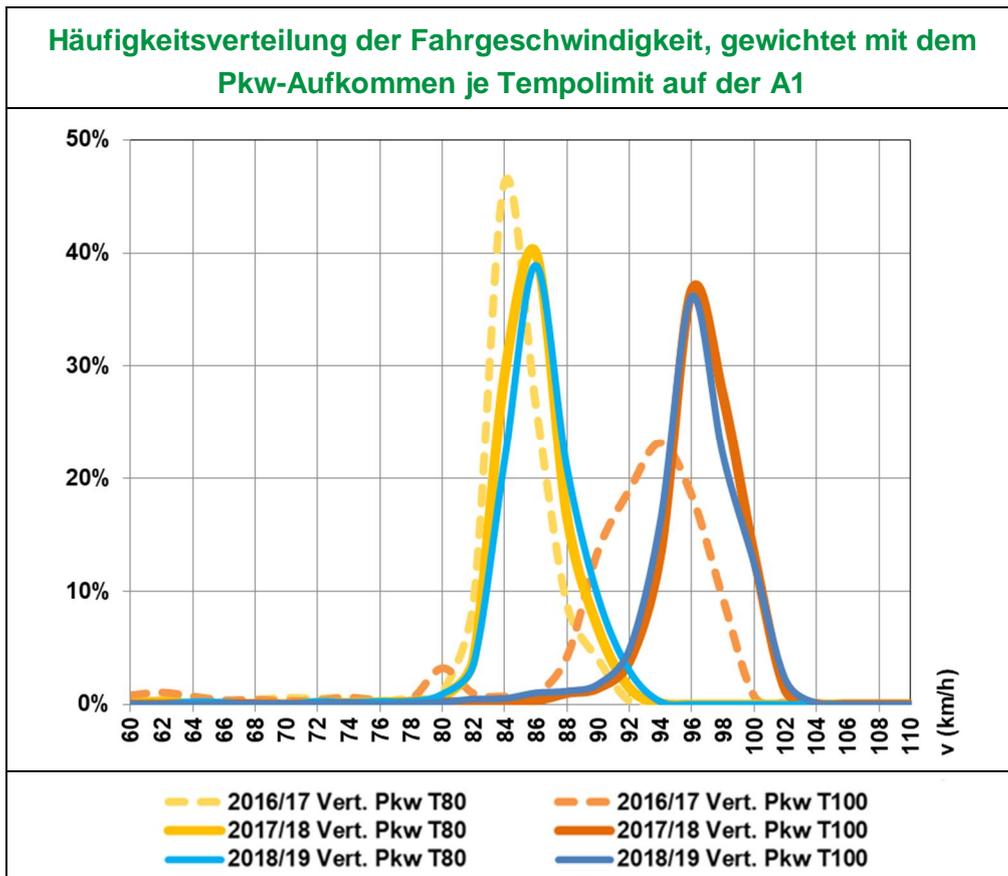


Abbildung 4.2: Mit dem Pkw-Aufkommen gewichtete Häufigkeitsverteilung der Fahrgeschwindigkeit je Tempolimit auf der A1 bei Siezenheim, Basis Stundenwerte (05.2018-04.2019, 05.2017-04.2018 und 05.2016-04.2017).

4.3. Effekte von Urlaubssamstagen

Die Urlaubssamstage wurden speziell betrachtet. Fragestellung war, ob sich der spezielle Verkehr an Urlaubssamstagen im Vergleich zu den übrigen Samstagen auf die Fahrgeschwindigkeiten, das Verkehrsaufkommen, die Tempo80-Häufigkeit und die Immissionen auswirkt. Die Phasen waren:

Phasen	Urlaub Samstage	Übrige Samstage
Winter	22.12.2018-30.03.2019 <i>Ausgenommen 05.01.2019</i>	06.10.-15.12.2018 und 06.-13.04.2019
Sommer	14.07.-08.09.2018	05.05.-07.07.2018 und 15.09.-29.09.2018

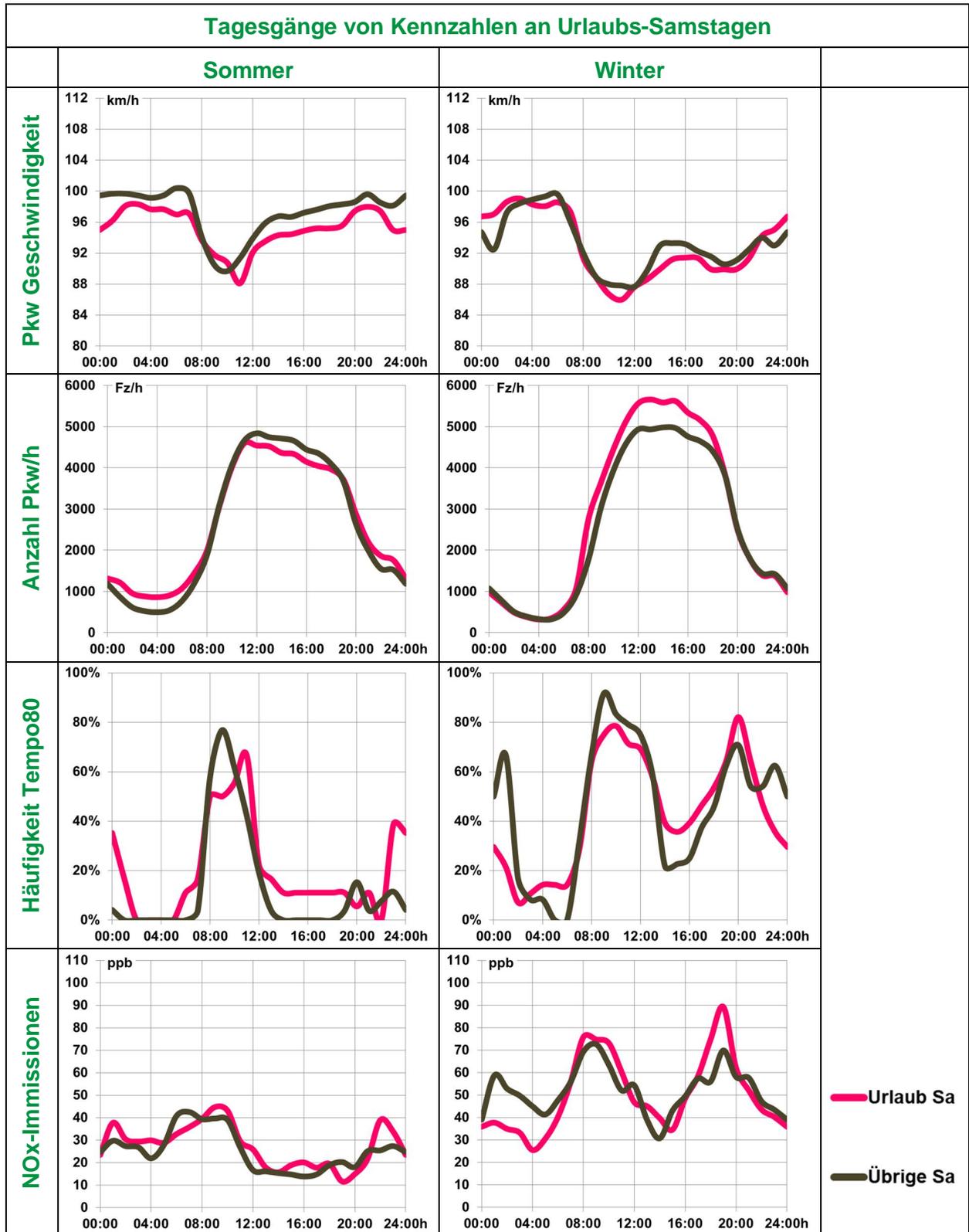


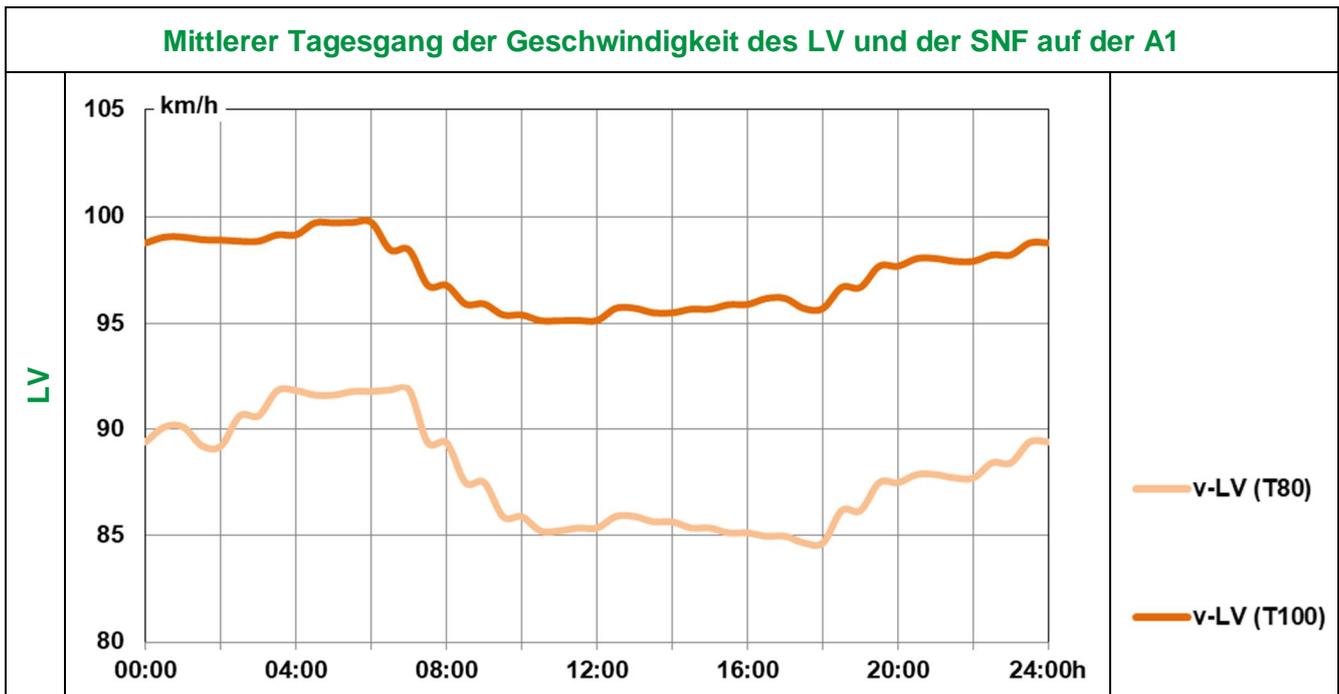
Abbildung 4.3: Mittlerer Tagesgang von Pkw-Geschwindigkeit, Anzahl Pkw pro Stunde, Häufigkeit von T80 und NO_x-Immissionen für Samstage je Phase (Urlaub und übrige Samstage, Winter und Sommer) auf der A1 bei Siezenheim (05.2018-04.2019).

Die Urlaubssamstage unterscheiden sich auf der A1 bei Siezenheim wenig von den übrigen Samstagen; dies gilt für alle Kennzahlen. der deutlichste Effekt ist Mehrverkehr an Urlaubssamstagen im Winter. Der Vergleich zwischen Urlaubssamstagen und übrigen Samstagen sieht teilweise auch anders aus als im Vorjahr. So scheinen die meteorologischen Bedingungen und die spezifische Verkehrssituation einen Einfluss auf diesen Vergleich zu haben.

4.4. Tagesgang der mittleren Fahrgeschwindigkeit

Die mittlere Geschwindigkeit des Leichtverkehrs war nachts bei Tempo80 um etwa 4-7 km/h höher als tagsüber, bei Tempo100 etwa 3-5 km/h. Die nächtliche Zunahme der Fahrgeschwindigkeit war früher weniger ausgeprägt.

Die schweren Nutzfahrzeuge (SNF) fuhren bei Tempo100 im Mittel um 2 . 5 km/h schneller als bei Tempo80, obwohl für sie eigentlich immer Tempo80 galt. Die höchsten Geschwindigkeiten wurden in der Nacht erreicht.



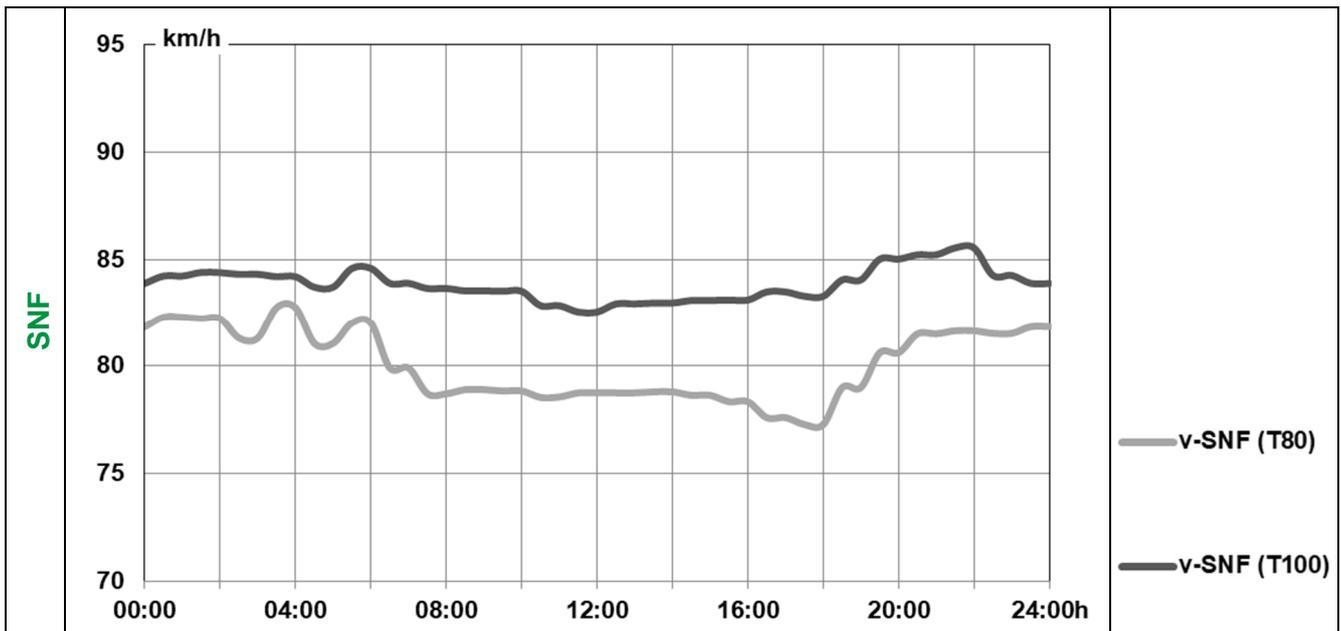


Abbildung 4.4: Mittlerer Tagesgang der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs LV (oben) und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF; unten) auf der A1 bei Siezenheim (05.2018-04.2019).

4.5. Monatsmittel der Fahrgeschwindigkeit

Die im Folgenden dargestellten Monatsmittelwerte beziehen sich nur auf die Tagesstunden von 6 . 22 Uhr. Etwas geringere Werte im Januar 2019 (beim Leichtverkehr und den SNF) könnten witterungsbedingt sein.

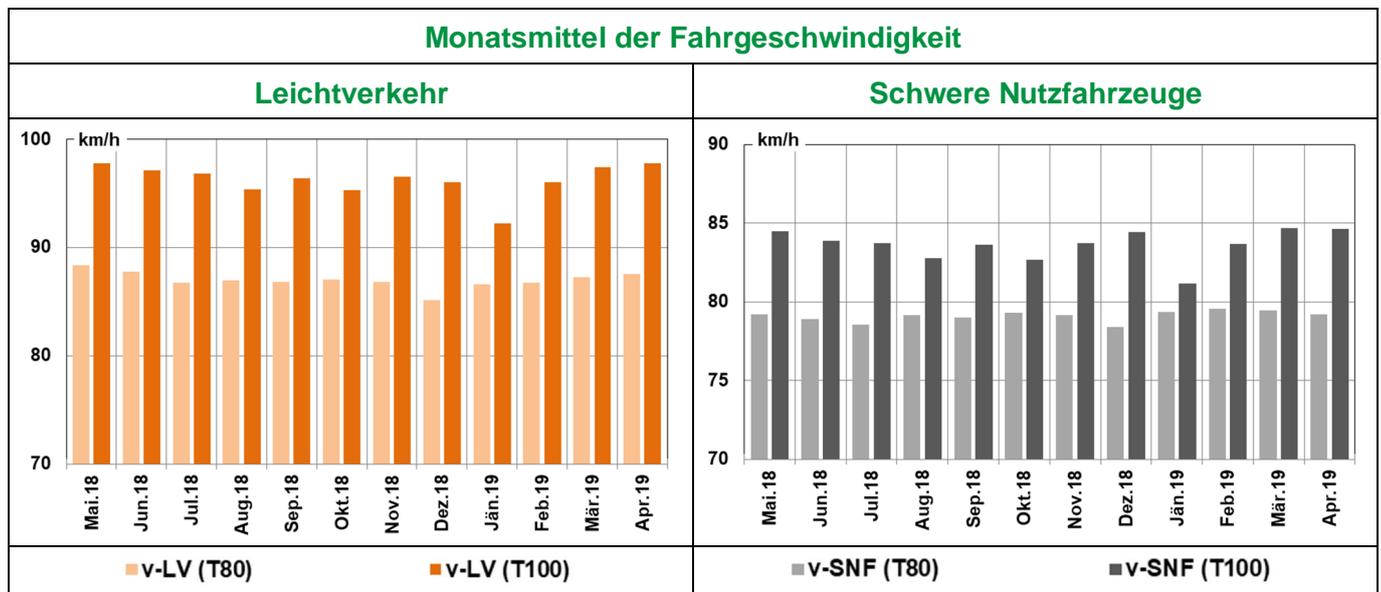


Abbildung 4.5: Monatswerte der mittleren gemessenen Fahrgeschwindigkeit von 6-22 Uhr des Leichtverkehrs (LV; links) und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF; rechts) auf der A1 bei Siezenheim, 05.2018-04.2019.

4.6. Mittlere Fahrgeschwindigkeiten des Leichtverkehrs nach Tempolimit

Die mittleren Fahrgeschwindigkeiten des Leichtverkehrs je nach Tempolimit werden in der folgenden Tabelle aufgelistet. Zu Vergleichszwecken werden auch die Werte der Testphase zu Beginn und aller Betriebsjahre angegeben.

Tabelle 4.1: Mittelwerte der effektiv gefahrenen Geschwindigkeiten des Leichtverkehrs (LV) je Tempolimit tagsüber (6-22 Uhr) und in der Nacht (22-6 Uhr) auf der A1 bei Siezenheim, 2018/19, 2017/18, 2016/17 = (01.05.-19.06.2016 & 26.11.2016-30.04.2017); 05.2015-04.2016 und Testphasen 2013/2014.

Tempolimit (05.2018-04.2019)	LV: v [km/h] 6-22 Uhr	LV: v [km/h] 22-6 Uhr
mit IG-L Schaltung (T80)	86.4	90.0
ohne IG-L Schaltung (T100)	96.1	98.9
Tempolimit (05.2017-04.2018)	LV: v [km/h] 6-22 Uhr	LV: v [km/h] 22-6 Uhr
mit IG-L Schaltung (T80)	86.1	89.2
ohne IG-L Schaltung (T100)	96.6	99.0
Tempolimit 2016/17	LV: v [km/h] 6-22 Uhr	LV: v [km/h] 22-6 Uhr
mit IG-L Schaltung (T80)	85.4	88.3
ohne IG-L Schaltung (T100)	94.3	94.4
Tempolimit (05.2015-04.2016)	LV: v [km/h] 6-22 Uhr	LV: v [km/h] 22-6 Uhr
mit IG-L Schaltung (T80)	84.9	88.1
ohne IG-L Schaltung (T100)	94.2	96.6
Testphasen zu T80 und T100 (2013/2014)	LV: v [km/h] 6-22 Uhr	LV: v [km/h] 22-6 Uhr
T80-Phase (20.2. - 19.5.2014)	82.2	85.3
T100-Phase (17.10.2013-19.02.2014)	94.0	96.2

Auffällig ist die stetige Geschwindigkeitszunahme nachts bei Tempo80 um fast 5 km/h seit 2014. Die Durchschnittsgeschwindigkeit ist jetzt 10 km/h höher als das Limit.

Die in [Tabelle 4.1](#) angeführten Geschwindigkeiten werden zur Abschätzung der lufthygienischen Wirksamkeit der Tempo80-Schaltung verwendet. Durch das Tempolimit wurde also im aktuellen Betriebsjahr tagsüber eine Geschwindigkeitsreduktion um **9.8 km/h** (Vorjahr: 10.5 km/h) erreicht. Im Vergleich zur Testphase hat die mittlere Geschwindigkeit bei Tempo100 um 2 km/h zugenommen, bei Tempo80 um 4 km/h.

Der Schwerverkehr fuhr im Schnitt tagsüber (6-22 Uhr) 79 km/h bei Tempo80 und 84 km/h bei Tempo100. Die mittlere Differenz zum Leichtverkehr betrug damit etwa 7 km/h bei Tempo80 und etwa 12 km/h bei Tempo100.

5. Analyse von Verkehrsaufkommen und Fahrgeschwindigkeiten separat für alle 6 Fahrspuren

In diesem Kapitel werden die Verkehrsverhältnisse (Fahrzeug-Aufkommen und -Geschwindigkeit) für alle sechs Fahrstreifen (_1_FS1, _1_FS2, _1_FS3 für Richtung1 [gegen Walseberg], _2_FS1, _2_FS2, _2_FS3 für Richtung2 [gegen Linz]) einzeln betrachtet. Die Grafiken entsprechen dabei den realen Verhältnissen: Außen liegen die jeweils rechten Fahrspuren (FS1).

5.1. Verteilung des Leichtverkehrs auf die sechs Fahrspuren

Die nächste Abbildung zeigt die Verteilung des Leichtverkehrs auf die insgesamt 6 Fahrspuren je nach Tempolimit. Am meisten Verkehr hat es auf den beiden mittleren Spuren. Die Verteilung ist ähnlich wie im Vorjahr.

Die Fahrzeugverteilung auf den je Richtung drei Fahrspuren kann nicht direkt je Tempolimit verglichen werden, da bei Tempo80 insgesamt mehr Fahrzeuge unterwegs waren (63% des Gesamtverkehrs im Betriebsjahr).

In [Abbildung 5.2](#) wird deshalb die *prozentuale* Verteilung des LV auf die drei Spuren je Richtung von den Betriebsjahren 2018/19, 2017/18, 2016/17 und 2015/16 sowie der Testphase 2014 verglichen. Mit jedem Jahr fuhr ein etwas größerer Anteil auf der dritten Spur und ein etwas kleinerer auf der rechten Spur. dies im vierten Jahr in Folge. Der Anteil auf der mittleren Spur ist etwa gleich geblieben. Im aktuellen Betriebsjahr führen im Mittel etwa 37% der Leichtfahrzeuge auf der rechten Spur, 43% auf der mittleren und 20% auf der dritten.

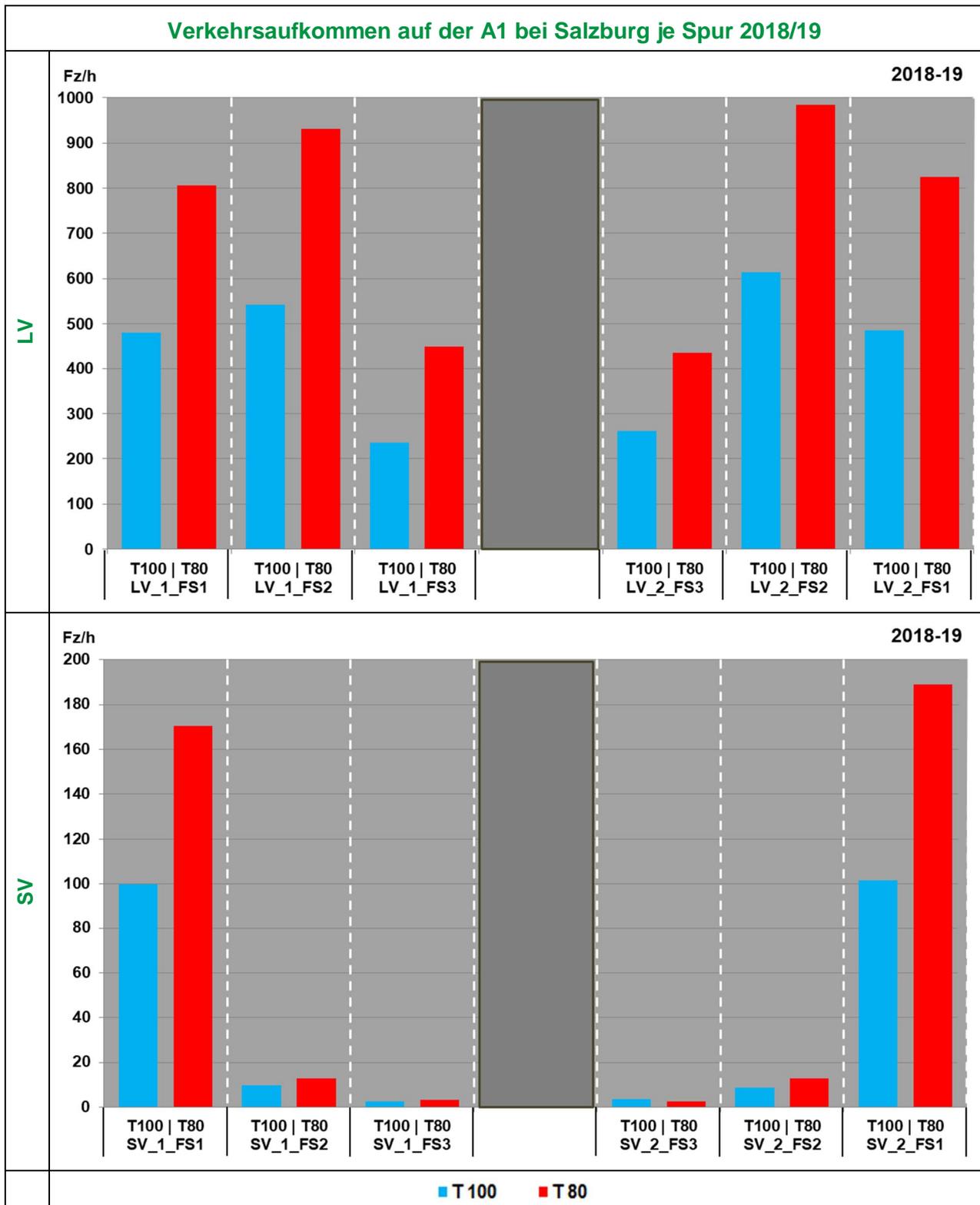


Abbildung 5.1: Aufkommen des Leichtverkehrs (LV; oben) bzw. des Schwerverkehrs (SV; unten) je Fahrstreifen und Tempolimit bei Siezenheim (A1), 05.2018-04.2019.

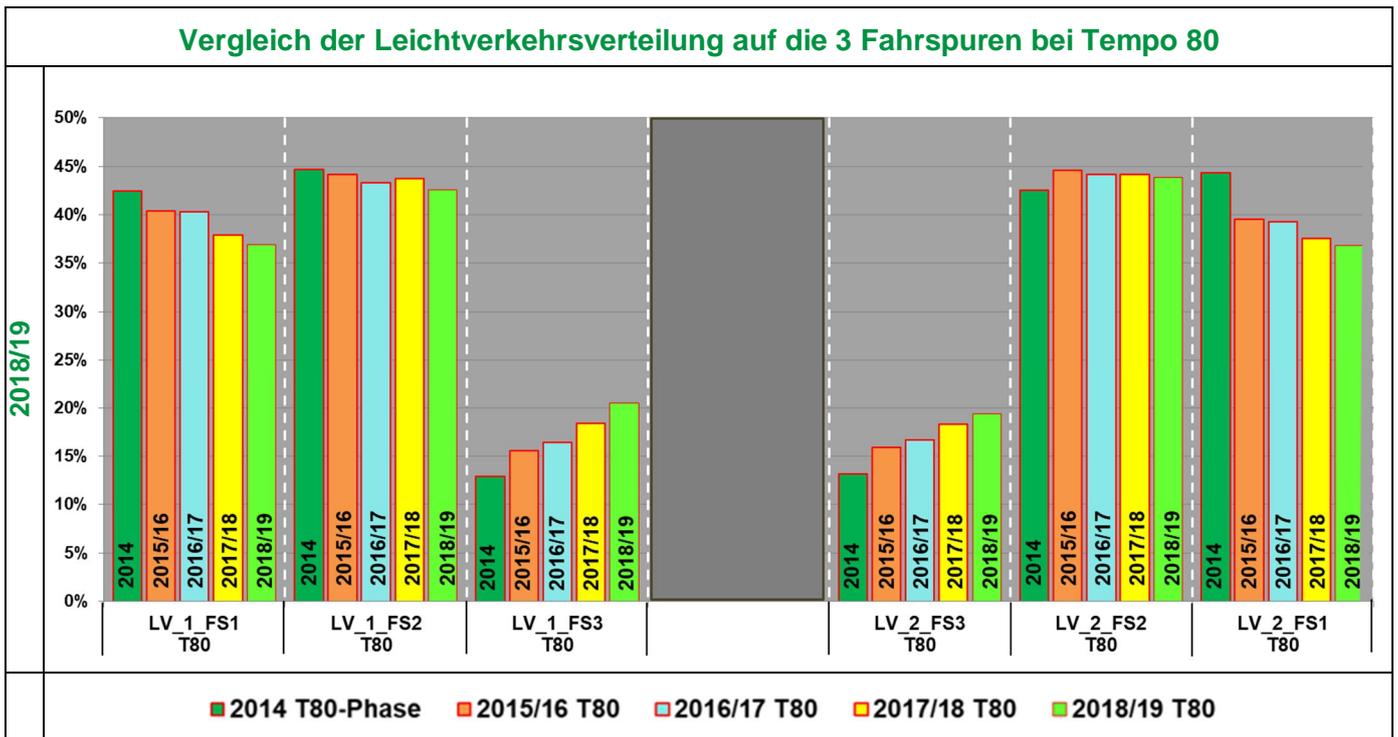


Abbildung 5.2: Prozentuale Verteilung des Leichtverkehrs (LV) je Fahrstreifen und Richtung bei Tempo80, Testphase 2014 sowie drei Betriebsjahre 2015/16 (05.2015-04.2016), 2016/17 (01.05.-19.06.2016 & 26.11.2016-30.04.2017), 2017/18 sowie 2018/19, Siezenheim (A1).

5.2. Fahrgeschwindigkeiten auf den sechs Fahrspuren

Die Betrachtung der Fahrgeschwindigkeiten über die sechs Fahrspuren ist sehr aufschlussreich. Basis sind die **Stundenmittelwerte** der Geschwindigkeiten. Nebst den Mittelwerten werden für den LV auch noch Quantile gezeigt:

Q10: Wert, der in 10% aller Stunden unterschritten wird.

Q90: Wert, der in 10% aller Stunden überschritten wird.

Q99: Wert, der in 1% aller Stunden überschritten wird (88 Stunden).

Erwartungsgemäß nehmen die Geschwindigkeiten von der ersten bis zur dritten Fahrspur (FS1 bis FS3) zu. Die Geschwindigkeitsverteilung ist sehr ähnlich wie im Vorjahr. Die mittlere Geschwindigkeit auf FS3 lag während Tempo80 markant über 80 km/h (98 bzw. 100 km/h je Richtung). Die Geschwindigkeitsunterschiede von der ersten bis zur dritten Fahrspur sind groß, betragen im Mittel bis zu 18 km/h. Bei Tempo80 betragen die Mittelwerte von 1% der Stunden auf der dritten Spur gut 130 bzw. 140 km/h, je nach Richtung, leicht mehr als im Vorjahr. Diese Stunden kommen überwiegend in der Nacht vor.

Auf den FS1 und 2 liegen die Quantile relativ nahe um den Mittelwert, es gibt also keine breite Streuung in den Stundenmittelwerten der Fahrgeschwindigkeiten. Auf dem FS3 hingegen ist schon der Q90-Wert, aber mehr noch der Q99-Wert weit vom Mittelwert entfernt; dies deutet auf stark unterschiedliche Geschwindigkeiten hin.

Auf der dritten Spur liegen aber auch die Stundenmittelwerte der Fahrgeschwindigkeit über dem jeweils gültigen Tempolimit, markant bei Tempo80: 90% der Stundenmittelwerte - also auch tagsüber - liegen über 93 bzw. 94 km/h, je nach Richtung. Es ist davon auszugehen, dass ein größerer Teil der einzelnen Fahrzeuge je Stunde noch deutlich schneller als gemäß Mittelwert unterwegs sind. Aus lufthygienischer Sicht ist dabei neben der zusätzlichen Emission des zu schnellen Fahrzeugs zu beachten, dass solche Fahrzeuge andere auf den rechts liegenden Streifen zwingen, was durch zusätzliche Brems- und Beschleunigungsmanöver mehr Zusatzemissionen verursacht. Diesen Effekt können auch spurwechselnde schwere Fahrzeuge verursachen.

Der Schwerverkehr ist ebenfalls von FS1 bis FS3 schneller gefahren, auf jeder Spur bei Tempo100 schneller als bei Tempo80. Auf der bei Einfahrten wichtigen ersten Spur ist er bei Tempo100 um 8-10 km/h langsamer gewesen als der Leichtverkehr, bei Tempo80 um 2-3 km/h.

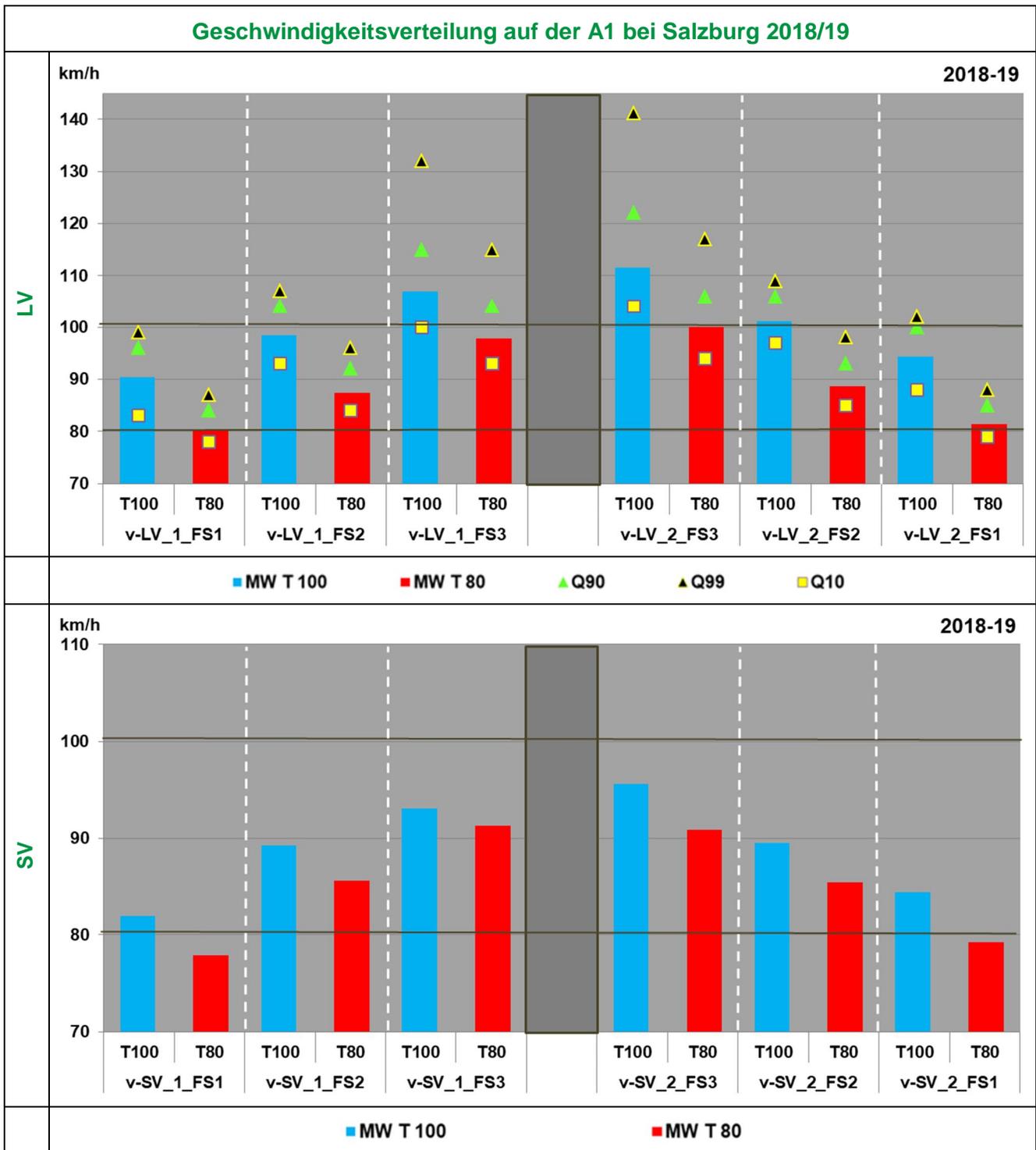


Abbildung 5.3: Geschwindigkeit des Leichtverkehrs (LV; oben) bzw. des Schwerverkehrs (SV; unten) je Fahrstreifen und Tempolimit bei Siezenheim (A1), 05.2018-04.2019.

Die Fahrgeschwindigkeiten bei Tempo80 sind im Vergleich zum Vorjahr auf allen sechs Fahrspuren etwas geringer geworden, immerhin ein kleiner Fortschritt.

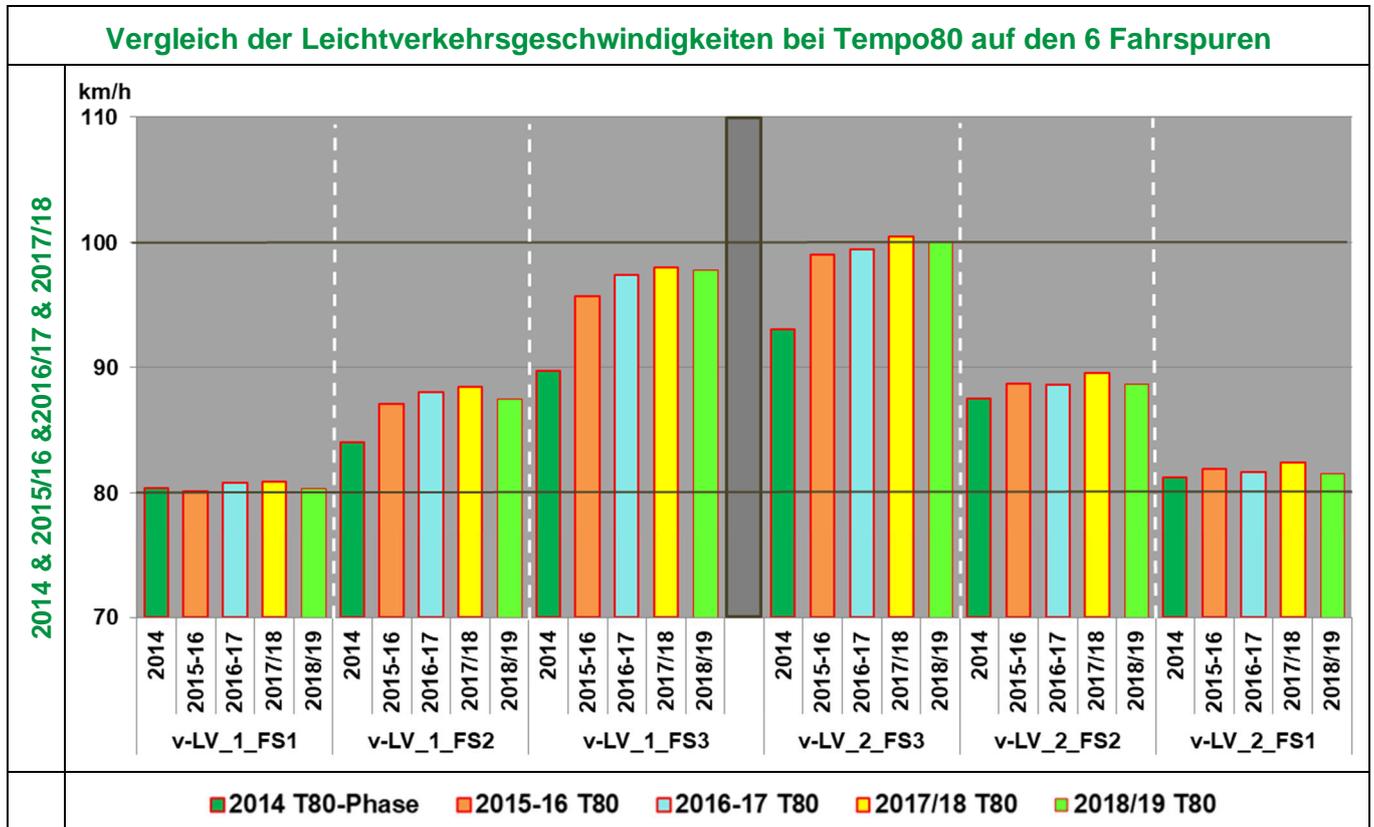


Abbildung 5.4: Vergleich der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs (LV) bei Tempo80 je Fahrstreifen bei Siezenheim (A1), Testphase 2014 sowie 2015/16 (05.2015-04.2016), 2016/17 (01.05.-19.06.2016 & 26.11.2016-30.04.2017), 2017/18 (05.2017-04.2018) und 2018/19 (05.2018-04.2019).

Auf den dritten Fahrstreifen FS3 wird am Wochenende wie im Vorjahr in beiden Richtungen und bei beiden Tempolimits schneller gefahren als unter der Woche.

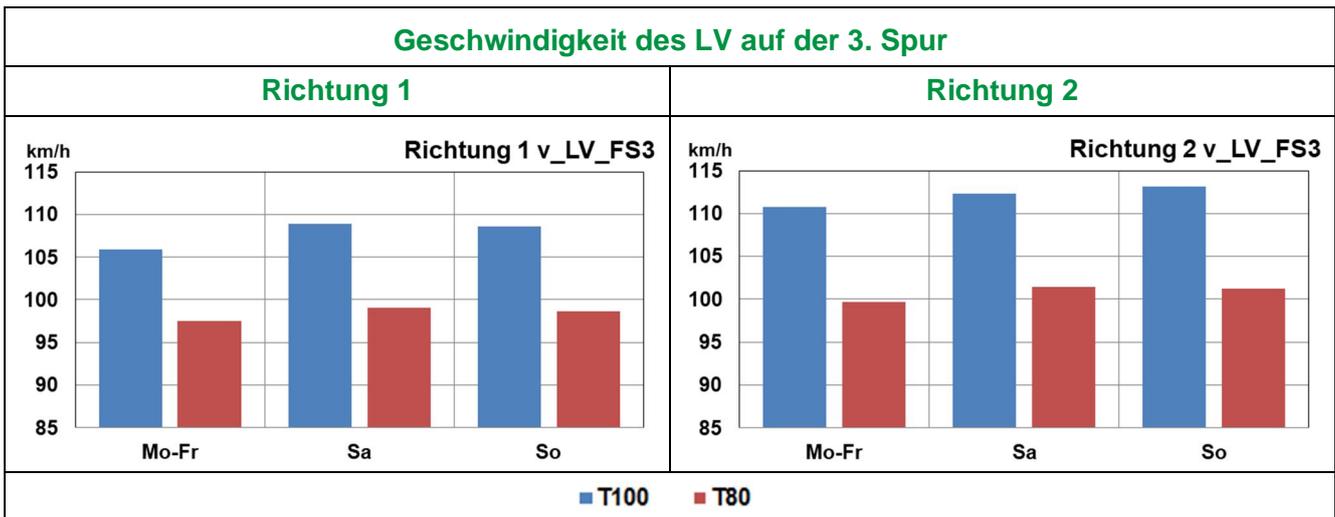


Abbildung 5.5: Mittlere Geschwindigkeit des LV in Richtung 1 und 2 für den dritten Fahrstreifen (FS3) je Tempolimit bei Siezenheim (A1) in Abhängigkeit vom Wochentag, 05.2018-04.2019.

Die Verteilung des Leichtverkehrs auf die drei Fahrspuren hängt wenig vom Wochentag ab. Werktags fährt wie im Vorjahr ein etwas größerer Anteil auf dem 2. und vor allem 3. Fahrstreifen als am Wochenende.

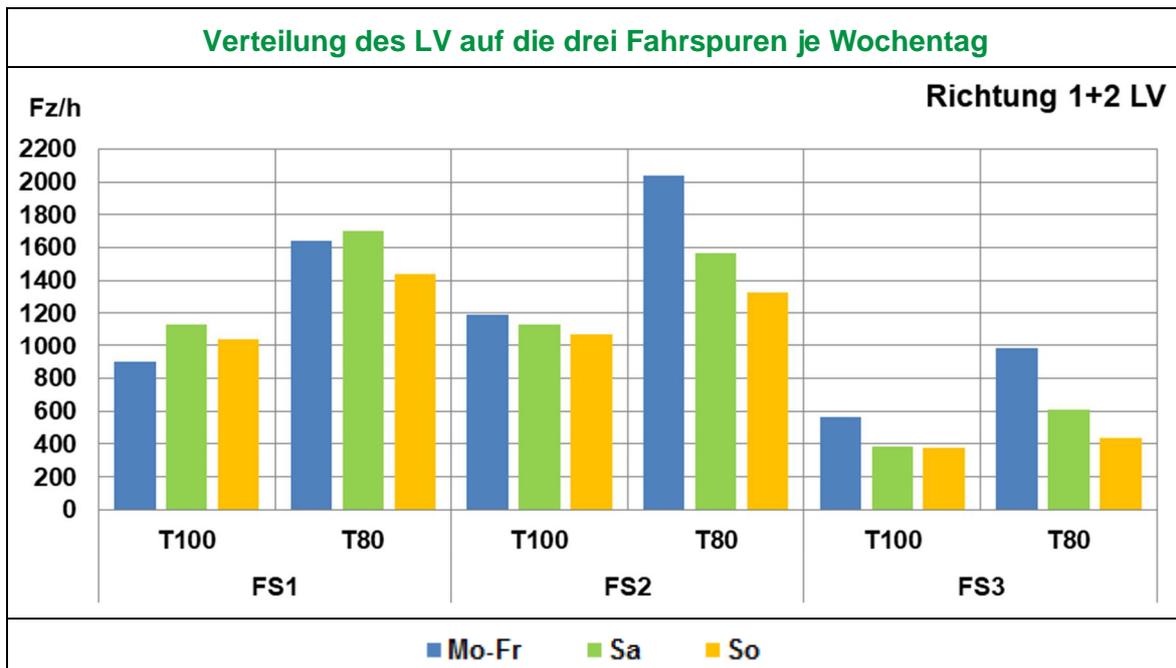


Abbildung 5.6: Verkehrsaufkommen des Leichtverkehrs je Fahrstreifen und Tempolimit bei Siezenheim (A1) in Abhängigkeit vom Wochentag, 05.2018-04.2019.

Der Tagesgang der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs je Richtung und Fahrspur zeigt, dass nachts generell schneller gefahren wird als tagsüber (vor allem auf der dritten Spur), und dass in Richtung 2 (gegen Linz) bei Tempo100 generell

schneller gefahren wird als in Richtung 1 (gegen Walserberg), bei Tempo80 ist der Unterschied sehr gering.

Die Welligkeit des Geschwindigkeitsverlaufs in den frühen Morgenstunden bei Tempo80 rührt daher, dass es um diese Tageszeit nur wenige Schaltungen gibt und dass dann einzelne Fahrzeuge den Mittelwert merklich beeinflussen können. Besonders ausgeprägt ist dies auf den beiden 3. Spuren.

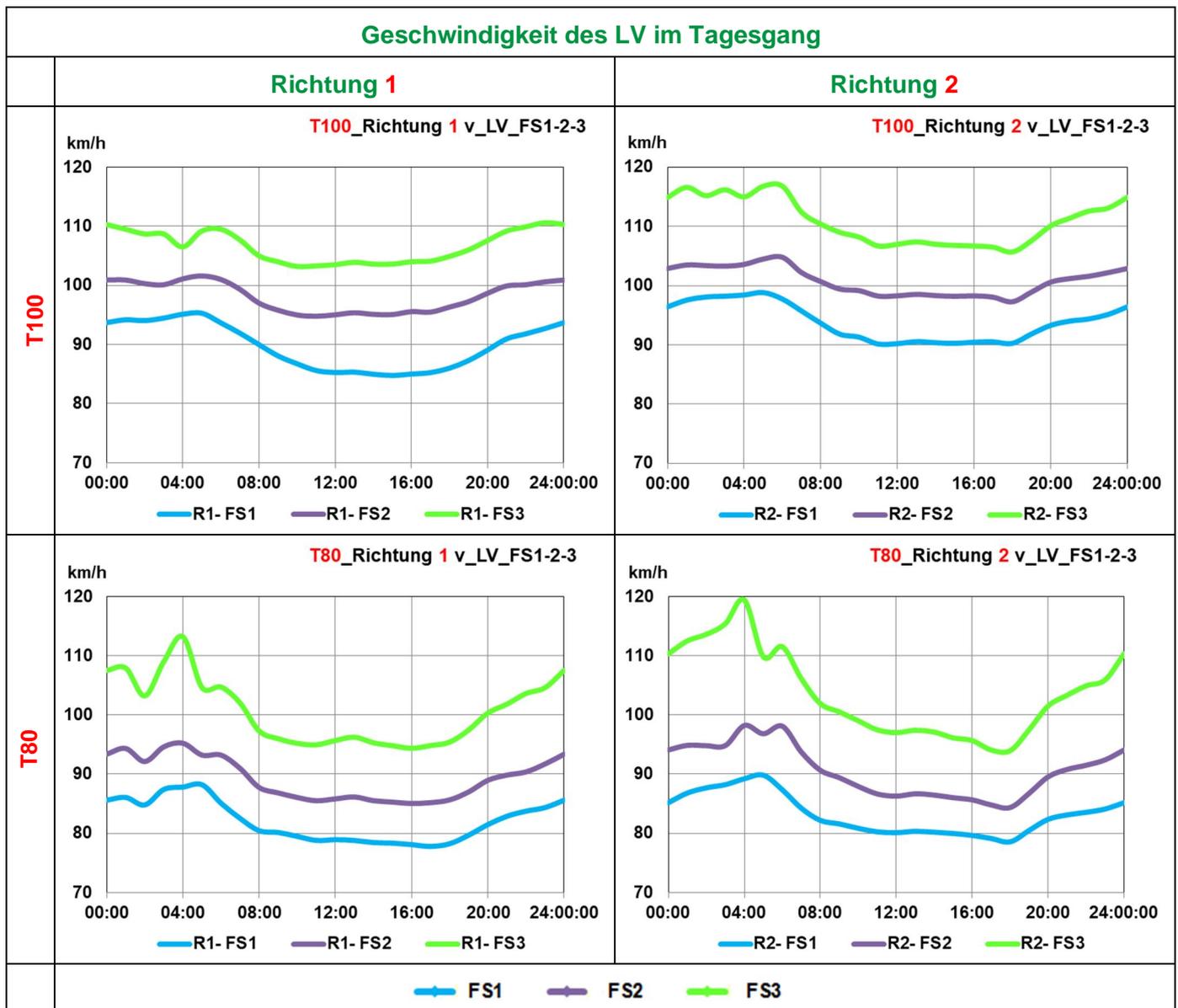


Abbildung 5.7: Mittlerer Tagesgang der Geschwindigkeit des LV in Fahrrichtung 1 und 2 je Fahrstreifen und Tempolimit bei Siezenheim (A1), 05.2018-04.2019.

Die nächste Abbildung zeigt den Jahresverlauf (Basis Monatsmittelwerte) der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs je Richtung und Fahrspur.
 Es gibt keine prägnanten Änderungen im Laufe des Jahres außer einem Einbruch der Geschwindigkeit im Januar 2019 in beiden Richtungen und über alle 6 Fahrspuren, aber nur bei Tempo100. Möglicherweise handelte es sich hierbei um einen Baustelleneinfluss.

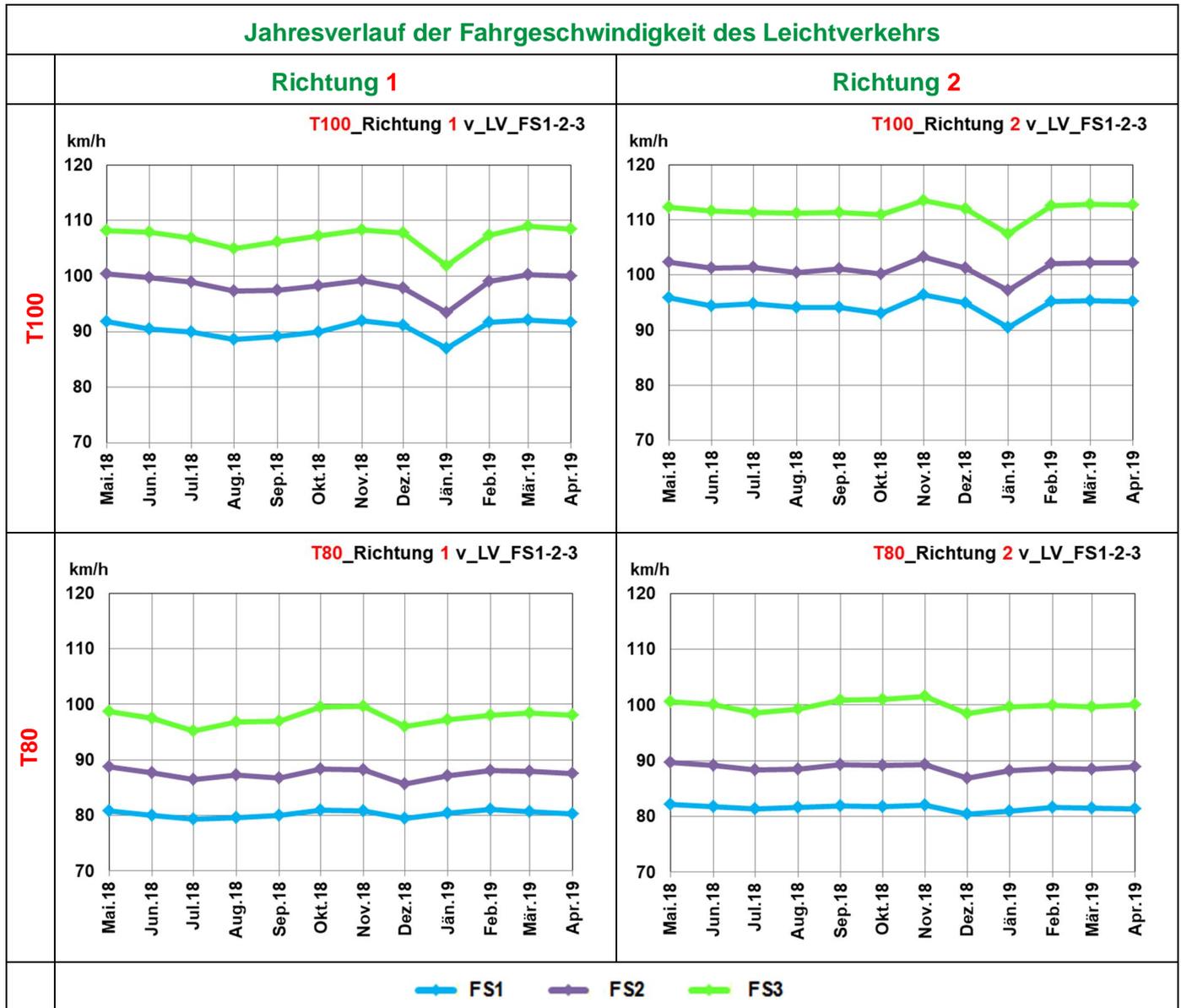


Abbildung 5.8: Jahresverlauf (Basis Monatsmittelwerte) der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs in Fahrtrichtung 1 und 2 je Fahrstreifen (FS1-FS3) und Tempolimit bei Siezenheim (A1), 05.2018-04.2019.

6. Wirksamkeit der flexiblen Tempo80-Schaltung auf der A1 bei Salzburg

Zur Abschätzung der Wirksamkeit der Geschwindigkeitsbegrenzungen auf Emissionen und Immissionen werden Szenarien mit verschiedenen Geschwindigkeitsmustern entwickelt (permanente bzw. temporäre Geschwindigkeitsbegrenzungen) und die daraus folgenden unterschiedlichen Emissionen berechnet. Zur Umsetzung dieser unterschiedlichen Emissionen in Immissionen wird das empirische Ausbreitungsmodell von Oekoscience (Tau-Modell) eingesetzt. Die hier verwendeten mittleren Fahrgeschwindigkeiten sind in [Tabelle 4.1](#) wiedergegeben.

6.1. Emissionsreduktionen

Bei den **Emissionen** an NOx und CO₂ lassen sich die folgenden **Reduktionen durch das real umgesetzte Tempo 80-Limit** abschätzen (Reduktion der mittleren Geschwindigkeit des Leichtverkehrs um die ermittelten 9.8 km/h tagsüber).

Durch das flexible Geschwindigkeitslimit auf der A1 bei Salzburg konnten 4.1% der NOx- bzw. 0.7% der CO₂-Emissionen eingespart werden. Dies ist etwas weniger als im Vorjahr weil die Schalthäufigkeit von Tempo 80 deutlich zurückgegangen ist.

Tabelle 6.1: Emissionsreduktionen für NOx und CO₂ durch das real umgesetzte flexible Tempo80-Limit auf dem 10.3 km langen Abschnitt Salzburg-Nord bis Wals-Siezenheim der A1, 05.2018-04.2019:

	NOx	CO ₂
Gesamtemission [t/y]	109	51'922
Einsparung durch flexibles T100 [t/y]	-5	-365
in %	-4.1%	-0.7%

Die prozentuale fossile Kraftstoffeinsparung dürfte sich etwa im Bereich der CO₂-Einsparung bewegt haben. Die Abschätzung der Emissionsreduktionen basiert

auf dem Handbuch der Emissionsfaktoren HBEFA 3.2. Die Gesamtemission an CO₂ wird inklusive Bio-Kraftstoffe angegeben.

Gegenüber dem Vorjahr haben die berechneten NO_x-Emissionen um 9% abgenommen, die NO_x-Immissionen jedoch um 16%. Nachdem schon auf das letzte Betriebsjahr die Absenkung der NO_x-Immissionen deutlich stärker ausfiel als diejenige der NO_x-Emissionen, was zum großen Teil mit den meteorologischen Ausbreitungsbedingungen erklärt werden konnte, bleibt nun als Erklärung, dass die realen Emissionen offenkundig deutlich stärker abgenommen haben als sie es gemäß HBEFA hätten tun sollen. Dies infolge Rückrufaktionen und Software-Updates bei Diesel-Pkw, aber auch generell infolge von Verbesserungen in den Abgassystemen bei Pkw, Lieferwagen und auch beim Schwerverkehr (Busse und Lkw). Dieses Phänomen konnte an verschiedenen Transitautobahnen Mitteleuropas beobachtet werden. Die NO_x-Emissionen des Straßenverkehrs scheinen sich nun mit Verspätung den vorgegebenen Grenzwerten anzunähern.

Die NO₂-Emissionen haben gegenüber dem Vorjahr um 8% abgenommen, die NO₂-Immissionen um 9%. Die NO₂-Immissionen folgen Änderungen der NO_x-Immissionen nur gedämpft infolge atmosphärischer Prozesse (Konversion von NO in NO₂).

6.2. Szenarien der Immissionsreduktionen durch das Tempolimit

Zur **Abschätzung der Reduktionen bei den Immissionen an NO_x und NO₂** wurden vier Szenarien für den Zeitraum Mai 2018 . April 2019 berechnet:

- **Í Tempo80 immer**: Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren stets mit der bei Siezenheim gemessenen Durchschnittsgeschwindigkeit bei 'Tempo 80' (86.4 km/h tagsüber bzw. 90.0 km/h nachts).
- **Í Tempo80 nie!**: Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren stets mit der bei Siezenheim gemessenen Durchschnittsgeschwindigkeit bei 'Tempo 100' (96.1 km/h tagsüber bzw. 98.9 km/h nachts).
- **Í Tempo80 temporär!**: Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren in den Halbstunden, in welchen die Steuerung Tempo 80 bestimmt hat, mit 'Tempo 80', und in den übrigen mit 'Tempo 100'. *Dies ist der Realzustand für Siezenheim (mit den dort vorhandenen Emissionen und Immissionen).*

- **"Tempo80 Winterhj.":** Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren im Winterhalbjahr (Oktober . März) stets mit 'Tempo 80', im Sommerhalbjahr stets mit 'Tempo 100'.

Für den übrigen Verkehr wurden kategorienspezifische Referenzgeschwindigkeiten verwendet.

Ausgehend von der realen Situation des Verkehrsaufkommens und der Immissionen werden die Emissionen und Immissionen an NOx und NO₂ halbstündlich mit den entsprechenden 'Tempo80'- bzw. 'Tempo100'-Geschwindigkeiten für jedes Szenarium ermittelt. Daraus können die Effekte für permanentes und flexibles Tempo80 abgeleitet werden. Die Ergebnisse werden in den nächsten Tabellen dargestellt.

6.3. Ergebnisse der Geschwindigkeitsszenarien

6.3.1. Emissionen und Immissionen für die A1 bei Siezenheim für permanente und flexible Tempo80-Schaltungen im Betriebsjahr

Die Tempo80-Schaltungen ergeben merkliche Reduktionen an Emissionen und Immissionen. Die Schaltung reduziert vor allem die chronische Belastung, bricht aber auch Spitzenbelastungen; dies lässt sich gut an der Reduktion der 95%-Perzentile erkennen.

Tabelle 6.2: Absolute Kennzahlen der vier Szenarien 'Tempo80 immer', 'Tempo80 nie', 'Tempo80 temporär' und 'Tempo80 Winterhj.' Siezenheim A1, Mai 2018 – April 2019.

Siezenheim 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
T80 immer	1145	287	47	38.4	138	82	0
T80 nie	1262	324	52	41.7	151	89	0
T80 temporär	1211	308	49	40.0	139	83	0
T80 WHj.	1206	306	49	40.0	141	85	0

E: Emissionen; I: Immissionen; 95%: Perzentile.

Die flexible Tempo80-Schaltung hat die mittlere NO₂-Immission um 1.7 µg/m³ reduziert gegenüber einem permanenten Tempo100. Ein permanentes Tempo80

brächte nochmals eine Immissionsreduktion um 1.6 µg/m³ NO₂. Dank der flexiblen Tempo80-Schaltung wurde der NO₂-Grenzwert im aktuellen Betriebsjahr nicht überschritten.

6.3.2. Relative Effekte eines permanenten Tempo80 bei Siezenheim (A1) im Betriebsjahr 2018/19

Die NO₂-Emissionen werden durch ein Tempolimit für den Leichtverkehr stärker reduziert als die NOx-Emissionen, weil der Leichtverkehr einen größeren Anteil an den NO₂-Emissionen als an den NOx-Emissionen hat. Von daher ist die Reduktion der NO₂-Immissionen nicht viel geringer als bei den NOx-Immissionen, obwohl das in der Luft aus NO gebildete NO₂ nur gedämpft auf Änderungen bei den NOx-Immissionen reagiert.

Der Effekt bei den NOx-Immissionen wäre bei einem permanenten Tempo80 etwas geringer als bei den NOx-Emissionen, weil sich die Immissionen wegen des nicht von der A1 herrührenden Anteils prozentual weniger als die Emissionen reduzieren, und wegen Unterschieden in der zeitlichen Verteilung der Emissionen und Immissionen.

Tabelle 6.3: Relative Effekte eines permanenten Tempo80 im Vergleich zu permanentem ‘Tempo100’ bei den real ermittelten Fahrgeschwindigkeiten für ‘Tempo80’ (86.4 km/h tagsüber bzw. 90.0 km/h nachts) bzw. für ‘Tempo100’ (96.1 km/h tagsüber bzw. 98.9 km/h nachts), Siezenheim A1, Mai 2018 – April 2019.

Siezenheim: Reduktion der Gesamtwerte durch ein permanentes T80	E_NOx	E_NO ₂	I_NOx	I_NO ₂	I_NOx	I_NO ₂
	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	95 %	95 %
	-9.3%	-11.3%	-9.1%	-7.9%	-8.8%	-8.2%

6.3.3. Relative Effekte des flexiblen Tempo80 bei Siezenheim (A1) im Betriebsjahr 2018/19

Die Forderung gemäß BVO, wonach der lufthygienische Effekt mindestens so hoch wie derjenige eines permanenten Tempolimits im Winterhalbjahr sein muss, ist sowohl beim NO_x als auch beim NO₂ gerade noch erfüllt worden. Die alternative Forderung gemäß BVO, wonach eine Immissionsreduktion beim NO_x erreicht werden soll, die 75% eines ganzjährigen permanenten Tempolimits ausmacht, ist mit 61% nicht mehr erfüllt worden. Der Grund dafür ist eine um 7% geringere Schalthäufigkeit als im Vorjahr (Rückgang von 40% auf 33%). Dieser Rückgang kam vor allem wegen der allgemein geringeren Immissionen zustande.

Mit nur 32.5% Schaltzeit (bezogen auf die Gesamtzeit des Betriebsjahres) konnten immerhin 61% des Effektes eines permanenten Tempo80-Limits erreicht werden.

Tabelle 6.4: Relative Effekte des flexiblen Tempo80-Limits in Bezug auf ein permanentes Tempo80, Siezenheim A1, Mai 2018 – April 2019.

Siezenheim: Relativer Tempo80-Effekt im Betriebsjahr	T100	I_NOx	I_NO ₂	I_NOx	I_NO ₂
	Zeitanteil	Mittel	Mittel	95 %	95 %
T80 immer	100%	100%	100%	100%	100%
T80 nie	0%	0%	0%	0%	0%
T80 temporär	33%	61%	51%	90%	86%
T80 WHj.	50%	60%	52%	79%	60%

Die Schaltzeiten beziehen sich auf das gesamte Betriebsjahr (eingeschlossen die Betriebsausfälle). Der Effekt ist bei den Spitzenbelastungen (Perzentile) größer als bei den Jahresmitteln. Bei kurzfristig hohen Immissionswerten wird von der Steuerung fast durchwegs Tempo80 geschaltet, obwohl diese nur auf den Leichtverkehr reagiert.

Aufgrund der Nichterfüllung der BVO-Forderung wurde eine Schwellenwert-Absenkung zur Erhöhung der Häufigkeit der Tempo80-Schaltung evaluiert. Um wieder eine Tempo80-Schalthäufigkeit von ca. 50% zu erreichen, wurde der Schwellenwert von 27 ppb NO_x auf 20 ppb gesenkt (Anteil des Leichtverkehrs an der NO_x-Immission). Ebenso wurde ein allgemeines Update der Parameter des Schaltalgorithmus durchgeführt. Die neuen Parameter sind seit 01.07.2019 bei der Asfinag in Betrieb; die Ausdrücke der Parametersets wurden durch Oeko-science überprüft.

7. Zusammenfassung

Im Betriebsjahr Mai 2018 . April 2019 war Tempo80 auf der A1 bei Siezenheim während durchschnittlich 33 % der Gesamtzeit geschaltet, 7% weniger als im Vorjahr.

Die Häufigkeit von Tempo80 war am Morgen zwischen 07:00 und 10:00 Uhr mit mehr als 60% am größten, die Abendspitze erreichte dieses Jahr nur mehr gut 50%. Am Morgen zwischen 2 und 04:30 Uhr war Tempo80 mit weniger als 3% Häufigkeit am seltensten.

Nach Jahreszeiten unterteilt wiesen der Winter und der Herbst wesentlich größere Schalthäufigkeiten auf als das Frühjahr und der Sommer. Im Vergleich zu den beiden Vorjahren hat die Tempo80-Häufigkeit in allen Jahreszeiten merklich abgenommen.

Die monatlichen Schalthäufigkeiten schwankten zwischen 20% (Juni 2018) und 58% (November 2018). Die geringere Tempo80-Häufigkeit im Vergleich zum Vorjahr zeigte sich vor allem im Winter und Frühjahr.

Die Tempo80-Schaltungen wiesen am Freitag die größte mittlere Häufigkeit auf. Am Sonntag war sie weniger als halb so groß.

An keinem Tag fiel die Schaltung vollständig aus, am 19. bzw. 20.09.2018 fiel sie zu 15.5 bzw. 11.5 Stunden aus, an allen anderen Tagen war sie zu mindestens 75% verfügbar. Zu 97.4% der Gesamtzeit funktionierte die Schaltung mit korrekten Inputdaten. An den übrigen 228 h war dies nicht der Fall.

Bei den 14 Tagen mit hohen Schaltzeiten (18-24 h) handelte es sich um Tage von Ende Oktober 2018 bis Mitte Februar 2019. Dabei handelte es sich um Wochentage von Mittwoch - Sonntag. Nur an 2 von den 14 Tagen war das Verkehrsaufkommen etwas höher als der Jahres-DTV. Dass ansonsten trotzdem so lange Schaltzeiten auftraten, lag an entsprechenden meteorologischen Ausbreitungsbedingungen.

Die A1 bei Salzburg wies im Untersuchungsjahr (Mai 2018 . April 2019) einen DTV von rund 82'000 Fahrzeugen auf, praktisch gleich viel wie im Vorjahr. Die leichte Abnahme bei den Pkw vermochte die Zunahme bei den Lieferwagen und insbesondere den schweren Güterfahrzeugen (+4.3%) zu kompensieren.

Durch das Tempolimit wurde im aktuellen Betriebsjahr tagsüber eine mittlere Geschwindigkeitsreduktion um **9.8 km/h** (Vorjahr: 10.5 km/h) erreicht. Im Vergleich zur Testphase 2013/14 hat die mittlere Geschwindigkeit bei Tempo100 um 2 km/h zugenommen, bei Tempo80 um 4 km/h. Die Betrachtung der **Fahrgeschwindigkeiten einzeln über die sechs Fahrspuren** zeigt, dass die Geschwindigkeiten von der rechten bis zur linken Spur in jeder Fahrtrichtung bei beiden Tempolimits deutlich zunehmen. Die mittlere Geschwindigkeit auf den linken Spuren lag während Tempo80 markant über 80 km/h (98 bzw. 100 km/h je nach Richtung). Allerdings ist positiv zu vermerken, dass die Fahrgeschwindigkeiten bei Tempo80 im Vergleich zum Vorjahr auf allen sechs Fahrspuren etwas geringer geworden sind.

Auf dem 10.3 km langen Autobahnabschnitt zwischen Salzburg-Nord und Wals-Siezenheim konnten durch das flexible Geschwindigkeitslimit auf der A1 bei Salzburg 4.1% der NO_x- bzw. 0.7% der CO₂-Emissionen eingespart werden. Dies ist etwas weniger als im Vorjahr weil die Schalthäufigkeit von Tempo 80 deutlich zurückgegangen ist. Die prozentuale fossile Kraftstoffeinsparung dürfte sich etwa im Bereich der CO₂-Einsparung bewegt haben.

Die flexible Tempo80-Schaltung hat die mittlere NO₂-Immission um 1.7 µg/m³ reduziert gegenüber einem permanenten Tempo100. Ein permanentes Tempo80 brächte nochmals eine Immissionsreduktion um 1.6 µg/m³ NO₂. Dank der flexiblen Tempo80-Schaltung wurde der NO₂-Grenzwert im aktuellen Betriebsjahr nicht überschritten.

Die gesamten NO_x- bzw. NO₂-Immissionen konnten durch das flexible Tempolimit um 4-6% reduziert werden. Mit nur 32.5% Schaltzeit (bezogen auf die Gesamtzeit des Betriebsjahres) konnten immerhin 61% des Effektes eines permanenten Tempo80-Limits erreicht werden; dies dank einer intelligenten Schaltung, die Tempo80 dann verfügt, wenn es sich lufthygienisch am meisten 'lohnt'.

Die Forderung gemäß BVO, wonach der lufthygienische Effekt mindestens so hoch wie derjenige eines permanenten Tempolimits im Winterhalbjahr sein muss, ist sowohl beim NO_x als auch beim NO₂ gerade noch erfüllt worden. Die alternative Forderung gemäß BVO, wonach eine Immissionsreduktion beim NO_x erreicht werden soll, die 75% eines ganzjährigen permanenten Tempolimits ausmacht, ist mit 61% nicht mehr erfüllt worden. Der Grund dafür ist eine um 7% geringere Schalthäufigkeit als im Vorjahr (Rückgang von 40% auf 33%). Dieser Rückgang kam vor allem wegen der allgemein geringeren Immissionen zustande.

Aufgrund der Nichterfüllung der BVO-Forderung wurde eine Schwellenwert-Absenkung zur Erhöhung der Häufigkeit der Tempo80-Schaltung evaluiert. Um wieder eine Tempo80-Schalzhäufigkeit von ca. 50% zu erreichen, wurde der Schwellenwert von 27 ppb NO_x auf 20 ppb gesenkt (Anteil des Leichtverkehrs an der NO_x-Immission). Ebenso wurde ein allgemeines Update der Parameter des Schaltalgorithmus durchgeführt. Die neuen Parameter sind seit 01.07.2019 bei der Asfinag in Betrieb; die Ausdrücke der Parametersets wurden durch Oeko-science überprüft.