

Evaluation des flexiblen Tempo80-Limits auf der A1 bei Salzburg von Mai 2015 bis April 2016



Dr. Jürg Thudium
Dr. Carine Chélala
01.07.2016 / 5290.60

Oekoscience AG

Postfach 452
CH - 7001 Chur

Telefon: +4181 250 3310
Thudium@oekoscience.ch

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Tempo80 und Verkehrsaufkommen auf der A1 sowie Immissionen bei Siezenheim	2
2.1. Jahreswerte	2
2.1.1. Tempo 100	2
2.1.2. Verkehrsaufkommen	4
2.1.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden	5
2.2. Jahresverlauf	6
2.2.1. Tempo80	6
2.2.2. Verkehrsaufkommen	8
2.2.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden	9
2.3. Wochenverlauf	10
2.3.1. Tempo 80	10
2.3.2. Verkehrsaufkommen	11
2.3.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden	12
3. Dokumentation der täglichen Schaltzeiten	14
4. Effektive Fahrgeschwindigkeiten auf der A1 bei Salzburg	17
5. Analyse von Verkehrsaufkommen und Fahrgeschwindigkeiten separat für alle 6 Fahrspuren	22
6. Wirksamkeit der flexiblen Tempo80-Schaltung auf der A1 bei Salzburg	31
6.1. Emissionsreduktionen	31
6.2. Szenarien der Immissionsreduktionen	32
6.3. Ergebnisse der Geschwindigkeitsszenarien	33
6.3.1. Emissionen und Immissionen bei Siezenheim für permanente und flexible Tempo80-Schaltungen im Betriebsjahr	33
6.3.2. Vergleich mit der Testphase für Tempo80 vom 20.02.-19.05.2014	35
7. Zusammenfassung	36
<i>Anhang: Kurze Betrachtung der Tempo80-Situation in den ersten beiden Monaten März und April 2015</i>	38

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 (05.2015-04.2016).	3
Abbildung 2.2: Tägliche Anzahl Stunden (gleitendes 7-Tagemittel) mit Tempo80 auf der A1 bei Siezenheim (05.2015-04.2016).	3
Abbildung 2.3: Mittlerer Tagesgang des Fahrzeugaufkommens je Fahrzeuggruppe auf der A1 bei Siezenheim (05.2015-04.2016).	5
Abbildung 2.4: Mittelwerte der Immissionen an NO _x und NO ₂ sowie deren Verhältnis und NO _x -Emissionen im Jahresmittel und je Jahreszeit bei Siezenheim (05.2015-04.2016).	6
Abbildung 2.5: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo80 je Jahreszeit auf der A1 bei Siezenheim (05.2015-04.2016).	7
Abbildung 2.6: Häufigkeit von Tempo80 je Monat auf der A1 bei Siezenheim (05.2015-04.2016).	8
Abbildung 2.7: Monatswerte des DTV je Fahrzeuggruppe auf der A1 bei Siezenheim (05.2015-04.2016).	9
Abbildung 2.8: Monatsmittelwerte der NO _x - und NO ₂ -Immissionen sowie der NO _x -Emissionen bei Siezenheim A1 (05.2015-04.2016).	9
Abbildung 2.9: Häufigkeit von Tempo80 je Wochentag auf der A1 bei Siezenheim (05.2015-04.2016).	10
Abbildung 2.10: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo80 je Wochentagstyp auf der A1 bei Siezenheim (05.2015-04.2016).	11
Abbildung 2.11: DTV je Wochentag auf der A1 bei Siezenheim (05.2015-04.2016).	12
Abbildung 2.12: Mittelwerte der Immissionen von NO _x und NO ₂ sowie der NO _x -Emissionen (E-NO _x) je Wochentag bei Siezenheim (05.2015-04.2016).	13
Abbildung 3.1: Anzahl Tage pro Monat mit extremen Tempo80-Schaltzeiten, Siezenheim (05.2015-04.2016).	15

Abbildung 4.1: Täglicher Geschwindigkeitsbereich der Pkw auf der Basis der Stundenwerte, Siezenheim (05.2015-04.2016).	18
Abbildung 4.2: Mittlerer Tagesgang der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs (oben) und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF; unten) auf der A1 bei Siezenheim (05.2015-04.2016).	19
Abbildung 4.3: Monatswerte der mittleren gemessenen Fahrgeschwindigkeit von 6-22 Uhr des Leichtverkehrs (LV; links; mit Trendlinien) und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF; rechts) auf der A1 bei Siezenheim (05.2015-04.2016).	20
Abbildung 5.1: Aufkommen des Leichtverkehrs (LV; oben) bzw. des Schwerverkehrs (SV; unten) je Fahrstreifen und Tempolimit bei Siezenheim (A1), 05.2015 – 04.2016.	23
Abbildung 5.2: Prozentuale Verteilung des Leichtverkehrs (LV) je Fahrstreifen und Richtung bei Tempo80, Testphase 2014 und Betriebsjahr 2015/16, Siezenheim (A1).	24
Abbildung 5.3: Geschwindigkeit des Leichtverkehrs (LV; oben) bzw. des Schwerverkehrs (SV; unten) je Fahrstreifen und Tempolimit bei Siezenheim (A1), 05.2015 – 04.2016.	26
Abbildung 5.4: Vergleich der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs (LV) bei Tempo80 je Fahrstreifen bei Siezenheim (A1), 2014 und 2015-16.	27
Abbildung 5.5: Mittlere Geschwindigkeit des LV in Fahrtrichtung 1 und 2 für den dritten Fahrstreifen je Tempolimit bei Siezenheim (A1) in Abhängigkeit vom Wochentag, 05.2015 – 04.2016.	28
Abbildung 5.6: Verkehrsaufkommen des Leichtverkehrs je Fahrstreifen und Tempolimit bei Siezenheim (A1) in Abhängigkeit vom Wochentag, 05.2015 – 04.2016.	28
Abbildung 5.7: Mittlerer Tagesgang der Geschwindigkeit des LV in Fahrtrichtung 1 und 2 je Fahrstreifen und Tempolimit bei Siezenheim (A1), 05.2015 – 04.2016.	29
Abbildung 5.8: Jahresverlauf (Basis Monatswerte) der Geschwindigkeit des LV in Fahrtrichtung 1 und 2 je Fahrstreifen und Tempolimit bei Siezenheim (A1), 05.2015 – 04.2016.	30
Abbildung A.1: Häufigkeit von Tempo80 je Monat auf der A1 bei Siezenheim (03.2015-04.2016).	38
Abbildung A.2: Tageshäufigkeit von Tempo80 auf der A1 bei Siezenheim (04.03. – 30.04.2015).	38

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1: Durchschnittlicher täglicher Verkehr (DTV) auf der A1 bei Siezenheim und auf der A10 bei Hallein (05.2015-04.2016).	4
Tabelle 2.2: Jahreszeitliche Tempo80-Häufigkeiten auf der A1 bei Siezenheim (05.2015-04.2016).	7
Tabelle 3.1: Tägliche Anzahl Stunden mit Tempo80-Schaltung, Siezenheim A1 (05.2015-04.2016).	14
Tabelle 3.2: Die 19 Tage mit hohen Tempo80-Schaltzeiten (20-24 h) bei Siezenheim A1 (05.2015-04.2016). Blau: Tage mit häufigen Tempo80-Schaltungen trotz relativ geringem Verkehr; rot: einziger Samstag unter den Spitzentagen.	16
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 (05.2015-04.2016). Vergleich mit Tempolimit-Testphasen 2013/2014.	20
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, 05.2015-04.2016:	31
Tabelle 6.2: Absolute Kennzahlen der vier Szenarien 'Tempo80 immer', 'Tempo80 nie', 'Tempo80 temporär' und 'Tempo80 Winterhj.' Siezenheim A1, Mai 2015 – April 2016.	33
Tabelle 6.3: Relative Effekte eines permanenten Tempo80 im Vergleich zu 'Tempo100' bei den real ermittelten Fahrgeschwindigkeiten für 'Tempo80' (84.9 km/h tagsüber bzw. 88.1 km/h nachts) bzw. für 'Tempo100' (94.2 km/h tagsüber bzw. 96.6 km/h nachts), Siezenheim A1, Mai 2015 – April 2016.	34
Tabelle 6.4: Relative Effekte des flexiblen Tempo80-Limits in Bezug auf ein permanentes Tempo80, Siezenheim A1, Mai 2015 – April 2016.	34

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 2015 – April 2016 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. Tempo80 und Verkehrsaufkommen auf der A1 sowie Immissionen bei Siezenheim

2.1. Jahreswerte

2.1.1. Tempo 100

Im Betriebsjahr Mai 2015 – April 2016 war Tempo80 auf der A1 bei Siezenheim während durchschnittlich **47 %** der Betriebszeit geschaltet. Bei einer Verfügbarkeit der Tempo80-Schaltung von guten 97.1% entspricht dies rund 46 % der Gesamtzeit. Die folgenden Abschnitte analysieren das Auftreten von Tempo80.

Die Häufigkeit von Tempo80 war am Morgen zwischen 06:30 und 12:00 Uhr und am Abend von 17:30 – 20:30 Uhr mit mehr als 60% am größten, von 07:30 – 09:30 Uhr überstieg sie sogar 80%. Am Morgen zwischen 01:00 und 04:30 Uhr war Tempo80 mit weniger als 10% Häufigkeit am seltensten.

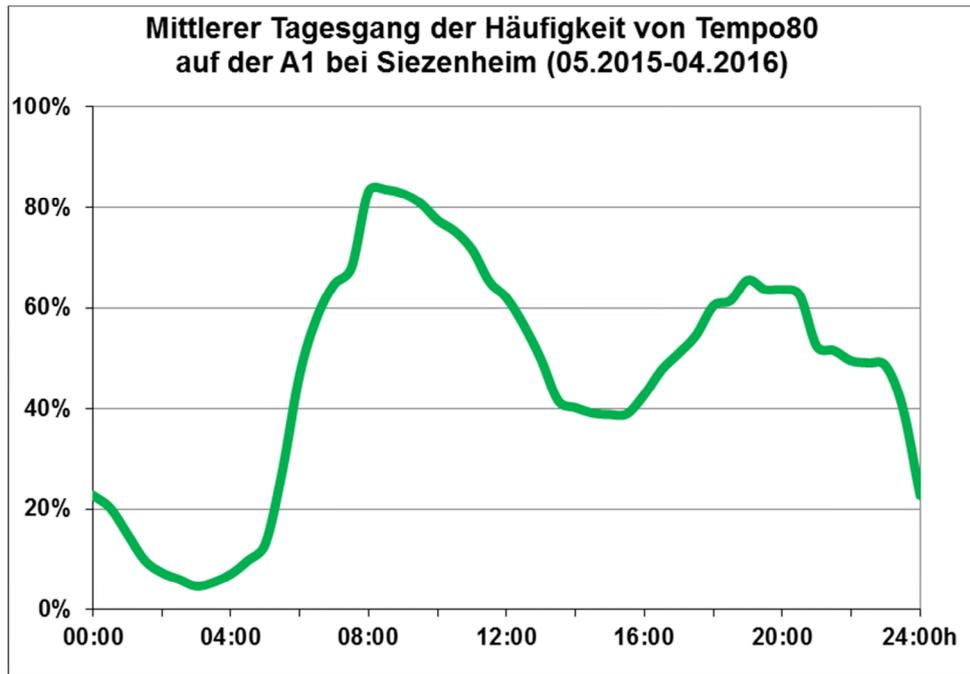


Abbildung 2.1: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo80 auf der A1 bei Siezenheim (05.2015-04.2016).

Im Jahresverlauf (nächste Abbildung 2.2: Gleitende Wochenmittel) zeigten sich Phasen mit weniger Tempo80-Schaltungen zu Beginn des Betriebsjahres (Mai - Juni 2015). Von November 2015 bis Januar 2016 traten die meisten Tempo80-Schaltungen auf (mit gleitenden Wochenmitteln über 16 Stunden mit Tempo80).

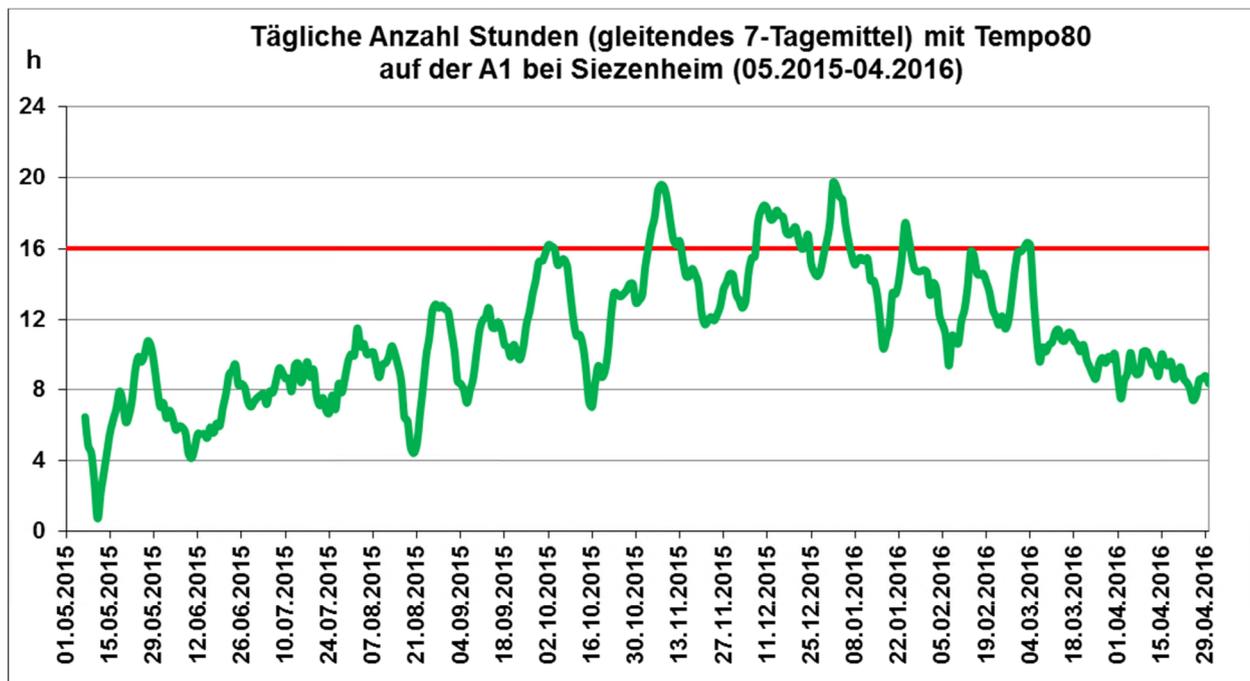


Abbildung 2.2: Tägliche Anzahl Stunden (gleitendes 7-Tagemittel) mit Tempo80 auf der A1 bei Siezenheim (05.2015-04.2016).

2.1.2. Verkehrsaufkommen

Die A1 bei Salzburg wies im Untersuchungsjahr (Mai 2015 – April 2016) einen DTV von rund 80'000 Fahrzeugen auf. Davon waren 84% Pkw und 7% schwere Güterfahrzeuge.

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

Tabelle 2.1: Durchschnittlicher täglicher Verkehr (DTV) auf der A1 bei Siezenheim und auf der A10 bei Hallein (05.2015-04.2016).

DTV 05.2015-04.2016	Lieferwagen	Pkw	Schwere Güterfahrzeuge	Bus	Summe
Siezenheim A1	6886	65929	5563	359	78737
<i>Hallein A10</i>	<i>4795</i>	<i>45497</i>	<i>4825</i>	<i>341</i>	<i>55458</i>

Der Tagesgang des Verkehrsaufkommens zeigt für die drei Kategorien Pkw, Lieferwagen und schwere Güterfahrzeuge einen raschen Anstieg am Morgen, so dann 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.

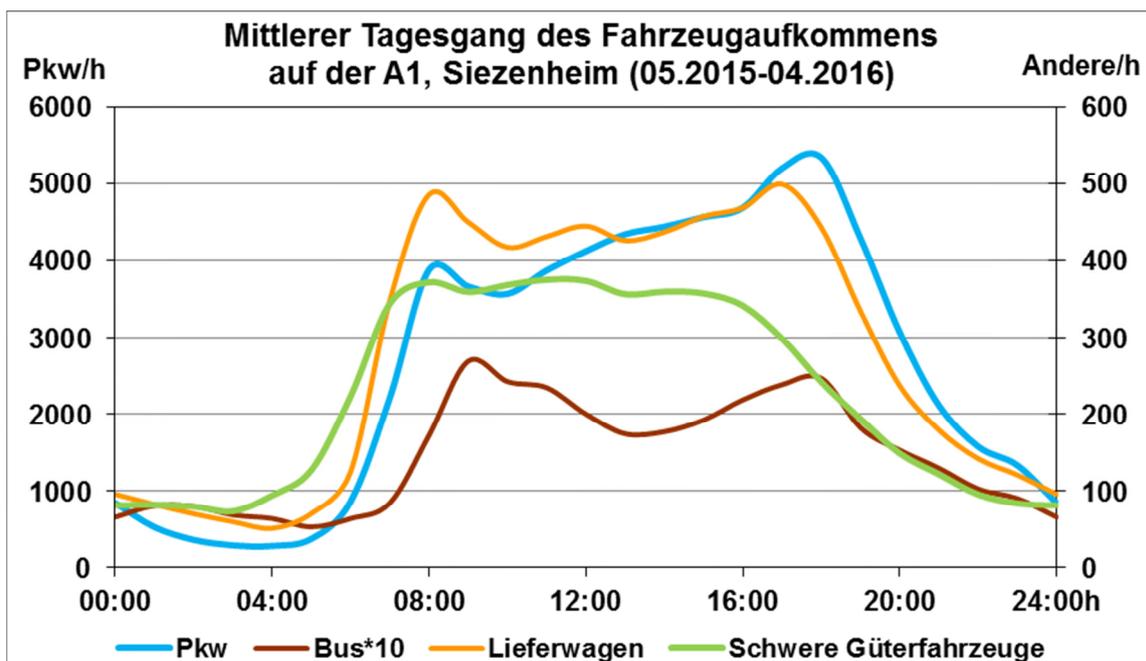


Abbildung 2.3: Mittlerer Tagesgang des Fahrzeugaufkommens je Fahrzeuggruppe auf der A1 bei Siezenheim (05.2015-04.2016).

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, das Maximum der Stickstoffoxidimmissionen im Winter. Dieser Unterschied liegt in den meteorologischen Ausbreitungsbedingungen begründet; die größere Stagnation der Atmosphäre im Winter hält die geringeren Emissionen länger und damit konzentrierter in Bodennähe als im Sommer. Der Anteil der NO₂-Immission an der NO_x-Immission ist im Frühjahr und Sommer wesentlich höher als im Herbst und Winter (die NO₂-Säulen in Abbildung 2.4 sind im Frühjahr und Sommer nur wenig niedriger als die NO_x-Säulen, im Herbst und Winter aber deutlich niedriger).

Die Jahreszeiten wurden wie folgt eingeteilt:

Frühjahr: Mai 2015 und März-April 2016;

Sommer: Juni – August 2015;

Herbst: September – November 2015;

Winter: Dezember 2015 – Februar 2016.

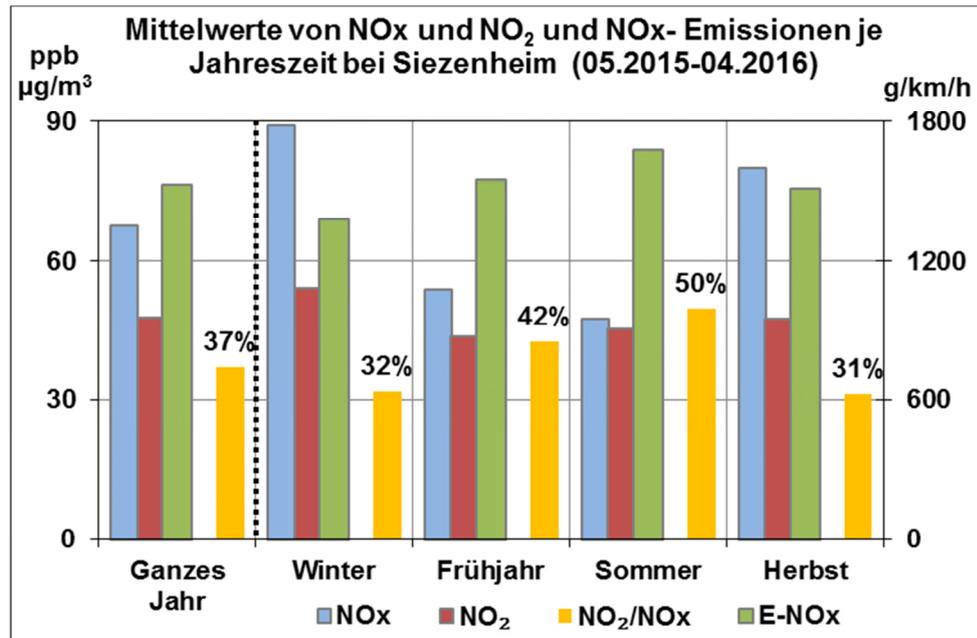


Abbildung 2.4: Mittelwerte der Immissionen an NOx und NO₂ sowie deren Verhältnis und NOx-Emissionen im Jahresmittel und je Jahreszeit bei Siezenheim (05.2015-04.2016).

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. Der Winter wies eine höhere Schalthäufigkeit als der Herbst auf, obwohl dann weniger Lkw und Lieferwagen und etwa gleich viele Pkw unterwegs waren (s. Abbildung 2.7), was zu geringeren Emissionen führte (s. Abbildung 2.4). Hingegen waren die Ausbreitungsbedingungen im Winter nochmals deutlich schlechter als im Herbst, was eben zur erhöhten Schalthäufigkeit geführt hat.

Tabelle 2.2: Jahreszeitliche Tempo80-Häufigkeiten auf der A1 bei Siezenheim (05.2015-04.2016).

% Tempo 80	05.2015-04.2016
Winter	62%
Frühjahr	36%
Sommer	35%
Herbst	54%
Ganzes Jahr	47%

Die Tempo80-Häufigkeit verlief am Morgen und Abend in allen Jahreszeiten ähnlich. Die jahreszeitlichen Unterschiede in den Tempo80-Häufigkeiten erklären sich vor allem durch die Situation vom späten Vormittag bis zum Abend (Ausmaß der Absenkung der Schalthäufigkeit tagsüber infolge meteorologischer Einflüsse).

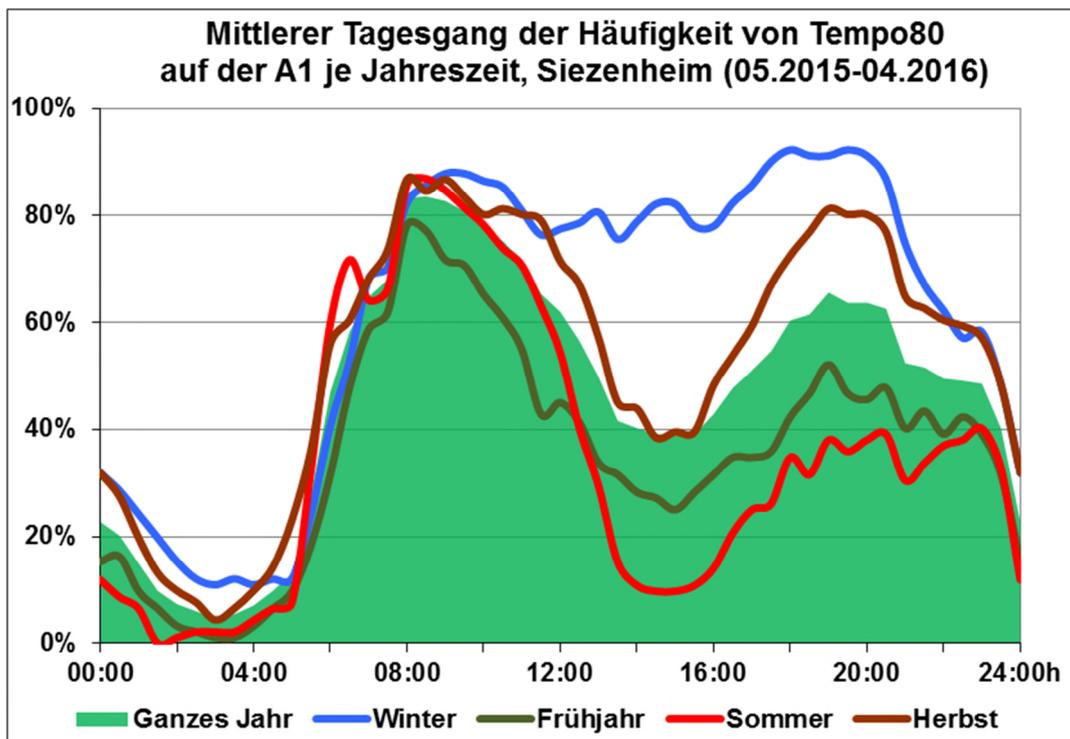


Abbildung 2.5: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo80 je Jahreszeit auf der A1 bei Siezenheim (05.2015-04.2016).

Im Winter wurde von 11-18 Uhr wesentlich häufiger Tempo80 geschaltet als in den übrigen Jahreszeiten. Im Sommer war die Schalthäufigkeit von 13 – 16 Uhr besonders tief.

Die monatlichen Tempo80-Häufigkeiten entsprechen dem Bild der gleitenden 7-Tagemittel. Die monatlichen Schalthäufigkeiten schwankten zwischen 28% (Juni 2015) und 71% (Dezember 2015). Aber auch der November 2015 und der Januar 2016 wiesen mit 60-63% eine hohe Tempo80-Schaltheufigkeit auf.

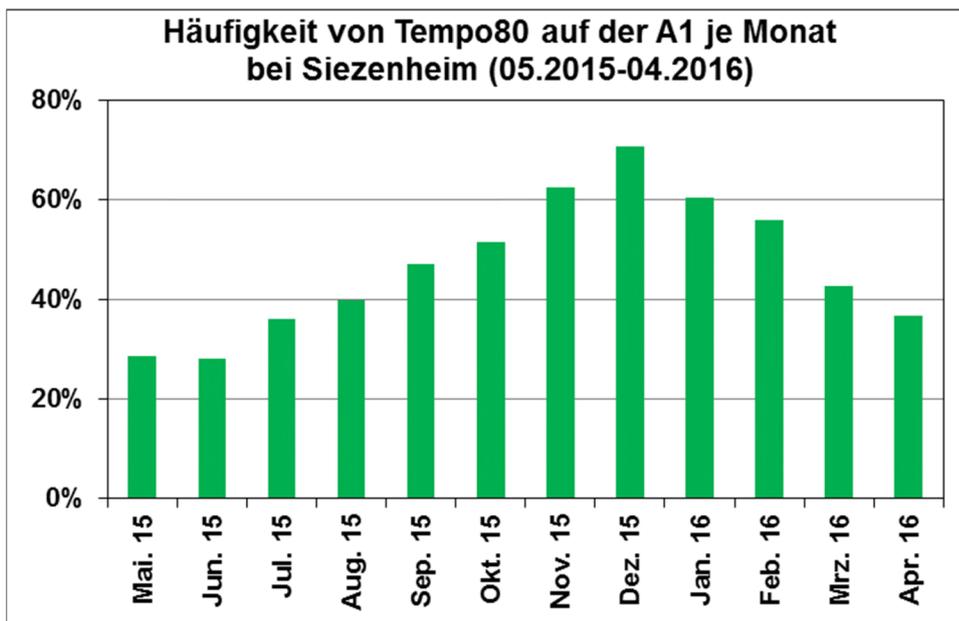


Abbildung 2.6: Häufigkeit von Tempo80 je Monat auf der A1 bei Siezenheim (05.2015-04.2016).

2.2.2. Verkehrsaufkommen

Im Jahresverlauf zeigte sich das nicht sehr ausgeprägte Maximum des Pkw-Aufkommens (und des Lieferwagenaufkommens) im Sommer. Der schwere Güterverkehr zeigte kein deutliches Maximum, jedoch einen temporären Rückgang im August (Urlaubszeit) und Dezember/Januar. Die Pkw zeigten kein deutliches Minimum, sondern allgemein geringere Frequenzen von September 2015 bis Januar 2016.

Währenddem der relative Jahresverlauf der schweren Güterfahrzeuge demjenigen der A10 recht ähnlich war, unterschieden sich die Pkw deutlich. Zwar waren auch auf der A1 um Salzburg viele Sommerurlauber unterwegs, dies wurde im Unterschied zur A10 durch weniger Pendler zu einem guten Teil kompensiert.

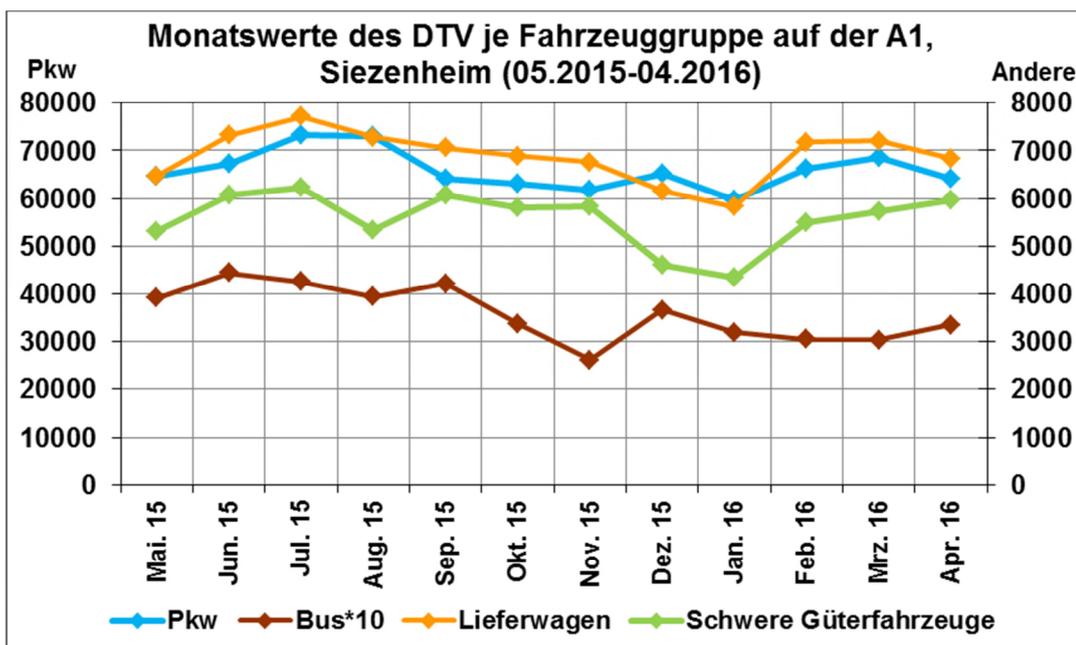


Abbildung 2.7: Monatswerte des DTW je Fahrzeuggruppe auf der A1 bei Siezenheim (05.2015-04.2016).

2.2.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden

Die Gegenläufigkeit von NO_x-Emissionen und –Immissionen zeigte sich auch bei den Monatswerten. Die höchsten NO_x- und NO₂-Immissionen fanden sich von November 2015 bis Januar 2016, die tiefsten von Mai-Juni 2015.

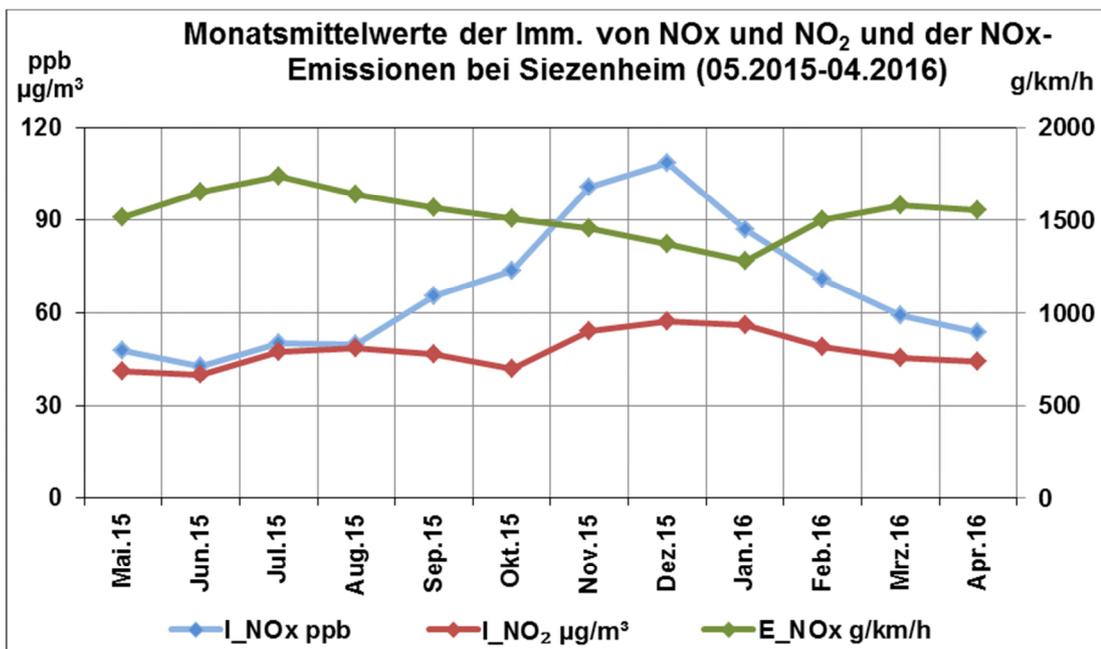


Abbildung 2.8: Monatsmittelwerte der NO_x- und NO₂-Immissionen sowie der NO_x-Emissionen bei Siezenheim A1 (05.2015-04.2016).

2.3. Wochenverlauf

2.3.1. Tempo 80

Die Tempo80-Schaltungen wiesen am Donnerstag und Freitag die größten Häufigkeiten auf, am Sonntag waren sie nur gut halb so hoch. Dies ist im Gegensatz zur A10, wo die Schaltungen am Sonntag eine nur wenig geringere Schalthäufigkeit als werktags aufweisen. Dies liegt daran, dass die Pendler auf der A1 bei Salzburg einen größeren Anteil ausmachen als auf der A10. Die Häufigkeit von Tempo80 war sonntags von 5 – 20 Uhr geringer als an den anderen Wochentagen. Am Abend und in der Nacht waren die Unterschiede zwischen den Wochentagen nicht groß.

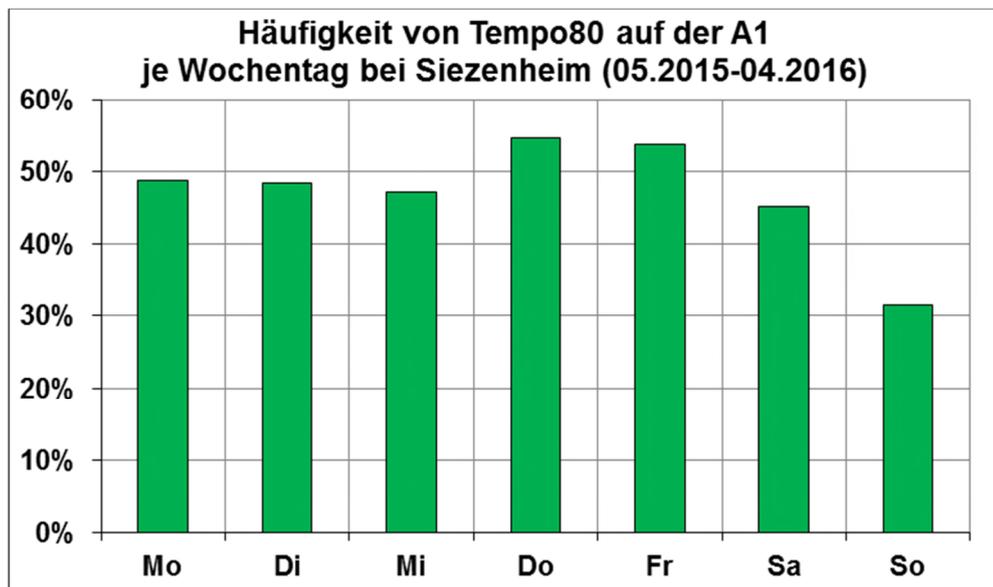


Abbildung 2.9: Häufigkeit von Tempo80 je Wochentag auf der A1 bei Siezenheim (05.2015-04.2016).

Samstags erfolgte die Morgenspitze der Tempo80-Häufigkeit etwas später als montags-freitags, erreichte aber nahezu das gleiche Ausmaß.

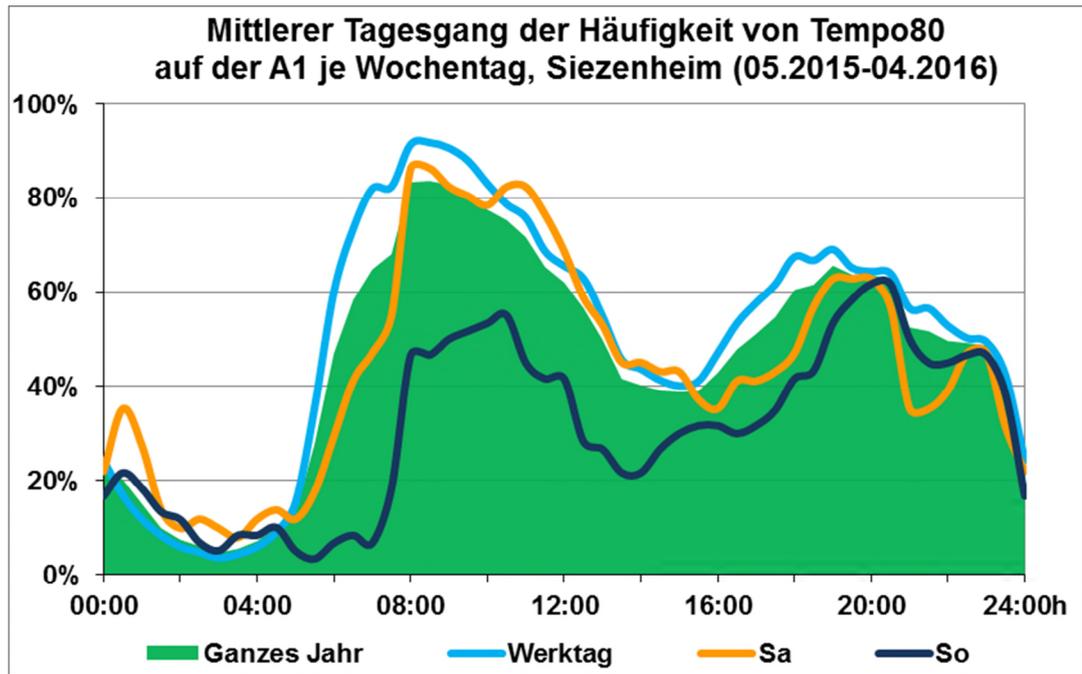


Abbildung 2.10: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo80 je Wochentagstyp auf der A1 bei Siezenheim (05.2015-04.2016).

2.3.2. Verkehrsaufkommen

Alle Fahrzeugkategorien mit Ausnahme der Busse wiesen sonntags das geringste Aufkommen auf. Lieferwagen und schwere Güterfahrzeuge wiesen zudem samstags das zweittiefste Aufkommen auf. 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.

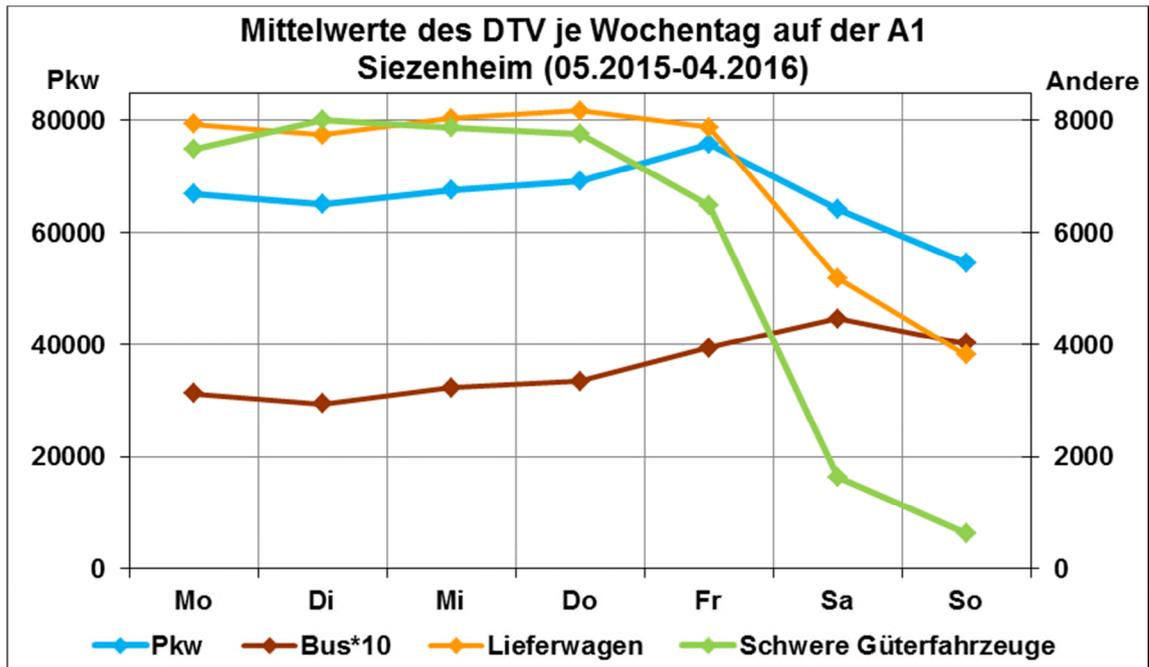


Abbildung 2.11: DTV je Wochentag auf der A1 bei Siezenheim (05.2015-04.2016).

2.3.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden

Die Immissionen und Emissionen an NO_x verlaufen über die gesamte Woche weitgehend parallel, ihr Verhältnis (Immission pro Emissionseinheit) hängt also kaum vom Wochentag ab. Gewisse Schwankungen ergeben sich 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.

Das NO₂ folgt der NO_x-Abnahme zum Wochenende hin erwartungsgemäß nur gedämpft; die NO₂-Bildung aus NO und Ozon in der Atmosphäre nimmt nicht proportional zur NO-Immission ab.

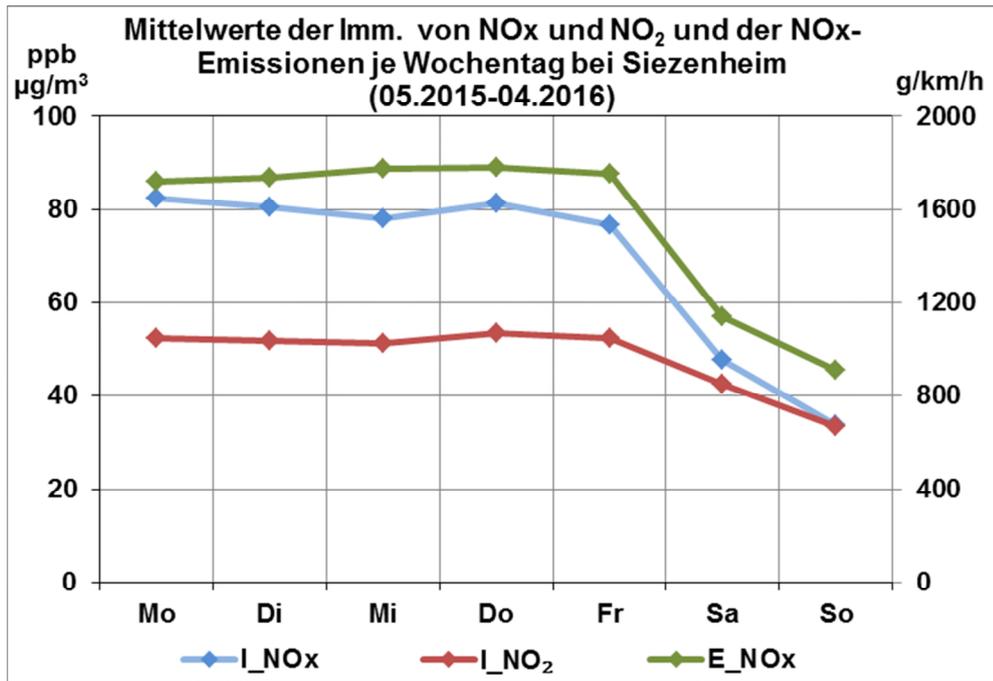


Abbildung 2.12: Mittelwerte der Immissionen von NOx und NO₂ sowie der NOx-Emissionen (E-NOx) je Wochentag bei Siezenheim (05.2015-04.2016).

3. Dokumentation der täglichen Schaltzeiten

In der folgenden Tabelle werden alle täglichen Schaltzeiten von Tempo80 im Betriebsjahr 2015/16 dokumentiert.

Tabelle 3.1: Tägliche Anzahl Stunden mit Tempo80-Schaltung, Siezenheim A1 (05.2015-04.2016).

	Mai 15	Jun 15	Jul 15	Aug 15	Sep 15	Okt 15	Nov 15	Dez 15	Jan 16	Feb 16	Mrz 16	Apr 16
1	11.5	6	8	9.5	7	18	11	8.5	21.5	5	5.5	4
2	3	8.5	6.5	11	4	21	21	13	12	18	15	5
3	12	8.5	9	9	3.5	15.5	23	16	11	11.5	13.5	9
4	14	5.5	9	8	10.5	10	22.5	20	16.5	7	17	9.5
5	5	3	7.5	9.5	10.5	12.5	21	19.5	13.5	14	4.5	15.5
6		8	7	11	4.5	16	21	14.5	16	10	2	6
7		2	12.5	13	16	15	17.5	17.5	19	0	9.5	13
8		4	13	4.5	11.5	15	10	22	17.5	17	11.5	5
9		0	5	6	13.5	10.5	16	17.5	14.5	16	13	13
10		6.5	6.5	14	13	5	14.5	18	11.5	10.5	16.5	9.5
11		9.5	9	8.5	14.5	3.5	15.5	18.5	15	16	18	7
12	15.5	9	2.5	12	12	13	19	15.5	15	18.5	8.5	12.5
13	8	7.5	17	15.5	8	12	22.5	15	7	19	3	5
14	8	2.5	13.5	9.5	8.5	5.5	10	20.5	19	14	5.5	9.5
15	8	2	5.5	0	11	2	3.5	20	12.5	15.5	11	13.5
16	5	4.5	9	0	16	8.5	16	17	4	8.5	16	9.5
17	4.5	4	10.5	0	10	14.5	17.5	12	0	10	16.5	8.5
18	6.5	13.5	3	7	8.5	10	13	17.5	19	16.5	15	8.5
19	11.5	8	5.5	1.5	11	8.5	15.5	17	20	15	7	6
20	0	14.5	6.5	13	4	14	11	16.5	20	15	0	6.5
21	10.5	8	10	13	13.5	13	5.5	15.5	18.5	7.5	8.5	12.5
22	14.5	9.5	8.5	12	7	16	5	16.5	17.5	12.5	5	9
23	16	6	4	11	14	18.5	17.5	18	14	5.5	13	8
24	10	6.5	9.5	12	15	14	16	16.5	13	13.5	13.5	6
25	4.5	5.5	10	14.5	17.5	9	15.5	6	14	11.5	13.5	4
26	14.5	8.5	0	12	16	9.5	19	13.5	13	18	13	8
27	5.5	13	16.5	15.5	11	15.5	17.5	15	14	24	2	12.5
28	8.5	2.5	6.5	11.5	19	15.5	8	18	17.5	18	6.5	13
29	7.5	7.5	14	13	14.5	16	8.5	23	17.5	20.5	7.5	10
30	6.5	8	10.5	9.5	14	11	17	23	14.5		12	5
31	2.5		12.5	11		15		24	12		15.5	

An keinem Tag fiel die Schaltung vollständig aus. An insgesamt 305 Stunden fiel sie aus, dies ist eine gute Verfügbarkeit von 96.5%.

Die monatliche Verteilung der Tage mit "extremen" Schaltzeiten (0 - 2.5 h bzw. 20-24 h Schaltzeit) folgte grundsätzlich der allgemeinen Verteilung der Schaltzeiten: Sehr hohe tägliche Schaltzeiten fanden wir vor allem im November und Dezember 2015, tiefe vor allem im Sommer 2015.

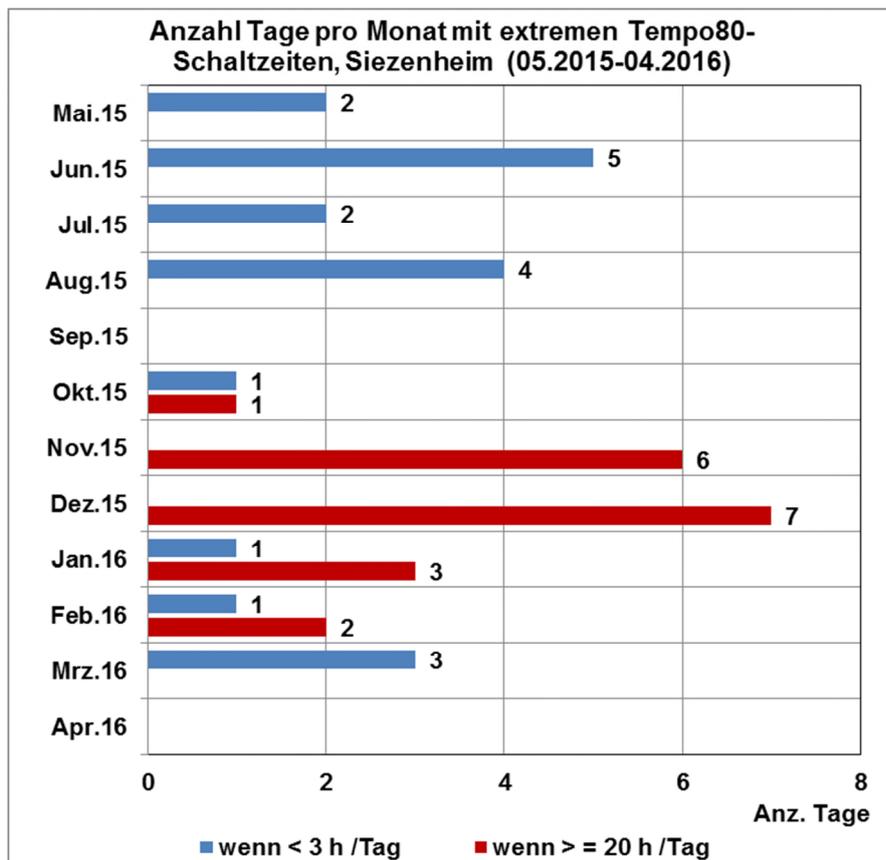


Abbildung 3.1: Anzahl Tage pro Monat mit extremen Tempo80-Schaltzeiten, Siezenheim (05.2015-04.2016).

Bei den Tagen mit hohen Schaltzeiten (20-24 h) handelte es sich um Tage von Oktober 2015 bis Februar 2016. Mit der Ausnahme eines Samstags handelte es sich um Werkzeuge (Montag – Freitag), im Gegensatz zur Schaltung bei Hallein auf der A10. Das Pkw-Aufkommen war meist überdurchschnittlich, um den Jahreswechsel 2015/16 herum reichte es zu hohen Schaltzeiten trotz verhältnismäßig geringem Pkw-Aufkommen; die tiefe Windgeschwindigkeit an jenen beiden Tagen (am 01.01.2016 tiefstes Tagesmittel des gesamten Betriebsjahres mit 0.4 m/s bei einem Jahresmittel von 1.5 m/s) weist auf besonders schlechte Ausbreitungsbedingungen hin.

Tabelle 3.2: Die 19 Tage mit hohen Tempo80-Schaltzeiten (20-24 h) bei Siesenheim A1 (05.2015-04.2016). Blau: Tage mit häufigen Tempo80-Schaltungen trotz relativ geringem Verkehr; rot: einziger Samstag unter den Spitzentagen.

Tag	Datum	Pkw-Aufkommen	Tempo80-Schaltzeit [h]
Fr	02.10.2015	75616	21
Mo	02.11.2015	67252	21
Di	03.11.2015	61692	23
Mi	04.11.2015	63557	23
Do	05.11.2015	72238	21
Fr	06.11.2015	73671	21
Fr	13.11.2015	73250	23
Fr	04.12.2015	82542	20
Di	08.12.2015	61046	22
Mo	14.12.2015	70396	21
Di	15.12.2015	69069	20
Di	29.12.2015	66469	23
Mi	30.12.2015	73700	23
Do	31.12.2015	43880	24
Fr	01.01.2016	31210	21
Di	19.01.2016	59932	20
Mi	20.01.2016	62633	20
Sa	27.02.2016	76987	24
Mo	29.02.2016	65647	20

4. Effektive Fahrgeschwindigkeiten auf der A1 bei Salzburg

In diesem Kapitel werden die mittleren Fahrgeschwindigkeiten auf der A1 bei Siezenheim vom Mai 2015 – April 2016 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.

Im Winter gibt es bisweilen witterungsbedingt Phasen mit verringerten Fahrgeschwindigkeiten. In diesem Betriebsjahr variierten die Geschwindigkeitsbereiche jedoch wenig (s. Abbildung 4.1). Der Anstieg der Untergrenze des täglichen Geschwindigkeitsbereichs ist auch hier zu sehen.

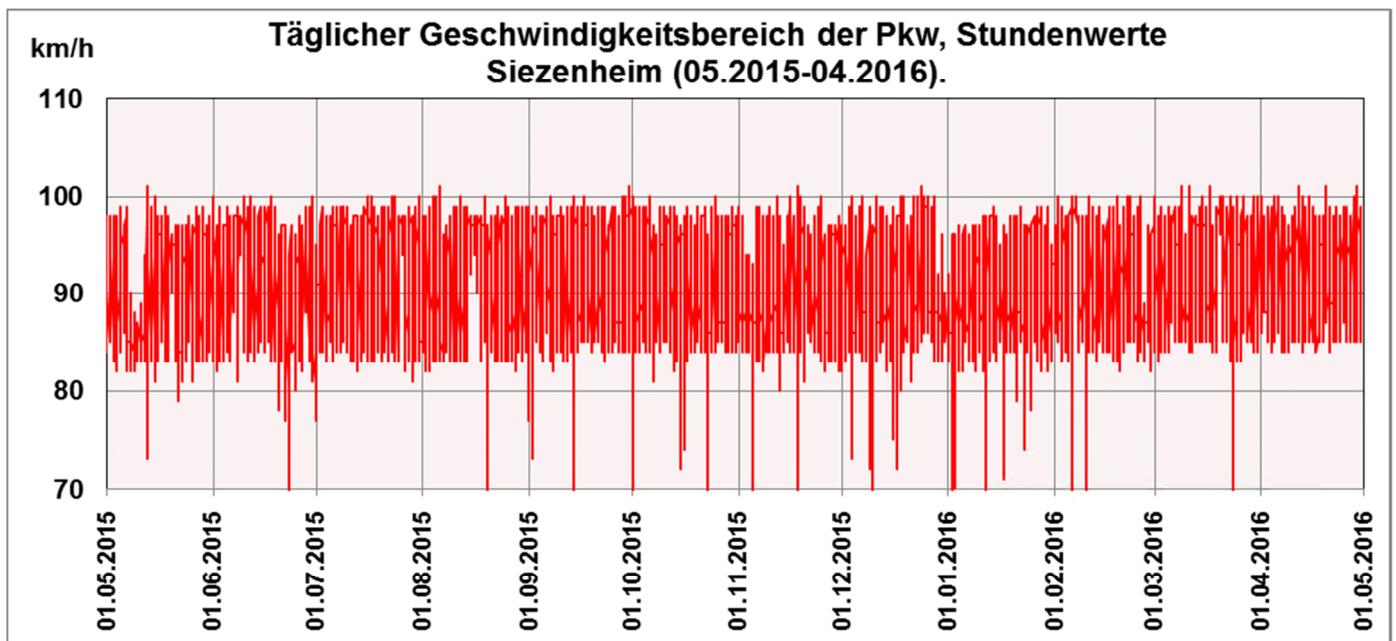


Abbildung 4.1: Täglicher Geschwindigkeitsbereich der Pkw auf der Basis der Stundenwerte, Siezenheim (05.2015-04.2016).

Tagesgang der mittleren Geschwindigkeit

Der mittlere Geschwindigkeit des Leichtverkehrs war nachts bei beiden Tempolimits um etwa 3 km/h höher als tagsüber. Die höchsten Geschwindigkeiten wurden in den frühen Morgenstunden erreicht.

Die schweren Nutzfahrzeuge (SNF) fuhren bei Tempo100 im Mittel um 3 – 5 km/h schneller, obwohl für sie eigentlich immer Tempo80 galt. Die höchsten Geschwindigkeiten wurden abends und in den frühen Morgenstunden erreicht. Der tageszeitliche Geschwindigkeitsverlauf ist bei den SNF ziemlich parallel zu demjenigen beim Leichtverkehr.

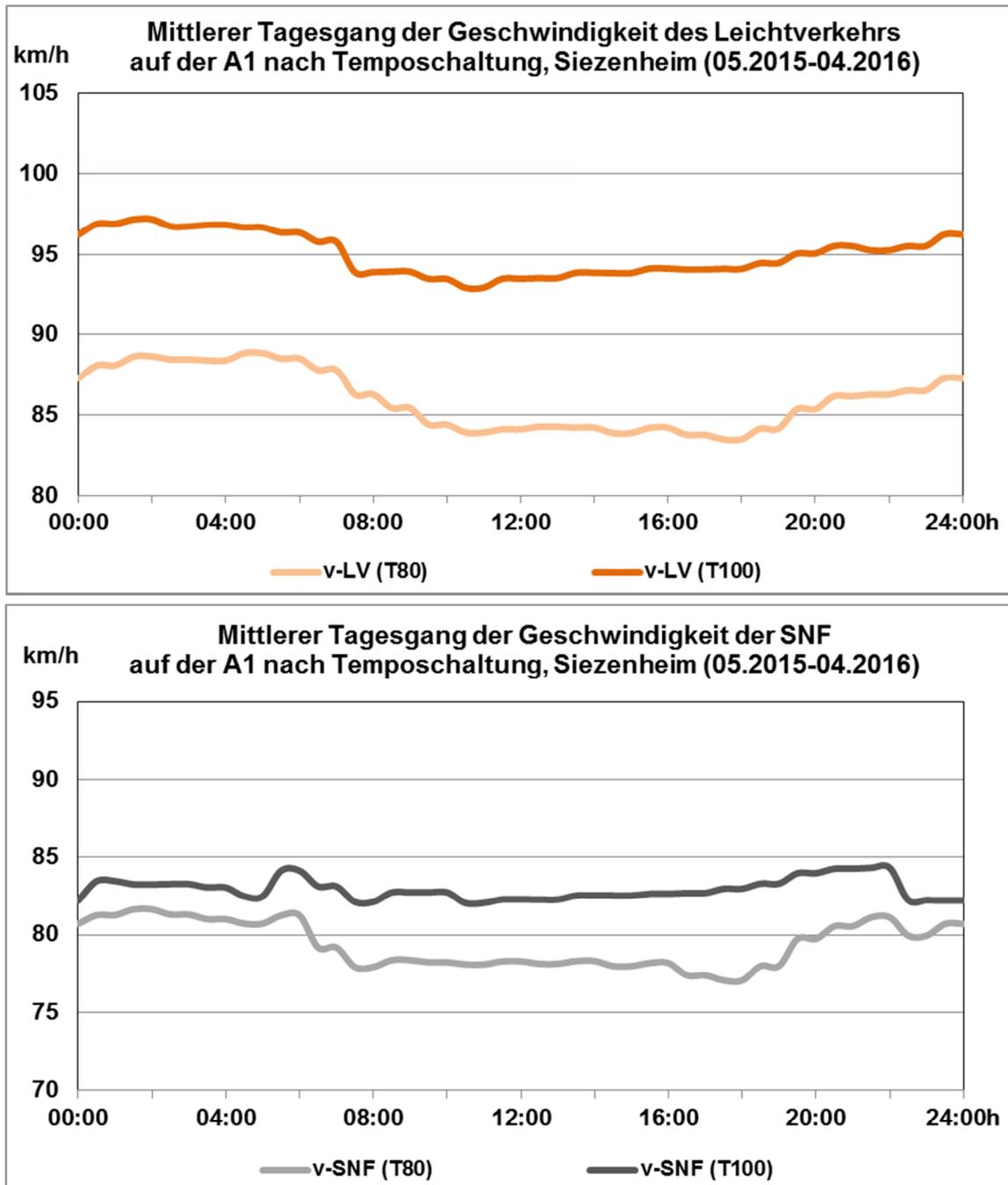


Abbildung 4.2: Mittlerer Tagesgang der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs (oben) und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF; unten) auf der A1 bei Siezenheim (05.2015-04.2016).

Die im Folgenden dargestellten **Monatsmittelwerte** beziehen sich nur auf die Tagesstunden von 6 – 22 Uhr. Hier ist augenfällig, dass die mittleren Geschwindigkeiten des Leichtverkehrs über das ganze Betriebsjahr stetig zugenommen haben. Die schweren Nutzfahrzeuge zeigen ebenfalls eine allerdings kleinere Zunahme. Die Zunahmen über das gesamte Betriebsjahr betragen beim Leichtverkehr 1.9 km/h bei Tempo80, 1.6 km/h bei Tempo100; beim Schwerverkehr entsprechend 0.5 km/h bei Tempo80, 0.7 km/h bei Tempo100. Die Ursachen dieser Zunahme sollten evaluiert werden.

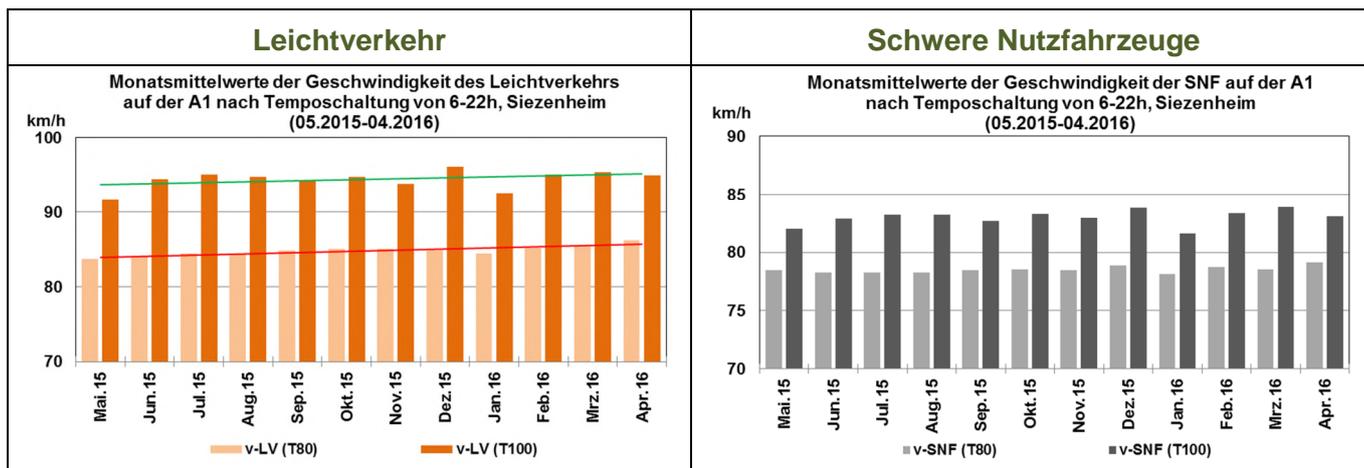


Abbildung 4.3: Monatswerte der mittleren gemessenen Fahrgeschwindigkeit von 6-22 Uhr des Leichtverkehrs (LV; links; mit Trendlinien) und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF; rechts) auf der A1 bei Siezenheim (05.2015-04.2016).

Die **mittleren** Fahrgeschwindigkeiten des Leichtverkehrs je nach Tempolimit werden in der folgenden Tabelle aufgelistet. Zu Vergleichszwecken werden auch die Werte der vergangenen beiden Testphasen 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 (05.2015-04.2016). Vergleich mit Tempolimit-Testphasen 2013/2014.

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

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 **9.3 km/h** (Testphase 2013/14: 11.8 km/h) erreicht. **Im Vergleich zur Testphase ist die Geschwindigkeit bei Tempo100 gleich geblieben, diejenige bei Tempo80 hat sich aber im Mittel um rund 3 km/h erhöht.** Diese Erhöhung muss als deutlich bezeichnet werden.

Man könnte theoretisch meinen, dass die **Geschwindigkeitsdifferenz zwischen Leichtverkehr und Schwerverkehr** 0 bei Tempo80 und 20 km/h bei Tempo100 sei. Dem ist in Realität nicht so: Die Geschwindigkeitsdifferenz zwischen Leichtverkehr und Schwerverkehr betrug tagsüber bei Tempo80 im Mittel 6.3 km/h, bei Tempo100 11.3 km/h, bei Tempo100 war sie also nur um 5 km/h höher als bei Tempo80. Für die diesbezügliche Betrachtung der bei Einfahrten wichtigen ersten Fahrspur wird auf Kapitel 5 verwiesen.

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

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

Die Fahrzeugverteilung auf den je Richtung drei Fahrspuren kann je Tempolimit nicht direkt verglichen werden, da bei Tempo80 insgesamt mehr Fahrzeuge unterwegs waren (etwa 60% des Gesamtverkehrs im Betriebsjahr). Es zeigt sich wie schon in der Testphase die Tendenz, dass bei Tempo80 ein höherer Anteil auf der rechten Spur (FS1) fuhr. Dies ist nun auch beim Schwerverkehr (SV) der Fall, im Unterschied zur Testphase.

In Abbildung 5.2 wird die *prozentuale* Verteilung des LV auf die drei Spuren je Richtung vom Betriebsjahr 2015/16 mit der Testphase 2014 verglichen. Im Betriebsjahr fuhr ein etwas größerer Anteil auf der dritten Spur und ein etwas kleinerer auf der rechten Spur.

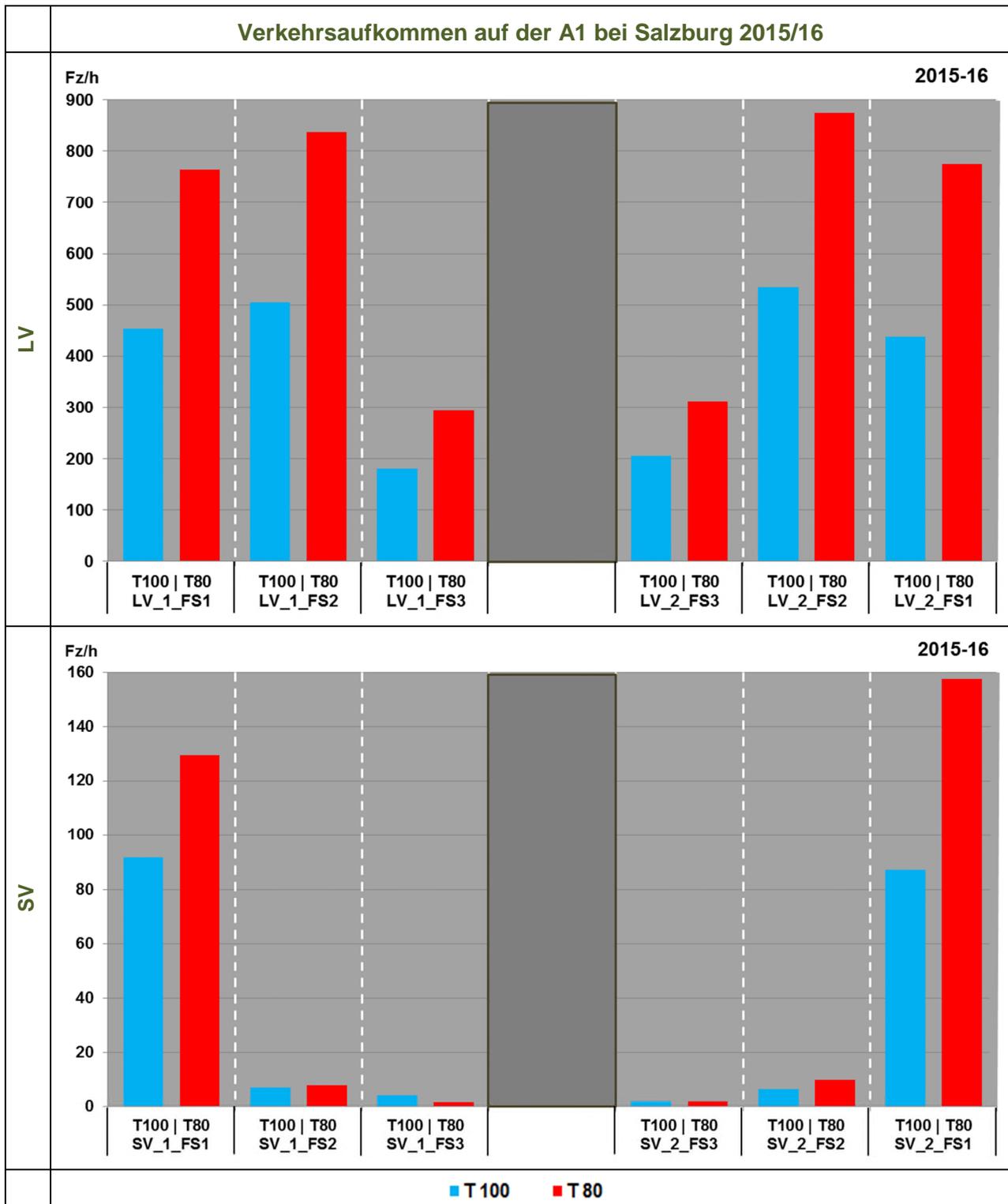


Abbildung 5.1: Aufkommen des Leichtverkehrs (LV; oben) bzw. des Schwerverkehrs (SV; unten) je Fahrstreifen und Tempolimit bei Siezenheim (A1), 05.2015 – 04.2016.

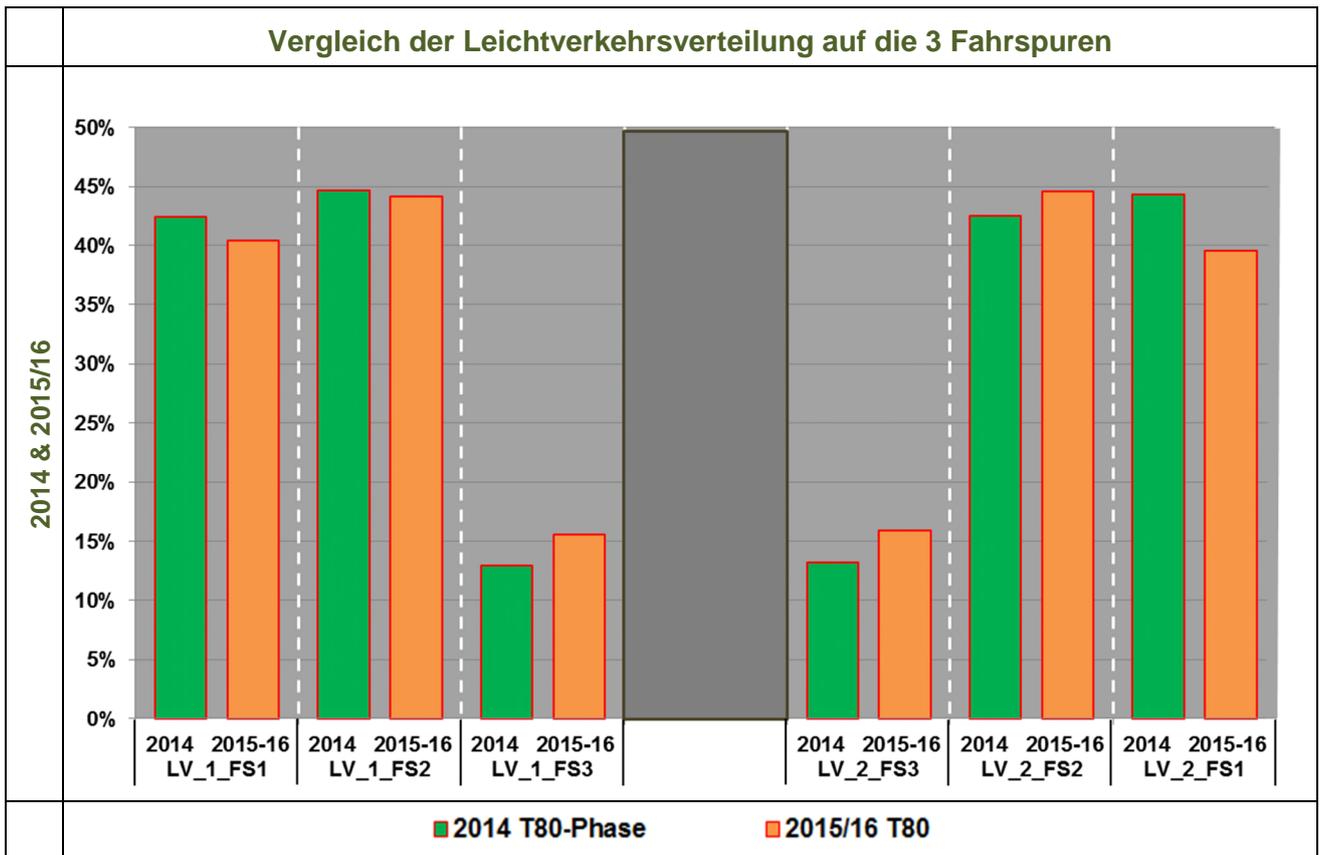


Abbildung 5.2: Prozentuale Verteilung des Leichtverkehrs (LV) je Fahrstreifen und Richtung bei Tempo80, Testphase 2014 und Betriebsjahr 2015/16, Siezenheim (A1).

Die Betrachtung der **Fahrgeschwindigkeiten** über die sechs Fahrspuren ist sehr aufschlussreich. Basis sind die Stundenmittelwerte der Geschwindigkeiten. Neben 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 FS1 bis FS3 zu. Die mittlere Geschwindigkeit auf FS3 lag während Tempo80 markant über 80 km/h (96 bzw. 99 km/h je Richtung). Die Schwelle, die von den schnellsten 10% Fahrzeugen auf der dritten Spur bei Tempo80 übertroffen wird, liegt höher als diejenige, die von den schnellsten 10% der Fahrzeuge bei Tempo100 auf der ersten oder zweiten Spur übertroffen wird! Die Geschwindigkeit auf der dritten Spur der Salzburger A1 in den Griff zu bekommen, dürfte der Schlüssel für eine beruhigte Fahrweise auf der A1 sein, denn die häufigen viel zu schnellen Fahrzeuge drängen die korrekter fahrenden auf die zweite Spur, usw.

Auf den FS1 und 2 liegen die Q-Werte relativ nahe um den Mittelwert, es gibt also keine breite Streuung der Fahrgeschwindigkeiten. Auf dem FS3 hingegen ist schon der Q90-Wert, aber mehr noch der Q99-Wert weit vom Mittelwert entfernt; dies deutet auf eine unruhige Fahrweise hin.

Aus lufthygienischer Sicht ist dabei die zusätzliche Emission des zu schnellen Fahrzeugs selbst weniger bedeutend; solche Fahrzeuge zwingen vielmehr andere Fahrzeuge auf den rechts liegenden Streifen und verursachen durch zusätzliche Brems- und Beschleunigungsmanöver mehr Zusatzemissionen. 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 6-10 km/h langsamer gewesen als der Leichtverkehr, bei Tempo80 um 2-3 km/h.

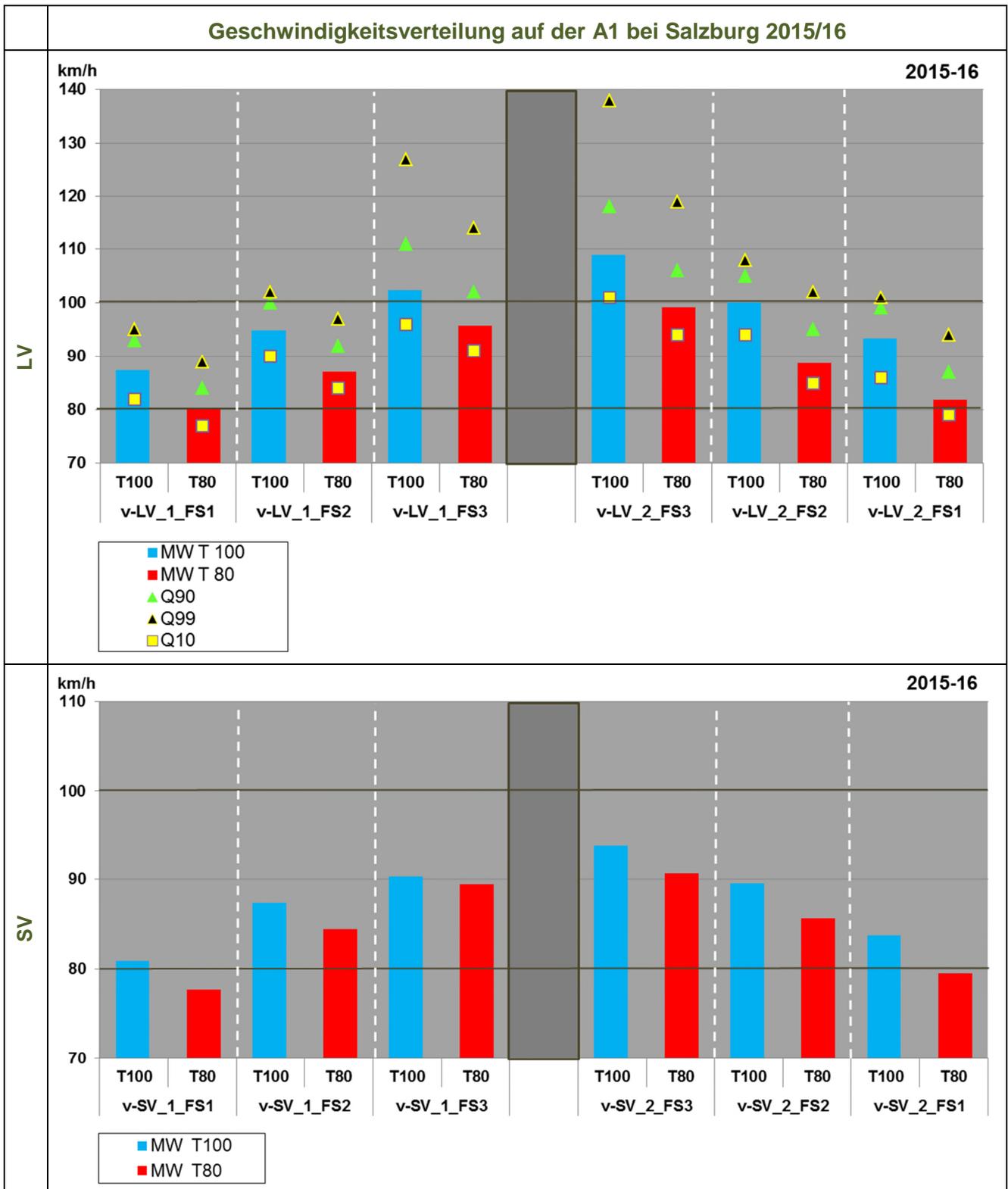


Abbildung 5.3: Geschwindigkeit des Leichtverkehrs (LV; oben) bzw. des Schwerverkehrs (SV; unten) je Fahrstreifen und Tempolimit bei Siezenheim (A1), 05.2015 – 04.2016.

Im Vergleich mit der Tempo80-Testphase 2014 zeigt sich, dass der Leichtverkehr auf den FS1 im Mittel etwa gleich schnell fuhr wie im Betriebsjahr. Auf den FS2 fuhr er im Betriebsjahr leicht schneller, auf den FS3 deutlich schneller.

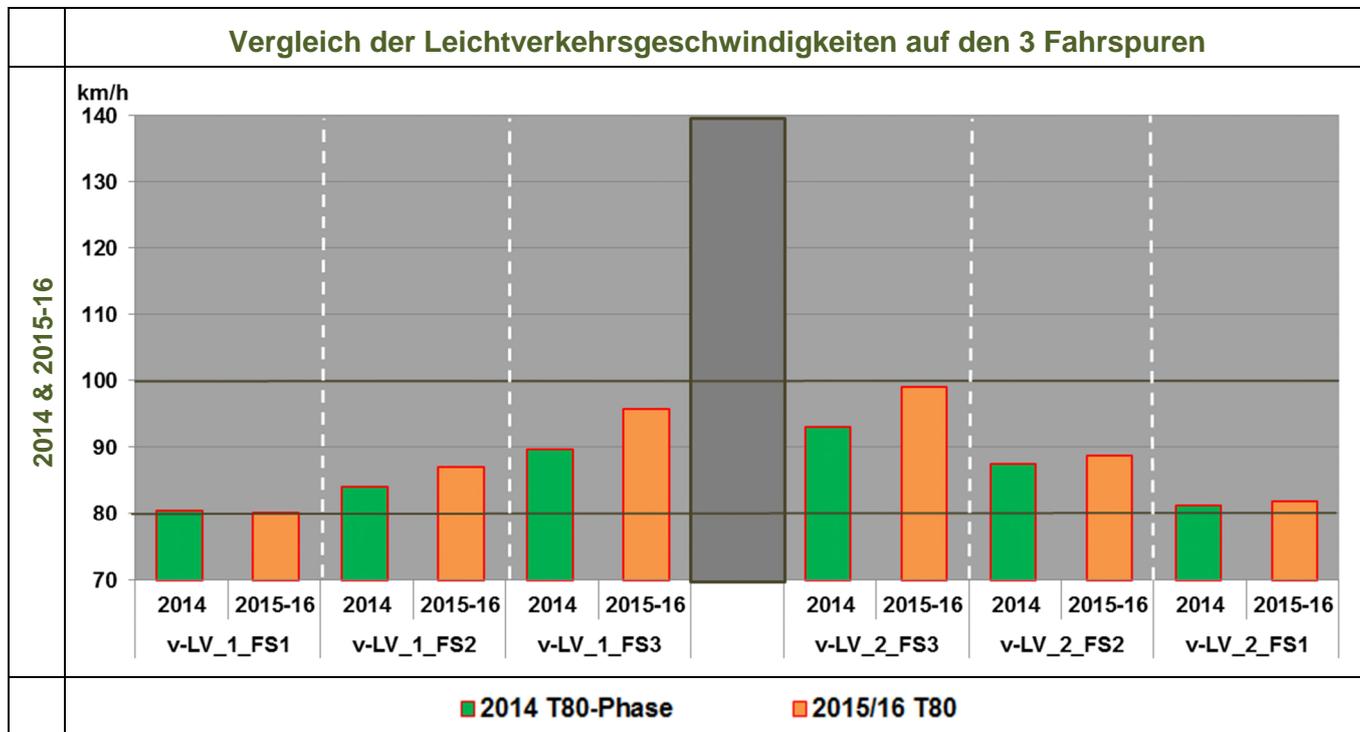


Abbildung 5.4: Vergleich der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs (LV) bei Tempo80 je Fahrstreifen bei Siezenheim (A1), 2014 und 2015-16.

Bei Tempo100 ist der Schwerverkehr im Betriebsjahr deutlich langsamer gefahren als während der Tempo100-Testphase, vor allem auf den dritten Spuren.

Die Fahrgeschwindigkeiten auf der A1 hängen für beide Tempolimits wenig vom Wochentag ab; lediglich auf dem dritten Fahrstreifen wird sonntags etwas schneller gefahren als unter der Woche.

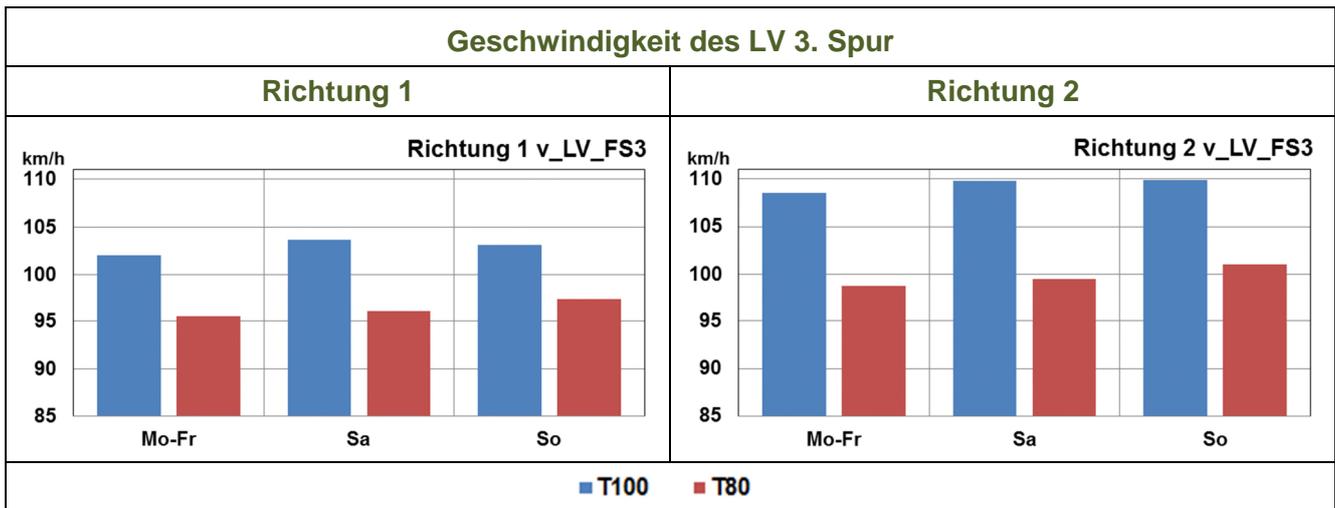


Abbildung 5.5: Mittlere Geschwindigkeit des LV in Fahrrichtung 1 und 2 für den dritten Fahrstreifen je Tempolimit bei Siezenheim (A1) in Abhängigkeit vom Wochentag, 05.2015 – 04.2016.

Die Verteilung des Leichtverkehrs auf die drei Fahrspuren hängt ebenfalls wenig vom Wochentag ab. Am Samstag fährt ein etwas größerer Anteil auf dem rechten Fahrstreifen als an den anderen Wochentagen.

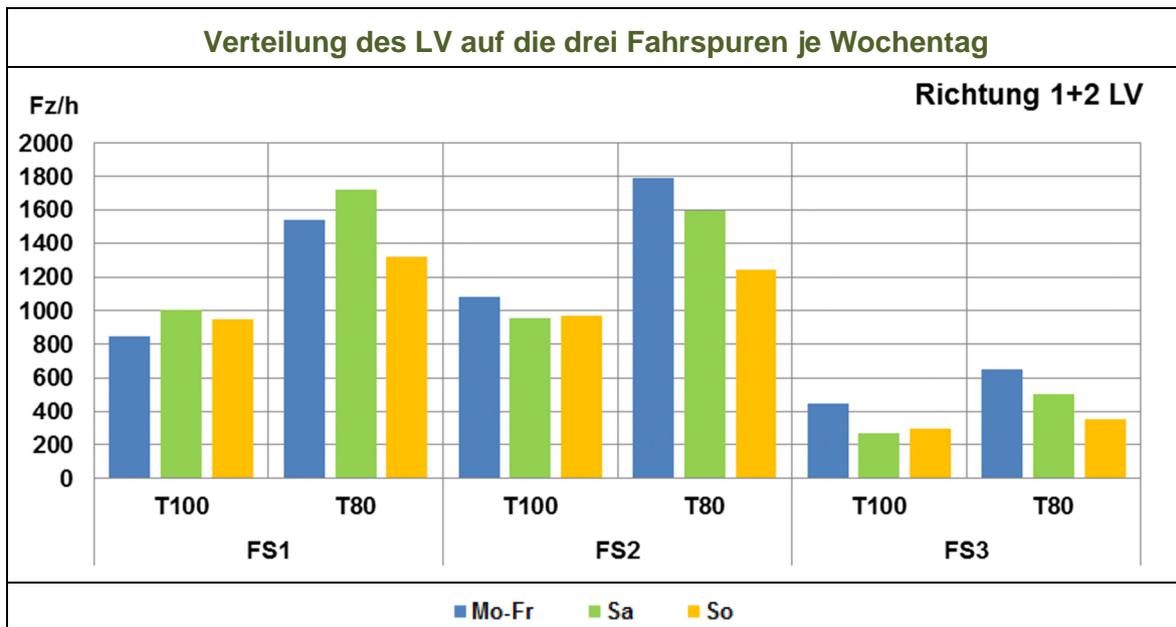


Abbildung 5.6: Verkehrsaufkommen des Leichtverkehrs je Fahrstreifen und Tempolimit bei Siezenheim (A1) in Abhängigkeit vom Wochentag, 05.2015 – 04.2016.

Der Tagesgang der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs je Richtung und Fahrspur zeigt, dass nachts generell schneller gefahren wird als tagsüber, und dass in Richtung 2 (gegen Linz) generell schneller gefahren wird als in Richtung 1 (gegen Walserberg), vor allem bei Tempo100.

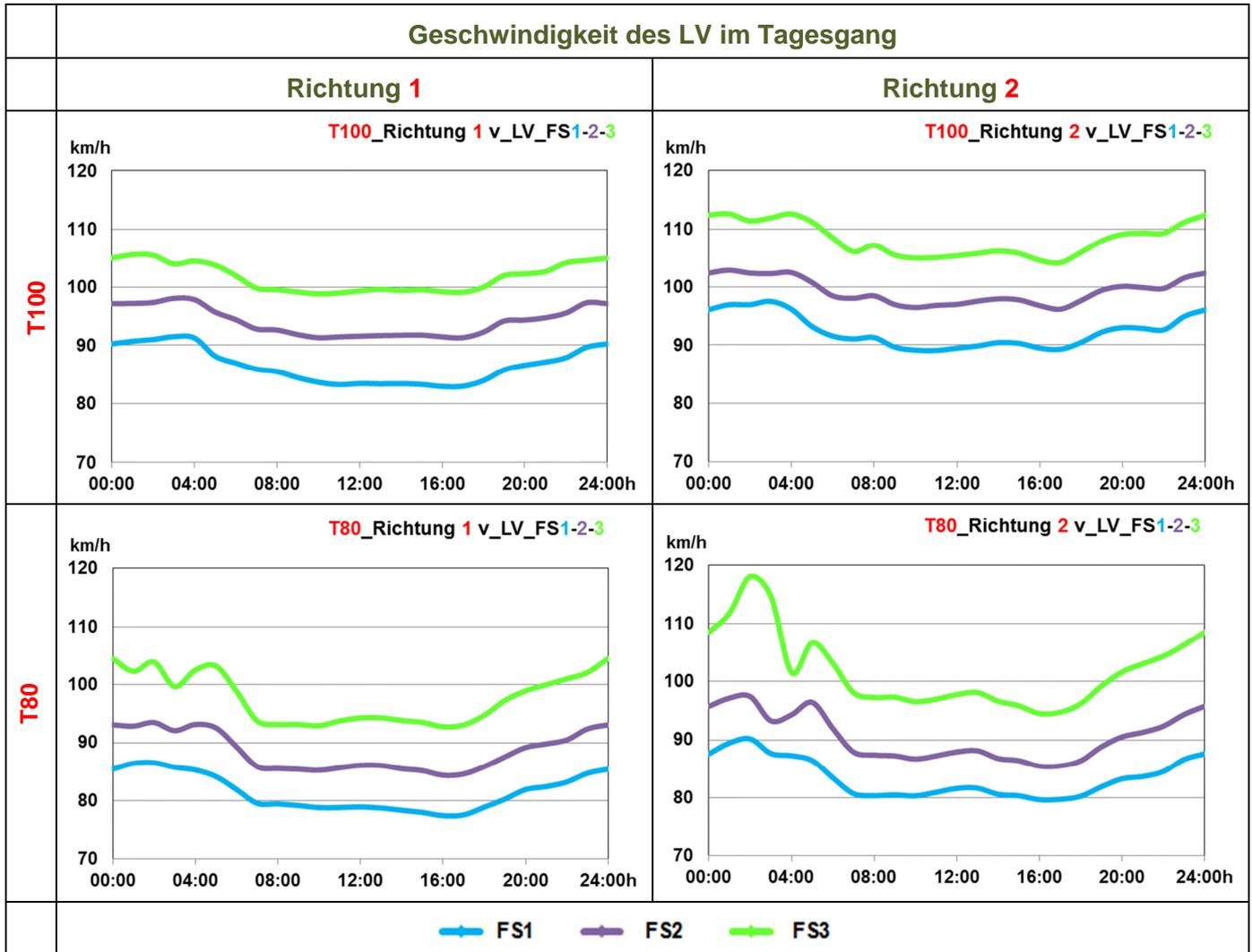


Abbildung 5.7: Mittlerer Tagesgang der Geschwindigkeit des LV in Fahrtrichtung 1 und 2 je Fahrstreifen und Tempolimit bei Siezenheim (A1), 05.2015 – 04.2016.

Der Jahresverlauf (Basis Monatswerte) der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs je Richtung und Fahrspur zeigt den Trend zu höheren Geschwindigkeiten im Laufe des Betriebsjahres. Er ist für die dritten Fahrspuren am meisten ausgeprägt.

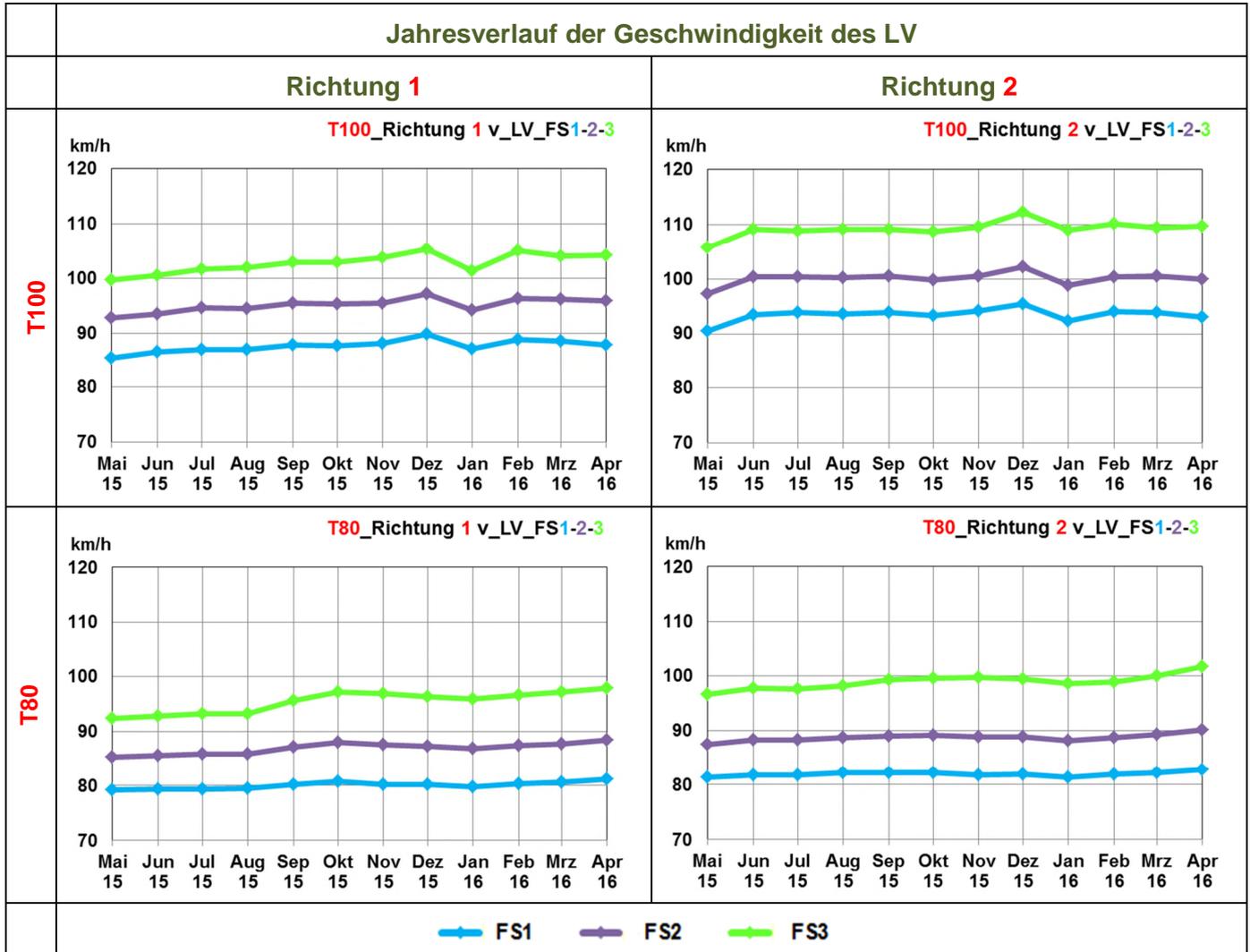


Abbildung 5.8: Jahresverlauf (Basis Monatswerte) der Geschwindigkeit des LV in Fahrtrichtung 1 und 2 je Fahrstreifen und Tempolimit bei Siezenheim (A1), 05.2015 – 04.2016.

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

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. 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, jedoch wurde auf die sechs einzelnen Fahrspuren abgestellt. Die mittleren Geschwindigkeiten je Fahrspur sind recht unterschiedlich; die Abhängigkeit der Emissionsfaktoren von der Fahrgeschwindigkeit ist nicht linear. Um dies adäquat für die Szenarien zu berücksichtigen, wurden die Geschwindigkeiten bei Tempo100 (tagsüber und nachts) um 0.5 km/h erhöht.

6.1. Emissionsreduktionen

Bei den **Emissionen** an NOx und CO₂ lassen sich die folgenden **Reduktionen durch das real umgesetzte Tempo80-Limit** abschätzen (Reduktion der mittleren Geschwindigkeit des Leichtverkehrs um die ermittelten 9.3 km/h).

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, 05.2015-04.2016:

	NOx	CO ₂
Gesamtemission [t/y]	138	49980
Einsparung durch flexibles T80 [t/y]	-7	-698
in %	-4.9%	-1.4%

Durch das flexible Geschwindigkeitslimit auf der A1 bei Salzburg konnten -4.9% NOx- bzw. -1.4% CO₂-Emissionen eingespart werden.

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.

6.2. Szenarien der Immissionsreduktionen

Zur **Abschätzung der Reduktionen bei den Immissionen an NO_x und NO₂** wurden vier Szenarien für den Zeitraum Mai 2015 – April 2016 berechnet:

- Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren stets mit der bei Siezenheim gemessenen Durchschnittsgeschwindigkeit bei 'Tempo 80' (84.9 km/h tagsüber bzw. 88.1 km/h nachts) → "Tempo80 immer".
- Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren stets mit der bei Siezenheim gemessenen Durchschnittsgeschwindigkeit bei 'Tempo 100' (94.2 km/h tagsüber bzw. 96.6 km/h nachts) → "Tempo80 nie".
- 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' → "Tempo80 temporär". *Dies ist der Realzustand für Siezenheim (mit den dort vorhandenen Emissionen und Immissionen).*
- Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren im Winterhalbjahr (Oktober – März) stets mit 'Tempo 80', im Sommerhalbjahr stets mit 'Tempo 100' → "Tempo80 Winterhj."

Für den übrigen Verkehr wurden kategorienspezifische Referenzgeschwindigkeiten verwendet.

Ausgehend von der realen Situation des Verkehrsaufkommens und der Immissionen werden die Emissionen und Immissionen an NO_x 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 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 2015 – April 2016.

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	1492	352	66	46.6	188	95	0
T80 nie	1629	396	72	50.3	204	104	0
T80 temporär	1547	370	67.7	47.8	190	96	0
T80 WHj.	1562	375	68	48.2	192	98	0

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

Relative Effekte eines *permanenten* Tempo80 bei Siezenheim (A1) im Betriebsjahr:

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 ähnlich hoch wie bei den NOx-Immissionen, obwohl das in der Luft aus NO gebildete NO₂ nur gedämpft auf Änderungen beim NOx 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 re-

duzieren, und wegen Unterschieden in der zeitlichen Verteilung der Emissionen und Immissionen.

Tabelle 6.3: Relative Effekte eines permanenten Tempo80 im Vergleich zu ‘Tempo100’ bei den real ermittelten Fahrgeschwindigkeiten für ‘Tempo80’ (84.9 km/h tagsüber bzw. 88.1 km/h nachts) bzw. für ‘Tempo100’ (94.2 km/h tagsüber bzw. 96.6 km/h nachts), Siezenheim A1, Mai 2015 – April 2016.

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 %
	-8.4%	-11.0%	-8.0%	-7.3%	-7.9%	-8.2%

Relative Effekte des flexiblen Tempo80 bei Siezenheim (A1) im Betriebsjahr:

Die Forderung gemäß BVO, wonach der lufthygienische Effekt mindestens so hoch wie derjenige eines permanenten Tempolimits im Winterhalbjahr sein muss, ist sowohl beim NOx als auch beim NO₂ bei weitem erfüllt worden. Die alternative Forderung gemäß BVO, wonach eine Immissionsreduktion beim NOx erreicht werden soll, die 75% eines ganzjährigen permanenten Tempolimits ausmacht, ist ebenfalls erfüllt worden. Mit nur 46% Schaltzeit konnte also 75% 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 2015 – April 2016.

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	46%	75%	67%	91%	88%
T80 WHj.	51%	63%	55%	77%	61%

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.

6.3.2. Vergleich mit der Testphase für Tempo80 vom 20.02.-19.05.2014

Für die Testphase mit Tempo80 auf der A1 bei Salzburg wurde eine Reduktion der Stickstoffoxid-Immissionen um 6-7% gefunden ("Lufthygienische Wirkung von Tempo 80 auf der Autobahn A1 bei Salzburg", Oekoscience, Juni 2014), im gegenständlichen Betriebsjahr von Mai 2015 – April 2016 hätte gemäß Szenarienrechnung ein permanentes Tempo80 eine Reduktion um 7-8% erbracht, obwohl die mittlere Geschwindigkeitsdifferenz zwischen den beiden Tempolimits tagsüber nur noch 9.3 und nicht mehr 11.8 km/h betrug. In der Testphase wurde jedoch eine Emissionsreduktion von nur 70% des aus den Emissionsfaktoren ableitbaren Wertes postuliert, in der vorliegenden Evaluation ist von den üblichen 100% ausgegangen worden.

Dies liegt darin begründet, dass es sich um eine kurze Testphase von nur drei Monaten ohne direkte Vergleichsmöglichkeit handelte (die Messstation Siezenheim ging erst im Oktober 2013 in Betrieb) und die Emissionsreduktionen mit einem konservativen Modell mit Einbezug der Station Hallein abgeschätzt wurden. Dies auch, weil Tempo80 auf der Salzburger A1 damals neu war, was zu teilweise unruhiger Fahrweise geführt hat; inzwischen kann davon ausgegangen werden, dass das Fahrverhalten nicht (mehr) grundsätzlich verschieden je nach Tempolimit ist, die Emissionsfaktoren für österreichische Autobahn gemäß HBEFA3.2 also zu verwenden sind.

7. Zusammenfassung

Im Betriebsjahr Mai 2015 – April 2016 war Tempo80 auf der A1 bei Salzburg während durchschnittlich 46 % der Zeit geschaltet.

Die Häufigkeit von Tempo80 war am Morgen zwischen 06:30 und 12:00 Uhr und am Abend von 17:30 – 20:30 Uhr mit mehr als 60% am größten, von 07:30 – 09:30 Uhr überstieg sie sogar 80%. Am Morgen zwischen 01:00 und 04:30 Uhr war Tempo80 mit weniger als 10% Häufigkeit am seltensten.

Nach Jahreszeiten unterteilt wiesen der Winter und der Herbst wesentlich größere Schalthäufigkeiten auf als das Frühjahr und der Sommer.

Die monatlichen Schalthäufigkeiten schwankten zwischen 28% (Juni 2015) und 71% (Dezember 2015). Aber auch der November 2015 und der Januar 2016 wiesen mit 60-63% eine hohe Tempo80-Schalthäufigkeit auf.

Die Tempo80-Schaltungen wiesen am Donnerstag und Freitag die größten Häufigkeiten auf, am Sonntag waren sie nur gut halb so hoch. Dies ist im Gegensatz zur A10, wo die Schaltungen am Sonntag eine nur wenig geringere Schalthäufigkeit als werktags aufweisen. Dies liegt daran, dass die Pendler auf der A1 bei Salzburg einen größeren Anteil ausmachen als auf der A10.

An keinem Tag fiel die Schaltung vollständig aus. An insgesamt 305 Stunden fiel sie aus, dies ist eine gute Verfügbarkeit von 96.5%.

Bei den Tagen mit hohen Schaltzeiten (20-24 h) handelte es sich um Tage von Oktober 2015 bis Februar 2016. Mit der Ausnahme eines Samstags handelte es sich um Werktage (Montag – Freitag), im Gegensatz zur Schaltung bei Hallein auf der A10.

Die A1 bei Salzburg wies im Untersuchungsjahr (Mai 2015 – April 2016) einen DTV von rund 80'000 Fahrzeugen auf. Davon waren 84% Pkw und 7% schwere Güterfahrzeuge.

Während des Tempo80-Limits wurde im aktuellen Betriebsjahr tagsüber eine Geschwindigkeitsreduktion gegenüber Tempo100 um 9.3 km/h (Testphase 2013/14: 11.8 km/h) erreicht. Im Vergleich zur Testphase ist die Geschwindigkeit bei Tempo100 gleich geblieben, diejenige bei Tempo80 hat sich aber im Mittel um rund 3 km/h erhöht. Dabei ist aufgefallen, dass die mittlere Geschwindigkeit des Leichtverkehrs bei Tempo80 über das ganze Betriebsjahr stetig zugenommen

hat, insgesamt um rund 2 km/h. Nachts wird generell schneller gefahren als tagsüber.

Auf dem 10.3 km langen Autobahnabschnitt zwischen Salzburg-Nord und Wals-Siezenheim konnten durch das flexible Geschwindigkeitslimit der gesamte Stickstoffoxidausstoß um 5% und der gesamte CO₂-Ausstoß um 1.4% verringert werden. Die prozentuale fossile Kraftstoffeinsparung dürfte sich etwa im Bereich der CO₂-Reduktion bewegt haben.

Die gesamten NO_x- bzw. NO₂-Immissionen konnten durch das flexible Tempolimit um 5-6% reduziert werden. Mit nur 46% Schaltzeit konnten 75% 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 bei weitem erfüllt worden. Die alternative Forderung gemäß BVO, wonach eine Immissionsreduktion beim NO_x erreicht werden soll, die 75% eines ganzjährigen permanenten Tempolimits ausmacht, ist ebenfalls erfüllt worden. Der Schwellenwert des Schaltalgorithmus kann beibehalten werden.

Die Betrachtung der **Fahrgeschwindigkeiten einzeln** über die sechs Fahrspuren zeigt, dass die Geschwindigkeiten von der rechten bis zur linken Spur in jeder Fahrtrichtung zunehmen. Die mittlere Geschwindigkeit auf der linken Spur lag während Tempo80 markant über 80 km/h (96 bzw. 99 km/h je Richtung).

Die Geschwindigkeit auf der dritten Spur der Salzburger A1 in den Griff zu bekommen, dürfte der Schlüssel für eine ruhigere Fahrweise auf der A1 sein, denn die häufigen viel zu schnellen Fahrzeuge drängen die korrekter fahrenden auf die mittlere Spur. Auf der bei Einfahrten wichtigen rechten Spur ist der Schwerverkehr bei Tempo100 um 6-10 km/h langsamer gewesen als der Leichtverkehr, bei Tempo80 um 2-3 km/h. Diese Werte liegen weit von den theoretischen 20 bzw. 0 km/h als Differenz zwischen Pkw und Lkw bei Tempo100 bzw. Tempo80 entfernt.

Anhang: Kurze Betrachtung der Tempo80-Situation in den ersten beiden Monaten März und April 2015

Schon in den ersten beiden Monaten wies die flexible Tempo80-Schaltung die sehr gute Verfügbarkeit von 98.5% auf.

Zur Dokumentation werden die Tempo80-Häufigkeiten über alle 14 Monate März 2015 – April 2016 sowie die Tageswerte der Tempo80-Häufigkeit vom 4.3. – 30.4.2015 gezeigt. Es gab keine Auffälligkeiten.

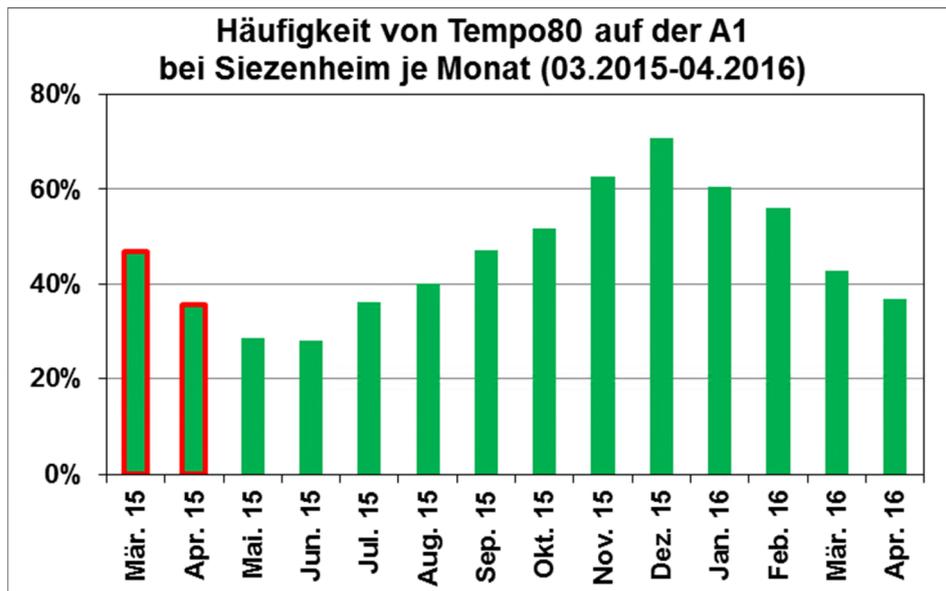


Abbildung A.1: Häufigkeit von Tempo80 je Monat auf der A1 bei Siezenheim (03.2015-04.2016).

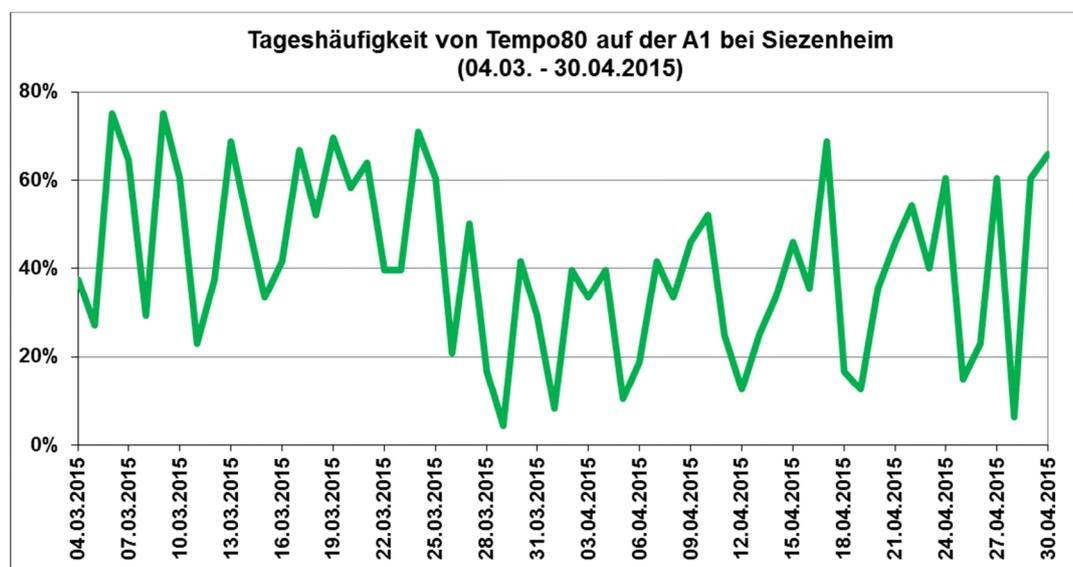


Abbildung A.2: Tageshäufigkeit von Tempo80 auf der A1 bei Siezenheim (04.03. – 30.04.2015).