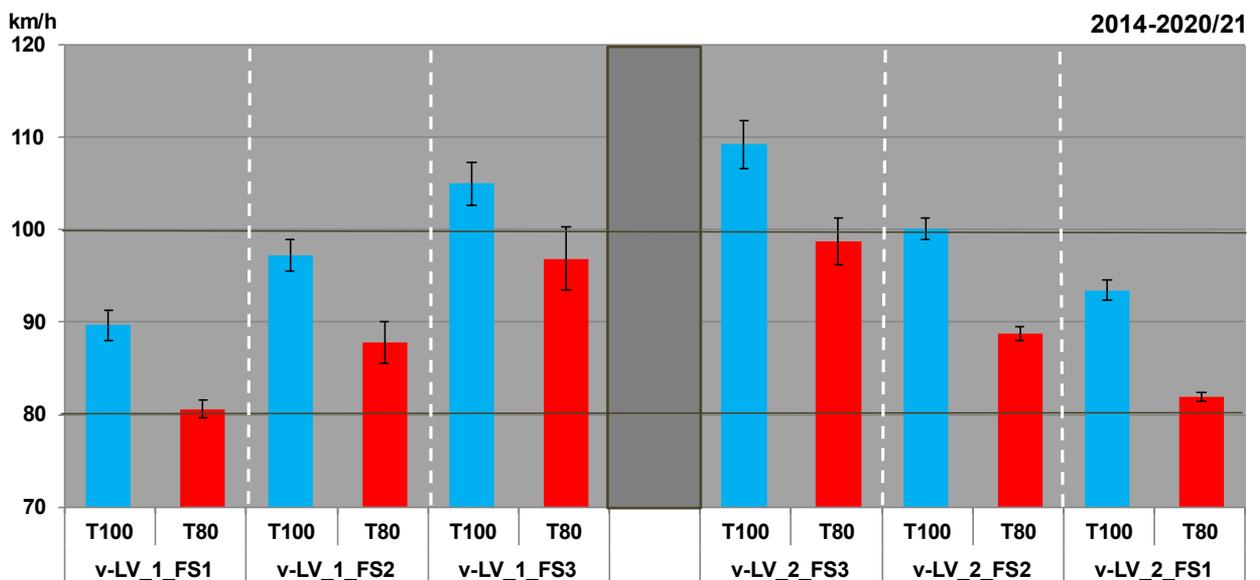


Evaluation des flexiblen Tempo80-Limits auf der A1 bei Salzburg von Mai 2021 bis April 2022



Dr. Jürg Thudium
 Dr. Carine Chélala
 19.08.2022 / 5318.20

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. Verfügbarkeit der Tempo80-Schaltung	3
2.2. Jahresverlauf	4
2.2.1. Tempo80	4
2.2.2. Verkehrsaufkommen	6
2.2.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden	7
2.3. Wochenverlauf	8
2.3.1. Tempo 80	8
2.3.2. Verkehrsaufkommen	10
2.3.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden	11
3. Dokumentation der täglichen Schaltzeiten	12
4. Effektive Fahrgeschwindigkeiten auf der A1 bei Salzburg	14
4.1. Geschwindigkeitsbereich der Pkw	14
4.2. Monatsmittel der Fahrgeschwindigkeit	16
5. Verkehrsaufkommen und Fahrgeschwindigkeiten separat für alle 6 Fahrspuren: Mittelwerte und Streuungen 2014-2021	17
5.1. Verteilung des Leichtverkehrs auf die sechs Fahrspuren	17
5.2. Fahrgeschwindigkeiten auf den sechs Fahrspuren	19
6. Emissionsreduktion von NO_x und CO₂ durch das flexible Tempo80 und Schätzung für die NO₂-Immissionsreduktion	23
7. Zusammenfassung	24

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1: Karten der Tempo80-Strecke der A1 mit Immissionsmessstelle Siezenheim und Verkehrserfassung. <i>Kartenquelle: Land Salzburg.</i>	2
Abbildung 2.1: Verfügbarkeit der Tempo80-Schaltung je Monat, Siezenheim A1 (05.2021-04.2022). 'Schaltung Tempo80' bzw. 'Schaltung Tempo100': Flexible Schaltung des Tempolimits; 'IGL T100 mit T80 Baustelle': IGL-Schaltung setzt auf Tempo100, aber von Baustellen-Tempo80 überlagert; 'Tempo80, Ausfall Schaltung': Keine Schaltung infolge Ausfalls → Tempo80; 'Tempo80, Baustelle': Permanentes Tempo80 wegen Baustelle.	3
Abbildung 2.2: Tägliche Anzahl Stunden (gleitendes 7-Tagemittel) mit Tempo80 auf der A1 bei Siezenheim (05.2019-04.2020 und 05.2021-04.2022).	4
Abbildung 2.3: Häufigkeit von Tempo80 je Monat auf der A1 bei Siezenheim, 05.2019-04.2020 und 05.2021-04.2022.	5
Abbildung 2.4: Monatswerte des DTV je Fahrzeuggruppe auf der A1 bei Siezenheim, 05.2021-04.2022.	6
Abbildung 2.5: Monatsmittelwerte der NO _x - und NO ₂ -Immissionen sowie der NO _x -Emissionen bei Siezenheim A1 (05.2019-04.2020 und 05.2021-04.2022).	7
Abbildung 2.6: Häufigkeit von Tempo80 je Wochentag auf der A1 bei Siezenheim (23.06.2021-30.04.2022).	8
Abbildung 2.7: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo80 je Wochentagstyp auf der A1 bei Siezenheim (23.06.2021-30.04.2022).	9
Abbildung 2.8: DTV je Wochentag auf der A1 bei Siezenheim (23.06.2021-30.04.2022).	10
Abbildung 2.9: Mittelwerte der Immissionen (I) von NO _x und NO ₂ sowie der NO _x -Emissionen (E-NO _x) je Wochentag bei Siezenheim A1 (23.06.2021-30.04.2022).	11
Abbildung 4.1: Täglicher Geschwindigkeitsbereich der Pkw auf der Basis der Stundenwerte, Siezenheim A1 (05.2021-04.2022).	15
Abbildung 4.2: Monatswerte der mittleren gemessenen Fahrgeschwindigkeit von 6-22 Uhr des Leichtverkehrs (LV; links) und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF; rechts) auf der A1 bei Siezenheim, 05.2021-04.2022 (unten) und 05.2019-04.2020 (oben).	16

Abbildung 5.1: Aufkommen des Leichtverkehrs (LV; oben) bzw. des Schwerverkehrs (SV; unten) je Fahrstreifen und Tempolimit bei Siezenheim (A1), Mittel und Standardabweichung für den Zeitraum 2014 – 2021.	18
Abbildung 5.2: Mittel mit Standardabweichung der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs (LV; oben) bzw. des Schwerverkehrs (SV; unten) je Fahrstreifen und Tempolimit bei Siezenheim (A1), 2014-2020/21.	20
Abbildung 5.3: Mittlere Geschwindigkeit mit Standardabweichung des LV in Richtung 1 bzw. 2 für den dritten Fahrstreifen (FS3) je Tempolimit bei Siezenheim (A1) in Abhängigkeit vom Wochentag, 2015-2020/21.	21
Abbildung 5.4: Mittleres relatives Verkehrsaufkommen des Leichtverkehrs mit Standardabweichung je Fahrstreifen und Tempolimit bei Siezenheim (A1) in Abhängigkeit vom Wochentag, 2015-2020/21, (100% = Summe über alle 3 Fahrstreifen über beide Richtungen je Tempolimit).	22

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1: Tägliche Anzahl Stunden mit Tempo80-Schaltung, Siezenheim A1 (05.2021-04.2022).	12
Tabelle 4.1: Mittelwerte der real gefahrenen Geschwindigkeiten der Pkw je Tempolimit tagsüber (6-22 Uhr) und nachts (22-6 Uhr), A1 bei Siezenheim, 15.09.2021-30.04.2022.	15
Tabelle 6.1: Emissionsreduktionen für NO _x und CO ₂ durch das real umgesetzte flexible Tempo80-Limit von Salzburg-Nord bis Wals-Siezenheim (10.3 km, A1), während der Verfügbarkeit <i>und Realisierung</i> der flexiblen Tempo80-Schaltung vom 15.09.2021-30.04.2022:	23

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 2021 – April 2022** evaluiert. Infolge baustellenbedingten langen Datenausfalls war die Schaltung **nur während rund 10,5 Monaten in Betrieb: Vom 23.06.2021 bis zum 30.04.2022**. Es wird mit dieser Evaluation die korrekte Ausführung der Tempo80-Schaltungen überprüft und die Entwicklung von Verkehr und Immissionen dargestellt. Ebenso wird die Ersparnis von NO_x- und CO₂-Emissionen infolge der flexiblen Tempo80-Schaltung abgeschätzt.

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





Abbildung 1.1: Karten 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. Verfügbarkeit der Tempo80-Schaltung

Im Betriebsjahr Mai 2021 – April 2022 betrug die Verfügbarkeit der flexiblen Tempo80-Schaltung 83%. Die folgende Abbildung zeigt die monatlichen Zeitanteile von flexiblem Tempo80 bzw. Tempo100, von baustellenbedingtem Tempo80 (mit und ohne Tempo80-Algorithmus im Hintergrund) sowie von Tempo80 infolge Ausfalls der Schaltung. Außerhalb der Baustellenzeit war die Verfügbarkeit mit 98% gut.

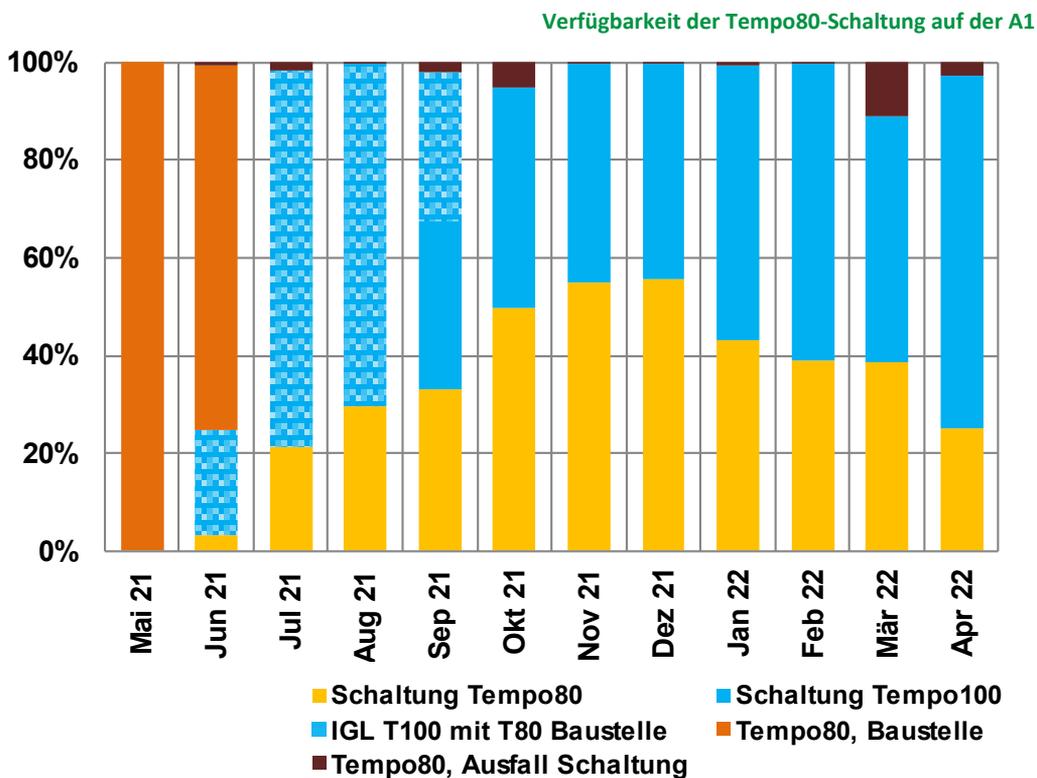


Abbildung 2.1: Verfügbarkeit der Tempo80-Schaltung je Monat, Siezenheim A1 (05.2021-04.2022). 'Schaltung Tempo80' bzw. 'Schaltung Tempo100': Flexible Schaltung des Tempolimits; 'IGL T100 mit T80 Baustelle': IGL-Schaltung setzt auf Tempo100, aber von Baustellen-Tempo80 überlagert; 'Tempo80, Ausfall Schaltung': Keine Schaltung infolge Ausfalls → Tempo80; 'Tempo80, Baustelle': Permanentes Tempo80 wegen Baustelle.

2.2. Jahresverlauf

2.2.1. Tempo80

Der Jahresverlauf (gleitende Wochenmittel; [Abbildung 2.2](#)) der täglichen Anzahl Stunden mit Tempo80 wird zu Zwecken der Einordnung mit dem Verlauf im Vorjahr 2019/20 verglichen. Im Mai und Juni 2019 galt allerdings noch ein alter Schwellenwert und ab dem 16.03.2020 stark reduzierte Schaltungen als Folge des lockdownbedingten Verkehrseinbruchs. Die Jahreshäufigkeit von Tempo80 im 2021/22 während der Betriebszeit (23.6.2021-30.4.2022) betrug **38,7%**.

Tägliche Anzahl Stunden (gleitendes 7-Tagemittel) mit Tempo80 auf der A1

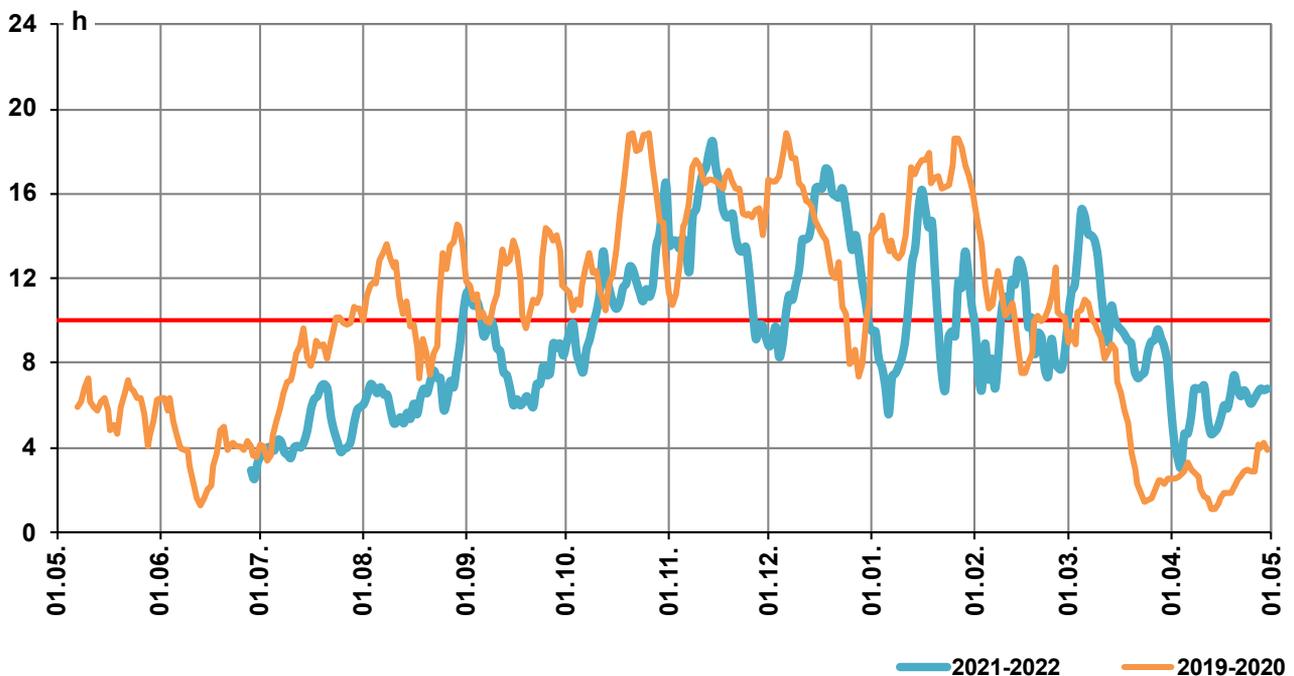


Abbildung 2.2: Tägliche Anzahl Stunden (gleitendes 7-Tagemittel) mit Tempo80 auf der A1 bei Siezenheim (05.2019-04.2020 und 05.2021-04.2022).

Die monatlichen Tempo80-Häufigkeiten entsprechen dem Bild der gleitenden 7-Tagemittel. In allen Monaten mit funktionierender Schaltung war die Häufigkeit von Tempo80 deutlich geringer als im Vorjahr 2019/20. Ausnahme bilden März und April 2020 mit dem lockdownbedingten Verkehrseinbruch. Ein wichtiger Grund für die geringere Schalthäufigkeit liegt an der geringeren NO_x-Immission im Vergleich zu 2019/20 (39 ppb gegenüber 51 ppb als Mittel über Juli – Februar).

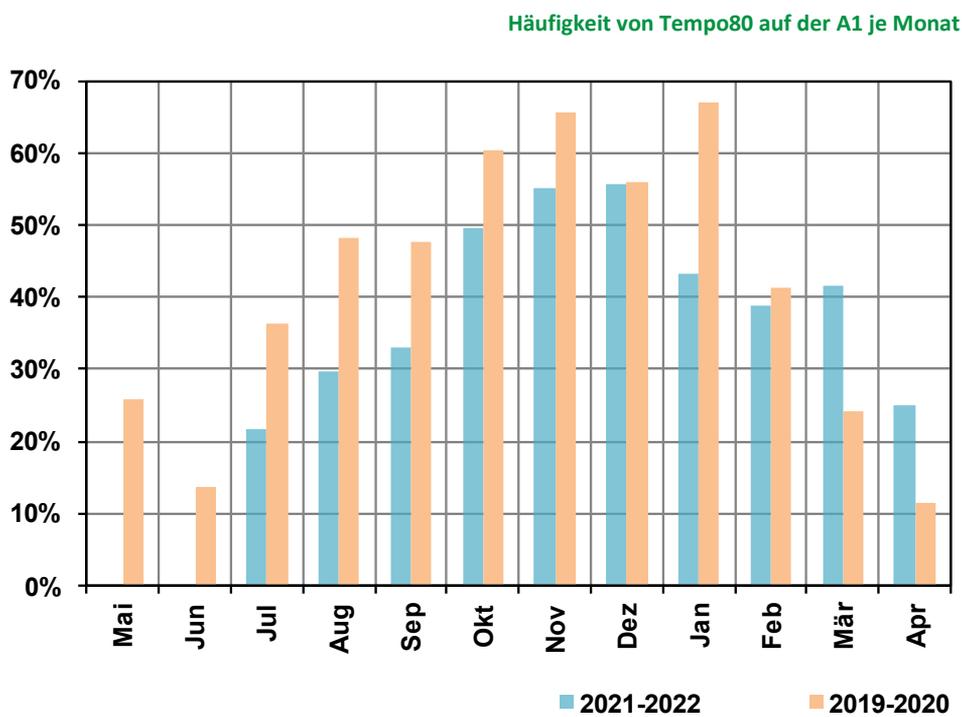


Abbildung 2.3: Häufigkeit von Tempo80 je Monat auf der A1 bei Siezenheim, 05.2019-04.2020 und 05.2021-04.2022.

2.2.2. Verkehrsaufkommen

Das Aufkommen an schweren Güterfahrzeugen war etwa gleich wie im 2019/20, bei den Lieferwagen nur leicht geringer. Die Pkw und vor allem die Busse hingegen haben auf der A1 bei Salzburg nach wie vor ein geringeres Aufkommen als vor der Pandemie. Im aktuellen Betriebsjahr war der Verkehr im Winter deutlich geringer als in den übrigen Jahreszeiten.

Monatswerte des DTV je Fahrzeuggruppe auf der A1

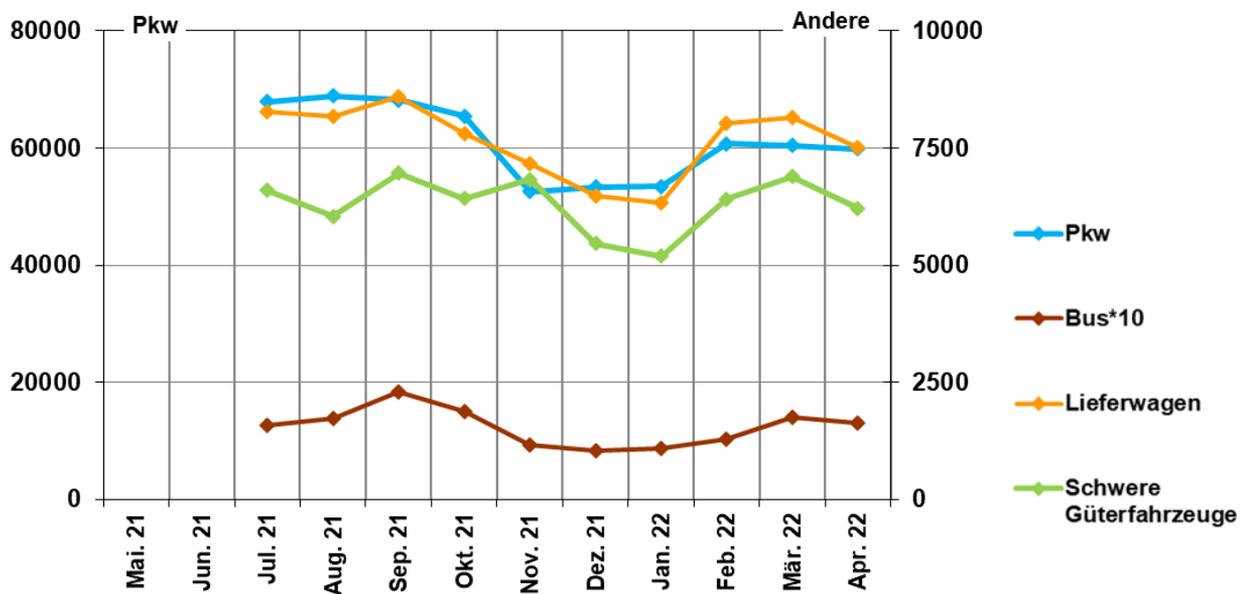


Abbildung 2.4: Monatswerte des DTV je Fahrzeuggruppe auf der A1 bei Siezenheim, 05.2021-04.2022.

2.2.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden

Die NOx-Emissionen waren im aktuellen Betriebsjahr 2021/22 infolge des Verkehrsrückganges bei Pkw und Bussen und der allgemein weiter zurückgehenden Emissionsfaktoren aller Fahrzeugkategorien deutlich niedriger als im Vorjahr 2019/20, mit Ausnahme des März und Aprils 2020 (Lockdown). Entsprechend lagen auch die Immissionen meistens deutlich unter den Werten des Vorjahrs. Nur im Dezember und Februar lagen die werte der beiden Jahre nahe beieinander (der Februar 2020 war von den meteorologischen Bedingungen her außerordentlich günstig).

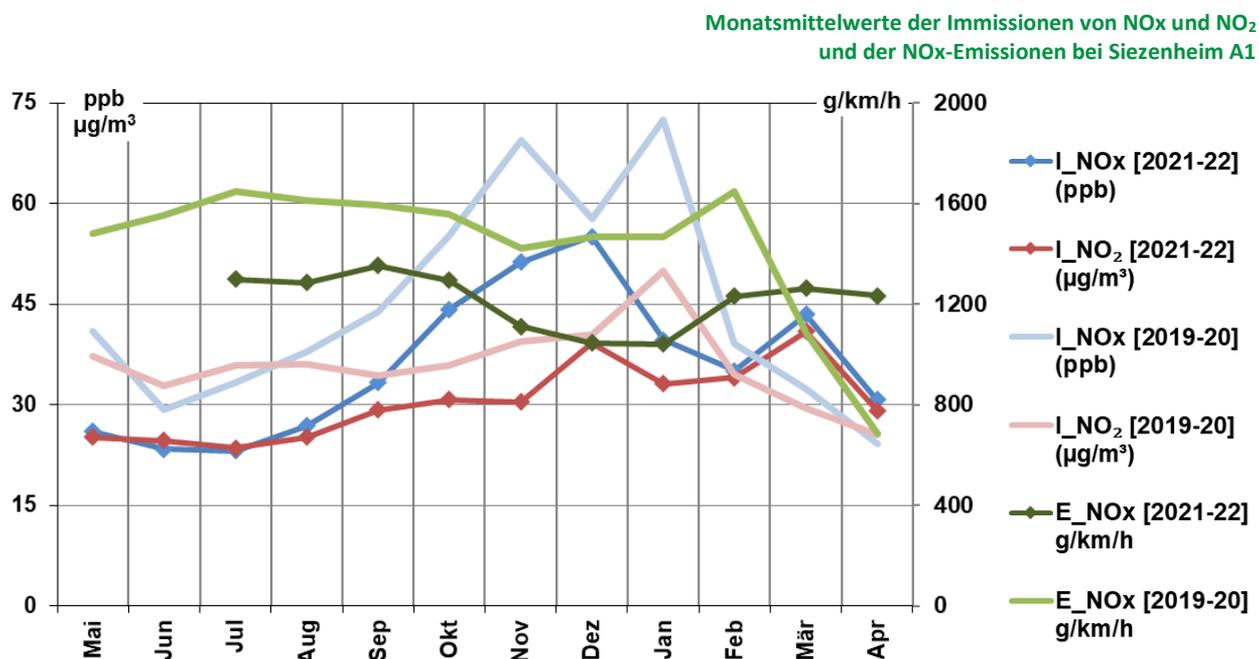


Abbildung 2.5: Monatsmittelwerte der NOx- und NO₂-Immissionen sowie der NOx-Emissionen bei Siezenheim A1 (05.2019-04.2020 und 05.2021-04.2022).

Der Jahresmittelwert der NOx-Immissionen an der Station Siezenheim A1 betrug 36.0 ppb, bei den NO₂-Immissionen 30.4 µg/m³.

2.3. Wochenverlauf

2.3.1. Tempo 80

Zur Bestimmung der Wochenverläufe wurden die Daten von 23.06.2021 – 30.04.2022 verwendet.

Die Tempo80-Schaltungen auf der A1 bei Siezenheim wiesen ähnlich wie in früheren Jahren am Samstag und Sonntag tiefere Häufigkeiten als an Werktagen (Mo-Fr) auf. Aber auch am Sonntag war die Häufigkeit im Mittel noch mehr als halb so hoch wie werktags.

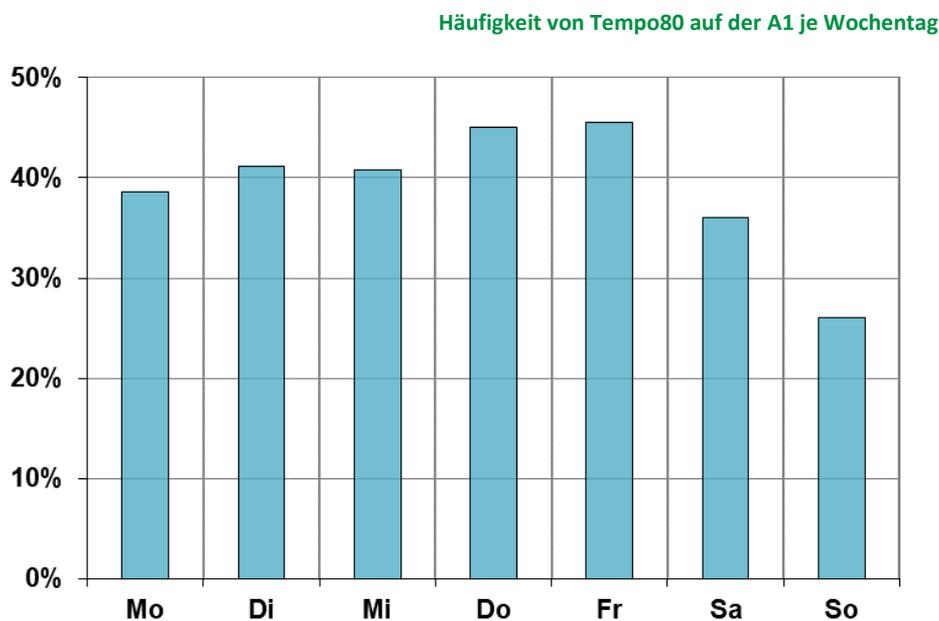


Abbildung 2.6: Häufigkeit von Tempo80 je Wochentag auf der A1 bei Siezenheim (23.06.2021-30.04.2022).

Der Tagesgang der Tempo80-Häufigkeit nach Wochentagstyp hatte einen ähnlichen Verlauf wie in den Vorjahren. Werktags ist die Morgenspitze infolge der Rush-Hour deutlich größer als sonntags, am Abend sind die Häufigkeiten an allen Tagen näher beieinander.

Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo80 auf der A1 je Wochentag

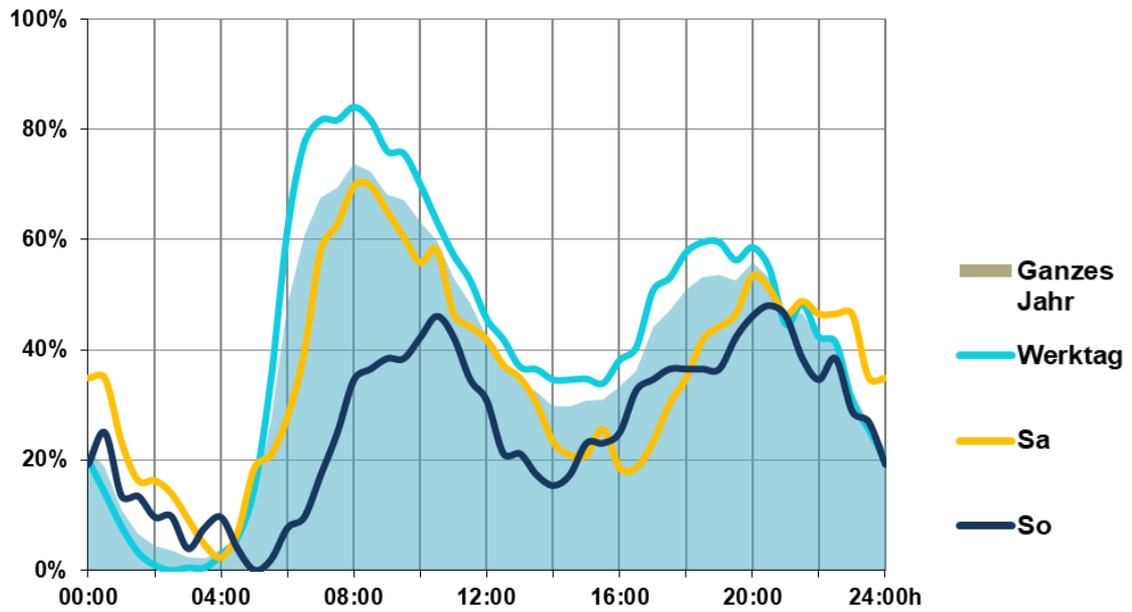


Abbildung 2.7: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo80 je Wochentagstyp auf der A1 bei Siezenheim (23.06.2021-30.04.2022).

2.3.2. Verkehrsaufkommen

Auch der Verkehr weist einen starken Wochengang auf. Alle Fahrzeugkategorien sogar auch die Busse wiesen sonntags das geringste Aufkommen auf, samstags das zweitgeringste (bei Bussen und Pkw zusammen mit Montag und Dienstag). Von daher erklärt sich ein Stück weit der Wochenverlauf der Tempo80-Häufigkeit; der Tagesgang am Wochenende (keine Rush-Hour am Morgen) trägt ebenfalls zum spezifischen Wochenverlauf der Tempo80-Häufigkeit bei.

In früheren Jahren vor Corona hatte der Wochengang der Busse das Maximum am Samstag und die zweithöchsten Werte freitags und sonntags.

Mittelwerte des DTV je Fahrzeuggruppe und je Wochentag auf der A1

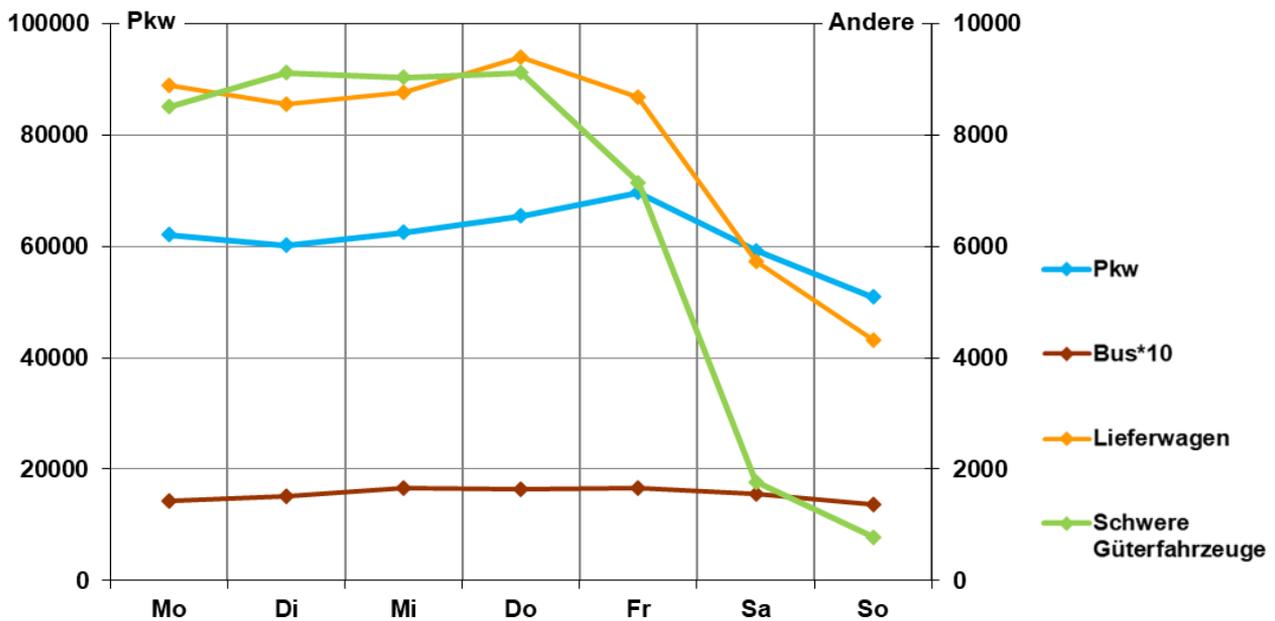


Abbildung 2.8: DTV je Wochentag auf der A1 bei Siezenheim (23.06.2021-30.04.2022).

2.3.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden

Die Immissionen und Emissionen an NO_x verlaufen über die gesamte Woche weitgehend parallel, gewisse Schwankungen ergeben sich jedoch 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 (bessere Durchmischungsbedingungen am Wochenende wegen fehlender frühmorgendlicher Rush-Hour).

Mittelwerte der Immissionen von NO_x und NO₂ und der NO_x-Emissionen je Wochentag

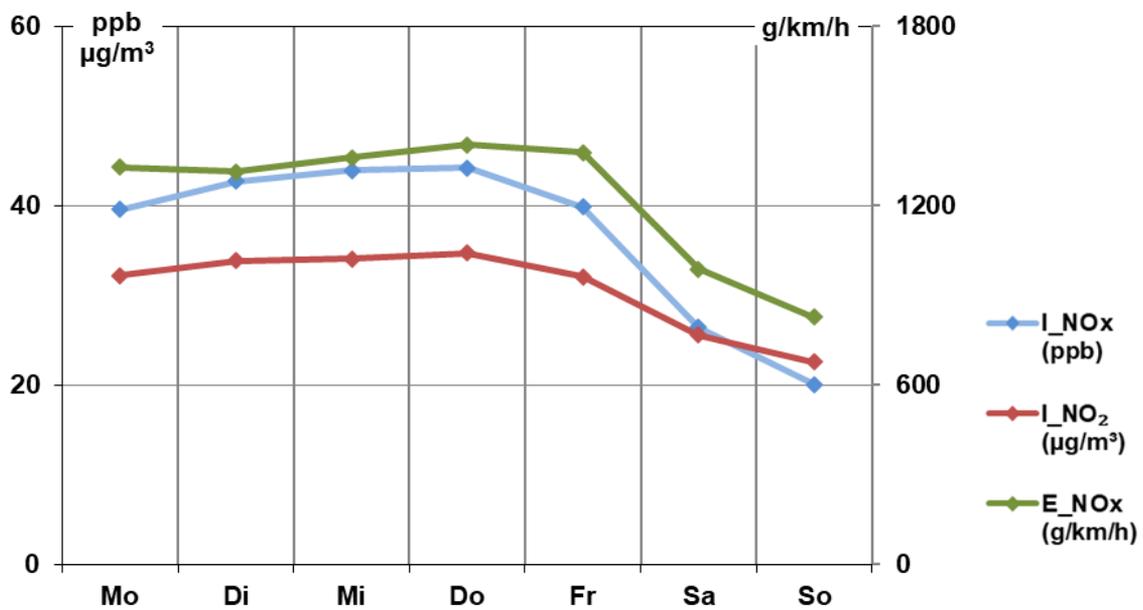


Abbildung 2.9: Mittelwerte der Immissionen (I) von NO_x und NO₂ sowie der NO_x-Emissionen (E-NO_x) je Wochentag bei Siezenheim A1 (23.06.2021-30.04.2022).

3. Dokumentation der täglichen Schaltzeiten

In der folgenden Tabelle werden alle täglichen Schaltzeiten von Tempo80 im Betriebsjahr 2021/22 dokumentiert.

Tabelle 3.1: Tägliche Anzahl Stunden mit Tempo80-Schaltung, Siezenheim A1 (05.2021-04.2022).

	Mai 21	Jun 21	Jul 21	Aug 21	Sep 21	Okt 21	Nov 21	Dez 21	Jan 22	Feb 22	Mär 22	Apr 22
1			8.5	2	8	14	0.5	11	6	5	15	0
2			6	10.5	10	9.5	15	12.5	5	0	15.5	0
3			4	8	13	5	14	12	6	13	18	0
4			0	6.5	8.5	5.5	17	0	10	17	17.5	6
5			3	4	7	1	17.5	12.5	3.5	5.5	17	17
6			3.5	13	8	12.5	13.5	16	5.5	7	10	6
7			5	1.5	12.5	13	9	14.5	15.5	0	6	9
8			5	2	11.5	17.5	19	9.5	7	16	14.5	9.5
9			5	5.5	7.5	14.5	17	17.5	7.5	15		0
10			3	3.5	6	9	21	17	9	17.5		0
11			3.5	7	7.5	12	22	10	16	10.5	9	7
12			3.5	5.5	0	14.5	19.5	12.5	15.5	17.5	10	6.5
13			3	11	7	4.5	19	17	18.5	5.5	5.5	0.5
14			7	5	8	8	12	20.5	21	8	14.5	9.5
15			9	0	6	13.5	10	19.5	20	14.5	11.5	11
16			11.5	10.5	9.5	12.5	12.5	18	13.5	9	8	3.5
17			6.5	0	4	11	12.5	16.5	2.5	3	8.5	4
18			4.5	12.5	8.5	17	19	16.5	10	13.5	7.5	6
19			6.5	8.5	2	16	19.5	11.5	17.5	5.5	8	11.5
20			4	9.5	5	10	20	10	0	12.5	4.5	6.5
21			5.5	9	6.5	7	4	19.5	3.5	6.5	5.5	5
22			0	3.5	13.5	9.5	6	19	5.5	4	9	8.5
23			6.5	8	9.5	9	12	21	8	6.5	9	5.5
24		6.5	3	0	10	8	14	10.5	20	15.5	9.5	2
25		5	1	2	5.5	21	10.5	8.5	12	6	14	3.5
26		2	7.5	11.5	2.5	13.5	7.5	5	16	3.5	11.5	13
27		0	4.5	16	15	14	10	15	18	12	5	8.5
28		4	7.5	7	5	19.5	8.5	13	1.5	12	9	6.5
29		0	6	11	15	14	6	10	17.5		6	8
30		5.5	11	15.5	5.5	18.5	8	14.5	0		6	6
31			4	10.5		15		3	10		3.5	

Die Schaltung war im Betriebsjahr von 23.06.2021 – 30.04.2022 in Betrieb.

Die höchste tägliche Tempo80-Schaltdauer betrug 22 Stunden (11.11.2021, Teil einer Hochphase vom 08. – 13.11.2021). Tage mit durchgängiger Verfügbarkeit der benötigten Daten aber dennoch 0 Stunden mit Tempo80-Schaltung gab es in manchen Monaten. Die 3-tägige Phase ohne Tempo80-Schaltung vom 1. – 3. April 2022 (Fr-So) verfügte über alle Daten zur Schaltung, es herrschten aber anhaltend günstige Bedingungen.

4. Effektive Fahrgeschwindigkeiten auf der A1 bei Salzburg

In diesem Kapitel werden die *mittleren* Fahrgeschwindigkeiten auf der A1 bei Sienheim vom 23.06. – 30.04.2022 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.

4.1. Geschwindigkeitsbereich der Pkw

Die täglichen Fahrgeschwindigkeiten der Pkw bewegten sich generell zwischen etwa 85 und 100 km/h (Basis Stundenmittelwerte), ähnlich wie in den Vorjahren. Bisweilen gab es kurze Phasen mit verringerten Fahrgeschwindigkeiten, wegen Stau, Unfällen etc. (s. [Abbildung 4.1](#)). Vom 23.06. – 15.09.2021 war der Schaltalgorithmus zwar in Betrieb, ein IGL-Tempo100 wurde aber von einem permanenten Baustellen-Tempo80 überlagert, was sich deutlich im Geschwindigkeitsverlauf zeigt.

Täglicher Geschwindigkeitsbereich der Pkw, Stundenwerte auf der A1

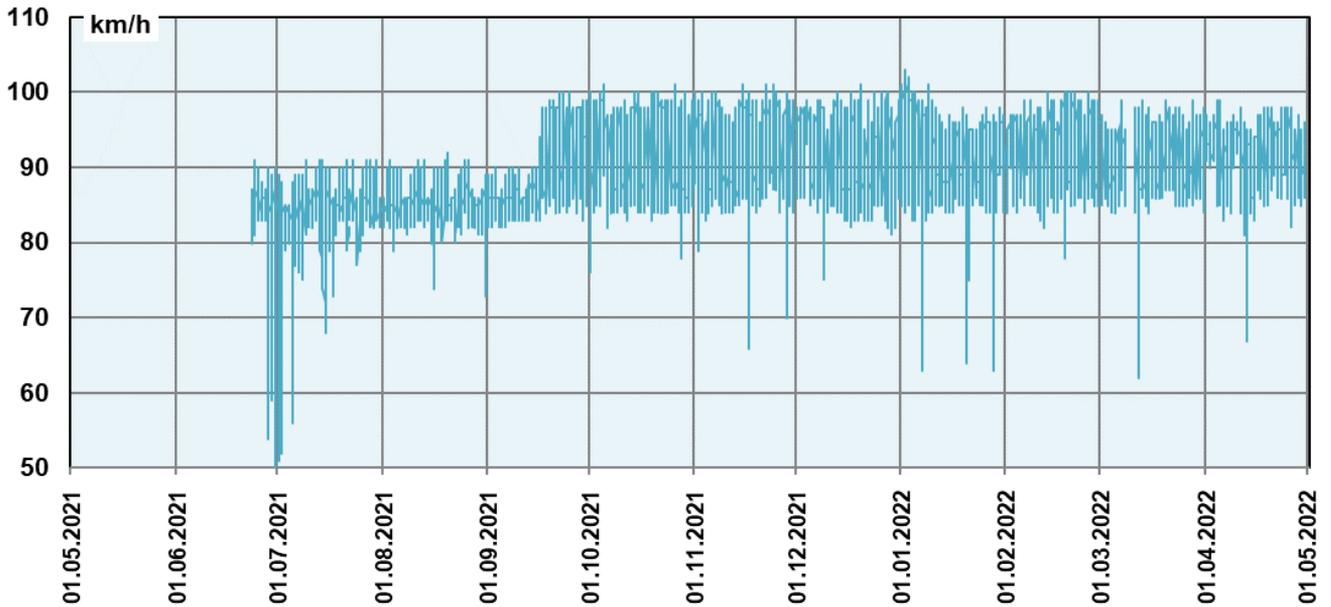


Abbildung 4.1: Täglicher Geschwindigkeitsbereich der Pkw auf der Basis der Stundenwerte, Siezenheim A1 (05.2021-04.2022).

In der Phase vom 23.06. – 15.09.2021 (Baustellen-Tempo80) gab es werktags durchwegs Stunden mit erhöhter Durchschnittsgeschwindigkeit, welche jeweils am Wochenende nicht auftraten. So wurden an den Wochenendtagen Stundenspitzen bis etwa 85 km/h erreicht, werktags bis etwa 90 km/h.

In der Phase mit der realisierten flexiblen Tempo80-Schaltung vom 15.09.2021 – 30.04.2022 wurden von den Pkw die folgenden mittleren Geschwindigkeiten gefahren:

Tabelle 4.1: Mittelwerte der real gefahrenen Geschwindigkeiten der Pkw je Tempolimit tagsüber (6-22 Uhr) und nachts (22-6 Uhr), A1 bei Siezenheim, 15.09.2021-30.04.2022.

Tempolimit (15.09.2021-30.04.2022)	LV: v [km/h] 6-22 Uhr	LV: v [km/h] 22-6 Uhr
mit IG-L Schaltung (T80)	86.1	88.1
ohne IG-L Schaltung (T100)	94.1	96.2

Die Differenz zwischen Tempo100 und Tempo80 betrug real also 8 km/h. Dies ist weniger als die 10-11 km/h in früheren Jahren, was an der geringeren mittleren Geschwindigkeit bei Tempo100 im aktuellen Betriebsjahr liegt.

4.2. Monatsmittel der Fahrgeschwindigkeit

Die im Folgenden dargestellten Monatsmittelwerte beziehen sich nur auf die Tagesstunden von 6 – 22 Uhr. Die Überlagerung von IGL-Tempo100 durch das Baustellen-Tempo80 im Juli und August 2021 ist deutlich zu sehen.

Monatsmittel der Fahrgeschwindigkeit

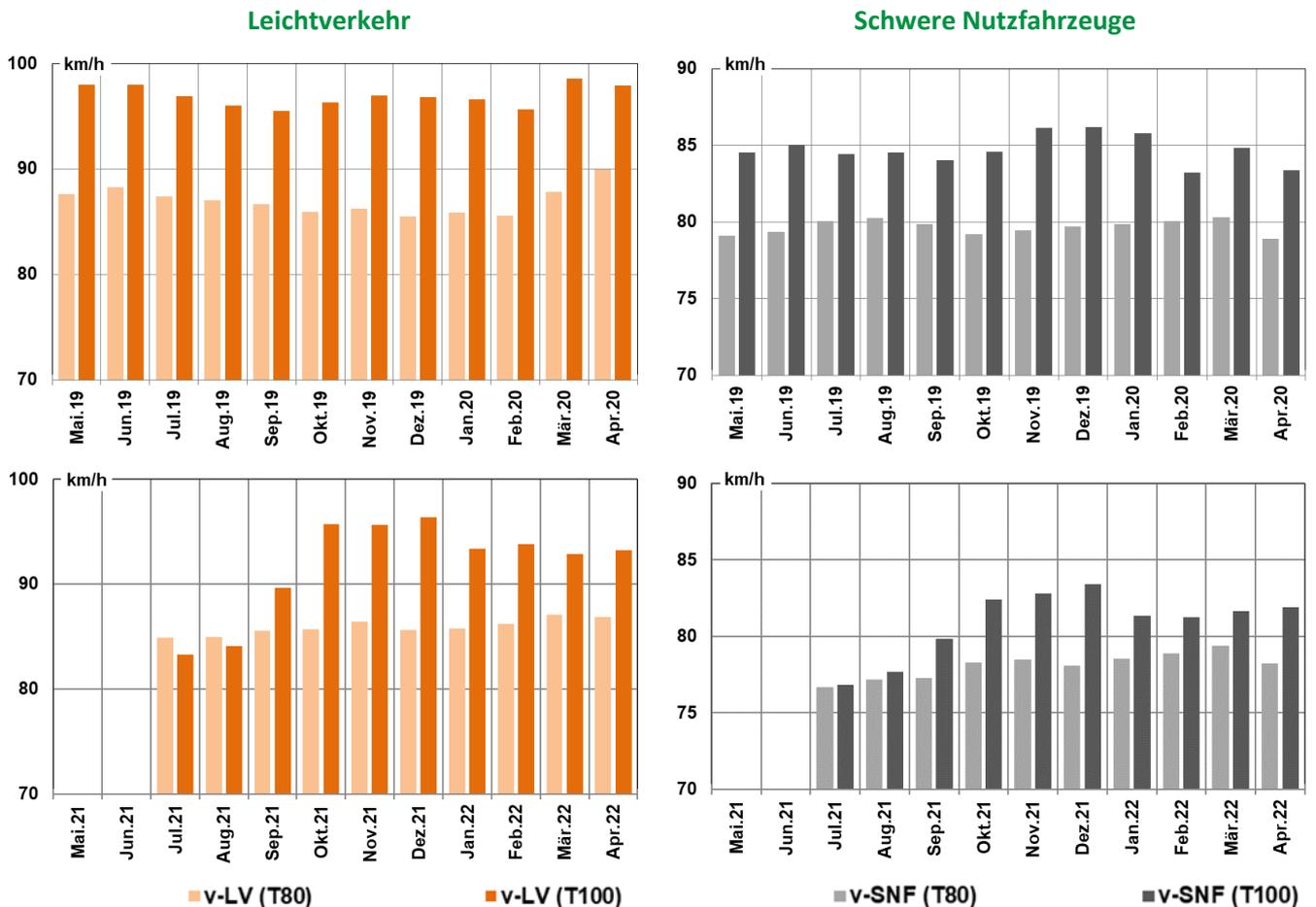


Abbildung 4.2: Monatswerte der mittleren gemessenen Fahrgeschwindigkeit von 6-22 Uhr des Leichtverkehrs (LV; links) und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF; rechts) auf der A1 bei Siezenheim, 05.2021-04.2022 (unten) und 05.2019-04.2020 (oben).

Die SNF fahren bei Tempo100 ebenfalls schneller (um bis zu etwa 5 km/h) als bei Tempo80, obwohl für sie eigentlich immer Tempo80 gälte.

5. Verkehrsaufkommen und Fahrgeschwindigkeiten separat für alle 6 Fahrspuren: Mittelwerte und Streuungen 2014-2021

In diesem Kapitel werden die Verkehrsverhältnisse (Fahrzeug-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. **Dabei werden die Mittelwerte mit ihren Standardabweichungen über die letzten 7 Jahre von 2014-2021 dargestellt.** Die Standardabweichung (StdAbw) ist ein Maß für die Streuung des Mittelwertes; ein im Verhältnis zum Mittelwert kleine StdAbw weist auf tendenziell konstante Verhältnisse hin. Die mehrjährige Betrachtung erlaubt eine Verallgemeinerung der Verkehrsverhältnisse auf einer dreispurigen (Stadt-)Autobahn. 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 Leicht- und des Schwerverkehrs auf die insgesamt 6 Fahrspuren je nach Tempolimit (100% = Verkehr je Fahrzeugkategorie und Fahrtrichtung). Beim Leichtverkehr hat es auf den beiden mittleren Spuren am meisten Verkehr gegeben. Die linke Spur nimmt nur etwa einen Sechstel des Verkehrs auf. Der größte Teil des Schwerverkehrs wickelt sich auf der ersten Fahrspur ab (über 90%); kleine Anteile fahren aber auch auf der zweiten und dritten Spur.

Bei Tempo100 fahren prozentual etwas mehr Fahrzeuge auf der mittleren Spur als bei Tempo80.

Die Standardabweichungen sind äußerst gering, d.h. dass die Verkehrsverteilung auf die drei Spuren von Jahr zu Jahr sehr ähnlich war.

Verkehrsaufkommen auf der A1 bei Salzburg je Spur

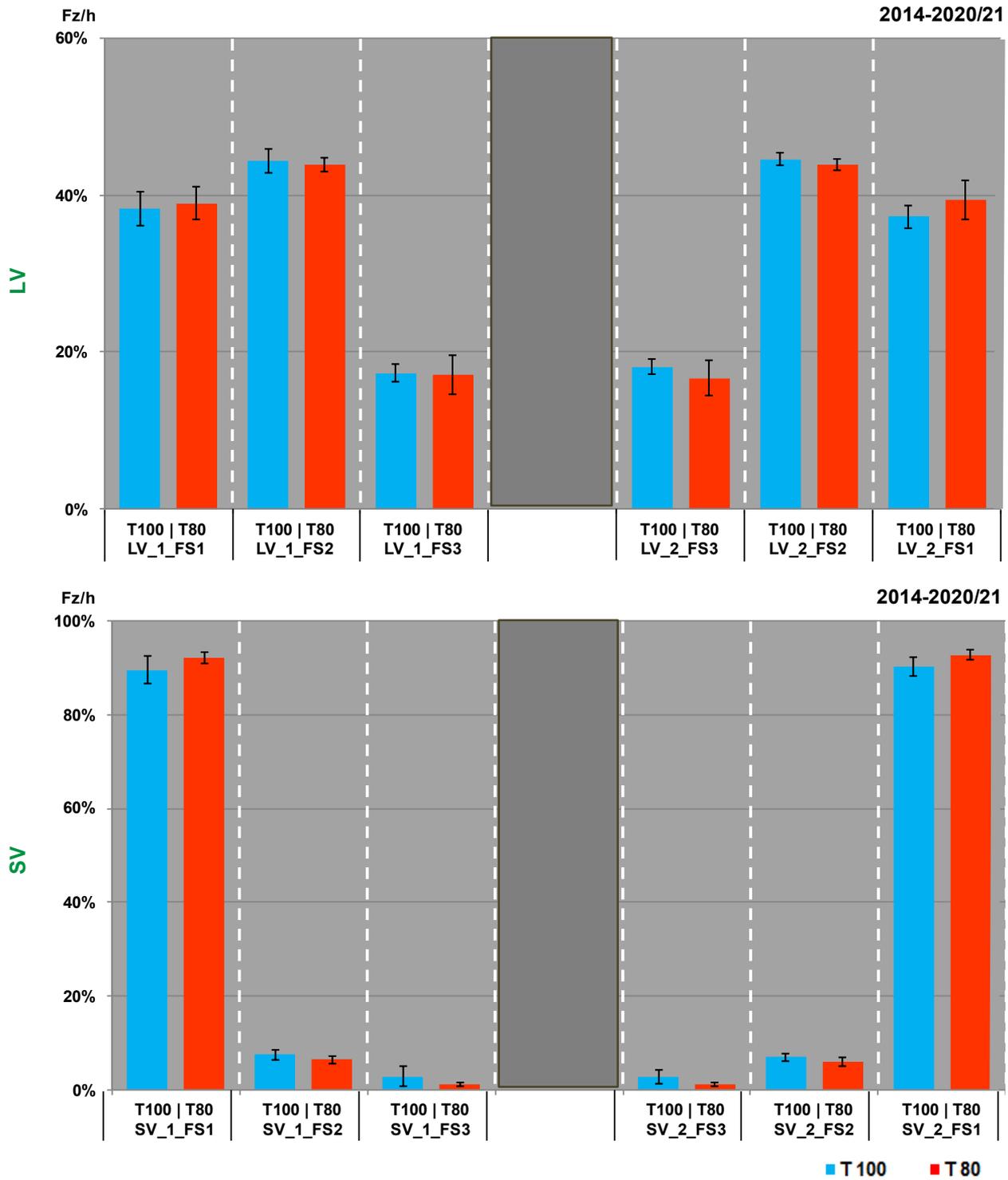


Abbildung 5.1: Aufkommen des Leichtverkehrs (LV; oben) bzw. des Schwerverkehrs (SV; unten) je Fahrstreifen und Tempolimit bei Siezenheim (A1), Mittel und Standardabweichung für den Zeitraum 2014 – 2021.

5.2. Fahrgeschwindigkeiten auf den sechs Fahrspuren

Basis der Betrachtung der Fahrgeschwindigkeiten über die sechs Fahrspuren sind die **Stundenmittelwerte** der Geschwindigkeiten.

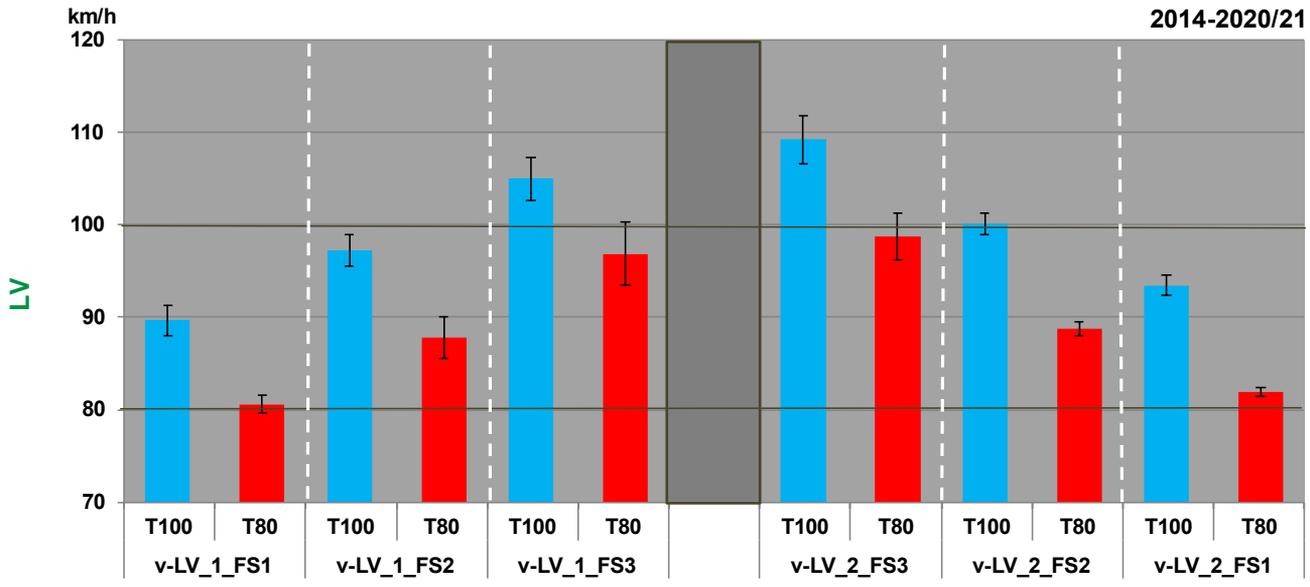
Die Geschwindigkeiten nehmen von der ersten bis zur dritten Fahrspur (FS1 bis FS3) bei beiden Tempolimits deutlich zu. Tempo80 auf der dritten Spur ist etwa so schnell wie Tempo100 auf der zweiten Spur und deutlich schneller als Tempo100 auf der ersten. Die mittlere Geschwindigkeit auf FS3 lag während Tempo80 im Mittel über die 7 Jahre um 16-19 km/h zu hoch, währenddem Tempo80 auf der ersten Spur gut eingehalten wurde.

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

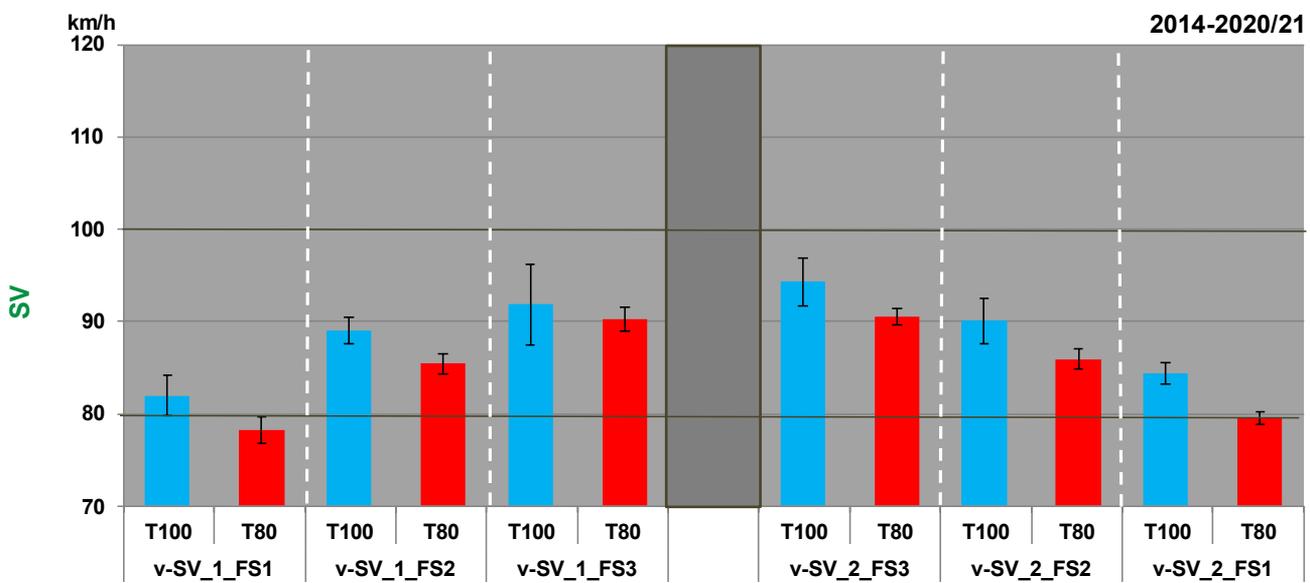
Auch hier zeigt die relativ geringe Standardabweichung, dass die Geschwindigkeitsverhältnisse jedes Jahr sehr ähnlich waren und wohl auf andere Stadtautobahnen übertragen werden können.

Geschwindigkeitsverteilung auf der A1 bei Salzburg

2014-2020/21



2014-2020/21



■ MW T 100

■ MW T 80

Abbildung 5.2: Mittel mit Standardabweichung der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs (LV; oben) bzw. des Schwerverkehrs (SV; unten) je Fahrstreifen und Tempolimit bei Siezenheim (A1), 2014-2020/21.

Auf den dritten Fahrstreifen FS3 wurde am Wochenende in beiden Richtungen und bei beiden Tempolimits etwas schneller gefahren als werktags, bei Tempo80 allerdings nur wenig. Die Standardabweichung lässt erkennen, dass diese Unterschiede kaum signifikant waren, vor allem nicht bei Tempo80.

Geschwindigkeit des Leichtverkehrs auf der 3. Spur je Wochentag

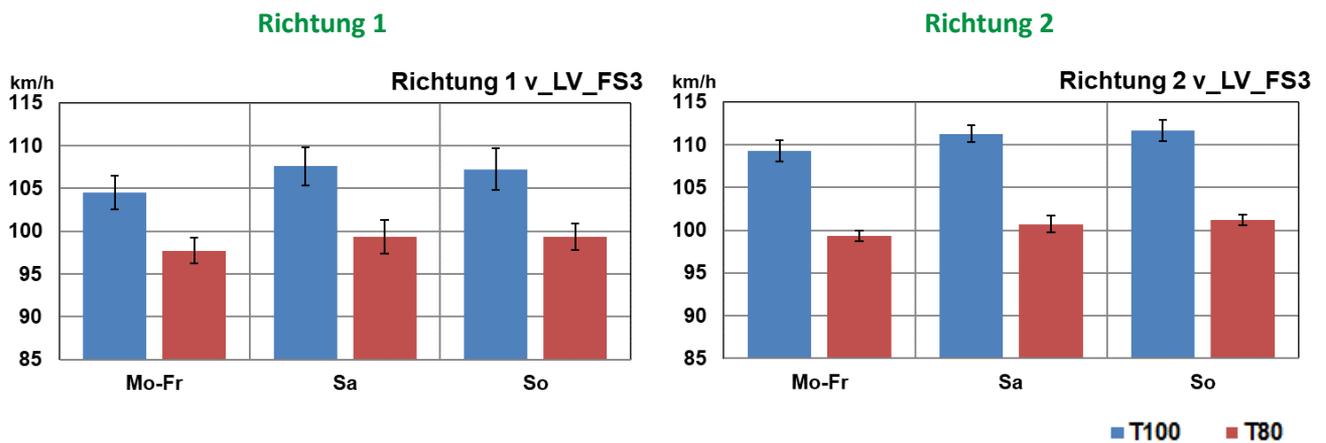


Abbildung 5.3: Mittlere Geschwindigkeit mit Standardabweichung des LV in Richtung 1 bzw. 2 für den dritten Fahrstreifen (FS3) je Tempolimit bei Siezenheim (A1) in Abhängigkeit vom Wochentag, 2015-2020/21.

Die relative Verteilung des Leichtverkehrs auf die drei Fahrspuren (100% = Summe über alle 3 Fahrstreifen über beide Richtungen je Tempolimit) hängt vom Wochentag ab. Werktags fährt ein größerer Anteil auf dem 2. und 3. Fahrstreifen als am Wochenende. Entsprechend fährt am Wochenende (Samstag und Sonntag) ein größerer Anteil des Leichtverkehrs auf dem ersten Fahrstreifen.

Verteilung des Leichtverkehrs auf die drei Fahrspuren je Wochentag

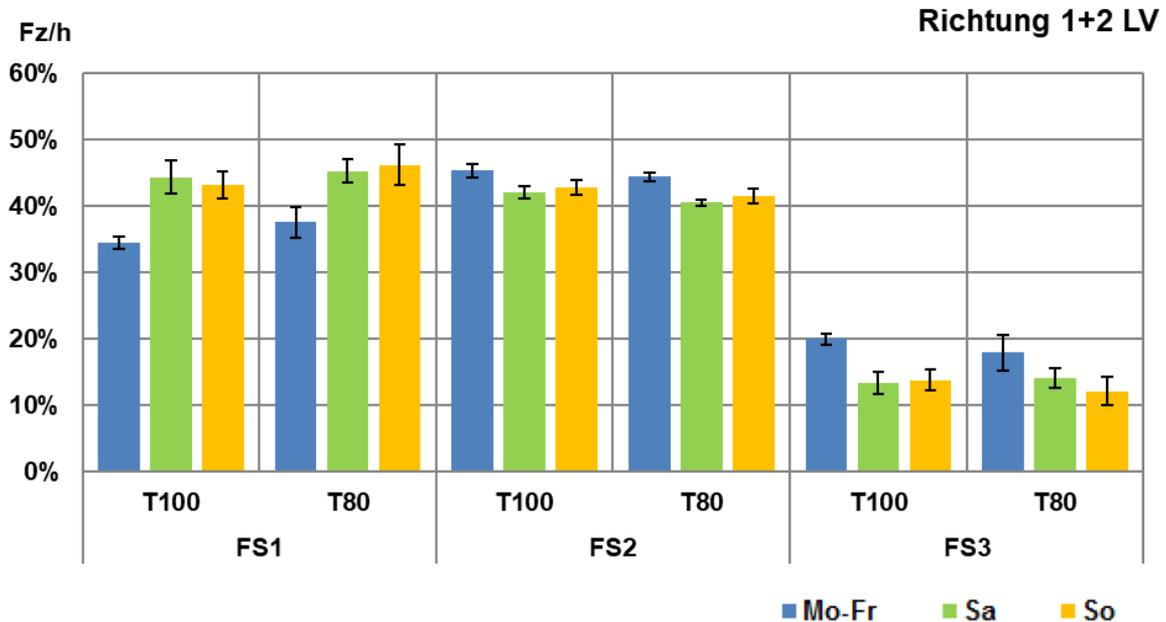


Abbildung 5.4: Mittleres relatives Verkehrsaufkommen des Leichtverkehrs mit Standardabweichung je Fahrstreifen und Tempolimit bei Siezenheim (A1) in Abhängigkeit vom Wochentag, 2015-2020/21, (100% = Summe über alle 3 Fahrstreifen über beide Richtungen je Tempolimit).

6. Emissionsreduktion von NO_x und CO₂ durch das flexible Tempo80 und Schätzung für die NO₂-Immissionsreduktion

In diesem Betriebsjahr war die flexible Temposchaltung wegen Bauarbeiten nur gut 10 Monate in Betrieb; allerdings gab es zum Teil während des Betriebs baustellenbedingte Geschwindigkeitsreduktionen. Die durch die effektiv realisierte flexible Tempo-Schaltung erreichte Emissionsreduktion an NO_x und CO₂ während der effektiven Betriebszeit (15.09.2021 – 30.04.2022) wird im Folgenden abgeschätzt.

Zur Abschätzung des Emissionseffektes wurden die realen Emissionen – stündlich berechnet anhand der real gefahrenen Geschwindigkeiten – mit denjenigen verglichen, die sich eingestellt hätten, wenn *stets* mit der mittleren realen Geschwindigkeit bei Tempo100 (s. Kap. 4.1) gefahren worden wäre. Die Differenz ist der Emissionseffekt der flexiblen Tempo80-Schaltung, die in der folgenden Tabelle absolut und in Prozent angegeben wird:

Tabelle 6.1: Emissionsreduktionen für NO_x und CO₂ durch das real umgesetzte flexible Tempo80-Limit von Salzburg-Nord bis Wals-Siezenheim (10.3 km, A1), während der Verfügbarkeit und Realisierung der flexiblen Tempo80-Schaltung vom 15.09.2021-30.04.2022:

	NO _x	CO ₂
Gesamtemission [t]	57.2	32'470
Einsparung durch flexibles T80 [t]	-2.0	-715
in %	-3.5%	-2.2%

Hochgerechnet auf das ganze Betriebsjahr beträgt die NO_x-Emissionsreduktion -3.3 t. Dies ist nur rund 55% der Reduktion im Mittel der drei Jahre vor der Pandemie. Betrug die Reduktion der NO₂-Immission in den drei früheren Jahren im Mittel 1.8 µg/m³ (und unterstellt man eine ungefähre Entsprechung zwischen NO_x-Emissionsreduktion und NO₂-Immissionsreduktion) so **bedeutet dies für 2021/22 noch eine NO₂-Reduktion um etwa 1 µg/m³ infolge des flexiblen Tempo80**. Dies erklärt sich einerseits durch die geringere Geschwindigkeitsdifferenz zwischen Tempo80 und Tempo100 (8 km/h, früher rund 11 km/h = 73%) und andererseits durch die geringere Ausgangsimmission an NO₂ (rund 30 µg/m³, früher rund 40 µg/m³ = 75%). Die beiden Prozentsätze multipliziert ergibt die besagten 55%.

7. Zusammenfassung

Im Betriebsjahr Mai 2021 – April 2022 betrug die Verfügbarkeit der flexiblen Tempo80-Schaltung 83%. Vom 01.05. – 23.06.2021 galt baustellenbedingt ein permanentes Tempo80. Außerhalb der Baustellenzeit war die Verfügbarkeit mit 98% gut. Die Jahreshäufigkeit von Tempo80 im 2021/22 während der Betriebszeit (23.6.2021-30.4.2022) betrug 38,7%.

In allen Monaten mit funktionierender Schaltung war die Häufigkeit von Tempo80 deutlich geringer als im Vorjahr 2019/20 (Ausnahmen März und April 2020). Ein wichtiger Grund für die geringere Schalthäufigkeit lag an der geringeren NOx-Immission im Vergleich zu 2019/20 (39 ppb gegenüber 51 ppb als Mittel über Juli – Februar).

Der Grund für die deutlich geringeren NOx- und NO₂-Immissionen und -Emissionen im Vergleich zu 2019/20 liegt einerseits in der voranschreitenden Flottenmodernisierung (→ geringere Emissionsfaktoren), andererseits am deutlich geringeren Aufkommen an Pkw (auch an Bussen, auch etwas weniger Lieferwagen).

Am Wochenende ist die Tempo80-Schaltheufigkeit niedriger, weil dann weniger Lieferwagen und auch etwas weniger Pkw fahren und weil die morgendliche Rush-Hour fehlt.

Die höchste tägliche Tempo80-Schaltdauer betrug 22 Stunden (11.11.2021, Teil einer Hochphase vom 08. – 13.11.2021). Tage mit durchgängiger Verfügbarkeit der benötigten Daten aber dennoch null Stunden mit Tempo80-Schaltung gab es in manchen Monaten.

Die täglichen Fahrgeschwindigkeiten (Basis Stundenmittelwerte) der Pkw bewegten sich generell zwischen etwa 85 und 100 km/h, ähnlich wie in den Vorjahren. Vom 23.06. – 15.09.2021 war der Schaltalgorithmus zwar in Betrieb, ein IGL-Tempo100 wurde aber von einem permanenten Baustellen-Tempo80 überlagert.

Verkehrsaufkommen und Fahrgeschwindigkeiten wurden separat für alle 6 Fahrspuren im Mittel über den Zeitraum 2014-2021 betrachtet. Die mehrjährige Betrachtung erlaubt eine Verallgemeinerung der Verkehrsverhältnisse auf einer dreispurigen (Stadt-)Autobahn.

Beim Leichtverkehr hat es auf den beiden mittleren Spuren am meisten Verkehr gegeben. Die linken Spuren nehmen nur etwa einen Sechstel des Verkehrs auf.

Der größte Teil des Schwerverkehrs wickelt sich auf der ersten Fahrspur ab (über 90%).

Die Geschwindigkeiten nehmen von der ersten bis zur dritten Fahrspur bei beiden Tempolimits deutlich zu. Tempo80 auf der dritten Spur ist etwa so schnell wie Tempo100 auf der zweiten Spur und deutlich schneller als Tempo100 auf der ersten.

Generell zeigen die relativ geringen Standardabweichungen, dass die Verkehrsverteilung und die Geschwindigkeitsverhältnisse über die je Richtung drei Spuren jedes Jahr sehr ähnlich waren und wohl auf andere Stadtautobahnen übertragen werden können.

Während der Betriebszeit der flexiblen Tempo80-Schaltung wurde eine Emissionsreduktion von -3.5% beim NO_x und von -2.2% beim CO₂ erreicht. Grob geschätzt hat sich für 2021/22 noch eine NO₂-Reduktion um etwa 1 µg/m³ infolge des flexiblen Tempo80 ergeben. Die Verringerung dieser Immissionsreduktion im Vergleich zu früheren Jahren erklärt sich durch eine geringere Geschwindigkeitsdifferenz zwischen Tempo80 und Tempo100 und durch die geringere Ausgangsimmission an NO₂.