

**Evaluation des flexiblen
Tempolimits auf der A10
zwischen Salzburg und
Golling von Mai 2018 bis
April 2019**

Dr. Carine Chélala
Dr. Jürg Thudium

21.06.2019 / 5305.90

Oekoscience AG

Postfach 452
CH - 7001 Chur

Telefon: +4181 250 3310
Thudium@oekoscience.ch

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Tempo100 und Verkehrsaufkommen auf der A10 zwischen Salzburg und Golling sowie Immissionen bei Hallein	2
2.1. Jahreswerte	2
2.1.1. Tempo 100 mit Vergleich zur Tempo 80-Schaltung an der A1	2
2.1.2. Verkehrsaufkommen	6
2.1.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden	8
2.2. Jahresverlauf	9
2.2.1. Tempo100	9
2.2.2. Verkehrsaufkommen	13
2.2.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden	15
2.3. Wochenverlauf	18
2.3.1. Tempo 100	18
2.3.2. Verkehrsaufkommen	19
2.3.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden	20
3. Dokumentation der täglichen Schaltzeiten	23
4. Effektive Fahrgeschwindigkeiten auf der A10 bei Hallein	26
4.1. Geschwindigkeitsbereich der Pkw	26
4.2. Häufigkeitsverteilung der Fahrgeschwindigkeiten	27
4.3. Effekte von Urlaubssamstagen	28
4.4. Tagesgang der mittleren Fahrgeschwindigkeit	30
4.5. Monatsmittel der Fahrgeschwindigkeit	31
4.6. Mittlere Fahrgeschwindigkeiten des Leichtverkehrs nach Tempolimit	32
5. Wirksamkeit der flexiblen Tempo100-Schaltung auf der A10 zwischen Salzburg und Golling	33
5.1. Emissionsreduktionen	33
5.2. Szenarien der Immissionsreduktionen	35
5.3. Ergebnisse der Geschwindigkeitsszenarien	36
5.3.1. Emissionen und Immissionen bei Hallein für permanente und flexible Tempo100-Schaltungen im Betriebsjahr	36
5.3.2. Vergleich mit der früheren Situation bei Hallein	38
6. Zusammenfassung	40

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1: Die Tempo100-Strecke auf der A10 zwischen Salzburg und Golling; rot: Messstelle Hallein A10. <i>Kartenquelle: SAG/Online, 2018.</i>	1
Abbildung 2.1: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 bei Hallein bzw. von Tempo80 auf der A1 bei Salzburg (05.2018-04.2019).	3
Abbildung 2.2: Mittlerer Tagesgang der Windgeschwindigkeit an den Stationen Hallein (A10) bzw. Salzburg (A1), 05.2018-04.2019.	4
Abbildung 2.3: Tägliche Anzahl Stunden (gleitendes 7-Tagemittel) mit Tempo100 auf der A10 bei Hallein bzw. mit Tempo80 auf der A1 bei Salzburg (05.2018-04.2019).	5
Abbildung 2.4: Gleitende Wochenmittel in % des jeweiligen Jahresmittels: Tägliche Anzahl Stunden mit Tempo100 auf der A10 bei Hallein bzw. mit Tempo80 auf der A1 bei Salzburg sowie Leichtverkehrsaufkommen auf der A10 und A1 (05.2018-04.2019).	6
Abbildung 2.5: Mittlerer Tagesgang des Fahrzeugaufkommens (DTV) je Fahrzeuggruppe auf der A10 bei Hallein über die letzten 6 Betriebsjahre (2011/12 bis 2018/19).	7
Abbildung 2.6: Mittlerer Tagesgang des Fahrzeugaufkommens je Fahrzeuggruppe auf der A10 bei Hallein (05.2018-04.2019).	8
Abbildung 2.7: Mittelwerte der Immissionen an NO _x und NO ₂ sowie deren Verhältnis (linke Achse) und der NO _x -Emissionen (rechte Achse) im Jahresmittel und je Jahreszeit bei Hallein A10 (05.2018-04.2019).	9
Abbildung 2.8: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 je Jahreszeit auf der A10 bei Hallein (05.2018-04.2019).	11
Abbildung 2.9: Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 bei Hallein je Monat (05.2018-04.2019).	12
Abbildung 2.10: Vergleich der Monatswerte der Tempo100-Häufigkeit auf der A10 bei Hallein für die neun Betriebsjahre 2009/10 - 2018/19. Grau: Wertebereich 2009/10-2017/18.	12
Abbildung 2.11: Monatswerte des DTV je Fahrzeuggruppe auf der A10 bei Hallein (05.2018-04.2019).	13

Abbildung 2.12: Vergleich der Monatswerte des Pkw-Aufkommens auf der A10 bei Hallein für die 10 Betriebsjahre 2009/10 - 2018/19. Grau: Wertebereich 2009/10-2017/18.	14
Abbildung 2.13: Vergleich der Monatswerte des SNF-Aufkommens (=Lkw + Lkw mit Anhänger + Sattelzüge) auf der A10 bei Hallein für die neun Betriebsjahre 2009/10 - 2018/19. Grau: Wertebereich 2009/10-2017/18.	14
Abbildung 2.14: Monatsmittelwerte der NO _x - und NO ₂ -Immissionen sowie der NO _x -Emissionen bei Hallein-A10 (05.2018-04.2019).	15
Abbildung 2.15: Abhängigkeit der Immissionen von NO _x von der Windgeschwindigkeit bei Hallein A10 während Tempo100-Phasen, 05.2018-04.2019. NO _x -Immissionen: 95%-Perzentile je Windgeschwindigkeitsklasse in Schritten von 0.1 m/s.	16
Abbildung 2.16: Vergleich der Monatsmittelwerte der NO _x -Immissionen bei Hallein (A10) für die Betriebsjahre 2009/10 - 2018/19. Grau: Bereich 2009/10-2017/18.	17
Abbildung 2.17: Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 bei Hallein bzw. von Tempo80 auf der A1 bei Salzburg je Wochentag, 05.2018-04.2019.	18
Abbildung 2.18: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 bei Hallein je Wochentagstyp (05.2018-04.2019).	19
Abbildung 2.19: Durchschnittlicher täglicher Verkehr (DTV) auf der A10 bei Hallein je Fahrzeugkategorie und Wochentag (05.2018-04.2019).	20
Abbildung 2.20: Mittelwerte der Immissionen von NO _x und NO ₂ sowie der NO _x -Emissionen (E_NO _x) bei Hallein (A10) je Wochentag (05.2018-04.2019).	21
Abbildung 2.21: Mittelwerte der Immissionen von NO _x bei Hallein (A10) je Wochentag (2009/10-2018/19).	22
Abbildung 3.1: Anzahl Tage pro Monat mit außerordentlichen Tempo100-Schaltzeiten, Hallein A10 (05.2018-04.2019).	24
Abbildung 4.1: Täglicher Geschwindigkeitsbereich der Pkw auf der Basis der Stundenwerte, Hallein A10 (05.2018-04.2019). Ab 09.02.2019 Baustelle mit permanentem Tempo80.	27
Abbildung 4.2: Mit dem Pkw-Aufkommen gewichtete Häufigkeitsverteilung der Fahrgeschwindigkeit je Tempolimit auf der A10 bei Hallein, Basis Stundenwerte (05.2016-04.2017, 05.2017-04.2018 und 05.2018-08.02.2019).	28

Abbildung 4.3: Mittlerer Tagesgang der Pkw-Geschwindigkeit, Anzahl Pkw pro Stunde, Häufigkeit von T100 und NO _x -Immissionen für Samstage je Phase (Urlaub und übrige Samstage) und Jahreszeit (Sommer und Winter) auf der A10 bei Hallein (05.2018-08.02.2019).	29
Abbildung 4.4: Mittlerer Tagesgang der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs (oben) und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF; unten) auf der A10 bei Hallein (05.2018-08.02.2019).	31
Abbildung 4.5: Monatswerte der mittleren gemessenen Fahrgeschwindigkeit von 6-22 Uhr je Tempolimit: Leichtverkehr (links) und schwere Nutzfahrzeuge (SNF; rechts) auf der A10 bei Hallein (05.2018-08.02.2019).	31
Abbildung 5.1: Tagesgang der Veränderung der mittleren Tauwerte zum Vorjahr in %, 05.2018-04.2019.	34

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1: Durchschnittlicher täglicher Verkehr (DTV) auf der A10 bei Hallein (05.2018-04.2019 und 05.2017-04.2018) mit Änderungen zum Vorjahr.	7
Tabelle 2.2: Jahreszeitliche Tempo100-Häufigkeiten auf der A10 bei Hallein (05.2018-04.2019, 05.2017-04.2018, 05.2016-04.2017, 05.2015-04.2016 und 05.2014-04.2015).	10
Tabelle 3.1: Tägliche Anzahl Stunden mit Tempo100-Schaltung, Hallein A10 (05.2018-04.2019).	23
Tabelle 3.2: Die 18 Tage mit hohen Tempo100-Schaltzeiten (≥ 18 h) bei Hallein A10 (05.2018-04.2019). Blau: Tage mit häufigen Tempo100-Schaltungen trotz relativ geringen Verkehrs; rot: Urlaubssamstage unter den Spitzentagen.	25
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 A10 bei Hallein (05.2018-08.02.2019, 05.2017-04.2018, 05.2016-04.2017 bzw. 05.2011-04.2012).	32
Tabelle 5.1: Emissionsreduktionen für NO _x und CO ₂ durch das real umgesetzte flexible Tempo100-Limit auf dem 27 km langen Abschnitt Salzburg-Golling der A10, 05.2018-04.2019:	33
Tabelle 5.2: Absolute Kennzahlen der fünf Szenarien ∇ Tempo 100 immer \pm ∇ Tempo100 nie \pm ∇ Tempo100 temporär \pm ∇ Tempo100 Winterhalbjahr \pm und ∇ Tempo100 nie (vor VBA) \pm Hallein A10, Mai 2018 . April 2019.	36
Tabelle 5.3: Relative Effekte eines permanenten 'Tempo100' im Vergleich zu ∇ Tempo130 \pm bei den real ermittelten Fahrgeschwindigkeiten für ∇ Tempo100 \pm (99.7 km/h tagsüber bzw. 98.3 km/h nachts) bzw. für ∇ Tempo130 \pm (109.5 km/h tagsüber bzw. 105.1 km/h nachts), Hallein A10, Mai 2018 . April 2019.	37
Tabelle 5.4: Relative Effekte des flexiblen Tempo100-Limits in Bezug auf ein permanentes Tempo100, Hallein A10, Mai 2018 . April 2019.	38
Tabelle 5.5: Relative Effekte eines permanenten Tempo100 (99.7 km/h tagsüber bzw. 98.3 km/h nachts) im Vergleich zum früheren ∇ Tempo130 \pm (118 km/h) vor Einführung von Tempo100 mit der VBA, Hallein A10, Mai 2018 . April 2019.	39
Tabelle 5.6: Relative Effekte des aktuellen flexiblen Tempo100 in Bezug auf die frühere ∇ Tempo130 \pm Situation ('Vor VBA'), Hallein A10, Mai 2018 . April 2019.	39

1. Einleitung

Die flexible Tempo100-Schaltung auf der A10 zwischen Salzburg und Golling ist seit 17.11.2008 in Betrieb. Sie erstreckt sich über ca. 27 km. In diesem Bericht wird die Schaltung im Betriebsjahr **Mai 2018 ÷ April 2019** evaluiert.

Die für die Tempo100-Steuerung verwendete Messstelle ist Hallein A10, in deren Nähe sich auch die Verkehrszählstelle der Asfinag für die A10 befindet.

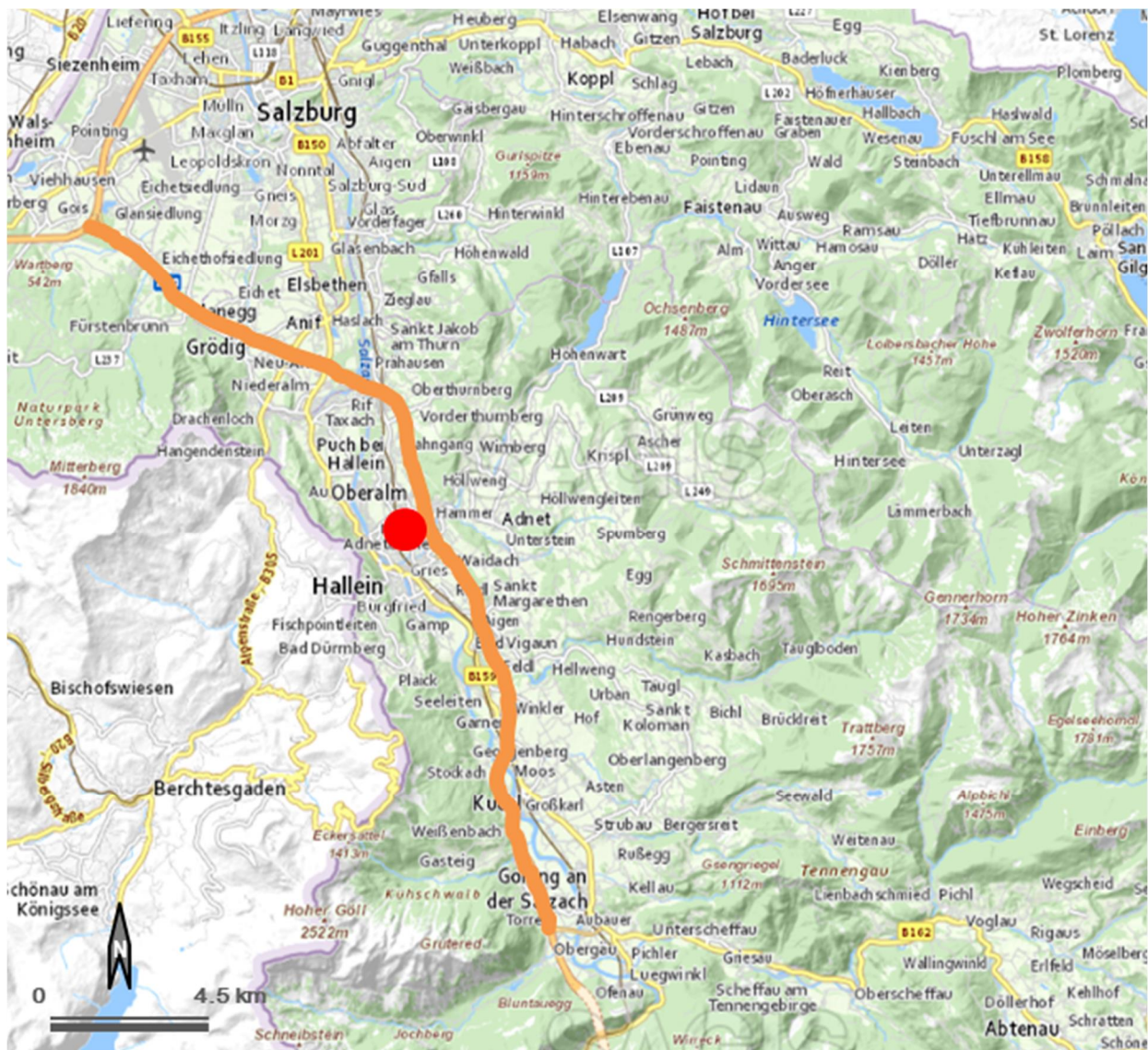


Abbildung 1.1: Die Tempo100-Strecke auf der A10 zwischen Salzburg und Golling; rot: Messstelle Hallein A10. Kartenquelle: SAGISonline, 2018.

2. Tempo100 und Verkehrsaufkommen auf der A10 zwischen Salzburg und Golling sowie Immissionen bei Hallein

2.1. Jahreswerte

2.1.1. Tempo 100 mit Vergleich zur Tempo 80-Schaltung an der A1

Im Betriebsjahr Mai 2018 . April 2019 war Tempo100 auf der A10 zwischen Salzburg und Golling während durchschnittlich 42% (Vorjahr 49%) der Betriebszeit geschaltet. Bei einer Verfügbarkeit der Tempo100-Schaltung von ansprechenden 96.8 % entspricht dies 40 % der Gesamtzeit. Die folgenden Abschnitte analysieren das Auftreten von Tempo100. *In einigen Fällen werden die beiden flexiblen Temposchaltungen auf der A10 (Hallein; Tempo100) und auf der A1 (Salzburg; Tempo80) miteinander verglichen.*

Die Häufigkeit von Tempo100 war am Morgen zwischen 06:30 und 10:00 Uhr und am Abend von 16:30 . 20:30 Uhr mit mehr als 60% am größten. Am Morgen zwischen 01:30 und 05:00 Uhr war Tempo100 mit weniger als 5% Häufigkeit am seltensten.

Im Vergleich mit der Tempo80-Schaltung auf der A1 war der Verlauf wie schon im letzten Jahr in der ersten Tageshälfte ähnlich, lediglich die Morgenspitze war auf der A10 etwas größer. Die Abendspitze war auf der A10 hingegen deutlich ausgeprägter. Das Bild ist demjenigen der Vorjahre sehr ähnlich, die Unterschiede sind offensichtlich standorttypisch.

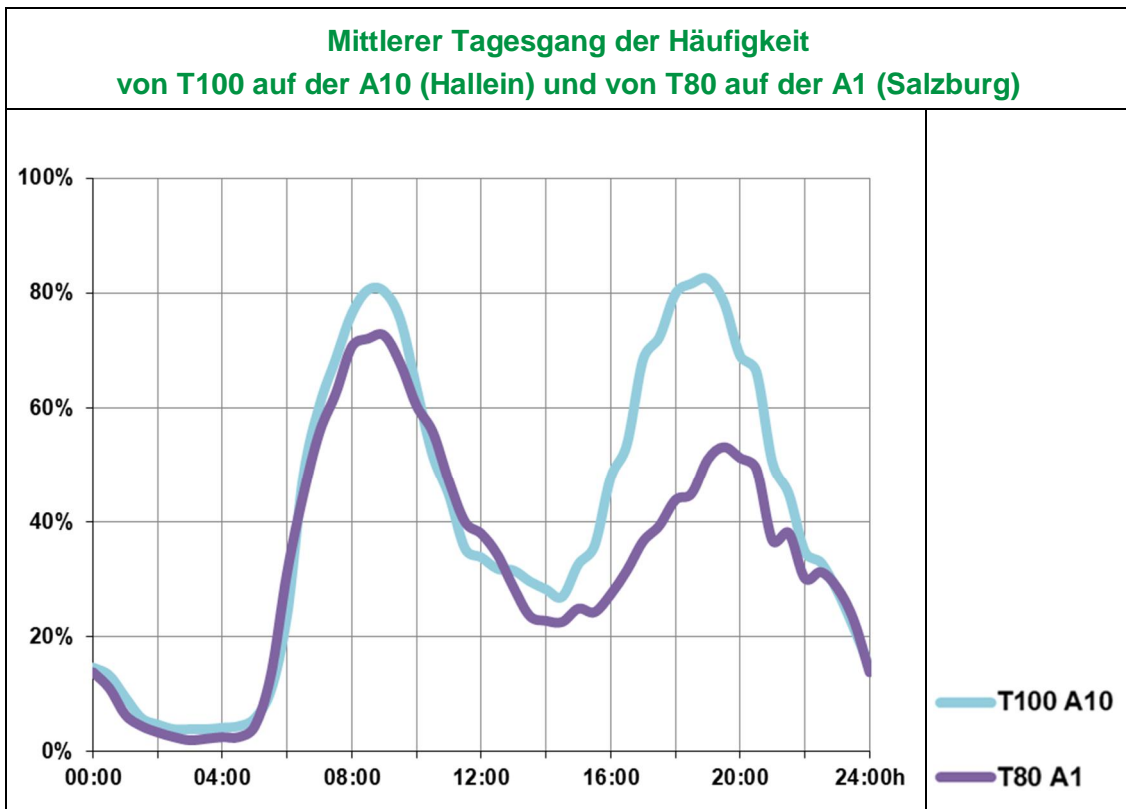


Abbildung 2.1: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 bei Hallein bzw. von Tempo80 auf der A1 bei Salzburg (05.2018-04.2019).

Die eigentliche Ursache für den unterschiedlichen Verlauf der Häufigkeit der Geschwindigkeitsbegrenzung auf den beiden Straßen muss in den typischen Witterungsbedingungen liegen:

Die mittlere Windgeschwindigkeit (s. [Abbildung 2.2](#)) ist im Bereich der A1 bei Salzburg durchwegs höher als im Salzachtal bei Hallein. Vom Mittag bis zum Abend ist sie aber speziell höher, d.h. die Schadstoffe werden mehr durchmischt als bei Hallein, was die im Verhältnis zur Morgenspitze kleineren Immissionen am Abend bei der A1 erklärt.

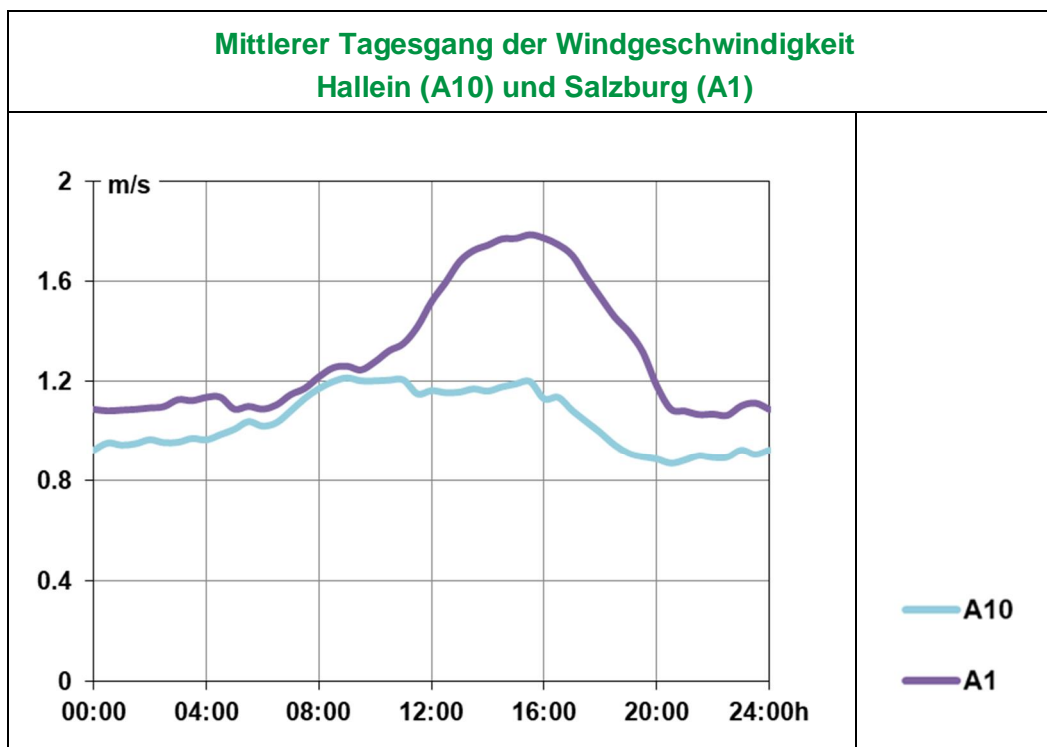


Abbildung 2.2: Mittlerer Tagesgang der Windgeschwindigkeit an den Stationen Hallein (A10) bzw. Salzburg (A1), 05.2018-04.2019.

Im Jahresverlauf (nächste [Abbildung 2.3](#): Gleitende Wochenmittel) zeigten sich wie jedes Jahr Phasen mit weniger Tempo100-Schaltungen zu Beginn und Ende des Betriebsjahres. Der jahreszeitliche Verlauf war deutlich zu sehen, aber nicht so ausgeprägt wie auf der A1 bei Salzburg. Das Mehr an Temposchaltungen auf der A10 kam vor allem im Zeitraum Juni bis September 2018 zustande. Diese Darstellung zeigt keine einzelnen Spitzentage (wie Urlaubssamstage im Hochsommer), sondern eben gleitende Wochenmittel, zu welchen Spitzentage natürlich auch mit beitragen.

Von Mitte Februar bis April 2019 war die Geschwindigkeitsbegrenzung auf der A10 durchwegs weniger oft geschaltet als bei der A1; das ist sonst nur kurzzeitig der Fall. Der Grund dürfte in einer Baustelle auf der A10 liegen, welche zu einem permanenten Tempo80-Limit geführt hat. Gemäß Auskunft Asfinag zur Baustelle Urstein-Hallein A10 dauert die Baustelle noch bis Januar 2020. Ab 09.02.2019 bis über das Ende des aktuellen Betriebsjahrs hinaus galt sowohl bei den Verkehrserfassungssystemen als auch bei der Immissionsmessstelle ein permanentes Tempo80-Limit.

Grundsätzlich funktioniert die Schaltung bei jeder Fahrgeschwindigkeit (im Bereich ca. 80-130 km/h), da der Pkw-Beitrag zu den Immissionen, für welchen es

Schaltsschwellen gibt, für eine 'Referenzgeschwindigkeit' berechnet wird. Dabei wird davon ausgegangen, dass die gemessene Fahrgeschwindigkeit und die gemessenen Immissionen zusammenpassen, z.B. beide bei 80 km/h, was in dieser Baustellenphase der Fall war. Allerdings war es offensichtlich so, dass die Immissionen mehr als erwartet bei 80 km/h zurückgegangen sind, dadurch kam es durchwegs zu weniger Tempo100-Schaltungen. Das dürfte daran liegen, dass die Homogenisierung der Fahrgeschwindigkeiten im Baustellenbereich zu einer zusätzlichen Emissionsreduktion geführt hat.

Wenn auch im Baustellenbereich permanent Tempo80 gegolten hat, so hat sich die Schaltung 100/130 dennoch auf die übrige Strecke mit flexiblem Tempo100 ausgewirkt.

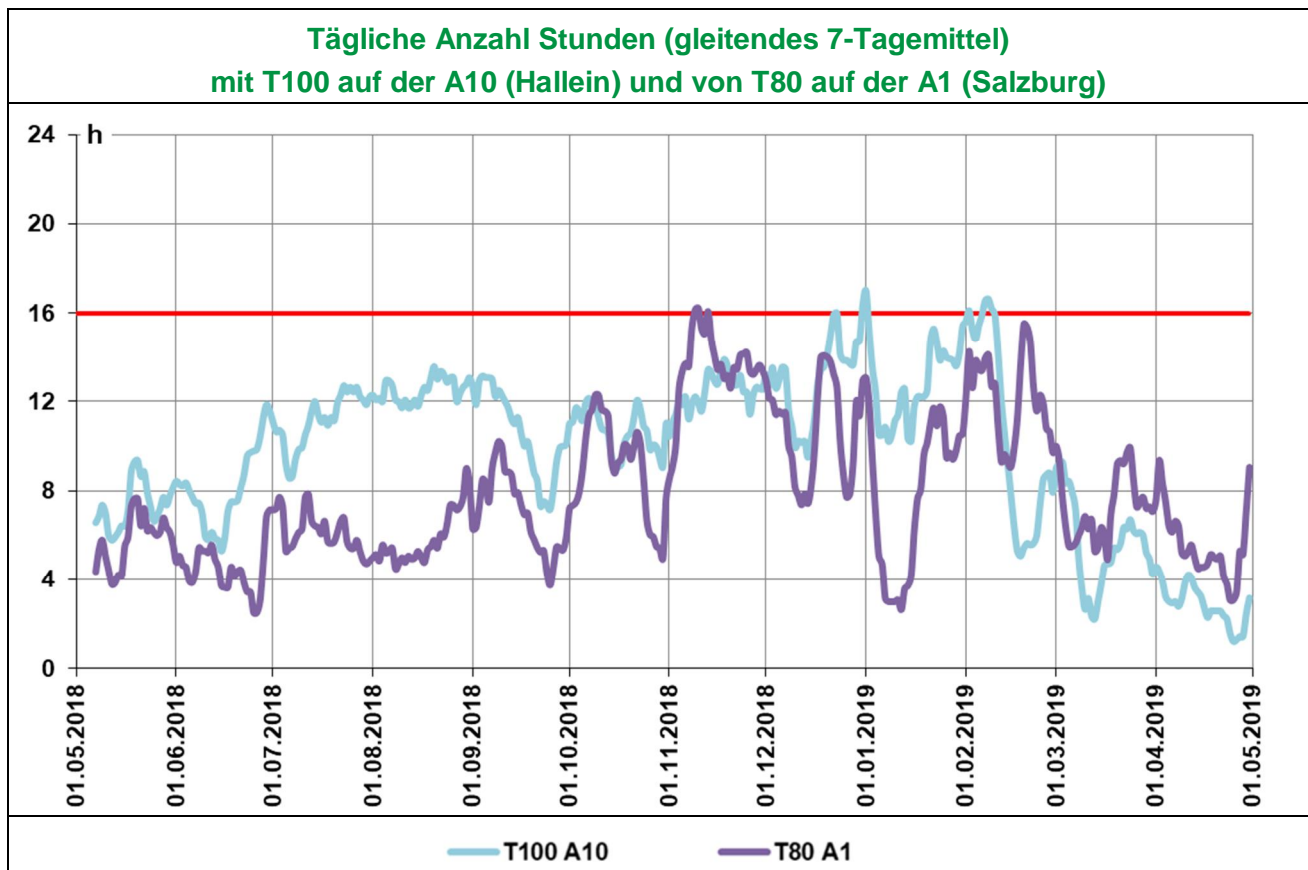


Abbildung 2.3: Tägliche Anzahl Stunden (gleitendes 7-Tagemittel) mit Tempo100 auf der A10 bei Hallein bzw. mit Tempo80 auf der A1 bei Salzburg (05.2018-04.2019).

Die phasenweise höhere Tempolimit-Häufigkeit bei Hallein (A10) lässt sich teilweise durch den Gang des Leichtverkehrsaufkommens erklären. Die folgende Abbildung zeigt eine Erweiterung um das gleitende Wochenmittel des Leichtverkehrsaufkommens. Es werden die gleitenden Wochenmittel in % des jeweiligen Jahresmittels gezeigt. Die Erhöhung des Leichtverkehrsaufkommens auf der A10

von Juli bis Mitte September 2018 bildet sich auch in der Tempo100-Häufigkeit ab; demgegenüber zeigt die A1 bei Salzburg gar keine Verkehrszunahme in dieser Zeit. Möglicherweise wird dort der Urlaubsverkehr durch die fehlenden Pendler kompensiert. Über den Winter zeigen das Leichtverkehrsaufkommen und tendenziell auch die Schalthäufigkeit auf der A1 höhere Werte. Der Verkehrseinbruch in der ersten Märzhälfte 2019 zeigt sich direkt in geringerer Tempo100-Häufigkeit.

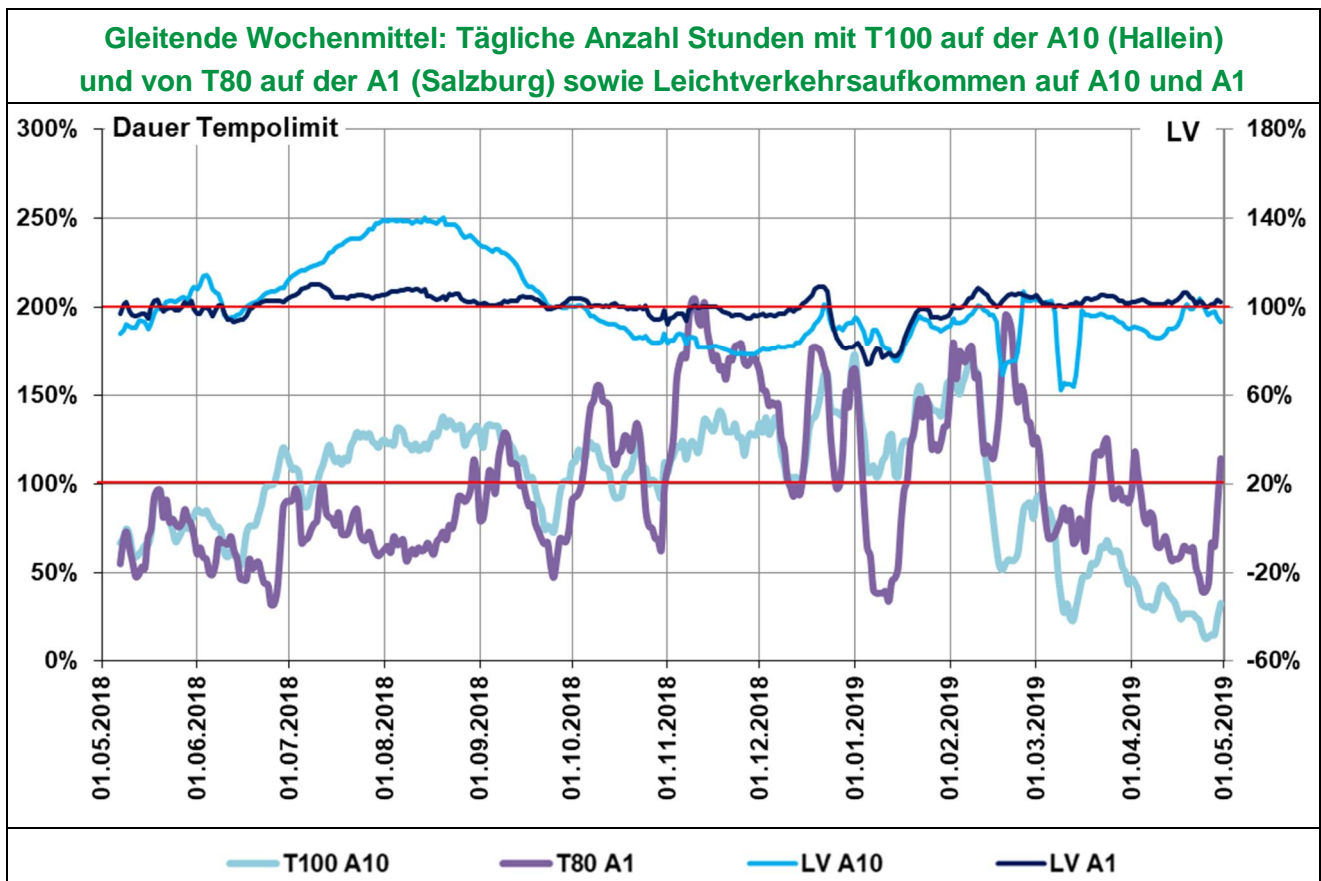


Abbildung 2.4: Gleitende Wochenmittel in % des jeweiligen Jahresmittels: Tägliche Anzahl Stunden mit Tempo100 auf der A10 bei Hallein bzw. mit Tempo80 auf der A1 bei Salzburg sowie Leichtverkehrsaufkommen auf der A10 und A1 (05.2018-04.2019).

2.1.2. Verkehrsaufkommen

Die A10 bei Hallein wies im Untersuchungsjahr (Mai 2018 . April 2019) einen DTV von rund 59'000 Fahrzeugen auf, 2% mehr als im Vorjahr. Davon waren 81% Pkw, 9% schwere Güterfahrzeuge. Der Verkehr hat in allen Fahrzeugkategorien zugenommen, bei den Lfw mit 4% am meisten und bei den schweren Güterfahrzeugen um 2.4%.

Tabelle 2.1: Durchschnittlicher täglicher Verkehr (DTV) auf der A10 bei Hallein (05.2018-04.2019 und 05.2017-04.2018) mit Änderungen zum Vorjahr.

DTV A10	Lieferwagen	Pkw	Schwere Güterfahrzeuge	Bus	Summe
05.2018-04.2019	5'494	47'802	5'313	376	58'985
<i>Änderung zu 2017/18</i>	<i>+4.1%</i>	<i>+1.8%</i>	<i>+2.4%</i>	<i>+0.6%</i>	<i>+2.0%</i>
05.2017-04.2018	5'278	46'967	5'190	374	57'809
<i>Änderung zu 2016/17</i>	<i>+5.7%</i>	<i>+2.9%</i>	<i>+4.7%</i>	<i>+6.3%</i>	<i>+3.3%</i>

Die folgende Grafik zeigt die Entwicklung über die letzten 8 Jahre:

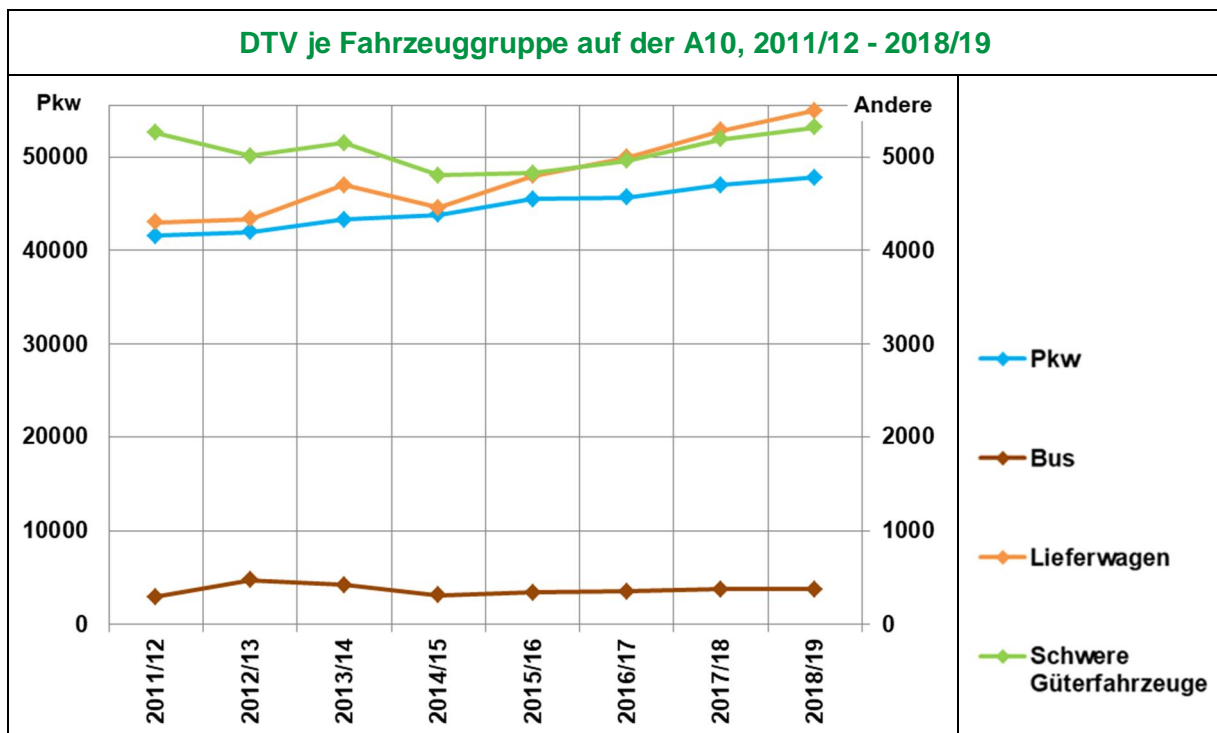


Abbildung 2.5: Mittlerer Tagesgang des Fahrzeugaufkommens (DTV) je Fahrzeuggruppe auf der A10 bei Hallein über die letzten 6 Betriebsjahre (2011/12 bis 2018/19).

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. Nach 16 Uhr nimmt die Anzahl schwerer Güterfahrzeuge deutlich ab. Die Zahl der Pkw steigt bis gegen 18 Uhr weiter an, die Lieferwagen zeigen eine Morgen- und Abendspitze. Die Busse zeigen über Mittag eine deutliche Abnahme, eine kleinere rund um 20 Uhr.

Die Muster der Tagesgänge sind sich seit Jahren extrem ähnlich, dafür, dass jeder Fahrt eigentlich eine individuelle Entscheidung zugrunde liegt.

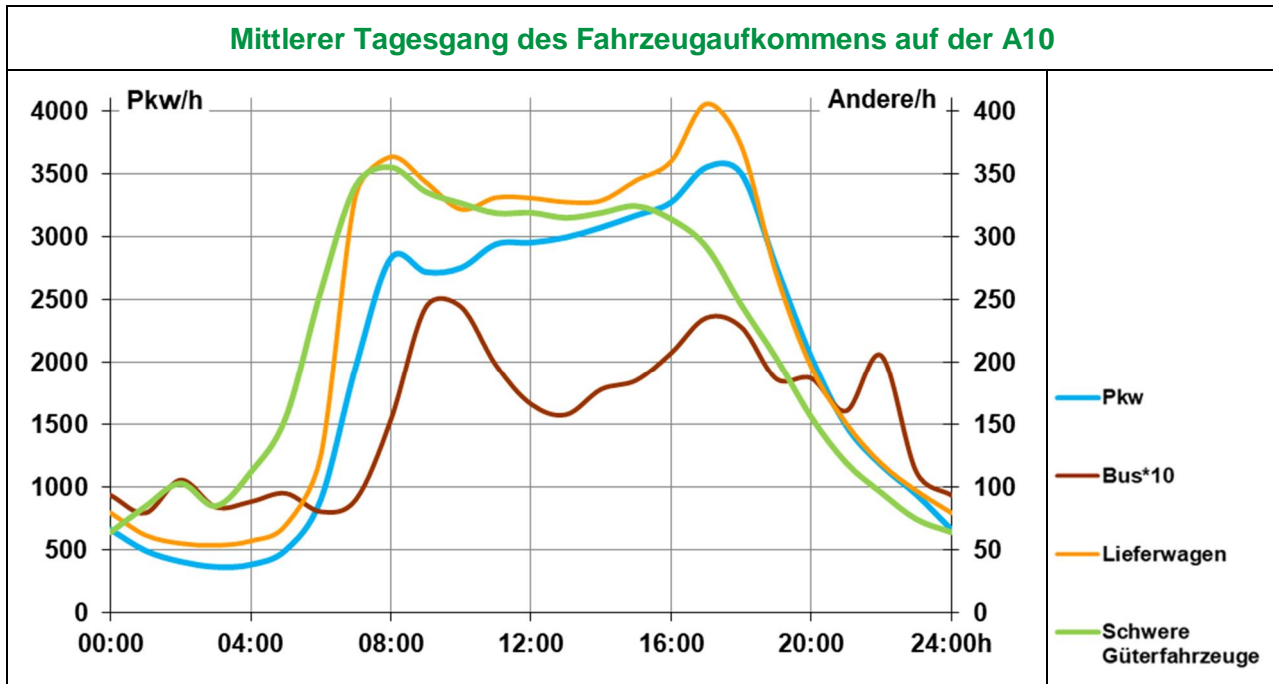


Abbildung 2.6: Mittlerer Tagesgang des Fahrzeugaufkommens je Fahrzeuggruppe auf der A10 bei Hallein (05.2018-04.2019).

2.1.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden

In diesem Abschnitt wird ein kurzer Überblick über die Stickstoffoxid-Emissionen und . Immissionen bei Hallein an der A10 gegeben. Das Maximum der Stickstoffoxid**emissionen** liegt im Sommer, das Maximum der Stickstoffoxid**immissionen** 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 2.7](#) sind im Frühjahr und im Sommer etwas höher als die NO_x-Säulen, im Herbst und Winter aber deutlich niedriger).

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.

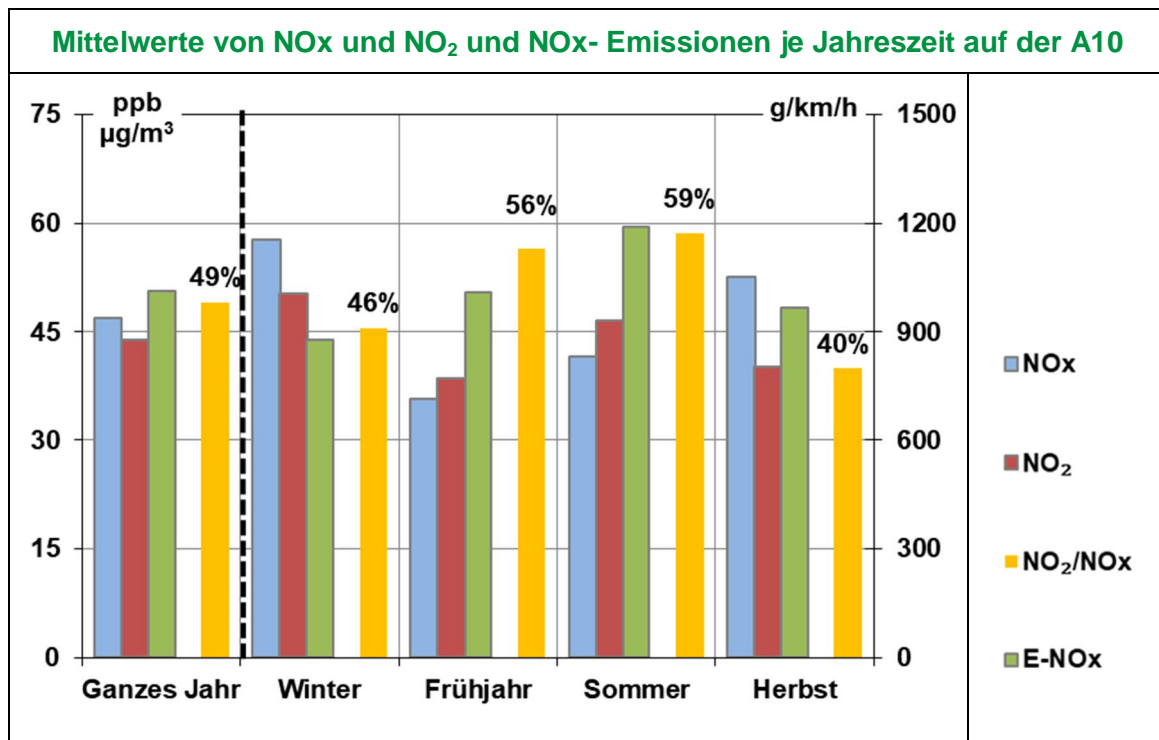


Abbildung 2.7: Mittelwerte der Immissionen an NOx und NO₂ sowie deren Verhältnis (linke Achse) und der NOx-Emissionen (rechte Achse) im Jahresmittel und je Jahreszeit bei Hallein A10 (05.2018-04.2019).

2.2. Jahresverlauf

2.2.1. Tempo100

Nach Jahreszeiten unterteilt weist der Winter die größte Schalthäufigkeit auf, das Frühjahr die geringste. Der Sommer und der Herbst haben nicht viel weniger oft Tempo100 als der Winter. Im Sommer kommt das hohe Verkehrsaufkommen an Pkw zum Tragen, was zu einer ähnlich hohen Schalthäufigkeit wie im Herbst führt, obwohl die meteorologischen Ausbreitungsbedingungen besser sind. (s. [Abbildung 2.11](#)).

Tabelle 2.2: Jahreszeitliche Tempo100-Häufigkeiten auf der A10 bei Hallein (05.2018-04.2019, 05.2017-04.2018, 05.2016-04.2017, 05.2015-04.2016 und 05.2014-04.2015).

% Tempo 100	05.2018-04.2019	05.2017-04.2018	05.2016-04.2017	05.2015-04.2016	05.2014-04.2015
Winter	50%	59%	71%	66%	66%
Frühjahr	22%	38%	46%	47%	49%
Sommer	45%	46%	50%	51%	58%
Herbst	47%	53%	54%	58%	60%
Ganzes Jahr	41%	49%	55%	56%	58%

Im Vergleich mit dem letzten Betriebsjahr hat die Tempo100-Häufigkeit vor allem im Frühjahr, aber auch im Winter deutlich abgenommen infolge der Baustelle.

Die Tempo100-Häufigkeit verläuft am Morgen bis etwa 9 Uhr in allen Jahreszeiten ähnlich, lediglich der Sommer weist etwas erhöhte nächtliche Schalthäufigkeiten auf; im Sommer ist der nächtliche Pkw-Verkehr vermutlich wegen des Tourismus wesentlich höher als zu den übrigen Jahreszeiten. Ansonsten erklären sich die jahreszeitlichen Unterschiede in den Tempo100-Häufigkeiten vor allem durch die Situation vom späten Vormittag bis zum Abend (Ausmaß der Absenkung der Schalthäufigkeit tagsüber infolge der meteorologischen Einflüsse). Das Frühjahr zeigt ganztags deutlich weniger Schaltungen wegen der Baustelle.

Im Winter wird von 11-18 Uhr wesentlich häufiger Tempo100 geschaltet als in den übrigen Jahreszeiten.

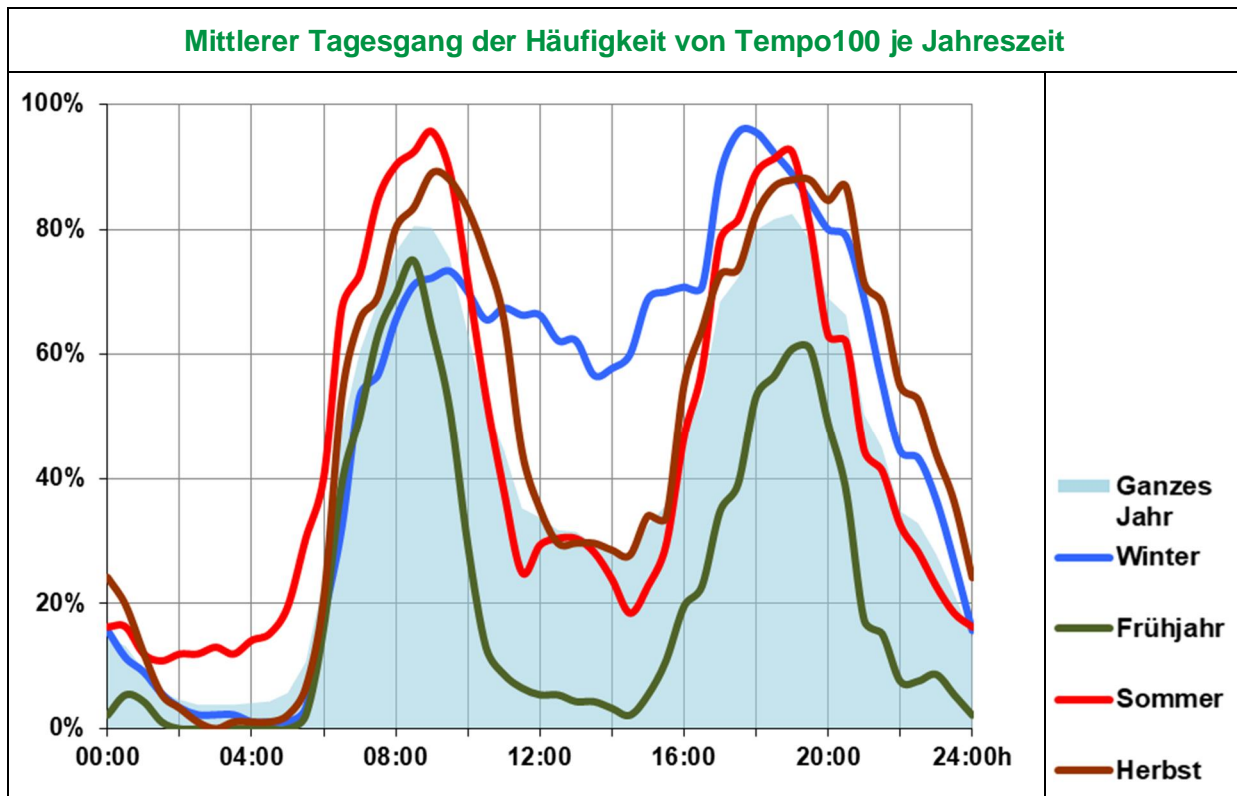


Abbildung 2.8: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 je Jahreszeit auf der A10 bei Hallein (05.2018-04.2019).

Die monatlichen Tempo100-Häufigkeiten entsprechen dem Bild der gleitenden 7-Tagemittel. Die monatlichen Schalthäufigkeiten schwankten zwischen 12% (April 2019) und 56% (Dezember 2018), s. [Abbildung 2.9](#).

Im Vergleich mit den bisherigen 9 Betriebsjahren war die Tempo100-Häufigkeit noch nie so tief wie im gegenständlichen Betriebsjahr, s. [Abbildung 2.10](#). Von Mai bis August 2018 bewegte sie sich am unteren Rand des bisherigen Bereichs, von September 2018 bis Januar 2019 war sie tiefer als jemals bisher, von Februar bis April 2019 deutlich tiefer baustellenbedingt. Es scheint, dass die Anstrengungen zur Reduktion der NOx-Emissionen des Straßenverkehrs nun doch Früchte tragen und real nun auch die Lieferwagen und Lkw einschließen könnten.

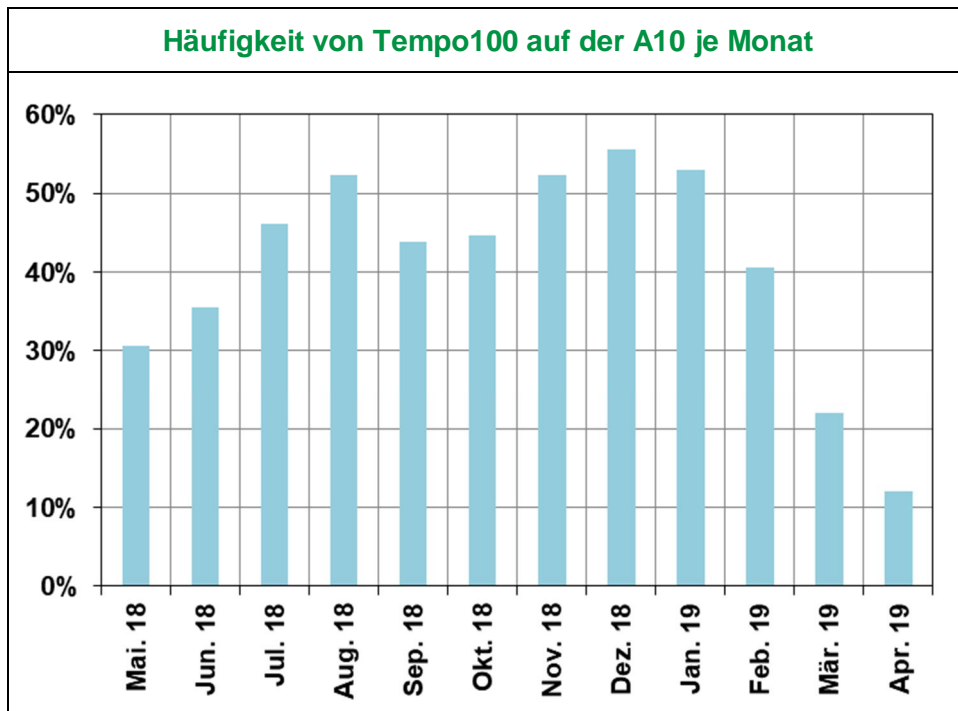


Abbildung 2.9: Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 bei Hallein je Monat (05.2018-04.2019).

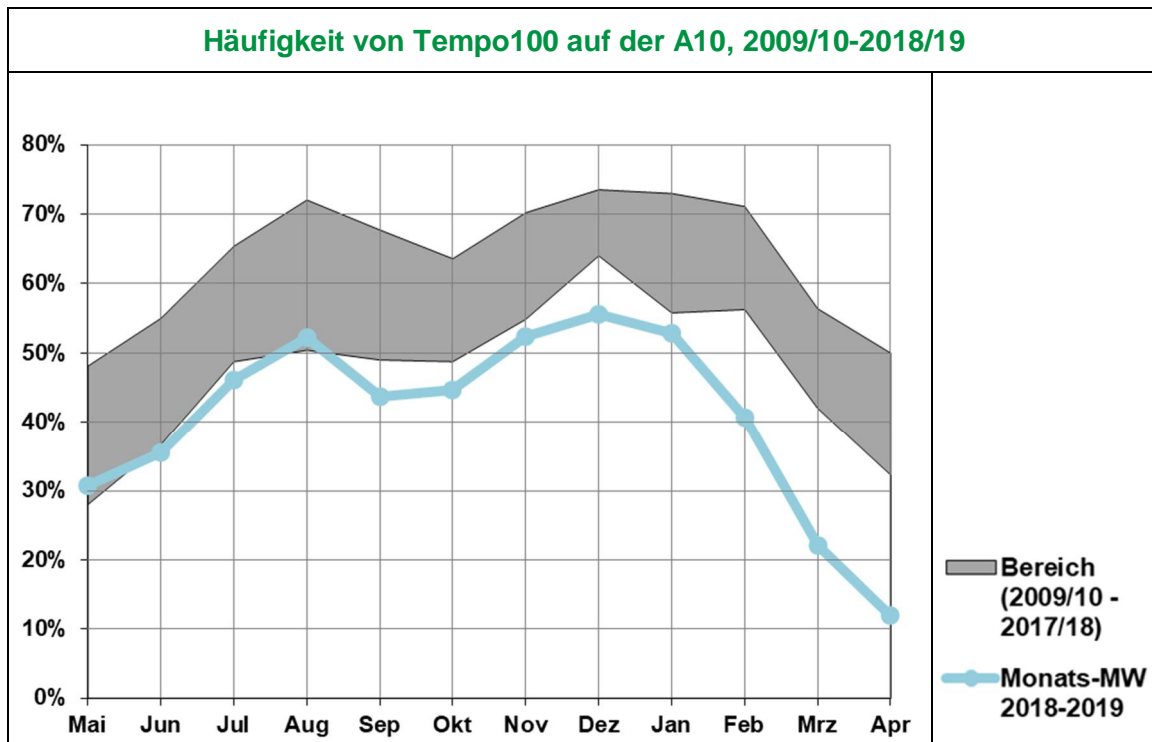


Abbildung 2.10: Vergleich der Monatswerte der Tempo100-Häufigkeit auf der A10 bei Hallein für die neun Betriebsjahre 2009/10 - 2018/19. Grau: Wertebereich 2009/10-2017/18.

2.2.2. Verkehrsaufkommen

Im Jahresverlauf zeigte sich das markante Maximum des Pkw-Aufkommens (und des Lieferwagenaufkommens) im Sommer (Spitze im August). Der schwere Güterverkehr zeigte kein effektives Maximum; temporäre Rückgänge ergaben sich im August (Urlaubszeit) und vor allem Dezember/Januar. Für Pkw und Busse lag das Minimum im November. Der relative Jahresverlauf des Aufkommens je Fahrzeugkategorie zeigt wenige Veränderungen über die Jahre.

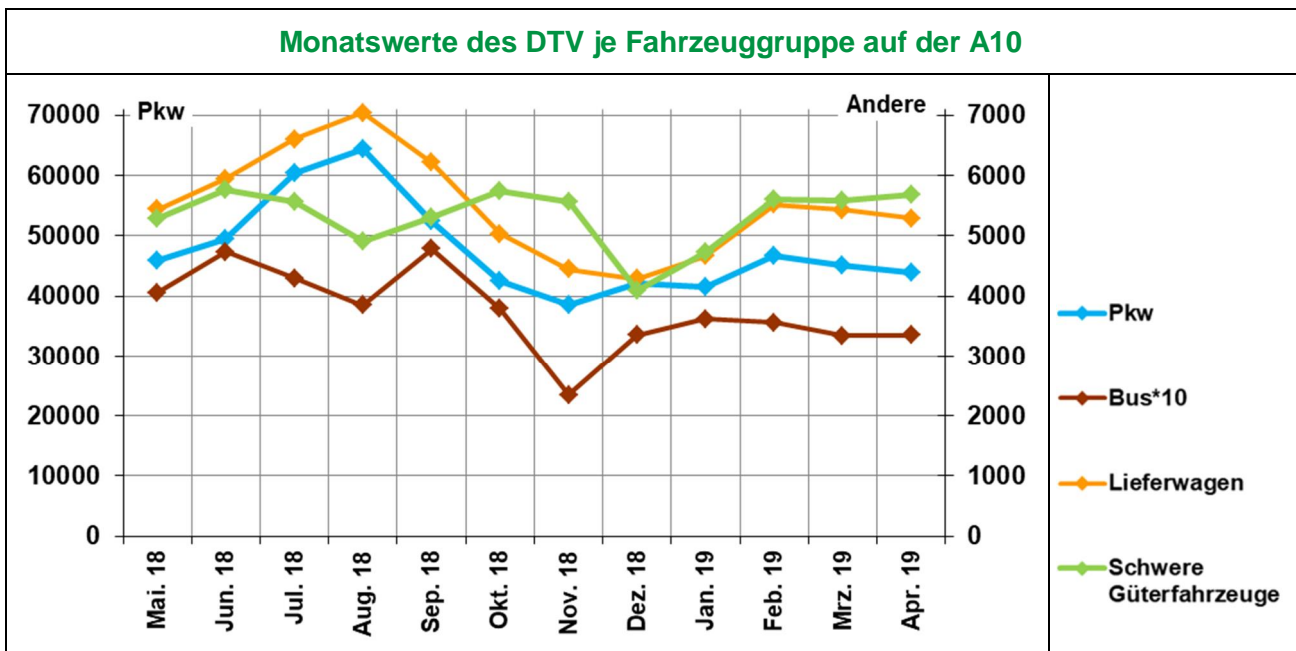


Abbildung 2.11: Monatswerte des DTV je Fahrzeuggruppe auf der A10 bei Hallein (05.2018-04.2019).

Der monatliche Pkw-Verkehr lag für jeden Monat am oberen Rand des bisherigen Bereichs.

Das monatliche Aufkommen an schweren Nutzfahrzeugen (SNF) lag etwa im bisherigen Bereich, wobei der SNF-Verkehr übers ganze Jahr gesehen um 2.4% zugenommen hat.

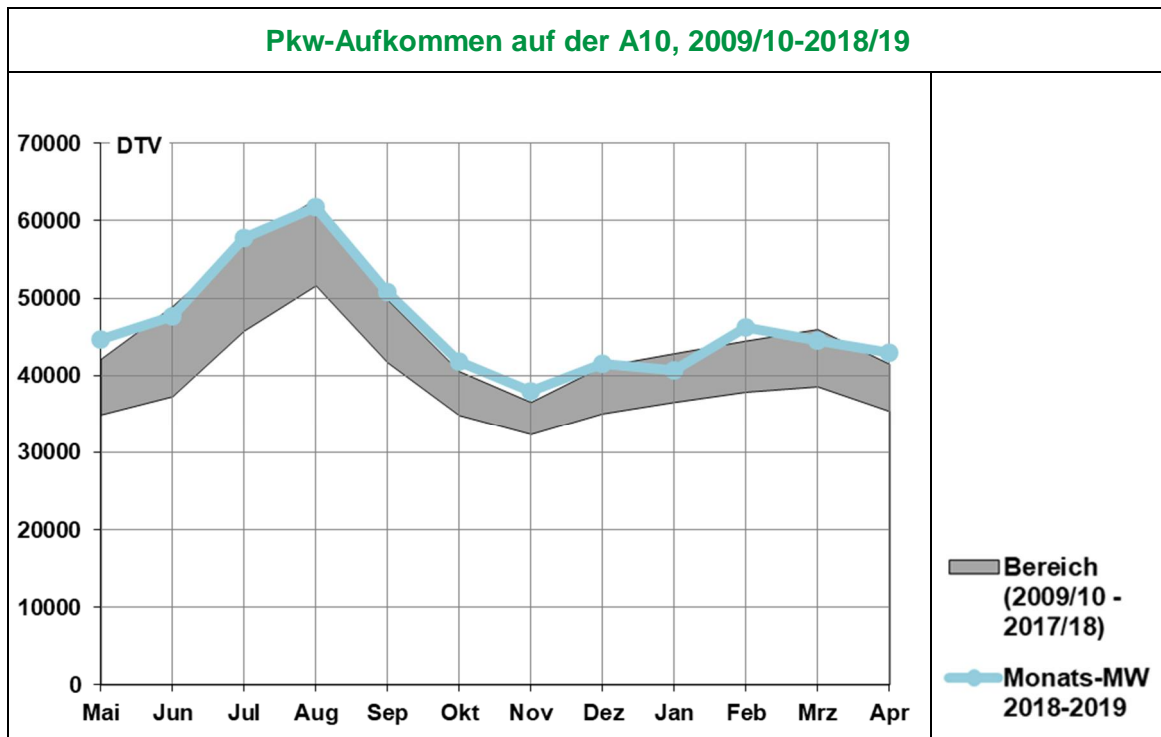


Abbildung 2.12: Vergleich der Monatswerte des Pkw-Aufkommens auf der A10 bei Hallein für die 10 Betriebsjahre 2009/10 - 2018/19. Grau: Wertebereich 2009/10-2017/18.

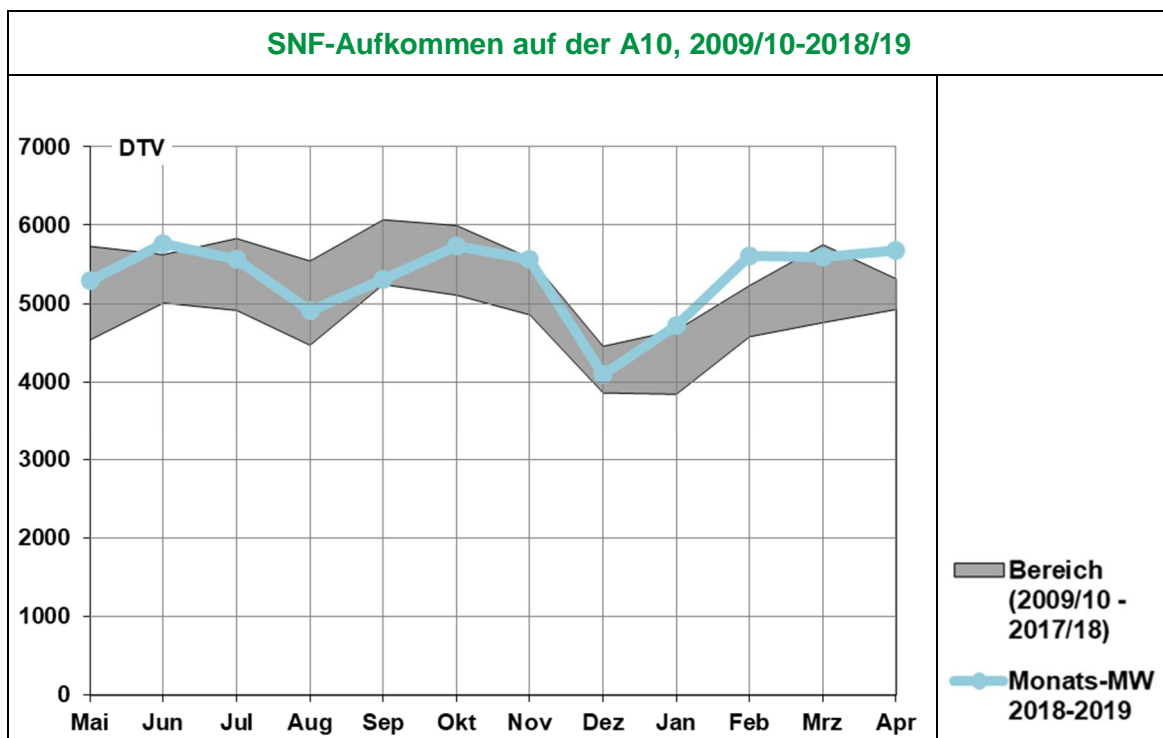


Abbildung 2.13: Vergleich der Monatswerte des SNF-Aufkommens (=Lkw + Lkw mit Anhänger + Sattelzüge) auf der A10 bei Hallein für die neun Betriebsjahre 2009/10 - 2018/19. Grau: Wertebereich 2009/10-2017/18.

2.2.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden

Die Gegenläufigkeit der NO_x-Emissionen und . Immissionen zeigt sich deutlich bei den Monatswerten. Die höchsten NO_x-Immissionen fanden sich im Winter, von November 2018 bis Januar 2019, zusammen mit den tiefsten NO_x-Emissionen. Wegen der im Winter schlechteren Ausbreitungsbedingungen für Luftschadstoffe reichen auch die geringsten Emissionen für die höchsten Immissionen. Von Oktober bis Februar waren die NO₂-Werte im Verhältnis zu den NO_x-Immissionen geringer als in der übrigen Zeit, weil dann die Konversion von NO zu NO₂ in der Atmosphäre durch das Ozon limitiert ist.

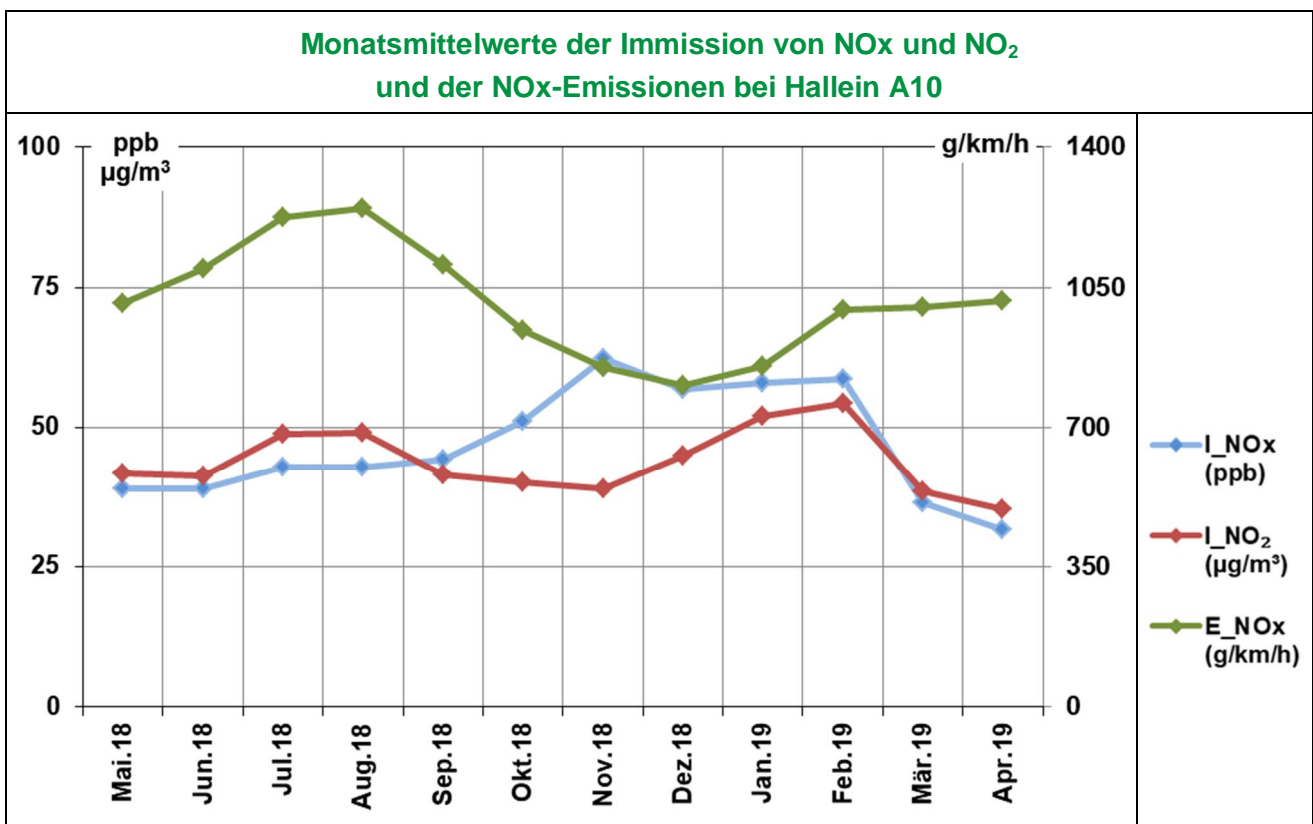


Abbildung 2.14: Monatsmittelwerte der NO_x- und NO₂-Immissionen sowie der NO_x-Emissionen bei Hallein-A10 (05.2018-04.2019).

Interessant ist der Zusammenhang zwischen NO_x-Immission und Windgeschwindigkeit auf der Basis der Halbstundenwerte. Es werden nur Halbstunden mit Tempo100 betrachtet. Für jede Windklasse in Schritten von 0.1 m/s wird das 95%-Perzentil der NO_x-Konzentration bestimmt; solch relativ hohe Immissionen stellen sich ein, wenn der Wind direkt von der Straße zur Messstation weht. Wenn es keine relevante vertikale Durchmischung gäbe, würde doppelte Windgeschwindigkeit v zu halber Konzentration führen, weil sich die emittierte Schad-

stoffmenge auf das doppelte Luftvolumen verteilen würde, die Konzentration wäre proportional zu $1/v$ (rote Kurve in folgender Abbildung). Da nun aber die Verdünnung der Schadstoffe in der Luft wesentlich in vertikaler Richtung erfolgt, zeigt sich zwar ebenfalls eine hyperbolische Konzentrationsabnahme mit der Windgeschwindigkeit (blaue Punkte in folgender Abbildung); da die Luftpakete bei höherer Geschwindigkeit aber weniger Zeit zur Verdünnung in der Vertikalen haben, ist die Konzentrationsabnahme mit zunehmender Windgeschwindigkeit wesentlich geringer als proportional zu $1/v$.

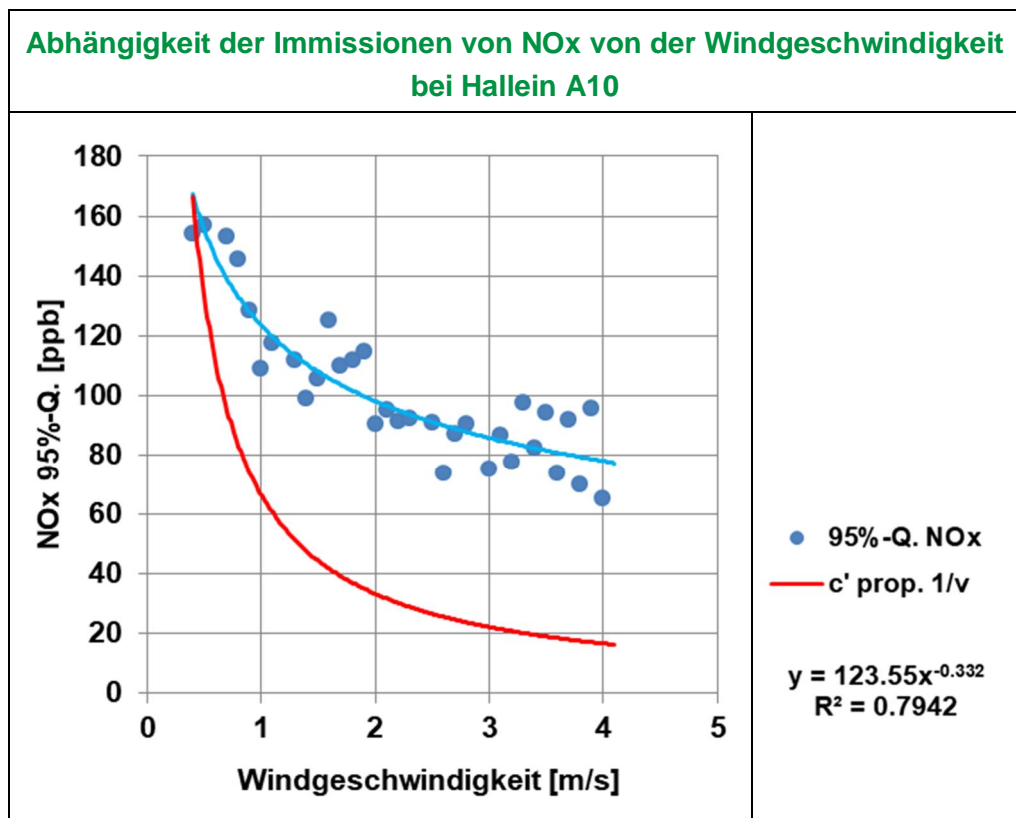


Abbildung 2.15: Abhängigkeit der Immissionen von NOx von der Windgeschwindigkeit bei Hallein A10 während Tempo100-Phasen, 05.2018-04.2019. NOx-Immissionen: 95%-Perzentile je Windgeschwindigkeitsklasse in Schritten von 0.1 m/s.

In der Gesamtschau über die letzten 10 Betriebsjahre waren die Monatsmittel der NOx-Immissionen in praktisch allen Monaten so tief wie noch nie. Lediglich im Sommer befanden sich die Monatsmittel im unteren Bereich der bisherigen Werte. Es scheint, dass nun nach langen Jahren der praktischen Stagnation Bewegung in die realen Emissionsfaktoren über alle Fahrzeugkategorien gekommen ist. Allerdings wird der NO₂-Jahresmittelgrenzwert von 40 µg/m³ mit 44 µg/m³ nach wie vor überschritten.

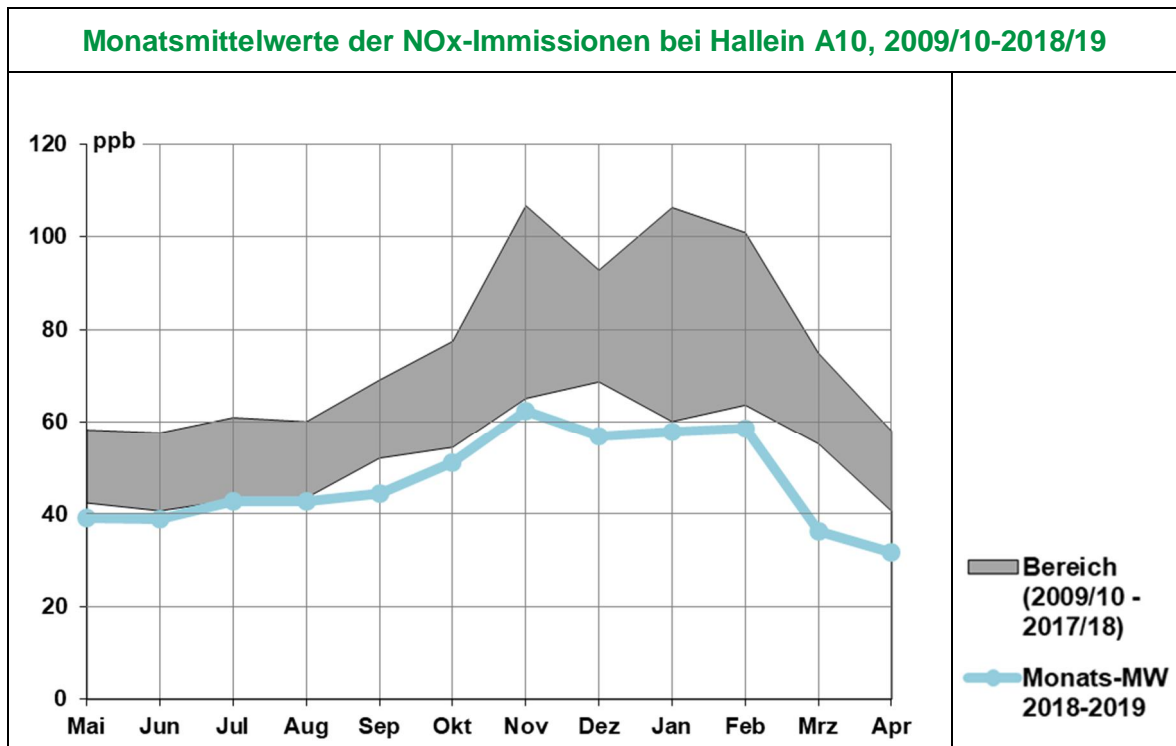


Abbildung 2.16: Vergleich der Monatsmittelwerte der NOx-Immissionen bei Hallein (A10) für die Betriebsjahre 2009/10 - 2018/19. Grau: Bereich 2009/10-2017/18.

2.3. Wochenverlauf

2.3.1. Tempo 100

Die Tempo100-Schaltungen auf der A10 bei Hallein wiesen wie bisher am Freitag und Samstag die größten Häufigkeiten auf (knapp 50%); die übrigen Tage erreichten mit 34-41% zum Teil deutlich niedrigere Schalthäufigkeiten. Auf der A1 bei Salzburg war der Freitag der Tag mit der höchsten Schalthäufigkeit (43%); der Rückgang am Samstag und vor allem am Sonntag war deutlich stärker als auf der A10. Auf der A1 bei Salzburg haben die Pendler einen viel größeren Anteil am Verkehr als auf der A10 bei Hallein, dort spielt der Touristenverkehr (Urlaubssamstage) eine größere Rolle. Von daher erklärt sich der auf der A1 bei Salzburg stärkere Rückgang am Wochenende.

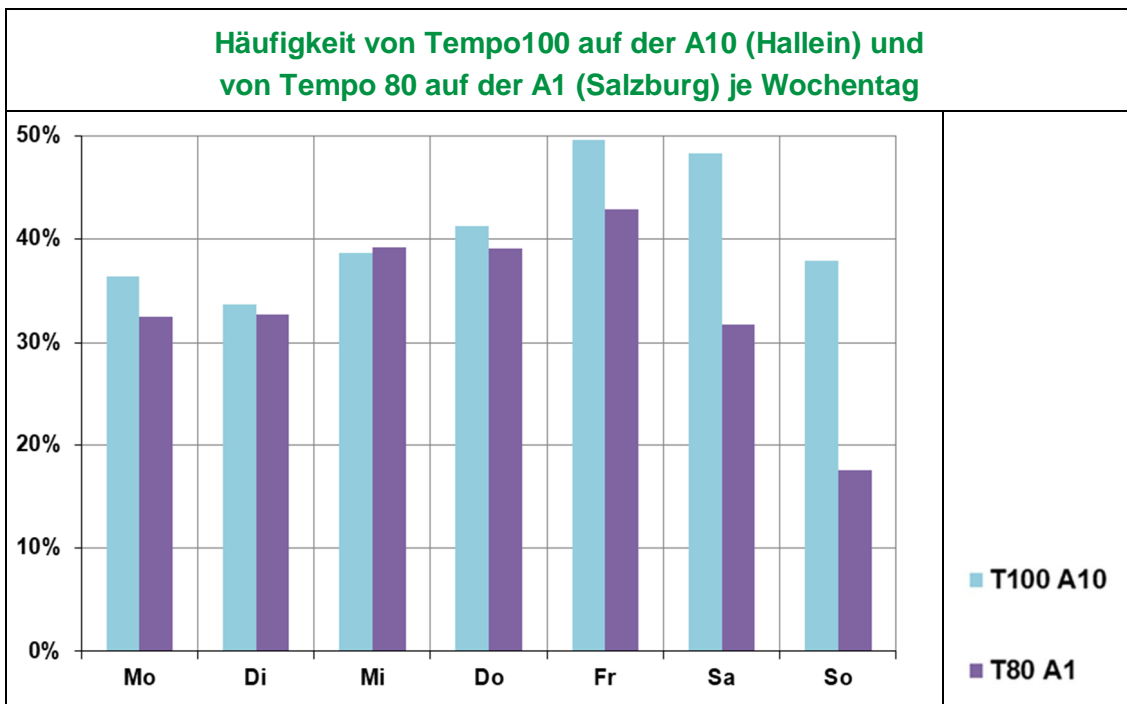


Abbildung 2.17: Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 bei Hallein bzw. von Tempo80 auf der A1 bei Salzburg je Wochentag, 05.2018-04.2019.

Der morgendliche Anstieg der Häufigkeit von Tempo100 verläuft am Sonntag langsamer, weil die Pkw dann noch teilweise fehlen. Am Nachmittag und Abend ist die Schalthäufigkeit am Sonntag aber fast so hoch wie werktags, und in den frühen Morgenstunden des Sonntags und vor allem des Samstags ist sie deutlich höher (Ausgehverkehr, z.T. auch Urlaubsverkehr).

Die Abhängigkeit der Tempo100-Schaltung vom Wochentag ist sehr ähnlich wie im Vorjahr.

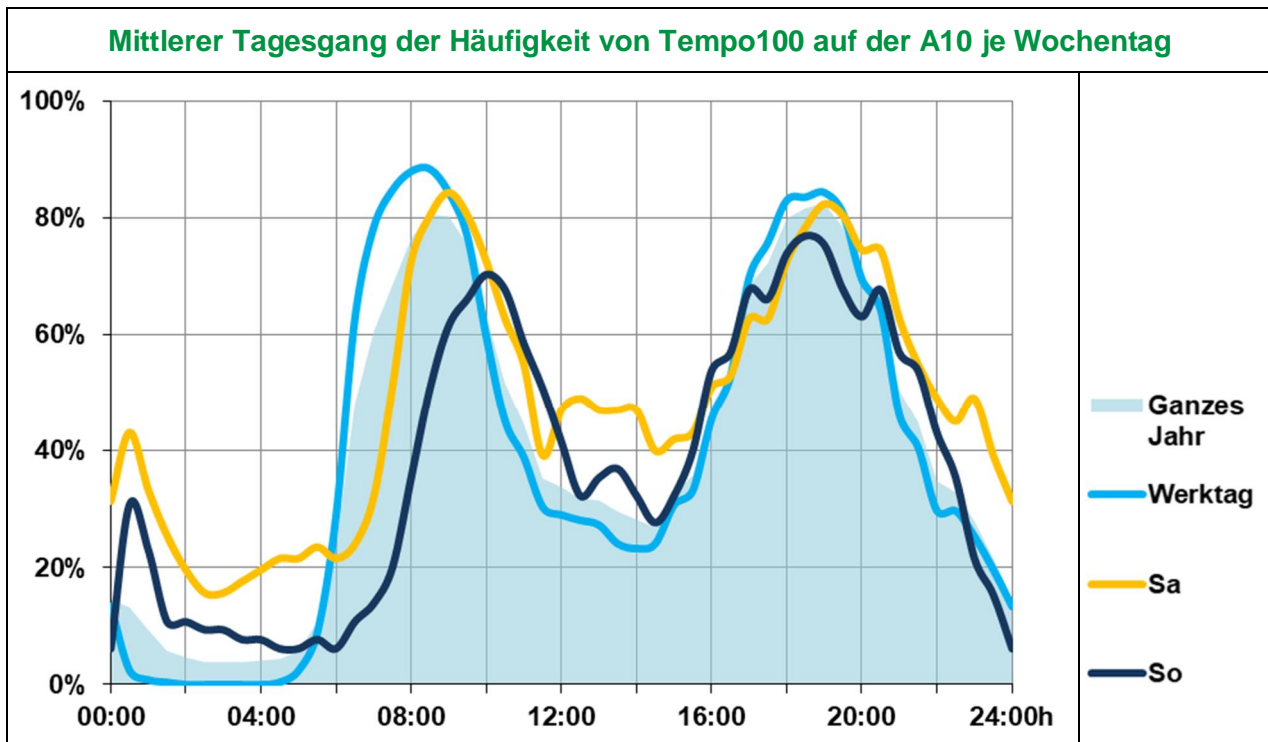


Abbildung 2.18: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 bei Hallein je Wochentagstyp (05.2018-04.2019).

2.3.2. Verkehrsaufkommen

Die Pkw haben freitags und samstags das stärkste Aufkommen, der Donnerstag und der Sonntag folgen. Doch zeigt der Leichtverkehr (Pkw, Lieferwagen und Motorräder) am Wochenende einen anderen Tagesgang als werktags. Die Wochenenden weisen sehr viel weniger schwere Güterfahrzeuge auf. Die lieferwagenähnlichen Fahrzeuge zeigen im Wochengang eine Mischung zwischen Pkw und schweren Güterfahrzeugen, was auch ihrer effektiven Zusammensetzung entsprechen dürfte.

Die Busse weisen das Maximum am Samstag auf, gefolgt von Freitag und Sonntag.

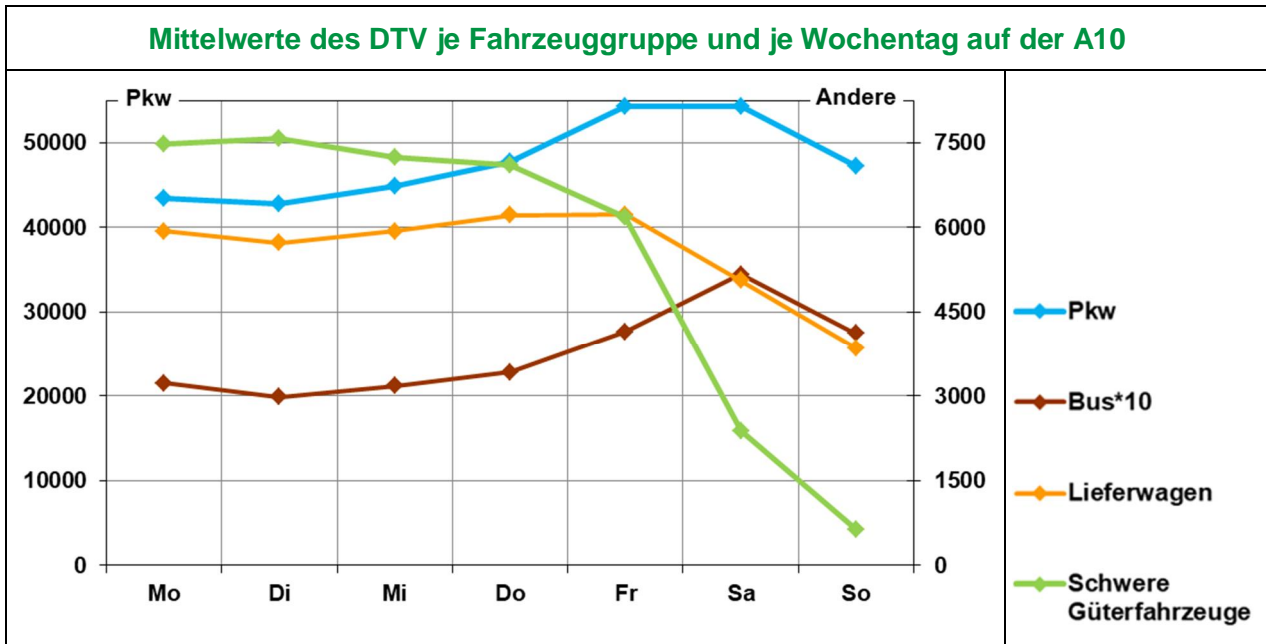


Abbildung 2.19: Durchschnittlicher täglicher Verkehr (DTV) auf der A10 bei Hallein je Fahrzeugkategorie und Wochentag (05.2018-04.2019).

2.3.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden

Die Immissionen und Emissionen an NO_x verlaufen über die gesamte Woche weitgehend parallel, jedoch ist die prozentuale Absenkung der Immissionen am Sonntag etwas höher als diejenige der 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.

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.

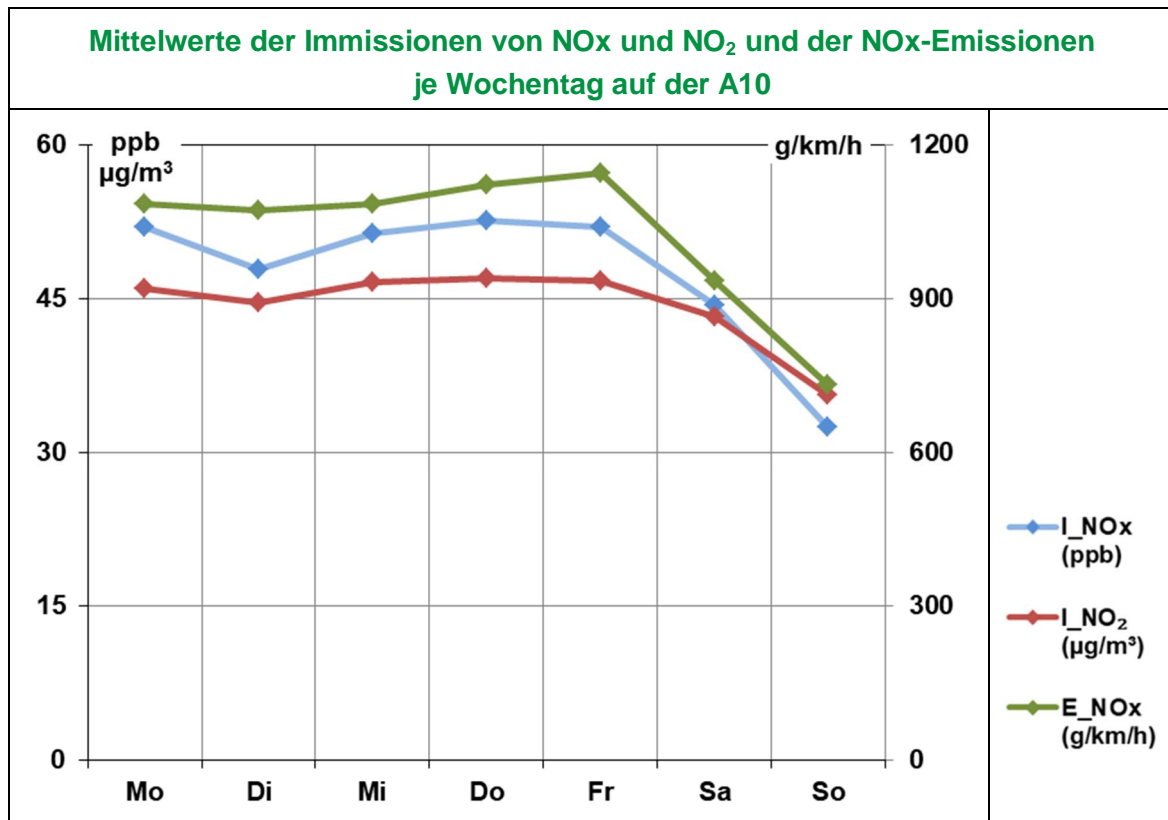


Abbildung 2.20: Mittelwerte der Immissionen von NO_x und NO₂ sowie der NO_x-Emissionen (E_NO_x) bei Hallein (A10) je Wochentag (05.2018-04.2019).

Der Wochentagsverlauf der NO_x-Immissionen über die letzten 10 Jahre zeigt allfällige Abhängigkeiten der Immissionsentwicklung vom Wochentag. Die Kurven für Montag bis Freitag liegen nahe zusammen, vor allem seit 2014/15. Nach 2016/17 gab es für alle Wochentage einen Knick nach unten, besonders ausgeprägt von Montag bis Freitag. Dies bedeutet eine verstärkte Immissions- und als Ursache Emissionsabnahme nach 2016/17, vor allem werktags, das heißt auch vor allem bei den Lkw.

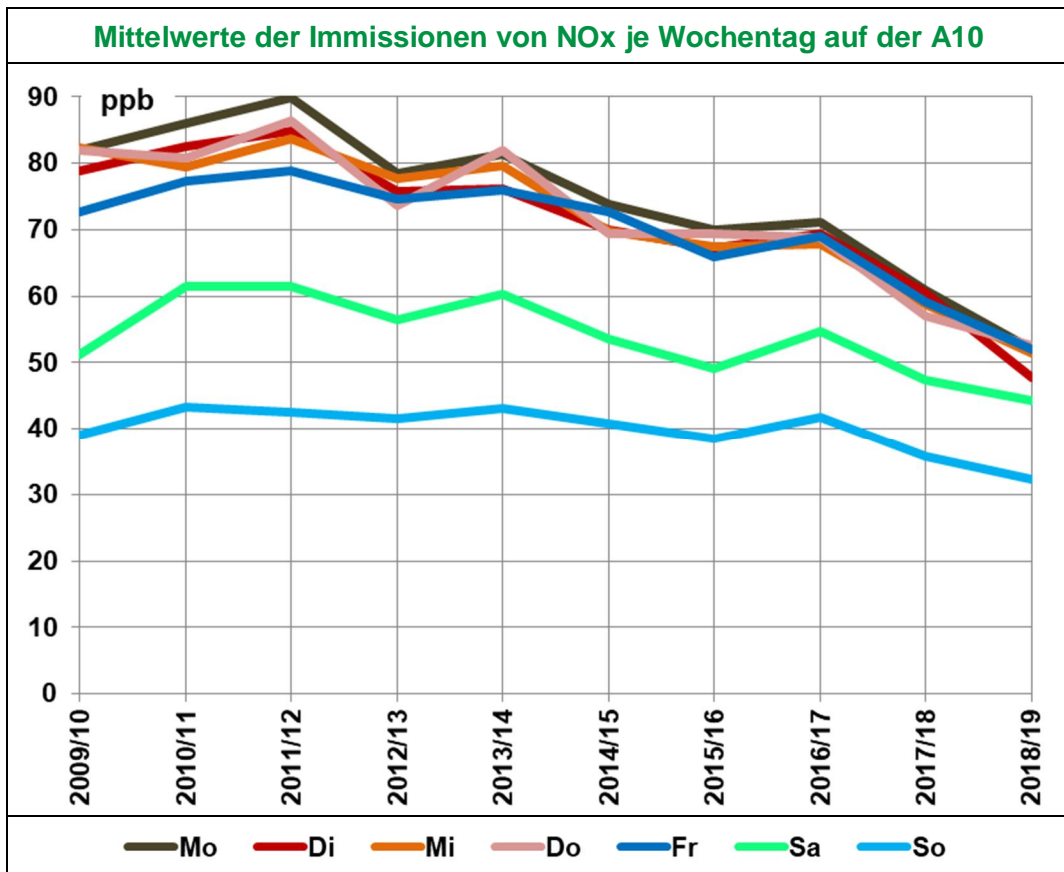


Abbildung 2.21: Mittelwerte der Immissionen von NOx bei Hallein (A10) je Wochentag (2009/10-2018/19).

3. Dokumentation der täglichen Schaltzeiten

In der folgenden Tabelle werden alle täglichen Schaltzeiten von Tempo100 auf der A10 bei Hallein im Betriebsjahr 2018/19 dokumentiert.

Tabelle 3.1: Tägliche Anzahl Stunden mit Tempo100-Schaltung, Hallein A10 (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	3.5	10	7	12	17.5	13.5	8.5	17.5	16.5	17	15.5	4.5
2	9.5	7.5	7.5	9.5	12.5	9	13.5	11	2.5	19	10	3.5
3	8.5	8.5	7.5	15.5	13.5	13.5	16	11.5	6	9.5	10	2.5
4	7	8	8.5	17.5	10.5	11	13.5	7.5	10.5	13.5	1.5	1.5
5	5.5	4	7	16.5	9.5	13	9	15	10.5	17.5	7	3.5
6	5	7.5	10	9.5	12.5	12	7	14	13	18.5	6.5	3
7	7	6.5	13	8.5	15	13	11	17.5	17	21		2.5
8	5.5	10	12.5	7.5	12	11	13	4.5	12	17.5		3
9	13	4.5	10.5	9	14.5	10	16	6	4.5	16		6
10	6	1	8	13.5	12	9	14	5	10.5	7.5	3.5	7.5
11	0	7	12.5	20	8.5	7.5	11	9.5	12.5	1.5	5	4
12	4	6.5	10	14	7.5	12.5	15	14.5	17.5	2.5	1.5	2.5
13	6	5.5	14.5	10	9	11	14	14.5	14	8	5.5	0
14	8.5	6	16	10.5	13.5	6	10	12.5	1.5	11.5	5.5	1
15	7.5	6.5	8.5	5.5	14	7.5	10.5	10	11	7.5	5.5	1.5
16	13	8.5	8	12.5	9.5	10	15	12.5	15.5	6	6	2.5
17	10.5	9.5	9.5	16	8	9.5	18.5	16	13.5		4	4.5
18	12.5	10	10	19	10	14	14.5	14	12.5		5.5	6
19	7	6.5	12.5	18	2.5	15	13	15.5	17.5	5	6	2.5
20	6.5	6	13.5	13.5	4	12	8	18.5	16	9.5	5	0
21	3.5	10	21.5	6.5	11	10.5	10	18.5	17	11	7.5	1
22	9	10.5	11	8	6	13	10.5	16.5	15	8	10.5	0
23	6.5	14.5	11	11.5	11	7	18	13	11	8.5	5.5	1.5
24	6	10.5	7.5	13.5	7	4.5	13	3	8	9.5	7	0
25	8	10.5	11.5	20.5	8.5	12.5	14.5	12	15.5	8	2	3.5
26	8.5	7	11	18	9	9	6	15.5	15.5	6.5	5	3
27	9	10	15	6	12.5	13.5	14	17.5	15.5	10	5.5	1
28	7	16	18.5	9	15.5	10	12.5	18	16.5	5	6.5	1
29	6.5	14.5	10	10	6.5	9.5	10	24	13.5		5	7
30	9.5	12.5	9.5	12.5	11.5	4.5	18	13	15		3.5	6.5
31	8.5		10	15.5		18		14.5	16.5		2	

Am 17. und 18. Februar 2019 sowie vom 07.-09. März 2019 fiel die Schaltung vollständig aus. An insgesamt 284 Stunden fiel sie aus, dies ist eine ansprechende Verfügbarkeit von 96.8%.

Die monatliche Verteilung der Tage mit außerordentlichen Schaltzeiten (0 . 1.5 h bzw. 18 - 24 h Schaltzeit) folgt grundsätzlich der allgemeinen Verteilung der Schaltzeiten: Sehr hohe tägliche Schaltzeiten finden wir in diesem Betriebsjahr im Winter und Hochsommer, tiefe vor allem im Frühjahr (April 2019).

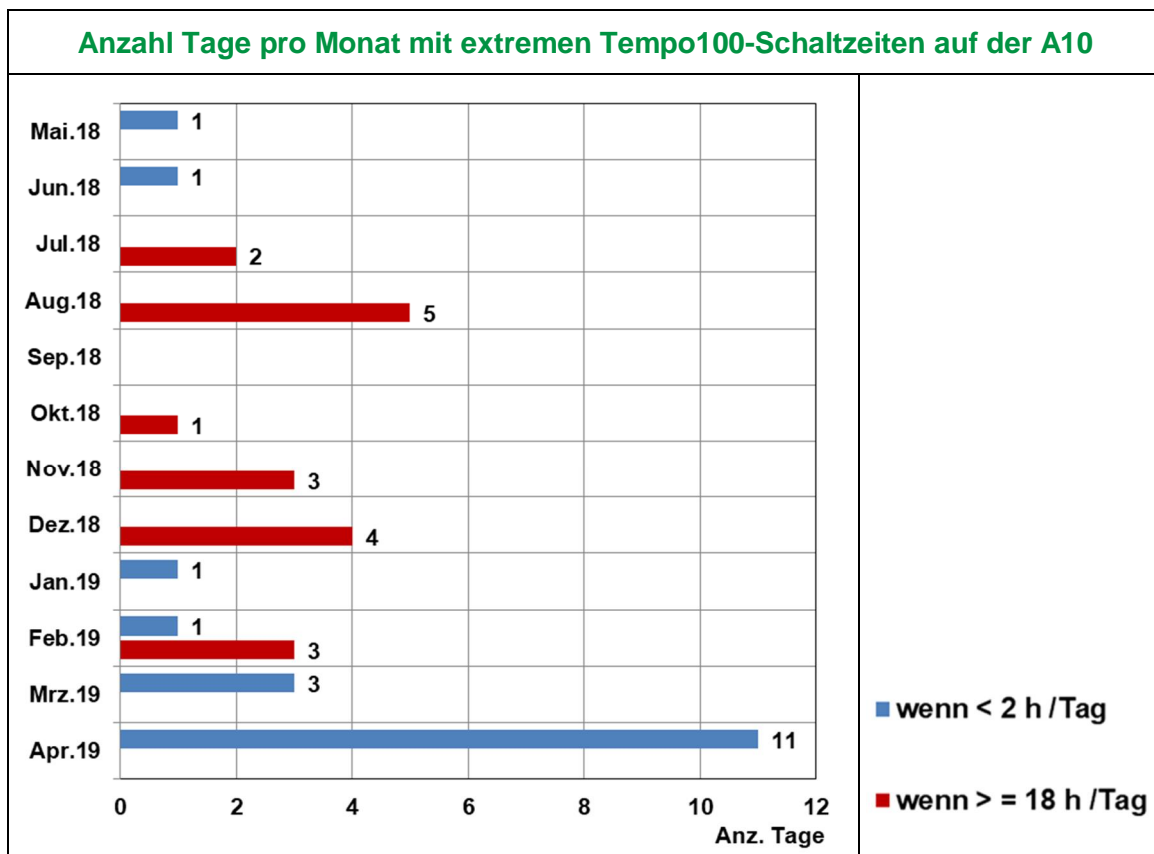


Abbildung 3.1: Anzahl Tage pro Monat mit außerordentlichen Tempo100-Schaltzeiten, Hallein A10 (05.2018-04.2019).

Bei den 18 Tagen mit hohen Schaltzeiten (18-24 h) handelt es sich um 7 Urlaubssamstage im Winter und Sommer, und vor allem noch um einige Tage von November 2018 bis Februar 2019.

**Tabelle 3.2: Die 18 Tage mit hohen Tempo100-Schaltzeiten (≥ 18 h) bei Hallein A10 (05.2018-04.2019).
 Blau: Tage mit häufigen Tempo100-Schaltungen trotz relativ geringen Verkehrs; rot: Urlaubssamstage unter den Spitzentagen.**

Tag	Datum	Pkw-Aufkommen	Tempo100-Schaltzeit [h]
Sa	21.07.2018	80860	21.5
Sa	28.07.2018	82206	18.5
Sa	11.08.2018	84689	20
Sa	18.08.2018	82922	19
So	19.08.2018	75998	18
Sa	25.08.2018	76376	20.5
So	26.08.2018	68618	18
Mi	31.10.2018	52351	18
Sa	17.11.2018	34486	18.5
Fr	23.11.2018	45420	18
Fr	30.11.2018	46122	18
Do	20.12.2018	50379	18.5
Fr	21.12.2018	60273	18.5
Fr	28.12.2018	55402	18
Sa	29.12.2018	65759	24
Sa	02.02.2019	56880	19
Mi	06.02.2019	44793	18.5
Do	07.02.2019	52172	21

4. Effektive Fahrgeschwindigkeiten auf der A10 bei Hallein

In diesem Kapitel werden die **mittleren** Fahrgeschwindigkeiten auf der A10 bei Hallein vom Mai 2018 . April 2019 dargestellt.

Es herrschte zeitweise ein Tempo100-Limit, ansonsten Tempo130. 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. Wenn solche Phasen weggelassen würden, würde sich die mittlere Geschwindigkeit vor allem für Zeiten mit Tempo130-Limit etwas erhöhen. **Geschwindigkeiten unter 90 km/h wurden für die Auswertungen in diesem Kapitel konsequent weggelassen**; sie konnten bei Stau, Baustellen oder bei prekären Straßenverhältnissen vorkommen. Dies war im aktuellen Betriebsjahr immer wieder der Fall (s. nächste Abbildung). Es wird vermutet, dass es sich hierbei zumeist um Stau handelte.

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 100 und 115 km/h auf der Basis der mittleren Stundenwerte. Immer wieder gab es kurze Phasen mit verringerten Fahrgeschwindigkeiten, vor allem wegen Stau. Außerhalb dieser Phasen variierten die Geschwindigkeitsbereiche jedoch wenig (s. [Abbildung 4.1](#)).

Allerdings gab es ab 09.02.2019 bis über das Ende des Betriebsjahrs hinaus eine Baustelle mit permanentem Tempo80-Limit. Aus diesem Grunde erfolgen die Geschwindigkeitsbetrachtungen in diesem Kapitel nur für 01.05.2018 . 08.02.2019.

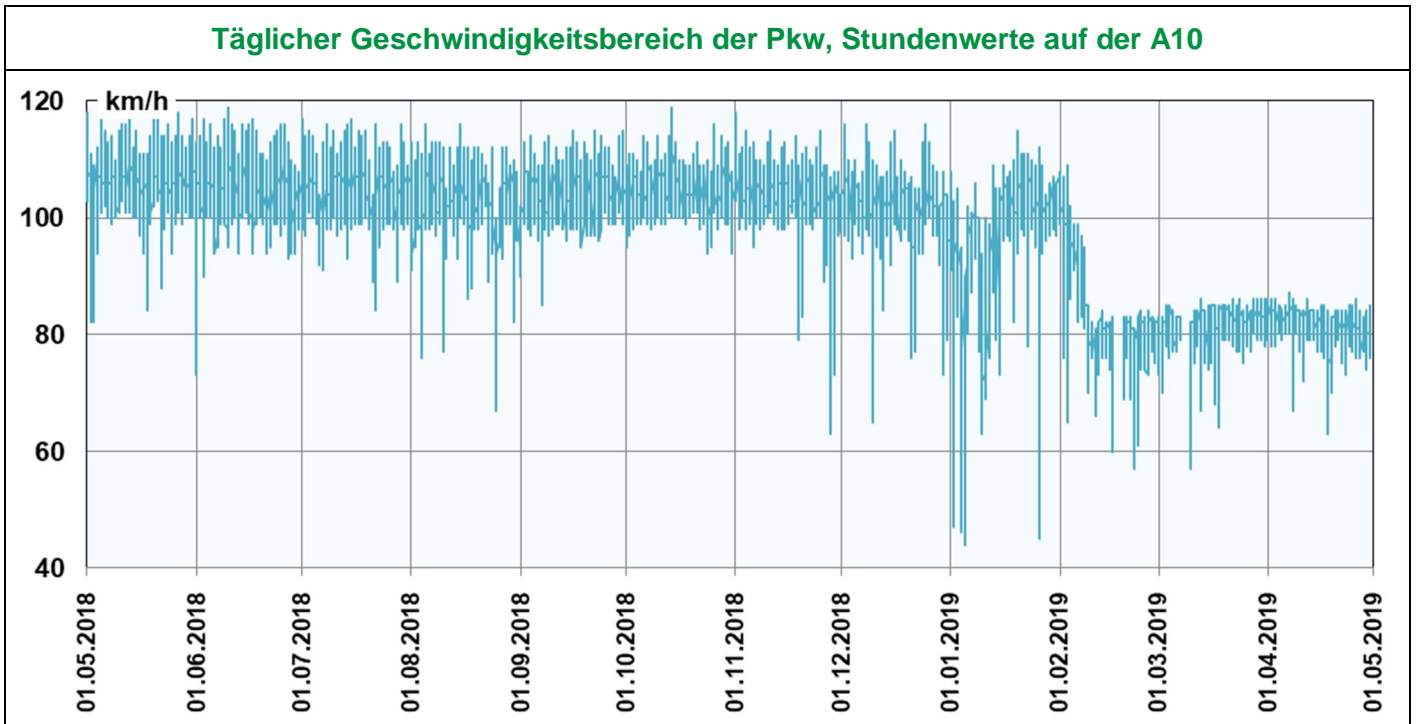


Abbildung 4.1: Täglicher Geschwindigkeitsbereich der Pkw auf der Basis der Stundenwerte, Hallein A10 (05.2018-04.2019). Ab 09.02.2019 Baustelle mit permanentem Tempo80.

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 sind 100 km/h bei Tempo 100 und 108 km/h bei Tempo 130. Nur wenige Stundenwerte betragen über 106 km/h bei Tempo 100 und über 118 km/h bei Tempo 130. Über das Fahrverhalten einzelner Pkw ist damit nichts ausgesagt.

Die Verteilung ist bei Tempo130 deutlich breiter als bei Tempo100. Über die letzten drei Betriebsjahre haben sich die Geschwindigkeitsverteilungen nur wenig verändert. Lediglich im 2017/18 wurden bei Tempo130 etwas höhere Geschwindigkeiten gefahren.

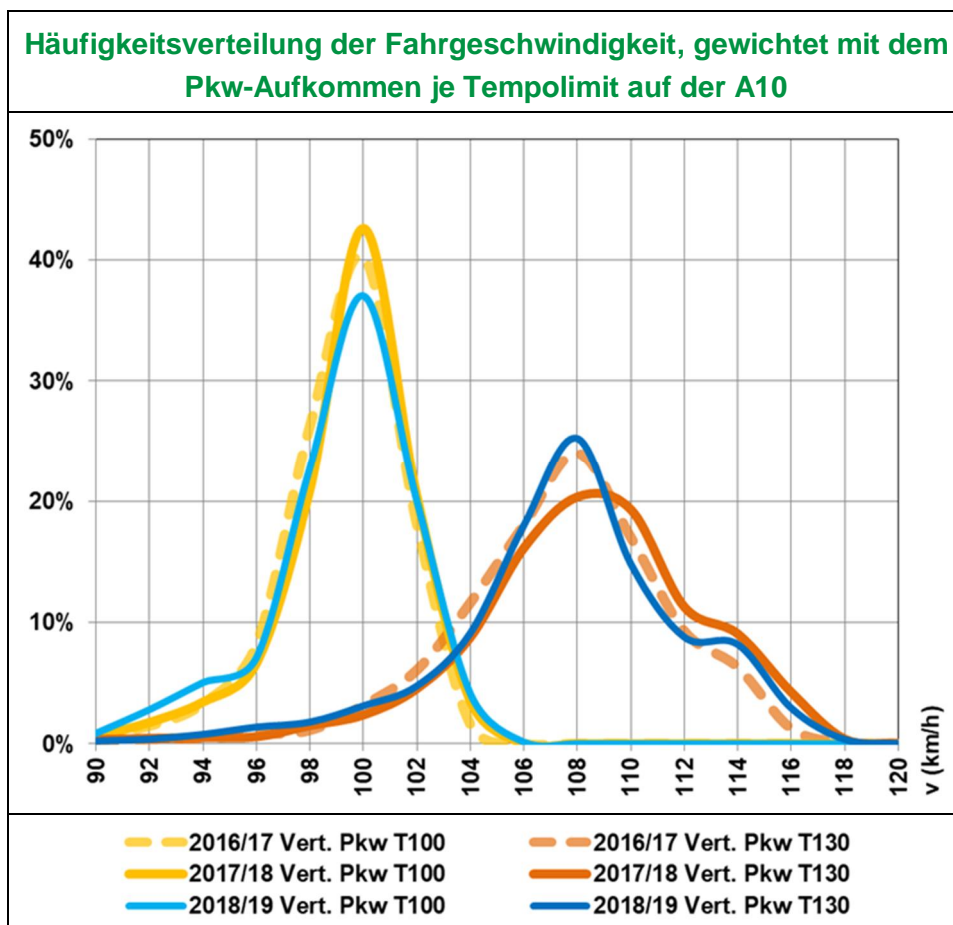


Abbildung 4.2: Mit dem Pkw-Aufkommen gewichtete Häufigkeitsverteilung der Fahrgeschwindigkeit je Tempolimit auf der A10 bei Hallein, Basis Stundenwerte (05.2016-04.2017, 05.2017-04.2018 und 05.2018-08.02.2019).

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	22.12.2018-02.02.2019 <i>Ausgenommen 05.01.2019</i>	06.10.-15.12.2018
Sommer	14.07.-08.09.2018	05.05.-07.07.2018 und 15.09.-29.09.2018

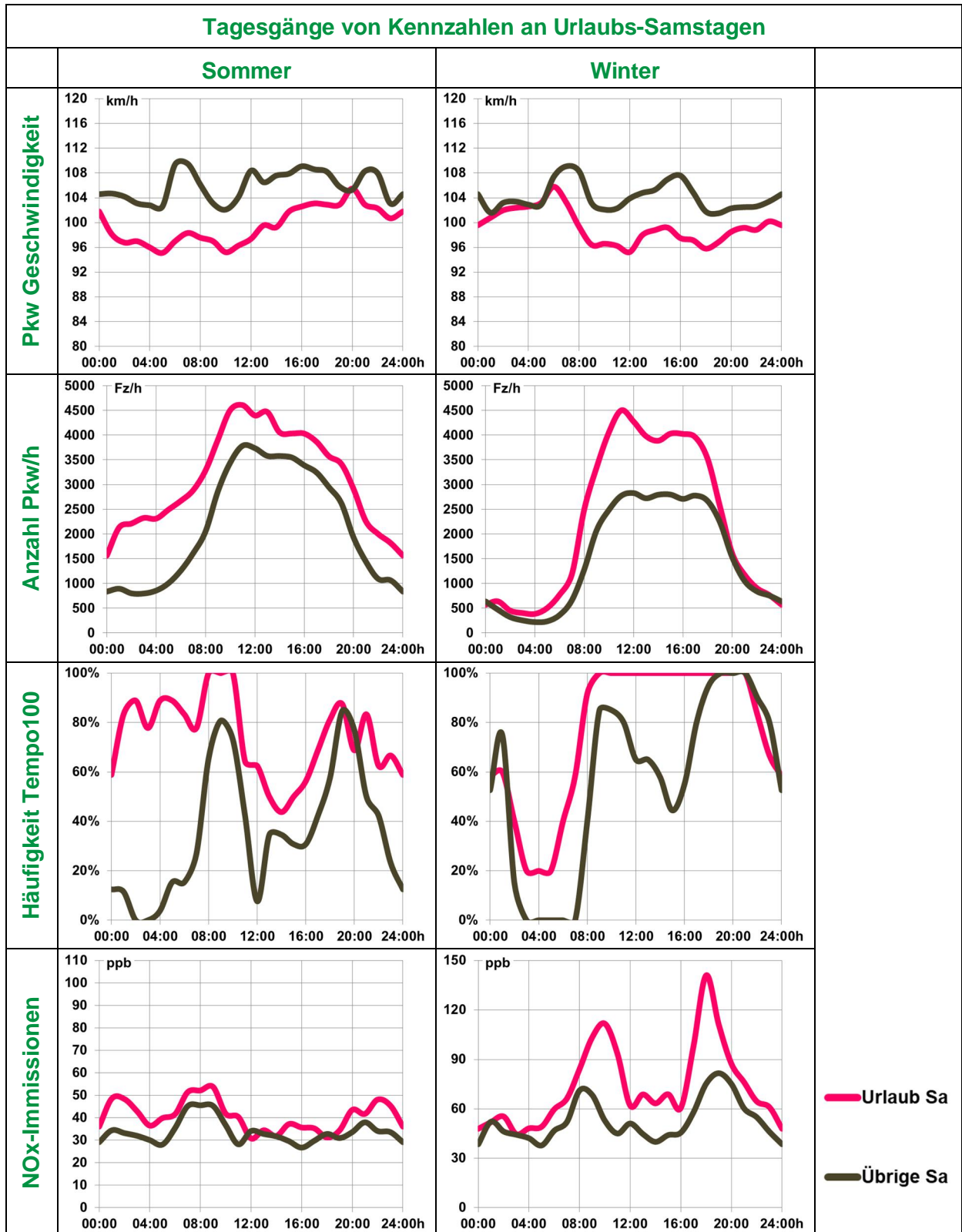


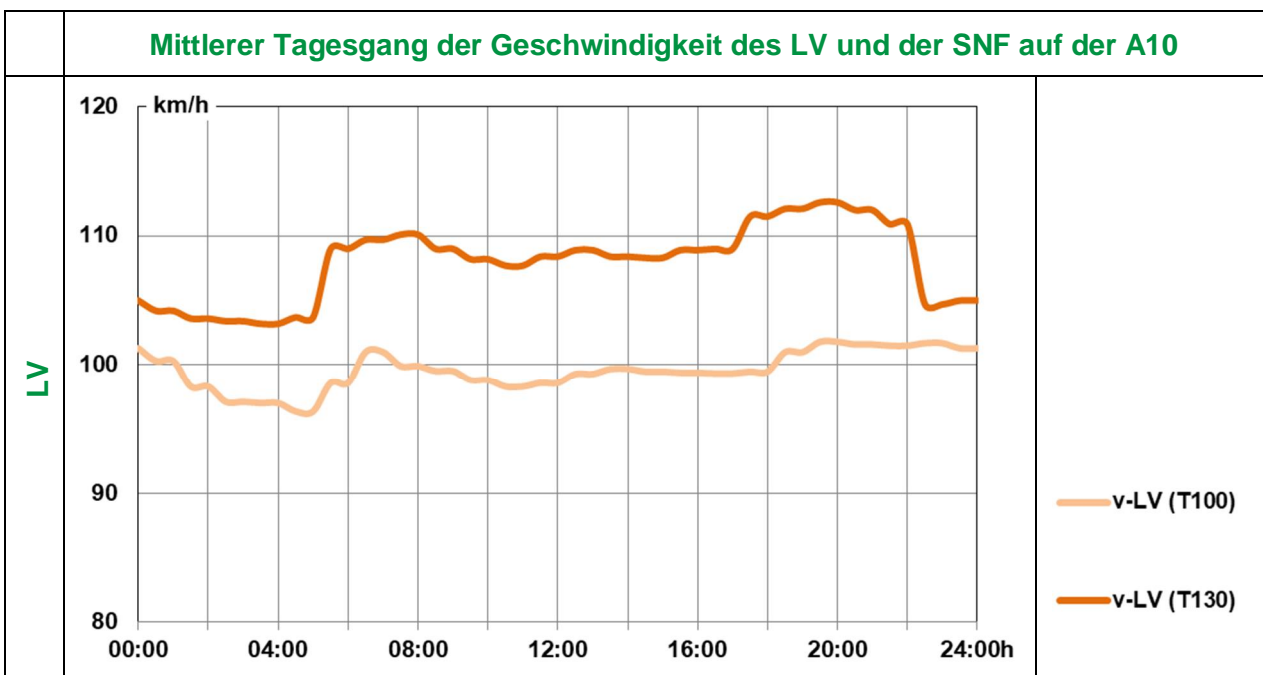
Abbildung 4.3: Mittlerer Tagesgang der Pkw-Geschwindigkeit, Anzahl Pkw pro Stunde, Häufigkeit von T100 und NO_x-Immissionen für Samstage je Phase (Urlaub und übrige Samstage) und Jahreszeit (Sommer und Winter) auf der A10 bei Hallein (05.2018-08.02.2019).

Im Sommer und im Winter wiesen die Urlaubssamstage gegenüber den übrigen Samstagen mehr Verkehr, geringere Fahrgeschwindigkeiten, häufigere Tempo100-Schaltungen und höhere NO_x- und NO₂-Immissionen auf (in der Abbildung werden nur die NO_x-Immissionen gezeigt). Die Unterschiede sind deutlich. An Urlaubssamstagen hatte es mehr Stickoxid-Immissionen trotz niedrigerer Geschwindigkeiten, weil es mehr Verkehr hatte und die unruhige Fahrweise in dichtem Verkehr zusätzliche Emissionen verursacht.

4.4. Tagesgang der mittleren Fahrgeschwindigkeit

Der mittlere Tagesgang der Geschwindigkeit zeigt beim Leichtverkehr bei Tempo100 keine großen tageszeitlichen Unterschiede. Bei Tempo130 zeigt sich die Absenkung in der Nacht von 22-5 Uhr; die höchsten Geschwindigkeitswerte wurden in den Abendstunden erreicht.

Bei den schweren Nutzfahrzeugen (SNF) zeigen sich ebenfalls nur schwach ausgeprägte Tagesgänge in den gemessenen Geschwindigkeiten, kaum Unterschiede zwischen Tempo100 und Tempo130. In der Nacht sind die Geschwindigkeiten generell etwas tiefer, die rasche Absenkung nach 22 Uhr dürfte auf den Umstand zurückzuführen sein, dass für Lkw zwischen 22:00 und 05:00 eigentlich ein Tempolimit von 60 km/h gilt. Die höchsten Geschwindigkeiten werden von 17 bis 22 Uhr gefahren.



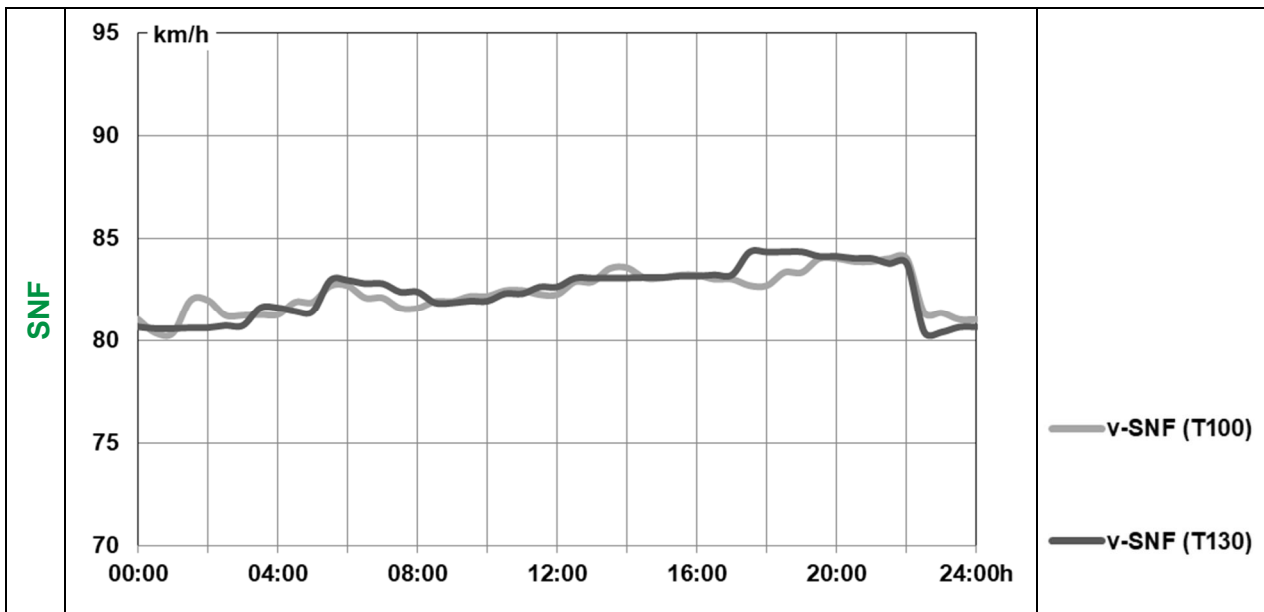


Abbildung 4.4: Mittlerer Tagesgang der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs (oben) und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF; unten) auf der A10 bei Hallein (05.2018-08.02.2019).

4.5. Monatsmittel der Fahrgeschwindigkeit

Die im Folgenden dargestellten Monatsmittelwerte beziehen sich nur auf die Tagesstunden von 6 . 22 Uhr. Sie schwanken beim Leichtverkehr bei Tempo130 mehr als bei Tempo100.

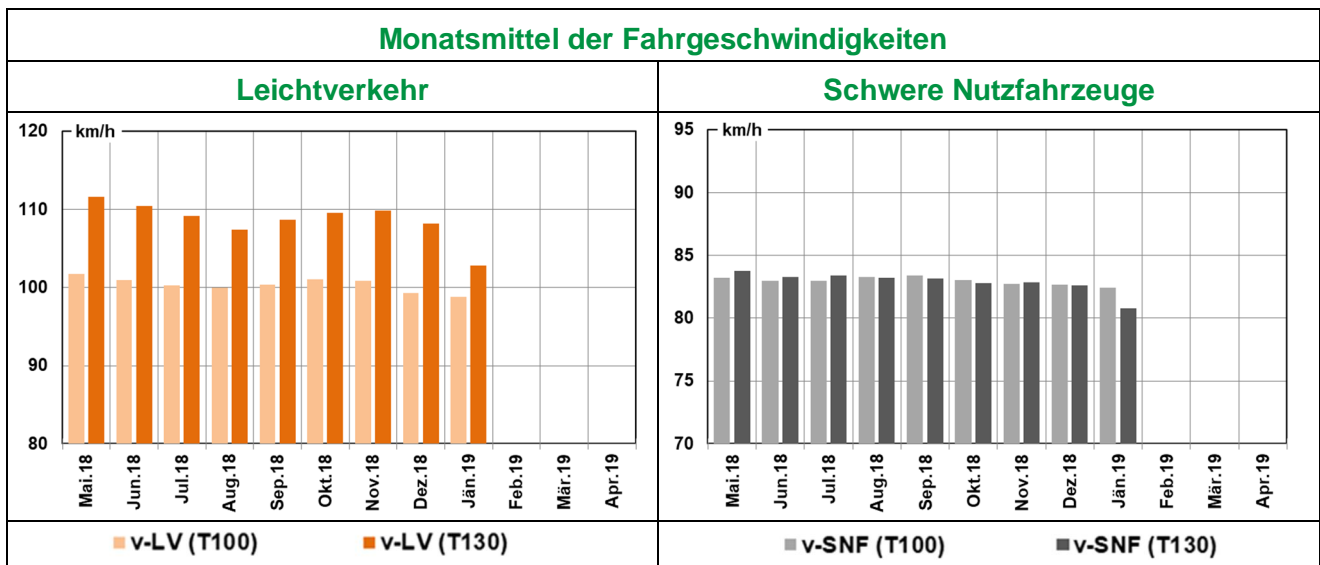


Abbildung 4.5: Monatswerte der mittleren gemessenen Fahrgeschwindigkeit von 6-22 Uhr je Tempolimit: Leichtverkehr (links) und schwere Nutzfahrzeuge (SNF; rechts) auf der A10 bei Hallein (05.2018-08.02.2019).

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 beiden vergangenen Betriebsjahre und von 2011/12 (vor Sensorwechsel) 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 A10 bei Hallein (05.2018-08.02.2019, 05.2017-04.2018, 05.2016-04.2017 bzw. 05.2011-04.2012.

Tempolimit (05.2018-08.02.2019)	LV: v [km/h] 6-22 Uhr	LV: v [km/h] 22-6 Uhr
mit IG-L Schaltung	99.7	98.3
ohne IG-L Schaltung	109.5	105.1
Tempolimit (05.2017-04.2018)	LV: v [km/h] 6-22 Uhr	LV: v [km/h] 22-6 Uhr
mit IG-L Schaltung	100.0	98.1
ohne IG-L Schaltung	110.3	105.3
Tempolimit (05.2016-04.2017)	LV: v [km/h] 6-22 Uhr	LV: v [km/h] 22-6 Uhr
mit IG-L Schaltung	99.8	99.9
ohne IG-L Schaltung	109.2	104.7
Vor Sensorwechsel Tempolimit (05.2011-04.2012)	LV: v [km/h] 6-22 Uhr	LV: v [km/h] 22-6 Uhr
mit IG-L Schaltung	103.6	103.3
ohne IG-L Schaltung	113.9	108.7

Die in [Tabelle 4.1](#) angeführten Geschwindigkeiten werden zur Abschätzung der lufthygienischen Wirksamkeit der Tempo100-Schaltung verwendet. Durch das Tempolimit wurde also im aktuellen Betriebsjahr tagsüber eine Geschwindigkeitsreduktion um **9.8 km/h** (Vorjahr 10.3 km/h) erreicht. Im Vergleich zum Vorjahr hat sich nachts praktisch nichts verändert, tagsüber wird im Mittel leicht langsamer gefahren.

5. Wirksamkeit der flexiblen Tempo100-Schaltung auf der A10 zwischen Salzburg und Golling

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.

5.1. Emissionsreduktionen

Bei den **Emissionen** an NO_x und CO₂ lassen sich die folgenden **Reduktionen durch das real umgesetzte Tempo100-Limit** abschätzen (Reduktion der mittleren Geschwindigkeit des Leichtverkehrs tagsüber um die ermittelten **9.8 km/h**):

Tabelle 5.1: Emissionsreduktionen für NO_x und CO₂ durch das real umgesetzte flexible Tempo100-Limit auf dem 27 km langen Abschnitt Salzburg-Golling der A10, 05.2018-04.2019:

	NO _x	CO ₂
Gesamtemission [t/y]	242	107'529
Einsparung durch flexibles T100 [t/y]	-17	-3'330
in %	-6.4%	-3.0%

Durch das flexible Geschwindigkeitslimit auf der A10 zwischen Salzburg und Golling konnten 6.4% der NO_x- bzw. 3% der CO₂-Emissionen (über alle Fahrzeugkategorien) eingespart werden. Der Prozentsatz dieser Einsparungen ist leicht tiefer als im Vorjahr, weil die real erreichte Geschwindigkeitsreduktion etwas geringer als im Vorjahr war.

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 gemessenen NO_x-Immissionen jedoch um 12%. Folgerichtig hat der Faktor τ (Tau) des Szenarienmodells von Oekoscience im Mittel abgenommen (um etwa 4%). Dies bedeutet, dass die meteorologischen Ausbreitungsbedingungen bedeutend günstiger gewesen sein müssen als im Vorjahr oder aber, dass die Emissionen im aktuellen Betriebsjahr mehr abgenommen haben als gemäß HBEFA, z.B. infolge Rückrufaktionen und Software-Updates bei Diesel-Pkw, aber auch real bessere Abgastechnik bei den Neufahrzeugen, insbesondere auch Lieferwagen und Lkw. Währenddem der Rückgang von Tau vom Vorvorjahr zum Vorjahr überwiegend auf die besseren Ausbreitungsverhältnisse im Winter zurückgeführt werden konnte, scheint es sich jetzt vor allem um verbesserte Abgaswerte zu handeln: Der Rückgang von Tau zeigt sich vor allem tagsüber, wenn die Emissionen vor allem anfallen, und kontinuierlich von Dezember 2018 bis April 2019. Die folgende Grafik zeigt den prozentualen Rückgang des mittleren Tauwertes je Tageszeit.

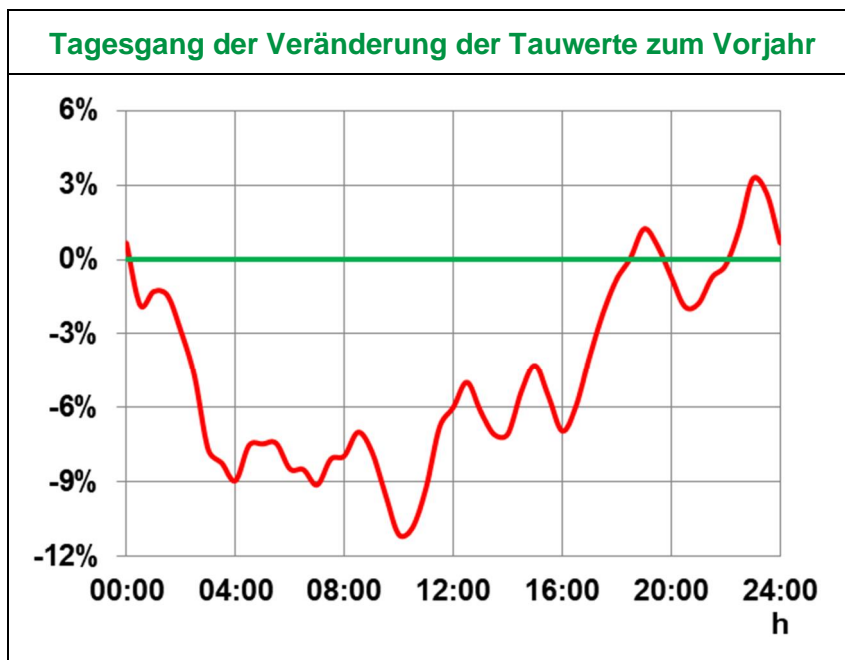


Abbildung 5.1: Tagesgang der Veränderung der mittleren Tauwerte zum Vorjahr in %, 05.2018-04.2019.

Nur abends haben die Tauwerte kurzzeitig zugenommen. Dies ist kein Beleg, aber ein Hinweis, dass sich auf dem Gebiet der Emissionsfaktoren nun doch etwas tun könnte, indem die realen Immissionen (welche von den realen Emissio-

nen gebildet werden) nun mehr abnehmen als die nach HBEFA berechneten Emissionen für NO_x.

5.2. Szenarien der Immissionsreduktionen

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

- **Í Tempo100 immerÍ** : Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren stets mit der bei Hallein gemessenen Durchschnittsgeschwindigkeit bei 'Tempo 100' (99.7 km/h tagsüber bzw. 98.3 km/h nachts).
- **Í Tempo100 nieÍ** : Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren stets mit der bei Hallein gemessenen Durchschnittsgeschwindigkeit bei 'Tempo 130' (109.5 km/h tagsüber bzw. 105.1 km/h nachts).
- **Í Tempo100 temporärÍ** : Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren in den Halbstunden, in welchen die Steuerung Tempo 100 bestimmt hat, mit 'Tempo 100', und in den übrigen mit 'Tempo 130'. *Dies ist der Realzustand für Hallein (mit den dort vorhandenen Emissionen und Immissionen).*
- **"Tempo100 Winterhj."**: Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren im Winterhalbjahr (Oktober . März) stets mit 'Tempo 100', im Sommerhalbjahr stets mit 'Tempo 130'.
- **Í Tempo100 nie (vor VBA)Í** : Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren stets mit der bei Hallein früher (vor Inkraftsetzung des Tempo100-Limits) vorhandenen Durchschnittsgeschwindigkeit bei 'Tempo 130' (118 km/h als \pm typische \pm Autobahngeschwindigkeit ohne VBA), aber mit den Emissionsfaktoren des Jahres 2018/19.

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 'Tempo100'- bzw. 'Tempo130'-Geschwindigkeiten für jedes Szenarium ermittelt. Daraus können die Effekte für permanentes und flexibles Tempo100-Limit abgeleitet werden. Hinsichtlich der Immissionen werden die Ergebnisse in den nächsten Tabellen dargestellt.

5.3. Ergebnisse der Geschwindigkeitsszenarien

5.3.1. Emissionen und Immissionen bei Hallein für permanente und flexible Tempo100-Schaltungen im Betriebsjahr

Die Tempo100-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. In diesem Jahr hätte es auch bei der früheren Situation (vor VBA) bei den damaligen Geschwindigkeiten aber aktuellen Emissionsfaktoren und aktueller Meteorologie keine Überschreitungen des NO₂-Kurzzeitgrenzwertes gegeben. Die frühere Situation 'vor VBA' wird am Schluss dieses Kapitels weiter diskutiert.

Tabelle 5.2: Absolute Kennzahlen der fünf Szenarien 'Tempo 100 immer', 'Tempo100 nie', 'Tempo100 temporär', 'Tempo100 Winterhalbjahr' und 'Tempo100 nie (vor VBA)', Hallein A10, Mai 2018 – April 2019.

Hallein Absolute Werte	E_NOx	E_NO ₂	I_NOx	I_NO ₂	I_NOx	I_NO ₂	I_NO ₂
	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	95 %	95 %	Anz HST
	g/km/h	g/km/h	ppb	µg/m ³	ppb	µg/m ³	>200µg/m ³
T100 immer	967	241	45	42.2	107	78	0
T100 nie	1093	279	50	46.4	119	88	0
T100 temporär	1022	258	47	43.8	108	80	0
T100 WHj.	1039	263	47	44.3	110	83	0
Vor VBA	1245	326	57	51.7	134	98	0

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

Relative Effekte eines permanenten Tempo100 bei Hallein im Betriebsjahr:

Die **NO₂-Emissionen** werden durch ein Tempolimit für den Leichtverkehr stärker reduziert als die **NOx-Emissionen**, weil der Leichtverkehr einen größeren prozentualen Anteil an den NO₂-Emissionen als an den gesamten 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 Tempo100 etwas geringer als bei den **NOx-Emissionen**, weil sich die Immissionen wegen des nicht von der A10 herrührenden Anteils prozentual weniger als die Emissionen reduzieren, und wegen Unterschieden in der zeitlichen Verteilung der Emissionen und Immissionen (jahreszeitlich, tageszeitlich).

Tabelle 5.3: Relative Effekte eines permanenten 'Tempo100' im Vergleich zu 'Tempo130' bei den real ermittelten Fahrgeschwindigkeiten für 'Tempo100' (99.7 km/h tagsüber bzw. 98.3 km/h nachts) bzw. für 'Tempo130' (109.5 km/h tagsüber bzw. 105.1 km/h nachts), Hallein A10, Mai 2018 – April 2019.

Hallein: Reduktion der Gesamtwerte durch ein permanentes T100	E_NOx	E_NO ₂	I_NOx	I_NO ₂	I_NOx	I_NO ₂
	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	95 %	95 %
	-11.5%	-13.8%	-10.5%	-9.1%	-10.6%	-10.4%

Relative Effekte des flexiblen Tempo100 bei Hallein 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 nicht erfüllt worden. Der Grund dafür ist eine um 8% geringere Schalthäufigkeit als im Vorjahr. Würde kein permanentes Tempo100-Limit auf dieser Strecke eingeführt, so würde eine Schwellenwert-Absenkung zur Erhöhung der Häufigkeit der Tempo100-Schaltung empfohlen.

Tabelle 5.4: Relative Effekte des flexiblen Tempo100-Limits in Bezug auf ein permanentes Tempo100, Hallein A10, Mai 2018 – April 2019.

Hallein: Relativer Tempo100-Effekt im Betriebsjahr	T100	I_NOx	I_NO ₂	I_NOx	I_NO ₂
	Zeit-anteil	Mittel	Mittel	95 %	95 %
T100 immer	100%	100%	100%	100%	100%
T100 nie	0%	0%	0%	0%	0%
T100 temporär	40%	66%	60%	87%	83%
T100 WHj.	50%	56%	49%	71%	53%

Die Schaltzeiten beziehen sich auf das gesamte Betriebsjahr (eingeschlossen die Betriebsausfälle). Sie beinhalten allerdings auch die Schaltzeiten vom 09.02. . 30.04.2019, während welchen Tempo100 geschaltet worden wäre, wenn nicht baustellenbedingt ein permanentes Tempo80 gegolten hätte, s. die Ausführungen dazu auf Seiten 4 und 5.

Der Effekt ist bei den Spitzenbelastungen größer als bei den Jahresmitteln. Bei kurzfristig hohen Immissionswerten wird von der Steuerung fast durchwegs Tempo100 geschaltet, obwohl diese nur auf den Leichtverkehr reagiert.

5.3.2. Vergleich mit der früheren Situation bei Hallein

Es kann davon ausgegangen werden, dass die relativ tiefe \pm Tempo130 \pm Geschwindigkeit (109.5 km/h) auch mit dem Vorhandensein der VBA und den damit verbundenen Kontrollen zu tun hat. Für die frühere Situation (vor Einführung des Tempo100-Limits über die VBA) wird für die A10 bei Hallein von einer \pm Tempo130 \pm Geschwindigkeit von tagsüber und nachts 118 km/h ausgegangen, was als typisch für eine Überlandautobahn ohne VBA gelten kann. In diesem Abschnitt wird aufgezeigt, welche Emissions- und Immissionsreduktionen bezogen auf diesen früheren Zustand durch die VBA mit dem flexiblen Tempo100-Limit erreicht worden sind. Dabei werden die aktuellen Emissionsfaktoren des Betriebsjahres 2018/19 verwendet.

Eine mittlere Geschwindigkeit des Leichtverkehrs von 118 km/h beim Verkehrsaufkommen, den Emissionsfaktoren und den meteorologischen Bedingungen von 2018/19 hätte zu deutlich höheren Immissionen geführt; das NO₂-Jahresmittel

hätte 52 µg/m³ erreicht (s. [Tabelle 5.2](#)). Der Effekt eines **permanenten** Tempo100 würde in dieser früheren Situation 'Vor VBA' nahezu doppelt so hoch zu liegen kommen wie innerhalb des aktuellen Betriebsjahres (s. [Tabelle 5.3](#)) ausgewiesen.

Tabelle 5.5: Relative Effekte eines permanenten Tempo100 (99.7 km/h tagsüber bzw. 98.3 km/h nachts) im Vergleich zum früheren 'Tempo130' (118 km/h) vor Einführung von Tempo100 mit der VBA, Hallein A10, Mai 2018 – April 2019.

Hallein: Reduktion der Gesamtwerte durch ein permanentes T100 im Vergleich zu 'Vor VBA'	E_NOx	E_NO ₂	I_NOx	I_NO ₂	I_NOx	I_NO ₂
	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	95 %	95 %
	-22.4%	-26.1%	-21.1%	-18.5%	-20.8%	-19.8%

Gegenüber dieser früheren Situation hat das aktuelle flexible Tempo100-Regime 82-85% der Wirksamkeit eines permanenten Tempo100 erreicht. Ein permanentes Tempo100-Limit würde laut [Tabelle 5.2](#) dennoch eine weitere Reduktion von 1,6 µg/m³ beim NO₂-Jahresmittel bringen.

Tabelle 5.6: Relative Effekte des aktuellen flexiblen Tempo100 in Bezug auf die frühere 'Tempo130'-Situation ('Vor VBA'), Hallein A10, Mai 2018 – April 2019.

Hallein: Rel. T100-Effekt bezogen auf 'Vor VBA'	T100	I_NOx	I_NO ₂	I_NOx	I_NO ₂
	Zeitanteil	Mittel	Mittel	95 %	95 %
T100 immer	100%	100%	100%	100%	100%
T100 nie (früher)	0%	0%	0%	0%	0%
T100 temporär	40%	85%	82%	94%	92%
T100 WHj.	50%	81%	77%	87%	78%

6. Zusammenfassung

Im Betriebsjahr Mai 2018 . April 2019 war Tempo100 auf der A10 zwischen Salzburg und Golling während durchschnittlich **42%** (Vorjahr 49%) der Betriebszeit geschaltet. Bei einer Verfügbarkeit der Tempo100-Schaltung von ansprechenden 96.8 % entspricht dies 40 % der Gesamtzeit.

Bei den 18 Tagen mit hohen Schaltzeiten (18-24 h) handelt es sich um 7 Urlaubssamstage im Winter und Sommer, und vor allem noch um einige Tage von November 2018 bis Februar 2019.

Im Vergleich mit den bisherigen 9 Betriebsjahren war die Tempo100-Häufigkeit noch nie so tief wie im gegenständlichen Betriebsjahr. Von Mai bis August 2018 bewegte sie sich am unteren Rand des bisherigen Bereichs, von September 2018 bis Januar 2019 war sie tiefer als jemals bisher, von Februar bis April 2019 deutlich tiefer baustellenbedingt. Es scheint, dass die Anstrengungen zur Reduktion der NO_x-Emissionen des Straßenverkehrs nun doch Früchte tragen und real nun auch die Lieferwagen und Lkw einschließen könnten.

Die Tempo100-Schaltungen auf der A10 bei Hallein wiesen wie bisher am Freitag und Samstag die größten Häufigkeiten auf (knapp 50%); die übrigen Tage erreichten mit 34-41% zum Teil deutlich niedrigere Schaltheufigkeiten.

Das Jahresmittel der NO_x-Immissionen betrug im Betriebsjahr 2017/18 an der Station Hallein A10 47 ppb, für die NO₂-Immissionen 44 µg/m³; dies ist immer noch deutlich über dem IGL-Grenzwert von 40 µg/m³. Ohne flexibles Tempo100-Limit hätte das NO₂-Jahresmittel 46 µg/m³ betragen. Ein permanentes Tempo100-Limit würde eine weitere Reduktion von 1,6 µg/m³ beim NO₂-Jahresmittel bringen.

Die A10 bei Hallein wies im Untersuchungsjahr (Mai 2018 . April 2019) einen DTV von rund 59'000 Fahrzeugen auf, 2% mehr als im Vorjahr. Davon waren 81% Pkw, 9% schwere Güterfahrzeuge. Der Verkehr hat in allen Fahrzeugkategorien zugenommen, bei den Lfw mit 4% am meisten und bei den schweren Güterfahrzeugen um 2.4%.

Im Sommer und im Winter wiesen die Urlaubssamstage gegenüber den übrigen Samstagen mehr Verkehr, geringere Fahrgeschwindigkeiten, häufigere Tempo100-Schaltungen und höhere NO_x- und NO₂-Immissionen auf.

Durch das Tempolimit wurde im aktuellen Betriebsjahr tagsüber eine Geschwindigkeitsreduktion um **9.8 km/h** (Vorjahr 10.3 km/h) erreicht. Durch das flexible Geschwindigkeitslimit konnten 6.4% der NO_x- bzw. 3% der CO₂-Emissionen (über alle Fahrzeugkategorien) eingespart werden. Der Prozentsatz dieser Einsparungen ist leicht tiefer als im Vorjahr, weil die real erreichte Geschwindigkeitsreduktion etwas geringer als im Vorjahr war. 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.

Gegenüber dem Vorjahr haben die berechneten NO_x-Emissionen um 9% abgenommen, die gemessenen NO_x-Immissionen jedoch um 12%. Folgerichtig hat der Faktor τ (Tau) des Szenarienmodells von Oekoscience im Mittel abgenommen (um etwa 4%). Dies bedeutet, dass die meteorologischen Ausbreitungsbedingungen bedeutend günstiger gewesen sein müssen als im Vorjahr oder aber, dass die Emissionen im aktuellen Betriebsjahr mehr abgenommen haben als gemäß HBEFA, z.B. infolge Rückrufaktionen und Software-Updates bei Diesel-Pkw, aber auch real bessere Abgastechnik bei den Neufahrzeugen, insbesondere auch Lieferwagen und Lkw. Währenddem der Rückgang von Tau vom Vorvorjahr zum Vorjahr überwiegend auf die besseren Ausbreitungsverhältnisse im Winter zurückgeführt werden konnte, scheint es sich jetzt vor allem um verbesserte Abgaswerte zu handeln: Der Rückgang von Tau zeigt sich vor allem tagsüber, wenn die Emissionen vor allem anfallen, und kontinuierlich von Dezember 2018 bis April 2019.

Die gesamten NO_x- bzw. NO₂-Immissionen konnten durch das flexible Tempolimit um 5-6% reduziert werden. Dies ist deutlich weniger als im Vorjahr, weil die Schalthäufigkeit stark zurückgegangen ist.

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 nicht erfüllt worden. Der Grund dafür ist eine um 8% geringere Schalthäufigkeit als im Vorjahr. Würde kein permanentes Tempo100-Limit auf dieser Strecke eingeführt, so würde eine Schwellenwert-Absenkung zur Erhöhung der Häufigkeit der Tempo100-Schaltung empfohlen.