

**Evaluation des flexiblen
Tempolimits auf der A10
zwischen Salzburg und
Golling von Mai 2016 bis
April 2017**

Dr. Jürg Thudium
Dr. Carine Chélala
31.08.2017 / 5294.70 V2

Oekoscience AG

Postfach 452
CH - 7001 Chur

Telefon: +4181 250 3310
science@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 | 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 | 22 |
| 4. Effektive Fahrgeschwindigkeiten auf der A10 bei Hallein | 25 |
| 5. Wirksamkeit der flexiblen Tempo100-Schaltung auf der A10 zwischen Salzburg und Golling | 31 |
| 5.1. Emissionsreduktionen | 31 |
| 5.2. Szenarien der Immissionsreduktionen | 32 |
| 5.3. Ergebnisse der Geschwindigkeitsszenarien | 33 |
| 5.3.1. Emissionen und Immissionen bei Hallein für permanente und flexible Tempo100-Schaltungen im Betriebsjahr | 33 |
| 5.3.2. Vergleich mit der früheren Situation bei Hallein | 35 |
| 6. Zusammenfassung | 37 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Abbildung 1.1: Die Tempo100-Strecke auf der A10 zwischen Salzburg und Golling; rot: Messstelle Hallein A10. Kartenquelle: SAGIS. | 1 |
| Abbildung 2.1: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 bei Hallein bzw. von Tempo80 auf der A1 bei Salzburg (05.2016-04.2017). | 3 |
| Abbildung 2.2: Mittlerer Tagesgang des Leichtverkehrsanteils an den NOx-Immissionen für die A10 bei Hallein bzw. für die A1 bei Salzburg (05.2016-04.2017). | 3 |
| Abbildung 2.3: Mittlerer Tagesgang des Leichtverkehrsanteils an den NOx-Emissionen der A10 bei Hallein bzw. der A1 bei Salzburg (05.2016-04.2017). | 4 |
| Abbildung 2.4: Mittlerer Tagesgang der Windgeschwindigkeit an den Stationen Hallein (A10) bzw. Salzburg (A1), 05.2016-04.2017. | 4 |
| Abbildung 2.5: Tägliche Anzahl Stunden (gleitendes 7-Tagemittel) mit Tempo100 auf der A10 bei Hallein bzw. mit Tempo80 auf der A1 bei Salzburg (05.2016-04.2017). | 5 |
| Abbildung 2.6: Gleitende Wochenmittel: Tägliche Anzahl Stunden mit Tempo100 auf der A10 bei Hallein bzw. mit Tempo80 auf der A1 bei Salzburg sowie Leichtverkehrsaufkommen auf A10 und A1, (05.2016-04.2017). | 6 |
| Abbildung 2.7: Mittlerer Tagesgang des Fahrzeugaufkommens (DTV) je Fahrzeuggruppe auf der A10 bei Hallein über die letzten 6 Betriebsjahre (2011/12 bis 2016/17). | 7 |
| Abbildung 2.8: Mittlerer Tagesgang des Fahrzeugaufkommens je Fahrzeuggruppe auf der A10 bei Hallein (05.2016-04.2017). | 8 |
| Abbildung 2.9: Mittelwerte der Immissionen an NOx und NO ₂ sowie deren Verhältnis und der NOx-Emissionen im Jahresmittel und je Jahreszeit bei Hallein A10 (05.2016-04.2017). | 9 |
| Abbildung 2.10: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 je Jahreszeit auf der A10 bei Hallein (05.2016-04.2017). | 11 |
| Abbildung 2.11: Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 bei Hallein je Monat (05.2016-04.2017). | 12 |
| Abbildung 2.12: Vergleich der Monatswerte der Tempo100-Häufigkeit auf der A10 bei Hallein für die acht Betriebsjahre 2009/10 - 2016/17. | 12 |

| | |
|--|----|
| Abbildung 2.13: Monatswerte des DTV je Fahrzeuggruppe auf der A10 bei Hallein (05.2016-04.2017). | 13 |
| Abbildung 2.14: Vergleich der Monatswerte des Pkw-Aufkommens auf der A10 bei Hallein für die sieben Betriebsjahre 2009/10 - 2016/17. | 14 |
| Abbildung 2.15: Vergleich der Monatswerte des SNF-Aufkommens (=Lkw + Lkw mit Anhänger + Sattelzüge) auf der A10 bei Hallein für die acht Betriebsjahre 2009/10 - 2016/17. | 14 |
| Abbildung 2.16: Monatsmittelwerte der NO _x - und NO ₂ -Immissionen sowie der NO _x -Emissionen bei Hallein-A10 (05.2016-04.2017). | 15 |
| Abbildung 2.17: Gleitendes Wochenmittel (oben; Betriebsjahr 2016/17) und Tagesmittelwerte (unten; Januar 2017) der NO _x - und NO ₂ -Immissionen sowie der NO _x -Emissionen bei Hallein-A10. | 16 |
| Abbildung 2.18: Vergleich der Monatswerte der NO _x -Immissionen bei Hallein (A10) für die Betriebsjahre 2009/10 - 2016/17. | 17 |
| Abbildung 2.19: Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 bei Hallein bzw. von Tempo80 auf der A1 bei Salzburg je Wochentag, 05.2016-04.2017. | 18 |
| Abbildung 2.20: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 bei Hallein je Wochentagstyp (05.2016-04.2017). | 19 |
| Abbildung 2.21: Durchschnittlicher täglicher Verkehr (DTV) auf der A10 bei Hallein je Wochentag (05.2016-04.2017). | 20 |
| Abbildung 2.22: Mittelwerte der Immissionen von NO _x und NO ₂ sowie der NO _x -Emissionen (E_NO _x) bei Hallein A10 je Wochentag (05.2016-04.2017). | 21 |
| Abbildung 3.1: Anzahl Tage pro Monat mit extremen Tempo100-Schaltzeiten, Hallein A10 (05.2016-04.2017). | 23 |
| Abbildung 4.1: Täglicher Geschwindigkeitsbereich der Pkw auf der Basis der Stundenwerte, Hallein A10 (05.2016-04.2017). | 26 |
| Abbildung 4.2: Mit dem Pkw-Aufkommen gewichtete Häufigkeitsverteilung der Fahrgeschwindigkeit je Tempolimit auf der A10 bei Hallein, Basis Stundenwerte (05.2016-04.2017). | 27 |
| Abbildung 4.3: Mittlerer Tagesgang der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs (oben) und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF; unten) auf der A10 bei Hallein (05.2016-04.2017). | 28 |

Abbildung 4.4: Monatswerte der mittleren gemessenen Fahrgeschwindigkeit von 6-22 Uhr des Leichtverkehrs (LV; links) und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF; rechts) auf der A10 bei Hallein (05.2011-04.2012 (unten); 05.2015-04.2016 (Mitte); 05.2016-04.2017(oben)).

Tabellenverzeichnis

| | |
|--|----|
| Tabelle 2.1: Durchschnittlicher täglicher Verkehr (DTV) auf der A10 bei Hallein (05.2016-04.2017 und 05.2015-04.2016) mit Änderungen zum Vorjahr. | 7 |
| Tabelle 2.2: Jahreszeitliche Tempo100-Häufigkeiten auf der A10 bei Hallein (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 (05.2016-04.2017). | 22 |
| Tabelle 3.2: Die 12 Tage mit hohen Tempo100-Schaltzeiten (≥ 22 h) bei Hallein A10 (05.2016-04.2017). Blau: Tage mit häufigen Tempo80-Schaltungen trotz relativ geringem Verkehr; rot: Samstage unter den Spitzentagen. | 24 |
| 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 (05.2016-04.2017 (oben), 05.2015-04.2016 (Mitte) bzw. 05.2011-04.2012 (unten)): | 30 |
| 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, 05.2016-04.2017: | 31 |
| 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 2016 – April 2017. | 33 |
| Tabelle 5.3: Relative Effekte eines permanenten 'Tempo100' im Vergleich zu 'Tempo130' bei den real ermittelten Fahrgeschwindigkeiten für 'Tempo100' (98.9 km/h tagsüber bzw. 97.9 km/h nachts) bzw. für 'Tempo130' (107.1 km/h tagsüber bzw. 102.7 km/h nachts), Hallein A10, Mai 2016 – April 2017. | 34 |
| Tabelle 5.4: Relative Effekte des flexiblen Tempo100-Limits in Bezug auf ein permanentes Tempo100, Hallein A10, Mai 2016 – April 2017. | 35 |
| Tabelle 5.5: Relative Effekte eines permanenten Tempo100 (99.8 km/h tagsüber bzw. 99.9 km/h nachts) im Vergleich zum früheren 'Tempo130' (118 km/h) vor Einführung von Tempo100, Hallein A10, Mai 2016 – April 2017. | 36 |
| Tabelle 5.6: Relative Effekte des aktuellen flexiblen Tempo100 in Bezug auf die frühere 'Tempo130'-Situation ('Vor VBA'), Hallein A10, Mai 2016 – April 2017. | 36 |

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 2016 – April 2017** evaluiert.

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

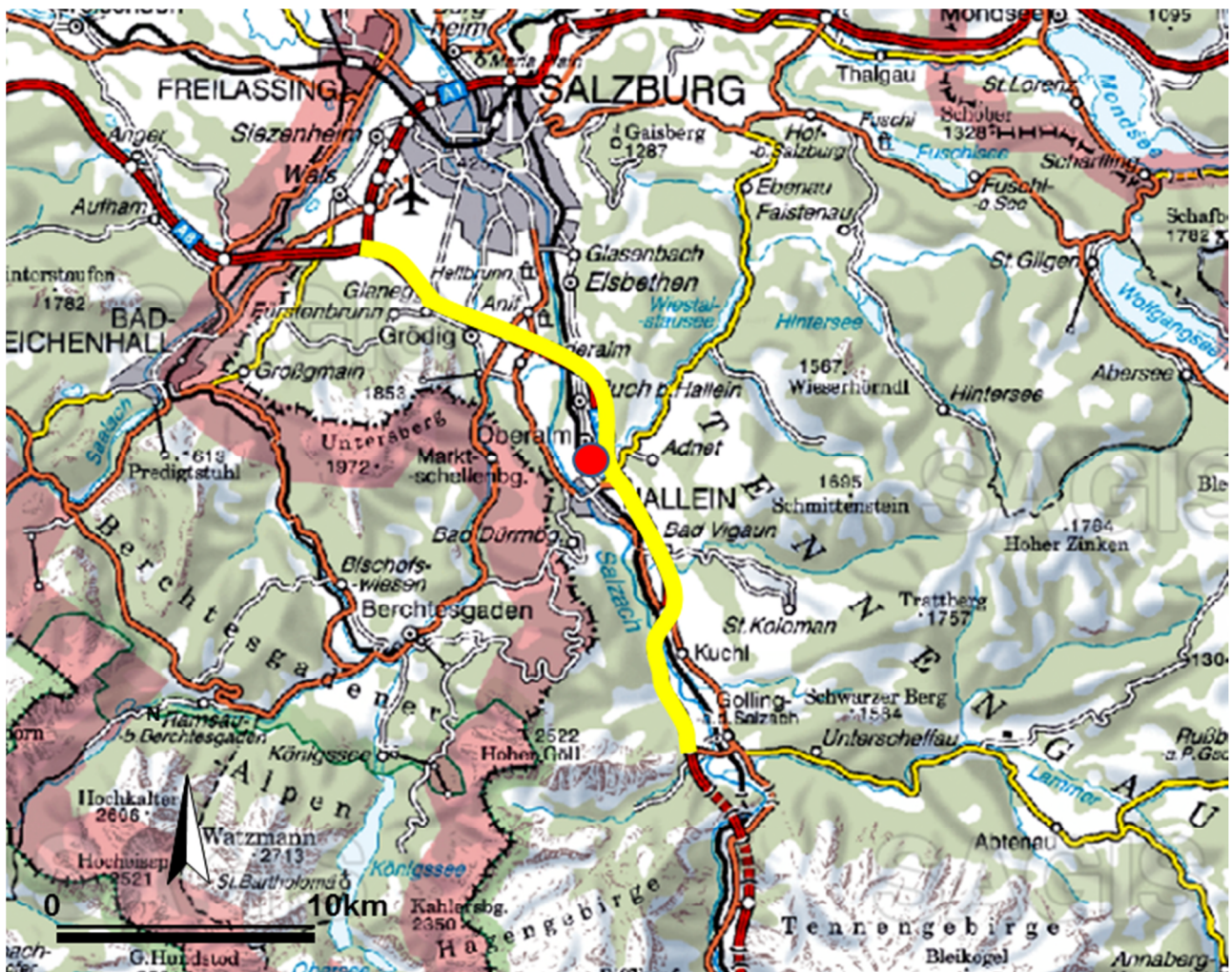


Abbildung 1.1: Die Tempo100-Strecke auf der A10 zwischen Salzburg und Golling; rot: Messstelle Hallein A10. Kartenquelle: SAGIS.

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

2.1. Jahreswerte

2.1.1. Tempo 100

Im Betriebsjahr Mai 2016 – April 2017 war Tempo100 auf der A10 zwischen Salzburg und Golling während durchschnittlich **56 %** der Betriebszeit geschaltet. Bei einer Verfügbarkeit der Tempo100-Schaltung von ansprechenden 96.9 % entspricht dies 55 % der Gesamtzeit. Die folgenden Abschnitte analysieren das Auftreten von Tempo100. *In einigen Fällen werden die beiden flexiblen Temposchaltungen auf der A10 (Hallein; T100) und auf der A1 (Salzburg; T80) miteinander verglichen.*

Die Häufigkeit von Tempo100 war am Morgen zwischen 07:30 und 10:30 Uhr und am Abend von 16:30 – 20:30 Uhr mit mehr als 80% am größten, in einzelnen Halbstunden erreichte sie rund 90%. Am Morgen zwischen 02:00 und 05:00 Uhr war Tempo100 mit weniger als 10% Häufigkeit am seltensten.

Im Vergleich mit der Tempo80-Schaltung auf der A1 war der Verlauf 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 des Vorjahrs sehr ähnlich, die Unterschiede scheinen standorttypisch zu sein. Die Ursache dafür lag zunächst darin, dass der Beitrag des Leichtverkehrs an die NO_x-Immissionen (die eigentliche Steuerungsgröße der Temposchaltungen) bei der A1 eine markante Morgenspitze aufwies, die sich so bei der A10 nicht findet (s. übernächste Abbildung). Tempo100 bzw. Tempo80 werden geschaltet, wenn der Beitrag des Leichtverkehrs an die NO_x-**Immissionen** einen bestimmten Schwellenwert überschreitet; bei der A1 war dies morgens häufiger der Fall als abends.

Der Beitrag des Leichtverkehrs an die NO_x-**Emissionen** (s. [Abbildung 2.3](#)) verläuft hingegen über den ganzen Tag parallel, dies kann also nicht der Grund für das unterschiedliche Schaltverhalten an den beiden Straßenabschnitten sein. Die eigentliche Ursache muss in den typischen Witterungsbedingungen liegen.

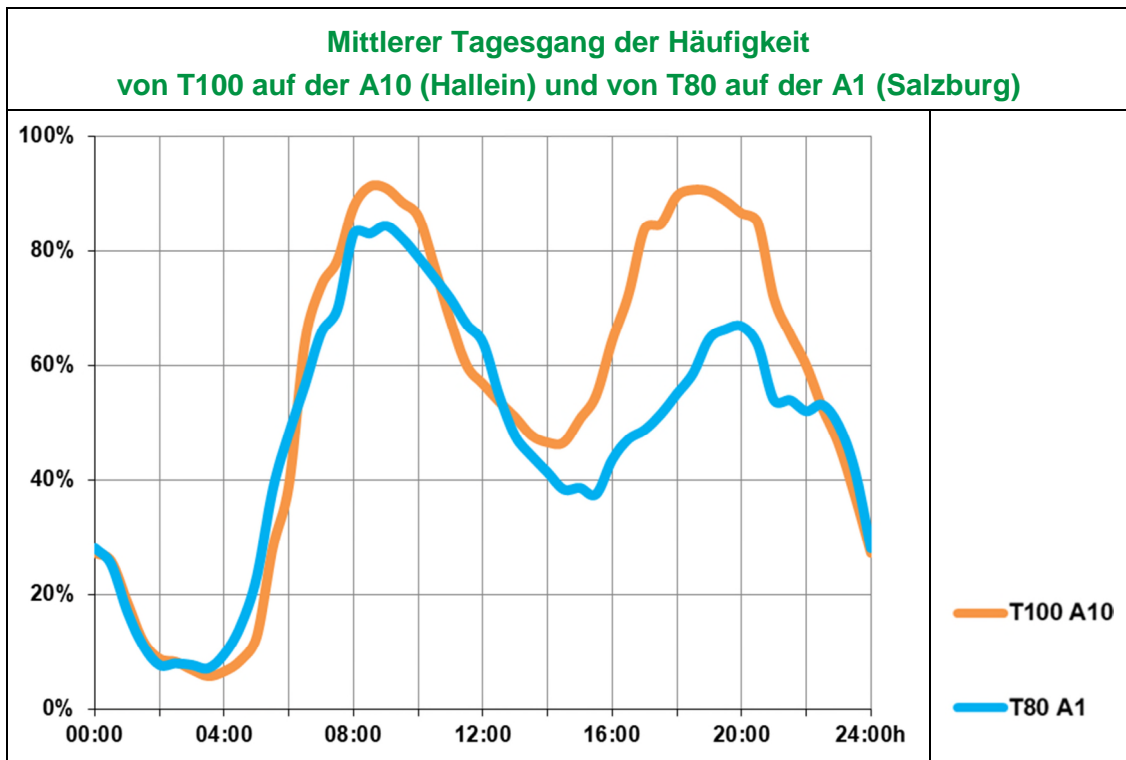


Abbildung 2.1: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 bei Hallein bzw. von Tempo80 auf der A1 bei Salzburg (05.2016-04.2017).

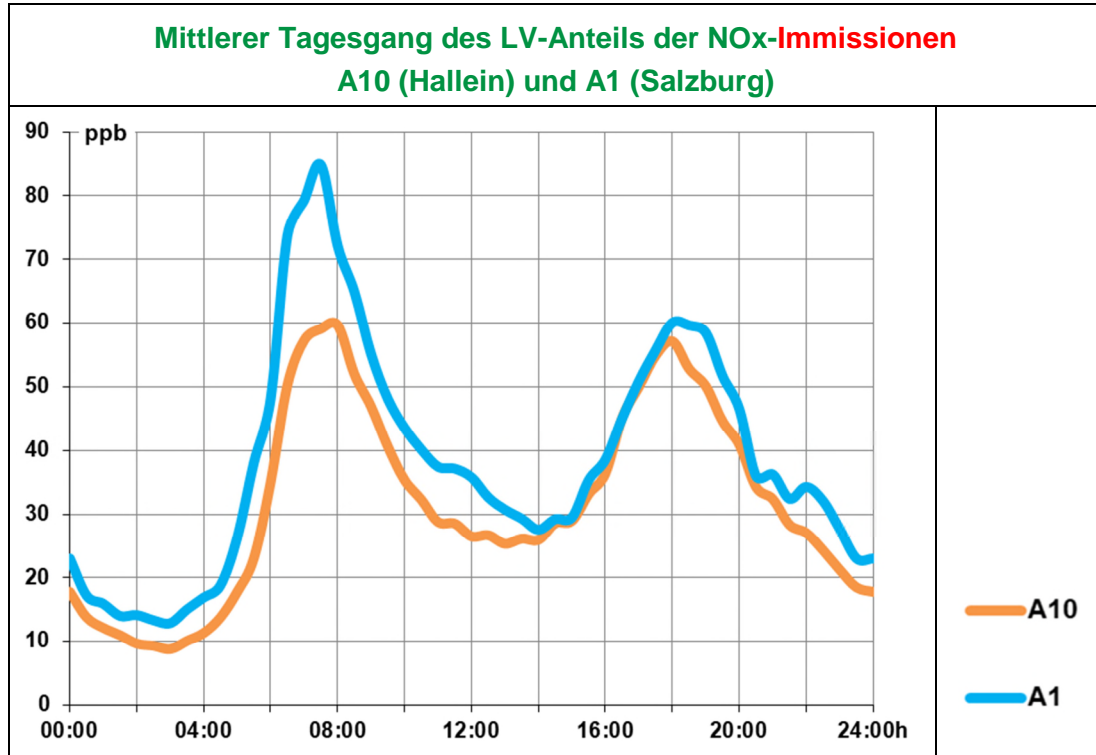


Abbildung 2.2: Mittlerer Tagesgang des Leichtverkehrsanteils an den NOx-Immissionen für die A10 bei Hallein bzw. für die A1 bei Salzburg (05.2016-04.2017).

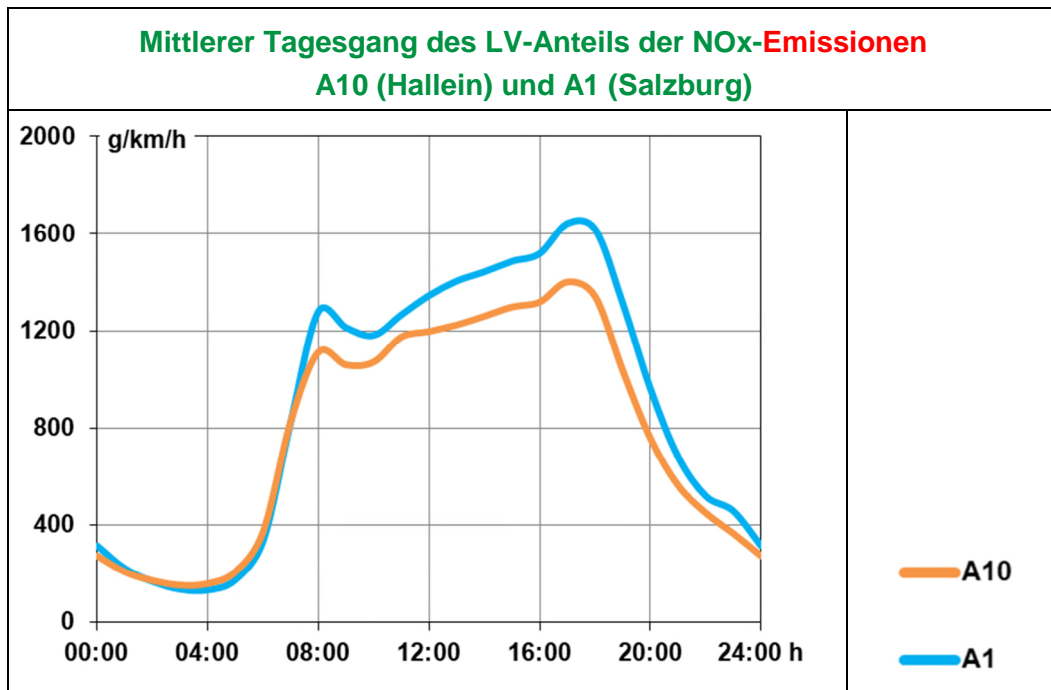


Abbildung 2.3: Mittlerer Tagesgang des Leichtverkehrsanteils an den NOx-Emissionen der A10 bei Hallein bzw. der A1 bei Salzburg (05.2016-04.2017).

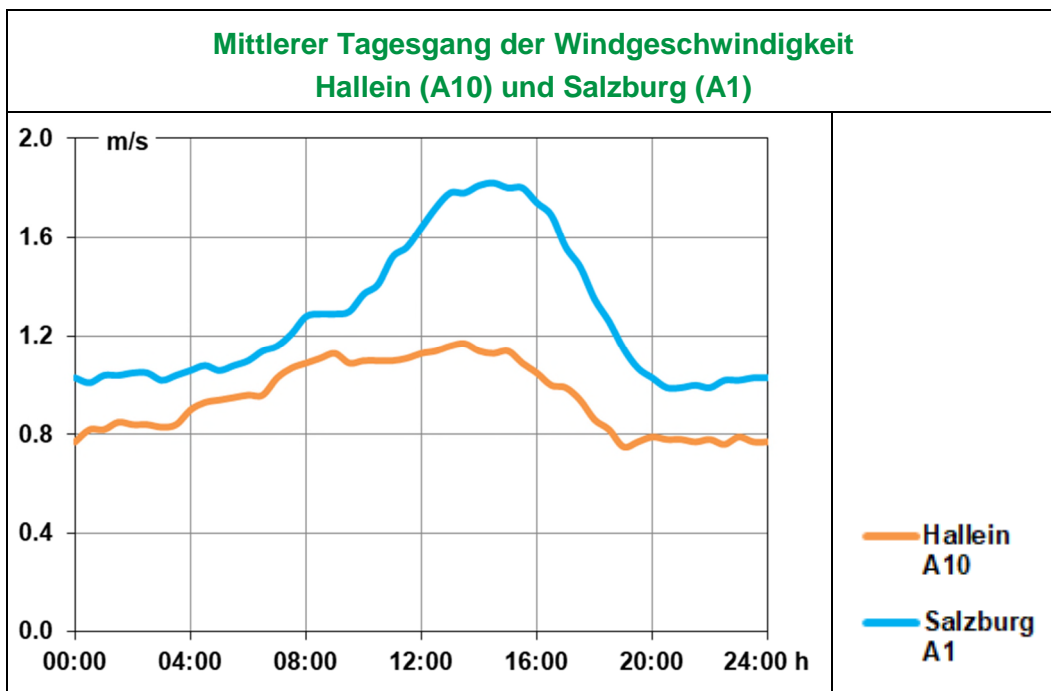


Abbildung 2.4: Mittlerer Tagesgang der Windgeschwindigkeit an den Stationen Hallein (A10) bzw. Salzburg (A1), 05.2016-04.2017.

Einen wesentlichen Hinweis liefert die mittlere Windgeschwindigkeit (s. [Abbildung 2.4](#)): Diese 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 Schad-

stoffe werden mehr durchmischt als bei Hallein, was die im Verhältnis zur Morgenspitze kleineren Immissionen erklärt.

Im Jahresverlauf (nächste **Abbildung 2.5**: Gleitende Wochenmittel) zeigten sich wie jedes Jahr Phasen mit weniger Tempo100-Schaltungen zu Beginn und Ende des Betriebsjahres (v.a. Juni 2016). Der jahreszeitliche Verlauf war deutlich zu sehen, aber nicht so ausgeprägt wie auf der A1 bei Salzburg. Von November – Februar war die Dauer der Temposchaltung auf den beiden Strecken recht ähnlich, trotz doch deutlicher Variationen; in der übrigen Zeit war die durchschnittliche Schaltdauer auf der A1 doch systematisch deutlich geringer. Diese Darstellung zeigt keine einzelnen Spitzentage (wie Urlaubssamstage im Hochsommer), sondern eben gleitende Wochenmittel, zu welchen Spitzentage natürlich auch beitragen.

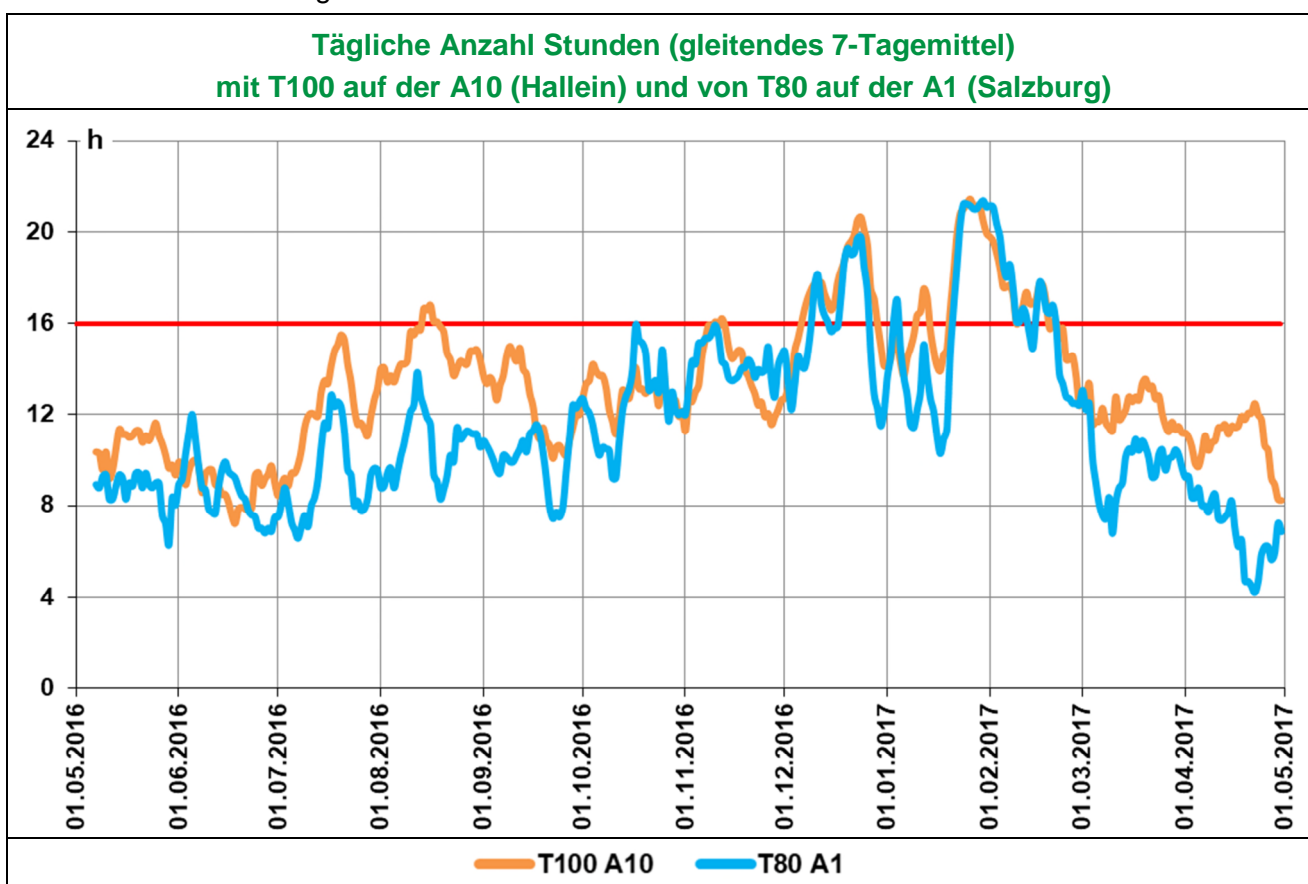


Abbildung 2.5: Tägliche Anzahl Stunden (gleitendes 7-Tagemittel) mit Tempo100 auf der A10 bei Hallein bzw. mit Tempo80 auf der A1 bei Salzburg (05.2016-04.2017).

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. Die Erhöhung des Leichtverkehrsaufkommens auf der A10

von Juli bis Mitte September bildet sich auch in der Tempo100-Häufigkeit ab; demgegenüber zeigt die A1 bei Salzburg bemerkenswerterweise gar keine Verkehrszunahme in dieser Zeit. Möglicherweise wird dort der Urlaubsverkehr durch die fehlenden Pendler kompensiert. Der Einbruch Ende Dezember bis Mitte Januar hat auch meteorologische Ursachen, was schon an den 'Häufigkeitszacken' zu sehen ist. Die vergleichsweise erhöhten Tempo100-Häufigkeiten auf der A10 im März/April 2017 bilden sich im leichtverkehrsaufkommen nicht ab und dürften meteorologische Ursachen haben (noch eher winterliche atmosphärische Verhältnisse im Salzbachtal im Vergleich zur Region Salzburg).

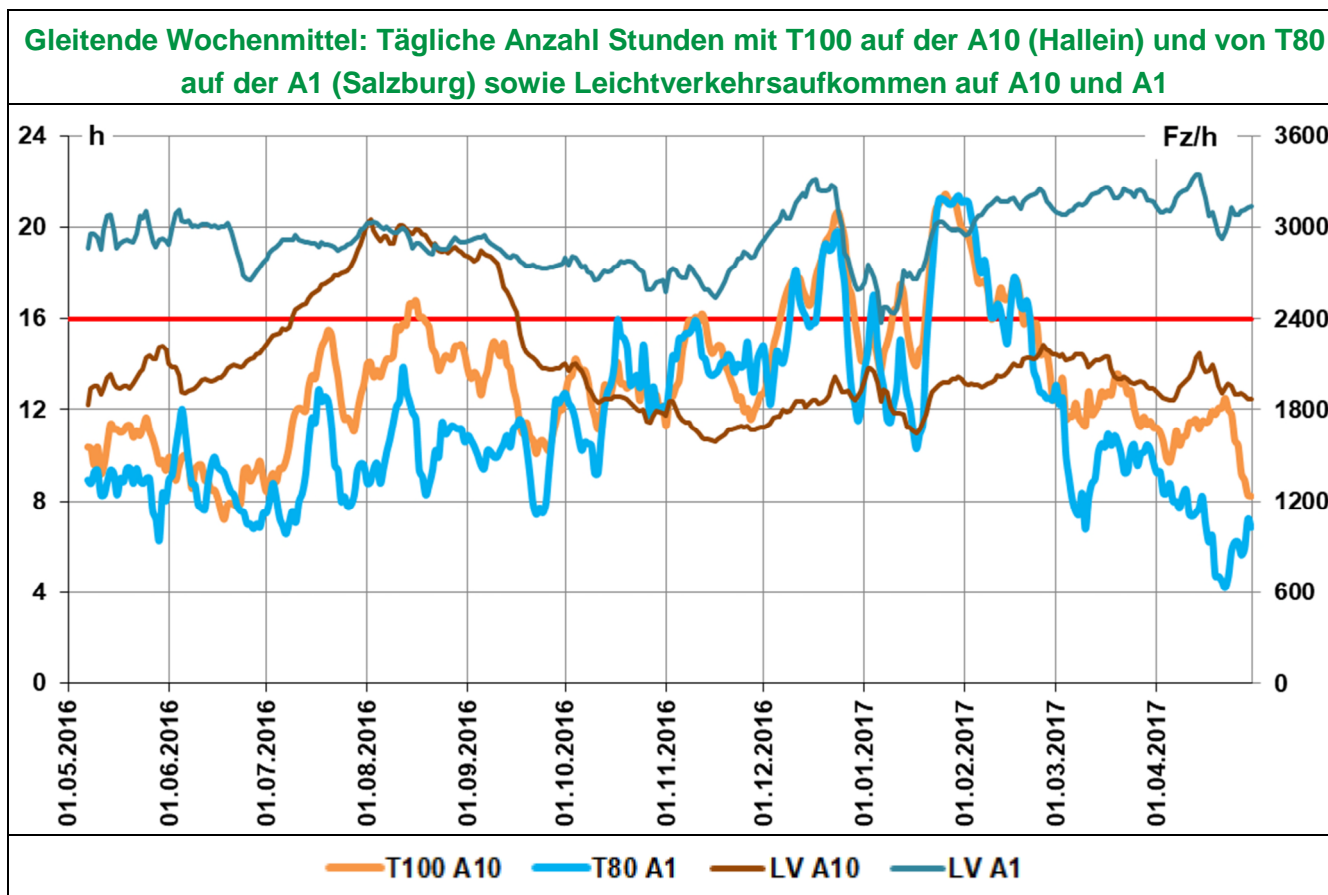


Abbildung 2.6: Gleitende Wochenmittel: Tägliche Anzahl Stunden mit Tempo100 auf der A10 bei Hallein bzw. mit Tempo80 auf der A1 bei Salzburg sowie Leichtverkehrsaufkommen auf A10 und A1, (05.2016-04.2017).

2.1.2. Verkehrsaufkommen

Die A10 bei Hallein wies im Untersuchungsjahr (Mai 2016 – April 2017) einen DTV von rund 56'000 Fahrzeugen auf, 1% mehr als im Vorjahr. Davon waren 82% Pkw, 9% schwere Güterfahrzeuge. Der Verkehr hat in allen Fahrzeugkategorien zugenommen, bei den Pkw mit 0.4% am wenigsten und bei den schweren

Güterfahrzeugen um 2.7% (seit 2014/15 nehmen diese Fahrzeuge wieder zu). Bei den "lieferwagenähnlichen" Fahrzeugen und den Bussen ist die prozentuale Zunahme am größten, doch gab es hier in den letzten Jahren die größten prozentualen Schwankungen, wozu möglicherweise auch erfassungstechnische Aspekte beigetragen haben dürften. Als "Lieferwagen" werden auch Klein-Lkw, Kleinbusse, Wohnmobile, teilweise 'SUV' (Sport Utility Vehicles) gezählt. Emissionsseitig ist die Zuordnung zu den Lieferwagen in Ordnung.

Tabelle 2.1: Durchschnittlicher täglicher Verkehr (DTV) auf der A10 bei Hallein (05.2016-04.2017 und 05.2015-04.2016) mit Änderungen zum Vorjahr.

| DTV A10 | Lieferwagen | Pkw | Schwere Güterfahrzeuge | Bus | Summe |
|------------------------|--------------|---------------|------------------------|------------|---------------|
| 05.2016-04.2017 | 4'992 | 45'658 | 4'957 | 352 | 55'959 |
| Änderung zu 2015/16 | +4.1% | +0.4% | +2.7% | +3.3% | +0.9% |
| 05.2015-04.2016 | 4'795 | 45'497 | 4'825 | 341 | 55'458 |
| Änderung zu 2014/15 | +7.6% | +3.9% | +0.4% | +8.6% | +3.9% |

Die folgende Grafik zeigt die Entwicklung über die letzten 6 Jahre:

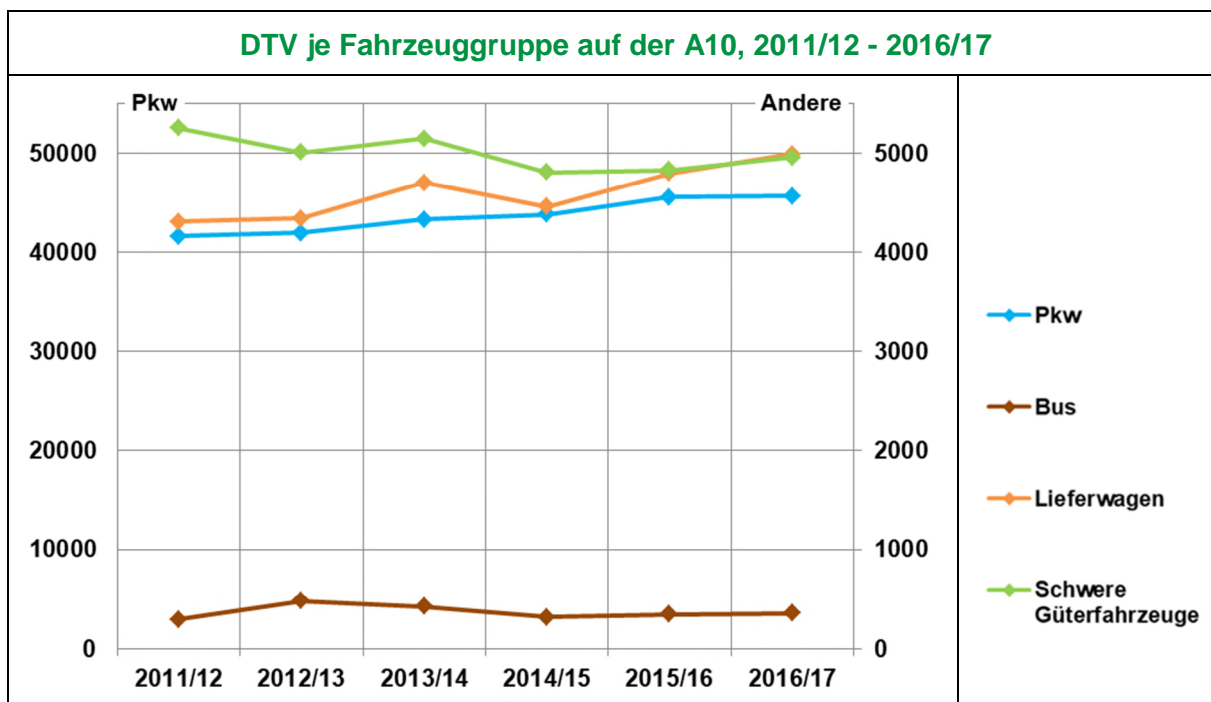


Abbildung 2.7: Mittlerer Tagesgang des Fahrzeugaufkommens (DTV) je Fahrzeuggruppe auf der A10 bei Hallein über die letzten 6 Betriebsjahre (2011/12 bis 2016/17).

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. Die Zahl der Pkw steigt bis 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. Dieses Muster der Tagesgänge scheint sehr stabil zu sein, es hat sich über die letzten Jahre kaum verändert.

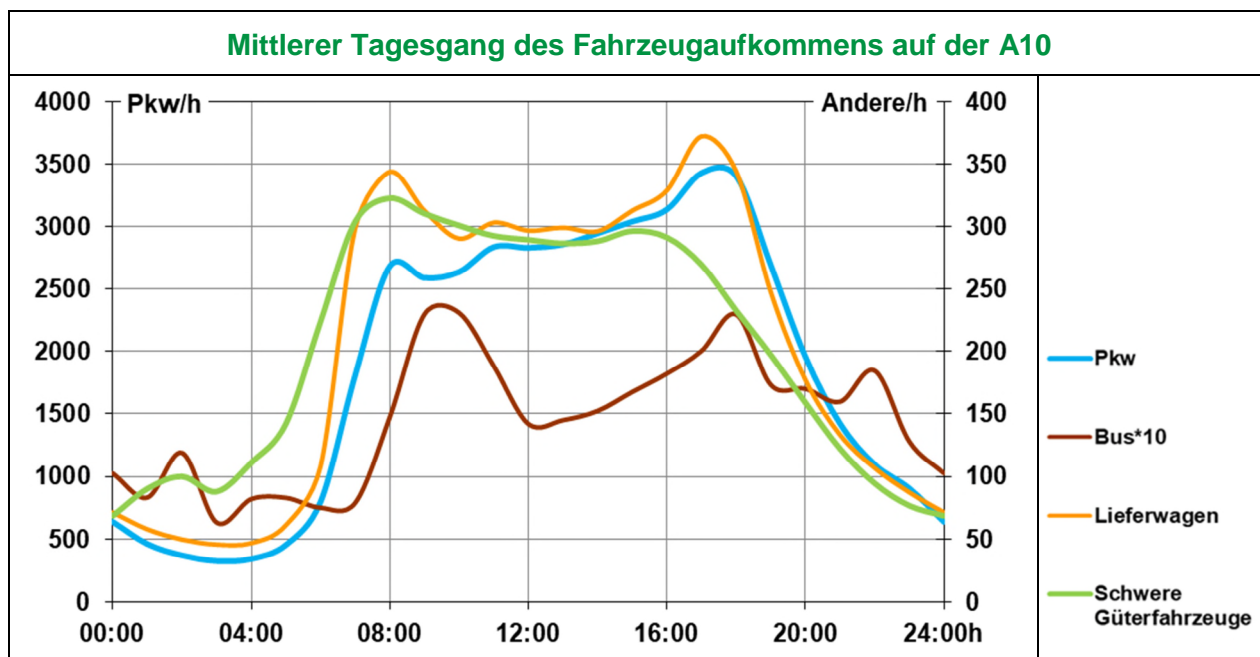


Abbildung 2.8: Mittlerer Tagesgang des Fahrzeugaufkommens je Fahrzeuggruppe auf der A10 bei Hallein (05.2016-04.2017).

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 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 2.9](#) sind im Frühjahr und im Sommer nur wenig niedriger als die NO_x-Säulen, im Herbst und Winter aber deutlich niedriger).

Die Jahreszeiten wurden wie folgt eingeteilt:

Frühjahr: Mai 2016 und März-April 2017;

Sommer: Juni – August 2016;

Herbst: September – November 2016;

Winter: Dezember 2016 – Februar 2017.

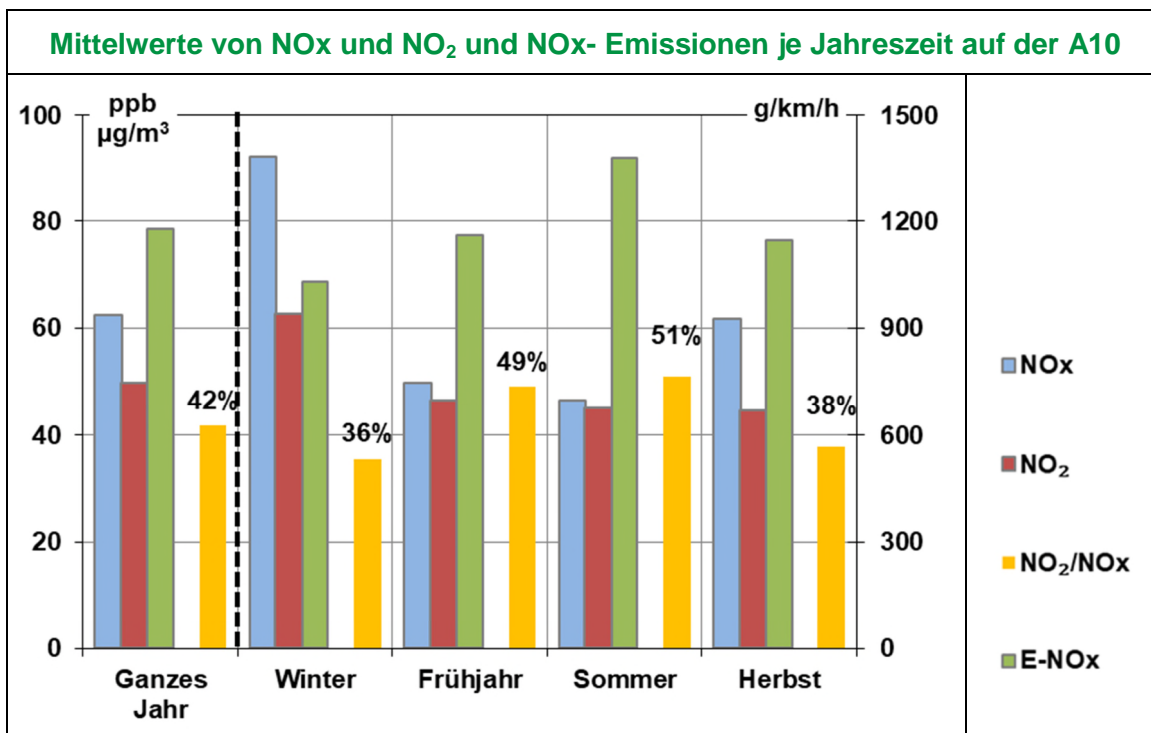


Abbildung 2.9: Mittelwerte der Immissionen an NO_x und NO₂ sowie deren Verhältnis und der NO_x-Emissionen im Jahresmittel und je Jahreszeit bei Hallein A10 (05.2016-04.2017).

2.2. Jahresverlauf

2.2.1. Tempo100

Nach Jahreszeiten unterteilt weisen der Winter und der Herbst die größten Schalthäufigkeiten auf, das Frühjahr die geringste. Der Sommer weist gegenüber dem Frühjahr eine erhöhte Schalthäufigkeit auf, weil im Sommer das Verkehrsaufkommen an Pkw wesentlich höher ist (s. [Abbildung 2.13](#)).

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

| % Tempo 100 | 05.2016-04.2017 | 05.2015-04.2016 | 05.2014-04.2015 |
|--------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Winter | 71% | 66% | 66% |
| Frühjahr | 46% | 47% | 49% |
| Sommer | 50% | 51% | 58% |
| Herbst | 54% | 58% | 60% |
| Ganzes Jahr | 55% | 56% | 58% |

Die Tempo100-Häufigkeit verläuft am Morgen bis etwa 8 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). Der Winter zeigt praktisch keine Absenkung. Die erhöhte Häufigkeit von Tempo100 im Winter war im aktuellen Betriebsjahr akzentuierter als in den beiden Vorjahren.

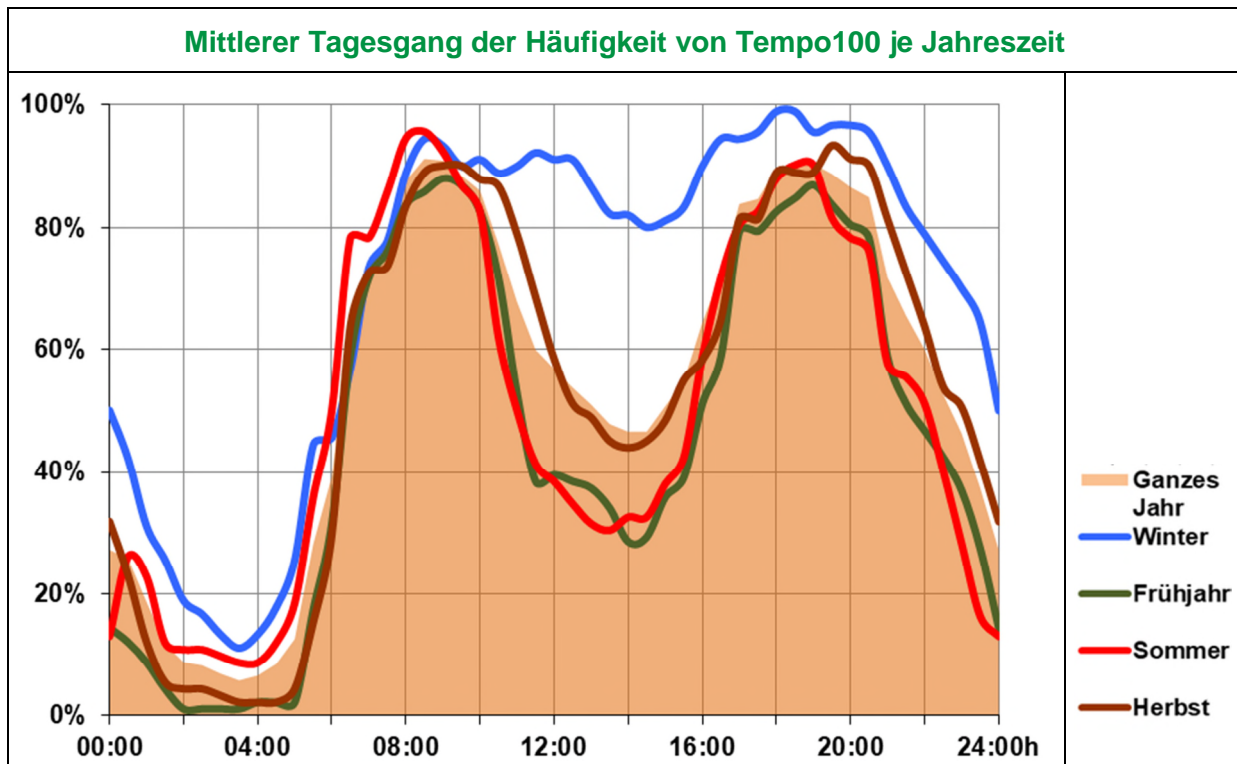


Abbildung 2.10: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 je Jahreszeit auf der A10 bei Hallein (05.2016-04.2017).

Im Winter wird von 11-17 Uhr wesentlich häufiger Tempo100 geschaltet als in den übrigen Jahreszeiten.

Die monatlichen Tempo100-Häufigkeiten entsprechen dem Bild der gleitenden 7-Tagemittel. Die monatlichen Schalthäufigkeiten schwankten zwischen 37% (Juni 2016) und 73% (Dezember 2016 und Januar 2017).

Im Vergleich mit den letzten 7 Betriebsjahren zeigte der Winter (Dezember - Februar) hohe Schalthäufigkeiten, der Januar gar die bislang höchste. Ansonsten bewegten sich die Schalthäufigkeiten aber im Mittelfeld und am unteren Rand des bisherigen Bereiches (Ausnahme Mai 2016).

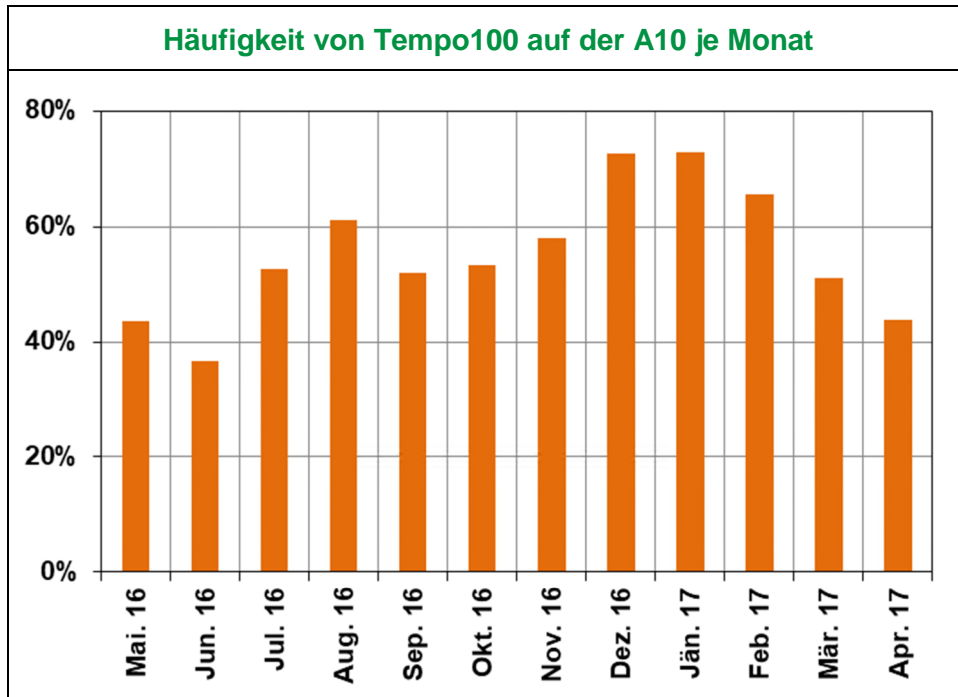


Abbildung 2.11: Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 bei Hallein je Monat (05.2016-04.2017).

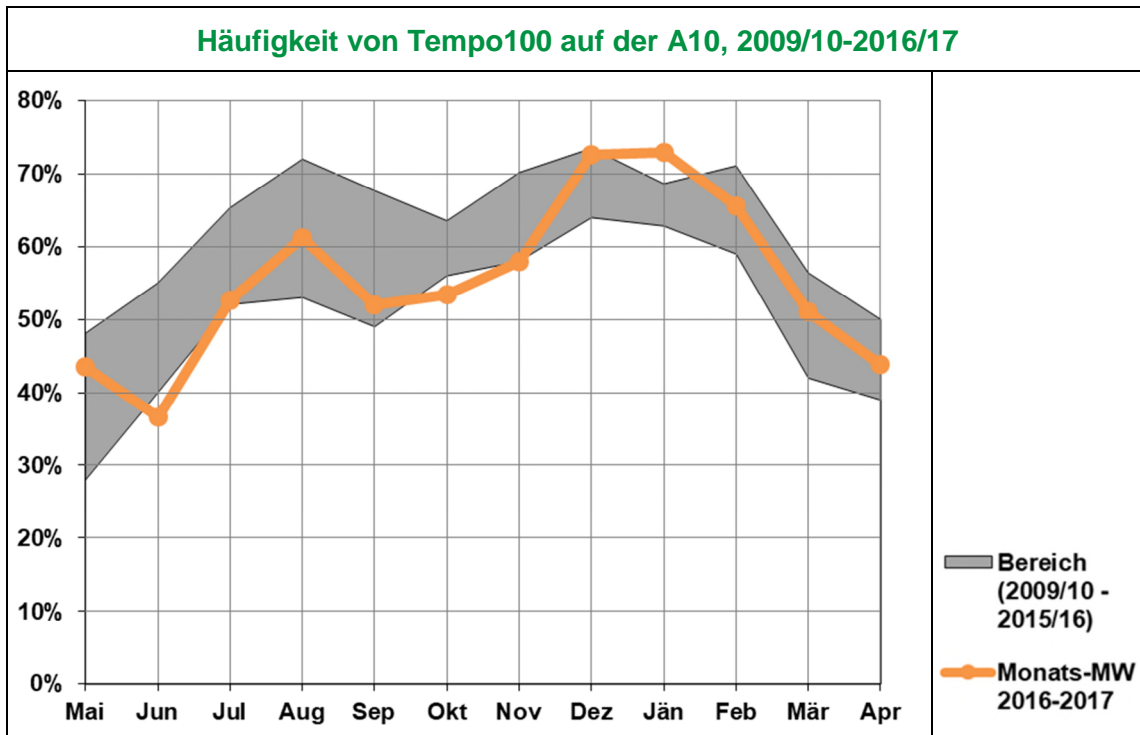


Abbildung 2.12: Vergleich der Monatswerte der Tempo100-Häufigkeit auf der A10 bei Hallein für die acht Betriebsjahre 2009/10 - 2016/17.

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 Juli/August (Urlaubszeit) und Dezember/Januar. Für Pkw lag das leichte Minimum im November.

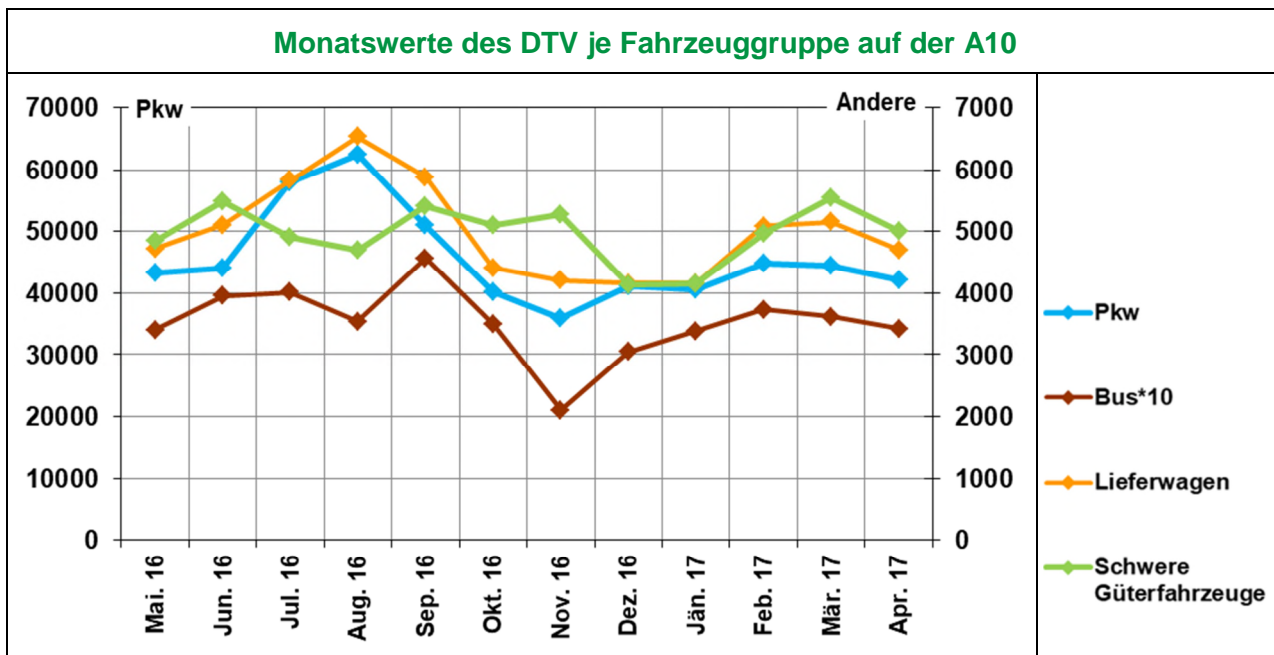


Abbildung 2.13: Monatswerte des DTV je Fahrzeuggruppe auf der A10 bei Hallein (05.2016-04.2017).

Zum ersten Mal seit Eröffnung der zweiten Tunnelröhren auf der Tauernautobahn hat der Pkw-Verkehr im August nicht mehr zugenommen, wohl aber im Juli und September. Auch sonst lag der monatliche Pkw-Verkehr am oberen Rand des bisherigen Bereichs.

Das monatliche Aufkommen an schweren Nutzfahrzeugen (SNF) lag mit einer Ausnahme im bisherigen Bereich, wengleich der SNF-Verkehr insgesamt um knapp 3% zugenommen hat.

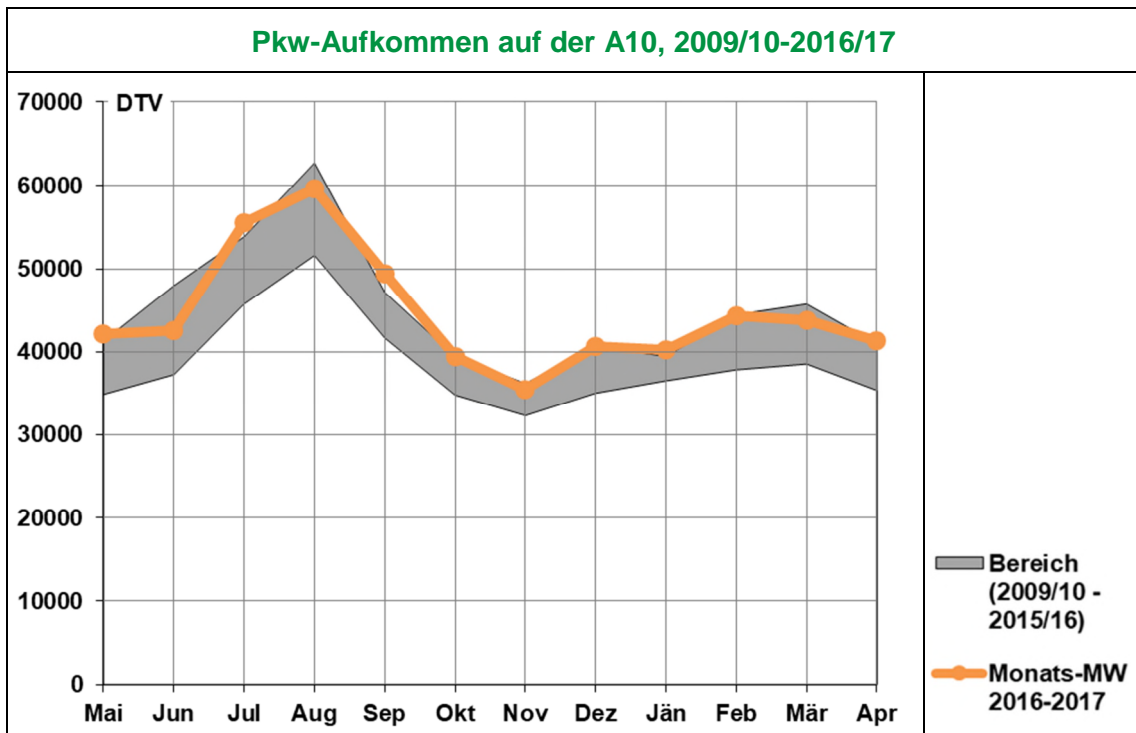


Abbildung 2.14: Vergleich der Monatswerte des Pkw-Aufkommens auf der A10 bei Hallein für die sieben Betriebsjahre 2009/10 - 2016/17.

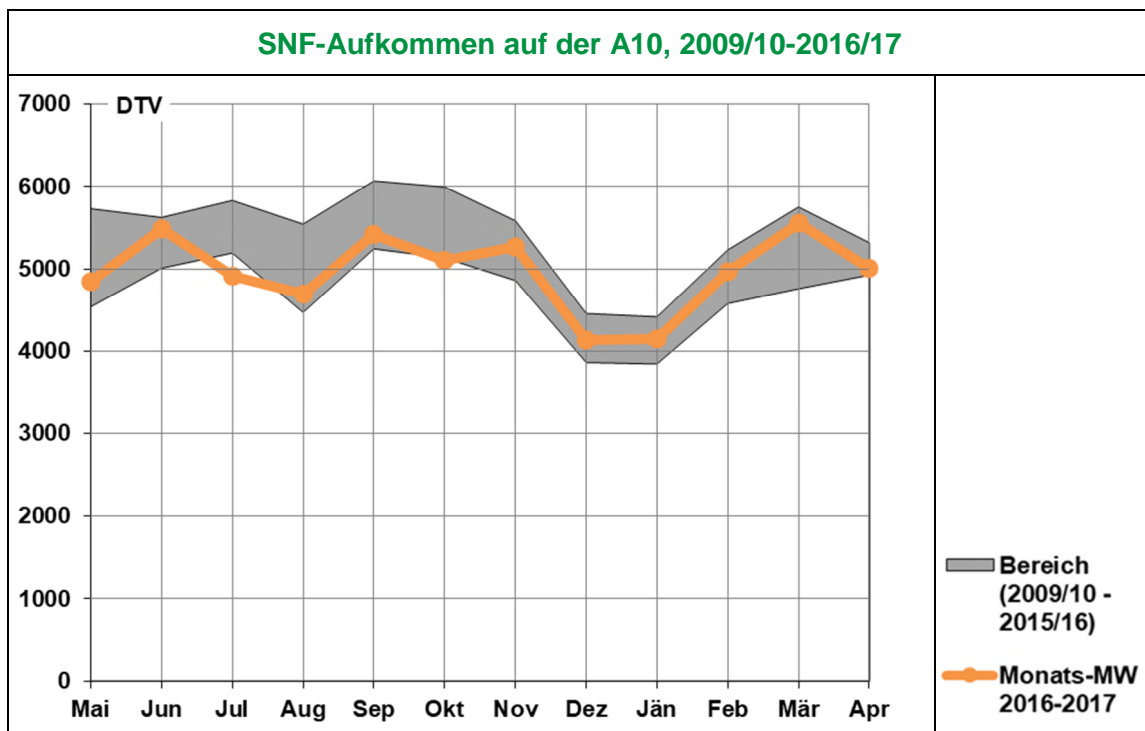


Abbildung 2.15: Vergleich der Monatswerte des SNF-Aufkommens (=Lkw + Lkw mit Anhänger + Sattelzüge) auf der A10 bei Hallein für die acht Betriebsjahre 2009/10 - 2016/17.

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 Januar 2017, die tiefsten im Juni 2016 (zusammen mit der tiefsten Tempo100-Häufigkeit). Die NO₂-Immissionen zeigen einen ähnlichen, aber gedämpften Verlauf im Vergleich zu den NO_x-Immissionen, da sie zum Teil nicht direkt emittiert, sondern erst in der Atmosphäre durch Konversion des NO zu NO₂ mit Hilfe von Ozon gebildet werden. Diese Umwandlung wird im Winter durch das limitierte Ozonangebot beschränkt, wodurch sich das jahreszeitliche NO₂-Maximum oft im Spätwinter ergibt. Im aktuellen Betriebsjahr allerdings ergab sich das akzentuierte NO₂-Maximum ebenfalls im Januar.

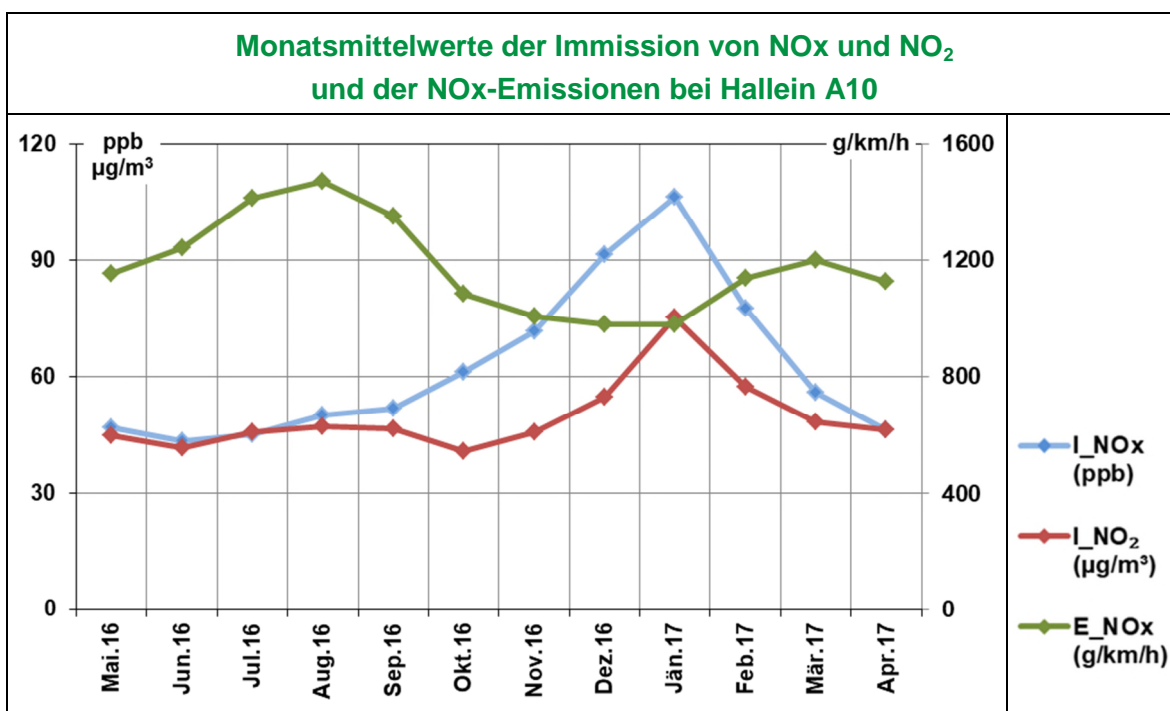


Abbildung 2.16: Monatsmittelwerte der NO_x- und NO₂-Immissionen sowie der NO_x-Emissionen bei Hallein-A10 (05.2016-04.2017).

Der auffällige Januar 2017 wurde etwas näher untersucht. Er war der kälteste Januarmonat der letzten 30 Jahre. Es gab im gesamten Betriebsjahr bei Hallein 8 Tage mit einem NO_x-Mittel > 150 ppb, davon lagen 7 in der zweiten Januarhälfte. An den NO_x-Emissionen war nichts Spezielles zu erkennen; im Gegenteil reagierten auch die erhöhten NO_x-Immissionen durchaus auf die Absenkung der NO_x-Emissionen am Sonntag, 22.1.2017 (s. [Abbildung 2.17](#), unten), aber die meteorologischen Bedingungen führten offensichtlich zu stark erhöhten Immissionen in der zweiten Januarhälfte.

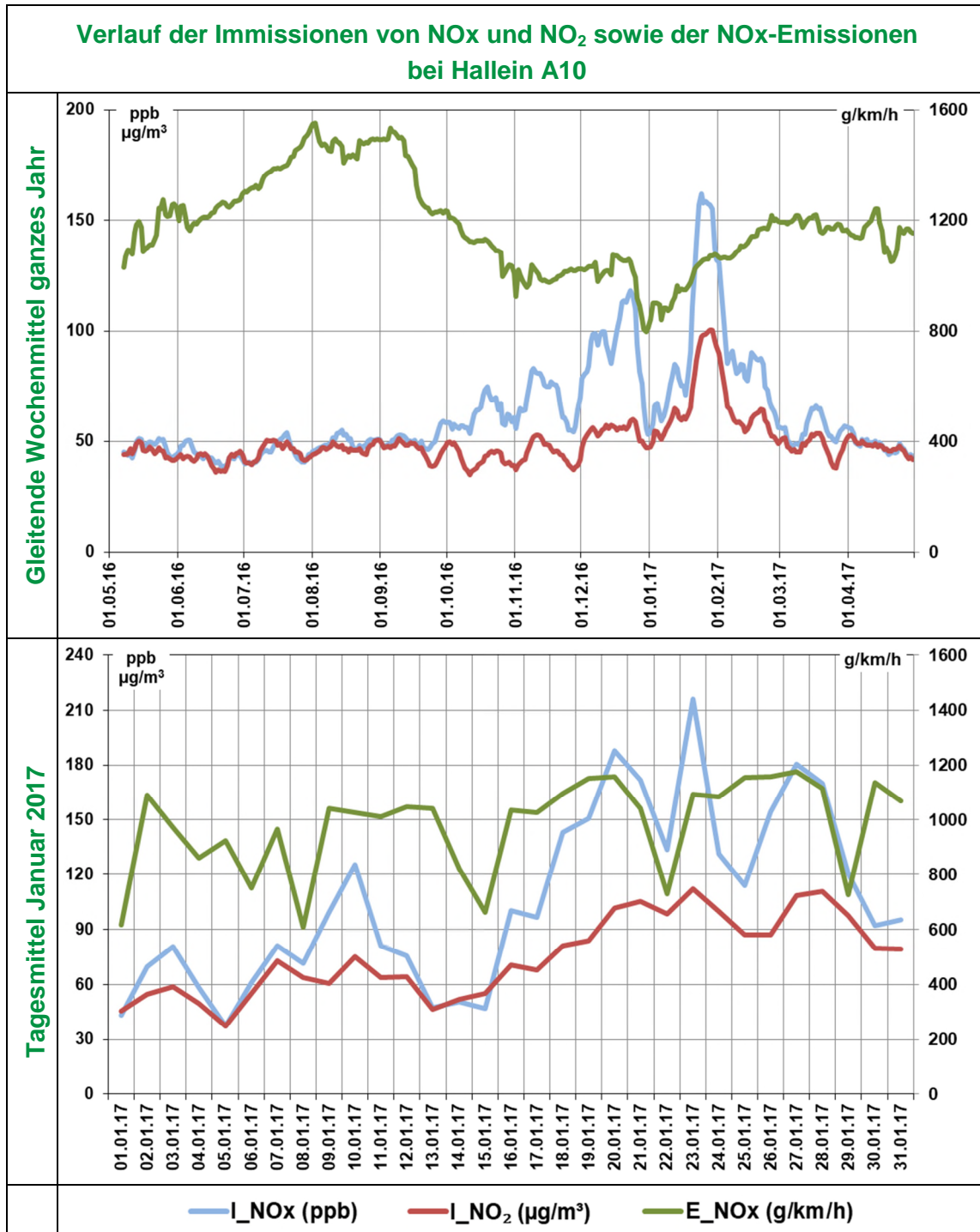


Abbildung 2.17: Gleitendes Wochenmittel (oben; Betriebsjahr 2016/17) und Tagesmittelwerte (unten; Januar 2017) der NO_x- und NO₂-Immissionen sowie der NO_x-Emissionen bei Hallein-A10.

Mit ein Grund für die im Verhältnis zu den berechneten Emissionen stark erhöhten NO_x-Immissionen im Januar 2017 könnte auch das 'Thermofenster' bei der

Abgasreinigung moderner Pkw sein: Unter einer bestimmten Außentemperatur funktioniert die Abgasreinigung nur eingeschränkt oder nicht mehr. Der Schwellenwert ist je nach Modell unterschiedlich, aber offenbar nicht tiefer als +7 °C. Im kalten Januar 2017 war der Schwellenwert auch in tiefliegenden Regionen besonders häufig unterschritten, was auch einen Beitrag zu den erhöhten Immissionen geliefert haben dürfte.

In der Gesamtschau über die letzten acht Betriebsjahre zeigen sich hohe Werte im Dezember 2016 und Januar 2017. Ansonsten aber zeigt sich eine kontinuierliche Tendenz zu tieferen Werten, selbstverständlich mit allen meteorologisch bedingten Schwankungen. Jedoch darf nicht übersehen werden, dass das Jahresmittel von 50 µg/m³ im Betriebsjahr noch weit über dem Grenzwert von 40 µg/m³ liegt, und dass das Jahresmittel ohne das flexible Tempo100-Limit bei 53 µg/m³ liegen würde (s. Kapitel 5). Es ist mit einer weiteren Immissionsabnahme wegen der Flottenmodernisierung zu rechnen, aber das reale Ausmaß ist noch unklar, und Verkehrszunahmen wirken wieder immissionserhöhend.

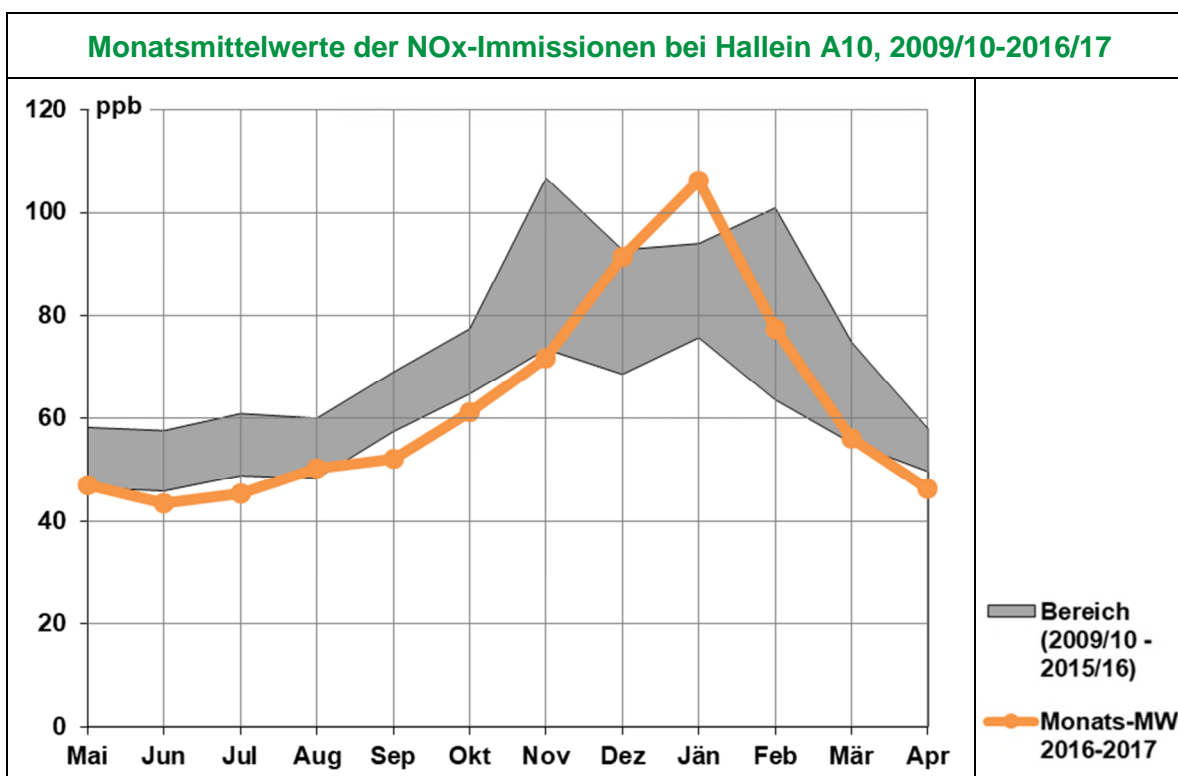


Abbildung 2.18: Vergleich der Monatswerte der NOx-Immissionen bei Hallein (A10) für die Betriebsjahre 2009/10 - 2016/17.

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 (61-63%); der Sonntag und der Dienstag waren die Tage mit der geringsten Schalthäufigkeit. Auf der A1 bei Salzburg waren wie letztes Jahr Donnerstag und Freitag die Tage mit der höchsten Schalthäufigkeit (54-55%); 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; von daher erklärt sich der starke Rückgang am Wochenende.

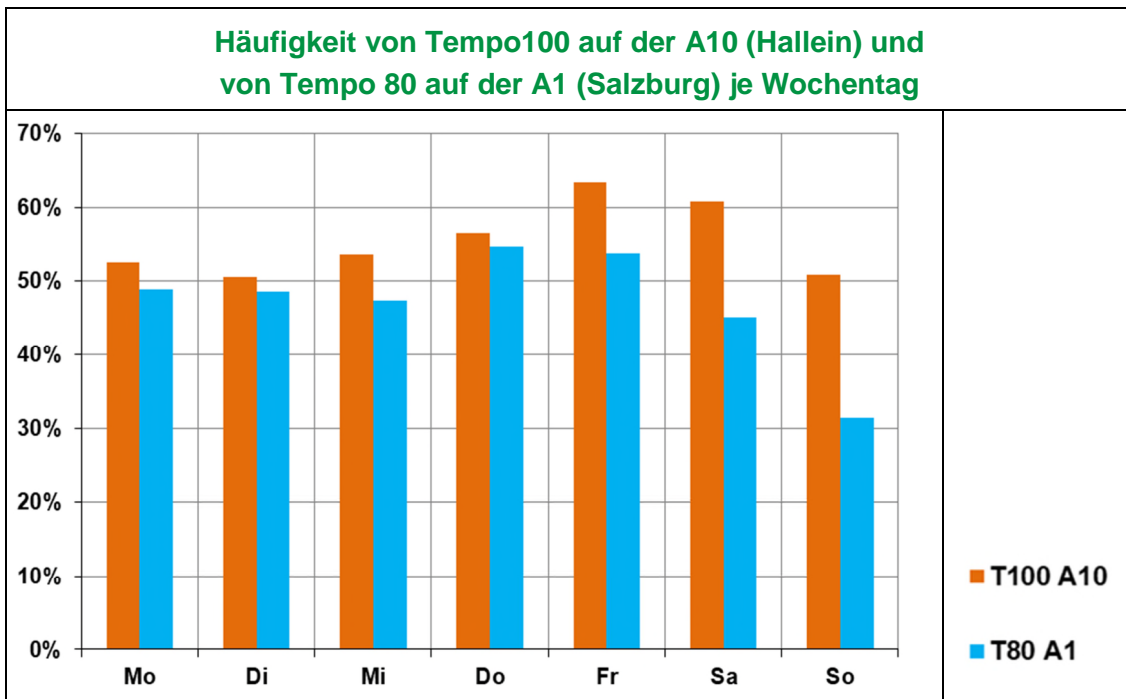


Abbildung 2.19: Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 bei Hallein bzw. von Tempo80 auf der A1 bei Salzburg je Wochentag, 05.2016-04.2017.

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).

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

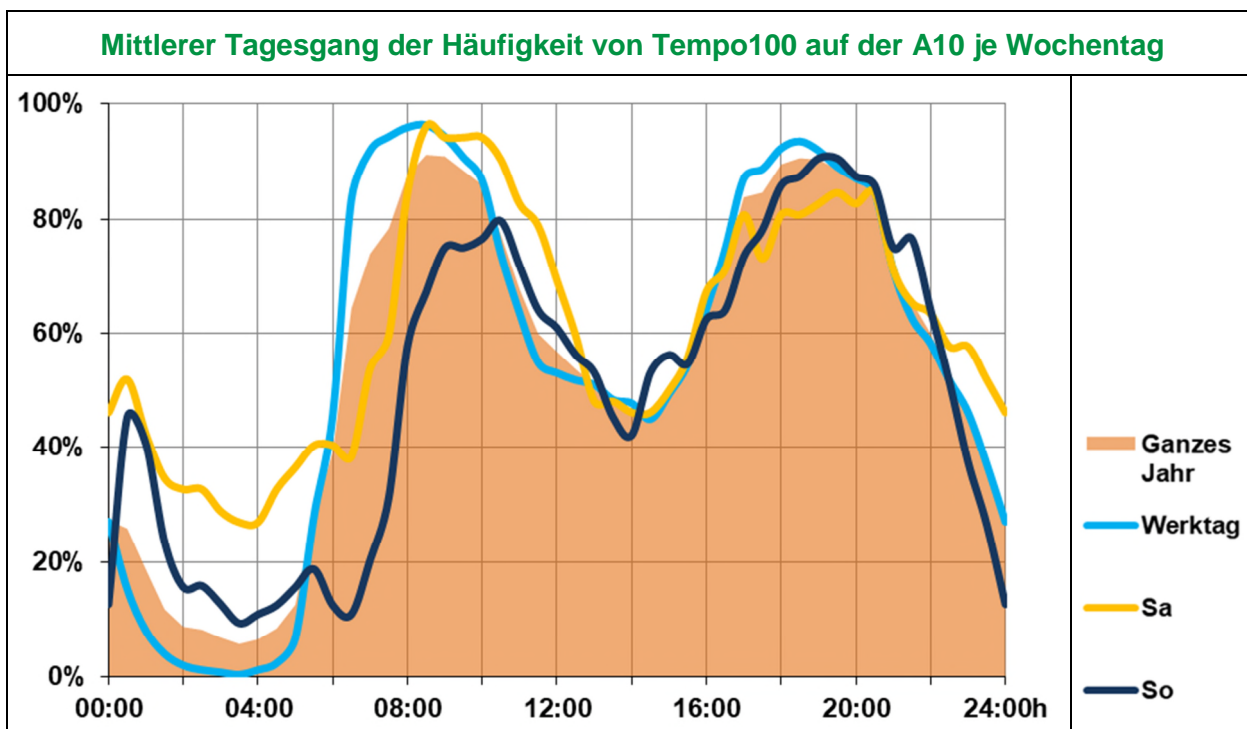


Abbildung 2.20: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 bei Hallein je Wochentagstyp (05.2016-04.2017).

2.3.2. Verkehrsaufkommen

Die Pkw haben freitags und samstags das stärkste Aufkommen, der Sonntag und der Donnerstag 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 (s. Hinweis auf Seite 3).

Die Busse weisen nun seit Einführung der neuen Verkehrssensoren einen "vernünftigen" Wochengang auf mit dem Maximum am Samstag, gefolgt von Freitag und Sonntag.

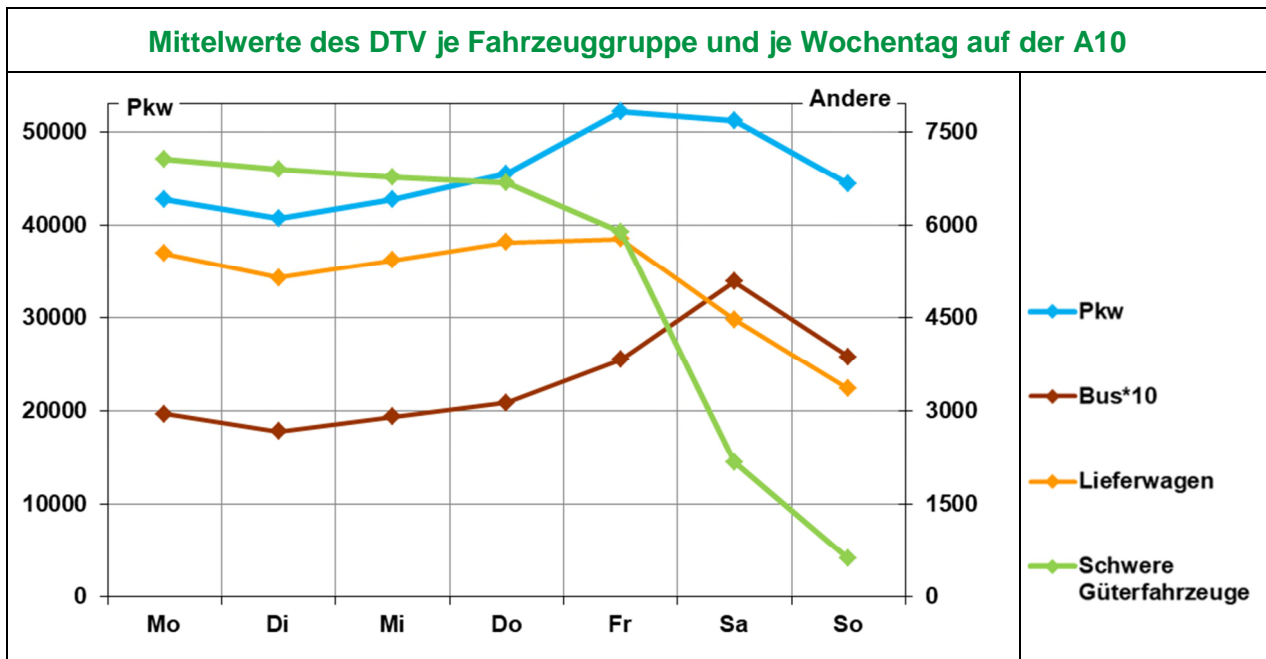


Abbildung 2.21: Durchschnittlicher täglicher Verkehr (DTV) auf der A10 bei Hallein je Wochentag (05.2016-04.2017).

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 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.

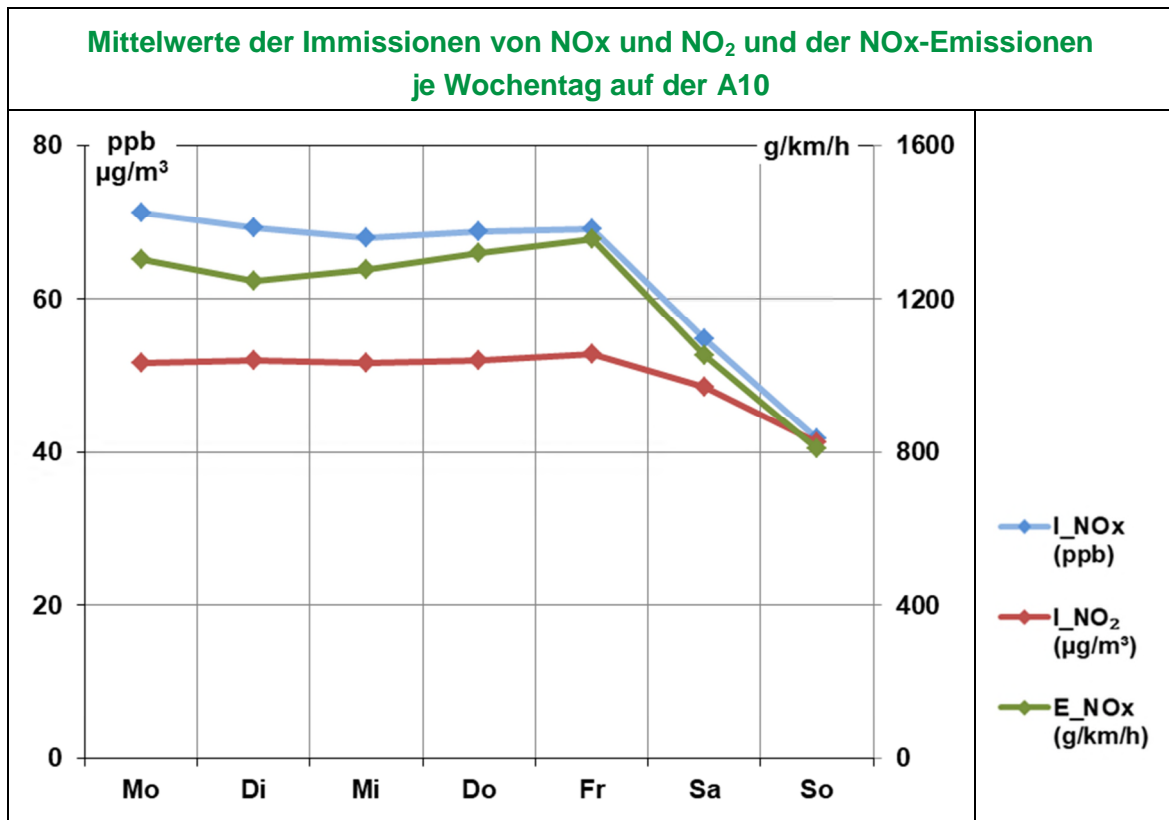


Abbildung 2.22: Mittelwerte der Immissionen von NO_x und NO₂ sowie der NO_x-Emissionen (E_NO_x) bei Hallein A10 je Wochentag (05.2016-04.2017).

3. Dokumentation der täglichen Schaltzeiten

In der folgenden Tabelle werden alle täglichen Schaltzeiten von Tempo100 auf der A10 bei Hallein im Betriebsjahr 2016/17 dokumentiert.

Tabelle 3.1: Tägliche Anzahl Stunden mit Tempo100-Schaltung, Hallein A10 (05.2016-04.2017).

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

An keinem Tag fiel die Schaltung vollständig aus. An insgesamt 269 Stunden fiel sie aus, dies ist eine ansprechende Verfügbarkeit von 96.9%.

Die monatliche Verteilung der Tage mit "extremen" Schaltzeiten (0 – 5.5 h bzw. 22- 24 h Schaltzeit) folgt grundsätzlich der allgemeinen Verteilung der Schaltzeiten: Sehr hohe tägliche Schaltzeiten finden wir in diesem Betriebsjahr ausschließlich im Winter, tiefe vor allem im Juni 2016

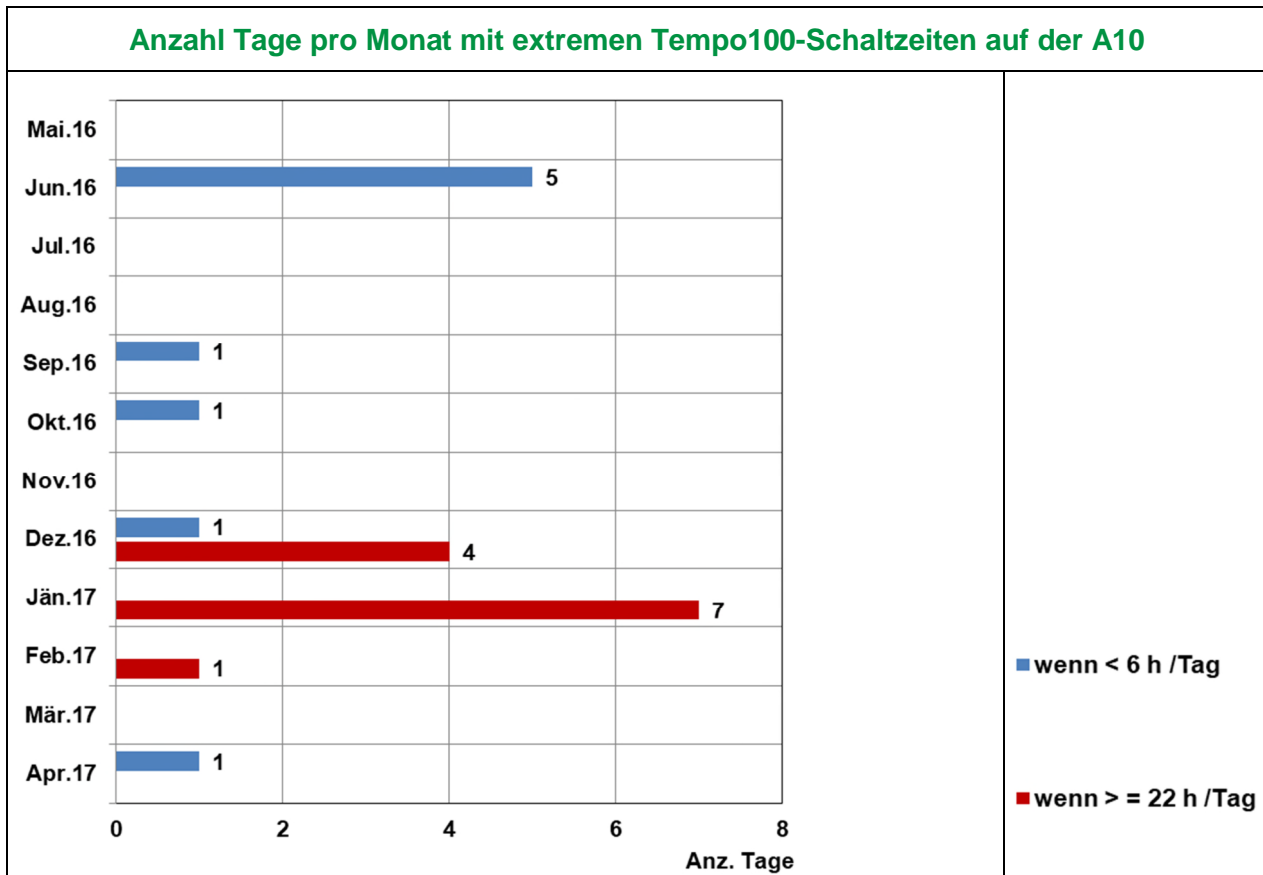


Abbildung 3.1: Anzahl Tage pro Monat mit extremen Tempo100-Schaltzeiten, Hallein A10 (05.2016-04.2017).

Bei den 12 Tagen mit hohen Schaltzeiten (22-24 h) handelt es sich um Urlaubstage im Winter, um zusätzlich noch einige Tage während der Phase mit witterungsbedingten erhöhten Immissionen in der zweiten Januarhälfte und um den Do 08.12. (Maria Empfängnis). Es fällt auf, dass dieses Jahr die Hälfte der Spitzentage ein Verkehrsaufkommen von weniger als das Jahresmittel aufgewiesen haben (blaue Schrift in Tabelle 3.2); offenbar waren schlechte meteorologische Ausbreitungsbedingungen häufiger als in den letzten Jahren.

**Tabelle 3.2: Die 12 Tage mit hohen Tempo100-Schaltzeiten (≥ 22 h) bei Hallein A10 (05.2016-04.2017).
 Blau: Tage mit häufigen Tempo80-Schaltungen trotz relativ geringem Verkehr; rot: Samstage unter den Spitzentagen.**

| Tag | Datum | Pkw- Aufkommen | Tempo100-Schaltzeit [h] |
|-----|------------|-------------------|----------------------------|
| Do | 08.12.2016 | 38725 | 22 |
| Sa | 17.12.2016 | 40725 | 23 |
| Fr | 23.12.2016 | 56651 | 24 |
| Sa | 24.12.2016 | 33724 | 24 |
| Sa | 07.01.2017 | 50107 | 23 |
| Fr | 20.01.2017 | 47773 | 23 |
| Sa | 21.01.2017 | 52467 | 24 |
| So | 22.01.2017 | 43784 | 23 |
| Mo | 23.01.2017 | 37373 | 23 |
| Sa | 28.01.2017 | 55396 | 24 |
| So | 29.01.2017 | 43437 | 23 |
| Sa | 11.02.2017 | 58987 | 24 |

4. Effektive Fahrgeschwindigkeiten auf der A10 bei Hallein

In diesem Kapitel werden die mittleren Fahrgeschwindigkeiten auf der A10 bei Hallein vom Mai 2016 – April 2017 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 Tempo130 etwas erhöhen. **Geschwindigkeiten von unter 90 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 war dies höchstens kurzfristig im Januar 2017 der Fall (s. nächste Abbildung). Ansonsten variierten die Geschwindigkeitsbereiche wenig außer bei kurzzeitigen Stauerscheinungen.

Neu werden mit der Fahrzeuganzahl gewichtete Häufigkeitsverteilungen der Fahrgeschwindigkeit je Tempolimit ermittelt.

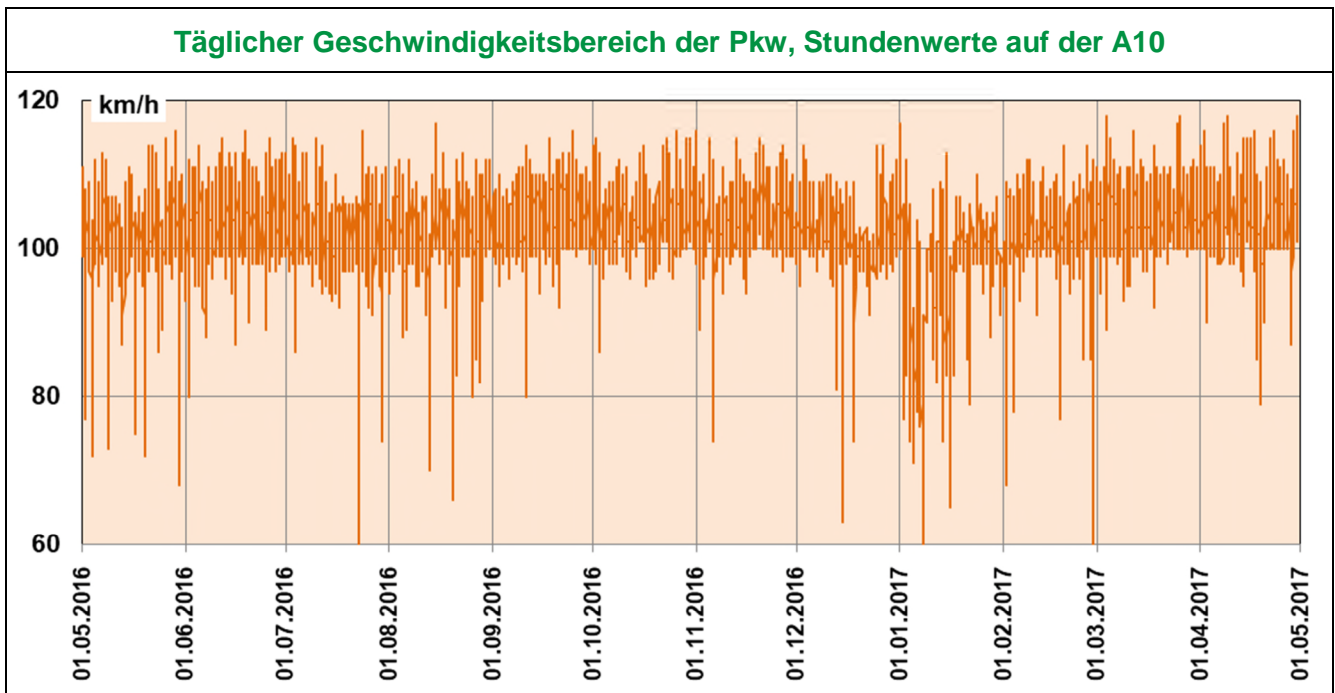


Abbildung 4.1: Täglicher Geschwindigkeitsbereich der Pkw auf der Basis der Stundenwerte, Hallein A10 (05.2016-04.2017).

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 104 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.

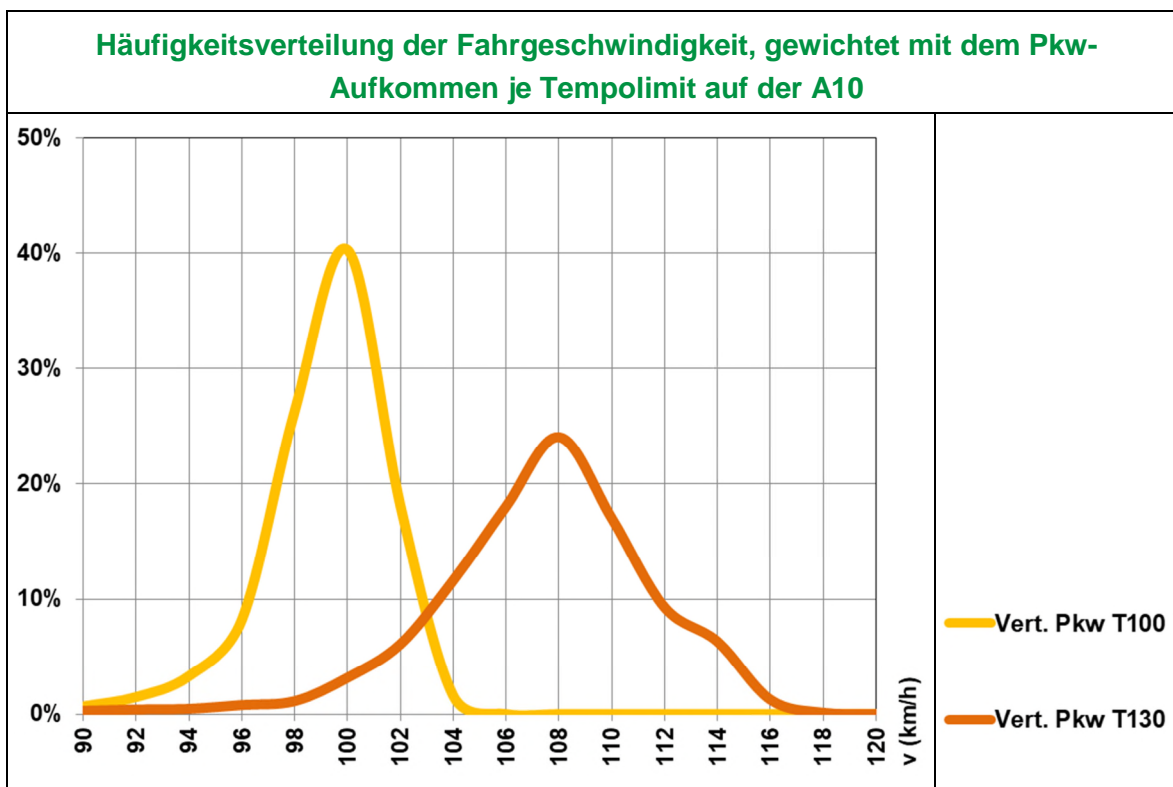


Abbildung 4.2: Mit dem Pkw-Aufkommen gewichtete Häufigkeitsverteilung der Fahrgeschwindigkeit je Tempolimit auf der A10 bei Hallein, Basis Stundenwerte (05.2016-04.2017).

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 auch im aktuellen Betriebsjahr rund um 8 und um 20 Uhr 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 16 bis 20 Uhr gefahren.

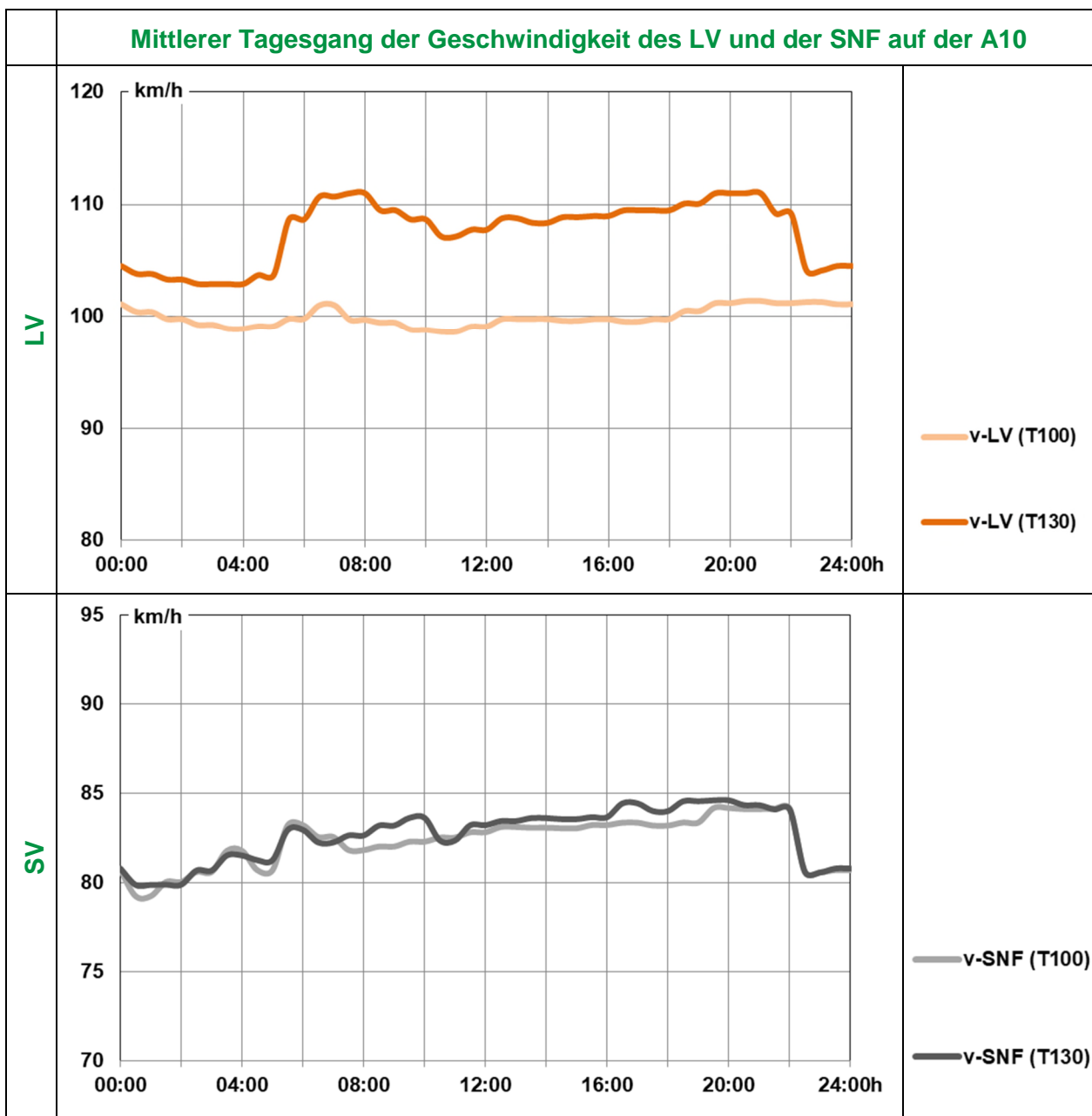


Abbildung 4.3: Mittlerer Tagesgang der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs (oben) und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF; unten) auf der A10 bei Hallein (05.2016-04.2017).

Die im Folgenden dargestellten Monatsmittelwerte beziehen sich nur auf die Tagesstunden von 6 – 22 Uhr. Bis zum Einsatz neuer Geschwindigkeitssensoren am 31.10.2013 gab es Probleme mit der Messung der Fahrgeschwindigkeiten; seitdem haben sich die Werte wieder stabilisiert, sowohl beim Leichtverkehr als auch bei den schweren Nutzfahrzeugen. Es ist aber auffällig, dass sich die Messwerte in beiden Kategorien und bei beiden Tempolimits im Vergleich zu früheren Werten (s. Abbildung mit 2011/12) um etwa 5 km/h reduziert haben.

Die Asfinag begründete dies nach Rücksprache mit den Polizeibehörden mit vermehrten Geschwindigkeitskontrollen durch den Einsatz eines mobilen Radars, was im Laufe der Zeit zu verringerten Geschwindigkeiten und weniger Bussen geführt habe. Es bleibt anzumerken, dass offenbar auch die schweren Nutzfahrzeuge auf die vermehrten Kontrollen reagiert haben.

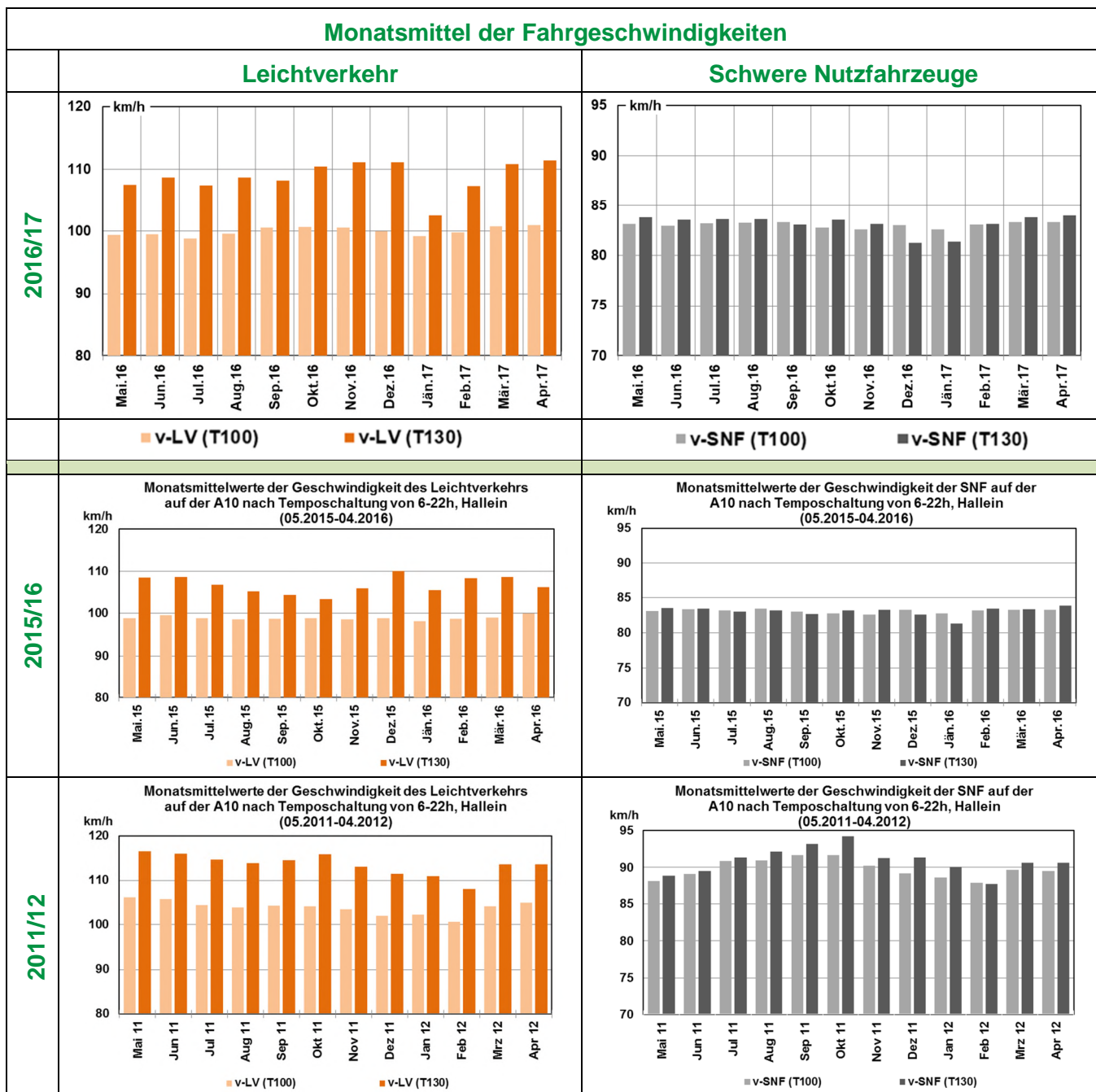


Abbildung 4.4: Monatswerte der mittleren gemessenen Fahrgeschwindigkeit von 6-22 Uhr des Leichtverkehrs (LV; links) und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF; rechts) auf der A10 bei Hallein (05.2011-04.2012 (unten); 05.2015-04.2016 (Mitte); 05.2016-04.2017 (oben)).

Die **mittleren** Fahrgeschwindigkeiten des Leichtverkehrs je nach Tempolimit werden in der folgenden Tabelle aufgelistet. Zu Vergleichszwecken werden auch die Werte des vergangenen Betriebsjahres 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 (05.2016-04.2017 (oben), 05.2015-04.2016 (Mitte) bzw. 05.2011-04.2012 (unten)):

| 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 |

| Tempolimit (05.2015-04.2016) | LV: v [km/h] 6-22 Uhr | LV: v [km/h] 22-6 Uhr |
|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| mit IG-L Schaltung | 98.9 | 97.9 |
| ohne IG-L Schaltung | 107.1 | 102.7 |

| 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 **9.4 km/h** (Vorjahr 8.2 km/h) erreicht. Im Vergleich zum Vorjahr haben sich alle Geschwindigkeiten um 1-2 km/h erhöht.

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 **9.4 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, 05.2016-04.2017:

| | NO _x | CO ₂ |
|--|-----------------|-----------------|
| Gesamtemission [t/y] | 285 | 104197 |
| Einsparung durch flexibles T100 [t/y] | -23 | -3106 |
| in % | -7.5% | -2.9% |

Durch das flexible Geschwindigkeitslimit auf der A10 zwischen Salzburg und Golling konnten -7.5% der NO_x- bzw. -2.9% der CO₂-Emissionen eingespart werden. Der Prozentsatz dieser Einsparungen ist ein Stück höher als im Vorjahr, weil die real erreichte Geschwindigkeitsreduktion etwas höher 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 -7.6% abgenommen, die NO_x-Immissionen jedoch um +3.2% zugenommen. Dies ist insofern plausibel, als der Einfluss der unterschiedlichen meteorologischen Ausbreitungsbedingungen mit reinspielt (diese waren im aktuellen Betriebsjahr offenbar ungünstiger als im Vorjahr), aber auch als die berechnete Emissionsabnahme gemäß HB möglicherweise zu optimistisch war. Die NO₂-Emissionen haben lediglich um -4.8% abgenommen; modernere Fahrzeuge weisen einen höheren relativen Anteil an NO₂ in den NO_x-Emissionen auf. Die NO₂-Immissionen haben gegenüber dem Vorjahr um 1.7% zugenommen.

5.2. Szenarien der Immissionsreduktionen

Zur **Abschätzung der Reduktionen bei den Immissionen an NO_x und NO₂** wurden fünf Szenarien für den Zeitraum **Mai 2016 – April 2017** berechnet:

- **“Tempo100 immer“**: Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren stets mit der bei Hallein gemessenen Durchschnittsgeschwindigkeit bei 'Tempo 100' (99.8 km/h tagsüber bzw. 99.9 km/h nachts).
- **“Tempo100 nie“**: Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren stets mit der bei Hallein gemessenen Durchschnittsgeschwindigkeit bei 'Tempo 130' (109.2 km/h tagsüber bzw. 104.7 km/h nachts).
- **“Tempo100 temporär“**: Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren in den Halbstunden, in welchen die Steuerung Tempo 100 bestimmt hat, mit 'Tempo 100', und in den übrigen mit 'Tempo 130'. *Dies ist der Realzustand für 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'.
- **“Tempo100 nie (vor VBA)“**: Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren stets mit der bei Hallein früher (vor Tempo100-Limit) vorhandenen Durchschnittsgeschwindigkeit bei 'Tempo 130' (118 km/h als 'typische' Autobahngeschwindigkeit ohne VBA), aber mit den Emissionsfaktoren des Jahres 2016/17.

Für den übrigen Verkehr wurden kategorienspezifische Referenzgeschwindigkeiten verwendet.

Ausgehend von der realen Situation des Verkehrsaufkommens und der Immissionen werden die Emissionen und Immissionen an NOx und NO₂ halbstündlich mit den entsprechenden 'Tempo100'- bzw. 'Tempo130'-Geschwindigkeiten für jedes Szenarium ermittelt. Daraus können die Effekte für permanentes und flexibles Tempo100 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 der früheren Situation (vor VBA) hätte es bei den damaligen Geschwindigkeiten (aber aktuellen Emissionsfaktoren) noch 21 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 2016 – April 2017.

| 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 | 1152 | 277 | 61 | 48.6 | 153 | 91 | 0 |
| T100 nie | 1286 | 319 | 68 | 53.0 | 169 | 100 | 5 |
| T100 temporär | 1190 | 289 | 62 | 49.7 | 154 | 91 | 0 |
| T100 WHj. | 1227 | 300 | 64 | 50.7 | 156 | 94 | 0 |
| Vor VBA | 1462 | 373 | 76 | 59.2 | 190 | 112 | 21 |

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 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'(98.9 km/h tagsüber bzw. 97.9 km/h nachts) bzw. für 'Tempo130' (107.1 km/h tagsüber bzw. 102.7 km/h nachts), Hallein A10, Mai 2016 – April 2017.

| 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 % |
| | -10.4% | -13.0% | -9.3% | -8.3% | -9.3% | -9.2% |

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 ebenfalls gut erfüllt worden. Der Schwellenwert der Tempo100-Schaltung kann belassen werden.

Tabelle 5.4: Relative Effekte des flexiblen Tempo100-Limits in Bezug auf ein permanentes Tempo100, Hallein A10, Mai 2016 – April 2017.

| 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 | 54% | 81% | 76% | 98% | 95% |
| T100 WHj. | 50% | 61% | 53% | 85% | 62% |

Die Schaltzeiten beziehen sich auf das gesamte Betriebsjahr (eingeschlossen die Betriebsausfälle).

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.

Die Tempo100-Häufigkeit ist etwas geringer als im Vorjahr gewesen.

5.3.2. Vergleich mit der früheren Situation bei Hallein

Es kann davon ausgegangen werden, dass die relativ tiefe ‘Tempo130’-Geschwindigkeit (109.2 km/h) auch mit dem Vorhandensein der VBA und den damit verbundenen, offenbar dichter gewordenen Kontrollen zu tun hat. Für die frühere Situation (vor Einführung des Tempo100-Limits über die VBA) wird für die A10 bei Hallein von einer ‘Tempo130’-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 2016/17 verwendet.

Eine mittlere Geschwindigkeit des Leichtverkehrs von 118 km/h bei gleichem Verkehrsaufkommen und den Emissionsfaktoren von 2016/17 hätte zu deutlich höheren Immissionen geführt; das NO₂-Jahresmittel hätte 59 µg/m³ erreicht (s. [Tabelle 5.2](#)). Der Effekt eines **permanenten** Tempo100 würde in dieser früheren

Situation 'Vor VBA' etwa doppelt so hoch zu liegen kommen wie innerhalb des aktuellen Betriebsjahres (s. [Tabelle 5.3](#)) ausgewiesen.

Tabelle 5.5: Relative Effekte eines permanenten Tempo100 (99.8 km/h tagsüber bzw. 99.9 km/h nachts) im Vergleich zum früheren 'Tempo130' (118 km/h) vor Einführung von Tempo100, Hallein A10, Mai 2016 – April 2017.

| 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 % |
| | -21.2% | -25.6% | -19.9% | -17.8% | -19.4% | -18.8% |

Gegenüber dieser früheren Situation hat das aktuelle flexible Tempo100-Regime über 90% der Wirksamkeit eines permanenten Tempo100 erreicht. Eine Erhöhung der Schaltzeiten oder gar ein permanentes Tempo100-Limit würden aus lufthygienischer Sicht kaum mehr etwas bringen.

Tabelle 5.6: Relative Effekte des aktuellen flexiblen Tempo100 in Bezug auf die frühere 'Tempo130'-Situation ('Vor VBA'), Hallein A10, Mai 2016 – April 2017.

| 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 | 54% | 92% | 90% | 99% | 98% |
| T100 WHj. | 50% | 84% | 81% | 94% | 83% |

6. Zusammenfassung

Im Betriebsjahr Mai 2016 – April 2017 war Tempo100 auf der A10 zwischen Salzburg und Golling während durchschnittlich **56 %** der Betriebszeit geschaltet. Bei einer Verfügbarkeit der Tempo100-Schaltung von ansprechenden 96.9 % entspricht dies 55 % der Gesamtzeit.

Bei den 12 Tagen mit hohen Schaltzeiten (22-24 h) handelte es sich um Urlaubstage im Winter, um zusätzlich noch einige Tage während der Phase mit witterungsbedingten erhöhten Immissionen in der zweiten Januarhälfte und um den Do 08.12. (Maria Empfängnis).

Das Jahresmittel der NO_x-Immissionen betrug im Betriebsjahr 2016/17 an der Station Hallein A10 62 ppb, für die NO₂-Immissionen 50 µg/m³; dies ist immer noch deutlich über dem IGL-Grenzwert von 40 µg/m³. Ohne flexibles Tempo100-Limit hätte das NO₂-Jahresmittel 53 µg/m³ betragen.

Die A10 bei Hallein wies im Betriebsjahr (Mai 2016 – April 2017) einen DTV von rund 56'000 Fahrzeugen auf, 1% mehr als im Vorjahr. Davon waren 82% Pkw, 9% schwere Güterfahrzeuge.

Nach Jahreszeiten unterteilt weisen der Winter die größte Schalthäufigkeit auf (71%), das Frühjahr die geringste (46%). Die monatlichen Schalthäufigkeiten schwankten zwischen 37% (Juni 2016) und 73% (Dezember 2016 und Januar 2017).

Die Tempo100-Schaltungen auf der A10 bei Hallein wiesen wie bisher am Freitag und Samstag die größten Häufigkeiten auf (61-63%); der Sonntag und der Dienstag waren die Tage mit der geringsten Schalthäufigkeit.

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 auch im aktuellen Betriebsjahr rund um 8 und um 20 Uhr erreicht.

Durch das Tempolimit wurde im aktuellen Betriebsjahr tagsüber eine Geschwindigkeitsreduktion um **9.4 km/h** (Vorjahr 8.2 km/h) erreicht. Im Vergleich zum Vorjahr haben sich alle Geschwindigkeiten (mit und ohne Tempolimit, tagsüber und nachts) um 1-2 km/h erhöht.

Durch das flexible Geschwindigkeitslimit auf der A10 zwischen Salzburg und Golling konnten -7.5% der NO_x- bzw. -2.9% der CO₂-Emissionen eingespart werden. Der Prozentsatz dieser Einsparungen ist ein Stück höher als im Vorjahr, weil die real erreichte Geschwindigkeitsreduktion etwas höher 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 -7.6% abgenommen, die NO_x-Immissionen jedoch um +3.2% zugenommen. Dies ist insofern plausibel, als der Einfluss der unterschiedlichen meteorologischen Ausbreitungsbedingungen mit reinspielt (diese waren im aktuellen Betriebsjahr offenbar ungünstiger als im Vorjahr), aber auch als die berechnete Emissionsabnahme gemäß HB möglicherweise zu optimistisch war. Die NO₂-Emissionen haben lediglich um -4.8% abgenommen; modernere Fahrzeuge weisen einen höheren relativen Anteil an NO₂ in den NO_x-Emissionen auf. Die NO₂-Immissionen haben gegenüber dem Vorjahr um 1.7% zugenommen.

Die gesamten NO_x- bzw. NO₂-Immissionen konnten durch das flexible Tempolimit um 6-8% reduziert werden. Dies ist etwas mehr als im Vorjahr, weil die real erreichte Geschwindigkeitsreduktion etwas höher als im Vorjahr war.

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 gut erfüllt worden. Der Schwellenwert der Tempo100-Schaltung kann belassen werden.