

**Evaluation des flexiblen  
Tempolimits auf der A10  
zwischen Salzburg und  
Golling von Mai 2015 bis  
April 2016**

Dr. Jürg Thudium  
Dr. Carine Chélala  
08.07.2016 / 5289.60

Oekoscience AG

Postfach 452  
CH - 7001 Chur

Telefon: +4181 250 3310  
[science@oekoscience.ch](mailto:science@oekoscience.ch)

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2. Tempo100 und Verkehrsaufkommen auf der A10 zwischen Salzburg und Golling sowie Immissionen bei Hallein</b>	<b>2</b>
2.1. Jahreswerte	2
2.1.1. Tempo 100	2
2.1.2. Verkehrsaufkommen	4
2.1.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden	6
2.2. Jahresverlauf	7
2.2.1. Tempo100	7
2.2.2. Verkehrsaufkommen	10
2.2.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden	12
2.3. Wochenverlauf	14
2.3.1. Tempo 100	14
2.3.2. Verkehrsaufkommen	15
2.3.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden	16
<b>3. Dokumentation der täglichen Schaltzeiten</b>	<b>18</b>
<b>4. Effektive Fahrgeschwindigkeiten auf der A10 bei Hallein</b>	<b>21</b>
<b>5. Überprüfung der Auswirkung der neuen Schaltparameter im Algorithmus</b>	<b>26</b>
<b>6. Wirksamkeit der flexiblen Tempo100-Schaltung auf der A10 zwischen Salzburg und Golling</b>	<b>29</b>
6.1. Emissionsreduktionen	29
6.2. Szenarien der Immissionsreduktionen	30
6.3. Ergebnisse der Geschwindigkeitsszenarien	31
6.3.1. Emissionen und Immissionen bei Hallein für permanente und flexible Tempo100-Schaltungen im Betriebsjahr	31
6.3.2. Vergleich mit der früheren Situation bei Hallein	33
<b>7. Relative Euroklassenverteilung der SoloLkw und SLZ auf der A10 gemäß Mauterhebung Asfinag</b>	<b>35</b>
7.1. Zeitliche Entwicklung der Euroklassenverteilung	35
7.2. Mittlerer Tagesgang der Euroklassenverteilung	37
7.3. Vergleich der Euroklassen-Erhebungen für die A10 und die A12 mit dem HBEFA3.2 für 2015	39
<b>8. Zusammenfassung</b>	<b>40</b>

# 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 (05.2015-04.2016).	3
Abbildung 2.2: Mittlerer Tagesgang des Leichtverkehrsanteils an der NOx-Immission bei der A10 bei Hallein bzw. bei der A1 bei Salzburg (05.2015-04.2016).	3
Abbildung 2.3: Tägliche Anzahl Stunden (gleitendes 7-Tagemittel) mit Tempo100 auf der A10 bei Hallein bzw. mit Tempo80 auf der A1 bei Salzburg (05.2015-04.2016).	4
Abbildung 2.4: Mittlerer Tagesgang des Fahrzeugaufkommens (DTV) je Fahrzeuggruppe auf der A10 bei Hallein über die letzten 5 Betriebsjahre (2011/12 bis 2015/16).	5
Abbildung 2.5: Mittlerer Tagesgang des Fahrzeugaufkommens je Fahrzeuggruppe auf der A10 bei Hallein (05.2015-04.2016).	6
Abbildung 2.6: Mittelwerte der Immissionen an NOx und NO2 sowie deren Verhältnis und NOx-Emissionen im Jahresmittel und je Jahreszeit bei Hallein (05.2014-04.2015).	7
Abbildung 2.7: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 je Jahreszeit auf der A10 bei Hallein (05.2015-04.2016).	8
Abbildung 2.8: Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 bei Hallein je Monat (05.2015-04.2016).	9
Abbildung 2.9: Vergleich der Monatswerte der Tempo100-Häufigkeit auf der A10 bei Hallein für die sieben Betriebsjahre 2009/10 - 2015/16.	9
Abbildung 2.10: Monatswerte des DTV je Fahrzeuggruppe auf der A10 bei Hallein (05.2015-04.2016).	10
Abbildung 2.11: Vergleich der Monatswerte des Pkw-Aufkommens auf der A10 bei Hallein für die sieben Betriebsjahre 2009/10 - 2015/16.	11
Abbildung 2.12: Vergleich der Monatswerte des SNF-Aufkommens (=Lkw + Lkw mit Anhänger + Sattelzüge) auf der A10 bei Hallein für die sieben Betriebsjahre 2009/10 - 2015/16.	11

Abbildung 2.13: Monatsmittelwerte der NOx- und NO2-Immissionen sowie der NOx-Emissionen bei Hallein-A10 (05.2015-04.2016).	12
Abbildung 2.14: Vergleich der Monatswerte der NOx-Immissionen bei Hallein (A10) für die Betriebsjahre 2009/10 - 2015/16.	13
Abbildung 2.15: Häufigkeit von Tempo100 je Wochentag auf der A10 bei Hallein bzw. auf der A1 bei Salzburg, 05.2015-04.2016.	14
Abbildung 2.16: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 bei Hallein je Wochentagstyp (05.2015-04.2016).	15
Abbildung 2.17: Durchschnittlicher täglicher Verkehr (DTV) auf der A10 bei Hallein je Wochentag (05.2015-04.2016).	16
Abbildung 2.18: Mittelwerte der Immissionen von NOx und NO2 sowie der NOx-Emissionen (E_NOx) bei Hallein A10 je Wochentag (05.2015-04.2016).	17
Abbildung 3.1: Anzahl Tage pro Monat mit extremen Tempo100-Schaltzeiten, Hallein A10 (05.2015-04.2016).	19
Abbildung 4.1: Täglicher Geschwindigkeitsbereich der Pkw auf der Basis der Stundenwerte, Hallein A10 (05.2015-04.2016).	22
Abbildung 4.2: Mittlerer Tagesgang der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs (oben) und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF; unten) auf der A10 bei Hallein (05.2015-04.2016).	23
Abbildung 4.3: 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); 05.2014-04.2015 (Mitte); 05.2015-04.2016(oben)).	24
Abbildung 5.4: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 bei Hallein für ganzes Jahr (oben) und Winter (Nov. . Jan.; unten), Betriebsjahre 2011/12 - 2015/16.	27
Abbildung 5.2: Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 bei Hallein je Wochentag, geordnet nach Jahren (oben) bzw. geordnet nach Wochentag (unten), Betriebsjahre 2011/12 - 2015/16.	28
Abbildung 3.1: Monatsmittel der Euroklassenverteilung für SoloLkw und SLZ auf der A10 bei Hallein, Jan 2015 . Mai 2016.	36
Abbildung 3.2: Aufkommen (DTV) von SoloLkw und SLZ auf der A10 bei Hallein im Betriebsjahr 2015/16.	37

Abbildung 2.4: Mittlerer Tagesgang der Euroklassenverteilung für SLZ je Quartal auf der A10 bei Hallein, Betriebsjahr 2015/16.

38

Abbildung 3.3: Vergleich der Euroklassen-Erhebungen für die A10 (Hallein) und die A12 (Vomp; Tirol) mit den Postulaten des HBEFA3.2 für SoloLkw und SLZ, 2015.

39

# Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1: Durchschnittlicher täglicher Verkehr (DTV) auf der A10 bei Hallein (05.2015-04.2016).	5
Tabelle 2.2: Jahreszeitliche Tempo100-Häufigkeiten auf der A10 bei Hallein (05.2015-04.2016 und 05.2014-04.2015).	8
Tabelle 3.1: Tägliche Anzahl Stunden mit Tempo100-Schaltung, Hallein A10 (05.2015-04.2016).	18
Tabelle 3.2: Die 9 Tage mit hohen Tempo100-Schaltzeiten (20-23 h) bei Hallein A10 (05.2015-04.2016):	20
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 (05.2015-04.2016 (oben), 05.2014-04.2015 (Mitte) bzw. 05.2012-04.2013 (unten)):	25
Tabelle 6.1: Emissionsreduktionen für NOx und CO2 durch das real umgesetzte flexible Tempo100-Limit auf dem 27 km langen Abschnitt Salzburg-Golling der A10, 05.2015-04.2016:	29
Tabelle 6.2: Absolute Kennzahlen der fünf Szenarien 'Tempo 100 immer', 'Tempo100 nie', 'Tempo100 temporär', 'Tempo100 Winterhalbjahr' und 'Tempo100 nie (vor VBA)', Hallein A10, Mai 2015 . April 2016.	31
Tabelle 6.3: 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 2015 . April 2016.	32
Tabelle 6.4: Relative Effekte des flexiblen Tempo100-Limits in Bezug auf ein permanentes Tempo100, Hallein A10, Mai 2015 . April 2016.	33
Tabelle 6.5: Relative Effekte eines permanenten Tempo100 (98.9 km/h tagsüber bzw. 97.9 km/h nachts) im Vergleich zum früheren 'Tempo130' (tagsüber 118, nachts 102.7 km/h) vor Einführung von Tempo100, Hallein A10, Mai 2015 . April 2016.	34
Tabelle 6.6: Relative Effekte des aktuellen flexiblen Tempo100 in Bezug auf die frühere 'Tempo130'-Situation ('Vor VBA'), Hallein A10, Mai 2015 . April 2016.	34

# 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 2015 . April 2016 evaluiert.

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

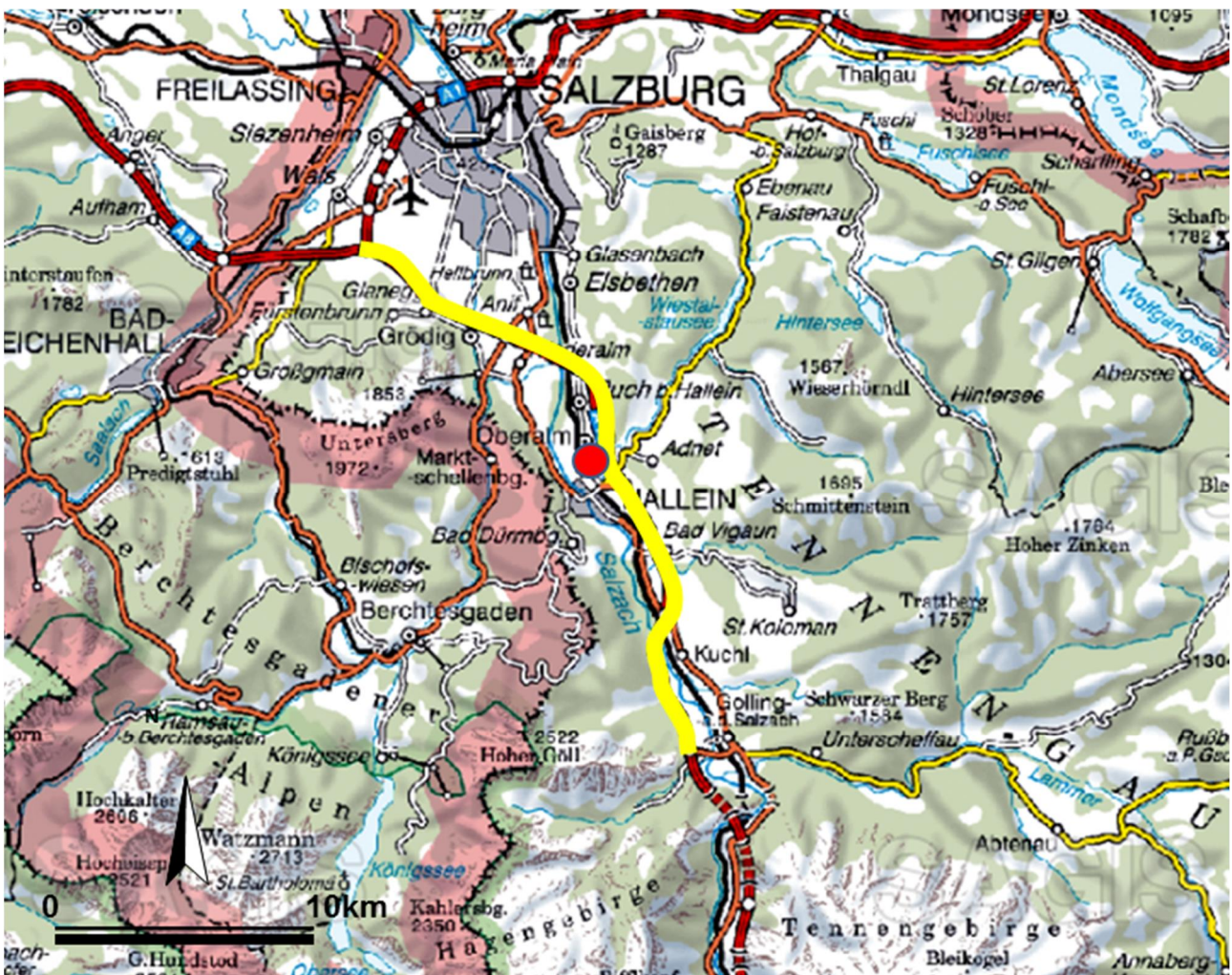


Abbildung 1.1: Die Tempo100-Strecke auf der A10 zwischen Salzburg und Golling; rot: Messstelle Hallein A10. Kartenquelle: SAGIS.

## 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 2015 . April 2016 war Tempo100 auf der A10 zwischen Salzburg und Golling während durchschnittlich **56.7 %** der Betriebszeit geschaltet. Bei einer Verfügbarkeit der Tempo100-Schaltung von ansprechenden 96.6 % 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 . 20:00 Uhr mit mehr als 80% am größten, in einzelnen Halbstunden erreichte sie nahezu 90%. Am Morgen zwischen 01:00 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. Die Ursache dafür lag darin, dass der Beitrag des Leichtverkehrs an die NO<sub>x</sub>-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<sub>x</sub>-Immissionen einen bestimmten Schwellenwert überschreitet; bei der A1 war dies morgens häufiger der Fall als abends.



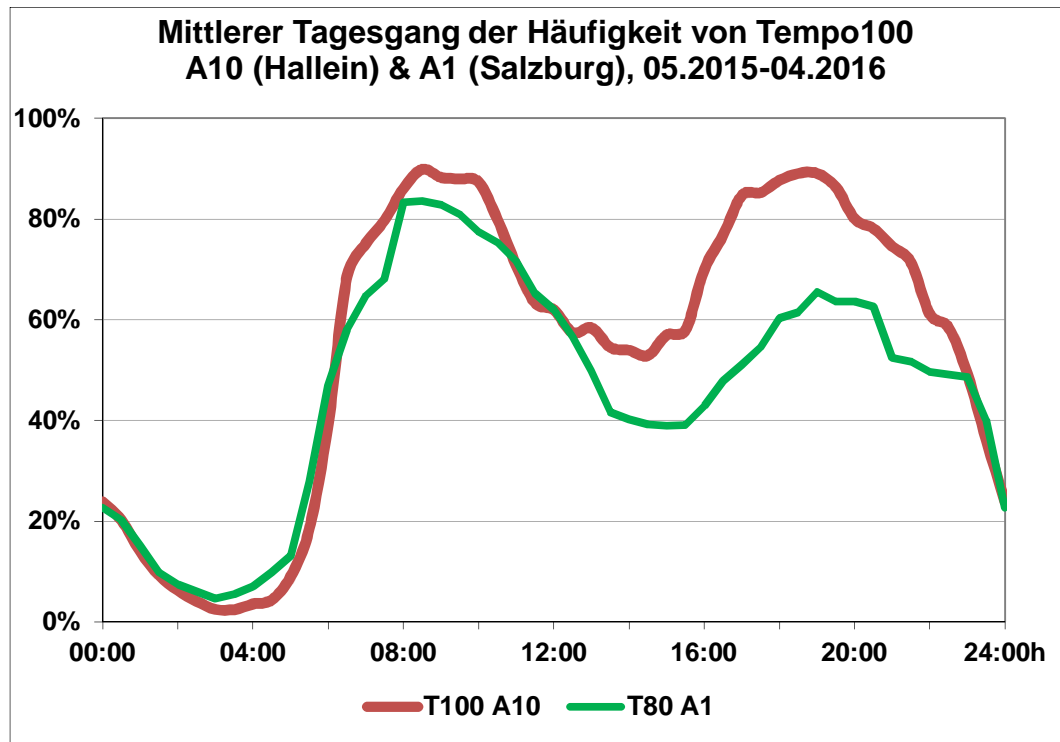


Abbildung 2.1: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 bei Hallein bzw. von Tempo80 auf der A1 bei Salzburg (05.2015-04.2016).

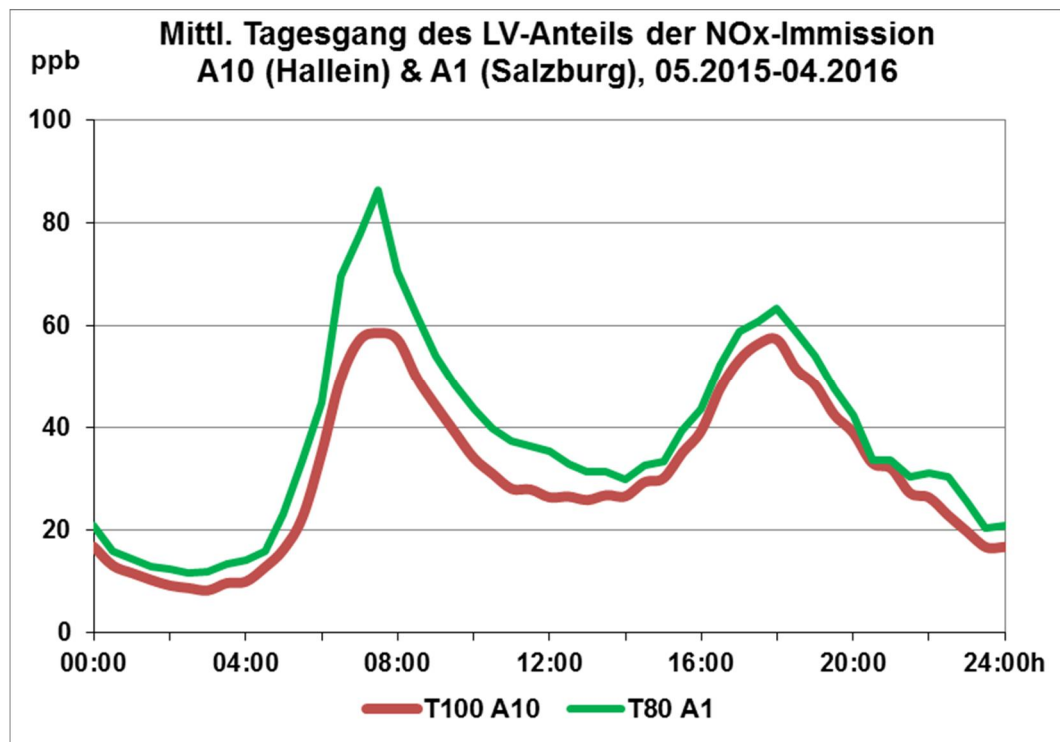


Abbildung 2.2: Mittlerer Tagesgang des Leichtverkehrsanteils an der NOx-Immission bei der A10 bei Hallein bzw. bei der A1 bei Salzburg (05.2015-04.2016).

Im Jahresverlauf (nächste Abbildung 2.3: Gleitende Wochenmittel) zeigten sich wie jedes Jahr Phasen mit weniger Tempo100-Schaltungen zu Beginn und Ende des Betriebsjahres (Mai - Juni 2015; April 2016). Der jahreszeitliche Verlauf war deutlich zu sehen, aber nicht so ausgeprägt wie auf der A1 bei Salzburg. Von Oktober . 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.

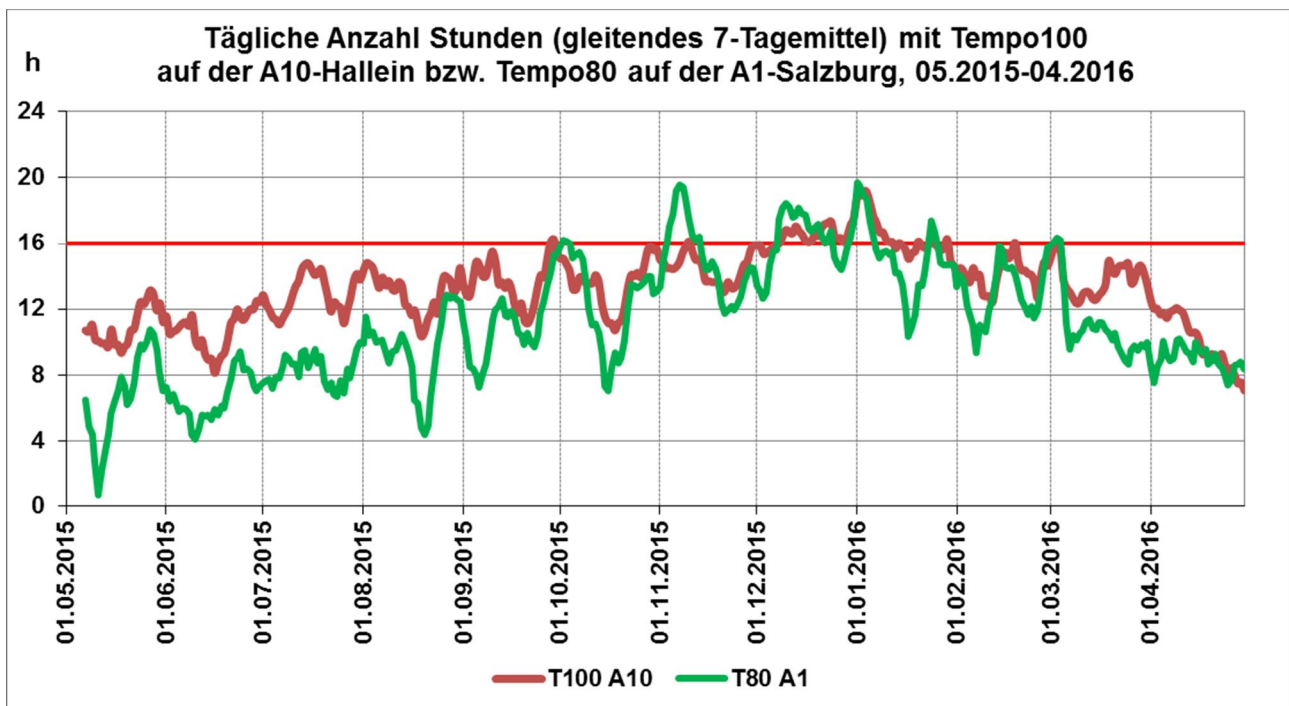


Abbildung 2.3: Tägliche Anzahl Stunden (gleitendes 7-Tagemittel) mit Tempo100 auf der A10 bei Hallein bzw. mit Tempo80 auf der A1 bei Salzburg (05.2015-04.2016).

## 2.1.2. Verkehrsaufkommen

Die A10 bei Hallein wies im Untersuchungsjahr (Mai 2015 . April 2016) einen DTV von rund 55'500 Fahrzeugen auf, 4% mehr wie im Vorjahr. Davon waren 82% Pkw, 9% schwere Güterfahrzeuge.

Der Verkehr hat in allen Fahrzeugkategorien zugenommen, bei den Pkw um 4% und bei den schweren Güterfahrzeugen um 0.4% (nach einer Abnahme über die letzten Jahre). 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 erfassungs-technische 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 (05.2015-04.2016).

DTV A10	Lieferwagen	Pkw	Schwere Güterfahrzeuge	Bus	Summe
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 5 Jahre:

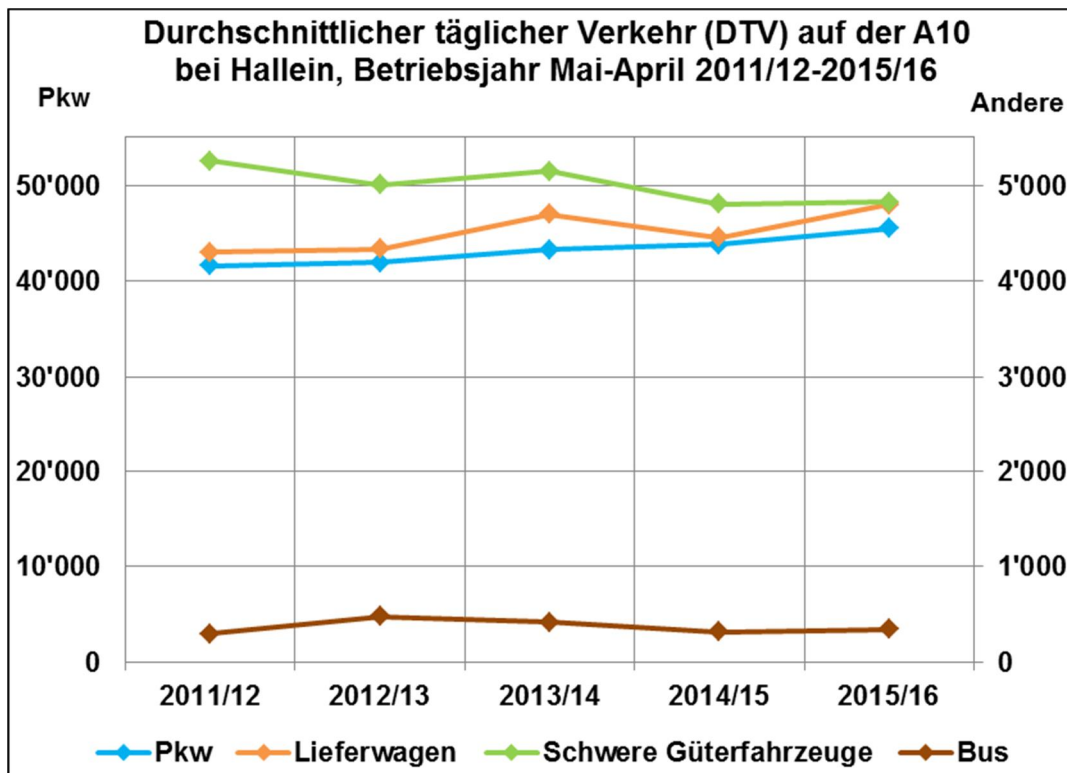


Abbildung 2.4: Mittlerer Tagesgang des Fahrzeugaufkommens (DTV) je Fahrzeuggruppe auf der A10 bei Hallein über die letzten 5 Betriebsjahre (2011/12 bis 2015/16).

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.

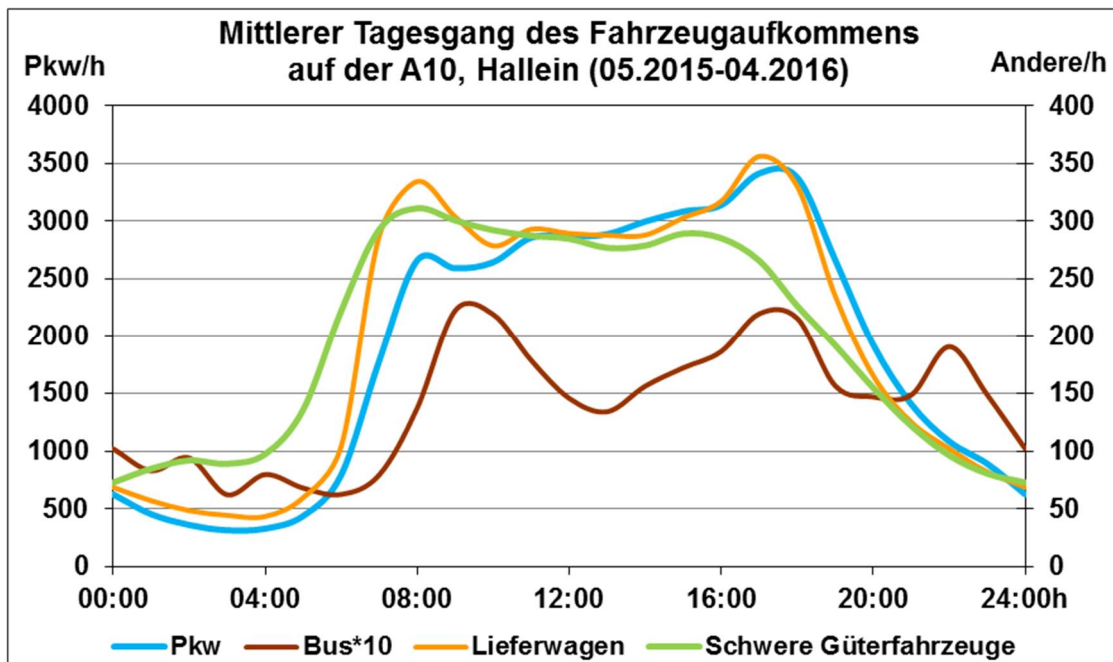


Abbildung 2.5: Mittlerer Tagesgang des Fahrzeugaufkommens je Fahrzeuggruppe auf der A10 bei Hallein (05.2015-04.2016).

### 2.1.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden

In diesem Abschnitt wird ein kurzer Überblick über die Stickstoffoxid-Emissionen und . Immissionen bei 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 NO<sub>2</sub>-Immission an der NO<sub>x</sub>-Immission ist im Frühjahr und Sommer wesentlich höher als im Herbst und Winter (die NO<sub>2</sub>-Säulen in Abbildung 2.6 sind im Frühjahr nur wenig niedrigerer und im Sommer sogar etwas höher als die NO<sub>x</sub>-Säulen, im Herbst und Winter aber deutlich niedriger).

Die Jahreszeiten wurden wie folgt eingeteilt:  
 Frühjahr: Mai 2015 und März-April 2016;  
 Sommer: Juni . August 2015;  
 Herbst: September . November 2015;  
 Winter: Dezember 2015 . Februar 2016.

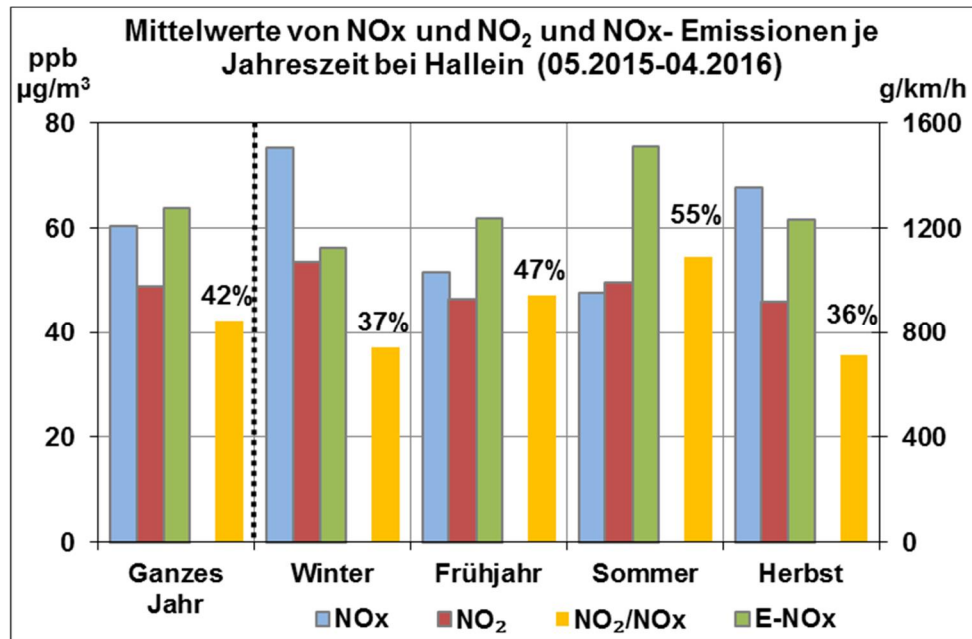


Abbildung 2.6: Mittelwerte der Immissionen an NOx und NO<sub>2</sub> sowie deren Verhältnis und NOx-Emissionen im Jahresmittel und je Jahreszeit bei Hallein (05.2014-04.2015).

## 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 2.10).

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

% Tempo 100	05.2015-04.2016	Vorjahr 05.2014-04.2015
Winter	66%	66%
Frühjahr	47%	49%
Sommer	51%	58%
Herbst	58%	60%
<b>Ganzes Jahr</b>	<b>56%</b>	<b>58%</b>

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.

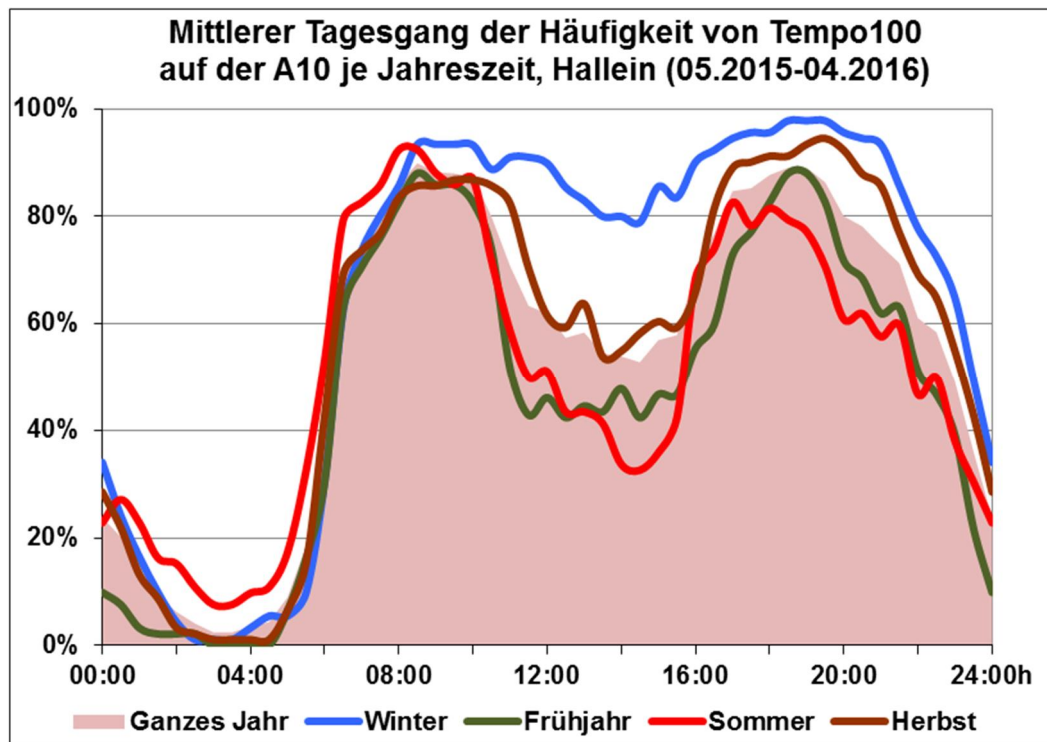


Abbildung 2.7: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 je Jahreszeit auf der A10 bei Hallein (05.2015-04.2016).

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 40% (April 2016) und 70% (Dezember 2015). Von November 2015 . Februar 2016 betrug die Schalthäufigkeit  $\geq 60\%$ .

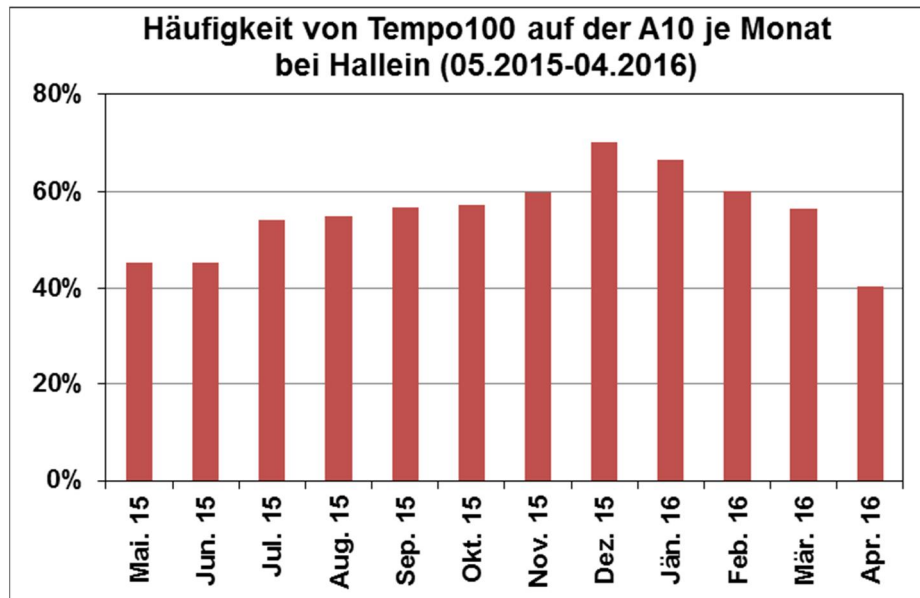


Abbildung 2.8: Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 bei Hallein je Monat (05.2015-04.2016).

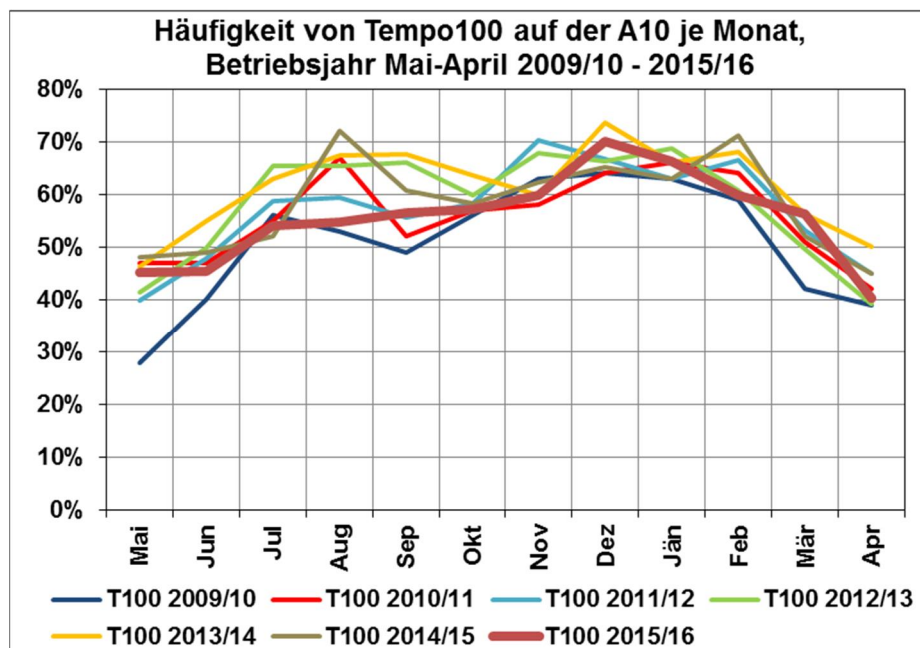


Abbildung 2.9: Vergleich der Monatswerte der Tempo100-Häufigkeit auf der A10 bei Hallein für die sieben Betriebsjahre 2009/10 - 2015/16.



Im August zeigte sich dieses Jahr keine erhöhte Schalthäufigkeit, trotz des erneut gestiegenen Pkw-Aufkommens (+2000 Fz täglich verglichen mit dem Vorjahr!). Dies dürfte im Wesentlichen meteorologische Ursachen gehabt haben. In den letzten sieben Betriebsjahren hat die Tempo100-Häufigkeit jedenfalls nur zweimal im August eine effektive Spitze gezeigt.

## 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 mehr; temporäre Rückgänge ergaben sich im August (Urlaubszeit) und Dezember/Januar. Für Pkw lag das leichte Minimum im November.

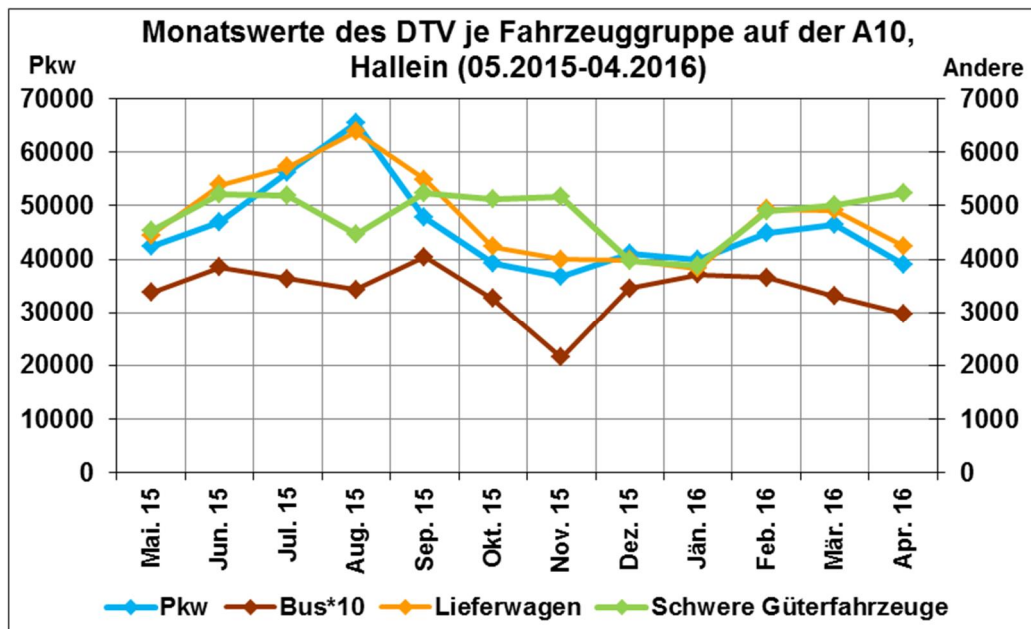


Abbildung 2.10: Monatswerte des DTV je Fahrzeuggruppe auf der A10 bei Hallein (05.2015-04.2016).

Seit Eröffnung der zweiten Tunnelröhren auf der Tauernautobahn hat der Pkw-Verkehr von Juni - September jedes Jahr zugenommen. Vom Vorjahr auf das aktuelle Jahr ist diese Zunahme wieder angewachsen, beträgt für den August mehr als +2000 Fz/Tag.

Das Aufkommen an schweren Nutzfahrzeugen (SNF) hat im Vergleich zum Vorjahr wieder leicht zugenommen, nachdem im Vorjahr in praktisch jedem Monat der tiefste Stand über die letzten sechs Jahre erreicht wurde. Allerdings dürfte der Sensorwechsel bei der Fahrzeugzählung am 31.10.2013 hier eine Rolle spielen.



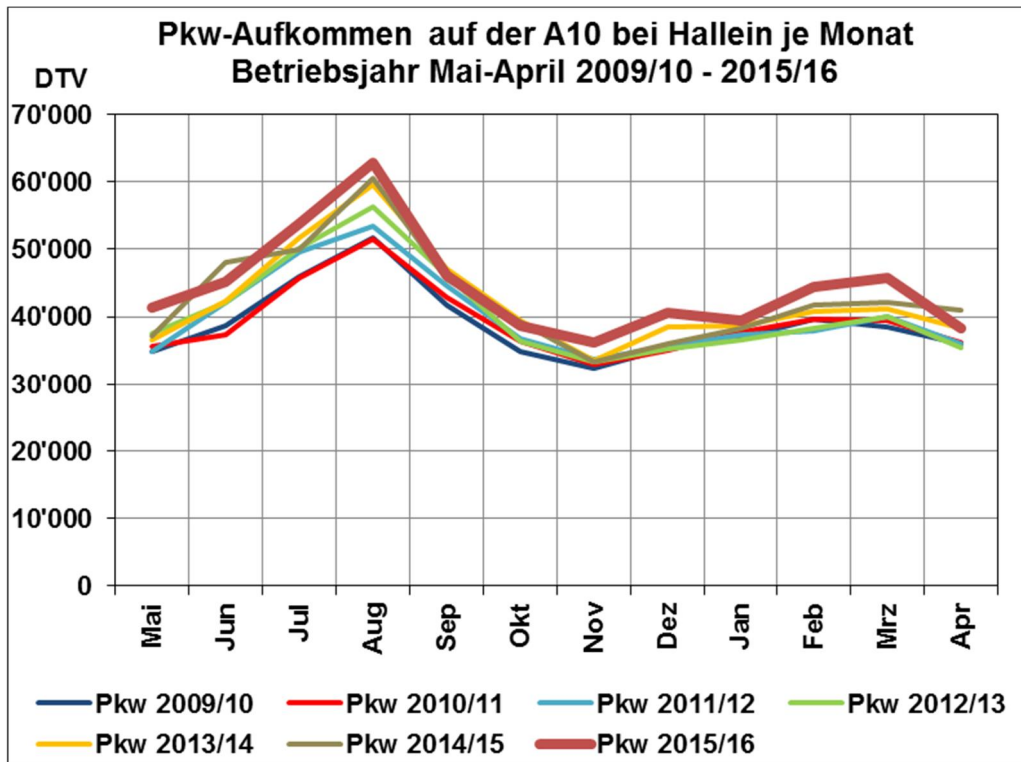


Abbildung 2.11: Vergleich der Monatswerte des Pkw-Aufkommens auf der A10 bei Hallein für die sieben Betriebsjahre 2009/10 - 2015/16.

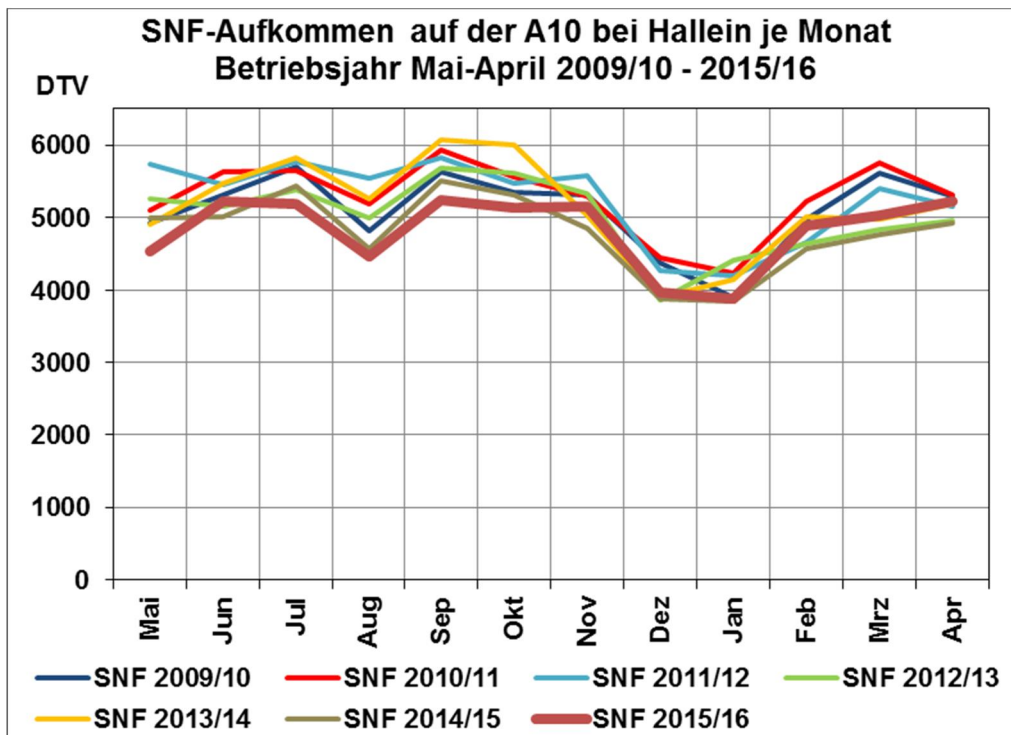


Abbildung 2.12: Vergleich der Monatswerte des SNF-Aufkommens (=Lkw + Lkw mit Anhänger + Sattelzüge) auf der A10 bei Hallein für die sieben Betriebsjahre 2009/10 - 2015/16.

### 2.2.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden

Die Gegenläufigkeit der NO<sub>x</sub>-Emissionen und . Immissionen zeigt sich deutlich bei den Monatswerten. Die höchsten NO<sub>x</sub>-Immissionen fanden sich von November 2015 bis Januar 2016, die tiefsten von Mai-August 2015. Die NO<sub>2</sub>-Immissionen zeigen einen anderen Verlauf als die NO<sub>x</sub>-Immissionen, da sie zum >Teil nicht direkt emittiert, sondern erst in der Atmosphäre durch Konversion des NO zu NO<sub>2</sub> mit Hilfe von Ozon gebildet werden. Diese Umwandlung wird im Winter durch das limitierte Ozonangebot beschränkt, wodurch sich das jahreszeitliche NO<sub>2</sub>-Maximum oft im Spätwinter ergibt. Im aktuellen Betriebsjahr ergab es sich bei Hallein im Januar 2016.

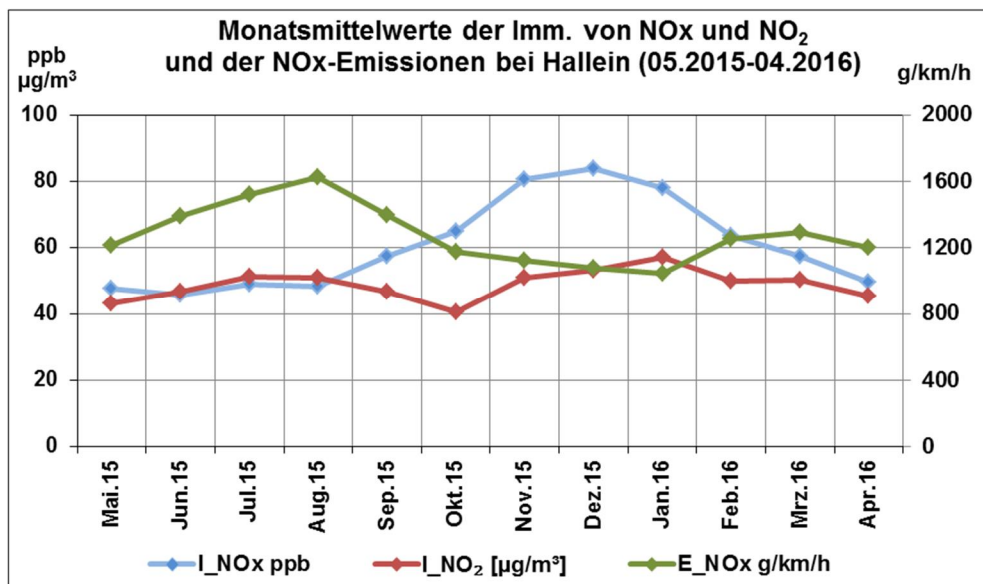


Abbildung 2.13: Monatsmittelwerte der NO<sub>x</sub>- und NO<sub>2</sub>-Immissionen sowie der NO<sub>x</sub>-Emissionen bei Hallein-A10 (05.2015-04.2016).

Die NO<sub>x</sub>-Emissionen enthalten die Tempo100-Schaltungen; bei Tempo100 ist die Emission eines Fahrzeugs eben deutlich tiefer als bei Tempo130. Deshalb bildet sich die Verkehrsspitze im August mit den vermehrten Tempo100-Schaltungen nur gedämpft ab; ein Beitrag dazu liefert auch der Rückgang der schweren Nutzfahrzeuge im August (s. Abbildung 2.12).

In der Gesamtschau über die letzten sieben Betriebsjahre lässt sich der Rückgang der NO<sub>x</sub>-Immissionen erkennen. Zwar haben sich die extrem tiefen Werte des Vorjahres-Winters wieder normalisiert, jedoch war es diesmal der Februar 2016 mit auffallend tiefen Werten. 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  $49 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Betriebsjahr noch weit über dem Grenzwert von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  liegt, und dass das Jahresmittel ohne das flexible Tempo100-Limit bei  $52 \mu\text{g}/\text{m}^3$  liegen würde (s. Kapitel 6). Es ist mit einer weiteren Immissionsabnahme wegen der Flottenmodernisierung zu rechnen, aber das reale Ausmaß ist noch unklar, und Verkehrszunahmen wirken wieder immissionserhöhend.

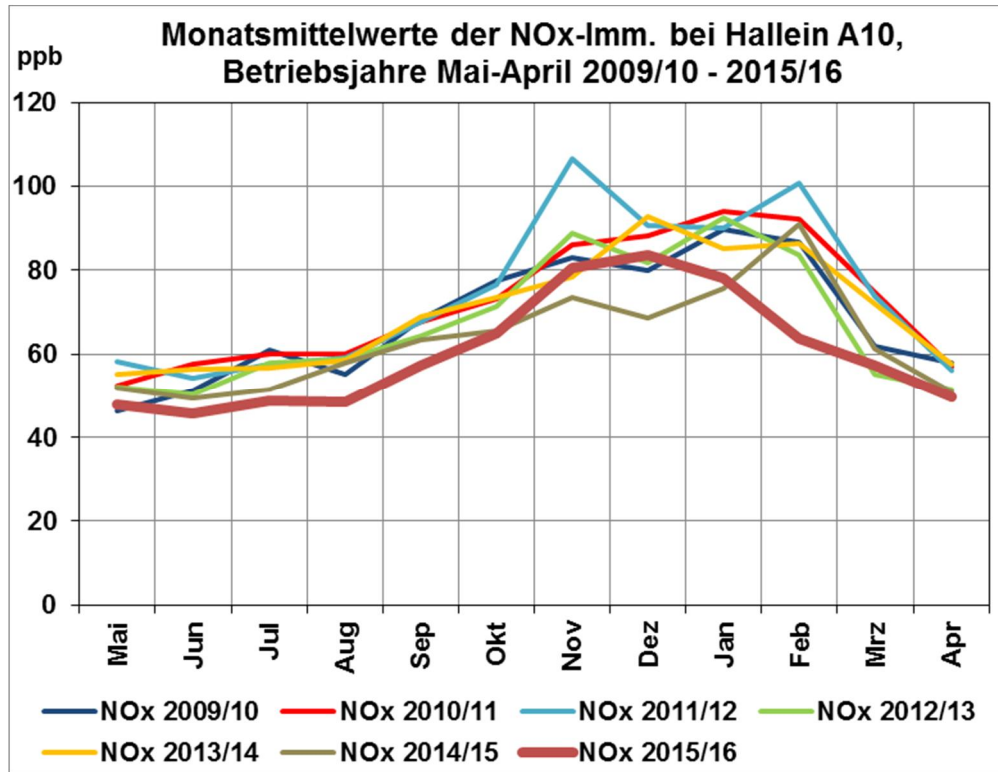


Abbildung 2.14: Vergleich der Monatswerte der NOx-Immissionen bei Hallein (A10) für die Betriebsjahre 2009/10 - 2015/16.

## 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; neuerdings war der Sonntag der Tag mit der geringsten Schalthäufigkeit, bislang wies er die dritthäufigsten Schaltungen auf, s. dazu Kapitel 5. Auf der A1 bei Salzburg waren Donnerstag und Freitag die Tage mit der höchsten Schalthäufigkeit, der Rückgang am Samstag und vor allem 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.

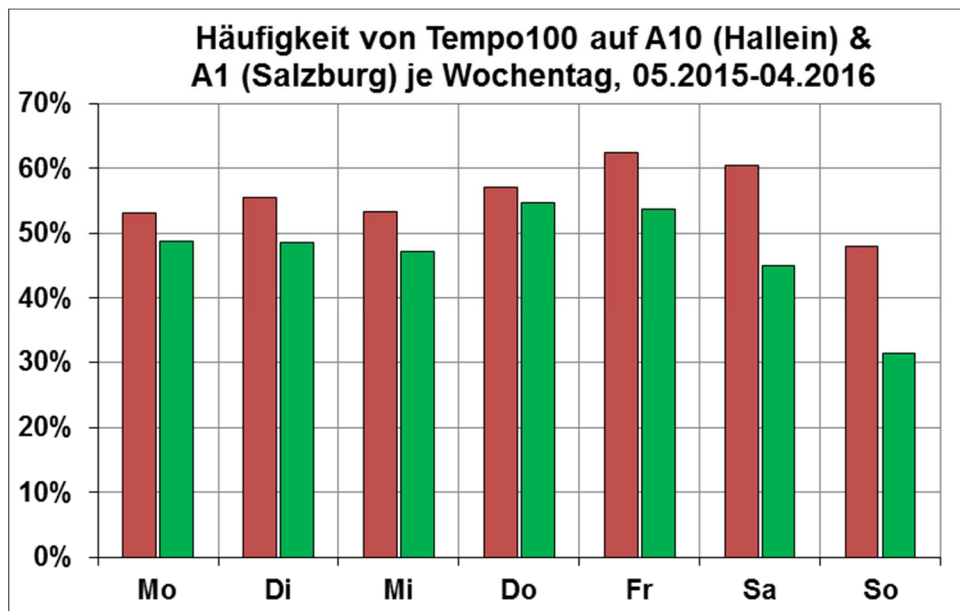


Abbildung 2.15: Häufigkeit von Tempo100 je Wochentag auf der A10 bei Hallein bzw. auf der A1 bei Salzburg, 05.2015-04.2016.

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 wiederholt sich oft; dieses Jahr jedoch hat sich die Position des Sonntags in der Rangfolge der Tempo100-Schaltungen verändert.

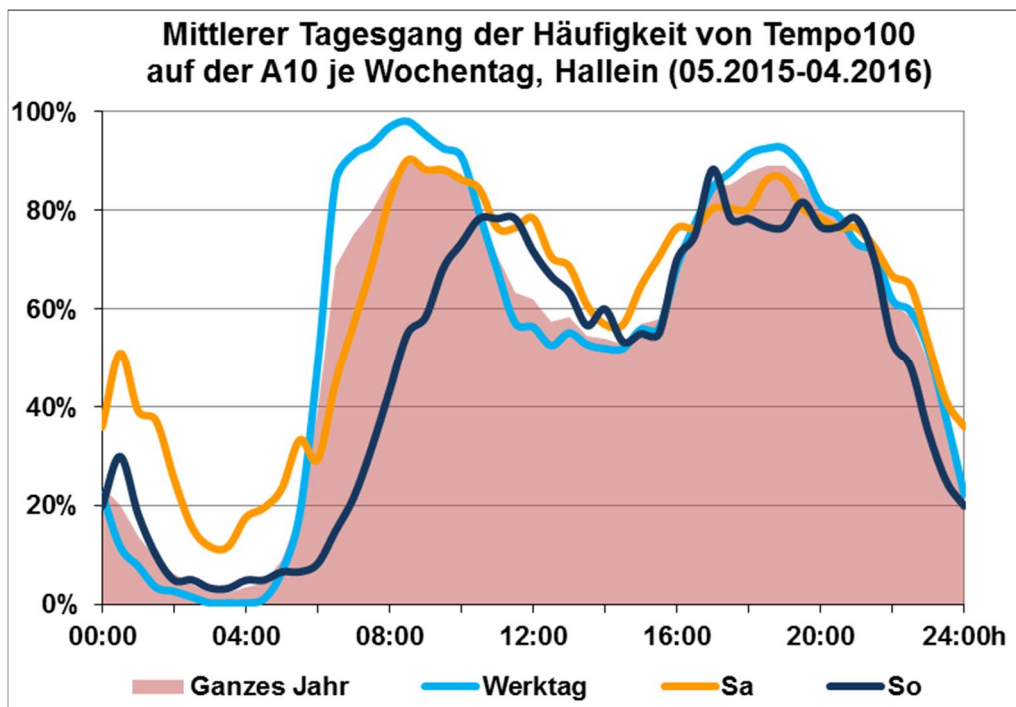


Abbildung 2.16: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 bei Hallein je Wochentagstyp (05.2015-04.2016).

### 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.

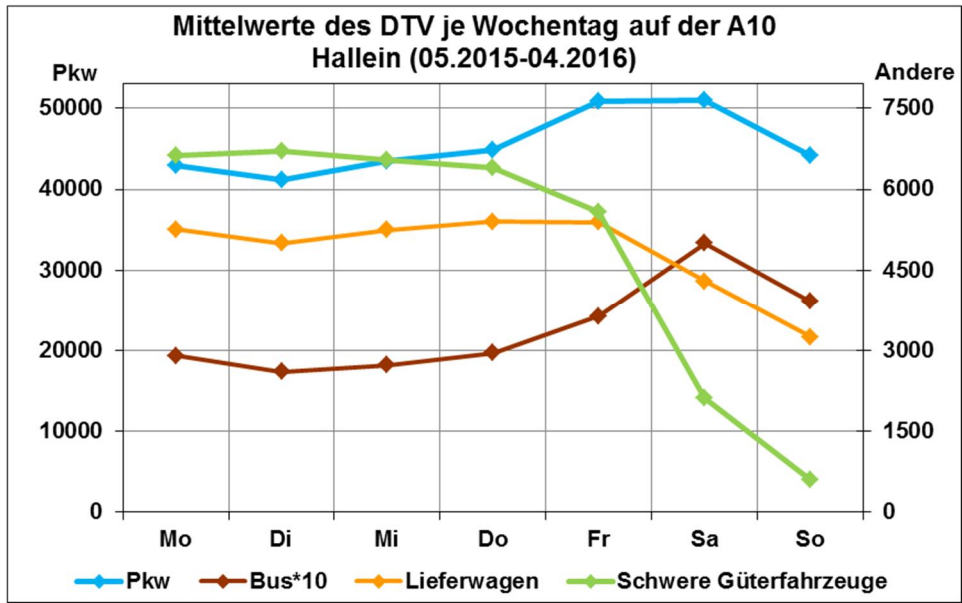


Abbildung 2.17: Durchschnittlicher täglicher Verkehr (DTV) auf der A10 bei Hallein je Wochentag (05.2015-04.2016).

### 2.3.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden

Die Immissionen und Emissionen an NO<sub>x</sub> verlaufen über die gesamte Woche weitgehend parallel, ihr Verhältnis (Immission pro Emissionseinheit) hängt also kaum vom Wochentag ab. Gewisse Schwankungen ergeben sich aus unterschiedlichen meteorologischen Bedingungen je Wochentag, die sich auch im Jahresmittel durchaus zeigen können, und aus unterschiedlichen tageszeitlichen Emissionsverläufen je Wochentag, welche ebenfalls einen Einfluss auf die resultierenden Immissionen haben können.

Das NO<sub>2</sub> folgt der NO<sub>x</sub>-Abnahme zum Wochenende hin erwartungsgemäß nur gedämpft; die NO<sub>2</sub>-Bildung aus NO und Ozon in der Atmosphäre nimmt nicht proportional zur NO-Immission ab.

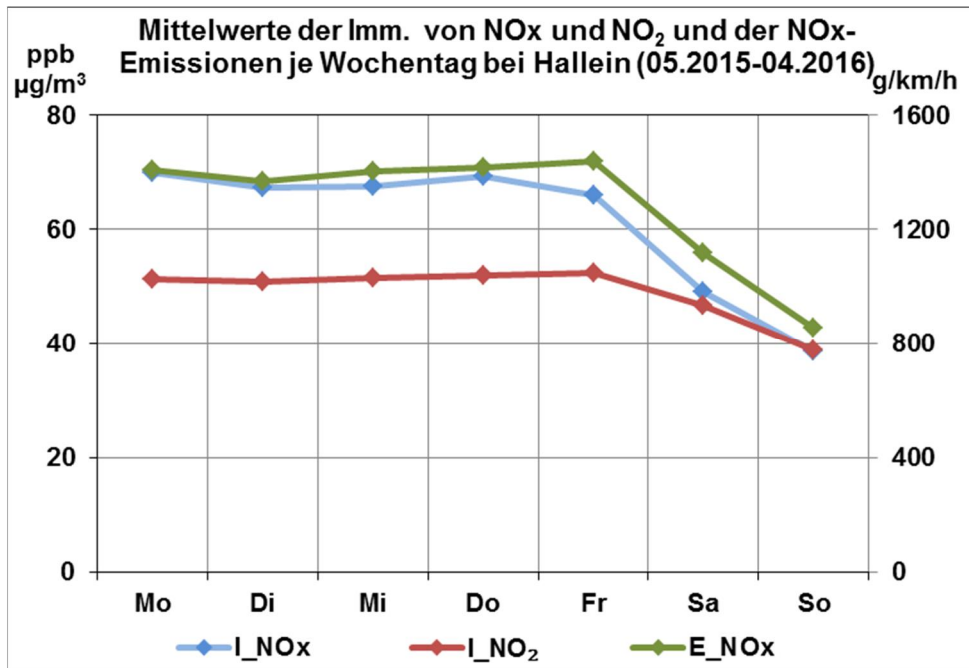


Abbildung 2.18: Mittelwerte der Immissionen von NOx und NO<sub>2</sub> sowie der NOx-Emissionen (E\_NOx) bei Hallein A10 je Wochentag (05.2015-04.2016).

### 3. Dokumentation der täglichen Schaltzeiten

In der folgenden Tabelle werden alle täglichen Schaltzeiten von Tempo100 auf der A10 bei Hallein im Betriebsjahr 2015/16 dokumentiert.

Tabelle 3.1: Tägliche Anzahl Stunden mit Tempo100-Schaltung, Hallein A10 (05.2015-04.2016).

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



An keinem Tag fiel die Schaltung vollständig aus. An insgesamt 296 Stunden fiel sie aus, dies ist eine ansprechende Verfügbarkeit von 96.6%.

Die monatliche Verteilung der Tage mit "extremen" Schaltzeiten (0 - 5.5 h bzw. 20- 23 h Schaltzeit) folgt grundsätzlich der allgemeinen Verteilung der Schaltzeiten: Sehr hohe tägliche Schaltzeiten finden wir überwiegend im Winter und an einzelnen Tagen im August/September, tiefe vor allem im Frühjahr und Frühsommer.

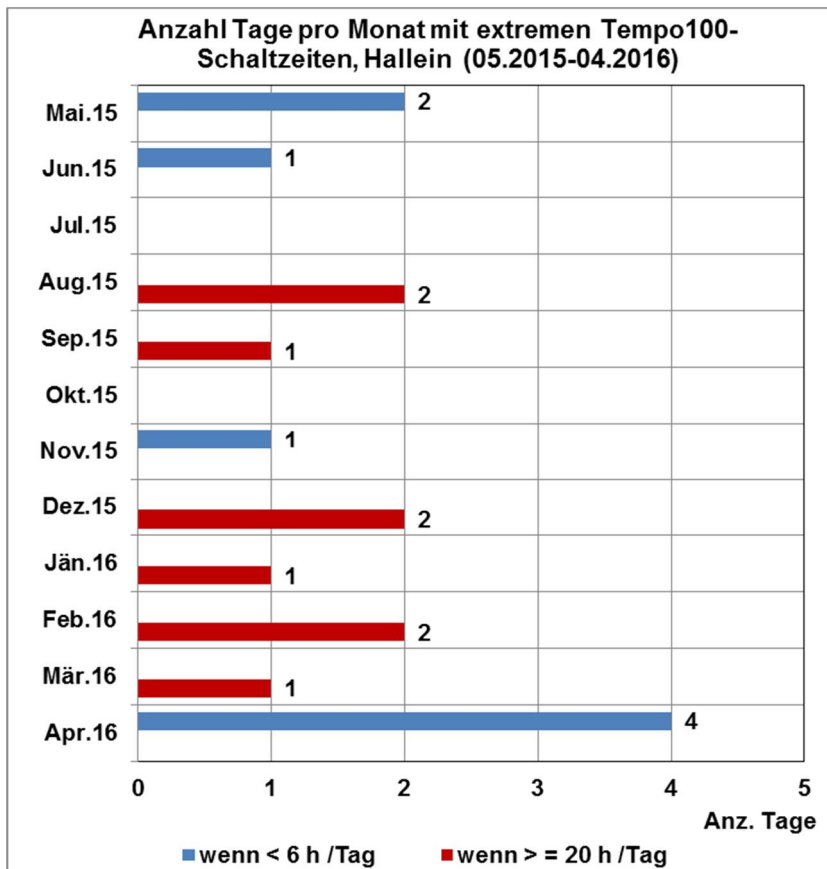


Abbildung 3.1: Anzahl Tage pro Monat mit extremen Tempo100-Schaltzeiten, Hallein A10 (05.2015-04.2016).

Bei den Tagen mit hohen Schaltzeiten (20-23 h) handelt es sich um Urlaubstage im Sommer und Winter und um drei Tage um den Jahreswechsel 2015/16 mit mäßigem bis eher geringem Verkehr und offenbar sehr schlechten meteorologischen Ausbreitungsbedingungen.

Tabelle 3.2: Die 9 Tage mit hohen Tempo100-Schaltzeiten (20-23 h) bei Hallein A10 (05.2015-04.2016):

Tag	Datum	Pkw- Aufkommen	Tempo100-Schaltzeit [h]
<b>Sa</b>	01.08.2015	85062	22
<b>Sa</b>	22.08.2015	83055	20.5
<b>Sa</b>	05.09.2015	68566	23
<b>Di</b>	29.12.2015	42836	20
<b>Mi</b>	30.12.2015	49609	22
<b>Fr</b>	<b>01.01.2016</b>	<b>26469</b>	<b>20.5</b>
<b>Sa</b>	13.02.2016	63533	21.5
<b>Sa</b>	27.02.2016	65536	22.5
<b>Sa</b>	19.03.2016	63587	20

## 4. Effektive Fahrgeschwindigkeiten auf der A10 bei Hallein

In diesem Kapitel werden die mittleren Fahrgeschwindigkeiten auf der A10 bei Hallein vom Mai 2015 . April 2016 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 2016 der Fall. Ansonsten variierten die Geschwindigkeitsbereiche wenig außer bei kurzzeitigen Stauerscheinungen.

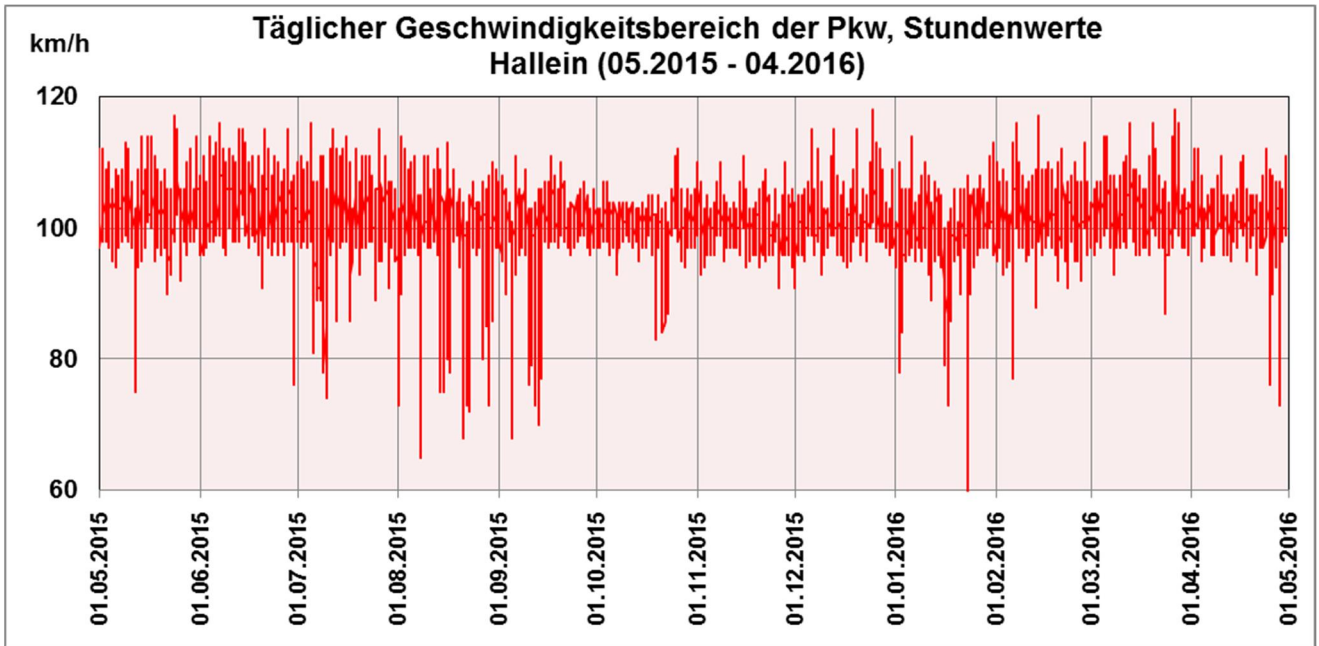
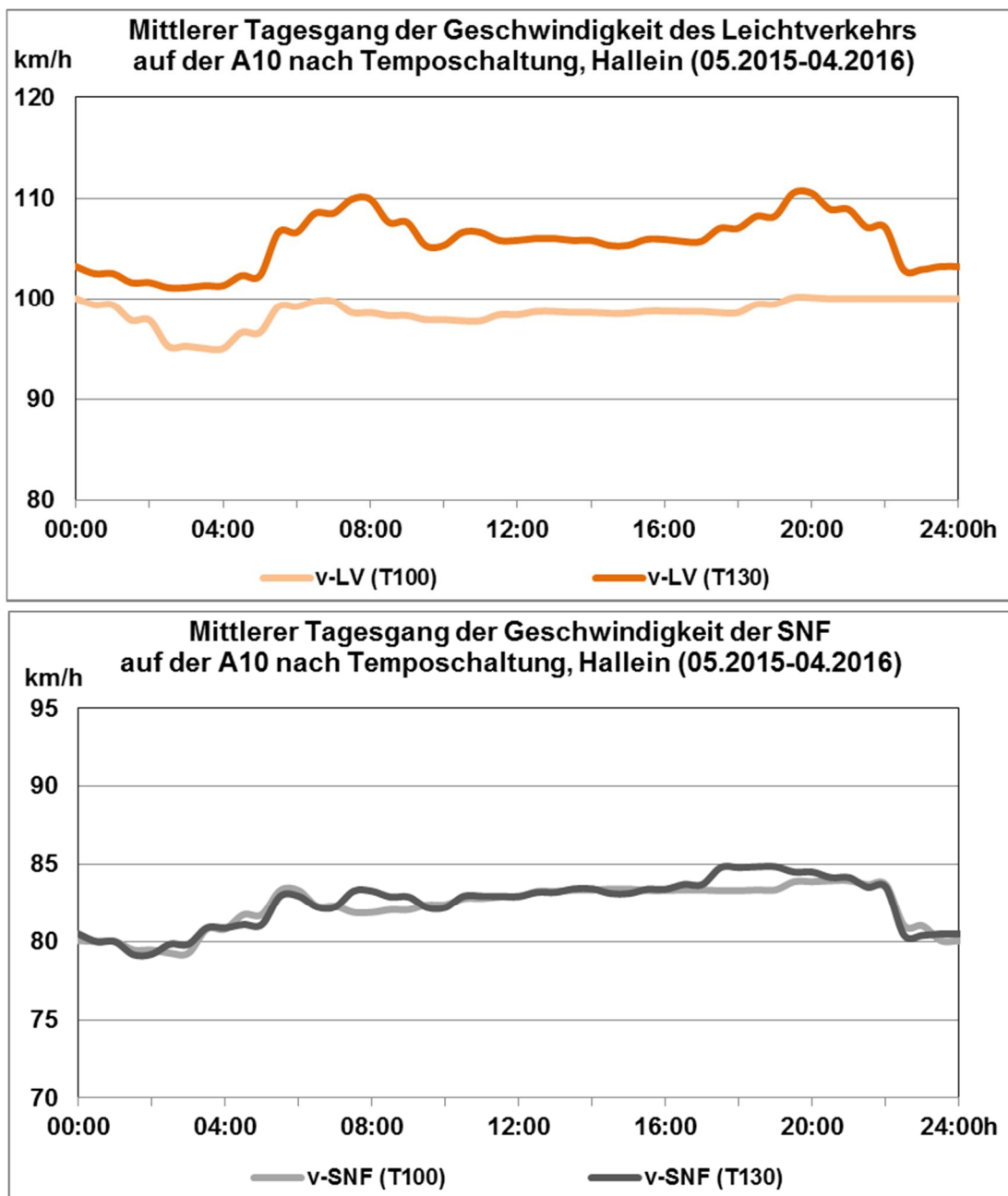


Abbildung 4.1: Täglicher Geschwindigkeitsbereich der Pkw auf der Basis der Stundenwerte, Hallein A10 (05.2015-04.2016).

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 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, auffällig zeitparallel zur Absenkung beim Leichtverkehr. Die höchsten Geschwindigkeiten werden von 17 bis 20 Uhr gefahren.



**Abbildung 4.2: Mittlerer Tagesgang der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs (oben) und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF; unten) auf der A10 bei Hallein (05.2015-04.2016).**

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.

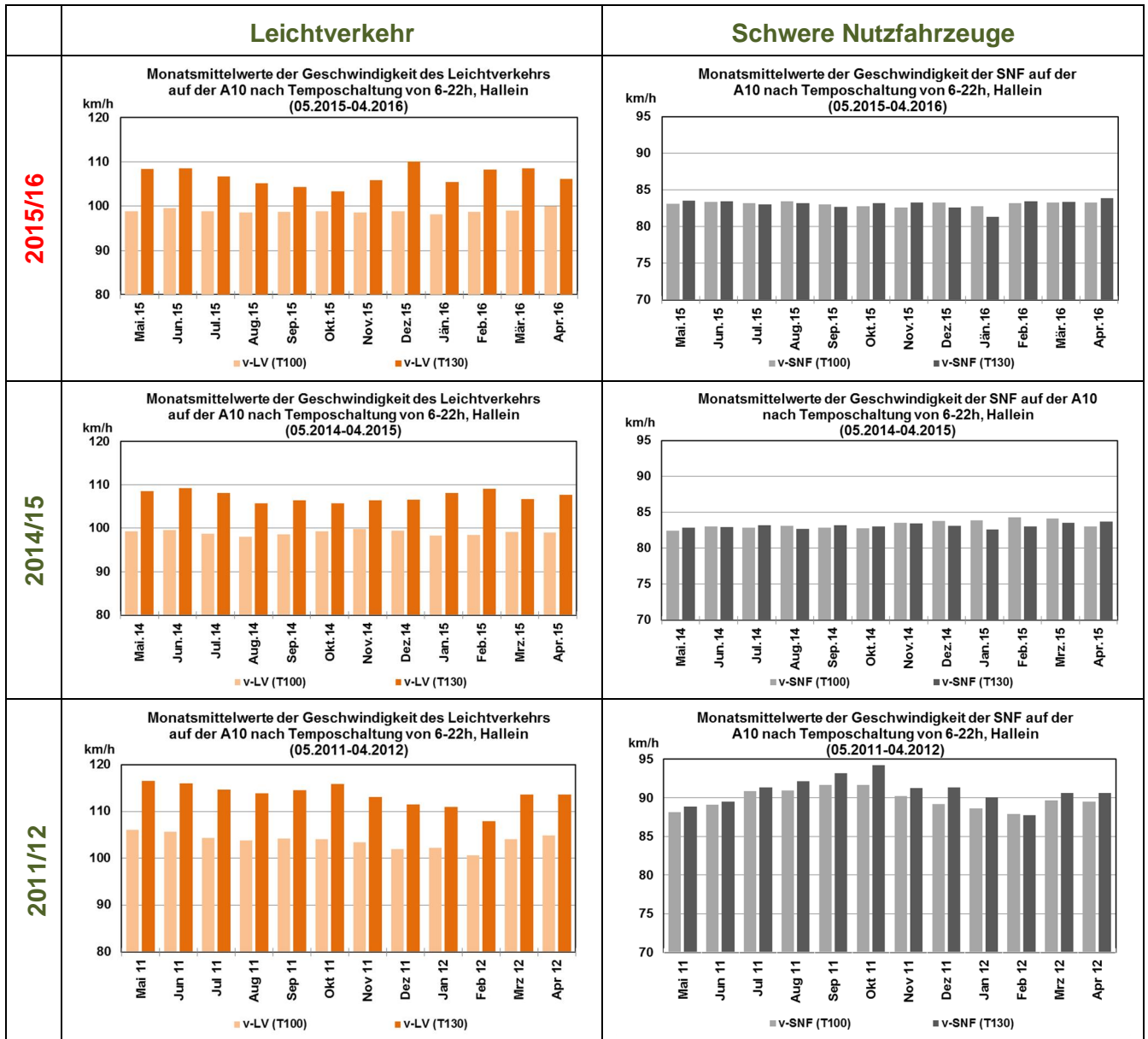


Abbildung 4.3: Monatswerte der mittleren gemessenen Fahrgeschwindigkeit von 6-22 Uhr des Leichtverkehrs (LV; links) und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF; rechts) auf der A10 bei Hallein (05.2011-04.2012 (unten); 05.2014-04.2015 (Mitte); 05.2015-04.2016 (oben)).

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 2012/13 (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 (05.2015-04.2016 (oben), 05.2014-04.2015 (Mitte) bzw. 05.2012-04.2013 (unten)):**

<b>Tempolimit (05.2015-04.2016)</b>	<b>LV: v [km/h] 6-22 Uhr</b>	<b>LV: v [km/h] 22-6 Uhr</b>
<b>mit IG-L Schaltung</b>	<b>98.9</b>	<b>97.9</b>
<b>ohne IG-L Schaltung</b>	<b>107.1</b>	<b>102.7</b>
<b>Vorjahr Tempolimit (05.2014-04.2015)</b>	<b>LV: v [km/h] 6-22 Uhr</b>	<b>LV: v [km/h] 22-6 Uhr</b>
<b>mit IG-L Schaltung</b>	<b>99.0</b>	<b>98.2</b>
<b>ohne IG-L Schaltung</b>	<b>107.6</b>	<b>102.6</b>
<b>Vor Sensorwechsel Tempolimit (05.2012-04.2013)</b>	<b>LV: v [km/h] 6-22 Uhr</b>	<b>LV: v [km/h] 22-6 Uhr</b>
<b>mit IG-L Schaltung</b>	<b>103.7</b>	<b>103.4</b>
<b>ohne IG-L Schaltung</b>	<b>114.2</b>	<b>108.3</b>

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 **8.2 km/h** (Vorjahr 8.6 km/h) erreicht. Im Vergleich zum Vorjahr ist die Geschwindigkeit bei Tempo100 gleich geblieben, diejenige bei Tempo130 hat sich im Mittel um 0.5 km/h reduziert.

## 5. Überprüfung der Auswirkung der neuen Schaltparameter im Algorithmus

Seit dem 4.3.2015 sind im Schaltalgorithmus für die flexible Tempo100-Schaltung auf der A10 neue Parameter im Einsatz, welche insbesondere das neue Handbuch der Emissionsfaktoren (HBEFA3.2) berücksichtigen. In diesem Kapitel werden deren Auswirkungen auf die Tempo100-Schaltung im Betriebsjahr 2015/16 überprüft.

Zur Überprüfung werden Jahresverläufe und Tagesgänge der Tempo100-Häufigkeit von 5 Betriebsjahren herangezogen:

Betriebsjahre 2011/12, 2012/13, 2013/14: Alte Parameter.

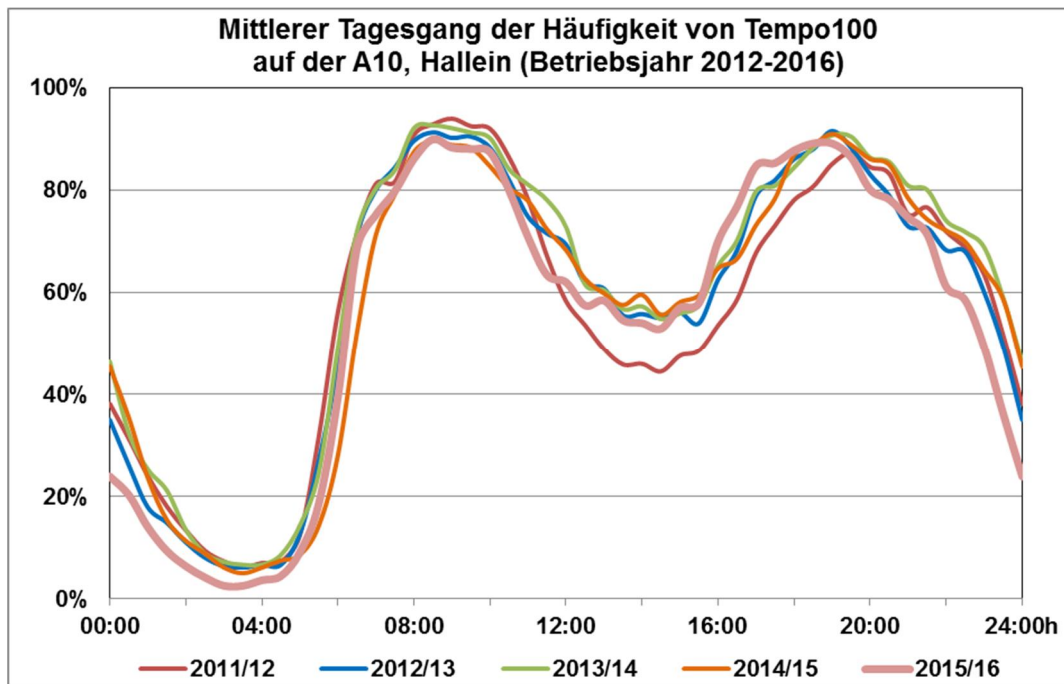
Betriebsjahr 2014/15: 10 Monate mit alten Parametern, März-April 2015 mit neuen Parametern.

Betriebsjahr 2015/16: Durchwegs mit neuen Parametern.

Die Frage ist, ob das aktuelle Betriebsjahr mit den neuen Parametern gegenüber den anderen in irgendeiner Weise heraussticht.

### Mittlere Tagesgänge der Tempo100-Häufigkeit

Es werden die Tagesgänge für das ganze Betriebsjahr und für den Winter (Nov. . Jan.) miteinander verglichen.





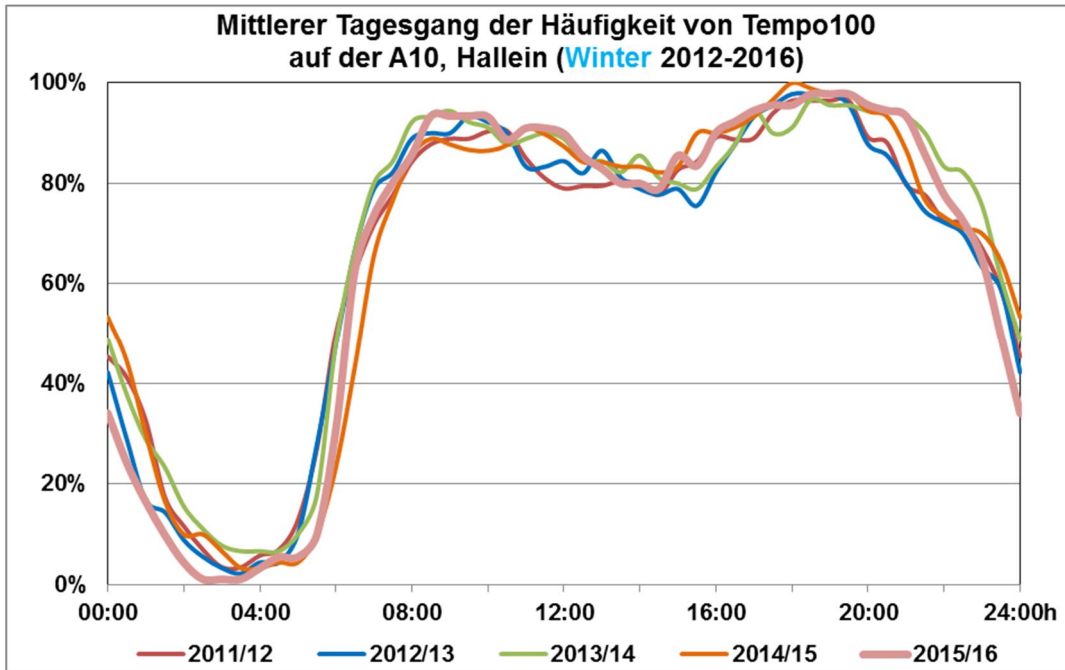
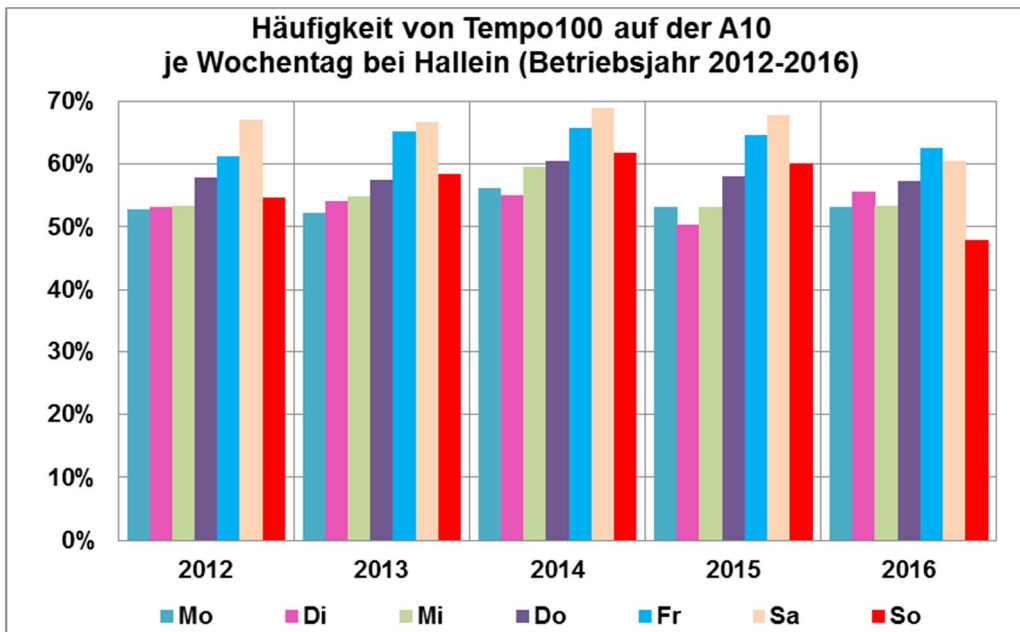


Abbildung 5.1: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 bei Hallein für ganzes Jahr (oben) und Winter (Nov. – Jan.; unten), Betriebsjahre 2011/12 - 2015/16.

Das aktuelle Betriebsjahr sticht nicht heraus; die Variationen zwischen den Betriebsjahren liegen in der üblichen Schwankungsbreite.

**Wochengänge der Tempo100-Häufigkeit**

Es werden die Tagesgänge für das ganze Betriebsjahr miteinander verglichen, einmal nach den 5 Betriebsjahren geordnet, dann nach Wochentag geordnet.



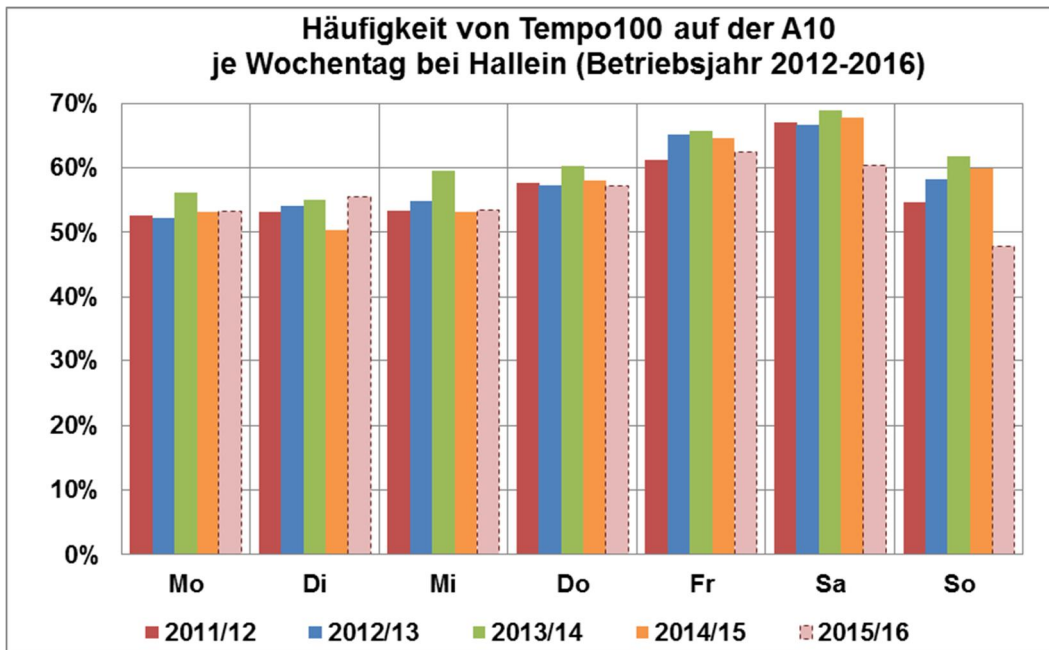


Abbildung 5.2: Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 bei Hallein je Wochentag, geordnet nach Jahren (oben) bzw. geordnet nach Wochentag (unten), Betriebsjahre 2011/12 - 2015/16.

Bei der Wochentagsabhängigkeit ergibt sich eine Änderung aufs aktuelle Betriebsjahr mit den neuen Parametern: Die Tempo100-Häufigkeit ist an Samstagen und noch mehr an Sonntagen im Vergleich mit den Vorjahren gesunken, währenddem sie an den übrigen Wochentagen Montag-Freitag im Bereich der vorhandenen Schwankungsbreite verblieb.

Dieses Verhalten der Schaltung im aktuellen Betriebsjahr ist nachvollziehbar: Bei den alten Parametern hatte der Schwerverkehr beim NOx mehr Emissionsgewicht gegenüber dem Leichtverkehr als es nun bei den neuen Parametern der Fall ist; so entsprach nach alten Parametern für österreichische Autobahn die mittlere Emission eines Sattel- oder Lastenzuges 7.5 mittleren Pkw, nach neuen Parametern nur noch 5.3 Pkw. Damit werden die Unterschiede in den Emissionsanteilen des Leichtverkehrs zwischen Werk- und Sonntagen kleiner, die geringeren NOx-Immissionen sonntags wirken sich mehr aus und die Sonntage 'verlieren' Schaltungen. (Es ist zu bedenken, dass der Algorithmus beim Schaltentscheid nur die NOx-Anteile des Leichtverkehrs betrachtet).

Insgesamt erscheinen die Tempo100-Schaltungen mit den neuen Parametern im Algorithmus als sehr plausibel. Basis ist das HBEFA3.2. Die 'Entwicklung' der Emissionsfaktoren im realen Betrieb sollte für Leicht- **und** Schwerverkehr aufmerksam verfolgt werden.

## 6. 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.

### 6.1. Emissionsreduktionen

Bei den **Emissionen** an NO<sub>x</sub> und CO<sub>2</sub> lassen sich die folgenden **Reduktionen durch das real umgesetzte Tempo100-Limit** abschätzen (Reduktion der mittleren Geschwindigkeit des Leichtverkehrs um die ermittelten **8.2 km/h**):

**Tabelle 6.1: Emissionsreduktionen für NO<sub>x</sub> und CO<sub>2</sub> durch das real umgesetzte flexible Tempo100-Limit auf dem 27 km langen Abschnitt Salzburg-Golling der A10, 05.2015-04.2016:**

	NO <sub>x</sub>	CO <sub>2</sub>
<b>Gesamtemission [t/y]</b>	<b>305</b>	<b>103'214</b>
<b>Einsparung durch flexibles T100 [t/y]</b>	<b>-20</b>	<b>-2617</b>
<b>in %</b>	<b>-6.3%</b>	<b>-2.5%</b>

Durch das flexible Geschwindigkeitslimit auf der A10 zwischen Salzburg und Golling konnten -6.3% der NO<sub>x</sub>- bzw. -2.5% der CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart werden. Der Prozentsatz dieser Einsparungen ist praktisch gleich hoch wie im Vorjahr, weil die real erreichte Geschwindigkeitsreduktion auch praktisch gleich wie im Vorjahr war.

Die prozentuale fossile Kraftstoffeinsparung dürfte sich etwa im Bereich der CO<sub>2</sub>-Einsparung bewegt haben. Die Abschätzung der Emissionsreduktionen basiert auf dem Handbuch der Emissionsfaktoren HBEFA 3.2. Die Gesamtemission an CO<sub>2</sub> wird inklusive Bio-Kraftstoffe angegeben.

Gegenüber dem Vorjahr haben die berechneten NO<sub>x</sub>-Emissionen um -3.8% abgenommen, die NO<sub>x</sub>-Immissionen um -4.4%. Dies ist grundsätzlich plausibel, der Einfluss der unterschiedlichen meteorologischen Ausbreitungsbedingungen spielt auch noch mit rein. Die NO<sub>2</sub>-Immissionen haben lediglich um -0.8% abgenommen. Einerseits spielt auch hier die Meteorologie eine Rolle, andererseits weisen modernere Fahrzeuge einen höheren relativen Anteil an NO<sub>2</sub> in den NO<sub>x</sub>-Emissionen auf.

## 6.2. Szenarien der Immissionsreduktionen

Zur **Abschätzung der Reduktionen bei den Immissionen an NO<sub>x</sub> und NO<sub>2</sub>** wurden fünf Szenarien für den Zeitraum Mai 2015 . April 2016 berechnet:

- Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren stets mit der bei Hallein gemessenen Durchschnittsgeschwindigkeit bei 'Tempo 100' (98.9 km/h tagsüber bzw. 97.9 km/h nachts) → Tempo100 immer
- Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren stets mit der bei Hallein gemessenen Durchschnittsgeschwindigkeit bei 'Tempo 130' (107.1 km/h tagsüber bzw. 102.7 km/h nachts) → Tempo100 nie
- 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' → Tempo100 temporär *Dies ist der Realzustand für Hallein (mit den dort vorhandenen Emissionen und Immissionen).*
- Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren im Winterhalbjahr (Oktober . März) stets mit 'Tempo 100', im Sommerhalbjahr stets mit 'Tempo 130' → "Tempo100 Winterhj."
- 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 2015/16 → Tempo100 nie (vor VBA)

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 NO<sub>2</sub> 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.

### 6.3. Ergebnisse der Geschwindigkeitsszenarien

#### 6.3.1. 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 eine Überschreitung des NO<sub>2</sub>-Kurzzeitgrenzwertes gegeben. Die frühere Situation 'vor VBA' wird am Schluss dieses Kapitels weiter diskutiert.

**Tabelle 6.2: Absolute Kennzahlen der fünf Szenarien 'Tempo 100 immer', 'Tempo100 nie', 'Tempo100 temporär', 'Tempo100 Winterhalbjahr' und 'Tempo100 nie (vor VBA)', Hallein A10, Mai 2015 – April 2016.**

Hallein Absolute Werte	E_NOx	E_NO <sub>2</sub>	I_NOx	I_NO <sub>2</sub>	I_NOx	I_NO <sub>2</sub>	I_NO <sub>2</sub>
	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	95 %	95 %	Anz HST
	g/km/h	g/km/h	ppb	µg/m <sup>3</sup>	ppb	µg/m <sup>3</sup>	>200µg/m <sup>3</sup>
T100 immer	1256	294	60	48.0	142	87	0
T100 nie	1374	330	64	51.5	154	95	0
T100 temporär	1287	304	61	48.9	142	88	0
T100 WHj.	1321	314	62	49.7	144	90	0
Vor VBA	1600	399	74	58.6	177	108	1

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

**Relative Effekte eines permanenten Tempo100 bei Hallein im Betriebsjahr:**

Die NO<sub>2</sub>-Emissionen werden durch ein Tempolimit für den Leichtverkehr stärker reduziert als die NO<sub>x</sub>-Emissionen, weil der Leichtverkehr einen größeren prozentualen Anteil an den NO<sub>2</sub>-Emissionen als an den NO<sub>x</sub>-Emissionen hat. Von daher ist die Reduktion der NO<sub>2</sub>-Immissionen ähnlich hoch wie bei den NO<sub>x</sub>-Immissionen, obwohl das in der Luft aus NO gebildete NO<sub>2</sub> nur gedämpft auf Änderungen beim NO<sub>x</sub> reagiert.

Der Effekt bei den NO<sub>x</sub>-Immissionen wäre bei einem permanenten Tempo100 etwas geringer als bei den NO<sub>x</sub>-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.

**Tabelle 6.3: 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 2015 – April 2016.**

Hallein: Reduktion der Gesamtwerte durch ein permanentes Tempo 100	E_NOx	E_NO <sub>2</sub>	I_NOx	I_NO <sub>2</sub>	I_NOx	I_NO <sub>2</sub>
	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	95 %	95 %
	-8.6%	-11.0%	-7.7%	-6.9%	-8.0%	-8.2%

**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 NO<sub>x</sub> als auch beim NO<sub>2</sub> bei weitem erfüllt worden. Die alternative Forderung gemäß BVO, wonach eine Immissionsreduktion beim NO<sub>x</sub> erreicht werden soll, die 75% eines ganzjährigen permanenten Tempolimits ausmacht, ist ebenfalls gut erfüllt worden. Der Schwellenwert der Tempo100-Schaltung kann belassen werden.

**Tabelle 6.4: Relative Effekte des flexiblen Tempo100-Limits in Bezug auf ein permanentes Tempo100, Hallein A10, Mai 2015 – April 2016.**

Hallein: Relativer Tempo100-Effekt im Betriebsjahr	T100	I_NOx	I_NO <sub>2</sub>	I_NOx	I_NO <sub>2</sub>
	Zeit-anteil	Mittel	Mittel	95 %	95 %
<b>T100 immer</b>	100%	100%	100%	100%	100%
<b>T100 nie</b>	0%	0%	0%	0%	0%
<b>T100 temporär</b>	55%	79%	75%	96%	87%
<b>T100 WHj.</b>	50%	58%	51%	80%	61%

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.

### 6.3.2. Vergleich mit der früheren Situation bei Hallein

Es kann davon ausgegangen werden, dass die relativ tiefe  $\pm$ Tempo130 $\pm$  Geschwindigkeit (107.1 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  $\pm$ Tempo130 $\pm$  Geschwindigkeit von tagsüber 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 2015/16 verwendet.

Nachts (von 22 . 5 Uhr) soll auch früher ein gleichermaßen befolgtes Tempolimit von 110 km/h gegolten haben, d.h. die Nachtgeschwindigkeit wurde wie in den übrigen Szenarien (wenn kein Tempo100 gegolten hat) mit 102.7 km/h angesetzt.

Eine mittlere Geschwindigkeit des Leichtverkehrs von tagsüber 118 km/h bei gleichem Verkehrsaufkommen und den Emissionsfaktoren von 2015/16 hätte zu deutlich höheren Immissionen geführt; das NO<sub>2</sub>-Jahresmittel hätte 59 µg/m<sup>3</sup> erreicht (s. Tabelle 6.2). Der Effekt eines **permanenten** Tempo100 würde in dieser früheren Situation 'Vor VBA' mehr als doppelt so hoch zu liegen kommen wie innerhalb des aktuellen Betriebsjahres (s. Tabelle 6.3) ausgewiesen.

**Tabelle 6.5: Relative Effekte eines permanenten Tempo100 (98.9 km/h tagsüber bzw. 97.9 km/h nachts) im Vergleich zum früheren 'Tempo130' (tagsüber 118, nachts 102.7 km/h) vor Einführung von Tempo100, Hallein A10, Mai 2015 – April 2016.**

Hallein: Reduktion der Gesamtwerte durch ein permanentes T100 im Vergleich zu 'Vor VBA'	E_NOx	E_NO <sub>2</sub>	I_NOx	I_NO <sub>2</sub>	I_NOx	I_NO <sub>2</sub>
	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	95 %	95 %
	-21.5%	-26.4%	-20.0%	-18.2%	-20.0%	-19.7%

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 6.6: Relative Effekte des aktuellen flexiblen Tempo100 in Bezug auf die frühere 'Tempo130'-Situation ('Vor VBA'), Hallein A10, Mai 2015 – April 2016.**

Hallein: Rel. T100-Effekt bezogen auf 'Vor VBA'	T100	I_NOx	I_NO <sub>2</sub>	I_NOx	I_NO <sub>2</sub>
	Zeitanteil	Mittel	Mittel	95 %	95 %
T100 immer	100%	100%	100%	100%	100%
T100 nie (früher)	0%	0%	0%	0%	0%
T100 temporär	55%	93%	92%	99%	95%
T100 WHj.	50%	86%	84%	93%	86%



## 7. Relative Euroklassenverteilung der SoloLkw und SLZ auf der A10 gemäß Mauterhebung Asfinag

Die Mauterhebung der Asfinag erfasst jedes Schwerfahrzeug nach Euroklasse und Anzahl Achsen; dabei wird nach Bussen und Lkw unterschieden. Während dem SoloLkw 2 oder 3 Achsen aufweisen, sind es bei Sattel- und Lastenzügen (SLZ) 4 oder mehr. Die Mautdaten werden für jede einzelne Stunde erfasst. Damit handelt es sich um die beste Verkehrserfassung auf Österreichs Autobahnen. In diesem Kapitel wird die Euroklassenverteilung der SoloLkw und SLZ auf der A10 im Abschnitt Hallein untersucht.

### 7.1. Zeitliche Entwicklung der Euroklassenverteilung

Die EuroVI-Fahrzeuge zeigen einen fortwährend stark steigenden Anteil vor allem zu Lasten der EuroV-Fahrzeuge. Die älteren Euroklassen sind in ihrem Bestand noch etwas zäh, nehmen aber auch ab. Euro0-II-Fahrzeuge existieren praktisch nicht mehr. Die SoloLkw sind im Mittel deutlich älter als die SLZ. Sie haben einen geringeren Anteil an EuroVI-Fahrzeugen, dafür deutlich größere Anteile an EuroIII und EuroIV.

Von Januar 2015 bis Mai 2016 hat sich der EuroVI-Anteil bei den SLZ von 20 auf 40% verdoppelt. Das ist eine rasche Modernisierung.

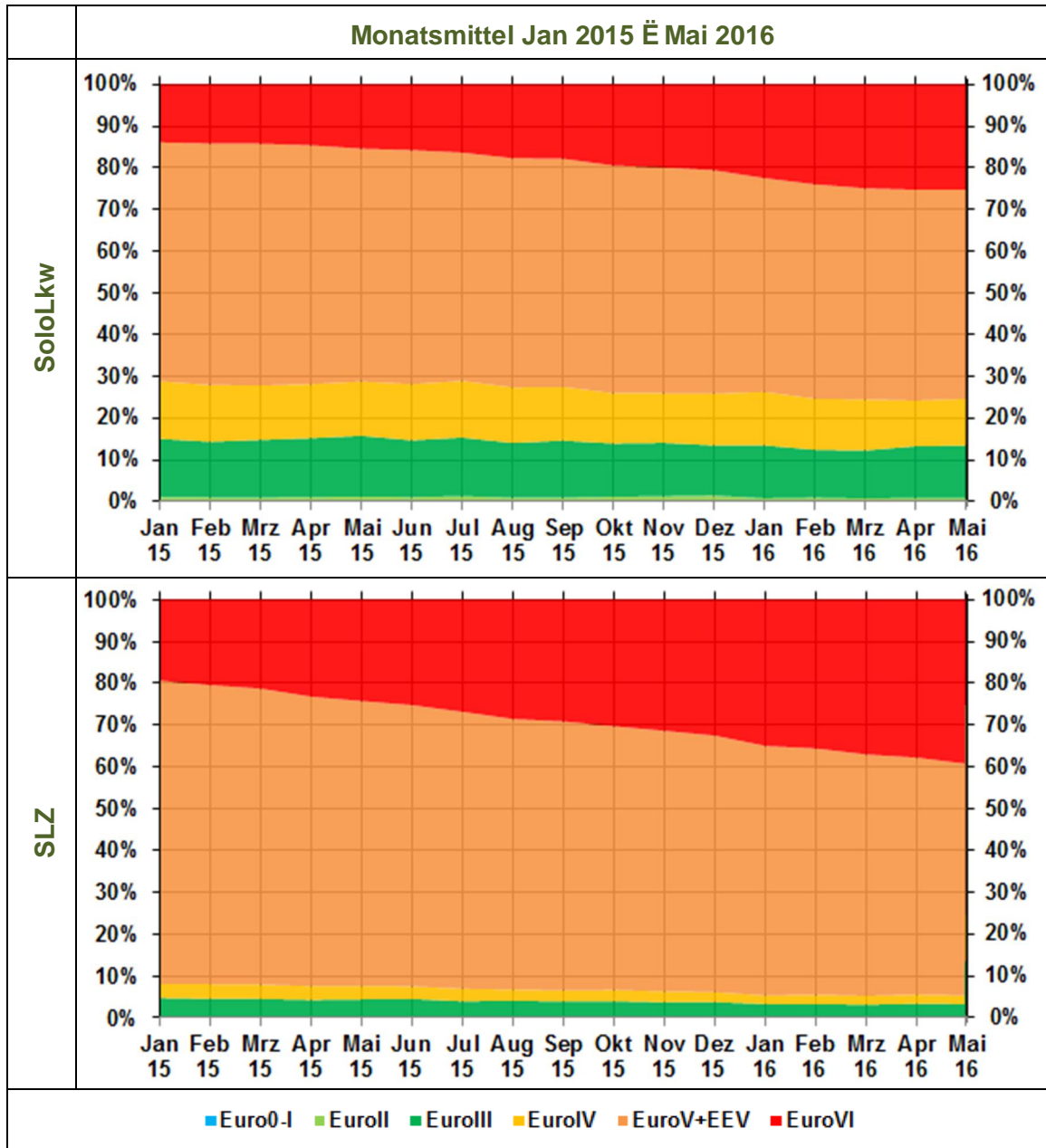


Abbildung 7.1: Monatsmittel der Euroklassenverteilung für SoloLkw und SLZ auf der A10 bei Hallein, Jan 2015 – Mai 2016.

Die absoluten Jahresmittel weisen aus, dass es gerade viermal so viele SLZ wie SoloLkw hat. Auch in dieser Darstellung ist zu erkennen, dass die SLZ einen größeren Anteil an EuroVI- und deutlich geringere Anteile an EuroIII- und EuroIV-Fahrzeugen aufweisen als die SoloLkw.

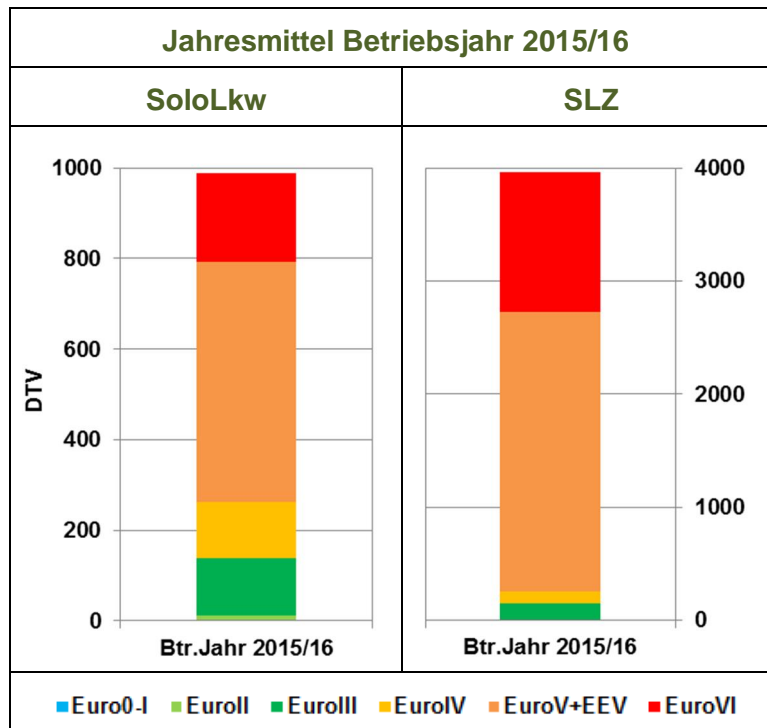


Abbildung 7.2: Aufkommen (DTV) von SoloLkw und SLZ auf der A10 bei Hallein im Betriebsjahr 2015/16.

## 7.2. Mittlerer Tagesgang der Euroklassenverteilung

Es könnte sein, dass die Euroklassenverteilungen einen Tagesgang aufweisen, wenn der nächtliche Transitverkehr anders zusammengesetzt wäre als der Verkehr tagsüber. Die nach den vier Quartalen des Betriebsjahres aufgeteilten mittleren Tagesgänge zeigen jedoch, dass die Euroklassenverteilungen der SLZ kaum von der Tagesstunde abhängen. Lediglich die EuroIII-SLZ sind nachts etwas häufiger als tagsüber

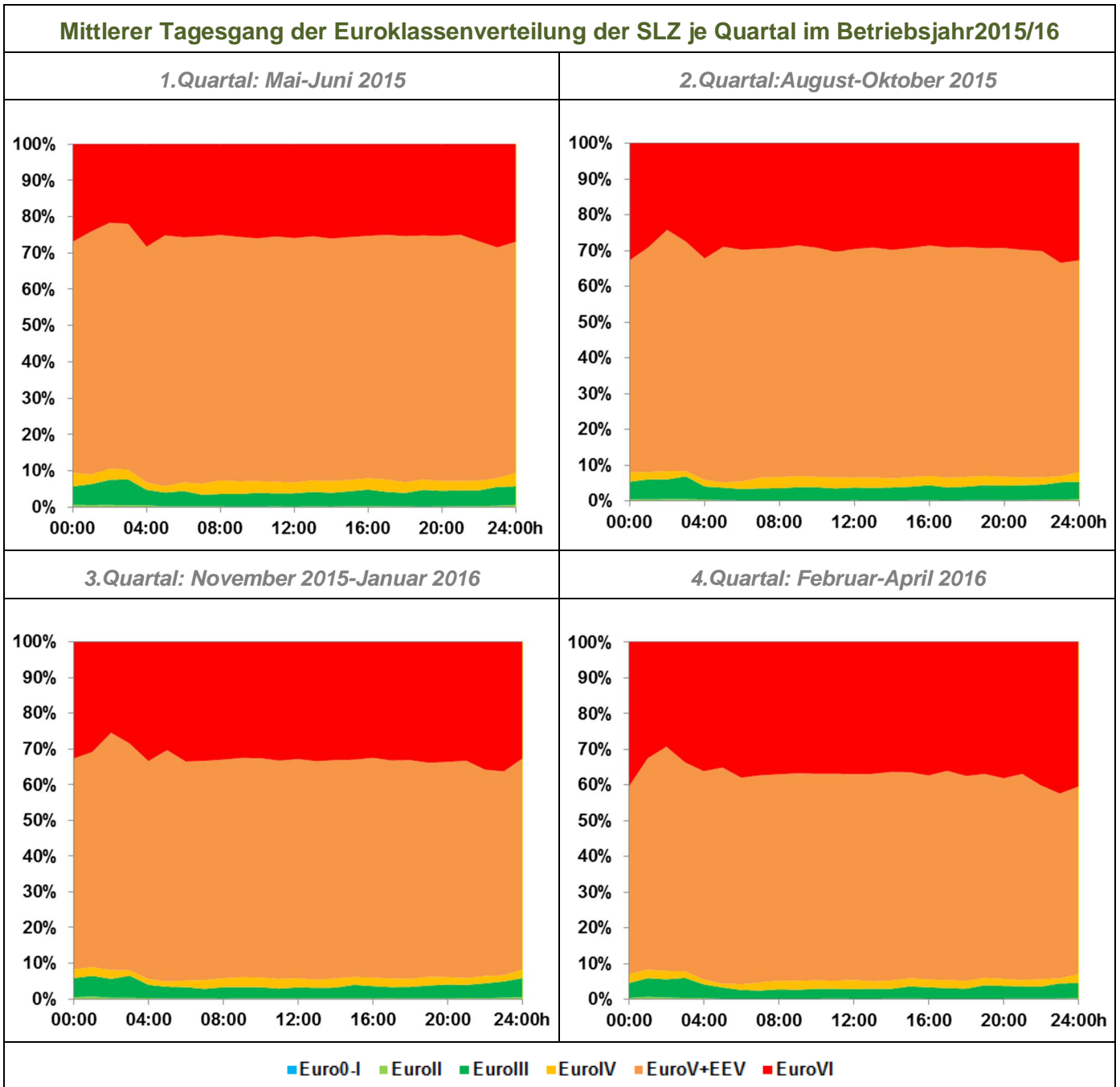


Abbildung 7.3: Mittlerer Tagesgang der Euroklassenverteilung für SLZ je Quartal auf der A10 bei Hal-lein, Betriebsjahr 2015/16.

### 7.3. Vergleich der Euroklassen-Erhebungen für die A10 und die A12 mit dem HBEFA3.2 für 2015

Aus der Mauterhebung der Asfinag bestimmte Euroklassenverteilungen liegen auch für die A12 in Tirol für 2015 vor, ebenso die im HBEWFA3.2 zugrunde gelegten Euroklassenverteilungen. In diesem Abschnitt werden diese drei Verteilungen verglichen.

Die EuroVI-Anteile auf der A10 entsprechen den Postulaten des HBEFA3.2 sehr gut. Jedoch sind die EuroV-Anteile in Realität auf der A10 höher und dafür bei den SoloLkw Euro0-II, bei den SLZ EuroIII-IV niedriger als vom HBEFA3.2 postuliert. Die Flotte auf der A12 ist sowohl bei den SoloLkw als auch bei den SLZ moderner als auf der A10; hier kommen die A12-spezifischen Maßnahmen des Landes Tirol zum Tragen.

Die Verwendung der Emissionsfaktoren gemäß HBEFA3.2 scheint für die A10 nach wie vor passend. Es gibt bestimmte Unsicherheitsfaktoren bei der Mauterhebung in tiefen Euroklassen, und bestimmte Möglichkeiten von Abweichungen zwischen realem Fahrbetrieb und Testmessungen. Insbesondere aber ist die reale Euroklassenverteilung des Leichtverkehrs auf der A10 nicht bekannt.

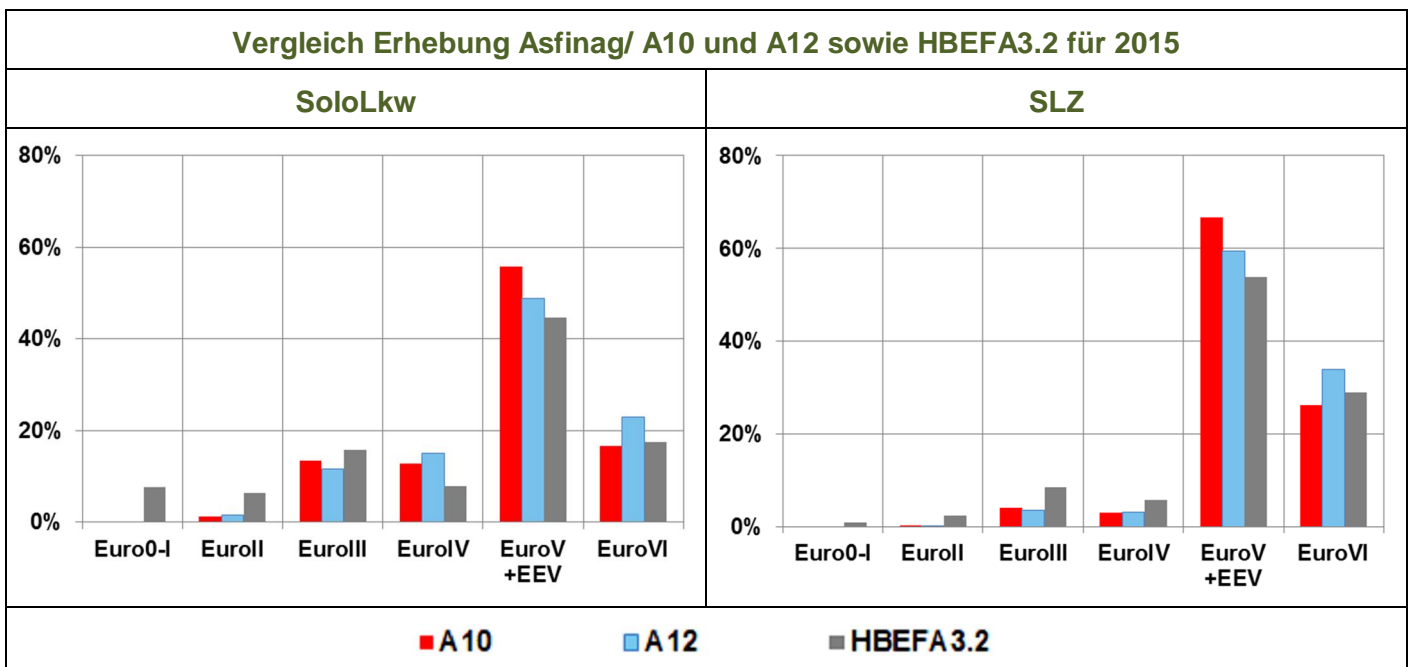


Abbildung 7.4: Vergleich der Euroklassen-Erhebungen für die A10 (Hallein) und die A12 (Vomp; Tirol) mit den Postulaten des HBEFA3.2 für SoloLkw und SLZ, 2015.

## 8. Zusammenfassung

Im Betriebsjahr Mai 2015 . April 2016 war Tempo100 auf der A10 zwischen Salzburg und Golling während durchschnittlich 57 % der Betriebszeit geschaltet. Bei einer Verfügbarkeit der Tempo100-Schaltung von ansprechenden 96.6 % entspricht dies 55 % der Gesamtzeit.

Es gab 9 Tage mit hohen Schaltzeiten von 20-23 h; dabei handelte es sich um Urlaubssamstage im Sommer und im Winter und um drei Tage um den Jahreswechsel 2015/16 mit mäßigem bis eher geringem Verkehr und offenbar sehr schlechten meteorologischen Ausbreitungsbedingungen.

Das Jahresmittel der NO<sub>x</sub>-Immission betrug im Betriebsjahr 2015/16 an der Station Hallein A10 61 ppb, für die NO<sub>2</sub>-Immission 49 µg/m<sup>3</sup>; dies ist immer noch deutlich über dem IGL-Grenzwert von 40 µg/m<sup>3</sup>. Ohne flexibles Tempo100-Limit hätte das NO<sub>2</sub>-Jahresmittel 52 µg/m<sup>3</sup> betragen.

Die A10 bei Hallein wies im Betriebsjahr (Mai 2015 . April 2016) einen DTV von rund 55'500 Fahrzeugen auf, 4% mehr wie im Vorjahr. Davon waren 82% Pkw, 9% schwere Güterfahrzeuge.

Nach Jahreszeiten unterteilt weisen der Winter die größte Schalthäufigkeit auf, das Frühjahr die geringste. Die monatlichen Schalthäufigkeiten schwankten zwischen 40% (April 2016) und 70% (Dezember 2015). Von November 2015 . Februar 2016 lag die Schalthäufigkeit bei 60% und höher.

Tempo100 war wie bisher am Freitag und Samstag am häufigsten, jedoch war neuerdings der Sonntag der Tag mit der geringsten Schalthäufigkeit, bislang wies er meist die dritthäufigsten Schaltungen auf. Generell ist die Tempo100-Häufigkeit an Samstagen und noch mehr an Sonntagen im Vergleich mit den Vorjahren gesunken, währenddem sie an den übrigen Wochentagen Montag-Freitag im Bereich der vorhandenen Schwankungsbreite verblieb. Dies kann mit der Einführung neuer Schaltparameter im März 2015 erklärt werden; die Emissionsfaktoren wurden gemäß HBEFA3.2 angepasst, wodurch sich das Verhältnis zwischen Leicht- und Schwerverkehr in den NO<sub>x</sub>-Emissionen verschob. Insgesamt erscheinen die Tempo100-Schaltungen mit den neuen Parametern im Algorithmus als sehr plausibel.

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

Durch das Tempolimit wurde also im aktuellen Betriebsjahr tagsüber eine Geschwindigkeitsreduktion um **8.2 km/h** (Vorjahr 8.6 km/h) erreicht. Im Vergleich zum Vorjahr ist die Geschwindigkeit bei Tempo100 gleich geblieben, diejenige bei Tempo130 hat sich im Mittel um 0.5 km/h reduziert.

Aus den Mauterhebungen der Asfinag konnten die Euroklassenverteilungen der SoloLkw und der Sattel- und Lastenzüge auf der A10 bestimmt werden. Die EuroVI-Anteile auf der A10 entsprechen den Postulaten des HBEFA3.2 sehr gut. Jedoch sind die EuroV-Anteile in Realität auf der A10 höher und dafür bei den SoloLkw Euro0-II, bei den SLZ EuroIII-IV niedriger als vom HBEFA3.2 postuliert. Die Verwendung der Emissionsfaktoren gemäß HBEFA3.2 scheint insgesamt für die A10 nach wie vor passend.

Durch das flexible Geschwindigkeitslimit auf der A10 zwischen Salzburg und Golling konnten -6.3% der NO<sub>x</sub>- bzw. -2.5% der CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart werden. Die prozentuale fossile Kraftstoffeinsparung dürfte sich etwa im Bereich der CO<sub>2</sub>-Einsparung bewegt haben.

Gegenüber dem Vorjahr haben die berechneten NO<sub>x</sub>-Emissionen um -3.8% abgenommen, die NO<sub>x</sub>-Immissionen um -4.4%. Dies ist grundsätzlich plausibel, der Einfluss der unterschiedlichen meteorologischen Ausbreitungsbedingungen spielt auch noch mit rein. Die NO<sub>2</sub>-Immissionen haben lediglich um -0.8% abgenommen. Einerseits spielt auch hier die Meteorologie eine Rolle, andererseits weisen modernere Fahrzeuge einen höheren relativen Anteil an NO<sub>2</sub> in den NO<sub>x</sub>-Emissionen auf.

Die gesamten NO<sub>x</sub>- bzw. NO<sub>2</sub>-Immissionen konnten durch das flexible Tempolimit wie im Vorjahr um 5-6% reduziert werden.

Die Forderung gemäß BVO, wonach der lufthygienische Effekt mindestens so hoch wie derjenige eines permanenten Tempolimits im Winterhalbjahr sein muss, ist sowohl beim NO<sub>x</sub> als auch beim NO<sub>2</sub> bei weitem erfüllt worden. Die alternative Forderung gemäß BVO, wonach eine Immissionsreduktion beim NO<sub>x</sub> erreicht werden soll, die 75% eines ganzjährigen permanenten Tempolimits ausmacht, ist ebenfalls gut erfüllt worden. Der Schwellenwert der Tempo100-Schaltung kann belassen werden.