

**Evaluation des flexiblen
Tempolimits auf der A10
zwischen Salzburg und
Golling von Mai 2014 bis
April 2015**

Dr. Jürg Thudium
Dr. Carine Chélala
29.06.2015 / 5287.50

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	3
2.1.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden	5
2.2. Jahresverlauf	6
2.2.1. Tempo100	6
2.2.2. Verkehrsaufkommen	9
2.2.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden	11
2.3. Wochenverlauf	13
2.3.1. Tempo 100	13
2.3.2. Verkehrsaufkommen	14
2.3.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden	15
3. Dokumentation der täglichen Schaltzeiten	17
4. Effektive Fahrgeschwindigkeiten auf der A10 bei Hallein	20
5. Überprüfung der Auswirkung der neuen Schaltparameter im Algorithmus	25
6. Wirksamkeit der flexiblen Tempo100-Schaltung auf der A10 zwischen Salzburg und Golling	28
6.1. Emissionsreduktionen	28
6.2. Szenarien der Immissionsreduktionen	29
6.3. Ergebnisse der Geschwindigkeitsszenarien	30
6.3.1. Emissionen und Immissionen bei Hallein für permanente und flexible Tempo100-Schaltungen im Betriebsjahr	30
6.3.2. Vergleich mit der früheren Situation bei Hallein	32
7. Zusammenfassung	34

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1: Die Tempo100-Strecke auf der A10 zwischen Salzburg und Golling; rot: Messstelle Hallein A10. <i>Kartenquelle: SAGIS.</i>	1
Abbildung 2.1: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 bei Hallein (05.2014-04.2015).	2
Abbildung 2.2: Tägliche Anzahl Stunden (gleitendes 7-Tagemittel) mit Tempo100 auf der A10 bei Hallein (05.2014-04.2015).	3
Abbildung 2.3: Mittlerer Tagesgang des Fahrzeugaufkommens je Fahrzeuggruppe auf der A10 bei Hallein (05.2014-04.2015).	5
Abbildung 2.4: Mittelwerte von NO _x , NO ₂ (Immissionen) und NO _x -Emissionen im Jahresmittel und je Jahreszeit bei Hallein (05.2014-04.2015).	6
Abbildung 2.5: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 je Jahreszeit auf der A10 bei Hallein (05.2014-04.2015).	7
Abbildung 2.6: Häufigkeit von Tempo100 je Monat auf der A10 bei Hallein (05.2014-04.2015).	8
Abbildung 2.7: Vergleich der Monatswerte der Tempo100-Häufigkeit auf der A10 bei Hallein für die sechs Betriebsjahre 2009/10 - 2014/15.	9
Abbildung 2.8: Monatswerte des DTV je Fahrzeuggruppe auf der A10 bei Hallein (05.2014-04.2015).	9
Abbildung 2.9: Vergleich der Monatswerte des Pkw-Aufkommens auf der A10 bei Hallein für die sechs Betriebsjahre 2009/10 - 2014/15.	10
Abbildung 2.10: Vergleich der Monatswerte des SNF-Aufkommens (=Lkw + Lkw mit Anhänger + Sattelzüge) auf der A10 bei Hallein für die sechs Betriebsjahre 2009/10 - 2014/15.	11
Abbildung 2.11: Monatsmittelwerte der NO _x - und NO ₂ -Immissionen sowie der NO _x -Emissionen bei Hallein (05.2014-04.2015).	11
Abbildung 2.12: Vergleich der Monatswerte der NO _x -Immissionen bei Hallein (A10) für die Betriebsjahre 2009/10 - 2014/15.	12

Abbildung 2.13: Häufigkeit von Tempo100 je Wochentag auf der A10 bei Hallein (05.2014-04.2015).	13
Abbildung 2.14: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 je Wochentagstyp auf der A10 bei Hallein (05.2014-04.2015).	14
Abbildung 2.15: DTV je Wochentag auf der A10 bei Hallein (05.2014-04.2015).	15
Abbildung 2.16: Mittelwerte der Immissionen von NO _x und NO ₂ sowie der NO _x -Emissionen (E-NO _x) je Wochentag bei Hallein A10 (05.2014-04.2015).	16
Abbildung 3.1: Anzahl Tage pro Monat mit extremen Tempo100-Schaltzeiten, Hallein (05.2014-04.2015).	18
Abbildung 4.1: Täglicher Geschwindigkeitsbereich der Pkw auf der Basis der Stundenwerte, Hallein (05.2014-04.2015).	21
Abbildung 4.2: Mittlerer Tagesgang der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs (oben) und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF; unten) auf der A10 bei Hallein (05.2014-04.2015).	22
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 (oben)).	23
Abbildung 5.1: Monatsmittel der Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 bei Hallein (März-April 2012-2015).	25
Abbildung 5.2: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 bei Hallein (März-April 2012-2015).	26
Abbildung 5.3: Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 je Wochentag bei Hallein (März-April 2012-2015), geordnet nach Jahren.	26
Abbildung 5.4: Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 je Wochentag bei Hallein (März-April 2012-2015), geordnet nach Wochentagen.	27

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1: Durchschnittlicher täglicher Verkehr (DTV) auf der A10 bei Hallein (05.2011-04.2012, 05.2012-04.2013, 05.2013-04.2014 und 05.2014-04.2015).	4
Tabelle 2.2: Jahreszeitliche Tempo100-Häufigkeiten auf der A10 bei Hallein (05.2014-04.2015 und 05.2013-04.2014).	7
Tabelle 3.1: Tägliche Anzahl Stunden mit Tempo100-Schaltung, Hallein A10 (05.2014-04.2015).	17
Tabelle 3.2: Die 12 Tage mit hohen Tempo100-Schaltzeiten (22-24 h) bei Hallein A10 (05.2014-04.2015):	19
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 (05.2014-04.2015 (oben), 05.2013-04.2014 (Mitte) bzw. 05.2012-04.2013 (unten)):	24
Tabelle 6.1: Emissionsreduktionen für NO _x und CO ₂ durch das real umgesetzte flexible Tempo100-Limit auf dem 27 km langen Abschnitt Salzburg-Golling der A10, 05.2014-04.2015:	28
Tabelle 6.2: Absolute Kennzahlen der fünf Szenarien \pm Tempo 100 immer \pm Tempo100 nie \pm Tempo100 temporär \pm Tempo100 Winterhj. \pm und \pm Tempo100 nie (früher) \pm Hallein A10, Mai 2014 . April 2015.	30
Tabelle 6.3: Relative Effekte eines <i>permanenten</i> Tempo100 im Vergleich zu \pm Tempo130 \pm bei den real ermittelten Fahrgeschwindigkeiten für \pm Tempo100 \pm (99.0 km/h tagsüber bzw. 98.2 km/h nachts) bzw. für \pm Tempo130 \pm (107.6 km/h tagsüber bzw. 102.6 km/h nachts), Hallein A10, Mai 2014 . April 2015.	31
Tabelle 6.4: Relative Effekte des flexiblen Tempo100-Limits <i>in Bezug auf ein permanentes Tempo100</i> , Hallein A10, Mai 2014 . April 2015.	32
Tabelle 6.5: Relative Effekte eines <i>permanenten</i> Tempo100 (tagsüber 98.9, nachts 98.8 km/h) im Vergleich zum früheren \pm Tempo130 \pm (tagsüber 118, nachts 102.6 km/h) vor Einführung von Tempo100, Hallein A10, Mai 2014 . April 2015.	33
Tabelle 6.6: Relative Effekte des flexiblen Tempo100 <i>in Bezug auf ein permanentes Tempo100-Limit und auf die frühere \pmTempo130\pmSituation ('Vor VBA')</i> , Hallein A10, Mai 2014 . April 2015.	33

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 2014 . April 2015 evaluiert.

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

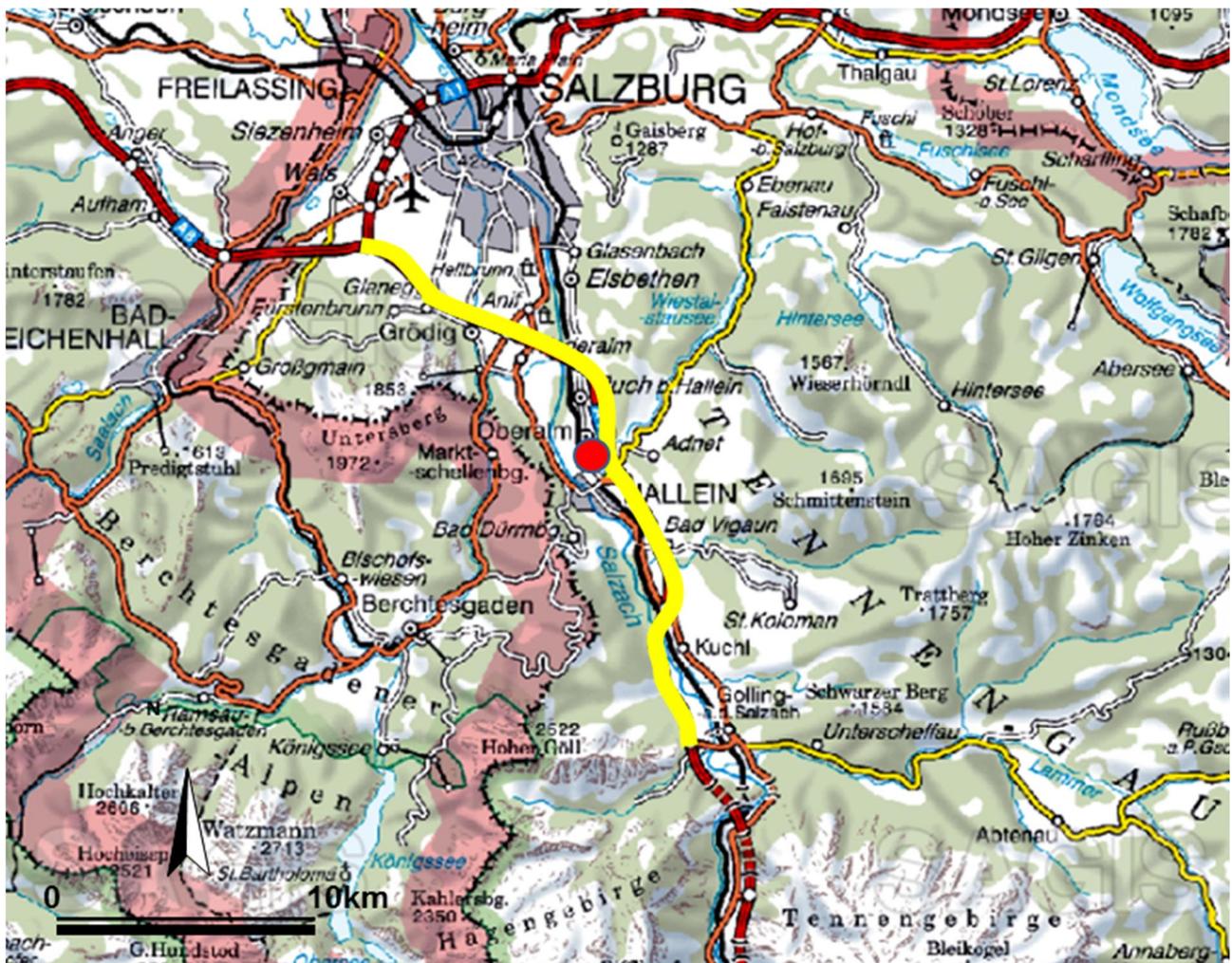


Abbildung 1.1: Die Tempo100-Strecke auf der A10 zwischen Salzburg und Golling; rot: Messstelle Hallein A10. Kartenquelle: SAGIS.

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 2014 . April 2015 war Tempo100 auf der A10 zwischen Salzburg und Golling während durchschnittlich **58 %** der Betriebszeit geschaltet. Bei einer Verfügbarkeit der Tempo100-Schaltung von guten 97.1% entspricht dies 56.5 % der Gesamtzeit. Die folgenden Abschnitte analysieren das Auftreten von Tempo100.

Die Häufigkeit von Tempo100 war am Morgen zwischen 07:30 und 10:30 Uhr und am Abend von 17:30 . 20:30 Uhr mit mehr als 80% am größten, um 19:00 überstieg sie sogar 90%. Am Morgen zwischen 02:00 und 05:00 Uhr war Tempo100 mit weniger als 10% Häufigkeit am seltensten.

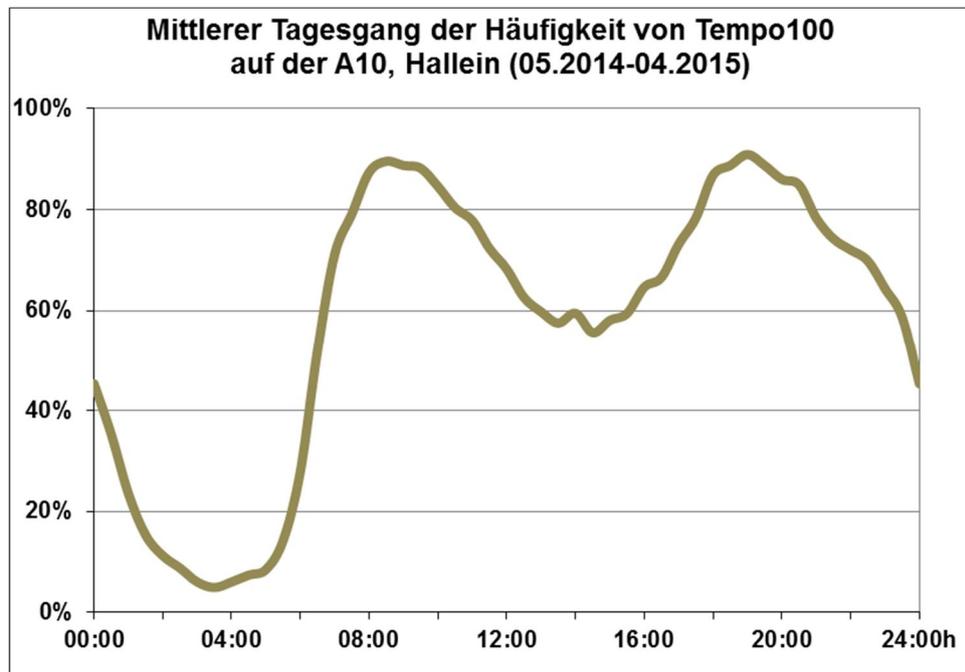


Abbildung 2.1: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 bei Hallein (05.2014-04.2015).

Im Jahresverlauf (nächste **Abbildung 2.2**: Gleitende Wochenmittel) zeigten sich wie jedes Jahr Phasen mit weniger Tempo100-Schaltungen zu Beginn und Ende des Betriebsjahres (Mai - Juni 2014; März - April 2015). Ansonsten war der jahreszeitliche Verlauf nicht sehr ausgeprägt mit zwei Spitzenphasen im August 2014 und Februar 2015. Diese Darstellung zeigt keine einzelnen Spitzentage (wie Urlaubssamstage im Hochsommer), sondern eben gleitende Wochenmittel, in welche Spitzentage natürlich auch eingehen.

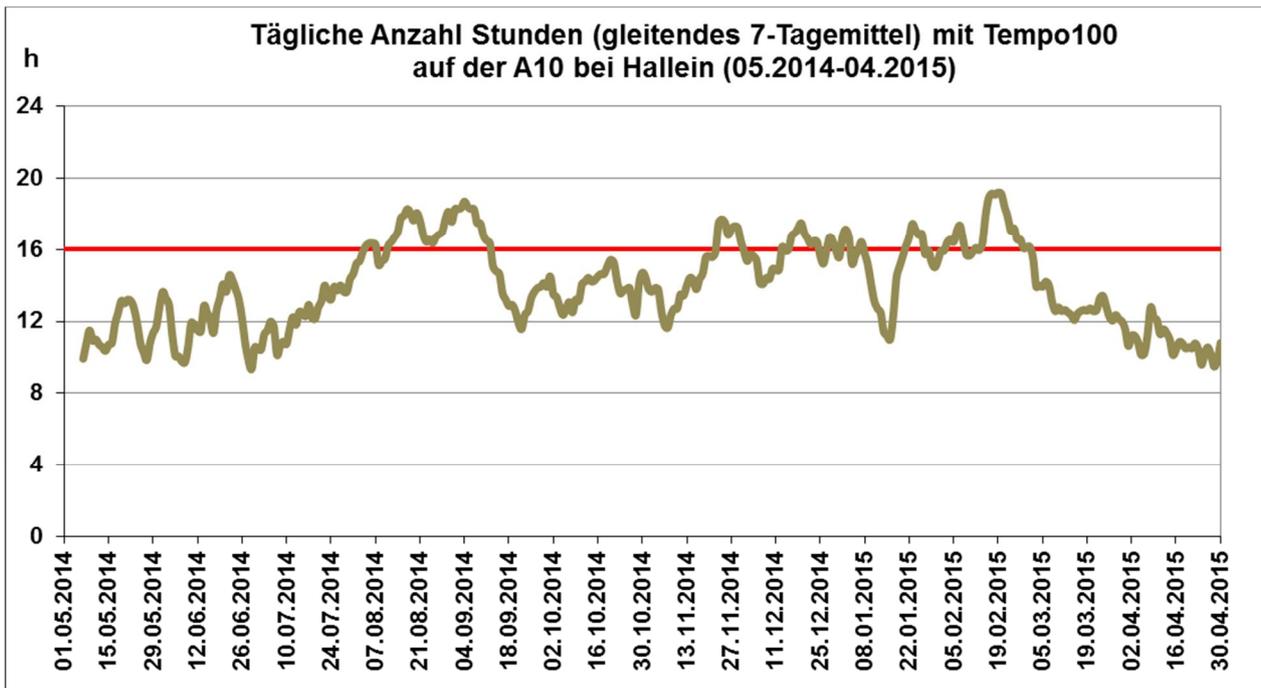


Abbildung 2.2: Tägliche Anzahl Stunden (gleitendes 7-Tagemittel) mit Tempo100 auf der A10 bei Hallein (05.2014-04.2015).

2.1.2. Verkehrsaufkommen

Die A10 bei Hallein wies im Untersuchungsjahr (Mai 2014 . April 2015) einen DTV von rund 53'400 Fahrzeugen auf, praktisch gleich viel wie im Vorjahr. Davon waren 82% Pkw, 9% schwere Güterfahrzeuge.

Der Verkehr hat bei den Pkw um 1% zugenommen und bei den "lieferwagenähnlichen" Fahrzeugen um etwa -5% im Vergleich zum Vorjahr abgenommen. Als "Lieferwagen" werden auch Klein-Lkw, Kleinbusse, Wohnmobile, teilweise 'SUV' (Sport Utility Vehicles) gezählt. Emissionsseitig ist die Zuordnung zu den Lieferwagen in Ordnung. Die starken Schwankungen bei den Lieferwagen könnten auch einen erfassungstechnischen Aspekt haben, noch mehr dürfte dies bei den Bussen der Fall sein.

Tabelle 2.1: Durchschnittlicher täglicher Verkehr (DTV) auf der A10 bei Hallein (05.2011-04.2012, 05.2012-04.2013, 05.2013-04.2014 und 05.2014-04.2015).

DTV A10	Lieferwagen	Pkw	Schwere Güterfahrzeuge	Bus	Summe
<i>Änderung zu 2010/11</i>	+11.5%	+1.1%	-0.4%	+5.3%	+1.8%
05.2011-04.2012	4303	41583	5255	293	51433
<i>Änderung zu 2011/12</i>	+0.8%	+0.9%	-4.7%	+62.4%	+0.7%
05.2012-04.2013	4337	41957	5008	475	51777
<i>Änderung zu 2012/13</i>	+8.4%	+3.2%	+2.7%	-11.5%	+3.4%
05.2013-04.2014	4699	43279	5145	420	53544
<i>Änderung zu 2013/14</i>	-5.2%	+1.2%	-6.7%	-25.2%	-0.3%
05.2014-04.2015	4457	43800	4804	314	53375

Die auf der Maut basierten Erfassungen der Asfinag für Fz >3.5 t hzG kommen für die ZST Hallein auf der A10 von 2013/14 auf 2014/15 lediglich auf eine Änderung von -0.7%, währenddem die automatische Zählung eine Abnahme bei den schweren Güterfahrzeugen von -7% und bei den Bussen von -25% ausweist. Diese Diskrepanz könnte mit dem Einsatz der alten Sensoren bis 31.10.2013 zusammenhängen.

Der Tagesgang des Verkehrsaufkommens zeigt für die drei Kategorien Pkw, Lieferwagen und schwere Güterfahrzeuge einen raschen Anstieg am Morgen, sodann relativ wenig Änderungen im Laufe des Tages. Die Zahl der Pkw steigt bis 18 Uhr weiter an, die Lieferwagen zeigen eine deutliche Morgen- und Abendspitze. Die Busse zeigen zu Mittag eine deutliche Abnahme.

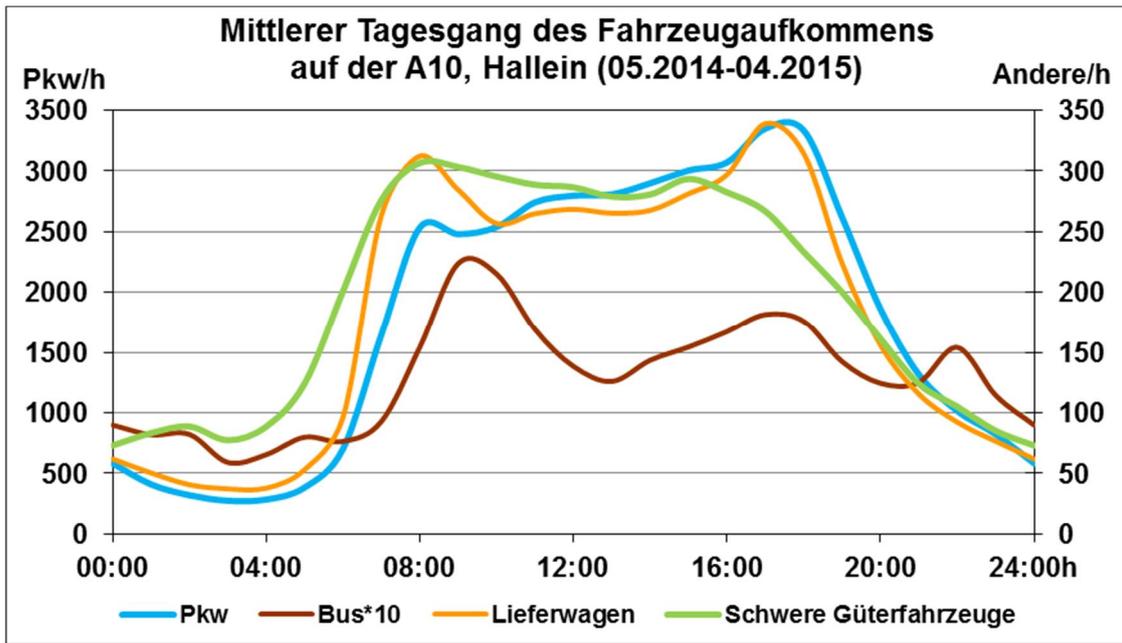


Abbildung 2.3: Mittlerer Tagesgang des Fahrzeugaufkommens je Fahrzeuggruppe auf der A10 bei Hallein (05.2014-04.2015).

2.1.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden

In diesem Abschnitt wird ein kurzer Überblick über die Stickstoffoxid-Emissionen und . Immissionen bei Hallein gegeben. Das Maximum der Stickstoffoxidemissionen liegt im Sommer, das Maximum der Stickstoffoxidimmissionen im Winter. Dieser Unterschied liegt in den meteorologischen Ausbreitungsbedingungen begründet; die größere Stagnation der Atmosphäre im Winter hält die geringeren Emissionen länger und damit konzentrierter in Bodennähe als im Sommer. Der Anteil der NO₂-Immission an der NO_x-Immission ist im Frühjahr und Sommer wesentlich höher als im Herbst und Winter (die NO₂-Säulen in *Abbildung 2.4* sind im Frühjahr und Sommer nur wenig niedriger als die NO_x-Säulen, im Herbst und Winter aber deutlich niedriger).

Die Jahreszeiten wurden wie folgt eingeteilt:

Frühjahr: Mai 2014 und März-April 2015;

Sommer: Juni . August 2014;

Herbst: September . November 2014;

Winter: Dezember 2014 . Februar 2015.

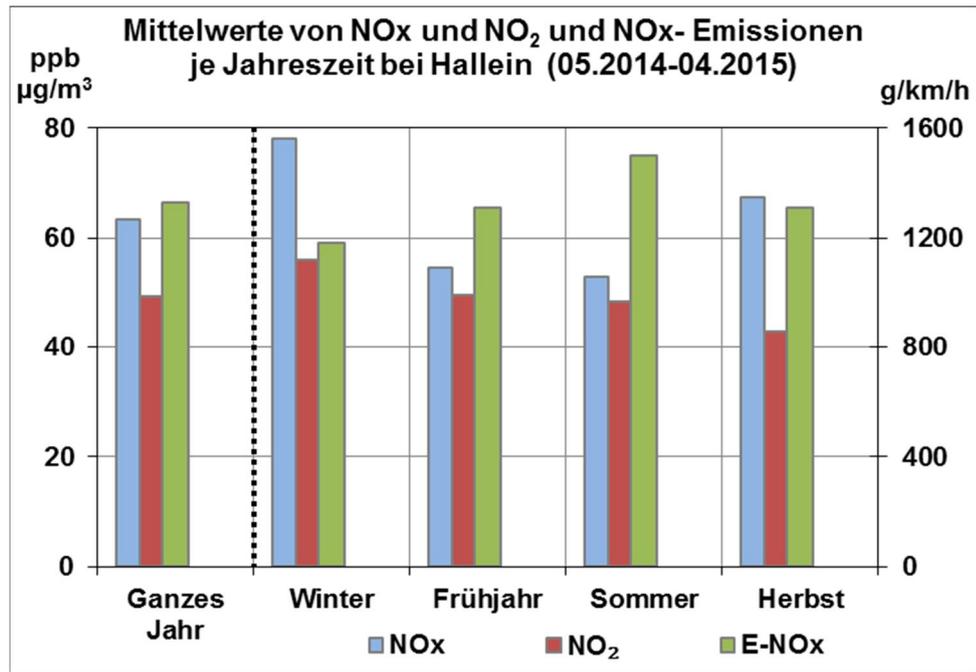


Abbildung 2.4: Mittelwerte von NOx, NO₂ (Immissionen) und NOx-Emissionen im Jahresmittel und je Jahreszeit bei Hallein (05.2014-04.2015).

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 deutlich erhöhte Schalthäufigkeit auf, weil die vertikale Durchmischung der Atmosphäre bereits wieder abnimmt, vor allem aber weil im Sommer das Verkehrsaufkommen an Pkw wesentlich höher ist (s. *Abbildung 2.8*).

Tabelle 2.2: Jahreszeitliche Tempo100-Häufigkeiten auf der A10 bei Hallein (05.2014-04.2015 und 05.2013-04.2014).

% Tempo 100	05.2014-04.2015	Vorjahr 05.2013-04.2014
Winter	66%	69%
Frühjahr	49%	51%
Sommer	58%	62%
Herbst	60%	63%
Ganzes Jahr	58%	61%

Die Tempo100-Häufigkeit verläuft am Morgen und Abend in allen Jahreszeiten ähnlich. Die jahreszeitlichen Unterschiede in den Tempo100-Häufigkeiten erklären sich vor allem durch die Situation vom späten Vormittag bis zum Abend (Ausmaß der Absenkung der Schalthäufigkeit tagsüber infolge meteorologischen Einflusses).

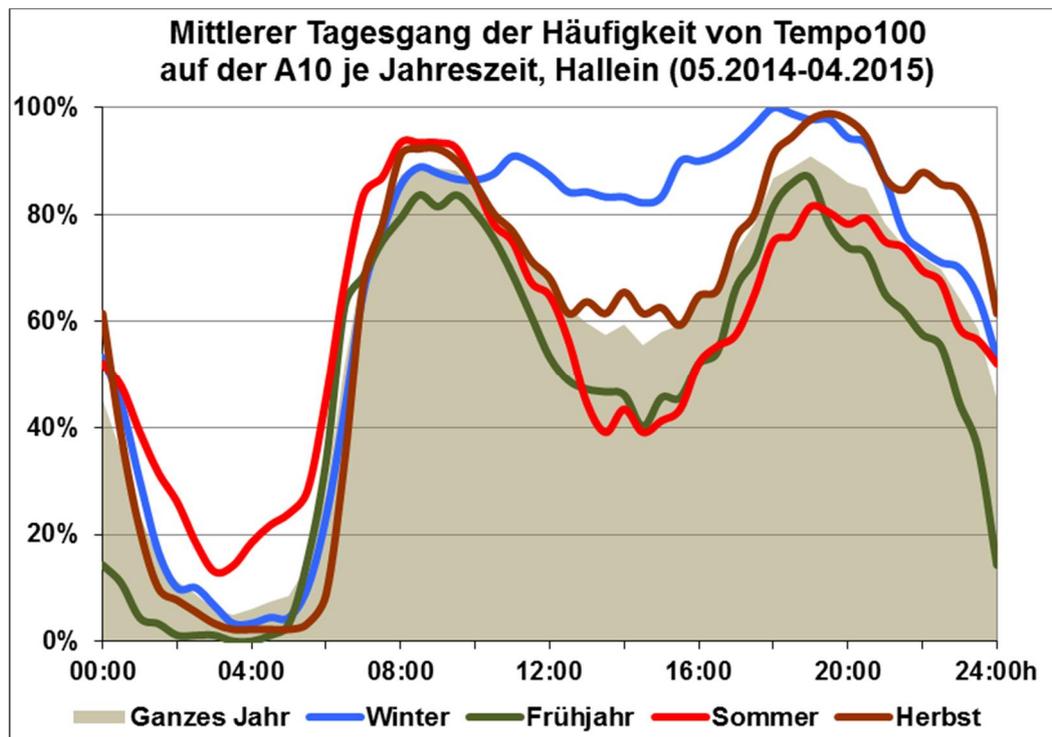


Abbildung 2.5: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 je Jahreszeit auf der A10 bei Hallein (05.2014-04.2015).

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 45% (April 2015) und 72% (August 2014). Aber auch der Februar 2015 wies mit 71% eine hohe Tempo100-Schaltheufigkeit auf.

Die Schaltheufigkeiten im August 2014 und Februar 2015 bedeuten jeweils Monatsrekord über alle bisherigen sechs Betriebsjahre. Beim August dürfte das erneut gestiegene Pkw-Aufkommen (+1000 Fz täglich verglichen mit dem Vorjahr) einen wesentlichen Anteil gehabt haben. Im Februar 2015 war es im Salzburger Land leicht zu kühl, aber sehr trocken (nur ein Drittel des üblichen Niederschlags) mit einem Plus an Sonnenstunden von +10% (Quelle ZAMG). Diese Wetterlagen führten zu vermehrter Inversionsbildung und damit zu höheren Immissionen (s. [Abbildung 2.11](#)), was auch eine höhere Tempo100-Häufigkeit zur Folge hatte.

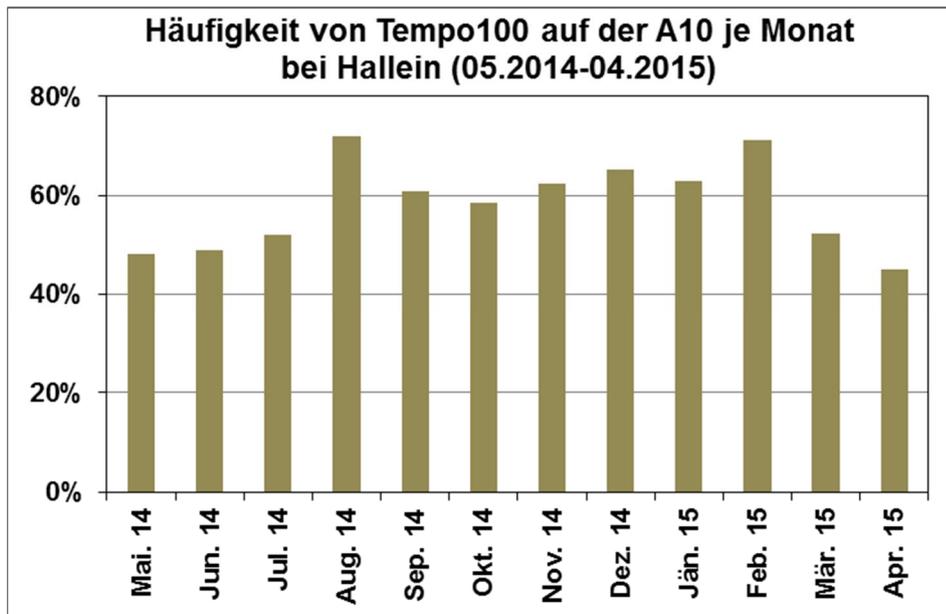


Abbildung 2.6: Häufigkeit von Tempo100 je Monat auf der A10 bei Hallein (05.2014-04.2015).

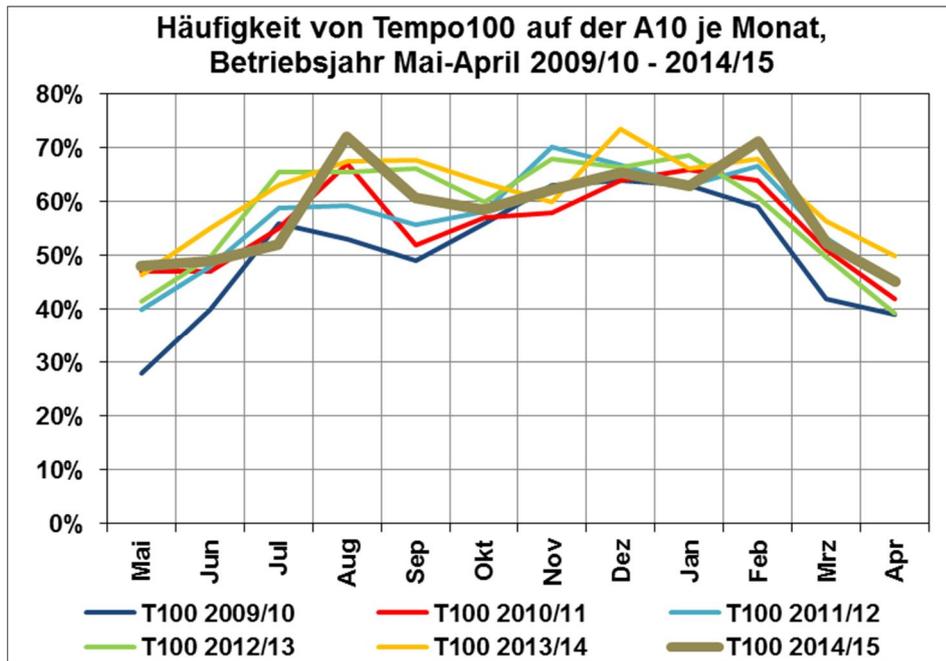


Abbildung 2.7: Vergleich der Monatswerte der Tempo100-Häufigkeit auf der A10 bei Hallein für die sechs Betriebsjahre 2009/10 - 2014/15.

2.2.2. Verkehrsaufkommen

Im Jahresverlauf zeigt sich das markante Maximum des Pkw-Aufkommens (und des Lieferwagenaufkommens) im Sommer (Spitze im August). Der schwere Güterverkehr zeigt sein Maximum ebenfalls im Sommer mit einem temporären Rückgang im August (Urlaubszeit). Das Minimum liegt für Pkw im November, für die schweren Güterfahrzeuge im Dezember/Januar.

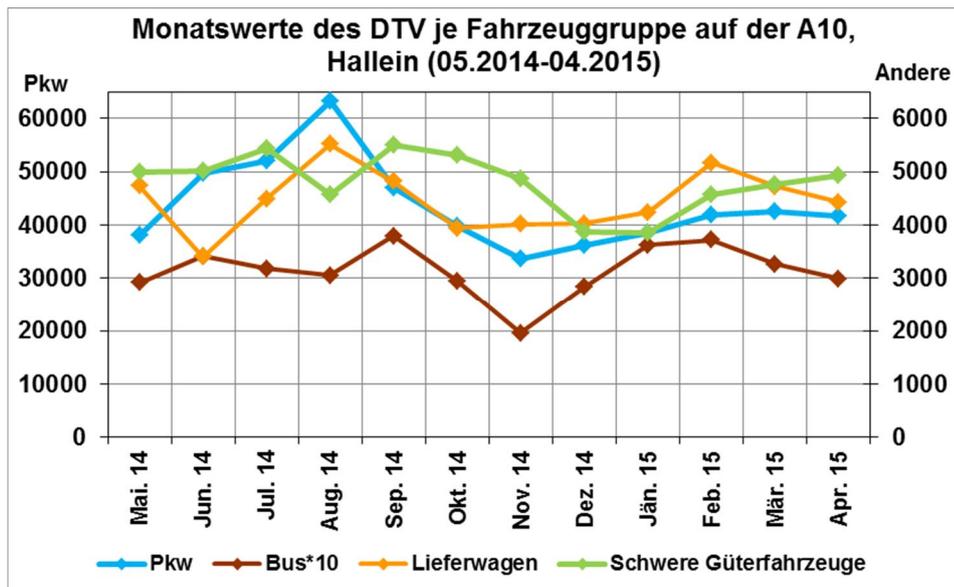


Abbildung 2.8: Monatswerte des DTV je Fahrzeuggruppe auf der A10 bei Hallein (05.2014-04.2015).

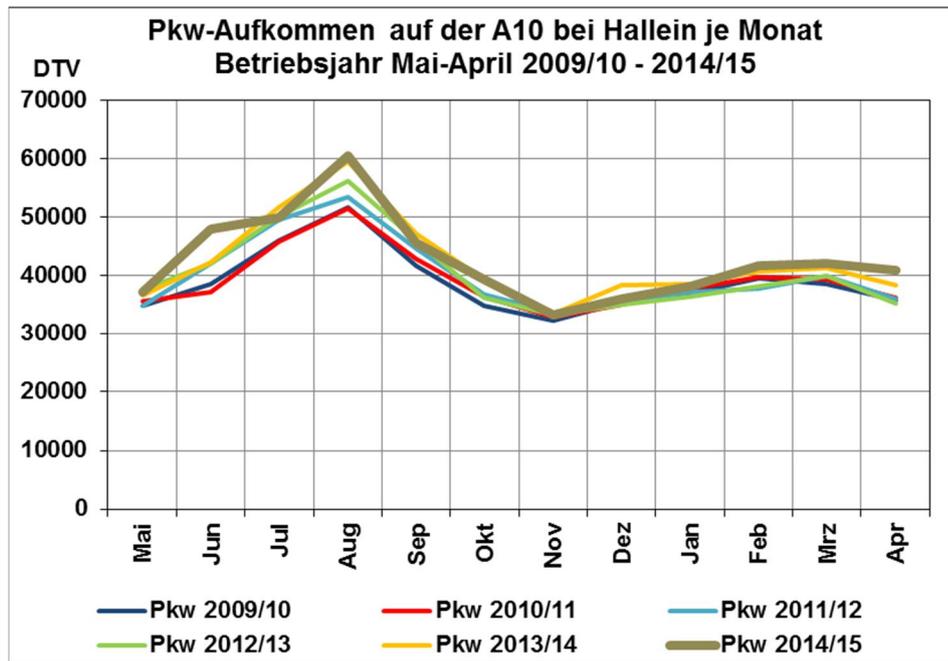


Abbildung 2.9: Vergleich der Monatswerte des Pkw-Aufkommens auf der A10 bei Hallein für die sechs Betriebsjahre 2009/10 - 2014/15.

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 nicht mehr sehr groß, beträgt für den August aber immer noch +1000 Fz/Tag.

Das Aufkommen an schweren Nutzfahrzeugen (SNF) hat im Vergleich zum Vorjahr deutlich abgenommen und hat in praktisch jedem Monat den tiefsten Stand über die letzten sechs Jahre erreicht. Allerdings könnte der Sensorwechsel bei der Fahrzeugzählung am 31.10.2013 hier auch eine Rolle spielen.

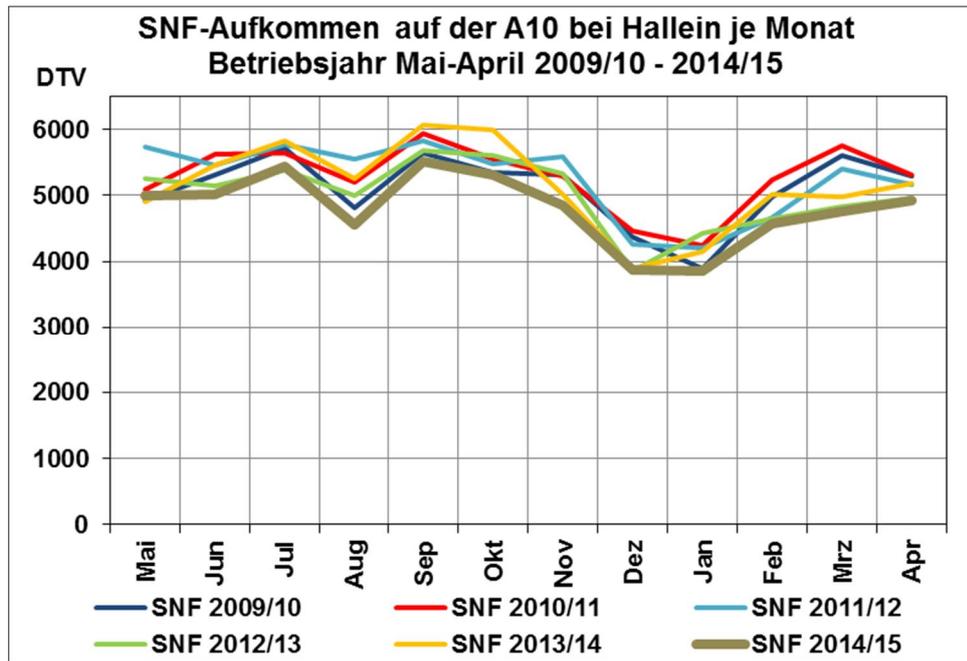


Abbildung 2.10: Vergleich der Monatswerte des SNF-Aufkommens (=Lkw + Lkw mit Anhänger + Sattelzüge) auf der A10 bei Hallein für die sechs Betriebsjahre 2009/10 - 2014/15.

2.2.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden

Die Gegenläufigkeit von NO_x-Emissionen und . Immissionen zeigt sich auch bei den Monatswerten. Die höchsten NO_x- und NO₂-Immissionen fanden sich im Februar 2015, die tiefsten von Mai-Juli 2014 und im April 2015.

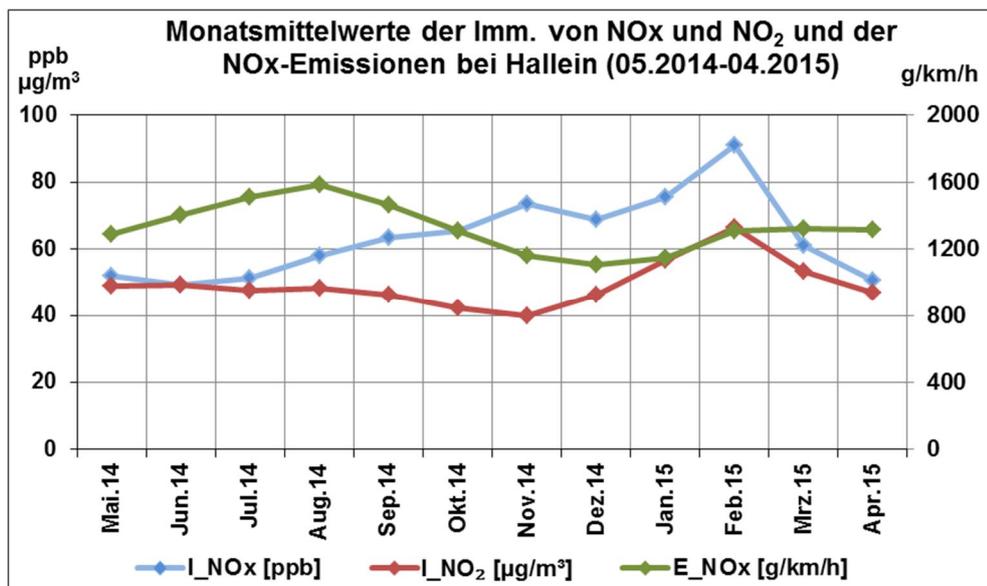


Abbildung 2.11: Monatsmittelwerte der NO_x- und NO₂-Immissionen sowie der NO_x-Emissionen bei Hallein (05.2014-04.2015).

Die NOx-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 2.10](#)).

Im Vergleich über die letzten sechs Betriebsjahre fallen die markant tiefen NOx-Immissionen von Oktober-Januar, insbesondere Dezember/Januar auf. Zwar ist mit einer Immissionsabnahme infolge Emissionsrückgang wegen Flottenmodernisierung zu rechnen, aber dieser markante Rückgang dürfte hauptsächlich meteorologische Ursachen haben; im Alpenraum herrschten im letzten Winter generell günstigere lufthygienische Bedingungen als im Durchschnitt.

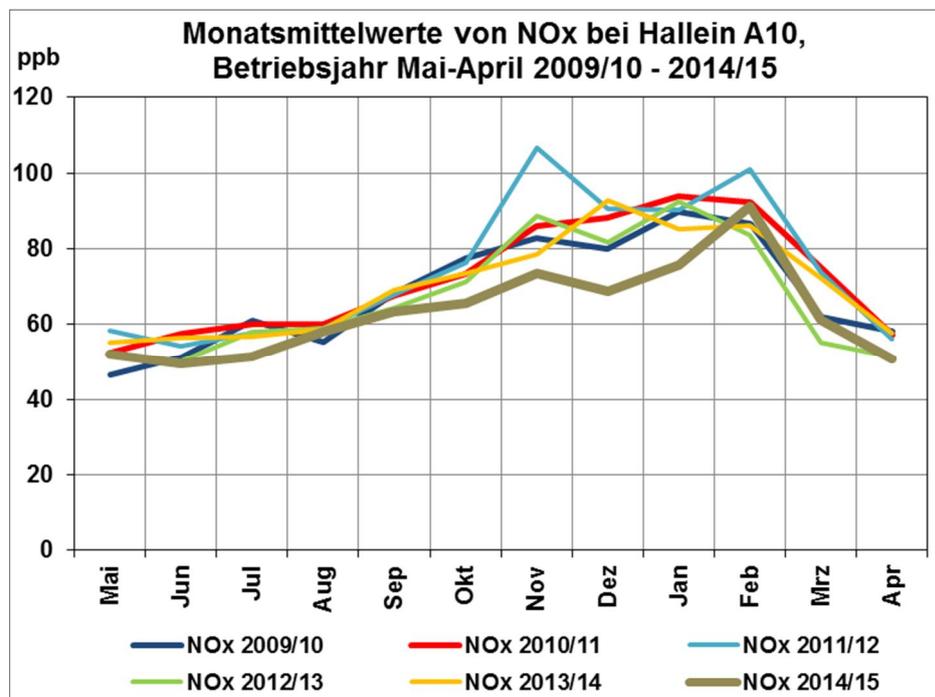


Abbildung 2.12: Vergleich der Monatswerte der NOx-Immissionen bei Hallein (A10) für die Betriebsjahre 2009/10 - 2014/15.

2.3. Wochenverlauf

2.3.1. Tempo 100

Die Tempo100-Schaltungen weisen am Freitag und Samstag die größten Häufigkeiten auf, gefolgt vom Sonntag. Zwar verläuft am Sonntag der morgendliche Anstieg der Häufigkeit von Tempo100 langsamer, weil die Pkw dann noch teilweise fehlen. Am Nachmittag und Abend ist die Schalthäufigkeit am Sonntag aber ähnlich hoch wie werktags, und in den frühen Morgenstunden ist sie deutlich höher (Ausgehverkehr).

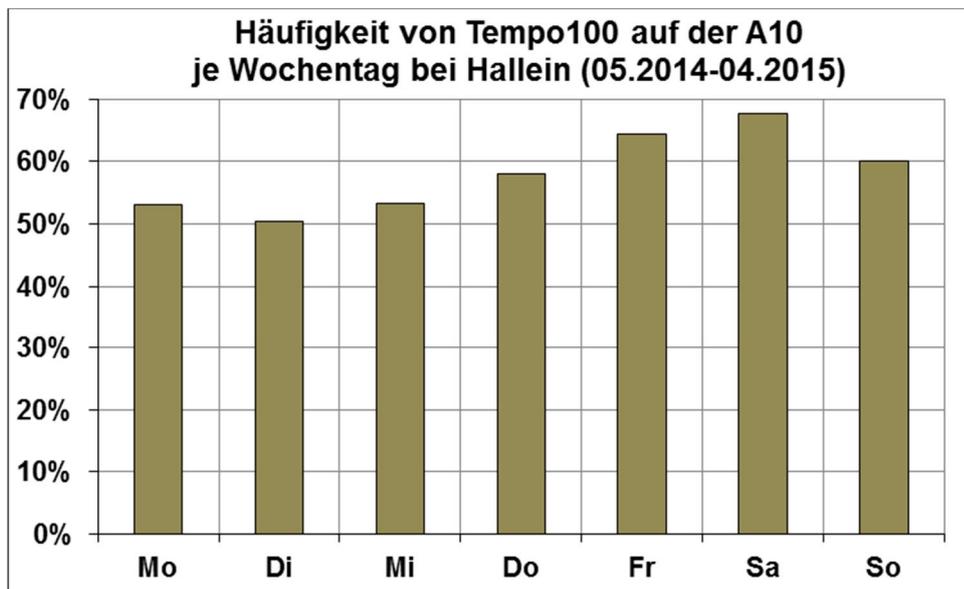


Abbildung 2.13: Häufigkeit von Tempo100 je Wochentag auf der A10 bei Hallein (05.2014-04.2015).

Die Abhängigkeit der Tempo100-Schaltung vom Wochentag bleibt jedes Jahr sehr ähnlich, auch im jeweiligen Tagesverlauf. Die Abhängigkeit vom Wochentag wird vom Menschen gemacht, und dieses Verhalten wiederholt sich zumindest innerhalb relativ kleiner Zeiträume.

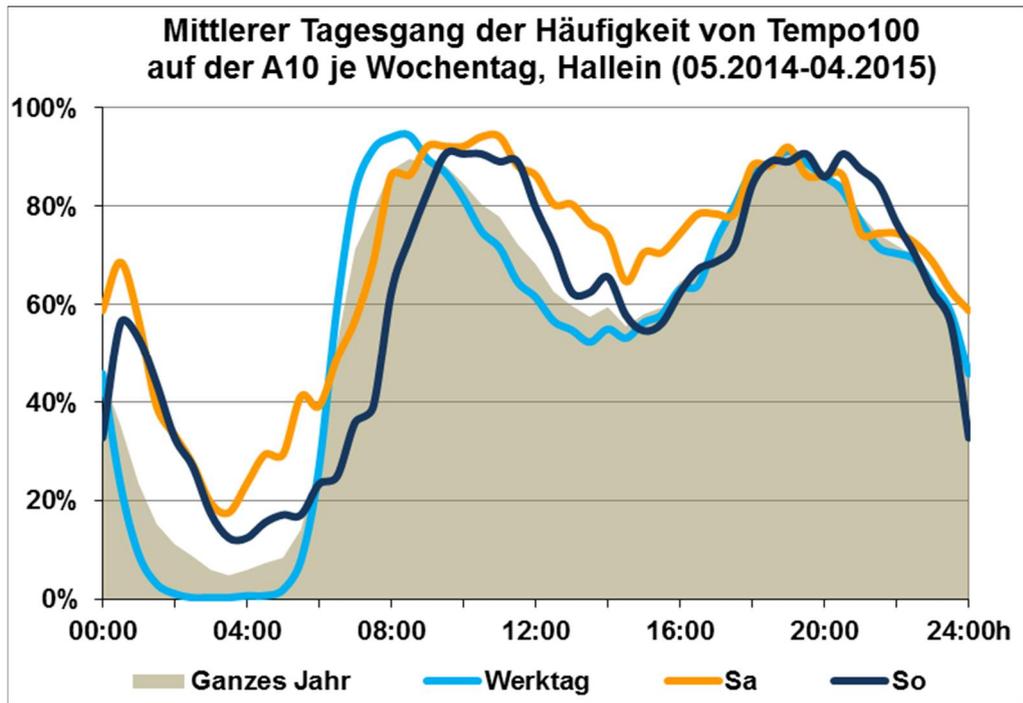


Abbildung 2.14: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 je Wochentagstyp auf der A10 bei Hallein (05.2014-04.2015).

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 lieferwagen-ähnlichen 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 und am Sonntag ähnliche Werte wie unter der Woche.

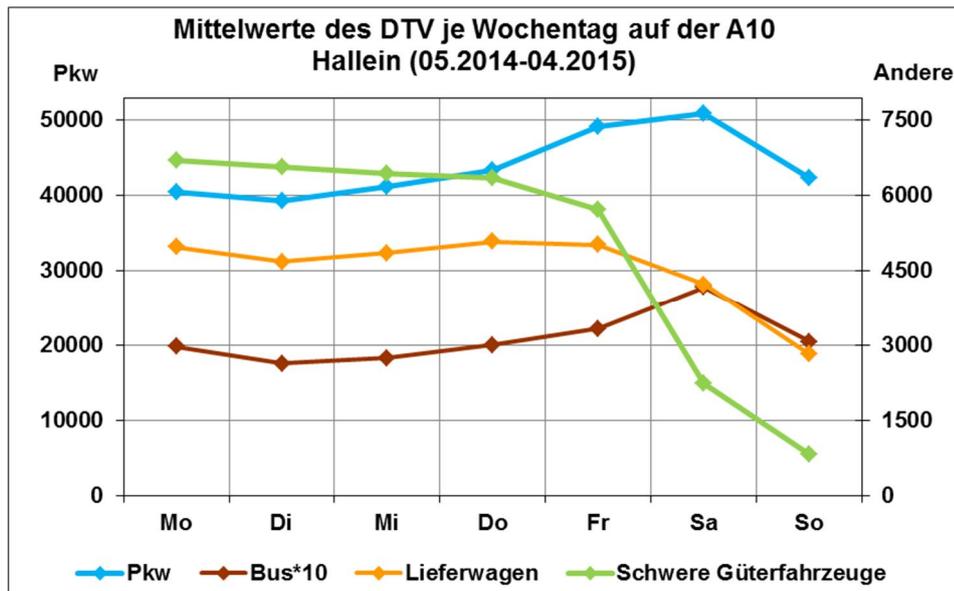


Abbildung 2.15: DTV je Wochentag auf der A10 bei Hallein (05.2014-04.2015).

2.3.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden

Die Immissionen und Emissionen an NO_x verlaufen über die gesamte Woche weitgehend parallel, ihr Verhältnis (Immission pro Emissionseinheit) hängt also kaum vom Wochentag ab. Gewisse Schwankungen ergeben sich aus unterschiedlichen meteorologischen Bedingungen je Wochentag, die sich auch im Jahresmittel durchaus zeigen können, und aus unterschiedlichen tageszeitlichen Emissionsverläufen je Wochentag, welche ebenfalls einen Einfluss auf die resultierenden Immissionen haben können.

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

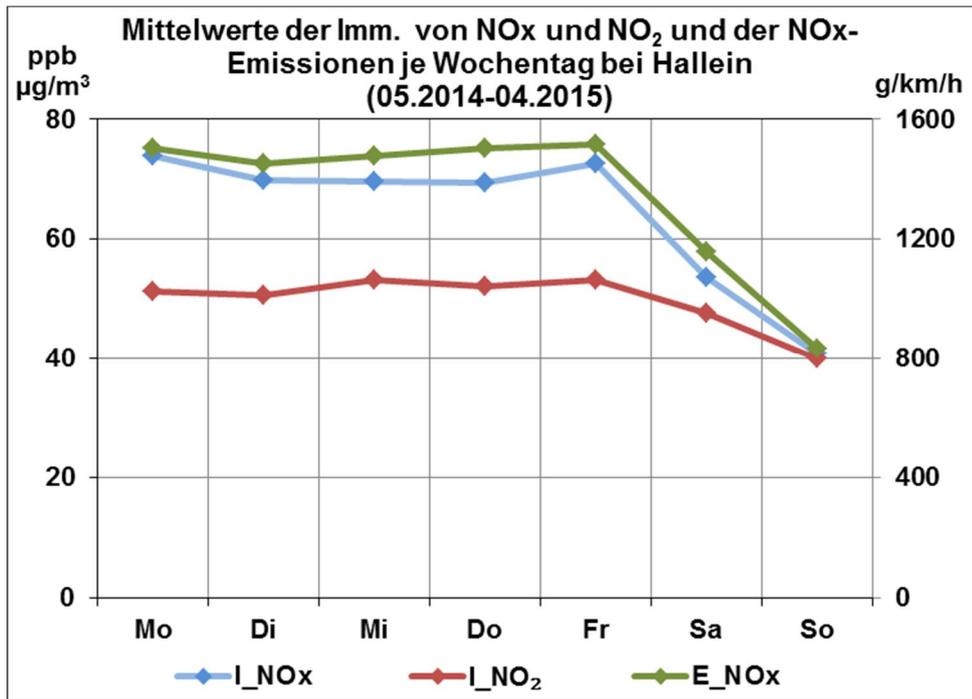


Abbildung 2.16: Mittelwerte der Immissionen von NOx und NO₂ sowie der NOx-Emissionen (E-NOx) je Wochentag bei Hallein A10 (05.2014-04.2015).

3. Dokumentation der täglichen Schaltzeiten

In der folgenden Tabelle werden alle täglichen Schaltzeiten von Tempo100 im Betriebsjahr 2014/15 dokumentiert.

Tabelle 3.1: Tägliche Anzahl Stunden mit Tempo100-Schaltung, Hallein A10 (05.2014-04.2015).

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

An keinem Tag fiel die Schaltung vollständig aus. An insgesamt 257 Stunden fiel sie aus, dies ist eine gute Verfügbarkeit.

Die monatliche Verteilung der Tage mit "extremen" Schaltzeiten (2.5-5.5 h bzw. 22-24 h Schaltzeit) folgt grundsätzlich der allgemeinen Verteilung der Schaltzeiten: Sehr hohe tägliche Schaltzeiten finden wir überwiegend im Sommer und im Februar, tiefe vor allem im Frühjahr und Frühsommer.

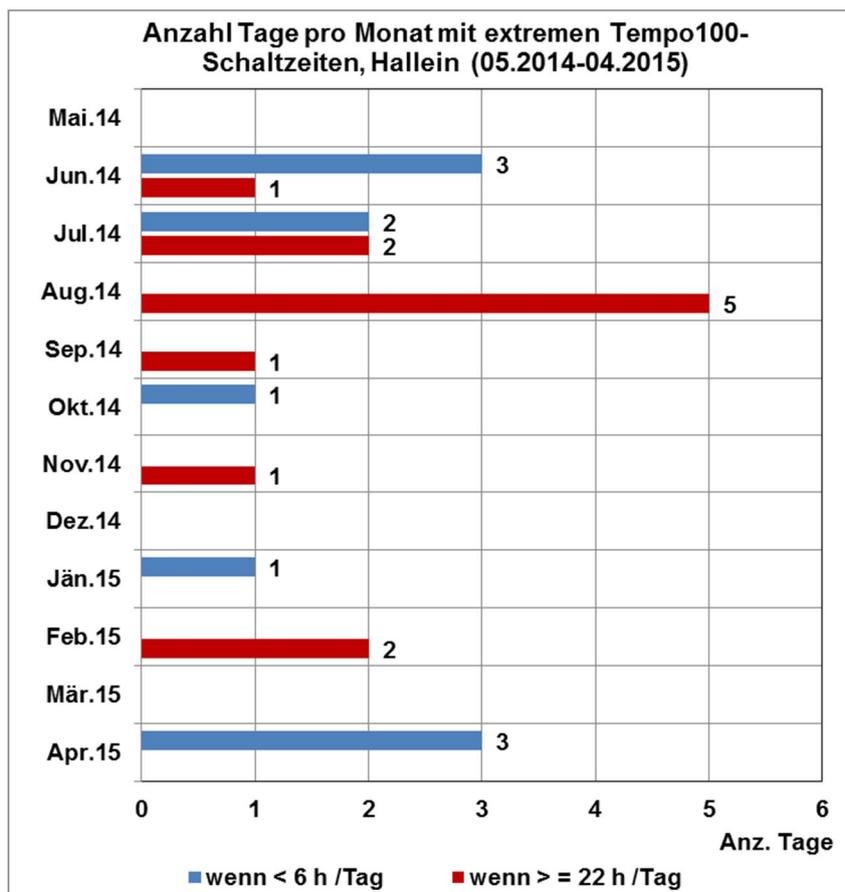


Abbildung 3.1: Anzahl Tage pro Monat mit extremen Tempo100-Schaltzeiten, Hallein (05.2014-04.2015).

Bei den Tagen mit hohen Schaltzeiten (22-24 h) handelt es sich mit einer Ausnahme (23.11.2014) um Urlaubswochenenden im Sommer und in einem Fall im Winter mit (im Sommer) sehr starkem Verkehr:

Tabelle 3.2: Die 12 Tage mit hohen Tempo100-Schaltzeiten (22-24 h) bei Hallein A10 (05.2014-04.2015):

Tag	Datum	Pkw-Aufkommen	Tempo100-Schaltzeit [h]
Sa	14.06.2014	66579	24
Sa	12.07.2014	62081	23
Sa	19.07.2014	72326	22
Sa	09.08.2014	84366	23
Sa	16.08.2014	84699	24
So	17.08.2014	77841	22
So	24.08.2014	68152	23
Sa	30.08.2014	81385	24
Sa	06.09.2014	71133	23
So	23.11.2014	30033	24
Sa	14.02.2015	60426	23
So	15.02.2015	42292	24

An der 24-stündigen Schaltdauer am So 23.11.2014 hat die Witterung sicher einen erheblichen Anteil, denn das Pkw-Aufkommen war mit 30'000 Fz nicht hoch.

4. Effektive Fahrgeschwindigkeiten auf der A10 bei Hallein

In diesem Kapitel werden die mittleren Fahrgeschwindigkeiten auf der A10 bei Hallein vom Mai 2014 . April 2015 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 um den Jahreswechsel und Ende Januar/anfangs Februar der Fall. Ansonsten variierten die Geschwindigkeitsbereiche wenig.

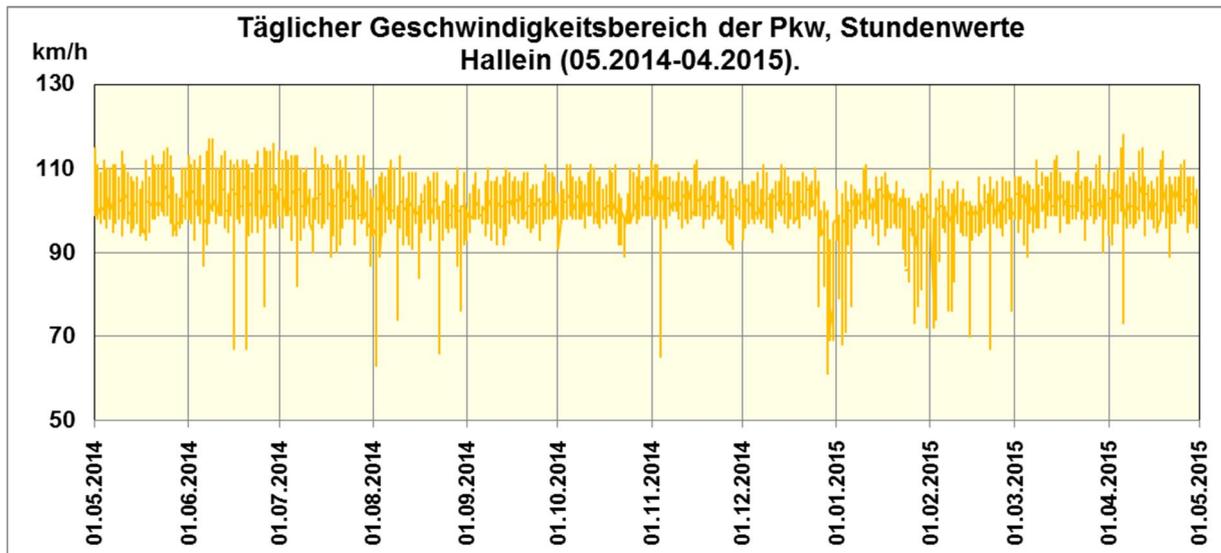


Abbildung 4.1: Täglicher Geschwindigkeitsbereich der Pkw auf der Basis der Stundenwerte, Hallein (05.2014-04.2015).

Der mittlere Tagesgang der Geschwindigkeit zeigt beim Leichtverkehr bei Tempo100 wenig tageszeitliche Unterschiede. Bei Tempo130 zeigt sich die Absenkung in der Nacht von 22-5 Uhr; die höchsten Geschwindigkeitswerte wurden im aktuellen Betriebsjahr von 18-20 Uhr erreicht.

Bei den schweren Nutzfahrzeugen (SNF) zeigen sich schwach ausgeprägte Tagesgänge in den gemessenen Geschwindigkeiten. In der Nacht sind die Geschwindigkeiten generell etwas tiefer, auffällig zeitparallel zur Absenkung beim Leichtverkehr. Vermutlich passen sich die schnelleren SNF an die abgesenkten nächtlichen Limits an.

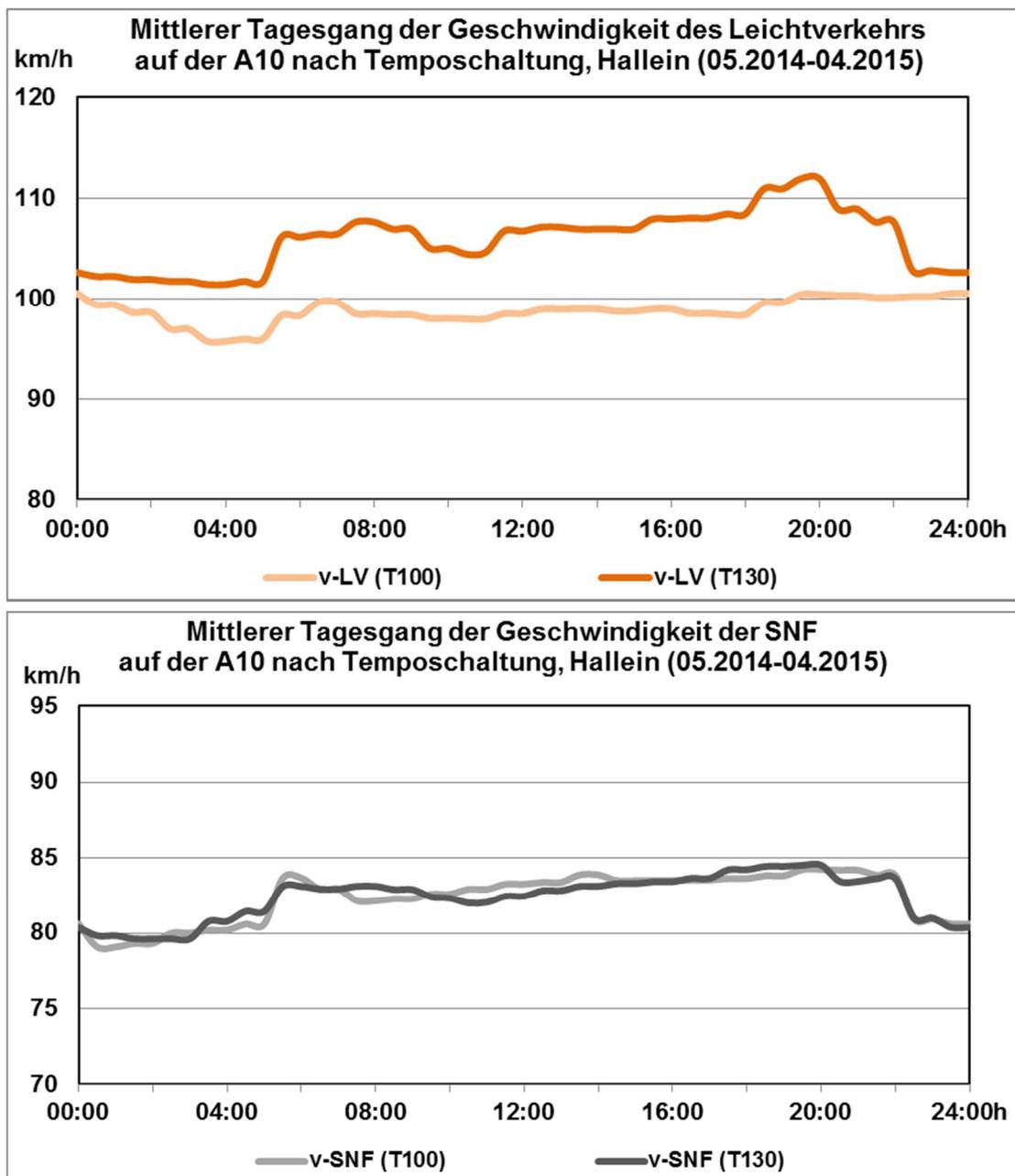


Abbildung 4.2: Mittlerer Tagesgang der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs (oben) und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF; unten) auf der A10 bei Hallein (05.2014-04.2015).

Die im Folgenden dargestellten Monatsmittelwerte beziehen sich nur auf die Tagesstunden von 6 . 22 Uhr. In den letzten beiden Betriebsjahren gab es Probleme mit der Messung der Fahrgeschwindigkeiten; erst mit dem Einsatz neuer Sensoren am 31.10.2013 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 begründet 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.

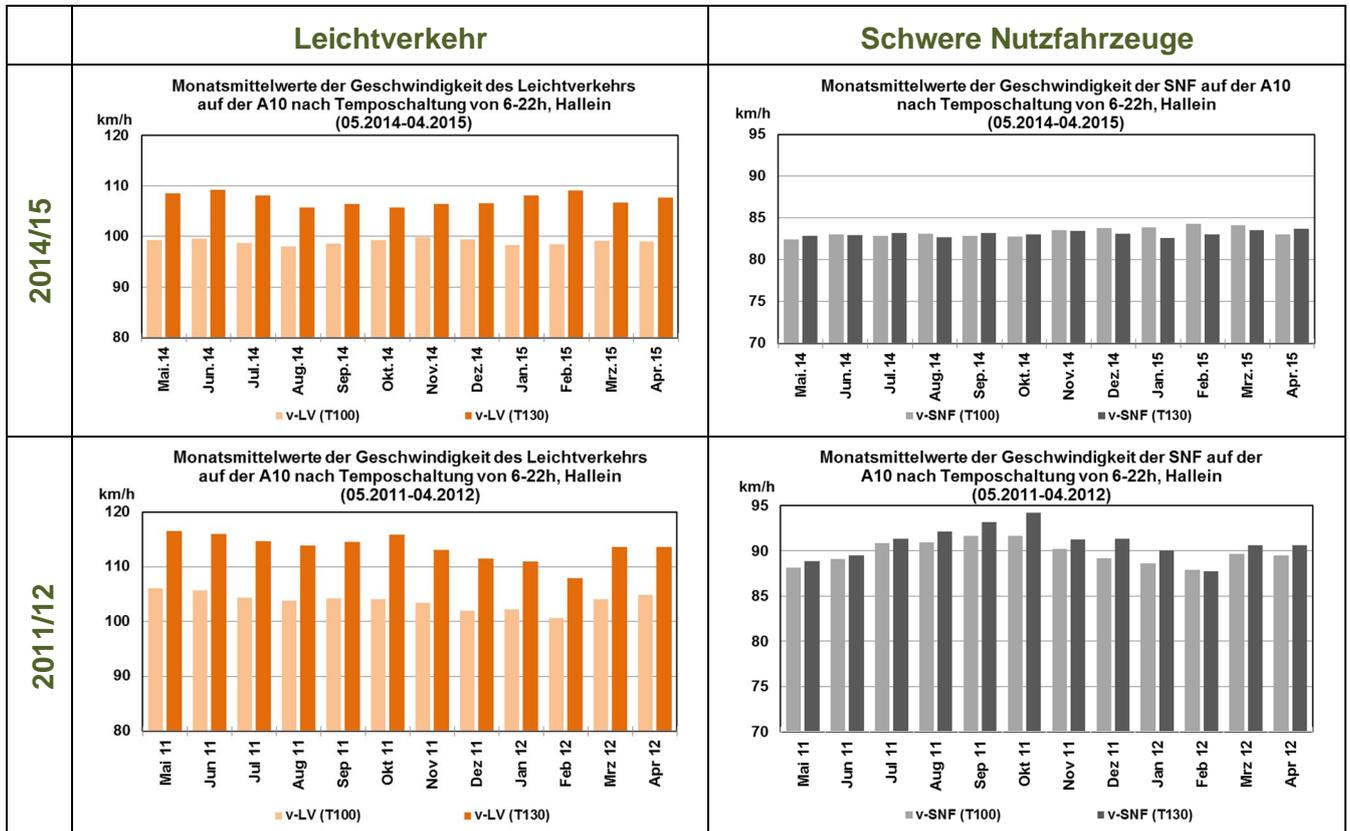


Abbildung 4.3: Monatswerte der mittleren gemessenen Fahrgeschwindigkeit von 6-22 Uhr des Leichtverkehrs (LV; links) und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF; rechts) auf der A10 bei Hallein (05.2011-04.2012 (unten); 05.2014-04.2015 (oben)).

Die **mittleren** Fahrgeschwindigkeiten des Leichtverkehrs je nach Tempolimit werden in der folgenden Tabelle aufgelistet. Zu Vergleichszwecken werden auch die Werte der vergangenen beiden Betriebsjahre 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 (05.2014-04.2015 (oben), 05.2013-04.2014 (Mitte) bzw. 05.2012-04.2013 (unten)):

Tempolimit (05.2014-04.2015)	LV: v [km/h] 6-22 Uhr	LV: v [km/h] 22-6 Uhr
mit IG-L Schaltung	99.0	98.2
ohne IG-L Schaltung	107.6	102.6

Vorjahr Tempolimit (05.2013-04.2014)	LV: v [km/h] 6-22 Uhr	LV: v [km/h] 22-6 Uhr
mit IG-L Schaltung	98.9	98.8
ohne IG-L Schaltung	109.1	103.5

Vorvorjahr Tempolimit (05.2012-04.2013)	LV: v [km/h] 6-22 Uhr	LV: v [km/h] 22-6 Uhr
mit IG-L Schaltung	103.7	103.4
ohne IG-L Schaltung	114.2	108.3

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 **8.6 km/h** (Vorjahr 10.2 km/h) erreicht. Im Vergleich zum Vorjahr ist die Geschwindigkeit bei Tempo100 gleich geblieben, diejenige bei Tempo130 hat sich aber um 1.5 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 Zeitraum März-April 2015 überprüft.

Dazu werden die Gegebenheiten der Tempo100-Schaltung mit den früheren Phasen März-April 2012, 2013 und 2014 verglichen.

Die Monatsmittel der Tempo100-Häufigkeit von März und April 2015 liegen im Schwankungsbereich der letzten drei Jahre 2012-2014.

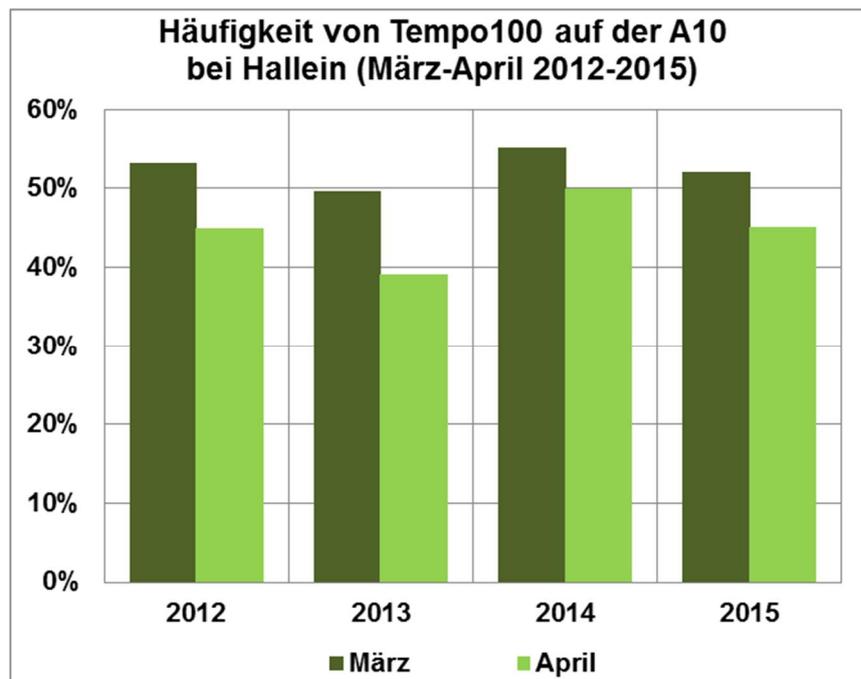


Abbildung 5.1: Monatsmittel der Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 bei Hallein (März-April 2012-2015).

Im mittleren Tagesgang der Tempo100-Häufigkeit zeigen sich im 2015 (März-April) mittags von 12-16 Uhr eine weniger große Absenkung als in den drei Vorjahren, dafür nachts geringere Werte. Ob dies rein meteorologisch bedingt ist oder auch etwas mit den neuen Parametern zu tun hat (Emissionsverhältnis

Leichtverkehr/Schwerverkehr), kann im Rahmen dieser Kurzbetrachtung nicht beurteilt werden; es sollte aber weiter beobachtet werden.

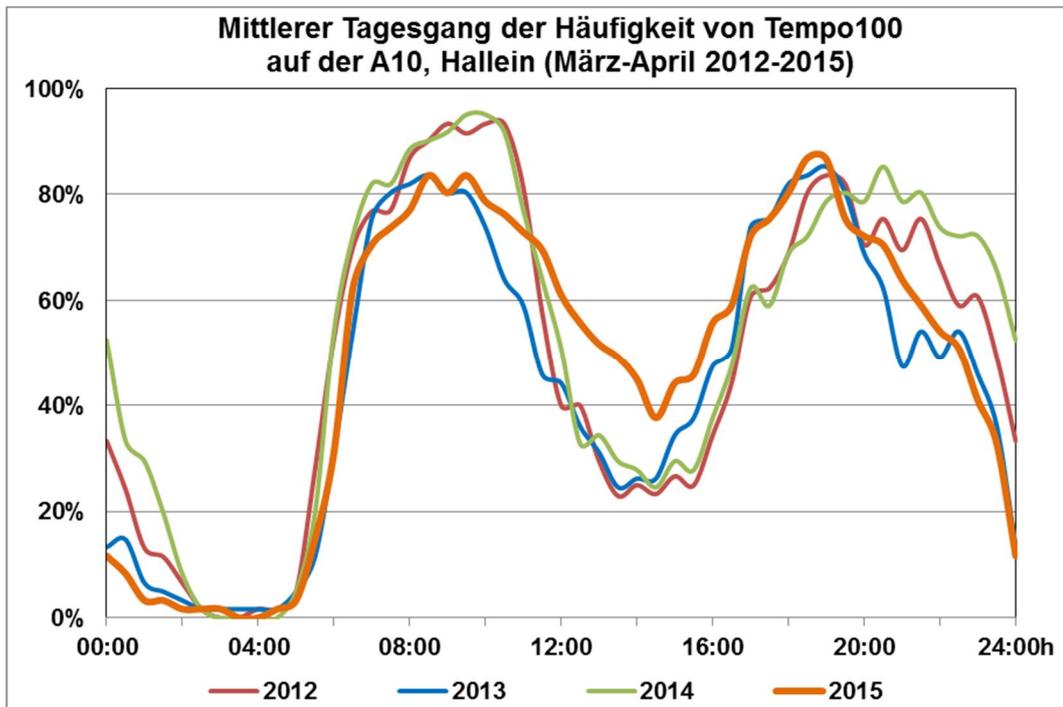


Abbildung 5.2: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 bei Hallein (März-April 2012-2015).

Im Wochengang zeigt sich im 2015 (März-April) eine viel größere Variation als in den drei Vorjahren.

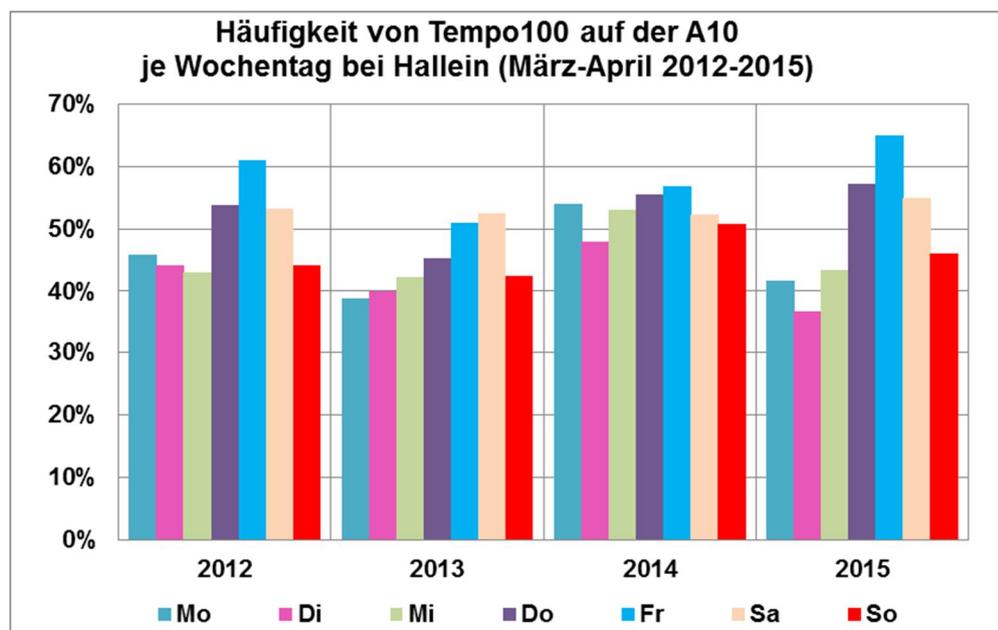


Abbildung 5.3: Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 je Wochentag bei Hallein (März-April 2012-2015), geordnet nach Jahren.

Diese stärkere Variation scheint allerdings meteorologisch bedingt zu sein, denn montags, mittwochs und sonntags lag die Tempo100-Häufigkeit im Schwankungsbereich der drei Vorjahre, dienstags darunter und Donnerstag bis Samstag darüber. Solche Unterschiede können sich nicht von den Parametern her (Emissionsberechnung, NO₂-Anteil σ) eingestellt haben.

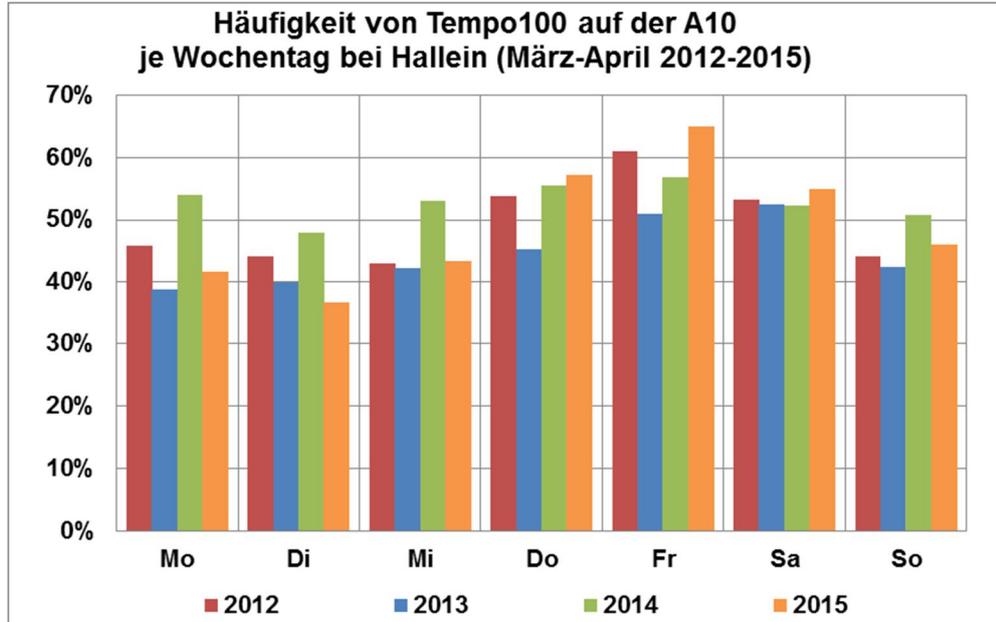


Abbildung 5.4: Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 je Wochentag bei Hallein (März-April 2012-2015), geordnet nach Wochentagen.

Insgesamt erscheinen die Tempo100-Schaltungen mit den neuen Parametern im Algorithmus als sehr plausibel. Der Häufigkeitsverlauf tagsüber von 12-16 Uhr sollte speziell beobachtet werden, wenn ein ganzes Betriebsjahr mit den neuen Parametern vorliegt.

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 NOx und CO₂ lassen sich die folgenden **Reduktionen durch das real umgesetzte Tempo100-Limit** abschätzen (Reduktion der mittleren Geschwindigkeit des Leichtverkehrs um die ermittelten **8.6 km/h**):

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, 05.2014-04.2015:

	NOx	CO ₂
Gesamtemission [t/y]	317	101392
Einsparung durch flexibles T100 [t/y]	-20	-2789
in %	-5.9%	-2.7%

Durch das flexible Geschwindigkeitslimit auf der A10 zwischen Salzburg und Golling konnten -5.9% NOx- bzw. -2.7% CO₂-Emissionen eingespart werden. Der Prozentsatz dieser Einsparungen ist niedriger als im Vorjahr, weil die real erreichte Geschwindigkeitsreduktion nur mehr 8.6 und nicht mehr 10.2 km/h beträgt.

Die prozentuale fossile Kraftstoffeinsparung dürfte sich etwa im Bereich der CO₂-Einsparung bewegt haben. Die Abschätzung der Emissionsreduktionen basiert

neu 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 14.5% abgenommen, die CO₂-Emissionen um 3.2%. Die hohe Reduktion bei den NO_x-Emissionen ist zur Hauptsache unrealistisch: Die NO_x-Immissionen haben gegenüber dem Vorjahr um 'nur' 9.5% abgenommen, wobei die sehr günstigen Ausbreitungsbedingungen im letzten Winter eine wesentliche Rolle gespielt haben. Die hohe Reduktion bei den NO_x-Emissionen rührt vor allem vom Wechsel vom HBEFA3.1 auf das HBEFA3.2 her und vom postulierten Effekt der Flottenmodernisierung. Daneben spielen noch zwei Faktoren für beide Stoffe eine Rolle: Das Aufkommen der emissionsstarken Fahrzeugkategorien Lieferwagen und schwere Güterfahrzeuge hat um -5% bis -7% abgenommen; die Geschwindigkeit bei 'Tempo130' hat im Vergleich zum Vorjahr tagsüber um -1.5 km/h abgenommen.

6.2. Szenarien der Immissionsreduktionen

Zur **Abschätzung der Reduktionen bei den Immissionen an NO_x und NO₂** wurden fünf Szenarien für den Zeitraum Mai 2014 . April 2015 berechnet:

- Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren stets mit der bei Hallein gemessenen Durchschnittsgeschwindigkeit bei 'Tempo 100' (99.0 km/h tagsüber bzw. 98.2 km/h nachts) → Tempo100 immer
- Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren stets mit der bei Hallein gemessenen Durchschnittsgeschwindigkeit bei 'Tempo 130' (107.6 km/h tagsüber bzw. 102.6 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 2014/15 → 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 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 Effekte 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. Ohne Tempo100 hätte es eine, in der früheren Situation (vor VBA) sogar 8 Überschreitungen des NO₂-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 Winterhj.' und 'Tempo100 nie (früher)', Hallein A10, Mai 2014 – April 2015.

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	1310	290	63	48.6	147	90	0
T100 nie	1424	324	67	51.9	159	98	1
T100 temporär	1338	298	63	49.3	148	91	0
T100 WHj.	1371	308	65	50.2	151	93	0
Vor VBA	1636	388	76	58.3	179	110	8

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 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.

Tabelle 6.3: Relative Effekte eines permanenten Tempo100 im Vergleich zu ‘Tempo130’ bei den real ermittelten Fahrgeschwindigkeiten für ‘Tempo100’(99.0 km/h tagsüber bzw. 98.2 km/h nachts) bzw. für ‘Tempo130’ (107.6 km/h tagsüber bzw. 102.6 km/h nachts), Hallein A10, Mai 2014 – April 2015.

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 %
	-8.0%	-10.7%	-6.9%	-6.2%	-7.4%	-7.7%

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 sehr gut erfüllt worden.

Tabelle 6.4: Relative Effekte des flexiblen Tempo100-Limits in Bezug auf ein permanentes Tempo100, Hallein A10, Mai 2014 – April 2015.

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	57%	82%	79%	92%	87%
T100 WHj.	50%	57%	52%	65%	55%

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 und in etwa im Mittel der bisherigen Betriebsjahre gewesen.

6.3.2. Vergleich mit der früheren Situation bei Hallein

Es kann davon ausgegangen werden, dass die relativ tiefe \pm Tempo130± Geschwindigkeit (107.6 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± 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 2014/15 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 102.6 km/h angesetzt.

Eine mittlere Geschwindigkeit des Leichtverkehrs von tagsüber 118 km/h bei gleichem Verkehrsaufkommen und den Emissionsfaktoren von 2014/15 hätte zu deutlich höheren Immissionen geführt; das NO₂-Jahresmittel hätte 58 µg/m³ 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 (tagsüber 98.9, nachts 98.8 km/h) im Vergleich zum früheren 'Tempo130' (tagsüber 118, nachts 102.6 km/h) vor Einführung von Tempo100, Hallein A10, Mai 2014 – April 2015.

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 %
	-19.9%	-25.4%	-18.1%	-16.6%	-18.0%	-18.1%

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 luftthygenischer Sicht kaum mehr etwas bringen.

Tabelle 6.6: Relative Effekte des flexiblen Tempo100 in Bezug auf ein permanentes Tempo100-Limit und auf die frühere 'Tempo130'-Situation ('Vor VBA'), Hallein A10, Mai 2014 – April 2015.

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	57%	94%	93%	97%	95%
T100 WHj.	50%	86%	84%	87%	83%

7. Zusammenfassung

Im Betriebsjahr Mai 2014 . April 2015 war Tempo100 auf der A10 zwischen Salzburg und Golling während durchschnittlich 58 % der Betriebszeit geschaltet.

Die Häufigkeit von Tempo100 war am Morgen zwischen 07:30 und 10:30 Uhr und am Abend von 17:30 . 20:30 Uhr mit mehr als 80% am größten, um 19:00 überstieg sie sogar 90%. Am Morgen zwischen 02:00 und 05:00 Uhr war Tempo100 mit weniger als 10% Häufigkeit am seltensten.

Nach Jahreszeiten unterteilt weisen der Winter und der Herbst die größten Schalthäufigkeiten auf, das Frühjahr die geringste. Der Sommer weist gegenüber dem Frühjahr eine deutlich erhöhte Schalthäufigkeit auf, weil die vertikale Durchmischung der Atmosphäre bereits wieder abnimmt, vor allem aber weil im Sommer das Verkehrsaufkommen an Pkw wesentlich höher ist.

Die monatlichen Schalthäufigkeiten schwankten zwischen 45% (April 2015) und 72% (August 2014). Aber auch der Februar 2015 wies mit 71% eine hohe Tempo100-Schalthäufigkeit auf. Die Schalthäufigkeiten im August 2014 und Februar 2015 bedeuten jeweils Monatsrekord über alle bisherigen sechs Betriebsjahre.

Die Tempo100-Schaltungen weisen am Freitag und Samstag die größten Häufigkeiten auf, gefolgt vom Sonntag.

Bei den Tagen mit hohen Schaltzeiten (22-24 h) handelt es sich mit einer Ausnahme (23.11.2014) um Urlaubswochenenden im Sommer und in einem Fall im Winter.

Die Anzahl an Pkw hat im Vergleich zum Vorjahr um gut 1% zugenommen. Das Aufkommen der emissionsstarken Fahrzeugkategorien Lieferwagen und schwere Güterfahrzeuge hat hingegen gemäß Asfinag-Zählung um -5% bis -7% abgenommen. Insgesamt resultierte eine kleine Änderung des Gesamtverkehrs von -0.3%.

Der mittlere Tagesgang der Fahrgeschwindigkeit zeigt beim Leichtverkehr bei Tempo100 wenig tageszeitliche Unterschiede. Bei Tempo130 zeigt sich die Absenkung in der Nacht von 22-5 Uhr; die höchsten Geschwindigkeitswerte wurden im aktuellen Betriebsjahr von 18-20 Uhr erreicht.

Durch das Tempolimit wurde im aktuellen Betriebsjahr tagsüber eine Geschwindigkeitsreduktion um **8.6 km/h** (Vorjahr 10.2 km/h) erreicht. Im Vergleich zum

Vorjahr ist die Geschwindigkeit bei Tempo100 gleich geblieben, diejenige bei Tempo130 hat sich aber um 1.5 km/h reduziert.

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. Insgesamt erscheinen die Tempo100-Schaltungen mit den neuen Parametern im Algorithmus als sehr plausibel.

Auf dem ca. 27 km langen Autobahnabschnitt zwischen Salzburg und Golling konnten durch das flexible Geschwindigkeitslimit der gesamte Stickstoffoxidausstoß um 6% und der gesamte CO₂-Ausstoß um knapp 3% verringert werden. Die prozentuale fossile Kraftstoffeinsparung dürfte sich etwa im Bereich der CO₂-Reduktion bewegt haben.

Die gesamten NO_x- bzw. NO₂-Immissionen konnten durch das flexible Tempolimit um 5-6% reduziert werden. Dies ist etwas weniger als im Vorjahr, da die effektive Geschwindigkeitsdifferenz zwischen Tempo130 und Tempo100 nur noch 8.6 km/h betrug (Vorjahr 10.2 km/h).

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 sehr gut erfüllt worden. Der Schwellenwert des Schaltalgorithmus kann beibehalten werden.

Gegenüber der früheren Situation 'vor VBA' hat das aktuelle flexible Tempo100-Regime eine Wirksamkeit von 93-94% eines permanenten Tempo100-Limits erreicht. Eine Erhöhung der Schaltzeiten oder gar ein permanentes Tempo100-Limit würden aus lufthygienischer Sicht kaum mehr etwas bringen.