

**Evaluation des flexiblen
Tempolimits auf der A10
zwischen Salzburg und
Golling von Mai 2012 bis
April 2013**

Dr. Jürg Thudium
Dr. Carine Chélala
16.10.2013 / 5277.30

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	10
2.3. Wochenverlauf	12
2.3.1. Tempo 100	12
2.3.2. Verkehrsaufkommen	13
2.3.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden	14
3. Dokumentation der täglichen Schaltzeiten	16
4. Einfluss atmosphärischer Inversionen auf Immissionen und Tempo 100-Schaltung	19
5. Effektive Fahrgeschwindigkeiten auf der A10 bei Hallein	23
6. Wirksamkeit der flexiblen Tempo100-Schaltung auf der A10 zwischen Salzburg und Golling	29
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	34
7. Zusammenfassung	36

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1: Die Tempo100-Strecke auf der A10 zwischen Salzburg und Golling; rot: Messstelle Hallein A10.	1
Abbildung 2.1: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 bei Hallein (05.2012-04.2013).	2
Abbildung 2.2: Tägliche Anzahl Stunden (Gleitendes 7-Tagemittel) mit Tempo100 auf der A10 bei Hallein (05.2012-04.2013).	3
Abbildung 2.3: Mittlerer Tagesgang des Fahrzeugaufkommens je Fahrzeuggruppe auf der A10 bei Hallein (05.2012-04.2013).	5
Abbildung 2.4: Mittelwerte von NO _x , NO ₂ und NO _x -Emissionen im Jahresmittel und je Jahreszeit bei Hallein (05.2012-04.2013).	6
Abbildung 2.5: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 je Jahreszeit, Hallein (05.2012-04.2013).	7
Abbildung 2.6: Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 je Monat bei Hallein (05.2012-04.2013).	8
Abbildung 2.7: Vergleich der Monatswerte der Tempo100-Häufigkeit auf der A10 bei Hallein für die vier Betriebsjahre 2009/10 - 2012/13.	8
Abbildung 2.8: Monatswerte des DTV je Fahrzeuggruppe auf der A10 bei Hallein (05.2012-04.2013).	9
Abbildung 2.9: Vergleich der Monatswerte des Pkw-Aufkommens auf der A10 bei Hallein für die vier Betriebsjahre 2009/10 - 2012/13.	9
Abbildung 2.10: Vergleich der Monatswerte des SNF (=Lkw+LkwMA+SLZ)-Aufkommens auf der A10 bei Hallein für die vier Betriebsjahre 2009/10 - 2012/13 und Mai-August 2013.	10
Abbildung 2.11: Monatsmittelwerte der NO _x - und NO ₂ -Immissionen sowie der NO _x -Emissionen bei Hallein (05.2012-04.2013).	11
Abbildung 2.12: Vergleich der Monatswerte der NO _x -Immissionen bei Hallein (A10) für die Betriebsjahre 2009/10 - 2012/13.	11
Abbildung 2.13: Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 je Wochentag, Hallein (05.2012-04.2013).	12

Abbildung 2.14: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 je Wochentagstyp, Hallein (05.2012-04.2013).	13
Abbildung 2.15: DTV je Wochentag auf der A10 bei Hallein [05.2012-04.2013 (oben) und 05.2011-04.2012 (unten)].	14
Abbildung 2.16: Mittelwerte der Immissionen von NO _x und NO ₂ sowie der NO _x -Emissionen (E-NO _x) je Wochentag bei Hallein (05.2012-04.2013).	15
Abbildung 3.1: Anzahl Tage pro Monat mit extremen Tempo100-Schaltzeiten, Hallein (05.2012-04.2013).	18
Abbildung 4.1: Monatsmittelwerte der Inversionshäufigkeit im Temperaturprofil Winterstall, 05.2012 – 04.2013.	19
Abbildung 4.2: Mittlerer Tagesgang der Inversionshäufigkeit je Jahreszeit in Winterstall (05.2012-04.2013).	20
Abbildung 4.3: Mittlerer Tagesgang von NO ₂ bei Hallein A10 je Inversionsaufkommen in Winterstall für die vier Jahreszeiten (05.2012-04.2013).	21
Abbildung 4.4: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 je Inversionsaufkommen in Winterstall für die vier Jahreszeiten (05.2012-04.2013).	22
Abbildung 5.1: Täglicher Geschwindigkeitsbereich der Pkw auf der Basis der Stundenwerte, Hallein (05.2011-04.2012; oben und 05.2012-08.2013; unten).	24
Abbildung 5.2: Mittlerer Tagesgang der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs (oben) und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF; unten) auf der A10 bei Hallein (05.2012-04.2013 und 05.2011-04.2012).	25
Abbildung 5.3: Monatswerte der mittleren Fahrgeschwindigkeit von 6-22 Uhr des Leichtverkehrs (LV; links) und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF; rechts) auf der A10 bei Hallein [05.2012-04.2013 (oben) und 05.2011-04.2012 (unten)].	26

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1: Durchschnittlicher täglicher Verkehr (DTV) auf der A10 bei Hallein (05.2011-04.2012 und 05.2012-04.2013).	4
Tabelle 2.2: Jahreszeitliche Tempo100-Häufigkeiten auf der A10 bei Hallein (05.2012-04.2013).	6
Tabelle 3.1: Tägliche Anzahl Stunden mit Tempo100-Schaltung, Hallein A10 (05.2012-04.2013).	16
Tabelle 3.2: Die 13 Tage mit hohen Tempo100-Schaltzeiten (≥ 21 h) bei Hallein A10 (05.2012-04.2013):	17
Tabelle 5.1: Mittlere gemessene Fahrgeschwindigkeiten des Leichtverkehrs und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF) 2012/13 bzw. 2011/12 und ihr jeweiliges Verhältnis:	27
Tabelle 5.2: Geschätzte mittlere Fahrgeschwindigkeiten des Leichtverkehrs und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF) 2012/13:	27
Tabelle 5.3: Schätzung 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 (05.2012-04.2013):	28
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, 05.2012-04.2013:	29
Tabelle 6.2: Absolute Kennzahlen der fünf Szenarien 'Tempo 100 immer', 'Tempo100 nie', 'Tempo100 temporär', 'Tempo100 Winterhj.' und 'Tempo100 nie (früher)', Hallein A10, Mai 2012 – April 2013.	31
Tabelle 6.3: Relative Effekte eines <i>permanenten</i> Tempo100 im Vergleich zu 'Tempo130' bei den real ermittelten Fahrgeschwindigkeiten für 'Tempo100' (103.7 km/h tagsüber bzw. 103.4 km/h nachts) bzw. für 'Tempo130' (114.2 km/h tagsüber bzw. 108.3 km/h nachts), Hallein A10, Mai 2012 – April 2013.	32
Tabelle 6.4: Relative Effekte des flexiblen Tempo100 <i>in Bezug auf ein permanentes</i> Tempo100-Limit, Hallein A10, Mai 2012 – April 2013.	33

Tabelle 6.5: Relative Effekte eines *permanenten* Tempo100 (tagsüber 103.7, nachts 103.4 km/h) im Vergleich zum früheren 'Tempo130' (tagsüber 123, nachts 108.3 km/h) vor Einführung von Tempo100, Hallein A10, Mai 2012 – April 2013.

34

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 2012 – April 2013.

35

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 2012 – April 2013 evaluiert.

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

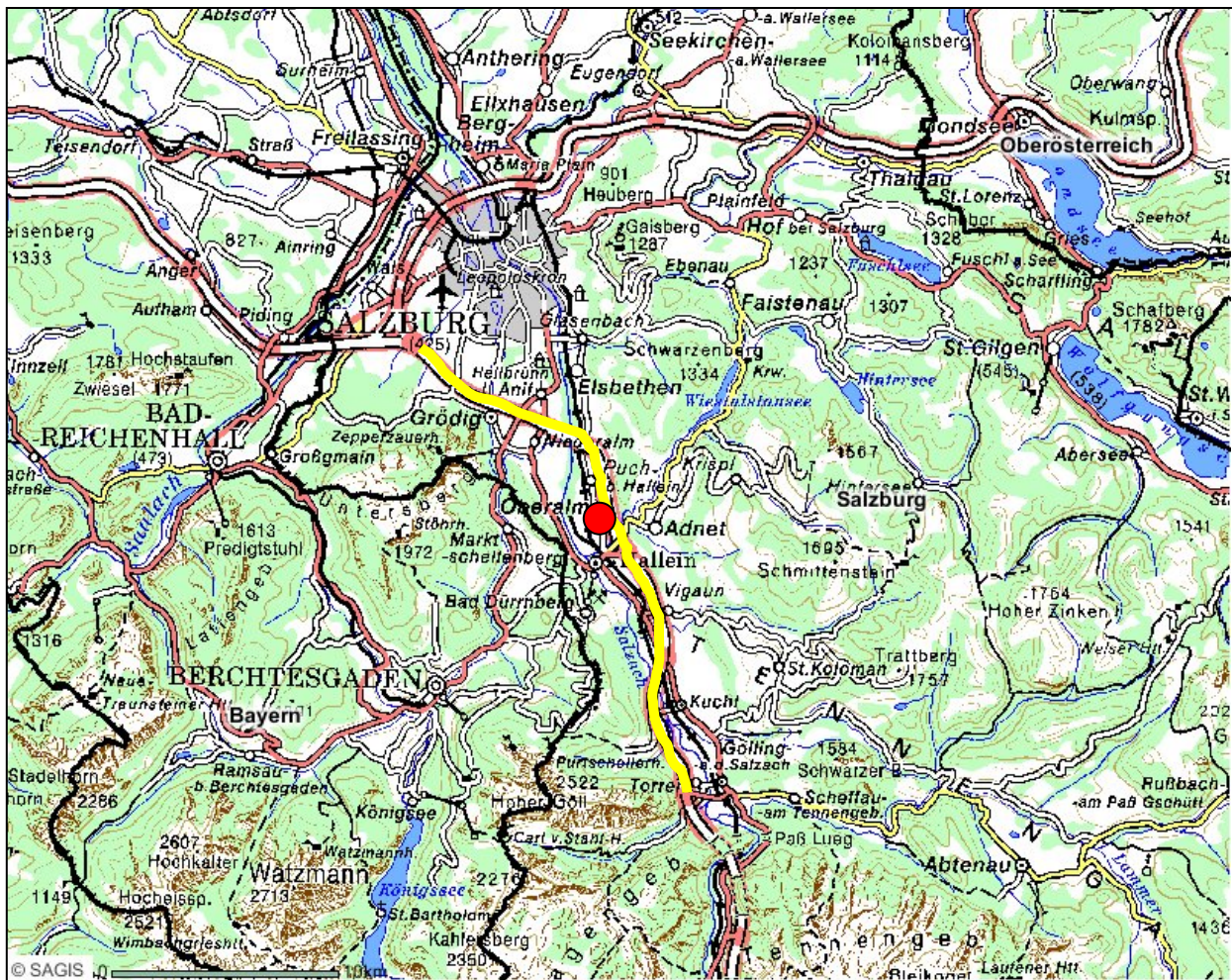


Abbildung 1.1: Die Tempo100-Strecke auf der A10 zwischen Salzburg und Golling; rot: Messstelle Hallein A10.

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 2012 – April 2013 war Tempo100 auf der A10 zwischen Salzburg und Golling während durchschnittlich 59% der Betriebszeit (58% der Gesamtzeit) geschaltet. Die folgenden Abschnitte analysieren das Auftreten von Tempo100.

Die Häufigkeit von Tempo100 war am Morgen zwischen 6 und 11 Uhr und am Nachmittag und Abend von 16 – 20 Uhr mit mehr als 80% am größten, von 08:00 bis 09:30 und von 18:30 bis 19:00 überstieg sie sogar 90%. Am Morgen zwischen 02:00 und 04:30 Uhr war Tempo100 mit weniger als 10% Häufigkeit am seltensten.

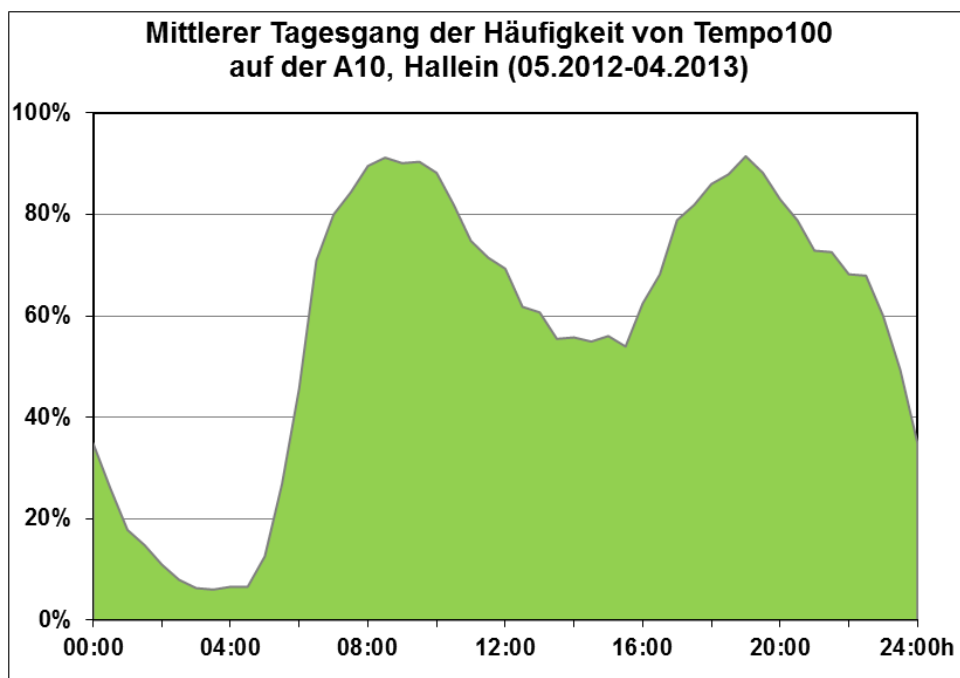


Abbildung 2.1: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 bei Hallein (05.2012-04.2013).

Im Jahresverlauf (nächste Abbildung 2.2: Gleitende Wochenmittel) zeigen sich wie schon letztes Jahr Phasen mit wenig Tempo100-Schaltungen zu Beginn und Ende des Betriebsjahres (Mai - Juni 2012; Mitte Februar - April 2013). Ansonsten ist der jahreszeitliche Verlauf nicht sehr ausgeprägt; allerdings weist der Winter (mit November) insgesamt mehr Schaltungen auf als die übrigen Jahreszeiten. Diese Darstellung zeigt keine einzelnen Spitzentage (wie Urlaubssamstage im Hochsommer), sondern eben gleitende Wochenmittel.

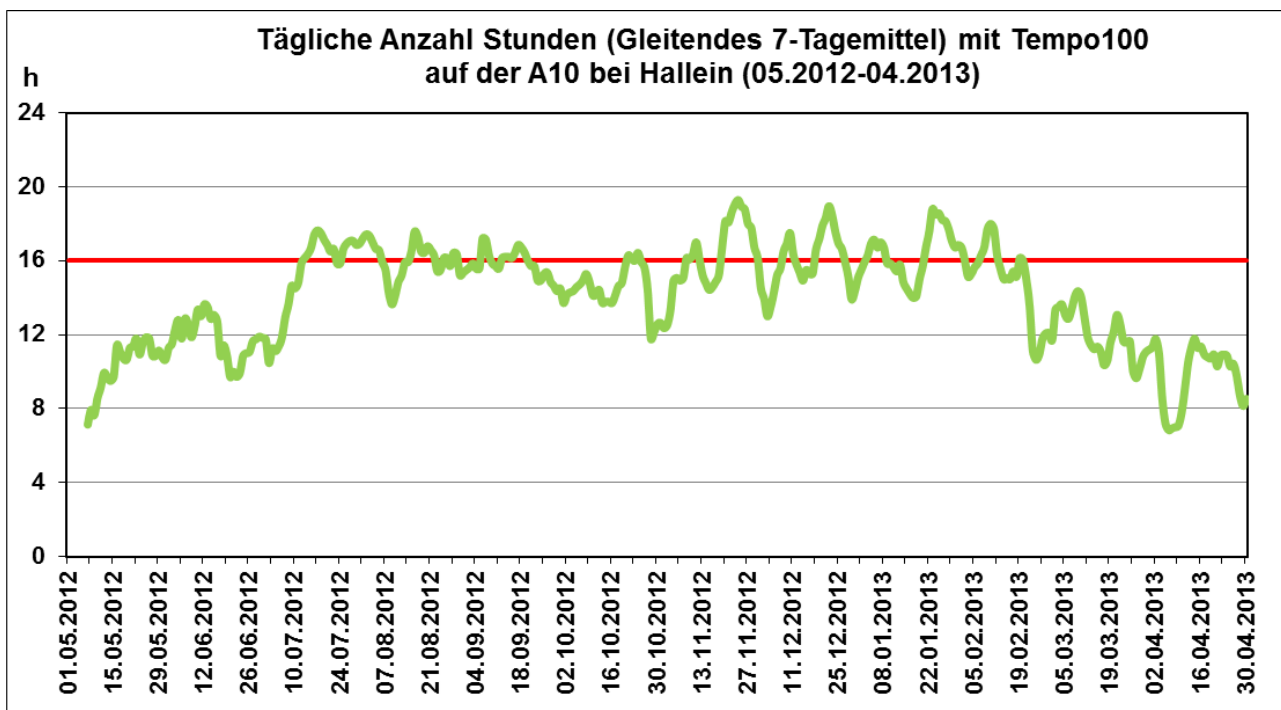


Abbildung 2.2: Tägliche Anzahl Stunden (Gleitendes 7-Tagemittel) mit Tempo100 auf der A10 bei Hallein (05.2012-04.2013).

2.1.2. Verkehrsaufkommen

Die A10 bei Hallein wies im Untersuchungsjahr (Mai 2012 – April 2013) einen DTV von rund 51'300 Fahrzeugen auf, etwa gleich viel wie im Vorjahr. Etwa 80% davon waren Pkw, etwa 10% schwere Güterfahrzeuge.

Der Verkehr hat bei den Pkw und bei den "lieferwagenähnlichen" Fahrzeugen leicht um knapp 1% zugenommen. Als "Lieferwagen" werden auch Klein-Lkw, Kleinbusse, Wohnmobile, teilweise 'SUV' (Sport Utility Vehicles) gezählt. Emissionsseitig ist die Zuordnung zu den Lieferwagen in Ordnung. Auffällig ist aber die starke Abnahme um gut -13% bei den schweren Güterfahrzeugen, welche durch die ebenfalls auffällige Zunahme bei den Bussen bei weitem nicht kompensiert werden kann. Diese starke Abnahme bei den schweren Güterfahrzeugen steht im

Gegensatz zur allgemeinen Entwicklung im europäischen Alpentransit. Die Asfinag hat dem Autor gegenüber in Aussicht gestellt, einen Vergleich mit den entsprechenden Maut-Statistiken im fraglichen Zeitraum durchzuführen. Dem Land Salzburg wird empfohlen, sich bezüglich Verkehrszählung mit der Asfinag ins Einvernehmen zu setzen; falsche Verkehrszählungen können zu falschen IGL-Schaltungen führen. Die gemessenen Reduktionen beim schweren Güterverkehr, sollten sie nicht real sein, beeinflussten die Tempo100-Schaltung noch nicht wesentlich.

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

DTV A10	Lieferwagen	Pkw	Schwere Güterfahrzeuge	Bus
05.2011-04.2012	4303	41583	5255	293
<i>Änderung zu 2010/11</i>	<i>+11.5%</i>	<i>+1.1%</i>	<i>-0.4%</i>	<i>+5.3%</i>
05.2012-04.2013	4337	41957	4548	423
<i>Änderung zu 2011/12</i>	<i>+0.8%</i>	<i>+0.9%</i>	<i>-13.4%</i>	<i>+44.6%</i>

Der Tagesgang des Verkehrsaufkommens zeigt für alle untersuchten Kategorien (Pkw, Lieferwagen, schwere Güterfahrzeuge) einen raschen Anstieg am Morgen, sodann wenig Änderungen im Laufe des Tages; nur die Zahl der Pkw steigt bis 18 Uhr weiter an mit einer deutlichen Abendspitze, auch bei den Lieferwagen. Die Busse zeigen zu Mittag eine deutliche Abnahme.

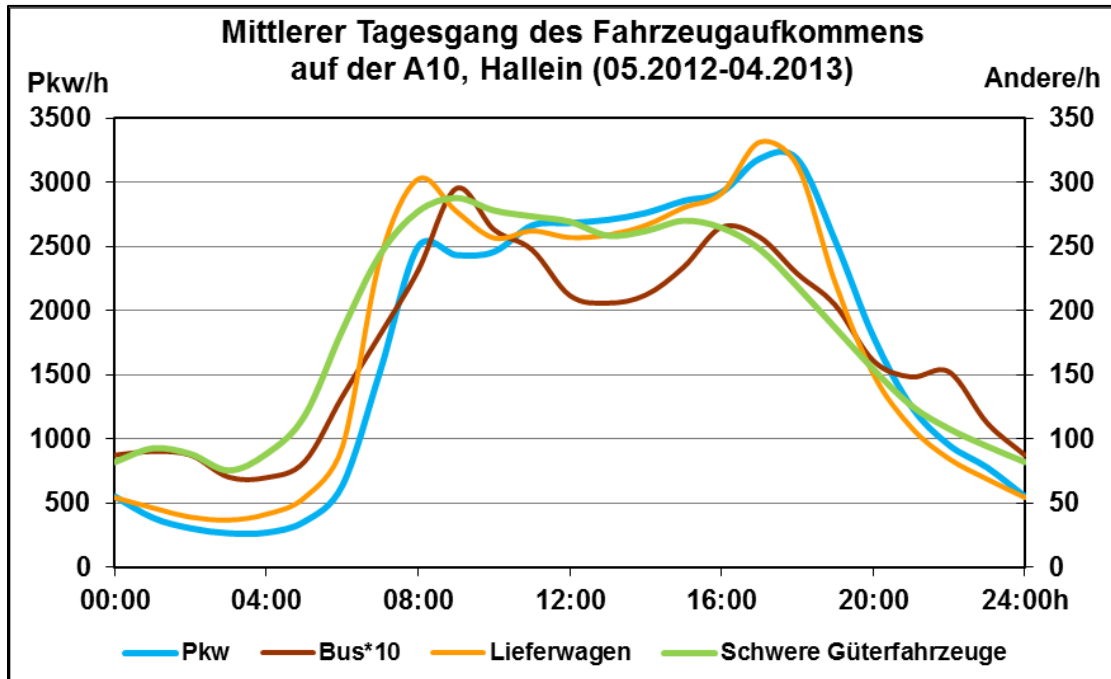


Abbildung 2.3: Mittlerer Tagesgang des Fahrzeugaufkommens je Fahrzeuggruppe auf der A10 bei Hallein (05.2012-04.2013).

2.1.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden

In diesem Kapitel 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 4.1 sind im Frühjahr und Sommer nur wenig niedriger als die NO_x-Säulen, im Herbst und Winter aber deutlich niedriger).

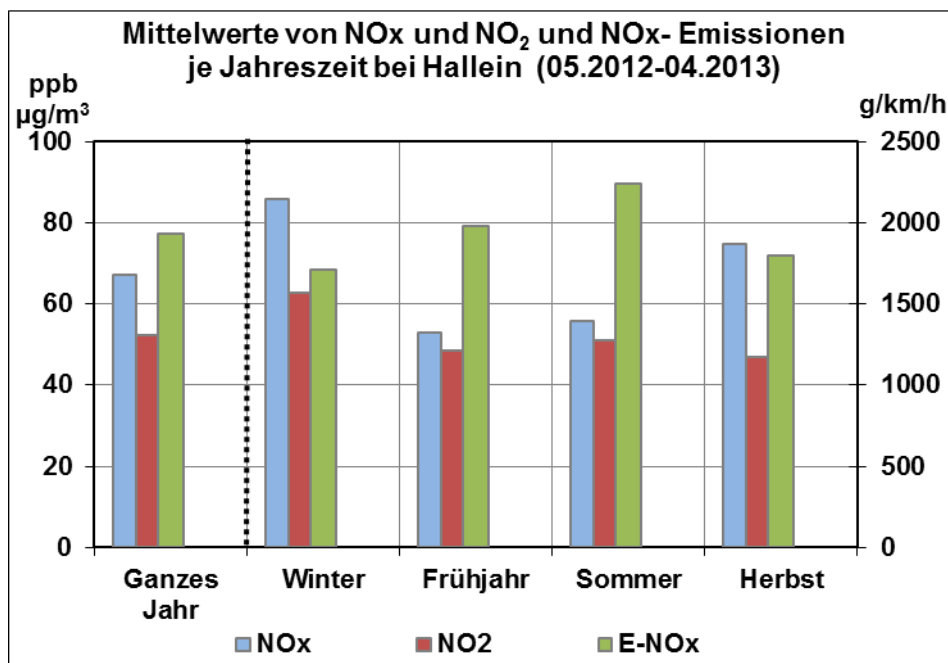


Abbildung 2.4: Mittelwerte von NO_x, NO₂ und NO_x-Emissionen im Jahresmittel und je Jahreszeit bei Hallein (05.2012-04.2013).

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 3.1).

Tabelle 2.2: Jahreszeitliche Tempo100-Häufigkeiten auf der A10 bei Hallein (05.2012-04.2013).

05.2012-04.2013	% Tempo 100
Winter	65%
Frühjahr	43%
Sommer	60%
Herbst	65%
Ganzes Jahr	58%

Die Tempo100-Häufigkeit verläuft am Vormittag und Abend in allen Jahreszeiten ähnlich (außer Frühjahr am Abend). Die jahreszeitlichen Unterschiede in den Tempo100-Häufigkeiten erklären sich vor allem durch die Situation am Mittag und Nachmittag.

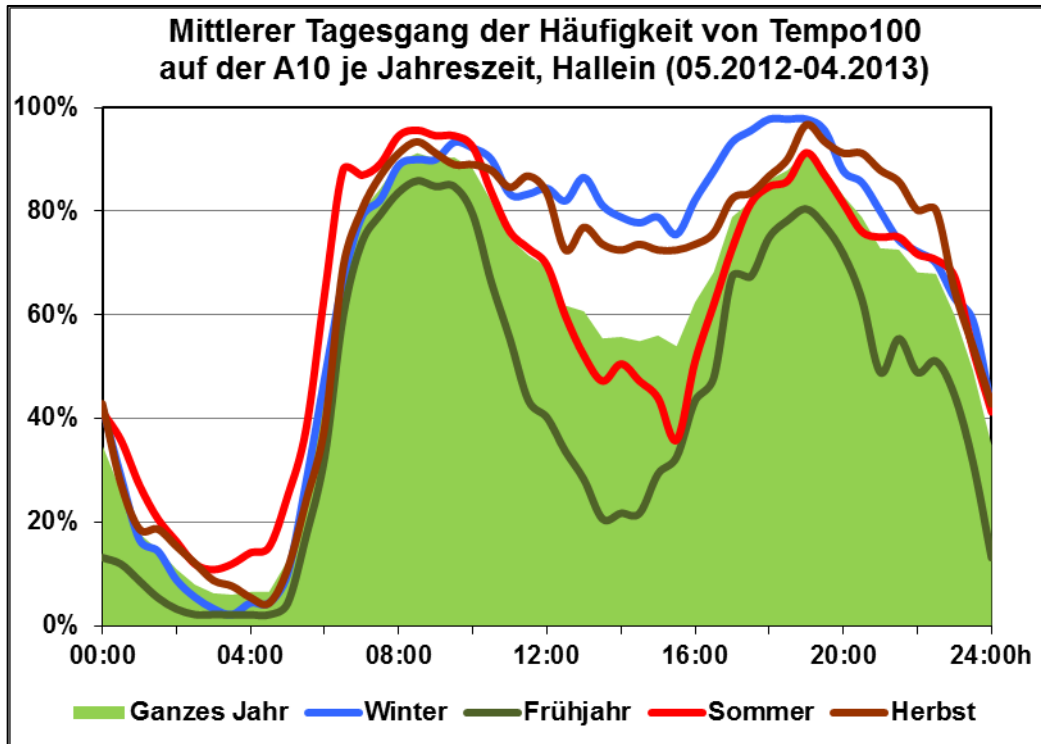


Abbildung 2.5: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 je Jahreszeit, Hallein (05.2012-04.2013).

Im Winter wird am Nachmittag und frühen Abend deutlich häufiger geschaltet als in den übrigen Jahreszeiten.

Die monatlichen Tempo100-Häufigkeiten entsprechen dem Bild der gleitenden 7-Tagemittel. Die monatlichen Schalthäufigkeiten schwankten zwischen 40% (Mai 2012 und April 2013) und knapp 70% (November 2012 – Januar 2013, dicht gefolgt von Juli – September 2012). Im Juli und September war die Tempo100-Häufigkeit noch nie so hoch wie in diesem Betriebsjahr.

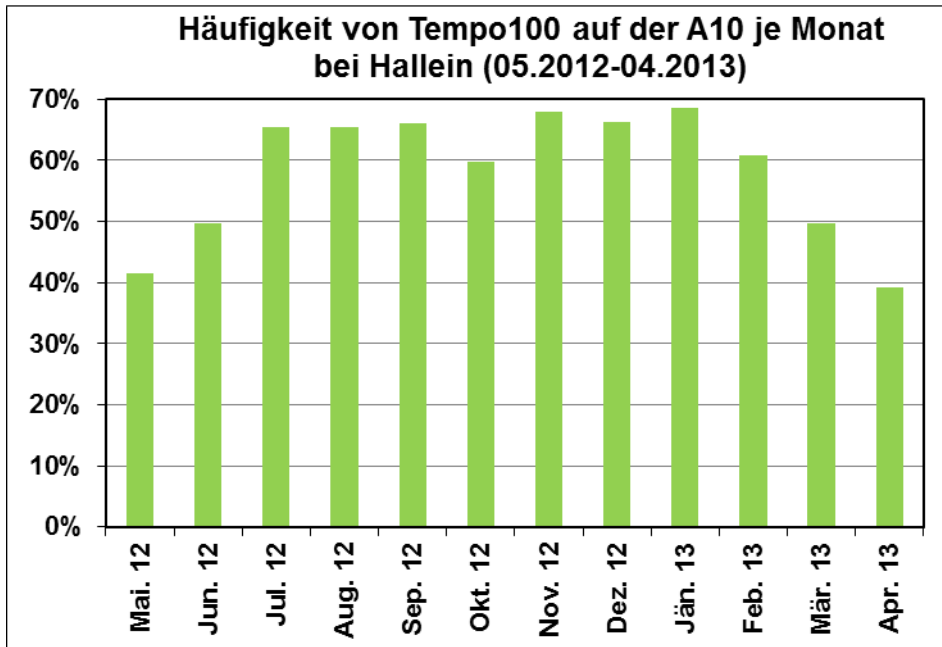


Abbildung 2.6: Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 je Monat bei Hallein (05.2012-04.2013).

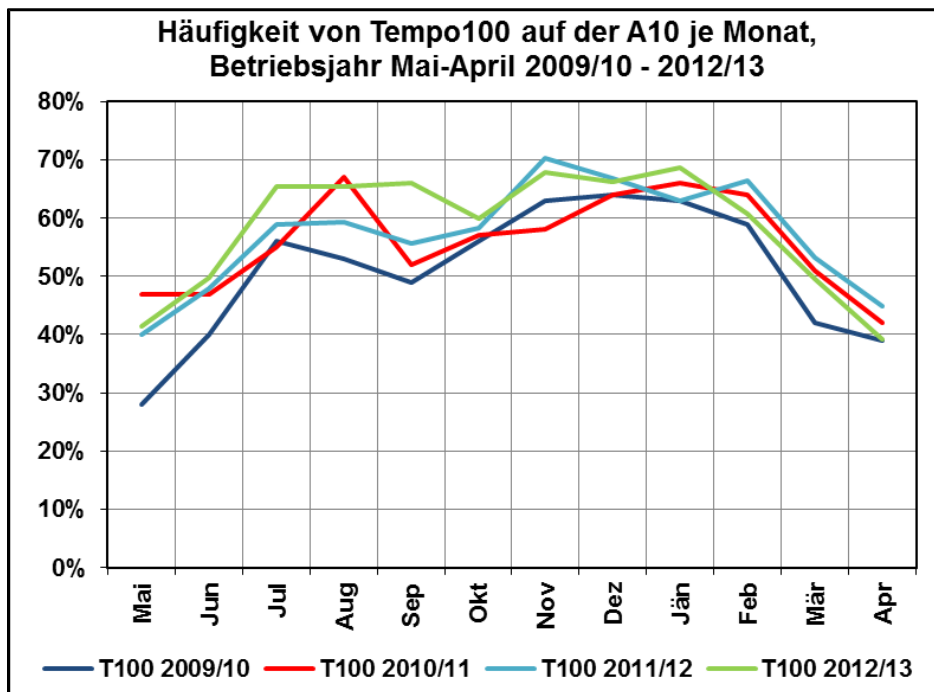


Abbildung 2.7: Vergleich der Monatswerte der Tempo100-Häufigkeit auf der A10 bei Hallein für die vier Betriebsjahre 2009/10 - 2012/13.

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 hingegen zeigt das Maximum im April/Mai (vor allem der Anstieg von März auf April 2013 ist erstaunlich). Das Minimum liegt für Pkw und Lieferwagen von Oktober bis Dezember, die Busse zeigen ein merkwürdiges Minimum im April 2013.

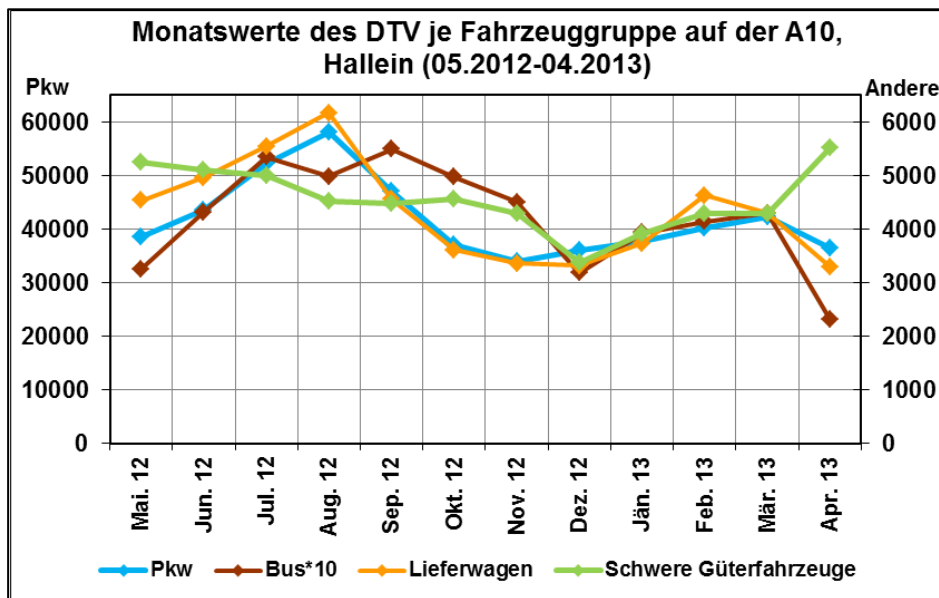


Abbildung 2.8: Monatswerte des DTV je Fahrzeuggruppe auf der A10 bei Hallein (05.2012-04.2013).

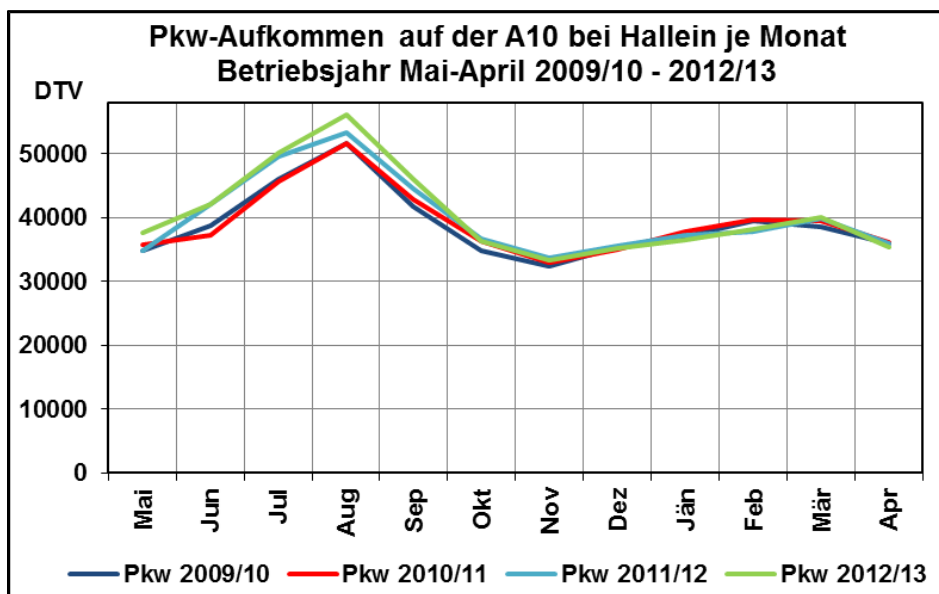


Abbildung 2.9: Vergleich der Monatswerte des Pkw-Aufkommens auf der A10 bei Hallein für die vier Betriebsjahre 2009/10 - 2012/13.

Seit Eröffnung der zweiten Tunnelröhren auf der Tauernautobahn hat der Pkw-Verkehr von Juni - September nachhaltig zugenommen.

Die Abnahme des SNF-Aufkommens zeigt sich natürlich auch im Monatsverlauf: Entsprechen die Werte im Mai 2012 noch den Vorjahren, so nahmen sie ab Juni 2012 – parallel zu den gemessenen Reduktionen in den Fahrgeschwindigkeiten, s. Kap. 5 – deutlich ab. Der relative Jahresverlauf blieb erhalten, einfach auf niedrigerem Niveau. Im April/Mai 2013 erreichte das SNF-Aufkommen kurzzeitig wieder die Werte der früheren Jahre, aber ab Juni 2013 – nach dem aktuell untersuchten Betriebsjahr (bis August 2013) – waren sie erneut auf dem tiefsten bisherigen Stand. Wie bereits erwähnt, müssen diese Zahlen unbedingt mit der Maut-Statistik verglichen werden.

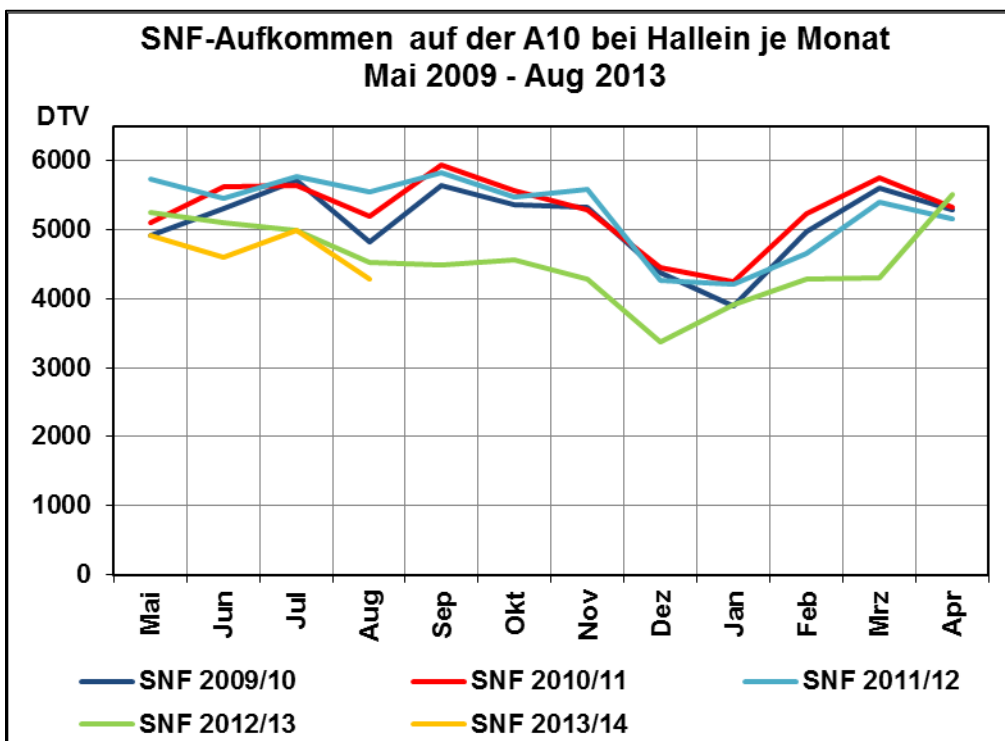


Abbildung 2.10: Vergleich der Monatswerte des SNF (=Lkw+LkwmA+SLZ)-Aufkommens auf der A10 bei Hallein für die vier Betriebsjahre 2009/10 - 2012/13 und Mai-August 2013.

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-Werte fanden sich von November bis Februar, die höchsten NO₂-Werte von Dezember bis Februar; im November waren die Konversionsbedingungen für die Reaktion von NO mit Ozon zu NO₂ offenbar

so schlecht, dass sich trotz hoher NO_x-Konzentration keine erhöhte NO₂-Immission einstellte.

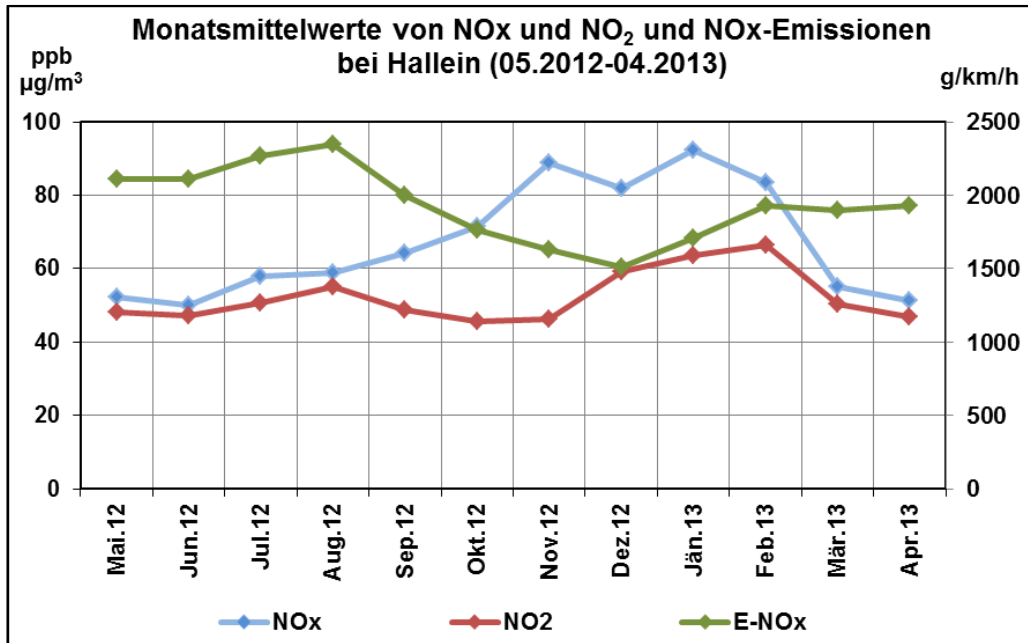


Abbildung 2.11: Monatsmittelwerte der NO_x- und NO₂-Immissionen sowie der NO_x-Emissionen bei Hallein (05.2012-04.2013).

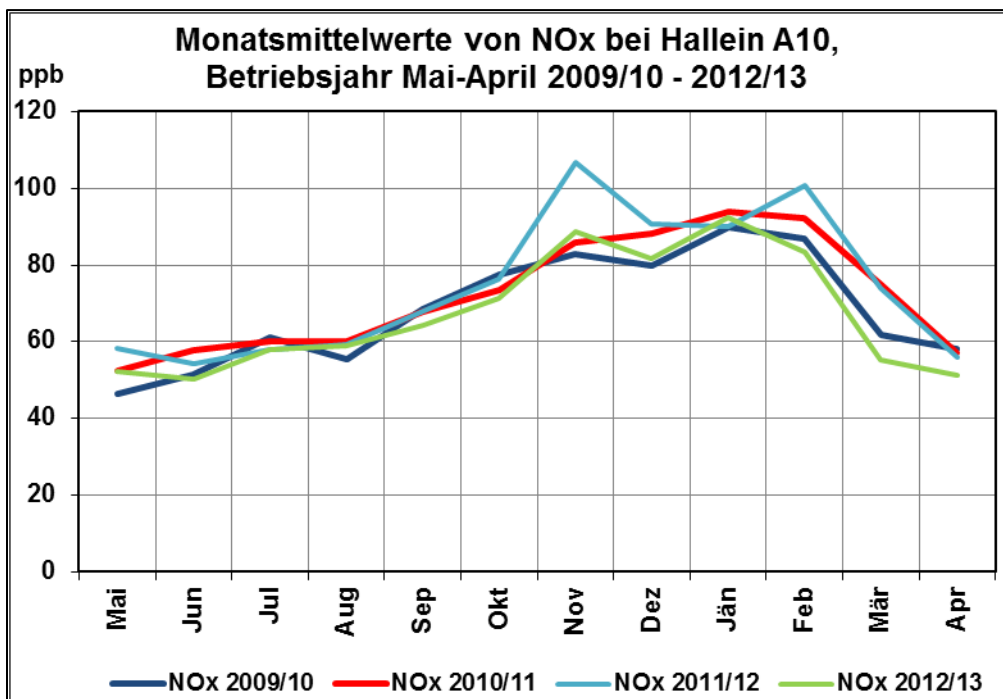


Abbildung 2.12: Vergleich der Monatswerte der NO_x-Immissionen bei Hallein (A10) für die Betriebsjahre 2009/10 - 2012/13.

Die NOx-Immissionen im letzten Betriebsjahr 2012/13 lagen zumeist im unteren Bereich der jeweiligen Monatswerte der letzten vier Betriebsjahre. Dies kann an den meteorologischen Bedingungen und an der allmählichen Reduktion der Emissionsfaktoren liegen.

Die Verläufe der Tempo100-Häufigkeiten (s. Abbildung 2.7) und der NOx-Immissionen entsprechen sich ziemlich gut. Nur im Hochsommer ist Tempo100 "zu häufig", da dann die Urlaubssamstage einen großen Einfluss auf die monatliche Tempo100-Häufigkeit haben.

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.

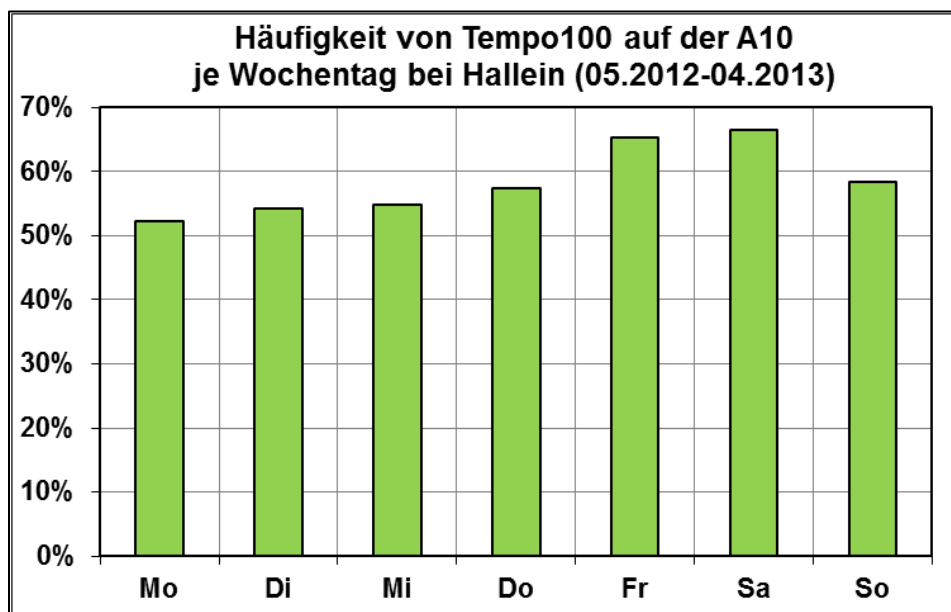


Abbildung 2.13: Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 je Wochentag, Hallein (05.2012-04.2013).

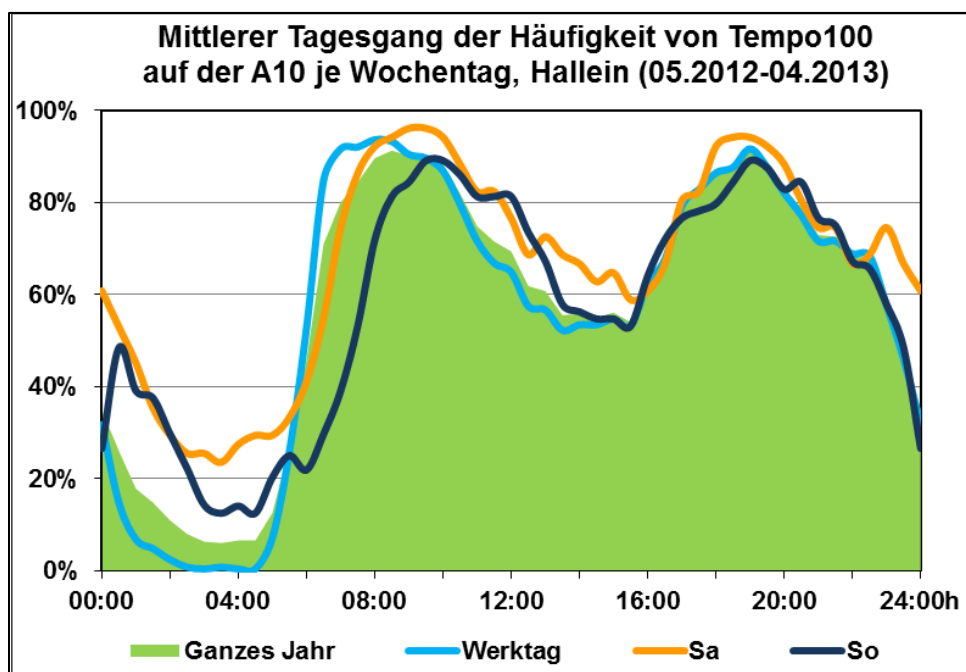


Abbildung 2.14: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 je Wochentagstyp, Hallein (05.2012-04.2013).

Die Abhängigkeit der Tempo100-Schaltung vom Wochentag ist recht ähnlich wie im Vorjahr, auch im jeweiligen Tagesverlauf. Die Abhängigkeit vom Wochentag wird vom Menschen gemacht, und dieses Verhalten wiederholt sich oft, allerdings nicht ganz immer.

2.3.2. Verkehrsaufkommen

Die Pkw haben freitags und samstags das stärkste Aufkommen, der Sonntag entspricht etwa den Tagen von Montag – Mittwoch. 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).

Unverständlich ist der Wochengang der Busse, die nun plötzlich am Wochenende das geringste Aufkommen aufweisen sollen. Zum Vergleich werden auch die Wochengänge des Verkehrsaufkommens vom Vorjahr aufgezeigt. Möglicherweise wurden auch Lastwagen unter der Kategorie "Busse" gezählt.

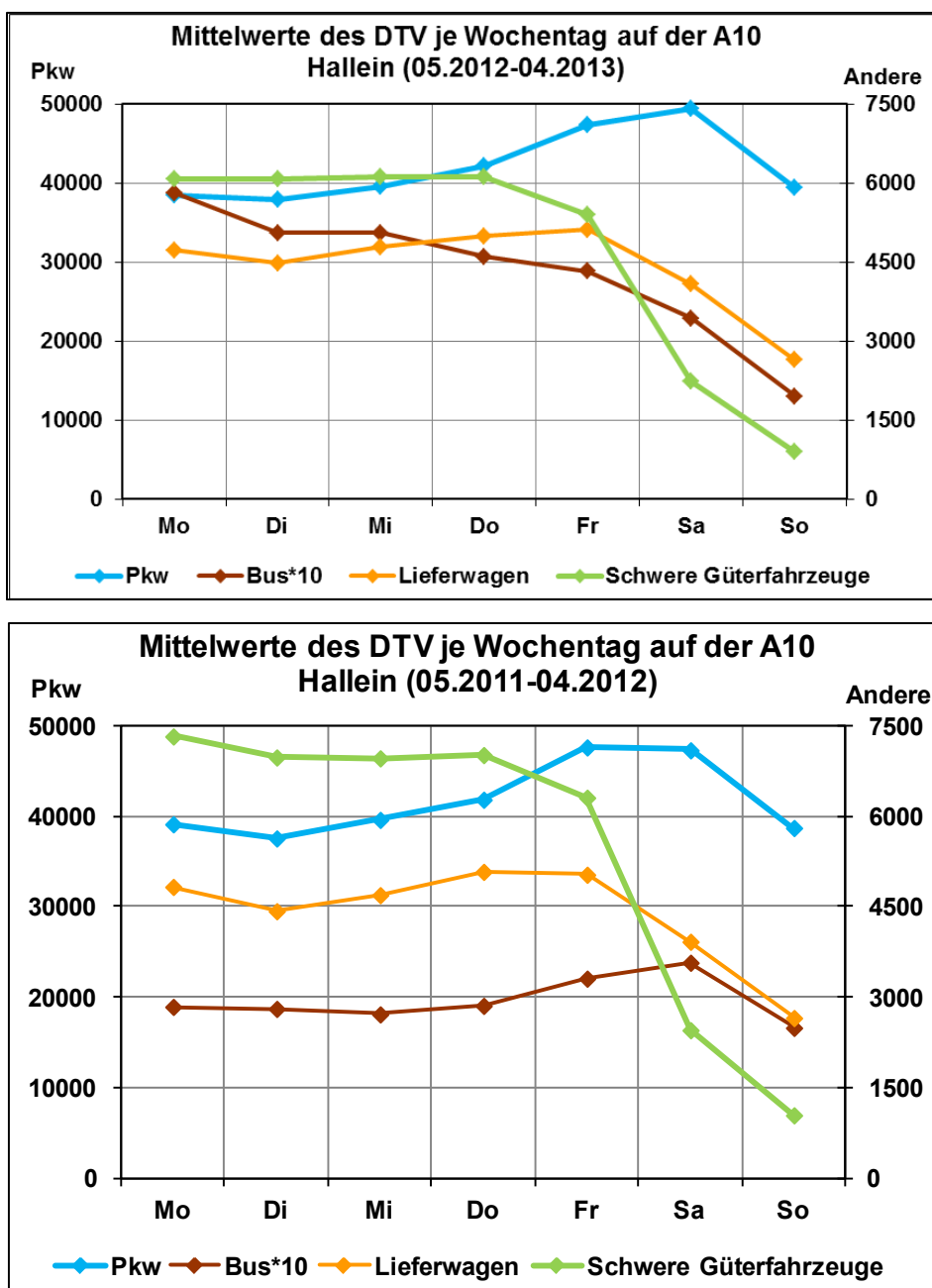


Abbildung 2.15: DTV je Wochentag auf der A10 bei Hallein [05.2012-04.2013 (oben) und 05.2011-04.2012 (unten)].

2.3.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden

Die Immissionen und Emissionen an NOx verlaufen über die gesamte Woche ziemlich 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 Emissions-

verläufen 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.

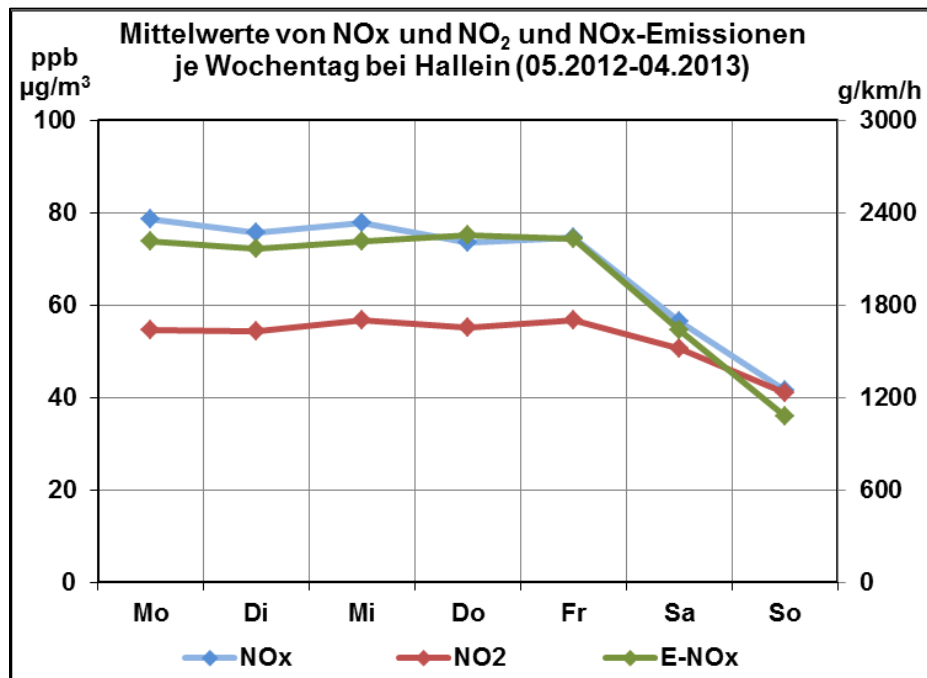


Abbildung 2.16: Mittelwerte der Immissionen von NO_x und NO₂ sowie der NO_x-Emissionen (E-NO_x) je Wochentag bei Hallein (05.2012-04.2013).

3. Dokumentation der täglichen Schaltzeiten

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

Tabelle 3.1: Tägliche Anzahl Stunden mit Tempo100-Schaltung, Hallein A10 (05.2012-04.2013).

	Mai.12	Jun.12	Jul.12	Aug.12	Sep.12	Okt.12	Nov.12	Dez.12	Jän.13	Feb.13	Mär.13	Apr.13
1	2.5	17.5	10.5	18.5	24	10.5	10.5	8.5	17.5	17	8	10
2	7.5	12.5	5.5	17.5	20	18.5	17.5	14.5	19	14	15	7
3	5.5	11	14	15	14	15	14.5	12	18	13.5	16	6
4	9.5	12	10.5	19	15	12.5	14	18	18.5	15.5	14.5	2.5
5	6.5	7.5	11	17	11.5	15.5	15.5	18	16.5	17	16	5.5
6	9	16.5	16.5	8	18	16.5	16	18.5	12.5	18.5	13	8
7	9.5	11	22.5	13.5	17.5	16	17.5	19.5	17	18.5	11	9.5
8	8	12.5	15.5	10	18	13	18	15	15.5	20	13	10.5
9	5.5	16.5	12.5	13	17	15.5	17	17.5	13	21	17	7.5
10	12	17.5	13	18.5	13	10	16.5	16	18	15.5	13.5	11
11	13.5	9.5	12.5	24	14	12.5	18.5	10	17	13.5	7	11.5
12	12	12	18.5	19.5	15.5	17.5	9	14	15	7	8.5	15.5
13	7.5	15.5	18.5	13	18.5	11.5	10	15.5	15	13.5	10	13.5
14	8	6.5	24	13.5	17.5	16.5	14.5	16.5	10.5	14.5	9.5	13
15	9.5	14	18	14	17.5	13	15.5	19	13	20.5	14	7
16	17.5	14	17.5	20.5	19	15	18	16	11	20.5	15	8
17	9.5	4.5	14.5	16.5	16	13	18.5	16	16.5	18.5	8.5	8
18	11	13.5	11.5	18.5	13	16	21	19	17.5	11.5	8.5	10.5
19	11.5	8	16	19	13.5	18.5	19.5	18	21.5	14	15.5	15
20	12	7.5	16.5	15.5	15.5	17.5	20	20.5	20	12.5	14	15
21	8.5	8.5	21.5	12	15.5	21	14	19.5	17.5	7.5	16	8.5
22	12.5	12	19	12	17.5	12	19.5	23.5	19	10.5	10.5	11
23	11.5	15.5	12	14.5	13.5	14	21	12.5	19.5	3.5	8.5	8.5
24	14	11	14.5	17	16	16	20	10	14.5	15	8	7.5
25	13	14.5	17	23	15.5	12.5	18.5	14.5	18	13.5	9	6.5
26	11	8.5	18	19	14	16.5	18.5	16	19	20	4	16
27	5.5	11.5	17.5	12.5	12	9	14.5	15.5	19.5	14.5	11.5	10.5
28	8.5	9.5	21.5	17	14	2.5	12.5	14	14.5	7.5	19.5	1
29	14.5	13	17.5	11.5	15.5	14.5	12	15	14.5		15	7
30	9	15	12.5	6.5	14.5	17	17	15.5	17		10.5	11
31	13		16.5	18		16.5		15	15.5		9	

An keinem Tag fiel die Schaltung vollständig aus. An 3 % der Gesamtzeit fiel die Schaltung aus, ohne dass ganze Tage betroffen gewesen wären. Insgesamt fiel die Schaltung zu rund 250 Stunden aus, was eine deutliche Verbesserung im Vergleich zum Vorjahr bedeutet.

Die monatliche Verteilung der Tage mit "extremen" Schaltzeiten (bis 6 h bzw. ab 21 h Schaltzeit) folgt grundsätzlich der allgemeinen Verteilung der Schaltzeiten: Sehr hohe tägliche Schaltzeiten finden wir überwiegend im Hochsommer und im Hochwinter, tiefe vor allem im Frühjahr.

Bei den hohen Schaltzeiten (≥ 21 h) handelt es sich mit drei Ausnahmen (Oktober und November) um Urlaubswochenenden im Hochsommer und im Winter mit sehr starkem Verkehr:

Tabelle 3.2: Die 13 Tage mit hohen Tempo100-Schaltzeiten (≥ 21 h) bei Hallein A10 (05.2012-04.2013):

Tag	Datum	Pkw-Aufkommen	Tempo100-Schaltzeit [h]
Sa	07.07.2012	63925	22.5
Sa	14.07.2012	65346	24
Sa	21.07.2012	74606	21.5
Sa	28.07.2012	77614	21.5
Sa	11.08.2012	81759	24
Sa	25.08.2012	75286	23
Sa	01.09.2012	76319	24
So	21.10.2012	34273	21
So	18.11.2012	29125	21
Fr	23.11.2012	39137	21
Sa	22.12.2012	48967	23.5
Sa	19.01.2013	49991	21.5
Sa	09.02.2013	58172	21

An den drei Spitzentagen im Oktober/November herrschte zwar nur moderater Verkehr, aber eine anhaltende Inversionslage.

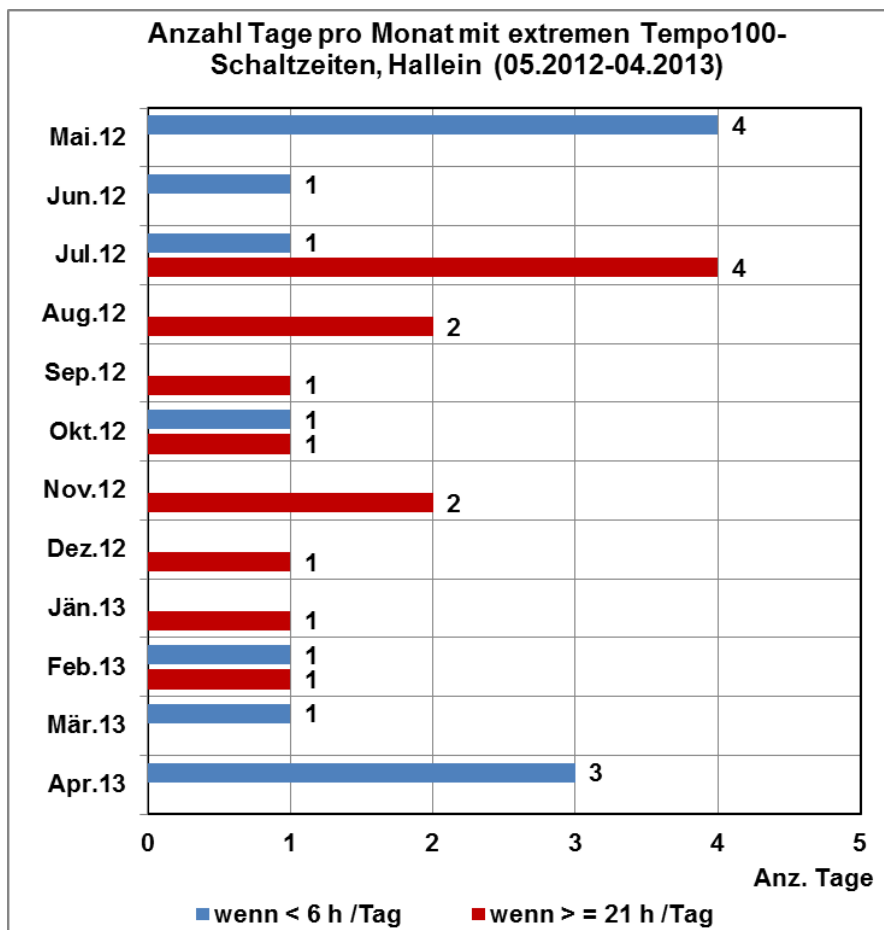


Abbildung 3.1: Anzahl Tage pro Monat mit extremen Tempo100-Schaltzeiten, Hallein (05.2012-04.2013).

4. Einfluss atmosphärischer Inversionen auf Immissionen und Tempo 100-Schaltung

Inversionen halten Immissionen in Bodennähe zurück, dies führt zu erhöhten Immissionen in Inversionslagen und damit zu erhöhter Tempo100-Schaltheufigkeit. Das Temperaturprofil 'Winterstall' ist repräsentativ zur Bestimmung von Inversionen, welche relevant für die Messstelle Hallein A10 sind. Zunächst wird das Inversionsauftreten im Profil Winterstall für das Betriebsjahr 2012/13 kurz charakterisiert.

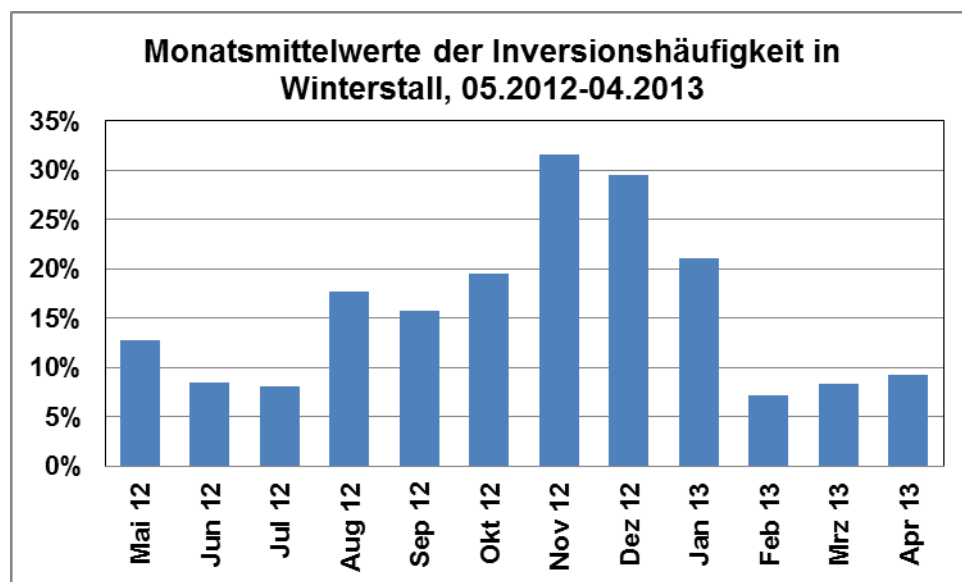


Abbildung 4.1: Monatsmittelwerte der Inversionshäufigkeit im Temperaturprofil Winterstall, 05.2012 – 04.2013.

Grundsätzlich zeigt der Monatsverlauf ein übliches Bild, mit Ausnahme der außerordentlich tiefen Inversionshäufigkeiten im Februar und März 2013. Dies spiegelt sich auch in den mittleren Tagesgängen der Inversionshäufigkeit je Jahreszeit: Der Winter zeigt zwar tagsüber am meisten Inversionen, aber nachts waren sie im Herbst, am frühen Morgen sogar im Sommer häufiger. Für eine Inversion muss es nicht 'kalt' sein, sondern unten kälter als oben, deshalb treten Inversionen nachts auch im Sommer nicht selten auf.

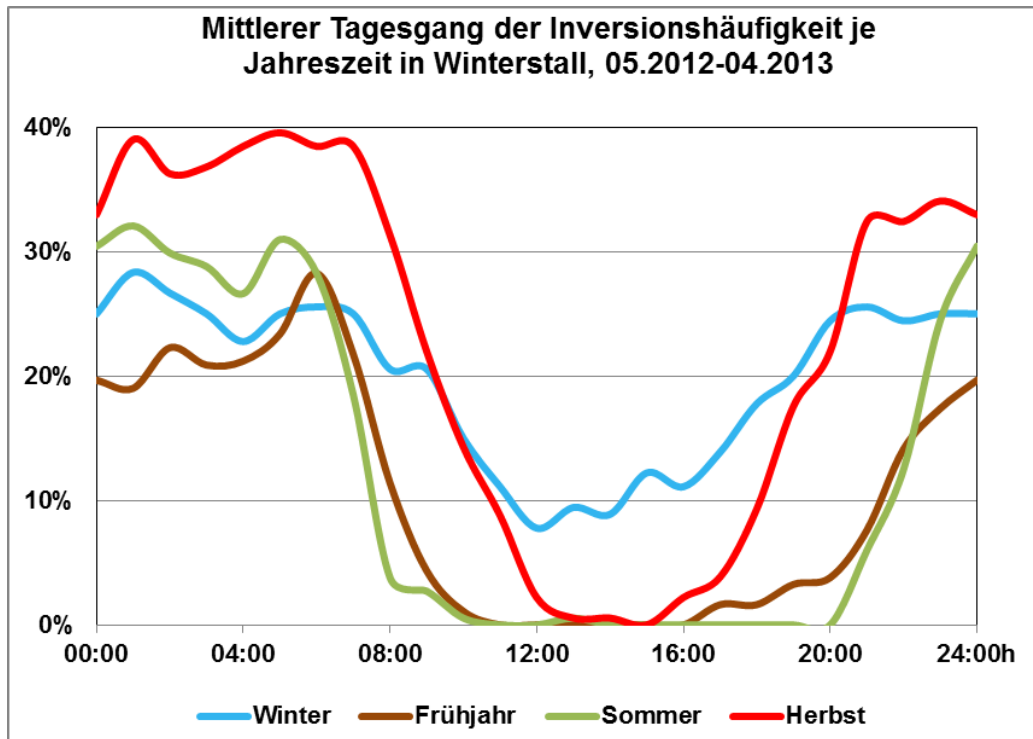


Abbildung 4.2: Mittlerer Tagesgang der Inversionshäufigkeit je Jahreszeit in Winterstall (05.2012-04.2013).

Die Wirkung der Inversionen bei Winterstall auf die NO₂-Immissionen bei Hallein A10 im Betriebsjahr 2012/13 wird in der nächsten Abbildung aufgezeigt: Im Allgemeinen erhöhte sich die Immission bei einer Inversionslage. Doch im Herbst und Winter war am Vormittag im Mittel sogar das Gegenteil der Fall: Dann waren die NO₂-Immissionen im Mittel bei Inversion sogar niedriger. Auch in den Winter Nächten bestand kaum ein Unterschied in der NO₂-Immission mit und ohne Inversion. Dies kann bei quellennahen Standorten mit dem typischen Windfeld mit/ohne Inversion zusammenhängen, beim NO₂ auch mit dem Ozonangebot zur NO-Konversion.

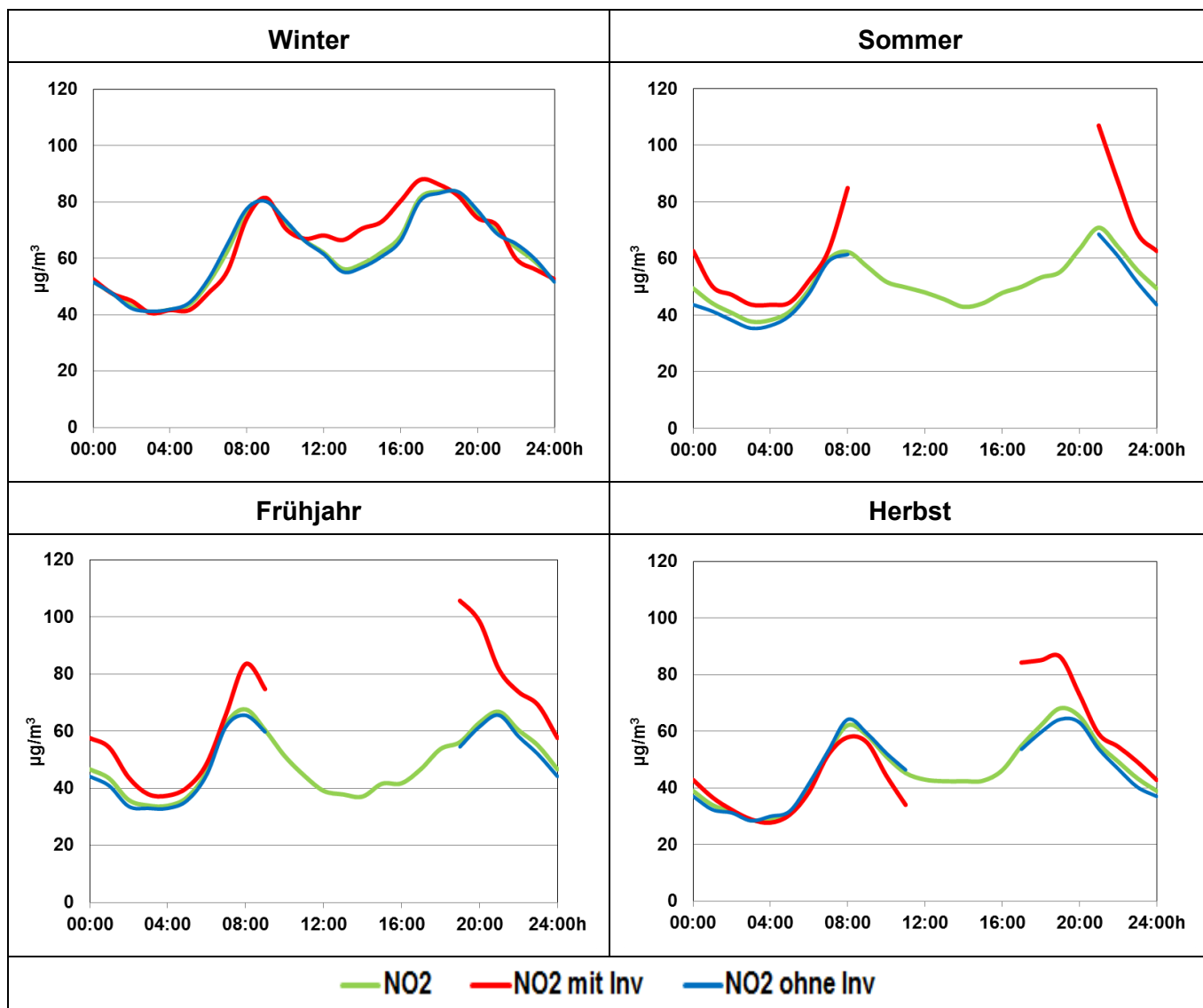


Abbildung 4.3: Mittlerer Tagesgang von NO₂ bei Hallein A10 je Inversionsaufkommen in Winterstall für die vier Jahreszeiten (05.2012-04.2013).

Die Häufigkeit der Tempo100-Schaltung zeigt ebenfalls eine starke Abhängigkeit vom Inversionsvorkommen. Im Allgemeinen entsprechen die Unterschiede mit/ohne Inversion den Unterschieden im NO₂. Doch gerade für die Ausnahmen der Winternächte und der Herbst-Vormittage trifft diese Entsprechung nicht zu: Tempo100 ist bei Inversion auch dann häufiger, obwohl die NO₂-Immission im Mittel etwas geringer ist. Es kann durchaus sein, dass der NO₂-Mittelwert bei Inversion tiefer ist und dennoch mehr Fälle über einem Schwellenwert liegen, weil andere Werte besonders tief sind (z.B. bei entsprechendem Windfeld).

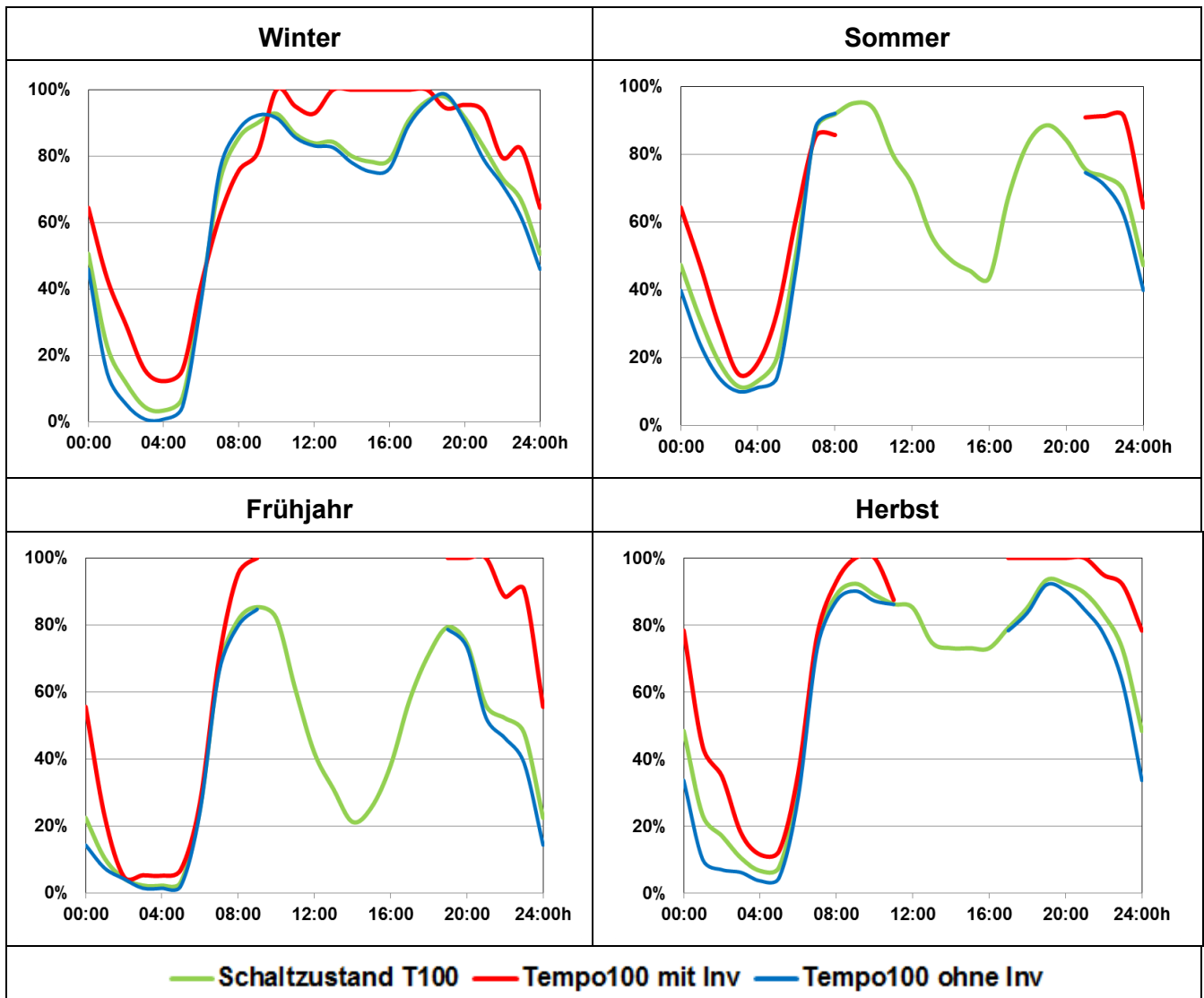


Abbildung 4.4: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 je Inversionsaufkommen in Winterstall für die vier Jahreszeiten (05.2012-04.2013).

Als Fazit lässt sich feststellen, dass Inversionslagen die Stickstoffoxidimmissionen und die Tempo100-Schalzhäufigkeit bei Hallein erhöhen; in bestimmten meteorologischen Situationen kann auch das Gegenteil der Fall sein, ohne dass dadurch die generelle Tendenz umgekehrt werden könnte.

5. Effektive Fahrgeschwindigkeiten auf der A10 bei Hallein

In diesem Kapitel werden die mittleren Fahrgeschwindigkeiten auf der A10 bei Hallein vom Mai 2012 – April 2013 dargestellt.

In dieser Phase herrschte nur zeitweise ein Tempo100-Limit, ansonsten Tempo130. Da eine Geschwindigkeitsmessung jeweils eine volle Tagesstunde umfasst und die Schaltung des Tempolimits jeweils um x:10 Uhr bzw. x: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 und würden, wenn solche Phasen weggelassen würden, die mittlere Geschwindigkeit für Tempo130 etwas erhöhen. Geschwindigkeiten von unter 90 km/h wurden für die Auswertungen in diesem Kapitel konsequent weggelassen; sie kamen bei Stau, Baustellen oder bei prekären Straßenverhältnissen zustande.

Der tägliche Geschwindigkeitsbereich der Pkw auf der Basis der Stundenwerte (als Mittel über alle Spuren) zeigte wie jedes Jahr starke Schwankungen. Bislang lag die mittlere Geschwindigkeit der Pkw um die 110 km/h; dies war auch im Mai 2012 noch der Fall, dann aber sank die Geschwindigkeit um 10-15 km/h ab. Sie verblieb in diesem Bereich bis August **2013**, also über das hier dokumentierte Betriebsjahr hinaus, nur unterbrochen von einigen kurzen Phasen mit höherer gemessener Geschwindigkeit im Winter und von einer Phase mit besonders langsamen Geschwindigkeiten (vermutlich Baustellen) im April/Mai 2013. Diese anhaltende Absenkung der Fahrgeschwindigkeiten ist sehr auffällig und muss im Folgenden näher untersucht werden.

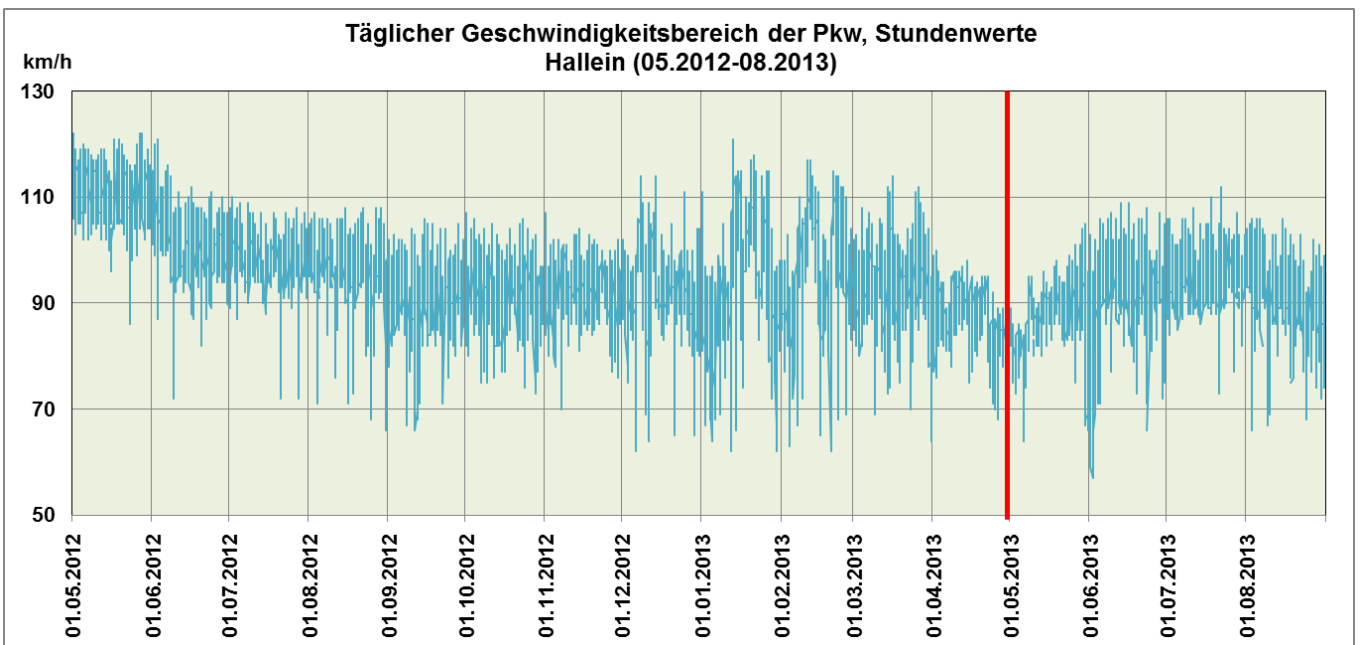
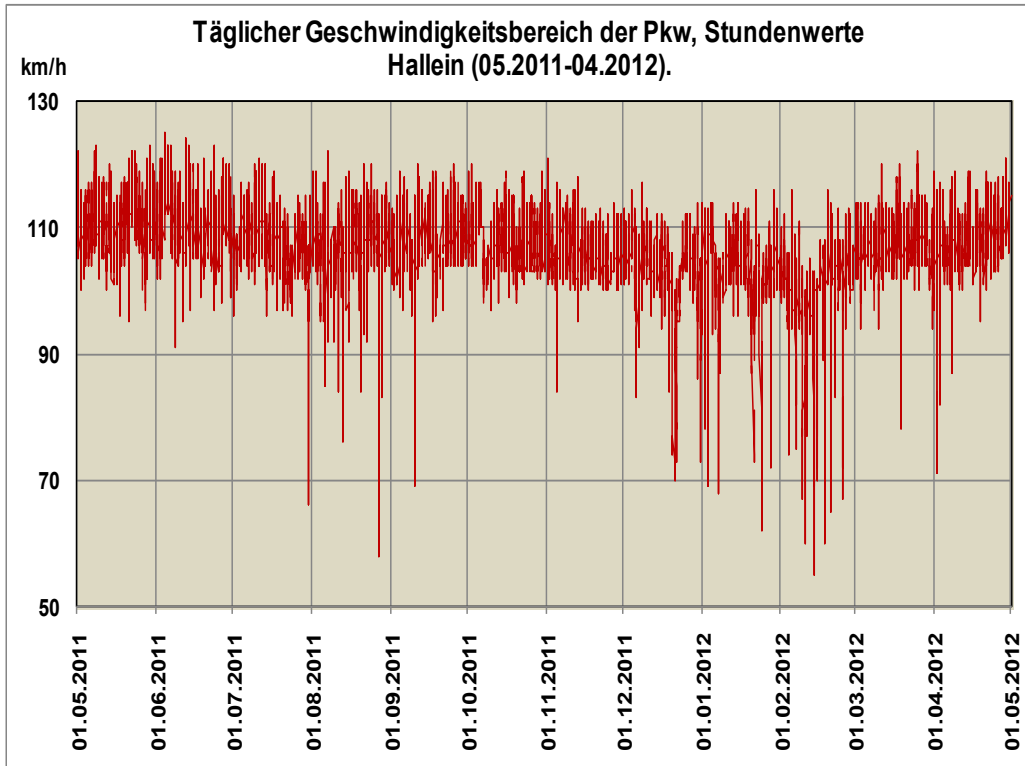


Abbildung 5.1: Täglicher Geschwindigkeitsbereich der Pkw auf der Basis der Stundenwerte, Hallein (05.2011-04.2012; oben und 05.2012-08.2013; unten).

Zunächst werden der mittlere Tagesgang und die Monatsmittelwerte der Fahrgeschwindigkeiten betrachtet.

Die tageszeitlichen Geschwindigkeitsverläufe sind für 2012/13 und 2011/12 recht parallel zueinander, nur eben auf anderem Niveau. Bei Tempo130 zeigt sich in beiden Jahren eine allmähliche Geschwindigkeitszunahme tagsüber, in abgeschwächter Form auch beim Schwerverkehr. Bei Tempo100 zeigt sich kein Tagesgang. Die Geschwindigkeiten des Leichtverkehrs sind im aktuellen Betriebsjahr durchwegs etwa 7 km/h geringer als im vorhergehenden.

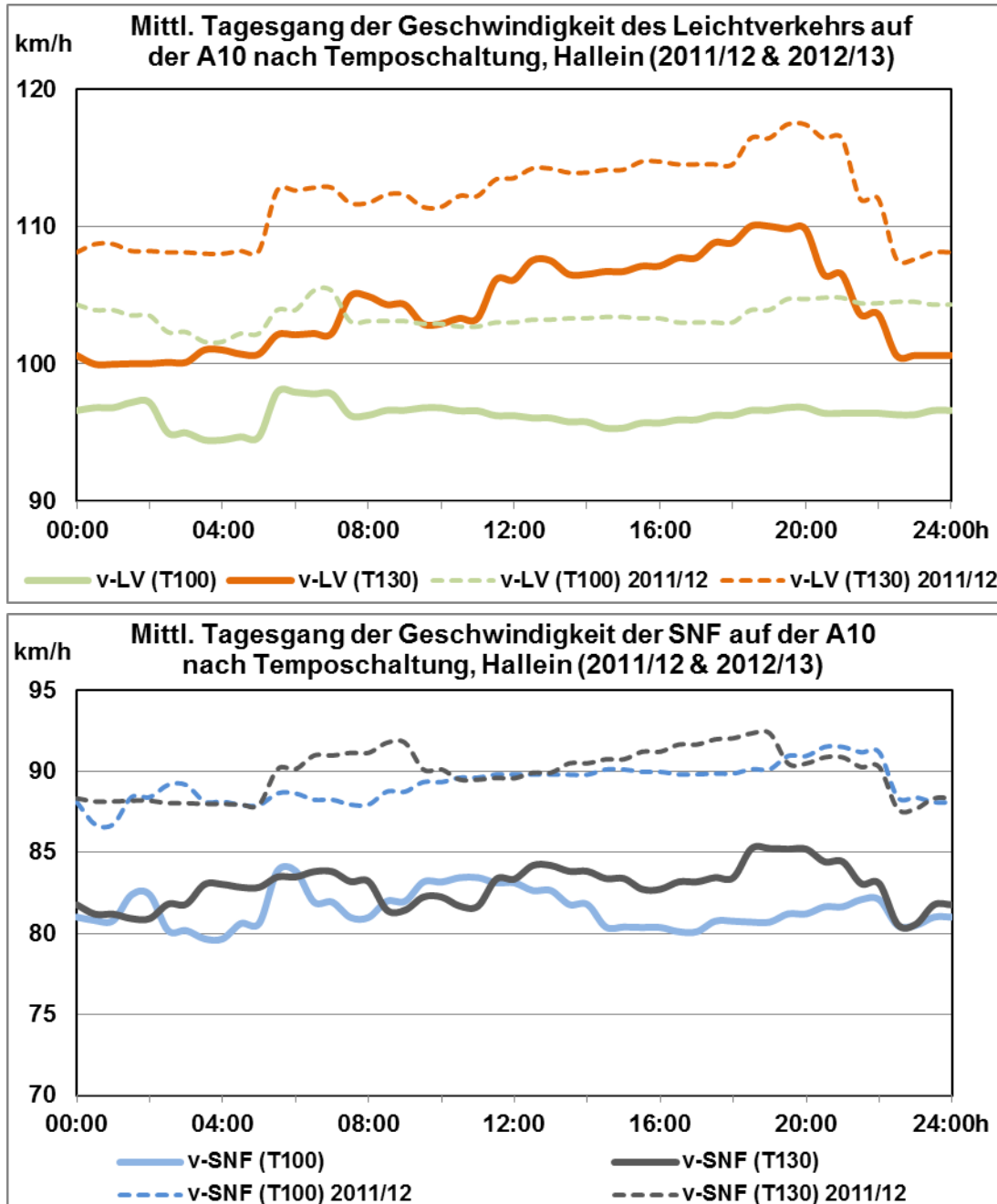


Abbildung 5.2: Mittlerer Tagesgang der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs (oben) und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF; unten) auf der A10 bei Hallein (05.2012-04.2013 und 05.2011-04.2012).

Die im Folgenden dargestellten Monatsmittelwerte beziehen sich nur auf die Tagesstunden von 6 – 22 Uhr. Auch in dieser Darstellung zeigt sich die anhaltende Absenkung der mittleren Fahrgeschwindigkeiten von Juni – September 2012, sowohl beim Leichtverkehr als auch bei den schweren Nutzfahrzeugen. Nach einer gemessenen Zunahme im Winter nahmen die Geschwindigkeiten erneut ab.

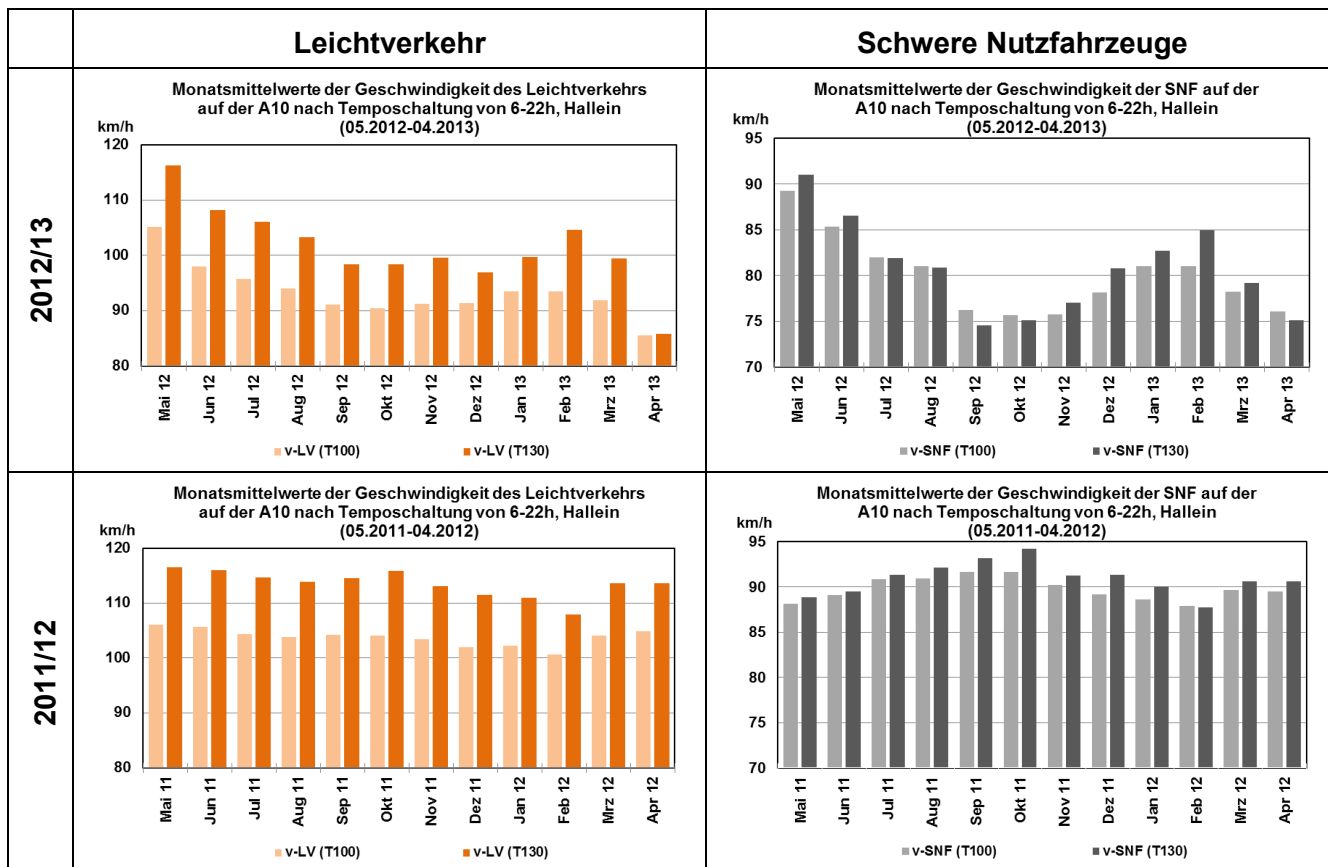


Abbildung 5.3: Monatswerte der mittleren Fahrgeschwindigkeit von 6-22 Uhr des Leichtverkehrs (LV; links) und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF; rechts) auf der A10 bei Hallein [05.2012-04.2013 (oben) und 05.2011-04.2012 (unten)].

Im Folgenden werden die mittleren Fahrgeschwindigkeiten je Tageszeit, Schaltzustand und Fahrzeuggruppe vom aktuellen und vorangehenden Betriebsjahr miteinander verglichen:

Tabelle 5.1: Mittlere gemessene Fahrgeschwindigkeiten des Leichtverkehrs und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF) 2012/13 bzw. 2011/12 und ihr jeweiliges Verhältnis:

2012/13	Tag	Nacht
LV T130	106.1	100.6
LV T100	96.3	96.1
SNF	82.6	

2011/12	Tag	Nacht
LV T130	113.9	108.7
LV T100	103.6	103.3
SNF	89.2	

Verhältnis	Tag	Nacht
LV T130	0.932	0.925
LV T100	0.930	0.930
SNF	0.926	

Alle Verhältnisse der Geschwindigkeiten zwischen 2012/13 und 2011/12 liegen zwischen 0,925 und 0,932. Dies für Tag und Nacht, Tempo100 und Tempo130, Leichtverkehr und SNF. Es erscheint als ganz unwahrscheinlich, dass diese gleichen Reduktionen der Fahrgeschwindigkeiten die Realität widerspiegeln. Vielmehr scheint sich in die Geschwindigkeitsmessung ein Fehler eingeschlichen zu haben, welcher im Betriebsjahr Messungen von im Mittel um 7% zu tiefen Geschwindigkeiten verursacht hat. Die Asfinag hat dem Autor gegenüber in Aussicht gestellt, sich der Sache anzunehmen.

Für eine realistische Schätzung der Fahrgeschwindigkeiten des Leichtverkehrs werden die jeweiligen Mittelwerte der Messungen durch das mittlere Verhältnis zu 2011/12 (0.929) dividiert. Es ergeben sich dann die folgenden Werte:

Tabelle 5.2: Geschätzte mittlere Fahrgeschwindigkeiten des Leichtverkehrs und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF) 2012/13:

2012/13 korr. [km/h]	Tag	Nacht
LV T130	114.2	108.3
LV T100	103.7	103.4
SNF	88.9	

Durch das Tempolimit wurde also real eine geschätzte Geschwindigkeitsreduktion um 10.5 km/h (Vorjahr 10.3 km/h) erreicht. In der bisher verwendeten Darstellung zeigen sich die verschiedenen Geschwindigkeiten des Leichtverkehrs (Pkw, Lieferwagen und Motorräder) wie folgt:

Tabelle 5.3: Schätzung 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 (05.2012-04.2013):

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

Zu diesem Kapitel kann das folgende Fazit gezogen werden:

1. Ein Messfehler bei der Erhebung der Fahrgeschwindigkeiten ist naheliegend.
2. Durch Vergleich mit dem Vorjahr kann eine Schätzung der realen Fahrgeschwindigkeiten gemacht werden; mit diesen Schätzwerten wird auch die Wirksamkeit des flexiblen Tempolimits bestimmt.
3. Der Messfehler ist nicht so groß, dass er den doch robusten Algorithmus zur Bestimmung der Tempo100-Schaltung wesentlich stören würde. Dennoch muss er unbedingt behoben werden, denn er könnte sich vergrößern.
4. Dem Land Salzburg wird empfohlen, sich zur Frage der Messung der Fahrgeschwindigkeiten mit der Asfinag ins Einvernehmen zu setzen.

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 wurde das empirische Ausbreitungsmodell von Oekoscience (Tau-Modell) eingesetzt. Als Basis der effektiven Fahrgeschwindigkeiten dient die Schätzung von Kapitel 5.

6.1. Emissionsreduktionen

Bei den **Emissionen** an NO_x und CO₂ lassen sich die folgenden **Reduktionen durch das real umgesetzte Tempo100-Limit** abschätzen (Reduktion der mittleren Geschwindigkeit des Leichtverkehrs um die ermittelten 10.5 km/h):

Tabelle 6.1: Emissionsreduktionen für NO_x und CO₂ durch das real umgesetzte flexible Tempo100-Limit auf dem 27 km langen Abschnitt Salzburg-Golling der A10, 05.2012-04.2013:

	NO _x	CO ₂
Gesamtemission [t/y]	393	101379
Einsparung durch flexibles T100 [t/y]	-32	-3989
in %	-7.4%	-3.8%

Die prozentuale fossile Kraftstoffeinsparung dürfte sich etwa im Bereich der CO₂-Einsparung bewegt haben. Die Abschätzung der Emissionsreduktionen basiert auf dem Handbuch der Emissionsfaktoren HBEFA 3.1.

Die Gesamtemission an CO₂ wird inklusive Bio-Kraftstoffe angegeben.

Die Reduktion der NO_x- bzw. CO₂-Emissionen gegenüber dem Vorjahr um knapp 5% bzw. 3% rührt einerseits von der gemäß HBEFA3.1 erwarteten Verbesserung der Emissionsfaktoren für alle Fahrzeugkategorien her; andererseits und vor allem aber liegt der Grund in der Reduktion des gezählten Aufkommens der schweren Nutzfahrzeuge um -13%.

Zur Deklaration einer "lufthygienischen Verbesserung" sollte grundsätzlich nur auf die Immissionen abgestellt werden, auch dies unter Berücksichtigung der meteorologischen Gegebenheiten.

Auch heuer konnten -7% NO_x- bzw. -4% CO₂-Emissionen durch das flexible Geschwindigkeitslimit auf der A10 zwischen Salzburg und Golling eingespart werden.

6.2. Szenarien der Immissionsreduktionen

Zur **Abschätzung der Reduktionen bei den Immissionen an NO_x und NO₂** wurden fünf Szenarien für den Zeitraum Mai 2012 – April 2013 berechnet:

- Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren stets mit der bei Hallein gemessenen Durchschnittsgeschwindigkeit bei 'Tempo 100' (103.7 km/h tagsüber bzw. 103.4 km/h nachts) → "Tempo100 immer".
- Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren stets mit der bei Hallein gemessenen Durchschnittsgeschwindigkeit bei 'Tempo 130' (114.2 km/h tagsüber bzw. 108.3 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' (123 km/h als 'typische' Autobahngeschwindigkeit ohne VBA), aber mit den Emissionsfaktoren des Jahres 2012/13 → "Tempo100 nie (früher)".

Für den übrigen Verkehr wurden die kategorienspezifischen Referenzgeschwindigkeiten verwendet.

Ausgehend von der realen Situation des Verkehrsaufkommens und der Immissionen werden die Emissionen und Immissionen an NO_x und NO₂ halbstündlich mit den entsprechenden virtuellen 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. Die frühere Situation (vor Tempo100-Limit) wird am Schluss dieses Kapitels 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 2012 – April 2013.

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	1525	304	66	51.4	166	96	1
T100 nie	1701	354	73	55.9	183	107	1
T100 temporär	1569	316	67	52.3	166	97	1
T100 WHj.	1622	332	69	53.5	170	100	1
<i>Vor VBA</i>	<i>1900</i>	<i>412</i>	<i>80</i>	<i>61.4</i>	<i>201</i>	<i>118</i>	<i>3</i>

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 NO_x-Emissionen, weil der Leichtverkehr einen größeren Anteil an den NO₂-Emissionen als an den NO_x-Emissionen hat. Von daher ist die Reduktion der NO₂-Immissionen ähnlich hoch wie bei den NO_x-Immissionen, obwohl das in der Luft aus NO gebildete NO₂ nur gedämpft auf Änderungen beim NO_x reagiert.

Der Effekt bei den NO_x-Immissionen wäre bei einem permanenten Tempo100 etwas geringer als bei den NO_x-Emissionen, weil sich die Immissionen wegen des nicht von der A10 herrührenden Anteils prozentual weniger als die Emissionen reduzieren.

Tabelle 6.3: Relative Effekte eines permanenten Tempo100 im Vergleich zu 'Tempo130' bei den real ermittelten Fahrgeschwindigkeiten für 'Tempo100'(103.7 km/h tagsüber bzw. 103.4 km/h nachts) bzw. für 'Tempo130' (114.2 km/h tagsüber bzw. 108.3 km/h nachts), Hallein A10, Mai 2012 – April 2013.

Hallein: Reduktion der Gesamtwerte durch ein permanentes T100	E_NOx	E_NO ₂	I_NOx	I_NO ₂	I_NOx	I_NO ₂
	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	95 %	95 %
	-10.3%	-14.2%	-8.8%	-8.0%	-9.3%	-9.9%

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_x als auch beim NO₂ bei weitem übererfüllt 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.

Tabelle 6.4: Relative Effekte des flexiblen Tempo100 in Bezug auf ein permanentes Tempo100-Limit, Hallein A10, Mai 2012 – April 2013.

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	58%	84.0%	80.3%	96%	91%
T100 WHj.	50%	58.8%	53.6%	77%	64%

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. Dies ist bedeutsam hinsichtlich des Vermeidens von Überschreitungen von Kurzzeitgrenzwerten (man beachte die Spalte "Anzahl Halbstunden >200 µg/m³ NO₂" in Tabelle 6.2).

Am 15. März 2011 sind neue Parameter inklusive neuer Emissionsfaktoren in die Tempo100-Schaltung integriert worden; diese neuen Parameter haben sich bewährt. Die Schalzhäufigkeit und damit die Wirksamkeit der flexiblen Tempo100-Schaltung sind etwas höher als im Vorjahr, es wurden mehr als 80% der Wirkung eines permanenten Tempo100-Limits erreicht. Dies liegt am geringeren Anteil des Schwerverkehrs; die Schaltung setzt ein, wenn der Anteil des Leichtverkehrs an den NO₂-Immissionen über einem gewissen Schwellenwert liegt.

Der Schaltalgorithmus hat sich als stabil gegenüber den Parameteränderungen erwiesen; der Schwellenwert kann beibehalten werden. Neuere Erkenntnisse bei den Fahrzeugemissionen (HBEFA3.2) sollten allerdings zu gegebener Zeit in den Schaltalgorithmus einfließen.

6.3.2. Vergleich mit der früheren Situation bei Hallein

Es kann davon ausgegangen werden, dass die relativ tiefe 'Tempo130'-Geschwindigkeit (114.2 km/h) auch mit dem Vorhandensein der VBA und den damit verbundenen Kontrollen zu tun hat. Für die frühere Situation (vor Einführung von Tempo100-Limits) wird für die A10 bei Hallein von einer 'Tempo130'-Geschwindigkeit von tagsüber 123 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 2012/13 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 108.3 km/h angesetzt.

Eine mittlere Geschwindigkeit des Leichtverkehrs von tagsüber 123 km/h bei gleichem Verkehrsaufkommen hätte zu deutlich höheren Immissionen geführt; das NO₂-Jahresmittel hätte mehr als 60 µg/m³ erreicht (s. Tabelle 6.2). Während 3 Halbstunden wäre auch der Kurzzeitgrenzwert von 200 µg/m³ NO₂ überschritten gewesen. Der Effekt eines **permanenten** Tempo100 würde gegenüber dieser früheren Situation 'Vor VBA' doppelt so hoch zu liegen kommen wie für das aktuelle Betriebsjahr (s. Tabelle 6.3) ausgewiesen.

Tabelle 6.5: Relative Effekte eines permanenten Tempo100 (tagsüber 103.7, nachts 103.4 km/h) im Vergleich zum früheren 'Tempo130' (tagsüber 123, nachts 108.3 km/h) vor Einführung von Tempo100, Hallein A10, Mai 2012 – April 2013.

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 %
	-19.7%	-26.2%	-17.4%	-16.2%	-17.6%	-18.5%

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 flexiblen Tempo100 in Bezug auf ein permanentes Tempo100-Limit und auf die frühere 'Tempo130'-Situation ('Vor VBA'), Hallein A10, Mai 2012 – April 2013.

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%	93%	91%	98%	96%

7. Zusammenfassung

Im Betriebsjahr Mai 2012 – April 2013 war Tempo100 auf der A10 zwischen Salzburg und Golling während durchschnittlich 59% der Betriebszeit (58% der Gesamtzeit) geschaltet.

Die Häufigkeit von Tempo100 war am Morgen zwischen 6 und 11 Uhr und am Nachmittag und Abend von 16 – 20 Uhr mit mehr als 80% am größten, von 08:00 bis 09:30 und von 18:30 bis 19:00 überstieg sie sogar 90%. Am Morgen zwischen 02:00 und 04:30 Uhr war Tempo100 mit weniger als 10% Häufigkeit am seltensten.

Im Jahresverlauf zeigen sich wie schon letztes Jahr Phasen mit wenig Tempo100-Schaltungen zu Beginn und Ende des Betriebsjahres (Mai - Juni 2012; Mitte Februar - April 2013). Ansonsten ist der jahreszeitliche Verlauf nicht sehr ausgeprägt; allerdings weist der Winter (mit November) insgesamt mehr Schaltungen auf als die übrigen Jahreszeiten.

Die monatlichen Schaltheufigkeiten schwankten zwischen 40% (Mai 2012 und April 2013) und knapp 70% (November 2012 – Januar 2013, dicht gefolgt von Juli – September 2012). Im Juli und September war die Tempo100-Häufigkeit noch nie so hoch wie in diesem Betriebsjahr.

Bei den hohen täglichen Schaltzeiten (21 – 24 Stunden) handelt es sich mit drei Ausnahmen (Oktober und November) um Urlaubswochenenden im Hochsommer und im Winter mit sehr starkem Verkehr.

Der Verkehr hat bei den Pkw und bei den "lieferwagenähnlichen" Fahrzeugen leicht um knapp 1% zugenommen. Auffällig ist die starke Abnahme um gut -13% bei den schweren Güterfahrzeugen, welche durch die ebenfalls auffällige Zunahme bei den Bussen bei weitem nicht kompensiert werden kann. Diese starke Abnahme bei den schweren Güterfahrzeugen steht im Gegensatz zur allgemeinen Entwicklung im europäischen Alpen transit. Die Asfinag hat dem Autor gegenüber in Aussicht gestellt, einen Vergleich mit den entsprechenden Maut-Statistiken im fraglichen Zeitraum durchzuführen. Dem Land Salzburg wird empfohlen, sich bezüglich Verkehrszählung mit der Asfinag ins Einvernehmen zu setzen; falsche Verkehrszählungen können zu falschen IGL-Schaltungen führen. Die gemessenen Reduktionen beim schweren Güterverkehr, sollten sie nicht real sein, beeinflussten die Tempo100-Schaltung noch nicht wesentlich.

Der tägliche Geschwindigkeitsbereich der Pkw auf der Basis der Stundenwerte (als Mittel über alle Spuren) zeigte wie jedes Jahr starke Schwankungen. Bislang lag die mittlere Geschwindigkeit der Pkw um die 110 km/h; dies war auch im Mai

2012 noch der Fall, dann aber sank die Geschwindigkeit um 10-15 km/h ab. Sie verblieb in diesem Bereich bis August **2013**, also über das hier dokumentierte Betriebsjahr hinaus, nur unterbrochen von einigen kurzen Phasen mit höherer gemessener Geschwindigkeit im Winter und von einer Phase mit besonders langsamen Geschwindigkeiten (vermutlich Baustellen) im April/Mai 2013.

Zur Fahrgeschwindigkeitsmessung im Bereich Hallein auf der A10 kann aufgrund der für diesen Evaluationsbericht durchgeführten Untersuchungen das folgende Fazit gezogen werden:

1. Ein Messfehler bei der Erhebung der Fahrgeschwindigkeiten ist naheliegend.
2. Durch Vergleich mit dem Vorjahr kann eine Schätzung der realen Fahrgeschwindigkeiten gemacht werden; mit diesen Schätzwerten wurde auch die Wirksamkeit des flexiblen Tempolimits bestimmt.
3. Der Messfehler ist nicht so groß, dass er den doch robusten Algorithmus zur Bestimmung der Tempo100-Schaltung wesentlich stören würde. Dennoch muss er unbedingt behoben werden, denn er könnte sich vergrößern.
4. Dem Land Salzburg wird empfohlen, sich zur Frage der Messung der Fahrgeschwindigkeiten mit der Asfinag ins Einvernehmen zu setzen.

Auf dem ca. 27 km langen Autobahnabschnitt zwischen Salzburg und Golling konnten der gesamte Stickstoffoxidausstoß um 7% und der gesamte CO₂-Ausstoß um 4% verringert werden.

Die gesamten NO_x- bzw. die NO₂-Immissionen konnten um rund 7% 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_x als auch beim NO₂ bei weitem übererfüllt 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.

Gegenüber der früheren Situation 'vor VBA' 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.

Der Schaltalgorithmus hat sich als stabil gegenüber den Parameteränderungen vom März 2011 erwiesen; der Schwellenwert kann beibehalten werden. Neuere Erkenntnisse bei den Fahrzeugemissionen (HBEFA3.2) sollten allerdings zu gegebener Zeit in den Schaltalgorithmus einfließen.