

**Evaluation des flexiblen
Tempolimits auf der A10
zwischen Salzburg und
Golling von Mai 2011 bis
April 2012**

Dr. Jürg Thudium
Dr. Carine Chélala
25.08.2012 / 5271.20

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	4
2.2. Jahresverlauf	6
2.2.1. Tempo100	6
2.2.2. Verkehrsaufkommen	8
2.2.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden	9
2.3. Wochenverlauf	11
2.3.1. Tempo 100	11
2.3.2. Verkehrsaufkommen	12
2.3.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden	13
3. Dokumentation der täglichen Schaltzeiten	15
4. Einfluss der Inbetriebnahme der zweiten Tunnelröhren auf Tempo 100 im Hochsommer	18
4.1. Vergleich des Pkw-Aufkommens, der Tempo100-Schaltungen und der NO _x &NO ₂ -Immissionen an den Sommer-Wochenenden 2010 und 2011	19
4.2. Vergleich des Pkw-Aufkommens, der Tempo100-Schaltungen und der NO _x -Immissionen zwischen 2010 und 2011 für Sommer und Herbst	23
5. Effektive Fahrgeschwindigkeiten auf der A10 bei Hallein	25
6. Wirksamkeit der flexiblen Tempo100-Schaltung auf der A10 zwischen Salzburg und Golling	30
6.1. Emissionsreduktionen	30
6.2. Szenarien der Immissionsreduktionen	31
6.3. Ergebnisse der Geschwindigkeitsszenarien	32
6.3.1. Emissionen und Immissionen bei Hallein für permanente und flexible Tempo100-Schaltungen im Betriebsjahr	32
6.3.2. Vergleich mit der früheren Situation bei Hallein	35
7. Zusammenfassung	37

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 (05.2011-04.2012).	2
Abbildung 2.2: Tägliche Anzahl Stunden (Gleitendes 7-Tagemittel) mit Tempo100 auf der A10 bei Hallein (05.2011-04.2012).	3
Abbildung 2.3: Mittlerer Tagesgang des Fahrzeugaufkommens je Fahrzeuggruppe auf der A10 bei Hallein (05.2011-04.2012).	4
Abbildung 2.4: Mittelwerte von NO _x , NO ₂ und NO _x -Emissionen im Jahresmittel und je Jahreszeit bei Hallein (05.2011-04.2012).	5
Abbildung 2.5: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 je Jahreszeit, Hallein (05.2011-04.2012).	6
Abbildung 2.6: Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 je Monat bei Hallein (05.2011-04.2012).	7
Abbildung 2.7: Vergleich der Monatswerte der Tempo100-Häufigkeit auf der A10 bei Hallein für die drei Betriebsjahre 2009/10, 2010/11 und 2011/12.	7
Abbildung 2.8: Monatswerte des DTV je Fahrzeuggruppe auf der A10 bei Hallein (05.2011-04.2012).	8
Abbildung 2.9: Vergleich der Monatswerte des Pkw-Aufkommens auf der A10 bei Hallein für die drei Betriebsjahre 2009/10, 2010/11 und 2011/12.	8
Abbildung 2.10: Vergleich der Monatswerte des SNF (=Lkw+LkwmA+SLZ)-Aufkommens auf der A10 bei Hallein für die drei Betriebsjahre 2009/10, 2010/11 und 2011/12.	9
Abbildung 2.11: Monatsmittelwerte von NO _x , NO ₂ und NO _x -Emissionen bei Hallein (05.2011-04.2012).	10
Abbildung 2.12: Vergleich der Monatswerte der NO _x -Immissionen bei Hallein (A10) für die beiden Betriebsjahre 2009/10, 2010/11 und 2011/12.	10
Abbildung 2.13: Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 je Wochentag, Hallein (05.2011-04.2012).	11

Abbildung 2.14: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 je Wochentagstyp, Hallein (05.2011-04.2012).	11
Abbildung 2.15: Inversionshäufigkeit bei Hallein je Wochentag, 2007.	12
Abbildung 2.16: Mittelwerte des DTV je Wochentag auf der A10 bei Hallein (05.2011-04.2012).	13
Abbildung 2.17: Mittelwerte der Immissionen von NO _x und NO ₂ sowie NO _x -Emissionen (E-NO _x) je Wochentag bei Hallein (05.2011-04.2012).	14
Abbildung 3.1: Anzahl Tage pro Monat mit extremen Tempo100-Schaltzeiten, Hallein (05.2011-04.2012).	17
Abbildung 4.1: Mittlerer Tagesgang des Pkw-Aufkommens, 7 Sommer-Wochenenden (Mitte Juli bis Ende August) 2010 und 2011.	20
Abbildung 4.2: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo 100, 7 Sommer-Wochenenden (Mitte Juli bis Ende August) 2010 und 2011.	21
Abbildung 4.3: Mittlerer Tagesgang von NO _x und NO ₂ , 7 Sommer-Wochenenden (Mitte Juli bis Ende August) 2010 und 2011.	22
Abbildung 4.4: DTV der Pkw je Wochentag in Sommer von Mitte Juli bis Ende August (links) und im Herbst von Oktober-November (rechts), 2010 und 2011.	23
Abbildung 4.5: Häufigkeit von Tempo 100 je Wochentag in Sommer von Mitte Juli bis Ende August (links) und im Herbst von Oktober-November (rechts), 2010 und 2011.	24
Abbildung 4.6: Mittelwerte der NO _x -Immissionen je Wochentag in Sommer von Mitte Juli bis Ende August (links) und im Herbst von Oktober-November (rechts), 2010 und 2011.	24
Abbildung 5.1: Täglicher Geschwindigkeitsbereich der Pkw auf der Basis der Stundenwerte, Hallein (05.2011-04.2012).	26
Abbildung 5.2: Mittelwerte der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF) von 6-22 Uhr auf der A10 bei Hallein (05.2011-04.2012).	27
Abbildung 5.3: Mittlerer Tagesgang der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs (oben) und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF; unten) auf der A10 bei Hallein (05.2011-04.2012).	28
Abbildung 5.4: Monatswerte der mittleren Fahrgeschwindigkeit von 6-22 Uhr des Leichtverkehrs (LV; oben) und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF; unten) auf der A10 bei Hallein (05.2011-04.2012).	29

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1: Durchschnittlicher täglicher Verkehr (DTV) auf der A10 bei Hallein (05.2011-04.2012).	4
Tabelle 2.2: Jahreszeitliche Tempo100-Häufigkeiten auf der A10 bei Hallein (05.2011-04.2012).	6
Tabelle 3.1: Tägliche Anzahl Stunden mit Tempo100-Schaltung, Hallein A10 (05.2011-04.2012).	15
Tabelle 3.2: Die 12 Tage mit hohen Tempo100-Schaltzeiten (≥ 21 h) bei Hallein A10 (05.2011-04.2012):	16
Tabelle 4.1: Die 7 untersuchten Hochsommer-Wochenenden von Mitte Juli bis Ende August 2010 und 2011:	18
Tabelle 4.2: DTV der Pkw für die 7 Hochsommer-Wochenenden von Mitte Juli bis Ende August 2010 und 2011:	19
Tabelle 4.3: Anzahl Stunden mit Tempo 100 für die 7 Hochsommer-Wochenenden (Freitag - Sonntag) von Mitte Juli bis Ende August 2010 und 2011:	20
Tabelle 4.4: Mittelwerte für die NO _x und NO ₂ -Immissionen für die 7 Hochsommer-Wochenenden von Mitte Juli bis Ende August 2010 und 2011:	21
Tabelle 5.1: Effektiv gefahrene Geschwindigkeiten des Leichtverkehrs (LV) je Tempolimit tagsüber (6-22 Uhr) und in der Nacht (22-6 Uhr) auf der A10 bei Hallein (05.2011-04.2012):	26
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, 05.2011-04.2012:	30
Tabelle 6.2: Absolute Kennzahlen der fünf Szenarien 'Tempo 100 immer', 'Tempo100 nie', 'Tempo100 temporär', 'Tempo100 Winterhj.' und 'Tempo100 nie (früher)', Hallein A10, Mai 2011 – April 2012.	32
Tabelle 6.3: Relative Effekte eines <i>permanenten</i> Tempo100 im Vergleich zu 'Tempo130' bei den real ermittelten Fahrgeschwindigkeiten für 'Tempo100' (103.6 km/h tagsüber bzw. 103.3 km/h nachts) bzw. für 'Tempo130' (113.9 km/h tagsüber bzw. 108.7 km/h nachts), Hallein A10, Mai 2011 – April 2012.	33

Tabelle 6.4: Relative Effekte des flexiblen Tempo100 <i>in Bezug auf ein permanentes Tempo100-Limit</i> , Hallein A10, Mai 2011 – April 2012.	34
Tabelle 6.5: Relative Effekte eines <i>permanenten</i> Tempo100 (tagsüber 103.6, nachts 103.3 km/h) im Vergleich zum früheren 'Tempo130' (tagsüber 123, nachts 108.7 km/h) vor Einführung von Tempo100, Hallein A10, Mai 2011 – April 2012.	35
Tabelle 6.6: Relative Effekte des flexiblen Tempo100 <i>in Bezug auf ein permanentes Tempo100-Limit und auf die frühere 'Tempo130'-Situation ('Vor VBA')</i> , Hallein A10, Mai 2011 – April 2012.	36

1. Einleitung

Die flexible Tempo100-Schaltung auf der A10 zwischen Salzburg und Golling ist seit 17.11.2008 in Betrieb. Sie erstreckt sich über ca. 27 km. In diesem Bericht wird die Schaltung im Betriebsjahr Mai 2011 – April 2012 evaluiert.

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

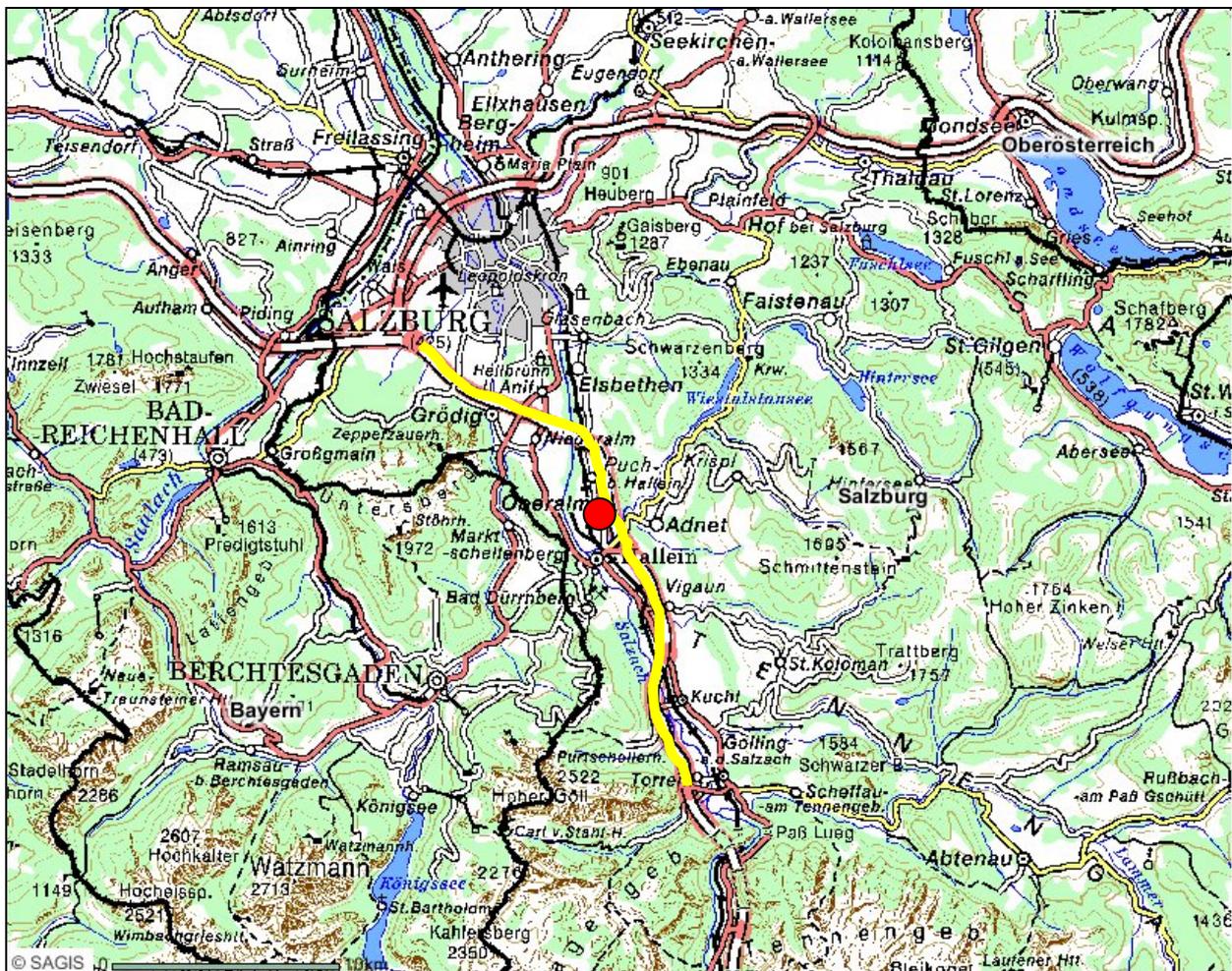


Abbildung 1.1: Die Tempo100-Strecke auf der A10 zwischen Salzburg und Golling; rot: Messstelle Hallein A10.

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 2011 – April 2012 war Tempo100 auf der A10 zwischen Salzburg und Golling während durchschnittlich 57% der Betriebszeit (wegen Ausfällen waren dies lediglich 52% der Gesamtzeit) geschaltet. Die folgenden Abschnitte analysieren das Auftreten von Tempo100.

Die Häufigkeit von Tempo100 war am Morgen zwischen 7 und 12 Uhr am größten, von 07:30 - 10 Uhr herrschte zu 90% der Zeit Tempo100. Auch abends von 16-23 Uhr erreichte die Schalthäufigkeit über 60% der Zeit. Am Morgen zwischen 2 und 5 Uhr ist Tempo100 am seltensten, mit weniger als 10% Häufigkeit.

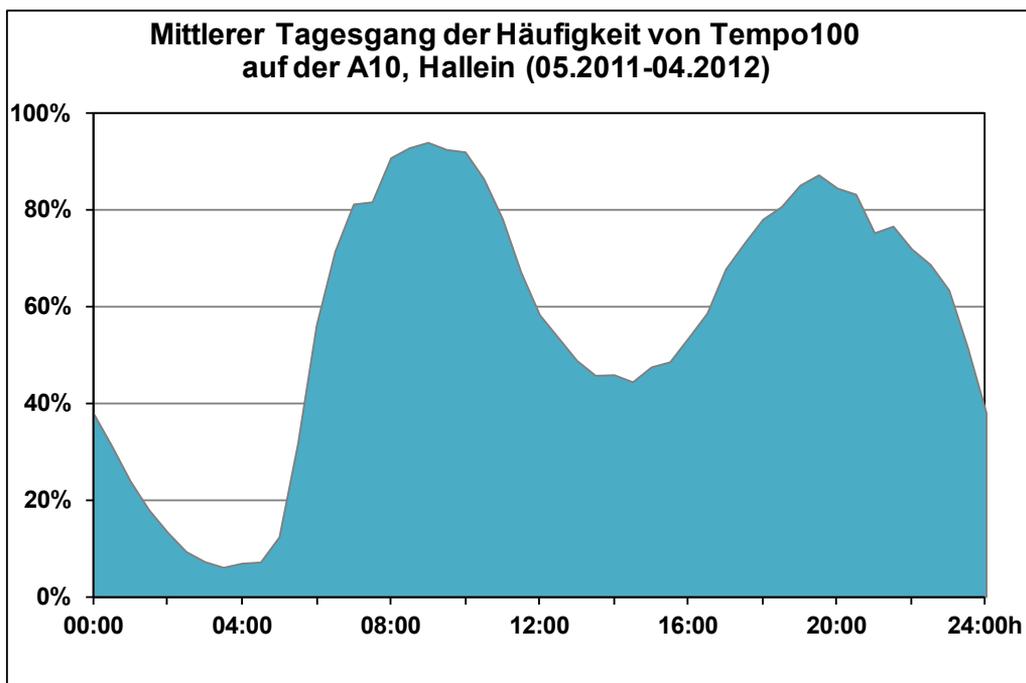


Abbildung 2.1: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 bei Hallein (05.2011-04.2012).

Im Jahresverlauf (nächste Abbildung 2.2: Gleitende Wochenmittel) zeigen sich Phasen mit wenig Tempo100-Schaltungen zu Beginn und Ende des Betriebsjahres (Mai - Mitte Juni 2011; Mitte März - April 2012). 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 Wochenmittel. Die Jahresspitze dieser Wochenmittel zeigt sich im November 2011 während einer langanhaltenden Hochdrucklage im gesamten nördlichen Alpenraum.

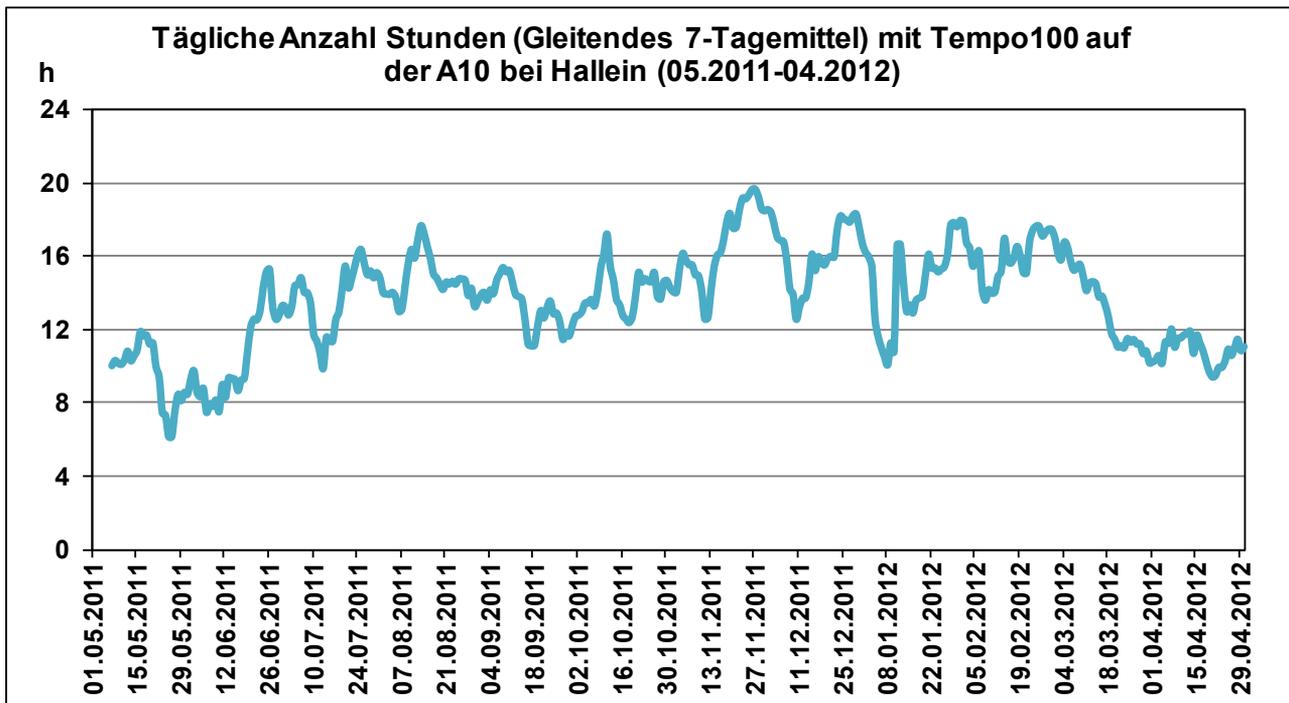


Abbildung 2.2: Tägliche Anzahl Stunden (Gleitendes 7-Tagemittel) mit Tempo100 auf der A10 bei Hallein (05.2011-04.2012).

2.1.2. Verkehrsaufkommen

Die A10 bei Hallein wies im Untersuchungsjahr (Mai 2010 – April 2011) einen DTV von rund 51'400 Fahrzeugen auf, etwa 900 mehr als im Vorjahr. Etwa 80% davon waren Pkw, etwa 10% schwere Güterfahrzeuge.

Der Verkehr hat bei den Pkw und vor allem (prozentual) bei den "lieferwagenähnlichen" Fahrzeugen zugenommen. Als "Lieferwagen" werden auch Klein-Lkw, Kleinbusse, Wohnmobile, teilweise 'SUV's (Sport Utility Vehicles) gezählt. Emissionsseitig ist die Zuordnung zu den Lieferwagen in Ordnung.

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

A10 (05.2011-04.2012)	Lieferwagen	Pkw	Schwere Güterfahrzeuge	Bus
Jahresmittel (DTV)	4303	41583	5255	293
Änderung zu 2010/11	+11.5%	+1.1%	-0.4%	+5.3%

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.

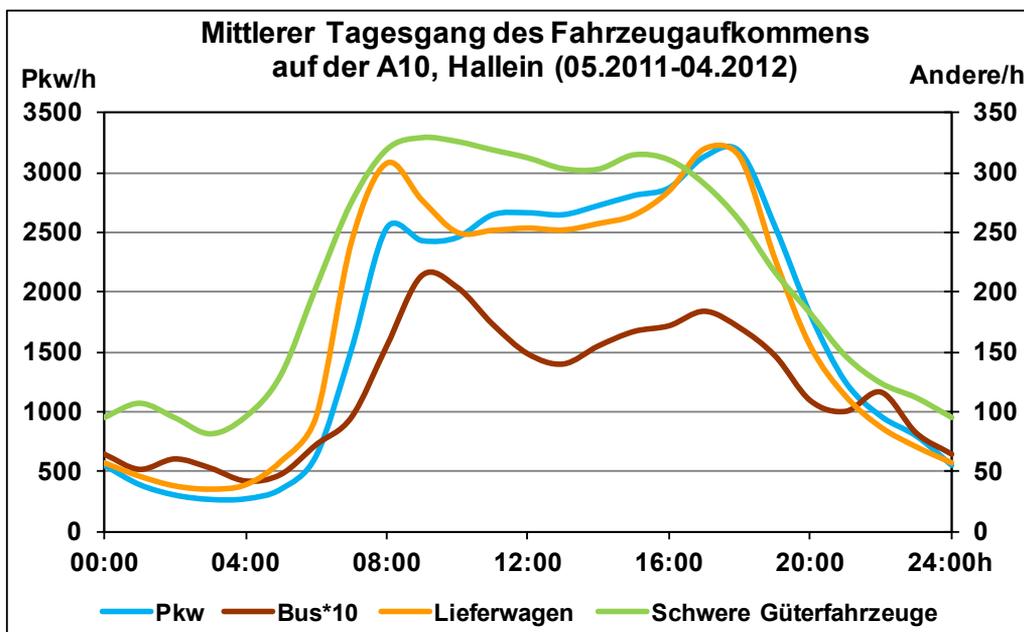


Abbildung 2.3: Mittlerer Tagesgang des Fahrzeugaufkommens je Fahrzeuggruppe auf der A10 bei Hallein (05.2011-04.2012).

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 Stickoxidimmissionen 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).

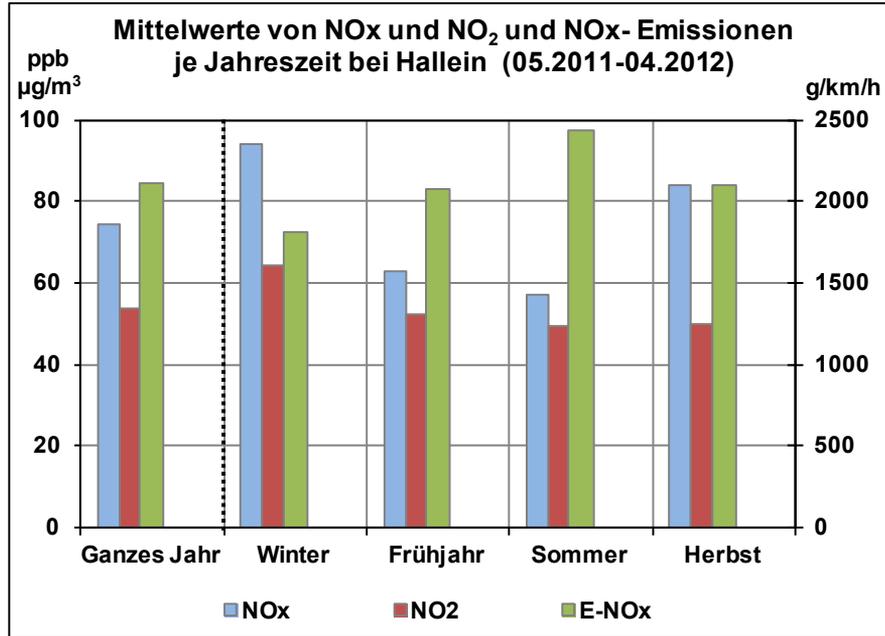


Abbildung 2.4: Mittelwerte von NO_x, NO₂ und NO_x-Emissionen im Jahresmittel und je Jahreszeit bei Hallein (05.2011-04.2012).

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 (05.2011-04.2012).

05.2011-04.2012	% Tempo 100
Winter	66%
Frühjahr	46%
Sommer	56%
Herbst	61%
Ganzes Jahr	57%

Im Unterschied zu den letzten beiden Jahren verläuft die Tempo100-Häufigkeit im Sommer am Vormittag sehr ähnlich wie zu den übrigen Jahreszeiten und ist nicht mehr höher; die niedrigere Tempo100-Häufigkeit im Frühjahr erklärt sich vor allem durch deren Abnahme am Mittag und Nachmittag.

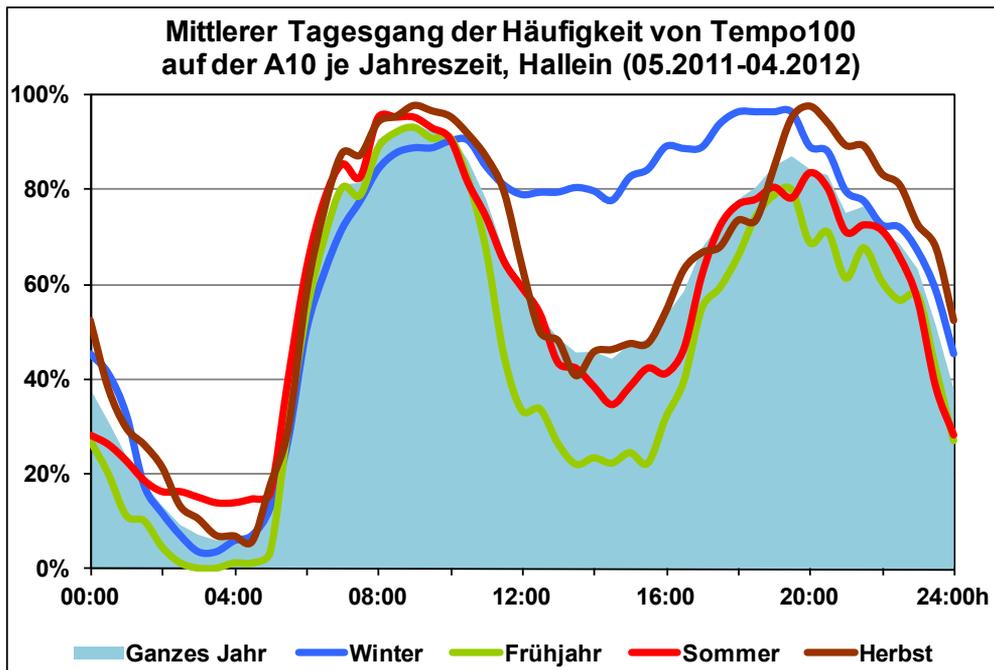


Abbildung 2.5: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 je Jahreszeit, Hallein (05.2011-04.2012).

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 schwanken zwischen 40% (Mai 2011) und 70% (November 2011), gefolgt von den Wintermonaten Dezember 2011 - Februar 2012. In diesem Betriebsjahr hat sich also der Hochwinter mit der häufigen Stagnation der Atmosphäre wieder wie schon vor zwei Jahren (s. übernächste Abbildung!) als Spitzenreiter der Tempo100-Häufigkeit erwiesen.

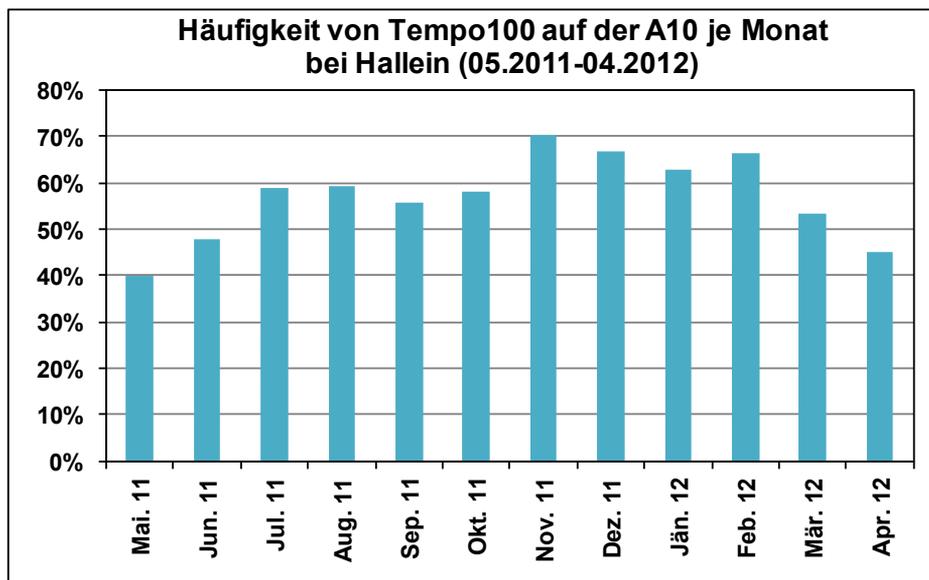


Abbildung 2.6: Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 je Monat bei Hallein (05.2011-04.2012).

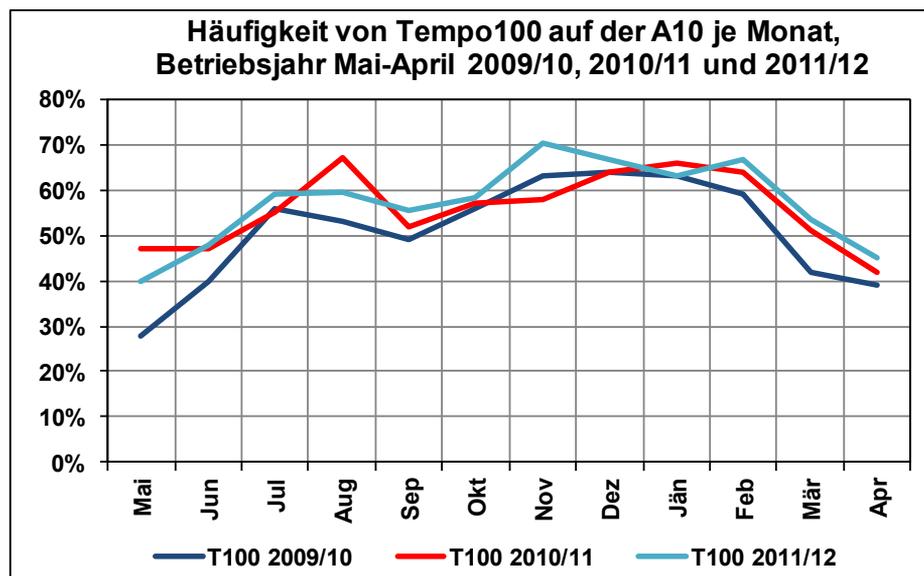


Abbildung 2.7: Vergleich der Monatswerte der Tempo100-Häufigkeit auf der A10 bei Hallein für die drei Betriebsjahre 2009/10, 2010/11 und 2011/12.

2.2.2. Verkehrsaufkommen

Im Jahresverlauf zeigt sich das markante Maximum des Pkw-Aufkommens im Sommer (Spitze im August). Der schwere Güterverkehr hingegen zeigt von Mai - November nur geringe Variationen; die typische Verkehrsabnahme im August ist im 2011 überraschenderweise nur noch ganz leicht zu sehen. Das Minimum liegt für Pkw und Busse im November, für den leichten und schweren Güterverkehr im Dezember und Januar.

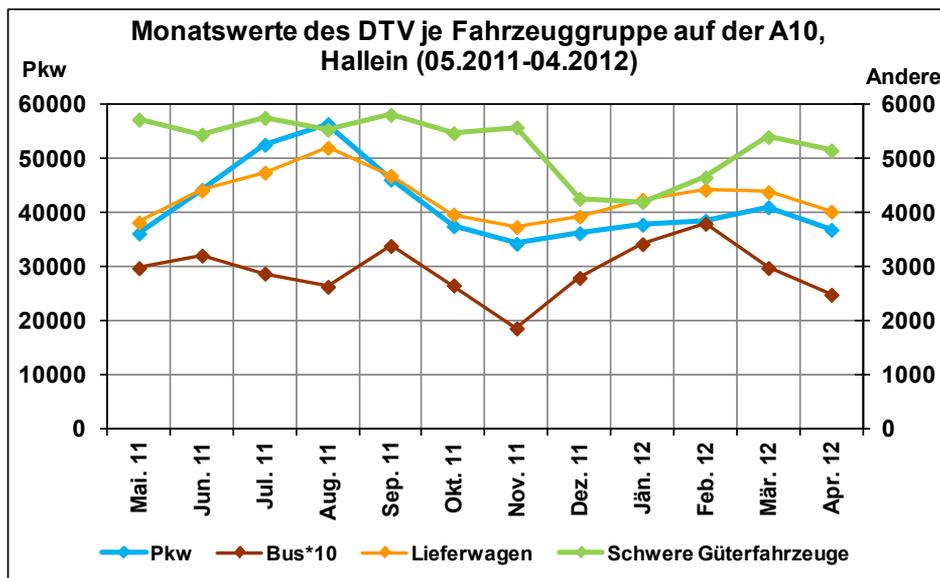


Abbildung 2.8: Monatswerte des DTV je Fahrzeuggruppe auf der A10 bei Hallein (05.2011-04.2012).

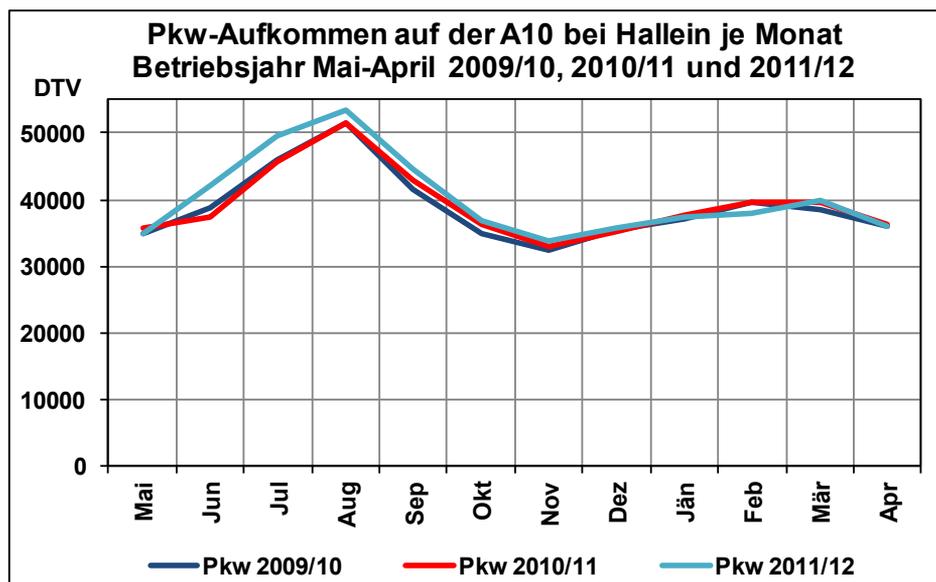


Abbildung 2.9: Vergleich der Monatswerte des Pkw-Aufkommens auf der A10 bei Hallein für die drei Betriebsjahre 2009/10, 2010/11 und 2011/12.

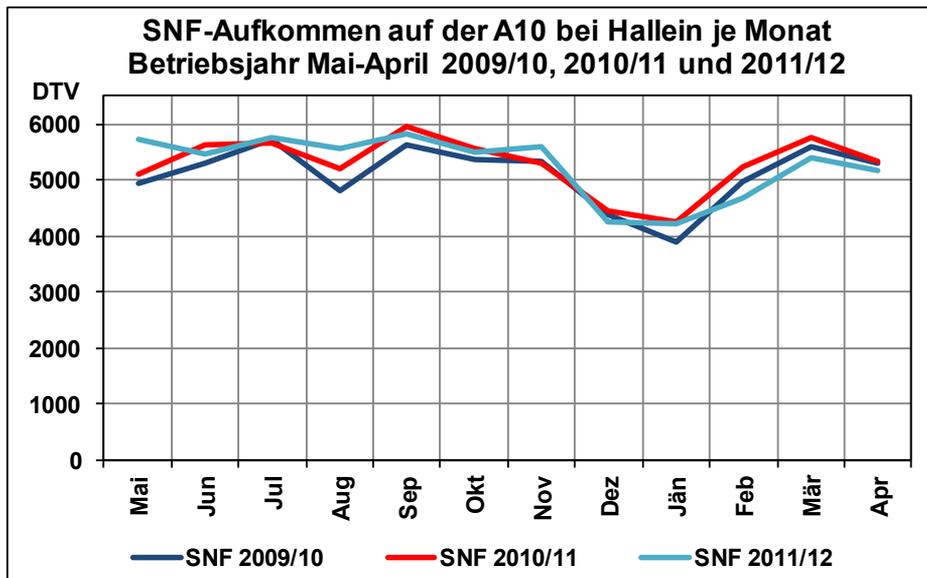


Abbildung 2.10: Vergleich der Monatswerte des SNF (=Lkw+LkwmA+SLZ)-Aufkommens auf der A10 bei Hallein für die drei Betriebsjahre 2009/10, 2010/11 und 2011/12.

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 im November und Februar, die höchsten NO₂-Werte aber nur im Februar, weil dann die hohen NO_x-Immissionen mit bereits erhöhtem Ozonangebot einhergingen; das NO konnte ziemlich effektiv mit Ozon zu NO₂ konvertiert werden.

Über das ganze Betriebsjahr gesehen waren die NO_x-Immissionen im letzten Betriebsjahr 2011/12 die höchsten der letzten drei Jahre; dies liegt an den meteorologischen Bedingungen, die insgesamt aus lufthygienischer Sicht nicht mehr so günstig waren wie in den vorangehenden Jahren.

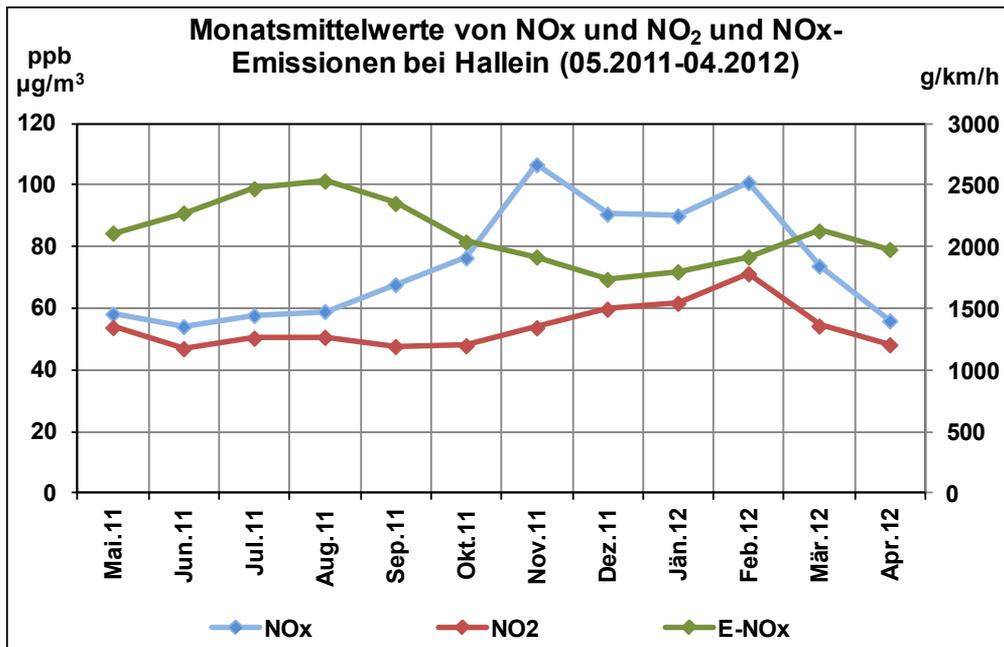


Abbildung 2.11: Monatssmittelwerte von NOx, NO₂ und NOx-Emissionen bei Hallein (05.2011-04.2012).

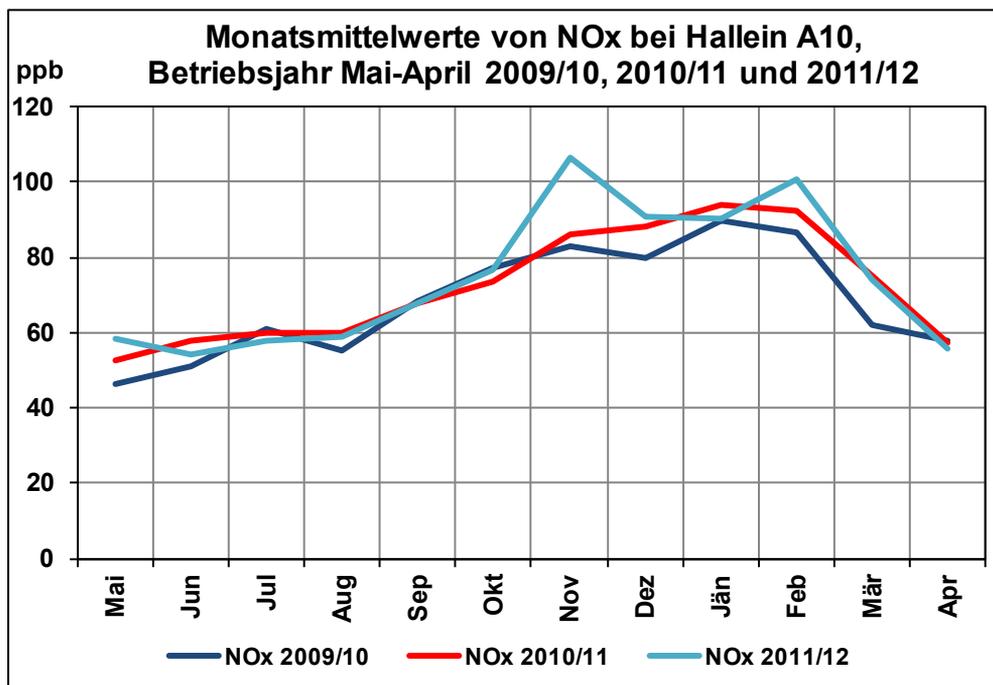


Abbildung 2.12: Vergleich der Monatswerte der NOx-Immissionen bei Hallein (A10) für die beiden Betriebsjahre 2009/10, 2010/11 und 2011/12.

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 wenigen 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, am Sonntag bewegen sie sich auf dem Niveau von Montag – Mittwoch. Zwar ist am Sonntag die Morgenspitze von Tempo100 gedämpft, weil die Pkw dann noch teilweise fehlen. Am Nachmittag und Abend ist die Schalthäufigkeit am Sonntag aber ähnlich hoch wie werktags.

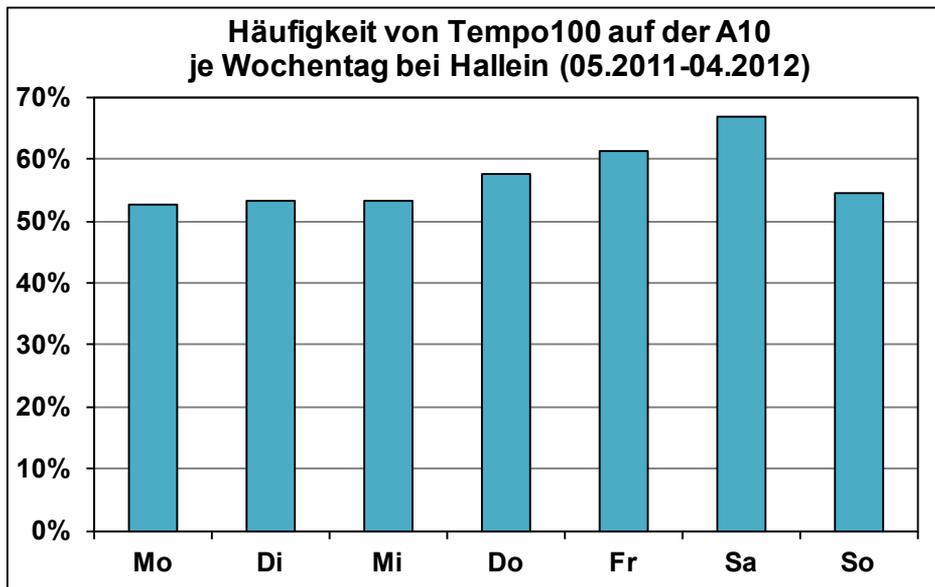


Abbildung 2.13: Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 je Wochentag, Hallein (05.2011-04.2012).

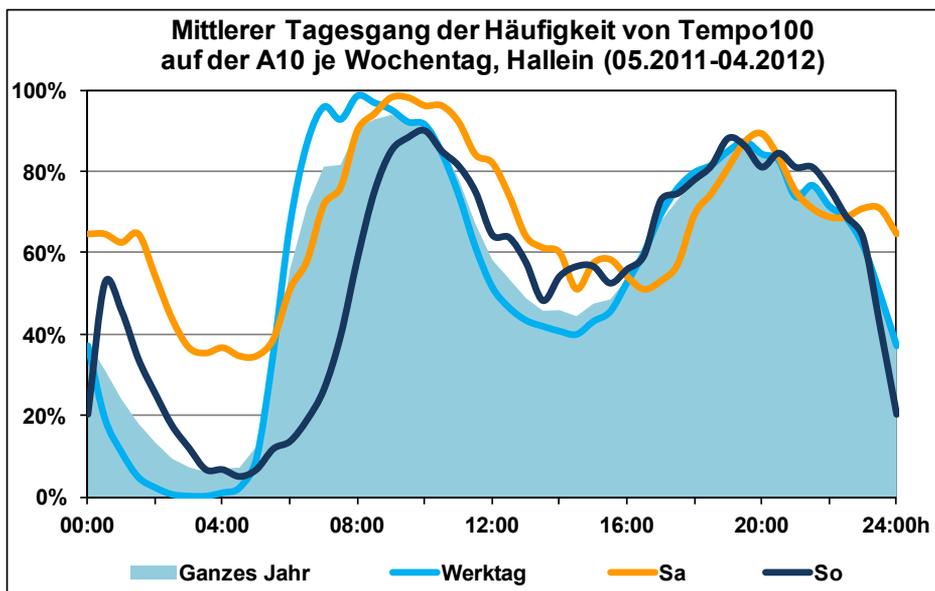


Abbildung 2.14: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 je Wochentagstyp, Hallein (05.2011-04.2012).

Die Abhängigkeit der Tempo100-Schaltung vom Wochentag ist sehr ähnlich wie im Vorjahr, auch im jeweiligen Tagesverlauf. Die Abhängigkeit vom Wochentag wird vom Menschen gemacht, und dieses Verhalten wiederholt sich oft; allerdings nicht immer, wie die Evaluation des letzten Betriebsjahres zeigt, als im Vergleich zum damaligen Vorjahr am frühen Samstagmorgen 8% mehr Pkw unterwegs waren.

Es gibt aber auch zufällige 7-tägige Rhythmen bei meteorologischen Größen, welche ja eigentlich nicht vom Wochentag abhängen sollten. Als Beispiel wird die Inversionshäufigkeit bei Hallein im Jahre 2007 aufgeführt, welche am Montag und Sonntag markant höher als im Durchschnitt des Jahres war.

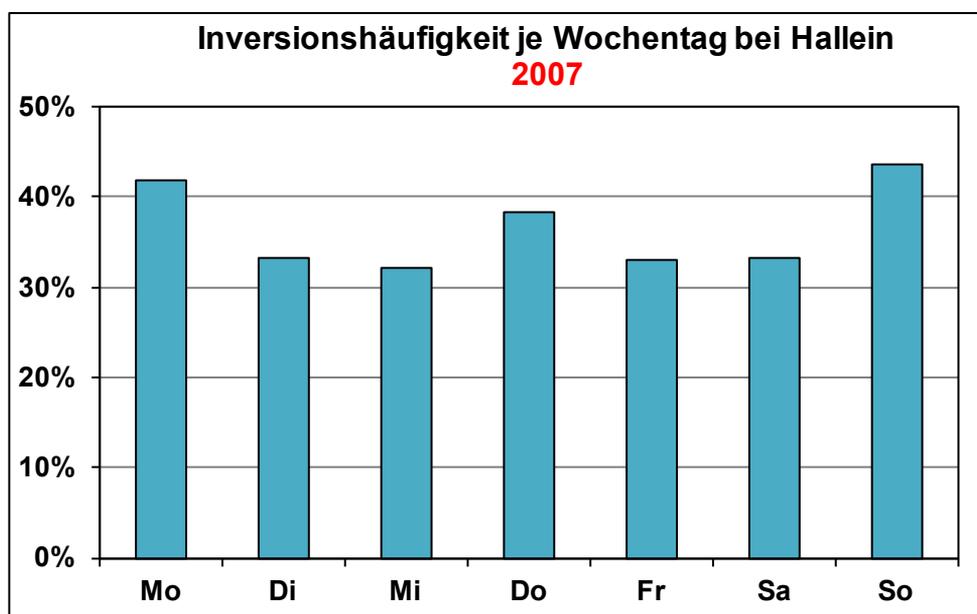


Abbildung 2.15: Inversionshäufigkeit bei Hallein je Wochentag, 2007.

Solche Rhythmen und mittelfristigen Trends meteorologischer Größen können lufthygienische Interpretationen erschweren, wenn sie unerkannt bleiben.

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).

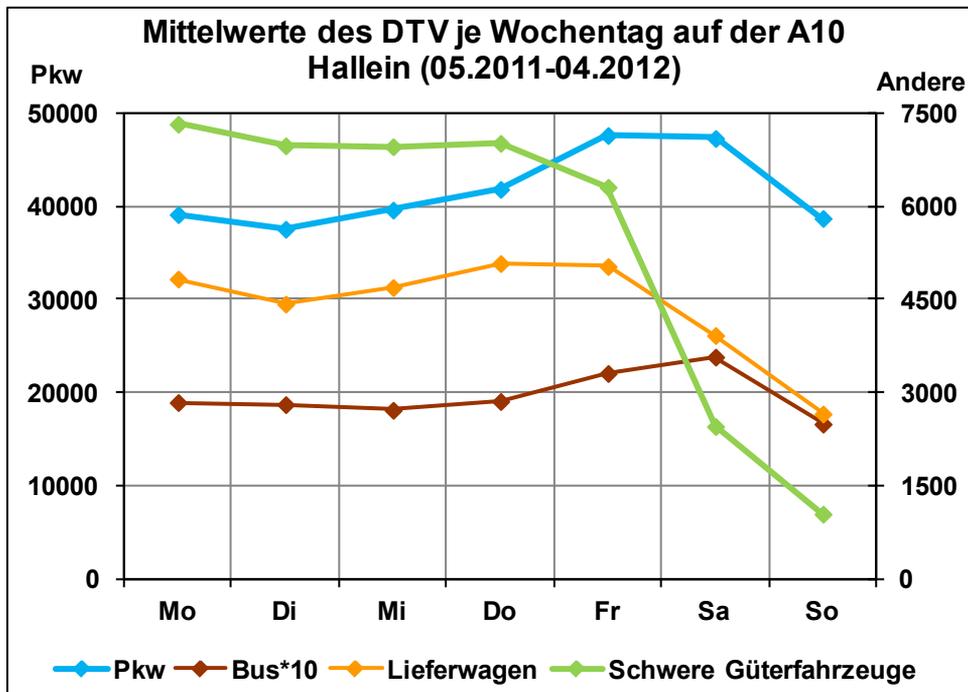


Abbildung 2.16: Mittelwerte des DTV je Wochentag auf der A10 bei Hallein (05.2011-04.2012).

2.3.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden

Die Immissionen und Emissionen an NO_x 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 (s. Abbildung 2.15), 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.

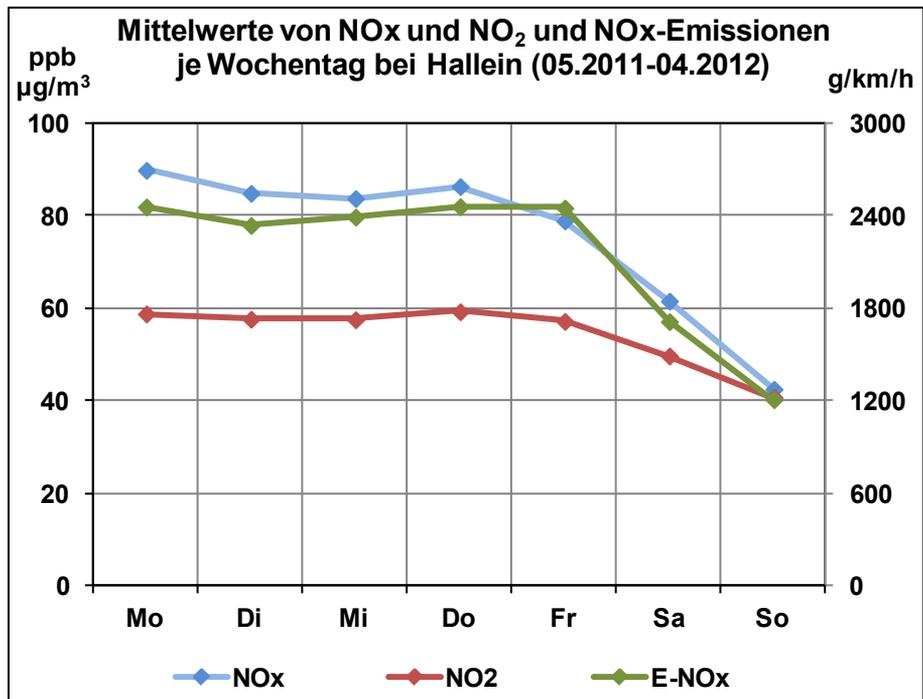


Abbildung 2.17: Mittelwerte der Immissionen von NOx und NO₂ sowie NOx-Emissionen (E-NOx) je Wochentag bei Hallein (05.2011-04.2012).

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 (05.2011-04.2012).

	Mai.11	Jun.11	Jul.11	Aug.11	Sep.11	Okt.11	Nov.11	Dez.11	Jän.12	Feb.12	Mär.12	Apr.12
1	9	10.5	16.5	7	15.5	15.5	14.5	18	11.5	19	15	8.5
2	9	10.5	20	8	19.5	12.5	14	18	15.5	10.5	13.5	10
3	12	7.5	18	11.5	17	12	18.5	18	14.5	17.5	19.5	10.5
4	10		10.5	16	16	13	21.5	13.5		17	19.5	8
5	7.5		9.5	14	11.5		17	15.5		14	12	16
6	10		13.5	17	11.5		13.5	16.5		17	12.5	14.5
7	12	11	10	18	14.5		10	11		4	15	16
8	11	10	16.5	16	18		10.5	7		15	16	1.5
9	8	12.5	16	16.5	18	17.5	13.5	16		14.5	14.5	13.5
10	11.5	4	6	17	17.5	15	13	8.5	13	16	15	11
11	11.5	16.5	8	12.5	11.5	17.5	10.5	18	17.5	17.5	14	9
12	11	4	5	21	7	8.5	17.5	19	16.5	20	15	16.5
13	6.5	7.5	7.5	22.5	10.5	11	24	16.5	6.5	19	13	15.5
14	14	10.5	22	15	13.5	7	19	16.5	5	16.5	14	7.5
15	13.5	9.5	15	11	10	16.5	15	18	15.5	6.5	11	8.5
16	15	8	16	12	8.5	13.5	14.5	9.5	16	13.5	15	10.5
17	10	8	14.5	11	17	13.5	17.5	14	18	18	11.5	8
18	12	17	11	11	11.5	16	17.5	16	18.5	22	9.5	5
19	7.5	14	13.5	18.5	14	10.5	20.5	18	17.5	16.5	8.5	12.5
20	7	17	16.5	20.5	16.5	18.5	18.5	19	14.5	12.5	10.5	13.5
21	4.5	13.5	13.5	18	10.5	16.5	19.5	17.5	13	16.5	11	8
22		9.5	18.5	10	14	13	21.5	17.5	10	18.5	11.5	11.5
23		11.5	20.5	13	11	15	19	20	16	18	14	10.5
24	9	17	19	10	12	13	17.5	19	16.5	19.5	15	10.5
25	5	23	13	13	12	16	19	15	19.5	22	8	9.5
26	7.5	15	8.5	18.5	10.5	14	22.5	17.5	18.5	13	9.5	10
27	15.5	2.5	12	20	9.5	9.5	18.5	18.5	19.5	14	9	16.5
28	10	9	15	12	13.5	15.5	16.5	20	24	17.5	11	11.5
29	6	11	16	13	12.5	19.5	17	18.5	11	18.5	8	7
30	6.5	15.5	22.5	6	15	15.5	18	14.5	14.5		15	12
31	8.5		17	11.5		10		13	19		10.5	

An 15 Tagen (4% der Zeit) fiel die Schaltung vollständig aus (leere Felder in der Tabelle). An weiteren 3 ½ % der Gesamtzeit fiel die Schaltung ebenfalls aus, ohne dass ganze Tage betroffen gewesen wären. Insgesamt fiel die Schaltung zu rund 650 Stunden aus, was doch relativ viel ist.

Die monatliche Verteilung der Tage mit "extremen" Schaltzeiten (bis 5 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 im Hochsommer handelt es sich mit einer Ausnahme um Urlaubswochenenden mit sehr starkem Verkehr:

Tabelle 3.2: Die 12 Tage mit hohen Tempo100-Schaltzeiten (≥ 21 h) bei Hallein A10 (05.2011-04.2012):

Datum	Pkw-Aufkommen	Tempo100-Schaltzeit [h]
Sa 25.06.2011	61443	23
Do 14.07.2011	63663	22
Sa 30.07.2011	77983	22.5
Fr 12.08.2011	70049	21
Sa 13.08.2011	80910	22.5
Fr 04.11.2011	42744	21.5
So 13.11.2011	27514	24
Di 22.11.2011	33798	21.5
Sa 26.11.2011	29904	22.5
Sa 28.01.2012	50469	24
Sa 18.02.2012	59686	22
Sa 25.02.2012	56864	22

Auch bei den Spitzentagen im Januar und Februar handelte es sich um Urlaubssamstage mit viel Verkehr. An den vier Spitzentagen im November herrschte zwar nur moderater Verkehr, aber eine anhaltende Inversionslage.

Bei den beiden Tagen mit weniger als 6 h Schaltzeit im Januar und Februar 2012 handelte es sich einerseits um einen starkwindigen Tag (14.1.2012) mit sehr guten Ausbreitungsbedingungen, andererseits um einen Tag (7.2.2012) mit ausnehmend tiefen Fahrgeschwindigkeiten, möglicherweise wegen Schneefall.

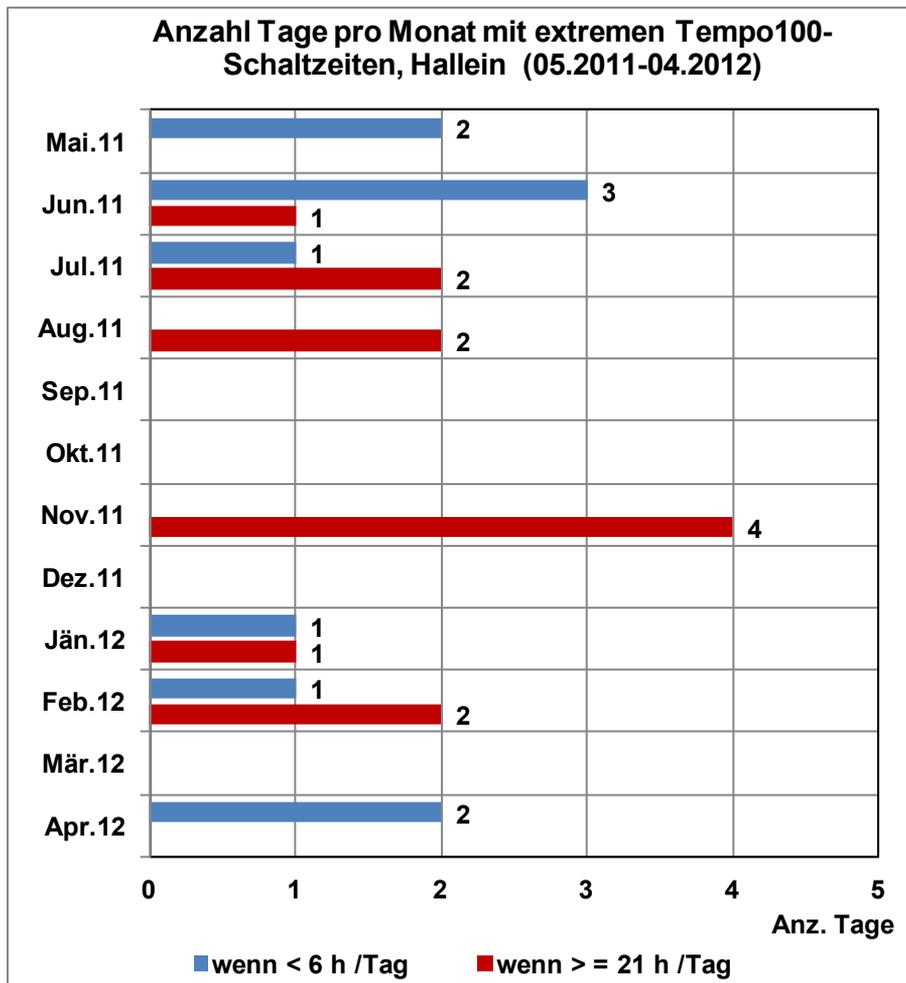


Abbildung 3.1: Anzahl Tage pro Monat mit extremen Tempo100-Schaltzeiten, Hallein (05.2011-04.2012).

4. Einfluss der Inbetriebnahme der zweiten Tunnelröhren auf Tempo 100 im Hochsommer

Seit 30.6.2011 ist die Tauern-Autobahn durchgängig vierspurig durch die Eröffnung der zweiten Tunnelröhren Tauern und Katschberg. Die Frage stellt sich, ob es dadurch zu einer Verkehrszunahme gekommen ist. Dies ist am ehesten dann der Fall, wenn der Verkehr zuvor durch Staus behindert wurde, also an den Urlaubswochenenden. In dieser Untersuchung werden die Wochenenden (Freitag – Sonntag) von Mitte Juli bis Ende August 2010 und 2011 analysiert: vor und nach der Eröffnung. Es ist auch eine Frage, ob es dadurch zu einer Veränderung bei den Tempo100-Schaltungen gekommen ist.

Außer dem Sommer wird auch eine Herbstphase (Oktober-November) 2011 und 2010 verglichen.

Für die Sommer-Analyse wurden die folgenden Wochenenden analysiert, wobei hier mit Wochenende die Phase Freitag-Sonntag (72 Stunden) gemeint ist:

Tabelle 4.1: Die 7 untersuchten Hochsommer-Wochenenden von Mitte Juli bis Ende August 2010 und 2011:

	2011	2010
WE 1	15.-17.07.2011	16.-18.07.2010
WE 2	22.-23.07.2011	23.-25.07.2010
WE 3	29.-31.07.2011	30.07-1.08.2010
WE 4	5.-7.08.2011	6.-8.08.2010
WE 5	12.-14.08.2011	13.-15.08.2010
WE 6	19.-21.08.2011	20.-22.08.2010
WE 7	26.-28.08.2011	27.-29.08.2010

4.1. Vergleich des Pkw-Aufkommens, der Tempo100-Schaltungen und der NOx&NO₂-Immissionen an den Sommer-Wochenenden 2010 und 2011

In Durchschnitt hat das Pkw-Aufkommen um 8,3% zugenommen an den Hochsommer-Wochenenden. Für jedes Wochenende gibt es eine Zunahme von 6% bis 12,4% in WE 5 (Himmelfahrts-Wochenende, Mitte August).

Tabelle 4.2: DTV der Pkw für die 7 Hochsommer-Wochenenden von Mitte Juli bis Ende August 2010 und 2011:

	DTV Pkw 2011	DTV Pkw 2010	Änderung DTV Pkw 2010/2011
WE 1	56704	51520	10.1%
WE 2	57589	52591	9.5%
WE 3	64265	60666	5.9%
WE 4	63306	59323	6.7%
WE 5	65615	58399	12.4%
WE 6	64947	60757	6.9%
WE 7	61081	57019	7.1%
Mittel	61930	57182	8.3%

Das nächste Bild zeigt, dass die Verkehrszunahme an allen drei Tagen nur tagsüber erfolgte. Nachts blieb der Pkw-Verkehr exakt gleich wie im Vorjahr; nur am frühen Samstagmorgen nahm er etwas ab (Leute, die früher in der Nacht gefahren sind, um den Stau zu vermeiden?).

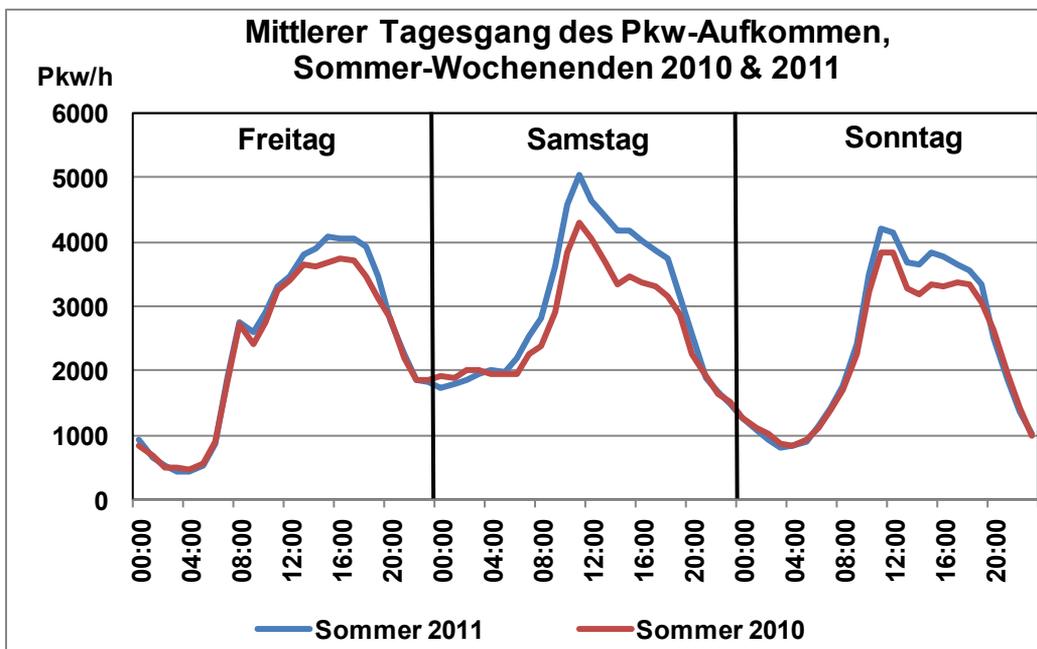


Abbildung 4.1: Mittlerer Tagesgang des Pkw-Aufkommens, 7 Sommer-Wochenenden (Mitte Juli bis Ende August) 2010 und 2011.

Obwohl das Pkw-Aufkommen angestiegen ist, hat die Tempo100-Häufigkeit leicht abgenommen (um -2%). Die Abnahme kommt nur durch das erste Wochenende WE1 zustande, ansonsten wäre die mittlere Häufigkeit an den Wochenenden 2011 sogar leicht höher; dass sie nur ganz leicht höher war, dürfte mit dem oft schlechten Wetter im Sommer 2011 zusammenhängen. Die großen Unterschiede im Vergleich 2010/2011 von Wochenende zu Wochenende deuten auf den starken Einfluss der Meteorologie hin.

Tabelle 4.3: Anzahl Stunden mit Tempo 100 für die 7 Hochsommer-Wochenenden (Freitag - Sonntag) von Mitte Juli bis Ende August 2010 und 2011:

	Anzahl Stunden mit Tempo 100 2011	Anzahl Stunden mit Tempo 100 2010	Änderung der Häuf. von Tempo 100 2010/2011
WE 1	44	56	-21.0%
WE 2	59	51	15.7%
WE 3	55	53	3.8%
WE 4	49	53	-7.5%
WE 5	60	52	14.7%
WE 6	58	55	6.2%
WE 7	51	64	-20.3%
Mittel	54	55	-2.0%

Die leichte Abnahme der Tempo100-Häufigkeit in der Gesamtheit der Hochsommer-Wochenenden kommt vor allem am frühen Sonntagmorgen zustande.

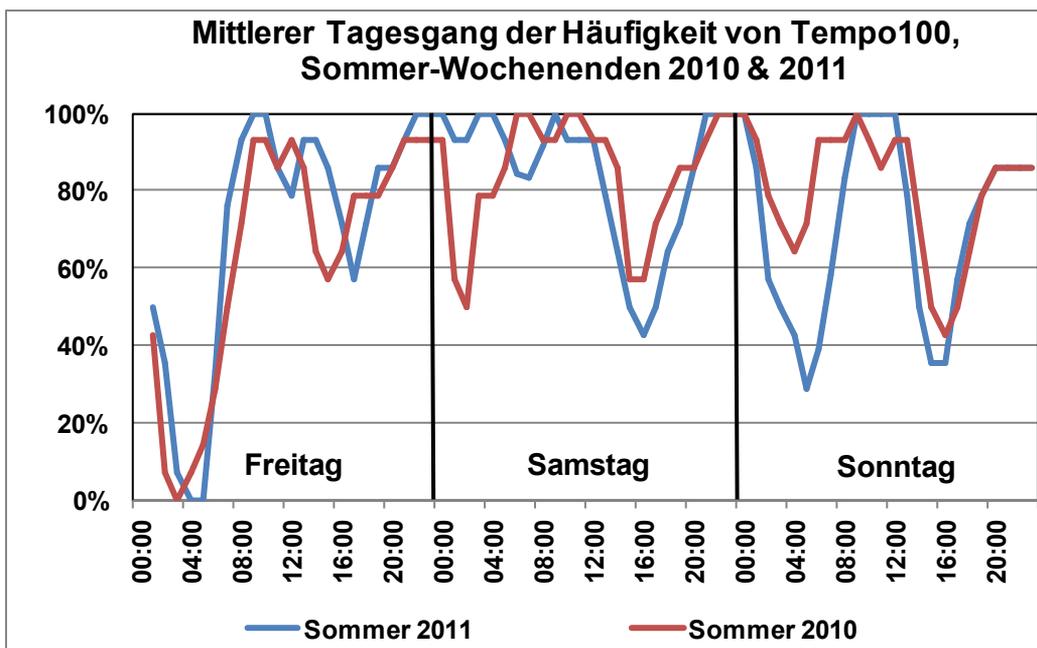


Abbildung 4.2: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo 100, 7 Sommer-Wochenenden (Mitte Juli bis Ende August) 2010 und 2011.

Entsprechend der Abnahme der Tempo100-Häufigkeit ergaben sich auch insgesamt leichte Abnahmen bei den NO_x- und NO₂-Immissionen. Die Abnahme kommt auch hier nur durch das erste Wochenende WE1 zustande, ansonsten ergäben sich leichte Zunahmen.

Tabelle 4.4: Mittelwerte für die NO_x und NO₂-Immissionen für die 7 Hochsommer-Wochenenden von Mitte Juli bis Ende August 2010 und 2011:

	NO _x 2011 [ppb]	NO _x 2010 [ppb]	Änderung NO _x 2010/2011	NO ₂ 2011 [µg/m ³]	NO ₂ 2010 [µg/m ³]	Änderung NO ₂ 2010/2011
WE 1	48.1	72.6	-33.8%	43.1	82.6	-47.8%
WE 2	60.3	47.7	26.6%	51.1	51.2	-0.3%
WE 3	50.9	60.1	-15.3%	48.9	50.7	-3.7%
WE 4	50.3	47.7	5.5%	44.9	45.7	-1.7%
WE 5	56.1	41.6	34.8%	51.9	41.0	26.5%
WE 6	52.9	56.9	-7.2%	52.9	48.9	8.2%
WE 7	49.6	55.6	-10.7%	52.8	50.4	4.9%
Mittel	52.6	54.6	-3.7%	49.4	52.9	-6.7%

Die mittleren Tagesgänge der NO_x- und NO₂-Immissionen zeigen keine systematischen Unterschiede zwischen 2010 und 2011. Interessant sind die sonst atypischen Spitzen spätabends.

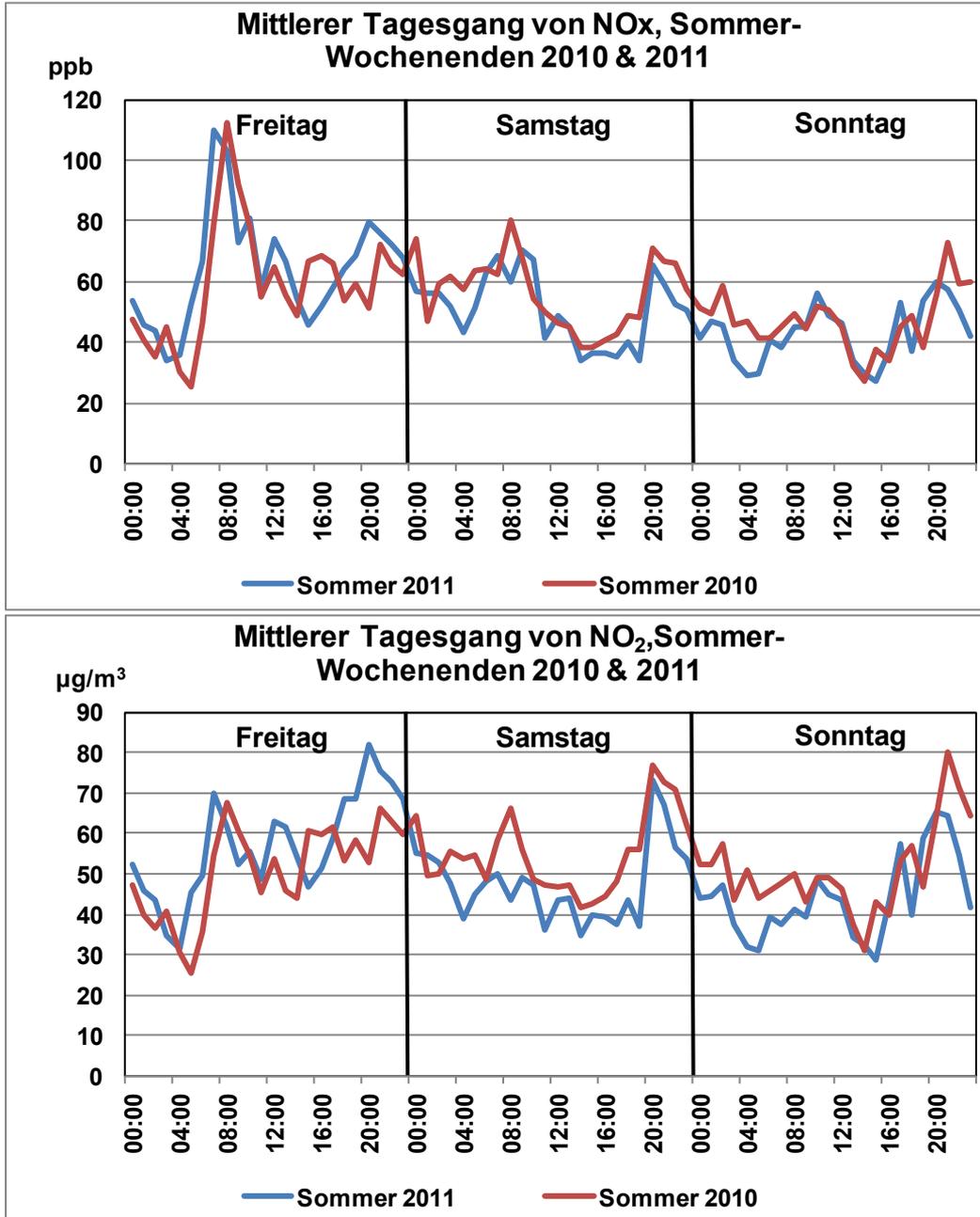


Abbildung 4.3: Mittlerer Tagesgang von NO_x und NO₂, 7 Sommer-Weekenden (Mitte Juli bis Ende August) 2010 und 2011.

4.2. Vergleich des Pkw-Aufkommens, der Tempo100-Schaltungen und der NOx-Immissionen zwischen 2010 und 2011 für Sommer und Herbst

In diesem Abschnitt werden die Verhältnisse der gesamten Zeit im Sommer (Mitte Juli - Ende August) und im Herbst (Oktober - November) für 2010 und 2011 miteinander verglichen.

Das Pkw-Aufkommen hat sich nur an den Sommer-Wochenenden markant erhöht, dann am Samstag allerdings um einen DTV von gut 8000. Im Herbst liegen die Erhöhungen im Bereich des allgemeinen Verkehrswachstums und können nicht der Eröffnung der beiden Tunnelröhren zugeordnet werden.

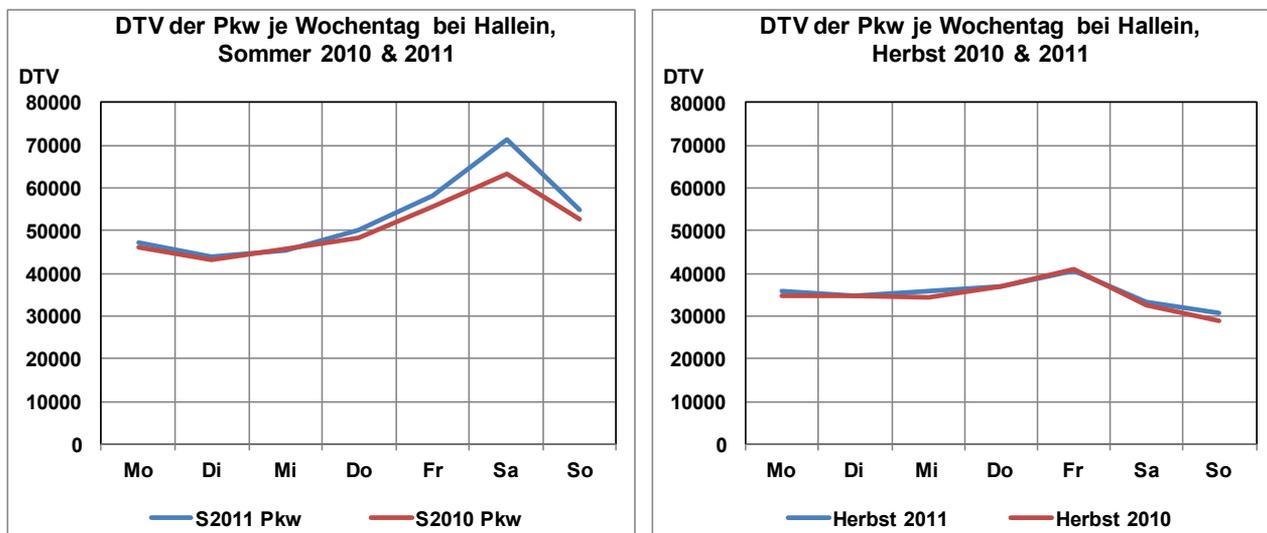


Abbildung 4.4: DTV der Pkw je Wochentag in Sommer von Mitte Juli bis Ende August (links) und im Herbst von Oktober-November (rechts), 2010 und 2011.

Von Montag bis Donnerstag ist das Pkw-Aufkommen im Sommer von 2010 auf 2011 um ca. 2% angestiegen, gegenüber ca. 8% für Freitag-Sonntag. Der größte Anstieg betraf den Samstag mit etwa 13%.

Die nicht großen Unterschiede in den Tempo100-Häufigkeiten zwischen den Sommern 2011 und 2010 lassen sich in diesem Rahmen nicht weiter erklären; es dürfte sich um meteorologische Ursachen handeln. Auch die NOx-Immissionen waren ähnlich. Die deutlich höheren Tempo100-Häufigkeiten und NOx-Immissionen im Herbst 2011 gegenüber 2010 lassen sich vor allem auf die lang-

anhaltende Inversionslage im November 2011 zurückführen. Es sei nochmals darauf hingewiesen, dass als Kriterium für eine Tempo100-Schaltung der Beitrag des Leichtverkehrs zur NOx-Immission gilt, nicht die NOx-Immission insgesamt; der Beitrag des schweren Güterverkehrs spielt für die Schaltung keine Rolle.

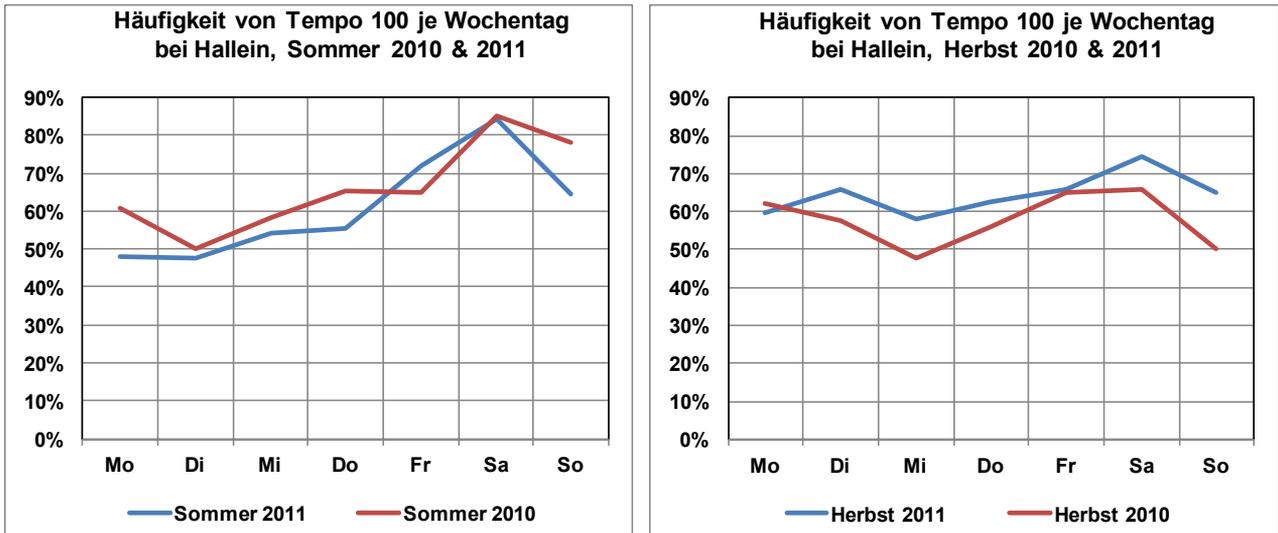


Abbildung 4.5: Häufigkeit von Tempo 100 je Wochentag in Sommer von Mitte Juli bis Ende August (links) und im Herbst von Oktober-November (rechts), 2010 und 2011.

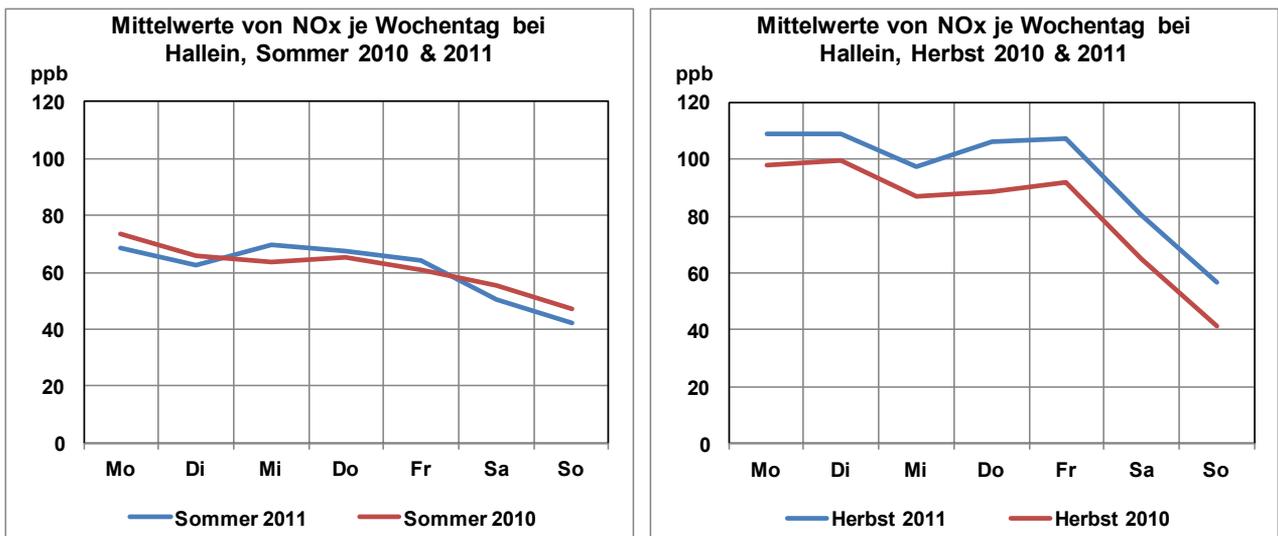


Abbildung 4.6: Mittelwerte der NOx-Immissionen je Wochentag in Sommer von Mitte Juli bis Ende August (links) und im Herbst von Oktober-November (rechts), 2010 und 2011.

5. Effektive Fahrgeschwindigkeiten auf der A10 bei Hallein

In diesem Kapitel werden die mittleren Fahrgeschwindigkeiten auf der A10 bei Hallein vom Mai 2011 – April 2012 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 Geschwindigkeitsbereich der Pkw auf der Basis der täglichen Stundenwerte (als Mittel über alle Spuren) zeigt häufige Geschwindigkeitsreduktionen von Dezember 2011 - Februar 2012, insbesondere um Mitte Februar, wahrscheinlich wegen prekärer Straßenverhältnisse. Ansonsten gab es nur an einzelnen Tagen verminderte Fahrgeschwindigkeiten, wohl staubedingt.

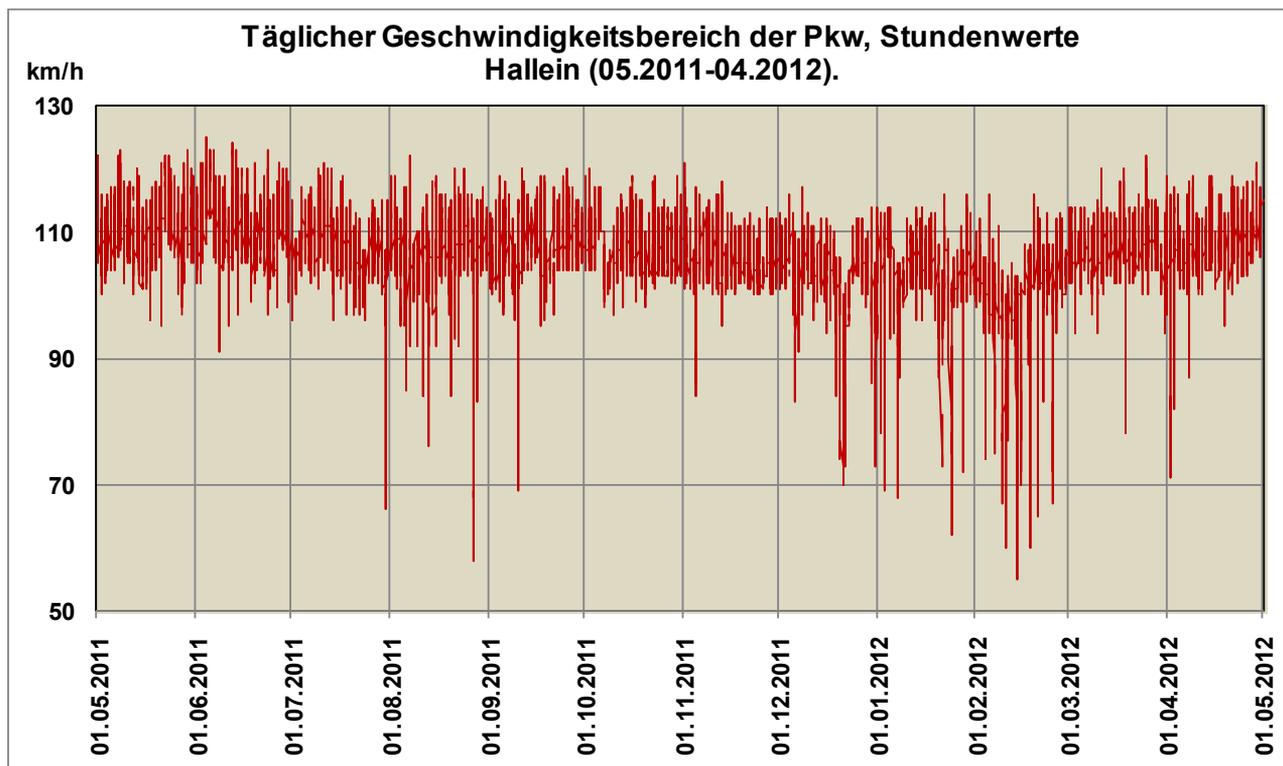


Abbildung 5.1: Täglicher Geschwindigkeitsbereich der Pkw auf der Basis der Stundenwerte, Hallein (05.2011-04.2012).

Für die Zeiträume, in welchen gemäß obigen Ausführungen Tempo 100 galt, betrug die Durchschnittsgeschwindigkeit des Leichtverkehrs (LV: Motorräder, Pkw und leichte Nutzfahrzeuge) tagsüber 103.6 km/h (Vorjahr 104.9 km/h), in den Phasen mit Tempo 130 betrug die Mittelgeschwindigkeit 113.9 km/h (Vorjahr 114.4 km/h). Durch das Tempolimit wurde also real eine Geschwindigkeitsreduktion um 10.3 km/h (Vorjahr 9.5 km/h) erreicht. Die mittleren Geschwindigkeiten des Leichtverkehrs waren im Mittel etwas niedriger als im Vorjahr.

Tabelle 5.1: Effektiv gefahrene Geschwindigkeiten des Leichtverkehrs (LV) je Tempolimit tagsüber (6-22 Uhr) und in der Nacht (22-6 Uhr) auf der A10 bei Hallein (05.2011-04.2012):

Tempolimit	LV: v [km/h] 6-22 Uhr	LV: v [km/h] 22-6 Uhr
mit IG-L Schaltung	103.6	103.3
ohne IG-L Schaltung	113.9	108.7

Die schweren Nutzfahrzeuge (SNF) haben in diesem Jahr ebenfalls etwas auf Tempo100 reagiert, indem sie dann im Durchschnitt um 1 km/h langsamer fahren. Bemerkenswert ist aber die Tatsache, dass sie um 2 km/h schneller als im Vorjahr fahren und nun eine Mittelgeschwindigkeit von 90 km/h aufwiesen.

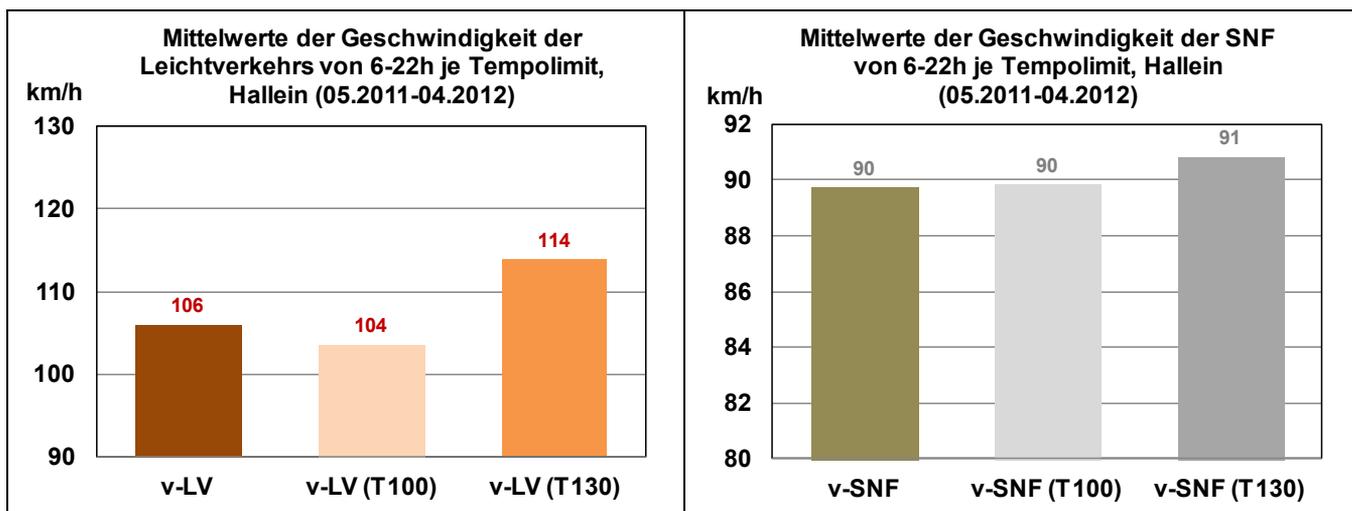
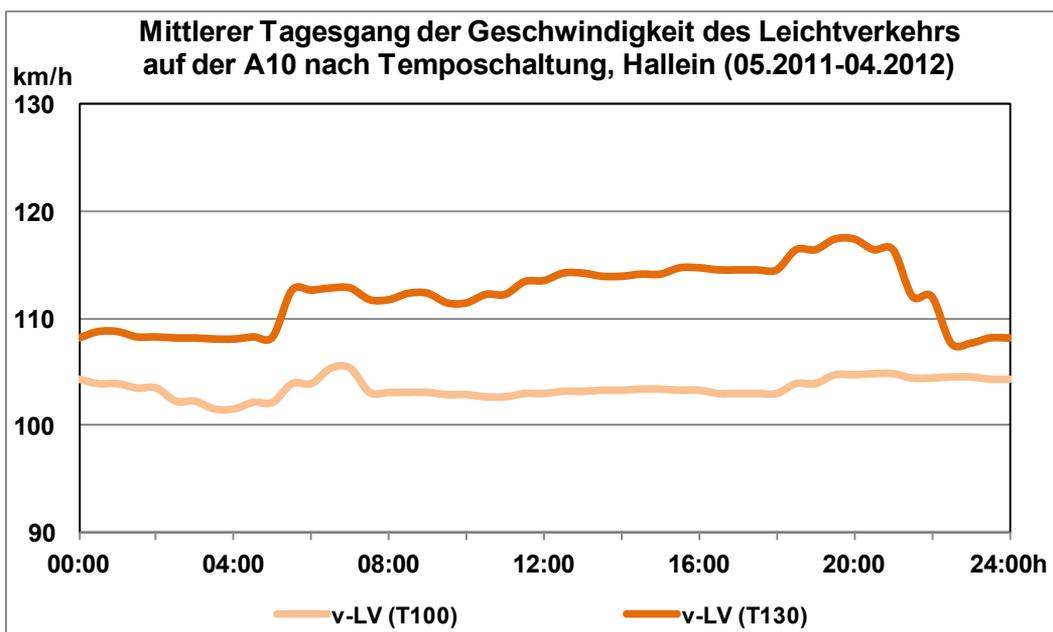


Abbildung 5.2: Mittelwerte der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF) von 6-22 Uhr auf der A10 bei Hallein (05.2011-04.2012).

Die Geschwindigkeit des Leichtverkehrs zeigt bei Tempo100 kaum einen Tagesgang, bei Tempo 130 wird tagsüber (von 5-22 Uhr) schneller gefahren als nachts, da nachts ein permanentes Limit von 110 km/h gilt. Die schweren Nutzfahrzeuge fahren tagsüber bei Tempo130 bis über 92 km/h im Durchschnitt.



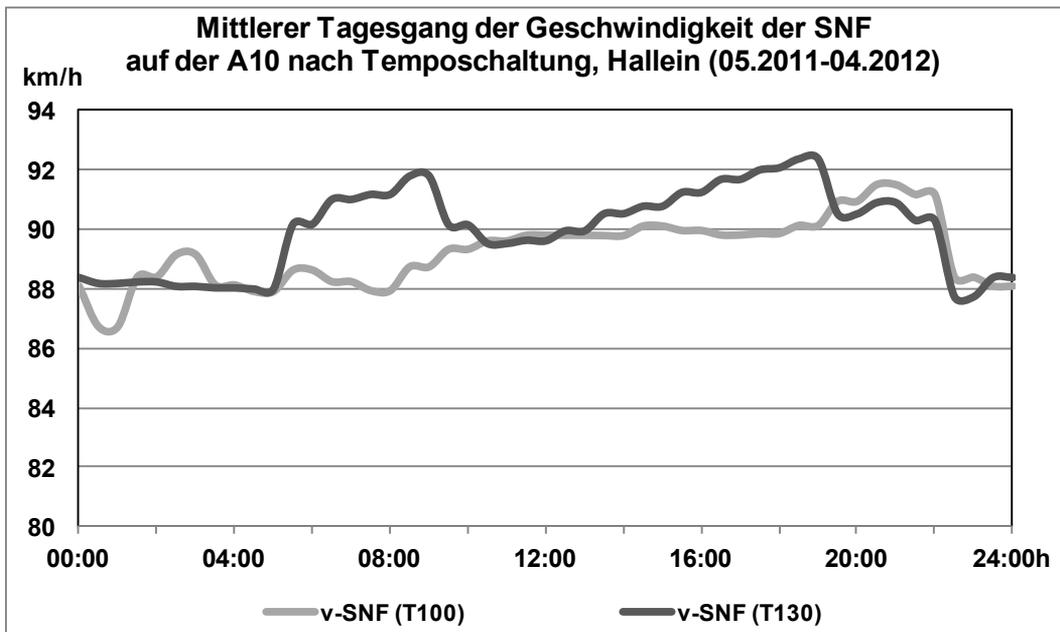


Abbildung 5.3: Mittlerer Tagesgang der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs (oben) und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF; unten) auf der A10 bei Hallein (05.2011-04.2012).

Die im Folgenden dargestellten Monatsmittelwerte beziehen sich nur auf die Tagesstunden von 6 – 22 Uhr. Sowohl der Leichtverkehr wie auch die schweren Nutzfahrzeuge fahren im Winter generell langsamer. Der Unterschied zwischen Tempo130 und Tempo100 ist dann auch geringer. Die schweren Nutzfahrzeuge reagieren mit etwas kleineren Geschwindigkeiten auf Tempo100 beim Leichtverkehr.

Der Monatsverlauf der Geschwindigkeiten der SNF ist auffällig: Die mittleren Geschwindigkeiten nehmen von Mai - Oktober 2011 kontinuierlich zu, um dann auf November deutlich abzufallen. Die Straßenverhältnisse können hier nicht die Ursache sein, allerdings zeigt auch der Leichtverkehr auf November eine etwas verminderte Geschwindigkeit. Dieser Sachverhalt kann in diesem Rahmen nicht weiter geklärt werden.

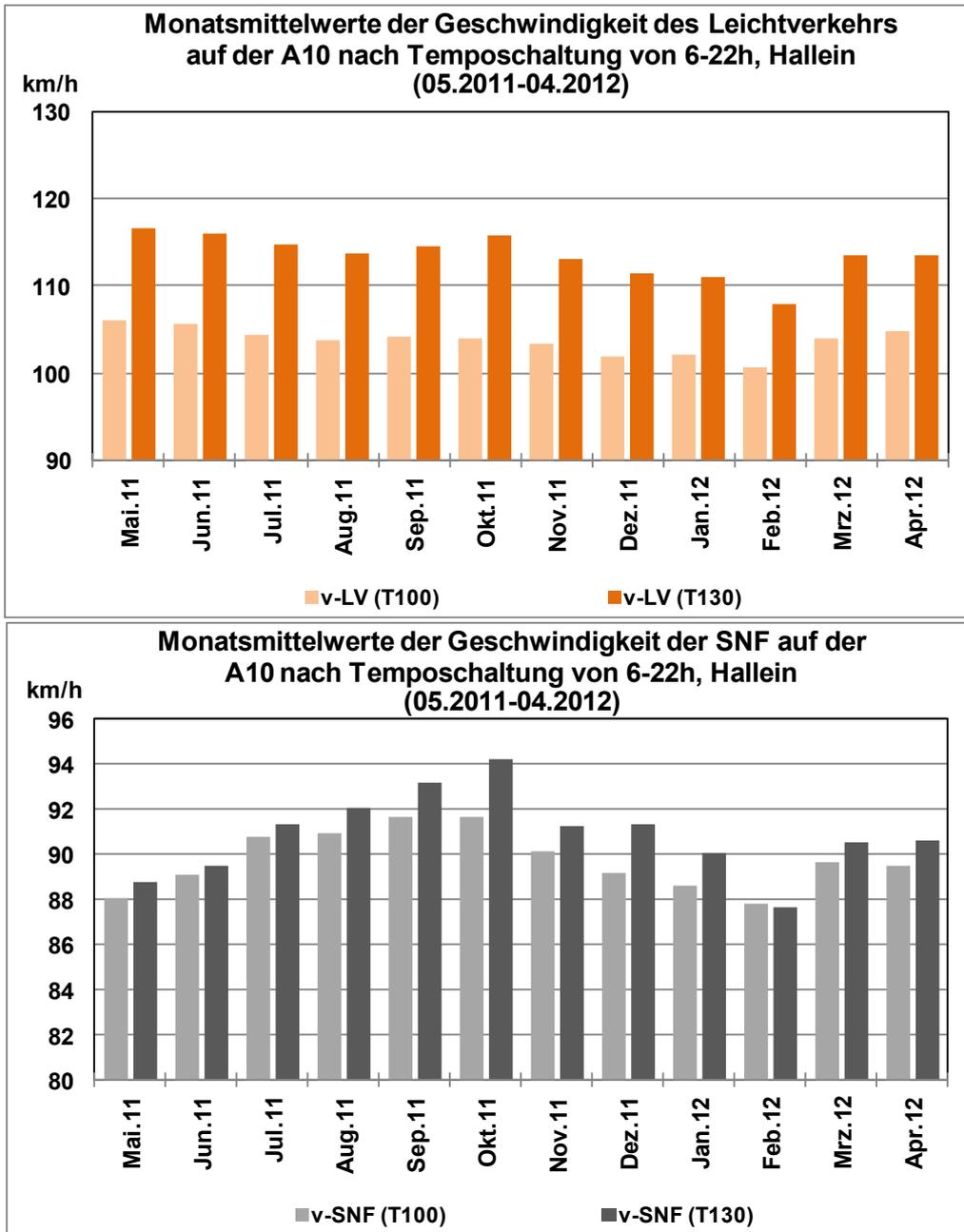


Abbildung 5.4: Monatswerte der mittleren Fahrgeschwindigkeit von 6-22 Uhr des Leichtverkehrs (LV; oben) und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF; unten) auf der A10 bei Hallein (05.2011-04.2012).

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.

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 10.3 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, 05.2011-04.2012:

	NOx	CO ₂
Gesamtemission [t/y]	412	104726
Einsparung durch flexibles T100 [t/y]	-31	-3722
in %	-6.9%	-3.4%

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 beim CO₂ ist um etwa 7% höher ausgewiesen als im Vorjahr. Dies liegt daran, dass nun die gesamte CO₂-Emission angegeben wird inklusive Bio-Kraftstoffe, deren Anteil (und zukünftiger Anteil) schwierig abzuschätzen ist.

Die Reduktion der NO_x-Emission gegenüber dem Vorjahr um knapp 11% rührt einerseits von der gemäß HBEFA3.1 erwarteten Verbesserung der Emissionsfaktoren für alle Fahrzeugkategorien her; andererseits wurde im Szenarienmodell für die Lkw und die Sattel- und Lastenzüge auf die Erhebung des Güterverkehrs 2009 für die Tauern und die Prognose der künftigen Flottenmodernisierung beim SGV der TU Graz abgestellt, was deren Euroklassenverteilungen betrifft. Diese Verteilungen sind moderner als das HBEFA3.1 erwartet hat, was die Emissionsfaktoren und damit auch die Emissionen senkt.

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-Emissionen durch das flexible Geschwindigkeitslimit auf der A10 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 2011 – April 2012 berechnet:

- Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren stets mit der bei Hallein gemessenen Durchschnittsgeschwindigkeit bei 'Tempo 100' (103.6 km/h tagsüber bzw. 103.3 km/h nachts) → "Tempo100 immer".
- Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren stets mit der bei Hallein gemessenen Durchschnittsgeschwindigkeit bei 'Tempo 130' (113.9 km/h tagsüber bzw. 108.7 km/h nachts) → "Tempo100 nie".
- Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren in den Halbstunden, in welchen die Steuerung Tempo 100 bestimmt hat, mit 'Tempo 100', und in den übrigen mit 'Tempo 130' → "Tempo100 temporär". *Dies ist der Realzustand für Hallein (mit den dort vorhandenen Emissionen und Immissionen).*
- Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren im Winterhalbjahr (Oktober – März) stets mit 'Tempo 100', im Sommerhalbjahr stets mit 'Tempo 130' → "Tempo100 Winterhj."
- Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren stets mit der bei Hallein früher (vor Tempo100-Limit) vorhandenen Durchschnittsgeschwindigkeit bei 'Tempo 130' (123 km/h als 'typische' Autobahngeschwindigkeit ohne VBA) → "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 2011 – April 2012.

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	1666	320	73	52.9	183	100	1
T100 nie	1851	372	80	57.3	201	111	2
T100 temporär	1722	336	74	53.9	185	102	1
T100 WHj.	1767	349	76	54.9	186	104	1
<i>Vor VBA</i>	<i>2070</i>	<i>434</i>	<i>88</i>	<i>63.0</i>	<i>222</i>	<i>122</i>	<i>17</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'(103.6 km/h tagsüber bzw. 103.3 km/h nachts) bzw. für 'Tempo130' (113.9 km/h tagsüber bzw. 108.7 km/h nachts), Hallein A10, Mai 2011 – April 2012.

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 %
	-10.0%	-13.9%	-8.4%	-7.8%	-8.9%	-9.5%

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 gut erfüllt worden.

Tabelle 6.4: Relative Effekte des flexiblen Tempo100 in Bezug auf ein permanentes Tempo100-Limit, Hallein A10, Mai 2011 – April 2012.

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	52%	80.2%	76.4%	89%	85%
T100 WHj.	49%	59.5%	54.1%	81%	66%

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, also noch im vorangehenden Betriebsjahr, sind neue Parameter inklusive neuer Emissionsfaktoren in die Tempo100-Schaltung integriert worden. Diese Emissionsfaktoren orientieren sich ganz am HBEFA 3.1. Im Vergleich zum Vorjahr ist der Charakter des Auftretens der Tempo100-Schaltungen gleich geblieben. Der Effekt eines permanenten Tempo100 wurde nun etwas grösser als im Vorjahr ausgewiesen, der relative Effekt des realen flexiblen Tempo100 (bezogen auf das permanente) leicht geringer. Die effektive Immissionsreduktion durch das flexible Tempo100 ist also praktisch unverändert geblieben.

Der Schaltalgorithmus hat sich damit als recht robust gegenüber den Parameteränderungen erwiesen; das muss er auch, denn die Emissionsfaktoren weisen doch einige Unsicherheiten auf, vor allem bei moderneren Fahrzeugen. Auf der anderen Seite ist das Immissionsmodell empfindlich gegenüber dem Faktor Tau (Verhältnis zwischen Immission und Emission); aus diesem Grunde müssten neuere Erkenntnisse bei den Fahrzeugemissionen 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 (113.9 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.

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 109 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 5.2). Während 17 Halbstunden wäre sogar 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 103.6, nachts 103.3 km/h) im Vergleich zum früheren 'Tempo130' (tagsüber 123, nachts 108.7 km/h) vor Einführung von Tempo100, Hallein A10, Mai 2011 – April 2012.

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 %
	-19.5%	-26.2%	-17.1%	-16.1%	-17.6%	-18.0%

Gegenüber dieser früheren Situation hat das aktuelle flexible Tempo100-Regime etwa 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 2011 – April 2012.

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	52%	91%	90%	95%	93%

7. Zusammenfassung

Im Betriebsjahr von Mai 2011 – April 2012 war Tempo100 auf der A10 zwischen Salzburg und Golling während durchschnittlich 57% der Betriebszeit geschaltet; wegen Ausfällen von insgesamt 7.5% waren dies lediglich 52% der Gesamtzeit, dies bedeutet im Durchschnitt 12.5 Stunden Tempo100 pro Tag.

Die Häufigkeit von Tempo100 war am Morgen zwischen 7 und 12 Uhr am größten, von 07:30 - 10 Uhr herrschte zu 90% der Zeit Tempo100. Auch abends von 16-23 Uhr erreichte die Schalthäufigkeit über 60% der Zeit. Am Morgen zwischen 2 und 5 Uhr ist Tempo100 am seltensten, mit weniger als 10% Häufigkeit.

Auf dem ca. 27 km langen Autobahnabschnitt konnten der gesamte Stickstoffoxidausstoß um 7% und der gesamte CO₂-Ausstoß um 3.5% verringert werden. Die gesamten NO_x- bzw. die NO₂-Immissionen konnten um knapp 7% bzw. 6% reduziert werden. Die Forderung gemäß BVO, wonach der lufthygienische Effekt mindestens so hoch wie derjenige eines permanenten Tempolimits im Winterhalbjahr sein muss, ist sowohl beim NO_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 gut erfüllt worden.

Die flexible Tempo100-Schaltung ist auch zur Vermeidung von Überschreitungen des Kurzzeitgrenzwertes beim NO₂ nützlich; bei Geschwindigkeitsverhältnissen, wie sie vor Einführung der VBA mit dem flexiblen Tempolimit herrschten, wäre es im Betriebsjahr zu 17 Überschreitungen des Kurzzeitgrenzwertes gekommen, real aber nur zu einer.

Gegenüber der früheren Situation vor Einführung eines Tempo100-Limits hat die VBA mit dem flexiblen Tempo100-Limit etwa 90% der lufthygienischen Wirksamkeit eines permanenten Tempolimits erbracht. Es kann dabei davon ausgegangen werden, dass die aktuell relativ tiefe 'Tempo130'-Geschwindigkeit (114 km/h) auch mit dem Vorhandensein der VBA und den damit verbundenen Kontrollen zu tun hat.

Durch die Einführung neuer Parameter im Schaltalgorithmus hat sich der Charakter des Auftretens von Tempo100-Schaltungen nicht verändert. Auch sind die effektiv erreichten Immissionsreduktionen praktisch unverändert geblieben. Der Schaltalgorithmus hat sich damit als recht robust gegenüber den Parameteränderungen erwiesen; das muss er auch, denn die Emissionsfaktoren weisen doch ei-

nige Unsicherheiten auf, vor allem bei moderneren Fahrzeugen. Auf der anderen Seite ist das Immissionsmodell empfindlich gegenüber dem Faktor Tau (Verhältnis zwischen Immission und Emission); aus diesem Grunde müssten neuere Erkenntnisse bei den Fahrzeugemissionen zu gegebener Zeit in den Schaltalgorithmus einfließen.

Die monatlichen Schalzhäufigkeiten schwankten zwischen 40% (Mai 2011) und 70% (November 2011), gefolgt von den Wintermonaten Dezember 2011 - Februar 2012.

Bei den 12 Tagen mit sehr hohen Tempo100-Schaltzeiten von 21-24 Stunden handelte es sich um 3 Urlaubssamstage im Sommer, 3 Urlaubssamstage im Winter, 2 weitere Tage im Hochsommer und 4 Tage im November, welcher eine langanhaltende und ausgeprägte Hochdrucklage mit Inversionen aufwies.

Die A10 bei Hallein wies im Untersuchungsjahr (Mai 2010 – April 2011) einen DTV von rund 51'400 Fahrzeugen auf, etwa 900 mehr als im Vorjahr. Etwa 80% davon waren Pkw, etwa 10% schwere Güterfahrzeuge.

Der Verkehr hat bei den Pkw und vor allem (prozentual) bei den "lieferwagenähnlichen" Fahrzeugen zugenommen. Als "Lieferwagen" werden auch Klein-Lkw, Kleinbusse, Wohnmobile, teilweise 'SUV's (Sport Utility Vehicles) gezählt. Emissionsseitig ist die Zuordnung zu den Lieferwagen in Ordnung.

Am 30.6.2011 wurden die zweiten Tunnelröhren der A10 durchgehend in Betrieb genommen. Das Pkw-Aufkommen hat sich infolgedessen an den Sommer-Wochenenden markant erhöht, am Samstag um einen DTV von gut 8000 Fahrzeugen. Im Herbst liegen die Erhöhungen im Bereich des allgemeinen Verkehrswachstums und können nicht der Eröffnung der beiden Tunnelröhren zugeordnet werden. In Situationen, in welchen früher typischerweise Stau auf der A10 durch Verkehrsüberlastung herrschte, ergab sich eine außergewöhnliche Verkehrszunahme. Dieser zusätzliche Verkehr hat früher offenbar andere Routen gewählt, denn es finden sich rund um die Zeiten mit solchen Verkehrszunahmen keine Abnahmen.