

**Evaluation des flexiblen
Tempolimits auf der A10
zwischen Salzburg und
Golling von Mai 2021 bis
April 2022**

Dr. Carine Chélala
Dr. Jürg Thudium

28.09.2022 / 5320.20

Oekoscience AG

Postfach 452
CH - 7001 Chur

Telefon: +4181 250 3310
Thudium@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 mit Vergleich zur Tempo 80-Schaltung an der A1	2
2.1.2. Verkehrsaufkommen	5
2.1.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden	7
2.2. Jahresverlauf	9
2.2.1. Tempo100	9
2.2.2. Verkehrsaufkommen	13
2.2.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden	15
2.3. Wochenverlauf	17
2.3.1. Tempo 100	17
2.3.2. Verkehrsaufkommen	19
2.3.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden	20
3. Dokumentation der täglichen Schaltzeiten	22
4. Effektive Fahrgeschwindigkeiten auf der A10 bei Hallein	26
4.1. Geschwindigkeitsbereich der Pkw	26
4.2. Häufigkeitsverteilung der Fahrgeschwindigkeiten	27
4.3. Tagesgang der mittleren Fahrgeschwindigkeit	28
4.4. Monatsmittel der Fahrgeschwindigkeit	31
4.5. Mittlere Fahrgeschwindigkeiten des Leichtverkehrs nach Tempolimit	31
5. Wirksamkeit der flexiblen Tempo100-Schaltung auf der A10 zwischen Salzburg und Golling	33
5.1. Emissionsreduktionen	33
5.2. Szenarien der Immissionsreduktionen	34
5.3. Ergebnisse der Geschwindigkeitsszenarien	35
5.3.1. Emissionen und Immissionen bei Hallein für permanente und flexible Tempo100-Schaltungen im Betriebsjahr 2021/22	35
5.3.2. Vergleich mit der früheren Situation bei Hallein	37
6. Zusammenfassung	39

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1: Die Tempo100-Strecke auf der A10 zwischen Salzburg und Golling; rot: Messstelle Hallein A10. <i>Kartenquelle: SAGISonline, 2018.</i>	1
Abbildung 2.1: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 bei Hallein bzw. von Tempo80 auf der A1 bei Salzburg (oben: 05.2018-04.2019; unten: 05.2021-04.2022).	3
Abbildung 2.2: Mittlerer Tagesgang der Windgeschwindigkeit an den Stationen Hallein (A10) bzw. Salzburg (A1), (oben: 05.2018-04.2019; unten: 05.2021-04.2022).	4
Abbildung 2.3: Tägliche Anzahl Stunden (gleitendes 7-Tagemittel) mit Tempo100 auf der A10 bei Hallein bzw. mit Tempo80 auf der A1 bei Salzburg (05.2021-04.2022).	5
Abbildung 2.4: Mittlerer Tagesgang des Fahrzeugaufkommens (DTV) je Fahrzeugkategorie auf der A10 bei Hallein über die letzten 11 Betriebsjahre (2011/12 bis 2018/19 und 2021/22).	6
Abbildung 2.5: Mittlerer Tagesgang des Fahrzeugaufkommens je Fahrzeugkategorie auf der A10 bei Hallein (05.2021-04.2022).	7
Abbildung 2.6: Mittelwerte der Immissionen an NO _x und NO ₂ sowie deren Verhältnis (linke Achse) und der NO _x -Emissionen (rechte Achse) im Jahresmittel und je Jahreszeit bei Hallein A10 (05.2021-04.2022).	8
Abbildung 2.7: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 je Jahreszeit auf der A10 bei Hallein (05.2021-04.2022).	10
Abbildung 2.8: Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 bei Hallein je Monat (05.2021-04.2022).	11
Abbildung 2.9: Vergleich der Monatswerte der Tempo100-Häufigkeit auf der A10 bei Hallein für die elf Betriebsjahre 2009/10 – 2017/18 sowie 2018/19 und 2021/22. Grau: Wertebereich 2009/10-2017/18.	12
Abbildung 2.10: Monatsmittelwerte des DTV je Fahrzeugkategorie auf der A10 bei Hallein (05.2021-04.2022).	13
Abbildung 2.11: Vergleich der Monatswerte des Pkw-Aufkommens auf der A10 bei Hallein für die elf Betriebsjahre 2009/10 - 2018/19 und 2021/22. Grau: Wertebereich 2009/10-2017/18.	14
Abbildung 2.12: Vergleich der Monatswerte des SNF-Aufkommens (=Lkw + Lkw mit Anhänger + Sattelzüge) auf der A10 bei Hallein für die elf Betriebsjahre 2009/10 - 2018/19 und 2021/22. Grau: Wertebereich 2009/10-2017/18.	14

Abbildung 2.13: Monatsmittelwerte der NO _x - und NO ₂ -Immissionen sowie der NO _x -Emissionen bei Hallein A10 (05.2021-04.2022).	15
Abbildung 2.14: Vergleich der Monatsmittelwerte der NO _x -Immissionen bei Hallein (A10) für die Betriebsjahre 2009/10 - 2021/22. Grau: Bereich 2009/10-2017/18.	16
Abbildung 2.15: Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 bei Hallein bzw. von Tempo80 auf der A1 bei Salzburg je Wochentag (05.2021-04.2022).	17
Abbildung 2.16: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 bei Hallein je Wochentagstyp (05.2021-04.2022).	18
Abbildung 2.17: Durchschnittlicher täglicher Verkehr (DTV) auf der A10 bei Hallein je Fahrzeugkategorie und Wochentag (05.2021-04.2022).	19
Abbildung 2.18: Mittelwerte der Immissionen von NO _x und NO ₂ sowie der NO _x -Emissionen (E_NO _x) bei Hallein (A10) je Wochentag (05.2021-04.2022).	20
Abbildung 2.19: Mittelwerte der Immissionen von NO _x bei Hallein (A10) je Wochentag (2009/10-2021/22).	21
Abbildung 3.1: Anzahl Tage pro Monat mit außerordentlichen Tempo100-Schaltzeiten, Hallein A10 (05.2021-04.2022).	23
Abbildung 3.2: Mittlerer Tagesgang der Tempo100-Schalzhäufigkeit, Hallein A10 (05.2021-04.2022), für ganzes Jahr und für die 19 Tage mit hohen Schaltzeiten von 16-22 Stunden.	25
Abbildung 4.1: Täglicher Geschwindigkeitsbereich der Pkw auf der Basis der Stundenwerte, Hallein A10 (05.2021-04.2022).	27
Abbildung 4.2: Mit dem Pkw-Aufkommen gewichtete Häufigkeitsverteilung der Fahrgeschwindigkeit je Tempolimit auf der A10 bei Hallein, Basis Stundenwerte (05.2021-04.2022 und 05.2018-08.02.2019).	28
Abbildung 4.3: Mittlerer Tagesgang der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs (oben) und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF; unten) auf der A10 bei Hallein (05.2021-04.2022).	29
Abbildung 4.4: Mittlerer Tagesgang der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs auf der A10 bei Hallein im August 2021 bzw. im gesamten Betriebsjahr 2021/22 ohne August.	30
Abbildung 4.5: Monatsmittelwerte der mittleren gemessenen Fahrgeschwindigkeit von 6-22 Uhr je Tempolimit: Leichtverkehr (links) und schwere Nutzfahrzeuge (SNF; rechts) auf der A10 bei Hallein (05.2021-04.2022).	31

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1: Durchschnittlicher täglicher Verkehr (DTV) auf der A10 bei Hallein (05.2021-04.2022 und 05.2018-04.2019) mit Änderungen zwischen den beiden Jahren.	6
Tabelle 2.2: Jahreszeitliche Tempo100-Häufigkeiten auf der A10 bei Hallein (05.2014-04.2015 bis 05.2018-04.2019 und 05.2021-04.2022).	9
Tabelle 3.1: Tägliche Anzahl Stunden mit Tempo100-Schaltung, Hallein A10 (05.2021-04.2022).	22
Tabelle 3.2: Die 19 Tage mit hohen Tempo100-Schaltzeiten (≥ 16 h) bei Hallein A10 (05.2021-04.2022). Blau: Tage mit häufigen Tempo100-Schaltungen trotz relativ geringen Verkehrs.	24
Tabelle 4.1: Mittelwerte der effektiven Fahrgeschwindigkeiten des Leichtverkehrs (LV) je Tempolimit tagsüber (6-22 Uhr) und in der Nacht (22-6 Uhr) auf der A10 bei Hallein (05.2021-04.2022, 05.2018-08.02.2019, 05.2017-04.2018, 05.2016-04.2017 bzw. 05.2011-04.2012).	32
Tabelle 5.1: Emissionsreduktionen für NO _x und CO ₂ durch das real umgesetzte flexible Tempo100-Limit auf dem 27 km langen Abschnitt Salzburg-Golling der A10 (05.2021-04.2022):	33
Tabelle 5.2: Absolute Kennzahlen der fünf Szenarien 'Tempo 100 immer', 'Tempo100 nie', 'Tempo100 temporär', 'Tempo100 Winterhalbjahr' und 'Tempo100 nie (vor VBA)', Hallein A10, Mai 2021 – April 2022.	35
Tabelle 5.3: Relative Effekte eines permanenten 'Tempo100' im Vergleich zu 'Tempo130' bei den real ermittelten Fahrgeschwindigkeiten für 'Tempo100' (99.1 km/h tagsüber bzw. 97.5 km/h nachts) bzw. für 'Tempo130' (107.9 km/h tagsüber bzw. 103.6 km/h nachts), Hallein A10, Mai 2021 – April 2022.	36
Tabelle 5.4: Relative Effekte des flexiblen Tempo100-Limits in Bezug auf ein permanentes Tempo100, Hallein A10, Mai 2021 – April 2022.	37
Tabelle 5.5: Relative Effekte eines permanenten Tempo100 (99.1 km/h tagsüber bzw. 97.5 km/h nachts) im Vergleich zum früheren 'Tempo130' (118 km/h) vor Einführung von Tempo100 mit der VBA, Hallein A10, Mai 2021 – April 2022.	38
Tabelle 5.6: Relative Effekte des aktuellen flexiblen Tempo100 in Bezug auf die frühere 'Tempo130'-Situation ('Vor VBA'), Hallein A10, Mai 2021 – April 2022.	38

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 2021 – April 2022** evaluiert. Am 10.08.2020 wurden die Parameter der Schaltung an das HBEFA4.1 adaptiert, wobei auch der Schwellenwert des NOx-Immissionsbeitrags des Leichtverkehrs von 22 auf 29 ppb erhöht wurde, was zu einer deutlichen Verringerung der Häufigkeit des flexiblen Tempo100_limits geführt hat.

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

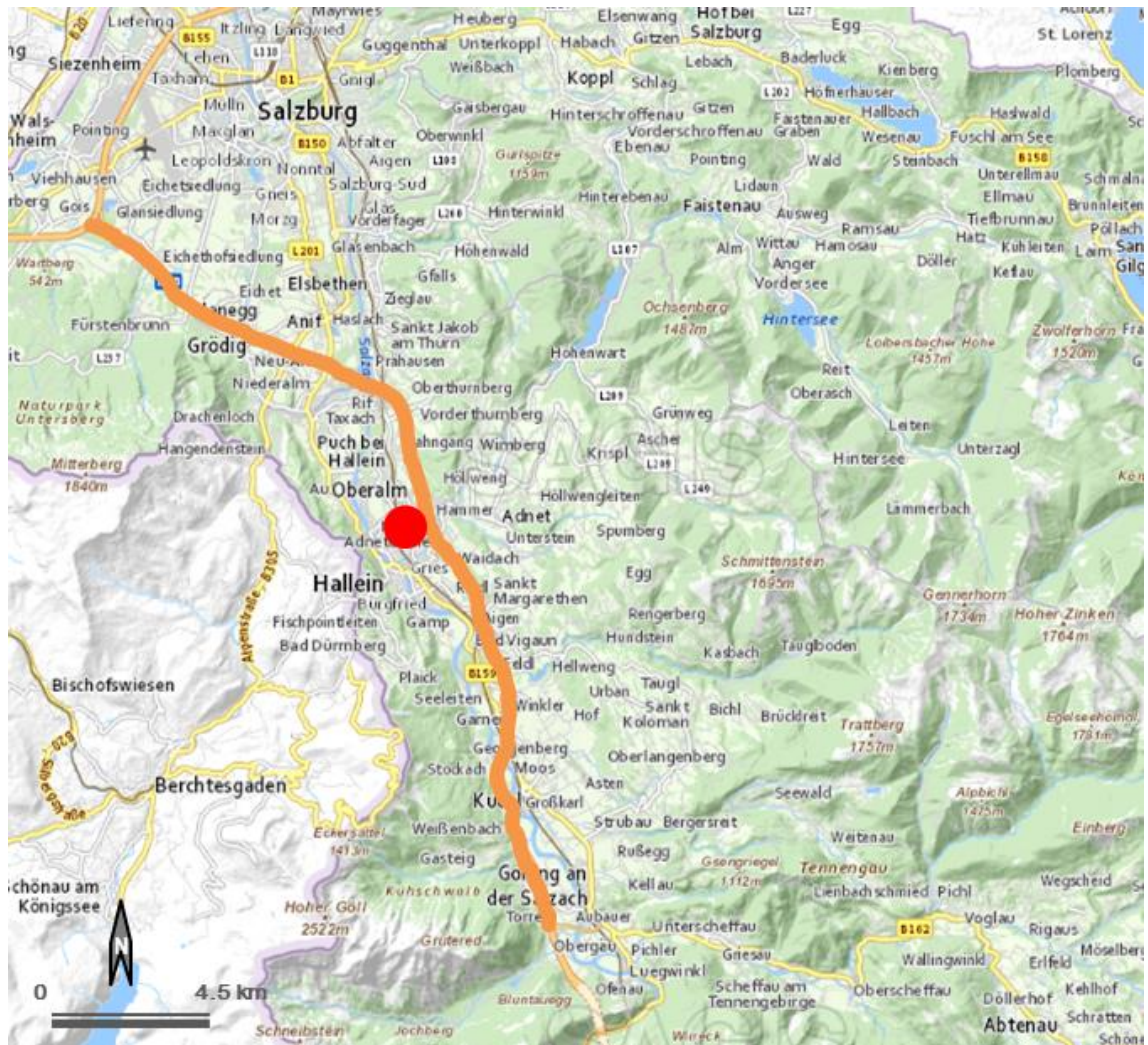


Abbildung 1.1: Die Tempo100-Strecke auf der A10 zwischen Salzburg und Golling; rot: Messstelle Hallein A10. Kartenquelle: SAGISonline, 2018.

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

2.1. Jahreswerte

2.1.1. Tempo 100 mit Vergleich zur Tempo 80-Schaltung an der A1

Im Betriebsjahr Mai 2021 – April 2022 war Tempo100 auf der A10 zwischen Salzburg und Golling während durchschnittlich 32% der Betriebszeit geschaltet. Bei einer Verfügbarkeit der Tempo100-Schaltung von nur 91.6% entspricht dies 29% der Gesamtzeit. Die folgenden Abschnitte analysieren das Auftreten von Tempo100. *In einigen Fällen werden die beiden flexiblen Temposchaltungen auf der A10 (Hallein; Tempo100) und auf der A1 (Salzburg; Tempo80) miteinander verglichen.*

Die Häufigkeit von Tempo100 war am Morgen zwischen 07:00 und 09:00 Uhr mit mehr als 60% am größten. Am Abend um ca. 19 Uhr wurden die 60% im Mittel nochmals erreicht. Am Morgen zwischen 01:30 und 05:00 Uhr war Tempo100 mit weniger als 5% Häufigkeit am seltensten.

Im Vergleich mit der Tempo80-Schaltung auf der A1 war der Verlauf wie schon im Betriebsjahr 2018/19 im ersten Tagesdrittel ähnlich, im zweiten Tagesdrittel von 8-16 h zeigte die Tempo80-Häufigkeit auf der A1 auch eine Absenkung um die Mittagszeit, aber nicht so stark wie Tempo100 auf der A10. Die Abendspitzen waren auf beiden Strecken wiederum ähnlich.

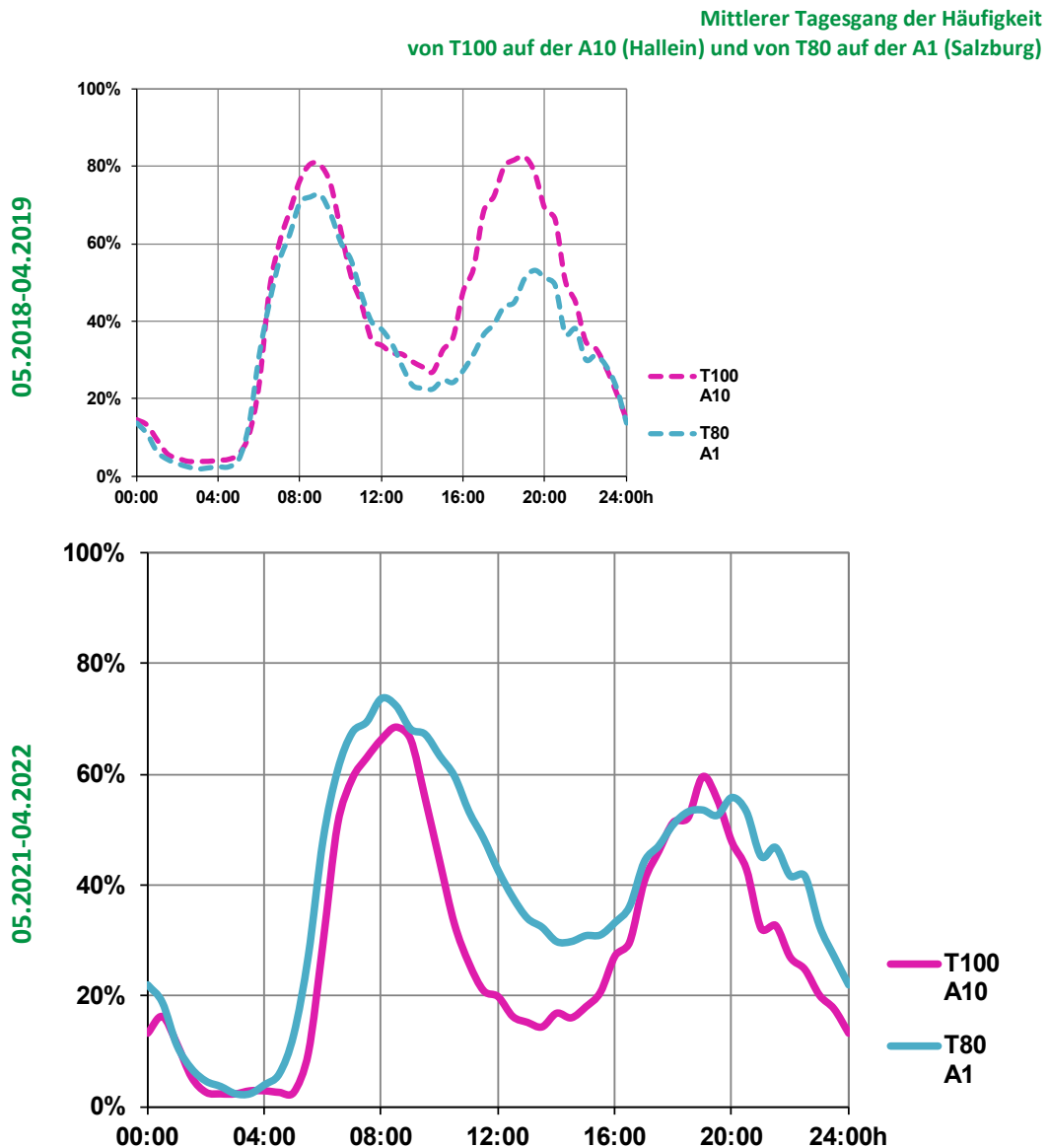


Abbildung 2.1: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 bei Hallein bzw. von Tempo80 auf der A1 bei Salzburg (oben: 05.2018-04.2019; unten: 05.2021-04.2022).

Im letzten näher untersuchten Betriebsjahr 2018/19 war im Gegensatz zu 2021/22 in der zweiten Tageshälfte die Tempo100-Häufigkeit auf der A10 deutlich höher als die Tempo80-Häufigkeit auf der A1. Dies wurde mit den in der zweiten Tageshälfte im Mittel deutlich geringeren Windgeschwindigkeiten bei Hallein A10 als bei Sienheim A1 in Verbindung gebracht (Abbildung 2.2).

Im aktuellen Betriebsjahr 2021/22 hingegen ist kaum mehr ein Unterschied zwischen den Windgeschwindigkeiten an A1 und A10 im Tagesgang zu sehen. Danach müsste sich in der zweiten Tageshälfte die Schalthäufigkeit von Tempo100 auf der A10 derjenigen von Tempo80 auf der A1 annähern (reduzieren, weil dann

mehr Durchmischung). Dies ist tatsächlich der Fall; die Witterungsbedingungen haben einen großen Einfluss auf die Steuerung der Tempolimits.

Mittlerer Tagesgang der Windgeschwindigkeit Hallein (A10) und Salzburg (A1)

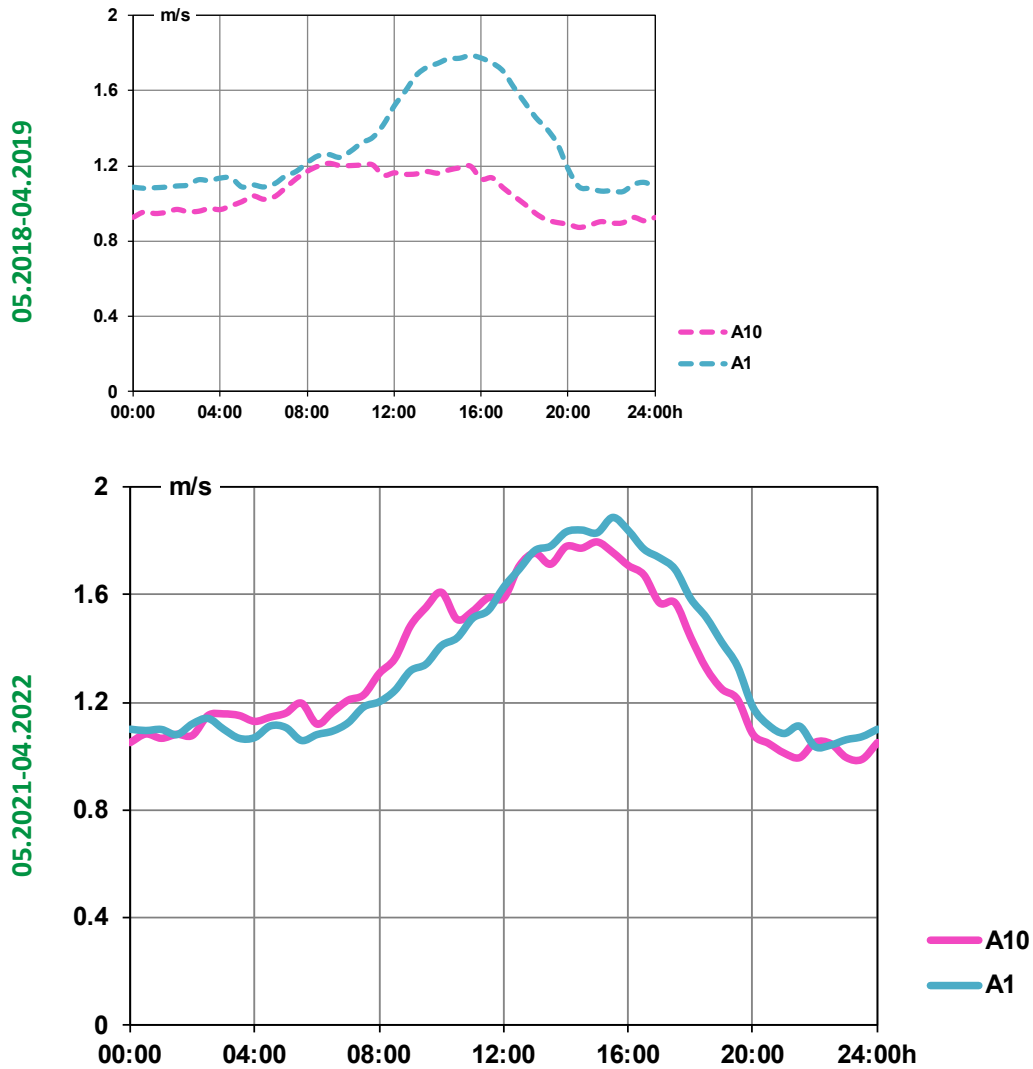


Abbildung 2.2: Mittlerer Tagesgang der Windgeschwindigkeit an den Stationen Hallein (A10) bzw. Salzburg (A1), (oben: 05.2018-04.2019; unten: 05.2021-04.2022).

Im Jahresverlauf (nächste Abbildung 2.3: Gleitende Wochenmittel) zeigten sich wie jedes Jahr Phasen mit weniger Tempo100-Schaltungen zu Beginn und Ende des Betriebsjahres. Der jahreszeitliche Verlauf war deutlich zu sehen, aber nicht so ausgeprägt wie auf der A1 bei Salzburg. Diese Darstellung zeigt keine einzelnen Spitzentage (wie Urlaubssamstage), sondern gleitende Mittel über 7 Tage, zu welchen Spitzentage natürlich auch mit beitragen.

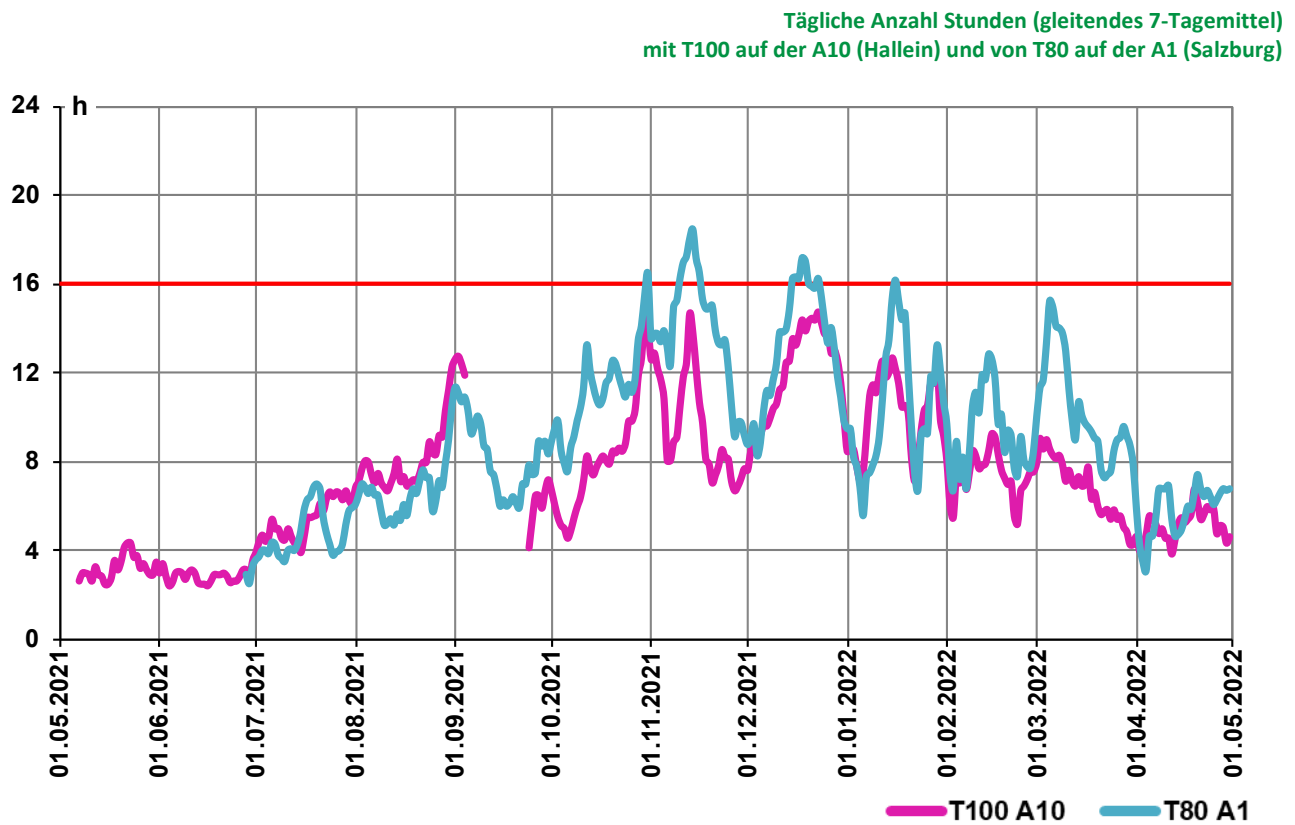


Abbildung 2.3: Tägliche Anzahl Stunden (gleitendes 7-Tagemittel) mit Tempo100 auf der A10 bei Hallein bzw. mit Tempo80 auf der A1 bei Salzburg (05.2021-04.2022).

Von Juli bis anfangs September liegt das Leichtverkehrsaufkommen auf der A10 bedingt durch den Urlaubsverkehr näher beim Verkehrsaufkommen auf der A1 bei Salzburg als in der übrigen Zeit. Deshalb liegt die Tempo100-Häufigkeit in dieser Zeit etwas höher als die Tempo80-Häufigkeit auf der A1, wohingegen in der übrigen Zeit das Tempolimit auf der A10 weniger häufig geschaltet wird als auf der A1.

2.1.2. Verkehrsaufkommen

Die A10 bei Hallein wies im Untersuchungsjahr (Mai 2021 – April 2022) einen DTV von rund 54'000 Fahrzeugen auf, 8% weniger als im Jahr 2018/19 vor der Pandemie. Davon waren 79% Pkw, 10% schwere Güterfahrzeuge. Im Vergleich mit 2018/19 gab es immer noch 10% weniger Pkw, aber 3% mehr Lfw; die schweren Güterfahrzeuge wiesen einen gleichen DTV auf, Busse fuhren aber nur noch zur Hälfte. Das Phänomen des eingebrochenen Busverkehrs findet sich in ganz Österreich.

Tabelle 2.1: Durchschnittlicher täglicher Verkehr (DTV) auf der A10 bei Hallein (05.2021-04.2022 und 05.2018-04.2019) mit Änderungen zwischen den beiden Jahren.

DTV A10	Lieferwagen	Pkw	Schwere Güterfahrzeuge	Bus	Summe
05.2021-04.2022	5'662	42'968	5'310	187	54'126
Rel. Änderung zu 2018/19	+3.1%	-10.0%	-0.1%	-50.4%	-8.2%
05.2018-04.2019	5'494	47'802	5'313	376	58'985

Die folgende Grafik zeigt die Entwicklung über die letzten 11 Jahre:

DTV je Fahrzeuggruppe auf der A10, 2011/12 - 2018/19

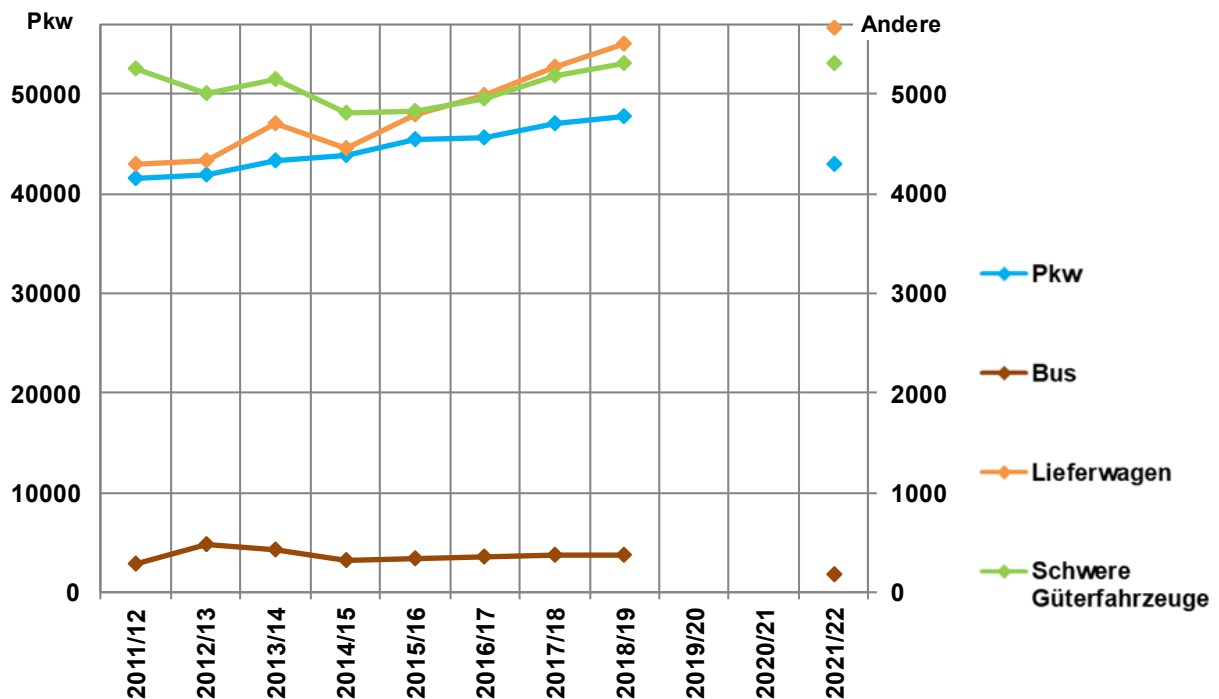


Abbildung 2.4: Mittlerer Tagesgang des Fahrzeugaufkommens (DTV) je Fahrzeugkategorie auf der A10 bei Hallein über die letzten 11 Betriebsjahre (2011/12 bis 2018/19 und 2021/22).

Der Tagesgang des Verkehrsaufkommens zeigt für die drei Kategorien Pkw, Lieferwagen und schwere Güterfahrzeuge einen raschen Anstieg am Morgen, sodann relativ wenig Änderungen im Laufe des Tages. Nach 16 Uhr nimmt die Anzahl schwerer Güterfahrzeuge deutlich ab. Die Zahl der Pkw und Lfw steigt bis gegen 18 Uhr weiter an, die Lieferwagen zeigen eine Morgen- und Abendspitze. Die

Busse zeigen nur einen geringen Tagesgang, tagsüber verkehren etwa doppelt so viele wie nachts. Die Muster der Tagesgänge sind sich seit Jahren sehr ähnlich.

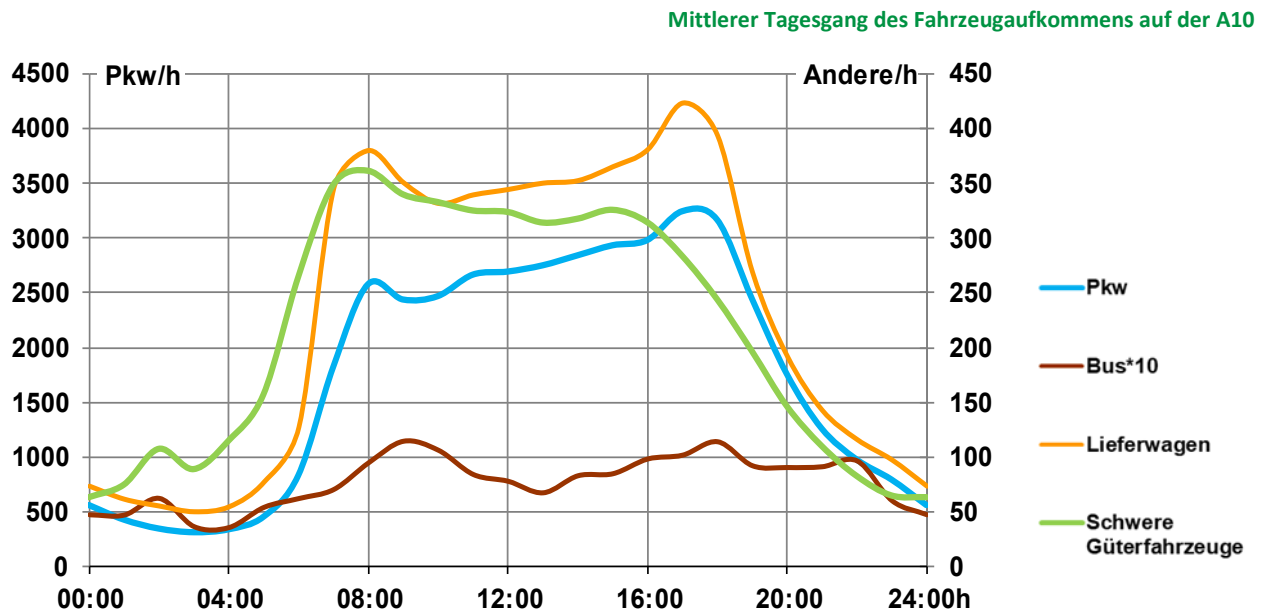


Abbildung 2.5: Mittlerer Tagesgang des Fahrzeugaufkommens je Fahrzeugkategorie auf der A10 bei Hallein (05.2021-04.2022).

2.1.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden

In diesem Abschnitt wird ein kurzer Überblick über die Stickstoffoxid-Emissionen und –Immissionen bei Hallein an der A10 gegeben. Das Maximum der Stickstoffoxid**emissionen** liegt im Sommer, das Maximum der Stickstoffoxid**immissionen** im Winter. Dieser Unterschied liegt in den meteorologischen Ausbreitungsbedingungen begründet; die größere Stagnation der Atmosphäre im Winter hält die geringeren Emissionen länger und damit konzentrierter in Bodennähe als im Sommer. Der Anteil der NO₂-Immission an der NO_x-Immission (I_{NO_2}/I_{NO_x}) ist im Frühjahr und Sommer wesentlich höher als im Herbst und Winter.

Die Jahreszeiten wurden wie folgt eingeteilt:

Frühjahr: Mai 2021 und März-April 2022;

Sommer: Juni – August 2021;

Herbst: September – November 2021;

Winter: Dezember 2021 – Februar 2022.

Mittelwerte von NOx und NO₂ und NOx- Emissionen je Jahreszeit auf der A10

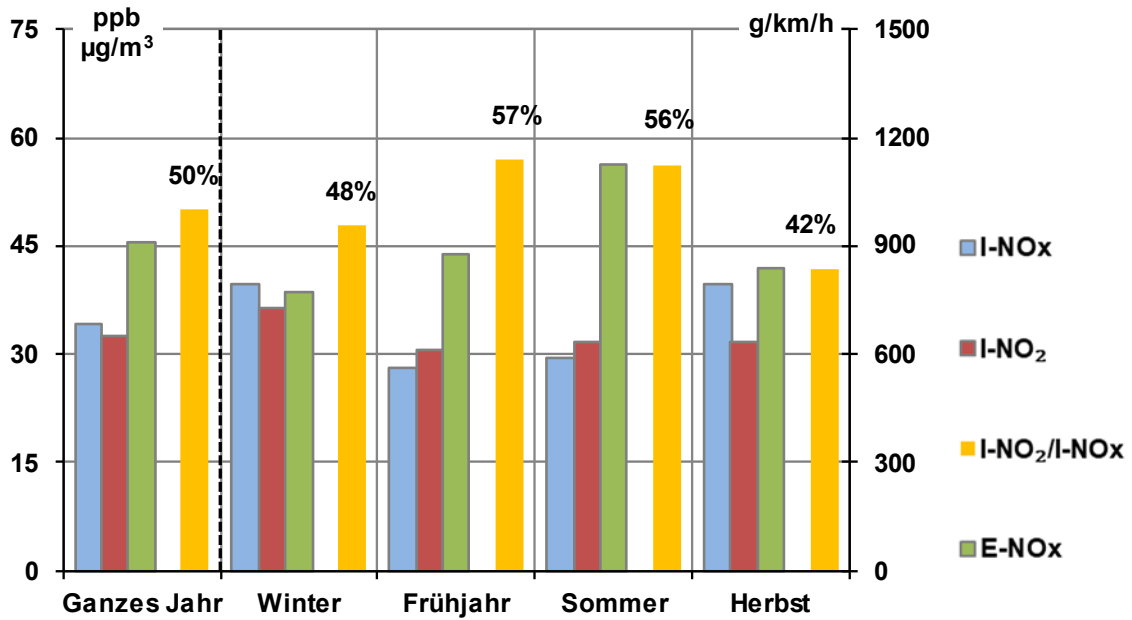


Abbildung 2.6: Mittelwerte der Immissionen an NOx und NO₂ sowie deren Verhältnis (linke Achse) und der NOx-Emissionen (rechte Achse) im Jahresmittel und je Jahreszeit bei Hallein A10 (05.2021-04.2022).

2.2. Jahresverlauf

2.2.1. Tempo100

Nach Jahreszeiten unterteilt weist der Winter (41%) mit Abstand die größte Schalthäufigkeit auf, das Frühjahr (20%) die geringste. Der Sommer hat etwas häufiger Tempo100 als das Frühjahr, dann kommt das hohe Verkehrsaufkommen an Pkw zum Tragen. Der Herbst liegt dieses Jahr gerade in der Mitte zwischen Frühjahr und Winter; bislang lag er oft näher beim Winter.

Tabelle 2.2: Jahreszeitliche Tempo100-Häufigkeiten auf der A10 bei Hallein (05.2014-04.2015 bis 05.2018-04.2019 und 05.2021-04.2022).

% Tempo 100	05.2021-04.2022	05.2018-04.2019	05.2017-04.2018	05.2016-04.2017	05.2015-04.2016	05.2014-04.2015
Winter	41%	50%	59%	71%	66%	66%
Frühjahr	20%	22%	38%	46%	47%	49%
Sommer	24%	45%	46%	50%	51%	58%
Herbst	31%	47%	53%	54%	58%	60%
Ganzes Jahr	29%	41%	49%	55%	56%	58%

Die Tempo100-Häufigkeit verläuft am Morgen bis etwa 9 Uhr in allen Jahreszeiten ähnlich, lediglich der Sommer weist etwas erhöhte nächtliche Schalthäufigkeiten auf; im Sommer ist der nächtliche Pkw-Verkehr vermutlich wegen des Tourismus wesentlich höher als zu den übrigen Jahreszeiten. Ansonsten erklären sich die jahreszeitlichen Unterschiede in den Tempo100-Häufigkeiten vor allem durch die Situation vom späten Vormittag bis zum Abend (Ausmaß der Absenkung der Schalthäufigkeit tagsüber infolge der meteorologischen Einflüsse). Das Frühjahr zeigt tagsüber ähnlich viele Schaltungen wie der Sommer. Im Winter wird von 10-19 Uhr wesentlich häufiger Tempo100 geschaltet als in den übrigen Jahreszeiten.

Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 je Jahreszeit

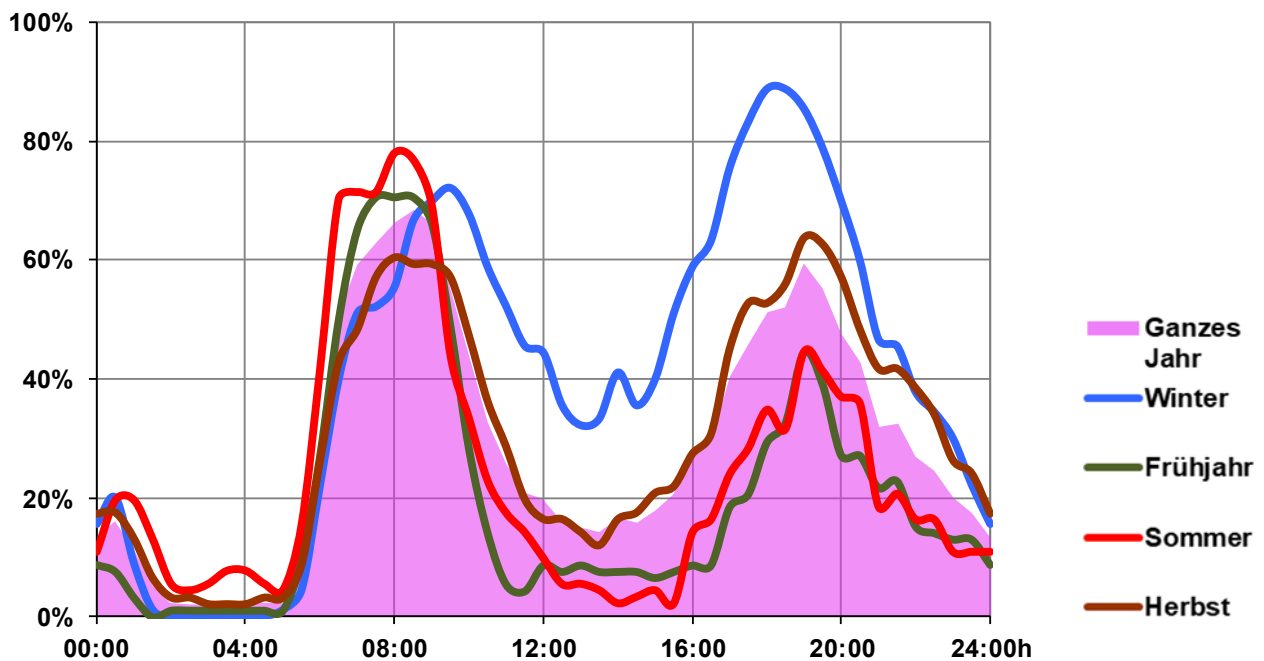


Abbildung 2.7: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 je Jahreszeit auf der A10 bei Hallein (05.2021-04.2022).

Die monatlichen Tempo100-Häufigkeiten entsprechen dem Bild der gleitenden 7-Tagemittel. Die monatlichen Schalthäufigkeiten schwankten zwischen 12% (Mai und Juni 2021) und 50% (Dezember 2021), s. Abbildung 2.8. Die tiefe Schalthäufigkeit im September 2021 rührt von einem Datenausfall während rund der Hälfte der Zeit her.

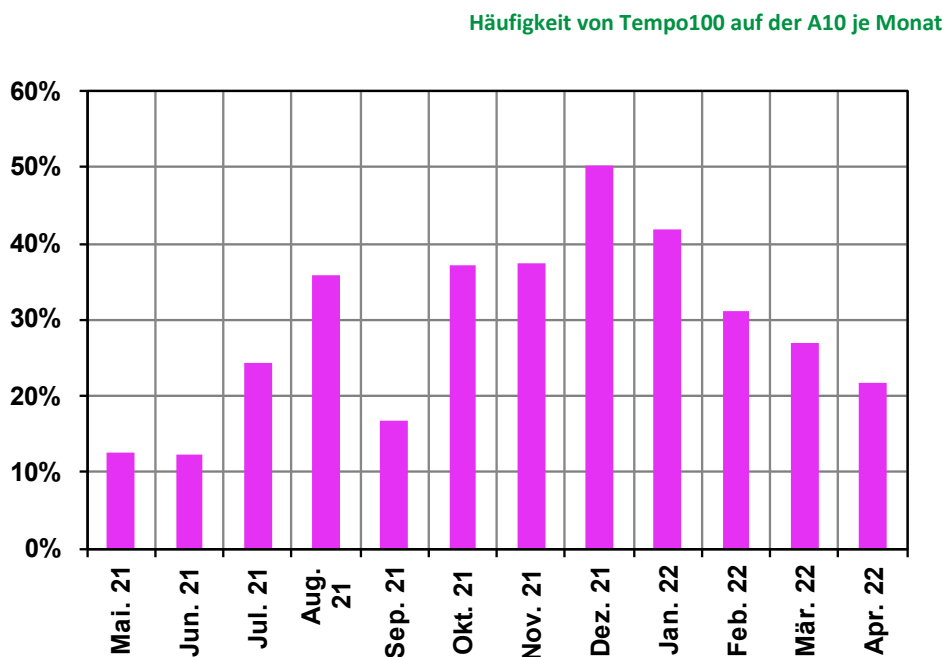


Abbildung 2.8: Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 bei Hallein je Monat (05.2021-04.2022).

Im Vergleich mit den bisherigen Betriebsjahren war die Tempo100-Häufigkeit noch nie so tief wie im gegenständlichen Betriebsjahr, s. Abbildung 2.9. Nur im März und April 2022 war die Schalthäufigkeit höher als im Betriebsjahr 2018/19. Der hauptsächliche Grund dafür ist die Anhebung des Schwellenwertes der Schaltung im August 2020. Daneben spielen auch das verminderte Pkw-Aufkommen und die Flottenmodernisierung eine Rolle.

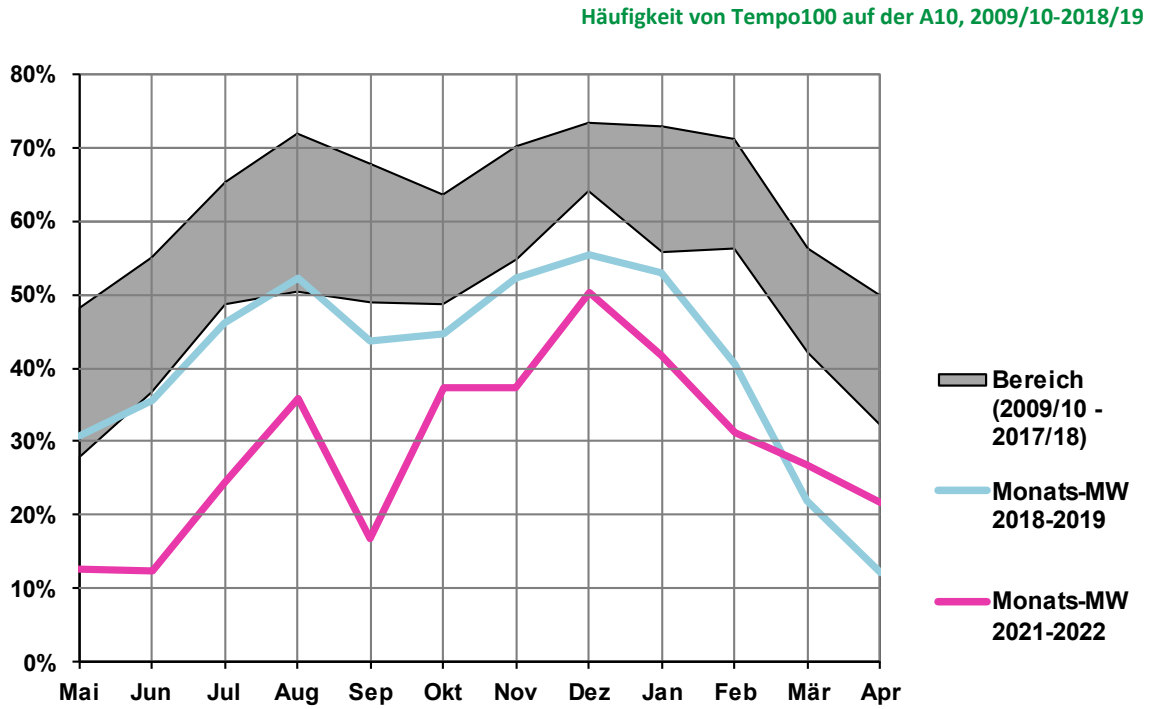


Abbildung 2.9: Vergleich der Monatswerte der Tempo100-Häufigkeit auf der A10 bei Hallein für die elf Betriebsjahre 2009/10 – 2017/18 sowie 2018/19 und 2021/22. Grau: Wertebereich 2009/10-2017/18.

2.2.2. Verkehrsaufkommen

Im Jahresverlauf zeigte sich das markante Maximum des Pkw-Aufkommens (und des Lieferwagenaufkommens) im Sommer (Spitze im August). Der schwere Güterverkehr zeigte kein effektives Maximum; temporäre Rückgänge ergaben sich im August (Urlaubszeit) und vor allem im Dezember/Januar. Für Pkw lag das Minimum im November. Der relative Jahresverlauf des Aufkommens je Fahrzeugkategorie zeigt für alle Jahre eine gewisse Ähnlichkeit, weniger bei den Bussen.

Monatswerte des DTV je Fahrzeugkategorie auf der A10

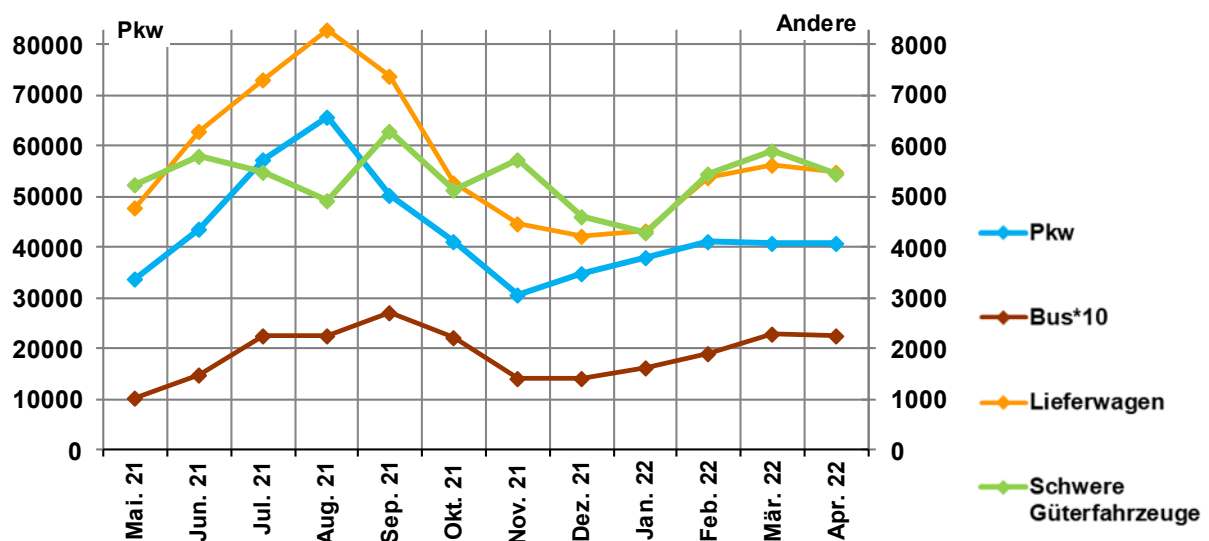


Abbildung 2.10: Monatsmittelwerte des DTV je Fahrzeugkategorie auf der A10 bei Hallein (05.2021-04.2022).

Der monatliche Pkw-Verkehr lag für Juli – Oktober 2021 am oberen Rand des bisherigen Bereichs, ansonsten eher am unteren.

Das monatliche Aufkommen an schweren Nutzfahrzeugen (SNF) lag etwa im bisherigen Bereich.

Pkw-Aufkommen auf der A10, 2009/10-2018/19

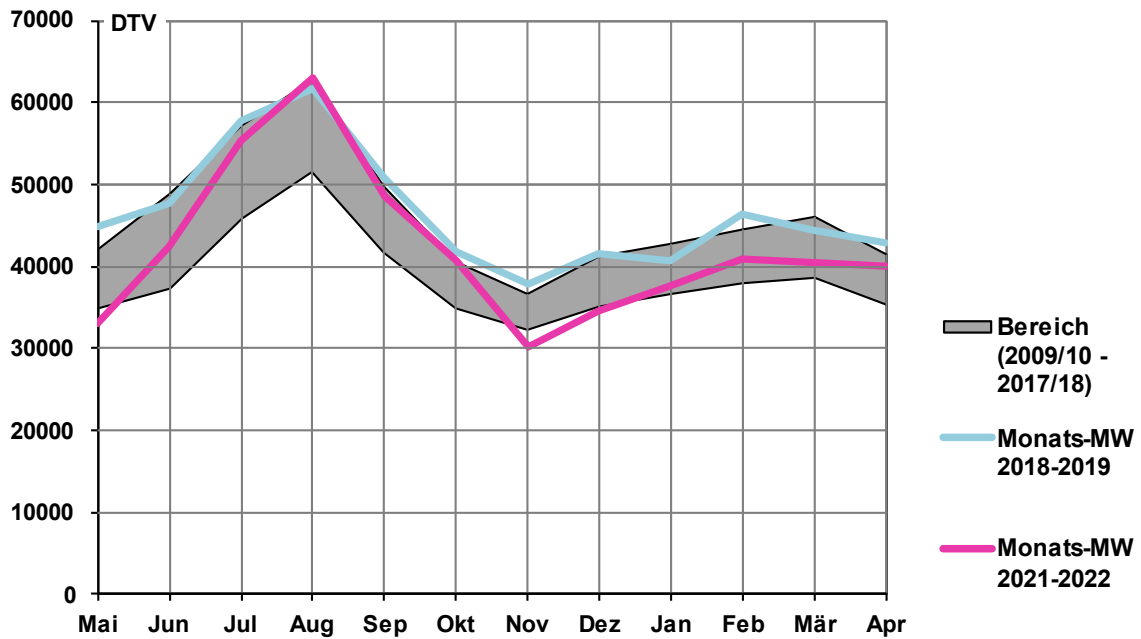


Abbildung 2.11: Vergleich der Monatswerte des Pkw-Aufkommens auf der A10 bei Hallein für die elf Betriebsjahre 2009/10 - 2018/19 und 2021/22. Grau: Wertebereich 2009/10-2017/18.

SNF-Aufkommen auf der A10, 2009/10-2018/19

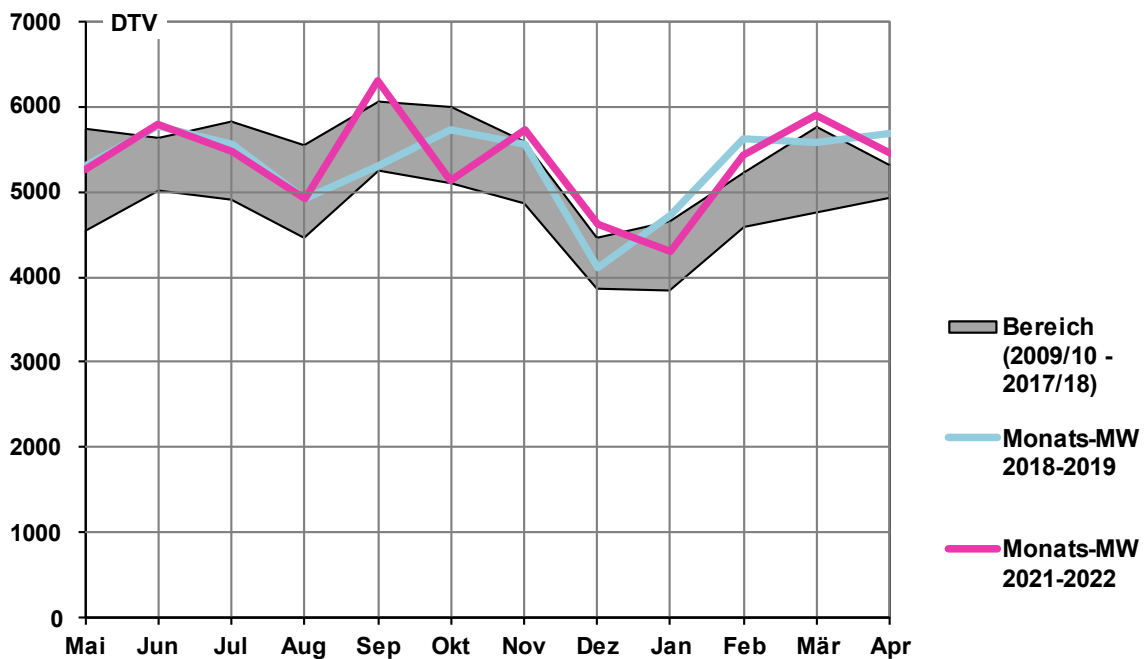


Abbildung 2.12: Vergleich der Monatswerte des SNF-Aufkommens (=Lkw + Lkw mit Anhänger + Sattelzüge) auf der A10 bei Hallein für die elf Betriebsjahre 2009/10 - 2018/19 und 2021/22. Grau: Wertebereich 2009/10-2017/18.

2.2.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden

Die Gegenläufigkeit der NO_x-Emissionen und –Immissionen zeigt sich deutlich bei den Monatswerten. Die höchsten NO_x-Immissionen fanden sich im Winter, Maximum im Dezember 2021, zusammen mit den tiefsten NO_x-Emissionen. Wegen der im Winter schlechteren Ausbreitungsbedingungen für Luftschadstoffe reichen auch die geringsten Emissionen für die höchsten Immissionen. Von Oktober bis Dezember 2021 waren die NO₂-Werte im Verhältnis zu den NO_x-Immissionen deutlich geringer als in der übrigen Zeit, da dann die Konversion von NO zu NO₂ in der Atmosphäre durch das Ozon limitiert war.

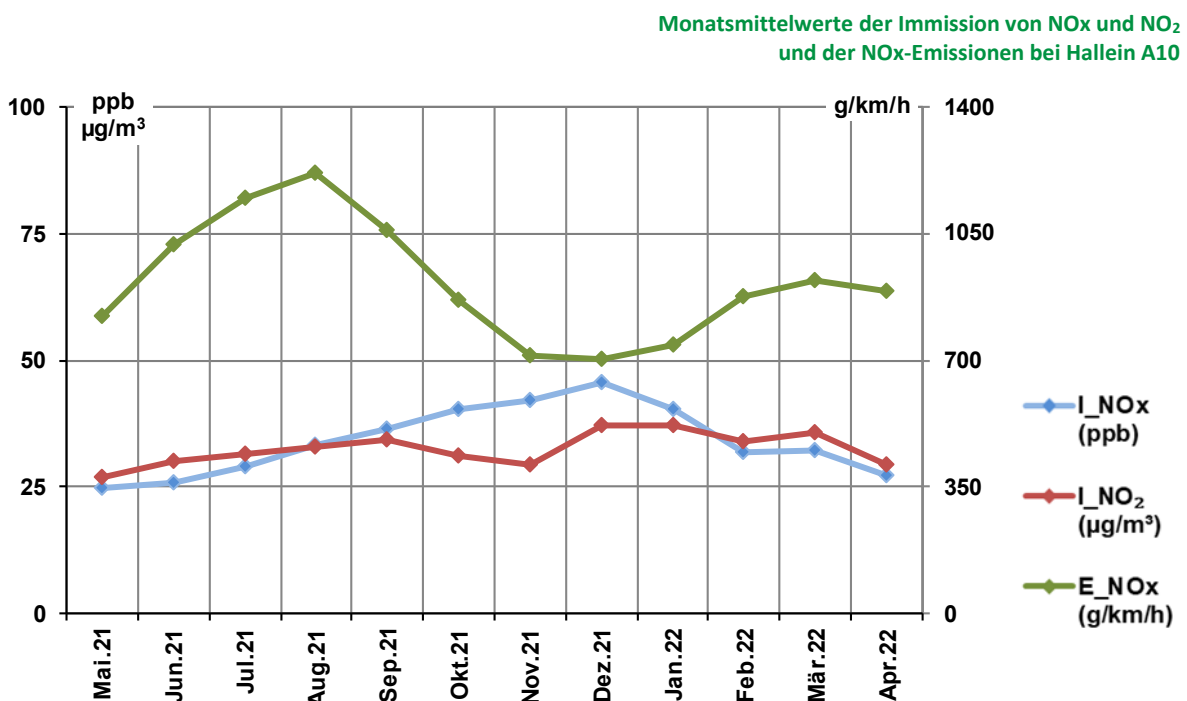


Abbildung 2.13: Monatsmittelwerte der NO_x- und NO₂-Immissionen sowie der NO_x-Emissionen bei Hallein A10 (05.2021-04.2022).

In der Gesamtschau über die letzten 11 Betriebsjahre waren die Monatsmittel der NO_x-Immissionen in den letzten beiden Betriebsjahren für praktisch alle Monate so tief wie noch nie. Einerseits ist nach langen Jahren der praktischen Stagnation Bewegung in die realen Emissionsfaktoren über alle Fahrzeugkategorien gekommen. Andererseits haben die lockdownbedingten Verkehrseinbrüche einen großen Einfluss auf die Emissionen und damit Immissionen gehabt.

Monatsmittelwerte der NOx-Immissionen bei Hallein A10, 2009/10-2018/19

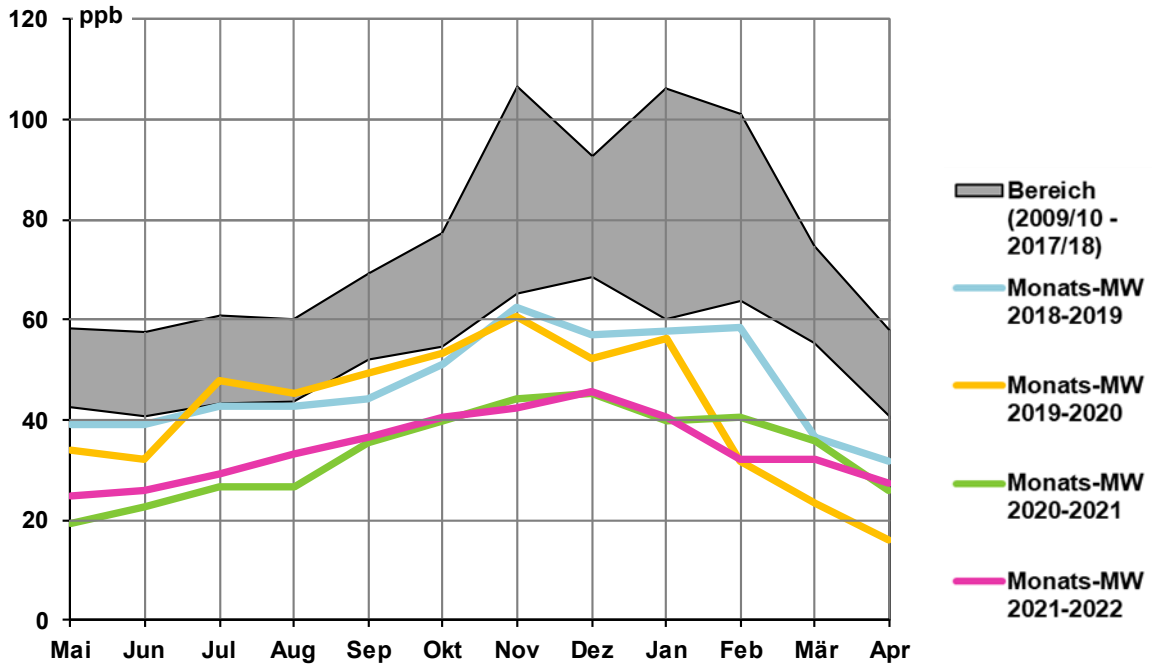


Abbildung 2.14: Vergleich der Monatsmittelwerte der NOx-Immissionen bei Hallein (A10) für die Betriebsjahre 2009/10 - 2021/22. Grau: Bereich 2009/10-2017/18.

2.3. Wochenverlauf

2.3.1. Tempo 100

Die Tempo100-Schaltungen auf der A10 bei Hallein wiesen am Freitag die größte Häufigkeit auf (knapp 40%); die übrigen Tage erreichten mit 20-32% zum Teil deutlich niedrigere Schalthäufigkeiten. Auf der A1 bei Salzburg waren der Donnerstag und der Freitag die Tage mit der höchsten Schalthäufigkeit (ca. 45%). Der relative Wochenverlauf der Häufigkeit der Tempolimits war bei den beiden Strecken etwa gleich, bei der A10 auf tieferem Niveau.

Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 (Hallein) und von Tempo 80 auf der A1 (Salzburg) je Wochentag

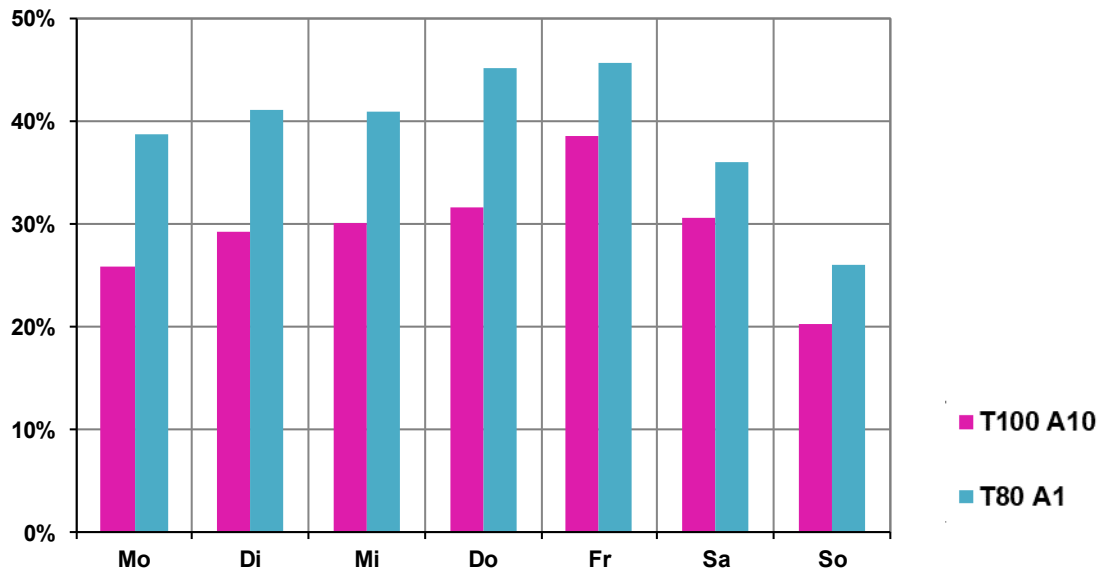


Abbildung 2.15: Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 bei Hallein bzw. von Tempo80 auf der A1 bei Salzburg je Wochentag (05.2021-04.2022).

Der morgendliche Anstieg der Häufigkeit von Tempo100 verläuft am Sonntag deutlich und am Samstag etwas langsamer als werktags, weil die Pkw zunächst noch teilweise fehlen. Am Nachmittag und Abend ist die Schalthäufigkeit am Sonntag aber fast so hoch wie werktags, und in den frühen Morgenstunden des Sonntags und vor allem des Samstags ist sie deutlich höher als werktags (Ausgehverkehr, z.T. auch Urlaubsverkehr).

Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 je Wochentag

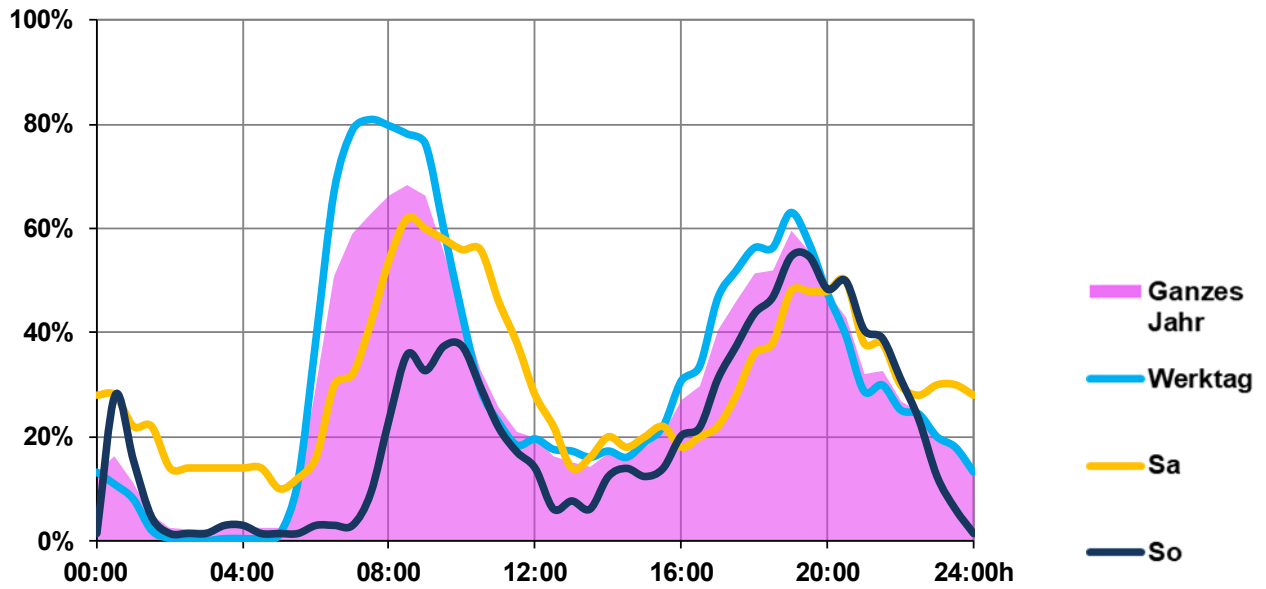


Abbildung 2.16: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 auf der A10 bei Hallein je Wochentagstyp (05.2021-04.2022).

2.3.2. Verkehrsaufkommen

Die Pkw haben freitags und samstags das stärkste Aufkommen, der Donnerstag und der Sonntag folgen. Doch zeigt der Leichtverkehr (Pkw, Lieferwagen und Motorräder) am Wochenende einen anderen Tagesgang als werktags. Die Wochenenden weisen sehr viel weniger schwere Güterfahrzeuge auf. Die Lieferwagenähnlichen Fahrzeuge zeigen im Wochengang eine Mischung zwischen Pkw und schweren Güterfahrzeugen, was auch ihrer effektiven Zusammensetzung entsprechen dürfte.

Die Busse weisen das Maximum am Samstag auf, das Minimum neuerdings (seit der Pandemie) am Sonntag.

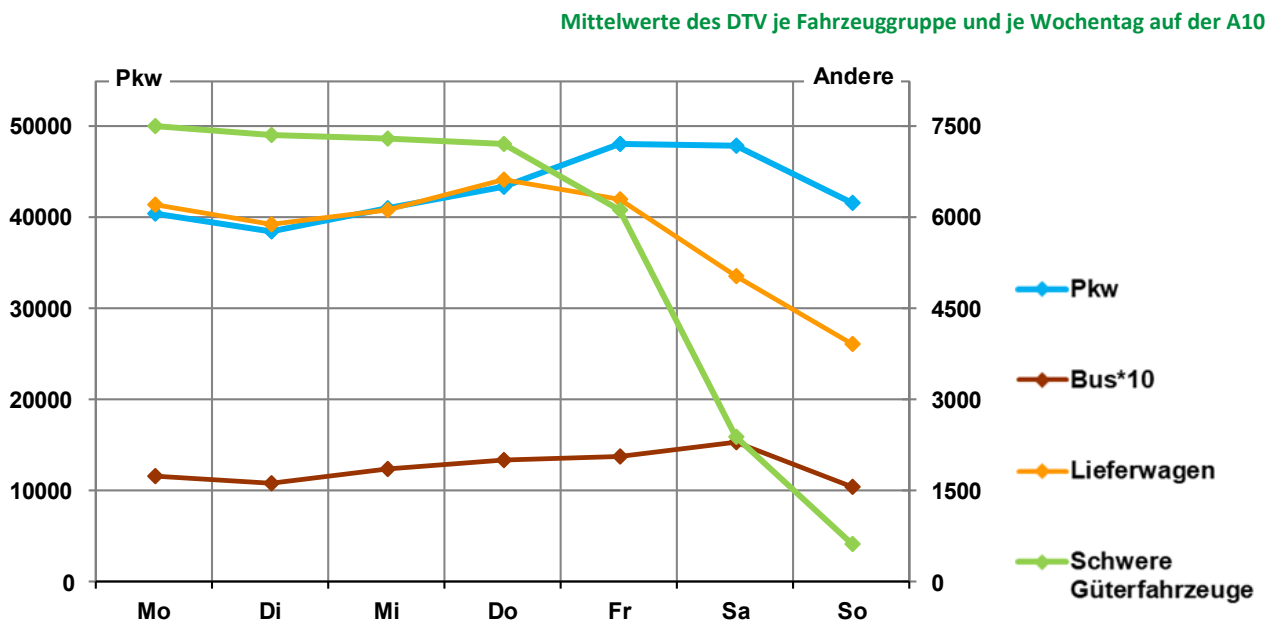


Abbildung 2.17: Durchschnittlicher täglicher Verkehr (DTV) auf der A10 bei Hallein je Fahrzeugkategorie und Wochentag (05.2021-04.2022).

2.3.3. Emissionen und Immissionen an Stickstoffoxiden

Die Immissionen und Emissionen an NO_x verlaufen über die gesamte Woche weitgehend parallel, jedoch ist die prozentuale Absenkung der Immissionen am Sonntag etwas höher als diejenige der Emissionen. Gewisse Schwankungen ergeben sich zudem aus unterschiedlichen meteorologischen Bedingungen je Wochentag, die sich auch im Jahresmittel durchaus zeigen können, und aus unterschiedlichen tageszeitlichen Emissionsverläufen je Wochentag, insbesondere an den Wochenenden, 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.

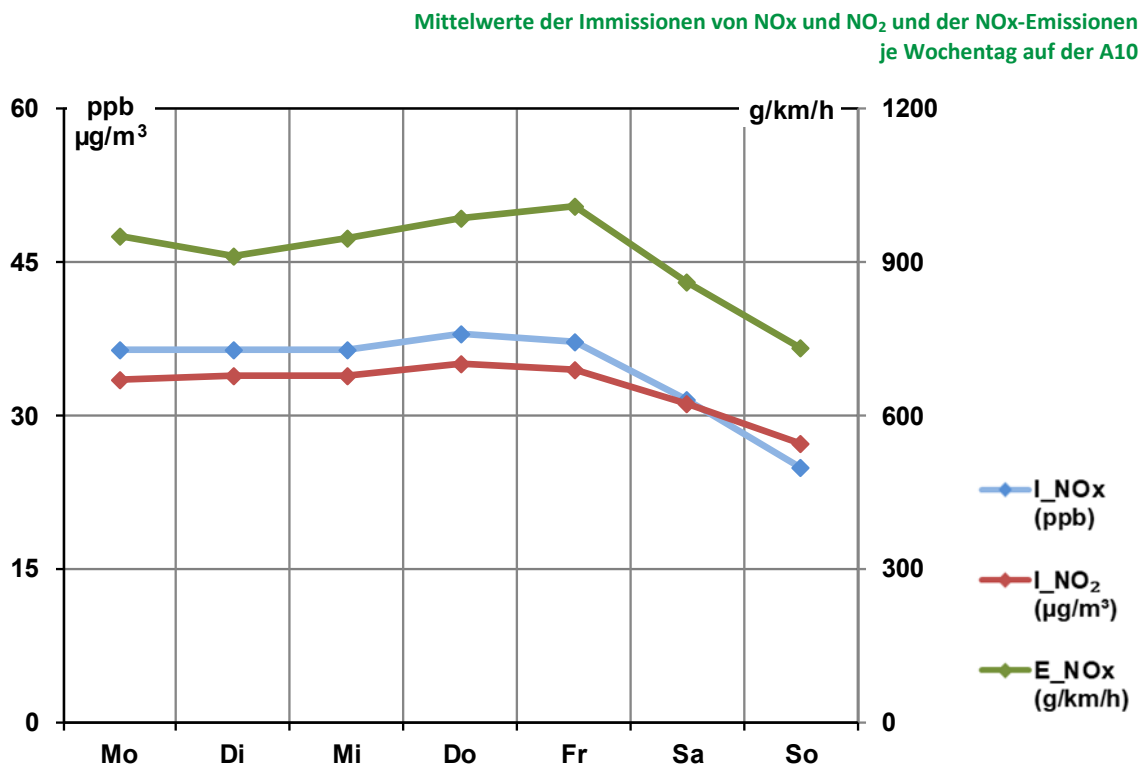


Abbildung 2.18: Mittelwerte der Immissionen von NO_x und NO₂ sowie der NO_x-Emissionen (E_NOx) bei Hallein (A10) je Wochentag (05.2021-04.2022).

Der Wochentagsverlauf der NOx-Immissionen über die letzten 13 Jahre zeigt allfällige Abhängigkeiten der Immissionsentwicklung vom Wochentag. Die Kurven für Montag bis Freitag liegen im Laufe der Jahre immer näher zusammen, vor allem seit 2014/15. Nach 2016/17 gab es für alle Wochentage einen Knick nach unten, besonders ausgeprägt von Montag bis Freitag. Dies bedeutet eine verstärkte Immissions- und als Ursache Emissionsabnahme nach 2016/17, vor allem werktags, das heißt auch vor allem bei den Lkw. Von 2020/21 auf 2021/22 gab es eine Stagnation werktags und einen Wiederanstieg an Samstagen sowie Sonn- und Feiertagen. Dies liegt vermutlich daran, dass der Pkw-Verkehr nach den pandemiebedingten Lockdowns an den Wochenenden stärker zugenommen hat als werktags.

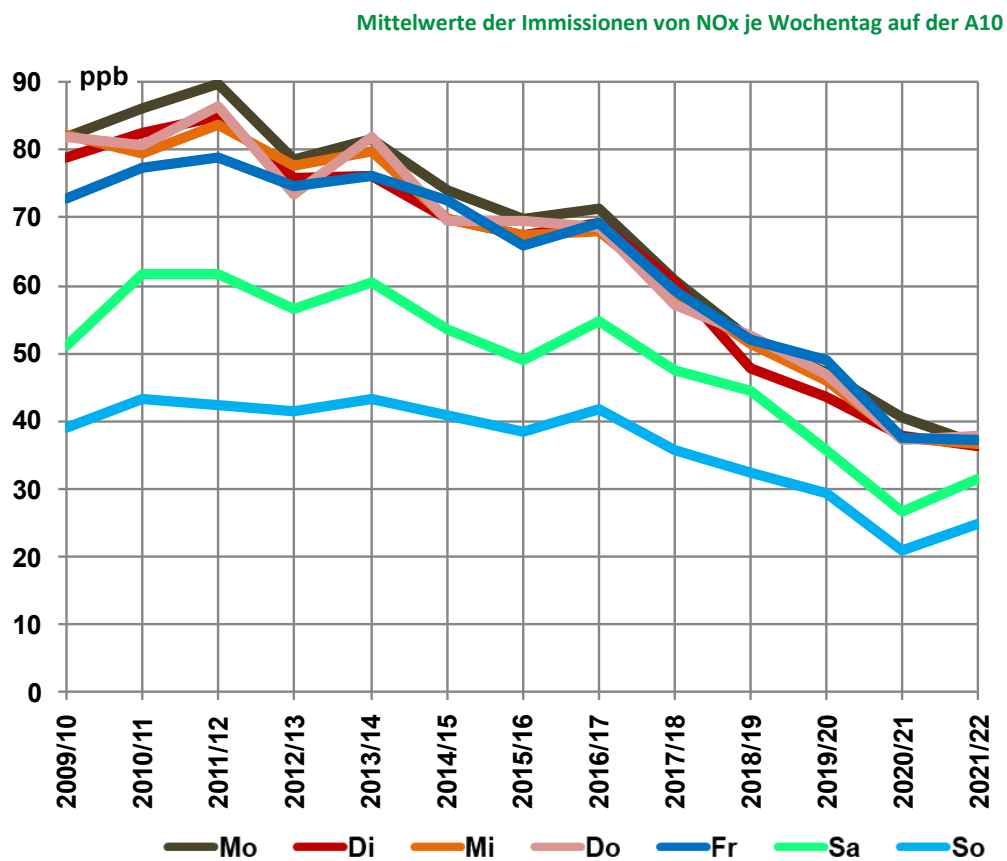


Abbildung 2.19: Mittelwerte der Immissionen von NOx bei Hallein (A10) je Wochentag (2009/10-2021/22).

3. Dokumentation der täglichen Schaltzeiten

In der folgenden Tabelle werden alle täglichen Schaltzeiten von Tempo100 auf der A10 bei Hallein im Betriebsjahr 2021/22 dokumentiert.

Tabelle 3.1: Tägliche Anzahl Stunden mit Tempo100-Schaltung, Hallein A10 (05.2021-04.2022).

	Mai 21	Jun 21	Jul 21	Aug 21	Sep 21	Okt 21	Nov 21	Dez 21	Jan 22	Feb 22	Mär 22	Apr 22
1	0	4	7.5	7	6.5	5.5	5	7	0	4.5	7	10
2	0	6	8.5	7.5	9	4.5	11.5	14	10	0	11	0
3	3	1	3.5	7.5	13.5	3.5	6.5	12	11.5	9	9	3
4	3.5	2	0	7.5	10.5	4	11	5	7.5	15.5	11	4
5	5.5	1	6	5		3	13	10.5	8	11.5	9	10.5
6	3.5	3	5.5	7.5		8	2.5	8.5	13.5	7	6	4
7	3	4.5	4	7.5		6	7	10.5	14.5	0	4	5
8	2.5	3.5	7.5	10		9.5	11	9.5	12	9.5	8	7
9	0	4	5.5	4.5		8	13	17	13.5	7	8	1.5
10	2.5	3	3	6		6.5	16.5	13.5	9	7.5	4	0
11	1.5	3	3.5	6.5		9.5	20	9.5	13.5	11.5	14.5	4
12	10	0	3.5	7.5		10.5	17.5	11.5	12	12.5	5.5	5.5
13	1	0	3.5	10.5		4	18	16	8.5	7.5	4.5	8.5
14	2.5	4	3.5	12		4		11	16	4	7	10
15	0	3.5	5	3		12		16.5	16.5	15	5	9
16	0	3.5	10.5	6	7.5	10	2.5	15	10	6	8.5	0
17	4.5	4.5	9	3	3	8	10	17	4.5	2	9.5	1
18	7	5	3.5	7.5		8	8.5	14	6	6.5	4.5	5.5
19	7	0	4	8.5		9.5	16	8	12.5	10	7.5	13.5
20	3.5	0	4	10	6.5	8	12	19	6	5.5	0	4.5
21	7	4.5	7	14.5	8	3.5	3	12	2	5	4.5	4.5
22	1.5	2.5	2.5	6.5	5.5	13.5	3	16	9	4	6	10.5
23	0	1.5	14.5	6		9	7.5	17.5	16.5	3.5	9	2.5
24	0	5	11	9.5	9	10.5	7.5	13.5	14	12.5	6.5	0
25	7.5	5	2	4	9	15	8	10.5	12.5	8	7.5	6
26	3	1.5	5.5	8	7.5	9.5	9	9	14	12	4.5	5.5
27	5	2	3.5	16	6.5	11.5	9	12	13	8	1	7
28	5	4.5	5	14	4	14.5	4.5	13	2	5	1	4
29	0	0	5.5	15	11	19	5.5	12.5	14		4.5	5.5
30	0	7	11.5	12.5	3.5	22	10.5	10.5	0		5	4.5
31	4		10	16.5		7		2.5	9		6.5	

Am 13 Tagen im September 2021 sowie 2 Tagen im November 2021 fiel die Schal- tung (praktisch) vollständig aus. Ihre Verfügbarkeit über das gesamte Betriebsjahr betrug **91.6%**. Die Asfinag äußerte sich wie folgt zu den Ausfällen im September 2021: "Grund für die kleineren Ausfälle im September 2021 waren technische Stö- rungen der Verkehrsdatenerfassung in der Datenverarbeitungskette".

Die monatliche Verteilung der Tage mit außerordentlichen Schaltzeiten (0 bzw. 16 - 22 h Schaltzeit) folgt grundsätzlich der allgemeinen Verteilung der Schaltzeiten: Sehr hohe tägliche Schaltzeiten finden wir in diesem Betriebsjahr von Ende Okto- ber bis Ende Januar und an zwei Tagen im August, Tage ohne Schaltung (aber mit funktionierender Schaltung) vor allem im Frühjahr und Frühsommer (Mai/Juni 2021 und April 2022).

Anzahl Tage pro Monat mit außerordentlichen Tempo100-Schaltzeiten auf der A10

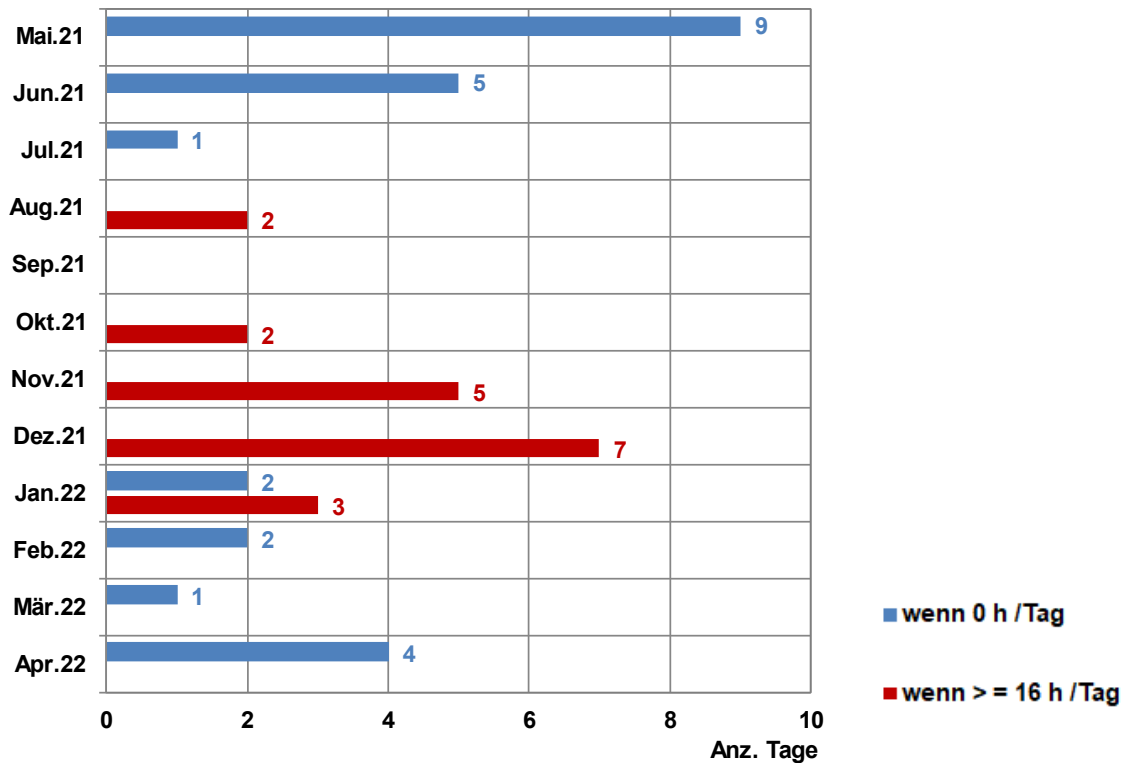


Abbildung 3.1: Anzahl Tage pro Monat mit außerordentlichen Tempo100-Schaltzeiten, Hallein A10 (05.2021-04.2022).

Bei den 19 Tagen mit hohen Schaltzeiten (16-22 h) kamen alle Wochentage vor. Eine Häufung von 'Urlaubssamstagen' stellte sich in diesem Betriebsjahr im Ge- gensatz zu früheren Jahren nicht ein.

**Tabelle 3.2: Die 19 Tage mit hohen Tempo100-Schaltzeiten (≥ 16 h) bei Hallein A10 (05.2021-04.2022).
Blau: Tage mit häufigen Tempo100-Schaltungen trotz relativ geringen Verkehrs.**

Tag	Datum	Pkw-Aufkommen	Tempo100-Schaltzeit [h]
Fr	27.08.2021	72946	16
Di	31.08.2021	53361	17
Fr	29.10.2021	50966	19
Sa	30.10.2021	41307	22
Mi	10.11.2021	35069	17
Do	11.11.2021	36075	20
Fr	12.11.2021	38182	18
Sa	13.11.2021	28465	18
Fr	19.11.2021	38586	16
Do	09.12.2021	26019	17
Mo	13.12.2021	32452	16
Mi	15.12.2021	35139	17
Fr	17.12.2021	49545	17
Mo	20.12.2021	38910	19
Mi	22.12.2021	49612	16
Do	23.12.2021	55649	18
Fr	14.01.2022	42154	16
Sa	15.01.2022	45579	17
So	23.01.2022	32511	16.5

Auch die 19 Tage mit hohen Schaltzeiten (16-22 h) weisen einen typischen Tagesgang der Schalthäufigkeit auf. In den frühen Morgenstunden (3 – 5 Uhr) ist die Schalthäufigkeit mit weniger als 10% gering. Um die Mittagszeit gibt es ein weiteres Minimum mit 60-80%. Von 8–10 Uhr und von 16-22 Uhr beträgt die Schalthäufigkeit allerdings 95-100%.

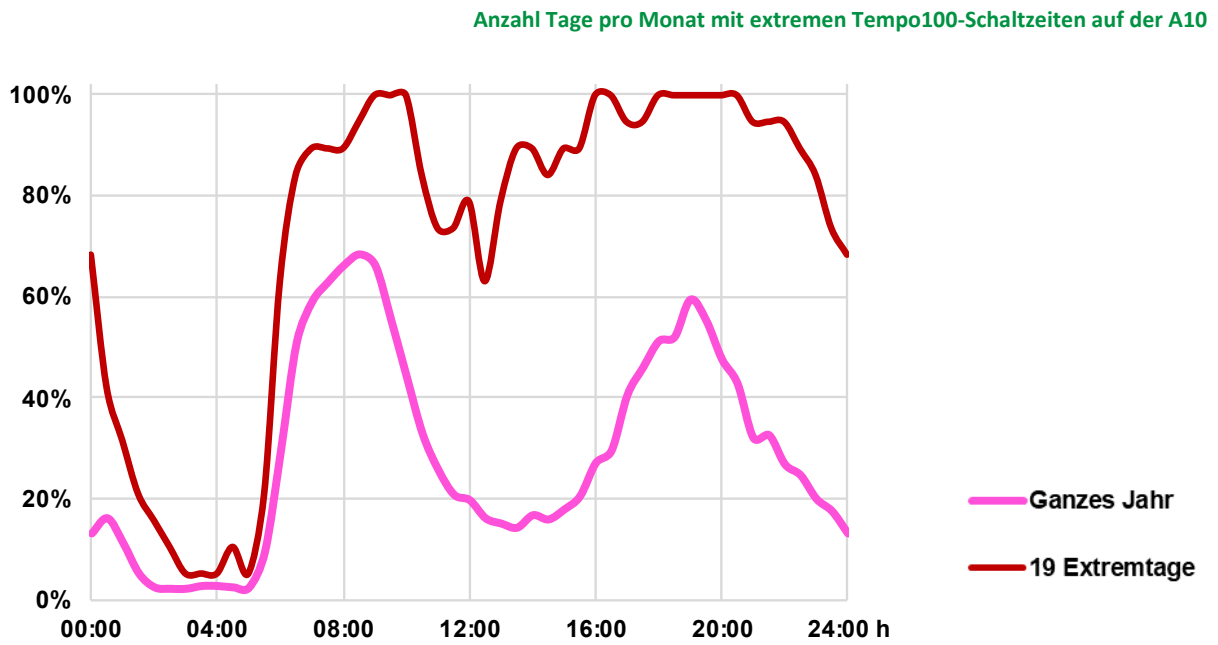


Abbildung 3.2: Mittlerer Tagesgang der Tempo100-Schalzhäufigkeit, Hallein A10 (05.2021-04.2022), für ganzes Jahr und für die 19 Tage mit hohen Schaltzeiten von 16-22 Stunden.

4. Effektive Fahrgeschwindigkeiten auf der A10 bei Hallein

In diesem Kapitel werden die **mittleren** Fahrgeschwindigkeiten auf der A10 bei Hallein vom Mai 2021 – April 2022 dargestellt.

Es herrschte zeitweise ein Tempo100-Limit, ansonsten Tempo130. Da eine Geschwindigkeitsmessung jeweils eine volle Tagesstunde umfasst und die Schaltung des Tempolimits jeweils um xx:10 Uhr bzw. xx:40 Uhr geschieht, konnten nur diejenigen Stunden zur Auswertung herangezogen werden, bei welchen zumindest 20 Minuten vor dem Stundenbeginn bis 10 Minuten nach dem Stundenende das gleiche Tempolimit galt. Damit wurde gewährleistet, dass nur solche Stunden für die Geschwindigkeitsbestimmung einbezogen wurden, während welchen das Tempolimit nicht änderte. Tempobegrenzungen nach StVO sind hierbei nicht betrachtet worden. Sie sollten auf dieser Strecke nicht häufig gewesen sein. Wenn solche Phasen weggelassen würden, würde sich die mittlere Geschwindigkeit vor allem für Zeiten mit Tempo130-Limit etwas erhöhen. **Geschwindigkeiten unter 90 km/h wurden für die Auswertungen in diesem Kapitel konsequent weggelassen**; sie konnten bei Stau, Baustellen oder bei prekären Straßenverhältnissen vorkommen. Dies war im aktuellen Betriebsjahr immer wieder der Fall (s. nächste Abbildung). Es wird vermutet, dass es sich hierbei zumeist um Stau handelte.

Es wurden auch mit der Fahrzeuganzahl gewichtete **Häufigkeitsverteilungen** der Fahrgeschwindigkeit je Tempolimit ermittelt.

4.1. Geschwindigkeitsbereich der Pkw

Die täglichen Fahrgeschwindigkeiten der Pkw bewegten sich generell zwischen etwa 100 und 115 km/h auf der Basis der Stundenmittelwerte. Immer wieder gab es kurze Phasen mit verringerten Fahrgeschwindigkeiten, vor allem wegen Stau. Außerhalb dieser Phasen variierten die Geschwindigkeitsbereiche jedoch wenig (s. Abbildung 4.1).

Im August 2021 gab es häufig Einbrüche in der Fahrgeschwindigkeit der Pkw. Sie werden in Kap. 4.3 speziell betrachtet.

Täglicher Geschwindigkeitsbereich der Pkw, Stundenwerte auf der A10

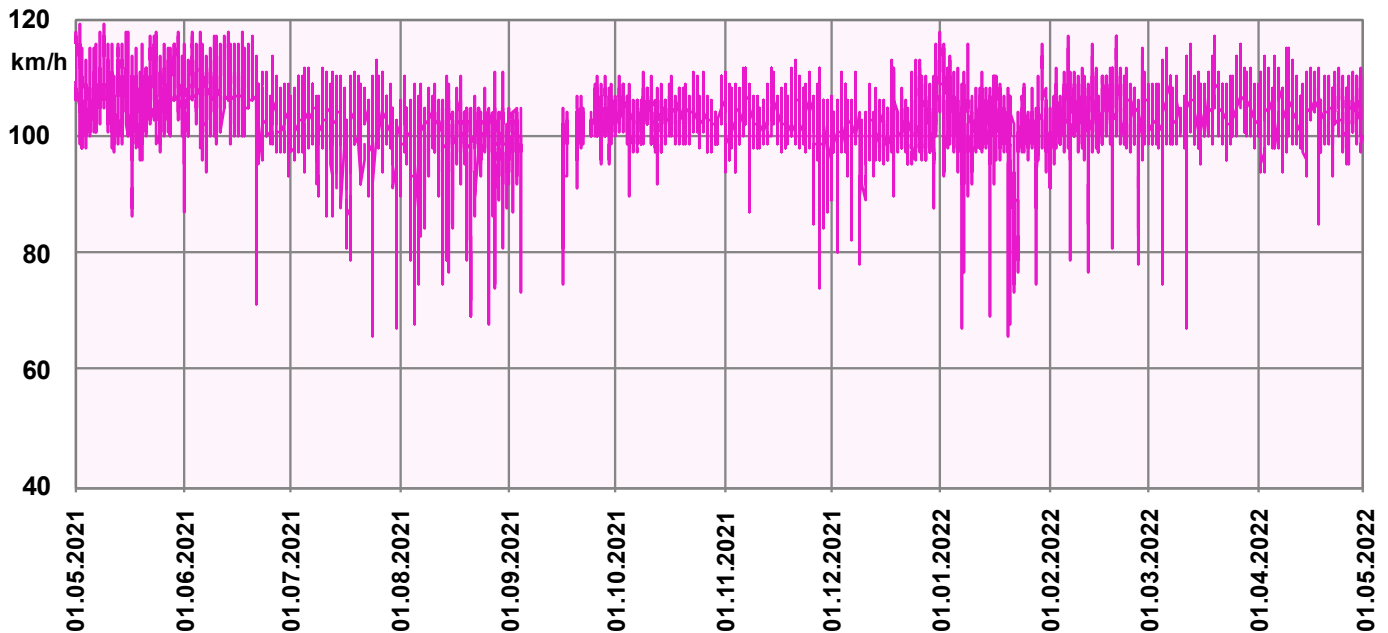


Abbildung 4.1: Täglicher Geschwindigkeitsbereich der Pkw auf der Basis der Stundenwerte, Hallein A10 (05.2021-04.2022).

4.2. Häufigkeitsverteilung der Fahrgeschwindigkeiten

Die nächste Abbildung zeigt mit der Fahrzeuganzahl gewichtete Häufigkeitsverteilungen der Fahrgeschwindigkeit je Tempolimit. Die Häufigkeitsverteilungen unterscheiden sich deutlich nach dem Tempolimit. Die häufigsten Fahrgeschwindigkeiten sind 98 und 99 km/h bei Tempo 100 und 105 km/h bei Tempo 130. Nur wenige Stundenwerte betragen über 104 km/h bei Tempo 100 und über 118 km/h bei Tempo 130. Über das Fahrverhalten einzelner Pkw ist damit nichts ausgesagt.

Die Verteilung ist bei Tempo130 schon immer deutlich breiter als bei Tempo100 gewesen. Nun aber hat sie sich im Vergleich zu den früheren Jahren stark verändert und hat nun nicht mehr den Charakter einer typischen Häufigkeitsverteilung. Sie ist hin zu tieferen Geschwindigkeiten verformt worden, etwas ist dies auch bei der Verteilung für Tempo100 der Fall. Dies deutet auf eine zeitweise Störung des Verkehrsflusses hin. Ob dabei Stau oder/und Bauarbeiten oder etwas anderes die Ursache waren, konnte nicht eruiert werden.

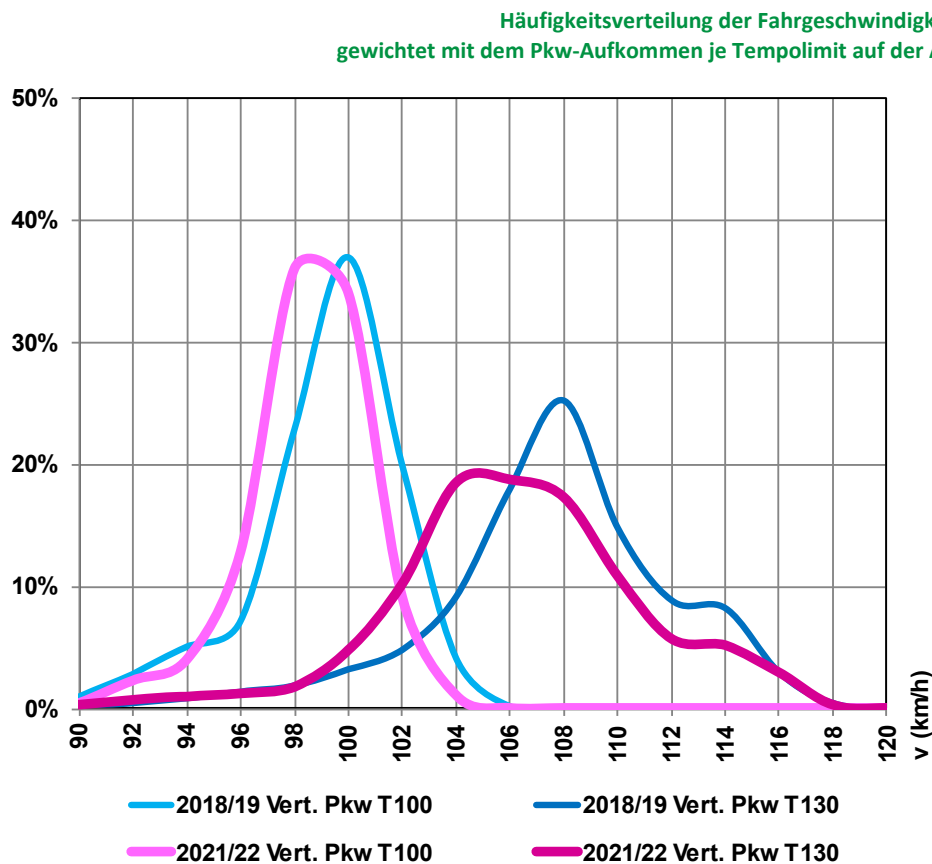


Abbildung 4.2: Mit dem Pkw-Aufkommen gewichtete Häufigkeitsverteilung der Fahrgeschwindigkeit je Tempolimit auf der A10 bei Hallein, Basis Stundenwerte (05.2021-04.2022 und 05.2018-08.02.2019).

4.3. Tagesgang der mittleren Fahrgeschwindigkeit

Der mittlere Tagesgang der Geschwindigkeit zeigt beim Leichtverkehr bei Tempo100 keine großen tageszeitlichen Unterschiede. Bei Tempo130 zeigt sich die Absenkung in der Nacht von 22-5 Uhr; die höchsten Geschwindigkeitswerte wurden in den Abendstunden erreicht.

Bei den schweren Nutzfahrzeugen (SNF) zeigen sich ebenfalls nur schwach ausgeprägte Tagesgänge in den gemessenen Geschwindigkeiten, kaum Unterschiede zwischen Tempo100 und Tempo130. In der Nacht sind die Geschwindigkeiten generell etwas tiefer, die rasche Absenkung nach 22 Uhr dürfte auf den Umstand zurückzuführen sein, dass für Lkw zwischen 22:00 und 05:00 eigentlich ein Tempolimit von 60 km/h gilt. Die höchsten Geschwindigkeiten werden von 17 bis 22 Uhr gefahren.

Mittlerer Tagesgang der Geschwindigkeit des LV und der SNF auf der A10

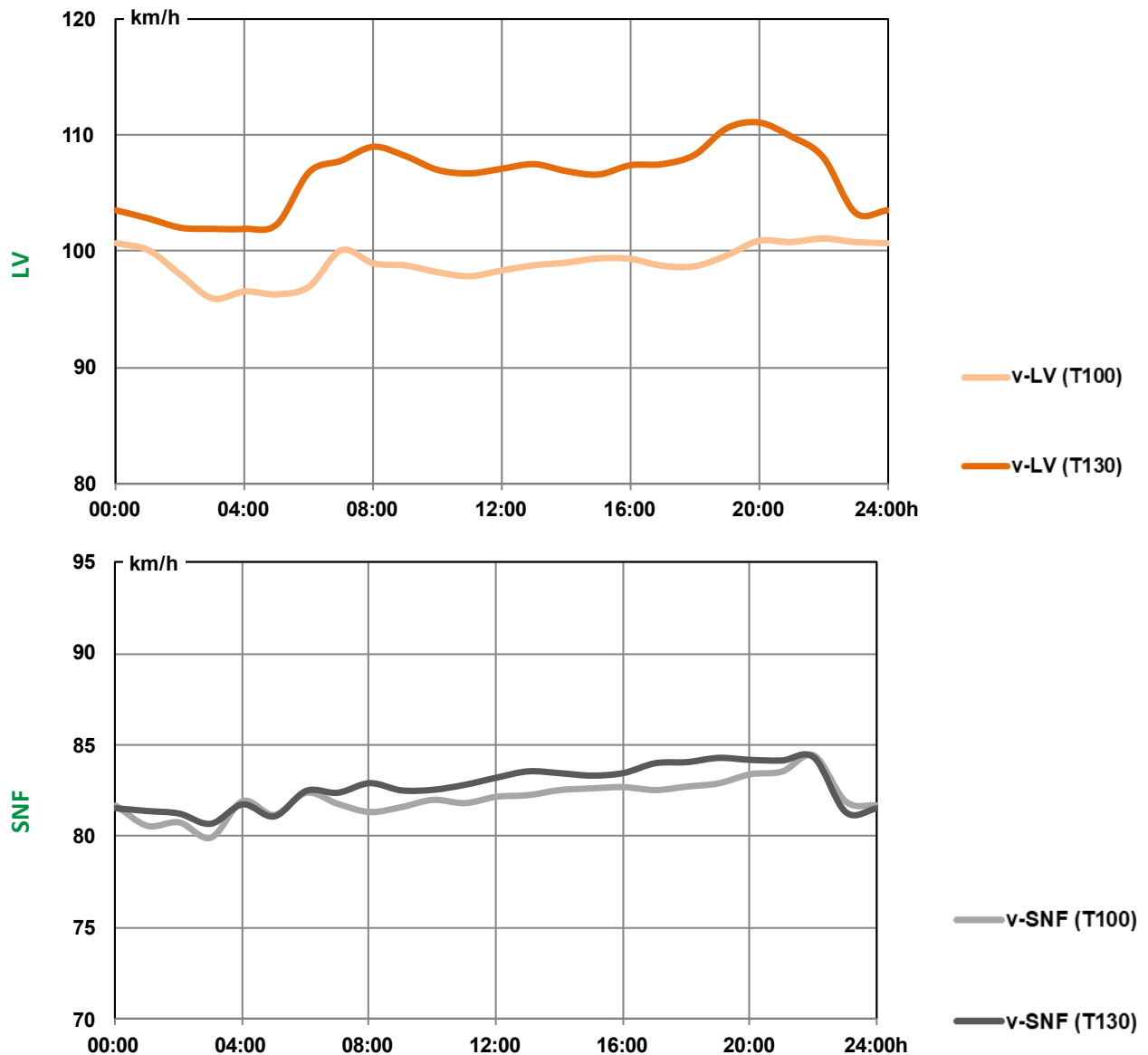


Abbildung 4.3: Mittlerer Tagesgang der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs (oben) und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF; unten) auf der A10 bei Hallein (05.2021-04.2022).

Im August 2021 zeigten sich auffällig viele Geschwindigkeitseinbrüche (s. Abbildung 4.1). Im mittleren Tagesgang der Fahrgeschwindigkeit zeigt sich, dass die mittlere Fahrgeschwindigkeit bei Tempo130 im August 2021 über den ganzen Tag niedriger war als in den übrigen 11 Monaten des Betriebsjahres. Nachts machte das nur 1-2 km/h aus, tagsüber aber bis zu 7 km/h. Die Gründe hierfür (s. auch Kap. 4.2) konnten nicht eruiert werden.

Mittlerer Tagesgang der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs

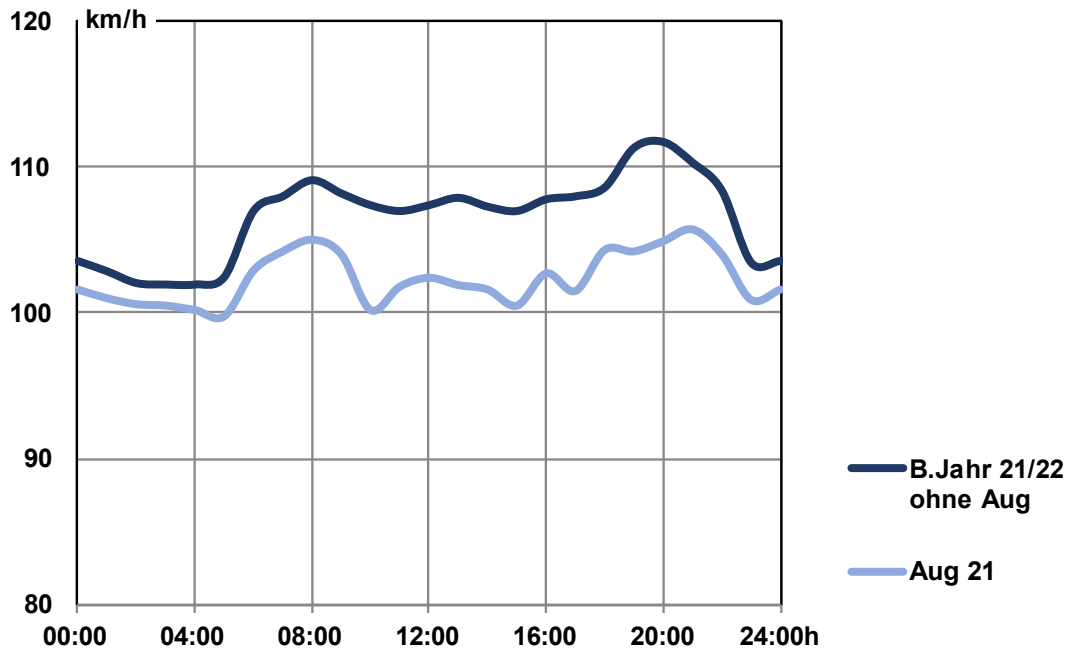


Abbildung 4.4: Mittlerer Tagesgang der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs auf der A10 bei Hallein im August 2021 bzw. im gesamten Betriebsjahr 2021/22 ohne August.

4.4. Monatsmittel der Fahrgeschwindigkeit

Die im Folgenden dargestellten Monatsmittelwerte beziehen sich nur auf die Tagesstunden von 6 – 22 Uhr. Sie schwanken beim Leichtverkehr bei Tempo130 mehr als bei Tempo100. Die verringerten Werte für den August 2021 wurden im letzten Abschnitt diskutiert.

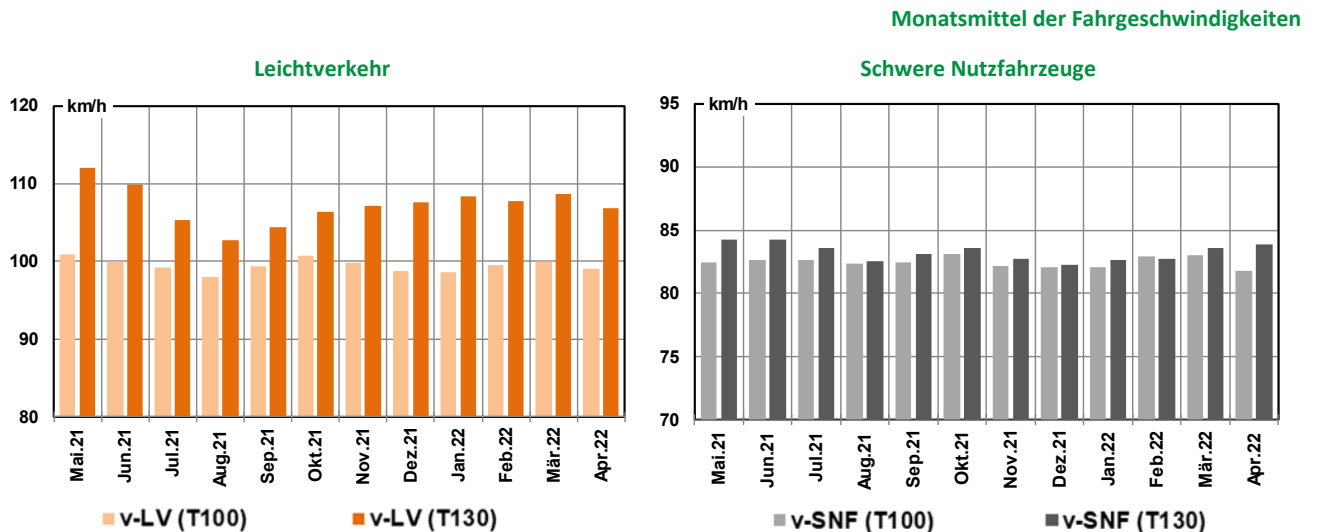


Abbildung 4.5: Monatsmittelwerte der mittleren gemessenen Fahrgeschwindigkeit von 6-22 Uhr je Tempolimit: Leichtverkehr (links) und schwere Nutzfahrzeuge (SNF; rechts) auf der A10 bei Hallein (05.2021-04.2022).

4.5. Mittlere Fahrgeschwindigkeiten des Leichtverkehrs nach Tempolimit

Die **mittleren** Fahrgeschwindigkeiten des Leichtverkehrs je nach Tempolimit werden in der folgenden Tabelle aufgelistet. Zu Vergleichszwecken werden auch die Werte von früheren Betriebsjahren inkl. 2011/12 (vor Sensorwechsel) angegeben.

Tabelle 4.1: Mittelwerte der effektiven Fahrgeschwindigkeiten des Leichtverkehrs (LV) je Tempolimit tagsüber (6-22 Uhr) und in der Nacht (22-6 Uhr) auf der A10 bei Hallein (05.2021-04.2022, 05.2018-08.02.2019, 05.2017-04.2018, 05.2016-04.2017 bzw. 05.2011-04.2012).

Tempolimit (05.2021-04.2022)	LV: v [km/h] 6-22 Uhr	LV: v [km/h] 22-6 Uhr
mit IG-L Schaltung	99.1	97.5
ohne IG-L Schaltung	107.9	103.6

Tempolimit (05.2018-08.02.2019)	LV: v [km/h] 6-22 Uhr	LV: v [km/h] 22-6 Uhr
mit IG-L Schaltung	99.7	98.3
ohne IG-L Schaltung	109.5	105.1

Tempolimit (05.2017-04.2018)	LV: v [km/h] 6-22 Uhr	LV: v [km/h] 22-6 Uhr
mit IG-L Schaltung	100.0	98.1
ohne IG-L Schaltung	110.3	105.3

Tempolimit (05.2016-04.2017)	LV: v [km/h] 6-22 Uhr	LV: v [km/h] 22-6 Uhr
mit IG-L Schaltung	99.8	99.9
ohne IG-L Schaltung	109.2	104.7

Vor Sensorwechsel Tempolimit (05.2011-04.2012)	LV: v [km/h] 6-22 Uhr	LV: v [km/h] 22-6 Uhr
mit IG-L Schaltung	103.6	103.3
ohne IG-L Schaltung	113.9	108.7

Die in Tabelle 4.1 angeführten Geschwindigkeiten werden zur Abschätzung der lufthygienischen Wirksamkeit der Tempo100-Schaltung verwendet (Kap. 5). Durch das Tempolimit wurde im aktuellen Betriebsjahr tagsüber eine Geschwindigkeitsreduktion um **8.8 km/h** (Betriebsjahr 2018/19: 9.8 km/h) erreicht. Im Vergleich zum früheren Betriebsjahr 2018/19 wurde bei beiden Tempolimits tagsüber und nachts langsamer gefahren, vor allem bei 'Tempo130' (ohne IG-L Schaltung).

5. Wirksamkeit der flexiblen Tempo100-Schaltung auf der A10 zwischen Salzburg und Golling

Zur Abschätzung der Wirksamkeit von Geschwindigkeitsbegrenzungen auf Emissionen und Immissionen werden Szenarien mit verschiedenen Geschwindigkeitsmustern entwickelt (permanente bzw. temporäre Geschwindigkeitsbegrenzungen) und die daraus folgenden unterschiedlichen Emissionen berechnet. Zur Umsetzung dieser unterschiedlichen Emissionen in Immissionen wird das empirische Ausbreitungsmodell von Oekoscience (Tau-Modell) eingesetzt. Die hier verwendeten mittleren Fahrgeschwindigkeiten sind in Tabelle 4.1 wiedergegeben.

5.1. Emissionsreduktionen

Bei den **Emissionen** an NO_x und CO₂ lassen sich die folgenden **Reduktionen durch das real umgesetzte Tempo100-Limit** abschätzen (Reduktion der mittleren Geschwindigkeit des Leichtverkehrs tagsüber um die ermittelten **8.8 km/h**):

Tabelle 5.1: Emissionsreduktionen für NO_x und CO₂ durch das real umgesetzte flexible Tempo100-Limit auf dem 27 km langen Abschnitt Salzburg-Golling der A10 (05.2021-04.2022):

	NO _x	CO ₂
Gesamtemission [t/y]	231	117'500
Einsparung durch flexibles T100 [t/y]	-11.5	-1'795
in %	-4.7%	-1.5%

Durch das flexible Geschwindigkeitslimit auf der A10 zwischen Salzburg und Golling konnten 4.7% der NO_x- bzw. 1.5% der CO₂-Emissionen (über alle Fahrzeugkategorien) eingespart werden. Der Prozentsatz dieser Einsparungen ist tiefer als im letzten untersuchten Betriebsjahr 2018/19, weil die real erreichte Geschwindigkeitsreduktion und die Schalthäufigkeit geringer waren.

Die prozentuale Kraftstoffeinsparung dürfte sich etwa im Bereich der CO₂-Einsparung bewegt haben. Die Abschätzung der Emissionsreduktionen basiert neu auf dem Handbuch der Emissionsfaktoren HBEFA 4.2. Die Gesamtemission an CO₂ wird inklusive Bio-Kraftstoffe angegeben.

5.2. Szenarien der Immissionsreduktionen

Zur **Abschätzung der Reduktionen bei den Immissionen an NO_x und NO₂** wurden fünf Szenarien für den Zeitraum **Mai 2021 – April 2022** berechnet:

- **“Tempo100 immer“**: Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren stets mit der bei Hallein gemessenen Durchschnittsgeschwindigkeit bei 'Tempo 100' (entspricht 99.1 km/h tagsüber bzw. 97.5 km/h nachts).
- **“Tempo100 nie“**: Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren stets mit der bei Hallein gemessenen Durchschnittsgeschwindigkeit bei 'Tempo 130' (entspricht 107.9 km/h tagsüber bzw. 103.6 km/h nachts).
- **“Tempo100 temporär“**: Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren in den Halbstunden, in welchen die Steuerung Tempo 100 bestimmt hat, mit 'Tempo 100', und in den übrigen mit 'Tempo 130'. *Dies ist der Realzustand für Hallein (mit den dort vorhandenen Emissionen und Immissionen).*
- **“Tempo100 Winterhj.“**: Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren im Winterhalbjahr (Oktober – März) stets mit 'Tempo 100', im Sommerhalbjahr stets mit 'Tempo 130'.
- **“Tempo100 nie (vor VBA)“**: Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren stets mit der bei Hallein früher (vor Inkraftsetzung des Tempo100-Limits) vorhandenen Durchschnittsgeschwindigkeit bei 'Tempo 130' (118 km/h als 'typische' Autobahngeschwindigkeit ohne VBA), aber mit den Emissionsfaktoren des Jahres 2021/22.

Für den übrigen Verkehr (Busse und Lkw) wurden kategorienspezifische Referenzgeschwindigkeiten verwendet.

Ausgehend von der realen Situation des Verkehrsaufkommens und der Immissionen wurden die Emissionen und Immissionen an NO_x und NO₂ halbstündlich mit den entsprechenden 'Tempo100'- bzw. 'Tempo130'-Geschwindigkeiten für jedes Szenarium ermittelt. Daraus konnten die Effekte für permanentes und flexibles Tempo100-Limit abgeleitet werden. Hinsichtlich der Immissionen werden die Ergebnisse in den nächsten Tabellen dargestellt.

5.3. Ergebnisse der Geschwindigkeitsszenarien

5.3.1. Emissionen und Immissionen bei Hallein für permanente und flexible Tempo100-Schaltungen im Betriebsjahr 2021/22

Die Tempo100-Schaltungen ergeben merkliche Reduktionen an Emissionen und Immissionen. Die Schaltung reduziert vor allem die chronische Belastung, bricht aber auch Spitzenbelastungen; dies lässt sich gut an der Reduktion der 95%-Perzentile erkennen. In diesem Jahr hätte es auch bei der früheren Situation (vor VBA) bei den damaligen Geschwindigkeiten aber aktuellen Emissionsfaktoren und aktueller Meteorologie keine Überschreitungen des NO₂-Kurzzeitgrenzwertes gegeben. Die frühere Situation 'vor VBA' wird am Schluss dieses Kapitels weiter diskutiert.

Mit dem flexiblen Tempo100 ist die NO₂-Immission um 1.3 µg/m³ reduziert worden; bei einem permanenten Tempo100 wäre sie um weitere 1.5 µg/m³ reduziert worden.

Tabelle 5.2: Absolute Kennzahlen der fünf Szenarien 'Tempo 100 immer', 'Tempo100 nie', 'Tempo100 temporär', 'Tempo100 Winterhalbjahr' und 'Tempo100 nie (vor VBA)', Hallein A10, Mai 2021 – April 2022.

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	896	162	32.2	30.9	75	59	0
T100 nie	1013	185	36.1	33.7	85	65	0
T100 temporär	965	176	34.0	32.4	76	60	0
T100 WHj.	960	175	33.8	32.2	77	60	0
<i>Vor VBA</i>	<i>1204</i>	<i>221</i>	<i>42.6</i>	<i>38.4</i>	<i>99</i>	<i>74</i>	<i>0</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 etwas stärker reduziert als die **NO_x-Emissionen**, weil der Leichtverkehr einen größeren prozentualen Anteil an den NO₂-Emissionen als an den gesamten NO_x-Emissionen hat. Die Reduktion der **NO₂-Immissionen** ist geringer als bei den NO_x-Immissionen, weil das in der Luft mit Hilfe von Ozon 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, und wegen Unterschieden in der zeitlichen Verteilung der Emissionen und Immissionen (jahreszeitlich, tageszeitlich).

Tabelle 5.3: Relative Effekte eines permanenten 'Tempo100' im Vergleich zu 'Tempo130' bei den real ermittelten Fahrgeschwindigkeiten für 'Tempo100' (99.1 km/h tagsüber bzw. 97.5 km/h nachts) bzw. für 'Tempo130' (107.9 km/h tagsüber bzw. 103.6 km/h nachts), Hallein A10, Mai 2021 – April 2022.

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 %
	-11.6%	-12.2%	-10.6%	-8.3%	-11.1%	-9.2%

Relative Effekte des flexiblen Tempo100 bei Hallein im Betriebsjahr:

Die Forderung gemäß BVO, wonach der lufthygienische Effekt mindestens so hoch wie derjenige eines permanenten Tempolimits im Winterhalbjahr sein muss, ist sowohl beim NO_x als auch beim NO₂ nicht erfüllt worden. Die alternative Forderung gemäß BVO, wonach eine Immissionsreduktion beim NO_x erreicht werden soll, die 75% eines ganzjährigen permanenten Tempolimits ausmacht, ist bei weitem nicht erfüllt worden. Der Grund dafür ist eine Schalthäufigkeit von nur noch 29% der Gesamtzeit. Eine allfällige Herabsetzung des Schwellenwertes, was zu einer Erhöhung der Schalthäufigkeit führen würde, muss vor dem Hintergrund eines NO₂-Jahresmittels von nur noch 32.5 µg/m³ gesehen werden.

Tabelle 5.4: Relative Effekte des flexiblen Tempo100-Limits in Bezug auf ein permanentes Tempo100, Hallein A10, Mai 2021 – April 2022.

Hallein: Relativer Tempo100-Effekt im Betriebsjahr	T100	I_NOx	I_NO ₂	I_NOx	I_NO ₂
	Zeitan- teil	Mittel	Mittel	95 %	95 %
T100 immer	100%	100%	100%	100%	100%
T100 nie	0%	0%	0%	0%	0%
T100 temporär	29%	54%	46%	87%	80%
T100 WHj.	50%	58%	53%	77%	79%

Die Zeitanteile von Tempo100 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.

5.3.2. Vergleich mit der früheren Situation bei Hallein

Es kann davon ausgegangen werden, dass die relativ tiefe 'Tempo130'-Geschwindigkeit (107.9 km/h) auch mit dem Vorhandensein der VBA und den damit verbundenen Kontrollen zu tun hat. Für die frühere Situation (vor Einführung des Tempo100-Limits über die VBA) wird für die A10 bei Hallein von einer 'Tempo130'-Geschwindigkeit von tagsüber und nachts 118 km/h ausgegangen, was als typisch für eine Überlandautobahn ohne VBA gelten kann. In diesem Abschnitt wird aufgezeigt, welche Emissions- und Immissionsreduktionen bezogen auf diesen früheren Zustand durch die VBA mit dem flexiblen Tempo100-Limit erreicht worden sind. Dabei werden die aktuellen Emissionsfaktoren des Betriebsjahres 2021/22 verwendet.

Eine mittlere Geschwindigkeit des Leichtverkehrs von 118 km/h beim Verkehrsaufkommen, den Emissionsfaktoren und den meteorologischen Bedingungen von 2021/22 hätte zu deutlich höheren Immissionen geführt; das NO₂-Jahresmittel hätte 38 µg/m³ erreicht (s. [Tabelle 5.2](#)). Der Effekt der Einführung eines **permanenten** Tempo100 würde in dieser früheren Situation 'Vor VBA' mehr als doppelt so hoch sein wie innerhalb des aktuellen Betriebsjahres (s. [Tabelle 5.3](#)) ausgewiesen.

Tabelle 5.5: Relative Effekte eines permanenten Tempo100 (99.1 km/h tagsüber bzw. 97.5 km/h nachts) im Vergleich zum früheren 'Tempo130' (118 km/h) vor Einführung von Tempo100 mit der VBA, Hallein A10, Mai 2021 – April 2022.

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 %
	-25.6%	-26.5%	-24.4%	-19.6%	-24.4%	-20.5%

Gegenüber dieser früheren Situation hat das aktuelle flexible Tempo100-Regime 80-83% der Wirksamkeit eines permanenten Tempo100 erreicht. Ein permanentes Tempo100-Limit würde laut [Tabelle 5.2](#) dennoch eine weitere Reduktion von 1,5 µg/m³ beim NO₂-Jahresmittel bringen.

Tabelle 5.6: Relative Effekte des aktuellen flexiblen Tempo100 in Bezug auf die frühere 'Tempo130'-Situation ('Vor VBA'), Hallein A10, Mai 2021 – April 2022.

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	29%	83%	80%	95%	92%
T100 WHj.	50%	85%	83%	91%	92%

6. Zusammenfassung

Im Betriebsjahr Mai 2021 – April 2022 war Tempo100 auf der A10 zwischen Salzburg und Golling während durchschnittlich 32% der Betriebszeit geschaltet. Bei einer Verfügbarkeit der Tempo100-Schaltung von nur 91.6% entspricht dies 29% der Gesamtzeit.

Im Vergleich mit den bisherigen Betriebsjahren war die Tempo100-Häufigkeit noch nie so tief wie im gegenständlichen Betriebsjahr. Nur im März und April 2022 war die Schalthäufigkeit höher als im Betriebsjahr 2018/19. Der hauptsächliche Grund dafür ist die Anhebung des Schwellenwertes der Schaltung im August 2020. Daneben spielen auch das verminderte Pkw-Aufkommen und die Flottenmodernisierung eine Rolle.

Nach Jahreszeiten unterteilt weist der Winter (41%) mit Abstand die größte Schalthäufigkeit auf, das Frühjahr (20%) die geringste. Nach Wochentagen wies der Freitag die größte Häufigkeit auf (knapp 40%); die übrigen Tage erreichten mit 20-32% zum Teil deutlich niedrigere Schalthäufigkeiten.

In der Gesamtschau über die letzten 11 Betriebsjahre waren die Monatsmittel der NO_x-Immissionen in den letzten beiden Betriebsjahren für praktisch alle Monate so tief wie noch nie. Einerseits ist nach langen Jahren der praktischen Stagnation Bewegung in die realen Emissionsfaktoren über alle Fahrzeugkategorien gekommen. Andererseits haben die lockdownbedingten Verkehrseinbrüche einen großen Einfluss auf die Emissionen und damit Immissionen gehabt.

Die A10 bei Hallein wies im Untersuchungsjahr (Mai 2021 – April 2022) einen DTV von rund 54'000 Fahrzeugen auf, 8% weniger als im Jahr 2018/19 vor der Pandemie. Davon waren 79% Pkw, 10% schwere Güterfahrzeuge. Im Vergleich mit 2018/19 gab es immer noch 10% weniger Pkw, aber 3% mehr Lfw; die schweren Güterfahrzeuge wiesen einen gleichen DTV auf, Busse fuhren aber nur noch zur Hälfte. Das Phänomen des eingebrochenen Busverkehrs findet sich in ganz Österreich.

Durch das Tempo100-Limit wurde im aktuellen Betriebsjahr tagsüber eine reale Geschwindigkeitsreduktion um **8.8 km/h** (Betriebsjahr 2018/19: 9.8 km/h) erreicht. Im Vergleich zum früheren Betriebsjahr 2018/19 wurde bei beiden Tempolimits tagsüber und nachts langsamer gefahren, vor allem bei 'Tempo130'. Durch das flexible Geschwindigkeitslimit auf der A10 zwischen Salzburg und Golling konnten 4.7% der NO_x- bzw. 1.5% der CO₂-Emissionen (über alle Fahrzeugkategorien)

eingespart werden. Der Prozentsatz dieser Einsparungen ist tiefer als im letzten untersuchten Betriebsjahr 2018/19, weil die real erreichte Geschwindigkeitsreduktion und die Schalthäufigkeit geringer waren. 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 4.2.

Mit dem flexiblen Tempo100 ist die NO₂-Immission um 1.3 µg/m³ reduziert worden; bei einem permanenten Tempo100 wäre sie um weitere 1.5 µg/m³ reduziert worden.

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 nicht erfüllt worden. Die alternative Forderung gemäß BVO, wonach eine Immissionsreduktion beim NO_x erreicht werden soll, die 75% eines ganzjährigen permanenten Tempolimits ausmacht, ist bei weitem nicht erfüllt worden. Der Grund dafür ist eine Schalthäufigkeit von nur noch 29% der Gesamtzeit. Eine allfällige Herabsetzung des Schwellenwertes, was zu einer Erhöhung der Schalthäufigkeit führen würde, muss vor dem Hintergrund eines NO₂-Jahresmittels von nur noch 32.5 µg/m³ gesehen werden.