

**Zukünftige Entwicklung der
Stickstoffoxidimmissionen
bei Hallein im Hinblick auf
eine allfällige Aufhebung
des Tempo100-Limits auf
der A10**

Dr. Jürg Thudium
Dr. Carine Chélala
28.06.2023 / 5322.30

Oekoscience AG

Postfach 452
CH - 7001 Chur

Telefon: +4181 250 3310
Thudium@oekoscience.ch

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Erwägungen	2
3. Szenarien der zukünftigen Stickstoffoxid-Immissionen bei Hallein an der A10	3
3.1. Methodik	3
3.2. Schätzung des zukünftigen Verkehrsaufkommens	4
3.3. Mittlere Fahrgeschwindigkeiten	5
3.4. Schätzung der zukünftigen Emissionsfaktoren (EFA)	6
3.4.1. Allgemein	6
3.4.2. NO _x - und NO ₂ -EFA je Fahrzeugkategorie 2016/17-2026	8
3.4.3. CO ₂ -Emissionsfaktoren je Fahrzeugkategorie 2016/17-2026	9
4. Ergebnisse der Szenarien für Hallein A10	10
5. Zusammenfassung	14
6. Dokumentation der Szenarienergebnisse	16

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3.1: Geschätzte Verkehrsentwicklung auf der A10 bei Hallein 2023-2026 aufgrund der Entwicklung 2015 - 2019. Quelle der Verkehrsdaten: Asfinag.	4
Abbildung 3.2: Mittlere Fahrgeschwindigkeit der Pkw tagsüber (5-22 Uhr) bzw. nachts auf der A10 bei Hallein bei 'Tempolimit 130' in den Betriebsjahren 2013/14 bis 2022/23.	5
Abbildung 3.3: Entwicklung der Emissionsfaktoren (EFA) der Pkw und Lkw für NO _x und NO ₂ auf österr. Autobahnen, v=120 km/h gemäß HBERFA4.2 und HBERFA4.1, 2015-2025.	7
Abbildung 3.4: NO _x - bzw. NO ₂ -Emissionsfaktoren je Fahrzeugkategorie 2016/17-2026, HBERFA4.2 für Autobahn Österreich, 122 km/h beim Leichtverkehr, Land, flüssiger Verkehr, keine Längsneigung.	8
Abbildung 3.5: CO ₂ -Emissionsfaktoren je Fahrzeugkategorie 2016/17-2026 gem. HBERFA4.2 für Autobahn Österreich, 122 km/h beim Leichtverkehr, Land, flüssiger Verkehr, keine Längsneigung. SNF: Schwere Nutzfahrzeuge (Lkw + SLZ).	9
Abbildung 4.1: Ergebnisse der Stickoxidszenarien für NO ₂ (unten) bzw. NO _x (oben), Hallein A10, 2023-2026 mit Messwerten 2021/22 – 2022/23. 'VZ': Szenarien mit Verkehrszunahme. 'NULL': Szenarien mit Nullwachstum des Verkehrs. 'mittel': Mittlere atmosphärische Ausbreitungsbedingungen. 'ungünstig': Ungünstige atmosphärische Ausbreitungsbedingungen.	11
Abbildung 4.2: Molekulare Immissionsanteile NO ₂ /NO _x in den beiden Referenzjahren 2016/17 und 2018/19 in Abhängigkeit von der NO _x -Konzentration in den Szenarien 2023-2026 mit Referenzjahr 2018/19 (links), Differenz der beiden Kurven (rechts).	12

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1: Immissionssituation bei Hallein A10 mit Effekten der flexiblen Tempo100-Schaltung.	2
---	---

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. Am 10.08.2020 wurden die Parameter der Schaltung an das HBEFA4.1 adaptiert, wobei auch der Schwellenwert des NO_x-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.

Beim Land Salzburg stellt sich die Frage, ob das flexible Tempo100-Limit aufgehoben werden soll. Dazu müsste der EU-Grenzwert für NO₂ mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit im Jahr 2023 und in den Folgejahren eingehalten werden. In der hier angebotenen Studie wird eine Abschätzung zur zukünftigen Entwicklung der Stickoxidimmissionen im Bereich der A10 bei Hallein für den Zeitraum 2023-2026 gemacht. Das Land kann dann über eine allfällige Aufhebung des flexiblen Tempo100-Limits entscheiden.

2. Erwägungen

Die Immissionssituation an der Messstelle Hallein A10 stellt sich in den letzten vier Betriebsjahren wie folgt dar:

Tabelle 2.1: Immissionssituation bei Hallein A10 mit Effekten der flexiblen Tempo100-Schaltung.

Betriebsjahr	I_NO ₂ (flex. T100) [µg/m ³]	I_NO ₂ (T130 perm.) [µg/m ³]	Effekt flex. T100 [µg/m ³ NO ₂]	Zeitanteil flex. T100 [%]	I/E (NO _x)* [ppb/g]
2015/16	48,9	51,5	2,6	55%	0,0466
2016/17	49,7	53,0	3,3	54%	0,0412
2017/18	46,8	50,1	3,3	48%	0,0479
2018/19	43,8	46,4	2,6	40%	0,0457
2021/22	32,4	33,7	1,3	29%	0,0356**

* I/E: Mittlere NO_x-Immission in ppb bei Hallein aufgrund der auf der A10 pro km und pro Stunde ausgestoßenen mittleren NO_x-Emissionsmenge in g.

** : Berechnet nach HBEFA4.1, übrige nach HBEFA3.2.

In den letzten vier Jahren des flexiblen Tempo100-Limits mit ganzjährigem Betrieb betrug der Unterschied zwischen permanentem 'Tempo130' und flexiblem 'Tempo100' 2.6 bis 3.3 µg/m³ NO₂ bei einer Schalthäufigkeit von Tempo100 von 40-55% der Gesamtzeit. Im letzten zurzeit vorhandenen Betriebsjahr betrug der Effekt nur 1.3 µg/m³, allerdings bei nur noch 29% Schaltzeit und markant reduzierter Stickoxidimmission.

Das Verhältnis I/E für NO_x ist ein grundlegendes Maß für die lufthygienische Ausbreitungssituation im betreffenden Zeitraum. Ein hoher Wert bedeutet eine im Mittel hohe Immission pro ausgestoßener Emissionseinheit. Der Wert von 2021/22 wurde mit dem damals neuen HBEFA4.1 berechnet; da die NO_x-Emissionen im HBEFA4.1 gegenüber dem HBEFA3.x stark angestiegen sind, fallen die entsprechenden I/E-Werte und können nicht mit früheren Werten verglichen werden.

Die zukünftige Immissionsentwicklung wurde mit Szenarien abgeschätzt, in welchen die zukünftige Entwicklung von Verkehrsaufkommen und Emissionsfaktoren postuliert wurde. Zur Berücksichtigung des möglichen meteorologischen Einflusses wurde eine 'mittlere' und eine 'ungünstige' Variante berechnet.

3. Szenarien der zukünftigen Stickstoffoxid-Immissionen bei Hallein an der A10

3.1. Methodik

Die zukünftige Stickoxid-Immissionssituation bei Hallein an der A10 wurde für die Jahre 2023-2026 in zwei Varianten abgeschätzt: eine 'mittlere' und eine 'ungünstige', bezogen auf die atmosphärischen Ausbreitungsbedingungen. Dazu wurden die bisherigen Evaluationen von Tempo100 von 2015/16 bis 2020/21 betrachtet, wo bereits ausgewertete Daten vorliegen. Der Faktor 'Tau' (Immissionsbeitrag pro Emissionseinheit für NO_x) ist ein Maß für die Ausbreitungsbedingungen, welches in den Evaluationen für jede Halbstunde bestimmt wurde. Anhand dieser mittleren Tau-Faktoren wurde ein 'mittleres' (2018/19) und ein 'ungünstiges' (2016/17) früheres Betriebsjahr herausgesucht (sog. Referenzjahre), und jene Ausbreitungsbedingungen mit den Schätzungen für die zukünftigen Emissionen an NO_x und NO₂ verknüpft. Das 'mittlere' Jahr 2018/19 wies einen mittleren Tau-Faktor von 0.0368 auf, das 'ungünstige' einen solchen von 0.0424, also 15% mehr. Ausgehend von den beiden Referenzjahren ergaben sich Schätzungen für die zukünftigen *Immissionen* an NO_x und NO₂ im mittleren und im ungünstigen Fall. Auch in ungünstigen Jahren sollte der Grenzwert für NO₂ nicht mehr überschritten werden.

Für die Zukunftsabschätzungen wurde von einem permanenten 'Tempo130' ausgegangen (mit den entsprechenden gemessenen mittleren Geschwindigkeiten 'ohne IGL-Schaltung' tagsüber und nachts in den bisherigen Betriebsjahren), denn es geht ja um die allfällige Aufhebung des flexiblen Tempo100-Limits. Für die Abschätzungen 2023-2026 variieren nur die Emissionen (d.h. Verkehrsaufkommen und Emissionsfaktoren) und die Tauwerte für die beiden Varianten 'mittel' und 'ungünstig'.

Konkret sind für die beiden Referenzjahre die stündlichen NO_x- und NO₂-Emissionen neu zu berechnen anhand der Emissionsfaktoren gemäß dem neuen HBEFA4.2, dem Verkehrsaufkommen je Fahrzeugkategorie und eben den Fahrgeschwindigkeiten. Mit den so ermittelten stündlichen Ausbreitungsverhältnissen zwischen resultierender Immission und ursächlicher Emission (Faktor 'Tau') werden in Zukunftsszenarien die neuen Immissionen in späteren Jahren aufgrund neuer Emissionen geschätzt, im mittleren und ungünstigen Fall. Für die NO₂-Immissionen braucht es ein spezielles Modul, da diese teilweise erst in der Luft nach der Emission von NO gebildet werden.

3.2. Schätzung des zukünftigen Verkehrsaufkommens

Zur Schätzung des zukünftigen Verkehrsaufkommens wird die bisherige Entwicklung von 2015 bis 2019 je Fahrzeugkategorie (Pkw, Lfw, SNF (= Lkw + SLZ), Busse) linear bis 2026 fortgeführt.

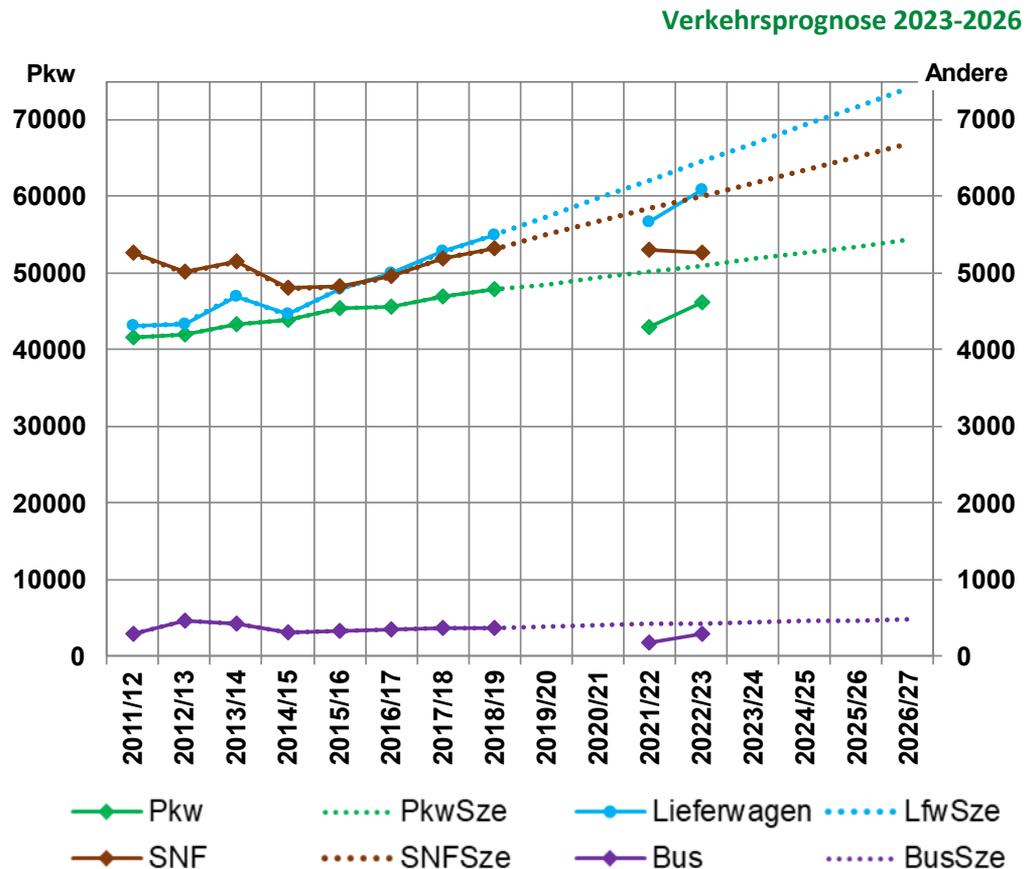


Abbildung 3.1: Geschätzte Verkehrsentwicklung auf der A10 bei Hallein 2023-2026 aufgrund der Entwicklung 2015 - 2019. Quelle der Verkehrsdaten: Asfinag.

Die erhobenen Verkehrszahlen für die beiden Betriebsjahre 2021/22 und 2022/23 liegen allesamt unter den Prognoselinien. Bezüglich Grenzwerteinhaltung stellt die Prognose also eine konservative Schätzung dar. Allerdings könnten immer noch gewisse Coroneffekte vorhanden gewesen sein.

Die stärksten **prozentualen Zunahmen in den Prognosen** verzeichnen die Lfw. Ausgehend vom Jahr 2018/19 nehmen gemäß dieser Schätzung die Lfw jährlich um 4.3% zu, die Pkw um 1.7%, die SNF um 3.2% und die Busse um 3.5%.

Zur Ausweisung des Effektes des Verkehrswachstums wurde für jedes Szenarium auch die Variante 'NULL' ohne Verkehrswachstum (seit dem jeweiligen Referenzjahr) berechnet.

3.3. Mittlere Fahrgeschwindigkeiten

Bei der Neuberechnung der Emissionen gemäß HBEFA4.2 in den beiden Referenzjahren wurde auf die real gemessenen stündlichen Fahrgeschwindigkeiten abgestellt. Für die Szenarien der zukünftigen Immissionsentwicklung wurde eine mittlere Fahrgeschwindigkeit 'ohne IGL-Limit' postuliert, basierend auf den Messungen in diesen Phasen der letzten Jahre. Für tagsüber (5-22 Uhr) wurde eine Geschwindigkeit von $v=110$ km/h für den Leichtverkehr (Pkw, Lfw und Motorräder) angesetzt, für nachts $v=105$ km/h.

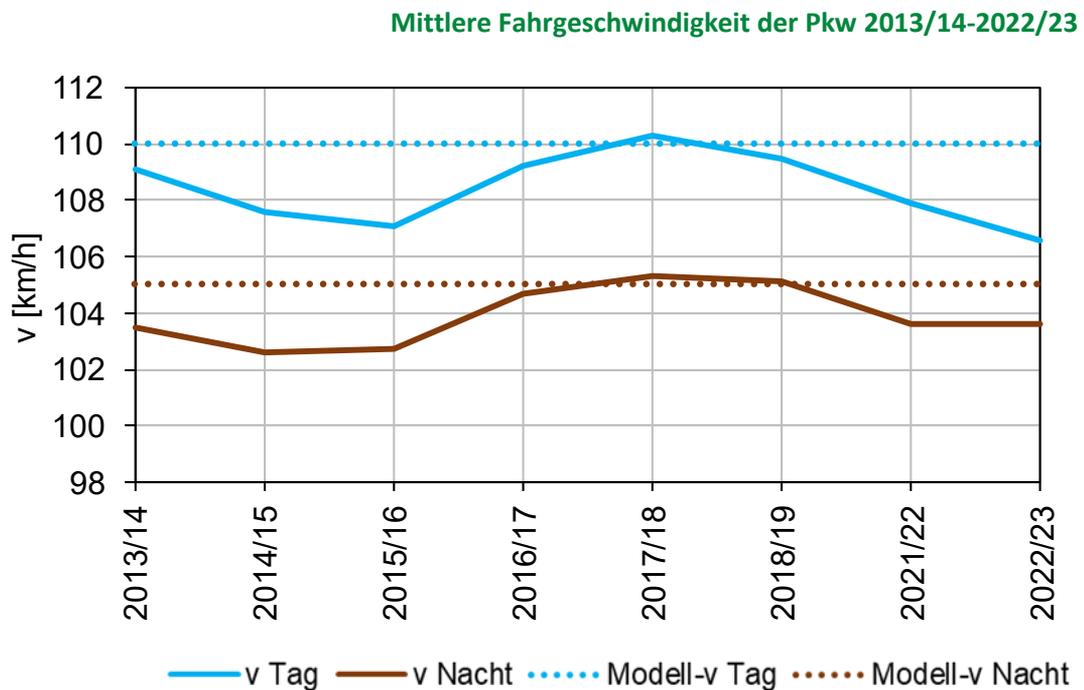


Abbildung 3.2: Mittlere Fahrgeschwindigkeit der Pkw tagsüber (5-22 Uhr) bzw. nachts auf der A10 bei Hallein bei 'Tempolimit 130' in den Betriebsjahren 2013/14 bis 2022/23.

Die Mittelwerte der betreffenden Geschwindigkeiten aus den Betriebsjahren zeigen, dass damit im konservativen Sinne der obere Bereich der Fahrgeschwindigkeiten abgebildet wurde.

3.4. Schätzung der zukünftigen Emissionsfaktoren (EFA)

3.4.1. Allgemein

Für die EFA von NO_x, NO₂ und CO₂ wurde für alle Fahrzeugkategorien auf das aktuelle HBEFA4.2 abgestellt. Die SoloLkw und SLZ werden im Handbuch nicht als solche zusammengefasst, sondern müssen aus den Detaillisten subsummiert werden. Das HBEFA4.2 führt zu etwa 50% höheren NO_x-Emissionen im Vergleich zu den HBEFA3.x. Die Tauwerte, welche die Emissionen zu Immissionen 'umlegen', von früher durften deshalb nicht mit dem HBEFA4.2 verknüpft werden, sondern mussten für die beiden Referenzjahre 2016/17 und 2018/19 anhand des HBEFA4.2 neu berechnet werden (Realfall 'flexibles Tempo100'). Diese Tauwerte wurden für die Immissionsabschätzungen 2023-2026 verwendet.

Das HBEFA4.2 weist zum HBEFA4.1 deutliche Unterschiede auf. Zum einen wurde nun eine markante Abhängigkeit der Stickoxid-EFA von der Alterung eingeführt, was eine deutliche Zeitabhängigkeit der EFA je Euroklasse zur Folge hat.

Zum anderen ändern sich die NO_x- und NO₂-EFA zum Teil deutlich, wie die folgende Abbildung zeigt. Der NO_x-EFA reduziert sich bei den Pkw bis 2025 um immerhin 7% gegenüber dem HBEFA4.1, bei den Lfw bleibt er erhalten. Die NO₂-EFA waren im HBEFA4.1 gegenüber dem HBEFA4.2 von 2015-2025 um 30% bis 140% höher.

Die drastischen Änderungen bei den NO₂-Emissionen ändern die Atmosphärenchemie im quellennahen Bereich z.B. in Szenarienmodellen.

Emissionsfaktoren Pkw und Lfw für NOx und NO₂ auf österr. Autobahnen, v=120 km/h

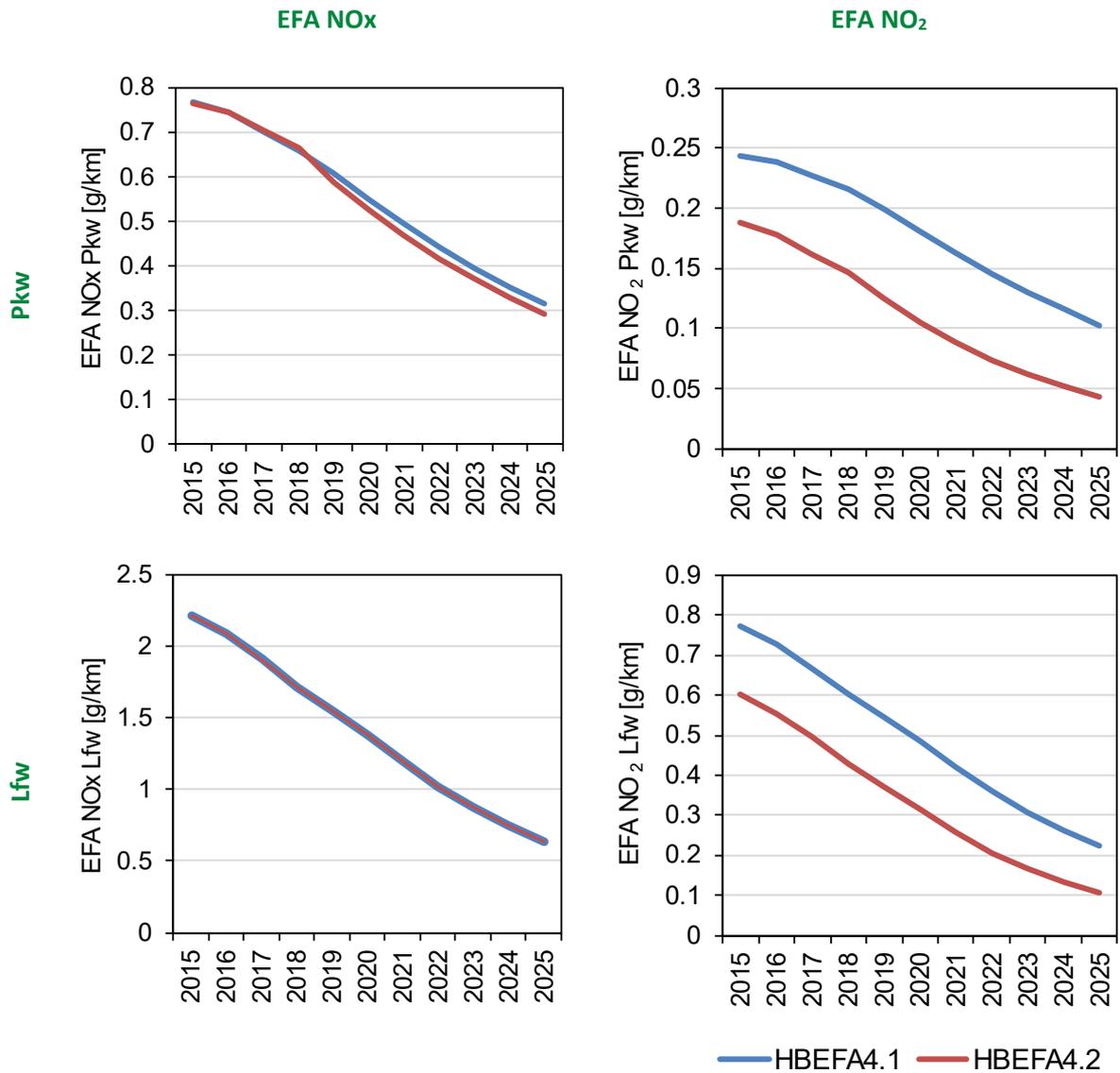


Abbildung 3.3: Entwicklung der Emissionsfaktoren (EFA) der Pkw und Lfw für NOx und NO₂ auf österr. Autobahnen, v=120 km/h gemäß HBERFA4.2 und HBERFA4.1, 2015-2025.

3.4.2. NOx- und NO₂-EFA je Fahrzeugkategorie 2016/17-2026

Die folgenden Grafiken zeigen den Verlauf der NOx-EFA je Fahrzeugkategorie von 2016/17 - 2026 gemäß HBEFA4.2.

Emissionsfaktoren je Fahrzeugkategorie 2016/17 - 2026

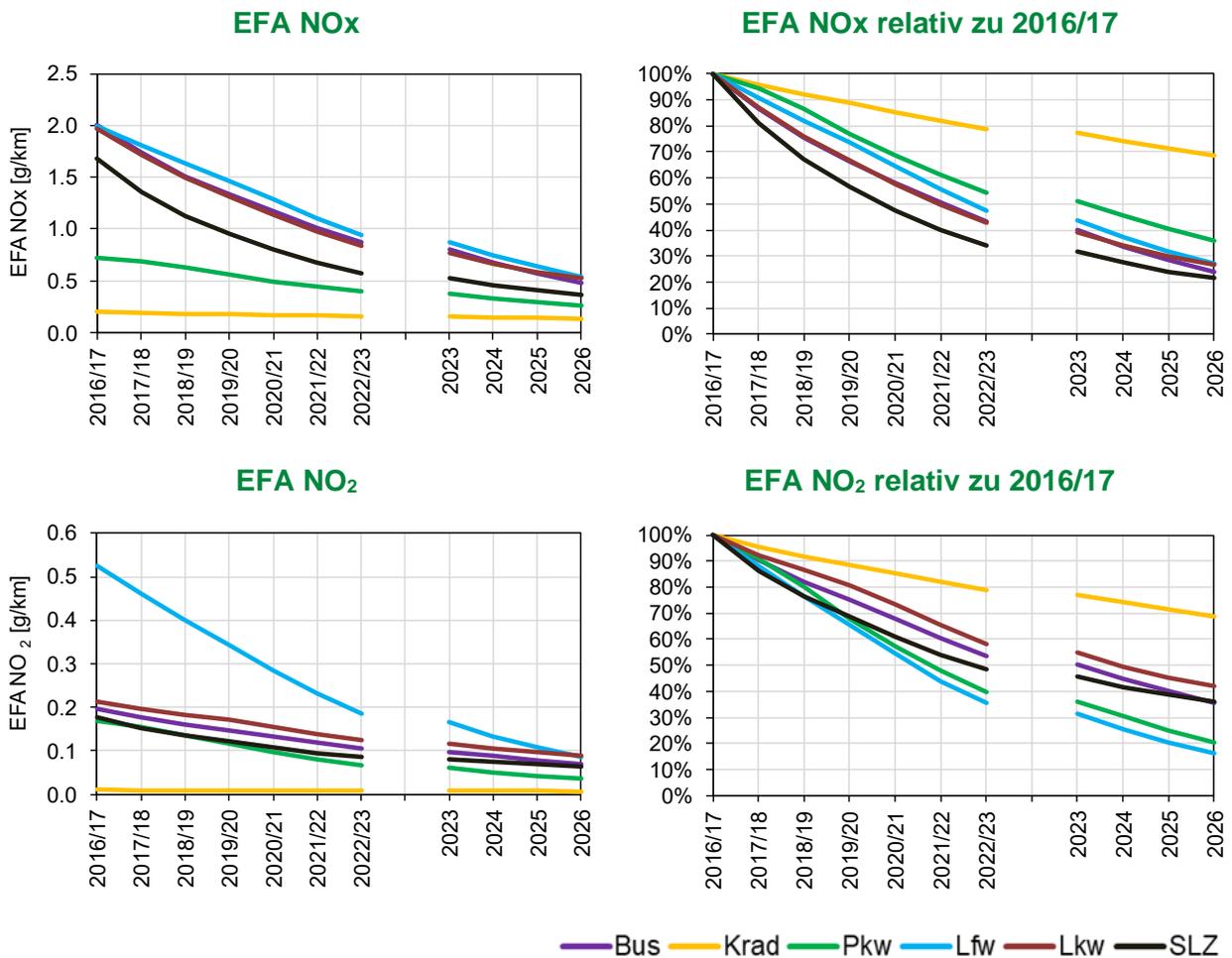


Abbildung 3.4: NOx- bzw. NO₂-Emissionsfaktoren je Fahrzeugkategorie 2016/17-2026, HBEFA4.2 für Autobahn Österreich, 122 km/h beim Leichtverkehr, Land, flüssiger Verkehr, keine Längsneigung.

Man beachte die unterschiedlichen relativen Verläufe beim Leicht- und Schwerverkehr bzgl. NOx- und NO₂-EFA: Die NOx-EFA nehmen beim Schwerverkehr mehr ab, die NO₂-EFA nehmen beim Leichtverkehr mehr ab. Von 2023-2026 werden gem. HBEFA4.2 die EFA generell weiter abnehmen.

3.4.3. CO₂-Emissionsfaktoren je Fahrzeugkategorie 2016/17-2026

Die Entwicklung der CO₂-EFA wird hier der Vollständigkeit halber auch angegeben. Die CO₂-Einsparung wird jeweils in den Tempo100-Evaluationen auch ausgewiesen.

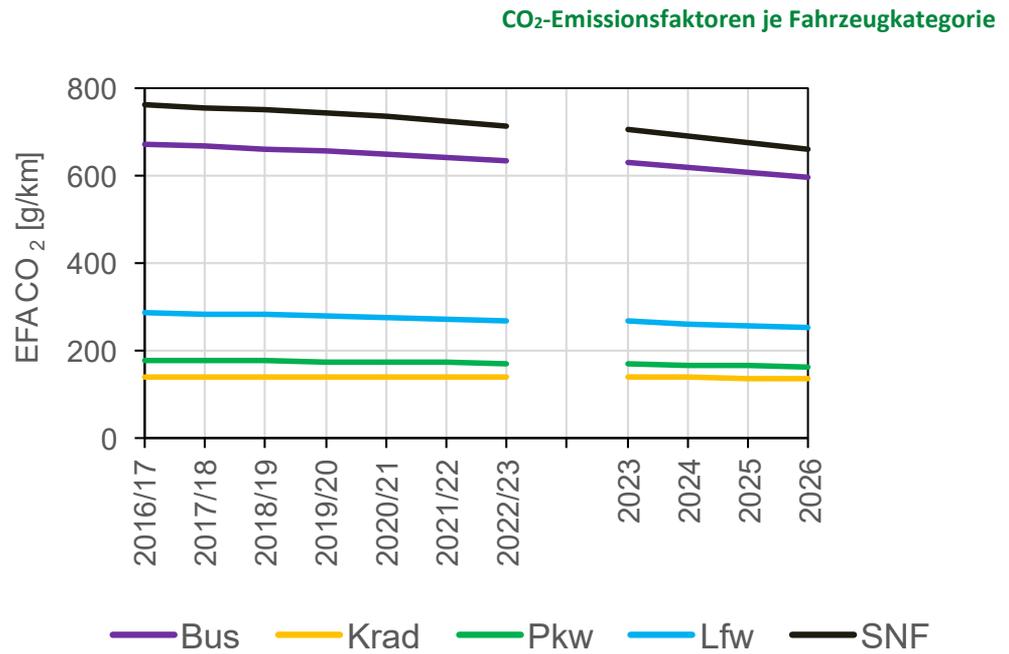


Abbildung 3.5: CO₂-Emissionsfaktoren je Fahrzeugkategorie 2016/17-2026 gem. HBEFA4.2 für Autobahn Österreich, 122 km/h beim Leichtverkehr, Land, flüssiger Verkehr, keine Längsneigung. SNF: Schwere Nutzfahrzeuge (Lkw + SLZ).

Im Unterschied zu den Stickoxiden werden sich die CO₂-EFA (mittlere Fahrzeugemissionen) von 2016/17 bis 2026 nur um etwa 12% reduzieren.

4. Ergebnisse der Szenarien für Hallein A10

Die Ergebnisse der Szenarien bestehen in den geschätzten Halbstundenmittelwerten und daraus abgeleitet den Jahresmittelwerten von NO_x und NO₂ von 2023 bis 2026. In allen Szenarien gilt permanent 'ohne IGL-Tempo100'. Es wurden vier verschiedene Szenarien berechnet:

- Sze 'mittel VZ': Verkehrszunahme gem. Kap. 3.2. Mittlere atmosphärische Durchmischungsverhältnisse (wie 2018/19), tagsüber im Mittel $v=110$ km/h und nachts $v=105$ km/h beim Leichtverkehr (gemäß Messungen in den letzten Betriebsjahren).
- Sze 'mittel NULL': Nullwachstum beim Verkehr seit 2018/19. Mittlere atmosphärische Durchmischungsverhältnisse (wie 2018/19), tagsüber im Mittel $v=110$ km/h und nachts $v=105$ km/h beim Leichtverkehr (gemäß Messungen in den letzten Betriebsjahren).
- Sze 'ungünstig VZ': Verkehrszunahme gem. Kap. 3.2. Ungünstige atmosphärische Durchmischungsverhältnisse (wie 2016/17), tagsüber im Mittel $v=110$ km/h und nachts $v=105$ km/h beim Leichtverkehr (gemäß Messungen in den letzten Betriebsjahren).
- Sze 'ungünstig NULL': Nullwachstum beim Verkehr seit 2016/17. Ungünstige atmosphärische Durchmischungsverhältnisse (wie 2016/17), tagsüber im Mittel $v=110$ km/h und nachts $v=105$ km/h beim Leichtverkehr (gemäß Messungen in den letzten Betriebsjahren).

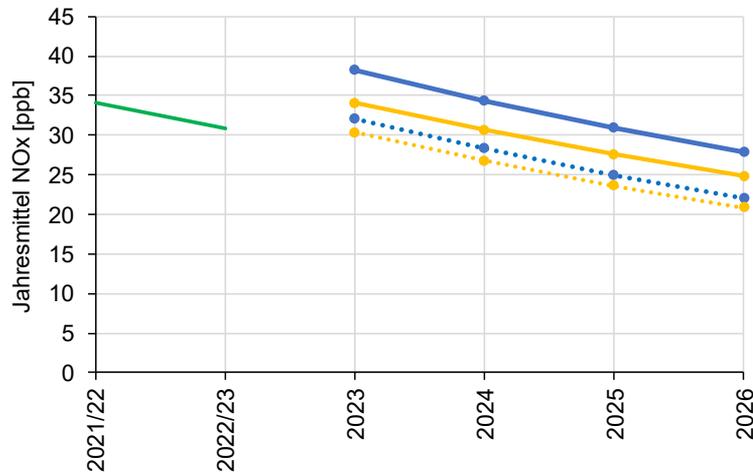
Jahresmittelwerte

Bei Aufhebung des flexiblen Tempo100-Limits wäre grundsätzlich mit einem Wiederanstieg der NO_x- und NO₂-Immissionen zu rechnen. Dazu kämen der Effekt der deutlichen Verkehrszunahme, andererseits aber auch der Abnahme der EFA infolge der Flottenmodernisierung.

Die geschätzten NO₂-Jahresmittel liegen ab 2023 unter $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ab 2025 unter $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ergebnisse der Stickoxidszenarien für Hallein A10, 2023-2026

Szenarien der NOx-Immissionen



Szenarien der NO₂-Immissionen

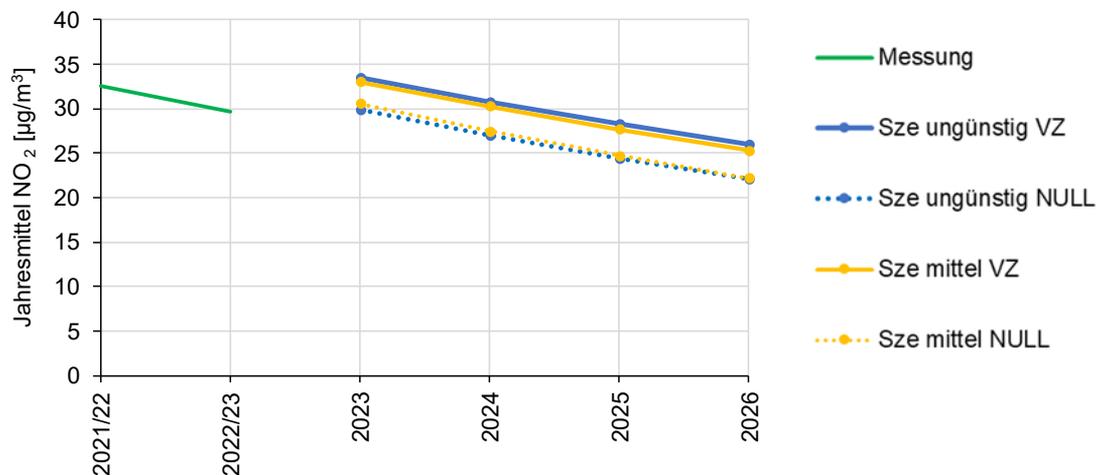


Abbildung 4.1: Ergebnisse der Stickoxidszenarien für NO₂ (unten) bzw. NOx (oben), Hallein A10, 2023-2026 mit Messwerten 2021/22 – 2022/23. 'VZ': Szenarien mit Verkehrszunahme. 'NULL': Szenarien mit Nullwachstum des Verkehrs. 'mittel': Mittlere atmosphärische Ausbreitungsbedingungen. 'ungünstig': Ungünstige atmosphärische Ausbreitungsbedingungen.

Im ungünstigen Szenarium sind die NOx-Jahresmittel jeweils um 3-4 ppb höher als im mittleren Szenarium; dies deshalb, weil im ungünstigen Szenarium die gleichen Emissionen aufgrund der schlechteren Ausbreitungsbedingungen zu höheren Immissionen führen. Die NO₂-Jahresmittel sind im ungünstigen Fall aber nur um 0.5 – 0.7 µg/m³ höher. Schlechtere Ausbreitungsbedingungen gehen oft mit stagnierender Luft und damit tieferen Ozonkonzentrationen einher, was die Konversion von NO zu NO₂ in der Luft limitiert. Im 'ungünstigen' Referenzjahr 2016/17 betrug der NO₂-Immissionsanteil bei Hallein denn auch nur 42%, wohingegen er im 'mittleren' Referenzjahr 2018/19 49% betrug; diese besseren Konversionsbedingungen

übertragen sich auf die Szenarien, wobei die nicht-lineare Abhängigkeit des NO_2/NO_x -Anteils von der NO_x -Konzentration berücksichtigt wird. Der NO_2/NO_x -Anteil sinkt mit zunehmender NO_x -Konzentration; selbst bei einer gleichen $\text{NO}_2/\text{NO}_x(\text{NO}_x)$ -Kurve wäre der NO_2 -Anteil in den Szenarien mit dem ungünstigen Referenzjahr tiefer, weil die NO_x -Werte höher sind. Es kommt aber hinzu, dass die Konversionswerte an sich (bei einem bestimmten NO_x) niedriger sind.

Die nächste Abbildung zeigt die Abhängigkeit des NO_2/NO_x -Anteils von der NO_x -Immission in den beiden Referenzjahren, wobei auf die NO_x -Konzentration im mittleren Szenarium bezogen wird (Kurve im ungünstigen Szenarium um 3.5 ppb NO_x nach links verschoben) und die prozentuale Differenz zwischen den beiden Kurven im Hauptimmissionsbereich von 0 – 125 ppb.

Molekulare Immissionsanteile NO_2/NO_x in den Referenzjahren

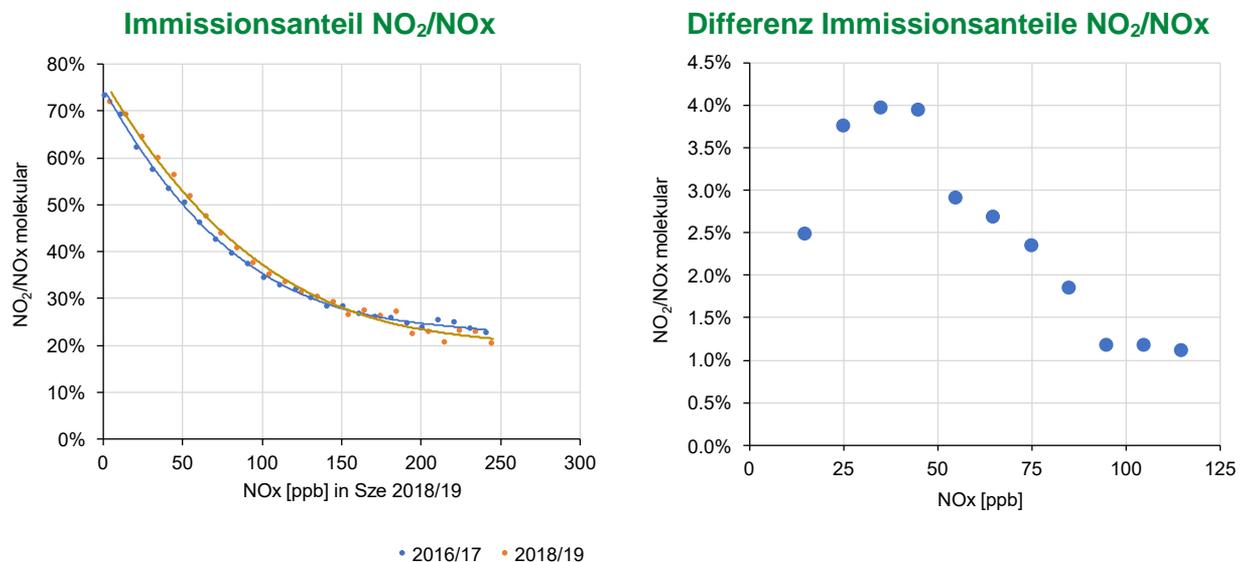


Abbildung 4.2: Molekulare Immissionsanteile NO_2/NO_x in den beiden Referenzjahren 2016/17 und 2018/19 in Abhängigkeit von der NO_x -Konzentration in den Szenarien 2023-2026 mit Referenzjahr 2018/19 (links), Differenz der beiden Kurven (rechts).

Im Konzentrationsbereich mit den häufigsten Halbstundenwerten von 25-75 ppb macht dieser Unterschied 2-4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2 aus, im Jahresmittel also durchaus um die 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, um welche die Szenarien mit 'ungünstigem' Referenzjahr (2016/17) ein tieferes NO_2 -Jahresmittel wegen schlechteren Konversionsbedingungen ausweisen. Es ist also plausibel, dass in den Szenarien mit 'ungünstigen' Ausbreitungsbedingungen die NO_2 -Jahresmittel nur wenig höher als in den Szenarien mit mittleren Ausbreitungsbedingungen sind. Und es ist typisch, dass in Phasen mit

ungünstigen Ausbreitungsbedingungen die konvertierten NO₂-Anteile niedriger sind.

Bei den NULL-Szenarien (ohne Verkehrswachstum) sind die Unterschiede zwischen dem 'ungünstigen' und dem 'mittleren' Fall auch beim NO_x geringer als mit Verkehrswachstum, weil das Verkehrsaufkommen im 'ungünstigen' Fall (2016/17) auf einem niedrigeren Level als im 'mittleren' Fall 2018/19 war. Bei Nullwachstum reduzieren sich die NO₂-Jahresmittel 2023-2026 um etwa 3-4 µg/m³.

Für die zukünftige Einhaltung von NO₂-Jahresmittelgrenzwerten bedeuten die Szenarienergebnisse folgendes:

- Angesichts des postulierten starken Verkehrswachstums, dem in den letzten beiden Betriebsjahren nicht entsprochen wurde, und angesichts der geplanten zunehmenden Elektrifizierung des Straßenverkehrs scheint ausgeschlossen, dass der EU-Grenzwert von 40 µg/m³ NO₂ bei Hallein aufgrund des A10-Verkehrs nochmals erreicht werden könnte.
- Der NO₂-Grenzwert nach IG-L mit Toleranzmarge (35 µg/m³) könnte im Extremfall im 2023 erreicht werden, wenn das ganze Jahr über das flexible Tempo100 bereits aufgehoben wäre. Da das nicht der Fall ist, wird auch dieser Grenzwert mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit bei Hallein (A10) nicht mehr erreicht.
- Der NO₂-Grenzwert nach IG-L ohne Toleranzmarge (30 µg/m³) kann im 2023 erreicht werden, im 2024 nur bei extremen Bedingungen, und ab 2025 ist dies unwahrscheinlich.

5. Zusammenfassung

Fragestellung 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. Am 10.08.2020 wurden die Parameter der Schaltung an das HBEFA4.1 adaptiert, wobei auch der Schwellenwert des NO_x-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 Hal-lein A10, in deren Nähe sich auch die Verkehrszählstelle der Asfinag für die A10 befindet.

Beim Land Salzburg stellt sich die Frage, ob das flexible Tempo100-Limit aufgehoben werden soll. Dazu müsste der EU-Grenzwert für NO₂ mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit im Jahr 2023 und in den Folgejahren eingehalten werden. In der hier angebotenen Studie wird eine Abschätzung zur zukünftigen Entwicklung der Stickoxidimmissionen im Bereich der A10 bei Hallein für den Zeitraum 2023-2026 gemacht. Das Land kann dann über eine allfällige Aufhebung des flexiblen Tempo100-Limits entscheiden.

NO_x und NO₂ In den letzten vier Jahren des flexiblen Tempo100-Limits mit ganzjährigem Betrieb betrug der Unterschied zwischen permanentem 'Tempo130' und flexiblem 'Tempo100' 2.6 bis 3.3 µg/m³ NO₂ bei einer Schalthäufigkeit von Tempo100 von 40-55% der Gesamtzeit. Im letzten zurzeit vorhandenen Betriebsjahr betrug der Effekt nur 1.3 µg/m³, allerdings bei nur noch 29% Schaltzeit und markant reduzierter Stickoxidimmission.

Bei Aufhebung des flexiblen Tempo100-Limits wäre grundsätzlich mit einem Wiederanstieg der NO_x- und NO₂-Immissionen zu rechnen. Dazu kämen der Effekt der deutlichen Verkehrszunahme, andererseits aber auch der Abnahme der EFA infolge der Flottenmodernisierung.

Szenarien Die zukünftige Immissionsentwicklung wurde mit Szenarien abgeschätzt, in welchen die zukünftige Entwicklung von Verkehrsaufkommen und Emissionsfaktoren postuliert wurde. Zur Berücksichtigung des möglichen meteorologischen Einflusses wurde eine 'mittlere' und eine 'ungünstige' Variante berechnet.

Zur Schätzung des zukünftigen Verkehrsaufkommens wurde die bisherige Entwicklung von 2015 bis 2019 je Fahrzeugkategorie (Pkw, Lfw, MR, SoloLkw, SLZ, Busse) linear bis 2026 fortgeführt. Bezüglich Grenzwerteinhaltung stellt diese

Prognose eine konservative Schätzung dar, denn bis April 2023 war die Verkehrszunahme geringer hier postuliert.

Für die EFA von NO_x, NO₂ und CO₂ wurde für alle Fahrzeugkategorien auf das aktuelle HBEFA4.2 abgestellt. Das HBEFA4.2 weist zum HBEFA4.1 deutliche Unterschiede auf.

Für die Zukunftsabschätzungen wurde von einem permanenten 'Tempo130' ausgegangen (mit den entsprechenden gemessenen mittleren Geschwindigkeiten 'ohne IGL-Schaltung' tagsüber und nachts in den bisherigen Betriebsjahren), denn es geht ja um die allfällige Aufhebung des flexiblen Tempo100-Limits. Für die Abschätzungen 2023-2026 variieren nur die Emissionen (d.h. Verkehrsaufkommen und Emissionsfaktoren) und die Tauwerte für die beiden Varianten 'mittel' und 'ungünstig'.

Prognosen für Jahresmittel Die geschätzten NO₂-Jahresmittel liegen ab 2023 unter 35 µg/m³, ab 2025 unter 30 µg/m³.

Fazit

Angesichts des in den Szenarien postulierten starken Verkehrswachstums, dem in den letzten beiden Betriebsjahren nicht entsprochen wurde, und angesichts der geplanten zunehmenden Elektrifizierung des Straßenverkehrs scheint ausgeschlossen, dass der EU-Grenzwert von 40 µg/m³ NO₂ bei Hallein aufgrund des A10-Verkehrs nochmals erreicht werden könnte.

Der NO₂-Grenzwert nach IG-L mit Toleranzmarge (35 µg/m³) könnte im Extremfall im 2023 erreicht werden, wenn das ganze Jahr über das flexible Tempo100 bereits aufgehoben wäre. Da das nicht der Fall ist, wird auch dieser Grenzwert mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit bei Hallein (A10) nicht mehr erreicht.

Der NO₂-Grenzwert nach IG-L ohne Toleranzmarge (30 µg/m³) kann im 2023 erreicht werden, im 2024 nur bei extremen Bedingungen, und ab 2025 ist dies unwahrscheinlich.

6. Dokumentation der Szenarienergebnisse

Erklärung der Szenarien s. S. 10

Sze 'mittel VZ':

Hallein 2023-26	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	95 %	95 %	E_NO ₂ /E_NO _x	I_NO ₂ /I_NO _x
mittlere Tau	E_NO _x	E_NO ₂	I_NO _x	I_NO ₂	I_NO _x	I_NO ₂		
Szenarium:	g/km/h	g/km/h	ppb	µg/m ³	ppb	µg/m ³	%	%
Verkehrszunahme								
2018/19 real	1389.1	279.7	47.0	43.8	108.2	80.0	20.1%	48.9%
Sze2023	1006.2	169.0	34.1	33.0	79.9	63.4	16.8%	50.8%
Sze2024	903.3	144.8	30.6	30.3	71.7	58.9	16.0%	51.7%
Sze2025	811.4	123.8	27.6	27.7	64.5	54.5	15.3%	52.6%
Sze2026	729.4	105.6	24.9	25.3	58.2	50.5	14.5%	53.3%
	Messung		NO _x	NO ₂				
	2018/19		46.8	43.8				

Sze 'ungünstig VZ':

Hallein 2023-26	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	95 %	95 %	E_NO ₂ /E_NO _x	I_NO ₂ /I_NO _x
hohe Tau	E_NO _x	E_NO ₂	I_NO _x	I_NO ₂	I_NO _x	I_NO ₂		
Szenarium:	g/km/h	g/km/h	ppb	µg/m ³	ppb	µg/m ³	%	%
Verkehrszunahme								
2016/17 real	1635.8	340.9	62.5	49.7	153.8	91.1	20.8%	41.6%
Sze2023	1005.6	168.9	38.2	33.5	96.4	64.3	16.8%	45.9%
Sze2024	902.7	144.8	34.3	30.8	86.7	59.7	16.0%	47.0%
Sze2025	810.9	123.7	30.9	28.3	78.1	55.5	15.3%	47.9%
Sze2026	729.0	105.6	27.9	26.0	70.4	51.6	14.5%	48.8%
	Messung		NO _x	NO ₂				
	2016/17		62.4	49.6				

Sze 'mittel NULL':

Hallein 2023-26	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	95 %	95 %	E_NO ₂ /E_NO _x	I_NO ₂ /I_NO _x
mittlere Tau	E_NO _x	E_NO ₂	I_NO _x	I_NO ₂	I_NO _x	I_NO ₂		
Szenarium:	g/km/h	g/km/h	ppb	µg/m ³	ppb	µg/m ³	%	%
Nullwachstum								
2018/19 real	1389.1	279.7	46.9	43.8	108.2	80.0	20.1%	48.9%
Sze2023	895.3	150.1	30.3	30.5	71.3	59.8	16.8%	52.7%
Sze2024	787.1	125.9	26.7	27.5	62.7	54.7	16.0%	53.9%
Sze2025	692.8	105.3	23.6	24.7	55.3	49.9	15.2%	54.9%
Sze2026	610.7	87.9	20.9	22.2	49.0	45.5	14.4%	55.7%
	Messung		NO _x	NO ₂				
	2018/19		46.8	43.8				

Sze 'ungünstig NULL':

Hallein 2023-26	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	95 %	95 %	E_NO ₂ /E_NO _x	I_NO ₂ /I_NO _x
hohe Tau	E_NO _x	E_NO ₂	I_NO _x	I_NO ₂	I_NO _x	I_NO ₂	%	%
Szenarium:	g/km/h	g/km/h	ppb	µg/m ³	ppb	µg/m ³		
Nullwachstum								
2016/17 real	1635.8	340.9	62.5	49.7	153.8	91.1	20.8%	41.6%
Sze2023	843.0	141.2	32.1	29.9	81.0	59.1	16.8%	48.9%
Sze2024	741.4	118.4	28.3	27.1	71.4	54.3	16.0%	50.1%
Sze2025	652.8	99.1	25.0	24.4	63.0	50.0	15.2%	51.2%
Sze2026	575.6	82.7	22.1	22.0	55.8	46.2	14.4%	52.2%
	Messung		NO _x	NO ₂				
	2016/17		62.4	49.6				