

***Endbericht***

**Evaluation des permanenten Tempolimits auf den drei Strecken der A12 bei Vomp, Kundl und Imst**

**20. November 2014 – 19. November 2015**

Dr. Jürg Thudium  
Dr. Carine Chélala

15.12.2015 / 5823.52 V2

Oekoscience AG

Postfach 452  
CH - 7001 Chur

Telefon: +4181 250 3310  
Thudium@oekoscience.ch



# Inhaltsverzeichnis

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Zusammenfassung</b>  | <b>1</b>  |
| <b>1. Einleitung</b>  | <b>3</b>  |
| <b>2. Die virtuelle flexible Tempo100-Schaltung auf der A12 vom 20.11.2014 Ë 19.11.2015</b>     | <b>4</b>  |
| 2.1. Verläufe der virtuellen flexiblen Tempo100-Häufigkeit im Testjahr 20.11.2014-19.11.2015    | 4         |
| 2.2. Verhältnis von Tempo100-Häufigkeit und Stickoxidimmissionen                                | 8         |
| <b>3. Effektive Fahrgeschwindigkeiten des Leichtverkehrs</b>                                    | <b>11</b> |
| 3.1. Tagesgang der Fahrgeschwindigkeiten  | 11        |
| 3.2. Gleitende 7-Tagemittel der Fahrgeschwindigkeiten   | 13        |
| 3.3. Monatsmittel der Fahrgeschwindigkeiten   | 15        |
| <b>4. Wirksamkeit der permanenten Tempo100-Schaltungen auf der A12 bei Vomp, Kundl und Imst</b> | <b>16</b> |

# Abbildungsverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| Abbildung 2.1: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 auf der A12 bei Vomp, Kundl und Imst, 20.11.2014 - 19.11.2015.  | 4  |
| Abbildung 2.2: Tägliche Anzahl Stunden (Gleitendes 7-Tagemittel) mit Tempo100 auf der A12 bei Vomp, Kundl und Imst, 20.11.2014 - 19.11.2015.                                       | 6  |
| Abbildung 2.3: Häufigkeit von Tempo100 auf der A12 je Monat bei Vomp, Kundl und Imst, Dezember 2014 . November 2015.   | 7  |
| Abbildung 2.4: Monatsmittelwerte der flexiblen Tempo100-Häufigkeit sowie der NO <sub>x</sub> - und NO <sub>2</sub> -Immissionen bei Vomp, Kundl und Imst, Mai 2011 . Oktober 2015. | 8  |
| Abbildung 2.5: Monatsmittelwerte der Tempo100-Häufigkeit gegen NO <sub>x</sub> - bzw. NO <sub>2</sub> -Immission bei Vomp, Kundl und Imst, Mai 2011 . Oktober 2015.                | 10 |
| Abbildung 3.1: Mittlerer Tagesgang der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs (LV) und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF) auf der A12 bei Vomp, Kundl und Imst, 20.11.2014 - 19.11.2015. | 12 |
| Abbildung 3.2: Mittlerer Tagesgang der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs auf der A12 bei Vomp, Kundl und Imst je Monat (Januar, April, Juli und Oktober 2015).                    | 13 |
| Abbildung 3.3: Gleitendes 7-Tagemittel der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs auf der A12 bei Vomp, Kundl und Imst, 20.11.2014 - 19.11.2015.                                       | 14 |
| Abbildung 3.4: Monatsmittel der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs auf der A12 bei Vomp, Kundl und Imst, Dezember 2014 . November 2015.  | 15 |
| Abbildung 4.1: Reduktionseffekte der verschiedenen Tempolimits auf die NO <sub>2</sub> -Immissionen an der A12, 20.11.2014 . 19.11.2015.   | 19 |

# Tabellenverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| Tabelle 3.1: Effektiv gefahrene Geschwindigkeiten des Leichtverkehrs (LV) tagsüber (6-22 Uhr) und in der Nacht (22-6 Uhr) auf der A12 bei Vomp, Kundl und Imst, 20.11.2014 - 19.11.2015:  | 11 |
| Tabelle 4.1: Kennzahlen der fünf Szenarien $\pm$ immer Tempo130/110 (flex. Schaltung) $\pm$ $\pm$ immer Tempo100 (flex. Schaltung) $\pm$ $\pm$ Tempo100 flexibel $\pm$ $\pm$ Perm. Tempo100 (reale Werte) $\pm$ und $\pm$ /or VBA $\pm$ drei Strecken der A12, 20.11.2014 . 19.11.2015. | 18 |

# Zusammenfassung

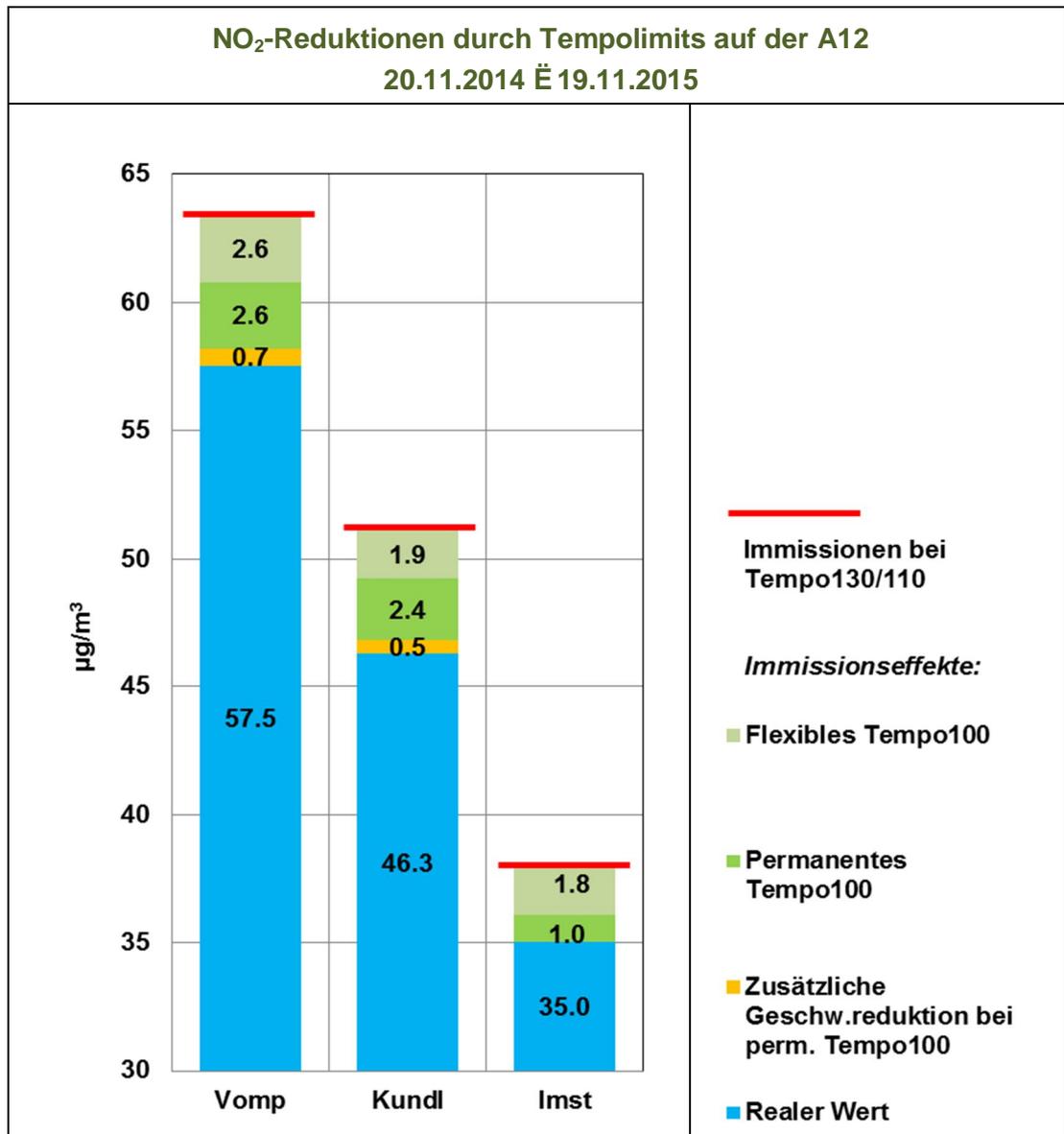
Seit 20.11.2014 gilt auf den drei Abschnitten Vomp, Kundl und Imst der A12 ein permanentes Tempo100-Limit für den Leichtverkehr. Zuvor galt ein flexibles Tempo100-Limit, welches softwaregesteuert je nach Luftschadstoffsituation geschaltet wurde.

In diesem Bericht werden die Immissionseffekte des permanenten Tempo100-Limits für das Testjahr vom 20.11.2014 . 19.11.2015 untersucht. Dazu wurden Szenarien postuliert für den Fall, dass immer noch ein flexibles oder gar kein Tempo100-Limit gegolten hätte.

Die Studie stützt sich auf die gemessenen  $\text{NO}_2$  -Immissionsbelastungen, die gemessenen Werte für die Verkehrszahlen und Fahrgeschwindigkeiten (nach verschiedenen Fahrzeugkategorien), sowie die gemessenen Emissionsfaktoren der verschiedenen Fahrzeugarten im realen Verkehr bei unterschiedlichen Fahrgeschwindigkeiten (diese Emissionsfaktoren hängen nicht mit den Emissionen bei den Typenprüfungen zusammen). Als beispielhafte Bestätigung dieser Methodik seien die geringeren gemessenen Immissionen sonntags (Lkw-Fahrverbot) angeführt, welche mit den geringeren berechneten Emissionen sonntags korrespondieren.

**In der Testphase vom 20.11.2014 ÷ 19.11.2015 reduzierten sich die  $\text{NO}_2$ -Immissionen (die  $\text{NO}_2$ -Jahresmittel) dank des permanenten Tempo100-Limits auf der A12 um 3 ÷ 6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  je nach Strecke verglichen mit einem Tempo130/110-Limit, also ein doch deutlicher Effekt. Gegenüber dem flexiblen Tempo100-Limit ergab sich eine zusätzliche  $\text{NO}_2$ -Reduktion von 1 ÷ 3.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .**

Bei Vomp und Kundl war die Geschwindigkeit des Leichtverkehrs beim permanenten Tempo100-Limit etwas geringer als bei Tempo100 während der flexiblen Schaltung im Vorjahr. Somit gibt es bei Vomp und Kundl einen zusätzlichen Effekt des permanenten Tempo100: Einerseits gilt Tempo100 nun eben immer und nicht nur temporär, andererseits ist die Geschwindigkeit bei Tempo100 an sich gesunken. Beides wirkt immissionsmindernd. Bei Imst gibt es nur den Effekt der Permanenz von Tempo100.



# 1. Einleitung

Seit 20.11.2014 gilt auf den drei Abschnitten Vomp, Kundl und Imst der A12 ein permanentes Tempo100-Limit für den Leichtverkehr. Zuvor galt ein flexibles Tempo100-Limit, welches softwaregesteuert je nach Luftschadstoff- und Verkehrssituation geschaltet wurde.

In diesem Bericht werden die Immissionseffekte des permanenten Tempo100-Limits für das Testjahr vom 20.11.2014 . 19.11.2015 untersucht. Dazu wurden Szenarien postuliert für den Fall, dass immer noch ein flexibles oder gar kein Tempo100-Limit gegolten hätte.

Im Hintergrund . auf der Straße nicht sichtbar . lief der Algorithmus für das flexible Tempo100 immer noch. Zunächst wird kurz dargestellt, welche flexiblen Tempo100-Schaltungen sich im Testjahr ergeben hätten. Diese Kenntnis ist notwendig um ein Szenarium mit flexiblem Tempo100 im Testjahr berechnen zu können.

Sodann werden die tatsächlich gefahrenen Geschwindigkeiten zur Darstellung gebracht, und schließlich wird die Wirksamkeit des permanenten Tempo100 erläutert.

## 2. Die virtuelle flexible Tempo100-Schaltung auf der A12 vom 20.11.2014 – 19.11.2015

Der Algorithmus der flexiblen Tempo100-Schaltung lief auch im Testjahr des permanenten Tempo100-Limits im Hintergrund weiter, ohne auf der Straße sichtbar zu sein. Die Verläufe dieser virtuellen flexiblen Tempo100-Häufigkeit werden im Folgenden dargestellt.

### 2.1. Verläufe der virtuellen flexiblen Tempo100-Häufigkeit im Testjahr 20.11.2014-19.11.2015

Zunächst werden die Tagesgänge der Tempo100-Häufigkeit gezeigt:

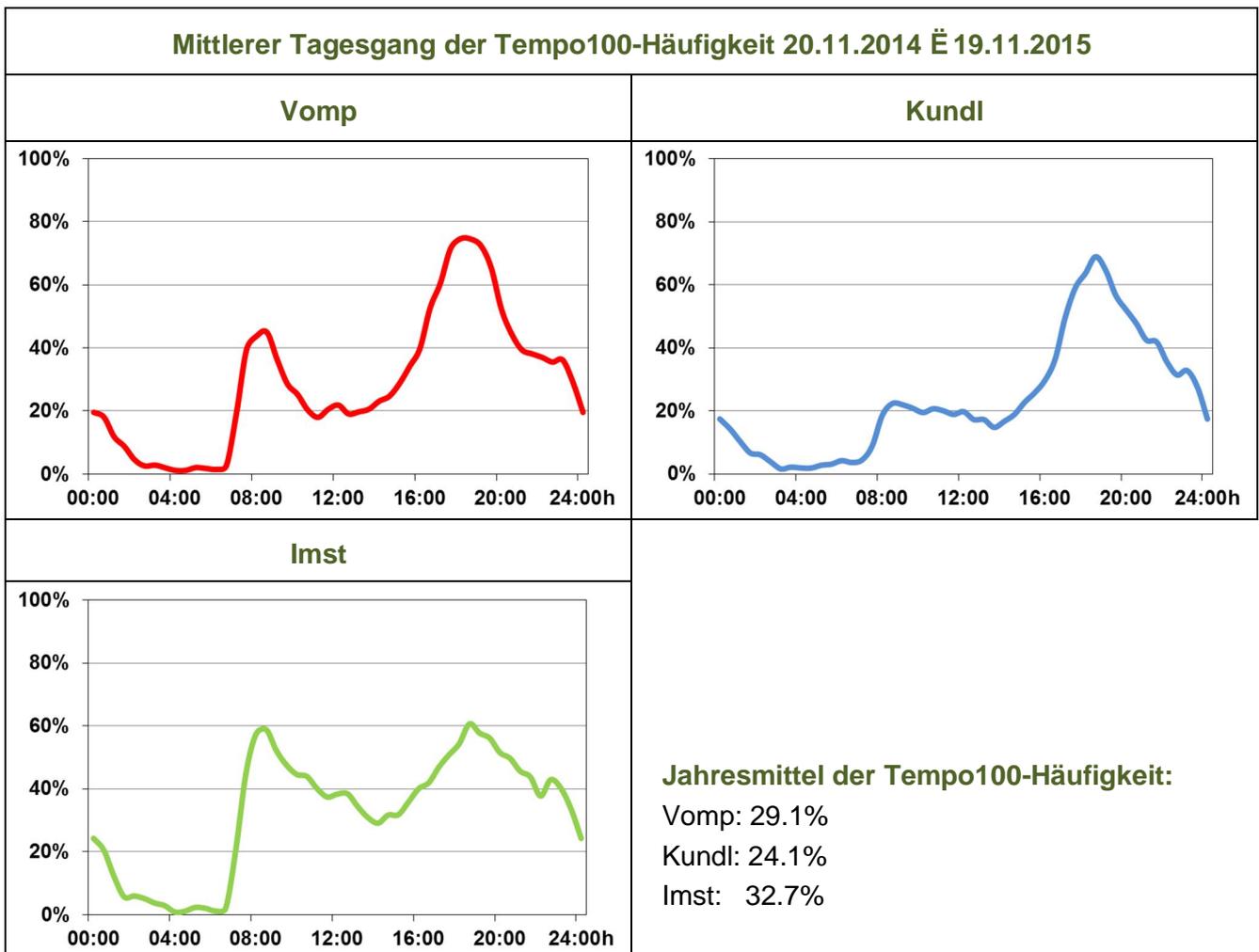


Abbildung 2.1: Mittlerer Tagesgang der Häufigkeit von Tempo100 auf der A12 bei Vomp, Kundl und Imst, 20.11.2014 - 19.11.2015.

Die typischen Verläufe auf den drei Strecken sind erhalten geblieben: Bei Vomp und Kundl ein ausgeprägtes Abendmaximum, bei Vomp auch eine Morgenspitze (Pendler). Bei Imst finden sich zwei etwa gleich hohe Maxima am Morgen und am Abend, die wesentlich auch von der Meteorologie (Beckenlage) beeinflusst worden sind.

Die gleitenden 7-Tagemittel der Tempo100-Häufigkeit (mittlere Anzahl Stunden pro Tag mit Tempo100) zeigen das Maximum im Winter bis in den März und sodann durchwegs eher tiefe Werte. Bei Vomp und vor allem bei Imst lässt sich ein Wiederanstieg im Oktober/November 2015 erkennen, bei Kundl fällt dieser Wiederanstieg bescheiden aus.

Die Monatsmittelwerte der Tempo100-Häufigkeit (übernächste Grafik) entsprechen den gleitenden 7-Tagemitteln. März und November sind vor allem bei Imst und am wenigsten bei Kundl Wintermonate. Im August gab es einen Zwischenanstieg, der vermutlich auf den Tourismusverkehr zurückzuführen ist. Der Wiederanstieg auf den neuen Winter 2015/16 zeigt sich bei Imst bereits im Oktober.

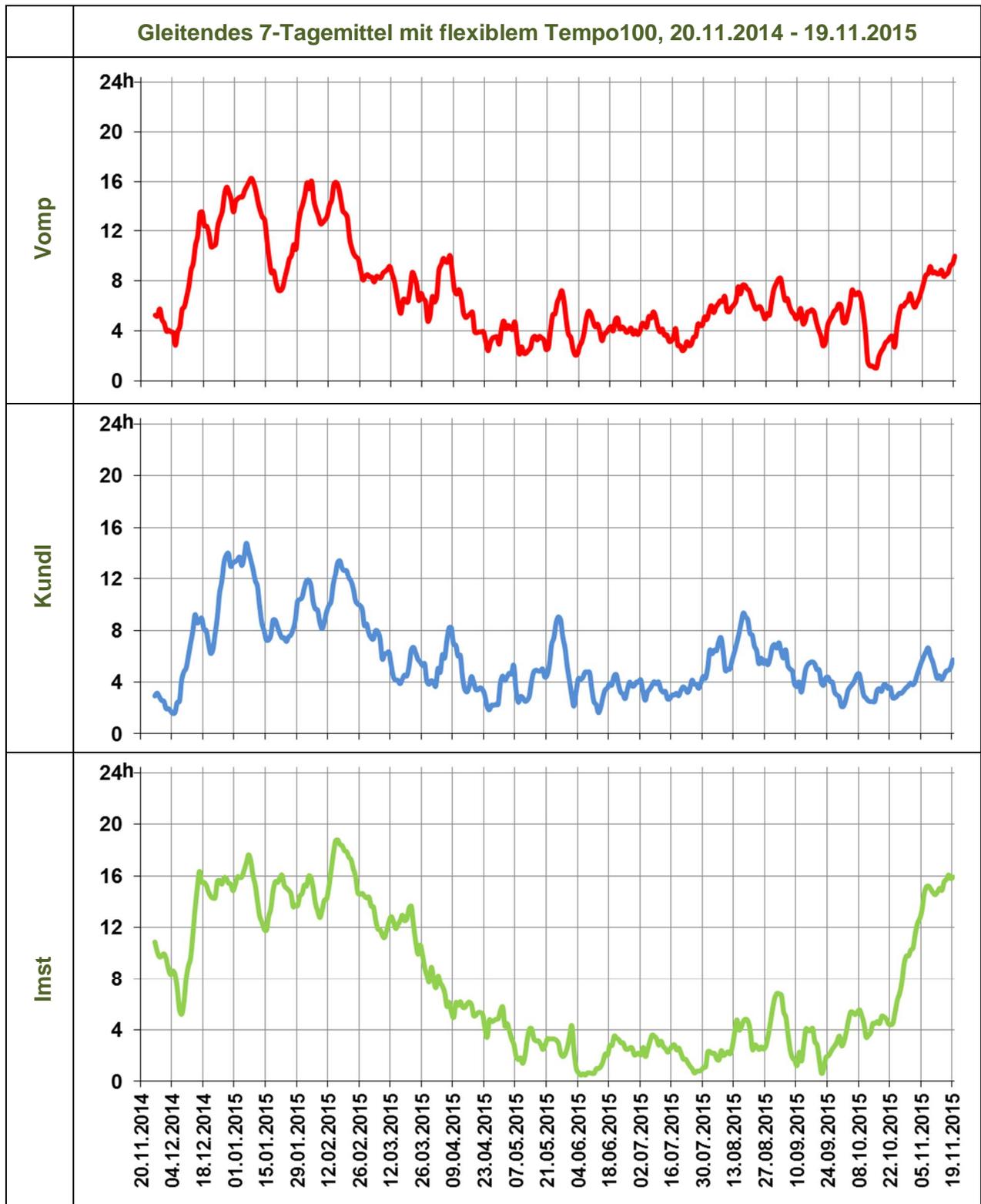
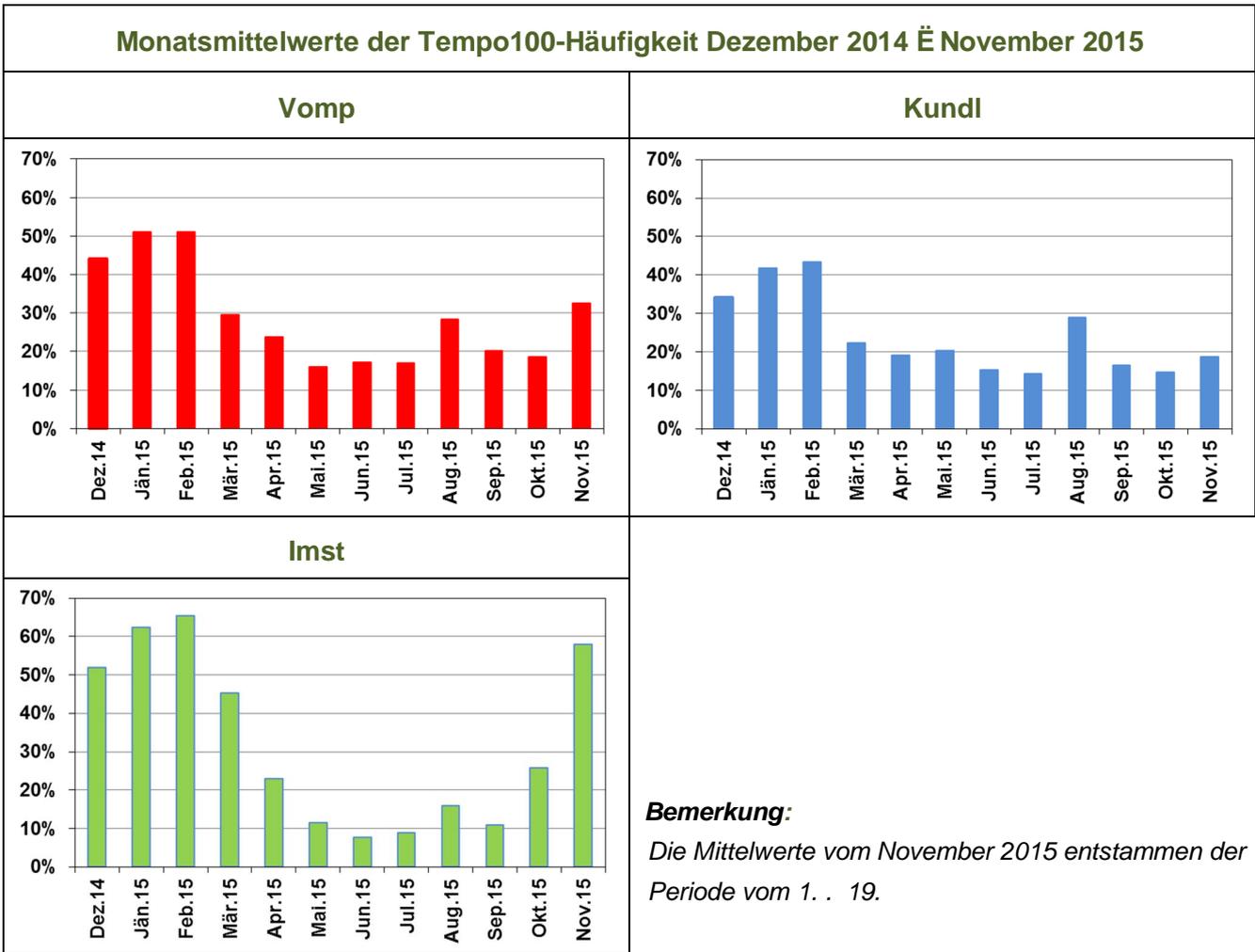


Abbildung 2.2: Tägliche Anzahl Stunden (Gleitendes 7-Tagemittel) mit Tempo100 auf der A12 bei Vomp, Kundl und Imst, 20.11.2014 - 19.11.2015.



**Abbildung 2.3: Häufigkeit von Tempo100 auf der A12 je Monat bei Vomp, Kundl und Imst, Dezember 2014 – November 2015.**

## 2.2. Verhältnis von Tempo100-Häufigkeit und Stickoxidimmissionen

Die Häufigkeit der flexiblen Tempo100-Schaltung hat in den letzten Jahren abgenommen. Ihr Verlauf wird für die letzten 4 ½ Jahre dem Verlauf der NOx- und NO<sub>2</sub>-Immissionen gegenübergestellt:

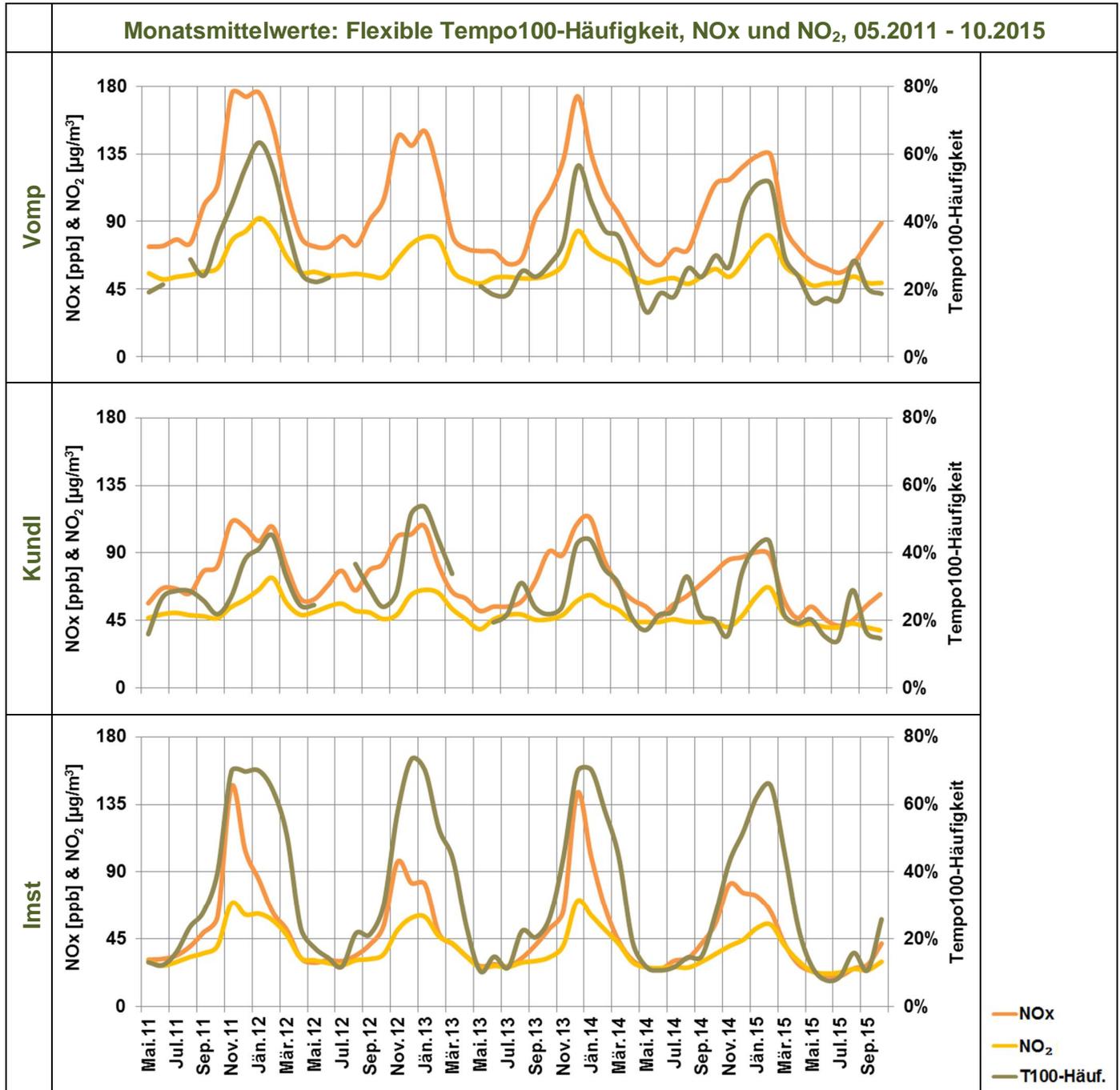


Abbildung 2.4: Monatsmittelwerte der flexiblen Tempo100-Häufigkeit sowie der NOx- und NO<sub>2</sub>-Immissionen bei Vomp, Kundl und Imst, Mai 2011 – Oktober 2015.

**Bemerkung:** *Vom Juli 2012 bis April 2013: Tempo100-Häufigkeit nicht gezeigt wegen falscher Verkehrszählungen.*

Der letzte Winter brachte geringere Stickoxidimmissionen als in den vorhergehenden drei Wintern. Auch die 'Sommerdelle' hat sich in den letzten Jahren mehr vertieft, vor allem im letzten Sommer, wobei das permanente Tempo100-Limit auch einen Anteil daran hat.

Bei Kundl fällt auf, dass zwischen dem NO<sub>x</sub>- und dem NO<sub>2</sub>-Verlauf oft Diskrepanzen, sogar Gegenläufigkeiten auftreten. Die Tempo100-Schaltung wird jedenfalls nach NO<sub>2</sub> gesteuert, und dies ist auch deutlich zu sehen.

Angesichts der abnehmenden Tempo100-Häufigkeiten stellt sich die Frage, ob der Charakter der Schaltung gleich geblieben ist (wann wird geschaltet?), ob also das Verhältnis zwischen NO<sub>2</sub>-Immission und Tempo100-Häufigkeit erhalten geblieben ist. Dazu eignen sich Streudiagramme: Tempo100-Häufigkeit gegen NO<sub>x</sub>- bzw. NO<sub>2</sub>-Immission auf Basis der Monatsmittel.

Die nächste Abbildung zeigt die Verhältnisse für den Zeitraum Mai 2011 - Oktober 2014 (orange Punkte) und für das Testjahr November 2014 - Oktober 2015 (schwarze Punkte) als Streudiagramme. Da die Schaltung für NO<sub>2</sub> optimiert ist, streuen die Diagramme für NO<sub>2</sub> weniger als für NO<sub>x</sub>.

Es ist gut zu erkennen, dass der Zusammenhang zwischen Immission und Tempo100-Häufigkeit an allen drei Strecken gleich geblieben ist: Die Trendlinien weichen nur wenig voneinander ab. Die niedrigeren Tempo100-Häufigkeiten (gemäß Algorithmus) haben also nur in den tieferen Immissionen im Testjahr ihre Ursache, der Charakter der Schaltung hat sich nicht verändert.

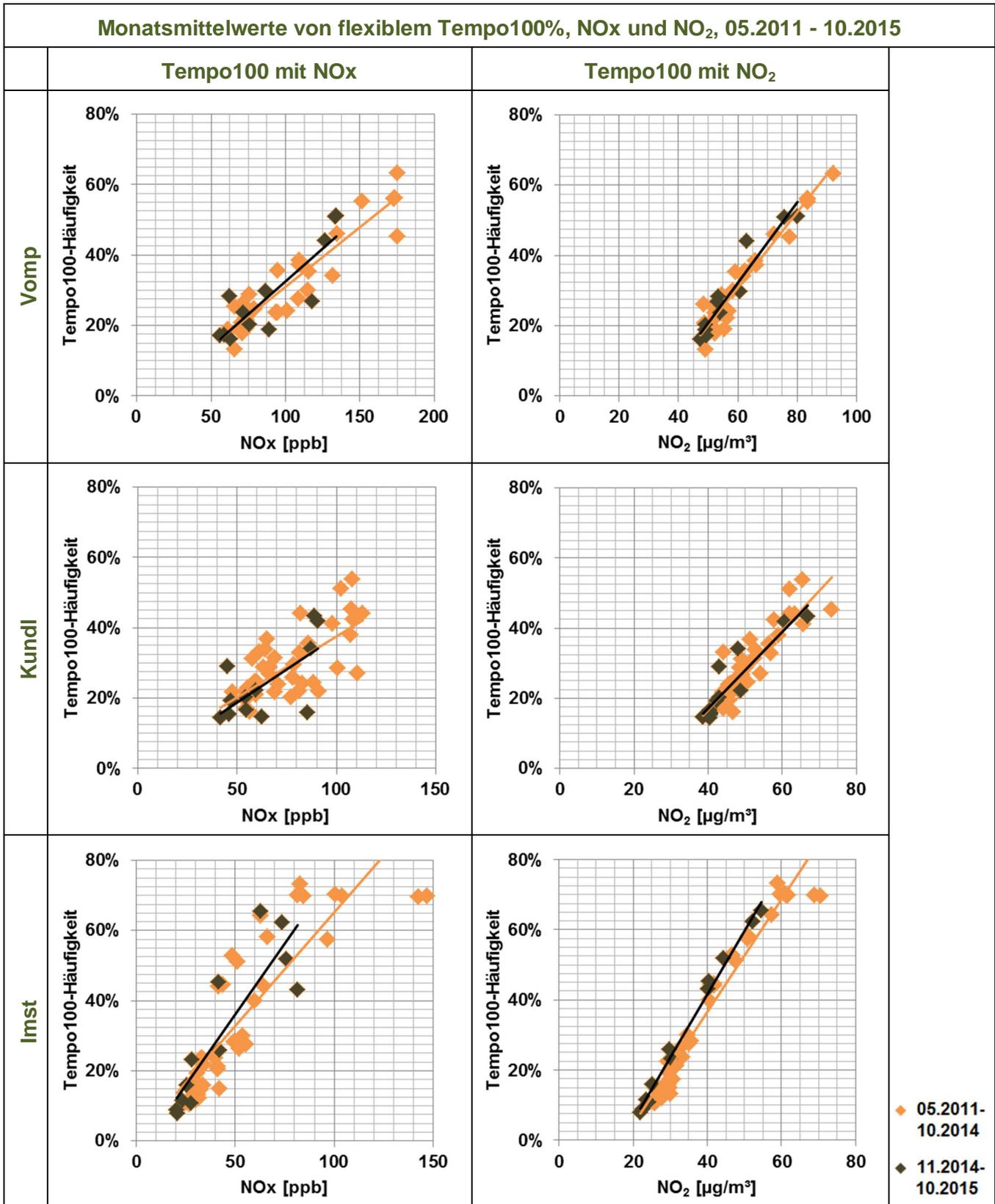


Abbildung 2.5: Monatsmittelwerte der Tempo100-Häufigkeit gegen NO<sub>x</sub>- bzw. NO<sub>2</sub>-Immission bei Vomp, Kundl und Imst, Mai 2011 – Oktober 2015.

### 3. Effektive Fahrgeschwindigkeiten des Leichtverkehrs

In diesem Kapitel werden die realen mittleren Fahrgeschwindigkeiten des Leichtverkehrs (Pkw, Lieferwagen und Motorräder) auf den drei untersuchten Strecken der A12 im Testjahr vom 20.11.2014 . 19.11.2015 mit permanentem Tempo100-Limit dargestellt. Dabei wird grundsätzlich zwischen Tag und Nacht unterschieden.

Tabelle 3.1: Effektiv gefahrene Geschwindigkeiten des Leichtverkehrs (LV) tagsüber (6-22 Uhr) und in der Nacht (22-6 Uhr) auf der A12 bei Vomp, Kundl und Imst, 20.11.2014 - 19.11.2015:

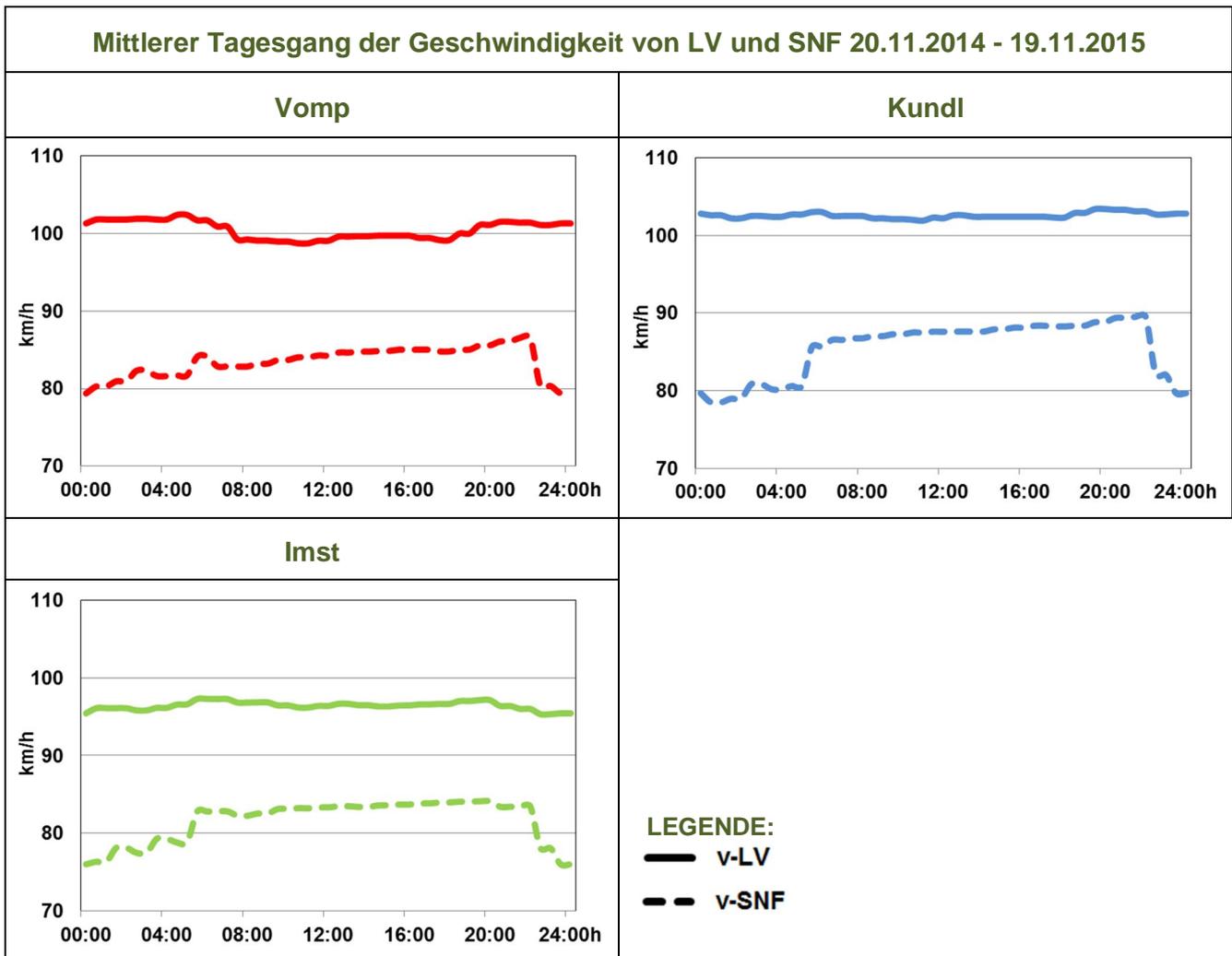
| Tempolimit<br>20.11.2014 Æ 19.11.2015 | v LV     | v LV     |
|---------------------------------------|----------|----------|
|                                       | 6-22 Uhr | 22-6 Uhr |
|                                       | [km/h]   | [km/h]   |
| VOMP                                  | 99.8     | 101.7    |
| KUNDL                                 | 102.5    | 102.6    |
| IMST                                  | 96.6     | 96.1     |

Die mittlere Geschwindigkeit beim permanenten Tempo100 ist bei Vomp und Kundl etwas langsamer als während der Tempo100-Phasen beim flexiblen Tempolimit im Vorjahr (es wurden dort **nur** Stunden einbezogen, während welchen durchwegs Tempo100 galt). Bei Imst hat sich demgegenüber eine kleine Erhöhung der Geschwindigkeit beim permanenten Tempo100-Limit gegenüber dem flexiblen ergeben.

#### 3.1. Tagesgang der Fahrgeschwindigkeiten

Die Geschwindigkeit des Leichtverkehrs zeigte beim permanenten Tempo100 bei Kundl praktisch keinen Tagesgang mehr, bei Vomp wurde nachts erkennbar schneller gefahren als tagsüber, bei Imst war es gerade umgekehrt.

Die schweren Nutzfahrzeuge (SNF) fahren nachts schon langsamer als tagsüber, aber doch weit weg vom Limit von 60 km/h. Am späteren Abend fahren sie bei Kundl im Durchschnitt 90 km/h.



**Abbildung 3.1: Mittlerer Tagesgang der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs (LV) und der schweren Nutzfahrzeuge (SNF) auf der A12 bei Vomp, Kundl und Imst, 20.11.2014 - 19.11.2015.**

Der mittlere Tagesgang der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs hat einen Jahresgang; im Winter sind die Geschwindigkeiten am niedrigsten. Die folgende Abbildung zeigt den mittleren Tagesgang für vier Monate übers Jahr verteilt. Bei Vomp sind die jahreszeitlichen Unterschiede am größten, bei Imst am geringsten.

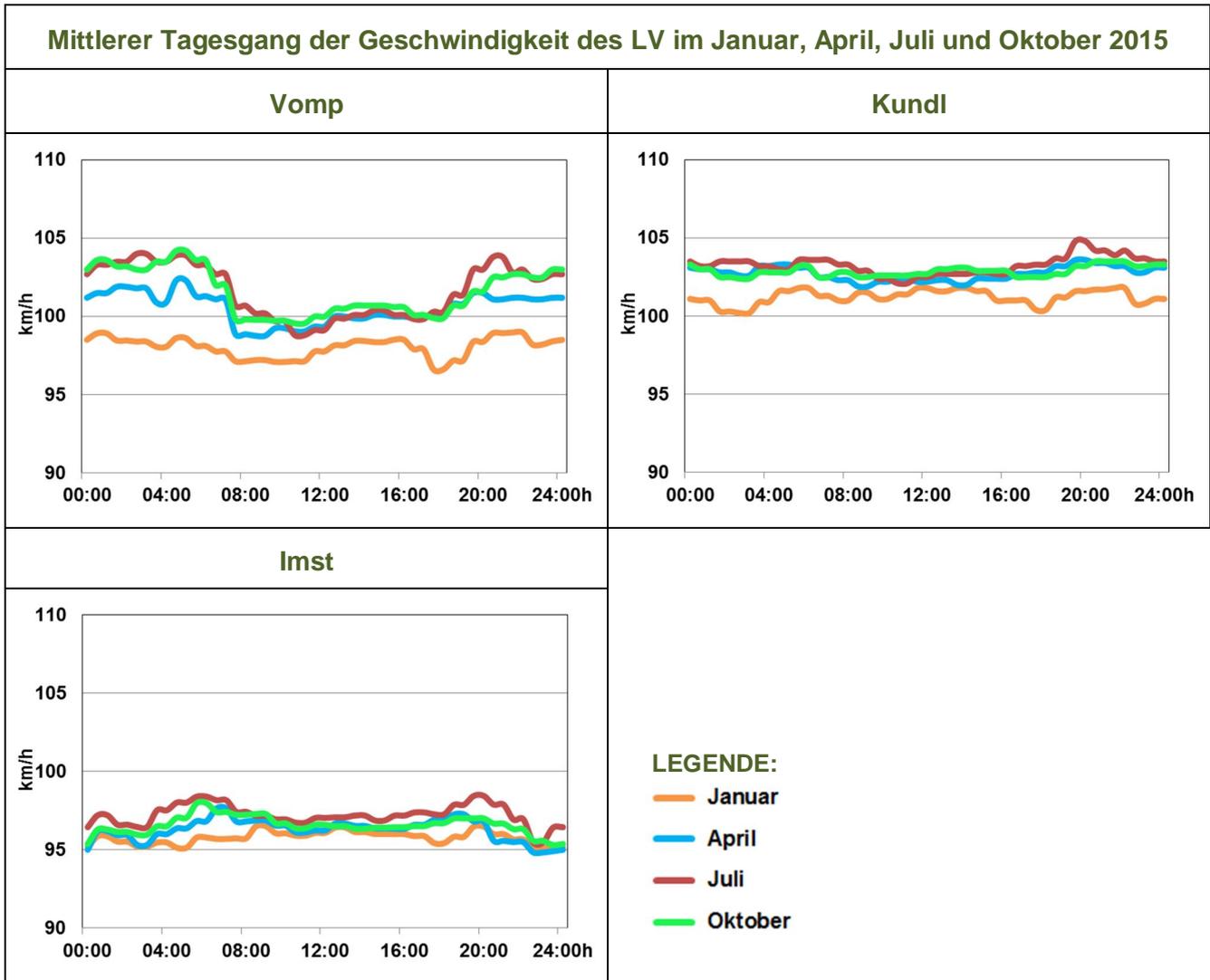


Abbildung 3.2: Mittlerer Tagesgang der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs auf der A12 bei Vomp, Kundl und Imst je Monat (Januar, April, Juli und Oktober 2015).

### 3.2. Gleitende 7-Tagemittel der Fahrgeschwindigkeiten

Die gleitenden 7-Tagemittel zeigen den Jahresverlauf der mittleren Fahrgeschwindigkeiten. Das Wintertief ist bei Vomp am ausgeprägtesten und zeigt sich bei Imst fast gar nicht. Im November 2015 hat die mittlere Fahrgeschwindigkeit bei Vomp eher etwas zugenommen, bei Kundl und Imst ist sie gleich geblieben.

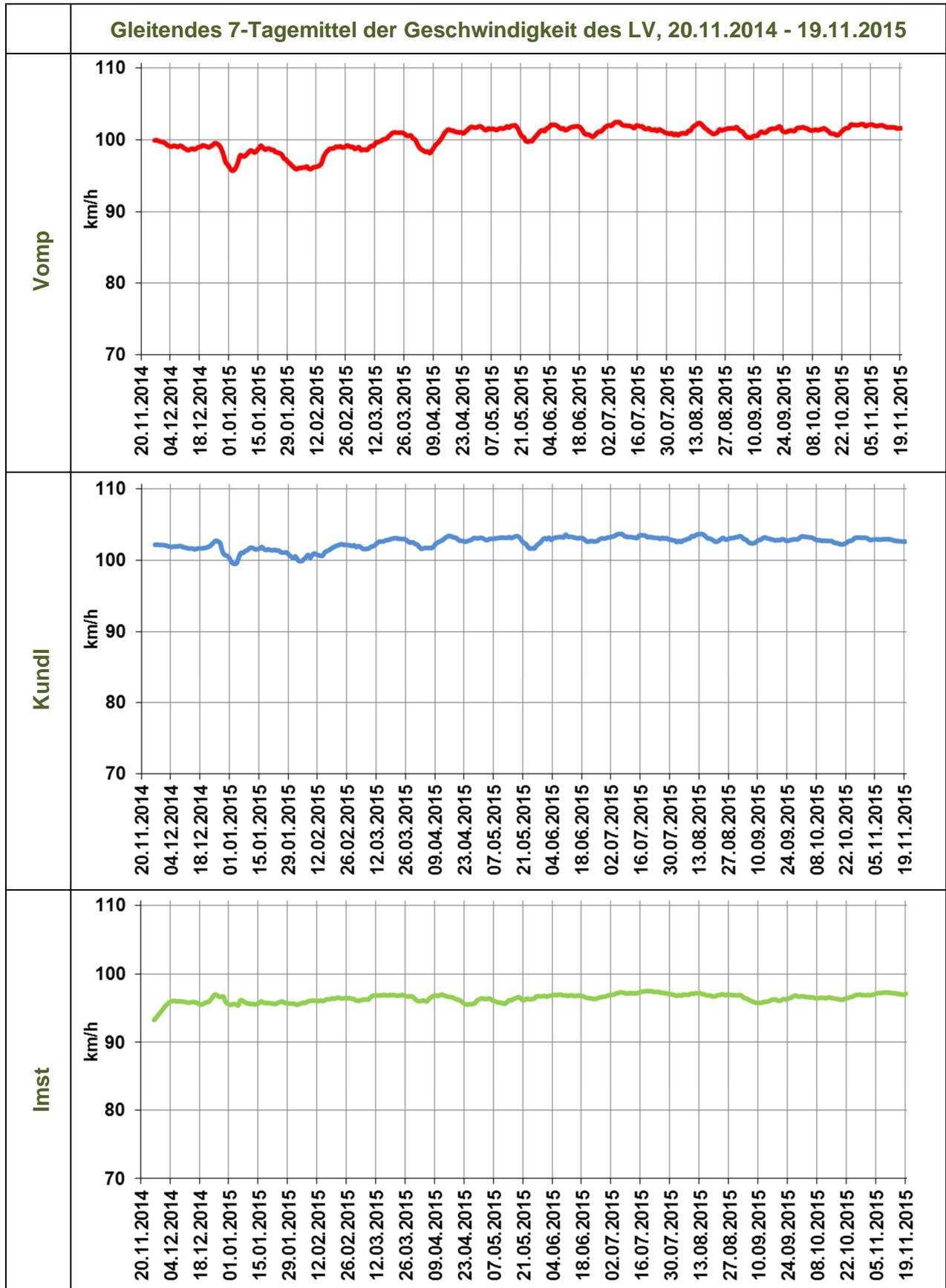
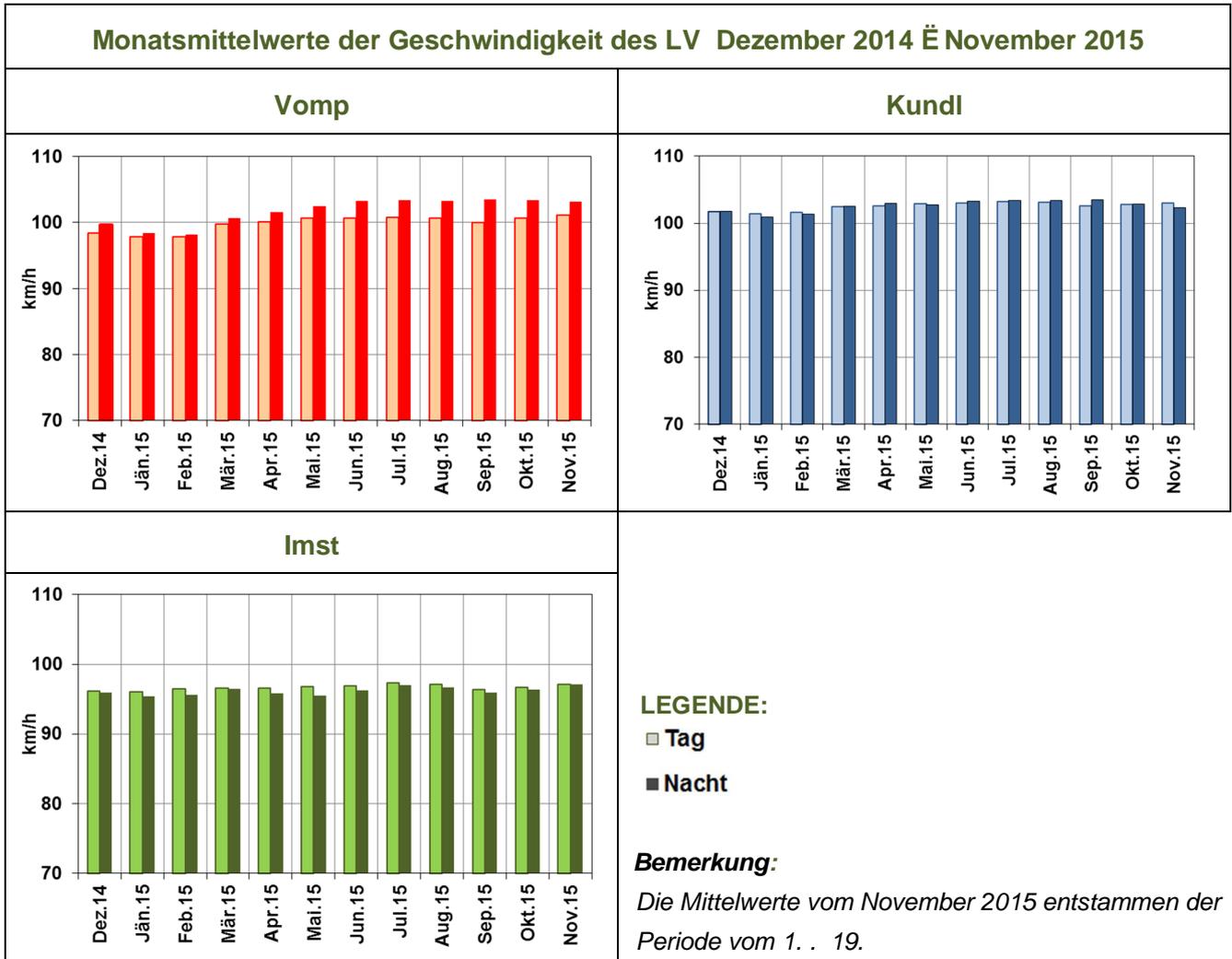


Abbildung 3.3: Gleitendes 7-Tagemittel der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs auf der A12 bei Vomp, Kundl und Imst, 20.11.2014 - 19.11.2015.

### 3.3. Monatsmittel der Fahrgeschwindigkeiten

Bei den Monatsmitteln wird zwischen Tag und Nacht unterschieden. Bei Vomp ist der Jahresverlauf der Geschwindigkeit nachts ausgeprägter als tagsüber und das Winter-tief deutlich zu sehen.



**Abbildung 3.4: Monatsmittel der Geschwindigkeit des Leichtverkehrs auf der A12 bei Vomp, Kundl und Imst, Dezember 2014 – November 2015.**

Insgesamt betrachtet wiesen die Fahrgeschwindigkeiten des Leichtverkehrs in allen drei Abschnitten der A12 während des permanenten Tempo100-Limits eine geringe Variabilität auf. Ausreißer blieben aus. Die stabilen Geschwindigkeitsverhältnisse stellen eine gute Basis für die Szenarienberechnungen dar. Sie wurden aber moduliert durch den Tagesgang (nachts schneller als tagsüber) und den Jahrgang (im Winter die geringsten Geschwindigkeiten). Imst zeigte diese Modulationen kaum, bei Vomp sind sie in den Grafiken von Auge zu sehen. In den Szenarien wurden diese Modulationen berücksichtigt (s. Kapitel 4).

## 4. Wirksamkeit der permanenten Tempo100-Schaltungen auf der A12 bei Vomp, Kundl und Imst

Zur Abschätzung der Wirkung der verschiedenen Geschwindigkeitsbegrenzungen auf Emissionen und Immissionen wurden Szenarien mit verschiedenen Geschwindigkeitsmustern berechnet (permanente bzw. temporäre Geschwindigkeitsbegrenzungen für den Leichtverkehr (Pkw, Lieferwagen und Motorräder)) und die daraus folgenden unterschiedlichen Emissionen berechnet. Zur Umsetzung dieser unterschiedlichen Emissionen in Immissionen wurde das empirische Ausbreitungsmodell von Oekoscience ('Tau-Modell') eingesetzt.

In den Szenarien wurden für jede Halbstunde die je Fahrzeugkategorie und Geschwindigkeit unterschiedlichen NO<sub>x</sub>- und NO<sub>2</sub>-Emissionen bestimmt und daraus die resultierenden Immissionen an NO<sub>x</sub> und NO<sub>2</sub> berechnet, ausgehend von der realen Situation, was die Ausbreitungsbedingungen betrifft. Dabei mussten beim NO<sub>2</sub> die speziellen Bedingungen der direkten Emission von NO<sub>2</sub> und der Konversion aus NO berücksichtigt werden. Für den übrigen Verkehr wurden kategorien-spezifische Fahrgeschwindigkeiten verwendet.

Es wurde das gleiche Modell verwendet, das auch für andere Szenarienberechnungen des Landes Tirol verwendet wurde (beschrieben z.B. in: %Emissions- und Immissionsszenarien für Vomp (A12) für 2015%, Oekoscience, September 2011). In den Szenarien wurden für Vomp, Kundl und Imst die gleichen Emissionsfaktoren zugrunde gelegt wie in den Zukunftsszenarien für die Aktualisierung des Maßnahmenplans nach IG-L 2014/15. Die Geschwindigkeitsabhängigkeit der Emissionsfaktoren des Leichtverkehrs für NO<sub>x</sub> und NO<sub>2</sub> wurde für jede Fahrzeugkategorie dem HBEFA 3.2 entnommen, basierend auf der jeweiligen Euroklassenzusammensetzung. Schließlich wurden zur halbstündlichen Berechnung des NO<sub>2</sub> dynamische Ansätze verwendet, welche die inzwischen hohen Anteile des NO<sub>2</sub> in den Stickoxidemissionen adäquat berücksichtigen; statische Ansätze wie diejenigen ausgehend von Romberg sind dazu kaum in der Lage.

Bei den verwendeten Fahrgeschwindigkeiten des Leichtverkehrs handelt es sich um gemessene Mittelwerte (unterteilt nach Tag und Nacht für jeden einzelnen Monat) je nach Tempolimit. Konkret wurden die folgenden Geschwindigkeiten des Leichtverkehrs verwendet:

- Tempo100 beim flexiblen Tempo100-Limit tagsüber bzw. nachts je Monat von November 2013 - November 2014;

- Tempo130 bzw. 110 beim flexiblen Tempo100-Limit tagsüber bzw. nachts je Monat von November 2013 - November 2014;
- Permanentes Tempo100 tagsüber bzw. nachts je Monat von November 2014 - November 2015.

Insgesamt gingen also 216 Geschwindigkeitswerte für alle drei Strecken in die Szenarienberechnungen ein. Es hatte sich gezeigt, dass die Durchschnittsgeschwindigkeit beim permanenten Tempo100-Limit bei Vomp und Kundl niedriger war als bei Tempo100 während des flexiblen Tempolimits, dies aber unterschiedlich je Monat. Deshalb wurden in den Szenarien unterschiedliche Geschwindigkeiten je Tempolimit und Monat verwendet.

Bezüglich der Immissionsreduktionen wurden fünf Szenarien für den Zeitraum **20.11.2014 ÷ 19.11.2015** berechnet:

- Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren stets mit der während der Phase November 2013 . November 2014 ermittelten Durchschnittsgeschwindigkeit bei 'Tempo 130' tagsüber bzw. 'Tempo 110' nachts → **Í Immer Tempo130/110 (flex. Schaltung)Í** .
- Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren stets mit der während der Phase November 2013 . November 2014 ermittelten Durchschnittsgeschwindigkeit bei 'Tempo 100' tagsüber bzw. nachts → **Í Immer Tempo100 (flex. Schaltung)Í** .
- Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren in den Halbstunden, in welchen die Steuerung (im Hintergrund, unsichtbar auf der Straße) Tempo 100 ausgegeben hat, mit der ermittelten Durchschnittsgeschwindigkeit bei 'Tempo 100 (flexibel)', und in den übrigen mit der ermittelten Durchschnittsgeschwindigkeit bei 'Tempo 130/110 (flexibel)' → **Í Tempo100 flexibelÍ** .
- Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren mit den während der Testphase vom November 2014 . November 2015 ermittelten Geschwindigkeiten des permanenten Tempo100-Limits (tagsüber bzw. nachts) → **"Perm. Tempo100 (reale Werte)"** .
- Alle Fahrzeuge des Leichtverkehrs fahren tagsüber und nachts mit der ermittelten Durchschnittsgeschwindigkeit vor Installation der VBA und ohne spezielles Tempolimit (Vomp und Kundl Oktober 2006; Imst Mai 2005). → **"Vor VBA"** .

Hier interessiert primär der Effekt des permanenten Tempo100-Limits. Da die Schaltung für das flexible Tempolimit im Hintergrund weiter lief, kann auch der Effekt ermittelt werden, den die flexible Schaltung in diesem Zeitraum gehabt hätte. Daraus lässt sich der **zusätzliche** Effekt des **permanenten** Tempolimits erkennen.

Die Ergebnisse werden in der nächsten Tabelle dargestellt:

Tabelle 4.1: Kennzahlen der fünf Szenarien 'Immer Tempo130/110 (flex. Schaltung)', 'Immer Tempo100 (flex. Schaltung)', 'Tempo100 flexibel', 'Perm. Tempo100 (reale Werte)' und 'Vor VBA', drei Strecken der A12, 20.11.2014 – 19.11.2015.

| Vomp<br>Emissionen und Immissionen<br>20.11.2014 - 19.11.2015 | E_NOx  | E_NO2  | I_NOx  | I_NO2             |
|---|--------|--------|--------|-------------------|
|   | Mittel | Mittel | Mittel | Mittel            |
|   | g/km/h | g/km/h | ppb    | µg/m <sup>3</sup> |
| Immer Tempo100 (flex. Schaltung)                              | 1288   | 301    | 92.3   | 58.2              |
| Immer Tempo130/110 (flex. Schaltung)                          | 1429   | 345    | 101.3  | 63.4              |
| Tempo100 flexibel   | 1374   | 328    | 96.5   | 60.8              |
| Perm. Tempo100 (reale Werte)                                  | 1272   | 296    | 91.2   | 57.5              |
| Vor VBA {116.4 km/h}  | 1518   | 372    | 107.0  | 66.8              |

| Kundl<br>Emissionen und Immissionen<br>20.11.2014 - 19.11.2015 | E_NOx  | E_NO <sub>2</sub> | I_NOx  | I_NO <sub>2</sub> |
|--|--------|-------------------|--------|-------------------|
|  | Mittel | Mittel            | Mittel | Mittel            |
|  | g/km/h | g/km/h            | ppb    | µg/m <sup>3</sup> |
| Immer Tempo100 (flex. Schaltung)                               | 1211   | 281               | 64.7   | 46.8              |
| Immer Tempo130/110 (flex. Schaltung)                           | 1369   | 330               | 71.2   | 51.1              |
| Tempo100 flexibel  | 1318   | 314               | 68.4   | 49.3              |
| Perm. Tempo100 (reale Werte)                                   | 1195   | 276               | 63.9   | 46.3              |
| Vor VBA {120 km/h}   | 1446   | 354               | 74.8   | 53.6              |

| Imst<br>Emissionen und Immissionen<br>20.11.2014 - 19.11.2015 | E_NOx  | E_NO <sub>2</sub> | I_NOx  | I_NO <sub>2</sub> |
|---|--------|-------------------|--------|-------------------|
|   | Mittel | Mittel            | Mittel | Mittel            |
|   | g/km/h | g/km/h            | ppb    | µg/m <sup>3</sup> |
| Immer Tempo100 (flex. Schaltung)                              | 403    | 107               | 44.6   | 34.6              |
| Immer Tempo130/110 (flex. Schaltung)                          | 461    | 125               | 49.7   | 37.9              |
| Tempo100 flexibel   | 437    | 118               | 46.6   | 36.1              |
| Perm. Tempo100 (reale Werte)                                  | 409    | 109               | 45.2   | 35.0              |
| Vor VBA {115 km/h}  | 523    | 144               | 56.5   | 42.0              |

Da bei Vomp und Kundl die Geschwindigkeit des Leichtverkehrs beim permanenten Tempo100-Limit geringer war als bei Tempo100 während der flexiblen Schaltung im Vorjahr, sind dort die 'realen Werte' niedriger als bei 'Immer Tempo100' gemäß der flexiblen Schaltung. Bei Imst ist dies nicht der Fall.

Somit gibt es bei Vomp und Kundl einen zusätzlichen Effekt des permanenten Tempo100: Einerseits gilt Tempo100 nun eben immer und nicht nur temporär, andererseits ist die Geschwindigkeit bei Tempo100 an sich gesunken. Beides wirkt immissionsmindernd. Bei Imst gibt es nur den Effekt der Permanenz von Tempo100.

Die nächste Abbildung visualisiert die Immissionseffekte der verschiedenen Tempolimits an den drei Strecken der A12 für NO<sub>2</sub>.

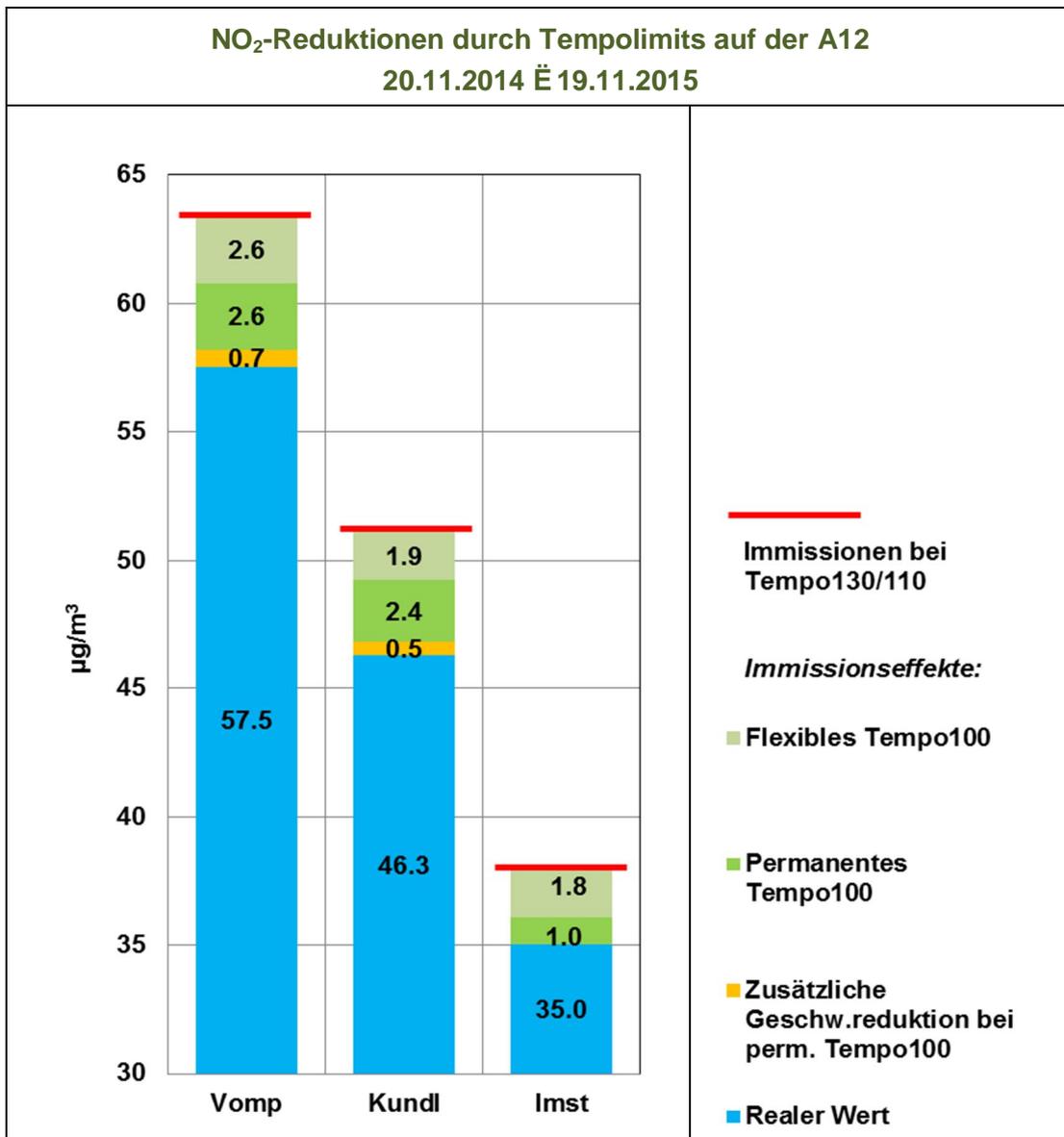


Abbildung 4.1: Reduktionseffekte der verschiedenen Tempolimits auf die NO<sub>2</sub>-Immissionen an der A12, 20.11.2014 – 19.11.2015.

In der Testphase vom 20.11.2014 . 19.11.2015 reduzierten sich die NO<sub>2</sub>-Immissionen (entspricht dem NO<sub>2</sub>-Jahresmittel) dank des permanenten Tempo100-Limits auf der A12 um 3 . 6 µg/m<sup>3</sup> je nach Strecke verglichen mit einem Tempo130/110-Limit, also ein doch deutlicher Effekt. Gegenüber dem flexiblen Tempo100-Limit ergab sich eine zusätzliche NO<sub>2</sub>-Reduktion von 1 . 3.3 µg/m<sup>3</sup>. Der Unterschied zwischen flexiblem und permanentem Tempo100 ist gerade bei Vomp und Kundl deshalb so groß geworden, weil die virtuelle Tempo100-Häufigkeit gemäß Algorithmus im Testjahr weiter abgenommen hat: Vomp 29%, Kundl 24%. Die Forderungen der entsprechenden BVO bezüglich Ausmass der flexiblen Tempo100-Schaltung sind schon im Betriebsjahr 2013/14 verfehlt worden; würde zu einem flexiblen Tempolimit zurückgekehrt, müssten für alle drei Strecken die Schwellenwerte für die Tempo100-Schaltung herabgesetzt werden, was zu einer Erhöhung der Schaltheufigkeit führen würde.

Der Unterschied in der NO<sub>2</sub>-Immission zwischen flexiblem und permanentem Tempo100-Limit ist von Tag zu Tag sehr verschieden, je nachdem wie lange das flexible Tempo100-Limit geschaltet worden wäre.