



Dokumentation zu den Parametern des Tempo100- Algorithmus für Imst-A12 inkl. Parameter der Tau- prognose

Dr. Jürg Thudium
08.12.2008 / 5255.70 V01

Oekoscience AG

Postfach 452
CH - 7001 Chur

Telefon: +4181 250 3310
science@oekoscience.ch

Inhaltsverzeichnis

1.	Bestimmung der Parameter α und E_{ns} im Taumodell	1
2.	Bestimmung der Parameter zur Beschreibung von (NO_2/NO_x) in Abhängigkeit von NO_x	2
3.	Bestimmung des Schwellenwertes	3
4.	Tauprognose	8

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1: Mittlerer Tagesgang von Tau für Imst Nov. 2007 – Okt. 2008 je Wochentag. Eruierte Parameter: $E_{ns} = 300$; $\alpha = 0.2$.	1
Abbildung 2.1: NO ₂ /NO _x -Verhältnis in Abhängigkeit von NO _x , Imst Nov 2007 Okt. 2008, mit Näherungsfunktion $y = 1 - 0.15 \cdot \ln(x) + 0.0002 \cdot x$; mit $y = \text{NO}_2/\text{NO}_x$, $x = \text{NO}_x$, \ln : natürlicher Logarithmus.	2
Abbildung 3.1: Lufthygienischer Effekt der temporären Tempo100-Schaltung (im Vergleich zu ganzjährig permanentem Tempolimit) gegen Anteil an der Gesamtzeit, Imst 2007/08.	5
Abbildung 3.2: Mittlerer Tagesgang der Tempo100-Schalzhäufigkeit bei einem Schwellenwert von 19 µg/m ³ NO ₂ (ca. 32% Schaltzeit), Imst 2007/08.	6
Abbildung 3.3: Mittlere Tempo100-Schalzhäufigkeit bei einem Schwellenwert von 20 ppb (ca. 45% Tempo100-Anteil) und Leichtverkehrs-Emissionen je Wochentag, Hallein 2007.	7
Abbildung 4.1: Tauverlauf für Imst Nov 2007 – Okt 2008 nach den drei Ausbreitungsklassen.	9

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1: Ergebnisse der Szenarien zur Schwellenwertbestimmung:	3
Tabelle 4.1: Erwartungswerte von Tau nach Ausbreitungsklasse für Imst:	8
Tabelle 4.2: Ausbreitungsklassengrenzen für Tau je Tageszeitschicht, Imst Nov 2007 – Okt 2008:	9

1. Bestimmung der Parameter α und E_{ns} im Taumodell

Bestimmung durch Variationsanalyse: Minimierung der Wochentagsabhängigkeit des Tauverlaufs:

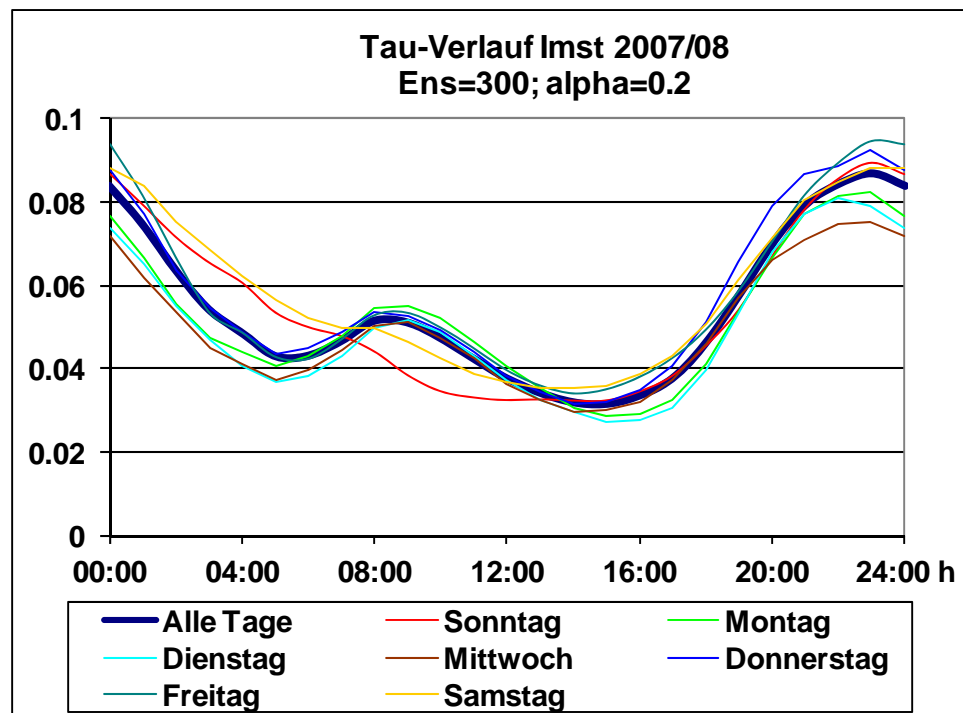


Abbildung 1.1: Mittlerer Tagesgang von Tau für Imst Nov. 2007 – Okt. 2008 je Wochentag. Eruierte Parameter: $E_{ns} = 300$; $\alpha = 0.2$.

Der Wiederanstieg von Tau werktags um 8 Uhr ist bislang ein Unikum. Möglicherweise hängt dies damit zusammen, daß für die Verkehrs- und Emissionsbestimmung die Zählstelle östlich des Roppentunnels verwendet werden mußte und in den Morgenstunden auf der A12 in der Imsterau mehr Schwerverkehr rollt als bei der Zählstelle. Dadurch würden die Emissionen unter- und die Tauwerte ($=I/E$) überschätzt. Samstags und sonntags zeigt sich dieser Wiederanstieg von Tau nicht; es ist unwahrscheinlich, daß eine klimatische Ursache nur werktags aufgetreten wäre.

2. Bestimmung der Parameter zur Beschreibung von (NO₂/NO_x) in Abhängigkeit von NO_x

Für Imst ist eine logarithmische Funktion am besten geeignet. Die Funktion dient nur zur Beschreibung der Änderung des NO₂/NO_x-Verhältnisses im Falle einer NO_x-Änderung:

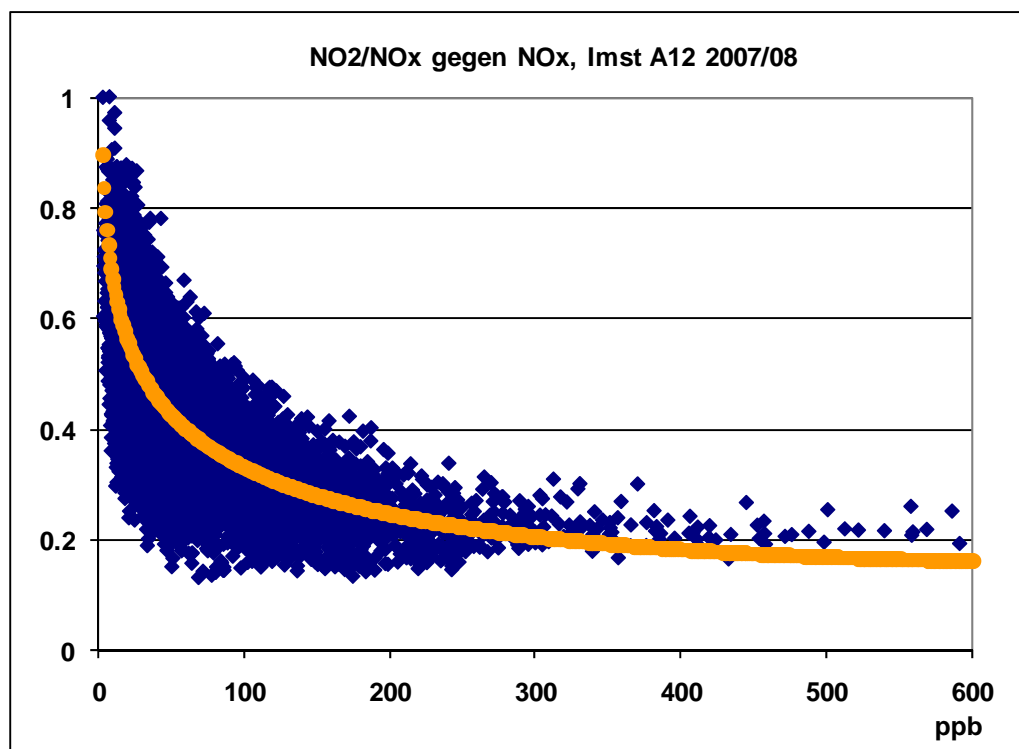


Abbildung 2.1: NO₂/NO_x-Verhältnis in Abhängigkeit von NO_x, Imst Nov 2007 Okt. 2008, mit Näherungsfunktion $y = 1 - 0.15 \cdot \ln(x) + 0.0002 \cdot x$; mit $y = \text{NO}_2/\text{NO}_x$, $x = \text{NO}_x$, \ln : natürlicher Logarithmus.

Bei hohen NO_x-Werten ist der NO₂-Anteil bei Imst immer noch höher als 20 Volumenprozent. An anderen Standorten ist dann dieser Anteil tiefer. Dies deutet darauf hin, daß im Imsterauer Becken auch bei Inversionslagen oft noch einiges Ozon aus etwas höheren Luftschichten herangeführt werden kann.

3. Bestimmung des Schwellenwertes

Zur Bestimmung des Schwellenwertes wurden Szenarien der lufthygienischen Wirksamkeit unterschiedlicher Schalthäufigkeiten (unterschiedlicher Schwellenwerte) gerechnet. Aus der Tabelle kann ein **Schwellenwert des NO2-Beitrags der Pkw von 19 µg/m3** abgelesen werden (Szenarien mit Stundenwerten, Echtbetrieb mit Halbstundenwerten), um eine gleich große lufthygienische Wirksamkeit (NO2-Jahresmittel von 43.4 µg/m3) wie bei einem permanenten Tempo 100-Limit im Winterhalbjahr zu erreichen. Dies entspricht einer Schalthäufigkeit von 33% der Meßzeit.

Tabelle 3.1: Ergebnisse der Szenarien zur Schwellenwertbestimmung:

Imst 2007/08	Mittel	Mittel	Mittel	Min	Min	Max	Max	95 %	95 %	T100	T100	Effekt	Effekt	Effekt	Effekt	Effektüberh.	Effektüberh.
nach NO2 gesteuert	E	NOx	NO2	NOx	NO2	NOx	NO2	NOx	NO2	Anz. h	Anteil	NOx	NO2	NOx 95%	NO2 95%	NOx	NO2
	g/km/h	ppb	µg/m3	ppb	µg/m3	ppb	µg/m3	ppb	µg/m3								
T100 immer	761.4	61.1	42.5	3.0	3.9	552.6	250.2	164.9	87.4	8191	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%		
T100 nie	850.9	66.4	44.8	3.0	4.0	625.3	280.6	179.8	92.5	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Szenarium:																	
Sc hwellenwert NO2 [µg/m3]																	
15	793.7	62.2	43.1	3.0	4.0	552.6	250.2	165.0	87.4	3800	46.4%	78.9%	73.5%	98.7%	100.0%	32.5%	27.1%
16	797.4	62.4	43.2	3.0	4.0	552.6	250.2	165.1	87.4	3522	43.0%	75.9%	70.2%	98.4%	100.0%	32.9%	27.2%
17	801.1	62.5	43.2	3.0	4.0	552.6	250.2	165.1	87.5	3249	39.7%	72.9%	66.8%	98.4%	98.4%	33.3%	27.1%
18	805.1	62.7	43.3	3.0	4.0	552.6	250.2	165.4	87.6	2976	36.3%	69.7%	63.3%	96.5%	97.1%	33.4%	26.9%
19	808.6	62.9	43.4	3.0	4.0	552.6	250.2	165.4	87.6	2739	33.4%	66.6%	60.0%	96.3%	97.1%	33.1%	26.5%
20	811.6	63.0	43.5	3.0	4.0	552.6	250.2	165.4	87.6	2533	30.9%	63.9%	57.1%	96.3%	96.8%	33.0%	26.1%
21	814.4	63.2	43.5	3.0	4.0	552.6	250.2	165.4	87.7	2341	28.6%	61.1%	54.2%	96.3%	94.5%	32.6%	25.7%
22	817.2	63.3	43.6	3.0	4.0	552.6	250.2	165.6	87.7	2153	26.3%	58.3%	51.3%	95.0%	94.2%	32.1%	25.0%
23	819.5	63.4	43.7	3.0	4.0	552.6	250.2	166.0	87.7	1990	24.3%	55.8%	48.7%	92.6%	94.2%	31.6%	24.4%
24	822.0	63.6	43.7	3.0	4.0	552.6	250.2	166.7	87.7	1818	22.2%	52.9%	45.9%	87.9%	94.2%	30.7%	23.7%
25	824.3	63.7	43.8	3.0	4.0	552.6	250.2	167.0	87.8	1663	20.3%	50.2%	43.3%	85.3%	93.8%	29.9%	23.0%
Winterhj. (Nov-Apr)	808.9	63.0	43.4	3.0	4.0	552.6	250.2	167.0	87.6	3990	48.7%	65.0%	61.2%	85.8%	97.7%	16.3%	12.5%

Da viele der Datenausfälle nachts passierten (Sperrung des Roppentunnels), wo es nicht viele Tempo100-Schaltungen gibt, dürfte sich die Schaltheufigkeit unter den Bedingungen des Meßjahres 2007/08 auf die gesamte Zeit bezogen bei 31-32% einstellen.

Der Effekt eines permanenten Tempolimit im Winterhalbjahr ist im Falle von Imst deutlich grösser als bei allen anderen 'Tempo100'-Standorten, weil Imst im Winter auch beim NO₂ wesentlich höhere Immissionen als im Sommerhalbjahr aufweist.

Erläuterungen zur Tabelle 3.1:

Referenzzeitraum: Gesamtes Meßjahr 01.11.2007 – 31.10.2008.

Modellgeschwindigkeiten:

Geltendes Tempo100-Limit: 100 km/h von 0-24 h.

Kein geltendes Tempo100-Limit: 112 km/h von 0-24 h. Die lufthygienische Wirksamkeit der VBA vergrößert sich, wenn das nächtliche Tempo110-Limit noch zugerechnet würde.

Mittel E bzw. NO_x bzw. NO₂: Mittelwert der NO_x-Emissionen bzw. der NO_x-Immissionen bzw. der NO₂-Immissionen im Referenzzeitraum.

Min NO_x bzw. Min NO₂: Minimaler Halbstundenwert der NO_x-Immissionen bzw. der NO₂-Immissionen im Referenzzeitraum.

Max NO_x bzw. Max NO₂: Minimaler Halbstundenwert der NO_x-Immissionen bzw. der NO₂-Immissionen im Referenzzeitraum.

95% NO_x bzw. 95% NO₂: Wert der NO_x-Immissionen bzw. der NO₂-Immissionen im Referenzzeitraum, welcher in 5% aller gemessenen Halbstunden überschritten wird

T100 Anz h: Anzahl Stunden mit Tempo100-Limit im Referenzzeitraum.

T100 Anteil: Anteil der Anzahl Stunden mit Tempo100-Limit am gesamten Referenzzeitraum.

Effekt NO_x bzw. NO₂: Lufthygienischer Effekt des entsprechenden Szenariums bei den Mittelwerten der NO_x- bzw. NO₂-Immissionen im Referenzzeitraum, 0% = niemals Tempo100, 100% = immer Tempo100.

Effekt NO_x 95% bzw. NO₂ 95%: Lufthygienischer Effekt des entsprechenden Szenariums bei den 95%-Werten der NO_x- bzw. NO₂-Immissionen im Referenzzeitraum, 0% = niemals Tempo100, 100% = immer Tempo100.

Effektüberh. NO_x bzw. NO₂: Effektüberhöhung des entsprechenden Szenariums bei den Mittelwerten der NO_x- bzw. NO₂-Immissionen im Referenzzeitraum über den zeitproportionalen Anteil der Tempo100-Schaltung hinaus.

Ein ganzjährig permanentes Tempo100-Limit hat 2007/08 gegenüber Tempo '130' – konkret Tempo 112 - die folgende Wirksamkeit gehabt:

Emissionen NO_x -10.5%; Immissionen NO_x -8.0%; Immissionen NO₂ -5.2% (von 45 auf 42 µg/m³). Die Immissionsverminderung ist deshalb geringer als die Emissionsverminderung, weil die Pkw durchschnittlich zu etwas günstigeren Ausbreitungsbedingungen fahren als der Güterverkehr und weil sich bei Imst die früheren und aus anderen Quellen als der A12 stammenden Emissionen relativ stärker bemerkbar machen als an anderen Orten.

Die lufthygienische Effizienz eines immissionsgesteuerten temporären Tempolimits ist deutlich höher als der Anteil der Tempo100-Schaltung an der Gesamtzeit. Dies zeigt sich bei den Spitzenwerten noch viel deutlicher als im Mittel; diese werden praktisch optimal gedämpft– soweit das durch ein Tempolimit geht.

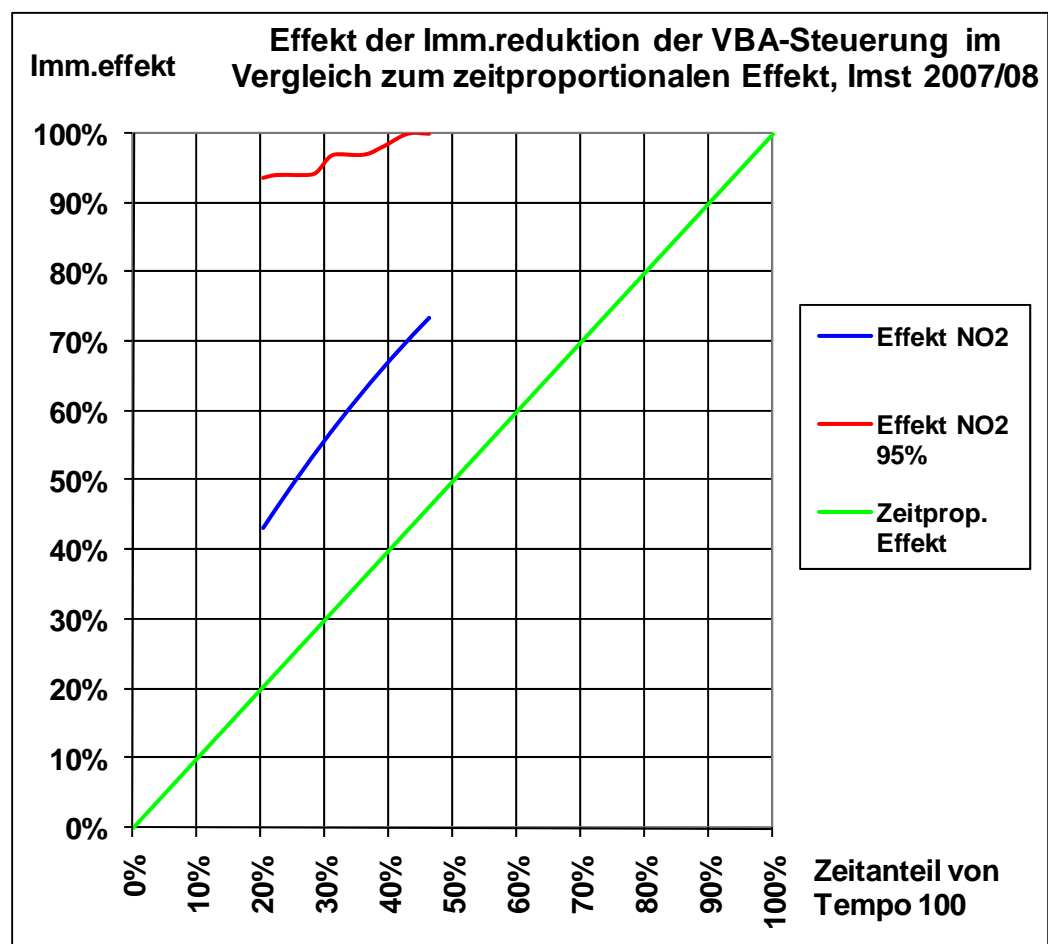


Abbildung 3.1: Lufthygienischer Effekt der temporären Tempo100-Schaltung (im Vergleich zu ganzjährig permanentem Tempolimit) gegen Anteil an der Gesamtzeit, Imst 2007/08.

Im Meßjahr ist der NO₂-Kurzzeitgrenzwert von 200 µg/m³ (Halbstundenwert) 14-mal überschritten worden. Mit der temporären Tempo100-Schaltung wäre es nur 9-mal gewesen; dies allerdings auch bei einer Schalthäufigkeit von nur 20%.

Die tageszeitliche Verteilung der Tempo100-Häufigkeit zeigt sich wie folgt:

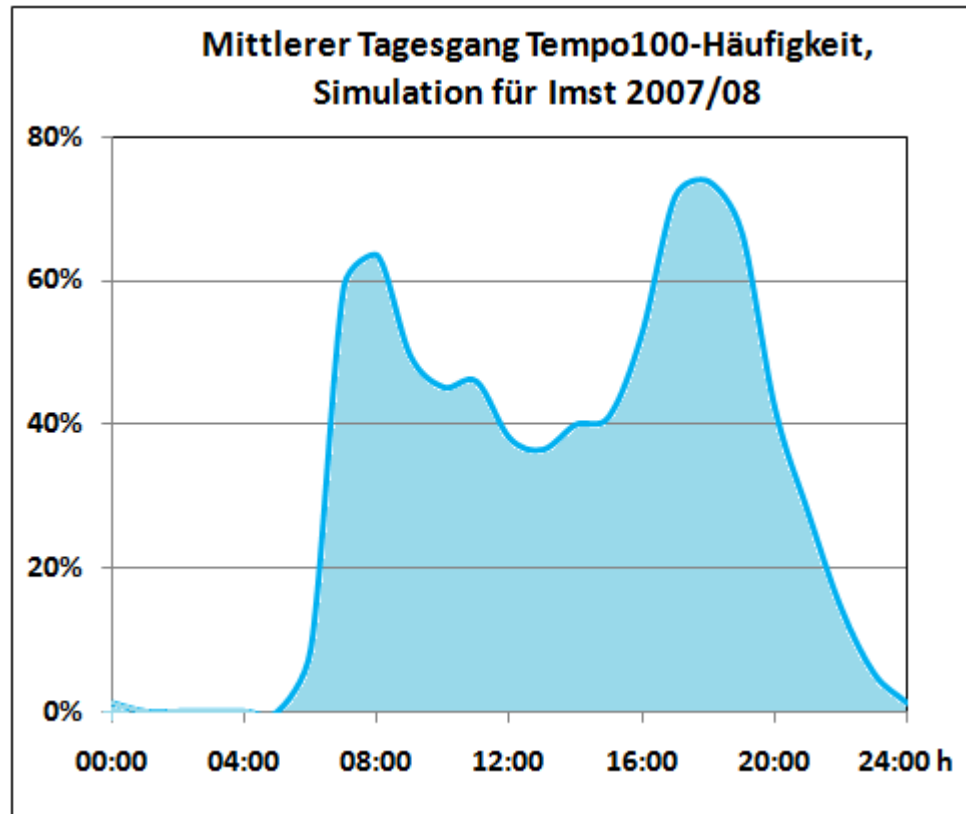


Abbildung 3.2: Mittlerer Tagesgang der Tempo100-Schalhäufigkeit bei einem Schwellenwert von $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ NO₂ (ca. 32% Schaltzeit), Imst 2007/08.

Die Wochentagsverteilung zeigt einigermaßen eine Entsprechung mit dem Wochenverlauf der Emissionen des Leichtverkehrs und der NO₂-Immissionen. Natürlich spielen auch die je Wochentag unterschiedlichen meteorologischen Bedingungen eine Rolle.

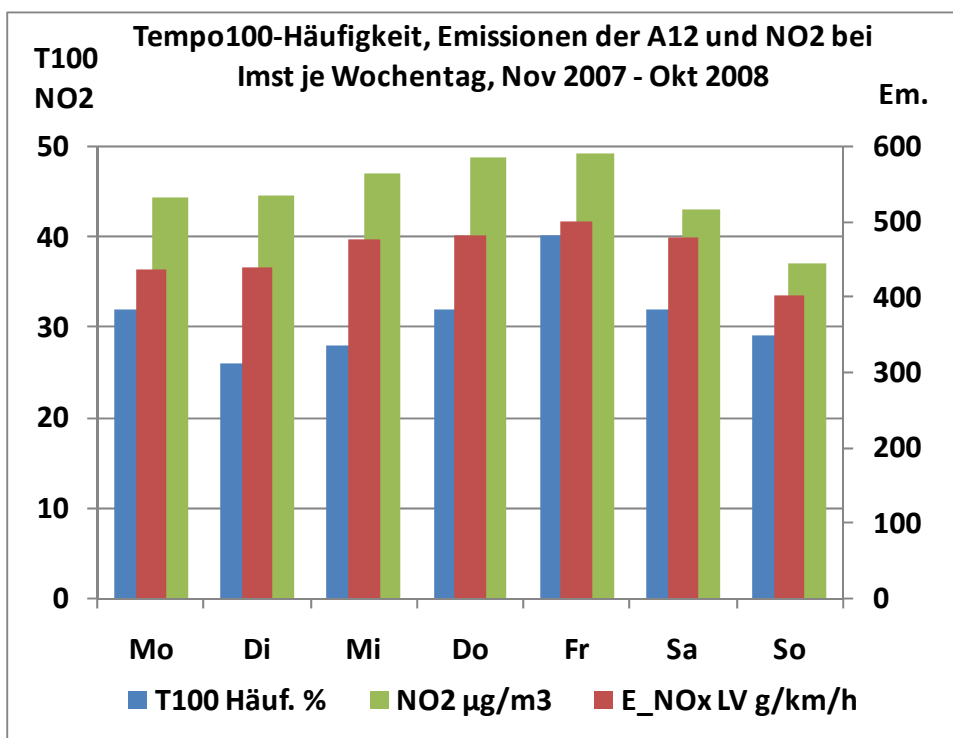


Abbildung 3.3: Mittlere Tempo100-Schalhäufigkeit bei einem Schwellenwert von 20 ppb (ca. 45% Tempo100-Anteil) und Leichtverkehrs-Emissionen je Wochentag, Hallein 2007.

4. Tauprognose

Zur Erläuterung der Tauprognose s. Dokumentation des Algorithmus.

Tabelle 4.1: Erwartungswerte von Tau nach Ausbreitungsklasse für Imst:

	NIEDRIG	MITTEL	HOCH
00:00	0.0328	0.0528	0.1518
01:00	0.0305	0.0463	0.1257
02:00	0.0263	0.0429	0.1226
03:00	0.0248	0.0405	0.1040
04:00	0.0243	0.0369	0.0927
05:00	0.0247	0.0354	0.0817
06:00	0.0388	0.0478	0.0717
07:00	0.0409	0.0463	0.0764
08:00	0.0379	0.0465	0.0790
09:00	0.0317	0.0390	0.0839
10:00	0.0275	0.0313	0.0723
11:00	0.0273	0.0285	0.0663
12:00	0.0246	0.0248	0.0644
13:00	0.0217	0.0226	0.0573
14:00	0.0211	0.0233	0.0590
15:00	0.0233	0.0229	0.0629
16:00	0.0252	0.0250	0.0699
17:00	0.0292	0.0295	0.0810
18:00	0.0359	0.0388	0.1044
19:00	0.0432	0.0477	0.1235
20:00	0.0470	0.0546	0.1433
21:00	0.0499	0.0590	0.1501
22:00	0.0492	0.0583	0.1493
23:00	0.0475	0.0575	0.1498
24:00 h	0.0328	0.0528	0.1518

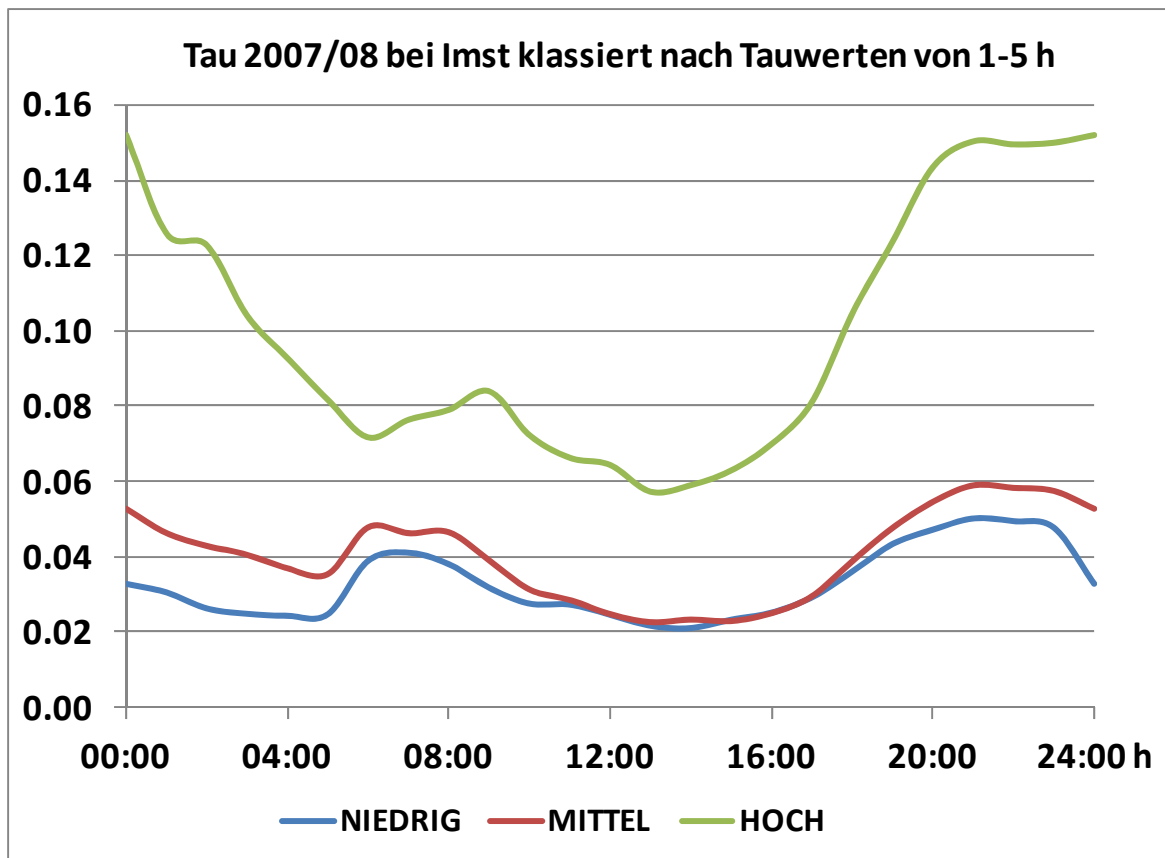


Abbildung 4.1: Tauverlauf für Imst Nov 2007 – Okt 2008 nach den drei Ausbreitungsklassen.

Tabelle 4.2: Ausbreitungsklassengrenzen für Tau je Tageszeitschicht, Imst Nov 2007 – Okt 2008:

	1-5h	5-9h	9-13h	13-17h	17-21h	21-1h
30%	0.030	0.037	0.020	0.019	0.038	0.040
70%	0.051	0.055	0.040	0.037	0.070	0.081

Anhand dieser Klassengrenzen (4h-Mittelwerte) wird die Ausbreitungsklasse alle 4 Stunden aktuell bestimmt.