

Gutachten zur Verordnung einer immissionsgesteuer- ten Geschwindigkeitsbe- grenzung auf der A12 zwi- schen Imst und Zams

Dr. Jürg Thudium
08.12.2008 / 5242.80 V01

Oekoscience AG

Postfach 452
CH - 7001 Chur

Telefon: +4181 250 3310
science@oekoscience.ch

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Konzept der immissionsgesteuerten Geschwindigkeitsbegrenzung	1
2.1. Veranlassung	1
2.2. Grundidee	2
2.3. Immissionsmodellierung	2
2.4. Bestimmung der direkten Immission der Pkw	3
3. Prognoseterme im Steuer-Algorithmus	4
3.1. Prognose für Verkehr und Ausbreitungsbedingungen	4
3.1.1. Verkehrsprognose	5
3.1.2. Tauprognose: Prognose der Ausbreitungsbedingungen	6
4. Eingangsdaten	7
5. Verwendung von Emissionsfaktoren	8
5.1. Geschwindigkeitsabhängigkeit der Emissionsfaktoren	8
5.2. Zeitliche Änderungen der Emissionsfaktoren	11
5.3. Direktemission an NO ₂	11
6. Bestimmung der Schwellenwerte für den Abschnitt Imst	12
6.1. Schwellenwert für den NO ₂ -Beitrag des Leichtverkehrs	12
6.2. Schwellenwerte in Bezug auf die Kurzzeitbelastung mit NO ₂	12
7. Von der Asfinag zu speichernde Daten	15
8. Ausblick	16

Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 5.1: Emissionsfaktoren für NO_x (blau) und PM₁₀ (rot) in Abhängigkeit der Fahrgeschwindigkeit für Pkw für 2006/07. Quelle: TU Graz, April 2007. 9
- Abbildung 5.2: Emissionsfaktoren für NO_x (blau) und PM₁₀ (rot) in Abhängigkeit der Fahrgeschwindigkeit für Lieferwagen (oben) und Motorräder (unten) für 2006/07. Quelle: TU Graz, April 2007. 10
- Abbildung 6.1: Täglicher NO₂-Spitzenwert gegen Morgenminimum zwischen 1 und 5 Uhr, Imst A12 Nov 2007 – Okt 2008 (oben) bzw. Imsterau 2005 – 2008 (unten). 14

Tabellenverzeichnis

- Tabelle 2.1: Emissionsfaktoren für NO_x und PM₁₀ von schweren Fahrzeugen 2006/07. Quelle: TU Graz, April 2007. 10

1. Einleitung

Die Tiroler Landesregierung hat Dr. Jürg Thudium von der Fa. Oekoscience beauftragt, ein Gutachten zur Verordnung einer immissionsgesteuerten Geschwindigkeitsbegrenzung mittels einer Verkehrsbeeinflussungsanlage (VBA) auf der Innentalautobahn A12 zwischen Imst und Zams zu erstellen. Dabei geht es um die Anpassung der verwendeten Emissionsfaktoren und die Einführung eines Prognosemoduls. Auf die bereits bestehende Verordnung zur VBA wird hier nicht mehr eingegangen.

2. Konzept der immissionsgesteuerten Geschwindigkeitsbegrenzung

2.1. Veranlassung

In einem größeren Bereich rund um die Unterinntalautobahn wird der Jahresmittel-Grenzwert und zum Teil auch der Kurzzeitgrenzwert für Stickstoffdioxid (NO₂) seit Jahren überschritten. Auch die Belastung mit ultrafeinen Partikeln und mit Russ muß als hoch angenommen werden. Ein Bündel verschiedener Maßnahmen soll die lufthygienische Belastung im Unterinntal reduzieren. Eine Maßnahme betrifft die Geschwindigkeit der Personenkraftwagen (PKW): Eine Reduktion der zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 130 auf 100 km/h bringt eine erhebliche Reduktion der Stickoxid- und partikelgebundenen -Emissionen. Nun trifft die Anordnung einer generellen länger andauernden Geschwindigkeitsreduktion auf eine sehr eingeschränkte Akzeptanz und ist aus lufthygienischen Gründen auch nicht angezeigt: Die Geschwindigkeitsreduktion soll nur temporär gelten, jedoch dann, wenn es lufthygienisch am meisten bringt. Dies hängt von den klimatischen Bedingungen und vom Verkehrsfluß ab.

2.2. Grundidee

Die Aufgabe einer immissionsgesteuerten Geschwindigkeitsbegrenzung besteht darin, die Geschwindigkeit der Pkw, Lieferwagen und Motorräder nur zu einem Teil der Zeit des Jahres zu begrenzen und damit einen optimalen lufthygienischen Effekt zu erzielen. Begrenzt man die Geschwindigkeit immer bei hohem Pkw-Aufkommen, wird man dies auch dann tun, wenn ein starker Wind sowieso für gute Luftqualität sorgt, und niemand wird diese Begrenzung einsehen. Begrenzt man die Geschwindigkeit immer bei schlechten Ausbreitungsbedingungen, so wird man dies auch dann tun, wenn nur relativ wenige Pkw fahren und der erreichte Effekt damit gering ist, z.B. in der Nacht.

Der optimale Steuerparameter ist vielmehr die von der Klasse der Pkw erzeugte **direkte Immission**, d.h. der Anteil der Immission, welcher aktuell von der Klasse der Pkw herrührt. Diese Größe ist nicht meßbar, aber berechenbar (s. Kap. 2.3).

Würden die Zeiten einer Geschwindigkeitsreduktion (x% der Gesamtzeit) zufällig übers Jahr ausgewählt, so wäre der erreichte Reduktionseffekt bei den Immissionen ebenfalls im Mittel x% des möglichen Gesamteffektes (wenn die Geschwindigkeitsreduktion immer gelten würde). Dank der immissionsklimatischen Steuerung ist der erreichte Effekt aber 2 – 3-mal höher. Mit dieser Art von Steuerung ist die zu erwartende Akzeptanz langfristig außerdem auch deutlich höher.

2.3. Immissionsmodellierung

Damit die Schadstoffimmissionen den einzelnen Verkehrsträgern zugeordnet werden können (also hier den Pkw), ist eine Modellierung notwendig.

Die Ausbreitung von Luftschadstoffen ist ein komplexer Vorgang. In topographisch gegliedertem Gelände ist sie noch komplexer als über dem flachen Land. Dies liegt an der Kanalisierung der Strömungen innerhalb der Talflanken und an den zäheren Inversionen (wenn wärmere Luft über kälterer liegt und der Wegtransport der Schadstoffe nach oben stark behindert ist). Verschiedene Untersuchungen haben gezeigt, daß eine bestimmte Emissionsmenge (z.B. von einem bestimmten Lastwagen) in einem Alpental im Durchschnitt die 2.5 - 3fache Immission (Luftschadstoffkonzentration in der Luft) erzeugt wie im flachen Land. Generell aber erzeugt eine bestimmte Emissionsmenge im Mittel nachts etwa die 3-4fache Immission wie über Mittag.

Das Verhältnis zwischen erzeugter Immission und ursächlicher Emission wird also von der Topographie der Umgebung und den meteorologischen Ausbreitungsbedingungen bestimmt. Der von Oekoscience entwickelte Modellansatz geht empirisch von diesem Verhältnis aus, welches für jede Stunde aus Messungen (Luftschadstoffe, Verkehr) bestimmt wird. Für jede Stunde eines Zeitraumes sind die realen Ausbreitungsbedingungen über das I/E-Verhältnis (= τ [Tau]) empirisch bekannt und müssen nicht über Annahmen parametrisiert werden. Dabei muß ein zeitlich variabler, also dynamischer Hintergrund berücksichtigt werden (entsprechend den von früheren und anderen Emissionen herrührenden Immissionen).

Kennt man so die Ausbreitungs- und Umwandlungsbedingungen über einen bestimmten Zeitraum (z.B. ein Jahr), kann man hypothetisch mehr oder weniger Emissionen zulassen bzw. sie zeitlich anders verteilen (z.B. was wäre wenn Tempo 100 nicht gelten würde) und die Auswirkungen auf die Immissionen berechnen. Im Falle des NO₂ muß berücksichtigt werden, daß dieser Stoff zu einem großen Teil erst in der Atmosphäre aus NO entsteht. Die Verhältnisse zwischen NO, NO₂, Ozon und anderen oxidierenden Luftschadstoffen sind sehr komplex, was zur Folge hat, daß sich Änderungen beim Gesamtstickoxid NO_x in nicht proportionalen Änderungen beim NO₂ nieder schlagen. Auch hier verfolgt das Modell von Oekoscience einen empirischen Ansatz, der den veränderlichen Konversionsverhältnissen dynamisch folgt und nicht auf einer statischen Näherungsformel beruht.

Um das Modell für einen bestimmten Streckenabschnitt anwenden zu können, bedarf es also einerseits einer für diesen Streckenabschnitt repräsentativen, nach Kategorien unterteilten Verkehrszählung, andererseits einer repräsentativen Immissionsmeßstation. Die erfaßten Daten müssen halbstündlich verfügbar sein.

2.4. Bestimmung der direkten Immission der Pkw

Der optimale Steuerparameter ist die von der Klasse der PKW erzeugte **direkte Immission**, welche nicht meßbar ist. Dank des Tau-Modells (s. Kap. 2.3) ist sie aber berechenbar, für jede Stunde nämlich gleich dem Produkt von τ und Pkw-Emission:

$$I_{\text{dirPKW}} = \tau * E_{\text{aPKW}}$$

mit I_{dirPKW} : Von den Pkw in der aktuellen Halbstunde direkt erzeugte Immission

τ : Transferfaktor (s. Kap. 2.3)

E_{aPKW} : Von den PKW in der aktuellen Halbstunde freigesetzte Emission.

Somit wird erreicht, daß die Steuerung dann erfolgt, wenn der Immissionseffekt - also der lufthygienische Effekt - optimal ist: Die Verfügung einer Geschwindigkeitsreduktion für Pkw erfolgt nämlich zu Zeiten der höchsten Werte für I_{dirPKW} . Im konkreten Anwendungsfall werden für die beiden Standorte Vomp und Kundl die Schwellenwerte für I_{dirPKW} bestimmt, welche in einem meteorologisch durchschnittlichen Jahr von einem bestimmten Prozentsatz aller Werte überschritten werden. Bei einem I_{dirPKW} -Wert oberhalb des Schwellenwertes wird dann im konkreten Betrieb die Geschwindigkeitsbegrenzung verfügt. In einem Jahr mit deutlich günstigeren mittleren Ausbreitungsverhältnissen wird die gesamte Zeitdauer der Geschwindigkeitsbegrenzung geringer sein als jener Prozentsatz, in einem Jahr mit insgesamt schlechteren Ausbreitungsbedingungen jedoch höher.

3. Prognoseterme im Steuer-Algorithmus

Gemäß Bundesverordnung soll der Algorithmus für die immissionsgesteuerte Geschwindigkeitsbegrenzung eine Voraussage machen über die zu erwartende immissionsklimatische Entwicklung, "insbesondere der Inversionswahrscheinlichkeit der nächsten Stunden". Es geht dabei darum, kurzzeitige Entwicklungen aufzufangen. Da der in Tirol zum Einsatz gelangende Algorithmus jede halbe Stunde die verkehrliche und immissionsseitige Realität erfaßt, genügt eine kurzfristige Prognose.

3.1. Prognose für Verkehr und Ausbreitungsbedingungen

Der Algorithmus errechnet jede Halbstunde die Schaltempfehlung (Tempo100 oder Tempo130) aufgrund der erhobenen Verkehrs- und Immissionsdaten der vergangenen Halbstunde und mit dem für das nächste Zeitintervall erwarteten Verkehr und dem erwarteten Wert für Tau; damit reagiert er auf die zu erwartenden Entwicklungen. Die Schaltempfehlung gilt dann für die folgende Halbstunde. Mit der Prognose der Inputdaten ist der Algorithmus nicht mehr eine halbe Stunde "zu spät".

3.1.1. Verkehrsprognose

Der erwartete Verkehr wird in 'Pkw-ähnliche' und 'Lkw-ähnliche' Fahrzeuge unterteilt; für diese zwei zusammengefaßten Klassen können die Wochentags-Ganglinien, d.h. mittlere Tagesganglinien typischer Wochentage → Erwartungswerte der Abt. Verkehrsplanung in Tirol oder der Asfinag verwendet werden.

Die einzelnen Tage einer bestimmten Wochentagsklasse streuen allerdings stark um die mittlere Ganglinie. Jedoch weisen die allermeisten Tage eine kontinuierliche Tendenz innerhalb ihrer Klasse auf, also über den ganzen Tag generell höher als im Mittel oder generell tiefer als im Mittel etc., d.h. die einzelnen Tagesgänge überschneiden sich meistens nur wenig. Darauf baut der Prognoseansatz auf. Dabei ist es sehr wichtig, daß nur Tage mit einem **ähnlichen relativen Verlauf** des Verkehrsaufkommens zu einem Tagestyp zusammengefaßt werden, die absoluten Werte können eher schwanken.

Das Verkehrsaufkommen des nächsten Zeitintervalls wird prognostiziert, indem der aktuelle Wert mit der gleichen **relativen** Änderung versehen wird wie der Erwartungswert zur entsprechenden Tageszeit:

$$LV(t+1) = LV(t) \left(1 + \frac{Pkw\ Diff(k,t)}{Pkw\ Abs(k,t)} \right)$$

$$SV(t+1) = SV(t) \left(1 + \frac{Lkw\ Diff(k,t)}{Lkw\ Abs(k,t)} \right)$$

Mit LV: Leichtverkehr; SV: Schwerverkehr; t: aktuelle Tageszeit; k: Tagestyp.

PkwAbs(k,t): Erwartungswert von LV (in Anzahl Fz) zum jetzigen Zeitpunkt t je Tagestyp k.

PkwDiff(k,t): Erwartungswert der Änderung von LV auf das nächste Zeitintervall t+1 (negativ, wenn weniger Fz im nächsten Zeitintervall erwartet werden).

LkwAbs(k,t): Erwartungswert von SV (in Anzahl Fz) zum jetzigen Zeitpunkt t je Tagestyp k.

LkwDiff(k,t): Erwartungswert der Änderung von SV auf das nächste Zeitintervall t+1 (negativ, wenn weniger Fz im nächsten Zeitintervall erwartet werden).

3.1.2. Tauprognose: Prognose der Ausbreitungsbedingungen

Ausgangspunkt ist die Tatsache, daß die Tauwerte je nach meteorologischer Situation stark unterschiedliche, aber typische Tagesgänge zeigen und daß die Situation in den frühen Morgenstunden meist prägend ist für den gesamten Tagesverlauf.

Das folgende Prognoseverfahren soll für die Streckenabschnitte bei Vomp und Kundl eingesetzt werden:

- Alle Tage des Referenzzeitraumes (Vomp: 2005; Kundl: November 2006 – April 2007, muß als provisorisch betrachtet werden bis zur nächsten Evaluation mit einem ganzen Jahr) werden gemäß den Tauwerten von 1-5 h in 3 Klassen eingeteilt: gute, mittlere, schlechte Ausbreitungsbedingungen (niedrige, mittlere, hohe Werte für Tau). Dabei befinden sich 40% aller Tage in der mittleren Klasse, je 30% in der hohen und tiefen.
- Für jede der 3 Ausbreitungsklassen wird der mittlere Tagesgang für Tau bestimmt ($\rightarrow \tau_{\text{Erw}(k)}$). Dies sind die Tauwerte, die in der jeweiligen Ausbreitungssituation erwartet werden.
- Auch für die übrigen 5 Vierstundenintervalle des Tages (5-9h, 9-13h, 13-17h, 17-21h, 21-1h) werden die Quantile (30, 40, 30%) der Tauwerte bestimmt.
- Im konkreten Betrieb wird alle vier Stunden die aktuelle Ausbreitungsklasse bestimmt, durch Vergleich mit den Quantilsgrenzen. Ein Vierstundenintervall ist notwendig, weil die Tauwerte erhebliche kurzfristige Fluktuationen aufweisen, zum kleineren Teil wegen meteorologischen Schwankungen wie dem Lokalwind, zum größten Teil wegen Abweichungen der Emissionen der realen Flotte vom Rechenwert.
- Der Tauwert des nächsten Zeitintervalls (t+1) wird prognostiziert, indem die aktuellen Werte von Tau wie folgt mit den Erwartungswerten verknüpft werden:

$$\tau(t+1) = \frac{\tau(t) + \tau(t-1)}{\text{Erw}\tau(t,k) + \text{Erw}\tau(t-1,k)} \times \text{Erw}\tau(t+1,k)$$

Mit t: aktuelle Tageszeit; k: Ausbreitungsklasse; Erw τ : Erwartungswert für τ .

Mit diesem Ansatz geht auch die aktuelle Situation in die Prognose ein. Der zeitliche Verlauf von Tau je Ausbreitungsklasse – auch der relative Verlauf (\rightarrow die Kurvenform) - ist unterschiedlich; das bedeutet, daß die zu erwartende prozen-

tuale Änderung von Tau für das nächste Zeitintervall je nach Ausbreitungsklasse verschieden ist. Für die Ermittlung dieser Tau-Verläufe wurde auf die Situation von 1-5 h morgens abgestellt, um meteorologisch zusammenhängende Verläufe zu eruieren.

4. Eingangsdaten

Die Erfassung der Eingangsdaten (Immissionen und Verkehrszahlen) hat grundsätzlich nach 'State of the Art' zu erfolgen.

Immissions-Messungen:

Halbstundenwerte von NO_x, NO₂ und NO.

Die Standards, die in Österreich für Meßstellen zur Prüfung der Einhaltung von Grenzwerten gemäß IG-Luft gelten, sind auch für diese Anwendung hinreichend.

Verkehrserfassungen:

Stundenwerte des Verkehrsaufkommens und der mittleren Fahrgeschwindigkeit unterteilt nach 8+1 oder 5+1 Kategorien; Halbstundenwerte der Summe an leichten und schweren Fahrzeugen.

Das Verkehrszählsystem, das zur Bestimmung der Schalt-Schwellenwerte für den Referenzzeitraum verwendet wurde, muß identisch sein mit demjenigen, welches für den konkreten Betrieb der Schaltungen eingesetzt wird, oder allfällig unterschiedliche Zählsysteme müssen miteinander querverglichen werden, um einen Einfluß dieser Unterschiede auf die Schaltvorgänge ausschließen zu können.

Erwartungswerte für die Prognoseverfahren:

Erwartete Ganglinien des Leicht- und Schwerverkehrs je bestimmte Wochentagstypen.

Erwarteter mittlerer Tagesgang von Tau je Ausbreitungsklasse.

Grenzwerte von Tau für die Ausbreitungsklassenzuordnung je 4-Stundenschicht.

5. Verwendung von Emissionsfaktoren

Im Steuer-Algorithmus werden die aktuellen Emissionen auf der A12 berechnet. Dazu werden die kontinuierlichen nach Kategorien unterteilten Fahrzeugzahlen mit den zugehörigen Emissionsfaktoren verknüpft. Die Emissionsfaktoren hängen stark von der Fahrgeschwindigkeit ab (ansonsten die Temporeduktion lufthygienisch ja keinen Sinn machen würde); deshalb werden auch kontinuierlich die mittleren Geschwindigkeiten jeder Fahrzeugkategorie gemessen und in die Emissionsberechnung miteinbezogen.

Im Allgemeinen wird für die Bestimmung der Emissionsfaktoren das Handbuch HBEFA 2.1 vom Feb. 2004 herangezogen. Neuere Erkenntnisse haben gezeigt, dass diese Angaben an vielen Stellen zu revidieren sind. Eine neue Version ist für 2009 angesagt.

Im Frühjahr 2007 sind dem Land Tirol von der TU Graz revidierte Emissionsfaktoren in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit für die Autobahn A12 vorgelegt worden. Diese werden für alle immissionsgesteuerten Autobahnabschnitte verwendet, bis offiziell neue Emissionsfaktoren vorliegen.

Im Folgenden werden diese Emissionsfaktoren in ihrer Geschwindigkeitsabhängigkeit aufgezeigt.

5.1. Geschwindigkeitsabhängigkeit der Emissionsfaktoren

Zitat aus: „Evaluation: Tempo 100 auf der Unterinntalautobahn im Winter 2006/07, Teil 1: Effekte auf Fahrgeschwindigkeiten, Emissionen und Immissionen“. Im Auftrag der Tiroler Landesregierung, Oekoscience, April 2007.

„Die TU Graz hat für die beiden Streckenabschnitte der A12 bei Vomp und Kundl und für die verschiedenen Tempolimits nachts und tagsüber mittlere Emissionsfaktoren für Pkw, Motorräder und Lieferwagen bestimmt. Diese zeigen alle eine strenge Abhängigkeit von der Durchschnittsgeschwindigkeit allein, so dass daraus geschlossen werden kann, dass mit dem heutigen Kenntnisstand die mittlere Geschwindigkeit allein (und allenfalls noch die Längsneigung) den Emissionsfaktor bestimmt. Die folgenden drei Abbildungen zeigen diese Abhängigkeiten.

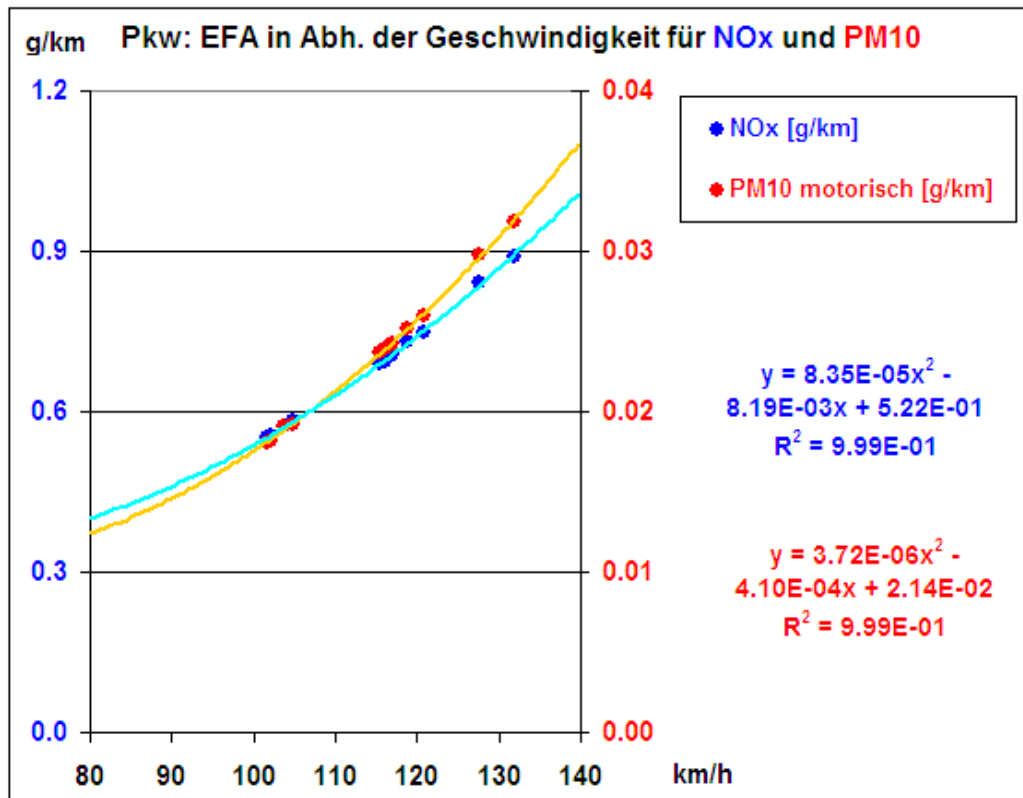
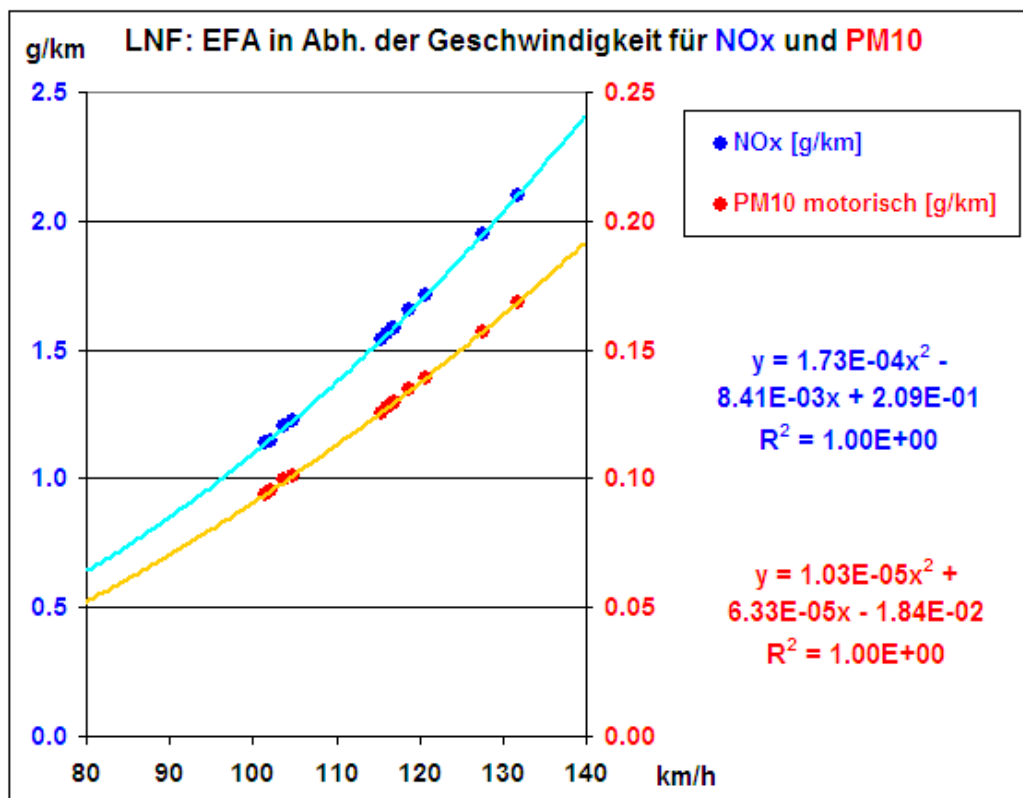


Abbildung 5.1: Emissionsfaktoren für NOx (blau) und PM10 (rot) in Abhängigkeit der Fahrgeschwindigkeit für Pkw für 2006/07. Quelle: TU Graz, April 2007.



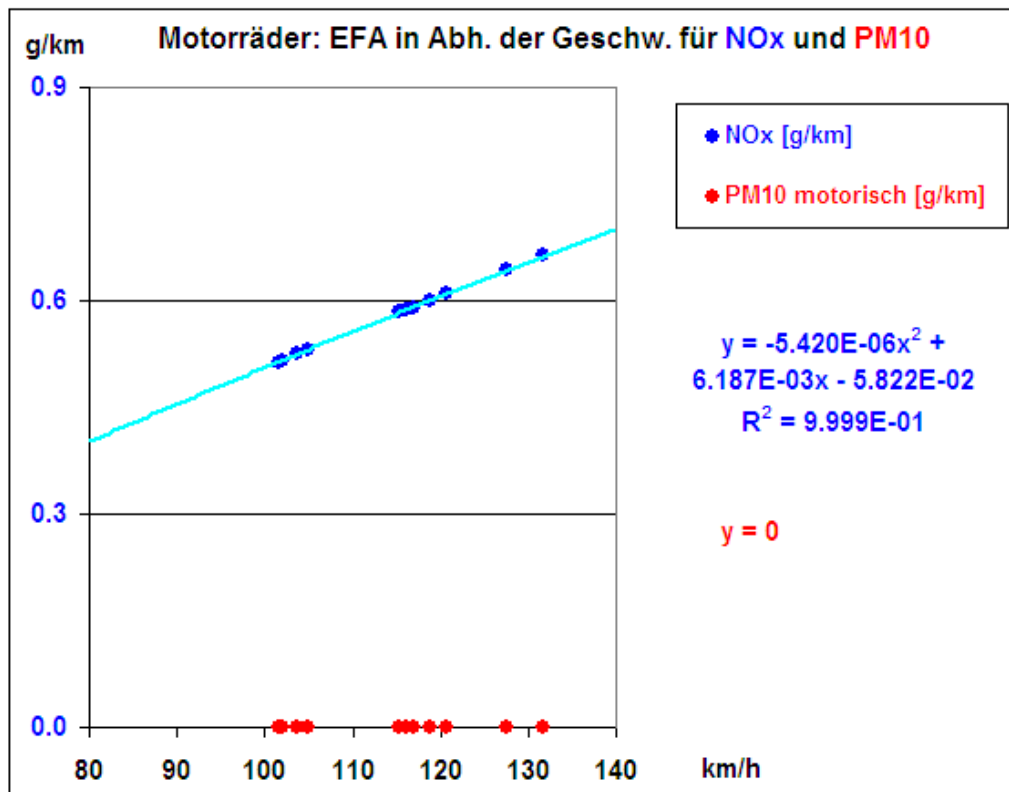


Abbildung 5.2: Emissionsfaktoren für NOx (blau) und PM10 (rot) in Abhängigkeit der Fahrgeschwindigkeit für Lieferwagen (oben) und Motorräder (unten) für 2006/07. Quelle: TU Graz, April 2007.

Die Kurven zeigen Korrelationskoeffizienten von mehr als 0.999, zum Teil mehr als 0.9999, d.h. die Geschwindigkeit allein bestimmt für geringe Längsneigung die Emissionsfaktoren.

Bei den Pkw und Lieferwagen nehmen die EFA von (wirklich gefahrenem) Tempo 130 km/h auf 100 km/h um etwa 40% ab.“

Die Emissionsfaktoren der schweren Fahrzeuge wurden wie folgt angegeben:

Tabelle 2.1: Emissionsfaktoren für NOx und PM10 von schweren Fahrzeugen 2006/07. Quelle: TU Graz, April 2007.

Fahrzeugkategorie	NOx	PM10 motorisch
	[g/km]	[g/km]
Solo LKW	4.25	0.088
Last- und Sattelzüge	5.74	0.106
Reisebus	7.53	0.177

Die Abhängigkeit der Emissionsfaktoren der schweren Fahrzeuge von der Geschwindigkeit ist gemäß HBEFA 2.1 im üblichen Geschwindigkeitsbereich sehr gering: Bei Bussen im Bereich von ca. 80 – 100 km/h $< 0.04\%/[km/h]$; bei Lkw und SLZ im Bereich von ca. 75 – 90 km/h etwa $-0.3\%/[km/h]$.

5.2. Zeitliche Änderungen der Emissionsfaktoren

Die oben dargestellten Emissionsfaktoren und ihre Änderungen mit der Geschwindigkeit beziehen sich auf den Mittelwert der Jahre 2006 und 2007. Die Emissionsabschätzungen des HBEFA 2.1 wurden im Jahre 2003 gemacht. Seither hat sich gezeigt, daß damals allgemein die Entwicklung hin zu tieferen Emissionsfaktoren zu optimistisch eingeschätzt wurde, insbesondere beim Schwerverkehr. Um die Relation zwischen Leicht- und Schwerverkehr nicht ungerechtfertigterweise zu verschieben, wird vorgeschlagen, weiterhin mit den Faktoren von 2006/07 zu fahren und für die Referenzgeschwindigkeit, für welche die Immissionsbeiträge des Leichtverkehrs errechnet werden, einen Wert von 112 km/h zu verwenden. Mit Vorliegen des neuen HBEFA sind die Emissionsfaktoren neu zu überdenken.

5.3. Direktemission an NO₂

Infolge der katalytischen Abgasnachbehandlung bei modernen Dieselfahrzeugen nehmen die Anteile direkt emittierten NO₂ im Abgasstrom der Fahrzeuge zu. Davon sind vor allem die leichten Fahrzeuge betroffen, sowie die Euro4-Lkw. Bei den Euro5-Lkw scheint der Direktanteil an NO₂ wieder geringer zu werden (Hausberger, 2007). Ausgehend von verschiedener Literatur wurden die Anteile direkt emittierten NO₂ am gesamten emittierten Stickoxid für 2008/2009 wie folgt angesetzt:

Pkw-Ähnliche Fahrzeuge: 18 Volumenprozent (25 Massenprozent).

Lkw-Ähnliche Fahrzeuge: 5 Volumenprozent (7 Massenprozent).

Hinter diesen Werten steht auch die Erfahrung, dass es in Simulationsrechnungen für Kundl nicht zu viele negative Werte für die Konzentration photochemisch gebildeten NO₂ geben darf; je höher der Anteil an Direktemission von NO₂, desto geringer wird der photochemisch gebildete Anteil. Wird letzterer negativ, ist also der Anteil der Direktemission zu hoch angesetzt.

Literatur:

- * Hausberger, S., TU Graz: Entwicklung der NO₂ Belastung durch den Straßenverkehr. Erstellt im Auftrag von Umweltbundesamt GmbH, 2007.
- * 16. Symposium "Transport and Air Pollution", Graz 2008:
 - "Trends in Regulated and Non-Regulated Emissions of Cars in Both Statutory and Real-World Driving Conditions – Do They Still Follow Regulations?". Weilenmann, M. et al., EMPA, Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research, CH.
 - "Evaluation of European Road Transport Emission Models against On-Road Emission Data as Measured by Optical Remote Sensing". Sjödin, A. et al., Swedish Environmental Research Institute, SE.

6. Bestimmung der Schwellenwerte für den Abschnitt Imst

6.1. Schwellenwert für den NO₂-Beitrag des Leichtverkehrs

Der Schwellenwert für den NO₂-Beitrag des Leichtverkehrs wurde für den Referenzzeitraum vom November 2007 – Oktober 2008 so bestimmt, daß im Einklang mit der entsprechenden Bundesverordnung durch die temporäre Geschwindigkeitsbegrenzung eine Immissionsreduktion hätte erreicht werden können, die so groß war wie bei einem permanentem Tempo 100-Limit im Winterhalbjahr von November – April. Es ergab sich ein Schwellenwert von 19 µg/m³ NO₂. Dieser Wert ist eine Referenzgröße für den Algorithmus und hat keinen Bezug zu irgendwelchen Grenzwerten nach IG-Luft. Im Referenzjahr wäre bei diesem Schwellenwert ca. 32% der gesamten Zeit Tempo 100 geschaltet worden.

6.2. Schwellenwerte in Bezug auf die Kurzzeitbelastung mit NO₂

Zwei weitere Schwellenwerte dienen dem Schutz vor einer Überschreitung des Kurzzeitgrenzwertes für NO₂ gemäß IG-Luft (200 µg/m³). NO₂ bildet sich zu wesentlichen Teilen erst allmählich in der Atmosphäre aus NO. Um einer Entwick-

lung hin zu hohen NO₂-Immissionen die Spitze zu brechen, muß deshalb schon deutlich vor Erreichen des Kurzzeitgrenzwertes von 200 µg/m³ eingeschritten werden, aber dennoch erst dann, wenn es sich um eine seltene Extremsituation handelt.

Zum Einen soll Tempo 100 gelten, sobald der Halbstundenwert der gesamten NO₂-Immission 150 µg/m³ überschreitet. Dies ist als Absicherung gedacht, die jedoch in der Praxis kaum zum Tragen kommt: Im Referenzjahr wurde bei Imst der Kurzzeitgrenzwert 14-mal an insgesamt 5 Tagen überschritten (21.12.2007; 27. – 29.12.2007; 02.01.2008). Die Überschreitungen traten alle zwischen 14 und 19 Uhr auf. An 4 Tagen hätte bereits aufgrund des Pkw-Beitrags an NO₂ ab 6 Uhr, an einem Tag ab 7 Uhr permanent Tempo 100 gegolten, lange vor Erreichen der Gesamtmission von 150 µg/m³.

Zum Anderen gilt auf der A12 im Unterland ein permanentes Tempo 100-Limit von 5-18 Uhr, wenn der minimale Halbstundenwert für NO₂ zwischen 1 und 5 Uhr über 80 µg/m³ liegt. Für den Bereich Imst macht diese Bedingung jedoch keinen Sinn. Sowohl die Meßstelle Imst-A12 für ein Jahr als auch die Meßstelle Imsterau für 4 Jahre zeigen, daß sehr hohe NO₂-Spitzen eher mit mittleren denn mit besonders hohen Morgenminima an NO₂ einhergehen. Dies hängt mit dem Wechselspiel Immission – Meteorologie in der abgeschlossenen Beckenlage zusammen. Aus diesem Grunde wird vorgeschlagen, auf einen derartigen Schwellenwert zu verzichten.

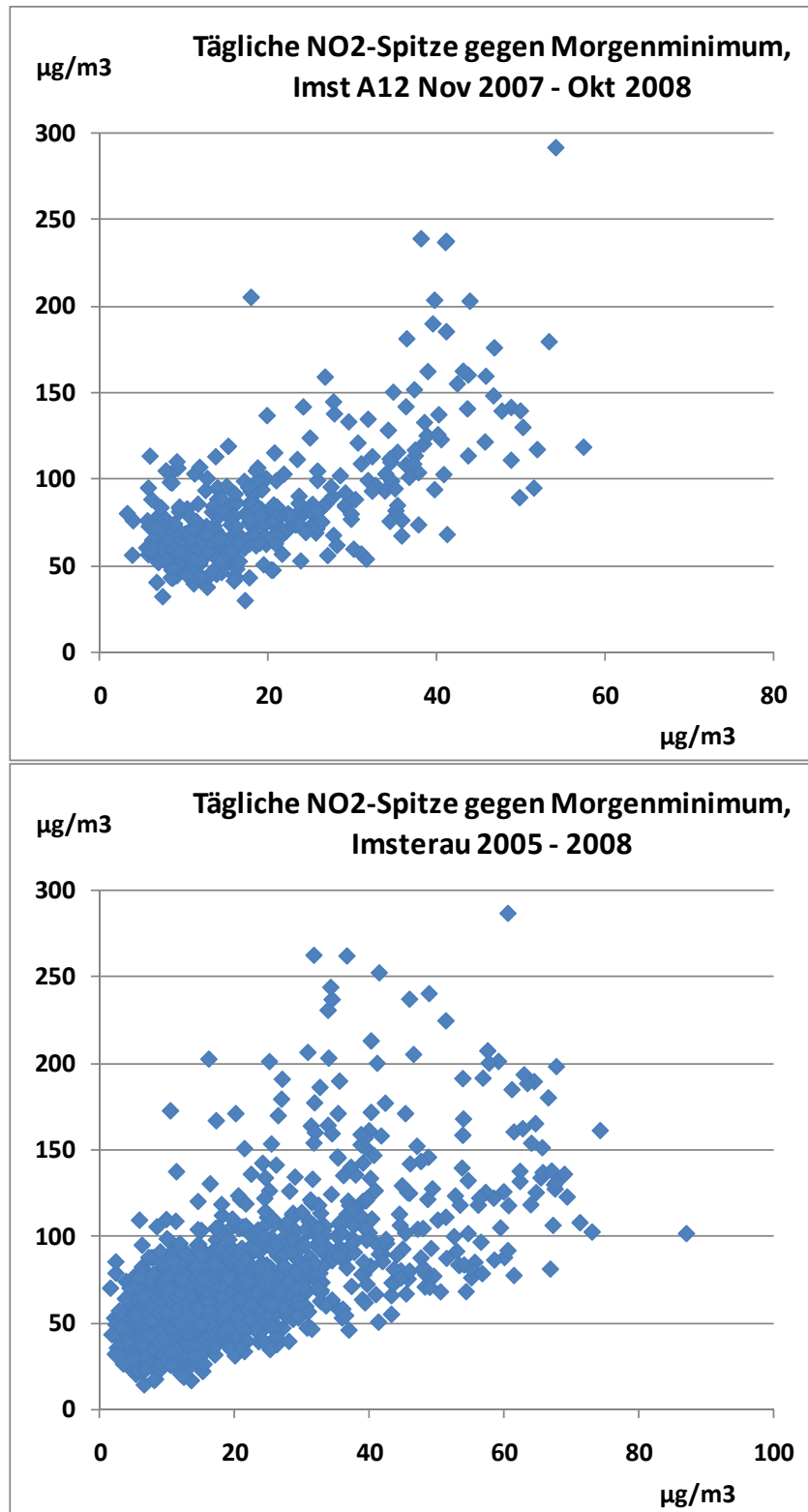


Abbildung 6.1: Täglicher NO₂-Spitzenwert gegen Morgenminimum zwischen 1 und 5 Uhr, Imst A12 Nov 2007 – Okt 2008 (oben) bzw. Imsterau 2005 – 2008 (unten).

Eine durchgeführte Änderung des Schaltzustandes (Tempo 100 oder nicht) muß mindestens eine Stunde gelten, um irritierende Schaltfrequenzen zu vermeiden. Aus dem gleichen Grunde wird der Schwellenwert für den NO₂-Beitrag des Leichtverkehrs um $\pm 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gesichert: Bei nicht geschaltetem Tempo 100 ist der Schwellenwert zur Einschaltung um $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ höher, bei geschaltetem Tempo 100 ist der Schwellenwert zur Ausschaltung um $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ niedriger.

7. Von der Asfinag zu speichernde Daten

Bei der Asfinag müssen aus Gründen der Rückverfolgung die folgenden Daten halbstündlich gespeichert werden:

Datum

Zeit

Schaltempfehlung für Tempo 100 (Boolean)

Optimierungskomponente (NO_x oder NO₂)

Aktuelle Schwelle für Imm. PKW für Tempo 100

Direkter Beitrag der PKW-Klasse zur NO_x-Immission

Direkter Beitrag der PKW-Klasse zur NO₂-Immission

Empirischer Ausbreitungsparameter τ (Oekoscience-Modell) und Prognosewert

Summe der leichten Fz. LV (MR + PKW + LNF) und Prognosewert

Summe der schweren Fz. SV(üb. Kategorien) und Prognosewert

Stundensumme Busse

Stundensumme MR

Stundensumme PKW

Stundensumme LNF

Stundensumme LKW

Stundensumme LZ

Stundensumme SZ

Stundensumme PKW mA

Stundensumme Sonstige

Gesamtemission

Emission der PKW-Klasse (MR + Pkw + LNF)

Differenz von G_PKW zwischen Standard-Tempo und aktuellem Tempo

Messwert NO_x

Messwert NO₂

Plausibilitätscode für NO_x

Plausibilitätscode für NO₂

Plausibilitätscodesumme aller 9 Verkehrskategorien

Mittlere Geschwindigkeit Busse
Mittlere Geschwindigkeit MR
Mittlere Geschwindigkeit PKW
Mittlere Geschwindigkeit LNF
Mittlere Geschwindigkeit LKW
Mittlere Geschwindigkeit LZ
Mittlere Geschwindigkeit SZ
Mittlere Geschwindigkeit PKW mA
Mittlere Geschwindigkeit Sonstige

Anhand dieser Parameter kann das Schaltergebnis des Algorithmus jederzeit nachvollzogen werden.

8. Ausblick

Die in den Algorithmus zur Schaltung einer immissionsgesteuerten Geschwindigkeitsbegrenzung eingehenden Parameter müssen allenfalls an veränderte fachliche Gegebenheiten angepasst werden, was zu einer notwendigen Anpassung der Verordnung führen könnte. Solche Veränderungen können die folgenden Fachgebiete betreffen:

- Emissionsfaktoren je Fahrzeugkategorie und ihre Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit.
- Änderung des Zählsystems für das nach Fahrzeugkategorien unterteilte Verkehrsaufkommen.
- Anteile direkt emittierten NO₂ am gesamten emittierten Stickoxid je Fahrzeugkategorie.
- Anteil des NO₂ am NO_x in der Immission auf Grund der klimatischen Bedingungen.