

# Lufthygienische Situation im Unterinntal 2004

**Verkehr, Emissionen, Immissionen,  
klimatische Einflüsse**

**Im Auftrag der Tiroler Landesregierung  
Dezember 2005**

Dr. Jürg Thudium  
18.12.2005/ 5223.50

Oekoscience AG

Werkstrasse 2  
CH - 7000 Chur

Telefon: +4181 250 3310  
Telefax: +4181 250 3311  
oekos@oekoscience.ch

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2. Verlauf von Stickoxid-Emissionen und –Immissionen bei Vomp 1999 – 2004</b>	<b>1</b>
<b>3. Verkehr und Emissionen auf der A12 bei Vomp von Mai 2004 – April 2005</b>	<b>4</b>
<b>4. Abschätzung des Verkehrsanteils an den Feinstaub-Immissionen (PM10) bei Vomp</b>	<b>7</b>
<b>5. Stickoxidverteilung im Unterinntal</b>	<b>10</b>
<b>6. Vergleich von Verkehr und Immissionen 2003 – 2004 bei Vomp</b>	<b>13</b>
<b>7. Klimatische Einflüsse im Vergleich von 2004 und 2003</b>	<b>18</b>
7.1. Jahresverlauf von NOx-Immissionen und Inversionshäufigkeit	18
7.2. Jahreszeitliche Inversionshäufigkeiten bei Schwaz	20
7.3. Zeitliche Verteilung der Inversionen und Intensität	23
7.4. Sensitivität der NOx-Immissionen gegen Inversionen	24
<b>8. Zukunftsperspektiven</b>	<b>26</b>
8.1. Geschwindigkeitsabhängigkeit von PKW-Emissionen	26
8.2. Zukünftige Entwicklung der Immissionen bei Vomp (A12) unter der Annahme konstanter Fahrtenzahlen	28
<b>9. Literatur</b>	<b>30</b>
<b>10. Zusammenfassung</b>	<b>31</b>

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: Verhältnis von NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub> im Jahresmittel für Vomp, 1999 – 2004.	2
Abbildung 3.1: Aufteilung des Verkehrsaufkommens und der NO <sub>x</sub> - sowie Partikelemissionen auf der A12 bei Vomp nach Fahrzeugkategorien, Mai 2004 – April 2005.	5
Abbildung 3.2: Aufteilung des Verkehrsaufkommens und der NO <sub>x</sub> - sowie Partikelemissionen auf der A12 bei Vomp nach Fahrzeugkategorien, Mai 2004 – April 2005, relative Anteile in %.	6
Abbildung 4.1: Mittlerer Tagesgang von NO <sub>x</sub> und PM <sub>10</sub> an der Messstelle Vomp, Mai 2004 – April 2005.	8
Abbildung 4.2: Mittlerer relativer Tagesgang für NO <sub>x</sub> , PM <sub>10</sub> , Partikelanzahl und Russ für Erstfeld (Gotthardautobahn), 2004. Der Mittelwert über jede Kurve beträgt 100%.	9
Abbildung 5.1: NO <sub>x</sub> -Immission in Abhängigkeit vom Abstand von der A12 im Unterinntal, Winter 2003 und 2004, relativ zu Vomp_A12. 'Winter Talboden': Vomp_A12, Jenbach und Baumkirchen; 'Winter andere Höhenlagen': Vomp-Leiten und Angerberg (s. auch Tabelle 5.1).	11
Abbildung 5.2: NO <sub>2</sub> -Immission in Abhängigkeit vom Abstand von der A12 im Unterinntal, Winter 2003 und 2004, relativ zu Vomp_A12. 'Winter Talboden': Vomp_A12, Jenbach und Baumkirchen; 'Winter andere Höhenlagen': Vomp-Leiten und Angerberg (s. auch Tabelle 5.1).	12
Abbildung 6.1: Monatlicher durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV) für PKW und SLZ (Sattel- und Lastenzüge) für die Zählstelle Vomp (A12), 2003 und 2004.	13
Abbildung 6.2: Durchschnittlicher täglicher Schwerer Güterverkehr (DTV für LKWsolo, Sattel- und Lastenzüge) 1995 – 2004 entlang von A12 und A13.	14
Abbildung 6.3: Monatlicher Vergleich der Stickoxid-Immissionen bei Vomp, 2003 und 2004.	15
Abbildung 6.4: Gleitendes Wochenmittel (7-Tagemittel) der Immissionen NO <sub>x</sub> , NO <sub>2</sub> (40% aus Skalierungsgründen) und PM <sub>10</sub> für die Messstelle Vomp, 2004.	16

Abbildung 6.5: Mittlere Tagesgänge der NO <sub>x</sub> - und NO <sub>2</sub> -Immissionen bei Vomp (A12), 2003 und 2004.	17
Abbildung 6.6: Mittlere Tagesgänge der Sattel- und Lastenzüge (SLZ) bei Vomp, 2003 und 2004.	18
Abbildung 7.1: Jahresverlauf (gleitende 7-Tagemittel) der NO <sub>x</sub> -Immissionen bei Vomp (A12) und der Inversionshäufigkeit bei Schwaz, 2003 und 2004.	19
Abbildung 7.2: Inversionshäufigkeiten bei Schwaz je Schicht und Jahreszeit, 2004. Winter: Jan - Feb und Nov - Dez; Sommer: Mai – August; Zwischensaisons: März - April und Sep - Okt.	21
Abbildung 7.3: Inversionshäufigkeiten bei Schwaz je Schicht und Jahreszeit, Differenz zwischen 2004 und 2003. Erklärung zu Jahreszeiten: s. Abbildung 7.2.	22
Abbildung 7.4: Untergrenzen bodennaher Inversionen bei Schwaz in farbcodierter Darstellung, 2004.	23
Abbildung 7.5: Bodennahe Temperaturgradienten bei Schwaz in farbcodierter Darstellung, 2004. Grau: Gradient $\leq 0^{\circ}\text{C}$ $\rightarrow$ keine Inversion.	24
Abbildung 7.6: NO <sub>x</sub> -Tagesmittel bei Vomp (A12) gegen Inversionshäufigkeit bei Schwaz, 2004.	25
Abbildung 7.7: Regressionsgeraden für die Sensitivität der NO <sub>x</sub> -Immission bei Vomp (A12) gegenüber der Inversionshäufigkeit bei Schwaz, 2003 und 2004.	26
Abbildung 8.1: Emissionsfaktoren (EFA) für NO <sub>x</sub> und Partikel von PKW auf Autobahn, Basis 2004, 0% Steigung, in Abhängigkeit der Geschwindigkeit relativ zum Faktor bei $v = 130 \text{ km/h}$ .	27
Abbildung 8.2: Prognostizierter Verlauf der Emissionsfaktoren 2000 – 2020, gleiche Geschwindigkeiten wie 2004, Autobahn in Österreich, gemäß HBEFA 2.1. LNF: Leichte Nutzfahrzeuge; SNF: Schwere Nutzfahrzeuge.	28
Abbildung 8.3: Prognostizierter Verlauf von Emissionen und Immissionen an NO <sub>x</sub> 2005 - 2020, gemäß HBEFA 2.1, bei konstanten Fahrtenzahlen (Basis 2004).	29
Abbildung 8.4: Prognostizierter Verlauf von Immissionen an NO <sub>2</sub> 2005 - 2020, Emissionsfaktoren NO <sub>x</sub> gemäß HBEFA 2.1, bei konstanten Fahrtenzahlen (Basis 2004).	30

# Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1: Jahresmittelwerte von NO <sub>x</sub> -Emissionen, NO <sub>x</sub> -Immissionen, NO <sub>2</sub> -Immissionen sowie Immissions- zu Emissionsverhältnissen für Vomp, 1999 – 2004.	2
Tabelle 2.2: Entwicklung der Emissionsfaktoren (EFA) für Stickoxide je Fahrzeugkategorie 1999 – 2005.	3
Tabelle 2.3: Emissionsfaktoren (EFA) für Partikel je Fahrzeugkategorie für 2004.	4
Tabelle 5.1: Jahresmittelwerte für NO <sub>x</sub> , NO <sub>2</sub> und PM <sub>10</sub> an 5 Messstellen im Unterinntal und relative Veränderungen.	10

# 1. Einleitung

Die Europäische Kommission hat an der Sitzung mit Vertretern Österreichs im Jänner 2004 ihr Interesse bekundet, über die Immissionssituation im Unterinntal genauer informiert zu werden und insbesondere über Anstrengungen des Landes Tirol in Kenntnis gesetzt zu werden, auch den PKW-Verkehr in die Maßnahmen zur Minderung der Immissionen einzubeziehen, was über eine Verkehrs-Beeinflussungsanlage (VBA) geschehen soll.

Im November und Dezember 2004 wurden drei Studien von Ökoscience abgeschlossen, in welchen die Verkehrs- und Immissionssituation im Unterinntal im Jahre 2003 analysiert, die in diesem Jahr auffällig erhöhten NO<sub>2</sub>-Werte in einem überregionalen und internationalen Kontext betrachtet und schließlich die Möglichkeiten einer VBA zur Emissionsreduktion bei PKW erörtert wurden.

Ende 2003 ist die Ökopunkte-Regelung für die Brennerroute ausgelaufen, ohne dass es einen adäquaten Ersatz gegeben hätte. Im Jahre 2004 stieg der schwere Güterverkehr im Unterinntal denn auch markant an. Die Folgen für die Lufthygiene im Unterinntal werden im vorliegenden Bericht dargelegt, wobei die Situation in einen mehrjährigen Kontext gestellt wird. Erschwert wird die langjährige Betrachtung durch die Tatsache, dass für die Zählstelle Vomp das technische Verfahren anfangs 2004 geändert wurde. Zwar liegen ab nun die stündlichen Verkehrszahlen in neun Kategorien vor, aber für Januar – März 2004 liegen keine Stundenwerte vor und die Emissionsberechnungen können nicht über diesen Wechsel hinaus kontinuierlich betrachtet werden, weil die bisherig notwendigen Schätzungen zu ein Stück weit anderen Gesamtemissionen führten. Im letzten Kapitel werden auch Perspektiven für die Zukunft aufgezeigt.

## 2. Verlauf von Stickoxid-Emissionen und -Immissionen bei Vomp 1999 – 2004

In der folgenden Tabelle werden wichtige Kennzahlen der lufthygienischen Situation bei der Messstelle Vomp im mehrjährigen Vergleich angegeben.

Tabelle 2.1: Jahresmittelwerte von NO<sub>x</sub>-Emissionen, NO<sub>x</sub>-Immissionen, NO<sub>2</sub>-Immissionen sowie Immissions- zu Emissionsverhältnissen für Vomp, 1999 – 2004.

	1999	2000	2001	2002	2003	2004
<b>NO<sub>x</sub> [ppb]</b>	193	185	175	178	173	179
<b>NO<sub>2</sub> [µg/m<sup>3</sup>]</b>	62	60	54	61	68	66
<b>NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub></b>	16.7%	17.0%	16.2%	17.9%	20.8%	19.4%
<b>Imm.daten-Verfügbarkeit</b>	96.2%	96.5%	97.1%	97.8%	94.7%	97.9%
<b>NO<sub>x</sub> [ppb] mod. ohne NFV</b>	193	185	175	180	180	
<b>Emissionen NO<sub>x</sub> [g/km/h]</b>	4820	4804	4405	4298	4159	4190
<b>Imm.(JM) / Em.(JM) NO<sub>x</sub></b>	0.0400	0.0385	0.0397	0.0413	0.0415	0.0428

JM: Jahresmittel

2002: Keine Verkehrsdaten vom 14.-15.3. und vom 27.5. - 20.6.

'mod. ohne NFV': Jahresmittel von NO<sub>x</sub> für Simulation von wegfallendem Nachtfahrverbot.

Infolge der Umstellung der Verkehrszählung bei der Zählstelle Vomp muss ein Bruch der Zeitreihe für Emissionen und Imm./Em.-Verhältnis zwischen 2003 und 2004 in Kauf genommen werden. Zwar handelt es sich bei den entsprechenden Werten bis 2003 durchaus um gute Schätzungen, aber eine Trendbetrachtung kann nicht bis ins Jahr 2004 geführt werden.

Die NO<sub>x</sub>-Konzentration war jedenfalls höher als im Vorjahr, die Konzentration von NO<sub>2</sub> ist trotz der bzgl. NO<sub>2</sub> außerordentlichen Verhältnisse im Vorjahr [1] nur leicht gesunken. Das Verhältnis NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> weist einen steigenden Trend auf:

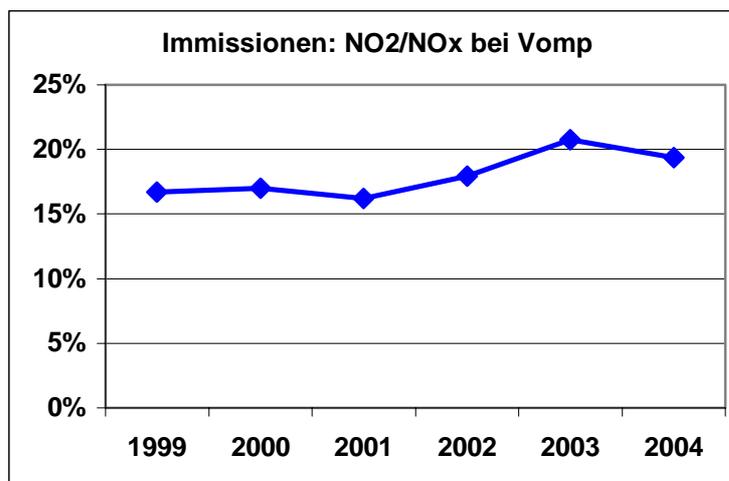


Abbildung 2.1: Verhältnis von NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> im Jahresmittel für Vomp, 1999 – 2004.

Die Emissionen werden durch die Verknüpfung der Verkehrszahlen je Fahrzeugkategorie mit den entsprechenden Emissionsfaktoren gebildet. Für alle Kategorien außer dem Schweren Güterverkehr wurden diese Emissionsfaktoren dem HB EFA 2.1 [2] entnommen. Für die drei Kategorien LKWsolo, Lastenzüge (LZ) und Sattelzüge (SZ) wurden die Emissionsfaktoren der einzelnen Fahrzeugschichten zwar auch dem HBEFA 2.1 entnommen, die Häufigkeiten der einzelnen Fahrzeugschichten in der gesamten Flotte des Schweren Güterverkehrs entsprechen aber nicht dem österreichischen Durchschnitt, sondern wurden auf Grund der Güterverkehrserhebung bei Kundl vom Mai 2003 bestimmt. Dadurch sind die für die Kategorien LKWsolo, LZ und SZ verwendeten Emissionsfaktoren für NOx etwa 5% höher als im österreichischen Durchschnitt für Autobahnfahrten; die Emissionsfaktoren für Partikel sind demgegenüber für LKWsolo etwa 4% höher, für Sattel- und Lastenzüge aber etwa 10% tiefer als im österreichischen Durchschnitt.

Die Emissionsfaktoren nehmen mit fortlaufendem Jahr ab; damit wird der technischen Entwicklung Rechnung getragen, die zu geringeren Emissionen führt, was sich ja auch in den Euro-Normen abbildet. Die Entwicklung der Emissionsfaktoren für Stickoxide in den letzten sieben Jahren sieht wie folgt aus:

Tabelle 2.2: Entwicklung der Emissionsfaktoren (EFA) für Stickoxide je Fahrzeugkategorie 1999 – 2005.

<b>EFA 1999 - 2005 NOx: g/km</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
PKW	0.95	0.91	0.88	0.85	0.81	0.78	0.74
LNF	1.76	1.73	1.70	1.66	1.60	1.54	1.49
Busse	10.45	10.16	9.87	9.47	9.09	8.72	8.37
PAB						6.33	6.08
SNF	8.52	8.26	8.00	7.63	7.25	6.94	6.66
MR	0.67	0.65	0.66	0.67	0.66	0.66	0.65
LKW solo **)	6.40	6.21	6.01	5.74	5.45	5.21	5.00
SLZ **)	10.39	10.07	9.75	9.30	8.84	8.46	8.11
LKW-Ähnliche *)	4.59	4.46	4.33	4.15	3.95	3.78	3.63

\*) 61% LKWsolo + 39% LNF

\*\*) für die Unterinntalautobahn

Die Emissionsfaktoren für Partikel für 2004 werden in der folgenden Tabelle angegeben:

Tabelle 2.3: Emissionsfaktoren (EFA) für Partikel je Fahrzeugkategorie für 2004.

<b>EFA</b> <i>Parti- kel: g/km</i>	<b>2004</b>
PKW	0.054
LNF	0.123
Busse	0.190
MR	0.000
LKW solo	0.113
SLZ	0.140

Laut HBEFA 2.1 soll also ein Lieferwagen mehr Partikel ausstoßen als ein Solo-LKW und fast so viele wie ein Sattel- oder Lastenzug.

### 3. Verkehr und Emissionen auf der A12 bei Vomp von Mai 2004 – April 2005

Infolge Umstellung des Zählsystems liegen für die Zählstelle Vomp Stundenwerte im Jahr 2004 erst ab April vor. Da für die Untersuchung der Auswirkungen des erweiterten Nachtfahrverbotes [3] der Zeitraum Mai 2004 – April 2005 verwendet werden musste, wurde auch hier auf diesen Zeitraum abgestellt. Nun liegen zum ersten Mal die Fahrzeugzahlen in 9 verschiedenen Kategorien vor; die Erfassung des Schwere Güterverkehrs erfolgt damit deutlich präziser.

Die Aufteilung des Verkehrsaufkommens und der NO<sub>x</sub>- sowie Partikelemissionen auf der A12 bei Vomp nach Fahrzeugkategorien ergibt das folgende Bild:

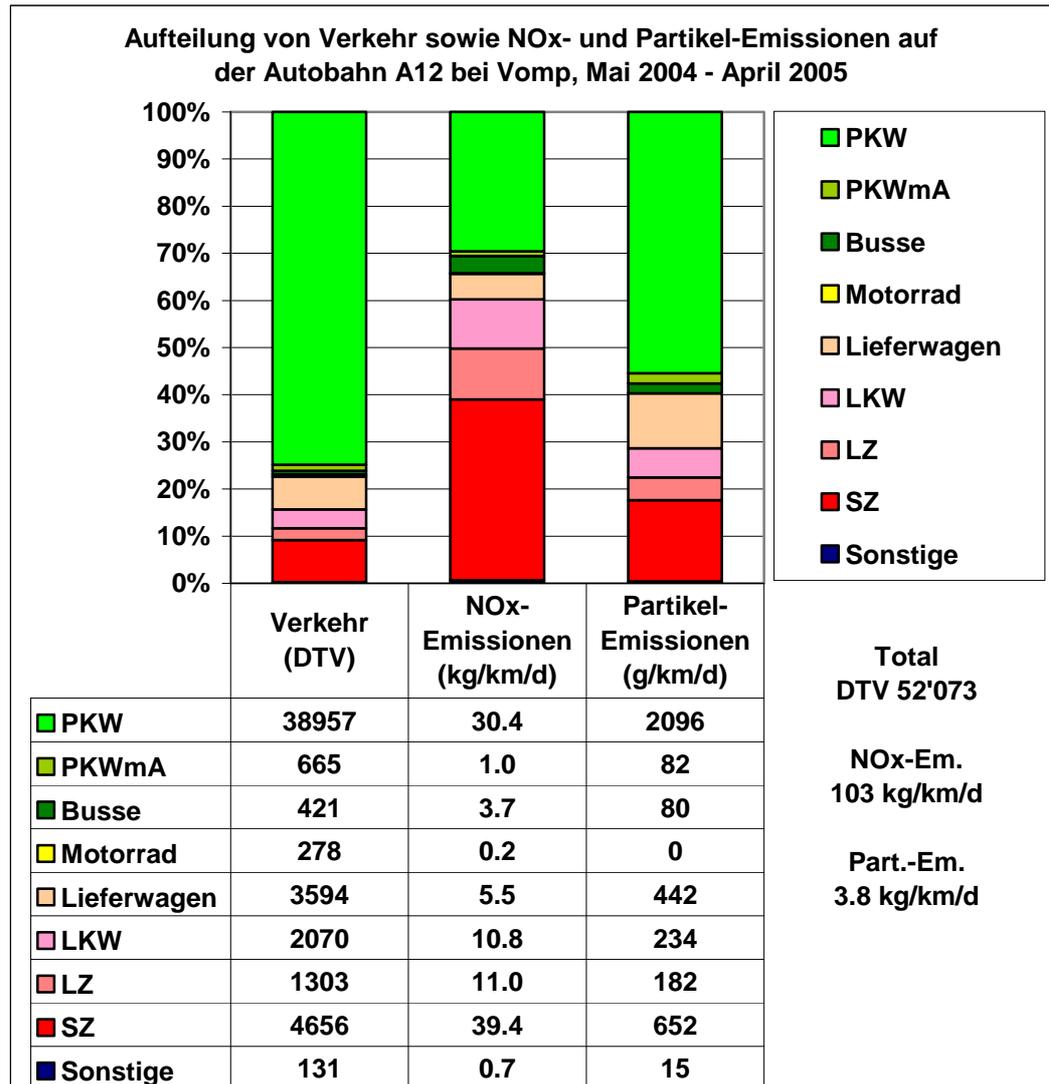


Abbildung 3.1: Aufteilung des Verkehrsaufkommens und der NO<sub>x</sub>- sowie Partikelemissionen auf der A12 bei Vomp nach Fahrzeugkategorien, Mai 2004 – April 2005.

Die PKW haben bei den Partikelemissionen einen wesentlich größeren Anteil als bei den Stickoxidemissionen, da ihr Emissionsfaktor (durchschnittliche Emission je Fahrzeug) bei den Partikeln wesentlich näher beim Schweren Güterverkehr liegt als beim Stickoxid. Einen beträchtlichen Anteil an der gesamten Partikelemission haben gemäß HBEFA 2.1 auch die leichten Nutzfahrzeuge (Lieferwagen).

Die relativen Anteile an den Gesamtbeträgen je Fahrzeugkategorie im Jahresmittel zeigt die nächste Abbildung.

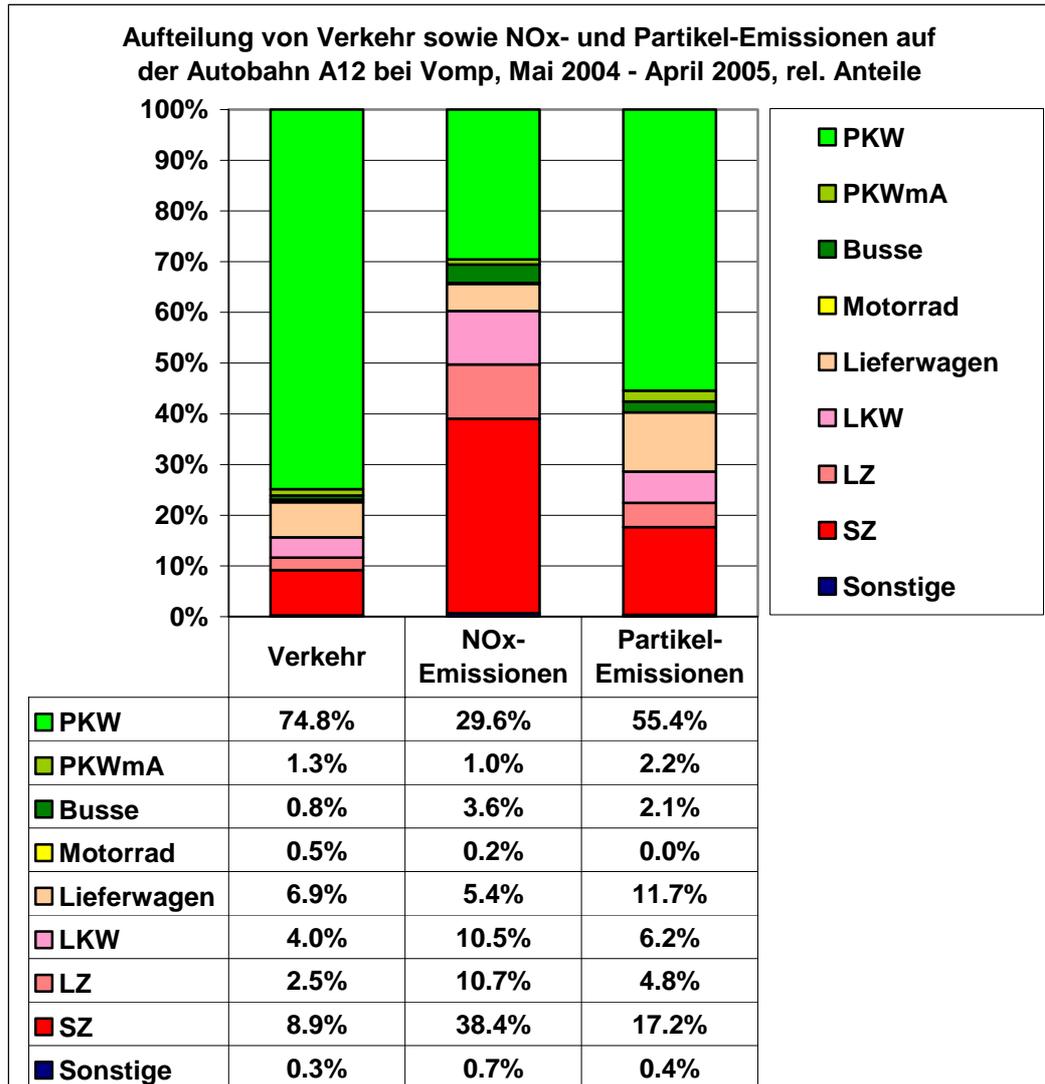


Abbildung 3.2: Aufteilung des Verkehrsaufkommens und der NO<sub>x</sub>- sowie Partikelemissionen auf der A12 bei Vomp nach Fahrzeugkategorien, Mai 2004 – April 2005, relative Anteile in %.

Auf der A12 bei Vomp sind 76% aller Fahrzeuge PKW, 15% gehören zum Schweren Güterverkehr. Bei den NO<sub>x</sub>-Emissionen kommen aber 60% vom Schweren Güterverkehr, 31% von den PKW; bei den Partikelemissionen wiederum kommen 58% von den PKW, lediglich 28% vom Schweren Güterverkehr. Alle Emissionsschätzungen beruhen auf den Emissionsfaktoren des HBEFA 2.1.

## 4. Abschätzung des Verkehrsanteils an den Feinstaub-Immissionen (PM10) bei Vomp

An der Messstelle Vomp\_A12 wurde für den Zeitraum Mai 2004 – April 2005 ein Jahresmittelwert von  $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$  festgestellt, der Tagesmittelgrenzwert von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wurde 49-mal überschritten (erlaubt nach IG Luft seit 2005: 30 mal). In diese Betrachtung wurde der Quervergleich mit einer Filtersammelmethode in den ersten Monaten von 2005 miteinbezogen.

Währenddem die Stickoxidimmissionen an der Messstelle Vomp\_A12 ganz überwiegend von der direkten (primären) Emission der A12 stammen, ist dies beim PM10 nicht der Fall. Einerseits kommen hier sekundär aus der Gasphase gebildete Partikel hinzu, welche auch wiederum zu einem großen Teil vom Verkehr stammen, andererseits gibt es wesentliche Beiträge anderer Quellen.

Der primäre Verkehrsanteil an der PM10-Immission an der Messstelle Vomp\_A12 kann mit folgendem Ansatz geschätzt werden: Ausgangspunkt sind die Emissionen und Immissionen an NO<sub>x</sub>. Das Verhältnis zwischen der Luftschadstoffkonzentration und der verursachenden Emission einer Quelle (hier des Straßenverkehrs auf der A12, welcher beim NO<sub>x</sub> die Immissionen überwiegend bestimmt) ist ein empirisches Maß für die herrschenden Ausbreitungsbedingungen, welche in Alpentälern ganz anders ausgestaltet sind als über dem flachen Land. Ein bestimmter Lastwagen mit fixer Emission produziert ganz unterschiedliche Beiträge zur Luftschadstoff-Konzentration, je nachdem in welcher Region und bei welchen meteorologischen Bedingungen er fährt.

In der empirischen Modellierung, die Oekoscience schon in verschiedenen Regionen angewendet hat, wird von diesem Verhältnis, dem Ausbreitungsparameter  $\tau$  ausgegangen. Mit einem dynamischen Hintergrund werden frühere Emissionen berücksichtigt und solche von anderen Quellen. Eine ausführlichere Darstellung findet sich z.B. in [4].

Die so bestimmten stündlich wechselnden Ausbreitungsverhältnisse gelten auch für die primär emittierten Partikel. Durch Verknüpfung des stündlich neu bestimmten Ausbreitungsparameters  $\tau$  mit der stündlich erfassten Partikelemission erhält man die vom Verkehr primär verursachten PM10-Immissionen. Dabei wird auch der Anteil von Abrieb und Wiederaufwirbelung berücksichtigt: Eine Schweizer Studie [5] kommt zum Schluss, dass an Durchgangsstrassen mit hoher Fahrgeschwindigkeit der Anteil von Abrieb und Wiederaufwirbelung etwa so hoch ist wie

die Abgasemission. Wegen des bei Vomp oft sehr dichten Verkehrs ist dieser Anteil auf 50% der Abgasemission festgesetzt worden, weil dann die vom einzelnen Fahrzeug verursachte Wiederaufwirbelung herabgesetzt ist.

Als Ergebnis dieser Abschätzung erhält man einen primären Verkehrsanteil an der Gesamtimmission an PM10 für die Messstelle Vomp\_A12 von 49%. Dies erscheint als ziemlich hoch im Vergleich mit anderen Standorten in der Schweiz und in Vorarlberg im Innerortsbereich. **Einerseits** könnte dies am vergleichsweise hohen Partikelemissionsfaktor der PKW für Österreich liegen: Da die PKW einen Anteil von 58% an der gesamten Partikelemission der A12 haben, würde der Verkehrsanteil an der PM10-Immission stark auf eine Herabsetzung des Partikelemissionsfaktors für PKW reagieren. In der Schweizer Version des HBEFA 2.1 ist der Partikelemissionsfaktor für PKW 6 mal tiefer; wenn der Dieselanteil bei den PKW in der Schweiz auch tiefer ist, so erscheint dieser Unterschied doch als sehr groß. **Andererseits** zeigt der mittlere Tagesgang der NOx- und PM10-Immissionen, dass der Verkehrsanteil beim PM10 doch erheblich sein muss:

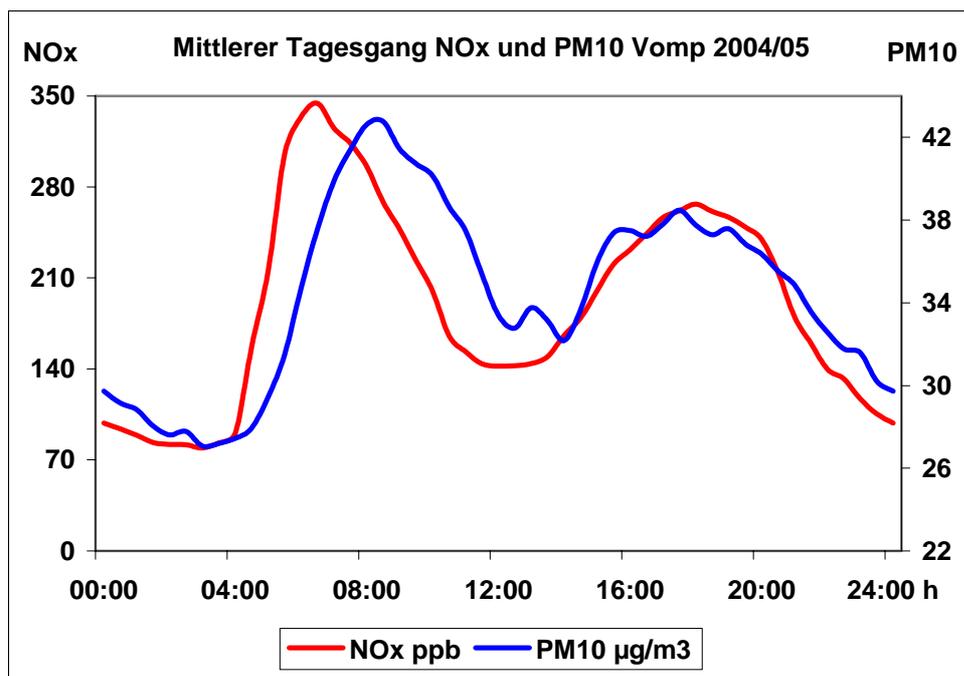


Abbildung 4.1: Mittlerer Tagesgang von NOx und PM10 an der Messstelle Vomp, Mai 2004 – April 2005.

Zieht man beim PM10 einen tageszeitunabhängigen ‚Sockel‘ von der Hälfte der Gesamtimmission ab, entspricht der Tagesverlauf des Restes recht gut dem Stickoxid, also dem Verkehr. Allerdings dürften da auch schon Anteile sekundär gebildeter Partikel enthalten sein, worauf die Zeitverschiebung vor allem am Vormittag hindeutet.

Das PM10 ist eine Sammlung sehr verschiedener Teilchen, die auch gesundheitlich sehr unterschiedlich relevant sind. In den Abgasen der Verbrennungsmotoren finden sich vor allem die Ultrafeinpartikel (bis gegen 1 µm Durchmesser), welche besonders lungengängig sind und den emittierten Russ enthalten. Sie bestimmen im Wesentlichen die Anzahl der Partikel, aber auf die gesamte Masse des PM10 machen diese Partikel nicht viel aus. Zur Illustration wird der mittlere Tagesgang von NO<sub>x</sub>, PM10, Partikelanzahl und Russkonzentration für das Jahr 200 an der Messstelle Erstfeld nahe der Gotthardautobahn gezeigt:

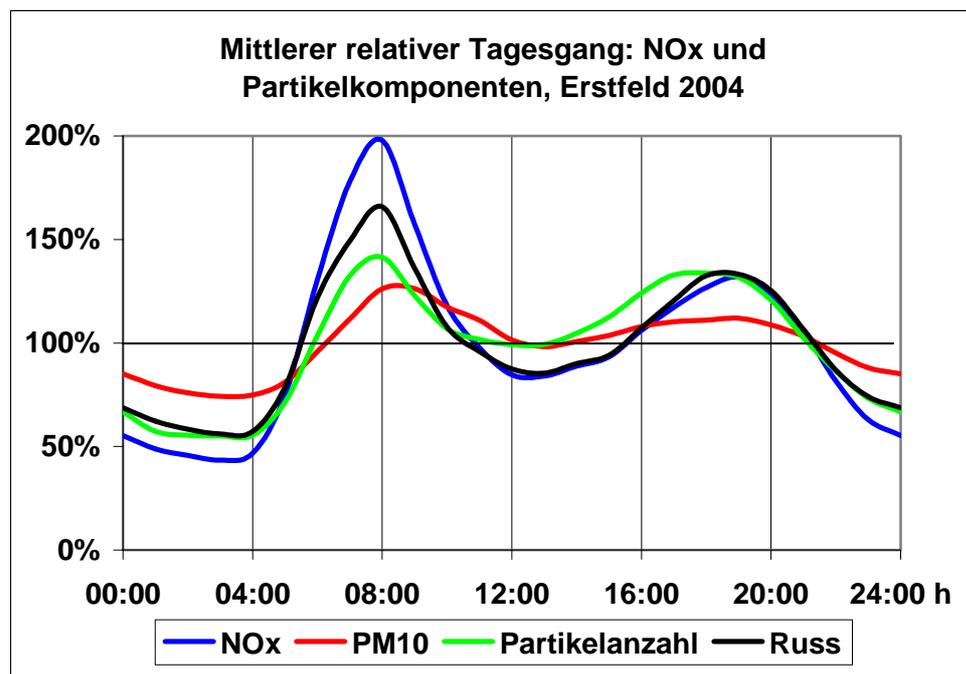


Abbildung 4.2: Mittlerer relativer Tagesgang für NO<sub>x</sub>, PM10, Partikelanzahl und Russ für Erstfeld (Gotthardautobahn), 2004. Der Mittelwert über jede Kurve beträgt 100%.

Partikelanzahl und Russ folgen dem Verlauf von NO<sub>x</sub> ziemlich gut, PM10 nur zu einem viel kleineren Teil. Dies bedeutet, dass die Ultrafeinpartikel und damit auch der Russ zum großen Teil vom Straßenverkehr herkommen, die Sammelkomponente PM10 aber nur zu einem kleineren Teil. Das PM10 ist also kein Indikator für die Verteilung der Ultrafeinpartikel. Das NO<sub>x</sub> ist nach wie vor die beste Leitsubstanz für Luftschadstoffe, außer Ozon.

## 5. Stickoxidverteilung im Unterinntal

In diesem Kapitel wird die Abhängigkeit der Stickoxid-Immissionen vom Autobahnabstand für die Mittelwerte der Jahre 2003 und 2004 untersucht, speziell für die Winterzeit, ausgehend von 5 Messstellen im Unterinntal. Die Messstellen Vomp A12, Jenbach und Baumkirchen werden wenig von Emissionen außerhalb der A12 beeinflusst und sind vor allem geeignet, empirisch die Abnahme der Immissionen mit zunehmender Distanz zur Autobahn im Talboden zu betrachten. Die Stationen Vomp-Leiten und Kramsach-Angerberg weisen demgegenüber tiefere Werte und Höhendifferenzen zur Autobahn auf.

Die folgende Tabelle zeigt die Verhältnisse in den Jahren 2003 und 2004.

Tabelle 5.1: Jahresmittelwerte für NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub> und PM<sub>10</sub> an 5 Messstellen im Unterinntal und relative Veränderungen.

Jahresmittelwerte	Abstand von A12 [m]	Höhendifferenz zur A12 [m]	NO <sub>x</sub> [ppb]			NO <sub>2</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]			PM <sub>10</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]		
			2003	2004	Änderung zu 2003	2003	2004	Änderung zu 2003	2003	2004	Änderung zu 2003
Vomp_A12	5	0	173	179	4%	68	66	-3%	30	33	8%
Jenbach	97	0	72	73	0%	53	52	-2%	31	29	-7%
Baumkirchen	335	0	46	54	16%	41	41	0%	27	28	4%
Vomp-Leiten	40	-12	79	81	3%	50	49	-2%	29	26	-12%
Angerberg	500	92	24	26	8%	25	25	0%			

Die Messstellen verzeichnen vom 2003 aufs 2004 beim NO<sub>x</sub> eine Zunahme, die in Baumkirchen etwas aus dem Rahmen fällt, und beim NO<sub>2</sub> – nach dem speziellen Jahr 2003 – eine leichte Abnahme, die aber die weiter entfernten Messstellen nicht erfasst hat. Offensichtlich waren die Konversionsbedingungen für die Umwandlung von NO in NO<sub>2</sub> im 2004 schlechter, was sich mehr auf die quellennahen Standorte auswirkte.

Im Bericht zur Immissionssituation im Unterinntal 2003 [6] wurde das Abklingen der Immissionen mit zunehmendem Abstand von der A12 für alle vier Jahreszeiten dargestellt. Im Folgenden wird dieses Abklingen für die beiden Winter 2003

und 2004 verglichen. Die Frage ist, ob das *relative* Abklingen der Immissionskonzentrationen von NO<sub>x</sub> und NO<sub>2</sub> für die beiden Jahre im Rahmen der Streuung trotz geänderter Absolutwerte gleich geblieben ist oder aber sich auch geändert hat. Zur Prüfung dieser Frage wird in der folgenden Abbildung der Wert jeder Messstelle je Jahr auf Vomp\_A12 (=100%) bezogen.

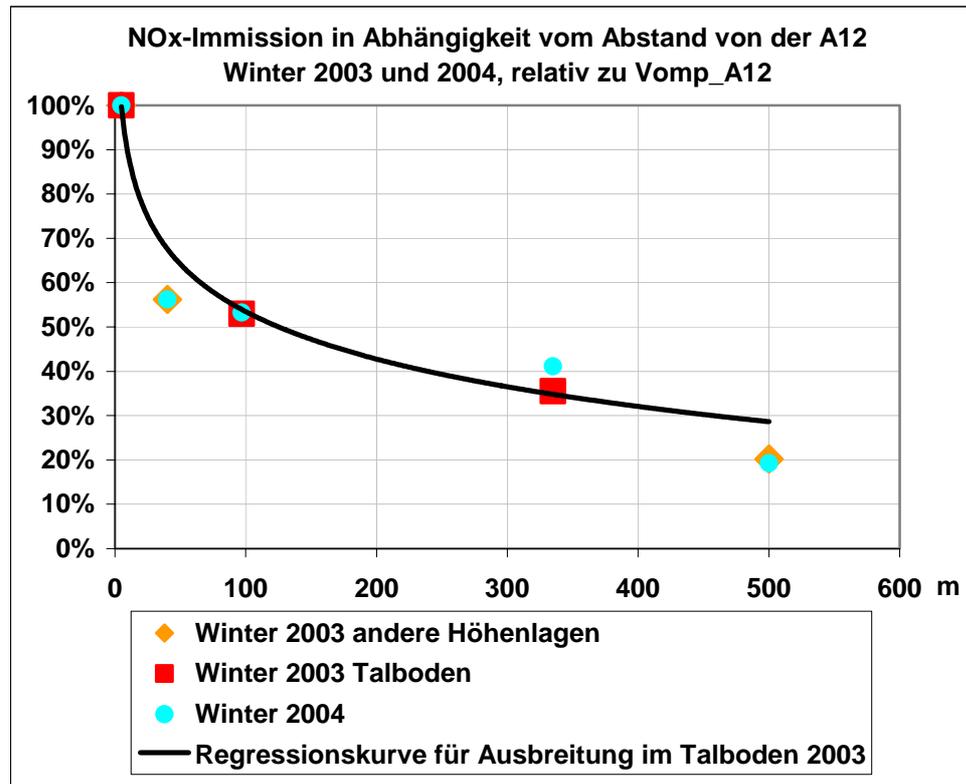


Abbildung 5.1: NO<sub>x</sub>-Immission in Abhängigkeit vom Abstand von der A12 im Unterinntal, Winter 2003 und 2004, relativ zu Vomp\_A12. 'Winter Talboden': Vomp\_A12, Jenbach und Baumkirchen; 'Winter andere Höhenlagen': Vomp-Leiten und Angerberg (s. auch Tabelle 5.1).

Die *relative* Schadstoffausbreitung verlief in den beiden Wintern für NO<sub>x</sub> über das Unterinntal sehr ähnlich; nur in Baumkirchen in 335 m Abstand finden wir für den Winter 2004 einen bzgl. des Gesamtbildes etwas erhöhten Wert.

Da das NO<sub>2</sub> die Veränderungen des NO<sub>x</sub> im Allgemeinen nur gedämpft mitmacht, verläuft auch seine Abklingfunktion flacher, wie die folgende Abbildung zeigt, welche gleich aufgebaut ist wie die Abbildung 5.1.

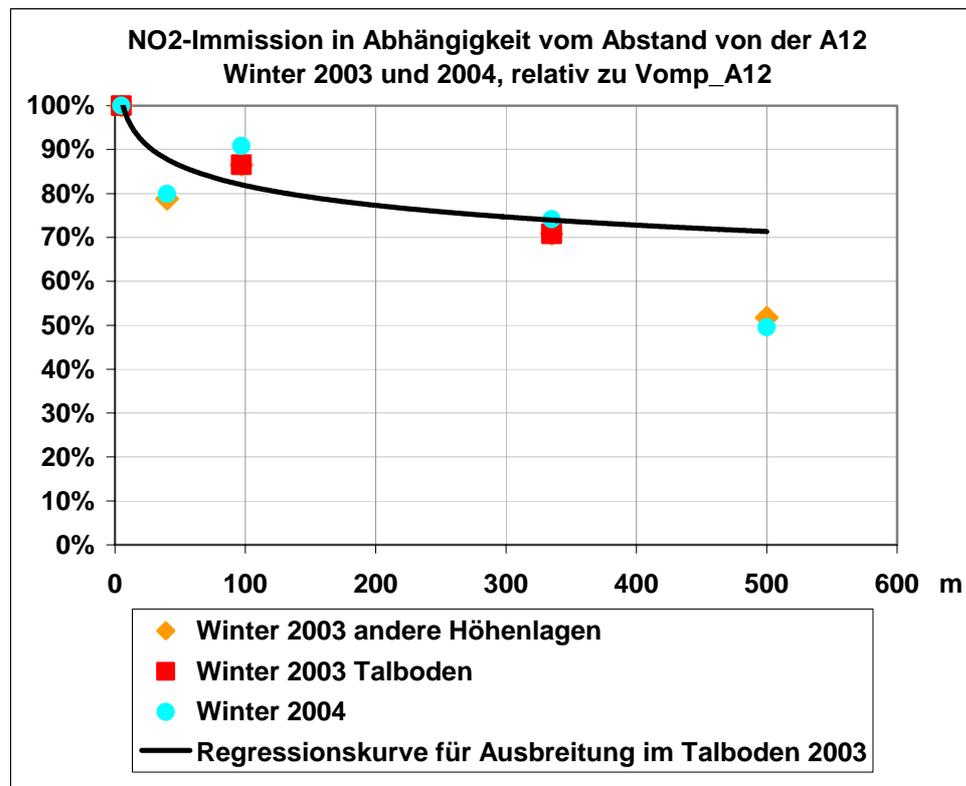


Abbildung 5.2: NO<sub>2</sub>-Immission in Abhängigkeit vom Abstand von der A12 im Unterinntal, Winter 2003 und 2004, relativ zu Vomp\_A12. 'Winter Talboden': Vomp\_A12, Jenbach und Baumkirchen; 'Winter andere Höhenlagen': Vomp-Leiten und Angerberg (s. auch Tabelle 5.1).

Die beiden im Talboden liegenden Messstellen Jenbach (97 m Abstand) und Baumkirchen (335 m Abstand) zeigen im Winter 2004 im Verhältnis zu Vomp\_A12 höhere Werte als im Winter 2003. Die Abklingfunktion verlief im Winter 2004 also flacher als im Winter zuvor.

Die beiden am Hang liegenden Messstellen Vomp-Leiten und Kramsach-Angerberg zeigen diese Zunahme nicht und wären noch ungeeigneter als 2003, die Abnahme der Immissionskonzentration mit zunehmender Distanz zur Autobahn zu repräsentieren.

Mit solchen Abklingfunktionen je Jahreszeit und den modellierten Immissionen am autobahnnahen Standort Vomp\_A12 (s. Kap. 4) könnten die Jahresmittel der Immissionen von NO<sub>x</sub> und NO<sub>2</sub> im Unterinntal flächendeckend mit vernünftiger Genauigkeit geschätzt werden.

## 6. Vergleich von Verkehr und Immissionen 2003 – 2004 bei Vomp

Infolge der Umstellung des Verkehrszählsystems bei Vomp wird nun die bisherige Sammelkategorie 'PAB' in Busse und PKW mit Anhänger getrennt gezählt, ebenso die Sammelkategorie 'LKWähnliche ohne SLZ' in Lieferwagen und LKWsolo. Die Aufteilung in die einzelnen Kategorien wurde bislang nach Angaben der Abt. Verkehrsplanung geschätzt. Einen direkten Vergleich zwischen 2004 und 2003 kann man deshalb nur für die beiden Kategorien PKW und SLZ (Sattel- und Lastenzüge) durchführen. Die folgenden beiden Abbildungen zeigen den monatlichen Vergleich zwischen 2004 und 2003 in diesen beiden Kategorien.

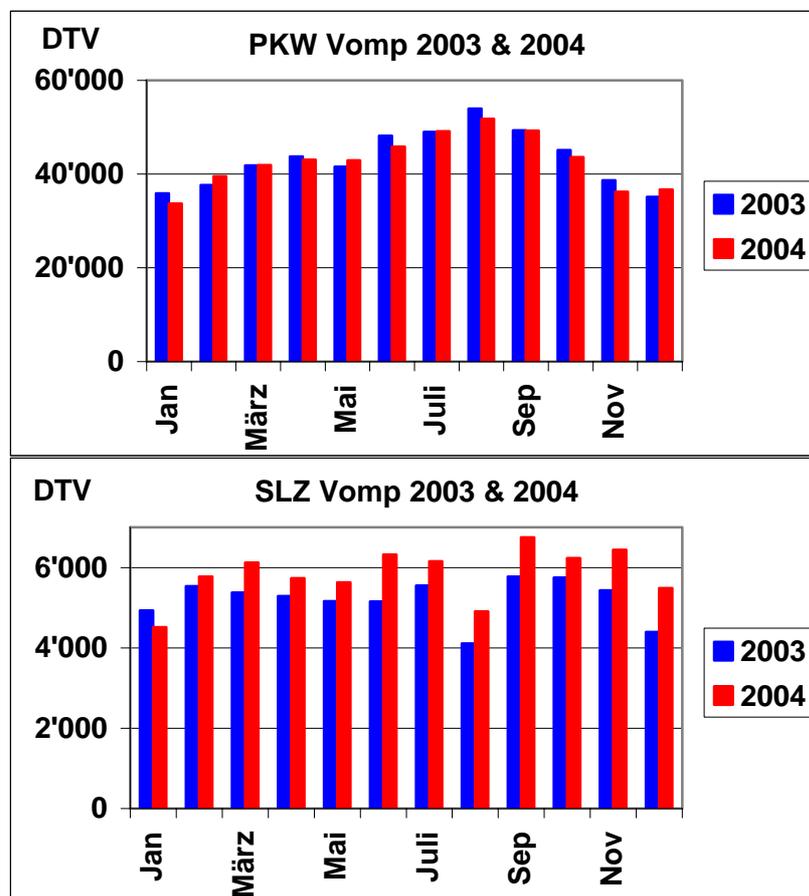


Abbildung 6.1: Monatlicher durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV) für PKW und SLZ (Sattel- und Lastenzüge) für die Zählstelle Vomp (A12), 2003 und 2004.

Währenddem der PKW-Verkehr bei Vomp von 2003 auf 2004 insgesamt um gut 1% abgenommen hat, hat der SLZ-Verkehr um rund 12% zugenommen. Diese beträchtliche Zunahme wird nun in einen größeren zeitlichen Kontext gestellt: An

einigen anderen Zählstellen entlang von A12 und A13 (Brenner) wird der Schwere Güterverkehr (als Kategorie LKW GV) bereits seit Jahren erfasst. Die nächste Abbildung zeigt die Entwicklung des Schweren Güterverkehrs von 1995 – 2004 für die Zählstellen Kufstein (A12 Unterinntal), Kematen (A12 Oberinntal) und Matri (A13 Wipptal).

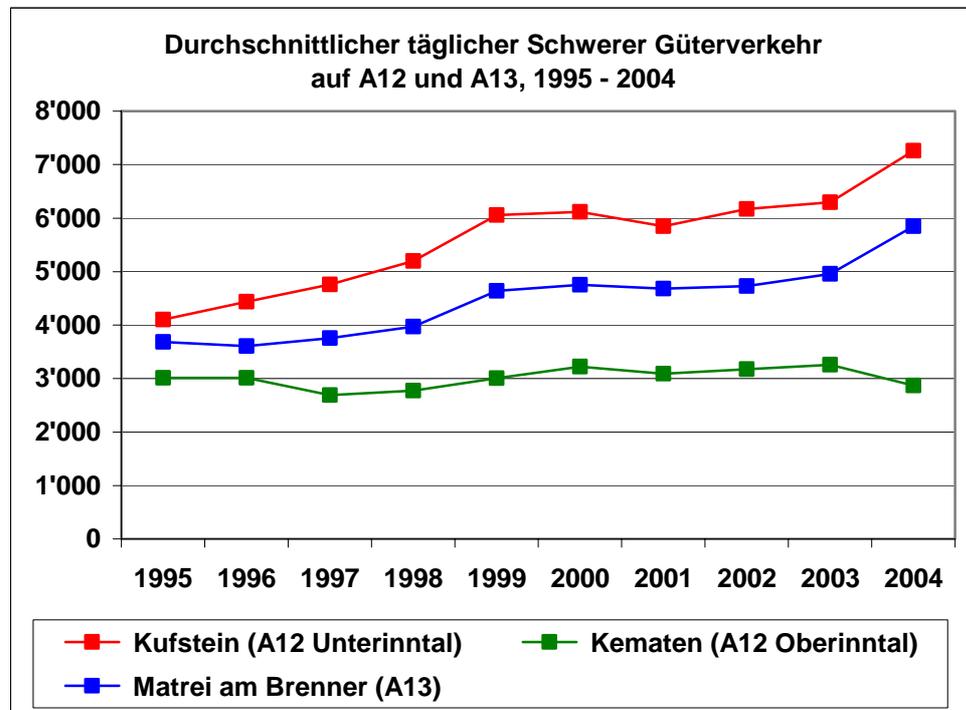


Abbildung 6.2: Durchschnittlicher täglicher Schwere Güterverkehr (DTV für LKWsolo, Sattel- und Lastenzüge) 1995 – 2004 entlang von A12 und A13.

Zwischen 1995 – 1999 gab es eine Phase mit starkem Wachstum. Von 1999 – 2003 war die Güterverkehrszunahme nur gering. Doch von 2003 auf 2004 betrug die Zunahme sowohl in Kufstein als auch in Matri (als auch in Vomp) rund 1000 schwere Güterfahrzeuge pro Tag! Im Oberinntal blieb der DTV des Schweren Güterverkehrs bei rund 3000 Fahrzeugen. Die enorme Zunahme betrifft also die Brenner-Transitroute A12/A13 im Unterinntal und Wipptal und ist zweifellos eine Folge des Ausbleibens einer Nachfolgeregelung für das Ökopunktesystem.

Die **Immissionen** an Stickoxiden im **Monatsvergleich** 2004 und 2003 präsentieren sich wie folgt:

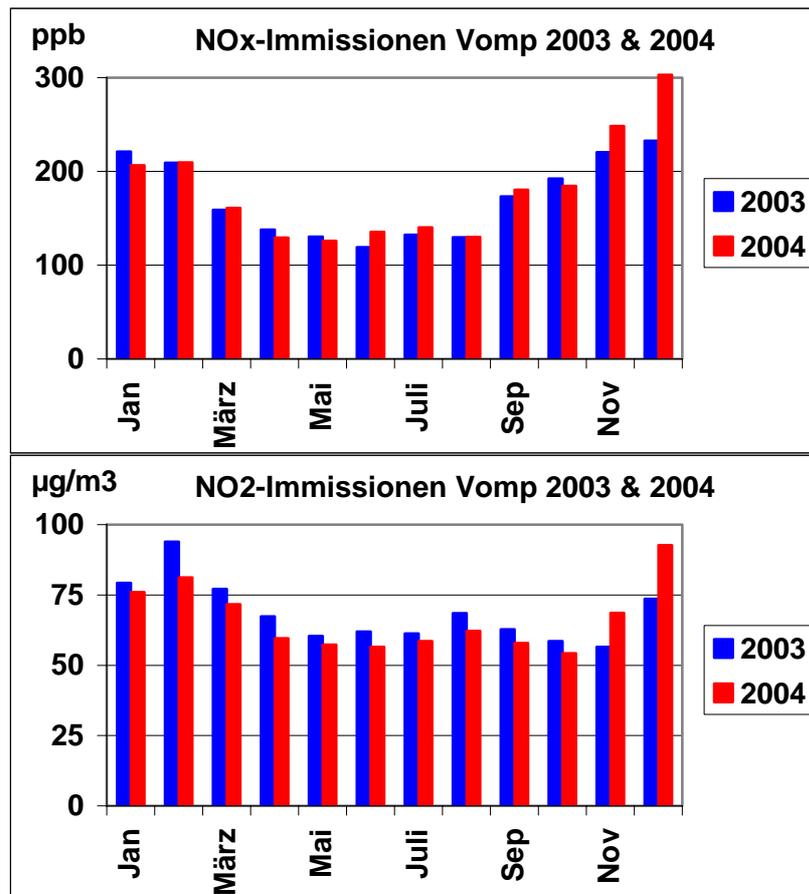


Abbildung 6.3: Monatlicher Vergleich der Stickoxid-Immissionen bei Vomp, 2003 und 2004.

Bei den NO<sub>x</sub>-Immissionen finden wir bei 7 Monaten eine Zunahme für 2004, besonders stark im November und Dezember. Beim NO<sub>2</sub> finden wir in den ersten 10 Monaten des Jahres eine Abnahme für 2004, ausgeprägt im Februar und August. Der August 2003 ist als sehr heißer Monat in die Klimageschichte eingegangen; damals waren auch die Umwandlungsbedingungen für NO<sub>2</sub> besonders gut. Im November und Dezember hingegen waren im 2004 wie auch beim NO<sub>x</sub> die Werte wesentlich höher als 2003, so dass schließlich der Jahresmittelwert von NO<sub>2</sub> 2004 nur wenig unter demjenigen von 2003 lag.

Der Jahresverlauf bildet sich auch im gleitenden Wochenmittel für Vomp im 2004 ab. Im gleitenden Wochenmittel fällt der systematische Einfluss des Wochentags, insbesondere des Sonntags, weg, und es bleibt der Einfluss der Jahreszeit und der Witterung.

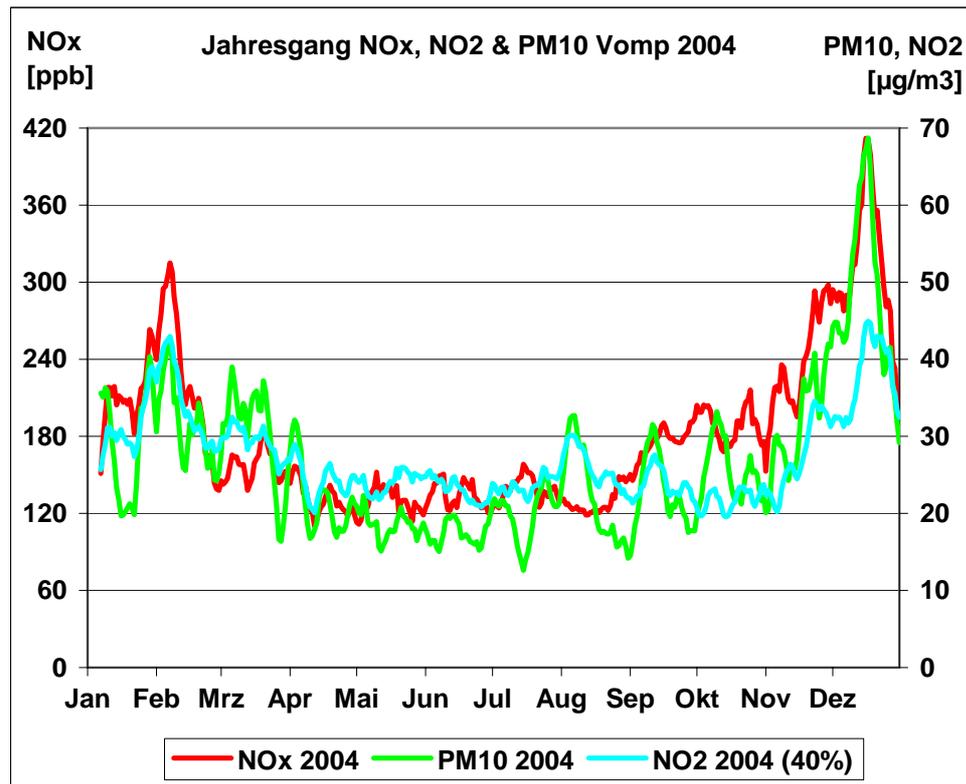


Abbildung 6.4: Gleitendes Wochenmittel (7-Tagemittel) der Immissionen NOx, NO2 (40% aus Skalierungsgründen) und PM10 für die Messstelle Vomp, 2004.

Auch hier ist die Belastungsphase gegen Ende 2004 deutlich zu erkennen. Das PM10 folgt tendenziell dem Verlauf der Stickoxide, was ein Indiz dafür ist, dass auch beim PM10 der Witterungseinfluss ganz erheblich ist. Im Sommer folgt das PM10 eher dem NO<sub>2</sub> als dem NO<sub>x</sub>.

Nebst dem Vergleich des jahreszeitlichen Verlaufs zwischen 2003 und 2004 ist auch der **tageszeitliche Vergleich** aufschlussreich. Die folgende Abbildung zeigt die mittleren Tagesgänge der NO<sub>x</sub>- und NO<sub>2</sub>-Immissionen für 2003 und 2004.

Die NO<sub>x</sub>-Zunahme von 2003 auf 2004 vollzog sich nur am Tag; in der Nacht blieben die mittleren Konzentrationen genau gleich, am Abend zwischen 20 und 22 Uhr nahmen sie sogar etwas ab, was ein Effekt des erweiterten Nachtfahrverbotes im Winterhalbjahr ab November 2004 war.

Beim NO<sub>2</sub> entfiel die leichte Abnahme entsprechend auf die Nachtstunden, die Werte tagsüber blieben gleich oder nahmen am Nachmittag sogar leicht zu.

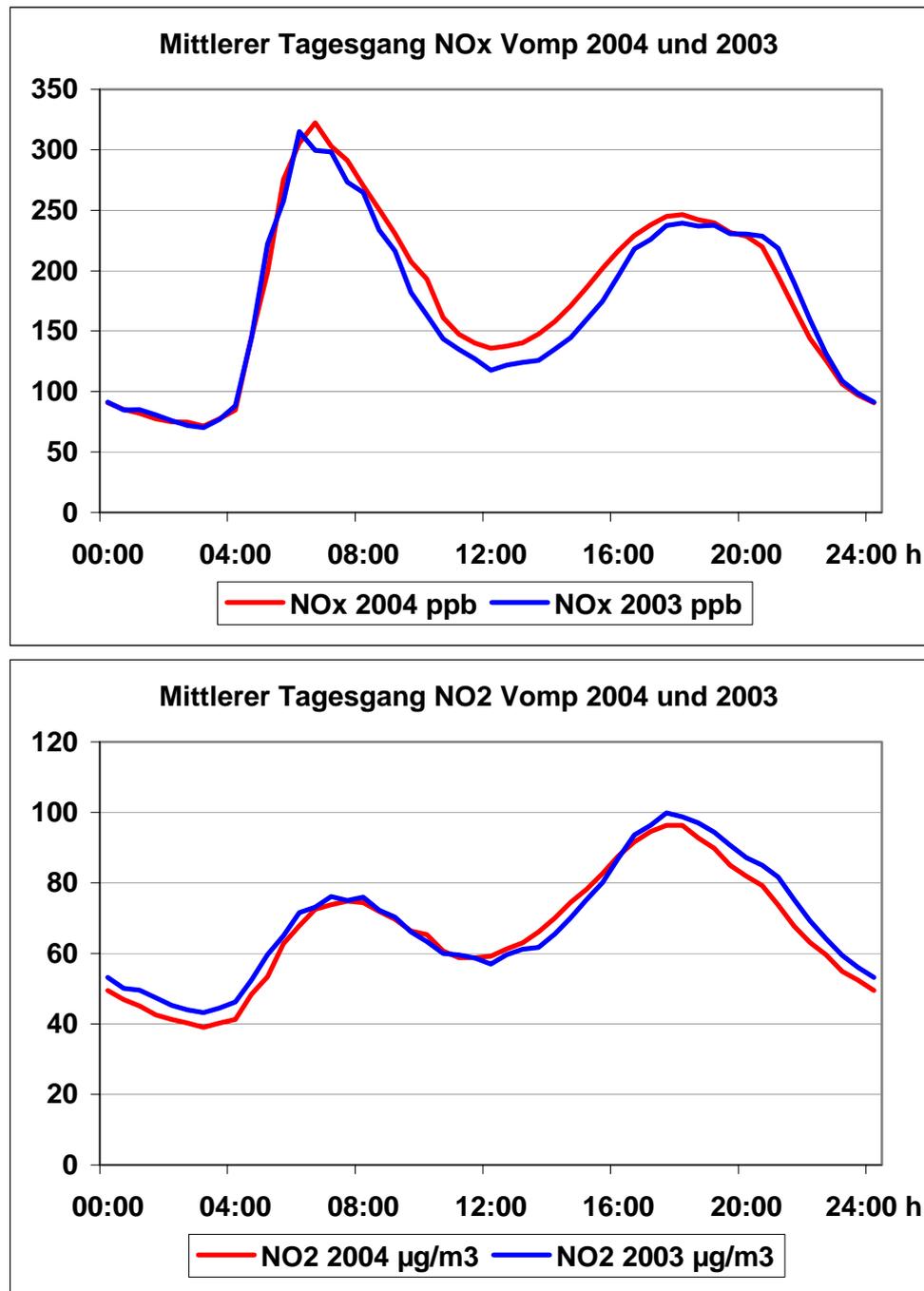


Abbildung 6.5: Mittlere Tagesgänge der NO<sub>x</sub>- und NO<sub>2</sub>-Immissionen bei Vomp (A12), 2003 und 2004.

Es ist zu vermuten, dass die Zunahme des Schweren Güterverkehrs ebenfalls auf die Tagesstunden fiel. Die nächste Abbildung zeigt, dass dem tatsächlich so war.

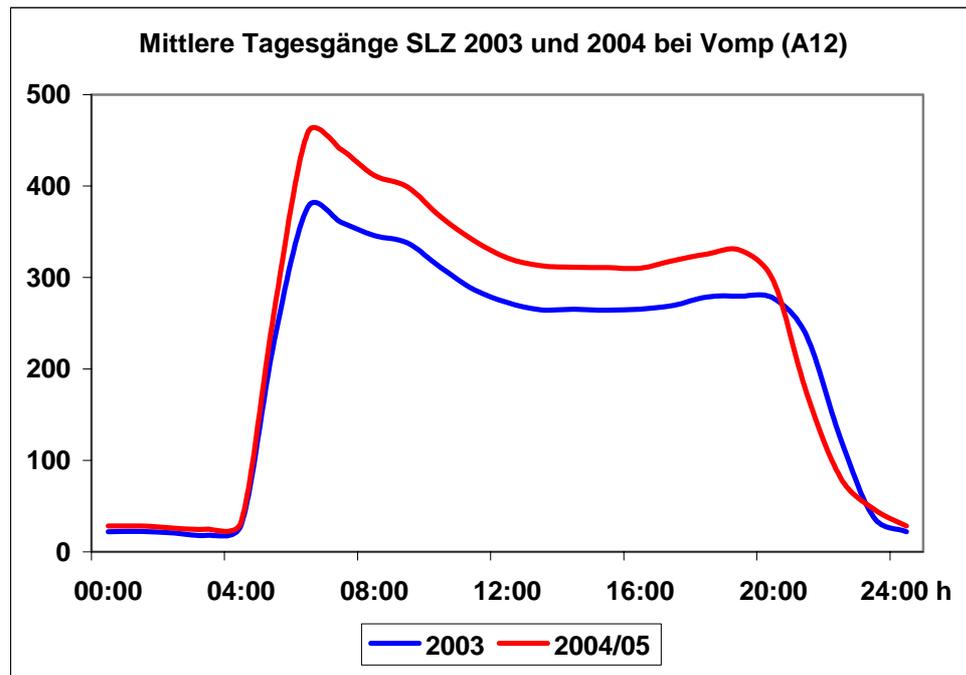


Abbildung 6.6: Mittlere Tagesgänge der Sattel- und Lastenzüge (SLZ) bei Vomp, 2003 und 2004.

## 7. Klimatische Einflüsse im Vergleich von 2004 und 2003

### 7.1. Jahresverlauf von NO<sub>x</sub>-Immissionen und Inversionshäufigkeit

Bei Schwaz wird kontinuierlich ein Höhenprofil der Temperatur erhoben; aus diesem Profil kann ebenfalls kontinuierlich das Vorhandensein einer Temperaturinversion detektiert werden, mit vertikaler Erstreckung und Intensität der Inversion. Die Temperaturschichtung ist der wichtigste Parameter des klimatischen Einflusses auf die Schadstoff-Immissionen. Das nächste Doppelbild zeigt dies eindrücklich: Einerseits wird der Jahresverlauf im gleitenden Wochenmittel der NO<sub>x</sub>-Immissionen bei Vomp (A12) für 2003 und 2004 gezeigt, andererseits der Jahresverlauf im gleitenden Wochenmittel der Inversionshäufigkeit bei Schwaz.

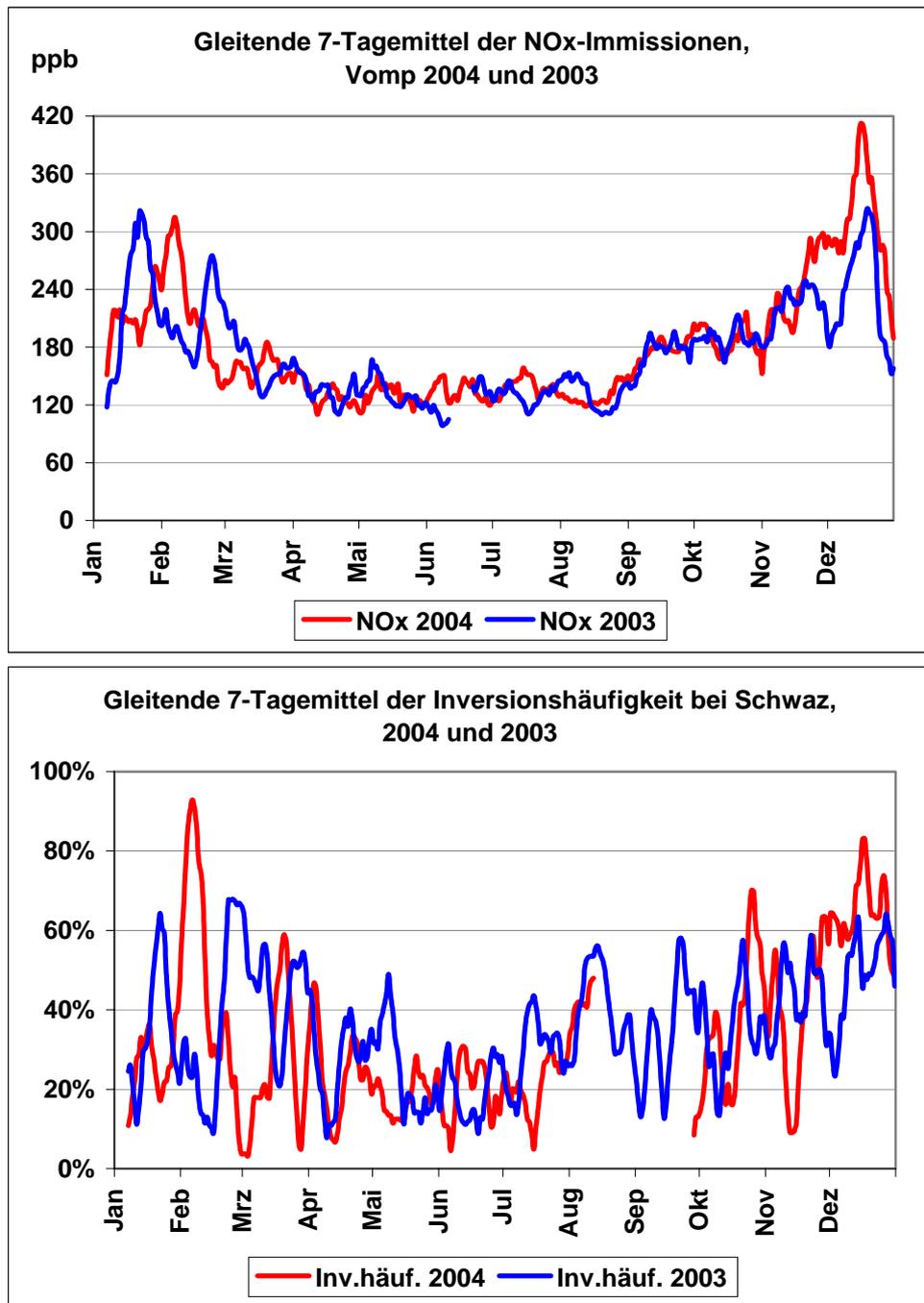


Abbildung 7.1: Jahresverlauf (gleitende 7-Tagemittel) der NOx-Immissionen bei Vomp (A12) und der Inversionshäufigkeit bei Schwaz, 2003 und 2004.

Die Koizidenz der beiden Kurvenpaare für NOx und für Inversionshäufigkeit ist offensichtlich. Der Immissionsverlauf wird durch die atmosphärische Schichtung wesentlich mitbestimmt. Ohne Kenntnis der atmosphärischen Schichtung kann der Immissionsverlauf (z.B. die Unterschiede von Jahr zu Jahr) nicht erklärt werden. Die hohe Inversionshäufigkeit im Hochsommer (Juli – August) hängt mit der

Strahlungsexposition der Sensoren zusammen und kann nicht auf die Verhältnisse über dem Inntal übertragen werden.

## 7.2. Jahreszeitliche Inversionshäufigkeiten bei Schwaz

Die Jahreszeiten haben einen großen Einfluss auf die Inversionshäufigkeiten. Die Abbildung auf der folgenden Seite zeigt in farbcodierter Darstellung die Inversionshäufigkeit im Tagesgang je Schicht für die drei Jahreszeiten Winter (Jan – Feb und Nov – Dez), Sommer (Mai – August) und Zwischensaisons (März – April und Sep – Okt).

Im Sommer ist die tagsüber meistens inversionsfreie Zeit länger als in den übrigen Jahreszeiten. Nachts sind Inversionen aber keineswegs im Sommer seltener; sie sind allerdings nicht so intensiv wie die winterlichen Inversionen (s. Kap. 7.3).

Über das ganze Jahr 2004 betrug die Inversionshäufigkeit in der für bodennahe Emissionen relevanten Schicht bis ca. 100 m über Boden 32%.

Die Häufung von Inversionen am Vormittag zwischen 112 und 227 m über Boden hat mit der dort strahlungsexponierten Position der Temperatursensoren zu tun und gibt nicht die Schichtung über dem Inntal wieder.

Die Abbildung auf der übernächsten Seite zeigt nun die Differenz der Inversionshäufigkeiten im Tagesgang je Schicht für die drei Jahreszeiten zwischen 2004 und 2003. Die Farbcodierung geht dabei von -40% bis +40%; ein positiver Wert bedeutet mehr Inversionen zum betreffenden Zeitpunkt und in der betreffenden Schicht im 2004, ein negativer Wert mehr Inversionen im 2003.

Die unteren Schichten bis etwa 100 m über Boden sind in Abbildung 7.3 generell 'blauer' als 'gelber'. Dies bedeutet, dass es 2004 allgemein weniger Inversionen gegeben hat, insbesondere in der Nacht. Nur im Winter waren die Inversionsverhältnisse in den beiden Jahren etwa ausgeglichen. Dank der besseren Ausbreitungsverhältnisse ist der Immissionsanstieg beim NO<sub>x</sub> auf 2004 nicht so hoch ausgefallen (etwa 3.5%), wie er aufgrund der Zunahme des Schweren Güterverkehrs allein hätte ausfallen können.

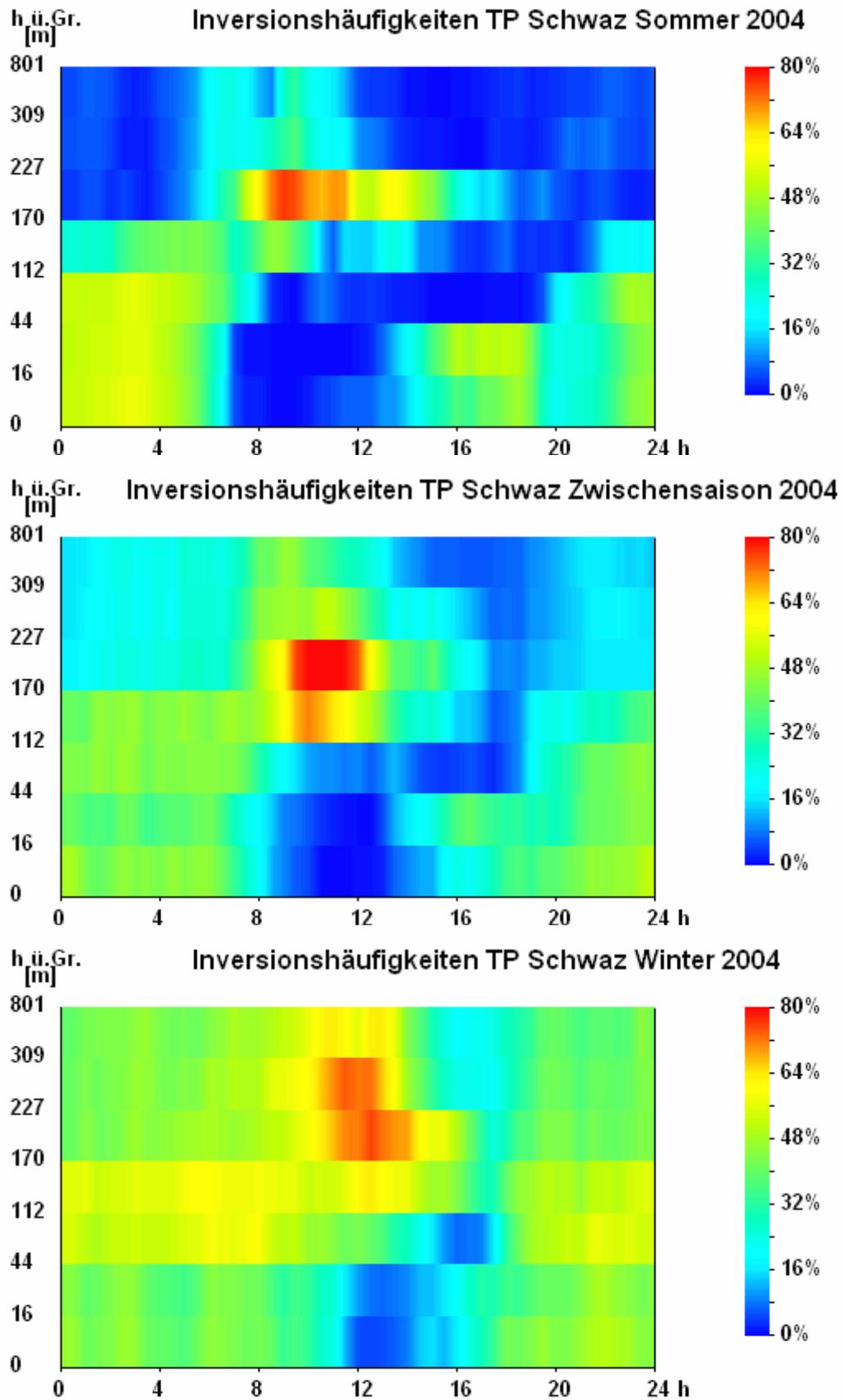


Abbildung 7.2: Inversionshäufigkeiten bei Schwarz je Schicht und Jahreszeit, 2004. Winter: Jan - Feb und Nov - Dez; Sommer: Mai - August; Zwischensaisons: März - April und Sep - Okt.

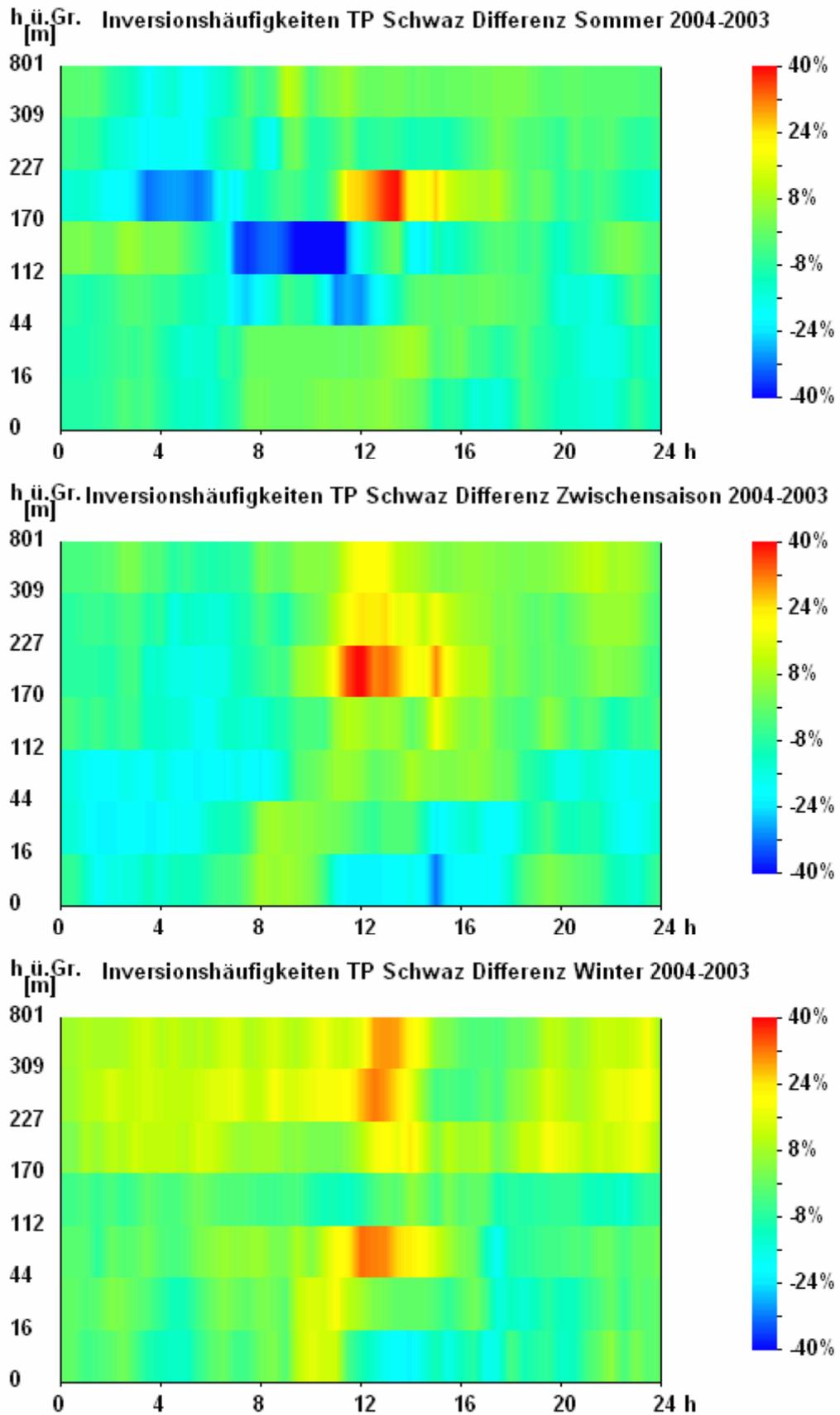


Abbildung 7.3: Inversionshäufigkeiten bei Schwaz je Schicht und Jahreszeit, Differenz zwischen 2004 und 2003. Erklärung zu Jahreszeiten: s. Abbildung 7.2.

### 7.3. Zeitliche Verteilung der Inversionen und Intensität

Die folgende Abbildung zeigt für jede Viertelstunde des Jahres 2004 die Lage der Untergrenze einer Inversion bei Schwaz, farbcodiert nach den Höhenstufen der Sensoren im Temperaturprofil.

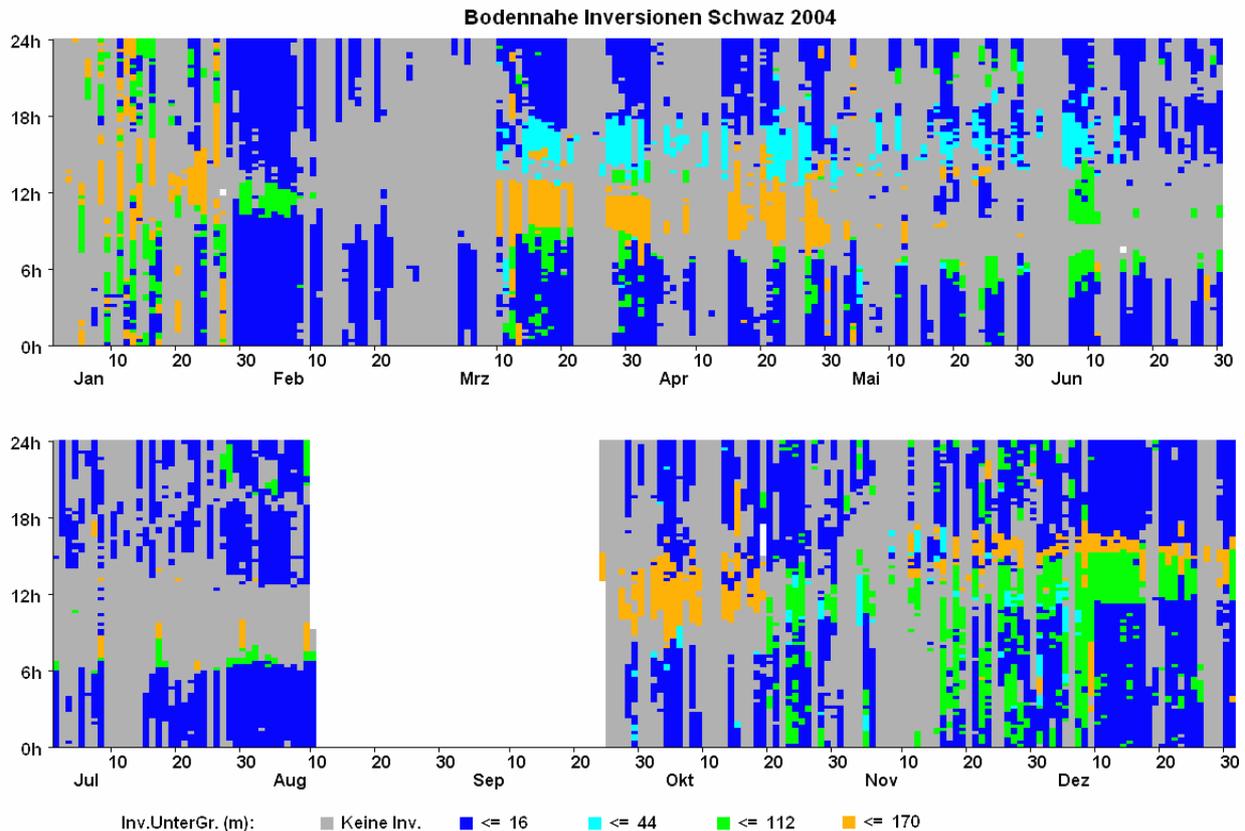


Abbildung 7.4: Untergrenzen bodennaher Inversionen bei Schwaz in farbcodierter Darstellung, 2004.

Inversionen über 112 m über Grund sind meistens auf Grund von Strahlungsexpositionen detektiert worden und jedenfalls für diese Untersuchung nicht relevant. Die Inversionsphasen vom Februar, März und vor allem November/Dezember fallen auf, in Entsprechung zum Verlauf der Stickoxidimmissionen.

Ein wichtiger Parameter kann auch die Intensität einer bestehenden Inversion sein, also der Betrag der Temperaturumkehr. Die folgende Abbildung zeigt den Temperaturgradienten (Temperaturänderung / 100 Höhenmeter) bestimmt aus der bodennahen Schicht zwischen 0 und 40 m über Grund. Ein positiver Wert bedeutet Inversion, je höher der Gradient ist, desto intensiver ist die Inversion.

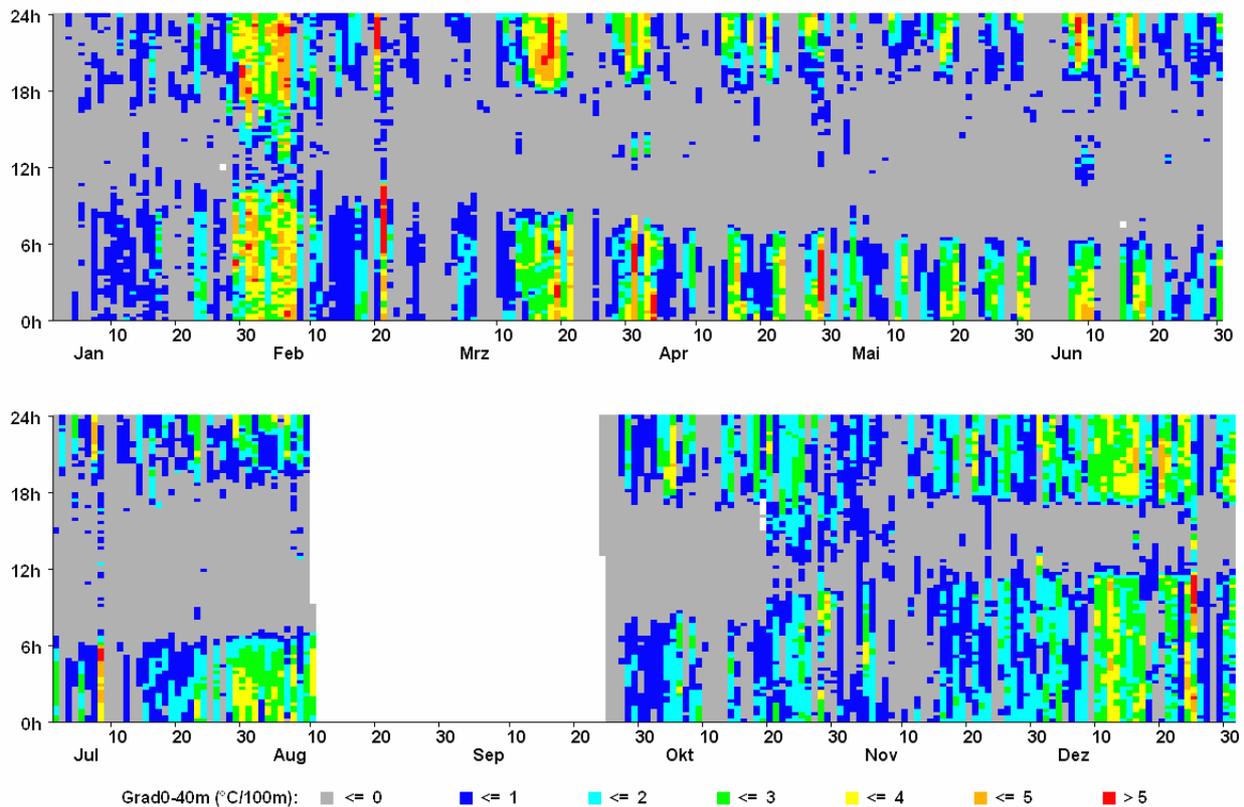


Abbildung 7.5: Bodennahe Temperaturgradienten bei Schwaz in farbcodierter Darstellung, 2004. Grau: Gradient  $\leq 0^\circ\text{C}$   $\rightarrow$  keine Inversion.

Auch hier fallen die Inversionsepisoden vom Februar und November/Dezember 2004 mit anhaltenden bzw. stets wiederkehrenden und intensiven Inversionen auf. Während diesen Episoden wurden bei Vomp auch die höchsten  $\text{NO}_x$ -Immissionen festgestellt.

## 7.4. Sensitivität der $\text{NO}_x$ -Immissionen gegen Inversionen

In den vorhergehenden Kapiteln ist es klar geworden, dass die atmosphärische Schichtung einen großen Einfluss auf die resultierenden Immissionen hat. Dieser Einfluss soll nun etwas mehr quantifiziert werden. Dazu werden für beide Jahre 2003 und 2004 je die Tagesmittel von  $\text{NO}_x$  und der Inversionshäufigkeit gegeneinander aufgetragen. Da alle Tage betrachtet werden, mit völlig unterschiedlichen Emissionen, Vorgeschichten und Windverhältnissen, streuen die Punkte in der Grafik stark. Dennoch sind insgesamt die  $\text{NO}_x$ -Tagesmittel umso höher, je häufiger Inversionen am betreffenden Tag sind. Die Regressionsgerade drückt dies aus. Die folgende Abbildung zeigt die Situation für 2004.

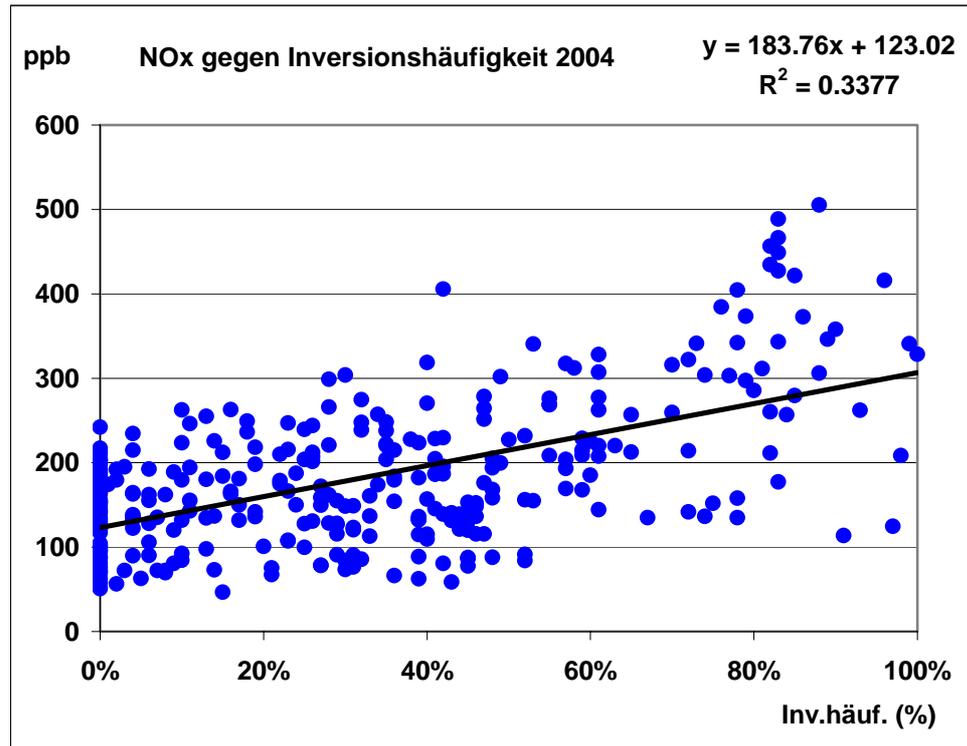


Abbildung 7.6: NO<sub>x</sub>-Tagesmittel bei Vomp (A12) gegen Inversionshäufigkeit bei Schwaz, 2004.

Die Steigung der Regressionsgeraden ist ein Maß für die Sensitivität der NO<sub>x</sub>-Immission gegenüber Inversionen. Bezieht man die NO<sub>x</sub>-Achse nicht auf die absoluten Tagesmittelwerte, sondern auf den Prozentsatz des Jahresmittels, können verschiedene Regionen und verschiedene Jahre der gleichen Messstelle miteinander verglichen werden. Für Vomp (A12) 2003 und 2004 ergeben sich die beiden Regressionsgeraden wie die folgende Abbildung zeigt.

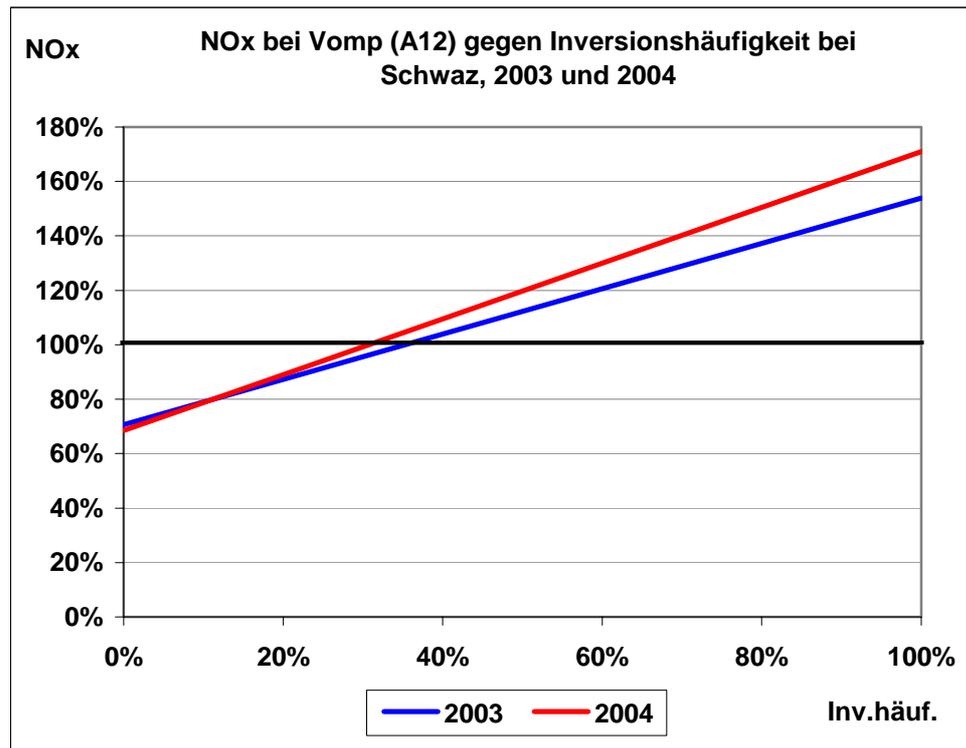


Abbildung 7.7: Regressionsgeraden für die Sensitivität der NOx-Immission bei Vomp (A12) gegenüber der Inversionshäufigkeit bei Schwaz, 2003 und 2004.

Wo die Regressionsgerade die 100%-Linie des NOx schneidet, liegt die mittlere Inversionshäufigkeit des betreffenden Jahres. Die war im 2004 wie bereits festgestellt etwas geringer als 2003, aber das NOx hat im 2004 etwas sensitiver auf Inversionen reagiert als 2003. Möglicherweise rührt dies von den sehr hohen Werten im Dezember 2004 her, als die Inversionen auch anhaltend intensiv waren.

## 8. Zukunftsperspektiven

### 8.1. Geschwindigkeitsabhängigkeit von PKW-Emissionen

Gelegentlich ist die Idee vorgebracht worden, auf gewissen Autobahnstrecken Tempo 160 km/h für PKW zuzulassen. Dies wird zum Anlass genommen, auf die Abhängigkeit der PKW-Emissionen von der Geschwindigkeit hinzuweisen. Die folgende Abbildung zeigt, auf der Basis des HBEFA 2.1, die mittleren Emissionsfaktoren für NOx und Partikel für PKW auf Autobahnen in Abhängigkeit von der

Geschwindigkeit, wobei von 130 auf 160 km/h linear extrapoliert wurde; im gesamten Geschwindigkeitsbereich zwischen 80 und 130 km/h scheint der lineare Zusammenhang mit der Geschwindigkeit gem. HBEFA 2.1 die beste Schätzung zu sein.

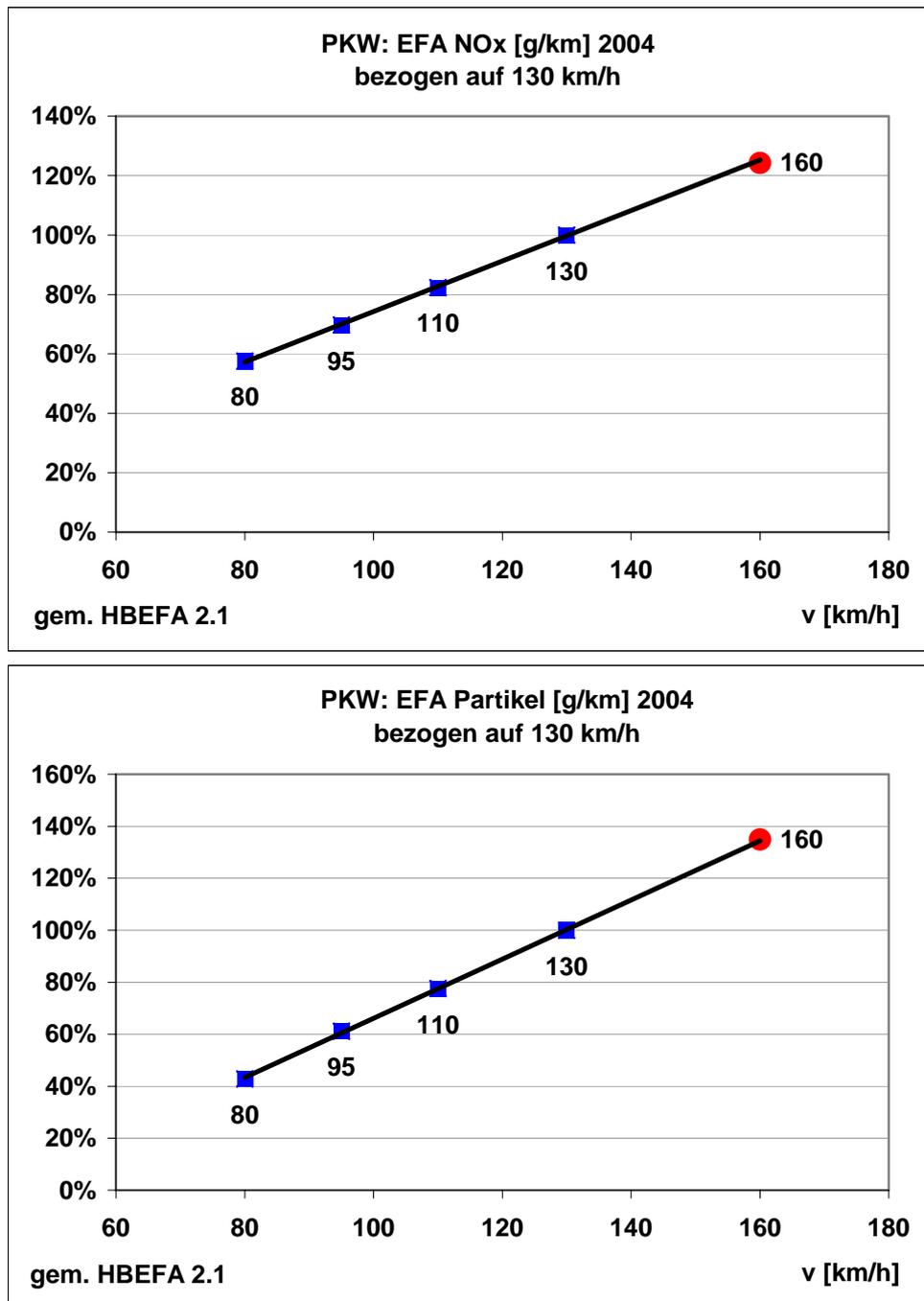


Abbildung 8.1: Emissionsfaktoren (EFA) für NOx und Partikel von PKW auf Autobahn, Basis 2004, 0% Steigung, in Abhängigkeit der Geschwindigkeit relativ zum Faktor bei v = 130 km/h.

Die Geschwindigkeitsabhängigkeit der Emissionsfaktoren für PKW ist beträchtlich. Bei Tempo 160 ist der Emissionsfaktor für NO<sub>x</sub> 25% größer als bei Tempo 130, bei den Partikeln gar 35%. Bei Tempo 80 beträgt der NO<sub>x</sub>-Ausstoß nur etwa 60%, bei den Partikeln gar nur etwa 40% des Ausstoßes bei Tempo 130.

## 8.2. Zukünftige Entwicklung der Immissionen bei Vomp (A12) unter der Annahme konstanter Fahrtenzahlen

Das HBEFA 2.1 vom Februar 2004 macht Schätzungen der Emissionsfaktoren bis ins Jahr 2020; dabei handelt es sich nicht um die wahrscheinlichsten, sondern die optimalen Werte, die bei Umsetzung aller technischen Möglichkeiten erreicht werden könnten [7]. Es wurde nun untersucht, wie sich die Emissionen und in der Folge die Immissionen an Stickoxiden an der Messstelle Vomp (A12) verhalten würden, wenn unter Annahme konstanter Fahrtenzahlen sich die Emissionsfaktoren bis ins Jahr 2020 gemäß HBEFA 2.1 entwickeln würden.

Den Emissionsfaktoren selbst wird eine drastische Reduktion prognostiziert, wobei die Reduktion bei den PKW am geringsten ausfallen würde.

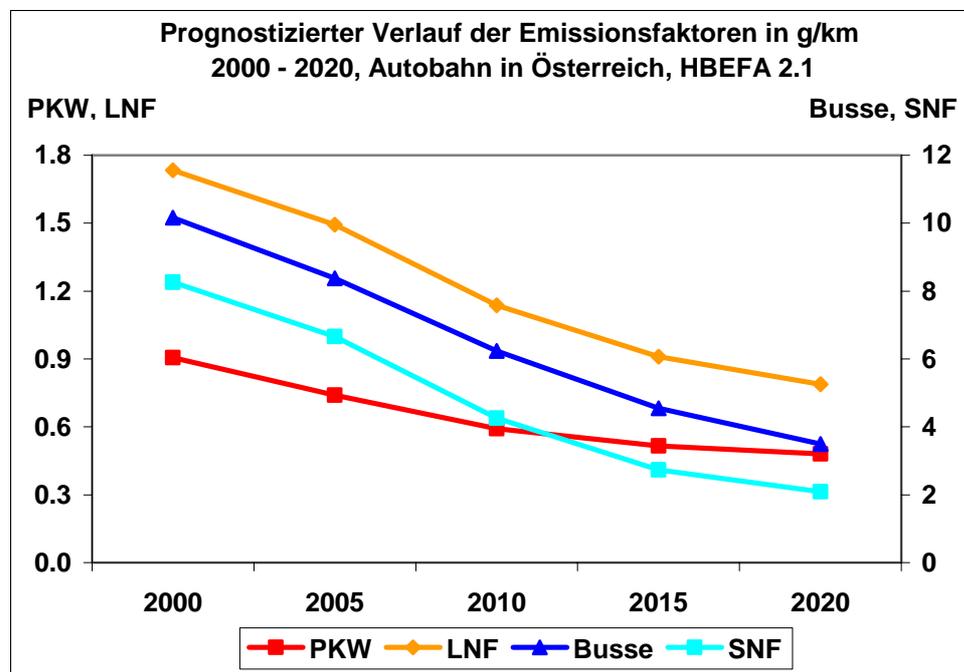


Abbildung 8.2: Prognostizierter Verlauf der Emissionsfaktoren 2000 – 2020, gleiche Geschwindigkeiten wie 2004, Autobahn in Österreich, gemäß HBEFA 2.1. LNF: Leichte Nutzfahrzeuge; SNF: Schwere Nutzfahrzeuge.

Auf der Basis dieser Entwicklung der Emissionsfaktoren wurde nun die Entwicklung der Stickoxid-Immissionen grob – ohne Modellierung – abgeschätzt. Dabei wurde eine Fallunterscheidung gemacht nach mittleren Ausbreitungsverhältnissen: einmal wie im Jahr 2000 mit relativ günstigen Ausbreitungsbedingungen, dann wie im Jahr 2004 mit weniger günstigen Bedingungen. Die beiden folgenden Abbildungen zeigen die Ergebnisse.

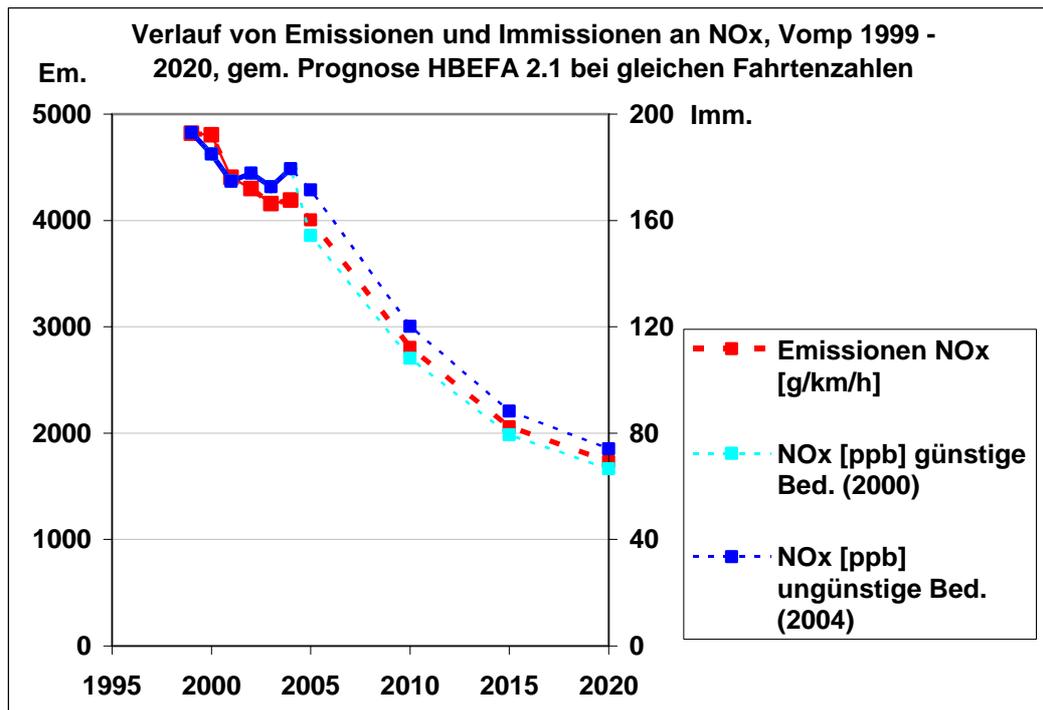


Abbildung 8.3: Prognostizierter Verlauf von Emissionen und Immissionen an NO<sub>x</sub> 2005 - 2020, gemäß HBEFA 2.1, bei konstanten Fahrtenzahlen (Basis 2004).

Die unterschiedlichen Ausbreitungsbedingungen (wie für 2000 bzw. 2004) würden in den NO<sub>x</sub>-Immissionen gemäß dieser groben Schätzung etwa 10% Unterschied ausmachen. Das NO<sub>2</sub> würde die Änderung beim NO<sub>x</sub> nur gedämpft mitmachen, würde sich allerdings ebenfalls drastisch reduzieren, wie die folgende Abbildung zeigt.

Im gleichen Zeitraum sinken auch die Grenzwerte nach IG-Luft und gemäß EU-Richtlinie 1999/30/EG. Das Fazit ist, dass an der Messstelle Vomp (A12) auch unter den sehr günstigen Annahmen die NO<sub>2</sub>-Immissionen den Jahresmittel-Grenzwert im 2020 noch nicht erreichen würden. Dabei bleiben die Fragen, 1. ob sich die Emissionsfaktoren wirklich so stark reduzieren lassen; und 2. wie sich die Fahrtenzahlen stabilisieren bzw. (zur Grenzwerteinhaltung) reduzieren lassen.

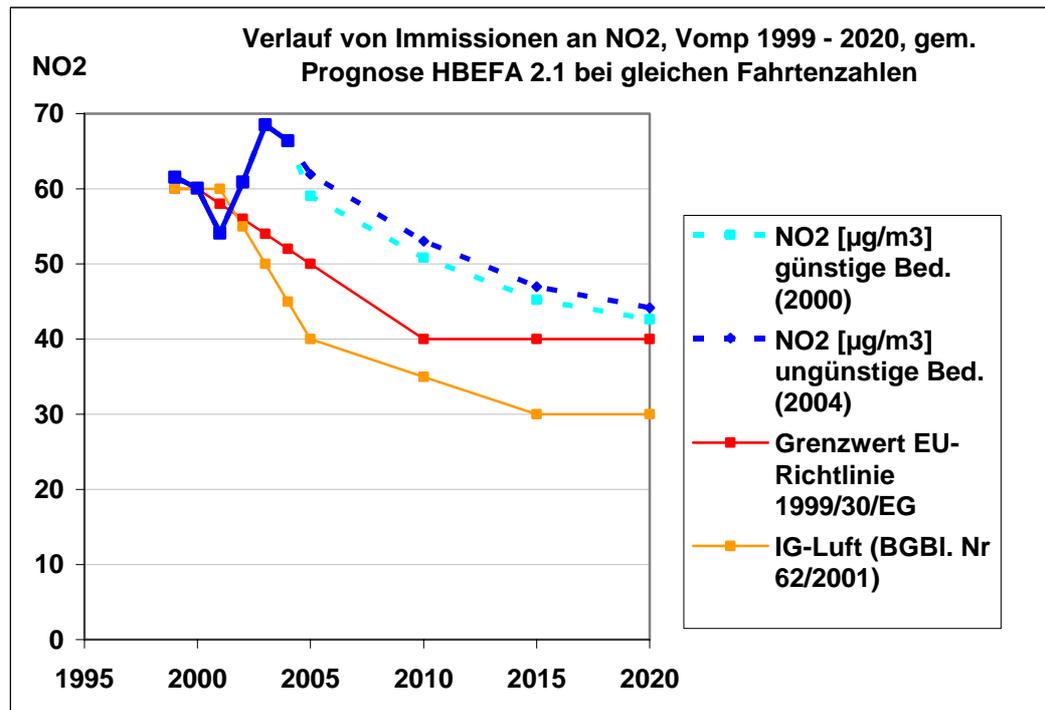


Abbildung 8.4: Prognostizierter Verlauf von Immissionen an NO<sub>2</sub> 2005 - 2020, Emissionsfaktoren NO<sub>x</sub> gemäß HBEFA 2.1, bei konstanten Fahrtenzahlen (Basis 2004).

## 9. Literatur

- [1] Thudium, J., Oekoscience: Hohe Stickstoffdioxidwerte im Jahre 2003 in der Schweiz, in Tirol und in Vorarlberg, Dokumentation und Interpretation, im Auftrag des BUWAL (Schweiz) und der Tiroler Landesregierung, Dezember 2004.
- [2] Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs Version 2.1, herausgegeben von Umweltbundesamt Berlin, Umweltbundesamt Wien und Buwal, Februar 2004.
- [3] Thudium, J., Oekoscience: Evaluation der lufthygienischen Auswirkungen der Erweiterung des Nachtfahrverbotes auf der Unterinntal-Autobahn im Winterhalbjahr 2004/05. Im Auftrag der Tiroler Landesregierung, Dezember 2005.
- [4] Thudium, J., Oekoscience: Modellansatz für eine immissionsgesteuerte Verkehrsbbeeinflussung; Optimierung einer Geschwindigkeitsreduktion für Personenkraftwagen; erstellt im Auftrag der Tiroler Landesregierung, November 2004.

[5] Verifikation von PM10-Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Forschungsprojekt des ASTRA (Bundesamt für Strassen (Schweiz)), EMPA und PSI, 2003.

[6] Thudium, J., Ökoscience: Luftschadstoffimmissionen im Unterinntal 2003, Verkehr, Emissionen und klimatische Einflüsse. Im Auftrag der Tiroler Landesregierung, Dezember 2004, Revision September 2005.

[7] Hausberger, S., Technische Universität Graz. Aussage am 14. internationalen Symposium 'Transport and Air Pollution', Graz 2005.

## 10. Zusammenfassung

Ende 2003 ist die Ökopunkte-Regelung für die Brennerroute ausgelaufen, ohne dass es einen adäquaten Ersatz gegeben hätte. Im Jahre 2004 stieg der schwere Güterverkehr im Unterinntal denn auch markant an. Die Folgen für die Lufthygiene im Unterinntal werden im vorliegenden Bericht dargelegt, wobei die Situation in einen mehrjährigen Kontext gestellt wird. Erschwert wird die langjährige Betrachtung durch die Tatsache, dass für die Zählstelle Vomp das technische Verfahren anfangs 2004 geändert wurde. Zwar liegen ab nun die stündlichen Verkehrszahlen in neun Kategorien vor, aber für Januar – März 2004 liegen keine Stundenwerte vor und die Emissionsberechnungen können nicht über diesen Wechsel hinaus kontinuierlich betrachtet werden, weil die bisherig notwendigen Schätzungen zu etwas anderen Gesamtemissionen führten.

Die NO<sub>x</sub>-Konzentration an den meisten Messstellen im Unterinntal war 2004 höher als im Vorjahr, die Konzentration von NO<sub>2</sub> ist trotz der bzgl. NO<sub>2</sub> außerordentlichen Verhältnisse im Vorjahr nur leicht gesunken. Der Anteil von NO<sub>2</sub> am gesamten Stickoxid NO<sub>x</sub> weist bei Vomp an der A12 einen steigenden Trend auf.

Die Koinzidenz im Jahresverlauf von NO<sub>x</sub>-Immissionen an der Messstelle Vomp und Inversionshäufigkeit ist für 2003 und 2004 beträchtlich. Der Immissionsverlauf wird durch die atmosphärische Schichtung also wesentlich mitbestimmt. Ohne Kenntnis der atmosphärischen Schichtung kann der Immissionsverlauf (z.B. die Unterschiede von Jahr zu Jahr) nicht erklärt werden.

Im Jahre 2004 hat es allgemein weniger Inversionen gegeben als 2003, insbesondere in der Nacht. Nur im Winter waren die Inversionsverhältnisse in den beiden Jahren etwa ausgeglichen. Dank der besseren Ausbreitungsverhältnisse ist der Immissionsanstieg beim NO<sub>x</sub> auf 2004 nicht so hoch ausgefallen (etwa

3.5%), wie er aufgrund der Zunahme des Schwere Güterverkehrs allein (+12% bei Vomp) hätte ausfallen können.

Geschwindigkeitsreduktionen bei den PKW sind nach wie vor eine Option zur Emissions- und damit zur Immissionsminderung. Die Geschwindigkeitsabhängigkeit der Emissionsfaktoren für PKW ist beträchtlich. Bei Tempo 160 ist der Emissionsfaktor für NO<sub>x</sub> 25% größer als bei Tempo 130, bei den Partikeln gar 35%. Bei Tempo 80 beträgt der NO<sub>x</sub>-Ausstoß nur etwa 60%, bei den Partikeln gar nur etwa 40% des Ausstoßes bei Tempo 130.

Für die Emissionsfaktoren aller Fahrzeugkategorien wird bis ins Jahr 2020 eine massive Reduktion bei optimaler Nutzung der technischen Möglichkeiten prognostiziert. In einer groben Schätzung wurden die Auswirkungen auf die Immissionen an der Messstelle Vomp unter der Annahme konstanter Fahrtenzahlen überschlagen. Das Fazit ist, dass an der Messstelle Vomp (A12) auch unter den sehr günstigen Annahmen (optimale technische Möglichkeiten; konstante Fahrtenzahlen) die NO<sub>2</sub>-Immissionen den Jahresmittel-Grenzwert im 2020 noch nicht erreichen würden. Dabei bleiben die Fragen, 1. ob sich die Emissionsfaktoren wirklich so stark reduzieren lassen; und 2. wie sich die Fahrtenzahlen stabilisieren bzw. (zur Grenzwerteinhaltung) reduzieren lassen.