



**STATUSERHEBUNG BETREFFEND NO<sub>2</sub>-  
GRENZWERTÜBERSCHREITUNGEN IN  
IMST IM JAHR 2004**

Sowie Ergänzung der Statuserhebung für PM10–  
Grenzwertüberschreitungen 2003

Im Auftrag der Tiroler Landesregierung



**Projektleitung**

Wolfgang Spangl

**Projektmitarbeiter**

Jürgen Schneider

Wolfgang Spangl

Christian Nagl

Agnes Kurzweil

Roman Ortner

**Satz/Layout**

Erstellt im Auftrag des Amtes der Tiroler Landesregierung, Abteilung Waldschutz

Weitere Informationen zu Publikationen des Umweltbundesamtes unter: <http://www.umweltbundesamt.at/>



# INHALT

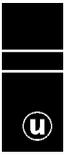
<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>7</b>
<b>1 EINLEITUNG .....</b>	<b>15</b>
<b>2 DATENGRUNDLAGE.....</b>	<b>17</b>
2.1 <b>Gegenstand der Untersuchung.....</b>	<b>17</b>
2.2 <b>Untersuchungsgebiet .....</b>	<b>17</b>
2.3 <b>Verwendete Messstellen .....</b>	<b>18</b>
2.3.1 Messstelle Imst Imsterau .....	21
2.3.2 Messstelle Magerbach bei Haiming .....	23
2.3.3 Messstelle Nassereith.....	23
2.4 <b>Bewertung der Datenlage .....</b>	<b>23</b>
2.4.1 Immissionsdaten .....	23
2.4.2 Meteorologiedaten.....	24
2.4.3 Emissionsdaten.....	24
<b>3 EMISSIONEN .....</b>	<b>25</b>
3.1 <b>Straßenverkehr .....</b>	<b>25</b>
3.1.1 Berechnung der Verkehrsemissionen .....	25
3.1.2 Ergebnisse der Emissionsberechnungen des Straßenverkehrs.....	26
3.1.3 Emissionen und Verkehrsverlauf auf der Inntalautobahn A12.....	26
3.1.4 NO <sub>x</sub> -Emissionen auf der Imsterberg- und Brennbichlstraße.....	28
3.2 <b>Hausbrand .....</b>	<b>31</b>
3.3 <b>Industrie und Gewerbe .....</b>	<b>34</b>
3.4 <b>Off-Road-Sektor, Bauwirtschaft .....</b>	<b>35</b>
<b>4 DIE METEOROLOGISCHE SITUATION .....</b>	<b>37</b>
4.1 <b>Übersicht über die Witterung 2004.....</b>	<b>37</b>
4.2 <b>Windverhältnisse.....</b>	<b>39</b>
4.2.1 Messstellen der ZAMG in Innsbruck und Landeck .....	39
4.2.2 Windmessung am Roppener Tunnel.....	40
4.2.3 Haiming.....	41
4.2.4 Nassereith.....	41
4.3 <b>Ausbreitungsbedingungen.....</b>	<b>41</b>
4.3.1 Temperaturprofil.....	41
4.3.2 Ozonprofil .....	43
4.4 <b>Luftmassen und Fronten .....</b>	<b>44</b>
<b>5 DIE IMMISSIONSSITUATION IN ÖSTERREICH 2004 .....</b>	<b>46</b>
5.1 <b>Überschreitung der Grenzwerte gemäß IG-L.....</b>	<b>46</b>
5.2 <b>Überschreitung des Zielwertes gemäß IG-L .....</b>	<b>49</b>
5.3 <b>Überschreitungen der Grenzwerte der RL 1999/30/EG .....</b>	<b>50</b>



<b>6</b>	<b>DIE NO<sub>2</sub>-BELASTUNG IN IMST-IMSTERAU .....</b>	<b>52</b>
<b>6.1</b>	<b>Die NO<sub>2</sub>-Belastung in Imst-Imsterau im Vergleich der Nordtiroler Messstellen..</b>	<b>52</b>
<b>6.2</b>	<b>Die Messstellen im Bereich Tschirgant .....</b>	<b>56</b>
<b>6.3</b>	<b>Die Abhängigkeit der Schadstoffbelastung in Imst-Imsterau von der Windrichtung (Schadstoffwindrosen).....</b>	<b>59</b>
6.3.1	Wind vom Roppener Tunnel.....	59
6.3.2	Wind von Innsbruck und Landeck.....	60
6.3.3	Wind von Haiming.....	62
6.3.4	Wind von Nassereith .....	62
<b>6.4</b>	<b>Die Abhängigkeit der Schadstoffbelastung von der Windgeschwindigkeit .....</b>	<b>63</b>
6.4.1	Wind vom Roppener Tunnel.....	63
6.4.2	Wind in Haiming.....	64
<b>6.5</b>	<b>Die Abhängigkeit der Schadstoffbelastung von den Ausbreitungsbedingungen</b>	<b>65</b>
6.5.1	Temperaturgradient.....	65
6.5.2	Ozonkonzentration .....	67
<b>6.6</b>	<b>Schneebedeckung.....</b>	<b>71</b>
<b>6.7</b>	<b>Mittlere Tagesgänge.....</b>	<b>71</b>
6.7.1	Winterhalbjahre, Jän. 2002 bis März 2005.....	72
6.7.2	Hochwinter 2004/05.....	74
6.7.3	Sommerhalbjahre 2002 bis 2004 .....	75
<b>6.8</b>	<b>Mittlere Wochengänge .....</b>	<b>77</b>
<b>6.9</b>	<b>Diskussion der Belastungsepisoden .....</b>	<b>79</b>
6.9.1	Dezember 2004.....	80
6.9.2	Jänner 2005 .....	86
6.9.3	Singuläre Ereignisse, 9.7. und 28.10.2003.....	90
6.9.4	Weitere Episoden mit stark erhöhter NO <sub>2</sub> -Belastung.....	91
6.9.5	Weitere Episoden mit ungünstigen Ausbreitungsbedingungen.....	93
6.9.6	Resümee.....	96
<b>7</b>	<b>FAKTOREN, DIE ZU DEN GRENZWERTÜBERSCHREITUNGEN GEFÜHRT HABEN .....</b>	<b>101</b>
<b>7.1</b>	<b>Topographische und meteorologische Faktoren.....</b>	<b>101</b>
<b>7.2</b>	<b>„Einzugsgebiet“ der Messstelle Imst-Imsterau.....</b>	<b>101</b>
<b>7.3</b>	<b>Beiträge lokaler Emissionen.....</b>	<b>102</b>
7.3.1	Lokale NO <sub>x</sub> -Emissionen .....	103
7.3.2	Tagesgang – Abschätzung des Beitrags lokaler Industriebetriebe.....	104
7.3.3	Straßenmodell.....	105
7.3.4	A12 und Imsterbergstraße - Abschätzung über den Wochengang.....	105
7.3.5	Verkehrsverhalten auf der Imsterbergstraße.....	106
7.3.6	Resümee.....	107
<b>7.4</b>	<b>Abschätzung der Beiträge der verantwortlichen NO<sub>x</sub>-Emissionen .....</b>	<b>107</b>
<b>7.5</b>	<b>Erforderlicher Reduktionsbedarf.....</b>	<b>108</b>
<b>7.6</b>	<b>Von Grenzwertüberschreitungen vermutlich betroffenes Gebiet.....</b>	<b>108</b>
<b>8</b>	<b>VORAUSSICHTLICHES SANIERUNGSGEBIET.....</b>	<b>110</b>



<b>9</b>	<b>ERGÄNZUNG DER PM10-STATUSERHEBUNG .....</b>	<b>111</b>
9.1	PM10–Belastungsepisoden .....	111
9.2	Ursachen erhöhter PM10–Belastung.....	112
9.3	Räumliche Herkunftszuordnung .....	114
9.4	Die „normalen“ PM10–Emissionen im Inntal.....	114
<b>10</b>	<b>MÖGLICHE MAßNAHMEN .....</b>	<b>117</b>
10.1	Sektorale und räumliche Zuordnung .....	117
10.2	Straßenverkehr .....	118
10.2.1	Maßnahmen im Rahmen des IG-L im Kompetenzbereich des Landes Tirol .....	119
10.2.2	Maßnahmen außerhalb des IG-L im Kompetenzbereich des Landes Tirol .....	122
10.3	Anlagen (Industrie, Gewerbe).....	132
10.4	Heizungsanlagen (Hausbrandemissionen).....	132
<b>11</b>	<b>EMPFEHLUNGEN FÜR WEITERFÜHRENDE UNTERSUCHUNGEN .....</b>	<b>134</b>
11.1	Meteorologie.....	134
11.2	Immissionsmessungen .....	134
11.3	Emissionen.....	135
11.4	Modellierung.....	135
11.5	Maßnahmenplanung .....	136
<b>12</b>	<b>INFORMATIONEN GEMÄß RL 96/62/EG, ANHANG IV .....</b>	<b>137</b>
<b>13</b>	<b>LITERATUR .....</b>	<b>140</b>
	<b>ANHANG 1: GRENZWERTE, ZIELWERTE UND ALARMWERTE DES IG-L .....</b>	<b>143</b>
	<b>ANHANG 2: PM10–BELASTUNGSEPIDODEN .....</b>	<b>145</b>
	<b>ANHANG 3: GLOSSAR, ABKÜRZUNGEN, EINHEITEN UND UMRECHNUNGSFAKTOREN .....</b>	<b>148</b>





## ZUSAMMENFASSUNG

### Grenzwertüberschreitungen

Das Immissionsschutzgesetz-Luft (IG-L, BGBl. I 115/97, idgF) legt Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit für die Luftschadstoffe Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Gesamtschwebstaub (TSP)<sup>1</sup>, PM10, Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), Kohlenstoffmonoxid (CO), Blei im PM10 (Pb), Benzol sowie für den Staubniederschlag und dessen Inhaltsstoffe Blei und Cadmium fest. Folgende Tabelle gibt die Grenzwerte für NO<sub>2</sub> wieder (Abkürzungen und Einheiten siehe Anhang 3).

Überschreitungen dieser Grenzwerte werden im Monats- bzw. Jahresbericht – erstellt von der jeweiligen Landesregierung<sup>2</sup> – veröffentlicht. Falls diese Überschreitungen nicht auf einen Störfall oder auf ein singuläres Ereignis zurückzuführen sind, ist vom Landeshauptmann innerhalb von neun Monaten nach Ausweisung der Überschreitung eine Stuserhebung zu erstellen. Nach weiteren sechs Monaten – längstens jedoch 15 Monate nach Ausweisung der Überschreitung – ist vom Landeshauptmann ein Maßnahmenkatalog per Verordnung zu erlassen.

*Grenzwert für den Halbstundenmittelwert und den Jahresmittelwert für NO<sub>2</sub> gemäß IG-L..*

NO <sub>2</sub>	200 µg/m <sup>3</sup>	Halbstundenmittelwert
NO <sub>2</sub>	30 µg/m <sup>3</sup> 2004: 45 µg/m <sup>3</sup> inkl. Toleranzmarge <sup>3</sup>	Jahresmittelwert

Der Grenzwert für NO<sub>2</sub> wurde im Jahr 2004 an der Messstelle Imst Imsterau mit 53 Halbstundenmittelwerten über 200 µg/m<sup>3</sup> überschritten.

Diese Überschreitungen traten an acht Tagen im Dezember 2004 auf, welche in folgender Tabelle angeführt sind. Der höchste Halbstundenmittelwert wurde am 9.12.2004 mit 260 µg/m<sup>3</sup> erreicht.

Die Ausweisung der Überschreitungen erfolgte im Monatsbericht für Dezember 2004.

<sup>1</sup> bis 31.12.2004 in Kraft.

<sup>2</sup> bei Blei und Benzol durch das Umweltbundesamt

<sup>3</sup> Der Grenzwert ist ab 1.1.2012 einzuhalten, die Toleranzmarge beträgt 30 µg/m<sup>3</sup> bei Inkrafttreten dieses Gesetzes (d. h. 2001) und wird am 1.1. jedes Jahres bis 1.1.2005 um 5 µg/m<sup>3</sup> verringert. Die Toleranzmarge von 10 µg/m<sup>3</sup> gilt gleich bleibend von 1.1.2005 bis 31.12.2009. Die Toleranzmarge von 5 µg/m<sup>3</sup> gilt gleich bleibend von 1.1.2010 bis 31.12.2011.



*Maximale Halbstundenmittelwerte der NO<sub>2</sub>-Konzentration.*

Datum	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
07.12.2004	252
09.12.2004	260
10.12.2004	239
11.12.2004	225
13.12.2004	227
14.12.2004	246
15.12.2004	259
16.12.2004	252

Das Umweltbundesamt wurde in Folge vom Amt der Tiroler Landesregierung mit der Erstellung einer Statuserhebung beauftragt.

Der als Einstundenmittelwert festgelegte Grenzwert für Stickstoffdioxid der RL 1999/30/EG Anhang 2 von 200 µg/m<sup>3</sup> – wobei 18 Überschreitungen zulässig sind – wurde 2004 an der Messstelle Imst-Imsterau 23 mal überschritten. Dies ist die erste Überschreitung dieses Grenzwertes, die seit Inkrafttreten der Richtlinie in Österreich registriert wurde.

Überschreitungen von Grenzwert und Toleranzmarge (260 µg/m<sup>3</sup> im Jahr 2004) traten jedoch keine auf, sodass keine Pläne oder Programme gemäß RL 199662/EG zu übermitteln sind.

## **Immissionen und Ausbreitungsbedingungen**

Ungünstige Ausbreitungsbedingungen im Oberen Inntal stellen einen Schlüsselfaktor für die erhöhten NO<sub>x</sub>- (und PM<sub>10</sub>) Konzentrationen an der Messstelle Imst-Imsterau dar. Zum Einen ist in dem sehr beschränkten Luftvolumen im engen Oberen Inntal nur eine eingeschränkte Verdünnung der hier emittierten Schadstoffe möglich, zum Anderen ist das Inntal v. a. im Winter von häufigen Inversionslagen mit besonders ungünstigen Ausbreitungsbedingungen betroffen.

Alle NO<sub>2</sub>-Grenzwertüberschreitungen des Jahres 2004 (ebenso wie im Jänner 2005) wurden während einer lang anhaltenden Hochdruckwetterlage mit einer starken und hochreichenden Bodeninversion registriert.

Das Obere Inntal ist von noch ungünstigeren Ausbreitungsbedingungen gekennzeichnet als das untere Inntal, da das Tal westlich von Haiming, d. h. ab der Roppener Schlucht, wesentlich enger ist als das untere Inntal. Dadurch ist nicht nur das für die Schadstoffverdünnung zur Verfügung stehende Luftvolumen im Tal geringer. Die Enge des Tales und seine West-Ost-Orientierung bedingen v. a. im Hochwinter tagsüber nur kurzzeitige Sonneneinstrahlung am Talboden, weswegen die bei Hochdruckwetterlagen bestehende Inversion im Tal auch über Mittag nicht vollständig aufgelöst wird. Anders als im unteren Inntal, wo die NO<sub>x</sub>- und PM<sub>10</sub>-Konzentration mittags und am frühen Nachmittag dank besserer Ausbreitungsbedingungen zurückgeht, bleibt sie in Imst-Imsterau im Hochwinter hoch. Dies bedingt einen spezifischen Tagesgang der NO<sub>x</sub>-Konzentration, die am Nachmittag meist kontinuierlich ansteigt und die höchsten NO<sub>2</sub>-Konzentrationen am späten Nachmittag erreicht.



## NO<sub>x</sub>–Emissionen im Oberen Inntal

Die für die NO<sub>2</sub>–Grenzwertüberschreitungen in Imst–Imsterau verantwortlichen NO<sub>x</sub>–Emissionen können räumlich auf das Obere Inntal ungefähr westlich von Telfs sowie die Seitentäler des Inntals westlich von Imst eingegrenzt werden.

NO<sub>x</sub>–Emissionen in diesem Gebiet können für die Emittentengruppen Straßenverkehr und Hausbrand (einschließlich Raumwärmeerzeugung in Industrie und Gewerbe) quantitativ angegeben werden (Kapitel 3). Industrielle Prozessemissionen liegen nur sehr lückenhaft vor. Die NO<sub>x</sub>–Emissionen des Untersuchungsgebietes sind in folgender Tabelle angegeben. Ungeachtet dieser Unsicherheit dürfte der Straßenverkehr mit ca. 1.600 t/a die mit Abstand bedeutendste NO<sub>x</sub>–Quelle im Untersuchungsgebiet darstellen, wovon ca. 60 % dem Lkw–Verkehr zuzuordnen sind. 40 % der Verkehrsemissionen des Untersuchungsgebietes entfallen auf die Inntalautobahn A12.

*NO<sub>x</sub>–Emissionen im Oberen Inntal.*

Verursacher	NO <sub>x</sub> Emissionen (t/a)	
Emissionen Pkw, Zweiräder	672	1.572
Emissionen Lkw (SNF, LNF)	900	
Hausbrand	152	
Industrie	grobe Schätzung > 100	

## Ursachen der NO<sub>2</sub>–Grenzwertüberschreitungen in Imst–Imsterau

Die Abschätzung der Beiträge der verschiedenen Verursachergruppen zur erhöhten NO<sub>2</sub>–Belastung in Imst–Imsterau während der Grenzwertüberschreitungen und ihrer geographischen Verteilung basiert auf der Verwendung folgender Informationen:

- I zeitliches Verhalten der NO<sub>2</sub>- und NO–Belastung in Imst–Imsterau sowie an anderen Messstellen im Inntal während hochwinterlicher Belastungsepisoden mit NO<sub>2</sub>–Spitzen um oder über 200 µg/m<sup>3</sup>.
- I Räumliche Verteilung der NO<sub>2</sub>- und NO–Belastung im Inntal.
- I Abhängigkeit der NO<sub>2</sub>–Belastung in Imst–Imsterau von meteorologischen Einflussgrößen (Temperaturschichtung, Wind).
- I Die räumliche Verteilung der NO<sub>x</sub>–Emissionen.

Die Untersuchung stützt sich auf Tage mit NO<sub>2</sub>–Spitzen um und über 200 µg/m<sup>3</sup> seit Inbetriebnahme der Messstelle Imst–Imsterau im Jänner 2002 bis einschließlich Jänner 2005.

Die **NO<sub>2</sub>–Grenzwertüberschreitungen sind überwiegend den Straßenverkehrs–Emissionen der Imsterbergstraße und der Inntalautobahn A12** zuzuordnen, darüber hinaus spielen NO<sub>x</sub>–Emissionen der lokalen Industriebetriebe sowie Transport aus dem gesamten „Einzugsgebiet“ der Messstelle eine Rolle, unter denen jene des Straßenverkehrs überwiegen.



Die Hauptquellen der für die Grenzwertüberschreitung verantwortlichen NO<sub>2</sub>-Belastung lassen sich folgenden Verursachern zuordnen:

1. Verkehr auf der Imsterbergstraße
  - I Einkaufsverkehr
  - I Lkw (Lieferverkehr)
2. Verkehr auf der Inntalautobahn A12
  - I Lkw-Verkehr,
  - I Urlauberreiseverkehr
3. Verkehr auf dem übrigen Straßennetz (Pkw-Anteil überwiegt leicht),
4. lokale Industrie,
5. Hausbrand.

Der Pkw-Verkehr auf der **Imsterbergstraße** ist **ganz überwiegend Einkaufsverkehr** und erreicht die Imsterbergstraße zu über drei Viertel von Osten, d. h. vom **Stadtzentrum von Imst** und vom Autobahnknoten Imst-Pitztal her (Wochen- und Tagesgang siehe Kapitel 3.1.4).

Der **Pkw-Verkehr auf der Inntalautobahn A12** wird (mit erhöhtem Verkehrsaufkommen Freitag und Samstag) vom **Freizeitverkehr** dominiert (Kapitel 3.1.3).

## Wahrscheinlich von Grenzwertüberschreitungen betroffenes Gebiet

Das von Grenzwertüberschreitungen betroffene Gebiet umfasst sehr wahrscheinlich den gesamten Bereich entlang der Inntalautobahn A12 zwischen Roppen und Landeck – d. h. jenen Abschnitt des Oberen Inntales, der so schmal und abgeschattet ist, dass es im Winter bei ungünstigen Ausbreitungsbedingungen auch mittags nicht zur Inversionsauflösung kommt.

Dazu kommen Gebiete bis einige 100 m neben der A12, in denen hohe lokale Emissionen vergleichbar jenen der Imsterbergstraße sich mit dem Beitrag der A12 überlagern.

## Voraussichtliches Sanierungsgebiet

Als „Sanierungsgebiet“ im Sinne des §2(8) IG-L ist jener Teil des österreichischen Bundesgebietes abzugrenzen, in dem sich die Quellen der registrierten Schadstoffbelastung befinden, für die im Maßnahmenkatalog gemäß §10 Anordnungen getroffen werden können.

Wie oben dargestellt sind vor allem die NO<sub>x</sub>-Emissionen auf der Imsterbergstraße und der Inntalautobahn A12 für die Grenzwertüberschreitungen an der Messstelle Imst-Imsterau verantwortlich. Als Sanierungsgebiet im engeren Sinn sind daher die Imsterbergstraße und angrenzende Straßenzüge im Süden von Imst (u. a. die Brennbichlstraße) sowie die Inntalautobahn A12 zwischen Landeck und Telfs einzugrenzen. Dazu kommen noch Emissionen aus Industrie und Hausbrand im Süden von Imst.

Maßnahmen müssen daher einerseits für den lokalen Verkehr auf der Imsterbergstraße und den Zubringerstraßen entworfen werden, zum Anderen für den regionalen und überregionalen Verkehr auf der Inntalautobahn A12; in diesem Fall sind auch überregionale Verkehrsströme –



sowohl beim Pkw– wie beim Lkw–Verkehr – außerhalb des Sanierungsgebietes mit zu berücksichtigen.

Darüber hinaus tragen Emissionen im gesamten „Einzugsgebiet“ der Messstelle Imst–Imsterau, welches das Inntal ca. oberhalb von Telfs sowie die Seitentäler des Inntals westlich von Imst umfasst, zu den Grenzwertüberschreitungen an der Messstelle Imst–Imsterau bei.

## Mögliche Maßnahmen

Maßnahmen müssen auf die Hauptquellen von NO<sub>x</sub> fokussiert werden, d. h. auf den Straßenverkehr auf der Imsterbergstraße und der Inntalautobahn A12 im oberen Inntal. Auf beiden Straßenzügen entfallen im Hochwinter jeweils etwa gleich große Anteile auf Pkw und Lkw.

### Straßenverkehr – generelle Maßnahmen

Maßnahmen im Rahmen des IG-L zur Verminderung der NO<sub>x</sub>–Emissionen sind z. B.

- I Geschwindigkeitsbeschränkungen;
- I Verkehrsbeschränkungen;

jeweils u. U. in Kombination mit bewusstseinsbildenden Maßnahmen und z. B. einer ermäßigten Benützung öffentlicher Verkehrsmittel.

Maßnahmen außerhalb des IG-L im Kompetenzbereich des Landes Tirol sind z. B.

- I Neuanschaffung emissionsarmer kommunaler Fahrzeuge;
- I Benachteiligung von emissionsstarken Fahrzeugen, Fördern von Abgas-Nachbehandlungstechnologien;
- I Betriebliches Mobilitätsmanagement fördern;
- I Begutachtung der Auswirkungen von geplanten Straßeninfrastrukturprojekten insbesondere in Hinblick auf NO<sub>2</sub>;
- I **Vermeidung von Zersiedlung als zentrale raumplanerische Maßnahme** mit langfristiger Wirksamkeit;
- I **Standortentscheidungen** für Gewerbegebiete und Einkaufszentren – Anbindung an Bahn bzw. öffentliche Verkehrsmittel; Einzelhandelskonzept für das Tiroler Oberland;
- I Lobbying für **bundesweite Maßnahmen mit hoher Wirksamkeit** (UMWELTBUNDESAMT 2005).



## **Straßenverkehr - Imsterbergstraße**

Geeignete Maßnahmen zur Verminderung der NO<sub>x</sub>-Emissionen auf der Imsterbergstraße betreffen v. a. die Verkehrsleistung auf der Imsterbergstraße und den anschließenden Straßenzügen:

- I Verbesserung der Anbindung des Fachmarktzentrums mit **öffentlichen Verkehrsmitteln** an das Stadtzentrum von Imst, sowie an andere Gemeinden im weiteren Umkreis (nach Erhebung des Kundeneinzugsgebietes);
- I **Parkraumbewirtschaftung** beim Fachmarktzentrum;
- I Einhebung der Verkehrsanschlussabgabe bei den Betreibern des Fachmarktzentrums entsprechend Öffentliches Personennah- und Regionalverkehrsgesetz (ÖPNRV-G, BGBl. I 204/1999 idF 32/2002);
- I sorgfältige Prüfung der Auswirkungen einer weiteren Expansion der Fachmärkte und Gewerbebetriebe an der Imsterbergstraße auf die NO<sub>x</sub>- und PM<sub>10</sub>-Emissionen.

## **Straßenverkehr – Inntalautobahn**

Maßnahmen, die speziell auf die Verminderung der NO<sub>x</sub>-Emissionen auf der Inntalautobahn abzielen, müssen v. a. die Verkehrsleistung auf der A12 reduzieren:

- I Verlagerung des regionalen und **überregionalen Güterverkehrs** auf die Schiene – Ausweitung der bisher auf die Inntal-Brenner-Achse fokussierten Bemühungen auch auf die Route Oberinntal-Arlberg;
- I Deutliche Verbesserungen des Öffentlichen Verkehrs im Oberinntal und dessen Seitentälern, v. a. in Hinblick auf den **Urlauberreiseverkehr**, aber auch den Pendlerverkehr nach Imst wie nach Innsbruck. Ausarbeitung eines ÖV-Konzeptes, um vor allem die Erreichbarkeit der nicht an der bestehenden Bahn (Innsbruck – Arlberg) gelegenen Gebiete zu verbessern;
- I Förderung von Angeboten zur autofreien Anreise in Tiroler Tourismusregionen;
- I sorgfältige Prüfung der Auswirkungen künftiger Erweiterungen des hochrangigen Straßennetzes.

## **Industrie und Gewerbe**

Aus den Immissionsmessungen ist ein Beitrag aus NO<sub>x</sub>-Emissionen der Fa. Holzindustrie Pfeifer GmbH & Co KG von jedenfalls weniger als 10 % zur NO<sub>2</sub>-Spitzenbelastung an der Messstelle Imst-Imsterau ableitbar. Ungeachtet dessen sollten aufgrund der erheblichen NO<sub>x</sub>-Emissionen Maßnahmen zur Emissionsreduktion geprüft werden.

## **Hausbrand**

Durch den Ausbau des Gasnetzes und der Fernwärme in Imst in den nächsten Jahren sollten sich in Folge die NO<sub>x</sub>-Emissionen verringern.

Eine mögliche Maßnahme zur Verminderung der Emissionen aus dem Hausbrand wäre eine Verschärfung der wiederkehrenden Überprüfungen.

Bei der Tiroler Kesseltauschförderung – diese ist primär auf den Klimaschutz und eine nachhaltige Energiewirtschaft ausgerichtet – sollten im Hinblick auf die Gewährleistung der laut



Tiroler Heizungsanlagenverordnung geforderten Brennstoffqualität vor allem automatische Biomasseanlagen wie Pellets- und Hackschnitzelanlagen bevorzugt gefördert werden.

Generell ist der Anteil von Einzelöfen (v. a. Herde, Kachelöfen, Kaminöfen, Badeöfen), die mit Festbrennstoffen betrieben werden, zu vermindern.

Durch eine thermische/energetische Gebäudesanierung, durch den vermehrten Einsatz von Wärmepumpen und Solarenergie sowie dem weiteren Ausbau der Fernwärme können die Emissionen aus dem Hausbrand ebenfalls reduziert werden.

## PM10

In Ergänzung zu der nach den Grenzwertüberschreitungen des Jahres 2003 durchgeführten Untersuchungen (UMWELTBUNDESAMT 2004a) wird im vorliegenden Bericht eine erweiterte Herkunftszuordnung der PM10–Belastung in Imst, gestützt auf die Daten des erweiterten Zeitraums von Jänner 2001 bis März 2005, gegeben.

Unsicherheiten bei der Erhebung der PM10–Emissionen, vor allem aus Industrie und Gewerbe sowie durch Bautätigkeit, aber auch aus Landwirtschaft und Mineralrohstoffabbau, erschweren nach wie vor abgesicherte Aussagen.

Die in Kapitel 9 der vorliegenden Studie durchgeführten Auswertungen des Gesamtzeitraumes (bis März 2005) zeigen, dass an ca. 30 % der Tage mit PM10–Konzentrationen über 50 µg/m<sup>3</sup> Bautätigkeit für die erhöhte Belastung verantwortlich war, wobei diese überwiegend durch Aufwirbelung von Staub von der verunreinigten Straße und weniger durch direkte baubedingte Staubquellen (Aushub, Materialumschlag) bedingt war.

Insgesamt ca. 40 % der erhöhten PM10–Belastung lassen sich Emissionen des Straßenverkehrs zuordnen, wozu Emissionen im gesamten Inntal – durch Schadstoffakkumulation über mehrere Tage – beitragen können; den größten Anteil machen Emissionen im Oberen Inntal und dem Stanzertal aus, die wiederum zu einem großen Teil der Inntalautobahn A12 und der Arlbergschnellstraße S16 zuzuordnen sind.

Auf Hausbrandemissionen im Oberen Inntal und dessen Seitentälern lassen sich ca. 10 % der erhöhten PM10–Belastung zurückführen.

PM10–Emissionen der Industrie sind kaum quantifizierbar und ihr Beitrag zur PM10–Belastung in Imst–Imsterau nur sehr grob mit etwa 10 % abschätzbar.

Maßnahmen zur Verminderung der PM10–Belastung aus Bautätigkeit werden umfassend in der Schweizer Richtlinie Luftreinhaltung auf Baustellen (BUWAL 2002) zusammengestellt.

Für Maßnahmen zur Verringerung der PM10–Emissionen der anderen Quellgruppen sei auf UMWELTBUNDESAMT (2004a) verwiesen.

Maßnahmen zur Verminderung der NO<sub>x</sub>–Emissionen weisen in vielen Fällen gleichzeitig hohe Reduktionspotentiale bei PM10 auf.



## Empfehlungen für weiterführende Untersuchungen

Zur Erfassung der meteorologischen Verhältnisse des Inntals im Bereich Imst wird die Durchführung von Wind- und Temperaturmessungen im Bereich nördlich der Imsterbergstraße (nicht direkt an der Luftgütemessstelle, da hier durch die Bebauung an der Imsterbergstraße das Windfeld u. U. sehr lokal beeinflusst wird) empfohlen.

Die im Herbst 2005 begonnenen Temperaturprofilmessungen im Bereich Imst sollten über eine Zeitdauer von mindestens einem Jahr fortgeführt werden.

Zur Untersuchung und Unterscheidung der Beiträge verschiedener Emittenten – Imsterbergstraße - A12 - weiter entfernte Emissionen – sowie zur Erfassung des Belastungsbildes an unterschiedlichen Standorttypen (A12, Stadtzentrum von Imst, ländlicher Bereich) werden temporäre NO<sub>x</sub>/NO<sub>2</sub>-, aber auch PM<sub>10</sub>-Messungen im Oberen Inntal an folgenden Standorten empfohlen:

- 1) an der Inntalautobahn A12 zwischen Roppen und Landeck;
- 2) an einem emittentfernen (verkehrsfernen) Standort im Inntal zwischen Roppen und Landeck („Hintergrund“);
- 3) Weiterführung der Messung im Stadtzentrum von Imst (Imst-Sparkassaplatz).

Die Messungen sollten optimaler Weise parallel über mindestens ein Jahr durchgeführt werden.

NO<sub>2</sub>-Passivsammlermessungen im Bereich zwischen Innsbruck und dem Sellrain (siehe SPANGL, SCHÜTZ & KRISMER 2006<sup>4</sup>) deuten darauf hin, dass an der Inntalautobahn A12 westlich von Innsbruck NO<sub>2</sub>-Konzentrationen in etwa vergleichbarer Höhe wie in Vomp auftreten; dies sollte durch kontinuierliche NO<sub>2</sub>-Messungen an der Inntalautobahn zwischen Innsbruck und Telfs verifiziert werden.

Die Emissionen von Industrie- und Gewerbebetrieben sind nach wie vor nur unzureichend bekannt und sollten detaillierter erhoben werden.

Zur präziseren Herkunftszuordnung der an der Messstelle Imst-Insterau gemessenen NO<sub>2</sub>-Belastung wird der Einsatz eines meteorologisch-luftchemischen Modells empfohlen.

Für eine konkrete Maßnahmenplanung sollten – da der Straßenverkehr (Imsterbergstraße und Inntalautobahn A12) die bedeutendste NO<sub>x</sub>-Quelle darstellt – die Verkehrsströme sowohl auf der A12 wie auf der Imsterbergstraße erhoben werden, da für Freizeitverkehr, Einkaufsverkehr, Pendlerverkehr und Schülerverkehr jeweils unterschiedliche Vorgangsweisen zielführend sind, die nicht nur das Inntal, sondern auch dessen Seitentäler – als bedeutende Tourismusregionen – einbeziehen müssen.

---

<sup>4</sup> Publikation in Vorbereitung



# 1 EINLEITUNG

Das IG-L (BGBl. I 115/97, idgF) legt Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit für die Luftschadstoffe Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Gesamtschwebstaub (TSP), PM10, Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), Kohlenstoffmonoxid (CO), Blei im PM10 (Pb), Benzol sowie für den Staubbiederschlag und dessen Inhaltsstoffe Blei und Cadmium fest. Für NO<sub>2</sub> und SO<sub>2</sub> wurden Alarmwerte festgesetzt, für die Schadstoffe PM10 und NO<sub>2</sub> darüber hinaus Zielwerte zum langfristigen Schutz der menschlichen Gesundheit.

In einer Verordnung zum IG-L wurden Immissionsgrenzwerte und Immissionszielwerte zum Schutz der Ökosysteme und der Vegetation festgelegt (BGBl. II 298/2001).

Die folgenden Tabellen enthalten die entsprechenden Werte.

*Tabelle 1: Immissionsgrenzwerte gemäß IG-L, Anlage 1, zum langfristigen Schutz der menschlichen Gesundheit; gültig seit 7.7.2001.*

Schadstoff	Konzentration	Mittelungszeit
SO <sub>2</sub>	120 µg/m <sup>3</sup>	Tagesmittelwert
SO <sub>2</sub>	200 µg/m <sup>3</sup>	Halbstundenmittelwert; bis zu drei Halbstundenmittelwerte pro Tag, jedoch maximal 48 Halbstundenmittelwerte im Kalenderjahr bis zu 350 µg/m <sup>3</sup> gelten nicht als Überschreitung
TSP	150 µg/m <sup>3</sup>	Tagesmittelwert (seit 1.1.2005 außer Kraft)
PM10	50 µg/m <sup>3</sup>	Tagesmittelwert; pro Kalenderjahr ist die folgende Zahl von Überschreitungen zulässig: bis 2004: 35, von 2005 bis 2009: 30, ab 2010: 25
PM10	40 µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert
CO	10 mg/m <sup>3</sup>	Gleitender Achtstundenmittelwert
NO <sub>2</sub>	200 µg/m <sup>3</sup>	Halbstundenmittelwert
NO <sub>2</sub>	30 µg/m <sup>3</sup> (2004: 45 µg/m <sup>3</sup> inkl. Toleranzmarge)	Jahresmittelwert Der Grenzwert ist ab 1.1.2012 einzuhalten, die Toleranzmarge beträgt 30 µg/m <sup>3</sup> bei Inkrafttreten dieses Gesetzes (d. h. 2001) und wurde am 1.1. jedes Jahres bis 1.1.2005 um 5 µg/m <sup>3</sup> verringert. Die Toleranzmarge von 10 µg/m <sup>3</sup> gilt gleich bleibend von 1.1.2005 bis 31.12.2009. Die Toleranzmarge von 5 µg/m <sup>3</sup> gilt gleich bleibend von 1.1.2010 bis 31.12.2011.
Benzol	5 µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert
Blei	0,5 µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert

Die Überprüfung der Immissionskonzentration von PM10 erfolgt gemäß der Messkonzept-VO (BGBl. II 358/98, i.d.g.F.) an ausgesuchten Messstellen.

Bei einer Überschreitung eines Immissionsgrenzwertes hat der Landeshauptmann diese Überschreitung im Monats- oder Jahresbericht auszuweisen und festzustellen, ob die Überschreitung auf einen Störfall oder eine andere in absehbarer Zeit nicht wiederkehrende erhöhte Immission zurückzuführen ist (§7 IG-L). Ist dies nicht der Fall, ist in weiterer Folge eine Statuserhebung durchzuführen (§8 IG-L).



Die Statuserhebung muss folgende Punkte umfassen:

- I Darstellung der Immissionssituation (siehe Kapitel 6)
- I Beschreibung der meteorologischen Situation (siehe Kapitel 4)
- I Feststellung und Beschreibung der Emittenten (siehe Kapitel 3 und 7)
- I Die Feststellung des voraussichtlichen Sanierungsgebietes (siehe Kapitel 8).

Die Ausweisung der Überschreitungen erfolgte im Monatsbericht für Dezember 2004.

Das Umweltbundesamt wurde vom Amt der Tiroler Landesregierung beauftragt, in Form des vorliegenden Berichts eine Statuserhebung zu erstellen.

Der als Einstundenmittelwert festgelegte Grenzwert für Stickstoffdioxid der RL 1999/30/EG Anhang 2 von 200 µg/m<sup>3</sup> – wobei 18 Überschreitungen zulässig sind – wurde 2004 an der Messstelle Imst–Imsterau 23 mal überschritten. Überschreitungen von Summe aus Grenzwert und Toleranzmarge (260 µg/m<sup>3</sup> im Jahr 2004) traten jedoch keine auf, sodass keine Pläne oder Programme gemäß RL 1996/62/EG zu übermitteln sind.

Kapitel 2 beschreibt die Messstellen im oberen Inntal sowie die Datengrundlagen im Allgemeinen, in Kapitel 3 werden die Emissionen im oberen Inntal dargestellt, in Kapitel 4 wird die meteorologische Situation diskutiert, in Kapitel 5 wird die NO<sub>2</sub>-Belastung in Österreich dargestellt. In Kapitel 10 werden mögliche Maßnahmen zur Reduktion der NO<sub>2</sub>-Belastung angeführt.

In Kapitel 9 wird darüber hinaus eine Ergänzung der PM<sub>10</sub> Statuserhebung Imst (UMWELTBUNDESAMT 2005) dargestellt, da sich mit dem Vorliegen von meteorologischen Messungen und der detaillierten Verkehrsstromanalyse im Bereich der Messstelle Imst–Imsterau die Datenlage deutlich verbessert hat.



## 2 DATENGRUNDLAGE

### 2.1 Gegenstand der Untersuchung

Thema der vorliegenden Studie ist die Untersuchung der NO<sub>2</sub>-Belastung in Imst–Imsterau im Jahr 2004, mit Schwerpunkt an den Tagen mit Halbstundenmittelwerten über 200 µg/m<sup>3</sup> im Dezember 2004.

Als Untersuchungszeitraum werden die Jahre 2002 (Beginn der Messung in Imst–Imsterau) bis Jänner 2005 herangezogen.

Neben den NO<sub>2</sub>-Konzentrationswerten in Imst–Imsterau werden auch die anderen in Imst–Imsterau gemessenen Schadstoffe (NO, PM<sub>10</sub>) sowie die Daten anderer Nordtiroler Messstellen herangezogen.

### 2.2 Untersuchungsgebiet

Als Untersuchungsgebiet wird in einem ersten Schritt jenes Gebiet herangezogen, welches bereits in der Statuserhebung für die PM<sub>10</sub>-Grenzwertüberschreitung in Imst–Imsterau im Jahr 2003 (UMWELTBUNDESAMT 2005a) als Herkunftsregion des größten Teils der in Imst–Imsterau registrierten PM<sub>10</sub>-Belastung identifiziert wurde, d. h. das Inntal oberhalb von Telfs einschließlich der Seitentäler westlich von Imst (inkl. Gurgltal).

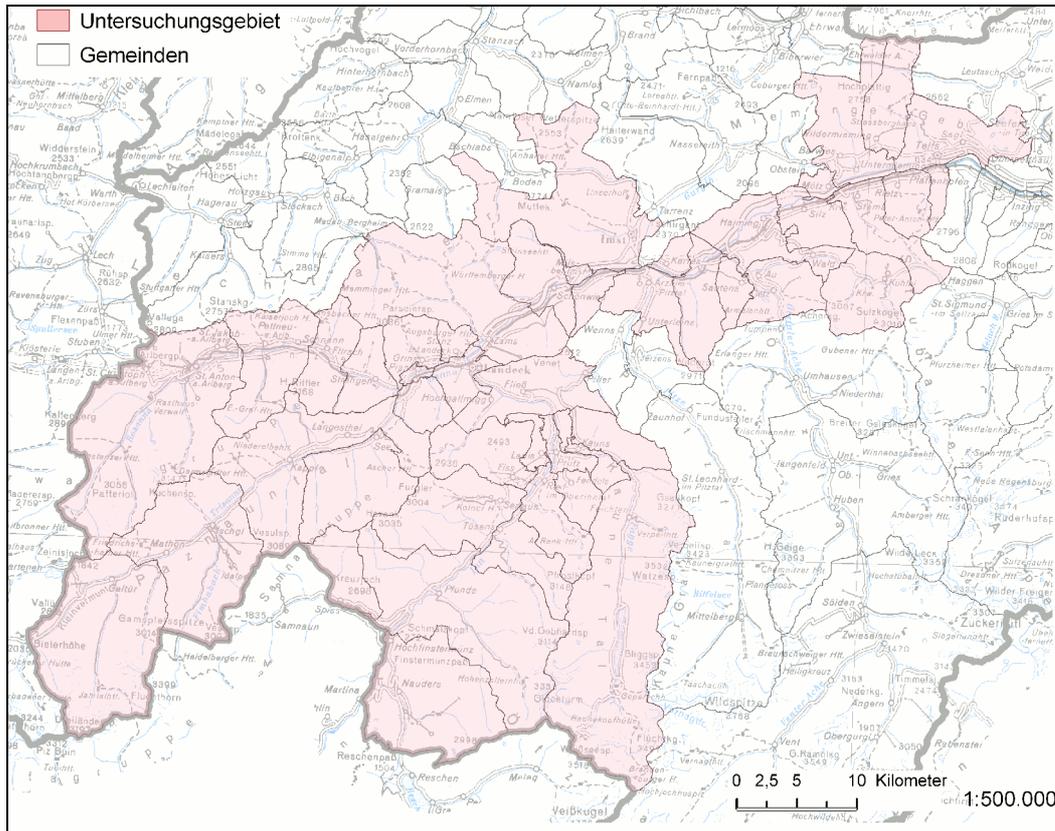


Abbildung 1: Untersuchungsgebiet.

## 2.3 Verwendete Messstellen

Für die Beurteilung der Immissionssituation und der meteorologischen Situation im Untersuchungsgebiet werden neben der Immissionsmessstelle Imst Imsterau (siehe Tabelle 2 und Abbildung 2) weitere Immissionsmessstellen des Amtes der Tiroler Landesregierung im Inntal sowie meteorologische Messstellen im oberen Inntal herangezogen; die Koordinaten dieser Messstellen sind in Tabelle 2 zusammen gestellt.

Darüber hinaus stehen meteorologische Messdaten sowie Immissionsmessdaten zur Verfügung, die im Rahmen einer Umweltverträglichkeitserklärung für den Tschirgant-Tunnel (durch die NUA im Auftrag der ASFINAG Alpenstraßen AG) ab Juli 2004 bei Haiming und Nassereith erhoben wurden; die Standorte der meteorologischen Messungen sind in Tabelle 3 angegeben, die Standorte der Immissionsmessungen in Tabelle 5. Zudem liegen meteorologische Messungen des Amtes der Tiroler Landesregierung vom Westportal des Roppener Tunnels vor. Abbildung 2 zeigt die Lage aller Luftgüte- und meteorologischen Messstellen im Bereich Imst.



Tabelle 2: Luftgüte- und meteorologische Messstellen im (oberen) Inntal.

Messstelle	Messumfang	Länge	Breite	Seehöhe (m)
Imst Imsterau	PM10, NOx	10°44'10"	47°13'05"	726
Innsbruck Zentrum	PM10, SO <sub>2</sub> , NOx, CO	11°23'35"	47°15'47"	580
Innsbruck Reichenau	PM10, NOx, CO, O <sub>3</sub>	11°25'04"	47°16'19"	570
Hall i.T.	PM10, NOx, Wind	11°30'30"	47°16'41"	560
Vomp an der Leiten	PM10, NOx	11°41'40"	47°21'00"	545
Vomp A12 Raststätte	PM10, NOx, CO, Wind	11°41'29"	47°20'56"	560
Gärberbach A13	PM10, NOx	11°23'28"	47°14'24"	680
Innsbruck Sadrach	O <sub>3</sub> , T	11°22'29"	47°16'14"	670
Innsbruck Nordkette	NOx, O <sub>3</sub>	11°22'40"	47°18'22"	1915
Innsbruck Flughafen	Wind, T	11°20'51"	47°15'31"	578
Landeck	Wind, T	10°33'51"	47°08'19"	798

Tabelle 3: Temporäre meteorologische Messstellen im Raum Imst.

Messstelle	Messzeitraum	Messumfang	Länge	Breite	Seehöhe (m)
Roppener Tunnel	20.11.2002 – 12.6.2003	Wind	10°45'14"	47°13'11"	730
Magerbach bei Haiming	ab 26.7.2004	Wind, T, rel. Feuchte, Strahlungsbilanz, sensibler Wärmestrom <sup>5</sup>	10°52'30"	47°15'28"	670
Haiming Portal	ab 13.7.2004	Wind	10°51'49"	47°15'22"	800
Schlierenzau	ab 13.7.2004	Wind, T, rel. Feuchte, Niederschlag, Strahlungsbilanz	10°51'08"	47°14'28"	680
Haiming (NUA)	ab 1.8.2004	Wind	10°52'28"	47°15'34"	665
Nassereith Portal Nord	ab 26.7.2004	Wind T, rel. Feuchte	10°50'20"	47°17'29"	880
Nassereith Portal Süd	26.7.2004 – 27.5.2005	Wind	10°50'22"	47°17'19"	830
Nassereith NUA	ab 16.7.2004	Wind	10°50'27"	47°18'28"	830

Am Hang südöstlich von Haiming wurden zwischen 19.11.2004 und 10.6.2005 Temperaturprofilmessungen durchgeführt (Tabelle 4 und Abbildung 2). Mit acht Messpunkten wurde ein Höhenbereich von 670 m (Talboden) bis 1.520 m abgedeckt.

<sup>5</sup> Parameter für die Quantifizierung der Ausbreitungsbedingungen.



Tabelle 4: Temperaturprofil Haiming.

Messstelle	Länge	Breite	Seehöhe (m)
T1	10°53'02"	47°15'00"	670
T2	10°53'02"	47°15'00"	690
T3	10°53'02"	47°14'38"	720
T4	10°53'13"	47°14'46"	760
T5	10°53'31"	47°14'52"	905
T6	10°53'56"	47°14'46"	1.090
T7	10°53'02"	47°14'46"	1.270
T8	10°54'29"	47°14'17"	1.520

Tabelle 5: Temporäre Immissionsmessstellen im Raum Imst (alle ab 31.7.2004).

Messstelle	Messumfang	Länge	Breite	Seehöhe (m)
Haiming (NUA)	NO, NO <sub>2</sub> , STB, O <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> passiv	10°52'28"	47°15'34"	665
Nassereith (NUA)	NO, NO <sub>2</sub> , STB, O <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> passiv	10°50'27"	47°18'28"	830
Forchetsiedlung bei Haiming	NO <sub>2</sub> passiv	10°52'29"	47°15'16"	680
Haiming Ost	NO <sub>2</sub> passiv	10°53'13"	47°15'31"	670
Magerbach bei Haiming, Nord <sup>6</sup>	NO <sub>2</sub> passiv	10°52'30"	47°15'28"	670
Nassereith Portal Nord	NO <sub>2</sub> passiv	10°50'20"	47°17'29"	880
Schlierenzau	NO <sub>2</sub> passiv	10°51'08"	47°14'28"	680
Seeck bei Nassereith	NO <sub>2</sub> passiv	10°50'08"	47°17'57"	800
Silz	NO <sub>2</sub> passiv	10°55'17"	47°16'12"	660

---

<sup>6</sup> Ident mit Meteorologie.

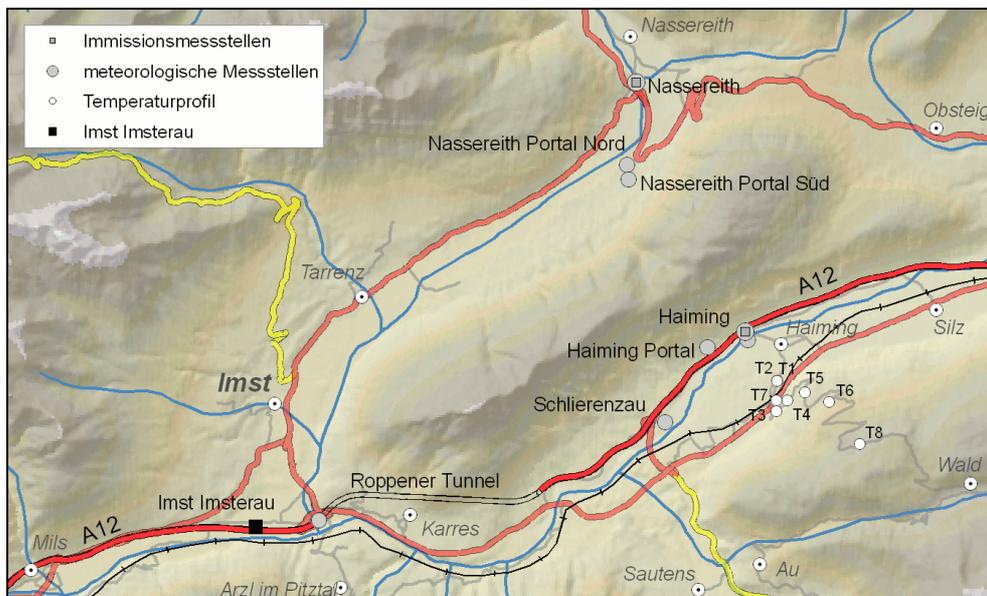


Abbildung 2: Luftgütemessstellen und meteorologische Messstellen im Bereich Imst.

### 2.3.1 Messstelle Imst Imsterau

Die Luftgütemessstelle Imst–Imsterau befindet sich im südlichen Bereich des Gurgltales an der Imsterbergstraße, welche ca. 130 m nördlich der Inntalautobahn A12 und ca. 190 m nördlich des Innufers in Ost-West-Richtung verläuft. Entlang dieser Straße befinden sich mehrere Gewerbe- und Industriebetriebe, u. a. ein holzverarbeitendes Werk der Fa. Pfeifer, sowie mehrere Einkaufszentren und Fachmärkte sowie ein Kinozentrum.

Die Imsterbergstraße weist starken lokalen Verkehr zu den ansässigen Fachmarkt- und Freizeiteinrichtungen auf.

Mit einer Seehöhe von 726 m befindet sich die Messstelle im unteren Bereich des Gurgltales, 10 m über dem Talboden des Inntales (716 m).

Abbildung 3 zeigt die Ansicht der Messstelle Imst Imsterau von Südosten, im Vordergrund die Imsterbergstraße hinter der Messstelle sind Teile des Fachmarkt- und Kinozentrums zu sehen. Abbildung 4 und Abbildung 5 zeigen Luftbilder der Gemeinde Imst sowie der Umgebung der Imsterbergstraße.



Abbildung 3: Messstelle Imst Imsterau von Südosten. Die Messstelle ist mit einem Kreuz markiert.

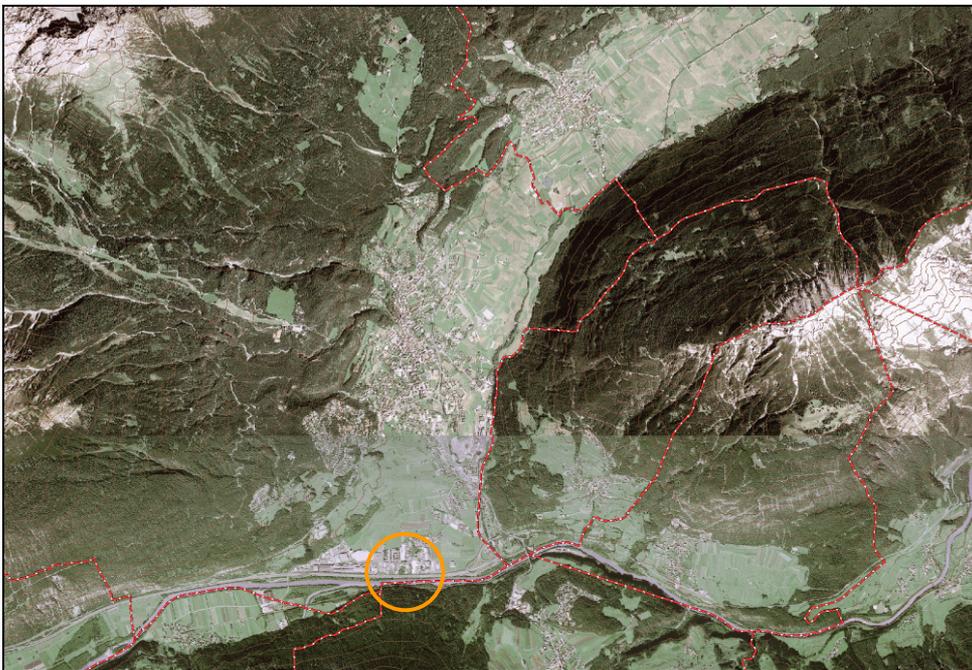


Abbildung 4: Luftbild der Gemeinde Imst. Die Lage der Messstelle Imst–Imsterau ist mit einem Kreis markiert.

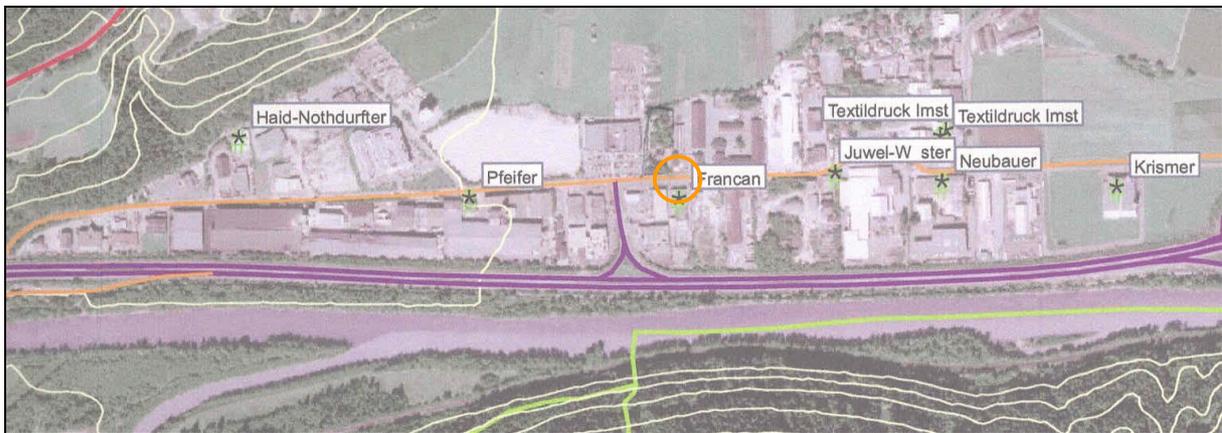


Abbildung 5: Luftbild im Nahbereich der Messstelle Imst–Imsterau. Die Lage der Messstelle ist mit einem Kreis markiert.

### 2.3.2 Messstelle Magerbach bei Haiming

Die Messstelle Magerbach bei Haiming (Immissionsmessung durch die NUA für die UVE Tschirganttunnel) liegt am Nordufer des Inn bei der Brücke von Haiming nach Magerbach.

Die A12 befindet sich am Hang unmittelbar nördlich der Messstelle ca. 15 m höher als diese, verläuft hier aber auf ca. 160 m Länge in einem Tunnel, sodass die Messstelle nicht unmittelbar von Emissionen der Autobahn beeinflusst wird.

Das (locker verbaute) Wohngebiet von Haiming beginnt ca. 500 m südöstlich der Messstelle.

### 2.3.3 Messstelle Nassereith

Die Messstelle Nassereith (Immissionsmessung durch die NUA für die UVE Tschirganttunnel) liegt am südlichen Ortsrand von Nassereith unweit des steilen westlichen Hanges. Die Entfernung zur Fernpassbundesstraße B189 und deren Knoten mit der B197 beträgt ca. 200 m Richtung Südwesten; westlich der Messstelle verläuft die Straße im Tunnel.

## 2.4 Bewertung der Datenlage

### 2.4.1 Immissionsdaten

Die Immissionsmessdaten des Tiroler Messnetzes decken fast alle Standorttypen ab und erlauben eine relativ präzise Beurteilung der NO<sub>x</sub>-Belastung im gesamten Inntal. Eine wichtige Hilfestellung bilden die von der NUA (UVE Tschirganttunnel) erhobenen Immissionsdaten in Magerbach bei Haiming.

Die Situierung der Messstelle Magerbach an der nördlichen Talseite unterhalb der A12 in einem Bereich, wo diese in einem Tunnel verläuft, bedingt, dass die Repräsentativität dieser Messstelle etwas unklar ist, da sie weder direkt von den Emissionen der A12 beeinflusst wird, aber auch nicht für den ländlichen Siedlungsraum oder den offenen Talboden des Inntals repräsentativ ist.



Als Informationsdefizit verbleibt die Beurteilung der NO<sub>x</sub>-Belastung im Oberen Inntal unmittelbar an der A12. Da eine derartige Messstelle nicht zur Verfügung steht und auch die Messung in Magerbach keine entsprechende Information liefert, wird die Abgrenzung des Beitrages der Emissionen der A12 zur NO<sub>2</sub>-Belastung in Imst etwas erschwert, ebenso die Abgrenzung des wahrscheinlich von Grenzwertüberschreitungen betroffenen Gebietes.

### **2.4.2 Meteorologiedaten**

Mit den Messungen im Rahmen der UVE Tschirgantunnel im Bereich Haiming und Nassereith steht eine gegenüber der PM10-Statuserhebung (UMWELTBUNDESAMT 2005a) wesentlich verbreiterte Datenbasis im Raum Imst zur Verfügung, v. a. was die Beurteilung der Temperaturverhältnisse, des vertikalen Temperaturgradienten und des Windes im oberen Inntal betrifft.

Nach wie vor stehen allerdings keine meteorologischen Messungen aus dem Bereich Imst selbst zur Verfügung. Die Auswertungen der vorliegenden Daten deuten darauf hin, dass die Messstelle Imst-Imsterau von deutlich ungünstigeren Ausbreitungsbedingungen gekennzeichnet ist als Haiming, wo das Inntal noch deutlich breiter ist. Die unterschiedliche Abschattung der Messstellen im Bereich Haiming erschwert auch die Beurteilung der vertikalen Temperaturschichtung.

### **2.4.3 Emissionsdaten**

Vom Amt der Tiroler Landesregierung wurden Auswertungen des Emissionskatasters Tirol zur Verfügung gestellt. Dieser enthält Emissionsdaten der Sektoren Verkehr und Hausbrand je Gemeinde für ganz Tirol. Für den Sektor Verkehr konnten mit Hilfe einer detaillierten Verkehrsdatenbank die Emissionen je Straßenabschnitt berechnet werden. Für diese beiden Sektoren stehen daher Emissionsdaten in ausreichender Genauigkeit und Detailliertheit zur Verfügung.

Emissionsdaten- bzw. Abschätzungen von Industrie- und Gewerbebetrieben liegen nur vereinzelt vor. Von Seiten der BH Imst konnten keine Emissionsdaten anderer in der weiteren Umgebung der Messstelle Imst-Imsterau ansässigen Industriebetriebe zur Verfügung gestellt werden.



## 3 EMISSIONEN

### 3.1 Straßenverkehr

#### 3.1.1 Berechnung der Verkehrsemissionen

Für das Autobahn-, Bundesstraßen- und Landesstraßennetz wurde vom Amt der Tiroler Landesregierung eine Datenbank zur Verfügung gestellt, in der für einzelne Abschnitte Daten zu Verkehrsleistung (untergliedert nach Kraftfahrzeugkategorien), Längsneigung und Geschwindigkeit bzw. Verkehrssituation für das Jahr 2000 angegeben sind<sup>7</sup>. Für die in der Datenbank enthaltenen Straßenabschnitte, für die kein DTV (durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke) vorhanden war, wurde ein der Straßenkategorie entsprechender durchschnittlicher DTV angenommen.

Weiters wurden für den Bereich der Gemeindestraßen (die nicht in der Datenbank erfasst sind) von der Fa. Planalp Jahresfahrleistungen, getrennt nach den Fahrzeugkategorien Pkw und Lkw zur Verfügung gestellt. Diese Jahresfahrleistungen standen nach Gemeinden getrennt zur Verfügung. Alle angegebenen Fahrleistungen ergeben sich aus einem Jahresdurchschnitt und gelten daher für den durchschnittlichen Wochentag (Mo–So).

Für die Berechnungen der Startzuschläge wurde aus der Mobilitätsanalyse 2002/2003 der Firma IMAD eine durchschnittliche Anzahl an Starts pro Tag und Einwohner abgeleitet (IMAD, 2003).

Ausgehend von den Verkehrsleistungsdaten wurden die Emissionsberechnungen durchgeführt. Startzuschläge wurden nur für Pkw und nur für die ortsansässigen Einwohner berücksichtigt.

Aufbauend auf die Verkehrsdaten von 2000 wurden die Verkehrsleistungen für das Jahr 2004 mit einer durchschnittlichen Verkehrszunahme von 3 % pro Jahr hochgerechnet.

Davon abweichende Zunahmeraten wurden für die A12 und die B171 verwendet, für welche exakte Zahlen für das Jahr 2004 vorliegen: für die A12 eine Zunahme von insgesamt +19,2 %, für die B171 bei Imst +27,5 %.

Für die gegenständliche Berechnung wurden die Verkehrsleistungen mit den Emissionsfaktoren aus dem „Handbuch der Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs in Österreich“, Version 2.1A, verschnitten (UMWELTBUNDESAMT 2004). Die Verschnidung erfolgte unter Berücksichtigung von Fahrzeugkategorie, Längsneigung und Verkehrssituation. Für die zu ergänzenden Straßenabschnitte aus der Straßendatenbank wurden Durchschnitts–Verkehrssituationen (Autobahn-Durchschnitt bzw. Außerorts-Durchschnitt) angenommen, für den so genannten Flächenverkehr auf den Gemeindestraßen wurde die Verkehrssituation Innerorts-Durchschnitt angenommen.

Startzuschläge, die Ergänzung der ohne DTV-Angaben in der Straßendatenbank enthaltenen Straßenabschnitte sowie der Flächenverkehr wurden jeweils anteilmäßig auf die Einwohner der Gemeinde aufgeteilt, um eine räumliche Zuordnung zu erreichen.

---

<sup>7</sup> im Mittel für Österreich kann eine Zunahme der Verkehrsleistung um ca. 3 % pro Jahr angenommen werden. Die Auswertungen der vorliegenden Studie beziehen sich auf die Daten des Jahres 2000.

### 3.1.2 Ergebnisse der Emissionsberechnungen des Straßenverkehrs

Aus den oben angeführten Berechnungen ergeben sich die in Tabelle 6 angeführten Emissionen des Straßenverkehrs im Untersuchungsgebiet (Abgrenzung siehe Kapitel 2.2 bzw. Kapitel 7.2) Von den insgesamt **1.572 t/a** (2004) entfallen 1.187 t auf Autobahnen, Bundes- und Landesstraßen und 385 t/a auf sonstige Straßen, die nicht in der Datenbank enthalten sind. Davon entfallen 42 % auf Pkw, 51 % auf Lkw. 581 t/a oder 37 % der Gesamtemissionen des Untersuchungsgebietes entfallen auf die A12, 185 t oder 12 % auf die S16. Auf der A12 machen Pkw 40 %, SNF 53 % der NO<sub>x</sub>-Emissionen aus, auf der S16 Pkw 28 %, SNF 67 %.

Tabelle 6: Aufteilung der NO<sub>x</sub>-Emissionen des Verkehrs im Untersuchungsgebiet, 2004.

	Verursacher	NO <sub>x</sub> Emissionen (t/a)
Autobahnen, Bundes- und Landesstraßen <sup>8</sup>	Emissionen Pkw	451
	Emissionen Lkw (SNF, LNF)	724
	Zweiräder	12
Gemeindestraßen	Emissionen Pkw	209
	Emissionen Lkw	176
	<b>Gesamtemissionen Verkehr</b>	<b>1.572</b>

Eine nicht zu vernachlässigende Emissionsquelle in etwa 1 km Entfernung von der Messstelle ist die Entlüftungsöffnung des **Roppener Tunnels** der A12. Die Entlüftungsöffnungen befinden sich oberhalb der beiden Tunnelportale in etwa 20-30 m Höhe. Die Abgase werden an verschiedenen Stellen im Tunnel abgesaugt und zu etwa gleichen Teilen bei den beiden Öffnungen emittiert. In dem 5,1 km langen Tunnelabschnitt fallen NO<sub>x</sub>-Abgasemissionen von 30 t/a an. Für die Imster Seite können daher die Emissionen mit 15 t/a abgeschätzt werden.

### 3.1.3 Emissionen und Verkehrsverlauf auf der Inntalautobahn A12

Die NO<sub>2</sub>-Grenzwertüberschreitungen traten in Imst-Imsterau im Dezember und Jänner auf, sodass das Verkehrsaufkommen im Hochwinter von speziellem Interesse ist.

Bezogen auf die Monate Dezember – Februar nahm das Verkehrsaufkommen auf der A12 (Zählstelle 126) zwischen Winter 2002/03 und 2004/05 um rund 13 % zu. Im Dezember 2004 lag der DTV im Mittel bei 16.498 Kfz/24h, im Jänner 2005 bei 18.382 Kfz/24h.

Die Verkehrszählungen der Asfinag zeigen, dass im Jahresdurchschnitt die höchsten Verkehrsleistungen an Samstagen auftreten. Die vorliegenden Tageszählwerte der Jahre 2003 wiesen in den Monaten Jänner bis März an den Samstagen im Mittel einen DTV von über 24.000 Kfz/24h auf, verglichen mit 14.900 Kfz/24h im Mittel Montag-Donnerstag; den zweithöchsten DTV weisen im Wochengang Freitage (18.000 Kfz) auf, Sonntage 15.500 Kfz. Der deutlich überdurchschnittliche DTV an Samstagen ist sehr wahrscheinlich auf Urlauberreise- und Freizeitverkehr zurückzuführen. Der Dezember 2004 und der Jänner 2005 (in diesen Monaten wurden die Grenzwertüberschreitungen beobachtet) weisen ein analoges zeitliches Muster des Verkehrsaufkommens auf.

<sup>8</sup> in der Datenbank der Tiroler LR enthaltene Straßen; diese umfasst auch einen kleinen Teil der Gemeindestraßen.

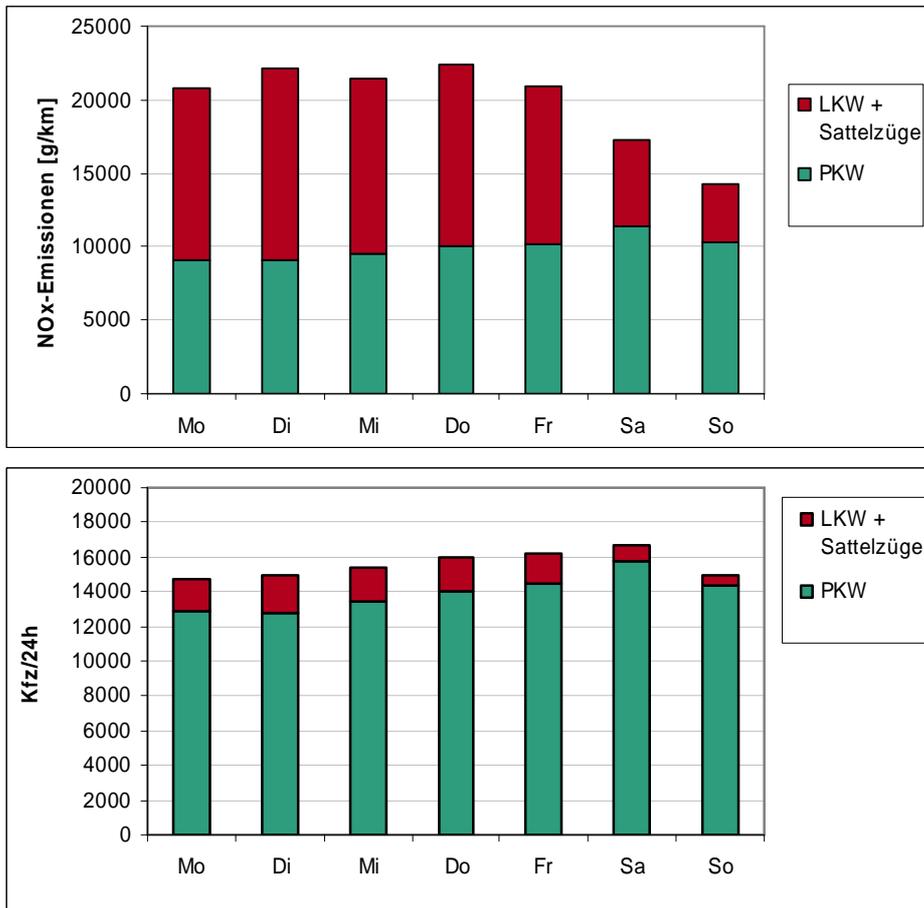
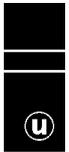


Abbildung 6: durchschnittlicher Wochengang des Verkehrs und der täglichen NO<sub>x</sub>-Emissionen auf der A12 – Inntal Autobahn; Dezember 2004 und Jänner 2005 (Zählraten Asfinag, 2005).

Auch im gesamten Jahresverlauf dürfte der Urlauberreiseverkehr den dominierenden Faktor für erhöhtes Verkehrsaufkommen darstellen; DTV-Werte über 20.000 Kfz/24h treten gehäuft um die Karwoche/Ostern, an den Wochenenden (Fr - So) von Juli bis September sowie im Dezember an Freitagen und Samstagen auf; das absolut höchste Verkehrsaufkommen ist im August zu beobachten, mit DTVs über 20.000 Kfz/24h nahezu jeden Tag und DTVs über 25.000 Kfz/24h meist von Donnerstag bis Montag. Der Dezember 2003 unterscheidet sich insofern vom Jänner und Februar, als die höchsten DTVs an Freitagen gemessen wurden.

Im Zeitraum Dezember 2004 – Jänner 2005 betrug die mittlere NO<sub>x</sub>-Emission auf der A12 bei Imst 1.587 g/km\*h (**13,9 t/km\*Jahr**), die sich zu nahezu gleichen Teilen auf Pkw und Lkw aufteilt.

### 3.1.4 NO<sub>x</sub>-Emissionen auf der Imsterberg- und Brennbielstraße

Im Sommer 2005 wurde eine Querschnittszählung an mehreren Straßen im Gemeindegebiet von Imst durchgeführt (KÖLL 2005), als deren Ergebnisse

- I Gesamtverkehrsstärken
- I Tages- und Wochengänge des Straßenverkehrs je Richtung
- I Verkehrsströme im Straßennetz der Gemeinde Imst

vorliegen und auf welche aufbauend Emissionen berechnet werden können.

Diese Querschnittszählung und die darauf gestützte Errechnung der Verkehrsströme zeigen, dass der östliche Teil der Imsterbergstraße an Werktagen mit einem DTV von ca. 12.600 Kfz/24h ein deutlich höheres Verkehrsaufkommen aufweist als deren westlicher Teil mit ca. 4.300 Kfz/24h (Abbildung 7). Die Zufahrt zur Imsterbergstraße erfolgt überwiegend über die Brennbiel-Straße (8.200 Kfz), nur zum geringen Teil über die A12-Anschlussstelle Imsterau (2.900 Kfz).

Zur Beurteilung der NO<sub>x</sub>-Belastung an der Imsterbergstraße lassen sich die Wochen- und Tagesgänge des Straßenverkehrs auf der Brennbiel-Straße (KÖLL, 2005) heranziehen, auf welcher, wie die Verkehrsstromanalyse zeigt, der größte Teil des Verkehrs zur Imsterbergstraße stattfindet. Die Verkehrszählung fand allerdings im Juni 2005 statt und ist somit u. U. für winterliche Verhältnisse nicht aussagekräftig.

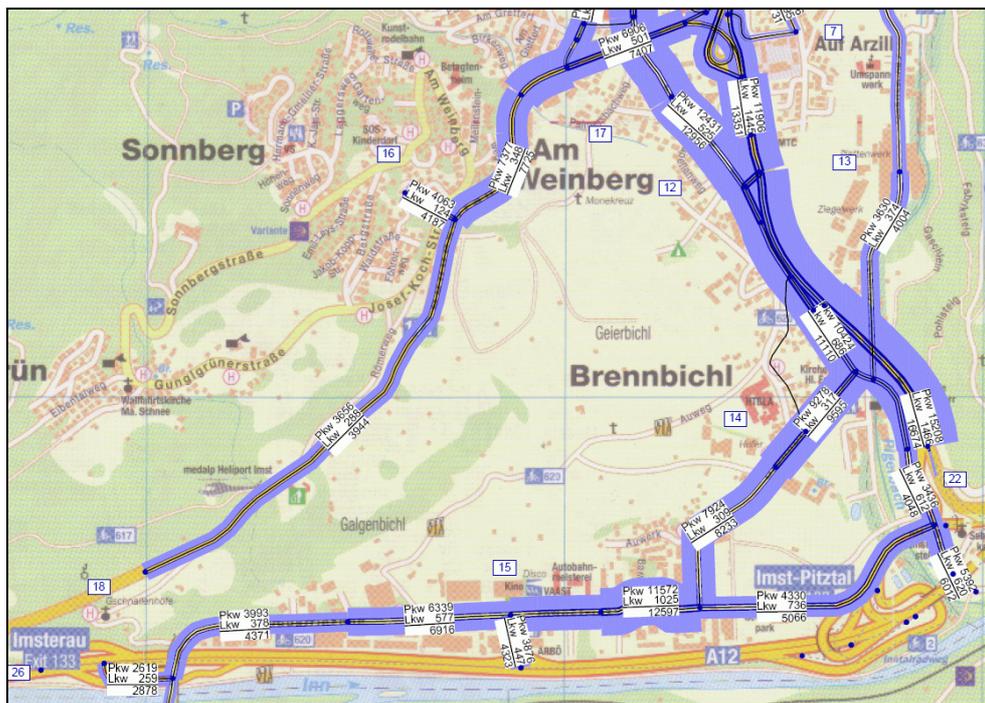
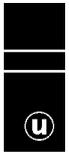


Abbildung 7: Ergebnisse der Verkehrsstromanalyse im Juni 2005 Imst für den Bereich der Messstelle Imst Imsterau (Quelle: KÖLL, 2005).

Auf der Brennbiel-Straße konzentriert sich das Verkehrsaufkommen auf die Werktage von Montag bis Samstag. Der mittlere DTV beträgt rund 7.449 Kfz/24h, die höchsten Verkehrswerte



wurden am Freitag mit rund 8.640 Kfz/24 h gezählt. An Sonntagen wird mit rund 2.600 Kfz/24h rund ein Drittel dieser Verkehrswerte erreicht.

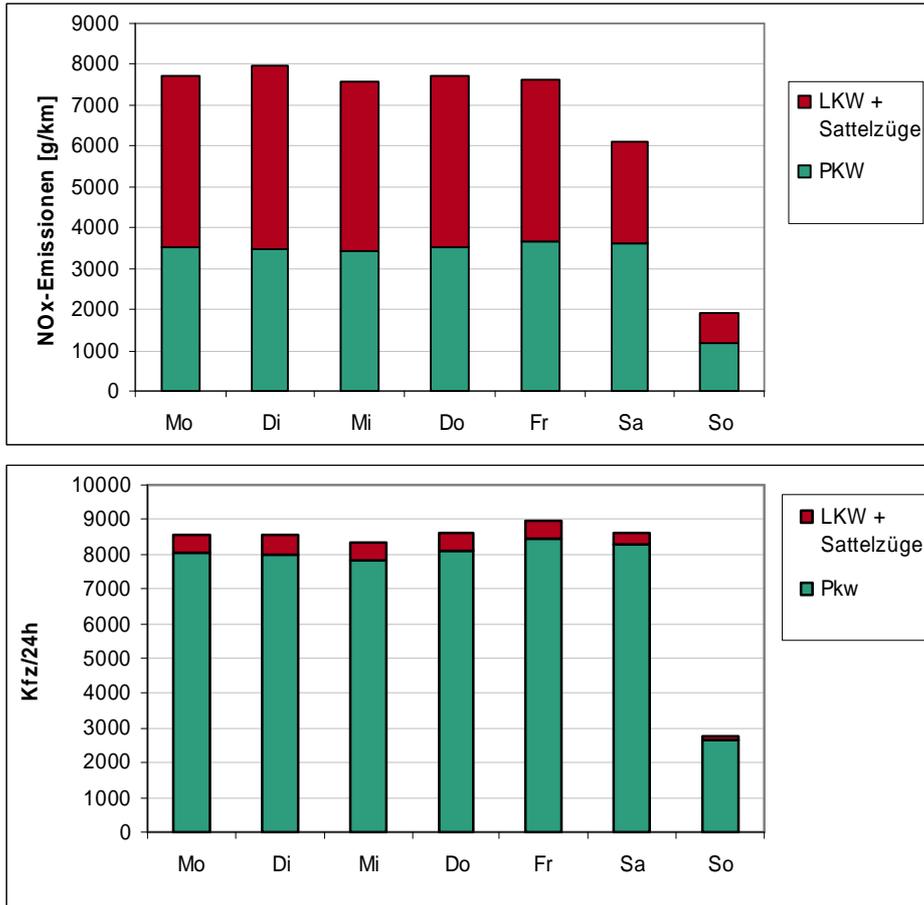


Abbildung 8: durchschnittlicher Wochengang des Verkehrs und der täglichen NOx-Emissionen auf der Brennbiel Straße, hochgerechnet für Dezember 2004 und Jänner 2005.

Laut Verkehrszählung beträgt der Lkw-Anteil am Verkehrsaufkommen Montag bis Freitag 4,2 bis 5,0 %, an Samstagen und Sonntagen 2,6 %. Der Lkw-Verkehr findet überwiegend in der Zeit von 6 bis 18 Uhr statt, wobei das höchste Verkehrsaufkommen zwischen 7 und 9 Uhr auftritt.

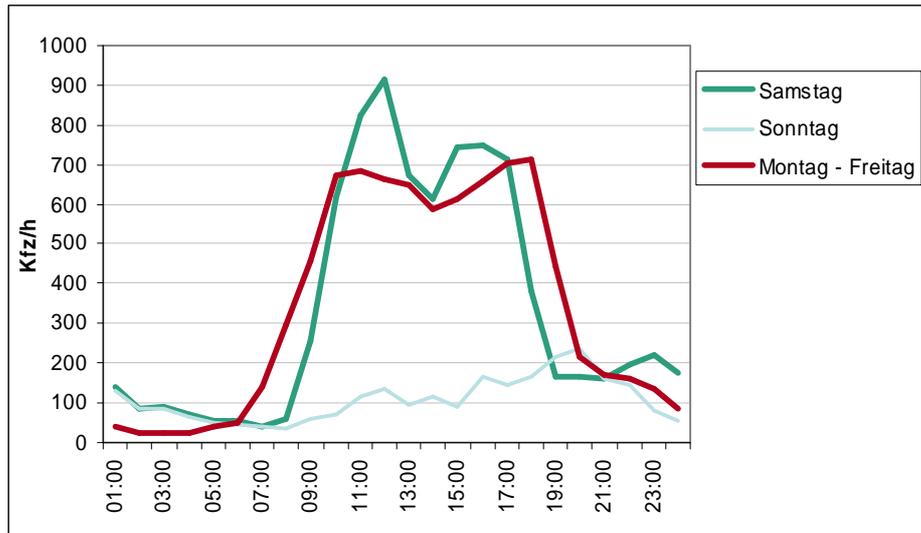


Abbildung 9: durchschnittlicher Tagesgang auf der Brennbichl Straße, Sommer 2005.

Die Tagesgänge sind Montag bis Donnerstag relativ ähnlich, mit einem raschen Anstieg des Verkehrsvolumens zwischen 6 und 9 Uhr (9-10 Uhr: ca. 700 Kfz/h), einem leichten Rückgang am frühen Nachmittag (ca. 600 Kfz/h) und einem Anstieg am späten Nachmittag (ca. 700 Kfz/h 16 bis 18 Uhr). Um 18:00 Uhr geht das Verkehrsaufkommen rasch auf ca. 200 Kfz/h zurück, nimmt am Abend aber nur relativ langsam ab (ca. 100 Kfz/h nach 22:00 Uhr) – an Freitagen und Samstagen nimmt der Verkehr abends kaum ab und liegt zwischen 19:00 und 1:00 Uhr zwischen 150 und 200 Kfz/h. Der Abendverkehr findet in ähnlichem Ausmaß bis ca. Mitternacht in beiden Richtungen statt, nach Mitternacht ist er Richtung Stadtzentrum wesentlich stärker. Samstage unterscheiden sich von Montag-Freitag zudem durch einen etwas späteren Verkehrsanstieg am Morgen (mit einer dafür höheren vormittäglichen Verkehrsspitze von 900 Kfz/h zwischen 11 und 12 Uhr) und einem früheren und rascheren Rückgang ab 16:00 Uhr.

Wie die Verkehrsstromanalyse zeigt, erreichen die meisten Kfz die Imsterbergstraße vom Stadtzentrum her.

Diese Verkehrsströme sowie der Tages- und Wochengang zeigen, dass der Einkaufsverkehr zu den hier angesiedelten Fachmärkten und Gewerbebetrieben überwiegt, auch zeigen die Werte am Abend den Freizeitverkehr zum Kinozentrum.

Im Zeitraum Dezember 2004 – Jänner 2005 betrug die mittlere NO<sub>x</sub>-Emission auf der Imsterbergstraße bei der Luftgütemessstelle (aufbauend auf die Verkehrsstromanalyse von KÖLL (2005), d. h. hochgerechnet aus Zählraten vom Sommer 2005) 532 g/km<sup>h</sup> (**4,7 t/km<sup>h</sup>Jahr**), die sich zu nahezu gleichen Teilen auf Pkw und Lkw aufteilt.

Die NO<sub>x</sub>-Emissionen der Imsterbergstraße sind damit ca. ein Drittel so hoch wie jene auf der A12.



### 3.2 Hausbrand

Die Emissionen des Hausbrands wurden von der Tiroler LR (Hr. DI Ebner) zur Verfügung gestellt. Die Berechnung des Energiebedarfs erfolgte über die Daten aus der Volkszählung 2001 (Wohnnutzfläche, Heizungsart, Brennstoffart), durchschnittliche Heizgradtage je Gemeinde (nicht auf das Jahr bezogen) sowie diversen Faktoren für Bauperiode, Wohnungsanzahl im Gebäude, Nutzungsgrade für Brennstoff und Heizungsart etc. aus der Literatur. Da in der Volkszählung das Gebäudealter nicht mehr erhoben wurde, wurde dieses für 2001 aus den Zahlen von 1981 und 1991 extrapoliert (pers. Mitteilung Hr. Ebner). Für die Hausbrandemissionen wurden die in SPITZER (1998) angeführten Emissionsfaktoren verwendet (Tabelle 7).

Tabelle 7: Für die Berechnung der Hausbrandemissionen verwendeten Emissionsfaktoren für NO<sub>x</sub> in mg/MJ.

Energieträger	Einzelöfen	Etagenheizkessel	Zentralheizung
Scheitholz	106	106	107
Scheitholz (Kachelofen)	106		
Hackgut trocken		106	107
Holz-Briketts	106	106	107
Steinkohle	132	132	78
Steinkohle-Briketts	132	132	78
Steinkohlenkoks	132	132	78
Braunkohle	132	132	78
Braunkohle-Briketts	132	132	78
Heizöl-Extra leicht	19	19	42
Heizöl-leicht			42
Erdgas	51	51	43
Flüssiggas	51	51	43

Für das Untersuchungsgebiet ergeben sich **NO<sub>x</sub>-Emissionen aus dem Hausbrand von 152 t/a** (Bezugsjahr 2001), davon **12,7 t/a in der Gemeinde Imst**<sup>9</sup>.

Abbildung 10 zeigt die räumliche Verteilung der NO<sub>x</sub>-Emissionen aus dem Hausbrand im Untersuchungsgebiet.

<sup>9</sup> Bei Berechnung der Emissionen gemäß Energie Tirol ergeben sich geringfügig höhere Werte für NO<sub>x</sub>, bei PM<sub>10</sub> jedoch deutlich niedrigere Werte.

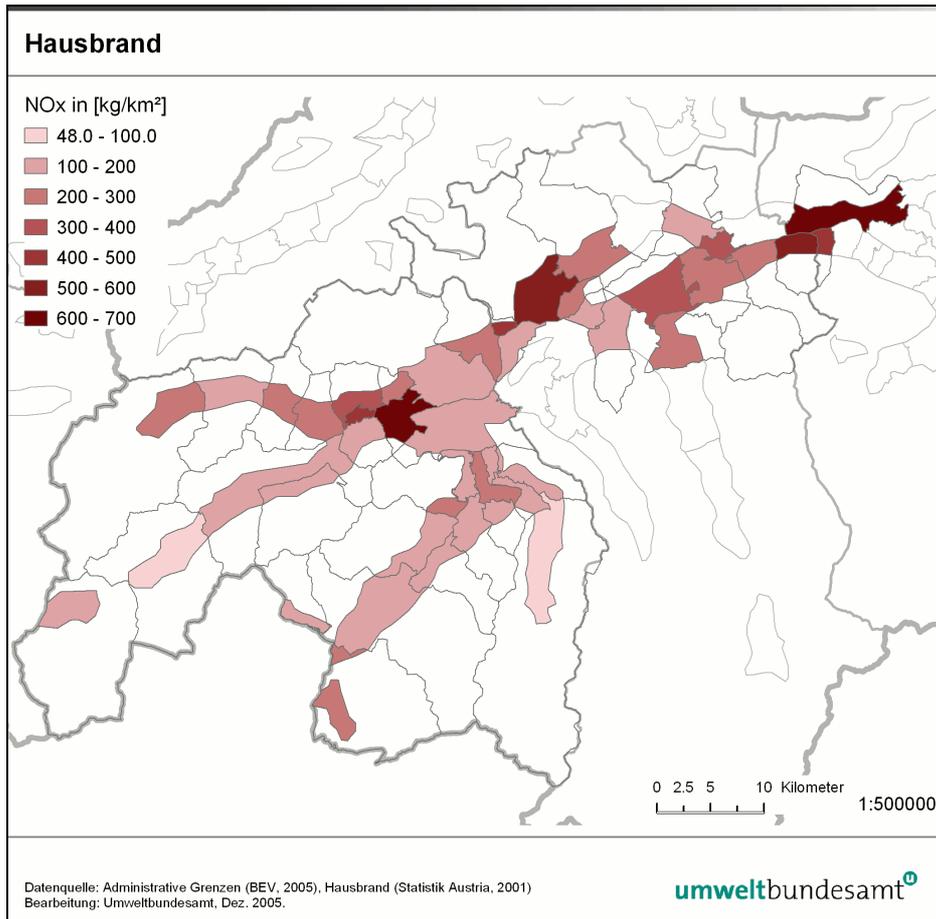


Abbildung 10: NO<sub>x</sub>-Emissionen aus Hausbrand im Untersuchungsgebiet (Dauersiedlungsraum).

Da die Emissionsberechnungen nur in aggregierter Form je Gemeinde vorliegen, können die Emissionen nicht direkt verschiedenen Brennstoffen oder Heizungstypen zugeordnet werden. Aus der von der Tiroler Landesregierung zur Verfügung gestellten Datenbank können jedoch die Anteile von Brennstoffen und Heizungstypen an der beheizten Wohnfläche errechnet werden. Für die Stadt Imst sind in Tabelle 8 die Anteile der Brennstoffe dargestellt.



Tabelle 8: Anteile der verschiedenen Brennstoffe an der beheizten Wohnfläche der Gemeinde Imst.

Brennstoff	Wohnfläche	Anteil
Brennholz	44728	14 %
Kohle, Koks	6194	2 %
Hackschnitzel	3197	1 %
Erdgas	4554	1 %
Heizöl EL	241532	74 %
Strom	12652	4 %
Fernwärme	11436	3 %
Sonstiger Brennstoff	3468	1 %
Summe	327761	100 %

Von Seiten der Gemeinde Imst wurde die Erhebung der Heizungsarten im Stadtgebiet Imst durch die Rauchfangkehrer gemäß Tabelle 9 zur Verfügung gestellt.

Tabelle 9: Heizungsarten in der Gemeinde Imst.

Heizungsart	Anzahl	Anteil
Gas	5	0 %
Öl	1406	65 %
Holz Einzelöfen	729	34 %
Holz Zentralheizungen	25	1 %
Summe	2165	100 %

Die Erhebung durch die Rauchfangkehrer weist einen deutlich höheren Anteil an Holzheizungen aus wie Auswertung der Datenbank des Emissionskatasters. Die Gründe für diese Unterschiede konnten nicht eruiert werden. Dennoch kann aus beiden Datenquellen abgelesen werden, dass der überwiegende Teil der Wohnungen in Imst mit Heizöl Extraleicht beheizt wird. Aus dem Verhältnis der Emissionsfaktoren (siehe Tabelle 7) kann der Anteil der Brennstoffe an den gesamten NO<sub>x</sub>-Emissionen der Gemeinde Imst abgeschätzt werden. Bei Verwendung des NO<sub>x</sub>-Emissionsfaktors für Zentralheizungen ergibt sich ein Anteil von 68 % bzw. 43 % an den NO<sub>x</sub>-Emissionen aus dem Hausbrand für Ölheizungen bei einem Anteil an den Heizungen von 75 % bzw. 65 % (Emissionskataster bzw. Erhebung Rauchfangkehrer). Die restlichen NO<sub>x</sub>-Emissionen sind zum überwiegenden Teil Holzheizungen zuzurechnen.

In den nächsten Jahren ist durch den Ausbau der Fernwärme nach Errichtung eines Biomasseheizkraftwerkes durch die Biowärme Imst GmbH (Inbetriebnahme Jänner 2006) sowie durch den stetigen Ausbau des Gasnetzes eine Veränderung der Heizungsstruktur zu erwarten. In welchem Ausmaß sich dadurch die NO<sub>x</sub>-Emissionen verändern, kann mangels vorliegender Daten nicht angegeben werden. Durch Substitution von alten Heizungsanlagen kann aber von einer Reduktion der Emissionen ausgegangen werden.

Die vorliegenden meteorologischen Informationen (siehe UMWELTBUNDESAMT 2005a) erlauben keine eindeutigen Aussagen über Schadstofftransport aus dem Stadtzentrum von Imst zur Immissionsmessstelle, deuten aber darauf hin, dass die Messstelle nicht vom Talauswind aus dem Gurgltal erreicht wird, sodass der Beitrag der Emissionen im Stadtzentrum

von Imst sowie der Betriebe am östlichen Stadtrand von Imst für die NO<sub>x</sub>-Belastung an der Messstelle Imsterau eher gering eingeschätzt wird.

Daher dürfte die Inbetriebnahme des Fernheizwerkes keine wesentlichen Änderungen der NO<sub>x</sub>-Belastung an der Imsterbergstraße bewirken.

### 3.3 Industrie und Gewerbe

Als mögliche relevante industrielle Emittenten kommen verschiedene Betriebe in dem Industriegebiet in Frage (Abbildung 11).

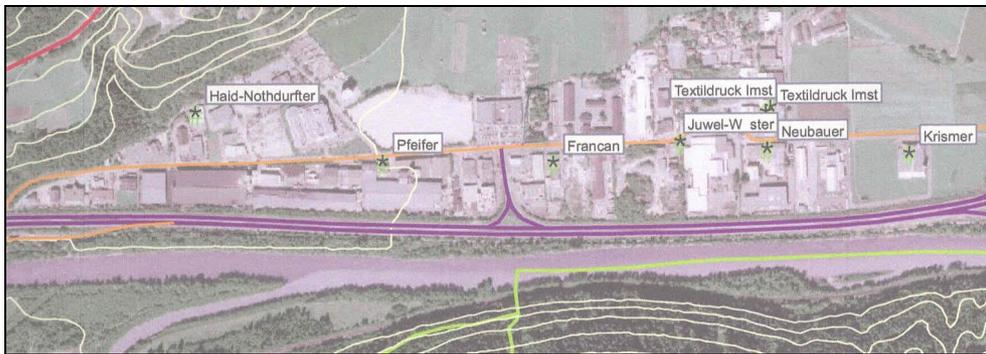


Abbildung 11: Gewerbe- und Industriegebiete an der Imsterbergerstraße.

Von diesen verwenden lediglich zwei Betriebe (Holzindustrie Pfeifer und Textildruck Imst) Dampfkessel zur Erzeugung von Prozesswärme, alle anderen Betriebe haben lediglich Heizungsanlagen gemäß FAV; die letzteren sollten somit bei den Hausbrandemissionen erfasst sein<sup>10</sup>.

Die Firma Pfeifer ist in der Holzverarbeitung tätig und stellt unter anderem Brettschichtholz, Naturholzplatten Betonschalungsplatten her.

Die Firma betreibt – ca. 500 m westlich der Messstelle - einen Ofen mit Rostfeuerung mit einer Brennstoffwärmeleistung von 3,5 MW, in der Rinde und Hackschnitzel vom Sägewerk zur Beheizung von Raumluft und Plattenpressen verbrannt werden. Laut Angaben von Herrn Janitz, Fa. Pfeifer, ist der Ofen ca. 7.500 h pro Jahr (d. h. fast durchgehend) in Betrieb. Die NO<sub>x</sub>-Emission wird mit ca. 24 t/a abgeschätzt<sup>11</sup>.

Die Firma Textildruck Imst GmbH & Co. – ca. 450 m östlich der Messstelle – betreibt einen Dampfkessel mit einer Brennstoffwärmeleistung von 4,4 MW. Laut Betreiber (Hr. Walter Jonson) wurde der Dampfkessel im Juni/Juli 2005 von Heizöl Schwer auf Erdgas als Brennstoff umgestellt. Der Kessel ist mit 3-wöchiger Unterbrechung das ganze Jahr im Einsatz, gerechnet

<sup>10</sup> persönliche Mitteilung Hr. Ing. Alexander Gigele, Bezirkshauptmannschaft Imst.

<sup>11</sup> Berechnung S. Böhmer, Umweltbundesamt anhand der Anlagenkennzahlen. Der Bescheidwert für den Ofen liegt bei 300 mg/Nm<sup>3</sup> NO<sub>x</sub> (13%-O<sub>2</sub> Bezug), eine Messung der NO<sub>x</sub>-Emissionen steht dem Umweltbundesamt bisher nicht zur Verfügung. Bei einer Abluftmenge von 18.666 Nm<sup>3</sup>/h ergeben sich maximal 42 t/a bezogen auf den Bescheidwert.



wurde daher mit 8.250 Betriebsstunden im Jahr. Vor der Brennstoffumstellung wurde bei einer Emissionsmessung 437 mg/Nm<sup>3</sup> (3 % O<sub>2</sub> Bezug) gemessen. Nach der Brennstoffumstellung wurden 94 mg/Nm<sup>3</sup> NO<sub>2</sub> (bei 3 % O<sub>2</sub> Bezug) gemessen. Bei einer Abluftmenge von 5.266 m<sup>3</sup>/h ergibt sich vor der Brennstoffumstellung eine Jahresfracht von ca. 19 t NO<sub>2</sub>. Seit der Brennstoffumstellung Juni/Juli 2005 reduzierten sich die Emissionen auf eine Jahresfracht von ca. 4 t NO<sub>2</sub>.

Für den Betrieb der Fa. Pfeifer in der Fabrikstraße liegen Emissionsdaten vor, die im Zuge eines Genehmigungsverfahrens für ein Biomasseheizwerk, welches im Jänner 2006 mit dem Probetrieb beginnen wird<sup>12</sup>. Demnach werden aus zwei Biomassekesseln in der Startphase etwa 21,4 t/a NO<sub>x</sub>, im Endausbau – welcher für die kommenden Jahre geplant ist – 29 t/a emittiert. Diese Werte beziehen sich allerdings auf einen Ausgangswert von 200 mg/Nm<sup>3</sup>, im Bescheid wurden 150 mg/Nm<sup>3</sup> vorgeschrieben, für letzteren Wert würden sich 16 t/a bzw. 22 t/a ergeben. Die angeführten Werte sind jedenfalls als Obergrenzen anzusehen. Zur Abdeckung der Spitzenlast werden zwei Ölkessel eingesetzt, die in der Startphase 0,5 t/a NO<sub>x</sub> emittieren, im Endausbau 2,1 t/a. In Summe betragen daher die Obergrenzen der Emissionen etwa 22 t/a NO<sub>x</sub> in der Startphase und 31 t/a im Endausbau (bzw. 16,5 t/a und 24 t/a). Mit diesem Biomasseheizwerk wurde ein älterer Kessel der Fa. Pfeifer substituiert, dessen NO<sub>x</sub> Emissionen bei einem angenommenen Emissionswert von 300 mg/Nm<sup>3</sup> etwa 21,6 t/a betragen. Substituiert wurden weiters Emissionen im Hausbrand von 3,5 t/a in der Startphase und 11 t/a im Endausbau (bei einem angenommenen substituierten Brennstoffeinsatz von 10 % Holz bzw. Kohle, 10 % Heizöl extra leicht und 80 % Heizöl leicht. Durch das neue Biomasseheizwerk wird unter diesen Annahmen somit eine Reduktion der NO<sub>x</sub>–Emissionen um ein Viertel erzielt.

Die vorliegenden meteorologischen Informationen erlauben allerdings keine eindeutigen Aussagen über den Beitrag von Emissionen im Stadtzentrum von Imst sowie der Betriebe am östlichen Stadtrand von Imst für die NO<sub>x</sub>–Belastung an der Messstelle Imsterau. Daher ist auch schwer zu beurteilen, ob die Inbetriebnahme des Fernheizwerkes eine Änderung der NO<sub>x</sub>–Belastung an der Imsterbergstraße bewirken wird.

Von anderen, in Imst ansässigen Betrieben konnten allerdings von Seiten der BH Imst keine Emissionsdaten der Industriebetriebe zur Verfügung gestellt werden<sup>13</sup>.

### 3.4 Off-Road-Sektor, Bauwirtschaft

Von Bedeutung sind vor allem Emissionen aus Baumaschinen und aus Traktoren der Land- und Forstwirtschaft. Aus dem Untersuchungsgebiet standen jedoch nicht ausreichend Emissions- oder Aktivitätsdaten zur Verfügung, die eine Angabe der NO<sub>x</sub>–Emissionen von mobilen Maschinen und Geräten ermöglichen.

Als mögliche Quelle der NO<sub>x</sub>–Belastung an der Messstelle Imst–Imsterau kommen Baustellen in Frage, da in der näheren und weiteren Umgebung der Messstelle in den letzten Jahren

---

<sup>12</sup> persönliche Mitteilung Hr. DI Walter Egger, Amt der Tiroler Landesregierung.

<sup>13</sup> persönliche Mitteilung Hr. Mag. Reister, BH Imst



intensive Bautätigkeit stattfand (UMWELTBUNDESAMT 2005a). Im Bereich der Imsterbergstraße fanden im Zeitraum 2002 bis 2004 die in Tabelle 10 angeführten Bauvorhaben statt.

Als NO<sub>x</sub>-Quellen kommen Lieferverkehr auf der Imsterbergstraße sowie Baumaschinen in Frage. Eine Quantifizierung dieser Emissionen ist nicht möglich, ebenso liegen keine Daten über den zeitlichen Verlauf von baustellenbedingten Emissionen vor.

Tabelle 10: Baustellen Im Bereich der Imsterbergstraße, 2002 und 2003.

Bauvorhaben	Lage relativ zur Messstelle	Beginn	Ende
Autohaus Falch GmbH & Co KG, Neubau Autohaus Falch, VW & Audi	700 m östlich	Nov.03	Jun.04
Gstrein-Jaksch-Gstrein Verm. GmbH, Errichtung Geschäfts- und Veranstaltungszentrum (FMZ Kinozentrum, Diskothek) mit Parkhaus	unmittelbar nordwestlich anschließend	Jän.03	Okt.03
Gstrein-Jaksch-Gstrein Verm. GmbH, Grundaushub	unmittelbar nordwestlich anschließend	Aug.02	Okt.02
Hopra Sanitär GmbH, Neubau Lagerhalle und Um- und Zubau Geschäftsh.	620 m westlich	Apr.03	Okt.03
Oppl Christian, Verkaufs- und Produktionsgewächshaus	200 m nordwestlich	Okt.03	Feb.04
Schöpf & Pelech Rauchfangsan. GmbH, Neubau Ausstellungs- Betriebsgebäude	750 m östlich	Jän.02	Aug.02
Umbau Knoten Imst-Süd (Kreisverkehr)	1 km östlich	Mai.03	Jul.03
Zima Projektbau GmbH, Neubau Fachmärkte	300 m westlich (sehr großflächig)	Nov.03	Sep.04

Die in Tabelle 10 angeführten Baustellen waren alle bereits vor den NO<sub>2</sub>-Überschreitungen abgeschlossen; sie können daher keinen Beitrag zur NO<sub>2</sub>-Belastung geliefert haben.

Laut Auskunft der Gemeinde Imst (Hr. Weirather) fand Bautätigkeit im Herbst und im Winter 2004/05 in der näheren Umgebung der Messstelle vor allem bei der Verlegung einer Gasleitung in der Imsterbergstraße und bei der Errichtung eines OBI-Baumarktes statt. Da die Arbeiten an der Gasleitung bereits am 19.11.2004 abgeschlossen wurden, kommen diese für die NO<sub>2</sub>-Grenzwertüberschreitungen, die alle im Dezember 2004 aufgetreten sind, nicht in Frage. Laut Auskunft des B&J Bauabwicklungsbüro (Ing. Bachmann) und dem Bauträger WBG (Ing. Thaler) war der Rohbau des Baumarktes im Oktober 2004 fertig gestellt. Im Dezember 2004 und Jänner 2005 war die Bautätigkeit stark eingeschränkt; im Wesentlichen wurde am Innenausbau gearbeitet, der mit wenigen Fahrzeugbewegungen am Tag verbunden war. Aggregate, die für erhöhte NO<sub>x</sub>-Emissionen verantwortlich sein könnten, waren in diesem Zeitraum nicht in Betrieb.



## 4 DIE METEOROLOGISCHE SITUATION

### 4.1 Übersicht über die Witterung 2004

Das Jahr 2004 war im Durchschnitt über Österreich ca.  $-0,5^{\circ}\text{C}$  kühler als 2003 und ca.  $1^{\circ}\text{C}$  kühler als 2002; verglichen mit der Klimaperiode 1961-1990 lag die Temperatur im Großteil Österreichs jedoch um bis  $+0,6^{\circ}\text{C}$  über dem langjährigen Mittel. Besonders warm mit Abweichungen über  $0,5^{\circ}\text{C}$  war es u. a. im Unterinntal, im Raum Linz, in Wiener Becken, in der Südoststeiermark und im oberen Murtal, insgesamt zeigen die Abweichungen der Jahresmitteltemperatur vom Klimawert aber kein ausgeprägtes regionales Muster.

Die Niederschlagsmengen erreichten im Großteil Österreichs ungefähr den Durchschnitt der Klimaperiode 1961-1990; vergleichsweise trocken mit unter 90 % des langjährigen Mittelwerts waren v. a. Vorarlberg und der Westen Nordtirols, Osttirol sowie der Südosten Österreichs. Im Mühlviertel, im östlichen Oberösterreich, im Nordosten Österreichs sowie weiten Teilen der Steiermark und Kärntens lagen hingegen die Niederschlagssummen über dem Durchschnitt. Außergewöhnlich hoch waren die Neuschneemengen in den Monaten Jänner bis März im Nordosten Österreichs. Im Süden Österreichs war der Juni von überdurchschnittlichen Regenmengen betroffen, im Westen die Monate Mai bis Juli.

Wie in den nachfolgenden Kapiteln im Detail ausgeführt, wies das Jahr 2004 eine geringere PM<sub>10</sub>-Belastung auf als 2002 und vor allem 2003; auch die Belastung bei Schwefeldioxid, Schwermetallen und Benzol war niedriger. Ein wesentlicher Faktor dafür war die Witterung in den ersten drei Monaten des Jahres 2004, die von vergleichsweise sehr häufigen Westwetterlagen und selteneren Hochdruckwetterlagen geprägt war – demgegenüber führten lang anhaltende Hochdruckwetterlagen in den ersten drei Monaten des Jahres 2003 zu einer hohen Schadstoffbelastung. Das Überwiegen von ozeanischen Luftmassen (gegenüber kontinentalen im Winter 2003) führte in Verbindung mit den hohen Niederschlagsmengen (Schnee) im Nordosten Österreichs zu einer niedrigen PM<sub>10</sub>-Belastung in dieser Region, während der Süden Österreichs, der gegenüber ozeanischen Luftmassen stärker abgeschirmt ist und niedrige Niederschlagsmengen aufwies, 2004 eine vergleichbare PM<sub>10</sub>-Belastung aufwies wie in den Jahren zuvor. Auch der Herbst 2004 war von milden Temperaturen und häufigen Westwetterlagen gekennzeichnet, die zu niedrigen PM<sub>10</sub>-Belastungen beitrugen.

Der Sommer 2004 war vergleichsweise kühl und in weiten Teilen Österreichs regnerisch, was zu einer relativ niedrigen Ozonbelastung beitrug. Insbesondere traten kaum großräumige Hochdruckgebiete auf, die auch Regionen mit besonders hohen Emissionsdichten von Ozonvorläufersubstanzen im westlichen Mitteleuropa einschlossen; derartige Wetterlagen waren im Sommer 2003 für großflächig sehr hohe Ozonbelastungen verantwortlich.

Der **Jänner** 2004 war im Südosten und v. a. im Süden Österreichs von außergewöhnlich niedrigen Niederschlagsmengen geprägt (Graz 70 % des langjährigen Mittels, Lienz 24 %), während der außeralpine und nordalpine Teil Österreichs teilweise deutlich überdurchschnittliche Regen- und v. a. Schneemengen erhielt (Wien 186 %). Der Süden und Westen wiesen überdurchschnittliche Temperaturen auf, der Nordosten war etwas zu kühl. Im Witterungsverlauf überwogen Nord- bis Westlagen; Hochdruckgebiete traten relativ selten auf.

Der **Februar** 2004 brachte im Großteil Österreichs deutlich überdurchschnittliche Temperaturen (im außeralpinen Raum um  $1,5$  bis  $2,5^{\circ}\text{C}$  höher als im Klimamittel) und v. a. im Nordosten Österreichs überdurchschnittliche Schneemengen; in den Niederösterreichischen Alpen fiel mehr als das Doppelte der üblichen Niederschlagsmenge. Weniger Niederschläge



als im langjährigen Mittel fielen im Westen und Süden Österreichs Tiefdruck- sowie Nordwest- bis Südwestlagen dominierten das Witterungsgeschehen.

Auch der **März** 2004 war vor allem im Nordosten Österreichs mit überdurchschnittlichen Niederschlagsmengen verbunden, im Raum Wien und im Weinviertel über 200 % des Klimamittelwertes, die v. a. zwischen 23. und 25. März fielen. Der Westen Österreichs und inneralpine Regionen erhielten dagegen unterdurchschnittliche Schnee- bzw. Regenmengen. Die Temperatur lag im Osten und Südosten um ca. 1°C unter dem Klimawert. Bis 26.3. überwogen Tiefdruck- sowie Nordwestlagen.

Der **April** 2004 wies in ganz Österreich überdurchschnittliche Temperaturen auf, die größten positiven Abweichungen vom Klimamittel wurden in Teilen Nordtirols und Salzburg mit mehr als +3°C beobachtet. Abgesehen vom nördlichen Ober- und Niederösterreich lagen die Monatssummen des Niederschlags unter dem Klimawert, in weiten Teilen Österreichs unter 70 %. Der Witterungsverlauf war von häufigem Wechsel von Hochdruck-, West- bis Nordwest und Tiefdrucklagen gekennzeichnet.

**Mai** 2004 wies bei zumeist durchschnittlichen Temperaturverhältnissen im Großteil Österreichs durchschnittliche Niederschlagssummen auf; unter 75 % des langjährigen Mittelwerts erhielten u. a. das Mühlviertel, der Niederösterreichische Donauraum und die Südsteiermark. Im Witterungsverlauf wechselten sich häufig Hochdruck- und Tiefdrucksituationen ab.

Der **Juni** 2004 war im Großteil Österreich ein außerordentlich regenreicher Monat; im Raum Linz, im Raum Wien sowie in Teilen Kärntens und der Steiermark fiel ungefähr das Doppelte der üblichen Niederschlagsmenge. Während in Vorarlberg und Salzburg auf außergewöhnliche Regenmengen zwischen 1. und 5.6. ein relativ trockener Zeitraum folgte, verteilten sich die Niederschläge im Süden auf mehrere Perioden mit heftigen Schauern, besonders von 17. bis 20.6. Die Temperatur lag im Süden und Westen um ca. 1°C über dem Klimamittelwert, im Norden etwas darunter. Den Witterungsverlauf kennzeichnete ein häufiger Wechsel von Tiefdruck-, Nordwest- und Hochdruckwetterlagen.

Der **Juli** 2004 war im Osten Österreichs sehr trocken (Eisenstadt 35 % des Klimawertes); in Wien fielen 74 % des durchschnittlichen Niederschlags, diese aber fast ausschließlich am 1.7., es folgte im östlichen Niederösterreich und im Nordburgenland ein nahezu regenfreier Monat. Im übrigen Österreich wurden ungefähr durchschnittliche Regenmengen erfasst. Die Temperatur lag zumeist im Bereich des Klimawertes und damit unter jenen des Sommers 2003. West- und Südwestlagen sowie Tiefdruckgebiete überwogen bei weitem.

Der **August** 2004 wies im Großteil Österreichs leicht überdurchschnittliche Temperaturen auf (1 bis 2°C über dem Mittelwert der Klimaperiode 1961-90, aber deutlich kühler als 2003). In Osttirol, Kärnten und der westlichen Obersteiermark lagen die Regenmengen deutlich über dem langjährigen Mittel (Klagenfurt 162 %), der Norden und Osten Österreichs waren dagegen zu trocken (Wien 42 %). Das Wettergeschehen wurde zunächst von einer lang anhaltenden gradientschwachen Wetterlage von 3.7. bis 13.8. geprägt, danach folgten bis 26.8. Nordwest- bis Südwestwetterlagen.

Der **September** 2004 wies im Großteil Österreichs leicht überdurchschnittliche Temperaturen auf; die Niederschlagssummen lagen nördlich des Alpenhauptkamms über dem langjährigen Mittel (Salzburg 148 %, St. Pölten 132 %), im Süden weit darunter (Klagenfurt 50 %). Verantwortlich dafür waren häufige West- bis Nordwestwetterlagen, unterbrochen von Hochdruckgebieten.

Der **Oktober** war in ganz Österreich außerordentlich warm, besonders im Süden und Westen mit Abweichungen von +2 bis 3°C gegenüber dem Mittelwert der Klimaperiode 1961-90. Während im zentralen und westlichen Niederösterreich die Niederschlagsmengen unter dem



Durchschnitt blieben, viel vor allem im Osttirol und Oberkärnten (Lienz 157 % des Mittelwerts), aber auch im Waldviertel und im Raum Linz mehr als das Eineinhalbfache der üblichen Regenmenge. West- und Südwestwetterlagen dominierten das Witterungsgeschehen.

Abgesehen von Vorarlberg und Nordtirol wies der **November** 2004 überdurchschnittliche Temperaturen auf (Abweichung +1,4°C gegenüber dem Klimamittel in Wien). Die Niederschlagsmengen erreichten im Großteil Österreichs ein durchschnittliches Niveau, besonders regenreich waren die Nordsteiermark sowie die nördlichen Teile von Ober- und Niederösterreich. Nordwest- bis Westlagen sowie Tiefdruckwetterlagen überwogen im Witterungsablauf.

Der **Dezember** 2004 war im größten Teil Österreichs sehr warm und trocken. Im Bereich zwischen der Südsteiermark, Kärnten und dem Salzburger Zentralalpenraum lag die Temperatur um ca. 2°C über dem langjährigen Mittel. Mit Niederschlagsmengen unter 25 % des Klimamittelwertes war der Bereich vom Pinzgau bis zum Waldviertel extrem niederschlagsarm (Lienz 15 %, Wien 34 %), auch im übrigen Österreich nördlich des Alpenhauptkamms und im Osten waren die Regen- bzw. Schneemengen unterdurchschnittlich, lediglich in Oberkärnten und Osttirol lagen sie bei mehr als 120 % des Mittelwerts. In Wien war die Periode von 26.11. bis 25.12. praktisch niederschlagsfrei, in Graz und Klagenfurt von 1. bis 24.12. Im Westen Österreichs viel zwischenzeitlich um den 19.12. etwas Schnee.

## 4.2 Windverhältnisse

### 4.2.1 Messstellen der ZAMG in Innsbruck und Landeck

Die langjährig betriebenen Messstellen der ZAMG in Innsbruck (Flughafen) und Landeck geben ein Bild über die meteorologischen Verhältnisse im weiteren Umfeld von Imst. Von diesen Messstellen wurden Daten der Jahre 2003 und 2004 ausgewertet.

Die Messstelle Innsbruck Flughafen liegt im Westen der Stadt Innsbruck und ist für das Inntal westlich von Innsbruck repräsentativ; von Föhn, der v. a. durch das Wipptal Innsbruck erreicht, ist die Messstelle selten betroffen.

Die Windrosen für Innsbruck Flughafen, ausgewertet für den Zeitraum 2003-2004 (siehe Abbildung 19) zeigen als Hauptwindrichtung Westsüdwest (ca. drei Viertel der Zeit), gefolgt von Ostnordost, die Häufigkeit von Windstille (Geschwindigkeit unter 0,5 m/s) liegt bei 15 %.

Die höchsten Windgeschwindigkeiten treten bei Ostnordostwind (knapp über 3 m/s) auf, Westsüdwestwind ist mit etwas niedrigeren mittleren Windgeschwindigkeiten verbunden. Die hohen Windgeschwindigkeiten (um 3 m/s) bei vergleichsweise seltenem Ostsüdostwind sind Föhn (der die Messstelle Innsbruck Flughafen relativ selten erreicht) zuzuordnen.

In Landeck (siehe Abbildung 20) überwiegt Südwind bei Weitem, gefolgt von nordöstlichem bzw. westlichem Wind. Diese Windverhältnisse spielen die Talwindzirkulation an der Einmündung des Stanzertals in das Inntal wieder; die Hauptwindrichtung entspricht dem Talauswind des oberen Inntals (in Landeck Süd), wobei auch Beiträge von Föhn zu erwarten sind, Nordostwind entspricht dem Taleinwind des Inntals, Westwind dem Talauswind des Stanzertals.



Die mittlere Windgeschwindigkeit ist bei den genannten Hauptwindrichtungen mit jeweils ca. 2 m/s relativ ähnlich, seltenere andere Windrichtungen sind mit niedrigeren Windgeschwindigkeiten verbunden. Die Kalmenhäufigkeit liegt bei 15 %.

#### 4.2.2 Windmessung am Roppener Tunnel

Die Windverhältnisse im Bereich des unteren Gurgltales können nur anhand von temporären Messungen von Okt. 2002 bis Juni 2003 am Westportal des Roppener Tunnels (siehe Tabelle 2) beurteilt werden (PIRINGER&BAUER, 2004). Diese Messstelle in 730 m Seehöhe (d. h. ca. 15 m über dem Talboden des Inntals) liegt am südöstlichen Eck des Gurgltales in jenem Bereich, wo das relativ breite Becken des unteren Gurgltales sich zur Roppener Schlucht des Inntals verengt.

Die Hauptwindrichtungen an dieser Stelle sind Ostsüdost und West; während 26 % der Zeit kommt der Wind aus dem Sektor von 70° bis 140°, während 28 % der Zeit aus dem Sektor von 220° bis 310°. Die Windrichtungsverteilungen sind für den Winter 2002/03 (Okt. 2002 – März 2003) in Abbildung 17, für den Sommer (April – Sept.) 2003 in Abbildung 18 dargestellt.

Diese Windverhältnisse stellen eine thermotopographische Zirkulation des Inntales mit Taleinwind tagsüber und Talauswind nachts bis in den Morgen. Die Messungen am Roppener Tunnel zeigen den Taleinwind und Talauswind des Inntales, allerdings tritt Ostwind auch relativ häufig nachts und Westwind tagsüber auf.

Windgeschwindigkeiten unter 0,5 m/s sind mit 40 % sehr häufig, Geschwindigkeiten unter 0,7 m/s machen 60 % aus. Die Kalmenhäufigkeit (<0,5 m/s) ist im Winter mit 44 % deutlich größer als im Sommer mit 30 %. Die mittlere Windgeschwindigkeit ist mit 0,9 m/s sehr niedrig (verglichen mit 1,4 m/s in Innsbruck Flughafen).

Im Mittel treten die höchsten Windgeschwindigkeiten (um 1,0 m/s) bei Taleinwind (Ostsüdostwind) sowie bei Westnordwestwind (d. h. nicht die Hauptwindrichtung von Talauswind) auf; Westsüdwestwind (Talauswind) weist Geschwindigkeiten um 8 m/s auf, andere Windrichtungen sind mit noch niedrigeren Windgeschwindigkeiten verbunden. Die etwas höhere Geschwindigkeit bei Westnordwest könnte auf das Durchgreifen synoptischer (großräumiger) Strömungen zurückzuführen sein.

Die Gründe für die sehr niedrige Windgeschwindigkeit im Bereich Imst liegen in der gegenüber der großräumigen Strömung abgeschirmten Lage, der – verglichen mit dem unteren und mittleren Inntal – schwächeren Ausbildung der Talwindzirkulation sowie dem vergleichsweise seltenen Auftreten von Föhn.

Die Windgeschwindigkeit zeigt einen ausgeprägten Tagesgang, nachts ist der Wind mit 0,5 m/s sehr schwach, am Nachmittag nimmt die Geschwindigkeit auf 1,5 m/s zu.

Der mittlere Tagesgang der Windrichtung zeigt im Winter (Okt. 02 – März 03) nachts Westwind, der im Lauf des Vormittags auf Südwest, bis zum frühen Nachmittag auf Süd dreht. Der späte Nachmittag weist eine kurze Ost- bis Südostwind-Phase (15:30 bis 19:30 Uhr) auf, danach dreht der Wind über Südwest auf West.

Im Sommer (April – Juni 03) tritt nachts im Mittel Nord- bis Nordwestwind (Hangabwind) auf, der im Verlauf des Vormittags über West auf Südost (mittags) dreht. Bis zum späten Nachmittag wechselt der Wind auf Südwest, am späten Abend auf Ost.

Bei diesen mittleren Windverhältnissen dürften sich Einflüsse der topographischen Lage der Messstelle Roppener Tunnel – Hangabwind und Hangaufwind sowie Taleinwind und Talauswind – in komplexer Weise überlagern.



Im unteren Gurgltal dürfte nachts der Talaustritt des Inntales vorherrschen, d. h. im Bereich der Imsterbergstraße Westwind, im Bereich nördlich davon sogar Südwestwind, und somit den Talaustritt des Gurgltales verdrängen<sup>14</sup>.

### 4.2.3 Haiming

Die Windmessung in Magerbach bei Haiming (Abbildung 21) östlich von Imst, d. h. am östlichen Ausgang der Roppener Schlucht, weist im Zeitraum von Juli 2004 bis Juni 2005 als dominierende Hauptwindrichtung (ca. 50 %) Westsüdwest, d. h. den Talaustritt des Inntales, auf. Taleinwind (Ostnordost) macht ca. 32 % aus, die Kalmenhäufigkeit liegt bei 14 %.

Die mittlere Windgeschwindigkeit ist bei Taleinwind mit 2,1 m/s höher als bei Talaustritt (1,4 m/s)

### 4.2.4 Nassereith

Nassereith (Abbildung 22) weist generell niedrigere Windgeschwindigkeiten auf als das Inntal; die Kalmenhäufigkeit liegt an der Messstelle Nassereith Portal Nord bei 54 %. Die Hauptwindrichtung dieser an der Südostseite des Gurgltales gelegenen Messstelle ist Ostnordost (Talauswind), gefolgt von Südwest (Taleinwind) und Nordwest (Talauswind vom Fernpass).

Die NUA-Messstelle Nassereith liegt im Siedlungsgebiet am Ausgang des Fernpasses, dessen Talaustritt (einschließlich kanalisierter Strömungen von Nordwesten) die lokalen Windverhältnisse dominiert; Nordnordwestwind ist die absolut dominierende Hauptwindrichtung. Die Kalmenhäufigkeit beträgt 33 %.

Nassereith Portal Süd liegt unmittelbar am Hang des Tschirgant und daher direkt in der Hangwindzirkulation. An diesem Standort weht praktisch ausschließlich Südostwind (Hangabwind), die Kalmenhäufigkeit ist mit 6 % niedrig.

## 4.3 Ausbreitungsbedingungen

### 4.3.1 Temperaturprofil

Der vertikale Temperaturgradient entscheidet wesentlich über den vertikalen Luftaustausch und damit über die Verdünnung von Schadstoffen. Liegt der vertikale Temperaturgradient – d. h. die Abnahme der Temperatur mit der Höhe – über dem adiabatischen oder neutralen Gradienten (welcher vertikalen Austausch weder forciert noch hemmt), so spricht man von labiler Schichtung, die vertikalen Austausch begünstigt; liegt die Abnahme der Temperatur mit der Höhe unter dem adiabatischen Gradienten, so spricht man von stabiler Schichtung, die vertikalen Austausch hemmt. Verändert sich die Temperatur mit der Höhe nicht, so spricht man von Isothermie, nimmt sie sogar mit der Höhe zu, von Inversion. Isothermie und Inversion stellen Fälle sehr stabiler Schichtung dar.

Der neutrale Temperaturgradient liegt je nach Feuchteverhältnissen zwischen dem trocken-adiabatischen Temperaturgradienten (ca. 1°C/100 m) und dem feuchtadiabatischen

---

<sup>14</sup> Persönliche Mitteilung K. Baumann-Stanzer und M. Piringer, ZAMG.



Temperaturgradienten (ca. 0,6°C/100 m); bei feuchtadiabatischen Verhältnissen spielen Kondensationsprozesse eine Rolle. Eine Statistik der Feuchteverhältnisse über dem oberen Inntal liegt nicht vor. Da winterliche Hochdruckwetterlagen mit stark erhöhter PM10-Belastung mit hohen relativen Feuchten in Bodennähe verbunden sind, kann angenommen werden, dass feuchtadiabatische Verhältnisse deutlich überwiegen. Bei einer Gewichtung feuchtadiabatischer Verhältnisse mit 75 % gegenüber trockenadiabatischen mit 25 % wird daher für die Analyse der atmosphärischen Stabilität ein Temperaturgradient von 0,7°C/100 m als „neutral“ verwendet.

Für die Beurteilung der Ausbreitungsbedingungen im Bereich Imst steht für den Zeitraum von 19.11.2004 bis 10.6.2005 die Temperaturprofil-Messung in Haiming für die UVE Tschirgant-Tunnel zur Verfügung (siehe Kapitel 2.3).

Für die Bewertung des vertikalen Temperaturprofils werden neben der Messstelle am Talboden (670 m) die Messstellen in 760 m, 905 m und 1.520 m herangezogen. Die Untersuchungen im Unterinntal (UMWELTBUNDESAMT 2004b; THUDIUM 2001) zeigen, dass Inversionshöhen um 120 m über Talboden am häufigsten auftreten, sodass der Temperaturgradient bei Haiming bis 760 m (90 m über Talboden) am besten diesen Höhenbereich abdeckt. Der nächst höhere Temperaturmesspunkt in 905 m ist bereits 235 m über Talboden gelegen.

In Tabelle 11 ist die Auswertung der Temperaturprofildaten für die Höhenbereiche zwischen 670 und 760 m, zwischen 670 und 905 m, zwischen 670 und 1.520 m (höchster Punkt des Temperaturprofils) sowie zwischen 905 und 1.520 m angegeben, und zwar einerseits für den Gesamtzeitraum von 19.11.2004 bis 10.6.2005 sowie für den Winter bis 31.3.2005.

Inversionen machen im Höhenbereich bis 90 m über dem Talboden im Winter 72 % der Zeit (bezogen auf Halbstundenmittelwerte) aus, im Gesamtzeitraum 58 %. Stabile Schichtung tritt im Winter während 91 % der Zeit auf. Somit deutet das Temperaturprofil auf außergewöhnlich ungünstige Ausbreitungsbedingungen hin.

Die Temperaturdifferenz zwischen Talboden und höher gelegenen Messpunkten (905 m bzw. 1.520 m) weist eine deutlich geringere Inversionshäufigkeit auf; im Winter macht diese unterhalb von 905 m 58 % der Zeit aus, unterhalb von 1.520 m 34 %.

Abgehobene Inversionen zwischen 905 m und 1.520 m sind mit 15 % im Winter und 10 % im Gesamtzeitraum noch seltener.

Zu berücksichtigen ist, dass das Temperaturprofil an einem nordwest-orientierten Hang gemessen wurde, sodass v. a. die tiefer gelegenen Messstellen v. a. im Winter bei tiefem Sonnenstand stärker abgeschattet sind. Dadurch kann es zur Unterschätzung der Temperatur an den niedriger gelegenen Messpunkten, vor allem am Talboden kommen, womit die Inversionshäufigkeit überschätzt wird.

In Tabelle 11 ist daher auch die Auswertung der Temperaturdifferenz der Messstelle Magerbach bei Haiming gegenüber dem Temperaturprofil-Messpunkt in 760 m angegeben; Magerbach liegt nach der nördlichen Talseite am Talboden und ist damit länger besonnt als der Talpunkt des Temperaturprofils; die mittlere Temperatur (19.11.04-10.6.05) in Magerbach ist mit 3,7°C etwas höher als am Talpunkt des Temperaturprofils mit 3,2°C. Die Temperaturdifferenz zwischen Magerbach und 760 m weist eine vergleichbare Inversionshäufigkeit im Sommer auf, aber eine deutlich geringere (59 %) im Winter (gegenüber 72 %). Die Häufigkeit labiler Schichtung ist mit ca. 25 % sowohl im Gesamtzeitraum als auch im Winter zwischen Magerbach und 760 m deutlich höher als im Temperaturprofil zwischen 670 und 760 m.



Tabelle 11: Häufigkeit von Inversionen, stabiler bzw. labiler Schichtung, Temperaturprofil Haiming, Nov. 2004 – Juni 2005.

	670m-760m	Magerbach-760m	670m-905m	670m-1.520m	905m-1.520m
gesamt					
Inversion	58 %	58 %	45 %	23 %	10 %
stabil (keine Inversion)	22 %	17 %	24 %	42 %	43 %
labil	20 %	25 %	31 %	35 %	48 %
Winter					
Inversion	72 %	59 %	58 %	34 %	15 %
stabil (keine Inversion)	19 %	17 %	26 %	42 %	46 %
labil	9 %	24 %	16 %	24 %	39 %

### 4.3.2 Ozonprofil

Die Vertikalverteilung der Ozonkonzentration stellt in Regionen mit geringem lokalem Ozonbildungspotenzial ein gutes Hilfsmittel zur Beurteilung von vertikalem Austausch dar.

In Situationen ohne lokale photochemische Ozonbildung wird die Ozonkonzentration und ihre räumliche Verteilung von Transport und Abbau bestimmt. Ozonabbau findet an allen festen Oberflächen statt, d. h. an der Erdoberfläche, sodass sich ein Gradient zum Boden hin ausbildet, der durch (vertikalen) Ozontransport ausgeglichen wird. Bei guter Durchmischung ist die Ozonkonzentration daher vertikal einheitlich, wird die Durchmischung unterbunden, so ist die Ozonkonzentration am Boden niedriger als an höher und exponierter gelegenen Standorten. Umgekehrt bedeutet unterbundene vertikale Durchmischung eine hohe Konzentration bodennah emittierter Schadstoffe, sodass ein starker vertikaler Ozonkonzentrationsgradient ein Maß für Anreicherung primärer Schadstoffe in Bodennähe ist. Nachdem der vertikale Ozonkonzentrationsgradient noch unmittelbarer das Ausmaß vertikalen Austauschs widerspiegelt als der Temperaturgradient, ist die Ozonkonzentrationsverteilung vielfach ein besserer Indikator für die Ausbreitungsverbindungen als ein Temperaturprofil (siehe u. a. UMWELTBUNDESAMT 2004b, 2005a).

Die Häufigkeitsverteilung der Differenzen der Ozonkonzentration zwischen den Messstellen am Talboden – Innsbruck Reichenau, Nassereith und Haiming – Innsbruck Sadrach und Nordkette, die in Tabelle 12 für den Winter 2004/05 (Okt. 2004 – März 2005) angegeben ist, stellt für sich eine qualitative Bewertung der vertikalen Austauschbedingungen dar, die erst in Verbindung mit NO<sub>x</sub>-Messwerten (Kapitel 6.5) Aussagekraft gewinnt.

Die Auswertung in Tabelle 12 zeigt, dass im Winter die Ozonkonzentration an den am Talboden gelegenen Messstellen meist sehr ähnlich jener von Innsbruck Sadrach, 100 m über Talboden gelegen, ist, wobei die Konzentrationsdifferenzen in Innsbruck Reichenau gegenüber Sadrach höher sind als in Nassereith und Haiming. Dies liegt v. a. daran, dass Reichenau als städtische, verkehrsnaher Messstelle häufig niedrigere Ozonkonzentrationen misst als die ländlichen Stationen Haiming und Nassereith.

Demgegenüber besteht zwischen Sadrach und Nordkette im Winter eine massive Konzentrationsdifferenz; in ca. der Hälfte der Fälle (HMW) ist die Konzentration auf der Nordkette mehr als 60 µg/m<sup>3</sup> höher als in Sadrach, d. h. der Luftmassenaustausch über diesen

Höhenbereich ist stark unterbunden. Nur in 6 % der Zeit liegt die Konzentrationsdifferenz unter 10 µg/m<sup>3</sup> und während 12 % der Zeit unter 20 µg/m<sup>3</sup>.

*Tabelle 12: Häufigkeitsverteilung der Ozonkonzentrationsdifferenz zwischen Innsbruck Reichenau, Nassereith, Haiming, Innsbruck Sadrach und Nordkette, Winter 2004/05.*

	<b>Sadrach-Reichenau</b>	<b>Sadrach-Haiming</b>	<b>Sadrach-Nassereith</b>	<b>Nordkette-Sadrach</b>
<10 µg/m <sup>3</sup>	56 %	75 %	76 %	6 %
10-20 µg/m <sup>3</sup>	21 %	10 %	10 %	6 %
20-30 µg/m <sup>3</sup>	11 %	6 %	6 %	8 %
30-40 µg/m <sup>3</sup>	6 %	4 %	3 %	9 %
40-50 µg/m <sup>3</sup>	3 %	2 %	2 %	10 %
50-60 µg/m <sup>3</sup>	2 %	1 %	1 %	11 %
>60 µg/m <sup>3</sup>	1 %	2 %	1 %	49 %

Im Sommer 2004 (Tabelle 13) ist die Konzentration in Innsbruck Reichenau wie im Winter jener in Sadrach relativ ähnlich (ca. 50 % der Zeit liegt die Differenz unter 10 µg/m<sup>3</sup>). Deutlich besser als im Winter ist die Durchmischung zwischen Sadrach und Nordkette; während fast 20 % der Zeit ist die Differenz kleiner als 10 µg/m<sup>3</sup>, während 30 % kleiner als 20 µg/m<sup>3</sup>, nur während 28 % größer als 60 µg/m<sup>3</sup>.

*Tabelle 13: Häufigkeitsverteilung der Ozonkonzentrationsdifferenz zwischen Innsbruck Reichenau, Innsbruck Sadrach und Nordkette, Sommer 2004.*

	<b>Sadrach-Reichenau</b>	<b>Nordkette-Sadrach</b>
<10 µg/m <sup>3</sup>	49 %	19 %
10-20 µg/m <sup>3</sup>	23 %	11 %
20-30 µg/m <sup>3</sup>	13 %	10 %
30-40 µg/m <sup>3</sup>	8 %	11 %
40-50 µg/m <sup>3</sup>	4 %	11 %
50-60 µg/m <sup>3</sup>	2 %	10 %
>60 µg/m <sup>3</sup>	1 %	28 %

#### 4.4 Luftmassen und Fronten

Bei der Diskussion der Belastungsepisoden und der Herkunftsregionen von Ferntransport werden die Begriffe Luftmassen und Fronten verwendet.

Luftmassen lassen sich durch ihre Herkunftsregionen charakterisieren, die die in ihnen vorherrschenden relativ einheitlichen Eigenschaften wie Temperatur, Feuchte, Temperaturschichtung oder Schadstoffkonzentration beeinflussen. Luftmassen kontinentaler Herkunft – d. h. aus Osteuropa – zeichnen sich v. a. im Winter durch niedrige Temperatur, ungünstige Ausbreitungsbedingungen und i. d. R. hohe PM<sub>10</sub>-Konzentrationen aus, Luftmassen maritimer Herkunft, d. h. vom Atlantik, durch niedrige PM<sub>10</sub>-Konzentrationen.



Fronten stellen Luftmassengrenzen dar, an denen sich die Eigenschaften von Luftmassen „sprunghaft“ (d. h. auf einer Distanz um 100 km oder weniger) ändern. Fronten bewegen sich i. d. R. und führen zu einer Veränderung u. a. der gemessenen Schadstoffbelastung, wenn sie sich über eine Messstelle hinweg bewegen. Fronten sind i. d. R. mit Tiefdruckgebieten verbunden, in deren Zentrum sie zusammenlaufen und um das sie sich (auf der Nordhemisphäre) im Gegenuhrzeigersinn bewegen.

Von einer *Warmfront* spricht man, wenn die Luftmasse hinter der Front wärmer ist als davor, im umgekehrten Fall von einer *Kaltfront*.

Fronten sind i. d. R. mit Hebungsprozessen verbunden, welche zu verstärkter Kondensation, Wolkenbildung und Niederschlägen führen.

Über dem europäischen Kontinent holt häufig die Kaltfront die davor liegende Warmfront ein, sodass die dazwischen liegende Warmluftmasse abgehoben wird. In diesem Fall spricht man von einer *okkludierten* („geschlossenen“) *Front (Okklusion)*, die zwei (Kalt)Luftmassen mit unterschiedlichen Eigenschaften trennt.

Als „*maskierte*“ *Kaltfront* bezeichnet man eine Kaltfront oder Okklusion, die zwar in einigen 100 m über Boden eindeutig Kaltfrontcharakter hat, am Boden jedoch auf eine kältere Luftmasse trifft und hier Warmfrontcharakter besitzt. Maskierte Kaltfronten gleiten häufig bei winterlichen Inversionslagen auf bodennahe Kaltluftschichten auf und verschärfen dabei die flacher werdende Inversion, ehe die bodennahe Kaltluft verdrängt wird.

Als „Frontalzone“ werden Fronten bezeichnet, die stationär sind (also keinen eindeutigen Warm- oder Kaltfrontcharakter besitzen), auf verschiedenen Abschnitten ihrer Länge aufgrund unterschiedlicher Bewegungsrichtung teilweise Warm- und Kaltfrontcharakter aufweisen, oder Situationen, in denen mehrere Fronten dicht hintereinander auftreten.



## 5 DIE IMMISSIONSSITUATION IN ÖSTERREICH 2004

Der folgende Abschnitt wurde aus dem Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2004 (SPANGL 2005) übernommen und gibt eine Zusammenfassung der Belastungssituation durch NO<sub>2</sub> in Österreich im Jahr 2004.

### 5.1 Überschreitung der Grenzwerte gemäß IG-L

Die Grenzwerte des IG-L für NO<sub>2</sub> wurden 2004 an den in Tabelle 14 angeführten Messstellen überschritten.

Der Grenzwert für NO<sub>2</sub> gemäß IG-L Anlage 1 – 200 µg/m<sup>3</sup> als Halbstundenmittelwert – wurde 2004 an den Messstellen St. Veit a. d. G., Steyr, Linz Römerberg, Hallein Hagerkreuzung, Vomp A12, Innsbruck Zentrum, Innsbruck Reichenau, Imst-Imsterau, Lustenau Zollamt und Wien Hietzinger Kai überschritten. Die meisten Überschreitungen (53 HMW > 200 µg/m<sup>3</sup>) wurden in **Imst-Imsterau** registriert, gefolgt von Wien Hietzinger Kai.

Überschreitungen der Summe aus Grenzwert (Jahresmittelwert 30 µg/m<sup>3</sup>) und Toleranzmarge (15 µg/m<sup>3</sup>) – d. h. 45 µg/m<sup>3</sup> als Jahresmittelwert – sind in Tabelle 14 fett angegeben. Die Summe aus Grenzwert und Toleranzmarge wurde im Jahr 2004 an den Messstellen Enns Kristein A1, Linz Römerberg, Hallein A10, Hallein Hagerkreuzung, Salzburg Rudolfsplatz, Graz Don Bosco, Gärberbach, Innsbruck Zentrum, Vomp a. d. L., Vomp A12, Feldkirch und Wien Hietzinger Kai überschritten.

Der als Jahresmittelwert definierte Grenzwert von 30 µg/m<sup>3</sup> wurde an den IG-L-Messstellen Klagenfurt Koschatstraße, Klagenfurt Völkermarkterstraße, St. Veit a.d.G., Villach, St. Pölten Europaplatz, Enns Kristein A1, Weibern A8, Linz 24er Turm, Linz Neue Welt, Linz ORF-Zentrum, Linz Römerberg, Linz Urfahr, Hallein A10, Hallein Hagerkreuzung, Salzburg Lehen, Salzburg Mirabellplatz, Salzburg Rudolfsplatz, Zederhaus, Leoben Göss, Graz Don Bosco, Graz Mitte, Graz Süd, Gärberbach, Hall i.T., Imst-Imsterau, Innsbruck Reichenau, Innsbruck Zentrum, Lienz, Vomp a. d. L., Vomp A12, Wörgl, Dornbirn, Feldkirch, Höchst, Lustenau Zollamt, sowie an den Wiener Messstellen Floridsdorf, Gaudenzdorf, Hietzinger Kai, Liesing, Rinnböckstraße, Taborstraße und Währinger Gürtel überschritten.

Der höchste Jahresmittelwert wurde mit 68 µg/m<sup>3</sup> in Wien Hietzinger Kai beobachtet, gefolgt von Vomp A12 (66 µg/m<sup>3</sup>), Salzburg Rudolfsplatz (58 µg/m<sup>3</sup>) und Hallein A10 (57 µg/m<sup>3</sup>).

Betroffen von Überschreitungen der Summe aus Grenzwert und Toleranzmarge sind somit vorwiegend

- I verkehrsnahe Standorte in größeren Städten (Wien, Graz, Salzburg, Linz, Innsbruck),
- I verkehrsnahe Standorte in Mittelstädten (Hallein, Feldkirch),
- I autobahnahe Standorte außerorts sowohl inneralpin (A12, A13, A10) als auch außerhalb (A1).



Tabelle 14: Überschreitungen der Grenzwerte für NO<sub>2</sub> im Jahr 2004. Überschreitungen der Summe aus Grenzwert und Toleranzmarge für den Jahresmittelwert sind fett.

Gebiet	Messstelle	Max. HMW (µg/m <sup>3</sup> )	HMW > 200 (µg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> JMW (µg/m <sup>3</sup> )
Kärnten	Klagenfurt Koschatstrasse	175	0	32
Kärnten	Klagenfurt Völkermarkter Str.	194	0	44
Kärnten	St. Veit a.d.Glan Oktoberplatz	244	1	34
Kärnten	Villach Tirolerbrücke	151	0	32
NÖ	St. Pölten Europaplatz	163	0	38
OÖ	Enns Kristein A1	190	0	<b>52</b>
OÖ	Steyr	253	1	20
OÖ	Weibern A8	143	0	37
BR Linz	Linz 24er Turm	183	0	34
BR Linz	Linz Neue Welt	147	0	33
BR Linz	Linz ORF-Zentrum	142	0	31
BR Linz	Linz Römerbergtunnel	208	2	<b>49</b>
BR Linz	Linz Urfahr	140	0	33
Salzburg	Hallein Autobahn A10	189	0	<b>57</b>
Salzburg	Hallein Hagerkreuzung	203	1	<b>53</b>
Salzburg	Salzburg Lehen	136	0	32
Salzburg	Salzburg Mirabellplatz	193	0	34
Salzburg	Salzburg Rudolfsplatz	189	0	<b>58</b>
Salzburg	Zederhaus	159	0	34
Steiermark	Leoben Göss	119	0	31
BR Graz	Graz Don Bosco	184	0	<b>50</b>
BR Graz	Graz Mitte	195	0	39
BR Graz	Graz Süd Tiergartenweg	159	0	37
Tirol	Gärberbach	171	0	<b>48</b>
Tirol	Hall i.T. Münzergasse	187	0	44
Tirol	Imst - Imsterau	260	53	39
Tirol	Innsbruck Reichenau	222	1	41
Tirol	Innsbruck Zentrum	210	1	<b>47</b>
Tirol	Lienz Amlacherkreuzung	194	0	38
Tirol	Vomp - An der Leiten	167	0	<b>49</b>
Tirol	Vomp A12	257	3	<b>66</b>
Tirol	Wörgl Stelzhamerstraße	152	0	33
Vorarlberg	Dornbirn Stadtstraße	175	0	35
Vorarlberg	Feldkirch Bärenkreuzung	188	0	<b>53</b>
Vorarlberg	Höchst Gemeindeamt	146	0	38
Vorarlberg	Lustenau Zollamt	215	1	44
Wien	Belgradplatz	150	0	33
Wien	Floridsdorf	150	0	32
Wien	Gaudenzdorf	168	0	33
Wien	Hietzinger Kai	241	22	<b>68</b>
Wien	Laaer Berg	160	0	31
Wien	Rinnböckstraße	163	0	43
Wien	Taborstrasse	163	0	41
Wien	Währinger Gürtel	146	0	31

Abbildung 12 gibt die maximalen Halbstundenmittelwerte der NO<sub>2</sub>-Konzentration an den österreichischen Messstellen im Jahr 2004 an, Abbildung 13 die Jahresmittelwerte.

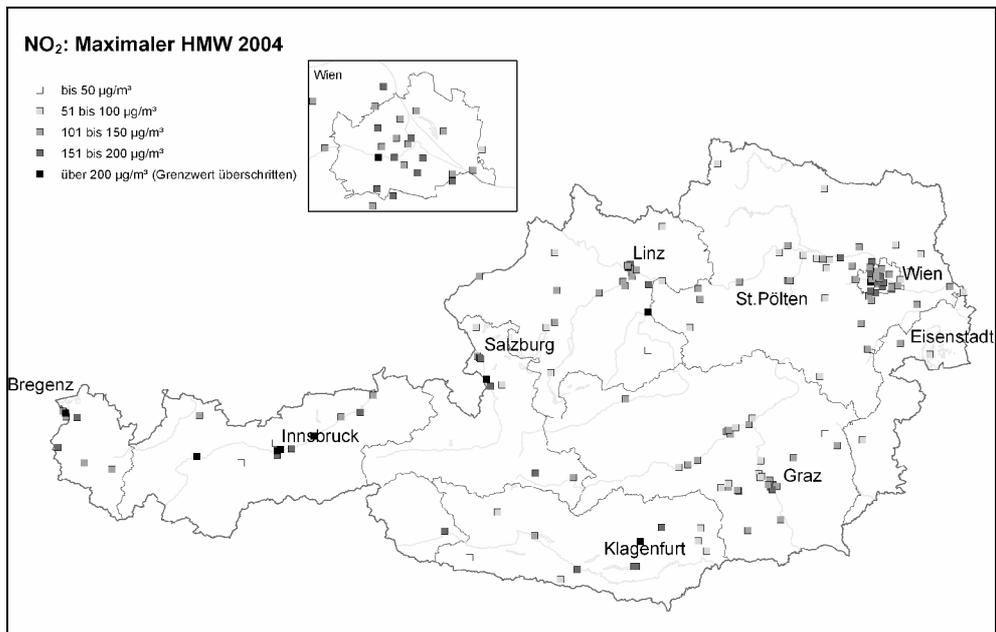


Abbildung 12: Maximale Halbstundenmittelwerte der NO<sub>2</sub>-Konzentration, 2004.

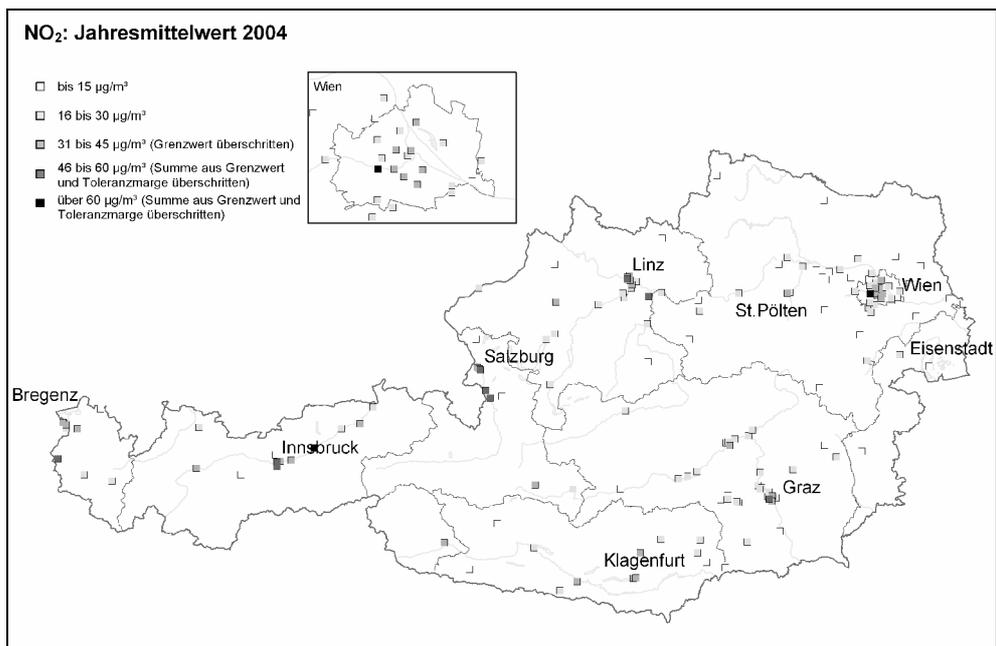


Abbildung 13: Jahresmittelwerte der NO<sub>2</sub>-Belastung, 2004. Der Grenzwert beträgt 30 µg/m<sup>3</sup>, die Summe aus Grenzwert und Toleranzmarge im Jahr 2004 45 µg/m<sup>3</sup>.



## 5.2 Überschreitung des Zielwertes gemäß IG-L

Die Überschreitungen des Zielwertes gemäß IG-L (80 µg/m<sup>3</sup> als Tagesmittelwert) im Jahr 2004 sind in Tabelle 15 angegeben. Der höchste Tagesmittelwert wurde mit 140 µg/m<sup>3</sup> an der Messstelle Wien Hietzinger Kai gemessen. Die meisten Tagesmittelwerte über 80 µg/m<sup>3</sup> wurden in Wien Hietzinger Kai registriert (119 Tage), gefolgt von Vomp A12 (67 Tage), Salzburg Rudolfsplatz (32 Tage) und Graz Don Bosco (25 Tage).

Tabelle 15: Überschreitungen des Zielwertes gemäß IG-L (80 µg/m<sup>3</sup> als Tagesmittelwert), 2004.

Gebiet	Messstelle	max. TMW (µg/m <sup>3</sup> )	TMW>80 (µg/m <sup>3</sup> )
Kärnten	Klagenfurt Koschatstrasse	102	5
K	Klagenfurt Völkermarkter Str.	114	7
K	Villach Tirolerbrücke	82	1
N	Schwechat	83	2
N	Vösendorf	84	1
O	Enns Kristein A1	101	11
O	Wels Linzerstraße	83	1
O-L	Linz 24er Turm	85	3
O-L	Linz ORF-Zentrum	86	2
O-L	Linz Römerbergtunnel	96	5
O-L	Linz Urfahr	86	3
S	Hallein Autobahn A10	107	23
S	Hallein Hagerkreuzung	105	19
S	Salzburg Rudolfsplatz	105	32
S	Zederhaus	89	5
St-G	Graz Don Bosco	121	25
St-G	Graz Mitte	111	3
St-G	Graz Nord	82	1
St-G	Graz Ost	81	1
St-G	Graz Süd Tiergartenweg	108	7
St-G	Graz West	90	2
T	Gärberbach	90	4
T	Hall i.T. Münzergasse	108	16
T	Heiterwang - B179	91	2
T	Imst - Imsterau	118	14
T	Innsbruck Reichenau	123	20
T	Innsbruck Zentrum	106	22
T	Kufstein Praxmarerstraße	86	3
T	Lienz Amlacherkreuzung	86	2
T	Vomp - An der Leiten	111	19
T	Vomp A12	130	67
T	Wörgl Stelzhamerstraße	100	4
V	Bludenz Herrengasse	82	1
V	Feldkirch Bärenkreuzung	101	14
V	Lustenau Zollamt	92	6
V	Wald am Arlberg	85	1
W	Belgradplatz	102	1
W	Gaudenzdorf	104	1
W	Hietzinger Kai	140	119
W	Hohe Warte (ZAMG)	82	1



Gebiet	Messstelle	max. TMW (µg/m <sup>3</sup> )	TMW>80 (µg/m <sup>3</sup> )
W	Kendlerstraße	87	1
W	Liesing	82	3
W	Rinnböckstraße	106	6
W	Stephansplatz	87	1
W	Taborstrasse	108	5
W	Währinger Gürtel	95	1

### 5.3 Überschreitungen der Grenzwerte der RL 1999/30/EG

Der als Einstundenmittelwert definierte Grenzwert der RL 1999/30/EG zum Schutz der menschlichen Gesundheit für NO<sub>2</sub>, 200 µg/m<sup>3</sup>, wobei bis zu 18 Überschreitungen pro Jahr erlaubt sind, wurde 2004 an der Messstelle **Imst-Imsterau** 23 mal überschritten. An der Messstelle Wien Hietzinger Kai wurden 8, in Vomp A12 ein MW1 über 200 µg/m<sup>3</sup> registriert.

Die Summe aus Grenzwert und Toleranzmarge (mehr als 18 Einstundenmittelwerte über 260 µg/m<sup>3</sup>) wurde im Jahr 2004 an allen Messstellen eingehalten.

Der als Jahresmittelwert definierte Grenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit für NO<sub>2</sub>, 40 µg/m<sup>3</sup>, wurde im Jahr 2004 an den 18 in Tabelle 16 angeführten Messstellen überschritten.

Die Summe aus Grenzwert und Toleranzmarge (52 µg/m<sup>3</sup> als Jahresmittelwert) wurde 2004 an den Messstellen Hallein A10 Tauernautobahn, Hallein Hagerkreuzung, Salzburg Rudolfsplatz, Vomp A12, Feldkirch und Wien Hietzinger Kai überschritten (in Tabelle 16 fett).


 Tabelle 16: Überschreitungen des NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwertes von 40 µg/m<sup>3</sup>, 2004.

Gebiet	Messstelle	JMW (µg/m <sup>3</sup> )
Kärnten	Klagenfurt Völkermarkter Str.	44
OÖ	Enns Kristein A1	52
BR Linz	Linz Römerbergtunnel	49
Salzburg	<b>Hallein A10</b>	<b>57</b>
Salzburg	<b>Hallein Hagerkreuzung</b>	<b>53</b>
Salzburg	<b>Salzburg Rudolfsplatz</b>	<b>58</b>
BR Graz	Graz Don Bosco	50
Tirol	Gärberbach	48
Tirol	Hall i.T. Münzergasse	44
Tirol	Innsbruck Reichenau	41
Tirol	Innsbruck Zentrum	47
Tirol	Vomp - An der Leiten	49
Tirol	<b>Vomp A12</b>	<b>66</b>
Vorarlberg	<b>Feldkirch Bärenkreuzung</b>	<b>53</b>
Vorarlberg	Lustenau Zollamt	44
Wien	<b>Hietzinger Kai</b>	<b>68</b>
Wien	Rinnböckstraße	43
Wien	Taborstraße	41

Der Grenzwert zum Schutz der Vegetation für NO<sub>x</sub> – 30 µg/m<sup>3</sup> – wurde im Jahr 2004 an der Messstelle Kramsach überschritten, an den anderen zur Überwachung der Einhaltung dieses Grenzwertes betriebenen Messstellen eingehalten.

## 6 DIE NO<sub>2</sub>-BELASTUNG IN IMST-IMSTERAU

### 6.1 Die NO<sub>2</sub>-Belastung in Imst-Imsterau im Vergleich der Nordtiroler Messstellen

Die mittlere NO<sub>2</sub>-Belastung an der Messstelle Imst-Imsterau liegt, wie auch Tabelle 14 zeigt, (mit einem Jahresmittelwert von 39 µg/m<sup>3</sup> im Jahr 2004) im Mittelfeld der Tiroler Messstellen. Sowohl die Messstellen in Innsbruck als auch die autobahnnahen Messstellen in Vomp, Gärberbach und Hall i. T. weisen durchwegs höhere mittlere NO<sub>2</sub>-Konzentrationen auf.

Auch bei den maximalen Tagesmittelwerten (siehe Tabelle 15) liegt Imst-Imsterau im Mittelfeld. Dies bedeutet, dass hohe Halbstundenmittelwerte ein relativ „seltenes“ Phänomen während einer kurzen Zeitspanne im Winter sind (die Häufigkeitsverteilung der NO<sub>2</sub>-Halbstundenmittelwerte in Imst-Imsterau weist eine stärkere Schiefe auf als an den anderen Tiroler Messstellen). Wie in Kapitel 6.9 näher diskutiert, sind sehr wahrscheinlich topographisch bedingt sehr ungünstige Ausbreitungsbedingungen im Hochwinter (starke Abschattung, keine Inversionsauflösung) für die hohen NO<sub>2</sub>-Spitzen verantwortlich.

Wie die Monatsmittelwerte (Abbildung 14) zeigen, weisen alle Nordtiroler Messstellen ausgeprägte Jahresgänge mit erhöhten NO<sub>2</sub>-Konzentrationen im Winter auf, die durch das Zusammenspiel von jahreszeitlich variierenden Emissionen und den Ausbreitungsbedingungen bedingt sind, wobei die unterschiedliche Geschwindigkeit der Umwandlung von NO in NO<sub>2</sub> v. a. an den autobahnnahen Messstellen mit eine Rolle spielt. Allerdings ist selbst in Vomp A12 die NO<sub>2</sub>-Konzentration im Winter höher als im Sommer, d. h. die langsamere Schadstoffverdünnung im Winter übt einen stärkeren Einfluss auf die lokale NO<sub>2</sub>-Konzentration auf als die im Winter geringere Oxidation von NO zu NO<sub>2</sub>.

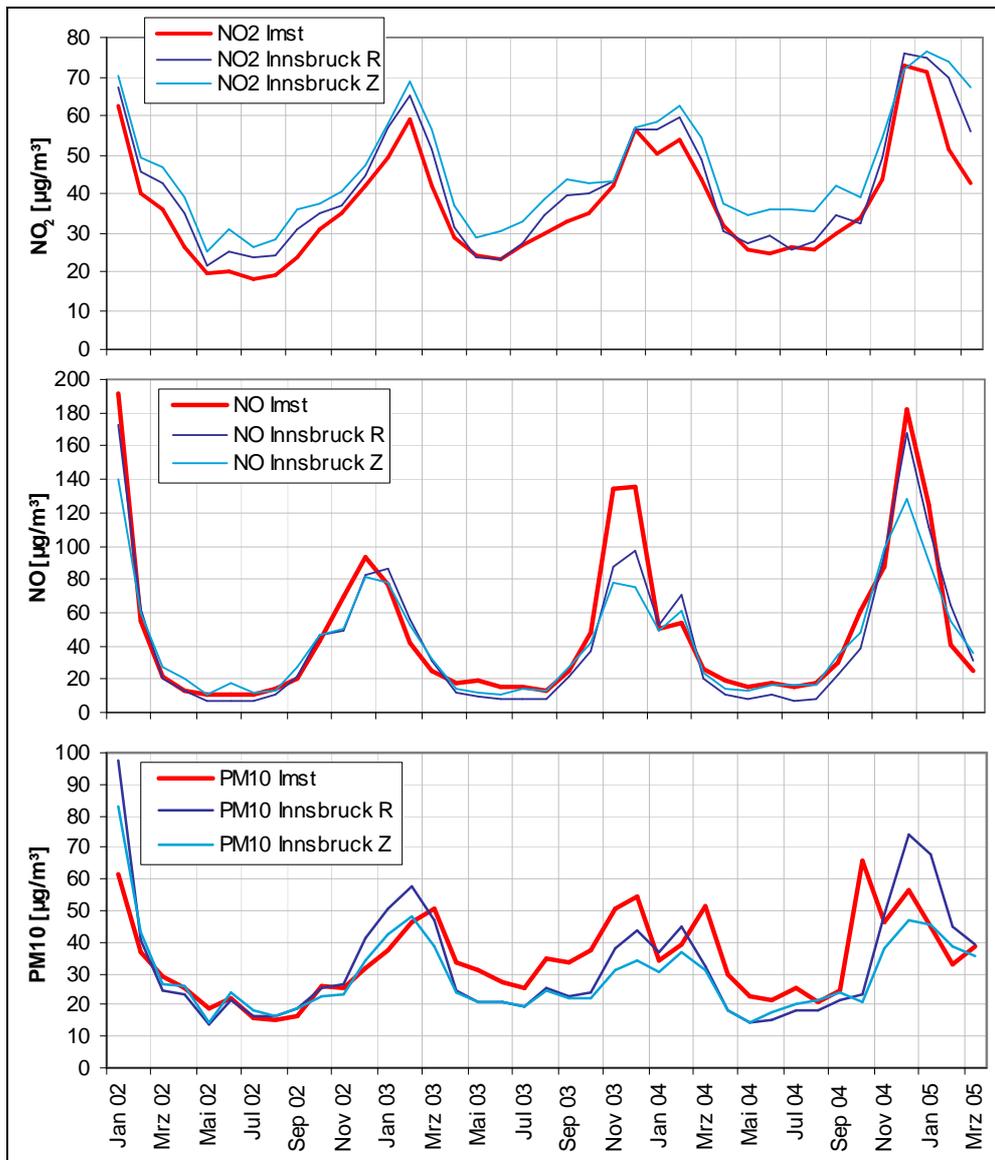


Abbildung 14: Monatsmittelwerte der Konzentration von NO<sub>2</sub>, NO und PM10 in Imst–Imsterau, Innsbruck Reichenau und Innsbruck Zentrum, 2002 bis 2004.

Im Monat November und vor allem im Dezember der Jahre 2003 und 2004 weist Imst–Imsterau in Relation zu den anderen Nordtiroler Messstellen eine höhere NO<sub>x</sub>-Belastung auf als in den anderen Monaten, wobei der Unterschied im Dezember 2004 besonders ausgeprägt war. In diesem Monat wurde in Imst–Imsterau nach Vomp A12 und Innsbruck Reichenau der dritthöchste Monatsmittelwert der Tiroler Messstellen registriert; in diesem Monat traten auch alle Grenzwertüberschreitungen (HMW über 200 µg/m<sup>3</sup>) des Jahres 2004 auf.

Festzustellen ist zudem, dass der zeitliche Verlauf der mittleren NO<sub>2</sub>-Konzentration in Imst–Imsterau mit jenem der autobahnnahen Messstellen wenig Übereinstimmung zeigt, sondern im Sommer vergleichsweise niedrig bleibt.

Die NO<sub>2</sub>-Konzentration nahm zwischen 2002 und 2004 an allen Tiroler Messstellen außer Heiterwang zu.



Die Grenzwertüberschreitungen in Imst-Imsterau wurden im Hochwinter beobachtet, sodass in Tabelle 17 die Veränderung der mittleren NO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Konzentration an den Tiroler Messstellen über den Zeitraum Dezember bis Februar ausgewertet wird. Tabelle 17 gibt die Veränderung dieser Hochwinter-Mittelwerte von Dez. 2002/Febr. 2003 bis Dez. 2004/Febr. 2005 an.

Die stärksten Zunahmen der NO<sub>2</sub>-Konzentration wurden mit ca. 30 % in Gärberbach, Imst-Imsterau, beiden Innsbrucker Messstellen und Lienz beobachtet, sehr geringe Zunahmen an den emittententfernten Messstellen Kramsach und Nordkette, eine Abnahme um -13 % in Heiterwang. Die mittlere NO<sub>x</sub>-Konzentration stieg an mehreren Messstellen stärker, aber wesentlich uneinheitlicher an, in Imst-Imsterau um 53 %, in Innsbruck Reichenau um 46 %, in Innsbruck Zentrum dagegen nur um 29 %.

Wie weit die unterschiedlichen Trends der NO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Belastung mit einer veränderten Oxidationskapazität der Atmosphäre oder mit einem veränderten NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-Verhältnis der Emissionen zusammen hängen, lässt sich schwer feststellen. V. a. in Gärberbach und Lienz stieg die NO<sub>2</sub>-Konzentration deutlich stärker als die NO<sub>x</sub>-Konzentration, in Innsbruck Reichenau und Heiterwang wesentlich weniger.

Die mittlere Ozonkonzentration veränderte sich im betrachteten Zeitraum an den hochalpinen Hintergrundmessstellen nicht (zwischen -1 % und +4 %), sie stieg in Innsbruck Reichenau um 14 %, in Kramsach sowie in Lienz jeweils um 35 %.

*Tabelle 17: Veränderung der mittleren NO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Konzentration von Dez.02/Febr.03 bis Dez.04/Febr.05, Prozent.*

Messstelle	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>
Gärberbach	32 %	14 %
Hall	29 %	38 %
Heiterwang	-13 %	4 %
Imst-Imsterau	30 %	53 %
Innsbruck Reichenau	33 %	46 %
Innsbruck Zentrum	28 %	29 %
Kramsach	5 %	10 %
Lienz	31 %	21 %
Nordkette	5 %	8 %
Vomp a.d.L.	23 %	31 %
Vomp A12	25 %	25 %
Wörgl	12 %	15 %

Stellt man diese Trends mit der Entwicklung des Verkehrsaufkommens auf der A12 bei Imst in Relation, so ist die Zunahme der NO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Belastung in Imst-Imsterau wesentlich stärker ausgefallen als jene des DTV auf der A12 mit +15 % (Quelle: automatische Zählstelle Imst der ASFiNAG, [www.asfinag.at](http://www.asfinag.at), Dez.-Febr. 02/03 bis Dez.-Febr. 04/05, DTV Dienstag bis Donnerstag). Die starke Zunahme der mittleren NO<sub>x</sub>-Konzentration in Imst-Imsterau ist damit nur zu einem kleinen Teil auf das Anwachsen des Verkehrs auf der A12 zurückzuführen – in erster Linie kommt ein starkes Verkehrswachstum auf der Imsterbergstraße in Frage.



Nachdem für die Untersuchung der Grenzwertüberschreitungen in Imst-Imsterau die maximalen Halbstundenmittelwerte im Winter von speziellem Interesse sind, werden in Tabelle 18 die maximalen HMW der NO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Konzentration, gemittelt jeweils über den Zeitraum Dezember bis Februar (Hochwinter), ausgewertet. Tabelle 18 zeigt die Veränderung der mittleren NO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Spitzenbelastung vom Hochwinter 2002/03 zum Hochwinter 2004/05.

*Tabelle 18: Veränderung der täglichen maximalen Halbstundenmittelwerte der NO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Konzentration von Dez.02/Feb.03 bis Dez.04/Feb.05, Prozent.*

Messstelle	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>
Gärberbach	+39 %	+20 %
Hall i.T.	+38 %	+34 %
Heiterwang	-7 %	+2 %
Imst-Imsterau	+45 %	+53 %
Innsbruck Reichenau	+41 %	+42 %
Innsbruck Zentrum	+34 %	+30 %
Kramsach	+13 %	+5 %
Lienz	+39 %	+22 %
Nordkette	+3 %	+9 %
Vomp a.d.L.	+30 %	+22 %
Vomp Raststätte A12	+29 %	+20 %
Wörgl	+20 %	+12 %

Damit weist die NO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Spitzenbelastung in Imst-Imsterau einen sehr ähnlichen Trend auf wie die Mittelwerte (Tabelle 17). Die NO<sub>x</sub>-Spitzenwerte stiegen in Innsbruck und Lienz ähnlich wie die Mittelwerte, in Vomp weniger stark.

Die NO<sub>2</sub>-Spitzen stiegen an den meisten Messstellen stärker als die NO<sub>x</sub>-Spitzen (nicht aber in Imst). Dies dürfte allerdings nicht notwendiger Weise auf eine Zunahme der Oxidationsfähigkeit der Atmosphäre zurückgehen da die NO<sub>2</sub>-Spitzen im Winter praktisch immer zu Zeiten sehr niedriger Ozonkonzentration auftreten. Ungünstige Ausbreitungsbedingungen dürften eine stärkere Rolle für hohe NO<sub>2</sub>-Spitzen als die Geschwindigkeit der NO-NO<sub>2</sub>-Umwandlung spielen.

Unter den Tiroler Messstellen stieg zwischen dem Hochwinter 2002/03 und 2004/05 die NO<sub>2</sub>- wie die NO<sub>x</sub>-Spitzenbelastung in Imst-Imsterau am stärksten an – +45 % bei NO<sub>2</sub> bzw. +53 % bei NO<sub>x</sub> –, gefolgt von Innsbruck Reichenau, Lienz, Hall i. T. und Innsbruck Zentrum.

Niedrig belastete Messstellen wie Nordkette und Kramsach wiesen vergleichsweise sehr geringe Steigerungen der hochwinterlichen Spitzen auf. Dies bedeutet, dass für die starken Steigerungen der NO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Spitzenbelastung in Imst-Imsterau, Innsbruck, Lienz und Hall in erster Linie lokale Emissionen verantwortlich sind.

Die vergleichsweise moderate Zunahme der hochwinterlichen NO<sub>x</sub>-Spitzen in Vomp A12 und Gärberbach A13 (je +20 %) verglichen mit 53 % in Imst-Imsterau und 42 % in Innsbruck Reichenau zeigt, dass die NO<sub>x</sub>-Emissionen auf der Inntal-Brenner-Transitroute vergleichsweise weniger stark zugenommen haben als im niederrangigen Straßennetz.

Zur Veranschaulichung dieser Entwicklung wird in Abbildung 15 der gleitende 30-Tage-Mittelwert (das gleitende Mittel wird dargestellt, um den Verlauf zu glätten und damit anschaulicher zu machen) der maximalen Halbstundenmittelwerte des Tages der Messstellen

Imst-Imsterau, Innsbruck Reichenau und Vomp A12 dargestellt. Deutlich zu sehen ist der Anstieg an diesen drei Messstellen im Winter 2004/05 gegenüber den vorangegangenen Wintern, der an der Messstelle Imst-Imsterau besonders ausgeprägt ist.

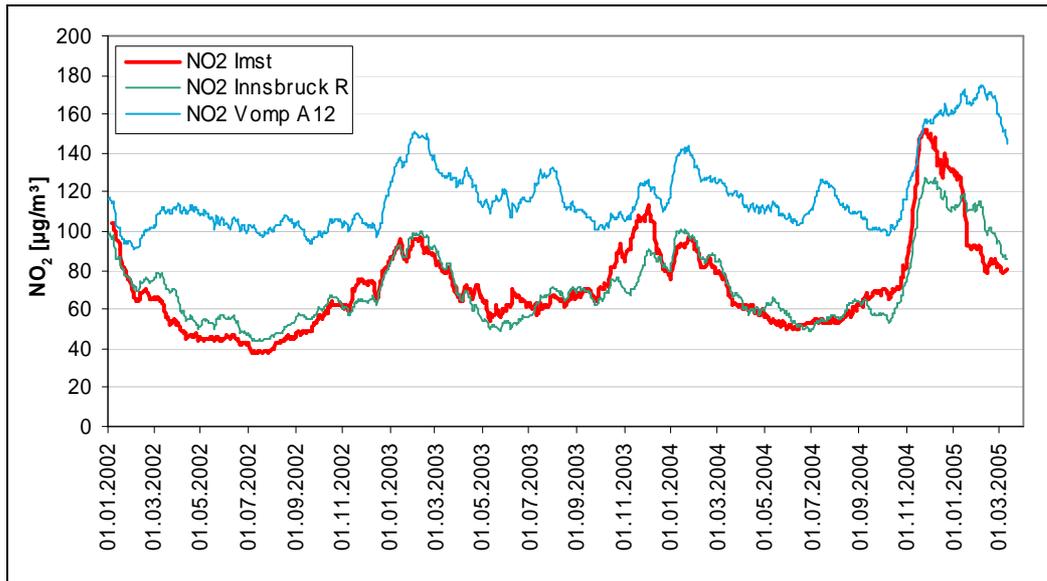


Abbildung 15: Gleitender 30-Tage Mittelwert der maximalen Halbstundenmittelwerte des Tages von NO<sub>2</sub> ausgewählter Messstellen in Nordtirol, Jän. 2002 bis März 2005.

## 6.2 Die Messstellen im Bereich Tschirgant

In Nassereith und Magerbach bei Haiming wurden durch die NUA im Rahmen der UVE für den Tschirgant-Straßentunnel ab Juli 2004 u. a. Immissionsmessungen von NO<sub>x</sub>, TSP, Ozon und CO durchgeführt (siehe Kapitel 2.3).

Die Messstelle Magerbach bei Haiming liegt östlich der Roppener Schlucht am Talboden des Inntals. Die A12 verläuft nördlich oberhalb der Messstelle in einem ca. 160 m langen Tunnel, dessen Portale nordöstlich und südwestlich jeweils ca. 100 m von der Messstelle entfernt sind.

Die Messstelle Nassereith liegt südlich des Ortszentrums, ca. 200 m von der Fernpass-Straße entfernt.

Wie die Monatsmittelwerte der NO- und NO<sub>2</sub>-Konzentration in Abbildung 16 und Tabelle 19 zeigen, weisen beide Messstellen eine deutlich geringere NO- und NO<sub>2</sub>-Belastung auf als Imst-Imsterau. Das NO-NO<sub>2</sub>-Verhältnis ist an beiden Standorten deutlich niedriger als in Imst-Imsterau, da Magerbach und Nassereith von NO-Quellen weiter entfernt sind.

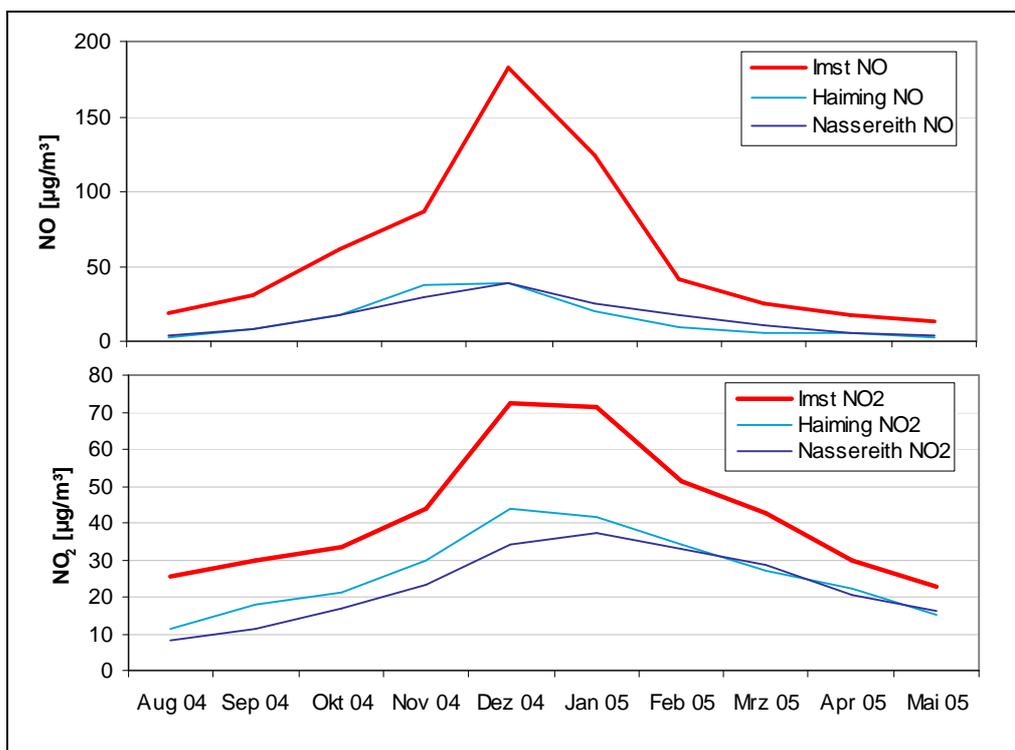


Abbildung 16: Monatsmittelwerte der Konzentration von NO und NO<sub>2</sub> an den Messstellen Imst Imsterau, Haiming und Nassereith, August 2004 – Mai 2005.

Tabelle 19: Monatsmittelwerte der Konzentration von NO und NO<sub>2</sub> an den Messstellen Imst Imsterau, Haiming und Nassereith, August 2004 – Mai 2005, µg/m<sup>3</sup>.

	Imst NO	Imst NO <sub>2</sub>	Haiming NO	Haiming NO <sub>2</sub>	Nassereith NO	Nassereith NO <sub>2</sub>
Aug.04	18	25	3	12	4	8
Sep.04	30	30	8	18	8	11
Okt.04	61	34	17	21	17	17
Nov.04	87	44	37	30	29	23
Dez.04	182	73	39	44	39	34
Jän.05	124	71	19	42	26	37
Feb.05	41	52	10	34	18	33
Mär.05	25	43	5	27	11	29
Apr.05	17	30	5	22	5	20
Mai.05	14	23	3	15	4	16

Weder in Magerbach noch in Nassereith wurde der NO<sub>2</sub>-Grenzwert überschritten, der maximale HMW von NO<sub>2</sub> lag, wie in Tabelle 20 angegeben, knapp über 100 µg/m<sup>3</sup>. Während der Episode Mitte Dezember 2004, in der in Imst–Imsterau die Grenzwertüberschreitungen bei NO<sub>2</sub> beobachtet wurden, betrug der maximale HMW in Magerbach 93 µg/m<sup>3</sup>, in Nassereith 66 µg/m<sup>3</sup>.

Tabelle 20: Maximale Halbstundenmittelwerte von NO und NO<sub>2</sub> an den Messstellen Imst Imsterau, Haiming und Nassereith, µg/m<sup>3</sup>.

Imst NO	Imst NO <sub>2</sub>	Haiming NO	Haiming NO <sub>2</sub>	Nassereith NO	Nassereith NO <sub>2</sub>
1336	286	269	106	201	109

Die in Tabelle 21 zusammen gestellten Korrelationen zwischen den maximalen täglichen HMW der NO- und NO<sub>2</sub>-Konzentration der drei Messstellen zeigen eine nur mäßige Korrelation der NO-Maxima (0,63 bis 0,66) und der NO<sub>2</sub>-Maxima (0,55 bis 0,75) untereinander. Die Tagesmittelwerte (Tabelle 22) korrelieren mit 0,83 bis 0,84 (erwartungsgemäß) höher.

Die niedrige Korrelation der maximalen NO<sub>2</sub>-HMW zwischen Imst-Imsterau und Nassereith von 0,55 zeigt, dass unterschiedliche Einflussfaktoren, sowohl hinsichtlich des zeitlichen Verhaltens der Emissionen wie der meteorologischen Bedingungen, die NO<sub>2</sub>-Belastung dieser beiden Standorte bestimmen. Etwas höher ist die Korrelation zwischen Imst-Imsterau und Haiming, die beide im Inntal (ähnliche meteorologische Verhältnisse) und in der Nähe der A12 liegen.

Die vergleichsweise höhere Korrelation zwischen Haiming und Nassereith deutet aber darauf hin, dass Imst-Imsterau ein spezifisch andersartiges Emissionsgeschehen aufweist als Haiming.

Tabelle 21: Korrelationskoeffizienten der täglichen maximalen HMW der NO- und NO<sub>2</sub>-Konzentration zwischen Imst Imsterau, Magerbach bei Haiming und Nassereith, August 2004 – Mai 2005.

	Imst NO	Imst NO <sub>2</sub>	Haiming NO	Haiming NO <sub>2</sub>	Nassereith NO	Nassereith NO <sub>2</sub>
Imst NO	1,00	0,93	0,63	0,47	0,66	0,33
Imst NO <sub>2</sub>		1,00	0,56	0,65	0,68	0,55
Haiming NO			1,00	0,52	0,66	0,26
Haiming NO <sub>2</sub>				1,00	0,56	0,74
Nassereith NO					1,00	0,51

Tabelle 22: Korrelationskoeffizienten der TMW der NO- und NO<sub>2</sub>-Konzentration zwischen Imst Imsterau, Magerbach bei Haiming und Nassereith, August 2004 – Mai 2005.

	Imst NO	Imst NO <sub>2</sub>	Haiming NO	Haiming NO <sub>2</sub>	Nassereith NO	Nassereith NO <sub>2</sub>
Imst NO	1,00	0,84	0,67	0,61	0,85	0,55
Imst NO <sub>2</sub>		1,00	0,55	0,84	0,79	0,83
Haiming NO			1,00	0,64	0,76	0,44
Haiming NO <sub>2</sub>				1,00	0,67	0,83
Nassereith NO					1,00	0,70



### 6.3 Die Abhängigkeit der Schadstoffbelastung in Imst–Imsterau von der Windrichtung (Schadstoffwindrosen)

Windrosen stellen Häufigkeitsverteilungen der Windrichtung dar, dargestellt in einem Kreisdiagramm. Im vorliegenden Bericht werden Windrichtungshäufigkeiten für Sektoren von 10° angegeben, wobei Fälle mit Windgeschwindigkeiten unter 0,5 m/s gesondert als Kalmen (Windstille) ausgewiesen werden. Wind aus 90° entspricht Ost, 180° Süd, 270° West und 360° Nord.

Schadstoffwindrosen geben für jeden Windrichtungssektor die mittlere Schadstoffkonzentration an. Den Mittelungszeitraum stellt dabei die Gesamtheit jener Fälle dar, in denen der Wind aus dem betreffenden Sektor wehte.

#### 6.3.1 Wind vom Roppener Tunnel

Die Schadstoffwindrosen für PM<sub>10</sub>, NO und NO<sub>2</sub> an der Messstelle Imst–Imsterau mit dem Wind vom Roppener Tunnel sind für den Winter 2002/03 (Okt. 2002 – März 2003) in Abbildung 17, für den Sommer (April – Sept.) 2003 in Abbildung 18 dargestellt.

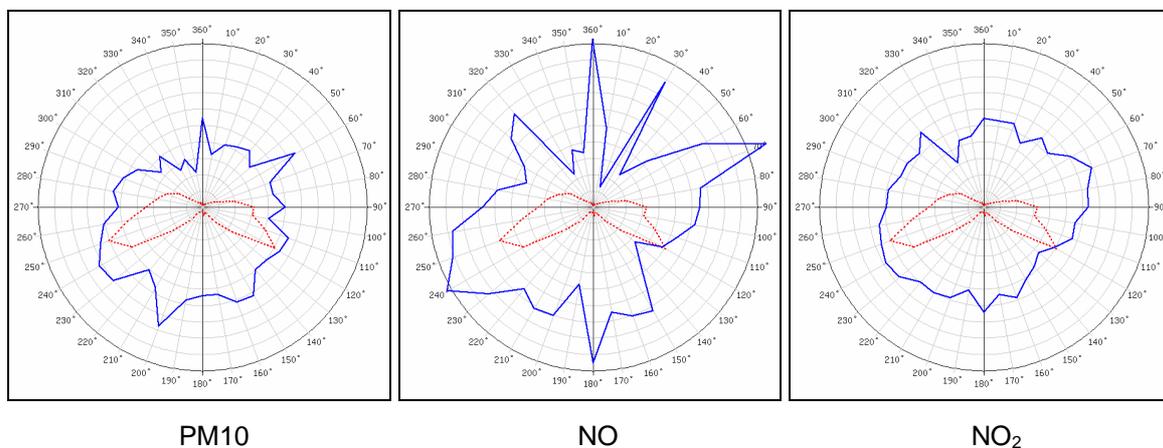


Abbildung 17: Schadstoffwindrosen für PM<sub>10</sub>, NO und NO<sub>2</sub> in Imst–Imsterau, Winter 2002/03. Der Radius der Windrosen entspricht einer Windrichtungshäufigkeit von 20 % (.....) bzw. einem HMW von 80 µg/m<sup>3</sup> (—).

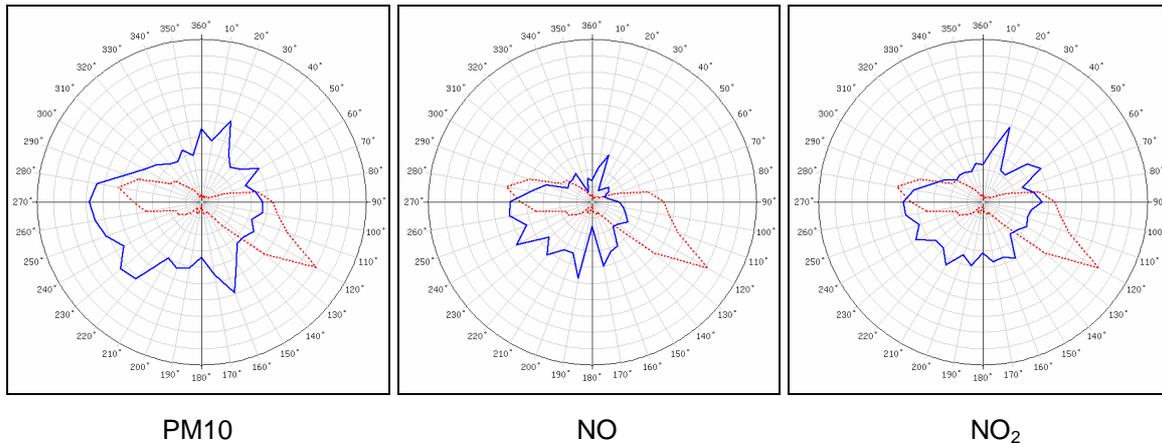


Abbildung 18: Schadstoffwindrosen für PM<sub>10</sub>, NO und NO<sub>2</sub> in Imst-Imsterau, Sommer 2003. Der Radius der Windrosen entspricht einer Windrichtungshäufigkeit von 20 % (-----) bzw. einem HMW von 80 µg/m<sup>3</sup> (—).

Die NO<sub>2</sub>-Konzentration ist im Winter wenig von der Windrichtung abhängig; bei den Hauptwindrichtungen von Osten und Westen ist sie höher (West um 50 µg/m<sup>3</sup>, Ost um 40 µg/m<sup>3</sup>) als bei seltenerem nördlichem oder südlichem Wind, bei Kalmen beträgt sie im Mittel 47 µg/m<sup>3</sup>. Dagegen ist im Sommer Westwind mit einer mittleren NO<sub>2</sub>-Konzentration um 35 µg/m<sup>3</sup> verbunden, Ostwind mit Konzentrationen um 25 µg/m<sup>3</sup>.

Die NO-Konzentration weist einen vergleichsweise starken Jahresgang auf; für die stark erhöhten NO-Konzentrationen im Winter sind langsamere Schadstoffverdünnung und langsamere Oxidation zu NO<sub>2</sub> verantwortlich. Mit ca. 75 µg/m<sup>3</sup> ist die NO-Konzentration im Winter bei Westwind (d. h. tendenziell nachts) ca. doppelt so hoch wie bei Ostwind (40 µg/m<sup>3</sup>), bei Kalme liegt sie im Mittel bei ca. 60 µg/m<sup>3</sup>; auch im Sommer ist die NO-Konzentration bei Westwind mit ca. 35 µg/m<sup>3</sup> mehr als doppelt so hoch wie bei Ostwind (um 15 µg/m<sup>3</sup>).

Die PM<sub>10</sub>-Konzentration weist generell bei (seltenem) Nordwind die niedrigsten Konzentrationen, bei Westwind die höchsten auf, wobei im Winter West- und Südwind vergleichbare Belastungen aufweisen, im Sommer Westwind deutlich höhere. Die Konzentration ist bei Westwind im Winter und im Sommer mit ca. 50 µg/m<sup>3</sup> etwa gleich hoch, bei Ostwind liegt sie im Winter um 40 µg/m<sup>3</sup>, im Sommer um 30 µg/m<sup>3</sup>.

### 6.3.2 Wind von Innsbruck und Landeck

Die Windmessungen in Innsbruck und Landeck decken den Gesamtzeitraum der Jahre 2003 und 2004 ab und erlauben damit eine umfassendere Auswertung. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass diese Messstellen von Imst einige 10 km entfernt sind, sodass bei der Interpretation der Ergebnisse die topographischen Unterschiede zu berücksichtigen sind.

Ausgewertet mit dem Wind von Innsbruck Flughafen für die Jahre 2003 und 2004 (Abbildung 19) zeigt die NO<sub>2</sub>-Konzentration in Imst-Imsterau keine ausgeprägte Windrichtungsabhängigkeit. Kalmen sind mit einer durchschnittlichen NO<sub>2</sub>-Konzentration (37 µg/m<sup>3</sup>) verbunden.

Die Schadstoffwindrose mit dem Wind von Landeck (Abbildung 20) zeigt höhere Konzentrationen bei Süd- und Westwind, d. h. bei Talauswind aus dem oberen Inntal bzw. dem Stanzertal, korrespondierend mit der Auswertung mit dem Wind vom Roppener Tunnel (Abbildung 17), wonach Talauswind mit etwas höheren NO<sub>2</sub>-Belastungen verbunden ist als Taleinwind. Bei Kalme (36 µg/m<sup>3</sup>) ist die NO<sub>2</sub>-Konzentration deutlich geringer als bei Talauswind (40 bis 45 µg/m<sup>3</sup>).

Wesentlich ausgeprägter sind die Unterschiede zwischen Talein- und Talauswind bei NO; Talauswind in Landeck ist mit mittleren NO-Konzentrationen in Imst um 60 µg/m<sup>3</sup> verbunden (und damit wesentlich höher als bei Kalme mit 43 µg/m<sup>3</sup>), Taleinwind mit um 25 µg/m<sup>3</sup>. Bezogen auf Innsbruck Flughafen ist Westwind mit NO-Konzentrationen in Imst–Imsterau um 50 µg/m<sup>3</sup>, Ostwind um 25 µg/m<sup>3</sup> verbunden; Kalmen weisen eine durchschnittliche NO-Konzentration (37 µg/m<sup>3</sup>) auf. Selten auftretende Windrichtungen aus dem Südsektor koinzidieren generell mit höheren NO-Konzentrationen als nördlicher Wind.

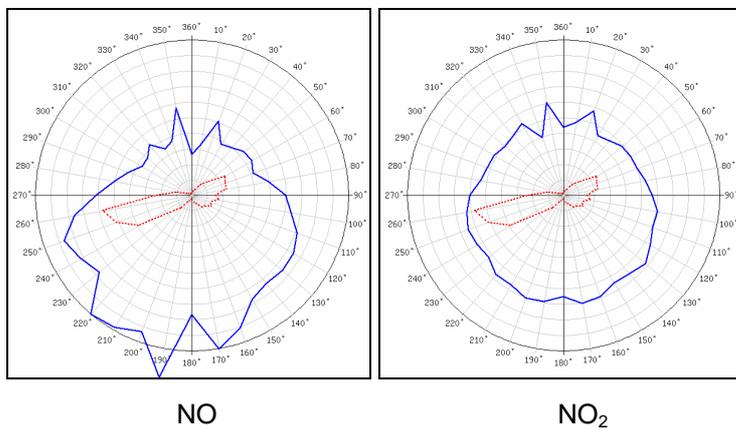


Abbildung 19: Schadstoffwindrosen für NO und NO<sub>2</sub> in Imst–Imsterau, Wind von Innsbruck Flughafen, 2003–2004. Der Radius der Windrosen entspricht einer Windrichtungshäufigkeit von 20 % (.....) bzw. einem HMW von 60 µg/m<sup>3</sup> (——).

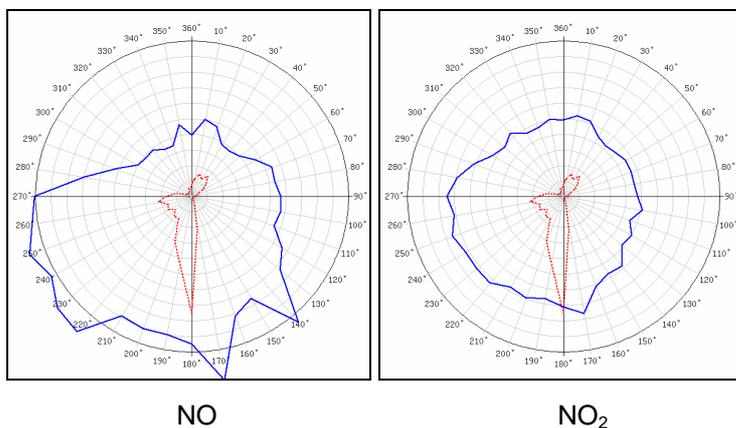


Abbildung 20: Schadstoffwindrosen für NO und NO<sub>2</sub> in Imst–Imsterau, Wind von Landeck, 2003–2004. Der Radius der Windrosen entspricht einer Windrichtungshäufigkeit von 20 % (.....) bzw. einem HMW von 60 µg/m<sup>3</sup> (——).

### 6.3.3 Wind von Haiming

Auch die Auswertung der NO<sub>x</sub>-Daten von Imst-Imsterau mit dem Wind von Haiming (Abbildung 21) zeigt mit um 45 µg/m<sup>3</sup> höhere NO<sub>2</sub>-Konzentrationen bei Talauswind (West-südwestwind) als bei Taleinwind (um 30 µg/m<sup>3</sup> bei Ostnordostwind), wobei die mittlere Konzentration bei Windstille mit 44 µg/m<sup>3</sup> jener bei Talauswind entspricht.

Noch stärker sind die Unterschiede bei NO, West-südwestwind ist mit mittleren Konzentrationen um 70 µg/m<sup>3</sup> verbunden, Ostnordostwind mit um 30 µg/m<sup>3</sup>, Kalme mit 65 µg/m<sup>3</sup>. Seltener Windrichtungen (Südost) weisen noch deutlich höhere mittlere NO-Konzentrationen auf.

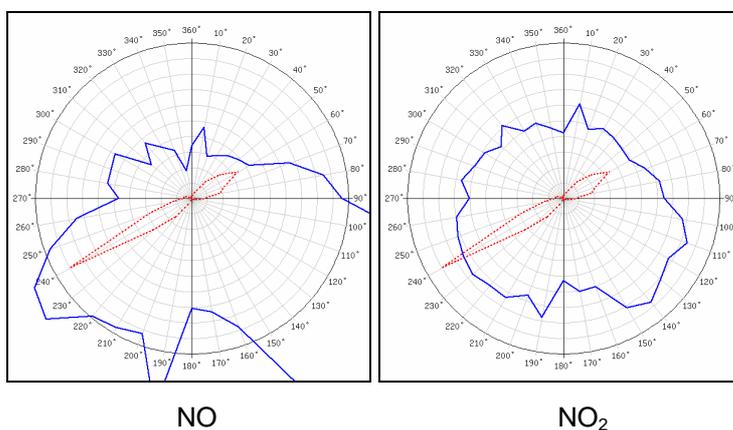


Abbildung 21: Schadstoffwindrosen für NO und NO<sub>2</sub> in Imst-Imsterau, Wind von Magerbach bei Haiming, Juli 2004 bis Juni 2005. Der Radius der Windrosen entspricht einer Windrichtungshäufigkeit von 25 % (-----) bzw. einem HMW von 60 µg/m<sup>3</sup> (—).

Die in Magerbach bei Haiming gemessene NO-Konzentration liegt bei Südwestwind (Talauswind) um 15 µg/m<sup>3</sup>, bei Taleinwind um 9 µg/m<sup>3</sup>, bei Kalme bei 19 µg/m<sup>3</sup>. Seltener südöstlicher Wind ist mit deutlich höheren NO-Konzentrationen (über 20 µg/m<sup>3</sup>) verbunden.

Die NO<sub>2</sub>-Konzentration liegt bei Talauswind um 30 µg/m<sup>3</sup>, bei Taleinwind um 20 µg/m<sup>3</sup>, bei Kalme bei 29 µg/m<sup>3</sup>.

Ein dominierender Einfluss von Emissionen der A12 ist nicht festzustellen; die Autobahn verlässt den Tunnel jeweils ca. 100 m nordöstlich und südwestlich der Messstelle und liegt etwas höher als diese.

### 6.3.4 Wind von Nassereith

Die Auswertung der NO- und NO<sub>2</sub>-Konzentration in Imst-Imsterau mit dem Wind von Nassereith (NUA) (Abbildung 22) zeigt leicht erhöhte NO<sub>2</sub>-Konzentrationen bei Nordwestwind (Talauswind), ansonsten aber keine Abhängigkeit von der Windrichtung, ebenso wenig die Auswertung mit dem Wind von Nassereith Portal Nord. Die Windverhältnisse in Nassereith sind allerdings kaum repräsentativ für das Inntal, in dessen Talwindsystem die Messstelle Imst-Imsterau liegt, sodass die entsprechenden Auswertungen wenig aussagekräftig sind; sie deuten

immerhin darauf hin, dass der (nächtliche) Tal auswind vom Fernpass in Nassereith (NUA) mit erhöhten NO<sub>2</sub>-Konzentrationen koinzidiert.

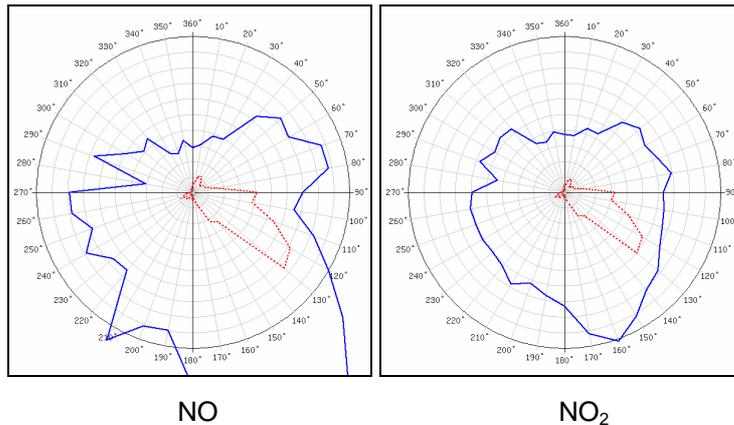


Abbildung 22: Schadstoffwindrosen für NO und NO<sub>2</sub> in Imst–Imsterau, Wind von Nassereith NUA, Juli 2004 bis Juni 2005. Der Radius der Windrosen entspricht einer Windrichtungshäufigkeit von 25 % (.....) bzw. einem HMW von 60 µg/m<sup>3</sup> (—).

## 6.4 Die Abhängigkeit der Schadstoffbelastung von der Windgeschwindigkeit

Aus der Abhängigkeit der Schadstoffkonzentration von der Windgeschwindigkeit lassen sich i. A. folgende Schlüsse ziehen:

- I Tritt die höchste Konzentration im Mittel bei Kalme (Windgeschwindigkeit unter 0,5 m/s) auf und nimmt die Konzentration mit zunehmender Windgeschwindigkeit rasch ab, so ist dies ein starker Hinweis auf einen dominierenden Einfluss nahe gelegener, niedriger Quellen
- I Nimmt die Konzentration mit der Windgeschwindigkeit zu, so ist dies in der Regel ein Hinweis auf (Fern-)Transport von Quellen, deren Emissionen die Messstelle bei niedriger Windgeschwindigkeit nicht erreichen
- I bei TSP, u. U. auch bei PM<sub>10</sub> kann eine Zunahme der Konzentration mit der Windgeschwindigkeit auch ein Hinweis auf einen wesentlichen Beitrag von aufgewirbeltem (Straßen-)Staub oder Winderosion sein, da Aufwirbelung und Abwehung mit der Windgeschwindigkeit zunehmen.

### 6.4.1 Wind vom Roppener Tunnel

Die Abhängigkeit der NO-, NO<sub>2</sub>- und PM<sub>10</sub>-Belastung in Imst–Imsterau von der Windgeschwindigkeit am Roppener Tunnel ist in Abbildung 23 dargestellt.

Im Winter 2002/03 traten die höchsten NO- und NO<sub>2</sub>-Konzentrationen bei Windgeschwindigkeiten bis 1 m/s auf, bei Geschwindigkeiten ab 3 m/s ist die NO<sub>2</sub>-Konzentration ca. 20 % niedriger. Im Sommer nimmt hingegen die NO<sub>2</sub>-Belastung mit zunehmender Windgeschwindigkeit leicht zu.

Daraus lässt sich schließen, dass im Winter lokale NO- und NO<sub>2</sub>-Quellen die Belastungssituation in Imst-Imsterau dominieren, deren Beitrag zur NO<sub>2</sub>-Belastung allerdings nur ca. 20 % gegenüber jenem von großräumigeren NO<sub>x</sub>-Quellen – d. h. im gesamten oberen Inntal – ausmacht. Im Sommer hingegen dominiert NO<sub>x</sub>-Transport gegenüber lokalen Quellen die NO- und NO<sub>2</sub>-Belastung in Imst-Imsterau.

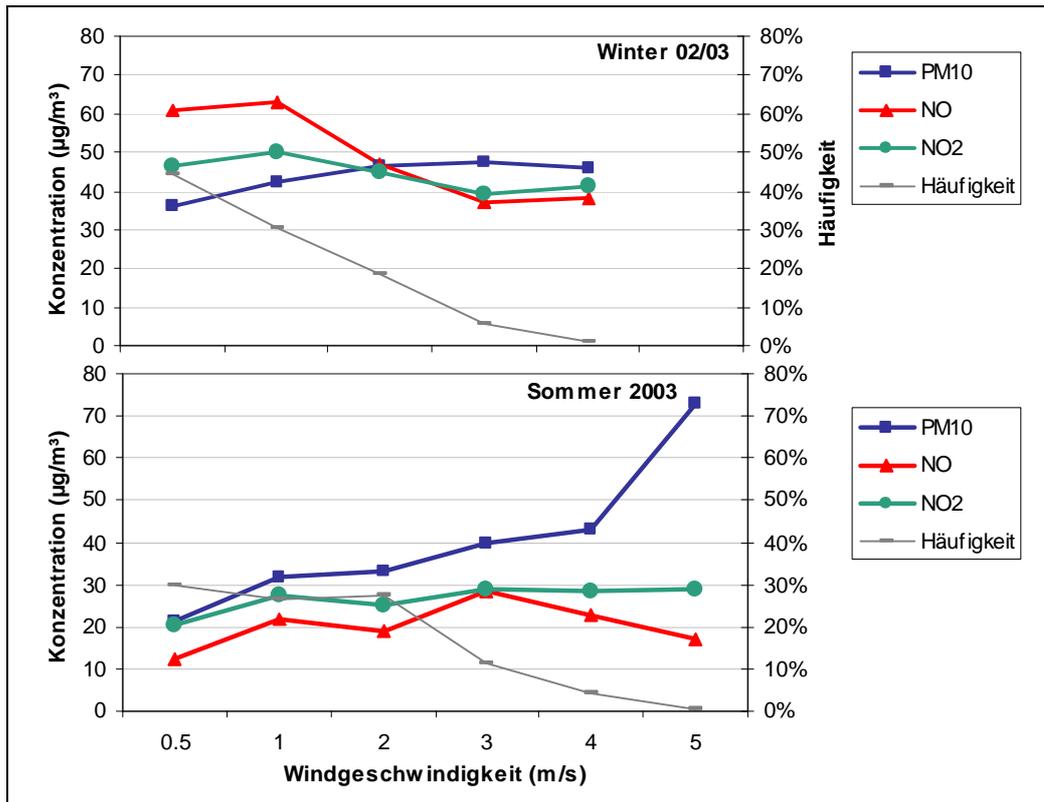


Abbildung 23: Abhängigkeit der NO- und NO<sub>2</sub>- sowie der PM10-Belastung in Imst-Imsterau von der Windgeschwindigkeit am Roppener Tunnel, 2002–2003.

### 6.4.2 Wind in Haiming

Die Abhängigkeit der NO- und NO<sub>2</sub>-Konzentration in Imst-Imsterau, Haiming und Nassereith von der Windgeschwindigkeit in Haiming ist in Abbildung 24 für den Winter 2004/05 dargestellt. Bis zu Windgeschwindigkeiten von 3 m/s hängt die NO- und NO<sub>2</sub>-Konzentration in Imst-Imsterau nicht von der Windgeschwindigkeit in Haiming ab; die NO-Konzentration nimmt bei höheren Windgeschwindigkeiten stark ab, die NO<sub>2</sub>-Konzentration weniger.

In Haiming selbst zeigen die NO- und NO<sub>2</sub>-Konzentrationen eine kontinuierliche Abnahme mit zunehmender Windgeschwindigkeit. In Nassereith ist diese schwächer ausgeprägt, hier nimmt die Konzentration, ähnlich wie in Imst-Imsterau, erst mit Windgeschwindigkeiten über 2 bis 3 m/s ab.

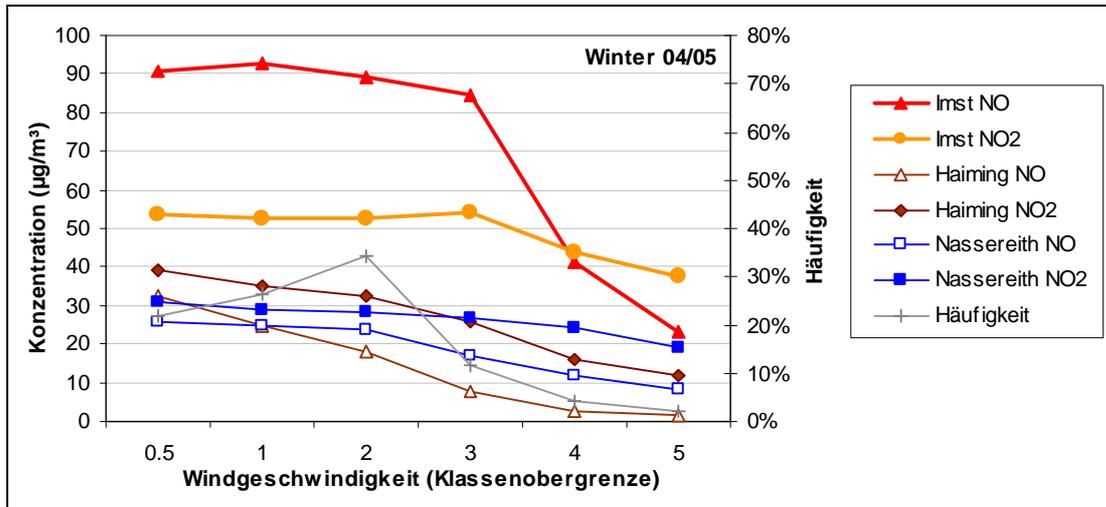


Abbildung 24. Abhängigkeit der NO- und NO<sub>2</sub>-Konzentration in Imst–Imsterau, Haiming und Nassereith von der Windgeschwindigkeit in Magerbach bei Haiming, Winter 2004/05.

Die Unterschiede gegenüber der in Abbildung 23 dargestellten Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit oberhalb des Roppener Tunnels können einerseits im unterschiedlichen Bezugszeitraum (Roppener Tunnel: Winter 2002/03, Haiming: Winter 2004/05) liegen, zum anderen in der unterschiedlichen Lage und Repräsentativität der Windmessungen.

Die Windmessung in Haiming erfolgte auf dem Talboden und damit in ähnlicher Höhenlage wie die Immissionsmessung in Imst–Imsterau, allerdings weiter entfernt als jene am Roppener Tunnel und von Imst durch die Roppener Schlucht getrennt.

Unbestreitbar stieg von 2002 bis 2004 die NO<sub>x</sub>-Belastung in Imst–Imsterau an, sodass auch eine Veränderung des Emissionsgeschehens zu erwarten ist.

Die in Abbildung 24 dargestellte Abhängigkeit der NO<sub>2</sub>-Belastung in Imst–Imsterau von der Windgeschwindigkeit zeigt jedenfalls auch, dass eher lokale Quellen für erhöhte NO<sub>2</sub>-Belastungen verantwortlich sind; da bis 3 m/s die Konzentration kaum mit der Windgeschwindigkeit variiert, ist aber von einem nennenswerten Einfluss von NO- und NO<sub>2</sub>-Transport aus einem weiten Bereich des Inntals auszugehen.

## 6.5 Die Abhängigkeit der Schadstoffbelastung von den Ausbreitungsbedingungen

### 6.5.1 Temperaturgradient

Die Abhängigkeit der NO- und NO<sub>2</sub>-Konzentration an den Messstellen Imst, Haiming und Nassereith vom vertikalen Temperaturgradienten wird anhand der Temperaturdifferenz zwischen den Messstellen des Temperaturprofils Haiming in 670 m und 760 m Höhe (siehe Kapitel 2.3.1 und 4.3.1) sowie anhand der Temperaturdifferenz zwischen der Messstelle Magerbach und dem Temperaturprofilmesspunkt in 760 m Höhe beurteilt.



Die Anhand dieser Temperaturdifferenzen ausgewerteten Häufigkeiten stabiler bzw. labiler Temperaturschichtung werden in Kapitel 4.3.1 dargestellt.

Tabelle 23 gibt die Abhängigkeit der NO- und NO<sub>2</sub>-Konzentration in Imst-Imsterau, Haiming und Nassereith von der Temperaturdifferenz im Temperaturprofil Haiming zwischen 670 m (Talboden) und 760 m für den Zeitraum von 19.11.2004 bis 31.3.2005 an, Tabelle 24 und Abbildung 25 analog für die Temperaturdifferenz zwischen Magerbach bei Haiming und 760 m. Nachdem, wie in Kapitel 4.3.1 diskutiert, Magerbach im Mittel etwas wärmer ist als der Temperaturprofilmesspunkt am Talboden (670 m), reicht die Klasseneinteilung bei der Auswertung des Temperaturprofils ab 670 m bis „>1°C“, während bei der Auswertung unter Einbeziehung von Magerbach eine Klasse „>2°C“ ausgewertet werden kann, nicht aber unter -5°C.

*Tabelle 23: Abhängigkeit der NO- und NO<sub>2</sub>-Belastung in Imst-Imsterau, Haiming und Nassereith von der Temperaturdifferenz zwischen Talboden (670 m) und 760 m im Temperaturprofil Haiming, Winter 2004/05; Angaben der Konzentration in µg/m<sup>3</sup>. Die Temperaturdifferenz-Klassen schließen jeweils die obere Grenze ein.*

Temperaturdifferenz (°C)	Imst NO	Imst NO <sub>2</sub>	Haiming NO	Haiming NO <sub>2</sub>	Nassereith NO	Nassereith NO <sub>2</sub>
bis -5	171	75	28	44	46	43
-5 bis -4	208	86	36	50	45	48
-4 bis -3	145	74	31	48	37	47
-3 bis -2	113	68	27	44	29	40
-2 bis -1	83	59	29	39	22	33
-1 bis 0	60	51	16	33	15	27
0 bis 1	34	40	6	24	10	20
>1	85	52	7	17	14	18

*Tabelle 24: Abhängigkeit der NO- und NO<sub>2</sub>-Belastung in Imst-Imsterau, Haiming und Nassereith von der Temperaturdifferenz zwischen Magerbach und 760 m im Temperaturprofil Haiming, Winter 2004/05; Angaben der Konzentration in µg/m<sup>3</sup>. Die Temperaturdifferenz-Klassen schließen jeweils die obere Grenze ein.*

Temperaturdifferenz (°C)	Imst NO	Imst NO <sub>2</sub>	Haiming NO	Haiming NO <sub>2</sub>	Nassereith NO	Nassereith NO <sub>2</sub>
bis -4	104	65	18	33	25	34
-4 bis -3	119	64	25	40	36	38
-3 bis -2	160	73	32	44	40	41
-2 bis -1	126	68	29	44	31	40
-1 bis 0	79	56	26	39	21	31
0 bis 1	41	44	9	30	11	25
1 bis 2	65	55	6	27	15	27
>2	183	84	8	22	24	38

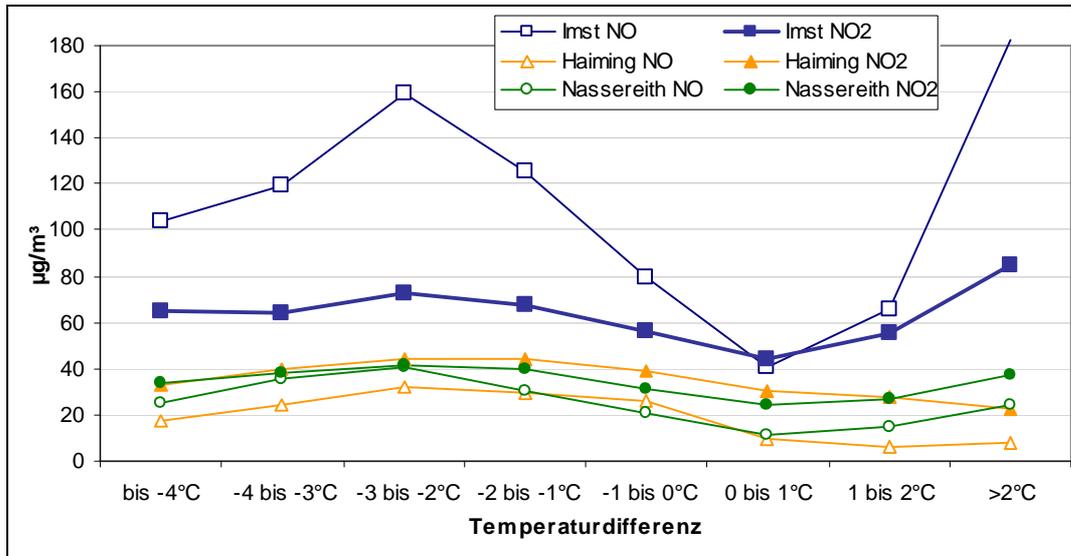


Abbildung 25: Abhängigkeit der NO- und NO<sub>2</sub>-Belastung in Imst–Imsterau, Haiming und Nassereith von der Temperaturdifferenz zwischen Magerbach und 760 m im Temperaturprofil Haiming, Winter 2004/05.

Tendenziell treten bei starken Inversionen wesentlich höhere NO- und NO<sub>2</sub>-Konzentrationen auf als bei leicht stabiler und labiler Schichtung, allerdings ist kein monotoneres Verhalten mit der Temperaturdifferenz festzustellen. Die Auswertung anhand des Temperaturprofils Haiming liefert die höchsten Konzentrationen bei Temperaturdifferenzen zwischen -5 und -4°C, ebenso bei der Auswertung unter Einbeziehung von Magerbach zwischen -3 und -4°C.

Die niedrigsten Konzentrationen treten bei Auswertung anhand des Temperaturprofils Haiming bei Temperaturdifferenzen zwischen 0 und +1°C auf, ebenso bei Verwendung von Magerbach.

Die Auswertung liefert für Temperaturdifferenzen über +1°C – d. h. labile Schichtung – relativ hohe NO- und NO<sub>2</sub>-Konzentrationen. Diese Fälle liegen zu einem guten Teil im Dezember 2004 und umfassen extrem hohe Konzentrationen (über 100 µg/m<sup>3</sup>); es handelt sich dabei um Situationen, in denen der Talboden besonnt war, nicht aber die Temperaturprofilmessstellen am nordwest-exponierten Hang an der südlichen Talseite, wodurch die Temperaturdifferenzen lokal stark verfälscht werden und nicht wirklich aussagekräftig sind.

Insgesamt zeigen die NO- und NO<sub>2</sub>-Konzentrationen an allen drei Messstellen aber deutliche Abhängigkeiten vom Temperaturgradienten und damit den dominierenden Einfluss von bodennaher Schadstoffanreicherung bei ungünstigen Ausbreitungsbedingungen.

## 6.5.2 Ozonkonzentration

Die Abhängigkeit der NO- und NO<sub>2</sub>-Konzentration vom Vertikalprofil der Ozonkonzentration (siehe Kapitel 4.3.2) spiegelt zwei Einflüsse wider:



- I die Ausbreitungsbedingungen, die die Geschwindigkeit der Verdünnung bodennah emittierter Schadstoffe beeinflussen
- I die Umwandlungsgeschwindigkeit von NO in NO<sub>2</sub>.

Wie die nachfolgend präsentierten Auswertungen zeigen, stehen niedrige bodennahe Ozonkonzentrationen mit hohen vertikalen Konzentrationsgradienten von Ozon und damit ungünstigen Ausbreitungsbedingungen in Zusammenhang – die hohe NO<sub>x</sub>-Konzentrationen bedingen – aber auch mit niedrigen NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-Verhältnissen.

Wie Tabelle 25 zeigt, nimmt die NO-Konzentration in Imst-Imsterau, Haiming und Nassereith monoton mit zunehmender Ozonkonzentration ab, weniger deutlich, aber immer noch klar erkennbar ist die Abnahme der NO<sub>x</sub>-Konzentration, aber auch der NO<sub>2</sub>-Konzentration mit zunehmender Ozonkonzentration.

Das NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-Verhältnis in Imst-Imsterau und Haiming nimmt mit zunehmender Ozonkonzentration zu, während in Nassereith keine klare Abhängigkeit zu erkennen ist. Dieses Verhalten sowie die nur schwache Abhängigkeit der NO<sub>2</sub>-Konzentration in Nassereith von der Ozonkonzentration in Haiming kann daran liegen, dass Nassereith etwas höher und in einem anderen Tal gelegen ist und somit die Bedingungen in Haiming nur beschränkt aussagekräftig sind.

*Tabelle 25: Abhängigkeit der NO-, NO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Konzentration sowie des NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-Verhältnisses in Imst-Imsterau, Haiming und Nassereith von der Ozonkonzentration (µg/m<sup>3</sup>) in Haiming, Winter 2004/05. Angabe von NO und NO<sub>2</sub> in µg/m<sup>3</sup>, NO<sub>x</sub> in µgNO<sub>x</sub>/m<sup>3</sup>. Die Ozonkonzentrationsklassen schließen jeweils die obere Grenze ein.*

O <sub>3</sub>	Imst				Haiming				Nassereith			
	NO	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>	NO	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>	NO	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>
bis 10	109	55	219	0,36	36	41	97	0,51	33	34	84	0,49
20 – 20	96	60	202	0,46	13	39	60	0,71	20	32	63	0,58
20 – 30	85	58	182	0,49	8	34	46	0,76	16	28	52	0,58
30 – 40	76	53	164	0,50	6	28	37	0,78	15	25	47	0,57
30 – 50	79	55	175	0,48	4	23	29	0,79	14	22	43	0,55
50 – 60	62	51	144	0,51	3	18	22	0,81	12	22	40	0,57
60 – 70	33	38	88	0,57	2	15	19	0,81	9	19	33	0,57
70 – 80	38	44	101	0,58	2	15	19	0,83	9	22	36	0,61
>80	21	35	65	0,62	2	12	14	0,84	5	13	21	0,55

In Tabelle 26 und Abbildung 26 findet man die Abhängigkeit der NO-, NO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Konzentration sowie des NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-Verhältnisses in Imst-Imsterau, Haiming und Nassereith vom Ozonkonzentrationsgradienten zwischen Innsbruck Sadrach und Nordkette für den Winter 2004/05. NO-, NO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Konzentration in Imst-Imsterau, Haiming und Nassereith nehmen mit zunehmender Ozonkonzentrationsdifferenz, d. h. bei ungünstigen Ausbreitungsbedingungen, stark zu, das NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-Verhältnis nimmt ab. Die Abhängigkeit der NO-Konzentration von der Ozonkonzentrationsdifferenz ist ausgeprägter als jene von NO<sub>2</sub>, so ist die NO-Konzentration in Imst-Imsterau bei Ozonkonzentrationsdifferenzen von 60 bis 70 µg/m<sup>3</sup> ca. doppelt so hoch wie bei Differenzen unter 10 µg/m<sup>3</sup> (homogene vertikale Durchmischung), bei NO<sub>2</sub> macht der Unterschied nur 40 % aus.



Tabelle 26: Abhängigkeit der NO-, NO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Konzentration sowie des NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-Verhältnisses in Imst-Imsterau, Haiming und Nassereith von der Differenz der Ozonkonzentration (µg/m<sup>3</sup>) zwischen Innsbruck Sadrach und Nordkette, Winter 2004/05. Angabe von NO und NO<sub>2</sub> in µg/m<sup>3</sup>, NO<sub>x</sub> in µg NO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>. Die Ozonkonzentrationsklassen schließen jeweils die obere Grenze ein.

Diff. O <sub>3</sub>	Imst				Haiming				Nassereith			
	NO	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>	NO	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>	NO	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>
0 bis 10	39	36	94	0,54	10	22	37	0,75	7	14	24	0,56
20 – 20	46	39	108	0,54	8	23	36	0,77	9	16	30	0,55
20 – 30	53	44	122	0,51	8	23	35	0,76	10	17	32	0,56
30 – 40	69	48	152	0,49	9	25	39	0,74	12	20	38	0,58
30 – 50	78	51	168	0,44	14	29	51	0,68	17	24	50	0,55
50 – 60	81	50	173	0,43	17	30	57	0,64	21	28	61	0,53
60 – 70	78	50	167	0,42	21	34	66	0,62	26	32	71	0,53
>70	124	63	249	0,37	35	43	97	0,55	37	39	96	0,49

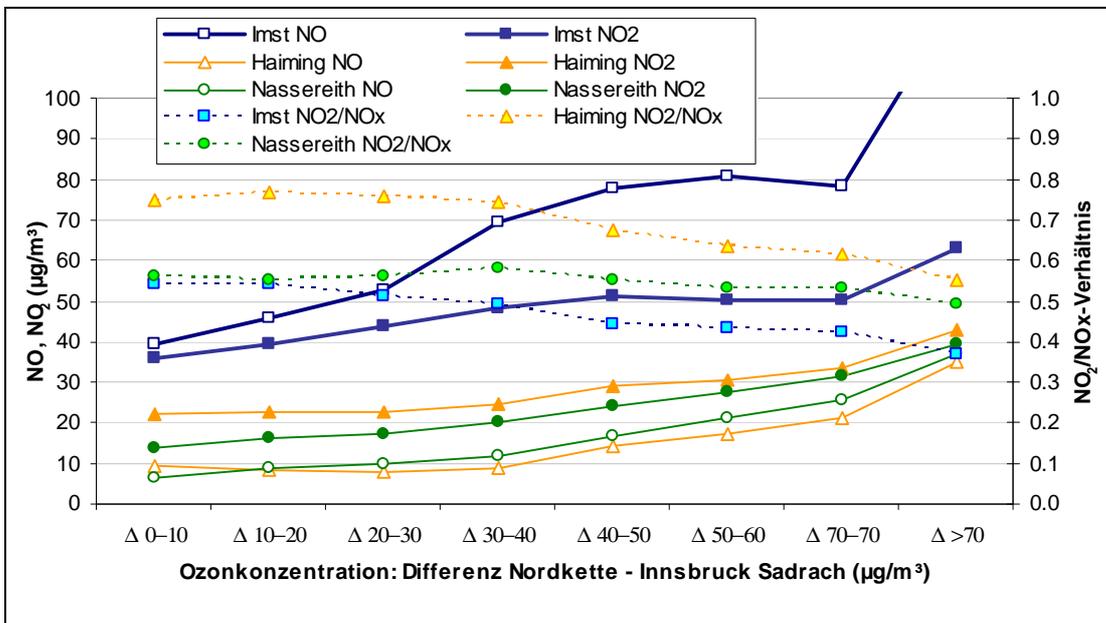


Abbildung 26: Abhängigkeit der NO-, NO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Konzentration sowie des NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-Verhältnisses in Imst-Imsterau, Haiming und Nassereith von der Differenz der Ozonkonzentration zwischen Innsbruck Sadrach und Nordkette, Winter 2004/05.

Die in Tabelle 27 dargestellte Beziehung zwischen der NO-, NO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Konzentration sowie des NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-Verhältnisses in Imst-Imsterau, Haiming und Nassereith von der Ozonkonzentrationsdifferenz zwischen Nordkette und Haiming veranschaulicht den o. g. Zusammenhang noch deutlicher. Sie zeigt, dass sehr ungünstige Ausbreitungsbedingungen (d. h. große vertikale Ozonkonzentrationsgradienten) mit stark erhöhten NO- und NO<sub>x</sub>-Konzentrationen einher gehen; so ist die NO- wie die NO<sub>x</sub>-Konzentration in Imst-Imsterau bei



Ozonkonzentrationsgradienten über 60 µg/m<sup>3</sup> ca. doppelt so hoch wie die Gradienten unter 20 µg/m<sup>3</sup>, in Haiming und Nassereith ca. vier mal so hoch.

In Imst-Imsterau und Haiming nimmt auch die NO<sub>2</sub>-Konzentration bei ungünstigen Ausbreitungsbedingungen stark zu, obwohl das NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-Verhältnis abnimmt. Damit wird deutlich, dass ungünstige Ausbreitungsbedingungen, die tendenziell mit niedrigen bodennahen Ozonkonzentrationen und damit einer sehr eingeschränkten NO-NO<sub>2</sub>-Umwandlung verbunden sind, stark erhöhte NO<sub>2</sub>-Konzentrationen verursachen.

Anders als in Imst-Imsterau und Haiming sind in Nassereith hohe Ozonkonzentrationsgradienten nicht mit niedrigeren NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-Verhältnissen verbunden. Hier steigt die NO<sub>2</sub>-Konzentration bei erhöhten Ozonkonzentrationsgradienten parallel zu NO an; dies könnte mit der etwas erhöhten Lage der Messstelle relativ zu Haiming zusammen hängen.

Tabelle 27: Abhängigkeit der NO-, NO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Konzentration sowie des NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-Verhältnisses in Imst-Imsterau, Haiming und Nassereith von der Differenz der Ozonkonzentration (µg/m<sup>3</sup>) zwischen Haiming und Nordkette, Winter 2004/05. Angabe von NO und NO<sub>2</sub> in µg/m<sup>3</sup>, NO<sub>x</sub> in µgNO<sub>x</sub>/m<sup>3</sup>. Die Ozonkonzentrationsklassen schließen jeweils die obere Grenze ein.

Diff. O <sub>3</sub>	Imst				Haiming				Nassereith			
	NO	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>	NO	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>	NO	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>
0 bis 10	32	32	79	0,59	2	11	14	0,80	6	10	19	0,50
20 – 20	51	43	120	0,55	3	15	20	0,81	8	16	29	0,58
20 – 30	66	50	149	0,51	4	19	25	0,80	11	20	37	0,58
30 – 40	59	49	137	0,50	5	22	30	0,78	12	22	40	0,57
30 – 50	74	52	161	0,47	10	28	44	0,73	15	24	47	0,56
50 – 60	90	53	188	0,44	15	32	56	0,67	19	25	53	0,55
60 – 70	95	54	196	0,44	20	36	67	0,65	24	29	66	0,54
70 – 80	129	63	255	0,40	30	42	88	0,59	30	36	82	0,53
> 80	112	60	228	0,38	37	44	102	0,54	38	39	98	0,49

In Tabelle 28 findet man die Beziehung zwischen der NO-, NO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Konzentration sowie des NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-Verhältnisses in Imst-Imsterau, Haiming und Nassereith vom Ozonkonzentrationsgradienten zwischen Innsbruck Reichenau und Sadrach (100 m über Talboden) für den Winter 2004/05. Die NO-, NO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Konzentration zeigt in Imst-Imsterau keine Abhängigkeit von der Ozonkonzentrationsdifferenz, das NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-Verhältnis nimmt bei hohen Konzentrationsdifferenzen, d. h. ungünstigen Ausbreitungsbedingungen, zu. Dieses ungewöhnliche Verhalten – das auch für die NO<sub>x</sub>-Daten von Haiming und Nassereith ausgewiesen wird – hängt damit zusammen, dass die Ozonkonzentration in Haiming eher mit Sadrach als mit Reichenau parallel geht – allerdings deutlich niedriger ist als in Sadrach – und damit der Konzentrationsgradient zwischen Reichenau und Sadrach für den Raum Imst (am wenigsten für Nassereith) wenig aussagekräftig ist.

Ebenso zeigen NO-, NO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Konzentration sowie des NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-Verhältnisses in Imst-Imsterau, Haiming und Nassereith keine Abhängigkeit von der Ozonkonzentrationsdifferenz zwischen Reichenau und Haiming, was die Aussage unterstreicht, dass der Konzentrationsgradient zwischen Reichenau und Sadrach für den Raum Imst wenig aussagekräftig ist.



Tabelle 28: Abhängigkeit der NO–, NO<sub>2</sub>– und NO<sub>x</sub>–Konzentration sowie des NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>–Verhältnisses in Imst–Imsterau, Haiming und Nassereith von der Differenz der Ozonkonzentration (µg/m<sup>3</sup>) zwischen Innsbruck Reichenau und Innsbruck Sadrach, Winter 2004/05. Angabe von NO und NO<sub>2</sub> in µg/m<sup>3</sup>, NO<sub>x</sub> in µgNO<sub>x</sub>/m<sup>3</sup>. Die Ozonkonzentrationsklassen schließen jeweils die obere Grenze ein.

Diff. O <sub>3</sub>	Imst				Haiming				Nassereith			
	NO	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>	NO	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>	NO	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>
<0	99	47	196	0,41	30	33	79	0,56	22	26	59	0,53
0 bis 10	99	53	200	0,40	25	34	73	0,59	26	28	69	0,50
20 – 20	73	52	160	0,47	11	30	48	0,73	19	27	56	0,54
20 – 30	68	55	156	0,50	11	32	50	0,75	18	29	57	0,57
30 – 40	60	56	146	0,52	11	33	49	0,77	18	32	60	0,60
30 – 50	46	52	121	0,54	8	31	44	0,79	18	33	60	0,62
50 – 60	59	58	147	0,63	7	32	43	0,83	17	39	64	0,68
>60	74	66	175	0,65	14	34	55	0,83	22	52	86	0,69

## 6.6 Schneebedeckung

Schneebedeckung des Bodens kann einen starken Einfluss auf die bodennahe NO<sub>2</sub>–Belastung haben, da über Schnee die Depositionsgeschwindigkeit (trockene Deposition) wesentlich geringer ist als über Flächen, die mit Vegetation bedeckt sind (siehe SEINFELD&PANDIS 1998, sowie KASPER–GIEBL ET AL. 2002). Bei schneebedecktem Boden ist damit eine Senke von NO<sub>2</sub> stark vermindert, was bei gleicher Emissionshöhe zu höherer NO<sub>2</sub>–Belastung führt.

In Imst liegen keine Messdaten der Schneebedeckung vor, sodass die Angaben für Landeck<sup>15</sup> herangezogen werden. In Landeck lag während der Episoden mit NO<sub>2</sub>–Grenzwertüberschreitungen in Imst (7.–16.12.2004, 10.–17.1.2005) kein Schnee.

Damit kann die verminderte trockene Deposition von NO<sub>2</sub> über Schnee als Einflussfaktor für die erhöhten NO<sub>2</sub>–Konzentrationen ausgeschlossen werden.

## 6.7 Mittlere Tagesgänge

Mittlere Tagesgänge der Schadstoff–Konzentration geben wichtige Hinweise zur Quellzuordnung durch

- I den Vergleich mit dem zeitlichen Muster von anderen Schadstoffen, deren Quellen bekannt sind
- I den Vergleich mit Emissionen, deren zeitliches Muster bekannt ist.

Zu berücksichtigen sind dabei jeweils andere Einflussfaktoren, die ein tagesperiodisches Verhalten zeigen, vor allem die Ausbreitungsbedingungen, welche in der Nacht ungünstig sind

<sup>15</sup> ZAMG: Wettermeldungen aus Österreich.



und dadurch, bei gleicher Emission, höhere Schadstoffkonzentrationen bewirken als die günstigeren Ausbreitungsbedingungen tagsüber.

### **6.7.1 Winterhalbjahre, Jän. 2002 bis März 2005**

Die mittleren Tagesgänge der NO<sub>x</sub>-Konzentration in Imst-Imsterau zeigen von Montag bis Freitag im Winter 2004/05 (Abbildung 27) einen raschen Konzentrationsanstieg am Morgen zwischen 6:00 und 8:00 Uhr auf über 200 µgNO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>; bis zum frühen Nachmittag verbleibt die Konzentration auf annähernd konstantem Niveau, um zwischen ca. 14:00 und 18:00 Uhr weiter auf über 350 µgNO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> anzusteigen. Nach 18:00 Uhr beginnt die NO<sub>x</sub>-Konzentration wieder abzusinken.

Neben den in Abbildung 27 dargestellten Tagesganglinien des Verkehrs auf der A12 bei Imst stehen auch Verkehrszählraten auf der Brennbichl-Straße in Imst (siehe Kapitel 3.1.4) zur Verfügung (allerdings für Juni 2005), über welche ganz überwiegend der Verkehr zur Imsterbergstraße abgewickelt wird. Die Tagesganglinien des Pkw- und Lkw-Verkehrs, gemittelt über Montag bis Freitag, für die A12 und die Brennbichl-Straße sind in Abbildung 28 dargestellt (zu berücksichtigen ist der unterschiedliche Bezugszeitraum).

Auf der Brennbichl-Straße – die ein erstaunlich hohes Verkehrsaufkommen aufweist – steigt der Verkehr etwas später als auf der A12 an, zwischen 7:00 und 10:00 Uhr; ab 10:00 Uhr bleibt das Verkehrsaufkommen – zahlenmäßig überwiegen bei Weitem Pkw – bei ca. 650 Pkw/Stunde relativ konstant und beginnt nach 18:00 Uhr rasch zurückzugehen.

Der Pkw-Verkehr auf der A12 erreicht bereits um 8:00 Uhr über 1400 Kfz/h, steigt dann aber im Tagesverlauf noch weiter an auf bis über 2250 zwischen 17:00 und 18:00 Uhr, um danach rasch zurückzugehen.

Der Lkw-Verkehr erreicht sowohl auf der A12 wie auf der Brennbichl-Straße bereits am Vormittag die höchsten Werte (um 200 Lkw/h auf der A12, um 40 Lkw/h auf der Brennbichl-Straße). Auf der A12 geht der Lkw-Verkehr bereits ab ca. 16:00 Uhr langsam, nach 18:00 Uhr rascher zurück.

Der NO<sub>x</sub>-Verlauf folgt in Imst-Imsterau ungefähr dem Tagesgang des Verkehrsaufkommens auf der A12, wobei die Konzentration abends stärker ansteigt als der Gesamtverkehr, sondern eher dem Verlauf des Pkw-Verkehrsaufkommens auf der A12 mit einem Maximum am späten Nachmittag (16:00 bis 19:00 Uhr) entspricht.

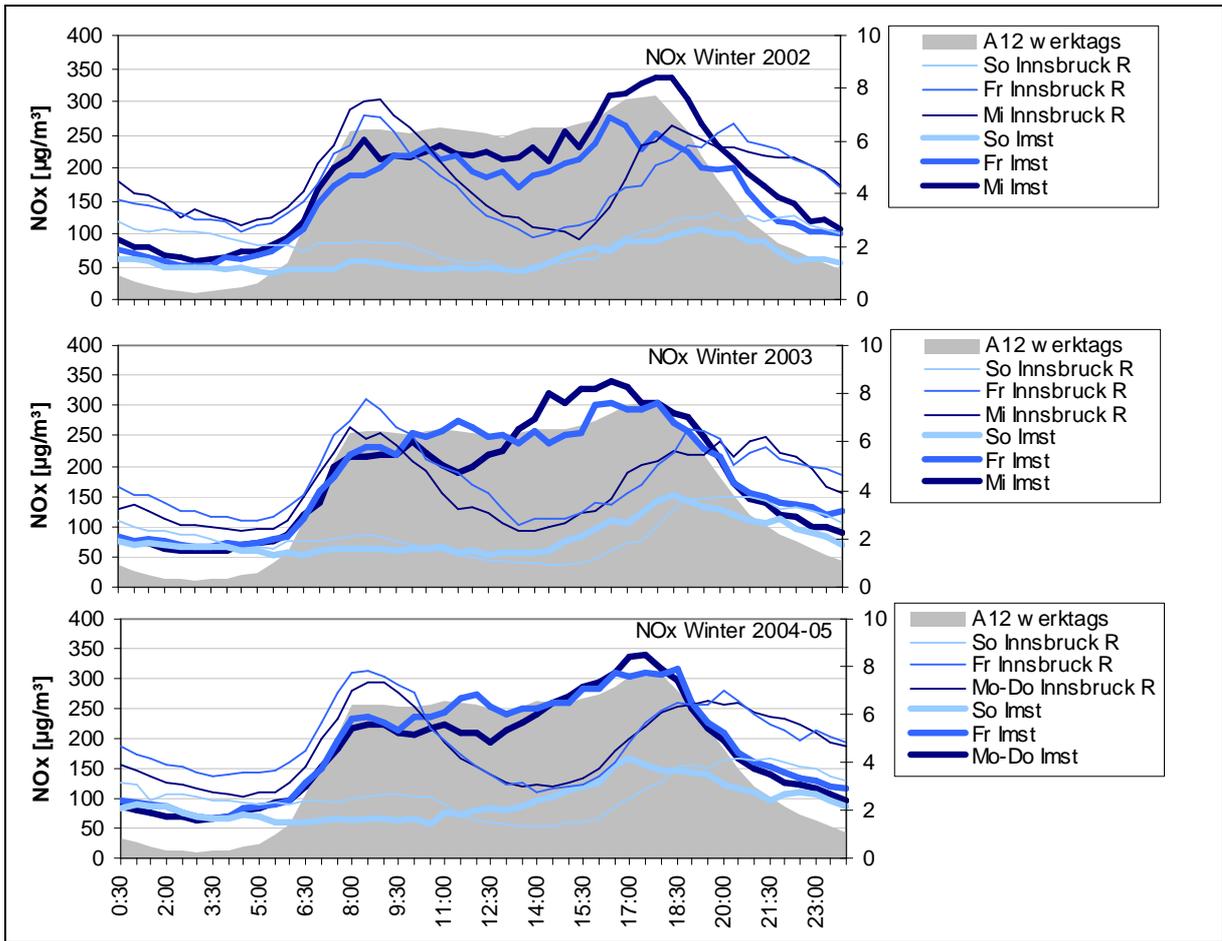


Abbildung 27: Mittlere Tagesgänge der NO<sub>x</sub>-Konzentration in Imst–Imsterau und Innsbruck Reichenau, Winter 2002, 2003 und 2004/05; mittleres Verkehrsaufkommen auf der A12 (Di–Do); rechte Skala: relative Verkehrsstärke (Summe über alle Stunden = 100 %).

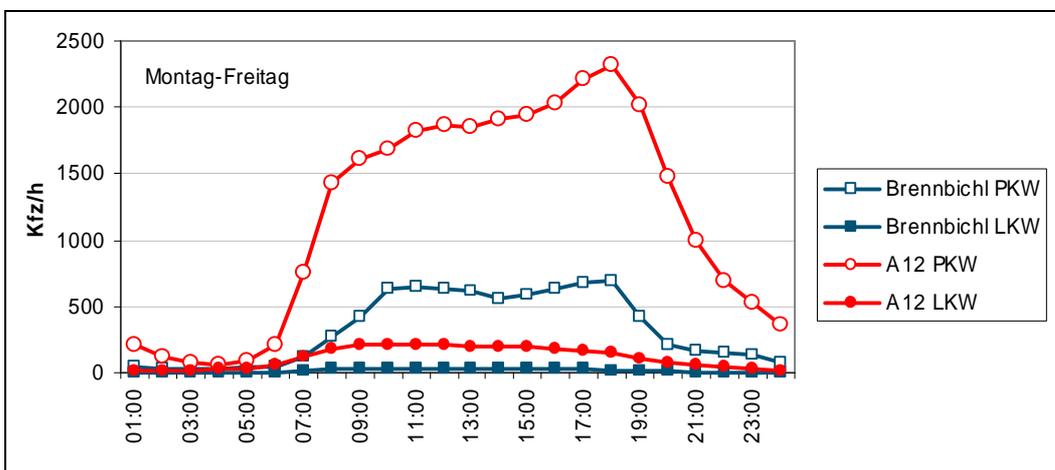


Abbildung 28: Mittlere Tagesgänge des Pkw– und Lkw–Verkehrs auf der A12 bei Imst (2003) und auf der Brennbi chl–Straße (Juni 2005), Mittel Montag–Freitag.



Die NO<sub>x</sub>-Konzentration weist damit in Imst-Imsterau einen deutlich anderen mittleren Tagesgang auf als etwa in Innsbruck Reichenau, wo das morgendliche Konzentrationsmaximum wesentlich ausgeprägter ist. Anders als in Innsbruck geht die NO<sub>x</sub>-Konzentration in Imst-Imsterau tagsüber nicht zurück, sinkt aber abends ca. 2 h früher ab als in Innsbruck; dies liegt u. a. daran, dass Hausbrandemissionen, die abends ansteigen, in Innsbruck wesentlich stärker zum Tragen kommen als in Imst-Imsterau.

An Samstagen und Sonntagen ist der mittlere NO<sub>x</sub>-Tagesgang in Imst-Imsterau deutlich flacher als unter der Woche; ein morgendliches Maximum fehlt ganz, allerdings steigt die NO<sub>x</sub>-Konzentration bis zum Abend markant an.

### 6.7.2 Hochwinter 2004/05

Die Detailuntersuchungen der Episoden mit Grenzwertüberschreitungen (NO<sub>2</sub>-HMW über 200 µg/m<sup>3</sup>) im Dezember 2004 und Jänner 2005 in Kapitel 6.9 zeigen, dass sich diese Belastungsepisoden durch einen zeitlichen Verlauf der NO<sub>x</sub>-Belastung auszeichnen, der von den im vorangegangenen Kapitel dargestellten mittleren Tagesgängen für die Winterhalbjahre abweicht. Daher werden in diesem Kapitel die mittleren Tagesgänge für den Hochwinter 2004/05, d. h. Dezember und Jänner, dargestellt und diskutiert; Abbildung 29 zeigt die mittleren Tagesgänge der NO<sub>x</sub>-Konzentration in Imst-Imsterau, Innsbruck Reichenau, Vomp A12 und Haiming, gemittelt über Montag-Freitag, für Dez. 2004 – Jän. 2005.

Im Mittel über den Winter 2004/05 (Okt.–März) und gemittelt über Montag-Freitag steigt in Imst-Imsterau die NO<sub>x</sub>-Konzentration zwischen 6:00 und 8:00 Uhr zunächst auf ca. 225 µgNO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>, geht über Mittag leicht zurück (um 200 µg/NO<sub>2</sub>m<sup>3</sup>) und steigt zwischen 13:00 und 17:30 Uhr bis 340 µg NO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>.

Im Unterschied dazu erreicht die NO<sub>x</sub>-Konzentration in Imst-Imsterau im Hochwinter (Dez. 04, Jän 05) um 8:30 Uhr 320 µgNO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>, steigt dann ab 10:00 ungleichmäßig an und erreicht um 17:00 Uhr ca. 630 µgNO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>. Im Hochwinter sind somit die NO<sub>x</sub>-Werte generell höher als im Mittel über den in Kapitel 6.7.1 ausgewerteten sechsmonatigen Winterzeitraum. In der Struktur der Tagesgänge sind im Hochwinter die Unterschiede zwischen Morgen- und Abendmaximum größer als im Mittel über den ganzen Winter, im Hochwinter ist das Abendmaximum ca. doppelt so hoch wie das Morgenmaximum, im Mittel Okt.–März beträgt dieses Verhältnis ca. 1,5. Zudem nimmt im Hochwinter die NO<sub>x</sub>-Konzentration am frühen Nachmittag praktisch nicht ab.

Interessant sind aber auch die markanten Unterschiede zwischen der NO<sub>x</sub>-Belastung in Imst-Imsterau und anderen Nordtiroler Messstellen. Diese zeichnen sich durch einen „üblichen“ zweigipfeligen Tagesgang aus, dessen Struktur in Abhängigkeit der relevanten Emissionen – Straßenverkehr und Hausbrand – leicht variiert. So steigt in Vomp A12 die NO<sub>x</sub>-Konzentration nach 5:00 Uhr mit dem Einsetzen des Lkw-Verkehrs rasch an (nächtliche Werte um 230 µgNO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>) und liegt bereits um 6:30 Uhr über 1000 µgNO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>. In Innsbruck und Haiming steigt die NO<sub>x</sub>-Konzentration morgens langsamer und erreicht erst um 9:00 Uhr ein Morgenmaximum. Der an allen Messstellen – außer Imst-Imsterau – zu beobachtende Konzentrationsrückgang über Mittag ist durch die Labilisierung der Talatmosphäre, d. h. bessere Schadstoffverdünnung, bedingt, gegen Abend steigt die NO<sub>x</sub>-Konzentration wegen ungünstigerer Ausbreitungsbedingungen wieder an. Den abrupten Konzentrationsrückgang in Vomp A12 nach 20:00 Uhr verursacht das Nachtfahrverbot für Lkw auf der A12, während u. a.

Hausbrandemissionen in Innsbruck für hohe NO<sub>x</sub>-Konzentrationen weit in die Nacht hinein verantwortlich sind.

Spezifisch für Imst–Imsterau ist somit ein nur geringfügiger Konzentrationsrückgang über Mittag, woraus u. a. zu schließen ist, dass sich die Talatmosphäre in Imst – und vermutlich im gesamten oberen Inntal westlich der Talverengung bei Haiming – nur wenig labilisiert, während zudem für die Verdünnung der emittierten Schadstoffe ein vergleichsweise wesentlich geringeres Luftvolumen zur Verfügung steht als im Unterinntal.

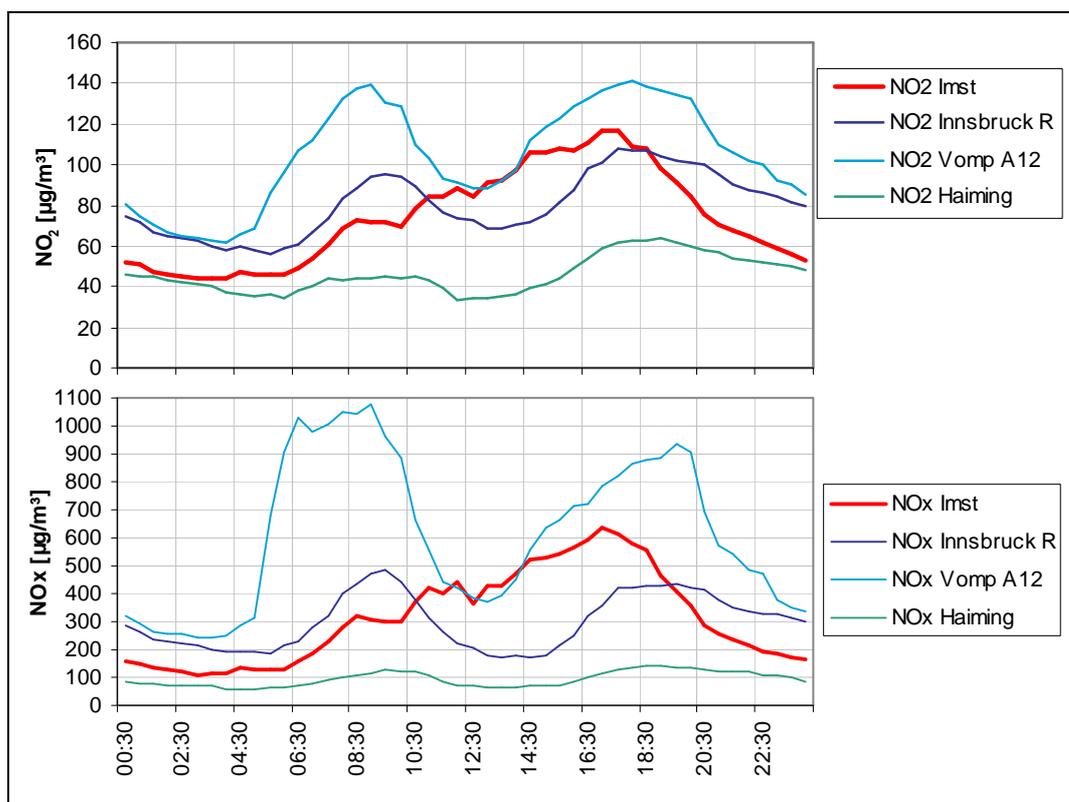


Abbildung 29: Mittlere Tagesgänge der NO<sub>x</sub>-Konzentration in Imst–Imsterau, Innsbruck Reichenau, Vomp A12 und Haiming, Montag–Freitag, Dez. 2004 – Jan. 2005.

Das NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-Verhältnis variiert im Tagesverlauf in Imst–Imsterau kaum, es liegt zwischen 8:00 und 20:00 Uhr zwischen 0,20 und 0,25, in der Nacht ist es mit über 0,30 höher.

Imst–Imsterau weist damit neben Vomp A12 das niedrigste NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-Verhältnis der Nordtiroler Messstellen auf, in Vomp A12 liegt das NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-Verhältnis während der Morgen- und Abendspitze zwischen 0,15 und 0,20, es steigt aber über Mittag und am frühen Nachmittag, d. h. in der Zeit des Rückganges der NO<sub>x</sub>-Belastung dank günstigerer Ausbreitungsbedingungen, auf 0,25.

### 6.7.3 Sommerhalbjahre 2002 bis 2004

Im Sommer zeigt die NO<sub>x</sub>-Konzentration Montags bis Freitags einen ähnlich raschen Konzentrationsanstieg am Morgen wie im Winter, allerdings werden nur ca. 130 µgNO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>;

erreicht, die Morgenspitze ist damit etwa halb so hoch wie im Winter. Nachmittags fällt die NO<sub>x</sub>-Konzentration ab, weist am frühen Abend ein kaum ausgeprägtes sekundäres Maximum auf und sinkt in der Nacht weiter ab. Diese deutlichen Jahreszeitlichen Unterschiede sind u. a. auf die vergleichsweise günstigeren Ausbreitungsbedingungen am Abend zurückzuführen.

Vergleicht man den mittleren Tagesgang von Imst-Imsterau allerdings mit jenen von Innsbruck, so ist die NO<sub>x</sub>-Konzentration in Imst-Imsterau am Nachmittag immer noch wesentlich höher als in Innsbruck Reichenau.

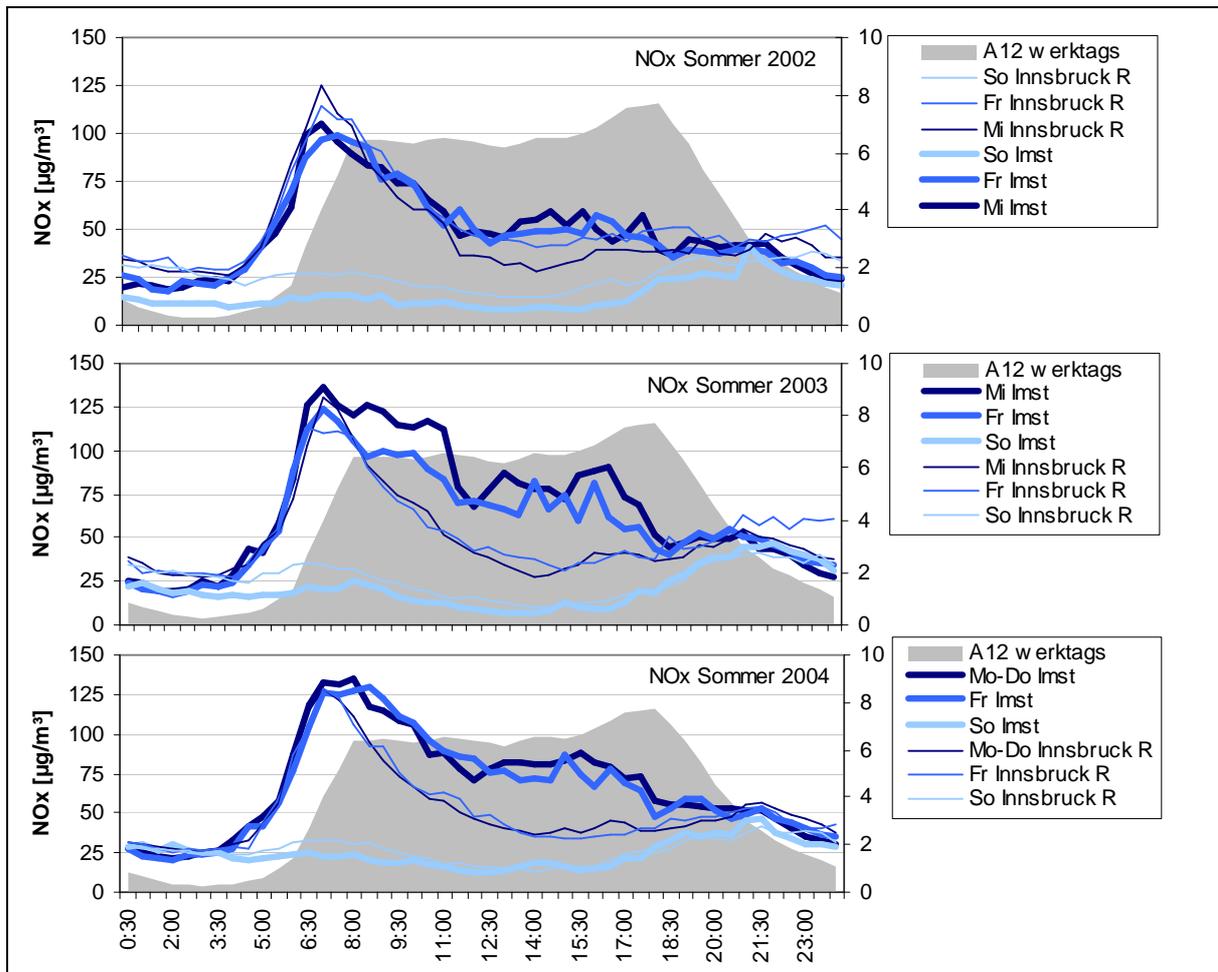


Abbildung 30: Mittlere Tagesgänge der NO<sub>x</sub>-Konzentration in Imst-Imsterau und Innsbruck Reichenau, Sommer 2002, 2003 und 2004; mittleres Verkehrsaufkommen auf der A12 (Di-Do); rechte Skala: relative Verkehrsstärke (Summe über alle Stunden = 100 %).

Im Vergleich der drei ausgewerteten Jahre zeichnen sich keine deutlichen Veränderungen ab. Insbesondere weist der mittlere Tagesgang im Winter 2004/05, in dem die Grenzwertüberschreitungen beim NO<sub>2</sub>-HMW aufgetreten sind, kein anderes zeitliches Muster und keine signifikant höheren NO<sub>x</sub>-Konzentrationen auf als die Winter davor.



## 6.8 Mittlere Wochengänge

Mittlere Wochengänge stellen eine Hilfestellung dar, den Einfluss von Emissionen mit deutlichem Wochengang – z. B. des Straßen(güter)verkehrs oder von gewerblicher Bautätigkeit – zu erkennen. Kein ausgeprägter Wochengang ist für die Emissionen aus dem Hausbrand und z. T. auch bei Industriebetrieben zu erwarten.

Die mittleren Wochengänge von NO<sub>x</sub> bzw. NO<sub>2</sub> (Abbildung 31) für die Winterhalbjahre 2002, 2003 und 2004 zeigen einen leichten Anstieg während der Woche mit den höchsten mittleren Konzentrationen Donnerstag oder Freitag. An Samstagen sind die NO<sub>x</sub>- und NO<sub>2</sub>-Konzentrationen etwas niedriger als an Werktagen, an Sonntagen noch niedriger als an Samstagen.

Dies entspricht nicht dem mittleren Wochengang des Verkehrs auf der A12 (Abbildung 32), der ein deutliches Maximum des DTV an Samstagen aufweist. Der DTV auf der Brennbichl-Straße in Imst – welcher, da die Brennbichl-Straße die Hauptzufahrtsstraße zur Imsterbergstraße darstellt – sehr wahrscheinlich einen ähnlichen Wochengang wie die Imsterbergstraße aufweist, ist von Montag bis Samstag praktisch konstant (wobei die Verkehrsdaten von der Brennbichl-Straße allerdings von Mai/Juni 2005 vorliegen und daher für winterliche Verhältnisse u. U. nicht aussagekräftig sind). Wie allerdings der Aufschlüsselung des Verkehrs auf der A12 in Pkw und Lkw+Slz (Abbildung 33) zu entnehmen ist, weist das Lkw-Verkehrsaufkommen von Montag bis Freitag relativ konstante und deutlich höhere DTVs als an Wochenenden auf.

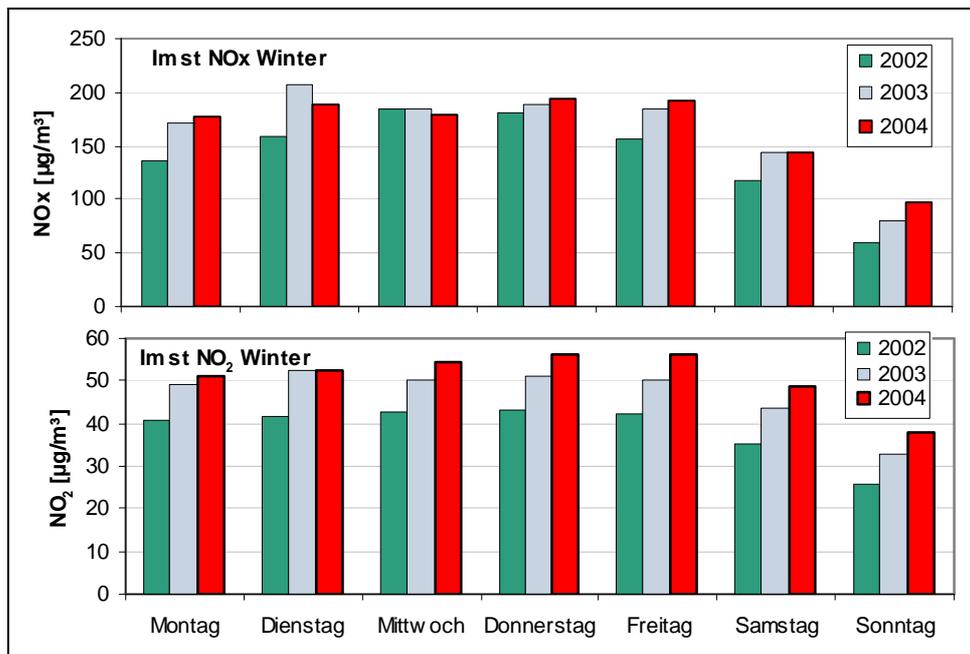


Abbildung 31: Mittlere Wochengänge der Konzentration von NO<sub>x</sub> und NO<sub>2</sub> in Imst–Imsterau, Winter 2002, 2003 und 2004.

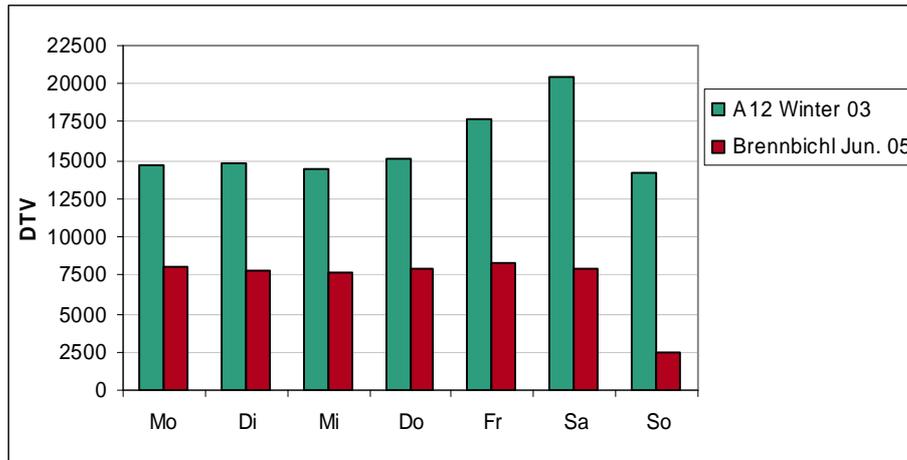


Abbildung 32: Mittlerer Wochengang des Verkehrsaufkommens auf der A12, Jän., Feb., Dez. 2003, sowie auf der Brennbichl-Straße, Mai/Juni 2005.

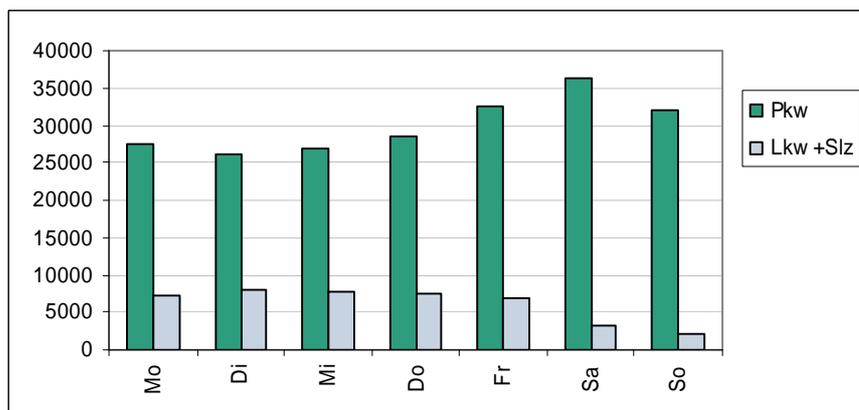


Abbildung 33: Mittlerer Wochengang des Verkehrsaufkommens von Pkw und Lkw+Slz auf der A12, Jahr 2003.

Die Unterschiede zwischen Werktagen und Wochenenden sind bei NO<sub>x</sub> viel größer als bei NO<sub>2</sub>; Der Wochengang der NO<sub>x</sub>-Konzentrationen spiegelt stärker jenen der NO<sub>x</sub>-Emissionen wider, während beim Verlauf von NO<sub>2</sub> stärker Schadstoffakkumulation und Transport im gesamten Nordtiroler Inntal zum Tragen kommen.

Im Verlauf der drei untersuchten Jahre zeigen die NO<sub>x</sub>-Wochengänge von 2002 auf 2003 an Montagen und Dienstagen sowie, weniger stark von Freitag bis Sonntag eine Zunahme der NO<sub>x</sub>-Konzentration.

In Innsbruck Zentrum ebenso wie in Vomp A12 Raststätte wies dagegen das Jahr 2002 an Montag bis Mittwoch eine ähnliche Belastung auf wie 2004, das Jahr 2003 eine niedrigere.

Bei NO<sub>2</sub> fallen in Imst-Imsterau Steigerungen von 2002 auf 2003 an allen Tagen sowie von 2003 auf 2004 von Mittwoch bis Sonntag auf. In Innsbruck Zentrum nahm die NO<sub>2</sub>-Belastung im Winter an allen Tagen von 2002 auf 2003 sowie weiter auf 2004 zu, besonders stark von



Mittwoch bis Freitag. Vomp A12 zeigt eine gleichmäßige Zunahme der NO<sub>2</sub>-Belastung von Jahr zu Jahr an allen Tagen.

Im Sommer (Abbildung 34) zeigen NO<sub>x</sub> wie NO<sub>2</sub> ausgeprägtere Wochengänge mit den höchsten Konzentrationen um die Wochenmitte.

Im Verlauf der untersuchten Jahre fällt ein starker Anstieg der NO<sub>x</sub>-Konzentration an allen Wochentagen von 2002 auf 2003 auf, während Sommer 2004 ein ähnliches Belastungsniveau zeigt wie 2003.

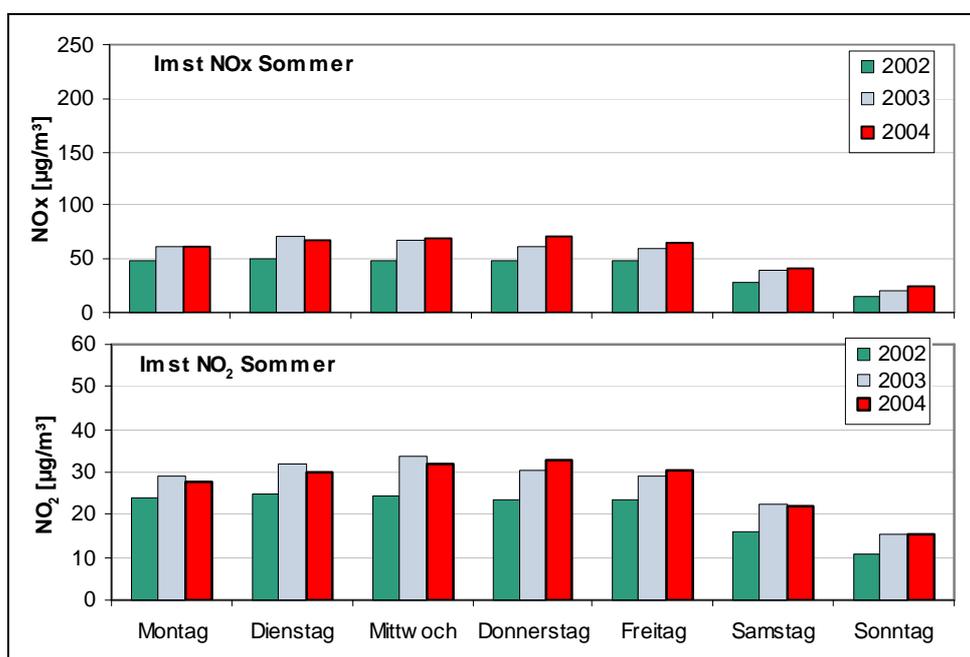


Abbildung 34: Mittlere Wochengänge der Konzentration von NO<sub>x</sub> und NO<sub>2</sub> in Imst-Imsterau, Sommer 2002, 2003 und 2004.

## 6.9 Diskussion der Belastungsepisoden

Seit Beginn der Messungen in Imst-Imsterau am 15.1.2002 wurden an folgenden Tagen NO<sub>2</sub>-Halbstundenmittelwerte über 200 µg/m<sup>3</sup> gemessen (Tabelle 29):

Tabelle 29: NO<sub>2</sub>-Halbstundenmittelwerte über 200 µg/m<sup>3</sup> in Imst-Imsterau.

2003	9.7., 28.10., 12.12.
2004	7.12., 9.–11.12., 13.–16.12.
2005	10.–12.1., 16.–17.1.

Abbildung 35 zeigt den Verlauf der Halbstundenmittelwerte von NO<sub>2</sub> im Dezember 2004 der Messstelle in Imst-Imsterau im Vergleich mit anderen Tiroler Messstellen. Insgesamt traten im Dezember 53 Halbstundenmittelwerte an acht Tagen über dem Grenzwert von 200 µg/m<sup>3</sup>.

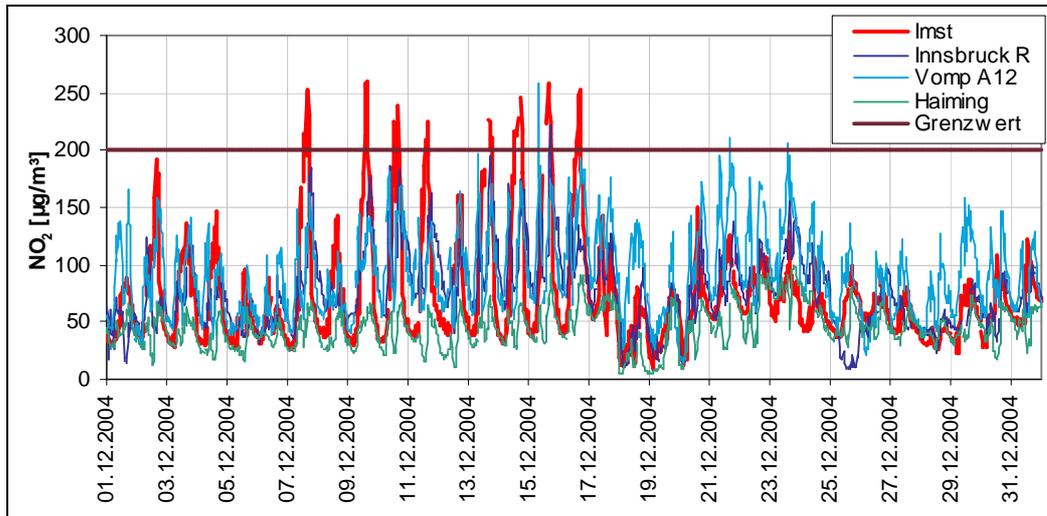


Abbildung 35: Verlauf der NO<sub>2</sub>-Konzentration (HMW) an ausgewählten Messstellen in Nordtirol im Dezember 2004.

In Kapitel 6.9.1 und 6.9.2 werden die Belastungsepisoden im Dezember 2004 und im Jänner 2005 diskutiert; Kapitel 6.9.3 stellt die als „singuläre Ereignisse“ bewerteten Überschreitungen am 9.7. und 28.10. 2003 dar.

In Kapitel 6.9.4 werden weitere Episoden erhöhter NO<sub>2</sub>-Belastung (Spitzen allerdings unter 200 µg/m<sup>3</sup>) in den Jahren 2002 und 2003 (einschließlich dem 12.12.2003) diskutiert, um zu untersuchen, ob die Grenzwertüberschreitungen im Dezember 2004 und im Jänner 2005 auf ein grundsätzlich andersartiges Belastungsmuster und damit andersartige Emissionen zurückgehen als erhöhte Konzentrationen in den Wintern davor, oder ob vergleichbare Situationen, an denen die NO<sub>2</sub>-Belastung allerdings noch nicht den Grenzwert erreichte, auch früher aufgetreten sind.

In Kapitel 6.9.5 werden schließlich weitere Episoden anhand sehr ungünstiger Ausbreitungsbedingungen ausgewählt und dahingehend untersucht, ob diese mit erhöhten NO<sub>2</sub>-Belastungen verbunden waren bzw. welche Aspekte sie von den Episoden mit Grenzwertüberschreitungen unterscheiden.

### 6.9.1 Dezember 2004

Die NO<sub>2</sub>-Halbstundenmittelwerte über 200 µg/m<sup>3</sup>, welche der eigentliche Gegenstand dieser Statuserhebung sind, fielen in eine Episode von 7. bis 16. Dezember 2004.

#### 6.9.1.1 Wetterlage

Die Großwetterlage wurde bereits ab 4.12. von einem zunächst kleinräumigen Hochdruckgebiet über Deutschland bestimmt, das sich bis 6.12. westwärts ausdehnte, am 7.12. auch nach Südosteuropa. Die Luftmassen über dem südlichen Mitteleuropa hatten kontinentalen, subpolaren Charakter. Die großräumige Strömung in Bodennähe war sehr schwach, in der mittleren Troposphäre (500 hPa) herrschte dagegen starke West- bis Nordwestströmung. Das

mitteleuropäische Hoch blieb in den folgenden Tagen stationär und dehnte sich weiter aus, am 14.12. umfasste es weite Teile von Osteuropa.

Am 16.12. erreichte dann eine markante Kaltfront Mitteleuropa von Nordwesten, die das Hoch nach Osten abdrängte. Zwar kam sie an den folgenden Tagen nur langsam ostwärts voran und okkludierte, doch setzte über Mitteleuropa starker Südwestwind ein, es regnete verbreitet, und die kontinentale Kaltluft wurde bis zum 18.12. durch kalte Luftmassen ozeanischen Ursprungs verdrängt.

Somit war die Episode erhöhter NO<sub>2</sub>-Konzentrationen in Imst–Imsterau von einer Wetterlage mit großflächig sehr ungünstigen Ausbreitungsbedingungen geprägt.

In Nordtirol war das Wetter ab 7.12. sonnig und die Temperaturverhältnisse von starken tageszeitlichen Variationen mit massiven nächtlichen Bodeninversionen bestimmt. In Innsbruck erreichte die Temperatur am 7.12. maximal 8°C, am 8.12. 4°C, um bis 11.12. wieder auf 9°C anzusteigen; bis 16.12. ging die Maximumtemperatur wieder auf 5°C zurück. Die morgendlichen Minimumtemperaturen lagen in Innsbruck und Haiming ab 7.12. bei -6 bis -4°C, um bis 16.12. auf -8°C zu sinken.

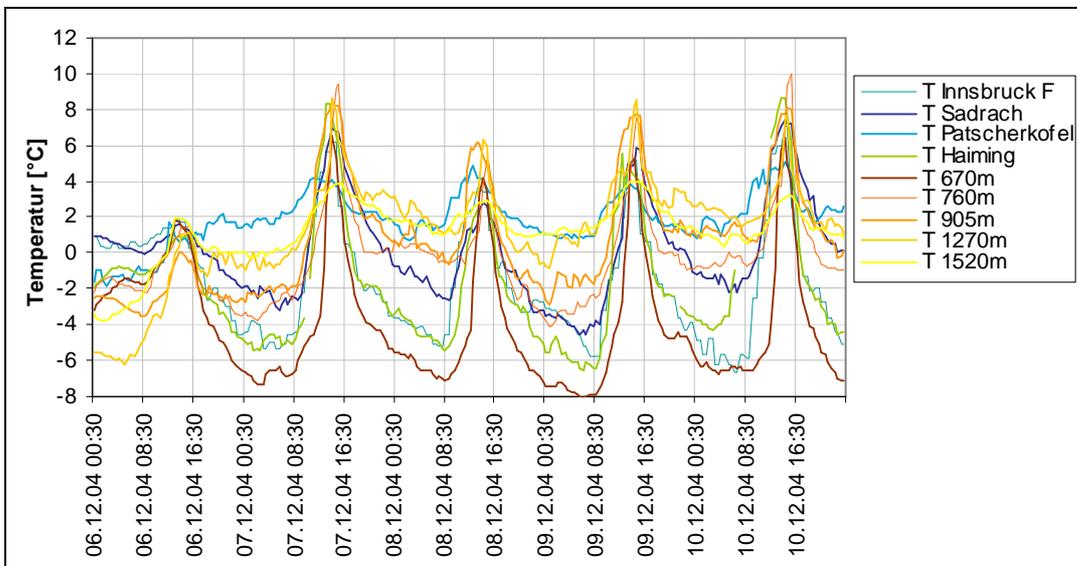


Abbildung 36: Temperatur im Bereich Innsbruck – Imst, 6.12. bis 10.12.2004.

Alle Tage von 7. bis 16.12. waren von sehr massiven Inversionen gekennzeichnet, die den gesamten Höhenbereich vom Talboden bis in die Höhe des Patscherkofels umfassten und vom späten Nachmittag bis zum späten Vormittag bestanden. In 760 m über Talboden (Temperaturprofil Haiming) lag die Minimumtemperatur um -2°C, am Patscherkofel ebenso wie in 1.520 m im Temperaturprofil Haiming bis 12.12. um 0°C, um an den folgenden Tagen auf -2°C abzusinken. Die stärksten Temperaturgradienten waren stets zwischen Talboden und dem Temperaturprofilmesspunkt in 760 m bzw. Innsbruck Sadrach zu beobachten, d. h. es bestand zumeist eine sehr starke Bodeninversion. Im Höhenbereich zwischen dem Temperaturprofilmesspunkt in 905 m und dem Patscherkofel bestand eine nur leichte Inversion bis Isothermie, aber damit immer noch eine stark stabile Schichtung.

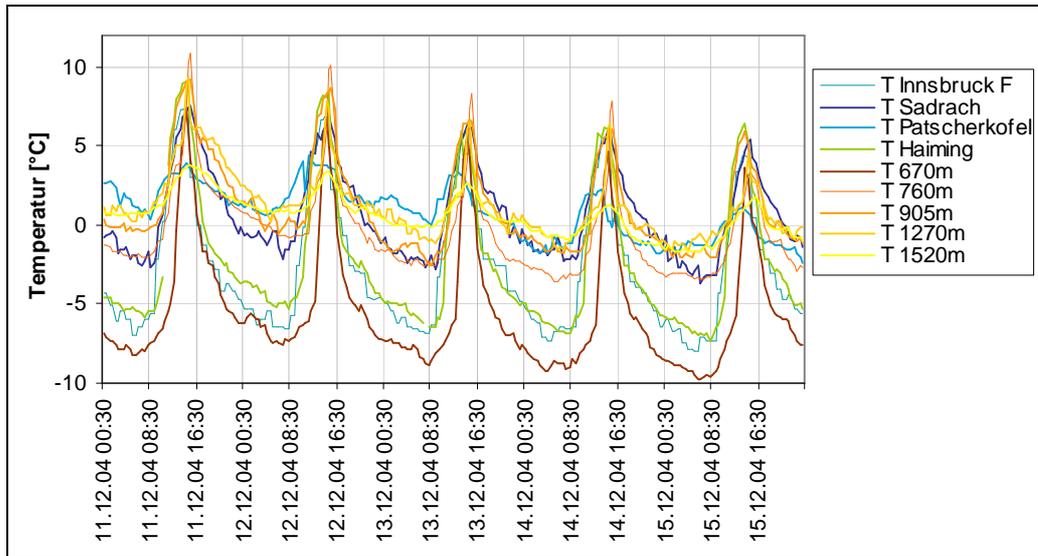


Abbildung 37: Temperatur im Bereich Innsbruck – Imst, 11.12. bis 15.12.2004.

Diese Bodeninversion löste sich in Haiming jeweils über Mittags über einige Stunden auf; die unterschiedliche Lage und damit Besonnung der verschiedenen Temperaturmessstellen im Inntal (starke Abschattung der niedrig gelegenen Messpunkte im Temperaturprofil Haiming, stärkere Besonnung von Innsbruck Sadrach) macht allerdings eine Beurteilung der Ausbreitungsbedingungen anhand der Temperaturdaten etwas schwierig.

Auf der Nordkette wurde durchgehend eine relativ konstante Ozonkonzentration von 85 bis 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  gemessen, die an einigen Tagen über Mittag etwas zurückging, als durch Vertikalaustausch ozonarme Luft aus dem Inntal hinaufgemischt wurde.

In Innsbruck Reichenau lag die Ozonkonzentration fast durchgehend bei null; in Sadrach, noch stärker aber in Haiming stieg sie über Mittag etwas an, wobei in Haiming zumeist Spitzen von 25 bis 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  erreicht wurden, am 11. und 12.12. bis knapp 60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

In Sadrach stieg die Ozonkonzentration häufig bereits in der zweiten Nachthälfte etwas an; in diesen Situationen dürfte Sadrach am oberen Rand einer starken Bodeninversion gelegen sein und somit an der unteren Grenze einer ozonreicheren Luftmasse, allerdings wurden maximal ca. 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  erreicht.

Die Windverhältnisse waren im Inntal von einem regelmäßigen Wechsel der Talwindzirkulation zwischen einer lang anhaltenden Talauswindphase (West-südwestwind in Haiming und Innsbruck Flughafen) und einer nur kurzen Taleinwindphase (östlicher Wind über Mittag) gekennzeichnet. Die Windgeschwindigkeit lag in Haiming bei 1 bis 2 m/s, sie variierte im Tagesverlauf kaum.

### 6.9.1.2 Immission

Überschreitungen des Grenzwertes für den Halbstundenmittelwert für NO<sub>2</sub> traten am 7.12, 9.12, 10.12 und von 13.12 bis zum 16.12 auf.

Die NO- und NO<sub>2</sub>-Konzentration wies während dieser Episode ab 7.12. in Imst-Imsterau ein grundlegend anderes zeitliches Muster auf als die Messstellen in Innsbruck und im Unterinntal. Während diese ein sehr ausgeprägtes Konzentrationsmaximum am Morgen und am Abend

aufwiesen (wobei das Konzentrationsmaximum in Innsbruck am Abend aufgrund des zusätzlichen Beitrags von Hausbrandemissionen zumeist höher ausfiel als jenes am Morgen), wurden in Imst–Imsterau die höchsten NO– und NO<sub>2</sub>–Konzentrationen zumeist am Nachmittag beobachtet. Ein Morgenmaximum vergleichbar den beiden Messstellen in Vomp nahe der A12 deutet sich in Imst–Imsterau nur als schwache Spitze an, welcher nach einem leichten Rückgang der NO– und NO<sub>2</sub>–Konzentration ein rascher Anstieg bis Mittag folgte. Bereits ab ca. 18:00 Uhr ging in Imst–Imsterau die NO– und NO<sub>2</sub>–Konzentration zurück, d. h. deutlich früher als in Vomp, Innsbruck oder Hall.

In Haiming wies die NO<sub>x</sub>–Belastung einen ähnlichen Verlauf wie in Innsbruck auf. Einem relativ schwach ausgeprägten Morgenmaximum folgte ein vergleichsweise starker Rückgang über Mittag und ein relativ später Anstieg gegen Abend mit den höchsten Werten ca. um 19:00 Uhr. Mit maximalen NO–Konzentrationen um 100 µg/m<sup>3</sup> war in Haiming die NO–Belastung vergleichsweise sehr niedrig, deutlich geringer als an den von Emissionen der A12 wesentlich beeinflussten Messstellen in Vomp und Hall.

Die vergleichsweise geringe NO<sub>2</sub>–Belastung am 6.12. lässt sich auf die relativ günstigen Ausbreitungsbedingungen zurückführen. Zwar lag die Ozonkonzentration in Haiming nahe null, doch weisen die Temperaturprofilaten bis zum Nachmittag eine neutrale bis leicht labile Schichtung aus.

Am Dienstag, 7.12. stieg die NO–Konzentration zwischen 9:00 und 15:30 Uhr von um 190 auf 1.000 µg/m<sup>3</sup> (NO<sub>2</sub> 251 µg/m<sup>3</sup>), nach einem kurzen Rückgang bis 17:00 Uhr auf 1.056 µg/m<sup>3</sup> und NO<sub>2</sub> auf 252 µg/m<sup>3</sup>. Die Ozonkonzentration in Haiming lag zu dieser Zeit bereits nahe null. Bis 20:30 Uhr ging die NO–Konzentration unter 200 µg/m<sup>3</sup> zurück, NO<sub>2</sub> unter 75 µg/m<sup>3</sup>.

Am 8.12. wurde bei vergleichbaren Ausbreitungsbedingungen eine maximale NO–Konzentration von 464 µg/m<sup>3</sup> und eine NO<sub>2</sub>–Konzentration von 143 µg/m<sup>3</sup> erreicht. Diese niedrige NO<sub>x</sub>–Belastung lässt sich auf das niedrigere Verkehrsaufkommen zurückführen, da der 8.12. ein Feiertag war.

Am 9.12. stieg die NO–Konzentration bis 16:00 Uhr auf 1.046 µg/m<sup>3</sup>, NO<sub>2</sub> auf 260 µg/m<sup>3</sup>; am 10.12. wurde das NO–Maximum um 17:00 Uhr mit 1.006 µg/m<sup>3</sup> erreicht, NO<sub>2</sub> erreichte um 17:00 Uhr 239 µg/m<sup>3</sup>; am 11.12. stieg die NO–Konzentration bis 16:30 Uhr auf 817 µg/m<sup>3</sup>, NO<sub>2</sub> auf 225 µg/m<sup>3</sup>.

Der 10.12. war der Tag mit dem höchsten DTV auf der A12 im Dezember 2004 (DTV von 21318 Kfz/24h), an diesem Tag lagen die Verkehrswerte um 23 % über dem mittleren DTV im Dezember (Verkehrsdaten von [www.tirol.gv.at/vde](http://www.tirol.gv.at/vde)); der höchste Stundenwert des Verkehrs auf der A12 wurde am 10.12. zwischen 16:00 und 17:00 Uhr registriert, d. h. zum Zeitpunkt der höchsten NO– und NO<sub>2</sub>–Konzentration.

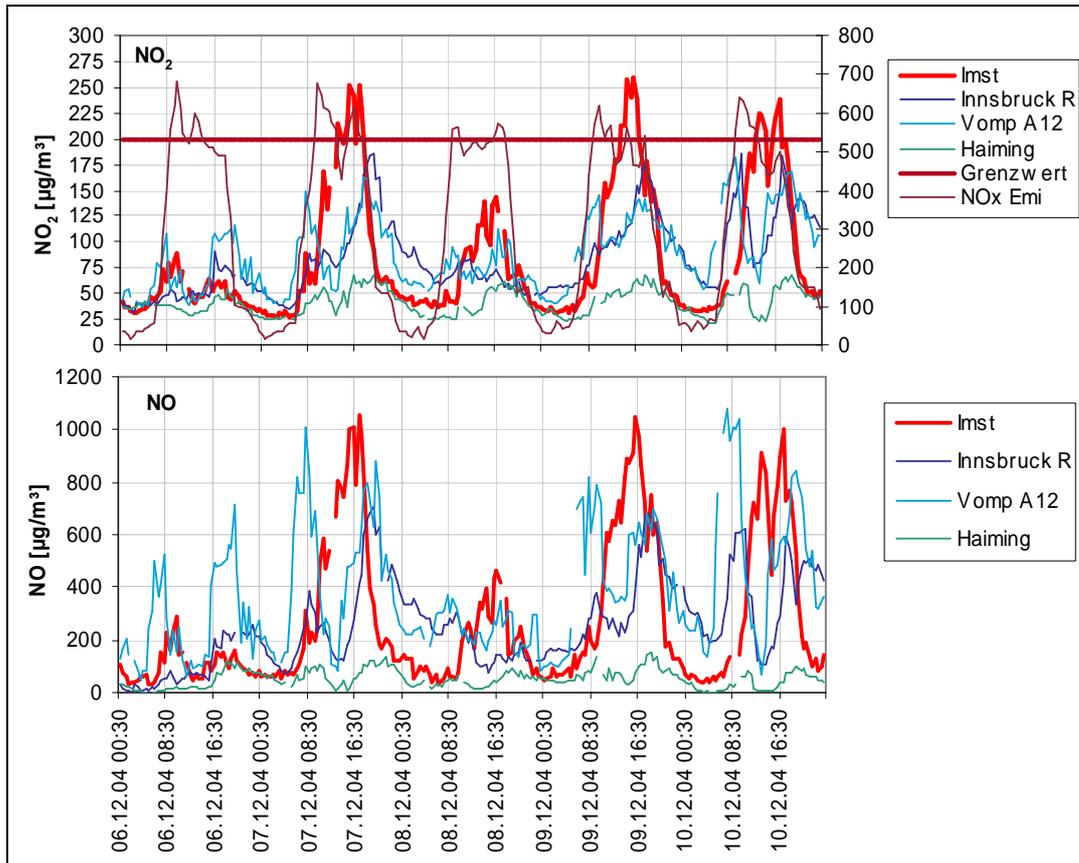


Abbildung 38: NO<sub>2</sub>- und NO-Konzentration an ausgewählten Messstellen in Nordtirol sowie NO<sub>x</sub>-Emissionen des Verkehrs in der Imsterbergerstraße während der Episode von 6.12. bis 10.12.2004.

Am Sonntag 12.12. war die NO<sub>x</sub>-Belastung niedriger (NO 558 maximal µg/m<sup>3</sup>, NO<sub>2</sub> 161 µg/m<sup>3</sup>).

Am Montag 13.12. stieg die NO- und NO<sub>2</sub>-Konzentration vergleichsweise früh an und erreichte bereits um 11:00 Uhr einen NO-HMW von 767 µg/m<sup>3</sup>, NO<sub>2</sub> 181 µg/m<sup>3</sup>. Die höchsten Konzentrationen wurden aber am Abend mit 939 µg/m<sup>3</sup> NO um 19:00 Uhr und 227 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub> um 17:00 Uhr erreicht.

Die absolut höchste NO-Konzentration wurde am 14.12. 17:00 Uhr mit 1.336 µg/m<sup>3</sup> gemessen, NO<sub>2</sub> erreichte um 18:30 Uhr 246 µg/m<sup>3</sup>; auch der 15.12. wies mit 1.145 µg/m<sup>3</sup> (15:30 Uhr) eine extreme NO-Konzentration auf, NO<sub>2</sub> erreichte 259 µg/m<sup>3</sup> (15:30 Uhr). Nachdem die meteorologischen Verhältnisse am 14.12. jenen der Vortage relativ ähnlich waren, dürfte die hohe NO<sub>x</sub>-Belastung auf erhöhte lokale Emissionen zurückzuführen sein.

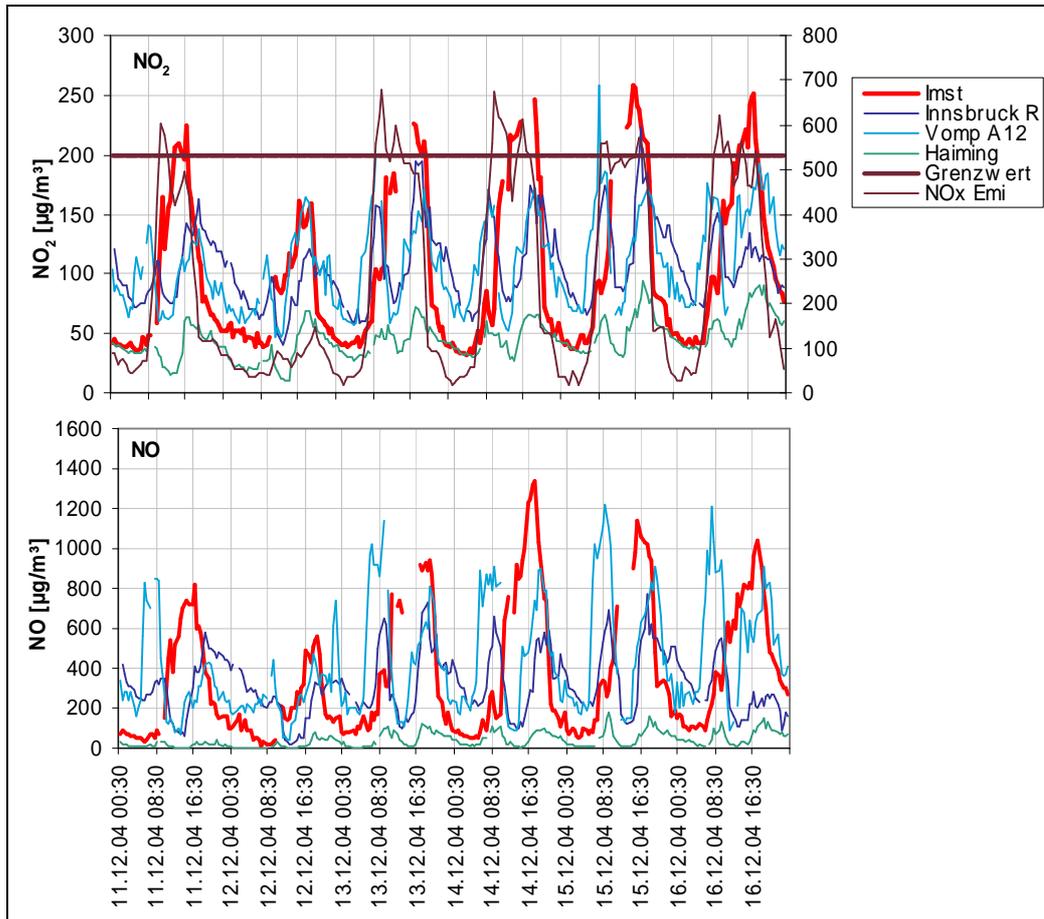


Abbildung 39: NO<sub>2</sub>- und NO-Konzentration an ausgewählten Messstellen in Nordtirol sowie NO<sub>x</sub>-Emissionen des Verkehrs in der Imsterbergerstraße während der Episode von 11.12. bis 16.12.2004.

Am 16.12. erreichte die NO-Konzentration um 17:30 Uhr 1039 µg/m<sup>3</sup>, NO<sub>2</sub> 252 µg/m<sup>3</sup>.

Am 16.12. zeichnete sich bereits ein Wechsel der Wetterlage ab, indem die Ozonkonzentration in Sadrach bis 80 µg/m<sup>3</sup> stieg. In der Nacht vom 16. zum 17.12. bildete sich nur noch eine schwache Bodeninversion aus; die Temperatur stieg am Talboden (Haiming, Innsbruck) auf -2 bis 0°C; mit um +4°C in Sadrach und +1°C in 760 m (über Haiming) bestand noch eine Inversion, die sich am 17.12. mittags auflöste. Am Nachmittag des 17.12. erschwert die heterogene Temperaturverteilung im Inntal, bedingt durch die unterschiedliche Besonnung der Messstellen, die Beurteilung des Temperaturgradienten, der in Talbodennähe ungefähr isotherm gewesen sein dürfte; die Ozonkonzentration deutet noch auf stabile Schichtung hin, bis 23:00 Uhr lag sie in Innsbruck und Haiming nach null. Weitgehende homogene vertikale Durchmischung setzte dann schlagartig ab 23:00 Uhr ein; die Temperaturmessstellen zeigen durchwegs eine rasche Erwärmung von um 0°C auf um 5°C.

Die NO<sub>x</sub>-Belastung ging am 17.12. bereits zurück und erreichte in Imst-Imsterau die höchsten Werte um 11:00 Uhr (NO 544 µg/m<sup>3</sup>, NO<sub>2</sub> 143 µg/m<sup>3</sup>); die Labilisierung der Talatmosphäre über Mittag brachte einen deutlichen Rückgang in Imst-Imsterau, während in Innsbruck und im Unterinntal die Belastung hoch blieb. In der Nacht 17./18.12. ging dann in ganz Tirol die NO<sub>x</sub>-



Belastung stark zurück. Aufgrund der hohen Ozonbelastung am Talboden stieg allerdings das NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-Verhältnis stark an.

Die NO- und NO<sub>2</sub>-Maxima traten in Imst-Imsterau durchwegs zu Zeiten minimaler Ozonkonzentration (in Haiming) auf. Das NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-Verhältnis betrug in den Zeiträumen stark erhöhter NO<sub>2</sub>-Konzentration ca. 0,15 und war an allen Tagen (bis einschließlich 17.12. vormittags) sehr einheitlich. Das NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-Verhältnis hing auch nicht von der Ozonkonzentration ab; auch über Mittag mit Ozonkonzentrationen über 25 µg/m<sup>3</sup> lag das NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-Verhältnis um 0,15.

Höhere NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-Verhältnisse wurden in Imst-Imsterau allerdings an Tagen mit niedriger NO<sub>x</sub>-Belastung (6., 8., 12.12.) registriert, an denen über Mittag NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-Verhältnisse bis über 0,3 auftraten.

Am 17.12. lag während der nachmittäglich erhöhten NO<sub>x</sub>-Konzentrationen das NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-Verhältnis um 0,2; am 18.12. traten am frühen Nachmittag die höchsten NO<sub>x</sub>-Konzentrationen auf, die hohe bodennahe Ozonkonzentration führte zu NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-Verhältnissen zwischen 0,5 und 0,8.

In Haiming weist die NO<sub>x</sub>-Belastung ein deutlich anderes Muster auf als in Imst; der Zeitverlauf folgt eher jenem in Innsbruck, am frühen Nachmittag geht die NO<sub>x</sub>-Konzentration deutlich zurück, um mit der Ausbildung sehr stabiler Ausbreitungsbedingungen – die am Rückgang der Ozonkonzentration nahe null zu erkennen ist – rasch anzusteigen. Das NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-Verhältnis liegt während der Zeiten der höchsten NO<sub>2</sub>-Konzentration am späten Nachmittag bei 0,4 bis 0,6, über Mittags erreicht es 0,7 bis 0,8.

## **6.9.2 Jänner 2005**

### **6.9.2.1 Wetterlage**

Ab 10.1.2005 geriet der Alpenraum in den Einflussbereich eines mediterranen Hochdruckgebietes mit Kern über Norditalien, das sich an den folgenden Tagen ausdehnte. Am 13.1. erreichte eine Kaltfront von Nordwesten Mitteleuropa und brachte verbreitet Regen oder Schneefall. Hinter dieser Front baute sich am 14.1. wieder ein Hoch auf, dessen Kern am 14.1. über Frankreich, am 15.1. über Deutschland lag und das sich ab 15.1. über weite Teile Europas von Südkandinavien bis zum zentralen Mittelmeer ausdehnte. Eine okkludierte Frontalzone drängte dieses Hochdruckgebiet ab 17.1. ostwärts ab und brachte am 18.1. starken Südwestwind und verbreitet ergiebigen Regen.

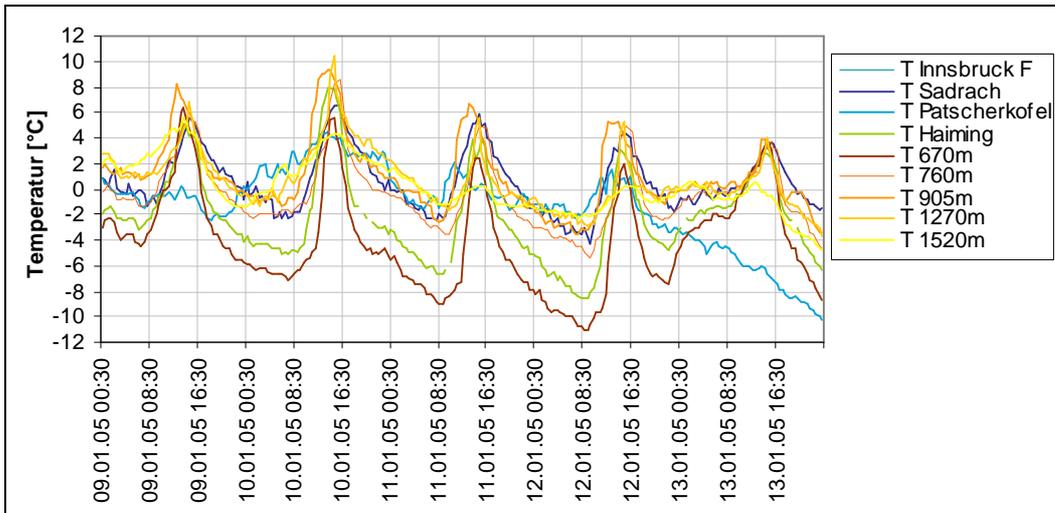


Abbildung 40: Temperatur im Bereich Innsbruck – Imst von 9.1. bis 13.1.2005.

In Nordtirol war das Wetter von 9. bis 12.1. sowie von 14. bis 17.1. sonnig, es traten ausgeprägte tägliche Temperaturamplituden auf, und es bildete sich von 9.1. abends bis 12.1. abends sowie von 13.1. abends bis 17.1. abends jeweils eine starke Bodeninversion aus, die sich in Haiming nur über Mittags kurzzeitig auflöste. Die morgendliche Minimumtemperatur lag in Haiming am 10.1. bei -5°C und sank bis 17.1. auf -10°C. Zwischen Haiming und dem Temperaturprofilmesspunkt in 760 m bildete sich eine scharfe Bodeninversion mit Temperaturgradienten um 4°C; oberhalb von 760 m bis zur Höhe des Patscherkofels bestand eine annähernd Isotherme, d. h. immer noch stark stabile Schichtung.

Eine Abschwächung der Bodeninversion war am 13.1. sowie am 18.1. zu beobachten.

Am Patscherkofel ging die Temperatur ab 12.1. nachmittags stark zurück, lag am 14.1. um -10°C und stieg bis 15.1. wieder an, sodass während dieser Zeit oberhalb von 1.520 m (dem höchsten Punkt des Temperaturprofils Haiming) labile Schichtung bestand.

Die Ozonkonzentration zeigt, dass nachts durchgehend praktisch kein vertikaler Austausch zwischen dem Talboden und dem Niveau der Nordkette stattfand. Über Mittag stieg in Haiming (kaum hingegen in Innsbruck Reichenau) die Ozonkonzentration etwas an und erreichte bis 13.1. ca. 30 µg/m<sup>3</sup>, an den folgenden Tagen bis 60 µg/m<sup>3</sup>. Auf der Nordkette lag die Ozonkonzentration relativ konstant um 90 µg/m<sup>3</sup>, über Mittag ging sie meist infolge des Transports ozonarmer Luft aus dem Tal zurück, am stärksten am 12. und 14.1.

Die Windverhältnisse waren im Inntal von einem regelmäßigen Wechsel der Talwindzirkulation zwischen einer lang anhaltenden Talaustrittswindphase (West- oder Südwestwind in Haiming) und einer nur kurzen Taleinwindphase (eher unbeständiger östlicher Wind) über Mittag gekennzeichnet. Die Windgeschwindigkeit lag in Haiming bei 1 bis 2 m/s.

### 6.9.2.2 Immission

Überschreitungen des Grenzwertes für den Halbstundenmittelwert für NO<sub>2</sub> traten am 10.1., 11.1., 12.1., 16.1. und 17.1.2005 auf.



Die NO- und NO<sub>2</sub>-Konzentration zeigte während der Belastungsepisode von 10. bis 17.1. 2005 grundsätzlich ein ähnliches Muster wie im Dezember 2004, d. h. verglichen mit den anderen Nordtiroler Messstellen relativ niedrige Konzentrationen am Morgen, einen raschen Anstieg über Mittag, ein Maximum am späten Nachmittag und einen vergleichsweise frühen Rückgang am Abend.

Am Sonntag 9.1. erreichte die NO<sub>2</sub>-Konzentration in Imst-Imsterau maximal 118 µg/m<sup>3</sup> (16:30 Uhr), NO 335 µg/m<sup>3</sup>.

Montag 10.1. bis Mittwoch 12.1. wiesen dann extrem hohe NO<sub>x</sub>-Konzentrationen auf, wobei die höchsten Konzentrationen zwischen 15:00 Uhr und 18:30 Uhr auftraten: 10.1. NO<sub>2</sub> 252 µg/m<sup>3</sup> um 18:30, NO 1.071 µg/m<sup>3</sup>; 11.1. NO<sub>2</sub> 224 µg/m<sup>3</sup> um 16:00, NO 906 µg/m<sup>3</sup>, 12.1. NO<sub>2</sub> 246 µg/m<sup>3</sup> um 15:30, NO 886 µg/m<sup>3</sup> (17:00 Uhr).

Der 13.1. wies dank günstigerer Ausbreitungsbedingungen eine maximale NO<sub>2</sub>-Konzentration von 123 µg/m<sup>3</sup> (9:30 Uhr) auf (NO 371 µg/m<sup>3</sup>), wobei die Morgenspitze ähnlich hoch war wie jene am späten Nachmittag.

Freitag 14.1. bis Sonntag 16.1. wiesen relativ ähnliche NO<sub>x</sub>-Konzentrationen auf, die maximalen NO<sub>2</sub>-HMW lagen zwischen 168 und 201 µg/m<sup>3</sup>, die maximalen NO-Werte zwischen 513 und 633 µg/m<sup>3</sup>; die höchsten Konzentrationen wurden jeweils zwischen 14:30 und 17:30 Uhr beobachtet. Der höchste Stundenwert des DTV auf der A12 im Jänner 2005 wurde am Samstag 15.10. vormittags registriert.

Bemerkenswert ist, dass der 16.1. als Sonntag an allen Nordtiroler Messstellen eine sehr ähnliche NO<sub>2</sub>-Belastung – sowohl was ihre Höhe als auch ihren zeitlichen Verlauf betrifft – aufwies wie die Tage davor, sieht man von einem etwas schwächeren Morgenmaximum in Vomp A12 ab. Dagegen war die NO-Belastung an allen Messstellen, v. a. jenen in Vomp, niedriger als an den Vortagen, lediglich in Imst-Imsterau wurde ein vergleichbar hohes NO-Maximum wie an den Vortagen erreicht. Sowohl am Samstag 15.1. wie am Sonntag 16.1. übertraf die NO- wie die NO<sub>2</sub>-Konzentration in Imst-Imsterau jene in Vomp A12 deutlich.

Am Montag 17.1. stieg die NO- wie die NO<sub>2</sub>-Belastung an allen Nordtiroler Messstellen gegenüber 16.1. stark an, in Imst-Imsterau wurde eine maximale NO-Konzentration von 1170 µg/m<sup>3</sup> (17:30 Uhr) erreicht, NO<sub>2</sub> zeitgleich 286 µg/m<sup>3</sup>.

Am 18.1. brachten dann günstigere Ausbreitungsbedingungen einen generellen Rückgang der NO<sub>x</sub>-Belastung, die in Imst-Imsterau nur mehr 160 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub> und 458 µg/m<sup>3</sup> NO erreichte, wobei ähnlich hohe Maxima morgens und am späten Nachmittag erreicht wurden.

Das NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-Verhältnis lag von 10. bis 12.1. sowie von 15. bis 17.1. nachmittags um 0,15 bis 0,20, dagegen am 14.1. zwischen 0,2 und 0,3.

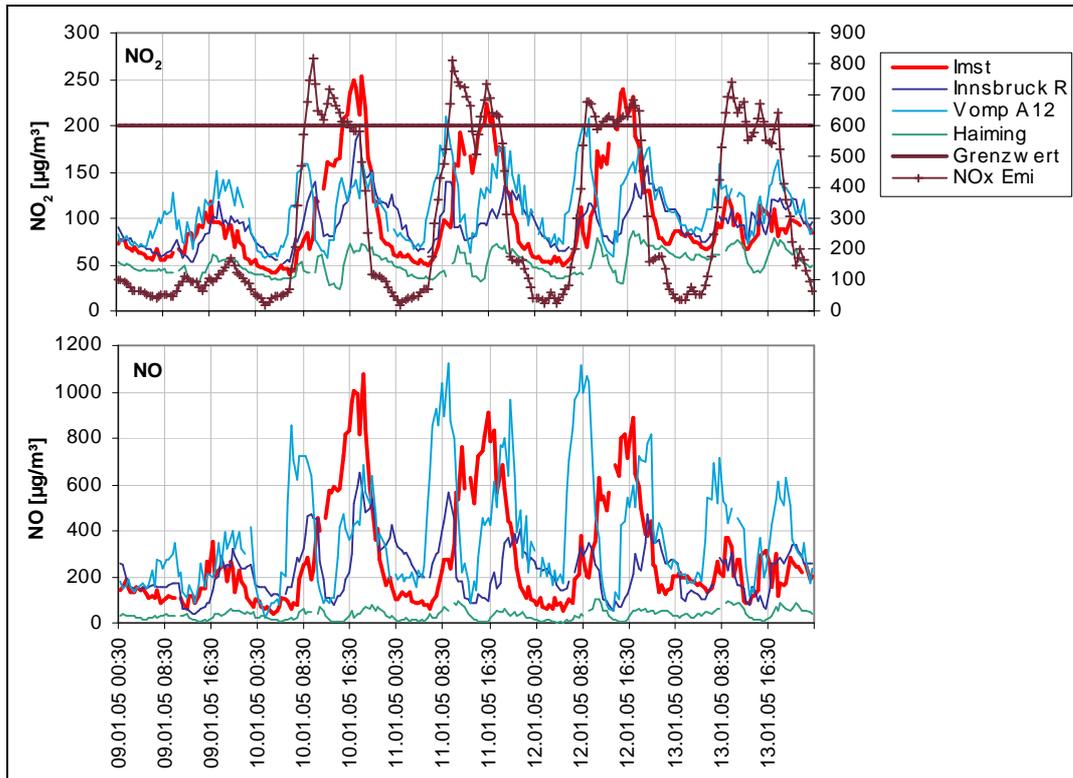
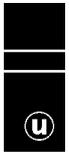


Abbildung 41: NO<sub>2</sub>- und NO-Konzentration an ausgewählten Messstellen in Nordtirol, 9.1. bis 13.1.2005.

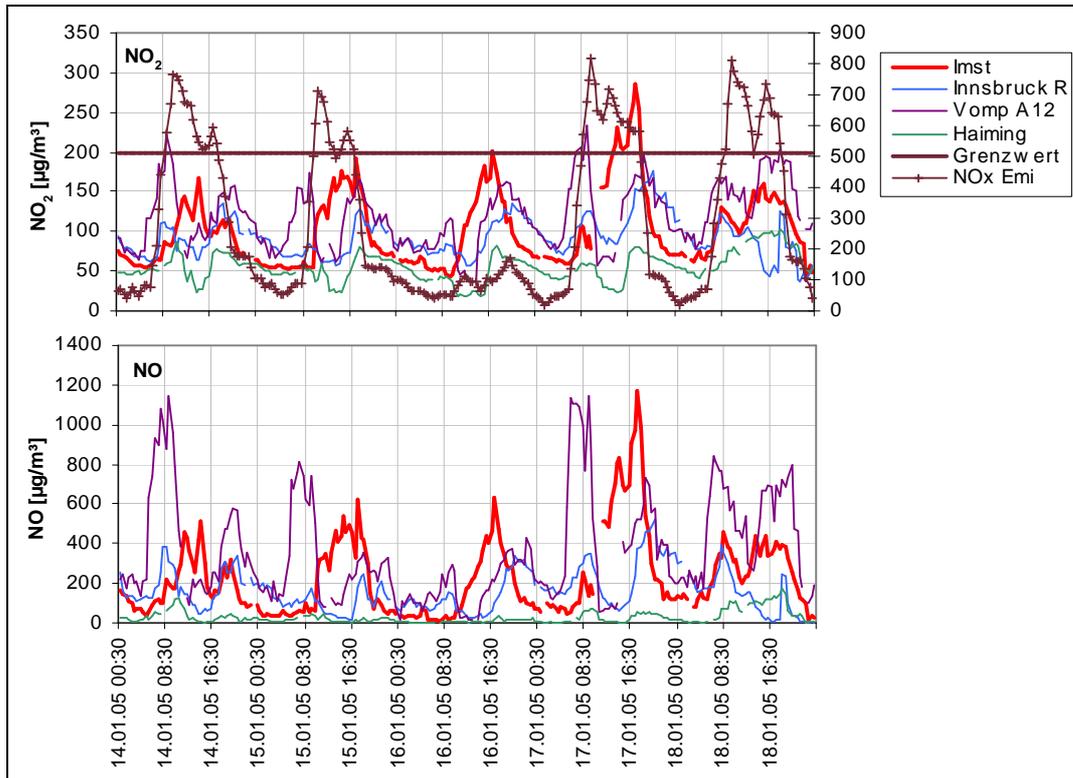


Abbildung 42: NO<sub>2</sub>- und NO-Konzentration an ausgewählten Messstellen in Nordtirol, 14.1. bis 18.1.2005.

### 6.9.3 Singuläre Ereignisse, 9.7. und 28.10.2003

Die Grenzwertüberschreitungen am 9.7. und 28.10.2003 lassen sich als singuläre Ereignisse klassifizieren. Extrem erhöhte NO- und NO<sub>2</sub>-Konzentrationen traten jeweils kurzzeitig am Vormittag auf, die PM<sub>10</sub>-Konzentration in Imst-Imsterau war nicht erhöht, auch andere Nordtiroler Messstellen erfassten keine erhöhte NO<sub>x</sub>- oder PM<sub>10</sub>-Belastung.

Vermutlich standen diese NO<sub>x</sub>-Spitzen mit Bautätigkeit oder Baustellenverkehr auf der Imsterbergstraße in Verbindung.

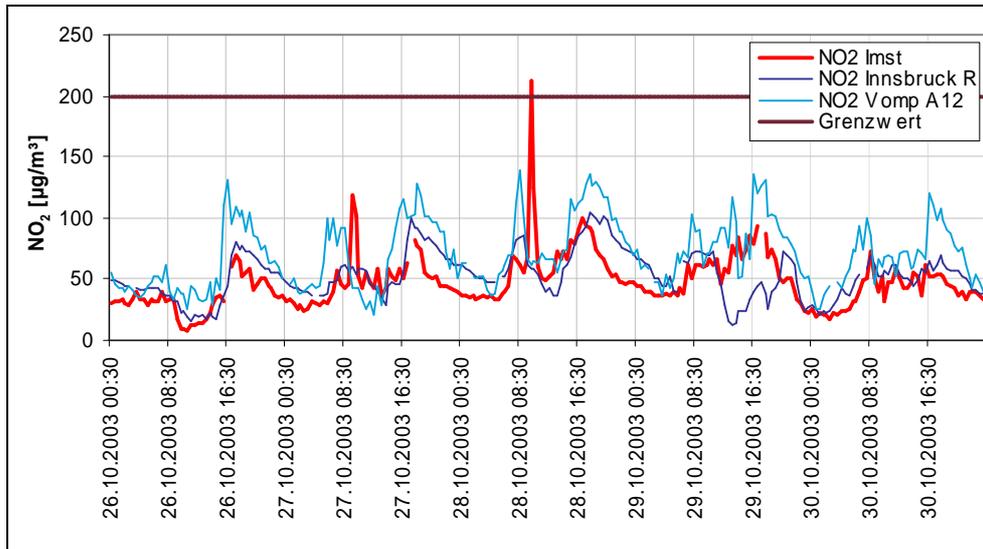


Abbildung 43: NO<sub>2</sub>- und NO-Konzentration an ausgewählten Messstellen in Nordtirol, 28.10.2003.

## 6.9.4 Weitere Episoden mit stark erhöhter NO<sub>2</sub>-Belastung

### 15. bis 18.1.2002 (Di–Do)

Ab Anfang Jänner besteht eine stabile Hochdrucklage. Am 20.1.2002 erreicht eine okkludierte Frontalzone von Westen mit Niederschlag, bringt maritime subpolare Luftmassen, dann Westwetter;

Von 14. bis 19.1. lag die Morgentemperatur in Innsbruck um  $-10^{\circ}\text{C}$ , tagsüber wurden um  $+2^{\circ}\text{C}$  erreicht. Am 20.1. drehte die großräumige Strömung auf West und brachte etwas wärmere Luft.

Die *Temperaturschichtung* zwischen Innsbruck Flughafen und Sadrach war zumeist stabil, ausgenommen kurze Labilisierung am 16., 17. und 20.1. mittags. Besonders deutliche Inversionen bildeten sich in den Nächten 15/16., 18./19. und 19./20.1.

Der Gradient der *Ozonkonzentration* zwischen Inntal, Sadrach und Nordkette deutet auf das weitestgehende Fehlen von Durchmischung der bodennahen Luftschicht hin. Stärkere vertikale Durchmischung trat ab 18.1. jeweils über Mittag auf.

Die NO<sub>x</sub>-Belastung wies an diesen Tagen das von Dezember 2004 und Jänner 2005 vertraute Muster mit einem mäßigen Konzentrationsanstieg am Morgen – deutlich später allerdings als in Vomp, Hall oder Innsbruck – bis ca.  $100\ \mu\text{g}/\text{m}^3$  NO<sub>2</sub> auf, dem am Nachmittag (ca. 15:00 Uhr) ein stärkerer Konzentrationsanstieg auf Maximalwerte zwischen 16:00 Uhr und 18:30 Uhr folgte. Die maximalen täglichen NO-HMW lagen zwischen 741 und  $925\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ , die NO<sub>2</sub>-Spitzen bei 150 bis  $173\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Wie oben ausgeführt, wiesen alle Tage eine massive Bodeninversion auf, die sich auch über Mittag nicht auflöste, allerdings abschwächte.



### **15. bis 19.1. 2003 (Mi-So)**

Ein flaches Hochdruckgebiet bestimmte Mitte Jänner 2003 das Wetter über dem südlichen Mitteleuropa und dem Mittelmeer. Am 16.1. drang eine schwache Kaltfront weit nach Mitteleuropa vor, bewirkte aber keine nachhaltige Änderung der Großwetterlage. Am 17.1. baute sich wieder ein Hochdruckgebiet mit Kern über den Alpen auf. Maritime Luftmassen mediterranen Ursprungs wurden von Norden her durch maritime Luftmassen nordatlantischer Herkunft verdrängt, ab dem 18.1. durch stärker kontinental geprägte Luftmassen. Das Hochdruckgebiet verlagerte in den folgenden Tagen seinen Kern nach Osten, über Mittel- und Südosteuropa bestand flache Druckverteilung. Vor einer Frontalzone, die am 20.1. von Westen nach Mitteleuropa vordrang, herrschte (teilweise föhnartige) Südströmung, in Ostösterreich war es stark bewölkt, zeitweise fielen Regen oder Schnee.

In der Nacht 15./16.1. sowie in den Nächten von 17. bis 21.1. bildete sich eine starke Bodeninversion aus. Die Ozonkonzentrationsverteilung im Raum Innsbruck weist zumeist auf extrem schlechte vertikale Durchmischung hin; stärkerer Vertikalaustausch erfolgte am 17. und 19.1. mittags bis nachmittags sowie zwischen 20.1. 22:00 Uhr und 21.1. 19:00 Uhr. Am 16.1. deutet das Temperaturprofil auf neutrale Schichtung hin, auch wenn die Ozonkonzentration in Innsbruck nahe null blieb.

Die NO<sub>x</sub>-Belastung wies am 15.1. sowie von 17. bis 21.1. das von Dezember 2004 und Jänner 2005 vertraute Muster mit einem mäßigen Konzentrationsanstieg am Morgen auf, dem am Nachmittag ein stärkerer Konzentrationsanstieg auf Maximalwerte zwischen 16:00 Uhr und 18:30 Uhr folgte.

Am 16.1. war die NO<sub>x</sub>-Belastung in Imst-Imsterau deutlich niedriger als am 15.1. und den folgenden Tagen, aber auch niedriger als in Innsbruck und im Unterinntal. Sehr wahrscheinlich herrschten am 16.1. in Imst günstigere Ausbreitungsbedingungen, die aber mangels lokaler Daten nicht beurteilt werden können, während im Raum Innsbruck ungünstige Austauschbedingungen vorherrschten.

Am Sonntag 19.1. unterschied sich das Belastungsbild in Imst-Imsterau kaum von jenem der Tage davor und danach. Dagegen zeichnen sich Vomp, Hall und Innsbruck durch das Fehlen einer morgendlichen Konzentrationsspitze aus, während abends hier die NO<sub>x</sub>-Konzentration ähnliche Werte erreichte wie unter der Woche.

Am 20.1. (Montag) weicht der Konzentrationsverlauf in Imst-Imsterau insofern von den anderen Tagen ab, als eine ausgeprägte morgendliche Konzentrationsspitze (NO 330 µg/m<sup>3</sup>, NO<sub>2</sub> 89 µg/m<sup>3</sup>) auftrat, gefolgt von einem Konzentrationsrückgang über Mittag und einem Anstieg bis zu den Höchstwerten um 18:30 Uhr.

### **12.12.2003 (Mi)**

Ein ausgedehntes Hochdruckgebiet mit Kern über Mitteleuropa bestimmte ab 7.12. das Wetter in Österreich; es verlagerte sich bis 10.12. nach Osten, worauf Österreich in einem Bereich flacher Luftdruckverteilung und zunehmender Westströmung lag.

In Nordtirol war es meist sonnig und relativ warm (über 10.°C am 10.12.).

Im Inntal wehte überwiegend schwacher Westwind, der am 11. und 12.12. tagsüber auf Ost drehte; an den Tagen zuvor bildete sich kaum eine Talwindzirkulation aus.



Das Ozonprofil deutet die meiste Zeit auf eine massive hochreichende Inversion hin. Gute vertikale Durchmischung herrschte zwischen 10.12. vormittags und 11.12. früh morgens, mäßige Durchmischung am 8.12. nachmittags.

Zwischen 9. und 12.12. traten in Imst–Imsterau sehr hohe NO– und NO<sub>2</sub>–Konzentrationen auf, wobei bis 11.12. das zeitliche Konzentrationsmuster den o. g. Belastungsepisoden weitgehend entspricht, d. h. die Spitzen traten am späten Nachmittag auf.

Der 12.12. unterschied sich davon insofern, als die maximale NO<sub>2</sub>–Konzentration um 12:00 Uhr (220 µg/m<sup>3</sup>) auftrat (max. HMW NO: 12:30, 657 µg/m<sup>3</sup>) und am Nachmittag die NO<sub>x</sub>–Belastung rasch zurückging. In diesem Fall dürfte die rasche Umwandlung von NO in NO<sub>2</sub> durch Einmischen ozonreicher Luft über Mittag die Ursache der NO<sub>2</sub>–Spitze gewesen sein.

## **6.9.5 Weitere Episoden mit ungünstigen Ausbreitungsbedingungen**

### **29.1. bis 1.2. 2002 (Di–Fr)**

Österreich lag am Nordrand eines ausgedehnten Hochdruckgebiets im Bereich mediterraner Luftmassen. Am 1.2. näherte sich von Norden eine Warmfront mit maritimer Luft.

Im Inntal war es meist sonnig und mit Tageshöchsttemperaturen um 10°C in Innsbruck Flughafen relativ warm, wobei sich aber eine sehr massive Bodeninversion hielt – in Innsbruck Sadrach wurden Temperaturen bis 13°C erreicht. Im Inntal wehte meist Westwind, der nachmittags zeitweise auf Ost drehte. Die Windgeschwindigkeit war mit um 1 m/s durchwegs niedrig.

Im Inntal wurden sehr hohe NO<sub>x</sub>– und PM<sub>10</sub>–Konzentrationen registriert. Imst–Imsterau wies bei NO<sub>x</sub> am 29. und 30.1.2002 (Di, Mi) einen Konzentrationsverlauf vor, der jenem der Belastungsepisoden im Dezember 2004 und Jänner 2005 entspricht, d. h. einen mäßigen Konzentrationsanstieg am Morgen, einen starken Anstieg am Nachmittag auf Maxima jeweils um 18:30, die damit wesentlich früher auftraten als in Innsbruck und im Unterinntal.

Am 31.1. und 1.2. ging dagegen die NO–Konzentration (wie in Innsbruck und im Unterinntal) mittags bis zum frühen Nachmittag markant zurück. NO<sub>2</sub> zeigt am 31.1. einen deutlichen Rückgang über Mittag, allerdings nicht so ausgeprägt wie bei NO, und ein Maximum um 19:00, wohingegen der NO<sub>2</sub>–Verlauf am 1.2. nicht jenem von NO folgt, sondern eher dem „typischen“ Muster mit einem kontinuierlichen Anstieg über Nachmittag entspricht.

Die meteorologischen Verhältnisse waren an allen vier Tagen relativ ähnlich und erklären die Unterschiede im Belastungsmuster bei NO und NO<sub>2</sub> nicht.

### **11. bis 15.12.2002 (Mi–Sa)**

#### *Wetterlage*

Ab 8.12. befand sich Österreich im Bereich kontinentaler Luftmassen polaren Ursprungs, wobei in den folgenden Tagen weiterer Kaltluftzustrom von Nordosten erfolgte und sich das Hoch südwärts verlagerte und verstärkte. Die Hochdrucklage hielt bis 17.12. an.

Die Tageshöchsttemperatur lag in Innsbruck durchwegs bei 3 bis 5°C; die Morgentemperatur lag um –7°C. Von 10. bis 14.12. war es relativ sonnig mit starken täglichen Temperaturamplituden. In den Nächten bis 14./15.12. bildete sich stets eine Bodeninversion



aus. Zudem führte stärkere Erwärmung in Höhen oberhalb von Sadrach am 11.12. tagsüber zu stabiler Schichtung in Bodennähe. Zwischen Sadrach und Rosshütte bestand stets stabile Schichtung. Mit starker Erwärmung auf der Rosshütte ab der Nacht 11/12.12. bildete sich hier eine Inversion aus, auch an den folgenden Tagen blieb eine sehr stabile Schichtung mit zeitweisen Inversionen bestehen.

Im Inntal wehte ab 9.12. überwiegend westlicher Wind. Ein der Talwindzirkulation entsprechender Wechsel auf Ost war in Innsbruck nur am 11.12. zu beobachten.

Die *Ozonkonzentration* war in Innsbruck Reichenau nachts praktisch immer null, in Innsbruck Sadrach in den meisten Nächten außer 10./11. und 11./12.12. Über mittags stieg am 12.12. die Ozonkonzentration in Innsbruck Reichenau mäßig an, am 11. und 14.12. ein wenig – am 13.12., 15. und 16.12. nicht. Demgegenüber geriet Sadrach über längere Zeiträume, in eine etwas ozonreichere Luftmasse, allerdings stieg die Ozonkonzentration auch hier kaum über 40 µg/m<sup>3</sup> (gegenüber 90 µg/m<sup>3</sup> auf der Seegrube).

#### *Immission*

Das Belastungsmuster von NO<sub>x</sub> unterschied sich in Imst-Imsterau gegenüber Innsbruck und dem Unterinntal durch einen deutlich verspäteten Konzentrationsanstieg am Vormittag mit einem ersten NO<sub>2</sub>-Konzentrationsmaximum ca. um 11:00; eine morgige NO- und NO<sub>2</sub>-Spitze vergleichbar den Messstellen in Innsbruck und im Unterinntal fehlte. Dafür ging die Konzentration von NO<sub>x</sub> in Imst-Imsterau nachmittags kaum zurück und stieg bereits deutlich früher als an den anderen Messstellen an, wobei die PM<sub>10</sub>-Maxima ungefähr zeitgleich mit den NO- und NO<sub>2</sub>-Maxima am späten Nachmittag auftraten. Auffallend sind die extrem hohen NO-Spitzen in Imst-Imsterau (700 µg/m<sup>3</sup> am Mi 11.12., 1.000 µg/m<sup>3</sup> am 12.12.), die damit in einer ähnlichen Größe lagen wie in Vomp A12.

Die hohen PM<sub>10</sub>- und NO<sub>x</sub>-Konzentrationen in Imst-Imsterau am 12.12. zeigen, dass die Inversion, die sich in Innsbruck auflöste, hier bestehen blieb und – wie die außerordentlich hohen NO-Konzentrationen zeigen – vermutlich sehr flach war.

Die verfügbaren meteorologischen Daten geben keine Erklärung dafür, dass die NO<sub>x</sub>-Konzentration in Imst-Imsterau am Fr, 13.12. – der in Innsbruck, wie die permanent nahe null liegende Ozonkonzentration zeigt, von extrem ungünstigen Ausbreitungsbedingungen gekennzeichnet war – gegenüber den Vortagen in Imst-Imsterau deutlich zurückging (NO max. 390 µg/m<sup>3</sup>, NO<sub>2</sub> 98 µg/m<sup>3</sup>).

Am 14.12. war bei anhaltend ungünstigen Ausbreitungsbedingungen die NO<sub>x</sub>-Belastung noch niedriger (NO<sub>2</sub> max. 80 µg/m<sup>3</sup>), dies könnte auf die niedrigeren Emissionen am Samstag zurückgehen.

An allen Tagen wies die NO- und NO<sub>2</sub>-Konzentration in Imst-Imsterau einen für hochwinterliche Belastungsepisoden typischen Tagesverlauf mit kontinuierlichem Anstieg über Nachmittag und Maxima am späten Nachmittag auf.

## **2. bis 6.2.2004 ((Di-Sa)**

### *Wetterlage*

Österreich lag am Nordrand eines Hochdruckgebietes mit Zentrum über dem Mittelmeer im Bereich milder ozeanischer Luftmassen (Temperatur in Innsbruck bis 15°C); über dem nördlichen Mitteleuropa bewegten sich Fronten und Tiefdruckgebiete ostwärts.

Im Inntal wehte überwiegend schwacher Westwind unter 1 m/s, zeitweise bildete sich eine schwache Talwindzirkulation (Ostwind nachmittags) aus.



Die Ausbreitungsbedingungen über dem Inntal waren sehr ungünstig, meist bestand hochreichend sehr stabile Schichtung.

#### *Immission*

Von 2. bis 6.2. war das ganze Inntal von erhöhten NO<sub>x</sub>-Belastungen betroffen. In Imst-Imsterau lagen die NO-Spitzen bei 300 bis 450 µg/m<sup>3</sup>, die NO<sub>2</sub>-Spitzen bei 130 bis 150 µg/m<sup>3</sup>. Der Konzentrationsverlauf entsprach zumeist jenem hochwinterlicher Belastungsepisoden mit einem wenig ausgeprägten Morgenmaximum, einen kontinuierlichen Anstieg am Nachmittag, einem Maximum am späten Nachmittag und einem, verglichen mit anderen Nordtiroler Messstellen, relativ frühen Rückgang am Abend.

Abweichend von diesem Muster ging am 2.2. die NO- und NO<sub>2</sub>-Konzentration über Mittag deutlich zurück, am 6.2. am frühen Vormittag. Der 6.2. wies insofern ein ungewöhnliches Verhalten auf, als während des NO<sub>x</sub>-Konzentrationsmaximums im Unterinntal die NO<sub>x</sub>-Konzentration in Imst-Imsterau zeitweise stark zurückging; NO-Maxima traten um 8:00 Uhr und 11:00 Uhr (287 µg/m<sup>3</sup>) auf, dazwischen sank die NO-Konzentration auf 74 µg/m<sup>3</sup>. Diese Eigenheiten sind durch die vorliegenden meteorologischen Daten nicht zu erklären.

### **15. bis 19.11.2004 (Mo-Fr)**

#### *Wetterlage*

Österreich lag am östlichen Rand eines Hochdruckgebietes mit Kern über Frankreich, das sich bis 18.11. abschwächte. Über dem nördlichen Mitteleuropa drangen maritime Luftmassen ostwärts vor, sie erreichten den Alpenraum aber noch nicht. Im Bereich der Alpengipfel wehte bis 15.11. starker Ostwind, danach starker Westwind. Im Inntal dagegen war es sonnig und windschwach, es bildete sich ab 16.11. eine Talwindzirkulation aus.

Die Temperaturschichtung war tagsüber isotherm, nachts bildete sich eine Inversion aus, die ab der Nacht 17./18.11. große Höhen erreichte, wie die ab 19.11. vorliegenden Temperaturdaten des Profils Haiming zeigen.

Die Ozonkonzentration lag von 15.11. abends bis 18.11. morgens in Innsbruck Reichenau, Sadrach und Haiming fast durchwegs nahe null.

#### *Immission*

Die NO<sub>x</sub>-Belastung wies im ganzen Inntal ein mäßiges Niveau auf; die NO-Spitzen erreichten in Imst-Imsterau ca. 200 µg/m<sup>3</sup>, nur am 18.11. bis 400 µg/m<sup>3</sup>; die NO<sub>2</sub>-Maxima lagen bei 80 bis 100 µg/m<sup>3</sup>. Auch im Unterinntal war die NO<sub>x</sub>-Belastung nur mäßig mit NO<sub>2</sub>-Maxima in Vomp A12 bis 150 µg/m<sup>3</sup>.

Obwohl v. a. die extrem niedrige Ozonkonzentration von 16. bis 18.11. sehr ungünstige Ausbreitungsbedingungen andeutet, war die NO<sub>x</sub>-Belastung deutlich geringer als an anderen winterlichen Belastungsepisoden. Dies könnte u. U. damit zusammenhängen, dass eine hochreichende Inversion bestand (Ozonkonzentration auch in Sadrach fast durchwegs null) und unterhalb dieser relativ gute Schadstoffverdünnung möglich war.

Von 15. bis 17.11. wies die NO<sub>x</sub>-Belastung in Imst-Imsterau das von den hochwinterlichen Belastungsepisoden bekannte Muster mit Höchstwerten am späten Nachmittag auf. Am 18.11. ging sie dagegen nach einem Maximum am späten Vormittag am frühen Nachmittag markant zurück.



Am 19.11. erreichte die NO<sub>x</sub>-Konzentration morgens ihre Höchstwerte und fiel mit der Inversionsauflösung um 11:00 Uhr rapide ab.

### 6.9.6 Resümee

Die untersuchten Belastungsepisoden in Imst-Imsterau im Dezember 2004 und Jänner 2005 (Überschreitungen des NO<sub>2</sub>-Grenzwertes von 200 µg/m<sup>3</sup> als HMW), aber auch im Jänner 2002, im Jänner und im Dezember 2003 zeigen, dass NO und NO<sub>2</sub> in Imst-Imsterau an hoch belasteten Tagen einen deutlich anderen zeitlichen Verlauf aufweisen als an den anderen Nordtiroler Messstellen. Einem nur mäßig hohen morgendlichen Anstieg folgt ein stärkerer Konzentrationsanstieg ab dem späten Vormittag, die Maximalwerte treten meist zwischen 14:00 und 18:00 Uhr auf, anschließend sinkt die NO<sub>x</sub>-Konzentration rasch. NO und NO<sub>2</sub> weisen dabei einen parallelen Verlauf auf (konstantes und sehr niedriges NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-Verhältnis um 0,15), meist auch mit der PM<sub>10</sub>-Konzentration.

Die wesentlichen Unterschiede zu den meisten anderen Nordtiroler Messstellen (sowohl in Innsbruck als auch im Unterinntal) sind

- I kein ausgeprägtes Morgenmaximum;
- I kein Konzentrationsrückgang über Mittag bzw. am frühen Nachmittag;
- I ein früherer Konzentrationsrückgang am Abend.

Magerbach bei Haiming, nur wenige km östlich von Imst (östlich der Roppener Schlucht) gelegen, weist ein deutlich anderes Belastungsbild auf als Imst, der Zeitverlauf ähnelt eher jenem in Innsbruck und den nicht direkt an der A12 gelegenen Messstellen im Unterinntal; anders als in Imst-Imsterau geht hier die NO<sub>x</sub>-Konzentration über Mittag deutlich zurück (siehe u. a. Abbildung 38, Abbildung 39, Abbildung 41).

Im Zusammenhang mit den meteorologischen Gegebenheiten ist in Imst folgendes festzustellen:

- I alle Tage mit NO<sub>2</sub>-Spitzen um oder über 200 µg/m<sup>3</sup> fallen auf Tage mit extrem ungünstigen Ausbreitungsbedingungen, mit massiven Bodeninversionen und hoch reichend sehr stabiler Schichtung.
- I Tage mit nur mäßig ungünstigen Ausbreitungsbedingungen (zeitweise Inversionsauflösung über Mittag) weisen dagegen NO<sub>x</sub>-Verläufe mit ähnlich hohen Spitzen morgens und am späten Nachmittag und einem Konzentrationsrückgang über Mittag auf.
- I Das **NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-Verhältnis** ist im Vergleich der Nordtiroler Messstellen extrem niedrig und liegt an fast allen Tagen mit NO<sub>2</sub>-Spitzen über 200 µg/m<sup>3</sup> sehr **konstant um 0,15**.
- I Die NO<sub>2</sub>-Spitzen zeigen keinen Zusammenhang mit der Ozonkonzentration in Magerbach bei Haiming und treten sowohl zur Zeit „erhöhter“ mittäglichen Werte (25 µg/m<sup>3</sup>, d. h. absolut gesehen eine sehr niedrige Konzentration) als auch nach Inversionsausbildung bei Ozonwerten von 0 µg/m<sup>3</sup> auf.
- I Die erhöhten NO- und NO<sub>2</sub>-Konzentrationen fallen fast immer mit Westwind zusammen; mit dem Wechsel von Ost- auf Westwind am frühen Nachmittag ist in der Regel ein rascher Konzentrationsanstieg verbunden.

- I Die NO- und NO<sub>2</sub>-Konzentration geht in Imst–Imsterau, anders als an den anderen Nordtiroler Messstellen, am frühen Nachmittag auch dann nicht zurück, wenn die Temperaturprofil- sowie die Ozondaten von Magerbach bei Haiming über Mittag leichte Labilisierung anzeigen. Sehr wahrscheinlich ist das Obere Inntal westlich von Haiming im Hochwinter so stark abgeschattet, dass die kurze Zeitspanne mit **Sonneneinstrahlung** über Mittag **nicht ausreicht, um die Talatmosphäre** ausreichend zu labilisieren, wovon auch der Bereich Imst betroffen ist.
- I Weiters fällt auf, dass bei den Belastungsepisoden die NO<sub>x</sub>-Konzentration in Imst–Imsterau nur ein schwach ausgeprägtes Maximum am Morgen (zeitgleich mit einem ausgeprägten Morgenmaximum in Vomp A12) aufweist, sondern bis ca. 11:00 Uhr mäßig ansteigt, um am frühen Nachmittag zu stagnieren oder leicht zurückzugehen. Demgegenüber zeigen die hoch belasteten Tage im Jänner 2003 ein markanteres Morgenmaximum in Imst–Imsterau.

Zur Beurteilung der NO<sub>x</sub>-Belastung an der Imsterbergstraße lassen sich u. a. die Wochen- und Tagesgänge des Straßenverkehrs auf der Brennbichl–Straße (KÖLL, 2005) heranziehen, auf welcher, wie die Verkehrsstromanalyse zeigt (Kapitel 3.1.4) der größte Teil des Verkehrs zur Imsterbergstraße stattfindet. Die Brennbichl–Straße zeigt einen recht ähnlichen Tagesgang des Verkehrs wie die A12 bei Imst, allerdings steigt der Verkehr auf der A12 morgens ca. 1 Stunde früher an und geht abends erst 1 Stunde später zurück (siehe auch mittlere Tagesgänge in Kapitel 6.7.1).

Insgesamt ist die NO<sub>2</sub>- bzw. NO<sub>x</sub>-Konzentration aber nicht von der NO<sub>x</sub>-Emission abhängig; hohe NO<sub>x</sub>-Emissionen (über 2 kg/km<sup>3</sup>h) auf A12 und Imsterbergstraße zusammen treten parallel mit NO<sub>2</sub>-Konzentrationen zwischen 50 und 260 µg/m<sup>3</sup> auf. Es sind somit primär Variationen der Ausbreitungsbedingungen, welche die Höhe der NO<sub>x</sub>- bzw. NO<sub>2</sub>-Konzentration bestimmen.

Die PM<sub>10</sub>-Belastung zeigt bei hochwinterlichen Belastungsepisoden in Imst einen durchwegs ähnlichen Verlauf wie NO<sub>x</sub>, allerdings mit weniger markanten Spitzen (siehe auch Kapitel 9.1).

Im Unterschied zu Imst–Imsterau steigt die NO- und NO<sub>2</sub>-Konzentration in Magerbach bei Haiming nachmittags erst zu jenem Zeitpunkt, bei dem die Ozonkonzentration null erreicht – d. h. mit der Ausbildung definitiv sehr ungünstiger Ausbreitungsverhältnisse – und der Wind von Ost auf West dreht, rasch an. Die NO<sub>x</sub>-Belastung wird in Haiming offenbar von den Ausbreitungsbedingungen und Emissionen eher in jener Weise beeinflusst, die „üblicherweise“ den Tagesverlauf bodennah emittierter Schadstoffe prägt.

Haiming weist deutlich höhere NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-Verhältnisse zur Zeit der maximalen NO<sub>2</sub>-Konzentration auf, d. h. wesentlich geringere NO-Konzentrationen. Die Luftmassen, die in Haiming erfasst werden, sind somit vergleichsweise „gealtert“.

Auch Episoden mit mäßig hohen NO<sub>x</sub>-Belastungen, aber ungünstigen Ausbreitungsbedingungen weisen zumeist vergleichbare zeitliche Verläufe der NO- und NO<sub>2</sub>-Belastung in Imst–Imsterau auf wie die im Detail untersuchten Belastungsepisoden im Dez. 2004 und Jän. 2005 – d. h. ein nur mäßig ausgeprägtes Morgenmaximum, kaum einen Rückgang über Mittag und ein Tagesmaximum am späten Nachmittag.



Belastungsepisoden im November und Februar weisen generell niedrigere NO<sub>x</sub>-Belastungen auf als solche im Dezember und Jänner.

Die NO<sub>x</sub>-Belastung weist in Imst-Imsterau an Tagen mit NO<sub>2</sub>-Spitzen um oder über 200 µg/m<sup>3</sup> einen etwas anderen Verlauf als das Verkehrsaufkommen auf der A12 (siehe Kapitel 3.1 und 6.7.1) auf. Im Vergleich zu anderen Nordtiroler Messstellen, aber auch in Relation zum Tagesgang des Verkehrs sind am Morgen und Vormittag die NO<sub>x</sub>-Konzentrationen in Imst-Imsterau relativ gering und steigen langsamer an, als man in Hinblick auf das Verkehrsaufkommen erwarten würde, am späten Nachmittag vergleichsweise höher. Auf dieses Phänomen wurde bereits in Kapitel 6.7.2 hingewiesen. Tage mit NO<sub>2</sub>-Spitzen um oder über 200 µg/m<sup>3</sup> zeigen am späten Nachmittag ein noch schärfer ausgebildetes NO- und NO<sub>2</sub>-Maximum als in den mittleren Tagesgängen in Kapitel 6.7.2.

Die vergleichsweise niedrigen NO<sub>x</sub>-Konzentrationen am Morgen könnten darauf zurückzuführen sein, dass bei Westwind relativ niedrig belastete Luft aus den Tälern westlich von Imst die Messstelle erreicht; die niedrige morgendliche „Vorbelastung“ bei Westwind ist auf die niedrigen nächtlichen Emissionen „stromaufwärts“ zurückzuführen.

Der rasche Konzentrationsanstieg am späten Vormittag steht mit dem Wechsel auf Ostwind (Taleinwind) in Verbindung, wodurch höher belastete Luft aus dem unteren Inntal die Messstelle erreicht.

Rezirkulation hoch belasteter Luft nach dem Wechsel auf Westwind am Nachmittag ist neben hohen lokalen Emissionen ein weiterer Faktor für die Konzentrationsspitzen am späten Nachmittag.

Um der Frage nachzugehen, ob Veränderungen des Emissionsverhaltens für die erhöhten NO<sub>2</sub>-Konzentrationen im Dez. 2004 und Jän. 2005 verantwortlich gewesen sein könnte, wurden die Verkehrszahlen auf der A12 an den Überschreitungstagen mit denen des Durchschnitts in den Monaten Dezember 2004 und Jänner 2005 verglichen. Für diesen Zeitraum stehen von der Zählstelle A12 – Imst zur Verkehrszahlen zur Verfügung<sup>16</sup>. In Tabelle 30 ist der DTV der Tage mit Überschreitungen in diesem Zeitraum sowie die Differenz zum Mittelwert der beiden Monate dargestellt.

---

<sup>16</sup> Die Daten wurden dankenswerter Weise von Hrn. Ing. Borek, ASFINAG Verkehrstelematik GmbH zur Verfügung gestellt, für die Zählstelle B171 (für die Jahre 2003 und 2004) von Hrn. Ing. Müllner.



Tabelle 30: Verkehrswerte der A12 an den Überschreitungstagen im Dezember 2004 und Jänner 2005 sowie die Differenz zu den Mittelwerten in diesem Zeitraum.

Datum	Wochentag	Kfz	Schwerverkehr	Differenz zum Mittelwert	
				Kfz	Schwerverkehr
07.12.04	Dienstag	17.109	2.623	1.479	1.040
09.12.04	Donnerstag	18.095	2.714	2.465	1.131
10.12.04	Freitag	19.045	2.405	3.415	822
11.12.04	Samstag	15.381	964	-249	-619
13.12.04	Montag	16.479	2.312	849	729
14.12.04	Dienstag	16.720	2.464	1.090	881
15.12.04	Mittwoch	16.944	2.411	1.314	828
16.12.04	Donnerstag	17.438	2.436	1.808	853
10.01.05	Montag	14.200	1.754	-1.430	171
11.01.05	Dienstag	14.566	2.066	-1.064	483
12.01.05	Mittwoch	15.515	2.007	-115	424
16.01.05	Sonntag	14.520	639	-1.110	-944
17.01.05	Montag	14.909	1.923	-721	340
alle Tage Dez 04-Jän 05					
Mittelwert		15.630	1.583		
Max		23.029	2.714	7.399	1.131
Min		10.668	237	-4.962	-1.346
Mo-Fr		15.448	1.910	-182	327
Samstag		17.024	928	1.394	-655
Sonntag		15.126	638	-504	-944

An den Überschreitungstagen waren die Verkehrszahlen für Kfz durchwegs niedriger als die maximalen Werte in diesem Zeitraum. Beim Schwerverkehr zeigt sich allerdings, dass an zwei Tagen (7.12. und 9.12.2004) die Verkehrswerte sehr hoch waren. Allerdings waren auch an Tagen mit unterdurchschnittlicher Verkehrsbelastung sowohl bei Kfz als auch beim Schwerverkehr Grenzwertüberschreitungen zu verzeichnen (11.12.2004, 16.01.2005). **Außergewöhnliche Verkehrereignisse auf der A12 sind daher nicht verantwortlich für die Grenzwertüberschreitungen.**

Ein vergleichbares Ergebnis zeigen die Emissionen von NO<sub>x</sub> auf der A12 und der Imsterbergerstraße, die stunden- und tageweise berechnet wurden. Auch hier zeigt sich kein außergewöhnliches Emissionsverhalten zu den Überschreitungstagen und -Tagen, das für die Grenzwertüberschreitungen verantwortlich gemacht werden könnte. Abbildung 44 zeigt den Zusammenhang zwischen NO<sub>x</sub>-Emissionen an der Imsterbergerstraße und den Immissionen an der Messstelle Imst–Imsterau (als Einstundenmittelwerte). Diejenigen Wertepaare, bei denen NO<sub>2</sub>-Halbstundenmittelwerte über 200 µg/m<sup>3</sup> aufgetreten sind, sind rot markiert. Es zeigt sich kein statistischer Zusammenhang zwischen den Emissionen und den Immissionen.

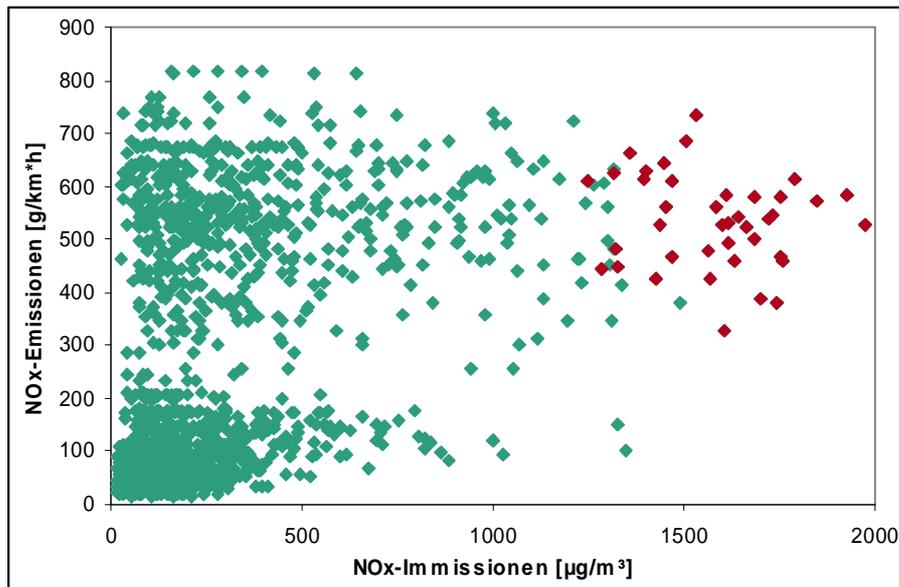


Abbildung 44: NO<sub>x</sub>-Emissionen an der Imsterbergerstr. in Abhängigkeit von den NO<sub>x</sub>-Immissionen an der Messstelle Imst Imsterau als Einstundenmittelwerte. Rot markiert sind jene NO<sub>x</sub>-Immissionen, bei denen NO<sub>2</sub> HMW > 200 µg/m<sup>3</sup> aufgetreten sind.

Die NO- und NO<sub>2</sub>-Belastung zeigt in Imst-Imsterau bei allen hochwinterlichen Belastungsepisoden (mit NO<sub>2</sub>-HMW um oder über 200 µg/m<sup>3</sup>), die sich durch vergleichbare meteorologische Bedingungen – Hochdruckwetterlagen mit sehr ungünstigen Ausbreitungsbedingungen – seit Beginn der Messung im Jänner 2002 einen ähnlichen Verlauf, sodass davon auszugehen ist, dass keine wesentliche Veränderung im zeitlichen Muster der verantwortlichen Emissionen aufgetreten ist. Allerdings kann angenommen werden, dass die verantwortlichen Emissionen zwischen 2002 und 2005 zugenommen haben, sodass bei vergleichbaren meteorologischen Verhältnissen die NO<sub>2</sub>-Spitzen im Jahr 2002 um 160 µg/m<sup>3</sup>, 2004/05 dagegen um 230 µg/m<sup>3</sup> lagen.



## 7 FAKTOREN, DIE ZU DEN GRENZWERTÜBERSCHREITUNGEN GEFÜHRT HABEN

### 7.1 Topographische und meteorologische Faktoren

NO<sub>2</sub>–Grenzwertüberschreitungen traten in Imst–Imsterau massiert im Dezember 2004 und im Jänner 2005 während einiger Tage auf. Sie stellen somit ein zeitlich begrenztes Phänomen dar, welches jedenfalls durch **sehr ungünstige Ausbreitungsbedingungen** mit bedingt war.

Die Untersuchung der Ursachen der Grenzwertüberschreitungen stützt sich daher primär auf die Episoden mit erhöhter NO<sub>2</sub>–Belastung, weniger auf das mittlere Verhalten der NO<sub>x</sub>–Belastung.

Die relevanten topographischen bzw. meteorologischen Einflussfaktoren sind:

- I die Lage in einem engen Tal mit einem grundsätzlich sehr beschränkten Luftvolumen, das zur Verdünnung der Schadstoffe zur Verfügung steht;
- I lang anhaltende Hochdruckwetterlagen mit schwacher großräumiger Strömung führen zur Ausbildung von starken, teilweise hoch reichenden Bodeninversionen im Inntal;
- I die Enge des Tales und die im Süden steil ansteigenden Berge führen im Hochwinter (Dezember, Jänner) zu einer starken Abschattung des Talbodens, wodurch es im Hochwinter auch über Mittag nicht zur Auflösung der Bodeninversion kommt;
- I dadurch kommt es auch über Mittag zu keiner verbesserten Schadstoffverdünnung, sondern zu kontinuierlicher Schadstoffakkumulation im Tagesverlauf. Die Konzentrationsspitzen treten am späten Nachmittag, etwa zeitgleich mit dem Emissionsmaximum des Straßenverkehrs auf.

### 7.2 „Einzugsgebiet“ der Messstelle Imst–Imsterau

Eine wesentliche Grundlage für die Ausarbeitung von effektiven Maßnahmen ist eine möglichst genaue räumliche Zuordnung der verantwortlichen NO<sub>x</sub>–Emissionen.

Dabei ist einerseits die Eingrenzung des „Einzugsgebietes“ der Messstelle vorzunehmen. Aufgrund des – gerade bei Hochdruckwetterlagen, die mit erhöhten NO<sub>2</sub>–Konzentrationen in Verbindung stehen – gut ausgebildeten Talwindsystems mit regelmäßigem Wechsel zwischen West– und Ostwind im Inntal werden Luftmassen im Tagesverlauf rezirkuliert. Die atmosphärische Lebensdauer von NO<sub>2</sub> von maximal ca. 20 Stunden (SEINFELD&PANDIS, 1998) beschränkt das Einzugsgebiet der Messstelle maximal auf jenen Bereich, aus dem innerhalb von 20 h die Luft die Messstelle Imsterau erreichen kann.

Zum Anderen ist die Frage zu behandeln, in welchem Ausmaß a) Emissionen der Imstbergstraße, an welcher die Messstelle liegt, b) der Inntalautobahn A12, die minimal ca. 130 m an der Messstelle vorbeiführt, und c) des weiteren Einzugsgebietes zur erhöhten NO<sub>2</sub>–Belastung beitragen.

Die Lage der Messstelle Imst–Imsterau im Inntal mit einer ausgeprägten Talwindzirkulation – aber nur einer relativ kurzen Taleinwindphase im Hochwinter – bedeutet, dass NO<sub>x</sub>–Emissionen im Inntal innerhalb jenes Bereiches, in dem die Luftmasse im Inntal während eines Tages verfrachtet werden kann, zur NO<sub>2</sub>–Belastung in Imst–Imsterau beitragen können. Die



Taleinwindphase dauert während der hochwinterlichen Belastungsepisoden meist nur 3 bis 5 h, sodass sich bei einer mittleren Windgeschwindigkeit von ca. 1,5 m/s ein Transportweg von ca. 20 bis 30 km ergibt, der sich somit talabwärts ca. bis Telfs erstreckt. Aufgrund der wesentlich längeren Talaustrittsphase kann Luft aus dem gesamten Inntal oberhalb von Imst einschließlich dessen Seitentäler während der Nacht die Messstelle Imst–Imsterau erreichen.

NO<sub>x</sub>–Transport aus anderen Tälern oder außeralpinen Regionen über die das Inntal umgebenden Berge hinweg ist angesichts der extrem stabilen Ausbreitungsbedingungen während der NO<sub>2</sub>–Belastungsepisoden auszuschließen.

Nachdem die vorliegenden meteorologischen Informationen (siehe v. a. Kapitel 4.2) darauf hindeuten, dass die Messstelle Imst–Imsterau eher im Bereich des Talwindes des Inntals, nicht aber des Gurgltals liegt, dürften Emissionen der Stadt Imst wenig zur NO<sub>x</sub>–Belastung an der Messstelle Imst Imsterau beitragen.

Die NO<sub>x</sub>–Emissionen in diesem Gebiet werden – gemäß Kapitel 3 – in Tabelle 31 zusammengefasst. Die bei Weitem größte Quelle stellt der Straßenverkehr dar. Wie in Kapitel 3.1 ausgeführt, sind die Straßenverkehrsemissionen des Untersuchungsgebietes zu fast 40 % der Inntalautobahn A12 zuzuordnen.

Tabelle 31: NO<sub>x</sub>–Emissionen im Einzugsgebiet der Messstelle Imst–Imsterau.

Quellgruppe		NO <sub>x</sub> (t/a)
Straßenverkehr	Pkw, ZR <sup>17</sup>	672
	Lkw (SNF, LNF)	900
Hausbrand		152
Industrie, Gewerbe		>100

### 7.3 Beiträge lokaler Emissionen

Die Messstelle Imst–Imsterau ist erheblichen lokalen NO<sub>x</sub>–Emissionen v. a. aus dem Straßenverkehr – wobei sich Beiträge der unmittelbar anliegenden Imsterbergstraße und der ca. 130 m südlich verlaufenden Inntalautobahn A12 überlagern – sowie aus Industriebetrieben ausgesetzt.

Für die Ausarbeitung von Minderungsmaßnahmen wäre die Kenntnis der relativen Beiträge

- des lokalen Verkehrs auf der Imsterbergstraße,
  - des (überregionalen) Verkehrs auf der Inntalautobahn A12,
  - der Industriebetriebe an der Imsterbergstraße,
  - der Hausbrandemissionen (einschließlich Raumwärmeerzeugung in Industrie und Gewerbe),
  - aller weiter entfernten Quellen (wobei unter diesen der Straßenverkehr dominiert)
- wesentlich.

<sup>17</sup> Zweiräder.



Prinzipiell wäre diese Zuordnung am aussagekräftigsten entweder mittels einer Ausbreitungsmodellierung durchzuführen, oder anhand von Messungen an unterschiedlichen Standorttypen (ländlich emittent fern; autobahnnah). Da geeignete Messungen derzeit nicht zur Verfügung stehen und eine adäquate Modellierung den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde, werden im Folgenden verschiedene Ansätze verfolgt:

1. Vergleich der Emissionsmengen im lokalen Einflussbereich der Messstelle (siehe Kapitel 3), d. h. auf der Imsterbergstraße und dem parallelen Abschnitt der Inntalautobahn A12;
2. Abschätzung der räumlichen Verteilung der NO<sub>x</sub>-Immission mit einem einfachen Straßenmodell;
3. Abschätzung der relativen Beiträge von Imsterbergstraße und Inntalautobahn A12 anhand des Tages- und Wochenganges der NO<sub>2</sub>-Belastung und der NO<sub>x</sub>-Emissionen.

### 7.3.1 Lokale NO<sub>x</sub>-Emissionen

Von Montag–Freitag wies die Imsterbergstraße im Mittel über die Tage mit extrem ungünstigen Ausbreitungsbedingungen im Dezember 2004 und Jänner 2005 NO<sub>x</sub>-Emissionen von 7,6 kg/(km\*Tag) auf; an Samstagen ca. 5,5 kg/(km\*Tag), an Sonn- und Feiertagen war die NO<sub>x</sub>-Emission mit 1,7 kg/(km\*Tag) deutlich niedriger<sup>18</sup>.

Die Inntalautobahn A12<sup>19</sup> wies im Mittel über die Tage mit extrem ungünstigen Ausbreitungsbedingungen im Dezember 2004 und Jänner 2005 an Montag–Freitag NO<sub>x</sub>-Emissionen von 24,0 kg/(km\*Tag) auf, im Jänner 2005 waren die NO<sub>x</sub>-Emissionen mit um 22 kg/(km\*Tag) etwas niedriger. An Samstagen und Sonntagen gehen die Emissionen der A12 aufgrund des weitgehenden Wegfalls der Lkw-Emissionen zurück und werden von dem – teilweise sehr variablen – Pkw-Verkehrsaufkommen bestimmt; sie betragen z. B. am Samstag 15.1.2005 22,0 kg/(km\*Tag), am Sonntag 16.1. 13,8 kg/(km\*Tag).

Sowohl auf der A12 wie auf der Imsterbergstraße entfallen im Hochwinter jeweils etwa 50 % der NO<sub>x</sub>-Emissionen auf Pkw und Lkw (womit der Lkw-Anteil auf der A12 bei Imst im Dezember 2004 und Jänner 2005 unter dem Durchschnitt von ca. 60 % lag).

Die Hausbrandemissionen (inkl. Raumwärmeerzeugung in Gewerbe und Industrie) der Stadt Imst betragen 12,7 t/a (siehe Kapitel 3.2). Da diese Emissionen sich auf das Winterhalbjahr konzentrieren, ist mit täglichen Emissionen um 70 kg/Tag im Winter zu rechnen, von denen allerdings nur ein kleiner Teil von schätzungsweise 10 kg/Tag im Bereich entlang der Imsterbergstraße zu lokalisieren ist.

Die industriellen Emissionen der Fa. Pfeifer an der westlichen Imsterbergstraße werden mit 24 t/a (bei ca. 7500 Betriebsstunden pro Jahr ca. 70 kgNO<sub>x</sub>/Tag), jene der Fa. Textildruck Imst an der östlichen Imsterbergstraße mit 19 t/a (ca. 52 kg/Tag) angegeben (Kapitel 3.3).

An den Tagen mit NO<sub>2</sub>-Grenzwertüberschreitung lag das NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-Verhältnis sehr konstant (und sehr niedrig) um 0,15; daraus kann der Schluss gezogen werden, dass NO–NO<sub>2</sub>–

---

<sup>18</sup> Die Berechnungen der NO<sub>x</sub>-Emissionen der Imsterbergstraße stützen sich auf die Verkehrszählung von KÖLL (2005) und wurden für den Winter 2004/05 anhand des zeitlichen Verhaltens des Verkehrsvolumens auf der B171 in Imst hochgerechnet.

<sup>19</sup> Stundenwerte der Verkehrszählung, d. h. „gemessene“ Verkehrswerte.



Umwandlung an diesen Tagen eine minimale Rolle spielte und dass somit die gemessene NO<sub>2</sub>-Immission im lokalen Umkreis ganz überwiegend von NO<sub>2</sub>-Emissionen – und nicht von NO-Emissionen und NO-NO<sub>2</sub>-Umwandlung – bestimmt wurde.

Ein NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-Verhältnis um 0,15 entspricht annähernd den Verhältnissen der **Emissionen des Kfz-Verkehrs**, während bei stationären Anlagen mit einem deutlich niedrigeren NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-Verhältnis der Emissionen (um 0,05) zu rechnen ist. Dies ist ein weiterer Hinweis auf den dominierenden Beitrag von Kfz-Emissionen zu den NO<sub>2</sub>-Grenzwertüberschreitungen in Imst-Imsterau.

Das konstante NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-Verhältnis zeigt klar, dass zeitweilig erhöhte NO-NO<sub>2</sub>-Umwandlung durch erhöhte Ozonkonzentration keine Rolle für die erhöhte NO<sub>2</sub>-Belastung spielte.

### 7.3.2 Tagesgang – Abschätzung des Beitrags lokaler Industriebetriebe

Eine Eingrenzung des Beitrags industrieller Emissionen erfolgt anhand des Tagesganges von Emission und Immission.

Der Tagesgang der NO- wie der NO<sub>2</sub>-Konzentration folgt in Imst-Imsterau sehr deutlich jenem der NO<sub>x</sub>-Emissionen des Straßenverkehrs (wobei die A12 und die Imsterbergstraße einen sehr ähnlichen Tagesgang aufweisen).

Die **Fa. Pfeifer** (geschätzte NO<sub>x</sub>-Emission 24 tNO<sub>2</sub>/a) dürfte bei über 7.500 Betriebsstunden pro Jahr zeitlich konstante Emissionen aufweisen (ca. 70 kg/Tag).

Am frühen Morgen beträgt die NO<sub>2</sub>-Konzentration mit nur 30 bis 40 µg/m<sup>3</sup> etwa 15 bis 20 % des IG-L-Grenzwertes. Zu dieser Zeit wird die Messstelle – bei Westwind – von Luftmassen aus dem oberen Inntal und dessen Seitentälern westlich von Imst erreicht (von wo relativ NO<sub>x</sub>-arme Luft kommt, da nachts die Emissionen niedrig sind); sie liegt aber auch im Lee der Fa. Pfeifer (deren NO<sub>x</sub>-Emission noch deutlich über der mittleren NO<sub>x</sub>-Emission des Verkehrs der Imsterbergstraße liegt). Diese trägt damit – auch bei sehr ungünstigen Ausbreitungsbedingungen – deutlich weniger als 30 µg/m<sup>3</sup> zur in Imst-Imsterau gemessenen NO<sub>2</sub>-Belastung bei, da dieser früh morgendliche Minimum-Wert auch auf weitere Emissionen aus Straßenverkehr, Hausbrand und Industrie im Inntal westlich von Imst zurückzuführen ist.

Am späten Nachmittag, nach neuerlicher Drehung des Windes auf West, kommt die Messstelle wieder ins Lee der Fa. Pfeifer, wobei tendenziell mit etwas günstigeren Ausbreitungsbedingungen als früh morgens zu rechnen ist.

*Damit liegt der Beitrag der Fa. Pfeifer sicher deutlich unter 15 % des IG-L-Grenzwertes.*

Die Fa. Textildruck Imst liegt bei Westwind – d.h. während der Zeit der Grenzwertüberschreitungen – nicht im Lee der Messstelle und trägt somit nicht unmittelbar zur dort gemessenen NO<sub>2</sub>-Belastung bei. Emissionen der Fa. Textildruck Imst werden über Mittag westwärts verfrachtet und dann mit Westwind an die Messstelle rezirkuliert.

Die Hausbrandemissionen weisen im Tagesgang ein morgendliches Maximum (ca. 6:30 Uhr) auf, gehen tagsüber etwas zurück, erreichen abends höhere Werte und sinken in der Nacht etwa auf die Hälfte ab (siehe AEEG, 2002 und UMWELTBUNDESAMT 2004b). Nachdem die NO<sub>2</sub>-Konzentration in Imst weder ein markantes morgendliches Maximum aufweist noch spät abends erhöhte Werte – wie etwa an städtischen Standorten mit hohen Emissionsdichten aus Hausbrand – aufweist, dürften Hausbrandemissionen kaum zum markanten Tagesgang der NO<sub>2</sub>-Konzentration, sondern zum „Grundniveau“ von 30 bis 40 µg/m<sup>3</sup> beitragen.



### 7.3.3 Straßenmodell

Mit dem Straßenmodell ADMS Roads<sup>20</sup> (MCHUGH et al., 1997) wurde von der ZAMG mittels einfacher Ausbreitungsrechnung abgeschätzt, welche Immission in einem Abstand von 150 m von der Inntalautobahn A12 bei gegebener Emission zu erwarten sind.

Folgende Modellannahmen wurden verwendet:

- ü sehr stabile Ausbreitungsbedingungen (Ausbreitungsklasse 7)
- ü Mischungshöhe 150 m
- ü Wind von Westsüdwest, 30° gegenüber der Richtung der A12 versetzt – entsprechend der Lage der A12, die im Bereich westlich der Imsterbergstraße von der nördlichen auf die südliche Talseite wechselt.
- ü Windgeschwindigkeit 1 m/s.

Bei gegebener Emission liegt die NO<sub>x</sub>–Konzentration 130 m von der A12 entfernt bei 22 % jenes Immissionswertes, der 10 m neben der Autobahn errechnet wird.

Damit lässt sich abschätzen, dass der Beitrag der A12 im Bereich der Messstelle an der Imsterbergstraße pro Emissionseinheit etwa 20 % jenes Beitrages ausmacht, den gleiche Emissionen der Imsterbergstraße verursachen.

Da die A12 länger ist als die Imsterbergstraße, kann deren Beitrag effektiv wesentlich höher sein.

Die Modellierung mit ADMS Roads erlaubt allerdings keine realitätsnahe Abschätzung der großräumigen Schadstoffausbreitung in einem Tal, das westlich von Imst mit ca. 600 m deutlich schmaler ist als die Länge der (möglicherweise) relevanten Straßenabschnitte.

### 7.3.4 A12 und Imsterbergstraße – Abschätzung über den Wochengang

Nachfolgend wird versucht, eine Abschätzung der relativen Beiträge von Imsterbergstraße und Inntalautobahn A12 anhand der Immissionsdaten zu geben, wofür die zeitliche Variation im Wochengang herangezogen wird.

Dazu wird die Variation der NO<sub>2</sub>–Spitzenbelastung an jenen Tagen im Dezember 2004 und im Jänner 2005, an denen sehr ungünstige Ausbreitungsbedingungen herrschten, mit der zeitlichen Variation der NO<sub>x</sub>–Emissionen in Relation gesetzt. Die NO<sub>x</sub>–Konzentration wies einen parallelen Verlauf wie NO<sub>2</sub> auf (wie das sehr konstante NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>–Verhältnis von 0,15 zeigt), sodass es zulässig ist, NO<sub>x</sub>–Emissionen und NO<sub>2</sub>–Immissionen zu vergleichen.

Von Montag–Freitag wies die Imsterbergstraße im Dezember 2004 NO<sub>x</sub>–Emissionen um 7,0 kg/(km\*Tag) auf, im Jänner 2005 um 8,4 kg/(km\*Tag); an Samstagen ca. 5,5 kg/(km\*Tag), an Sonn– und Feiertagen war die NO<sub>x</sub>–Emission mit 1,7 kg/(km\*Tag) deutlich niedriger.

<sup>20</sup> Die Berechnungen von Immissionskonzentrationen erfolgte mit dem von CERC (Cambridge Environmental Research Consultants Ltd) erworbenem Gauß'schen Ausbreitungsmodell ADMS Roads. ADMS (Atmospheric Dispersion Modelling System) ist ein fortgeschrittenes dreidimensionales Gauss'sches Ausbreitungsmodell, welches zur Berechnung von Schadstoffkonzentrationen infolge von verkehrsbedingten Freisetzungen an Strassen adaptiert wurde. Mit diesem Modell können unterschiedlichste Emissionsquellen (Punkt-, Flächen-, Volumen- und Linienquellen) berücksichtigt und verschiedene meteorologische Inputdaten (für statistische Bearbeitung oder als Zeitreihe) verwendet werden.



Bezogen auf die Länge der Imsterberg- und Brennbichlstraße von ca. 2 km liegen die Straßenverkehrsemissionen Montag–Freitag bei 18,8 kg/Tag, sonntags bei 3,4 kg/Tag.

Die Inntalautobahn A12 wies im Dezember 2004 Montag–Freitag NO<sub>x</sub>-Emissionen um 26 kg/(km\*Tag) auf, im Jänner 2005 waren die NO<sub>x</sub>-Emissionen mit um 22 kg/(km\*Tag) etwas niedriger. An Samstagen und Sonntagen gehen die Emissionen der A12 aufgrund des weitgehenden Wegfalls der Lkw-Emissionen zurück und werden von dem – teilweise sehr variablen – Pkw-Verkehrsaufkommen bestimmt; sie betragen z. B. am Samstag 15.1.2005 22,0 kg/(km\*Tag), am Sonntag 16.1. 13,8 kg/(km\*Tag). Auf einer Länge von 2 km (parallel zur Imsterbergstraße) liegen die Emissionen der A12 zwischen 28 und 52 kg/Tag.

Grundsätzlich weisen die A12 und die Imsterbergstraße einen relativ ähnlichen Tagesgang mit den höchsten Emissionen gegen Abend und einem leichten Rückgang über Mittag auf; der Anstieg am Morgen erfolgt auf der A12 etwas früher, der Rückgang am Abend etwas später als auf der Imsterbergstraße.

Für die Beurteilung der zeitlichen Variabilität der NO<sub>2</sub>-Spitzenbelastung und ihrer Relation zu den NO<sub>x</sub>-Emissionen können nur Tage mit einheitlich sehr ungünstigen Ausbreitungsbedingungen herangezogen werden; damit steht nur ein relativ kleiner Datensatz im Dezember 2004 und Jänner 2005 zur Verfügung (siehe Kapitel 6.9).

Innerhalb dieses Zeitraums befinden sich 13 Tage mit hohen werktäglichen Emissionen sowohl der A12 wie der Imsterbergstraße; an allen diesen Tagen wurden nachmittags hohe NO<sub>2</sub>-Spitzen – in einem Bereich zwischen 168 und 286 µg/m<sup>3</sup> registriert (die niedrige NO<sub>2</sub>-Konzentration am 14.1.2005 mit max. 168 µg/m<sup>3</sup> könnte auf teilweise Labilisierung der Bodeninversion über Mittag zurückzuführen sein – siehe Kapitel 6.9.2). Tendenziell wiesen davon die Tage im Dezember 2004 mit NO<sub>x</sub>-Emissionen der A12 um 26 kg/(km\*Tag) höhere NO<sub>2</sub>-Spitzen auf als im Jänner 2005 mit Emissionen der A12 um 22 kg/(km\*Tag).

Der 8.12. wies als Feiertag stark reduzierte Emissionen auf der A12 (14,3 kg/(km\*Tag) auf; da der 8.12. ein Einkaufstag war, ist mit „normalen“, möglicherweise auch überdurchschnittlichen Emissionen auf der Imsterbergstraße zu rechnen. Der NO<sub>2</sub>-Spitzenwert wurde mit 143 µg/m<sup>3</sup> gemessen.

An den Sonntagen 12.12., 9.1. und 16.1. waren die NO<sub>x</sub>-Emissionen der Imsterbergstraße mit unter 2 kg/(km\*Tag) minimal, die NO<sub>x</sub>-Emissionen der A12 betragen mit um 15 kg/(km\*Tag) etwa zwei Drittel des werktägigen Durchschnitts. Diese Tage wiesen NO<sub>2</sub>-Spitzen zwischen 118 und 201 µg/m<sup>3</sup> auf. Dabei wiesen am 12.12. (NO<sub>2</sub>-Max 161 µg/m<sup>3</sup>) und 16.1. (NO<sub>2</sub>-Max 201 µg/m<sup>3</sup>) die NO<sub>x</sub>-Emission (d. h. das Verkehrsaufkommen) auf der A12 ein ausgeprägtes Maximum am späten Nachmittag auf – was die hohen NO<sub>2</sub>-Spitzen erklären dürfte – wohingegen die NO<sub>x</sub>-Emissionen sich am 9.1. (118 µg/m<sup>3</sup>) bei ähnlicher Tagessumme relativ gleichmäßig über den Tag von ca. 11 bis 19 Uhr verteilen.

### 7.3.5 Verkehrsverhalten auf der Imsterbergstraße

Die NO<sub>x</sub>-Emissionen der Imsterbergstraße sind etwa zu gleichen Teilen dem Pkw- und Lkw-Verkehr zuzuordnen. Wie in Kapitel 3.1.4 ausgeführt, weist der Pkw-Verkehr einen ausgeprägten Wochengang mit erhöhten Werten von Montag bis Samstag, der Lkw-Verkehr mit erhöhtem Aufkommen von Montag bis Freitag auf.

Der Wochen- wie der Tagesgang des Pkw-Verkehrs mit stark erhöhtem Aufkommen um 600 Kfz/h von 8 bis 18 Uhr lässt sich dem **Einkaufsverkehr** zuordnen. Auf den **Freizeitverkehr** zum/vom Kinocenter ist der abendliche Pkw-Verkehr zurückzuführen, der in der Nacht Samstag–Sonntag mit ca. 150 Kfz/h länger auf höherem Niveau bleibt als an den



anderen Abenden und an Sonntagen (Durchschnitt 105 Kfz/h, Maximum am Abend 200 Kfz/h) vermutlich den dominierenden Beitrag zum Verkehrsaufkommen darstellt.

Der Lkw–Verkehr weist von 6 bis 18 Uhr erhöhtes Aufkommen auf, die höchsten Werte (um 30 Kfz/h) werden zwischen 7 und 9 Uhr erreicht.

Für die Grenzwertüberschreitungen, welche durchwegs am Nachmittag auftraten, ist damit primär der **Einkaufsverkehr** verantwortlich zu machen.

### 7.3.6 Resümee

Die oben dargestellten Daten und Auswertungen geben hinsichtlich einer Zuordnung der gemessenen NO<sub>2</sub>–Spitzen zu den Emissionen der Inntalautobahn A12 und der Imsterbergstraße kein einheitliches Bild.

Die Ausbreitungsrechnung (Kapitel 7.3.3) deutet darauf hin, dass NO<sub>x</sub>–Emissionen der A12 in einem Abstand um 130 m (d. h. der Distanz A12 – Imsterbergstraße) pro Emissionseinheit ca. **ein Fünftel** so viel beitragen wie eine Emissionseinheit des Kfz–Verkehrs auf der Imsterbergstraße.

Die NO<sub>x</sub>–Emissionen auf der Inntalautobahn A12 sind pro Längeneinheit im Mittel **etwas mehr als drei mal so hoch** wie auf der Imsterbergstraße.

Daraus lässt sich abschätzen, dass der Beitrag der NO<sub>x</sub>–Emissionen der A12 (pro Längeneinheit) zur NO<sub>2</sub>–Spitzenbelastung an der Messstelle Imst–Imsterau etwa zwei Drittel des Beitrags der Emissionen der Imsterbergstraße ausmacht.

Da die A12 deutlich länger ist als die Imsterbergstraße (und die anschließenden Straßenzüge im Bereich Imsterau) und zudem die Emissionen aus den Abluftöffnungen des Roppener Tunnels zu berücksichtigen sind, trägt die A12 noch stärker zu den lokalen NO<sub>x</sub>–Emissionen bei.

Insgesamt dürfte der Beitrag der A12 zur NO<sub>2</sub>–Spitzenbelastung an der Messstelle Imst–Imsterau etwas geringer sein als jener der Imsterbergstraße.

Für einen noch höheren Beitrag der A12 spricht, dass an einem Sonntag (am 16.1.), an dem die Emissionen der Imsterbergstraße mit unter 2 kg/km\*Tag sehr gering waren (um einen Faktor 7 niedriger als die A12 mit 13,8 kg/km\*Tag) und damit die A12 den weitaus dominierenden Beitrag zu den lokalen NO<sub>x</sub>–Emissionen beisteuerte, eine NO<sub>2</sub>–Spitze um 200 µg/m<sup>3</sup> verursacht wurde.

Auch ging umgekehrt an fast allen Tagen mit stark unterdurchschnittlichen NO<sub>x</sub>–Emissionen der A12 – d. h. Samstage, Sonn– und Feiertage – die NO<sub>2</sub>–Spitzenbelastung in Imst–Imsterau deutlich zurück und lag zwischen 118 und 225 µg/m<sup>3</sup> – wobei der Samstag 11.12.2004 mit maximal 225 µg/m<sup>3</sup> eine Ausnahme darstellt; an diesem Tag wehte in Haiming (und damit sehr wahrscheinlich in Imst–Imsterau) durchgehend Westwind, sodass die meteorologischen Gegebenheiten anders waren als an den übrigen Tagen.

## 7.4 Abschätzung der Beiträge der verantwortlichen NO<sub>x</sub>–Emissionen

Eine quantitative Zuordnung der Beiträge verschiedener NO<sub>x</sub>–Quellen zur NO<sub>2</sub>–Spitzenbelastung in Imst–Imsterau kann nicht gegeben werden; hierfür wären eine



Ausbreitungsrechnung unter Berücksichtigung der lokalen topographischen Verhältnisse und eine genaue Kenntnis aller Emissionsquellen und von deren zeitlichem Verhalten notwendig. Die in Kapitel 7.3 dargestellte Abschätzung verschiedener Beiträge und die in Kapitel 3 dargestellten NO<sub>x</sub>-Emissionen erlauben allerdings folgende Aussagen:

- I die NO<sub>2</sub>-Spitzenbelastung an der Imsterbergstraße lässt sich überwiegend NO<sub>x</sub>-Emissionen der Imsterbergstraße und der Inntalautobahn A12 zuordnen;
- I die NO<sub>x</sub>-Emissionen im Untersuchungsgebiet sind ganz überwiegend dem Straßenverkehr zuzuordnen (wobei der Beitrag industrieller Emissionen zur Gesamtsumme schwer abzuschätzen ist). Etwa 40 % der NO<sub>x</sub>-Emissionen des Straßenverkehrs sind der A12 zuzuordnen;
- I die NO<sub>x</sub>-Emissionen des Straßenverkehrs stammen auf der A12 im Dezember und Jänner zu etwa gleichen Teilen aus Pkw und Lkw (im Jahresmittel entfallen 60 % auf Lkw- und etwa 40 % auf Pkw-Verkehr);
- I die NO<sub>x</sub>-Emissionen der Imsterbergstraße teilen sich im Mittel zu ca. 50 % auf Lkw- und Pkw-Verkehr auf, wobei die Lkw-Emissionen morgens, die Pkw-Emissionen nachmittags die höchsten Werte erreichen; Einkaufsverkehr ist für ein weitaus höheres Verkehrsaufkommen verantwortlich als Freizeitverkehr zum Kinocenter (Kapitel 3.1.4). Damit sind die (nachmittags beobachteten) Grenzwertüberschreitungen überwiegend den Pkw-Emissionen des Einkaufsverkehrs zuzuordnen;
- I die (erheblichen) NO<sub>x</sub>-Emissionen aus Industriebetrieben haben keinen erkennbaren Einfluss auf die NO<sub>2</sub>-Spitzen und tragen grob geschätzt ca. 10 % zur Gesamtbelastung bei.

## 7.5 Erforderlicher Reduktionsbedarf

Der maximale HMW der NO<sub>2</sub>-Konzentration, der in Imst-Imsterau registriert wurde, betrug 286 µg/m<sup>3</sup> (17.1.2005). Daraus lässt sich ein **Reduktionsbedarf** von maximal **30 %** ableiten, um den Grenzwert von 200 µg/m<sup>3</sup> einzuhalten.

In Hinblick auf das ziemlich konstante NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-Verhältnis von 0,15 an den Tagen stark erhöhter NO<sub>2</sub>-Belastung lässt sich dieser Reduktionsbedarf unmittelbar auf die NO<sub>x</sub>-Emissionen umlegen.

Da die Straßenverkehrsemissionen ein NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-Verhältnis vermutlich nahe bei 0,15 aufweisen, sind Reduktionen von primär emittiertem NO<sub>2</sub> am effektivsten.

## 7.6 Von Grenzwertüberschreitungen vermutlich betroffenes Gebiet

Die Abschätzung des von NO<sub>2</sub>-Grenzwertüberschreitungen vermutlich betroffenen Gebietes stützt sich auf folgende Argumente:

- I Die NO<sub>2</sub>-Grenzwertüberschreitungen wurden in Imst-Imsterau bei sehr ungünstigen Ausbreitungsbedingungen und einem extrem niedrigen NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-Verhältnis von 0,15 beobachtet (siehe Kapitel 6.9). Daraus wird der Schluss gezogen, dass sich die Bodeninversion an den betroffenen Tagen auch über Mittag nicht auflöste, was auf die starke Abschattung des schmalen oberen Inntals durch die südlich des Tals steil ansteigenden Berge zurückzuführen ist. Zudem steht im schmalen oberen Inntal



grundsätzlich ein viel geringeres Luftvolumen zur Verdünnung lokal emittierter Schadstoffe zur Verfügung als im breiteren mittleren und unteren Inntal (östlich von Haiming). Die ungünstigen topographisch-meteorologische Verhältnisse, die für die NO<sub>2</sub>– Grenzwertüberschreitungen in Imst–Imsterau verantwortlich gemacht werden, betreffen das gesamte schmale obere Inntal zwischen Roppen und Landeck.

- I Aus der in Kapitel 7.3 dargestellten Abschätzung der relativen Beiträge von NO<sub>x</sub>– Emissionen der A12 und der Imsterbergstraße lässt sich – ungeachtet der sehr großen Unsicherheit – jedenfalls ableiten, dass direkt an der A12 noch wesentlich höhere NO<sub>2</sub>– Konzentrationen zu erwarten sind als an der Imsterbergstraße.

Daraus wird geschlossen, dass das von Grenzwertüberschreitungen betroffene Gebiet sich jedenfalls entlang der gesamten Inntalautobahn A12 zwischen Roppen und Landeck erstreckt. Es umfasst zudem einen einige 100 m breiten Streifen nördlich des Inn im Bereich der A12 und der Imsterbergstraße entlang der vollständigen Länge der Imsterbergstraße.

Dazu können noch Gebiete in der Nähe der A12 kommen, in denen im untergeordneten Straßennetz hohe NO<sub>x</sub>–Emissionen sich mit dem Beitrag der A12 überlagern.



## 8 VORAUSSICHTLICHES SANIERUNGSGEBIET

Als „Sanierungsgebiet“ im Sinne des §2(8) IG-L ist jener Teil des österreichischen Bundesgebietes abzugrenzen, in dem sich die Quellen der registrierten Schadstoffbelastung befinden, für die im Maßnahmenkatalog gemäß §10 Anordnungen getroffen werden können. Das voraussichtliche Sanierungsgebiet umfasst grundsätzlich jenen geographischen Bereich, dessen NO<sub>x</sub>-Emissionen zur NO<sub>2</sub>-Belastung an der Messstelle Imst-Imsterau (an Tagen mit NO<sub>2</sub>-Grenzwertüberschreitungen) beitragen.

Dieser geographische Bereich umfasst das Tiroler Inntal westlich von Telfs einschließlich seiner Seitentäler oberhalb von Imst (siehe Kapitel 7.2).

Gemäß Kapitel 7.3 sind vor allem die NO<sub>x</sub>-Emissionen auf der Imsterbergstraße und der Inntalautobahn A12 für die Grenzwertüberschreitungen an der Messstelle Imst-Imsterau verantwortlich. Als Sanierungsgebiet im engeren Sinn sind daher die **Imsterbergstraße** und angrenzende Straßenzüge im Süden von Imst (u. a. die Brennbielstraße) sowie die **Inntalautobahn A12 zwischen Landeck und Telfs** einzugrenzen. Dazu kommen noch Emissionen aus Industrie und Hausbrand im Süden von Imst.

Darüber hinaus tragen Emissionen im gesamten „Einzugsgebiet“ der Messstelle Imst-Imsterau, welches das Inntal ca. oberhalb von Telfs sowie die Seitentäler des Inntals westlich von Imst umfasst, zu den Grenzwertüberschreitungen an der Messstelle Imst-Imsterau bei.



## 9 ERGÄNZUNG DER PM10-STATUSERHEBUNG

Das Umweltbundesamt führte nach den Grenzwertüberschreitungen in Imst im Jahr 2003 eine Stuserhebung für PM10 durch (UMWELTBUNDESAMT 2005a).

Im Folgenden wird versucht, auf Basis zusätzlicher Daten präzisere Aussagen zur Herkunftszuordnung der erhöhten PM10–Belastung in Imst–Imsterau zu erarbeiten. Dafür werden folgende Informationen verwendet:

- ü aktuellere und (bezüglich Wiederaufwirbelung) realitätsnähere Emissionsdaten;
- ü zusätzliche und aktuellere meteorologische Messdaten;
- ü die zusätzlich vorliegenden PM10–Daten der Jahre 2004 und 2005,
- ü die in der vorliegenden Studie durchgeführte Analyse der NO<sub>2</sub>–Belastung in Imst–Imsterau.

### 9.1 PM10–Belastungsepisoden

PM10–Konzentrationen über 50 µg/m<sup>3</sup> traten (seit Beginn der Messung am 15.1.2002) ganz überwiegend im Winter, v. a. im Hochwinter, auf.

Stark erhöhte PM10–Konzentrationen fielen dabei teilweise mit hohen NO<sub>2</sub>–Spitzen – v. a. vom 16.-19.1.2002, 9.-12.12.2003, 7.-16.12.2004 sowie vom 10.-17.1.2005 – zusammen, während andererseits zahlreiche PM10–Episoden mit nur mäßiger NO<sub>2</sub>–Belastung verbunden waren. Die NO<sub>2</sub>–Episoden konzentrieren sich viel stärker auf hochwinterliche Perioden mit sehr ungünstigen Ausbreitungsbedingungen, während Episoden mit PM10–Grenzwertüberschreitungen den Winterzeitraum von Oktober bis März umfassen, manche fielen auch in die Monate April und Mai.

Die PM10–Belastung weist, wie die Auswertung von Jänner 2002 bis März 2004 in UMWELTBUNDESAMT (2005a) zeigt, ein sehr komplexes Muster mit teilweise deutlichen Unterschieden zu Messstellen im Unterinntal auf; ungeachtet dessen lassen sich folgende Gemeinsamkeiten (fast) aller Belastungsepisoden feststellen:

- I sehr ungünstige Ausbreitungsbedingungen (wobei in Imst–Imsterau Inversionen häufig länger anhielten als im Inntal von Innsbruck abwärts bzw. sich, anders als dort, tagsüber nicht auflösten)
- I fast alle TMW über 50 µg/m<sup>3</sup> traten an Montagen bis Freitagen auf; Ausnahmen stellen u. a. Einkaufssamstage im Dezember dar.



Folgende unterschiedliche Belastungsmuster lassen sich erkennen:

1. Regelmäßige Tagesgänge mit erhöhten PM10-Werten vormittags sowie nachmittags bis abends; der parallele Verlauf zu NO<sub>x</sub> deutet darauf hin, dass Straßenverkehr die Hauptquelle der PM10-Belastung ist. Die PM10- und NO<sub>x</sub>-Konzentration steigt in Imst-Imsterau morgens etwas später als an den Messstellen im unteren Inntal an; die PM10-Konzentration folgt in Imst-Imsterau ungefähr jener von NO<sub>x</sub>, während sie im Unterinntal verspätet ansteigt<sup>21</sup>; sie steigt nachmittags früher an, was auf ein zeitigeres Einsetzen ungünstigerer Ausbreitungsbedingungen zurückgeführt werden kann.
2. Räumlich einheitliche PM10-Belastung mit geringen Tagesgängen; diese lässt sich auf Schadstoffakkumulation im gesamten Inntal über mehrere Tage hinweg zurückführen, wobei Imst-Imsterau bei anhaltendem Ostwind in besonderem Ausmaß von Schadstofftransport aus dem weiter unten gelegenen Teil des Inntals betroffen ist, bei anhaltendem Westwind von Transport aus den oberhalb gelegenen Teilen des Inntals und dessen Seitentälern. Ein paralleler Verlauf zu NO<sub>2</sub>, nicht aber zu NO, ist ein Hinweis auf gealterte Luftmassen mit hohem Anteil sekundärer Aerosole.
3. Regelmäßige Tagesgänge mit erhöhten PM10-Werten vormittags und nachmittags bis abends, aber mit einem atypisch hohen PM10/NO<sub>x</sub>-Verhältnis. Der Tagesgang deutet auf Straßenverkehr als Hauptquelle hin, mit vermutlich sehr hohen „Emissionsfaktoren“ für PM10 – diese könnten auf eine starke Verschmutzung der Straßen zurückzuführen sein, die durch Baustellenverkehr bedingt ist.
4. Hohe, unregelmäßige PM10-Konzentrationen am Nachmittag bei niedriger NO<sub>x</sub>-Konzentration. Dabei dürfte es sich um Fälle handeln, bei denen Bautätigkeit an der Imsterbergstraße für hohe PM10-Emissionen verantwortlich ist.

## 9.2 Ursachen erhöhter PM10-Belastung

Beobachtungen vor Ort zeigten, dass die erhöhte PM10-Belastung in Imst-Imsterau zumindest teilweise auf intensive Bautätigkeit entlang der Imsterbergstraße zurückzuführen war. Da keine detaillierten Angaben über den zeitlichen Ablauf verschiedener Bauarbeiten und vor allem deren jeweilige PM10-Emissionen zur Verfügung stehen, mussten – neben punktuellen Beobachtungen über erhöhte Staubemissionen – Analysen des zeitlichen Belastungsverlaufes sowie der Vergleich der PM10-Belastung in Imst-Imsterau mit jener an anderen Tiroler Messstellen sowie mit der NO<sub>x</sub>-Belastung in Imst-Imsterau herangezogen werden, um auf indirektem Weg den Beitrag von Bautätigkeit abzuschätzen.

Wie bereits in UMWELTBUNDESAMT (2005a) angeführt, lassen sich erhöhte PM10-Belastungen anhand des zeitlichen Verlaufs und der Übereinstimmung mit der NO<sub>x</sub>-Konzentration, wie oben bereits angeführt, in vier verschiedene Muster klassifizieren – siehe Tabelle 32 –, die unterschiedlichen Ursachen entsprechen.

---

<sup>21</sup> Dies deutet darauf hin, dass im Unterinntal Schadstoffakkumulation für die PM10-Belastung eine größere Rolle spielt, während in Imst – betrachtet man NO als Indikator für lokale Emissionen – Emissionen in einem engeren Bereich die PM10-Konzentration bestimmen und diese daher schneller auf Änderungen der Emissionen reagiert.

Tabelle 32: Klassifizierung der möglichen Ursachen erhöhter PM10–Belastung in Imst–Imsterau.

Konzentrationsverlauf	Wahrscheinliche Ursache erhöhter PM10–Belastung
PM10 und NO <sub>2</sub> weisen einen parallelen Verlauf und Konzentrationen in vergleichbarer Höhe auf.	PM10 und NO <sub>2</sub> lassen sich den gleichen Quellen (in Tabelle 46 als „normale Emissionen“ bezeichnet) zuordnen.
PM10 und NO <sub>2</sub> weisen einen parallelen Verlauf auf, die PM10–Konzentration ist aber wesentlich höher als die NO <sub>2</sub> - bzw. NO <sub>x</sub> –Konzentration.	Die erhöhte PM10–Konzentration wird durch die gleichen Aktivitätsmuster wie die NO <sub>2</sub> –Belastung verursacht, allerdings mit ungleich höheren Emissionsfaktoren. Als wahrscheinlichste Ursache kann Staubaufwirbelung von der verschmutzten Imsterbergstraße angenommen werden, nachdem Staub durch Baufahrzeuge auf dieser abgelagert wurde.
PM10 und NO <sub>2</sub> weisen keinen parallelen Verlauf auf (irreguläre PM10–Spitzen bzw. durchgehend erhöhte PM10–Belastung).	Die erhöhte PM10–Konzentration wird durch Bautätigkeit (mit niedriger NO <sub>x</sub> –Emission) verursacht.
PM10 und NO <sub>2</sub> weisen geringe zeitliche Variationen sowie ein einheitliches Belastungsniveau im ganzen Inntal auf.	Schadstoffakkumulation im ganzen Inntal.

In Tabelle 46 in Anhang 2 wird, basierend auf UMWELTBUNDESAMT (2005a), eine Charakteristik der einzelnen Belastungsepisoden mit erhöhten PM10- und NO<sub>2</sub>-Werten zusammengestellt. Ausgewertet wurden Episoden mit PM10-TMW über 75 µg/m<sup>3</sup>.

Als „typische hochwinterliche Belastungsepisode“ wird ein NO<sub>2</sub>-Verlauf gekennzeichnet, der ein schwaches Morgenmaximum, stagnierende Konzentrationen über Mittag, einen anschließenden kontinuierlichen Verlauf auf Höchstwerte am späten Nachmittag und einen Rückgang ab ca. 18:00 Uhr aufweist (siehe Kapitel 6.9).

In Tabelle 33 werden die „Ursachen“ erhöhter PM10–Belastung – entsprechend der Klassifizierung in Tabelle 32 – für die in Tabelle 46 angeführten Tage von Jänner 2002 bis Jänner 2005 ausgewertet.

Tabelle 33: Ursachen erhöhter PM10–Belastung in Imst–Imsterau, Jän. 2002 – Jän. 2005.

Ursache erhöhter PM10–Belastung	Anzahl der Tage
Akkumulation im Inntal	6
Akkumulation im Inntal und normale Emissionen	13
Akkumulation im Inntal und verschmutzte Straße	2
Normale Emissionen	35
Normale Emissionen und verschmutzte Straße	12
Normale Emissionen und Bautätigkeit	3
Verschmutzte Straße	15
nur Bautätigkeit	3

Anhand des Vergleichs des zeitlichen Verhaltens der PM10- und NO<sub>2</sub>–Belastung lässt sich grob abschätzen, dass an Tagen, an denen normale Emissionen mit Aufwirbelung von Staub von der verschmutzten Straße bzw. mit Akkumulation im Inntal für erhöhte PM10–Konzentrationen verantwortlich war, jeweils ca. 50 % der PM10–Belastung den beiden sich überlagernden Quellen zugeordnet werden können. Mit dieser Abschätzung lässt sich die PM10–Belastung an



Tagen mit TMW über ca. 75 µg/m<sup>3</sup> den einzelnen in Tabelle 32 angeführten Ursachen wie in Tabelle 34 angeführt halbquantitativ zuordnen.

Tabelle 34: Relative Beiträge der PM10–Belastung (Tage über 75 µg/m<sup>3</sup>), Jän. 2002 – Jän. 2005.

Ursache erhöhter PM10–Belastung	Anteil
Akkumulation im Inntal	15 %
Normale Emissionen	55 %
Verschmutzte Straße (Aufwirbelung)	25 %
Bautätigkeit	5 %

### 9.3 Räumliche Herkunftszuordnung

Wie in UMWELTBUNDESAMT (2005a) ausgeführt, ist die PM10–Belastung an Wintertagen mit „normalen Emissionen“ zu ca. 60 % einer großräumigen Grundbelastung und zu ca. 40 % lokalen Emissionen zuzuordnen. Als Herkunftsregion der Grundbelastung wurde das Inntal östlich von Imst bis Telfs sowie das Einzugsgebiet der Messstelle Imst–Imsterau im Inntal oberhalb von Imst eingegrenzt, d. h. dieses Gebiet ist mit dem Herkunftsgebiet der erhöhten NO<sub>2</sub>–Belastung in Imst–Imsterau (Kapitel 7) ident.

Gemäß UMWELTBUNDESAMT (2005a) ist etwa ein Drittel der großräumigen Grundbelastung auf sekundäre anorganische Aerosole zurückzuführen, die auf Emissionen von SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> und NH<sub>3</sub> zurückgehen; diese Aufteilung wird sowohl auf den Beitrag von PM10-Akkumulation im gesamten Inntal als auch auf den Beitrag „normaler Emissionen“ im Einzugsgebiet der Messstelle angewandt.

Aufbauend auf die Quellzuordnung in Tabelle 34 lässt sich die in Tabelle 35 angeführte Herkunftszuordnung angeben. Der Beitrag von Bautätigkeit umfasst sowohl Aufwirbelung von der verschmutzten Straße als auch unmittelbare (irreguläre) Baustellenemissionen.

Tabelle 35: Herkunft der erhöhten PM10–Belastung in Imst–Imsterau.

Gesamtes Inntal	15 %	primäre PM10–Emissionen	10 %
		Sekundäre anorganische Aerosole	5 %
Oberes Inntal und Seitentäler	35 %	primäre PM10–Emissionen	25 %
		Sekundäre anorganische Aerosole	10 %
Lokale „normale“ Emissionen (primäres PM10)			20 %
Bautätigkeit			30 %

### 9.4 Die „normalen“ PM10–Emissionen im Inntal

Die PM10–Emissionen im unteren und mittleren Inntal (Kufstein – Haiming) wurden in UMWELTBUNDESAMT (2004b) berechnet bzw. abgeschätzt. Erhebliche Unsicherheiten bestehen bei der Angabe der PM10–Emissionen durch Wiederaufwirbelung durch den Straßenverkehr, diffusen Emissionen der Industrie, Emissionen aus Mineralrohstoffabbau, Bautätigkeit und Landwirtschaft; in Hinblick auf diese erheblichen Unsicherheiten wurde auf



eine Aktualisierung dieser Emissionsdaten verzichtet. Die quantitativ abschätzbaren PM10–Emissionen des gesamten Inntals berechnen sich gemäß UMWELTBUNDESAMT (2004b) auf ca. 1.160 t/a, davon entfallen ca. 45 % auf den Straßenverkehr, 15 % auf den Hausbrand und 10 % auf (quantifizierbare) Emissionen von Industrie und Gewerbe.

Für das obere Inntal (westlich von Telfs) und dessen Seitentäler westlich von Imst werden in UMWELTBUNDESAMT (2005a) PM10–Emissionen von ca. 180 t/a abgeschätzt, die aber im wesentlichen nur Straßenverkehr und Hausbrand umfassen, nachdem über Emissionen aus Industriebetrieben praktisch keine Informationen zur Verfügung standen. Von diesen Emissionen entfallen ca. 75 % auf den Straßenverkehr und ein Viertel auf den Hausbrand.

Tabelle 36 gibt die hochgerechneten PM10–Emissionen im Untersuchungsgebiet 2004 an. Für die Straßenverkehrsemissionen der Bundes- und Landesstraßen wurde entsprechend Kapitel 3.1 die Verkehrszunahme extrapoliert, die Nichtsabgasemissionen wurden gemäß LOHMEYER (2004) berechnet. Die Verkehrsemissionen der Gemeindestraßen wurden aus UMWELTBUNDESAMT (2005a) übernommen. Die PM10–Emissionen des Straßenverkehrs errechnen sich damit zu 132 t/a, wovon 64 % auf Abgasemissionen entfallen. 61 % der Abgasemissionen bzw. 53 % der Nichtabgasemissionen gehen auf Pkw zurück. 35 % der PM10–Emissionen entfallen auf die A12.

Tabelle 36: PM10–Emissionen im Untersuchungsgebiet, 2004.

Quellgruppe		PM10 (t/a)
Straßenverkehr Abgas	Pkw	52
	Lkw (SNF, LNF)	33
Straßenverkehr Nicht-Abgas	Pkw	25
	Lkw (SNF, LNF)	22
Summe Verkehr		132
Hausbrand		47
Industrie, Gewerbe		unbekannt

Demgegenüber wurden in UMWELTBUNDESAMT (2005a) die PM10–Emissionen des Pkw–Verkehrs mit 123 t/a errechnet (Abgas 71 t, Nichtabgas 52 t), wobei der Anteil der A12 32 % betrug. Die Hausbrandemissionen wurden mit 53 t/a berechnet. Für die Industrie konnten keine repräsentativen Informationen erhoben werden.

In UMWELTBUNDESAMT (2005a) wurden die Emissionen auf der L248 (Imsterbergstr.) mit 365 kg/a angeführt (400 g/km\*d), die Neuberechnung anhand der Verkehrszählung im Sommer 2005 ergab Emissionen von etwa 720 kg/a (790 g/km\*d) und damit beinahe doppelt so hohe Emissionen.

Die lokalen PM10–Emissionen wurden in UMWELTBUNDESAMT (2005a) einem Bereich von 5 km längs und 1 km quer zum Inntal im Umkreis der Messstelle zugeordnet. In diesem Gebiet entfallen 8 t/a auf PM10–Emissionen des Straßenverkehrs und 1 t/a auf Hausbrandemissionen.

In Tabelle 37 werden die für 2004 hochgerechneten PM10–Emissionen (siehe Kapitel 3.1 und LOHMEYER 2004) in diesem Umkreis um die Messstelle angegeben. Die Straßenverkehrsemissionen auf der A12 entfallen zu 75 % auf Abgasemissionen, jene auf der Imsterbergstraße zu ca. 45 % (da bei niedrigen Fahrgeschwindigkeiten und teilweise Stop&Go–Verkehr die Emissionsfaktoren für Nichtabgasemissionen deutlich höher sind als jene für die Abgasemissionen). Die in Tabelle 37 angeführten Emissionen der Industrie von ca. 9 t/a sind

relativ unsicher (siehe UMWELTBUNDESAMT 2005a) und würden in dieser Höhe einen ähnlichen Beitrag liefern wie der Straßenverkehr in Summe.

Tabelle 37: PM10–Emissionen im Umkreis von 5 km x 1 km um die Messstelle, 2004.

Quellgruppe		PM10 (t/a)
Straßenverkehr A12	Pkw	3,8
	Lkw (SNF, LNF)	1,9
Straßenverkehr Imsterbergstr.	Pkw	1,9
	Lkw (SNF, LNF)	1,0
Hausbrand		1
Industrie <sup>22</sup>		9

Mit den in Tabelle 35 angegebenen relativen Anteilen verschiedener Quellgebiete zur erhöhten PM10–Belastung und den in Kapitel 9.4 zusammen gestellten PM10–Emissionsdaten lassen sich die Hauptquellen der erhöhten PM10–Belastung in Imst–Imsterau – bezogen auf den Zeitraum von Jänner 2001 bis März 2005 – wie folgt abschätzen:

- I 30 % Bautätigkeit;
- I 20 % Straßenverkehr im Oberen Inntal und dessen Seitentälern (primäres PM10 und Vorläufer sekundärer Partikel) – hauptsächlich A12 und S16;
- I 10 % Straßenverkehr im gesamten Inntal und dessen Seitentälern (primäres PM10 und Vorläufer sekundärer Partikel);
- I 10 % Hausbrand im Oberen Inntal (primäres PM10 und Vorläufer sekundärer Partikel);
- I 10 % lokaler Verkehr;
- I 10 % lokale Industrie;
- I 10 % andere Quellen.

<sup>22</sup> Daten für Holzindustrie Pfeifer.



## 10 MÖGLICHE MASSNAHMEN

### 10.1 Sektorale und räumliche Zuordnung

Entsprechend den Ergebnissen der vorliegenden Studie ist die NO<sub>2</sub>-Spitzenbelastung in Imst-Imsterau ganz überwiegend NO<sub>x</sub>-Emissionen des Straßenverkehrs zuzuordnen. Das Herkunftsgebiet lässt sich auf das Inntal westlich von Telfs und dessen Seitentäler westlich von Imst eingrenzen.

Den überwiegenden Beitrag zur NO<sub>2</sub>-Spitzenbelastung in Imst-Imsterau liefern NO<sub>x</sub>-Emissionen der Imsterbergstraße und der Inntalautobahn A12. Die Emissionen der A12 entfallen zu ca. 40 % auf Pkw und etwa 60 % auf Lkw (wobei der Pkw-Anteil im Winter höher ist), jene der Imsterbergstraße teilen sich etwa zu gleichen Teilen auf Pkw- und Lkw-Verkehr auf.

Maßnahmen müssen daher prioritär bei folgenden Emittenten gesetzt werden:

- I Pkw-Verkehr auf der Imsterbergstraße (hauptsächlich Einkaufsverkehr)
- I Lkw-Verkehr auf der Imsterbergstraße
- I Lkw-Verkehr auf der Inntalautobahn
- I Pkw-Verkehr auf der Inntalautobahn
- I lokale Industriebetriebe
- I Hausbrand

Wie in Kapitel 7.5 abgeschätzt, müssten die NO<sub>2</sub>-Spitzenbelastung und damit die verantwortlichen Emissionen um 30 % gesenkt werden, um den IG-L-Grenzwert einzuhalten.

Bei allen Maßnahmen ist auf Synergieeffekte zu anderen umweltpolitischen Zielen

- I Emissionsobergrenzen für NO<sub>x</sub> gemäß Emissionshöchstmengen-Gesetz bzw. NEC-Richtlinie
- I Verminderung der PM<sub>10</sub>-Emissionen zur Einhaltung der Grenzwerte (bzw. der Summe aus Grenzwert und Toleranzmarge) für PM<sub>10</sub>
- I Reduktion der Treibhausgasemissionen (Kyoto-Ziel)
- I Verminderung der Lärmbelastung
- I Verringerung der volkswirtschaftlichen Kosten des Straßenverkehrs (siehe u. a. RAUH 2005)

zu achten.

Grundlagen effizienter Maßnahmen zur Verminderung von NO<sub>x</sub>-Emissionen werden im Status-Bericht der Eidgenössischen Kommission für Lufthygiene „Stickstoffhaltige Luftschadstoffe in der Schweiz“ (BUWAL 2005) vorgestellt, die auch für Maßnahmen zur Verminderung der NO<sub>2</sub>- wie der PM<sub>10</sub>-Belastung in Tirol als Leitlinien dienen sollten:

„Im Verkehrsbereich besteht nach wie vor ein Potenzial zur technischen Minderung der Emissionen. Dabei ist zu beachten, dass das bisher Erreichte (z. B. Emissionsminderung bei benzinbetriebenen Motorfahrzeugen mit geregelten Dreiwegkatalysatoren) nicht durch eine Förderung des Einsatzes von Technologien mit einem schlechteren Emissionsprofil gefährdet



wird. Dieselbetriebene Motorfahrzeuge müssen in diesem Sinn nicht nur mit einem System zur wirksamen Minderung der Emissionen von lungengängigen Feinstaubpartikeln ausgerüstet werden, sondern auch mit einem Entstickungs(DeNOx)–System, damit auch bei den Stickoxiden ein Emissionsniveau erreicht wird, das nicht höher ist als jenes der benzinbetriebenen Motorfahrzeuge mit fortschrittlicher Abgastechnik.“

„In Ergänzung zu den technischen Ansätzen zur Emissionsminderung ist darauf zu achten, dass Infrastrukturen nicht in eine Richtung entwickelt werden, die zu einer kontinuierlichen Zunahme und Begünstigung der Verkehrsleistungen mit dem Privat– und Schwerverkehr führen. Die Verlagerung des Schwerverkehrs von der Straße auf die Schiene ist noch deutlich zu wenig fortgeschritten und die Attraktivität des öffentlichen Verkehrs in den Agglomerationen ist offensichtlich vielerorts noch ungenügend, um dem Trend Richtung Zunahme des motorisierten Privatverkehrs begegnen zu können.“

„Ebenfalls in Ergänzung zu den technischen Ansätzen zur Emissionsminderung können von einem zielorientierten Einsatz von ökonomischen Instrumenten (z. B. Lenkungsabgaben, Steuerdifferenzierungen) wesentliche Anreize für ein umweltschonendes Handeln erwartet werden, insbesondere auch in Richtung einer substanziellen Steigerung der Effizienz bei der Nutzung von Energieressourcen. Das Potenzial in diesem Bereich ist nicht ausgeschöpft.“

Das IG-L umreißt in §§ 13 bis 16 mögliche Maßnahmen, die allerdings nur einen Teil des Spektrums möglicher Maßnahmen zur Minderung der NO<sub>2</sub>–Belastung abdecken. Neben der Tiroler Landesregierung, welche laut § 10 IG-L unmittelbar von der Verpflichtung zur Erlassung eines Maßnahmenkataloges angesprochen ist, können effektive Maßnahmen auf der Ebene der Republik Österreich und der Europäischen Union ausgearbeitet und umgesetzt werden.

Bei der rechtlichen Erarbeitung und Umsetzung von effektiven Maßnahmen wird die Kooperation des Landes Tirol mit dem Bund nützlich sein.

Die im Folgenden angeführten Maßnahmenvorschläge überschneiden sich weitgehend mit denen, welche in der Statuserhebung nach der PM10–Grenzwertüberschreitung in Imst–Imsterau (UMWELTBUNDESAMT 2005a) zusammengestellt wurden.

## 10.2 Straßenverkehr

Wie in Kapitel 7 gezeigt, stellen die bedeutendsten NO<sub>x</sub>–Quellen, welche für die NO<sub>2</sub>–Grenzwertüberschreitungen in Imst–Imsterau verantwortlich sind, der Straßenverkehr auf der *Inntalautobahn A12* im Abschnitt ca. zwischen Telfs und Landeck sowie auf der *Imsterbergstraße* dar; emissionsmindernde Maßnahmen sollten daher bevorzugt diese Straßen betreffen. Allerdings tragen auch NO<sub>x</sub>–Emissionen auf dem niederrangigen Straßennetz im Oberen Inntal sowie in den Seitentälern des Inntals westlich von Imst zur NO<sub>2</sub>–Belastung in Imst–Imsterau bei.

Zur Minderung der NO<sub>x</sub>–Emissionen aus dem Verkehr sind folgende einander ergänzende Strategien zielführend:



1. Verringerung der NO<sub>x</sub>-Emission pro Kfz (d. h. der spezifischen Emissionen) durch **fahrzeugtechnische Maßnahmen** (Abgasnachbehandlung)
2. **Verringerung der Verkehrsleistung** (d. h. der Aktivität) auf der Straße – dieser Ansatz betrifft zielgerichtete Maßnahmen speziell für jene Straßen, deren NO<sub>x</sub>-Emissionen dominierende Anteile zur NO<sub>2</sub>-Belastung in Imst beisteuern.

Emissionsmindernde Maßnahmen betreffend den Straßenverkehr können folgende einander ergänzende Ansätze verfolgen:

- ü Generelle Reduktion der Emissionen des Straßenverkehrs durch **österreichweit wirksame fahrzeugtechnische oder ökonomische Maßnahmen** – die gesetzgeberische Kompetenz für entsprechende Maßnahmen liegt beim Bund; verschärfte Bestimmungen, welche die in nationalem und EU-Recht verankerten Gleichheitsgrundsätze nicht verletzen, können vom Land Tirol gesetzt werden;
- ü Gezielte Reduktion der Emissionen des Straßenverkehrs im Sanierungsgebiet durch spezielle **verkehrsplanerische, raumplanerische oder ökonomische Maßnahmen**, deren rechtliche Gestaltung und Umsetzung beim Land Tirol und bei den betroffenen Gemeinden liegt, aber i.d.R. eine enge Kooperation zwischen Land und Gemeinden sowie mit dem Bund als Errichter hochrangiger Verkehrsinfrastruktur (Straße und Bahn) erfordert.

Die Erfahrungen aus den vergangenen Jahren haben gezeigt, dass Verbesserungen in der Fahrzeugtechnik durch das Ansteigen der Verkehrsleistung wieder wettgemacht werden. Der Schwerpunkt der Maßnahmen muss daher bei einer nachhaltigen Reduktion der Verkehrsleistung auf der Straße liegen. Das bedeutet eine radikale Umkehr des Trends der vergangenen Jahre und Jahrzehnte, der durch eine anhaltende Steigerung des Verkehrsaufkommens in Österreich gekennzeichnet ist.

Das bedeutet aber auch eine Neuorientierung in der Infrastrukturentwicklung und der Raumplanung im Westen Tirols (Tiroler Oberland), die in den vergangenen Jahren durch einen verstärkten Ausbau des Straßennetzes (u. a. A12, S16, B171, B189) gekennzeichnet war. Für die Zukunft ist daher eine Fokussierung der Verkehrspolitik auf den Ausbau und die Attraktivitätssteigerung des „Umweltverbundes“ (Schienenverkehr, Öffentlicher Personennahverkehr, Fuß- und Radverkehr) erforderlich. Zu hinterfragen und bezüglich ihrer Umweltwirkungen zu prüfen (besonders auch in Hinblick auf NO<sub>2</sub> und PM10) sind Straßenneuplanungen, die mittelfristig eine Steigerung des Verkehrs durch die Attraktivitätssteigerung für den motorisierten Individualverkehr erwarten lassen.

Bei verkehrsplanerischen Maßnahmen sind die verschiedenen Verkehrsströme (Tourismus, Einkaufsverkehr, Pendler) zu berücksichtigen.

### **10.2.1 Maßnahmen im Rahmen des IG-L im Kompetenzbereich des Landes Tirol**

#### **Temporäre Verkehrsbeschränkungen**

Nach §14 IG-L kann der Verkehr zeitlich und räumlich eingeschränkt sowie die Geschwindigkeit beschränkt werden (ausgenommen sind Fahrzeuge im öffentlichen Dienst, öffentlicher Verkehr, aber auch der Lieferverkehr, falls Ausgangs- oder Zielpunkt im Sanierungsgebiet liegen).



## Verkehrsbeschränkungen bei Grenzwertüberschreitungen

Verkehrsbeschränkungen könnten daher Fahrverbote für

- I bestimmte Fahrzeuge (u. U. in Abhängigkeit von deren Schadstoffausstoß)
  - I zu bestimmten Tageszeiten
  - I an bestimmten Wochentagen
  - I in bestimmten Jahreszeiten (z. B. Hochwinter mit ungünstigen Ausbreitungsbedingungen)
- umfassen.

Um einer unerwünschten Verlagerung (etwa auf bestimmte Tageszeiten bzw. Strecken) entgegenzuwirken, sollte parallel zu den Verkehrsbeschränkungen ein attraktives Angebot für den Transport von Personen und Gütern im „Umweltverbund“ geschaffen bzw. ausgebaut werden. In Zeiten mit Verkehrsbeschränkungen kann die Verlagerung auf umweltfreundlichere Verkehrsmittel weiters durch Maßnahmen wie z. B. die Gratisbenützung von Öffentlichen Verkehrsmitteln unterstützt werden.

Erste Erfahrungen mit sehr weit reichenden Fahrverboten liegen u. a. aus zwei Regionen (Lombardei und Emilia Romagna) in Italien vor (CAFE 2003), welche die Wirksamkeit derartiger Maßnahmen im ‚Realfall‘ bestätigen konnten. Die Ergebnisse beider Regionen zeigen aber auch, dass nur sehr weit reichende Verkehrsbeschränkungen zu einer spürbaren Reduktion führen.

Für die Region Graz wurde weiters im Jahr 2003 eine Untersuchung über das Vermeidungspotenzial von Staub und NO<sub>x</sub> für unterschiedliche Maßnahmen durchgeführt (HEIDEN 2003). Eine der Maßnahmen bezog sich auf das Fahrverbot für Pkw mit geraden bzw. ungeraden Endungen der Kennzeichen an geraden bzw. ungeraden Tagen. Dabei wurde eine Verminderung der Verkehrsleistung um rund 40 % der Pkw angenommen (eine Halbierung ist durch die Verlagerung der Fahrzeugnutzung auf die gestatteten Zeiten, das Aufrechterhalten von Ausnahmegenehmigungen etc. nicht möglich).

Durch diese Maßnahme wurde ein Reduktionspotenzial von rund 20 % für die NO<sub>x</sub>-Emissionen und rund 31 % für PM<sub>10</sub>-Abgasemissionen ermittelt.

Nachdem die Grenzwertüberschreitungen in Imst-Imsterau regelmäßig im Zeitraum von 14:00 bis 19:00 Uhr auftraten, wirkt sich das für das Unterinntal verordnete Nachtfahrverbot nicht auf die NO<sub>2</sub>-Spitzen in Imst-Imsterau aus.

## Geschwindigkeitsbeschränkungen

### Geschwindigkeitsbeschränkungen auf 80/100 km/h für Pkw (außerorts / Autobahn)

In HAUSBERGER (2003) wurde das Reduktionspotential von Geschwindigkeitsbeschränkungen verschiedener Luftschadstoffe inkl. PM und NO<sub>x</sub> berechnet<sup>23</sup>. Bei Pkw ergibt sich bei Tempo 100 km/h verglichen mit Tempo 130 auf Autobahnen eine NO<sub>x</sub>-Abgasreduktion um 36 %, bei Tempo 80 km/h verglichen mit Tempo 100 km/h auf Freilandstraßen eine NO<sub>x</sub> - Abgasreduktion um 18 %.

Bei SNF ist dagegen bei Tempo 60 von einer *Erhöhung* der NO<sub>x</sub>- und PM-Abgasemissionen auszugehen, da bei dieser Geschwindigkeit die Motoren in einem ungünstigen Lastbereich betrieben werden.

---

<sup>23</sup>Maßnahmenevaluierung basierend auf der für das Jahr 2010 prognostizierten Flottenzusammensetzung und mit gegenüber dem Handbuch der Emissionsfaktoren aus dem Jahr 2000 aktualisierten Emissionsfaktoren.



Für Pkw ist demnach ein Tempolimit ein zielführendes Instrument, um die abgasbedingten NO<sub>x</sub>-Emissionen zu verringern. Entsprechend HAUSBERGER (2003a) stellte sich ein Tempolimit von 100 km/h für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge auf der **A12** (Bereich Vomp) hinsichtlich der NO<sub>x</sub>-Emissionen als wirksame und realisierbare Maßnahme heraus. Mit dieser Maßnahme können die vom **gesamten vom Verkehr auf der Autobahn** ausgehenden **NO<sub>x</sub>-Emissionen** um rund **11 % reduziert** werden.

### **Kontrolle von Geschwindigkeitsbeschränkungen**

Wesentlich für die Einhaltung vorgeschriebener Geschwindigkeitsbeschränkungen ist deren konsequente Kontrolle. So zeigen z. B. Untersuchungen in Berlin (LUTZ 2004), dass im Zuge eines Tempolimits nur bei sichtbarer Polizeikontrolle eine deutliche Verlangsamung des Verkehrs um 10 km/h erwirkt werden konnte, ansonsten sank die mittlere Fahrzeuggeschwindigkeit nur um weniger als 5 km/h. Ähnliche Erfahrungen – eine allgemeine Reduktion der Geschwindigkeit tritt zwar ein, die Geschwindigkeitsbeschränkung wird im Wesentlichen aber nur von rund der Hälfte der Pkw-Fahrer eingehalten – konnten bei der Multifunktionalen Lärmschutzanlage in Gleisdorf (Stmk.) gemacht werden. Entsprechend der Auswertung der automatischen Straßenverkehrszählung im Jahr 2002 wurde die Geschwindigkeitsbeschränkung von 130 km/h für Pkw auf Autobahnen in Österreich von 40 % der Fahrer nicht eingehalten.

### **Kombination von Verkehrs- und Geschwindigkeitsbeschränkung**

Im Rahmen der Grazer Studie (HEIDEN 2003) wurde weiters eine Kombination von Verkehrs- und Geschwindigkeitsbeschränkungen hinsichtlich ihrer Wirkung untersucht. Die betrachtete Maßnahme besteht aus der Kombination des wechselseitigen Fahrverbots (gerade – ungerade Kennzeichen) und der Geschwindigkeitsbeschränkung von Pkw (innerorts: 30 km/h; außerorts: 80 km/h; Autobahnen: 100 km/h).

Die Kombination der beiden Maßnahmen ergibt ein Reduktionspotenzial von rund 25 % für die NO<sub>x</sub>-Emissionen und rund 35 % für PM<sub>10</sub>-Abgasemissionen. Aufgrund dieses beachtlichen Reduktionspotenzials sind entsprechende Maßnahmen in Belastungsgebieten empfehlenswert.

### **Begleitende Maßnahmen**

Parallel zu verkehrs- bzw. geschwindigkeitsbeschränkenden Maßnahmen sollten begleitende Maßnahmen gesetzt werden, die einerseits die Akzeptanz der zu setzenden Maßnahmen erhöhen, andererseits ein Ausweichen, z. B. tageszeitlich, vermeiden. Hierzu zählen z. B.:

- I Anbieten von Gratisbenutzung oder ermäßigter Benützung Öffentlicher Verkehrsmittel (zumindest bei kurzfristig in Kraft gesetzten Maßnahmen).
- I Erweitertes Angebot an Öffentlichen Verkehrsmitteln (Fahrplanverdichtung und zeitliche Ausweitung der Fahrzeiten)
- I Breite Information der Bevölkerung (Radio, Fernsehen, Zeitung, Internet,...) über die Ursachen und Wirkungen erhöhter NO<sub>2</sub>-Belastung.



## 10.2.2 Maßnahmen außerhalb des IG-L im Kompetenzbereich des Landes Tirol

Zur Minderung der Emissionen aus dem Verkehr sind generell

- I technische, fahrzeugbezogene Maßnahmen,
  - I systembezogene (verkehrslenkende bzw. verkehrsvermeidende) Maßnahmen sowie
  - I bewusstseinsbildende Maßnahmen
- notwendig.

Bei den systembezogenen Maßnahmen sind unterschiedliche Verkehrsbedürfnisse bzw. Verkehrsströme zu beachten:

1. der örtliche und regionale Verkehr: Einkaufsverkehr zum/vom **Fachmarktzentrum**, Quell-Ziel-Verkehr von/nach Imst,
2. der überregionale Verkehr: Das Untersuchungsgebiet liegt am Kreuzungspunkt hochrangiger Straßen mit **überregionalem Verkehr**: A12 – Inntalautobahn, B189 – Mieminger Straße, der Verbindung zur B179 – Fernpass Straße, sowie B171.

Aufgrund des unterschiedlichen räumlichen Bezuges der Verursacher sind auch die Maßnahmen auf unterschiedlichen räumlichen Bezugsebenen zu sehen. So sind einerseits Maßnahmen direkt im Gebiet von Imst notwendig wie z. B. **Anbindung des Fachmarktzentrums an ein Öffentliches Verkehrsnetz**, andererseits sind Maßnahmen notwendig, die über das **Oberinntal bzw. in ganz Tirol** zu setzen sind (z. B. Aufbau eines attraktiven ÖV-Netzes im Oberinntal für unterschiedliche Nutzergruppen wie z. B. den Tourismus oder die Verlagerung des Güterverkehrs auf die Bahn).

Im Folgenden werden Maßnahmen aufgelistet, deren Umsetzbarkeit in den Zuständigkeitsbereich des Landes fällt.

- I Technische Maßnahmen – Abgasemissionen des Einzelfahrzeuges
- I Verstärkte Kontrolle von technisch nicht einwandfreien Fahrzeugen mit offensichtlich erhöhten Emissionen

Untersuchungen am Fahrzeugkollektiv haben gezeigt, dass ein großer Anteil der Luftschadstoffemissionen bereits von wenigen Fahrzeugen verursacht wird. Diese Fahrzeuge können entweder defekte Fahrzeuge oder legale Altfahrzeuge sein.

Eine Überprüfung der Abgasemissionen kann durch eine Prüfung an Ort und Stelle nach §58 KFG 1967 erfolgen, wobei ein Abgasfernmessgerät zur Vorselektion hochemittierender Fahrzeuge herangezogen werden kann. Damit ist eine erhebliche Reduktion des Prüfaufwands möglich. Im Gegensatz zu den Partikelemissionen gibt es hinsichtlich der NO<sub>x</sub>-Emissionen allerdings keinen Kurztest, weshalb als erster Schritt die Schaffung der entsprechenden Rechtsgrundlage auf EU-Ebene anzusehen ist.

### Neuanschaffung emissionsarmer kommunaler Fahrzeuge

Bei der Neuanschaffung von kommunalen Fahrzeugen (Linienbusse, Müllabfuhr etc.) sowie von Geräten und Maschinen sollten emissionsarme Fahrzeuge bevorzugt werden. Seitens der EU ist auch eine entsprechende Richtlinie in Vorbereitung: im Entwurf ist vorgesehen, dass 25 % der von der öffentlichen Verwaltung angeschafften Fahrzeuge dem EEV-Standard



(“Enhanced Environmentally Friendly Vehicle” entsprechend EU-Richtlinie 2005/55/EG) entsprechen müssen.

Generell sollten auch bestehende kommunale Fuhrparks hinsichtlich des Emissionsverhaltens ihrer Fahrzeuge überprüft und gegebenenfalls auf alternative Technologien (z. B. Gasantrieb) umgerüstet oder mit einer Abgasnachbehandlung ausgestattet werden. Der Einbau von Abgasnachbehandlungssystemen für die Reduktion von Partikelemissionen kann sich nachteilig auf das Verhältnis NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> auswirken. Um nachteilige Auswirkungen auf die NO<sub>2</sub>-Belastung zu verhindern kann daher beim Einsatz von Partikelfiltern der gleichzeitige Einsatz von DeNO<sub>x</sub>-Katalysatoren notwendig sein und muss überprüft werden.

Im gegenständlichen Untersuchungsraum kommt den direkten Auswirkungen dieser Maßnahme wahrscheinlich nur eine geringe Bedeutung zu. Dem Einsatz kann allerdings eine „Vorbildwirkung“ zugeschrieben werden, die auch zu einem erhöhten Verständnis in der Bevölkerung für weiterreichende Maßnahmen beitragen kann. Voraussetzung ist allerdings auch eine entsprechende Öffentlichkeitsarbeit.

### **Benachteiligung von emissionsstarken Fahrzeugen, Fördern von Abgas-Nachbehandlungstechnologien**

Fahrzeuge mit geringen spezifischen Emissionen stehen zwar am Markt zur Verfügung, die Auswirkung ihrer Verwendung macht sich jedoch erst bei ausreichender Durchdringung der Fahrzeugflotte bemerkbar. Um die Durchdringung emissionsarmer Fahrzeuge in der Flotte zu beschleunigen, sollte auch von Landesseite die Verwendung emissionsarmer Fahrzeuge gefördert bzw. emissionsstarker Fahrzeuge benachteiligt werden. So wird in HAUSBERGER (2003a) – nur die A12 betrachtend – für die Einführung eines Fahrverbotes für Nutzfahrzeuge bis inkl. EURO1 ein Reduktionspotenzial von 8 % für PM10 ermittelt.

### **Maßnahmen zur Verringerung der Verkehrsleistung auf der Straße**

Erfahrungen aus den vergangenen Jahren haben gezeigt, dass die Erfolge der fahrzeugbezogenen Emissionsminderungen durch eine erhöhte Verkehrsleistung auf der Straße wieder wettgemacht werden. Neben dem Emissionsverhalten der Fahrzeuge sind daher besonders die Fahrleistung sowie die Verkehrsmittelwahl zu beeinflussen. Dies lässt sich mittels systembezogener (verkehrsplanerischer und raumplanerischer) sowie bewusstseinsbildender Maßnahmen erreichen – beide tragen auch dazu bei, die Partikelemissionen durch Wiederaufwirbelung zu vermindern. Aber auch organisatorische Maßnahmen (wie z. B. Telearbeit, Anbieten von Dienstleistungen auf elektronischem Weg u. dgl.) können zu einer Verringerung der Verkehrsleistung beitragen.

Systembezogene Maßnahmen wirken i. d. R. nicht für sich alleine, sondern sind als komplexes Maßnahmenpaket zu verstehen. Sie umfassen u. a. folgende Maßnahmen:

- I Verbesserung der Angebote des Umweltverbundes (öffentlicher Verkehr, Rad- und Fußwege);
- I Raumplanerische Schritte zur Vermeidung langer Wege zwischen Wohnen, Arbeit, Freizeit und Einkaufen;
- I ökonomische Steuerungsinstrumente zur Verlagerung von Verkehr von der Straße auf öffentlichen Verkehr, Radfahren oder Gehen.



Systembezogene Maßnahmen müssen auf die bestehenden Verkehrsströme und die – zeitlich und örtlich u. U. stark variierende – Nachfrage abgestimmt sein. Im Sanierungsgebiet, dem Oberen Inntal, müssen jedenfalls folgende Verkehrsströme berücksichtigt werden:

- I Einkaufsverkehr zu den Fachmärkten an der Imsterbergstraße;
- I Freizeitverkehr in die Tourismusregionen Tirols;
- I Pendlerverkehr nach Innsbruck;
- I Schülerverkehr nach Imst;
- I Regionaler Güterverkehr im Oberen Inntal;
- I Überregionaler Güterverkehr auf der A12 und der S16 sowie über den Fernpass.

### **Lokaler Verkehr – Imsterbergstraße und Brennbichlstraße**

Der Verkehr auf der Imsterbergstraße wird im Wesentlichen vom Fachmarktzentrum Imst (FMZ), das in den vergangenen Jahren im Süden von Imst an der Imsterbergstraße ausgebaut wurde, den Freizeiteinrichtungen und den Gewerbe- und Industriebetrieben verursacht. **Einkaufsverkehr** dürfte für einen weitaus größeren Anteil der NO<sub>x</sub>-Emissionen des Pkw-Verkehrs verantwortlich sein als Freizeitverkehr, wie der Tagesverlauf der Emissionen (Kapitel 3.1.4) zeigt. Der Pkw-Anteil an den für die Grenzwertüberschreitung verantwortlichen Emissionen der Imsterbergstraße ist etwas höher als jener der Lkw.

Die Verkehrsstromanalyse (KÖLL 2005) zeigt klar, dass die Imsterbergstraße überwiegend von Osten, d. h. vom Stadtzentrum Imst sowie vom Autobahnknoten Imst-Pitztal aus befahren wird. So beträgt das Verkehrsvolumen auf der Brennbichl-Straße (Montag-Freitag) ca. 9600 Kfz/24h, wohingegen der westliche Teil der Imsterbergstraße nur von ca. 4400 Kfz/24h befahren wird, davon 2900 Kfz/24h zur A12-Anschlussstelle Imsterau. Der DTV auf dem östlichsten Teil der Imsterbergstraße – zur A12-Anschlussstelle Imst-Pitztal – liegt Mo-Fr bei ca. 5100 Kfz/24h.

Das Fachmarktzentrum ist autoorientiert ausgerichtet; die Anreise mit öffentlichen Bussen auch aus relativ nahe gelegenen Orten wie Landeck oder Nassereith ist, verglichen mit den Reisezeiten mit dem Pkw, unattraktiv, wie Tabelle 38 deutlich macht (siehe UMWELTBUNDESAMT 2005a). Die Anreise mit öffentlichen Verkehrsmitteln zum FMZ Imst dauert deutlich länger als jene mit dem Pkw und erfordert ein mindestens einmaliges Umsteigen in Imst (Stadtzentrum).

Tabelle 38: Anreise mit öffentlichen Verkehrsmitteln zum FMZ Imst.

Reisezeiten mit öffentlichen Verkehrsmitteln gemäß [www.vvt.at](http://www.vvt.at) zwischen 7 und 17 Uhr sowie mit dem Pkw gemäß [www.tiscover.at](http://www.tiscover.at).

von	öffentliche Verkehrsmittel	Pkw
Landeck Kirche	56 min bis 1 h 47 min	17 min
Telfs Obermarkt	1 h 9 min bis 2 h 11 min	21 min
Pettneu am Arlberg	1 h 2 min bis 2 h	31 min
Nassereith	37 min bis 1 h 22 min	12 min

Einer Schweizer Studie zufolge sind rund 10 % der Verkehrsleistung in der Schweiz auf derlei publikumswirksame Einrichtungen zurückzuführen (BUWAL 2004). Mangelnde oder eine unattraktive Anbindung mit Öffentlichen Verkehrsmitteln verstärkt die Anreise mit dem Pkw.



Abgesehen von der Verkehrserzeugung schwächen diese Einrichtungen die Nahversorgung bzw. die fußläufig erreichbare Wirtschaft in den Orts- bzw. Stadtzentren.

Um die Verkehrserzeugung des Fachmarktzentums so gering wie möglich zu halten, werden folgende Maßnahmen vorgeschlagen:

- I Einrichten einer **attraktiven ÖV-Verbindung vom Stadtzentrum von Imst**, u. U. von den **umliegenden größeren Ortschaften**, u. a. Landeck, und vom Bahnhof Imst–Pitztal durch die Imsterbergstraße. Für die Routenführung bzw. zusätzliche Routen sollte der Kundeneinzugsbereich untersucht werden.
- I Zur Finanzierung einer ÖV-Verbindung sollte die Einhebung der **Verkehrsanschlussabgabe** beim Betreiber entsprechend dem Öffentlichen Personennah- und Regionalverkehrsgesetz (ÖPNRV-G, BGBl. I 204/1999 idF 32/2002) Anwendung finden. Diese Abgabe kann von der Gemeinde von dezentralen Betriebsansiedlungen (mehr als 10.000 m<sup>2</sup>) eingehoben werden.
- I Eine Möglichkeit, öffentliche Verkehrsmittel attraktiver zu gestalten, liegt in der Parkraumbewirtschaftung, auch von privaten Verkehrserzeugern (Einkaufs-, Freizeitzentren, Parkplätze von Schigebieten etc.). Um die Anreise mit öffentlichen Verkehrsmitteln konkurrenzfähig zu machen, sollten daher die **Parkflächen des Fachmarktzentums bewirtschaftet** werden, die Einnahmen sollten über Querfinanzierung dem Betrieb geeigneter öffentlicher Verkehrsmittel zugute kommen.

Der Lkw-Verkehr macht etwas weniger als die Hälfte der NO<sub>x</sub>-Emissionen auf der Imsterbergstraße aus.

Als Grundlage für die Ausarbeitung von Maßnahmen zur Verringerung des Lkw-Verkehrs ist die Erhebung der Verkehrsströme – Lieferverkehr zu den Betrieben des FMZ, Lieferverkehr zu den Industrie- und Gewerbebetrieben – zu erheben. Anhand dieser Ergebnisse sollte in weiterer Folge geprüft werden, ob durch logistische Maßnahmen Leerfahrten vermieden werden können.

### Verkehr auf der Inntalautobahn A12 und anderen hochrangigen Straßen – Verbesserungen des Öffentlichen Verkehrs (ÖV) im Tiroler Oberland

Das Untersuchungsgebiet befindet sich an der Bahnstrecke Innsbruck – St. Anton am Arlberg – Bludenz. Die Bahnstationen liegen teilweise siedlungsfern (etwa der Bahnhof Imst–Pitztal); von den Bahnstationen gibt es Busverbindungen in die Hauptorte und in die Nebentäler (Imst/Gurgltal, Ötztal, Pitztal, ...). Die nächstgelegene Bahnstation Imst–Pitztal ist 3 km vom Stadtzentrum von Imst entfernt, von hier besteht eine Busverbindung in das Zentrum der Stadt Imst; das Zentrum von Imst ist relativ gut an den Bahnhof angebunden, hier bestehen – im Gegensatz zu den umliegenden Ortschaften – Busverbindungen mit direktem Anschluss zu den Zügen.

Für die **Region Imst – Landeck inkl. der Seitentäler des Inntals und unter Einschluss des Außerfern** sollte ein **regionales ÖV-Konzept** erstellt werden, das neben Angeboten für Wege des täglichen Bedarfs insbesondere die u. g. Zielgruppen anspricht.

Bei der Umsetzung entsprechender Maßnahmen ist die Zusammenarbeit zwischen dem Land Tirol und den Anbietern regionaler und überregionaler Verkehrsleistungen (ÖBB, DB, regionale Busbetreiber) unerlässlich.

### Freizeit & Tourismus:

Durch seine Lage am Kreuzungspunkt von Oberinntal, Stanzertal, Paznaun, Gurgltal (Fernpass), Pitztal und Ötztal ist das Verkehrsgeschehen im Untersuchungsgebiet stark durch den zweisaisonalen Tourismus geprägt (siehe auch Kapitel 3.1.3).

Grundlage für entsprechende Maßnahmen sollte der Einzugsbereich der Besucher und deren Bedürfnisse sein.

Schwachstellen der Urlauberanreise mit öffentlichen Verkehrsmitteln werden in Tabelle 39 anhand des Vergleich der Reisezeiten in Tiroler Freizeitregionen mit öffentlichen Verkehrsmitteln und mit dem Pkw deutlich, wobei die Anreise von Wien, München und Frankfurt am Main (als Beispiel für eine Großstadt im mittleren Deutschland) nach Galtür (in einem Seitental ohne Bahnanschluss) sowie St. Anton am Arlberg (Schnellzugshalt) als Beispiele bedeutender Tiroler Fremdenverkehrsregionen ausgewertet wurde.

Für „typische“ Reiserouten für den Freizeitverkehr sind die **öffentlichen Verkehrsmittel** – i.d.R. eine Kombination aus Bahn und Bus – **um 15 % bis 80 % langsamer als der Pkw**. Es zeigt sich, dass einzig die Anreise von Wien nach St. Anton, welches direkt ohne Umsteigen von Wien zu erreichen ist, mit der Bahn fast so schnell ist wie mit dem Pkw. Besonders ungünstig sind die öffentlichen Verkehrsverbindungen bei der Anreise aus Deutschland – mit Fahrzeiten, die bis über 180 % über jenen des Pkw liegen – mit sehr häufigem Umsteigen, wobei die Benützung des Busses nochmals eine erhebliche Verzögerung darstellt, verglichen mit Orten, die direkt mit der Bahn zu erreichen sind. Ähnlich ungünstig wie nach Galtür sind z. B. die Verbindungen ins Ötztal oder ins Pitztal.

Tabelle 39: Fahrzeiten (Minuten) in Tiroler Freizeitregionen mit öffentlichen Verkehrsmitteln und mit dem Pkw.

von	nach	Bahn, Bus <sup>24</sup>	Pkw <sup>25</sup>	Unterschied Bahn gegenüber Pkw
Wien	Galtür	7:57	6:34	+21 %
Wien	St. Anton am Arlberg	6:36	6:17	+5 %
München	St. Anton am Arlberg	3:57 <sup>26</sup>	3:01	+31 %
München	Galtür	5:35 <sup>27</sup>	2:58 <sup>28</sup>	+81 %
Frankfurt a.M.	St. Anton am Arlberg	6:20 <sup>29</sup>	5:32 <sup>30</sup>	+14 %
Frankfurt a.M.	Galtür	8:15 <sup>31</sup>	5:42	+45 %

Bei Reiserouten auf **kürzeren Strecken innerhalb Tirols** kommt der Vorteil des Pkw gegenüber den öffentlichen Verkehrsmitteln, die häufiges Umsteigen erfordern und, sofern es sich um Busse handelt, deutlich langsamer sind als der Pkw, noch stärker zum Tragen (siehe

<sup>24</sup> [www.oebb.at](http://www.oebb.at), Abfahrt zwischen 7:00 und 11:00.

<sup>25</sup> [www.tiscover.at](http://www.tiscover.at)

<sup>26</sup> Umsteigen in Bregenz und Feldkirch.

<sup>27</sup> Umsteigen in Innsbruck und Landeck-Zams.

<sup>28</sup> über Fernpass.

<sup>29</sup> Umsteigen in Ulm, Lindau, Bregenz und Feldkirch.

<sup>30</sup> über Bregenz.

<sup>31</sup> Umsteigen in Ulm, Lindau, Feldkirch und Landeck-Zams.



UMWELTBUNDESAMT 2005a). Die **Reisezeiten** zwischen Innsbruck (Stadtzentrum) und verschiedenen Tiroler Fremdenverkehrsorten liegen für **öffentliche Verkehrsmittel bis zum Zweieinhalbfachen über den Fahrzeiten mit dem Pkw.**

Um Pkw–Fahrten zu vermeiden, sollten Angebote geschaffen werden, die vorrangig eine autofreie Anreise, aber gegebenenfalls auch das „Stehen lassen“ des Pkws vor Ort ermöglichen; hierzu zählen u. a.

- I attraktivere und direkte Bahnverbindungen aus Ostösterreich und Deutschland in das Tiroler Oberland, u. a. direkte Autoreisezüge und Schlafwagenverbindungen;
- I attraktive Busverbindungen zur/von der Bahn sowie zu den Tourismusgebieten, insbesondere auch in die Seitentäler des Tiroler Oberlandes;
- I ein regelmäßiger, kostengünstiger Orts(bus)verkehr;
- I Information über die Möglichkeiten der autofreien Anreise (z. B. über die Tourismusverbände, die regionalen Webseiten u. dgl.) – hier wäre auch die Einrichtung einer regionalen (bzw. einer tirolweiten) Mobilitätszentrale zu prüfen;
- I Gratis–Abholung von der Bahn und Gepäckdienste,
- I Verleih von umweltfreundlichen Fahrzeugen (z. B. Solar– oder Elektromobile).

Für den Freizeitverkehr innerhalb des Oberinntales und seiner Nebentäler sollte ein **ÖV–Konzept** ausgearbeitet werden, das auch die Tourismusregionen miteinander verbindet und dessen Betrieb auf die speziellen Bedürfnisse des Tourismus eingeht (Schibusse, Wanderbusse u. dgl.); ein vergleichbares Angebot stellt das Tälerbuskonzept im Dreiländereck Steiermark/Salzburg/Kärnten dar ([www.taalerbus.at](http://www.taalerbus.at)). Als Beispiel für bestehende Angebote für die „Autofreie Anreise“ innerhalb Österreichs ist das Pilotprojekt in Werfenweng, Salzburg, zu nennen (Informationen hierzu unter <http://umwelt.lebensministerium.at/>).

#### **Pendlerverkehr:**

**Imst** ist eine Einpendler–Gemeinde, sowohl für Berufstätige als auch für Schüler<sup>32</sup>. Der Großteil der Einpendler kommt aus dem Bezirk Imst. Das regionale Busangebot sollte daher derart gestaltet werden, dass sowohl für Berufstätige als auch Schüler ein attraktives Netz (mit geringen Fahrzeiten) und ein entsprechender Fahrplan (abgestimmt auf Öffnungszeiten, Schulzeiten etc.) vorhanden ist.

Weiters sind Auspendler in andere Bezirke (v. a. **Innsbruck**) zu verzeichnen. Hier sollte das Busangebot zur/von der Bahn besonders von den Ortschaften im Umfeld von Imst stark ausgeweitet werden sowie bedarfsgerichtete öffentliche Verkehrsmittel (z. B. Anrufsammeltaxis u. dgl.) eingerichtet werden.

Um eine flächenmäßige Erschließung mit öffentlichen Verkehrsmitteln zu erreichen, sollten weiters bedarfsgerichtete, flexible Betriebsformen eingerichtet werden, wie z. B. Rufbusse oder Anrufsammeltaxis. Diese haben den Vorteil, dass der Aufwand nur bei tatsächlichem Bedarf entsteht, dadurch wird eine wirtschaftlichere Betriebsführung ermöglicht.

Überprüft werden sollte im Zuge einer Verkehrskonzeption weiters eine Anbindung des Imster Raumes an den Regionalverkehr des Tiroler Zentralraums.

<sup>32</sup> <http://www.statistik.at/blickgem/vz5/g70203.pdf>



Die Planungen, welche den öffentlichen Verkehr betreffen, sollen jedenfalls mit Bedacht auf die positiven Auswirkungen auf die PM<sub>10</sub>-Belastung betrieben und in entsprechendem Ausmaß forciert werden.

Wesentlich für die Nutzung des Öffentlichen Verkehrs ist eine **Marketing- und Informationskampagne** für den ÖV, die vor allem auch die Bevölkerung mit Informationen über die ÖV-Angebote in der Region versorgt. Ein Beitrag hierzu kann auch die Einrichtung einer Mobilitätszentrale sein.

### **Park&Ride**

An den Bahnstationen der Strecke St. Anton am Arlberg – Innsbruck sollten Park&Ride-Anlagen errichtet werden, die das Umsteigen vom Auto auf die Bahn ermöglichen. Als notwendige Ausbaumaßnahmen werden im Tiroler Verkehrsbericht (AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG 2004) für diese Bahnstrecke die Standorte Landeck, Imst-Pitztal, Ötztal, Telfs und Kematen genannt.

### **Verlagerung des regionalen und überregionalen Güterverkehrs auf die Schiene**

Besonders zur Reduktion des Güterverkehrs auf der A12 Inntalautobahn (Beitrag von 50 bis 60 % zu den NO<sub>x</sub>-Emissionen) sollten Maßnahmen zur Verlagerung auf die Schiene getroffen werden. Entsprechende Maßnahmen sollten nicht nur, wie bisher, auf den Transitverkehr zwischen Kufstein und Brenner abzielen, sondern auch das Obere Inntal und die Arlbergroute einschließen.

Entsprechende Maßnahmen betreffen z. B. den kombinierten Verkehr oder die Rollende Landstraße sowie Förderung von Infrastruktureinrichtungen, die einen raschen Umschlag vom Lkw auf die Bahn – auch in regionalen Güterbahnhöfen – ermöglichen.

Weiters sollte die Verpflichtung zum Transport mit der Eisenbahn für bestimmte Fahrzeuge (u. U. abhängig von der Schadstoffemission) und/oder zu bestimmten Zeiten überprüft werden.

Da hier besonders auch eine Verlagerung des überregionalen Lkw-Verkehrs anzustreben ist, sollten diese Maßnahmen nicht nur in der Region, sondern in ganz Tirol forciert werden.

### **Betriebliches Mobilitätsmanagement fördern**

Ziel von betrieblichem Mobilitätsmanagement ist u. a. die Änderung des Mobilitätsverhaltens der Mitarbeiter bei der Anreise zugunsten des „Umweltverbundes“, die Transportrationalisierung und Optimierung der Logistik und von Fuhrparks sowie bewusstseinsbildende Maßnahmen und Sensibilisierung der Unternehmen und ihrer Mitarbeiter gegenüber dem Thema „Verkehr und Umwelt“.

Solche Projekte sollen hinkünftig vermehrt gefördert werden.



## **Begutachtung der Auswirkungen der geplanten Straßeninfrastrukturprojekte insbesondere in Hinblick auf NO<sub>2</sub>**

Bauvorhaben im überregionalen Straßennetz des Oberinntales sollten hinkünftig besonders in Hinblick auf verkehrserzeugende Wirkung und in Hinblick auf die PM<sub>10</sub>-Belastung überprüft werden.

In diesem Zusammenhang ist aus lufthygienischer Sicht festzuhalten, dass der geplante Tschirgant-Tunnel als Verbindung von Nassereith (Fernpass) nach Haiming im Inntal vermutlich keine Auswirkungen auf die Verkehrssituation im Bereich Imsterau und damit auf die NO<sub>2</sub>-Belastung an der Messstelle Imst-Imsterau haben dürfte. Er führt zu einer Entlastung der B189 zwischen Imst und Nassereith sowie möglicherweise zwischen Nassereith und Mieming; allerdings tragen – bedingt durch die Windverhältnisse im Bereich der Messstelle Imst-Imsterau – Emissionen im Gurgltal und damit auf der B189 kaum zur NO<sub>2</sub>-Belastung an der Messstelle Imst-Imsterau bei.

Besonders geprüft werden sollte eine mögliche Verlagerungswirkung des Verkehrs aufgrund der Errichtung des Tschirgant-Tunnels. Eine mögliche Verlagerung vom Fernpass Richtung Inntal oberhalb von Imst sowie Richtung Pitztal von der B189 weg in den Tschirgant-Tunnel könnte u. a. ein Anwachsen des Verkehrs auf der A12 zwischen Haiming und Imst bedeuten und damit u. U. eine Zunahme der NO<sub>x</sub>-Emissionen im Einzugsgebiet der Messstelle. Für eine objektive Beurteilung wird eine Modellierung der Verkehrsströme und Verlagerungswirkungen empfohlen, die u. a. auch mögliche Verlagerungswirkungen von der Schiene auf die Straße (aufgrund einer Attraktivitätssteigerung der Straße durch die Infrastrukturerweiterung) berücksichtigt.

Auch sind weitere (kleinräumige) Ausbauvorhaben der B189, B179 und B187 (Ortsumfahrungen,...) auf ihre Verkehrs- und Umweltwirkung zu überprüfen, insbesondere unter dem Aspekt einer möglichen Attraktivitätssteigerung durch den besseren Ausbaugrad u. a. für den Transitverkehr. Hier ist insbesondere Sorge zu tragen, dass strategische Überlegungen und Prüfungen einem schrittweisen Ausbau dieser Bundesstraßen voran gehen.

### **Maßnahmen im Bereich der Raumordnung**

#### **Fachmarktzentrum Imst – Standortplanung von Einkaufszentren**

Der Verkehr auf der Imsterbergstraße wird im Wesentlichen vom Fachmarktzentrum Imst (FMZ), das in den vergangenen Jahren im Süden von Imst an der Imsterbergstraße großzügig ausgebaut wurde, den Freizeiteinrichtungen und den Gewerbe- und Industriebetrieben verursacht. Das FMZ stellt einen starken Verkehrserreger dar.

Um eine weitere Zunahme der lokalen NO<sub>x</sub>- und PM<sub>10</sub>-Emissionen zu vermeiden und Maßnahmen zur Verringerung der lokalen Emissionen zu erleichtern, sollte ein weiterer **Ausbau des Einkaufszentrums und Gewerbegebietes** an der Imsterbergstraße in jedem Fall auf seine Verkehrserzeugung und damit auf die zu erwartenden Emissionen untersucht werden. Aufbauend auf die Ergebnisse sind Maßnahmen wie z. B. Auflagen (diese können z. B. die Bereitstellung von ÖV-Mitteln, die Einhaltung eines festgelegten Modal Splits<sup>33</sup> oder die Parkraumbewirtschaftung beinhalten) zu setzen; gegebenenfalls sollte auf den weiteren Ausbau verzichtet werden.

---

<sup>33</sup> Die Forderung nach einem festgelegten Modal Split (Verkehrsmittelwahl) ist bereits in der Schweiz Praxis. So wurde z. B. im Rahmen der UVP zum KiNO- und Fachzentrum im Grüt in Adliswil / ZH ein ÖV-Anteil von 32 % als Auflage gefordert. (SAGER, SCHENKER 2003)



Obwohl die negativen Begleiterscheinungen von Einkaufszentren hinlänglich bekannt sind, wurden bislang keine Maßnahmen gesetzt, die dieser Entwicklung entgegenwirken. Um einer Verlagerung der Entwicklung von Verkaufsflächen auf Nachbargemeinden und in der Folge einer Verlagerung der Verkehrsproblematik entgegenzuwirken, sollte in jedem Fall eine **regionale Lösung** angestrebt werden.

Im Rahmen des ÖROK-Projektes ZORE wurden Lösungsansätze vorgestellt, mit deren Hilfe dieser negative Entwicklung entgegengesteuert werden soll, hierzu zählen regionalen Raumordnungsprogramme (Sachprogramm), wie am Beispiele Stuttgart und Hannover oder das Governance-Modell (privatrechtliche Vereinbarungen), Beispiel Regionales Einzelhandelskonzept Ostwestfalen-Lippe (WEICHHART 2004). In Anlehnung an diese Erkenntnisse sollte für das Tiroler Oberland ein **Einzelhandelskonzept** erstellt werden, das eine gezielte standörtliche Entwicklung des Einzelhandels ermöglicht und von sämtlichen Beteiligten auch getragen wird. Besonderes Augenmerk sollte dabei auf die Verkehrserzeugung gelegt werden. Im Zuge dieses Konzeptes sollten auch Fragen der Parkraumbewirtschaftung von Einkaufszentren sowie die Einhebung einer Verkehrserschließungsabgabe zur Querfinanzierung von Öffentlichen Verkehrsmitteln geklärt werden.

### **Vermeidung von Zersiedelung, kompakte Siedlungsformen**

Durch die zunehmende Zersiedelung steigen die Fahrleistungen auf der Straße, da dünn besiedelte Gebiete kaum mit öffentlichen Verkehrsmitteln erschlossen sind und deren wirtschaftliche Führung öffentlicher Verkehrsmittel schwierig wird. Um die Voraussetzungen hierfür zu schaffen, sollte daher bei der künftigen Siedlungsentwicklung **Zersiedelung vermieden** werden. Die zukünftige Siedlungsentwicklung sollte in erster Linie entlang des bestehenden Öffentlichen Verkehrsnetzes und im Nahbereich von Haltestellen passieren.

### **Standortentscheidungen von Gewerbe- und Industriebetrieben in bahnahe Lage**

Weiters sollte bei Standortentscheidungen von Gewerbe- und Industriebetrieben die Anbindung an die Bahn und die mögliche Verlagerung der Transporte auf die Bahn im Vordergrund stehen. Des weiteren sollte besonderes Augenmerk auf eine geringe Zunahme der notwendigen Fahrleistungen gesetzt werden, z. B. durch eine entsprechende Standortplanung (Lage an Transportrouten und in Abhängigkeit von den zu erwartenden Fahrtströmen).

Zur Reduktion des Anreiseverkehrs von Beschäftigten in Gewerbe- und Industriebetrieben ist weiters die Anbindung mit Öffentlichen Verkehrsmitteln notwendig. D. h. bei Standortentscheidungen sollte auch die ÖV-Anbindung mitberücksichtigt werden. Bei bestehenden Standorten sollte die ÖV-Erreichbarkeit gesichert oder geschaffen werden. Hierbei sind besonders Maßnahmen im Betrieblichen Mobilitätsmanagement zu fördern.

### **Funktionsmischung**

Die funktionelle Gliederung des Raumes und die damit verbundene Aufteilung der Funktionen Wohnen, Arbeiten, Einkaufen und Freizeit sollte langfristig auf eine möglichst geringe verkehrserregende Wirkung überprüft und ausgerichtet werden. Dies bedeutet einerseits eine verträgliche Durchmischung der Funktionen, andererseits ein funktionierendes öffentliches Verkehrssystem als Alternative zur Nutzung des Pkw.



### **Bewusstseinsbildende Maßnahmen**

Ein weiteres, wesentliches Element eines Maßnahmenpaketes ist die Bewusstseinsbildung. Durch bewusstseinsbildende Maßnahmen sollen Veränderungen im Verkehrsverhalten auf unterschiedlichen Ebenen ansetzen, sodass der Umweltverbund auch tatsächlich genutzt wird:

- I Fahrverhalten (Ökonomische Fahrweise, Geschwindigkeiten);
- I Verkehrsmittelwahl (Nutzung des „Umweltverbundes“, z. B. Freizeit- und Einkaufsverkehr sowie generell kurze Strecken mit dem Fahrrad, Kinder zu Fuß oder mit öffentlichen Verkehrsmitteln zum Kindergarten zu bringen etc.).

Bewusstseinsbildende Maßnahmen können auf unterschiedliche Art und Weise erfolgen, hierzu zählen Aufklärungsbroschüren, Medienoffensive (Radio, Fernsehen,...), Veranstaltungen z. B. im Rahmen des Autofreien Tages im September. Bei all diesen Maßnahmen sollten die Zusammenhänge zwischen dem Fahrverhalten eines jeden einzelnen und den Umweltbelastungen erläutert werden.

### **Lobbying für bundesweite Maßnahmen mit hoher Wirksamkeit**

Für eine Verringerung der PM<sub>10</sub>- und NO<sub>x</sub>-Emissionen des Straßenverkehrs sind neben Maßnahmen auf Landesebene auch bundesweite Maßnahmen zielführend. Eine Reihe von möglichen Maßnahmen sind in der Studie „Schwebestaub in Österreich – Fachgrundlagen für eine kohärente Strategie zur Verminderung der PM<sub>10</sub>-Belastung“, zusammengefasst (UMWELTBUNDESAMT 2004c). Als effizienteste Maßnahmen im Verkehrsbereich sind zu nennen:

- I Fahrleistungsabhängige Maut – auch für Pkw
- I Anpassung der Mineralölsteuer
- I Förderung von Entwicklung und Anwendung alternativer Fahrzeug- und Antriebskonzepte (alternative Kraftstoffe, Hybridkonzepte, etc.)
- I Lobbying auf EU-Ebene, um eine möglichst hohe und rasche Absenkung der Emissionsgrenzwerte für Neufahrzeuge zu erreichen
- I Kontrolle der Einhaltung von Emissionsstandards
- I generelle Geschwindigkeitsbeschränkung 80/100 km/h in belasteten Gebieten
- I Anpassung der NOVA
- I Strategische Umweltprüfung des Generalverkehrsplanes mit einem hohen Stellenwert für lufthygienische Belange
- I Förderung des Öffentlichen Personenverkehrs
- I Förderung des Güterverkehrs auf der Schiene
- I Bewusstseinsbildende Maßnahmen – Informationskampagnen
- I Koordinierung der Kompetenzen in der Verkehrs- und Raumplanung
- I rasche Umsetzung der NEC-Strategie

Derlei Maßnahmen liegen prinzipiell nicht im Zuständigkeitsbereich des Landes. Sowohl auf nationaler als auch internationaler Ebene sollte Lobbyingarbeit betrieben werden und auf eine rasche Umsetzung all dieser Maßnahmen gedrängt werden.



### 10.3 Anlagen (Industrie, Gewerbe)

Emissionsabschätzungen aus Industrie und Gewerbe liegen nur für die Betriebe der Fa. Holzindustrie Pfeifer GmbH & Co KG und der Textildruck Imst GmbH & Co vor. Durch die Umstellung von Heizöl Schwer auf Erdgas im Sommer 2005 bei der Fa. Textildruck Imst konnten die NO<sub>x</sub>-Emissionen von 19 t auf 4 t reduziert werden. Weitere Maßnahmen erscheinen daher bei diesem Betrieb technisch und wirtschaftlich nicht notwendig zu sein.

Aus den Immissionsmessungen ist zwar ein Beitrag aus NO<sub>x</sub>-Emissionen der Fa. Holzindustrie Pfeifer GmbH & Co KG von jedenfalls weniger als 10 % zur NO<sub>2</sub>-Spitzenbelastung an der Messstelle Imst-Imsterau ableitbar. Ungeachtet dessen sollten aufgrund der erheblichen NO<sub>x</sub>-Emissionen Maßnahmen zur Emissionsreduktion geprüft werden.

Nachdem der Beitrag von Emissionen der Industrie aus anderen Betrieben zur NO<sub>x</sub>-Belastung in Imst-Imsterau nicht abgeschätzt werden kann, können hier keine konkreten Maßnahmenvorschläge zusammengestellt werden.

### 10.4 Heizungsanlagen (Hausbrandemissionen)

Wie in Kapitel 3.2 angeführt wurde, sind hohe NO<sub>x</sub>-Emissionen v. a. aus mit Festbrennstoffen betriebenen Heizungsanlagen zu erwarten. Durch den Ausbau des Gasnetzes und der Fernwärme in Imst in den nächsten Jahren sollten sich in Folge die Emissionen verringern.

Eine weitere mögliche Maßnahme zur Verminderung der Emissionen aus dem Hausbrand wäre eine Verschärfung der wiederkehrenden Überprüfungen. Obwohl gemäß Tiroler Heizungsanlagengesetz, LGBL. Nr. 34, wiederkehrende Überprüfungen von Heizungsanlagen durch den Rauchfangkehrer oder ein befugtes Prüforgan vorgeschrieben sind und die Durchführung dieser Maßnahmen im so genannten Kkehrbuch zu dokumentieren ist, werden die Daten dieser Überprüfungen nicht zentral von der Landesregierung gesammelt. Der Vollzug liegt zudem bei der lokalen Behörde, dem Bürgermeister. Damit sind einerseits die lufthygienischen Auswirkungen der Kontrolltätigkeit an den Heizungsanlagen in Tirol nicht quantifizierbar, und andererseits ist kein einheitlicher Vollzug für das Land Tirol gewährleistet. Am Beispiel des Landes Vorarlberg zeigt sich aber sehr deutlich, dass konsequente landesweite Kontrollen und die damit verbundenen Servicearbeiten bei den bestehenden Heizungsanlagen durchwegs erhebliche Verbesserungen bewirkt haben.

Da aber auch in den anderen Bundesländern diese wiederkehrenden Überprüfungen sehr unterschiedlich geregelt werden, wird zur Zeit an einer bundesweiten Harmonisierung auf Basis der ÖNORM M 7510-4 gearbeitet.

Die Tiroler Kesseltauschförderung ist primär auf den Klimaschutz und eine nachhaltige Energiewirtschaft ausgerichtet und fördert den Einbau von Biomasse- Zentral- oder -Etagenheizungen in neu errichteten Wohngebäuden sowie den Ersatz von Elektro-, Gas-, Kohle-, Öl-, Holz- oder sonstiger Heizungen durch eine moderne Biomassezentral- oder Etagenheizung als Hauptheizung in einem bestehenden Gebäude. Jedoch sollten im Hinblick auf die Gewährleistung der laut Tiroler Heizungsanlagenverordnung geforderten Brennstoffqualität vor allem automatische Biomasseanlagen wie Pellets- und Hackschnitzelanlagen bevorzugt gefördert werden. Im Gegensatz zu händisch beschickten Anlagen sind die Emissionen automatischer Feuerungen aufgrund des Einsatzes eines genormten Brennstoffs und somit geringer Heizwertschwankungen reproduzierbar.



Außerdem ist das Potential für den unsachgemäßen Einsatz von Brennstoffen in automatischen Feuerungen ist deutlich geringer.

Generell ist der Anteil von Einzelöfen (v. a. Herde, Kachelöfen, Kaminöfen, Badeöfen), die mit Festbrennstoffen betrieben werden, zu vermindern.

Durch eine thermische/energetische Gebäudesanierung, durch den vermehrten Einsatz von Wärmepumpen und Solarenergie sowie dem weiteren Ausbau der Fernwärme können die Emissionen aus dem Hausbrand ebenfalls reduziert werden.



## 11 EMPFEHLUNGEN FÜR WEITERFÜHRENDE UNTERSUCHUNGEN

### 11.1 Meteorologie

Mit den Messungen im Rahmen der UVE für den Tschirgant-Tunnel wurden zwar die meteorologischen Verhältnisse im Umkreis von Imst deutlich besser untersucht, als dies zuvor der Fall war, für den unmittelbaren Bereich der Stadt Imst und der Imsterbergstraße – der von bisher durchgeführten Messungen nicht abgedeckt wurde – sind diese Messungen aber nur eingeschränkt aussagekräftig.

Es wird daher empfohlen, im Bereich nördlich der Imsterbergstraße Wind- und Temperaturmessungen durchzuführen. Diese sollten sinnvoller Weise nicht direkt an der Luftgütemessstelle stattfinden, da hier durch die Bebauung an der Imsterbergstraße das Windfeld u. U. sehr lokal beeinflusst wird, sondern auf einer freien Fläche nördlich der Imsterbergstraße zwischen dieser und dem Auweg bzw. dem Galgenbichl.

Die im Herbst 2005 begonnenen Temperaturprofilmessungen im Bereich Imst sollten über eine Zeitdauer von mindestens einem Jahr fortgeführt werden.

### 11.2 Immissionsmessungen

Die bestehende Messstelle Imst-Imsterau stellt sehr wahrscheinlich einen Belastungsschwerpunkt im oberen Inntal dar. Da sie bis Herbst 2005 die einzige Messstelle im Tiroler Oberland gewesen ist, sind jedoch keine Aussagen

- a. über das flächenhafte Belastungsbild, v. a. bezüglich der NO<sub>2</sub>-Spitzenwerte;
- b. über die relativen Beiträge verschiedener Emittenten – lokale Straßenverkehrsemissionen, Emissionen auf der A12, Emissionen in unterschiedlicher Entfernung

möglich. Aufgrund der Beurteilung des Immissionsgeschehens (Kapitel 6.9) und der Herkunft der relevanten NO<sub>x</sub>-Emissionen (Kapitel 7) ist allerdings der Beitrag der NO<sub>x</sub>-Emissionen auf der Imsterbergstraße und auf der A12 zu trennen; insbesondere ist nicht auszuschließen, dass Emissionen der A12 allein für eine Überschreitung des NO<sub>2</sub>-Kurzzeitgrenzwertes ausreichen. Die Messstelle Imst-Imsterau allein erlaubt auch keine Beurteilung über eine „Hintergrundbelastung“ im oberen Inntal in etwas größerer Entfernung von stark befahrenen Straßen.

Vor der Inbetriebnahme der Messstelle Imst-Sparkassaplatz lagen auch keine Informationen über die NO<sub>2</sub>-Belastung im Stadtzentrum von Imst – mit hohen Emissionsdichten aus Straßenverkehr und Hausbrand sowie u. U. lokaler Industrie – vor.

Zwar liegt in Imst-Imsterau der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert (2004: 39 µg/m<sup>3</sup>) unter der Summe aus Grenzwert und Toleranzmarge gemäß IG-L (2004: 45 µg/m<sup>3</sup>), aber über dem Grenzwert von 30 µg/m<sup>3</sup>, der ab 2012 einzuhalten ist.

NO<sub>2</sub>-Passivsammlermessungen im Bereich zwischen Innsbruck und dem Sellrain (siehe SPANGL, SCHÜTZ & KRISMER 2006) deuten zudem darauf hin, dass an der A12 westlich von Innsbruck NO<sub>2</sub>-Konzentrationen in vergleichbarer Höhe wie in Vomp auftreten; dies sollte durch kontinuierliche NO<sub>2</sub>-Messungen verifiziert werden.



Um diese Informationsdefizite zu schließen, werden Messungen der NO<sub>2</sub>- bzw. NO<sub>x</sub>-Konzentration im Inntal westlich von Innsbruck an folgenden Standorten bzw. Standorttypen vorgeschlagen:

1. an der **Inntalautobahn A12 zwischen Haiming und Landeck**, deren Zweck es sein soll, den Beitrag der Emissionen der A12 zur NO<sub>2</sub>-Belastung an der Imsterbergstraße einzugrenzen und zu beurteilen, ob und in welchem Bereich an der A12 im Oberen Inntal der NO<sub>2</sub>-Grenzwert überschritten wird;
2. an einem **emittententfernen** (verkehrsfernen) **Standort im Inntal zwischen Haiming und Landeck**, um den Beitrag der Straßenverkehrsemissionen an den Belastungsschwerpunkten von den flächigen Emissionen und dem Beitrag der Emissionen im regionalen Umkreis (oberes Inntal inkl. Seitentäler) abzugrenzen;
3. Weiterführung der Messung im **Stadtzentrum von Imst** (Imst-Sparkassaplatz). Diese dient der Erfassung der lokalen Belastung in einem Bereich mit hohen lokalen NO<sub>x</sub>-Emissionen, aber auch zur Untersuchung des bisher kaum beurteilbaren Schadstofftransports zwischen dem Inntal und dem Gurgltal;
4. an der **Inntalautobahn A12 zwischen Innsbruck und Haiming**. Die Ergebnisse der Passivsammlermessungen (siehe SPANGL, SCHÜTZ & KRISMER 2006) sollen damit verifiziert werden; weiters soll (u. a. anhand der Tages-, Wochen- und Jahresgänge) untersucht werden, wie weit die Ergebnisse der autobahnnahen Messstellen im Unterinntal auf das Inntal westlich von Innsbruck übertragbar sind. Nachdem das Inntal unterhalb von Haiming deutlich breiter ist als westlich davon, ist mit einem anderen Immissionsgeschehen (tendenziell niedrigeren Belastungen) zu rechnen als westlich von Haiming.
5. Sowohl an der **Inntalautobahn A12 als auch im Stadtzentrum von Imst** sollte auch **PM10** gemessen werden, u. a. um zu verifizieren, ob die hohe PM10-Belastung an der Imsterbergstraße, wie bisher vermutet, zu einem großen Teil hohen lokalen Emissionen aus Bautätigkeit zuzuordnen sind.

Diese Messungen im Bereich Imst sollten sinnvoller Weise parallel erfolgen und mindestens ein Jahr abdecken.

### 11.3 Emissionen

Die Emissionen von Industrie- und Gewerbebetrieben sind nach wie vor nur unzureichend bekannt und sollten detaillierter erhoben werden. Dies ist unbedingt notwendig, um ein einigermaßen vollständiges Bild der NO<sub>x</sub>-Emissionen zu erhalten.

### 11.4 Modellierung

Zur präziseren Herkunftszuordnung der an der Messstelle Imst-Insterau gemessenen NO<sub>2</sub>-Belastung wird der Einsatz eines meteorologisch-luftchemischen Modells empfohlen. Damit



sollte v. a. der relative Beitrag der A12, der Imsterbergstraße sowie weiter entfernt liegender Straßen aufgetrennt werden können.

## 11.5 Maßnahmenplanung

Der Straßenverkehr stellt die bedeutendste NO<sub>x</sub>-Quelle im Bereich der Imsterbergstraße dar, und zwar sowohl auf dieser als auch auf der A12.

Für eine konkrete Maßnahmenplanung sollten die Verkehrsströme sowohl auf der A12 wie auf der Imsterbergstraße erhoben werden, da für

- I Freizeitverkehr
- I Einkaufsverkehr
- I Pendlerverkehr
- I Schülerverkehr

jeweils unterschiedliche Vorgangsweisen zielführend sind, die nicht nur das Inntal, sondern auch dessen Seitentäler – als bedeutende Tourismusregionen – einbeziehen müssen.



## 12 INFORMATIONEN GEMÄß RL 96/62/EG, ANHANG IV

Nach Artikel 8 (3) der Richtlinie 1996/62/EG müssen die Mitgliedsstaaten Maßnahmen ergreifen, um zu gewährleisten, dass ein Plan oder Programm ausgearbeitet wird, aufgrund dessen innerhalb der festgelegten Frist die Grenzwerte eingehalten werden können. Die Öffentlichkeit muss dabei zumindest über die nachfolgend aufgelisteten Punkte informiert werden.

### Ort des Überschreitens

Region: Tirol  
Ortschaft: Imst  
Messstation: Imst – Imsterau

### Allgemeine Informationen

Art des Gebietes (Stadt, Industrie– oder ländliches Gebiet):

- Stadt

Schätzung des verschmutzten Gebietes (km<sup>2</sup>) und der der Verschmutzung ausgesetzten Bevölkerung:

- Größe des Gebietes<sup>34</sup>: ca. 5 km<sup>2</sup>
- Bevölkerung: ca. 5.000 Einwohner

zweckdienliche Klimaangaben:

- siehe Kapitel 4.

zweckdienliche topographische Daten:

- siehe Kapitel 2.

ausreichende Informationen über die Art der in dem betreffenden Gebiet zu schützenden Ziele:

- Die von den Grenzwertüberschreitungen betroffene Messstelle befindet sich im Dauersiedlungsraum und dient daher zum Schutz des Menschen.
- Verhütung von schädlichen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit:
- Da die Grenzwertüberschreitung 2004 festgestellt wurde, wurden bisher keine Verbesserungsmaßnahmen durchgeführt. Daher stellt die aktuelle Situation die Belastung vor Durchführung der Verbesserungsmaßnahmen dar.

### Zuständige Behörden

Name und Anschrift der für die Ausarbeitung und Durchführung der Verbesserungspläne zuständigen Personen:

Amt der Tiroler Landesregierung  
Bürgerstraße 36

---

<sup>34</sup> ein wenige 100 m breiter Streifen entlang der A12 zwischen Landeck und Roppen einschließlich autobahnahe, stark befahrene Nebenstraßen.



6020 Innsbruck

### **Art und Beurteilung der Verschmutzung**

in den vorangehenden Jahren (vor der Durchführung der Verbesserungsmaßnahmen) festgestellte Konzentrationen:

- siehe Kapitel 6

seit dem Beginn des Vorhabens gemessene Konzentrationen:

- siehe Kapitel 6

angewandte Beurteilungstechnik:

- siehe Kapitel 2

### **Ursprung der Verschmutzung**

Liste der wichtigsten Emissionsquellen, die für die Verschmutzung verantwortlich sind (siehe Kapitel 3):

- Straßenverkehr (bei weitem größte Quelle)
- Raumwärmeerzeugung
- Industrie

### **Lageanalyse**

Einzelheiten über Faktoren, die zu den Überschreitungen geführt haben (Verfrachtung, einschließlich grenzüberschreitende Verfrachtung, Entstehung):

- siehe Kapitel 7.

Einzelheiten über mögliche Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität:

- siehe Kapitel 10.

### **Angaben zu den bereits vor dem Inkrafttreten dieser Richtlinie durchgeführten Maßnahmen oder bestehenden Verbesserungsvorhaben**

örtliche, regionale, nationale und internationale Maßnahmen:

- Da die Grenzwertüberschreitung 2004 festgestellt wurde, wurden bisher keine Verbesserungsmaßnahmen durchgeführt.

festgestellte Wirkungen:

- Da die Grenzwertüberschreitung 2004 festgestellt wurde, wurden bisher keine Verbesserungsmaßnahmen durchgeführt.

### **Angaben zu den nach dem Inkrafttreten dieser Richtlinie zur Verminderung der Verschmutzung beschlossenen Maßnahmen oder Vorhaben**

Auflistung und Beschreibung aller im Vorhaben genannten Maßnahmen:

Zeitplan für die Durchführung:



Schätzung der zu erwartenden Verbesserung der Luftqualität und der für die Verwirklichung dieser Ziele vorgesehenen Frist:

- Dieser Bericht dient dem Land Tirol und der Gemeinde Imst als Grundlage für die Ausarbeitung von Maßnahmenplänen. Die konkreten Maßnahmen, Zeitpläne und Abschätzungen der erzielbaren Verbesserungen werden Teil dieser zukünftigen Maßnahmenpläne sein.

**Angaben zu den geplanten oder langfristig angestrebten Maßnahmen oder Vorhaben**

- Maßnahmen werden auf Grundlage dieses Berichtes vom Land Tirol und der Gemeinde Imst sowie auf nationaler Ebene zu beschließen sein.

**Liste der Veröffentlichungen, Dokumente, Arbeiten usw., die die in diesem Anhang vorgeschriebenen Informationen ergänzen**

- siehe Kapitel 13.



## 13 LITERATUR

- AEEG (2002): Temporäre Emissions- und Energiebilanz, Forschungsinstitut für Energie- und Umweltplanung Wirtschaft und Marktanalysen GmbH, Wien.
- BUWAL (2002): Richtlinie Luftreinhaltung auf Baustellen. Baurichtlinie Luft. Herausgegeben vom Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL. Bern.
- BUWAL (2004): Publikumsintensive Einrichtungen. Abstimmung der kantonalen Luftreinhalte-Massnahmenplanung mit den Zielen der kantonalen Richtplanung. Empfehlungen. Entwurf für die Vernehmlassung. BUWAL. Bern.
- BUWAL (2005): Stickstoffhaltige Luftschadstoffe in der Schweiz. Status-Bericht der Eidg. Kommission für Lufthygiene. Schriftenreihe Umwelt Nr. 384. Bern.
- FMI (2002): MAKESENS 1.0, Mann-Kendall Test and Sen's Slope Estimates for the Trend of Annual Data, Version 1.0 Freeware, Finnish Meteorological Institute.
- <http://www.ZAMG.ac.at>: Klima-Monatsübersicht, laufend publiziert.
- HAUSBERGER, S. (2003): Entwicklung von Luftschadstoffemissionen aus dem Verkehr bis 2010 und Abschätzung von Maßnahmenwirkungen. Erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Land und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. TU Graz, Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik. Graz.
- HAUSBERGER, S. (2003a): A12 Inntalautobahn, Beurteilung der Luftschadstoffbelastung durch die A12 im Bereich Vomp, Teil I: Emissionen, Bericht Nr. FVT-25/03/Haus Em 6791-20 vom 3.9.2003, erstellt im Auftrag der Wirtschaftskammer Tirol.
- KASPER-GIEBL, A., H. PUXBAUM, W. WINIWARTER (2002): Analyse der Grenzwertverletzung für NO<sub>2</sub> nach IG-L an den Messstellen Hallein Hagerkreuzung, Lehen, Mirabellplatz<sup>35</sup>, durchgeführt im Auftrag des Amtes der Salzburger Landesregierung.
- KÖLL, H. (2005): Verkehrsstromanalyse Imst 2005, im Auftrag der Stadtgemeinde Imst, Ingenieurbüro DI. Dr. Helmut Köll Ziviltechnikergesellschaft KEG. In Vorbereitung.
- LOHMEYER, A (2004): Lohmeyer et al., in: P.Dilara, M. Muntean and E. Angelino (eds), Proceedings of the PM Emission Inventories Scientific Workshop, Lago Maggiore, Italy, 18 October 2004. Report EUR 21302 EN, European Communities, Ispra, Italy. pp. 86-92.
- MCHUGH C.A., D.J. CARRUTHERS und H.A. EDMUNDS (1997): ADMS-Urban: an Air Quality Management System for Traffic, Domestic and Industrial Pollution. Int. J. Environment and Pollution, Vol. 8, Nr. 306, 437-440.
- PIRINGER, M., M. BAUER (2004): Erläuterung der Wind- und Ausbreitungsverhältnisse in Roppen und Lermoos, ZAMG PUXBAUM, H und TENZE-KUNIT, M (2003): Size distribution and seasonal variation of atmospheric cellulose, Atmospheric Environment 37 (2003) 3693–3699.
- RAUH, W. (2005): Ökonomisch effizienter Verkehr – Nutzen für alle. VCÖ.
- RAUTERBERG-WULFF, A. (1998): Beitrag des Reifen- und Bremsenabriebs zur Rußemission an Straßen, Fortschrittsberichte VDI Reihe 15 Nr. 202, VDI Verlag, Düsseldorf.
- SCHNEIDER, J., LORBEER, G. (2002): Inhaltsstoffe von PM10- und PM2,5 an zwei Messstationen, Umweltbundesamt Wien.

---

<sup>35</sup> in der Stadt Salzburg



- SCHNEIDER, J., SPANGL, W. (2002): Analyse der Überschreitungen des IG-L Grenzwerts für Schwebstaub an den Messstellen Wien Liesing, Laaerberg und Rinnböckstraße am 10.12.2001, Umweltbundesamt Wien.
- SEINFELD, J. H. & PANDIS, S. N. (1998): Atmospheric Chemistry and Physics, John Wiley & Sons, New York.
- SPANGL; W. & NAGL, C. (2003): Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2002, Umweltbundesamt Wien.
- SPANGL; W. & NAGL, C. (2003a): Stuserhebung betreffend Überschreitungen des IG-L Grenzwertes für PM10 an der Messstelle „Klagenfurt-Völkermarkterstraße“ im Jahr 2001. Studie im Auftrag der Kärntner Landesregierung.
- SPANGL; W. & NAGL, C. (2003b): Stuserhebung betreffend Überschreitungen des IG-L Grenzwertes für PM10 und Schwebstaub an der Messstelle Lienz Amlacherkreuzung im Jahr 2001. Studie im Auftrag der Tiroler Landesregierung.
- SPANGL; W. & NAGL, C. (2004): Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2003, Umweltbundesamt Wien.
- SPANGL, W., J. SCHNEIDER, C. NAGL (2005): Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2004, Umweltbundesamt Wien.
- SPANGL, W., C. SCHÜTZ, A. KRISMER (2006): Räumliche Verteilung der Stickstoffdioxid-Konzentration in Tirol. Umweltbundesamt Wien, in Vorbereitung.
- SPITZER, ENZINGER, FANKHAUSER, FRITZ, GOLJA, STIGLBRUNNER (1998): Emissionsfaktoren für feste Brennstoffe, Joanneum Graz.
- TURPIN, B. J., SAXENA, P., ANDREWS, E. (2000): Measuring and simulating particulate organics in the atmosphere: problems and prospects, Atmospheric Environment 34, p2983-3013.
- UMWELTBUNDESAMT (1998): Keller M., Hausberger St., „Handbuch der Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs in Österreich“, Umweltbundesamt Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (1999): Durchführung eines Risikovergleiches zwischen Dieselmotoremissionen und Ottomotoremissionen hinsichtlich ihrer kanzerogenen und nicht-kanzerogenen Wirkungen, Forschungsbericht 297 61 001/01 UBA-FB 99-033, Umweltbundesamt Berlin.
- UMWELTBUNDESAMT (2004): „Bericht Medienübergreifende Umweltkontrolle an ausgewählten Standorten“, Umweltbundesamt Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2004a): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 2.1.
- UMWELTBUNDESAMT (2004b): Stuserhebung betreffend Überschreitungen der IG-L-Grenzwerte für PM10 und Schwebstaub, Blei und Cadmium im Staubniederschlag im Inntal, 2002; im Auftrag des Amtes der Tiroler Landesregierung, Umweltbundesamt Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2004c): Umweltsituation in Österreich - Siebenter Umweltkontrollbericht des Umweltministers an den Nationalrat, Umweltbundesamt Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2005): Schwebstaub in Österreich Kurzfassung– Fachgrundlagen für eine kohärente Strategie zur Verminderung der PM10–Belastung, Bericht im Auftrag des BMLFUW, Umweltbundesamt Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2005a): Stuserhebung zur PM10–Belastung in Imst. PM10– Grenzwertüberschreitung an der Messstelle Imst Imsterau im Jahr 2003, Umweltbundesamt Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2005b): Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2004, Umweltbundesamt Wien.



WATSON, J.G. & CHOW, J. C. (2000): Reconciling Urban Fugitive Dust Emissions Inventory and Ambient Source Contribution Estimates: Summary of Current Knowledge and Needed Research, DRI Document No. 6110.4F.

THUDIUM, J. (2001): Bericht. Beiträge zu einer immissionsklimatisch abgestützten Lenkung der Verkehrsströme auf der Inntalautobahn, ökoscience, Zürich

VERGEINER, I. (1983): Dynamik alpiner Windsysteme. Universität Innsbruck.

WILSON, R. & SPENGLER, J. (1996): Particles in Our Air: Concentrations and Health Effects, Harvard University Press, Cambridge, MA.

WINIWARTER, W., TRENKER, C., HÖFLINGER, W., (2001): Österreichische Emissionsinventur für Staub; Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes, ARC-S-0151.



## ANHANG 1: GRENZWERTE, ZIELWERTE UND ALARMWERTE DES IG-L

Das IG-L legt Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit für die Luftschadstoffe Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Gesamtschwebstaub (TSP), PM<sub>10</sub>, Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), Kohlenstoffmonoxid (CO), Blei im Schwebstaub (Pb), Benzol sowie für den Staubniederschlag und dessen Inhaltsstoffe Blei und Kadmium fest. Für Ozon wurde ein Zielwert festgelegt. Für NO<sub>2</sub> und SO<sub>2</sub> wurden Alarmwerte festgesetzt, für die Schadstoffe PM<sub>10</sub> und NO<sub>2</sub> darüber hinaus Zielwerte zum langfristigen Schutz der menschlichen Gesundheit.

In einer Verordnung zum IG-L wurden Immissionsgrenzwerte und Immissionszielwerte zum Schutz der Ökosysteme und der Vegetation festgelegt (BGBl. II 298/2001).

Die folgenden Tabellen enthalten die entsprechenden Werte.

*Tabelle 40: Immissionsgrenzwerte gemäß IG-L, Anlage 1, zum langfristigen Schutz der menschlichen Gesundheit; gültig seit 7.7.2001.*

Schadstoff	Konzentration	Mittelungszeit
SO <sub>2</sub>	120 µg/m <sup>3</sup>	Tagesmittelwert
SO <sub>2</sub>	200 µg/m <sup>3</sup>	Halbstundenmittelwert; bis zu drei Halbstundenmittelwerte pro Tag, jedoch maximal 48 Halbstundenmittelwerte im Kalenderjahr bis zu 350 µg/m <sup>3</sup> gelten nicht als Überschreitung
TSP	150 µg/m <sup>3</sup>	Tagesmittelwert
PM <sub>10</sub>	50 µg/m <sup>3</sup>	Tagesmittelwert; pro Kalenderjahr ist die folgende Zahl von Überschreitungen zulässig: bis 2004: 35, von 2005 bis 2009: 30, ab 2010: 25
PM <sub>10</sub>	40 µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert
CO	10 mg/m <sup>3</sup>	Gleitender Achtstundenmittelwert
NO <sub>2</sub>	200 µg/m <sup>3</sup>	Halbstundenmittelwert
NO <sub>2</sub>	30 µg/m <sup>3</sup> (2004: 45 µg/m <sup>3</sup> inkl. Toleranzmarge)	Jahresmittelwert Der Grenzwert ist ab 1.1.2012 einzuhalten, die Toleranzmarge beträgt 30 µg/m <sup>3</sup> bei Inkrafttreten dieses Gesetzes (d. h. 2001) und wird am 1.1. jedes Jahres bis 1.1.2005 um 5 µg/m <sup>3</sup> verringert. Die Toleranzmarge von 10 µg/m <sup>3</sup> gilt gleich bleibend von 1.1.2005 bis 31.12.2009. Die Toleranzmarge von 5 µg/m <sup>3</sup> gilt gleich bleibend von 1.1.2010 bis 31.12.2011.
Benzol	5 µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert
Blei	0,5 µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert



Tabelle 41: Depositionsgrenzwerte gemäß IG-L Anlage 2 zum langfristigen Schutz der menschlichen Gesundheit, gültig seit 1.4.1998.

Luftschadstoff	Depositionswerte in mg/(m <sup>2</sup> .d) als Jahresmittelwert
Staubniederschlag	210
Blei im Staubniederschlag	0,100
Cadmium im Staubniederschlag	0,002

Tabelle 42: Immissionszielwert für Ozon gemäß IG-L Anlage 3 zum langfristigen Schutz der menschlichen Gesundheit, gültig seit 1.4.1998.

Schadstoff	Konzentration	Mittelungszeit
O <sub>3</sub>	110 µg/m <sup>3</sup>	Achtstundenmittelwerte über die Zeiträume 0 bis 8 Uhr, 8 bis 16 Uhr, 16 bis 24 Uhr sowie 12 bis 20 Uhr

Tabelle 43: Alarmwerte gemäß IG-L Anlage 4; in Kraft seit 7.7.2001.

Schadstoff	Konzentration	Mittelungszeit
SO <sub>2</sub>	500 µg/m <sup>3</sup>	gleitender Dreistundenmittelwert
NO <sub>2</sub>	400 µg/m <sup>3</sup>	gleitender Dreistundenmittelwert

Tabelle 44: Zielwerte gemäß IG-L Anlage 5; in Kraft seit 7.7.2001.

Schadstoff	Konzentration	Mittelungszeit
PM10	50 µg/m <sup>3</sup>	Tagesmittelwert; bis zu 7 Tagesmittelwerte über 50 µg/m <sup>3</sup> pro Kalenderjahr gelten nicht als Überschreitung
PM10	20 µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert
NO <sub>2</sub>	80 µg/m <sup>3</sup>	Tagesmittelwert

Tabelle 45: Grenz- und Zielwerte zum Schutz von Ökosystemen und der Vegetation (BGBl. II 2001/298).

Schadstoff	Konzentration	Mittelungszeit	Art
NO <sub>x</sub> <sup>36</sup>	30 µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert	Grenzwert
SO <sub>2</sub>	20 µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert und Wintermittelwert	Grenzwert
NO <sub>2</sub>	80 µg/m <sup>3</sup>	Tagesmittelwert	Zielwert
SO <sub>2</sub>	50 µg/m <sup>3</sup>	Tagesmittelwert	Zielwert

<sup>36</sup> zu berechnen als Summe der Volumensanteile von NO und NO<sub>2</sub>, angegeben als NO<sub>2</sub>



## ANHANG 2: PM10–BELASTUNGSEPIODEN

Table 46: Interpretation der PM10–Belastungsepisoden. Die Ausbreitungsbedingungen werden anhand der Temperatur- bzw. der Ozonmessungen im Raum Innsbruck beurteilt.

Datum	Wind- verhältnisse	Ausbreitungs- bedingungen	PM10- Zeitverlauf	NOx– Zeitverlauf	Ursache der PM10– Belastung
16.-19.1., 22.1.02	Talwind- zirkulation	starke Boden- inversion, hochreichend stabil	Flache Maxima am Vormittag und gegen Abend, ähnlich dem Unterinntal	typische hochwinterliche Belastungs- episode	Akkumulation im Inntal und normale Emissionen (ca. 50 %)
4.-6.2.02	schwache Talwind- zirkulation (West überwiegt)	starke Boden- inversion, hochreichend stabil	ausgeprägte Maxima am Nachmittag (parallel zu Minima im Unterinntal)	mäßig ausgeprägte Maxima am Morgen und am späten Nachmittag (ähnlich dem Unterinntal), leichter Rückgang über Mittag	normale Emissionen und Bautätigkeit
9.-12.1. 03	Ostwind	starke Boden- inversion (Labilisierung über Mittag), hochreichend stabil	strukturloser und räumlich einheitlicher Verlauf im gesamten Inntal	mäßig ausgeprägte Maxima am Morgen und am späten Nachmittag (ähnlich dem Unterinntal), leichter Rückgang über Mittag	Akkumulation im Inntal (Quellen östlich von Imst)
24.-28.2. 03	schwache Talwind- zirkulation (West überwiegt)	leicht stabil, Mittags Labilisierung	ausgeprägte Tagesgänge mit markanten Maxima am Vormittag und am Abend	ausgeprägte Tagesgänge mit markanten Maxima am Vormittag und am Abend	normale Emissionen
5.3., 7.3. 03	Talwind- zirkulation	nachts Boden- inversion, tagsüber labil	hohe Konzentrationen von Mittag bis Abend	ausgeprägte Tagesgänge mit markanten Maxima am Vormittag und am Abend	Bautätigkeit
10.-13.3. 03	Westwind	nachts Boden- inversion, tagsüber labil	ausgeprägte Tagesgänge mit markanten Maxima am Vormittag und (höher) am Abend	ausgeprägte Tagesgänge mit markanten Maxima am Vormittag und (höher) am Abend	normale Emissionen, verschmutzte Straße



Datum	Wind- verhältnisse	Ausbreitungs- bedingungen	PM10- Zeitverlauf	NOx– Zeitverlauf	Ursache der PM10– Belastung
30.4.03	Westwind	meist labil	hohe Spitze am Morgen; hohe Konzentrationen von Mittag bis Abend <sup>37</sup>	hohe Werte am Morgen, nachmittags niedrige NOx–Werte	teilweise normale Emissionen, u. U. Aufwirbelung durch stärkeren Wind
5.5. – 9.5.03	Talwind- zirkulation	meist labil	im ganzen Inntal eher strukturloser und einheitlicher Verlauf; in Imst zeitweise hohe Spitzen morgens und abends	ausgeprägte Tagesgänge mit markanten Maxima am Morgen und am Abend, zeitweise auch über Nachmittag	normale Emissionen und Akkumulation im Inntal
3.-5.11.03	Talwind- zirkulation	hochreichende Inversion, Labilisierung über Mittag	mäßige Maxima am Morgen, ausgeprägte Maxima am Abend	typische hochwinterliche Belastungs-episode	normale Emissionen
22.-23.11.03	überwiegend Westwind	meist labil	eher strukturloser Verlauf, Maxima morgens (im Unterinntal strukturloser und einheitlicher)	kein Morgenmaximum, hohe Werte Nachmittags bis Abends	Akkumulation im Inntal
24.-26.11.03	überwiegend Westwind	hochreichende Inversion	markante Spitzen morgens sowie nachmittags bis abends	typische hochwinterliche Belastungs-episode	normale Emissionen
8.-12.12.03	überwiegend Westwind	10.12. labil, sonst hochreichende Inversion	geringe Spitzen morgens hohe Spitzen nachmittags bis abends	typische hochwinterliche Belastungs-episode	normale Emissionen
18.-20.12.03	überwiegend Westwind	massive Bodeninversion	räumlich einheitlich im Inntal, Verlauf in Imst eher unregelmäßig	typische hochwinterliche Belastungs-episode	normale Emissionen
25.-27.12.03	überwiegend Westwind	hochreichende Inversion	eher strukturloser Verlauf, in Inntal relativ einheitlich	typische hochwinterliche Belastungs-episode (keine Morgenspitze)	normale Emissionen und Akkumulation im Inntal
10.-11.3.04	Ostwind	mäßig stabil	im Inntal einheitlich; in Imst zeitweise stark erhöht	mäßig ausgeprägte Maxima morgens und nachmittags	Akkumulation im Inntal, Straße verschmutzt

<sup>37</sup> eher unklare Situation mit gleichzeitigen extrem hohen PM10–Konzentrationen in Imst und Vomp bei eher mäßigen NOx–Konzentrationen; möglicherweise Aufwirbelung von Bodenmaterial bei Windgeschwindigkeiten bis 4 m/s.



Datum	Wind- verhältnisse	Ausbreitungs- bedingungen	PM10- Zeitverlauf	NOx– Zeitverlauf	Ursache der PM10– Belastung
12.-13.3.04	Westwind	meist labil	unregelmäßiger Verlauf (in Imst höher als im Unterinntal) <sup>38</sup>	unregelmäßiger Verlauf	normale Emissionen, Straße verschmutzt
15. - 19.3.04	Talwind- zirkulation	nachts starke Bodeninversion, tagsüber Labilisierung	ausgeprägte Tagesgänge mit Maxima am Vormittag und am Abend	ausgeprägte Tagesgänge mit Maxima am Vormittag und (deutlich höher) am Abend	normale Emissionen, Straße verschmutzt
7.-8.10.04	Talwind- zirkulation	nachts hochreichende Inversion, tagsüber labil	unregelmäßige Spitzen (im Unterinntal einheitlich)	mäßiges Morgen- maximum, ausgeprägteres Maximum am Nachmittag	Straße verschmutzt
18.-25.10.04	überwiegend Westwind	nachts hochreichende Inversion, tagsüber meist labil	unregelmäßige hohe Spitzen, meist am Nachmittag	Maxima am Vormittag und (meist höher) am Abend	Straße verschmutzt, Bautätigkeit 20. und 22.10.
27.-29.10.04	Talwind- zirkulation	meist labil	tagsüber durchgehend hohe Konzentrationen	tagsüber durchgehend unregelmäßig hohe Konzentrationen	Straße verschmutzt, Bautätigkeit 27.10.
3.-4.11.04	Talwind- zirkulation	massive hochreichende Inversion	mäßige Morgenspitze, durchgehend hoch von Mittag bis Abend	eher strukturloser Verlauf mit schwachen Morgen- und Nachmittags- maxima	Straße verschmutzt
7.-16.12.04	Talwind- zirkulation	massive Boden- inversion, mittags leicht labil	entspricht NO <sub>2</sub> bei typischen hochwinterlichen Belastungs- episoden	typische hochwinterliche Belastungs- episode	Normale Emissionen
10.-12.1.05	Talwind- zirkulation	massive Boden- inversion, mittags leicht labil	tagsüber kontinuierlich hoch, Maximum meist Mittags	typische hochwinterliche Belastungs- episode	Normale Emissionen
15.-18.1.05	Talwind- zirkulation (über- wiegend West)	massive Boden- inversion, mittags leicht labil	tagsüber hoch, Maxima meist vormittags und abends	typische hochwinterliche Belastungs- episode	Normale Emissionen

<sup>38</sup> könnte bedeuten, dass die Ausbreitungsbedingungen in Imst deutlich ungünstiger waren als in Innsbruck.



## ANHANG 3: GLOSSAR, ABKÜRZUNGEN, EINHEITEN UND UMRECHNUNGSFAKTOREN

EU-RL	EU-Richtlinie
HMW	Halbstundenmittelwert
IG-L	Immissionsschutzgesetz Luft, BGBl. I 115/97 i. d. g. F.
JMW	Jahresmittelwert
NO	Stickstoffmonoxid
NO <sub>2</sub>	Stickstoffdioxid
NO <sub>x</sub>	Stickstoffoxide (Summe aus NO <sub>2</sub> und NO)
O <sub>3</sub>	Ozon
PM10	Particulate Matter kleiner 10 µm Jener Anteil am Schwebestaub, der kleiner als 10 µm ist und damit bei gesunden Menschen über den Kehlkopf hinaus in die unteren Atemwegsorgane gelangt.
TMW	Tagesmittelwert

Alle abgeleiteten Mittelwerte wurden am Umweltbundesamt aus den von den Messnetzbetreibern übermittelten Halbstundenmittelwerten berechnet. Dabei wurden die unten angeführten Umrechnungsfaktoren verwendet.

### Einheiten

mg/m <sup>3</sup>	Milligramm pro Kubikmeter
µg/m <sup>3</sup>	Mikrogramm pro Kubikmeter
ppb	parts per billion

**Umrechnungsfaktoren** zwischen Mischungsverhältnis, angegeben in ppb, und Konzentration in µg/m<sup>3</sup> bei 1013 hPa und 293 K (Normbedingungen).

Schadstoff		
SO <sub>2</sub>	1 µg/m <sup>3</sup> = 0,37528 ppb	1 ppb = 2,6647 µg/m <sup>3</sup>
NO	1 µg/m <sup>3</sup> = 0,80186 ppb	1 ppb = 1,2471 µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub>	1 µg/m <sup>3</sup> = 0,52293 ppb	1 ppb = 1,9123 µg/m <sup>3</sup>
O <sub>3</sub>	1 µg/m <sup>3</sup> = 0,50115 ppb	1 ppb = 1,9954 µg/m <sup>3</sup>

PM10– und PM2,5–Konzentrationen sind in Betriebsbedingungen angegeben.