



Statuserhebungen

gemäß §8 Immissionsschutzgesetz Luft
BGBl. I Nr. 115/1997 i.d.g.F.

Lu 04-03

Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Fachabteilung 17C
8010 Graz, Landhausgasse 7, Tel. 877/2172

Leiter der Fachabteilung
Dr. Gerhard SEMMELROCK

Dieser Bericht entstand unter Mitarbeit folgender Personen:

Für den Inhalt verantwortlich

Dipl. Ing. Dr. Thomas Pongratz

Erstellt von

Mag. Andreas Schopper
Dipl. Ing. Dr. Thomas Pongratz

Kartengrundlagen

GIS-Steiermark



Herausgeber

Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Fachabteilung 17C - Technische Umweltkontrolle und Sicherheitswesen
Referat Luftgüteüberwachung
Landhausgasse 7
8010 Graz

© Juli 2003

Telefon: 0316/877-2172 (Fax: -3995)

Informationen im Internet: <http://umwelt.steiermark.at/luis/luft>

Dieser Bericht ist im Internet unter folgender Adresse verfügbar:

http://umwelt.steiermark.at/luis/luft/statuserhebungen_2002

Bei Wiedergabe unserer Messergebnisse ersuchen wir um Quellenangabe!

Inhaltsverzeichnis

1	Gesetzliche Grundlagen	5
2	Behandelte Überschreitungen von Immissionsgrenzwerten	7
2.1	Beurteilungszeitraum 2000	7
2.2	Beurteilungszeitraum 2001	8
2.3	Beurteilungszeitraum 2002	8
3	Grundlegende Sachverhalte	8
3.1	Feinstaub (PM10)	8
3.2	Österreichische Emissionsinventur für Staub	10
3.3	Partikelemissionen aus dem Straßenverkehr	12
3.4	Untersuchung von Stäuben, Quellenanalysen	15
3.5	Korngrößenverteilungen von beanspruchtem Streusplitt	19
3.6	Anteile von Verursachern an der Gesamtbelastung in der Immission	20
3.6.1	Staubherkunftsbestimmung anlässlich einer belasteten Situation in Wien	20
3.6.2	Untersuchungen in Schweizer Städten	20
3.6.3	Vergleich von Feinstaubbelastungen in europäischen Städten	22
3.6.4	Untersuchungen von Partikel im Raum Wien im Rahmen des AUPHEP-Projektes	23
3.7	Geplante Studien	24
3.7.1	AQUELLA-Projekt	25
3.7.2	Emissionskataster Graz 2002	26
3.7.3	Staubstrategie	27
4	Statuserhebungen für das Jahr 2000	28
4.1	Überschreitungen des Grenzwertes für Schwebstaub in Graz im Jahr 2000	28
4.2	Überschreitung des Grenzwertes für Schwebstaub in Köflach im Jahr 2000	32
4.2.1	Darstellung der Immissionssituation	32
4.2.2	Beschreibung der Emissionssituation	33
4.3	Überschreitungen des Grenzwertes für Schwebstaub in Hartberg im Jahr 2000	33
4.3.1	Darstellung der Immissionssituation	33
4.3.2	Beschreibung der Emissionssituation	35
4.4	Überschreitung des Grenzwertes für Schwebstaub in Weiz im Jahr 2000	35
4.5	Überschreitung des Grenzwertes für Schwefeldioxid an der Station Arnfels-Remschnigg im Jahr 2000	37
5	Statuserhebungen für das Jahr 2001	38
5.1	Überschreitungen des Grenzwertes für Schwebstaub in Graz Don Bosco im Jahr 2001	38
5.1.1	Darstellung der Immissionssituation	38
5.1.2	Beschreibung der Emissionssituation	40
5.2	Überschreitung des Grenzwertes für Schwebstaub in Weiz im Jahr 2001	40
5.2.1	Darstellung der Immissionssituation	40
5.2.2	Beschreibung der Emissionssituation	42
5.3	Überschreitungen des Grenzwertes für PM10 (Feinstaub) im Raum Graz und in Köflach im Jahr 2001	42
5.3.1	Darstellung der Immissionssituation	42
5.3.2	Beschreibung der Emissionssituation	56
5.3.3	Voraussichtliches Sanierungsgebiet	56
6	Statuserhebungen für das Jahr 2002	58
6.1	Überschreitungen des Grenzwertes für Schwebstaub an den Messstellen Pöls Ost, Kapfenberg, Leoben und Leoben-Göss im Jahr 2002	58
6.2	Überschreitungen des Grenzwertes für Schwebstaub in Graz und in Weiz im Jahr 2002	58
6.2.1	Darstellung der Immissionssituation in Graz	58
6.2.2	Darstellung der Immissionssituation in Weiz	59
6.2.3	Beschreibung der Emissionssituation	61
6.3	Überschreitungen des Grenzwertes für Stickstoffdioxid am in Graz im Jahr 2002	61
6.3.1	Schadstoffverläufe am 21.1.2002	61

6.3.2	Schadstoffverläufe am 29.1.2002	63
6.4	Überschreitung des Grenzwertes für Schwefeldioxid an der Station Arnfels im Jahr 2002	65
6.4.1	Darstellung der Immissionssituation	65
6.4.2	Beschreibung der Emissionssituation	66
6.5	Überschreitung des Grenzwertes für Schwefeldioxid an der Station Köflach im Jahr 2002	67
6.5.1	Darstellung der Immissionssituation	67
6.5.2	Beschreibung der Emissionssituation	68
6.5.3	Maßnahmen zur Einhaltung der Immissionsgrenzwerte	69
6.6	Überschreitung des Grenzwertes für Schwefeldioxid an der Station Strassengel Kirche im Jahr 2002	69
6.6.1	Darstellung der Immissionssituation	69
6.6.2	Beschreibung der Emissionssituation	71
6.6.3	Maßnahmen zur Einhaltung der Immissionsgrenzwerte	72
7	Schwebstaub (TSP) und Feinstaub (PM10).....	72
7.1	Vergleichende Messungen von Schwebstaub und Feinstaub	73
7.2	Trends der Staubbelastung	74
7.3	Schlussfolgerungen für die steirische Situation	75
7.4	Vorschlag für mögliche Maßnahmen	76
7.4.1	Verkehr:	77
7.4.2	Hausbrand, Feuerungsanlagen	77
7.4.3	Industrie und Gewerbe	78
7.4.4	Landwirtschaft	78
8	Literatur	78
9	Anhänge.....	80
9.1	Zuständige Dienststellen	80
9.2	Verwendete Abkürzungen	80
9.3	Stationsbeschreibungen	81
9.3.1	Messstation Arnfels-Remschnigg	81
9.3.2	Messstation Graz Don Bosco	81
9.3.3	Messstation Graz Mitte	82
9.3.4	Messstation Graz Ost	83
9.3.5	Messstation Graz West	83
9.3.6	Messstation Hartberg	84
9.3.7	Messstation Köflach	85
9.3.8	Messstation Strassengel-Kirche	85
9.3.9	Messstation Weiz	86
9.4	Eingesetzte Messverfahren	87
9.5	Steirisches Immissionsmessnetz	87
9.5.1	Ausstattung der Messstationen	87
9.5.2	PM10-Messungen in der Steiermark	89
9.6	Inhalte der Stuserhebung gemäß Richtlinie 96/62/EG	89

1 Gesetzliche Grundlagen

Die entscheidende gesetzliche Grundlage für die Messung und Bewertung von Luftschadstoffen in Österreich ist das Immissionsschutzgesetz Luft (IG-L), das in seiner ursprünglichen Fassung aus dem Jahr 1997 stammt (BGBl. I Nr. 115/1997). Im Jahr 2001 wurde das Gesetz umfassend novelliert (BGBl. I Nr. 62/2001) und damit an die Vorgaben der Europäischen Union angepasst.

Die wesentlichen Ziele dieses Gesetzes sind:

- ⇒ Sicherstellung des dauerhaften Schutzes
 - der Gesundheit des Menschen,
 - des Tier- und Pflanzenbestandes,
 - der Ökosysteme,
 - der Kultur- und Sachgüter,
- ⇒ Verringerung der Immissionsbelastung in belasteten Gebieten,
- ⇒ Bewahrung guter Luftqualität in gering belasteten Gebieten.

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit gelten folgende, unter Bedachtnahme auf die einschlägigen wissenschaftlichen Erkenntnisse festgelegten Immissionsgrenzwerte:

Tabelle 1: Immissionsgrenzwerte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (für CO in mg/m^3)

Luftschadstoff	HMW	MW8	TMW	JMW
Schwefeldioxid	200 ¹⁾		120	
Kohlenstoffmonoxid		10		
Stickstoffdioxid	200			30 ²⁾
Schwebestaub			150 ³⁾	
PM ₁₀			50 ⁴⁾	40
Blei im Feinstaub (PM10)				0,5
Benzol				5

¹⁾ Drei Halbstundenmittelwerte SO₂ pro Tag, jedoch maximal 48 Halbstundenmittelwerte pro Kalenderjahr bis zu einer Konzentration von 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ gelten nicht als Überschreitung (Anm.: Bis zur IG-L-Novelle Juli 2001 betrug die Deckelung 0,50 mg/m^3)

²⁾ Der Immissionsgrenzwert von 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ gilt ab 1.1.2012. Bis dahin gelten Toleranzmargen, um die der Grenzwert überschritten werden darf, ohne dass die Erstellung von Stuserhebungen oder Maßnahmenkatalogen erfolgen muss. Bis dahin ist als Immissionsgrenzwert anzusehen (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$):

bis 31.12.2001	60
2002	55
2003	50
2004	45
2005 - 2009	40
2010 - 2011	35

³⁾ Der Immissionsgrenzwert für Schwebestaub tritt am 31. Dezember 2004 außer Kraft.

4) Pro Kalenderjahr ist die folgende Zahl von Überschreitungen zulässig:

bis 2004	35
2005 -2009	30
ab 2010	25

Mit der Novelle des Immissionsschutzgesetzes Luft im Jahr 2001 ergab sich die Verpflichtung, auch den Feinstaub (PM10) messtechnisch zu erfassen. Damit wurden auch „neue“ Immissionsgrenzwerte eingeführt. Für das Jahr 2001 ist zu berücksichtigen, dass das neue IG-L erst mit 7.7.2001 in Kraft trat, und die Grenzwerte und Messvorschriften erst seit diesem Tag gelten.

Wird nun an einer Immissionsmessstelle ein Grenzwert verletzt, so ist diese Überschreitung im Monats- oder Jahresbericht zu veröffentlichen (§7 IG-L). Dabei ist festzustellen, ob die Überschreitung des Immissionsgrenzwertes auf

- einen Störfall oder
- eine andere in absehbarer Zeit nicht wiederkehrende erhöhte Immission

zurückzuführen ist.

Innerhalb von zwölf Monaten nach der Veröffentlichung hat der Landeshauptmann eine Stuserhebung (§ 8) für den Beurteilungszeitraum, in dem die Überschreitung des Immissionsgrenzwerts aufgetreten ist, zu erstellen. Mit der Novelle des IG-L im BGBl. I Nr.34/2003 wird die Frist auf neun Monate verkürzt. Die Stuserhebung hat jedenfalls zu enthalten:

1. die Darstellung der Immissionssituation für den Beurteilungszeitraum;
2. die Beschreibung der meteorologischen Situation;
3. die Feststellung und Beschreibung der in Betracht kommenden Emittenten oder Emittentengruppen, die einen erheblichen Beitrag zur Immissionsbelastung geleistet haben, und eine Abschätzung ihrer Emissionen;
4. die Feststellung des voraussichtlichen Sanierungsgebiets (§2 Abs.8);
5. Angaben gemäß Anhang IV Z1 bis 6 und 10 der Richtlinie 96/92/EG über die Beurteilung und Kontrolle der Luftqualität.

Der nächste Schritt ist die Erlassung eines Maßnahmenkataloges, der, aufbauend auf die Stuserhebung, festlegen muss, welche Maßnahmen zur Vermeidung zukünftiger Grenzwertüberschreitungen zu setzen sind. Dieser Maßnahmenkatalog ist vom Landeshauptmann innerhalb von sechs Monaten nach Fertigstellung der Stuserhebung, längstens aber 15 Monate nach Veröffentlichung der Grenzwertüberschreitung als Verordnung kundzumachen.

Darin sind

- ⇒ das Sanierungsgebiet festzulegen,
- ⇒ Maßnahmen anzuordnen, die im Sanierungsgebiet oder in Teilen des Sanierungsgebiets umzusetzen sind, sowie
- ⇒ die Fristen zur Umsetzung der Maßnahmen festzusetzen.

Weiters ist anzugeben, ob die Maßnahmen direkt wirken oder von der Behörde mit Bescheid anzuordnen sind.

Von der Erstellung des Maßnahmenkatalogs kann lediglich abgesehen werden, wenn die Stuserhebung ergibt, dass im Inland keine Maßnahmen gesetzt werden können, die eine erhebliche Verringerung der Immissionsbelastung zur Folge haben.

Bei der Festlegung des Sanierungsgebietes als auch bei der Anordnung von Maßnahmen ist folgenden Grundsätzen Rechnung zu tragen:

⇒ **Verursacherprinzip**, das heißt

- die Emission von Luftschadstoffen ist an ihrem Ursprung zu bekämpfen
- alle Emittenten oder Emittentengruppen sind zu berücksichtigen, die einen erheblichen Einfluss auf die Immissionsbelastung gehabt haben
- Maßnahmen sind vornehmlich bei den hauptverursachenden Emittenten und Emittentengruppen unter Berücksichtigung der auf sie fallenden Anteile an der Immissionsbelastung und des Reduktionspotentials zu setzen

⇒ **Verhältnismäßigkeitsprinzip**

- Es sind vorrangig solche Maßnahmen anzuordnen, bei denen den Kosten der Maßnahme eine möglichst große Verringerung der Emissionsbelastung gegenüber steht. Maßnahmen sind nicht vorzuschreiben, wenn der mit der Erfüllung der Maßnahmen verbundene Aufwand außer Verhältnis zu dem mit den Anordnungen angestrebten Erfolg steht.
- Eingriffe in bestehende Rechte sind auf das unbedingt erforderliche Maß zu beschränken. Öffentliche Interessen sind zu berücksichtigen. Bedacht zu nehmen ist auch auf die Höhe und Dauer der Immissionsbelastung.

2 Behandelte Überschreitungen von Immissionsgrenzwerten

2.1 Beurteilungszeitraum 2000

Im **Raum Graz** traten im Jahr 2000 an den Stationen **Don Bosco, Mitte, Süd** und **West** Überschreitungen des Tagesmittelgrenzwertes für **Schwebstaub** auf.

Die Überschreitung in **Graz West** am 1.1.2000 ist im Zusammenhang mit den Silvesterfeuerwerk und daher als singuläres Ereignis zu sehen.

An der Messstelle **Graz Süd** konnte der Tagesmittel-Grenzwert für Schwebstaub an 5 Tagen nicht eingehalten werden (26.-29.1., 2.2.), an der Station **Graz Mitte** wurden zusätzlich noch am 1.1. und am 3.2. erhöhte Staubbelastungen registriert (7 Überschreitungen). Die Verkehrsmessstelle **Graz Don Bosco** war 2000 mit 18 Überschreitungen die höchstbelastete Messstelle.

Auch in regionalen Zentren wurde der TSP-Grenzwert verletzt. In **Weiz** wurde eine Überschreitung am 2.2., in **Hartberg** wurden 5 Überschreitungen (6.-8.2., 10. und 11.2.) und in **Köflach** wurde eine Überschreitung (22.11.) registriert.

Neben der hohen Staubbelastung gab es an der an der Grenze zu Slowenien situier- ten Messstation **Arnfels-Remschnigg** am 24.3. eine Überschreitung des SO₂- Grenzwertes.

2.2 Beurteilungszeitraum 2001

Grenzwertüberschreitungen nach dem Immissionsschutzgesetz – Luft (BGBl. I Nr. 115/1997, i.d.g.F.) wurden im Jahr 2001 für folgende Schadstoffe registriert:

- **Schwebstaub (TSP)** in **Graz** und **Weiz**.
- Für **Feinstaub (PM 10)** wurden ab dem Inkrafttreten des PM 10 - Grenzwertes zur Jahresmitte (7.Juli 2001) an den **Grazer Messstellen Don Bosco, Mitte und Ost** sowie an der Messstelle **Köflach** häufigere Überschreitungen als die tolerierten 35 registriert.

2.3 Beurteilungszeitraum 2002

Grenzwertüberschreitungen nach dem Immissionsschutzgesetz – Luft (BGBl. I Nr. 115/1997, i.d.g.F.) wurden im Jahr 2002 für

- **Schwebstaub (TSP)** in **Graz** und **Weiz** sowie an den Messstellen **Pöls-Ost, Kapfenberg, Leoben** und **Leoben-Göss**
- für **Schwefeldioxid** an den Messstellen **Straßengel-Kirche, Arnfels-Remschnigg** und **Köflach**
- sowie für Stickstoffdioxid an der Messstelle **Graz-Mitte** registriert.

Die **Schwebstaub TSP**-Überschreitungen in der **Obersteiermark** am 15. und 16.11.2002 wurden dabei durch eine besondere meteorologische Situation verursacht, die als **singuläres Ereignis** einzustufen ist.

Die Überschreitungen des **PM10**-Grenzwertes in vielen Bereichen der Steiermark im Jahr 2002 können in diesem Bericht noch nicht behandelt werden. Sie werden im Jahresbericht 2002 [JAHRESBERICHT 2002], der derzeit in Vorbereitung ist, veröffentlicht werden. Danach wird mit der Erarbeitung der Staturerhebungen für die PM10-Grenzwertüberschreitungen des Jahres 2002 begonnen werden.

3 Grundlegende Sachverhalte

3.1 Feinstaub (PM10)

Die Größe, Form und Dichte der unter dem Begriff PM10 zusammengefassten Partikel variiert sehr stark. PM10 ist ein komplexes Gemisch, bestehend aus primär emittierten und sekundär gebildeten Komponenten natürlichen und anthropogenen Ursprungs.

Jene Größe die zur Definition Partikelklasse PM10 herangezogen wird, ist der aerodynamische Durchmesser dieser Teilchen. Diese Größe bestimmt gemeinsam mit der chemischen Zusammensetzung weitgehend, welche Eigenschaften diese Teilchen aufweisen und welchen Prozessen sie in der Atmosphäre unterworfen sind.

So wird PM10 als der Anteil an der Gesamtmenge der Partikel definiert, dessen aerodynamischer Durchmesser kleiner gleich 10 µm ist.

Für die Messung wird PM10 allerdings über die Methode der Probesammlung und Probenauswertung, die normativ [ÖNORM EN 12341] festgelegt wird, definiert. Da-

nach ist PM10, was nach der Probenahme durch einen gröÙenselektiven Einlass, dessen Abscheidegrad für Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von 10 µm 50% beträgt, nach Vorschrift auf dem Filter gewogen werden kann.

In der Messkonzeptverordnung zum Immissionsschutzgesetz Luft in der Fassung von BGBl. II Nr. 344/2001 wird zum Thema PM10-Messung in der Anlage 1 (Messverfahren) folgendes fixiert:

VI. Probenahme und Messung der PM10-Konzentration

Als Referenzmethode ist die in der folgenden Norm beschriebene Methode zu verwenden: EN 12341 „Luftqualität - Felduntersuchung zum Nachweis der Gleichwertigkeit von Probenahmeverfahren für die PM10-Fraktion von Partikeln“. Das Messprinzip stützt sich auf die Abscheidung der PM10-Fraktion von Partikeln in der Luft auf einem Filter und die gravimetrische Massenbestimmung.

Zur Bestimmung von PM10 kann auch ein anderes Verfahren eingesetzt werden, wenn der betreffende Messnetzbetreiber nachweisen kann, dass dieses eine feste Beziehung zur Referenzmethode aufweist. Darunter fallen gegebenenfalls auch automatische Monitore. In diesem Fall müssen die mit diesem Verfahren erzielten Ergebnisse um einen geeigneten lokalen Standortfaktor bzw. einer lokalen Standortfunktion korrigiert werden, damit gleichwertige Ergebnisse wie bei Verwendung der Referenzmethode erzielt werden.

Für die Ermittlung der lokalen Standortfaktoren/Standortfunktionen gelten folgende Grundsätze:

- *Die Standortfaktoren/Standortfunktionen sind für den jeweils am Standort vorgesehenen Messgerädetyp durch Parallelmessungen zu bestimmen.*
- *Als Referenzmethode gelten gravimetrische Methoden nach EN12341 bzw. solche gravimetrische Verfahren, deren Äquivalenz bereits nachgewiesen wurde.*
- *Zur Bestimmung der Standortfaktoren/Standortfunktionen sind jeweils mindestens 30 Wertepaare (Tagesmittelwerte) aus der Sommer- und der Winterperiode zu erheben.*

...

Die Erhebung der Standortfaktoren/Standortfunktionen ist alle fünf Jahre zu wiederholen.

...

Bis zum Vorliegen lokaler Standortfaktoren, jedoch längstens bis zum 31. Dezember 2002, kann beim Einsatz von automatischen, mit einer PM10-Probenahmeverrichtung ausgerüsteten Monitoren der Typen TEOM, FH62 IN oder FH62 IR ein „Default-Wert“ in der Höhe von 1,3 als Standortfaktoren angewandt werden.

Zusätzlich zur komplizierten Definition der Grenzwertüberschreitung sind also auch sogenannte Standortfaktoren zu berücksichtigen, die den Unterschied zwischen der Messung mit dem Referenzverfahren und der angewandten Messmethode beschreiben.

Warum wird aber die Überwachung im steirischen Messnetz nicht mit dem Referenzverfahren durchgeführt? Die Gravimetrie ist eine Methode, bei der die Ermittlung des Messwertes erst nach einer recht aufwändigen Probevorbereitung im Labor erfolgt. Eine Online-Überwachung, wie wir sie bei den anderen Luftschadstoffen gewohnt sind, ist damit nicht möglich. Zudem kann mit der gravimetrischen Methode auch der in der EU-Richtlinie 1999/30/EG über Grenzwerte für SO₂, NO_x, Partikel und Blei in der Luft festgelegten täglichen Berichtspflicht (§ 8) nicht nachgekommen werden. Hier besteht also durchaus ein Konflikt im EU-Recht.

Um den verschiedenen Entstehungs- und Ausbreitungsmechanismen Rechnung zu tragen wird, PM10 häufig in folgende weitere Größenbereiche unterteilt:

- ⇒ ultrafeine Partikel (aerodynamischer Durchmesser < 0,08 µm)
- ⇒ Akkumulationsbereich (0,08 bis 2,5 µm). Die Fraktion < 2,5 µm wird zusammenfassend auch als „feine Partikel“ bezeichnet und als PM2,5 ausgedrückt

⇒ der Größenbereich 2,5 µm bis 10 µm („grobe Partikel“)

Bei den Entstehungsmechanismen anthropogen verursachter Teilchen wird im Wesentlichen zwischen folgenden Entstehungsprozessen unterschieden:

- ⇒ primäre Teilchen aus Verbrennungsprozessen aller Art, diese werden als ultrafeine Teilchen emittiert;
- ⇒ primären Teilchen aus mechanischen Prozessen (Abrieb, Aufwirbelung, ...); diese treten meist als grobe Teilchen > 2,5 µm auf;
- ⇒ sekundäre Partikel, gebildet aus gasförmigen Vorläufersubstanzen in einem Größenbereich zwischen 0,08 und 2,5 µm.

Die Verweilzeit der Partikel in der Atmosphäre hängt in erster Linie von deren Durchmesser ab. Die ultrafeinen Partikel aus Verbrennungsprozessen koagulieren innerhalb kurzer Zeiträume (1 bis 2 Stunden) zu größeren Teilchen. Bei den „groben Partikeln“ spielen Sedimentationsprozesse eine Rolle. Für Teilchen im Akkumulationsbereich sind die Eliminationsmechanismen wenig effektiv. Diese Partikel können über mehrere Tage in der Luft bleiben und auch über weite Strecken transportiert werden. Eine Entfernung aus der Atmosphäre ist im Wesentlichen nur durch Auswaschung wirksam möglich [BUWAL 2001, BUWAL 2001a].

3.2 Österreichische Emissionsinventur für Staub

Erste Abschätzungen von Staubemissionen, die nicht nur konkrete Quellen beschreiben, wurden in einer Arbeit des Forschungszentrums Seibersdorf [WINIQUARTER 2001] getroffen. Die Angaben erfolgten als Gesamtstaub (TSP), sowie für die Fraktionen mit weniger als 10 µm bzw. 2,5 µm aerodynamischen Durchmesser (PM₁₀ sowie PM_{2,5}), für die Jahre 1990, 1995 und 1999. Nicht berücksichtigt wurde die Emission durch Windverfrachtung, da sie als natürliche Quelle zu verstehen ist. Verwendet wurden nationale Statistiken, insbesondere Daten der österreichischen Luftschadstoffinventur, sowie diverse Literaturzusammenstellungen von Emissionsfaktoren. Nur in Einzelfällen konnte auf Erhebungen oder auf Primärliteratur zurückgegriffen werden.

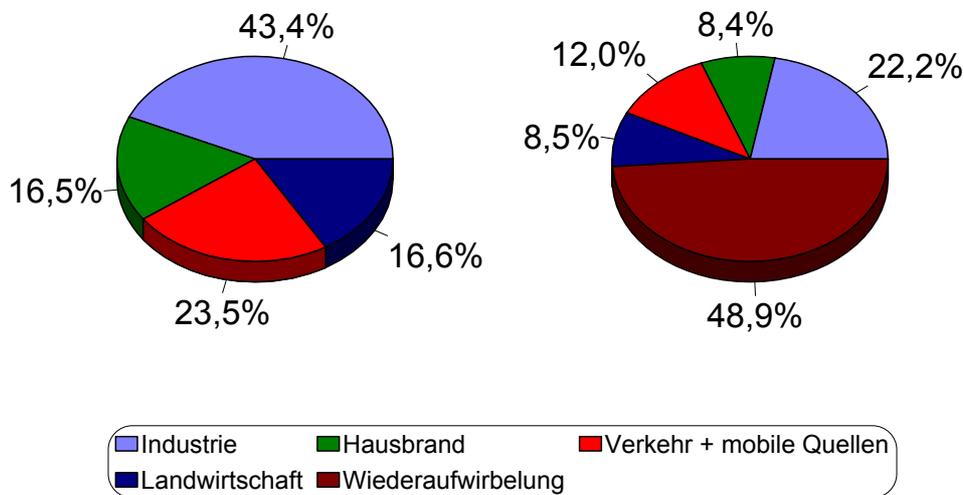
Mit besonderen Unsicherheiten sind die Daten über die Wiederaufwirbelung behaftet. Dennoch sind die ermittelten Werte zu beachten, denn diese ersten Schätzungen ergaben, dass die bei weitem bedeutendste Quelle die Wiederaufwirbelung von Staub durch den Straßenverkehr ist. Der Anteil dieser Quelle beträgt in der Größenfraktionen PM₁₀ etwa 50% und trägt also zur Gesamtbelastung etwa gleich viel bei wie alle konkreten Quellen zusammen. Die in dieser Arbeit publizierten Werte können aber zumindest als Anhaltspunkt für Emissionsquellen herangezogen werden, da aktuellere Studien sowie Arbeiten mit Ortsbezug Graz und Köflach erst in Vorbereitung sind und derzeit diese Daten noch nicht zur Verfügung stehen.

Zu beachten ist bei der Verwendung der Zahlen außerdem, dass nur Emissionen behandelt werden. Sekundär gebildete Teilchen, die in bestimmten Situationen einen wesentlichen Anteil an der Gesamtimmisionsbelastung haben können, werden nicht berücksichtigt.

Tabelle 2: Emissionen von Stäuben in Österreich [t/a]; [WINIWARTER 2001]

SNAP-Kategorie		1990	1995	1999	1990	1995	1999	1990	1995	1999
		TSP			PM10			PM2.5		
1	Verbrennungsvorgänge in der Energieerzeugung und -umwandlung	1377	925	1136	1115	750	972	817	555	756
2	nicht industrielle Verbrennungsanlagen	11430	10294	8437	10248	9240	7575	9084	8198	6722
3	Verbrennungsanlagen in der produzierenden Industrie	7850	5863	5727	6754	5143	5016	4912	4036	3935
4	Produktionsprozesse	21296	24303	27606	11079	12252	13809	4015	4144	4629
5	Gewinnung und Verteilung fossiler Brennstoffe und geothermischer Energie	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Benützung von Lösungsmitteln und Produkten	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Straßenverkehr	11636	12242	12202	7207	7143	7018	5687	5392	5239
8	andere mobile Quellen und Maschinen	4062	4133	4812	3019	3091	3772	2651	2724	3407
9	Abfallbehandlung und Deponie	166	184	205	79	87	97	25	27	30
10	Landwirtschaft	17161	16887	16863	7726	7600	7594	919	882	882
	Summe Industrie	30689	31275	34674	19027	18232	19894	9769	8762	9350
	Summe Hausbrand	11430	10294	8437	10248	9240	7575	9084	8198	6722
	Summe Verkehr + mobile Quellen	15698	16375	17014	10226	10234	10790	8338	8116	8646
	Summe Landwirtschaft	17161	16887	16863	7726	7600	7594	919	882	882
	Summe konkrete Quellen	74978	74831	76988	47227	45306	45853	28110	25958	25600
7	Straßenverkehr - Wiederaufwirbelung	133629	169248	228634	25612	32439	43821	6125	7757	10479
	Gesamtsumme (incl. Wiederaufwirbelung)	208607	244079	305622	72839	77745	89674	34235	33715	36079
	Verkehr incl. Wiederaufwirbelung	149327	185623	245648	35838	42673	54611	14463	15873	19125

Abbildung 1: Staubemissionen in Österreich, Anteile der Verursacher (ohne und mit Wiederaufwirbelung)



3.3 Partikelemissionen aus dem Straßenverkehr

Betrachtet man die Partikel- und Staubemissionen aus dem Straßenverkehr, so sind zwei grundsätzlich verschiedene Typen von Quellen zu behandeln. Die erste Quelle betrifft die sogenannten Auspuffemissionen. Das sind jene Emissionen, die vom Motor erzeugt werden und über den Auspuff in die Atmosphäre gelangen. Die zweite Gruppe betrifft die sogenannten „Non-exhaust“ Emissionen. Zu dieser Gruppe zählen jene Emissionen, die aus dem Abrieb von Fahrzeugteilen, wie Reifen und Bremsen, aber auch durch Straßenabrieb entstehen. Dazu gehören auch aufgewirbelte Stäube.

Während für die Auspuffemissionen eine relativ gesicherte Datenlage vorliegt, ist das für die zweite Gruppe – die Emissionen aus Abrieb und Aufwirbelung – bei weitem nicht der Fall.

Auf Grund des bedeutenden Anteils der Emissionen aus dem Verkehr an den Gesamtemissionen von Feinstaub wurde das Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik mit der Erstellung einer Studie über die „Technische Möglichkeiten der Partikelemissionsreduktion im Verkehr“ beauftragt [STURM 2002]. Zunächst sollten in dieser Arbeit auf die Quellen im Verkehrsbereich eingegangen und diese quantifiziert werden. Darauf aufbauend sollen Möglichkeiten von Minderungsmaßnahmen aufgezeigt und bewertet werden.

Betrachtet man die auspuffbezogenen Partikelemissionen, so hat sich in der letzten Zeit das Schwergewicht der Emissionsmengen von den Nutzfahrzeugen wieder hin zu den Personenkraftfahrzeugen verlegt. Der Grund dafür ist darin zu sehen, dass der Anteil an Diesel-PKW in der PKW-Flotte in Österreich bereits um 40 % liegt, jener der tatsächlich gefahrenen Kilometer jedoch schon über 50%. Für Diesel-PKW ist ab dem Jahr 2005 – dann treten die strengeren EURO4-Emissionsvorschriften in Kraft - mit einer Reduktion der Emissionsmenge bei Neufahrzeugen zu rechnen.

Gleiches gilt für schwere Nutzfahrzeuge, die auch mit dem Jahr 2005 einen verschärften Emissionsstandard für Partikelemissionen einhalten müssen.

Im Folgenden ist die prognostizierte Entwicklung der Partikelemissionen aus dem Verkehr, allerdings ausschließlich auf die Auspuffemissionen bezogen, dargestellt. Es wird die Entwicklung dieser Emissionen, aufgeteilt in PKW, leichte Nutzfahrzeuge (LNF), schwere Nutzfahrzeuge (SNF) und den Off-road-Bereich (landwirtschaftlicher Verkehr, Baumaschinen etc.,) gezeigt.

Als Berechnungsgrundlage für die in Abbildung 2 dargestellten Werte dient die für Österreich allgemein prognostizierte Verkehrszunahme und die durchschnittliche zu erwartende Entwicklung der Flottenemissionen bis zum Jahr 2020. Derzeit wird also gerade das Maximum an Partikelemissionen durchlaufen. Weiters ist der beträchtliche Anteil des Off-road-Bereiches an den Gesamtemissionen beachtenswert.

Abbildung 2: Entwicklung der Partikelemissionen aus dem Sektor Verkehr (Auspuffemissionen) in Österreich

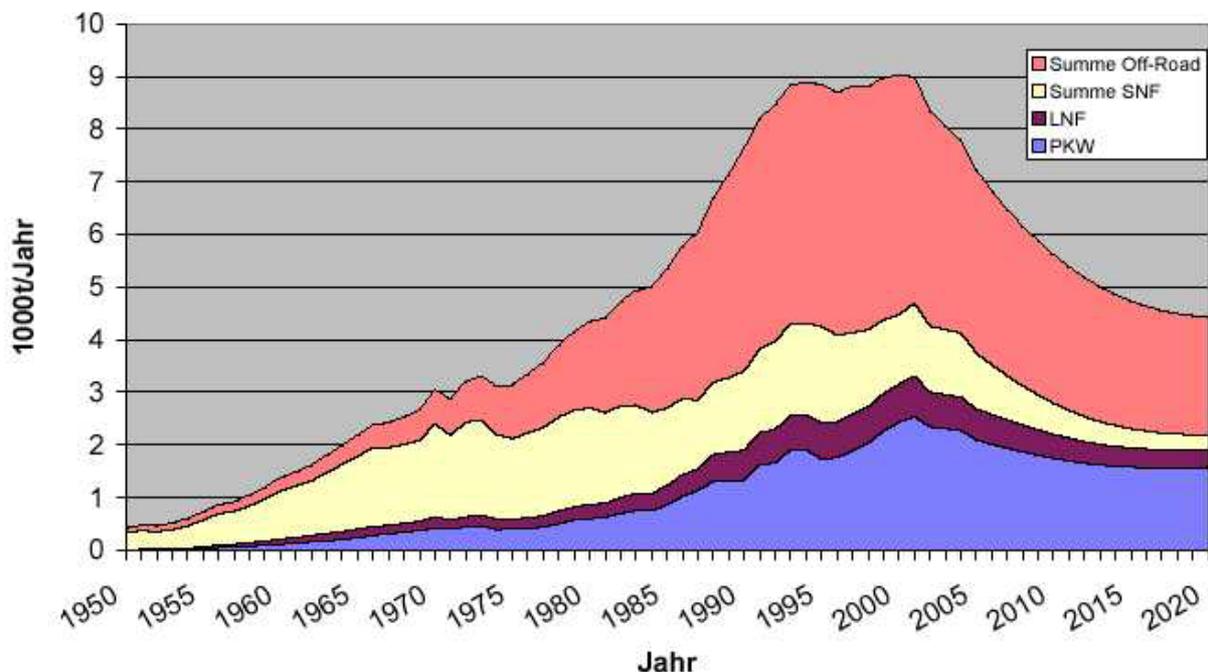


Tabelle 3: Durchschnittliche Emissionswerte für Partikel

Jahr	PKW [mg/km]	LKW [mg/km]
1995	35,17	475,28
2000	38,91	270,81
2005	32,03	187,14
2010	23,83	93,58
2015	19,73	53,54
2020	18,18	38,64

Tabelle 4: Partikelemissionen aus dem Verkehr

Emissionsquelle	PM 2,5		PM 10	
	PKW [mg/km]	NFZ [mg/km]	PKW [mg/km]	NFZ [mg/km]
Reifenabrieb	6	31	6	31
Bremsenabrieb	1 ± 0,3	3 ± 0,8	11 ± 36	160 ± 52
Straßenabrieb*)	12 ± 1,9	63 ± 12	220 ± 17	1400 ± 120
Total	19	97	237	1591

*) mit großer Unsicherheit behaftet

In den letzten Jahren wurden technische Möglichkeiten entwickelt, um den Partikel-ausstoß aus Motoren wirksam zu reduzieren. Nun gilt es, diese Systeme möglichst rasch in der Praxis und auf breiter Basis einzusetzen.

Zu einem Partikelfilter-System gehören neben dem eigentlichen Filtermedium auch das nach außen (thermisch und akustisch) isolierte Gehäuse sowie alle Elemente zur Regeneration und zur elektronischen Überwachung. **Passive Partikelfilter-Systeme** sind solche, bei denen die Regeneration ohne zusätzlichen Eingriff von außen erfolgt, meist unterstützt von katalytisch wirkenden Substanzen (Beschichtungen oder Treibstoff-Additive), derart, dass die im gegebenen Betriebspunkt verfügbare Temperatur und der Sauerstoffgehalt für den Ablauf des Regenerationsprozesses ausreichen. **Aktive Partikelfilter-Systeme** sind solche, bei denen durch einen Steuer- oder Regeleingriff zusätzliche Energie (eventuell auch Verbrennungssauerstoff) zur Durchführung des Regenerationsprozesses in das System eingeleitet wird. Dabei kann die Wärmefreisetzung durch Brenner, elektrische Beheizung oder entsprechende Eingriffe bei der motorischen Verbrennung erfolgen.

Hybride Systeme, die sich aus einfachen aktiven und/oder passiven Systemen zusammensetzen sind die vielversprechendsten. Sie verknüpfen eine sichere Funktionsweise mit langer Haltbarkeit und niedrigem Energieverbrauch (weniger Treibstoffmehrverbrauch), allerdings verbunden mit einer Steigerung der Systemkomplexität und damit auch des technischen und finanziellen Aufwands.

Zur Reduktion der Auspuffemissionen in der Praxis werden verstärkt Technologien herangezogen, die eine Filterung der Partikel im Fahrzeug vorsieht. Derartige Systeme sind bereits serienmäßig im Einsatz und können für bestimmte Fahrzeugtypen als erprobt angesehen werden.

PKW mit integrierten Partikelfilter-Systemen sind seit 1999 im Handel, wobei die Anzahl der Fahrzeuge mit dieser Technologie im Wachstum begriffen ist.

Der wichtigste Aspekt, der dabei zu beachten ist, ist jedoch, dass diese Systeme eine vollständige Einbindung in das Motormanagement benötigen. Das heißt, das gesamte System Motor und Abgastrakt ist gekoppelt und die entsprechenden Abläufe, wie Regenerationen von Filtern, werden im Motormanagement gesteuert. Dies bedeutet jedoch auch, dass Nachrüstsysteme äußerst problematisch zu bewerten sind.

Aus den bis jetzt vorliegenden Erfahrungen kann daher geschlossen werden, dass Partikelfiltersysteme sehr wohl eine Berechtigung haben, jedoch unbedingt eine Abstimmung mit dem gesamten Motor benötigen. Dies ist in erster Linie bei serienmäßigen Einbauten gewährleistet. Nachrüstungen bergen die Gefahr, dass die notwendigen Einbindungen nicht durchgeführt werden können, und somit die Wirksamkeit dieser Filter nach relativ kurzer Lebensdauer nicht mehr in vollem Umfang oder gar nicht mehr gegeben ist.

Im **Nutzfahrzeugbereich** gibt es in Bezug auf die Nachrüstung mehr Erfahrungen, wobei es in der Schweiz zehn zertifizierte Systeme gibt. Die dort gewonnenen Erfahrungen und die Erkenntnisse, die bei der Umsetzung großer internationaler Nachrüstaktionen gewonnen werden, können in hier zu startende Aktionen einfließen.

3.4 Untersuchung von Stäuben, Quellenanalysen

Im Zuge von Stuserhebungen sind unter anderem die in Betracht kommenden Emittenten zu beschreiben, die einen erheblichen Beitrag zur Immissionsbelastung leisten.

Für den Luftschadstoff Staub ist dies mit besonderen Schwierigkeiten verbunden, da einerseits eine Vielzahl von natürlichen und anthropogenen Emissionsquellen zur Gesamtbelastung beiträgt und andererseits auch die Korngröße der Staubteilchen bei der Beurteilung eine wesentliche Rolle spielt.

Nach Voruntersuchungen im Jahr 2000 wurden das Umweltbundesamt und die Geologische Bundesanstalt mit der Erstellung einer „Studie zur Ermittlung der Herkunft von Stäuben an sechs ausgewählten Messpunkten in Graz“ beauftragt [TRIMBACHER 2002]. Für diese Untersuchungen wurde die Methodenkombination „Analytische Rasterelektronenmikroskopie“ und „Mineralogisch-Geochemische Phasenanalyse“ angewandt.

Der Vorteil dieser Methodenkombination liegt darin, dass über eine genaue Bestimmung der chemischen Zusammensetzung und der mineralogischen Struktur der untersuchten Teilchen konkrete Hinweise auf deren Herkunft gewonnen werden können. Allerdings beschränkt sich dieses Methodenset auf Einzelpartikel und Oberflächen. Quantitative Aussagen hinsichtlich der Masse der identifizierten Partikel sind daher nur eingeschränkt möglich.

Für die Analysen wurden sowohl Feinstaub- als auch an Staubdepositionsproben von sechs ausgewählten Messpunkten in Graz, welche in den Wintermonaten 2001/2002 in zwei aufeinanderfolgenden Expositionszeiträumen (in Tabelle 6 als /1 und /2 bezeichnet) gesammelt. An diesen Proben wurde eine Staubinhalts- und Korngrößenbestimmung sowie eine Quellenzuordnung der detektierten Staubphasen durchgeführt.

Folgende Messpunkte wurden für die Untersuchung ausgewählt:

Tabelle 5: Beschreibung der Messpunkte

Bezeichnung		Beschreibung
GS1	Südbahnstrasse	belastetes Siedlungsgebiet
GS2	Don Bosco	stark belasteter verkehrsnaher Messpunkt
GS3	Lustbühel	städtischer Hintergrundstandort
GS4	Webling	belasteter verkehrsnaher Messpunkt
GS5	Graz Süd	belastetes Siedlungsgebiet
GS6	Andritz	gering belastetes Siedlungsgebiet

Weiters wurde basierend auf den Untersuchungsergebnissen eine grobe Abschätzung der Quellenanteile versucht. Die meisten der detektierten Phasen ließen sich den vier Hauptgruppen „geogen“ – „Verkehr“ – „Feuerung“ - „Industrie“ zuordnen. Die abgeschätzten Quellenanteile der Staubeinträge an den sechs Messpunkten sind nach Feinstaub und Staubdeposition getrennt in der Tabelle 6 zusammengefasst.

Tabelle 6: Bestimmung der Herkunft der Stäube; abgeschätzte Quellenanteile

Messpunkt	Feinstaub			Staubdeposition			
	Geogen	Verkehr	Feuerung	Geogen	Verkehr	Feuerung	Industrie
GS1/1	x	40-60%	x	60%	10%	5-10%	20%
GS1/2	x	60-100%	x	60-65%	10%	5-10%	20%
GS2/1	x	80-100%	x	50-60%	20%	5%	10-15%
GS2/2	x	80-100%	x	60%	20%	5%	5-10%
GS3/1	x	5-30%	x	5%	-	3-5%	-
GS3/2	x	20-40%	x	7-10%	-	5-8%	-
GS4/1				60%	5-10%	10-15%	< 5%
GS4/2	x	60-80%	x	60-70%	5-10%	5-10%	< 5%
GS5/1	x	40-60%	x	50%	5-10%	10-15%	< 5%
GS5/2	x	60-100%	x	60%	5-10%	5-10%	< 5%
GS6/1	x	5-10%	x	30%	-	20%	-
GS6/2	x	20-30%	x	40%	-	20%	< 5%

Quellenanteile der Stäube an den sechs Messpunkten im Untersuchungsgebiet Graz getrennt nach Feinstaub (x...Phaseneinträge aus dieser Quelle vorhanden) und Staubdeposition

Die Feinstaubproben sind für die Interpretation der Ergebnisse von größerer Bedeutung, da damit jener Staubanteil bestimmt wird, der für die Überschreitung von Immissionsgrenzwerten verantwortlich ist. Hier stießen jedoch die Untersuchungsmethoden für die Charakterisierung unterschiedlicher Partikel auf Grenzen. Der hohe Rußanteil hat in den meisten Proben viele Teilchen überdeckt. Die eingesetzten Verfahren liefern Teilchenzahlen und Oberflächenbelegungen als Ergebnis. Es wurde also keine Bestimmung der Massenanteile durchgeführt. Der Vergleich mit Ergebnissen anderer Studien lässt den Schluss zu, dass bei den Feinstaubproben der Russgehalt, und damit der Anteil der verkehrsbedingten konkreten Emissionen über-

schätzt wird. Die Depositionsproben ermöglichten auf Grund der großen Vielfalt der detektierten Teilchen eine bessere Quellenzuordnung

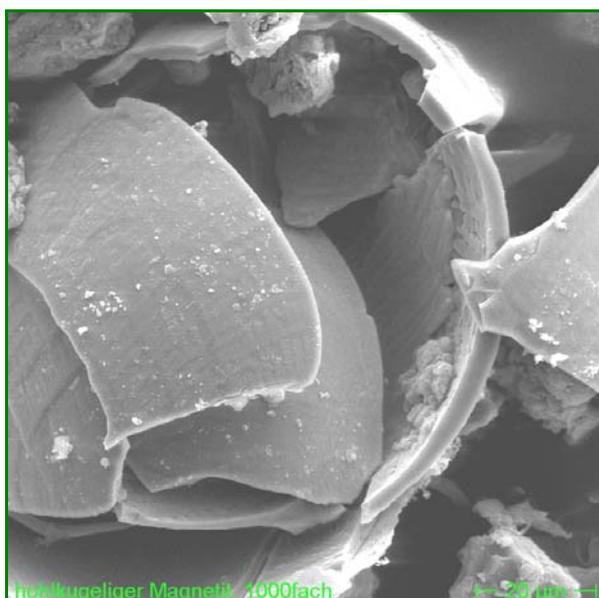
Hauptbestandteil der **Feinstaubproben** war Dieselruß. Dies wurde vor allem an den verkehrsbeeinflussten Messpunkten Don Bosco, Webling, Graz Süd und Südbahnstrasse deutlich. Mit Ausnahme von Graz Süd wurden in der 2. Messperiode im Feinstaub an den genannten Standorten häufig Salzkristalle detektiert. Für Webling war das Auftreten von teilverschmolzenen Kunststoffperlen, vermutlich Produkte unvollständiger Verbrennung von Feuerungsanlagen als weitere technogene Phasen im Feinstaub auffällig.

Ein Vergleich der ersten (14.11.01 – 13.12.01) mit der zweiten Messperiode (13.12.01 – 09.01.02) zeigte bei allen sechs Standorten höhere Staubeinträge im zweiten Messzeitraum. Dabei wurden die höchsten Belastungen am verkehrsnahen Messpunkt Graz – Don Bosco gemessen. Die im zweiten Messzeitraum häufig aufgetretenen ganztägigen kräftigen Bodeninversionen im Grazer Becken und die damit verbundenen schlechten Ausbreitungsbedingungen könnten dafür verantwortlich sein.

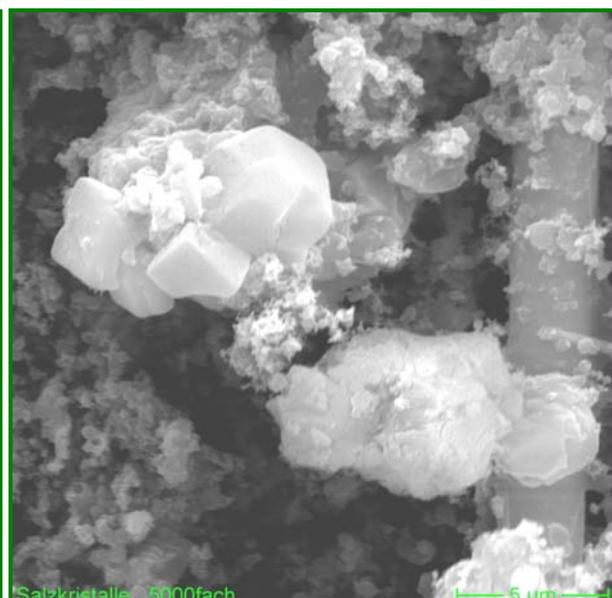
Die Korngrößen der detektierten Phasen bei der Untersuchung der **Depositionsproben** lag an allen Messpunkten im Bereich von 1-5 µm bis zu 0,5 mm, wobei es sich bei den größeren Staubpartikeln häufig um Kornaggregate handelte.

Die Untersuchungen der Stäube des Messpunktes **Südbahnstrasse** zeigten ein interessantes Ergebnis. Charakteristisch war das Auftreten eines breiten Spektrums an technogenen Phasen, die sich aufgrund der annähernd gleichen Phasenbestände und übereinstimmender Elementzusammensetzung einer gemeinsamen Quelle im Bereich „Eisen- & Stahlproduktion bzw –verarbeitung“ zuordnen lassen. Verkehrsbedingte Staubeinträge und technogene Phasen, die auf Feuerungsanlagen hinweisen, wurden untergeordnet beobachtet.

Abbildung 3: Messpunkt Südbahnstraße, Beispiele von Staubteilchen



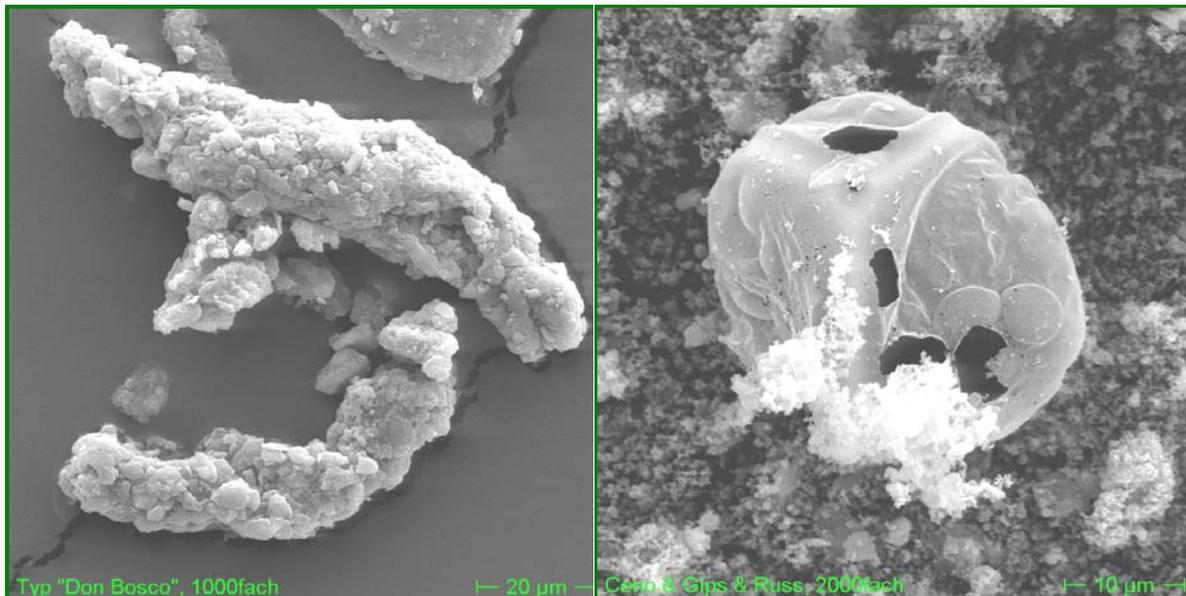
Südbahnstrasse, hohlkugeliger Magnetit aufgebrochen, Quelle: Eisen- & Stahlind



Südbahnstrasse, Salzkristalle auf Filter (linke obere Bildhälfte

Am Messpunkt **Don Bosco** ließ sich der Bestand der technogenen Phasen im Staub hauptsächlich auf verkehrsbedingte Einflüsse zurückführen. Staubeinträge derselben industriellen Quelle wie am Standort Südbahnstrasse (Bereich „Eisen- & Stahlproduktion bzw. –verarbeitung“) wurden ebenfalls nachgewiesen. Auch Einträge technogener Phasen aus dem Bereich Feuerungsanlagen fanden sich in den Staubproben dieses Standortes.

Abbildung 4: Partikel aus Verkehrsemissionen am Messpunkt Don Bosco



Don Bosco, spindelförm Kornaggregate – Typ „Don Bosco“ (Abriebprodukt Verkehr)

Don Bosco, hohlkugeliger Rußpartikel (Verbrennungsanlagen) mit anhaftenden Gipskristallen und Dieselrußaggregaten auf Filter

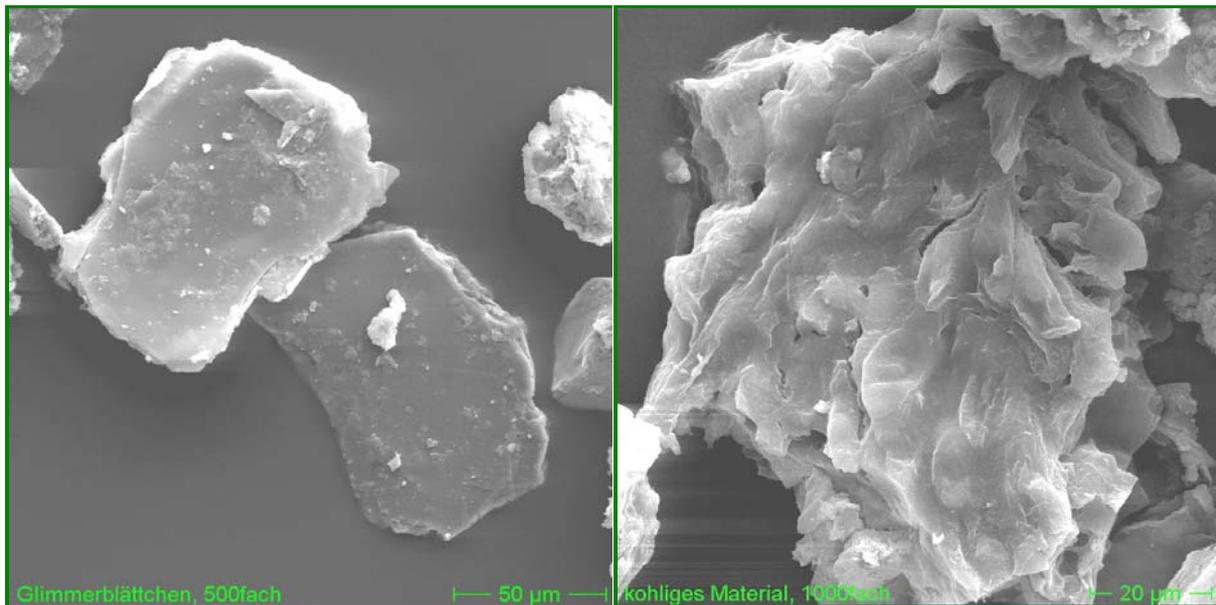
Der Messpunkt **Lustbühel**, als städtischer Hintergrundstandort ausgewählt, wies geringe Staubeinträge auf, wobei nur vereinzelt technogene Phasen aus den Bereichen Verkehr und Feuerungsanlagen beobachtet wurden.

Im Staub des verkehrsbeeinflussten Messpunktes **Webling** wurden neben technogenen Phasen, die sich dem Bereich Verkehr zuordnen lassen, auffällig häufiger als an den anderen Standorten teilgeschmolzene Kunststoffe detektiert, die auf Feuerungsanlagen als Emissionsquelle hindeuten.

Am Standort **Graz Süd** fanden sich im Staub wiederum technogene Phasen der Bereiche Verkehr und Feuerungsanlagen. Typisch für diesen Messpunkt war das Auftreten von Phasen, die auf lokale und zeitlich begrenzte Einflüsse hinweisen (Metallbearbeitung, Verwendung/Bearbeitung von speziellem Gestein).

Der Messpunkt **Andritz**, in einem gering belasteten Siedlungsgebiet gelegen, wies ähnlich wie der Standort Lustbühel geringe Staubeinträge auf. Die meisten der vereinzelt beobachteten technogenen Phasen können dem Bereich Feuerungsanlagen zugeordnet werden.

Abbildung 5: Partikel aus Verkehrsemissionen am Messpunkt Weizbachweg (Andritz)



Andritz, geogene Glimmerblättchen

Andritz, unregelm. kohliges Material (Verbrennungsanlagen, vermutl. Hausbrand)

Diese Studie liefert durch die Anwendung eines Methodensets zur Bestimmung des chemischen und mineralogischen Aufbaues von Einzelteilchen wertvolle Hinweise auf Quellen von Partikeln unterschiedlicher Korngröße. Die Ergebnisse der Arbeit sind insofern mit Vorsicht anzuwenden, als dass sich die ermittelten und ausgewiesenen Quellenanteile nicht auf die Partikelmasse sondern auf die Oberflächenbelegung beziehen.

3.5 Korngrößenverteilungen von beanspruchtem Streusplitt

In einer Untersuchung im Auftrag der Stadt Wien [MAGISTRAT WIEN 1994] wurden unterschiedliche Splittsorten einer standardisierten Belastung (Abriebversuche) unterzogen. Die Ausgangsmaterialien waren praktisch frei von Korngrößen < 100 µm. Nach den Abriebversuchen wurde die Korngrößenverteilung des beanspruchten Materials untersucht. Die in Tabelle 7 zusammengefassten Ergebnisse geben die Bandbreite aus drei Versuchen an.

Tabelle 7: Korngrößenverteilungen von beanspruchtem Streusplitt

Material	Summenhäufigkeit von Teilchen < 30 µm [%]	Summenhäufigkeit von Teilchen < 10 µm [%]	Summenhäufigkeit von Teilchen < 2,5 µm [%]
Dolomit	4,26 - 4,51	2,50 - 2,64	1,42 - 1,59
Basalt	2,83 - 5,72	1,38 - 2,25	0,74 - 1,58
Granulit	2,85 - 3,28	1,24 - 1,42	0,70 - 0,86
Quarzsplitt	3,37 - 3,44	1,60 - 1,69	0,92 - 1,15
Kersantit	2,36 - 2,62	1,10 - 1,28	0,67 - 0,72

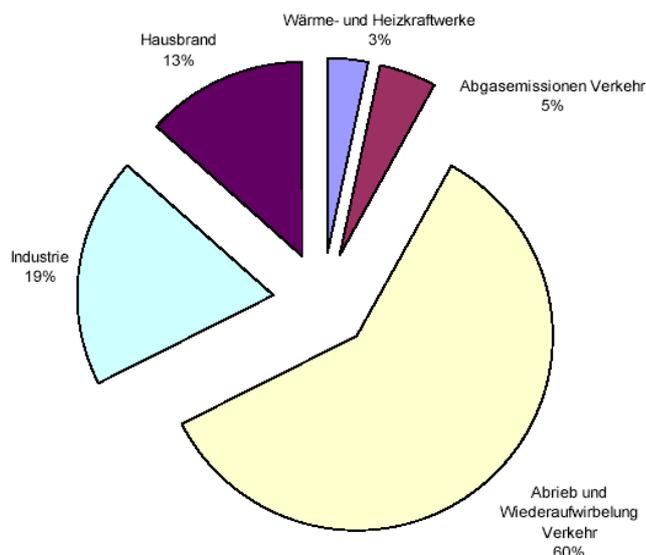
Auf Grund dieser Untersuchung ist davon auszugehen, dass durch die Beanspruchung des Streusplitts auch feine Staubfraktionen gebildet werden. Diese stellen, allein auf Grund ihrer Masse, ein bedeutendes Potential für die Freisetzung von Schwebstaub und Feinstaub dar. Dieses Potential kann in Abhängigkeit der Umgebungsbedingungen (Feuchtigkeit, Windgeschwindigkeiten, Stabilität der Atmosphäre) und der Fahrbewegungen wesentlich zur Immissionsbelastung beitragen.

3.6 Anteile von Verursachern an der Gesamtbelastung in der Immission

3.6.1 Staubherkunftsbestimmung anlässlich einer belasteten Situation in Wien

Wien hat auf Grund von Immissionsgrenzwertüberschreitungen für Schwebstaub eine Stuserhebung ausgearbeitet [MAGISTRAT WIEN 2003]. Aufbauend auf vorhandenen Emissionsinventuren und Abschätzungen, im Besonderen der diffusen Staubemissionen wurden folgende Anteile der Verursacherguppen an der Gesamtemission angegeben:

Abbildung 6: Anteile der wichtigsten Verursacher an den Schwebstaubemissionen an einem Wochentag im Dezember in Wien



Dominierend sind die diffusen Emissionen aus dem Verkehr, daneben aus Industrie und Gewerbe. Emissionen des Hausbrands tragen naturgemäß im Dezember auch signifikant zu den Emissionen bei. Die Abgasemissionen des Verkehrs werden mit einem Anteil von 5 % als vergleichsweise gering eingeschätzt. Es ist allerdings darauf hinzuweisen, dass gerade die Höhe der Emissionen aus Verkehr und Hausbrand sehr großen Unsicherheiten unterliegen.

3.6.2 Untersuchungen in Schweizer Städten

Hauptziel einer umfangreichen Schweizer Studie [HÜGLIN 2000] war die quantitative Ermittlung des Beitrags des Straßenverkehrs zu den PM10- und PM2.5-Immissionen an ausgewählten Standorten, die für die Schweiz wichtige Belastungssituationen re-

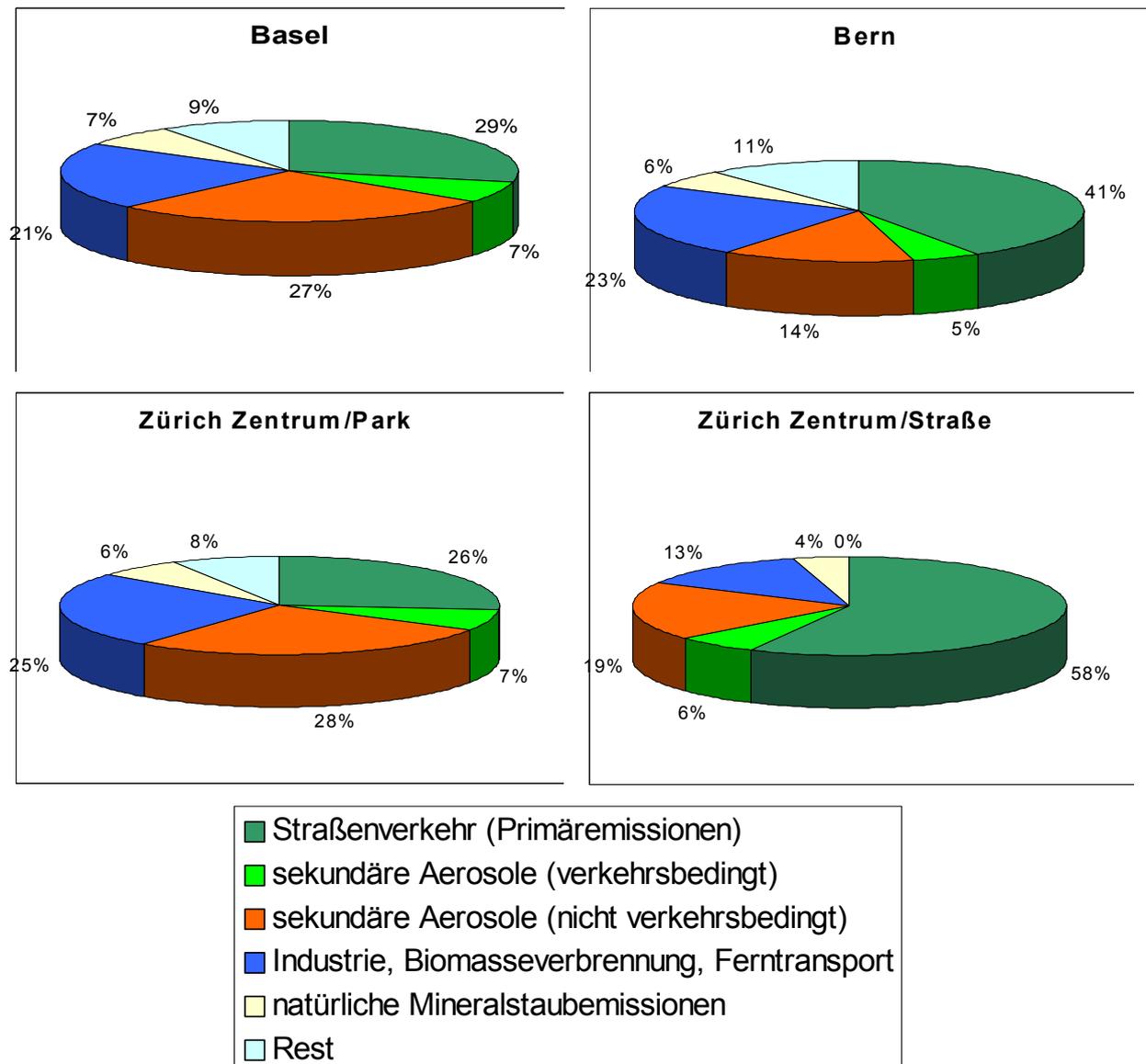
präsentieren. Zu diesem Zweck wurde die chemische Zusammensetzung der Schwebestäube detailliert analysiert und mit Methoden der multivariaten Statistik (Rezeptormodell) die Einflussfaktoren (Quellen) bestimmt.

Es zeigte sich, dass PM10-Feinstaub an mäßig belasteten Standorten in Städten und Agglomerationen etwa je zu einem Drittel aus kohlenstoffhaltigen Partikeln (Russ, organische Verbindungen), sekundären anorganischen Schwebestäuben (Sulfat, Nitrat, Ammonium) sowie Mineralien und Feuchtigkeit bestehen.

Für die Anteile des Straßenverkehrs (inkl. der verkehrsbedingten Anteile an sekundären Schwebestäuben und eines an diesen Standorten eher geringen Anteils an Offroad-Immissionen) an den PM10- und PM2.5-Immissionen wurden festgestellt, dass der Beitrag des Straßenverkehrs an der mittleren Immissionsbelastung zwischen etwa einem Drittel und ca. zwei Drittel liegt.

Über die besonders interessanten stark belasteten Situationen werden allerdings keine Aussagen gemacht.

Abbildung 7: Anteile in der Staubimmission nach Verursachergruppen



3.6.3 Vergleich von Feinstaubbelastungen in europäischen Städten

Der Magistrat der Stadt Linz führt schon seit Jahren Vergleiche der Schadstoffbelastung in europäischen Städten durch [SAMEH 2003]. Bei aller Vorsicht, mit der solche Vergleiche zu genießen sind – es sei nur auf die tatsächliche Vergleichbarkeit der hier verglichenen Messstandorte hingewiesen - liefern sie doch einen Eindruck über Belastungssituationen.

In den folgenden Darstellungen werden als Maß für die Belastungsspitzen das 98-Perzentil, als Maßstab für die Gesamtbelastung der Jahresmittelwert dargestellt. In Graz wird zwischen den Messstationen in städtischem Siedlungsgebiet (2. Säule) und dem extrem verkehrsnahen Standort Don Bosco (3. Säule) unterschieden.

Der Vergleich zeigt, dass Graz zwar mit dem Verkehrsstandort Don Bosco eine der höher belasteten Messstellen betreibt, dass aber die siedlungsrelevanten Immissionsmessstationen ähnliche Belastungen zeigen, wie sie auch in anderen Städten registriert werden. Es wird aber auch dokumentiert, dass sich die ungünstigen klimatischen Randbedingungen mit einem großen Anteil an austauscharmen Wetterlagen, geringen Windgeschwindigkeiten und wenig Niederschlag nachteilig auf die Höhe der Schadstoffbelastungen auswirken. Dies zeigt sich im Vergleich mit Städten mit deutlich höherem Emissionspotential, aber ähnlichen Immissionsbelastungen.

Abbildung 8: Luftgütevergleich von europäischen Städten, PM10, 98-Perzentil [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

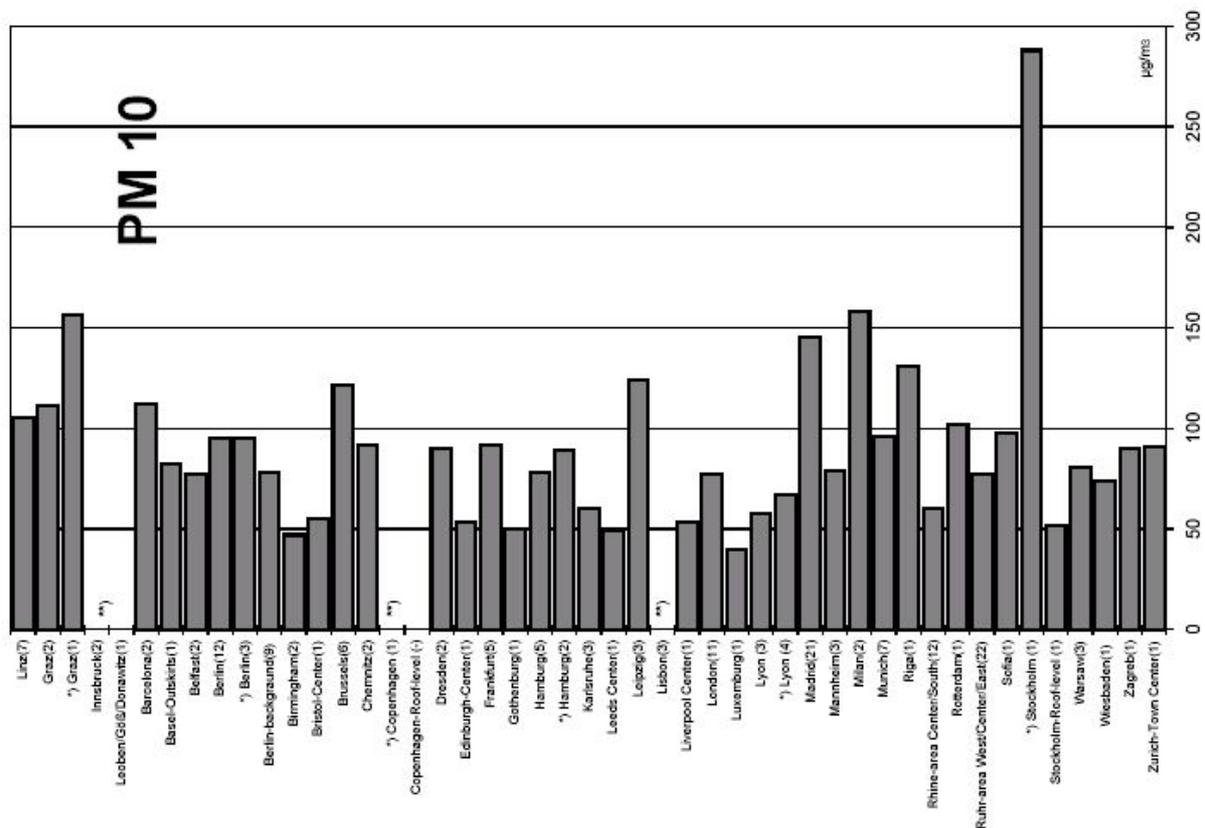
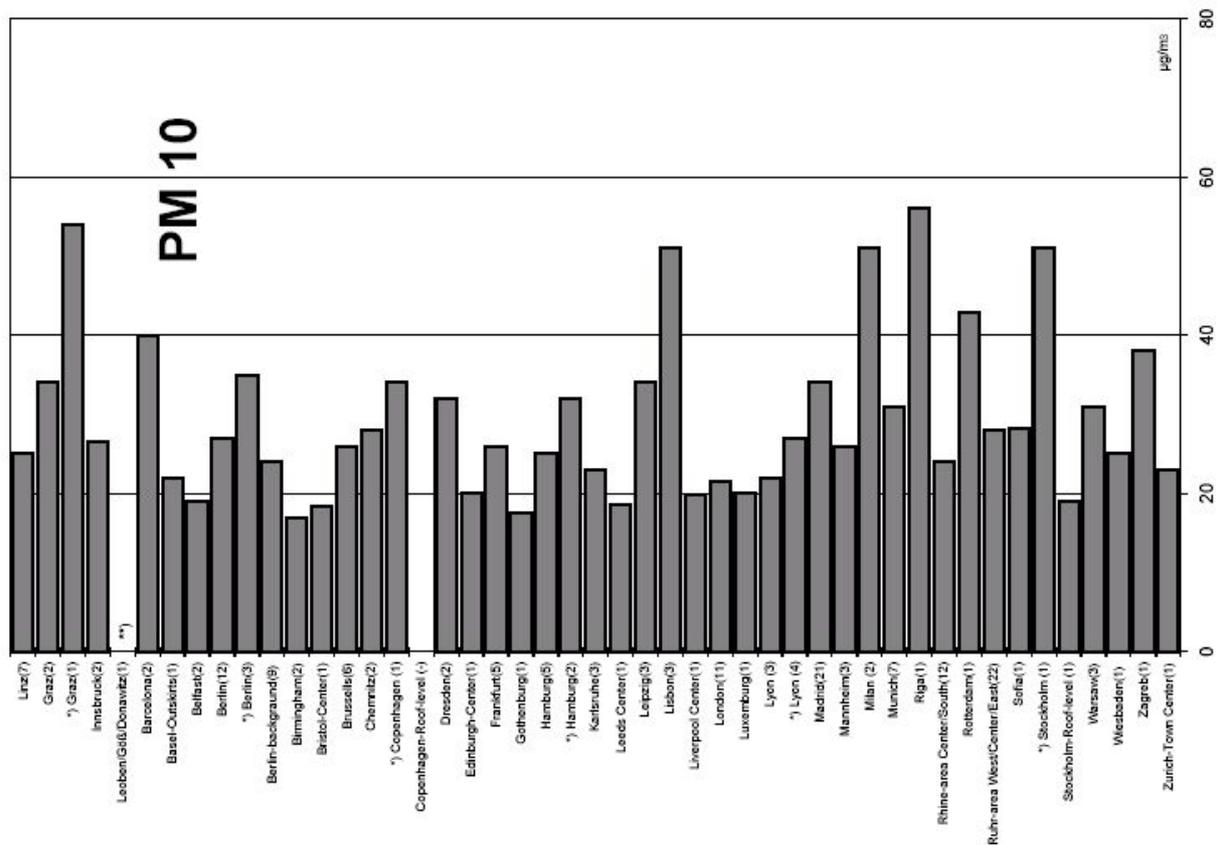


Abbildung 9: Luftgütevvergleich von europäischen Städten, PM10, Jahresmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]



3.6.4 Untersuchungen von Partikel im Raum Wien im Rahmen des AUPHEP-Projektes

Das AUPHEP (Austrian Project on Health Effects of Particulates)-Projekt [z.B. HAUCK 2003] legt seinen Schwerpunkt in die Erfassung und Bewertung von Staubbimmissionen. Neben Fragen der Messmethodik, der Datenerhebung von Stäuben unterschiedlicher Korngrößen und der Bewertung der Immissionen hinsichtlich der gesundheitlichen Relevanz war auch die Bestimmung von Staubinhaltsstoffen ein Projektziel. Messstandorte waren neben Graz und Linz eine Station in Wien (AKH) und eine Messstelle im Wiener Umland (Streithofen). Im folgenden sollen einige, für die Feinstaub-Statuserhebung wichtigen Ergebnisse vorgestellt werden [PUXBAUM 2003a].

Die folgende Abbildung 10 beschreibt die Zusammensetzung von „mittleren“ PM10-Proben im städtischen Umfeld im Vergleich zum Umland. Auffällig ist, dass, zumindest im Mittel, der Beitrag der Stadt doch überraschend gering ist. Die wesentlichen Bestandteile dieses Beitrages sind elementarer Kohlenstoff, organische Bestandteile sowie der nicht bestimmte Rest, der im Wesentlichen aus Silizium- und Aluminiumverbindungen besteht. Der Rußanteil sowie die organischen Bestandteile können zum Teil dem Verkehr, der in der Stadt eine wichtige Emissionsquelle darstellt, zugeordnet werden.

Abbildung 10: Zusammensetzung des PM10-Aerosols (Wintermittel) an den Messstellen AKH und Streithofen sowie des „Urban Impacts“ (Differenz AKH – Streithofen)

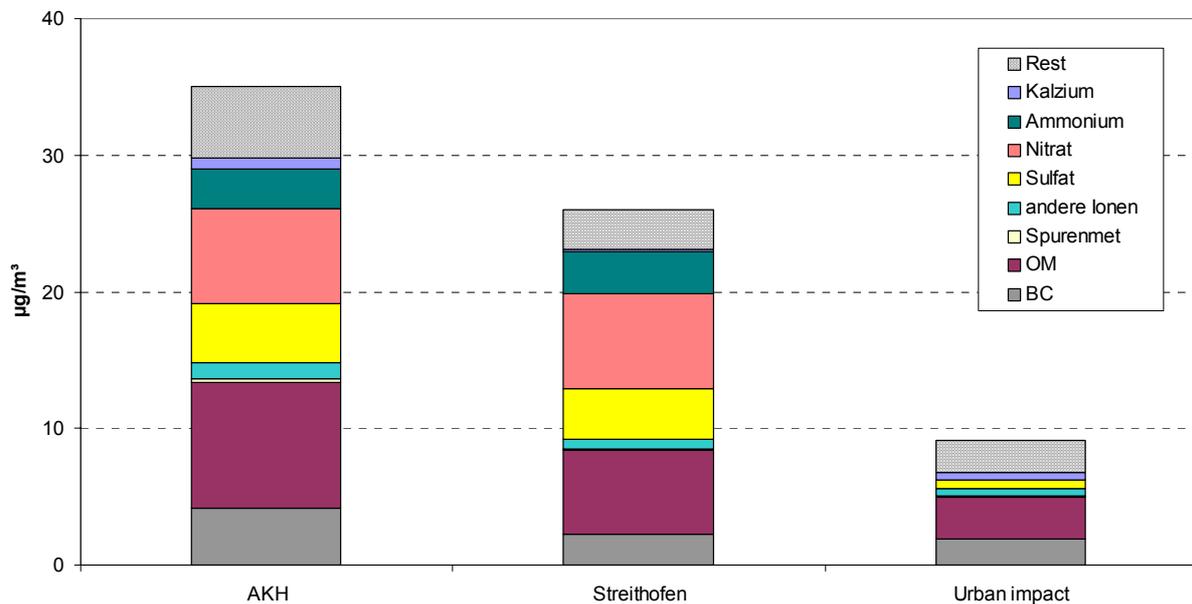
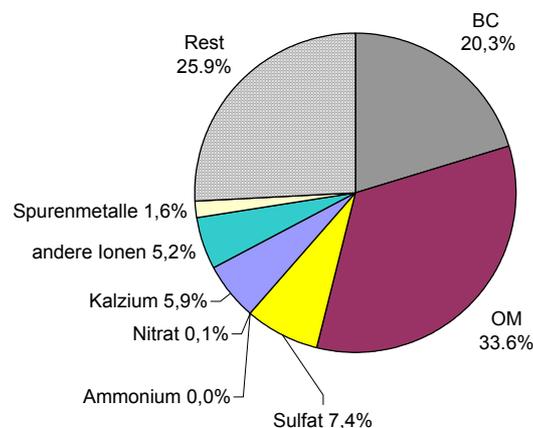


Abbildung 11: Relative Zusammensetzung des „Urban Impacts“



3.7 Geplante Studien

Die intensive Beschäftigung mit dem Thema Feinstaub, unter anderem in der im Auftrag der Landesumweltreferenten eingerichteten Arbeitsgruppe im Rahmen des „Salzburger Arbeitskreises“, zeigte, dass das vorhandene Wissen bei weitem nicht ausreicht, um für die hohen Belastungen mit Feinstaub schlüssige Erklärungen liefern zu können, aber auch um schließlich Maßnahmen vorschlagen zu können, die eine Reduktion dieser Immissionen bewirken. Weiterer Unersuchungsbedarf ist also gegeben. Dieser konzentriert sich zunächst im Wesentlichen auf drei Studien.

- ⇒ Aktualisierung des Emissionskatasters Graz (TU Graz). Die Finanzierung erfolgt durch das Land Steiermark

- ⇒ AQUELLA-Studie: Modellierung der Emittentenstruktur auf Basis von Emissionsprofilen der Verursacher (TU Wien). Die Finanzierung erfolgt durch das Umweltministerium, was die Emissionsprofile betrifft, sowie durch die Länder für die Immissionsteile.
- ⇒ Staubstrategie: Maßnahmenvorschläge zur Reduktion von Feinstaubemissionen incl. Bewertung der Wirksamkeit und der Kosten (UBA). Die Studie wird vom Umweltministerium finanziert.

3.7.1 AQUELLA-Projekt

Im Rahmen des AQUELLA-Projektes [PUXBAUM 2003] ist die Erstellung eines Aerosolquellenmodells für PM10 zur Anwendung zur Quellenanalyse in der Steiermark geplant. Hierfür ist es erforderlich, einen geeigneten Tracersatz zu erstellen, der als Grundlage der Quellenanalyse mit dem Chemischen Massenbilanzmodell (CMB-Modell) dient. Der Tracersatz ist dann analytisch in Quellenproben zu analysieren, daraus resultieren die Quellenprofile. In selektierten Immissionsproben werden dann ebenso die Konzentrationswerte der Tracerkomponenten im Verhältnis zur PM10 Konzentration bestimmt. Mit Hilfe des CMB-Modells werden dann die Anteile der wichtigsten Aerosolquellen auf statistischem Wege ermittelt.

Die Anwendung des Aerosolquellenmodells für die Steiermark soll insbesondere der Analyse von Situationen dienen, die zur Überschreitung der IG-Luft Grenzwerte von PM10 führen. Das Quellenmodell, das für die gegenständliche Arbeit herangezogen wird, basiert auf den aktuellsten Arbeiten der führenden Gruppen auf diesem Gebiet, muss aber für die Anwendung auf ein mitteleuropäisches Stadtaerosol entsprechend modifiziert und adaptiert werden.

Während nun bei gasförmigen Luftschadstoffen auf Basis der Emissionskataster auf Anteile von Verursacherquellen geschlossen werden kann, ist dies bei Partikeln nicht in gleichartiger Weise möglich, da

- ⇒ Partikel aus vielfältigen chemischen Verbindungen bestehen,
- ⇒ diese chemischen Verbindungen jeweils aus verschiedenen Quellen stammen,
- ⇒ ein erheblicher Anteil der Partikel in der Luft sekundär gebildet wird und in den Emissionskatastern nicht aufscheint sowie
- ⇒ die Emissionskataster nicht oder sehr unvollständig diffuse Emissionen, die z.B. durch Straßenabrieb, Bautätigkeit, Erosion von offenen Flächen etc. verursacht werden, erfassen.

Dadurch wird die Erkennung von Quellenbeiträgen zum PM10-Aerosol ein mehrdimensionales Problem, das nicht mehr durch Betrachten der Messwerte selbst gelöst werden kann. Als Lösungsmöglichkeit bietet sich die Anwendung eines Chemischen Massenbilanzmodells (CMB) an, welches mit Hilfe eines statistischen Verfahrens und der Anwendung von gemessenen Quellenprofilen eine Rekonstruktion der Beiträge der wichtigsten, in einer Vorauswahl ermittelten Aerosolquellen ermöglicht.

Eine entscheidende Grundlage für die erfolgreiche Anwendung des beschriebenen Verfahrens ist die Erstellung eines Quellenkatalogs, der jene potentiellen Quellen beinhaltet, die für die in Steiermark gemessene Immissionsbelastung von PM10 von Bedeutung sind. Dafür werden einerseits Literaturdaten, z.B. eine von der EPA er-

stellte Datenbank herangezogen, andererseits werden auch Analysen von lokalen Quellprofilen integriert.

Der Tracerset, also jene Gruppe von Verbindungen, die möglichst eindeutig Hinweise auf einen Emittenten geben, wird anhand von Erfahrungswerten früherer Arbeiten sowie der verfügbaren Daten der SPECIATE-Datenbank der US-EPA erstellt. Für jede Quellengruppe ist eine redundante Gruppierung von Tracern zur chemischen Analytik in Quellen und Immissionsproben vorzusehen – im gegenwärtigen Projekt Spurenmetalle, mineralische Makroelemente, lösliche Ionen, Ruß und ausgewählte organische Verbindungen. Mittlerweile sind für alle wesentlichen Emissionsquellen charakteristische Tracer zur Verfügung.

Die Quellenanalyse soll zunächst mit PM10 „Durchschnittsproben“ der vier Jahreszeiten von ausgewählten Messstellen des Untersuchungsgebietes – dies wird zunächst einmal Graz als Schwerpunkt der Belastung mit Feinstaub in der Steiermark sein - durchgeführt werden. Nach Plausibilitätstests ist eine Anwendung auf Proben mit Überschreitung des PM10 TMW Grenzwerts, sowie auf Proben geringer Belastung vorgesehen.

Die Ergebnisse der Analysen werden nun mit Hilfe der CMB-Modelle auf Beiträge von Emittenten untersucht. CMB – Modelle sind von der EPA und vom DRI verfügbar. Das CMB7 Modell ist für das Projekt bereits aus der SPECIATE Datenbank verfügbar.

Auf folgende analytische Besonderheiten ist zu achten:

Probenahme: Die Beprobung des PM10 Materials hat zusätzlich zur Sammlung auf Quarzfilter auch auf organischen Membranfiltern (z.B. Teflonfilter) zu erfolgen, um eine Analyse der mineralischen Komponenten Silizium und Aluminium zu ermöglichen. Es sind daher zwei PM10-Sammler simultan einzusetzen. Bewährt hat sich u.a. der Einsatz eines High-Volume Sammlers für die Quarzfilter – für Analytik der organischen Komponenten und der Spurenmetalle; ein Low-Volume Sammler mit Teflonfiltern für die Analytik der mineralischen Komponenten und Ionen.

Analytik: Für die Bestimmung spezieller organischer Tracer sind noch analytische Adaptierungsarbeiten erforderlich, die im Rahmen des gegenständlichen Projekts vorgesehen sind.

3.7.2 Emissionskataster Graz 2002

Emissionskataster für die Luftschadstoffe CO, NO_x, HC, SO₂ und Staub wurden bereits in den Jahren 1989 und 1995 für das damalige nach dem Smogalarmplan definierte „Belastungsgebietgebiet Graz“ erstellt. Obwohl die Em(m)issionskataster-Verordnung (BGBl. I Nr. 214/2002) nur für jene Schadstoffe verpflichtend eine Erhebung vorschreibt, für die Grenzwertverletzungen registriert worden sind, soll sich die neuerliche Erhebung aufbauend auf das vorhandene Wissen nicht nur auf PM10, TSP und NO₂ beschränken sondern auch weitere Schadstoffe beinhalten.

Der Emissionskataster Graz 2002 soll den Anforderungen der ÖNORM M9470 bzw. der Emissionskatasterverordnung, entsprechen. Der Erhebung ist daher generell in der Genauigkeitsstufe II, das entspricht der Verwendung von vorhandenen Statisti-

ken sowie einer Stichprobenerhebung, Einzelbereiche in der Genauigkeitsstufe III (Vollerhebung) zu planen.

Folgende Schadstoffe werden im Rahmen des Emissionskatasters 2002 erhoben:

- ⇒ SO₂
- ⇒ NO_x
- ⇒ CO
- ⇒ NMVOC
- ⇒ CH₄
- ⇒ Benzol
- ⇒ Staub
- ⇒ PM10

Darüber hinaus sind **Schwermetalle** aufzunehmen, insofern sie relevant und Daten verfügbar sind. Zusätzlich sollen die Emissionen von CO₂ angegeben werden.

Der Emissionskataster hat jedenfalls Emissionsangaben für alle jene Emittenten und Emittentengruppen zu beinhalten, deren Emissionen erwarten lassen, dass sie wesentlich zur Emission in Graz beitragen. Das sind grundsätzlich solche, die mehr als 0,1% zu den gesamten Emissionen eines Luftschadstoffs im Sanierungsgebiet beitragen. Die Emissionen sind getrennt nach Emittenten und Emittentengruppen nach der SNAP-Code-Systematik auszuweisen.

Die Emissionen werden in drei Verursacherguppen unterteilt:

- ⇒ Verkehr
- ⇒ Industrie und Gewerbe
- ⇒ Haushalte und Sonstige

Die Auftragsvergabe wird im Herbst 2003 erfolgen. Es ist mit einer Bearbeitungszeit von ca. 18 Monaten zu rechnen.

3.7.3 Staubstrategie

Erhöhte Belastungen mit Feinstaub (PM10) ist nicht nur ein Problem der steirischen Ballungsräume. Der PM10-Grenzwert kann an vielen Stellen in Österreich nicht eingehalten werden [SPANGL 2002]. Damit ist gemäß den Vorgaben des IG-L für all diese Bereiche eine Stuserhebung zu erstellen.

Die Staubstrategie ist eine Untersuchung, die Sachverhalte, die über die örtlichen Gegebenheiten hinausgehen, erheben, zusammenfassen und durch zusätzliche Messungen ergänzen soll. Diese Studie wird vom UBA erarbeitet und in wesentlichen Teilen vom BMLFUW finanziert. Ziel ist die Erfassung der erheblichen Beiträge der einzelnen Emittentengruppen. Weiters ist eine Rezeptorstudie in Planung, die auf Basis von Massenbilanzen und Ausbreitungsstudien Immissionsszenarien abschätzen soll. Dieses Modell wird mit Messungen validiert werden.

Weiters soll die Erfassung des regionalen Hintergrundes zur Ermittlung einer Vorbelastung erfolgen. Eine weitere zu klärende Frage ist der Beitrag von diffusen Staubemissionen aus der Wiederaufwirbelung durch den Verkehr.

Das Ergebnis dieser Arbeiten ist ein bewerteter Maßnahmenkatalog, das heißt, dass sowohl die Kosten als auch die Wirksamkeit von Maßnahmen abgeschätzt werden können.

4 Stuserhebungen für das Jahr 2000

4.1 Überschreitungen des Grenzwertes für Schwebstaub in Graz im Jahr 2000

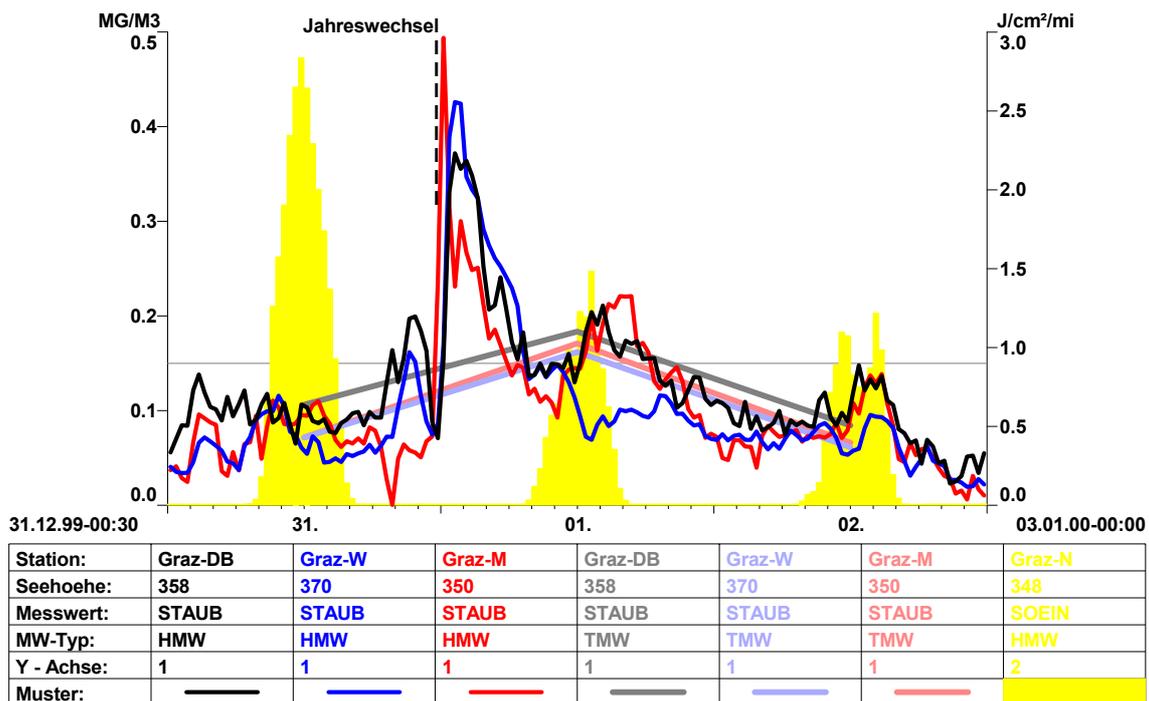
Im **Raum Graz** traten im Jahr 2000 an den Stationen **Don Bosco, Mitte, Süd** und **West** Überschreitungen des Tagesmittelgrenzwertes für **Schwebstaub** auf.

An der Messstelle **Don Bosco** wurden an 18 Tagen im Winterhalbjahr (Jänner bis März bzw. Oktober bis Dezember) Grenzwertüberschreitungen registriert. Sie waren weitgehend auf verkehrsverursachte Immissionen aufgrund der Nähe des Messstandortes zu stark frequentierten Straßen (Kärntner Straße, Roseggerstraße) zurückzuführen.

Die im Jahr 1999 aufgetretene Überschreitung des Immissionsgrenzwertes für Schwebstaub war Anlass zur Erstellung einer Stuserhebung [STATUSERHEBUNG 1999]. Neue Datengrundlagen, die eine Überarbeitung der damals getroffenen Aussagen erforderlich machen würden, liegen bis jetzt noch nicht vor. Daher werden im Folgenden nur jene Situationen beschrieben, in denen die erhöhten Belastungen aufgetreten sind.

An der Station **Graz West** wurde an einem Tag eine Grenzwertüberschreitung registriert. Diese (1. Jänner, Grenzwertverletzung auch an den Messstellen Graz Mitte und Graz Don Bosco) ist jedoch als singuläres Ereignis einzustufen, da sie unzweifelhaft in Zusammenhang mit dem Abschießen von Feuerwerken zum Jahreswechsel stand.

Abbildung 12: Schwebstaubbelastung in der Neujahrsnacht



26.1. – 3.2.2000:

An den Messstellen **Süd und Mitte** traten Grenzwertverletzungen in den Monaten Jänner und Februar auf. Belastet war dabei der Zeitraum 26. Jänner bis 3. Februar.

Zu Beginn der Belastungsphase dominierte Hochdruck das Wetter in der Steiermark. Durch in der Höhe aufgleitende Warmluft war es zwar nicht wolkenlos, aber weitgehend heiter. Es war allerdings sehr kalt. Die Temperaturen lagen besonders morgens aufgrund der nächtlichen Ausstrahlung und Abkühlung sogar für Ende Jänner auf einem sehr tiefen Niveau. Strahlungsbedingt bildeten sich im Grazer Becken in der zweiten Nachthälfte durchwegs starke und teilweise auch hochreichende Inversionen, die teilweise ganztägig bestanden und zu sehr schlechten vormittäglichen Ausbreitungsbedingungen führten.

Abbildung 13: Schwebstaubbelastung in Graz, 25.1. – 4.2.2000

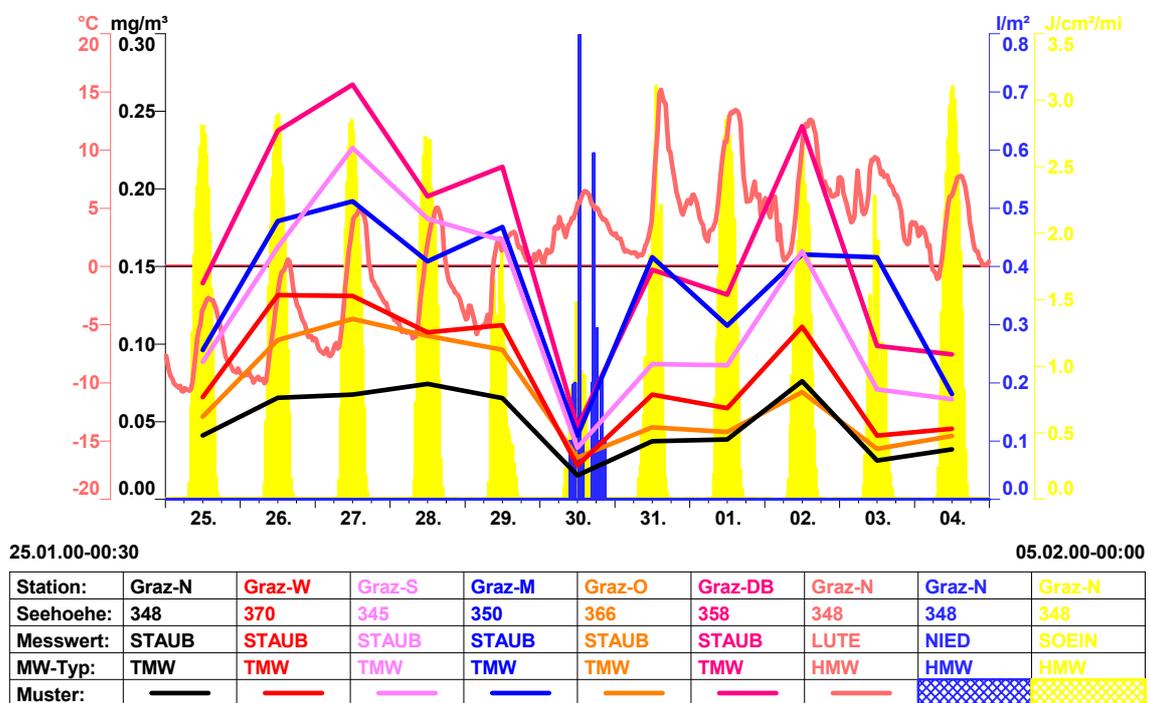
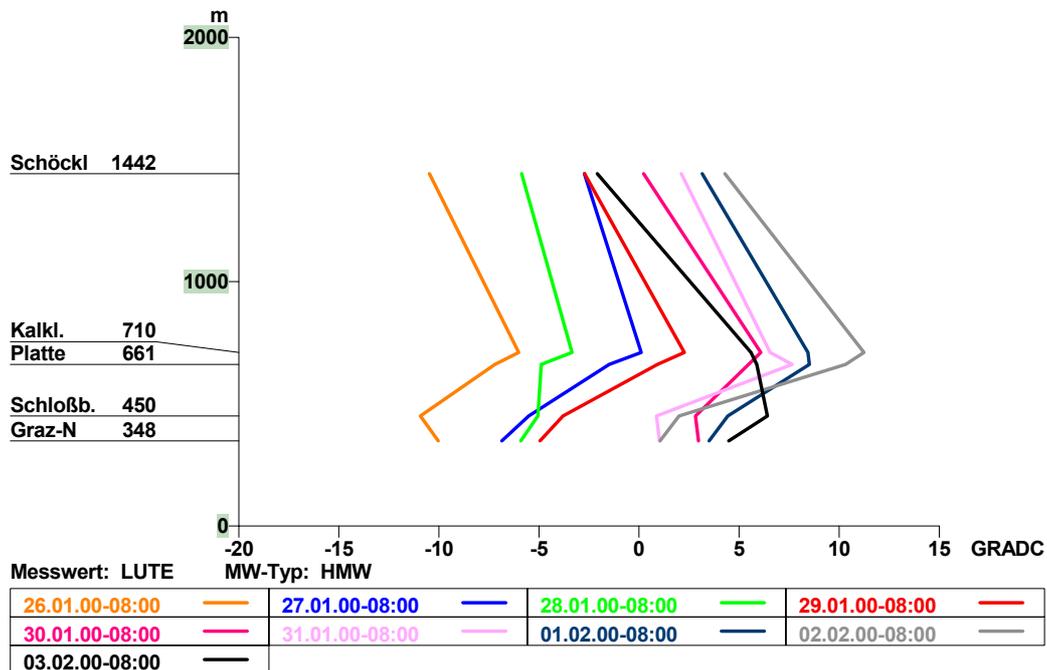
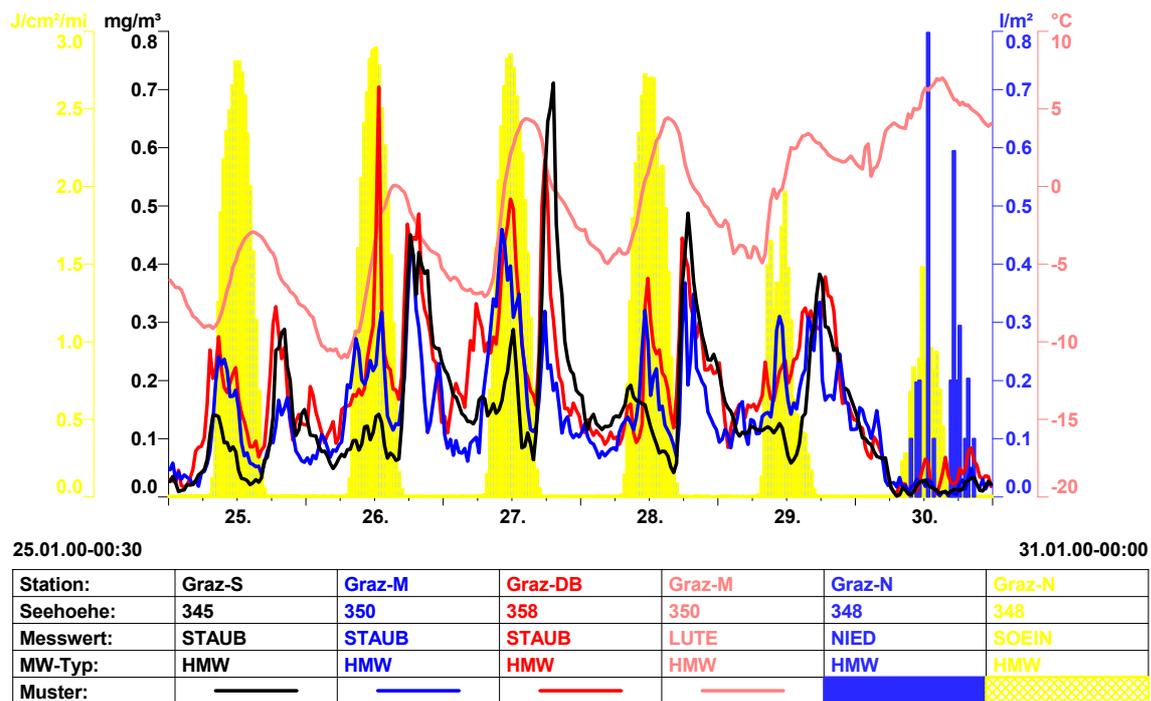


Abbildung 14: Morgendliche Temperaturschichtung der bodennahen Atmosphäre über Graz, 26.1. – 3.2.2003



Dementsprechend kam es in diesem Zeitraum in Graz zu erhöhten Luftschadstoffbelastungen, die, wie in Graz aufgrund der immissionsklimatischen und Emissionssituation zu erwarten, vor allem die KFZ-verkehrsverursachten Stickstoffoxide (NO, NO₂) und Schwebstaub betrafen. Dabei wurden Maximalkonzentrationen für NO₂ von über 180 µg/m³, also bis über 90 % des Grenzwertes, und für NO je nach Verkehrsnähe zwischen 550 und über 800 µg/m³ registriert.

Abbildung 15: Schwebstaubbelastung in Graz, 25.1. – 30.1.2000



Im Gegensatz zu den typischen NO_x-Tagesgängen mit Morgenmaximum und Sekundärspitze am Abend zeigten die Schwebstaubkonzentrationen einen veränderten Tagesgang mit noch weitgehend geringbelastetem Vormittag und starken Anstiegen erst am Nachmittag mit Kulmination zur Abendverkehrsspitze, womit die Ursache für die Staubbelastungen auch weitgehend genannt ist. Neben dem KFZ-Verkehr (direkte und diffuse Emissionen) waren zwar zusätzliche Einflüsse anderer Emittentengruppen zweifellos vorhanden, für die Gesamtbelastungshöhe dürften sie aber nur wenig relevant gewesen sein.

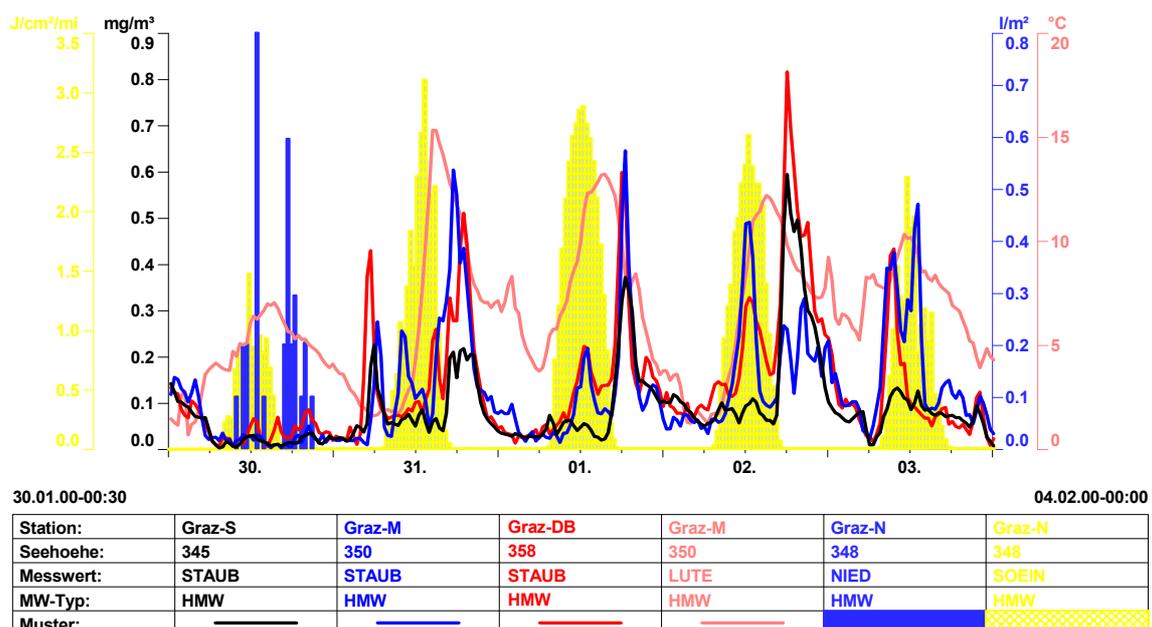
Der Grenzwert für Staub wurde in diesem Zeitraum am 26. und 27.1. (Don Bosco, Mitte, Süd), 28.1. (Don Bosco, Süd) und 29.1. (Don Bosco, Mitte, Süd) überschritten.

Ein Störungsdurchgang führte am 30.1. zu einem Luftmassenwechsel, nach dem Frontabzug stellte sich neuerlich Hochdruck ein. Eine atlantische Kaltfront erreichte am 3. nur im Norden des Landes Wetterwirksamkeit, im Süden, also auch in Graz, blieb es heiter. Weiterhin bildeten sich in der zweiten Nachthälfte kräftige Inversionen im Grazer Becken, die neuerlich sehr schlechte immissionsklimatische Rahmenbedingungen schufen.

Am 4. kühlte es noch einmal über Nacht merklich ab, jedoch führte eine Nordströmung auch in den Höhen zu einem deutlichen Temperaturrückgang, wodurch sich keine nennenswerten Inversionen mehr bildeten. Am 5. leitete aufkommendes Westwetter einen markanten Temperaturanstieg in allen Höhen ein. Darüberhinaus reduzierten sich durch das Wochenende (Samstag) die Emissionen des Arbeitsverkehrs deutlich, die Belastungsphase war vorbei.

Die Immissionssituation von 31.1. bis 3.2. ähnelte weitgehend der vorhergegangenen Periode. Neuerlich traten die Staubsitzen vorwiegend zum Zeitpunkt der Abendverkehrsspitze auf, Grenzwertverletzungen wurden am 31.1. (Mitte), 2.2. (Don Bosco, Süd, Mitte) und 3.2. (Mitte) gemessen. Der KFZ-Verkehr ist neuerlich als Hauptverursacher der Belastungen anzusehen.

Abbildung 16: Schwebstaubbelastung in Graz, 30.1. – 3.2.2000



4.2.2 Beschreibung der Emissionssituation

Da spezifische und ortsbezogene Daten über die Emissionssituation von Partikeln für das Voitsberger Becken noch nicht vorliegen, wird auf die allgemeinen Ausführungen bezüglich der Emissionen von Stäuben in Kapitel 7 verwiesen.

4.3 Überschreitungen des Grenzwertes für Schwebstaub in Hartberg im Jahr 2000

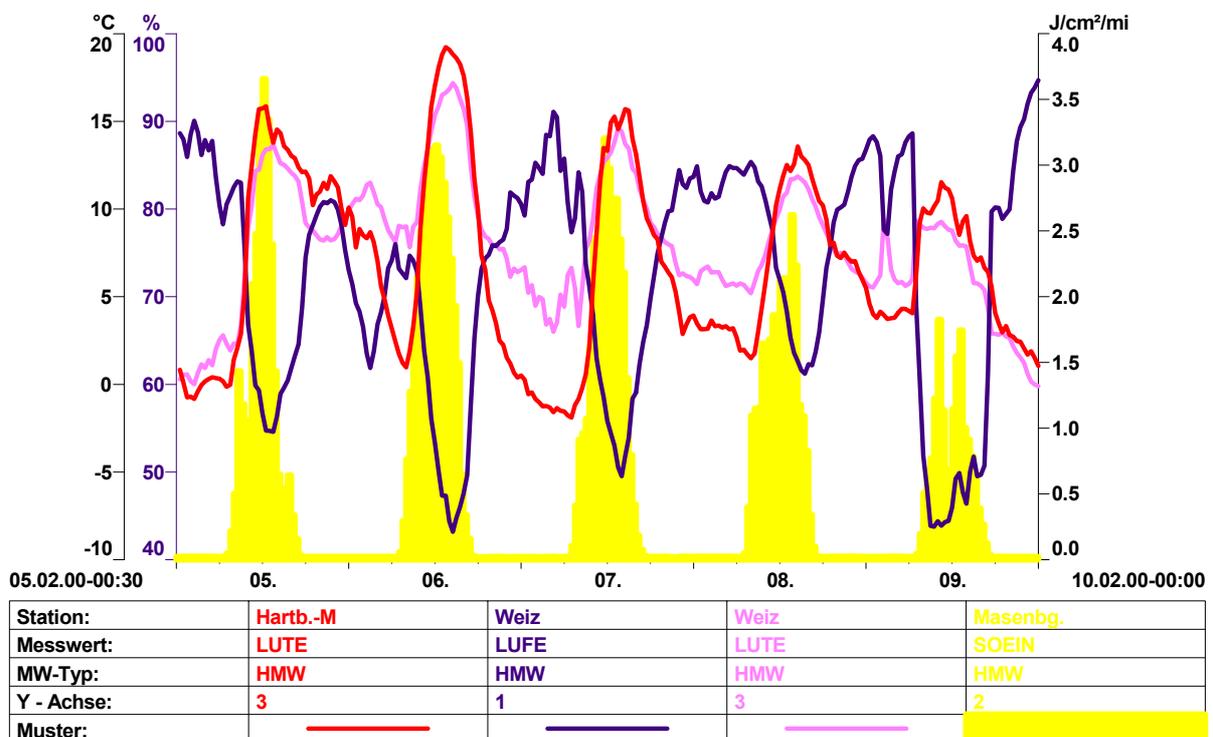
4.3.1 Darstellung der Immissionssituation

Auch an der Messstation **Hartberg** wurden das gesamte Jahr über immer wieder hohe **Schwebstaubspitzen** registriert. In den Monaten Februar, August und September traten dabei Spitzenbelastungen bis knapp unter 1 mg/m^3 auf. In der ersten Monatshälfte des Februar kam es zu einer Häufung der Staubereignisse. Neben immer wiederkehrenden Spitzen traten dabei auch vergleichsweise hohe Grundbelastungen auf. Dadurch wurde am 6., 7. und 8. sowie 10. und 11. der Tagesmittelgrenzwert für Schwebstaub überschritten.

6. – 8.2.2000:

Der gesamte Zeitraum war in der Steiermark von Hochdruck bestimmt. Erst am Abend des 8. erreichte die Warmfront eines atlantischen Tiefdruckgebietes die Alpensüdseite und verdrängte die dort lagernden Luftmassen. Es herrschte typisches Hochdruckwetter auf einem für Anfang Februar sehr hohem thermischen Niveau (Maxima gegen 20 °C , Minima kaum unter dem Gefrierpunkt) mit dem typischen stark akzentuierten Lufttemperatur- und Luftfeuchtetagesgang.

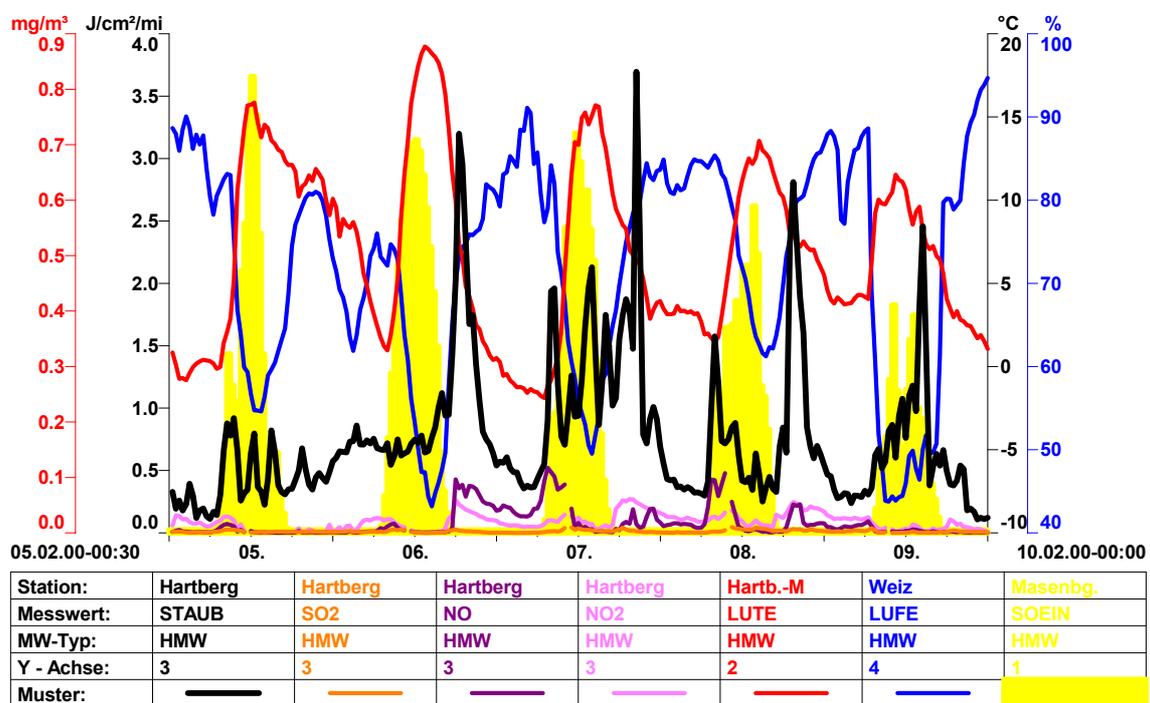
Abbildung 18: Immissionsklimatische Situation in Hartberg, 5.2. – 9.2.2000



Ähnlich wie bei den Belastungen in Köflach sind keine exakten Hinweise auf die Ursache der erhöhten Belastungen vorhanden. Die Maximalkonzentrationen traten jeweils am Abend, in etwa zur Zeit der abendlichen Verkehrsspitze auf. Da die Konzentrationsanstiege der restlichen erfassten Primärschadstoffe jedoch nicht über ein durchschnittliches Maß hinausgingen (was auch witterungsbedingt nicht unbedingt zu erwarten war), könnten diffuse Emissionen, insbesondere aus dem Straßenverkehr, als Verursacher eine wichtige Rolle gespielt haben. Auch die Witterungsbedingungen (trocken nach vorhergegangener kälterer Phase) würde für Aufwirbelungen und Verfrachtungen von Straßenstaub (zerriebener Splitt, Salz) sprechen.

Nähere Untersuchungen wurden zu diesem Zeitpunkt deshalb nicht durchgeführt, da die Einführung eines Grenzwertes für Feinstaub bereits abzusehen war.

Abbildung 19: Schadstoffbelastung in Hartberg, 5.2. – 9.2.2000

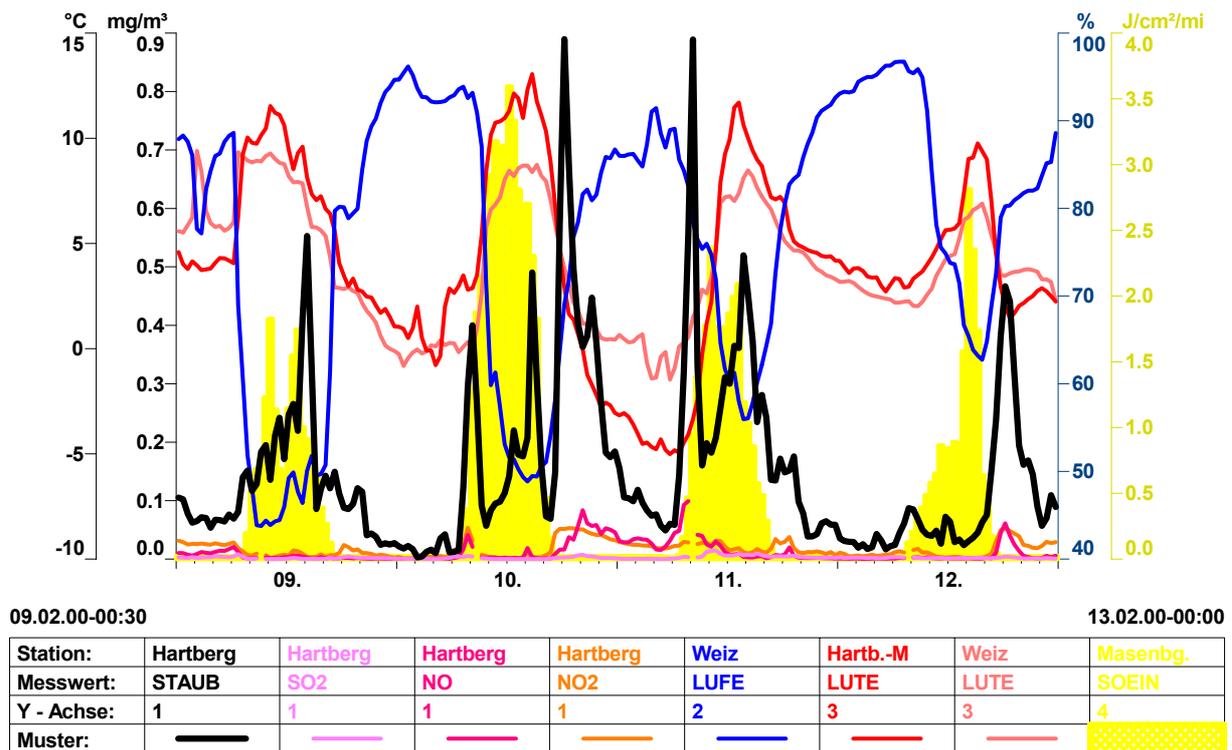


10. – 11.2.2000:

Der 10. und 11. war von Nordwestwetter nach vorherigem Störungsdurchgang geprägt. Südlich der Alpen zeigten sich die bekannten föhnigen Effekte. In Hartberg war es weitgehend windschwach und es blieb in der Region auch trocken.

Die Staubbelastungen zeigten diesmal keine klare tageszeitliche Strukturierung. Am 9. trat eine Spitze am frühen Nachmittag, am 10. und 12. eine Abendspitze um ca. 18:30 Uhr, am 11. ein Morgenmaximum gegen 8:30 Uhr auf. Die zusätzlich hohe Grundbelastung führte am 10. und 11. zu Grenzwertüberschreitungen des Tagesmittelwertes.

Abbildung 20: Schadstoffbelastung in Hartberg, 9.2. – 12.2.2000



Auch in diesem Zeitraum kann die Ursache der hohen Schwebstaub-Immissionen nicht zweifelsfrei festgestellt werden. Aufgrund der vorherrschenden Witterung (geringe Luftfeuchte, tageszeitliches Auftrocknen während der Zeiten höherer Belastungen) sind wiederum diffuse Emissionen aus dem Straßenverkehr denkbar.

4.3.2 Beschreibung der Emissionssituation

Da spezifische und ortsbezogene Daten über die Emissionssituation von Partikeln in den betroffenen Gebieten noch nicht vorliegen, wird auf die allgemeinen Ausführungen bezüglich der Emissionen von Stäuben in Kapitel 7 verwiesen.

4.4 Überschreitung des Grenzwertes für Schwebstaub in Weiz im Jahr 2000

Wie schon im Jahr 1999 trat auch im Jahr 2000 an der Station **Weiz** eine Grenzwertüberschreitung für den Schadstoff **Schwebstaub** auf. Die damals aufgetretene Überschreitung des Immissionsgrenzwertes für Schwebstaub war Anlass zur Erstellung einer Stuserhebung [STATUSERHEBUNG 1999].

2.2.2000:

Der zweite Februar stand unter dem Einfluss einer sich annähernden Kaltfront nach Zwischenhocheinfluss. Bei leichtem Südwestföhn herrschte in Weiz trockenes, eher windschwaches Wetter.

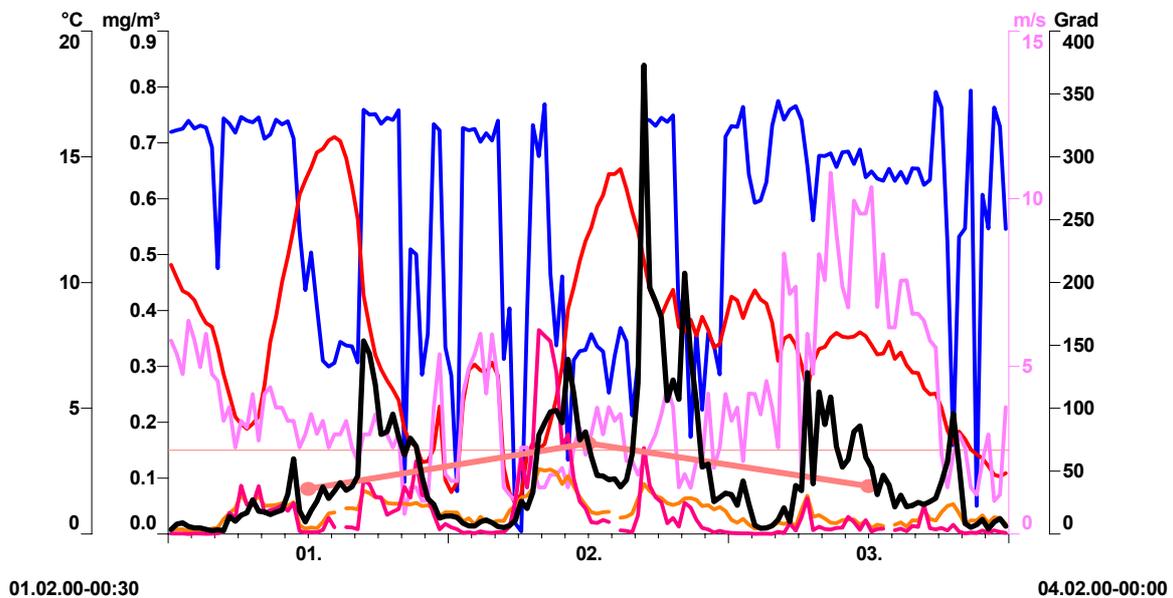
Nach einem durchschnittlich belasteten Tag kam es zur Zeit der Abendverkehrsspitze zu einem starken Anstieg der Schwebstaubbelastungen, die in einem Maximalwert von über 800 µg/m³ Staub gipfelten. Die Belastungen blieben auch in den fol-

genden Stunden bis Mitternacht noch überdurchschnittlich, was sich in einem Tagesmittelwert von 162 µg/m³ und einer Verletzung des Schwebstaub-Grenzwertes niederschlug.

Zum Zeitpunkt der höchsten Belastungen wurde an der Station eine nördliche Windströmung registriert, dies deutet auf einen maßgeblichen Einfluss der nahen, stark verkehrsfrequentierten Kreuzung Birkfelder Straße / Kapruner-Generator-Straße hin. Der Vergleich mit den Konzentrationsverläufen von Stickstoffmonoxid und -dioxid zeigt aber, dass lediglich die Schwebstaubwerte ein wirklich überdurchschnittliches Maß erreichten.

Es kann daher davon ausgegangen werden, dass diffuse Staubemissionen, vorwiegend aus dem Straßenbereich (zerriebener Streusplitt, eventuell Streusalz), die nach der nachmittäglichen Auftrocknungsphase (geringe Luftfeuchte am Nachmittag) vom Abendverkehr und leichten Wind aufgewirbelt wurden, für die hohen Staubwerte verantwortlich waren.

Abbildung 21: Schadstoffbelastung in Weiz, 9.2. – 12.2.2000



Station:	Weiz	Weiz	Weiz	Weiz	Weiz	Weiz	Weiz
Messwert:	STAUB	STAUB	NO	NO2	SPG	LUTE	WIRI
Y - Achse:	1	1	1	1	2	3	4
Muster:	—	—●—	—	—	—	—	—

Hinsichtlich der Bewertung der Emissionen und geplanter Maßnahmen zur Reduktion der Immissionsbelastung wird auf den Bericht zur Stuserhebung 1999 verwiesen [STASTUSERHEBUNG 1999]

4.5 Überschreitung des Grenzwertes für Schwefeldioxid an der Station Arnfels-Remschnigg im Jahr 2000

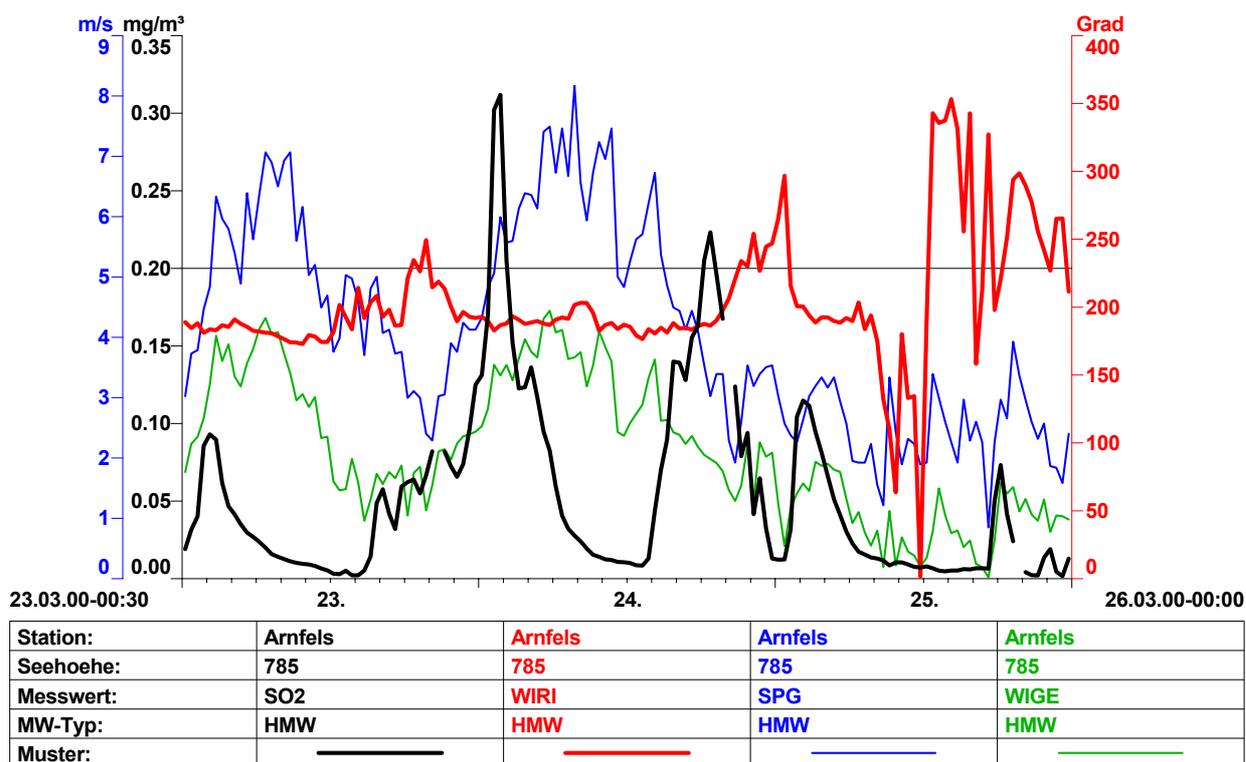
An der grenznahen Station **Arnfels-Remschnigg** wurden im Jahr 2000 im Zeitraum Jänner bis Juni **Schwefeldioxid**-Halbstundenmittelwerte über dem IG-L – Grenzwert registriert. Da das Gesetz aber ein dreimaliges Überschreiten pro Tag bis maximal $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ toleriert, kam es nur an einem Tag zu Grenzwertverletzungen. *

24.3.2000:

Der 24. März war von abflachendem Hochdruck geprägt, am Folgetag überquerte eine schwache Störung das Land. Im Bereich des Remschnigg dominierte über mehrere Tage eine südliche Windströmung, die Spitzengeschwindigkeiten zwischen 3 und 8 m/sec erreichte.

Damit verbunden gelangten immer wieder mit Schwefeldioxid hochbelastete Luftmassen aus Slowenien an die Station, als höchster Halbstundenmittelwert wurden am 24.3. $312 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erreicht. Insgesamt wurden 5 Halbstundenmittelwerte über dem Grenzwert von $0,20 \text{ mg}/\text{m}^3$ registriert, womit eine Verletzung des Grenzwertes gegeben war.

Abbildung 22: Arnfels-Remschnigg, Schwefeldioxidimmissionen und Windverhältnisse, 23.3. – 25.3.2000



Hinsichtlich der Beschreibung der Emissionssituation wird auf den Abschnitt 6.4.2 verwiesen.

* Anmerkung: Die Reduktion der Deckelung der tolerierten Überschreitungshöhe auf $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erfolgte erst mit der IG-L-Novelle Juli 2001

5 Stuserhebungen für das Jahr 2001

5.1 Überschreitungen des Grenzwertes für Schwebstaub in Graz Don Bosco im Jahr 2001

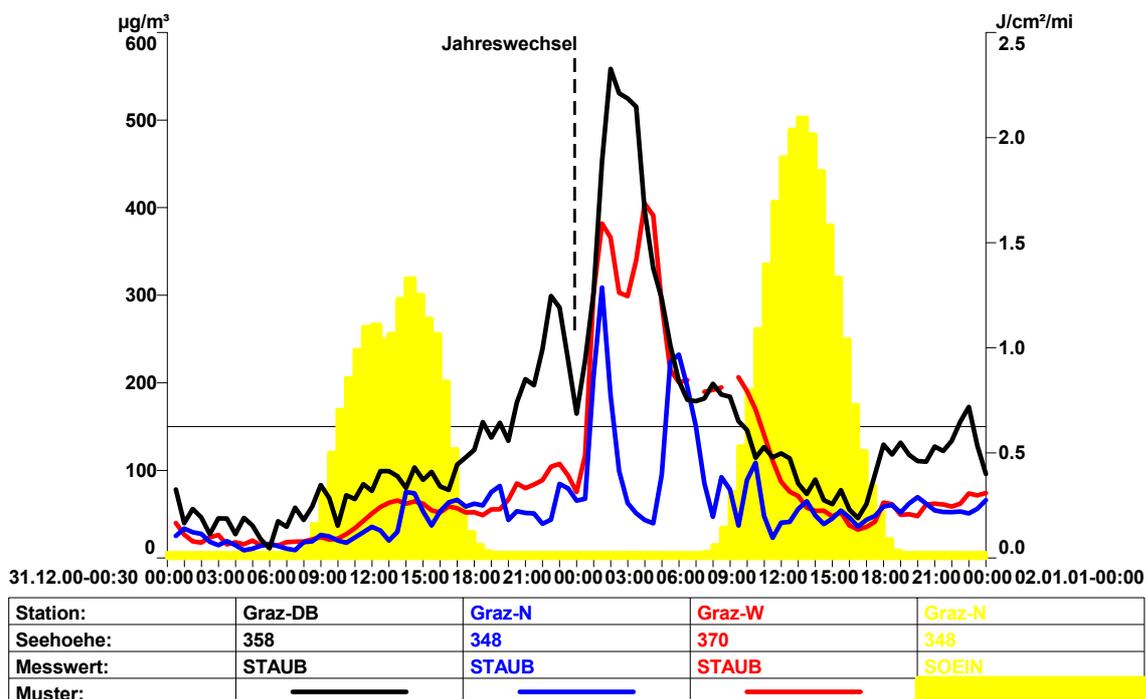
5.1.1 Darstellung der Immissionssituation

Im **Raum Graz** traten im Jahr 2001 an der Station **Don Bosco** 2 Überschreitungen des Tagesmittelgrenzwertes für **Schwebstaub TSP** auf. Diese wurden am 1. Jänner und am 13. Februar registriert. (Anmerkung: Das TSP – Messgerät wurde am 15. Mai außer Betrieb genommen, die Erfassung wurde auf PM10 umgestellt.)

1.Jänner 2001:

Die hohen Konzentrationen des Neujahrstages standen in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Abschießen von Feuerwerkskörpern zum Jahreswechsel, was der Verlauf mit Maximum in der zweiten Nachthälfte und auch der Vergleich mit anderen Grazer Schwebstaub-Messstellen zeigt. An der Messstelle Don Bosco wurde am 1.1. ein Tagesmittelwert von 186 registriert, das Tagesmittel in Graz West blieb mit 144 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ebenfalls nur wenig unter dem Grenzwert.

Abbildung 23: Schwebstaub-Grenzwertüberschreitung am 1.1.2001 an der Messstelle Don Bosco

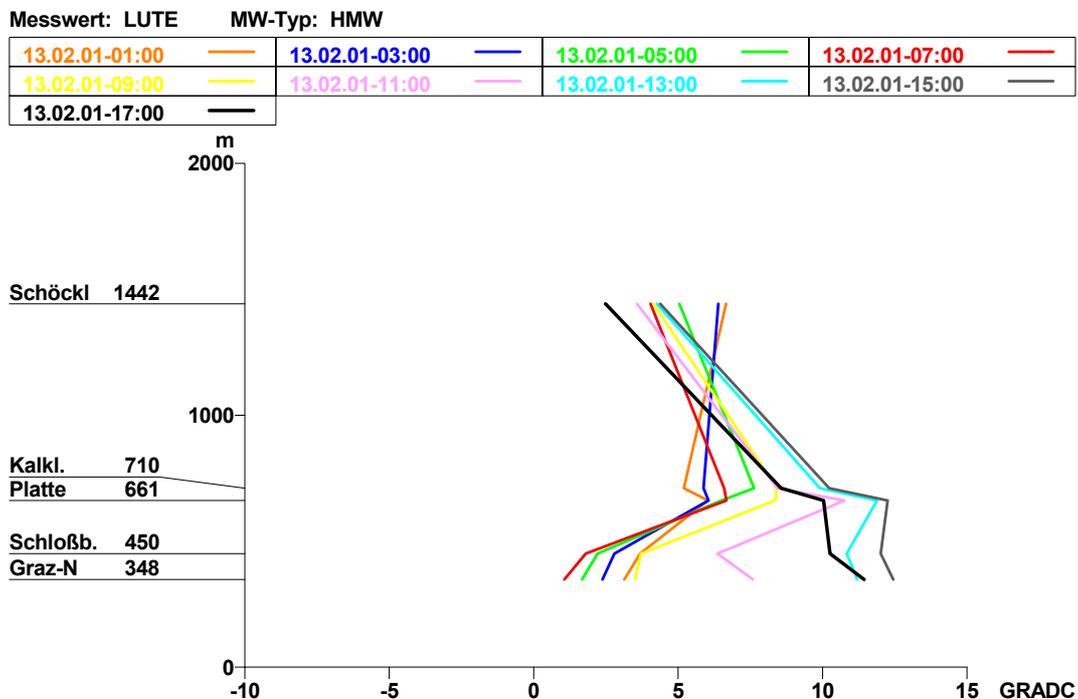


13.Februar 2001:

Dieser Tag fiel in eine für Februar sehr milde Hochdruckphase. Nach dem Durchzug einer kurzen, aber wetteraktiven Störung am 10. stellte sich an deren Rückseite hoher Druck ein, der, vom Durchzug einer kaum wetterwirksamen Störung in der Nacht vom 13. auf 14. nur kurz unterbrochen, bis 17. mildes, fast frühlinghaftes Schönwetter brachte.

Der 13. war dabei von aufziehender hoher Bewölkung als Vorboten der Störung geprägt. Die vorhergehende klare Nacht hatte im Grazer Becken zur Ausbildung einer kräftigen Bodeninversion geführt, die gegen Mittag abhob, sich aber erst am späten Nachmittag auflöste.

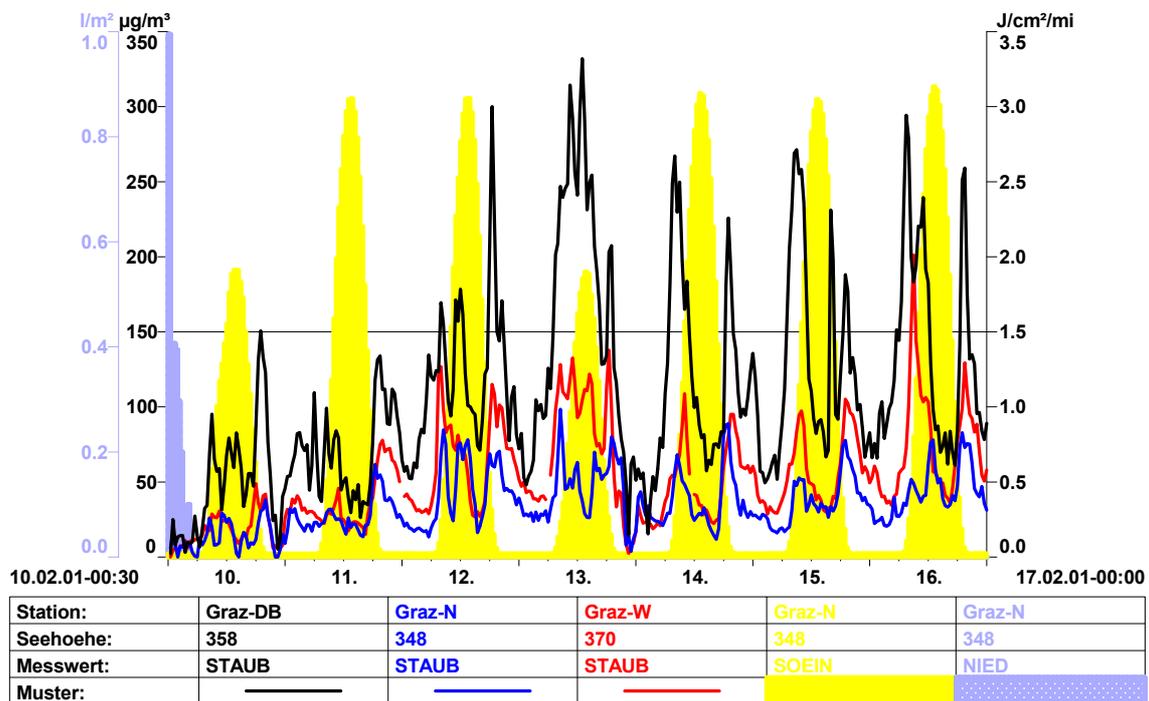
Abbildung 24: Temperaturvertikalprofil über Graz am 13.2.2001



Die Grenzwertüberschreitung an der Messstelle Don Bosco kam dadurch zustande, dass im Gegensatz zu allen anderen Tagen dieser Woche im TSP-Tagesgang die Phase der mittäglichen Absenkung an diesem Tag völlig wegfiel, wofür die meteorologisch bedingte geringe Zirkulation zur Tagesmitte verantwortlich gewesen sein dürfte. Es kam sogar zu einem weiteren Anstieg der Konzentrationen, die erst am späten Abend mit Abflachen des Abendverkehrs zurückgingen. Diese langgezogene Spitze zu Mittag schlug sich in einem Tagesmittelwert von $156 \mu\text{g}/\text{m}^3$ TSP nieder.

Die Grenzwertüberschreitung ist also aus dem Zusammenspiel einer meteorologisch ungünstigen Situation mit den lokal bekannterweise erhöhten Immissionen an der Messstelle Don Bosco aufgrund der Nähe des Messstandortes zu stark frequentierten Straßen (Kärntner Straße, Roseggerstraße) zurückzuführen.

Abbildung 25: Schwebstaub-Grenzwertüberschreitung am 13.2.2001 an der Messstelle Don Bosco



5.1.2 Beschreibung der Emissionssituation

Da spezifische und ortsbezogene Daten über die Emissionssituation von Partikeln in den betroffenen Gebieten noch nicht vorliegen, wird auf die allgemeinen Ausführungen bezüglich der Emissionen von Stäuben in Kapitel 7 verwiesen.

Durch den Standort der Messstelle Don Bosco unmittelbar an einer stark befahrenen Kreuzung sowie auf Grund erster Untersuchungen [TRIMBACHER 2002] ist jedoch auch schon auf Grund des bisherigen Kenntnisstandes davon auszugehen, dass ein wesentlicher Anteil der Immissionsbelastung vom Verkehr stammt. Neben den Motoremissionen kommt dabei auch der Wiederaufwirbelung eine wesentliche Bedeutung zu.

5.2 Überschreitung des Grenzwertes für Schwebstaub in Weiz im Jahr 2001

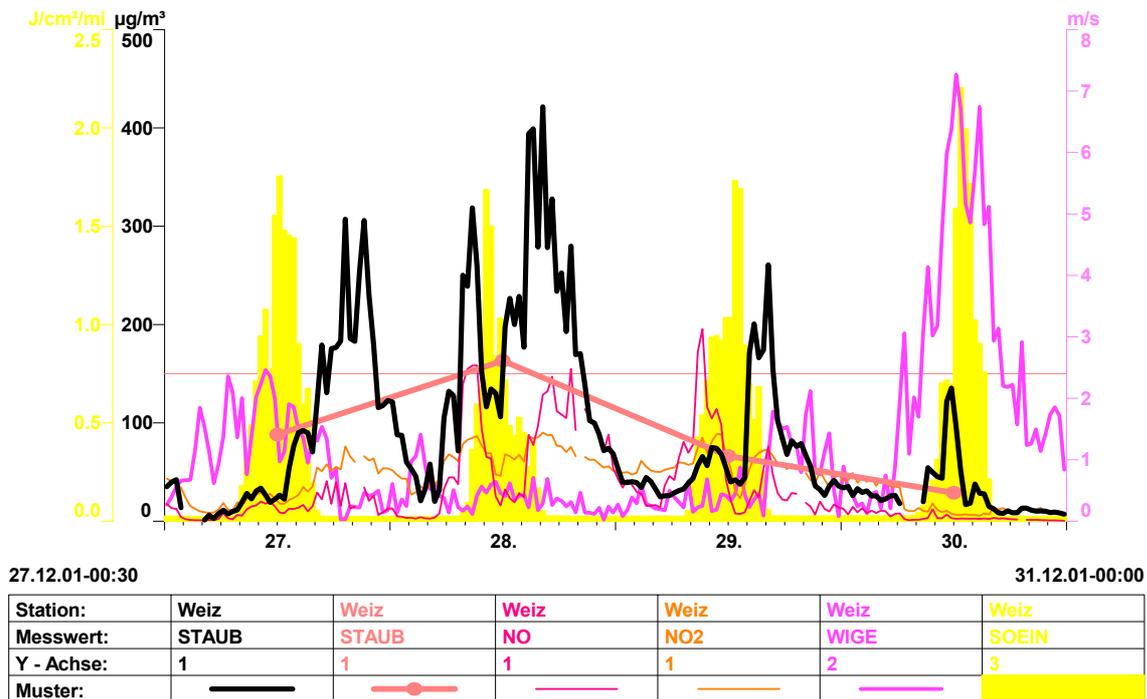
Am Standort Weiz wurden bereits in den vergangenen Jahren immer wieder Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte für Staub registriert.

5.2.1 Darstellung der Immissionssituation

Wie schon in den Vorjahren trat auch im Jahr 2001 an der Station **Weiz** eine Grenzwertüberschreitung für den Schadstoff **Schwebstaub** auf. Die im Jahr 1999 aufgetretene Überschreitung des Immissionsgrenzwertes für Schwebstaub war Anlass zur Erstellung einer Stuserhebung [STATUSERHEBUNG 1999].

Im Jahr 2001 wurde eine erhöhte Staubbelastung kurz vor Jahresende am 28.12. mit einem Tagesmittelwert von 163 µg/m³ registriert.

Abbildung 26: Schwebstaub-Grenzwertüberschreitung am 28.12.2001 an der Messstelle Weiz



Nach Abzug eines Adriatiefs nach Südosten lag der Ostalpenraum an diesem Tag, einem Freitag, unter einer nordwestlichen Höhenströmung, die Oststeiermark blieb allerdings im Lee der Alpen begünstigt. Die Messstation Weiz registrierte den gesamten Tag über sehr geringen Wind, was auf einen geringen Luftaustausch und verstärkte Schadstoffanreicherung in Bodennähe schließen lassen. Dafür spricht auch das vergleichsweise erhöhte Konzentrationsniveau der Stickstoffoxide, das ebenfalls über dem der Vortage lag.

Am Nachmittag des 29. machte sich bereits wieder der Heranzug der nächsten Tiefdruckentwicklung mit Temperaturanstieg und Zunahme der Windgeschwindigkeit bemerkbar, zudem ist mit einem Rückgang des Verkehrs durch das Wochenende zu rechnen.

Erhöhte Schwebstaubkonzentrationen traten an der Messstelle Weiz schon in den vergangenen Jahren temporär auf. Die Nähe zur nahen stark verkehrsfrequentierten Kreuzung Birkfelder Straße/Kapruner-Generator-Straße macht sich dabei besonders bei sehr stabilen Ausbreitungsbedingungen sowie bei nördlicher Windrichtung bemerkbar. Auch in der vorliegenden Situation dürfte dies der Fall gewesen sein, wofür auch der Vergleich mit den Konzentrationsverläufen von Stickstoffmonoxid und –dioxid spricht, deren Maxima parallel zu den Staubsitzen zur Zeit der höchsten Verkehrsbelastungen auftraten.

Es ist daher davon auszugehen, dass Staubemissionen aus dem Straßenverkehr für die hohen Staubwerte verantwortlich waren.

5.2.2 Beschreibung der Emissionssituation

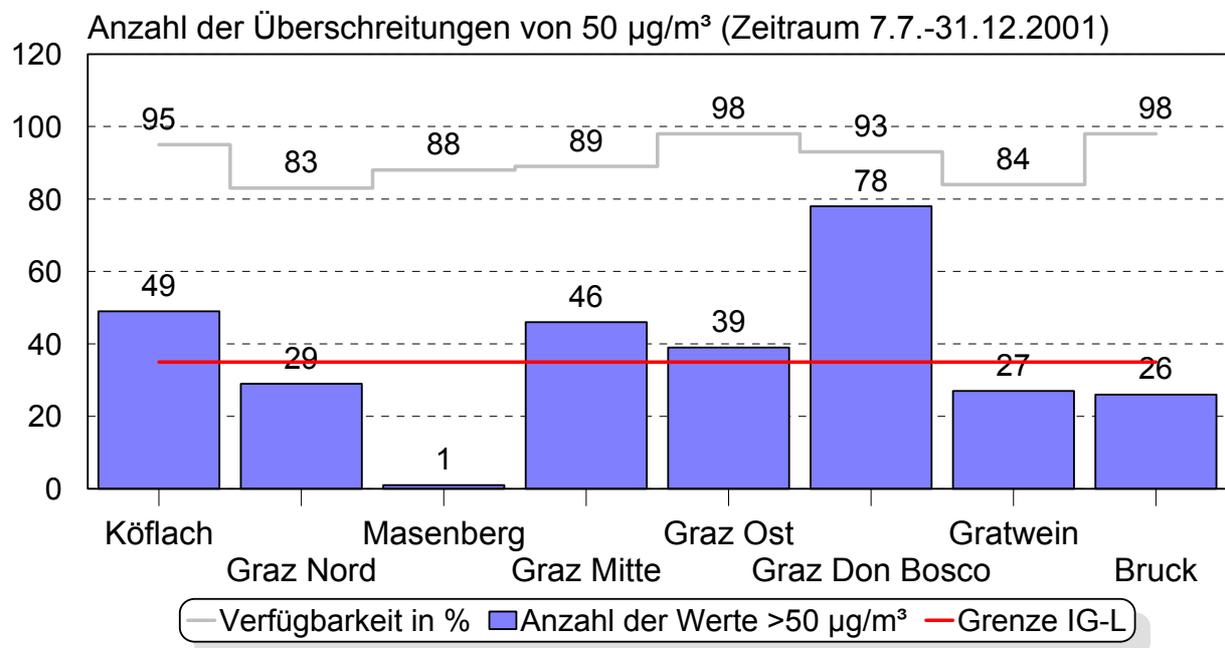
Da keine neuen spezifischen und ortsbezogenen Daten über die Emissionssituation von Partikeln in Weiz vorliegen, wird auf die allgemeinen Ausführungen bezüglich der Emissionen von Stäuben in Kapitel 7 verwiesen.

5.3 Überschreitungen des Grenzwertes für PM10 (Feinstaub) im Raum Graz und in Köflach im Jahr 2001

5.3.1 Darstellung der Immissionssituation

Für den Schadstoff **Feinstaub PM 10** wurden im Zeitraum seit Inkrafttreten des Gesetzes am 7. Juli an den Messstellen **Don Bosco**, **Graz-Mitte**, **Graz-Ost** und **Köflach** mehr als die tolerierten 35 Überschreitungen des Tagesmittelgrenzwertes registriert.

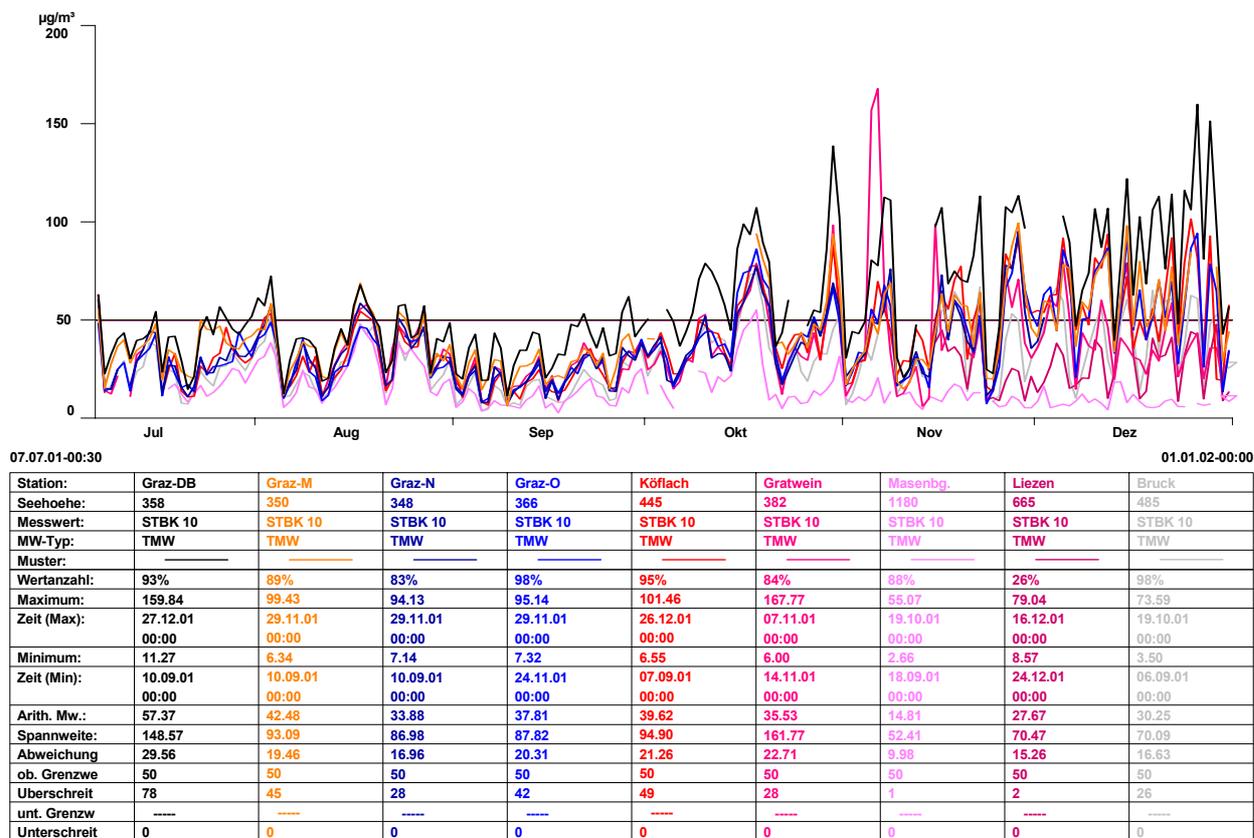
Abbildung 27: PM10-Messungen; Anzahl der Überschreitungen von 7.7. bis 31.12.2001



An den übrigen Messstellen lagen die Überschreitungshäufigkeiten in diesem Zeitraum noch unter der Toleranzmarge, bei Beurteilung eines gesamten Jahres ist jedoch für die meisten Stationen von einem Überschreiten auszugehen.

Im Beurteilungszeitraum 7.7. bis 31.12.2001 waren ganz deutlich einige mehrtägige Episoden zu charakterisieren, die durch ein landesweit hohes Niveau bzw. einen signifikanten Verlauf der PM10-Konzentrationen geprägt waren.

Abbildung 28: PM 10 -Tagesmittelwerte im Beurteilungszeitraum 7.7. bis 31.12.2001



Aus der immissionsklimatischen Analyse der einzelnen Episoden lassen sich folgende erste Schlüsse ziehen:

- ⇒ Klar kam die dominante Rolle der immissionsklimatischen Ausbreitungsbedingungen zum Tragen. Hohe PM10-Werte wurden fast durchwegs bei austauscharmen antizyklonalen Wetterlagen oder bei Aufgleiten warmer Luftmassen auf in den Tälern und Becken liegende Kaltluftseen registriert, die in Folge des fehlenden Luftaustausches eine verstärkte und permanente Anreicherung der bodennahen Luftschichten mit Feinstaub mit sich brachten.
- ⇒ Bemerkenswert war dabei, dass sich diese Belastungsepisoden meistens in den Tallagen der gesamten Steiermark, also auch in der Mur-Mürzfurche, verfolgen lassen, signifikant sind die Parallelverläufe aber vor allem in der außeralpinen Region, also in der West- und Oststeiermark und im Grazer Feld. Lediglich für das Ennstal lassen die Daten der Station Liezen eine insgesamt günstigere Situation erwarten (Anmerkung: Für die Region Aichfeld/Murboden und oberes Murtal existierten 2001 noch keine PM 10 – Daten).
- ⇒ Aufgrund der Ähnlichkeit der Konzentrationsverläufe konnte bei dieser ersten Analyse im Rahmen der Stuserhebung auf eine getrennte Betrachtung der Daten des Raumes Graz bzw. der Station Köflach verzichtet werden. Die Tagesgänge und auch Mittelwerte der Station Köflach wiesen eine gute Übereinstim-

mung mit den Zeitverläufen der Station Graz – Nord, fallweise auch der Station Graz – Ost, auf.

⇒ Abgesehen von meteorologisch bedingten Ausreißern war ein deutlicher Wochengang der PM 10 – Immissionen nachzuweisen. Die Wochenenden waren generell durch Konzentrationsrückgänge gekennzeichnet. Dieser Umstand weist stark auf den Verkehr als sehr maßgeblichen Faktor hin, da nur diese Verursachergruppe (neben den Klein- und Mittelbetrieben, deren Beiträge lokal möglicherweise auch von Relevanz sind) einem wirklich nennenswerten Wochengang unterliegt.

Für die Darstellung der Immissionssituation werden im Folgenden nur ausgewählte PM 10-Episoden betrachtet:

Periode vom 31.7. bis 5.8.2001

Der August begann nach dem raschen Durchzug einer Gewitterfront am 29. Juli sonnig und heiß mit Temperaturen bis über 30°C. Im gesamten Land wurden am 3. oder 4. auch bereits die thermischen Monatsmaxima gemessen. Ab dem 4. führte eine Südwestströmung zunehmend labilere Luftmassen in den Ostalpenraum, die besonders am 5. im ganzen Land Niederschläge und bei vorübergehend fallendem Luftdruck auch einen Temperaturrückgang brachten.

Abbildung 29: Temperatur, Windgeschwindigkeit und Niederschlag zu Augustbeginn

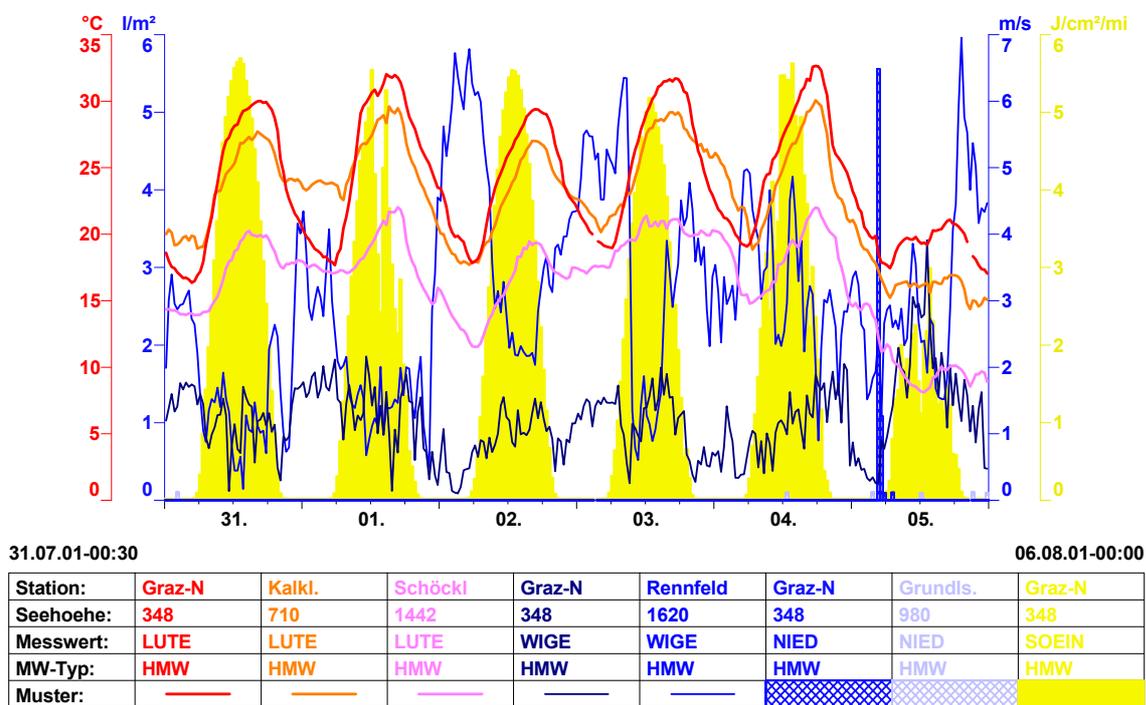
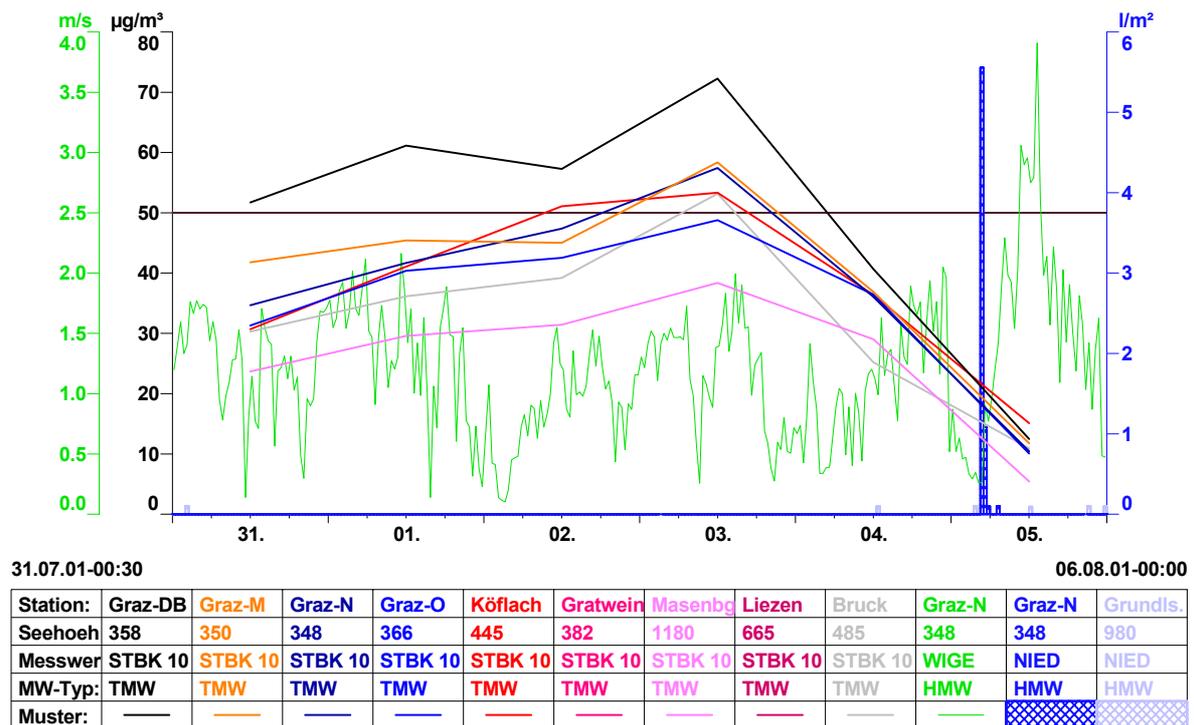


Abbildung 30: PM 10 - Tagesmittelwerte zu Augustbeginn

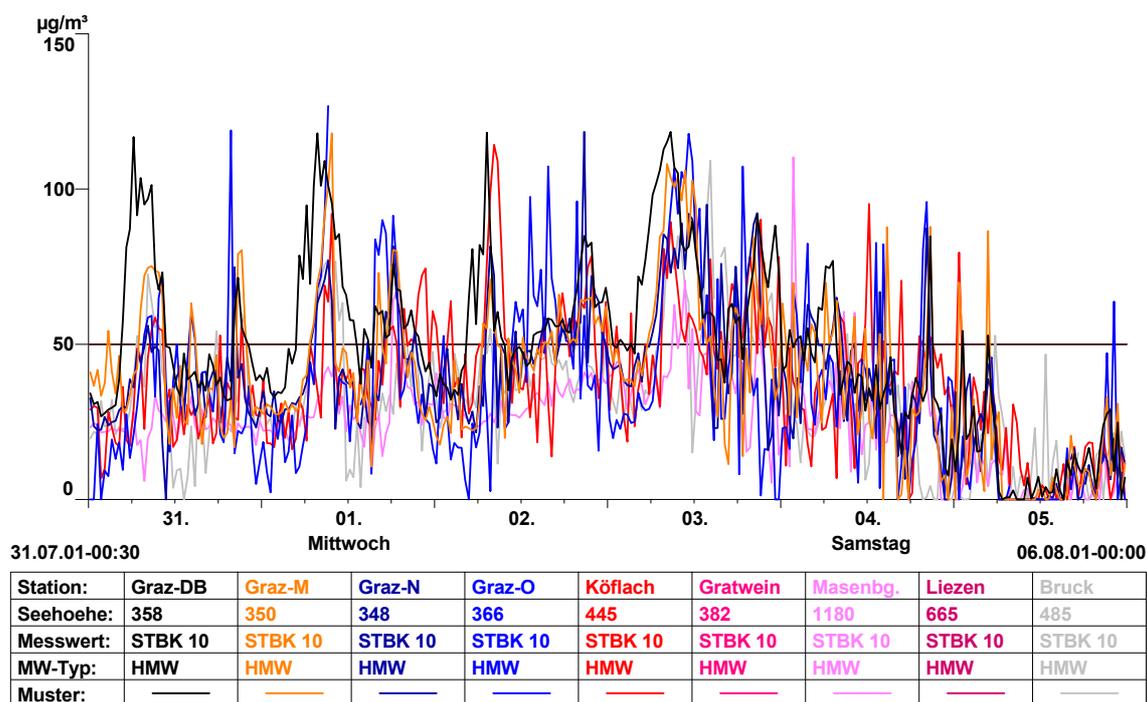


Trotz des hohen Temperaturniveaus und der für Hochsommer typischen Labilisierung zur Tagesmitte kam es ab dem letzten Julitag zu einer sukzessiven Zunahme der Staubgrundbelastung. Begünstigt wurde dies durch strahlungsbedingt stabile nächtliche Bedingungen und in den Tälern und Becken eher geringe Windgeschwindigkeiten.

Der Verlauf der Halbstundenmittelwerte zeigte einen sukzessiven Anstieg der PM 10 – Konzentrationen, bedingt durch einen nur geringen nächtlichen Rückgang (auf Grund der stabilen bodennahen Schichtung) und starke Zunahmen speziell während der Morgen- aber auch der Abendverkehrsspitze. Am 3. wurden dadurch bereits an fast allen PM 10-Stationen Grenzwertüberschreitungen registriert.

Am 4. kam es zu einem ersten leichten Rückgang der PM 10 – Konzentrationen, der sich am 5. unter beginnendem Störungseinfluss verstärkte und das Ende dieser Belastungsphase brachte. Der Rückgang am 4. bei durchaus ähnlichen Witterungsbedingungen wie an den Vortagen, wenn auch etwas rascherer Auflösung der morgendlichen stabilen Situation und dementsprechend längerer austauschreicher Phase, war dominant auf die reduzierten Emissionen aus dem Straßenverkehr aufgrund des beginnenden Wochenendes zurückzuführen.

Abbildung 31: PM 10 - Halbstundenmittelwerte zu Augustbeginn

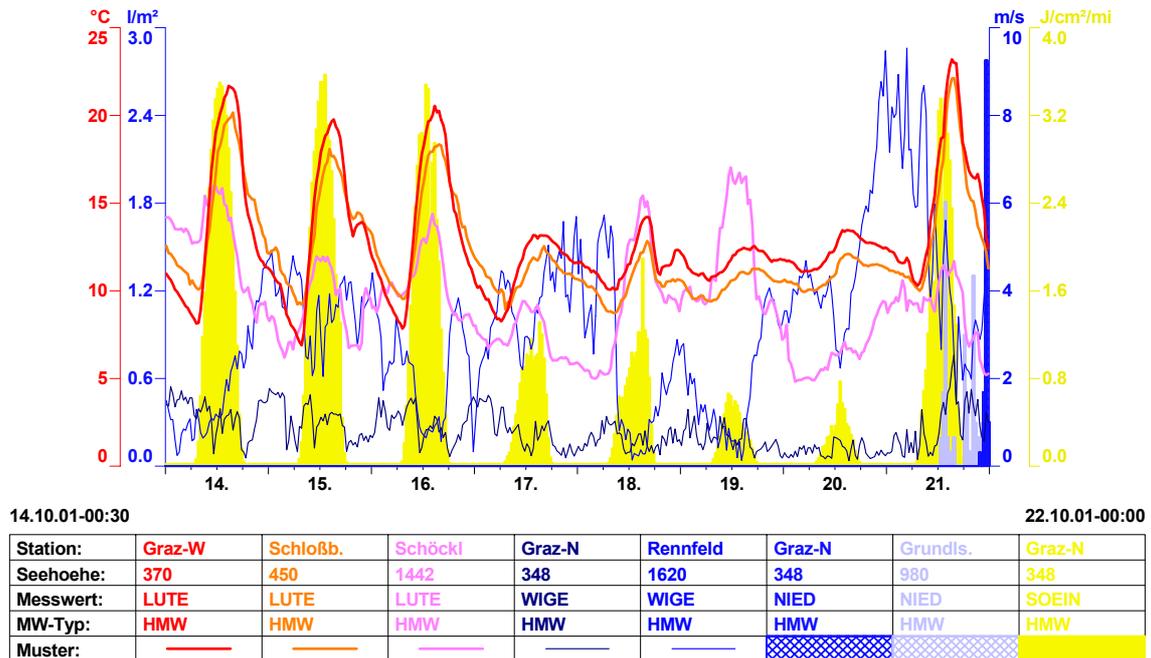


Diese PM 10 – Episode kann als durchaus typisch für diese Jahreszeit angesehen werden, eine ganz ähnliche Episode war etwa 14 Tage später unter Hochdruckeinfluss zu beobachten. Sie zeigt, dass hohe PM 10 – Belastungen in der Steiermark bei austauscharmer Witterung durchaus auch unter hochsommerlichen Bedingungen möglich sind.

Periode vom 15.10. bis 20.10.2001:

Die zweite Oktoberdekade war von hohem Luftdruck geprägt, der 10 Tage lang sehr stabiles spätherbstliches Schönwetter brachte. Lediglich in den Tälern und Becken der außeralpinen Steiermark wurde diese Situation ab dem 17. durch zunehmende Ausbildung von hartnäckigen ganztägigen Hochnebeldecken gestört, wie anhand des deutlichen Rückgangs der Temperatur-Tagesschwankung sowie der Globalstrahlung für Graz in der nachfolgenden Abbildung gut ersichtlich ist. Am 21. leitete eine Kaltfront aus Südwesten eine zyklonale Wetterphase mit Niederschlägen im ganzen Land ein.

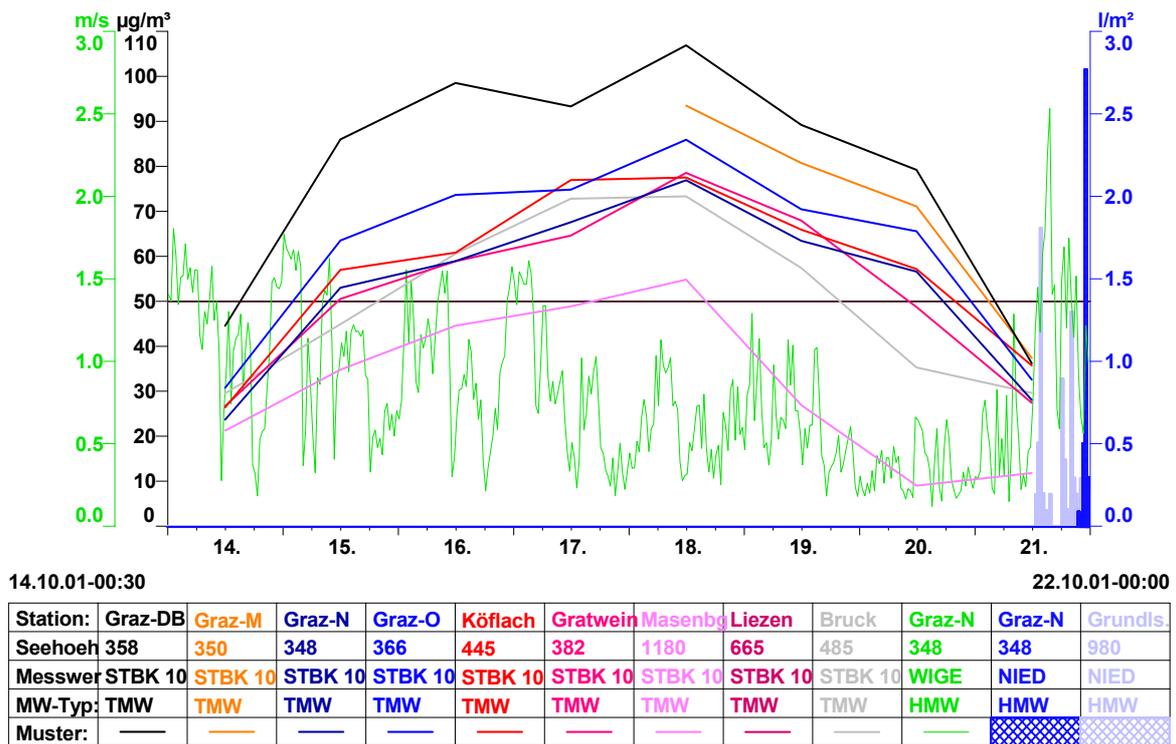
Abbildung 32: Temperatur, Windgeschwindigkeit und Niederschlag zur Oktobermitte



Wie für herbstliches Hochdruckwetter zu erwarten, herrschten besonders in der ersten Tageshälfte sehr stabile Schichtungsbedingungen vor. Dies führte zu einer verstärkten Anreicherung von Staub in den bodennahen Luftschichten und zu einer sukzessiven Zunahme des Belastungsniveaus über mehrere Tage hinweg.

Der 14. war als Sonntag noch maßgeblich von den reduzierten Emissionen des Wochenende begünstigt, der Frühverkehr des 15. führte bei schlechten Ausbreitungsbedingungen zu einem sprunghaften Anstieg der Konzentrationen. Ab dem 17. unterblieb mit der Ausbildung von Hochnebel die Bodeninversionsbildung. Die PM 10 – Konzentrationen stiegen deshalb nur mehr langsamer, trotzdem wurde am 18. noch einmal an allen Messstellen des Landes, sogar am Masenberg, der Grenzwert überschritten.

Abbildung 33: PM 10 Tagesmittelwerte Mitte Oktober

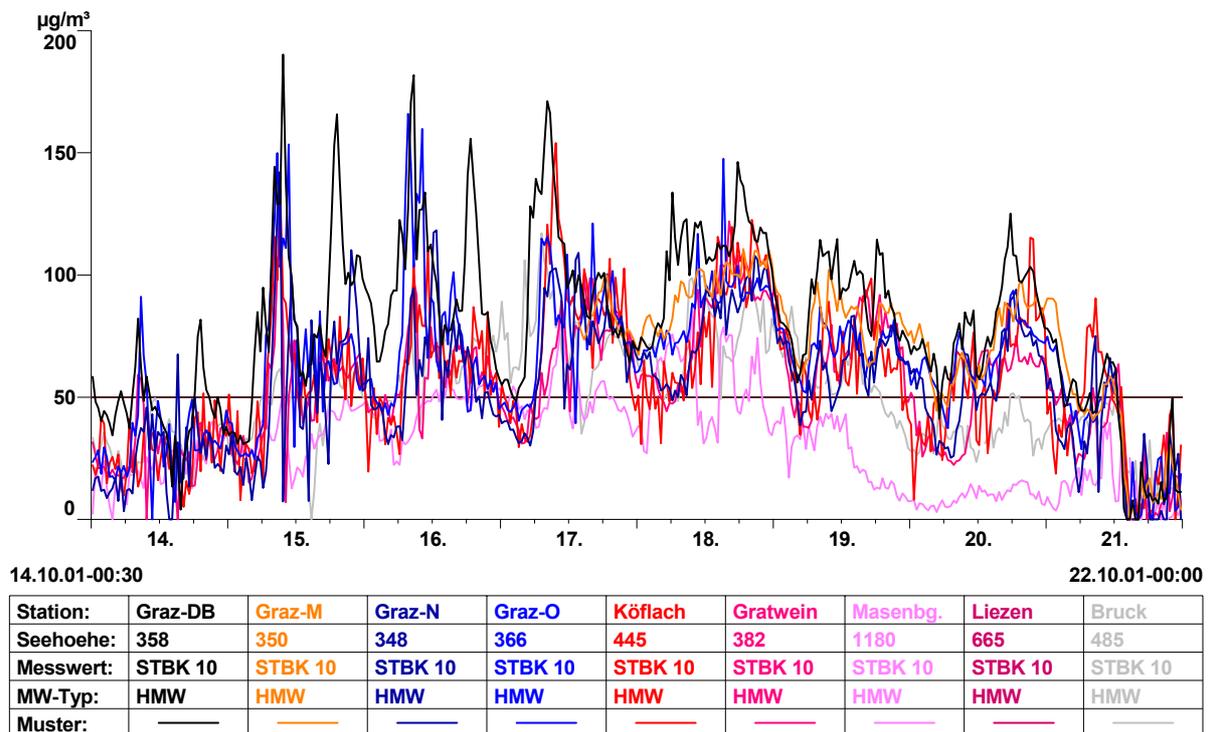


Am 19. wirkten sich die günstigeren Ausbreitungsbedingungen auch in der Luftqualität aus, die Staubkonzentrationen stagnierten und gingen in der Folge beständig zurück. Der nachfolgende 20. brachte dann in der Kombination mit den samstäglischen Emissionsreduktionen bereits einen deutlichen Rückgang der Konzentrationen, bevor die Kaltfront am 21. endgültig einen Luftmassenwechsel und das Ende dieser PM 10-Episode brachte.

Diese Episode verdeutlicht die typischen herbstlichen Entwicklungsbedingungen: Ungünstige immissionsklimatische Bedingungen in Kombination mit den Emissionen des „normalen“ Wochentags können im Herbst Staubbelastungsphasen produzieren, die auch durchaus überregionalen Charakter haben.

Die signifikante Abhängigkeit vom Wochengang der Emissionen ist wiederum als starkes Indiz für die maßgebliche Rolle des KFZ-Verkehrs innerhalb der Gruppe der potentiellen Staubemittenten anzusehen.

Abbildung 34: PM 10 Tagesmittelwerte Mitte Oktober



Periode vom 22.10. bis 3.11.2001:

Die darauffolgende Periode soll hier nur kurz betrachtet werden, weil sie neuerlich gut den Zusammenhang Witterung und Wochentag (=Emissionssituation) wieder spiegelt.

Auf die zuvor beschriebene Belastungsphase folgte eine recht turbulente Witterungsphase:

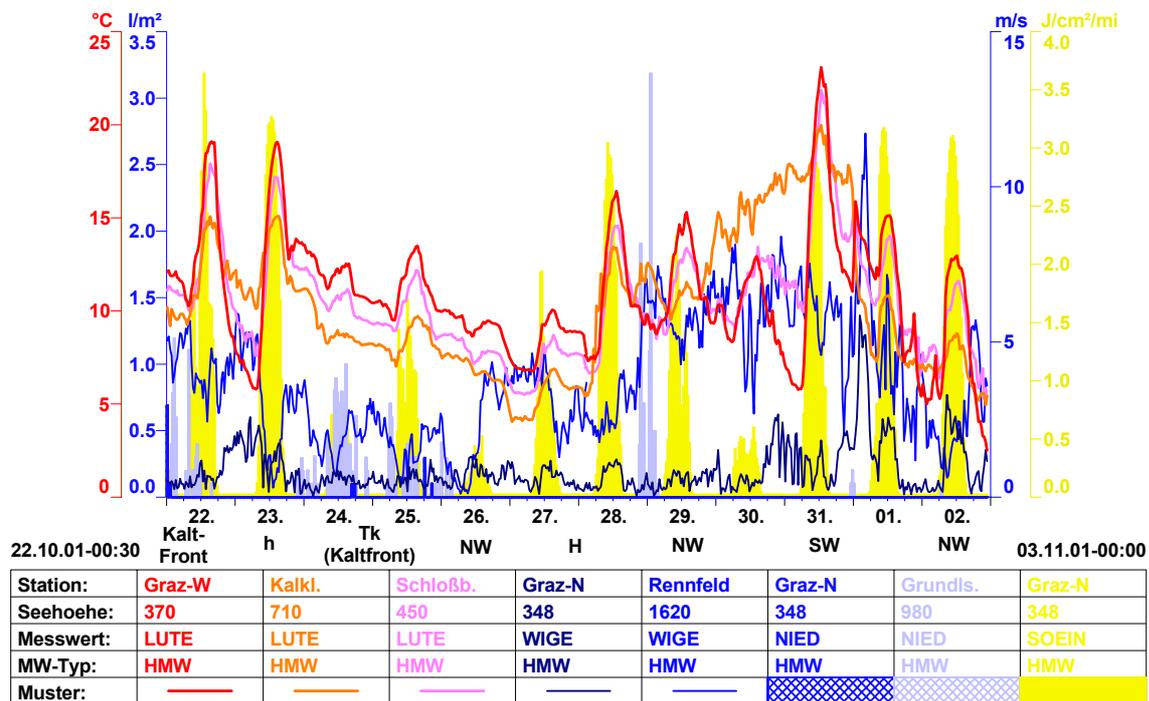
Nach dem Kaltfrontdurchgang am 21./22. und einer kurzen Zwischenbesserung am 23. streifte ab 24. neuerlich eine Kaltfront eines Tiefs nördlich der Alpen den Norden der Steiermark. Hier fielen auch durchaus nennenswerte Niederschlagsmengen, während der Süden begünstigt blieb.

Nach einer kurzen Zwischenhochpause am 27. erreichten am Folgetag in eine Nordwestströmung eingelagerte Störungen die Ostalpen und brachten Niederschläge, die den Süden wieder nicht erfassten.

Die letzten beiden Monatstage waren von schwachem Hochdruckeinfluss und mildem Südwestwind geprägt, im Süden wurden noch einmal Temperaturen um 25°C gemessen.

Zu Novemberbeginn wurde neuerlich eine Nordwestströmung wetterbestimmend. Lebhafter Wind wehte in der Steiermark in allen Höhenlagen, Niederschläge fielen allerdings insgesamt nur spärlich.

Abbildung 35: Wetterlagen, Temperatur, Windgeschwindigkeit und Niederschlag in der letzten Oktoberdekade



Nach dem Kaltfrontdurchgang und dem damit verbundenen PM 10-Rückgang des 21. blieben die Staubkonzentrationen auch an den Folgetagen bei zyklonalem, feuchtem Wetter mit guter vertikaler Durchmischung durchwegs unter den Grenzwerten. Auch nur geringe Niederschläge ließen die Konzentrationen fallweise auf eine sehr tiefes Niveau sinken (z.B. 25. im Raum Graz).

Mit zunehmendem Hochdruckeinfluss ab 26. begannen auch die Staubkonzentrationen wieder zu steigen, hier unterband aber das Wochenende 27./28. mit seinen herabgesetzten Emissionen vorerst einen weiteren Anstieg. Die neue Woche begann dann unter mildem Nordwestwetter im Süden mit Aufgleiteneffekten, die zu ungünstigen Mischungsbedingungen und, gemeinsam mit den Emissionen des Wochenbeginns, zu Zunahmen der PM 10-Konzentrationen führten. Mit Schwenk der Strömung auf Südwest und Heranfuhr noch milderer Luftmassen verstärkten sich diese Aufgleitversionen noch, zusammen mit morgendlichen Strahlungs-Bodeninversionen ergaben sich vor allem am 30. sehr ungünstige Ausbreitungsbedingungen und dementsprechend erhöhte PM 10 – Belastungen mit Grenzwertüberschreitungen an fast allen Messstationen.

Am 31. labilisierte sich die Atmosphäre nach sehr kräftigen morgendlichen Inversionen rasch und ermöglichte um die Mittagszeit eine vollständige Durchmischung der bodennahen Luftschichten, was sich sofort in merklichen Rückgängen der PM 10 – Konzentrationen niederschlug.

Der 1. November profitierte dann sowohl von den nunmehr günstigen Ausbreitungsbedingungen (keine morgendliche Inversionsbildung) als auch vor allem von den feiertagsbedingt reduzierten Verkehrsemissionen. Die Konzentrationen sanken bis zum Allerheiligenmorgen allgemein auf unter 10 µg/m³.

Abbildung 36: PM 10 Tagesmittelwerte in der letzten Oktoberdekade

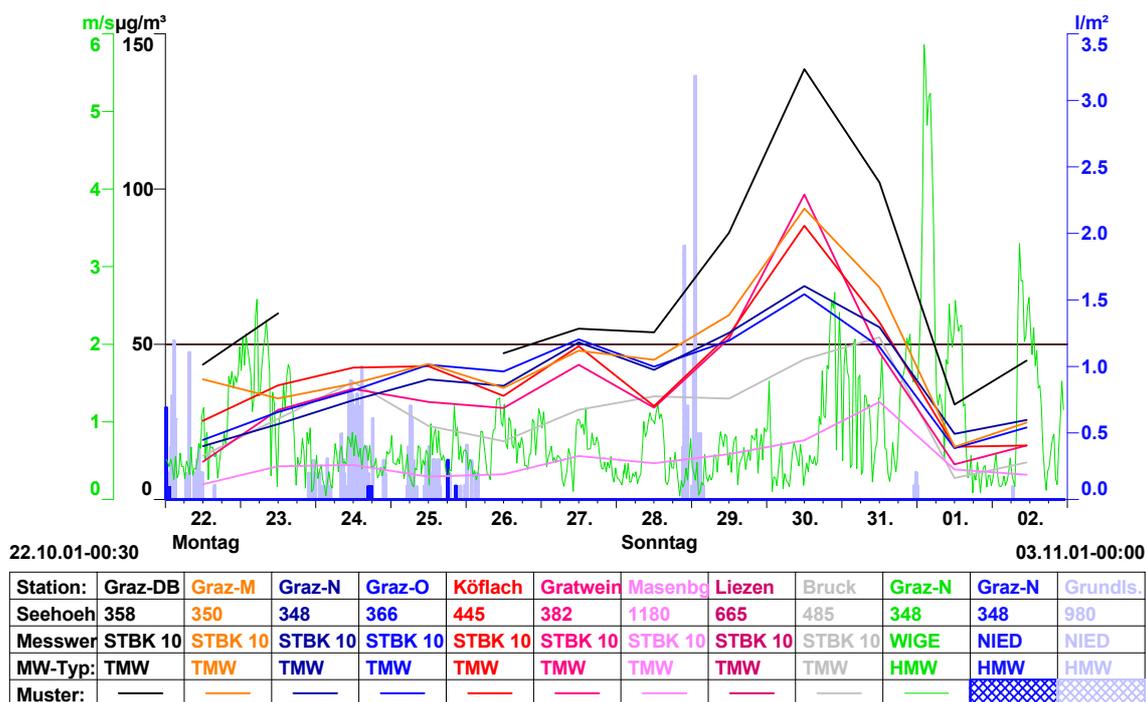
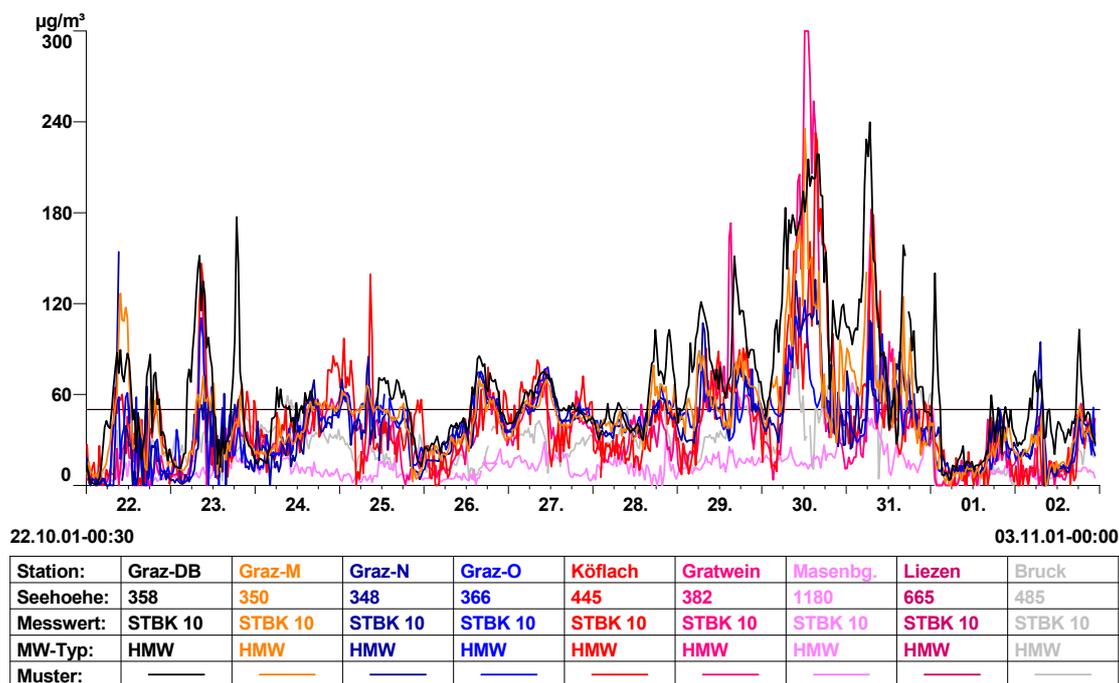


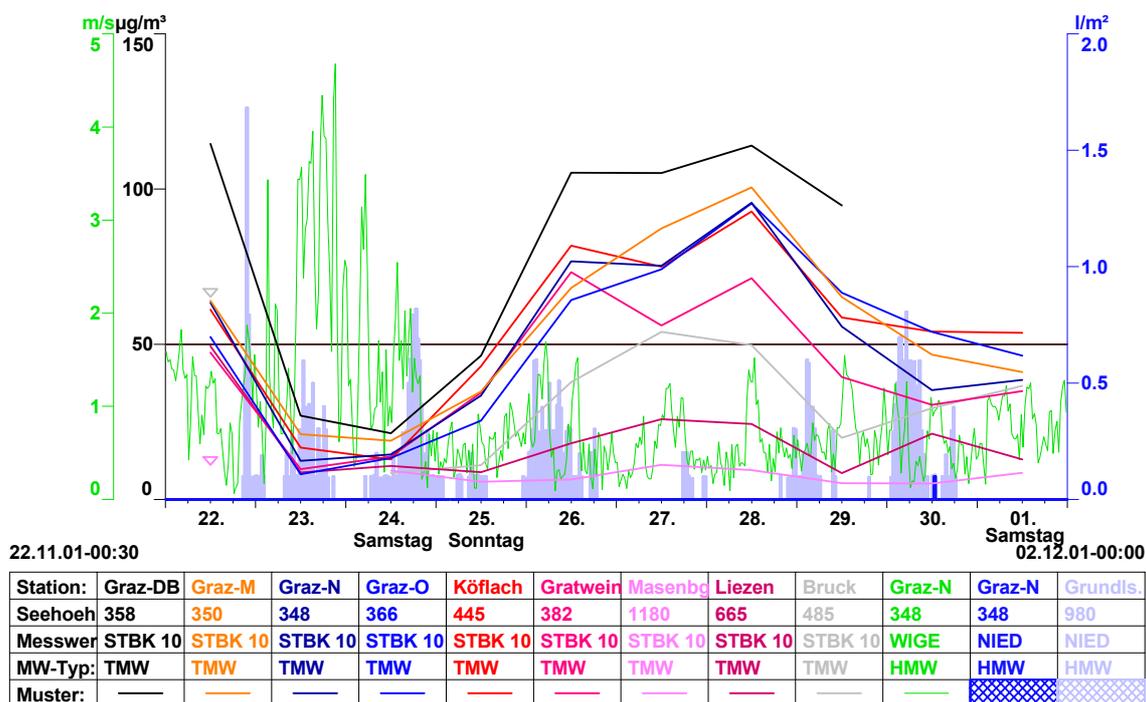
Abbildung 37: PM 10 Halbstundenmittelwerte in der letzten Oktoberdekade



Periode vom 22.11. bis 1.12.2001:

Das Novemberende stand neuerlich unter dem Eindruck erhöhter Staubbelastungen, die aber einen klaren regionale Bezug hatten. An den außeralpinen Stationen wurden von 26. bis 29. durchwegs Überschreitungen des Grenzwertes registriert. Nach Norden hin nahmen die Belastungen zusehends ab, an der Messstelle Bruck wurde nur mehr eine Überschreitung registriert, in Liezen (und auch am Masenberg) blieben die Konzentrationen deutlich darunter.

Abbildung 38: PM 10 - Tagesmittelwerte im Zeitraum 22.11. bis 1.12.



Diese regionale Differenzierung war primär witterungsklimatisch begründet. Die Periode stand unter dominantem Einfluss von zyklonalem Strömungswetter aus dem Nordwest- bis Nordsektor mit häufigen Störungsdurchgängen, das die Steiermark in zwei unterschiedliche Witterungs- und daher Belastungsprovinzen teilte.

In den Staulagen der Obersteiermark blieb es an keinem einzigen Tag niederschlagsfrei, es herrschten insgesamt die bei „Schlechtwetter“ üblichen guten Ausbreitungsbedingungen.

Der Süden blieb im Lee der Alpen wettermäßig begünstigt und fast völlig trocken. Die Temperaturen blieben in den Tallagen recht konstant im Bereich um den Gefrierpunkt, während die Höhen je nach Luftzufuhr stärkere Schwankungen aufwiesen. Die Tal- und Beckenlagen blieben darüber hinaus im Gegensatz zum Mittel- und Hochgebirge sehr windschwach, was die Bildung von nächtliche Strahlungsinversionen begünstigte.

Das Wochenende 24./25.11. war noch durch den freitägigen Durchzug einer Kaltfront geprägt, die zwar im Süden keine Niederschläge, aber doch einen Luftmassenwechsel brachte, wobei die PM 10 – Konzentrationen am Sonntag trotz der reduzierten Emissionen aufgrund starker morgendlicher Bodeninversionen schon wieder zu steigen begannen.

Mit Wochenbeginn gelangten nach einem Warmfrontdurchgang in der Nacht auf Montag den 26. deutlich mildere Luftmassen in den Ostalpenraum. Bei sehr windschwachen Bedingungen in den Tälern und Becken sowie großer Inversionsbereitschaft kam es südlich der Alpen zu einem raschen Anstieg der PM 10 – Konzentrationen, sodass hier bereits am 26. an allen Stationen Grenzwertüberschreitungen registriert wurden. Ab der Norischen Senke (Mur-Mürz-Furche) begünstigte der Störungseinfluss die lokalen Ausbreitungsbedingungen, sodass hier deutlich günstigere

lufthygienische Bedingungen herrschten und die PM 10 – Werte deutlich niedriger blieben.

Diese Belastungsphase dauerte bis zum 29., an dem eine starke mittägliche Labilisierung auch im Süden einen ersten Belastungsrückgang brachte. Ein (hier nur schwacher) Warmfrontdurchgang am 30. brachte eine weitere Labilisierung und einen deutlichen Rückgang der Konzentrationen, die zu Dezemberbeginn trotz Hochdruckeinflusses wochenendbedingt vorerst auf einem geringen Niveau blieben.

Abbildung 39: Wetterlagen, Temperatur, Windgeschwindigkeit und Niederschlag im Zeitraum 22.11. bis 1.12.

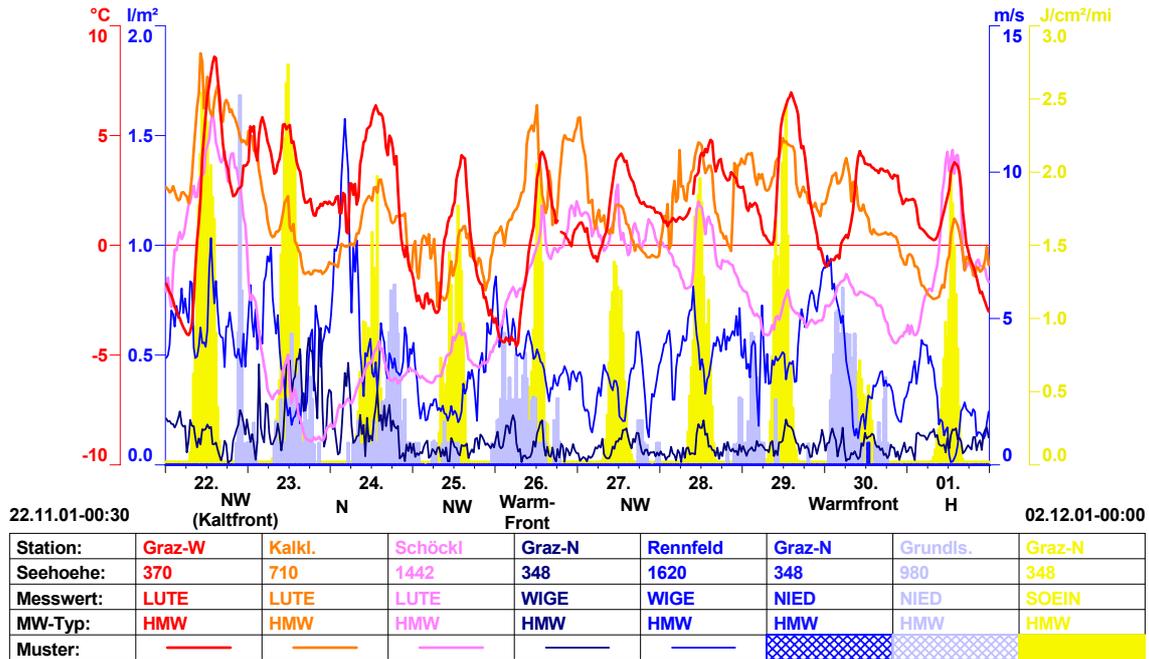
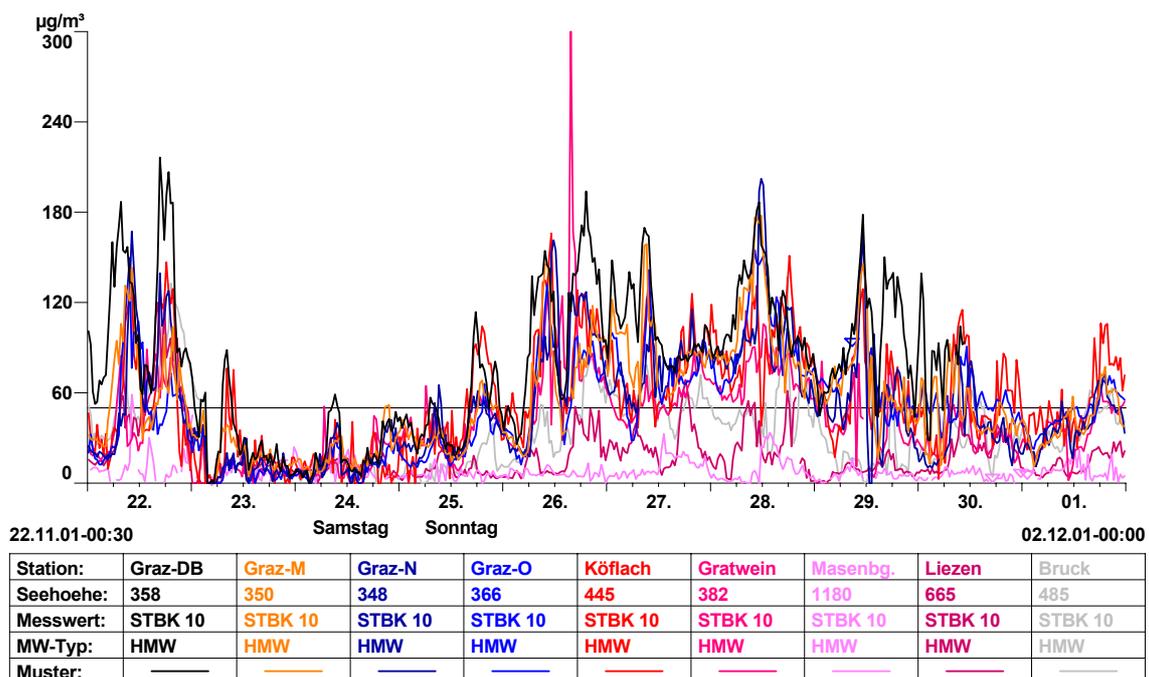


Abbildung 40: PM 10 - Halbstundenmittelwerte im Zeitraum 22.11. bis 1.12.



Periode vom 2. bis 13.12.2001:

Die erste Dezemberhälfte war durch einen sehr abwechslungsreichen Wetterlagenverlauf gekennzeichnet. Wie für diesen Witterungsgang zu erwarten, unterlag auch der PM 10 -Konzentrationsverlauf großen Schwankungen.

Abbildung 41: Wetterlagen, Temperatur, Windgeschwindigkeit und Niederschlag im Zeitraum 2.12. bis 13.12.

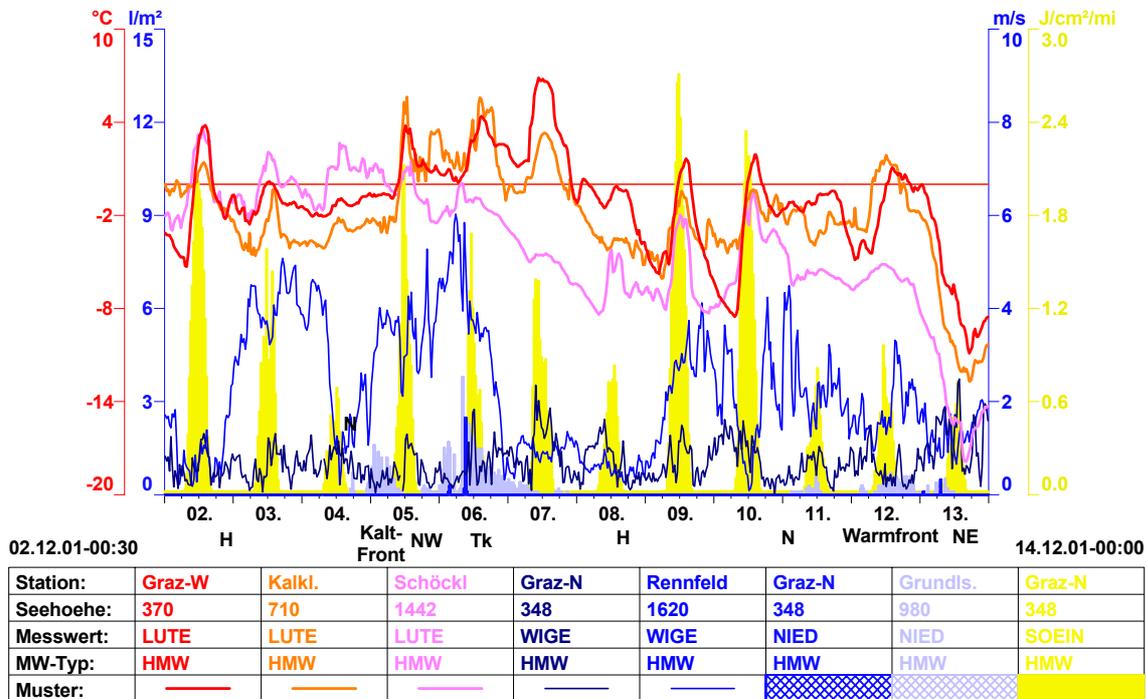
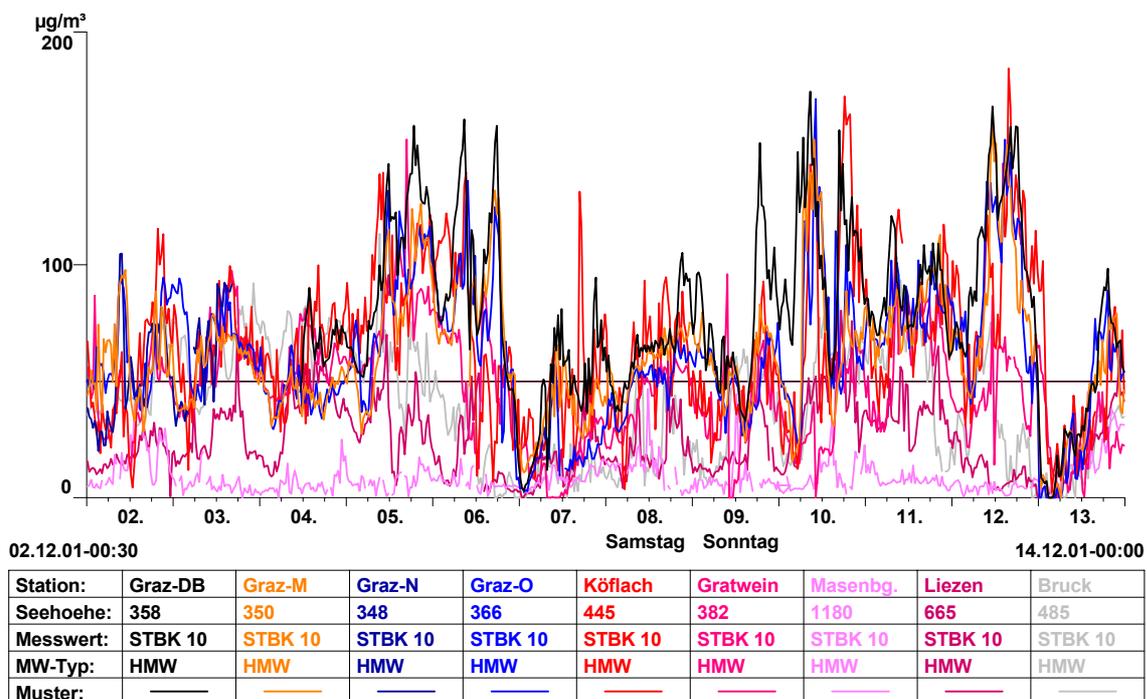


Abbildung 42: PM 10 - Halbstundenmittelwerte im Zeitraum 2.12. bis 13.12.



Zu Dezemberbeginn herrschten unter schwachem Hochdruck sehr unterschiedliche Wetterbedingungen. Teils war es sonnig (Ennstal), teils bildeten sich ab dem 3. Hochnebeldecken und es blieb trüb (Raum Graz). Mit der Hochnebelbildung kam es auch zu einer Nivellierung der Tagesgänge sowohl der Temperatur als auch der Feinstaubkonzentrationen. Diese Situation reichte aus, um in sämtlichen Siedlungsgebieten der Steiermark mit Ausnahme des Ennstales zu Grenzwertüberschreitungen zu führen.

Am Abend des 4. streifte eine Störung den Alpennordrand. Südlich der Niederen Tauern blieb es trocken und es stellten sich stabile Schichtungsbedingungen ein, die hier zu einem raschen Anstieg der PM 10 – Konzentrationen führten. Dementsprechend war ein klarer Gradient Vorland – Norische Senke – Ennstal erkennbar.

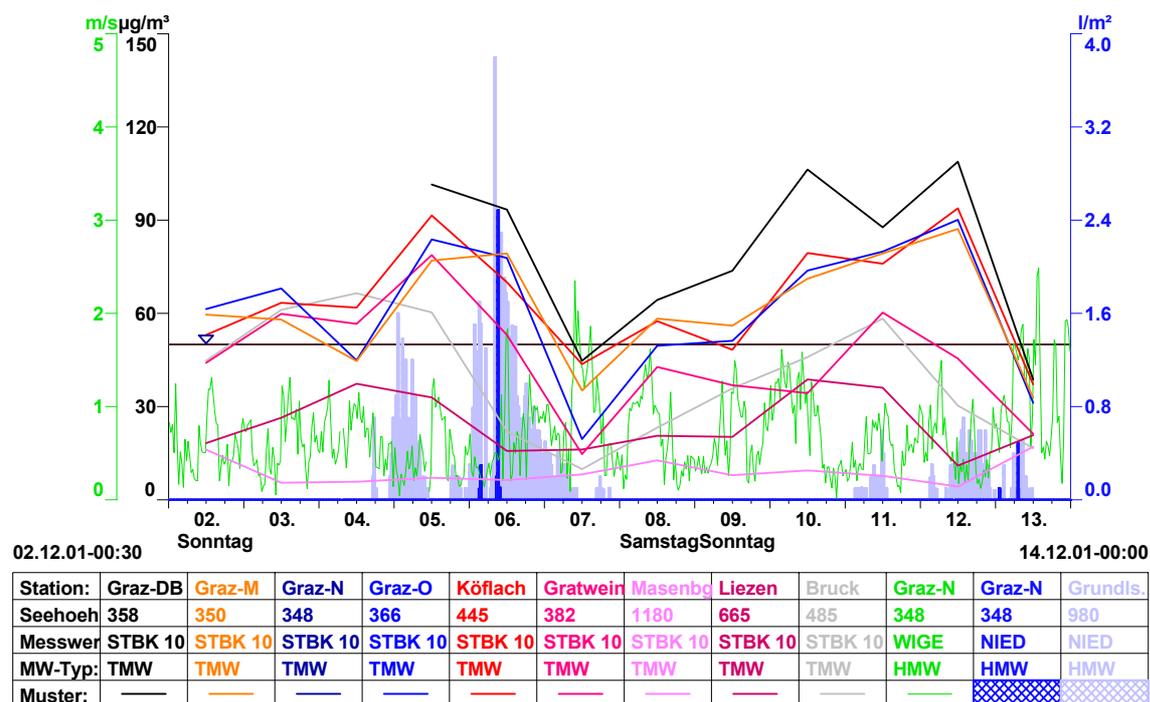
An den beiden folgenden Tagen überquerte ein Tief die Ostalpen von Nordwesten her. Obwohl es nur im Norden wirklich erhebliche Niederschläge brachte, kam es doch auch in den Becken und Tälern des Südens zu einem Wechsel der dort lagernden Luftmassen, was zu einem raschen Rückgang der PM 10 – Konzentrationen im gesamten Land führte.

Nach Abzug des Tiefdruckgebietes dehnte sich ab 8. ein Ausläufer eines Russland-Hochs bis nach Österreich aus. Mit zunehmendem Luftdruck und deutlich fallenden Temperaturen setzte auch die nächtliche Inversionsbildung wieder verstärkt ein. Damit verbunden kam es auch wieder zu einem Anstieg der PM 10 – Konzentrationen, der jedoch durch die reduzierten Wochenendmissionen am 8. und 9. nicht allzu massiv ausfiel. Trotzdem wurde schon an diesem Wochenende an einigen Messstellen der Grenzwert überschritten.

Mit Beginn der Arbeitswoche stiegen die Konzentrationen dann bereits mit der morgentlichen Frühverkehrsspitze drastisch an. Die Konzentrationen blieben an den folgenden Tagen hoch, auch ein schwach wirksamer Warmfrontdurchgang mit Bewölkung am 11. und 12. brachte nur einen leichten Rückgang. Begünstigt war auch in diesem Zeitraum die Obersteiermark.

Im Laufe des 13. drehte die Strömung: aus Nordosten floss trockenkalte Polarluft nach Österreich und führte in allen Höhen der Steiermark zu einem Temperatursturz um über 10 ° Celsius. Damit verbunden war ein allgemeiner Luftmassenwechsel, der zu einem Abtransport der belasteten Luftmassen und einer vorübergehenden Entlastung führte.

Abbildung 43: PM 10 - Tagesmittelwerte im Zeitraum 2.12. bis 13.12.



5.3.2 Beschreibung der Emissionssituation

Da spezifische und ortsbezogene Daten über die Emissionssituation von Partikeln in den betroffenen Gebieten noch nicht vorliegen, wird auf die allgemeinen Ausführungen bezüglich der Emissionen von Stäuben in Kapitel 7 verwiesen.

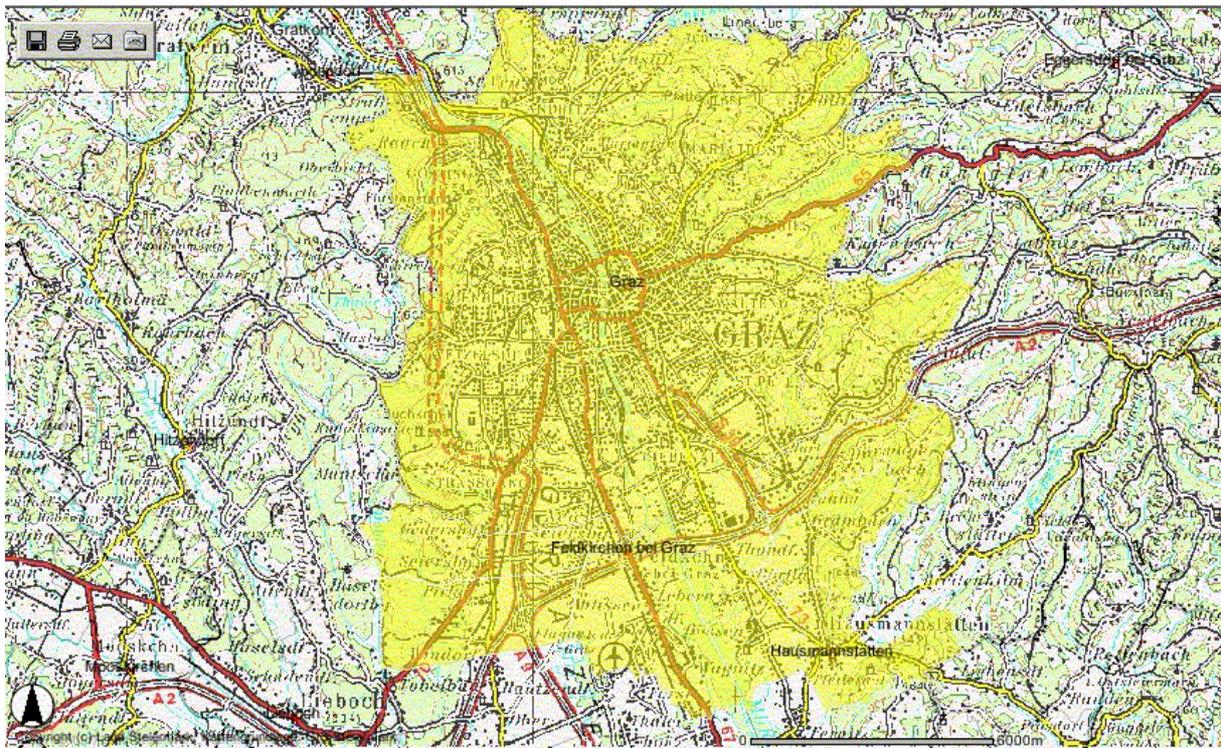
5.3.3 Voraussichtliches Sanierungsgebiet

Die Belastung mit Feinstaub ist wie die Erfahrungen der Jahre 2001 bis 2003 deutlich gezeigt haben, kein lokales Phänomen, das sich eng an konkrete Emissionen binden lässt. Einerseits verhalten sich Feinstaubteilchen in der Atmosphäre inert, das heißt, dass einmal in Luft gebrachte Teilchen dort einige Tage verweilen und dabei weitertransportiert werden können. Andererseits bilden sich Partikel als sekundäre Aerosole aus gasförmigen Luftschadstoffen, oft weit von deren Quelle entfernt.

Maßnahmen, die zur nachhaltigen Reduktion der Feinstaubbelastung führen, dürfen also nicht nur eng begrenzt gesetzt werden.

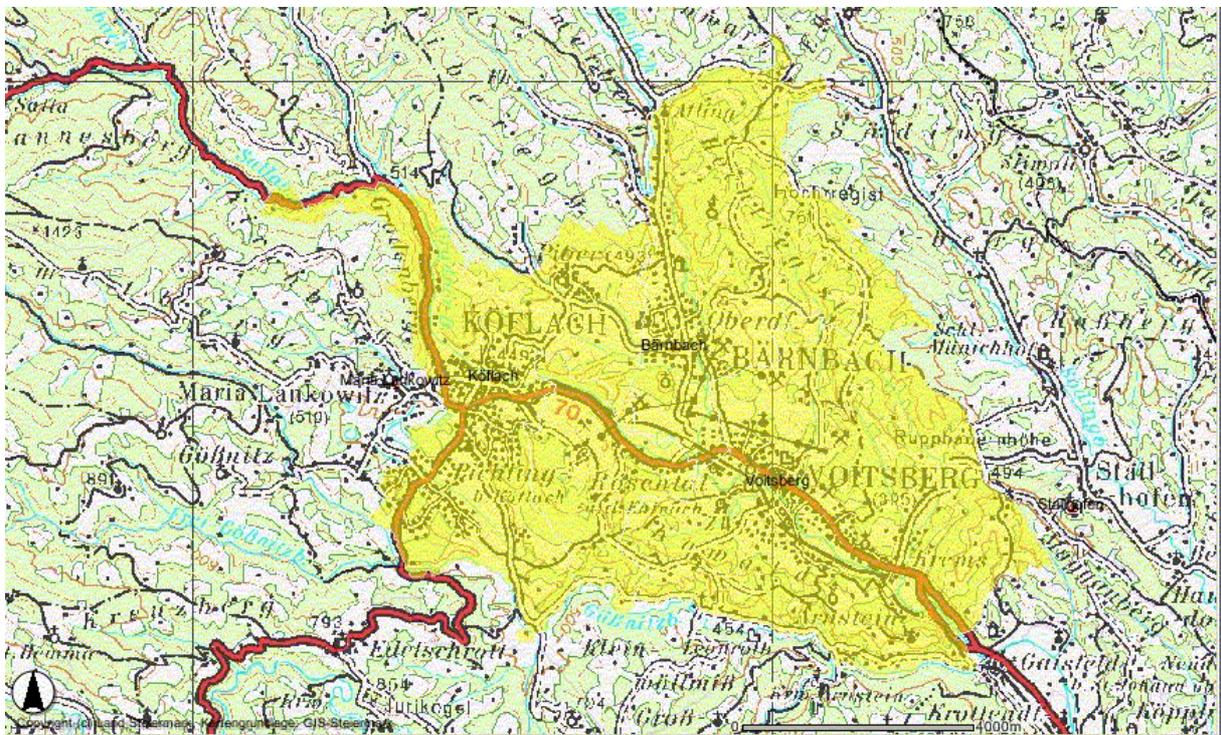
Der vorläufige Vorschlag, der auf dem jetzt vorhandenen Wissen aufbaut, schlägt für den Raum Graz jenes Gebiet vor, das in einer Verordnung zum UVP-Gesetz über belastete Gebiete (Luft) (BGBl. II Nr. 296/2002) festgelegt ist. Es umfasst das Stadtgebiet von Graz, die Gemeindegebiete von Feldkirchen bei Graz, Gössendorf, Grambach, Hart bei Graz, Hausmannstätten, Pirka, Raaba und Seiersberg

Abbildung 44: Vorgeschlagenes Sanierungsgebiet Großraum Graz



Im Bereich Köflach werden die Gemeinden des Voitsberger Beckens, das sind Voitsberg, Köflach, Rosental an der Kainach und Bärnbach genannt.

Abbildung 45: Vorgeschlagenes Sanierungsgebiet Voitsberger Becken



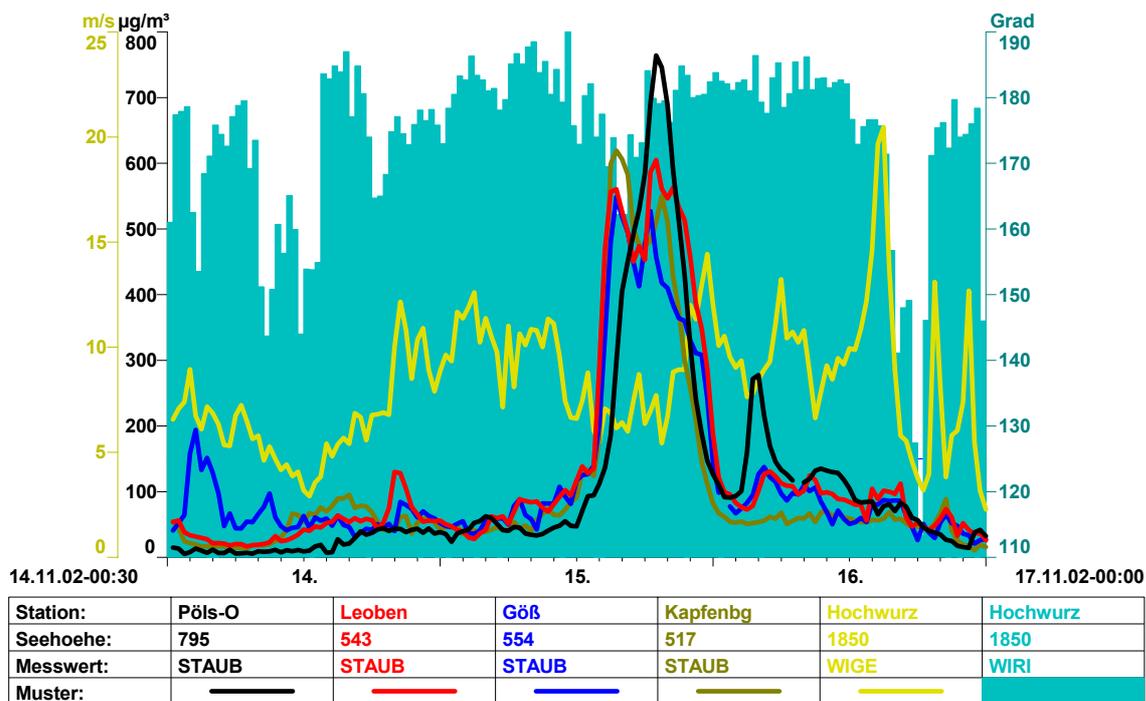
6 Stuserhebungen für das Jahr 2002

6.1 Überschreitungen des Grenzwertes für Schwebstaub an den Messstellen Pöls Ost, Kapfenberg, Leoben und Leoben-Göss im Jahr 2002

Die **Schwebstaub TSP**-Überschreitungen in der **Obersteiermark** wurden durch eine besondere meteorologische Situation verursacht, die als **singuläres Ereignis** einzustufen ist.

Zur Monatsmitte des November wurde während einer lebhaften Südströmungswetterlage mit warmen stürmischen Winden auch Staub aus den ariden Gebieten Nordafrikas nach Europa verfrachtet, der am 15. in weiten Teilen der Steiermark, im Ennstal auch noch am 16., kurzfristig zu sehr hohen Staubsitzen führte. Die höchsten Werte, die sich auch in hohen Tagesmittelwerten niederschlugen, wurden dabei in der Obersteiermark registriert.

Abbildung 46: Schwebstaub-Grenzwertüberschreitung am 15.11.2002 in der Obersteiermark



6.2 Überschreitungen des Grenzwertes für Schwebstaub in Graz und in Weiz im Jahr 2002

6.2.1 Darstellung der Immissionssituation in Graz

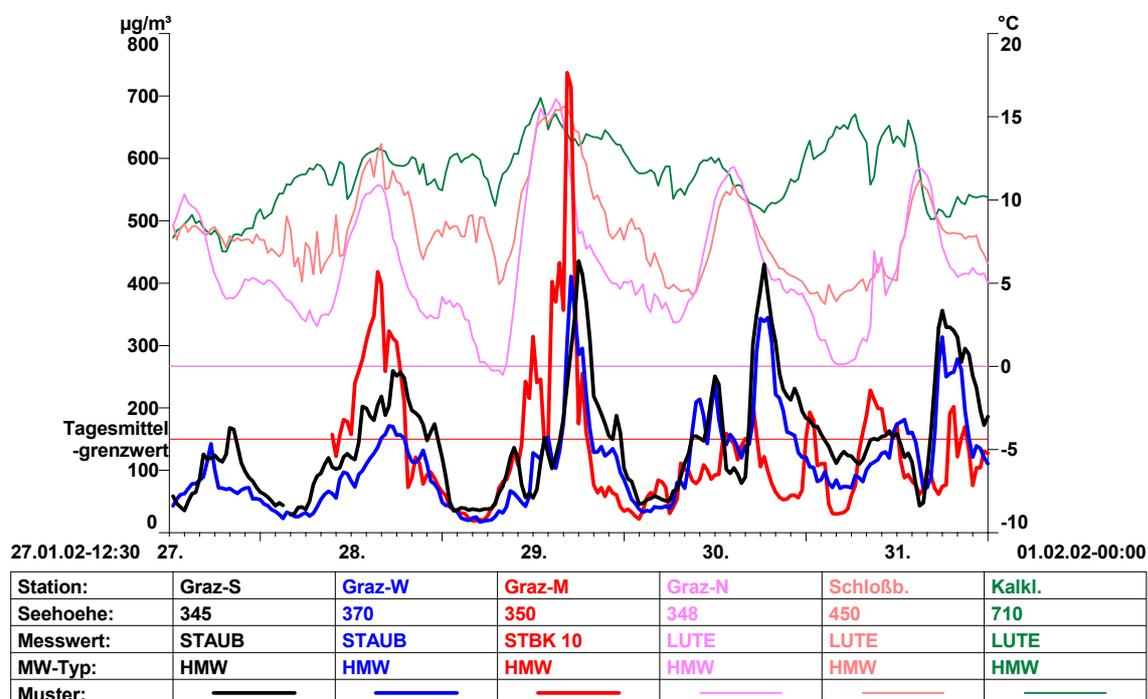
Im Raum Graz wurden 2002 Grenzwertüberschreitungen für Schwebstaub TSP und Stickstoffdioxid registriert. Sämtliche Überschreitungen traten in der zweiten Jännerhälfte auf. Diese Situationen fielen in eine allgemeine lufthygienische Belastungsphase, die sich auch in hohen PM 10 – Werte manifestierte und vorwiegend immissionsmeteorologisch zu begründen war:

Zu Beginn der letzten Monatsdekade lag eine stürmische Nordwestströmung über den Ostalpen und führte milde Luftmassen ins Land. Während am Alpennordrand ergiebige Niederschläge fielen, blieb es im Raum Graz aufgelockert und trocken, das Temperaturniveau stieg um fast 10 °C an. Ab dem 24. drehte die Strömung für den Rest des Monats auf West. Milde Atlantikluft mit kräftiger Tageserwärmung ließ die Temperaturen noch weiter auf fast schon frühlingshafte Werte steigen, das Niederschlagsgeschehen spielte sich weiterhin im Alpenraum ab. Durch das Aufgleiten der milden Luftmassen auf die lokal lagernde kältere Luft traten in diesem letzten Monatsdrittel in den Tieflagen fallweise ganztägige Inversionen auf, die vor allem in den Beckenlagen zu schlechten Ausbreitungsbedingungen mit verstärkter Schadstoffanreicherung in Bodennähe führten (21., 28. bis Monatsende).

Diese Inversionen lösten sich nur zur Mittagszeit kurz auf, ohne aber unter isothermen Bedingungen wirklich eine Durchmischung der Atmosphäre zu erlauben. Dadurch kam es zu einer konsequenten Schadstoffanreicherung in den bodennahen Luftschichten, die sich auch in einer fortlaufenden Erhöhung des nächtlichen Konzentrationsniveaus äußerte.

Aufgrund dieser meteorologischen Rahmenbedingungen wurde am 30. und 31.1. der Tagesmittelgrenzwert für Schwebstaub TSP an der Station Graz Süd überschritten, auch die Werte an der zweiten Grazer TSP-Messstelle Graz-West blieben nur wenig darunter.

Abbildung 47: Schwebstaub-Grenzwertüberschreitung am 30. und 31.1.2002 in Graz-Süd



6.2.2 Darstellung der Immissionssituation in Weiz

Die Messstelle Weiz registriert mit großer Kontinuität eine jährliche Überschreitung des Schwebstaub-Grenzwertes. 2002 wurde diese während der Belastungsphase Ende Jänner registriert.

Während der erwähnt austauscharmen Witterungsphase im letzten Jännerdrittel wurden in Weiz immer wieder hohe TSP-Spitzen (29.1. 586 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) gemessen. Am 30. blieben die Werte nach einer deutlichen Nachtabsenkung untertags überdurchschnittlich lange auf einem erhöhten Niveau, was zur Grenzwertüberschreitung mit einem Tagesmittelwert von 152 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ führte.

Zum Zeitpunkt der erhöhten Staubkonzentrationen herrschte an der Station bei geringen Windgeschwindigkeiten eine nördliche Windrichtung vor. Die Windsituation und der Parallelverlauf mit den Konzentrationen von Stickstoffmonoxid und -dioxid deuten auf einen maßgeblichen Einfluss der nahen, stark verkehrsfrequentierten Kreuzung Birkfelder Straße / Kapruner-Generator-Straße hin. Dies entspricht auch den Erfahrungen mit erhöhten Staubimmissionen am Messstandort Weiz in den letzten Jahren. Es ist daher auch für die Grenzwertüberschreitung 2002 auszugehen, dass Staubemissionen aus dem Straßenverkehr für die hohen Staubwerte verantwortlich waren.

Abbildung 48: Schwebstaub-Grenzwertüberschreitung am 30.1.2002 an der Messstelle Weiz

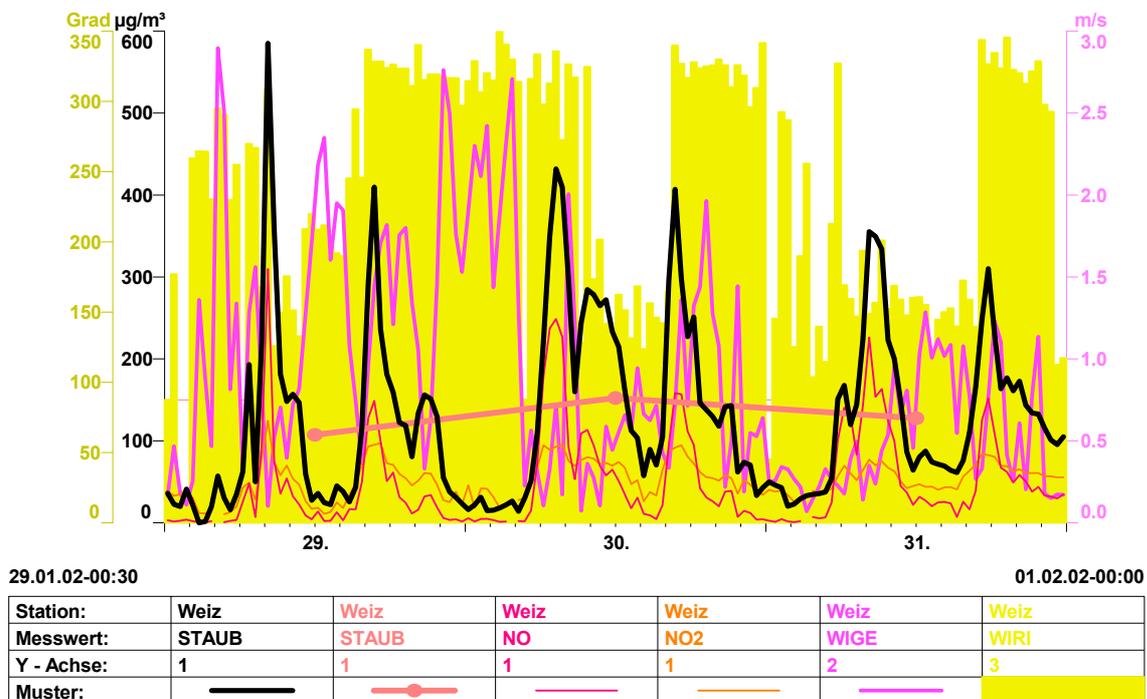


Tabelle 8: Konzentrationen an Schwebstaub (TSP), Tagesmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

	Graz-Süd	Graz-West	Voitsberg	Weiz	Deutschlandsberg
28.01.02	134	84	70	80	41
29.01.02	134	107	85	107	56
30.01.02	162	143	127	152	91
31.01.02	176	137	113	128	76

6.2.3 Beschreibung der Emissionssituation

Da spezifische und ortsbezogene Daten über die Emissionssituation von Partikeln in den betroffenen Gebieten noch nicht vorliegen, wird auf die allgemeinen Ausführungen bezüglich der Emissionen von Stäuben in Kapitel 7 verwiesen.

6.3 Überschreitungen des Grenzwertes für Stickstoffdioxid am in Graz im Jahr 2002

Bereits im Jahr 1999 wurden Überschreitungen des Grenzwertes von Stickstoffdioxid im Raum Graz registriert. Damit war eine Stuserhebung zu erarbeiten, die im Jahr 2000 veröffentlicht worden ist [STATUSERHEBUNG 1999]. Neue Datengrundlagen, die eine Überarbeitung der damals getroffenen Aussagen erforderlich machen würden, liegen nicht vor. Daher werden im Folgenden nur jene Situationen beschrieben, in denen die erhöhten Belastungen aufgetreten sind.

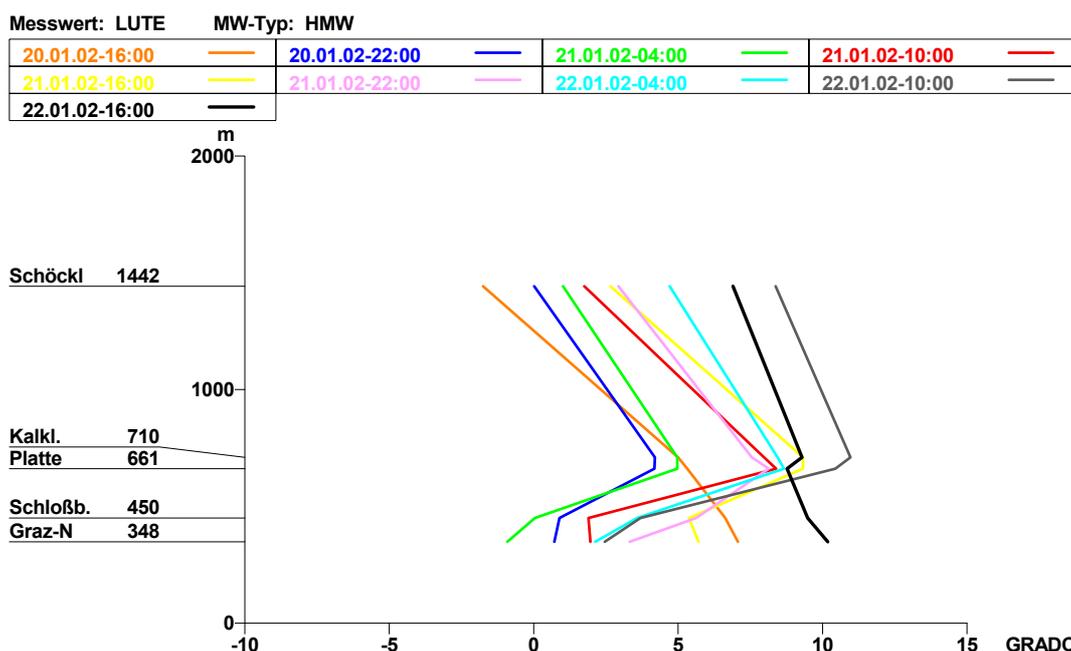
Nachdem die Stickstoffdioxidwerte in den Jahren 2000 und 2001 im gesamten Land durchwegs unter dem Grenzwert geblieben waren, wurden 2002 in Graz wieder Überschreitungen registriert. Diese traten in der oben beschriebenen Belastungsphase auf und wurden am 21. und 29.1. an der Station Graz Mitte gemessen.

Verursacht wurden die Phasen mit hoher Immissionsbelastung durch schlechte Ausbreitungsbedingungen, die die Durchmischung der bodennahen Atmosphäre stark behinderten und hier zu einer verstärkten Schadstoffanreicherung führten.

6.3.1 Schadstoffverläufe am 21.1.2002

Wie häufig bei West oder Nordwestwetter bildeten sich im Lee der Alpen ab dem 19. in den Tal- und Beckenlagen in überwiegend klaren Nächten Bodeninversionen, die am Sonntag dem 20. durch die reduzierten Wochenendmissionen bedingt aber noch keine stärkeren Auswirkungen hatten.

Abbildung 49: Temperaturvertikalprofil über Graz am 21.1.2002



Am Montag dem 21. verursachten die Verkehrsemissionen des Frühverkehrs zum Wochenbeginn zusammen mit kräftigen Inversionen bereits in den Morgenstunden rasche Anstiege der Stickstoffmonoxidkonzentrationen. Zudem löste sich die Inversion den gesamten Tag über nicht auf. Dadurch kam es untertags nicht zu dem üblicherweise zu Mittag einsetzenden Rückgang der NO-Konzentrationen, sondern zu einem stetigen weiteren Anstieg mit Maximum zur Abendverkehrsspitze.

Vergleichbar verlief auch der Tagesgang der Stickstoffdioxid-Konzentrationen, der ebenfalls untertags eine sukzessive Anreicherung mit Maximum am Abend zeigte. Dabei wurden an der Messstelle Graz Mitte zwischen 14:30 und 16:00 Uhr 3 Halbstundenmittelwerte über dem IG-L – Grenzwert von 200 µg/m³ NO₂ registriert. Auch an den Stationen Süd und Don Bosco erreichten die Maxima Werte über 190 µg/m³, der Grenzwert wurde aber eingehalten.

Abbildung 50: Stickstoffmonoxidkonzentrationen in Graz im Zeitraum von 20. – 22.1.2002

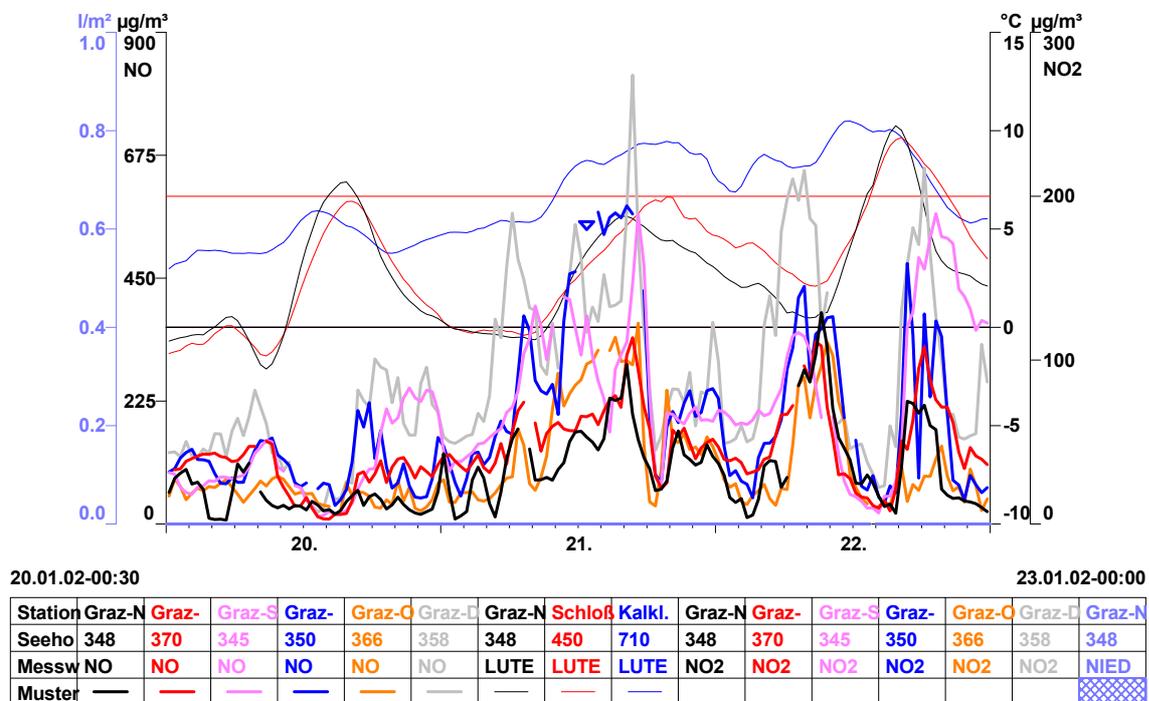
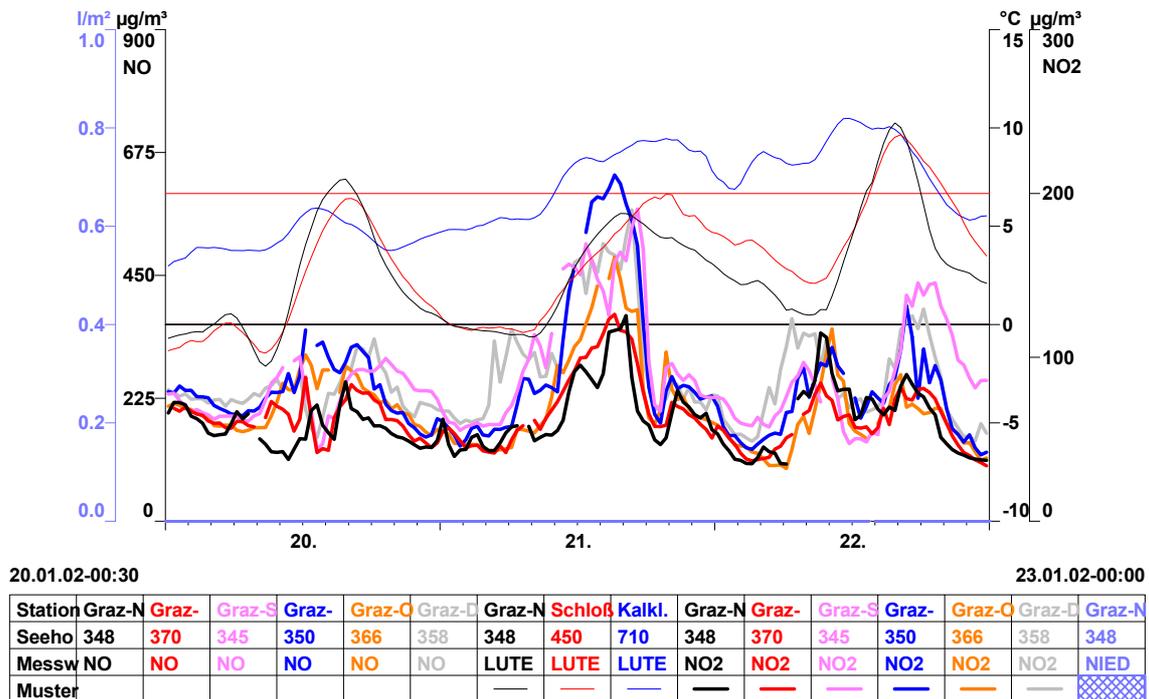


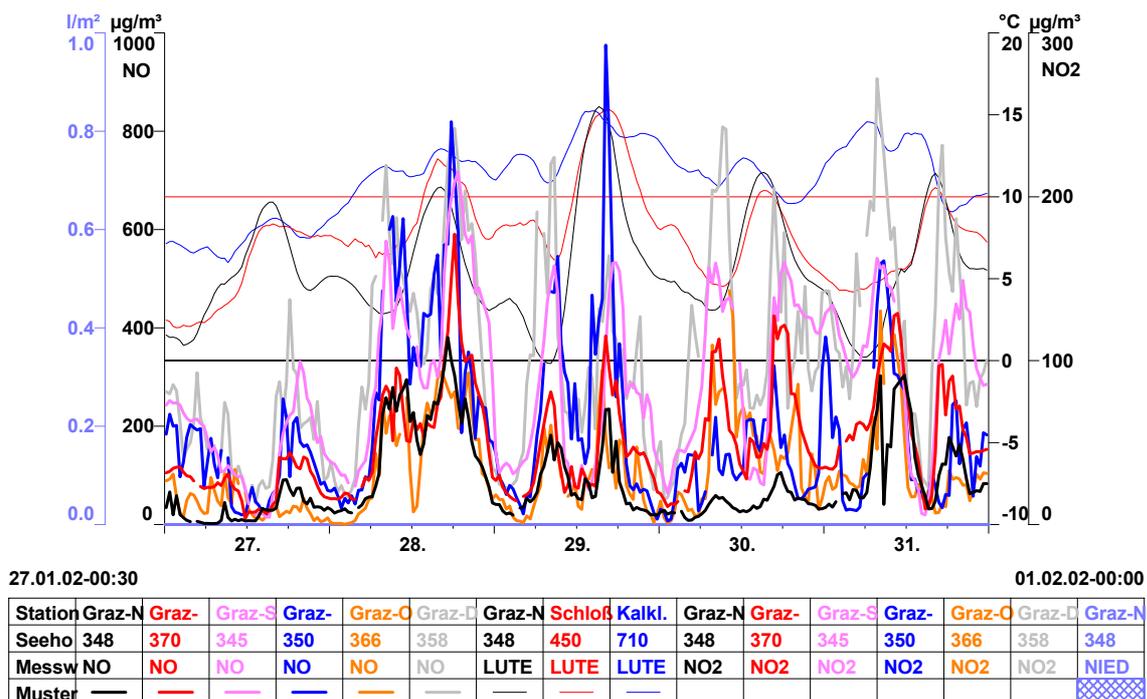
Abbildung 51: Stickstoffdioxidkonzentrationen in Graz im Zeitraum von 20. – 22.1.2002



6.3.2 Schadstoffverläufe am 29.1.2002

Nach einem schwach wirksamen Störungsdurchgang am 27. stellte sich wiederum eine milde Westströmung ein, die durch Aufgleit- und Strahlungsinversionen neuerlich zu sehr stabilen Schichtungen in den bodennahen Luftschichten führte. Daraus entwickelte sich eine ähnliche Immissionssituation wie eine Woche zuvor.

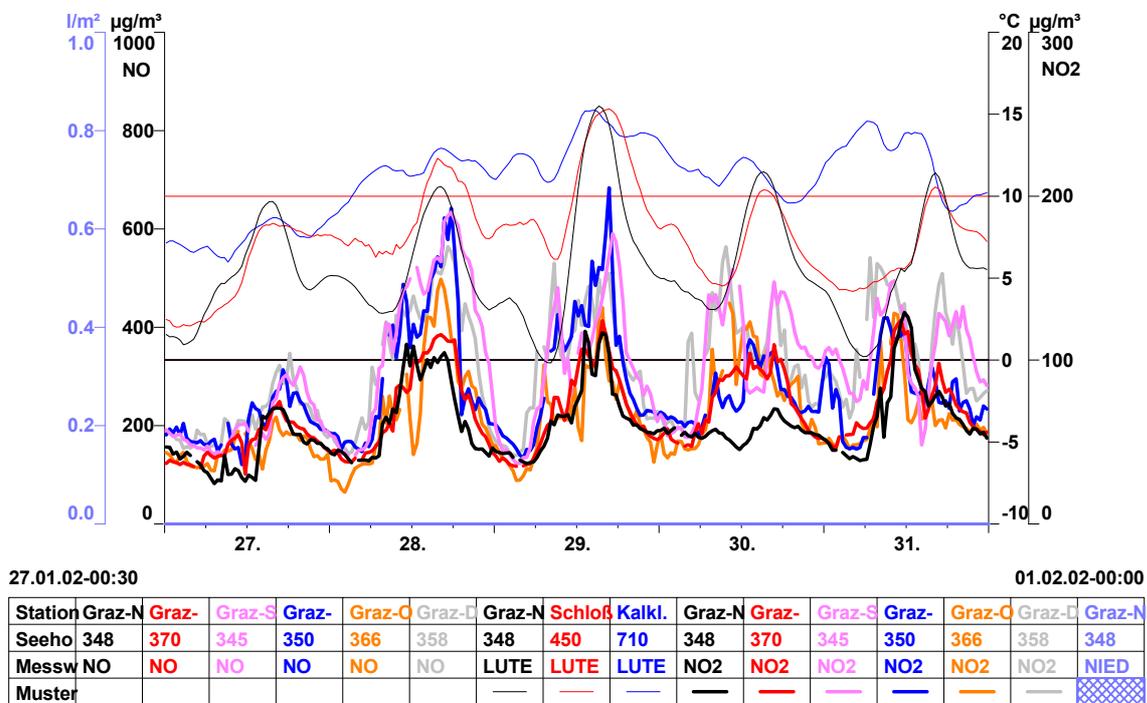
Stickstoffmonoxidkonzentrationen in Graz im Zeitraum von 27. – 31.1.2002



Nach wochenendbedingt sehr tiefen Stickstoffoxidkonzentrationen am 27. stiegen die Stickstoffmonoxidwerte am Montag dem 28. mit den morgendlichen Verkehrsspitzen kräftig an. Auch zu Tagesmitte kam es am 28. zu keiner vollständigen Auflösung der Inversionen, wodurch für untypischerweise Stickstoffmonoxid in den Nachmittagsstunden höhere Konzentrationen registriert wurden als in den Morgenstunden.

Am Dienstag dem 29. blieben die NO-Konzentrationen an den geringerbelasteten Messstellen unter den Werten des Vortages, an den Messstellen Mitte, Süd und Don Bosco wurden neuerlich vergleichbare Belastungen registriert. Die Inversionen im Grazer Becken lösten sich zwar am frühen Nachmittag kurzzeitig auf, es herrschten aber weitgehend isotherme Bedingungen, die keine wirklich Durchmischung der Luft erlaubten.

Abbildung 52: Stickstoffdioxidkonzentrationen in Graz im Zeitraum von 27. – 31.1.2002



Dadurch kam es am 29. zu einem weiteren Anstieg der Stickstoffdioxidkonzentrationen, die schon am 28. in Mitte und Süd Spitzen über 190 µg/m³ erreicht hatten und gegen 17:00 Uhr zum Überschreiten des Grenzwertes an der Messstelle Graz-Mitte. Im südlichen Stadtgebiet blieben die Werte unter denen des Vortages.

Auch am Folgetag blieb die Witterung insgesamt ähnlich, die Bodeninversion löste sich aber bereits deutlich früher auf und ermöglichte eine stärkere Labilisierung um die Tagesmitte. Damit blieben die Stickstoffoxidwerte allgemein geringer.

6.4 Überschreitung des Grenzwertes für Schwefeldioxid an der Station Arnfels im Jahr 2002

6.4.1 Darstellung der Immissionssituation

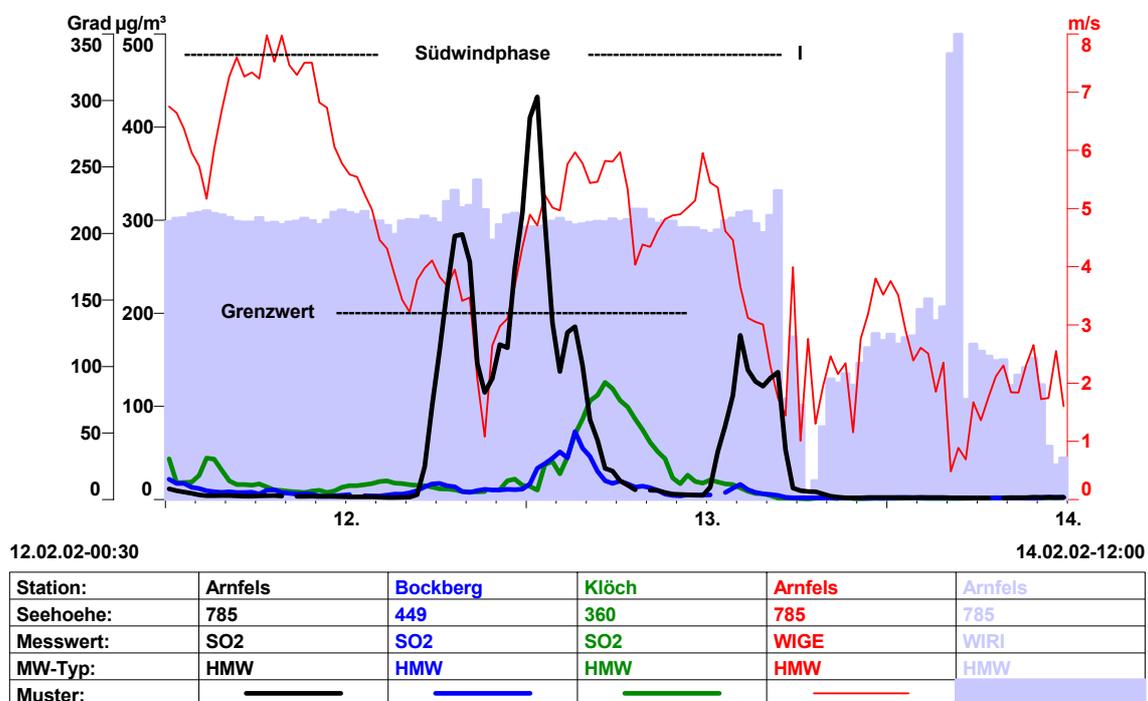
An der direkt an der südliche Staatsgrenze zu Slowenien in 785 m Seehöhe positionierten Messstation **Arnfels-Remschnigg** wurden am **12. und 13.2.2002** Verletzungen des **Schwefeldioxid**-Halbstundenmittelgrenzwertes registriert.

In der südlichen Steiermark wehte in diesem Zeitraum konstant südlicher Wind, der an den meisten dortigen Höhenstationen die Schwefeldioxidkonzentrationen als Folge von Fernverfrachtungen von Emissionen des slowenischen Kraftwerkes Sostanj temporär deutlich ansteigen ließ. Die Verfrachtung des belasteten Luftpaketes Richtung NE war auch an den Stationen Klöch und Bockberg (Wildoner Berg) nachzuweisen.

Zu Halbstundenmittel-Grenzwertüberschreitungen nach dem IG-L kam es jedoch lediglich an der Station Arnfels-Remschnigg, die in größerer Seehöhe und näher am Emittenten steht und damit stärker in den direkten Einfluss der Abluffahne kam, an allen anderen Höhenstationen blieben die Belastungen klar unter den gesetzlichen Grenzwerten.

Am Remschnigg wurden am 12. ab 19:00 6 Halbstundenmittelwerte über $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, am 13. noch einmal 3 HMWs über diesem Wert gemessen, wobei 2 davon über $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lagen.

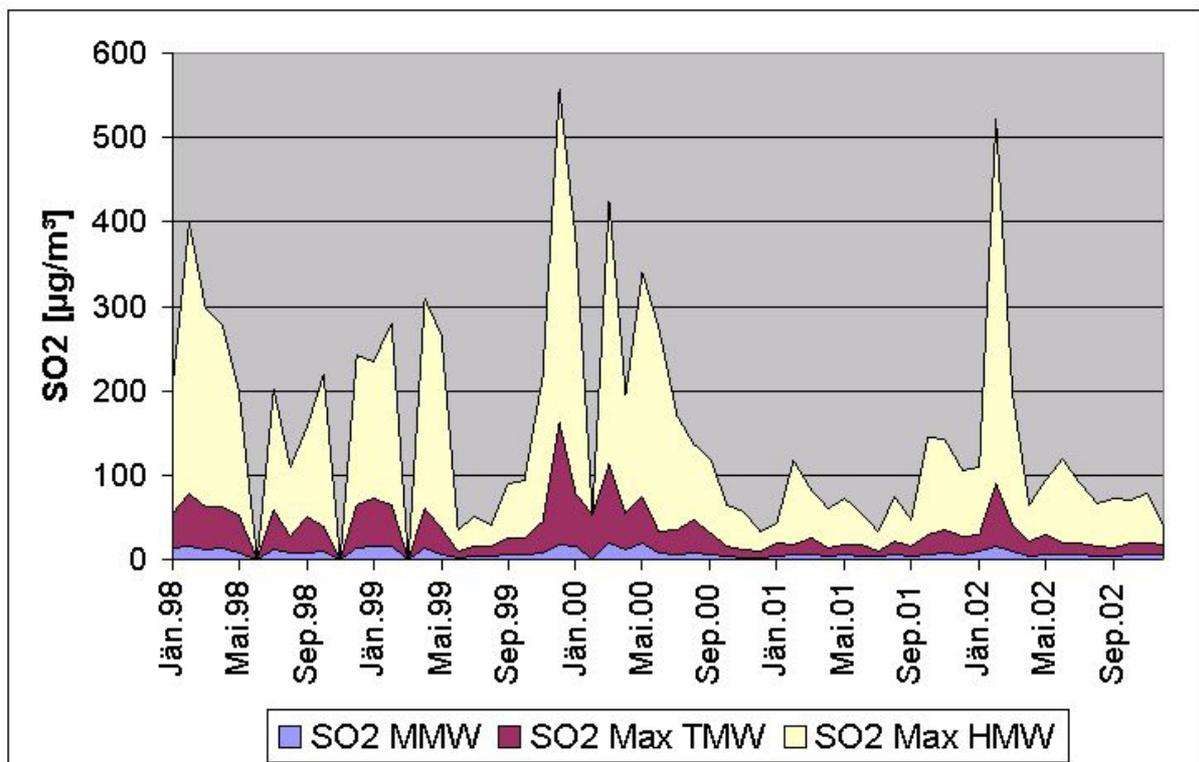
Abbildung 53: Schwefeldioxidkonzentrationen in der südlichen Steiermark von 12. – 14.2.2002



6.4.2 Beschreibung der Emissionssituation

Da bezüglich der Emissionen des Kraftwerkes in Sostanj keine Daten vorliegen, bleibt hier nur die, die Emissionsverhältnisse auf Basis der gemessenen Immissionsbelastung zu beschreiben. Dazu ist der maximale Halbstundenmittelwert als ein Wert, der ein statistisch sehr unwahrscheinliches Ereignis beschreibt, ein nicht geeigneter Indikator. Auch andere normalerweise verwendeten Größen, wie der maximale Tagesmittelwert oder der Monatsmittelwert, können die Verhältnisse nicht ausreichend beschreiben.

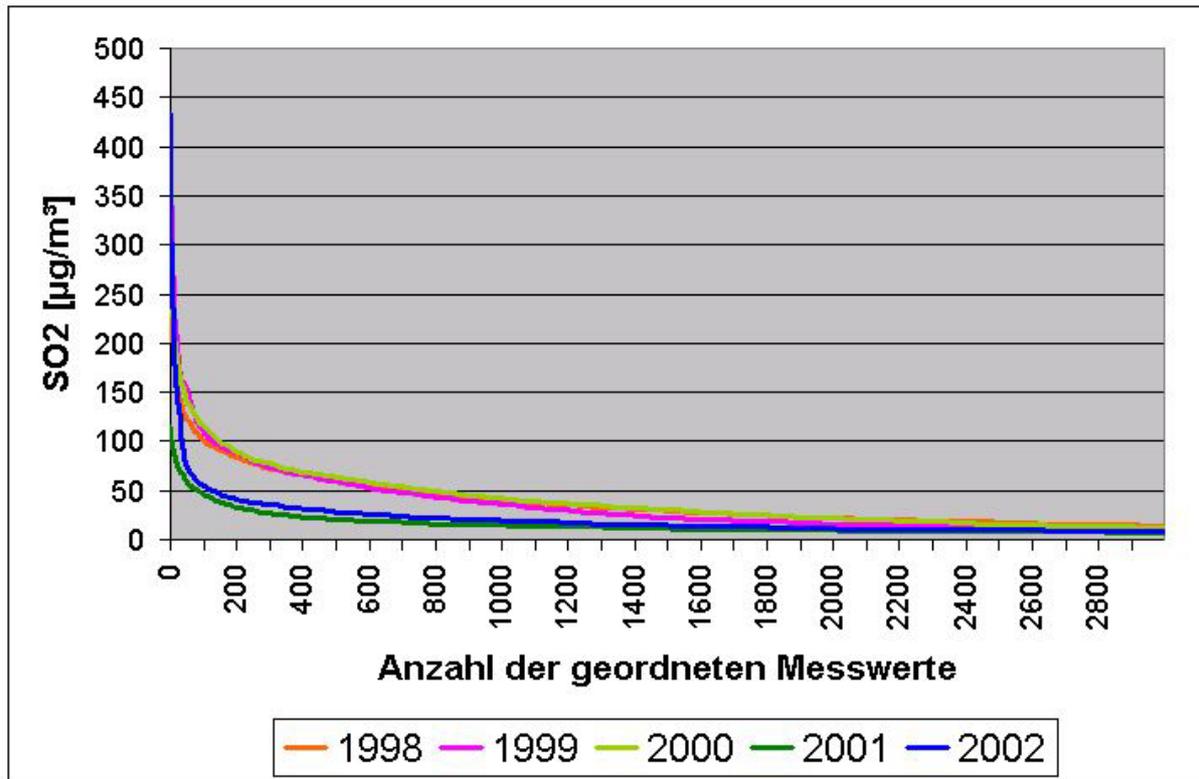
Abbildung 54: Station Arnfels-Remschnigg, SO₂-Konzentrationen, Monatsmittelwerte, maximale Tagesmittelwerte, maximale Halbstundenmittelwerte für die Jahre 1998 bis 2002



In der nachfolgenden Graphik wird der Versuch unternommen, über die Häufigkeitsverteilung der Halbstundenmittelwerte eines Jahres Rückschlüsse auf emissionsmindernde Maßnahmen in Kraftwerk Sostanj zu ziehen. Die Halbstundenmittelwerte eines Jahres werden der Größe nach sortiert. Die höchsten 3000 Werte (von über 17500 pro Jahr erfassten Messwerten) werden dargestellt.

Die Kurven für die Jahre 1998 bis 2000 aus Abbildung 55 liegen deutlich höher, als die der beiden folgenden Jahre, was auf das häufigere Auftreten von Situationen mit höheren Immissionskonzentrationen hinweist. In den folgenden Jahren sank die Häufigkeit von Perioden mit stärkeren Belastungen. Dies ist auf emissionsmindernde Maßnahmen im slowenischen Kraftwerk zurückzuführen. Eine besonders ungünstige meteorologische Situation führte allerdings zu einer kurzzeitigen Belastungsspitze, die zur vorhin beschriebenen Grenzwertüberschreitung im Jahr 2002 führte.

Abbildung 55: Station Arnfels-Remschnigg, SO₂-Konzentrationen, sortierte Halbstundenmittelwerte für die Jahre 1998 bis 2002



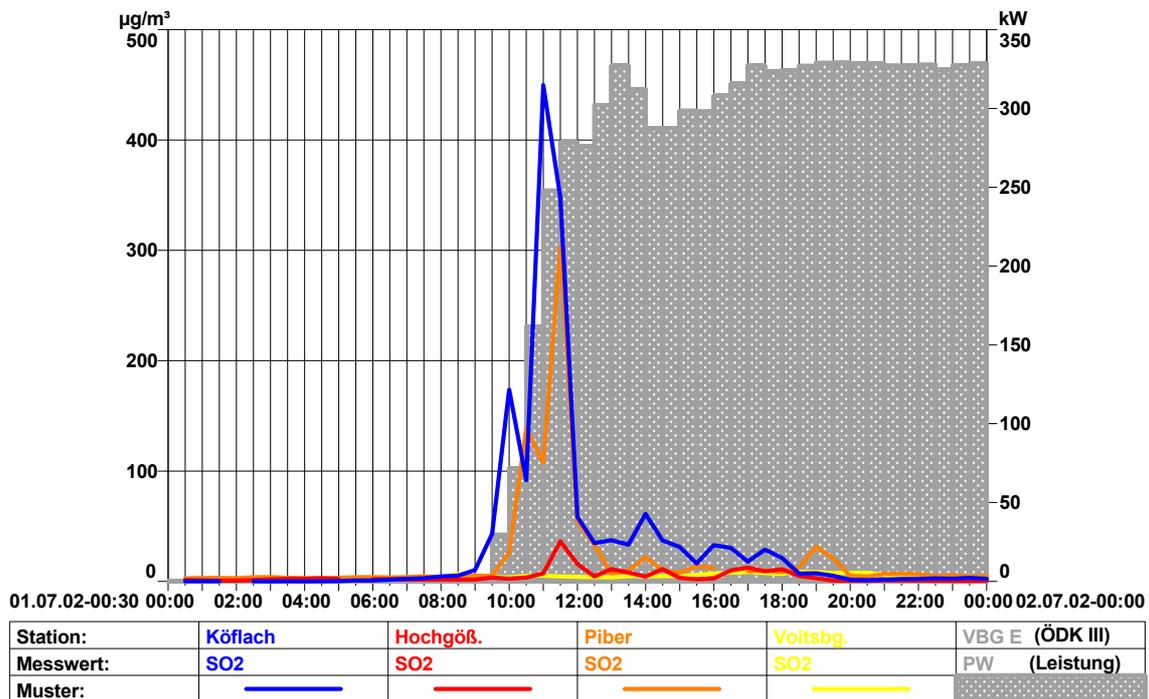
6.5 Überschreitung des Grenzwertes für Schwefeldioxid an der Station Köflach im Jahr 2002

6.5.1 Darstellung der Immissionssituation

An der Messstation **Köflach** wurde am **1.7.** eine Überschreitung des Halbstundenmittelgrenzwertes für **Schwefeldioxid** registriert.

Ein Anfahrbetrieb im örtlichen kalorischen Kraftwerk ÖDK Voitsberg III verursachte am späten Vormittag des 1.7. erhöhte Schwefeldioxidemissionen, die sich gegen 12:00 Uhr in deutlichen Anstiegen der Immissionskonzentrationen an den talaufwärts gelegenen Messstellen in Köflach und Piber, aber auch in Hochgößnitz niederschlugen. Die Belastungen blieben zwar nur von kurzer Dauer, es wurden (bei einer Talaufwindsituation mit mittleren Windgeschwindigkeiten um 1,5 m/sec) aber ein maximaler Halbstundenmittelwert von 450 µg/m³ in Köflach sowie von über 300 µg/m³ im weiter entfernten Piber registriert.

Abbildung 56: Schwefeldioxidkonzentrationen im nordwestlichen Voitsberger Becken am 1.7.2002



6.5.2 Beschreibung der Emissionssituation

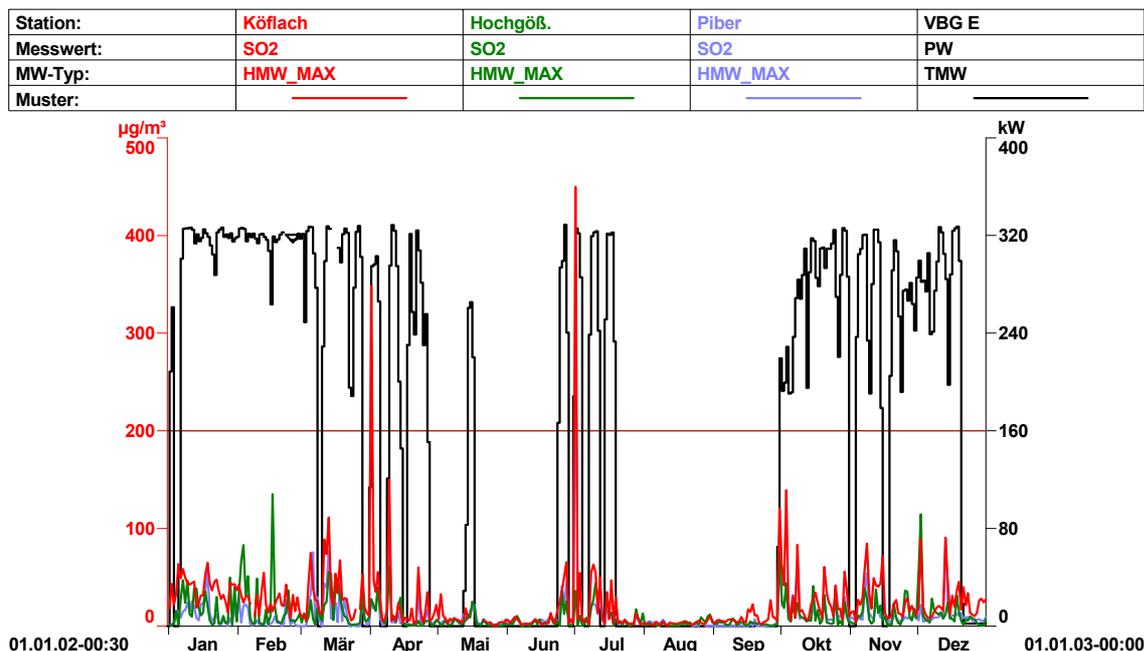
Der Verbund – Austrian Thermal Power betreibt im Voitsberger Becken ein Braunkohlekraftwerk zur Nutzung des dort gewonnenen Brennstoffes. Nachdem der Bergbaubetrieb im Jahr 2004 endgültig stillgelegt wird, wird die im Kraftwerk gelagerte Kohle noch bis zum Jahr 2006 verbraucht. Danach wird voraussichtlich auch der Kraftwerksblock ÖDK III nicht mehr betrieben werden.

Höhere Belastungen mit Schwefeldioxid im Voitsberger Becken sowie an dessen Rändern sind immer mit einem Betrieb des Kohlekraftwerkes verbunden. Andere Quellen tragen nur unwesentlich zur Gesamtbelastung bei.

Darüber hinausgehende SO₂-Spitzen können in Abhängigkeit der meteorologischen Randbedingungen beim Anfahren der Anlage auftreten. Diese erhöhten Emissionen von SO₂ beim Hochfahren des Kraftwerkes sind auf die technische Konzeption der Entschwefelungsanlage zurückzuführen. Im Anfahrbetrieb müssen die Rauchgase im Bypass ohne Reinigung abgeführt werden. Erst bei genügend hoher Abgastemperatur kann die Rauchgasentschwefelung zugeschaltet werden. Aus Abbildung 57 geht deutlich hervor, dass ein höheres Belastungsniveau mit dem Betrieb des Kraftwerkes verbunden ist und dass Immissionsspitzen immer mit dem Hochfahren des Kessels einhergehen.

Weiters ist aus Abbildung 57 deutlich zu erkennen, dass die Emissionen des Kohlekraftwerkes die SO₂-Immissionssituation im Voitsberger Becken entscheidend mitbestimmen.

Abbildung 57: Immissionsbelastung durch SO₂ im Voitsberger Becken; Betrieb des Kraftwerkes ÖDK III



6.5.3 Maßnahmen zur Einhaltung der Immissionsgrenzwerte

Die Grenzwertverletzungen treten immer im Zusammenhang mit dem Anfahrbetrieb des Kraftwerksblockes der Verbund-ATP ÖDK III auf.

Da im vorliegenden Fall der einzige entscheidende Verursacher feststeht, ist die Ausweisung eines Sanierungsgebietes nicht erforderlich. Maßnahmen zur Reduktion der Emissionen müssten gezielt im Kraftwerk (Änderungen im Anfahrbetrieb) erfolgen, wenn die derzeit geplante Stilllegung des Kraftwerkes ÖDK III nicht realisiert wird.

6.6 Überschreitung des Grenzwertes für Schwefeldioxid an der Station Strassengel Kirche im Jahr 2002

6.6.1 Darstellung der Immissionssituation

Am 9.7. wurde an der Messstelle Straßengel-Kirche eine Schwefeldioxidgrenzwertverletzung registriert, die auf einen Störfall in der lokalen Papier- und Zellstoffindustrie (Firma Sappi) zurückzuführen war.

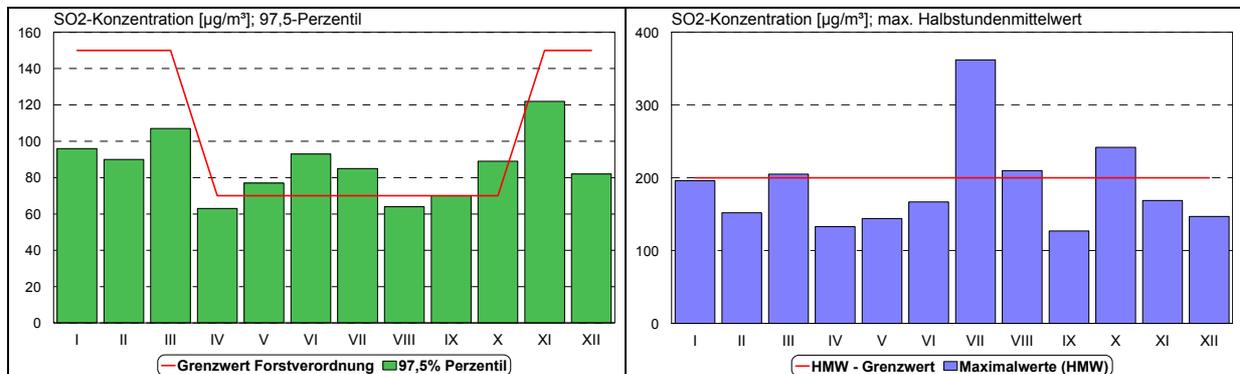
Die Emissionen der Firma Sappi führen an den drei Überwachungsstationen im Gratkorner Becken je nach Windsituation immer wieder zu erhöhten Schwefeldioxidimmissionen.

Dieser Murtalabschnitt ist stark vom Murtalwindssystem und seinen tageszeitlichen Ausprägungen mit Talabwind in den Nacht- und Vormittagsstunden und Talaufwind zur Tagesmitte und am Nachmittag geprägt.

Vor allem an der an einem Prallhang des Talabwindes am südlichen Beckenrand situierten Messstelle Straßengel – Kirche kommt es zu dadurch einer erhöhten

Grundbelastung sowie zu immer wieder auftretenden Belastungsspitzen, die sich schon in den vergangenen Jahren in Grenzwertüberschreitungen nach der Stmk. Immissionsgrenzwertverordnung (LGBl. Nr. 5/1987) und der Verordnung gegen forstschädliche Luftschadstoffe (BGBl. Nr. 199/1984) manifestierten.

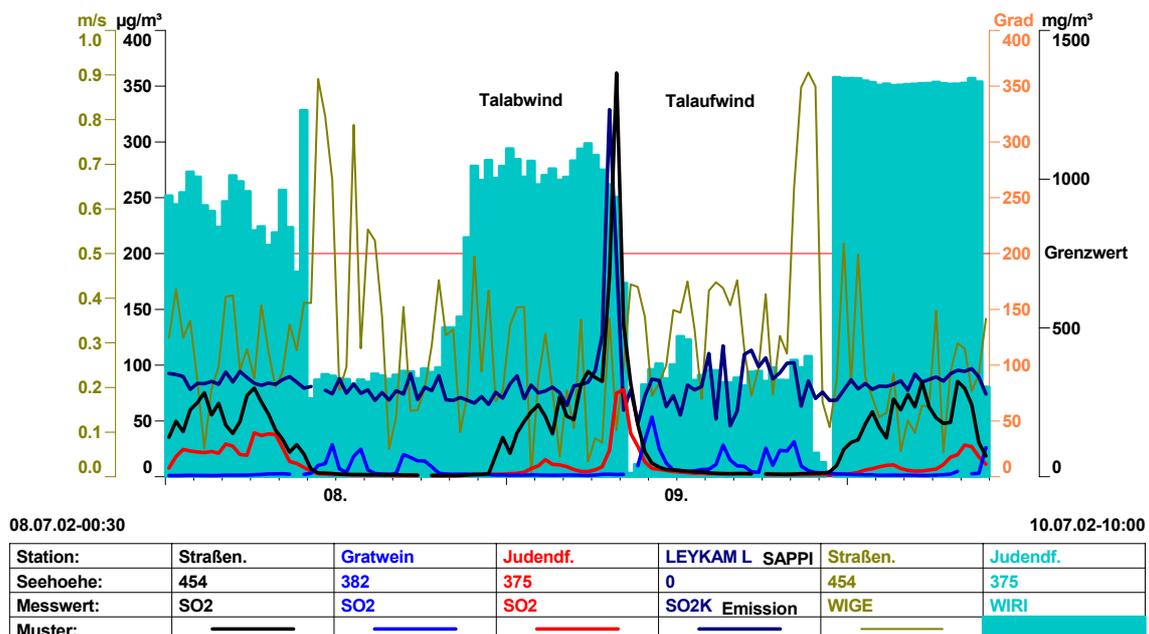
Abbildung 58: Schwefeldioxid an der Station Strassengel – Kirche; Vergleich zum Grenzwert der Forstverordnung (BGBl. Nr. 199/1984) bzw. des Immissionsschutzgesetzes - Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)



Am 9. Juli wurde aufgrund einer Störung in der Chemikalienrückgewinnung des Zellstoffwerkes der Firma Sappi auch eine Überschreitung des Halbstundenmittelgrenzwertes nach dem IG-L registriert.

Das Ende der ersten Julidekade war durch sich verstärkenden Hochdruck geprägt, durch den sich das autochthone Murtalwindssystem gut entwickeln konnte. Am 9. wurden dabei gegen Ende der nächtlichen Abwindphase um 8:00 erhöhte SO₂-Werte an den im Lee des Emittenten liegenden Stationen Judendorf und Strassengel-Kirche gemessen. An letzterer Station wurde mit einem Maximalwert von 362 µg/m³ der Immissionsgrenzwert verletzt.

Abbildung 59: Schwefeldioxidkonzentrationen im Gratkorner Becken am 9.7.2002

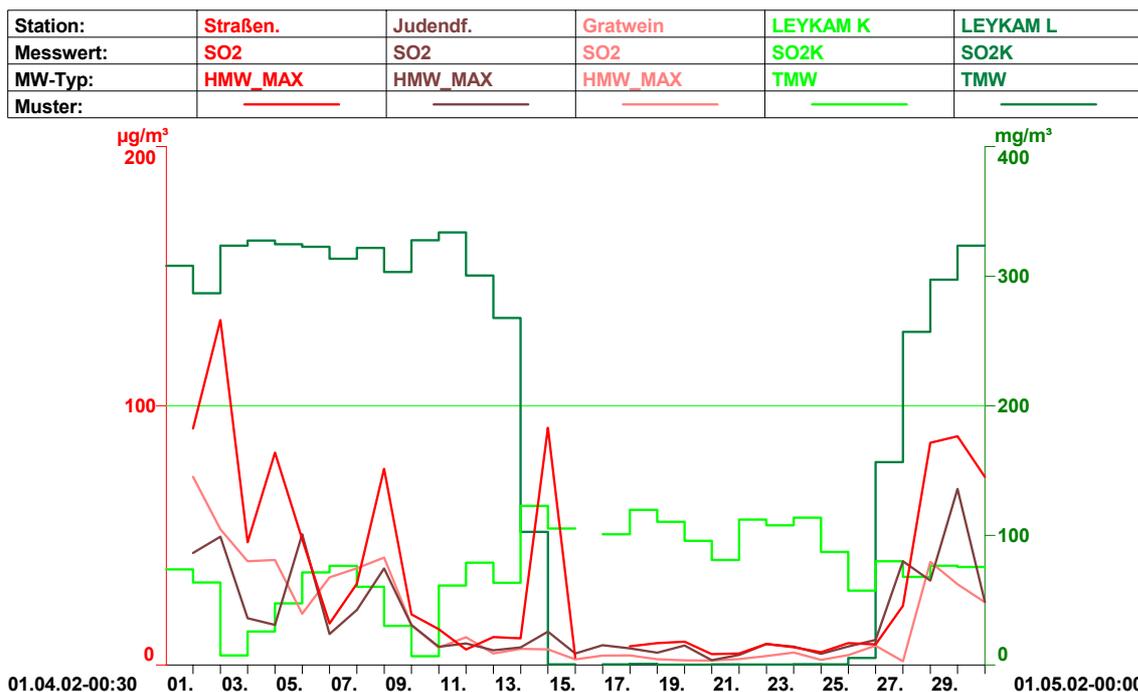


Überschreitungen des Grenzwertes von 200 µg/m³ Schwefeldioxid als Halbstundenmittelwert wurden auch noch am 13.3.2002, am 20.8.2002 sowie am 28.10.2002 registriert. Da sich diese Belastungssituationen aber jeweils auf einen HMW beschränkten, das IG-L jedoch drei Überschreitungen am Tag toleriert, wurden die gesetzlichen Vorgaben eingehalten.

6.6.2 Beschreibung der Emissionssituation

Der wesentliche Emittent im Bereich des Gratkorner Beckens ist die Zellstoff- und Papierfabrik SAPPI. Hier ist neben dem „Kessel 11“, der in einer Wirbelschicht verschiedene Brennstoffe einsetzt und in erster Linie zur Energieerzeugung dient, der „Laugenkessel“ zu nennen, der in der Zellstoffproduktion der Firma SAPPI für die Rückführung des Schwefels für den Holzaufschluss sowie zur Erzeugung von Energie eingesetzt wird. Der dominante Einfluss der Emissionen des Laugenkessels auf die Immissionssituation im Gratkorner Becken wird an Hand eines Revisionsstillstandes im April 2002 demonstriert. In dieser Zeit war die SO₂-Immissionsbelastung an den drei Messstellen im Gratkorner Becken deutlich geringer.

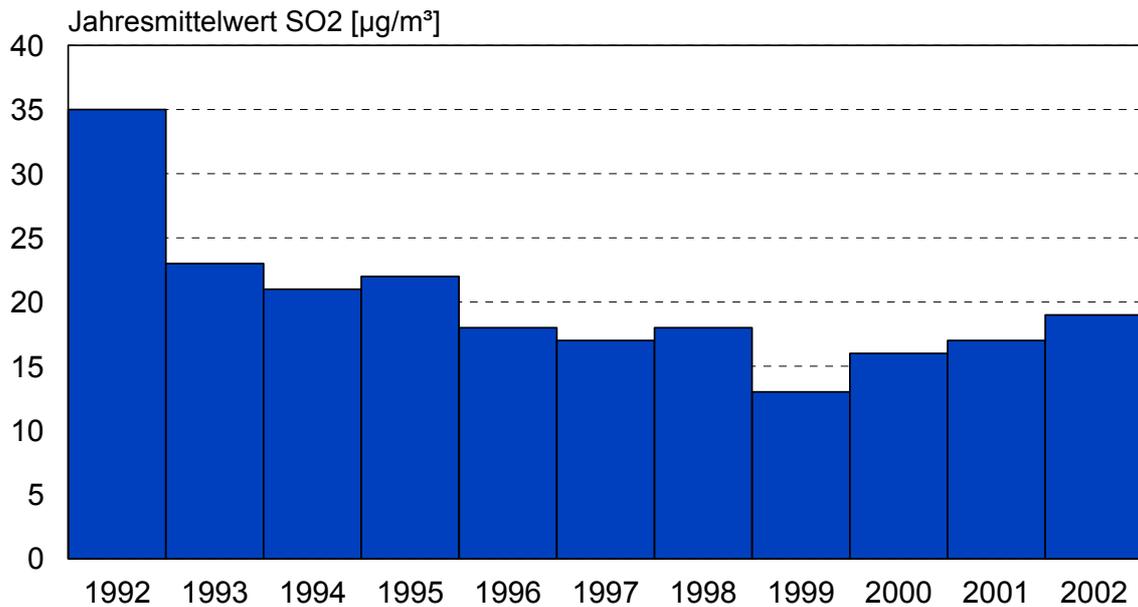
Abbildung 60: Einfluss der Emissionen des Laugenkessels auf die Immissionssituation im Gratkorner Becken



In den vergangenen 10 Jahren wurde diese Anlage mit einer mehrstufigen Abgasreinigungsanlage zur Rückhaltung des Schwefels ausgestattet. Dennoch kann an der Station Strassengel Kirche bei ungünstigen Ausbreitungsbedingungen der Immissionsgrenzwert des IG-L nicht in allen Fällen eingehalten werden.

Die emissionsseitig getroffenen Maßnahmen lassen sich auch in der Immission an Hand der Jahresmittelwerte an der Messstelle Strassengel-Kirche nachweisen. Ab dem Jahr 2000 ist jedoch eine Trendumkehr zu beobachten, was auf eine verstärkte Auslastung in der Zellstoffproduktion zurückzuführen sein dürfte.

Abbildung 61: Station Strassengel-Kirche, Jahresmittelwerte der Schwefeldioxid-Belastung [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]



Die Grenzwertüberschreitung am 9.7.2002 wurde allerdings nicht während des Regelbetriebes im Zellstoffwerk registriert, sondern war auf ein Gebrechen bei der Chemikalienrückgewinnung zurückzuführen. Auch der Emissionsgrenzwert konnte zu dieser Zeit nicht eingehalten werden (siehe Abbildung 59). Die Firma informierte die Luftgüteüberwachung, wie in solchen Fällen vorgesehen, per Fax. Eine Information zuständigen der Behörde (Bezirkshauptmannschaft Graz-Umgebung) wurde durch das Referat für Luftgüteüberwachung durchgeführt.

6.6.3 Maßnahmen zur Einhaltung der Immissionsgrenzwerte

Die Grenzwertverletzungen treten immer im Zusammenhang mit stabilen Situationen in den Morgenstunden auf, bei denen die Abgasfahne des Laugenkessels die Messstelle Strassengel Kirche trifft. Wenn bei diesen Situationen Grenzwerte sicher eingehalten werden sollen, ist eine weitere Reduktion der Emissionen an SO_2 erforderlich.

Im vorliegenden Fall war allerdings ein einmaliges Ereignis Auslöser der Grenzwertverletzung. Die Ausweisung eines Sanierungsgebietes ist daher nicht erforderlich.

7 Schwebstaub (TSP) und Feinstaub (PM10)

Für Schwebstaub, aber in besonderem Maße auch für Feinstaub ist die Datenlage, was die Emissionen von Teilchen betrifft, bei weitem nicht ausreichend, um begründete Maßnahmen zur Reduktion der Staubbelastung vorschlagen zu können. Dies kann damit begründet werden, dass in vorhandenen Emissionsinventuren keine Unterscheidung zwischen den Korngrößen der emittierten Partikel getroffen worden ist. Die noch entscheidenderen Faktoren sind die mangelhafte Kenntnis über diffus freigesetzte Stäube, sei es durch Wiederaufwirbelung durch den Verkehr, durch landwirtschaftliche Tätigkeiten oder durch natürliche Winderosion, sowie die Bildung von sekundären Partikeln aus gasförmigen Luftschadstoffen.

Studien, die detaillierte Aufschlüsse über die Freisetzungen und Bildung von Partikeln geben, sind großteils im Stadium der Vorbereitung, allerdings noch nicht fertiggestellt.

Daher muss für die vorliegenden Stuserhebungen im Wesentlichen auf vorhandene Erkenntnisse zurückgegriffen werden, die zwar keinen unmittelbaren Ortsbezug haben, doch in den grundsätzlichen Aussagen auch auf die steirische Situation anzuwenden ist.

7.1 Vergleichende Messungen von Schwebstaub und Feinstaub

Da Feinstaub (PM10) erst seit kurzer Zeit erfasst wird, kann zur Darstellung der längerfristigen Trends die Belastung mit Schwebstaub (TSP) herangezogen werden.

Untersuchungen im steirischen Messnetz haben Folgendes ergeben [Jahresbericht 2001]:

In der Umgebung der Station Graz Nord sind keine größeren Emittenten vorhanden. Größere Staubteilchen können sich im Verlauf des Transportes in der Atmosphäre absetzen. Entsprechend gering ist der Unterschied zwischen TSP und PM10. Über 90% des gesamten Schwebstaubes ist Feinstaub mit einer Korngröße von weniger als 10 µm.

Deutlich anders sieht die Situation an der Station Don Bosco aus. Hier wird unmittelbar neben der Emissionsquelle Straße gemessen. Der Feinstaubanteil am Gesamtstaub lag mit 56% knapp über der Hälfte der Menge des Schwebstaubes.

Die Analyse der Messdaten am Standort Donawitz ergab, dass bereits in relativ geringer Entfernung vom Einzelemittenten ca. 80% des gemessenen Staubes kleiner als 10µm ist.

Sowohl die Feinstaubmessungen als auch die Erfassung von Schwebstaub wurde mit kontinuierlich messenden Geräten durchgeführt. Daher wird im Folgenden für einen Vergleich der Messwerte der Feinstaubwert ohne Korrekturfaktor ("Default-Faktor") verwendet. Zur Festlegung eines Trends können daher in erster Näherung die Feinstaub- und die Schwebstaubwerte durchaus verglichen werden, zumal nun bei den Feinstaubmessungen ein Korrekturfaktor von 1,3 angewandt wird.

Abbildung 62: Graz Nord: Vergleich Schwebstaub und Feinstaub (absolut und relativ)

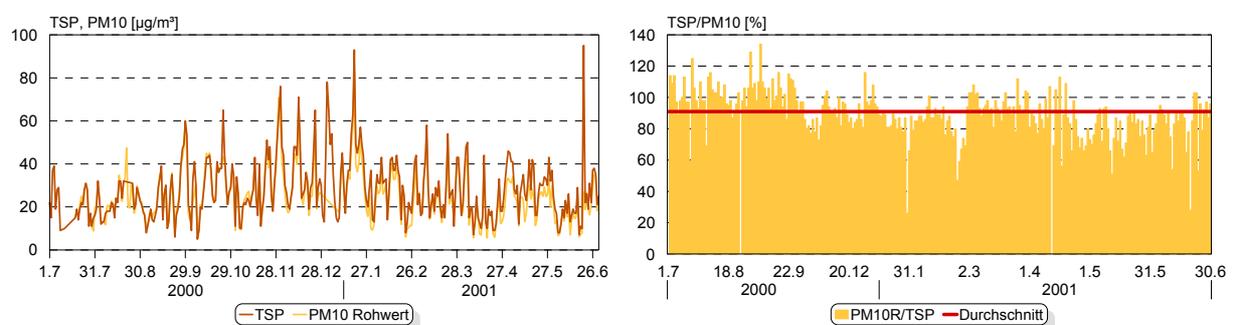


Abbildung 63: Graz Don Bosco: Vergleich Schwebstaub und Feinstaub (absolut und relativ)

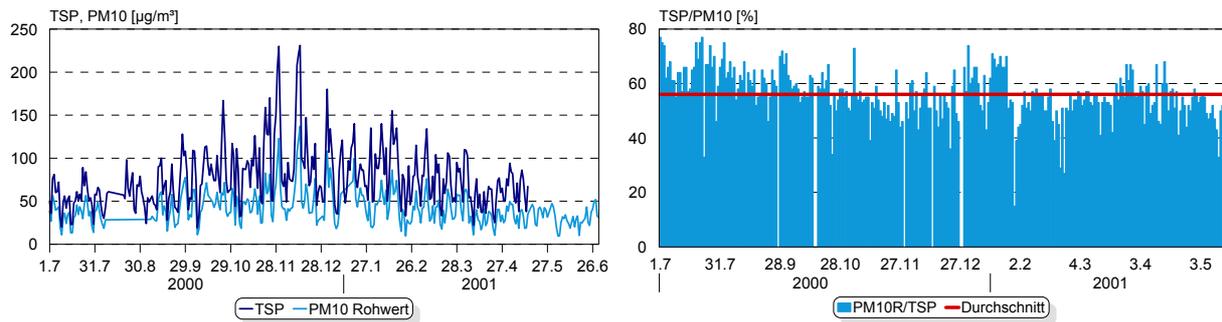
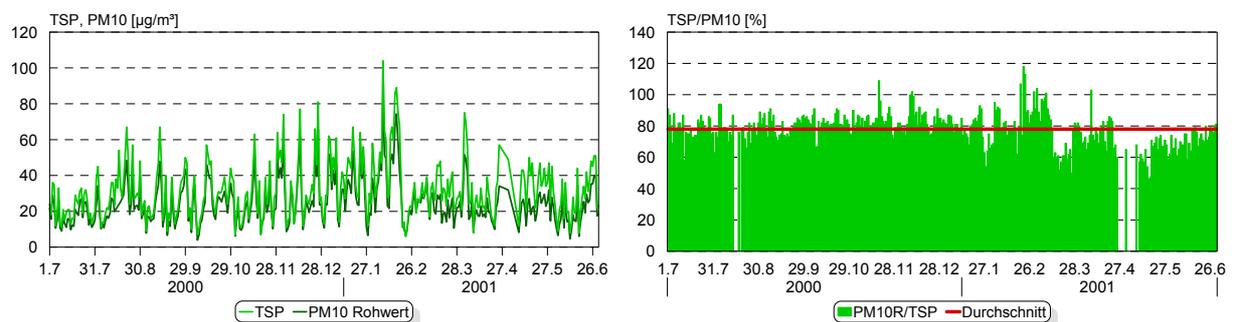


Abbildung 64. Donawitz: Vergleich Schwebstaub und Feinstaub (absolut und relativ)

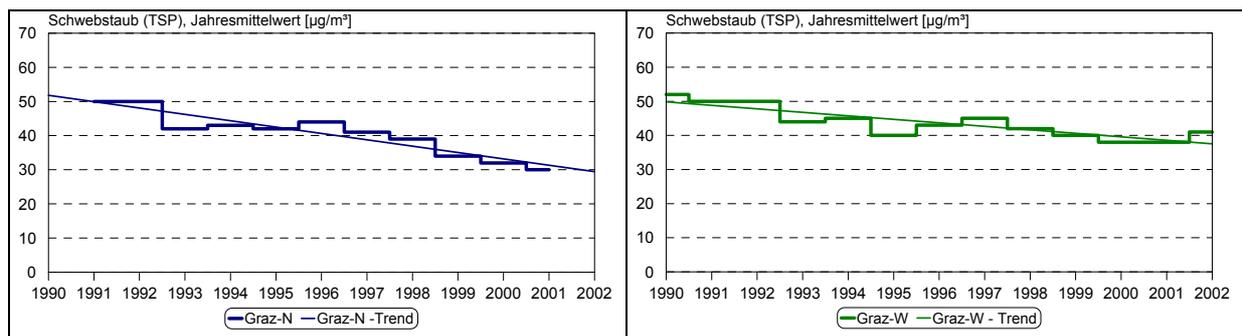


7.2 Trends der Staubbelastung

Die nun aufgetretenen Probleme mit der Belastung an Feinstaub ergaben sich praktisch ausschließlich durch die Verschärfung der Grenzwertsituation (Im Vergleich zu Schwebstaub wurde das Limit auf ein Drittel gesenkt), obwohl die Belastung mit Staub in den vergangenen Jahren an fast allen Messstandorten gesunken ist. Dieser Trend ist nicht auf die Steiermark beschränkt, sondern in vielen Ländern zu beobachten (Beispiel [BUWAL 2001]). Er ergibt sich im Wesentlichen durch einen Fortschritt des Standes der Technik im Bereich der Partikelemissionen.

Eine Ausnahme bildet die Station Köflach (Abbildung 66, linker Teil). Dort wurde ein leicht steigender Trend beobachtet. Sinkende Belastungen konnten hingegen wieder an einer weiteren Messstation im Voitsberger Becken nachgewiesen werden. Die Messstelle Voitsberg wurde im Jahr 1999 an einen anderen Standort versetzt. Auch am neuen Standort ist eine generelle Abnahme der Belastung zu erkennen.

Abbildung 65: Jahresmittelwerte und Trend der Schwebstaubbelastung im Raum Graz



Stuserhebungen 2000, 2001 und 2002

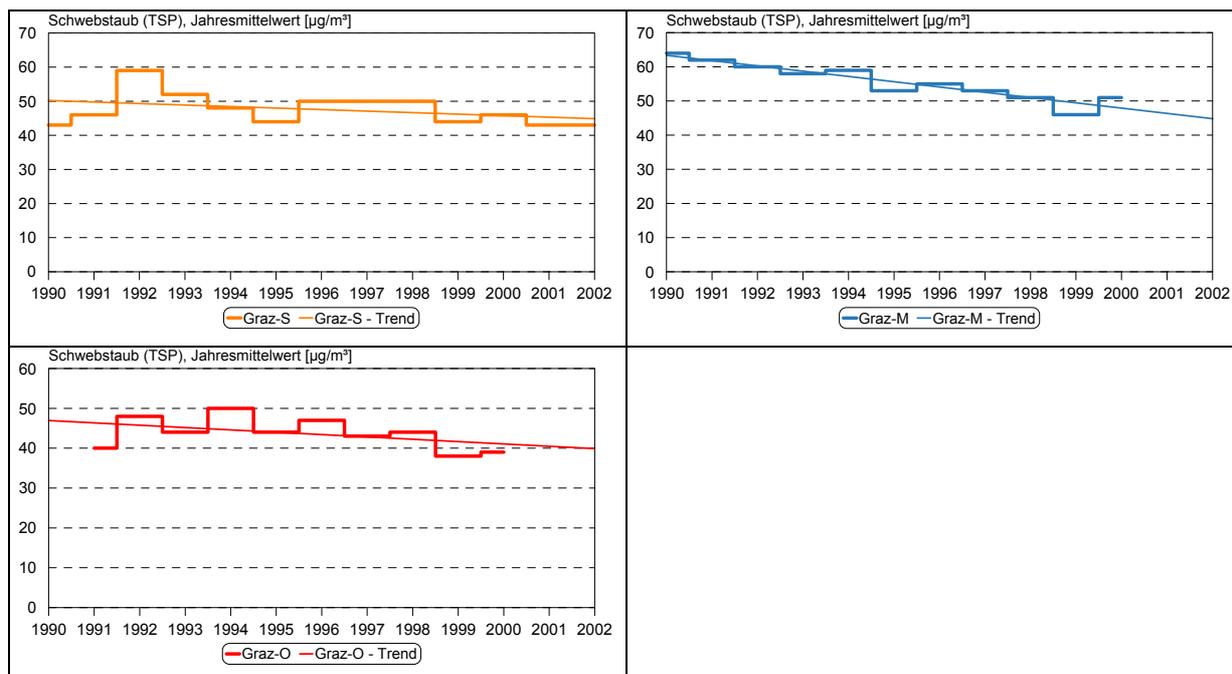
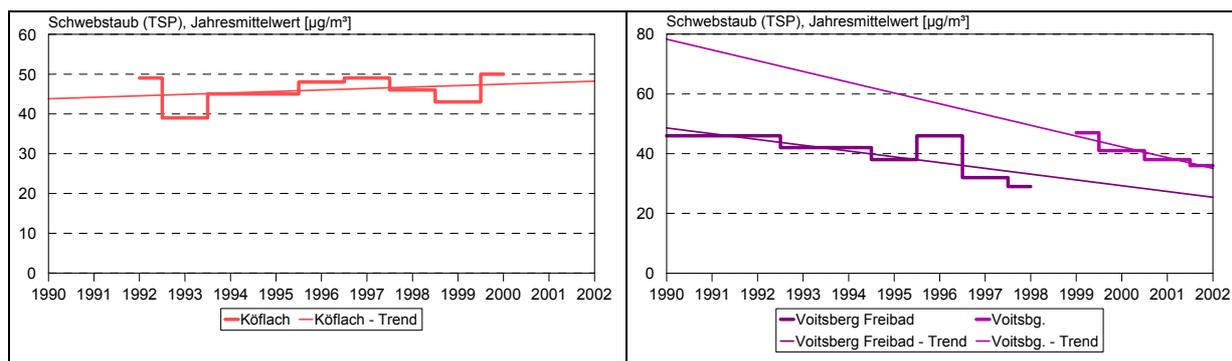


Abbildung 66: Jahresmittelwerte und Trend der Schwebstaubbelastung im Voitsberger Becken



7.3 Schlussfolgerungen für die steirische Situation

In diesem Bericht stehen für Feinstaub PM 10 nur die Überschreitungen der Vorgaben des IG-L aus dem Jahr 2001 zur Diskussion. Allerdings zeigte sich aus den Messergebnissen der Erhebungen der folgenden Jahre 2002 und 2003, dass in der Steiermark alle Ballungsgebiete südlich der Alpen gefährdet sind, die PM10 Grenzwerte nicht einzuhalten. An dieser Situation sind nicht nur hohe Emissionen, sondern auch ungünstige meteorologische Rahmenbedingungen maßgeblich beteiligt.

Das Bild, das sich bei der Betrachtung von Studien über die Staubemissionen und die Zusammensetzung von Immissionsproben ergibt, ist nicht ohne Widersprüche.

Zunächst lieferten optische Untersuchungsmethoden Hinweise [TRIMBACHER 2002], dass Emissionen aus dem Verkehr, und hier im Besonderen der Dieselruß einen wesentlichen Anteil an den Gesamtemissionen haben. Hinsichtlich des Russanteiles ergeben sich jedoch Zweifel. Einerseits ergaben andere Messungen einen wesentlich geringeren Russgehalt in den Immissionsproben. Andererseits erfassten die in der Studie angewandten Untersuchungsmethoden nicht die Masse der Partikel

sondern beschrieben die Oberfläche der gesammelten Proben. Damit wurde der Anteil der kleinen Teilchen überschätzt.

Andererseits lieferte die Studie Hinweise auf bisher weniger im Blickpunkt stehende Immissionsbestandteile. An Straßen konnte etwa Streusalz auf den Filtern gefunden werden. Auch Anteile von Emissionen aus Industrie und Hausbrand konnten detektiert werden.

Der Anteil, der den Emissionen aus dem Verkehr zugeordnet wird, variiert in den vorhandenen Untersuchungen stark. Dieser liegt je nach Probenahmestandort, aber auch in Abhängigkeit der Zuordnung der Teilchen (diffuse Anteile, sekundäre Partikel) etwa zwischen einem und zwei Drittel der Gesamtbelastung.

Bisher weitgehend ungeklärte Fragen betreffen die Problematik der Hintergrundbelastung, die tatsächliche Bedeutung der diffusen Emissionen, im besonderen der Wiederaufwirbelung von Partikel, den Anteil der sekundär gebildeten Teilchen an der Gesamtbelastung sowie natürlich freigesetzte Partikel, etwa aus dem Abrieb von Pflanzen.

7.4 Vorschlag für mögliche Maßnahmen

Obwohl der derzeitige Wissensstand über die Ursachen der PM10-Belastung noch deutliche Lücken aufweist, kann auf Grund der bisherigen Erfahrungen folgendes festgehalten werden:

Auch wenn der Anteil nicht genau feststeht, so ist der Verkehr ein wesentlicher Verursacher der PM10-Belastung. Neben den Motoremissionen (z.B. Dieselruß) trägt er über diffuse Emissionen (Abrieb von Reifen, Bremsen und Straße, Wiederaufwirbelung) zur Gesamtbelastung bei. Maßnahmen im Verkehrssektor wirken sich auch positiv auf andere Schadstoffe (Stickstoffoxide, Kohlenmonoxid, Benzol) aus.

Die Bildung sekundärer Partikel kann durch die Verminderung der Emissionen an gasförmigen Vorläufern reduziert werden. Dies muss, um auch einen Erfolg zu erreichen, flächendeckend und großräumig geschehen. Als Vorläufer für die Bildung sekundärer Partikel kommen in erster Linie Stickstoffoxide, Ammoniak, Schwefeldioxid und flüchtige Kohlenwasserstoffverbindungen (VOC) in Frage.

Es soll im Folgenden versucht werden, Maßnahmen vorzuschlagen, die den Rückgang der Feinstaubbelastung beschleunigen. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass zum derzeitigen Zeitpunkt die Wirksamkeit dieser Maßnahmen nicht quantifiziert werden kann.

Festzuhalten ist, dass es in den steirischen Gebieten einer besonderen Anstrengung bedarf, die PM10-Emissionen zu senken, da hier die Rahmenbedingungen für eine rasche Verdünnung von freigesetzten Schadstoffen denkbar ungünstig ist.

Als Basis dienen unter anderem generelle Maßnahmenpläne (Mustermaßnahmenpläne), die in andern Ländern bereits erarbeitet worden sind [BUWAL 2001, LUA NRW 2002]. Aber auch in lokalen und regionalen Programmen und Konzepten sind Maßnahmen enthalten, die zu einer Reduktion der PM10-Belastung beitragen können.

7.4.1 Verkehr:

- ⇒ Minderung der Emissionen aus Abrieb und Aufwirbelung im Verkehr: Zu dieser wichtigen Quelle liegen derzeit noch sehr wenige und nicht belastbare Daten vor. Hier ist also zunächst Untersuchungsbedarf mit dem Ziel gegeben, zunächst sind Berechnungsverfahren zur Modellierung der Emissionen zu entwickeln, parallel dazu ist an Methoden für die Optimierung des Winterdienstes (Salz oder Splitt, alternative Aufbringungsmethoden, Auswahl der betreuten Straßenzüge) oder der Straßenreinigung (Einsatz von Geräten mit effektiven PM10-Filtern) zu arbeiten. Die Entwicklungen in anderen Ländern ist natürlich zu verfolgen.
- ⇒ Rasche Ausrüstung sowie schnelle Nachrüstung von schweren Nutzfahrzeugen mit Partikelfiltersystemen.
- ⇒ Setzung emissionsmindernder Maßnahmen im öffentlichen Verkehr: Hier ist nicht nur die tatsächliche Reduktion der Emissionen entscheidend, sondern auch die Vorbildwirkung, die durch diese Maßnahme erreicht werden kann.
- ⇒ Rasche Schaffung der Voraussetzungen zur Einführung von Partikelfiltern im PKW-Verkehr. Hier ist eine verpflichtende Verwendung von Partikelfiltern derzeit nur für Neufahrzeuge sinnvoll. Eine Nachrüstung kann auf Basis des derzeitigen Wissensstandes nicht empfohlen werden.
- ⇒ Steuerliche Gleichstellung von Dieselmotoren mit Ottomotoren. So kann der im internationalen Vergleich extrem hohe Anteil der Diesel-PKW's an der Fahrzeugflotte reduziert werden
- ⇒ Alle Maßnahmen, die eine Verringerung des Verkehrs, oder zumindest ein Einbremsen des Wachstums bewirken, sind umzusetzen. Das beginnt bei einem forcierten Ausbau des öffentlichen Verkehrs und setzt sich bei Beschränkungen des motorisierten Individualverkehrs, ebenso wie bei Fragen der Raumplanung (Verkehrserreger Einkaufszentren, Freizeitanlagen etc.) fort. Gerade in diesem Bereich liegen viele ausgearbeitete Konzepte vor, deren Umsetzung an Geldmangel, aber auch an mangelnder Akzeptanz der Bürger scheitert.
- ⇒ Einführung und rasche Umsetzung von emissionsmindernden Maßnahmen an Motoren, die im Off-Road-Bereich eingesetzt werden.

7.4.2 Hausbrand, Feuerungsanlagen

Im Bereich Hausbrand sind durchwegs Maßnahmen zu setzen, die auch auf Grund anderer Programme (Kyoto-Ziel, NEC-Richtlinie) zu verfolgen sind. Als wesentliche Forderungen sind zu nennen:

- ⇒ Forcierter Ersatz alter Festbrennstoffkessel durch moderne, richtig dimensionierte Heizungsanlagen.
- ⇒ Anpassung des Feuerungsanlagenrechtes durch Verschärfung der Emissionsgrenzwerte für Staub.
- ⇒ Weiterer Ausbau leitungsgebundener Energieträger, im Besonderen in Ballungsräumen

⇒ Maßnahmen zur Verringerung des Energiebedarfes in Neu- und Altbauten

7.4.3 Industrie und Gewerbe

Neben konkreten Quellen spielen auch hier die diffusen Emissionen eine große Rolle. Folgendes kann dazu vorgeschlagen werden:

⇒ Weitest gehende Reduktion von Emissionen aus konkreten Quellen

⇒ Emissionsmindernde Maßnahmen auf Baustellen [BUWAL 2002]

⇒ Reduktion von Emissionen aus der Gewinnung, der Bearbeitung und dem Transport von Sand, Kies und Steinen

⇒ Emissionsmindernde Maßnahmen an Motoren von Baumaschinen (Off-Road-Bereich)

7.4.4 Landwirtschaft

⇒ Abgasnormen für landwirtschaftliche Maschinen und Geräte

⇒ Reduktion der landwirtschaftlichen Ammoniak-Emissionen

⇒ Verzicht auf offene Verbrennung von biogenem Material im Freien

8 Literatur

BUWAL 2001: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Maßnahmen zur Reduktion der PM10-Emissionen, Umweltmaterialien Nr. 136. Luft. Bern, 2001

BUWAL 2001a: PM10 - Fragen und Antworten zu Eigenschaften, Emissionen, Immissionen, Auswirkungen, und Massnahmen, BUWAL - Abteilung Luftreinhaltung und NIS, Sektion Grundlagen, März 2001

BUWAL 2002: A. Stäubli, R. Kropf, Baurichtlinie Luft: Luftreinhaltung auf Baustellen, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, 2002

HAUCK 2003: Hauck H., Gomiscek B., Stopper S., Puxbaum H., Kundi M. and Preining O. 2003, Equivalence of Measuring Methods for PM, Environ. Sci. and Technol., Publikation in Vorbereitung

HÜGLIN 2000: Hüglin Ch., Gehrig R., Anteil des Straßenverkehrs an den PM10- und PM2,5-Immissionen NFP41/C4, Bericht Nr. 801.683.d, Kurzfassung Dübendorf, Juli 2000

JAHRESBERICHT 2001: Luftgütemessungen in der Steiermark, Jahresbericht 2001, Bericht Lu-05-02, Graz, 2002

JAHRESBERICHT 2002: Luftgütemessungen in der Steiermark, Jahresbericht 2002, Bericht Lu-07-03, in Vorbereitung

LUA NRW 2002: Modellprojekt zur Erstellung von Luftreinhalteplänen nach Artikel 8 der Richtlinie 96/62/EG des Rates über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität, Abschlussbericht, Landesamt NRW, Essen, Oktober 2002

- MAGISTRAT WIEN 1994: Magistrat der Stadt Wien; MA 48, Untersuchungen von Streusplitt, Wien 1994
- MAGISTRAT WIEN 2003: Magistrat der Stadt Wien, MA 22 – 285/2003, Stuserhebung Schwebestaub 2001 & 2002 in Wien
- ÖNORM EN 12341: Luftbeschaffenheit, Ermittlung der PM10-Fraktion von Schwebstaub, Referenzmethode und Feldprüfverfahren zum Nachweis der Gleichwertigkeit von Messverfahren und Referenzmessmethode, 1999
- PUXBAUM 2003: H. Puxbaum, Beschreibung zum Projekt „AQUELLA“-STEIERMARK, Aerosolquellenanalyse für die Steiermark, Institut für Chemische Technologien und Analytik der TU-Wien, 2003
- PUXBAUM 2003a: H. Puxbaum, B. Gomiscek, M. Kalina, H. Bauer, A. Salam, S. Stopper, O. Preining and H. Hauck, A dual site study of PM2.5 and PM10 aerosol chemistry in the larger region of Vienna, Austria, Publikation in Vorbereitung
- SAMEH 2003: F. Sameh, W. Hager, Air Quality Data in 2001; The Comparison of Citys and Regions in Europe, Magistrat Linz, Abteilung für Natur- und Umweltschutz, Report 4/2003, Linz, 2003
- SPANGL 2002: W. Spangl, J. Schneider, Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2001, Umweltbundesamt, Wien 2002
- STATUSERHEBUNG 1999: Stuserhebung 1999 nach dem Bundesgesetz zum Schutz vor Immissionen durch Luftschadstoffe, mit dem die Gewerbeordnung 1994, das Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen, das Berggesetz 1975, das Abfallwirtschaftsgesetz und das Ozongesetz geändert werden (Immissionsschutzgesetz - Luft, IG-L), BGBl. I Nr. 115/1997, Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilung 1a, Graz, 2000
- STURM 2002: P. Sturm, B. Heiden, Technische Möglichkeiten der Partikelemissionsreduktion im Verkehr, Forschungsgesellschaft für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik GesmbH, Graz, 2002
- TRIMBACHER 2002: C. Trimbacher, H. Neinavaie, Studie zur Ermittlung der Herkunft von Stäuben an sechs ausgewählten Messpunkten in Graz Wien, 2002, UBA-Bericht BE-210
- WINIWARTER 2001: W. Winiwarter, Ch. Trenker, H. Höflinger, Österreichische Emissionsinventur für Staub, ARC Seibersdorf Research Report ARC S-0151, September 2001

9 Anhänge

9.1 Zuständige Dienststellen

Rechtliche Zuständigkeit:

Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Fachabteilung 13A, Umweltrecht und Energiewesen,
Landhausgasse 7
A-8010 Graz

Fachliche Zuständigkeit:

Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Fachabteilung 17C, Technische Umweltkontrolle und Sicherheitswesen,
Landhausgasse 7
A-8010 Graz

9.2 Verwendete Abkürzungen

Schadstoffe

STBK 10	Feinstaub
PM10	Feinstaub
STAUB	Schwebstaub
TSP	Schwebstaub
SO ₂	Schwefeldioxid
NO ₂	Stickstoffdioxid
NO	Stickstoffmonoxid
CO	Kohlenmonoxid
VOC	flüchtige organische Kohlenwasserstoffe (volatile organic carbons)

Meteorologische Parameter

WIRI	Vektorielle Windrichtung
WIGE	Mittlere Windgeschwindigkeit
SPG	Spitzenwindgeschwindigkeit
LUTE	Lufttemperatur
LUFE	relative Luftfeuchtigkeit
NIED	Niederschlag
SOEIN	Globalstrahlung

Mittelungszeiträume

HMW	Halbstundenmittelwert
HMW MAX	maximaler Halbstundenmittelwert eines Tages
TMW	Tagesmittelwert
TMW MAX	maximaler Tagesmittelwert eines Monats
MMW	Monatsmittelwert
JMW	Jahresmittelwert

Weitere Abkürzungen

IG-L	Immissionsschutzgesetz Luft
VOC	Flüchtige organische Kohlenwasserstoffe (volatile organic carbons)

9.3 Stationsbeschreibungen

9.3.1 Messstation Arnfels-Remschnigg

Stationsnummer:	06:190
Anschrift der Station:	8455 Oberhaag Steirischer Possruck, Remschnigg, Isaak
Betreiber:	Amt der Steiermärkischen Landesregierung bis 22.4.1997 UBA
Seehöhe (m)	763
Länge:	15°22'02"
Breite	46°39'06"
Topographie:	Kuppe am Kamm des Remschnigg im Steirischen Randgebirge
Siedlungsstruktur:	Einzelhäuser
Lokale Umgebung:	Park, Wald, Wiese
Unmittelbare Umgebung:	Bäume Wiese, Feld
Messziel:	Nasse Deposition Immissionsschutzgesetz-Luft Ozongesetz Forstrelevante Messstelle
gemessene Komponenten	NO, NO ₂ , O ₃
Station besteht seit:	1992-10-28

Standortkarte



Bild

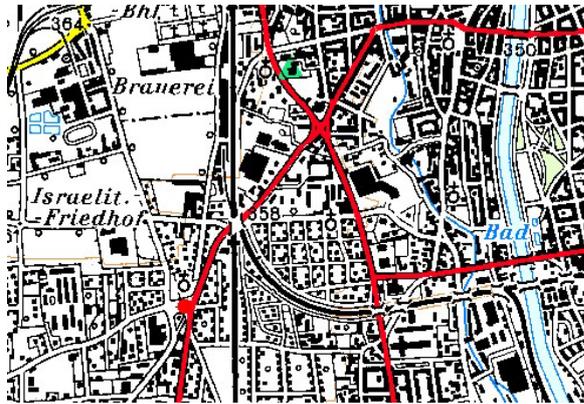


9.3.2 Messstation Graz Don Bosco

Stationsnummer:	06:164
Anschrift der Station:	8020 Graz Don-Bosco-Kirche, Kreuzung Kärntnerstraße - Alte Poststraße
Betreiber:	Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Seehöhe (m)	358
Länge:	15°25'03"
Breite	47°03'24"
Topographie:	Halboffenes Becken am Gebirgsrand
Siedlungsstruktur:	Stadt mit 100.000 bis 500.000 EW, Zentrum
Lokale Umgebung:	Stark befahrene Straße Büros, Industrie und Wohngebiet Park, Wald, Wiese Landwirtschaftliche Nutzfläche

Unmittelbare Umgebung:	Stark befahrene breite Straße Öffentliches Gebäude Wiese, Feld
Messziel:	Immissionsschutzgesetz-Luft
gemessene Komponenten	SO ₂ , NO, NO ₂ , CO, TSP (bis 15.5.01), PM10 (ab 1.7.00), Benzol
Station besteht seit:	2000-01-01

Standortkarte



Bild



9.3.3 Messstation Graz Mitte

Stationsnummer:	06:160
Anschrift der Station:	8020 Graz KG Innere Stadt Landhausgasse, Gstr. Nr. 247
Betreiber:	Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Seehöhe (m)	350
Länge:	15°26'18"
Breite	47°04'10"
Topographie:	Halboffenes Becken am Gebirgsrand Ebenes Gelände
Siedlungsstruktur:	Stadt mit 100.000 bis 500.000 EW, Zentrum
Lokale Umgebung:	Städtisch, Büros Städtisches Wohngebiet Mäßig stark befahrene Straße
Unmittelbare Umgebung:	Mäßig stark befahrene Straßenschlucht
Messziel:	Immissionsschutzgesetz-Luft
gemessene Komponenten	NO, NO ₂ , CO, TSP (bis 20.3.01), PM10 (ab 23.3.01), Benzol
Station besteht seit:	1989-11-01

Standortkarte



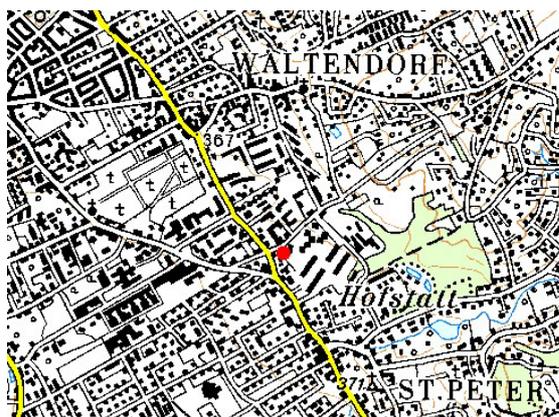
Bild



9.3.4 Messstation Graz Ost

Stationsnummer:	06:161
Anschrift der Station:	8020 Graz KG St. Peter Volkschule Eisteichgasse
Betreiber:	Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Seehöhe (m)	366
Länge:	15°28'15"
Breite	47°03'38"
Topographie:	Halboffenes Becken am Gebirgsrand Hügeliges Gelände
Siedlungsstruktur:	Stadt mit 100.000 bis 500.000 EW, Stadtrand
Lokale Umgebung:	Locker verbautes Wohngebiet Mäßig stark befahrene Straße Park, Wald, Wiese
Unmittelbare Umgebung:	Mäßig stark befahrene schmale Straße
Messziel:	Immissionsschutzgesetz-Luft
gemessene Komponenten	NO, NO ₂ , TSP (bis 20.3.01), PM10 (ab 23.3.00),
Station besteht seit:	1991-01-01

Standortkarte



Bild



9.3.5 Messstation Graz West

Stationsnummer:	06:139
Anschrift der Station:	8020 Graz Gaswerkstrasse 13, Bez. Eggenberg
Betreiber:	Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Seehöhe (m)	365

Länge: 15°24'17"
 Breite 47°04'12"
 Topographie: Halboffenes Becken am Gebirgsrand
 Ebenes Gelände
 Siedlungsstruktur: Stadt mit 100.000 bis 500.000 EW, Stadtrand
 Lokale Umgebung: Landwirtschaftliche Nutzfläche
 Städtisches Wohngebiet
 Mäßig stark befahrene Straße
 Park, Wald, Wiese
 Unmittelbare Umgebung: Wenig befahrene schmale Straße
 Wiese, Schwimmbad
 Messziel: Immissionsschutzgesetz-Luft
 gemessene Komponenten SO₂, NO, NO₂, CO, TSP
 Station besteht seit: 1987-02-01

Standortkarte



Bild



9.3.6 Messstation Hartberg

Stationsnummer: 06:188
 Anschrift der Station: 8230 Hartberg
 Wiesengasse
 Betreiber: Amt der Steiermärkischen Landesregierung
 Seehöhe (m) 330
 Länge: 15°58'24"
 Breite 47°16'46"
 Topographie: Terrasse der Hartberger Safen
 Siedlungsstruktur: Stadt mit 5.000 bis 10.000 EW, Stadtrand
 Lokale Umgebung: Locker verbautes Wohngebiet
 Landwirtschaftliche Nutzfläche
 Unmittelbare Umgebung: Wenig befahrene schmale Straße
 Messziel: Immissionsschutzgesetz-Luft
 Ozongesetz
 gemessene Komponenten SO₂, NO, NO₂, TSP (bis 5.2.02), PM10 (ab 5.2.02), O₃
 Station besteht seit: 1996-07-11

Standortkarte



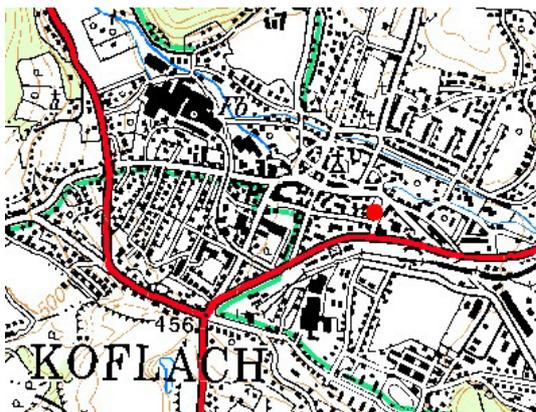
Bild



9.3.7 Messstation Köflach

Stationsnummer:	06:106
Anschrift der Station:	8580 Köflach Rathausstraße
Betreiber:	Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Seehöhe (m)	445
Länge:	15°05'15"
Breite	47°03'50"
Topographie:	Talboden der Kainach im Köflach-Voitsberger Becken
Siedlungsstruktur:	Stadt mit 10.000 bis 20.000 EW, Zentrum
Lokale Umgebung:	Büros, Industrie und Wohngebiet Mäßig stark befahrene Straße
Unmittelbare Umgebung:	Mäßig stark befahrene schmale Straße, öffentliches Gebäude
Messziel:	Immissionsschutzgesetz-Luft
gemessene Komponenten	SO ₂ , NO, NO ₂ , TSP (bis 2.5.01), PM10 (ab3.5.01)
Station besteht seit:	1984-01-01

Standortkarte



Bild

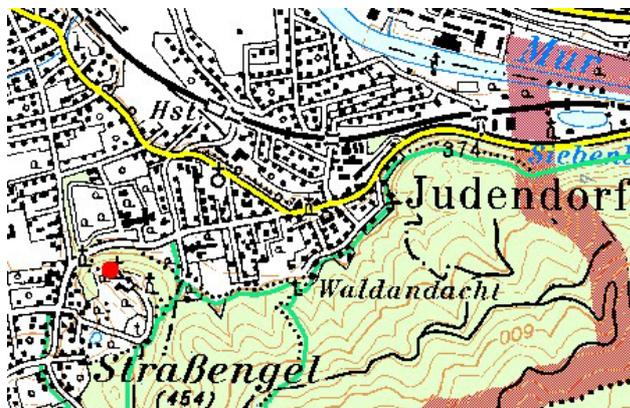


9.3.8 Messstation Strassengel-Kirche

Stationsnummer:	06:135
Anschrift der Station:	8111 Judendorf-Straßengel Straßengel Kirche
Betreiber:	Amt der Steiermärkischen Landesregierung SAPPI
Seehöhe (m)	445
Länge:	15°20'24"

Breite	47°06'49"
Topographie:	NW gerichteter Sporn des Steinkogel (742m)
Siedlungsstruktur:	Stadt mit 5.000 bis 10.000 EW, Stadtrand
Lokale Umgebung:	Park, Wald, Wiese Hochbelastetes Industriegebiet Locker verbautes Wohngebiet Stark befahrene Straße Landwirtschaftliche Nutzfläche
Unmittelbare Umgebung:	Wenig befahrene schmale Straße Wiese, Feld
Messziel:	Betrieblicher Immissionsschutzplan Immissionsschutzgesetz-Luft
gemessene Komponenten	SO ₂ , NO, NO ₂ , TSP
Station besteht seit:	1978-01-01

Standortkarte



Bild



9.3.9 Messstation Weiz

Stationsnummer:	06:181
Anschrift der Station:	8160 Weiz Bahnhof Weiz Stadt
Betreiber:	Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Seehöhe (m)	468
Länge:	15°37'46"
Breite	47°13'03"
Topographie:	Schwemmkegel des Weizbaches
Siedlungsstruktur:	Stadt mit 5.000 bis 10.000 EW, Zentrum
Lokale Umgebung:	Locker verbautes Wohngebiet Park, Wald, Wiese Landwirtschaftliche Nutzfläche
Unmittelbare Umgebung:	Bäume
Messziel:	Immissionsschutzgesetz-Luft Ozongesetz
gemessene Komponenten	SO ₂ , NO, NO ₂ , TSP, O ₃
Station besteht seit:	1992-11-01

Standortkarte



Bild



9.4 Eingesetzte Messverfahren

Die Messcontainer ist mit kontinuierlich registrierenden Immissionsmessgeräten ausgestattet, die nach folgenden Messprinzipien arbeiten:

Tabelle 9: Eingesetzte Messprinzipien

Schadstoff	Messmethode
Schwefeldioxid SO ₂	UV-Fluoreszenzanalyse
Schwebstaub (TSP); Feinstaub (PM10)	Beta-Strahlenabsorption oder TEOM
Stickstoffoxide NO, NO ₂	Chemolumineszenzanalyse
Kohlenmonoxid CO	Infrarotabsorption
Ozon O ₃	UV-Photometrie

9.5 Steirisches Immissionsmessnetz

9.5.1 Ausstattung der Messstationen

Messstelle	Seehöhe	SO ₂	TSP	PM10	NO	NO ₂	CO	O ₃	H ₂ S	BTX	LUTE	LUFE	SOEIN	WIRI	WIGE	NIED	WADOS	LUDR	UVB
Graz Stadt																			
Graz-Platte	661							⊗			⊗	⊗		⊗	⊗				
Graz-Schloßberg	450							⊗			⊗	⊗		⊗	⊗				
Graz-Nord	348	⊗		⊗	⊗	⊗		⊗			⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗		⊗	⊗
Graz-West	370	⊗	⊗		⊗	⊗					⊗	⊗		⊗	⊗				
Graz-Süd	345	⊗	⊗		⊗	⊗	⊗	⊗						⊗	⊗				
Graz-Mitte	350			⊗	⊗	⊗	⊗			⊗	⊗	⊗							
Graz-Ost	366			⊗	⊗	⊗													
Graz-Don Bosco	358	⊗		⊗	⊗	⊗	⊗			⊗	⊗	⊗							

Messstelle	Seehöhe	SO ₂	TSP	PM10	NO	NO ₂	CO	O ₃	H ₂ S	BTX	LUTE	LUF	SOEIN	WIRI	WIGE	NIED	WADOS	LUDR	UVB
Mittleres Murtal																			
Strassengel-Kirche	454	⊗	⊗		⊗	⊗					⊗			⊗	⊗				
Judendorf	375	⊗			⊗	⊗					⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗			
Gratwein	382	⊗		⊗	⊗	⊗								⊗	⊗				
Peggau	410	⊗		⊗	⊗	⊗								⊗	⊗				
Voitsberger Becken																			
Voitsberg	390	⊗	⊗		⊗	⊗		⊗			⊗			⊗	⊗				
Voitsberg-Krems	380	⊗			⊗	⊗								⊗	⊗				
Piber	585	⊗			⊗	⊗		⊗						⊗	⊗				
Köflach	445	⊗		⊗	⊗	⊗					⊗	⊗		⊗	⊗				
Hochgörsnitz	900	⊗			⊗	⊗		⊗			⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
Südweststeiermark																			
Deutschlandsberg	365	⊗	⊗		⊗	⊗		⊗			⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗		⊗
Bockberg	449	⊗	⊗		⊗	⊗		⊗			⊗	⊗		⊗	⊗	⊗			
Arnfels-Remschnigg	785	⊗						⊗			⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗		
Oststeiermark																			
Masenberg	1180	⊗		⊗	⊗	⊗		⊗			⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
Weiz	448	⊗	⊗		⊗	⊗		⊗			⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗			⊗
Klöch	360	⊗						⊗			⊗	⊗	⊗	⊗	⊗				
Hartberg	330	⊗		⊗	⊗	⊗		⊗			⊗			⊗	⊗				
Aichfeld und Pölstal																			
Knittelfeld	635	⊗	⊗		⊗	⊗								⊗	⊗				
Zeltweg Hauptschule	675		⊗		⊗	⊗													
Judenburg	715				⊗	⊗		⊗			⊗	⊗		⊗	⊗				
Pöls	795	⊗	⊗					⊗			⊗	⊗		⊗	⊗	⊗			⊗
Reiterberg	935	⊗						⊗							⊗	⊗			
Raum Leoben																			
Leoben-Göß	554	⊗	⊗		⊗	⊗								⊗	⊗				
Donawitz	555	⊗		⊗	⊗	⊗	⊗				⊗			⊗	⊗				
Leoben	543	⊗	⊗		⊗	⊗		⊗			⊗	⊗		⊗	⊗				
Niklasdorf	510	⊗		⊗	⊗	⊗											⊗		
Raum Bruck und Mittleres Mürztal																			
Bruck an der Mur	485	⊗		⊗	⊗	⊗					⊗			⊗	⊗				
Kapfenberg	517	⊗	⊗		⊗	⊗					⊗			⊗	⊗				
Rennfeld	1610	⊗						⊗			⊗	⊗	⊗	⊗	⊗				⊗
Kindberg-Wartberg	660							⊗			⊗			⊗	⊗				
Ennstal und Steirisches Salzkammergut																			
Grundlsee	980	⊗						⊗			⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
Liezen	665	⊗		⊗	⊗	⊗		⊗			⊗	⊗		⊗	⊗				
Hochwurzen	1844	⊗						⊗			⊗	⊗	⊗	⊗	⊗				⊗
Meteorologische Messstationen																			
Eurostar	340										⊗	⊗		⊗	⊗				
Eurostar Kamin	395										⊗	⊗		⊗	⊗				
Hubertushöhe	518										⊗								
Kalkleiten	710										⊗	⊗		⊗	⊗				
Kärntnerstraße	410										⊗			⊗	⊗				
Plabutsch	754										⊗	⊗		⊗	⊗				
Puchstraße	337													⊗	⊗				
Oeverseepark	350										⊗	⊗		⊗	⊗				
Schöckl	1442										⊗	⊗		⊗	⊗				
Trofaiach	645										⊗	⊗		⊗	⊗				
Weinzöttl	369													⊗	⊗				

9.5.2 PM10-Messungen in der Steiermark

Station	Messbeginn	Standortfaktor
Bruck an der Mur	23.03.01	1,3
Gratwein	14.06.01	1,3
Graz – Don Bosco	01.07.00	1,3
Graz – Mitte	23.03.01	1,3
Graz – Nord	09.08.02	1,3
Graz – Ost	23.03.01	1,3
Hartberg	05.02.02	1,3
Köflach	03.05.01	1,3
Leoben – Donawitz	25.07.02	1,3
Liezen	15.11.01	1,3
Masenberg	18.07.01	1,3
Niklasdorf	14.10.02	1,3
Peggau	05.02.02	1,3

Stand: 1.1.2003

9.6 Inhalte der Stuserhebung gemäß Richtlinie 96/62/EG

Gemäß Richtlinie 96/62/EG Artikel 8 Absatz 3 sind in den örtlichen, regionalen und einzelstaatlichen Programmen zur Verbesserung der Luftqualität folgende Informationen zu berücksichtigen:

1. Ort des Überschreitens
 - Region
 - Ortschaft (Karte)
 - Messstation (Karte, geographische Koordinaten)
2. Allgemeine Informationen
 - Art des Gebiets (Stadt, Industrie- oder ländliches Gebiet)
 - Schätzung des verschmutzten Gebiets (km²) und der der Verschmutzung ausgesetzten Bevölkerung
 - zweckdienliche Klimaangaben
 - zweckdienliche topographische Daten
 - ausreichende Informationen über die Art der in dem betreffenden Gebiet zu schützenden Ziele
3. Zuständige Behörden
 - Name und Anschrift der für die Ausarbeitung und Durchführung der Verbesserungspläne zuständigen Personen

4. Art und Beurteilung der Verschmutzung
 - in den vorangehenden Jahren (vor der Durchführung der Verbesserungsmaßnahmen) festgestellte Konzentrationen
 - seit dem Beginn des Vorhabens gemessene Konzentrationen
 - angewandte Beurteilungstechniken
5. Ursprung der Verschmutzung
 - Liste der wichtigsten Emissionsquellen, die für die Verschmutzung verantwortlich sind (Karte)
 - Gesamtmenge der Emissionen aus diesen Quellen (Tonnen/Jahr)
 - Informationen über Verschmutzungen, die aus anderen Gebieten stammen
6. Lageanalyse
 - Einzelheiten über Faktoren, die zu den Überschreitungen geführt haben (Verfrachtung, einschließlich grenzüberschreitende Verfrachtung, Entstehung)
 - Einzelheiten über mögliche Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität
7. Angaben zu den bereits vor dem Inkrafttreten dieser Richtlinie durchgeführten Maßnahmen oder bestehenden Verbesserungsvorhaben
 - örtliche, regionale, nationale und internationale Maßnahmen
 - festgestellte Wirkungen
8. 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
9. Angaben zu den geplanten oder langfristig angestrebten Maßnahmen oder Vorhaben
10. Liste der Veröffentlichungen, Dokumente, Arbeiten usw., die die in diesem Anhang vorgeschriebenen Informationen ergänzen