



**Statuserhebungen
für den Schadstoff PM₁₀
2002, 2003, 2004 und 2005
gemäß § 8 Immissionsschutzgesetz Luft**

Lu 01-06

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

Leiter der Fachabteilung
Dr. Gerhard SEMMELROCK

Für den Inhalt verantwortlich	Dipl. Ing. Dr. Thomas Pongratz
Autoren	Mag. Andreas Schopper Dipl. Ing. Dr. Thomas Pongratz
Unter Mitarbeit von	Mag. Brigitte M. Scherbler (FA 13A) Gerti Zelisko Richard Koudelka
Betreuung des Messnetzes, Datenkontrolle	Dipl. Ing.(FH) Andreas Murg Manfred Gassenburger Gerald Hauska Ernst Kutz Adolf Roth Gerhard Schrempf
Gravimetrische Staubbestimmung	Ing. Waltraud Köberl Petra Neumann Andrea Werni

Herausgeber

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

© April 2006

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_2005

Bei Wiedergabe unserer Messergebnisse ersuchen wir um Quellenangabe!

Inhaltsverzeichnis

1	Gesetzliche Grundlagen	5
2	Behandelte Überschreitungen von PM ₁₀ -Immissionsgrenzwerten	8
2.1	Ausgangssituation	8
2.2	IG-L-Grenzwertüberschreitungen von PM ₁₀	9
2.2.1	Überschreitungen des Jahresmittelwertes	9
2.2.2	Überschreitungen des Tagesmittelwertes	11
2.2.3	Zusammenhang zwischen Jahresmittelwert und Überschreitungshäufigkeit.....	13
3	Beschreibung des Messnetzes	14
4	Emissionen von Partikeln.....	17
4.1	Vorbemerkungen	17
4.2	Emissionsabschätzung für das Maßnahmenprogramm Steiermark	17
4.3	Die österreichische Emissionsinventur für Staub.....	18
4.4	Emissionskataster Graz 2002.....	22
4.4.1	Vorbemerkung.....	22
4.4.2	Teilbericht Verkehr	22
4.4.3	Teilbericht Industrie und Gewerbe	26
4.4.4	Teilbericht Hausbrand	27
4.5	Emissionen aus dem Verkehr.....	28
4.5.1	Emissionsinventur Steiermark.....	28
4.5.2	Bewertung von Maßnahmen zur Partikelreduktion.....	29
4.5.3	Ermittlung des Reduktionspotentials von verkehrsbeschränkenden Maßnahmen	31
4.5.4	Nachrüst-Partikelfilter für Busse aus dem öffentlichen Verkehr	32
4.6	Emissionen aus der Verbrennung von Biomasse	32
5	Darstellung der Immissionssituation für PM ₁₀ (Feinstaub)	34
5.1	Darstellung der Immissionssituation im Jahr 2002	34
5.1.1	Belastungsphase erste Jännerhälfte	36
5.1.2	Monatswechsel Jänner / Februar	43
5.1.3	Zweite Märzdekade	47
5.1.4	Zweite Augushälfte.....	51
5.2	Darstellung der Immissionssituation im Jahr 2003	54
5.2.1	März	57
5.2.2	November.....	59
5.2.3	Wochengang der Immissionen im Winter 2003/2004	60
5.3	Darstellung der Immissionssituation im Jahr 2004	61
5.4	Darstellung der Immissionssituation im Jahr 2005	69
5.5	Resümee der Immissionsanalysen 2001 - 2005.....	72
5.6	Brauchtumsfeuer - PM ₁₀ -Belastung durch Osterfeuer	73
5.7	Langfristiger Trend der Belastung mit Partikel.....	76
6	Mobile Luftgütemessungen.....	80
6.1	Hartberg	81

6.2	Köflach	85
6.3	Fürstenfeld.....	88
6.4	Feldbach.....	92
6.5	Gleisdorf	95
6.6	St. Ruprecht an der Raab.....	97
6.7	Pöllau	100
6.8	Leibnitz	101
6.9	Kaindorf an der Sulm.....	103
6.10	Resümee der mobilen Messungen	106
7	PM ₁₀ - Sondermessprogramme	106
7.1	Untersuchungen zur Frage der Mischungsschichthöhe während PM ₁₀ - Belastungssituationen im Grazer Becken.....	106
7.1.1	PM ₁₀ -Messung Graz-Platte	106
7.1.2	PM ₁₀ – Vertikalsondierung März 2004.....	110
7.1.3	Vertikalverteilung von PM ₁₀ - Zusammenfassende Betrachtung	117
7.2	Ermittlung von Beiträgen verschiedener Quellen zur Immissionsbelastung – AQUELLA-Projekt	117
7.2.1	Vorbemerkungen.....	117
7.2.2	Abschätzung von Quellenanteilen – Makrotracer-Ansatz.....	119
7.2.3	Bestimmung von Quellenanteilen – CMB-Modell	120
7.2.4	AQUELLA-Graz - Erste Ergebnisse	121
7.2.5	Ausblick.....	129
8	Vorgeschlagene Sanierungsgebiete	130
9	Maßnahmenvorschläge	133
10	Literatur.....	135
11	Anhänge	138
11.1	Zuständige Dienststellen	138
11.2	Vorgeschlagene PM ₁₀ -Sanierungsgebiete in der Steiermark; Liste der Gemeinden bzw. Katastralgemeinden (fett gedruckt: gesamtes Gemeindegebiet).....	138
11.3	Beschreibung der PM ₁₀ -Messstellen	147
11.4	Abkürzungen	155
11.5	Kartendarstellung der Sanierungsgebiete	155

1 Gesetzliche Grundlagen

Die entscheidende gesetzliche Grundlage für die Messung und Bewertung von Luftschadstoffen in Österreich ist das Immissionsschutzgesetz-Luft (IG-L) [BGBl. 1997] 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 [EU 1999] angepasst (Übernahme der PM₁₀-Grenzwerte). Die derzeit aktuelle Fassung ist die von BGBl. I Nr. 34/2006.

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 µg/m³ (für CO in mg/m³)

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 (PM ₁₀)				0,5
Benzol				5

¹⁾ Drei Halbstundenmittelwerte SO₂ pro Tag, jedoch maximal 48 Halbstundenmittelwerte pro Kalenderjahr bis zu einer Konzentration von 350 µg/m³ gelten nicht als Überschreitung (Anm.: Bis zur IG-L-Novelle Juli 2001 betrug die Deckelung 0,50 mg/m³)

²⁾ Der Immissionsgrenzwert von 30 µg/m³ 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 µg/m³):

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 die IG-L- Novelle erst mit 7.7.2001 in Kraft trat, und die Grenzwerte und Messvorschriften erst seit diesem Tag gelten.

Wird 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 neun Monaten nach der Veröffentlichung hat der Landeshauptmann eine Stuserhebung (§ 8) für den Beurteilungszeitraum, in dem die Überschreitung des Immissionsgrenzwertes aufgetreten ist, zu erstellen. 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.

In Punkt 5 der Rahmenrichtlinie sind folgende Anforderungen genannt, die in einer Stuserhebung enthalten sein müssen:

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.

Die nächsten Schritte sind die Erarbeitung eines Programmes gemäß § 9a IG-L sowie 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.

Mit der Novelle des IG-L mit BGBl I Nr. 62/2006 im Frühjahr 2006 wurden einige Neuerungen eingeführt, die auch Auswirkungen auf die Erstellung der Stuserhebung und die möglichen Maßnahmen haben. Anzuwenden sind die neuen Regelungen für Grenzwertüberschreitungen für Grenzwertüberschreitungen, die ab dem 1.1.2005 registriert worden sind (§ 9a Abs.9 IG-L)

Mit der verpflichtenden Erstellung eines Programms ist es möglich zur Erreichung der Ziele des IG-L Maßnahmen festzulegen, die ergriffen werden, um die Emissionen, die zur Überschreitung des Immissionsgrenzwerts geführt haben, im Hinblick auf die Einhaltung dieses Grenzwerts zu reduzieren (§ 9a IG-L), wobei die Grundsätze, die in § 9b festgelegt sind, zu beachten sind.

Weiters wurde mit § 15a die Möglichkeit geschaffen, auch das Verbrennen von biogenen Stoffen im Freien in Sanierungsgebieten weiter einzuschränken, als dies nach BGBl Nr. 405/1993 [BGBL 1993] möglich ist.

2 Behandelte Überschreitungen von PM₁₀-Immissionsgrenzwerten

2.1 Ausgangssituation

Bereits im Jahr des Inkrafttretens der Novelle zum IG-L wurden in Graz und in Köflach die Immissionsgrenzwerte für Feinstaub überschritten – dies, obwohl die Überschreitungszählung erst mit dem Tag des Inkrafttretens der IG-L-Novelle am 7.7.2001 begann. Messstationen in Graz und Köflach waren die ersten, die auf die Erfassung von PM₁₀ umgerüstet worden sind. Die Überschreitungen von Immissionsgrenzwerten für PM₁₀ im Jahr 2001 wurden im Bericht Lu 04-03; Stuserhebungen gemäß § 8 Immissionsschutzgesetz-Luft [STATUSERHEBUNG 2003], behandelt.

Auf Basis der Stuserhebung wurde eine Verordnung nach § 10 IG-L erlassen. Die Maßnahmenkatalogsverordnung-Verkehr legt die Sanierungsgebiete für den Großraum Graz und das Voitsberger Becken fest. Betroffen sind im Großraum Graz neun Gemeinden (Graz, Feldkirchen bei Graz, Gössendorf, Grambach, Hart bei Graz, Hausmannstätten, Pirka, Raaba und Seiersberg) und im Voitsberger Becken vier Gemeinden (Köflach, Voitsberg, Bärnbach und Rosental an der Kainach). Als verkehrsbeschränkende Maßnahmen wurden Geschwindigkeitsbeschränkungen (100 km/h auf Autobahnen und 80 km/h auf Freilandstraßen) im Zeitraum von 1.11. bis 31.3. verordnet .

Da von vornherein klar war, dass diese Verordnung nicht in der Lage sein wird, die Belastungen deutlich zu senken, geschweige denn die Grenzwerte einzuhalten, wurde ein umfangreiches Maßnahmenprogramm mit 62 Maßnahmen aus den Bereichen Verkehr, Hausbrand, Landwirtschaft, diffuse Emissionen (Winterdienst) sowie Industrie und Gewerbe erarbeitet. Der Fortschritt bei der Umsetzung der Maßnahmen wird alle zwei Jahre im Zuge einer Evaluierung überprüft und bewertet.

In den folgenden Jahren wurden die Stationen des kontinuierlichen steirischen Immissionsmessnetzes sukzessive für die Erfassung von Feinstaub adaptiert. Mit 31.12.2005 waren steiermarkweit 25 PM₁₀-Messgeräte im Einsatz. Zusätzlich stehen seit 2004 auch die beiden mobilen Luftgütemesscontainer für die Feinstaubmessung zur Verfügung.

Mit der zunehmenden Zahl der Messstellen und durch die bei den mobilen Messungen gewonnenen Erkenntnissen (siehe Kapitel 6) stieg auch Anzahl die jener Gebiete, in denen die Vorgaben des IG-L hinsichtlich PM₁₀ nicht eingehalten werden konnten.

Auch wenn im Zeitraum 2002 bis 2004 PM₁₀-Grenzwertüberschreitungen auftraten, so sind doch die Ergebnisse des Jahres 2005 jene, die die Belastungssituation in der Steiermark mit Feinstaub aktuell beschreiben. Damit ergibt sich auch, dass für die Stuserhebung und für die vorzuschlagenden Maßnahmen im Rahmen eines Programmes das IG-L in der Fassung von 2006 ausschlaggebend ist.

2.2 IG-L-Grenzwertüberschreitungen von PM₁₀

2.2.1 Überschreitungen des Jahresmittelwertes

Für den Jahresmittelwert der PM₁₀-Konzentration wird im IG-L ein Grenzwert von 40 µg/m³ festgelegt.

Tabelle 2: PM₁₀-Messungen, Jahresmittelwerte

Station	Messbeginn	2001	2002	2003	2004	2005
Graz – Don Bosco	01.07.2000	54	51	52	47	47
Bruck an der Mur	23.03.2001	28	33	32	28	28
Graz – Mitte	23.03.2001		44	48	41	43
Graz – Ost	23.03.2001	35	37	39	32	
Köflach	03.05.2001		41	42	36	32
Gratwein	14.06.2001		31	33	29	30
Masenberg	18.07.2001		17	18	14	15
Liezen	15.11.2001		29	30		25
Hartberg	06.02.2002		37	41	36	34
Peggau	06.02.2002		35	37	33	35

Station	Messbeginn	2001	2002	2003	2004	2005
Leoben – Donawitz	25.07.2002			32	29	29
Graz – Nord	01.09.2002			37	31	33
Niklasdorf	14.10.2002			33	28	25
Judenburg	26.02.2003			25	22	22
Graz – Süd	25.04.2003				42	43
Deutschlandsberg	11.06.2003				28	30
Knittelfeld	11.06.2003				29	30
Voitsberg	11.06.2003				32	32
Graz – Platte	01.07.2003				19	21
Weiz	01.10.2003				37	36
Leoben – Göß	21.01.2004				26	26
Mürzzuschlag	21.03.2005					22
Leoben	14.06.2005					
Zeltweg	14.06.2005					
Pöls-Ost	21.07.2005					

Keine Messung,
 Messbeginn während des Jahres
 Grenzwertüberschreitung
 Grenzwert eingehalten

Abbildung 1: PM₁₀-Messungen, Jahresmittelwerte 2002 - 2005

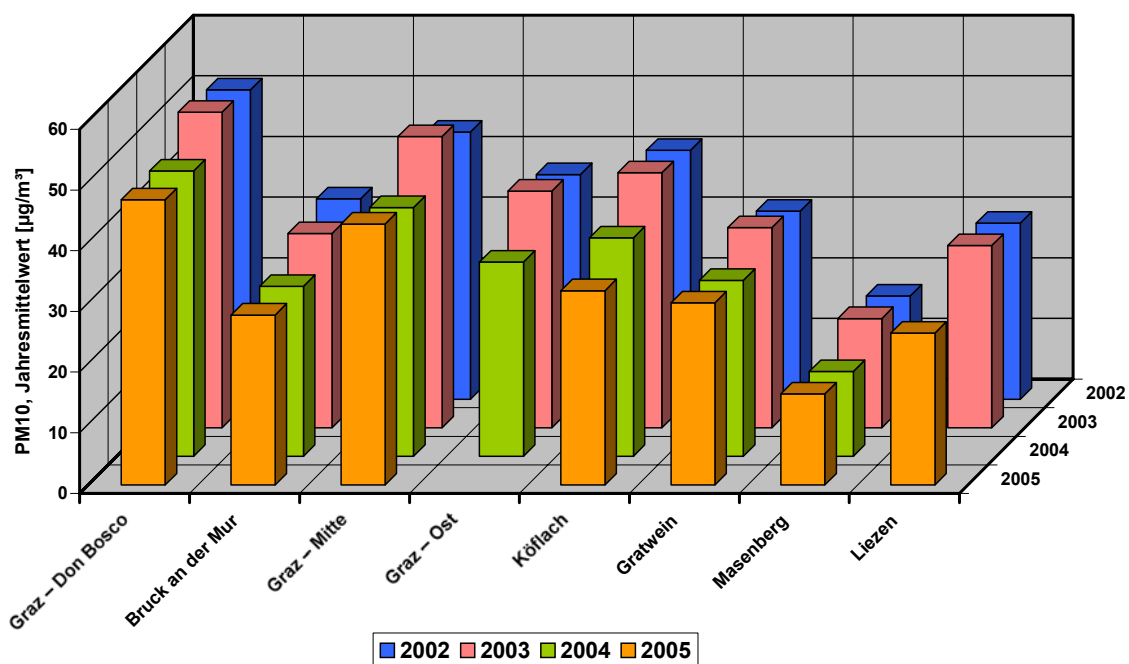
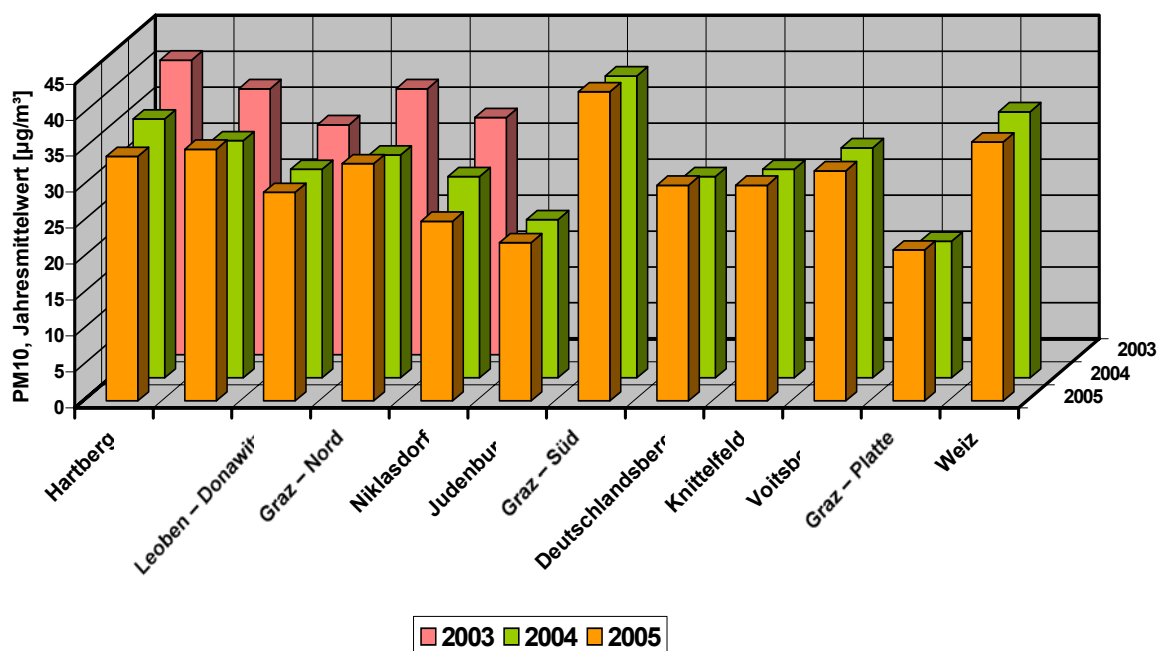


Abbildung 2: PM₁₀-Messungen, Jahresmittelwerte 2003 - 2005



2.2.2 Überschreitungen des Tagesmittelwertes

Das Immissionsschutzgesetz-Luft sieht auch einen Grenzwert für den Tagesmittelwert vor, der mit 50 µg/m³ festgelegt ist. Eine bestimmte Anzahl von Überschreitungen pro Jahr werden toleriert. Für die Jahre 2001 bis 2004 waren dies jährlich 35 Überschreitungstage. Im Jahr 2005 wurde die Anzahl auf 30 Tage pro Jahr abgesenkt.

Tabelle 3: PM₁₀-Messungen, Anzahl der Überschreitungen des Grenzwertes für das Tagesmittel

Station	Messbeginn	2001	2002	2003	2004	2005
Graz – Don Bosco	01.07.2000	158	132	131	117	127
Bruck an der Mur	23.03.2001	28	52	46	36	34
Graz – Mitte	23.03.2001	47	99	129	83	113
Graz – Ost	23.03.2001	39	72	82	48	
Köflach	03.05.2001	49	84	97	72	44
Gratwein	14.06.2001	27	36	35	34	36
Masenberg	18.07.2001	1	3	6	1	2
Liezen	15.11.2001	2	32	33	29	21
Hartberg	06.02.2002		59	85	69	65
Peggau	06.02.2002		36	63	39	51
Leoben – Donawitz	25.07.2002		7	42	29	36
Graz – Nord	01.09.2002		27	69	51	56

Station	Messbeginn	2001	2002	2003	2004	2005
Niklasdorf	14.10.2002		9	49	38	19
Judenburg	26.02.2003			8	6	9
Graz – Süd	25.04.2003			48	96	96
Deutschlandsberg	11.06.2003			17	32	36
Knittelfeld	11.06.2003			12	44	47
Voitsberg	11.06.2003			20	56	46
Graz – Platte	01.07.2003			3	5	18
Weiz	01.10.2003			23	65	75
Leoben – Göß	21.01.2004				24	19
Mürzzuschlag	21.03.2005					6
Leoben	14.06.2005					20
Zeltweg	14.06.2005					22
Pöls-Ost	21.07.2005					0

	Keine Messung,
	Messbeginn während des Jahres
	Grenzwertüberschreitungen bei Messungen unter einem Jahr
	Grenzwertüberschreitungen
	Grenzwert eingehalten (Überschreitungstoleranz)

Abbildung 3: PM₁₀-Messungen; Überschreitungstage 2002 - 2005

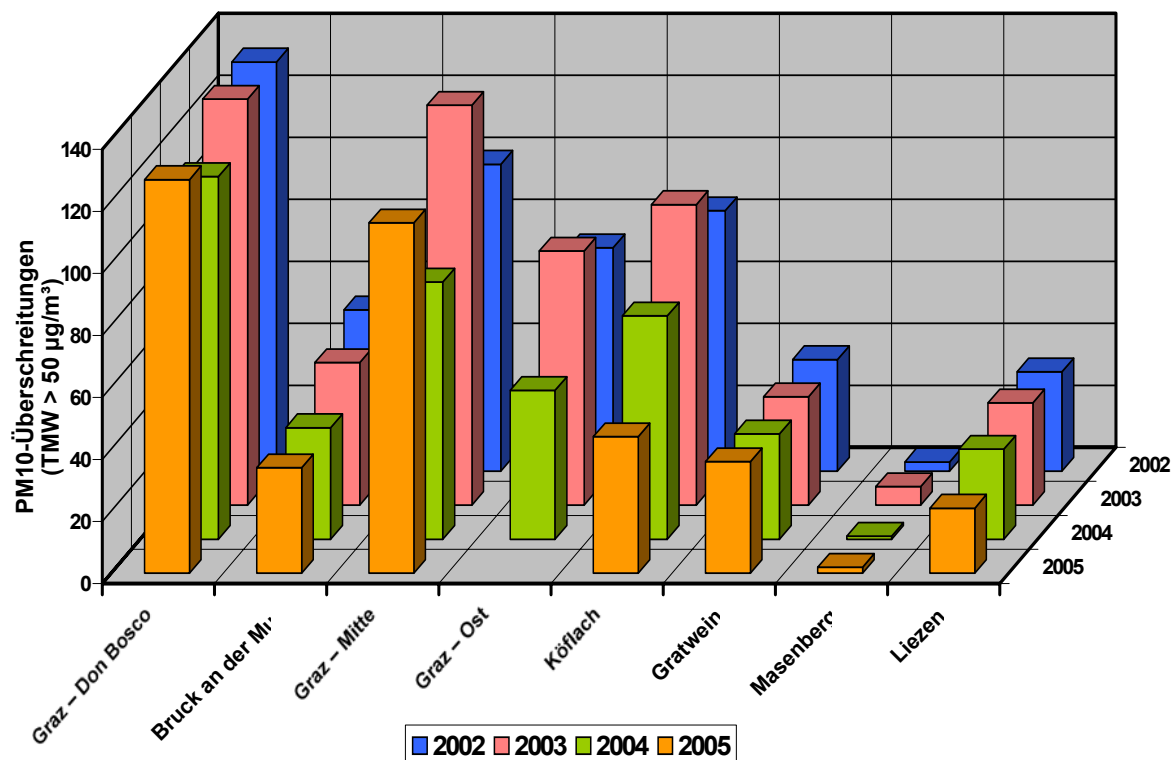
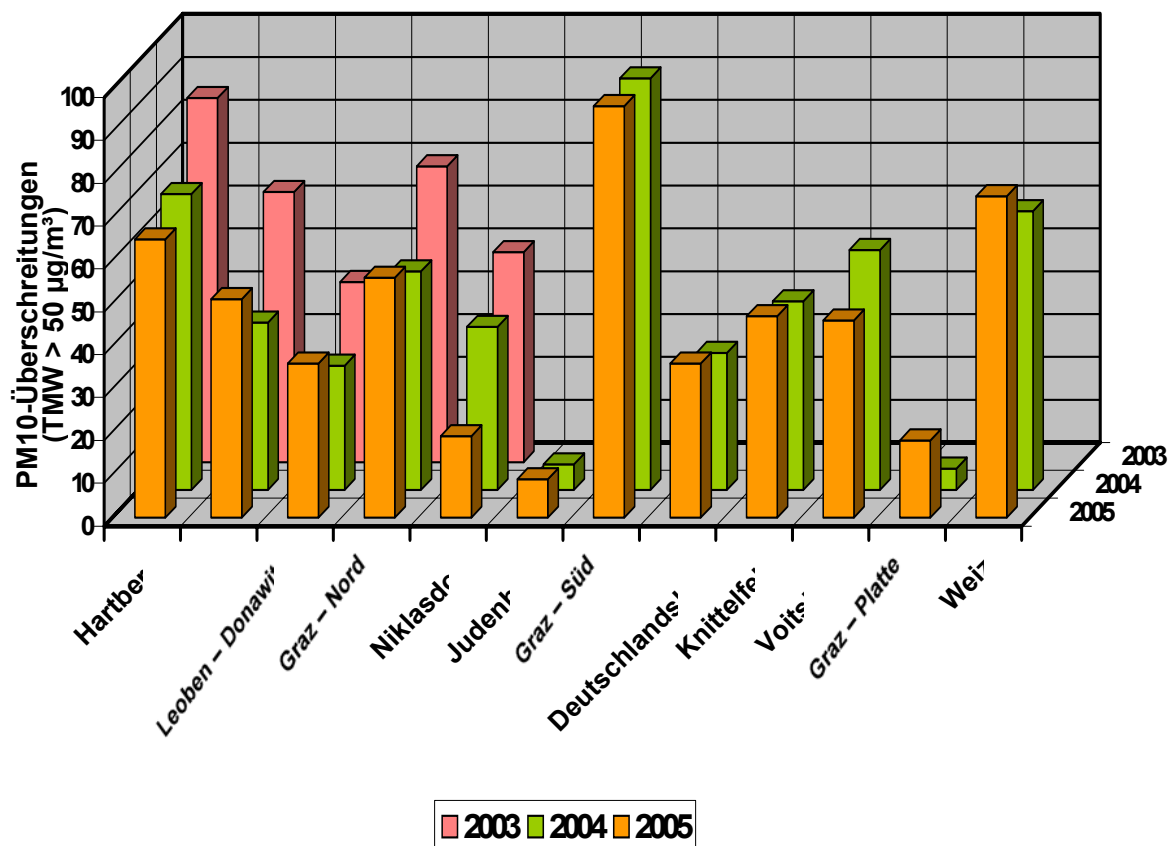


Abbildung 4: PM₁₀-Messungen; Überschreitungstage 2003 - 2005



2.2.3 Zusammenhang zwischen Jahresmittelwert und Überschreitungshäufigkeit

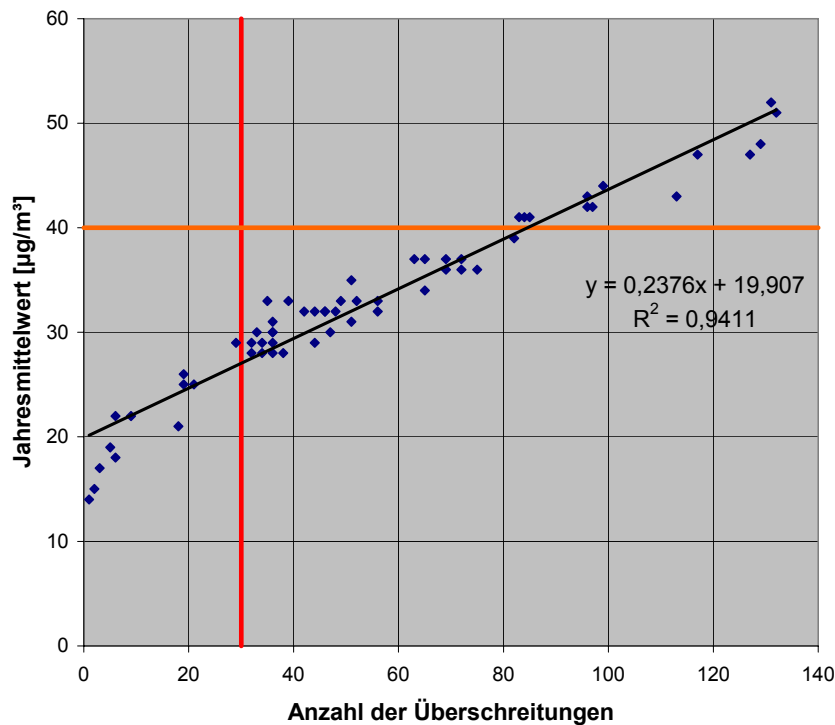
Sowohl der Grenzwert für das Jahresmittel als auch die tolerierte Anzahl von Überschreitungen des Tagesmittelgrenzwertes von 50 µg/m³ sind auf ein Jahr bezogene Limits. Jenes der Überschreitungshäufigkeit ist, wie die Auswertung in Abbildung 5 zeigt, das deutlich strengere Kriterium.

Es wird analog zu den Berechnungen des Umweltbundesamtes [UBA 2006] die Korrelation zwischen den Jahresmittelwerten für PM₁₀ von 2002 bis 2005 und der Anzahl der Tage mit TMW über 50 µg/m³ für alle steirischen Stationen dargestellt. Alle Stationen rechts der vertikalen Linie haben mehr als 30 Überschreitungen und weisen damit Grenzwertüberschreitungen (bezogen auf das Jahr 2005) auf. Damit ist die österreichische Regelung strenger als die Vorgaben der EU [EU 1999].

Demgegenüber wurden bei dem als Jahresmittelwert festgelegten Grenzwert von 40 µg/m³. Die Trendlinie in der Graphik zeigt, dass bei einem Jahresmittelwert von 28,2 µg/m³ im Mittel 35 Tagesmittelwerte über 50 µg/m³ zu erwarten sind, bei einem Jahresmittelwert von 27,0 30 Überschreitungen (zulässige Anzahl ab 2005), bei einem Jahresmittelwert von 25,8 µg/m³ 25 Überschreitungen (zulässige Anzahl ab 2010). Diese Werte sind praktisch identisch mit den österreichweiten Auswertungen [UBA 2006].

Bei Erreichen des Grenzwertes für das Jahresmittel ist mit etwa 84 Überschreitungen des Tagesmittelgrenzwertes von 50 µg/m³ zu rechnen.

Abbildung 5: Zusammenhang zwischen dem Jahresmittelwert PM₁₀ und der Anzahl der Tage mit Werten über 50 µg/m³, 2002 bis 2005.



3 Beschreibung des Messnetzes

Die ersten durchgehenden PM₁₀ Messungen in der Steiermark begannen im Juli 2000 an der verkehrsnahen Messstelle Graz Don Bosco. Mit dem Inkrafttreten der IG-L-Novelle 2001 waren bereits sechs Immissionsmessstellen mit PM₁₀-Erfassung ausgerüstet. Die Ausstattung des Messnetzes mit PM₁₀-Messgeräten ist in Tabelle 4 dargestellt.

Die Referenzmethode zur PM₁₀-Messung ist ein gravimetrisches Verfahren [ÖNORM 1999]. Nachdem Teilchen mit einem größeren Durchmesser als 10 µm von einem Vorabscheider aus dem Luftstrom entfernt worden sind, werden die Partikel auf einem gewogenen Filter abgeschieden. Aus der abgeschiedenen Masse und dem durchgesaugten Luftvolumen lässt sich die PM₁₀-Konzentration errechnen.

Dieses Verfahren hat den gravierenden Nachteil, dass Messwerte erst Wochen nach der Probenahme zur Verfügung stehen. Es ist also für eine aktuelle Information ungeeignet. Daher erfolgen die Messungen hauptsächlich über kontinuierliche Messverfahren.

Die Unterschiede zwischen den Messverfahren werden durch die Anwendung eines sogenannten Standortfaktors berücksichtigt. Dieser wird durch Vergleichsmessungen zwischen kontinuierlichen Messgeräten und der Staubbestimmung nach dem Referenzverfahren ermittelt und ist im Regelfall starken Schwankungen unterworfen.

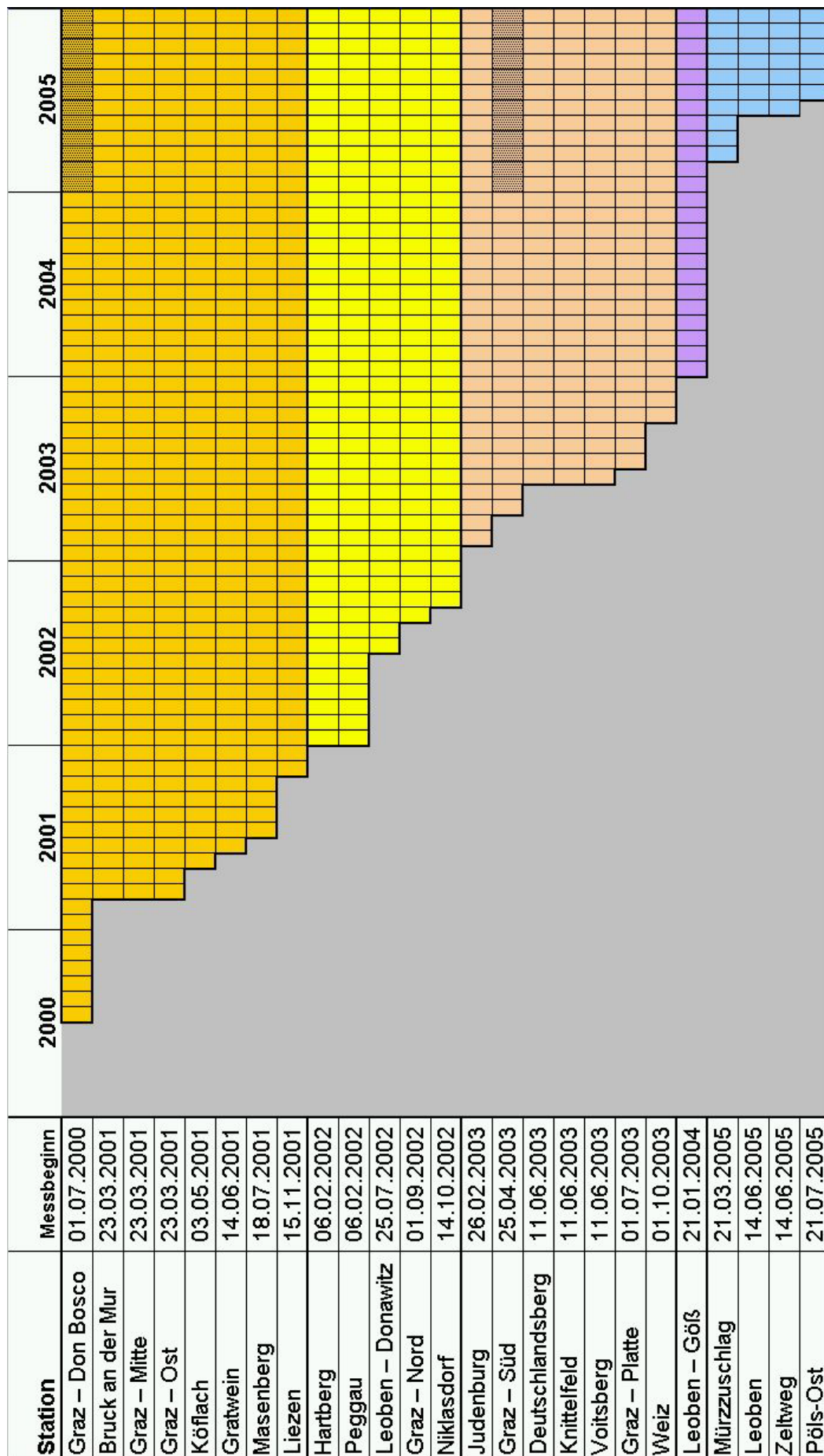
Um auch bei kontinuierlichen Messungen die Vergleichbarkeit zwischen Stationen aber auch über längere Zeiträume zu gewährleisten, wird im steirischen Messnetz ausschließlich der Default-Standortfaktor von 1,3 verwendet.

Tabelle 4: Steirisches PM₁₀-Messnetz; Stand 31.12.2005

Station	Messbeginn	Standortfaktor	Gerätetyp
Bruck an der Mur	23.03.01	1,3	Teom
Deutschlandsberg	11.06.03	1,3	Teom
Gratwein	14.06.01	1,3	Teom
Graz – Don Bosco	01.07.00	1,3/1	FH62 I-R/High-Vol
Graz – Mitte	23.03.01	1,3	Teom
Graz – Nord	09.08.02	1,3	Teom
Graz – Ost	23.03.01	1,3	Teom
Graz - Süd	24.04.03	1,3/1	FH62 I-R/High-Vol
Hartberg	05.02.02	1,3	Teom
Judenburg	26.02.03	1,3	Teom
Köflach	03.05.01	1,3	Teom
Knittelfeld	11.06.03	1,3	Teom
Leoben	14.06.05	1,3	Teom
Leoben – Donawitz	25.07.02	1,3	Teom
Leoben Göß	01.03.04	1,3	FH62 I-R
Liezen	15.11.01	1,3	Teom
Masenberg	18.07.01	1,3	Teom
Mürzzuschlag	21.03.05	1,3	FH62 I-R
Niklasdorf	14.10.02	1,3	FH62 I-R
Peggau	05.02.02	1,3	Teom
Pöls Ost	21.07.05	1,3	FH62 I-R
Voitsberg	11.06.03	1,3	Teom
Weiz	01.10.03	1,3	Teom
Zeltweg	14.06.05	1,3	Teom

Die folgende Abbildung 6 zeigt den Fortschritt beim Ausbau des PM₁₀-Messnetzes. Der jeweilige Messbeginn für die Jahre 2000 bis 2005 wird in unterschiedlichen Farben dargestellt. Die grau hinterlegten Bereiche weisen auf den Einsatz der Referenzmethode hin.

Abbildung 6: PM₁₀-Messungen in der Steiermark - Zeittafel



4 Emissionen von Partikeln

4.1 Vorbemerkungen

Die Belastung der Atmosphäre mit Partikeln ist auf Emissionen aus sehr vielen verschiedenen Quellen zurückzuführen. Während die Kenntnis der emittierten Mengen aus konkreten Quellen, wie den Schornsteinen der großen Feuerungsanlagen und den Abgasen aus dem Verkehr recht gut ist, sind die Angaben von Emissionsmassenströmen aus diffusen Quellen, wie die Aufwirbelung durch den Straßenverkehr, die Gewinnung und Manipulation mineralischer Rohstoffe, Bautätigkeiten, Landwirtschaft und industriellen Tätigkeiten mit großen Unsicherheiten behaftet.

Weiters ist zu berücksichtigen, dass Immissionen von Staub nicht nur durch die vorhin genannten primären Partikeln verursacht werden. Auch sekundär aus gasförmigen Vorläufersubstanzen gebildete Teilchen sind für einen Teil der Immissionsbelastung verantwortlich. Ein wesentlicher Anteil der sekundären Partikel ist auf weiträumigen, grenzüberschreitenden Schadstofftransport zurückzuführen und führt neben einer hohen Belastung in Ballungsräumen zusätzlich zu einer hohen Hintergrundbelastung.

Emissionsinventuren können daher nur einen Teil der immissionswirksamen Partikel beschreiben.

4.2 Emissionsabschätzung für das Maßnahmenprogramm Steiermark

Für das Maßnahmenprogramm Steiermark [RUPPRECHT 2004] wurde auf Basis der vorliegenden Kenntnisse eine grobe Abschätzung der Partikelemissionen durchgeführt. Dabei wurden folgende Emittentengruppen berücksichtigt:

Verkehr:	Emissionen von Auspuffanlagen sowie den Abrieb von Reifen und Bremsen aus dem Straßenverkehr und dem Off-road-Bereich (Geräte der Land- und Forstwirtschaft, Baumaschinen, u.ä.)
Industrie und Gewerbe:	Prozess- und pyrogene Emissionen von Industrie und Gewerbe
Hausbrand:	Heizungsanlagen privater Haushalte, privater und öffentlicher Dienstleister, Gewerbe und Landwirtschaft
Landwirtschaft:	Nutztierhaltung, Ackerbau, Grünlandwirtschaft
Diffuse Emissionen:	Emissionen aus diffusen Quellen (Wiederaufwirbelung durch Verkehr, Staubbelastung durch Baustellen, u.ä.)

Diese Einteilung lehnt sich an die durch das Umweltbundesamt Österreich vorgenommene Aufgliederung der Emittenten [UBA 2004] an.

Im Auftrag des Umweltbundesamtes wurde für Österreich eine Emissionsinventur für Staub für die Jahre 1990, 1995 und 1999 erstellt [UBA 2001]. Die Angaben erfolgten als Gesamtschwebestaub (TSP) sowie für Fraktionen mit weniger als 10 µm bzw. 2,5

µm aerodynamischem Durchmesser (PM₁₀ sowie PM_{2,5}). Auf Basis dieser Daten wurde versucht, den Anteil der Steiermark grob abzuschätzen.

Generell ist anzumerken, dass die Abschätzung von Staubemissionen mit Unsicherheiten behaftet ist und die folgenden Zahlen daher als Richtgrößen zu verstehen sind. Insbesondere bei diffusen Quellen ist auf Grund der verwendeten Berechnungen davon auszugehen, dass hier eine Überschätzung vorliegt.

Für den Bereich Verkehr wurden in Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Graz, ausgehend von Verbrauchsberechnungen und durchschnittlichen Fahrleistungen, Schadstoffbilanzen für den gesamten steirischen Verkehrsbereich (Basisjahr 2002) erstellt [HAUSBERGER 2004]. Diese Bilanzen weisen die jeweiligen Emissionsmengen für Kohlendioxid (CO₂), Kohlenmonoxid (CO), Kohlenwasserstoffe (HC), Stickstoffoxide (NO_x), Stickstoffdioxid (NO₂) und Feinstaub (PM₁₀) in Tonnen aus. Die dabei berechneten Werte zeigen eine gute Übereinstimmung mit den von der Forschungsgesellschaft Seibersdorf für ganz Österreich ermittelten Emissionen.

Aus Abschätzungen ergeben sich folgende ungefähre Werte für die Emissionen von Feinstaub:

Tabelle 5: Ungefähre Emissionsmengen Feinstaub (PM₁₀) nach Verursacherggruppen gegliedert (für die Steiermark)

Verursacherggruppe	Primäre Emissionen [t/a]	Gesamtemissionen inkl. diffuser Stäube [t/a]
Verkehr	1.100	7.000
Industrie	1.400	3.500
Hausbrand	1.400	1.400
Landwirtschaft	100	1.500
SUMME	4.000	13.400

Hiermit ergab sich für die Steiermark als Grundlage für das Maßnahmenprogramm ein „hausgemachtes“ Belastungspotenzial von ca. 13.400 Tonnen Feinstaub jährlich (inklusive der Belastungen aus diffusen Quellen).

4.3 Die österreichische Emissionsinventur für Staub

Im Rahmen der Österreichischen Luftschadstoffinventur werden auch die Emissionen von Partikeln behandelt [UBA 2001]. Zur Ermittlung der Massenströme und der Trends werden nur primäre Emissionen anthropogenen Ursprungs berücksichtigt. Die Ergebnisse dieser Studie dienen als Grundlage für die Ermittlung der Staubemissionen der Luftschadstoff-Inventur für die Jahre 1990 bis 2003 [UBA 2004]. Auch in dieser Arbeit wird festgehalten, dass die Abschätzung von Staubemissionen mit erheblichen Unsicherheiten (insbesondere bei diffusen Quellen) behaftet ist und daher noch weiterer Forschungsbedarf zur Verbesserung der Staub-Inventur besteht.

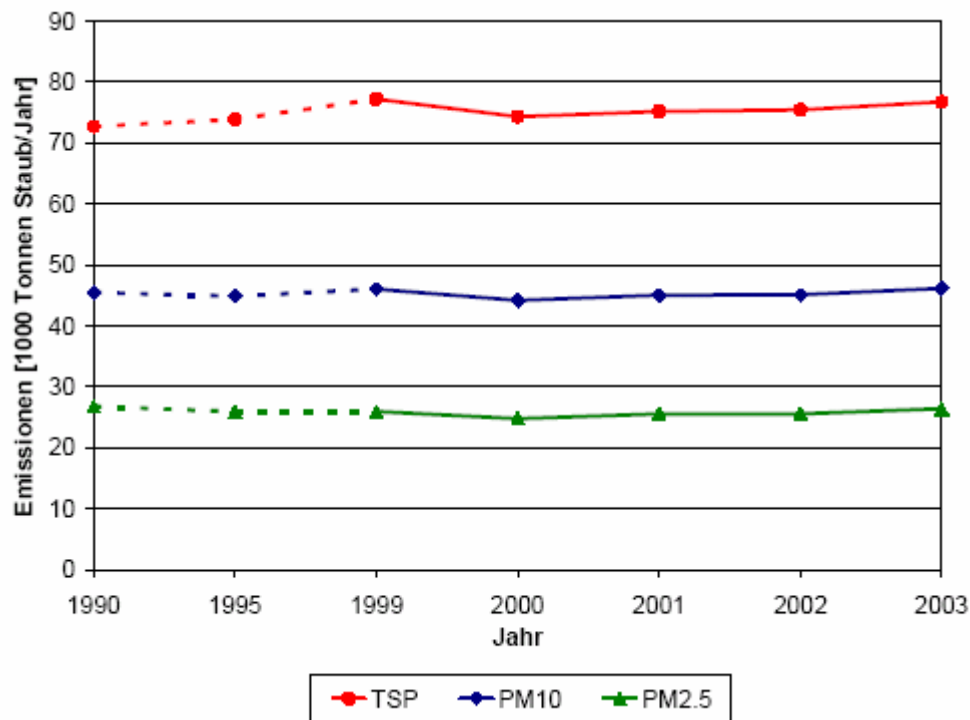
Die Staubemissionen des Verkehrssektors, d. h. die Abgas- und Abriebemissionen, wurden mit Hilfe der aktuellen Version des Handbuchs der Emissionsfaktoren be-

rechnet [UBA 2004a]. Die Staubemissionen durch Aufwirbelung wurden nicht betrachtet.

In Abbildung 7 sind die Staubemissionen Österreichs für die Jahre 1990, 1995 und 1999 bis 2003 dargestellt. Die Daten der Jahre 1991 - 1994 und 1996 - 1998 wurden mittels Interpolation ermittelt (strichliert dargestellt). Danach haben im Zeitraum 1990 bis 2003

- ⇒ die Gesamtschwebstaubemissionen (TSP) von etwa 73.000 Tonnen um 6 % auf etwa 77.000 Tonnen zugenommen;
- ⇒ die PM₁₀-Emissionen von etwa 45.000 Tonnen um 1 % auf etwa 46.000 Tonnen zugenommen;
- ⇒ die PM_{2,5}-Emissionen von etwa 27.000 Tonnen um 2 % auf etwa 26.000 Tonnen abgenommen.

Abbildung 7: Emissionen von TSP, PM₁₀ und PM_{2,5} für 1990, 1995 und 1999 bis 2003



Als maßgebliche Verursacher des Staubes konnten folgende Verursacher identifiziert werden:

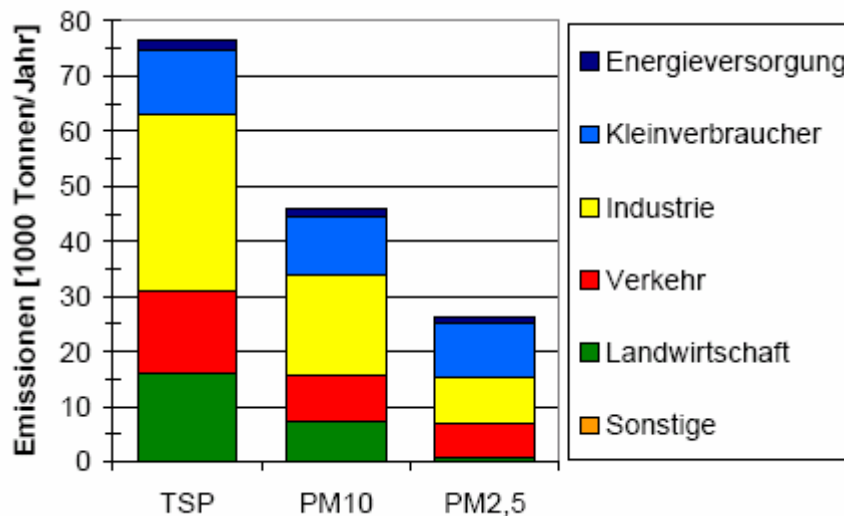
- ⇒ Verkehr (Abgasemissionen sowie Emissionen aus Abrieb- und Bremsvorgängen);
- ⇒ Industrie, hier vor allem die Bautätigkeit (Schüttgutumschlag);
- ⇒ Hausbrand (vor allem Festbrennstoffe).

Eine vor allem in Städten bedeutende Emissionsquelle stellt darüber hinaus die Aufwirbelung von Straßenstaub dar, die jedoch in der beschriebenen Inventur nicht enthalten ist.

Diese steigenden Trends bei der Emission von Partikeln können immissionsseitig nicht nachvollzogen werden. An praktisch allen Stationen ist hier in den vergangenen

15 Jahren ein fallender Trend zu beobachten gewesen (siehe dazu die Beispiele für Trends der Partikelimmissionen in Kapitel 5.7)

Abbildung 8: Emissionen von TSP, PM₁₀ und PM_{2,5} für das Jahr 2003



Zur Einhaltung der Staubemissionsgrenzwerte bei gefassten Emissionen werden im industriellen und gewerblichen Bereich in der Regel leistungsfähige Minderungstechnologien wie z. B. Staubabscheider zur Luftreinigung eingesetzt. Im Vergleich zu den Staubemissionen aus gefassten Quellen, die in den letzten Jahrzehnten aufgrund von zahlreichen und umfassenden Minderungsmaßnahmen bei größeren Anlagen zurückgegangen sind, gewinnen die Emissionen aus diffusen Quellen vor allem beim Gesamtschwebstaub, aber auch bei PM₁₀ erheblich an Bedeutung.

Weitere spürbare Emissionsminderungen sollten auch durch die Reduktion diffuser Staubemissionen im gleichen Umfang gelingen wie bei der Entstaubung gefasster Quellen. Hierzu ist allerdings eine systematische Erfassung diffuser Staubemissionen notwendig, die u. a. in bedeutendem Umfang bei der Lagerung, dem Umschlag und dem Transport von Schüttgütern entstehen.

Insgesamt kann für den Sektor Industrie und Gewerbe also festgestellt werden, dass der Großteil der Feinstaubemissionen nicht durch den Schornstein, sondern aus Dachöffnungen, Hallentoren oder Fenstern sowie anderen Quellen freigesetzt werden. Diese diffusen Emissionen sowie solche aus Umschlag- und Lagerprozessen sind durch den Einsatz von Staubabscheidern nur mit großem Aufwand zu mindern.

Um die Relevanz von Staub aus diffusen Quellen abzuschätzen zu können, müssen Parameter wie Emissionsmassenstrom, Partikelgrößenverteilung und Ausbreitungsverhalten besser bekannt sein, doch derzeit gibt es kaum geeignete Verfahren, um diffuse Staubemissionen routinemäßig messtechnisch zu erfassen.

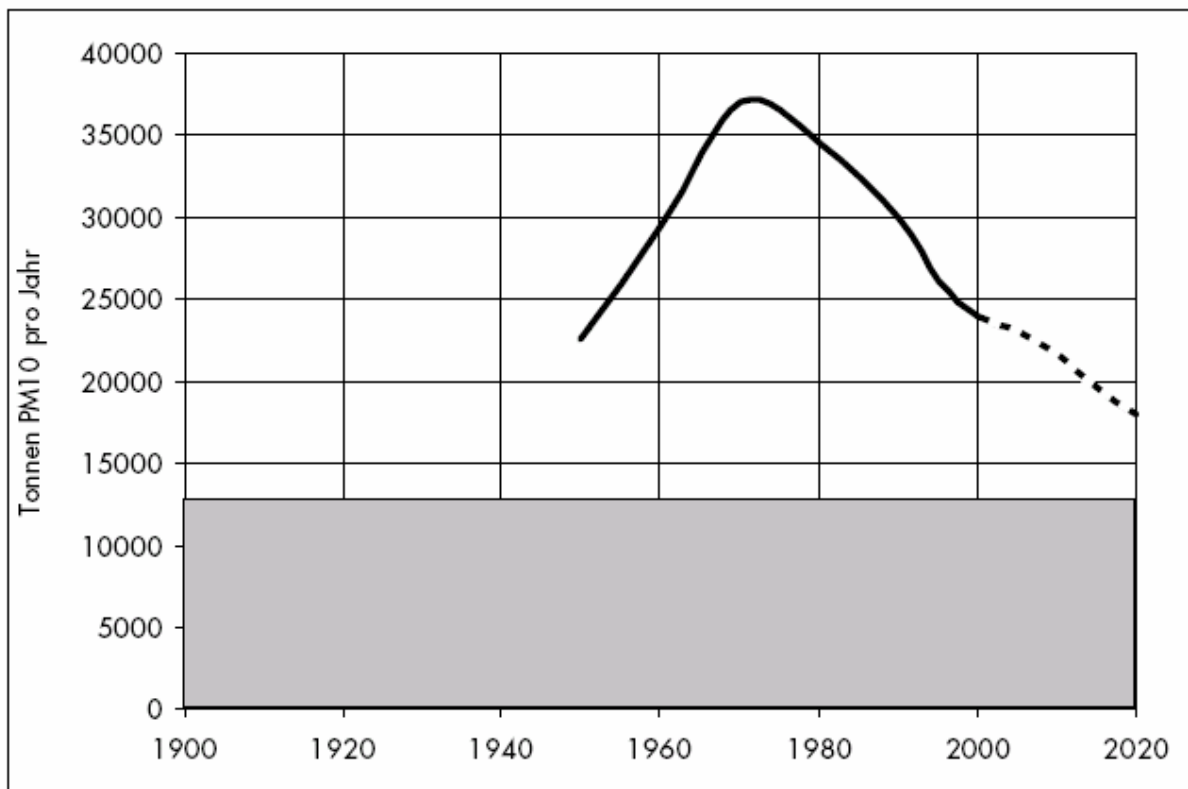
In der österreichischen Emissionsinventur wird nur die Gesamtsumme der österreichischen Emissionen abgebildet, soweit sie im Rahmen einer Inventur überhaupt erfassbar sind. Der Anteil der Verursacher an der Immissionsbelastung kann hingegen regional sehr unterschiedlich sein. Auch die Bewertung des Verhältnisses von Hintergrundbelastung zur aktuellen Belastung durch Industrieanlagen oder durch den Verkehr ist auf Basis von Emissionsinventuren allein nicht zu bestimmen.

Die Schweiz kommt bei der Inventur der PM₁₀-Emissionen hinsichtlich der Trends der Staubemissionen zu einem etwas anderen Ergebnis [BUWAL 2005]. Diese spiegeln die immissionsseitig beobachteten Trends besser wider.

Aussagen werden ab 1950 getroffen. Zunächst wird bis in die 1970-er Jahre von einem starken Anstieg der emittierten Staubmengen ausgegangen. Danach gehen die Emissionen von Feinstäuben kontinuierlich zurück. Hier ist der für Österreich beschriebene Anstieg der Partikelemissionen im Zeitraum von 1990 bis 2003 nicht zu erkennen.

Dennoch wird auch hier festgestellt, dass das „Ökologische Ziel“ (der grau schattierte Bereich in Abbildung 9; innerhalb dessen die Gesamtemissionen liegen müssten, damit die Immissionsgrenzwerte der Luftreinhalte-Verordnung eingehalten werden könnten) nur mit der Weiterführung der bisher beschlossenen Maßnahmen ohne zusätzliche Anstrengungen bis 2020 nicht erreicht werden kann.

Abbildung 9: Schweiz; Trend der PM₁₀-Emissionen



4.4 Emissionskataster Graz 2002

4.4.1 Vorbemerkung

Bereits in den Jahren 1989 [PISCHINGER 1989] und 1995 [PISCHINGER 1995] wurden die Emissionen im Raum Graz erhoben. Der Emissionskataster Graz 2002 sollte die seinerzeitigen Ergebnisse aktualisieren und als Basis für diese Stuserhebung dienen. Im Großraum Graz kommt es zu Überschreitungen des Grenzwertes für PM₁₀ als Tagesmittelwert und des NO₂ als Halbstundenmittelwert und Jahresmittelwert. Daher wäre nur eine Erhebung dieser beiden Schadstoffe erforderlich. Um jedoch die hierfür notwendigen Ressourcen zu nützen, sollen die Erhebungen auf andere Schadstoffe gemäß [ÖNORM 2000] ausgeweitet sowie Treibhausgase erfasst werden, was eine Kontinuität in der Emissionskatastererstellung ermöglichen soll:

- Schwefeldioxid (SO₂),
- Stickstoffoxide (NO_x),
- Kohlenmonoxid (CO),
- flüchtige Kohlenwasserstoffe ausgenommen Methan (NMVOC)
- Kohlendioxid (CO₂),
- Methan (CH₄),
- Benzol (C₆H₆),
- Partikel/PM₁₀,
- Schwermetalle (wo verfügbar).

Der Emissionskataster wurde so konzipiert, dass er den Anforderungen der ÖNORM M 9470 bzw. der Emissionskatasterverordnung [BGBL 2002] entspricht.

Danach hat der Emissionskataster jedenfalls Emissionsangaben für alle jene Emittenten und Emittentengruppen zu beinhalten, deren Emissionen erwarten lassen, dass sie wesentlich zur Emission in Graz beitragen. Als Emittenten oder Emittentengruppen, welche wesentlich zu den Emissionen im Sanierungsgebiet beitragen, sind grundsätzlich solche zu betrachten, welche mehr als 0,1% zu den gesamten Emissionen eines Luftschadstoffs im Sanierungsgebiet beitragen.

Die Emissionen werden den drei Verursachergruppen Verkehr, Industrie und Gewerbe sowie Haushalte und Sonstige zugeteilt.

Abgeschlossen werden konnten bisher die Sektoren Verkehr und Industrie/Gewerbe. Der Teilbereich Hausbrand und Sonstige steht kurz vor dem Abschluss der Berechnungen.

4.4.2 Teilbericht Verkehr

Die verkehrsbedingten Emissionen werden für das Straßennetz innerhalb des Gemeindegebietes von Graz berechnet [HEIDEN 2004]. Die den Berechnungen zu Grunde liegenden Verkehrsdaten repräsentieren das Jahr 2003.

Berechnet werden

- ⇒ die Emissionen während der Fahrt
- ⇒ die Kaltstartemissionen (Zuordnung nach Verkehrsbezirken)

⇒ die Verdampfungsemissionen (Zuordnung nach Verkehrsbezirken)

Berücksichtigt werden

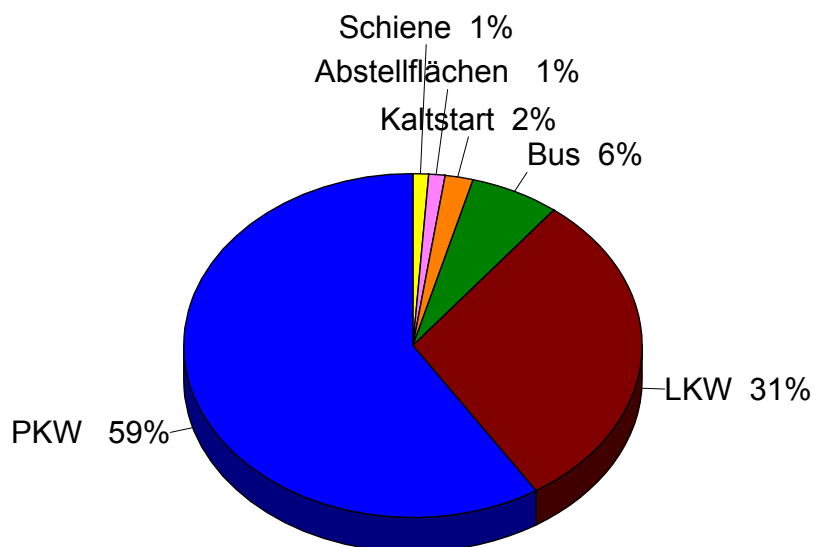
- ⇒ Privater Personen- und Güterverkehr
- ⇒ Öffentlicher Verkehr
- ⇒ Schienenverkehr mit Dieselantrieb
- ⇒ Garagenverkehr
- ⇒ Einkaufszentren und Park and Ride Parklätze

Bei der Berechnung der Partikelemissionen (Feinstaub) wurden einerseits die Emissionen aus dem Auspuff und andererseits die Emissionen aus Abrieb und Aufwirbelung betrachtet. Für die Auspuffemissionen liegen Emissionsfaktoren aus dem Handbuch für Emissionsfaktoren 2.1 [UBA 2004a] vor. Verursacher sind in erster Linie Dieselfahrzeuge, da benzinbetriebene Fahrzeuge im Vergleich äußerst geringe Partikelemissionsmengen aufweisen. Abrieb und Aufwirbelung betreffen alle Fahrzeugtypen gleichermaßen, entscheidend ist dabei das Gewicht des Fahrzeuges. Die Emissionsfaktoren wurden aus der EMPA Studie [GEHRIG 2003] abgeleitet. Insgesamt liegt damit das mittlere Niveau von Staubaufwirbelung und Partikelemissionen aus dem Auspuff in einer vergleichbaren Größenordnung.

Tabelle 6: Gesamtemissionen des Verkehrs für Graz, Datenbasis 2003; [t/a]

Emissions- quelle	SO ₂	NOx	CO	CO ₂	HC	PM ₁₀ ex- haust	PM ₁₀ non exhaust	PM ₁₀ ge- samt
<i>PKW</i>	19,8	655,8	1.379,8	231.434	159,1	42,9	63,2	106,1
<i>LKW</i>	8,8	773,7	189,5	67.286	73,5	25,8	29,2	55,0
<i>Bus</i>	1,5	140,4	42,6	11.528	19,6	6,3	5,2	11,5
Straße gesamt	30,1	1.569,9	1.611,9	310.248	252,2	75,0	97,6	172,6
Kaltstart gesamt	0,7	23,8	749,5	7.989	73,2	3,5		3,5
Verdunstung					110,5			
Abstellflächen	0,1	2,6	19,1	3.263	4,0	0,1	1,9	2,0
Schiene gesamt	1,5	60,8	11,6	4.697	4,0	1,9		1,9
Gesamt	32,4	1.657,0	2.392,0	326.198	443,8	80,5	99,5	180,0

Abbildung 10: Emissionskataster Graz Verkehr, Basis 2003; Gesamtemissionen an PM₁₀; Anteile der Verkehrsarten

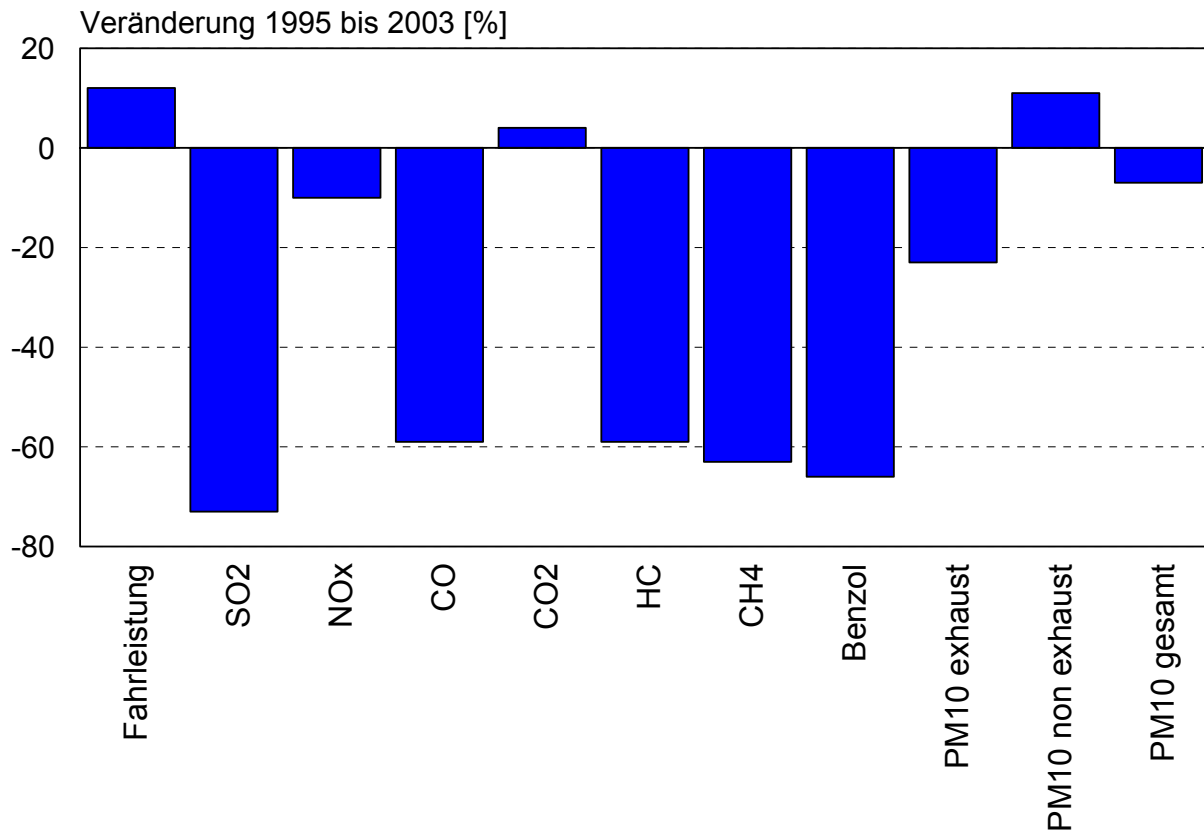


Für die Darstellung der Emissionsentwicklung zwischen den Jahren 1995 und 2003 mussten unter Berücksichtigung der verbesserten Emissionsfaktoren und der geänderten Rechenmethodik die seinerzeitigen Ergebnisse neu berechnet werden [HEIDEN 2004]. Bei den meisten Schadstoffen ergaben sich in den vergangenen Jahren trotz einer Erhöhung der Fahrleistung um 12% deutliche Reduktionen durch den Fortschritt in der Motorentechnik und die Erneuerung der Fahrzeugflotte. Nur bei jenen Emissionen, die direkt mit der Fahrleistung gekoppelt sind – das sind PM₁₀ aus Abrieb und Aufwirbelung sowie Kohlendioxid – sind die Emissionen im Vergleich zu 1995 gestiegen.

Tabelle 7: Gesamtemissionen des Verkehrs; Vergleich 1995 – 2003; [%]

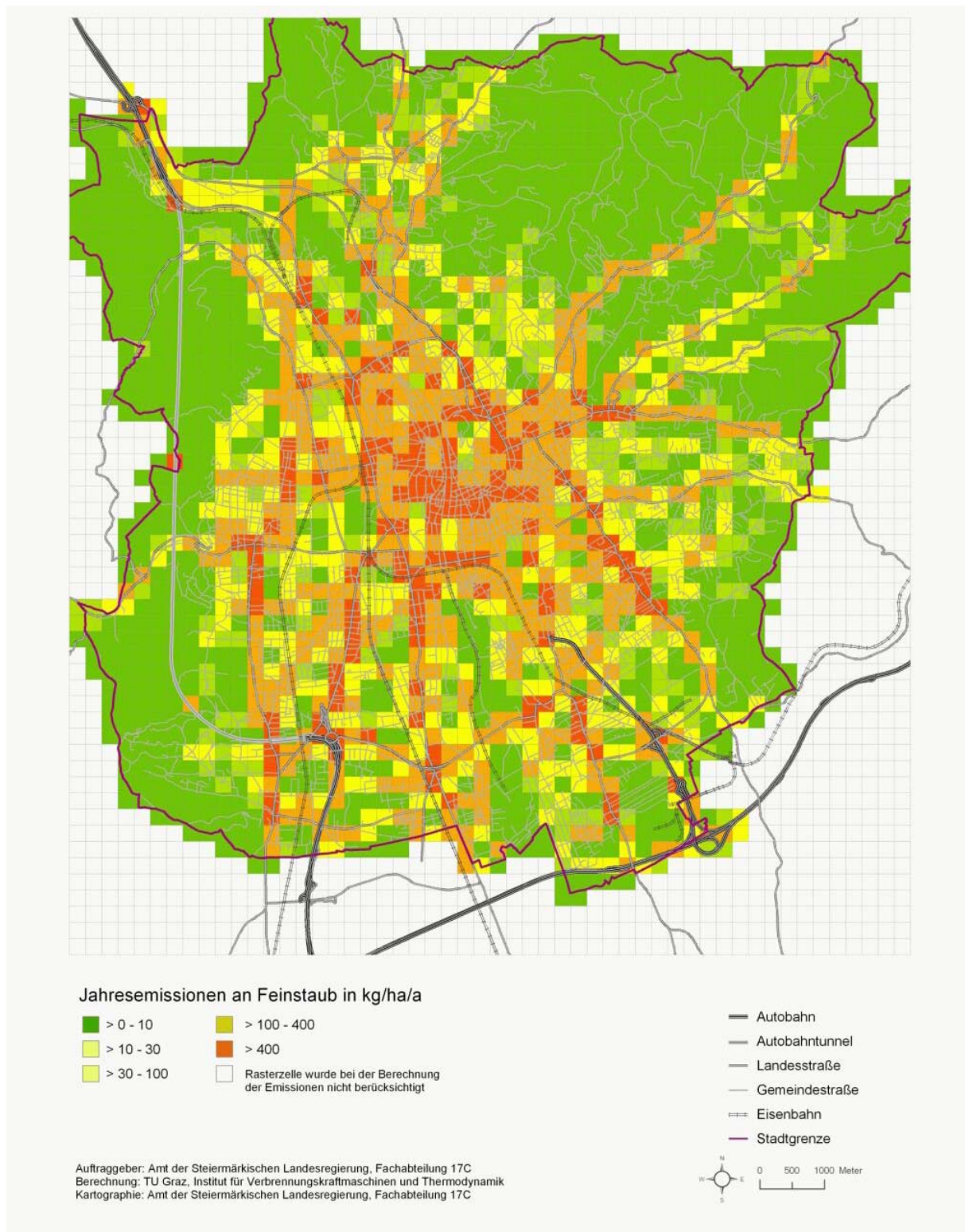
Emissionsquelle	Fahrleistung	SO ₂	NOx	CO	CO ₂	HC	CH ₄	Benzol	PM ₁₀ exhaust	PM ₁₀ non exhaust	PM ₁₀ gesamt
PKW	+12	-64	-9	-62	+8	-65	-67	-68	+15	+12	+13
LKW	+14	-82	-10	-27	-3	-41	-41	-42	-45	+11	-25
Bus	0	-83	-12	-38	-10	-51	-51	-51	-51	0	-36
Gesamt	+12	-73	-10	-59	+4	-59	-63	-66	-23	+11	-7

Abbildung 11: Gesamtemissionsmenge des Verkehrs; Veränderung 1995 – 2003 [%]



Für die Verkehrsemissionen ist auch der Ort ihrer Freisetzung bekannt. Es treten Linienquellen (Straßen, Bahnstrecken), Flächenquellen (Parkplätze, Bahnhofsbereiche, Kaltstart) und Punktquellen (Abluft aus Tiefgaragen) auf. Die Emissionen können somit ihrem Entstehungsort zugeordnet werden. Für die flächenhafte Darstellung der PM₁₀-Emissionen (Abbildung 12) werden diese Rasterzellen mit einer Seitenlänge von 250 m mal 250 m zugeordnet.

Abbildung 12: Emissionskataster Graz Verkehr, Basis 2003; Gesamtemissionen an PM₁₀; flächenhafte Darstellung



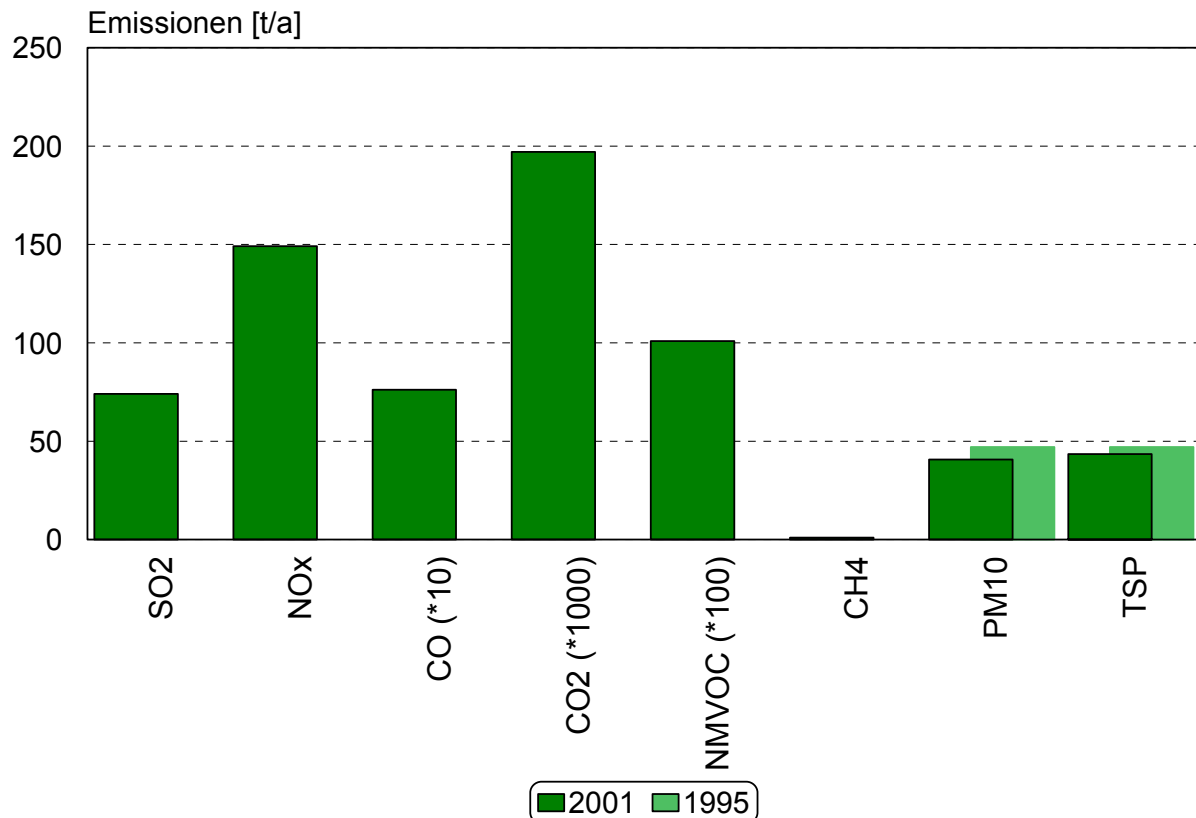
4.4.3 Teilbericht Industrie und Gewerbe

Bottom-Up-Emissionskataster für den Sektor Industrie/Handel/Gewerbe benötigen zur erfolgreichen Datenerhebung Umfragen mittels Fragebögen. Dies erwies sich als äußerst schwierig, da die Bereitstellung der Daten nicht auf gesetzlicher Grundlage sondern nur auf freiwilliger Basis erfolgt. Dabei war die Kooperationsbereitschaft der

Betriebe nur sehr eingeschränkt vorhanden. Neben der Vollerhebung kam auch die Auswertung an Hand von statistischen Daten wie Beschäftigtenanzahl und Emissionsfaktoren zur Anwendung.

Die umfangreichen Arbeiten und Berechnungen lieferten folgende Ergebnisse [HEIDEN 2005]:

Abbildung 13: Gesamtemissionen Industrie und Gewerbe 2001; Partikel Vergleich mit 1995)



Die dargestellten Zahlen sind, wie bei Bottom-Up-Katastern üblich, Untergrenzen der Emissionen. Gerade bei Partikeln ist die Datenlage bezüglich der Emissionsfaktoren schlecht. Vor allem diffuse Emissionen und Freisetzungen durch Aufwirbelungen finden praktisch keinen Eingang in der Ermittlung der Massenströme.

4.4.4 Teilbericht Hausbrand

Im Teil „Hausbrand“ sollen alle energiebezogenen Emissionen enthalten sein, die noch nicht von anderen Bereichen erfasst worden sind. Daher kommt der scharfen Zuordnung der Emittenten zu einem Sektor zentrale Bedeutung zu. Diese schwierige Aufteilung ist eine der Ursachen für die Verzögerung bei der Fertigstellung dieses Berichtsteiles. Auf Basis von statistischen Daten (Häuser und Wohnungszählung, Energie- und Brennstoffeinsatz etc.) und Emissionsfaktoren werden Schadstoffmassenströme auf Zählsprengelebene berechnet.

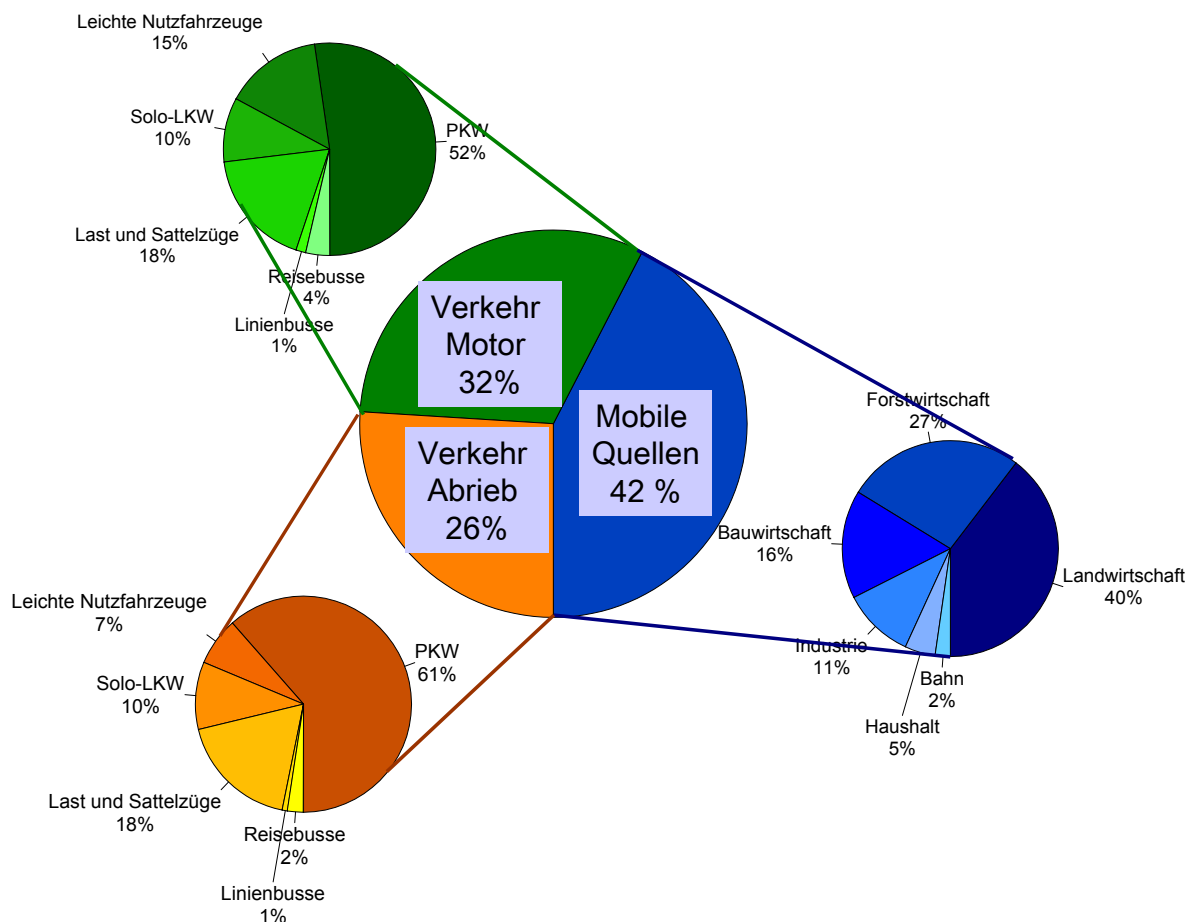
4.5 Emissionen aus dem Verkehr

4.5.1 Emissionsinventur Steiermark

Während der Emissionskataster Graz nur Aussagen über das Stadtgebiet von Graz enthält, liefert die Arbeit über „Technologische Möglichkeiten zur Beeinflussung der Feinstaubbelastung in der Steiermark“ [REXEIS 2004] Aussagen über das gesamte Bundesland.

Das Abgas des Straßenverkehrs, der mobilen Maschinen und Geräte sowie Abrieb von Reifen, Bremsen und Straße verursachen steiermarkweit derzeit etwa 1500 Tonnen PM₁₀ Emissionen pro Jahr. Die Emissionen durch Wiederaufwirbelung können derzeit nicht genau quantifiziert werden, die verfügbaren Berechnungsmodelle je nach gewähltem Berechnungsansatz Wiederaufwirbelungsemissionen in gleicher Größenordnung wie die Abgasemissionen bis zum etwa sechsfachen dieses Wertes. Neuere Untersuchungen [GEHRIG 2003] sowie die Analyse von Staubinhaltsstoffen [BAUER 2005] weisen darauf hin, dass sich die Mengen aus dem Motor und von anderen Prozessen etwa die Waage halten (siehe auch Tabelle 6). Für die mobilen Maschinen gibt es derzeit keine Anhaltswerte dazu.

Abbildung 14: Feinstaubemissionen aus dem Verkehr, Verursachergruppen (Zahlen für 2002)



Maßnahmen zur Senkung der Abgasemissionen können die gesamte Feinstaubbelastung (PM₁₀) nur zu einem geringen Umfang beeinflussen. Da die Abgasemissionen aber zu fast 100% unter 1 µm Durchmesser haben und damit in die Kategorie

PM1 fallen, dürfte deren Gesundheitsrelevanz höher als die der Wiederaufwirbelung sein, so dass Maßnahmen zur Senkung der Partikelabgasemissionen aus medizinischer Sicht oft vorrangig eingestuft werden.

Bis Ende 2005 sind bei den Partikelemissionen (Summe aus Abgas und Abrieb) und bei den NO_x-Emissionen leichte Abnahmen zu erwarten (ca. -7% gegenüber 2002). Bis 2010 sollten die schärferen Grenzwerte nach EURO 4 und EURO 5 deutlichere Wirkungen zeigen. Für PM₁₀ (Abgas und Abrieb) und NO_x werden jeweils ca. 25% Reduktion gegenüber 2002 erwartet. Die zukünftige Änderung der Wiederaufwirbelungsemissionen kann derzeit nicht sicher abgeschätzt werden. Bei PM₁₀ wird der Anteil aus Abrieb und Wiederaufwirbelung in Zukunft aber voraussichtlich zunehmen, da die Abgasemissionen durch die Flottenerneuerung und die Verschärfung der Grenzwerte sinken, während Abrieb und Aufwirbelung durch die steigenden Verkehrszahlen tendenziell zunehmen.

Da auch die Bestimmungen zur Luftgüte in Zukunft verschärft werden, dürften die Reduktionen der Abgasemissionen nicht ausreichen, um die Grenzwerte nach dem Immissionsschutzgesetz-Luft generell einzuhalten. Weiterführende Maßnahmen zur Emissionsminderung werden daher auch langfristig erforderlich sein.

4.5.2 Bewertung von Maßnahmen zur Partikelreduktion

Für das Maßnahmenprogramm Steiermark [RUPPRECHT 2004] wurden auf Basis der ermittelten Emissionsmengen Vorschläge zur Reduktion der Partikelemissionen aus dem Verkehr erarbeitet.

Von den untersuchten Maßnahmen im Bereich Fahrzeug- und Motortechnologie ist die Nachrüstung von Partikelkatalysatoren an Linienbussen die kostengünstigste zur Senkung der Feinstaubemissionen. In diesem Bereich wurden auch schon Vorarbeiten geleistet, indem eine Nachrüstaktion an einer zentral gewarteten Flotte als Pilotprojekt gestartet wurde. Vor Nachrüstung weiterer Busflotten sollten die Erfahrungen des Pilotprojektes abgewartet werden. Werden alle Linienbusse in der Steiermark nachgerüstet, können ca. 3,5 Tonnen PM₁₀ pro Jahr vermieden werden.

Die Ausstattung von Baumaschinen auf Großbaustellen in urbanem Gebiet mit Partikelfiltern nach Schweizer Vorbild liegt im Vergleich des PM₁₀-Reduktionspotentials mit den anfallenden Kosten ebenfalls recht gut. Die technische Umsetzung sollte nach den Vorarbeiten in der Schweiz, wo schon eine Liste genehmigter und empfohlener Filtersysteme vorliegt, auch in Österreich möglich sein. Das Reduktionspotential dieser Maßnahme beträgt etwa 7 Tonnen PM₁₀ pro Jahr.

Die Nachrüstung von Partikelkatalysatoren in LKW und Reisebusse ist problematischer als bei Stadtbussen. Bei LKW sind Einsatzprofile möglich, wo so niedere Abgastemperaturen vorherrschen, dass die Abscheideraten der Partikelkatalysatoren abnehmen, zusätzlich sind Vorschriften oder Anreizsysteme für Nachrüstaktionen bei LKW und Linienbussen wegen der internationalen Flottenzusammensetzung schwieriger. Sollten Aktionen auf diesem Gebiet gesetzt werden, so müssen Förderungen oder Vorschriften und die davon betroffenen KFZ vorher noch genauer überlegt werden. Bei Nachrüstung an 10% der Solo-LKW und Linienbusse und 5% der Last- und Sattelzüge können ca. 6 Tonnen PM₁₀ vermieden werden.

Die Nachrüstung von Partikelkatalysatoren an PKW hat ein hohes Reduktionspotenzial, da Österreich einen hohen Anteil an Diesel-PKW an der Flotte hat. Könnten 50% der Diesel-PKW nachgerüstet werden, so wären 73 Tonnen PM₁₀ pro Jahr zu vermeiden. Durch Förderungen beim Einbau und eventuell als Zusatzmaßnahme auch Fahrverbote für Diesel-PKW ohne Partikelnachbehandlung könnte dieses Potenzial wahrscheinlich auch zu einem recht großen Teil erschlossen werden. Die Kosten sind mit ca. € 600,- bis € 800,- je PKW nicht sehr hoch. Die Möglichkeit den Austausch der serienmäßig vorhandenen Oxidationskatalysatoren gegen Partikelkatalysatoren zu typisieren, muss aber noch geprüft werden. Bei ca. 300.000 Diesel-PKW in der Steiermark, die potenziell an einer solchen Nachrüstaktion teilnehmen könnten, muss bei einer Förderung natürlich die Finanzierungsmöglichkeit und auch die Verfügbarkeit von Partikelkatalysatoren und Umbaukapazität bedacht werden. Diese Aspekte sind in dieser Studie nicht erfasst. Wesentlich beim Nachrüsten privater PKW ist, dass zuvor klare Kriterien für förderwürdige Produkte erarbeitet werden und dass alle Garantie- und Gewährleistungsfragen vom Anbieter der Partikelkatalysatoren zusammen mit den PKW-Herstellern genau zugeordnet sind.

Relativ hohes Emissionsminderungspotenzial ergaben auch die Tempolimits von 80 bzw. 100 km/h auf den Autobahnstücken im Sanierungsgebiet Graz. Bei T 80 km/h könnten die PM₁₀ Emissionen des Straßenverkehrs (ohne Wiederaufwirbelung) im gesamten Sanierungsgebiet Graz um etwa 5,3%, bei Tempo 100 um 2,6% gesenkt werden. Zudem ergeben sich Einsparungen durch geringeren Kraftstoffverbrauch. Um dieses Reduktionspotenzial auszuschöpfen, muss aber auch die Einhaltung der Tempolimits laufend überwacht werden.

Die Ausrüstung von PKW-Neuzulassungen mit serienmäßig eingebauten Partikelfiltern wird langfristig deutliche Emissionssenkungen bringen. In diesem Bereich sollte auf österreichischer Ebene die NOVA noch weiter überarbeitet werden, um einen noch stärkeren Anreiz für die Entscheidung für Partikelfilter und niedrigere NO_x-Emissionen bei der Neuanschaffung von Diesel-PKW zu bieten.

Werden alle untersuchten Maßnahmen umgesetzt, so könnten die Partikelabgasemissionen um über 90 Tonnen gesenkt werden. Dies entspricht immerhin ca. 10% der Abgasemissionen des Straßenverkehrs und der mobilen Maschinen und Geräte in der Steiermark. Lokal können die Maßnahmen auch höhere Reduktionen bewirken.

Wie zuvor beschrieben, kann durch die Senkung der Abgasemissionen die gesamte Feinstaubemission des Verkehrs wahrscheinlich nur zu einem geringen Teil beeinflusst werden. Die 10%ige Minderung der Abgasemissionen bewirkt nur etwa 2% Reduktion in der Summe aus Abgas, Abrieb und Wiederaufwirbelung (-1% bis -5%, je nach verwendetem Berechnungsansatz für die Wiederaufwirbelung). Die dargestellten Maßnahmen dürften damit zwar für die Gesundheit relevante Effekte haben, die Grenzwertüberschreitungen nach Immissionsschutzgesetz-Luft aber nur in geringem Maß beeinflussen.

4.5.3 Ermittlung des Reduktionspotentials von verkehrsbeschränkenden Maßnahmen

Auf Grund der Stuserhebung 2003 [STATUSERHEBUNG 2003] wurde zur Vorbereitung einer Maßnahmenkatalog-Verordnung, die verkehrsbeschränkende Maßnahmen verordnen sollte [LGBL 2004], Untersuchungen für die Sanierungsgebiete Großraum Graz [STURM 2003] und Voitsberger Becken [STURM 2003a] in Auftrag gegeben.

Es sollte in der Zeit vom 1. November bis einschließlich 31. März in den Sanierungsgebieten „Großraum Graz“ und „Voitsberger Becken“ folgende maximale Fahrgeschwindigkeit zulässig sein (außer andere Rechtsvorschriften sehen geringere oder gleiche erlaubte Höchstgeschwindigkeiten vor):

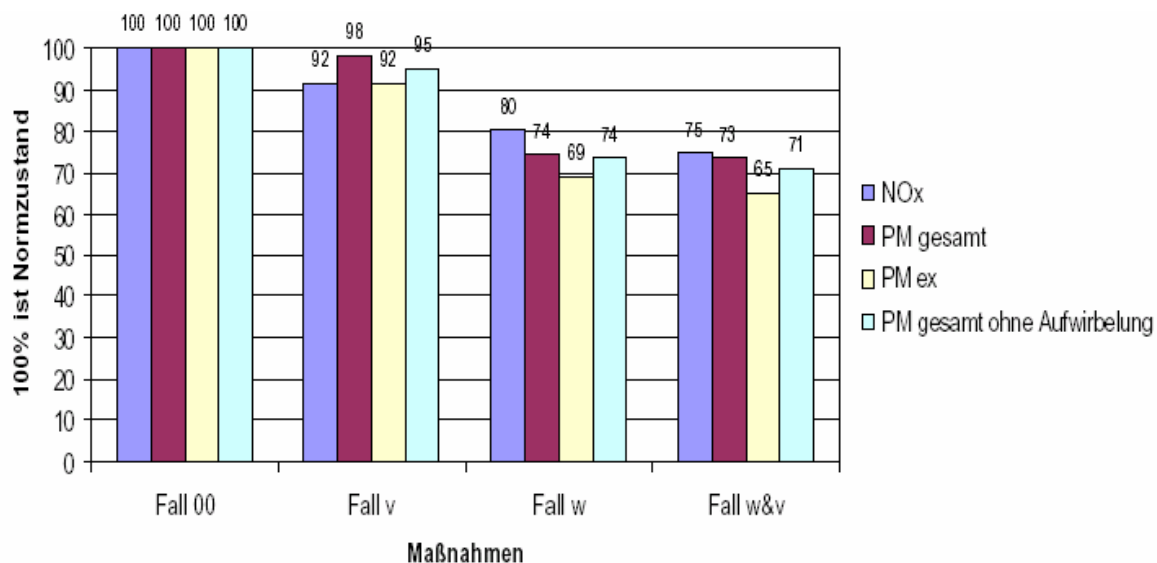
- ⇒ im Ortsgebiet: 30 km/h,
- ⇒ auf Autobahnen: 100 km/h und
- ⇒ auf den übrigen Freilandstraßen: 80 km/h.

Folgende Szenarien wurden modelliert:

- 1.) Ist-Zustand (Nullvariante, Fall 00)
- 2.) Geschwindigkeitsbeschränkungen wie oben beschrieben (Fall v)
- 3.) „Wechselweises Fahrverbot“, das heißt, an geraden Tagen dürfen PKWs mit geradzahligem Kennzeichen fahren, an ungeraden Tagen solche mit ungeradzahligem Kennzeichen (Fall w)
- 4.) Kombination von Szenario 2 und 3 (Fall v+w).

Folgende Emissionsreduktionen aus dem Verkehr sind – am Beispiel des Sanierungsgebietes Graz dargestellt – zu erwarten:

Abbildung 15: Auswirkungen der Maßnahmen nach Szenario 1 bis 4 auf die Verkehrsemissionen im Sanierungsgebiet Großraum Graz



Für den Fall der Geschwindigkeitsbeschränkungen wurde eine Abnahme der verkehrsbedingten PM₁₀-Emissionen von etwa 2% prognostiziert. Deutlich effektiver ist eine Umsetzung des wechselweisen Fahrverbotes mit einem Rückgang der PM₁₀-Emissionen um etwa einem Viertel.

Die Auswirkungen auf das Sanierungsgebiet Voitsberger Becken zeigten ähnliche Ergebnisse.

4.5.4 Nachrüst-Partikelfilter für Busse aus dem öffentlichen Verkehr

Da Busse im öffentlichen Verkehr eine wichtige Funktion haben, von diesen Fahrzeugen eine Signalwirkung ausgeht und diese im Falle von Fahrbeschränkungen einen Teil der individuellen Fahrten aufnehmen müssen, wurde die Möglichkeit untersucht, nachrüstbare Abgasnachbehandlungssystemen zur Partikelsenkung („Partikelkatalysatoren“) in Überland-Linienbussen einzusetzen. [HAUSBERGER 2005]. Wegen der im Allgemeinen sehr guten Wartung und Instandhaltung sind Linienbusse grundsätzlich gut geeignete Versuchsträger.

Es wurden drei offene, nachrüstbare Abgasnachbehandlungssysteme zur Partikelreduktion bei Dieselmotoren untersucht. Die Systeme wurden in die Originalschalldämpfer von drei verschiedenen steirischen Linienbussen eingebaut und im Neuzustand vermessen. Nach 30.000 bis 68.000 km Einsatz im normalen Linienbetrieb wurden die Busse erneut vermessen, um Änderungen gegenüber dem Neuzustand feststellen zu können.

Getestet wurden je ein System von Prankl, von Oberland-Mangold und von Remus.

Alle drei getesteten Systeme zeigten im Neuzustand durchwegs hohe Reduktionspotenziale bezüglich Partikelmasse, Partikelanzahl, CO und HC. Verbrauch und NOx-Emissionen wurden von allen Systemen nur geringfügig beeinflusst.

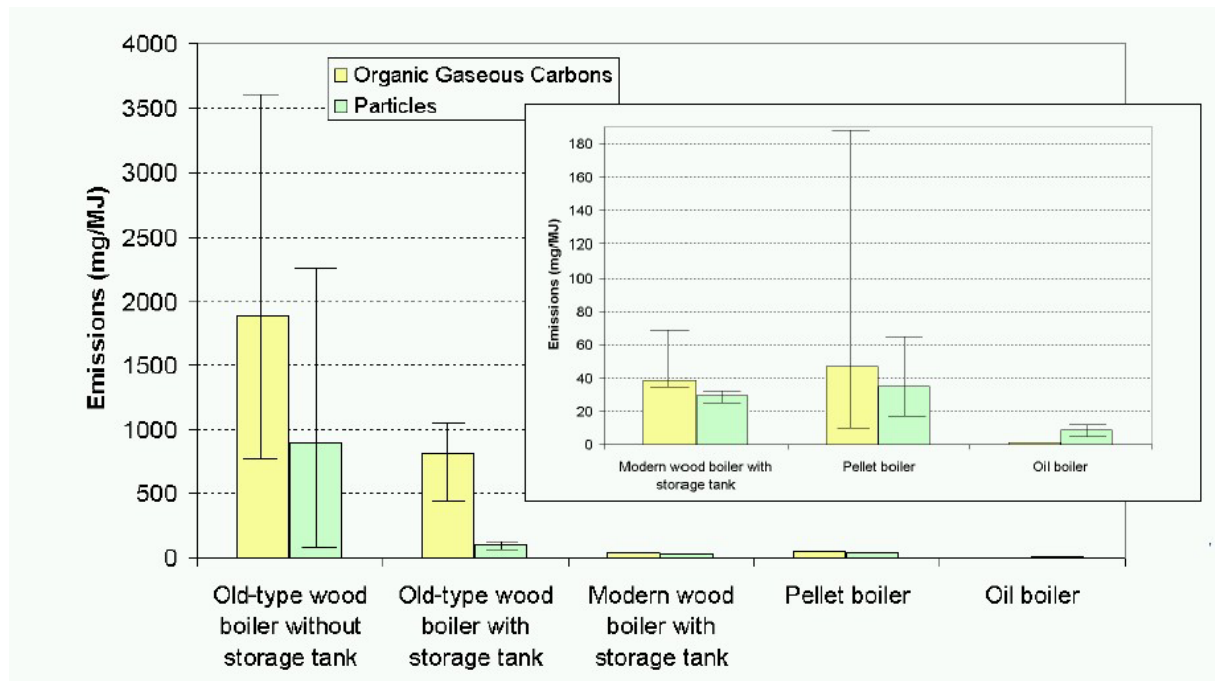
Die drei getesteten Partikelkatalysatoren zeigten über die Einsatzzeit alle ein erhebliches Potenzial zur Senkung der Partikelemissionen als Nachrüstsysteme für Linienbusse. Im Unterschied zur Messreihe bei dem Versuchsbus der GVB (Untersuchungen im städtischen Linienbetrieb [HAUSBERGER 2003]) traten aber bei zwei der drei hier getesteten Linienbusse Qualitätsprobleme im Dauerlauf auf, die nicht auf das Filtersystem selbst sondern auf Mängel beim Einbau zurückzuführen waren.. Ein zumindest jährlicher Kurztest mit Messung des Differenzdruckes über eingebaute Partikelkatalysatoren bei erhöhter Leerlaufdrehzahl könnte bei nachgerüsteten Bussen derartige Probleme relativ verlässlich aufzeigen und zu einer raschen Fehlerbehebung beitragen.

4.6 Emissionen aus der Verbrennung von Biomasse

Auch im Bereich der Emissionen aus dem Hausbrand ist die Datenlage bei weitem nicht ausreichend; die Emissionsfaktoren sind teilweise veraltet und basieren nur auf wenigen Messungen. Dies trifft im Besonderen auf das Emissionsverhalten von Festbrennstofffeuerungen zu.

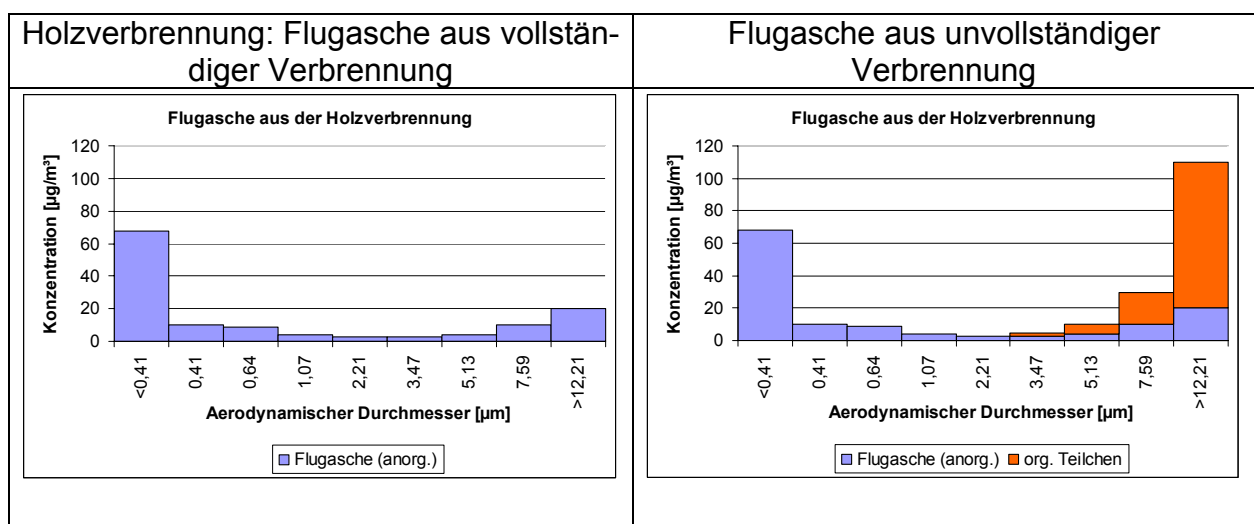
Aus Sicht des Klimaschutzes stellt die Raumheizung mit Biomasse eine ausgezeichnete Möglichkeit dar, die CO₂-Bilanz nachhaltig zu verbessern. Jene Anlagen, in denen heute feste Brennstoffe verfeuert werden und nicht dem Stand der Technik entsprechen, weisen allerdings im Vergleich zu der Raumheizung mit Heizöl extra leicht oder Gas wesentlich größere Emissionen an Luftschadstoffen auf (Abbildung 16). Bei modernen Holzheizungsanlagen ist dieser Unterschied wesentlich geringer.

Abbildung 16: Emissionsfaktoren für unverbrannte organische Bestandteile und Partikel im Abgas [JOHANSSON 2005]



Auch Untersuchungen an Immissionsproben im Rahmen des AQUELLA Projektes (siehe Kapitel 7.2) zeigen, dass der Anteil kohlenstoffhaltiger Partikel, die auf den Hausbrand zurückgeführt werden können, überraschend hoch ist. Bei der Verbrennung von Biomasse und fossilen festen Brennstoffen entstehen eine große Anzahl feiner Partikel. Unter optimalen Verbrennungsbedingungen bestehen diese Teilchen überwiegend aus Ca- und K-Salzen (Aschebestandteilen). Bei schlechter Verbrennung bilden sich zusätzlich noch Partikel aus organischem Material (Abbildung 17, [NUSSBAUMER 2005])

Abbildung 17: Vergleich der Zusammensetzung von Flugasche aus der Holzverbrennung bei guten und schlechten Verbrennungsbedingungen



5 Darstellung der Immissionssituation für PM₁₀ (Feinstaub)

5.1 Darstellung der Immissionssituation im Jahr 2002

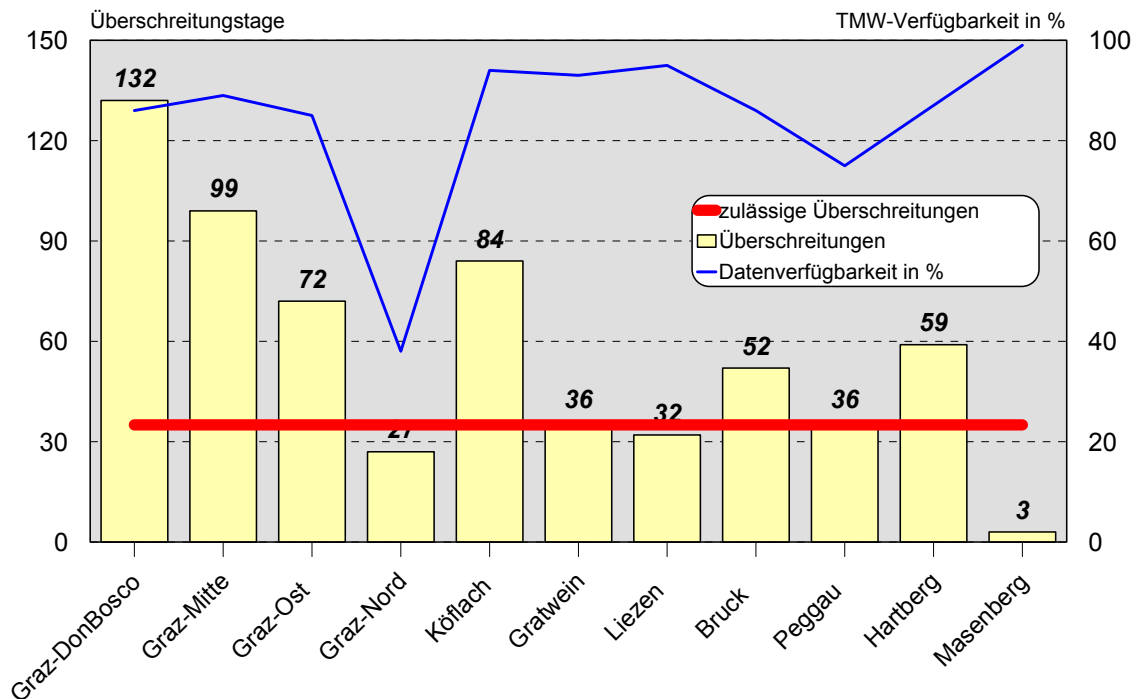
Für den Schadstoff Feinstaub PM₁₀ wurden im Jahr 2002 an den Messstellen Graz-Don Bosco, Graz-Mitte, Graz-Ost, Köflach, Hartberg, Bruck und Gratwein mehr als die tolerierten 35 Überschreitungen des Tagesmittelgrenzwertes registriert [JAHRBERICHT 2002].

Tabelle 8: Jahresauswertung Feinstaub (PM₁₀) 2002

Station	JMW	MMWmax	TMWmax	97,5 Perz	Ü_JMW	Ü_TMW
Graz Stadt						
Graz-Mitte	44	77	154	124	1	99
Graz-Ost	37	64	117	107	0	72
Graz-Don Bosco	51	100	229	152	1	132
Mittleres Murtal						
Peggau	35	42	118	93	0	36
Gratwein	31	49	100	88	0	36
Voitsberger Becken						
Köflach	41	72	154	121	1	84
Oststeiermark						
Masenberg	17	25	60	51	0	3
Hartberg	37	49	119	109	0	59
Raum Bruck / Mittleres Mürztal						
Bruck an der Mur	33	60	203	95	0	52
Ennstal und Steirisches Salzkammergut						
Liezen	29	44	301	90	0	32

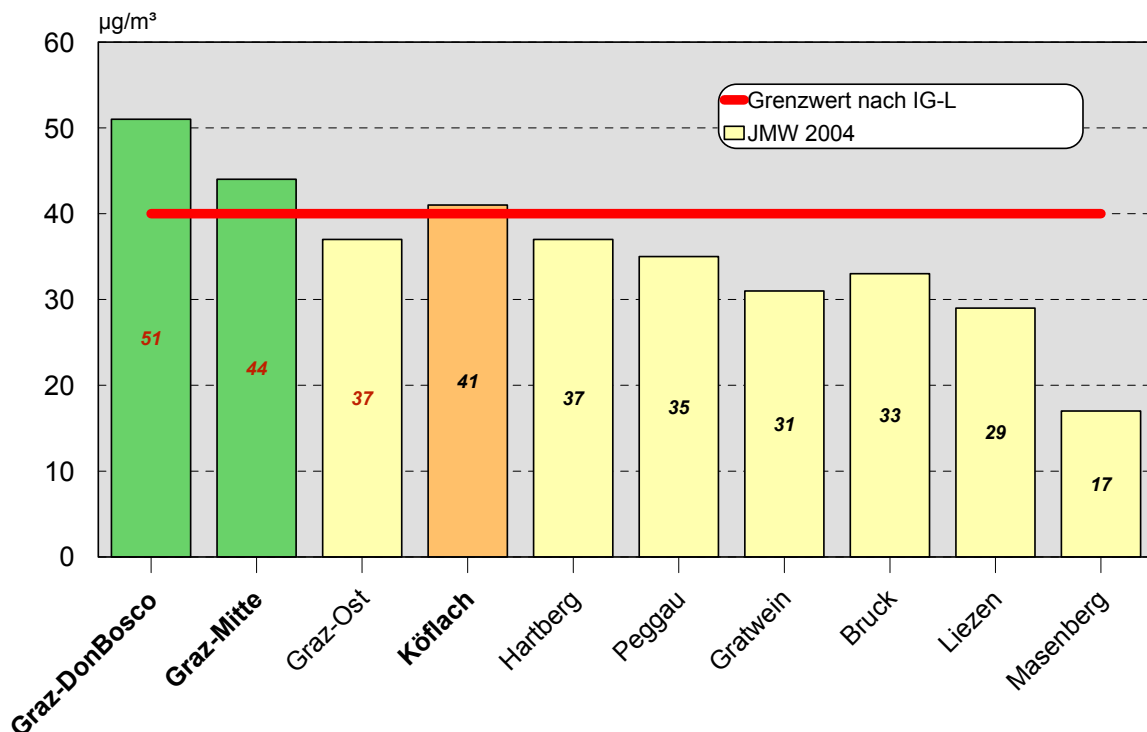
An den Messstellen Graz-Nord, Peggau und Donawitz lagen die Überschreitungshäufigkeiten 2002 noch unter der Toleranzmarge, da diese Stationen erst im Laufe des Jahres mit PM₁₀-Filterköpfen ausgestattet wurden. Bei Beurteilung eines gesamten Jahres ist jedoch auch für diese Stationen mit mehr als 35 Überschreitungen zu rechnen (siehe Daten des Jahre 2003). Bei einer hohen Datenverfügbarkeit eingehalten werden konnten 2002 die gesetzlichen Vorgaben an den Messstellen Liezen und Masenberg.

Abbildung 18: PM₁₀-Messungen 2002; Anzahl der Überschreitung des Grenzwertes von 50 µg/m³



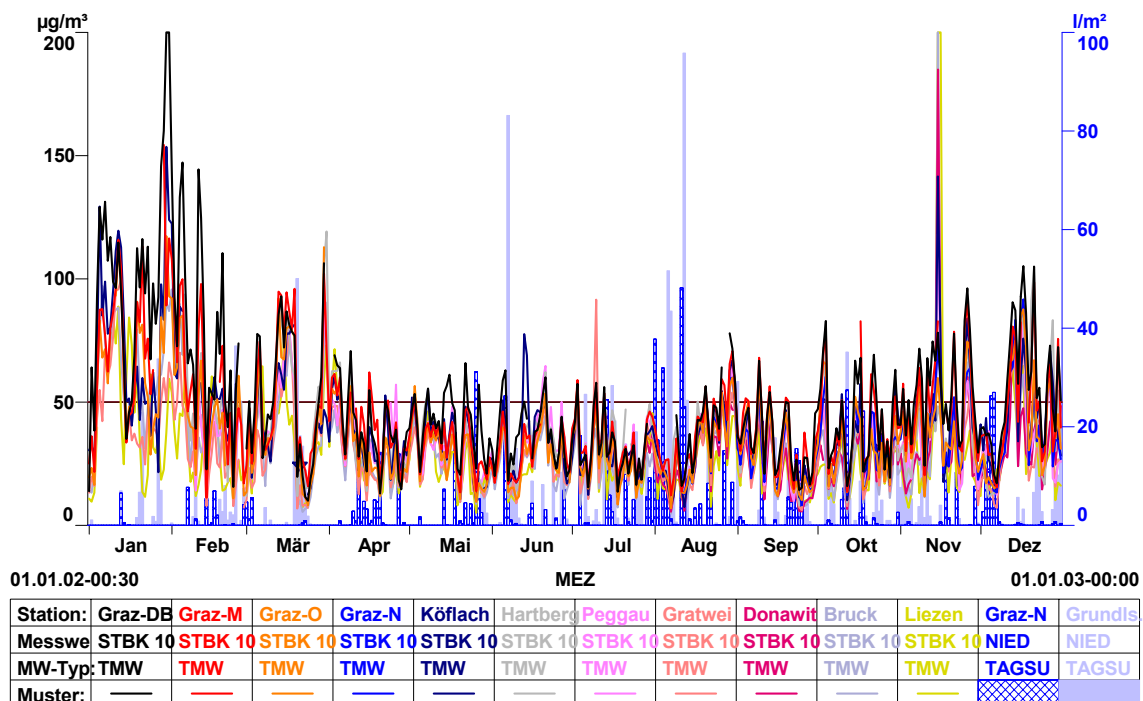
Der Jahresmittelgrenzwert von 40 µg/m³ wurde 2002 im Großteil der Steiermark eingehalten. Überschreitungen wurden lediglich in Graz (Don Bosco, Mitte) registriert.

Abbildung 19: PM₁₀-Messungen 2002; Jahresmittelwerte



Auch 2002 traten wie schon in den Vorjahren ganz deutlich einige mehrtägige Belastungsepisoden auf, die durch ein landesweit hohes Niveau bzw. einen signifikanten Verlauf der PM₁₀-Konzentrationen geprägt waren.

Abbildung 20: Verlauf der PM₁₀-Tagesmittelwerte und des Niederschlages 2002



In der Folge werden einige dieser Belastungsperioden sowohl aus dem Winter- als auch dem Sommerhalbjahr diskutiert, die Hinweise auf die Einflüsse der immissionsklimatischen Rahmenbedingungen sowie die räumliche und zeitliche Verteilung erhöhter Feinstaubbelastungen geben.

Klar kommt die dominante Rolle der meteorologisch-klimatischen Ausbreitungsbedingungen zum Tragen, hohe PM₁₀-Werte wurden im Winterhalbjahr 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 Anreicherung der bodennahen Luftschichten mit Feinstaub mit sich brachten.

In der Regel lassen sich diese antizyklonalen Belastungsperioden in den Tallagen der gesamten Steiermark, also auch im oberen Murtal und Ennstal verfolgen, signifikant sind die Parallelverläufe aber vor allem in der außeralpinen Region, also in der West- und Oststeiermark und im Grazer Feld. Hier können Belastungssituationen zudem auch bei Strömungswetter aus dem Südwest- bis Nordwestsektor auftreten, das im Lee der Alpen zwar zur Ausbildung föhniger Effekte tendiert, die aber die in den bodennahen Bereichen liegende Kaltluft häufig nicht verdrängen können.

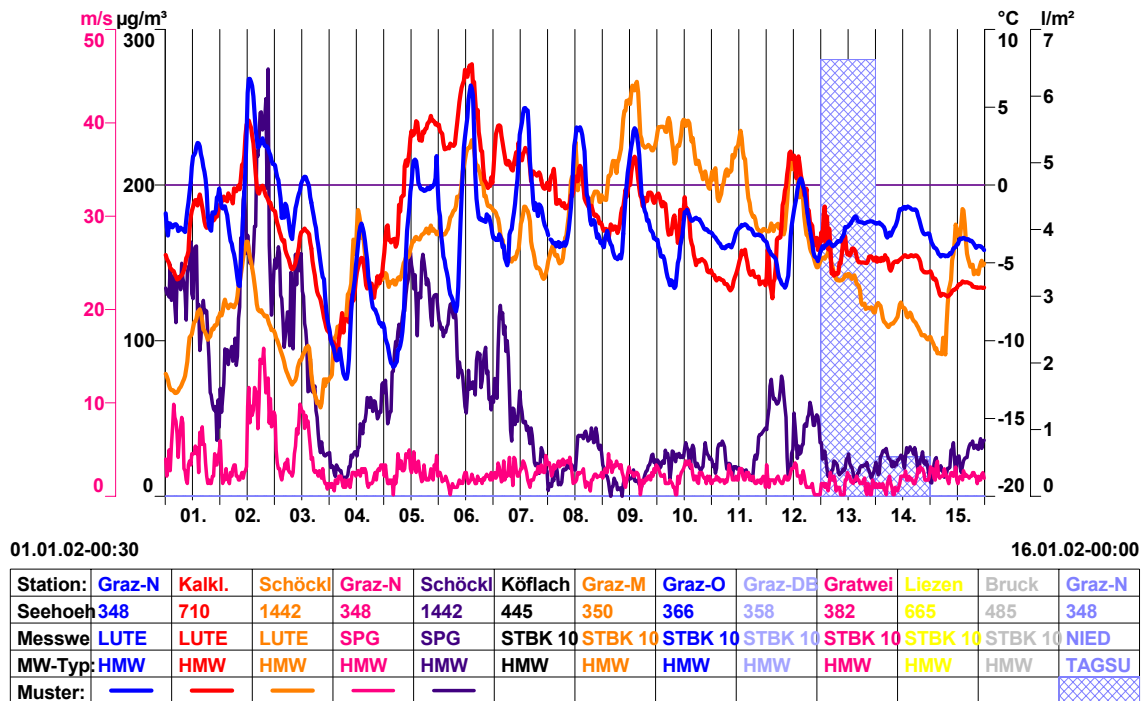
5.1.1 Belastungsphase erste Jännerhälfte

Meteorologie:

Der Jännerbeginn war von Nordwestwetter geprägt. Es brachte den Nordstaulagen der Steiermark dichte Bewölkung mit etwas Niederschlag und dem Lee der Alpen sonnig-föhniges Wetter. Ab dem 3. baute sich hoher Luftdruck auf und begünstigte

durch klare Strahlungsnächte in den Tälern und Becken die Ausbildung kräftiger Bodeninversionen, die sich untertags aber weitgehend auflösten.

Abbildung 21: Temperatur, Windgeschwindigkeit und Niederschlag im Großraum Graz in der ersten Jännerhälfte

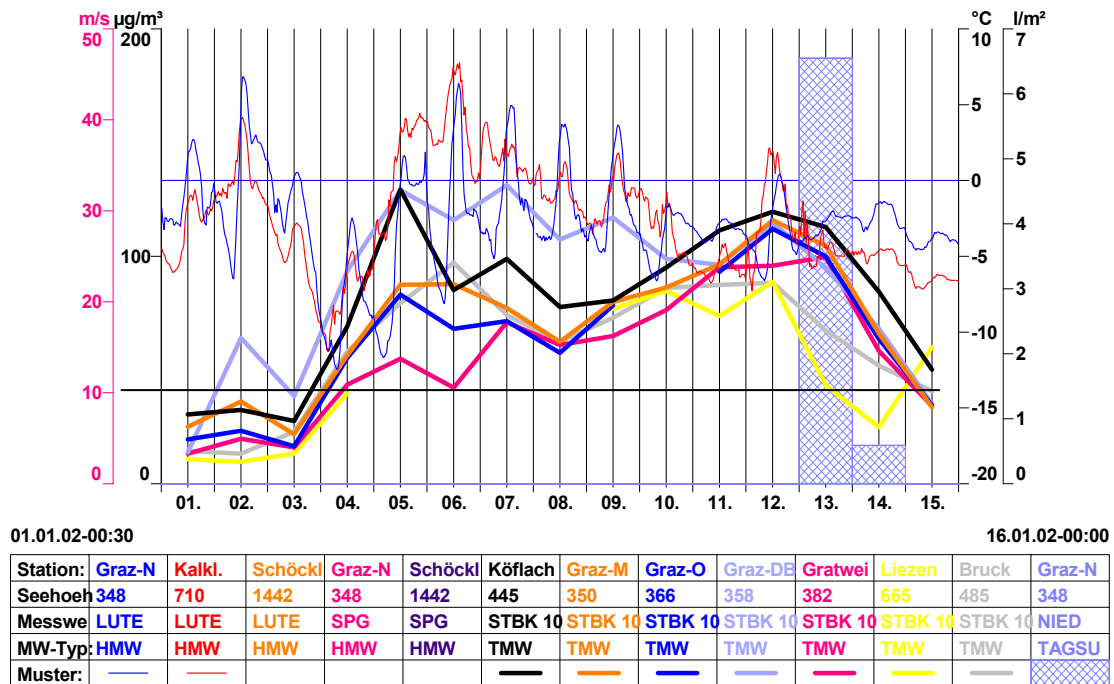


Nach dem raschen Durchzug eines wenig wetterwirksamen Tiefs am 7., das eine vorübergehende Labilisierung brachte, setzte sich am Folgetag neuerlich hoher Luftdruck durch, der bis zum 12. klares, aber nicht übermäßig kaltes Winterwetter mit lokal ganztägigen kräftigen Bodeninversionen brachte, die zu einer ersten Periode mit allgemein ungünstigen lufthygienischen Bedingungen führten.

Am 13. führte eine Tiefdruckentwicklung südlich der Alpen Wolken heran und brachte dem ganzen Land leichte Niederschläge und den Becken des Alpenvorlandes die Auflösung der stabilen Schichtungsbedingungen.

Lufthygienisch war dabei vor allem die Hochdruckphase zwischen dem 7. und dem 13. von Bedeutung. In diesem Zeitraum kam es in den Tälern und Becken der Steiermark zur Ausbildung starker Bodeninversionen, die sich teilweise ganztägig nicht auflösten. Ab dem 10. bildeten sich in den Tälern und Becken dabei vermehrt zähe Hochnebeldecken. In der gesamten Hochdruckphase kam es zu einer verstärkten Anreicherung der bodennahen Luftschichten mit Schadstoffen, die sich für PM₁₀ in einem allgemeinen Überschreiten des gesetzlichen Grenzwertes niederschlug. Auch das Wochenende (12.,13.) brachte keinen nennenswerten Rückgang der Konzentrationen, diesen brachte erst der massive Luftmassenwechsel am 14./15..

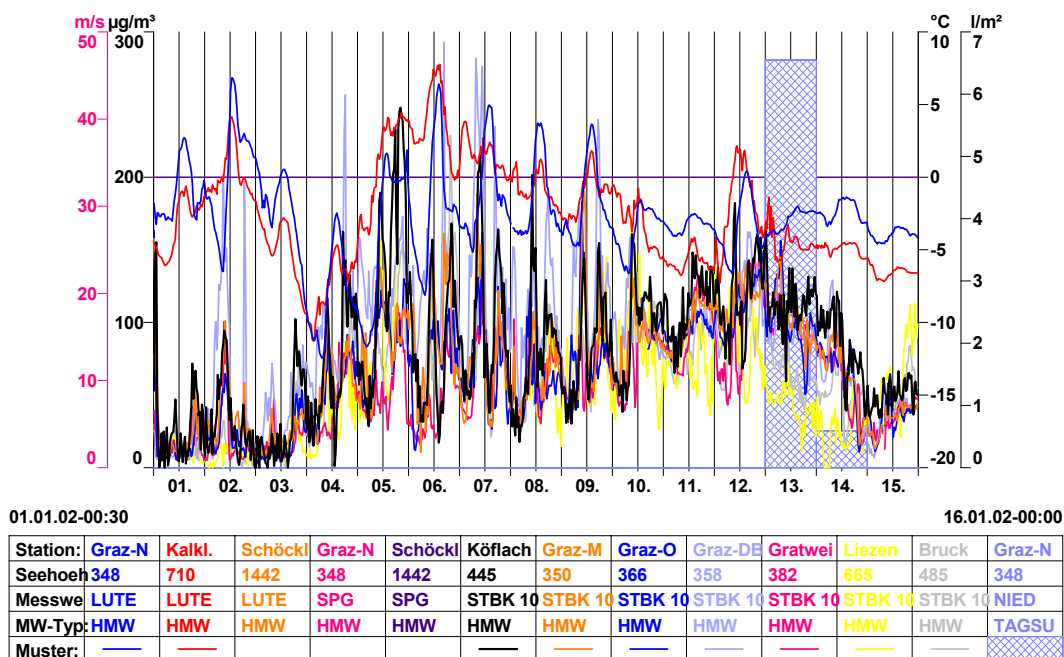
Abbildung 22: PM₁₀ - Tagesmittelwerte an steirischen Stationen in der ersten Jännerhälfte



Der Verlauf der Konzentrationen zeigte einen signifikanten Parallelgang mit der Witterung:

- ⇒ Geringe Konzentrationen während der Nordwestwetterphase zu Monatsbeginn
- ⇒ Ein erster Anstieg der Werte in der ersten kurzen Hochdruckperiode bis 7.
- ⇒ Ein vorübergehender leichter Rückgang während dem schwachen Frontdurchgang am 8.
- ⇒ Eine signifikante Belastungsphase in der folgenden stabilen Hochdruckphase
- ⇒ Ein markanter Rückgang während des Störungsdurchganges ab 14.

Abbildung 23: PM₁₀ - Halbstundenmittelwerte an steirischen Stationen in der ersten Jännerhälfte



Parallelverläufe der PM₁₀-Daten traten dabei mit sämtlichen Primärschadstoffen auf, wobei ausgewählte Zeitverläufe mit NO₂, CO bzw. mit Schwebstaub an nahen Messstellen nachfolgend dargestellt sind. Die Parallelgänge weisen insgesamt eine sehr große Übereinstimmung auf, was sowohl auf potentielle Hauptverursacher als auch auf den maßgeblichen Einfluss der lokalen Ausbreitungsbedingungen (stabile Schichtung der bodennahen Atmosphäre) hinweist.

Abbildung 24: Zeitverlauf von PM₁₀ und NO₂ an der Station Graz-Mitte in der ersten Jännerhälfte

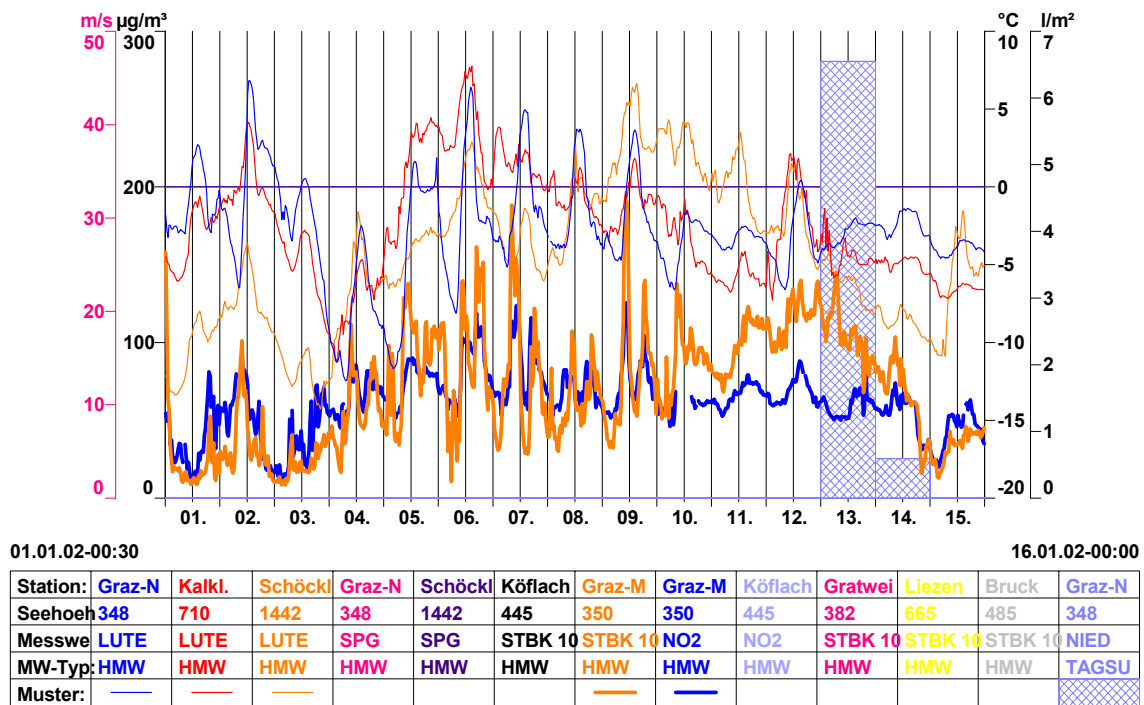
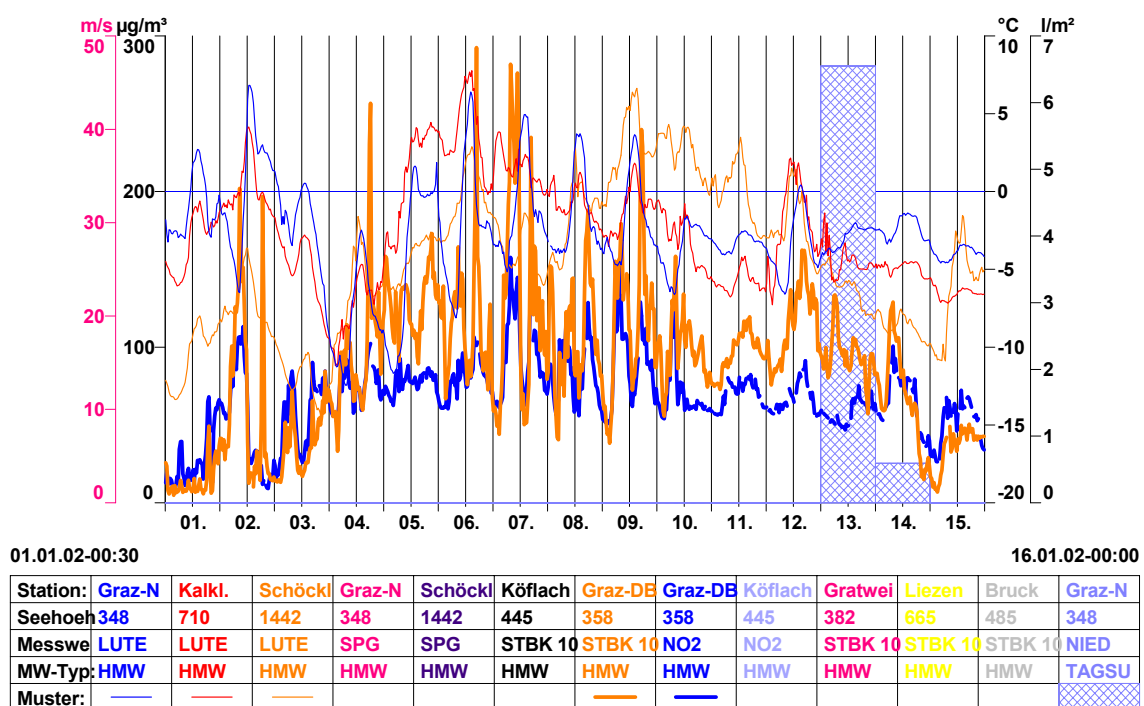


Abbildung 25: Zeitverlauf von PM₁₀ und NO₂ an der Station Graz-Don Bosco in der ersten Jännerhälfte



Signifikant war dabei, dass am 12. und 13. (Wochenende) die NO₂-Konzentrationen auf stabilem Niveau blieben, während PM₁₀ und auch TSP weiter anstiegen. Die gasförmigen Schadstoffe reagieren also deutlich stärker auf unmittelbare Veränderungen der lokalen bzw. regionalen Emissionen als die partikelförmigen.

Abbildung 26: Zeitverlauf von PM₁₀ und NO₂ an der Station Köflach in der ersten Jännerhälfte

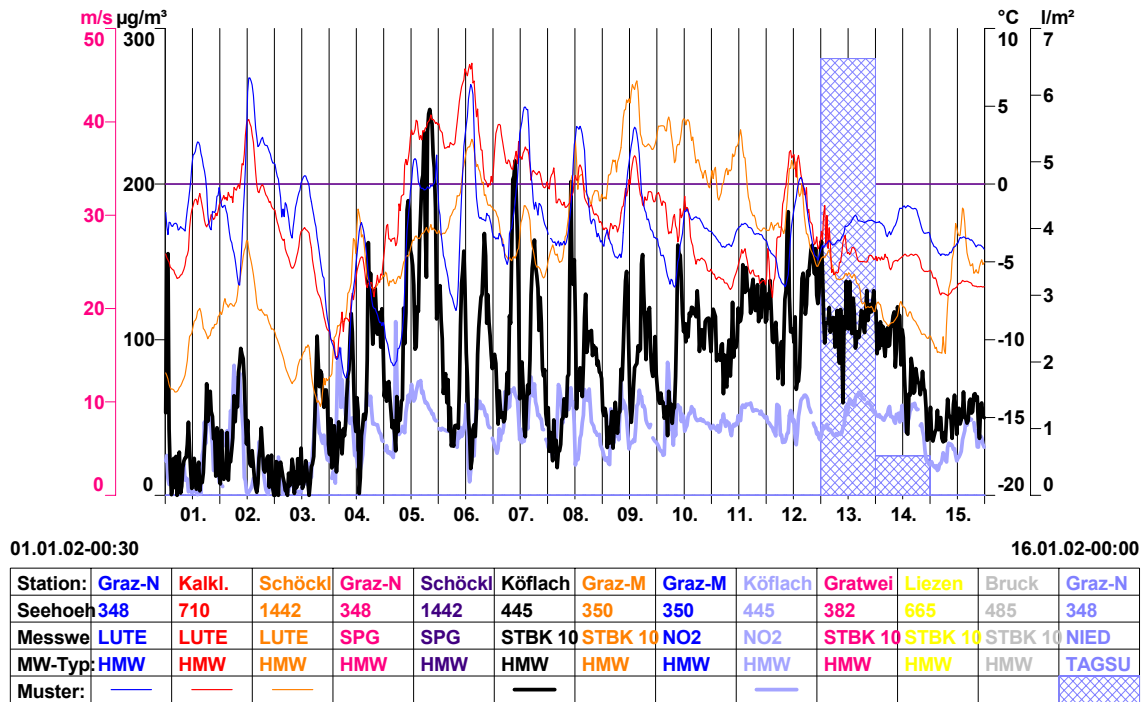


Abbildung 27: Zeitverlauf von PM₁₀ und CO an der Station Graz-Mitte in der ersten Jännerhälfte

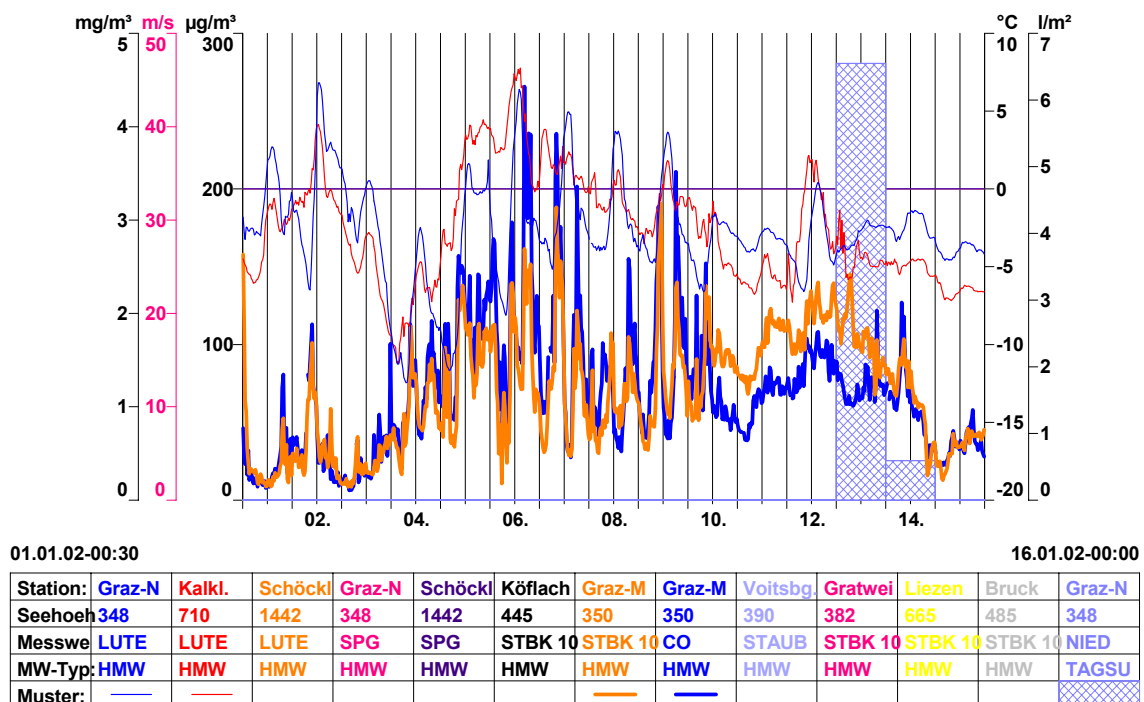


Abbildung 28: Zeitverlauf von PM₁₀ an der Station Graz-Mitte und TSP in Graz-Süd in der ersten Jännerhälfte

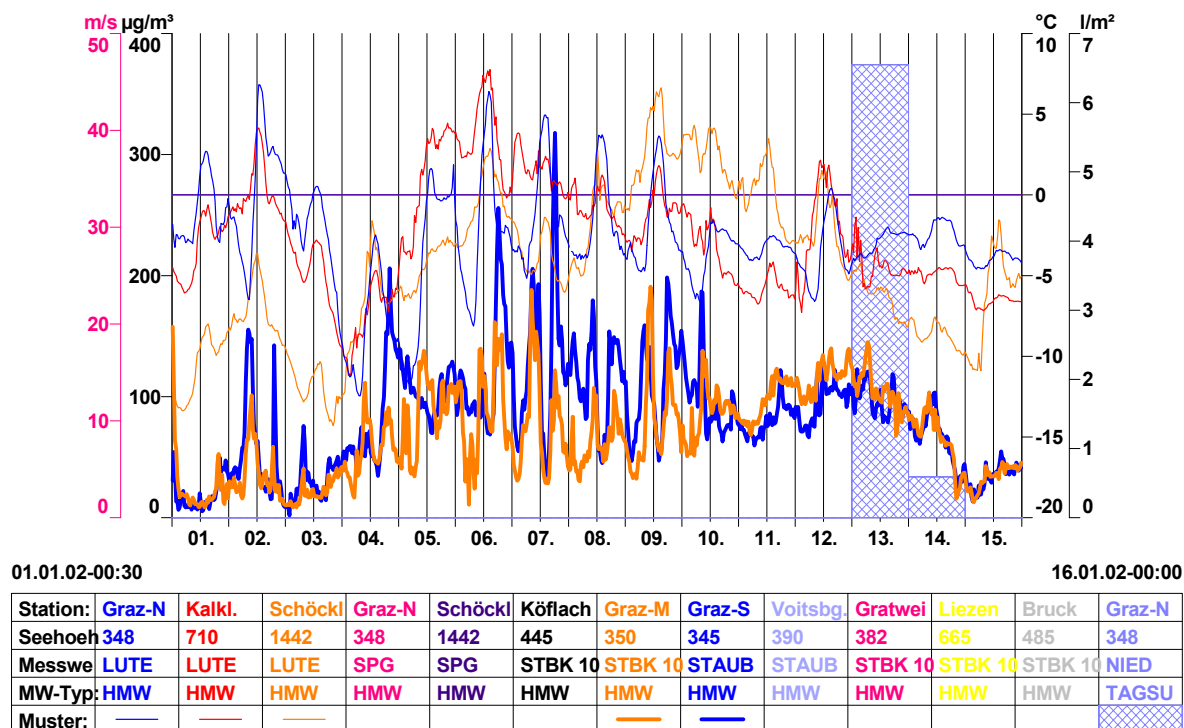
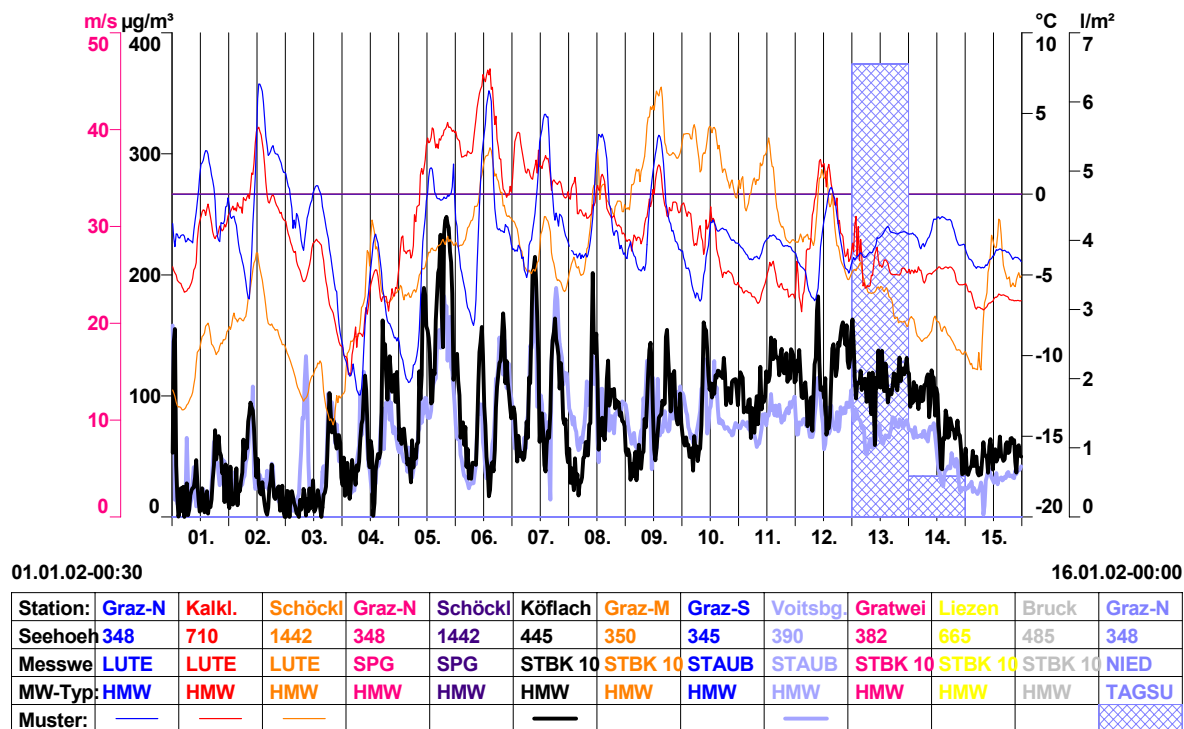


Abbildung 29: Zeitverlauf von PM₁₀ an der Station Köflach und TSP in Voitsberg in der ersten Jännerhälfte

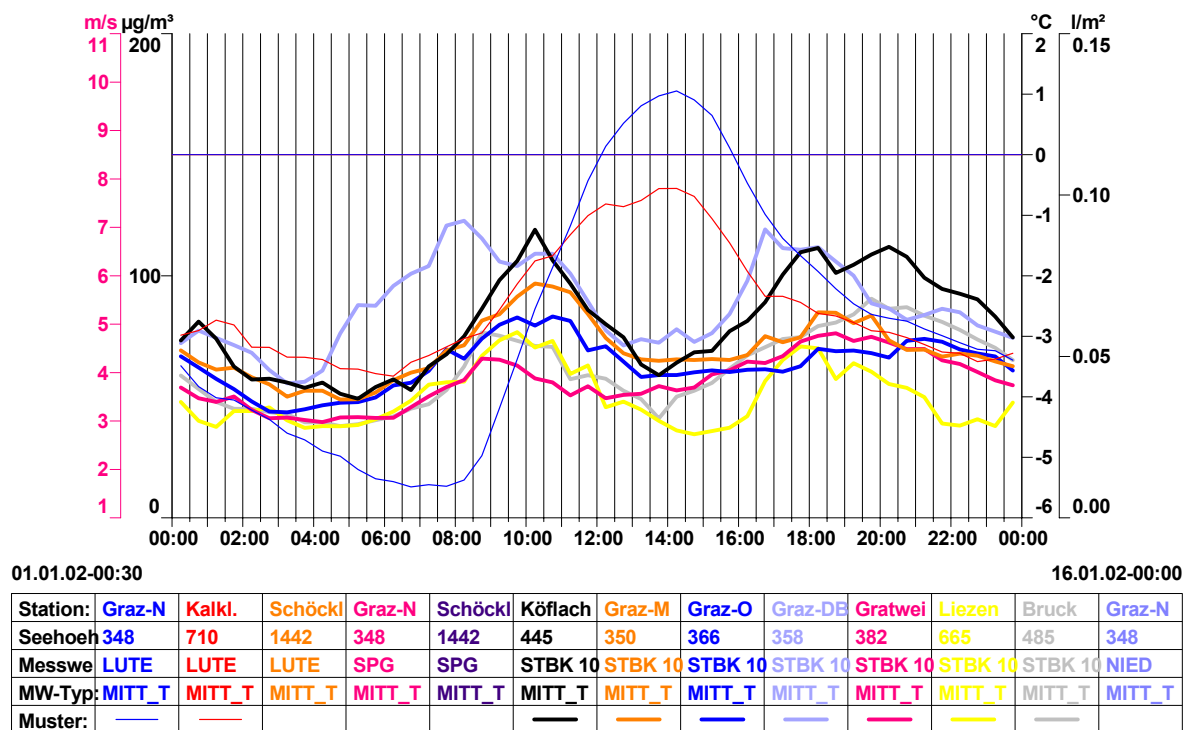


Generell wurden schon bisher in den Tälern der Steiermark, besonders im Großraum Graz, aufgrund der vorhandenen industriellen Struktur und der bekannten immissi-

onsklimatischen Ungunst der Verkehr und der Hausbrand als Hauptverursacher von Luftschadstoffbelastung angesehen. Dies trifft weitgehend auch auf PM₁₀ zu.

Wenn auch der mittlere Tagesgang eine Generalisierung darstellt, zeigt die nachfolgende Abbildung doch gut die beiden ausgeprägten Maxima zu den Verkehrsspitzenzeiten. Diese fallen allerdings auch zeitlich mit ungünstigen Ausbreitungsbedingungen zusammen, was zu einer zusätzlichen Verstärkung führt. Erst die nächtliche Konzentrationsabnahme weist dann vorwiegend auf Emissionsreduktionen durch Verkehrsrückgänge hin. Zwar besitzen auch die Hausbrandemissionen, vor allem aus händisch beschickten Festbrennstoffkesseln, einen in stark abgeschwächter Form ähnlichen Tagesgang, der Hausbrand manifestiert sich wohl aber stärker in der Grundbelastung.

Abbildung 30: Mittlerer PM₁₀ - Tagesgang an steirischen Stationen in der ersten Jännerhälfte



Die einzelnen Tagesgänge zeigten dabei die zu erwartenden Unterschiede zwischen klarem Bodeninversionswetter mit mittäglicher Labilisierung (9.1.) mit markanter Tagesschwankung und Maxima am Morgen und am Abend und Hochnebelsituationen (11.1.) mit stark geglättetem Tagesgang auf einem, aufbauend auf die Vortage, insgesamt hohen Grundniveau, das sich in hohen Tagesmittelwerten niederschlug.

Abbildung 31: PM₁₀ - Tagesgang an steirischen Stationen am 9.1.2002 (Strahlungsinversion)

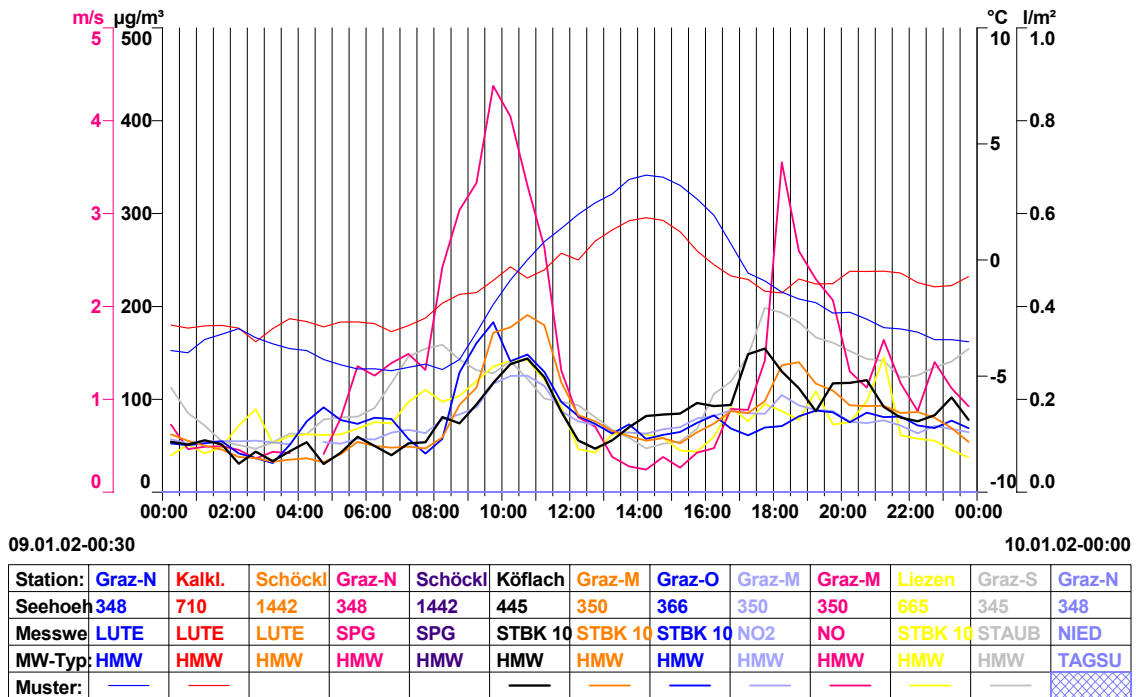
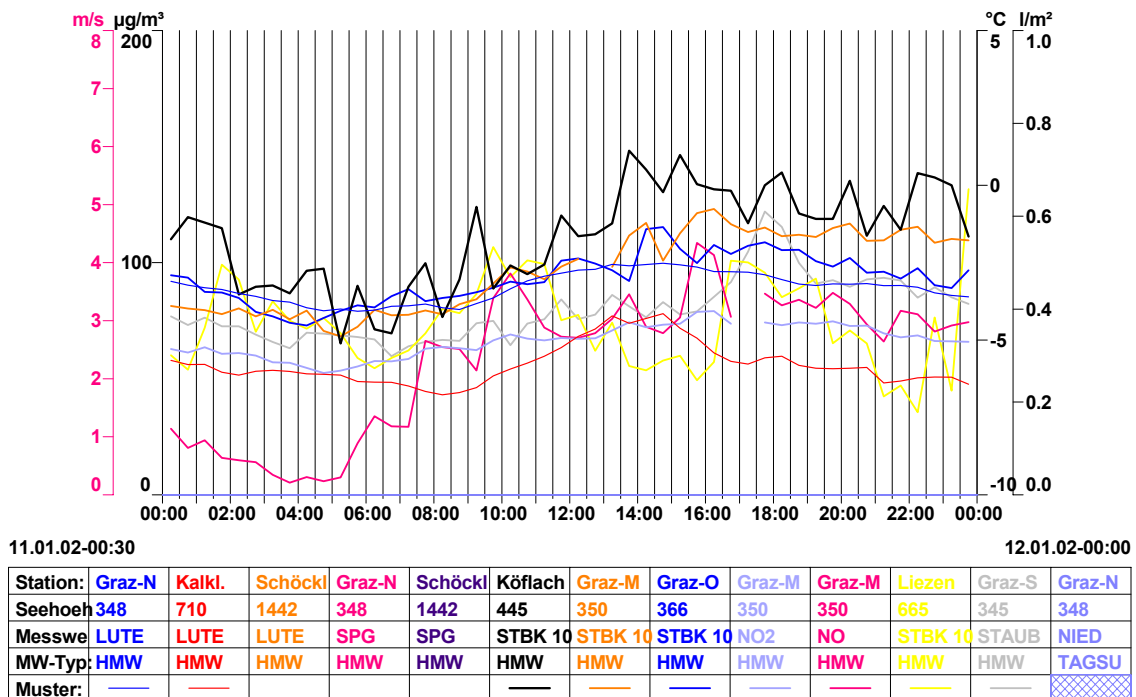


Abbildung 32: PM₁₀ - Tagesgang an steirischen Stationen am Freitag, 11.1.2002 (Hochnebel)



5.1.2 Monatswechsel Jänner / Februar

Diese Belastungsphase wurde nicht durch Hochdruck, sondern durch das Aufgleiten warmer Luftmassen aus Südwest auf die in den Tälern lagernde Kaltluft verursacht.

Meteorologie:

Mit Beginn der letzten Jännerdekade lag eine stürmische Westströmung 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.

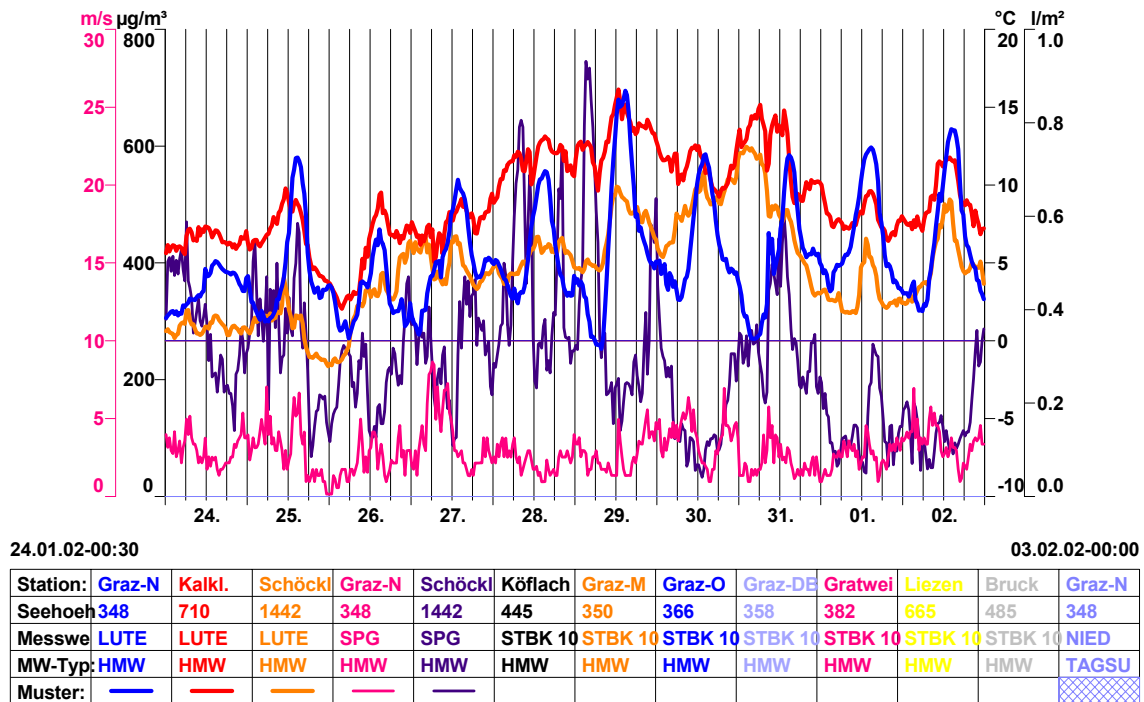
Ab dem 24. drehte die Strömung für den Rest des Monats auf Südwest. Milde Atlantikluft mit kräftiger Tageserwärmung ließ die Temperaturen noch weiter auf fast schon frühlinghafte Werte steigen, das Niederschlagsgeschehen spielte sich weiterhin im Alpenraum ab.

Vorübergehend traten in diesem letzten Monatsdrittel durch das Aufgleiten der milden Luftmassen in den Tieflagen ganztägige Inversionen auf (26., 28.), die vor allem in den Beckenlagen zu schlechten Ausbreitungsbedingungen mit verstärkter Schadstoffanreicherung in Bodennähe führten (21., 28./29.).

Auch zu Februarbeginn setzte sich das Südwestwetter noch fort, erst am 6. brachte eine Störung einen Luftmassenwechsel.

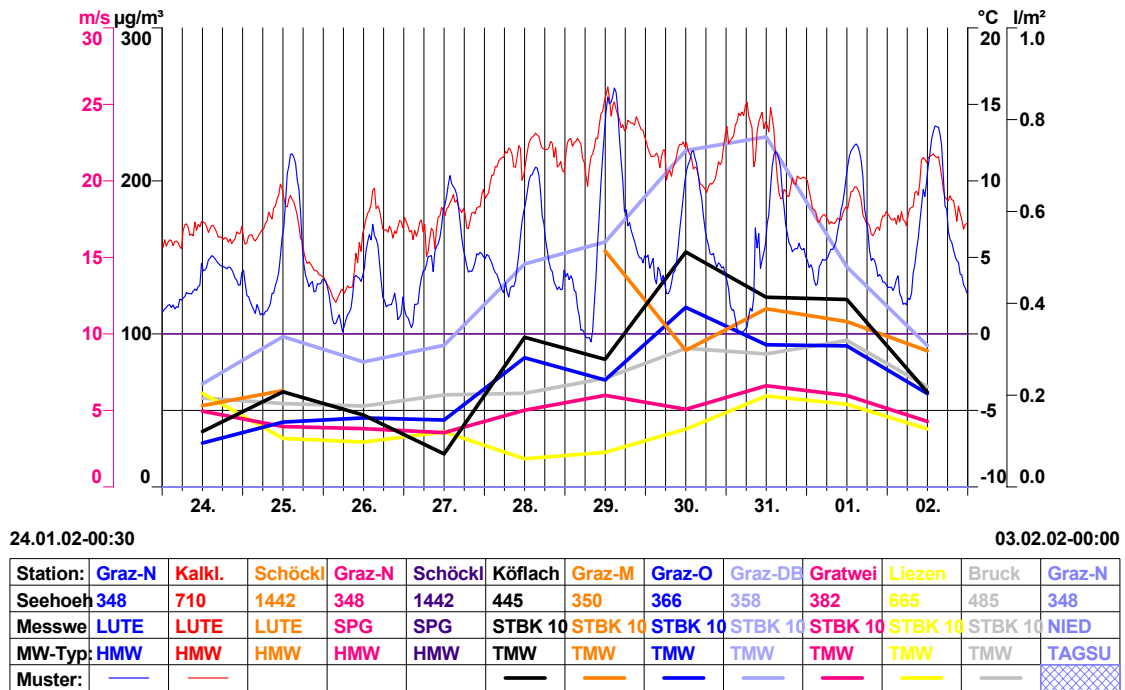
Deutlich kommt in der nachfolgenden Abbildung neben der lange Zeit inversen Temperaturschichtung zwischen dem Stadtgebiet von Graz und der auf der Gebirgsrandflur (einer Hangverebnung) des Schöckels in 710 m Höhe stehenden Station Kalkleiten auch die unterschiedlichen Windsituationen in Graz (stabil – windschwach) und am in der Strömung liegenden Schöckl (gut durchlüftet, zeitweise stürmisch) zur Geltung.

Abbildung 33: Temperatur, Windgeschwindigkeit und Niederschlag im Großraum Graz Ende Jänner / Anfang Februar



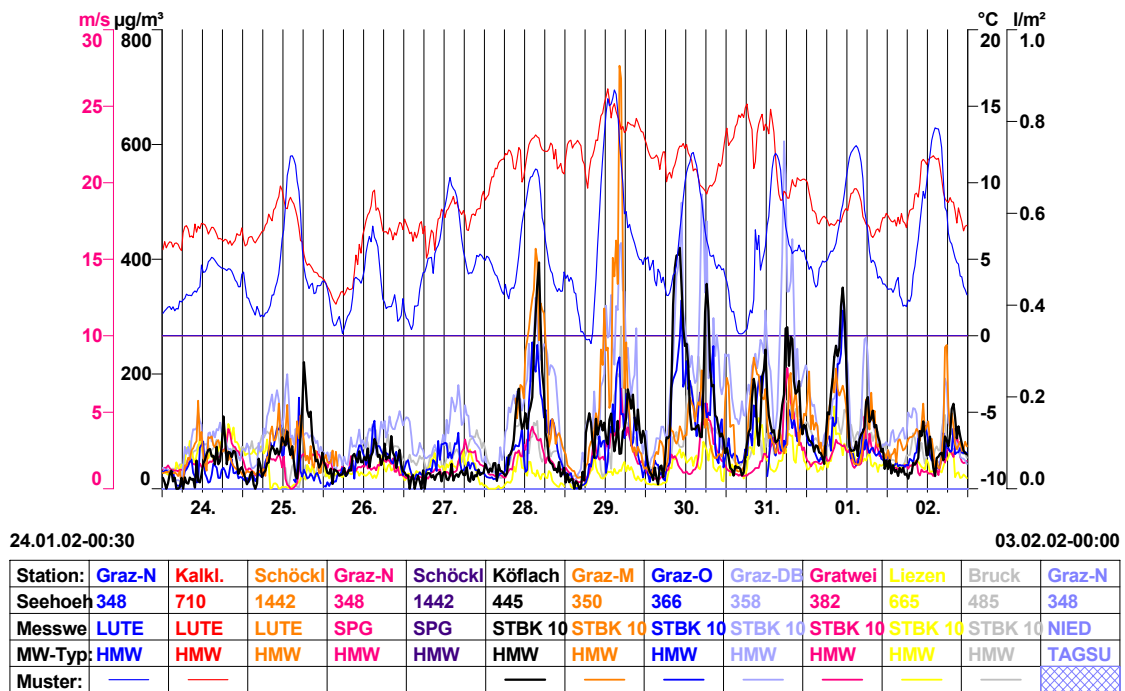
In diesem Zeitraum kam es im ganzen Land zu häufigen Überschreitungen des PM₁₀-Tagesmittelgrenzwertes, lediglich im Ennstal blieben die Konzentrationen geringer.

Abbildung 34: PM₁₀ - Tagesmittelwerte an steirischen Stationen Ende Jänner / Anfang Februar



Nach den immissionsklimatisch schon ungünstigen 26. und 27., die als Wochenende aber von den reduzierten Verkehrsemissionen profitierten, zeigten die PM₁₀-Verläufe einen markanten Konzentrationsanstieg am 28. zeitgleich mit der neuerlichen Ausbildung ganztägiger Inversionen.

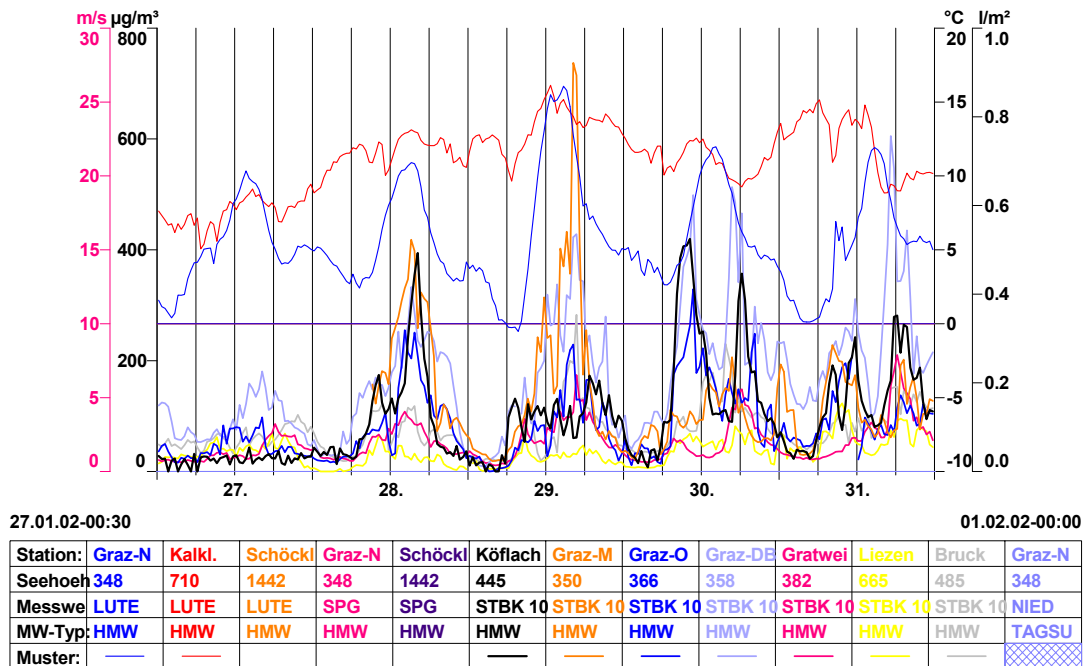
Abbildung 35: PM₁₀ - Halbstundenmittelwerte an steirischen Stationen Ende Jänner / Anfang Februar



Der 28. und 29. brachten eine ganztägige Aufschaukelung der Feinstaubkonzentrationen, die ihr Maximum jeweils zur Abendverkehrsspitze erreichen. Der 30. und 31.

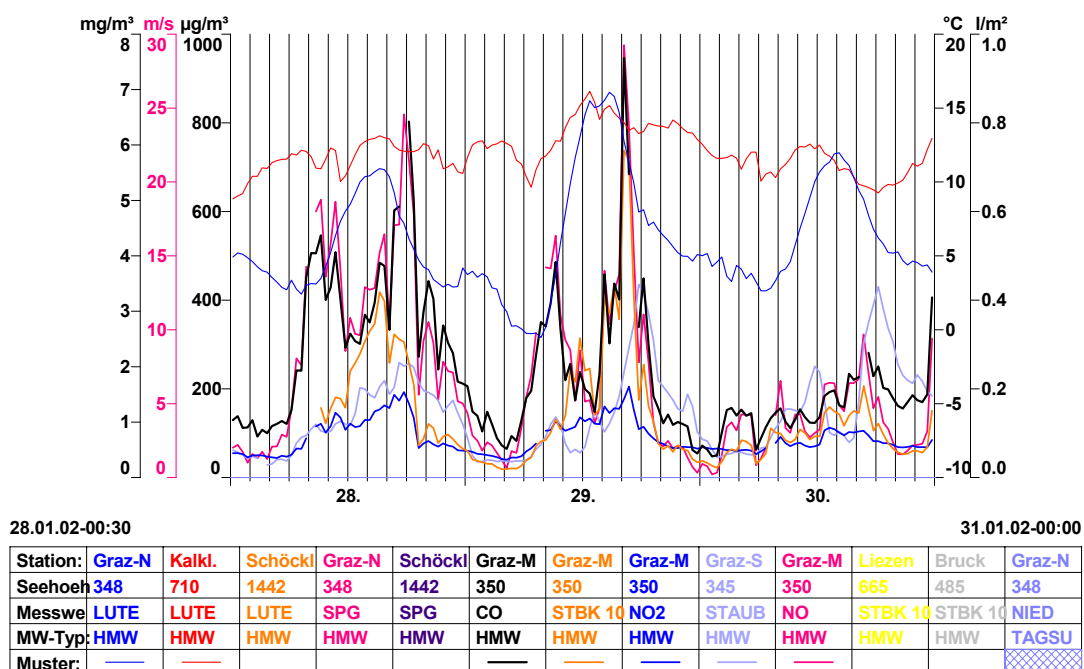
wiesen bei zunehmender Labilisierung in den Mittagsstunden wieder einen Tagesgang mit ausgeprägtem Morgen- und Abendmaximum und deutlichem Konzentrationsrückgang zur Tagesmitte auf.

Abbildung 36: PM₁₀ - Zeitverläufe im Zeitraum 27.1. bis 31.1.



Auch hier zeigte sich wieder eine gute Übereinstimmung der Feinstaub- mit den Primärschadstoffkonzentrationen. Das und der deutliche Unterschied zwischen Wochenende und Arbeitswoche lassen, auch aufgrund der industriellen Emissionsstruktur der steirischen Ballungszentren, die Interpretation zu, dass in diesem Zeitraum der Straßenverkehr als der ausschlaggebende Verursacher der PM₁₀-Spitzen anzusehen ist.

Abbildung 37: Zeitverläufe von PM₁₀ und anderen Primärschadstoffen an der Station Graz Mitte im Zeitraum 29.1. bis 31.1.



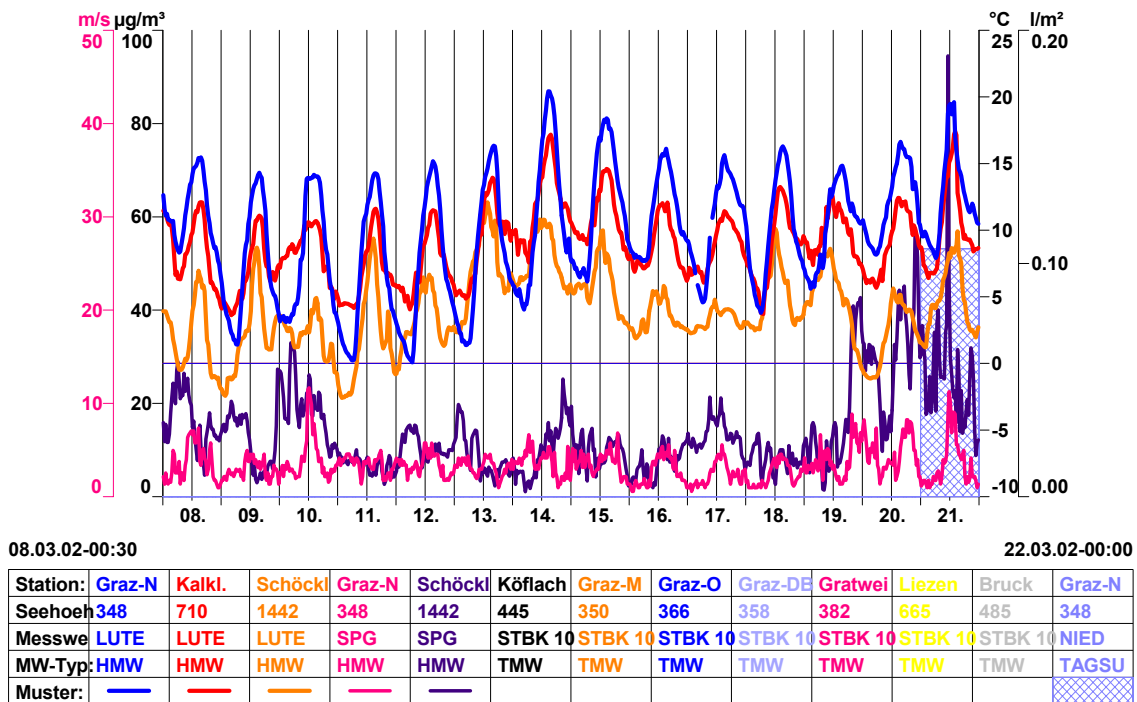
Insgesamt wurde der Tagesmittelgrenzwert allein im Jänner 2002 zwischen 9mal (Gratwein) und 17 mal (Bruck, Graz), an der verkehrsnahen Station Graz – Don Bosco sogar 20 mal, überschritten.

Überdurchschnittlich hohe Halbstundenmittelwerte traten an der Station Graz-Mitte auf. Sie korrespondierten mit den Primärschadstoffwerten (vor allem NO und CO), eine Beeinflussung durch lokale Emissionen (z.B. Arbeiten im Nahebereich der Station) kann daher für diese Situation nicht ausgeschlossen werden.

5.1.3 Zweite Märzdekade

Die ersten beiden Märzdekaden waren im Jahr 2002 südlich der Alpen von für diese Jahreszeit ungewöhnlich stabilem Hochdruck geprägt. Trotz der milden Temperaturen traten in diesem Zeitraum aufgrund der dementsprechend ungünstigen Ausbreitungsbedingungen auch steiermarkweit Feinstaub-Belastungen auf.

Abbildung 38: Temperatur, Windgeschwindigkeit und Niederschlag im Großraum Graz Mitte März



Meteorologie:

Der März hatte mit einer feuchten Südwestströmung begonnen, die Wolken in die Steiermark führte und dem Süden des Landes Niederschläge brachte.

Zunehmender Hochdruck ließ ab 4. die Luft abtrocknen und die Temperaturen rasch ansteigen. Schwache Störungsdurchgänge nördlich der Alpen streiften die Steiermark am 8. und 10. nur randlich, dazwischen und danach blieb das stabile und weitgehend stationäre Hochdruckgebiet auf hohem Temperaturniveau bis zum 18. wetterbestimmend.

Ab dem 19. erreichten mit einer westlichen, später nordwestlichen Höhenströmung in rascher Folge atlantische Fronten die Ostalpen und führten zu einem Luftmassenwechsel in allen Höhen.

Abbildung 39: PM₁₀ - Tagesmittelwerte an steirischen Stationen Mitte März

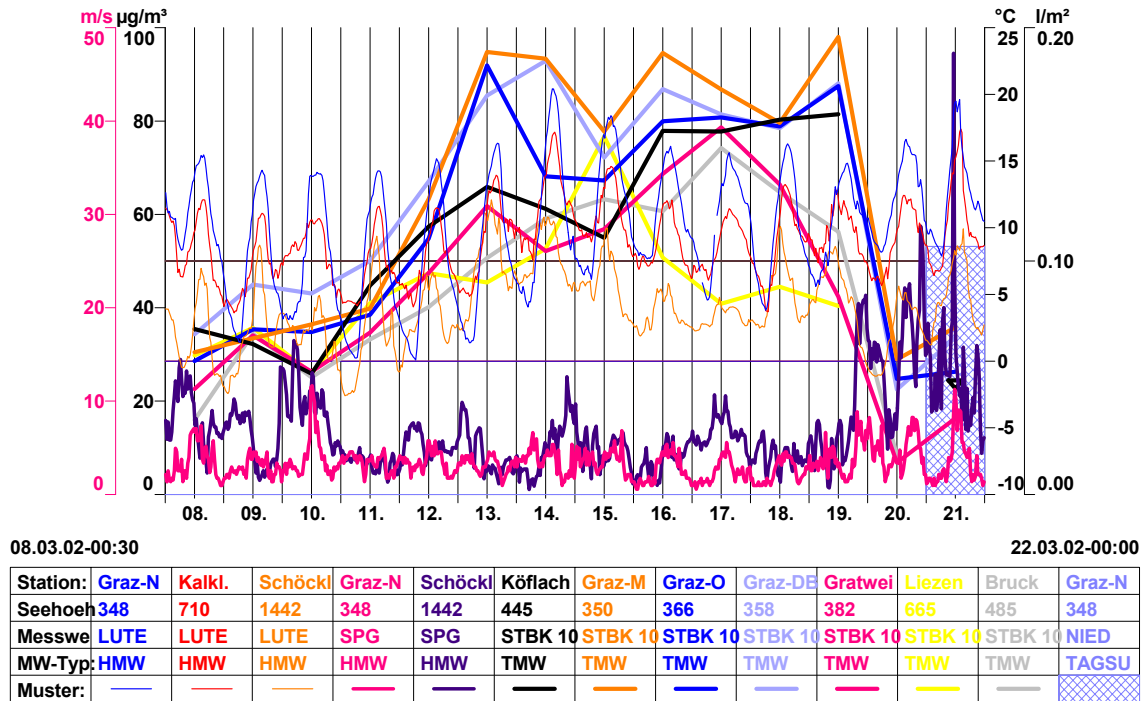
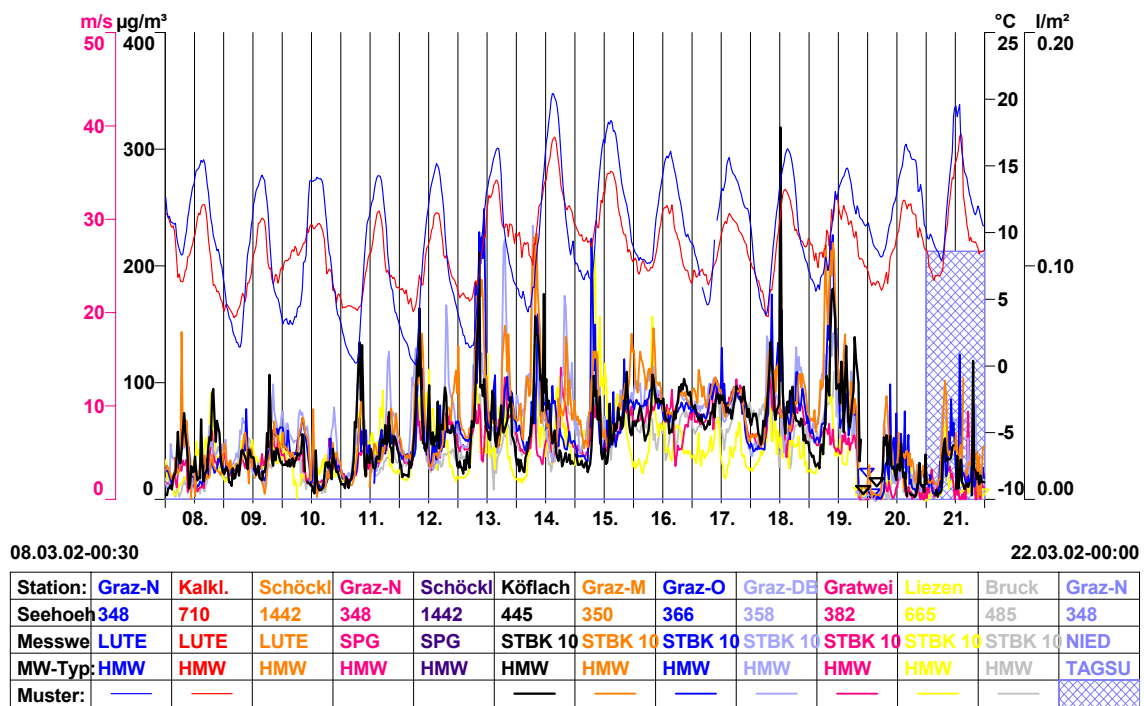


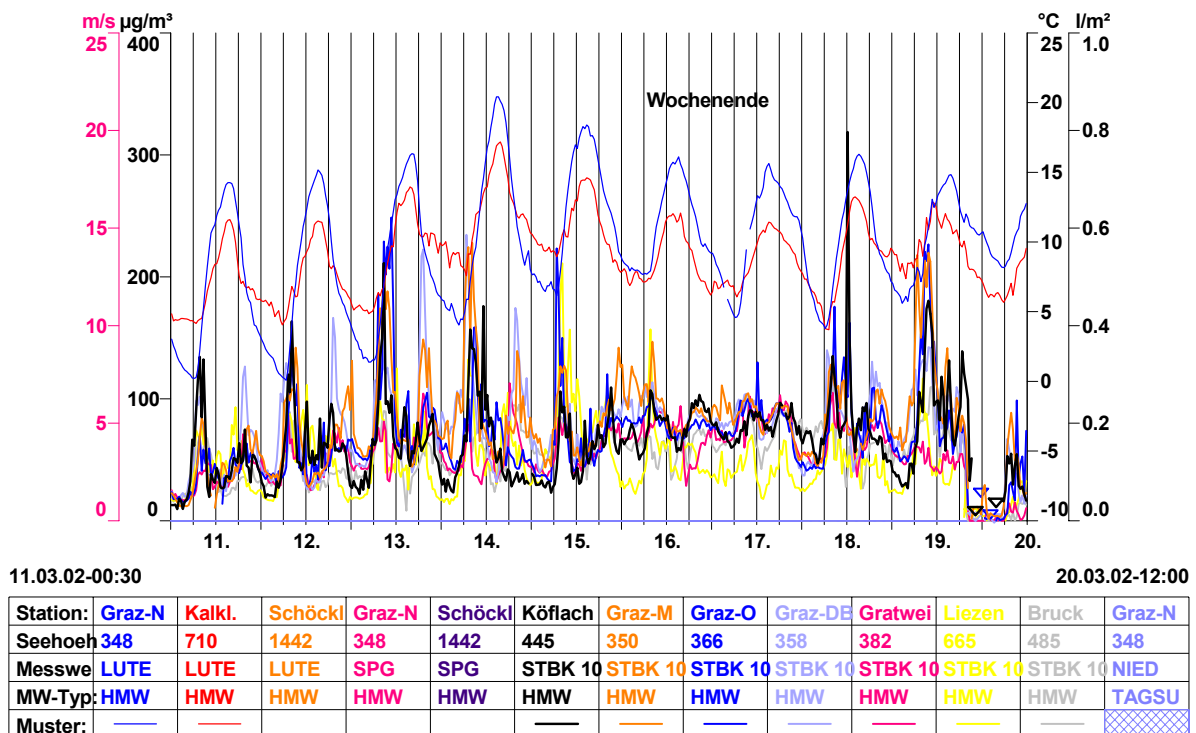
Abbildung 40: PM₁₀ - Halbstundenmittelwerte an steirischen Stationen Mitte März



Wenn auch in diesem Zeitraum keine ganztägigen Inversionen auftraten, reichten doch die generelle Windarmut und die morgendlichen Inversionssituationen aus, um das Feinstaubniveau kontinuierlich zu erhöhen, wie sich sowohl anhand der Tagesmittelwerte als auch der Halbstundenmittelwerte gut veranschaulichen lässt.

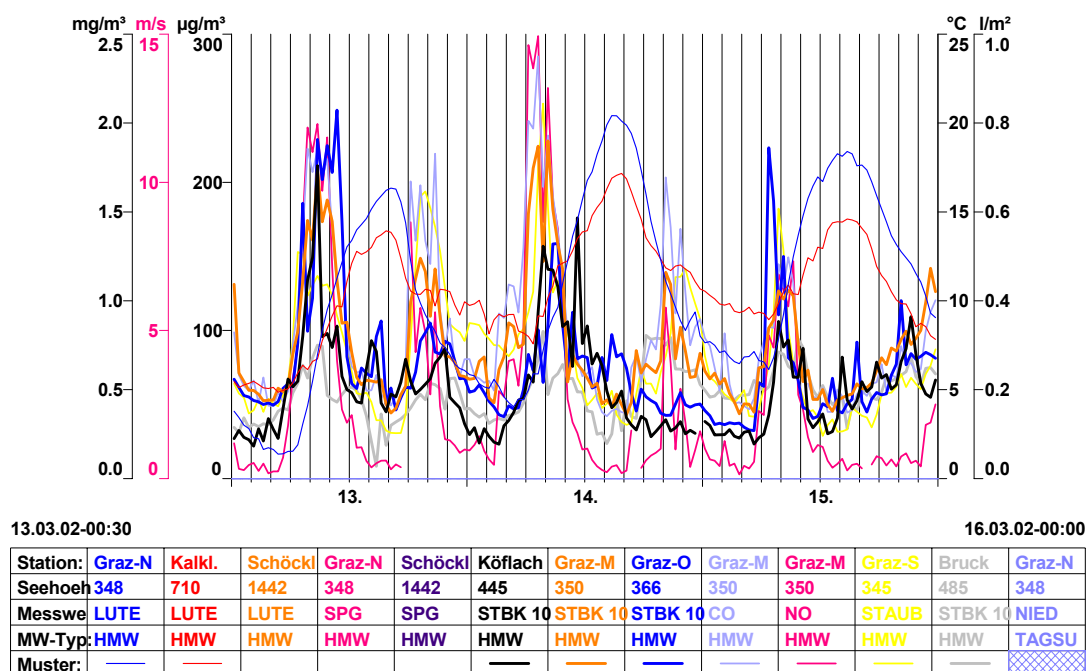
Gerade der Wochengang dieser Belastungsphase zeigte dabei einige interessante Details: Während der Arbeitswoche wiesen die Staubkonzentrationen einen stark akzentuierten Tagesgang auf, der insgesamt zu einem stetigen Anstieg der Grundbelastung führte. Das Wochenende brachte einen Wegfall der Spitzen, das Grundbelastungsniveau blieb weitgehend unverändert.

Abbildung 41: PM₁₀ - Zeitverläufe an steirischen Stationen im Zeitraum 11.3. bis 20.3.



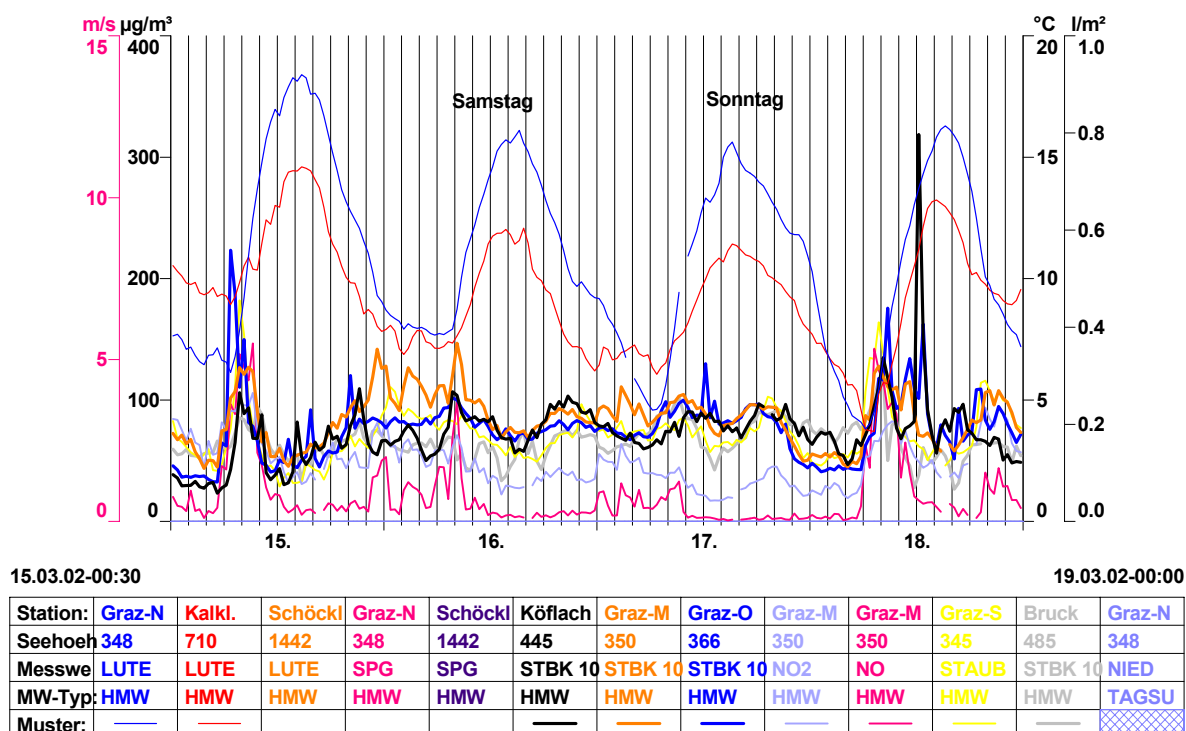
Der Tagesgang wies neuerlich einen markanten Parallelverlauf mit sämtlichen Primärschadstoffen auf, der die üblichen Maxima zu den morgendlichen und abendlichen stabilen Ausbreitungsbedingungen im Verein mit den Verkehrsspitzen zeigte. Die Labilisierungsphase um die Tagesmitte sowie die Nachtstunden (reduzierte Emissionen) waren durch einen allgemeinen Rückgang der Konzentrationen gekennzeichnet.

Abbildung 42: Schadstoffverläufe an steirischen Stationen im Zeitraum 13.3. bis 15.3.



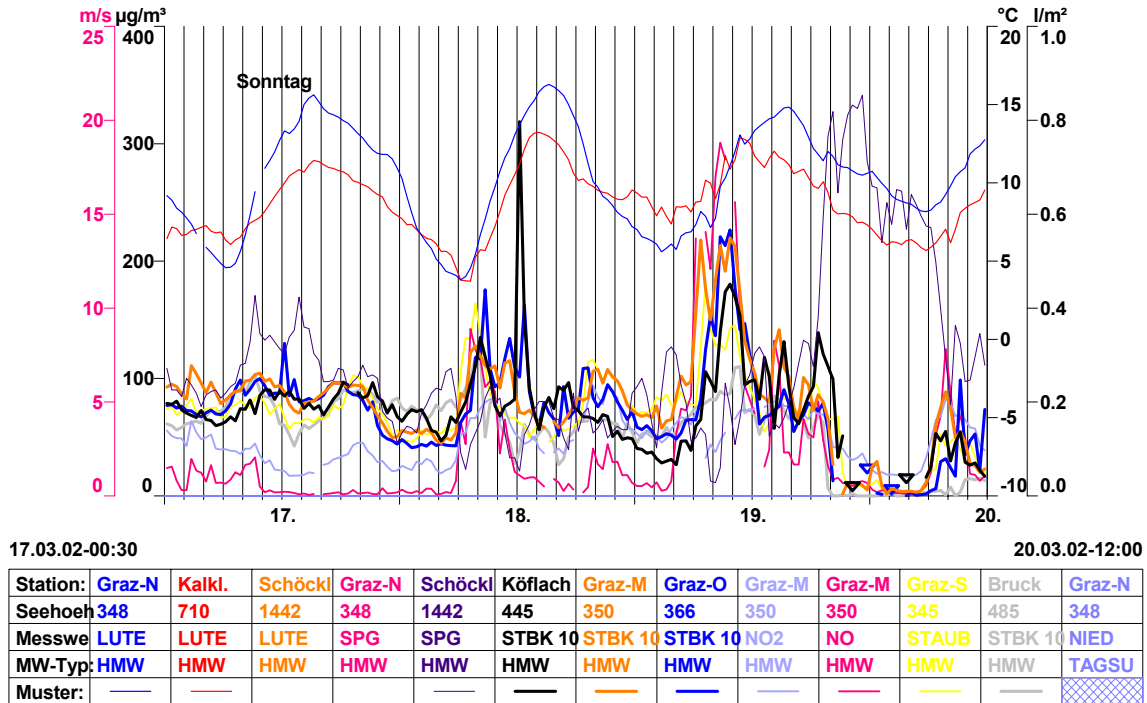
Das Wochenende (16., 17.) brachte bei unveränderter Witterung den zu erwartenden deutlichen Rückgang der Konzentrationen von NO und auch NO₂, während die Grundbelastung an TSP-Schwebstaub und PM₁₀-Feinstaub wie erwähnt bei unterdrückter Tagesschwankung (fehlende KFZ-Emissionen) auf hohem Niveau stabil blieb.

Abbildung 43: Schadstoffverläufe an steirischen Stationen im Zeitraum 15.3. bis 18.3.



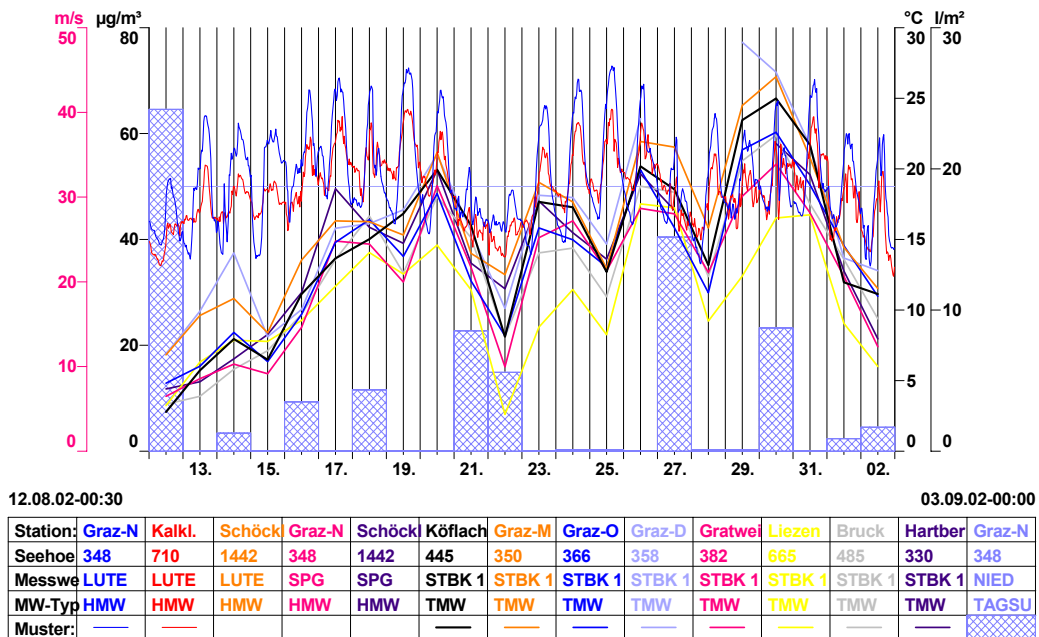
Der Wochenbeginn zeigte dann bei wiedereinsetzender Tagesschwankung durch die Zusatzemissionen eine weitere Zunahme der Grundbelastung, bevor am 20. der beginnende Störungseinfluss einen Luftmassenwechsel brachte.

Abbildung 44: Schadstoffverläufe an steirischen Stationen im Zeitraum 17.3. bis 20.3.



5.1.4 Zweite Augushälfte

Abbildung 45: PM₁₀ - Tagesmittelwerte an steirischen Stationen in der zweiten Augushälfte

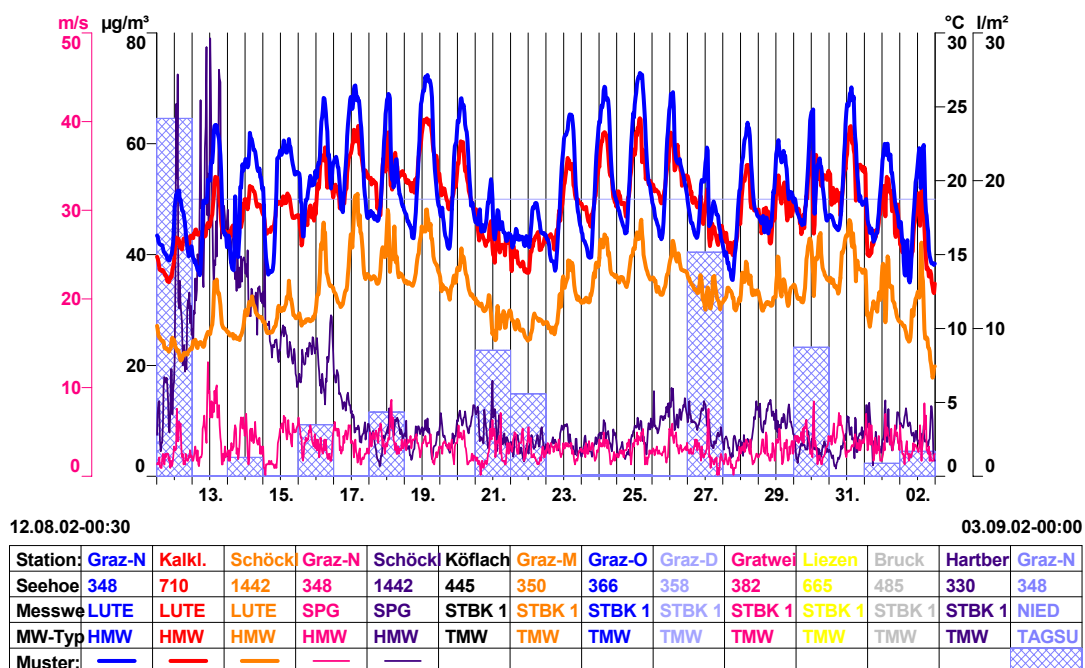


Die zweite Augushälfte war durch eine stetige Zunahme der PM₁₀-Konzentrationen geprägt, die nach einem vorübergehenden Konzentrationsrückgang im Zuge eines Frontdurchganges am 21./22. zu Grenzwertüberschreitungen im Zeitraum 29. – 31.8. an allen Stationen mit Ausnahme des Ennstales führten.

Meteorologie:

Nach den Katastrophenregenfällen des Augustbeginns hatte sich das Wetter ab dem 14. wieder weitgehend beruhigt. Schwacher Hochdruck lag über der Steiermark und vor allem am südöstlichen Alpenrand bildeten sich immer wieder Gewitter oder Schauer.

Abbildung 46: Temperatur, Windgeschwindigkeit und Niederschlag im Großraum Graz Ende August



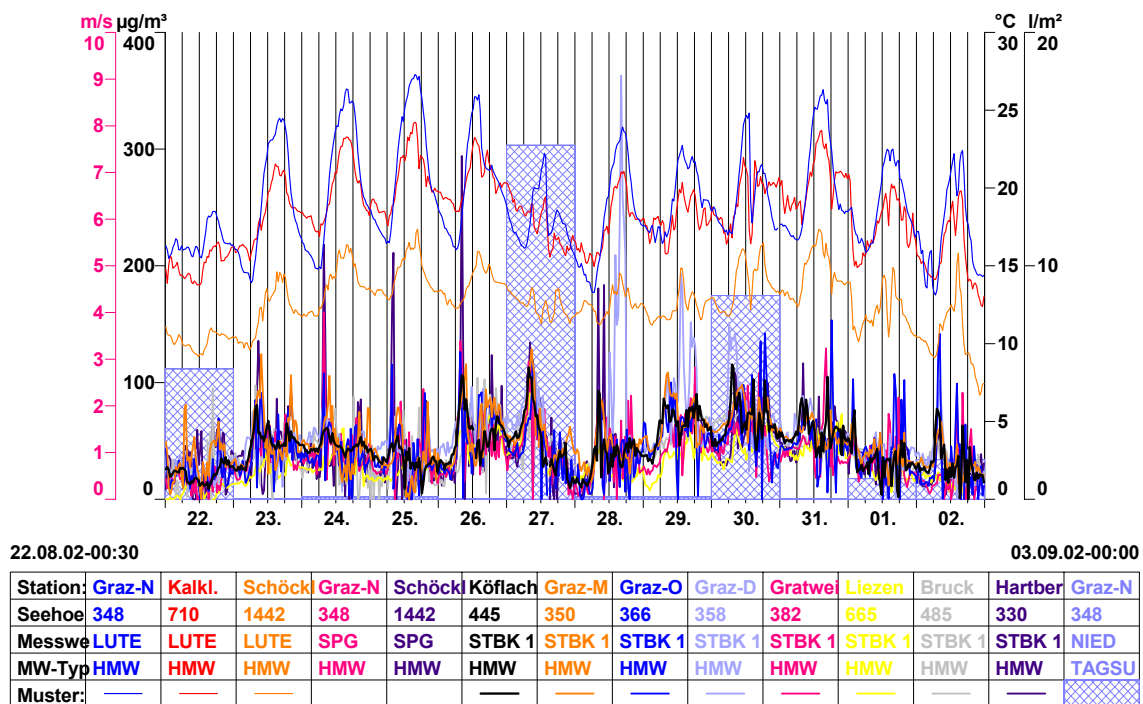
Nach zwei trockenen Tagen erreichte am 20. eine schwache Front die Ostalpen, die aber nur leichte Niederschläge brachte.

Nach Abzug dieser Störung stellte sich von 23. bis 26. eine Zwischenbesserung ein, die nach einer vorübergehenden Labilisierung bis zum Monatsende anhält.

Sowohl der Zeitraum 24. bis 26. als auch 29. bis 31. waren von Hochdruckwetter bestimmt, das in den Tälern und Becken zu morgendlichen Inversionssituationen führte, die markante PM₁₀-Konzentrationsanstiege am Vormittag verursachten. Dabei traten an der Station Hartberg hohe Kurzzeitspitzen auf, die wohl lokale Ursachen gehabt haben müssen, denen noch im Detail nachgegangen werden muss.

An allen übrigen Stationen weisen neuerlich die Tagesverläufe mit starker Tageschwankung und Morgen- und Abendspitze auf ein Zusammenspiel zwischen Verkehrsemissionen und schlechten nächtlichen Ausbreitungsbedingungen hin. Hochdruckbedingte PM₁₀-Belastungssituationen mit fast landesweiten Grenzwertüberschreitungen treten in der Steiermark also auch im Hochsommer auf.

Abbildung 47: PM₁₀ - Zeitverläufe an steirischen Stationen im Zeitraum 22.8. bis 2.9.



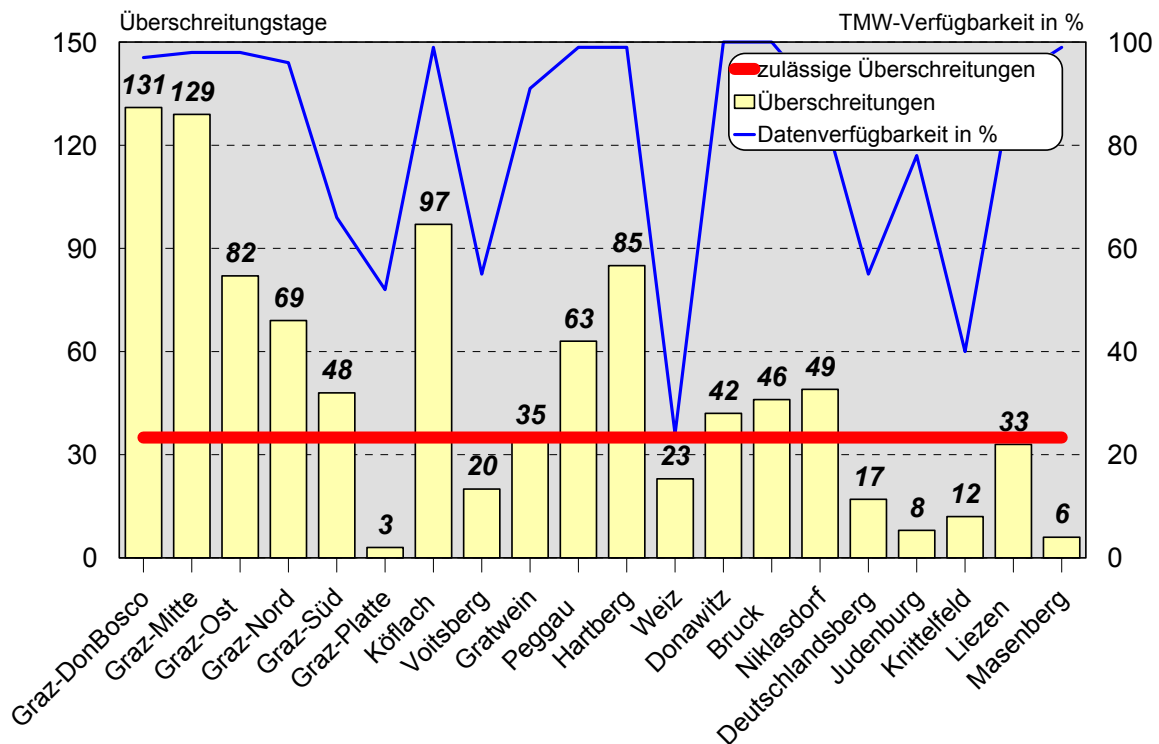
5.2 Darstellung der Immissionssituation im Jahr 2003

2003 traten mit lokalen Ausnahmen (Station Bruck an der Mur) höhere PM₁₀-Belastungen auf als im Vorjahr, an den Messstellen **Graz-Don Bosco, Graz-Mitte, Graz-Ost, Graz-Nord, Graz-Süd, Köflach, Hartberg, Peggau, Donawitz, Niklasdorf** und **Bruck** wurden mehr als die tolerierten 35 Überschreitungen des PM₁₀-Tagesmittelgrenzwertes registriert [JAHRESBERICHT 2003].

Tabelle 9: Jahresauswertung Feinstaub (PM₁₀) 2003

Station	JMW	MMWmax	TMWmax	97,5 Perz HMW	Ü JMW	Ü TMW
Graz Stadt						
Graz-Platte	----	----	----	----	----	3
Graz-Nord	37	63	134	113	0	69
Graz-Mitte	48	77	143	141	1	129
Graz-Ost	39	61	151	117	0	82
Graz-Don Bosco	52	86	156	151	1	131
Graz-Süd neu	----	----	----	----	----	48
Mittleres Murtal						
Peggau	37	50	154	104	0	63
Gratwein	33	40	111	90	0	35
Voitsberger Becken						
Köflach	42	68	129	131	1	97
Voitsberg	----	----	----	----	----	20
Südweststeiermark						
Deutschlandsberg	----	----	----	----	----	17
Oststeiermark						
Masenberg	18	24	69	52	0	6
Weiz	----	----	----	----	----	23
Hartberg	41	72	157	130	1	85
Aichfeld und Pölstal						
Judenburg	25	33	109	70	0	8
Knittelfeld	----	----	----	----	----	12
Raum Leoben						
Leoben-Donawitz	32	41	85	88	0	42
Niklasdorf	33	45	115	89	0	49
Raum Bruck / Mittleres Mürztal						
Bruck an der Mur-	32	45	113	87	0	46
Ennstal und Steirisches Salzkammergut						
Liezen	30	42	97	90	0	33

Abbildung 48: PM₁₀-Messungen 2003; Anzahl der Überschreitung des Grenzwertes von 50 µg/m³



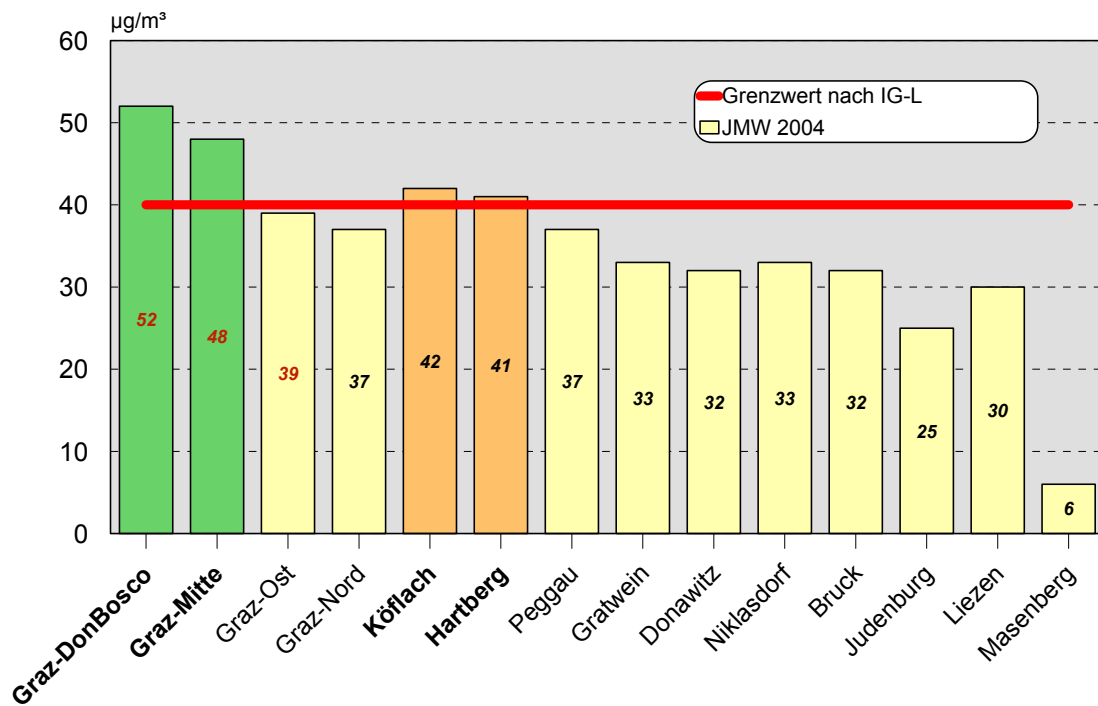
An den Messstellen Voitsberg, Weiz, Deutschlandsberg, Knittelfeld und Judenburg lagen die Überschreitungshäufigkeiten 2003 unter der Toleranzmarge, da diese Stationen erst im Laufe des Jahres in Betrieb genommen wurden. Bei Beurteilung eines gesamten Jahre ist jedoch auch für die erstgenannten Stationen mit mehr als 35 Überschreitungen zu rechnen, wohingegen aufgrund der bisherigen Daten für die Station Judenburg ein Einhalten erwartet werden kann. An der Station Gratwein wurden die Vorgaben 2003 mit 35 Überschreitungstagen im Gegensatz zu 2002 eingehalten, es muss dabei aber auf die reduzierte TMW-Verfügbarkeit von 91% hingewiesen werden.

Bei einer hohen Datenverfügbarkeit neuerlich eingehalten werden konnte die gesetzliche Vorgabe an den Messstellen Liezen und Masenberg.

Ein insgesamt erhöhtes Belastungsniveau zeigte sich auch beim Jahresmittelwert, wo 2003 Überschreitungen des Jahresmittelwertes von 40 µg/m³ neben Graz (Don Bosco, Mitte) auch in Köflach und Hartberg registriert wurden.

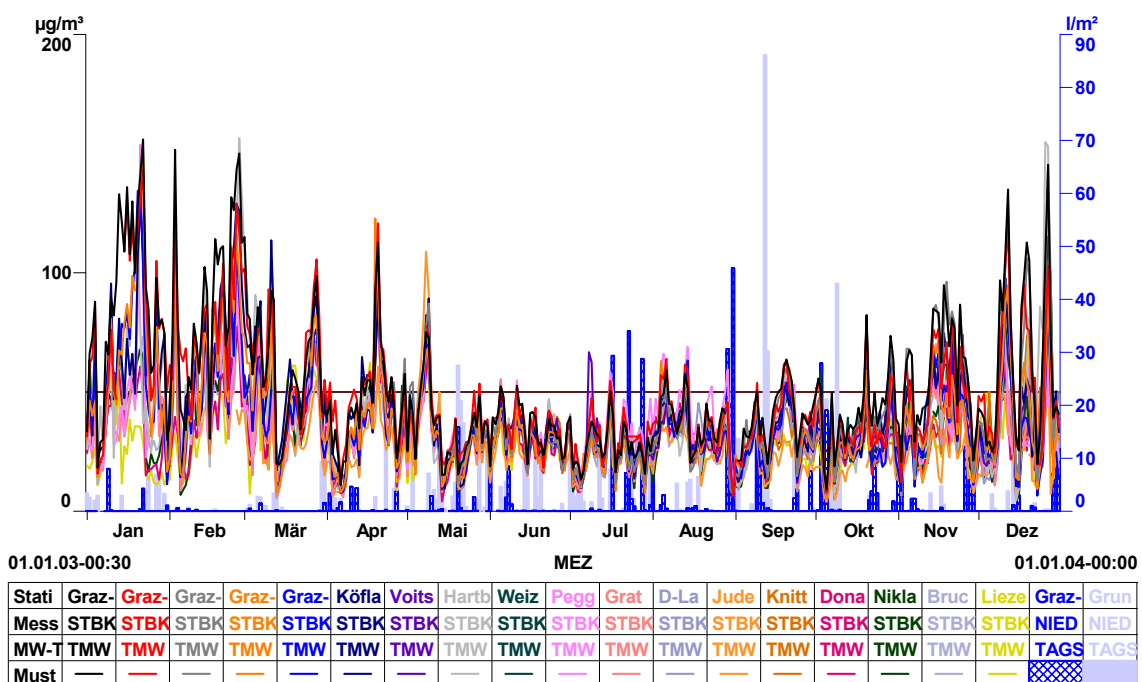
Zur Höhe des Jahresmittelwertes und auch der Anzahl der Tage mit Grenzwertüberschreitungen in Graz-Mitte muss darauf hingewiesen werden, dass hier eine nahegelegene längere Großbaustelle sicher einen erheblichen lokalen Beitrag lieferte.

Abbildung 49: PM₁₀-Messungen 2003; Jahresmittelwerte



Der Jahrgang der PM₁₀-Konzentrationen wies auch 2003 wieder einige Episoden mit erhöhtem bzw. signifikantem Belastungsniveau aus, besonders belastet waren die Hochwintermonate Jänner und Februar, aber auch der März und temporär der Dezember. Im Jänner waren dafür u.a. milde Aufgleit inversionen verantwortlich, im Februar zwei Dekaden mit stabilen antizyklonalen Bedingungen, die zu einer verstärkten Anreicherung der bodennahen Luftschichten führten. In beiden Monaten wurden bis zu 19 (in Graz bis zu 26) Tage mit Grenzwertüberschreitungen registriert.

Abbildung 50: Verlauf der PM₁₀ -Tagesmittelwerte 2003



Auf eine weitere detaillierte Diskussion der einzelnen Belastungsphase wird in der Folge verzichtet, da sie den in Kapitel 5.1 beschriebenen Situationen sehr ähnlich sind.. Lediglich zwei Situationen sollen aufgrund ihrer Signifikanz genauer betrachtet werden:

5.2.1 März

Zwar waren der Jänner und Februar erwartungsgemäß höher belastet, der März zeigte aber große Belastungsunterschiede, die sehr klar den dominanten Einfluss der Witterung wiedergeben.

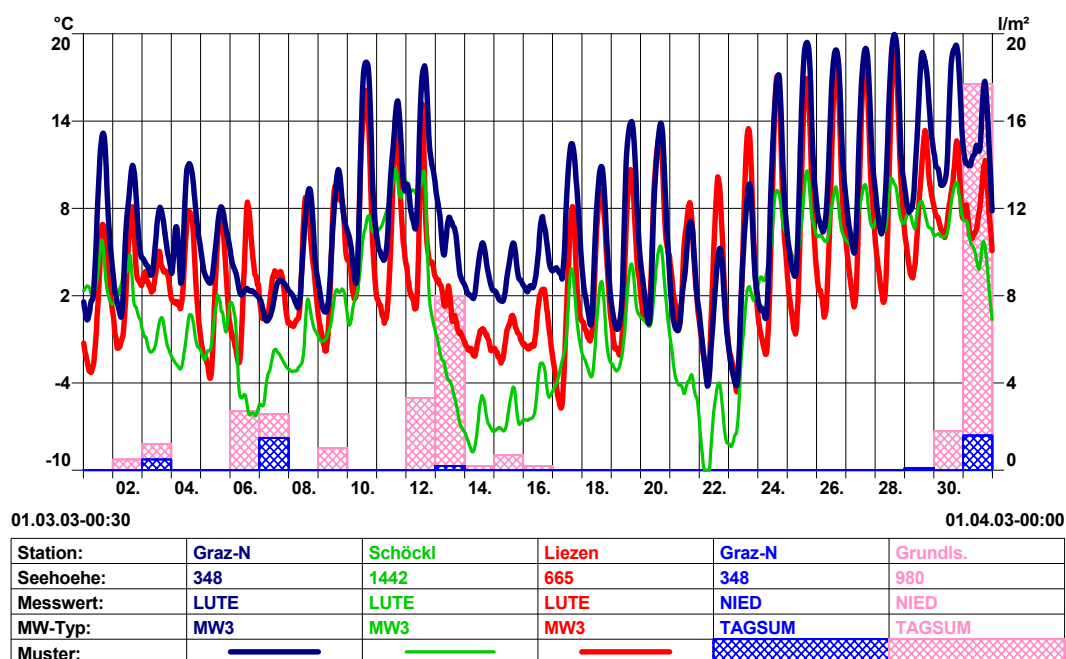
Meteorologie:

Nach einer langen stabilen Hochdruckphase in der zweiten Februarhälfte begann der März mit mildem Westwetter. Bereits am 2. brachte allerdings die Störung eines Tiefdruckgebietes über Mitteleuropa dichte Bewölkung, aber nur geringe Niederschläge, die zudem unter 1000m Seehöhe als Regen fielen.

Nach einer vorübergehenden Wetterberuhigung unter Zwischenhocheinfluss überquerte ab 6. der nächste Störungsausläufer den Ostalpenraum. Neuerlich fielen nur geringe Niederschläge, diese vorwiegend im Nordstau der Alpen. Nach Abzug der Störung verstärkte sich bis zum Ende der ersten Monatsdekade der Luftdruck. Die nördlichen Landesteile blieben allerdings weiterhin im Einflussbereich einer atlantischen Warmfront, die Bewölkung und leichte Niederschläge brachte, im Lee der Alpen dominierte dagegen heiter-sonniges Wetter.

Am 12. überquerte eine Kaltfront aus Nordwesten die Ostalpen und brachte einen deutlichen Temperaturrückgang, in der Höhe sogar einen Temperatursturz, und dem Alpennordrand beträchtliche Schneefälle. Auch nach dem Störungsabzug blieb es unter Zufuhr feuchtkalter Luftmassen kalt und bewölkt, aber weitgehend niederschlagsfrei.

Abbildung 51: Temperatur- und Niederschlagsgang im März 2003 im Raum Graz sowie in der Obersteiermark

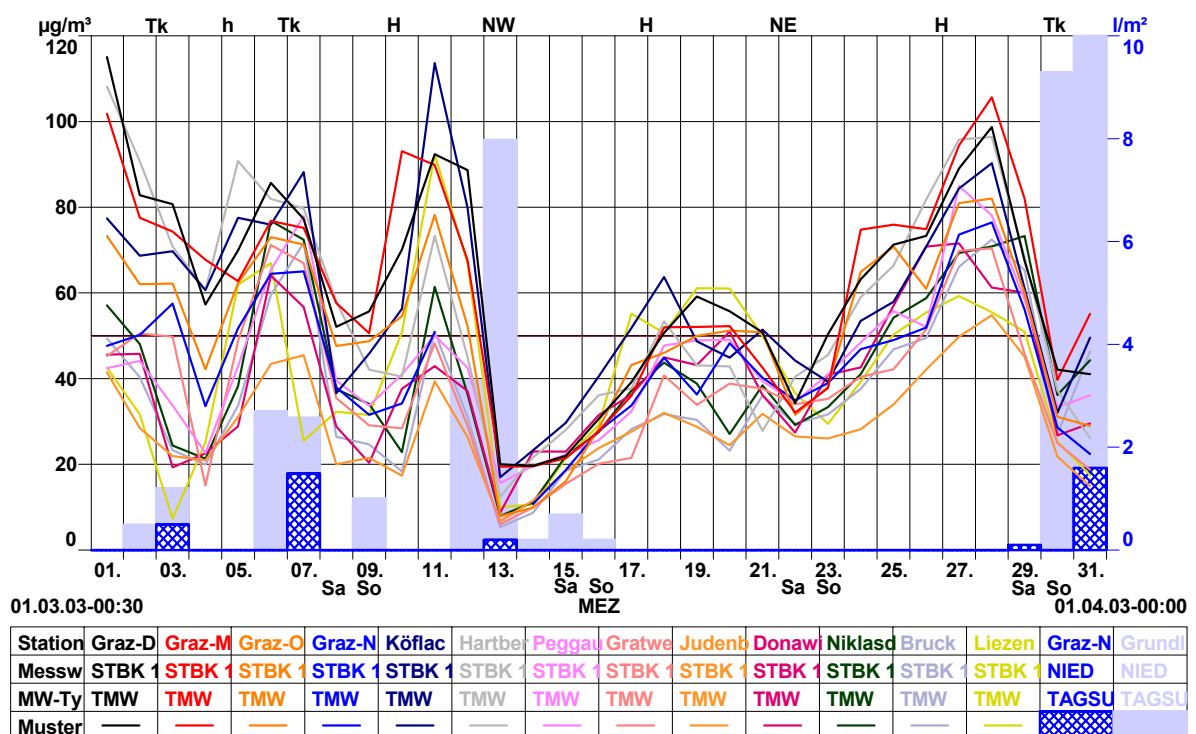


Zur Monatsmitte gelangte Österreich in den Randbereich eines Hochs über Nord-europa. Die Luft trocknete rasch aus und bis zum 20. stiegen auch die Temperaturen sukzessive an, bevor am 21. vorübergehende Kaltluftzufuhr aus Nordosten einen kurzzeitigen, aber kräftigen Temperaturrückgang, besonders in der Höhe, brachte.

Ab 22. gelangte der Ostalpenraum dann direkt in den Einfluss des Hochdruckgebietes, dieses brachte in der Folge eine Phase stabilen Schönwetters und der Jahreszeit entsprechend einen deutlichen Temperaturanstieg.

Erst am 29. bedeutete Wolkenaufzug das Ende des antizyklonalen Wetters und die nachfolgende Kaltfront eines nordeuropäischen Tiefdruckgebietes brachte zu Monatsende Niederschläge, die im Nordstaubereich auch durchaus beträchtlich waren.

Abbildung 52: PM₁₀-Verläufe und Niederschlag an steirischen Stationen im März 2003



Deutlich kommen die Übereinstimmungen zwischen antizyklonaler Witterung und Konzentrationszunahmen bzw. Störungseinfluss/Labilisierung und Belastungsrückgang zur Geltung.

Konzentrationsanstiege wurden in den hochdruckdominierten Zeiträumen ab dem 4., dem 9. und zwischen 15. und 28. registriert. Markante Rückgänge standen durchwegs mit Frontdurchgängen in Zusammenhang. Der Beitrag der Emissionen (Wochenende) wurde von der Witterung deutlich überlagert, die zeitgleichen Konzentrationsrückgänge (8., 9., 22., 23.) waren tatsächlich meteorologisch bedingt.

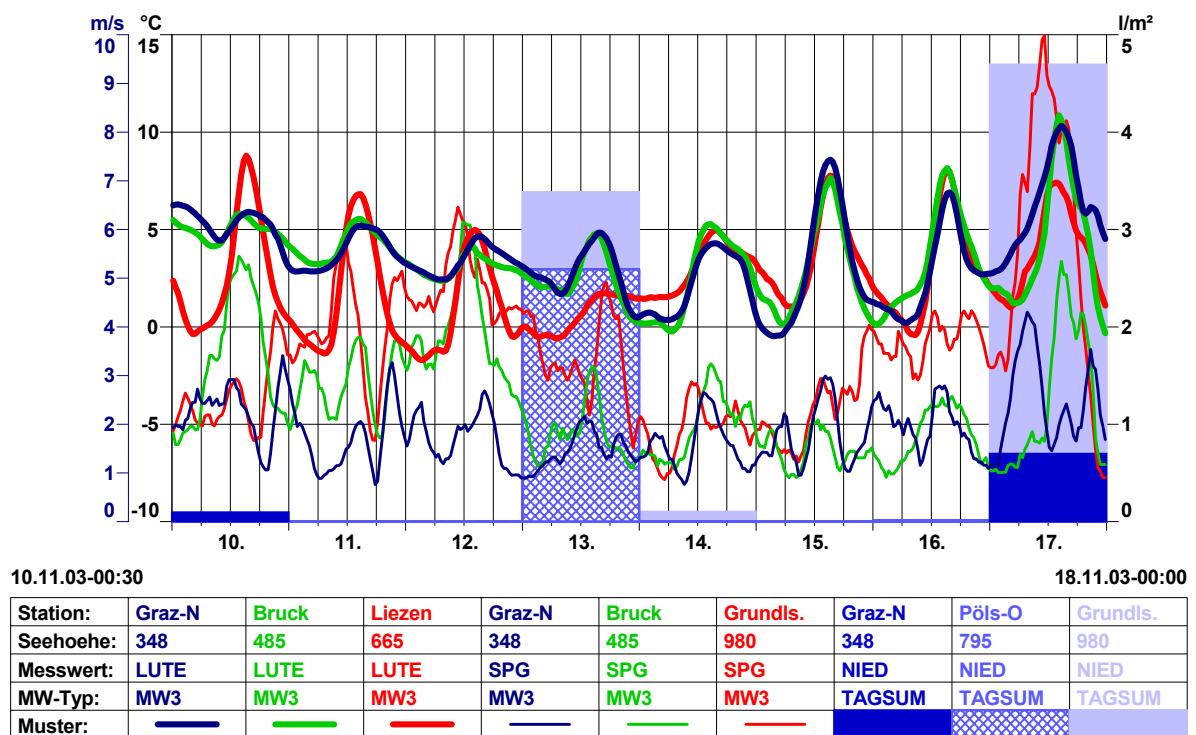
5.2.2 November

Zur Novembermitte stellte sich eine Immissionssituation ein, die die regionalen Unterschiede der Belastung beispielhaft witterungsklimatisch erklärt.

Meteorologie:

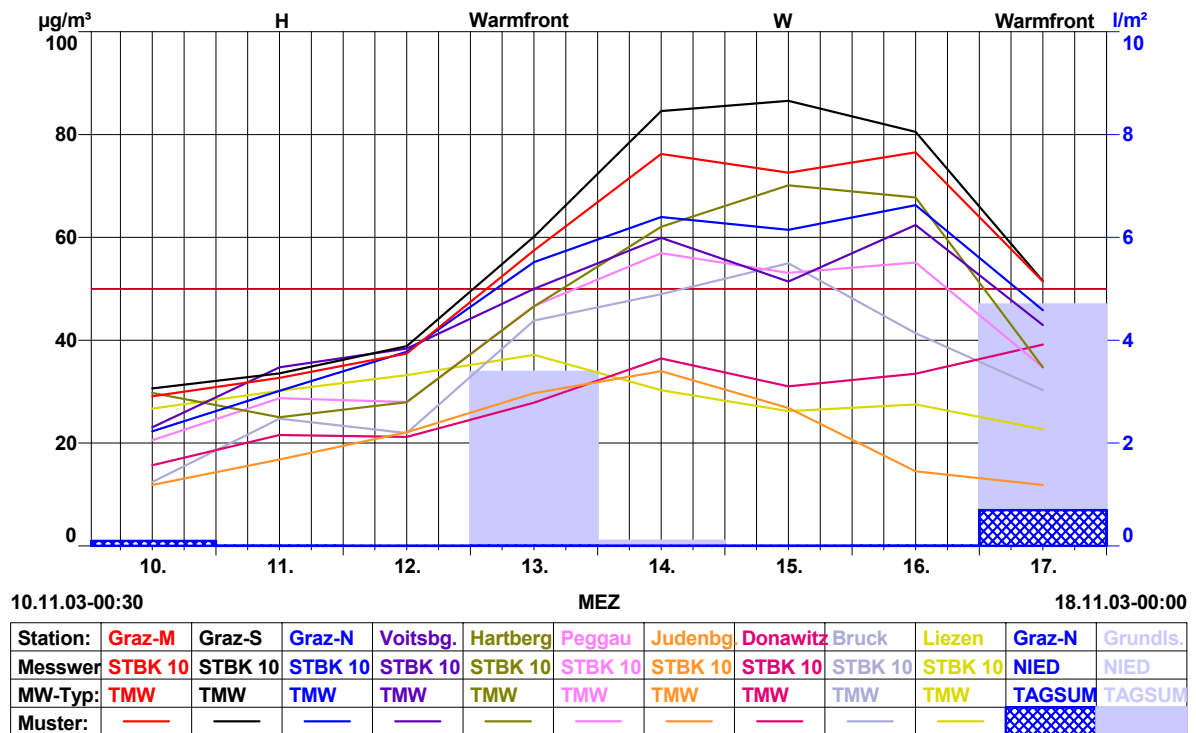
Zum Beginn der zweiten Monatsdekade verstärkte sich der Luftdruck und brachte kurz herbstliches, wenn auch weiterhin kühles Schönwetter. Am 13. stellte sich mit einem Warmfrontdurchgang eine Westströmung ein, die mit milderer Luftmasse neuerlich Wolken und vor allem der Obersteiermark mit Störungsdurchgängen auch Niederschläge brachte, während es im Lee der Alpen föhnig begünstigt war. Erst eine weitere Warmfront am 17. brachte neben den Staulagen auch dem Süden Regen.

Abbildung 53: Temperatur-, Wind und Niederschlagsgang im November 2003 im Raum Graz sowie in der Obersteiermark



Umgekehrt zur Witterung verhielten sich in diesem Zeitraum die PM₁₀-Konzentrationen. In den witterungsmäßig begünstigten außeralpinen Regionen nahmen die Werte nach dem Durchgang der Warmfront am 13. rasch zu und erreichten ein hohes Niveau. Nach Norden zu (Mur-Mürz-Furche) machte sich die zunehmende Staubewölkung und -labilisierung durch reduzierte Staubbelastungen bemerkbar. Lufthygienisch am günstigsten waren die primären Staugebiete der nördlichen und westlichen Obersteiermark mit dem mit dem Westwetter verbundenen „Schlechtwetter“. Daraus ergab sich eine klare Stufung der Konzentrationsverläufe.

Abbildung 54: PM₁₀-Verläufe und Witterung an steirischen Stationen im März 2003



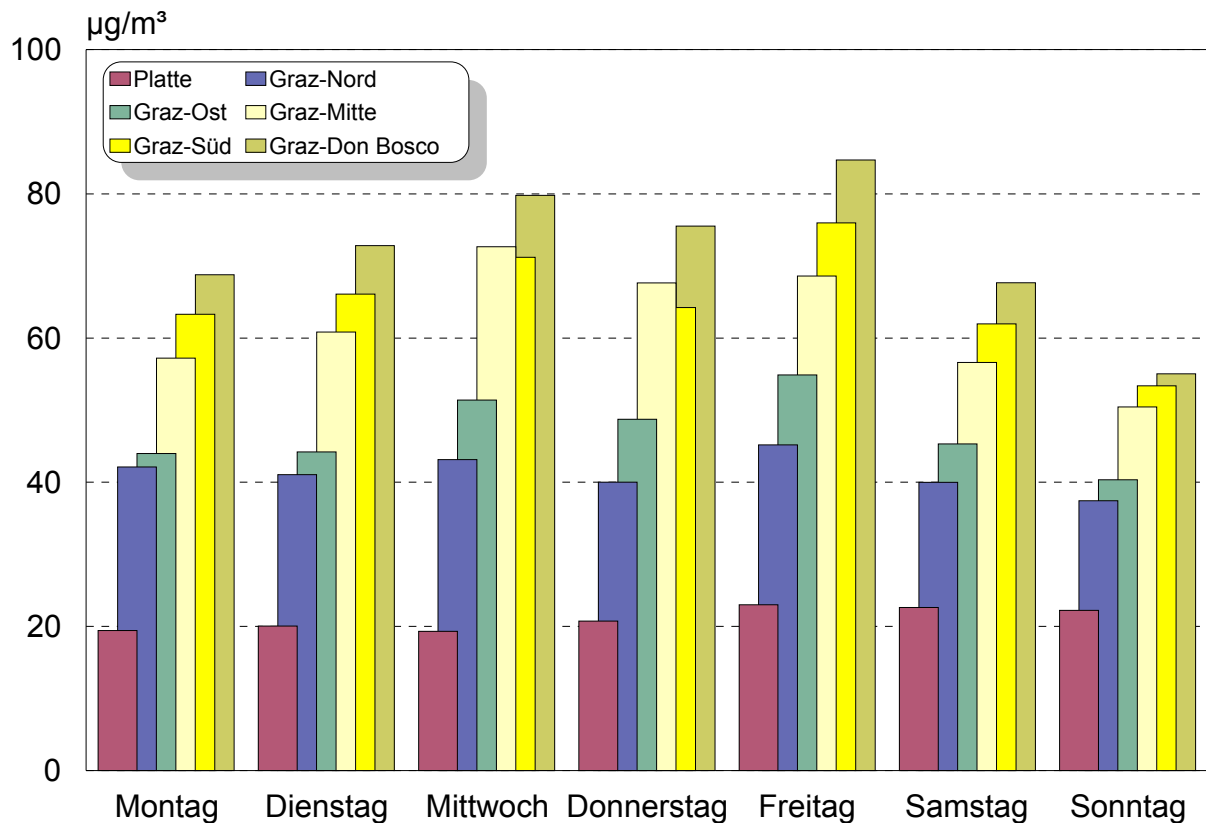
Die Abnahme des Konzentrationsniveaus von Südosten nach Nordwesten zeigt die obige Abbildung 54 sehr plakativ und erklärt die tendenzielle Begünstigung des Bereiches Enns- / Salzatal bzw. des oberen Murtales westlich des Aichfeldes zu suchen.

5.2.3 Wochengang der Immissionen im Winter 2003/2004

Wenn auch die meteorologischen Verhältnisse die ausschlaggebende Größe für die tatsächliche Höhe der Immissionen sind, ist doch bei Betrachtung längerer Zeiträume der Einfluss der Emissionen über den Wochengang nicht zu übersehen. In der Folge wird dies durch die Darstellung für die Grazer Stationen für den Zeitraum Mitte November bis Winterende (ohne Ferienzeiten) verdeutlicht.

Die Immissionskonzentrationen steigen nach ihrem wöchentlichen Minimum am Sonntag von Montag bis Mittwoch stetig an, um dann bis Freitag weitgehend stabil zu bleiben (die geringeren Donnerstagsimmissionen dürften eher meteorologisch bedingt sein). Erst am Samstag tritt dann ein deutlicher Rückgang der Immissionen ein.

Abbildung 55: Mittlerer PM₁₀-Wochengang (17.11.2003 – 21.3.2004)



5.3 Darstellung der Immissionssituation im Jahr 2004

2004 war insgesamt geringer durch PM₁₀ belastet als die beiden Vorjahre. Sowohl die Jahresmittelwerte als auch die Tage mit Grenzwertüberschreitungen blieben an allen Messstationen unter den Vorjahren.

Dadurch konnten 2004 die Vorgaben des IG-L auch an einigen Messstationen eingehalten werden, die in den Vorjahren Grenzwertverletzungen registriert hatten (Leoben-Donawitz, Gratwein). Mehr als die in diesem Jahr noch tolerierten 35 Überschreitungen wurden 2004 aber trotzdem mit Ausnahme des Ennstales (in Liezen allerdings nur 70% Datenverfügbarkeit) und der Südweststeiermark in fast allen überwachten Landesteilen gemessen.

Das insgesamt geringere Belastungsniveau zeigte sich auch beim Jahresmittelwert, der 2004 nur an den drei tendenziell höher belasteten Grazer Stationen Don Bosco, Süd und Mitte überschritten wurde [JAHRESBERICHT 2004].

Tabelle 10: Jahresauswertung Feinstaub (PM₁₀) 2004

Station	JMW	MMWmax	TMWmax	97,5 Perz	Ü_JMW	Ü_TMW
Graz Stadt						
Graz-Platte	19	26	75	54	0	5
Graz-Nord	31	45	105	96	0	51
Graz-Mitte	41	69	239	125	1	83
Graz-Ost	32	48	154	101	0	48
Graz-Don Bosco	47	75	209	150	1	117
Graz-Süd	42	71	219	142	1	96
Mittleres Murtal						
Peggau	33	40	99	88	0	39
Gratwein	29	39	78	85	0	34
Voitsberger Becken						
Köflach	36	50	136	112	0	72
Voitsberg	32	45	98	95	0	56
Südweststeiermark						
Deutschlandsberg	28	37	106	85	0	32
Oststeiermark						
Masenberg	14	19	59	42	0	1
Weiz	37	58	263	124	0	65
Hartberg	36	62	204	124	0	69
Aichfeld und Pölstal						
Judenburg	22	30	69	61	0	6
Knittelfeld	29	46	95	91	0	44
Raum Leoben						
Leoben-Göß	26	40	109	74	0	24
Leoben-Donawitz	29	44	96	86	0	29
Niklasdorf	28	49	114	85	0	38
Raum Bruck / Mittleres Mürztal						
Bruck an der Mur	28	45	102	81	0	36
Ennstal und Steirisches Salzkammergut						
Liezen	-----	41	94	-----	-----	29

Hauptverantwortlich für diese Entwicklung waren die vergleichsweise unterdurchschnittlich belasteten Hochwintermonate Jänner und Februar und ein sehr frühes Ende der Staubsaison mit Ende März, während zum Beispiel 2003 noch bis Mitte Mai häufige Grenzwertüberschreitungen registriert wurden. Zum geringen Grundniveau beigetragen haben aber auch ein witterungsbedingt gänzlich „staubfreier“ Sommer sowie der geringbelastete Herbst. Lediglich der Dezember war durch deutlich überdurchschnittliche Staubkonzentrationen gekennzeichnet.

Abbildung 56: PM₁₀-Messungen 2004; Anzahl der Überschreitung des Grenzwertes von 50 µg/m³

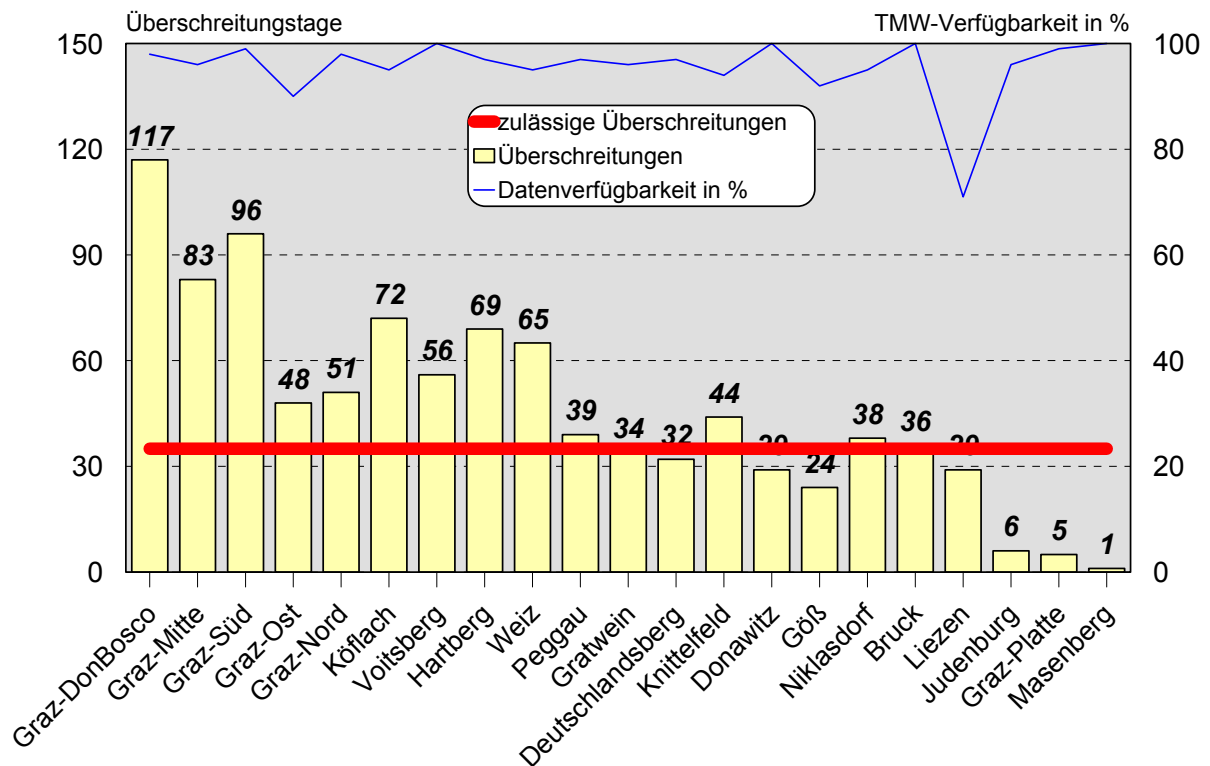


Abbildung 57: PM₁₀-Messungen 2004; Jahresmittelwerte

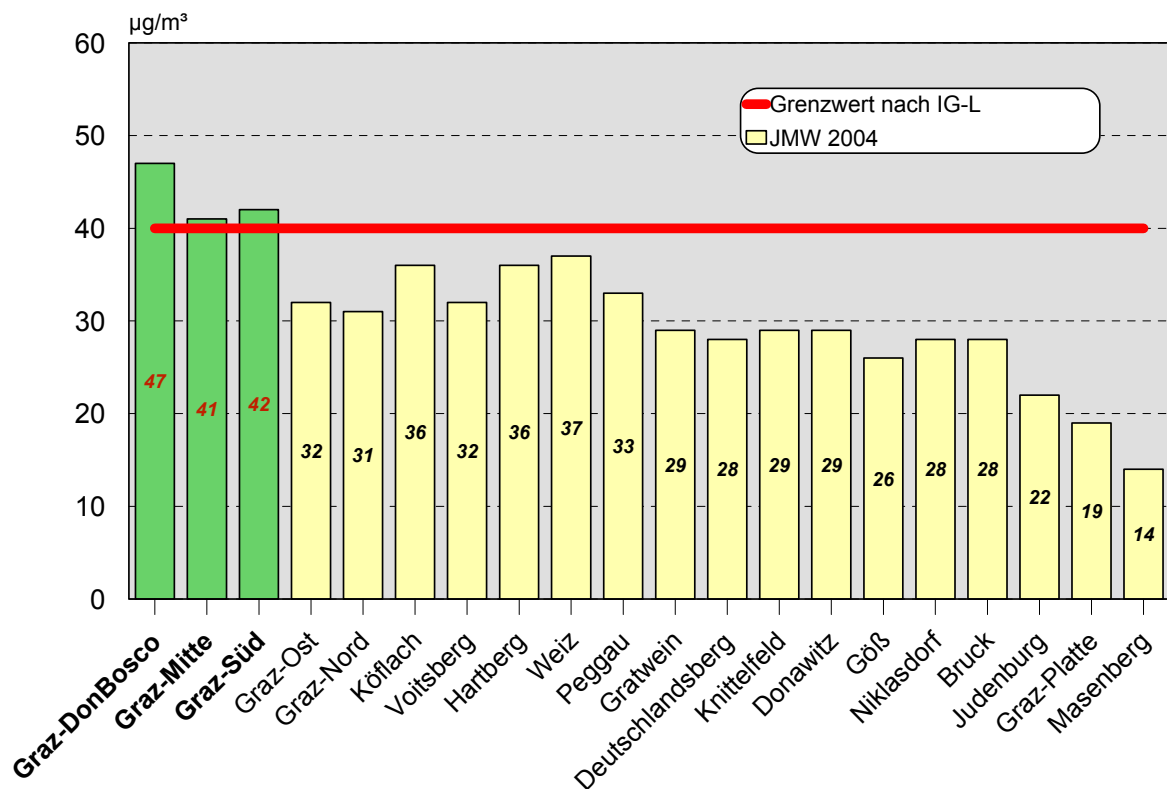
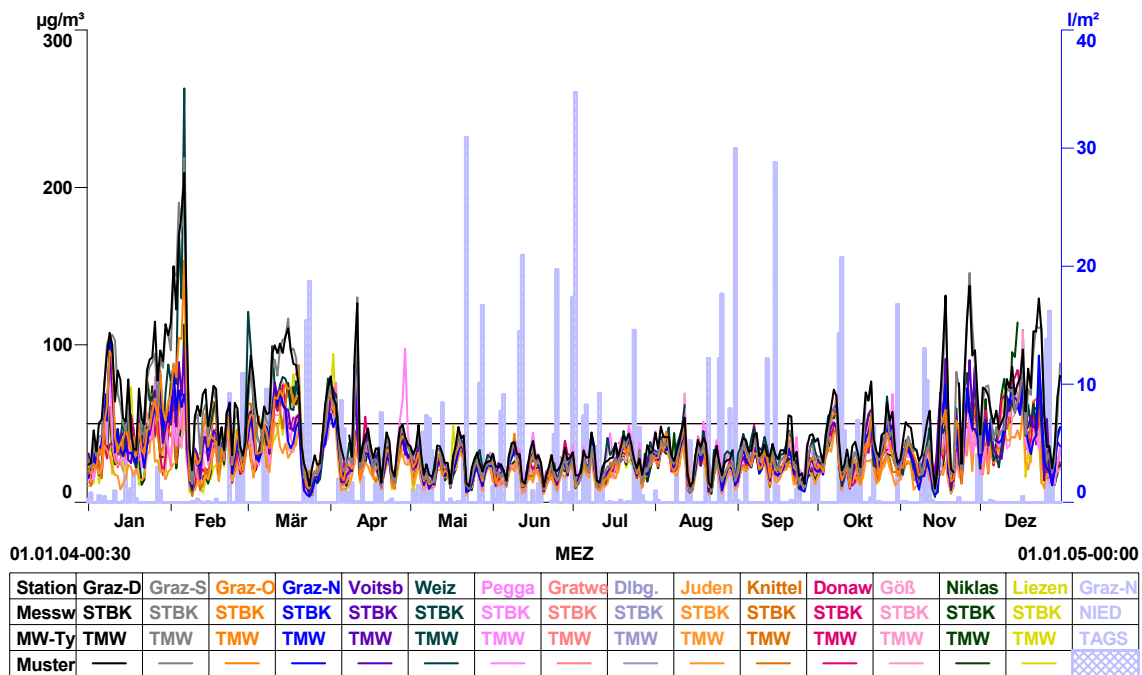
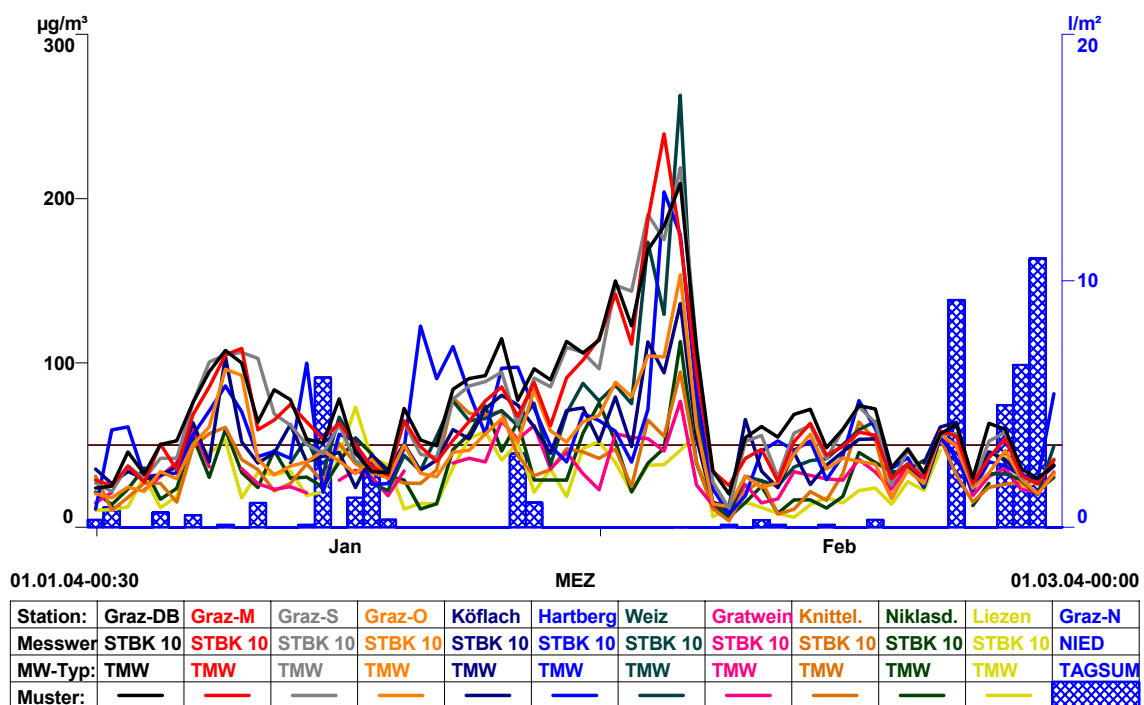


Abbildung 58: Verlauf der PM₁₀ – Tagesmittelwerte 2004



Auf eine Diskussion der einzelnen Immissionssituationen wird in der Folge verzichtet, lediglich die hochwinterliche Phase Jänner bis Anfang Februar wird dargestellt, während der zwei Belastungsphasen mit gänzlich unterschiedlichem Verursacherprofil auftraten, wie mit Hilfe von Daten aus dem Aquella-Projekt (siehe Kapitel 7.2) und den Immissionsdaten aus Graz sowie der Stationen Bockberg und Platte gezeigt werden kann. Zudem wurden zu Februarbeginn in Graz, aber auch in Köflach, Hartberg und Weiz die höchsten PM₁₀-Tagesmittelwerte seit Beginn der Messungen im Jahr 2000 registriert.

Abbildung 59: PM₁₀-Tagesmittelwerte ausgewählter Stationen zu Jahresbeginn 2004



Der Jänner begann unter Zufuhr polarer Luftmassen, die die Temperaturen sukzessive sinken ließen. Ab 5. stellte sich eine großräumige Höhenströmung ein, die anfangs aus Nord, bald aus Nordwest im Zweitagesrhythmus Störungen gegen die Ostalpen führte, die vor allem in den Staulagen zu teils beträchtlichen Niederschlägen führten. Dazwischen stellten sich vorübergehend auch kurzzeitig stabilere Situationen ein (8.). Südlich des Alpenhauptkammes blieb das Wetter durch Lee-Effekte weiter günstiger, ganz trocken blieb es aber auch hier nicht.

Mit Beginn der zweiten Monatsdekade drehte die Strömung auf West und frischte stürmisch auf. Unter Zufuhr milder Luft stiegen die Temperaturen im gesamten Land deutlich an und erreichten am 14. allerorts ihr Monatsmaximum. Ab 15. wurde ein Tief über der oberen Adria zunehmend in der Steiermark wetterwirksam. Neben Niederschlägen brachte der zyklonale Einfluss auch einen Temperaturrückgang, der sich ab 21. unter einer nördlichen Höhenströmung noch verstärkte.

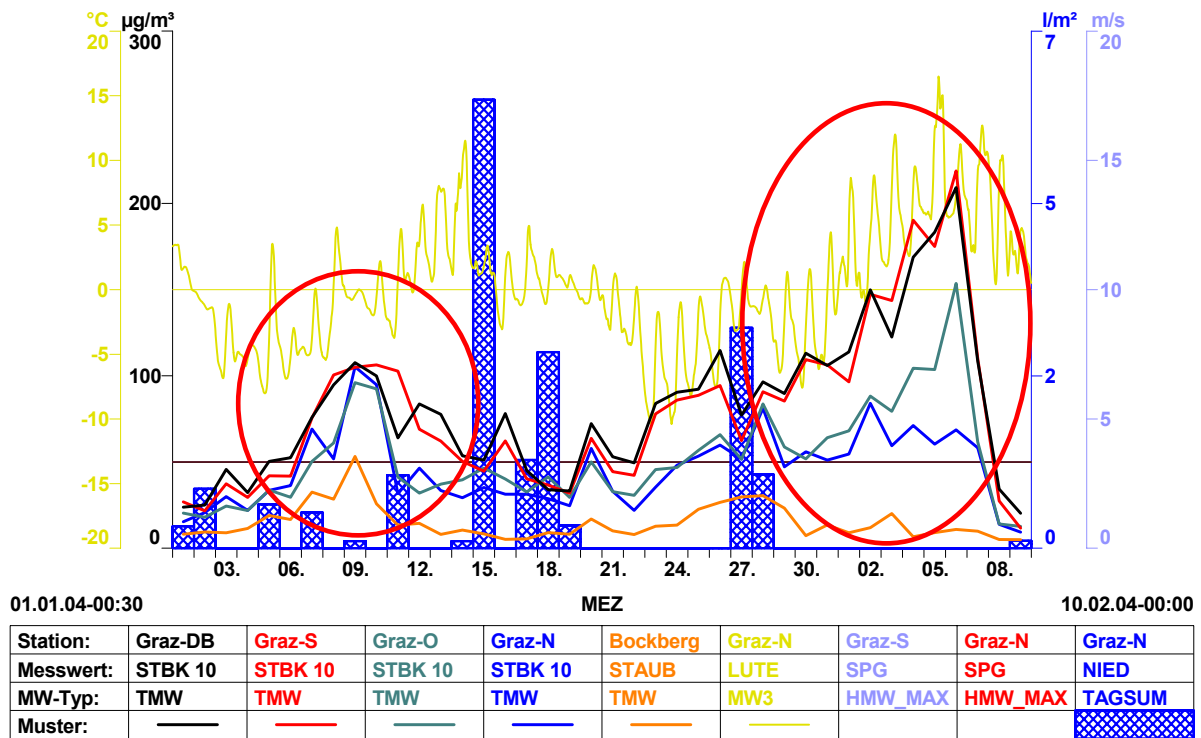
Am 23. und 24. klarte es dazu noch unter hohem Druck auf und es wurden an allen Stationen die Monatsminima der Temperatur registriert.

Die Wetterberuhigung hielt jedoch nur kurz, das Monatsende stand dann neuerlich unter zyklonalem Einfluss. Tiefdruck und eine Strömung aus dem Nordwestsektor führten Wolken in den Ostalpenraum, die Niederschläge beschränkten sich aber weitgehend auf die Staubereiche im Norden.

Der Februar begann mit einer lebhaften Südwestströmung, die milde atlantische Luftmassen gegen die Alpen führte und im Südstau auch Niederschläge verursachte. In den Tälern und Becken der außeralpinen Steiermark kam es dadurch zu Aufgleit-inversionen. Die Temperaturen stiegen bei steigendem Luftdruck sukzessive an und erreichten bereits am 5. an vielen Orten das Monatsmaximum. Am 7. erreichte eine Störungszone die Steiermark und beendete diese sehr milde Phase.

Die warme Südwestströmung führte zum Aufgleiten der Luftmassen auf die in den Tälern und Becken liegende kühlere (für Februar jedoch ebenfalls sehr milde!) Luft. Über einen Zeitraum von mehreren Tagen waren im Grazer Becken die Platte und die Kalkleiten durchgehend wärmer als der Stadtbereich. Dadurch kam es zu keiner Inversionsauflösung und damit auch in den bodennahen Luftschichten zu keiner nachhaltigen Labilisierung und keinem Luftaustausch.

Abbildung 60: Belastungsperioden im Hochwinter 2004

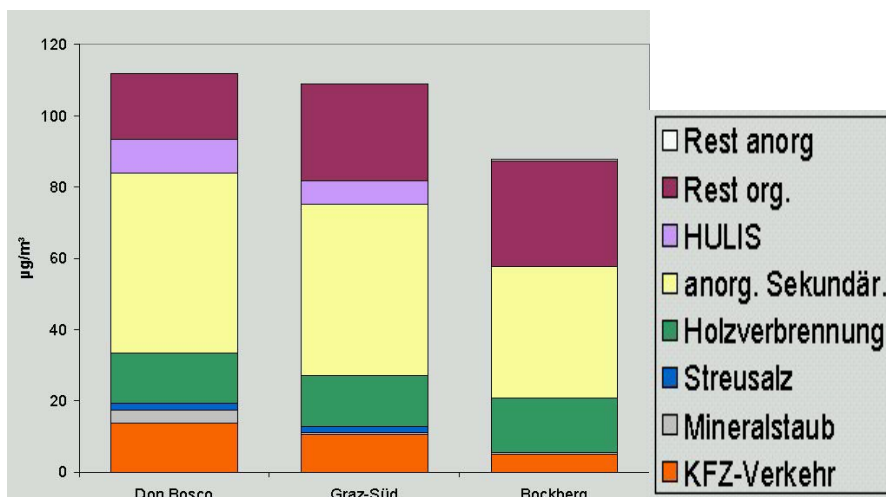


Erhöhte Belastungen im Raum Graz wurden dabei im Zeitraum um den 9.1. und von Anfang bis 6. Februar registriert.

In der Belastungsphase im Jänner herrschten im Grazer Becken im Lee der Staubegebiete unter Zwischenhoch austauscharme Bedingungen. Neben Konzentrationszunahmen an den Stadtstationen zeigten auch der Bockberg und die Platte besonders am 9. Jänner ein erhöhtes Niveau.

Die chemische Analyse der Stäube dieses Tages vom Bockberg, von Graz Süd und Don Bosco zeigt neben einer nicht allzu differierenden Staubmasse vor allem einen sehr hohen Anteil an sekundären Partikeln, der auf eine Situation mit hoher großräumiger Hintergrundbelastung hinweist. Der lokale Beitrag des Großraumes Graz war also an diesem Tag vergleichsweise gering.

Abbildung 61: Quellenzuordnung mit Makro-Tracern, 9.1.2004



Dagegen war in der (höheren) Belastungssituation Anfang Februar ein markanter Konzentrationsunterschied zwischen dem Stadtgebiet und den beiden peripheren Höhenstationen zu sehen.

Ausschlaggebend war neben der zügigen Südwestströmung in der Höhe die sehr seichte Mischungsschicht, die sich in einer verstärkten Schadstoffanreicherung in Bodennähe ohne nennenswerten Vertikalaustausch bis in 200, 300m über Grund niederschlug. Die Platte und auch der Bockberg lagen also fast durchwegs über dem Kaltluftsee, die PM₁₀-Konzentrationen blieben in den Höhenlagen signifikant unter denen an den städtischen Stationen. Lediglich bei kurzfristiger Hebung der Mischungsschicht im Rahmen der mittäglichen Labilisierung gelangte staubbeladene Luft vorübergehend auf die Platte, wie die nachfolgende Abbildung veranschaulicht.

Abbildung 62: Temperaturgang im Becken von Graz und Staub auf der Platte

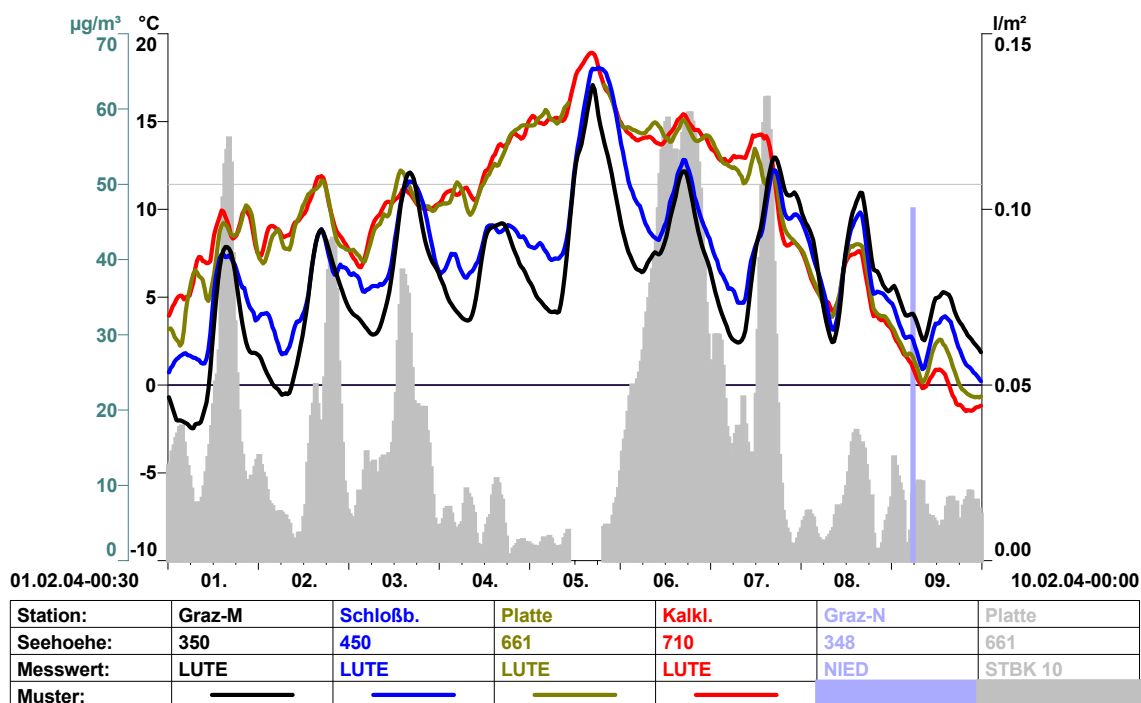
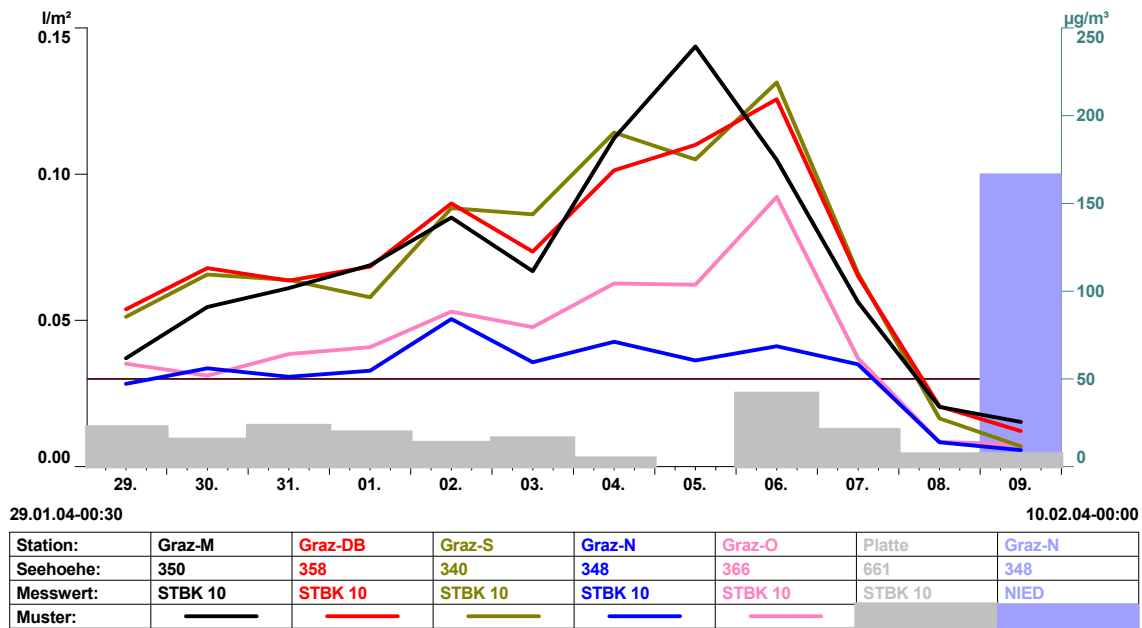
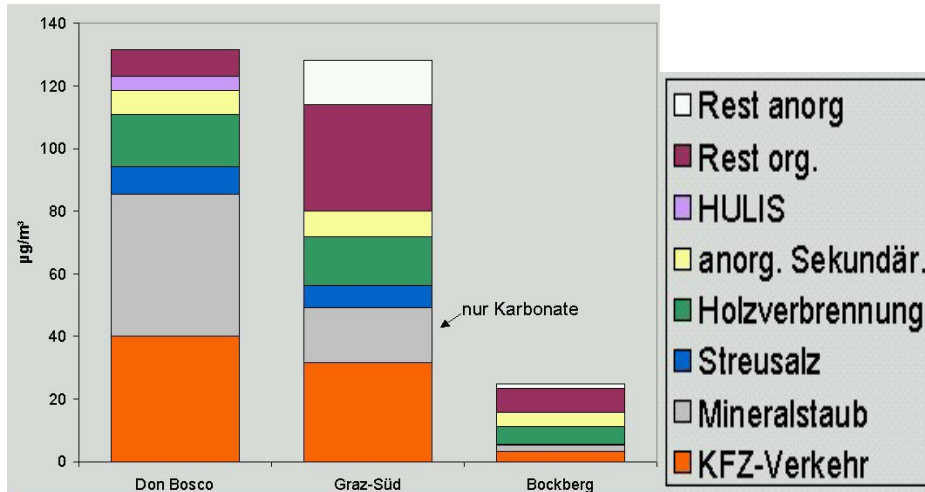


Abbildung 63: PM₁₀-Tagesmittelwerte in Graz im Vergleich mit der Platte



Emissionsseitig wurde die Staubsituation dadurch verschärft, dass das milde, trockene Wetter nach einem kalten Jännerende zu einer allgemeinen raschen Auftrocknung führte, wodurch es zu einer starken Zunahme der Staubemissionen aus Aufwirbelungsvorgängen kam.

Abbildung 64: Quellenzuordnung mit Makro-Tracern, 1. - 7.2.2004



Dies bestätigten auch die Aquella-Analysen dieses Zeitraumes. Im Unterschied zur Jännerepisode traten die sekundären Partikel nun deutlich in den Hintergrund, während primäre und diffuse Stäube aus dem Verkehr an den städtischen Stationen bei weitem dominierend vorhanden waren. Der hohe Anteil der aufgewirbelten, vergleichsweise groben Stäube zeigte sich auch dadurch, dass der TSP-Grenzwert in Graz-West überschritten sowie je nach Verkehrsnähe sehr unterschiedlich hohe Belastungen registriert wurden (Vergleich Graz–Nord – Graz–Mitte).

Diese Verkehrsemissionen wurden am Bockberg aufgrund der beschriebenen Austauschcharakteristika kaum mehr gefunden.

Die hohen Konzentrationen dieser Episode können also zum weitaus überwiegenden Teil auf lokale Emissionen im Grazer Feld zurückgeführt werden.

Abbildung 65: Blick von der Platte ins Grazer Stadtgebiet am 5.2.2004



5.4 Darstellung der Immissionssituation im Jahr 2005

Im Jahr 2005 lagen die PM_{10} -Belastungen in der Steiermark sowohl im Hinblick auf die Grundbelastung als auch auf die Anzahl der Tage mit Grenzwertüberschreitungen auf einem ähnlichen Niveau wie 2004 und damit unter den Vergleichsparametern der Jahre davor.

Mehr als die 2005 auf 30 reduzierte Zahl an tolerierten Grenzwertüberschreitungen wurden an sämtlichen Grazer Stationen (mit Ausnahme der Hintergrundmessstelle auf der Platte) sowie an allen PM_{10} -Messstellen im mittleren Murtal, im Voitsberger Becken und in der Oststeiermark (Ausnahme: Hintergrundmessstelle Masenberg) registriert. Der Standort der Messstation Deutschlandsberg musste 2005 innerstädtisch verändert werden. Bei Summierung der Überschreitungen am alten (29.8.) und am neuen (ab 2.9.) Standort muss auch hier von einer klaren Grenzwertverletzung ausgegangen werden.

Im Aichfeld wurde der Toleranzwert in Knittelfeld deutlich überschritten, auch für Zeltweg ist dies bei eine ganzjährigen Messung zu erwarten. Neuerlich klar eingehalten konnten die gesetzlichen Vorgaben an der Messstelle Judenburg werden. In der Mur-Mürzfurche wurden lediglich in Leoben-Donawitz und in Bruck an der Mur die Vorgaben überschritten, während in Leoben-Göß und Niklasdorf die Überschrei-

tungszahlen trotz hoher Datenverfügbarkeit unter 20 blieben. Ebenso sicher ist an Standort Mürzzuschlag von einem Einhalten der gesetzlichen Erfordernisse auszugehen, während an der Station Leoben bei ganzjähriger Messreihe von ähnlichen Werte wie in Donawitz ausgegangen werden muss.

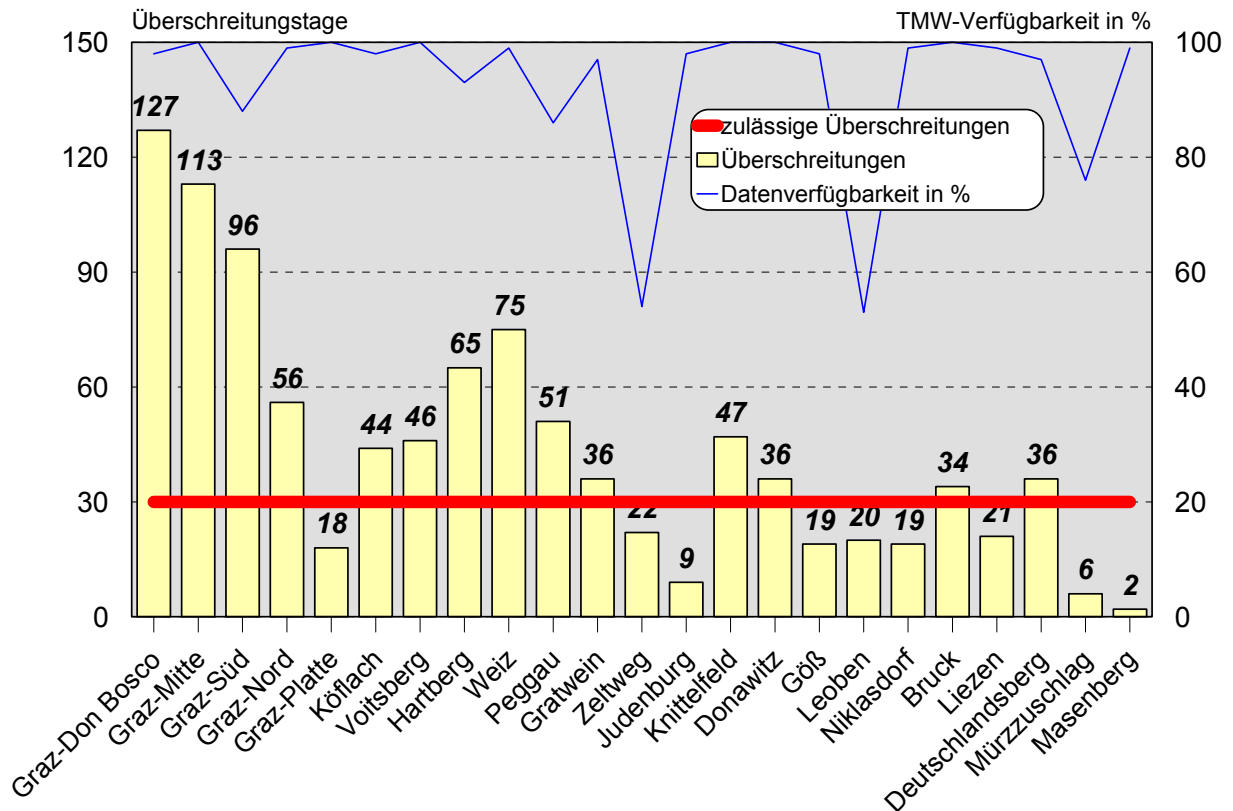
Wie auch schon in den Vorjahren lag die Überschreitungshäufigkeit in Liezen deutlich unter der Toleranzschwelle [JAHRESBERICHT 2005].

Tabelle 11: Jahresauswertung Feinstaub (PM₁₀) 2005

Station	JMW	MMWmax	TMWmax	97,5 Perz	Ü_JMW	Ü_TMW
Graz Stadt						
Graz-Platte	21	33	76	69	0	18
Graz-Nord	33	48	104	98	0	56
Graz-Mitte	43	66	152	125	1	113
Graz-Don Bosco	47	76	179	154	1	127
Graz-Süd	43	70	195	145	1	96
Mittleres Murtal						
Peggau	35	48	93	96	0	51
Gratwein	30	45	96	85	0	36
Voitsberger Becken						
Köflach	32	48	112	103	0	44
Voitsberg	32	46	105	96	0	46
Südweststeiermark						
Deutschlandsberg	-----	-----	-----	-----	-----	36 *
Oststeiermark						
Masenberg	15	24	61	48	0	2
Weiz	36	58	102	109	0	75
Hartberg	34	65	135	114	0	65
Aichfeld und Pölstal						
Zeltweg	-----	-----	-----	-----	-----	22
Judenburg	22	30	75	60	0	9
Knittelfeld	30	46	98	89	0	47
Raum Leoben						
Leoben-Göß	26	36	92	69	0	19
Leoben-Donawitz	29	41	85	84	0	36
Leoben	-----	-----	-----	-----	-----	20
Niklasdorf	25	38	76	69	0	19
Raum Bruck / Mittleres Mürztal						
Bruck an der Mur	28	37	69	75	0	34
Mürzzuschlag	22	34	71	63	0	6
Ennstal und Steirisches Salzkammergut						
Liezen	25	38	88	78	0	21

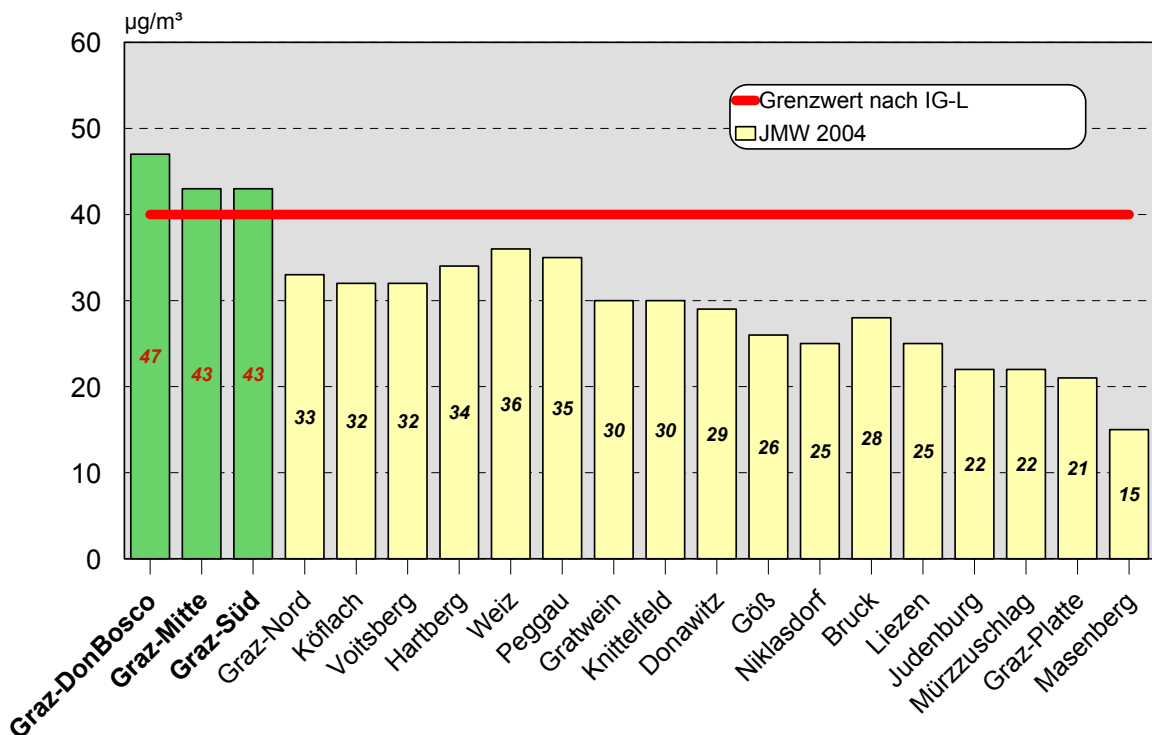
* Stationsumstellung

Abbildung 66: PM₁₀-Messungen 2005; Anzahl der Überschreitung des Grenzwertes von 50 µg/m³



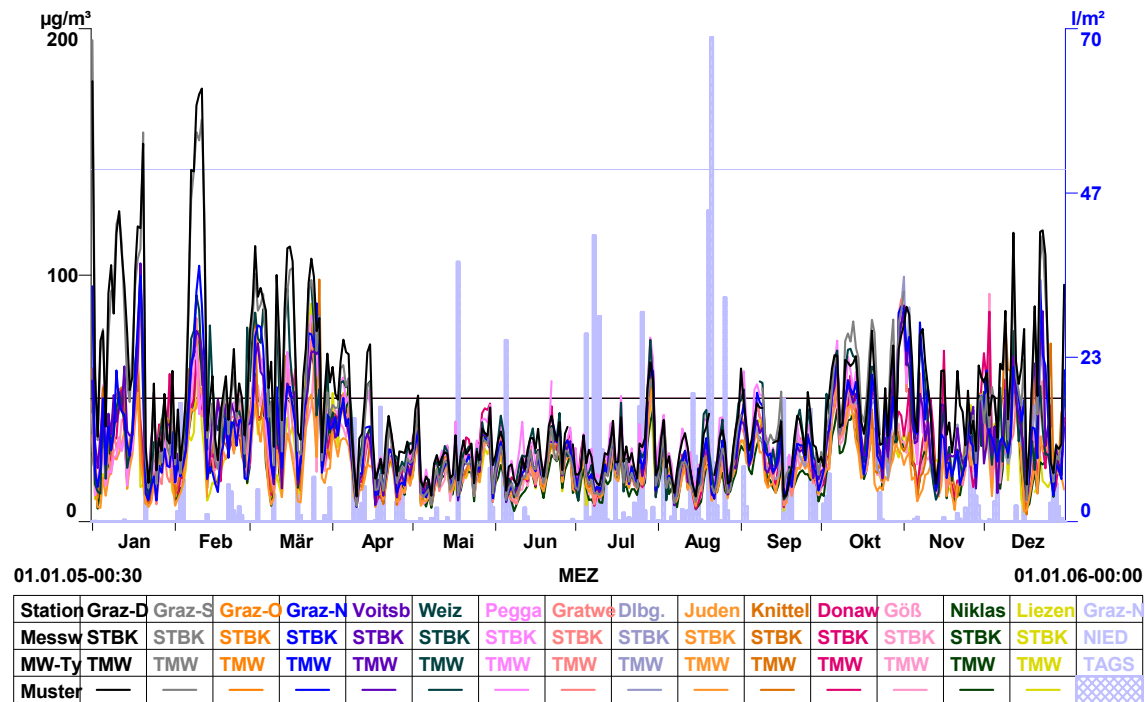
Überschreitungen des Jahresmittelgrenzwertes beschränkten sich wie schon im Vorjahr auf den Raum Graz, wo an den Messstellen Don Bosco, Mitte und Süd Werte zwischen 42 und 47 µg/m³ gemessen wurden.

Abbildung 67: PM₁₀-Messungen 2005; Jahresmittelwerte



Bei Analyse des Jahresverlaufes sind die insgesamt vergleichsweise unterdurchschnittlichen Konzentrationen vor allem auf witterungsbedingt geringe Belastungen in den Wintermonaten zurückzuführen. Besonders der Jänner und der Februar wiesen deutlich geringere Werte auf als die Vergleichsmonate der Vorjahre, aber auch der November und Dezember waren klar unterdurchschnittlich belastet. Im Gegensatz zu 2003 aber ähnlich wie 2004 wurden auch in den Sommermonate die Grenzwerte durchwegs eingehalten. Überdurchschnittliche Konzentrationen wurden lediglich im hochbelasteten März und im Oktober registriert.

Abbildung 68: Verlauf der PM₁₀-Tagesmittelwerte 2005



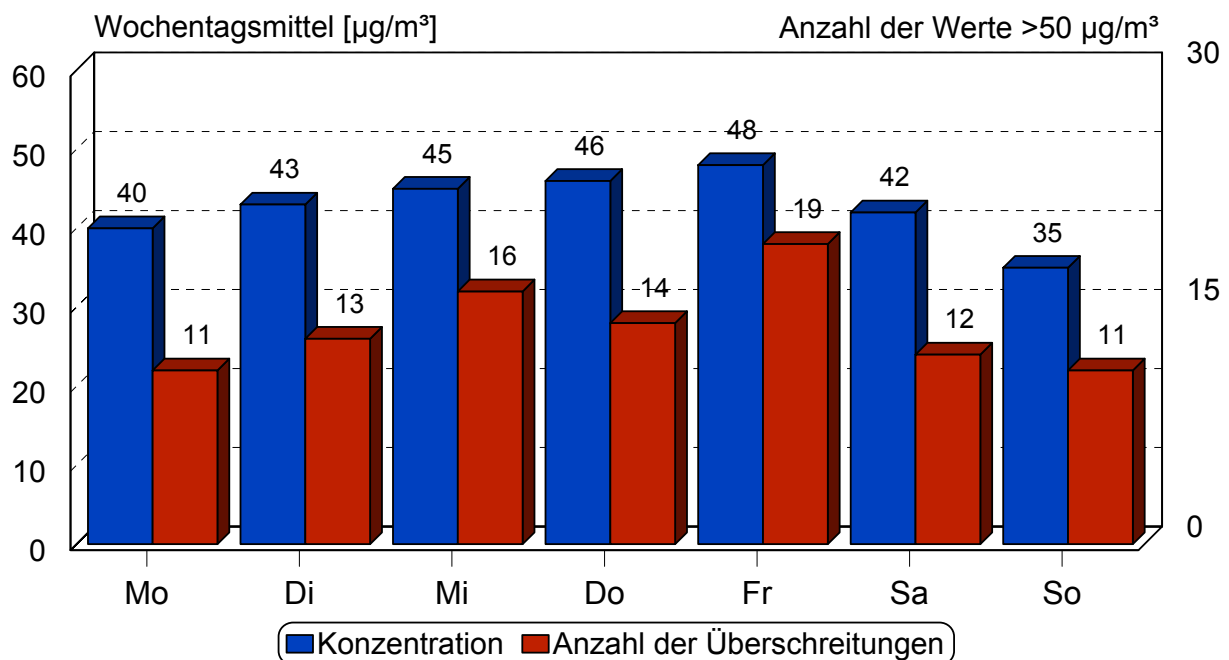
5.5 Resümee der Immissionsanalysen 2001 - 2005

Die immissionsklimatische Analyse der Jahre 2002 bis 2005 bestätigt weitgehend die Erkenntnisse aus der Stuserhebung für PM₁₀ für das Jahr 2001:

- ⇒ Der weitaus dominante Faktor für die Höhe der Konzentrationen sind die Witterungsverhältnisse. Sie bestimmen die Ausbreitungsbedingungen für die Schadstoffe und überlagern alle anderen Einflussfaktoren vollkommen. Hohe PM₁₀-Werte werden fast durchwegs bei austauscharmen antizyklonalen Wetterlagen oder bei Aufgleiten warmer Luftmassen auf in den Tälern und Becken liegenden Kaltluftseen registriert, die in Folge des fehlenden Luftaustausches eine verstärkte Anreicherung der bodennahen Luftschichten mit Feinstaub mit sich bringen.
- ⇒ Thermisch ist dabei ausschließlich die vertikale Temperaturschichtung ausschlaggebend, die absoluten Temperaturwerte haben nur geringe Einflüsse auf die PM₁₀-Situation. Phasen mit sehr hohen Belastungen treten auch bei hohem Temperaturniveau auf.
- ⇒ Die tatsächliche Höhe der Konzentrationen ist in weiterer Folge maßgeblich von der zeitlichen Dauer und der Stärke der stabilen Bedingungen abhängig.

- ⇒ Mit mehr als den nunmehr tolerierten 30 Tagesmittel-Grenzwertüberschreitungen muss nach momentanem Kenntnisstand in sämtlichen Siedlungsgebieten der außeralpinen Steiermark gerechnet werden. Die Analyse der Jahre 2001-2005 lässt nicht darauf schließen, dass hier Regionen zu finden sind, in denen der Grenzwert zweifelsfrei eingehalten werden kann. Das Gleiche gilt für die zentrale Mur-Mürzfurche mit den Immissionsschwerpunkten im zentralen Aichfeld und in den Großräumen Leoben und Bruck/Kapfenberg.
- ⇒ Die gesetzlichen Vorgaben werden in Siedlungsgebieten zur Zeit nur an den Station Liezen, Judenburg und Mürzzuschlag gesichert eingehalten.
- ⇒ Überlagert von der Meteorologie ist ein Wochengang der PM₁₀ – Immissionen nachzuweisen. Die Wochenenden waren generell durch Rückgänge der Konzentrationsspitzen gekennzeichnet, was auf Emissionsreduktionen, vor allem aus dem motorisierten Verkehr, zurückzuführen ist.

Abbildung 69: Typischer Wochengang der Feinstaubbelastung (Beispiel Graz Süd 2005)



5.6 Brauchtumsfeuer - PM₁₀-Belastung durch Osterfeuer

Das Verbrennen von biogenen Materialien im Freien wird vom Gesetzgeber grundsätzlich stark eingeschränkt [BGBL 1993]. Nach den Bestimmungen dieses Gesetzes ist das Verbrennen biogener Materialien aus dem Hausgartenbereich und aus dem landwirtschaftlich nicht intensiv genutzten Haus- und Hofbereich ganzjährig verboten. Als Ausnahmen gelten lediglich Brauchtums-, Grill- und Lagerfeuer sowie unter bestimmten Bedingungen Maßnahmen zur Schädlingsbekämpfung.

Gerade die Brauchtumsfeuer werden entgegen der Intentionen des Gesetzgebers zunehmend für die Entsorgung großer Mengen Grünschnitt und anderer Gartenabfälle herangezogen. Fallweise gelangen auch Abfälle anderer Art zur Verbrennung. Die







Folge ist, dass abhängig von der Witterung und den Ausbreitungsbedingungen die Schadstoffbelastungen, im Besonderen der Partikel, stark ansteigen. Zudem treten auch großflächige Beeinträchtigungen durch Geruch auf.

Die folgenden Abbildungen zeigen die drastischen Auswirkungen dieser Aktivitäten. Am späten Nachmittag des Karsamstags (gegen 18:00) beginnen die PM₁₀-Konzentrationen zu steigen. Die im Normalfall rasch ungünstiger werdenden Ausbreitungsbedingungen gegen Abend bewirken, dass die Rauchschwaden nicht ausreichend verdünnt und abtransportiert werden. Der belastete Zeitraum zieht sich weit in den Ostersonntag hinein.

Im Jahr 2004 waren zusätzlich zu den Daten aus dem steirischen Immissionsmessnetz auch die Analysen der Staubinhaltsstoffe aus dem AQUELLA-Projekt [BAUER 2005] verfügbar. Die Osterfeuer im Großraum Graz ergaben dabei sehr bemerkenswerte Aerosolsignaturen. Es zeigte sich ein enormer Einfluss von Holzrauch, sonstigem organischen Material und von HULIS (huminstoffartige Verbindungen) als organischen Sekundärprodukten der Holzverbrennung auf die Zusammensetzung des Aerosols.

Im regionalen Hintergrund (Bockberg) stammen zwei Drittel des PM₁₀ aus Rückständen der Biomasseverbrennung durch Osterfeuer. An der Messstelle Don Bosco werden 44% der PM₁₀ durch Holzrauch und weitere 19% aus sonstigen organischen Quellen, vermutlich aus sonstigen Brennstoffen gebildet. Somit werden über 60% des PM₁₀ Aerosols im Großraum Graz während der Osterfeuer durch Rauch aus der Verbrennung von Biomasse verursacht.

Abbildung 70: Auswirkungen der Osterfeuer 2002

Station:	Graz-S	Weiz	Gratwein	Peggau	Kapfenbg	Göß
Seehöhe:	345	468	382	410	517	554
Messwert:	STAUB	STAUB	STBK 10	STBK 10	STAUB	STAUB
MW-Typ:	MW3	MW3	MW3	MW3	MW3	MW3
Zeitraum:	1	1	1	1	1	1
Y - Achse:	1	1	1	1	1	1
Muster:						

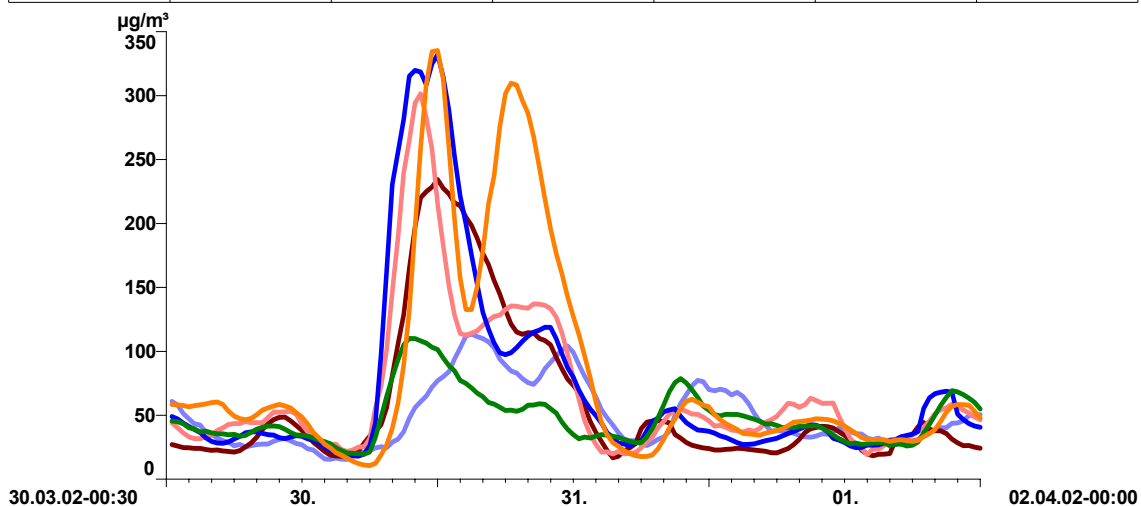


Abbildung 71: Auswirkungen der Osterfeuer 2003

Station:	Graz-S	Weiz	Gratwein	Hartberg	Kapfenbg	Graz-O
Seehöhe:	345	468	382	330	517	366
Messwert:	STAUB	STAUB	STBK 10	STBK 10	STAUB	STBK 10
MW-Typ:	MW3	MW3	MW3	MW3	MW3	MW3
Zeitraum:	1	1	1	1	1	1
Y - Achse:	1	1	1	1	1	1
Muster:						

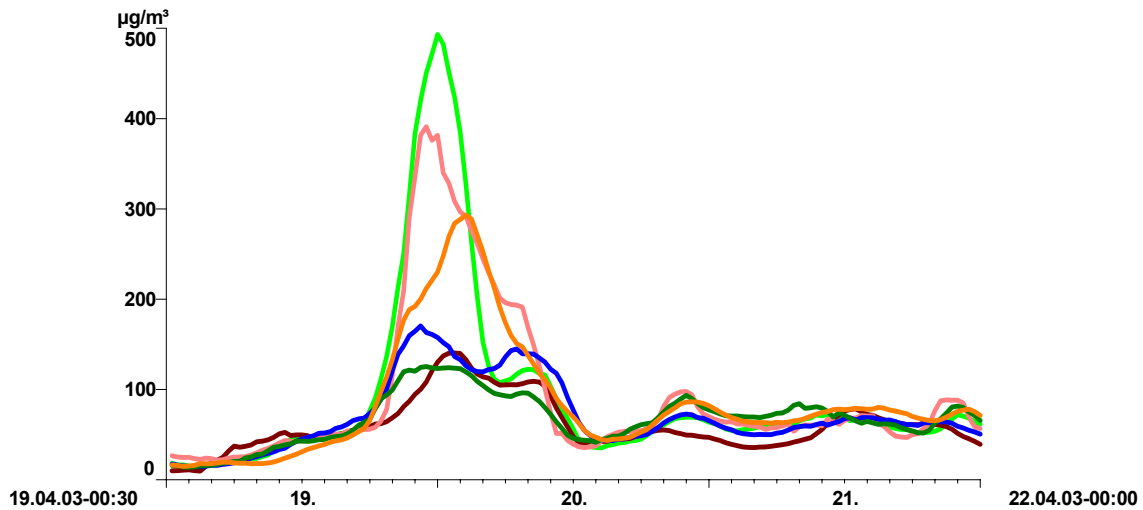


Abbildung 72: Auswirkungen der Osterfeuer 2004

Station:	Graz-S	Weiz	Gratwein	Peggau	Bruck	Göß
Seehöhe:	340	468	382	410	485	554
Messwert:	STBK 10	STBK 10	STBK 10	STBK 10	STBK 10	STBK 10
MW-Typ:	MW3	MW3	MW3	MW3	MW3	MW3
Zeitraum:	1	1	1	1	1	1
Y - Achse:	1	1	1	1	1	1
Muster:						

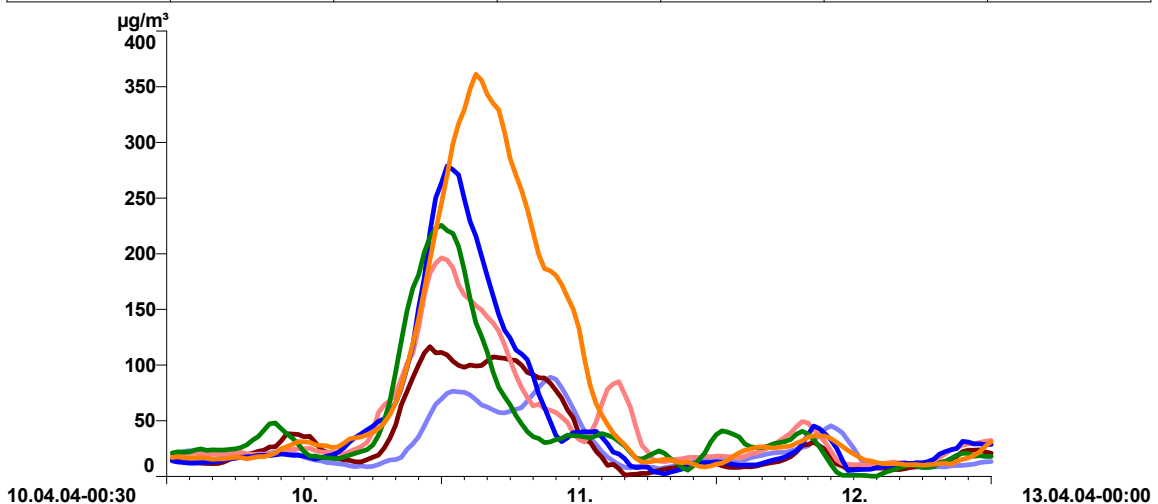


Abbildung 73: Makrotracer-Signatur im Großraum Graz infolge der Osterfeuer 2004

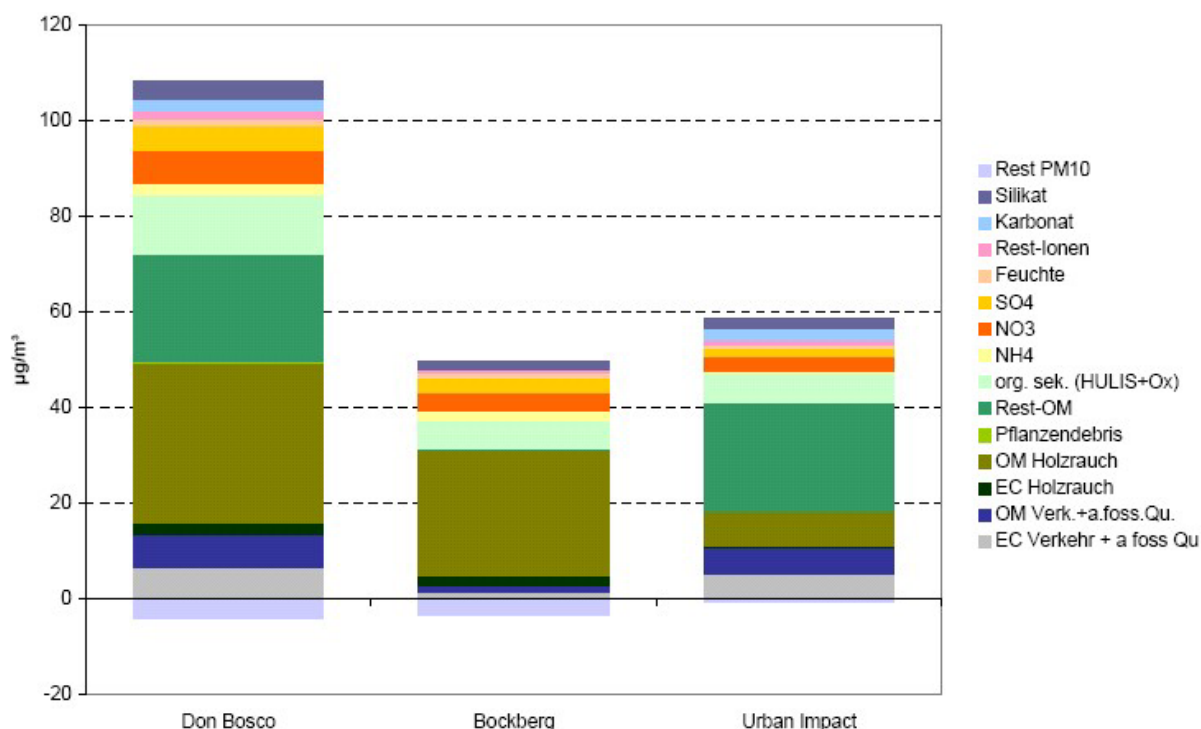
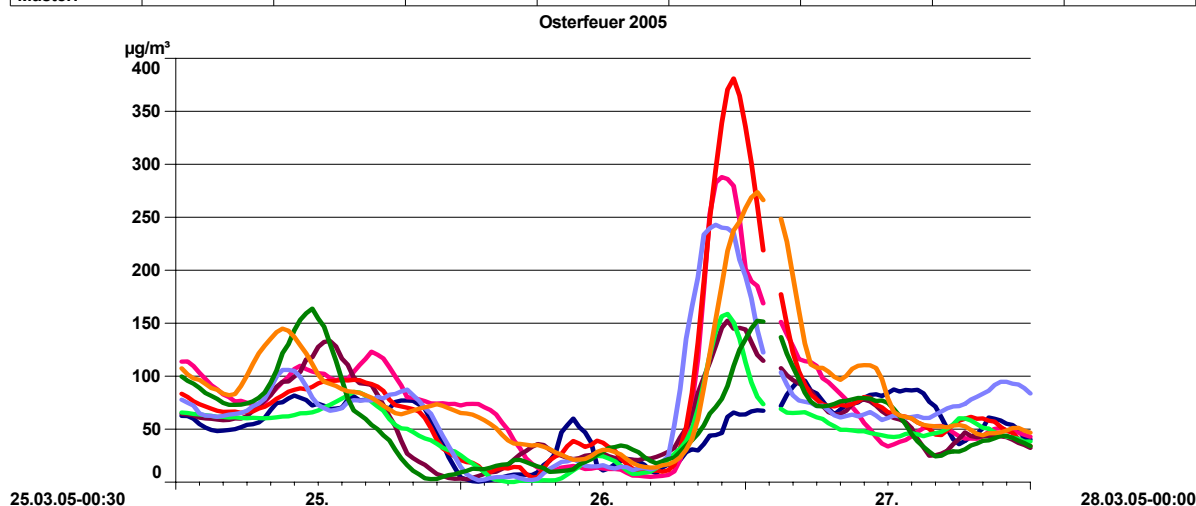


Abbildung 74: Auswirkungen der Osterfeuer 2005

Station:	Graz-S	Leoben	Voitsbg.	Platte	Graz-N	Kapfenbg	Hartberg	D-Lands.
Seehöhe:	340	543	390	661	348	517	330	365
Messwert:	STBK 10	STAUB	STBK 10	STBK 10	STBK 10	STAUB	STBK 10	STBK 10
MW-Typ:	MW3	MW3	MW3	MW3	MW3	MW3	MW3	MW3
Muster:								



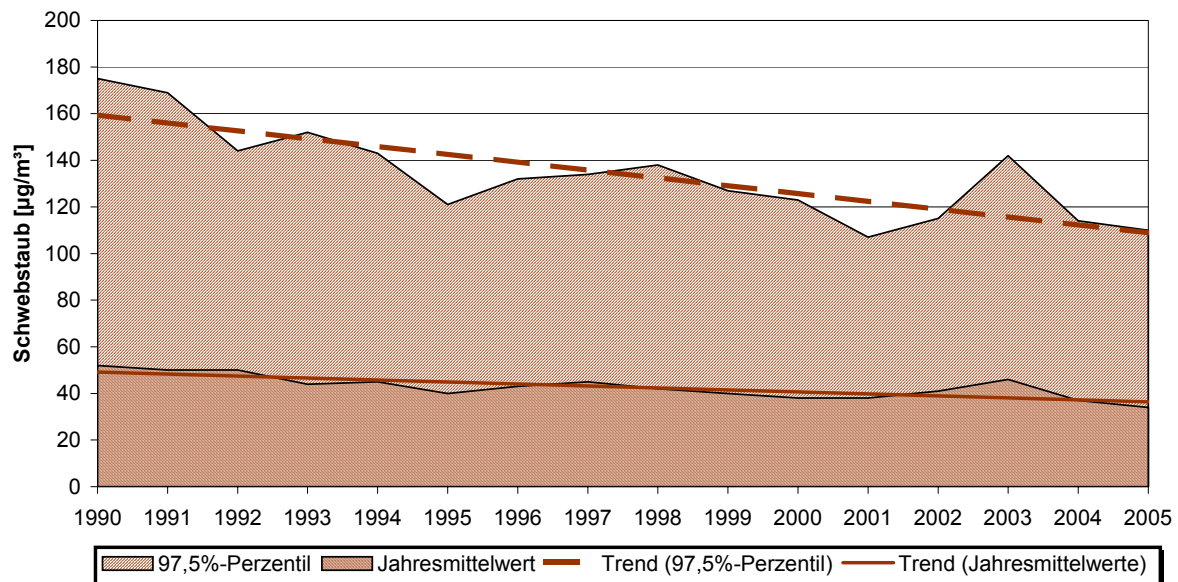
5.7 Langfristiger Trend der Belastung mit Partikel

Mit dem Inkrafttreten der IG-L-Novelle 2001 (BGBl I Nr. 62/2001) wurde die Verpflichtung zur Messung von PM₁₀ eingeführt. Da eine Umstellung des Messnetzes von der TSP-Erfassung auf die PM₁₀-Messung sowohl Zeit als auch finanzielle Mittel erfordert, wurde dabei schrittweise vorgegangen.

Mit der Ausweitung des Messnetzes wurden auch immer größere Gebiete als belastet eingestuft. Das Hinzukommen von Regionen ist also nicht auf einen Anstieg der Belastung, sondern auf eine verbesserte Kenntnis der Immissionsituation zurückzuführen. Dies zeigen auch die im folgenden dargestellten Trends der Staubkonzentration der vergangenen 15 Jahre, die keinen Hinweis auf eine steigende Belastung der Luft mit Partikeln erkennen lassen. Auch bei diesem Schadstoff ist durchwegs der Trend zu geringeren Konzentrationen erkennbar.

Graz West dient als Trendmessstelle für die Belastung mit Schwebstaub in Graz. Im Zeitraum von 1990 bis 2005 ist ein deutlicher Rückgang der Partikelbelastung zu erkennen (Abbildung 75). Geht man davon aus, dass die PM_{10} -Konzentrationen etwa den TSP-Konzentrationen entsprechen – dies trifft für Messstationen, die nicht direkt neben Emissionsquellen mit hohem Anteil an Wiederaufwirbelung liegen – so ist dieser Trend grundsätzlich auch für PM_{10} anwendbar. Zusätzlich ist festzuhalten, dass bei der Berechnung der PM_{10} -Konzentrationen aus kontinuierlichen Messungen der sogenannte Standortfaktor zur Anwendung kommt (siehe Kapitel 3, Tabelle 4).

Abbildung 75: Graz West; Trend der Staubbelastung (TSP), 1990 - 2005



Da die Messreihen für PM_{10} für Trendbetrachtungen noch zu kurz sind, werden im folgenden einige Beispiele dargestellt, wo in der Zeitreihe die Umstellung von TSP- auf PM_{10} -Erfassung erfolgt ist. Auch dabei zeigt sich, dass in der Zeitreihe kein Sprung bei der Umstellung zu erkennen ist.

Abbildung 76: Graz Nord; Trend der Staubbelastung (TSP; PM₁₀), 1990 - 2005

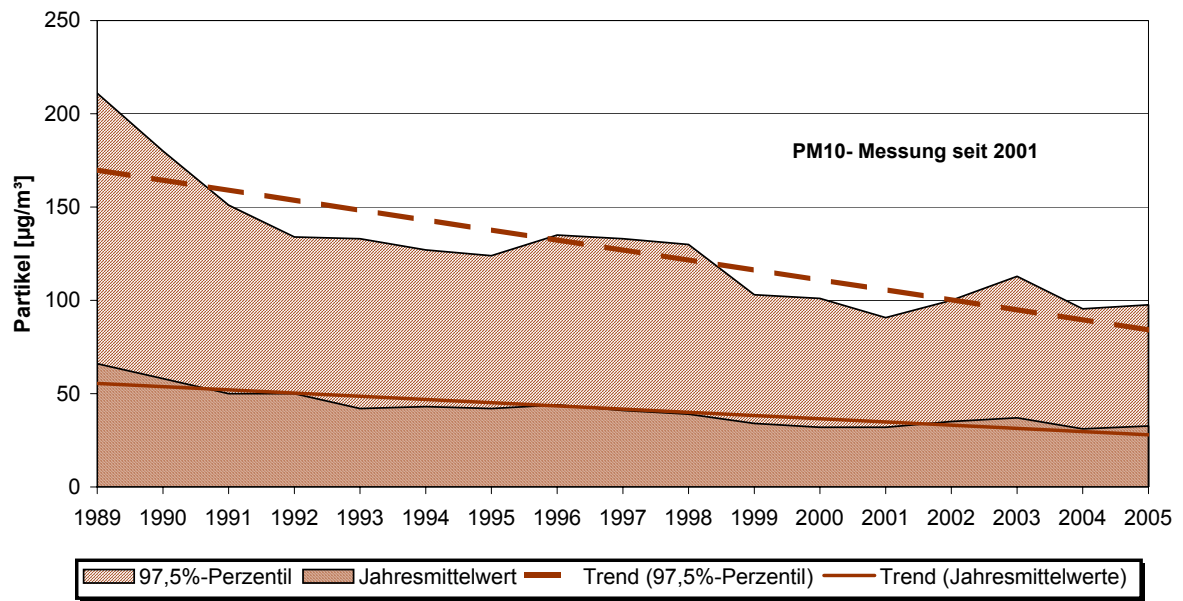


Abbildung 77: Peggau; Trend der Staubbelastung (TSP; PM₁₀), 1990 - 2005

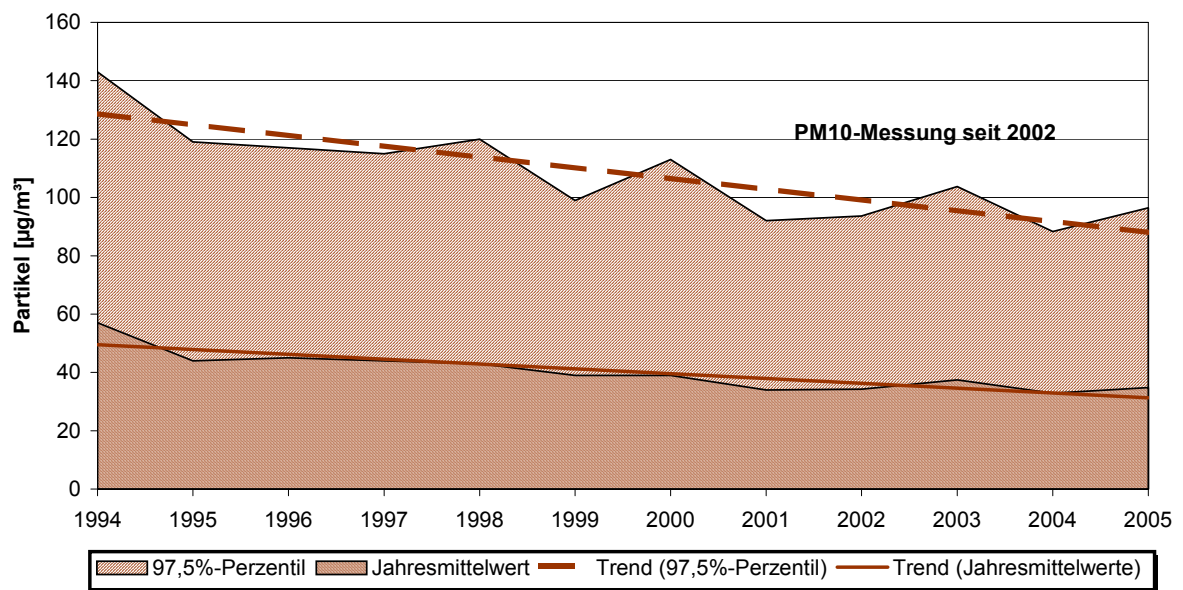
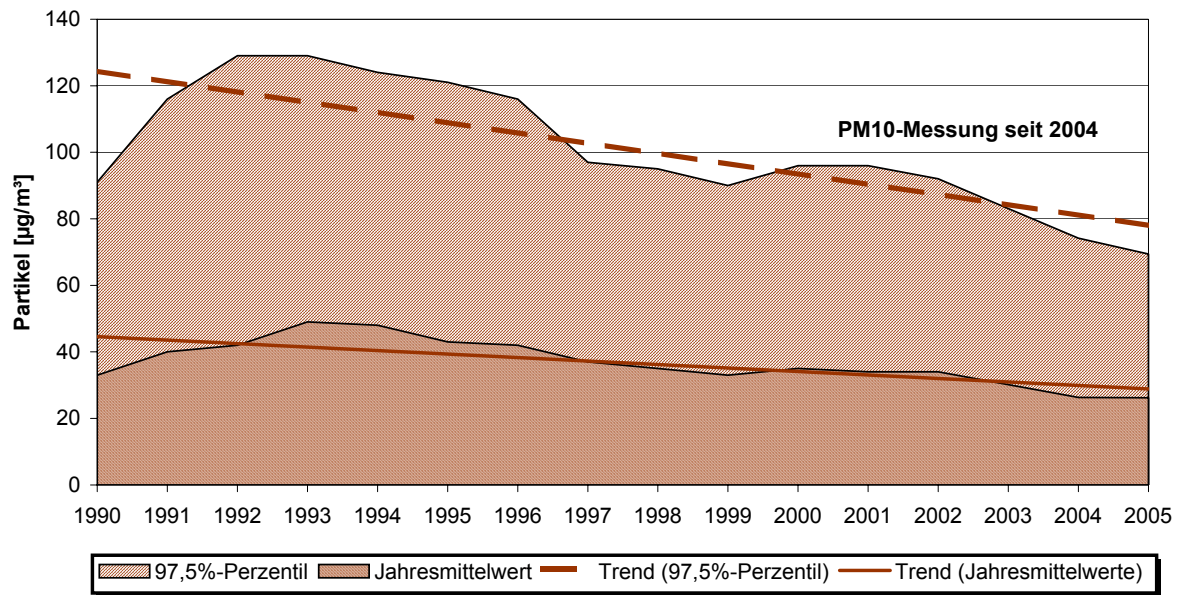


Abbildung 78: Leoben-Göß; Trend der Staubbelastung (TSP; PM₁₀), 1990 - 2005



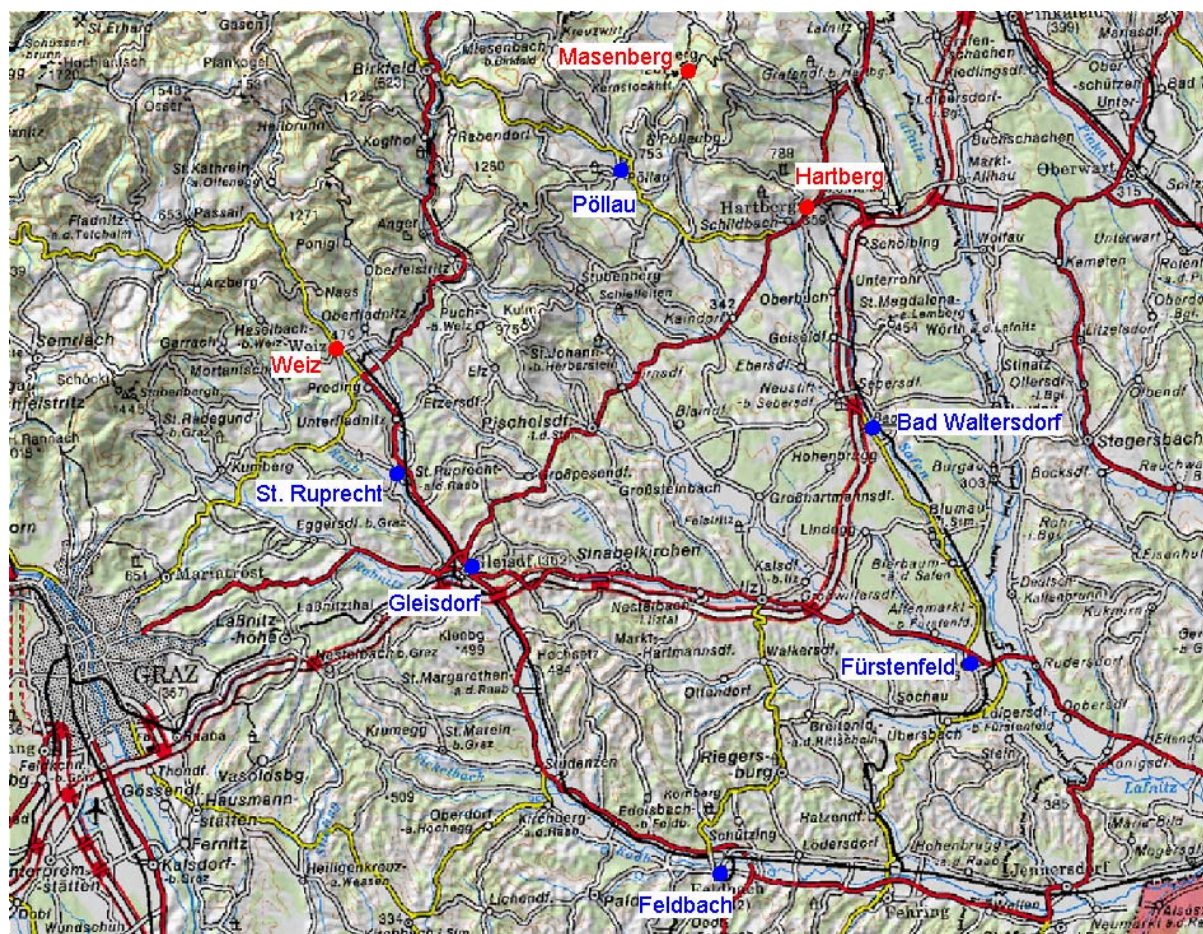
6 Mobile Luftgütemessungen

Mit Jahresbeginn 2004 wurden auch die beiden mobilen Immissionsmesscontainer für die PM₁₀-Messung ausgerüstet. Damit konnten auch Gebiete, aus denen bis dahin noch keine Daten bekannt waren, hinsichtlich der PM₁₀-Immissionen untersucht werden.

Neben dem Raum Graz wurden in den vergangenen Jahren an den Stationen Hartberg und Köflach die höchsten PM₁₀-Belastungen im steirischen Messnetz registriert. Zur Evaluierung der Standorte der Fixmessstellen bzw. auch zur Untersuchung von immer wieder auftretenden auffälligen temporären Spitzen (Hartberg) wurden im ersten Halbjahr 2004 Parallelmessungen mittels mobiler Messstationen durchgeführt.

Weiters wurden verstärkte mobile Messprogramme in der Ost- und Südsteiermark in Regionen und Bezirkshauptstädten durchgeführt, die das automatische Messnetz ergänzten. In der Oststeiermark wurden in diesem Sinne in den letzten Jahren die zentralen Orte Fürstenfeld, Feldbach und Gleisdorf sowie die Gemeinden St. Ruprecht an der Raab und Pöllau untersucht, in Bad Waltersdorf wurde eine Kurortemessung durchgeführt, die ebenfalls Rückschlüsse auf das lokale Immissionsniveau zulassen. In der Südsteiermark konzentrierten sich die Messungen auf das zentrale Leibnitzer Feld (Leibnitz, Kaindorf an der Sulm).

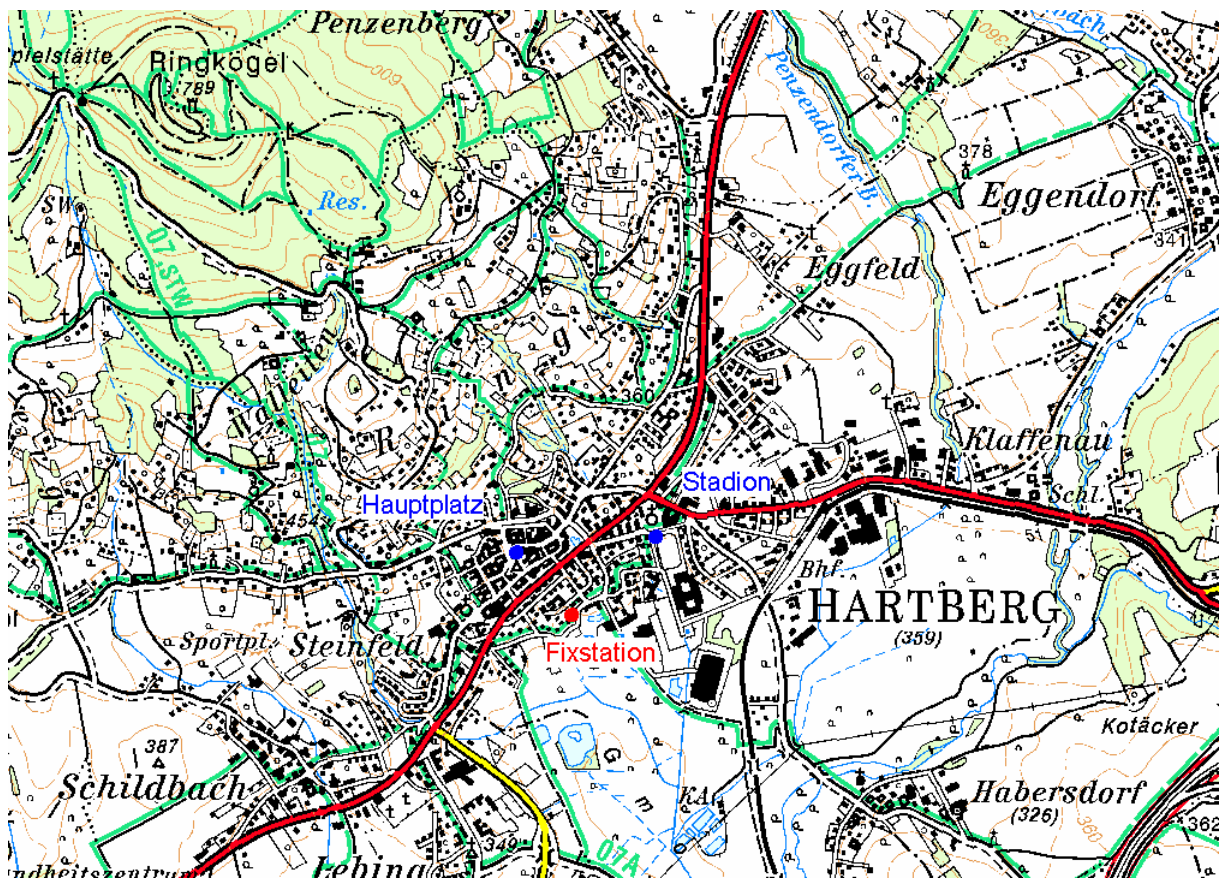
Abbildung 79: Fixmessstellen (rot) und mobile Messungen (blau) in den letzten 5 Jahren in der Oststeiermark



6.1 Hartberg

An der Messstation Hartberg wurden in den vergangenen Jahren neben hohen Gesamtbelastungen auch immer wieder temporäre Spitzen registriert, die vor allem im Zeitraum zwischen 7 und 8 Uhr am Morgen auftraten. Um sicherzustellen, dass die Messergebnisse der Fixstation tatsächlich für den Standort Hartberg repräsentativ sind und keine isolierte lokale Ausnahmesituation darstellen, wurden mobile Messungen an Vergleichsstandorten durchgeführt. Von 10.3 bis 19.4.2004 wurde dabei im Hartberger Stadion in 470 m Entfernung zur Fixstation und von 21.4. bis 24.5.2004 am Hauptplatz in 360 m Entfernung gemessen.

Abbildung 80: Die Messstandorte in Hartberg



Die wichtigsten Mittelungsparameter der Schadstoffe Feinstaub PM_{10} , Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid zeigten im Vergleich mit beiden Alternativmessungen, dass der Standort der Fixmessstelle als durchaus repräsentativ bezeichnet werden kann. Mit Ausnahme des maximalen Halbstundenmittelwertes für PM_{10} wurden sogar für sämtliche Mittelungswerte an den mobilen Standorten etwas höhere Werte registriert, was nicht unbedingt zu erwarten war. Es handelt sich am Messstandort Hartberg also ganz offensichtlich nicht um eine kleinräumig lokale Problem, sondern die dokumentierten PM_{10} -Konzentrationen können als gültig für weite Teile der Stadt Hartberg bezeichnet werden.

Abbildung 81: Vergleich der wichtigsten Mittelungsparameter für die Messung im Hartberger Stadion (10.3 bis 19.4.2004)

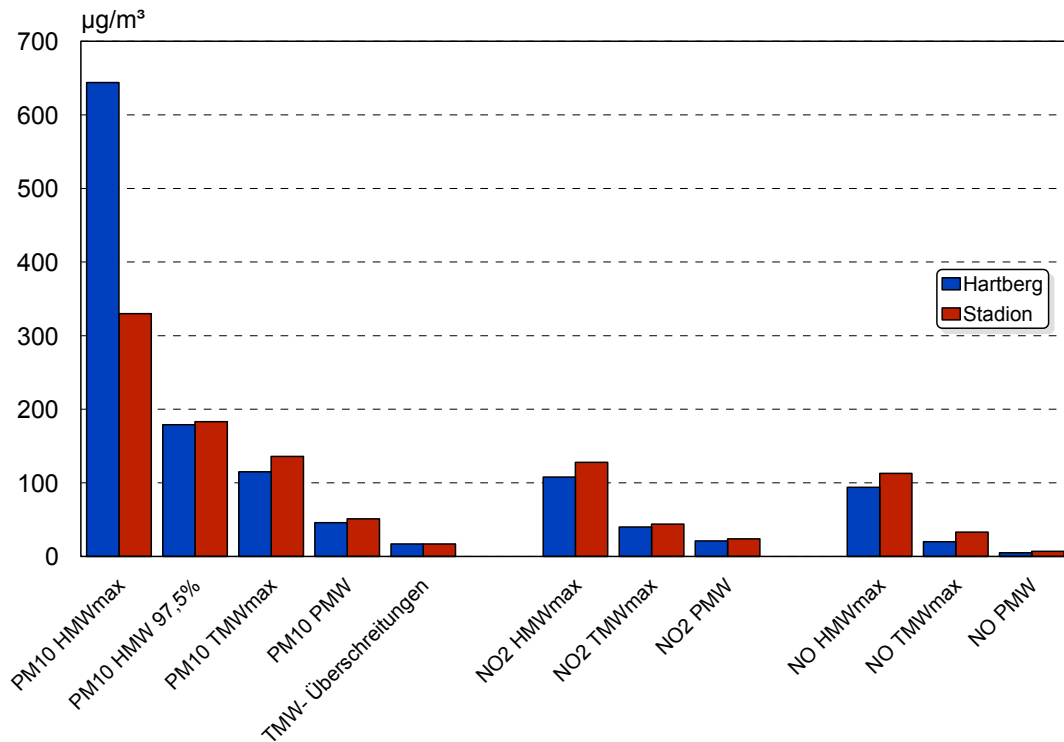
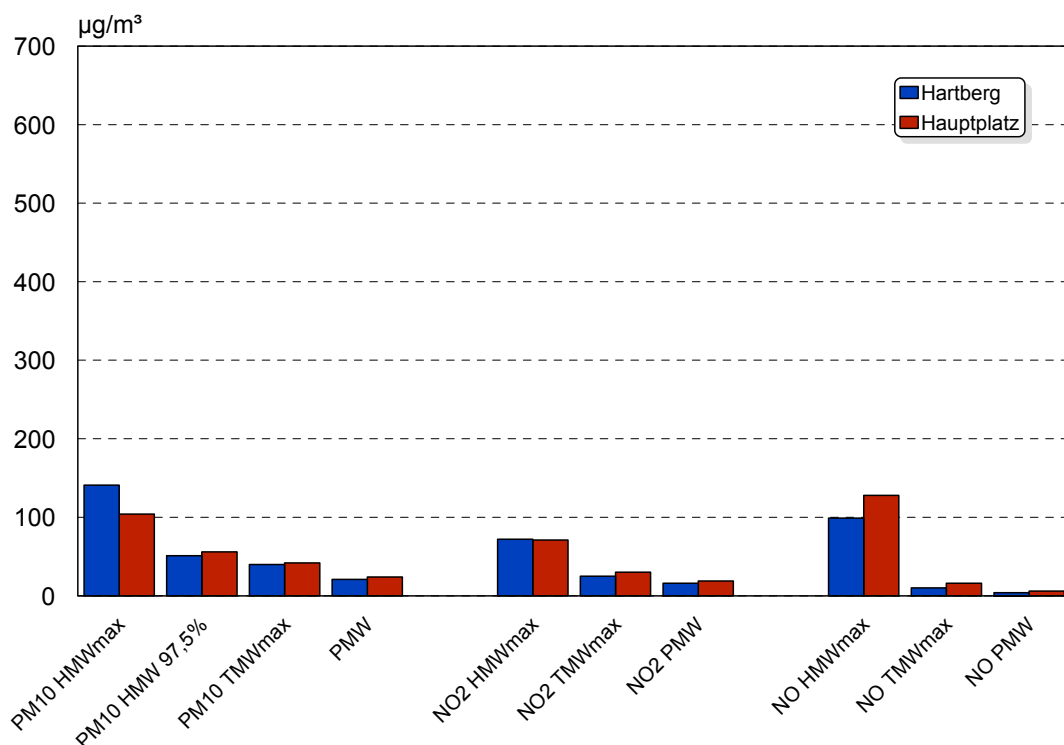


Abbildung 82: Vergleich der wichtigsten Mittelungsparameter für die Messung am Hartberger Hauptplatz (21.4 bis 24.5. 2004)



Das häufige Auftreten von kurzzeitigen PM₁₀-Spitzen an der Fixmessstelle im Zeitraum zwischen 7 und 8 Uhr morgens wurde auch während der ersten Phase der Vergleichsmessung häufig festgestellt. In nahezu allen Fällen waren hier am Alterna-

tivstandort Stadion keine in dieser Höhe vergleichbaren Verläufe feststellbar. Wenn auch der Ursache dieser isolierten Spitzen in der nächsten Zeit noch gezielt nachgegangen werden muss, tragen diese aufgrund der Kurzzeitigkeit allerdings sicher nicht zu einer maßgeblichen Verfälschung der für die Grenzwertüberwachung relevanten Tagesmittelwerte bei.

Abbildung 83: PM₁₀-Konzentrationsverläufe im Stadion und an der Fixmessstation (10.3. bis 21.3. 2004)

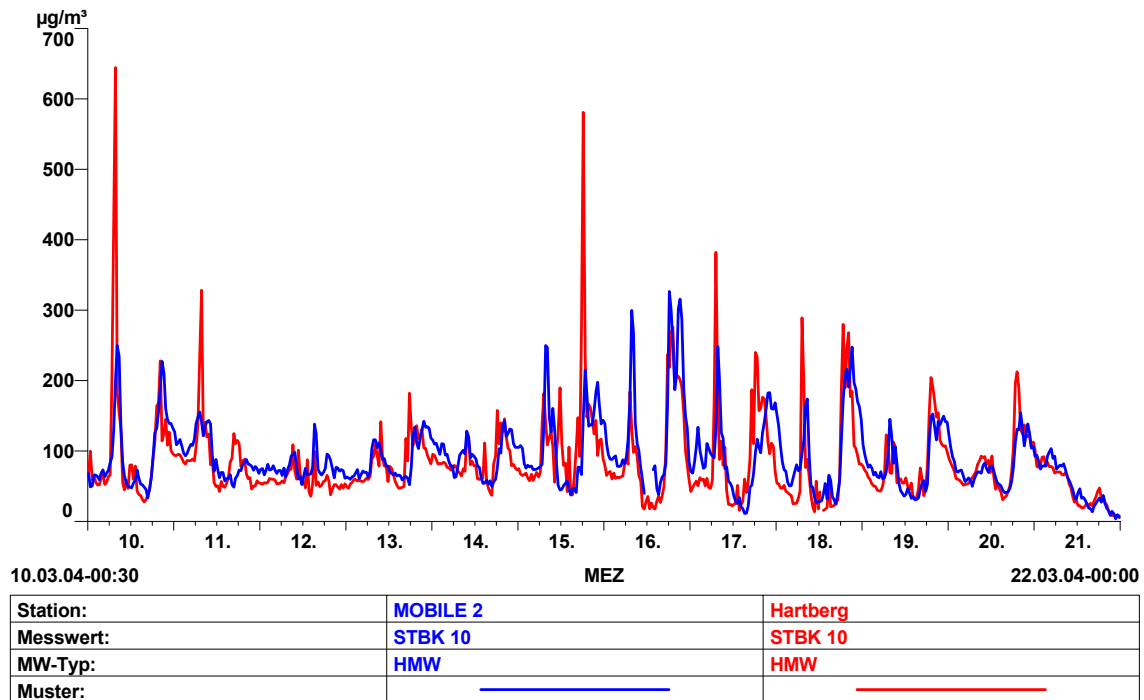


Abbildung 84: PM₁₀-Konzentrationsverläufe im Stadion und an der Fixmessstation (22.3. bis 19.4. 2004)

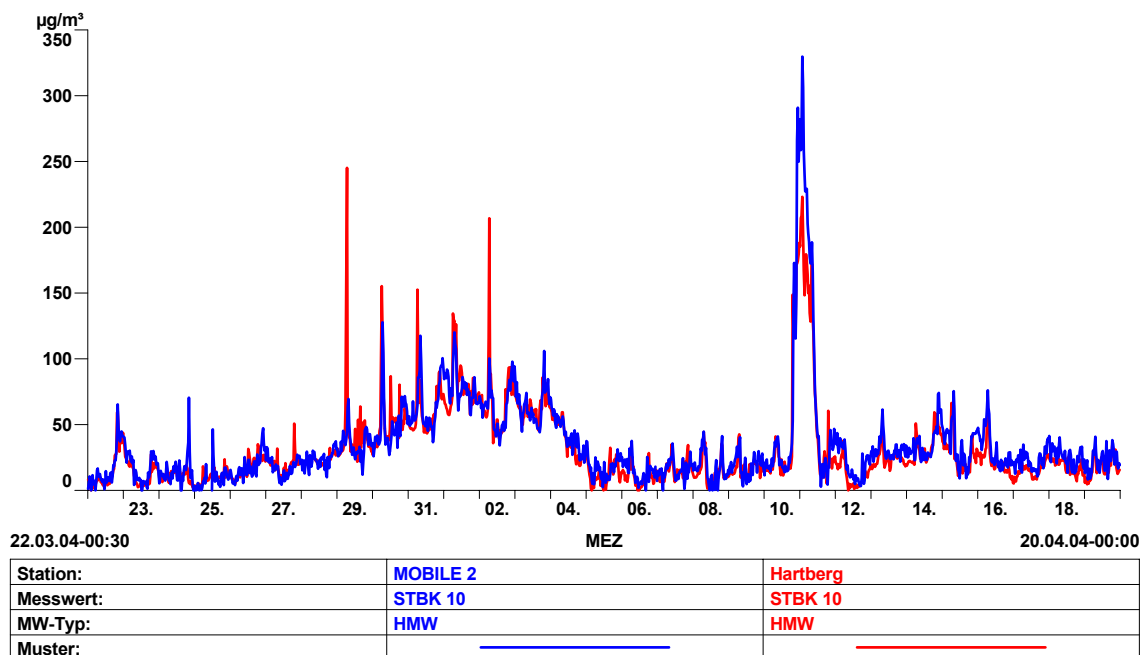
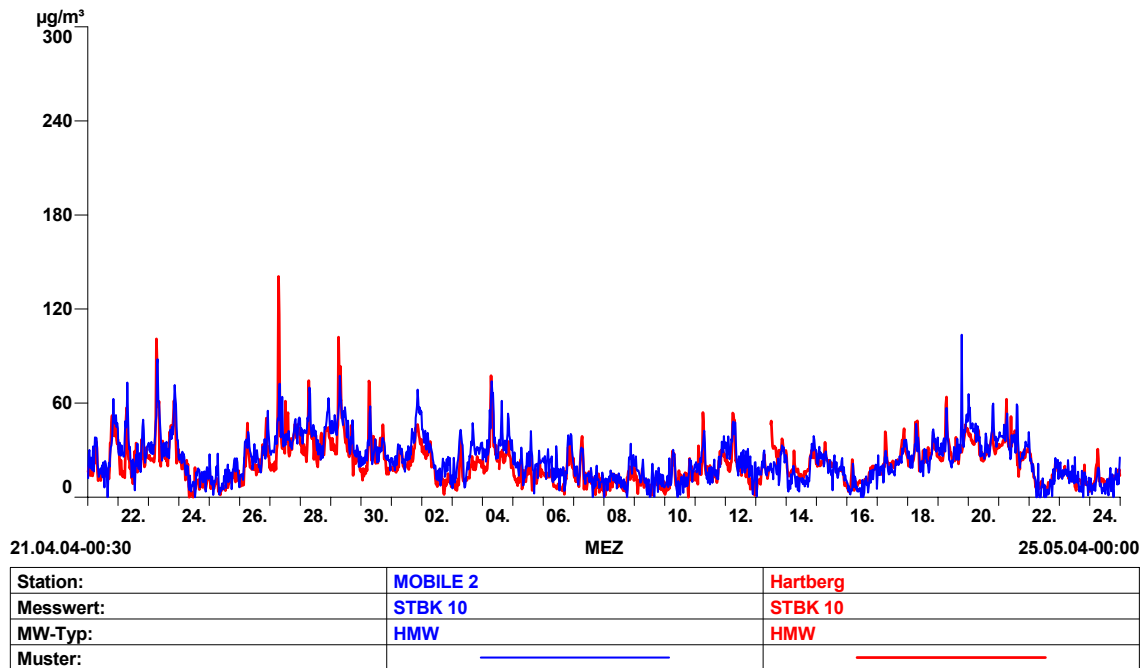


Abbildung 85: PM₁₀-Konzentrationsverläufe am Hauptplatz und an der Fixmessstation (21.4. bis 24.5. 2004)



Im Vergleich mit den Schadstoffgängen der Stickstoffoxide zeigt sich die auch von anderen Messstandorten bekannte weitgehende Parallelität der Konzentrationsverläufe. Dies weist einerseits auf den Verkehr als einen maßgeblichen Verursacher hin, ist aber vor allem ein Indiz für das häufige Auftreten stabiler Ausbreitungsbedingungen, die den Abtransport der freigesetzten Schadstoffe behindern und zu einer verstärkten Anreicherung in Bodennähe führen.

Abbildung 86: Schadstoffkonzentrationsverläufe im Stadion und an der Fixmessstation (10. bis 12.3. 2004)

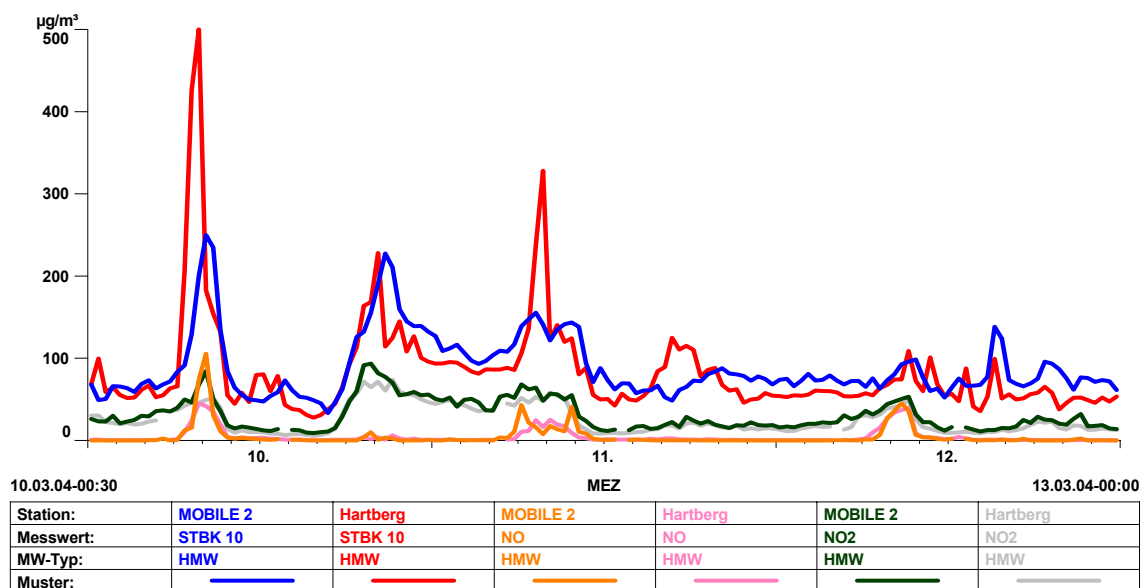
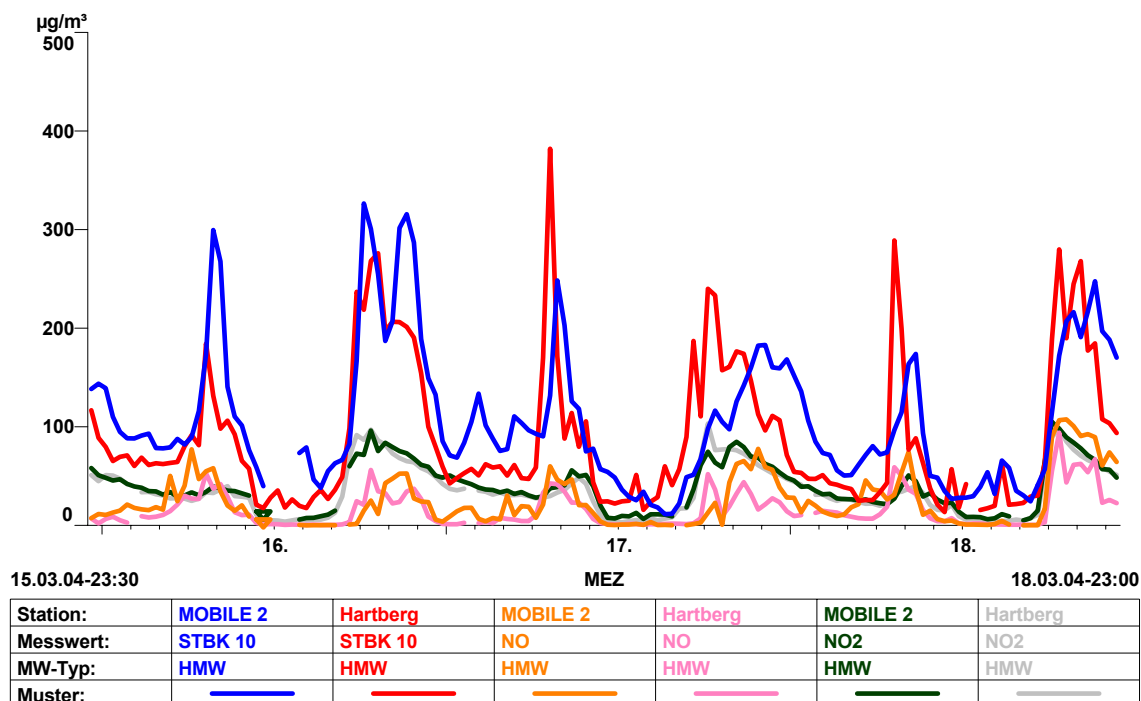


Abbildung 87: Schadstoffkonzentrationsverläufe im Stadion und an der Fixmessstation (16. bis 18.3. 2004)



Wenn auch die für die Grenzwertüberwachung relevanten Mittelungsparameter an der Fixmessstation insgesamt etwas unter denen der Überprüfungsstandorte lagen, kann doch insgesamt der aktuelle Messstandort Hartberg als für den zentralen Siedlungsraum Hartberg grundsätzlich repräsentativ bezeichnet werden. Eine lokale Sondersituation, die zu einer Überschätzung der städtischen Belastung führen würde, kann in jedem Fall zweifelsfrei ausgeschlossen werden.

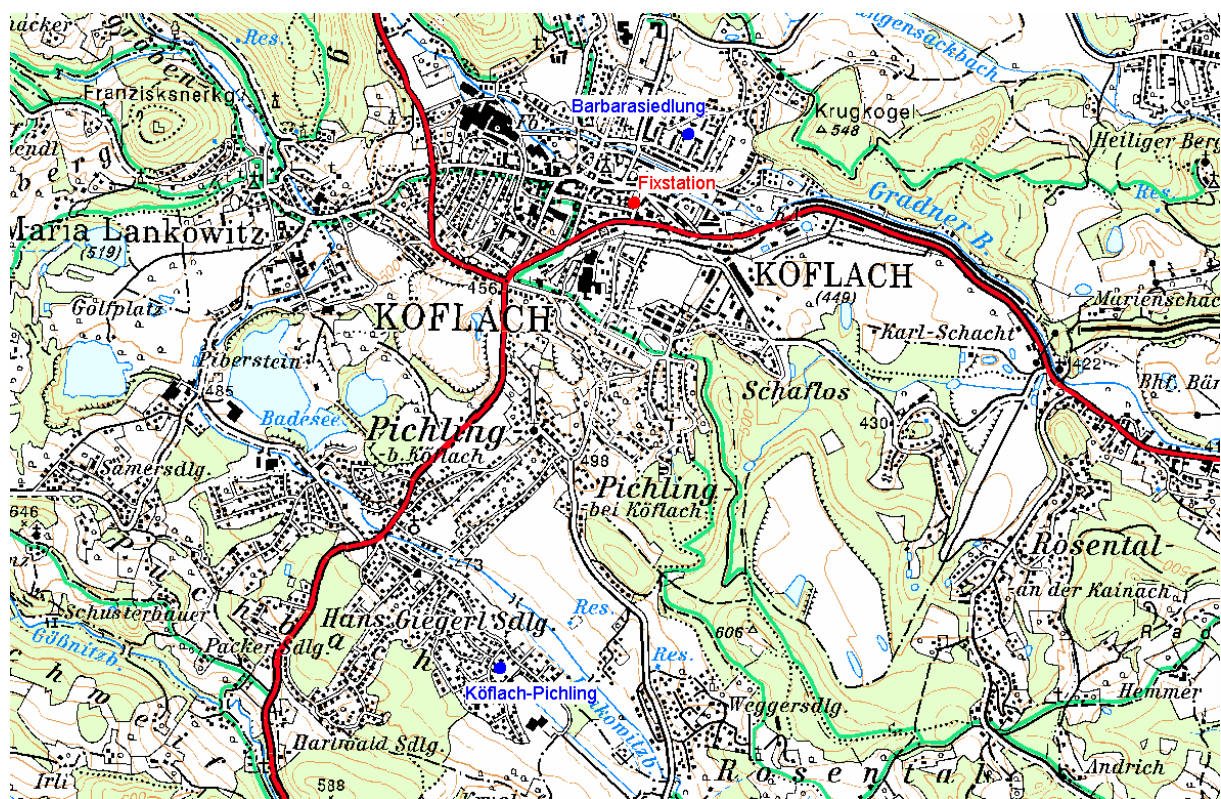
6.2 Köflach

An der Messstelle Köflach wurden seit Beginn der PM₁₀-Messungen in der Steiermark nach einzelnen Grazer Stationen die höchsten Belastungen bzw. die höchste Anzahl an Grenzwertüberschreitungen registriert. Auch hier lag es natürlich auf der Hand, mittels mobiler Messungen eine Evaluierung der Daten der Fixmessstelle vorzunehmen. Als repräsentativ kann der bestehende Standort aufgrund seiner zentralen Lage (Nähe zum Stadtzentrum und zur Hauptsschule Köflach) in jeder Hinsicht bezeichnet werden. Die Vergleichsmessungen wurden von 4.4 bis 11.5. in der Barbarasiedlung in 420 m Entfernung zur Fixstation und von 13.5 bis 15.7. 2004 in Köflach-Pichling in rund 2300 m Entfernung durchgeführt.

Grundsätzlich muss vorausgeschickt werden, dass die Messungen aus terminlichen Gründen nicht mehr im Kernwinter stattfinden konnten, die Höhe der gemessenen Konzentrationen sowie die Anzahl der Grenzwertüberschreitungen also nicht absolut bewertet werden können. Es ging vielmehr darum, regionale Unterschiede anhand eines Vergleichs der mobilen Messdaten mit den Stationen Köflach und Voitsberg aufzuzeigen. Für die Auswertung der 1. Messperiode (Barbarasiedlung) ist zu berücksichtigen, dass das Osterwochenende in diesen Zeitraum fiel! Die Werte des Ostertags (Osterfeuer-Problematik) verfälschen daher den maximalen Halbstun-

denmittelwert, weshalb zum Vergleich der Spitzen besser das 97,5 Perzentil herangezogen werden sollte.

Abbildung 88: Die Messstandorte in Köflach



Die Messung in der Barbarasiedlung zeigte, dass dieser Standort im Vergleich mit der Fixstation eine etwas günstigere Schadstoffbelastung aufweist, die Unterschiede bei den für die Grenzwertüberwachung relevanten Parameter (TMW, PMW) aber keinesfalls dramatisch sind. Die leichte Gunstsituation entspricht auch durchaus den Erwartungen, die stärkeren lokalen Emissionen im Bereich der Fixmessstelle (Verkehr, Hausbrand) machen sich hier bemerkbar. Die lokalen Werte in der Barbarasiedlung liegen in einem mit der Messstelle Voitsberg vergleichbaren Bereich. Ähnliches kann auch für Stickstoffdioxid gesagt werden, auch hier macht sich an der permanenten Messstation der höhere Verkehrseinfluss bemerkbar.

Der mittlere Tagesgang zeigt die bekannten Verläufe mit Belastungsspitzen (sowohl für PM₁₀ als auch für NO₂) am Morgen sowie in den Abendstunden. Dies ist einerseits maßgeblich auf die zu diesen Zeiten ungünstigen Ausbreitungsbedingungen (Stabilisierung der bodennahen Atmosphäre) zurückzuführen, andererseits aber auch ein Hinweis auf den mutmaßlichen Hauptverursacher der Spitzen, den Verkehr (Verkehrsspitzenzeiten, Konzentrationsrückgang ab 20 Uhr). Der Anteil der lokalen Hausbrand- bzw. gewerblicher Emissionen, die einen großen Teil der grundbelastung verursachen, kann aufgrund der Immissionsanalyse nicht abgeschätzt werden, hierfür sind chemische Analysen des Feinstaubes notwendig. Die entsprechenden Staubproben wurden im 2. Halbjahr 2005 gesammelt. Sie werden im Zuge des AQUELLA-Projektes analysiert und dabei eine Quellenzuordnung zu Anteilen der Immissionsbelastung durchgeführt.

Abbildung 89: Vergleich der wichtigsten Mittelungsparameter für die Messung in der Barbarasiedlung (4.4 bis 11.5.2004)

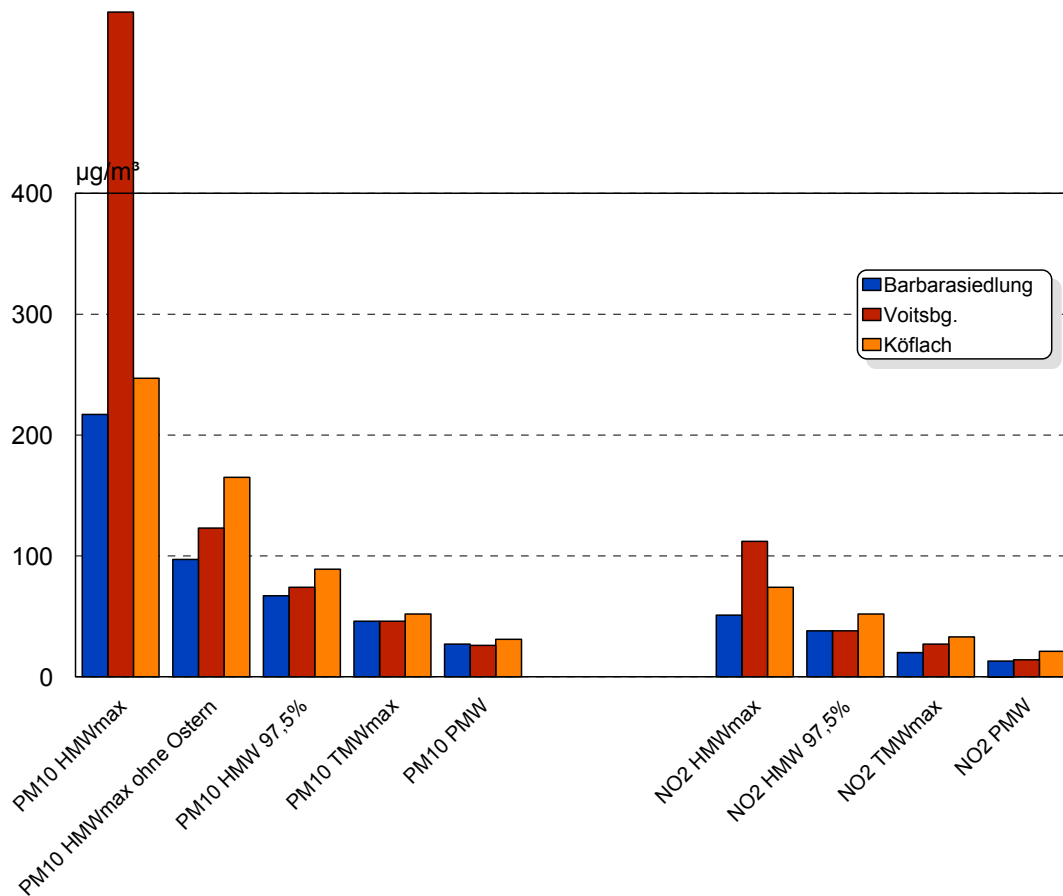
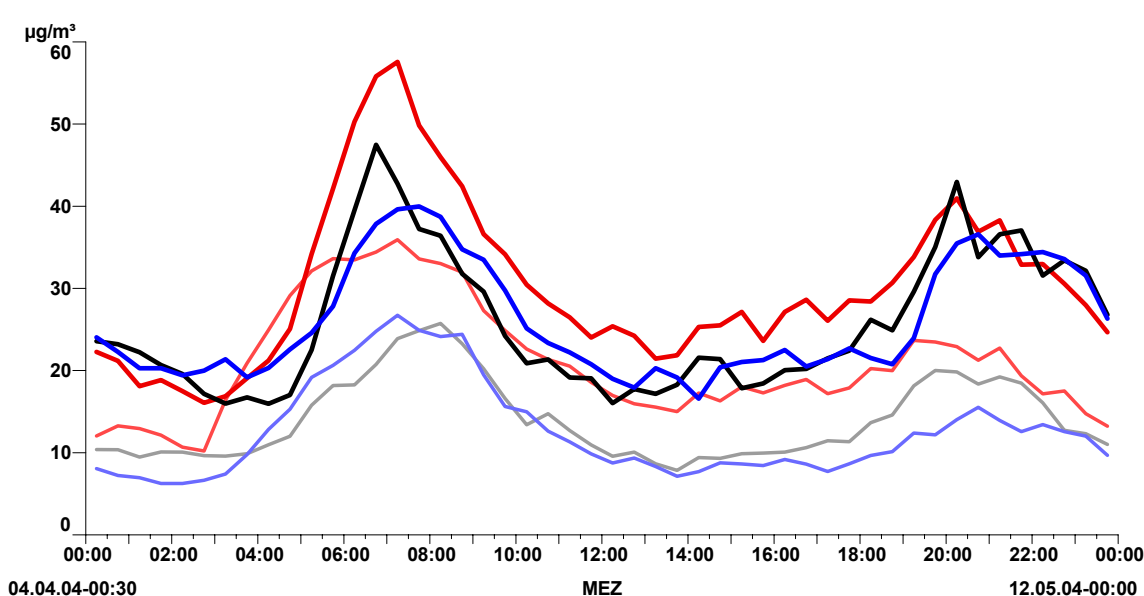


Abbildung 90: Mittlerer Tagesgang der Schadstoffe PM₁₀ und NO₂ in Köflach und Voitsberg während der Messung in der Barbarasiedlung (4.4 bis 11.5.2004)

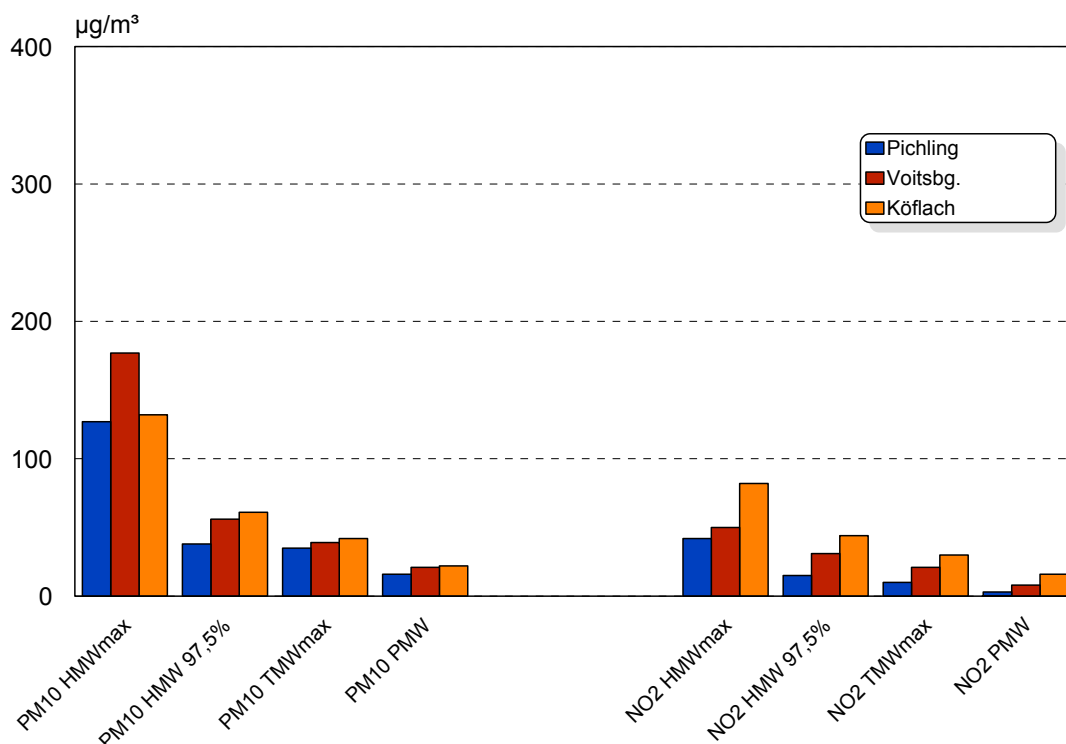


Station:	MOBILE 1	Voitsbg.	Köflach	MOBILE 1	Voitsbg.	Köflach
Messwert:	STBK 10	STBK 10	STBK 10	NO2	NO2	NO2
MW-Typ:	MITT_TAG	MITT_TAG	MITT_TAG	MITT_TAG	MITT_TAG	MITT_TAG
Muster:						

Die Messung in der Barbarasiedlung hat gezeigt, dass der Standort der Fixmessstelle nicht nur räumlich für den zentralen Köflacher Siedlungsraum als durchaus entsprechend bezeichnet werden kann, sondern auch die Messwerte für das höher belastete Ortszentrum als repräsentativ angesehen werden können.

Die Messung in Köflach-Pichling fiel schon deutlich in den Sommer, insofern haben die Messdaten nur einen beschränkten Aussagewert. Wie zu erwarten kann davon ausgegangen werden, dass der Bereich Pichling aufgrund seiner peripheren Lage eine insgesamt günstigere Situation aufweist, die sich sowohl für die Staubbelastung als auch andere Schadstoffe wie Stickstoffdioxid nachweisen lässt. Diese Gunstsituation ist grundsätzlich auch im Winter zu erwarten, mit einem Einhalten der Grenzwerte für PM₁₀ ist aber auch in diesem Bereich nicht zu rechnen.

Abbildung 91: Vergleich der wichtigsten Mittelungsparameter für die Messung in Köflach-Pichling (13.5 bis 15.7.2004)

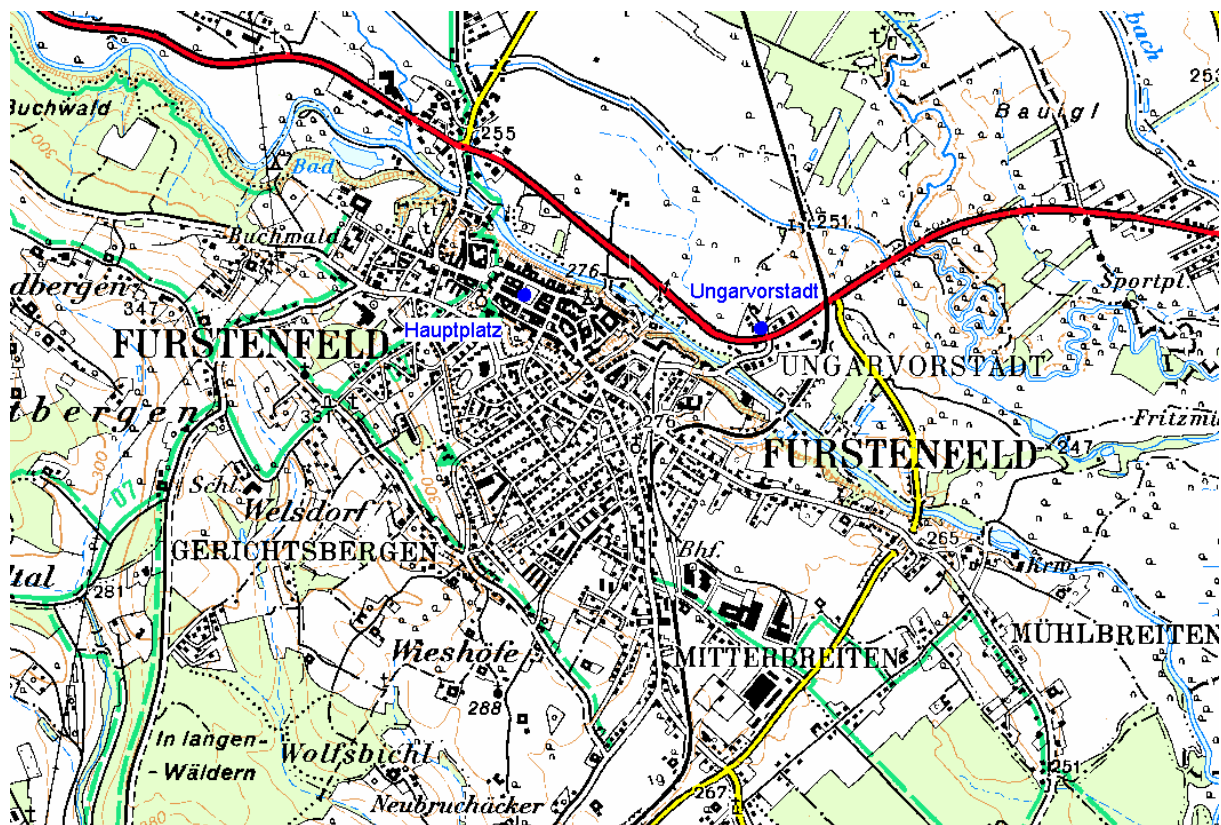


Insgesamt ist zu sagen, dass die Station Köflach sicher einen der potentiellen Immissionsschwerpunkte des zentralen Köflacher Siedlungsraumes abdeckt. Damit entspricht der Standort exakt den Erfordernissen, wie sie in der Messkonzeptverordnung zum Immissionsschutzgesetz-Luft [BGBL 2004] festgelegt sind.

6.3 Fürstenfeld

In Fürstenfeld waren in den frühen 90er Jahren die letzten Luftgütemessungen durchgeführt worden. Zur Beurteilung der lokalen Immissionssituation war es daher erforderlich, aktuelle Erhebungen durchzuführen. Es wurden an zwei Standorten mobile Messungen vorgenommen. Im Zeitraum 5.2. bis 2.4.2004 wurde im Stadtteil Ungarvorstadt im Nahebereich der Bundesstraße 319, von 1.2. bis 25.4.2005 direkt am Fürstenfelder Hauptplatz gemessen.

Abbildung 92: Die Messstandorte in Fürstenfeld



Die periphere Messung im Talbodenbereich des Feistritztales (Ungarvorstadt) brachte ein im steiermarkweiten Vergleich überdurchschnittliches Belastungsniveau für PM_{10} . Die Grundbelastung lag hinsichtlich des Messperiodenmittelwertes und der Anzahl der Tage mit Grenzwertüberschreitung zwar unter den höherbelasteten Stationen in Graz bzw. der Station Hartberg, aber über Stationen wie Graz-Nord oder Gratwein und Deutschlandsberg. Die Messergebnisse weisen auf ein in etwa vergleichbares Niveau mit der Messstelle Weiz oder den Stationen im Voitsberger Becken hin.

Der mittlere Tagesgang der Messung zeigt trotz der Verkehrsnähe eine vergleichsweise wenig ausgeprägte Tagesschwankung. Dies weist einerseits auf einen wenig akzentuierten Verkehrsgang auf der Bundesstraße, andererseits aber vor allem auf einen hohen regionalen Hintergrund der Staubbelastung hin, der gerade in der Oststeiermark, die gegen Einflüsse aus Osten, Süden aber sicher auch dem Raum Graz topographisch sehr offen ist, auch den Erwartungen entspricht.

Abbildung 93: Vergleich der wichtigsten PM₁₀-Mittelungsparameter für die Messung in der Ungarvorstadt (5.2 bis 2.4.2004)

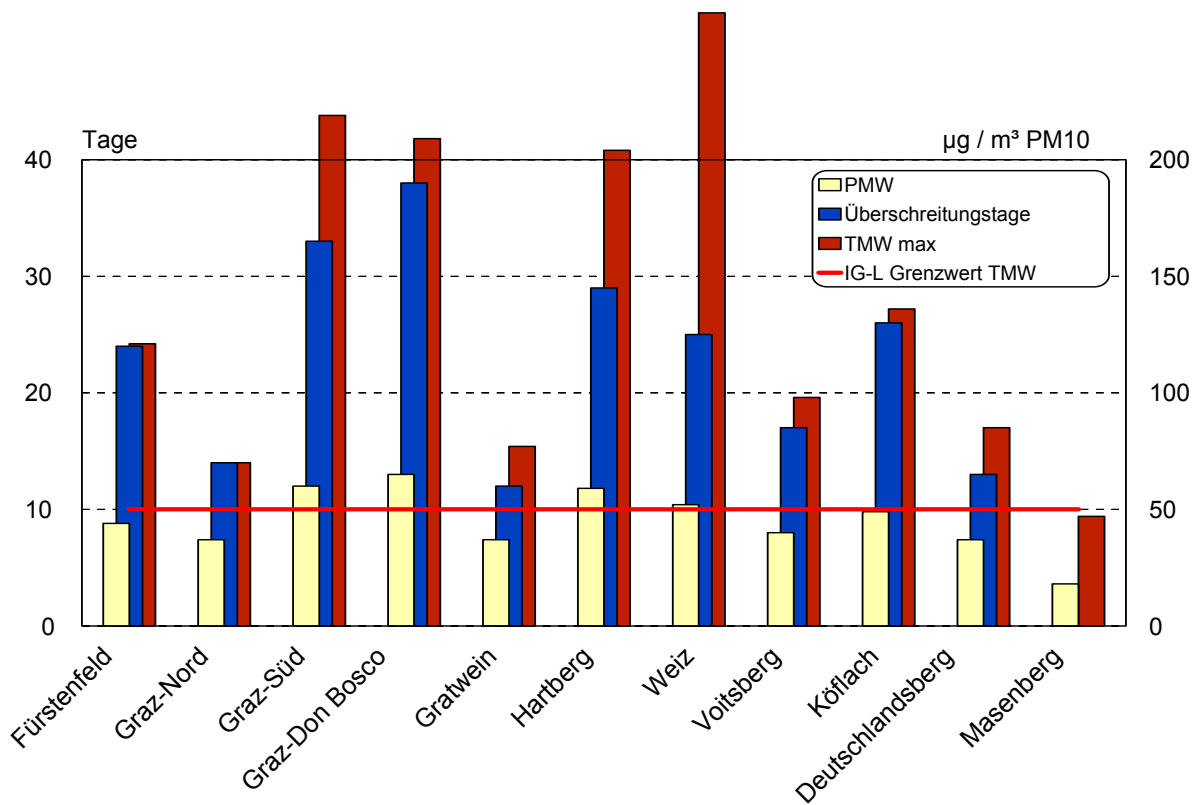
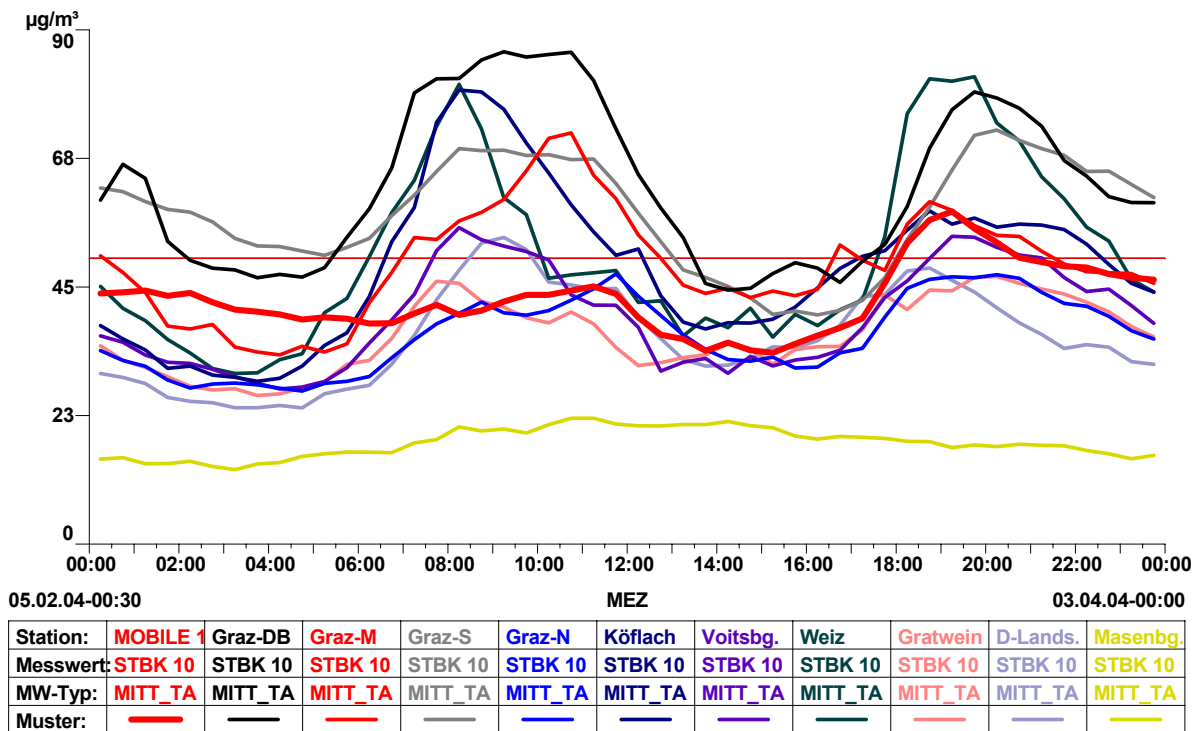


Abbildung 94: Vergleich der mittleren Tagesgänge der Messung in der Ungarvorstadt mit anderen steirischen Messstationen



Auch die Zentrumsmessung am Fürstenfelder Hauptplatz genau ein Jahr später erbrachte ein im steiermarkweiten Vergleich deutlich überdurchschnittliches Belastungsergebnis.

tungsprofil. Die Grundbelastung lag nur wenig unter den höchstbelasteten Grazer Stationen auf einem vergleichbaren Niveau wie Graz-Mitte oder Hartberg und Weiz und damit doch deutlich über anderen steirischen Messstellen.

Noch höher als in der Ungarvorstadt war am Hauptplatz die Grundbelastung. Diese zeigte sich vor allem durch die geringe lokale Nachtabsenkung und ein hohes mittägliches Niveau, während die Tagesmaxima eher nur durchschnittlich ausgeprägt waren. Auffällig war dabei besonders das hohe nächtliche Niveau, das nur mit den Werten in Graz-Süd oder Don Bosco verglichen werden kann und wohl neben der schlechten nächtlichen Durchlüftung am Standort eine Folge der offensichtlich hohen regionalen Grundbelastung war.

Abbildung 95: Vergleich der wichtigsten PM₁₀-Mittelungsparameter für die Messung am Fürstenfelder Hauptplatz (1.2 bis 25.4.2005)

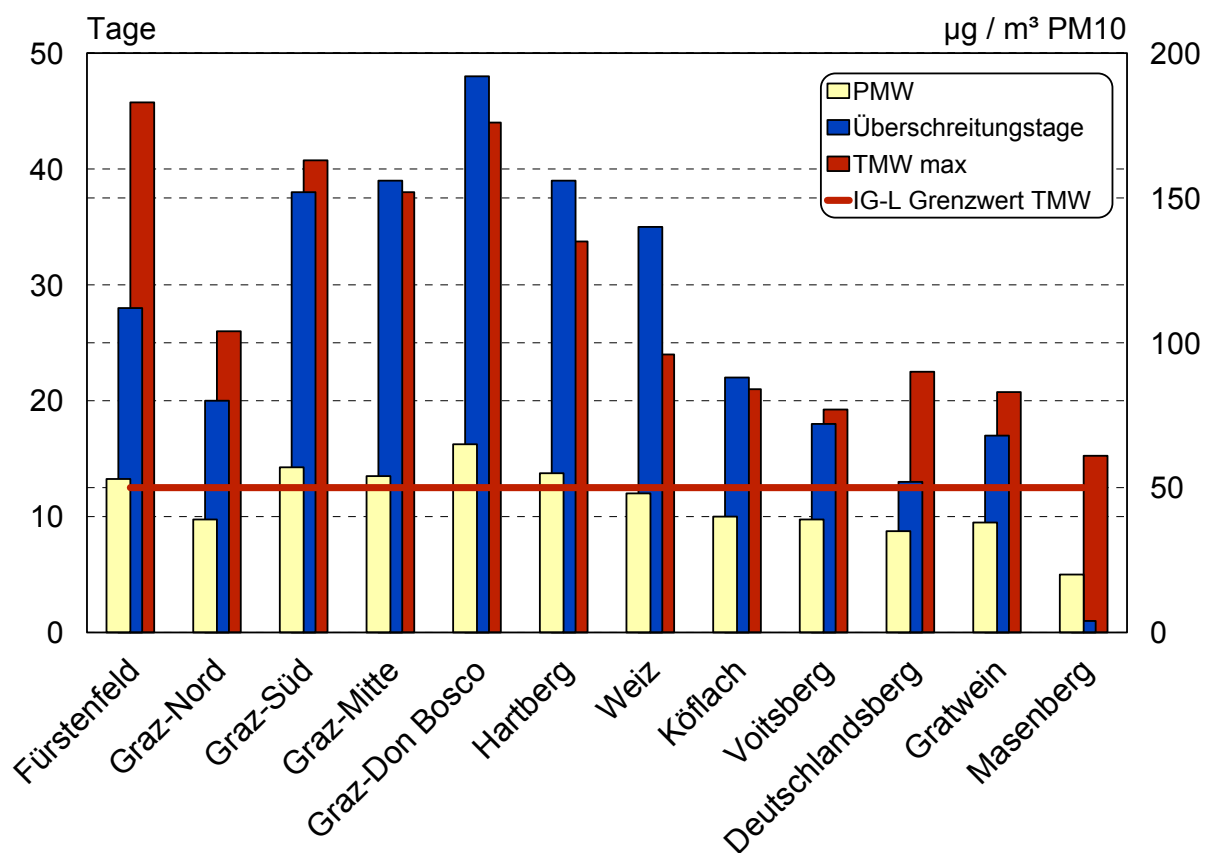
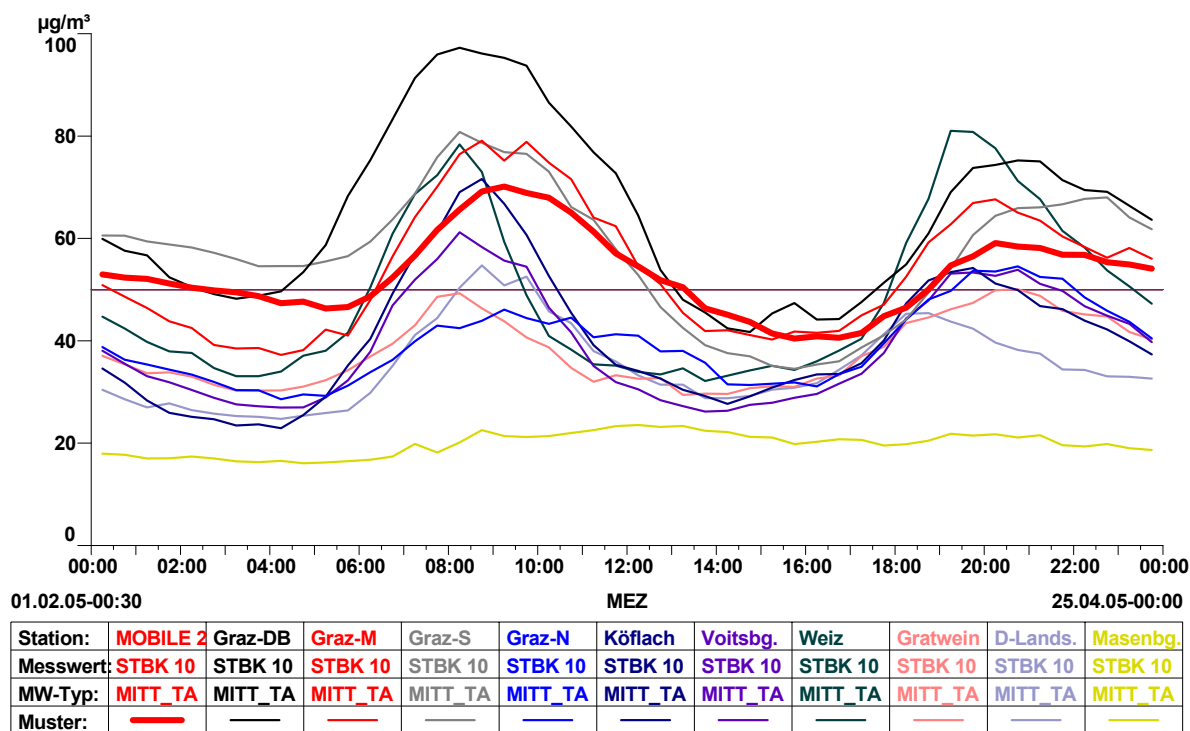


Abbildung 96: Vergleich der mittleren Tagesgänge der Messung am Hauptplatz mit anderen steirischen Messstationen



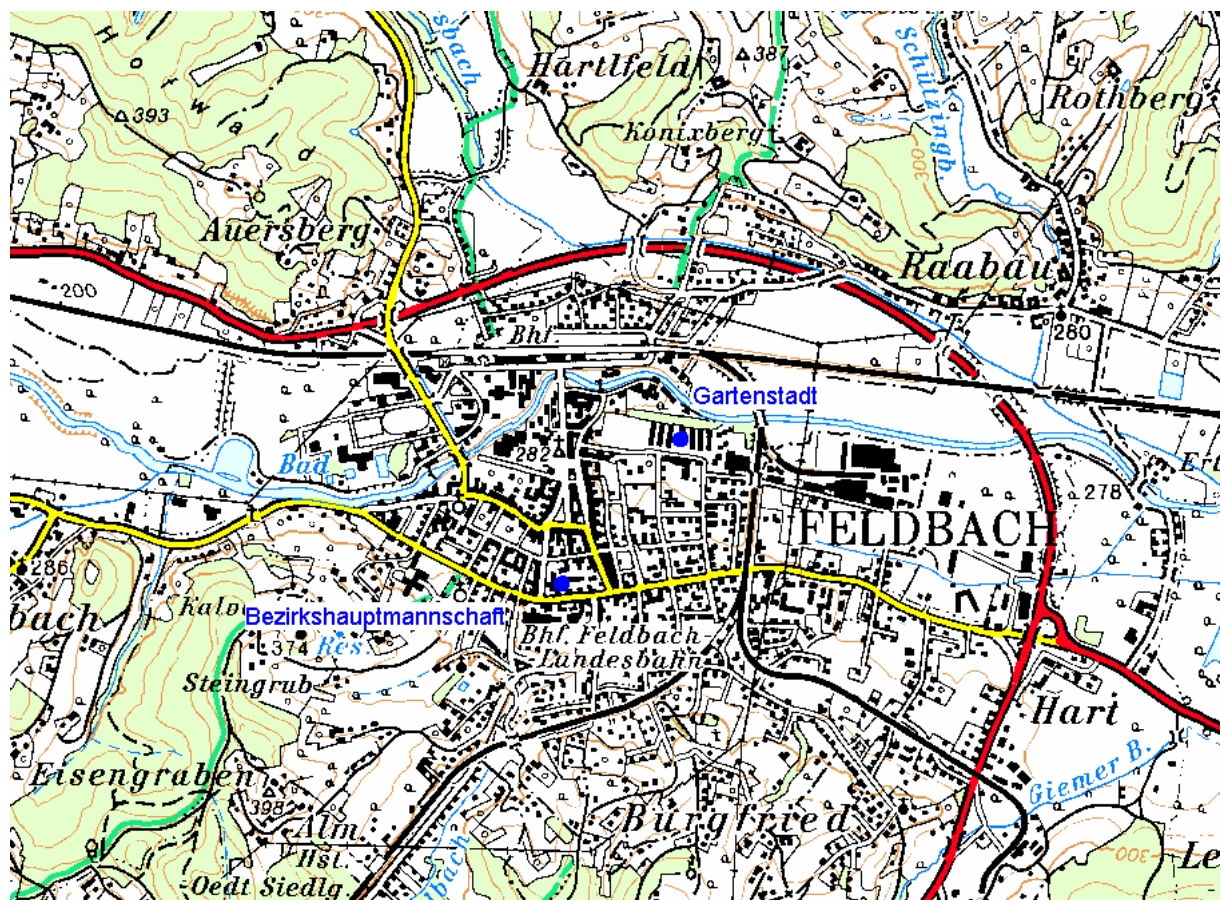
Insgesamt wiesen die beiden mobilen Messungen übereinstimmend darauf hin, dass der Stadtbereich von Fürstenfeld als ein durch PM₁₀ hochbelasteter Raum anzusehen ist. Gerade die Ergebnisse der ersten Messung zeigen auch, dass es sich hier offensichtlich um keine kleinräumig lokale Belastungssituation handelt, sondern dass ein Einhalten der gesetzlichen Vorgaben auch über den Kernraum von Fürstenfeld hinaus nicht zu erwarten ist. Dies wird auch durch erste Ergebnisse einer PM₁₀-Messung in der Nähe von Ilz für eine UVE-Erstellung untermauert.

Die hier beschriebene, offenbar großräumige Belastungssituation im Südosten der Steiermark lassen es erforderlich erscheinen, dass das fixe Messnetz hier erweitert wird. Im Jahr 2006 soll in Fürstenfeld eine fixe Immissionsmessstelle in Betrieb genommen werden. Weiters wird in Kooperation mit dem Umweltbundesamt die Messstelle Klöch mit einem Staubsammler ausgestattet.

6.4 Feldbach

Auch in Feldbach wurden bereits in den 90er Jahren im Bereich der Gartenstadt nordöstlich des Hauptplatzes Luftgütemessungen durchgeführt. Die zwischen 9.1. und 2.3.1997 erhobenen TSP-Werte sind zwar nicht direkt mit der aktuellen PM₁₀-Situation vergleichbar, liefern aber im Vergleich mit anderen Stationen doch gewisse Grundinformationen. Im Zeitraum zwischen 8.2. und 4.5.2005 wurde daher in Feldbach neuerlich mittels mobiler Messstation gemessen. Da bezüglich eines Standortes im Zentrumsbereich (Hauptplatz) mit der Stadtgemeinde leider kein gemeinsamer Nenner gefunden werden konnte, musste die Messung im Hof der Bezirkshauptmannschaft in leicht abgeschirmter Lage vorgenommen werden.

Abbildung 97: Die Messstandorte in Feldbach



Entgegen den Erwartungen machte sich diese Abschirmung aber in den Werten kaum bemerkbar. Lediglich der mittlere Tagesgang zeigte aufgrund des unterdrückten direkten Verkehrseinflusses eine ähnlich wenig akzentuierte Schwankung wie am Fürstenfelder Hauptplatz. Die Spitzenbelastungen waren nicht sehr ausgeprägt, sowohl der Tagesgang (geringe Nachtabsenkung) als auch die relevanten Mittelungsparameter wiesen aber ein hohes Grundbelastungsniveau für den Messstandort aus. Auffällig war auch in Feldbach besonders das hohe nächtliche Niveau, das im Bereich von Graz-Süd oder Don Bosco lag. Auch hier dürfte neben der regionalen Grundbelastung die schlechte nächtliche Durchlüftung des Standortes eine Rolle gespielt haben

Der Messperiodenmittelwert lag in einer vergleichbaren Größenordnung mit der fast gleichzeitig durchgeführten Messung in Fürstenfeld. Die Grundbelastung lag damit auf einem vergleichbaren Niveau wie Graz-Mitte oder -Süd bzw. Hartberg und Weiz und deutlich über anderen außeralpinen steirischen Ballungsräumen wie z.B. dem Voitsberger Becken.

Die Größenordnung der Werte zeigt damit relativ zu anderen steirischen Stationen eine gute Übereinstimmung mit den TSP-Werten von 1997. Der Raum Feldbach muss als durch PM_{10} hochbelastet angesehen werden.

Abbildung 98: Vergleich der mittleren Tagesgänge der Messung im Bereich BH Feldbach mit anderen steirischen Messstationen

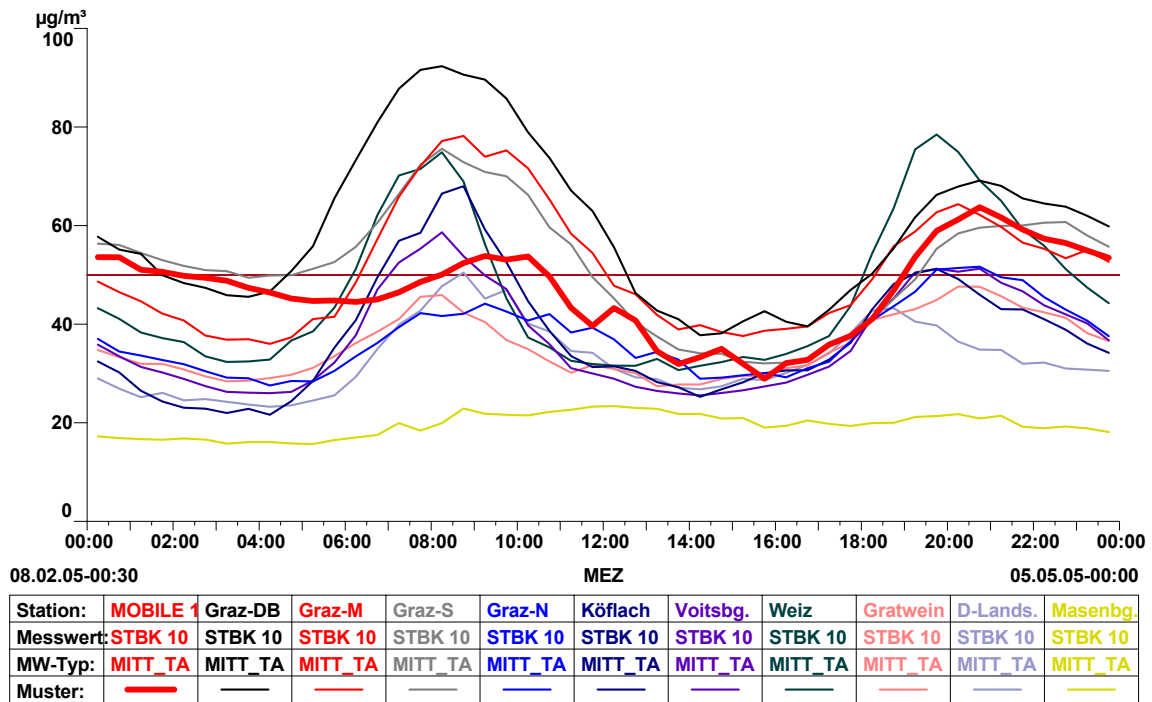
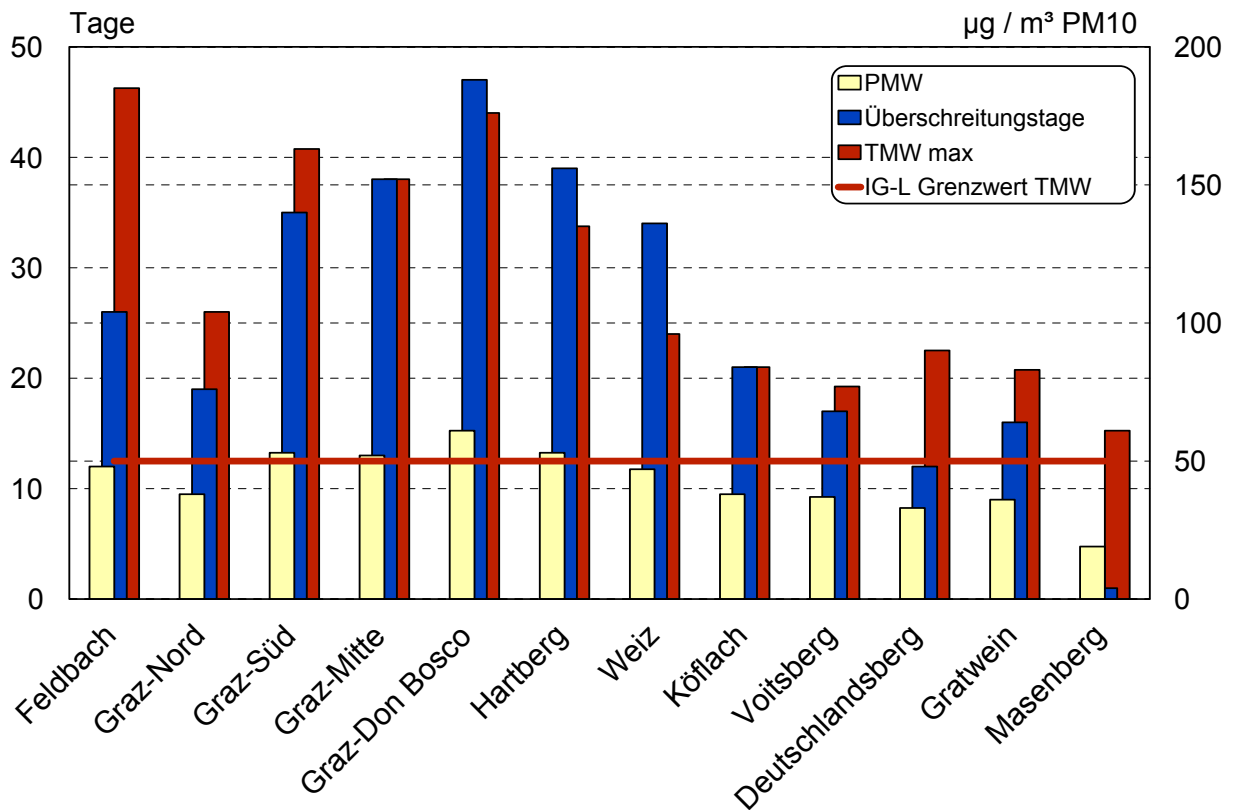


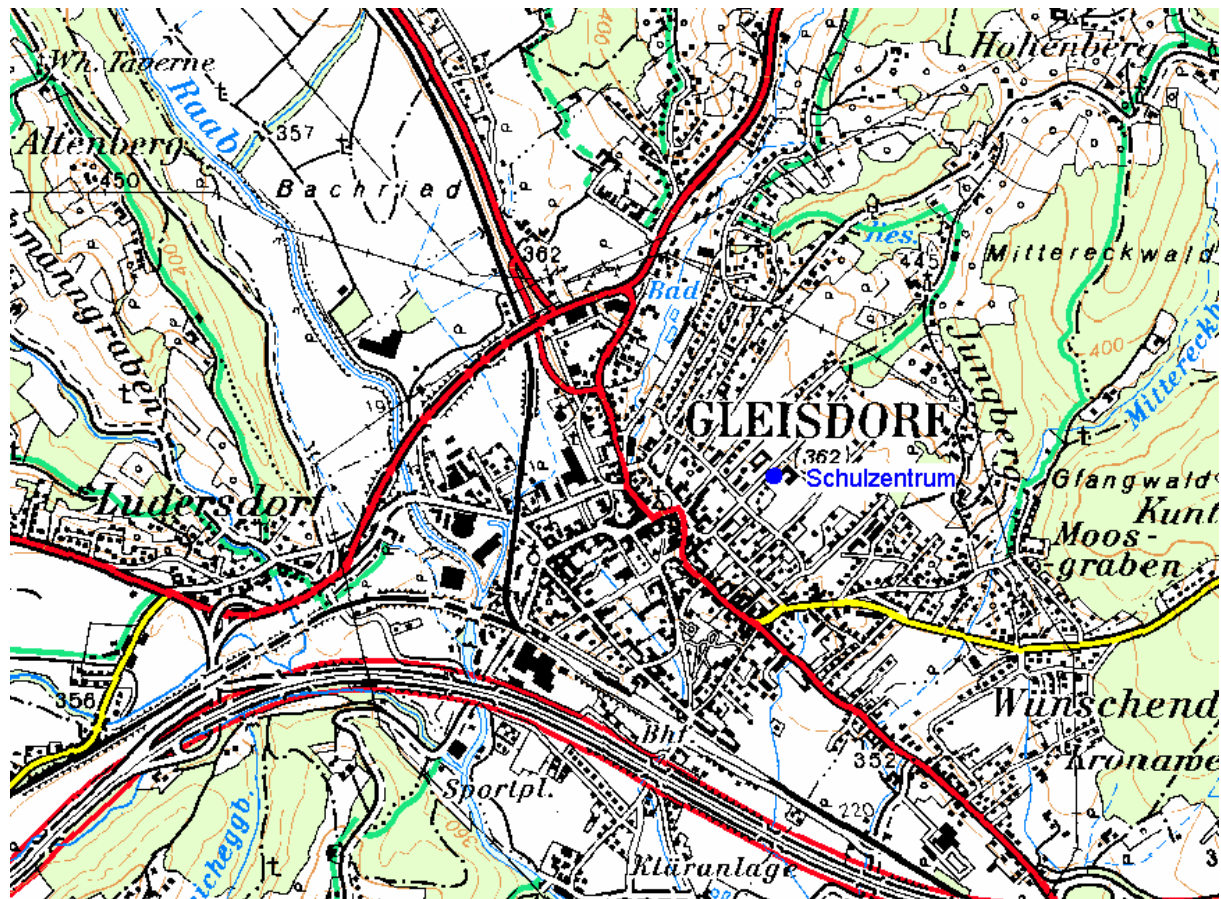
Abbildung 99: Vergleich der wichtigsten PM₁₀-Mittelungsparameter für die Messung bei der Bezirkshauptmannschaft (8.2 bis 4.5.2005)



6.5 Gleisdorf

In Gleisdorf wurden zuletzt in den Jahren 1991 und 1992 mobile Luftgütemessungen durchgeführt. Zur Beurteilung der aktuellen Immissionssituation speziell von PM₁₀ wurde von 25.11.2004 bis 31.1.2005 im Bereich des Schulzentrums östlich des Gleisdorfer Stadtzentrums neuerlich gemessen.

Abbildung 100: Der Messstandort in Gleisdorf



Die Messergebnisse zeigten eine Grundbelastung (Messperiodenmittelwert), die für Städte in der Oststeiermark typisch zu sein scheint und gut mit der in Weiz oder Hartberg bzw. auch den mobilen Messungen in Fürstenfeld und Feldbach übereinstimmte. Überdurchschnittlich hoch war dagegen die Anzahl der Tage mit Grenzwertüberschreitung, die im Messzeitraum nur an drei Grazer Messstellen (Don Bosco, Süd und Mitte) höher war.

Wenig auffällig war der deutlich akzentuierte Tagesgang. Die Zeiten schlechter atmosphärischer Ausbreitungsbedingungen und erhöhter Emissionen machen sich deutlich bemerkbar, lokal dürfte wohl auch der morgendliche Schulverkehr von Bedeutung sein.

Abbildung 101: Vergleich der mittleren Tagesgänge der Messung in Gleisdorf mit anderen steirischen Messstationen

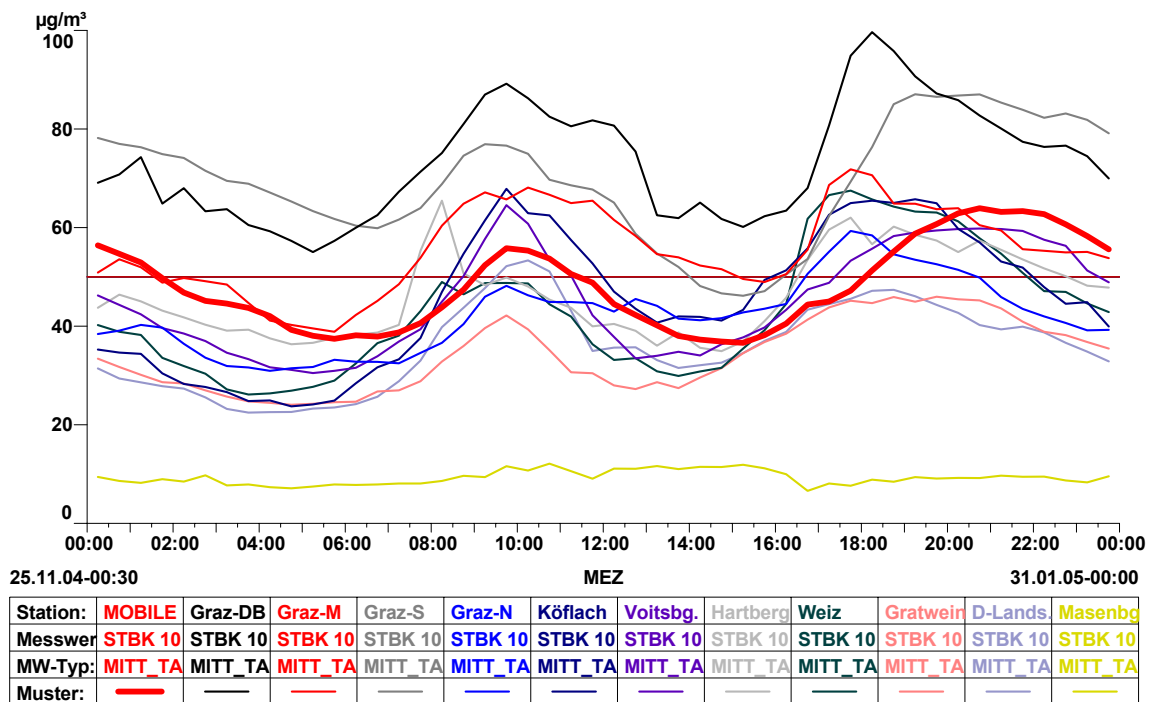
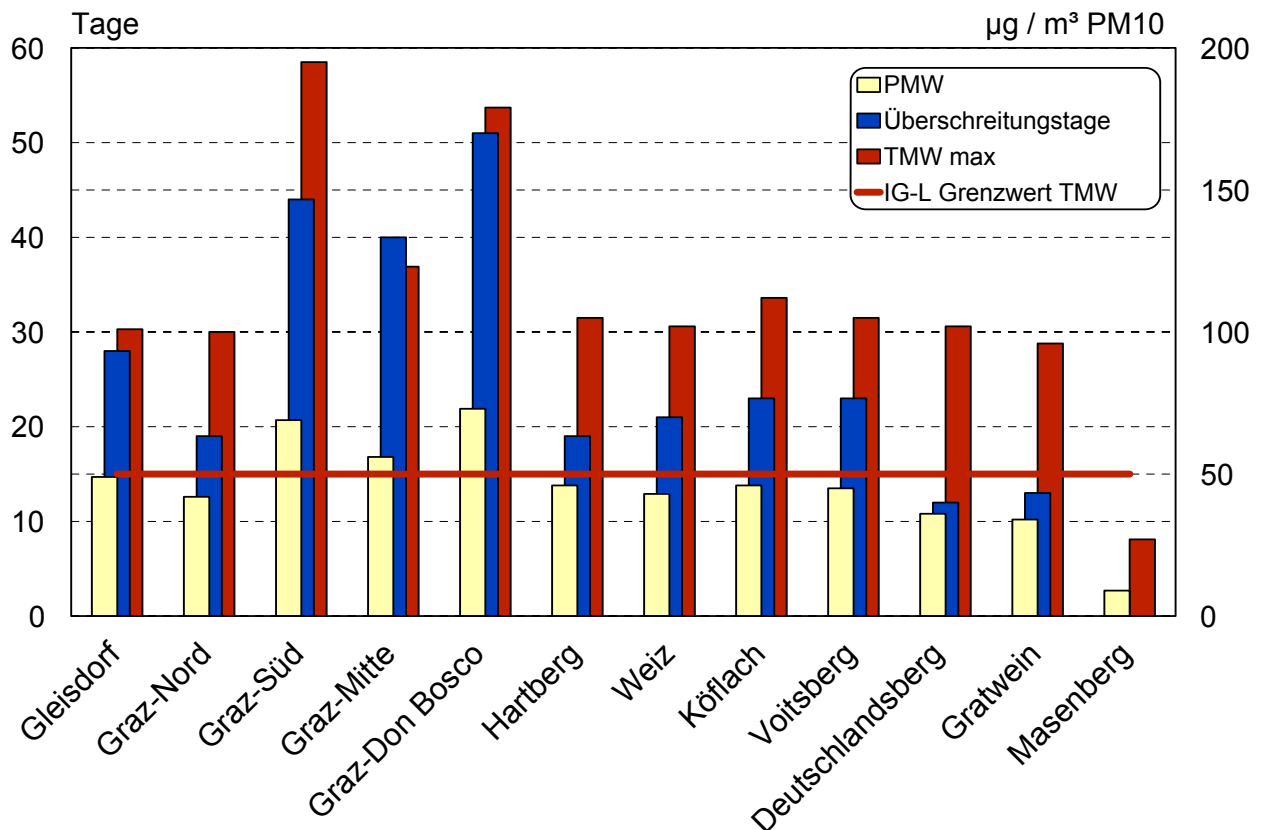


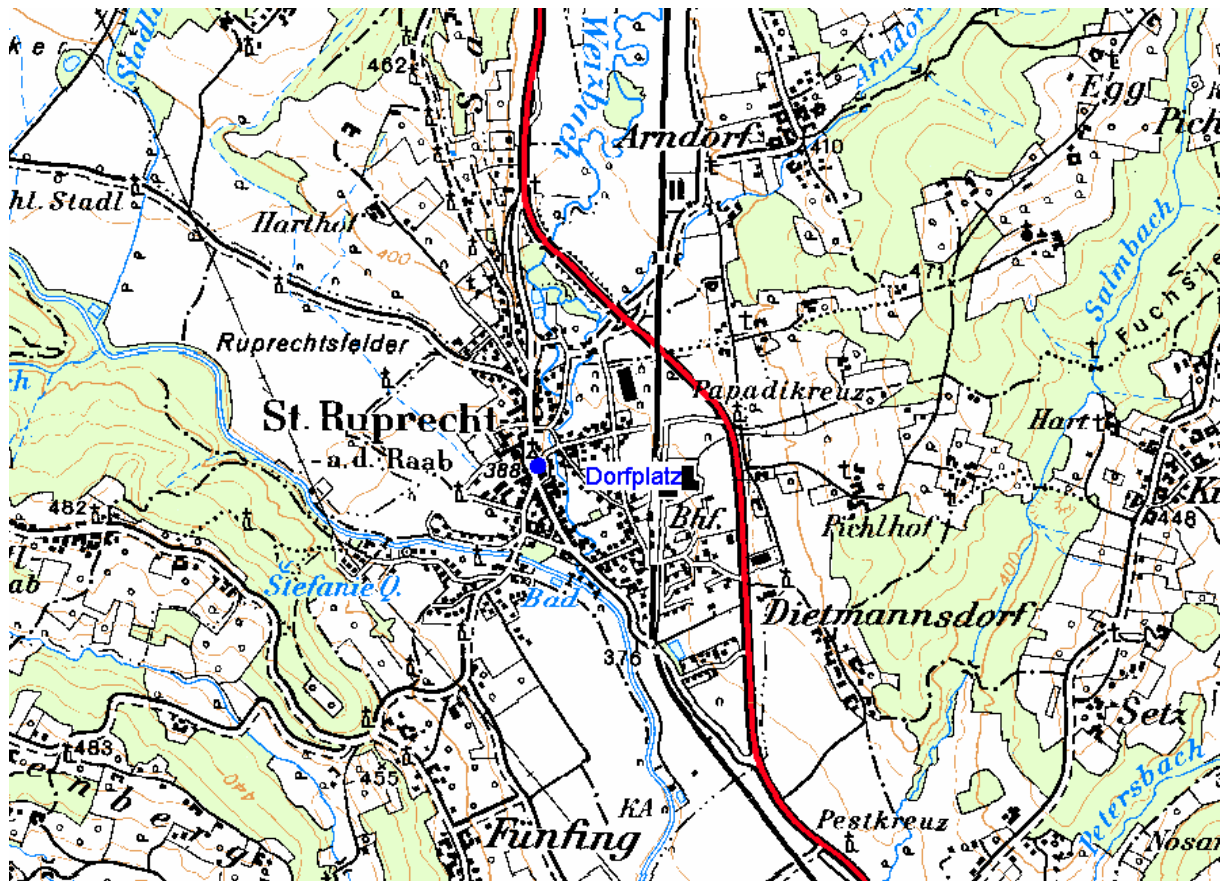
Abbildung 102: Vergleich der wichtigsten PM₁₀-Mittelungsparameter für die Messung in Gleisdorf (25.11.2004 bis 31.1.2005)



6.6 St. Ruprecht an der Raab

Neben den zentralen Orten in der Oststeiermark waren in den letzten Jahren auch kleinere Gemeinden Ziele von mobilen Messungen. St. Ruprecht, im Raabtal zwischen Weiz und Gleisdorf gelegen, weist trotz einer Umfahrung auf der Ortdurchfahrt ein hohes lokales Verkehrsaufkommen, auch von Schwerfahrzeugen, auf. Eine mobile Messung wurde im Zeitraum 19.11.2003 bis 4.2.2004 am zentralen Dorfplatz durchgeführt.

Abbildung 103: Der Messstandort in St. Ruprecht



Die Messergebnisse fügen sich weitgehend in das Bild der anderen Messungen in der Oststeiermark ein, wobei lokale Einflüsse (Hausbrand, Straßennähe) berücksichtigt werden müssen, ohne dass deren Anteil quantifizierbar ist.

Insgesamt wurde in St. Ruprecht ein deutlich überdurchschnittliches PM_{10} -Konzentrationsniveau registriert. Sowohl die Grundbelastung als auch die Anzahl der Tage mit Grenzwertüberschreitung lagen deutlich über dem mittelsteirischen Durchschnitt und sogar über den Vergleichswerten der Stationen in Hartberg oder Weiz (die durchaus vergleichbar verkehrsnah positioniert sind).

Die relativen Belastungen und auch der mittlere Tagesgang zeigten zwei sehr unterschiedliche Perioden. Bis Weihnachten blieben die Belastungen auf einem eher durchschnittlichen Niveau. Ab Beginn der Weihnachtsferien wurden in St. Ruprecht bis zum Ende der Messungen durchwegs deutlich höhere Konzentrationen registriert. Die Tagesgänge zeigten eine eher schwache Schwankung, wobei vor allem ab Weihnachten das nächtliche aber auch das mittägliche Niveau signifikant hoch blieb.

ben. Neben den lokalen Ausbreitungsbedingungen und einer möglichen regionalen Hintergrundbelastung dürfte hier auch der lokale Hausbrand (Gegenläufigkeit zur Temperatur) einen nennenswerten Beitrag geleistet haben.

Abbildung 104: Vergleich der wichtigsten PM₁₀-Mittelungsparameter für die Messung in St. Ruprecht (19.11.2003 bis 4.2.2004)

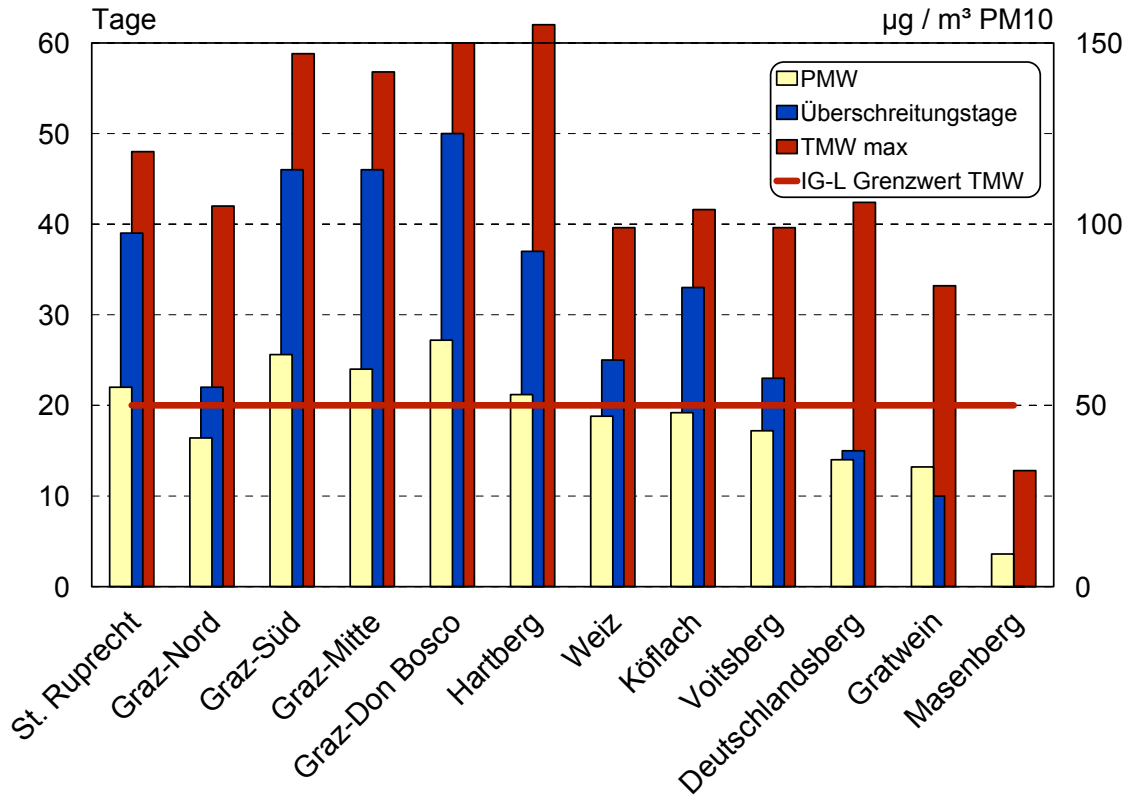


Abbildung 105: Verlauf der Tagesmittelwerte im Vergleich mit anderen steirischen Stationen und der Lufttemperatur

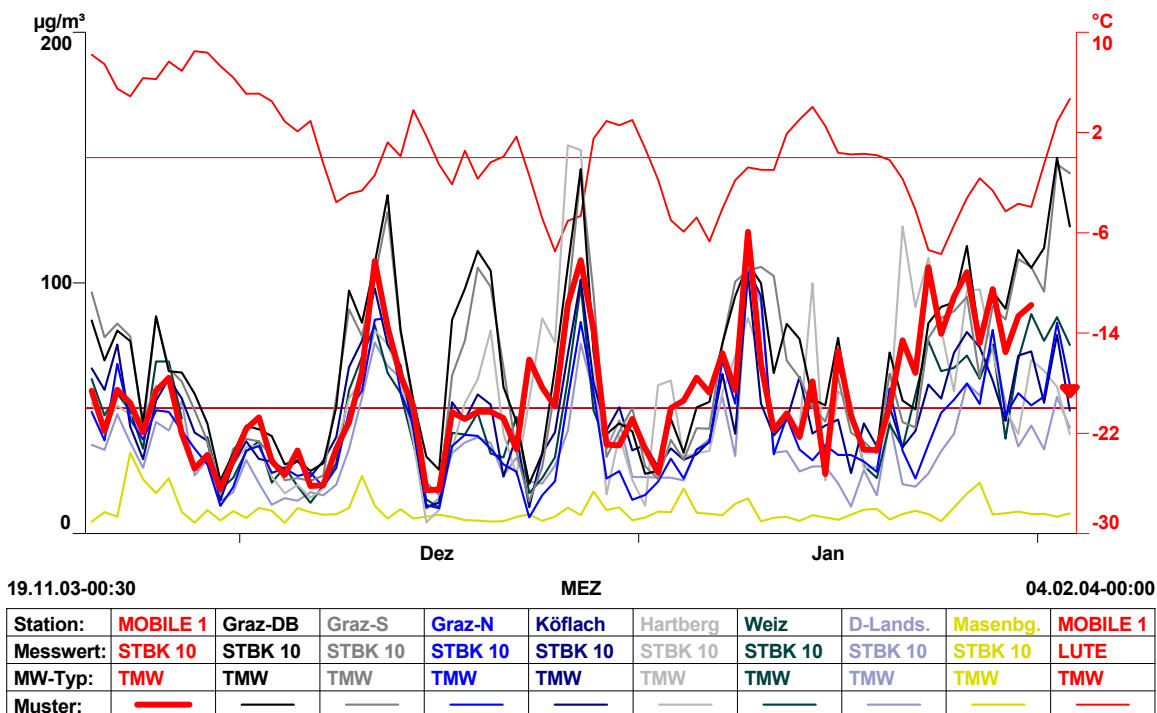


Abbildung 106: Vergleich der mittleren Tagesgänge bis Weihnachten

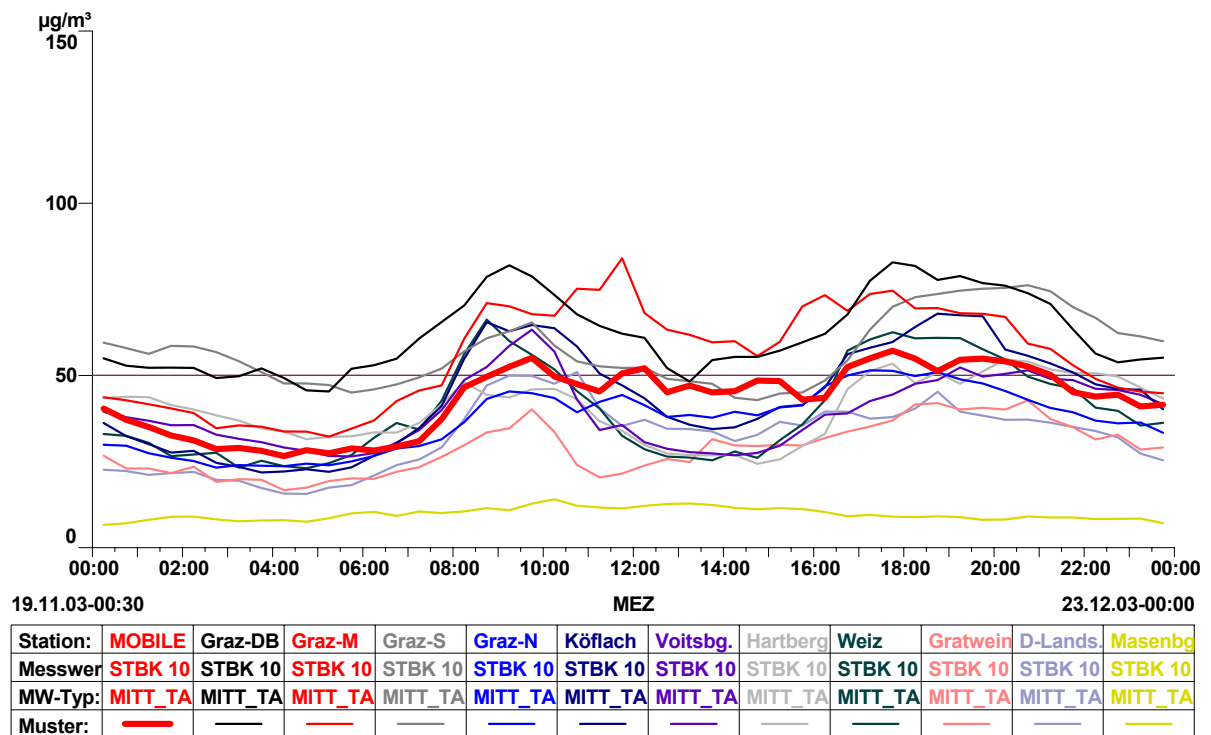
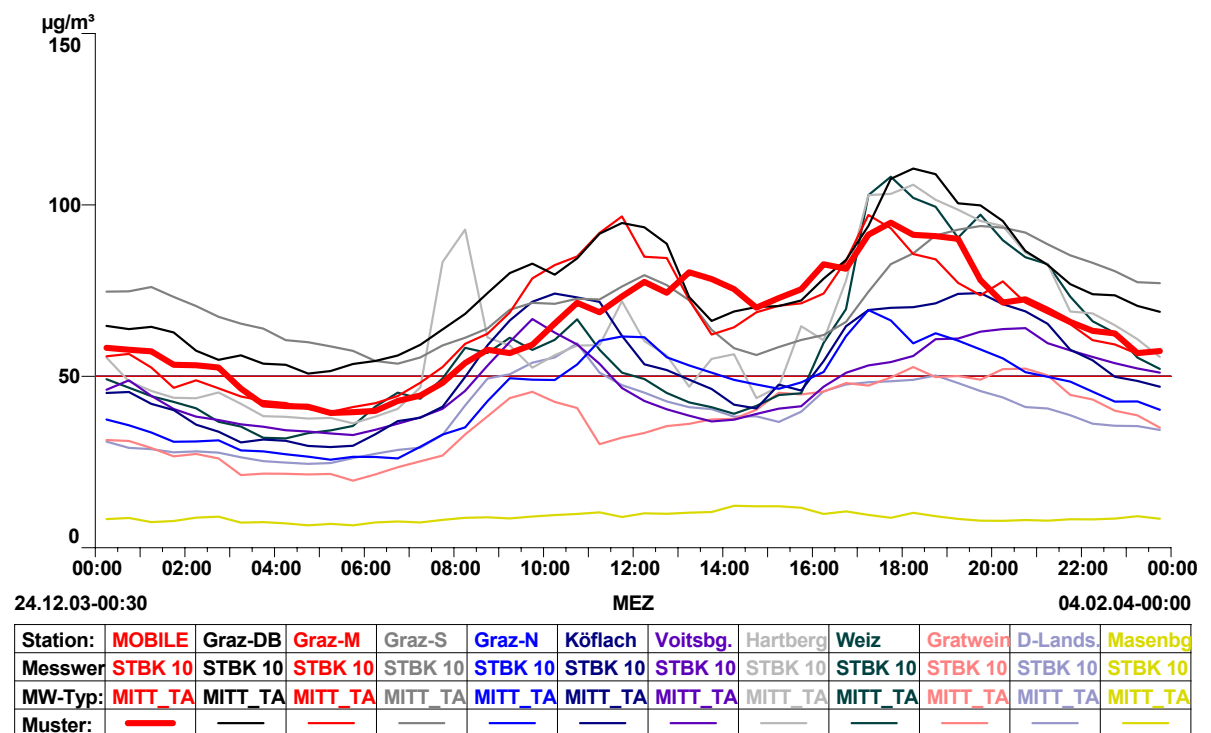


Abbildung 107: Vergleich der mittleren Tagesgänge ab Weihnachten

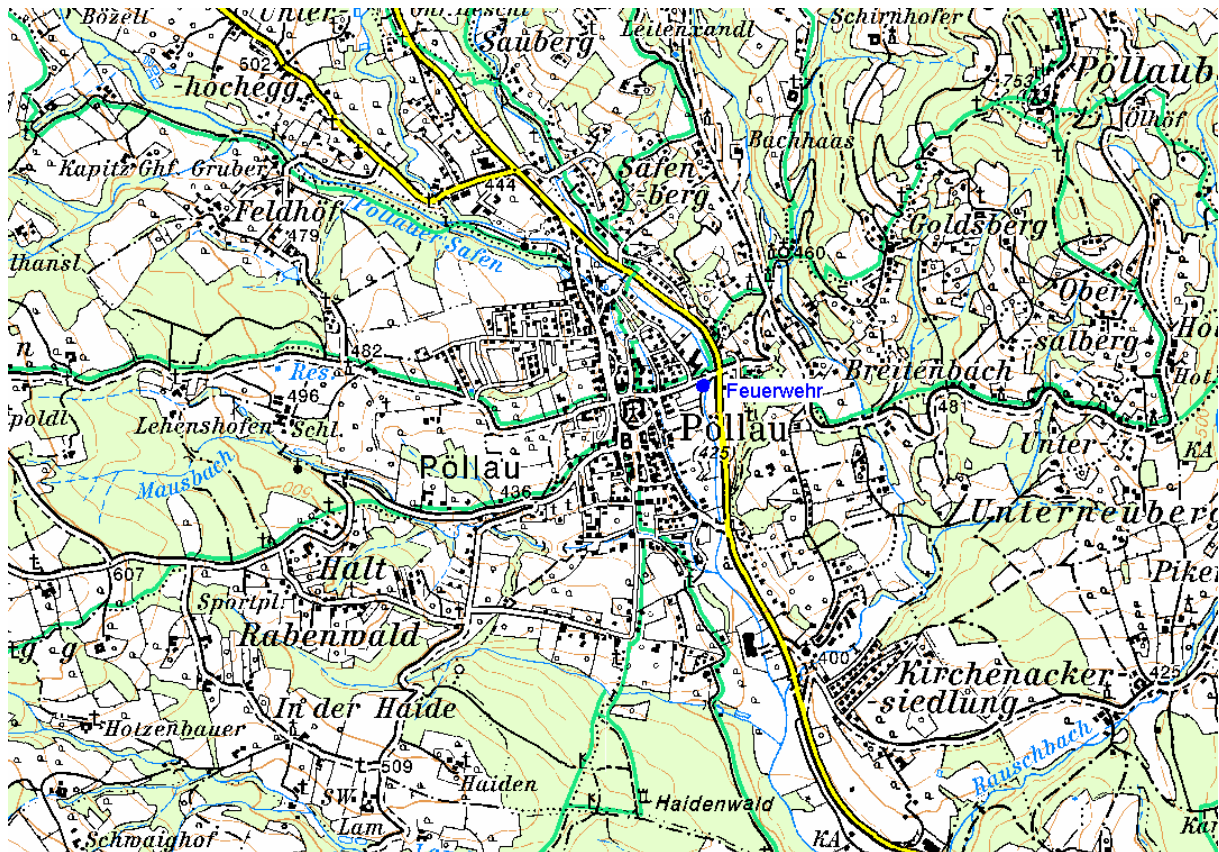


6.7 Pöllau

Im Gegensatz zu St. Ruprecht liegt Pöllau am Nordrand des oststeirischen Riedellandes am Übergang zum Steirischen Randgebirge. Die Messergebnisse waren daher zur Beurteilung der PM₁₀-Belastung im randlichen Bereich von Interesse.

Im Zeitraum von 28.9. bis 24.11. 2004 wurde im Bereich der örtlichen Freiwilligen Feuerwehr an der östlichen Ortszufahrt gemessen.

Abbildung 108: Der Messstandort in Pöllau

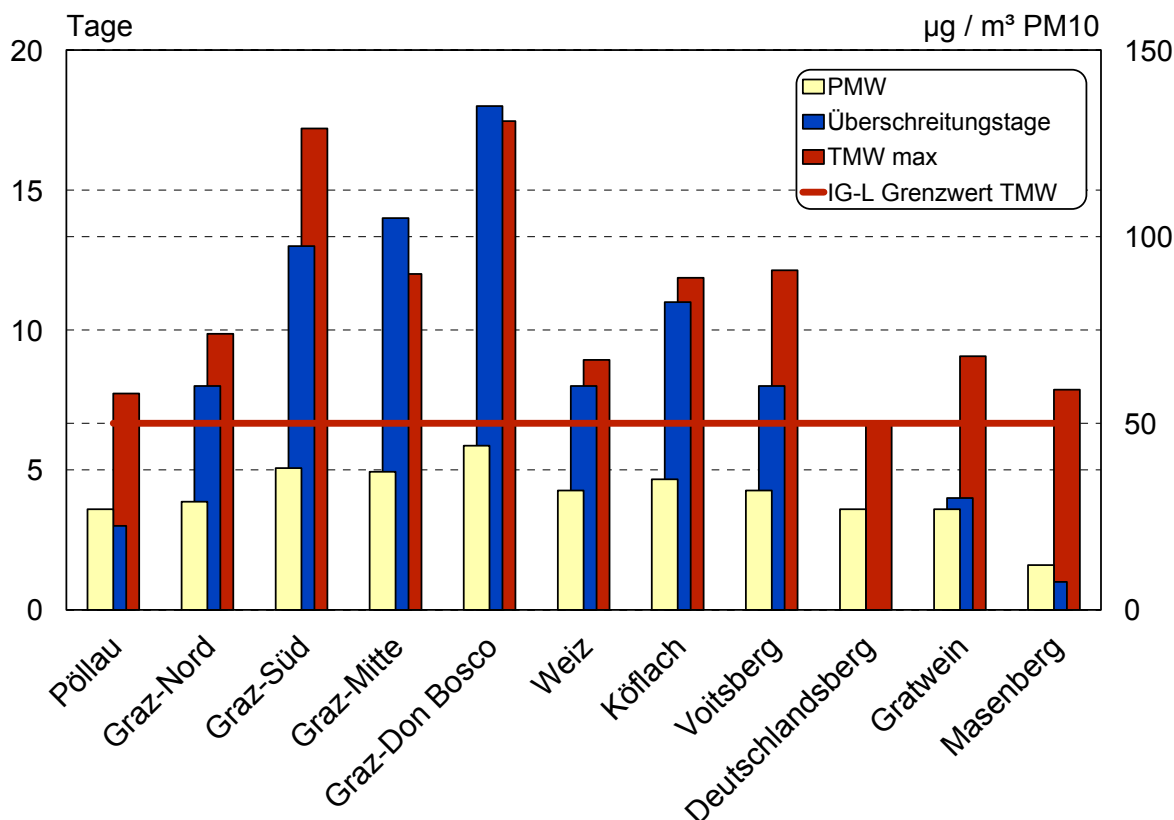


Die Messergebnisse müssen dahingehend relativiert werden, dass es sich um eine Herbstmessung handelte, die also nicht in der eigentlichen Feinstaubsaison lag. Für einen Vergleich mit anderen außeralpinen Messstellen ist daher vorwiegend der Messperiodenmittelwert heranzuziehen.

Bei der Grundbelastung zeigt die randliche Lage von Pöllau, das zudem in einem buchtartigen Becken in das Randgebirge eingelagert ist, im Vergleich mit den Messungen in zentralen Bereichen der Oststeiermark doch eine begünstigte Situation.

Der Messperiodenmittelwert lag etwas unter den Werten von Weiz bzw. dem Voitsberger Becken, aber immer noch auf einem vergleichbaren Niveau mit Graz-Nord bzw. Gratwein oder Deutschlandsberg. Es ist also in jedem Fall davon auszugehen, dass auch in Pöllau nicht mit einem Einhalten der gesetzlichen Vorgaben zu rechnen ist.

Abbildung 109: Vergleich der wichtigsten PM₁₀-Mittelungsparameter für die Messung in Pöllau (28.09. bis 24.11.2004)



6.8 Leibnitz

In Leibnitz wurden von 16.11.2004 bis 7.2.2005 in Zentrumsnähe (Parkplatz der Wirtschaftskammer) gemessen, da bislang aus diesem Teil der Südsteiermark keine aktuellen Messdaten zur Verfügung standen.

Obwohl aufgrund der bekannt ungünstigen immissionsklimatischen Bedingungen im Leibnitzer Feld mit extremer Windarmut und dementsprechend hoher Inversionsgefährdung mit entsprechenden Schadstoffkonzentrationen zu rechnen war, war die tatsächliche Höhe der registrierten Belastung doch nicht zu erwarten.

Sowohl der Messperiodenmittelwert als auch die Zahl der Tage mit Grenzwertüberschreitung lagen deutlich über allen steirischen Messstationen mit Ausnahme der beiden Grazer hochbelasteten Messstellen Don Bosco und Süd. Die Belastungen lagen im Messzeitraum zwischen jenen der Stationen Graz Süd und Graz Mitte. Obwohl also die lokalen PM₁₀-Emissionen deutlich unter denen von Graz bleiben, führen die erwähnten schlechte Ausbreitungsbedingungen und möglicherweise auch die regionale und überregionale Hintergrundbelastung zu beträchtlichen Belastungen.

Auch der mittlere Tagesgang ohne wirklich markante Tagesschwankung weist auf eine hohe Grundbelastung hin. Die Morgen- und Abendmaxima sind nicht sehr ausgeprägt, was trotz relativer Verkehrsnähe auf einen nur vergleichsweise geringen direkten Einfluss des Verkehrs hinweist. Auffällig ist dagegen die sehr geringe Nachtabsenkung und auch das hohe mittägliche Niveau, das für eine hohe Hintergrundbelastung mit nur vergleichsweise geringem lokalen Einfluss spricht.

Abbildung 110: Die Messstandorte in Leibnitz und Kaindorf an der Sulm

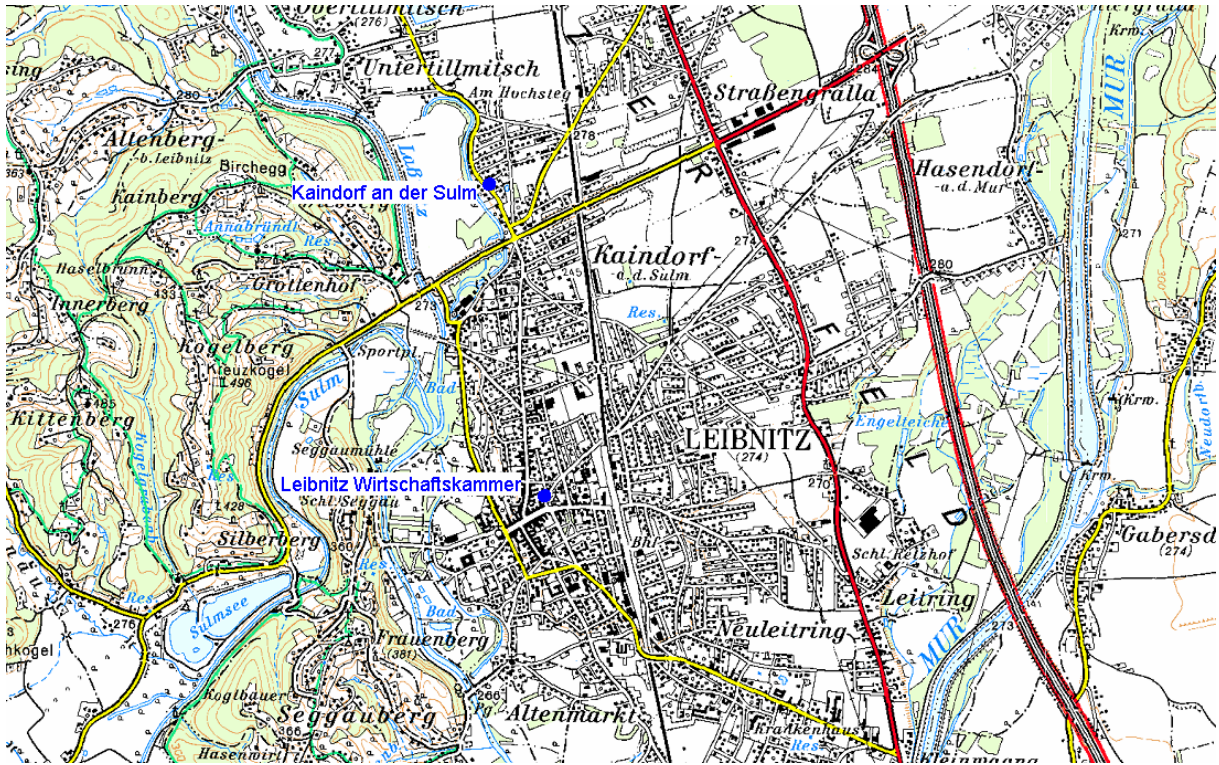
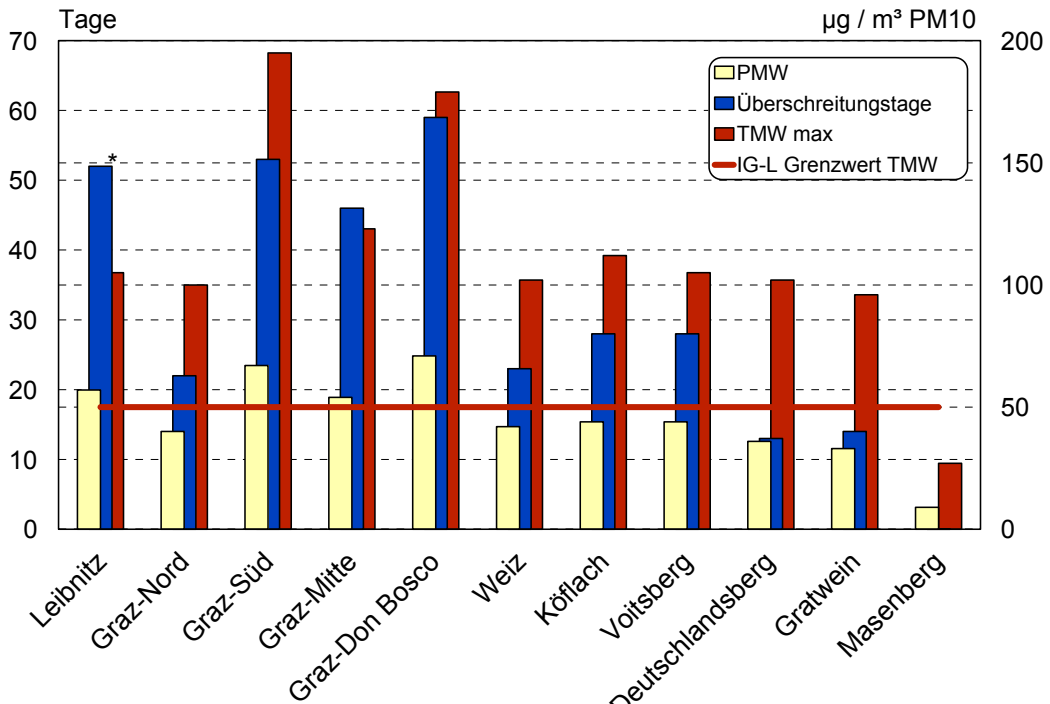


Abbildung 111: Vergleich der wichtigsten PM₁₀-Mittelungsparameter für die Messung in Leibnitz (16.11.2004 bis 7.2.2005)

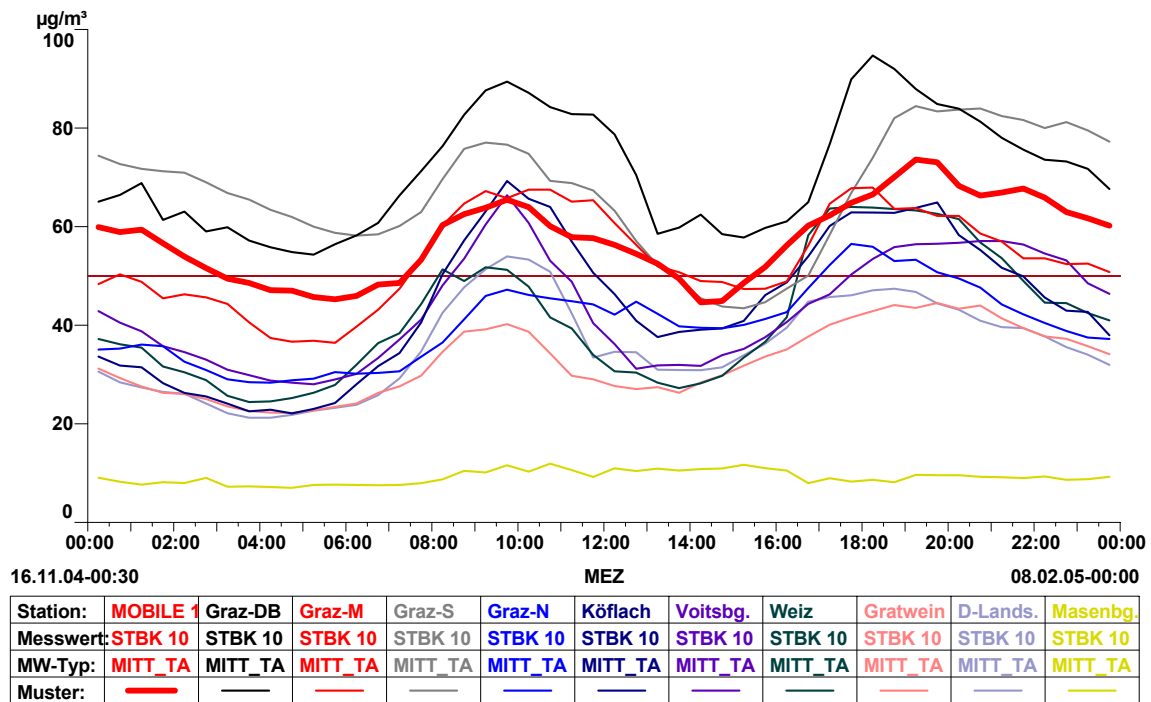


* Anzahl der Überschreitungstage wegen vorübergehendem Ausfall (4 Tage) extrapoliert

Das Stadtzentrum von Leibnitz muss damit nach heutigem Kenntnisstand nach Graz als höchstbelastete Örtlichkeit der Steiermark angesehen werden. Aufgrund der

Messergebnisse von 2004/05 werden im Winter 2006 in Leibnitz in etwas peripherer Lage neuerlich mobile Luftgütemessungen durchgeführt.

Abbildung 112: Vergleich der mittleren Tagesgänge der Messung in Leibnitz mit anderen steirischen Messstationen



6.9 Kaindorf an der Sulm

Nach den Messungen in Leibnitz wurden von 20.10. bis 7.12.2005 im nördlich an Leibnitz anschließenden Kaindorf an der Sulm mobile Luftgütemessungen durchgeführt. Wenn auch die Messergebnisse aufgrund des Messzeitraumes im Spätherbst und aufgrund einer grundlegend anderen Standortsituation im Nahbereich einer vor allem vom Schwerverkehr stark befahrenen Landesstraße nicht direkt mit den Leibnitzer Daten verglichen werden können, lieferte die Messung doch weitere Informationen zum regionalen Immissionsprofil im zentralen Leibnitzer Becken.

Die wichtigsten Mittelungsparameter zeigten jedenfalls neuerlich eine im Vergleich mit anderen Messstationen in der West- und Oststeiermark überdurchschnittliche Belastung. Ein höheres Messperiodenmittel wurde bei insgesamt eher unterdurchschnittlichen Belastungen (aufgrund des meteorologisch begünstigten Novembers und Dezembers) nur an den Grazer Messstellen Don Bosco und Mitte registriert. Das Grundniveau blieb also etwas unter dem im Leibnitzer Stadtzentrum, die Messung bestätigte aber das insgesamt deutlich überdurchschnittliche Belastungsprofil des Leibnitzer Beckens.

Abbildung 113: Verlauf der Tagesmittelwerte im Vergleich mit anderen steirischen Stationen

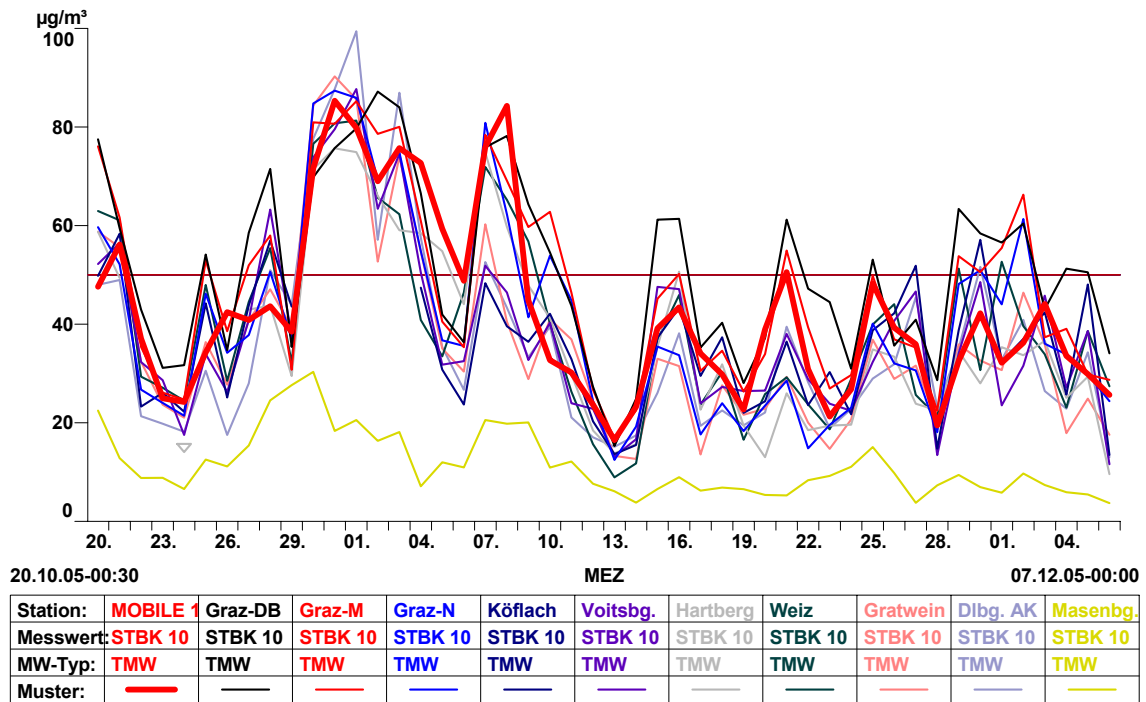
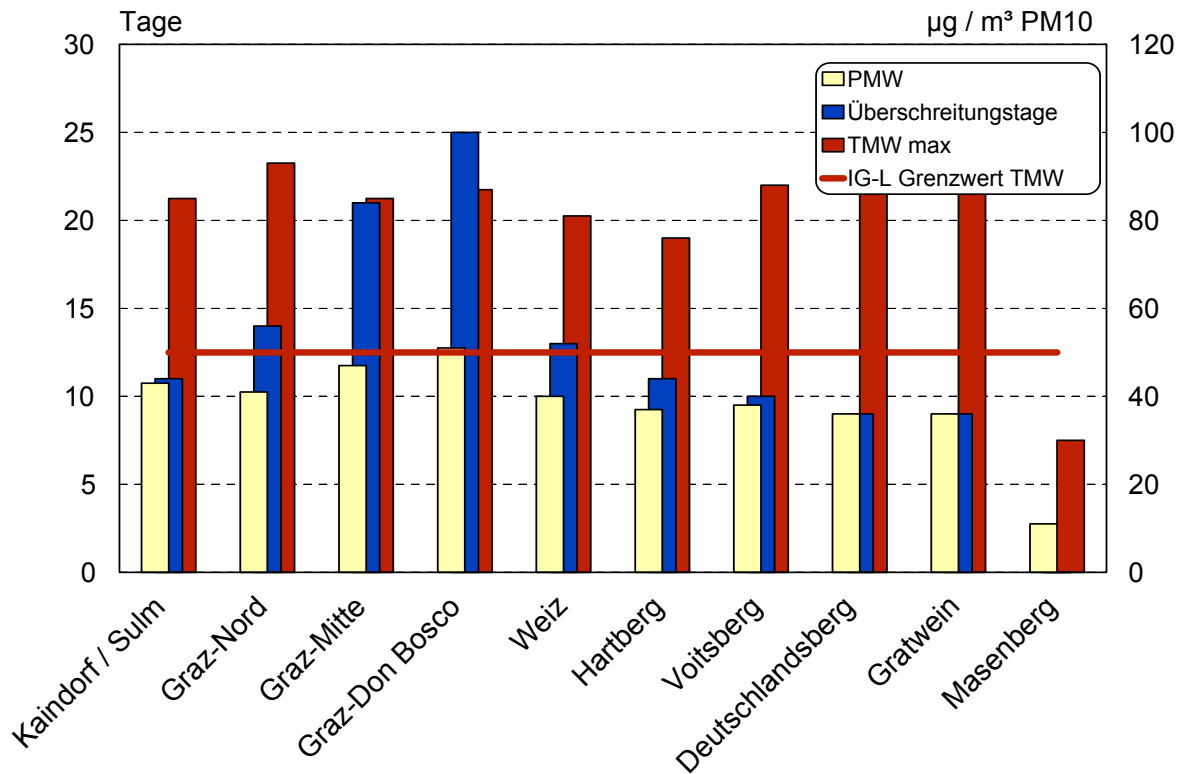


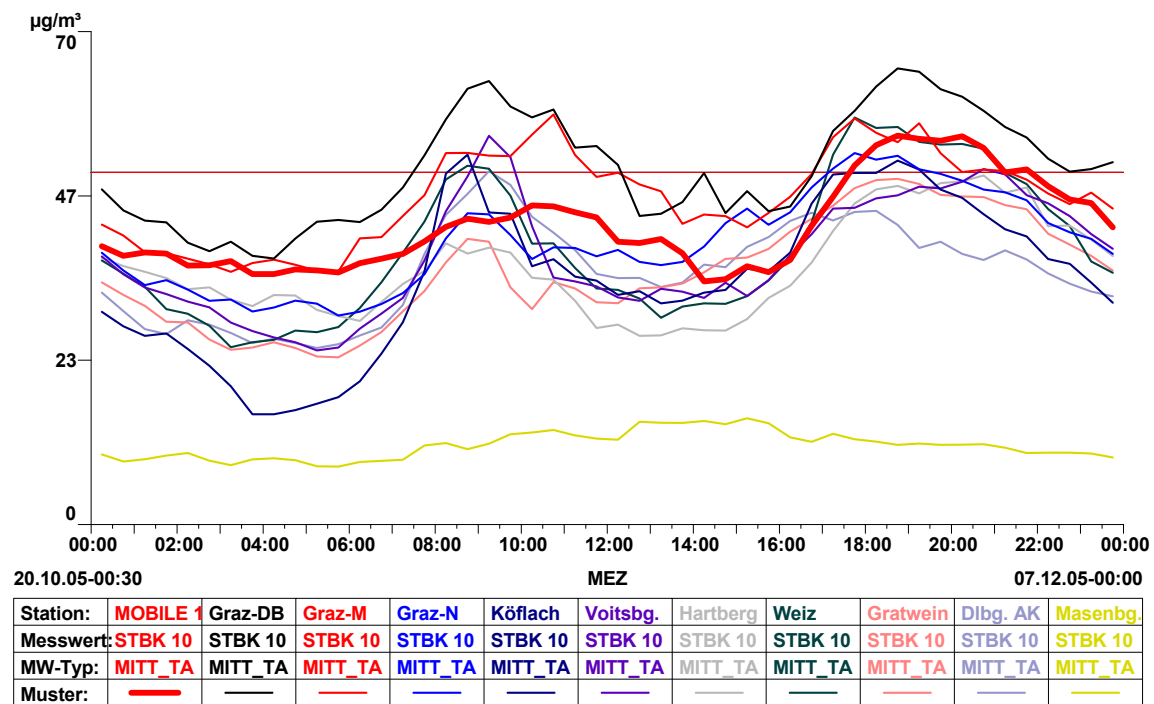
Abbildung 114: Vergleich der wichtigsten PM₁₀-Mittelungsparameter für die Messung in Kaindorf (20.10. bis 7.12.2005)



Auffällig war dabei ein deutlicher Unterschied zwischen dem Messzeitraum bis Mitte November und der zweiten Hälfte der Messungen. Im Oktober und in der ersten Novemberdekade führten immissionsklimatisch ungünstige Wetterlagen zu generell höheren Konzentrationen als in der zweiten Hälfte des Messzeitraumes. Während in dieser zweiten Periode auch das Leibnitzer Becken passabel durchlüftet war und die Tagesmittelwerte eher nur durchschnittlich bis leicht überdurchschnittlich waren, verstärkte sich in der stabilen ersten Messhälfte erwartungsgemäß die Situation im Leibnitzer Becken noch, wodurch die Belastungen in Kaindorf deutlich überdurchschnittlich waren.

Der mittlere Tagesgang zeigt ähnlich wie in Leibnitz eine geringe Tagesschwankung mit geringer nächtlicher und mittäglicher Absenkung, also einer hohen Grundbelastung. Die schlechten lokalen Ausbreitungsbedingungen sind also neben einer hohen regionalen und überregionalen Hintergrundbelastung als entscheidender Faktor für die hohe PM₁₀-Belastung im Leibnitzer Feld anzusehen.

Abbildung 115: Vergleich der mittleren Tagesgänge der Messung in Kaindorf mit anderen steirischen Messstationen



6.10 Resümee der mobilen Messungen

Die in den letzten 5 Jahren in der Ost- und Südsteiermark durchgeführten mobilen Messungen wiesen insgesamt auf eine hohe regionale Grundbelastung hin, die in den Talboden und Beckenlagen noch durch lokalklimatische Effekte verstärkt wird.

In der **Oststeiermark** wurden in den zentralen Orten Fürstenfeld, Feldbach und Gleisdorf PM₁₀-Konzentrationen registriert, die von der Größenordnung mit den Werten an den Fixmessstellen Hartberg und Weiz durchaus vergleichbar sind. Ähnliches gilt auch für die ebenfalls in der zentralen Oststeiermark gelegenen, aber deutlich kleineren Gemeinden St. Ruprecht und Bad Waltersdorf. Die randlich zum steirischen Randgebirge gelegene Gemeinde Pöllau weist eine deutlich günstigere Immissionssituation auf, ein Einhalten der gesetzlichen Vorgaben ist allerdings auch hier nicht zu erwarten.

Das südsteirische **Leibnitzer Becken** muss nach heutigem Kenntnisstand als nach dem Stadtgebiet von Graz höchstbelasteter Raum der Steiermark angesehen werden. Sowohl die Messungen im Leibnitzer Stadtzentrum als auch im nördlich angrenzenden Kaindorf an der Sulm erbrachten eine sehr hohe lokale PM₁₀-Immissionssituation, die als Ergebnis einer hohen überregionalen Hintergrundbelastung und sehr schlechter regionaler Ausbreitungsbedingungen.

7 PM₁₀ - Sondermessprogramme

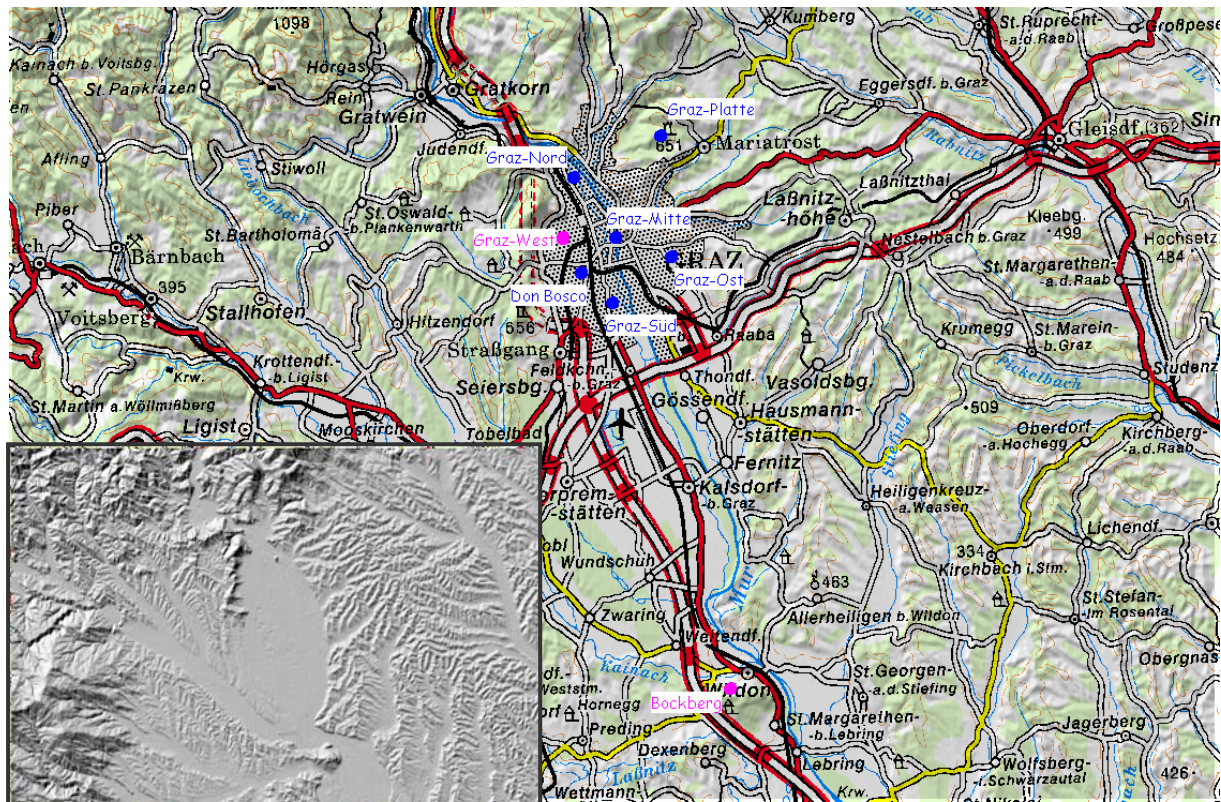
7.1 Untersuchungen zur Frage der Mischungsschichthöhe während PM₁₀ - Belastungssituationen im Grazer Becken

Die immissionsklimatische Analyse von Situationen mit hohen PM₁₀-Belastungen hat bisher neben Hinweisen auf potentielle Verursacher auch immer den entscheidenden Einfluss der Ausbildung und Mächtigkeit der Mischungsschicht auf die Höhe der Konzentrationen in den bodennahen Luftschichten gezeigt. Um mehr Informationen über die vertikale Verteilung der Feinstaubbelastungen im Grazer Becken zu erhalten, wurde im Juli 2003 die Ozonmessstelle Graz - Platte mit einem PM₁₀-Messgerät ausgestattet. Zusätzlich wurde im März 2004 die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (Regionalstelle Graz-Thalerhof) mit einer eintägigen Vertikalsondierung mittels Fesselballon beauftragt [PODESSER 2004].

7.1.1 PM₁₀-Messung Graz-Platte

An der Messstelle Graz-Platte (660 m) wurde mit 1. Juli 2003 neben dem Ozon- auch ein PM₁₀-Messgerät, vorübergehend zur Verfügung gestellt vom Umweltamt der Stadt Graz, in Betrieb genommen. Damit werden auch im engeren Grazer Stadtgebiet Staubdaten an einem deutlich über dem Beckenboden (340 – 360 m) liegenden Standort erhoben. Vorher war dies lediglich als Schwebstaub TSP-Messung an der Messstelle Bockberg (550 m) der Fall, die aber an der Südumrahmung des Grazer Beckens deutlich stadtferner liegt.

Abbildung 116: Übersicht über die PM₁₀-(blau) und TSP-Messstationen (lila) im Grazer Becken

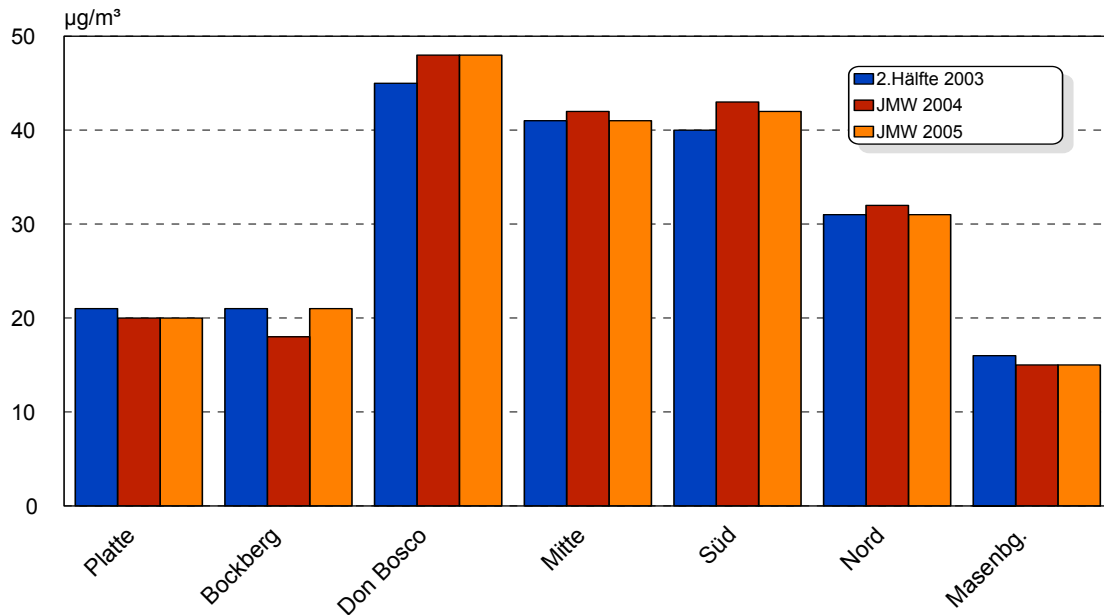


Überraschend ist hier vor allem, dass die beiden peripheren Stationen trotz der großen Horizontaldistanz sowie der sehr unterschiedlichen Entfernungen zum Stadtbe- reich und der unterschiedlichen lokalklimatischen Verhältnisse über nahezu den ge- samten Zeitraum seit Beginn der Messungen auf der Platte einen weitgehend iden- ten Belastungsgang und auch ein vergleichbares Konzentrationsniveau (Messperio- denmittelwert über 2 ½ Jahre: Bockberg 19µg/m³, Platte: 20µg/m³) aufwiesen. Ledig- lich im Hochwinter 2004 (Jänner – März) und im Hochsommer 2005 lagen die Mo- natsmittel auf dem Bockberg deutlich unter denen der Platte.

Auch der Unterschied PM₁₀ – TSP spielt aufgrund der peripheren Lage kein Rolle. Es ist davon auszugehen, dass an der Messstelle Bockberg nahezu der gesamte TSP- Schwebstaub im PM₁₀-Größenbereich liegt. Die beiden Messstellen spiegeln also ganz offensichtlich den regionalen Hintergrund wider.

Im keiner Weise ausgeprägt ist auf der Platte der Jahrgang der Konzentrationen. Es ist kein klarer Trend sichtbar. Es besteht damit hier ein deutlicher Unterschied sowohl zur PM₁₀-Hintergrundmessstelle am Masenberg oberhalb von Hartberg (1180 m), die ein akzentuiertes Sommermaximum und Winterminimum aufweist, als auch zu den Grazer Stationen, die das bekannte deutlich ausgeprägte Wintermaximum und Sommerminimum aufweisen.

Abbildung 117: Vergleich der Halbjahres (2003) und Jahresmittelwerte (2004 und 2005) der Grazer Stationen



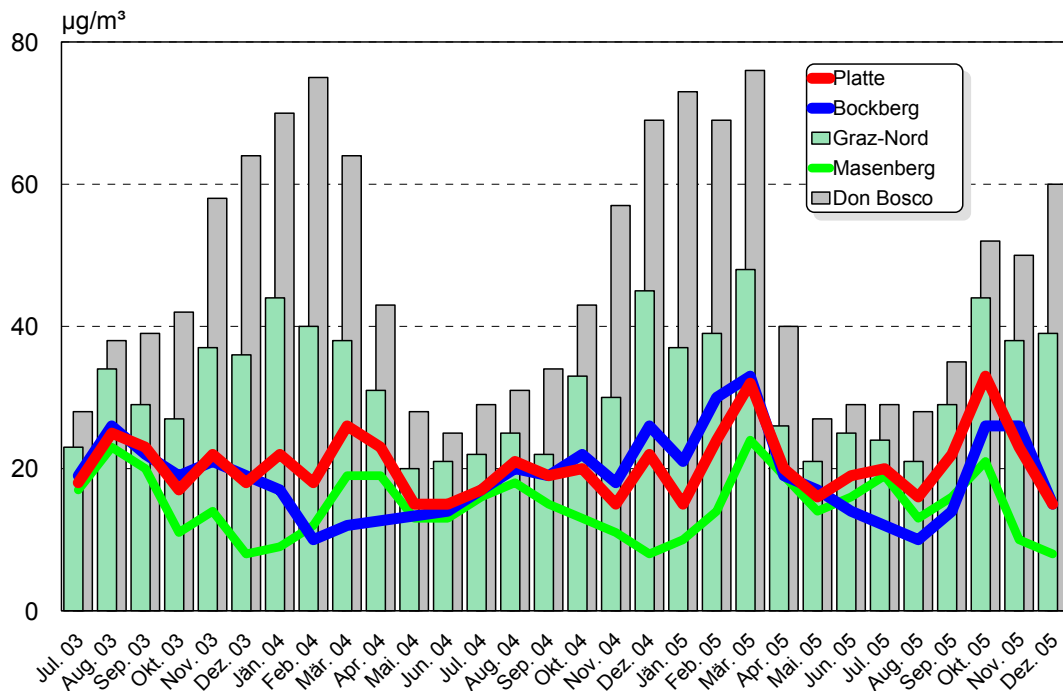
Die Platte zeigt die erwarteten geringeren PM_{10} -Konzentrationen, signifikant sind sicher die Differenzen zum Grazer Stadtgebiet im Winterhalbjahr generell und bei bestimmten Wetterlagen im speziellen:

Die Platte liegt bei autochthonen Wetterlagen aufgrund der in diesen Situationen geringmächtigen Mischungsschicht hierbei meistens bereits außerhalb der Mischungsschicht, was sich in einem deutlich geringeren Belastungsniveau als an den rund 300 m tiefer gelegenen Stadtstationen widerspiegelt. Höhere Konzentrationen werden im Winter meist nur bei Labilisierungsphasen (Störungsdurchgänge bzw. fallweise um die Mittagszeit) registriert.

Die höchsten Belastungen wurden im März und im Oktober 2005 registriert. Beide Monate waren auch in Graz hochbelastet, aufgrund der nicht mehr (März) bzw. noch nicht (Oktober) extrem stabilen Ausbreitungsbedingungen und damit größerer Mischungsschicht-Höhe dürfte es hier zu einem verstärkten Transport belasteter Luft aus dem Grazer Becken zur Station gekommen sein.

Im Sommerhalbjahr ist die bodennahe Atmosphäre generell labil geschichtet, die Platte liegt innerhalb der hohen Mischungsschicht. Damit werden die (jahreszeitlich geringeren) Emissionen der Stadt auch, wenn auch abgeschwächt, auf der Platte gemessen, die Konzentrationsdifferenzen zu den städtischen Stationen sind vergleichsweise geringer.

Abbildung 118: PM₁₀-Monatsmittelwerte Juli 2003 bis Juli 2004



Besonders signifikant waren die Unterschiede während der extrem belasteten ersten Februarwoche 2004, als an den Grazer Stationen die höchsten PM₁₀-Werte seit Beginn der Messungen registriert wurden (siehe Kapitel 5.3).

Ausschlaggebend für die hohen Belastungen in diesem Zeitraum war dabei das Zusammenkommen mehrerer ungünstiger Faktoren:

- ⇒ Die milde Südwestströmung führte zum Aufgleiten warmer Luftmassen auf die in den Tälern und Becken liegende kühlere (jedoch nicht kalte, sondern für Februar ebenfalls sehr milde!) Luft. Über einen Zeitraum von mehreren Tagen kam es dadurch zu keiner wirklichen Inversionsauflösung und damit zu keinem nennenswerten Luftaustausch in den bodennahen Schichten. Die Platte und die Kalkleiten waren während des gesamten Zeitraumes (bis zum Eintreffen einer schwach wetterwirksamen Störung am 7. durchgehend wärmer als der Stadtbereich.
- ⇒ Nach einem kalten Jännerende führte die milde, trockene Wettersituation zu einer allgemeinen raschen Auftrocknung, wodurch es zu einer unverhältnismäßigen Zunahme der Staubemissionen aus Aufwirbelungsvorgängen (maßgeblich aus dem Straßenverkehr) kam. Der hohe Anteil der aufgewirbelten, vergleichsweise groben Stäube zeigt sich auch dadurch, dass je nach Verkehrsnähe sehr unterschiedlich hohe Belastungen registriert wurden. Da sich diese gröberen Partikel deutlich schneller wieder absetzen, gelangte deutlich weniger Staub an die Station Graz–Nord als z.B. an Graz–Süd oder –Mitte.
- ⇒ Zusätzlich noch verstärkte die milde Witterung die sekundäre Partikelbildung.

Während langer Strecken dieses Zeitraumes lag die Platte klar außerhalb der Mischungsschicht, die also sicher deutlich weniger als 300 m Mächtigkeit gehabt haben muss. Die nachfolgende Abbildung der Temperaturgänge der Grazer Stationen zeigt

einerseits die stabilen Bedingungen, die in diesem Zeitraum herrschten, andererseits auch, dass die Platte nur sehr kurzzeitig in den Bereich der Mischungsschicht gekommen sein dürfte, wo Luft aus dem Becken an die Station transportiert wurde.

Es ist also davon auszugehen, dass die winterlichen Belastungssituationen im Grazer Becken, vermutlich aber auch in anderen topographisch vergleichbaren Regionen der Steiermark, durchwegs nur die bodennächsten Luftschichten betreffen. Außerhalb der Mischungsschicht ist mit einer raschen Abnahme der Konzentrationen zu rechnen.

7.1.2 PM₁₀ – Vertikalsondierung März 2004

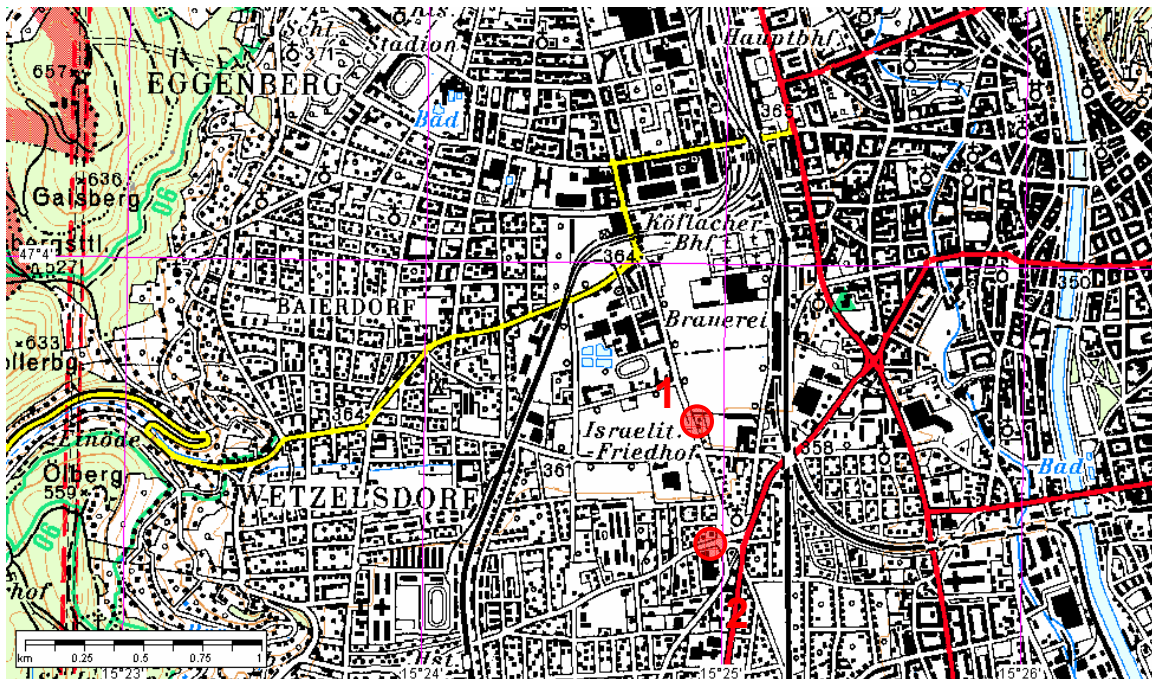
Um der Frage der vertikalen Verteilung der Staubbelastungen weiter auf den Grund zu gehen, wurde im Spätwinter 2004 die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (Regionalstelle Graz-Thalerhof) mit der Durchführung einer eintägigen Vertikalsondierung mittels Fesselballon beauftragt.

Dabei sollten in einem belasteten Gebiet der Stadt unter ungünstigen Ausbreitungsbedingungen die vertikalen PM₁₀-Konzentrationsverläufe über einen Tag in zeitlich hoher Auflösung gemessen werden. Ergänzend sollte die zugehörige Meteorologie erhoben werden, um die immissionsklimatische Situation besser analysieren zu können.

Die Sondierung fand am Mittwoch, dem 17.03.2004, im Stadtbezirk Gries am Firmengelände der Firma Roche statt. Der Standort befand sich im Nahbereich der Kreuzung Alte Poststrasse - Wetzelsdorfer Straße, wobei der Abstand zur relativ stark befahrenen Wetzelsdorfer Straße etwa 175 m, der zur Alten Poststraße etwa 150 m betrug. Der Abstand zum nächsten industriellen Emittenten, der Marienhütte an der Südbahnstraße betrug ca. 300 m. In der Nähe des Messstandortes (ca. 500m) befindet sich die Messstation Graz Don Bosco.

Die Aufstiege erfolgten mit einem mit 15 m³ Helium gefüllten Zeppelin, an dem eine meteorologische Sonde (Windrichtung und -geschwindigkeit, Temperatur, Taupunkt und Relative Feuchte) und ein Staubanalysegerät (Aerosolspektrometer GRIMM DUSTcheck 1.108, zur Verfügung gestellt vom Umweltamt der Stadt Graz) befestigt waren. Die Sondierungen wurden bis in Höhen von etwa 400 m über Grund durchgeführt, größere Aufstiegshöhen wurden aus sicherheitstechnischen Gründen (Flugverkehr) nicht genehmigt. Die Aufstiege begannen um 06:00 MEZ und wurden im Halbstundentakt bis 10:00 MEZ durchgeführt. Danach wurde bis 18:00 MEZ stündlich, in der Folge bis 20:00 wieder im Halbstundentakt gemessen. Insgesamt wurden 20 Sondenaufstiege absolviert.

Abbildung 119: Lage des Sondierungsstandortes (1) und der Station Graz-Don Bosco (2)



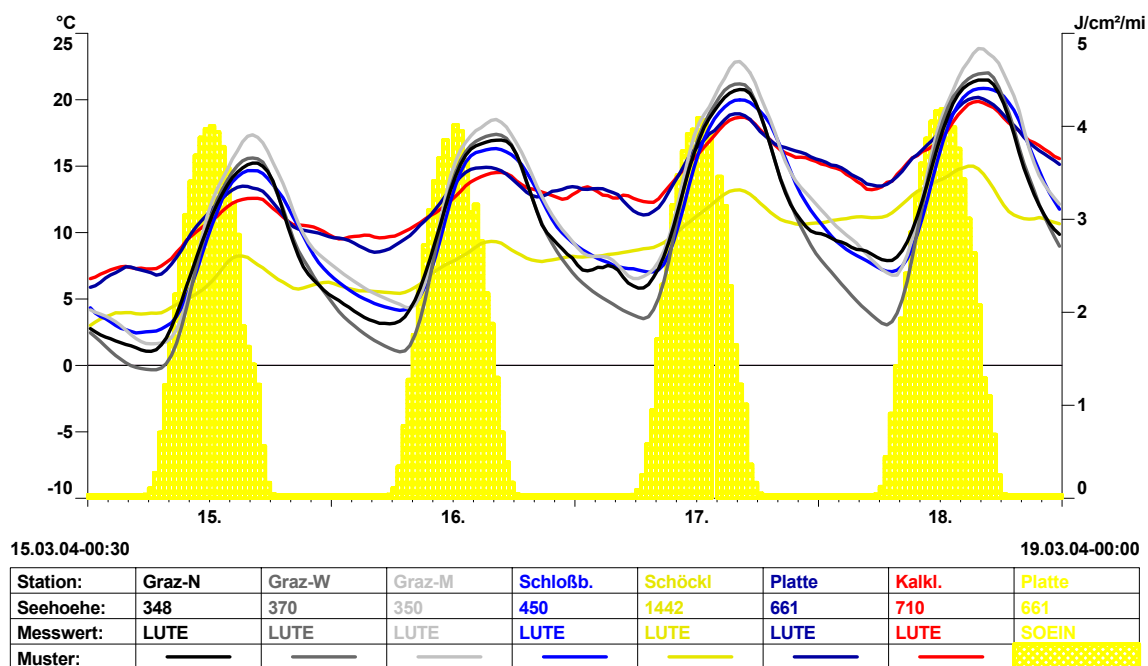
Meteorologie:

Am 15. verstärkte sich der Hochdruckeinfluss. Aus dem Nordwesten streifte im Tagesverlauf ein kaum wetterwirksamer Störungsausläufer die Ostalpen, welcher sich nur in der Obersteiermark mit dem Durchzug mittelhoher und hoher Wolken­schichten bemerkbar machte. Im Südöstlichen Alpenvorland herrschte sogar wolkenloses Wetter, auch die folgende Nacht blieb weitgehend klar.

Am 16. breitete sich der Höhenhochkeil weiter nach Nordosten mit Kern über den Alpen aus, am Alpenostrand war in der Höhe eine noch schwache Nordwestströmung wirksam. Wieder stellt sich im Südöstlichen Alpenvorland wolkenloses Wetter ein. Die Temperaturen zogen in allen Höhen kräftig an, die Nullgradgrenze stieg auf 3000 m an. Das Temperaturminimum lag an der Station Graz-Universität bei 0,6 Grad, das Maximum erreichte 17,1 Grad. Die morgendliche Temperaturinversion erreichte am Flughafen Graz rund 1000 m Mächtigkeit und eine Stärke von 10,1°.

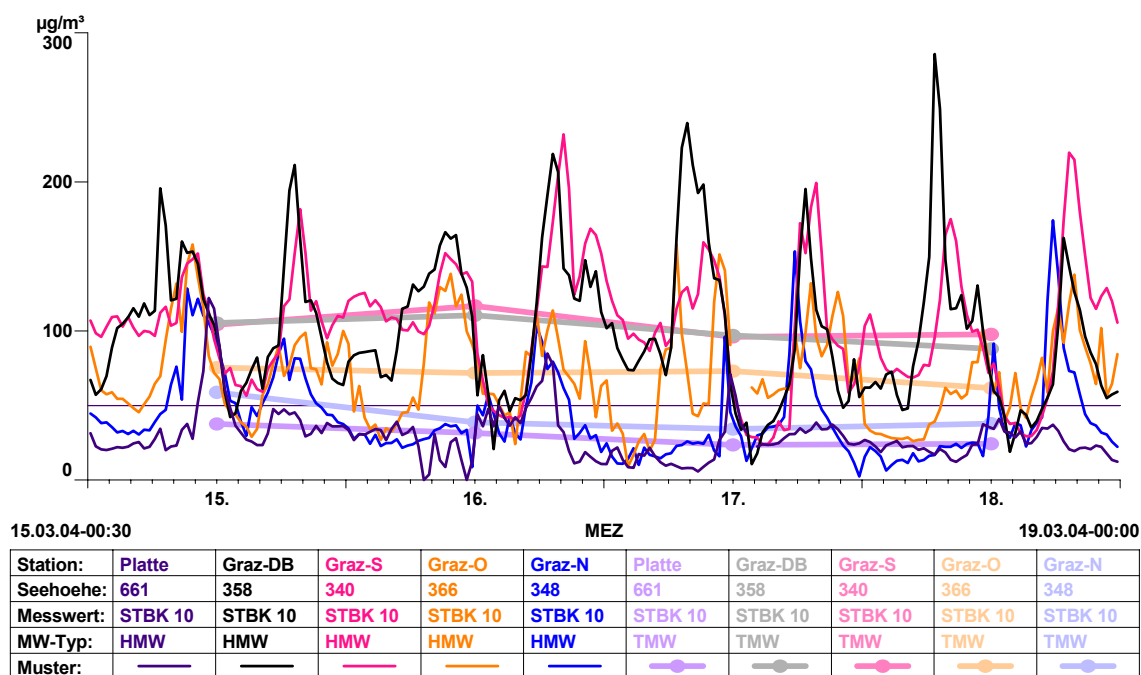
Auch der 17. war noch klar hochdruckdominiert. Unter heiteren Bedingungen war der Murtalabwind in den Morgenstunden gut ausgeprägt. Im Südöstlichen Alpenvorland machte sich die Zufuhr subtropischer Warmluft vor allem in mittleren Höhenlagen durch trockene Luft und milde Temperaturen bemerkbar. Am 18. begann sich der Hochdruck langsam abzuschwächen, bevor sich in der Folge eine Westströmung über das Land legte.

Abbildung 120: Temperatur und Globalstrahlung in Graz zwischen 15. und 18.3.2004



Die PM₁₀-Messstellen registrierten an diesen Tagen zwar keine überdurchschnittlich hohen Belastungen, der Grenzwert wurde jedoch an den Stationen Don Bosco, Graz-Süd und -Ost durchwegs überschritten. In Graz-Nord blieben die Konzentrationen nach einer Grenzwertüberschreitung am 15. ebenso wie auf der Platte unter dem Grenzwert (das Messgerät der Station Graz-Mitte lieferte in diesem Zeitraum unplausible Werte).

Abbildung 121: PM₁₀ in Graz im Zeitraum 15. und 18.3.2004



Die Immissionssituation:

Morgensituation (6:10 bis 08:30 MEZ)

Am Morgen herrschten stabile Ausbreitungsbedingungen, wobei die Bodeninversion etwa eineinhalb Stunden nach Sonnenaufgang von unten her aufgelöst und in eine freie Inversion umgewandelt wurde.

Die bodennahe Strömung (die ersten 50 m) war durch schwache Winde aus uneinheitlichen Richtungen gekennzeichnet, die darüber wirksame, talauswärtsgerichtete Strömung aus dem Murtal mit nordwestlichen bis nördlichen Windkomponenten war gut entwickelt.

Am Morgen stiegen am Messstandort die Konzentrationen am Boden sukzessive an. Dieser Anstieg ist im Zusammenhang mit standortnahen Emittenten, vor allem dem stärker werdenden Verkehrsaufkommen, zu sehen. Im Vergleich zur morgendlichen Verkehrsspitze erfolgte der Anstieg allerdings etwas zeitverzögert. Die Konzentrationen nahmen mit fortlaufender Zeit bis in eine Höhe von etwa 200 m ständig zu, wobei in Bodennähe ein Maximalwert von $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen wurde. Eine vertikale Konzentrationsabnahme erfolgte dabei rasch innerhalb der ersten 50m. In größerer Höhe existierte ein gut ausgeprägter „low level-jet“ aus vorwiegend nordwestlicher Richtung mit auffällig niedrigen PM_{10} -Konzentrationen.

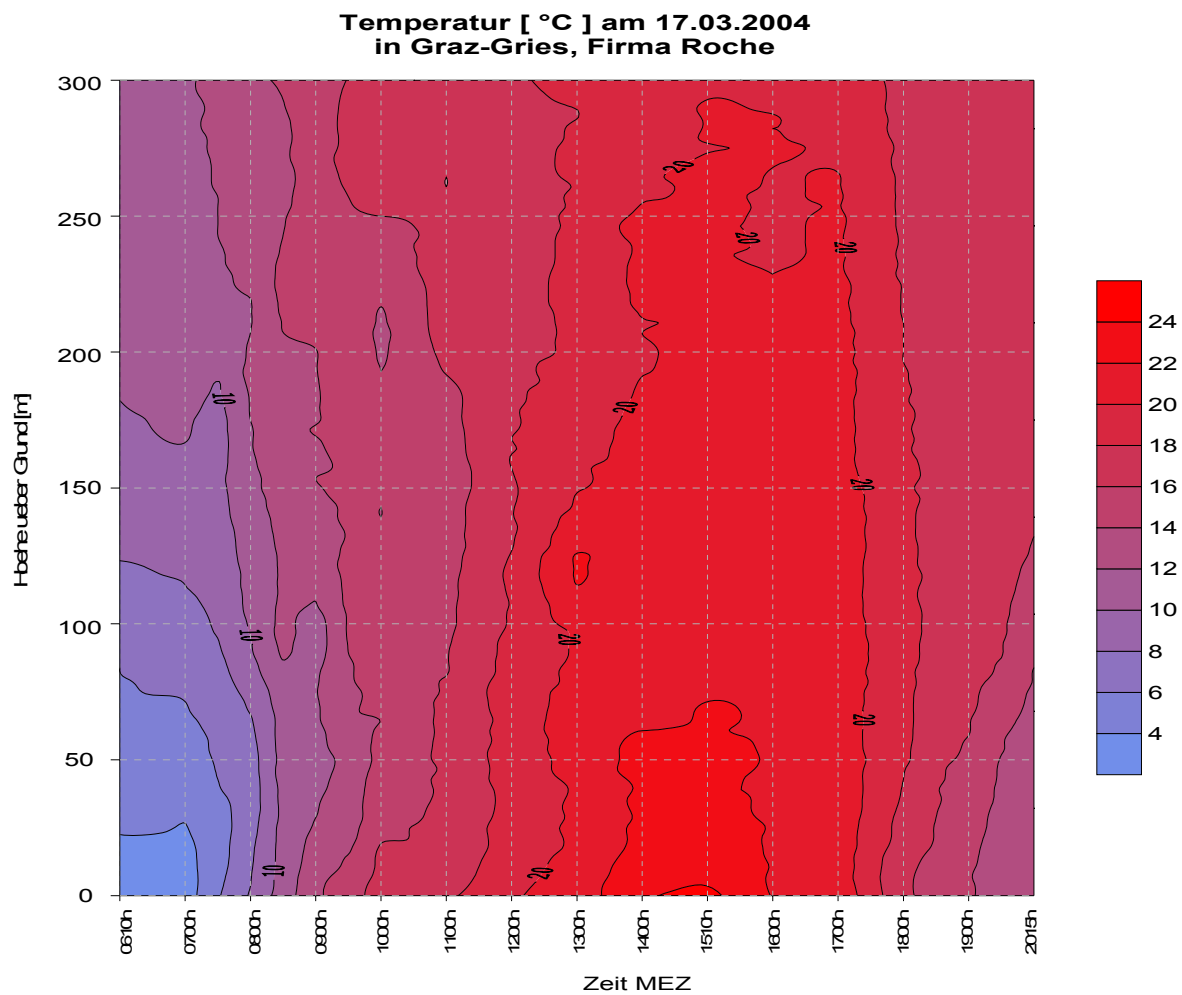
An der verkehrsnahen Station Don Bosco, etwa 500 m südlich des Sondierungsstandortes, blieben die 3-Minutenmittelwerte der PM_{10} -Konzentrationen bis etwa 06:00 MEZ unter $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, danach stiegen sie bis um 7:45 MEZ rasch bis auf $242 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dieser Wert stellte gleichzeitig die lokale Maximalkonzentration an diesem Tag dar.

Vormittagssituation (09:00 bis 11:00 MEZ)

Während dieser Phase hatte sich die Inversion aufgelöst, es herrschten bei anwachsender Mischungsschichthöhe neutrale oder sogar leicht labile Ausbreitungsbedingungen. Der Wind drehte unter geringen Geschwindigkeiten von Nordwest auf Süd, wobei sich die taleinwärts gerichtete Strömung zuerst in Bodennähe durchsetzte.

Aufgrund des Abhebens der Inversion und des „Hinaufmischens“ feinstaubbelasteter Luft kam es mit der Höhe nicht mehr zu einer Abnahme sondern teilweise sogar zu einem Anstieg der Konzentrationen. Die Dicke der belasteten Luftschicht nahm dabei ständig zu und reichte um 10:00 MEZ bis 220 m. Mit der stärker werdenden südlichen Anströmung ist auch eine Verfrachtung von Emissionen aus entfernteren Stadtbereichen südlich des Messstandortes anzunehmen.

Abbildung 122: Temperaturprofil während der Ballonsondierungen



Der Zeitpunkt der höchsten Konzentrationen am Boden und der Anstieg in der Höhe erfolgte am Sondierungsstandort gegenüber der verkehrsnahen Messstation Don Bosco mit etwa einstündiger Verspätung. Dort wurde um 9:12 MEZ ein sekundäres Maximum mit $205 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen, danach sanken die Werte auf etwa $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ab. Dabei wiesen die anderen Grazer PM_{10} - Messstellen, etwa Graz-Süd oder Graz-Ost einen annähernd synchronen Konzentrationsverlauf mit dem Sondierungsstandort auf. Noch später trat das Konzentrationsmaximum an der Station Graz-Platte auf. Diese dürfte erst spät in den Einflussbereich feinstaubbelasteter Luft aus dem Stadtgebiet gekommen sein, welche hinaufgemischt und nach Norden verfrachtet wurde. Dies stimmt gut mit den im vorherigen Abschnitt gemachten Überlegungen zur PM_{10} -Dynamik auf der Platte überein.

Mittag- und Nachmittagsituation (12:00 bis 17:00 MEZ)

Der Zeitraum vom späten Vormittag bis zu den späten Nachmittagsstunden war durch günstige Ausbreitungsbedingungen geprägt, welche im wesentlichen durch eine neutrale bis leicht labile Temperaturschichtung und einen gut entwickelten Talleinwind bestimmt waren. Dies bestätigten auch die Windverhältnisse an den Grazer Stadtstationen mit Anströmungen aus südlicher bis südöstlicher Richtung.

Die PM_{10} -Konzentration am Messstandort blieben im wesentlichen bis in 300 m über Grund unter $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, darüber erfolgte ein weiteres Absinken auf unter $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

An der verkehrsnahen Messstelle in Don Bosco sank die PM₁₀-Konzentration um 13:45 MEZ auf 6 µg/m³, danach erfolgt ein langsamer Anstieg, um 17:00 MEZ lagen die Werte bei 58 µg/m³. Auch die übrigen PM₁₀-Stadtstationen wiesen um 14:00 MEZ ihr Minimum auf, welches mit Ausnahme von Graz Ost unter 50 µg/m³ lag.

Abendsituation (18:00-20:15MEZ)

Nach Sonnenuntergang baute sich eine Bodeninversion auf, es herrschten zunehmend stabile Ausbreitungsbedingungen.

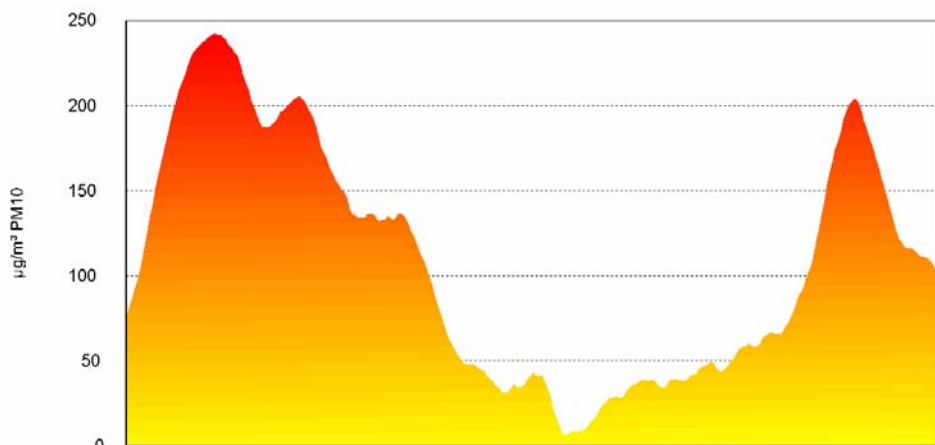
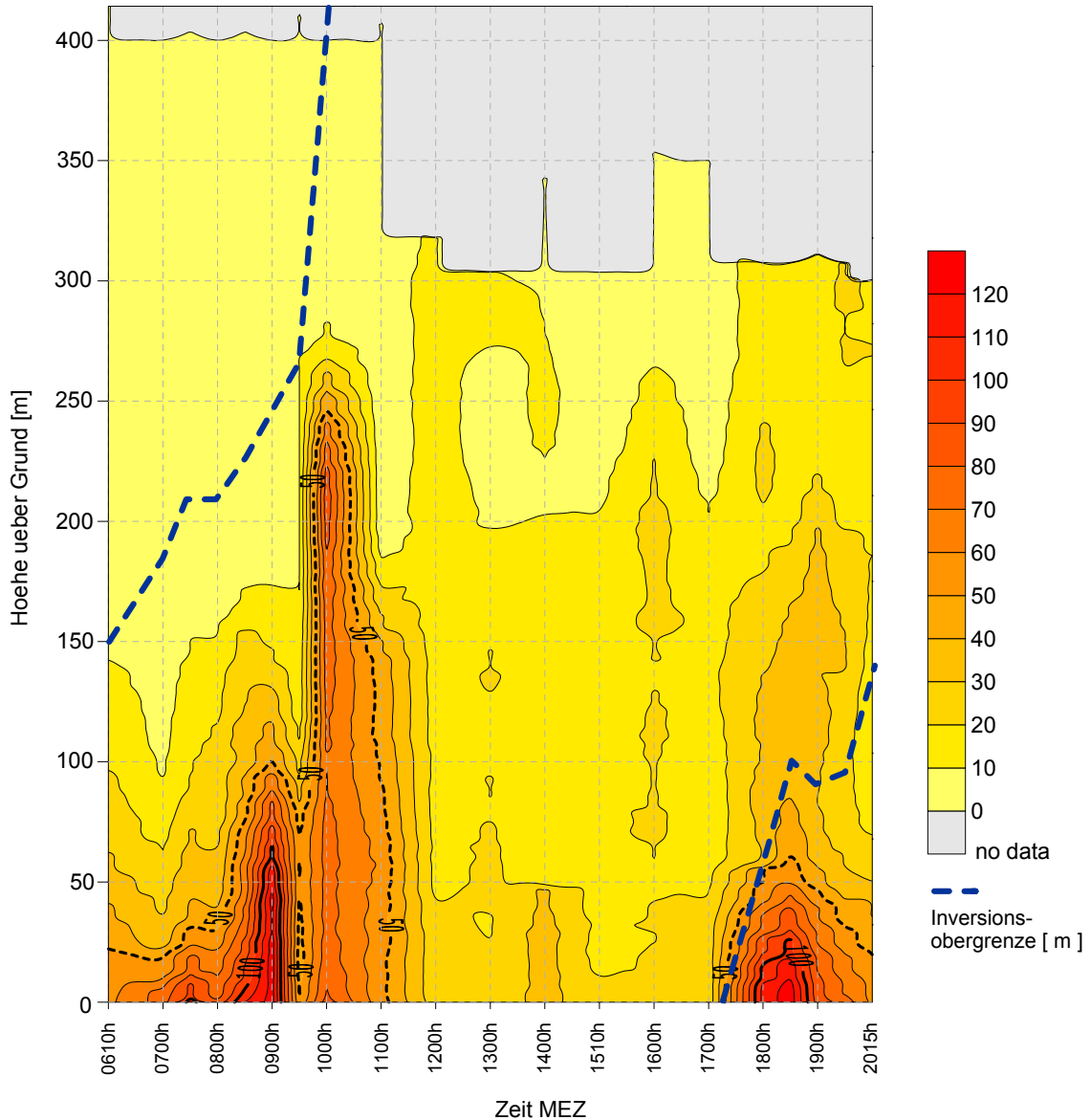
Auch das Windsystem stellte sich vom Boden her um und dreht auf Nordwest. Dieser „low level jet“ war am Boden schwach, in 50 bis 80 m jedoch markant mit Windgeschwindigkeiten bis über 5 m/s ausgeprägt. Es ist somit davon auszugehen, dass feinstaubbelastete Luft innerhalb einer geringmächtigen Mischungsschicht über das Stadtgebiet hinweg nach Süden transportiert wurde.

Im Zuge der Sondierungen wurden um 18:30 MEZ in Bodennähe mit 126 µg/m³ die höchsten PM₁₀-Konzentrationen des Tages gemessen. Zu diesem Zeitpunkt erfolgte noch eine rasche Abnahme der Konzentration innerhalb der untersten 50 m. Mit dem Anwachsen der Bodeninversion im Laufe des Abends vergrößert sich auch die Höhe der Mischungsschicht, innerhalb der die Konzentration nun langsamer abnahmen, auf ca. 100 m.

Mit Beginn der abendlichen Verkehrsspitze, welche ab etwa 16 Uhr einsetzte und bis etwa 19 Uhr andauerte, stiegen die PM₁₀-Werte an der verkehrsnahen Messstelle Don Bosco merklich an, wobei ein starker Anstieg erst ab etwa 17:30MEZ mit einem Maximum um 18:45 MEZ von 204 µg/m³ auftrat. Bis zum Ende der Messkampagne sanken die Werte dann relativ rasch auf etwa 100 µg/m³ ab. Auch die übrigen Grazer Messstellen zeigten vergleichbare Konzentrationsverläufe, in Graz-Nord trat die Spitze dabei am frühesten (18:00 MEZ), in Graz Süd am spätesten (20:00 MEZ) auf.

Abbildung 123: PM₁₀ - Vertikalprofil während der Ballonsondierungen sowie Konzentrationsverlauf in Graz – Don Bosco (Dreiminutenmittelwerte)

PM₁₀ Konzentration [µg/m³] am 17.03.2004
in Graz-Gries, Firma Roche



7.1.3 Vertikalverteilung von PM₁₀ - Zusammenfassende Betrachtung

Die beiden dokumentierten Sondermessprogramme vertieften den Kenntnisstand über die Zusammenhänge zwischen der Höhe der Staubkonzentrationen und der Höhe der Mischungsschicht. Wie auch die absolute Konzentrationshöhe unterliegt deren vertikale Verteilung einer starken tageszeitlichen und witterungsabhängigen Dynamik und ist ursächlich mit Ausprägung und Mächtigkeit der Mischungsschicht verbunden.

Wie erwartet, treten die höchsten Konzentrationen zum Zeitpunkt der größten Stabilität auf, wenn die Mischungsschicht eigentlich gar nicht existent ist, sondern durch eine stabile Sperschicht in Bodennähe ersetzt wird (Nachtstunden). Die Mächtigkeit des zur Verdünnung zur Verfügung stehenden Luftpaketes beschränkt sich also auf wenige Meter bis Zehner Meter. Da auch die Zeitpunkte der höchsten temporären Emissionen (Verkehrsspitzen) in diesen stabilen Zeitraum fallen, ergeben sich daraus die bekannt ungünstigen Bedingungen.

Mit der Labilisierung der bodennahen Luftschichten erfolgt ein einmaliger vertikaler Transport der belasteten Luftmassen, der zu einem markanten Rückgang der Belastungen führt.

Bei ausgeprägter Mischungsschicht herrschen in dieser weitgehend gleichmäßige Staubkonzentrationen, die auch in Bodennähe nur unerheblich höher liegen als in 200 bis 300 m Höhe über Grund.

Es kann also davon ausgegangen werden, dass die täglichen morgendlichen bzw. abendlichen Maximalimmissionskonzentrationen im Grazer Becken nur in Bodennähe in dieser Intensität auftreten und schon in leicht erhöhten peripheren Lagen mit einem deutlichen Konzentrationsrückgang gerechnet werden kann.

7.2 Ermittlung von Beiträgen verschiedener Quellen zur Immissionsbelastung – AQUELLA-Projekt

7.2.1 Vorbemerkungen

Wie schon in Kapitel 4. ausgeführt wurde, besteht für die Datenlage, was die Zuordnung der Partikel-Emissionen betrifft, noch weiterer Untersuchungsbedarf.

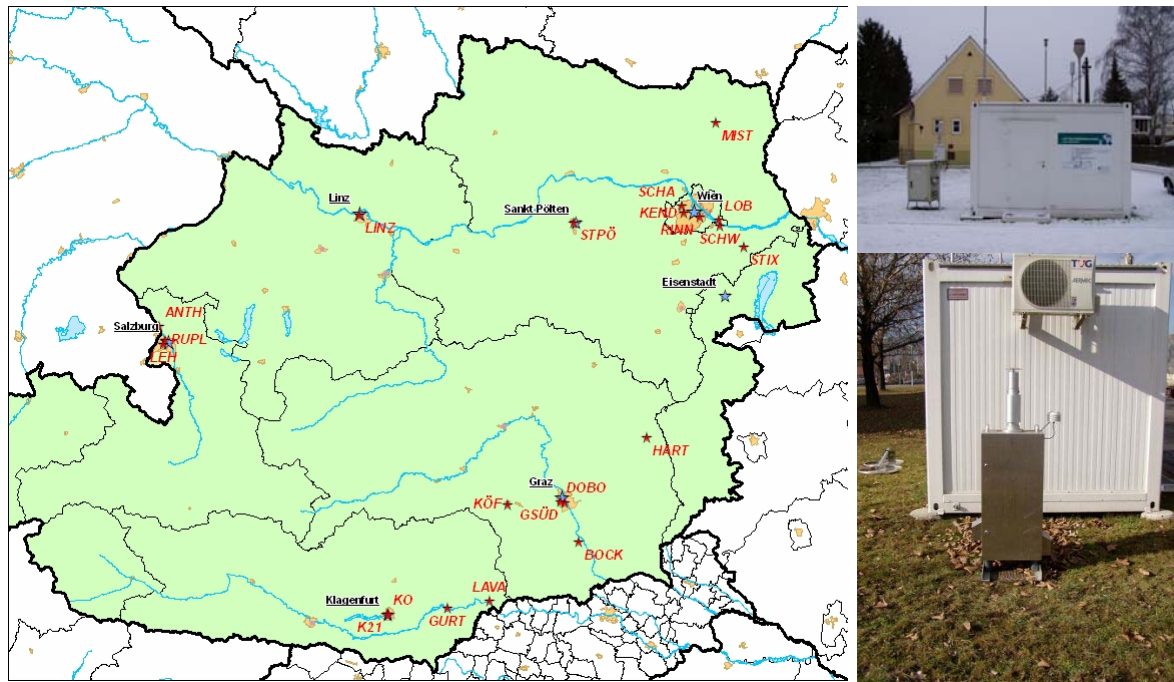
Während bei gasförmigen Luftschadstoffen auf Basis der Emissionskataster auf Anteile von Verursacherquellen geschlossen werden kann, ist dies bei Partikeln nicht in gleichartiger Weise möglich, weil

- ⇒ 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 deshalb in den Emissionskatastern nicht aufscheint und
- ⇒ Emissionskataster diffuse Emissionen nur sehr unvollständig erfassen, die z.B. durch Straßenabrieb, Bautätigkeit, Erosion von offenen Flächen etc. verursacht werden.

Dadurch wird die Erkennung von Quellenbeiträgen zum PM₁₀-Aerosol ein mehrdimensionales Problem, das nicht mehr durch Betrachten der Messwerte allein gelöst werden kann.

Im Rahmen des AQUELLA-Projekts werden auf Basis von bekannten und im Rahmen des Projektes ermittelten Emissionsprofilen und von Immissionsproben von Feinstaub an Hand charakteristischer Tracer die Anteile der verschiedenen Quellen an der Gesamtbelastung ermittelt werden. Tracer sind in diesem Fall Stoffe, die charakteristisch für eine bestimmte Emissionsquelle sind.

Abbildung 124: AQUELLA Standorte in Österreich



Das AQUELLA-Projekt setzt in vielen Bereichen neue Maßstäbe bei der Untersuchung und Bewertung von Partikelimmissionen:

- ⇒ Um den Einfluss von Städten zu erkennen, werden Messstellen an belasteten Punkten und an einer Hintergrundstation betrieben (Urban Impact Konzept)
- ⇒ Einsatz zweier Sammelsysteme (Quarz und Cellulose Ester Filter)
- ⇒ Entwicklung neuer Analysemethoden zur Quantifizierung von Makro- und Mikro-Komponenten
- ⇒ Im ersten Schritt: Makro-Tracer für einfache Quellenzuteilungen
- ⇒ Im zweiten Schritt: Quellen und Immissionsproben werden auf die Tracer-Sets für die CMB – Modellierung analysiert

Die Anwendung des Aerosolquellenmodells für Graz soll insbesondere der Analyse von Situationen dienen, die zur Überschreitung der IG-L-Grenzwerte von PM₁₀ führen. Das Quellenmodell, das für die gegenständliche Arbeit herangezogen wird, basiert auf den aktuellsten Arbeiten der führenden Gruppen auf diesem Gebiet (G. Cass und J. Schauer), wird aber für die Anwendung auf ein mitteleuropäisches Stadtaerosol hinsichtlich der Quellenprofile entsprechend modifiziert und hinsichtlich der Anwendung von organischen Tracern, Ionen, Metallen und der Kohlenstoffparameter adaptiert. Mit diesem „Mixed Model“ werden Überschreitungssituationen und auch Tage geringer Belastung untersucht und die jeweiligen Hauptquellen als Beiträ-

ge zu PM₁₀ dargestellt. Durch Einbeziehen von Vorbelastungsmessstellen soll es auch möglich sein, den eigentlichen Stadteinfluss als „Urban Impact“ für die Überschreitungsepisoden herauszufiltern.

Neben der Steiermark beteiligen sich auch die Bundesländer Kärnten, Niederösterreich, Oberösterreich, Salzburg und Wien am österreichweiten AQUELLA-Programm.

7.2.2 Abschätzung von Quellenanteilen – Makrotracer-Ansatz

Quellenzuordnungen unter der Verwendung von Makrotracern erlauben es, eine relativ einfache Zuordnung von analysierten Komponenten zu Verursachern. Dabei wird für jede Quelle eine charakteristische Substanz ausgewählt, die in Beziehung zur Gesamtemission gesetzt wird.

Der Vorteil dieser Methode liegt darin, dass Ergebnisse bereits abgeleitet werden können, wenn die aufwendigen Analysen für das CMB-Modell noch nicht abgeschlossen sind. Dies ist aber auch gleichzeitig ein Nachteil dieses Verfahrens, da die Ergebnisse nur als vorläufig betrachtet werden können.

Im Verlauf der AQUELLA-Projekte zeigte sich, dass für die wichtigsten Aerosolquellen entweder einzigartige Tracer oder zumindest Haupt-Tracer zur Verfügung stehen, die als Makrokomponenten im Quellenprofil anzusehen sind. Ausgehend von diesen Tracern wurde ein einfaches Massenbilanz-Modell erstellt, mit welchem 9 Quellen bzw. Quellengruppen aus den Immissionsdaten erklärt werden können. (Tabelle 12)

Tabelle 12: Quellenzuordnung an Hand von Makrotracern

Makrotracer	Umrechnungsfaktoren	Abgeleitete Quelle	Referenz
Ruß (EC)	$EC_D + (EC_D * 0,32)$ (Diesel-Abgas) $EC_W = OC_W * 0,17$ $EC_C = M_C * 0,4$	Diesel Emission KFZ+off road EC aus Holzrauch EC aus Kohleverbrenng.	Tunnelmessungen Eigene Daten EPA SPECIATE
As, EC, OC	$M_C = As * 1000$	Kohlefeuerung Haushalte	EPA SPECIATE
Levoglucosan	$M_H = Levo * 7,35 * 1,7(OM) * 1,1(\text{anorg. Anteil})$	Holzrauch Haushalte	Fine et al. 2002 Eigene Daten
Cellulose	Cellulose*2	Planzen-Debris	Puxbaum&Tenze-Kunit 2003
HULIS	1x	Organisch Sekundär	Limbeck et al. 2005
Pilz-Sporen	13 pg/Spore	Bio-Aerosol (Pilze)	Bauer et al. 2002
NaCl	< 1% von PM10	Auftausalz	-
Si, Ca	$(Si * 2,7) + (Ca * 2,5)$	Mineralstaub	Geogene Verhältnisse
Ammonium, Sulfat, Nitrat	$(NH_4 + SO_4 + NO_3) * 1,1$ (für 10% Wasser)	Anorganisches Sekundäraerosol	-
Nicht identifiziert	-	v.a. sekundär organisch, unbekannte Bioaerosole	-

7.2.3 Bestimmung von Quellenanteilen – CMB-Modell

Während die Makrotracer-Methode lediglich eine Substanz für die Quellenzuordnung verwendet, dienen bei der Anwendung des CMB-Modells (CMB = Chemische Massenbilanz) Fingerprints der Emissionsquellen dazu, die Zusammensetzung der Immissionsprobe zu erklären. Durch geeignete Kombination von Emissionsprofilen wird versucht, die Zusammensetzung der Immissionsprobe zu errechnen.

Dies kann nur dann erfolgreich sein, wenn

- ⇒ die wichtigsten Quellen (jedenfalls mit etwa > 3% Anteil am PM₁₀) im Quellenkatalog enthalten sind
- ⇒ die Tracerkomponenten zu einem hohen Prozentsatz durch die Quellen erklärbar sind
- ⇒ die Quellenprofile untereinander nicht korreliert sind und
- ⇒ die Quellenprofile das mittlere Emissionsmuster der Gruppe darstellen, die durch ein Profil repräsentiert werden

Abbildung 125: Schematische Darstellung der Aktivitäten im CMB Modell.

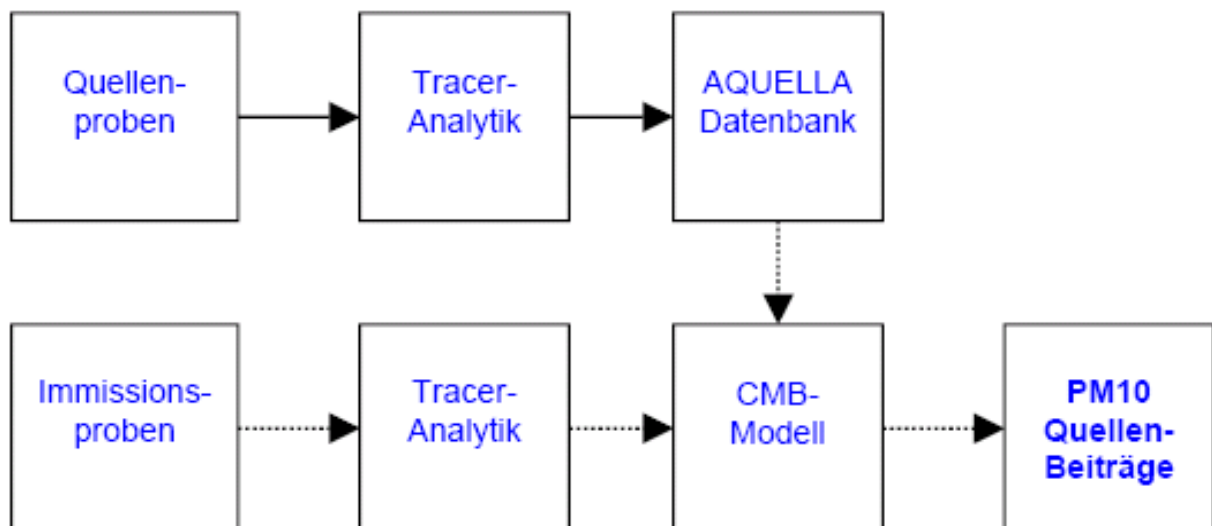


Tabelle 13: AQUELLA-Analyseprogramm

Lösliche Ionen:	Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ , Acetat, Formiat, Succinat, Malonat, Oxalat, Na ⁺ , K ⁺ , NH ₄ ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺
Kohlenstoff-Summenparameter:	TC/CC/EC/BC/OC Gesamtkohlenstoff (Total Carbon, TC) Elementarer Kohlenstoff (Elemental Carbon, EC) Karbonat-Kohlenstoff (Carbonate Carbon, CC) Schwarzer Kohlenstoff (Black Carbon, BC) Organischer Kohlenstoff (Organic Carbon, OC)
Apolare organische Verbindungen:	Benzo(e)pyren, Indeno(cd)fluoranthren, Indeno(cd)pyren, Benzo(de)anthracen-on, Kohlenwasserstoffe (C27, C28, C29, C31, C33), Reten, Hopane, Sterane, Coronen, Benzo(ghi)perylen

Polare Verbindungen:	Hexadecen-9-säure, Laurinsäure, Myristinsäure, Palmitinsäure, Stearinsäure, Pimarsäure, Abietinsäure, Nonanal, Syringol, Syringolaldehyd, Ölsäure, Linolsäure, Cholesterol
Anhydrozucker:	Levoglucosan, Galactosan, Mannosan
Cellulose	
HULIS (humic like substances)	
Mineralische Komponenten:	Silizium, Aluminium
Spurenmoleküle	Ca _{ges} , Mg _{ges} , Cd, Cr, Cu, Zn, V, Fe, Mn, Ba, Ti, Sr, Sn Blei, Palladium, Platin

7.2.4 AQUELLA-Graz - Erste Ergebnisse

Für die Durchführung des AQUELLA-Projektes im Raum Graz wurden an den Luftgütemessstationen Graz Don Bosco (verkehrsnahe Messung), Graz Süd (belastetes Siedlungsgebiet) und Bockberg (Hintergrund) täglich Staubproben gesammelt. Um das umfangreiche Analyseprogramm durchführen zu können, kamen pro Standort zwei Probensammler zum Einsatz. Die Probenahme erfolgt durch MitarbeiterInnen der FA17C.

Die Zusammenfassung der Proben (Poolen) erfolgt entweder nach Episoden (mit hoher bzw. niedriger Belastung) oder auf Grund spezieller Ereignisse (z.B. Osterfeuer). In jedem Fall werden Monatsmittelwerte gebildet, um die Vergleichbarkeit mit Untersuchungen in anderen AQUELLA-Standorten sicherzustellen.

Die Quellenzuordnung erfolgt in dieser Projektphase ausschließlich auf der Basis von Makrotracern.

Abbildung 126: Probenahme für das AQUELLA-Projekt in Don Bosco und am Bockberg

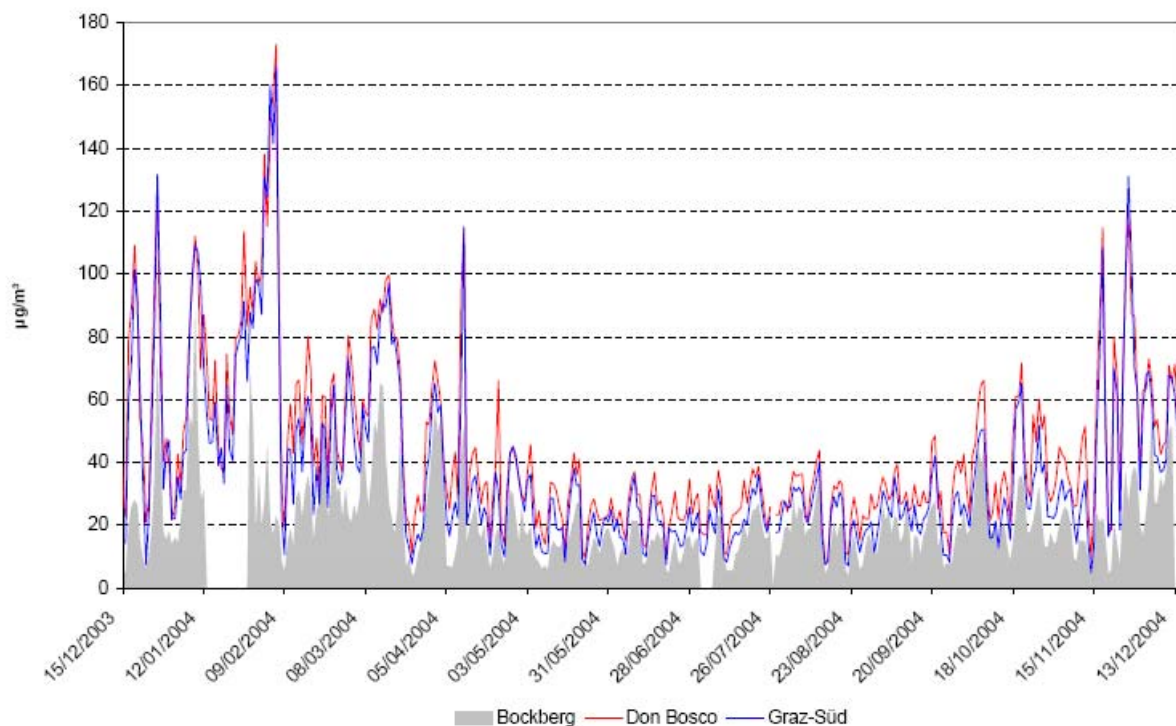


Der PM₁₀ Jahresverlauf an den AQUELLA Graz – Messstellen während der Untersuchungsperiode ist in Abbildung 127 dargestellt. Es zeigt sich, dass Überschreitungen

des PM_{10} -Grenzwerts für den Tagesmittelwert im Jahr 2004 praktisch nur während der kalten Jahreszeit vorkommen. Von Mai – August liegen die Messwerte durchwegs unter $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Auch zeigt sich eine starke Parallelität der Kurvenverläufe in der warmen Jahreszeit.

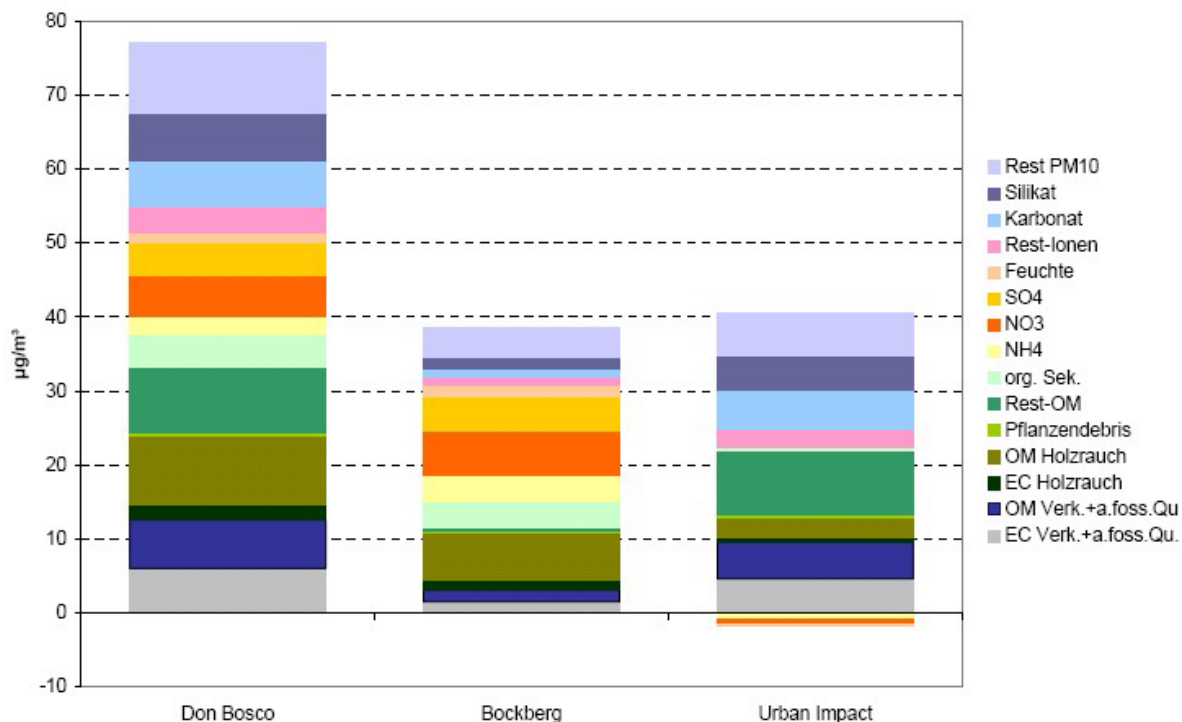
Auch an Überschreitungstagen zeigen sich typische Verläufe: Don Bosco und Graz-Süd weisen fast immer ähnliche PM_{10} - Werte auf. Die Messstation Bockberg zeigt nur manchmal ähnliche Verläufe wie die beiden Grazer Messstellen. Die leicht erhöht gelegene Hintergrundmessstelle Bockberg liegt manchmal innerhalb, manchmal außerhalb der Inversion.

Abbildung 127: AQUELLA Graz; PM_{10} -Tagesmittelwerte



Eine der zentralen Fragen im Projekt AQUELLA ist jene nach den Ursachen der Überschreitung. Als Überschreitungstage wurden jene Tage definiert, an welchen in Graz Don Bosco PM_{10} Messwerte über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ registriert wurden. Um die verursachenden Quellen ableiten zu können, werden detaillierte Analysen der Zusammensetzung an Stadt- und Vorbelastungsmessstellen durchgeführt, um aus der Zusammensetzung einerseits und der Differenz zwischen den städtischen und den Hintergrundmessstellen (Urban Impact) andererseits auf Quelleneinflüsse schließen zu können.

Abbildung 128: Mittelwerte der abgeleiteten Ergebnisse für die Überschreitungstage im Jahr 2004



Zunächst ist erkennbar, dass die Vorbelastung an der Messstelle Bockberg im Mittel über die Überschreitungstage im Jahr 2004 ziemlich genau die Hälfte des Mittelwertes an der Messstelle Don Bosco ausmacht. Dies bedeutet, dass zur Einhaltung des Grenzwerts von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nur etwa $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Graz selbst als „Inkrement“ an den Überschreitungstagen zum Hintergrund dazu kommen dürfen, um unter dem Grenzwert zu bleiben. Oder ausgehend von den PM_{10} -Mittelwert an Überschreitungstagen an der Messstelle Don Bosco: Eine Reduktion der PM_{10} -Werte um etwa 45% insgesamt (Stadtquellen und Hintergrundquellen) ist erforderlich, um $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als TMW einzuhalten.

Die Quellenanteile der Station Don Bosco und des „Urban Impact“ unterscheiden sich dadurch, dass die Anteile des regionalen Hintergrunds sich auch zu etwa 50% auf die Zusammensetzung der Partikel an der Messstelle Don Bosco auswirken. Die in der Stadt überwiegend wirkenden Quellen sind im „Urban Impact“ dargestellt. Die Grenze zwischen der Stadtatmosphäre und dem Hintergrund ist naturgemäß nicht starr und ein gegenseitiger Einfluss darf angenommen werden. Der Einfluss des Hintergrunds auf das Stadtaerosol kann anhand der sekundär anorganischen Komponenten nachgewiesen werden: Sulfat, Nitrat und Ammonium weisen im Hintergrund und in der Stadt praktisch identische Konzentrationswerte auf, so dass im Urban Impact im Mittel über die Überschreitungstage keine Zusatzbelastung dieser Komponenten ausgewiesen werden. Sulfat und überraschender Weise auch Nitrat wird in der Stadt praktisch nicht gebildet. Sulfat kann somit als Hintergrund - Tracer angesehen werden. Umgekehrt lässt sich der Stadteinfluss auf die Hintergrundmessstelle nicht so einfach ausschließen, mangels eines „Stadt - Tracers“. Dennoch weisen typische Stadtkomponenten wie Mineralstaub aus Winterdienst und Emissionen aus dem Verkehr und anderen fossilen Quellen deutlich niedrigere Anteile am Land als in

der Stadt auf (etwa $\frac{1}{4}$ der Stadt-Werte). Da derartige Emissionen am Land auch auftreten, scheint der Stadt-Einfluss auf die Messstelle Bockberg nicht sehr hoch zu sein.

Mit 6 Quellengruppen aus dem Makrotracer-Modell können bereits 86-90% des PM_{10} an der Messstelle Don Bosco und im regionalen Hintergrund erklärt werden. Es zeigen sich auch die Präferenzen der Quellenbeiträge: Sulfat, Nitrat und Ammonium (Sekundär anorganische Komponenten) sowie Holzrauch und sekundär organische Folgeprodukte liegen im regionalen Hintergrund angereichert vor. Mineralstaub durch Winterbedingungen, Verkehr und andere fossile Quellen und sonstige organische Anteile sind dahingegen im Urban Impact angereichert.

Analog zu den Gesamtmittelwerten der Überschreitungstage wurden die Mittelwerte der Überschreitungstage für die Monate des Jahres 2004 gebildet.

Die Ergebnisse sind in Abbildung 129 bis Abbildung 131 dargestellt. Es zeigen sich deutliche monatliche Schwankungen, jedoch ohne Regelmäßigkeiten. So stehen z.B. höhere Monatswerte an der Messstelle Don Bosco (Feb. und Nov. 2004) nicht mit höheren Hintergrundwerten am Bockberg in Verbindung. Beim Sulfat im Hintergrund ergibt sich die Frage nach der Herkunft. Da in der Steiermark relativ wenig SO_2 (9,1 kt) gegenüber NO_x (28,5 kt) emittiert wird (Daten für 1995 aus BLI 95), ist die Möglichkeit eines Imports nicht ganz auszuschließen. Die weitgehende Absenz im Urban Impact ist jedenfalls bemerkenswert.

Ungeklärt ist die Herkunft der sonstigen organischen Aerosolanteile. Diese können einerseits aus Biomasseverbrennung stammen, von Brennstoffen, die einen anderen Umrechnungsfaktor von Levoglucosan auf Biomasserauch aufweisen, oder möglicher Weise von Kohle.

Der Anteil der mobilen Quellen ist im gegenständlichen Modell nicht abgrenzbar von anderen Quellen mit Dieselmotoren (Off-Road Verkehr, Bahn) oder auch von Kohleverbrennung aus kleineren Feuerungsanlagen. Im CMB Modell wird eine derartige Abgrenzung insbesondere gegenüber Kohle angestrebt.

Abbildung 129: Mittelwerte für die Überschreitungstage der Monate (2004) an der Messstelle Graz Don Bosco

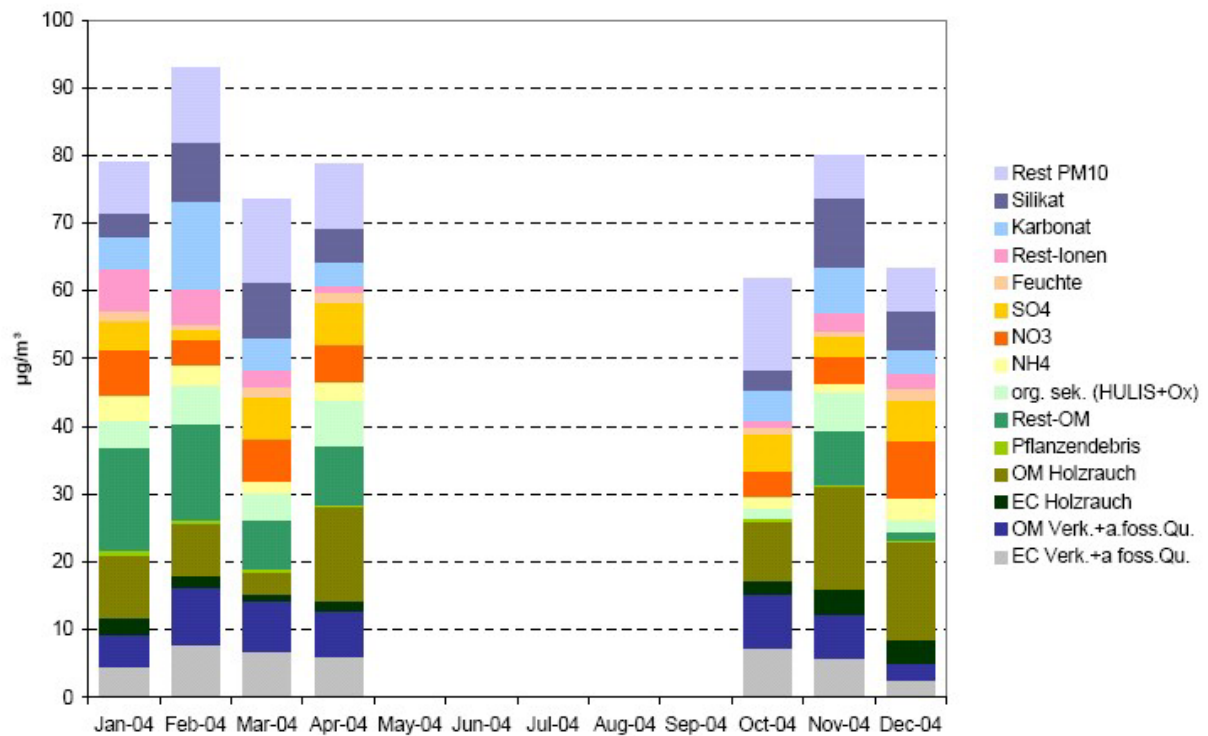


Abbildung 130: Mittelwerte für die Überschreitungstage der Monate (2004) an der Messstelle Bockberg

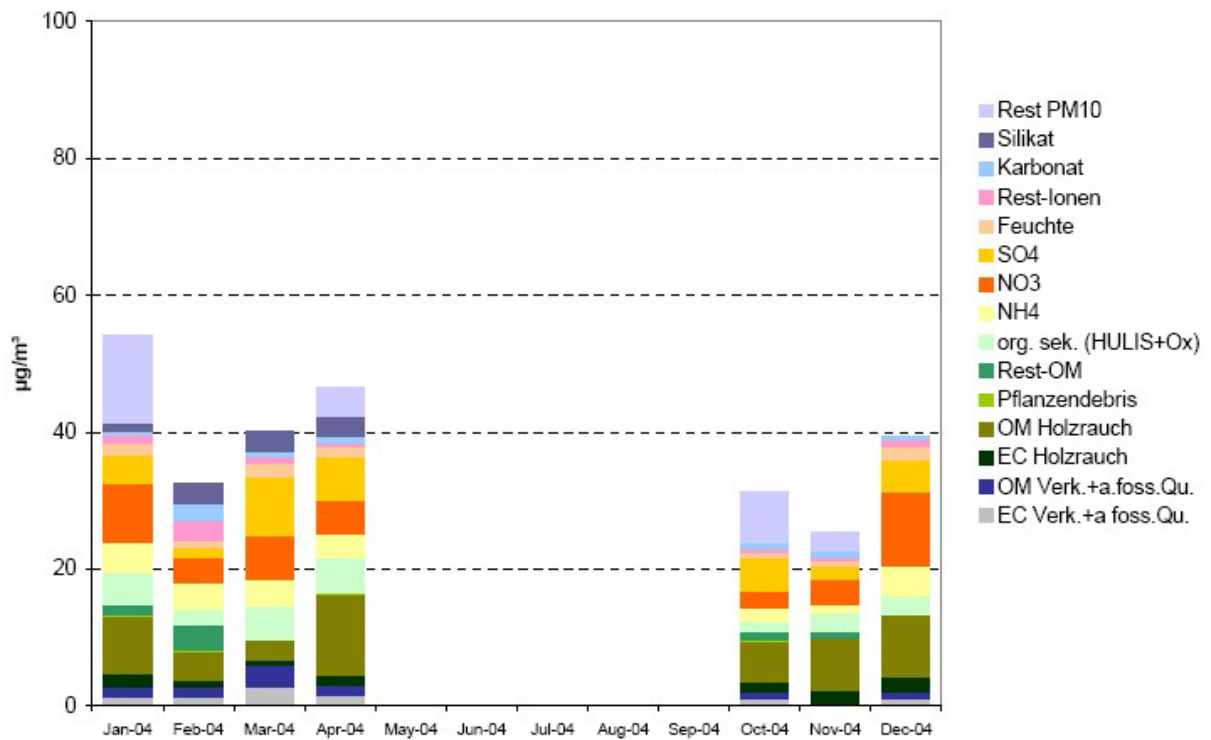
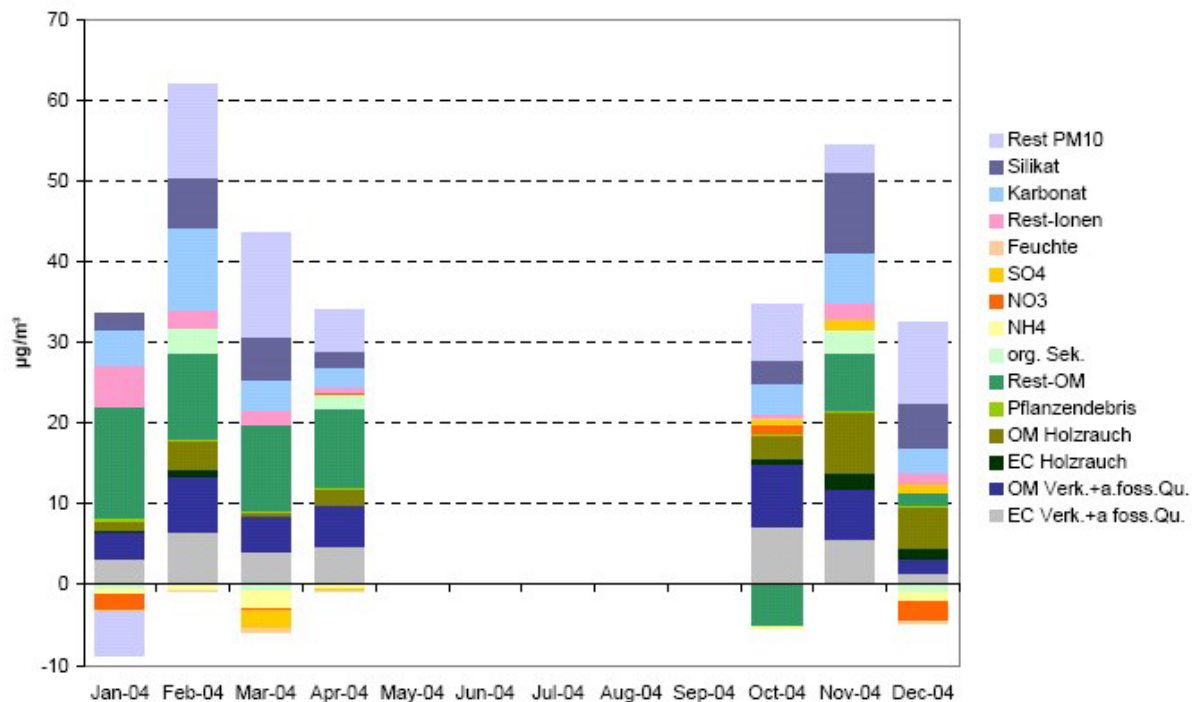
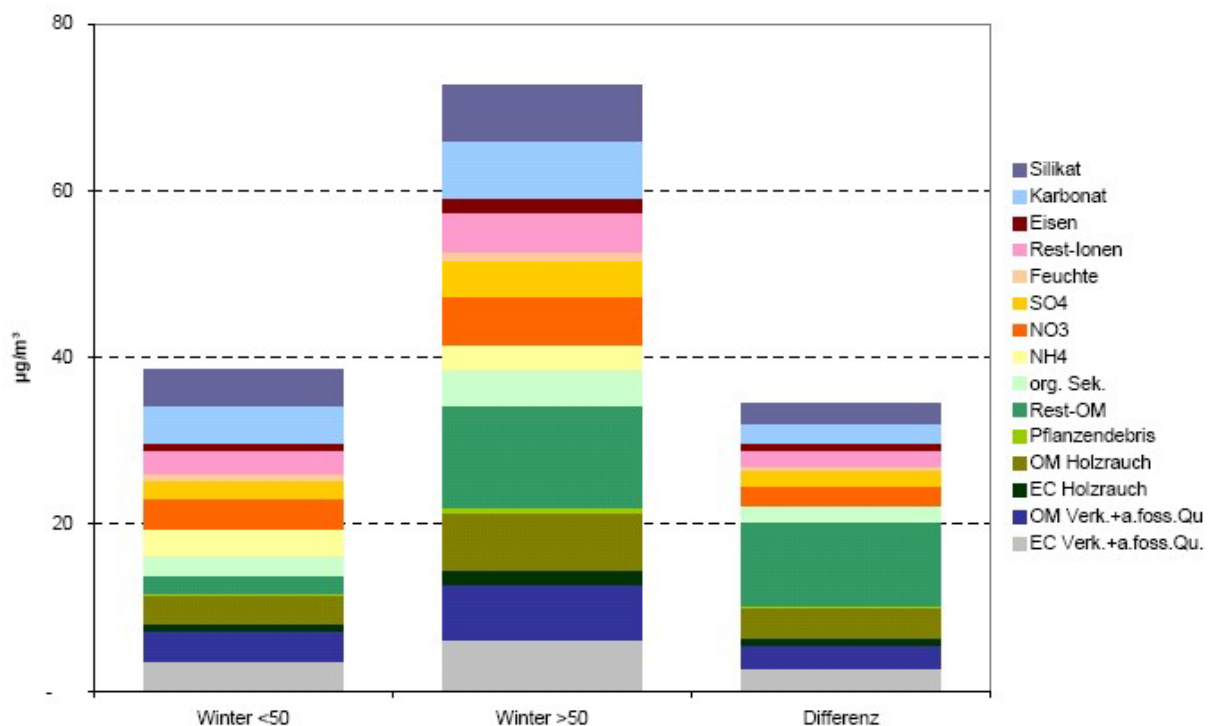


Abbildung 131: Mittelwerte für die Überschreitungstage der Monate(2004) für den „Urban Impact“



Die unterschiedliche Zusammensetzung von PM₁₀ an Tagen unter und über 50 µg/m³ an der Messstelle Don Bosco ist in Abbildung 132 dargestellt. Der überwiegende Teil der Zunahme wird durch Holzrauch und sonstiges organisches Material bewirkt, und in weit geringerem Ausmaß durch Diesel-Abgase, sekundäres anorganisches Material (Sulfat und Nitrat) und mineralisches Material.

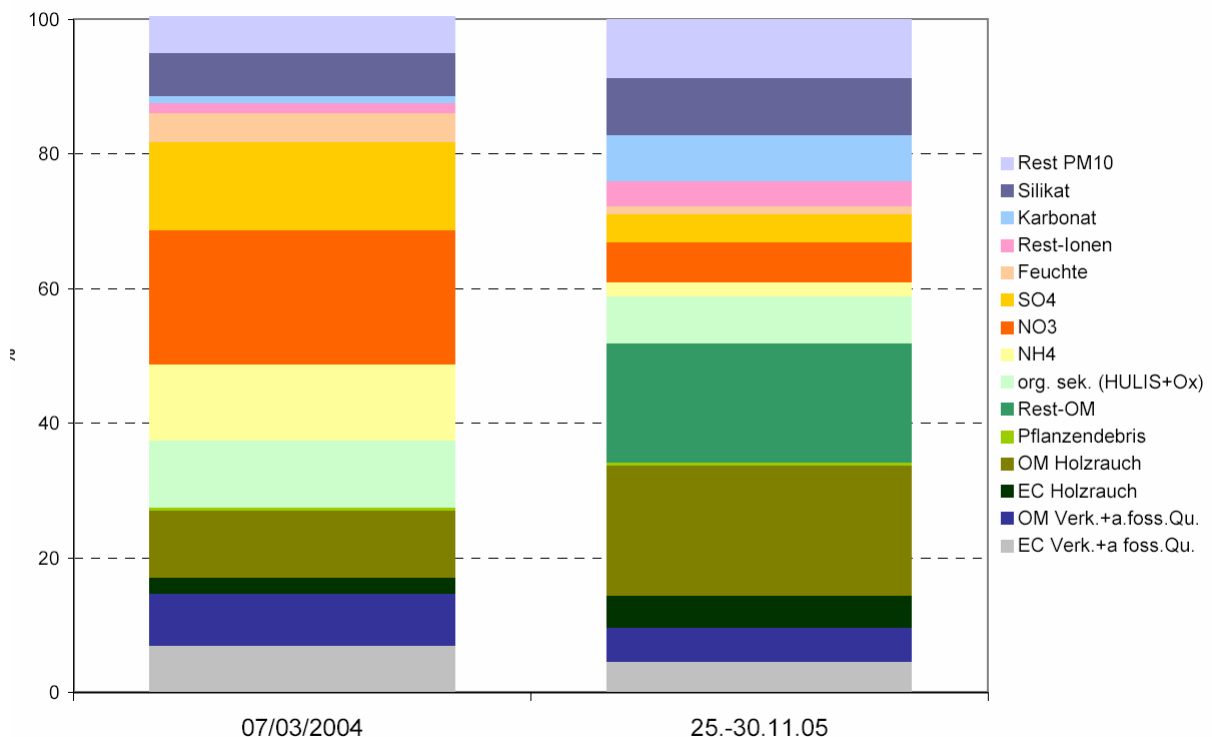
Abbildung 132: Vergleich der PM₁₀ Zusammensetzung an Wintertagen < 50 und > 50 µg/m³ an der Messstelle Don Bosco



Ein Vergleich der PM₁₀ – Zusammensetzung an <50 und >50 µg/m³ Tagen für Winter und Herbst – Werte 2004 an der Messstelle Don Bosco zeigt, dass der relative Einfluss von Biomasse-Rauch im Herbst 2004 eher höher lag als an Wintertagen (Abbildung 18). Bei Einbeziehen der sonstigen organischen Komponenten und von sekundärem organischen Material ist jedoch der relative Zuwachs im Bereich Holzrauch und Ähnliches im Herbst wie im Winter praktisch gleich.

Dass an einzelnen Tagen sehr unterschiedliche Aerosolzusammensetzungen auftreten können, zeigt ein Beispiel von der Messstelle Don Bosco. Abbildung 132 zeigt den Vergleich zweier Ereignisse an Tagen sehr unterschiedlicher chemischer Zusammensetzung von PM₁₀ in einer relativen Darstellung. Am 7.3.2004 war die PM₁₀ Zusammensetzung von Sulfat und Nitrat dominiert; über 50 % des PM₁₀ bestanden aus sekundären anorganischen Aerosolkomponenten. In der Periode vom 25.-30.11.2004 waren etwa 50 % des PM₁₀ Holzrauch, sekundärem organischen Aerosol und sonstigen organischen Verbindungen zuzuordnen, während die sekundären anorganischen Komponenten mit weniger als 14 % beteiligt waren.

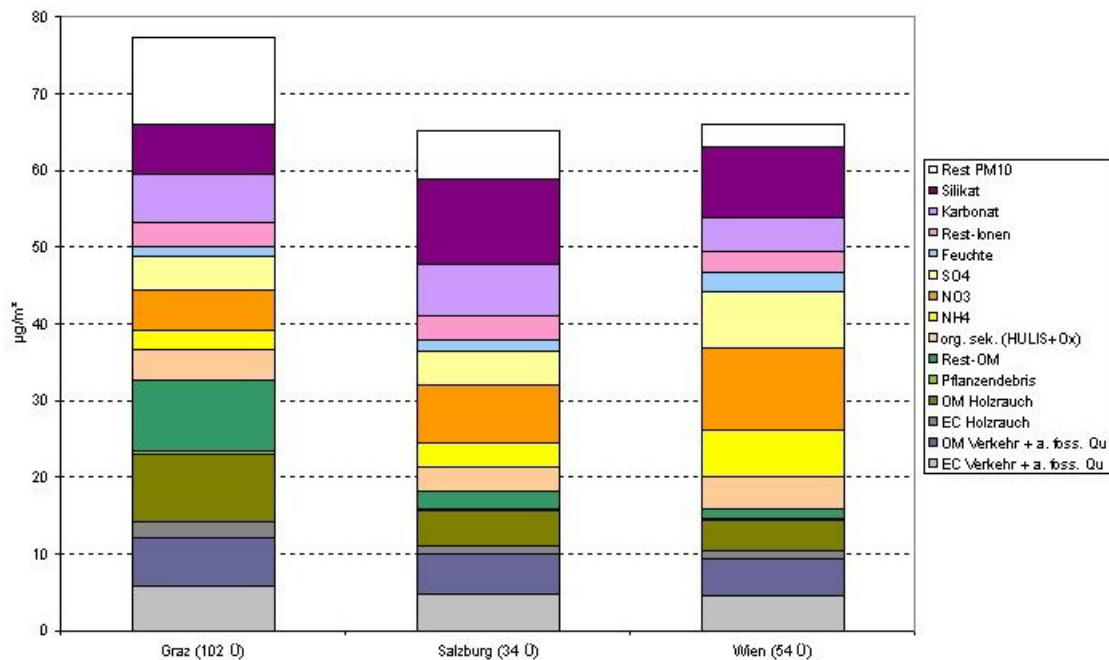
Abbildung 133: Vergleich der PM₁₀ Zusammensetzung an Wintertagen < 50 und > 50 µg/m³ an der Messstelle Don Bosco



Ein Vergleich mit den Ergebnissen von verkehrsbelasteten Messstellen in den Städten Salzburg und Wien (Abbildung 134) zeigt, dass in Graz die höchste Anzahl von Überschreitungen registriert worden ist. Auch die Zusammensetzung des Aerosols zeigt deutliche Unterschiede. Auffällig ist der hohe Anteil von sekundären Partikeln (Sulfat, Nitrat Ammonium) an der Wiener Messstelle. Der Anteil von Fernverfrachtungen an der Gesamtbelastung ist recht hoch. In Salzburg ist dieser Anteil schon deut-

lich geringer. Die sehr schlechten Durchlüftungsverhältnisse im Grazer Becken bewirken, dass hier der überwiegende Anteil der Immissionen lokal produziert wird. Der direkt dem Verkehr zuzuordnende Teil ist in allen untersuchten Städten sehr ähnlich. Graz zeigt die weitaus höchste Belastung mit Partikeln aus der Biomasseverbrennung sowie an bisher noch nicht erklärten organischen Verbindungen.

Abbildung 134: Städtevergleich an verkehrsnahen Messstellen; Aerosolzusammensetzung an Überschreitungstagen Graz (Don Bosco), Salzburg (Rudolfsplatz) und Wien (Rinnböckstraße)

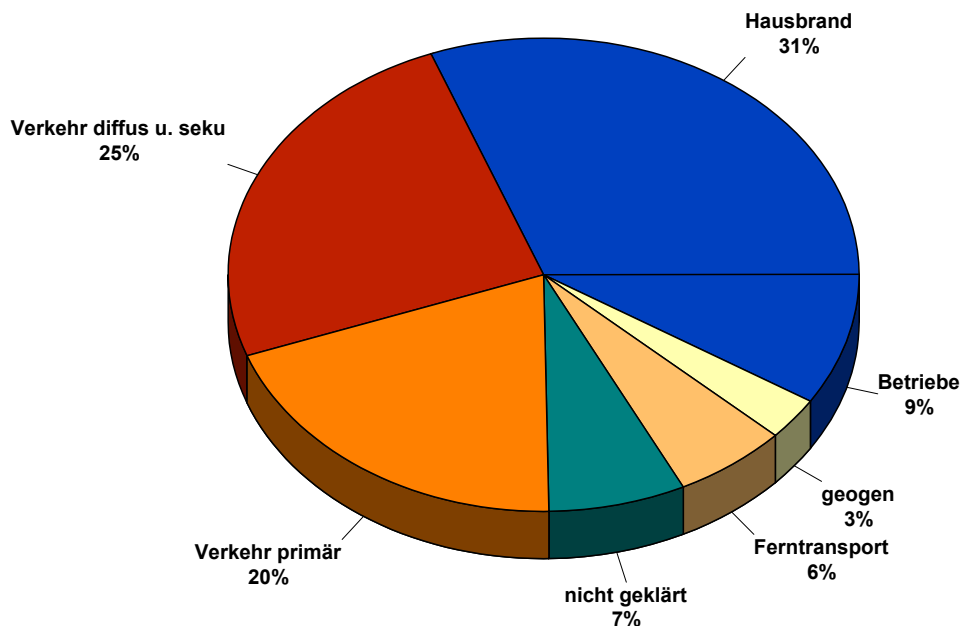


Auf Basis der bisherigen Kenntnisse soll für den Großraum Graz eine Zuordnung der Emittenten zur gesamten Belastung mit Feinstaub erfolgen. Als Grundlage für diese Abschätzung dienen die bisherigen verfügbaren Daten aus dem Emissionskataster Graz und die Zuordnung der Staubinhaltsstoffe auf Basis des Makrotracer-Modells aus dem AQUELLA-Projekt (siehe Kapitel 7.2.2).

Ausgehend von den Anteilen der Staubinhaltsstoffe (Abbildung 128) wird eine Zuteilung zu Verursachern versucht. Der Verkehrsanteil ergibt sich aus den Auspuffemissionen, den Teilchen aus der Aufwirbelung, dem Salzanteil sowie einem Anteil aus den sekundären Partikeln. Dem Hausbrand wird der Holzrauch sowie der Großteil der weiteren organischen Substanzen zugerechnet. Die Betriebe werden mit einem Teil Mineralstaubfraktion und der sekundären Teilchen belastet. Dem Ferntransport werden die restlichen sekundären Anteile zugerechnet. Im bisher noch nicht geklärten Anteil werden teilweise natürliche Emissionen (sekundär gebildete organische Stoffe) vermutet.

Die in Abbildung 135 dargestellte Aufteilung wird hier aufgenommen, da die Frage nach den Verursachern der Feinstaubbelastung sehr häufig gestellt wird und obwohl bekannt ist, dass es sich um eine vorläufige Abschätzung handelt. Durch die Anwendung des CMB-Modells und die ausstehenden Daten aus dem Emissionskataster Graz können sich hier noch Änderungen ergeben.

Abbildung 135: Verursacher (vorläufige Zuordnung), belastete Situation in Graz



7.2.5 Ausblick

Für das Projekt AQUELLA Graz, das im Jahr 2004 gestartet wurde, wird der Endbericht für Sommer 2006 erwartet. Nach Abschluss aller chemischen Analysen werden in den nächsten Wochen die Quellenanteile mit dem CBM-Modell errechnet.

Auch die Nachfolgeprojekte, für die Proben in Hartberg und Köflach gesammelt wurden, sollen bis zum 3. Quartal 2006 abgeschlossen werden.

Im Jahr 2006 wird AQUELLA mit dem Schwerpunkt Murtal fortgesetzt werden. Erhebungen in Leoben und Peggau wurden beauftragt. In Peggau stehen die Emissionen des lokalen Kalk- und Zementwerkes im Mittelpunkt. Daneben befinden sich auch eine Schottergewinnung und –aufbereitung sowie ein Abfallsortieranlage im Ort. Hier läuft die Probenahme seit Beginn des Jahres 2006.

In Leoben soll auf Grund der Größe des Untersuchungsgebietes und der heterogenen Emissionsstruktur die Probenahme an zwei durch unterschiedliche lokale Emissionsstruktur belasteten Stellen erfolgen. Liegt in Donawitz der Schwerpunkt auf der Erfassung der Emissionsanteile der Eisen- und Stahlindustrie, so stehen in Leoben-Göß als Verursacher die dortige Faserplattenerzeugung, ein Sägewerk mit Biomasseverbrennung sowie der Verkehr der Schnellstraße im Vordergrund.

8 Vorgeschlagene Sanierungsgebiete

Mit der Verordnung des Landeshauptmannes vom 20. Jänner 2004, mit der ein Maßnahmenkatalog für den Verkehr erlassen wurde (LGBl. Nr.2/2004, i.d.F. LGBl. Nr.50/2004)), wurden auf Basis der Messergebnisse des Jahres 2001 (Beurteilungszeitraum Juli bis Dezember) im Sinne des § 2 Abs.8 IG-L zwei Sanierungsgebiete festgelegt:

1. Sanierungsgebiet „Großraum Graz“ mit der Gemeinde Graz und 8 südlichen Umlandgemeinden
2. Sanierungsgebiet „Voitsberger Becken“ mit 4 Gemeinden

Die Messergebnisse der Jahre 2002 bis 2005 haben wie zu erwarten war gezeigt, dass eine realistische Ausweisung von Sanierungsgebieten jedoch viel großflächiger erfolgen muss.

In Bezug auf die flächenhafte Verteilung der PM₁₀-Belastungen in der Steiermark lassen sich die bisherigen Ergebnisse der kontinuierlichen wie auch mobilen Luftgütemessungen sowie der diversen oben angeführten Sonderprogramme wie folgt zusammenfassen:

Die **außeralpine Steiermark (Mittelsteiermark)** ist neben der regionalklimatischen Ungunst im Lee der Alpen mit sehr schlechten Ausbreitungsbedingungen und damit verstärkter Anreicherung durch lokale/regionale Emissionen auch deutlich durch die großräumige Hintergrundbelastung im Südosten der Alpen geprägt. Diese Situation entspricht auch den in den Messnetzen Kärnten und Burgenland gemachten Erfahrungen. Innerhalb der Mittelsteiermark zeigt sich zwar durchaus eine nicht unerheblich regionale bzw. kleinräumige Differenzierung der Konzentrationshöhen, generell ist aber davon auszugehen, dass die überwiegenden Siedlungsgebiete der Ost-, Süd- und Weststeiermark, die nicht höher als 150 m über Talbodenniveau liegen, die gesetzlichen Vorgaben nicht eingehalten werden können. Es wurde daher der Weg einer großflächigen Ausweisung des Sanierungsgebietes gewählt. Zur Abgrenzung entlang des steirische Randgebirges wurde die erwähnte Höhe über dem regionalen Talbodenniveau herangezogen, die in weiten Teilen des Gebirgsrandes in etwa einer Höhe von 500m entspricht. Alle Gemeinden, die nennenswerte Gebietsanteile unter 500m Seehöhe aufweisen, werden daher als Sanierungsgebiet vorgeschlagen.

Das bisherige Sanierungsgebiet „**Voitsberger Becken**“ wird in das Sanierungsgebiet „Mittelsteiermark“ integriert. Das bisherige Sanierungsgebiet „**Großraum Graz**“ bleibt dagegen aufgrund seiner deutlich überdurchschnittlichen Belastungen als eigenes Sanierungsgebiet bestehen.

In der **Obersteiermark** sind die belasteten Gebiete bedingt durch die Topographie und die jeweilige Lage zum Alpenhauptkamm und seinen Stausituationen bei großräumigen Strömungswetter deutlich stärker akzentuiert.

Im Bereich **nördlich des Alpenhauptkammes** (Ennstal, Paltental, Salzatal, Mariazeller Land) ermöglicht die witterungsklimatische Gunst (Lage im primären und se-

kundären Staugebiet bei West- bis Nordströmung und zyklonalen Entwicklungen nördlich der Alpen) trotz nicht unbeträchtlicher lokaler Emissionen (Verkehr, Industrie, Hausbrand) einen häufigen Luftmassenwechsel. An der Messstelle Liezen konnten dadurch die gesetzlichen Vorgaben bisher durchgehend eingehalten werden. Diverse mobile Messungen im Ennstal, Paltental bzw. im Salzkammergut haben diese Einschätzung durchwegs bestätigt.

Südlich des Alpenhauptkammes zeigen lediglich das obere Murtal westlich des Aichfeldes und das obere Mürztal eine begünstige Immissionsstruktur. Hierfür dürfte jeweils die durch die Talwindssysteme bedingte Frischluftzufuhr aus den dünn besiedelten und eher verkehrsschwachen oberen Talbereichen verantwortlich sein. Ähnliches gilt für Seitentäler wie das Pölstal.

In der **zentralen Mur-Mürzfurche** zeichnen dagegen die Luftgütemessstationen ein regional erhöhtes Belastungsbild, das aufgrund der Abschirmung gegen außeralpine Einflüsse wohl größtenteils auf lokale bzw. regionale Emissionen zurückzuführen ist. Entsprechend dem bisherigen Kenntnisstand über die vertikale Varianz der PM₁₀-Konzentrationen in den bodennahen Luftschichten sind daher alle Gemeinden mit nennenswertem Gebietsanteil am Talboden als belastet anzusehen. Die Abgrenzung im Westen ergibt sich durch die Messdaten der Stationen Judenburg, Pöls, Zeltweg und Knittelfeld sowie mobile Messungen in Judenburg, Flatschach und Spielberg, die ein genaues Bild der starken kleinräumigen Belastungsdifferenzierung im westlichen Aichfeld zeigen. Die Abgrenzung im Mürztal wurde mit den Taldurchbruch beim Wartberger Kogel festgelegt, der eine natürliche Abgrenzung der unterschiedlichen Belastungsgebiete darstellt.

Vergleichbar wurde mit dem **mittleren Murtal**, dem Murdurchbruch durch das Grazer Bergland verfahren. Im gesamten Talbodenbereich der Mur ist hier von einem erhöhten Immissionsniveau und einer Verletzung des Grenzwertes auszugehen. Zusätzlich sind Teile des Übelbacher Tales und der Breitenau als belastet anzusehen.

Da sich die Gemeindegebiete einiger betroffener Gemeinde bis in sehr große Höhen erstrecken, wurde in der Mur-Mürzfurche und im mittleren Murtal eine auf Katastralgrenzen abgestimmte Abgrenzung vorgenommen.

Daraus ergeben sich in der Steiermark 333 belastete Gemeinden, die den Sanierungsgebieten „Mittelsteiermark“, „Mittleres Murtal“, „Mur-Mürzfurche“ und „Großraum Graz“ zugeordnet wurden. Insgesamt leben in diesen 4 Sanierungsgebieten rund 1 Million Menschen.

Eine größere Darstellung der Karte in Abbildung 136 und eine tabellarische Auflistung der Gemeinde der Sanierungsgebiete finden sich im Anhang.

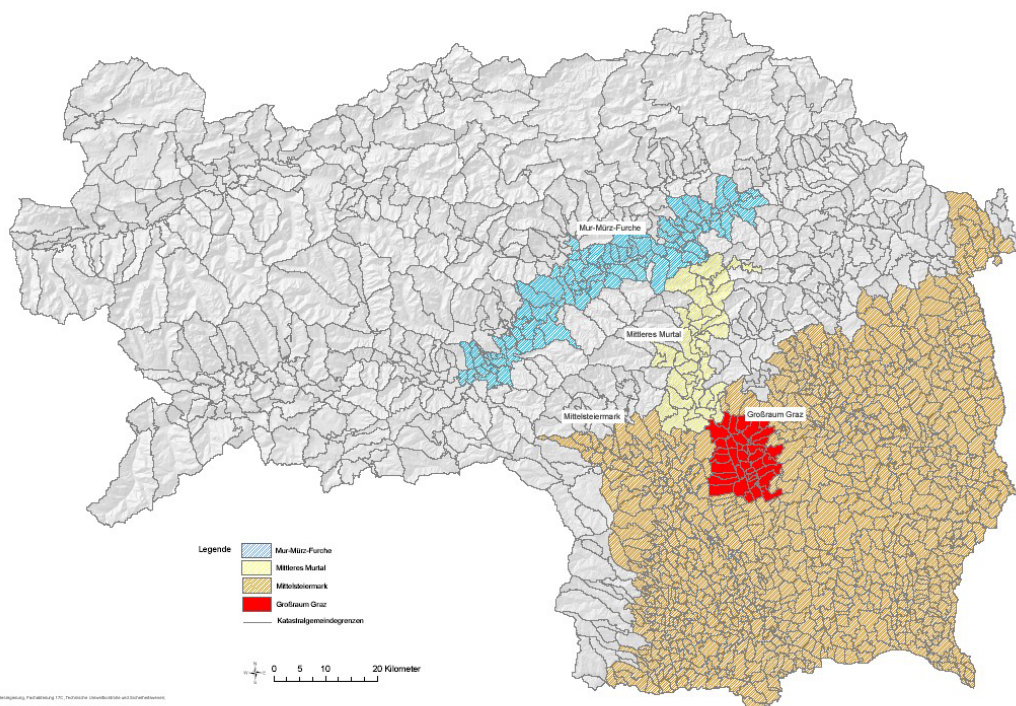
Tabelle 14: Vorgeschlagene PM₁₀-Sanierungsgebiete in der Steiermark

Betroffene Bezirke	Anzahl der betroffenen Gemeinden
Graz (Stadt)*	1
Bruck a.d. Mur	8
Deutschlandsberg	31
Feldbach*	55
Fürstenfeld*	14
Graz Umgebung	51
Hartberg	37
Judenburg	1
Knittelfeld	10
Leibnitz*	48
Leoben	9
Mürzzuschlag	3
Radkersburg*	19
Voitsberg	13
Weiz	33
Gesamt	333

* alle Gemeinden des Bezirkes sind betroffen

Abbildung 136: Vorgeschlagene PM₁₀-Sanierungsgebiete in der Steiermark

FEINSTAUB Sanierungsgebiete



9 Maßnahmenvorschläge

Auf Basis der Statuserhebung für PM₁₀ (enthalten in [Statuserhebung 2003]) wurde eine MaßnahmenkatalogVO-Verkehr [LGBL 2004] erlassen. Um eine tatsächliche und nachhaltige Senkung der Feinstaubimmissionen zu erreichen, sind jedoch zusätzlich weitere Maßnahmen notwendig, die über das enge rechtliche Korsett des IG-L hinausgehen. In der für die weitere Umsetzung in nationales Recht entscheidenden Rahmenrichtlinie der EU [EU 1996] ist die Erstellung von Programmen festgeschrieben; dies wurde allerdings erst mit der IG-L Novelle 2006 in österreichisches Recht umgesetzt.

Bereits im Jahr 2004 hat die Steiermärkische Landesregierung ein Programm mit insgesamt 62 Maßnahmen beschlossen [RUPPRECHT 2004]. Bei der Erstellung dieses „Programms zur Feinstaubreduktion in der Steiermark“ wurde das Hauptaugenmerk auf das PM₁₀-Reduktionspotenzial der Maßnahmen gelegt, wobei nicht unterschieden wurde, ob die jeweilige Maßnahme im Rahmen des IG-L oder außerhalb desselben umzusetzen ist.

Dieses Programm ist alle zwei Jahre einer Evaluierung zu unterziehen. Die erste Überprüfung ist derzeit gerade im Gange. Sie hat folgende Ziele:

- ⇒ Überprüfung des Umsetzungsgrades der 62 Maßnahmen
- ⇒ Abgleich mit dem Bundes-Optionenpapier
- ⇒ Erarbeitung von Grundlagen für die neue Maßnahmenkatalog-Verordnung
- ⇒ Erstellung des Maßnahmenprogramms 2006 auf Basis der Evaluierung.

Die Rohfassung des Evaluierungsberichtes soll bis Anfang Juli fertiggestellt sein und im Herbst 2006 der Steiermärkischen Landesregierung zur Beschlussfassung vorgelegt werden. Die Ergebnisse können daher noch nicht für diese Statuserhebung vorweggenommen werden, die ja auch eine Grundlage für die Ableitung künftiger Maßnahmen ist.

Folgende Schwerpunkte von Maßnahmen im Zuständigkeitsbereich des Landes und der Gemeinden sind in Umsetzung begriffen:

- ⇒ Maßnahmen im Bereich Hausbrand (Umstellung von Fördermodellen, Feuerungsanlagenverordnung)
- ⇒ Optimierung des Winterdienstes
- ⇒ Minimierung bzw. Vermeidung von Feinstaub bei Bauaktivitäten (Baustellenleitfaden) – siehe dazu auch www.feinstaub.steiermark.at
- ⇒ Informationsschwerpunkt

Für das Jahr 2006 sind weitere Maßnahmen gemäß § 10 IG-L geplant. Unter Beachtung der Grundsätze des § 9b IG-L stehen derzeit folgende Maßnahmen zur Diskussion:

- ⇒ **Ausweitung der Sanierungsgebiete**
 - Aufgrund der großflächigen Verteilung von Feinstaub ist eine kleinräumige Ausweisung nicht zielführend
- ⇒ **Aufrechterhaltung der Geschwindigkeitsbeschränkungen**
 - Generelle Geschwindigkeitsbeschränkungen lassen eine großräumige Reduktion der Emissionen erwarten
- ⇒ **Fahrbeschränkungen für alte Schwerfahrzeuge (LKW und Sattelzugfahrzeuge)**
 - Mit dieser Maßnahmen können besonders emissionsrelevante Fahrzeuge zumindest im Winterhalbjahr aus dem Verkehr gezogen werden
- ⇒ **Maßnahmen für besonders (verkehrs)belastete Gebiete**
 - Zumindest in einem „Pilotgebiet“ sollten die tatsächlichen emissions- und immissionsrelevante Auswirkungen von Fahrbeschränkungen und -verboten geprüft werden. Maßnahmen dieser Art sind auf Grund der besonderen Gesundheitsrelevanz von Partikeln aus Dieselmotoren notwendig und sollten ab einer gewissen Andauer hoher Belastungen greifen.
- ⇒ **Maßnahmen für Maschinen, Geräte und mobile technische Einrichtungen (z.B. Partikelfilterpflicht für dieselbetriebene Baumaschinen)**
 - Mit dieser Maßnahme können besonders emissionsrelevante Maschinen und Geräte zumindest im Winterhalbjahr aus dem Verkehr gezogen werden
- ⇒ **Verbot bzw. Einschränkung des Verbrennens biogener Materialien im Freien in den Sanierungsgebieten**
 - Damit wäre gewährleistet, dass die derzeit exorbitant hohen Schadstoffkonzentrationen anlässlich sogenannter „Brauchtumsfeuer“ vermindert werden

Schließlich muss noch betont werden, dass Maßnahmen, die sich auf Sanierungsgebiete allein beschränken, nicht in der Lage sein werden, die PM₁₀-Belastung so weit zu senken, dass eine gesicherte Einhaltung der Immissionsgrenzwerte für PM₁₀ gewährleistet ist. Neben den unbestritten erforderlichen lokalen Maßnahmen sind daher sowohl auf Bundesebene als auch auf EU-Ebene die entsprechenden Rahmenbedingungen zu schaffen.

10 Literatur

- [BAUER 2005] Heidi Bauer, Iain Marr, Hans Puxbaum et al, 3. Zwischenbericht 2005 für das Projekt "AQUELLA" - Bestimmung von Immissionsbeiträgen in Feinstaubproben, Wien, 19.12.2005, Bericht UA/AQGraz 2005, Technische Universität Wien Institut für Chemische Technologien und Analytik Arbeitsgruppe für Umweltanalytik 1060 Wien, Getreidemarkt 9/164 UPA1
- [BGBl 1993] Bundesgesetz über ein Verbot des Verbrennens biogener Materialien außerhalb von Anlagen, BGBl. Nr.405/1993, i.d.F. BGBl. I Nr.108/2001
- [BGBl 1997] Bundesgesetz zum Schutz vor Immissionen durch Luftschadstoffe (Immissionsschutzgesetz-Luft, IG-L), BGBl. I Nr.115/1997, i.d.F. BGBl. I Nr.62/2001, BGBl. I Nr.65/2002, BGBl. I Nr.102/2002, BGBl. I Nr.34/2003, BGBl. I Nr.34/2006
- [BGBl 2002] Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über Inhalt und Umfang der Emissionskataster (Emissionskatasterverordnung) BGBl. II Nr.214/2002
- [BGBl 2004] Verordnung über das Messkonzept zum Immissionsschutzgesetz-Luft, (Messkonzept-VO) BGBl. II Nr.263/2004
- [PODESSER 2004] A. Podesser, F. Wölfelmaier, H. Rieder, Kombinierte Feinstaub-Meteorologiesondierung am 17.03.2004 in Graz, ZAMG Regionalstelle Steiermark erstellt im Auftrag des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung, FA17C, April 2004
- [BUWAL 2005] P. Künzler, Weiterentwicklung des Luftreinhalte-Konzepts Stand, Handlungsbedarf, mögliche Maßnahmen; Schriftenreihe Umwelt Nr. 379; Hg. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) Bern, 2005
- [EU 1996] Richtlinie des Rates vom 27. September 1996 über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität (96/62/EG)
- [EU 1999] Richtlinie des Rates vom 22. April 1999 über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft (1999/30/EG)
- [GEHRIG 2003] R. Gehrig, D. Imhof, Verifikation von PM₁₀-Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Forschungsprojekt ASTRA 2000/415, EMPA (Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt), PSI (Paul Scherrer Institut), Juli 2003
- [HAUSBERGER 2003] S. Hausberger, Th. Vuckovic, Partikelemissionen eines GVB-Stadtbusses bei Betrieb mit Biodiesel und Potenziale von nachrüstbaren Abgasnachbehandlungssystemen; erstellt im Auftrag des Umweltamtes Graz im Rahmen des Projekts „Trendsetter“; FVT, Graz, Mai 2003
- [HAUSBERGER 2005] S. Hausberger, Th Vuckovic, Potenzial nachrüstbarer Partikelkatalysatoren für Überland-Linienbusse, Bericht Nr. FVT 35/05 Em 18/03 6770, erstellt im Auftrag des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung, FVT, Juni 2005

- [HEIDEN 2004] B. Heiden, M. Hinterhofer et al. Emissionskataster Graz 2001 Teilbericht Verkehr – Bezugsjahr 2003; Bericht Nr. FVT-41/04/Stu V&U 03/16/6100, August 2004
- [HEIDEN 2005] B. Heiden, M. Hinterhofer et al. Emissionskataster Graz 2001 Teilbericht Industrie und Gewerbe; FVT-27/05/Hei V&U 03/16/6100-1, Dezember 2005
- [JAHRESBERICHT 2002]: Luftgütemessungen in der Steiermark, Jahresbericht 2002, Bericht Lu-07-03, Dezember 2004
- [JAHRESBERICHT 2003]: Luftgütemessungen in der Steiermark, Jahresbericht 2003, Bericht Lu-10-04, August 2004
- [JAHRESBERICHT 2004]: Luftgütemessungen in der Steiermark, Jahresbericht 2004, Bericht Lu-02-05, August 2005
- [JAHRESBERICHT 2005]: Luftgütemessungen in der Steiermark, Jahresbericht 2005, Bericht Lu-02-06, in Vorbereitung
- [JOHANSSON 2005] L. Johansson, B. Leckner, L. Gustavsson, D. Cooper, C. Tullin, A. Potter, M. Berntsen, Particle Emission from residual biofuel boilers and stoves – old and modern techniques; , Tagungsband IEA-Bioenergy International Workshop “Aerosols in Biomass Combustion” TU Graz Graz, März 2005
- [LGBL 2004] Verordnung des Landeshauptmannes vom 20. Jänner 2004, mit der ein Maßnahmenkatalog für den Verkehr erlassen wird (IG-L - MaßnahmenkatalogVO-Verkehr) LGBl. Nr.2/2004 i.d.F. LGBl. Nr.50/2004
- [NUSSBAUMER 2005] T. Nussbaumer, N Klippel, M. Oser: Health relevance of aerosols from biomass combustion in comparison to diesel soot indicated by cytotoxicity tests; Tagungsband IEA-Bioenergy International Workshop “Aerosols in Biomass Combustion” TU Graz, Graz, März 2005
- [ÖNORM 1999] ÖNORM EN 12341; Luftbeschaffenheit; Ermittlung der PM₁₀-Fraktion von Schwebstaub, Februar 1999
- [ÖNORM 2000] ÖNORM M 9470 Emissionskataster luftverunreinigender Stoffe, März 2000
- [PISCHINGER 1989] R. Pischinger, K. Pucher, Emissionskataster der Landeshauptstadt Graz; Hg. Amt der Steiermärkischen Landesregierung Fa Ia, 1989
- [PISCHINGER 1995] R. Pischinger, P. Sturm, R. Almbauer, Emissionskataster Graz Bezugsjahr 1995, Bericht Nr. 66/97-Stu, November 1997 Hg. Amt der Steiermärkischen Landesregierung Fa Ia, Magistrat Graz, Amt für Umweltschutz
- [REXEIS 2004] M. Rexeis, S. Hausberger Technologische Möglichkeiten zur Beeinflussung der Feinstaubbelastung in der Steiermark, erstellt im Auftrag des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung, FVT, Bericht Nr.: I-08/04/Hb, September 2004

- [RUPPRECHT 2004] M. Rupprecht et al. Programm zur Feinstaubreduktion in der Steiermark; Hg: Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilung 13A, GZ FA13A-07.10 7-2004/389, Graz 2004
- [STATUSERHEBUNG 2003] Statuserhebungen gemäß § 8 Immissionsschutzgesetz-Luft Bericht Lu 04-03; Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilung 17C - Technische Umweltkontrolle und Sicherheitswesen, Referat Luftgüteüberwachung, Juli 2003
- [STURM 2003] P. Sturm, B. Heiden, Auswirkungen der Verkehrsmaßnahmen des Maßnahmenkatalogs nach IG-L für Feinstaub und Stickstoffdioxid für den Großraum Graz und Grazer Feld, Bericht Nr. FVT- 46/03/Stu V&U 03/37/6100, erstellt im Auftrag des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung, FVT, FA17C, Dezember 2003
- [STURM 2003a] P. Sturm, B. Heiden, Auswirkungen der Verkehrsmaßnahmen des Maßnahmenkatalogs nach IG-L für Feinstaub und Stickstoffdioxid für das Voitsberger Becken, Bericht Nr. FVT- 47/03/Stu V&U 03/38/6100, erstellt im Auftrag des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung, FVT, FA17C, Dezember 2003
- [UBA 2001]: W. Winiwarter; C. Trenker; W. Höflinger Österreichische Emissionsinventur für Staub. Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes.. Wien, 2001.
- [UBA 2004] M. Anderl et al. Luftschadstoff-Trends in Österreich 1980-2002, UBA Wien
- [UBA 2004a] Umweltbundesamt et al., Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 2.1, Wien, Berlin, Bern 2004.
- [UBA 2005] M. Anderl, M. Gager, M. Gangl, et al., Emissionstrends 1990-2003; Ein Überblick über die österreichischen Verursacher von Luftschadstoffen mit Datenstand 2005 Wien, Juni 2005
- [UBA 2006] W. Spangl, Ch. Nagl, J. Schneider, Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2004, Wien 2006
- [UBA 2006a] J. Schneider et al. Schwebestaub in Österreich; Fachgrundlagen für eine kohärente österreichische Strategie zur Verminderung der Schwebestaubbelastung, BE-277, Februar 2006

11 Anhänge

11.1 Zuständige Dienststellen

Rechtliche Zuständigkeit:

Amt der Steiermärkischen Landesregierung
 Fachabteilung 13A, Umwelt- und Anlagenrecht,
 Landhausgasse 7
 A-8010 Graz

Fachliche Zuständigkeit:

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

11.2 Vorgeschlagene PM₁₀-Sanierungsgebiete in der Steiermark; Liste der Gemeinden bzw. Katastralgemeinden (fett gedruckt: gesamtes Gemeindegebiet)

Bezirk	Gem.-Nr.	Gemeinde	KG-Nr.	Katastralgemeinde	Sanierungsgebiet
Graz (Stadt)	0101	Graz			Graz
Bruck an der Mur	0203	Breitenau am Hochlantsch	0010	Erhardstrass	Mittleres Murtal
	0204	Bruck an der Mur			Mur-Mürzfurche
	0209	Kapfenberg	0005	Deuchendorf	Mur-Mürzfurche
			0006	Diemlach	Mur-Mürzfurche
			0020	Hafendorf	Mur-Mürzfurche
			0025	Kapfenberg	Mur-Mürzfurche
			0027	Krottendorf	Mur-Mürzfurche
			0043	Pötschach	Mur-Mürzfurche
			0044	Pötschen	Mur-Mürzfurche
			0054	St. Martin	Mur-Mürzfurche
			0057	Schörgendorf	Mur-Mürzfurche
			0073	Winkl	Mur-Mürzfurche
	0211	Oberaich	0031	Oberaich	Mur-Mürzfurche
			0032	Oberdorf-Landskron	Mur-Mürzfurche
			0040	Picheldorf	Mur-Mürzfurche
			0063	Streitgarn	Mur-Mürzfurche
	0212	Parschlug			Mur-Mürzfurche
	0213	Pernegg an der Mur			Mittleres Murtal
	0216	St.Lorenzen im Mürztal	0046	Rammersdorf	Mur-Mürzfurche
			0049	Rumpelmühle	Mur-Mürzfurche
			0052	St. Lorenzen i. Mztl.	Mur-Mürzfurche
0217	St.Marein im Mürztal			Mur-Mürzfurche	

Bezirk	Gem.-Nr.	Gemeinde	KG-Nr.	Katastralgemeinde	Sanierungsgebiet	
Deutschlandsberg	0301	Aibl			Mittelsteiermark	
	0302	Deutschlandsberg			Mittelsteiermark	
	0303	Eibiswald			Mittelsteiermark	
	0305	Frauental an der Laßnitz			Mittelsteiermark	
	0307	Bad Gams			Mittelsteiermark	
	0309	Georgsberg			Mittelsteiermark	
	0310	Greisdorf			Mittelsteiermark	
	0312	Groß St.Florian			Mittelsteiermark	
	0313	Großradl			Mittelsteiermark	
	0314	Gundersdorf			Mittelsteiermark	
	0315	Hollenegg			Mittelsteiermark	
	0318	Lannach			Mittelsteiermark	
	0319	Limberg bei Wies			Mittelsteiermark	
	0320	Marhof			Mittelsteiermark	
	0322	Pitschgau			Mittelsteiermark	
	0323	Pölfing-Brunn			Mittelsteiermark	
	0324	Preding			Mittelsteiermark	
	0325	Rassach			Mittelsteiermark	
	0326	St.Josef(Weststeiermark)			Mittelsteiermark	
	0327	St.Martin im Sulmtal			Mittelsteiermark	
	0329	St.Peter im Sulmtal			Mittelsteiermark	
	0330	St.Stefan ob Stainz			Mittelsteiermark	
	0331	Schwanberg			Mittelsteiermark	
	0333	Stainz			Mittelsteiermark	
	0334	Stainztal			Mittelsteiermark	
	0335	Stallhof			Mittelsteiermark	
	0336	Sulmeck-Greith			Mittelsteiermark	
	0339	Unterbergla			Mittelsteiermark	
	0340	Wernersdorf			Mittelsteiermark	
	0341	Wettmannstätten			Mittelsteiermark	
	0343	Wies			Mittelsteiermark	
	Feldbach	0401	Auersbach			Mittelsteiermark
		0402	Aug-Radisch			Mittelsteiermark
		0403	Bad Gleichenberg			Mittelsteiermark
0404		Bairisch Kölldorf			Mittelsteiermark	
0405		Baumgarten bei Gnas			Mittelsteiermark	
0406		Breitenfeld an der Rittschein			Mittelsteiermark	
0407		Edelsbach bei Feldbach			Mittelsteiermark	
0408		Edelstauden			Mittelsteiermark	
0409		Eichkögl			Mittelsteiermark	
0410		Fehring			Mittelsteiermark	
0411		Feldbach			Mittelsteiermark	
0412		Fladnitz im Raabtal			Mittelsteiermark	
0413		Frannach			Mittelsteiermark	
0414		Frutten-Gießelsdorf			Mittelsteiermark	

Bezirk	Gem.-Nr.	Gemeinde	KG-Nr.	Katastralgemeinde	Sanierungsgebiet
	0415	Glojach			Mittelsteiermark
	0416	Gnas			Mittelsteiermark
	0417	Gniebing-Weißbach			Mittelsteiermark
	0418	Gossendorf			Mittelsteiermark
	0419	Grabersdorf			Mittelsteiermark
	0420	Hatzendorf			Mittelsteiermark
	0421	Hohenbrugg-Weinberg			Mittelsteiermark
	0422	Jagerberg			Mittelsteiermark
	0423	Johnsdorf-Brunn			Mittelsteiermark
	0424	Kapfenstein			Mittelsteiermark
	0425	Kirchbach in der Steiermark			Mittelsteiermark
	0426	Kirchberg an der Raab			Mittelsteiermark
	0427	Kohlberg			Mittelsteiermark
	0428	Kornberg bei Riegersburg			Mittelsteiermark
	0429	Krusdorf			Mittelsteiermark
	0430	Leitersdorf im Raabtal			Mittelsteiermark
	0431	Lödersdorf			Mittelsteiermark
	0432	Maierdorf			Mittelsteiermark
	0433	Merkendorf			Mittelsteiermark
	0434	Mitterlabill			Mittelsteiermark
	0435	Mühldorf bei Feldbach			Mittelsteiermark
	0436	Oberdorf am Hohegg			Mittelsteiermark
	0437	Oberstorcha			Mittelsteiermark
	0438	Paldau			Mittelsteiermark
	0439	Perlsdorf			Mittelsteiermark
	0440	Pertlstein			Mittelsteiermark
	0441	Petersdorf II			Mittelsteiermark
	0442	Pirching am Traubenberg			Mittelsteiermark
	0443	Poppendorf			Mittelsteiermark
	0444	Raabau			Mittelsteiermark
	0445	Raning			Mittelsteiermark
	0447	Riegersburg			Mittelsteiermark
	0448	St. Anna am Aigen			Mittelsteiermark
	0449	St. Stefan im Rosental			Mittelsteiermark
	0450	Schwarzau im Schwarzaual			Mittelsteiermark
	0451	Stainz bei Straden			Mittelsteiermark
	0452	Studenzen			Mittelsteiermark
	0453	Trautmannsdorf in Oststmk.			Mittelsteiermark
	0454	Unterauersbach			Mittelsteiermark
	0455	Unterlamm			Mittelsteiermark
	0456	Zerlach			Mittelsteiermark
Fürstenfeld	0501	Altenmarkt b.Fürstenfeld			Mittelsteiermark
	0502	Bad Blumau in Steiermark			Mittelsteiermark
	0503	Burgau			Mittelsteiermark

Bezirk	Gem.-Nr.	Gemeinde	KG-Nr.	Katastralgemeinde	Sanierungsgebiet
	0504	Fürstenfeld			Mittelsteiermark
	0505	Großsteinbach			Mittelsteiermark
	0506	Großwilfersdorf			Mittelsteiermark
	0507	Hainersdorf			Mittelsteiermark
	0508	Ilz			Mittelsteiermark
	0509	Loipersdorf b.Fürstenfeld			Mittelsteiermark
	0510	Nestelbach im Ilztal			Mittelsteiermark
	0511	Ottendorf a.d.Rittschein			Mittelsteiermark
	0512	Söchau			Mittelsteiermark
	0513	Stein			Mittelsteiermark
	0514	Übersbach			Mittelsteiermark
Graz-Umgebung	0601	Attendorf			Mittelsteiermark
	0602	Brodingberg			Mittelsteiermark
	0603	Deutschfeistritz			Mittleres Murtal
	0604	Dobl			Mittelsteiermark
	0605	Edelsgrub			Mittelsteiermark
	0606	Eggersdorf bei Graz			Mittelsteiermark
	0607	Eisbach			Mittleres Murtal
	0608	Feldkirchen bei Graz			Graz
	0609	Fernitz			Mittelsteiermark
	0610	Frohnleiten	3001	Adriach	Mittleres Murtal
			3004	Frohnleiten	Mittleres Murtal
			3013	Laas	Mittleres Murtal
			3014	Laufnitzdorf	Mittleres Murtal
			3017	Mauritzen	Mittleres Murtal
			3020	Pfannberg	Mittleres Murtal
			3023	Rothleiten	Mittleres Murtal
			3035	Wannersdorf	Mittleres Murtal
	0611	Gössendorf			Graz
	0612	Grambach			Graz
	0613	Gratkorn			Mittleres Murtal
	0614	Gratwein			Mittleres Murtal
	0617	Hart bei Graz			Graz
	0618	Haselsdorf-Tobelbad			Mittelsteiermark
	0619	Hausmannstätten			Mittelsteiermark
	0620	Hitzendorf			Mittelsteiermark
	0621	Höf-Präbach			Mittelsteiermark
	0622	Judendorf-Straßengel			Mittleres Murtal
	0623	Kainbach bei Graz			Mittelsteiermark
	0624	Kalsdorf bei Graz			Mittelsteiermark
	0625	Krumegg			Mittelsteiermark
	0626	Kumberg			Mittelsteiermark
	0627	Langegg bei Graz			Mittelsteiermark
	0628	Laßnitzhöhe			Mittelsteiermark
	0629	Lieboch			Mittelsteiermark
	0630	Mellach			Mittelsteiermark

Bezirk	Gem.-Nr.	Gemeinde	KG-Nr.	Katastralgemeinde	Sanierungsgebiet
	0631	Nestelbach bei Graz			Mittelsteiermark
	0632	Peggau			Mittleres Murtal
	0633	Pirka			Graz
	0634	Hart-Purgstall			Mittelsteiermark
	0635	Raaba			Graz
	0636	Röthelstein			Mittleres Murtal
	0637	Rohrbach-Steinberg			Mittelsteiermark
	0639	St.Bartholomä			Mittelsteiermark
	0640	St.Marein bei Graz			Mittelsteiermark
	0641	St.Oswald b.Plankenwarth			Mittelsteiermark
	0643	Schrems bei Frohnleiten			Mittleres Murtal
	0644	Seiersberg			Graz
	0646	Stattegg			Mittelsteiermark
	0647	Stiwoll			Mittelsteiermark
	0648	Thal			Mittelsteiermark
	0651	Übelbach	3032	Übelbach Land	Mittleres Murtal
			3033	Übelbach Markt	Mittleres Murtal
	0652	Unterpremstätten			Mittelsteiermark
	0653	Vasoldsberg			Mittelsteiermark
	0654	Weinitzen			Mittelsteiermark
	0655	Werndorf			Mittelsteiermark
	0656	Wundschuh			Mittelsteiermark
	0657	Zettling			Mittelsteiermark
	0658	Zwaring-Pöls			Mittelsteiermark
Hartberg	0701	Blaindorf			Mittelsteiermark
	0702	Buch-Geiseldorf			Mittelsteiermark
	0703	Dechantskirchen			Mittelsteiermark
	0704	Dienersdorf			Mittelsteiermark
	0705	Ebersdorf			Mittelsteiermark
	0706	Friedberg			Mittelsteiermark
	0707	Grafendorf bei Hartberg			Mittelsteiermark
	0708	Greinbach			Mittelsteiermark
	0709	Großhart			Mittelsteiermark
	0710	Hartberg			Mittelsteiermark
	0711	Hartberg Umgebung			Mittelsteiermark
	0712	Hartl			Mittelsteiermark
	0713	Hofkirchen bei Hartberg			Mittelsteiermark
	0714	Kaibing			Mittelsteiermark
	0715	Kaindorf			Mittelsteiermark
	0717	Lafnitz			Mittelsteiermark
	0718	Limbach bei Neudau			Mittelsteiermark
	0720	Neudau			Mittelsteiermark
	0721	Pinggau			Mittelsteiermark
	0722	Pöllau			Mittelsteiermark
	0723	Pöllauberg			Mittelsteiermark
	0725	Rabenwald			Mittelsteiermark

Bezirk	Gem.-Nr.	Gemeinde	KG-Nr.	Katastralgemeinde	Sanierungsgebiet
	0727	Rohr bei Hartberg			Mittelsteiermark
	0728	Rohrbach an der Lafnitz			Mittelsteiermark
	0729	Saifen-Boden			Mittelsteiermark
	0731	St.Johann bei Herberstein			Mittelsteiermark
	0732	St.Johann in der Haide			Mittelsteiermark
	0734	St.Magdalena am Lemberg			Mittelsteiermark
	0737	Schlag bei Thalberg			Mittelsteiermark
	0738	Schönegg bei Pöllau			Mittelsteiermark
	0739	Sebersdorf			Mittelsteiermark
	0740	Siegersdorf b.Herberstein			Mittelsteiermark
	0742	Stambach			Mittelsteiermark
	0743	Stubenberg			Mittelsteiermark
	0744	Tiefenbach bei Kaindorf			Mittelsteiermark
	0748	Bad Waltersdorf			Mittelsteiermark
	0750	Wörth an der Lafnitz			Mittelsteiermark
Judenburg	0824	Zeltweg			Mur-Mürzfurche
Knittelfeld	0901	Apfelberg			Mur-Mürzfurche
	0902	Feistritz bei Knittelfeld			Mur-Mürzfurche
	0903	Flatschach			Mur-Mürzfurche
	0905	Großlobming			Mur-Mürzfurche
	0907	Knittelfeld			Mur-Mürzfurche
	0908	Kobenz	5117	Kobenz	Mur-Mürzfurche
			5131	Raßnitz	Mur-Mürzfurche
	0910	St.Lorenzen bei Knittelfeld			Mur-Mürzfurche
	0911	St.Marein bei Knittelfeld	5111	Greuth	Mur-Mürzfurche
			5126	Prank	Mur-Mürzfurche
			5134	St. Marein	Mur-Mürzfurche
	0912	St.Margarethen bei Knittelfeld			Mur-Mürzfurche
	0914	Spielberg bei Knittelfeld			Mur-Mürzfurche
Leibnitz	1001	Allerheiligen bei Wildon			Mittelsteiermark
	1002	Arnfels			Mittelsteiermark
	1003	Berghausen			Mittelsteiermark
	1004	Breitenfeld am Tannenriegel			Mittelsteiermark
	1005	Ehrenhausen			Mittelsteiermark
	1006	Eichberg-Trautenburg			Mittelsteiermark
	1007	Empersdorf			Mittelsteiermark
	1008	Gabersdorf			Mittelsteiermark
	1009	Gamlitz			Mittelsteiermark
	1010	Glanz an der Weinstraße			Mittelsteiermark
	1011	Gleinstätten			Mittelsteiermark
	1012	Gralla			Mittelsteiermark
	1013	Großklein			Mittelsteiermark
	1014	Hainsdorf im Schwarza-			Mittelsteiermark

Bezirk	Gem.-Nr.	Gemeinde	KG-Nr.	Katastralgemeinde	Sanierungsgebiet
		tal			
	1015	Heiligenkreuz am Waasen			Mittelsteiermark
	1016	Heimschuh			Mittelsteiermark
	1017	Hengsberg			Mittelsteiermark
	1018	Kaindorf an der Sulm			Mittelsteiermark
	1019	Kitzeck im Sausal			Mittelsteiermark
	1020	Lang			Mittelsteiermark
	1021	Lebring-St.Margarethen			Mittelsteiermark
	1022	Leibnitz			Mittelsteiermark
	1023	Leutschach			Mittelsteiermark
	1024	Oberhaag			Mittelsteiermark
	1025	Obervogau			Mittelsteiermark
	1026	Pistorf			Mittelsteiermark
	1027	Ragnitz			Mittelsteiermark
	1028	Ratsch an der Weinstraße			Mittelsteiermark
	1029	Retznei			Mittelsteiermark
	1030	St.Andrä-Höch			Mittelsteiermark
	1031	St.Georgen a.d.Stiefing			Mittelsteiermark
	1032	St.Johann im Saggautal			Mittelsteiermark
	1033	St.Nikolai im Sausal			Mittelsteiermark
	1034	St.Nikolai ob Draßling			Mittelsteiermark
	1035	St.Ulrich am Waasen			Mittelsteiermark
	1036	St.Veit am Vogau			Mittelsteiermark
	1037	Schloßberg			Mittelsteiermark
	1038	Seggauberg			Mittelsteiermark
	1039	Spielfeld			Mittelsteiermark
	1040	Stocking			Mittelsteiermark
	1041	Straß in Steiermark			Mittelsteiermark
	1042	Sulztal a.d.Weinstraße			Mittelsteiermark
	1043	Tillmitsch			Mittelsteiermark
	1044	Vogau			Mittelsteiermark
	1045	Wagna			Mittelsteiermark
	1046	Weitendorf			Mittelsteiermark
	1047	Wildon			Mittelsteiermark
	1048	Wolfsberg im Schwarzaual			Mittelsteiermark
Leoben	1107	Kraubath an der Mur			Mur-Mürzfurche
	1108	Leoben	0303	Donawitz	Mur-Mürzfurche
			0308	Göß	Mur-Mürzfurche
			0315	Judendorf	Mur-Mürzfurche
			0326	Leitendorf	Mur-Mürzfurche
			0327	Leoben	Mur-Mürzfurche
			0338	Mühltal	Mur-Mürzfurche
			0345	Prettach	Mur-Mürzfurche
			0365	Waasen	Mur-Mürzfurche
	1110	Niklasdorf			Mur-Mürzfurche
	1111	Proleb			Mur-Mürzfurche

Bezirk	Gem.-Nr.	Gemeinde	KG-Nr.	Katastralgemeinde	Sanierungsgebiet
	1113	St.Michael in Oberstmk.	0301	Brunn	Mur-Mürzfurche
			0314	Jassing	Mur-Mürzfurche
			0331	Liesingthal	Mur-Mürzfurche
			0350	St. Michael/Obstmk.	Mur-Mürzfurche
			0363	Vorderlainsach	Mur-Mürzfurche
	1114	St.Peter-Freienstein			Mur-Mürzfurche
	1115	St.Stefan ob Leoben	0316	Kaisersberg	Mur-Mürzfurche
			0339	Niederdorf	Mur-Mürzfurche
			0352	St. Stefan	Mur-Mürzfurche
	1116	Traboch			Mur-Mürzfurche
	1117	Trofaiach			Mur-Mürzfurche
Mürz-zuschlag	1301	Allerheiligen im Mürztal	0201	Allerheiligen	Mur-Mürzfurche
			0206	Edelsdorf	Mur-Mürzfurche
			0229	Sölsnitz	Mur-Mürzfurche
	1305	Kindberg	0211	Herzogberg	Mur-Mürzfurche
			0214	Kindberg	Mur-Mürzfurche
			0215	Kindbergdöfl	Mur-Mürzfurche
			0216	Kindthal	Mur-Mürzfurche
	1309	Mürzhofen			Mur-Mürzfurche
Radkers-burg	1501	Bierbaum am Auersbach			Mittelsteiermark
	1502	Deutsch Goritz			Mittelsteiermark
	1503	Dietersdorf am Gnasbach			Mittelsteiermark
	1504	Eichfeld			Mittelsteiermark
	1505	Gosdorf			Mittelsteiermark
	1506	Halbenrain			Mittelsteiermark
	1508	Hof bei Straden			Mittelsteiermark
	1509	Klöch			Mittelsteiermark
	1510	Mettersdorf am Saßbach			Mittelsteiermark
	1511	Mureck			Mittelsteiermark
	1512	Murfeld			Mittelsteiermark
	1513	Bad Radkersburg			Mittelsteiermark
	1514	Radkersburg Umgebung			Mittelsteiermark
	1515	Ratschendorf			Mittelsteiermark
	1516	St.Peter am Ottersbach			Mittelsteiermark
	1517	Straden			Mittelsteiermark
	1518	Tieschen			Mittelsteiermark
	1519	Trössing			Mittelsteiermark
	1520	Weinburg am Saßbach			Mittelsteiermark
Voitsberg	1601	Bärnbach			Mittelsteiermark
	1609	Köflach			Mittelsteiermark
	1611	Krottendorf-Gaisfeld			Mittelsteiermark
	1612	Ligist			Mittelsteiermark
	1613	Maria Lankowitz			Mittelsteiermark
	1615	Mooskirchen			Mittelsteiermark
	1618	Rosental an der Kainach			Mittelsteiermark

Bezirk	Gem.-Nr.	Gemeinde	KG-Nr.	Katastralgemeinde	Sanierungsgebiet
	1620	St.Johann-Köppling			Mittelsteiermark
	1621	St.Martin am Wöllmißberg			Mittelsteiermark
	1622	Söding			Mittelsteiermark
	1623	Södingberg			Mittelsteiermark
	1624	Stallhofen			Mittelsteiermark
	1625	Voitsberg			Mittelsteiermark
Weiz	1701	Albersdorf-Prebuch			Mittelsteiermark
	1702	Anger			Mittelsteiermark
	1706	Etzersdorf-Rollsdorf			Mittelsteiermark
	1707	Feistritz bei Anger			Mittelsteiermark
	1710	Floing			Mittelsteiermark
	1712	Gersdorf an der Feistritz			Mittelsteiermark
	1713	Gleisdorf			Mittelsteiermark
	1715	Gutenberg a.d.Raabklamm			Mittelsteiermark
	1716	Markt Hartmannsdorf			Mittelsteiermark
	1718	Hirnsdorf			Mittelsteiermark
	1719	Hofstätten an der Raab			Mittelsteiermark
	1721	Ilztal			Mittelsteiermark
	1723	Krottendorf			Mittelsteiermark
	1724	Kulm bei Weiz			Mittelsteiermark
	1725	Labuch			Mittelsteiermark
	1726	Laßnitzthal			Mittelsteiermark
	1727	Ludersdorf-Wilfersdorf			Mittelsteiermark
	1729	Mitterdorf an der Raab			Mittelsteiermark
	1730	Mortantsch			Mittelsteiermark
	1731	Naas			Mittelsteiermark
	1734	Nitscha			Mittelsteiermark
	1735	Oberrettenbach			Mittelsteiermark
	1737	Pischelsdorf in der Steiermark			Mittelsteiermark
	1739	Preßguts			Mittelsteiermark
	1740	Puch bei Weiz			Mittelsteiermark
	1742	Reichendorf			Mittelsteiermark
	1746	St.Margarethen a.d.Raab			Mittelsteiermark
	1747	St.Ruprecht a.d.Raab			Mittelsteiermark
	1748	Sinabelkirchen			Mittelsteiermark
	1751	Thannhausen			Mittelsteiermark
	1752	Ungerdorf			Mittelsteiermark
	1753	Unterfladnitz			Mittelsteiermark
	1755	Weiz			Mittelsteiermark

11.3 Beschreibung der PM₁₀-Messstellen

Bruck an der Mur - Oberndorferstraße

Stationsnummer:	06:192
Anschrift der Station:	8600 Bruck an der Mur, Oberndorferstraße
Betreiber:	Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Seehöhe (m)	485
Länge:	15°15'29"
Breite	47°24'42"
Topographie:	Inneralpiner Talboden
Siedlungsstruktur:	Stadt mit 10.000 bis 20.000 EW, Stadtrand
Lokale Umgebung:	mäßig belastetes Industriegebiet, städtisches Wohngebiet stark befahrene Straße, Park, Wald, Wiese
Unmittelbare Umgebung:	mäßig stark befahrene schmale Straße
PM ₁₀ Messung seit:	2001-03-01
Messverfahren:	TEOM
Messziel:	Immissionsschutzgesetz-Luft
Station besteht seit:	1999-08-01

Deutschlandsberg Arbeiterkammer

Stationsnummer:	06:195
Anschrift der Station:	8530 Deutschlandsberg , KG Nr: 61006, GrStNr: 543/4
Betreiber:	Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Seehöhe (m)	368
Länge:	15°12'46"
Breite	46°48'50"
Topographie:	Schwemmkegel der Laßnitz
Siedlungsstruktur:	Stadt mit 5.000 bis 10.000 EW, Zentrum
Lokale Umgebung:	locker verbautes Wohngebiet, mäßig stark befahrene Straße, Park
Unmittelbare Umgebung:	mäßig stark befahrene schmale Straße
PM ₁₀ Messung seit:	2003-06-11
Messverfahren:	TEOM
Messziel:	Immissionsschutzgesetz-Luft, Ozongesetz
Station besteht seit:	1988-11-01

Gratwein

Stationsnummer:	06:191
Anschrift der Station:	8112 Gratwein, Mur-Au (westlich der Papierfabrik)
Betreiber:	Amt der Steiermärkischen Landesregierung, SAPPI (Papierfabrik)
Seehöhe (m)	380
Länge:	15°19'23"
Breite	47°08'08"
Topographie:	Terrasse der Mur im Gratwein – Gratkorn Becken, Ebenes Gelände
Siedlungsstruktur:	Siedlung mit weniger als 5000 EW
Lokale Umgebung:	hochbelastetes Industriegebiet, mäßig stark befahrene schmale Straße locker verbautes Wohngebiet, Park, Wald, Wiese landwirtschaftliche Nutzfläche
Unmittelbare Umgebung:	wenig befahrene schmale Straße, ebene offene Fläche, Wiese, Feld
PM ₁₀ Messung seit:	2001-06-14
Messverfahren:	TEOM
Messziel:	Betrieblicher Immissionsschutzplan, Immissionsschutzgesetz-Luft
Station besteht seit:	1999-03-01

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°24'59"
Breite 47°03'20"
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, Wiese
Unmittelbare Umgebung: stark befahrene breite Straße, Öffentliches Gebäude, Wiese, Feld
PM₁₀ Messung seit: 2000-07-01
Messverfahren: FH62 I-R
Messziel: Immissionsschutzgesetz-Luft
Station besteht seit: 2000-01-01

Graz Mitte

Stationsnummer: 06:160
Anschrift der Station: 8020 Graz KG Innere Stadt, Landhausgasse, GrStNr: 247
Betreiber: Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Seehöhe (m) 350
Länge: 15°26'14"
Breite 47°04'08"
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
PM₁₀ Messung seit: 2001-03-23
Messverfahren: TEOM
Messziel: Immissionsschutzgesetz-Luft
Station besteht seit: 1989-11-01

Graz Nord

Stationsnummer: 06:138
Anschrift der Station: 8051 Graz Gösting, Josef Ornigstraße 16, STEWEAG Umspannwerk
Betreiber: Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Seehöhe (m) 355
Länge: 15°24'53"
Breite 47°05'37"
Topographie: Halboffenes Becken am Gebirgsrand
Ebenes Gelände
Siedlungsstruktur: Stadt mit 100.000 bis 500.000 EW, Stadtrand
Lokale Umgebung: gering belastetes Industriegebiet, mäßig stark befahrene Straße
locker verbautes Wohngebiet, landwirtschaftliche Nutzfläche
Unmittelbare Umgebung: wenig befahrene schmale Straße, Wiese, Feld
PM₁₀ Messung seit: 2002-09-01
Messverfahren: TEOM
Messziel: Immissionsschutzgesetz-Luft, Ozongesetz
Station besteht seit: 1987-01-01

Graz Ost Petersgasse

Stationsnummer: 06:171
Anschrift der Station: 8020 Graz, KGNr: 63106, GrStNr: 2403/1
Betreiber: Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Seehöhe (m) 362
Länge: 15°27'58"
Breite 47°03'34"
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, Wiese
Unmittelbare Umgebung: mäßig stark befahrene schmale Straße
PM₁₀ Messung seit: 2001-03-23
Messverfahren: TEOM
Messziel: Immissionsschutzgesetz-Luft
Station besteht seit: 1991-01-01

Graz Platte

Stationsnummer: 06:020
Anschrift der Station: 8010 Graz, Platte Stephanienwarte
Betreiber: Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Seehöhe (m) 651
Länge: 15°28'10"
Breite 47°06'46"
Topographie: Gipfel im Bergland
Siedlungsstruktur: Stadt mit 100.000 bis 500.000 EW, Stadtrand
Lokale Umgebung: locker verbautes Wohngebiet, Park, Wald, Wiese
Unmittelbare Umgebung: Turm, Bäume
PM₁₀ Messung seit: 2003-07-01
Messverfahren: TEOM
Messziel: Immissionsschutzgesetz-Luft, Ozongesetz
Station besteht seit: 1990-03-01

Graz Süd Tiergartenweg

Stationsnummer: 06:170
Anschrift der Station: 8055 Graz, Herrgottwiesgasse 192, Ecke Tiergartenweg
Betreiber: Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Seehöhe (m) 342
Länge: 15°25'59"
Breite 47°02'30"
Topographie: Halboffenes Becken am Gebirgsrand, Ebenes Gelände
Siedlungsstruktur: Stadt mit 100.000 bis 500.000 EW, Stadtrand
Lokale Umgebung: locker verbautes Wohngebiet, mäßig stark befahrene Straße, Wiese
Unmittelbare Umgebung: mäßig stark befahrene schmale Straße, Bäume
PM₁₀ Messung seit: 2003-04-25
Messverfahren: FH62 I-R
Messziel: Immissionsschutzgesetz-Luft, Ozongesetz
Station besteht seit: 1987-01-01

Hartberg

Stationsnummer: 06:188
Anschrift der Station: 8230 Hartberg, Wiesengasse
Betreiber: Amt der Steiermärkischen Landesregierung

Seehöhe (m) 330
Länge: 15°58'22"
Breite 47°16'45"
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
PM₁₀ Messung seit: 2002-02-06
Messverfahren: TEOM
Messziel: Immissionsschutzgesetz-Luft, Ozongesetz
Station besteht seit: 1996-07-11

Judenburg

Stationsnummer: 06:118
Anschrift der Station: 8750 Judenburg, Stadion
Betreiber: Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Seehöhe (m) 700
Länge: 14°40'36"
Breite 47°10'41"
Topographie: Inneralpiner Talboden, Ebenes Gelände
Siedlungsstruktur: Stadt mit 10.000 bis 20.000 EW
Lokale Umgebung: gering belastetes Industriegebiet, mäßig stark befahrene Straße
locker verbautes Wohngebiet, Park, Wald, Wiese
Unmittelbare Umgebung: wenig befahrene schmale Straße, Fußballplatz
PM₁₀ Messung seit: 2003-02-26
Messverfahren: TEOM
Messziel: Immissionsschutzgesetz-Luft, Ozongesetz
Station besteht seit: 1973-01-01

Knittelfeld Parkstraße

Stationsnummer: 06:119
Anschrift der Station: 8720 Knittelfeld, Parkstraße
1973-2001 Kindergarten
Betreiber: Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Seehöhe (m) 635
Länge: 14°49'31"
Breite 47°12'37"
Topographie: Inneralpiner Talboden
Siedlungsstruktur: Stadt mit 10.000 bis 20.000 EW, Stadtrand
Lokale Umgebung: städtisches Wohngebiet, mäßig stark befahrene Straße, Park, Wald, Wiese
Unmittelbare Umgebung: mäßig stark befahrene schmale Straße, Park, Wiese, Feld
PM₁₀ Messung seit: 2003-06-11
Messverfahren: TEOM
Messziel: Immissionsschutzgesetz-Luft
Station besteht seit: 2001-12-05

Köflach

Stationsnummer: 06:106
Anschrift der Station: 8580 Köflach, KGNr: 63332, GrStNr: 110
Betreiber: Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Seehöhe (m) 445
Länge: 15°05'11"

Breite 47°03'48"
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
PM₁₀ Messung seit: 2001-05-03
Messverfahren: TEOM
Messziel: Immissionsschutzgesetz-Luft
Station besteht seit: 1984-01-01

Leoben Donawitz

Stationsnummer: 06:142
Anschrift der Station: 8700 Leoben, Donawitz, KGNr: 60303, GrStNr: 71/8, Kindergarten
Betreiber: Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Seehöhe (m) 555
Länge: 15°04'27"
Breite 47°22'31"
Topographie: Terrasse des Vordernberger Baches
Siedlungsstruktur: Stadt mit 20.000 bis 50.000 EW, Zentrum
Lokale Umgebung: städtisches Wohngebiet, hochbelastetes Industriegebiet
mäßig stark befahrene Straße, Park, Wald, Wiese
Unmittelbare Umgebung: mäßig stark befahrene schmale Straße, Öffentliches Gebäude
PM₁₀ Messung seit: 2002-07-25
Messverfahren: TEOM
Messziel: Immissionsschutzgesetz-Luft
Station besteht seit: 1985-11-01

Leoben Göß

Stationsnummer: 06:141
Anschrift der Station: 8700 Leoben, KG Göß, KGNr: 60308, GrStNr: 476/150
Bis 28.1.1997 Kindergarten, GrStNr. 503/49
Betreiber: Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Seehöhe (m) 554
Länge: 15°06'13"
Breite 47°21'33"
Topographie: Terrasse der Mur
Siedlungsstruktur: Stadt mit 20.000 bis 50.000 EW, Stadtrand
Lokale Umgebung: Industrie und Wohngebiet, mäßig stark befahrene Straße, Wald, Wiese
Unmittelbare Umgebung: wenig befahrene schmale Straße, Wiese
PM₁₀ Messung seit: 2004-01-21
Messverfahren: FH62 I-R
Messziel: Immissionsschutzgesetz-Luft
Station besteht seit: 1985-01-01

Leoben Zentrum

Stationsnummer: 06:143
Anschrift der Station: 8700 Leoben, Altersheim
Betreiber: Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Seehöhe (m) 543
Länge: 15°05'20"
Breite 47°22'56"
Topographie: Terrasse der Mur
Siedlungsstruktur: Stadt mit 20.000 bis 50.000 EW, Zentrum

Lokale Umgebung: Büros, Industrie und Wohngebiet, Mäßig stark befahrene Straße
Park, Wald, Wiese
Unmittelbare Umgebung: Öffentliches Gebäude
PM₁₀ Messung seit: 2005-06-14
Messverfahren: TEOM
Messziel: Immissionsschutzgesetz-Luft, Ozongesetz
Station besteht seit: 1989-10-11

Liezen

Stationsnummer: 06:182
Anschrift der Station: 8940 Liezen, Ortszentrum
Betreiber: Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Seehöhe (m) 653
Länge: 14°14'40"
Breite 47°34'01"
Topographie: Schwemmkegel des Pyhrnbach
Siedlungsstruktur: Stadt mit 5.000 bis 10.000 EW, Zentrum
Lokale Umgebung: locker verbautes Wohngebiet, mäßig stark befahrene Straße
Landwirtschaftliche Nutzfläche
Unmittelbare Umgebung: mäßig stark befahrene schmale Straße
PM₁₀ Messung seit: 2001-11-15
Messverfahren: TEOM
Messziel: Immissionsschutzgesetz-Luft, Ozongesetz
Station besteht seit: 1993-05-01

Masenberg

Stationsnummer: 06:156
Anschrift der Station: 8225 Pöllau, Staudach 25, Masenberg, Sender oberhalb von Wald-
hansl
Betreiber: Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Seehöhe (m) 1170
Länge: 15°53'18"
Breite 47°20'26"
Topographie: S verlaufender Kamm des Masenberg (1261 m)
Siedlungsstruktur: Unbesiedeltes Gebiet
Lokale Umgebung: Wald, Wiese
Unmittelbare Umgebung: Bäume, Wiese, Feld
PM₁₀ Messung seit: 2001-07-18
Messverfahren: TEOM
Messziel: Nasse Deposition, Immissionsschutzgesetz-Luft, Ozongesetz
Forstrelevante Messstelle
Station besteht seit: 1989-10-01

Mürzzuschlag Roseggerpark

Stationsnummer: 06:194
Anschrift der Station: 8680 Mürzzuschlag, KGNr: 60517, GrStNr: 103
Betreiber: Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Seehöhe (m) 679
Länge: 15°40'20"
Breite 47°36'15"
Topographie:
Siedlungsstruktur: Stadt mit 5.000 bis 10.000 EW, Zentrum
Lokale Umgebung: Park, Wald, Wiese, Landwirtschaftliche Nutzfläche

Unmittelbare Umgebung: Wiese, Park, Bäume
PM₁₀ Messung seit: 2005-03-21
Messverfahren: FH62 I-R
Messziel: Immissionsschutzgesetz-Luft, Ozongesetz
Station besteht seit: 2004-10-01

Niklasdorf

Stationsnummer: 06:193
Anschrift der Station: 8712 Niklasdorf, Sportplatzweg
Betreiber: ENAGES
Seehöhe (m) 510
Länge: 15°08'49"
Breite 47°23'46"
Topographie: Inneralpiner Talboden
Siedlungsstruktur: Einzelhäuser
Lokale Umgebung: mäßig stark befahrene Straße, Landwirtschaftliche Nutzfläche
Unmittelbare Umgebung: mäßig stark befahrene Straße, Fußballplatz, Kanal
PM₁₀ Messung seit: 2002-10-14
Messverfahren: FH62 I-R
Messziel: Betrieblicher Immissionsschutzplan, Nasse Deposition
Immissionsschutzgesetz-Luft
Station besteht seit: 2002-10-14

Peggau

Stationsnummer: 06:183
Anschrift der Station: 8120 Peggau, KGNr: 63019, GrStNr: 257/1
Betreiber: Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Seehöhe (m) 410
Länge: 15°20'45"
Breite 47°12'23"
Topographie: Terrasse der Mur im Mittleren Murtal
Siedlungsstruktur: Siedlung mit weniger als 5000 EW
Lokale Umgebung: locker verbautes Wohngebiet, stark befahrene Straße, Park, Wald, Wiese
landwirtschaftliche Nutzfläche, mäßig belastetes Industriegebiet
Unmittelbare Umgebung: Wiese an locker verbauten Ortsrand
PM₁₀ Messung seit: 2002-02-06
Messverfahren: TEOM
Messziel: Betrieblicher Immissionsschutzplan, Immissionsschutzgesetz-Luft
Station besteht seit: 1993-05-01

Pöls Ost

Stationsnummer: 06:127
Anschrift der Station: 8761 Pöls, KGNr: 65002, GrStNr: 56/3
Betreiber: Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Pölser Zellstoffwerk
Seehöhe (m) 785
Länge: 14°36'50"
Breite 47°13'08"
Topographie: Terrasse im Pölstal
Siedlungsstruktur: Einzelhäuser
Lokale Umgebung: mäßig belastetes Industriegebiet, locker verbautes Wohngebiet
landwirtschaftliche Nutzfläche, Wald, Wiese
Unmittelbare Umgebung: Wiese, Feld

PM₁₀ Messung seit: 2005-07-21
Messverfahren: FH62 I-R
Messziel: Betrieblicher Immissionsschutzplan
Station besteht seit: 1985-11-15

Voitsberg Mühlgasse

Stationsnummer: 06:107
Anschrift der Station: 8570 Voitsberg, Mühlgasse
Betreiber: Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Seehöhe (m) 390
Länge: 15°09'12"
Breite 47°02'41"
Topographie: Talboden der Kainach im Köflach-Voitsberger Becken
Siedlungsstruktur: Stadt mit 10.000 bis 20.000 EW, Zentrum
Lokale Umgebung: mäßig stark befahrene Straße, Park, Wald, Wiese
locker verbautes Wohngebiet
Unmittelbare Umgebung: Öffentliches Gebäude, wenig befahrene schmale Straße
PM₁₀ Messung seit: 2003-06-11
Messverfahren: TEOM
Messziel: Immissionsschutzgesetz-Luft, Ozongesetz
Station besteht seit: 1999-03-01

Weiz

Stationsnummer: 06:181
Anschrift der Station: 8160 Weiz, Bahnhof Weiz Stadt
Betreiber: Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Seehöhe (m) 468
Länge: 15°37'43"
Breite 47°13'02"
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
PM₁₀ Messung seit: 2003-10-01
Messverfahren: TEOM
Messziel: Immissionsschutzgesetz-Luft
Ozongesetz
Station besteht seit: 1992-11-01

Zeltweg

Stationsnummer: 06:114
Anschrift der Station: 8740 Zeltweg, KGNr: 650038, GrStNr: 313/1
Betreiber: Amt der Steiermärkischen Landesregierung
bis 2000 ÖDK
Seehöhe (m) 675
Länge: 14°45'12"
Breite 47°11'35"
Topographie: Terrasse der Mur im Judenburg - Knittelfelder Becken
Siedlungsstruktur: Stadt mit 5.000 bis 10.000 EW, Zentrum
Lokale Umgebung: Flughafen, landwirtschaftliche Nutzfläche
Park, Wald, Wiese, Büros, Industrie und Wohngebiet
mäßig stark befahrene Straße

Unmittelbare Umgebung: mäßig stark befahrene breite Straße
PM₁₀ Messung seit: 2005-06-14
Messverfahren: TEOM
Messziel: Betrieblicher Immissionsschutzplan
Station besteht seit: 1982-12-01

11.4 Abkürzungen

Luftschadstoffe

SO ₂	Schwefeldioxid
Staub	Schwebstaub
TSP	Schwebstaub (Total suspended particles)
PM10	Feinstaub, Partikel, die einen Lufteinlass passieren, der für einen Partikel- durchmesser von 10µm eine Abscheidewirksamkeit von 50% aufweist
NO	Stickstoffmonoxid
NO ₂	Stickstoffdioxid
O ₃	Ozon
CO	Kohlenmonoxid

Meteorologische Parameter

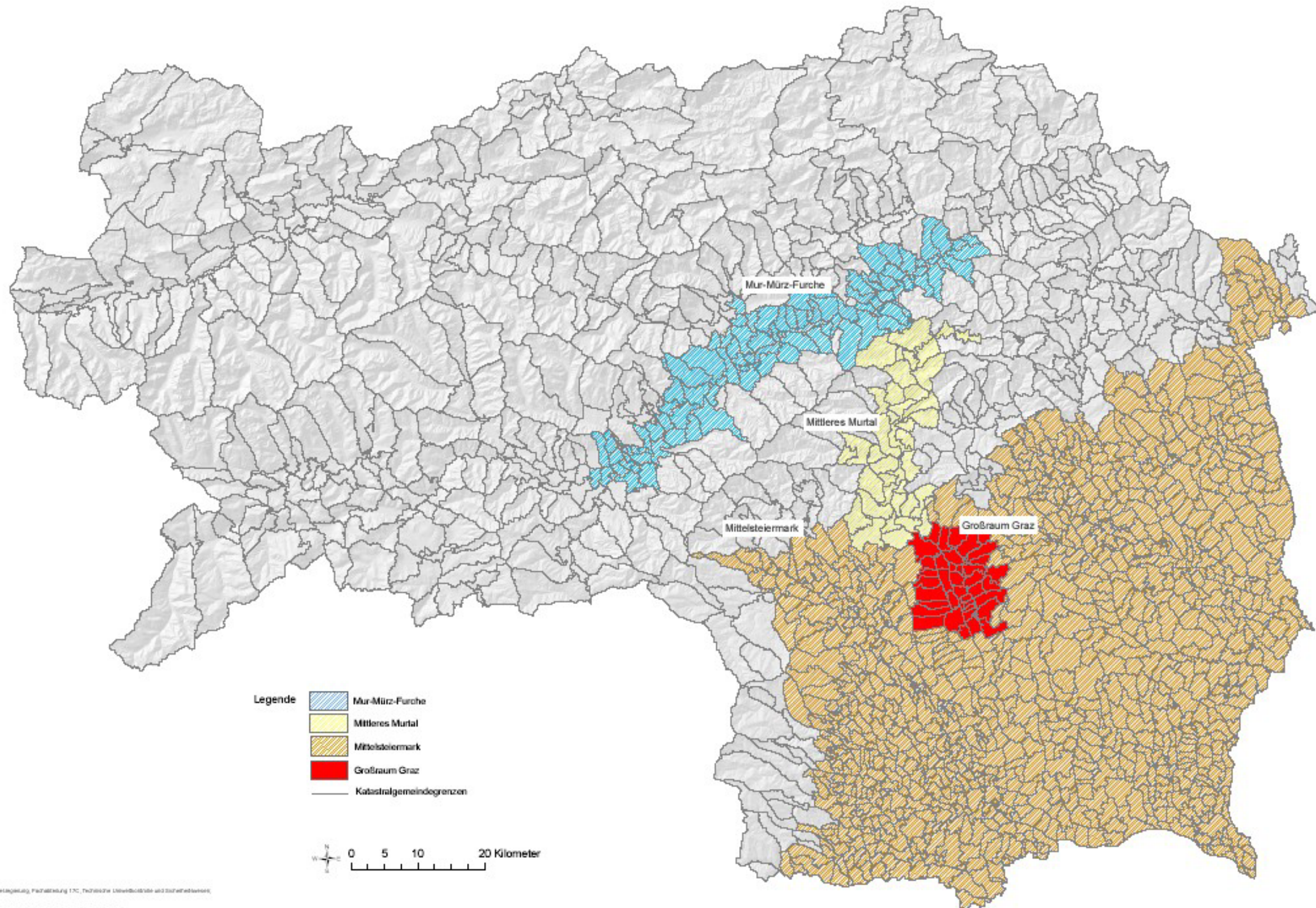
LUTE	Lufttemperatur
LUFE	Luftfeuchte
SOEIN	Globalstrahlung
NIED	Niederschlag
WIGE	Windgeschwindigkeit
WIRI	Windrichtung

Mittelungszeiträume

HMW	Halbstundenmittelwert
HMWmax	maximaler Halbstundenmittelwert
MMW	Monatsmittelwert
TMW	Tagesmittelwert
PMW	Messperiodenmittelwert
JMW	Jahresmittelwert
Mitt_Tag	Mittlerer Tagesgang

11.5 Kartendarstellung der Sanierungsgebiete

FEINSTAUB Sanierungsgebiete



- Legende
- Mur-Mürz-Furche
 - Mittleres Murtal
 - Mittelsteiermark
 - Großraum Graz
 - Katastralgemeindegrenzen

0 5 10 20 Kilometer