



Mobile Luftgütemessungen Köflach 2004 und 2007

Lu-04-08

Dieser Bericht entstand unter Mitarbeit folgender Personen:

Autorin:	Ing. Waltraud Köberl
Für den Inhalt verantwortlich:	Dipl.Ing. Dr. Thomas Pongratz
Projektleitung:	Mag. Andreas Schopper
Messtechnik:	Gerhard Schrempf
Betreuung High-Volume-Sampler:	Petra Neumann Andrea Werni

Herausgeber

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

© April 2008

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

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

Unter dieser Adresse ist auch dieser Bericht im Internet verfügbar

Bei Wiedergabe der Inhalte dieses Berichtes ersuchen wir um Quellenangabe!

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung.....	5
1.1. Die Messungen in Köflach - Barbarasiedlung 03.04.2004 – 11.05.2004	5
1.2. Die Messungen in Köflach-Pichling 12.05.2004 – 14.07.2004	6
1.3. Die Messungen mit dem High-Volume-Sammler 09.02. – 19.03.2007	7
1.4. Zusammenfassende Beurteilung der durchgeführten Untersuchungen.....	7
2. Einleitung	9
3. Beschreibung der Messstandorte	9
4. Beurteilungsgrundlagen	14
4.1. Immissionsschutzgesetz - Luft, IG-L (BGBl. I Nr.115/1997 i.d.F. von BGBl I Nr.34/2006)	14
4.2. Ozongesetz (BGBl. I Nr.210/1992 i.d.F. von BGBl I Nr.34/2003)	14
5. Die immissionsklimatische Situation in Köflach.....	15
5.1. Ausbreitungsbedingungen für Luftschadstoffe im Köflacher Becken.....	15
5.2. Der Witterungsablauf während der Messungen	15
5.2.1 Mobile Messungen 2004.....	15
5.2.2 Witterung während der High-Volume-Sammler-Messungen 08.02.2007 – 19.03.2007	17
6. Messmethodik.....	18
6.1. Ausstattung und Messmethoden des mobilen Messcontainers.....	18
6.2. Messverfahren des High-Volume-Sammlers	19
7. Messergebnisse und Schadstoffverläufe der mobilen Messungen	20
7.1. Übersicht	20
7.1.1 Messungen in Köflach, Barbarasiedlung	20
7.1.2 Messungen Köflach-Pichling.....	21
7.2. Vergleich mobile Messungen - kontinuierliche Messungen im Voitsberger Becken	23
7.2.1 Feinstaub.....	23
7.2.2 Stickstoffmonoxid	24
7.2.3 Stickstoffdioxid	26
7.2.4 Schwefeldioxid	27
7.3. Die einzelnen Schadstoffkomponenten	28
7.3.1 Feinstaub (PM10).....	28
7.3.2 Stickstoffmonoxid (NO)	34
7.3.3 Stickstoffdioxid (NO ₂)	37
7.3.4 Schwefeldioxid (SO ₂)	40
7.3.5 Kohlenmonoxid (CO).....	44
7.3.6 Ozon (O ₃)	47
8. Messergebnisse und Schadstoffverläufe der Messungen mittels High- Volume-Sammler	54
9. Literatur.....	57
10. Anhang: Erläuterungen zu den Tabellen und Diagrammen	57
10.1. Tabellen.....	57
10.2. Diagramme	58

1. Zusammenfassung

Die Luftgütemessungen in Köflach in den Jahren 2004 und 2007 wurden auf Ersuchen der Stadtgemeinde Köflach durchgeführt, um Vergleiche zu den Messergebnissen der kontinuierlichen Messstation Köflach zu erhalten.

1.1. Die Messungen in Köflach - Barbarasiedlung 03.04.2004 – 11.05.2004

Der Messstandort Barbarasiedlung befand sich in einem städtischen Wohngebiet, etwa 375 m südlich der fixen Messstelle. Die mobilen Messungen ergaben bezüglich der Schadstoffe Feinstaub, Stickstoffdioxid, Schwefeldioxid, Ozon und Kohlenmonoxid während der gesamten Messungen in Köflach ein durchschnittliches Belastungsniveau, wobei die Konzentrationen aller Luftschadstoffe etwas niedriger lagen als an der kontinuierlichen Messstation Köflach. Die **Feinstaub-(PM10)-Konzentrationen** bewegten sich auf einem Niveau, das der Jahreszeit und der Lage in Siedlungsgebieten entspricht. Mit einer Überschreitung des Grenzwertes und einem maximalen Tagesmittelwert von $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (118% des Grenzwertes) lag die Belastung ähnlich hoch wie in anderen steirischen Bezirkshauptstädten. Die Belastung durch **Stickstoffmonoxid (NO)** und **Stickstoffdioxid (NO₂)** war als durchschnittlich einzustufen, sie bewegte sich in einem Bereich wie auch in den zum Vergleich herangezogenen Bezirkshauptstädten. Für NO gibt es keine gesetzlichen Grenzwerte, für NO₂ erreichte der maximale Halbstundenmittelwert 26% des Grenzwertes gemäß IG-L, der maximale Tagesmittelwert lag bei 25% des Zielwertes für NO₂ gemäß IG-L.

Die Belastung durch **Schwefeldioxid** war im Messzeitraum im gesamten Voitsberger Becken zeitweise hoch. Auch an den kontinuierlichen Messstationen Köflach und Voitsberg sowie an den Hintergrundmessstationen Hochgößnitz und Piber wurden hohe maximale Halbstundenmittelwerte registriert, die maximalen Tagesmittelwerte während der mobilen Messungen lagen ebenfalls über dem landesweiten Durchschnitt, während die Messperiodenmittelwerte bereits auf einem Niveau lagen, das jenem verschiedener steirischer Bezirkshauptstädte entspricht. Ein Vergleich mit den SO₂-Emissionen aus dem ÖDK-Werk in Voitsberg zeigte, dass in diesem Zeitraum durch ein einmaliges Ereignis erhöhte Mengen an Schwefeldioxid ausgestoßen wurden, was auch an den Immissionsmessstellen im Köflacher Raum registriert wurde. Mit einem maximalen Tagesmittelwert von 12% des Grenzwertes gemäß IG-L war die Belastung durch Schwefeldioxid insgesamt dennoch nicht hoch.

Die **Kohlenmonoxid**-Konzentrationen waren mit einem maximalen Achtstundenmittelwert von 10% des Grenzwertes im Vergleich zu den anderen Messstationen in der Steiermark unterdurchschnittlich, wobei hier nur die Messwerte aus durch Verkehr und Industrie belasteten Gebieten als Vergleich zur Verfügung standen. Kohlenmonoxidkonzentrationen werden in der gesamten Steiermark nur an wenigen, relevanten Stationen erhoben.

Die **Ozonkonzentrationen** stellen ein eigenes Thema dar: Ozon wird nicht von Emitenten ausgestoßen, sondern aus Vorläufersubstanzen durch luftchemische Prozesse gebildet. Auch sind die Konzentrationen nicht räumlich beschränkt, sondern bewegen sich über große Gebiete auf ähnlichem Niveau. Während der Wintermonate

ist die Ozonbelastung nicht relevant; im Sommer jedoch spielen die verstärkte Sonneneinstrahlung und höhere Temperaturen eine große Rolle bei der Bildung von Ozon, sodass während länger andauernder Schönwetterperioden die Konzentrationen kräftig ansteigen können.

Während der Messungen in Köflach von 03.04. – 11.05.2004 war die Belastung durch Ozon bereits überall im Überwachungsgebiet relativ hoch, der Zielwert gemäß Ozongesetz wurde an mehreren Messstationen – so auch an der mobilen Messstation in der Barbarasiedlung 2 mal – überschritten. Die Informationsschwelle gemäß Ozongesetz wurde jedoch nicht erreicht.

1.2. Die Messungen in Köflach-Pichling 12.05.2004 – 14.07.2004

Der Messstandort in Köflach-Pichling hatte eher den Charakter eines siedlungsperipheren Standortes. Dementsprechend blieben die Luftschadstoffkonzentrationen auf einem generell niedrigerem Niveau, als an den regional innerstädtischen Messstellen.

Bezüglich der **Feinstaub**konzentrationen wurden während der Messungen in Köflach-Pichling deutlich niedrigere Werte gemessen als im Messzeitraum in Köflach, wie auch an allen zum Vergleich herangezogenen Messstationen. Es gab keine Überschreitungen des Grenzwertes gemäß IG-L, was zum einen an den besseren Ausbreitungsbedingungen in den Sommermonaten sowie der häufigeren und intensiveren Niederschlagstätigkeit als in den Monaten zuvor gelegen sein dürfte. Die Konzentrationen bewegten sich auf einem durchschnittlichen bis leicht unterdurchschnittlichen Niveau, wie es auch an anderen tendentiell geringer belasteten Messstationen in anderen Siedlungsgebieten registriert wurde.

Sowohl die **Stickstoffmonoxid**- als auch die **Stickstoffdioxid**konzentrationen lagen in Köflach-Pichling auf unterdurchschnittlichem Niveau. Für beide Schadstoffe wurden sowohl an der Messstation Köflach als auch in steirischen Bezirkshauptstädten höhere Werte gemessen.

Die **Schwefeldioxid**belastung war im Messzeitraum in Köflach-Pichling sehr gering. Sowohl der maximale Tagesmittelwert als auch der Messperiodenmittelwert lagen auf einem Niveau, wie es an Hintergrundmessstationen registriert wurde. Dennoch wurden im gesamten Voitsberger Becken – auch an den Hintergrundmessstationen Hochgörsnitz und Piber – kurzzeitig neuerlich die höchsten maximalen Halbstundenmittelwerte aller zum Vergleich herangezogenen Messstationen gemessen, was wiederum auf ein einmaliges Emissionsereignis des Werkes ÖDK III hindeutet.

Für **Ozon** wurden während der Messungen in Köflach-Pichling deutlich höhere Werte gemessen als im Messzeitraum in Köflach, hier spielte die verstärkte Sonneneinstrahlung in den Sommermonaten eine Rolle. Es wurden 8 Überschreitungen des Zielwertes gemäß Ozongesetz registriert, die Messwerte lagen jedoch an allen zum Vergleich herangezogenen Messstationen im selben Überwachungsgebiet auf relativ einheitlichem Niveau. Die Informationsschwelle gemäß Ozongesetz wurde auch in diesem Zeitraum nicht erreicht.

1.3. Die Messungen mit dem High-Volume-Sammler 09.02. – 19.03.2007

Im Winter 2007 wurden weitere Messungen von PM10 im Bereich des Schulzentrums Schulstraße durchgeführt.

Im Vergleich mit der Messstation Köflach (bzw. auch der Station Voitsberg) wurde mit dem High-Volume-Sammler ein Drittel der Überschreitungen des Tagesmittel-Grenzwertes gemäß IG-L registriert. Dieser deutliche Unterschied kam jedoch in der längerfristige Belastung (Mittelwert über den gesamten Messzeitraum – Messperiodenmittelwert) nicht in selbem Maß zur Geltung – hier waren die Konzentrationen der High-Volume-Sammler nur etwas geringer als am Fixstandort. Umgekehrt wurden am Standort Schulzentrum maximale Belastungsspitzen registriert, sowohl der maximale Tagesmittelwert als auch das 97,5-Perzentil waren höher als an der Messstation.

1.4. Zusammenfassende Beurteilung der durchgeführten Untersuchungen

Generell bestätigen sämtliche durchgeführten temporären Messungen, dass die Fixmessstelle Köflach offensichtlich an einem Immissionsschwerpunkt der Stadt positioniert ist. Die Konzentrationsunterschiede zu den ebenfalls zentrumsnahen mobilen Messstandorten Barbarasiedlung und Schulzentrum Schulstraße blieben allerdings in einer dem Umfeld entsprechenden Bandbreite.

Vor allem bestätigt die Tatsache, dass das direkte Umfeld der Station von Wohnbesiedlung bzw. einer großen Schule bestimmt wird die Sinnhaftigkeit und Repräsentativität des langjährigen Messstandortes.

2. Einleitung

Die Messstation in Köflach war eine der ersten Messstellen in der Steiermark, an der PM10 erfasst worden ist. Entsprechend lange ist also im Voitsberger Becken messtechnisch nachgewiesen, dass die Immissionsgrenzwerte für PM10 nicht eingehalten werden können. Bereits in der Stuserhebung vom Juli 2003 (Bericht Lu 04-03) wurde daher das Voitsberger Becken als belastetes Gebiet ausgewiesen und gehörte mit dem Großraum Graz zu den ersten Sanierungsgebieten. Entsprechend groß war also auch das Interesse der Stadtgemeinde Köflach, weitere Messungen der Luftgüte im Allgemeinen und im Besonderen der PM10-Belastung anzuregen.

Diesem Wunsch wurde durch Luftgütemessungen mit einer mobilen Messstation und einem Staubsammler entsprochen. Dabei lag der Schwerpunkt bei der Erhebung der Belastung in wesentlichen Siedlungsgebieten von Köflach.

3. Beschreibung der Messstandorte

Die mobilen Immissionsmessungen wurden zunächst in der Barabarasiedlung, einem städtischen Wohngebiet 375 m nördlich der fixen Köflacher Messstation von 03.04.2004 – 11.05.2004 durchgeführt.

Anschließend wurde die mobile Messstelle in Köflach-Pichling, einem eher peripheren Siedlungsbereich rund 3 km südlich der fixen Messstelle, von 12.05.2004 – 14.07.2004 aufgestellt.

Schließlich wurden aufgrund der gleichen Fragestellung im Zeitraum von 08.02.2007 bis 19.03.2007 PM10-(Feinstaub-)Messungen mit einem High-Volume-Sammler im Bereich des Schulzentrums in der Schulstraße durchgeführt. Dieser Standort befand sich in rund 650 m Entfernung südwestlich der fixen Messstation.

Durch die Wahl der Standorte ist es möglich, Aussagen über die Verteilung der Schadstoffbelastung im Gemeindegebiet von Köflach zu treffen. Auch eine Bewertung des Standortes der fixen Messstelle wird dadurch ermöglicht.

Die folgenden Abbildungen geben einen Überblick über die Standorte der mobilen Messstation sowie des High-Volume-Sammlers:

Abbildung 1: Standort der Mobiln Messstation in der Barbarasiedlung

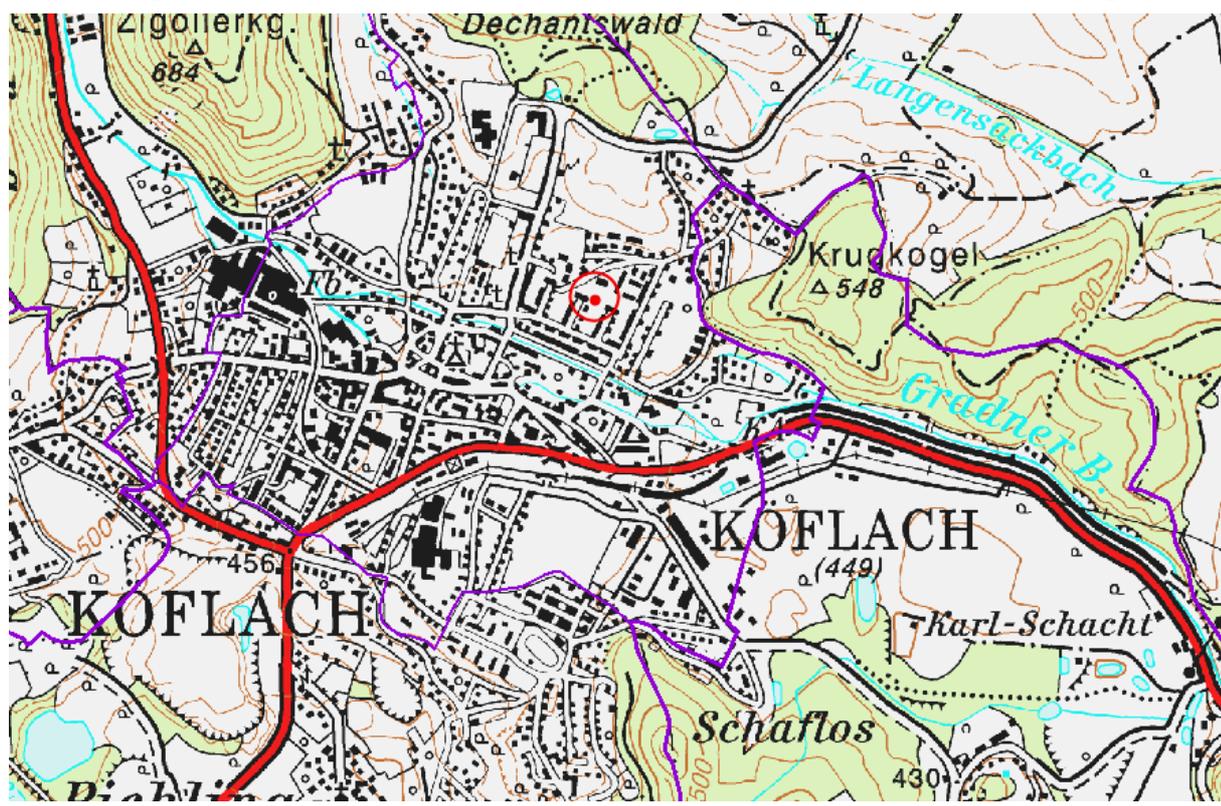


Abbildung 2: Luftbild des Standortes Köflach Barbarasiedlung



Abbildung 3: Standort in der Barbarasiedlung



Abbildung 4: Standort der Mobilen Messstation in Köflach-Pichling

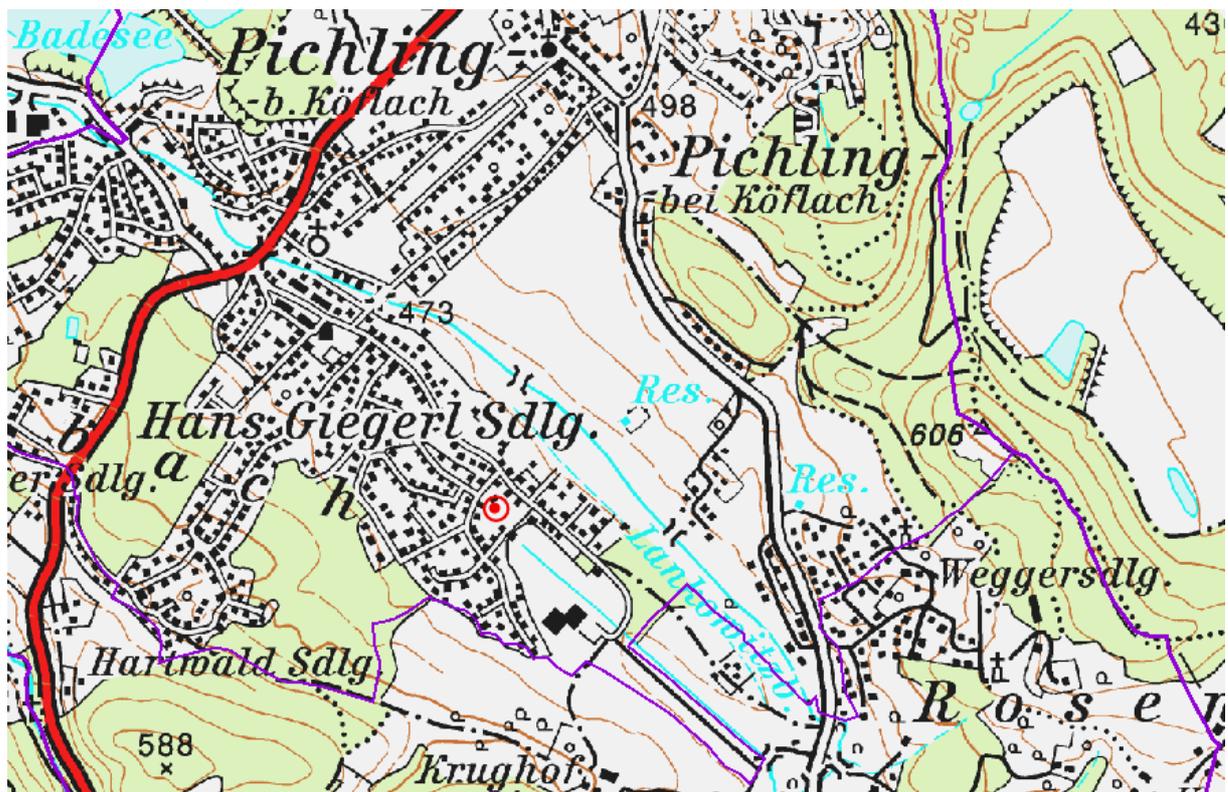


Abbildung 5: Luftbild des Standortes Köflach Pichling



Abbildung 6: Standort in Köflach-Pichling



**Abbildung 7: Standort des High-Volume-Sammlers
im Bereich der Haupt- und Realschule Köflach**



4. Beurteilungsgrundlagen

4.1. Immissionsschutzgesetz - Luft, IG-L (BGBl. I Nr.115/1997 i.d.F. von BGBl I Nr.34/2006)

Neben allgemeinen Festlegungen zur Immissionsüberwachung definiert das IG-L in Erfüllung der EU-Rahmenrichtlinie sowie der dazu in Kraft getretenen Tochterrichtlinien bundesweit gültige Immissionsgrenzwerte, von denen die für diese Messung relevanten in der folgenden Tabelle 1 wiedergegeben sind:

Tabelle 1: Grenzwerte gemäß Immissionsschutzgesetz-Luft (IG-L) (Immissionsgrenzwerte, Alarmwerte, Zielwerte) in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, für CO in mg/m^3)

Luftschadstoff	HMW	MW3	MW8	TMW	JMW
Schwefeldioxid	200 ¹⁾	<u>500</u>		120	
Kohlenstoffmonoxid			10		
Stickstoffdioxid	200	<u>400</u>		80	30 ²⁾
PM10				50 ^{3) 4)}	40 (20)

MW3 = Dreistundenmittelwert

MW8 = Achtstundenmittelwert

¹⁾ Drei Halbstundenmittelwerte SO_2 pro Tag, jedoch maximal 48 Halbstundenmittelwerte pro Kalenderjahr bis zu einer Konzentration von $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gelten nicht als Überschreitung

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

2005 - 2009	40
2010 - 2011	35

³⁾ Pro Kalenderjahr ist die folgende Zahl von Überschreitungen zulässig:

bis 2004	35
2005 -2009	30
ab 2010	25

⁴⁾ Als Zielwert gilt eine Anzahl von maximal 7 Überschreitungen pro Jahr

4.2. Ozongesetz (BGBl. I Nr.210/1992 i.d.F. von BGBl I Nr.34/2003)

Mit dem Ozongesetz werden Regeln für den Umgang mit erhöhten Ozonkonzentrationen festgelegt. Es wurden Grenzwerte fixiert sowie die Information der Bevölkerung im Falle erhöhter Ozonbelastungen geregelt. Außerdem wurde hier der Grundstein für einen österreichweiten einheitlichen Datenaustausch von Luftgütedaten gelegt.

Das Bundesgebiet ist in 8 Ozonüberwachungsgebiete eingeteilt, die nicht mit den Bundesländergrenzen übereinstimmen, sondern die sich an österreichischen Großlandschaften orientieren. Köflach liegt im Ozon-Überwachungsgebiet 2 (Süd- und Oststeiermark sowie das südliche Burgenland).

Tabelle 2: Informations- und Alarmwerte für Ozon

Informationsschwelle	180 µg/m ³ als Einstundenmittelwert
Alarmschwelle	240 µg/m ³ als Einstundenmittelwert

Tabelle 3: Zielwerte für Ozon

	ab 2010
Menschliche Gesundheit	120 µg/m ³ als gleitender Achtstundenmittelwert (MW8_1); im Mittel über 3 Jahre nicht mehr als 25 Tage mit Überschreitung

5. Die immissionsklimatische Situation in Köflach

5.1. Ausbreitungsbedingungen für Luftschadstoffe im Köflacher Becken

Mit einer Häufigkeit an windschwachen Wetterlagen von 70% zählt das Köflacher Becken zu den am schlechtesten durchlüfteten Landschaften in der Steiermark. Vergleichbar ist es diesbezüglich zum Beispiel mit dem Raum Zeltweg/Knittelfeld, wo ähnlich hohe Kalmenanteile gemessen werden. Die jahresdurchschnittliche Windgeschwindigkeit beträgt nur ca. 0,6 m/s, was noch deutlich unter den in Graz gemessenen Werten liegt. Die beiden Hauptwindrichtungen sind Westsüdwest und Ost-südost. Diese sind eine Folge von tagesperiodischen Druckschwankungen zwischen den umgebenden Bergregionen (Steirisches Randgebirge) und dem südöstlichen Alpenvorland. In der Nacht herrschen dem Talverlauf folgend vorwiegend Windrichtungen aus Westsüdwest vor, tagsüber dreht der Wind in der Regel auf Ost-südost. Insgesamt ist damit das Köflacher Becken als deutlich benachteiligt hinsichtlich der lokalen Ausbreitungsbedingungen für Luftschadstoffe einzustufen.

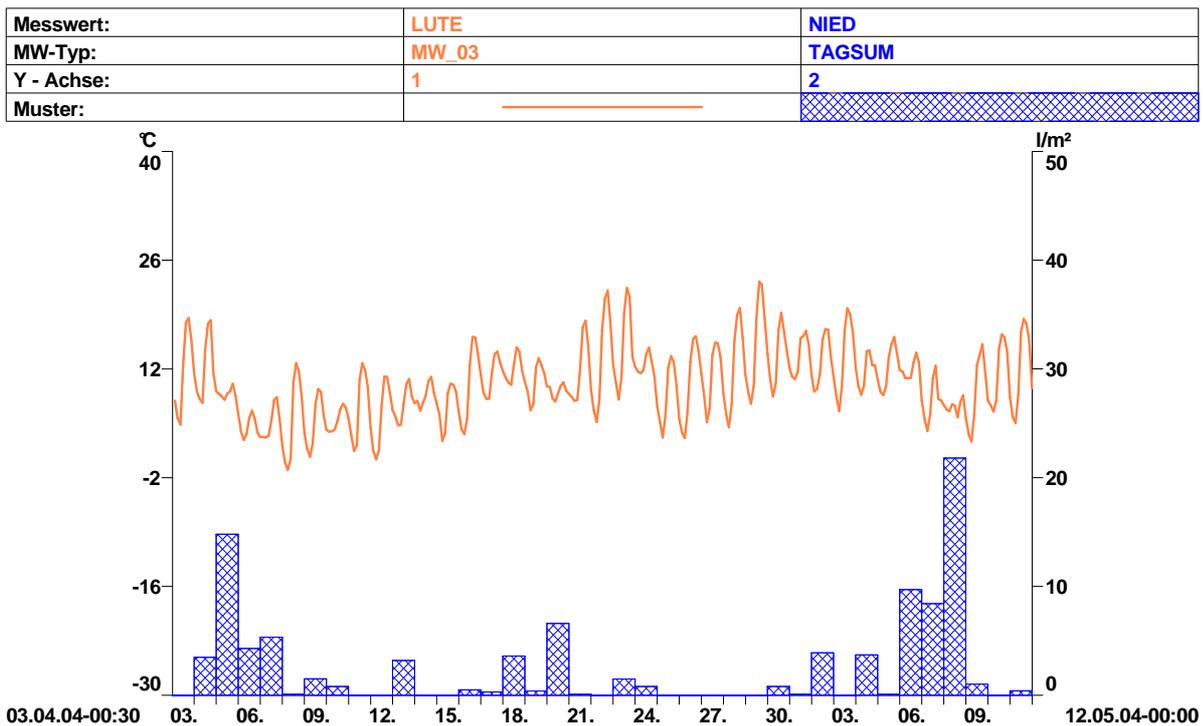
5.2. Der Witterungsablauf während der Messungen

5.2.1 Mobile Messungen 2004

Der **April 2004** war in der gesamten Steiermark bei unterschiedlichen Niederschlagsverhältnissen zu mild. Die Witterung des April war seinem Ruf entsprechend turbulent, wobei ein zyklonaler Grundcharakter, vornehmlich ausgelöst von Tiefdruck im Süden, klar dominierte. Damit erklären sich auch die höheren Niederschlagssummen in den südlichen Landesteilen bzw. im Süd-stau des Alpenhauptkammes. Dazwischen brachten Zwischenhochphasen immer wieder Wetterbesserung, die aber jeweils nur von kurzer Dauer war.

Der **Mai 2004** war in der gesamten Steiermark etwas zu kühl und mit Ausnahme des äußersten Südosten ausreichend beregnet. Es herrschte ein rascher Wechsel der Wetterlagen vor, was teilweise auf die jahreszeitlich bedingte hohe Labilität der Atmosphäre und die damit verbundene Schauer- und Gewitterbereitschaft zurückzuführen war. Zwischenhoch brachte zwar immer wieder Phasen mit Wetterbesserung, deren Dauer blieb aber generell nur kurz.

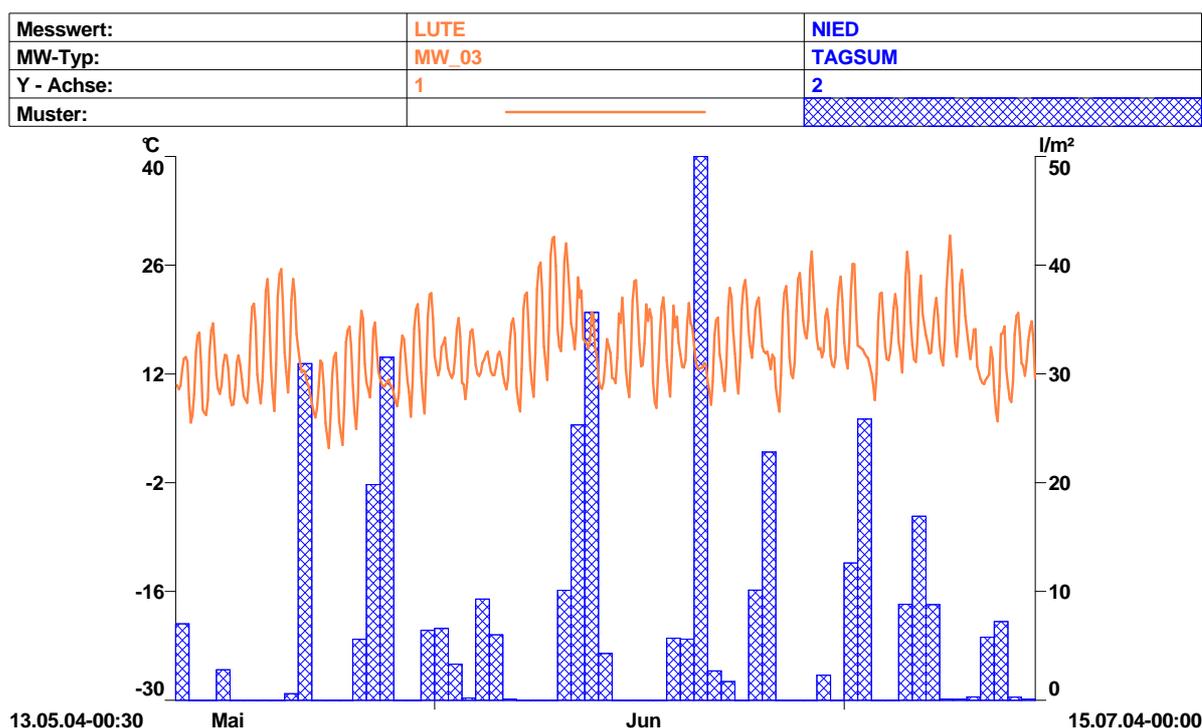
Abbildung 8: Lufttemperatur und Niederschlag während der mobilen Messungen in Köflach (Barbarasiedlung)



Der **Juni 2004** war in der Steiermark normal bis leicht überdurchschnittlich temperiert und recht feucht. Am meisten Niederschlag gab es dabei im Raum Graz und in der Weststeiermark, wo an über 20 Regentagen fast doppelt so viel Niederschlag fiel wie normalerweise im Juni. Die Monatstemperaturen lagen in den Nordstaugebieten im Bereich des langjährigen Mittels, im überwiegenden Teil des Landes um rund einen halben Grad darüber. Vom Wetterlagenverlauf her war der gesamte Juni durch einen immer wiederkehrenden Wechsel zyklonaler Phasen mit kurzen Zwischenhochtagen bestimmt. Dadurch gab es überdurchschnittlich viele Niederschlagstage und es fehlte stabiles, mehrtägiges Hochdruckwetter.

Der **Juli 2004** war in der Steiermark etwas zu warm und zu trocken. Die Monatsmitteltemperaturen blieben wie schon im Juni im Bereich bzw. etwas über dem langjährigen Durchschnitt, am relativ wärmsten war es im Raum Graz. Die Niederschlagssummen lagen nur in Teilen der Mur-Mürz-Furche im Bereich der Erwartungen, sonst blieb es zu trocken. Besonders geringe Regenmengen fielen im äußersten Südosten des Landes. Die vergleichsweise geringen Niederschlagsmengen waren insofern überraschend, als annähernd der gesamte Juli von klar zyklonal geprägtem Strömungswetter dominiert war.

Abbildung 9: Lufttemperatur und Niederschlag während der mobilen Messungen in Köflach-Pichling



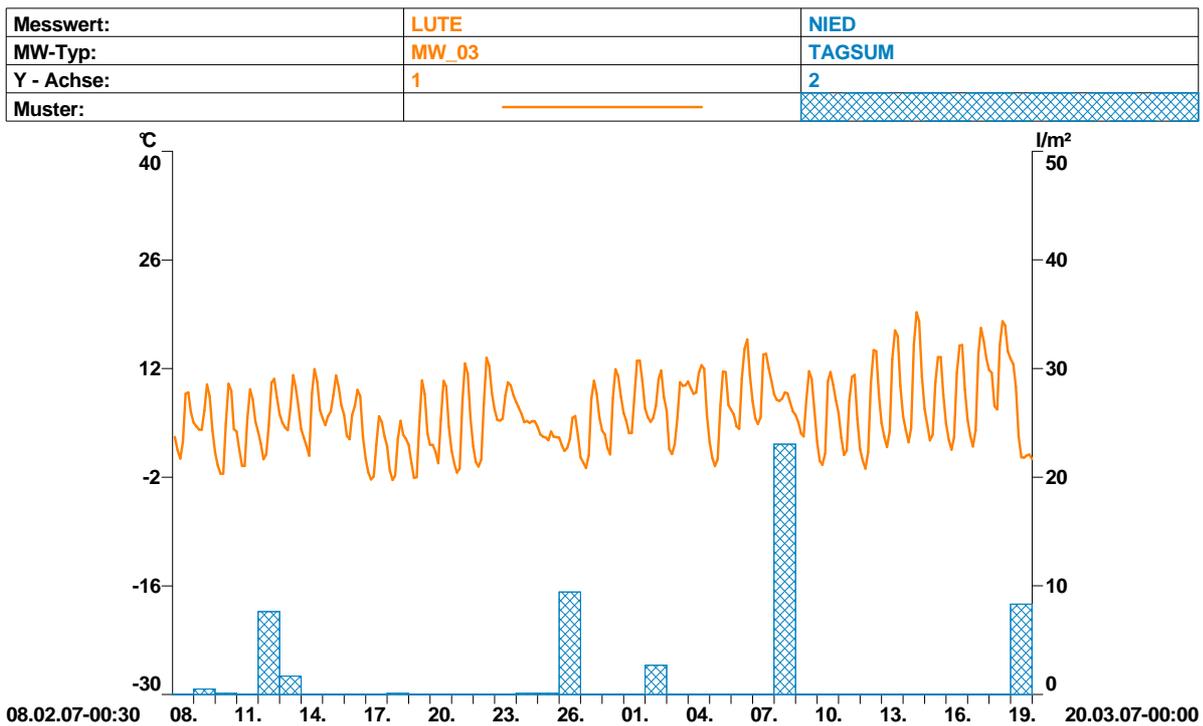
5.2.2 Witterung während der High-Volume-Sammler-Messungen 08.02.2007 – 19.03.2007

Die gesamte Messperiode war gekennzeichnet durch überdurchschnittliche Temperaturen.

Im **Februar 2007** entsprachen die Niederschläge dem Durchschnitt, es konnte sich jedoch keine geschlossene Schneedecke bilden. Die erste Hälfte des Monats gestaltete sich wechselhaft, danach bildete sich ein Hochdruckgebiet, das jedoch wegen der hohen Temperaturen keine nächtliche Ausstrahlung und damit kaum Inversionen bewirkte. Gegen Ende des Monats brachten Störungseinflüsse die höchsten im Monat Februar verzeichneten Niederschlagsmengen.

Im **März 2007** wurden zu Beginn des Monats durch eine milde Südwest-Strömung Niederschläge verursacht. Danach dominierte bis Mitte des Monats ein ausgeprägtes Hochdruckgebiet das Wetter und brachte vergleichsweise schlechte lokale Ausbreitungsbedingungen durch Bildung von Inversionen infolge kräftiger Erwärmung tagsüber bzw. verstärkter Ausstrahlung während der Nacht. Die folgende Kaltfront brachte ab dem 19. ergiebige Niederschläge, die teilweise als Schnee fielen.

Abbildung 10: Lufttemperatur und Niederschlag während der High-Volume-Sammler-Messungen



6. Messmethodik

6.1. Ausstattung und Messmethoden des mobilen Messcontainers

Die mobile Luftgütemessstation zeichnet den Schadstoffgang von Schwefeldioxid (SO₂), Feinstaub (PM₁₀), Stickstoffmonoxid (NO), Stickstoffdioxid (NO₂), Kohlenmonoxid (CO) und Ozon (O₃) auf.

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

Tabelle 4: Ausstattung des Messcontainers

Schadstoff	Messmethode	Gerätetyp
Schwefeldioxid SO ₂	UV-Fluoreszenzanalyse	Horiba APSA 350E
Feinstaub (PM ₁₀)	Beta-Strahlenabsorption	FH 62 IR
Stickstoffoxide NO, NO ₂	Chemolumineszenzanalyse	Horiba APNA 350E
Kohlenmonoxid CO	Infrarotabsorption	Horiba APMA 350E
Ozon O ₃	UV-Photometrie	Horiba APOA 350E

Neben den Messgeräten für die Schadstofffassung werden am Messcontainer auch die meteorologischen Geber für Lufttemperatur, Luftfeuchte, Windrichtung und Windgeschwindigkeit betrieben.

Eine vollständige Aufzeichnung und Überwachung des Messvorganges erfolgt durch einen Stationsrechner. Automatische Plausibilitätsprüfungen der Messwerte finden bereits vor Ort statt. Die notwendigen Funktionsprüfungen erfolgen ebenfalls automatisch. Die erfassten Messdaten werden in der Regel über GSM in die Luftgüteüberwachungszentrale übertragen, wo sie nochmals hinsichtlich ihrer Plausibilität geprüft werden.

Die Kalibrierung der Messwerte wird gemäß ÖNORM M5889 durchgeführt. Die in Verwendung befindlichen Transferstandards werden regelmäßig an internationalen Standards, bereitgestellt durch das Umweltbundesamt Wien, abgeglichen.

6.2. Messverfahren des High-Volume-Sammlers

Die Bestimmung der Staubkonzentration mit dem High-Volume-Sammler erfolgt nach der EN 12341. Mit Hilfe des High-Volume-Sammlers werden die in der Außenluft vorhandenen Partikel über einen bestimmten Zeitraum auf Filtern gesammelt. Jeweils nach Beendigung eines Probenahmezyklus wird der mit Partikel belegte Filter automatisch gegen einen unbelegten Filter ausgetauscht und ein neuer Probenahmezyklus eingeleitet. Die Masse des auf den Filtern abgeschiedenen Staubes wird durch Differenzwägung der konditionierten Filter vor und nach der Probenahme bestimmt. Das Messergebnis wird als Massenkonzentration angegeben. Zum Einsatz gelangte ein Gerät der Firma Digital.

Die angesaugte Luft wird zunächst über einen Vorabscheider („PM10-Kopf“) geleitet. Dort werden größere Partikel abgeschieden, sodass nur Teilchen mit einem Durchmesser unter 10 µm auf den Filter gelangen. Das durchgesaugte Luftvolumen betrug bei den hier vorliegenden Messungen 30 m³/h, die Probenahmezeit 24 Stunden pro Filter. Die Filterwechsel erfolgten um Mitternacht. Als Ergebnis wurden somit Tagesmittelwerte erhalten, die mit jenen der kontinuierlichen Luftgütemessstationen vergleichbar sind.

7. Messergebnisse und Schadstoffverläufe der mobilen Messungen

7.1. Übersicht

7.1.1 Messungen in Köflach, Barbarasiedlung

Tabelle 5: Köflach Barbarasiedlung 03.04.2004 – 11.05.2004

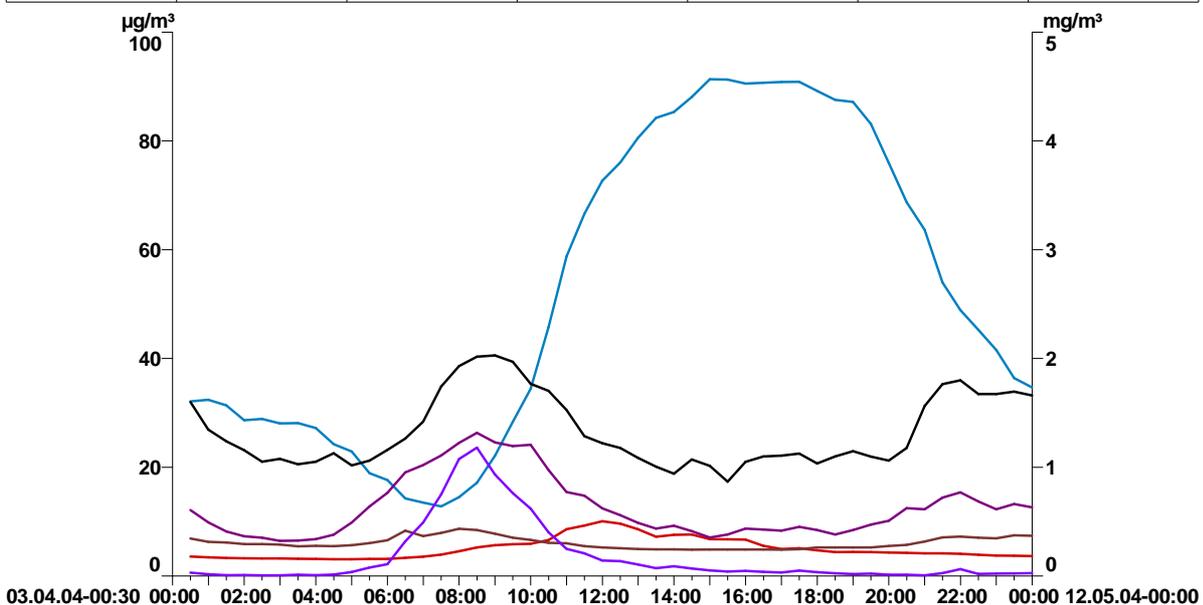
Schadstoff	PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	NO ₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	NO ₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	SO ₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	SO ₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Ozon [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	CO [mg/m^3]
Messwerttyp	TMWmax	HMWmax	TMWmax	HMWmax	TMWmax	MW8_1max	MW08
Konzentration	59	51	20	70	14	123	0,9
Grenzwert IG-L	50	200	80 ¹⁾	200	120	120 ²⁾	10
Überschreitungen	1	0	0	0	0	2	0

¹⁾ Zielwert IG-L

²⁾ Zielwert Ozongesetz

Abbildung 11: Mittlerer Tagesgang der Schadstoffbelastung 03.04. – 11.05.2004

Messwert:	STBK 10	NO	NO2	O3	CO	SO2
MW-Typ:	MITT_TAG	MITT_TAG	MITT_TAG	MITT_TAG	MITT_TAG	MITT_TAG
Y - Achse:	1	1	1	1	2	1
Muster:	_____	_____	_____	_____	_____	_____



Die Feinstaubkonzentrationen sowie die Stickoxide zeigten in Köflach um diese Jahreszeit einen ausgeprägten Tagesgang mit einem Maximum in den Morgenstunden bei Einsetzen des Berufsverkehrs. In den späten Abendstunden stieg die Feinstaubbelastung nochmals deutlich an, auch bei Stickstoffdioxid wurde ein nochmaliger Anstieg der Konzentrationen registriert, während die Stickstoffmonoxidkonzentrationen auf niedrigem Niveau blieben. Der Tagesgang der Ozonkonzentrationen war

bereits sehr ausgeprägt mit einem typischen Minimum in den Morgenstunden, dem raschen Anstieg der Belastung in den Vormittagsstunden, einem Maximum am Nachmittag und dem Absinken der Konzentrationen gegen Abend. Bei Schwefeldioxid wurde ein leichter Anstieg der Belastung in der ersten Tageshälfte festgestellt – verursacht durch Hausbrand –, während die Kohlenmonoxidkonzentrationen kaum einen Tagesgang aufwiesen.

Die Feinstaubbelastung war während der Messdauer etwas erhöht, es wurde eine Überschreitung des Grenzwertes gemäß IG-L registriert. Alle anderen Schadstoffkonzentrationen bewegten sich auf einem im Vergleich zu anderen Messstellen in Bezirksstädten für die Jahreszeit durchschnittlichen Niveau.

7.1.2 Messungen Köflach-Pichling

Tabelle 6: Köflach-Pichling 13.05.2004 – 14.07.2004

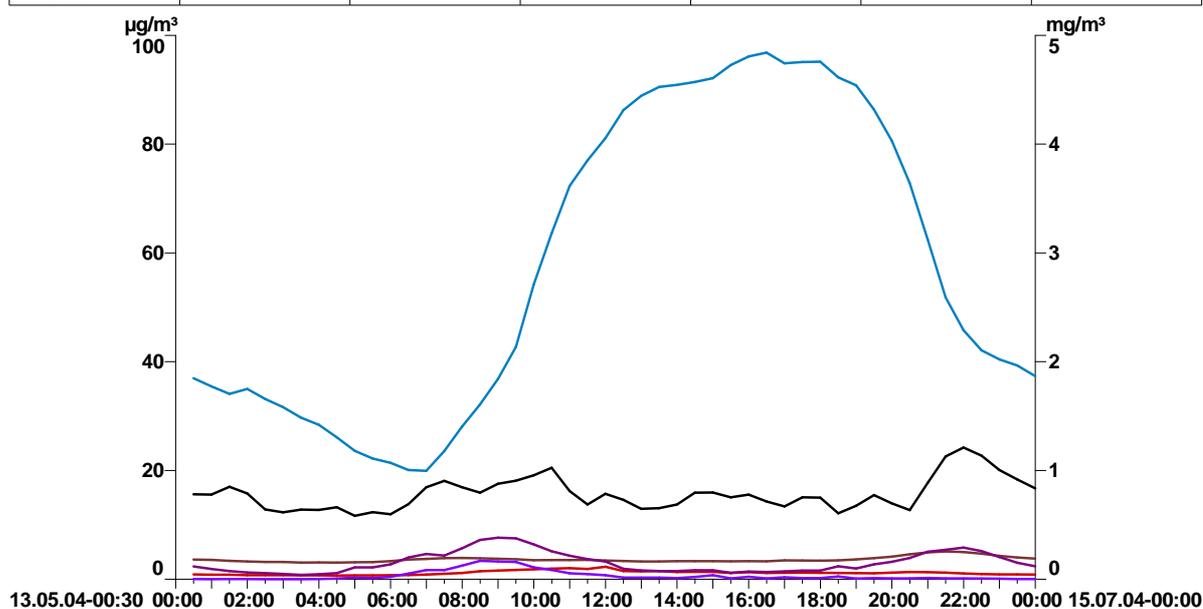
Schadstoff	PM10 [µg/m³]	NO ₂ [µg/m³]	NO ₂ [µg/m³]	SO ₂ [µg/m³]	SO ₂ [µg/m³]	Ozon [µg/m³]	CO [mg/m³]
Messwerttyp	TMWmax	HMWmax	TMWmax	HMWmax	TMWmax	MW8_1max	MW08
Konzentration	35	42	10	25	4	147	0,3
Grenzwert IG-L	50	200	80 ¹⁾	200	120	120 ₂₎	10
Überschreitungen	0	0	0	0	0	8	0

¹⁾ Zielwert IG-L

²⁾ Zielwert Ozongesetz

Abbildung 12: Mittlerer Tagesgang der Schadstoffbelastung 13.05. – 14.07.2004

Messwert:	STBK 10	NO	NO2	O3	CO	SO2
MW-Typ:	MITT_TAG	MITT_TAG	MITT_TAG	MITT_TAG	MITT_TAG	MITT_TAG
Y - Achse:	1	1	1	1	2	1
Muster:	—	—	—	—	—	—



In der warmen Jahreszeit ist vor allem der Tagesgang der Ozonkonzentrationen sehr ausgeprägt; die Sonneneinstrahlung spielt bei der Bildung von Ozon eine große Rolle, wodurch die Belastung über Mittag und Nachmittag bis zu den frühen Abendstunden am höchsten ist. Typisch ist das Absinken der Belastung in den Nachtstunden – durch das erhöhte NO_x -Niveau in Siedlungsgebieten wird Ozon bei fehlender Temperatur und Sonneneinstrahlung verstärkt abgebaut. Andererseits wirken Stickstoffoxide unter Sonneneinstrahlung jedoch als Vorläufersubstanz für die Bildung von Ozon.

Obwohl die Ozonkonzentrationen in den Sommermonaten mit den höheren Temperaturen und der kräftigeren Sonneneinstrahlung höher ansteigen, wurde in Köflach-Pichling ein sehr ähnlicher Tagesgang registriert wie in Köflach in den Monaten davor. Das ist auf das Fehlen ausgeprägter Hochdruckphasen und auf die vor allem im Juni überdurchschnittlichen Niederschlagsmengen zurückzuführen, die der Bildung von Ozon entgegenwirkten.

Die Feinstaubbelastung sowie die der Stickstoffoxide zeigten noch einen leichten Tagesgang mit einem Anstieg in den Morgenstunden (morgendliche Verkehrsspitze in Verbindung mit ungünstigeren Ausbreitungsbedingungen) und einem weiteren leichten Anstieg in den späten Abendstunden. Durch die besseren Ausbreitungsbedingungen im Sommer sowie die fehlenden Hausbrandemissionen war kein Tagesgang von Schwefeldioxid sowie Kohlenmonoxid erkennbar und die Konzentrationen lagen deutlich niedriger als während der Messungen in der Barbarasiedlung.

7.2. Vergleich mobile Messungen - kontinuierliche Messungen im Voitsberger Becken

7.2.1 Feinstaub

Abbildung 13: PM10-Konzentrationen 03.04.2004 – 15.07.2004; maximale Halbstundenmittelwerte

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

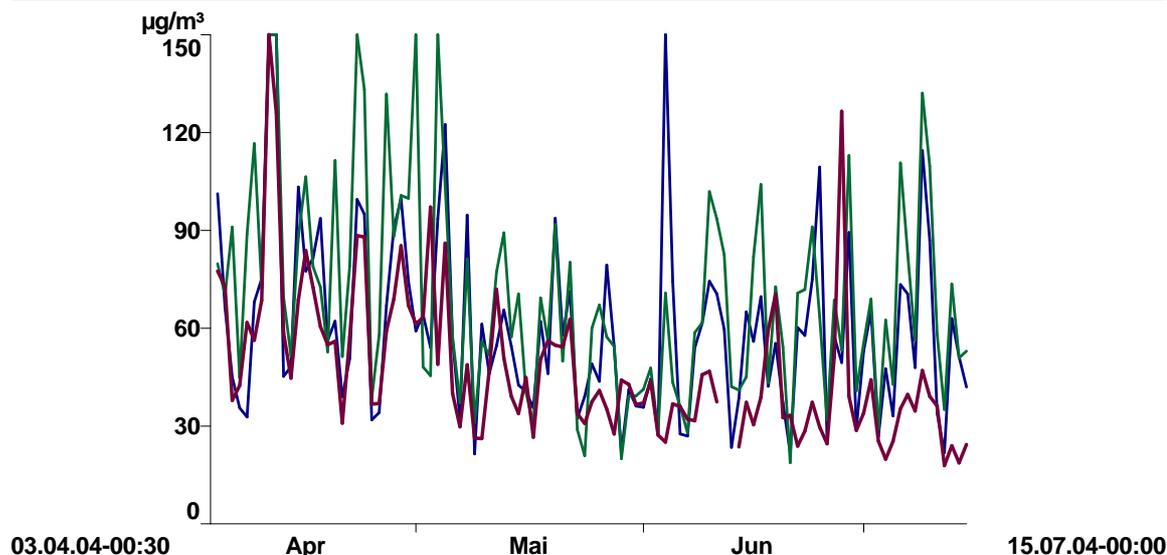
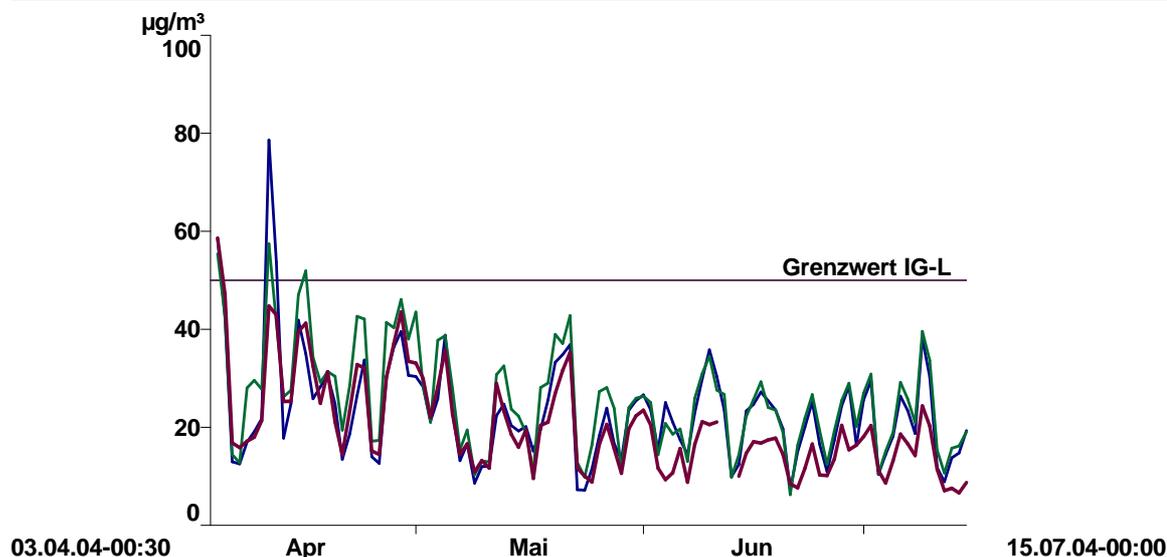


Abbildung 14: PM10-Konzentrationen 03.04.2004 – 15.07.2004; Tagesmittelwerte – Vergleich zum Grenzwert gemäß IG-L

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



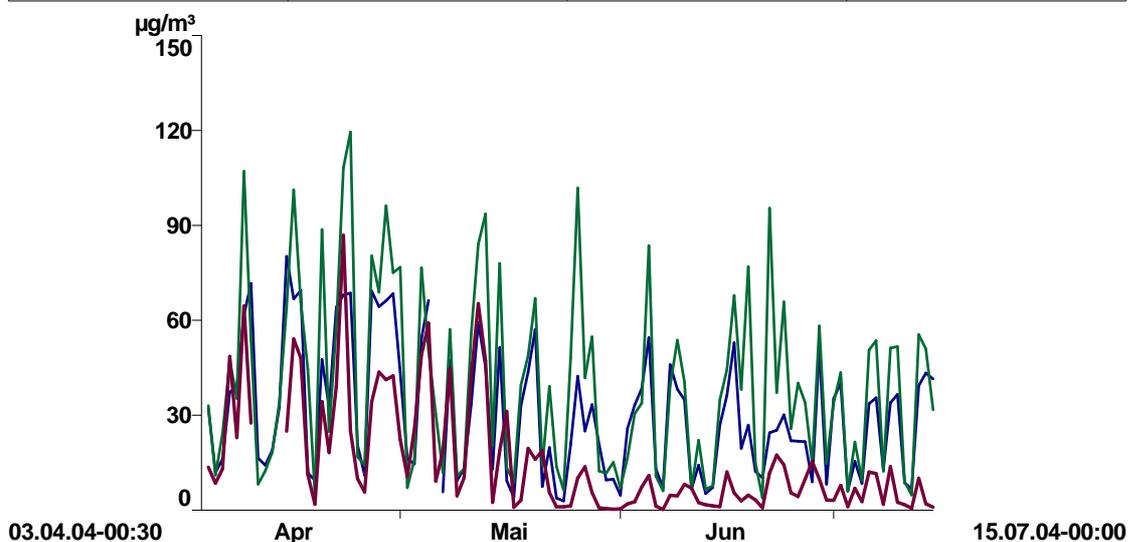
An den mobilen Messstationen zeigte sich ein sehr ähnlicher Zeitverlauf der Feinstaubkonzentrationen wie an den kontinuierlichen Messstationen in Köflach und Voitsberg. Doch sowohl die maximalen Halbstundenmittelwerte als auch die Tagesmittelwerte lagen während der mobilen Messungen in Köflach Barbarasiedlung (April – Mitte Mai) etwas niedriger, während der mobilen Messungen in Köflach-Pichling (Mitte Mai – Mitte Juli) deutlich niedriger als an den kontinuierlichen Messstationen.

Die einzige Überschreitung des Grenzwertes gemäß IG-L fand an der mobilen Messstation gleich zu Beginn der Messungen statt, an den Messstationen Köflach und Voitsberg wurde der Grenzwert bis Mitte April jeweils insgesamt 3 mal überschritten. Danach wurden im gesamten Messzeitraum witterungs- und jahreszeitlich bedingt keine weiteren Überschreitungen des Grenzwertes registriert. Die Feinstaubkonzentrationen an der kontinuierlichen Messstation Köflach bewegten sich bei den Tagesmittelwerten auf sehr ähnlichem Niveau wie an der Messstation in Voitsberg, die maximalen Spitzenkonzentrationen (HMW) lagen etwas höher.

7.2.2 Stickstoffmonoxid

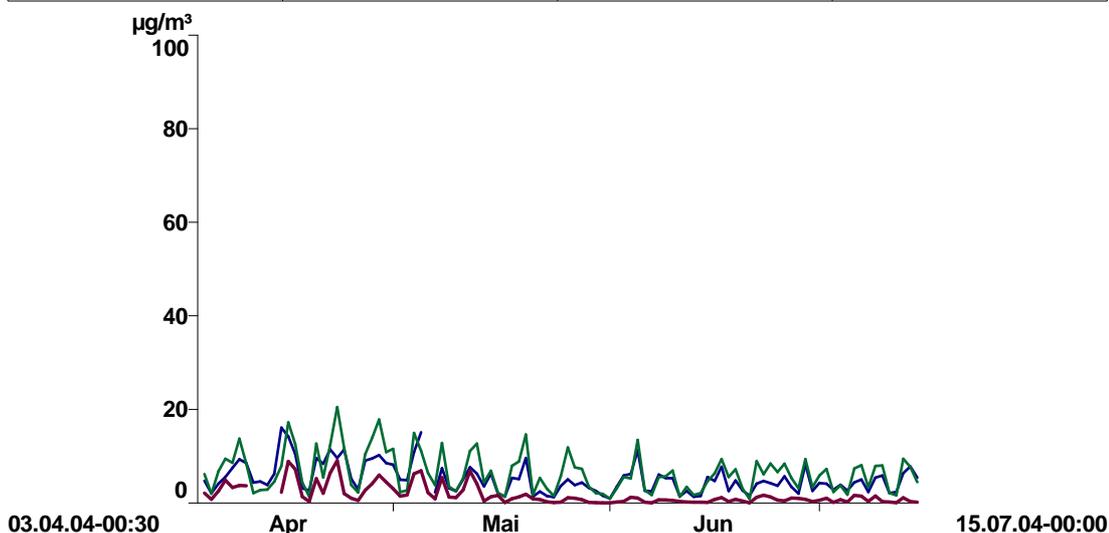
Abbildung 15: NO-Konzentrationen 03.04.2004 – 15.07.2004; maximale Halbstundenmittelwerte

Station:	MOBILE 1	Köflach	Voitsbg.
Messwert:	NO	NO	NO
MW-Typ:	HMW_MAX	HMW_MAX	HMW_MAX
Muster:			



**Abbildung 16: NO-Konzentrationen 03.04.2004 – 15.07.2004;
maximale Tagesmittelwerte**

Station:	MOBILE 1	Köflach	Voitsbg.
Messwert:	NO	NO	NO
MW-Typ:	TMW	TMW	TMW
Muster:			



Im Vergleich mit den kontinuierlichen Messstationen in Köflach und Voitsberg zeigte sich, dass die maximalen Halbstundenmittelwerte während der Messungen in der Barbarasiedlung bis Mitte Mai einen sehr ähnlichen Verlauf zeigten wie an der mobilen Messstation und die Konzentrationen nur wenig niedriger lagen. Während der Messungen in Köflach-Pichling (Mitte Mai bis Mitte Juli) bewegten sich die NO-Konzentrationen auf deutlich niedrigerem Niveau als an beiden kontinuierlichen Messstationen. Abbildung 16 zeigt, dass für die gemessenen Tagesmittelwerte dieselbe Aussage getroffen werden kann.

7.2.3 Stickstoffdioxid

Abbildung 17: NO₂-Konzentrationen 03.04.2004 – 15.07.2004;
maximale Halbstundenmittelwerte

Station:	MOBILE 1	Köflach	Voitsbg.
Messwert:	NO2	NO2	NO2
MW-Typ:	HMW_MAX	HMW_MAX	HMW_MAX
Muster:			

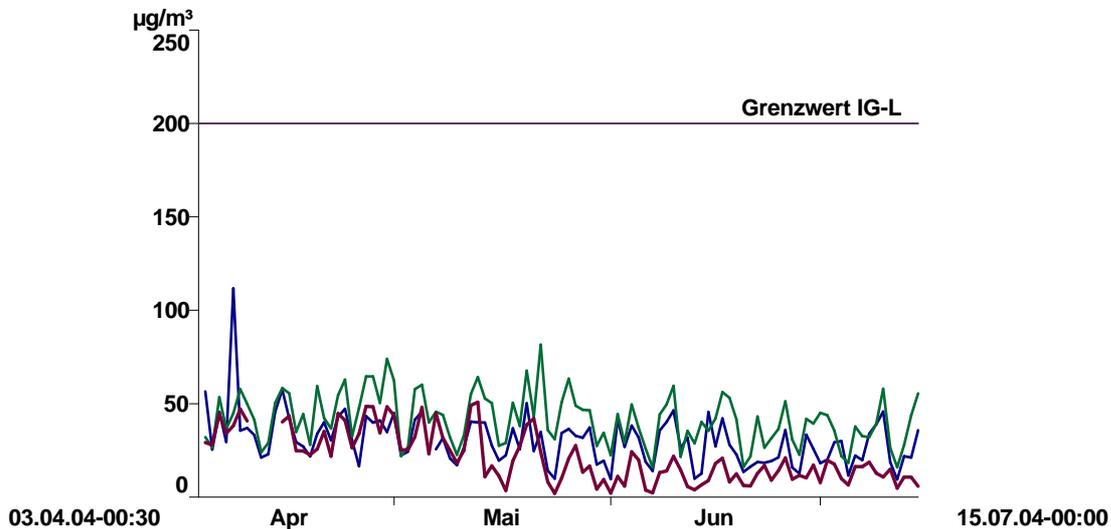
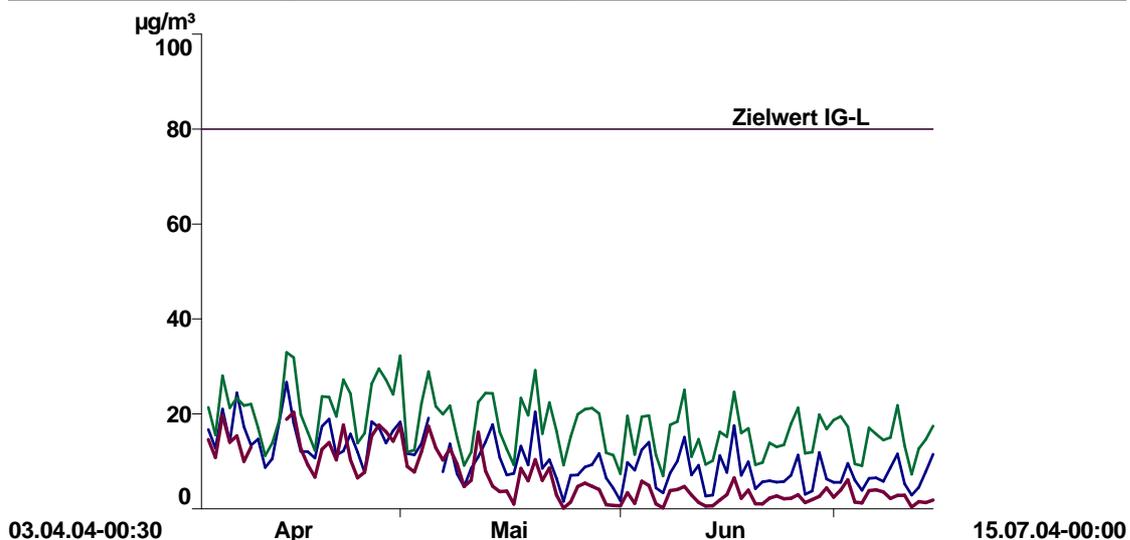


Abbildung 18: NO₂-Konzentrationen 03.04.2004 – 15.07.2004;
maximale Tagesmittelwerte

Station:	MOBILE 1	Köflach	Voitsbg.
Messwert:	NO2	NO2	NO2
MW-Typ:	TMW	TMW	TMW
Muster:			



Die Spitzenkonzentrationen (HMW) zeigten während der mobilen Messungen in der Barbarasiedlung bis Mitte Mai einen sehr ähnlichen Zeitverlauf wie an der kontinuierlichen Messstation Köflach, jedoch lagen die Messwerte durchwegs etwas niedriger. Während der Messungen in Köflach-Pichling (Mitte Mai bis Mitte Juli) waren die Spitzenkonzentrationen deutlich geringer. Der Zeitverlauf der Tagesmittelwerte war wie-

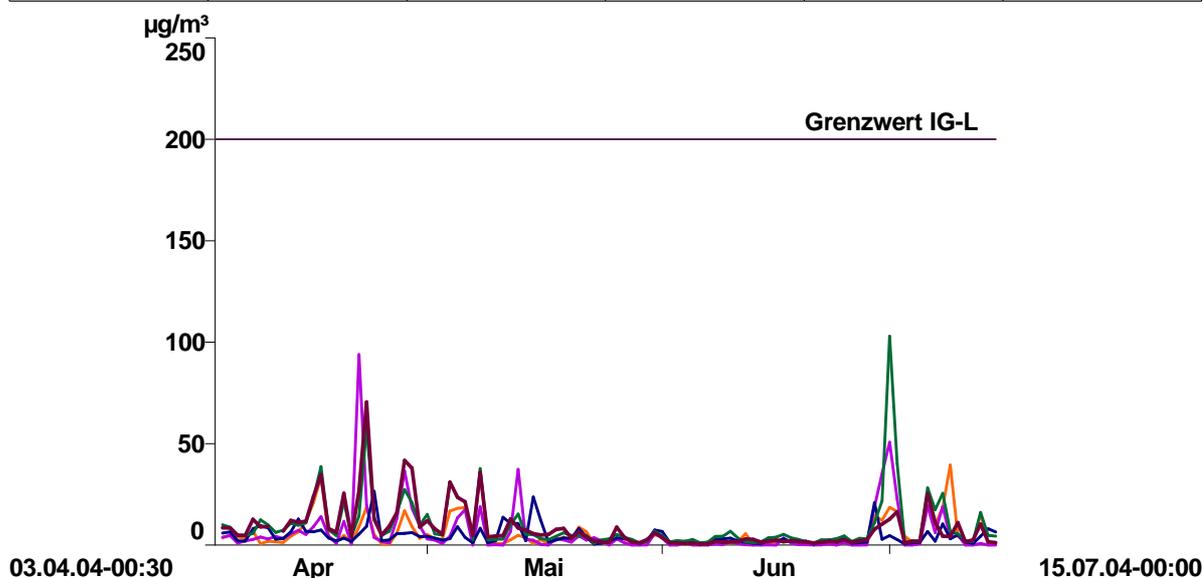
der sehr ähnlich wie an der Messstation Köflach, die Konzentrationen lagen jedoch schon sichtlich niedriger. Während der mobilen Messungen in Köflach-Pichling lagen die Tagesmittelwerte der NO₂-Konzentrationen auf sehr niedrigem Niveau.

Die Messwerte an der kontinuierlichen Messstation Köflach lagen auch beim Stickstoffdioxid etwas höher als an der Messstation Voitsberg. Die in Voitsberg gemessenen Konzentrationen entsprachen eher dem Niveau der während der mobilen Messungen in Köflach (03.04.-11.05.2004) registrierten Konzentrationen. Sämtliche gemessenen Konzentrationen erwartungsgemäß deutlich unter dem Grenzwert bzw. dem Zielwert für NO₂ gemäß IG-L.

7.2.4 Schwefeldioxid

Abbildung 19: SO₂-Konzentrationen 03.04.2004 – 15.07.2004; maximale Halbstundenmittelwerte

Station:	MOBILE 1	Köflach	Voitsbg.	Piber	Hochgöß.
Messwert:	SO ₂	SO ₂	SO ₂	SO ₂	SO ₂
MW-Typ:	HMW_MAX	HMW_MAX	HMW_MAX	HMW_MAX	HMW_MAX
Muster:					



**Abbildung 20: SO₂-Konzentrationen 03.04.2004 – 15.07.2004;
maximale Tagesmittelwerte**

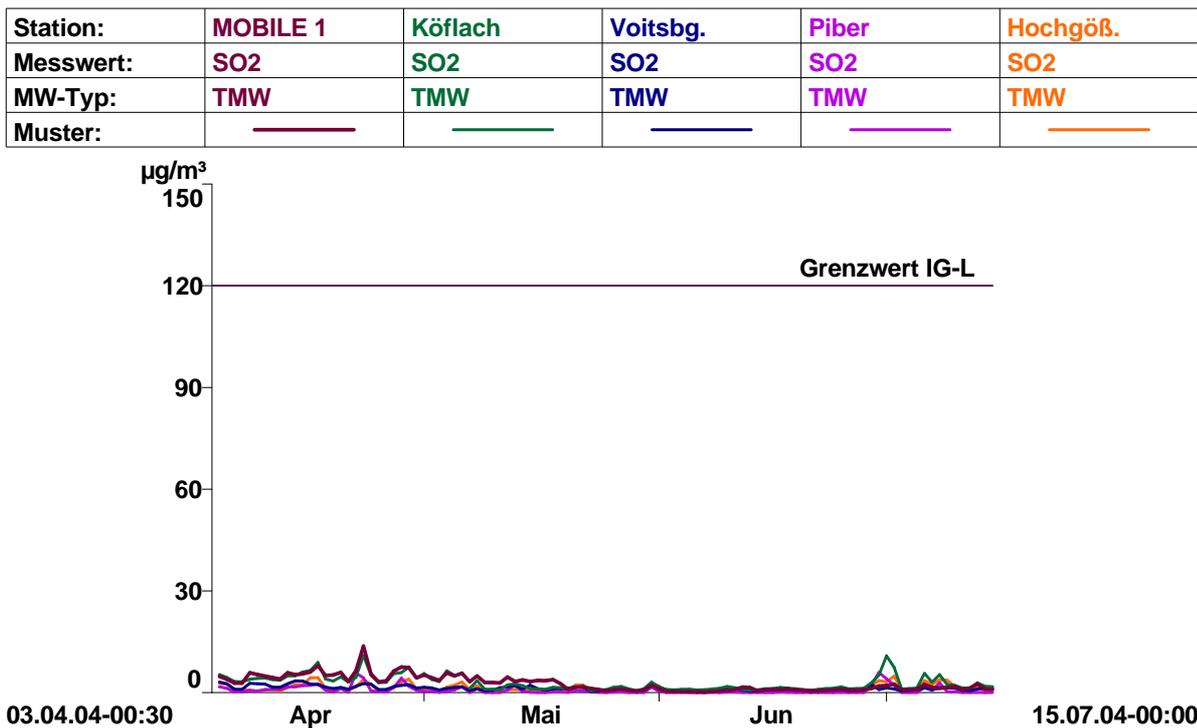


Abbildung 19 zeigt die Spitzenwerte (HMW) der Schwefeldioxidbelastung, die zum Teil relativ hoch waren. Während der mobilen Messungen in der Barbarasiedlung (April – Mitte Mai) war die Belastung etwas höher, was auf die ausklingende Heizperiode zurückzuführen sein dürfte. Auch war das kalorische Kraftwerk ÖDK III in Voitsberg noch in Betrieb, das bei entsprechenden Wetterlagen und Betriebszuständen für SO₂-„Spitzen“ auch an den anderen Messstationen im Voitsberger Becken sorgte. Nach der Umstellung der mobilen Messstation nach Köflach-Pichling wurden bis Ende Juni nur sehr niedrige Konzentrationen gemessen, Anfang Juli wurde dann nochmals eine Spitze an den Messstationen Köflach und Piber gemessen, die in Köflach-Pichling nicht im selben Ausmaß registriert werden konnte. Im Übrigen ist der Zeitverlauf der SO₂-Konzentrationen während der mobilen Messungen sehr ähnlich jenem an der Messstation Köflach.

7.3. Die einzelnen Schadstoffkomponenten

7.3.1 Feinstaub (PM₁₀)

Als Verursacher der Staubemissionen gelten einerseits die Haushalte durch die Verbrennung von festen Brennstoffen, andererseits Gewerbe- und Industriebetriebe, aus deren Produktionsabläufen Staub in die Außenluft gelangt. Die Luftgütemesspraxis zeigt aber auch, dass diffusen Emissionsquellen eine ganz wesentliche Bedeutung zukommt. Als diffuse Quellen sind beispielsweise vor allem der Straßenstaub (Streusplitt und Streusalz), aber auch Blütenstaub, das Bewirtschaften von Ackerflächen oder die Heuernte in ländlichen Gegenden, das Abheizen von Gartenabfällen und das Abbrennen von Böschungen zu nennen.

Stäube werden auf unterschiedlichste Weise emittiert:

- ⇒ als direkte Emissionen aus Verbrennungsvorgängen (z.B. Ruß, Dieselruß)
- ⇒ als diffuse Emissionen (Mechanischer Abrieb, Aufwirbelung)
- ⇒ ein nicht unbeträchtlicher Teil der Staubimmissionen entsteht durch chemische Umwandlung von Gasen (NO₂, SO₂, Ammoniak) in sekundäre Partikel (Nitrat, Sulfat, Ammonium)

Das Problem ist dabei vor allem die Quantifizierung der beiden letzteren Punkte sowie die Abschätzung, welcher Teil der Staubimmissionen lokal verursacht wird bzw. als regionale Grundbelastung (natürlicher Hintergrund, verfrachtete anthropogene Emissionen) anzusehen ist. Die Erfahrung hat aber gezeigt, dass in Siedlungsräumen der Verkehr und der Hausbrand als klar dominante Verursacher anzusehen sind.

Neben einem klaren Jahresgang der Staubkonzentrationen spiegelt der kurzfristige Verlauf die Abhängigkeit von den Witterungsverhältnissen wider. Bei feuchter, austauschreicher Witterung sinken die Immissionen im Vergleich zu den Verhältnissen bei stabil-trockenem Wetter rasch und deutlich ab.

Mit der Novelle des Immissionsschutzgesetzes Luft im Juli 2001 (IG-L, BGBl I Nr. 62/2001) wurde in Österreich in Umsetzung von EU-Vorgaben ein Grenzwert für Feinstaub (PM₁₀) eingeführt. Der Kurzzeitgrenzwert ist als Tagesmittelwert von 50 µg/m³ festgelegt mit dem Zusatz, dass (zur Zeit) 30 Überschreitungen pro Kalenderjahr toleriert werden.

Dieser Grenzwert kann in der Steiermark in vielen Regionen nicht eingehalten werden. Nach 6 Jahren mit PM₁₀-Messungen ist davon auszugehen, dass in sämtlichen stärker besiedelten Räumen des Landes – mit Ausnahme des Ennstales sowie des oberen Mur- und Mürztales – mit Grenzwertverletzungen zu rechnen ist.

Insgesamt ergibt die Analyse der steiermarkweit gesammelten Daten:

- ⇒ Die Belastungen weisen eine große regionale Homogenität auf, die sich bei entsprechender Witterung auf das gesamte Land erstrecken kann.
- ⇒ Belastungsperioden zeigen eine sehr dominante Rolle der Witterung, also der immissionsklimatischen Ausbreitungsbedingungen. Hohe Feinstaubkonzentrationen treten bei antizyklonalen Wetterlagen und damit verbundenen stabilen (also ungünstigen) Ausbreitungsbedingungen auf.
- ⇒ Daraus ergibt sich ein klarer Jahresgang der Belastung mit Maxima im Winter- und Minima im Sommerhalbjahr. Trotz dieses signifikanten Jahresganges können aufgrund des niedrigen Grenzwertes aber auch Phasen mit großräumigen Grenzwert-Überschreitungen im Sommer auftreten.
- ⇒ Die Konzentrationen weisen einen deutlichen Wochengang auf, der als Indiz für einen deutlichen Einfluss des motorisierten Straßenverkehrs anzusehen ist.
- ⇒ Der Hausbrand wurde lange Zeit unterschätzt. Er sorgt in der kalten Jahreszeit für eine flächenhaft hohe Grundbelastung
- ⇒ Andere Verursacher wie Industrie und Gewerbe sind lediglich von lokaler Bedeutung.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Feinstaubkonzentrations-Messungen an der mobilen Messstation betrachtet:

Tabelle 7: PM10-Konzentrationen in Köflach, Barbarasiedlung

03.04.04 - 11.05.04	Messwerte PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Grenzwert PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
97,5-Perzentil	67,9			
TMWmax - maximaler Tagesmittelwert	59	50	IG-L	118%
Mtmax - durchschnittliches tägliches Maximum	65			
MPMW – Messperiodenmittelwert	27			

Abbildung 21: Box-Plot-Darstellung der PM10-Belastung in Köflach, Barbarasiedlung

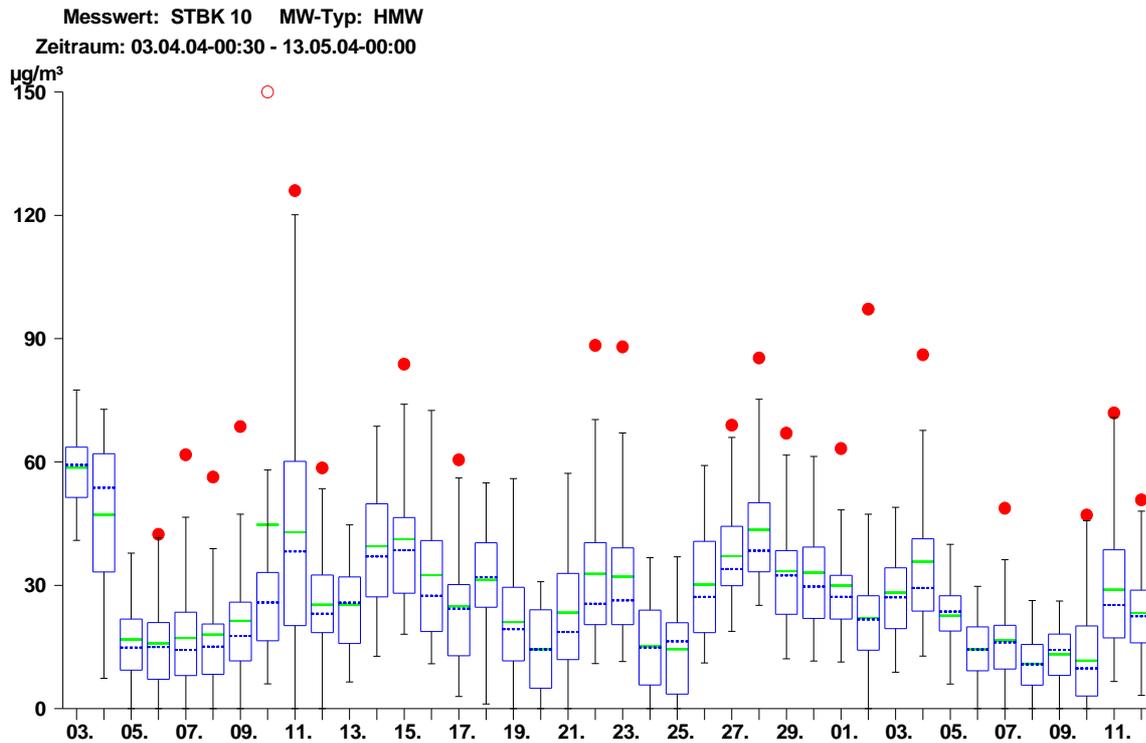


Abbildung 22: PM10-Konzentrationen in Köflach, Barbarasiedlung im Vergleich mit steirischen Referenzmessstationen; 03.04. – 11.05.2004

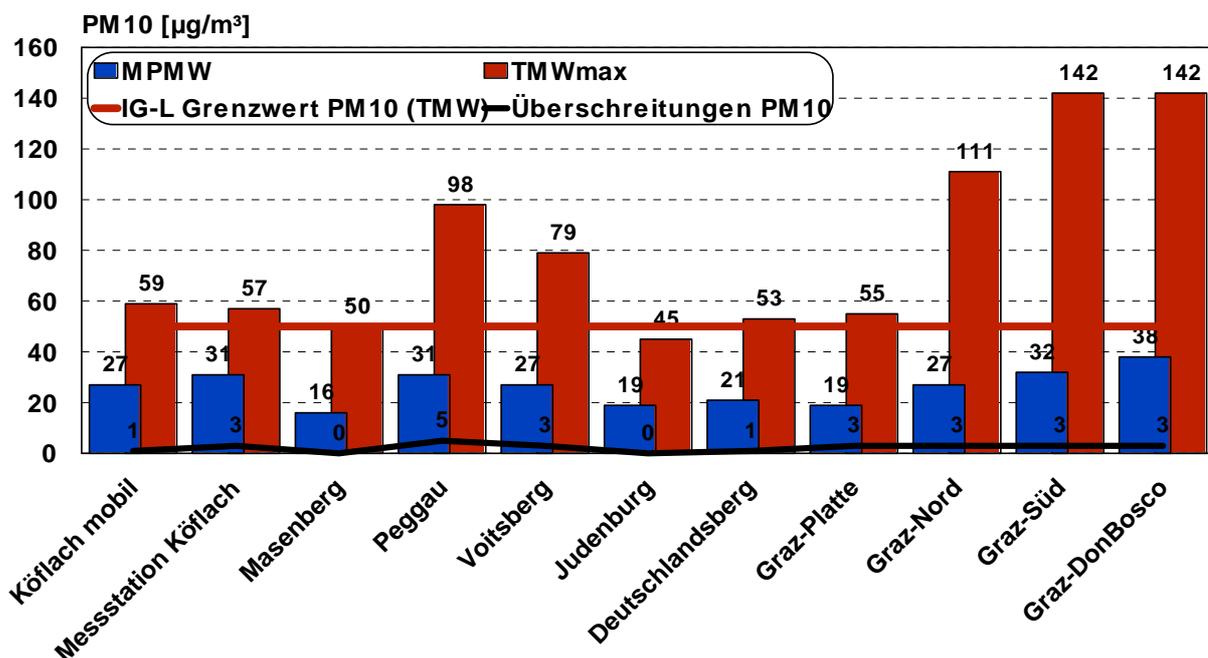


Tabelle 8: PM10-Konzentrationen in Köflach-Pichling

13.05.04 - 14.07.04	Messwerte PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Grenzwert PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
97,5-Perzentil	38,2			
TMWmax - maximaler Tagesmittelwert	35	50	IG-L	70%
Mtmax - durchschnittliches tägliches Maximum	38			
MPMW – Messperiodenmittelwert	16			

Abbildung 23: Box-Plot-Darstellung der PM10-Belastung in Köflach-Pichling

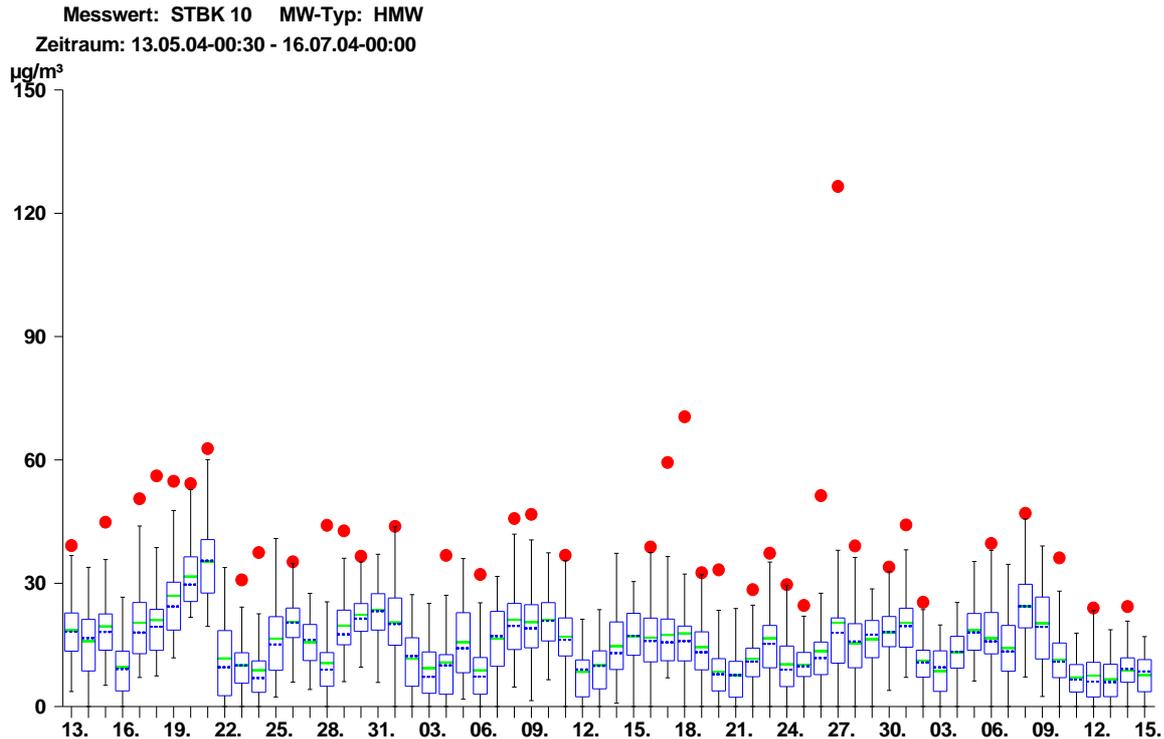
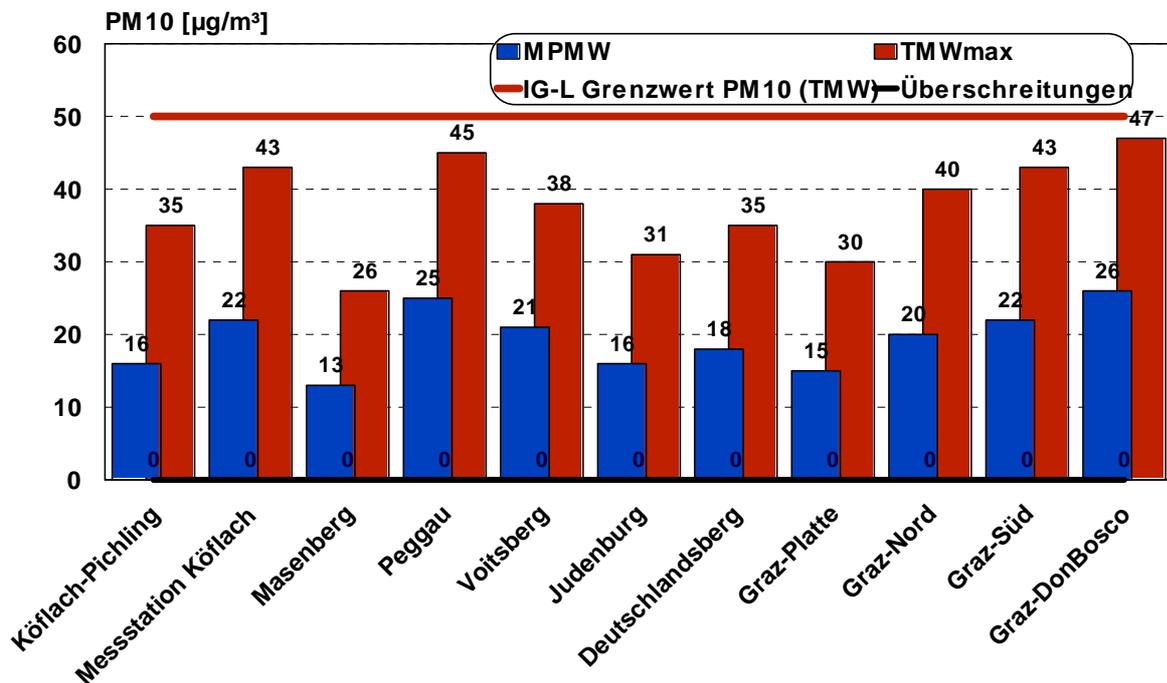


Abbildung 24: Feinstaubkonzentrationen in Köflach-Pichling im Vergleich mit steirischen Referenz-Messstationen; 13.05. – 14.07.2004



Gleich zu Beginn der Messungen in Köflach wurden in der gesamten Steiermark relativ hohe Feinstaubkonzentrationen registriert. Eine Phase mit mehreren Regentagen bewirkte ein Absinken der Belastung, worauf zwischen 10. und 12. April die Konzentrationen überall nochmals kräftig anstiegen und der Tagesmittelgrenzwert gemäß IG-L überschritten wurde. Das ist auf das Osterwochenende und die damit verbundenen Osterfeuer (Karsamstag war der 10. April) zurückzuführen. Danach

bewegten sich die Konzentrationen auch an sonst belasteten Messstationen wie Graz-Don Bosco unter dem Grenzwert (Abbildung 25). Nach dem Wechsel des Standortes der mobilen Messstation nach Köflach-Pichling wurden an allen zum Vergleich herangezogenen steirischen Messstationen keine Grenzwertüberschreitungen mehr registriert (Abbildung 26).

Die folgenden Abbildungen zeigen den Zeitverlauf der Feinstaubbelastung (als Tagesmittelwert) im Vergleich zur Niederschlagstätigkeit an der Messstation Hochgößnitz:

Abbildung 25: PM10 in Köflach, Barbarasiedlung und an steirischen Messstationen im Vergleich zur Niederschlagstätigkeit

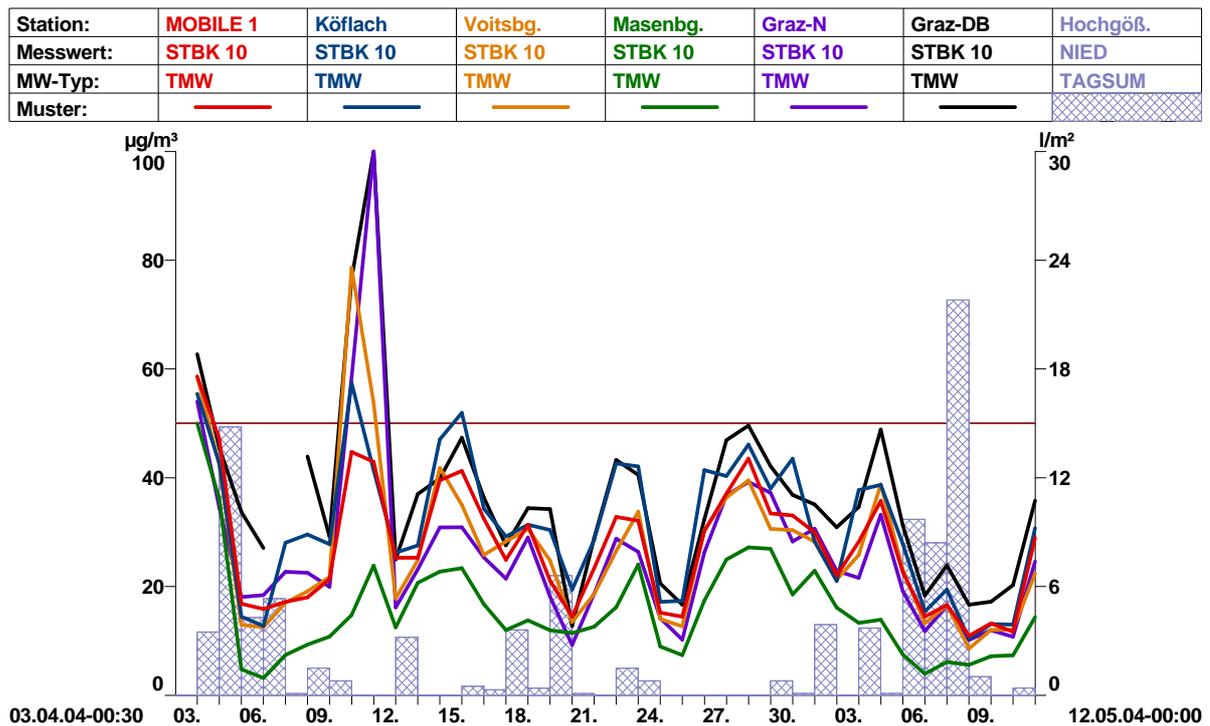
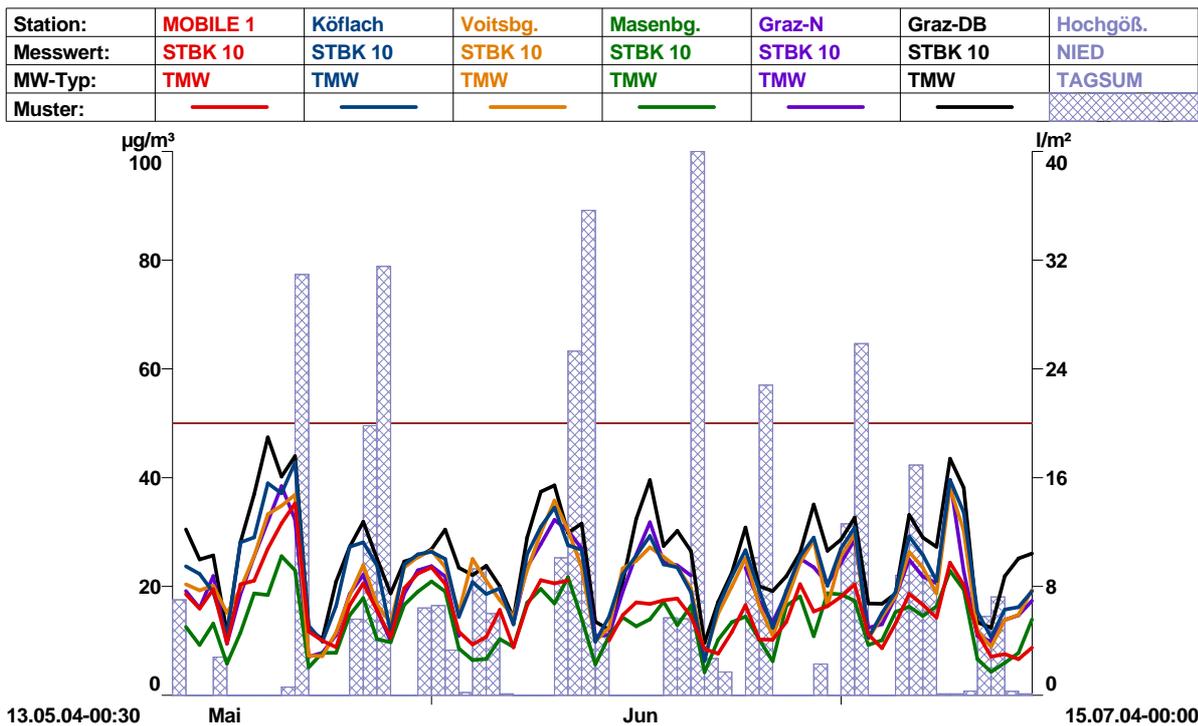


Abbildung 26: PM10 in Köflach-Pichling und an steirischen Messstationen im Vergleich zur Niederschlagstätigkeit



7.3.2 Stickstoffmonoxid (NO)

Als Hauptverursacher der Stickstoffoxidemissionen (NO_x) gelten der Kfz-Verkehr sowie Gewerbe- und Industriebetriebe. Dabei macht der NO-Anteil etwa 75 - 90% des NO_x-Ausstoßes aus. Die Bildung von NO₂ erfolgt durch luftchemische Vorgänge, indem sich das NO mit dem Luftsauerstoff (O₂) oder mit Ozon (O₃) zu NO₂ verbindet.

Tabelle 9: Stickstoffmonoxid-Konzentrationen in Köflach Barbarasiedlung

03.04.04 - 11.05.04	Messwerte NO [µg/m ³]	Grenzwerte NO [µg/m ³]	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax - maximaler Halbstundenmittelwert	87			
97,5-Perzentil	33			
TMWmax - maximaler Tagesmittelwert	9			
Mtmax - durchschnittliches tägliches Maximum	31			
MPMW – Messperiodenmittelwert	3			

Abbildung 27: Box-Plot-Darstellung der NO-Belastung in Köflach

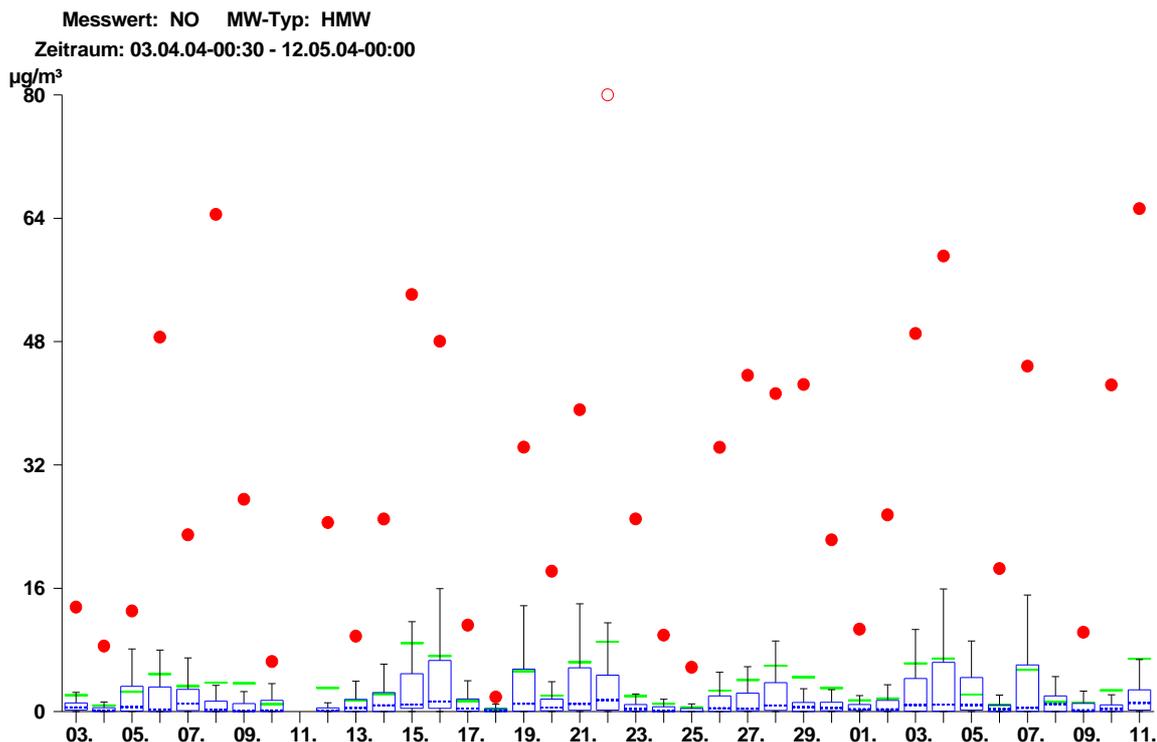


Abbildung 28: Stickstoffmonoxidkonzentrationen in Köflach, Barbarasiedlung im Vergleich mit steirischen Referenz-Messtationen; 03.04. – 11.05.2004

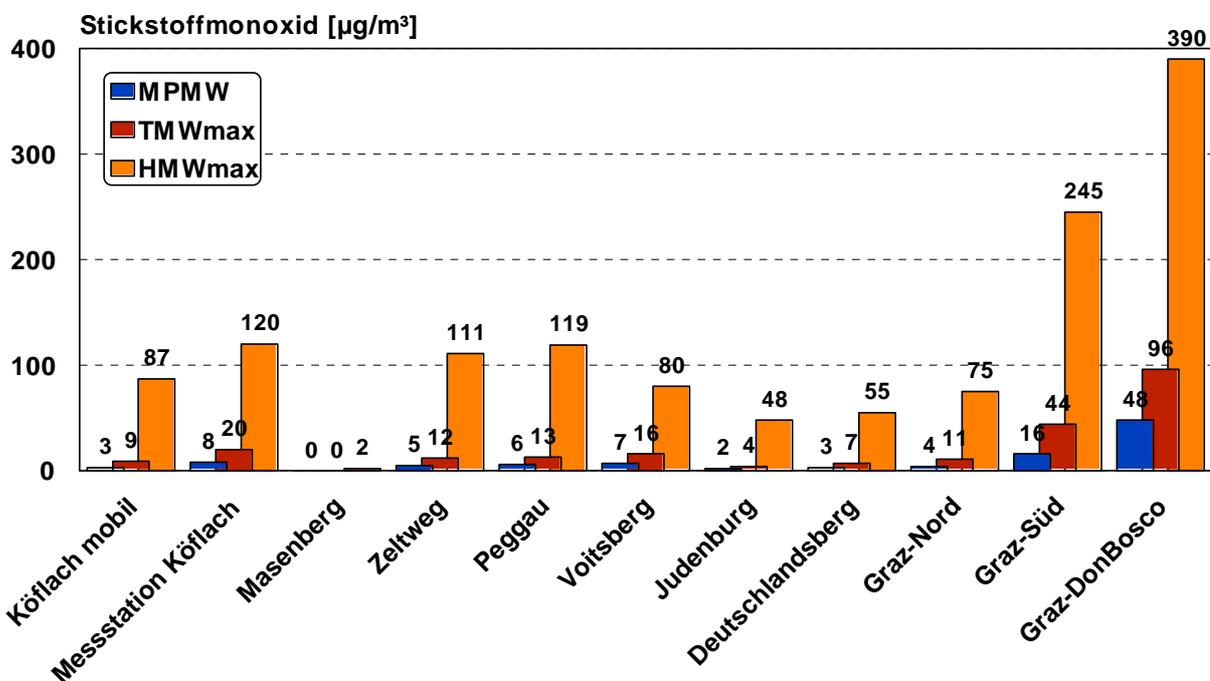


Tabelle 10: Stickstoffmonoxid-Konzentrationen in Köflach-Pichling

13.05.04 - 14.07.04	Messwerte NO [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Grenzwerte NO [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax - maximaler Halbstundenmittelwert	31			
97,5-Perzentil	5			
TMWmax - maximaler Tagesmittelwert	2			
Mtmax - durchschnittliches tägliches Maximum	6			
MPMW – Messperiodenmittelwert	1			

Abbildung 29: Box-Plot-Darstellung der NO-Belastung in Köflach-Pichling

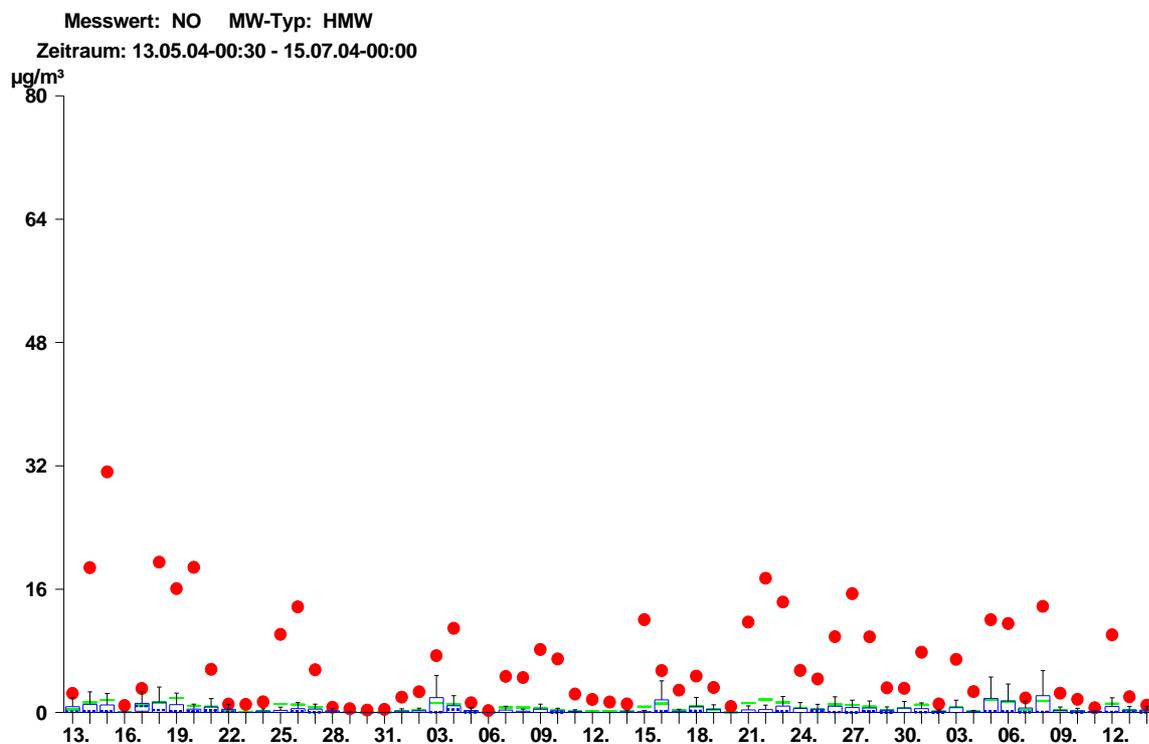
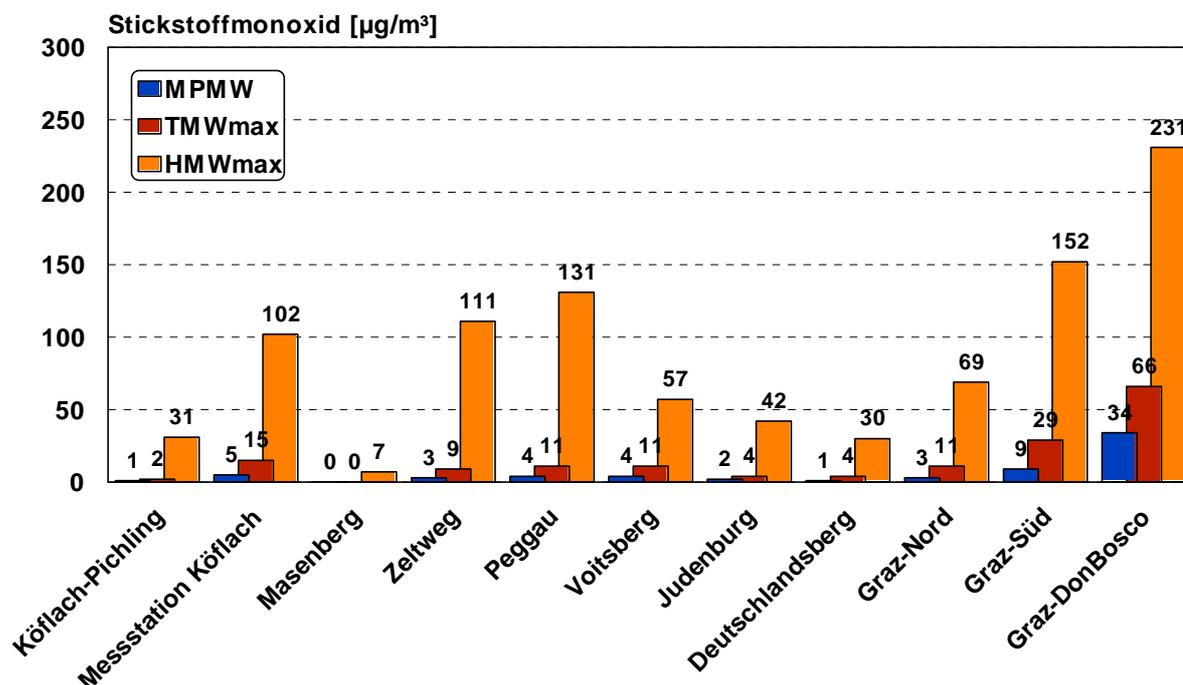


Abbildung 30: Stickstoffmonoxidkonzentrationen in Köflach-Pichling im Vergleich mit steirischen Referenz-Messstationen; 13.05. – 14.07.2004



Zur Beurteilung der Stickstoffmonoxidkonzentrationen sind keine Grenzwerte festgelegt. Ein Vergleich mit anderen steirischen Messstationen zeigte sowohl für den Standort in Köflach Barbarasiedlung als auch in Köflach-Pichling eine durchschnittliche Belastung durch Stickstoffmonoxid, wie sie steirischen Bezirkshauptstädten entspricht. Die maximalen Halbstundenmittelwerte ragen zwar heraus, aber das 97,5-Perzentil (es gibt an, dass 97,5% aller Messwerte unter diesem Wert liegen) liegt sehr viel niedriger und auch das durchschnittliche tägliche Maximum liegt auf niedrigem Niveau.

7.3.3 Stickstoffdioxid (NO₂)

Tabelle 11: Stickstoffdioxid-Konzentrationen in Köflach Barbarasiedlung

03.04.04 - 11.05.04	Messwerte NO ₂ [µg/m ³]	Grenzwerte NO ₂ [µg/m ³]	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax - maximaler Halbstundenmittelwert	51	200	IG-L	26%
97,5-Perzentil	39			
TMWmax - maximaler Tagesmittelwert	20	80 ¹⁾	IG-L	25%
Mtmax - durchschnittliches tägliches Maximum	35			
MPMW – Messperiodenmittelwert	13			

¹⁾ Zielwert

Abbildung 31: Box-Plot-Darstellung der Stickstoffdioxidbelastung in Köflach Barbarasiedlung

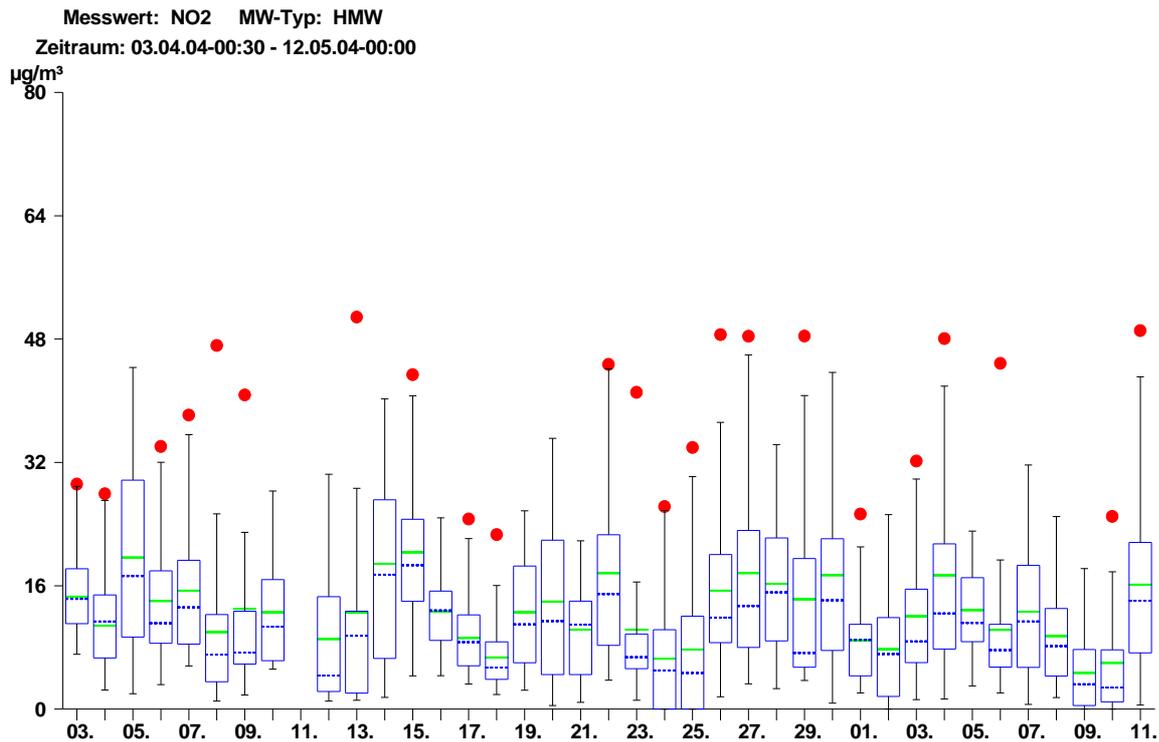


Abbildung 32: Stickstoffdioxidkonzentrationen in Köflach, Barbarasiedlung im Vergleich mit steirischen Referenzmessstationen; 03.04. – 11.05.2004

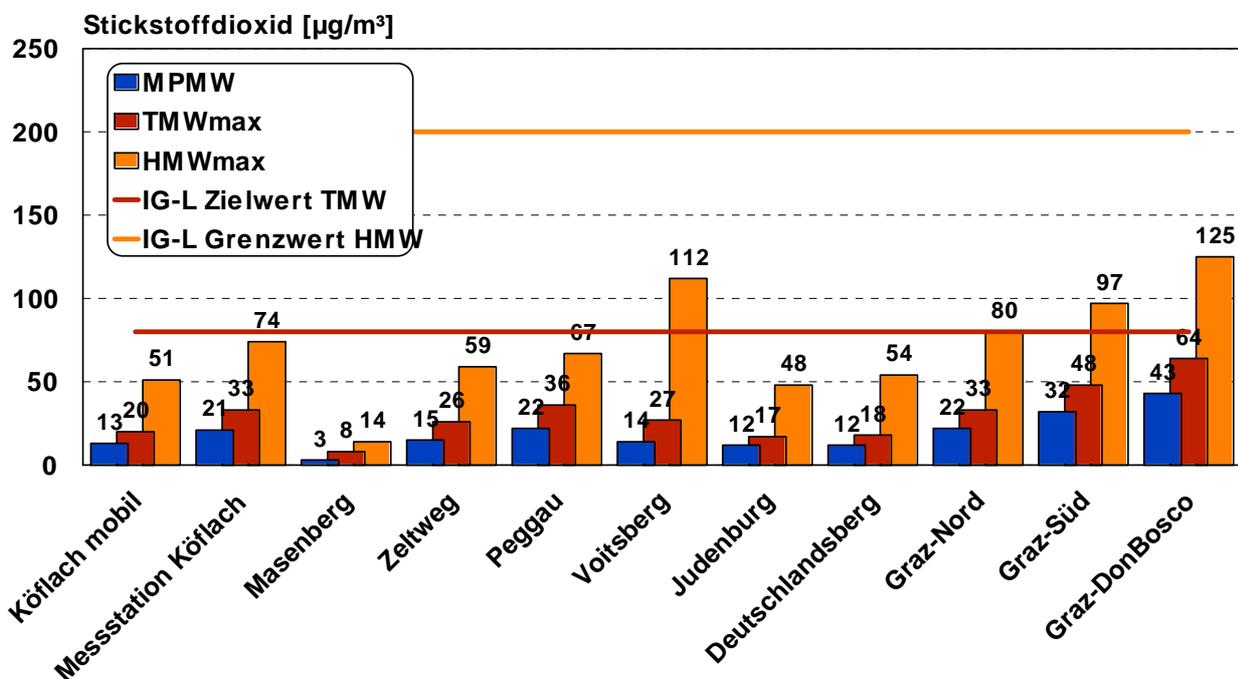


Tabelle 12: Stickstoffdioxidkonzentrationen in Köflach-Pichling

13.05.04 - 14.07.04	Messwerte NO ₂ [µg/m ³]	Grenzwerte NO ₂ [µg/m ³]	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax - maximaler Halbstundenmittelwert	42	200	IG-L	21%
97,5-Perzentil	15			
TMWmax - maximaler Tagesmittelwert	10	80 ¹⁾	IG-L	13%
Mtmax - durchschnittliches tägliches Maximum	13			
MPMW – Mess- periodenmittelwert	3			

¹⁾ Zielwert

Abbildung 33: Box-Plot-Darstellung der Stickstoffdioxidbelastung in Köflach-Pichling

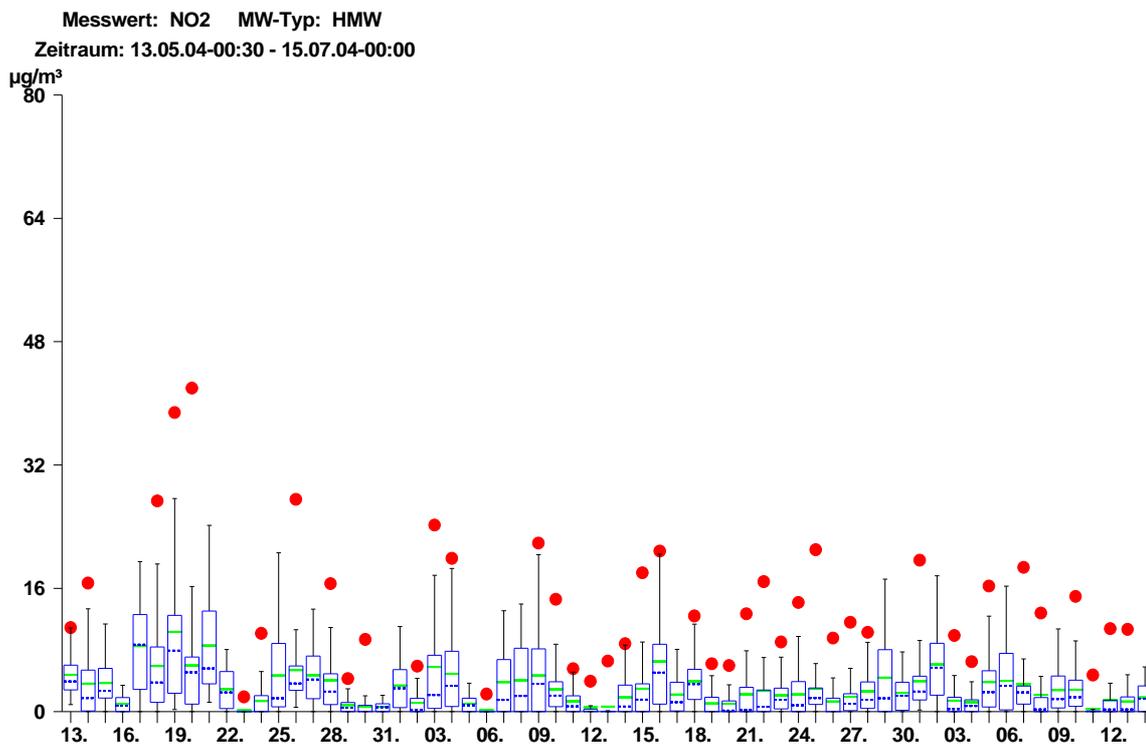
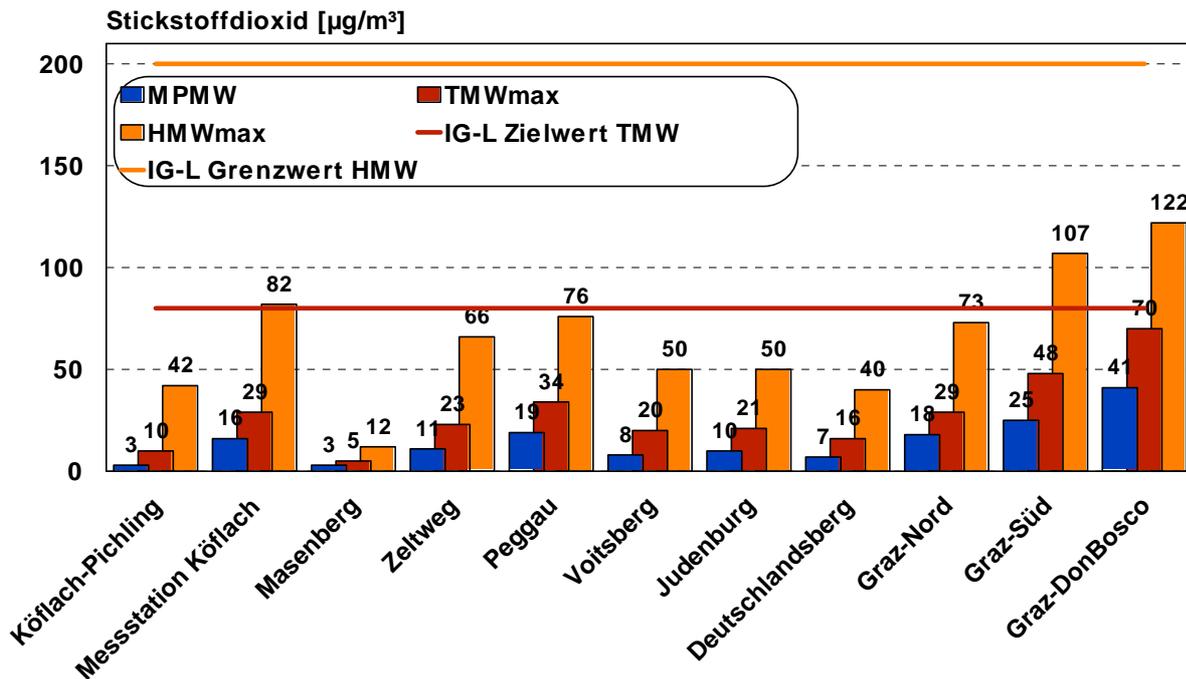


Abbildung 34: Stickstoffdioxidkonzentrationen in Köflach-Pichling im Vergleich mit steirischen Referenzmessstationen; 13.05. – 14.07.2004



Die Emissionssituation wurde bereits beim Schadstoff Stickstoffmonoxid erläutert. Immissionsseitig stellt sich im Allgemeinen der Tagesgang der Stickstoffdioxidbelastung ähnlich wie beim Stickstoffmonoxid oder beim Feinstaub dar.

Auch bei den NO_2 -Konzentrationen zeigte sich für die Messungen in Köflach mit 26% des Grenzwertes für den maximalen Halbstundenmittelwert bzw. mit 25% des Zielwertes für den Tagesmittelwert ein durchschnittliches Belastungsniveau, während der Messungen in Köflach-Pichling wurden eher unterdurchschnittliche Konzentrationen mit 21% für den maximalen HMW bzw. 13% des Zielwertes für den TMW registriert.

7.3.4 Schwefeldioxid (SO_2)

SO_2 wird vorwiegend bei der Verbrennung von schwefelhaltigen Brennstoffen in den Haushalten und in den Betrieben bei der Aufbereitung von Prozesswärme freigesetzt, Emissionen aus dem Straßenverkehr spielen dabei eine untergeordnete Rolle. Die Emissionen sind daher in der kalten Jahreszeit höher als im Sommer. Die Schwefeldioxidkonzentrationen konnten in den letzten 20 Jahren durch diverse Maßnahmen (Hausbrandbereich, industrielle Emissionen, Schwefelreduktionen in Treib- und Brennstoffen) deutlich reduziert werden.

Während der Messungen in Köflach (03.04.-11.05.2004) lag der maximale HMW mit 35% des Grenzwertes relativ hoch, das 97,5-Perzentil jedoch lag sehr viel niedriger, was auf eine einmalige Belastungssituation hindeutet, die im gesamten Voitsberger Becken registriert wurde (Abbildung 36) – der höchste HMW wurde an der Hintergrundmessstation Piber gemessen. Ein Vergleich mit den Emissionsdaten des Kraftwerkes ÖDK III zeigte, dass in diesem Zeitraum erhöhte SO_2 -Mengen emittiert wurden.

Während der Messungen in Köflach-Pichling (13.05.-14.07.2004) wurden – der warmen Jahreszeit entsprechend – steiermarkweit wesentlich niedrigere SO₂-Konzentrationen registriert, die höchsten Halbstundenmittelwerte fanden sich jedoch wieder im Voitsberger Becken (Abbildung 38).

Insgesamt bewegten sich die Schwefeldioxidkonzentrationen während beider Messungen auf niedrigem Niveau und blieben deutlich unter den Grenzwerten gemäß IG-L.

Tabelle 13: Schwefeldioxidkonzentrationen in Köflach Barbarasiedlung

03.04.04 - 11.05.04	Messwerte SO ₂ [µg/m ³]	Grenzwerte SO ₂ [µg/m ³]	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax - maximaler Halbstundenmittelwert	70	200	IG-L	35%
97,5-Perzentil	14			
TMWmax - maximaler Tagesmittelwert	14	120	IG-L	12%
Mtmax - durchschnittliches tägliches Maximum	16			
MPMW – Messperiodenmittelwert	5			

Abbildung 35: Box-Plot-Darstellung der Schwefeldioxidbelastung in Köflach Barbarasiedlung

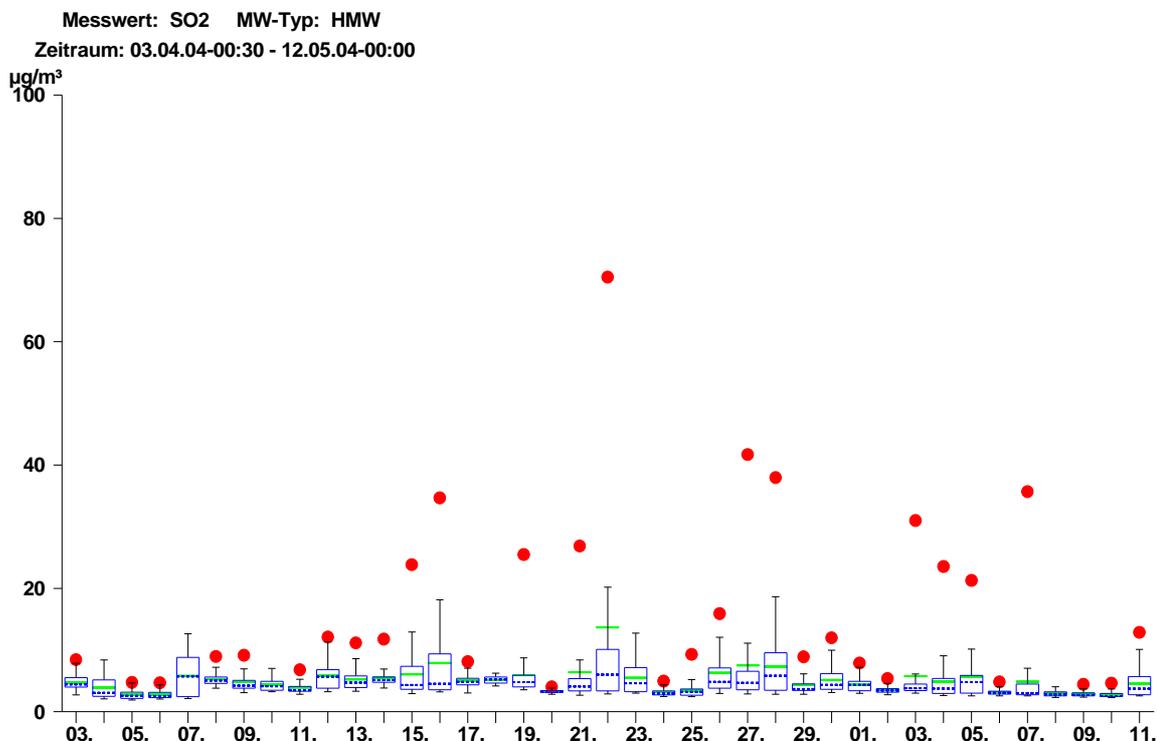


Abbildung 36: Schwefeldioxidkonzentrationen in Köflach Barbarasiedlung im Vergleich mit steirischen Referenzmessstationen; 03.04 – 11.05.2004

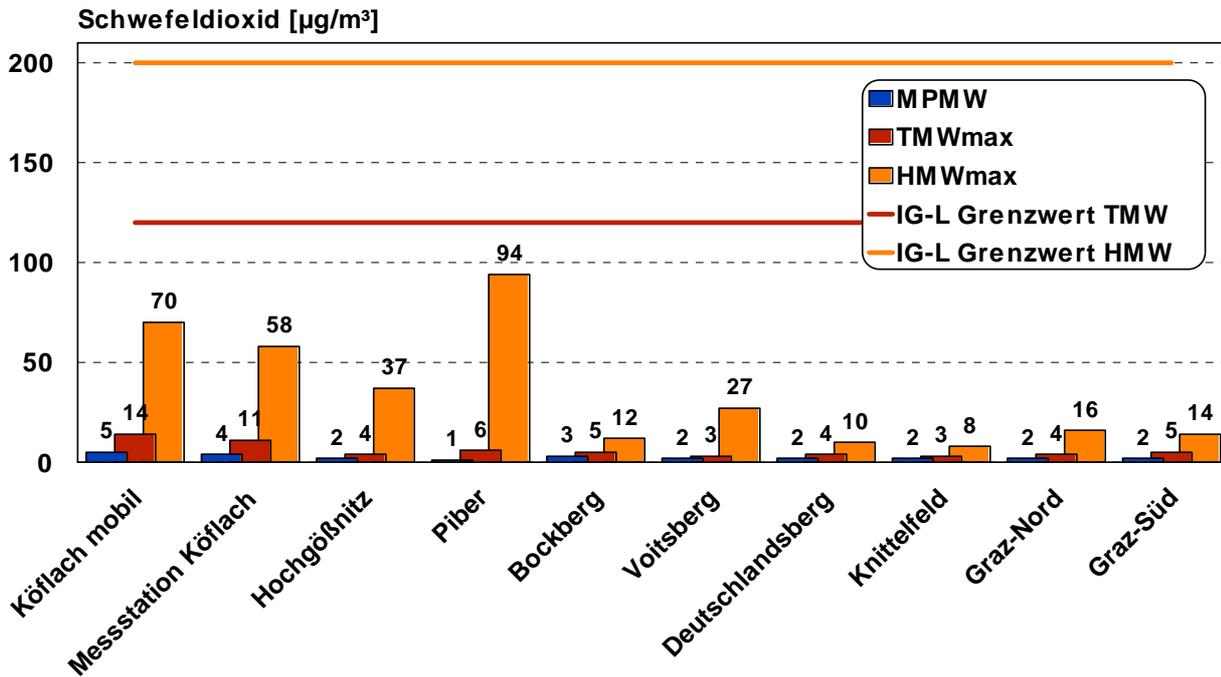


Tabelle 14: Schwefeldioxid-Konzentrationen Köflach-Pichling

13.05.04 - 14.07.04	Messwerte SO ₂ [µg/m ³]	Grenzwerte SO ₂ [µg/m ³]	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax - maximaler Halbstundenmittelwert	25	200	IG-L	13%
97,5-Perzentil	4			
TMWmax - maximaler Tagesmittelwert	4	120	IG-L	3%
Mtmax - durchschnittliches tägliches Maximum	4			
MPMW – Messperiodenmittelwert	1			

Abbildung 37: Box-Plot-Darstellung der Schwefeldioxidbelastung in Köflach-Pichling

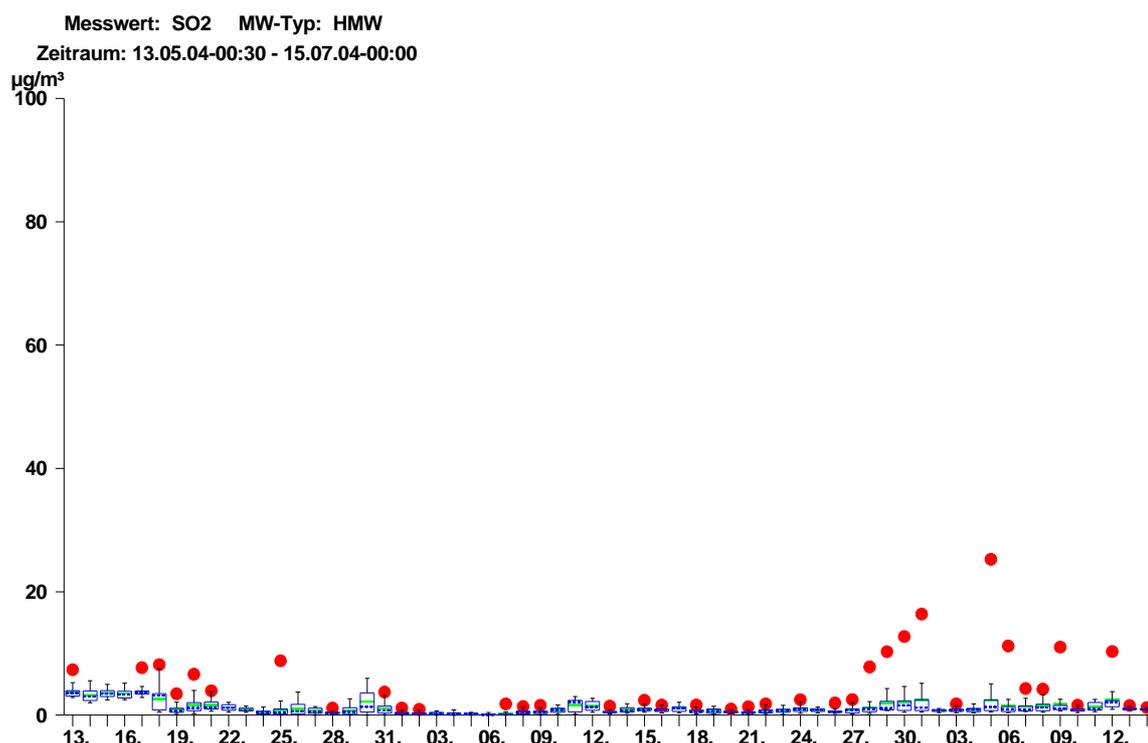
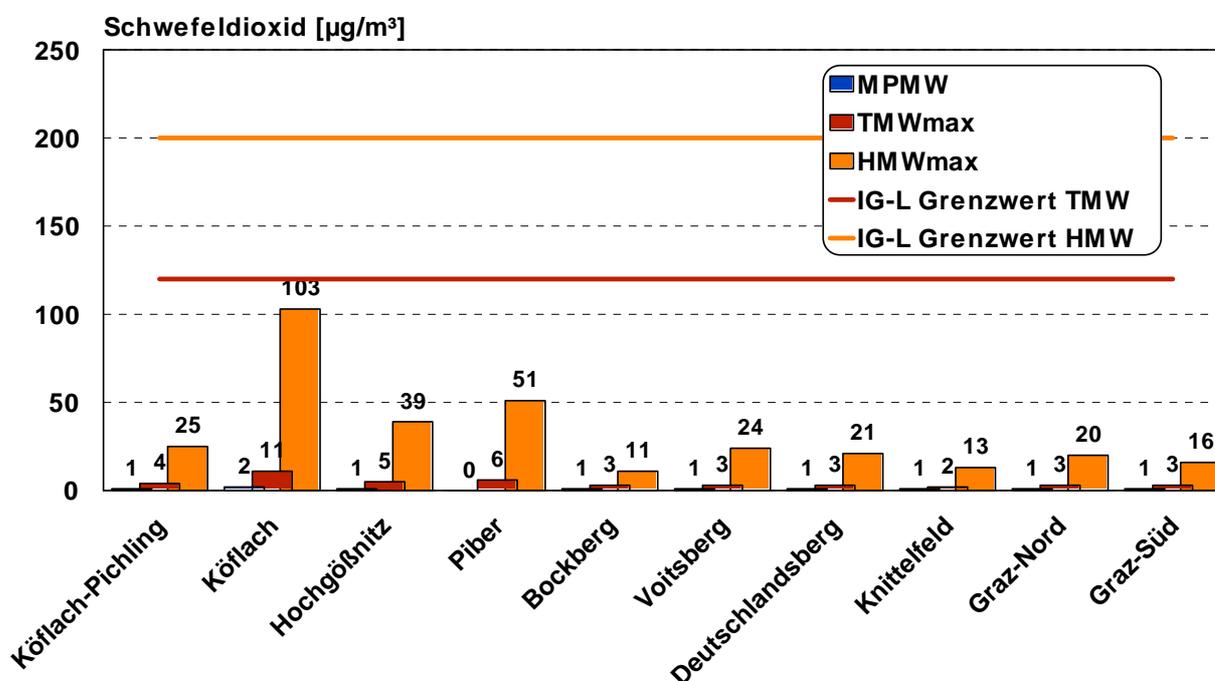


Abbildung 38: Schwefeldioxidkonzentrationen in Köflach-Pichling im Vergleich mit steirischen Referenzmessstationen; 13.05. – 14.07.2004



Die Tagesmittelwerte der Schwefeldioxidkonzentrationen bewegten sich insgesamt auf niedrigem Niveau, wobei die Emissionen aus dem Hausbrand während der mobilen Messungen in Köflach bis Mitte Mai noch eine erkennbare Rolle gespielt haben. Alle registrierten Werte lagen deutlich unter den Grenzwerten gemäß IG-L von 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ für den HMW bzw. 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ für den TMW.

7.3.5 Kohlenmonoxid (CO)

Tabelle 15: Kohlenmonoxidkonzentrationen in Köflach Barbarasiedlung

03.04.04 - 11.05.04	Messwerte CO [mg/m ³]	Grenzwerte CO [mg/m ³]	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
MW_08max - maximaler Achtstundenmittelwert	0,9	10	IG-L	10%
97,5-Perzentil	0,6			
TMWmax - maximaler Tagesmittelwert	0,5			
Mtmax - durchschnittliches tägliches Maximum	0,6			
MPMW – Messperiodenmittelwert	0,4			

Abbildung 39: Box-Plot-Darstellung der Kohlenmonoxidbelastung in Köflach Barbarasiedlung

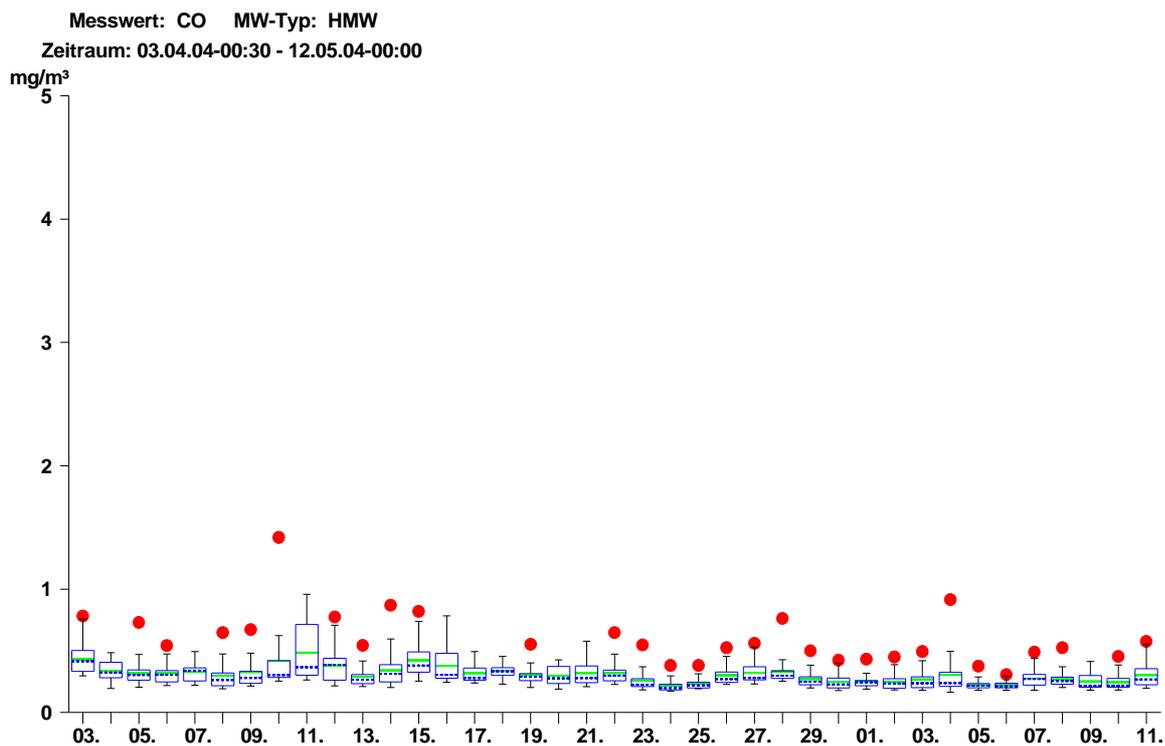


Abbildung 40: Kohlenmonoxidkonzentrationen Köflach, Barbarasiedlung im Vergleich mit steirischen Referenzmessstationen; 03.04. – 11.05.2004

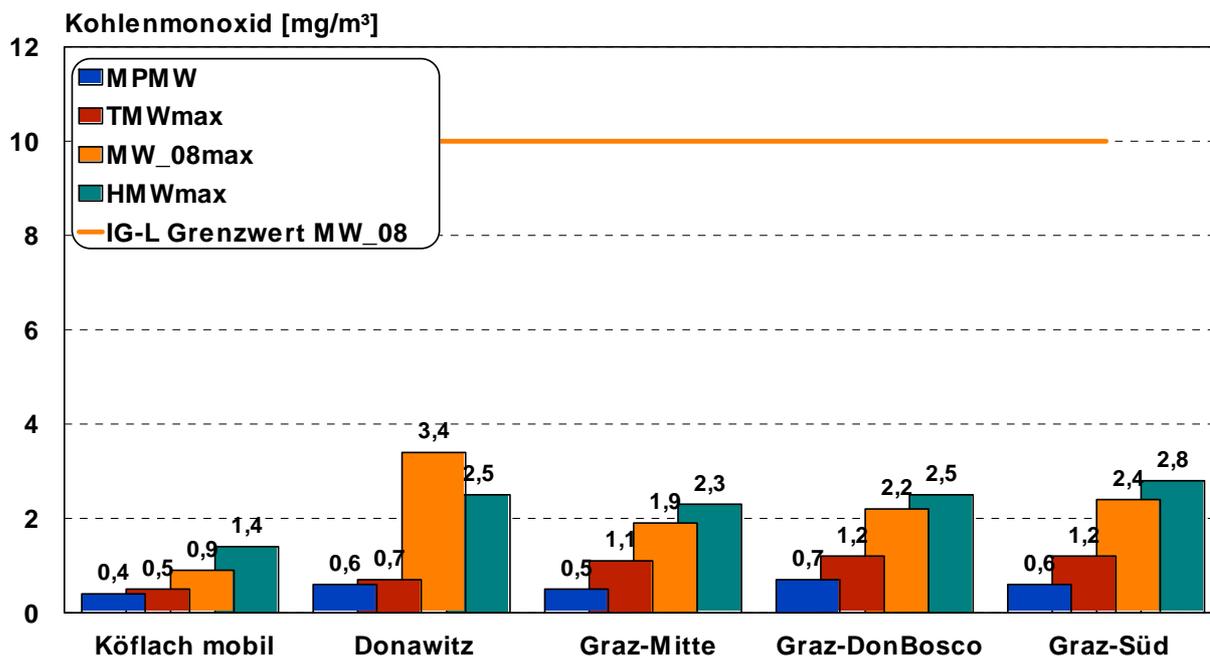


Tabelle 16: Kohlenmonoxid-Konzentrationen in Köflach-Pichling

13.05.04 - 14.07.04	Messwerte CO [mg/m ³]	Grenzwerte CO [mg/m ³]	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
MW_08max - maximaler Achtstundenmittelwert	0,3	10	IG-L	3%
97,5-Perzentil	0,3			
TMWmax - maximaler Tagesmittelwert	0,3			
Mtmax - durchschnittliches tägliches Maximum	0,3			
MPMW – Messperiodenmittelwert	0,2			

Abbildung 41: Box-Plot-Darstellung der Kohlenmonoxidbelastung in Köflach-Pichling

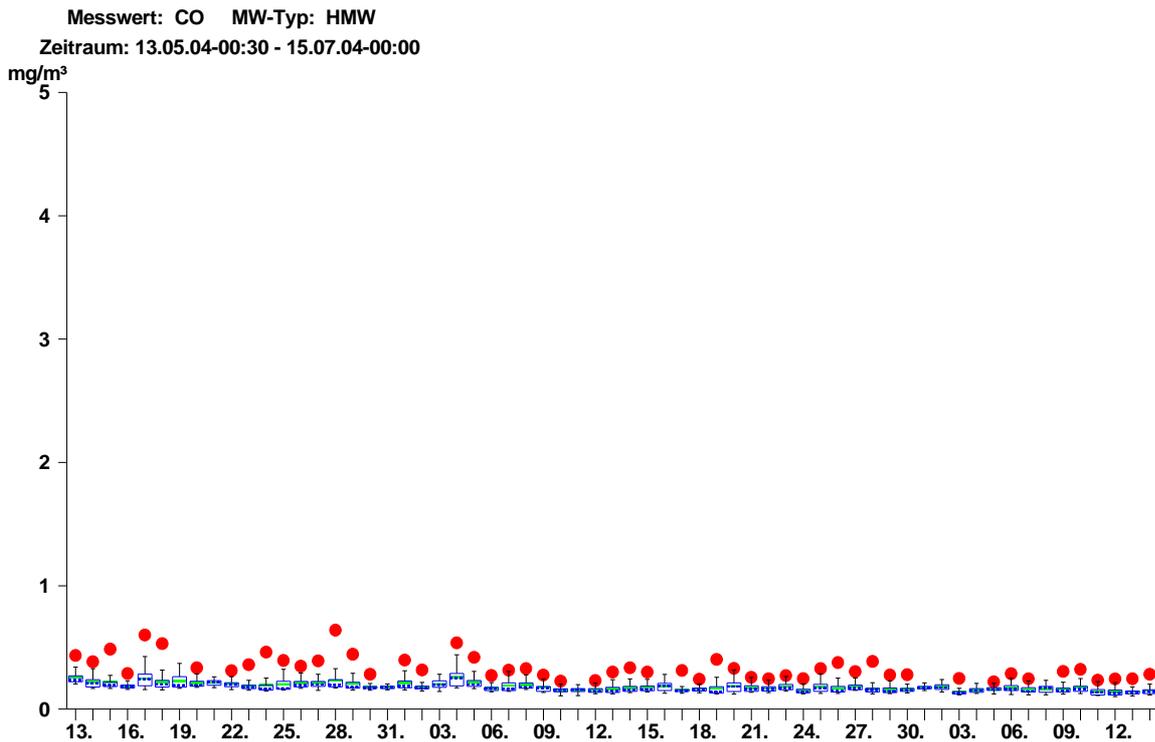
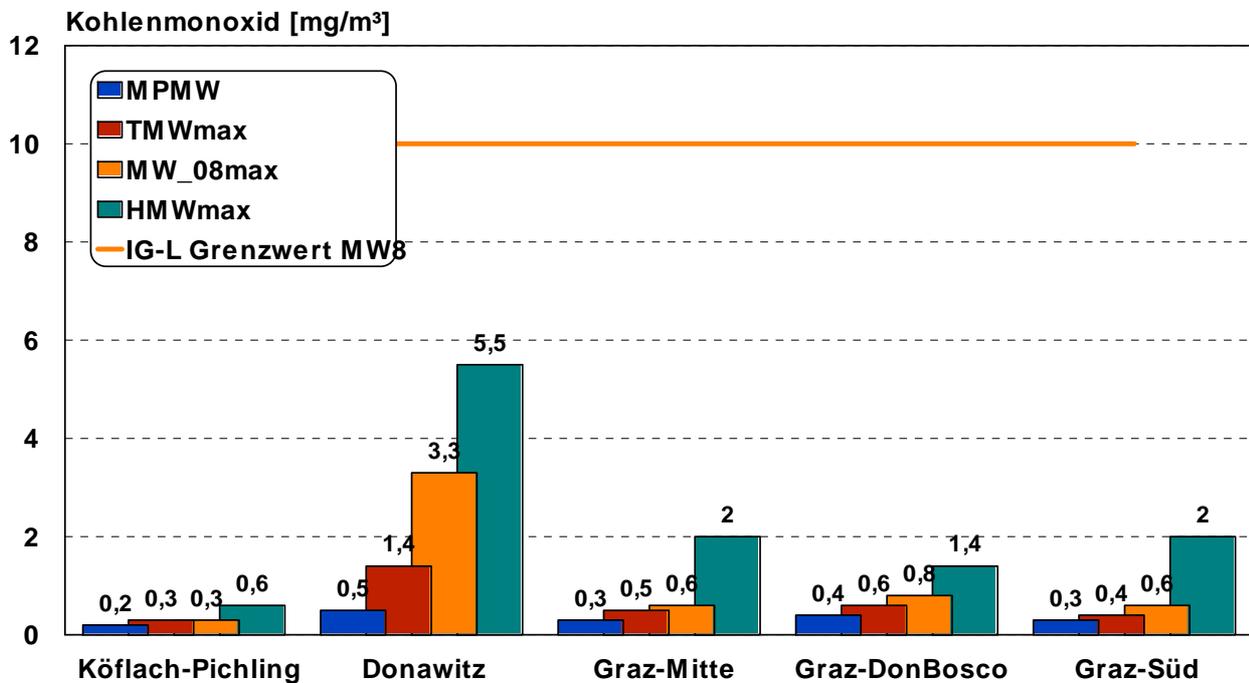


Abbildung 42: Kohlenmonoxidkonzentrationen in Köflach-Pichling im Vergleich mit steirischen Messstationen; 13.05. – 14.07.2004



Auch bei Kohlenmonoxid gelten der Kfz-Verkehr und der Hausbrand als Hauptverursacher. Die Höhe der Konzentrationen nimmt mit der Entfernung zu den Hauptverkehrssträgern jedoch im Allgemeinen stärker ab als bei den Stickstoffoxiden.

Die Kohlenmonoxidkonzentrationen werden in der gesamten Steiermark nur an wenigen neuralgischen Punkten – wie etwa an stark frequentierten Kreuzungsbereichen in Graz oder im Bereich großer Emittenten (Leoben-Donawitz) – sowie an den beiden mobilen Messstationen erhoben. Dementsprechend ergab ein Vergleich mit diesen steirischen Messstellen für die Messungen im Raum Köflach erwartungsgemäß ein stark unterdurchschnittliches Belastungsniveau, die registrierten Konzentrationen blieben während der Messungen bei Weitem unter den Vorgaben des IG-L.

7.3.6 Ozon (O₃)

Tabelle 17: Ozon-Konzentrationen in Köflach Barbarasiedlung

03.04.04 - 11.05.04	Messwerte O ₃ [µg/m ³]	Grenzwerte O ₃ [µg/m ³]	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
MW_01max - maximaler Einstundenmittelwert	134	180	Ozon-Info-Schwelle	74%
97,5-Perzentil	116			
Mtmax - durchschnittliches tägliches Maximum	99			
MW8_1max - maximaler Achtstundenmittelwert	123	120	Zielwert Ozongesetz	103%
MPMW – Messperiodenmittelwert	52			

Abbildung 43: Box-Plot-Darstellung der Ozonbelastung in Köflach Barbarasiedlung

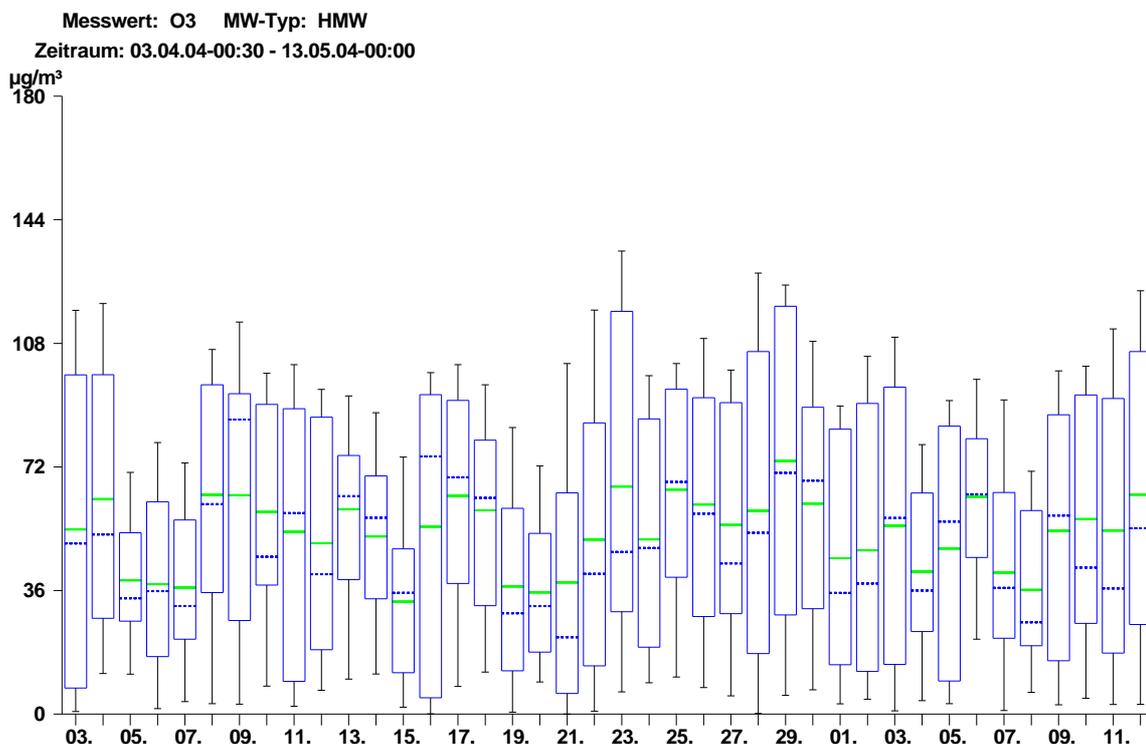
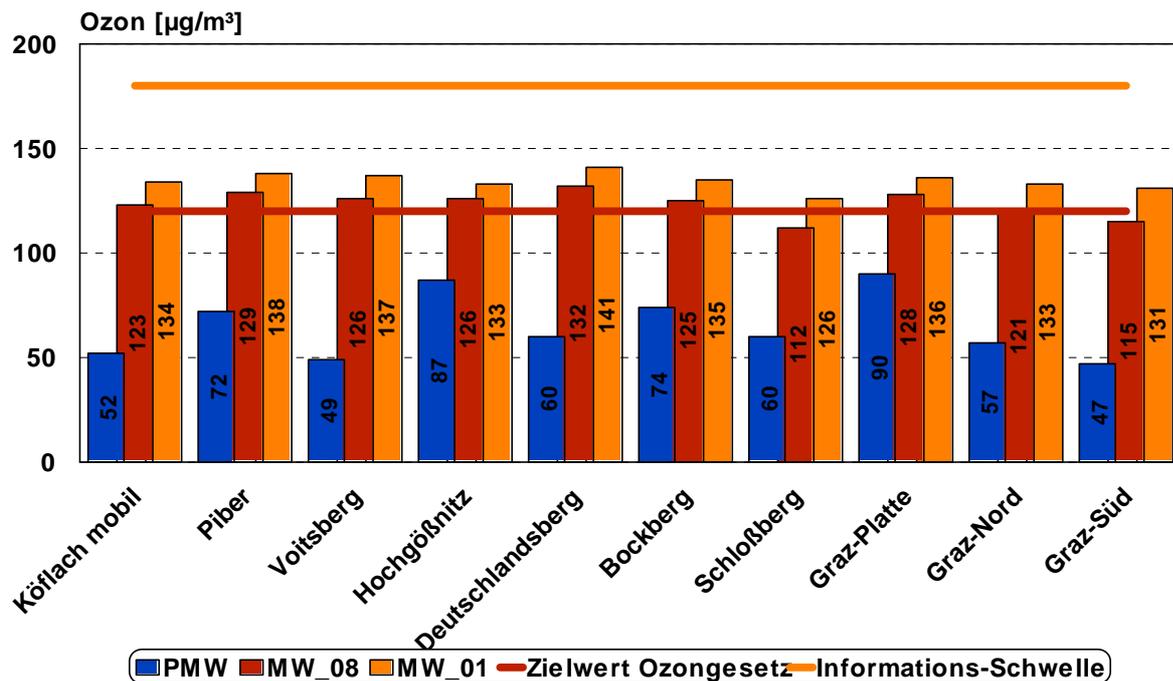


Abbildung 44: Ozonkonzentrationen in Köflach, Barbarasiedlung im Vergleich mit steirischen Messstationen; 03.04. – 11.05.2004



Die Ozonbildung erfolgt in der bodennahen Atmosphäre in der wärmeren und sonnenstrahlungsreicheren Jahreszeit wesentlich stärker als in den Frühlingsmonaten. Deshalb lagen die Konzentrationen während der Messungen in Köflach-Pichling höher als während der Frühjahrsmessungen in Köflach.

Tabelle 18: Ozon-Konzentrationen in Köflach-Pichling

03.04.04 - 11.05.04	Messwerte O ₃ [µg/m ³]	Grenzwerte O ₃ [µg/m ³]	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
MW_01max - maximaler Einstundenmittelwert	161	180	Ozon-Info-Schwelle	89%
97,5-Perzentil	127			
Mtmax - durchschnittliches tägliches Maximum	105			
MW8_1max - maximaler Achtstundenmittelwert	147	120	Zielwert Ozongesetz	123%
MPMW – Messperiodenmittelwert	58			

Abbildung 45: Box-Plot-Darstellung der Ozonbelastung in Köflach-Pichling

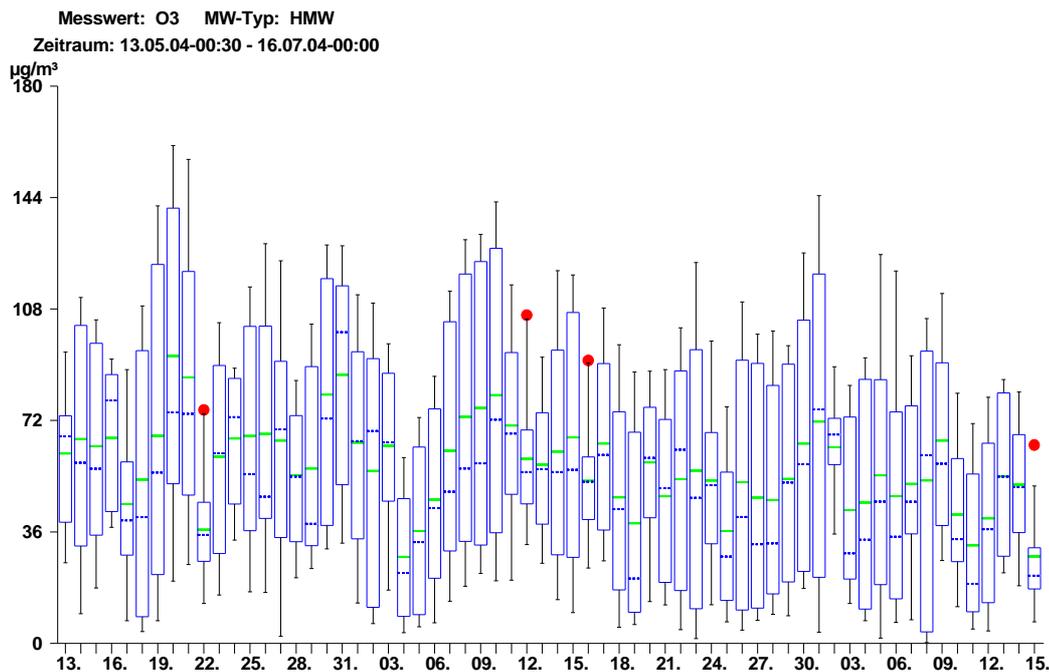
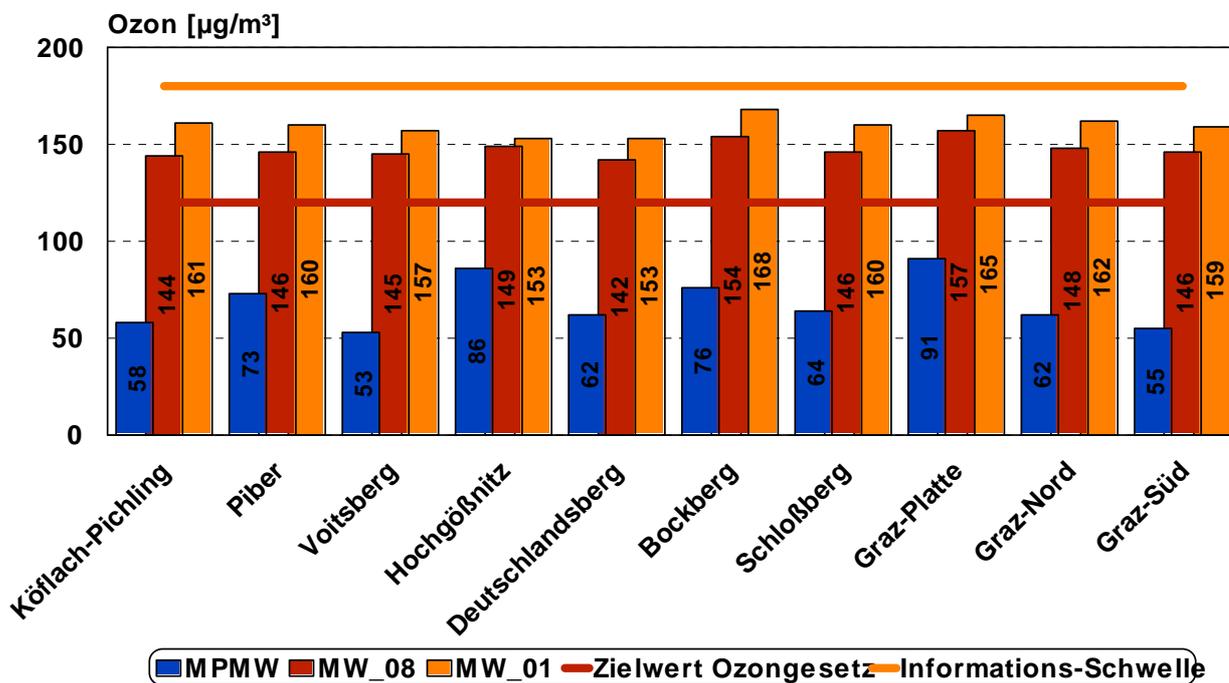


Abbildung 46: Ozonkonzentrationen in Köflach Pichling im Vergleich zu steirischen Messstationen; 13.05. – 14.07.2004

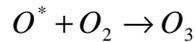


Ozon wird als vorwiegend sekundärer Luftschadstoff nur in sehr geringem Maß direkt freigesetzt, viel mehr bildet es sich auf luftchemischem Weg aus anderen luftfremden Stoffen. Eine wesentliche Rolle zur Ozonbildung kommt daher den Vorläufersubstanzen wie den Stickstoffoxiden und den Kohlenwasserstoffen zu, auf deren Emittenten bereits hingewiesen wurde. Für das Vorkommen von Ozon in der Außenluft sind daher die luftchemischen Umwandlungsbedingungen entscheidend.

Vereinfacht lässt sich die Ozonbildung so beschreiben, dass in einer ersten Reaktion Stickstoffdioxid unter Einwirkung der UV-Strahlung der Sonne in Stickstoffmonoxid und ein angeregtes Sauerstoffatom zerlegt wird (Photodissoziation):

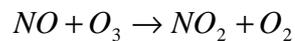


Das angeregte Sauerstoffatom vereinigt sich in der Folge mit dem in der Luft vorhandenen Sauerstoffmolekül zu Ozon:



In Reinluftgebieten erfolgt die Rückbildung eher langsam über Depositionsvorgänge und (in deutlich geringerem Maß) über neuerliche Photodissoziation.

In Bereichen mit hoher Schadstoffbelastung wie z.B. in Ballungsgebieten reagiert das Ozon sehr rasch mit Stickstoffmonoxid (z.B. aus dem KFZ-Verkehr) und bildet Stickstoffdioxid und Sauerstoff:



Das bedeutet einerseits, dass die Ozonkonzentration gerade an Orten mit ansonsten schlechter Luftqualität (z.B. in Städten) tendenziell niedriger ist als in so genannten Reinluftgebieten und andererseits, dass die Ozonbildung umso stärker ist, je mehr UV-Strahlung vorhanden ist.

Hohe Ozonkonzentrationen werden erreicht, wenn Kohlenwasserstoffe vorhanden sind. Diese können entweder durch menschliche Aktivitäten oder auch durch Pflanzen (z.B. Isoprene, Terpene aus Nadelwäldern) in die Atmosphäre gelangen. Diese Kohlenwasserstoffe werden durch freie OH-Radikale oxidiert, dabei entstehen so genannte Peroxidradikale R-O-O*. Diese können wiederum Stickstoffmonoxid zu Stickstoffdioxid oxidieren, wodurch der Ozonabbau verringert wird:



bzw.

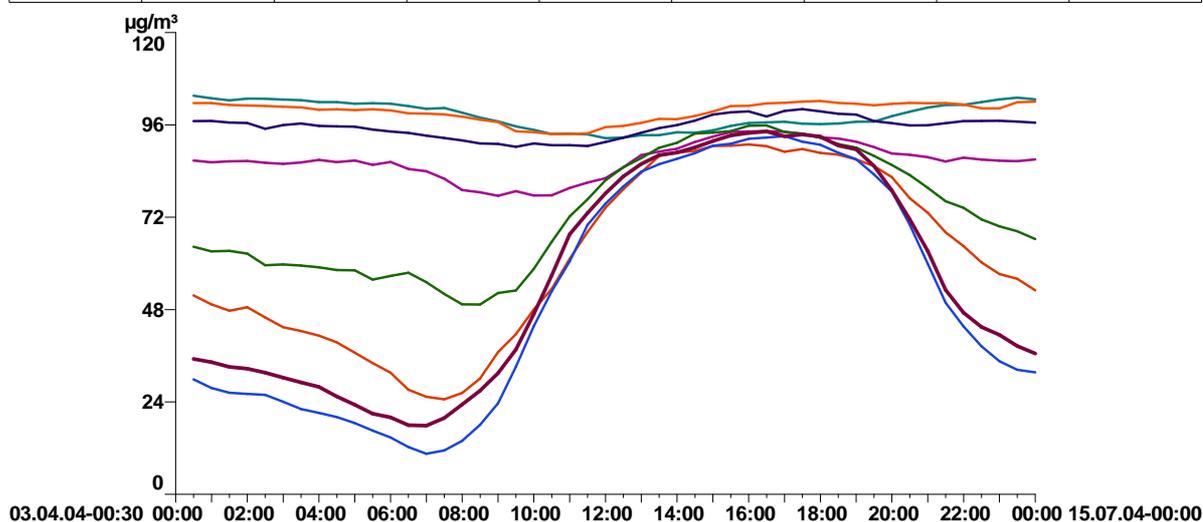


Das bedeutet, dass sich die Ozonspitzenkonzentrationen im Sommer zwar in unterschiedlichen Seehöhen und Siedlungsstrukturen (Stadt – Peripherie) in vergleichbaren Größenordnungen bewegen, dass aber die Tagesschwankung je nach Standort extrem variiert. Je siedlungsferner oder höher, desto schwächer wird die nächtliche Ozonrückbildung.

Die folgende Abbildung dokumentiert dies sehr gut anhand eines Vergleichs des mittleren Tagesganges der Ozonkonzentrationen während der mobilen Messungen im Raum Köflach mit verschiedenen Messstationen in der Steiermark.

**Abbildung 47: Mittlerer Tagesgang der Ozonkonzentrationen
03.04.2004 – 14.07.2004**

Station:	MOBILE 1	Voitsbg.	Piber	Hochgöß.	Rennfeld	Masenbg.	Liezen	Hochwurz
Seehöhe:	245	390	585	900	1620	1180	665	1850
Messwert:	O3							
MW-Typ:	MITT_TAG							
Zeitraum:	1	1	1	1	1	1	1	1
Y - Achse:	1	1	1	1	1	1	1	1
Muster:								

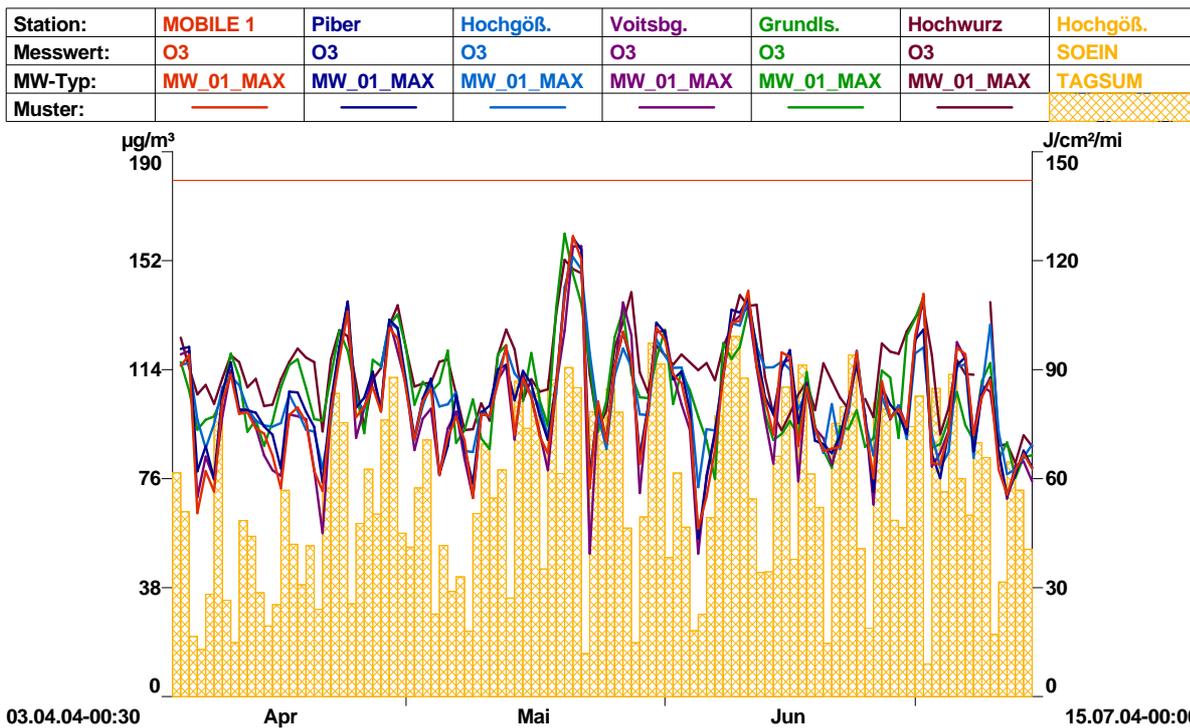


Die Talstationen in den Ballungsräumen Köflach (Mobile 1, beide Messstandorte), Voitsberg und auch Liezen weisen einen typischen ausgeprägten Tagesgang der Ozonkonzentrationen mit einem Konzentrationsmaximum am Nachmittag und einem sehr ausgeprägten Konzentrationsminimum in den Morgenstunden auf. Auch in Piber ist dieser Verlauf noch sehr ausgeprägt. An der schon höher gelegenen Messstation Hochgößnitz ist dieser Verlauf noch gut erkennbar, wenn auch etwas weniger ausgeprägt. An den hoch gelegenen Messstationen Rennfeld, Masenberg und Hochwurz erfolgt hingegen keine nächtliche Konzentrationsabsenkung mehr, die Belastung bleibt auf einem hohen Niveau.

Eine weitere Eigenheit der Ozonimmissionen liegt darin, dass die Konzentrationsgrößen über große Gebiete relativ homogen in den Spitzenbelastungen nachweisbar sind. Das gesamte österreichische Bundesgebiet wurde daher im Ozongesetz (1992) in 8 Ozon-Überwachungsgebiete mit annähernd einheitlicher Ozonbelastung eingeteilt. Köflach liegt im Ozon-Überwachungsgebiet 2 "Süd- und Oststeiermark sowie das südliche Burgenland".

Abbildung 48 zeigt, dass sich die täglichen Ozonspitzenkonzentrationen im Raum Köflach während der gesamten Messdauer beinahe gleichlaufend mit den Konzentrationen an den Messstationen Voitsberg und Piber – die im selben Überwachungsgebiet liegen – bewegten. Auch an der Messstation Hochgößnitz wurde ein sehr ähnlicher Verlauf registriert, anders als an den Messstationen Grundlsee und Hochwurz, die zum einen viel höher gelegen sind und zum anderen im Ozonüberwachungsgebiet 4 liegen. Zudem ist gut ersichtlich, dass die Ozonkonzentrationen gleichlaufend mit abnehmender Sonneneinstrahlung abnehmen.

Abbildung 48: Maximale Ozonkonzentrationen über den gesamten Messzeitraum im Vergleich zur Informationsschwelle IG-L (MW_01)

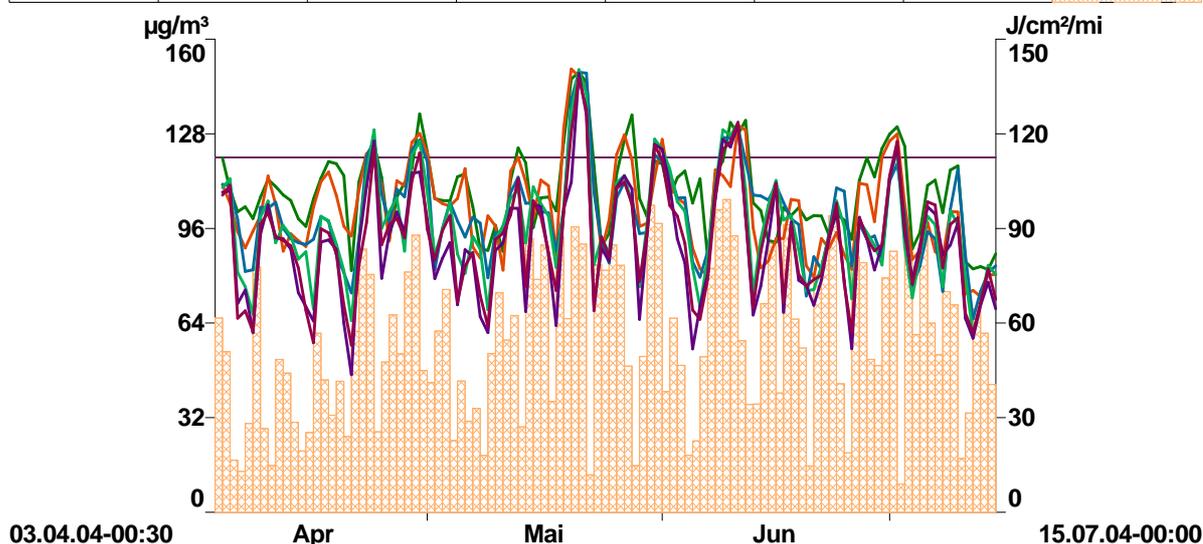


Der Sommer 2004 wirkte vom Witterungsverlauf her der Ozonbildung eher entgegen, da durchgehend heiße und sonnige Perioden fehlten. Durch häufig einsetzende Schlechtwetterperioden sank die Ozonkonzentration immer wieder ab, sodass sich Spitzenkonzentrationen nicht aufbauen konnten. Dennoch wurde bereits während der Messung in Köflach (03.04.-11.05.2004) der Zielwert gemäß Ozongesetz (120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ als MW_08) mit einem maximalen Achtstundenmittelwert von 103% des Zielwertes überschritten (2 Überschreitungen wurden registriert), während der Messung in Köflach-Pichling (13.05.-14.07.2004) wurde der Zielwert mit einem maximalen MW_08 von 120% des Zielwertes noch deutlicher überschritten (8 Überschreitungen während des Messzeitraumes). Die Konzentrationen während beider Messungen blieben jedoch deutlich unter der derzeit geltenden Informationsschwelle nach dem Ozongesetz (180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ als MW_01).

Der Verlauf der Ozonkonzentrationen zeigt die erwartete Übereinstimmung mit den Witterungsverhältnissen.

Abbildung 49: Maximale Ozonkonzentrationen über den gesamten Messzeitraum im Vergleich zum Zielwert IG-L (MW8_1)

Station:	MOBILE 1	Voitsbg.	Piber	Hochgöß.	Grundls.	Hochwurz	Hochgöß.
Seehöhe:	245	390	585	900	980	1850	900
Messwert:	O3	O3	O3	O3	O3	O3	SOEIN
MW-Typ:	MW8_1MAX	MW8_1MAX	MW8_1MAX	MW8_1MAX	MW8_1MAX	MW8_1MAX	TAGSUM
Muster:	—	—	—	—	—	—	▨



Im Vergleich mit anderen Messstellen im Überwachungsgebiet ergab sich für die Messungen in Köflach und Köflach-Pichling ein für die Lage entsprechendes durchschnittliches Belastungsniveau, wie es Siedlungsgebieten entspricht. Die Konzentrationen an der Hintergrund-Messstation Hochgößnitz zeigten einen sehr ähnlichen Zeitverlauf (Abbildung 48, Abbildung 49), lagen aber generell während des gesamten Messzeitraumes etwas höher als die an den mobilen Messstationen registrierten Konzentrationen.

8. Messergebnisse und Schadstoffverläufe der Messungen mittels High-Volume-Sammler

Abbildung 50 zeigt Kenngrößen der PM10-Belastung. Dabei wurden die Ergebnisse der High-Volume-Sammler-Messungen in Köflach mit den Messergebnissen der kontinuierlichen Messstationen in Köflach, Voitsberg, Graz-Platte, Masenberg und Graz-Nord verglichen.

Abbildung 50: PM10-Messungen Köflach Schulstraße, Vergleich mit anderen steirischen Messstellen (Kenngrößen)

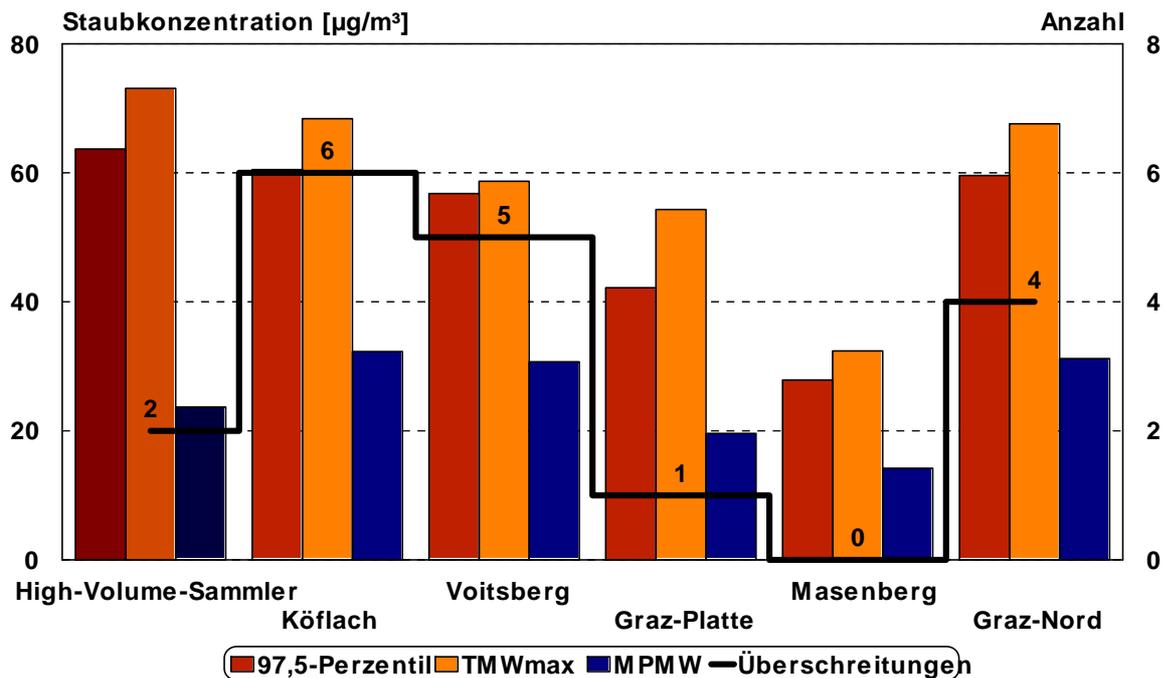
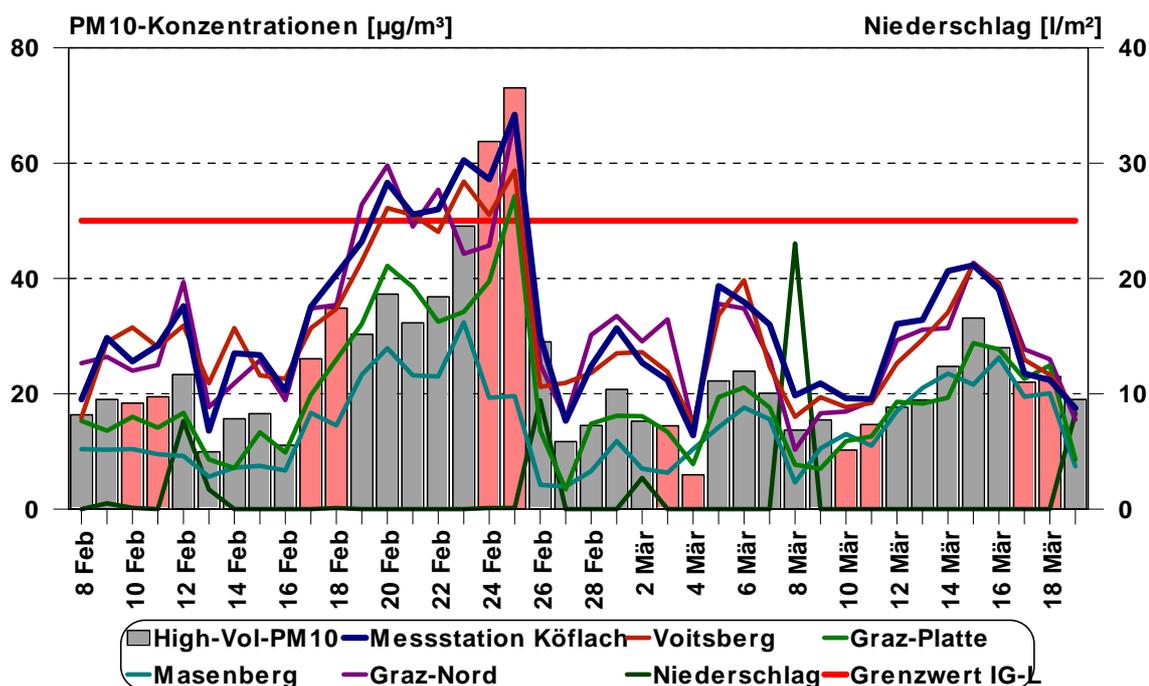


Tabelle 19: PM10-Messungen Köflach Schulstraße, Vergleich mit anderen steirischen Messstellen; Kenngrößen der Staubbelastung

	Köflach Schulstraße	Köflach	Voitsberg	Graz-Platte	Masenberg	Graz-Nord
97,5-Perzentil	63,8	60,5	56,8	42,2	27,9	59,6
maximaler Tagesmittelwert	73,1	68,4	58,7	54,3	32,4	67,6
Messperioden-Mittelwert	23,8	32,3	30,7	19,6	14,2	31,3
Überschreitungen	2	6	5	1	0	4

Abbildung 51 zeigt die Tagesmittelwerte der PM10-Belastung am Standort des High-Volume-Sammlers im Vergleich mit den Konzentrationen, die an der Messstation Köflach sowie an ausgewählten kontinuierlichen Messstationen registriert wurden. Die farbigen Balken in der Grafik markieren Samstage, Sonn- und Feiertage.

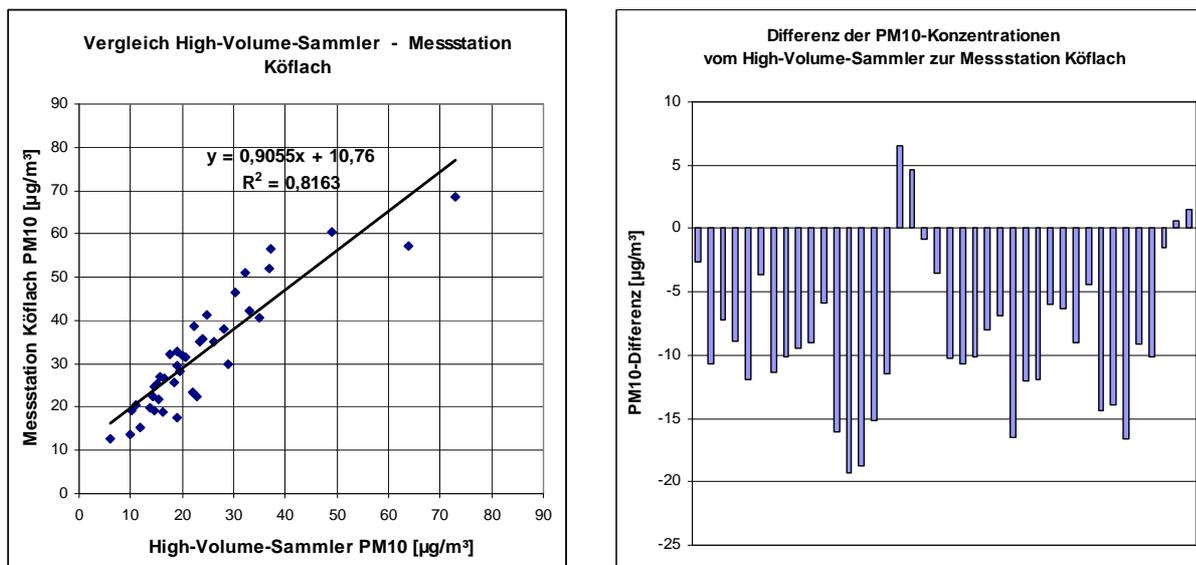
Abbildung 51: PM10-Vergleich, Tagesmittelwerte im Vergleich zur Niederschlagstätigkeit



Der Vergleich der High-Volume-Sammler-Messungen mit den an der Messstation Köflach registrierten PM10-Konzentrationen zeigte über den gesamten Messzeitraum eine beinahe vollständige Übereinstimmung im Verlauf der Staubbelastung. Der Großteil der registrierten Werte lag bei den High-Volume-Sammler-Messungen etwas niedriger als an der Messstation, nur am Wochenende zum 24./25. Februar lagen die mit dem High-Volume-Sammler gemessenen Feinstaubkonzentrationen höher. An diesem Wochenende trat eine kurzzeitige, hohe Belastungsspitze auf, die für den hohen maximalen Tagesmittelwert im Messzeitraum verantwortlich war. Der Vergleich mit anderen Messstationen zeigte einen sehr ähnlichen Zeitverlauf wie die High-Volume-Sammler-Messungen; die Staubkonzentrationen in Voitsberg und Graz-Nord lagen zum Großteil über jenen am Standort des High-Volume-Sammlers und bewegten sich auf einem Niveau, wie es auch an der kontinuierlichen Messstation Köflach registriert wurde. Die Konzentrationen an den Hintergrund-Messstationen Graz-Platte und Masenberg lagen naturgemäß niedriger. Gerade der Verlauf der Staubbelastung an den Hintergrund-Messstationen zeigte sehr gut Perioden mit schlechten Ausbreitungsbedingungen, da auch hier deutliche Anstiege der PM10-Konzentrationen verzeichnet wurden.

Abbildung 52 zeigt die Übereinstimmung der High-Volume-Sammler-Messergebnisse mit den Messwerten an der kontinuierlichen Messstation Köflach; weiters wird die Differenz zu den PM10-Konzentrationen an der Messstation Köflach gezeigt.

Abbildung 52: PM10-Messungen Köflach; Vergleich mit kontinuierlicher Messstation Köflach (Korrelation, Differenzen)



Die Feinstaubkonzentrationen, die mit dem High-Volume-Sammler ermittelt wurden, zeigen eine gute Übereinstimmung im Zeitverlauf mit jenen Konzentrationen, die von kontinuierlichen Messstationen erhalten wurden. Es handelt es sich jedoch um zwei verschiedene Messverfahren. Dies ist bei einem Vergleich zu berücksichtigen.

Die Messungen der lokalen Feinstaubkonzentrationen in Köflach, Schulstraße mittels High-Volume-Sammler zeigten für den Messzeitraum ein im Vergleich mit der kontinuierlichen Messstation Köflach etwas niedrigeres Belastungsniveau. Für den Schadstoff Feinstaub (PM10) wurden im Zeitraum der Messung (08.02.2007 – 19.03.2007) 2 Tage mit Überschreitungen des Grenzwertes registriert. Im Vergleich dazu lagen die Häufigkeiten an der Messstation Köflach bei 6 Überschreitungstagen und in Voitsberg bei 5 Überschreitungstagen. Auf der Grazer Platte wurde 1 Überschreitung des Grenzwertes registriert, auf dem Mosenberg wurde im Messzeitraum der Grenzwert nicht überschritten.

Die durchschnittliche Belastung durch Feinstaub (Messperiodenmittelwert) war am Standort des High-Volume-Sammlers niedriger als an der Messstation Köflach, nur am Wochenende des 24./25. Februar zeigte sich eine überaus hohe Belastungsspitze, wobei der Grenzwert nach dem IG-L an beiden Tagen überschritten wurde und der maximale Tagesmittelwert sowie das 97,5-Perzentil höher lagen als an der Messstation Köflach. An den letzten beiden Tagen der Messungen wurden ebenfalls höhere Konzentrationen als an der Messstation Köflach registriert, diese lagen aber nicht mehr so hoch und auch der Grenzwert nach dem IG-L wurde nicht überschritten.

Es kann also festgehalten werden, dass die Feinstaubkonzentrationen am Standort des High-Volume-Sammlers während der Messperiode – abgesehen von 2 Tagen mit ungewöhnlich hoher Belastung – unter dem Niveau der an anderen Messstationen in Siedlungsgebieten registrierten Belastung und auch unter den an der Messstation Köflach gemessenen Konzentrationen lagen. Der Winter 2006/2007 war allerdings generell durch ungewöhnlich gute Ausbreitungsbedingungen gekennzeichnet und die Feinstaubbelastung lag insgesamt in der ganzen Steiermark niedriger als in

den vorangegangenen Wintern. Deshalb kann auch am Standort des High-Volume-Sammlers – trotz der registrierten niedrigeren Feinstaubbelastung – davon ausgegangen werden, dass die Vorgaben des IG-L in Zukunft mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht eingehalten werden können.

9. Literatur

Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 1997:

Immissionsschutzgesetz-Luft, IG-L, BGBl. I Nr.115 in der Fassung von BGBl I Nr. 34/2003.

Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 1992:

Ozongesetz, BGBl.Nr.210 in der Fassung von BGBl I Nr.34/2003.

Wakonigg, H., 1978:

Witterung und Klima in der Steiermark.
- Arb. Inst. Geogr. Univ. Graz 23: 478S.

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik,2004:

Monatsübersicht der Witterung in Österreich,
April - Juli 2004, Februar – März 2007, Wien.

10. Anhang: Erläuterungen zu den Tabellen und Diagrammen

10.1. Tabellen

In den Tabellen zu den einzelnen Schadstoffkapiteln wird versucht, anhand der wesentlichsten Kennwerte einen Überblick über die Immissionsstruktur zu vermitteln. Diesen Kennwerten werden die Grenzwerte des Immissionsschutzgesetzes-Luft und des Ozongesetzes gegenübergestellt.

Messperiodenmittelwert (PMW)

Der Messperiodenmittelwert gibt Auskunft über das mittlere Belastungsniveau während der Messperiode. Dieser Wert stellt den arithmetischen Mittelwert aller Tagesmittelwerte dar.

Tagesmittelwert (TMW)

Der Tagesmittelwert wird als arithmetisches Mittel aus den 48 Halbstundenmittelwerten eines Tages berechnet. Der TMWmax bezeichnet den höchsten Tagesmittelwert der Messperiode.

Achtstundenmittelwert (MW8), Dreistundenmittelwert (MW3), Einstundenmittelwert (MW1)

Im Immissionsschutzgesetz-Luft und im Ozongesetz sind Grenzwerte als gleitende oder nicht gleitende Achtstunden-, Dreistunden und Einstundenmittelwerte festgelegt. Sie werden aus hintereinander liegenden Halbstundenmittelwerten gebildet.

Halbstundenmittelwert (HMW)

Der Halbstundenmittelwert berücksichtigt die kürzeste archivierte Zeiteinheit und stellt daher die Belastungsspitze dar. Der HMWmax kennzeichnet für jeden Schadstoff die höchste gemessene Konzentration während der gesamten Messperiode.

Mittleres tägliches Maximum (Mtmax)

Das mittlere tägliche Maximum wird aus den täglich höchsten Halbstundenmittelwerten gebildet. Es stellt somit ebenfalls einen über den gesamten Messabschnitt berechneten Mittelwert dar, der für den betreffenden Standort die mittlere tägliche Spitzenbelastung angibt.

Abkürzungen von meteorologischen Parametern und Messwerttypen

LUTE	Lufttemperatur
WIGE	Windgeschwindigkeit
NIED	Niederschlag
TAGSUM	Tagessumme

10.2. Diagramme

Die Diagramme dienen dazu, einen möglichst raschen Überblick über ein bestimmtes Datenkollektiv zu erhalten. Da pro Messtag rund 900 Halbstundenmittelwerte aufgezeichnet werden, ist es notwendig, einen entsprechenden Kompromiss zu finden, um die Luftgütesituation eines Ortes prägnant und übersichtlich darzustellen.

Zeitverlauf

Die Zeitverläufe stellen alle gemessenen Werte (Halbstunden-, maximale Halbstunden- oder Tagesmittelwerte) eines Schadstoffes an einer Station für einen bestimmten Zeitraum dar.

Mittlerer Tagesgang

In der Darstellungsweise des mittleren Tagesganges stellt die waagrechte Achse die Tageszeit zwischen 00:30 Uhr und 24:00 Uhr dar. Die Schadstoffkurve wird derart berechnet, dass - zum Beispiel - sämtliche Halbstundenmittelwerte, die täglich um

12:00 Uhr registriert wurden, über eine gesamte Messperiode gemittelt werden. Das Ergebnis ist ein mehrtägiger Mittelwert für die Mittagsstunde. Wird diese Berechnung in der Folge dann für alle Halbstundenmittelwerte durchgeführt, lässt sich der mittlere Schadstoffgang über einen Tag ablesen.

Boxplot

Die Darstellungsform des Boxplots bietet die beste Möglichkeit, alle Kennzahlen des Schadstoffganges mit dem geringsten Informationsverlust in einer Abbildung übersichtlich zu gestalten.

Dieses Diagramm zur einfachen graphischen Charakterisierung einer Verteilung besteht aus einer "Box", deren unterer bzw. oberer Rand durch den Wert des ersten bzw. des dritten Quartils beschrieben wird; innerhalb der Box wird die Lage des Medians durch eine Linie angegeben. Unter- und oberhalb der Box zeigen sogenannte "Whiskers" (Barthaare) die Ausbreitung der übrigen Datenpunkte bis zu einem Abstand von maximal 1,5 Interquartilsabständen (= der Abstand zwischen dem 1. und 3. Quartil).

Sofern es Datenpunkte gibt, die weiter weg von den Grenzen der Box liegen, werden diese als "Ausreißer" eigens ausgewiesen. Dies bedeutet also nicht, dass es sich dabei um ungültige Messwerte handelt. Sie sind als HMWmax des Tages zu interpretieren.

In den Boxplots sind auf der x-Achse sind die einzelnen Tage einer Messperiode aufgetragen. Auf der y-Achse wird die Schadstoffkonzentration dargestellt.

Für die Berechnung der folgenden Kennwerte werden alle 48 Halbstundenmittelwerte eines Messtages nach ihrer Wertgröße aufsteigend gereiht.

