



Luftgütemessungen Paltental 2005/2006

Lu-01-08

Dieser Bericht entstand unter Mitarbeit folgender Personen:

Autoren	Mag. Andreas Schopper Ing. Waltraud Köberl
Für den Inhalt verantwortlich	Dipl. Ing. Dr. Thomas Pongratz
Projektkonzept, Messnetzfestlegung	Mag. Andreas Schopper
Betreuung der mobilen Messstationen	Manfred Gassenburger Gerhard Schrempf
Betreuung des integralen Messnetzes	Ing. Waltraud Köberl

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

Zusammenfassung	4
1. Einleitung.....	6
2. Bisher durchgeführte Luftgütemessungen.....	6
2.1 Luftgütemessungen in Trieben.....	6
2.2 Luftgütemessungen in Rottenmann.....	8
3. Rechtliche Beurteilungsgrundlage.....	11
4. Die immissionsklimatische Situation im Paltental	11
4.1 Allgemeine klimatische Bedingungen im Untersuchungsgebiet	11
4.2 Der Witterungsablauf während der Messungen	15
5. Mobile Immissionsmessungen	21
5.1 Die Messstandorte 2005/06 in Rottenmann und Trieben	21
5.2 Ausstattung und Messmethoden	22
5.3 Messergebnisse und Schadstoffverläufe.....	23
5.3.1 Feinstaub (PM ₁₀).....	23
5.3.2 Stickstoffoxide (NO _x).....	27
5.3.3 Stickstoffdioxid (NO ₂)	35
5.3.4 Schwefeldioxid (SO ₂)	37
5.3.5 Kohlenmonoxid (CO).....	39
6. Integrale Messungen.....	41
6.1 Vorbemerkungen.....	41
6.2 Beschreibung des Messnetzes	42
6.3 Beschreibung der Messmethodik	46
6.4 Beurteilungsgrundlagen	48
6.5 Messergebnisse	48
6.5.1 Stickstoffdioxid	48
6.5.2 Schwefeldioxid	53
6.5.3 Zusammenfassende Beurteilung.....	58
7. Literatur	59
8. Anhang.....	60
8.1 Tabellen	60
8.2 Diagramme.....	61

Zusammenfassung

Im Winterhalbjahr 2005/06 wurde im Paltental ein umfangreiches Luftgüte-Untersuchungsprogramm durchgeführt.

Den Anlass dazu boten mobile Luftgütemessungen, die in den Jahren davor in Rottenmann bzw. Mitte der 90er Jahren in Trieben durchgeführt worden waren und durchwegs Hinweise auf ein erhöhtes Stickstoffoxid-Konzentrationsniveau erbracht hatten. Die registrierten NO_x -Werte lagen deutlich über dem Niveau von steirischen Bezirkshauptstädten und waren sowohl von der Grundbelastung als auch vor allem von den Konzentrationsspitzen her nur mit denen im Belastungsgebiet Graz zu vergleichen. Der Unterschied der Höhe der Konzentrationen lag zur benachbarten Messstation Liezen in den belasteten Zeiträumen bei annähernd einem Faktor 2.

Die Messkampagne 2005/06 sollte neben eines Versuchs der Ursachenfindung auch die Frage klären, ob die festgestellten Stickstoffoxid-Belastungen eher kleinräumig-lokaler Natur waren oder im Paltental großflächig mit erhöhten Immissionen gerechnet werden muss.

Neben gleichzeitig durchgeführten Parallel-Messungen in Trieben und Rottenmann mittels zweier mobiler Luftgütemessstationen im Hochwinter wurde deshalb ergänzend von Oktober bis April ein integrales Messnetz zur Erfassung der Schadstoffe NO_2 und SO_2 an 15 Messpunkten zwischen Kalwang und Liezen betrieben.

Die mobilen Messungen im Dezember 2005 und Jänner 2006 in den Siedlungszentren von Rottenmann und Trieben erbrachten für die Schadstoffe Feinstaub PM_{10} und Schwefeldioxid ein im steiermarkweiten Vergleich klar unterdurchschnittliches Belastungsniveau. Die Konzentrationen an Kohlenmonoxid deuten dagegen auf eine leicht überdurchschnittliche Belastung hin.

Für den Schadstoff Feinstaub PM_{10} ist demnach davon auszugehen, dass die gesetzlichen Vorgaben bezüglich des Jahresmittelwertes und der tolerierten Anzahl an Überschreitungen des Tagesmittelgrenzwertes im Paltental generell eingehalten werden können. Dies ist insofern erwähnenswert, als dies in weiten Teilen der Steiermark entlang und südlich der Mur-Mürzfurche nicht der Fall ist. Die aktuellen Messungen haben damit (gemeinsam mit den Messdaten der Dauermessstelle Liezen und mobilen Luftgütemessungen im Ennstal) gezeigt, dass eine Erweiterung der bestehenden Feinstaubsanierungsgebiete auf Areale nördlich des Schoberpasses offensichtlich nicht notwendig ist.

Neuerlich als klar überdurchschnittlich waren allerdings die Konzentrationen der Stickstoffoxide zu beurteilen. Vor allem bei den Belastungsspitzen (HMW, TMW), aber auch beim mittleren täglichen Maximum lagen die Werte der Messungen im Paltental auf einem sehr hohen Niveau und waren von den Vergleichsstationen nur mit der auch innerhalb von Graz tendenziell hochbelasteten Messstelle Graz Süd vergleichbar. Die Periodenmittelwerte blieben dagegen auf einem nur leicht überdurchschnittlichen Niveau. Wie auch bei den vorhergegangenen Messungen waren es also einzelne kurzfristige Belastungsphasen, die auffällige Konzentrationshöhen und -verläufe zeigten, nicht so sehr eine generell hohe Grundbelastung. Die Phasen hoher Belastung korrelierten deutlich mit niedrigeren Temperaturen und Windge-

schwindigkeiten, also stabilen Schichtungsverhältnisse in den bodennahen Luftschichten.

Der klare Zusammenhang mit dem Witterungsverlauf lässt auf einen dominanten Einfluss der immissionsmeteorologischen Bedingungen schließen, wobei die Witterungseffekte durch die WNW-ESE-Ausrichtung des Tales und die damit verbundene starke Überschattung der beiden Hauptorte (Stabilisierung bei antizyklonaler Witterung) noch verstärkt werden dürften.

Die Ergebnisse der Stickstoffdioxidmessungen des integralen Messnetzes zeigten eine generell leicht erhöhte Grundbelastung im Paltental. Im Vergleich mit den außerhalb des Paltentales gelegenen innerörtlichen (also tendenziell höher belasteten) Messstellen Liezen und Selzthal lagen die meisten talbodennahen Messpunkte auf einem weitgehend vergleichbaren, teilweise geringfügig höherem Niveau. Die Werte in Kalwang im Liesingtal blieben darunter.

Innerhalb des Paltentales wurde eine deutliche räumliche Differenzierung festgestellt, die die zentralen Siedlungsgebiete der beiden Hauptorte Rottenmann und Trieben als klar am stärksten belastet ausweist. Die anlässlich der mobilen Messungen registrierten überdurchschnittlich hohen Werte treten in dieser Größenordnung offensichtlich nur vergleichsweise kleinräumig auf und betreffen mit Sicherheit nicht größere Talbereiche.

Die Ergebnisse der Untersuchungen stützen die Annahme, dass neben den oben erwähnten ungünstigen geographischen Rahmenbedingungen und lokalen Beiträgen aus der Industrie (Trieben) und dem Hausbrand vor allem Emissionen aus dem Verkehr (lokal, aber vor allem der A9 Phyrnautobahn) die Hauptverursacher der NO_x -Belastungen sein dürften. Die absolute Höhe der NO_x -Konzentrationen während belasteter Phase ist demnach mit einem zeitlichen Zusammentreffen aller erwähnten Faktoren in Zusammenhang zu bringen.

1. Einleitung

Im Winterhalbjahr 2005/06 wurde im Paltental ein umfangreiches Luftgüte-Untersuchungsprogramm durchgeführt. Neben parallelen Messungen in Trieben und Rottenmann mittels zweier mobiler Luftgütemessstationen im Hochwinter wurde von Oktober bis April auch ein integrales Messnetz zur Erfassung der Schadstoffe NO₂ und SO₂ an 15 Messpunkten zwischen Kalwang und Liezen mit 16 Messpunkten eingerichtet, um Informationen über die flächenhafte Verteilung der Luftschadstoffe im Paltental zu erhalten.

Ziel dieser Messungen war es herauszufinden, ob lokale Emissionsquellen oder überdurchschnittlich ungünstige Ausbreitungsbedingungen als Hauptursache für die hohen Belastungen anzusehen sind und ob es sich dabei um eine punktuelle oder eine das gesamte Tal betreffende Problematik handelt.

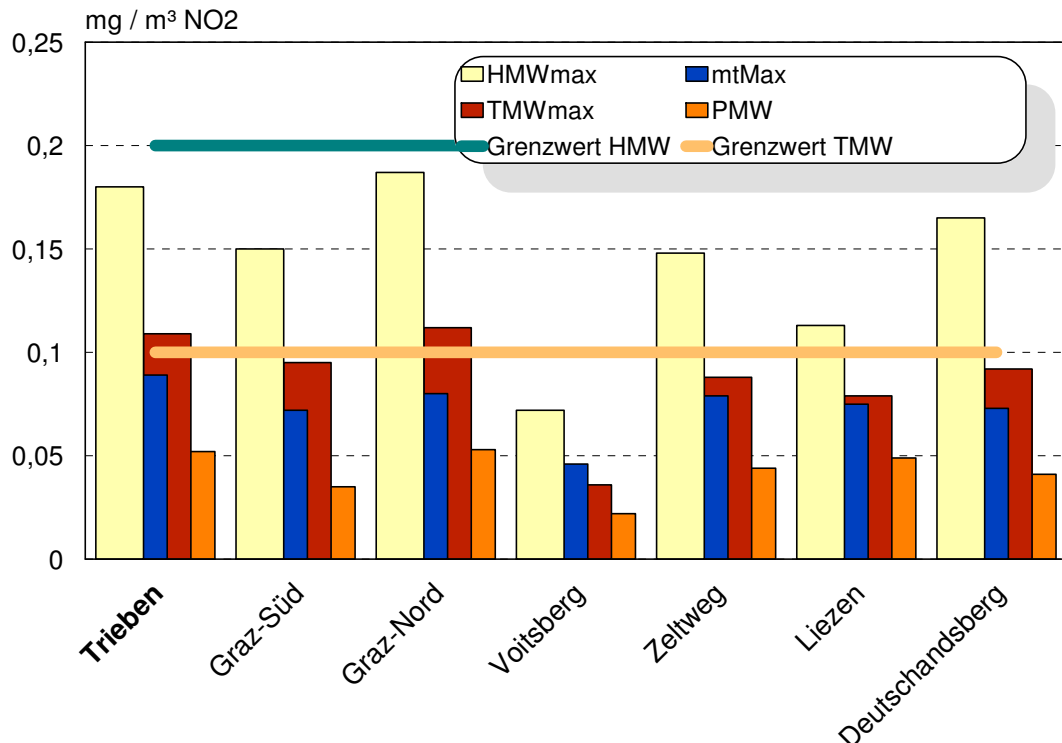
Diese überdurchschnittlich hohen Belastungen, im Besonderen an Stickstoffoxiden, wurden bereits bei Messungen in den Jahren 1993 bis 1995 in Trieben und in den Winterperioden 1999/2000 und 2003/23004 in Rottenmann festgestellt. Die Ergebnisse dieser punktuellen Messungen gaben nun den Anlass, im Winterhalbjahr 2005/06 dieses umfangreiche Untersuchungsprogramm im Paltental durchzuführen.

2. Bisher durchgeführte Luftgütemessungen

2.1 Luftgütemessungen in Trieben

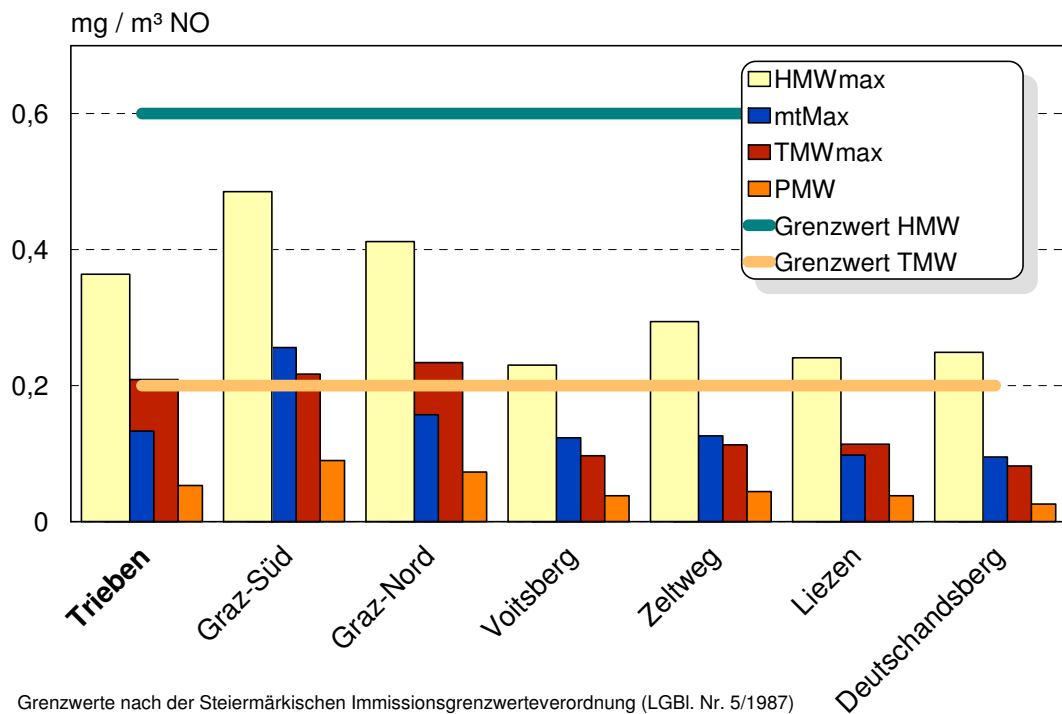
Die ersten Luftgütemessungen im Paltental wurden in den Jahren 1993 bis 1995 in **Trieben** in Zusammenhang mit Plänen zur Errichtung einer Sondermüllverbrennungsanlage durchgeführt. Im Rahmen dreier mobiler Messungen wurden dabei vor allem während der Wintermessung von 21.12.1993 bis 6.2.1994 im Stadtzentrum neben vergleichsweise hohen **Schwebstaub**konzentrationen im gesamtsteirischen Vergleich überdurchschnittlich hohe **Stickstoffoxid**konzentrationen festgestellt. Vor allem die Spitzenbelastungen (maximaler Halbstunden- bzw.- Tagesmittelwert) lagen dabei sowohl bei Stickstoffdioxid als auch –monoxid auf einem Niveau, das sonst nur in der Landeshauptstadt Graz gemessen wurde.

Abbildung 1: Stickstoffdioxidkonzentrationen der Wintermessung 1993/94 in Trieben im Vergleich mit steirischen Messstationen



Grenzwerte nach der Immissionsgrenzwertverordnung der Steiermärkischen Landesregierung (LGBl. Nr 5/1987) bzw. dem Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

Abbildung 2: Stickstoffmonoxidkonzentrationen der Wintermessung 1993/94 in Trieben im Vergleich mit steirischen Messstationen



Grenzwerte nach der Steiermärkischen Immissionsgrenzwertverordnung (LGBl. Nr. 5/1987)

2.2 Luftgütemessungen in Rottenmann

In **Rottenmann** wurden im Winter 1999/2000 erste Luftgütemessungen durchgeführt. Sie wurden auf Antrag der Stadt Rottenmann zur Erhebung des Ist-Zustandes der Luftqualität im Zeitraum vom 18.11.1999 bis 11.1.2000 auf einem Standort im östlichen Randbereich des städtischen Busbahnhofes in unmittelbarer Nähe zum Stadtkern in rund 660 m Seehöhe vorgenommen.

Während die Messungen für die Schadstoffe **Schwefeldioxid** und **Schwebstaub** eine im Vergleich mit steirischen Ballungsräumen durchschnittliche bis leicht unterdurchschnittliche Belastung ergaben, wurden für die Schadstoffe **Stickstoffdioxid** und besonders **Stickstoffmonoxid** im gesamtsteirischen Vergleich hohe Belastungen registriert. Während mehrerer überdurchschnittlich belasteter Phasen wurde für NO der Tagesmittelgrenzwert der damals noch geltenden Steiermärkischen Immissionsgrenzwerteverordnung (LGBl.Nr. 5/1987) an 8 Tagen, für NO₂ an einem Tag überschritten. Vor allem die Stickstoffmonoxidkonzentrationen lagen deutlich über dem Niveau von Bezirkshauptstädten und waren sowohl von der Grundbelastung als auch vor allem von den Belastungsspitzen her nur mit denen im Belastungsgebiet Graz zu vergleichen.

Abbildung 3: Stickstoffdioxidkonzentrationen der Messung in Rottenmann 1999/2000 im Vergleich mit steirischen Messstationen

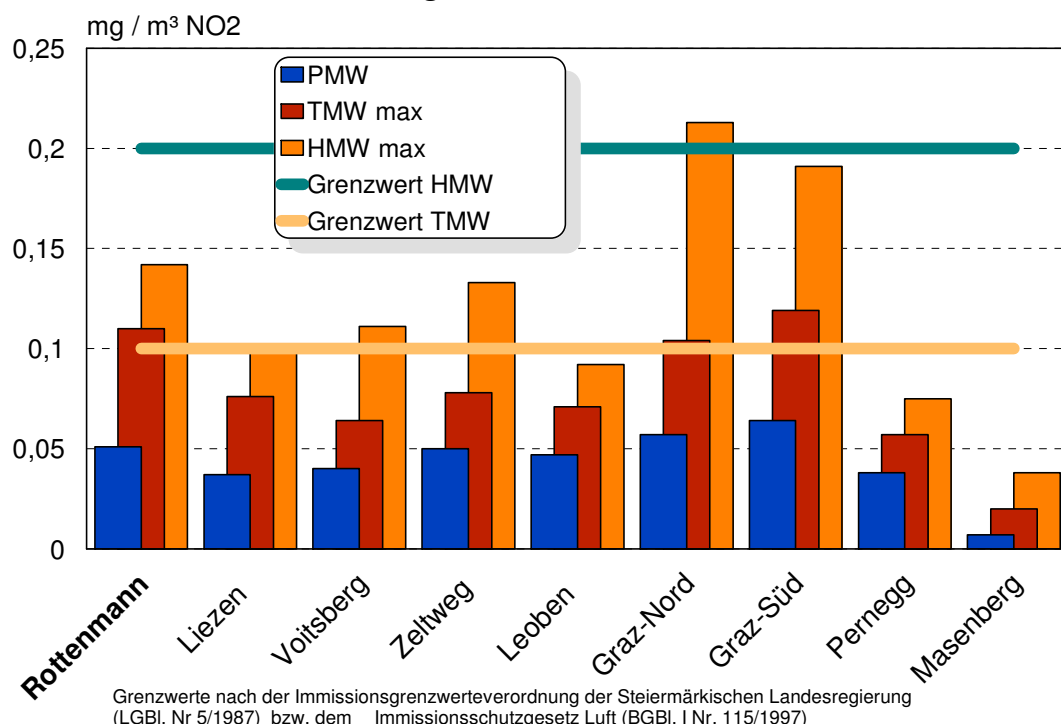
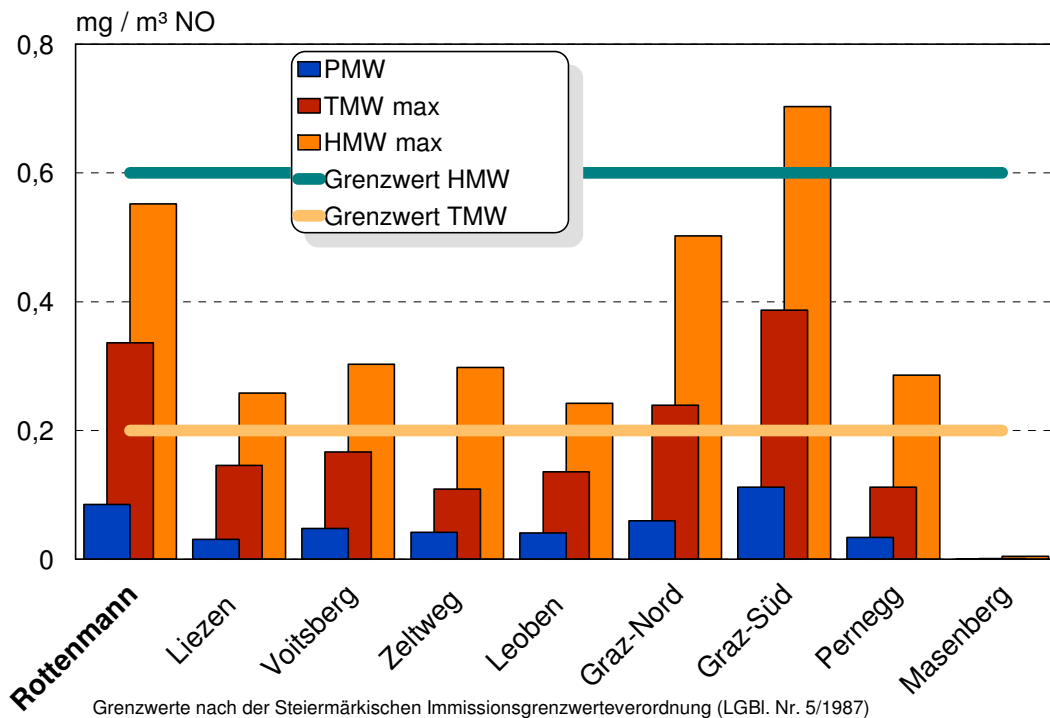


Abbildung 4: Stickstoffmonoxidkonzentrationen der Messung in Rottenmann 1999/2000 im Vergleich mit steirischen Messstationen



Aufgrund dieser Messwerte wurden im Winter 2003/04 in **Rottenmann** am gleichen Standort Folgemessungen vorgenommen.

Im Zeitraum 10.12.2003 bis 21.1.2004, es wurde also mit dem Hochwinter neuerlich die immissionsklimatisch ungünstigste Jahreszeit ausgewählt, wurden dabei die Ergebnisse der ersten Messung 1999/2000 weitgehend bestätigt.

Während die Belastungen durch **Schwebstaub** im Vergleich zu anderen steirischen Stationen durchschnittlich bis leicht unterdurchschnittlich blieben und eine gute Übereinstimmung mit der Station Liezen zeigten, wurden neuerlich im landesweiten Vergleich deutlich überdurchschnittliche **Stickstoffoxid**konzentrationen registriert, die nur mit höher belasteten Stationen in Graz vergleichbar waren. Die Phasen hoher Belastung korrelierten wie schon bei der ersten Messung deutlich mit niederen Temperaturen und Windgeschwindigkeiten, also stabilen Schichtungsverhältnisse in den bodennahen Luftschichten. Zwar waren diese Zeiträume auch an der Station Liezen die höchstbelasteten, signifikant war aber der Unterschied der Höhe der Konzentrationen, der sowohl für NO als auch für NO₂ in den Belastungsphase annähernd mit einem Faktor 2 angegeben werden konnte. Zwar wurden die gesetzlichen Grenzwerte eingehalten, an zwei Tagen wurde allerdings der Zielwert des IG-L (NO₂-TMW) überschritten. Dies war im Messzeitraum ansonsten in der Steiermark nur an der Grazer verkehrsnahen Messstation Don Bosco der Fall.

Abbildung 5: Stickstoffdioxidkonzentrationen der Messung in Rottenmann 2003/04 im Vergleich mit steirischen Messstationen

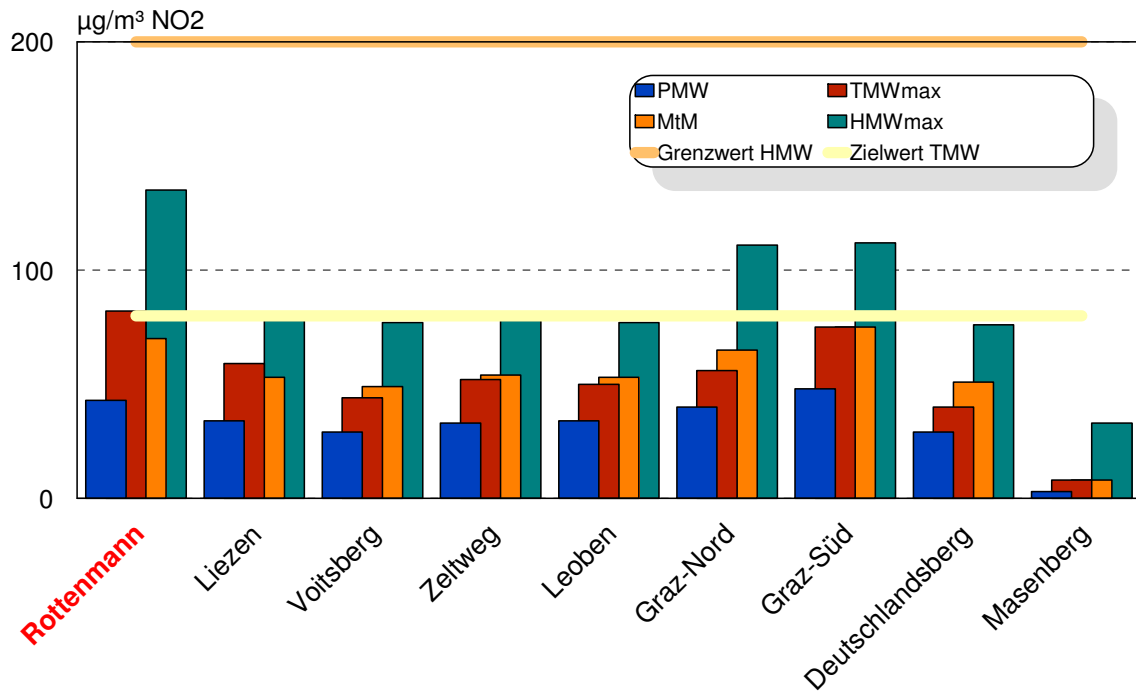
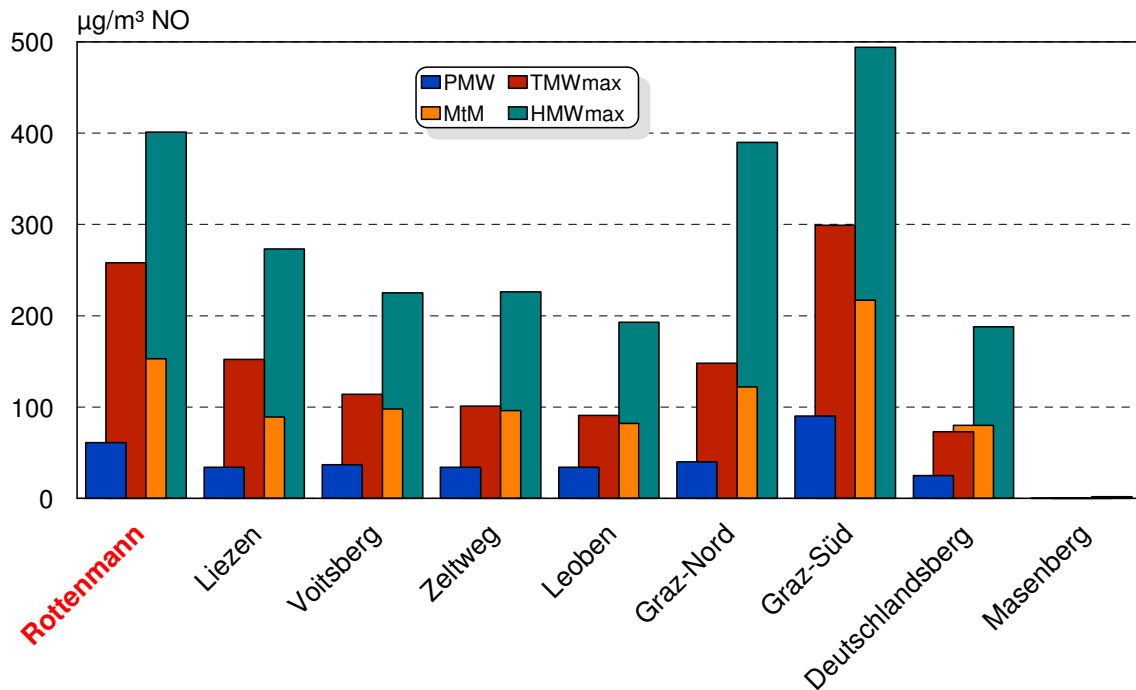


Abbildung 6: Stickstoffmonoxidkonzentrationen der Messung in Rottenmann 2003/04 im Vergleich mit steirischen Messstationen



3. Rechtliche Beurteilungsgrundlage

Die gesetzliche Grundlage für die Beurteilung der Luftqualität stellt in Österreich das Immissionsschutzgesetz-Luft, IG-L (BGBl.I Nr.115/1997, i.d.F. BGBl.I Nr.34/2006) dar. Neben allgemeinen Festlegungen zur Immissionsüberwachung definiert es 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 wiedergegeben sind:

Tabelle 1: 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⁾	500	---	120	
Kohlenstoffmonoxid	---	---	10	---	
Stickstoffdioxid	200	400	---	80	30 ⁴⁾
Feinstaub PM ₁₀	---	---	---	50 ²⁾³⁾	

¹⁾ Drei Halbstundenmittelwerte SO₂ pro Tag, jedoch maximal 48 Halbstundenmittelwerte pro Kalenderjahr bis zu einer Konzentration von 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ gelten nicht als Überschreitung

²⁾ Pro Kalenderjahr ist die folgende Zahl von Überschreitungen zulässig:

2005 -2009	30
ab 2010	25

³⁾ Als Zielwert gilt eine Anzahl von maximal 7 Überschreitungen pro Jahr.

⁴⁾ Der Immissionsgrenzwert von 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ gilt ab 2012. Bis dahin gelten Toleranzmargen, um die der Grenzwert überschritten werden darf. Es ist daher als Immissionsgrenzwert anzusehen (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$):

2004	45
2005 - 2009	40
2010 - 2011	35

4. Die immissionsklimatische Situation im Paltental

4.1 Allgemeine klimatische Bedingungen im Untersuchungsgebiet

Wie gerade die Immissionssituation des Paltentales zeigt, spielen neben den Emissionen der Witterungsablauf und die geländeklimatischen Rahmenbedingungen eine wesentliche, wenn nicht die entscheidende Rolle für die Luftschadstoffimmissionen.

Leider existiert im gesamten Talabschnitt keine einzige dauerregistrierende Klimastation, es liegen daher keine auch nur annähernd aktuellen längeren Klimareihen vor.

Das Paltental hat gemäß der Kategorisierung von H. Wakonigg Anteil an mehreren Klimalandchaften: Der „untere“, nordwestliche Talabschnitt ist dem „Talbeckenklima des Oberen Ennstals“ zuzuordnen, der östliche Talbereich ab etwa Trieben den „Tal-

und Beckenklimate im Umkreis des Oberen Ennstales. Die randlichen Hangbereiche reichen bereits in die „Berglandstufe im Umkreis der Oberen Ennstales“.

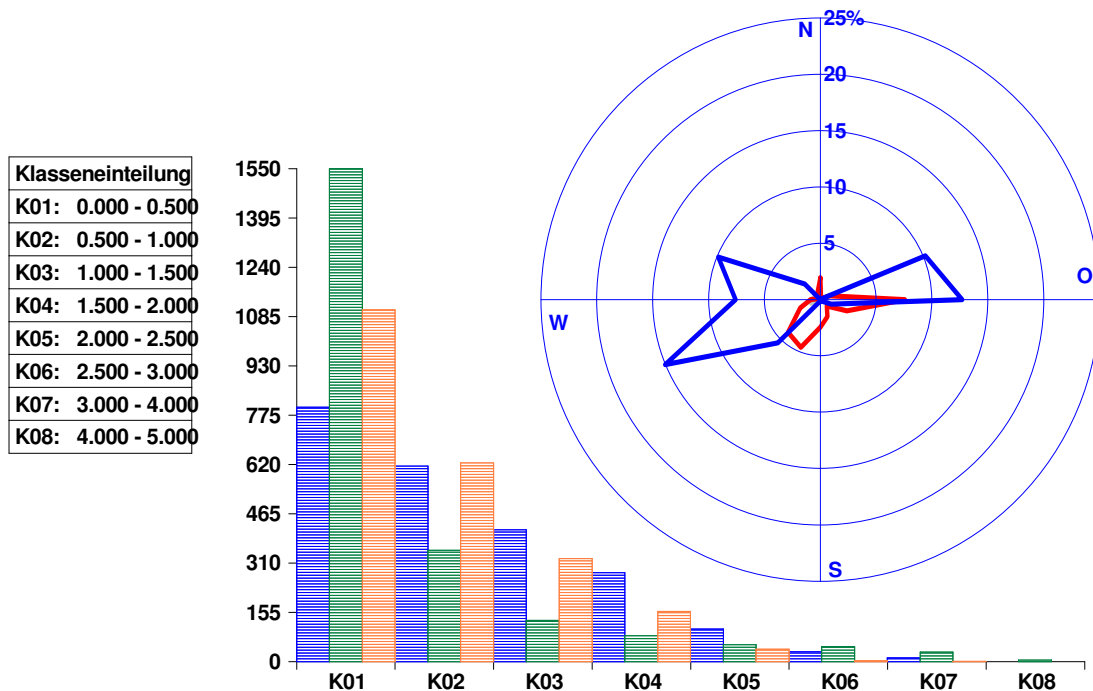
Das Klima der beiden ersten wird von Wakonigg als winterkaltes bis winterstrenges, mäßig sommerwarmes und mäßig niederschlagsreiches Talbodenklima charakterisiert (H. Wakonigg 1978, 390f). Gerade die beiden Hauptorte Rottenmann und Trieben leiden im Winterhalbjahr unter ungünstigen Besonnungsverhältnisse (ESE-WNW-Orientierung des Tales und die damit verbundene starke Beschattung durch die Niederen Tauern). Aufgrund der Lage am Südrand des Talbodens (Trieben) bzw. durch die Überschattung durch die Hochhaide (Rottenmann) können hier nur vergleichsweise wenige Sonnenstunden verzeichnet werden. Generell muss vor allem der Talbodenbereich von Bärndorf bis Treglwang als inversionsanfällig und schlecht durchlüftet bezeichnet werden, der Talquerschnitt im Bereich von Rottenmann ist enger und der Talabschnitt durch den damit verbundenen Düseneffekt besser belüftet.

Die Hanglagen sind thermisch begünstigt, wobei hier auch die Exposition (Sonnseite – Schattseite) entscheidend ist. Generell wirkt sich die Lage oberhalb bzw. im Grenzbereich der Bodeninversionen vor allem im Winter thermisch sehr günstig aus.

Abbildung 7: Windrichtungsverteilung und Windgeschwindigkeitshäufigkeit in Rottenmann (Mobile 1) und Trieben (Mobile 2) sowie Liezen während der mobilen Messungen

MW-Typ:	HMW	HMW	HMW	HMW	HMW	HMW	HMW
Station:	MOBILE 1	MOBILE 2	Liezen	Leoben	Knittel.	Graz-S	Weiz
Calmen:	35.50%	69.04%	49.02%	69.81%	94.90%	69.15%	57.96%

Nr	Zeitraum
1	08.12.05-00:30 - 24.01.06-00:00



Station:	MOBILE 1	MOBILE 2	Liezen
Messwert:	WIGE	WIGE	WIGE
MW-Typ:	HMW	HMW	HMW
Muster:			
Zeitraum:	08.12.05-00:30 - 24.01.06-00:00 MEZ		

Während der Messungen blieben die mittleren Windgeschwindigkeiten im allgemeinen unter 3 m/s, lediglich während Westwetterphasen und Störungsdurchgängen wurden mittlere Geschwindigkeiten von über 4 m/s (als Halbstundenmittel) gemessen. Die Windspitzen blieben generell in einem Bereich von rund 6 m/s, als Maximalwerte wurden bis zu 13 m/s registriert. Die Durchlüftung war im Talbodenbereich des Paltentales während des gemeinsamen Messzeitraumes beider Stationen sehr unterschiedlich. Während in Trieben von generell ungünstigen Windverhältnissen gesprochen werden muss, war der Standort Rottenmann begünstigt. Es kommt hier offensichtlich der bereits angesprochene Düseneffekt zu Tragen, während im Talabschnitt Trieben – Treglwang aufgrund des breiteren Talbodens weit geringere Windgeschwindigkeiten mit einer hohen Kalmenbereitschaft auftraten. Diese macht sich auch optisch durch erhöhte Talnebelbildung bemerkbar, wie man im Winter immer wieder feststellen kann.

Abbildung 8: Das obere Paltental vom Schoberpass

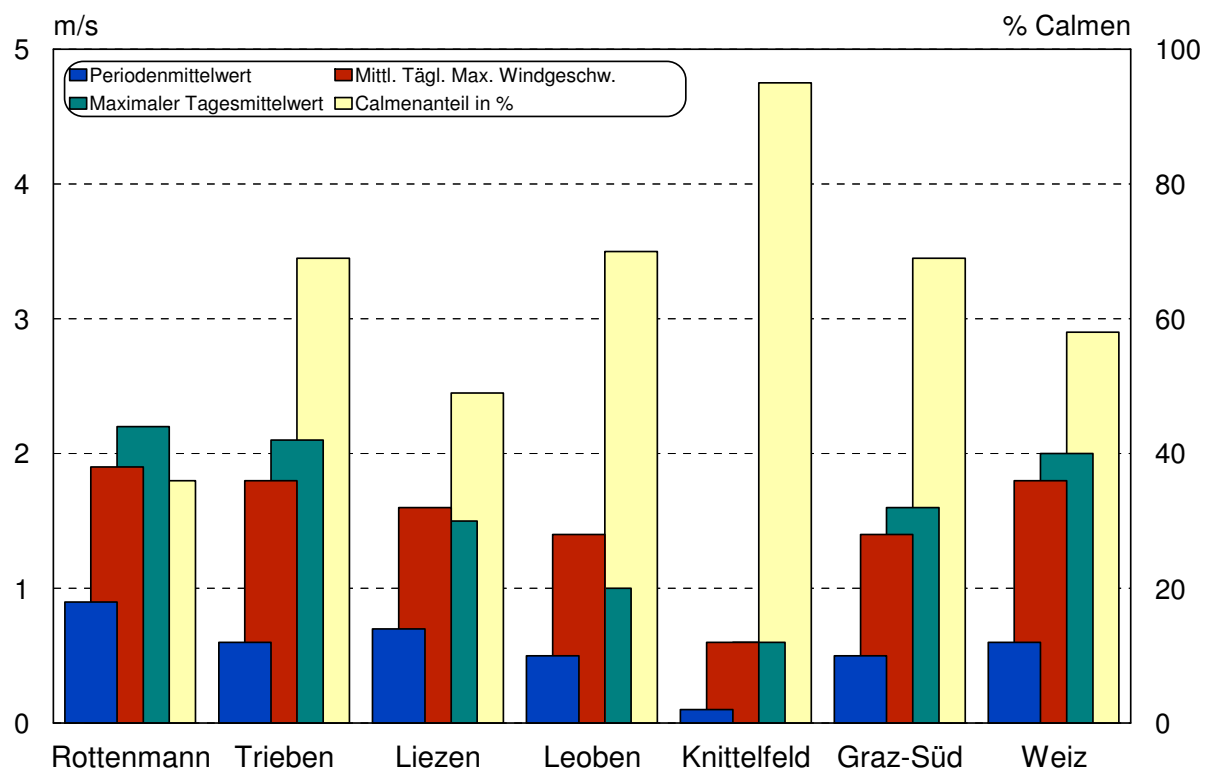


Der Vergleich mit den Winddaten von Vergleichsstationen in der übrigen Steiermark zeigt, dass der Standort Trieben hinsichtlich der Calmenbereitschaft und der mittleren Windgeschwindigkeit über die gesamte Messperiode in etwa mit Messstandorten wie Leoben, Graz-Süd oder Weiz verglichen werden kann. Die Durchlüftung ist hier also als eher mäßig zu bezeichnen, sie ist aber immer noch deutlich günstiger als z.B. im zentralen Aichfeld (Knittelfeld).

Der Standort Rottenmann ist im Vergleich dagegen generell als nicht ungünstig belüftet zu charakterisieren. Vor allem die mittlere Windgeschwindigkeit liegt über dem Niveau der Vergleichstationen, auch die geringe Calmenbereitschaft weist auf eine durchaus überdurchschnittliche Belüftung hin.

Über dieser im Gesamtüberblick also gar nicht außergewöhnlich ungünstigen Belüftungssituation darf jedoch nicht übersehen werden, dass die Windsituation während stabiler Witterungsbedingungen sehr wohl als sehr schwach anzusehen ist. Dies gilt insbesondere für den Raum Trieben bis Gaishorn, der bei antizyklonalen Wetterlagen als sehr ungünstig anzusehen ist, in leicht abgeschwächter Form aber auch für den westlichen Talabschnitt.

Abbildung 9: Vergleich der Windparameter steirischer Stationen während des Zeitraums 8.12.2005 – 23.1.2006



4.2 Der Witterungsablauf während der Messungen

Der Messzeitraum des integralen Messnetzes wird im Folgenden nur überblicksartig beschrieben. Detaillierter wird der Zeitraum der mobilen Messungen (Dezember 2005 – Jänner 2006) erläutert.

Der **Oktober 2005** war maßgeblich durch Hochdruck bestimmt, allerdings waren die ruhigen Wetterphasen bereits als herbstliches „kaltes“ Hoch ausgeprägt. Strömungswetterlagen aus dem Nordwestsektor fehlten völlig, zyklonale bzw. Südwestwetterphasen brachten nur kurze Unterbrechungen des Schönwetters.

Wie für die Witterung zu erwarten, war der Oktober in den meisten Teilen der Steiermark viel zu trocken (Aigen: 40% des Oktober-Normalniederschlags), lediglich die westliche Mur-Mürzfurche war ausreichend beregnet.

Die Temperaturen blieben im Ennstal/Paltental im Bereich des langjährigen Oktobermittels, im übrigen Land leicht darüber, nur in den begünstigten Höhen- und Hanglagen und im äußersten Südosten des Landes war es deutlich milder.

Auch der **November** war insgesamt zu trocken und regional unterschiedlich temperiert. Der Witterungsgrundcharakter war in der ersten Monatshälfte von mildem Südwest- bzw. Hochdruckwetter geprägt, während die zweite Monatshälfte klar zyklonal dominiert war.

In den Staulagen der nordwestlichen Obersteiermark blieben die Temperaturen dabei recht deutlich unter dem langjährigen Novembermittel, während sie ab der Mur-Mürzfurche und südlich davon im Bereich der Erwartungen lagen. Die Niederschlagssummen erreichten im Ennstal neuerlich nur rund 40% der Normalmenge 1961 – 90.

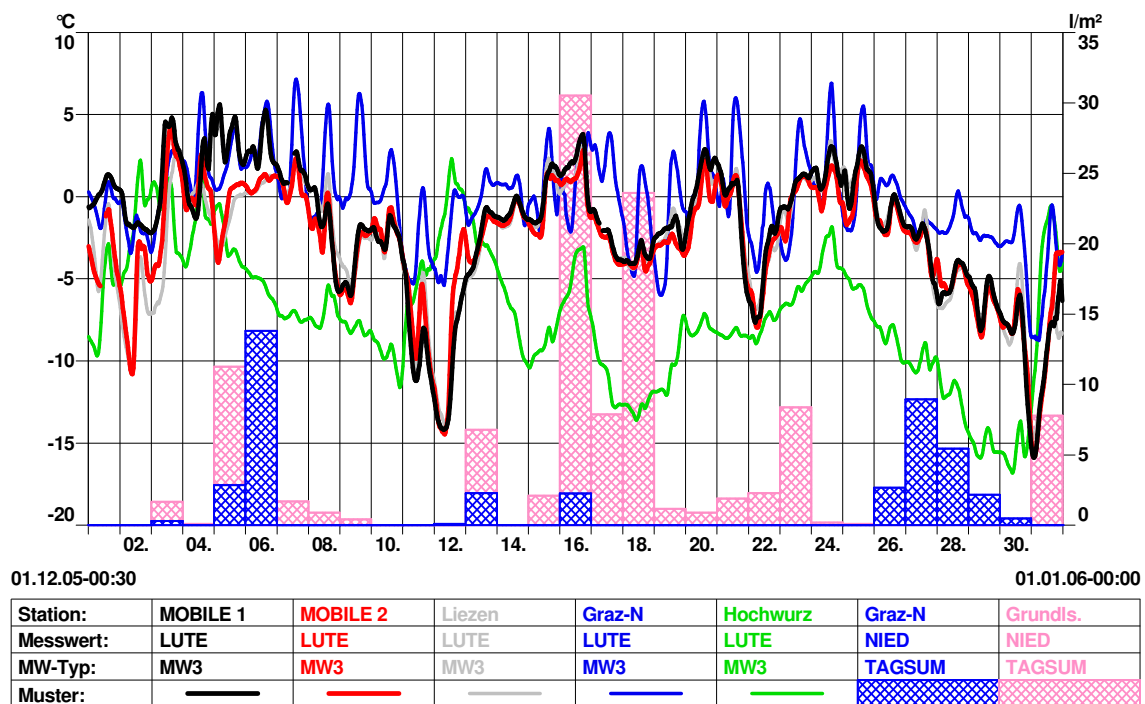
Tabelle 2: Klimawerte Dezember 2005
(Quelle: ZAMG, Wien 2006)

Station	Monatsmittel der Lufttemperatur in °C	Abweichung vom Normalwert 1961-90 in °C	Niederschlagssumme in mm	Niederschlagssumme in % der Normalmenge 1961-90	Tage mit Niederschlag von mind. 0,1 mm
Aigen im Ennstal	-3,2	-0,9	61	79	17
Mariazell	-3,3	-1,2	79	93	21
Bruck an der Mur	-1,9	-0,6	32	80	13
Zeltweg	-5,5	-1,9	34	104	12
Graz-Thalerhof	-0,7	0,8	47	141	8
Bad Radkersburg	0,8	1,6	62	138	8

Der **Dezember** war vom Witterungsverlauf her recht abwechslungsreich. Dominant traten dabei neben kürzeren Hochdruckepisoden eine lange Nordwestwetterphase zu Monatsmitte sowie zwei Vb- Wetterlagen (Tief auf der Zugstraße Adria-Polen) auf, die regional unterschiedlich zu ergiebigen Schneefällen führten.

Dementsprechend wurden in der Steiermark auch sehr unterschiedliche Temperaturen und Niederschlagssummen registriert. Während es in der Obersteiermark zu kalt und trotz des Nordwestwetters trocken war, wurden im Südosten bei eher milden Temperaturen überdurchschnittliche Niederschlagsmengen gemessen.

Abbildung 10: Temperatur- und Niederschlagsgang im Dezember 2005 im Raum Graz sowie in der Obersteiermark



Der Dezember begann unter Hochdruckeinfluss, doch bereits am 3. entwickelte sich aus einem Tief im Süden eine Vb- Wetterlage und leitete eine relativ milde, aber sehr unbeständige Wetterphase ein. Bei Temperaturen über dem Gefrierpunkt fielen im gesamten Land Niederschläge, die erst ab dem 6. mit Abzug des Tiefs abebbten.

Mit Ende der ersten Monatsdekade baute sich unter Zufuhr kalter Luftmassen aus Norden wieder Hochdruck auf. Besonders in der Obersteiermark führten die klaren, kalten Nächte zu einer kräftigen Abkühlung.

In der Nacht auf den 13. erreichte dann bereits die nächste Störung, diesmal allerdings aus Nordwesten, den Ostalpenraum und brachte mit Schneefällen vor allem in der Obersteiermark eine deutliche Frostmilderung. Nach einem weitgehend sonnigen 14. stellte sich mit Monatsmitte eine großräumige Nordwestwetterlage ein, die den Nordstaugebieten der Obersteiermark ergiebige Niederschläge brachte. Der Süden blieb leebedingt begünstigt. Die Niederschläge schwappten nur temporär in die Mur-Mürzfurche über, im außeralpinen Teil der Steiermark blieb es überhaupt föhnig heiter.

Vor Weihnachten drehte die Strömung auf West und brachte damit eine allgemeine Erwärmung, der 24. blieb im Süden der Steiermark „grün“. Das änderte sich aber schon am Stefanitag. Ausgehend von einer Tiefdruckentwicklung über der Adria stellte sich neuerlich eine Vb- Situation mit Temperaturrückgang und ergiebigen Schneefällen im Südosten ein. Nach einer kurzen Wetterberuhigung erreichten am Altjahrstag nach einer klaren, sehr kalten Nacht von Westen her bereits die nächsten Niederschlagswolken die Obersteiermark.

Die eher turbulente Witterung mit häufigem Luftaustausch machte sich erwartungsgemäß auch in den Luftschadstoffkonzentrationen bemerkbar.

Für Feinstaub PM₁₀ wurden an den meisten Messstellen vergleichsweise unterdurchschnittliche Belastungen registriert. Am stärksten belastet war neben dem Großraum Graz das zentrale Aichfeld, was auf die inneralpine Lage mit weitgehender Abschirmung sowohl gegen die Strömungslagen aus NW und W als auch gegen die im Südosten vorbeiwandernden Italtiefs zu erklären war. Auch in der Mur-Mürzfurche wurden daher höhere Konzentrationen registriert als beispielsweise in der sonst höher belasteten West- oder Oststeiermark. Die nördliche Obersteiermark blieb generell begünstigt.

Aufgrund der mit der Jahreszeit verbundenen temporär ungünstigen Ausbreitungsbedingungen wurden in den Ballungsgebieten des Südens auch für andere Primärschadstoffe (vor allem Stickstoffdioxid) überdurchschnittliche Konzentrationen registriert.

Tabelle 3: Klimawerte Jänner 2006
(Quelle: ZAMG, Wien 2006)

Station	Monatsmittel der Lufttemperatur in °C	Abweichung vom Normalwert 1961-90 in °C	Niederschlagssumme in mm	Niederschlagssumme in % der Normalmenge 1961-90	Tage mit Niederschlag von mind. 0,1 mm
Aigen im Ennstal	-8,1	-3,7	21	31	9
Mariazell	-4,6	-2,2	-	-	10
Bruck an der Mur	-4,7	-2,3	32	89	4
Zeltweg	-7,8	-2,8	19	61	5
Graz-Thalerhof	-4,6	-1,5	32	101	7
Bad Radkersburg	-4,1	-1,7	40	90	6

Der **Jänner 2006** war deutlich zu kalt und in weiten Teilen der Steiermark zu trocken. Die Monatsmitteltemperaturen blieben in der Obersteiermark um 2 ½ bis über 3 Grad unter dem langjährigen Mittel, der Jänner war im Norden des Landes damit der 4. zu kalte Monat hintereinander. Im südöstlichen Alpenvorland blieben die Abweichungen um rund einen Grad geringer, die Niederschlagssummen entsprachen hier auch

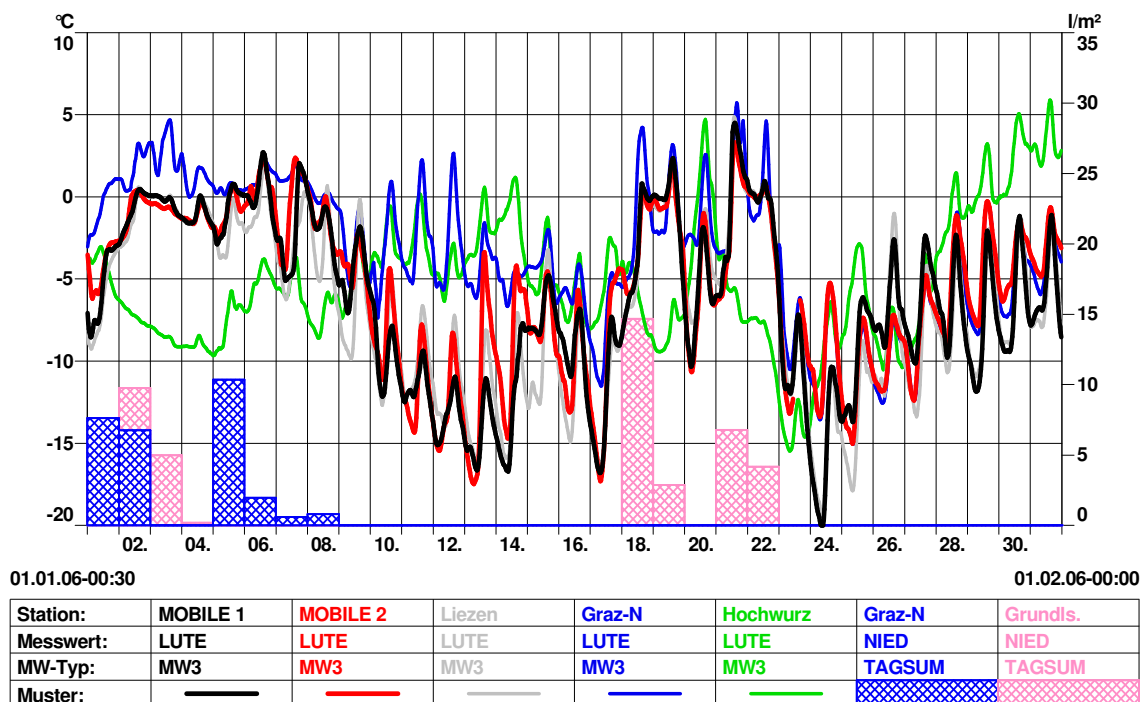
weitgehend den Erwartungen, während es nach Norden zu zunehmend trockener blieb. Lediglich im unmittelbaren Nordstau fielen wieder ausreichende Schneemengen.

Verantwortlich für die tiefen Temperaturen waren vor allem zwei länger dauernde stabile Hochdruckphasen, von denen eine zudem noch durch Luftmassenzufuhr aus Norden verstärkt wurde. Die Niederschlagsverhältnisse waren durch ein sehr wetterwirksames Mittelmeertief zu Monatsbeginn sowie eine West-/Nordwestwetterphase zu Monatsmitte bestimmt, die vor allem die Randbereiche mit Neuschnee versorgten, während die zentralen Bereiche der Obersteiermark nur gestreift wurden.

Das neue Jahr begann unter dem Einfluss eines Adriatiefs mild und mit ergiebigen Niederschlägen in der gesamten Steiermark. Nach Abzug des Tiefs beruhigte sich das Wetter am 4. vorübergehend, bevor am Folgetag im Süden die nächste zyklonale Entwicklung aufzog und den südlichen Landesteilen neuerlich Schneefälle brachte, die aber nicht über den Alpenhauptkamm hinausreichten.

Erst zum Ende der ersten Monatsdekade ebten die Niederschläge auch im Süden vollständig ab. In der Folge baute sich über Europa ein stabiles Hochdruckgebiet auf, das bis zum 17. typisches ruhiges Winterwetter brachte. In den südlichen Landesteilen bildeten sich bald beständige Hochnebeldecken, die die nächtliche Ausstrahlung und damit auch die Temperaturtagesschwankung unterbanden. In der Obersteiermark blieb es häufig klar, was zu insgesamt deutlich tieferen Temperaturen als im Süden führte.

Abbildung 11: Temperatur- und Niederschlagsgang im Jänner 2006 im Raum Graz sowie in der Obersteiermark



Am 18. erreichte die Front eines kontinentalen Tiefs die Ostalpen und brachte mit der Zufuhr deutlich milderer Luftmassen einen markanten Temperaturanstieg. Auch während der folgenden Phase mit Nordwest- und Westwetter blieb es mild, generell wurden die Temperaturmonatsmaxima in diesem Zeitraum gemessen. Nennenswerte Niederschläge fielen nur im Bereich der Nordstaugebiete, im Lee des Alpenhauptkammes blieb es meist überhaupt föhning heiter.

Der 22. brachte einen Temperatursturz: An der Rückseite eines Tiefs im Nordosten Europas erfolgte ein massiver Kaltluftvorstoß aus nördlicher Richtung. In der Folge stellte sich wieder Hochdruck ein, die trockenen kalten kontinentalen Luftmassen blieben allerdings im Ostalpenraum liegen. Die Temperaturen stiegen nur sehr langsam wieder an. Ab 28. brachte Tiefdruckeinfluss im Süden in der Höhe einen Rückgang der Kälte, in den Tälern und Becken blieb jedoch die Kaltluft liegen, hier änderte sich bis Monatsende nur wenig an den Temperaturen.

Die Wetterlagenabfolge machte sich auch bei den Konzentrationsgängen der Luftschadstoffe, insbesondere von Feinstaub PM₁₀, bemerkbar.

Mit der hochdruckbedingten Stabilisierung ging eine verstärkte PM₁₀-Anreicherung in den bodennahen Luftschichten einher, die im südöstlichen Alpenvorland, das leebedingt von der Westwetterphase zum Ende der zweiten Dekade kaum beeinflusst wurde, bis zum Monatsende überdurchschnittliche Belastungen brachte. In Graz konnte der Grenzwert ab dem 8. an keinem einzigen Tag mehr flächendeckend eingehalten werden.

In der Hochdruckperiode um Monatsmitte und auch in der nachfolgenden Westwetterphase waren die Belastungen dabei durchwegs „hausgemacht“, was die geringe regionale Grundbelastung zeigte. Während der deutlich höher belasteten antizyklonalen Phase in der letzten Monatsdekade lag dagegen bereits die großräumige Hintergrundbelastung schon deutlich über dem Grenzwert, der lokale Anteil war hier also nur mehr für die absolute Höhe der Konzentrationen, nicht aber für die Einhaltung des Grenzwertes von Bedeutung.

Insgesamt wurden im Jänner bis zu 24 Tage mit Grenzwertüberschreitungen registriert, wobei neben Graz das Aichfeld am beständigsten belastet war. Generell wurden aber auch in den größeren Ballungsgebieten der Mur-Mürzfurche und des Alpenvorlandes im Südosten, wo die Inversionsbildung durch Hochnebel behindert wurde, konstant zwischen 15 und 18 Tagen über 50 µg/m³ registriert. Selbst an der Messstation Liezen wurden mit 13 Überschreitungstage bereits annähernd die Hälfte der Gesamtjahresüberschreitungen 2006 (29 Tage) gemessen.

Neben den überdurchschnittlich hohen PM₁₀-Belastungen wies auch der Konzentrationsverlauf der Stickstoffoxide mit Überschreitungen des Tagesmittel-Zielwerts, in Graz auch des Halbstundenmittel-Grenzwertes, auf die ungünstigen Ausbreitungsbedingungen hin.

Auch der **Februar** war größtenteils zu kalt und in weiten Teilen der Steiermark zu trocken. Die Monatsmitteltemperaturen blieben in der gesamten Steiermark um 0,3 bis 1,5 Grad unter dem langjährigen Mittel. Die Niederschlagssummen waren etwas

unterdurchschnittlich mit Ausnahme von Mariazell, wo Mengen um 40% über den Erwartungen verzeichnet wurden.

Vom Witterungsverlauf war die erste Monatshälfte von Phasen mit Hochdruckeinfluss und Nordwestwetter mit eingelagerten Störungen geprägt, die vor allem dem Norden Niederschläge brachten. Die zweite Monatshälfte war generell zyklonal beeinflusst, wobei ein Tief über Süditalien diesmal auch den südlichen Landesteilen Niederschläge brachte.

Der **März** setzte thermisch den Trend der Vormonate fort, er war deutlich zu kalt, im Nordstau fielen allerdings im Gegensatz zur übrigen Steiermark überdurchschnittliche Niederschlagsmengen. In der ersten Märzhälfte setzte sich der zyklonale Grundcharakter des Februarendes fort, erst am Übergang zur letzten Monatsdekade stellte sich vorübergehend hoher Luftdruck ein. Das Monatsende war neuerlich von Störungseinfluss bestimmt, die Zufuhr feuchtwarmer Atlantikluft ließ die Temperaturen in allen Höhenlagen merklich steigen.

Der **April** war in der Obersteiermark der erste zu milde Monat seit Oktober 2005. Auch die Niederschlagsmengen blieben über dem langjährigen Mittel. Der April war seinem Ruf gemäß eher turbulent und zyklonal geprägt, häufig kam es dabei zur Advektion von milden Meeresluftmassen, was die übernormalen Temperaturen erklärt.

5. Mobile Immissionsmessungen

5.1 Die Messstandorte 2005/06 in Rottenmann und Trieben

In Rottenmann wurde bewusst der gleiche Standort wie während der vorangegangenen Messungen (in den Wintern 1999/2000 sowie 2003/2004) beprobt.

Die mobile Messstation wurde im östlichen Randbereich des städtischen Busbahnhofes in Nähe zum Stadtkern in rund 660 m Seehöhe aufgestellt. Der Messzeitraum erstreckte sich von 8.12.2005 – 1.2.2006.

Abbildung 12: Der Standort der Messstation in Rottenmann



In Trieben wurde die mobile Messstation im zentralen Stadtbereich am Platz vor dem Volkshaus in rund 705 m Seehöhe aufgestellt. Der Zeitraum der Messung war hier vom 2.12.2005 bis 23.1.2006.

Abbildung 13: Der Standort der Messstation in Trieben



5.2 Ausstattung und Messmethoden

Die mobilen Luftgütemessstationen zeichnen den Schadstoffgang von Schwefeldioxid (SO_2), Feinstaub (PM_{10}), Stickstoffmonoxid (NO), Stickstoffdioxid (NO_2), Kohlenmonoxid (CO) und Ozon (O_3) auf.

Die Messcontainer sind mit kontinuierlich registrierenden Immissionsmessgeräten ausgestattet, die nach folgenden Messprinzipien arbeiten.

Tabelle 4: Ausstattung der Messcontainer

Schadstoff	Messmethode	Gerätetyp
Schwefeldioxid SO_2	UV-Fluoreszenzanalyse	Horiba APSA 350E
Feinstaub (PM_{10})	Beta-Strahlenabsorption	FH62 I-R
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 an den Messcontainern 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.

5.3 Messergebnisse und Schadstoffverläufe

Im Folgenden wird ausschließlich der Zeitraum der parallelen Messung der beiden mobilen Messstationen (8.12.05 – 23.1.06) ausgewertet. In den Abbildungen findet sich teilweise die Bezeichnung MOBILE 1 für Rottenmann und MOBILE 2 für Trieben.

5.3.1 Feinstaub (PM₁₀)

Für die PM₁₀-Auswertungen wurden die Werte des 31. Dezember und des 1. Jänner nicht berücksichtigt, da sie aufgrund des lokal sehr unterschiedlichen Einflusses der Silvesterfeuerwerke die Aussagen verfälschen würden. Weiters mussten die Mittelungswerte der letzten 4 Messtage in Trieben, an denen keine Staubdaten erhoben werden konnten, anhand der Messwerte von Rottenmann extrapoliert werden.

Tabelle 5: PM₁₀-Kennwerte der beiden mobilen Messstationen

08.12.05 - 23.01.06	Grenzwert IG-L in µg/m ³	Rottenmann PM ₁₀ in µg/m ³	Tage mit Über- schreitung	Trieben PM ₁₀ in µg/m ³	Tage mit Über- schreitung
Mtmax		60		73	
TMWmax	50	111	9	105	6
PMW		30		31	

Abbildung 14: Zeitverlauf der PM₁₀-Konzentration in Rottenmann (in µg/m³)

Station: MOBILE 1 Messwert: STBK 10
 Zeitraum: 08.12.05-00:30 - 23.01.06-00:00 MEZ

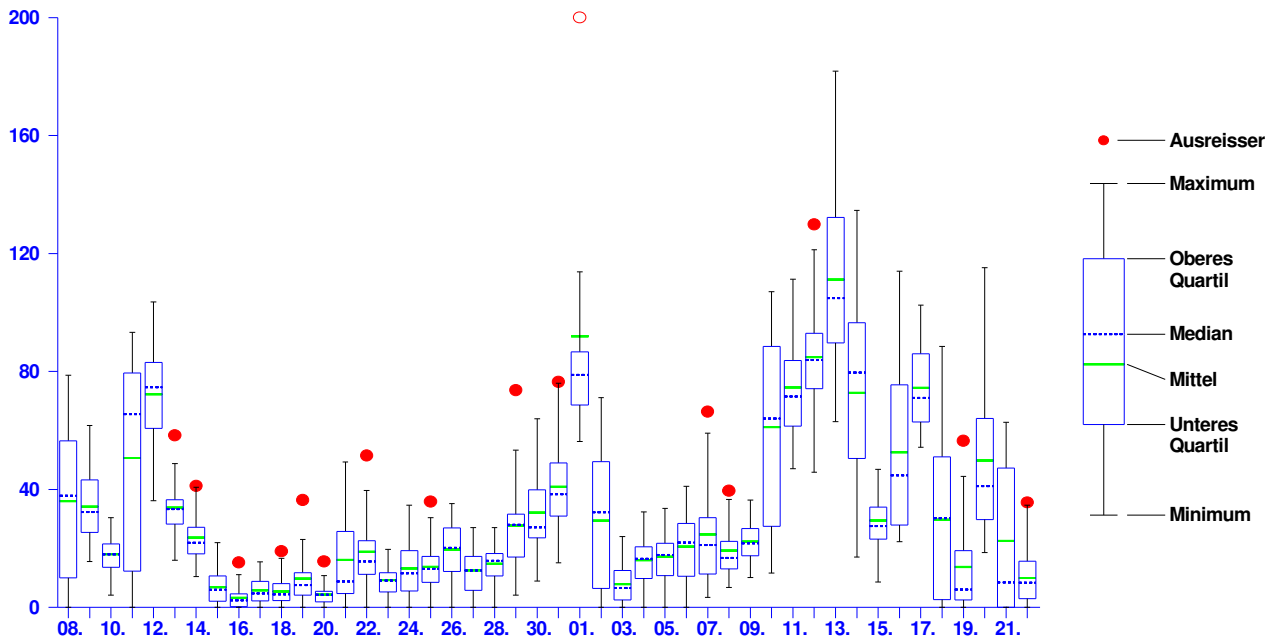
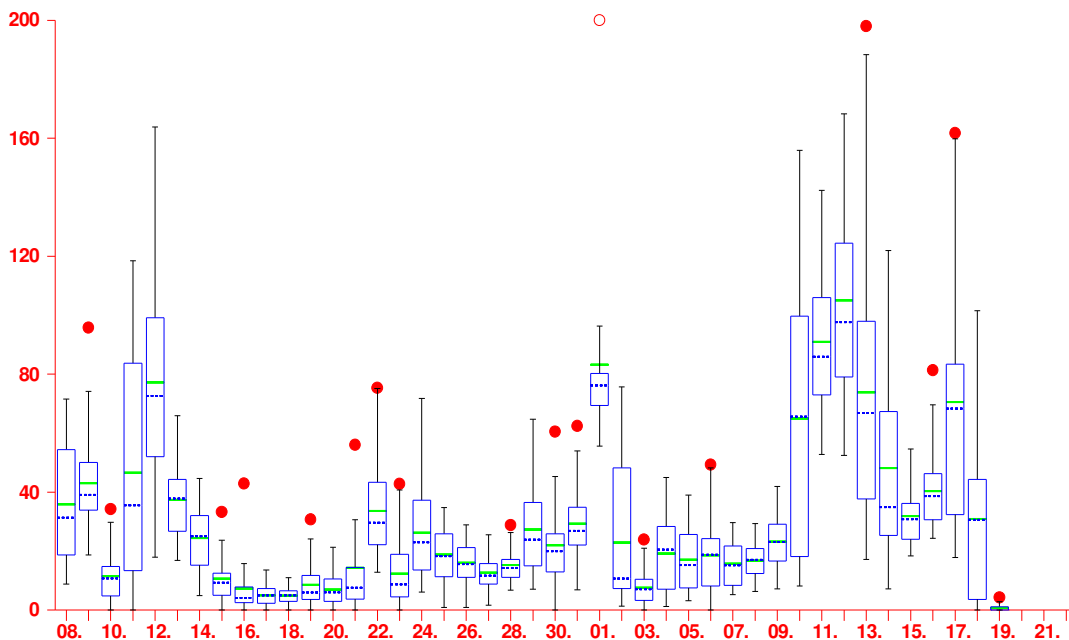


Abbildung 15: Zeitverlauf der PM₁₀-Konzentration in Trieben (in µg/m³)

Station: MOBILE 2 Messwert: STBK 10
 Zeitraum: 08.12.05-00:30 - 23.01.06-00:00 MEZ



Die Verursacher der Staubemissionen sind der Verkehr, der Hausbrand, Industrie und Gewerbe sowie die Land- und Forstwirtschaft.

Während Industrie- und Gewerbebetrieben eher lokal bis regional und der Landwirtschaft vor allem in rural geprägten Regionen Bedeutung zukommt, sind in stärker

besiedelten Räumen der Verkehr und der Hausbrand in den meisten Fällen als Hauptverursacher anzusehen.

Beim Verkehr sind es neben den direkten Emissionen aus Verbrennungsvorgängen (z.B. Dieselruß) vor allem die diffusen Emissionen (mechanischer Abrieb, Aufwirbelung), die sich immissionsseitig in hohen Konzentrationen niederschlagen können. Beim Hausbrand ist die Verbrennung von Festbrennstoffen in alten oder dafür nicht geeigneten Anlagen eine Ursache, die in der Vergangenheit tendenziell unterschätzt wurde. Tatsächlich ist ein großer Teil der lokal verursachten Grundbelastung den Hausbrandemissionen zuzuschreiben.

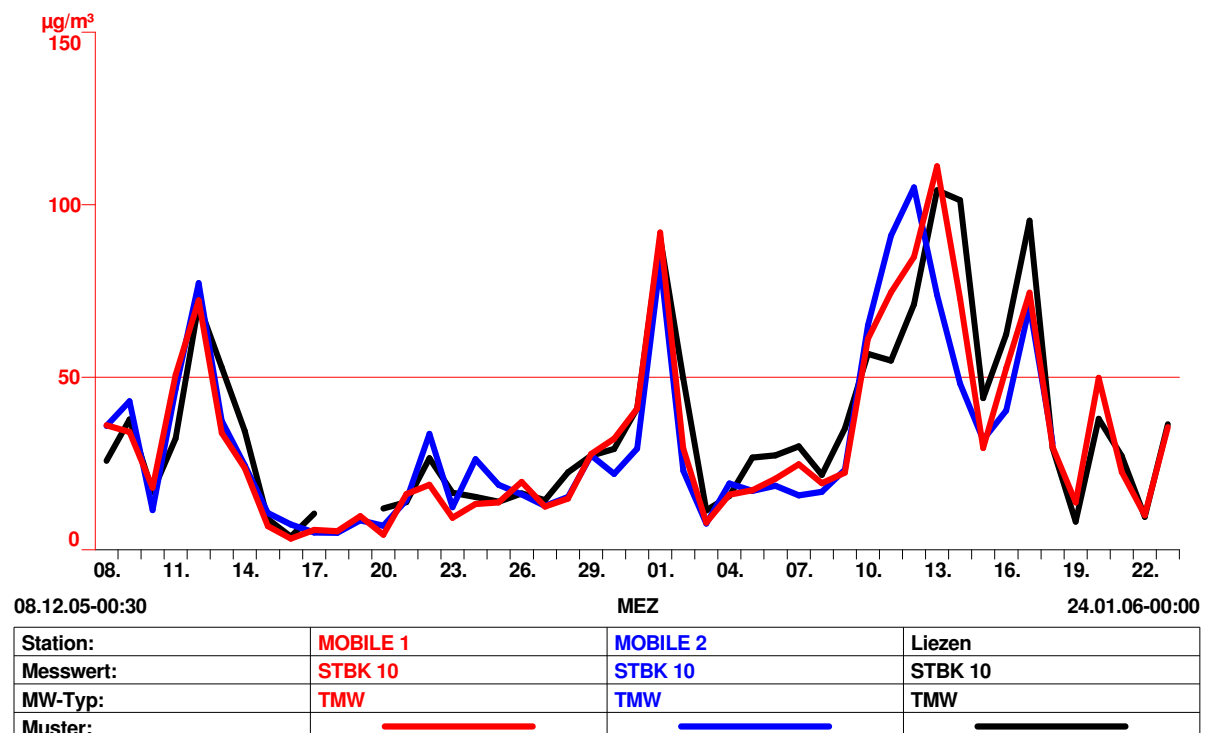
Ein nicht unbeträchtlicher Teil der Staubimmissionen beruht auch auf der Umwandlung von Gasen (NO₂, SO₂, Ammoniak) in sekundäre Partikel (Nitrat, Sulfat, Ammonium).

Das Problem ist dabei generell vor allem die Quantifizierung der diffusen Emissionen und der sekundären Partikel sowie die Abschätzung, welcher Teil der Staubimmissionen lokal verursacht wird bzw. als regionale bis überregionale Grundbelastung (natürlicher Hintergrund, verfrachtete anthropogene Emissionen) anzusehen ist.

Im Gegensatz zum südöstlichen Alpenvorland kann für das Paltental wie auch für das Ennstal von einer geringen regionalen bis überregionalen Grundbelastung ausgegangen werden, da die inneralpinen Täler gut gegen Einflüsse von Fernverfrachtungen abgeschirmt sind.

Der weitaus überwiegende Teil der hier gemessenen Konzentrationen ist also als „hausgemacht“ anzusehen, wobei dies in jedem Fall auch die Einflüsse des Transitverkehrs auf der Phyrnautobahn mit einbezieht.

Abbildung 16: Verlauf der PM₁₀-Tagesmittelwerte im Paltental und in Liezen

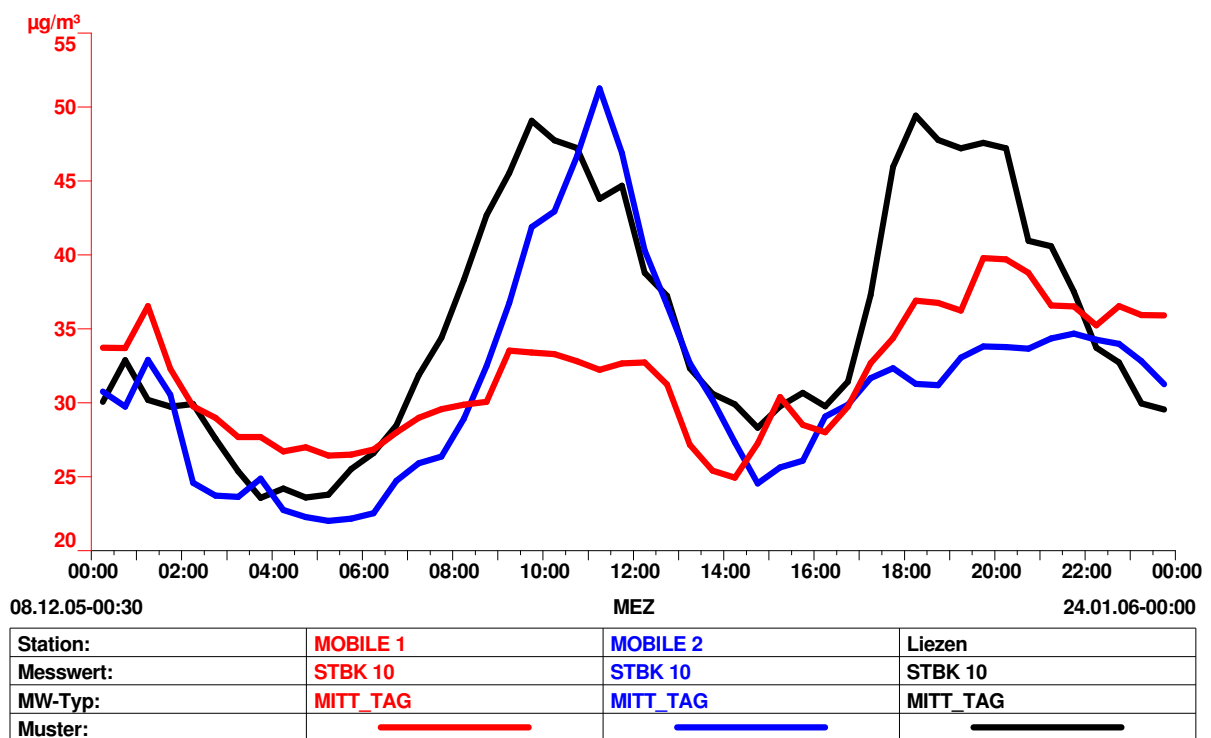


Der Vergleich der PM₁₀-Konzentrationen mit der nahegelegenen Messstation Liezen zeigt für beide Messstandorte hinsichtlich des Verlaufs der Tagesmittelwerte wie auch schon bei den vorhergegangenen Messungen in Rottenmann eine sehr hohe Übereinstimmung. Die Messwerte der Station Liezen können also in jedem Fall auch als für das Paltental repräsentativ angesehen werden.

Der mittlere Tagesgang von PM₁₀ zeigt dagegen Unterschiede, wobei vorausgeschickt werden muss, dass ein mittlerer Tagesgang bei einer derart kurzen Messdauer immer mit gewissen Unsicherheiten behaftet ist.

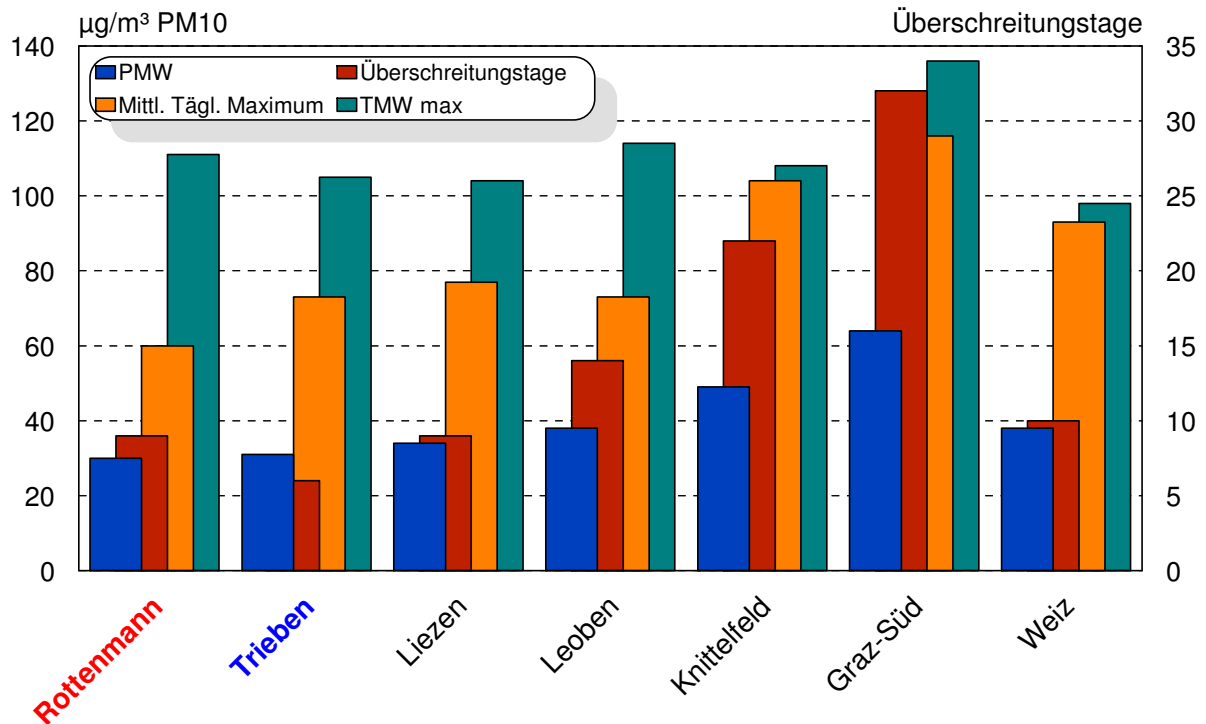
In jedem Fall stand dem stark akzentuierten Tagesgang mit deutlich ausgeprägter morgendlicher und abendlicher Spitze in Liezen ein ähnlich ausgeprägtes Morgenmaximum, jedoch ohne markanten Abendanstieg, in Trieben gegenüber. In Rottenmann war die Tagesschwankung überhaupt generell deutlich geringer, bei einem insgesamt höheren nächtlichen Niveau blieben die Maxima deutlich unter denen der beiden anderen Stationen, wobei der Abendanstieg höher als der morgendliche ausfiel.

Abbildung 17: Mittlerer PM₁₀-Tagesgang im Paltental und in Liezen



Im steiermarkweiten Vergleich sind die Werte aus dem Paltental als unterdurchschnittlich einzustufen. Die begünstigte Feinstaubsituation in Liezen gilt offensichtlich auch für das Paltental. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass die gesetzlichen Vorgaben hinsichtlich der tolerierten Zahl an Grenzwertüberschreitungen regional in der Mehrzahl der Jahre eingehalten werden kann. Zusammen mit den Ergebnissen der langjährigen Messungen in Liezen kann in jedem Fall davon ausgegangen werden, dass eine Erweiterung der bestehenden Feinstaubsanierungsgebiete auf Areale nördlich des Schoberpasses offensichtlich nicht notwendig ist.

Abbildung 18: Vergleich der PM₁₀-Kennwerte mit steirischen Referenzstationen



5.3.2 Stickstoffoxide (NO_x)

Wie bereits eingangs erwähnt waren die hohen Stickstoffoxidkonzentrationen der ersten Messung in Rottenmann der Anlass für die nachfolgenden Erhebungen. Die während der ersten beiden Messserien registrierten Werte lagen deutlich über dem Niveau von steirischen Bezirkshauptstädten und waren sowohl von der Grundbelastung als auch vor allem von den Konzentrationsspitzen her nur mit denen im Belastungsgebiet Graz zu vergleichen. Die Phasen hoher Belastung korrelierten deutlich mit niedrigeren Temperaturen und Windgeschwindigkeiten, also stabilen Schichtungsverhältnisse in den bodennahen Luftschichten. Zwar waren diese Zeiträume auch an der Station Liezen die höchstbelasteten, signifikant war aber der Unterschied der Höhe der Konzentrationen, der sowohl für Stickstoffmonoxid NO als auch für Stickstoffdioxid NO₂ in den Belastungsphasen annähernd mit einem Faktor 2 angegeben werden konnte.

Als Hauptverursacher von NO_x-Emissionen gelten der Kfz-Verkehr sowie Gewerbe- und Industriebetriebe. Auch der Beitrag des Hausbrandes darf lokal nicht grundsätzlich außer Acht gelassen werden. Beim Verkehr machte der NO-Anteil ursprünglich etwa 90 - 95% des NO_x-Ausstoßes aus. In den letzten Jahren stieg dagegen der NO₂-Anteil im Abgas durch den Einsatz von Oxidationskatalysatoren in modernen dieselbetriebenen Kraftfahrzeugen. Die eigentliche Bildung von NO₂ erfolgt ansonsten erst durch luftchemische Vorgänge, indem sich das NO mit Ozon (O₃) zu NO₂ verbindet.

Gesetzliche Grenzwerte existieren für NO₂, das aus medizinischer Sicht der relevantere Schadstoff ist, in jedem Fall ist aber eine Betrachtung der NO_x-Verläufe sinnvoll. Hierbei muss darauf hingewiesen werden, dass die Werte der ersten 5 Messtage in Rottenmann wegen Geräteausfalls anhand der Messwerte von Trieben extrapoliert werden mussten.

Tabelle 6: NO_x-Kennwerte der beiden mobilen Messstationen

08.12.05 - 23.01.06	Rottenmann NO _x in ppb	Trieben NO _x in ppb
HMWmax	553	514
Mtmax	153	152
TMWmax	335	252
PMW	70	60

Abbildung 19: Zeitverlauf der NO_x-Konzentration in Rottenmann (in ppb)

Station: MOBILE 1 Messwert: NO_x
 Zeitraum: 08.12.05-00:30 - 23.01.06-00:00 MEZ

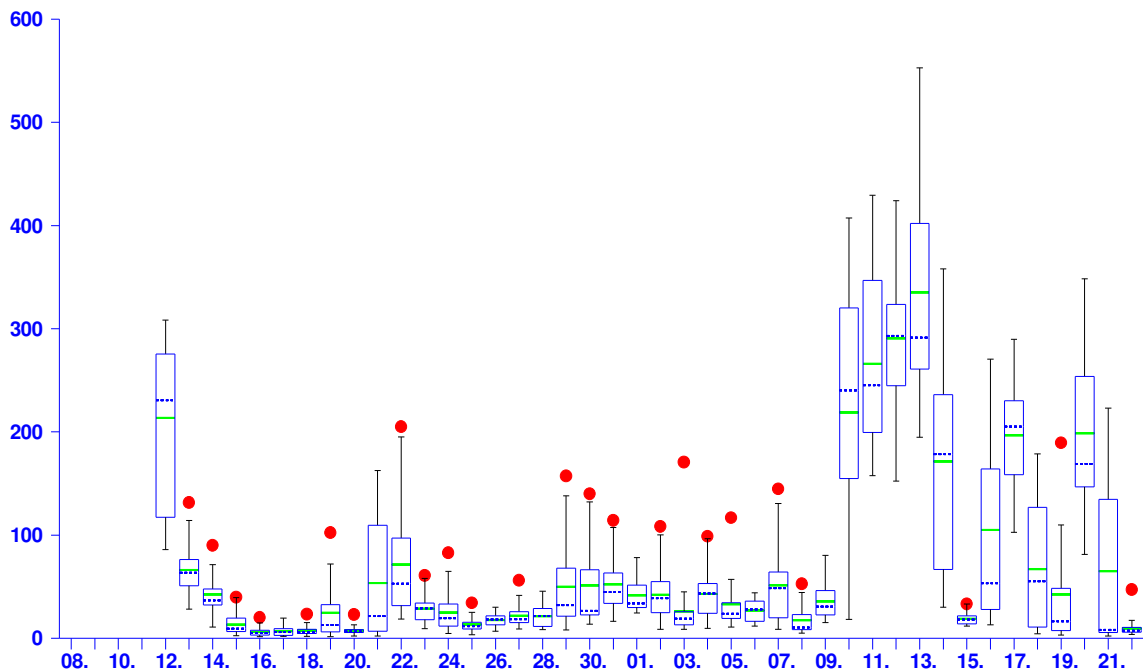
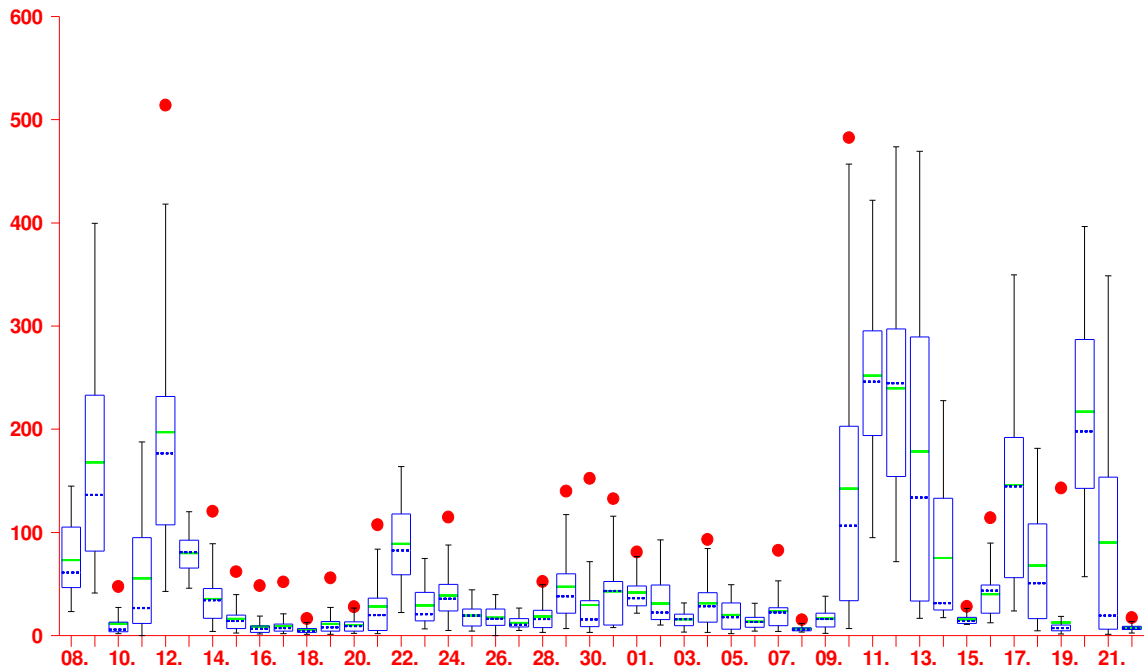


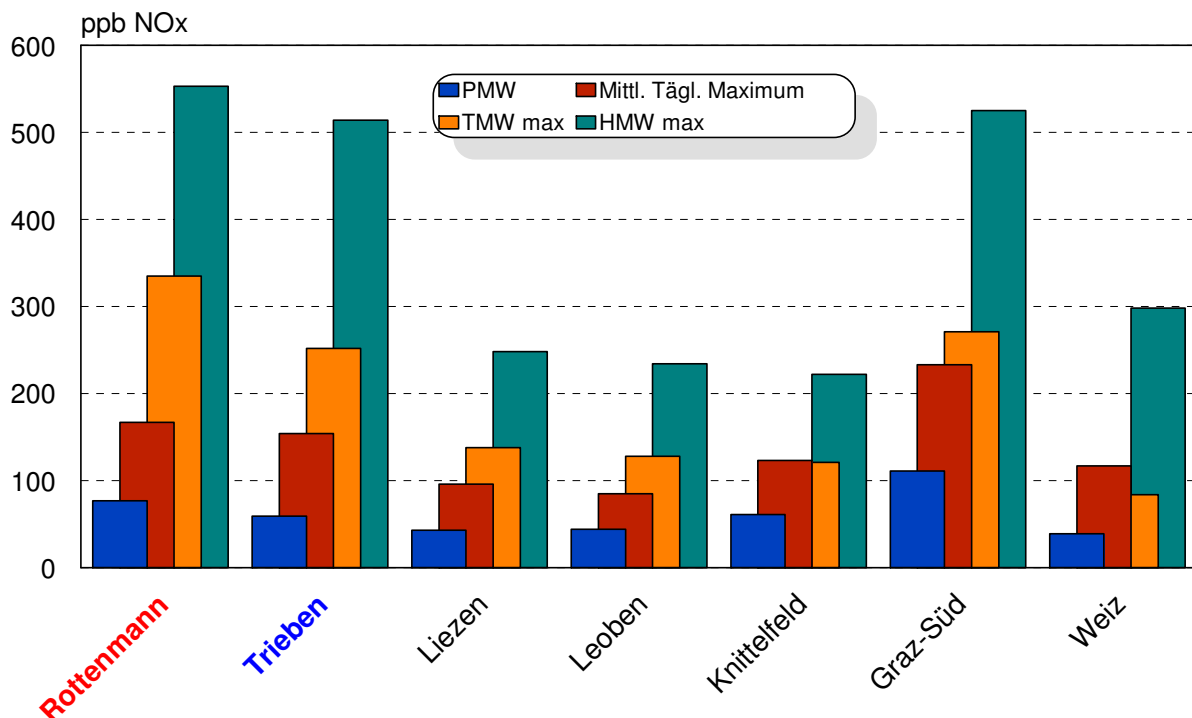
Abbildung 20: Zeitverlauf der NO_x-Konzentration in Trieben (in ppb)

Station: MOBILE 2 Messwert: NO_x
 Zeitraum: 08.12.05-00:30 - 23.01.06-00:00 MEZ



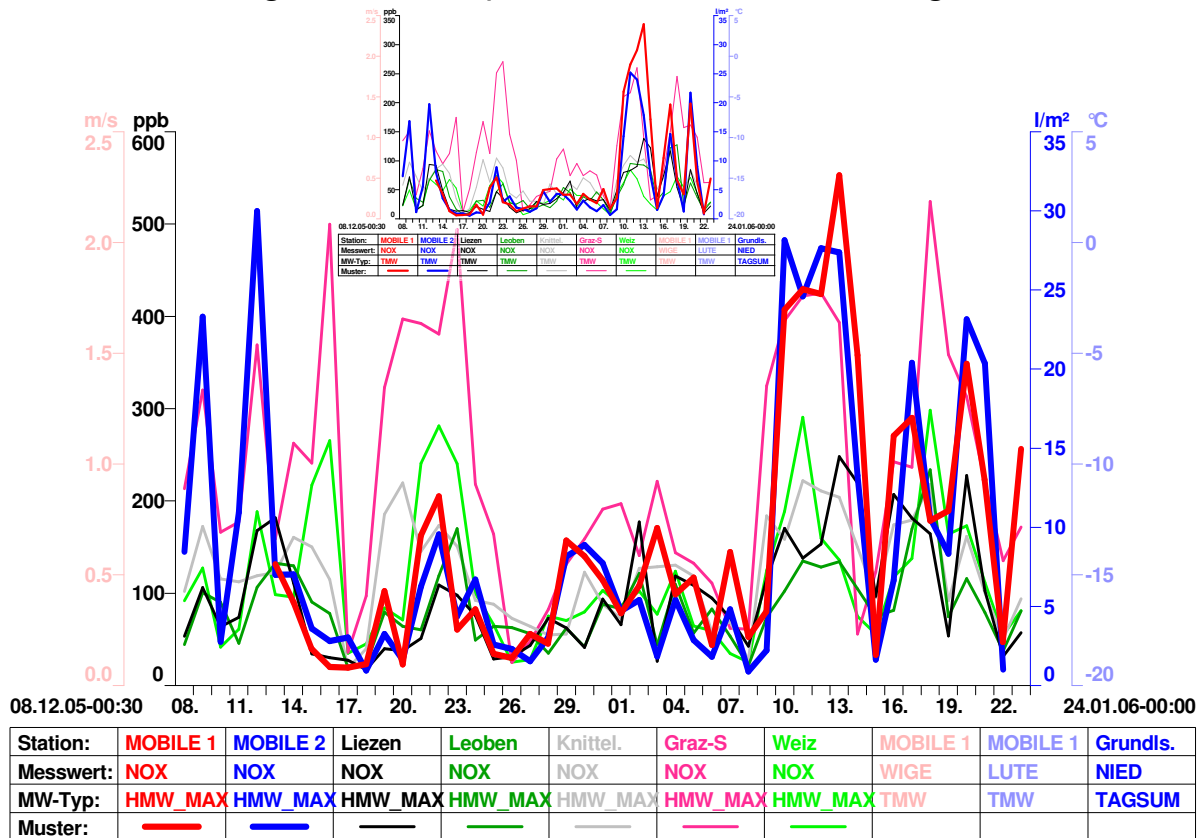
Auch die aktuellen Messungen bestätigten wiederum die Ergebnisse der bereits durchgeführten Erhebungen. Vor allem bei den Belastungsspitzen (HMW, TMW), aber auch beim mittleren täglichen Maximum blieben die Werte der Messungen im Paltental auf einem deutlich überdurchschnittlichen Niveau und waren von den Vergleichsstationen nur mit der auch innerhalb von Graz tendenziell hochbelasteten Messstelle Graz Süd vergleichbar.

Abbildung 21: Vergleich der NO_x-Kennwerte mit steirischen Referenzstationen



Die Periodenmittelwerte dagegen blieben nur auf einem leicht überdurchschnittlichen Niveau. Wie also auch bei den vorhergegangenen Messungen waren es einzelne kurzfristige Belastungsphasen, die auffällige Konzentrationshöhen und –verläufe zeigten, nicht so sehr eine generell hohe Grundbelastung.

Abbildung 22: Verlauf der NO_x-Tagesmaxima (im kleinen Bild NO_x-Tagesmittelwerte) im Paltental und an den Vergleichsstationen

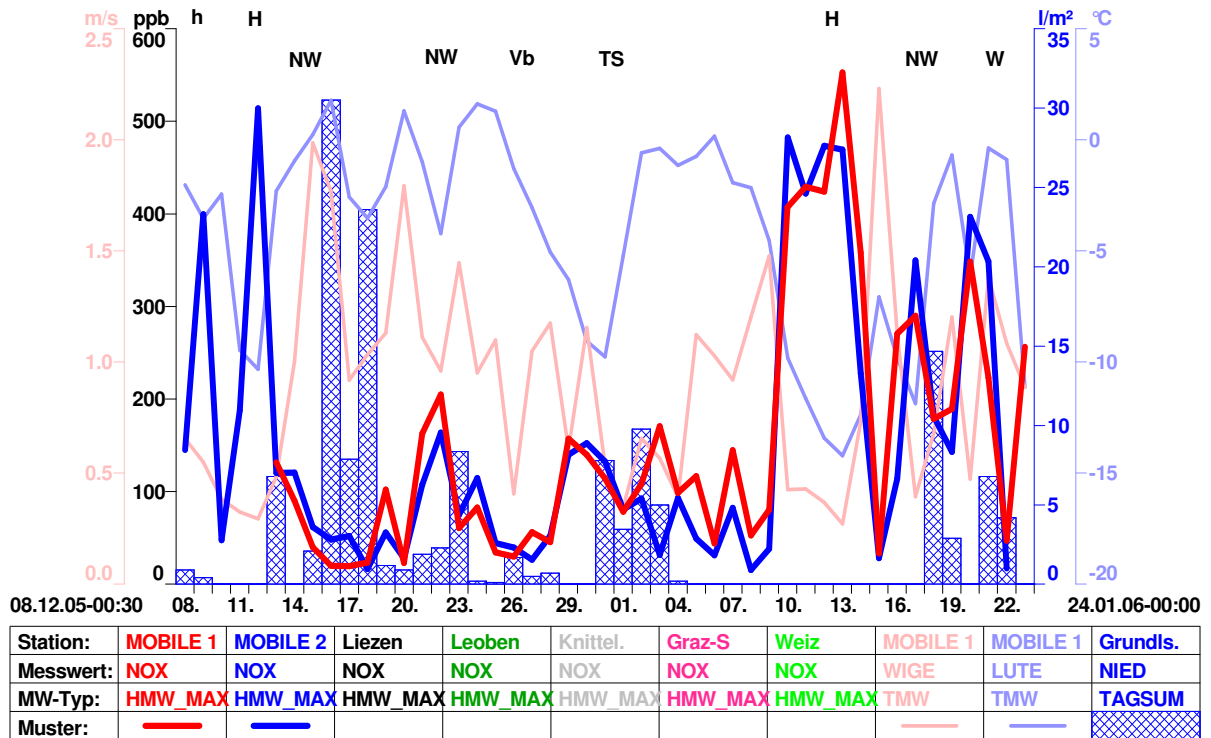


Der Verlauf der NO_x-Konzentrationen weist ganz markant eine erste Phase mit erhöhten Werten zu Messbeginn bis Mitte Dezember in Trieben aus. Die dabei gemessenen Konzentrationen wurden sowohl hinsichtlich der Maxima als auch der Tagesmittel in der gesamten Steiermark nur an der Messstelle Graz Don Bosco übertroffen, sie lagen über denen von hochbelasteten Grazer Stationen wie Süd oder Mitte. In Rottenmann konnte in dieser Zeit leider kein NO_x gemessen werden, die Parallelverläufe mit Trieben Mitte Jänner lassen aber zumindest die Vermutung zu, dass auch im Dezember in Rottenmann vergleichbare Konzentrationen aufgetreten sein dürften.

Eine zweite längerdauernde Belastungsphase wurde im zweiten Jännerdrittel registriert. Vor allem der Zeitraum 10. bis 14. war dabei hochbelastet und neuerlich nur mit Graz Don Bosco vergleichbar.

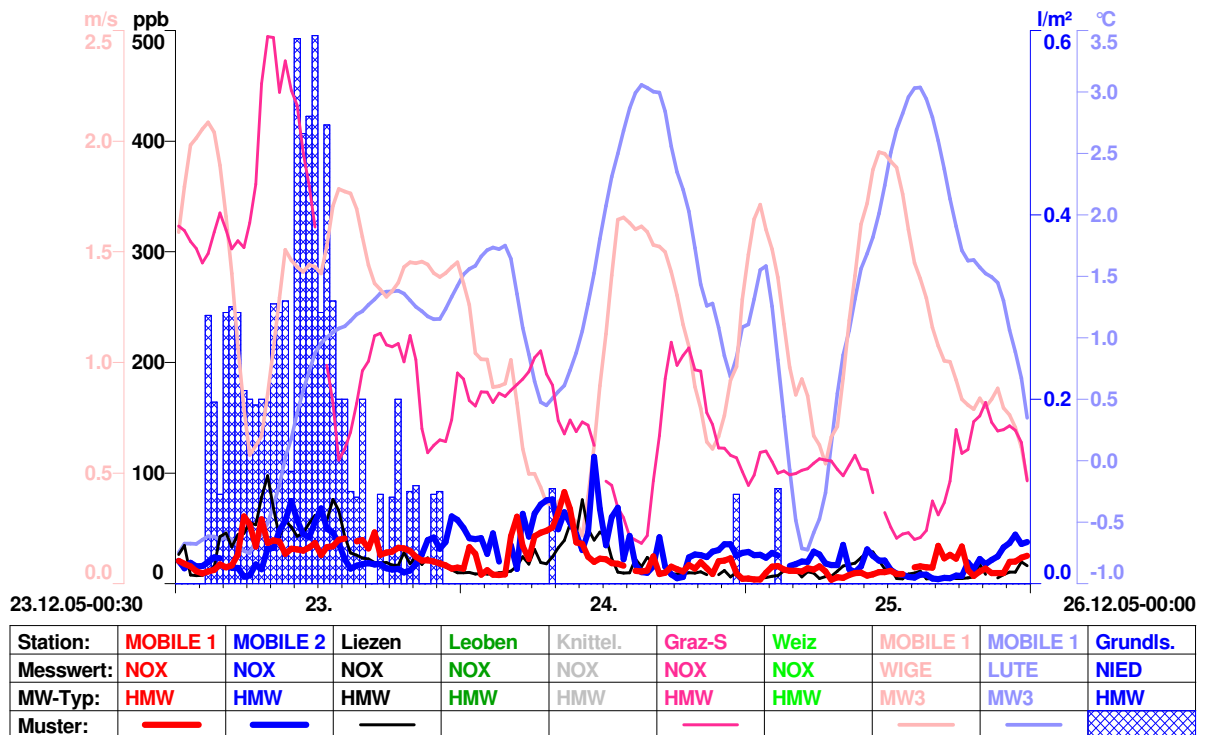
Der Vergleich mit der Meteorologie und Witterung zeigt eine starke Übereinstimmung mit dem Auftreten stabiler Schichtungssituationen (tiefe Temperaturen infolge Bodeninversion, niedrige Windgeschwindigkeiten) in Zusammenhang mit antizyklonalen Wetterlagen.

Abbildung 23: Verlauf der NO_x-Tagesmaxima im Paltental im Vergleich mit Witterung und Meteorologie



Bei austauschreicher Witterung lagen die Konzentrationen im Paltental und an der Dauermesstelle Liezen auf einem vergleichbaren Niveau, wie die nachfolgende Abbildung des Zeitverlaufs zu Weihnachten 2005 während einer Phase mit übergeordneter Nordwestströmung zeigt.

Abbildung 24: NO_x-Werte im Paltental, Liezen und Graz bei Nordwestwetter

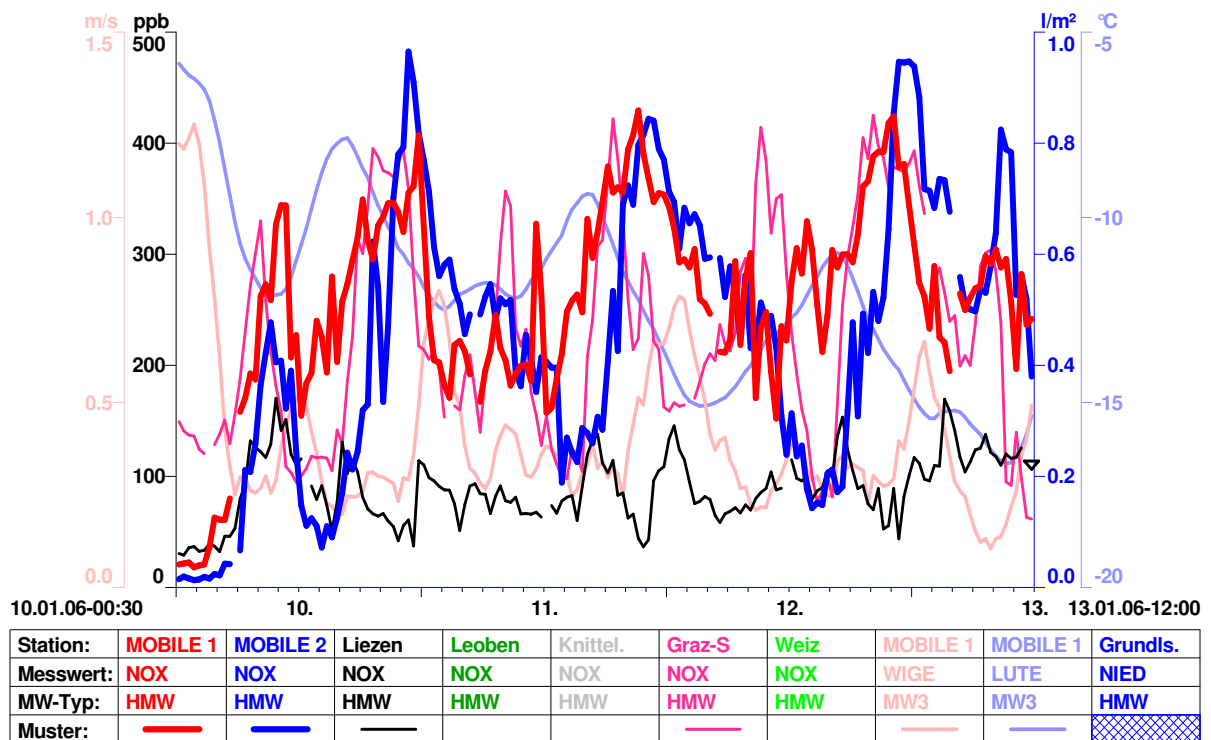


Südöstlich der Alpen führten dagegen die bekannten Lee-Effekte bei Nordwestwetter zu heiterem Himmel und der Ausbildung von Temperaturinversionen in den Tälern und Becken, die die bekannt schlechten Ausbreitungsbedingungen und z.B. im Raum Graz vergleichsweise hohe NO_x-Belastungen brachten.

Bei großräumig antizyklonalem Wetter wie zu Beginn der zweiten Jännerdekade stellten sich sowohl im Paltental wie auch an der Messstation Liezen stabile Ausbreitungsbedingungen ein, die hinsichtlich der Parameter Lufttemperatur (absolute Höhe, Tagesschankung) und Windverhältnisse keinerlei signifikante Unterschiede zeigten (über Höhe und Stärke der Inversionen kann mangels eines Vertikalprofils der Temperatur keine Aussagen gemacht werden).

Die Immissionskonzentrationen an beiden Paltentaler Stationen schnellten in diesen Phasen sprunghaft in die Höhe (von der Größenordnung vergleichbar mit Graz Süd) und übertrafen die in Liezen registrierten Konzentrationen um das 4 bis 5fache. Anders als zum Beispiel an den Grazer Stationen wurden die höchsten Belastungen jeweils gegen Mitternacht registriert. Die morgendliche Spitze war dagegen nicht signifikant ausgeprägt, die lokalen Verkehrsströme dürften also nur eine untergeordneten direkten Einfluß auf das Immissionsverhalten haben.

Abbildung 25: NO_x-Werte im Paltental, Liezen und Graz bei Hochdruckwetter



Neben dem Vergleich mit der Meteorologie ist auch ein solcher mit dem Verlauf der Konzentrationen der anderen gemessenen Schadstoffe aufschlussreich. Für beide Messtationen zeigt sich dabei eine hohe Übereinstimmung der NO_x-Verläufe mit den Schadstoffen PM₁₀ und Kohlenmonoxid. Schwefeldioxid spielt generell keine nennenswerte Rolle, auch die Tagsgänge sind daher nicht signifikant.

Abbildung 26: Schadstoffkonzentrationen in Rottenmann bei Hochdruckwetter

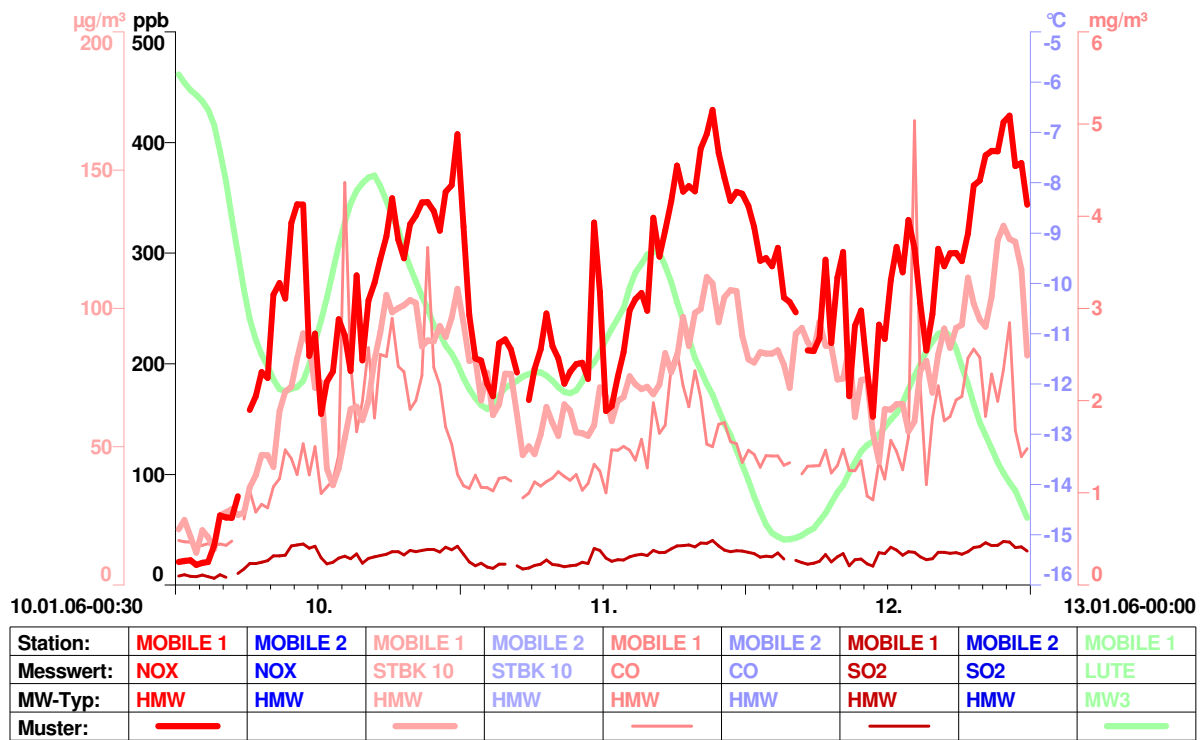
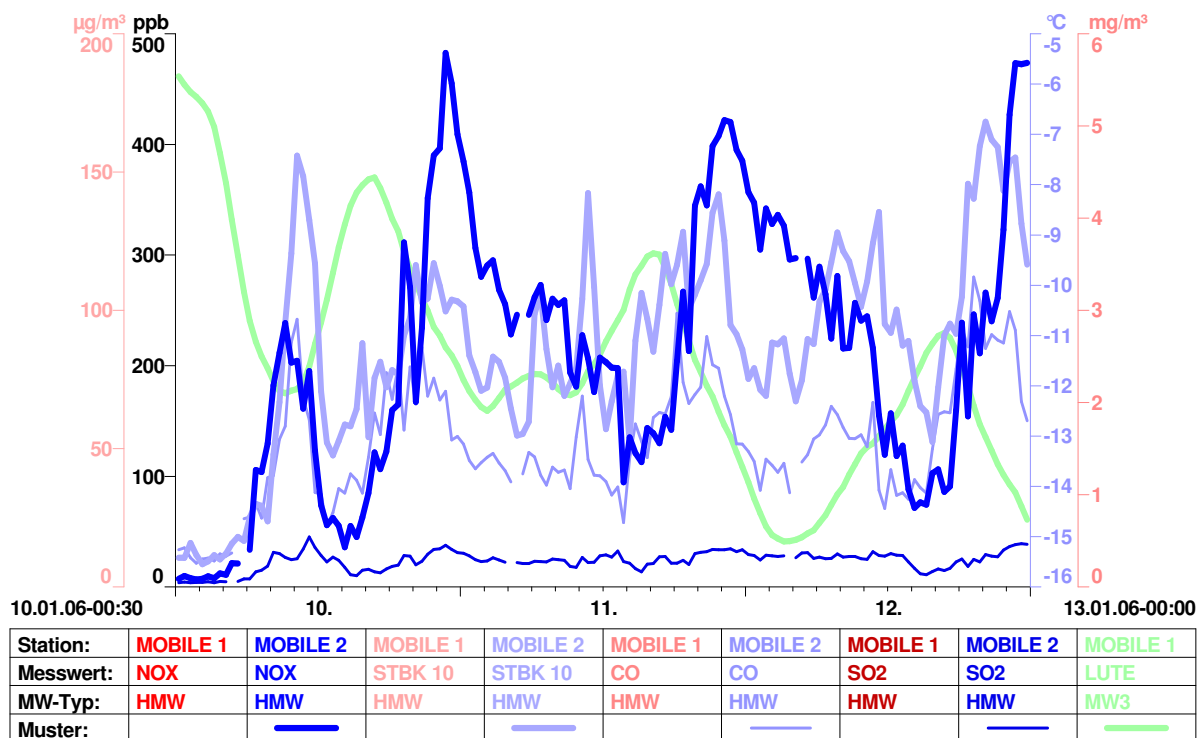


Abbildung 27: Schadstoffkonzentrationen in Trieben bei Hochdruckwetter

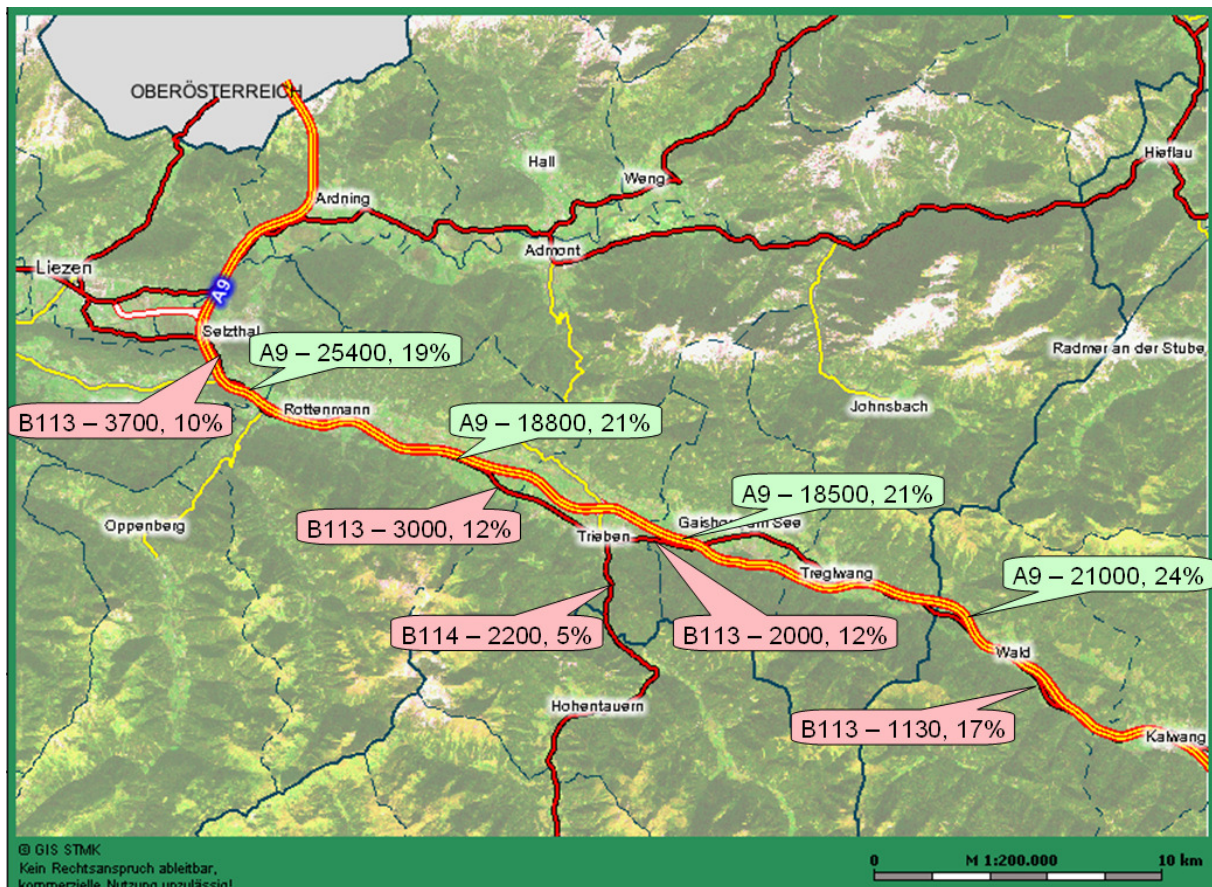


Auch diese Parallelverläufe von NO_x, PM₁₀ und CO belegen die entscheidende Bedeutung der meteorologischen Bedingungen, die eine generell erhöhte Luftschadstoffbelastung bei ungünstigen Ausbreitungsbedingungen verursachen, sie lassen zudem bedingte Rückschlüsse auf mögliche dominante Verursacher zu.

Die tendenziell höheren Belastungen am an sich besser belüfteten Standort Rottenmann sind zumindest ein Hinweis, dass der Einfluss lokaler Emissionen hier höher sein muss als am stärker durch Inversionen und stabile Schichtung geprägten Standort Trieben. Für industrielle und Hausbrandemissionen ist dies allerdings mit großer Sicherheit nicht der Fall. Signifikant ist dagegen der ungleich geringere Abstand zur A9 (330 m gegenüber rund 1100 m). Dies und auch der Schadstoffmix NO_x , PM_{10} und CO stützen die Annahme, dass Emissionen aus dem Verkehr, vor allem von der A9, hauptauschlaggebend für die Belastungen sind.

Der regionale Abschnitt der A9 weist neben einer beträchtlichen durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärke (zwischen 18500 und 25500) auch einen hohen Schwerververkehrsanteil (über 20%) auf. Im Bereich der Umfahrung Rottenmann ist auf der A9 von stündlichen NO_x -Emissionen von etwas über 2 kg/km auszugehen.

Abbildung 28: Hauptverkehrsträger im Paltental mit DTV und Schwerververkehrsanteil



Die als deutlich überdurchschnittlich anzusehende absolute Höhe der NO_x/NO_2 -Konzentrationen stellt sich somit aus heutiger Sicht als Kombination aus ungünstigen topographischen (Talquerschnitt, Talorientierung, winterliche Beschattung) in Kombination mit temporär ungünstigen klimatisch/meteorologischen Rahmenbedingungen und erheblichen Emissionen (überwiegend aus dem Verkehr) dar.

5.3.3 Stickstoffdioxid (NO₂)

Die Emissionssituation wurde bereits im Vorkapitel erläutert. Immissionsseitig stellt sich der Schadstoffgang für Stickstoffdioxid meist ähnlich dar.

Tabelle 7: NO₂-Kennwerte der beiden mobilen Messstationen

08.12.05 - 23.01.06	Grenzwert IG-L in µg/m ³	Rottenmann NO ₂ in µg/m ³	Tage mit Überschreitung	Trieben NO ₂ in µg/m ³	Tage mit Überschreitung
HMWmax	200	189	0	163	0
Mtmax		76	-	71	-
TMWmax	80 (Zielwert)	133	7	96	5
PMW		46	-	38	-

Abbildung 29: Zeitverlauf der NO₂-Konzentration in Rottenmann (in µg/m³)

Station: MOBILE 1 Messwert: NO₂
Zeitraum: 08.12.05-00:30 - 23.01.06-00:00 MEZ

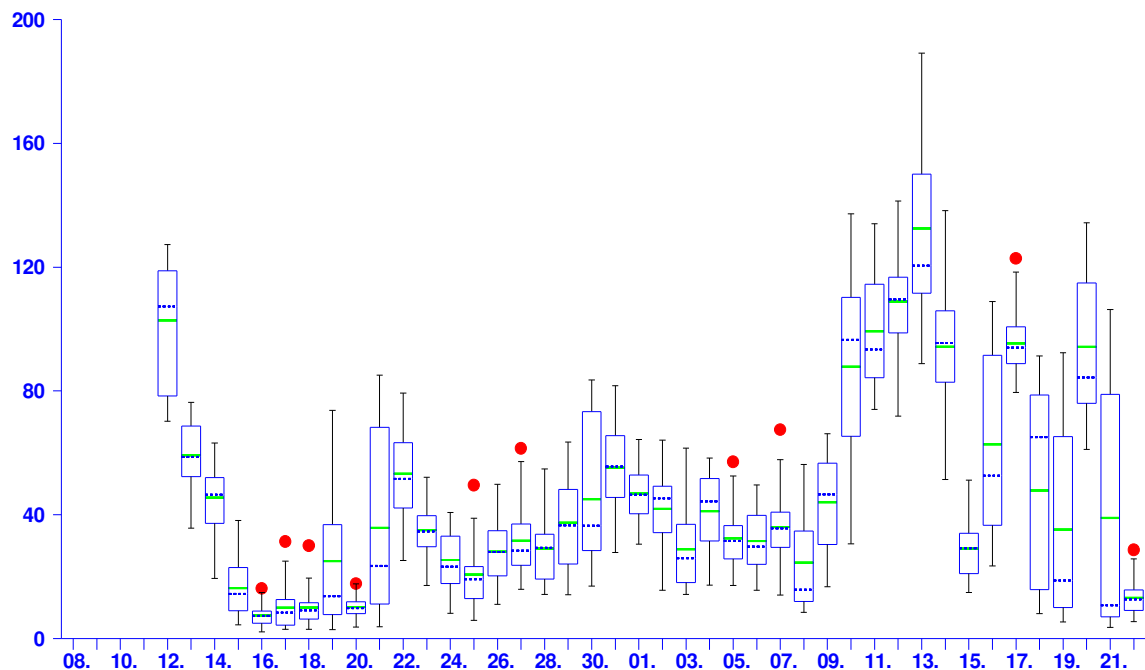
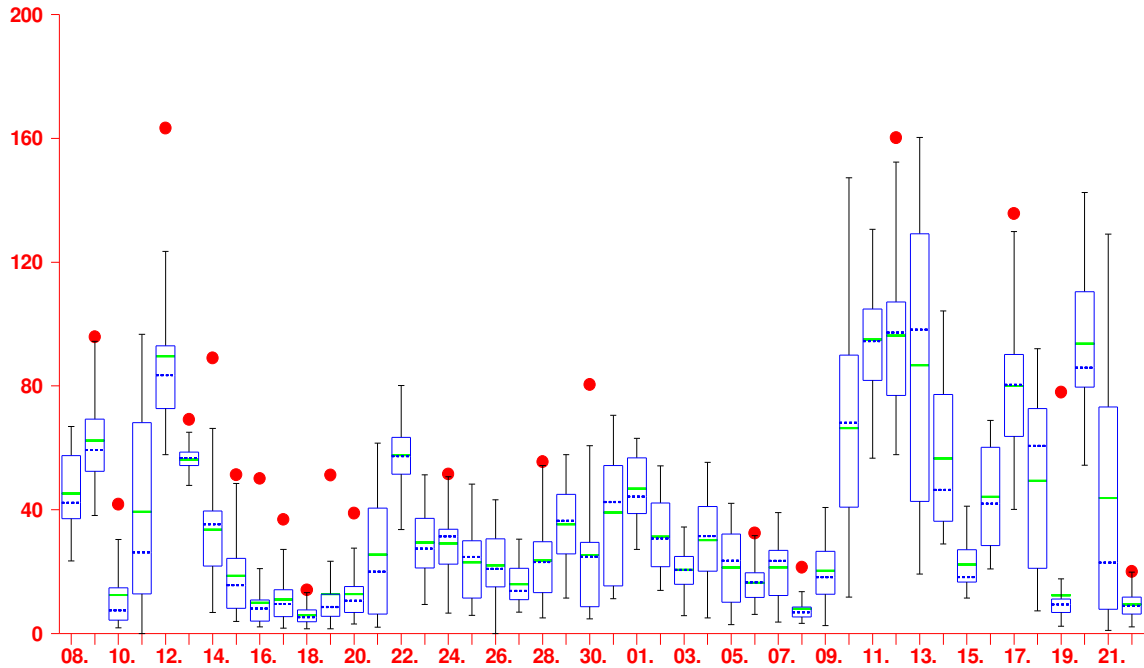


Abbildung 30: Zeitverlauf der NO₂-Konzentration in Trieben (in µg/m³)

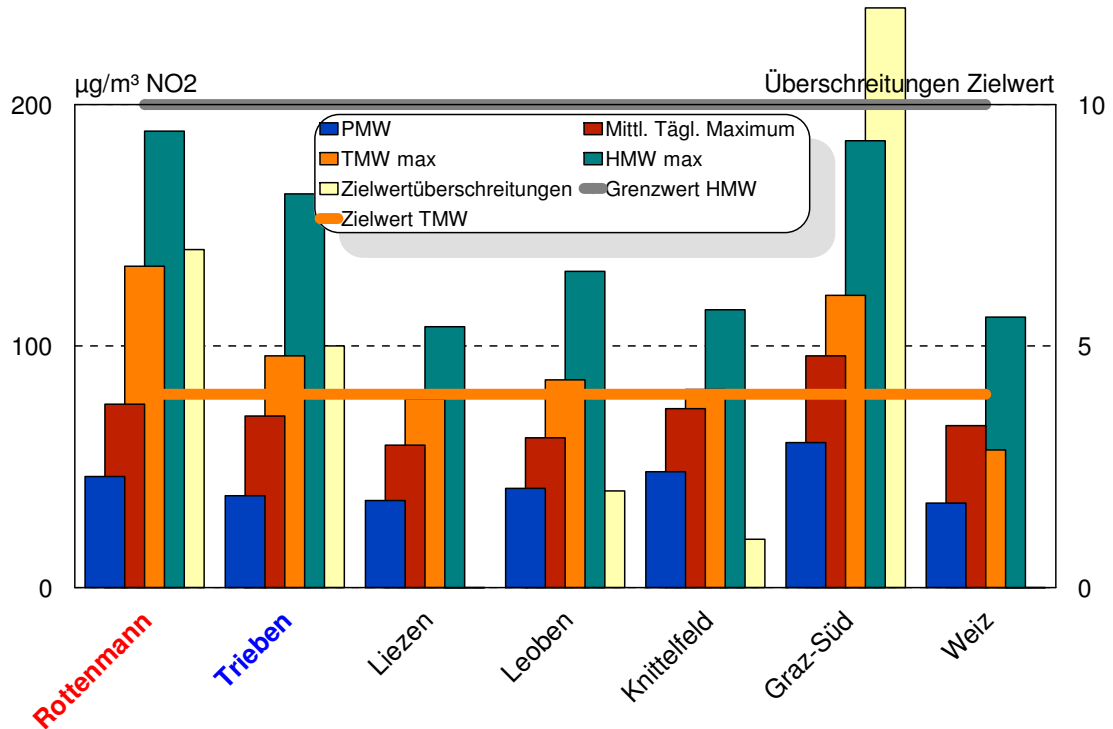
Station: MOBILE 2 Messwert: NO₂
Zeitraum: 08.12.05-00:30 - 23.01.06-00:00 MEZ



Wie zu erwarten, lagen auch die Stickstoffdioxidkonzentrationen der beiden Paltentaler Messstellen im Vergleich zu den steirischen Referenzstationen auf einem ähnlichen Niveau wie die der Stickstoffoxide. Die Vergleichswerte blieben, vor allem in Rottenmann, in einer mit Graz Süd vergleichbaren Größenordnung und wurden nur von der Messstelle Graz Don Bosco übertroffen. Der Halbstundenmittelgrenzwert gemäß IG-L wurde zwar durchwegs eingehalten (Überschreitungen wurden im Messzeitraum nur in Don Bosco registriert), in Rottenmann wurde aber zumindest 95% des Grenzwertes gemessen (Maximum in Trieben 82%). Der Zielwert für das Tagesmittel wurde an 5 (Trieben) bzw. 7 Tagen (Rottenmann) überschritten. Im Rest des Landes wurden nur in der zentralen Mur-Mürzfurche lokal ein bis zwei Überschreitungstage registriert, lediglich der Großraum Graz war deutlich höher belastet. Generell lag also die Überschreitungshäufigkeit des Tagesmittel-Zielwertes an beiden Stationen im Paltental im Messzeitraum deutlich über vergleichbaren Messstellen.

Auch die aktuelle Messreihe bestätigt damit die Ergebnisse der vorhergegangenen Messungen. Während austauscharmer Wetterphase werden sowohl in Rottenmann als auch in Trieben Stickstoffdioxidkonzentrationen gemessen, die signifikant über dem Niveau des restlichen Landes liegen.

Abbildung 31: Vergleich der NO₂-Kennwerte mit steirischen Referenzstationen



5.3.4 Schwefeldioxid (SO₂)

SO₂ 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 ungleich höher als im Sommer.

Tabelle 8: SO₂-Kennwerte der beiden mobilen Messstationen

08.12.05 - 23.01.06	Grenzwert IG-L in µg/m ³	Rottenmann SO ₂ in µg/m ³	Tage mit Überschreitung	Trieben SO ₂ in µg/m ³	Tage mit Überschreitung
HMWmax	200	19	0	23	0
Mtmax		8	-	9	-
TMWmax	120	13	0	11	0
PMW		4	-	5	-

Abbildung 32: Zeitverlauf der SO₂-Konzentration in Rottenmann (in µg/m³)

Station: MOBILE 1 Messwert: SO₂
Zeitraum: 08.12.05-00:30 - 23.01.06-00:00 MEZ

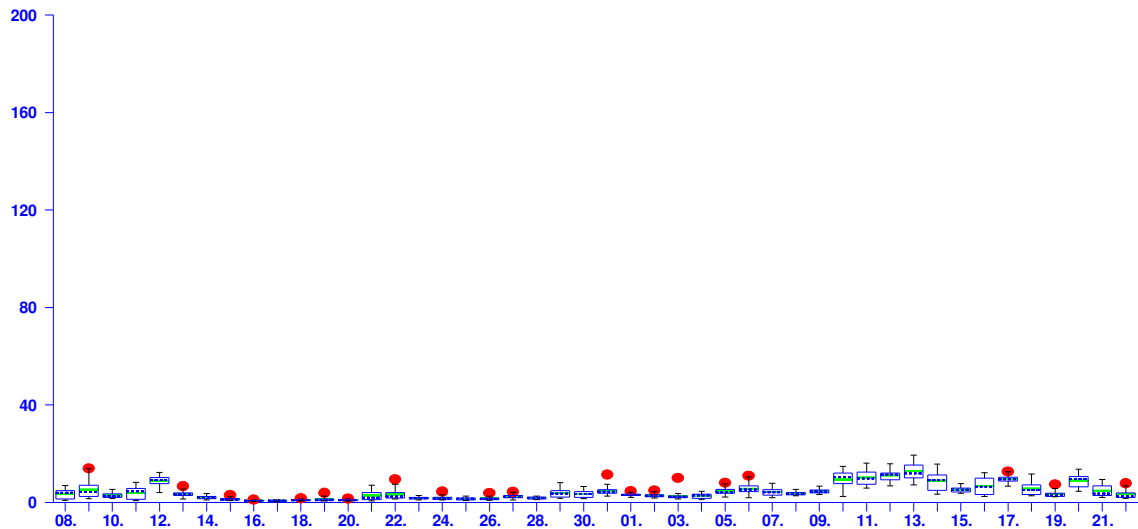
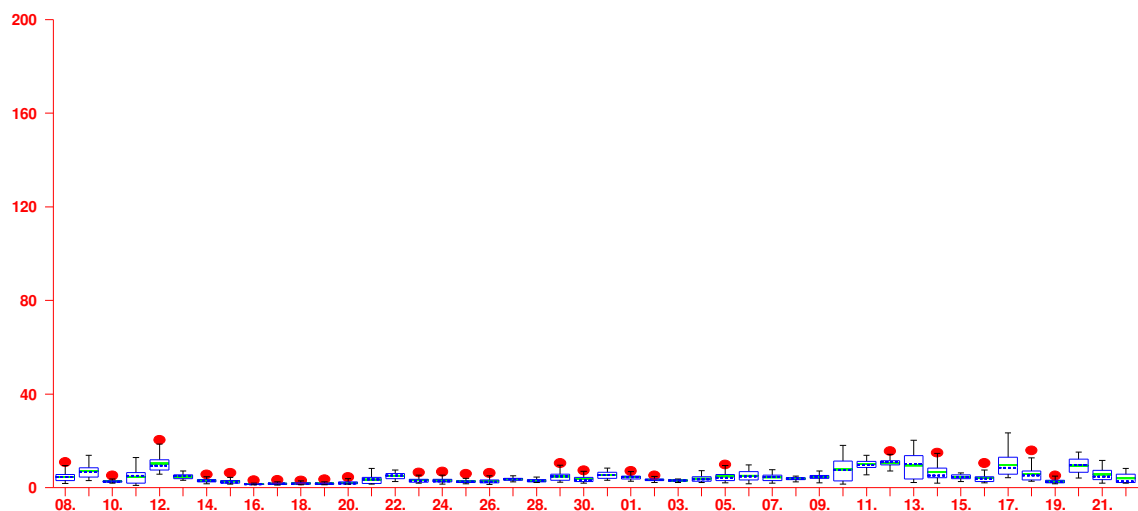


Abbildung 33: Zeitverlauf der SO₂-Konzentration in Trieben (in µg/m³)

Station: MOBILE 2 Messwert: SO₂
Zeitraum: 08.12.05-00:30 - 23.01.06-00:00 MEZ

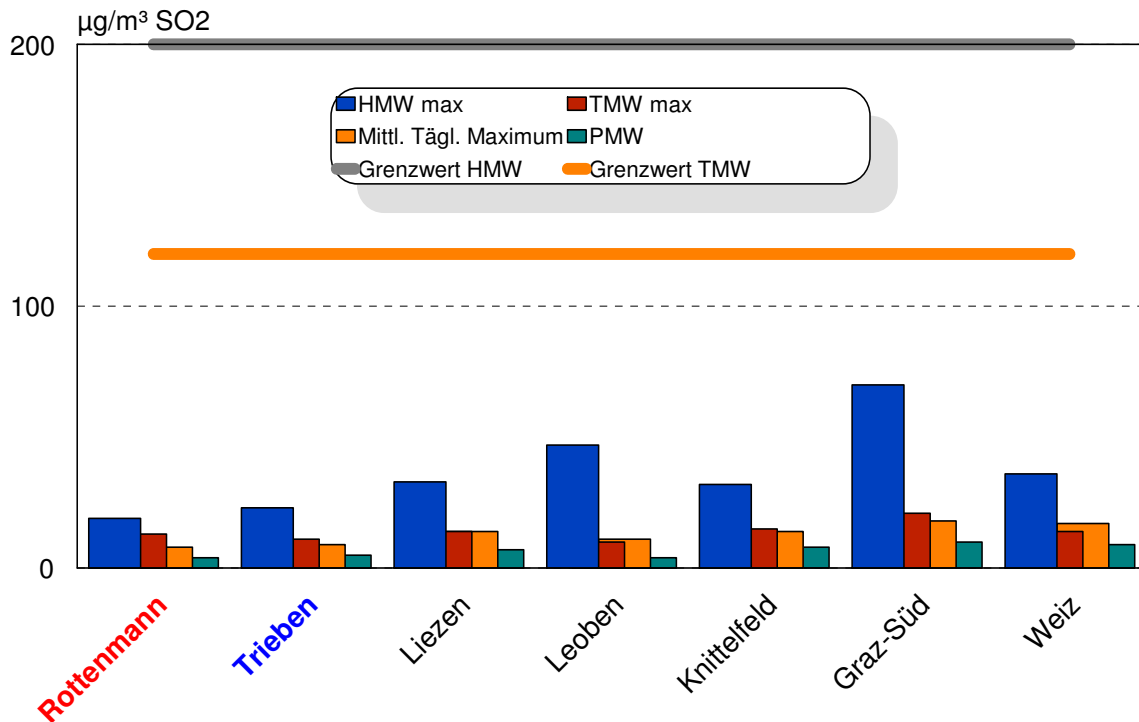


Die Schwefeldioxidkonzentrationen konnten in den letzten 20 Jahren durch diverse Maßnahmen (Hausbrandbereich, industrielle Emissionen, Schwefelreduktionen in Treib- und Brennstoffen) deutlich reduziert werden. Heute werden daher nur mehr im Nahbereich einzelner Industriebetriebe, die Schwefel in ihren Prozessen einsetzen, nennenswerte SO₂-Konzentrationen registriert.

Die maximalen Konzentrationen blieben an beiden Messstellen im allgemeinen im Bereich von 10% des Grenzwerte, sowohl für das Tagesmittel als auch das Halbstundenmittel.

Im steiermarkweiten Vergleich bleiben die Messwerte insgesamt klar unterdurchschnittlich.

Abbildung 34: Vergleich der SO₂-Kennwerte mit steirischen Referenzstationen



5.3.5 Kohlenmonoxid (CO)

Auch beim Kohlenmonoxid gelten der Kfz-Verkehr, Industriebetriebe und lokal auch der Hausbrand als Hauptverursacher. Die Höhe der Konzentrationen nimmt mit der Entfernung zu den Hauptverkehrsträgern jedoch im Allgemeinen stärker ab als bei den Stickstoffoxiden.

Die registrierten Konzentrationen blieben während der Messungen klar unter dem gesetzlichen Immissionsgrenzwert des Immissionsschutzgesetzes-Luft (BGBl. I Nr. 115/1997), der höchste Achtstundenmittelwert blieb in Rottenmann bei einem Drittel, in Trieben bei einem Viertel des Grenzwertes.

Tabelle 9: CO-Kennwerte der beiden mobilen Messstationen

08.12.05 - 23.01.06	Grenzwert IG-L in mg/m ³	Rottenmann CO in mg/m ³	Trieben CO in mg/m ³
HMWmax		8,2	3,5
MW8max	10	3,2	2,5
Mtmax		1,6	1,4
TMWmax		2,2	1,8
PMW		0,7	0,7

Abbildung 35: Zeitverlauf der CO-Konzentration in Rottenmann (in mg/m³)

Station: MOBILE 1 Messwert: CO
Zeitraum: 08.12.05-00:30 - 23.01.06-00:00 MEZ

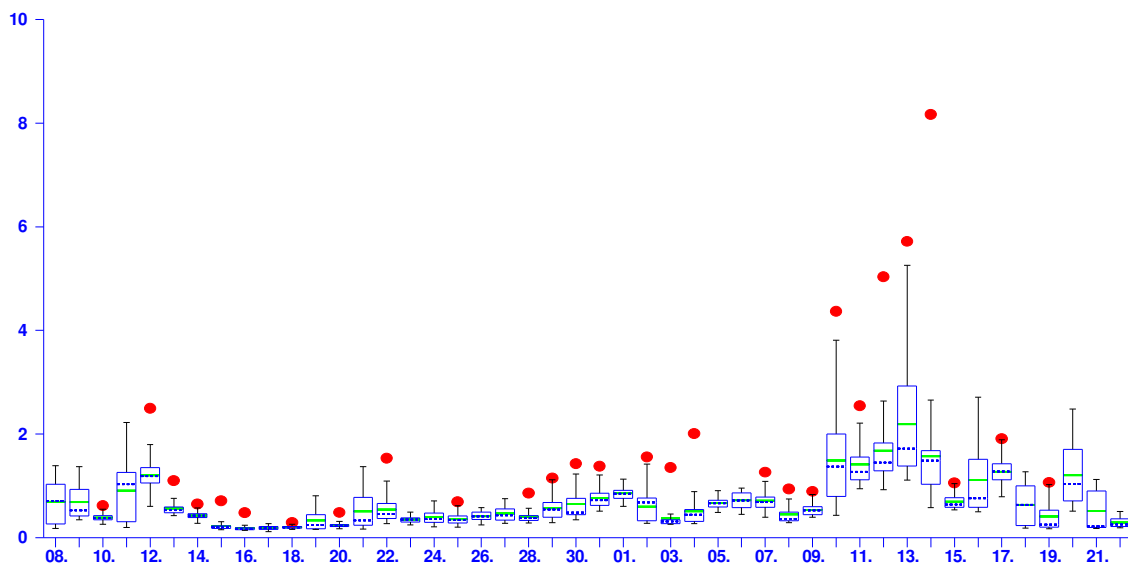
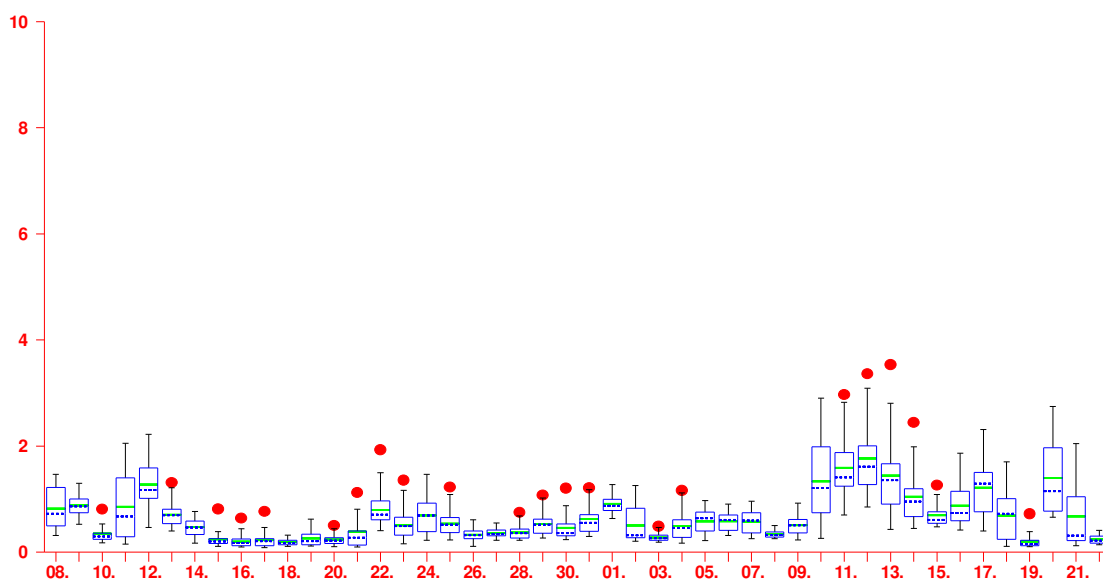


Abbildung 36: Zeitverlauf der CO-Konzentration in Trieben (in mg/m³)

Station: MOBILE 2 Messwert: CO
Zeitraum: 08.12.05-00:30 - 23.01.06-00:00 MEZ

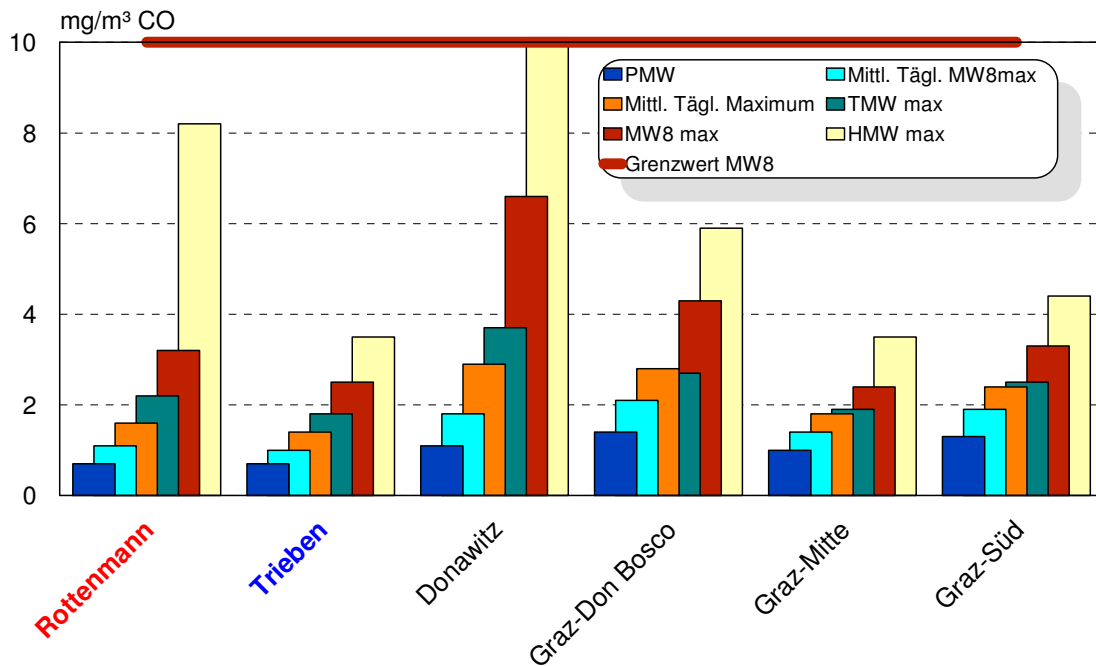


Die Kohlenmonoxidkonzentrationen werden nur an einigen neuralgischen Punkten sowie an den beiden mobilen Messstationen erhoben.

Im Vergleich mit den Fixmessstellen blieb die Grundbelastung an Kohlenmonoxid (Messperiodenmittelwert, mittlere tägliche Maxima) im Paltental auf einem tieferen Niveau, generell kann sie im steiermarkweiten Vergleich als durchschnittlich bezeichnet werden.

Die Kurzzeitspitzen (maximales Halbstunden- bis Achtstundenmittel) blieben in Rottenmann dagegen in einer vergleichbaren Größenordnung wie in Graz Mitte oder Süd. Da es sich hierbei um steiermarkweit doch überdurchschnittlich belastete Messstellen handelt, müssen vor allem die in Rottenmann, etwas abgeschwächt auch die in Trieben erhobenen Kurzzeitwerte ebenfalls als insgesamt überdurchschnittlich eingestuft werden.

Abbildung 37: Vergleich der CO-Kennwerte mit steirischen CO-Messstellen



6. Integrale Messungen

6.1 Vorbemerkungen

Integrale Messnetze ermöglichen eine Aussage über die flächenhafte Verteilung der Schadstoffkonzentrationen in einem zu untersuchenden Gebiet. Im Gegensatz zu automatischen Messstationen liefern diese Messungen allerdings nur Mittelwerte über den jeweiligen Expositionszeitraum, kurzfristige Konzentrationsschwankungen können nicht nachgewiesen werden.

Da in der aktuellen Fragestellung gerade die flächenhafte Belastung im Paltental von großer Bedeutung war, wurde im Winter 2005/2006 ein umfangreiches integrales Messnetz zur Erfassung der Schadstoffe NO_2 und SO_2 an 15 Messpunkten eingerichtet. Ziel war es, in Kombination mit den Messergebnissen der mobilen Stationen Informationen darüber zu erhalten, ob sich die hohen NO_2 -Konzentrationen flächendeckend nachweisen lassen oder es sich doch um lokale Belastungssituationen in den beiden größten Ansiedelungen des Tales handelt.

Das Messnetz wurde von 28.09.2005 bis 25.04.2006 betrieben, die Sammler wurden in 14-tägigen Abständen gewechselt, sodass 15 Messperioden erhalten wurden.

6.2 Beschreibung des Messnetzes

Die einzelnen Messpunkte wurden im gesamten Verlauf des Paltentales eingerichtet, wobei im Osten auch über den Schoberpass hinweg ein Punkt in Kalwang beprobt wurde. Im Ennstal wurde zusätzlich zu Selzthal auch ein Messpunkt an der Messstation Liezen installiert, um eine Vergleichbarkeit der integralen Messdaten mit den Werten der automatischen Messstationen erreichen zu können.

Besonderes Augenmerk wurde auf eine flächenhafte Abdeckung der Stadt Rottenmann sowie auf eine dichtere Verteilung der Messpunkte im Großraum Trieben gelegt. Die Messpunkte können teils als typische Wohngebietsituationen, teilweise als Hintergrund-Messpunkte und zum Teil auch als dezidiert verkehrsnah charakterisiert werden.

Tabelle 10: Standorte integraler Messpunkte

		Seehöhe in m	Topographie und Höhe über Talbodenniveau	Siedlungsstruktur
PA 1	UKH Kalwang	745	Randlicher Talboden, 5m	Ortsrand
PA 2	Wald am Schoberpass	850	Talboden	Ortsrand
PA 3	Vorwald	825	Talboden	Einzelgehöfte
PA 4	Treglwang	735	Talboden, Schwemmkegel, 15m	Ortsrand
PA 5	Gaishorn am See	725	Randlicher Talboden, 20m	Ortsrand
PA 6	Trieben-Zentrum	705	Randl. Talboden, Schwemmkegel, 10m	Stadtzentrum
PA 7	Dietmannsdorf-Kaiseraustrasse	775	Hanglage, 80m	Freiland, Einzelgehöfte
PA 8	Dietmannsdorf-Zentrum	740	Randl. Talboden, Schwemmkegel, 45m	Siedlungsbereich
PA 9	Bärndorf	685	Talboden	Freiland
PA 10	St. Georgen	685	Talboden	Stadtrand
PA 11	Rottenmann-Zentrum, Busbahnhof	665	Talboden	Stadtzentrum
PA 12	Rottenmann-Stadtwaldsiedlung	760	Hanglage, 100m	Stadtrand
PA 13	Rottenmann-FH Joanneum	650	Talboden	Stadtrand
PA 14	Selzthal	635	Randl. Talboden, 5m	Ortsgebiet
PA 15	Messstation Liezen	655	Randl. Talboden, Schwemmkegel, 20m	Stadtgebiet
PA 16	Rottenmann-Grünbichl	730	Hanglage, 70m	Stadtrand

Auf Grund des außerordentlich schneereichen Winters (siehe auch Bilder in der Abbildung 43) mussten einige Ausfälle von Messwerten hingenommen werden, da die Messstellen nicht erreichbar waren oder im Zuge der Schneeräumung unbrauchbar wurden.

Die folgenden Abbildungen zeigen im Osten beginnend die Lage der Messpunkte.

Abbildung 38: Raum Kalwang - Wald am Schoberpaß

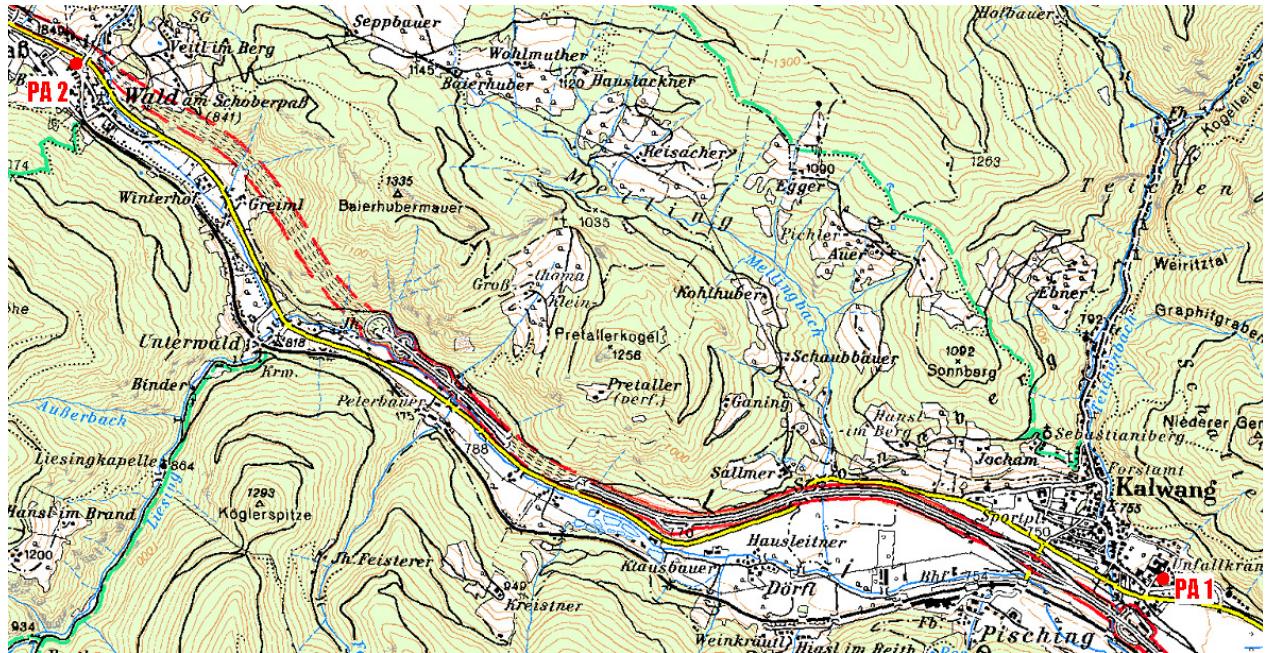


Abbildung 39: Raum Vorwald - Treglwang

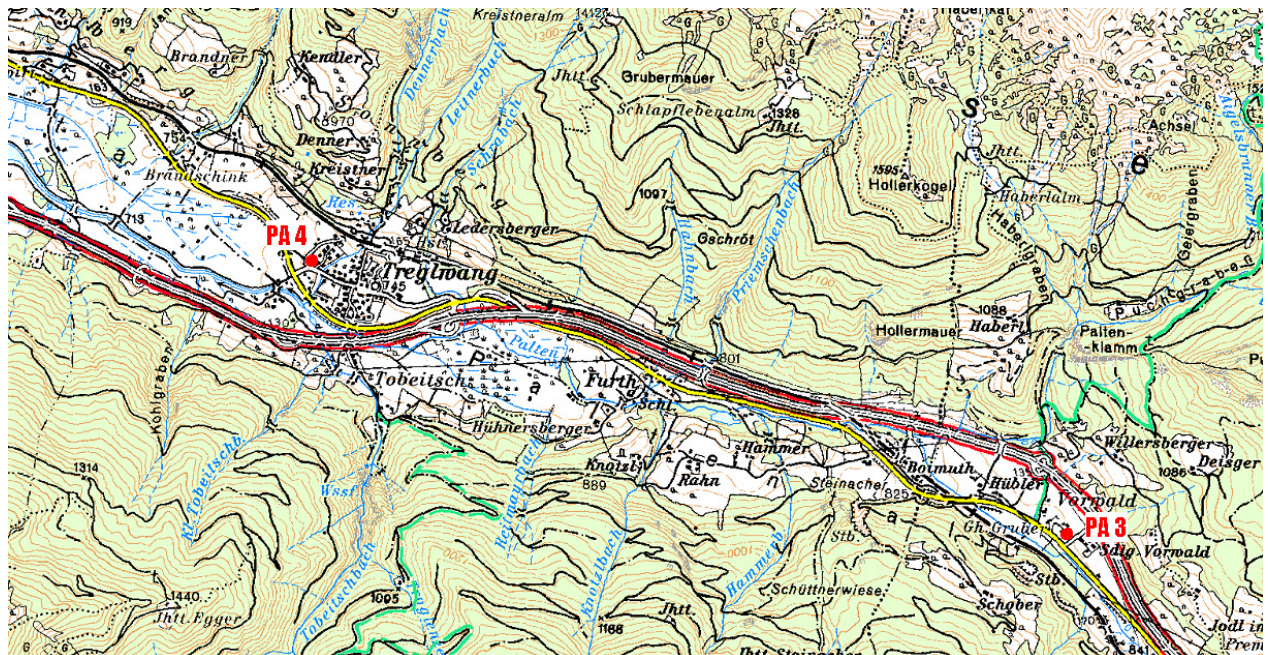


Abbildung 40: Großraum Trieben

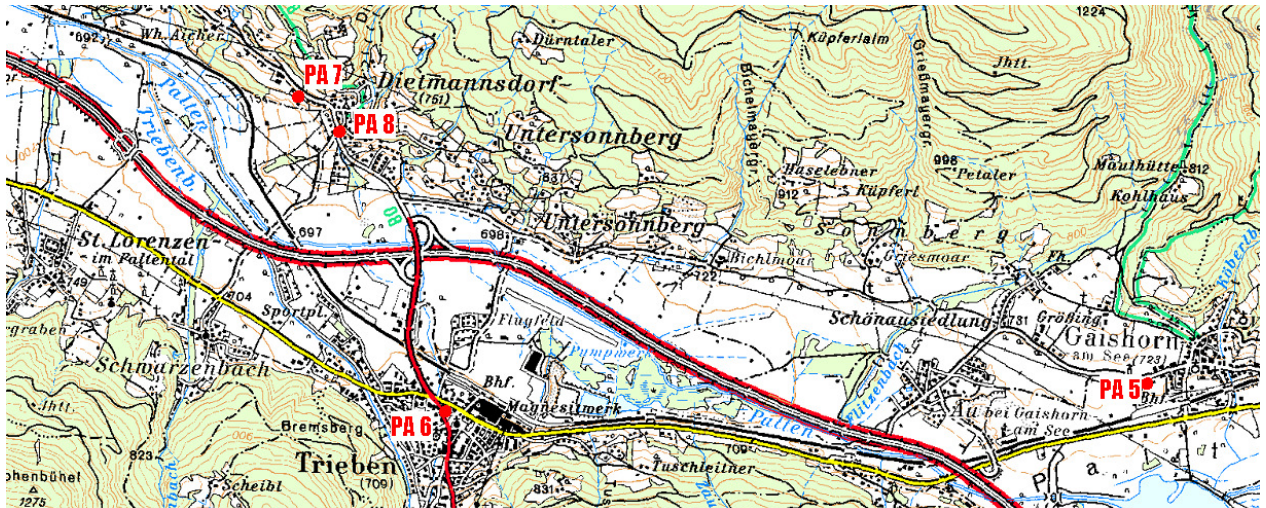


Abbildung 41: Großraum-Rottenmann

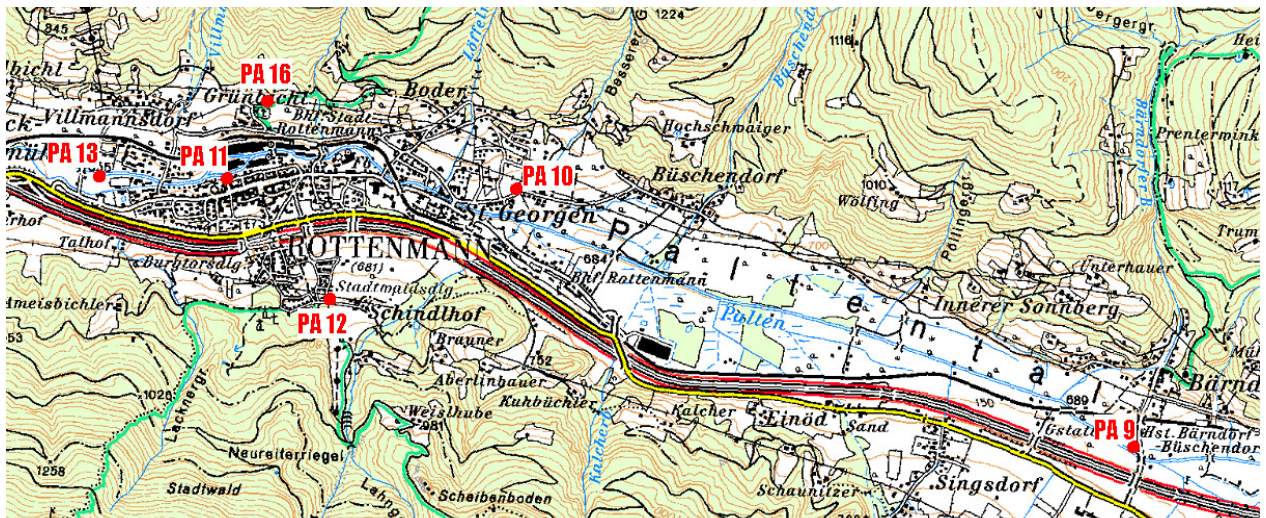


Abbildung 42: Ennstal

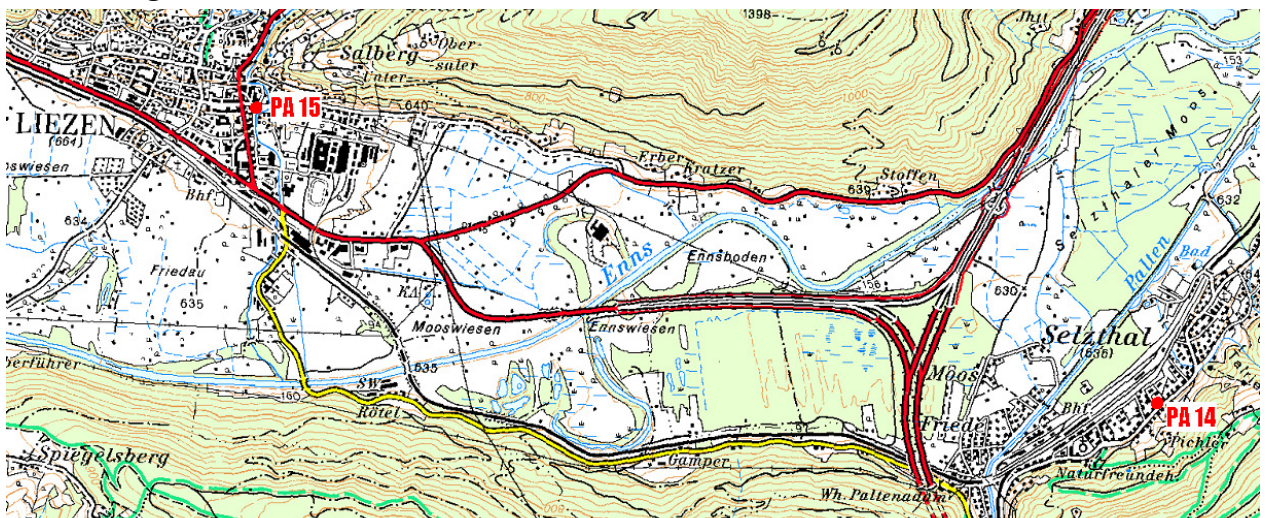


Abbildung 43: Einzelne integrale Messpunkte

Messpunkt PA1, UKH Kalwang



Messpunkt PA6, Trieben-Zentrum



Messpunkt PA 3, Vorwald



Messpunkt PA11, Rottenmann-Zentrum



Messpunkt PA16, Rottenmann-Grünbichl



Messpunkt PA15: Messstation Liezen



6.3 Beschreibung der Messmethodik

Die Erfassung der Schadstoffe Stickstoffdioxid und Schwefeldioxid erfolgte mit Passivsammlern. Für das Messnetz Paltental gelangten sogenannte Badge-Sammler zum Einsatz, die vom Institut für Arbeitsmedizin der Universität Helsinki entwickelt wurden. Die Weiterentwicklung erfolgte am Institut für Analytische Chemie der TU-Wien. Es sind dies dosenförmige Körper aus Polypropylen mit einer Höhe von 9 mm, einem Durchmesser von 29 mm und einer aktiven Sammelfläche von 6,6 cm². Als absorbierende Schicht wird ein mit Triethanolamin imprägniertes Stahlnetz eingesetzt. Diese Imprägnierung ist in der Lage, die sauren Luftschadstoffe zu binden. Es kann also nicht nur NO₂ sondern auch SO₂ mit einem Sammler gemessen werden. Zum Schutz vor Verunreinigungen wird der Badge-Sammler mit einer gasdurchlässigen Teflon-Membran verschlossen.

Zu Beginn der Messung wird der dichtsitzende Verschluss vom Sammler entfernt. Am Ende der Expositionszeit, die für das Messnetz Paltental zwei Wochen betrug, wird er wieder verschlossen und der Sammler kann bis zur Analyse kühl gelagert werden. Exponiert wurden die Badge-Sammler auf ca. 1,5 m hohen Stangen. Vor Witterungseinflüssen wurden sie durch Glocken geschützt.

Die Herstellung der Sammler für diese Messkampagne sowie die Analyse der Schadstoffkonzentrationen wurde von der Abteilung für Umweltanalytik am Institut für Analytische Chemie der TU Wien durchgeführt.

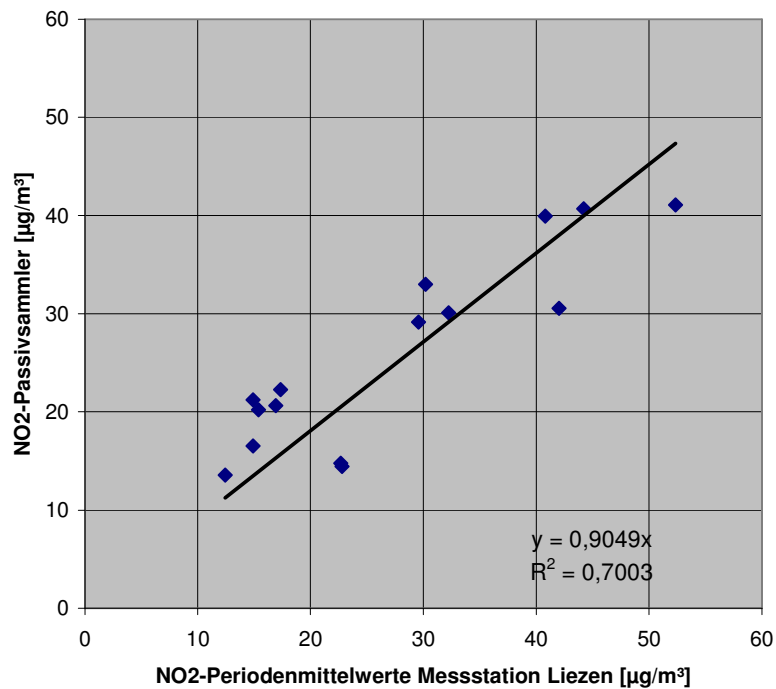
Während der gesamten Messkampagne wurden an der Luftgütemessstation Liezen Passivsammler angebracht, um das integrale Messverfahren mit den kontinuierlichen Schadstoffmessungen vergleichen zu können. Dies ist nicht nur zum Vergleich der unterschiedlichen Messverfahren erforderlich. Es besteht darüber hinaus auch die Möglichkeit und Notwendigkeit, das integrale Messverfahren zu kalibrieren.

Um den Zusammenhang der Messwerte zwischen den Verfahren zu erkennen, wurden die jeweils entsprechenden Wertepaare aus dem errechneten Mittelwert der kontinuierlichen Messung und dem Analysewert der Passivsammlermessung gebildet und einer linearen Regression unterzogen. Als Randbedingung wurde fixiert, dass die Ausgleichsgerade durch den Nullpunkt des Koordinatensystems gehen muss, da davon ausgegangen wurde, dass bei Fehlen des nachzuweisenden Schadstoffes beide Messverfahren den Konzentrationswert $c = 0$ liefern müssen.

Eine Kalibrierung der unterschiedlichen Messverfahren ist deshalb erforderlich, da die analytischen Auswertungen der Passivsammlermessungen, die eine Beziehung zwischen der gefundenen Ionenmenge und der Konzentration in der Umgebungsluft herstellen, nur auf Basis des Diffusionsgesetzes erfolgen. Bei dieser Vorgangsweise werden vor allem in höherbelasteten Gebieten zu geringe Konzentrationen erhalten, wie Versuche an der TU Wien ergeben haben.

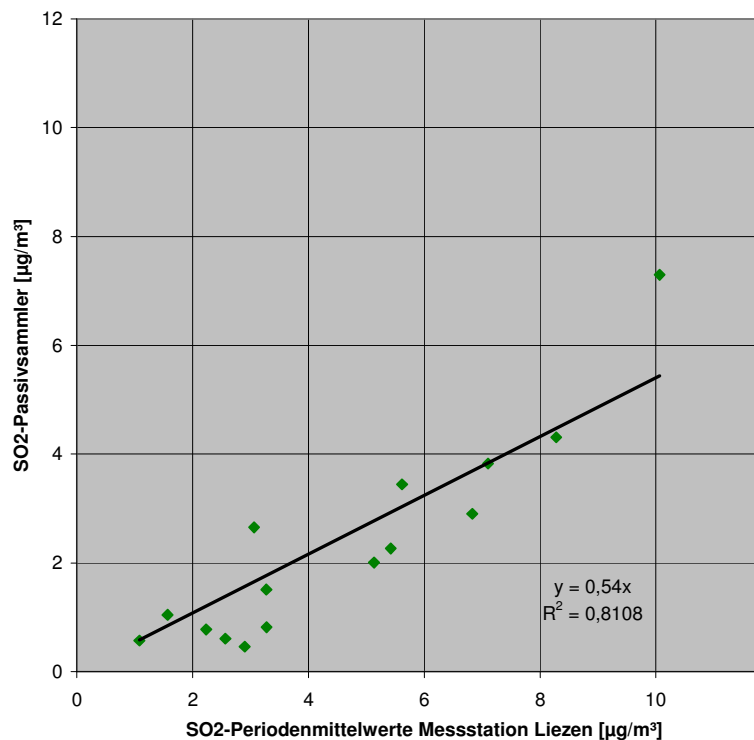
In diesem Bericht sind nur Werte, die bereits um die Kalibrierfaktoren korrigiert sind, angegeben. Sie sind also direkt mit Ergebnissen der fixen Luftgütemessstationen vergleichbar.

Abbildung 44: Stickstoffdioxid: Gegenüberstellung der Messwerte der Passivsammler und der kontinuierlich messenden Station Liezen



Die integralen Messwerte für Stickstoffdioxid korrelieren also sehr gut mit denen Ergebnissen der automatischen Messung an der Fix-Messtation Liezen. Dies zeigt sich auch im Vergleich der Mittelwerte über den gesamten Messzeitraum, der für den integralen Messpunkt $25,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und für die Messtation $27,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erbrachte.

Abbildung 45: Schwefeldioxid: Gegenüberstellung der Messwerte der Passivsammler und der kontinuierlich messenden Station Liezen



6.4 Beurteilungsgrundlagen

Ein entscheidender Unterschied zwischen kontinuierlich registrierenden und integralen Messverfahren besteht darin, dass die automatischen Verfahren Halbstundenmittelwerte liefern. Für diese Kurzzeitwerte sind im **Immissionsschutzgesetz-Luft** (IG-L, BGBl. Nr. I 115/1997, i.d.g.F.) sowohl für **Stickstoffdioxid** als auch für **Schwefeldioxid** Grenzwerte (bzw. Zielwerte) für das Halbstundenmittel, das Tagesmittel und für NO₂ auch für das Jahresmittel festgelegt.

Bei integrierenden Messverfahren ergeben sich Mittelwerte über die Expositionszeit, welche bei diesem Messnetz 14 Tage betrug. Ein Vergleich mit den oben genannten Immissionsgrenzwerten ist daher nicht direkt möglich, da diese für SO₂ und NO₂ auf der Basis von Halbstundenmittelwerten und Tagesmittelwerten festgesetzt sind.

Der Versuch eines Vergleichs mit den genannten Grenzwerten ist am ehesten über eine Korrelation mit den Messwerten der Station Liezen möglich.

6.5 Messergebnisse

6.5.1 Stickstoffdioxid

**Tabelle 11: NO₂-Konzentrationen [$\mu\text{g}/\text{m}^3$],
Durchschnitt über die gesamte Messdauer**

Messpunkt	Standort	NO ₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
PA1	UKH Kalwang	22,3
PA2	Wald am Schoberpass	26,2
PA3	Vorwald	27,3
PA4	Treglwang	27,8
PA5	Gaishorn	23,4
PA6	Trieben Zentrum	36,6
PA7	Dietmannsdorf Kaiseraustrasse	15,5
PA8	Dietmannsdorf Zentrum	22,3
PA9	Bärndorf	33,9
PA10	St. Georgen	29,5
PA11	Rottenmann Zentrum	36,1
PA12	Rottenmann Stadtwaldsiedlung	15,9
PA13	Rottenmann FH Joanneum	40,4
PA14	Selzthal	25,4
PA15	Messstation Liezen	25,9
PA16	Rottenmann Grünbichl	20,0

**Abbildung 46: NO₂-Konzentrationen an den einzelnen Messpunkten
Durchschnitt über die gesamte Messdauer**

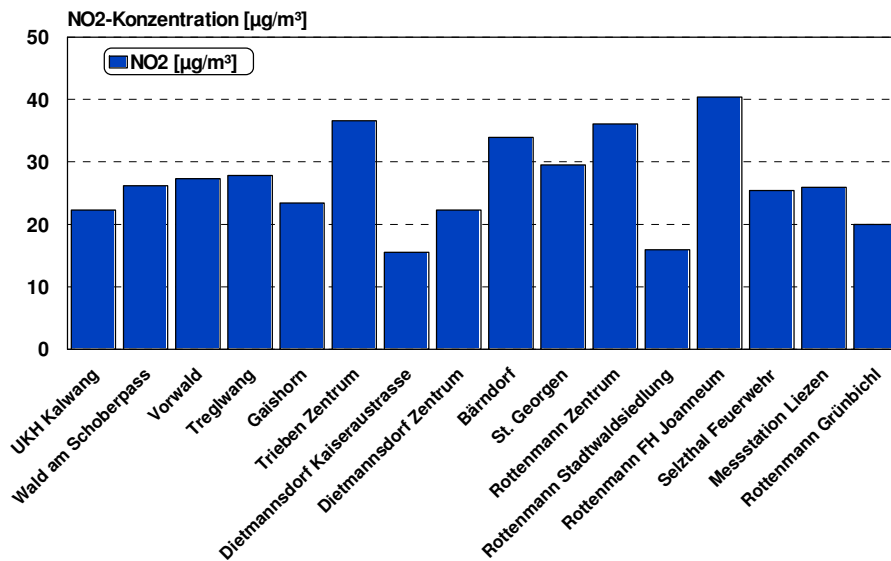
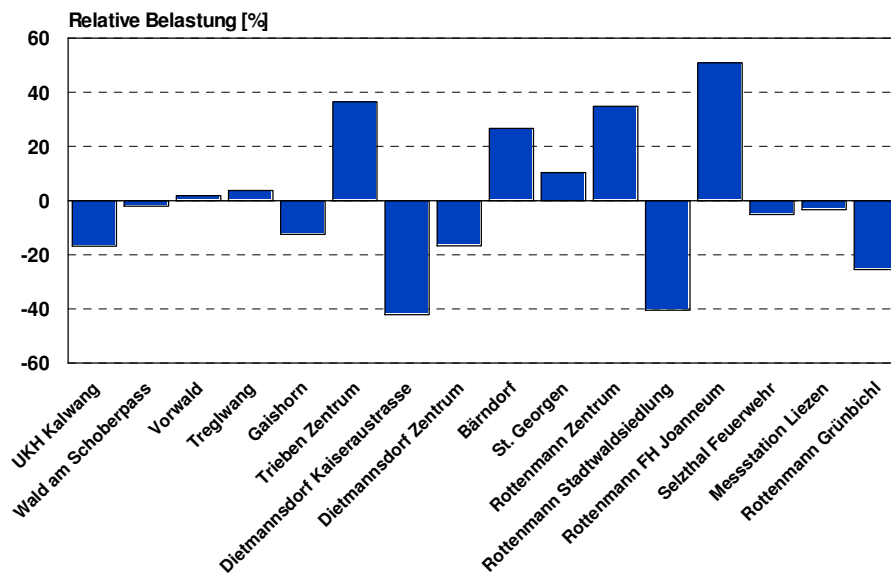


Abbildung 47: Relative NO₂-Konzentrationen zum Mittelwert über alle Messpunkte und -perioden



Die integralen Messungen erbrachten, dass im Winter 2005/2006 auch von der Grundbelastung her sehr große lokale Unterschiede der Stickstoffdioxidbelastungen auftraten. Offensichtlich sind vor allem die Ortsgebiete von Trieben und Rottenmann tatsächlich deutlich höher belastet als die übrige Talregion.

Die höchsten Belastungen wurden an den Messpunkten Rottenmann Fachhochschule und Zentrum sowie Trieben Zentrum mit Wintermittelwerten zwischen 36 und 41 µg/m³ NO₂ (Rottenmann FH) gemessen. Hierzu muss noch festgehalten werden, dass an den beiden Zentrumsmesspunkten eine (Trieben) bzw. drei (Rottenmann) an sich hochbelastete Messperioden ausfielen. Das Gleiche gilt für die an sich ebenfalls hochbelastete (33,9 µg/m³) Messstelle Bärndorf, an der 4 Ausfälle im Hochwinter zu verzeichnen waren.

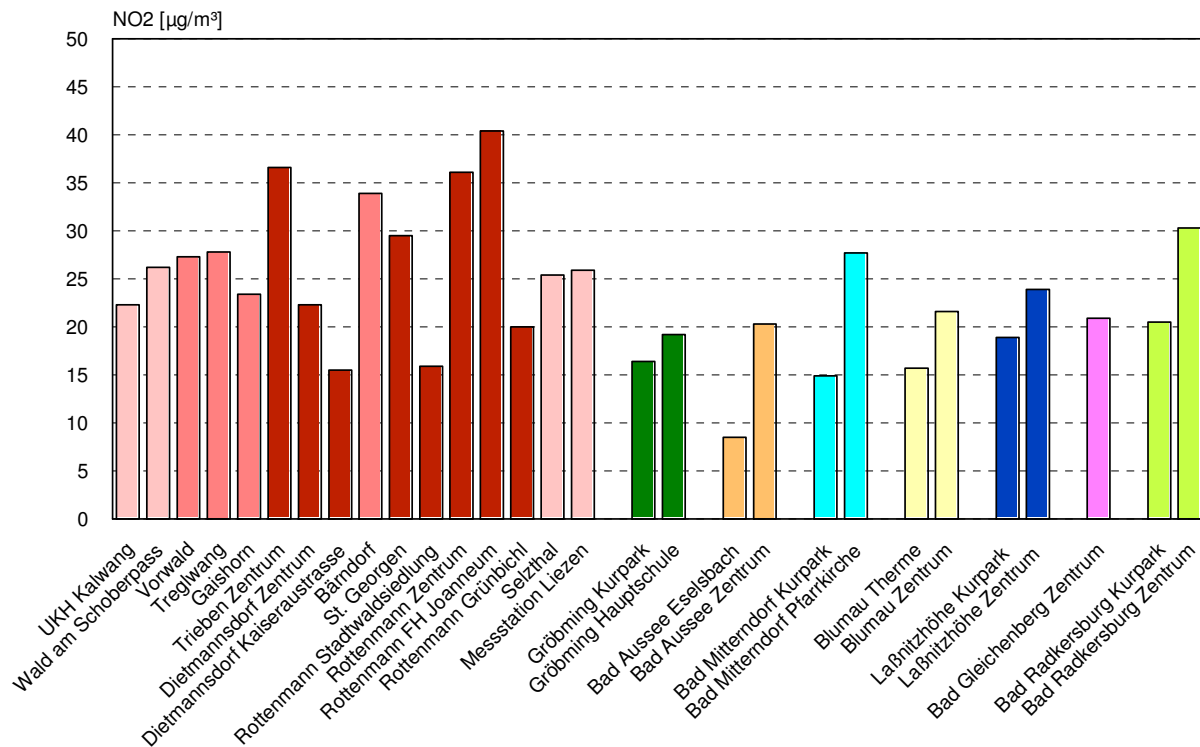
Die überdurchschnittlichen Belastungen in Bärndorf dürften u.a. wohl mit der Nähe des Messpunktes zur A9 zusammenhängen, wie generell neuerlich die Verkehrsemissionen als hauptverantwortlich für die regionale Belastungssituation in den Vordergrund zu treten scheinen. Dafür sprechen unter anderem die deutlich markanteren Konzentrationsunterschiede zwischen witterungsbedingt günstigen und ungünstigen Messperioden an verkehrsfernen und an verkehrsnahen Messpunkten. Während die Mittelwerte an peripheren Messstellen in von ungünstigen Ausbreitungsbedingungen (windschwach, inversionsanfällig, stabil geschichtet) geprägten Messperioden um rund einen Faktor 5 über unbelasteten lagen, blieben die Unterschiede in Autobahnnähe mit rund einem Faktor 3 merklich geringer.

In jedem Fall lagen sämtliche genannte Messpunkte inklusive des Rottenmannnahen Punktes St. Georgen ($29,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) deutlich über dem an der Luftgütemessstation Liezen registrierten Wintermittelwert von $25,9 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$.

An den übrigen talbodennahen Messpunkten im Paltental sowie in Selzthal und am Schoberpass lagen die registrierten Mittelwerte ($26 - 28 \mu\text{g}/\text{m}^3$) weitgehend in einer vergleichbaren Größenordnung (gelegentlich etwas darüber) wie in Liezen. In Anbetracht des Umstandes, dass die Messstation Liezen im zentralen Ortsverband der regionalen Bezirkshauptstadt mit nicht unerheblichen lokalen Emissionen (Verkehr, Industrie, Hausbrand) liegt, ist der Talbodenbereich des Paltentales generell als nicht unbelastet anzusehen, wenn auch die Konzentrationen im steiermarkweiten Vergleich eher durchschnittlich sind.

Dies zeigt auch der nachfolgende Vergleich der Wintermittelwerte des Messnetzes im Paltental mit zeitgleich betriebenen steirischen Messstandorten in der Ober- sowie der Ost- und Südoststeiermark. Hierbei muss aber berücksichtigt werden, dass diese Messpunkte zum Großteil in Luftkurorten (Obersteiermark, Laßnitzhöhe) betrieben werden, in denen eine doch überdurchschnittliche Luftqualität zu erwarten ist. Die talbodennahen Messpunkte außerhalb von Rottenmann und Trieben liegen dabei in einer vergleichbaren Größenordnung wie höherbelastete Messpunkte in Bad Mitterndorf, Laßnitzhöhe, Bad Gleichenberg und Bad Radkersburg.

Abbildung 48: NO₂-Wintermittelwerte des Messnetzes im Vergleich mit zeitgleich betriebenen steirischen Messstandorten



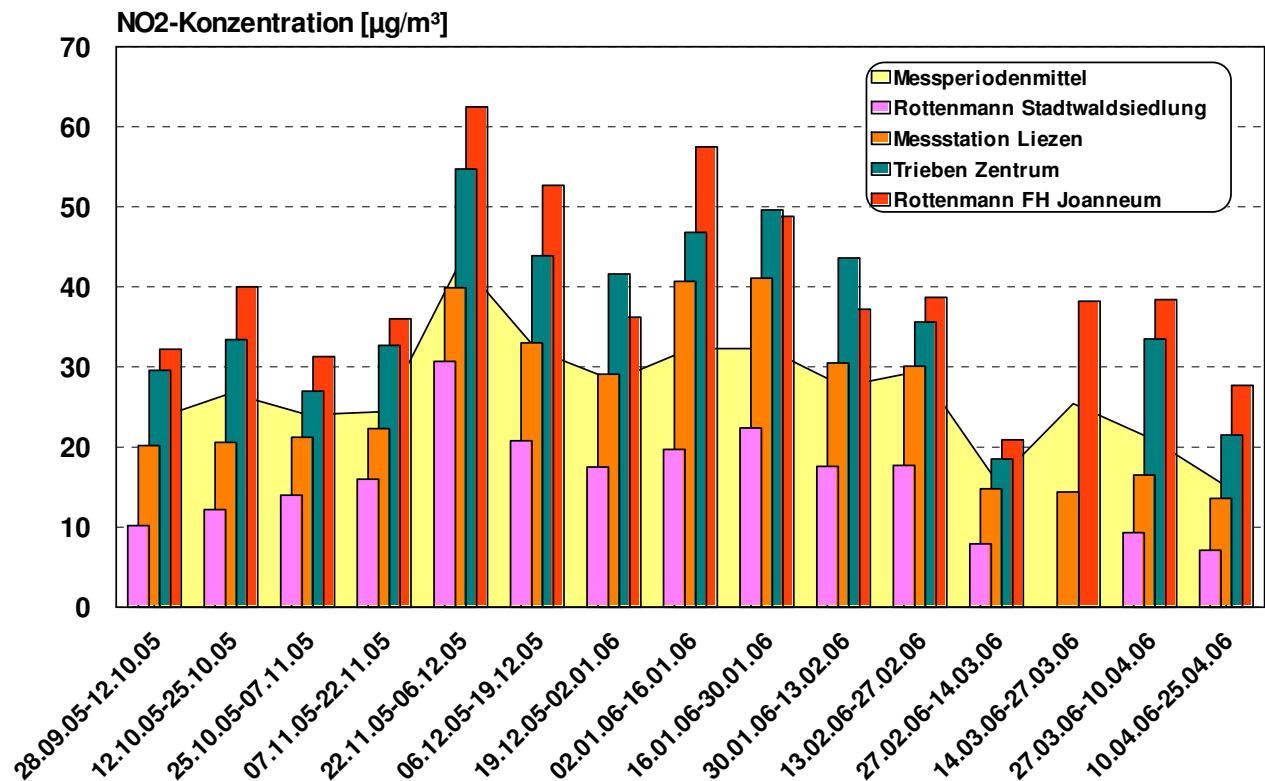
Unterdurchschnittliche Belastungen wurden östlich des Schoberpasses (Kalwang) und an Messpunkten in Hang- und Höhenlagen des Paltentales, also über dem Talboden registriert (Kaiseraustraße, Rottenmann Grünbichl und obere Stadtwaldsiedlung).

Der Zeitverlauf der Stickstoffdioxidkonzentrationen zeigt neben einem klaren allgemeinen Zusammenhang mit den Witterungs- und damit auch Ausbreitungsverhältnissen auch, dass die Belastungen in den Ortsgebieten von Rottenmann und Trieben in generell ungünstigen Messperioden deutlicher über dem sonstigen Niveau lagen als in durchschnittlichen oder begünstigten Perioden. Auch der Zeitverlauf erhärtet damit die Annahme, dass im Paltental bzw. in Rottenmann und Trieben weniger von einer generell hohen Grundbelastung als vielmehr von sehr hohen temporären Belastungen bei stabilen antizyklonalen Bedingungen auszugehen ist.

Tabelle 12: Zeitverlauf der NO₂-Konzentrationen [µg/m³] Mittelwert über alle Messpunkte

Beginn	Ende	Messperioden-Mittelwert
28.09.05	12.10.05	23,5
12.10.05	25.10.05	26,7
25.10.05	07.11.05	24,0
07.11.05	22.11.05	24,4
22.11.05	06.12.05	43,2
06.12.05	19.12.05	32,1
19.12.05	02.01.06	28,3
02.01.06	16.01.06	32,3
16.01.06	30.01.06	32,3
30.01.06	13.02.06	27,6
13.02.06	27.02.06	29,5
27.02.06	14.03.06	15,7
14.03.06	27.03.06	25,4
27.03.06	10.04.06	21,1
10.04.06	25.04.06	15,1

**Abbildung 49: Zeitverlauf der NO₂-Konzentrationen [µg/m³]
Mittelwerte über alle Messpunkte**



Im Vergleich mit den integralen Messergebnissen in Liezen sowie den langjährigen Daten der Fixmessstelle kann von folgenden Annahmen ausgegangen werden:

Der Jahresmittelwert für Stickstoffdioxid des Immissionsschutzgesetzes-Luft von zurzeit 40 µg/m³ dürfte mit großer Sicherheit im gesamten Paltental klar eingehalten werden. In den zentralen Ortsgebieten von Rottenmann und Trieben ist unter Annahme eines geringeren Gradienten im Sommerhalbjahr mit Jahresmittelwerten in der Größenordnung von rund 25 - 30 µg/m³ (zum Vergleich Liezen 2003 – 2007: 17 – 20 µg/m³) zu rechnen. Damit liegen die angenommenen Werte nur wenig unter dem ab 2010 gültigen Jahresmittelgrenzwert für NO₂ von 30 µg/m³. Im übrigen Talbodenbereich ist (mit Ausnahme des Messpunktes Bärndorf) mit Jahresmittelwerten um 20 µg/m³ zu rechnen.

Bezüglich der Kurzzeitspitzen können in den zentralen Bereichen vor allem von Rottenmann, aber auch von Trieben Überschreitungen des Halbstundenmittelgrenzwertes von 200 µg/m³ nicht ausgeschlossen werden. Dies wird ja auch durch die Ergebnisse der aktuellen mobilen Messungen bestätigt, in deren Verlauf in Rottenmann Werte bis 189 µg/m³ und in Trieben immerhin bis 163 µg/m³ gemessen wurden. Häufig treten solche Ereignisse jedoch sicher nicht auf. In den übrigen Bereichen des Tales (außer dicht neben der A9) bleiben die Konzentrationsspitzen mit großer Sicherheit deutlich unter den gesetzlichen Vorgaben.

Dagegen sind Überschreitungen des Tagesmittel-Zielwertes nach IG-L (80 µg/m³) in den meisten Siedlungsbereichen des Talbodens des Paltentales von Wald am Schoberpass bis zur Einmündung ins Ennstal bei Selzthal nicht generell auszu-

schließen. Mit Ausnahme der beiden Hauptorte Rottenmann und Trieben dürften solche Ereignisse jedoch nur bei wirklich ungünstigen Bedingungen und damit eher selten eintreten.

6.5.2 Schwefeldioxid

Da die Fragestellung dieser Messung ursächlich auf die regionale Stickstoffdioxidbelastungen bezogen war, werden die Schwefeldioxidkonzentrationen in der Folge nur der Vollständigkeit halber dokumentiert.

Generell wurde ein sehr geringes Belastungsniveau festgestellt, was auch den Erfahrungen mit SO₂ in der Steiermark in der heutigen Zeit entspricht. Die relativ höchsten Konzentrationen wurden in den Zentralräumen von Trieben und Liezen erhoben, was wohl vorwiegend auf lokale Hausbrandemissionen zurückzuführen sein dürfte. Die relativ erhöhten Werte in Vorwald (!) und Selzthal dürften mit großer Sicherheit auf diese Quellen zurückzuführen sein.

**Tabelle 13: SO₂-Konzentrationen [$\mu\text{g}/\text{m}^3$],
Durchschnitt über die gesamte Messdauer**

Messpunkt	Messpunkt-Bezeichnung	SO ₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
PA1	UKH Kalwang	1,5
PA2	Wald am Schoberpass	1,1
PA3	Vorwald	2,1
PA4	Treglwang	1,3
PA5	Gaishorn	1,3
PA6	Trieben Zentrum	2,7
PA7	Dietmannsdorf Kaiseraustrasse	0,7
PA8	Dietmannsdorf Zentrum	0,7
PA9	Bärndorf	1,1
PA10	St. Georgen	1,3
PA11	Rottenmann Zentrum	0,7
PA12	Rottenmann Stadtwaldsiedlung	0,7
PA13	Rottenmann FH Joanneum	0,7
PA14	Selzthal	1,9
PA15	Messstation Liezen	2,3
PA16	Rottenmann Grünbichl	0,6

Abbildung 50: SO₂-Konzentrationen an den einzelnen Messpunkten im Durchschnitt über die gesamte Messdauer

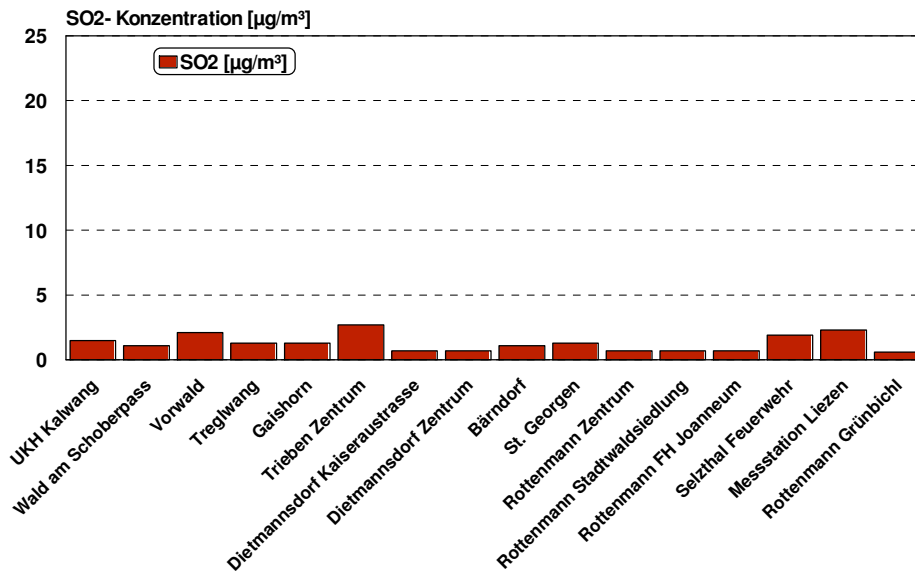


Tabelle 14: Zeitverlauf der SO₂-Konzentrationen [µg/m³] Mittelwert über alle Messpunkte

Beginn	Ende	Messperioden-Mittelwert
28.09.05	12.10.05	1,4
12.10.05	25.10.05	0,6
25.10.05	07.11.05	0,7
07.11.05	22.11.05	0,7
22.11.05	06.12.05	1,3
06.12.05	19.12.05	0,7
19.12.05	02.01.06	1,3
02.01.06	16.01.06	2,0

Beginn	Ende	Messperioden-Mittelwert
16.01.06	30.01.06	4,4
30.01.06	13.02.06	2,6
13.02.06	27.02.06	1,4
27.02.06	14.03.06	1,3
14.03.06	27.03.06	0,8
27.03.06	10.04.06	0,6
10.04.06	25.04.06	0,3

**Abbildung 51: Zeitverlauf der SO₂-Konzentrationen [µg/m³]
Mittelwerte über alle Messpunkte**

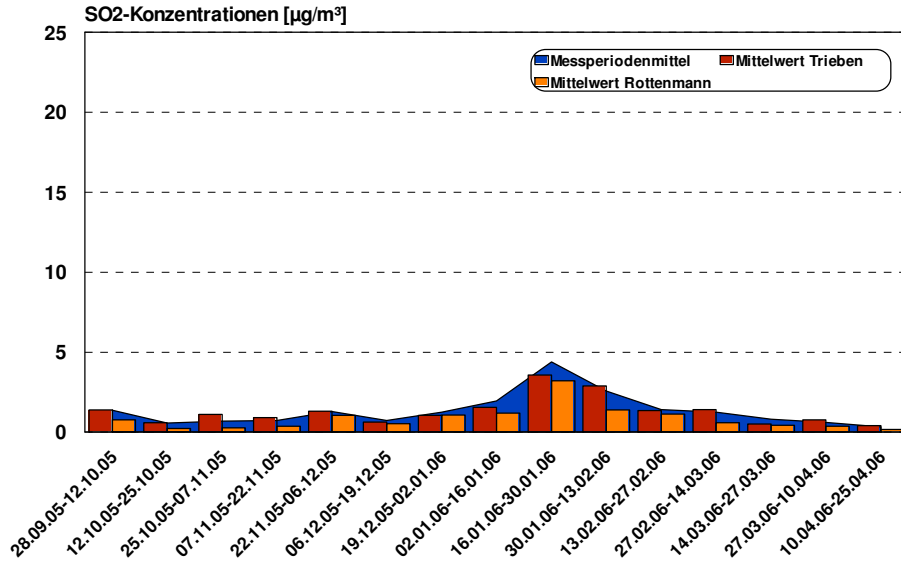


Abbildung 52: Integrales Messnetz Paltental, relative SO₂-Konzentrationen

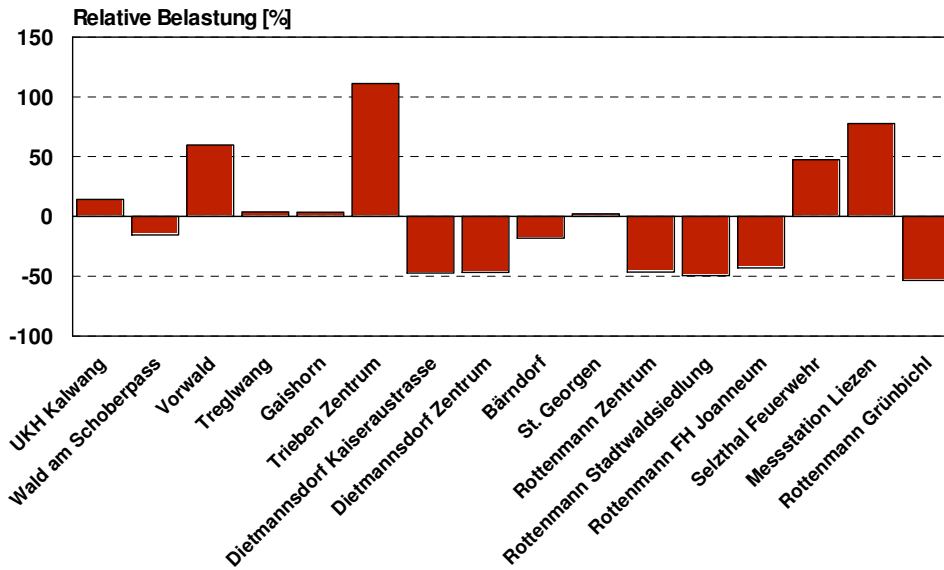


Tabelle 15: SO₂-Konzentrationen – Messperiodenmittelwerte an den einzelnen Messpunkten

SO ₂ µg/m ³		Tag	UKH Kalwang	Wald am Schoberpass	Vorwald	Treglwang	Gaishorn	Trieben-Zentrum	Dietmannsdorf-Kaiseraustrasse	Dietmannsdorf-Zentrum	Bärndorf	St. Georgen	Rottenmann-Zentrum	Rottenmann-Stadtwaldsiedlung	Rottenmann-FH Joanneum	Seizthal-Feuerwehr	Messtation Liezen	Rottenmann-Grünbichl
28.09.05	12.10.05	14	1,3	1,4	2,0	3,9	1,7	2,0	1,3	1,0	1,0	0,7	1,1	0,5		0,7	0,8	
12.10.05	25.10.05	13	0,4	0,8	0,9	0,4	1,1	0,7	0,5	0,3	0,4	0,2	0,3	0,1	0,3	2,0	0,6	0,3
25.10.05	07.11.05	13	0,4	1,2	0,8	1,0	2,4	1,7	0,6	0,4	0,5	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,3
07.11.05	22.11.05	15	0,5	0,4	1,8	0,7		2,6	0,4	0,5	0,2	0,6	0,3	0,2	0,3	1,1	0,8	0,5
22.11.05	06.12.05	14	1,4	0,8	0,9	1,0		4,0	0,5	0,4	0,5	2,2	1,1	1,0	0,6	1,7	2,9	0,4
06.12.05	19.12.05	13	0,4	0,5	1,4	0,5	0,6	1,1	0,3	0,5		0,9	0,9	0,3	0,5		2,3	0,0
19.12.05	02.01.06	14	1,3	0,9	1,4	1,0	0,7	2,2	0,7	0,6		2,3	1,2	0,8	0,7		3,5	0,4
02.01.06	16.01.06	14	2,0	1,7	1,9	2,2	1,9	2,6	0,7	1,1		1,3		0,6	1,8	4,2	4,3	1,2
16.01.06	30.01.06	14	3,1	3,3	11,7	3,9	4,1	5,8	2,2	2,2		5,5		2,6	2,3	5,1	7,3	2,5
30.01.06	13.02.06	14	6,0	1,1	1,8	1,7	1,5	6,8	0,6	0,8	4,7	2,7		1,5	0,7	4,1	3,8	0,7
13.02.06	27.02.06	14	1,7	0,9	2,4	1,2	1,1	1,9	0,8	0,8	2,2	1,3	1,2	0,8	1,5	1,8	2,0	0,9
27.02.06	14.03.06	15	1,4	0,9	1,9	1,0	0,8	3,7	0,6	1,0	0,9	0,6	0,7	0,5	0,6	2,8	1,5	
14.03.06	27.03.06	13	1,5	1,1	1,1	0,7	0,5		0,6	0,4	0,6	0,5	0,5		0,4	0,4	2,7	0,3
27.03.06	10.04.06	14	0,5		0,8	0,6	0,4	2,5	0,2	0,2	0,5	0,5	0,6	0,2	0,3	0,4	1,1	0,1
10.04.06	25.04.06	15	0,4	0,3	0,5	0,4	0,6	0,7	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,0	0,2	0,3	0,6	0,2

Tabelle 16: NO₂-Konzentrationen – Messperiodenmittelwerte an den einzelnen Messpunkten

NO ₂ µg/m ³		Tage	UKH Kalwang	Wald am Schoberpass	Vorwald	Treglwang	Gaishorn	Trieben-Zentrum	Dietmannsdorf-Kaiseraustrasse	Dietmannsdorf-Zentrum	Bärndorf	St. Georgen	Rottenmann-Zentrum	Rottenmann-Stadtwaldsiedlung	Rottenmann-FH Joanneum	Selzthal-Feuerwehr	Messtation-Liezen	Rottenmann-Grünbichl
28.09.05	12.10.05	14	21,8	35,2	32,3	35,9	15,8	29,6	13,9	18,5	25,5	19,6	32,2	10,2		17,8	20,2	
12.10.05	25.10.05	13	23,0	26,3	29,1	28,2	34,9	33,4	16,2	22,7	34,0	26,5	35,7	12,2	40,0	24,3	20,6	20,7
25.10.05	07.11.05	13	22,9	22,3	24,8	21,7	34,0	27,0	21,1	20,3	27,8	21,9	28,3	14,0	31,3	25,4	21,2	20,1
07.11.05	22.11.05	15	20,1	25,9	26,1	23,6		32,7	16,5	21,9	30,6	25,4	30,9	16,0	36,0	18,4	22,3	20,0
22.11.05	06.12.05	14	34,5	35,5	39,5	41,3		54,7	28,5	38,6	58,6	49,5	62,1	30,7	62,5	37,1	39,9	35,5
06.12.05	19.12.05	13	21,2	31,4	35,1	33,6	27,2	43,9	18,1	28,8		31,1	40,1	20,8	52,7		33,0	
19.12.05	02.01.06	14	21,1	28,9	31,9	29,4	24,8	41,6	17,6	24,3		37,8	35,9	17,5	36,2		29,1	20,4
02.01.06	16.01.06	14	33,7	27,4	26,4	27,9	23,8	46,8	14,8	28,6		40,0		19,7	57,5	41,0	40,7	23,5
16.01.06	30.01.06	14	30,8	26,4	28,0	27,0	21,7	49,6	16,3	25,2		49,6		22,4	48,8	40,2	41,1	25,0
30.01.06	13.02.06	14	16,5	28,2	28,2	31,1	23,7	43,6	13,6	22,6	37,4	29,8		17,6	37,2	33,1	30,5	20,4
13.02.06	27.02.06	14	28,1	28,6	27,1	30,8	27,5	35,6	15,3	24,9	45,1	26,8	44,7	17,7	38,7	26,7	30,1	24,6
27.02.06	14.03.06	15	10,2	15,8	15,9	15,5	10,1	18,5	6,2	12,1	24,6	18,0	26,8	7,9	20,9	18,5	14,8	
14.03.06	27.03.06	13	27,0	22,7	23,4	24,7	25,6		13,9	19,2	46,4	26,5	39,9		38,2	22,5	14,4	11,7
27.03.06	10.04.06	14	13,1		21,3	29,4	21,1	33,5	12,5	15,2	24,6	25,3	35,3	9,3	38,4	14,1	16,5	7,6
10.04.06	25.04.06	15	10,5	13,0	20,0	16,8	14,4	21,5	8,0	11,8	18,8	15,4	21,7	7,1	27,7	11,1	13,6	10,2

6.5.3 Zusammenfassende Beurteilung

Das integrale Messnetz erbrachte für Stickstoffdioxid die erhofften Informationen bezüglich der Frage, ob damit zu rechnen ist, dass die in Rottenmann und Trieben innerstädtisch gemessenen Konzentrationen im Paltental flächendeckend auftreten oder doch durch lokale Bedingungen verursacht werden.

Ersteres ist offensichtlich nicht der Fall. Die gemessenen Wintermittelwerte divergieren stark und weisen die zentralen Siedlungsgebiete der beiden Hauptorte Rottenmann und Trieben klar als am stärksten belastet aus. Die Messwerte lagen hier auch klar über denen an der Vergleichsmessstelle in Liezen.

An den meisten anderen Messpunkten in Tallagen wurden (in Abhängigkeit von der Entfernung von starkfrequentierten Verkehrsträgern) deutlich geringere Belastungen registriert, die Stickstoffdioxidkonzentrationen lagen in einer mit Liezen vergleichbaren Größenordnung. Unterdurchschnittliche Konzentrationen wurden an über dem Talniveau erhöhten Messstandorten und auch im Referenzmesspunkt östlich des Schoberpasses im Liesingtal (Kalwang) festgestellt.

Wenn also auch die anlässlich der mobilen Messungen registrierten überdurchschnittlich hohe Werte offensichtlich nur kleinräumig auftreten, ist eine im regionalen Vergleich erhöhte Grundbelastung für weite Teile des Paltentales doch feststellbar, im landesweiten Vergleich bleiben die Konzentrationen durchschnittlich.

Für Schwefeldioxid wurden die erwarteten geringen Belastungen gemessen.

7. Literatur

Immissionsschutzgesetz-Luft, IG-L:

115. Bundesgesetz zum Schutz vor Immissionen durch Luftschadstoffe, mit dem die Gewerbeordnung 1994, das Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen, das Berggesetz 1975, das Abfallwirtschaftsgesetz und das Ozongesetz geändert werden (Immissionsschutzgesetz-Luft, IG-L), BGBl. I Nr.115 vom 30.9.1997.

Schopper, A., 1995:

Luftgütemessungen Trieben 1993 - 1995. Amt der Stmk. Landesregierung, Fachabteilung 1a, Bericht Nr. 12/95, 48S.

Schopper, A., 2001:

Mobile Luftgütemessungen Rottenmann 1999/2000. Amt der Stmk. Landesregierung, Fachabteilung 1a, Bericht Lu-01-01, 29S.

Wakonigg, H., 1978:

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

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, 2004, 2005:

Monatsübersicht der Witterung in Österreich. Wien.

8. Anhang

Im Folgenden werden die Tabellen und Diagramme erläutert

8.1 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 einschlägigen Grenzwerte aus den Gesetzen und Verordnungen gegenübergestellt.

Für das Immissionsschutzgesetz-Luft, IG-L (BGBl. I Nr. 115/1997 i.d.g.F.) sind die Grenzwerte als Jahres-, Tages-, Achtstunden- und Halbstundenmittelwerte angegeben.

Messperiodenmittelwert (PMW)

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

Tagesmittelwert (TMW)

Die Tagesmittelwerte werden als arithmetisches Mittel aus den 48 Halbstundenmittelwerten eines Tages berechnet.

Achtstundenmittelwert (MW8)

Der Grenzwert für Kohlenmonoxid ist als gleitender Achtstundenmittelwert festgelegt. Er wird aus sechzehn hintereinander liegenden Halbstundenmittelwerten gleitend gebildet.

Halbstundenmittelwert (HMW)

Er berücksichtigt die kürzeste Zeiteinheit und stellt daher die Belastungsspitze dar. Der maximale Halbstundenmittelwert (HMWmax) kennzeichnet demnach den höchsten gemessenen Einzelwert 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

8.2 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 Linien 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 werden alle 48 Halbstundenmittelwerte eines Messtages nach ihrer Wertgröße aufsteigend gereiht.

