



Luftgütemessungen Bad Aussee

Monitoring nach dem Heilvorkommen- und Kurortegesetz
2003 - 2007

Bericht Nr.: Lu-04-07

Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Fachabteilung 17C
8010 Graz, Landhausgasse 7

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

Herausgeber

Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Fachabteilung 17C – Technische Umweltkontrolle
Referat Luftgüteüberwachung
Landhausgasse 7
8010 Graz
Telefon: 0316/877-2172 Fax: -3995
© November 2007

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

Unter dieser Adresse ist auch dieser Bericht im Internet verfügbar

Bei Wiedergabe unserer Messergebnisse ersuchen wir um Quellenangabe!

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| 1. Zusammenfassung | 5 |
| 2. Einleitung | 7 |
| 3. Beurteilungsgrundlagen | 12 |
| 3.1. Immissionsschutzgesetz - Luft, IG-L (BGBl. I Nr. 115/1997 i.d.F. von BGBl I 34/2006) | 12 |
| 3.2. Ozongesetz (BGBl. Nr. 210/1992 i.d.F. von BGBl I 34/2003) | 12 |
| 3.3. Richtlinie für die Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten | 13 |
| 4. Die immissionsklimatische Situation in Bad Aussee | 13 |
| 4.1. Allgemeine klimatische Bedingungen im Untersuchungsgebiet | 13 |
| 4.2. Der Witterungsablauf während der mobilen Messung | 14 |
| 4.2.1 Wintermessung 2003 | 14 |
| 4.2.2 Sommermessung 2004 | 15 |
| 4.2.3 Wintermessung 2006/2007 | 17 |
| 5. Mobile Immissionsmessungen | 19 |
| 5.1. Ausstattung und Messmethoden | 19 |
| 6. Messergebnisse und Schadstoffverläufe | 20 |
| 6.1. Übersicht | 20 |
| 6.2. Schwebstaub (TSP) und Feinstaub (PM10) | 23 |
| 6.3. Stickstoffmonoxid (NO) | 28 |
| 6.4. Stickstoffdioxid (NO ₂) | 32 |
| 6.5. Schwefeldioxid (SO ₂) | 37 |
| 6.6. Kohlenmonoxid (CO) | 42 |
| 6.7. Ozon (O ₃) | 47 |
| 7. Integrale Messungen | 55 |
| 7.1. Das Messnetz | 55 |
| 7.2. Messmethodik | 55 |
| 7.2.1 Bestimmung des Staubniederschlages nach dem Bergerhoff-Verfahren | 55 |
| 7.2.2 Messung der Stickstoffdioxid- und Schwefeldioxidkonzentration mit Badge-Sammlern | 55 |
| 7.3. Beurteilungsgrundlagen | 56 |
| 7.4. Darstellung der Messergebnisse | 56 |
| 7.4.1 Gesamtstaubdeposition | 56 |
| 7.4.2 Schwefeldioxid- und Stickstoffdioxid-Konzentration | 58 |
| 7.5. Zusammenfassende Beurteilung | 60 |
| 8. Literatur | 62 |
| 9. Anhang: Erläuterungen zu den Tabellen und Diagrammen | 62 |
| 9.1. Tabellen | 62 |
| 9.2. Diagramme | 63 |

1. Zusammenfassung

Die **Luftgüteuntersuchungen** in **Bad Aussee** wurden über Ersuchen der Gemeinde aus Anlass der gesetzlich vorgesehenen periodischen Überprüfungs-messungen der Luftgüte in Kurorten durchgeführt. Immissionsmessungen mittels **mobiler Messstationen** wurden während dreier Messperioden durchgeführt, und zwar von 17.10.2003 – 09.12.2003 (1. Wintermessperiode), von 27.07.2004 – 27.09.2004 (Sommermessperiode) und von 08.12.2006 – 08.02.2007 (2. Wintermessperiode).

Die Messungen wurden an unterschiedlichen Standorten sowohl im Bereich von zentralen Kureinrichtungen (Vitalbad, Kurpark) als auch im Hintergrund (Eselsbach) vorgenommen, um die vorherrschenden lufthygienischen Bedingungen im Bereich des Kurbezirkes erheben und beurteilen zu können. Von Bedeutung war die Hochwintermessung im Kurpark auch deswegen, da bei der letzten Messserie im Winter 1999/2000 hier deutlich erhöhte Stickstoffdioxidkonzentrationen mit Überschreitungen der Kurortsgrenzwerte gemessen wurden.

Seit Dezember 2002 wird zudem ein **integrales Messnetz** mit 3 Messpunkten im Dauerbetrieb geführt.

Der Witterungsablauf während der drei mobilen Messperioden kann als ausreichend repräsentativ bezeichnet werden. Auf eine eher zu kalte und feuchte Frühwintermessung 2003 folgte eine Sommermessung 2004 mit einem zykonalen August und einem durch eine längere Altweibersommerphase geprägten September. Die Hochwintermessung 2006/2007 war bei unterschiedlichen Niederschlagsverhältnisse überdurchschnittlichen bis deutlich überdurchschnittlich temperiert

Bezüglich der Schadstoffe **Stickstoffdioxid**, **Schwefeldioxid**, **Ozon** und **Kohlenmonoxid** wurden während allen Messperioden keine Überschreitungen gesetzlicher Grenzwerte (IG-L) festgestellt. Auch die Grenzwerte der für die vorliegende Fragestellung relevanten „Richtlinie für die Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten“ (hrsg. vom Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie) wurden nicht erreicht.

Für **Feinstaub PM10** wurde eine Überschreitung des Tagesmittel-Grenzwertes während der Wintermessung 2006/2007 registriert.

Die gemessenen Staubbelastungen (Wintermessung 2003 TSP, ab Sommermessung 2004 PM10) ergaben bezüglich der Grundbelastung unterdurchschnittliche Konzentrationen, lediglich die Maxima (TMWmax) reichten an jene von Vergleichstationen wie Liezen, Knittelfeld oder Bruck heran.

Die Belastung durch **Stickstoffmonoxid** und **Stickstoffdioxid** war als generell durchschnittlich bis unterdurchschnittlich einzustufen. Die gemessenen Konzentrationen lagen zwar etwas über den Werten an Hintergrund-Messstationen, reichten aber nicht an die Messergebnisse in Ballungsräumen wie Liezen, Knittelfeld oder Bruck heran. Lediglich während der Hochwintermessungen im Kurpark wurden erneut höhere Konzentrationen registriert, womit sich die Erfahrungen aus der Messung 1999/2000 bestätigten. Es wurden diesmal aber keine Überschreitungen der Kurortegrenzwerte gemessen.

Die Belastung durch **Schwefeldioxid** und **Kohlenmonoxid** waren unterdurchschnittlich, die Ozonkonzentrationen blieben in der für den Standort und die jeweilige Witterung zu erwartenden Größenordnung.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Luftschadstoffbelastung in Bad Aussee während der mobilen Messungen für sämtliche Schadstoffe mit Ausnahme von Stickstoffdioxid, das durchschnittliche Konzentrationen erreichte, unterdurchschnittliche Belastungen erbrachte, für Feinstaub PM10 wurde während der Wintermessung 2006/07 eine Grenzwertüberschreitung registriert.

Auch die **integralen Immissionsmessungen**, die für den Zeitraum 2002 bis 2006 ausgewertet wurden, ergaben, dass die Luftqualität in Bad Aussee hinsichtlich der integral erhobenen Schadstoffe **Staubdeposition**, **Stickstoffdioxid** und **Schwefeldioxid** den Vorgaben der Kurorterichtlinie bzw. des Immissionsschutzgesetzes-Luft entsprachen.

Die Luftqualität in Bad Aussee entspricht somit den strengen Anforderungen, wie sie an heilklimatische und Luftkurorte gestellt werden.

2. Einleitung

Die Luftgütemessungen in Bad Aussee wurden über Ersuchen der Gemeinde von der Fachabteilung 17C, Referat Luftgüteüberwachung, durchgeführt. Den Anlass für die Messungen stellte die im Kurortegesetz vorgeschriebene Kontrollmessung dar, wobei in Bad Aussee zuletzt 1999/2000 Messungen durchgeführt worden waren.

Die gewonnenen Messergebnisse stellen eine wesentliche Grundlage für die Beurteilung der Luftgütesituation nach dem Steiermärkischen Heilvorkommen- und Kurortegesetz (LGBl. Nr.161/1962) dar.

Die mobilen Immissionsmessungen umfassten eine Sommermessperiode (27.07.2004 – 27.09.2004) sowie 2 Winter-Messperioden (17.10.2003 -19.12.2003 bzw. 08.12.2006 – 08.02.2007) mit dem Ziel, die im Kurbereich vorherrschenden lufthygienischen Bedingungen zu erheben und beurteilen zu können. Aufgrund der vergleichsweise hohen Messwerte während der Messung 1999/2000 wurden 3 Messungen durchgeführt.

Zudem wird in Bad Aussee seit November 2002 ein integrales Messnetz zur Erfassung der Gesamtstaub-Deposition sowie der Stickstoffdioxid- und Schwefeldioxidkonzentration mit 3 Messpunkten im Dauerbetrieb geführt, wobei die Messstandorte weitgehend den Standorten und auch Aufgabestellungen der mobilen Messungen entsprechen (Vitalbad, Kurpark, Eselsbach).

Die Messnetzbetreuung wird von der Stadtgemeinde Bad Aussee selbst vorgenommen, die Analysen der Proben wird von der TU Wien (Passivsammler NO₂ und SO₂) bzw. von der Fachabteilung 17C (Gesamtstaubdeposition) durchgeführt.

Integrale Dauermessungen sind in der Richtlinie „Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten“ („Kurorterichtlinie“), herausgegeben vom Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, für die dauerhafte Überwachung der Luftqualität in Kurorten und die flächenhafte Interpretation der Immissionsbelastungen vorgeschrieben.

Abbildung 1: Standort der Mobilen Messstation in Eselsbach während der Wintermessung 2003

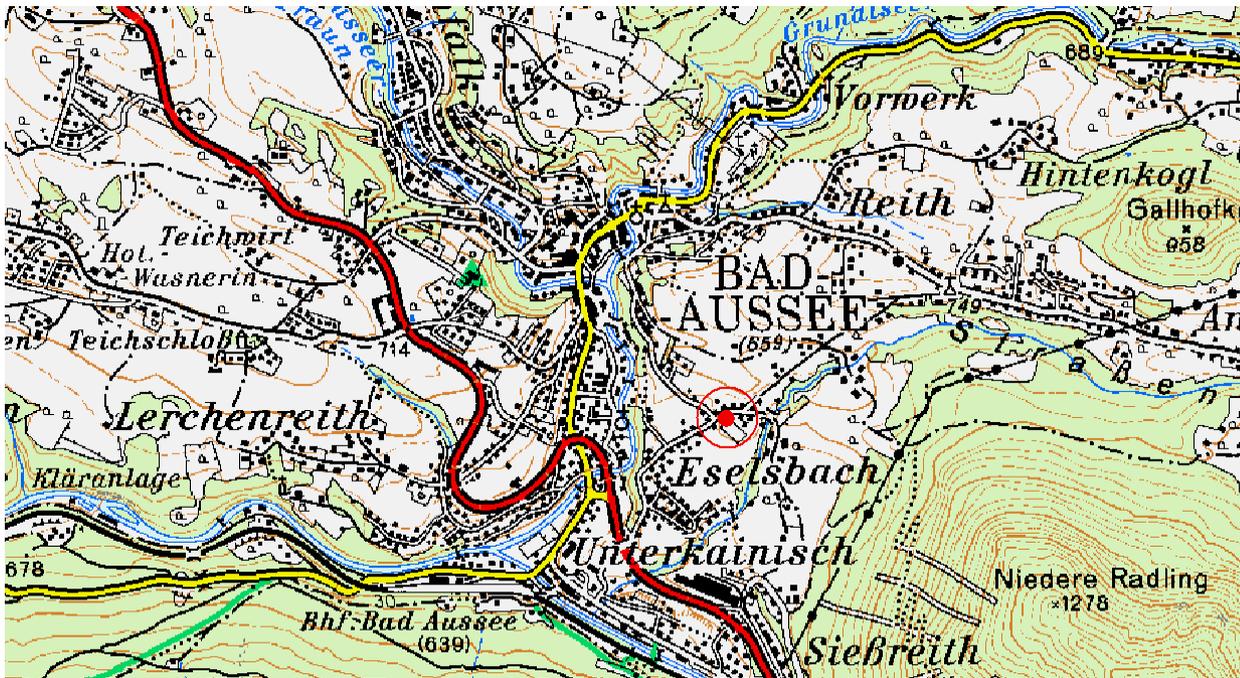


Abbildung 2: Der Standort in Eselsbach



Abbildung 3: Standort der Mobilien Messstation beim Vitalbad während der Sommermessung 2004

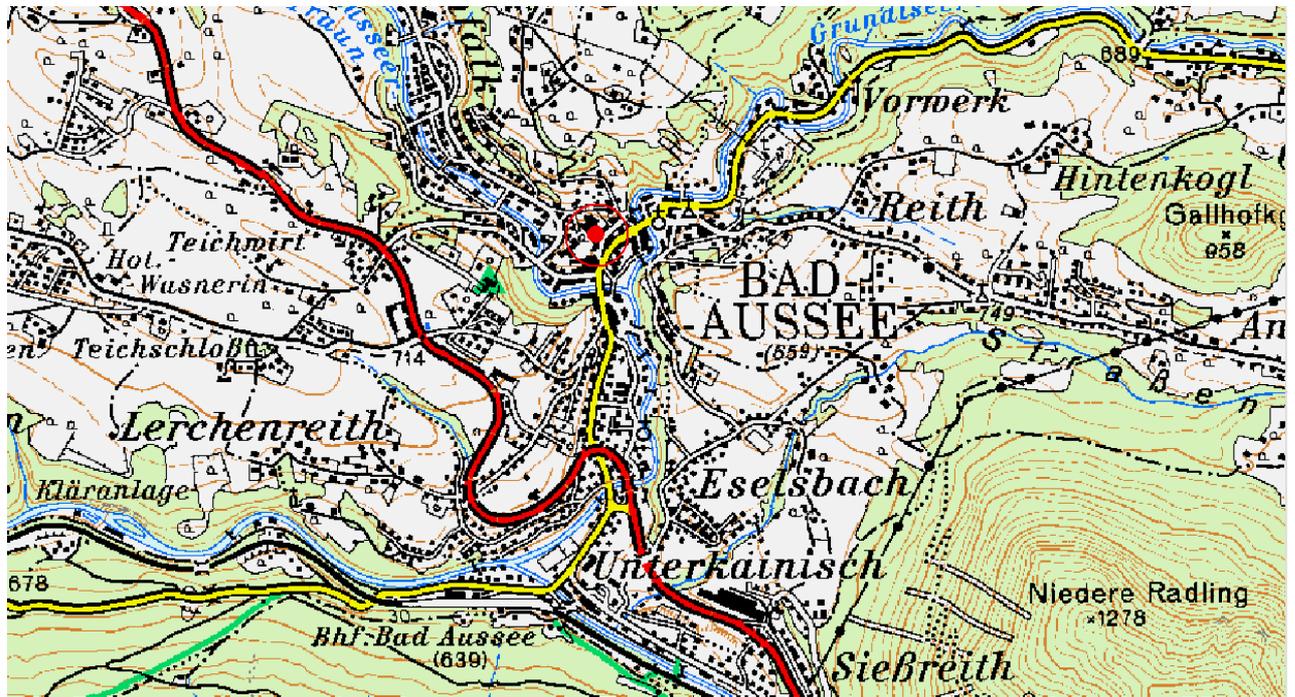


Abbildung 4: Der Standort beim Vitalbad



Abbildung 5: Standort der Mobiln Messstation im Kurpark während der Wintermessung 2006/2007

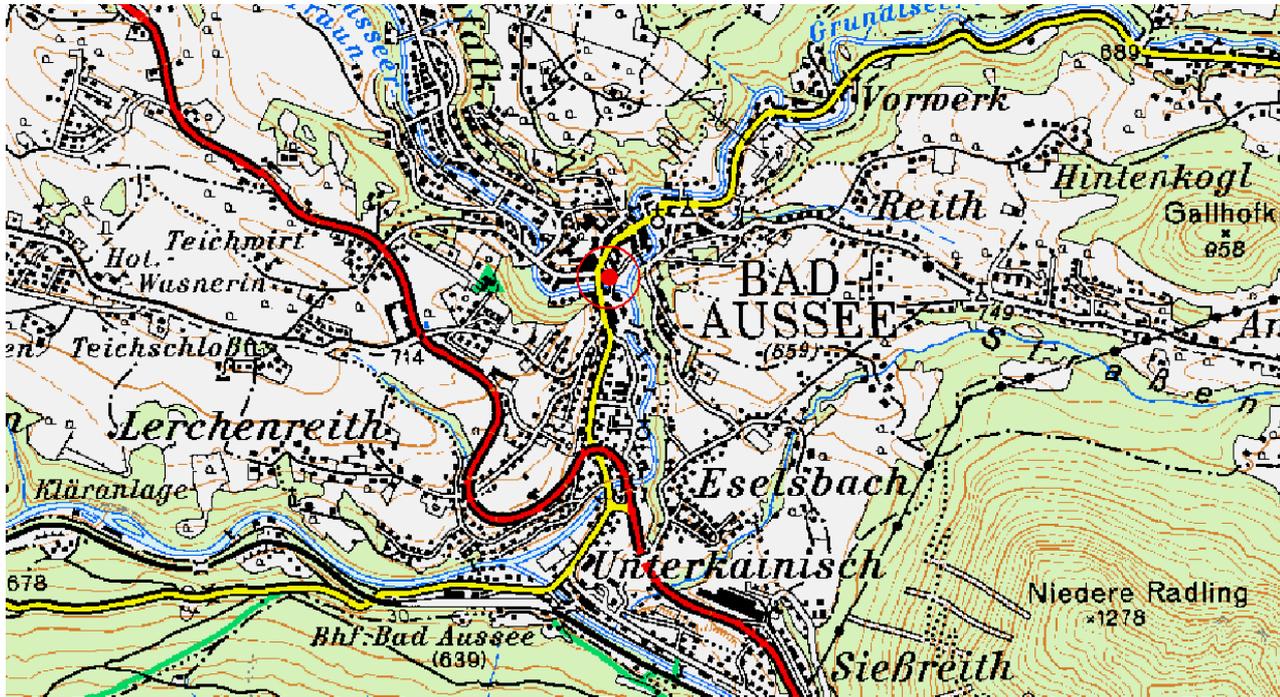
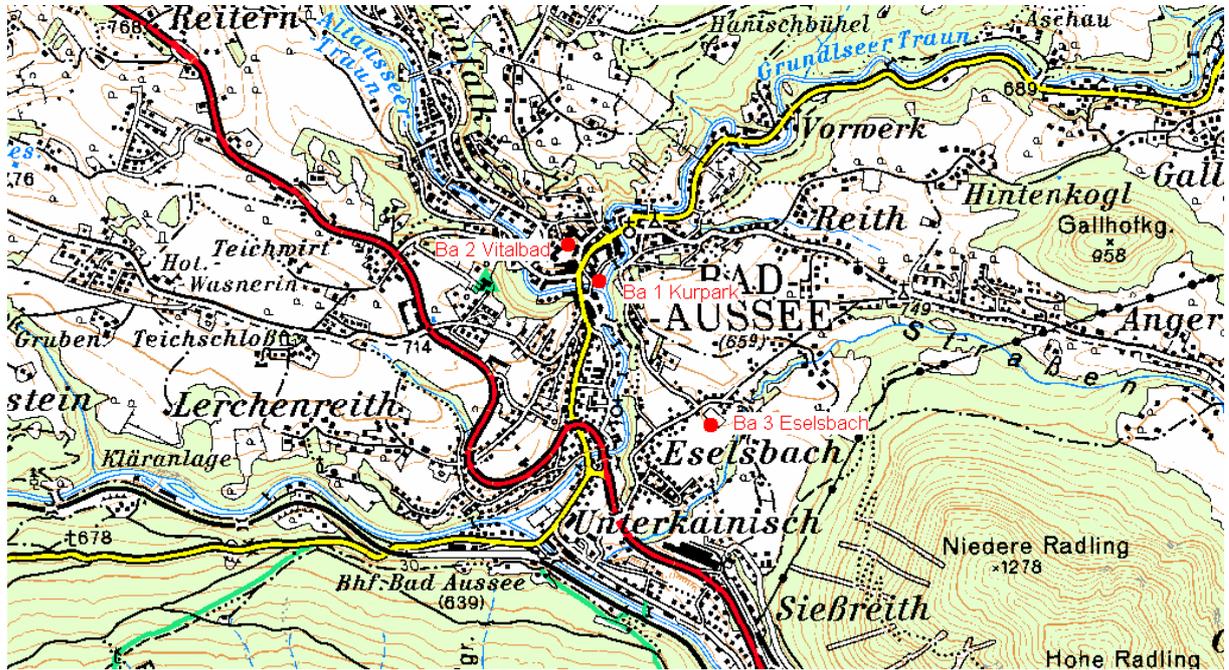


Abbildung 6: Der Standort im Kurpark



Abbildung 7:

Abbildung 7: Das integrale Dauermessnetz Bad Aussee seit 2002



3. Beurteilungsgrundlagen

3.1. Immissionsschutzgesetz - Luft, IG-L (BGBl. I Nr. 115/1997 i.d.F. von BGBl I 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 nach dem 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 ⁵⁾ | | | | 50 ^{3) 4)} | 40 (20) |

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 gilt ab 1.1.2012. Bis dahin gelten Toleranzmargen, um die der Grenzwert überschritten werden darf. Es ist daher als Grenzwert 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.

⁵⁾ Bis zur verpflichtenden Messung von PM10 galt im Immissionsschutzgesetz-Luft ein Grenzwert für Schwebstaub (TSP) von $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Tagesmittelwert

3.2. Ozongesetz (BGBl. Nr. 210/1992 i.d.F. von BGBl I 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. Bad Aussee liegt im Ozon-Überwachungsgebiet 4 (Pinzgau, Pongau und Steiermark nördlich der Niederen Tauern).

Tabelle 2: Informations- und Alarmwerte für Ozon

| | |
|----------------------|---|
| Informationsschwelle | 180 µg/m ³ als Einstundenmittelwert |
| Alarmschwelle | 240 µg/m ³ als Einstundenmittelwert |
| Zielwert | 120 µg/m ³ als Achtstundenmittelwert ¹⁾ |

¹⁾ ab 2010 im Mittel über 3 Jahre nicht mehr als 25 Tage mit Überschreitung

3.3. Richtlinie für die Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten

Für den Vollzug der gesetzlichen Vorgaben an Kurorte nach dem Österreichischen Kurortengesetz (BGBl. Nr. 272/1958) sind in der "Richtlinie für die Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten" (hrsg. vom Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie) Grenzwerte definiert. Diese sollen den erhöhten Anforderungen, wie sie an Kurorte gestellt werden, gerecht werden.

Für heilklimatische und Luftkurorte sind demnach folgende Immissionsgrenzwerte einzuhalten:

Tabelle 3: Grenzwerte nach der Kurorte-Richtlinie

| | | |
|-----------------------|-----------------------------|---|
| Schwefeldioxid | HMW TMW | 100 µg/m ³ 50 µg/m ³ |
| Stickstoffdioxid | HMW TMW | 100 µg/m ³ 50 µg/m ³ |
| Kohlenmonoxid | Achtstundenmittelwert (MW8) | 5 mg/m ³ |
| Gesamtstaubdeposition | Jahresmittelwert | 165 mg/m ² .d |
| Feinstaub PM10 | TMW | 50 µg/m ³ |
| Schwebstaub TSP | TMW | 120 µg/m ³ |

4. Die immissionsklimatische Situation in Bad Aussee

4.1. Allgemeine klimatische Bedingungen im Untersuchungsgebiet

Der Witterungsablauf und die geländeklimatischen Gegebenheiten spielen eine wesentliche Rolle für die Ausbreitung der Luftschadstoffe.

Das Klima im Raum Bad Aussee entspricht nach H. Wakonigg der Klimalandschaft der „mäßig winterkalten Talklimate der Nördlichen Kalkalpen“. Das Klima kann als mäßig winterkaltes, mäßig sommerwarmes, ozeanisch beeinflusstes, niederschlags- und schnee-reiches Laubwaldklima beschrieben werden (H. Wakonigg 1978, 393f).

Das Jahresmittel der Lufttemperatur beträgt im langjährigen Mittel (1971-2000) 7,3 °C, das Jännermittel -2,5 °C und das Julimitel 16,7 °C. Der Jahresgang der Niederschläge weist ein Winterminimum (Februar 82 mm) und ein Sommermaximum (Juli 211 mm) auf, die Jahresniederschlagsmenge beträgt rund 1530 mm, die an 153 Tagen pro Jahr fallen.

Die mittleren Windgeschwindigkeiten sind aufgrund der Beckenlage eher gering (unter 1,5 m/s) und weisen im Jahresgang ein Frühjahrsmaximum und ein Herbstminimum auf.

4.2. Der Witterungsablauf während der mobilen Messung

4.2.1 Wintermessung 2003

Der Oktober 2003 war in der Steiermark bei regionalen Unterschieden insgesamt deutlich zu kalt und auch zu feucht. Zu Beginn des Monats war es in den Staugebieten der Obersteiermark durchwegs kühl und niederschlagsanfällig, erst mit Beginn der mobilen Messungen in Bad Aussee klangen die Niederschläge ab, die Strömung drehte auf Nord und führte in der Folge trockene, aber deutlich kühlere Luft in die Steiermark. Zwar setzte unter zunehmendem Luftdruck wieder eine stärkere Tageserwärmung ein, die Nächte blieben aber kühl.

Ab 21.10. überquerten Störungsfronten eines Tiefs über der Biskaya die Ostalpen und führten bei kräftiger Abkühlung in allen Landesteilen der Steiermark zu Niederschlägen, die überwiegend als Schnee fielen.

Nach Abzug der Störungszone verstärkte sich ab 26.10. vorübergehend wieder der Hochdruck, die Temperaturen blieben allerdings weiterhin auf einem unterdurchschnittlichen Niveau.

Der November war thermisch in eine eher kühle erste und eine milde zweite Monatshälfte geteilt. Vom Witterungsverlauf her war er ungewöhnlich turbulent mit häufigen zyklonalen Phasen, die meist von Tiefdruckentwicklungen südlich der Alpen ausgelöst wurden. Die milde Südwestströmung, die schon das Wetter Ende Oktober geprägt hatte, führte zu Allerheiligen und Allerseelen eine Störung über die Ostalpen, die dem gesamten Land Niederschläge brachte.

Zum Beginn der zweiten Monatsdekade verstärkte sich der Luftdruck und brachte kurz herbstliches, wenn auch weiterhin kühles Schönwetter. Am 13.11. stellte sich eine Westströmung ein, die mit milderer Luftmassen Wolken und vor allem der Obersteiermark mit Störungsdurchgängen auch Niederschläge brachte.

Das letzte Monatsdrittel brachte dann doch noch eine etwas beständigere antizyklonale Phase. Hochdruck und die Zufuhr milder Mittelmeerluft aus Südwesten hielten zudem die Temperaturen auf einem hohen Niveau.

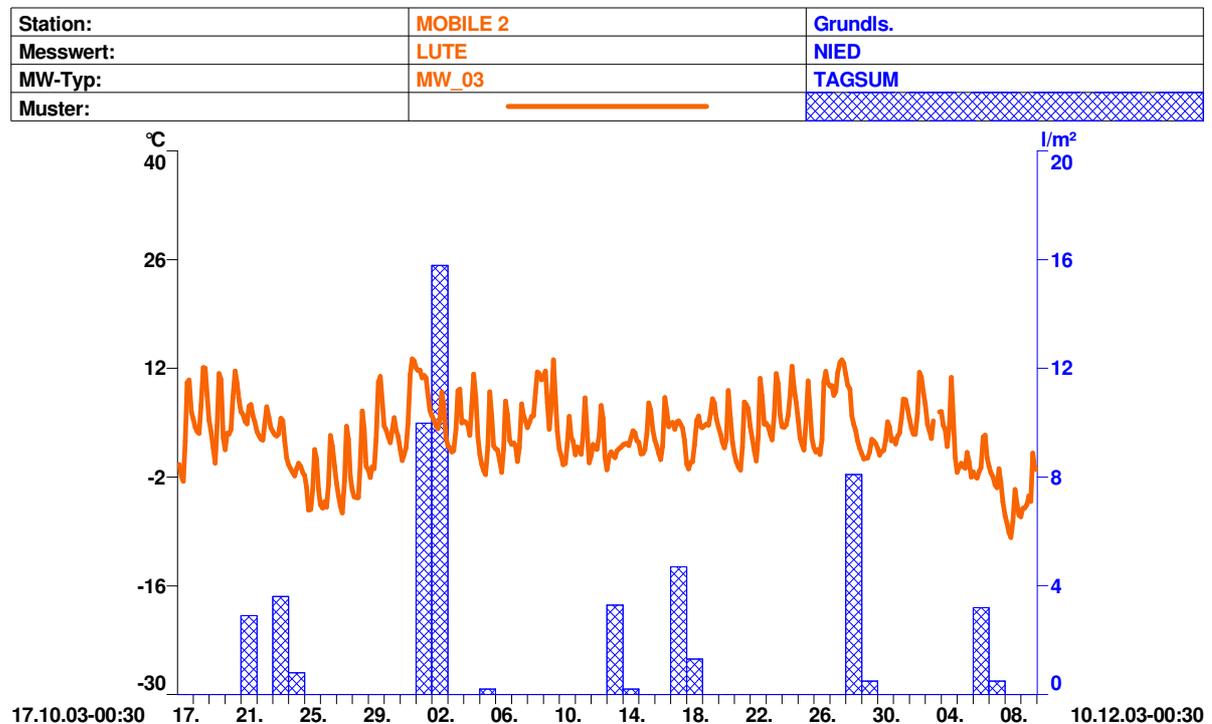
Am 26.11. erfasste dann eine weitere Tiefdruckentwicklung von Süden her die Steiermark und brachte zuerst den südlichen Landesteilen und gegen Monatsende dem gesamten Land noch einmal ausgiebige Niederschläge.

Der Dezember war vom Witterungsverlauf her überwiegend durch West- bzw. Hochdruckwetterlagen geprägt, die sich in rascher Folge ablösten. Dabei war es in der westlichen Obersteiermark zu kühl und – auch aufgrund des häufigen Westwetters eher unerwartet - zu trocken.

Am 6.12. überquerte eine Kaltfront die Ostalpen, die zwar nur dem Alpenraum leichte Niederschläge, aber mit einem markanten Temperaturrückgang allerorts einen umfassen-

den Luftmassenwechsel brachte. In den Folgetagen bis zum Ende der Messungen brachte ein Hochdruckgebiet wolkenloses Frühwinterwetter.

Abbildung 8: Lufttemperatur und Niederschläge in Bad Aussee während der Wintermessung 2003



4.2.2 Sommermessung 2004

Nach einem eher verregneten Juli folgten zu Beginn der mobilen Messungen in Bad Aussee die ersten bei schwachem Hochdruckeinfluss warmen und trockenen Tage.

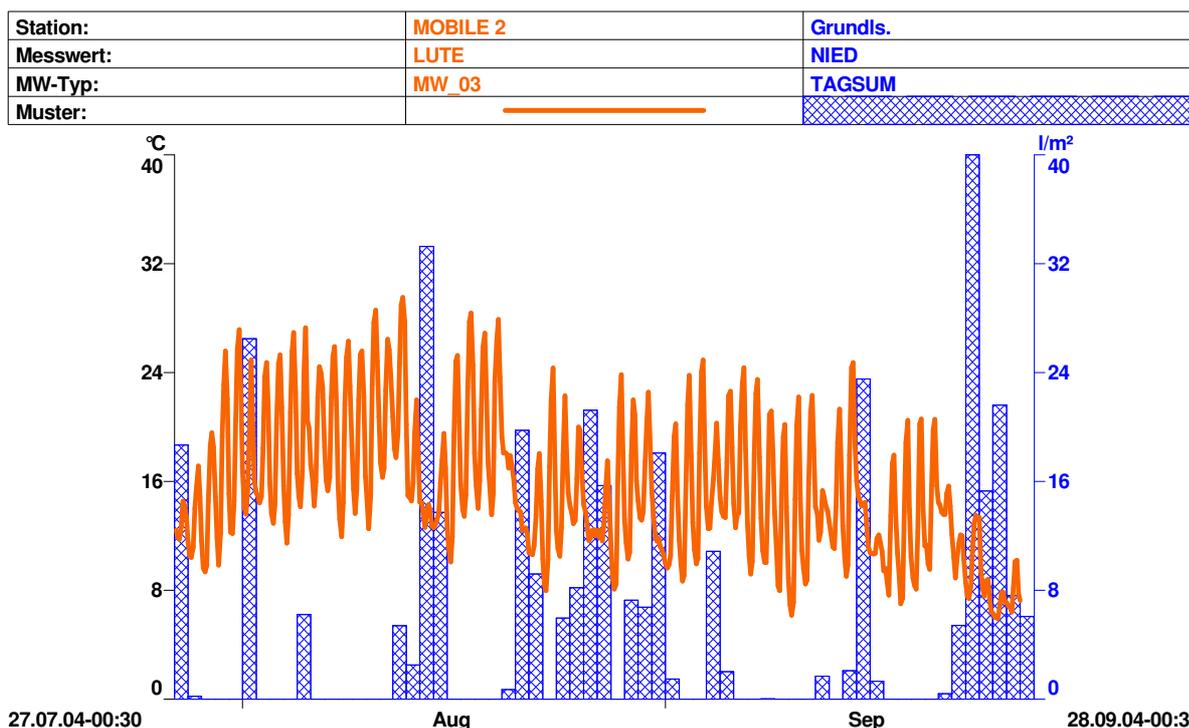
Im August war das erste Monatsdrittel vom Witterungsverlauf her von schwachen Luftdruckgegensätzen bestimmt, während der restliche Monat zyklonal dominiert war. Ein markanter Wettersturz im Rahmen eines Kaltfrontdurchganges beendete bereits am 20.8. den Hochsommer. Hochdruck blieb wie schon im Juli Mangelware. Die einzige einigermaßen stabile Phase trat zur Monatsmitte auf.

Der August begann mit dem Durchzug einer Störung eines Tiefs über dem Baltikum. Bei durchwegs sommerlichen Temperaturen fielen besonders entlang des Alpenhauptkammes nennenswerte Niederschlagsmengen. Nach dem raschen Abzug der Störung stellte sich vorübergehend leichter Hochdruck ein, bevor ab dem 5.8. eine Labilisierung die Gewitteranfälligkeit deutlich steigen ließ. Dieses gradientschwache Wetter blieb bis zum 12.8. bestimmend. In der zweiten Hälfte dieses Tages und in der folgenden Nacht überquerte eine Kaltfront die Ostalpen, die zwar in der Steiermark nur geringe Niederschläge, aber allen Höhenlagen einen deutlichen Temperaturrückgang brachte. Starke Niederschläge fielen dagegen an den Folgetagen unter einer feucht-kalten Nordwestströmung in den Nordstaugebieten. Die Niederschlagswolken schwappten auch immer wieder auf die

Leeseite des Alpenhauptkammes über, zudem blieben die Temperaturen auch im Südosten sehr gedämpft.

Ab der Monatsmitte verstärkte sich der Luftdruck und eine südwestliche Höhenströmung führte wieder deutlich mildere Luftmassen ins Land. Am 19.8. wurde an vielen steirischen Stationen das Temperaturmonatsmaximum gemessen.

Abbildung 9: Lufttemperatur und Niederschläge in Bad Aussee während der Sommermessung 2004



Am 20. erreichte dann mit nordwestlicher Strömung eine Kaltfront die Ostalpen, die vor allem entlang des Alpenhauptkammes neuerlich ergiebige Niederschläge verursachte und dem gesamten Land einen massiven Temperatursturz brachte. Nach einer vorübergehenden Wetterberuhigung am 23.8. wurden die Ostalpen ab 24.8. von Tiefdruckgebieten über Nordeuropa bzw. über Norditalien in die Zange genommen. Bei allgemeinem Temperaturrückgang fielen im gesamten Land recht ergiebige Niederschläge.

Nach einer kurzen hochdruckbedingten Wetterbesserung am 28.8. erreichten bereits am Folgetag die nächsten Störungszonen die Steiermark und leiteten ein feuchtes, zyklonales Augustende ein, das entlang des Alpenhauptkammes ausreichende Niederschlagsmengen brachte.

Vom Witterungsverlauf her war der September nach dem eher „mäßigen“ Hochsommer ein überwiegend schöner Monat. Die ersten beiden Dekaden waren maßgeblich durch hohen Luftdruck geprägt, der nur vorübergehend durch kurze Störungsdurchgänge unterbrochen wurde. Das letzte Monatsdrittel war dann von einer zyklonalen Nordwestströmung dominiert.

Nach antizyklonalem Beginn machte sich ab 8.9. vorübergehend eine nördliche Strömung bemerkbar, die kühlere Luft gegen die Ostalpen führte. Bis zum Eintreffen einer Kaltfront am 12.9. dominierte aber weiterhin hochdruckbedingtes Spätsommer-Schönwetter.

Eine Störung am 12.9 führte zwar zu Niederschlägen in der gesamten Steiermark, eine markante Wetteränderung brachte aber erst eine weitere atlantische Störungszone, die am 15.9. und 16.9. mit Regen und Abkühlung Ostösterreich überquerte. Bereits ab 17.9. verstärkte sich aber wieder der Luftdruck und brachte bis zum Ende der zweiten Dekade noch einmal frühherbstliches Schönwetter.

Am 21.9. erreichten erste Niederschlagswolken die Ostalpen, in der Folge brachte ein mächtiges Nordeuropatief dem ganzen Land deutlich kältere Luft und mit nordwestlicher Strömung den Nordstaulagen beträchtliche Niederschlagssummen.

Diese Dokumentation des Witterungsablaufes lässt bereits erahnen, dass der Sommer während der Messperiode in Bezug auf den in dieser Jahreszeit vorrangig relevanten Sekundärschadstoff Ozon nur unterdurchschnittlich belastet war.

4.2.3 Wintermessung 2006/2007

Im Dezember 2006 lagen die Monatsmitteltemperaturen in der gesamten Steiermark mit etwa 2 bis 3 Grad – wie bereits im September, Oktober und November – deutlich über dem langjährigen Mittel. Die Niederschlagsmengen waren in der gesamten Steiermark unterdurchschnittlich.

Bis zum 3.12. prägte ein Hochdruckgebiet über Osteuropa das Wetter in der Steiermark. Danach verursachte eine West- bis Südwestströmung wechselhaftes Wetter mit einigen Niederschlägen. Diese Periode war auch für die positive Temperaturanomalie im Dezember hauptverantwortlich. Bis zum 16.12. setzte sich erneut Hochdruckeinfluss durch. Aufgrund der fehlenden Wolken- und Nebelbildung kühlte es in den Beckenlagen stark ab und es konnten sich Inversionen bilden.

Bis zum Ende des Monats herrschten in der Folge entweder Hochdruckeinfluss oder westliche Höhenströmungen vor, welche in der Steiermark praktisch keinen Niederschlag mehr verursachten. Immer wieder führte milde Luftzufuhr in der Höhe zur Bildung von dynamischen Inversionen mit entsprechend schlechten Ausbreitungsbedingungen für Luftschadstoffe.

Im Jänner 2007 lagen die Monatsmitteltemperaturen in der gesamten Steiermark mit etwa 4 bis 7 Grad wiederum – wie bereits seit September 2006 – deutlich über dem langjährigen Mittel. Die Niederschlagsmengen waren – außer in der südlichen Steiermark – überdurchschnittlich.

Der Beginn des Monats war durch die Zufuhr feuchter, aber für die Jahreszeit sehr milder Luft vom Atlantik geprägt. Die Niederschlagsmengen blieben in dieser Periode unergiebig und beschränkten sich hauptsächlich auf die Obersteiermark.

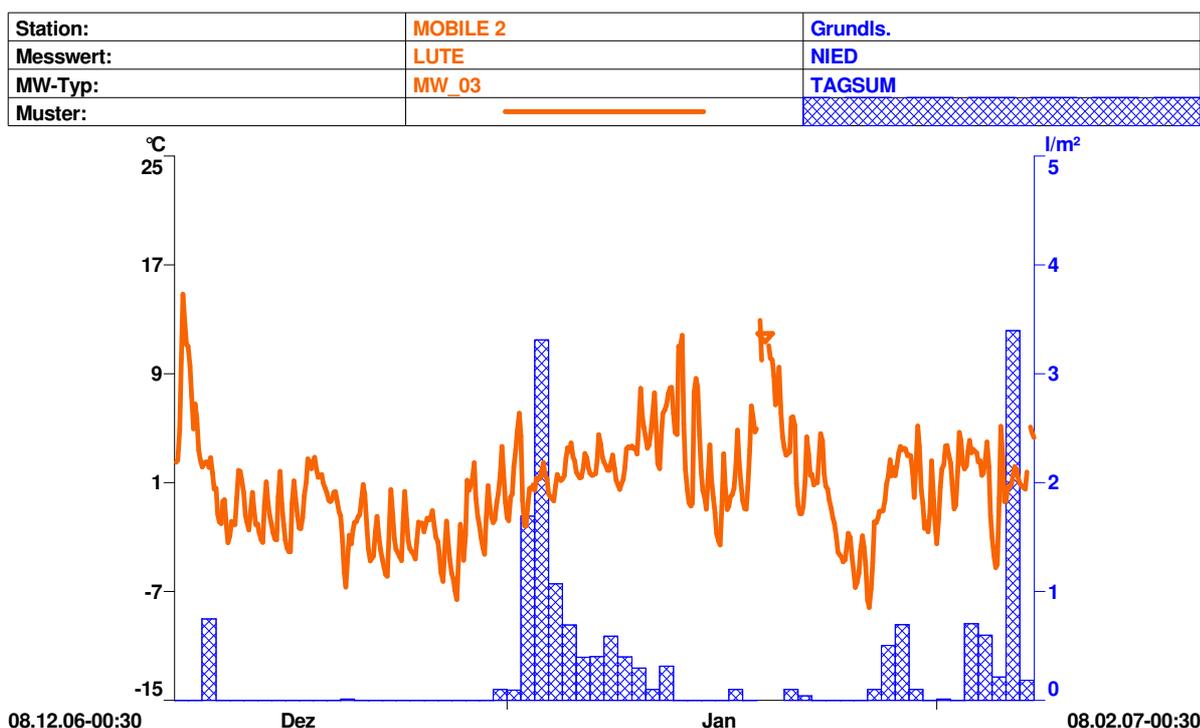
Am 12.1. brachte ein heftiger Sturm erneut unergiebigere Niederschläge, nach seinem Abflauen stellte sich 15./16.1. wieder hoher Luftdruck ein und bewirkte die Ausbildung von austauscharmen Inversionen, aber auch niedrige Temperaturen unter dem Gefrierpunkt in der Nacht. Am 18./19.1. erreichte die Steiermark ein Sturmtief, welches rasch von den

Britischen Inseln zum Baltikum zog. Vor allem in der Obersteiermark wurden extrem hohe Windgeschwindigkeiten bis über 100 km/h registriert. Beachtenswert waren auch die überdurchschnittlich hohen nächtlichen Temperaturen mit bis zu plus 10°C. Mit 25 l/m² wurden in dieser Zeit auch die höchsten Niederschlagsmengen der Messung registriert.

Bis zum 26.1. wurde die Witterung in der Folge durch ein Tiefdruckgebiet vom Mittelmeer kommend dominiert. Vor allem in der südlichen Steiermark kam es immer wieder zu Niederschlägen. Gleichzeitig sanken die Temperaturen und erreichten erstmals im Jänner ein typisch winterliches Niveau. Das Ende des Monats war stürmisch, wobei die Temperaturen erneut anstiegen und teilweise sogar in der Nacht Plusgrade verzeichnet wurden.

Im Februar 2007 lagen die Monatsmitteltemperaturen in der gesamten Steiermark mit etwa 4 bis 5 Grad weiterhin – wie bereits seit September 2006 – deutlich über dem langjährigen Mittel. Die Niederschlagsmengen entsprachen in der gesamten Steiermark etwa dem langjährigen Monatsmittel.

Abbildung 10: Lufttemperatur und Niederschläge in Bad Aussee während der Wintermessungen 2006/2007



5. Mobile Immissionsmessungen

5.1. Ausstattung und Messmethoden

Die mobile Luftgütemessstation zeichnet den Schadstoffgang von Schwefeldioxid (SO₂), Schwebstaub (TSP) bzw. 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 |
| Schwebstaub TSP | Beta-Strahlenabsorption | FH 62 IR |
| 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 Funk 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. Messergebnisse und Schadstoffverläufe

6.1. Übersicht

Tabelle 5: Wintermessung 2003 (17.10. – 09.12.2003) in Eselsbach

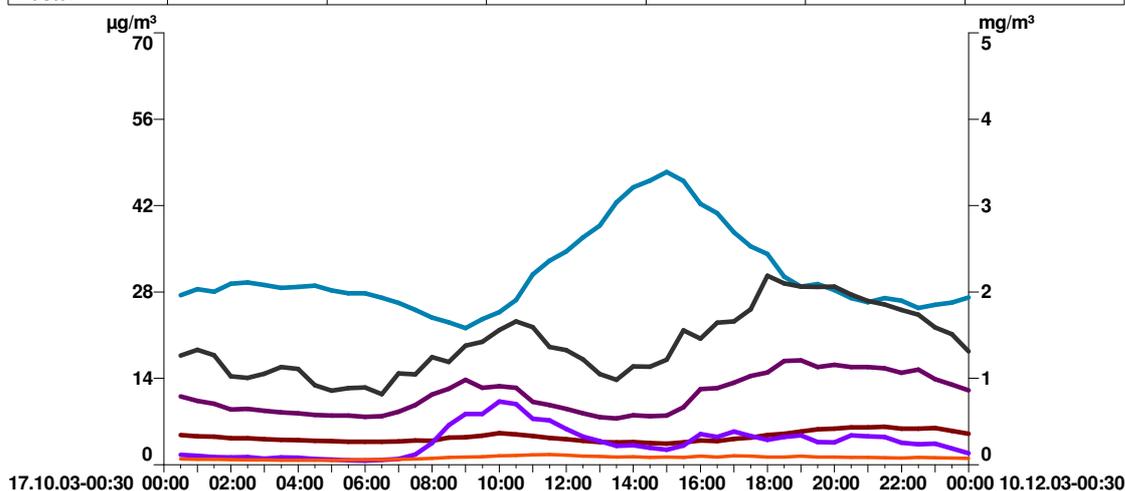
| Schadstoff | TSP | NO ₂ | NO ₂ | SO ₂ | SO ₂ | Ozon | CO |
|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| Messwerttyp | TMWmax [µg/m ³] | HMWmax [µg/m ³] | TMWmax [µg/m ³] | HMWmax [µg/m ³] | TMWmax [µg/m ³] | MW01max [µg/m ³] | MW08 [mg/m ³] |
| Konzentration | 64 | 53 | 20 | 12 | 3 | 89 | 1 |
| Grenzwert IG-L | 150 | 200 | 80 ¹⁾ | 200 | 120 | 180 ²⁾ | 10 |
| Kurorte-Richtlinie | 120 | 100 | 50 | 100 | 50 | | 5 |
| Überschreitungen | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

¹⁾ Zielwert

²⁾ Informationsschwelle

Abbildung 11: Mittlerer Tagesgang ^{*)} der Schadstoffbelastung im Winter 2003

| | | | | | | |
|------------|---|---|---|---|---|---|
| Station: | MOBILE 2 | MOBILE 2 |
| Seehöhe: | 770 | 770 | 770 | 770 | 770 | 770 |
| Messwert: | SO ₂ | NO | NO ₂ | STAUB | O ₃ | CO |
| MW-Typ: | MITT_TAG | MITT_TAG | MITT_TAG | MITT_TAG | MITT_TAG | MITT_TAG |
| Zeitraum: | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Y - Achse: | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Muster: |  |  |  |  |  |  |



^{*)}Erläuterung im Anhang

Im Durchschnitt über den Messzeitraum zeigte die NO₂- und Staubbelastung einen deutlichen Tagesgang mit einem Anstieg der Konzentrationen in den Vormittagsstunden und einem weiteren Anstieg am Abend, wie er typisch vom Berufsverkehr und Hausbrand, vor allem aber durch stabile winterliche Ausbreitungsbedingungen verursacht wird. Die SO₂- und CO-Konzentrationen, deren Hauptverursacher der Hausbrand sowie industrielle Betriebe sind, bewegten sich im Mittel auf gleich bleibendem Niveau. Die Ozonkonzentrationen zeigten hier auch im Winter einen für den Sommer typischen Tagesgang mit einem

Maximum in den frühen Nachmittagsstunden, was mit der verstärkten Sonneneinstrahlung bei Schönwetter über Mittag zusammenhängt. Die Konzentrationen erreichen aber nicht das Ausmaß wie während der Sommermonate.

Tabelle 6: Sommermessung 2004 (27.07. – 27.09.2004) beim Vitalbad

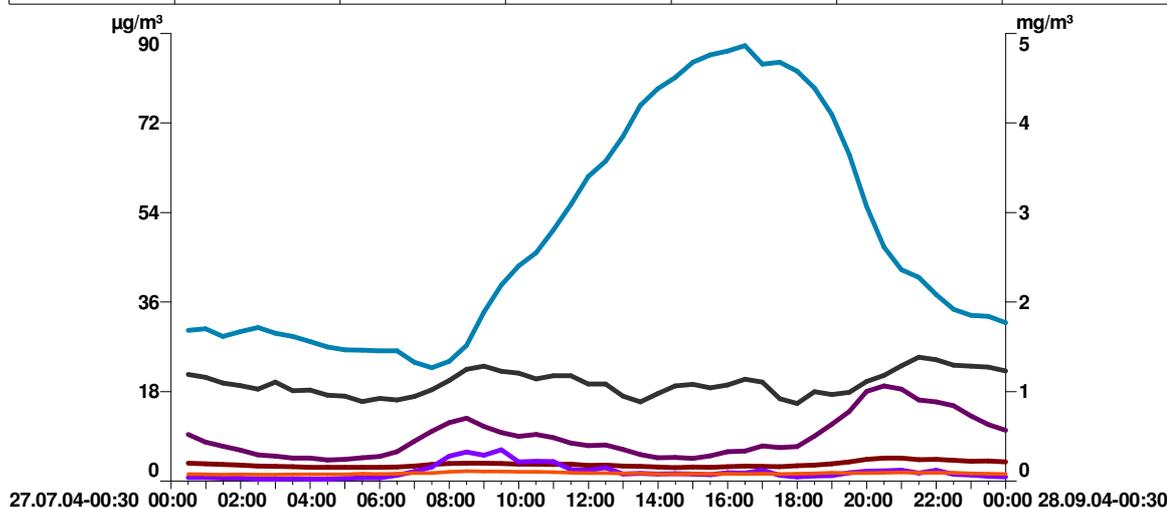
| Schadstoff | PM10 | NO ₂ | NO ₂ | SO ₂ | SO ₂ | Ozon | CO |
|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| Messwerttyp | TMWmax [µg/m ³] | HMWmax [µg/m ³] | TMWmax [µg/m ³] | HMWmax [µg/m ³] | TMWmax [µg/m ³] | MW01max [µg/m ³] | MW08 [mg/m ³] |
| Konzentration | 48 | 45 | 15 | 7 | 2 | 161 | 0,4 |
| Grenzwert IG-L | 50 | 200 | 80 1) | 200 | 120 | 180 2) | 10 |
| Kurorte-Richtlinie | 50 | 100 | 50 | 100 | 50 | | 5 |
| Überschreitungen | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

1) Zielwert

2) Informationsschwelle

Abbildung 12: Mittlerer Tagesgang der Schadstoffbelastung im Sommer 2004

| | | | | | | |
|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Station: | MOBILE 2 |
| Seehöhe: | 770 | 770 | 770 | 770 | 770 | 770 |
| Messwert: | SO2 | NO | NO2 | STBK 10 | O3 | CO |
| MW-Typ: | MITT_TAG | MITT_TAG | MITT_TAG | MITT_TAG | MITT_TAG | MITT_TAG |
| Zeitraum: | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Y - Achse: | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Muster: | | | | | | |



Im Sommer 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 Stickoxide unter Sonneneinstrahlung jedoch als Vorläufersubstanz für die Bildung von Ozon.

Durch die besseren Ausbreitungsbedingungen im Sommer ist der Tagesgang aller übrigen Schadstoffe nicht so ausgeprägt wie im Winter, die Konzentrationen sind deutlich niedriger.

Tabelle 7: Wintermessung 2006/2007 (08.12.2006 – 07.02.2007) im Kurpark

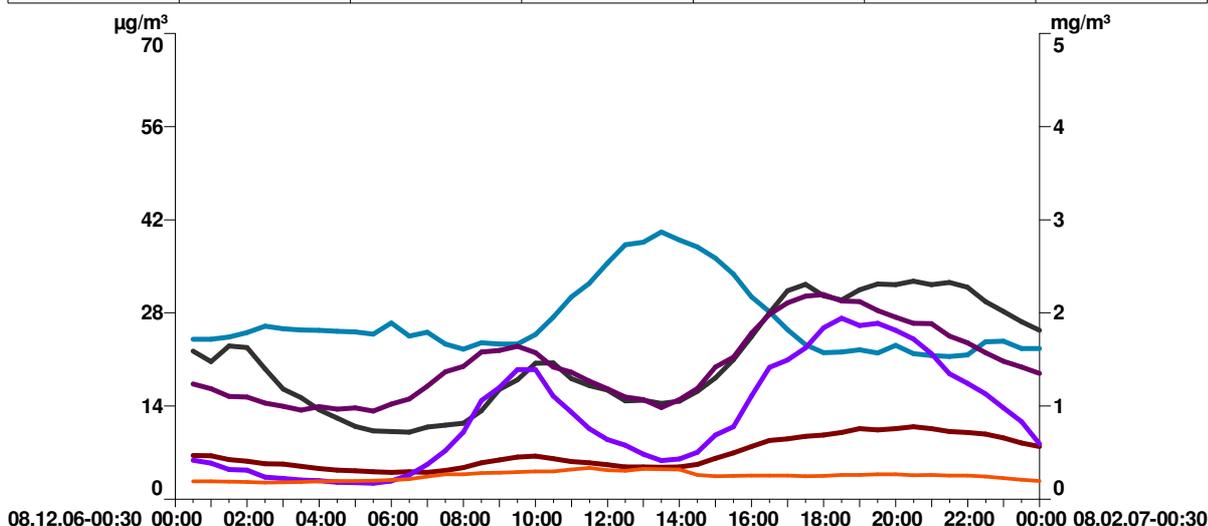
| Schadstoff | PM10 | NO ₂ | NO ₂ | SO ₂ | SO ₂ | Ozon | CO |
|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| Messwerttyp | TMWmax [µg/m ³] | HMWmax [µg/m ³] | TMWmax [µg/m ³] | HMWmax [µg/m ³] | TMWmax [µg/m ³] | MW01max [µg/m ³] | MW08 [mg/m ³] |
| Konzentration | 64 | 77 | 35 | 15 | 7 | 88 | 2 |
| Grenzwert IG-L | 50 | 200 | 80 1) | 200 | 120 | 180 2) | 10 |
| Kurorte-Richtlinie | 50 | 100 | 50 | 100 | 50 | | 5 |
| Überschreitungen | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

1) Zielwert

2) Informationsschwelle

Abbildung 13: Mittlerer Tagesgang der Schadstoffbelastung im Winter 2006/2007

| | | | | | | |
|------------|-----------------|----------|-----------------|----------|----------------|----------|
| Station: | MOBILE 2 | MOBILE 2 | MOBILE 2 | MOBILE 2 | MOBILE 2 | MOBILE 2 |
| Seehöhe: | 770 | 770 | 770 | 770 | 770 | 770 |
| Messwert: | SO ₂ | NO | NO ₂ | STBK 10 | O ₃ | CO |
| MW-Typ: | MITT_TAG | MITT_TAG | MITT_TAG | MITT_TAG | MITT_TAG | MITT_TAG |
| Zeitraum: | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Y - Achse: | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Muster: | | | | | | |



Im Winter 2006/2007 zeigte sich wieder – wie bereits im Winter 2003 – ein deutlicher Tagesgang der NO₂- sowie auch der PM10-Konzentrationen; dieses Mal waren jedoch die Ausbreitungsbedingungen sowohl von der Witterung als auch vom Messstandort her etwas schlechter und die Schadstoffkonzentrationen lagen generell höher als im Winter 2003 in Eselsbach. Auffällig war dabei auch die vergleichsweise lange abendliche Phase mit hohen Konzentrationen. Sie ist als Indiz für die lokal wohl sehr ungünstigen abendlichen Ausbreitungsbedingungen im zentralen Bereich von Aussee zu sehen (sehr stabile Bedingungen, kaum durchlüftet), die gemeinsam mit den Hausbrandemissionen zu deutlich höheren Konzentrationen führen als zur morgendlichen Spitze.

Auch die CO-Konzentrationen stiegen am späten Nachmittag und am Abend etwas an, während sich die SO₂-Konzentrationen etwa auf gleich bleibendem Niveau bewegten.

Auch bei den Ozonkonzentrationen zeigte sich ein Tagesgang mit einem Maximum über Mittag, wobei die Konzentrationen bei weitem unter jenen im Sommer lagen.

Durch alle mobilen Messungen wurde bestätigt, dass die Luftqualität in Bad Aussee in den Messzeiträumen den strengen Anforderungen, wie sie an Kurorte gestellt werden, gerecht wurde. Die Belastung der Luft durch die klassischen Schadstoffe Stickoxide, Schwefeldioxid und Kohlenmonoxid ist in Bad Aussee unterdurchschnittlich; weder gesetzliche Grenzwerte noch die strengeren Vorgaben der Kurorte-Richtlinie wurden überschritten.

Der Grenzwert für Feinstaub wurde zwar an einem Tag im Winter 2006/2007 überschritten, die längerfristige Belastung (Messperioden-Mittelwert) ist jedoch unterdurchschnittlich und auch die maximalen Belastungsspitzen (TMWmax) erreichen nicht das Ausmaß wie in Ballungsräumen wie Liezen, Knittelfeld oder Bruck.

6.2. Schwebstaub (TSP) und Feinstaub (PM10)

Tabelle 8: TSP, Wintermessung 2003

| 17.10.2003-09.12.2003 | Messergebnisse TSP in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Grenzwerte TSP in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Gesetze, Normen, Empfehlungen | % des Grenzwertes |
|-----------------------|--|--|---|-------------------|
| TMWmax | 53,3 | 150 120 | BGBl I Nr. 115/1997 Kurorte-Richtlinie | 42,7 53,3 |
| Mtmax | 69 | | | |
| PMW | 20 | | | |

Abbildung 14: Zeitverlauf der TSP-Konzentrationen im Winter 2003

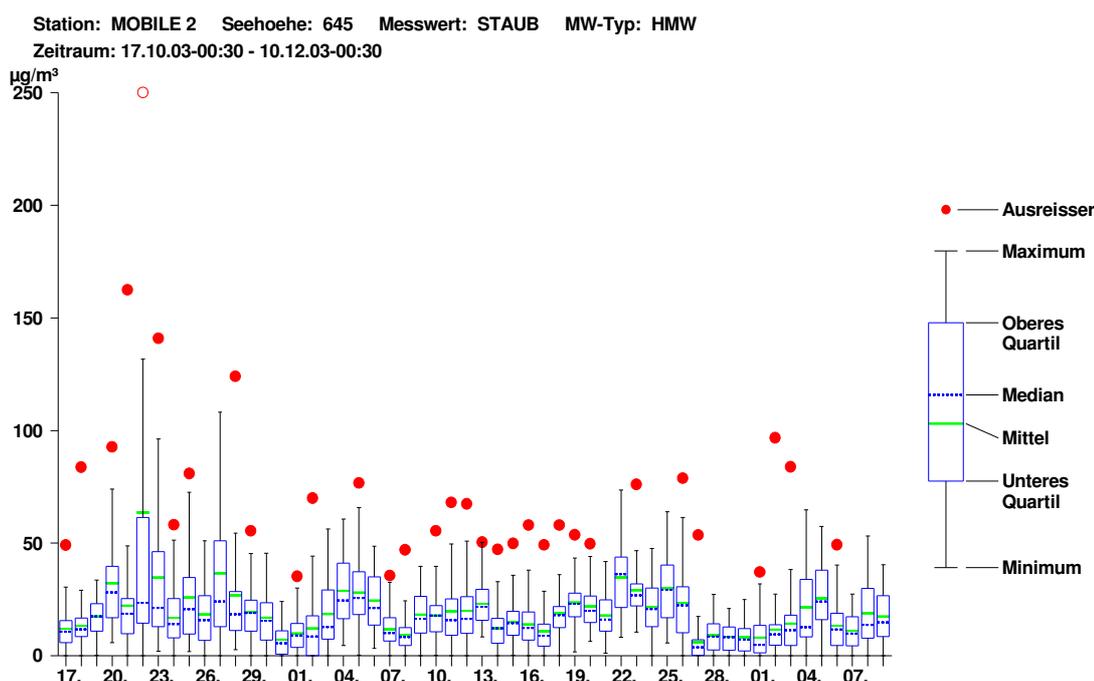
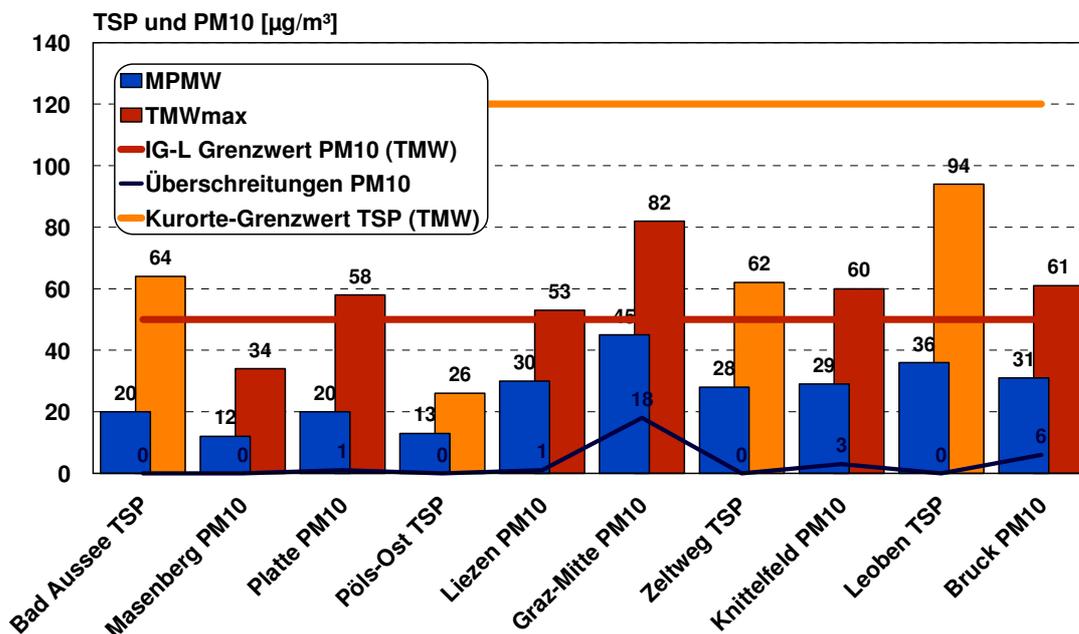


Abbildung 15: TSP-Konzentrationen im Vergleich zu den Grenzwerten Winter 2003



Grenzwerte nach der Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten und dem Immissionsschutzgesetz-Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

Tabelle 9: PM10, Sommermessung 2004

| 27.07.2004-27.09.2004 | Messergebnisse PM10 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Grenzwert PM10 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Gesetze, Normen, Empfehlungen | % des Grenzwertes |
|-----------------------|---|--|---|-------------------|
| TMWmax | 48 | 50 | BGBl I Nr. 115/1997 Kurorte-Richtlinie | 96 % |
| Mtmax | 43 | | | |
| PMW | 20 | | | |

Abbildung 16: Zeitverlauf der PM10-Konzentrationen im Sommer 2004

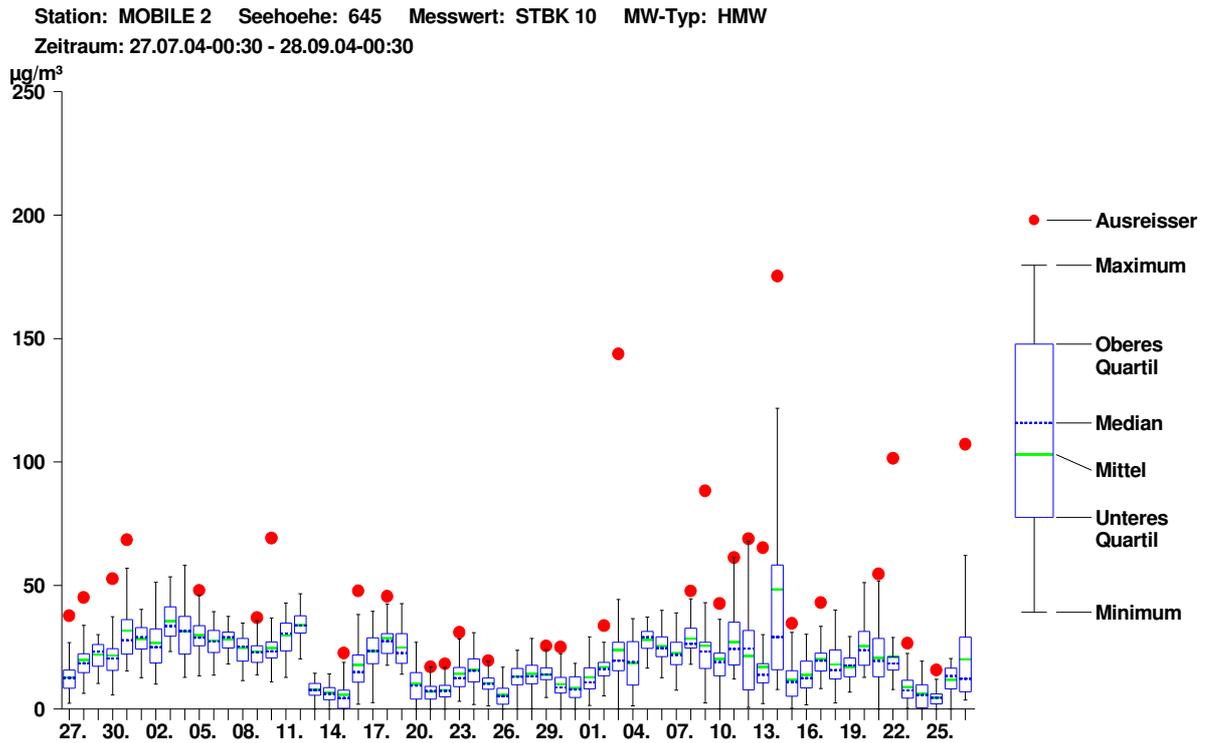
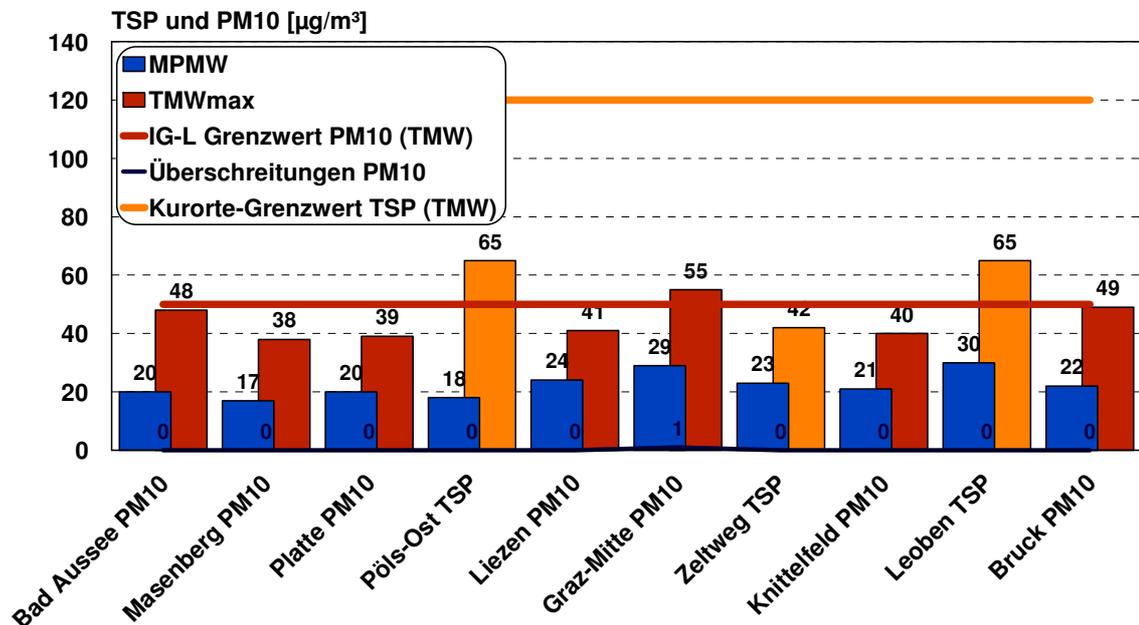


Abbildung 17: PM10-Konzentrationen im Vergleich zu den Grenzwerten Sommer 2004

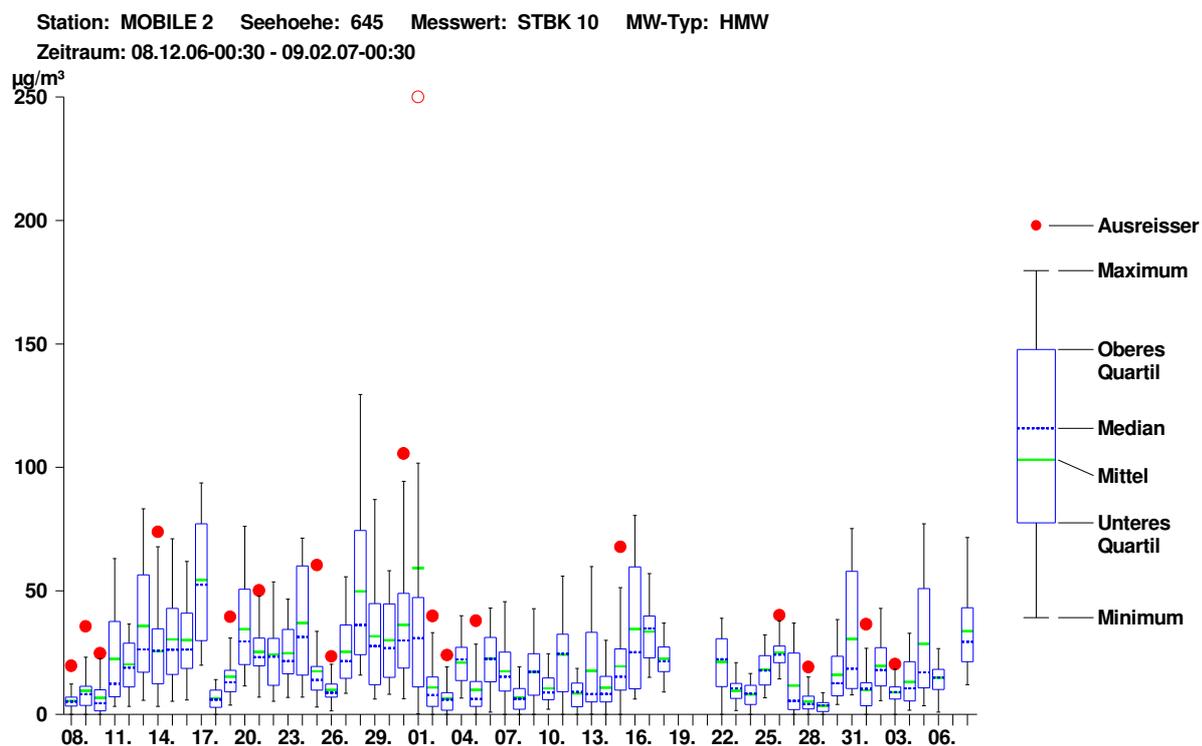


Grenzwerte nach der Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten und dem Immissionsschutzgesetz-Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

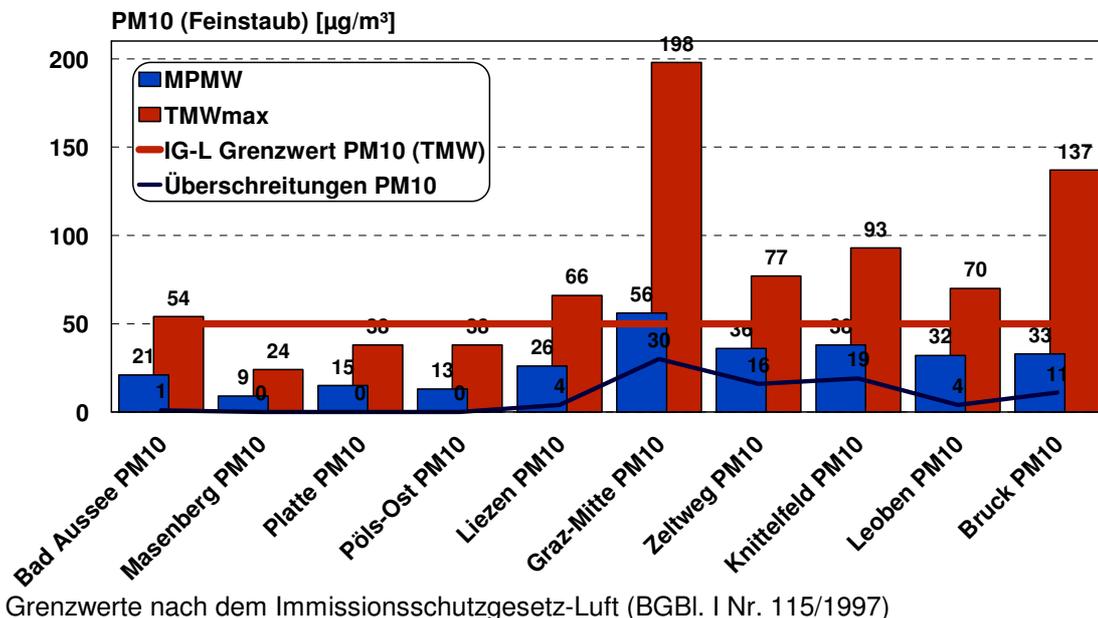
Tabelle 10: PM10, Wintermessung 2006/2007

| 18.12.2006-07.02.2007 | Messergebnisse Staub in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Grenzwerte Staub in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Gesetze, Normen, Empfehlungen | % des Grenzwertes |
|-----------------------|---|---|---|-------------------|
| TMWmax | 54 | 50 | BGBl I Nr. 115/1997 Kurorte-Richtlinie | 108 % |
| Mtmax | 55 | | | |
| PMW | 21 | | | |

Abbildung 18: Zeitverlauf der PM10-Konzentrationen im Winter 2006/2007



**Abbildung 19: PM10-Konzentrationen im Vergleich zu den Grenzwerten
Winter 2006/2007**



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 der Straßenstaub (Streusplitt und Streusalz), Blütenstaub, das Abheizen von Gartenabfällen und das Abbrennen von Böschungen zu nennen.

In urbanen Räumen und im Nahbereich von stark frequentierten Verkehrsträgern ist daher der Verkehr als dominanter Verursacher anzusehen, wobei Stäube als direkte Emissionen aus Verbrennungsvorgängen (z.B. Ruß, Dieselruß) oder als diffuse Emissionen (mechanischer Abrieb, Aufwirbelung) freigesetzt werden. Ein nicht unbeträchtlicher Teil der Staubimmissionen beruht auf der Umwandlung von Gasen (NO₂, SO₂, Ammoniak) in sekundäre Partikel (Nitrat, Sulfat, Ammonium).

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

Im Winter 2003 war die mobile Messstation noch nicht mit einer PM10-(Feinstaub-)Erfassung ausgerüstet, daher lassen sich die Schwebstaubkonzentrationen in Bad Aussee in diesem Zeitraum nur bedingt mit den Konzentrationen an anderen Messstationen vergleichen. Die Feinstaubkonzentrationen auf der Grazer Platte bewegen sich am ehesten auf einem ähnlichen Niveau.

Im Sommer 2004 wurde bereits PM10 erfasst; die Konzentrationen lagen auf einem ähnlich hohen Niveau wie jene in Knittelfeld, Bruck oder auch Graz-Platte. Auch an der Hintergrund-Messstation Masenberg wurden kaum niedrigere Werte registriert, was auf eine geringe Grundbelastung durch Staub im Sommer schließen lässt.

Im Winter 2006/2007 stellte sich die Situation schon anders dar: während in Bad Aussee die Feinstaubkonzentrationen nicht gravierend anstiegen, wurden in allen steirischen Ballungsräumen deutlich erhöhte Feinstaubkonzentrationen mit mehreren Überschreitungen des Grenzwertes nach dem IG-L festgestellt.

Bezüglich Feinstaub kann Bad Aussee daher als unterdurchschnittlich belastet eingestuft werden, die Messwerte liegen deutlich unter jenen an der Messstation Liezen.

6.3. Stickstoffmonoxid (NO)

Tabelle 11: NO, Wintermessung 2003

| 17.10.2003-09.12.2003 | Messergebnisse NO in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Grenzwerte NO in mg/m^3 | Gesetze, Normen, Empfehlungen | % des Grenzwertes |
|-----------------------|---|---|-------------------------------|-------------------|
| HMWmax | 90 | | | |
| TMWmax | 11 | | | |
| Mtmax | 20 | | | |
| PMW | 3 | | | |

Abbildung 20: Zeitverlauf der NO-Konzentrationen Winter 2003

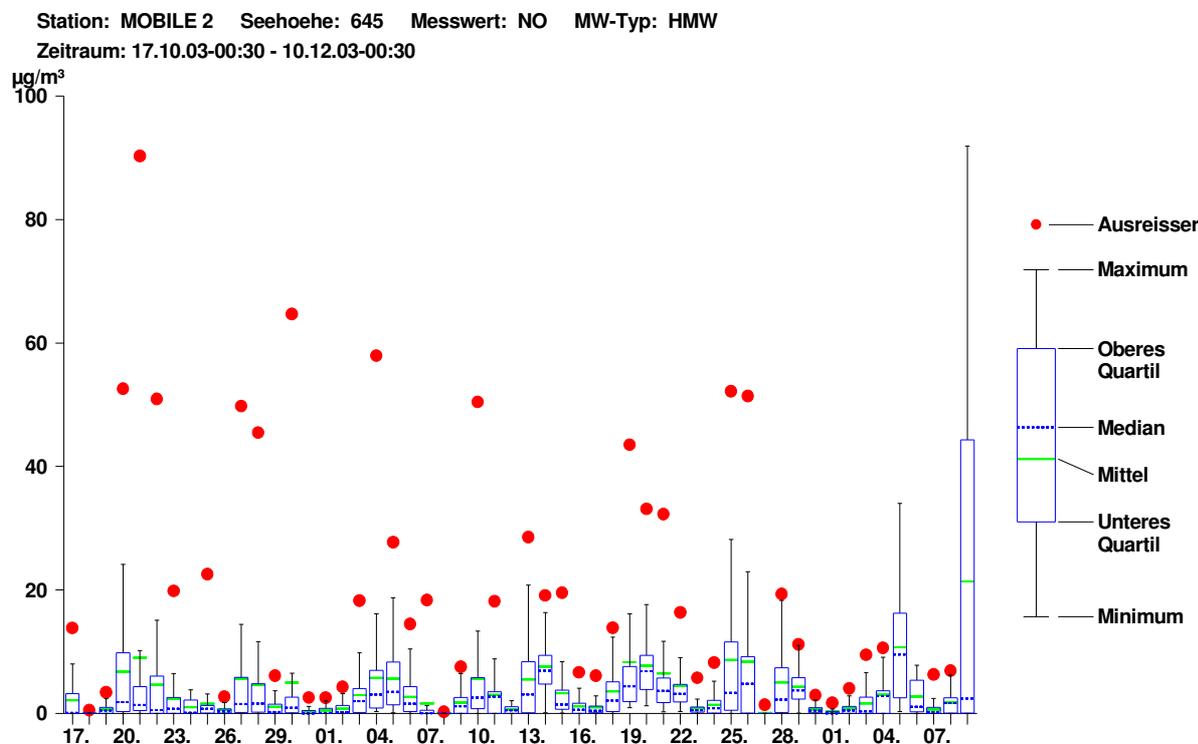


Abbildung 20: NO-Konzentrationen im Vergleich zu den Grenzwerten Winter 2003

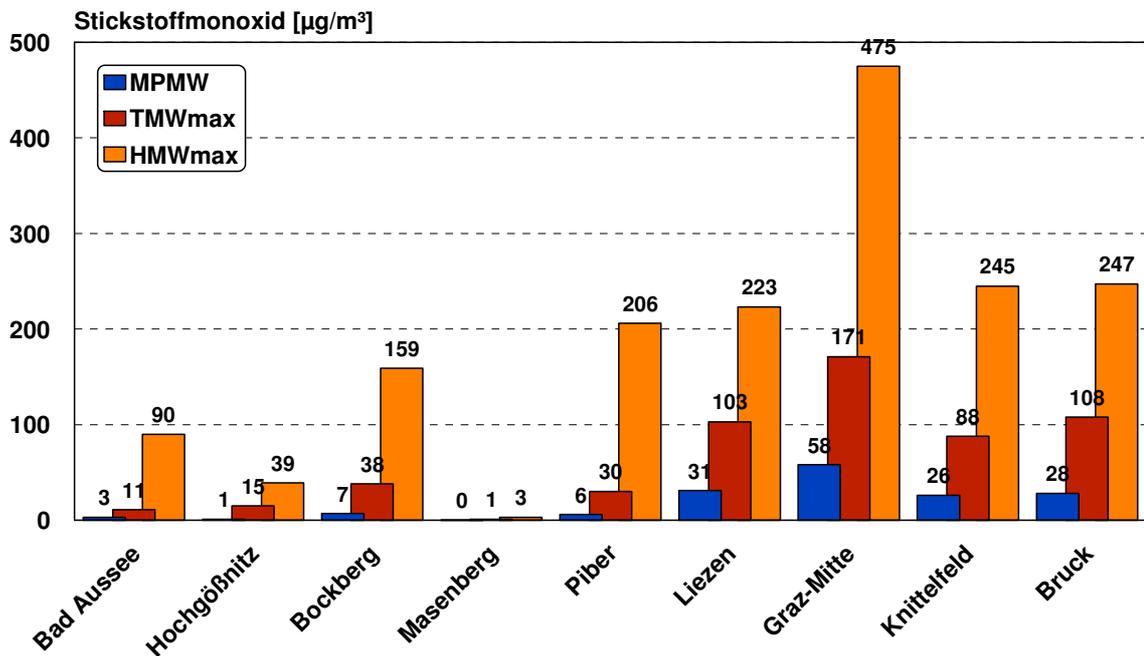


Tabelle 12: NO, Sommermessung 2004

| 27.07.2004-27.09.2004 | Messergebnisse NO in µg/m ³ | Grenzwerte NO in mg/m ³ | Gesetze, Normen, Empfehlungen | % des Grenzwertes |
|-----------------------|--|------------------------------------|-------------------------------|-------------------|
| HMWmax | 112 | | | |
| TMWmax | 14 | | | |
| Mtmax | 12 | | | |
| PMW | 2 | | | |

Abbildung 21: Zeitverlauf der NO-Konzentrationen Sommer 2004

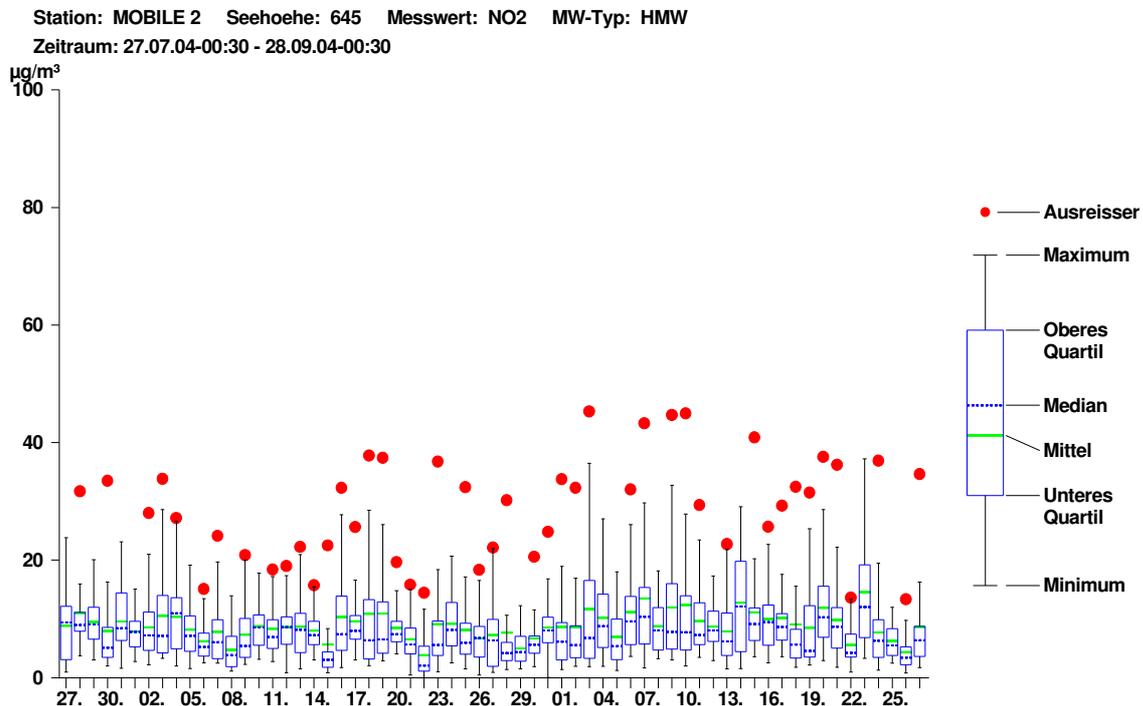


Abbildung 22: NO-Konzentrationen im Vergleich zu den Grenzwerten Sommer 2004

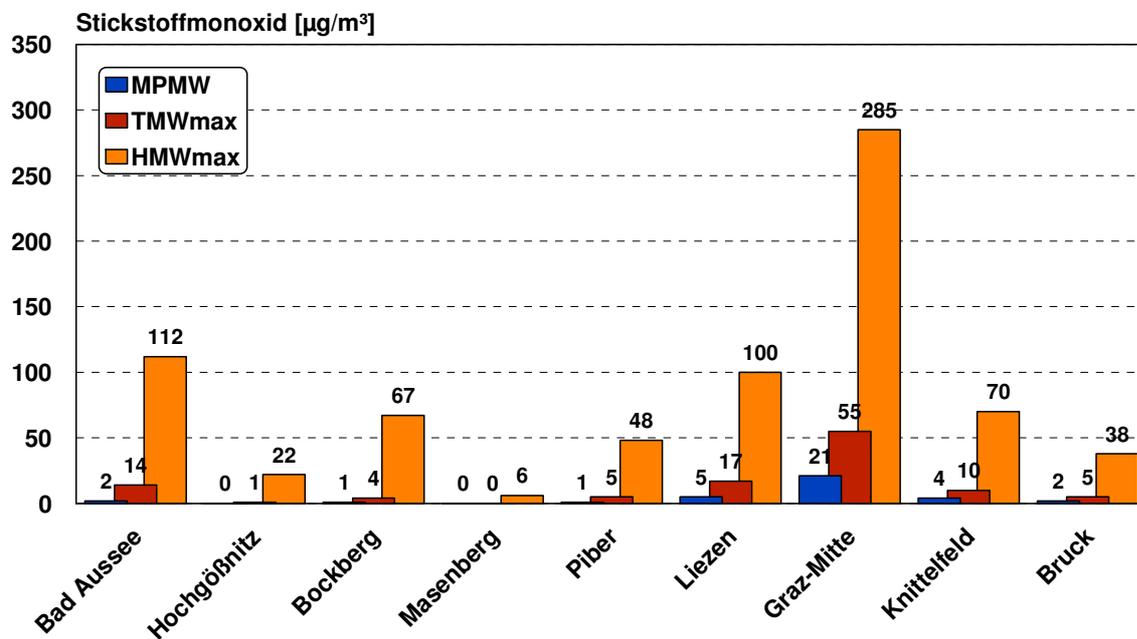


Tabelle 13: NO, Wintermessung 2006/2007

| 27.07.2004- 27.09.2004 | Messergebnisse NO in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Grenzwerte NO in mg/m^3 | Gesetze, Normen, Empfehlungen | % des Grenzwertes |
|---------------------------|--|--|----------------------------------|----------------------|
| HMWmax | 206 | | | |
| TMWmax | 57 | | | |
| Mtmax | 43 | | | |
| PMW | 12 | | | |

Abbildung 23: Zeitverlauf der NO-Konzentrationen
Winter 2006/2007

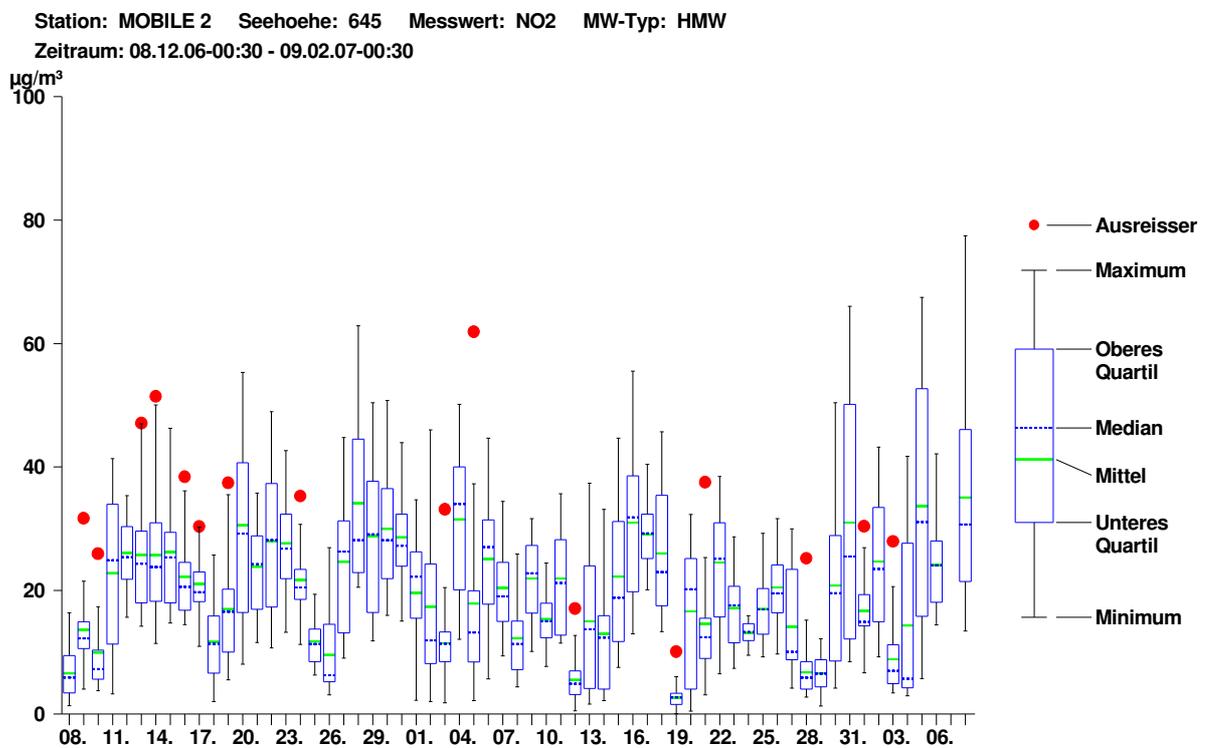
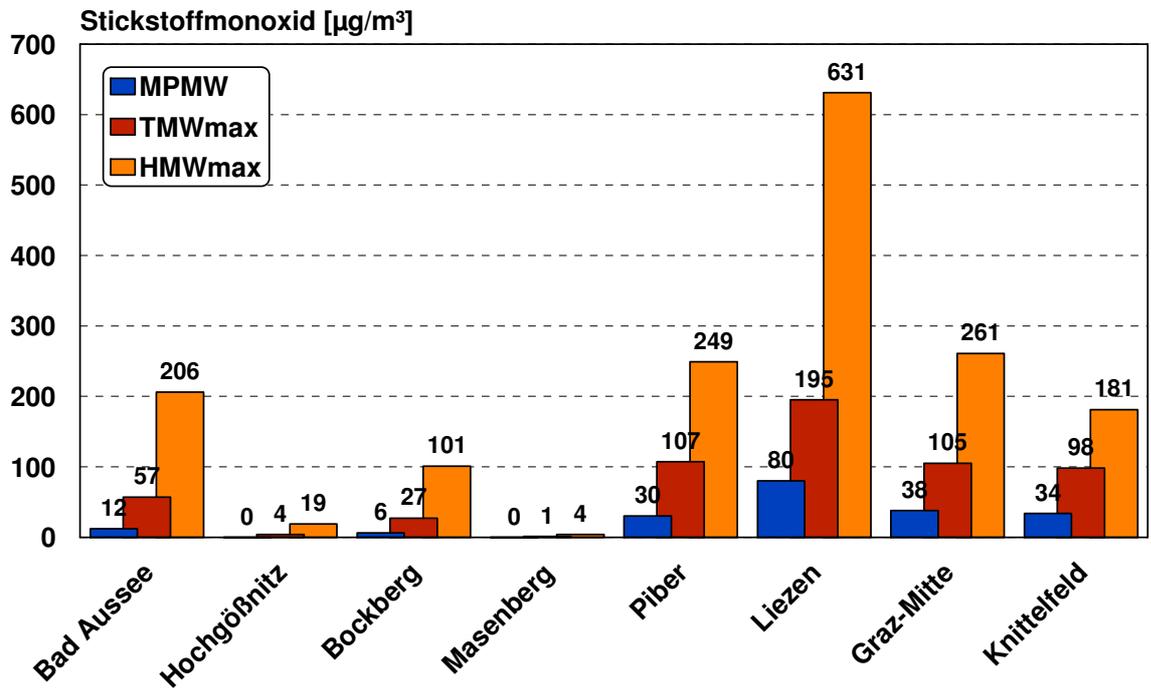


Abbildung 24: NO-Konzentrationen im Vergleich zu den Grenzwerten Winter 2006/2007



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.

Zur Beurteilung der Stickstoffmonoxidkonzentrationen sind keine Grenzwerte festgelegt, ein Vergleich mit anderen steirischen Messstationen bestätigt jedoch für alle Messzeiträume sowohl hinsichtlich der maximalen Halbstundenmittelwerte als auch der Tagesmittelwerte eine eher unterdurchschnittliche NO-Belastung in Bad Aussee.

6.4. Stickstoffdioxid (NO₂)

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

Bei den NO₂-Konzentrationen wurden während der Messungen sowohl hinsichtlich der maximalen Halbstundenmittelwerte als auch bezüglich der maximalen Tagesmittelwerte keine Überschreitungen der Zielwerte nach dem IG-L oder den Richtwerten der Kurortrichtlinie registriert.

Tabelle 14: NO₂, Wintermessung 2003

| 17.10.2003-09.12.2003 | Messergebnisse NO ₂ in µg/m ³ | Grenzwerte NO ₂ in µg/m ³ | Gesetze, Normen, Empfehlungen | % des Grenzwertes |
|-----------------------|---|---|---|-------------------|
| HMWmax | 53 | 200 100 | BGBl I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie | 26,5 % 53 % |
| TMWmax | 20 | 80 ¹⁾ 50 | BGBl I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie | 25 % 40 % |
| Mtmax | 23 | | | |
| PMW | 11 | | | |

¹⁾ Zielwert

Abbildung 25: Zeitverlauf der NO₂-Konzentrationen Winter 2003

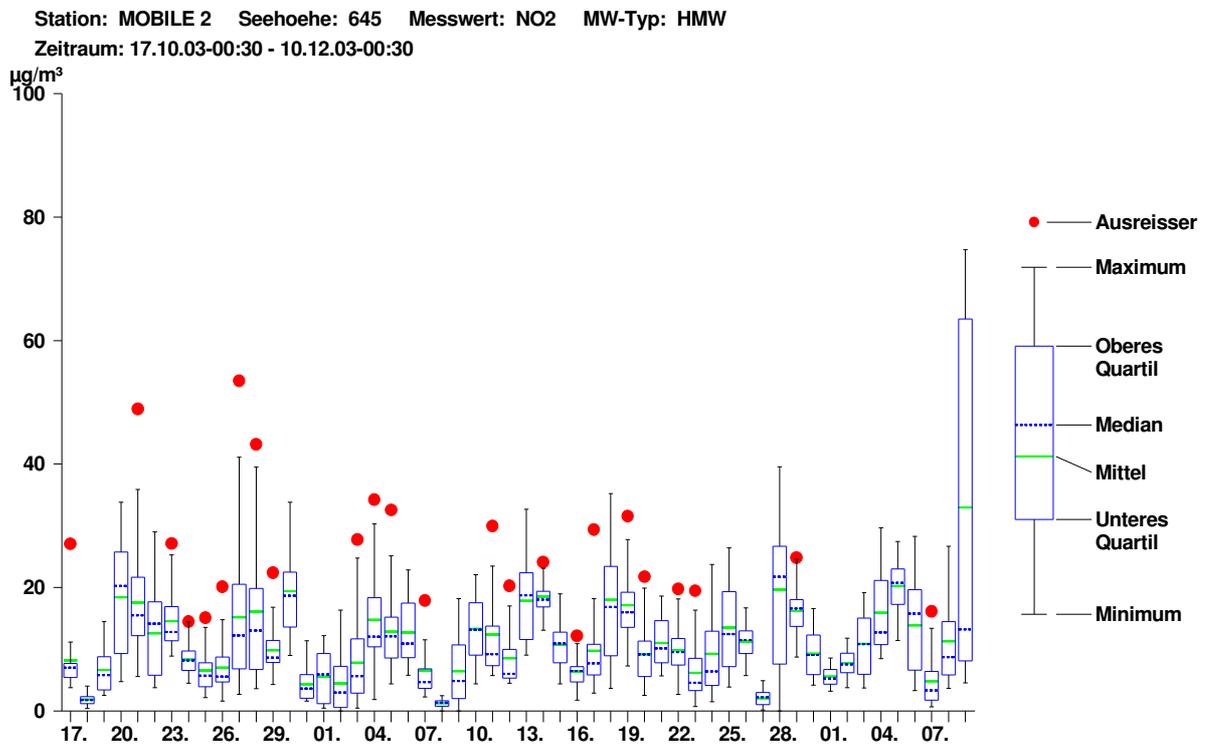
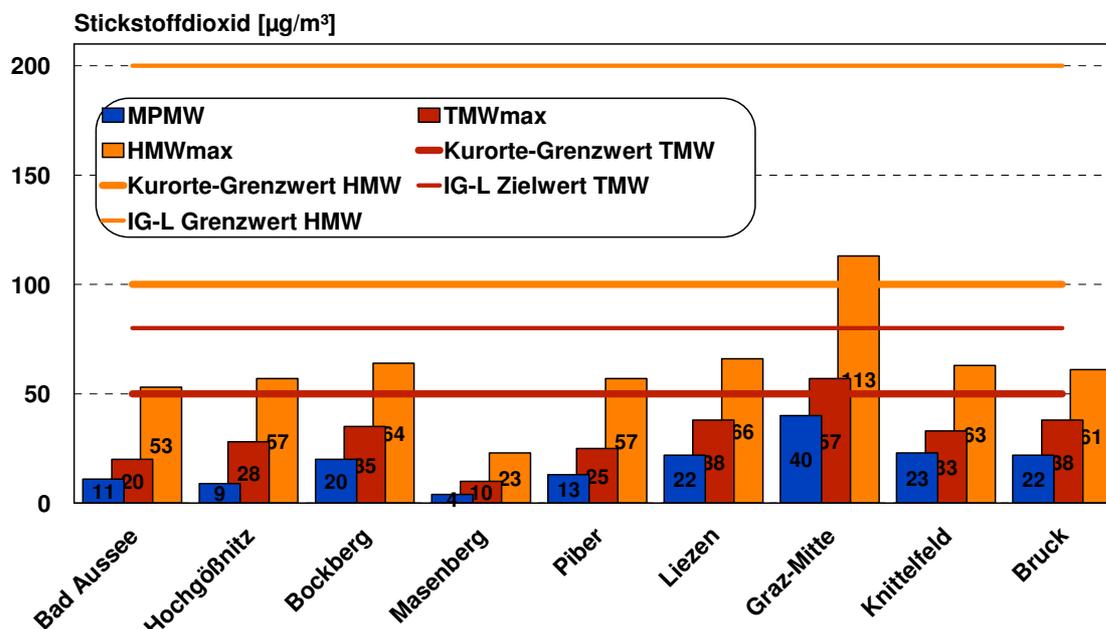


Abbildung 26: NO₂-Konzentrationen im Vergleich zu den Grenzwerten Winter 2003



Grenzwerte nach der Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten und dem Immissionsschutzgesetz-Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

Tabelle 15: NO₂, Sommermessung 2004

| 27.07.2004-27.09.2004 | Messergebnisse NO ₂ in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Grenzwerte NO ₂ in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Gesetze, Normen, Empfehlungen | % des Grenzwertes |
|-----------------------|--|--|---|-------------------|
| HMWmax | 45 | 200 100 | BGBl I Nr. 115/1997 Kurorterichlinie | 22,5 % 45 % |
| TMWmax | 15 | 80 ¹⁾ 50 | BGBl I Nr. 115/1997 Kurorterichlinie | 18,8 % 30 % |
| Mtmax | 26 | | | |
| PMW | 9 | | | |

¹⁾ Zielwert

Abbildung 27: Zeitverlauf der NO₂-Konzentrationen im Sommer 2004

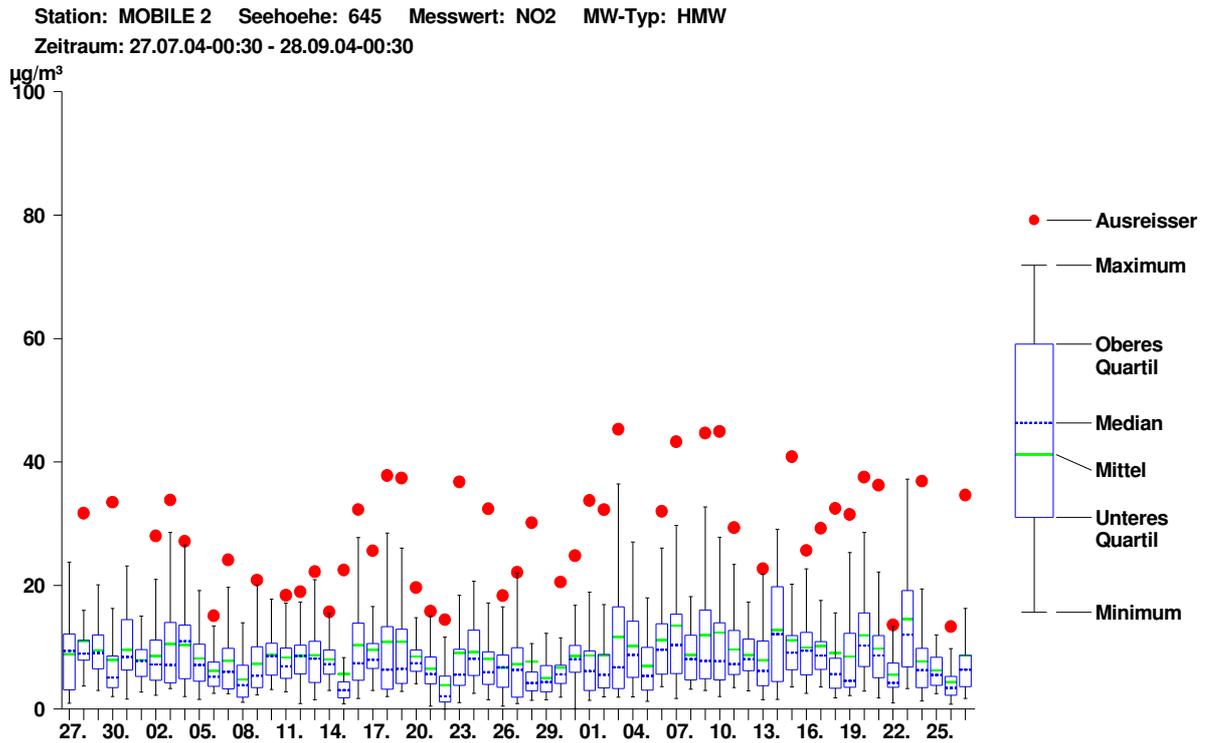
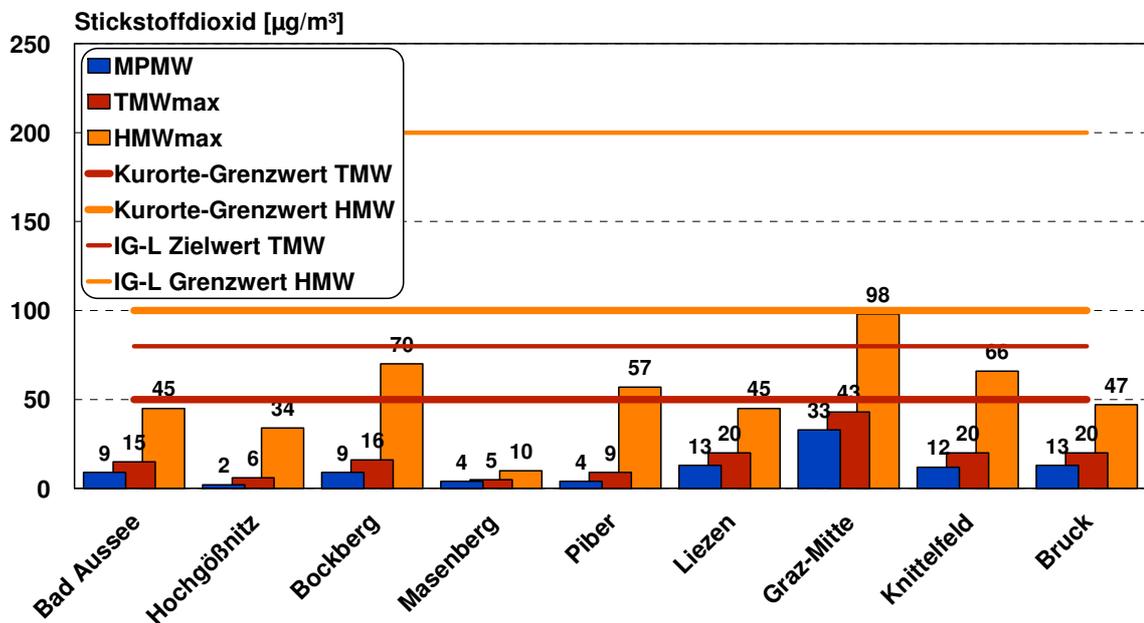


Abbildung 28: NO₂-Konzentrationen im Vergleich zu den Grenzwerten im Sommer 2004



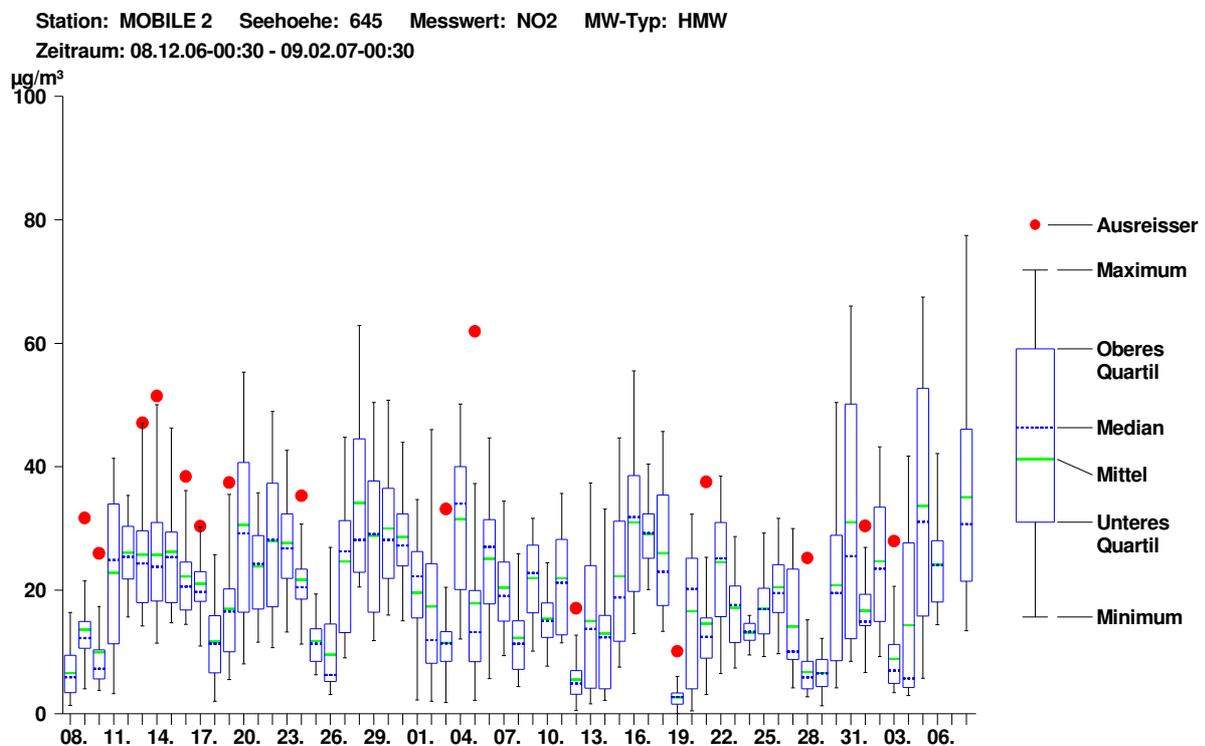
Grenzwerte nach der Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten und dem Immissionsschutzgesetz-Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

Tabelle 16: NO₂, Wintermessung 2006/2007

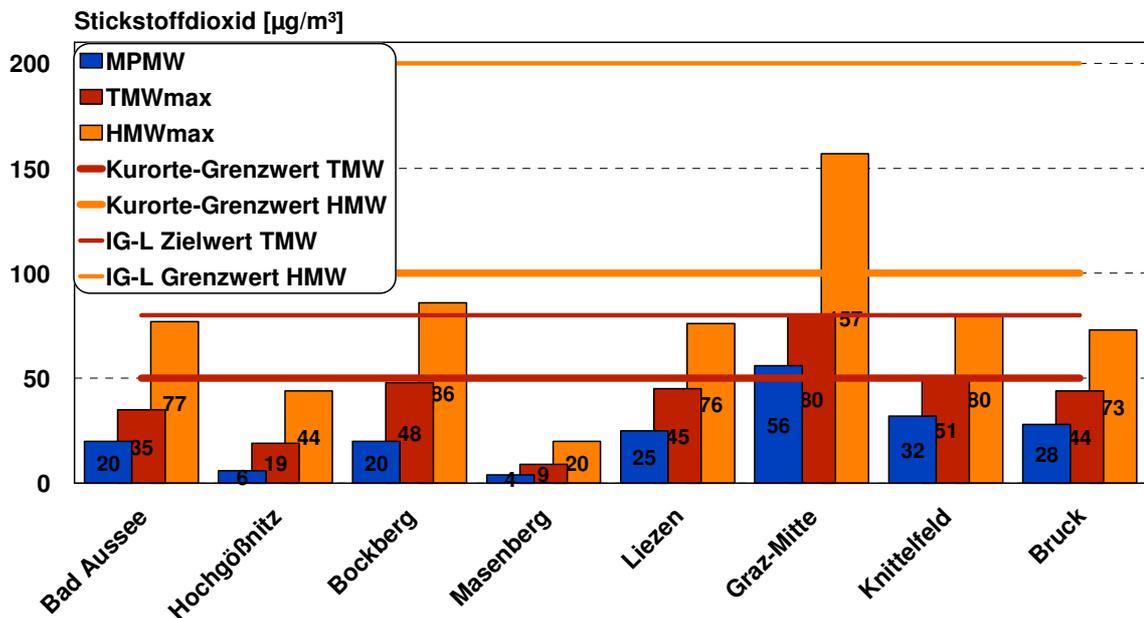
| | Messergebnisse NO ₂ in µg/m ³ | Grenzwerte NO ₂ in µg/m ³ | Gesetze, Normen, Empfehlungen | % des Grenzwertes |
|--------|--|--|---|----------------------|
| HMWmax | 77 | 200 100 | BGBl I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie | 38,5 % 77 % |
| TMWmax | 35 | 80 ¹⁾ 50 | BGBl I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie | 43,8 % 70 % |
| Mtmax | 39 | | | |
| PMW | 20 | | | |

¹⁾ Zielwert

Abbildung 29: Zeitverlauf der NO₂-Konzentrationen im Winter 2006/2007



**Abbildung 30: NO₂-Konzentrationen im Vergleich zu den Grenzwerten
Winter 2006/2007**



Grenzwerte nach der Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten und dem Immissionsschutzgesetz-Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

Im Vergleich mit anderen steirischen Messstellen zeigt sich in Bad Aussee sowohl im Winter als auch im Sommer langfristig ein ähnliches Belastungsniveau wie am Bockberg, in Piber oder in Hochgöbnitz, also an eher siedlungsperipheren Stationen. Die kurzfristigen Belastungsspitzen reichten jedoch fast an jene in steirischen Bezirkshauptstädten wie Liezen oder Bruck heran. Damit bestätigen sich die vergleichsweise hohen Werte der Messung 1999/2000, die vermutlich auf schlechte lokale Ausbreitungsbedingungen im Winter zurückzuführen waren. Im Gegensatz zu jenen Messungen wurden jedoch aktuell die Grenzwerte der Kurorte-Richtlinie eingehalten.

6.5. Schwefeldioxid (SO₂)

Tabelle 17: SO₂, Wintermessung 2003

| 17.10.2003 – 09.12.2003 | Messergebnisse SO ₂ in µg/m ³ | Grenzwerte SO ₂ in µg/m ³ | Gesetze, Normen, Empfehlungen | % des Grenzwertes |
|-------------------------|---|---|-------------------------------|-------------------|
| HMWmax | 12 | 200 100 | IG-L Kurorterichtlinie | 6 % 12 % |
| TMWmax | 3 | 120 50 | IG-L Kurorterichtlinie | 2,5 % 6% |
| Mtmax | 2,5 | | | |
| PMW | 1 | | | |

Abbildung 31: Zeitverlauf der SO₂-Konzentrationen Winter 2003

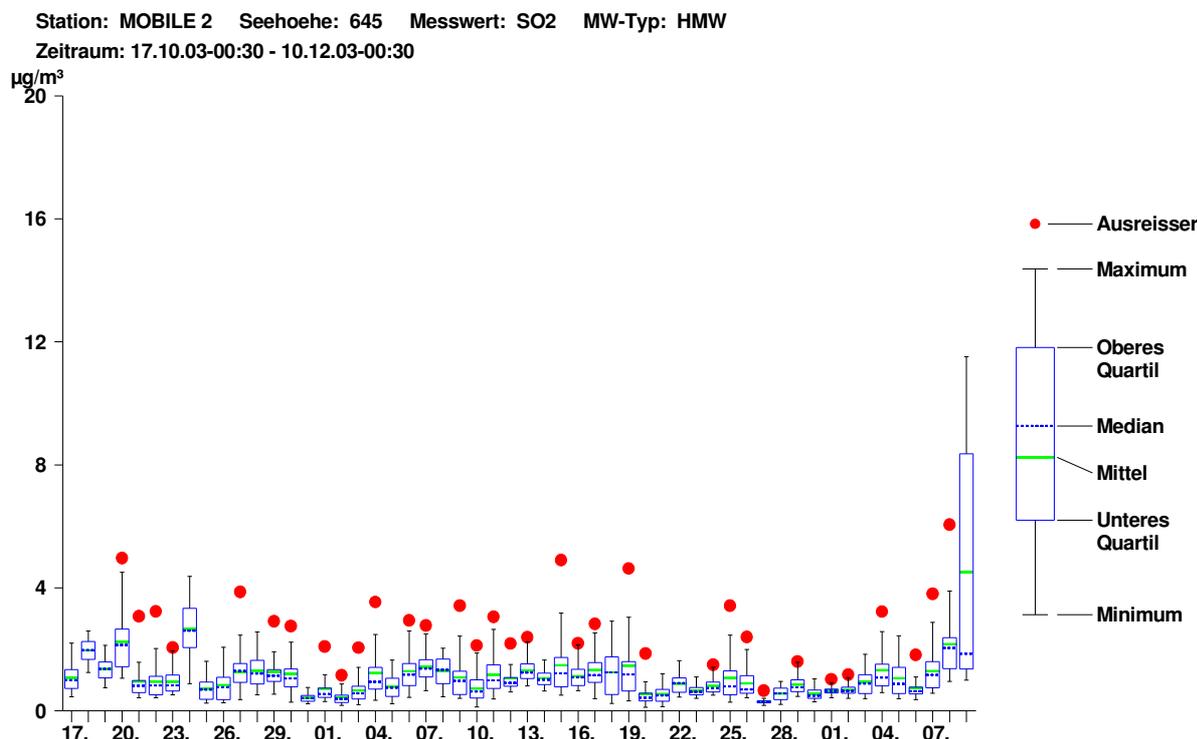
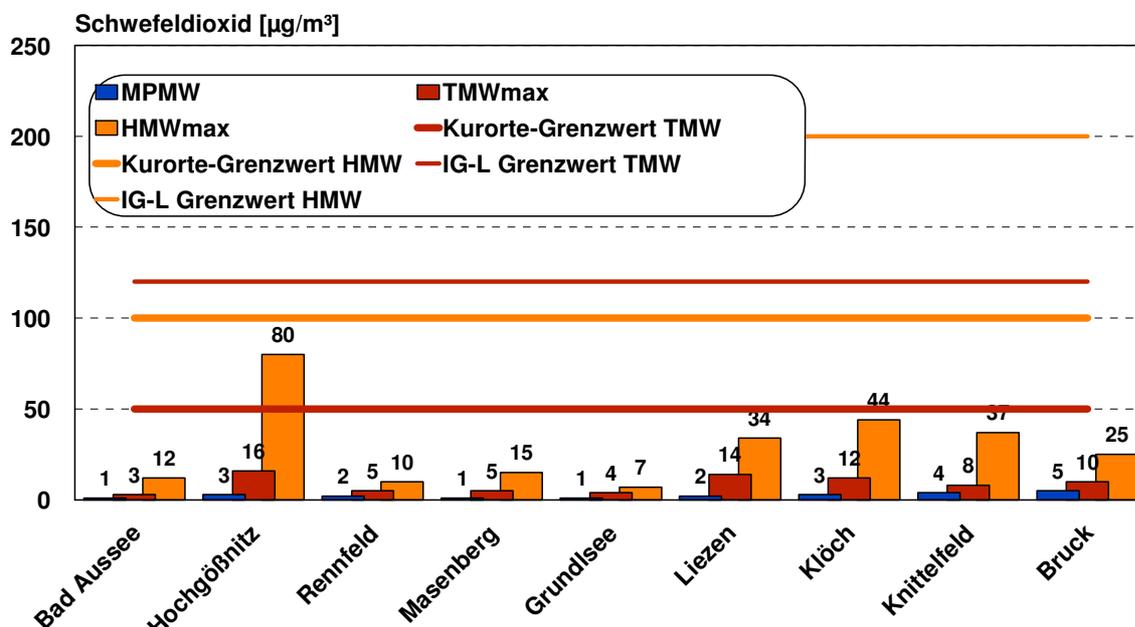


Abbildung 32: SO₂-Konzentrationen im Vergleich zu Grenzwerten Winter 2003



Grenzwerte nach der Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten und dem Immissionsschutzgesetz-Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

Tabelle 18: SO₂, Sommermessung 2004

| 27.07.2004- 27.09.2004 | Messergebnisse SO ₂ in µg/m ³ | Grenzwerte SO ₂ in mg/m ³ | Gesetze, Normen, Empfehlungen | % des Grenz- wertes |
|---------------------------|--|--|----------------------------------|------------------------|
| HMWmax | 7 | 200 100 | IG-L Kurorterrichtlinie | 3,5 % 7 % |
| TMWmax | 2 | 120 50 | IG-L Kurorterrichtlinie | 1,7 % 4 % |
| Mtmax | 2,6 | | | |
| PMW | 2 | | | |

Abbildung 33: Zeitverlauf der SO₂-Konzentrationen
Sommer 2004

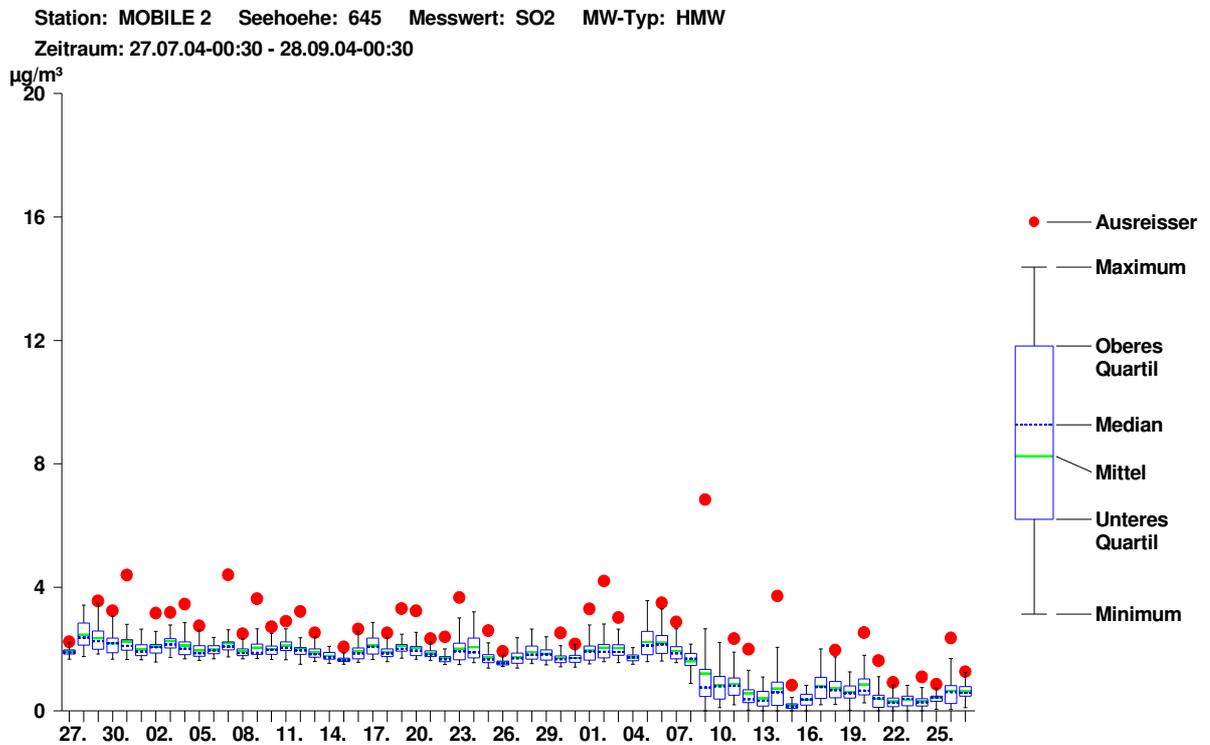
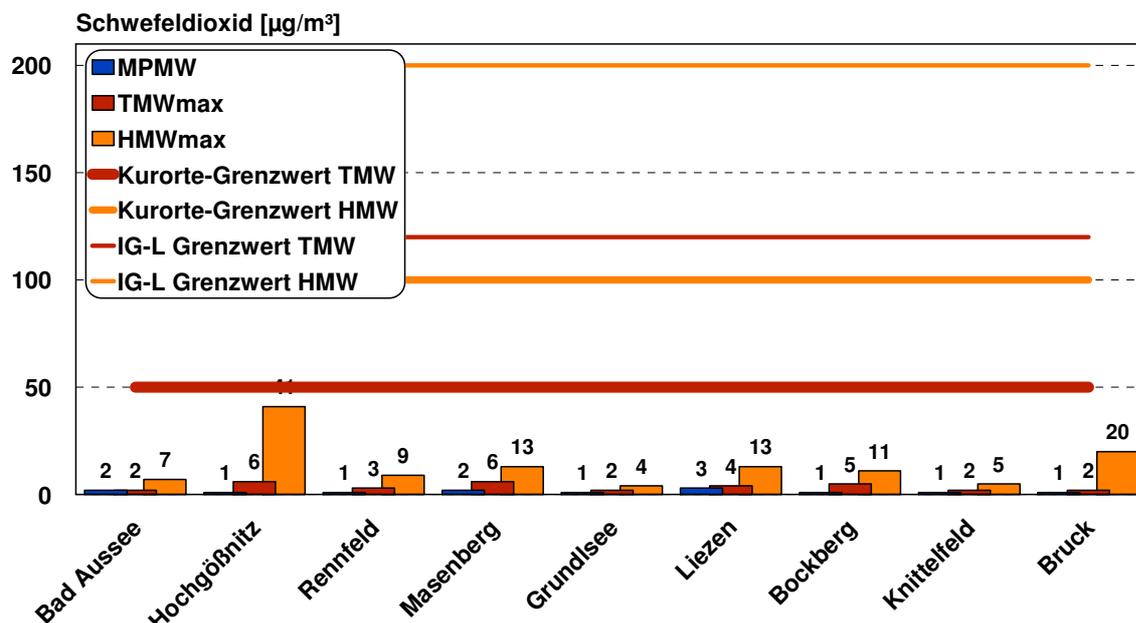


Abbildung 34: SO₂-Konzentrationen im Vergleich zu Grenzwerten Sommer 2004



Grenzwerte nach der Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten und dem Immissionsschutzgesetz-Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

Tabelle 19: SO₂, Wintermessung 2006/2007

| 08.12.2006-07.02.2007 | Messergebnisse SO ₂ in µg/m ³ | Grenzwerte SO ₂ in mg/m ³ | Gesetze, Normen, Empfehlungen | % des Grenzwertes |
|-----------------------|---|---|-------------------------------|-------------------|
| HMWmax | 15 | 200 100 | IG-L Kurorterichtlinie | 7,5 % 15 % |
| TMWmax | 7 | 120 50 | IG-L Kurorterichtlinie | 5,8 % 14 % |
| Mtmax | 6,0 | | | |
| PMW | 3 | | | |

Abbildung 35: Zeitverlauf der SO₂-Konzentrationen Winter 2006/2007

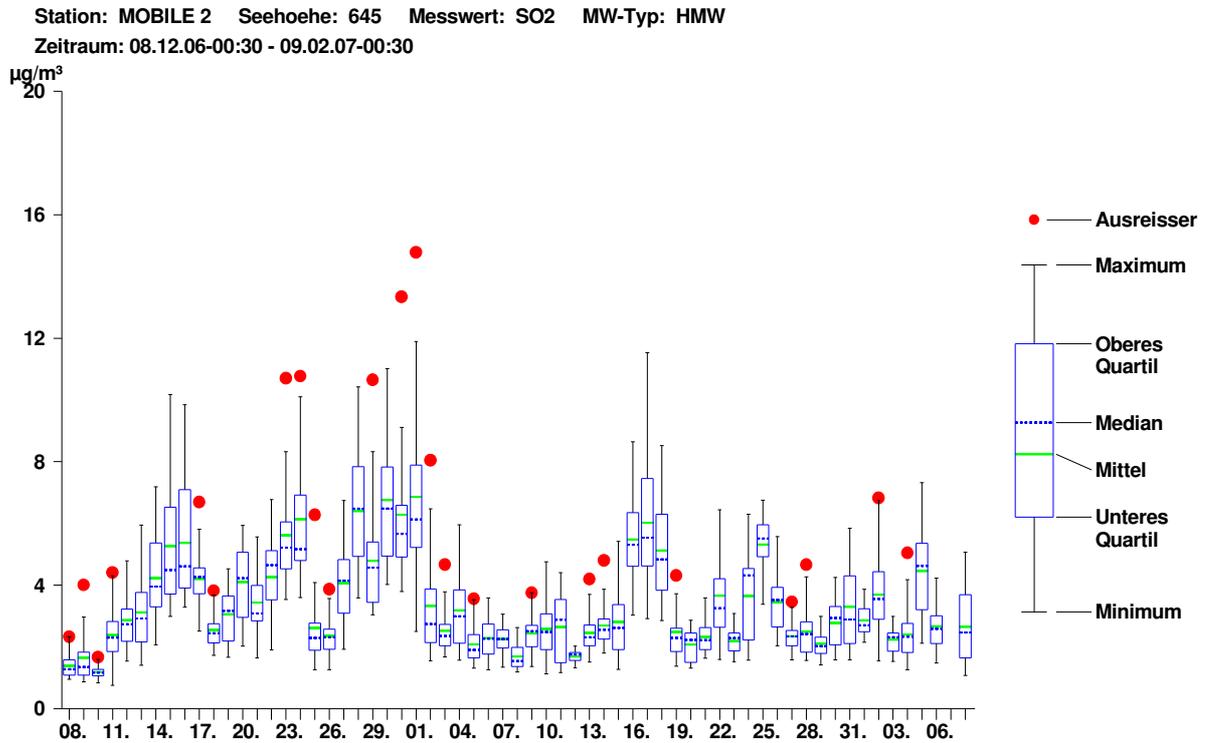
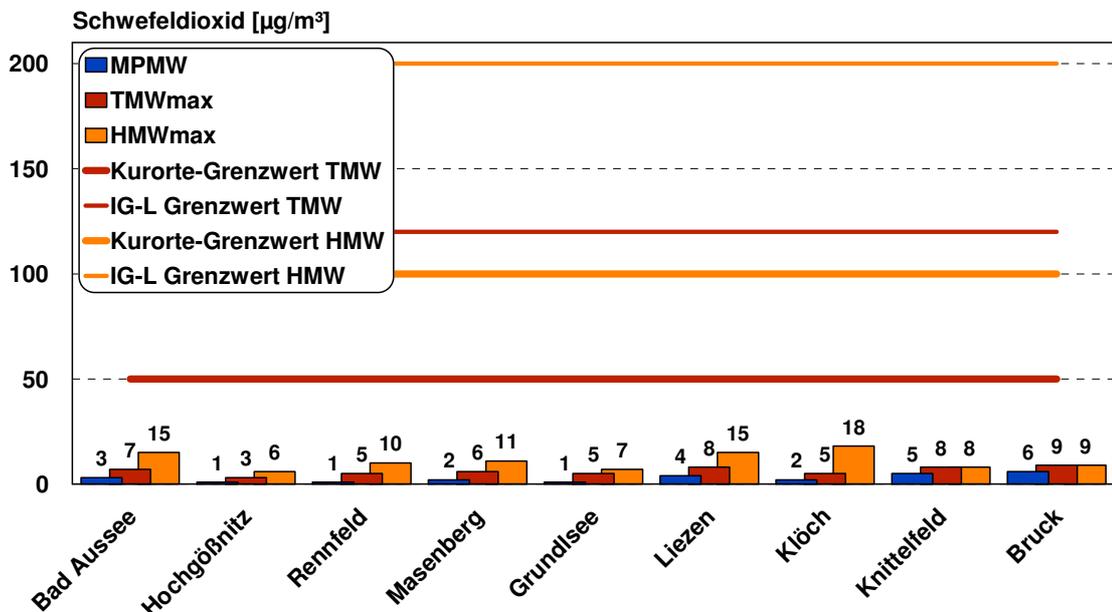


Abbildung 36: SO₂-Konzentrationen im Vergleich zu Grenzwerten im Winter 2006/2007



Grenzwerte nach der Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten und dem Immissionsschutzgesetz-Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

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 höher als im Sommer.

Die SO₂-Konzentrationen blieben während aller 3 Messungen sowohl bezüglich der maximalen Halbstundenmittelwerte als auch der Tagesmittelwerte deutlich unter den gesetzlichen Grenzwerten und dem Grenzwert der Kurorte-Richtlinie.

Im Vergleich mit anderen steirischen Messstationen zeigte sich beim Luftschadstoff Schwefeldioxid während der Wintermessung 2003 eine deutlich unterdurchschnittliche Belastungssituation gegenüber Ballungsräumen wie Liezen, Knittelfeld oder Bruck.

Im Sommer spielt die SO₂-Belastung durch die verminderte Heiztätigkeit kaum eine Rolle, entsprechend niedrige Konzentrationen wurden registriert.

Im Winter 2006/2007 wurden in Bad Aussee ähnlich hohe SO₂-Konzentrationen wie im Winter 2003 gemessen; anders als im Winter 2003 wurden in steirischen Ballungsräumen jedoch auch kaum höhere Werte registriert, was mit der außergewöhnlich milden Witterung und der dadurch bedingten geringeren Heiztätigkeit zusammenhängen dürfte.

6.6. Kohlenmonoxid (CO)

Tabelle 20: CO, Wintermessung 2003

| 17.10.2003-09.12.2003 | Messergebnisse CO in mg/m ³ | Grenzwerte CO in mg/m ³ | Gesetze, Normen, Empfehlungen | % des Grenzwertes |
|-----------------------|--|------------------------------------|---|-------------------|
| HMWmax | 1 | | | |
| MW_08max | 1 | 10 5 | BGBl. I Nr. 115/1997 Kurorterichtlinie | 10 % 20 % |
| Mtmax | 0,5 | | | |
| PMW | 0,3 | | | |

Abbildung 37: Zeitverlauf der CO-Konzentrationen Winter 2003

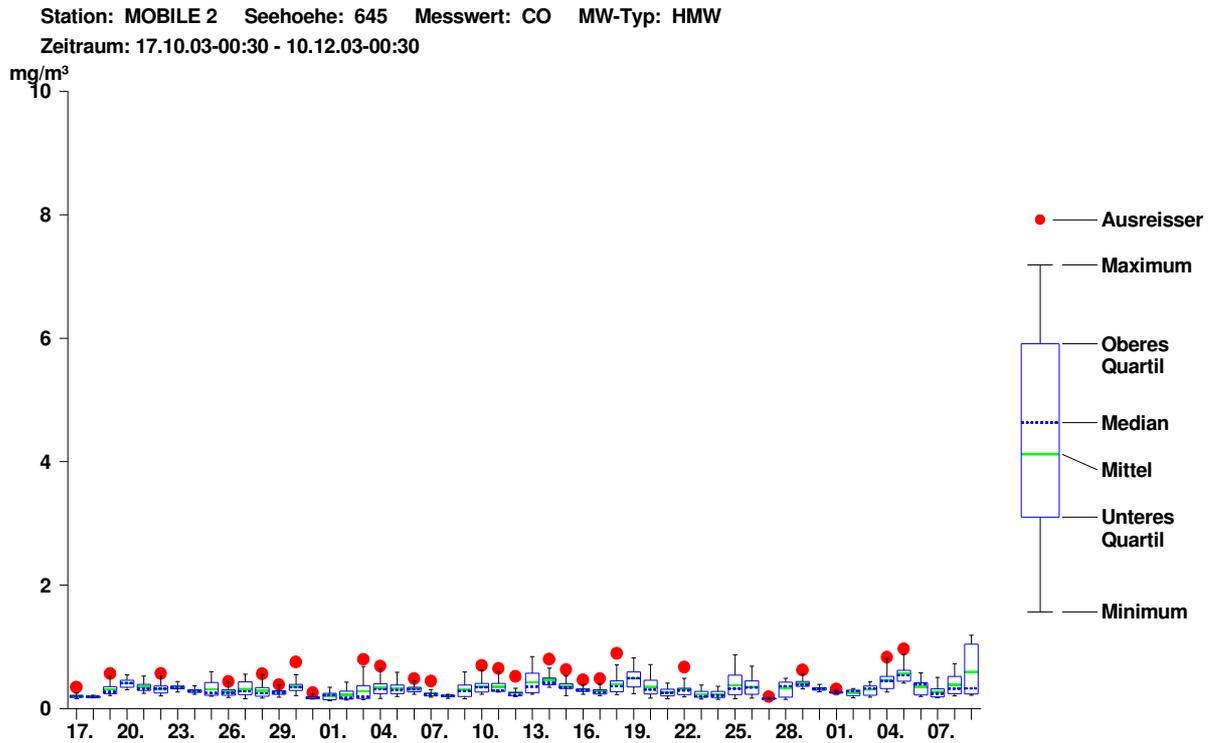
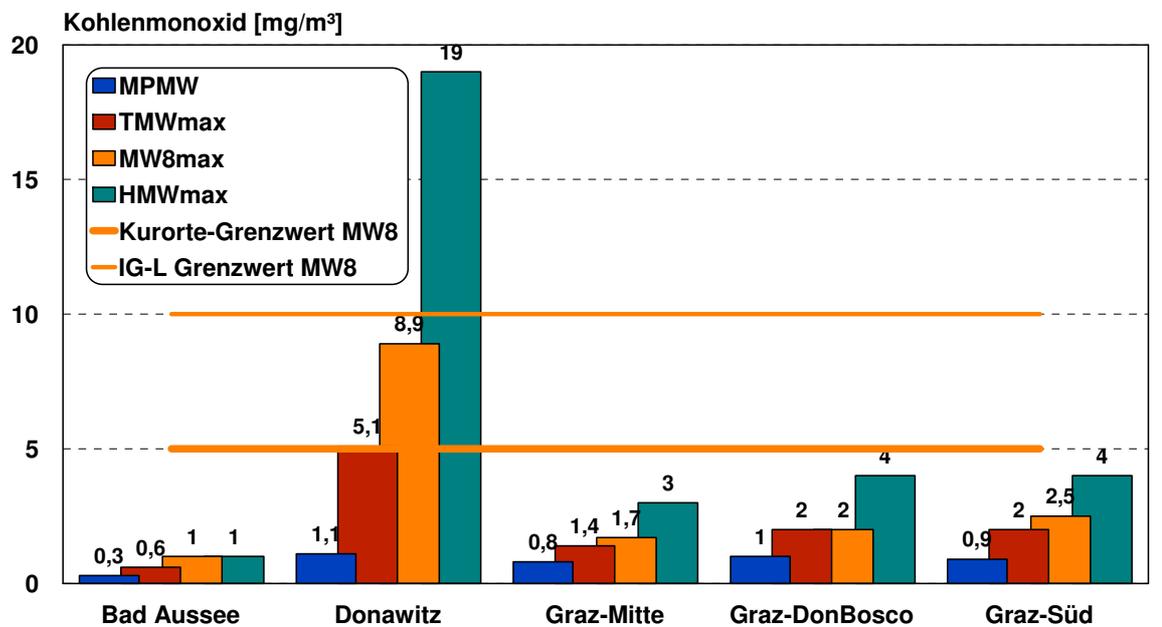


Abbildung 38: CO-Konzentrationen im Vergleich zu Grenzwerten Winter 2003

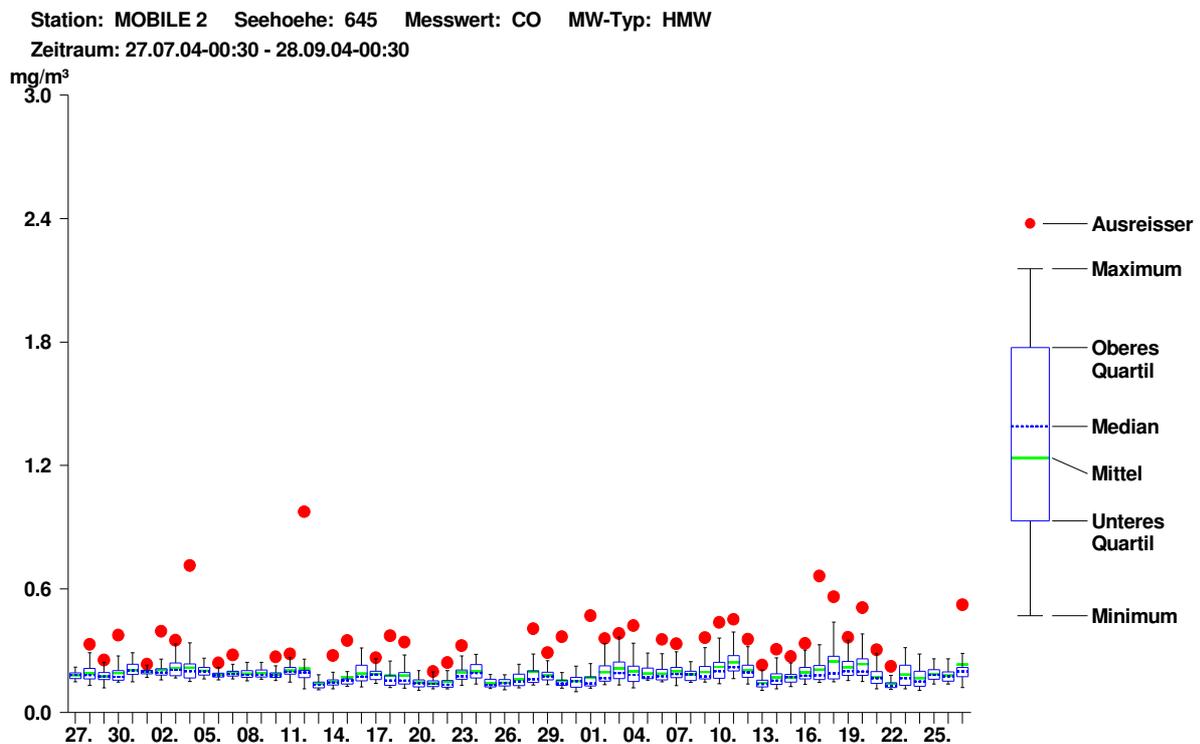


Grenzwerte nach der Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten und dem Immissionsschutzgesetz-Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

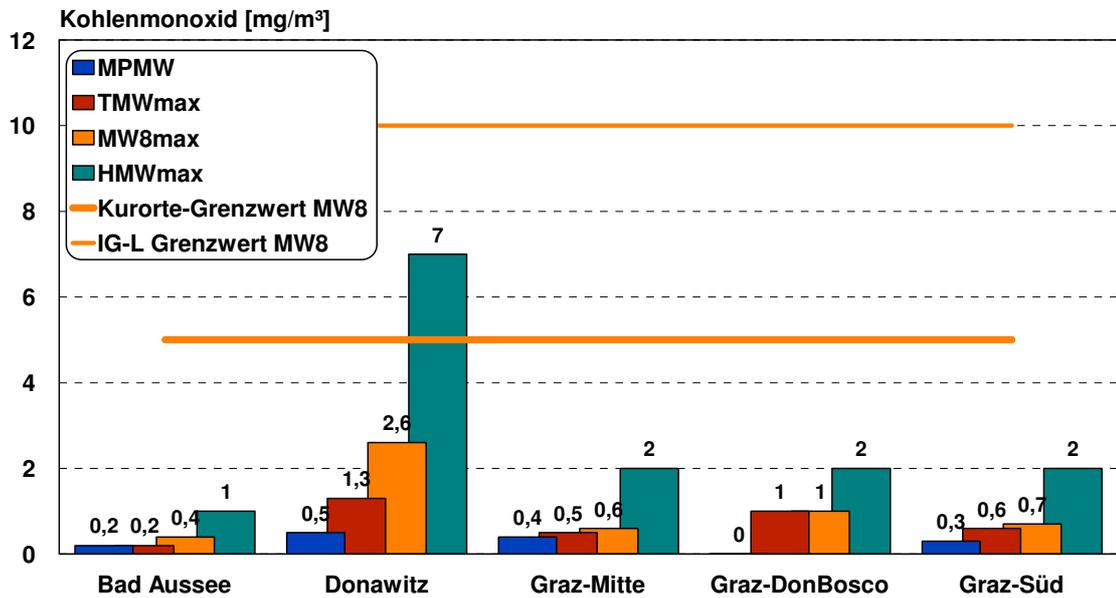
Tabelle 21: CO, Sommermessung 2004

| 27.07.2004- 27.09.2004 | Messergebnisse CO in mg/m ³ | Grenzwerte CO in mg/m ³ | Gesetze, Normen, Empfehlungen | % des Grenzwertes |
|---------------------------|---|---------------------------------------|--|----------------------|
| HMWmax | 1 | | | |
| MW_08max | 0,4 | 10 5 | BGBl. I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie | 4 % 8 % |
| TMWmax | 0,2 | | | |
| Mtmax | 0,3 | | | |
| PMW | 0,2 | | | |

**Abbildung 39: Zeitverlauf der CO-Konzentrationen
Sommer 2004**



**Abbildung 40: CO-Konzentrationen im Vergleich zu Grenzwerten
Sommer 2004**



Grenzwerte nach der Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten und dem Immissionsschutzgesetz-Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

Tabelle 22: CO, Wintermessung 2006/2007

| 08.12.2006-07.02.2007 | Messergebnisse CO in mg/m ³ | Grenzwerte CO in mg/m ³ | Gesetze, Normen, Empfehlungen | % des Grenzwertes |
|-----------------------|---|---------------------------------------|--|-------------------|
| HMWmax | 3 | | | |
| MW_08max | 2 | 10 5 | BGBl. I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie | 20 % 40 % |
| TMWmax | 1,1 | | | |
| Mtmax | 1,0 | | | |
| PMW | 0,5 | | | |

Abbildung 41: Zeitverlauf der CO-Konzentrationen Winter 2006/2007

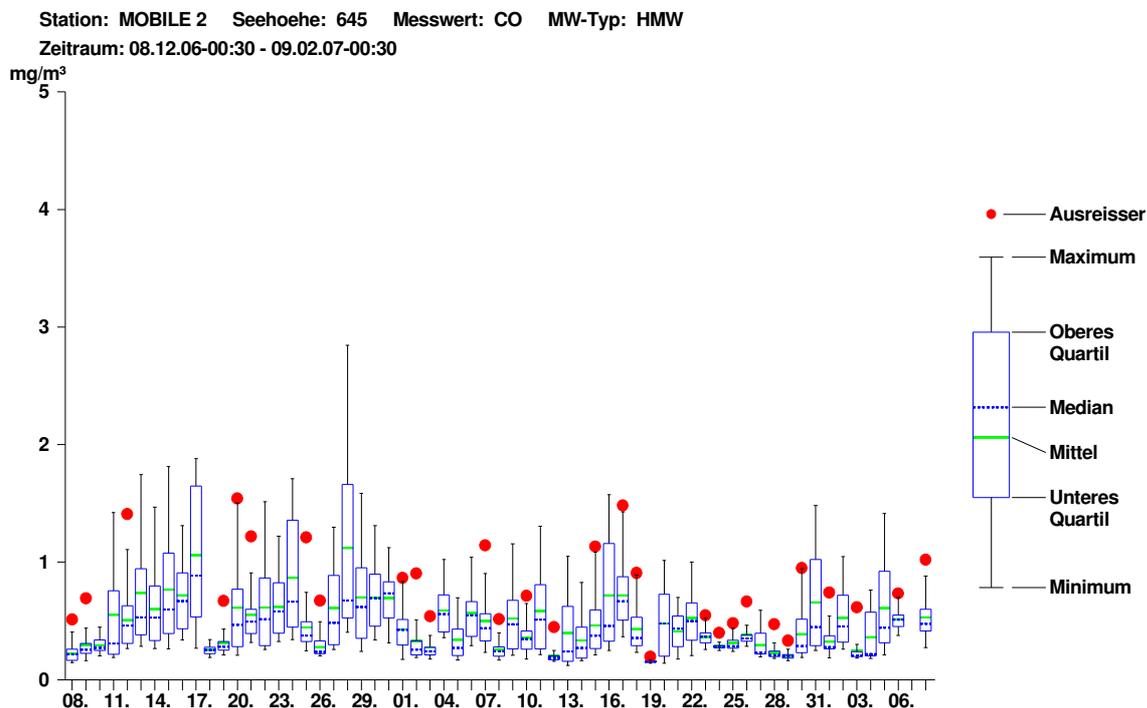
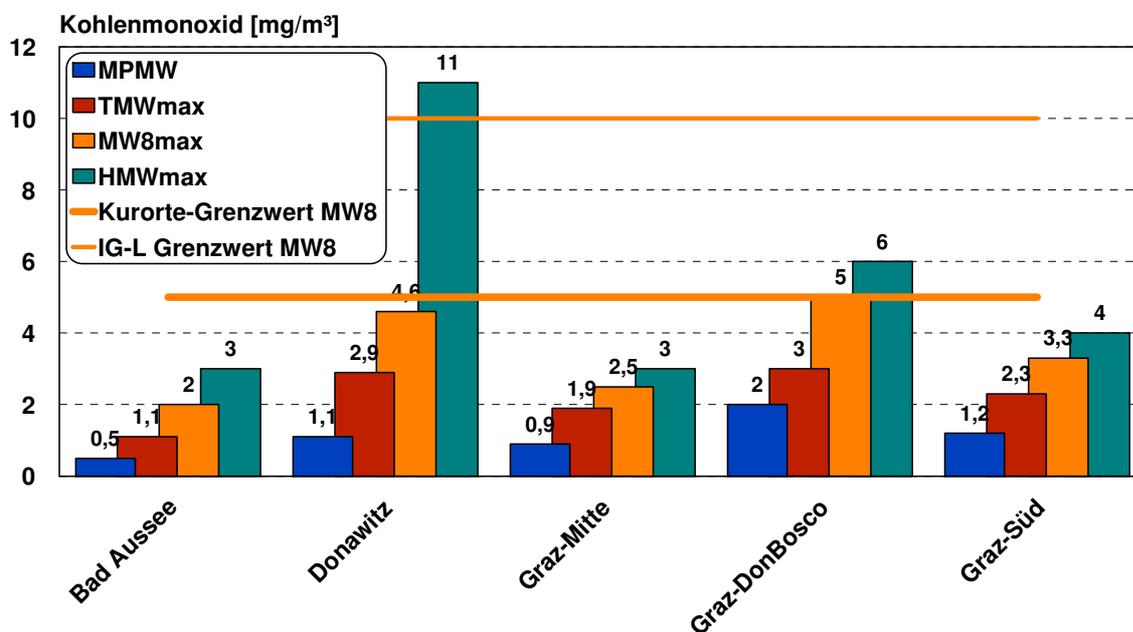


Abbildung 42: CO-Konzentrationen im Vergleich zu Grenzwerten Winter 2006/2007



Grenzwerte nach der Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten und dem Immissionsschutzgesetz-Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

Auch beim Kohlenmonoxid gelten der Kfz-Verkehr, industrielle Emissionen und 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 in Bad Aussee während beider Messungen deutlich unter den gesetzlichen Immissionsgrenzwerten des Immissionsschutzgesetzes-Luft (BGBl. I Nr. 115/1997) und der Kurorterichtlinie.

Die Kohlenmonoxidkonzentrationen werden nur an einigen neuralgischen Punkten wie etwa an stark frequentierten Kreuzungsbereichen in Graz sowie an den beiden mobilen Messstationen erhoben. Dementsprechend ergibt ein Vergleich mit weiteren steirischen Messstellen für die Messstandorte in Bad Aussee erwartungsgemäß ein unterdurchschnittliches Belastungsniveau.

6.7. Ozon (O₃)

Die Ozonbildung erfolgt in der bodennahen Atmosphäre in der wärmeren und sonnenstrahlungsreicheren Jahreszeit wesentlich stärker als in den Herbst- und Wintermonaten. Die winterlichen Ozonmessungen in Bad Aussee haben aufgrund der Jahreszeit daher nur eine eingeschränkte Aussage und werden im Folgenden vornehmlich der Vollständigkeit halber diskutiert.

Tabelle 23: O₃, Wintermessung 2003

| 17.10.2003-09.12.2003 | Messergebnisse O ₃ in µg/m ³ | Grenzwerte O ₃ in µg/m ³ | Gesetze, Normen, Empfehlungen | % des Grenzwertes |
|-----------------------|--|--|-------------------------------|-------------------|
| MW_01max | 89 | 180 | Ozon-Info-Schwelle | 49% |
| MW_08max | 88 | 120 | Zielwert Ozongesetz | 73% |
| TMWmax | 83 | | | |
| Mtmax | 55 | | | |
| PMW | 31 | | | |

Abbildung 43: Zeitverlauf der O₃-Konzentrationen Winter 2003

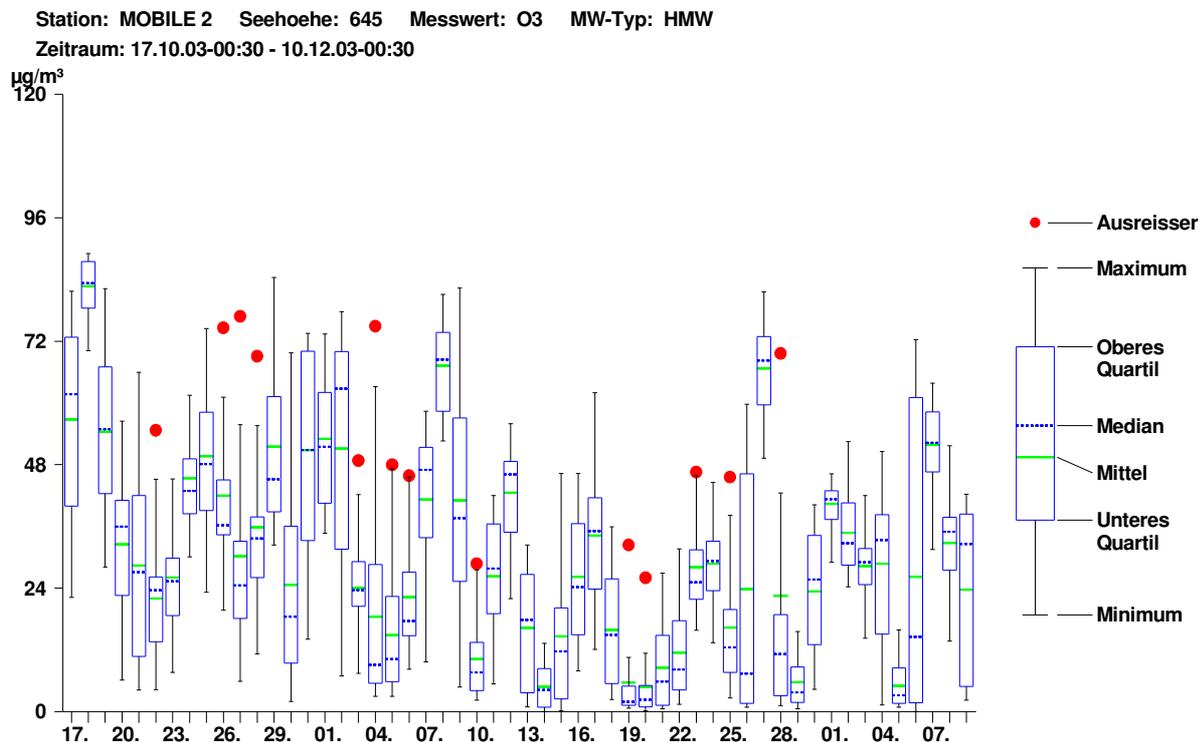


Abbildung 44: O₃-Konzentrationen im Vergleich zu Grenzwerten Winter 2003

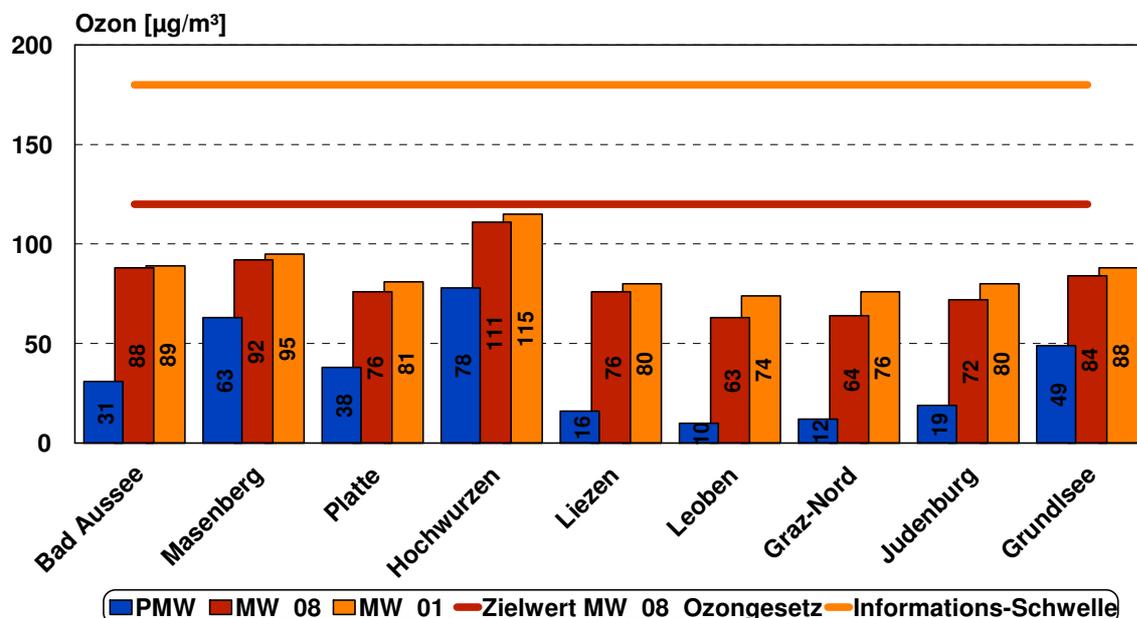


Tabelle 24: O₃, Sommermessung 2004

| 27.07.2004- 27.09.2004 | Messergebnisse O ₃ in µg/m ³ | Grenzwerte O ₃ in µg/m ³ | Gesetze, Normen, Empfehlungen | % des Grenzwertes |
|---------------------------|---|---|----------------------------------|----------------------|
| MW_01max | 161 | 180 | Ozon-Info-Schwelle | 89,4 |
| MW_08max | 120 | 120 | Zielwert Ozongesetz | 100 % |
| TMWmax | 86 | | | |
| Mtmax | 94 | | | |
| PMW | 48 | | | |

**Abbildung 45: Zeitverlauf der O₃-Konzentrationen
Sommer 2004**

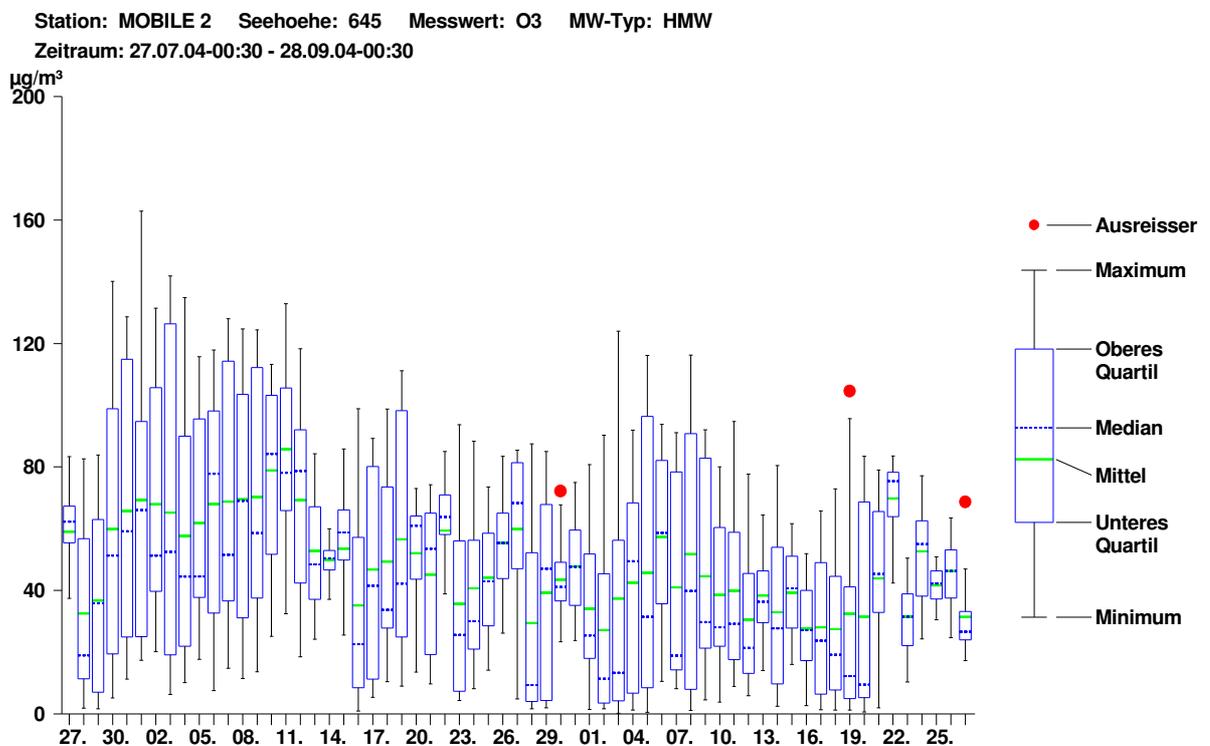


Abbildung 46: O₃-Konzentrationen im Vergleich zu Grenzwerten
Sommer 2004

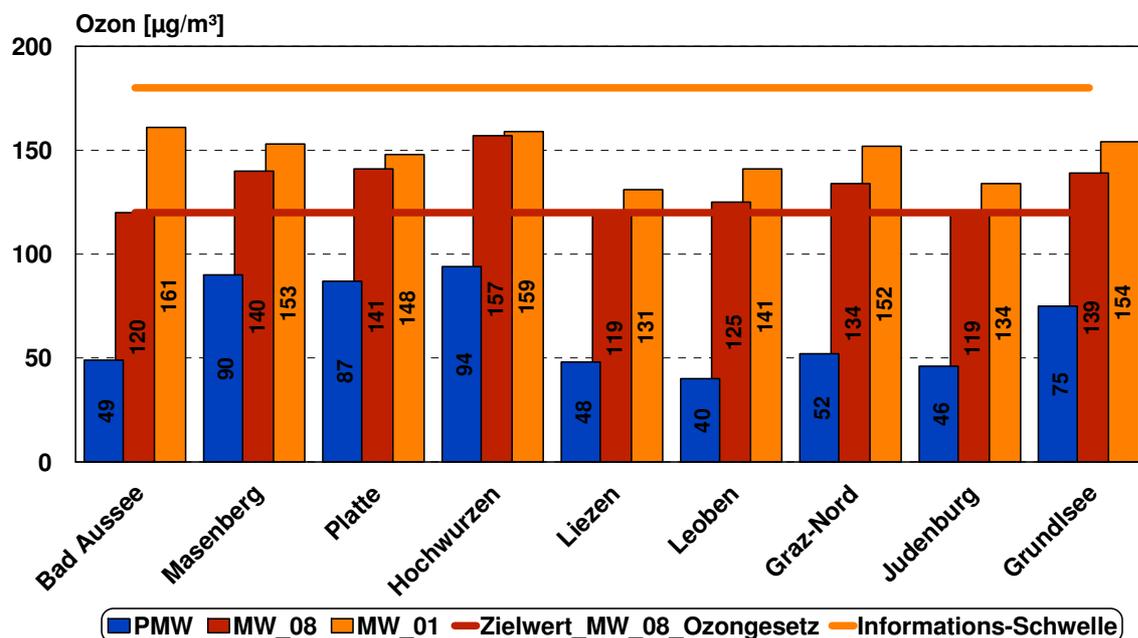


Tabelle 25: O₃, Wintermessung 2006/2007

| 08.12.2006-07.02.2007 | Messergebnisse O ₃ in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Grenzwerte O ₃ in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Gesetze, Normen, Empfehlungen | % des Grenzwertes |
|-----------------------|---|---|-------------------------------|-------------------|
| MW_01max | 88 | 180 | Ozon-Info-Schwelle | 49 % |
| MW_08max | 78 | 120 | Zielwert Ozongesetz | 65 % |
| TMWmax | 72 | | | |
| Mtmax | 50 | | | |
| PMW | 27 | | | |

Abbildung 47: Zeitverlauf der O₃-Konzentrationen im Winter 2006/2007

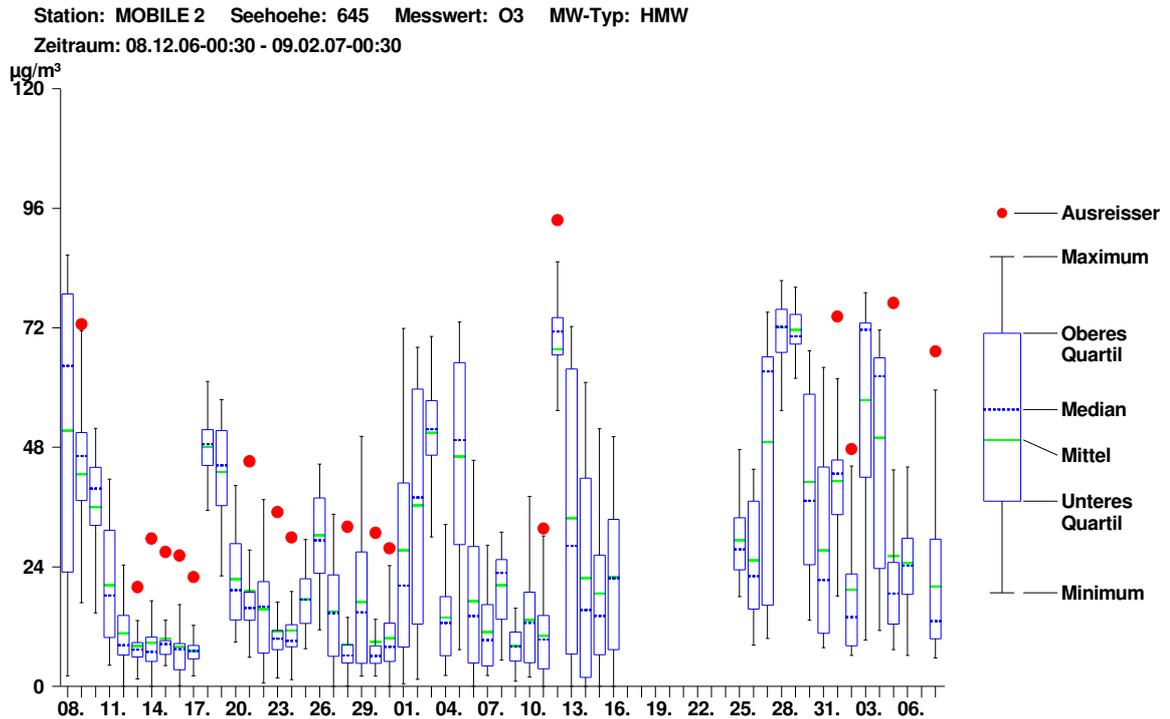
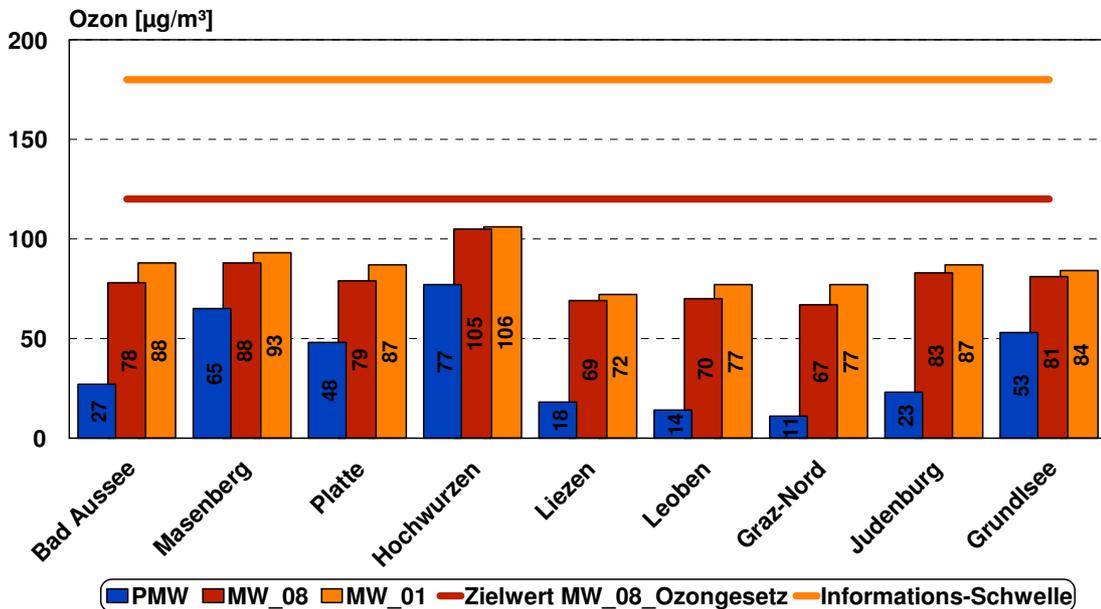


Abbildung 48: O₃-Konzentrationen im Vergleich zu Grenzwerten Winter 2006/2007

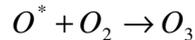


Ozon wird als vorwiegend sekundärer Luftschadstoff nur in sehr geringen Maß direkt freigesetzt, viel mehr bildet er sich aus luftchemischem Weg aus anderen luftfremden Stoffen. Eine wesentliche Rolle zur Ozonbildung kommt daher den Vorläufersubstanzen wie den Stickstoffoxiden und den Kohlenwasserstoffen 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 von UV-Strahlung der Sonne in Stickstoffmonoxid und ein angeregtes Sauerstoffatom zerlegt wird (Photodissoziation).

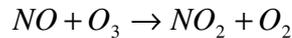


Das angeregte Sauerstoffatom vereinigt sich in der Folge mit dem in der Luft vorhandenen Sauerstoffmolekül zu Ozon.



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 sogenannten 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 aber auch durch Pflanzen (z.B. Isoprene, Terpene aus Nadelwäldern) in die Atmosphäre gelangen. Diese Kohlenwasserstoffe werden durch freie OH-Radikale oxidiert, dabei entstehen sogenannte 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 Höhen 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.

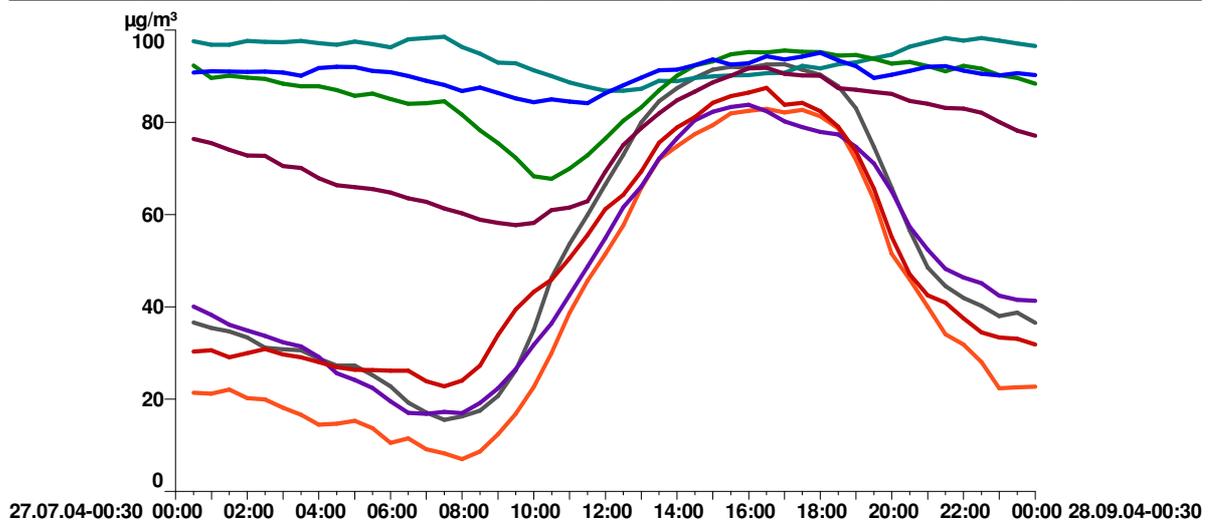
Die folgende Abbildung dokumentiert dies sehr gut anhand eines Vergleichs des mittleren Tagesganges der Mobilen Messstation in Bad Aussee während der Sommermessung 2004 mit verschiedenen Messstationen in der Steiermark.

Bad Aussee weist wie die Talstationen in Liezen, Leoben und Graz-Nord einen für Tal-Lagen typischen ausgeprägten Tagesgang der Ozonkonzentrationen mit einem Konzentrationsmaximum am Nachmittag auf. An den etwas höher gelegenen Messstellen Graz-Platte und Grundsee ist dieser Verlauf noch erkennbar, wenn auch nicht mehr so ausgeprägt. An den hoch gelegenen Messstationen Masenberg und Hochwurzen erfolgt hinge-

gen keine nächtliche Konzentrationsabsenkung mehr, die Belastung bleibt auf einem hohen Niveau.

Abbildung 49: Mittlerer Tagesgang der Ozonkonzentrationen im Sommer 2004

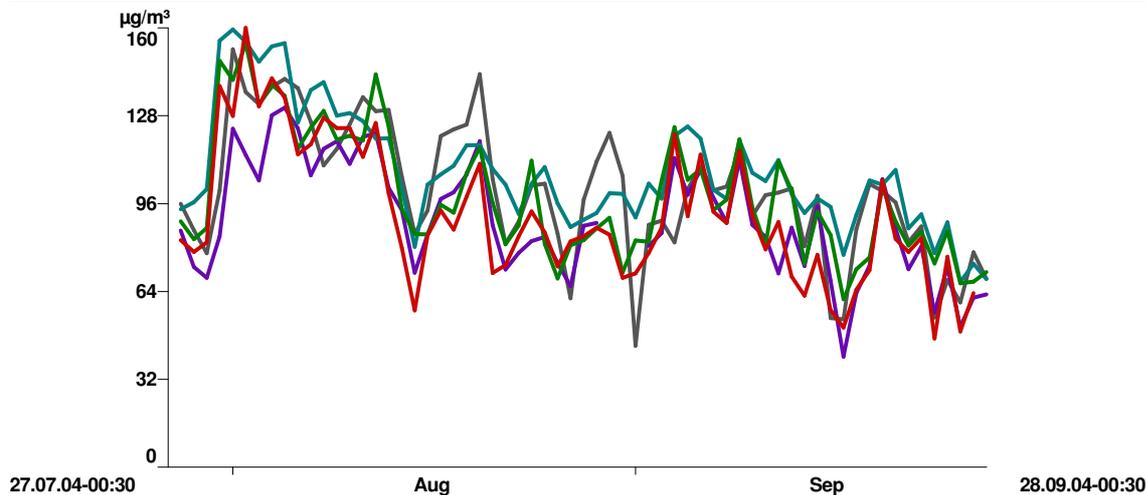
| | | | | | | | | |
|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Station: | MOBILE 2 | Masenbg. | Platte | Grundls. | Hochwurz | Liezen | Leoben | Graz-N |
| Seehöhe: | 770 | 1180 | 661 | 980 | 1850 | 665 | 543 | 348 |
| Messwert: | O3 |
| MW-Typ: | MITT_TAG |
| Zeitraum: | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Y - Achse: | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Muster: | | | | | | | | |



Die nachfolgende Abbildung zeigt, dass sich die täglichen Ozonspitzenkonzentrationen in Bad Aussee beinahe gleichlaufend mit den Konzentrationen am Tressensattel oberhalb von Grundlsee bewegen; auch an den Messstationen in Liezen und auf der Hochwurz – die im selben Überwachungsgebiet liegen – wurden ähnlich hohe Konzentrationen gemessen. In Graz-Nord dagegen zeigt sich ein deutlich anderer Verlauf der Ozonbelastung.

Abbildung 50: Maximale Ozonkonzentrationen Sommer 2004

| | | | | | |
|------------|---|---|---|--|---|
| Station: | MOBILE 2 | Grundls. | Hochwurz | Liezen | Graz-N |
| Seehöhe: | 770 | 980 | 1850 | 665 | 348 |
| Messwert: | O3 | O3 | O3 | O3 | O3 |
| MW-Typ: | MW_01_MAX | MW_01_MAX | MW_01_MAX | MW_01_MAX | MW_01_MAX |
| Zeitraum: | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Y - Achse: | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Muster: |  |  |  |  |  |



Der Verlauf der Ozonkonzentrationen zeigt die erwartete Übereinstimmung mit den Witterungsverhältnissen. Während der Wintermessungen blieben die Konzentrationen deutlich unter jenen der Sommermessung. Speziell bei strahlungsintensiven Hochdruck- und gradientschwachen Lagen wurden hohe Werte registriert.

Dementsprechend wurde der maximale Achtstundenmittelwert (Zielwert $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) nach dem Ozongesetz während der Wintermessungen nicht überschritten.

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 der Zielwert nach dem Ozongesetz ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als MW_08) erreicht. Die derzeit geltende Informationsschwelle nach dem Ozongesetz ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als MW_01) wurde jedoch nicht erreicht.

Ozon ist ein sekundärer Luftschadstoff und wird nicht direkt emittiert, sondern aus Vorläufersubstanzen (Stickoxide, Kohlenwasserstoffe) gebildet. Durch die Reaktion von Stickstoffmonoxid mit Ozon zu Stickstoffdioxid während der Nachtstunden wird Ozon abgebaut, was den typischen Tagesgang von Ozon in Ballungsräumen (Konzentrationsminimum in den Morgenstunden) bewirkt. Wie oben beschrieben, findet unter Sonneneinstrahlung die umgekehrte Reaktion statt und bei der Bildung von Stickstoffdioxid wird Ozon freigesetzt. In Reinluftgebieten fehlt der Abbau während der Nacht, sodass sich die Konzentrationen anreichern können und sich dadurch eine höhere Belastung ergibt.

Im Vergleich mit anderen Messstellen ergibt sich für die Messungen in Bad Aussee ein für die Lage entsprechendes durchschnittliches Belastungsniveau, das höher ist als in steirischen Bezirkshauptstädten (Liezen, Leoben, Judenburg), aber noch nicht an die Belastung in Reinluftgebieten (Masenberg, Hochwurzen) heranreicht.

7. Integrale Messungen

7.1. Das Messnetz

Für die dauernden integralen Messungen wurde der therapeutische Bereich (Vitalbad, Messpunkt 2), das Ortszentrum (Kurpark, Messpunkt 1) sowie ein Hintergrundmesspunkt (Eselsbach, Messpunkt 3) – der Einflüsse aus dem Rigips-Werk erwarten lässt – mit Probenahmesammlern für Staubbiederschlag, Stickstoffdioxid und Schwefeldioxid ausgerüstet (siehe Abbildung 7).

Bisher wurden 58 Messperioden beprobt, die in Jahresmittelwerte zusammengefasst wurden, um mit Grenzwerten vergleichbar zu sein. Zusätzlich wurden die Einzelergebnisse in Sommer- und Wintermittelwerte zusammengefasst, um jahreszeitlich bedingte Belastungen anschaulich zu machen.

7.2. Messmethodik

7.2.1 Bestimmung des Staubbiederschlages nach dem Bergerhoff-Verfahren

Ziel der Staubbiederschlagsmessung ist es, die in einer bestimmten Zeit aus der Atmosphäre ausfallende Menge fester und flüssiger Substanz - mit Ausnahme des Wasseranteiles - zu erfassen.

Die Staubbmessung erfolgt nach dem "Bergerhoff-Verfahren". Dabei wird ein oben offenes Kunststoffgefäß auf einem etwa 1,5 m hohen Ständer angebracht. Der sich absetzende Staub und der Niederschlag (Regenwasser, Schnee) werden in diesem Gefäß über eine Dauer von 28 Tagen gesammelt. Danach werden der Staubbiederschlag und das Wasser in einer gewogenen Schale zur Trockene eingedampft und als Gesamtstaubbiederschlag gewogen. Das Ergebnis wird auf einen Tag und 1 m² Fläche bezogen.

7.2.2 Messung der Stickstoffdioxid- und Schwefeldioxidkonzentration mit Badge-Sammlern

Die Grundlagen der Badge-Sammler-Methode stammen von Palmes und Gunnison aus dem Jahr 1976. Weiterentwickelt wurde die Methode von H. Puxbaum und B. Brantner am Institut für Analytische Chemie der TU Wien.

Das Prinzip der verwendeten Badge-Sammler beruht auf einer Diffusion von SO₂, NO₂, HCl und HNO₃, also von sauren Gasen, zu einem absorbierenden Medium (häufig wird Triethanolamin verwendet). Die Menge des absorbierten Schadstoffes ist proportional zur Umgebungskonzentration an der Messstelle. Nach Beendigung der Messung werden die zu untersuchenden Substanzen extrahiert und anschließend ionenchromatographisch bestimmt und quantifiziert.

Die verwendeten Badge-Sammler bestehen aus einem Plastikzylinder mit einem Durchmesser von 4 cm und einer Höhe von 1 cm, versehen mit einer Aufhängevorrichtung. Die Rückseite ist fest verschlossen, während sich auf der Vorderseite eine entfernbare Schutzkappe befindet. Im Inneren ist ein Stahlnetz befestigt, das mit dem absorbierenden Medium imprägniert ist und durch eine Membran vor Verschmutzungen geschützt ist.

Zu Beginn der Messung wird die Schutzkappe entfernt und der Sammler exponiert. Am Ende der Messung wird der Sammler wieder verschlossen und kann bis zur Aufarbeitung kühl gelagert werden. Exponiert werden die Sammler auf ca. 1,5 m hohen Stangen. Vor Witterungseinflüssen werden sie durch Glocken geschützt. Die Expositionszeit beträgt ca. vier Wochen.

Da die Menge der absorbierten Probe durch Diffusion an das Absorptionsmittel gelangt, kann über die Diffusionsgleichung der Mittelwert der Konzentration über die Messdauer bestimmt werden. Die erhaltenen Werte haben die gleiche Dimension ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) wie jene, die von kontinuierlichen Messstationen erhalten werden, stellen jedoch integrale Werte dar und können somit nicht zur Beschreibung kurzzeitiger Spitzen herangezogen werden. Der Sinn liegt in der flächenhaften Abschätzung der Immissionssituation und in der Bestimmung längerfristiger Trends.

7.3. Beurteilungsgrundlagen

Für die Beurteilung der Luftqualität in Kurorten wird die Richtlinie „Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten“ herangezogen. Diese wurde 1997 vom Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie herausgegeben, da weder das Bundesgesetz vom 2. Dezember 1958 über natürliche Heilvorkommen und Kurorte (BGBl. Nr. 272/1958) noch die ausführenden Landesgesetze (Stmk. Heilvorkommen- und Kurortegesetz, LGBl. Nr. 161/1962) Grenzwerte für Luftschadstoffimmissionen vorgeben.

In der Kurorte-Richtlinie ist ein **Grenzwert für die Staubdeposition von 165 mg/m².d** festgelegt (Tabelle 3). Für die Gesamtstaubdeposition wurde die Beurteilung der Immissionssituation nach dem Grenzwert vorgenommen, der in dieser Richtlinie festgelegt ist.

Die Messungen mittels Badge-Sammler für Schwefeldioxid und Stickstoffdioxid liefern zwar Konzentrationsangaben [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] wie automatische Messstationen, sind mit diesen aber nicht direkt vergleichbar. Die Ergebnisse sind als Mittelwert über die Messperiode (etwa 28 Tage) zu verstehen und können daher nicht direkt mit den Grenzwerten nach der Kurorte-Richtlinie (Tabelle 3) verglichen werden. Sehr wohl ist allerdings eine Beurteilung anhand des **Jahresmittelgrenzwertes** des IG-L (Tabelle 1) möglich, der zurzeit mit **40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ für Stickstoffdioxid** festgelegt ist.

7.4. Darstellung der Messergebnisse

7.4.1 Gesamtstaubdeposition

Tabelle 26: Jahresmittelwerte der Staubdeposition (in mg/m² . d)

| Staubdeposition | JMW 2003 | JMW 2004 | JMW 2005 | JMW 2006 |
|-----------------|----------|----------|----------|----------|
| Kurpark | 74 | 76 | 63 | 60 |
| Vitalbad | 44 | 66 | 67 | 39 |
| Eselsbach | 61 | 79 | 79 | 74 |

Abbildung 51: Jahresmittelwerte der Staubdeposition im Vergleich zum Grenzwert gemäß Kurorterichtlinie

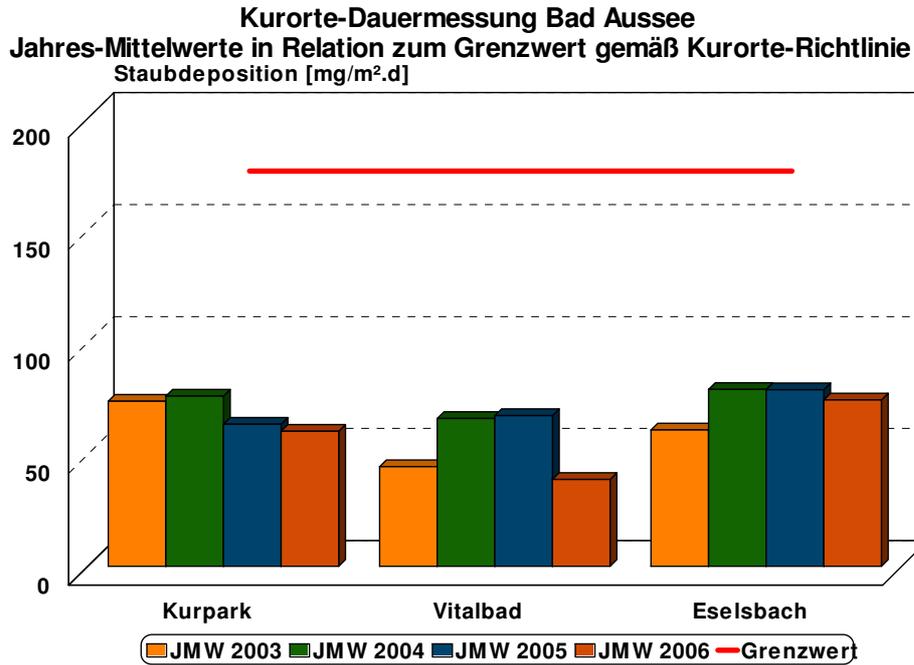


Abbildung 52: Zeitverlauf der Staubbelastung – Mittelwerte über alle Messpunkte

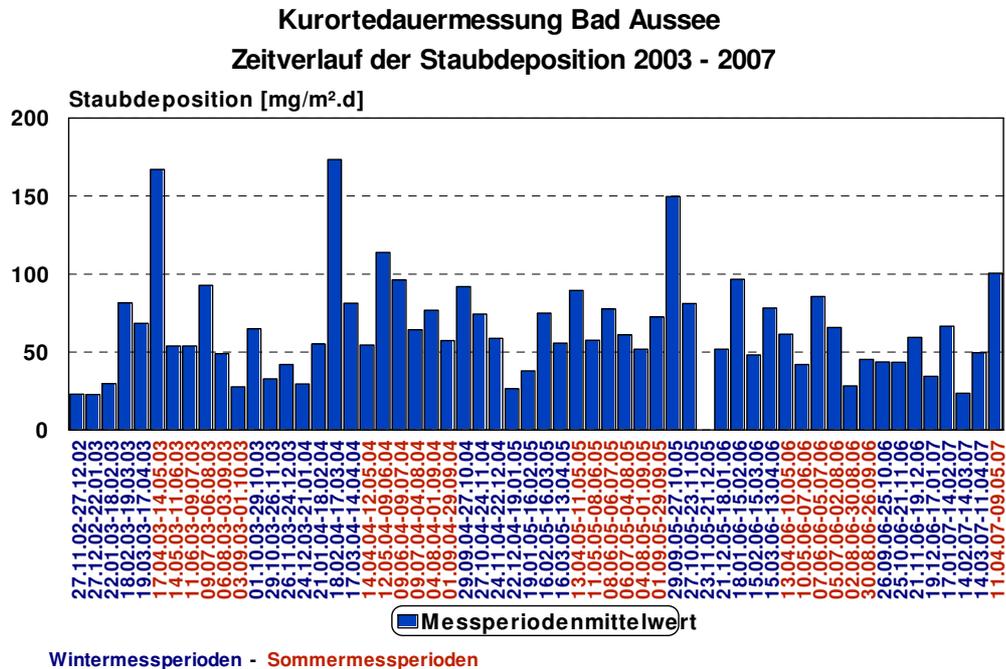
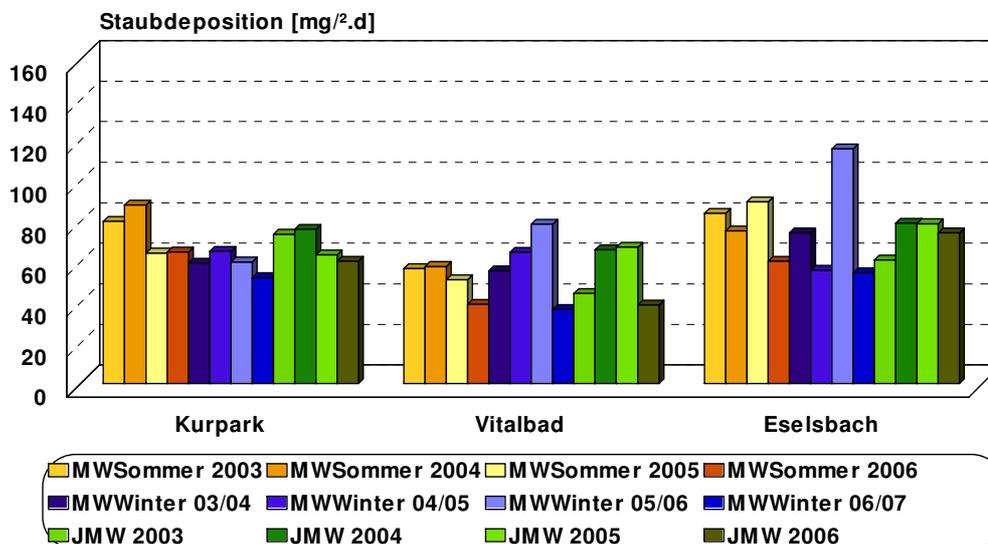


Abbildung 53: Mittelwerte der Staubbelastung an den einzelnen Messpunkten

**Bad Aussee Kurorte-Dauermessung
Staubdeposition - Mittelwerte an den einzelnen Messpunkten**



7.4.2 Schwefeldioxid- und Stickstoffdioxid-Konzentration

Tabelle 27: Jahresmittelwerte der Stickstoffdioxid-Belastung [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

| | Kurpark | Vitalbad | Eselsbach |
|----------|---------|----------|-----------|
| JMW 2003 | 13,8 | 12,7 | 7,9 |
| JMW 2004 | 17,5 | 14,7 | 8,6 |
| JMW 2005 | 17,6 | 14,3 | 8,9 |
| JMW 2006 | 16,6 | 14,6 | 6,4 |

Tabelle 28: Jahresmittelwerte der Schwefeldioxid-Belastung [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

| | Kurpark | Vitalbad | Eselsbach |
|----------|---------|----------|-----------|
| JMW 2003 | 1,8 | 2,0 | 0,8 |
| JMW 2004 | 1,6 | 1,5 | 0,8 |
| JMW 2005 | 2,0 | 1,6 | 0,9 |
| JMW 2006 | 1,1 | 1,3 | 0,5 |

Abbildung 54: Jahresmittelwerte der Schwefeldioxid- und Stickstoffdioxid-Belastung in Relation zum Grenzwert gemäß IG-L

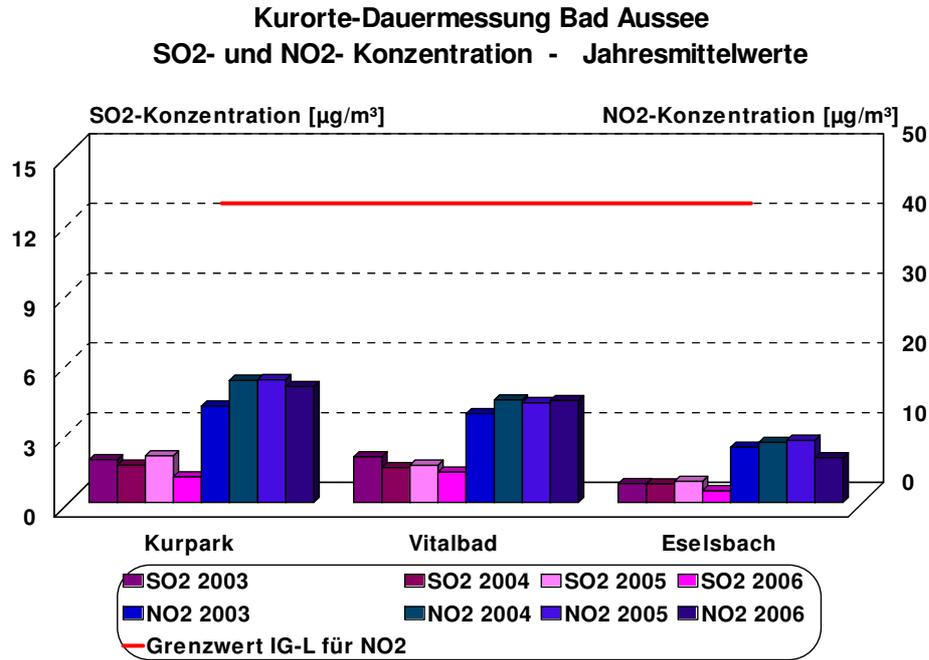


Abbildung 55: Zeitverlauf der Schwefeldioxid- und Stickstoffdioxid-Belastung Mittelwerte über alle Messpunkte

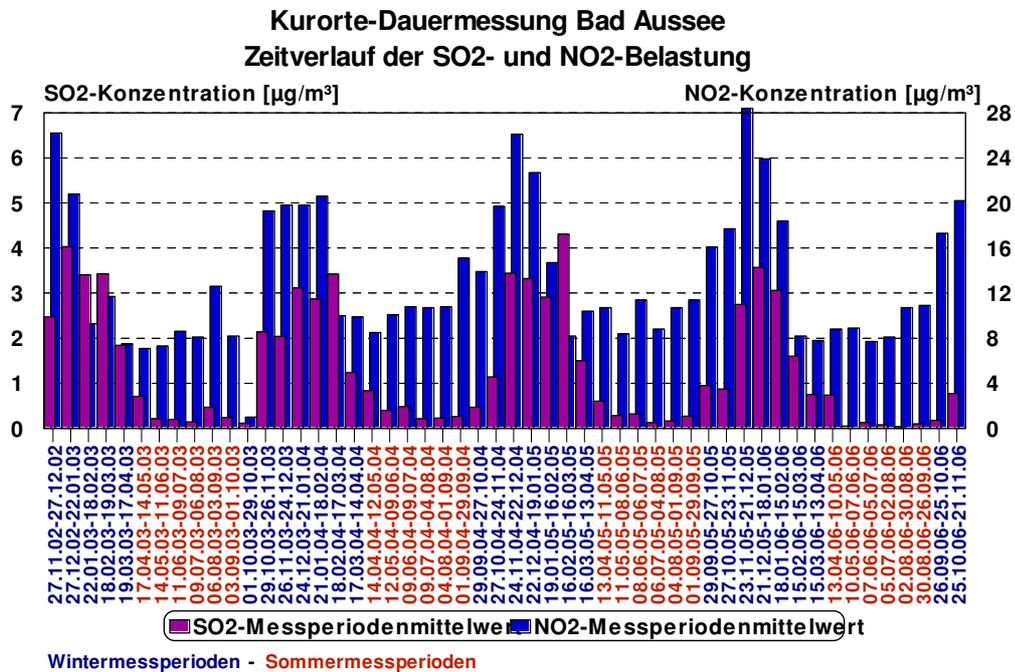


Abbildung 56: Mittelwerte der Stickstoffdioxid-Belastung

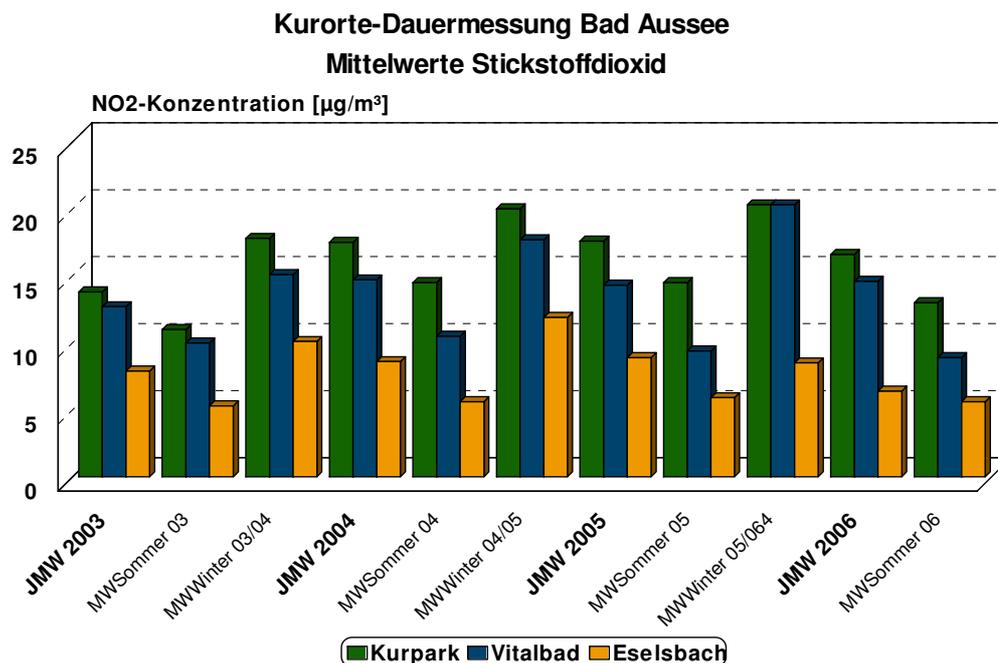
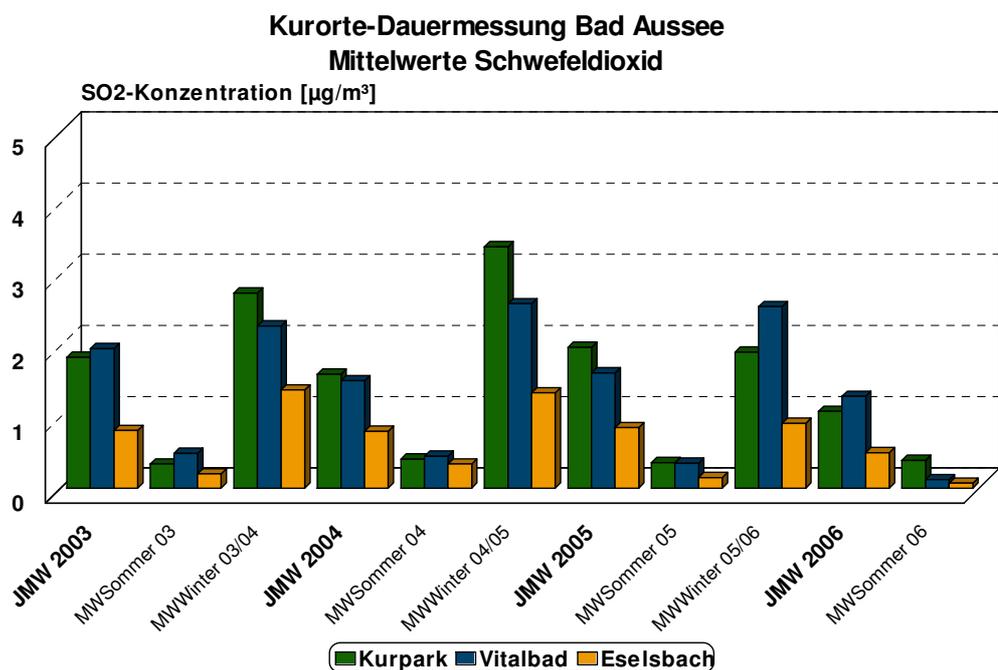


Abbildung 57: Mittelwerte der Schwefeldioxid-Belastung



7.5. Zusammenfassende Beurteilung der integralen Messungen

Integrale Messnetze sind in der Lage, langfristige Luftschadstoff-Belastungen von Gebieten zu erkennen und lokale Unterschiede aufzuzeigen. Kurzzeitige Belastungsspitzen können nicht erkannt werden.

In Bad Aussee zeigte der Zeitverlauf der **Gesamtstaubdeposition** im Mittel über alle Messpunkte keinen sehr ausgeprägten Jahrgang. An den Messpunkten Kurpark und

Eselsbach waren die Sommermittelwerte etwas höher, am Messpunkt Vitalbad dagegen lagen die Wintermittelwerte höher. Die höchste Belastung zeigte der Winter 2005/2006 in Eselsbach, von den Messpunkten war der Standort beim Vitalbad am geringsten belastet (Abbildung 53).

Die Jahresmittelwerte der Staubdeposition lagen am Messpunkt 1 (Kurpark) zwischen 63 (2005) und 102 mg/m².d (2006), am Messpunkt 2 (Vitalbad) zwischen 39 (2006) und 67 mg/m².d (2005) und am Messpunkt 2 (Eselsbach) zwischen 61 (2003) und 114 mg/m².d (2004). Die Jahresmittelwerte blieben damit durchwegs deutlich unter dem Grenzwert der Kurorte-Richtlinie.

Integrale Konzentrationsmessergebnisse können als Langzeitmittelwerte nicht direkt mit den Grenzwerten der Kurorte-Richtlinie verglichen werden, die als Halbstunden- und Tagesmittelwerte festgelegt sind.

Die Konzentrationsmessungen von Schwefeldioxid und Stickstoffdioxid ergaben erwartungsgemäß während der kalten Jahreszeit höhere Konzentrationen als im Sommer. Dies ist aufgrund der immissionsklimatischen Ungunst des Winterhalbjahres - verstärkte Inversionsbereitschaft und dementsprechend schlechtere Ausbreitungsbedingungen - und der heizungsbedingt erhöhten Emissionen aber zu erwarten. Am ausbreitungstechnisch ungünstigsten und auch verkehrsnächsten Messpunkt 1 (Kurpark) lagen die NO₂-Konzentrationen etwas höher als an den übrigen Messpunkten, die Jahresmittelwert lagen jedoch an allen 3 Messpunkten deutlich unter dem Jahresmittel-Grenzwert für Stickstoffdioxid gemäß IG-L. Die SO₂-Konzentrationen lagen an allen Messpunkten auf niedrigem Niveau.

Im Vergleich zum derzeit gültigen Jahresmittelgrenzwert für **Stickstoffdioxid** gemäß Immissionsschutzgesetz-Luft (derzeit 40 µg/m³) lag die Konzentration am höchstbelasteten Messpunkt 1 (Kurpark) im Jahr 2005 bei 44% dieses Wertes.

Die gemessenen **Schwefeldioxid**werte können generell als sehr niedrig bezeichnet werden. Eine grobe Vergleichsmöglichkeit bietet der Jahresmittelwert zum Schutz von Ökosystemen und der Vegetation der Immissionsgrenzwerte-Verordnung zum IG-L (BGBl.II Nr.298/2001), der allerdings für eine andere Fragestellung festgelegt ist. Demnach lagen die höchsten registrierten Konzentrationen bei 10% dieses Grenzwertes von 20 µg/m³.

Zusammenfassend ergaben die integralen Immissionsmessungen seit Dezember 2002, dass davon ausgegangen werden kann, dass die lufthygienischen Bedingungen in Bad Aussee hinsichtlich der integral erhobenen Schadstoffe Schwebstaub, Stickstoffdioxid und Schwefeldioxid den Vorgaben der Kurorterichtlinie bzw. des Immissionsschutzgesetzes-Luft entsprechen. Die Luftqualität in Bad Aussee entspricht somit den strengen Anforderungen, wie sie an Kurorte gestellt werden.

8. 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

Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie (Hg), 1996, „Richtlinie 12 Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten“

Landesgesetzblatt Land Steiermark, 1962:

Stmk. Heilvorkommen- und Kurortegesetz, LGBl. Nr.161/1962, in der Fassung von. LGBl. Nr.15/2002

Österreichische Akademie der Wissenschaften, 1989:

Photooxidantien in der Atmosphäre - Luftqualitätskriterien Ozon. Kommission für Reinhaltung der Luft. Wien.

VDI-Kommission Reinhaltung der Luft (Hrsg.), 1988:

Stadtklima und Luftreinhaltung

Ein wissenschaftliches Handbuch für die Praxis in der Umweltplanung, Berlin

Wakonigg, H., 1978:

Witterung und Klima in der Steiermark

- Arb. Inst. Geogr. Univ. Graz 23: 478S.

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, 2005 und 2007:

Monatsübersicht der Witterung in Österreich,

Anhang: Erläuterungen zu den Tabellen und Diagrammen

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 Grenzwerte des Immissionsschutzgesetzes Luft und des Ozongesetzes sowie der Kurorterichtlinie 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 hintereinanderliegenden Halbstundenmittelwerten bzw. 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 |

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.

Box Plot

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

Auf der waagrechten Achse sind die einzelnen Tage einer Messperiode aufgetragen. Die senkrechte Achse gibt das Konzentrationsmaß der Schadstoffe wieder.

Die Signaturen innerhalb der Darstellung berücksichtigen das gesamte täglich registrierte Datenkollektiv eines Schadstoffes. Der arithmetische Mittelwert (Arith.MW) entspricht dem Tagesmittelwert. Er wird als arithmetisches Mittel aus den 48 Halbstundenmittelwerten eines Tages gebildet.

Das Minimum und das Maximum stellen jeweils den niedrigsten bzw. den höchsten Halbstundenmittelwert eines Tages dar. Dabei gibt es allerdings eine Ausnahme, die als Ausreißer bezeichnet wird. Werden in der Grafik die so genannten Ausreißer dargestellt, dann handelt es sich hierbei um den höchsten Halbstundenmittelwert des Tages.

Für die Berechnung des Medians und des oberen und unteren Quartils werden alle 48 Halbstundenmittelwerte eines Messtages nach ihrer Wertgröße aufsteigend gereiht.

Dann wird in dieser Wertreihe der 24. Halbstundenmittelwert herausgesucht und als Median (= 50 Perzentil) festgelegt. Für die Berechnung der oberen und unteren Quartilsgrenzen sind der 12. Halbstundenmittelwert (= 25 Perzentil) bzw. der 36. Halbstundenmittelwert (= 75 Perzentil) maßgebend.