

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist an der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt (<http://www.ub.tuwien.ac.at>).

The approved original version of this diploma or master thesis is available at the main library of the Vienna University of Technology (<http://www.ub.tuwien.ac.at/englweb/>).



Diplomarbeit

## **Feinstaubmessungen in Lunz am See –Bestimmung der Aerosolmasse und chemische Charakterisierung**

Ausgeführt am Institut für Chemische Technologien und Analytik der Technische Universität Wien  
unter der Anleitung von Ao. Univ. Prof. Dr. Anneliese Kasper-Giebl

**Carlos Roberto Ramírez Santa Cruz**  
Wohnpark Theodor Kery 5/7, A-2491 Neufeld an der Leitha

Wien, am 15. September 2012

EcoCATCH  
LUNZ



# Agradecimiento

*A Dios por darme la oportunidad, la fuerza y el coraje de cumplir con mis metas...*

*A mis padres por su amor y por su apoyo incondicional. No solo me han dado vida, a ellos les debo mi formación académica, espiritual y humanística. De ellos es este triunfo...*

*A Dora por estar siempre a mi lado y por su amor incondicional...*

*A Anne por su confianza y su haberme guiado a lo largo de esta empresa...*

*A mis amigos que hicieron de esta faena un viaje maravilloso...*

*A todos mis compañeros de la TU Wien y a la universidad misma. Así como a todos los colaboradores del proyecto Eco Catch,*

*A todos...*

*Gracias*

## Inhaltsverzeichnis

1. Einführung.....	1
1.1. Aufgabenstellung.....	1
1.2. Luftchemie.....	3
1.2.1. Emission, Transmission, Immission, Deposition.....	3
1.2.2. Spurengase in der Atmosphäre .....	4
1.2.3. Feinstaub-PM10 .....	8
1.2.4. Gesetzgebung und Gesundheitliche Auswirkungen.....	9
1.2.5. Die Luftsituation in Österreich .....	10
1.3. Charakterisierung der Meßstation .....	14
2. Feinstaub: Methodik .....	17
2.1. Probenahme .....	17
2.2. Filteraliquotisierung .....	18
2.3. Ionenchromatographie.....	22
2.3.1. Grundlagen .....	22
2.3.2. Experimentelles .....	23
2.4. Kohlenstoffanalyse .....	25
2.4.1. Grundlagen .....	25
2.4.2. Experimentelles .....	26
2.5. Zuckeranalyse .....	29
2.5.1. Grundlagen .....	29
2.5.2. Experimentelles .....	29
2.6. HULIS .....	33
2.7. Cellulose .....	34
2.7.1. Grundlagen .....	34
2.7.2. Experimentelles .....	36
2.8. Silikate und Aluminate .....	36
2.8.1. Grundlagen .....	37
2.8.2. Experimentelles .....	37
3. Feinstaub: Ergebnisse.....	38
3.1. Aerosolmasse .....	38
3.2. Analyse der Aerosolhauptkomponenten .....	41
3.2.1. Lösliche anorganische Ionen .....	41
3.2.2. Lösliche organische Säureanionen .....	42

3.2.3.	Kohlenstoffparameter .....	43
3.2.4.	Massenbilanz .....	44
3.3.	Quellenanalyse mit Tracern .....	47
3.3.1.	Biomasseverbrennung und Holzrauch .....	48
3.3.2.	Sekundär gebildete anorganische Aerosole .....	49
3.3.3.	Kraftfahrzeuge Abgas und Abrieb .....	51
3.3.4.	HULIS .....	52
3.3.5.	Streusalz .....	52
3.3.6.	Carbonate .....	53
3.3.7.	Bioaerosole/Pilzsporen.....	53
3.3.8.	Pflanzendebris .....	54
3.4.	Vergleich mit anderen Stationen.....	55
3.5.	Jahrestrends .....	58
4.	Spurengase: Methodik .....	61
4.1.	Sammelprinzip .....	61
4.1.1.	1. Diffusionsgesetz nach Fick.....	61
4.1.2.	Die Sammelrate .....	63
4.2.	Die Außenluftkonzentration.....	65
4.2.1.	Genauigkeit (Overall Uncertainty).....	65
4.2.2.	Theoretische Nachweisgrenze.....	67
4.3.	Aufbau und Analyse.....	67
4.3.1.	Vorbereitung .....	67
4.3.2.	Exposition .....	68
4.3.3.	Elution und Analyse.....	69
5.	Spurengase: Ergebnisse.....	70
5.1.	Ammoniak .....	71
5.2.	Stickstoffdioxid .....	72
5.3.	Schwefeldioxid.....	73
5.4.	Vergleich der Expositionszeiten .....	73
6.	Filterstacksmessungen zur Bestimmung der trockenen Deposition.....	76
6.1.	Depositionsmessungen im „EcoCatch-Lunz“ .....	76
6.1.1.	Nasse Deposition .....	76
6.1.2.	Okkulte Deposition .....	77
6.1.3.	Trockene Deposition.....	77
6.2.	Sammlung.....	77

6.2.1.	Herstellung der Filterstacks.....	78
6.2.2.	Exposition .....	79
6.3.	Analyse .....	80
6.4.	Auswertung .....	81
6.4.1.	Berechnung der Gaskonzentrationen in der Luft.....	81
6.4.2.	Berechnung der Konzentration von Partikeln in der Luft .....	82
6.5.	Schadstoffkonzentrationen in der Luft.....	82
6.5.1.	Gaskonzentrationen .....	82
6.5.2.	Luftkonzentrationen des partikulären Aerosols.....	86
7.	Vergleich verschiedene Methoden .....	91
7.1.	Vergleich der unterschiedlichen Methoden zur Ermittlung der Aerosolmasse.....	91
7.2.	Vergleich unterschiedliche Sammelmethode zur Erfassung von Ionen im Feinstaub .....	93
7.3.	Vergleich unterschiedliche Sammelmethode zur Erfassung von Spurengase .....	96
7.4.	Vergleich der Bestimmung von Total Carbon in PM10 .....	97
8.	Zusammenfassung.....	98
9.	Verzeichnisse .....	100
9.1.	Literaturverzeichnis.....	100
9.2.	Abbildungsverzeichnis.....	102
9.3.	Tabellenverzeichnis .....	105
10.	Datenanhang.....	107

# 1. Einführung

Die Menschen beeinflussen die Umwelt, sie benutzen ihre Ressourcen, ändern ihre Landschaften und verändern die Ökosysteme. Durch die Industrialisierung und das stetige Bevölkerungswachstum ist die Last auf die Umwelt stark gestiegen. Die weitere Entwicklung der Umwelt hängt davon ab, wie der Mensch diese Probleme versteht und lernt sie zu beseitigen.

Am 22. April von 1999 wurde von der Europäischen Union eine neue Richtlinie für die Regulierung der als PM10 definierten Feinstaubfraktion eingeführt. Diese Richtlinie wurde von der Republik Österreich übernommen und so gelten gemäß dem Immissionsgesetz Luft von 2001 Grenzwerte für die PM10 Konzentration. Außer Feinstaub werden auch die Konzentrationswerte mehrerer Spurengase reguliert, um deren Einwirkung auf den Menschen und deren Umwelt zu mindern. Seit Jahrzehnten versucht man die Emission dieser Schadstoffe zu reduzieren, sogar zu verhindern. Daher ist es wichtig ein besseres Verständnis über die Schadstoffe selbst, sowie deren Herkunft und ihre Verbreitung in der Atmosphäre zu erlangen. In dieser Diplomarbeit wird das Verhalten der Konzentrationswerte für Feinstaub und Spurengasen in einem als Hintergrundmessstation definierten Ort, Lunz am See behandelt, um einen Beitrag zum besseren Verständnis des Auftretens von Luftschadstoffen zu leisten.

## 1.1. Aufgabenstellung

Die Untersuchungen dieser Diplomarbeit fanden im Rahmen des Projektes EcoCatch-Lunz statt. Ziel dieses Forschungsprojektes war es die Auswirkungen von atmosphärischen, meteorologischen, biologischen und limnologischen Ereignissen auf Prozesse und Leistungen des Ökosystems zu erforschen. Zu diesen Zweck wurde ein Einzugsgebiet mit geringer menschlicher Beeinflussung in der Nähe der Biologischen Station in Lunz am See ausgewählt, um dort Datenmaterial für die verschiedene Forschungsgruppen zu sammeln. Es bestand eine interdisziplinäre Kooperation von Institute mehrerer Universitäten und andere Organisationen unter der Leitung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften und Finanzierung durch die Niederösterreichische Landesregierung.

#### Kooperationspartner:

- ③ Kommission zur Reinhaltung der Luft, Österreichische Akademie der Wissenschaften
- ③ Department Chemische Ökologie und Ökosystemforschung, Universität Wien
- ③ WasserCluster Lunz, Universität Wien/Donau Universität Krems/Universität für Bodenkultur Wien
- ③ Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität Wien
- ③ Institut Wasser Ressourcen Management, Joanneum Research Graz
- ③ Institut für Chemischen Technologien und Analytik, Technische Universität Wien

Atmosphärische Einträge wurden im Rahmen des Projekts EcoCatch als nasse, trockene und okkulte Deposition gesammelt und analytisch ausgewertet. Das Ausmaß von atmosphärischen Einträgen steht in direktem Zusammenhang mit dem Verhalten der Spurengase- und Feinstaubkonzentrationen im Einzugsgebiet selbst und derer Umgebung. In dieser Diplomarbeit werden die luftchemischen Messungen beschrieben, die im Zeitraum von April 2007 bis zum Ende des Projektes in Oktober 2010 stattfanden.

Der PM<sub>10</sub> Anteil des Feinstaubes wurde zwischen April 2007 und Dezember 2008 gesammelt und auf seine Hauptkomponenten analysiert. Man hat keine Überschreitungen der gesetzlichen Grenzwerte erwartet, deswegen wurde der Schwerpunkt auf die Darstellung der Zusammensetzung und nicht auf die Masse des Feinstaubes gelegt. Es wurden für alle Komponenten Jahresverläufe erstellt. Ferner wurde mit Hilfe eines an der Technischen Universität Wien erstellten Makrotracer Modells (*Bauer et al, 2008*) die wichtigsten Emmisionsquellen identifiziert. So konnten die Hauptquellen des Feinstaubes in einem Gebiet, das einen sehr geringen anthropogenen Einfluß hat, erkannt und quantifiziert werden. Außerdem wollte man einen möglichen Zusammenhang zwischen den unterschiedlichen Wetterlagen und der Feinstaubzusammensetzung näher betrachten.

Bei der Analyse der Spurengase wurden auch Jahresverläufe erstellt. Es wurden mehrere Meßstationen errichtet, um mögliche Konzentrationsunterschiede im untersuchten Gebiet zu ermitteln. Außerdem wurden verschiedene Sammelmethode miteinander verglichen.

## 1.2. Luftchemie

Die Atmosphäre ist ein dynamisches System, in dem gasförmige und partikuläre Komponenten stets gebildet und abgebaut werden. Diese Luftinhalstoffe treten in Wechselwirkungen miteinander, sowie mit der Biosphäre und Hydrosphäre. Jede Komponente verhält sich, aufgrund ihrer Reaktivität und der daraus entstehenden Lebensdauer anders. In dieser Arbeit werden einige der wichtigsten Schadstoffe behandelt.

### 1.2.1. Emission, Transmission, Immission, Deposition

Diese Grundbegriffe fassen die Prozesse zusammen, die in der Atmosphäre stattfinden. Die Schadstoffe können von anthropogener oder natürlicher Herkunft sein. Der Ausstoß der Schadstoffe in die Atmosphäre heißt Emission. Obwohl es natürliche Quellen, wie Vulkane, Tiere und Pflanzen gibt, machen anthropogene Quellen in belasteten Gebieten sehr oft den wesentlichen Teil der partikulären (Staub) und gasförmigen Schadstoffemissionen aus.

Die Transmission beschreibt die Transportvorgänge in der Atmosphäre, mit denen die emittierten Stoffe ihre räumliche Lage, Konzentrationsverteilung und chemischen Eigenschaften ändern. Bei diesen chemischen und physikalischen Umwandlungen werden einige Schadstoffe erst erzeugt (z.B. Ozon) während andere Komponenten (z.B. Stickstoffmonoxid) abgebaut werden.

Die Konzentration eines bestimmten Stoffes am Ort der Untersuchung und dessen Einwirkung auf die Umgebung wird Immission genannt. Diese Konzentration ändert sich ständig. Durch Zufuhr neuer Schadstoffen kann es zu einer Zunahme der Konzentrationswerte kommen, durch Depositionsprozesse wird die Immisionskonzentration verringert. Die Deposition findet statt, wenn der Stoff zu einem Empfänger kommt und dort abgelegt wird. Als der Empfänger können viele Medien dienen - Wasserflächen, Boden, die Biosphäre und natürlich die Menschen. Exposition ist die Belastung einzelner Personen oder Ökosysteme durch Luftschadstoffe.

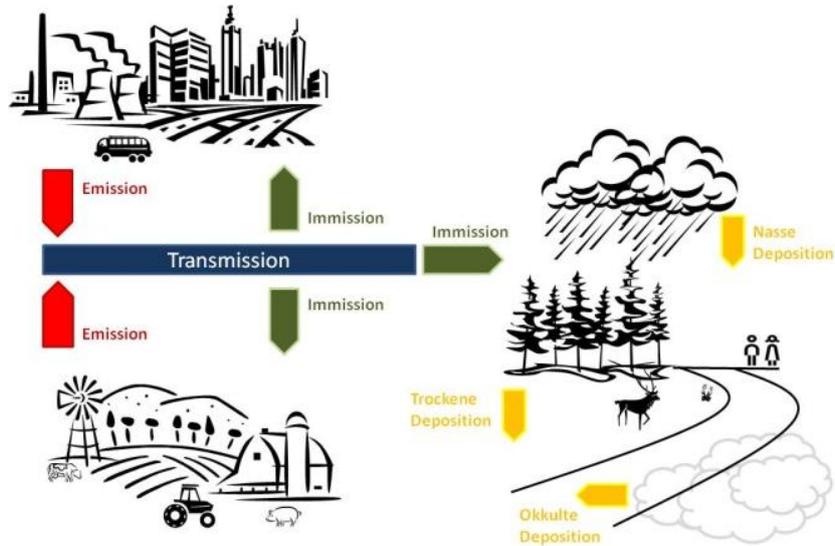


Abb. 1.1: Transportvorgänge von Schadstoffen in der Atmosphäre

Die Deposition wird in nasse, trockene und okkulte Deposition unterteilt. Die Bedeutung der einzelnen Depositionsarten ist für den jeweiligen Standort sehr unterschiedlich. Auch zwischen den einzelnen Luftschadstoffen gibt es Unterschiede, da viele Faktoren die Deposition beeinflussen:

- ☉ Lebensdauer
- ☉ Emissionshöhe
- ☉ Meteorologische Verhältnisse
- ☉ Aufnahmeeigenschaften des Empfängers

## 1.2.2. Spurengase in der Atmosphäre

In dieser Arbeit werden drei bedeutende Spurengasen in der Atmosphäre behandelt: Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Ammoniak.

### Schwefeldioxid

Schwefeldioxid ist die durch anthropogene Einflüsse am stärksten beeinflusste gasförmige Schwefelverbindung in der Atmosphäre. Sie nimmt im Schwefelkreislauf, wo die schwefelhaltigen Verbindungen durch Oxidation und Reduktion umgewandelt werden, eine wichtige Position ein. Reduzierte Schwefelverbindungen (Kohlenoxidsulfid COS, Schwefelkohlenstoff CS<sub>2</sub>, Dimethylsulfid (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>S, Methylmercaptan (CH<sub>3</sub>)SH und Schwefelwasserstoff H<sub>2</sub>S) werden meistens durch natürliche

Quellen emittiert, wie Vulkanausbrüche, Waldbrände und biologische Prozesse unter anaeroben Bedingungen in Sümpfe oder Ozeanen. Die oxidierten Verbindungen (Schwefeldioxid  $\text{SO}_2$ , Schwefelsäure  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , Schwefelige Säure  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ) entstehen entweder durch Oxidation der reduzierten Verbindungen oder durch direkte Emission. Ein großer Teil des emittierten Schwefeldioxids kommt aus anthropogenen Quellen, wobei besonders die Verbrennung fossiler schwefelhaltiger Brennstoffe von Bedeutung ist. Zum Beispiel enthält die Menge an Steinkohle, die zur Erzeugung von 1 GigaJoule Energie nötig ist, 10,9 kg Schwefel. (Bliefert, C. 1994)

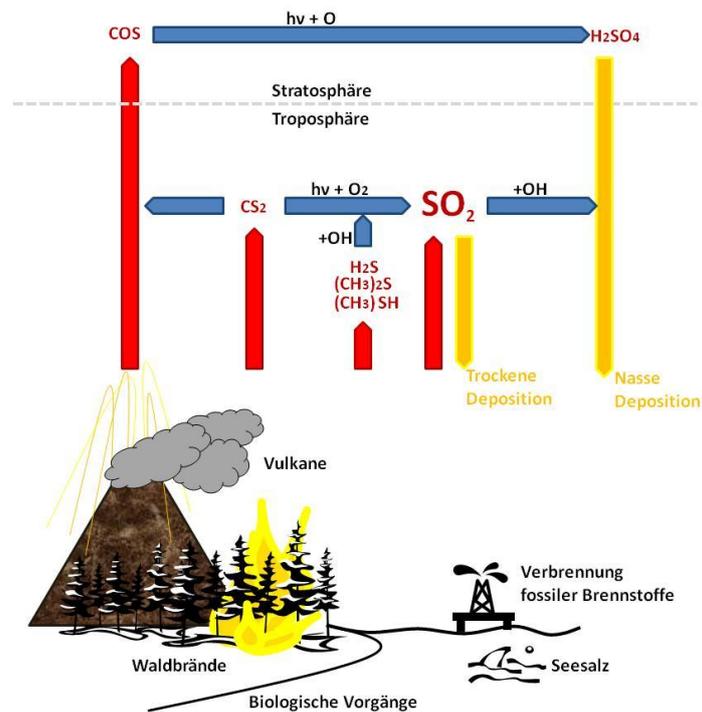


Abb. 1.2: Schwefelkreislauf in der Atmosphäre

Das Einatmen größerer Mengen an  $\text{SO}_2$  kann der Gesundheit von Menschen und Tieren schaden. Die saure Wirkung des  $\text{SO}_2$  reizt und schadet den Schleimhäute und beeinträchtigt die Atmung. In höhere Konzentrationen kann es tödlich sein; etwa 400 ppm (1114  $\text{mg}/\text{m}^3$ ) Volumenanteile sind lebensgefährlich. Die Vegetation ist empfindlicher, schon kleine Konzentration wie 1 ppm bewirken das Sterben fast aller Pflanzen. (Bliefert, C. 1994) Der MAK-Wert für  $\text{SO}_2$  ist 0,45 ppm (1,3  $\text{mg}/\text{m}^3$ ). Bei Konzentrationen über dem MAK-Wert kann die Gesundheit eines Menschen beeinträchtigt werden. (Wiki-1) In der Atmosphäre liegt die  $\text{SO}_2$  Konzentration im ppb-Bereich, also deutlich niedriger als der MAK-Wert. Trotzdem ist die Überwachung von Belastungsspitzen und vom langfristigen Verlauf der Konzentrationswerte notwendig. Zum Schutz des Menschen wurde zum Beispiel im Immissionsschutzgesetz-Luft eine maximale Konzentration von  $200\mu\text{g}/\text{m}^3$  (etwa 0,07 ppm) als obere Grenze für den Halbstundenmittelwert gesetzt.

Andere Schäden sind Korrosion von Metallen, die Zerstörung von Baumaterialien durch die direkte Reaktion mit dem sauren Gas, oder mit ‚Saurer Regen‘. Saurer Regen entsteht unter anderem durch das Lösen von Schwefeldioxid im Wolkenwasser und Regentropfen und verursacht die Versauerung von Gewässern und Böden und erzeugt beträchtlichen Schaden in Ökosystemen.

### **Stickstoffdioxid und Ammoniak**

Der Stickstoffkreislauf ist ein komplexer Prozeß, in dem die Stickstoffverbindungen von Tieren, Pflanzen oder durch Strahlung ständig oxidiert und reduziert werden. In dieser Arbeit werden Stickstoffdioxid und Ammoniak, welche als wichtige Bestandteile des Kreislaufes in der Atmosphäre auftreten, näher betrachtet.

Ammoniak ist eine reduzierte Stickstoffverbindung. Diese ist alkalisch und spielt somit eine große Rolle bei der Neutralisierung der sauren oxidierten Stickstoff- aber auch Schwefelverbindungen. Nach der Deposition wirkt Ammonium durch den folgenden Prozess der Nitrifizierung aber auch versauernd. Ammoniak entsteht in der Natur aus den Ausscheidungen von Tieren und die Abfällen von Pflanzen, durch Ammonifizierung und Emissionen aus dem Boden. Anthropogene Quellen sind die Landwirtschaft und Viehhaltung, Kläranlagen, Mülldeponien und die Industrie.

Stickstoffmonoxid NO und Stickstoffdioxid NO<sub>2</sub> sind als Luftschadstoffe von großer Bedeutung. Als NO<sub>x</sub> versteht man die Summe von NO und NO<sub>2</sub>, diese zwei Gase sind toxisch und sehr reaktiv, wobei die Toxizität von NO<sub>2</sub> deutlich höher ist. Sie werden überwiegend durch anthropogene Quellen emittiert und stehen in der Atmosphäre im photochemischen Gleichgewicht zueinander. NO<sub>x</sub> entstehen entweder durch Oxidation von stickstoffhaltigen Verbindungen wie Kohle oder Heizöl bei Verbrennungsprozessen (Brennstoff NO<sub>x</sub>), oder durch Oxidation von Luftstickstoff, die bei sehr hohen Temperaturen (>1300°C) durch die Spaltung der Luftsauerstoff und spätere Angriff auf das Stickstoffmolekül auftritt (Thermisches NO<sub>x</sub>). Generell entsteht bei der Verbrennung hauptsächlich NO, das allerdings bald in NO<sub>2</sub> umgewandelt wird. Natürliche Quellen von NO<sub>x</sub> sind Böden, die elektrische Entladung in der Troposphäre, Photooxidation von Ammoniak und der Transport von der Stratosphäre hinunter in die Troposphäre. Anthropogene Quellen sind hauptsächlich Verbrennungsprozesse, nur ein relativ kleiner Anteil wird durch bakterielle Umwandlung von Dünger und Gülle in die Atmosphäre gebracht. In der Atmosphäre reagiert NO mit reaktiven Verbindungen wie OH, RO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> oder HO<sub>2</sub> zu NO<sub>2</sub>. NO<sub>2</sub> kann photolytisch wieder gespalten werden. Das stabile

Endprodukt der Oxidationskette ist Salpetersäure. Diese wird aus der Atmosphäre ausgetragen, wenn sie mit Ammoniak zu Ammoniumnitrat (Aerosol) reagiert, mit dem Niederschlag als Salpetersäure ( $\text{HNO}_3$ ) ausgewaschen wird, oder trocken deponiert wird.

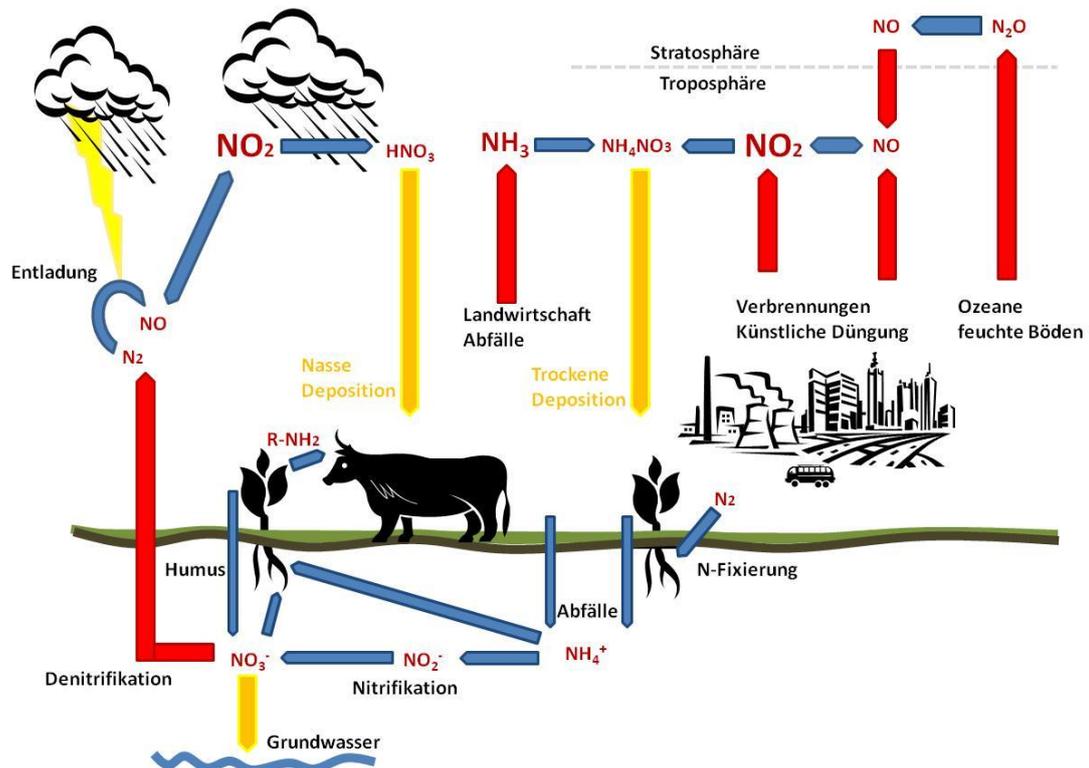


Abb. 1.3: Stickstoffkreislauf

$\text{NO}_2$  ist zwar schlechter als  $\text{SO}_2$  aber doch gut wasserlöslich und reizt Schleimhäute und Atemtrakt beim Einatmen. Eine längerfristige Exposition mit hohen  $\text{NO}_2$  Konzentrationswerten kann bis zu einem Lungenödem oder dem Tod führen. Konzentrationswerte über 100 ppm sind lebensgefährlich. Der MAK-Wert für  $\text{NO}$  ist 24 ppm ( $30 \text{ mg/m}^3$ ). Stickstoffdioxid hat keinen MAK-Wert, da  $\text{NO}_2$  krebserzeugend ist. (Wiki-2) Die Vegetation ist empfindlicher, sogar 3 ppb reichen schon, um ihre biochemischen Vorgänge zu beeinflussen. Immissionswerte liegen normalerweise im ppb-Bereich. In Lunz am See sind die Konzentrationswerte sehr klein und liegen weit unter den zum Schutz der Menschen aufgestellten Grenzwerte.

### 1.2.3. Feinstaub-PM10

Aerosol ist die Suspension von Partikeln unterschiedlicher Größe oder Tröpfchen in einem gasförmigen Medium, in diesem Fall Luft. Es besteht aus eine Mischung von Partikeln, die in Form, Größe und chemische Zusammensetzung sehr unterschiedlich sind. Man kann diese Partikel aufgrund ihre Größe in verschiedene Fraktionen unterteilt:

- ☉ TSP: „Total Suspended Particles“ bezieht sich auf die gesamte Masse der suspendierten Partikel, ohne Größentrennung.
- ☉ PM10: Unter diesen Namen versteht man alle Partikeln die einen aerodynamischen Durchmesser von 10  $\mu\text{m}$  oder kleiner haben. In dieser Diplomarbeit wird nur diese Fraktion behandelt.
- ☉ PM2,5: Dieser Ausdruck bezieht sich auf Teilchen mit einem aerodynamischen Durchmesser von 2,5  $\mu\text{m}$  oder kleiner.

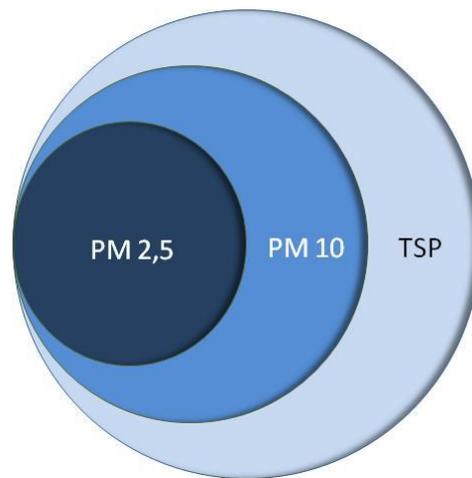


Abb. 1.4: Mengenverteilung der Feinstaubfraktionen

Das Verhalten der Partikel ist nach wie vor Gegenstand vieler Untersuchungen. Es ist aber bekannt, daß Partikel einen negativen Effekt auf die Atemwege der Lebewesen haben. Außerdem verschlechtern sie die Sichtweite und beeinflussen durch Reflektion und Absorption des Sonnenlichtes den Strahlungshaushalt der Atmosphäre.

Die chemische Zusammensetzung dieser Partikeln ist nicht einheitlich und die Emissionsquellen und die Emissionsvorgänge haben einen großen Einfluß auf diese. Sie sind sehr klein, besitzen daher eine große relative Oberfläche, welche als Reaktionsfläche für viele in der Atmosphäre stattfindende Reaktionen dient. Die atmosphärischen Reaktionen werden sehr stark von der Anzahl an suspendierte Partikel beeinflusst.

Partikel können „primär“ gebildet werden. In diesem Fall werden Teilchen durch verschiedene Mechanismen in die Atmosphäre emittiert. Verbrennungsprozesse sind wichtige Vertreter dieser Mechanismen, aber auch Erosionsprozesse oder Wiederaufwirbelung von Mineralstaub. Die sekundär gebildeten Partikeln entstehen erst in der Atmosphäre, durch eine chemische Reaktion gasförmiger Vorläufersubstanzen.

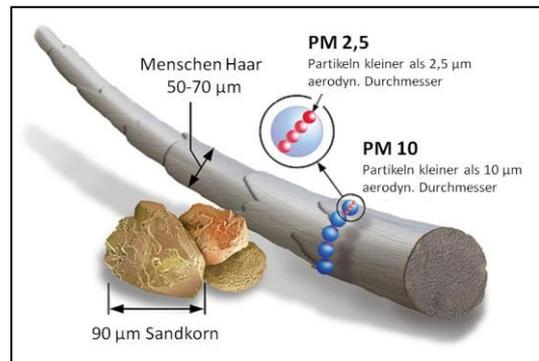


Abb. 1.5: Partikelgrößen  
(Bild von <http://www.epa.gov/airscience/air-particulatematter.htm>)

### 1.2.4. Gesetzgebung und Gesundheitliche Auswirkungen

#### Das IG-L

Das Immissionsschutzgesetz Luft (IG-L) reguliert die Grenzwerte und Zielwerte verschiedener Luftschadstoffe. Unter Berücksichtigung der für diese Arbeit gemessenen Luftschadstoffe sind die Grenzwerte von PM10, NO<sub>2</sub> und SO<sub>2</sub> wie folgt: Für PM10 gelten 40 µg/m<sup>3</sup> als Jahresmittelwert und 50 µg/m<sup>3</sup> als Tagesmittelwert. Für NO<sub>2</sub> gilt einen Grenzwert zum Schutz der Menschen von 40 µg/m<sup>3</sup> als Jahresmittelwert und für SO<sub>2</sub> besteht einen Grenzwert von 20 µg/m<sup>3</sup> als Jahresmittelwert zum Schutz der Ökosysteme.

Tabelle 1.1: Grenzwerte zum Schutz der Menschen

Schadstoff	Konzentration [µg/m <sup>3</sup> ]	
PM 10	50 <sup>(1)</sup>	TMW
PM 10	40	JMW
NO <sub>2</sub>	200	HMW
NO <sub>2</sub>	40 <sup>(2)</sup>	JMW
SO <sub>2</sub>	350 <sup>(3)</sup>	HMW
SO <sub>2</sub>	120	TMW

Tabelle 1.2: Grenzwerte zum Schutz der Ökosysteme und die Vegetation

Schadstoff	Konzentration [µg/m <sup>3</sup> ]	
NO <sub>x</sub>	30	JMW
SO <sub>2</sub>	20	JMW
SO <sub>2</sub>	20	WMW

(1) Der Grenzwert darf nicht mehr als 30 Mal pro Kalenderjahr überschritten werden. Ab 2010 sind nur mehr 25 Überschreitungen zulässig.

(2) Dieser Wert enthält für 2007 einen Toleranzmarge von 10µg/m<sup>3</sup>, laut IG-L tritt ab 2012 einen Grenzwert von 30µg/m<sup>3</sup> als Jahresmittelwert in Kraft

(3) Maximal 3 Mal pro Tag über 200 µg/m<sup>3</sup>, aber nicht mehr als 48 Mal pro Jahr über 350 µg/m<sup>3</sup>

### **Gesundheitliche Auswirkungen des Feinstaubes.**

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) schätzt die Luftbelastung als eines der für die Gesundheit gefährlichsten Umweltprobleme ein und führt auch Atem- und Herzkrankheiten, die zum Tode führen können, auf die Feinstaubbelastung zurück. Es gibt einen Zusammenhang zwischen der Feinstaubbelastung und der akuten Beeinträchtigungen der Lungenfunktionen. (Spangl et al 2005) Ausserdem gibt es zahlreiche Studien zu den chronischen Auswirkungen einer erhöhten Feinstaubbelastung. Für Österreich wurde im Rahmen des Programms Clean Air for Europe (CAFE) wegen dieser Belastung eine Reduktion der Lebenserwartung von 8 Monaten im Durchschnitt abgeschätzt. Diese Abschätzung bezieht sich jedoch auf PM<sub>2,5</sub> Messungen oder auf zurückgerechnete Werte aus den PM<sub>10</sub> Messungen. Den Gebieten mit den höchsten Feinstaubkonzentrationen wurden die höchsten Reduktionen der Lebenserwartungen zugeordnet, so etwa 17 Monate in Graz und 14 Monate in Linz. Dem Gebiet um Lunz am See wurde eine Reduktion zwischen 0 und 5 Monaten zugeordnet. Als Referenzwert wurde 8 µg/m<sup>3</sup> PM<sub>2,5</sub> festgelegt, diese entspricht eine Lebenserwartungserniedrigung von 0 Monaten. Diese sind berechnete Werte, die sich nicht direkt beobachten lassen, da sich die Feinstaubkonzentration im Laufe der Zeit ändert und andere Faktoren die Lebenserwartung auch beeinflussen. (Spangl et al 2005)

#### **1.2.5. Die Luftsituation in Österreich**

Zum besseren Verständnis der Situation in Lunz am See wird eine Zusammenfassung der allgemeine Luftsituation in Österreich im Jahr 2007 bei Beginn der Messungen gegeben. Ziel ist einen Überblick über die allgemeine Schadstoffemission und –immisionen in Österreich zu verschaffen, um den Kontrast mit den gemessenen Werten in Lunz am See besser darzustellen. Die Feinstaubkonzentrationswerte in Lunz am See entsprechen denjenigen einer Hintergrundmessstation (siehe Kapitel 3.1). Es werden keine Überschreitungen der gesetzlichen Grenzwerte für Feinstaub und alle anderen Luftschadstoffe erwartet.

Es werden sowohl Emissionsdaten als auch Immissionsdaten des Jahres 2007 besprochen. Die hier präsentierten Daten stammen aus den Jahresberichten der Luftgütemessungen, die vom österreichischen Umweltbundesamt durchgeführt werden.

### **Emission von PM10** (Spangl et al 2008)

Die PM10 Emissionen für 2007 in Österreich betragen 43 000 Tonnen. Das entspricht einer Steigung von 4,4% im Bezug auf das vorherige Jahr. Die Hauptemittenten im Jahr 2007 sind die Industrie mit 38,0%, die Kleinverbraucher mit 24,7% und der Verkehr mit 19,7%.

### **Emission von Spurengase** (Spangl et al 2008, Anderl et al 2009)

Bei den Stickoxiden ( $\text{NO}_x = \text{NO}_2 + \text{NO}$ ) ist der Trend seit fast zwei Dekaden steigend. 2007 wurden 220.100 Tonnen  $\text{NO}_x$  emittiert. Dieser Wert entspricht eine Steigung von 14,3% zu dem Wert in 1990, aber ist um 3,2 % kleiner als der Wert des vorigen Jahres. Der Grund für den Anstieg ist die Zunahme des Verkehrs. Leichte Rückgänge können auf Verbesserungen bei den Verbrennungsmotoren zurückgeführt werden. Die  $\text{NO}_x$  Verbindungen entstehen als Nebenprodukt bei den Verbrennungen bei hohen Temperaturen. Somit ist der Hauptverursacher mit einen 64,3%igen Anteil der Verkehr. Die Industrie (15,4%) und die Kleinverbraucher (11,2%) tragen auch bei. Kleinere Anteile zeigten die Energieversorgung (6,6%) und die Landwirtschaft (2,4%).

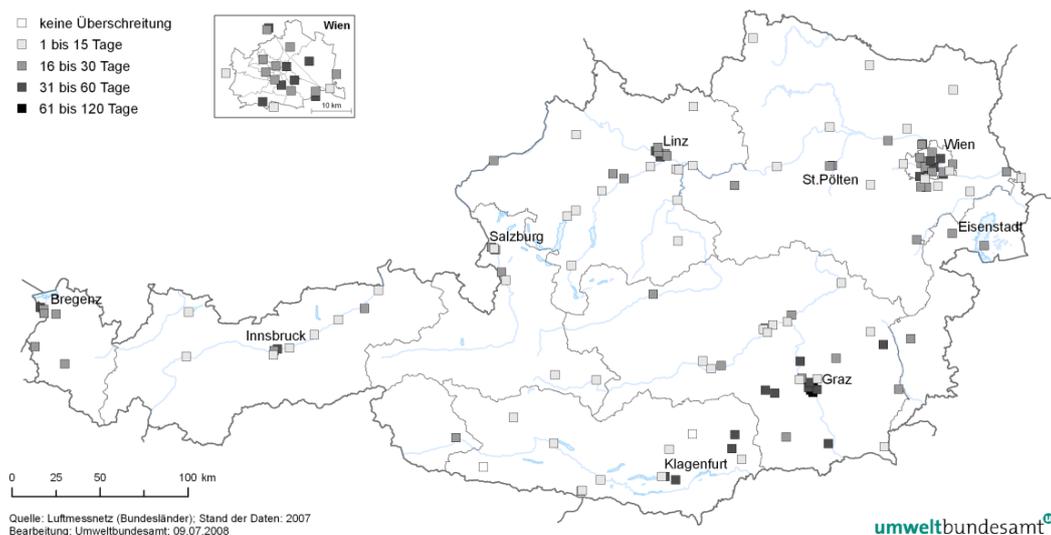
Die  $\text{SO}_2$  Emissionen entsprechen nur 34,4% von denjenigen in 1990, insgesamt 25 600 Tonnen im Jahr 2007. Das  $\text{SO}_2$  entsteht bei der Verbrennung von Schwefelhaltige Substanzen wie Treibstoffe oder Brennstoffe, von allem im Bereich in der Energiegewinnung. Die Reduktion der Emissionswerte erfolgte durch den Einbau von Entschwefelungsanlagen und die Absenkung der Schwefelanteils bei Treibstoffe und Brennstoffen. 2007 war die Hauptemissionsquelle die Industrie mit 48,4%. Kleinverbraucher erzeugten 26% die Energieversorgung 24,1%, das Verkehr 1,3%.

Im Fall des Ammoniaks ist der Wert seit 1990 praktisch unverändert geblieben, aus dem Grund, daß die Hauptemissionsquelle die Landwirtschaft mit 92,8% Anteil ist. Andere Verursacher sind Verkehr mit 3% und Kleinverbraucher mit 1%. Im Jahr 2007 betrug die Ammoniak Emission 66.400 Tonnen.

### **Immissionswerte von PM10** (Spangl et al 2008, Anderl et al 2009)

Die Feinstaubbelastung wurde im Jahr 2007 an 127 Messstellen in Österreich gemessen. Die Grenzwerte von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  PM10 pro Tag wurden an mehrere Stellen öfter als an den erlaubten 30 Tagen pro Kalenderjahr überschritten. Die meisten Überschreitungen fanden in der Nähe der Landeshauptstädte und der Bundeshauptstadt statt. Der Grund dieser Überschreitungen können hohe lokale Emissionen an primären Partikeln oder der Vorläufersubstanzen der sekundären Partikeln sein, oder der Ferntransport aus anderen Regionen innerhalb, als auch außerhalb von

Österreich. Die Belastungsspitze stellte Graz dar. Wegen der ungünstigen Ausbreitungsbedingungen im Grazer Becken, reichern sich Luftschadstoffe an und verursachten 76 Überschreitungstage für PM<sub>10</sub> im Jahr 2007 (Messstelle Graz Don Bosco). Im Vergleich dazu gab es in Lunz am See während der gesamte Messperiode von April 2007 bis Dezember 2008 eine einzige Überschreitung des PM<sub>10</sub> Grenzwertes.



**Abb. 1.6: Immissionsüberschreitungen von PM 10 im Messnetz des Umweltbundesamt im Jahr 2007**

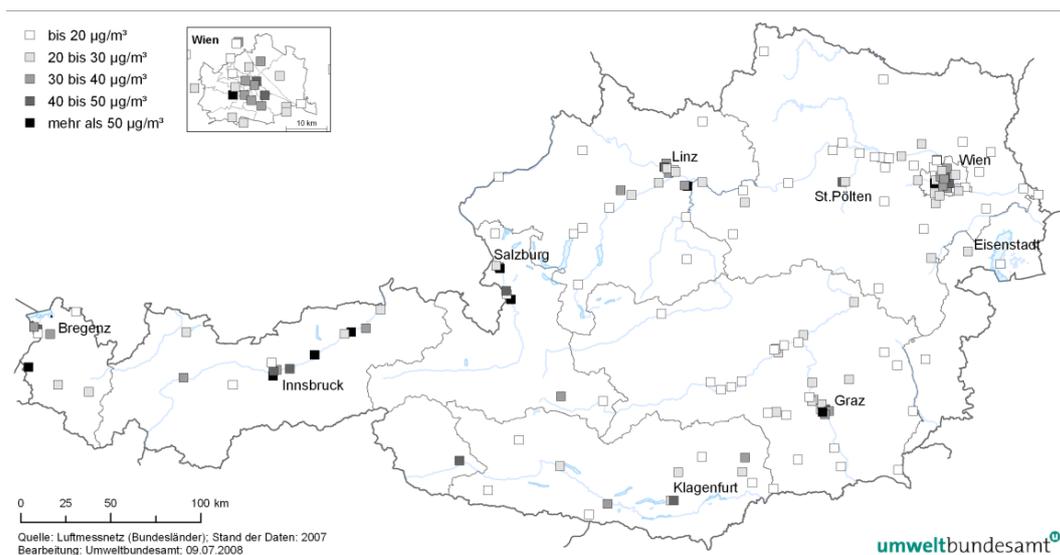
Man unterscheidet zwischen den Stationen, die in den alpinen Täler und Becken liegen, und diejenige, die auf der Ebene im ausseralpinen Raum sind. Diese weisen einen erhöhten Beitrag an durch Ferntransport eingetragenen Feinstaub auf. Im Fall von Lunz am See spielt der Ferntransport eine untergeordnete Rolle. Die Konzentration vom PM<sub>10</sub> hängt eher von den meteorologischen Verhältnissen und den lokalen Emissionen ab.

### **Immissionswerte von Spurengase** (Spangl et al 2008, Anderl, M. 2009)

Im Fall von NO<sub>2</sub> gab es in Österreich 142 Messstellen zur Überwachung der Grenzwerte zum Schutz der Menschen und 18 zur Überwachung der Grenzwerte zum Schutz der Ökosysteme und der Vegetation. Der Grenzwert für den Jahresmittelwert von 30 µg/m<sup>3</sup> wurde an 43 Messstellen und der für Halbstundenmittelwert von 200 µg/m<sup>3</sup> wurde an 12 Messstellen überschritten. Für das Jahr 2007 gab es eine Toleranzmarge für den Jahresmittelwert von 10 µg/m<sup>3</sup>. 21 Messstationen überschritten diesen Wert. Wie zu erwarten war, sind die Stationen die die höchste Konzentrationen vorweisen in

der Nähe von verkehrsreichen Straßen in Städten oder in der Nähe von Autobahnen. Der höchste Konzentrationswert mit  $71 \mu\text{g}/\text{m}^3$  Jahresmittelwert wurde an der Station Hietzinger Kai in Wien gemessen. Der Grenzwert zum Schutz der Ökosysteme und der Vegetation von  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_x$  wurde 2007 nur in Kramsach Angerberg mit  $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$  überschritten.

Die  $\text{NO}_2$  Belastung nimmt seit 2000 in städtischen und verkehrsnahen Stellen fast kontinuierlich zu. Der im Jahr 2000 eingeführte Grenzwert für den Jahresmittelwert von  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wird seither übertroffen. Die Toleranzmarge wurde von  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in 2000 auf  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in 2007 reduziert. Ab 2012 ist keine Toleranzmarge mehr gegeben. Die Tendenz der  $\text{NO}_2$  Konzentration ist aber steigend, die Grenzwerte inklusive Toleranzmarge der hoch belasteten Stationen werden seit 2002 stetig überschritten. Die mittlere Konzentration über alle Messstationen in Österreich blieb in diesem Zeitraum fast konstant. Anzumerken ist, dass die gemessenen Werte in 2007 im Allgemeinen geringer sind als diejenige von 2006.



**Abb. 1.7: Immissionsbelastung von  $\text{NO}_2$  im Messnetz des Umweltbundesamt im Jahr 2007**

Der  $\text{SO}_2$  Immissionsgrenzwert zum Schutz der Menschen wurde 2007 in 105 Messstationen überwacht. In der Station Straßengel bei Graz wurde der Halbestundenmittelwert von  $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (und bis zu drei HMW pro Tag bis  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) einmal überschritten, sonst wurden die Jahresmittelgrenzwert und Tagesmittelgrenzwert in keiner Station übertroffen. Die Grenzwerte zum Schutz der Ökosysteme und der Vegetation von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als Jahres- und als Wintermittelwert wurden an allen Messstellen eingehalten. Die Immissionsbelastung in Österreich zeigt einen stetigen Rückgang, teilweise durch die Reduktion der Emission in Österreich, aber auch durch die in den Nachbarländern.

### 1.3. Charakterisierung der Meßstation

Als Standort wurde für das Projekt Lunz am See ( $47^{\circ} 51' N$ ,  $15^{\circ} 3' O$ , Seehöhe: 601 m) gewählt. Dieser kleine Ort von rund 2000 Einwohnern befindet sich im Süden von Niederösterreich. Die Auswahl von Lunz als Standort erfolgte nach folgende Kriterien:

- ☉ Das Dorf ist weit von Industriegebieten, Ballungsräume, intensiver Landwirtschaft oder stark befahrene Straßen entfernt, was die menschliche Beeinflussung auf die Belastung mit Luftschadstoffen verringert. Es kann die großräumig wirksame Hintergrundbelastung gemessen werden.
- ☉ Der Wald rund um Lunz wird für die Jagdwirtschaft benutzt.
- ☉ Die Biologische Station Lunz, die von der Akademie der Wissenschaften betrieben wird, ist in unmittelbarer Nähe. Diese Station besitzt viele nützliche Ressourcen wie 100-jähriger Klimadaten und limnologische Aufzeichnungen, außerdem geeignete Räumlichkeiten für die Messgeräte.



Abb. 1.8: Lunz am See, liegt weit von den Drei großen Ballungsräumen Wien, Graz und Linz

Man kann Lunz am See hinsichtlich seiner Luftqualität als ein unbelastetes Gebiet einstufen. Die Belastungen sind das Ergebnis des großräumig wirksamen Hintergrundes. Das bedeutet nicht, daß die Emissionsquellen ausschließlich natürliche Quellen sind, aber, daß keine starken lokalen anthropogenen Quellen vorliegen. Die natürlich bestehenden Hintergrundemissionen werden von den aus dichtbesiedelten Gebieten kommenden Emissionen nicht überschattet.

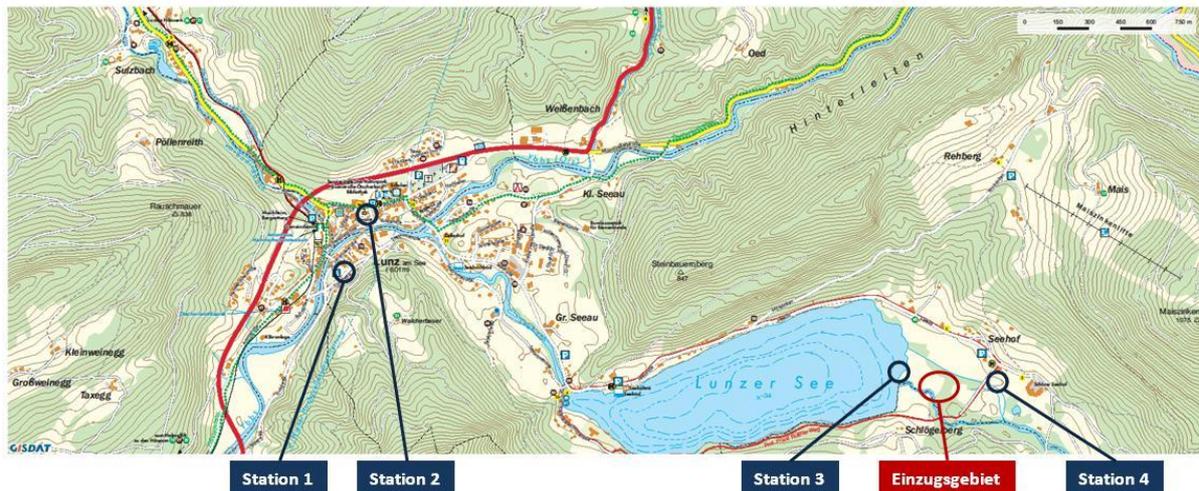


Abb. 1.9: Standorte der Messungen im Lunz am See

### Station 1: Lunz am See

Die Meßstation 1 wurde am westlichen Rand des Dorfes neben dem Tennisplatz errichtet. Diese Stelle wurde gewählt, weil dort zeitgleich kontinuierliche PM<sub>10</sub> und Spurengasmessungen durch die Niederösterreichische Landesregierung, Luftgütemeßnetz, durchgeführt wurden. Zusätzlich zu den Messungen des Landes Niederösterreich wurde ein Digital High Volume Sammler für die Sammlung der PM<sub>10</sub> Fraktion installiert und eine Passivsammlermeßstelle zur Probenahme von Spurengasen (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> und NH<sub>3</sub>) eingerichtet.

Der Messcontainer der niederösterreichischen Landesregierung verfügte auch über Geräte zur Erfassung von meteorologischen Daten.



Abb. 1.10: Station 1 im Lunz am See

## Station 2: Kirchenplatz

Die zweite Station lag in der Mitte des Ortes Lunz am See. An dieser Station wurden ausschließlich Passivsammlermessungen durchgeführt. Daher wurde nur eine Passivsammlerschutzglocke installiert. Ziel der Messungen war anhand der Spurengase lokaler Konzentrationsunterschiede der Immissionsbelastung aufzuzeigen.

## Station 3: Das Bootshaus

Auf dem Steg vor dem Bootshaus wurde Nebelwasser gesammelt, um die okkulte Deposition zu erfassen. Ein Nebelsammler hat eine Probe bei jedem Ereignis gesammelt. Hier wurden auch meteorologische Daten erfasst. Die Methodologie zur Sammlung und Messung von Nebelproben und eine ausführliche Analyse der Ergebnisse findet man in der Diplomarbeit von Dipl. Ing. Maria Blecha und in der Dissertation von Dipl. Ing. Martin Koller.

## Station 4: Biologische Station Lunz

Hier wurde eine dritte Passivsammlermesstelle errichtet, um die Konzentration der Spurengase weit vom Ort und gleichzeitig in unmittelbarer Nähe zu den Messpunkten zur Erfassung der drei Depositionsarten zu bestimmen. Bei der Biologischen Station fanden auch Messungen der nassen und trockenen Deposition statt. Für die Nasse Deposition wurde ein „Wet And Dry Only“ Sammler, oder WADOS, benutzt. Jeden Morgen nachdem ein Niederschlagsereignis stattgefunden hat, wurde eine Probe genommen und analysiert. Die Konzentrationswerte zur Berechnung der trockenen Deposition wurden kampagnenweise mittels Filterstacks gemessen. Weiters wurden meteorologische Daten aufgezeichnet.



Abb. 1.11: Messplatz vor der biologischen Station in Lunz am See

## Das Einzugsgebiet

Das Einzugsgebiet war neben dem Lunzer See, bei der Mündung des Oberen Seebaches. Dort wurden zusätzliche Messungen zur Charakterisierung des Ökosystems durchgeführt, die in dieser Arbeit nicht weiter erwähnt werden.

## 2. Feinstaub: Methodik

### 2.1. Probenahme

Für die Durchführungen der Feinstaubmessungen in Lunz am See bot sich eine Zusammenarbeit mit dem Amt der NÖ Landesregierung, Abteilung BD4, Luftgütemessnetz, und dem Laboratorium für Umweltanalytik an, da diese Gruppen zeitgleich am Standort Luftmessungen durchführen. Die Filtermessungen wurden am 4. April 2007 gestartet. Dafür wurde vom Amt der NÖ Landesregierung ein High Volume Sammler der Firma DIGITEL installiert. Der Sammler steht unmittelbar neben einem Luftgütemesscontainer des Landes Niederösterreich am Rand des Siedlungsgebietes auf einer Wiese neben dem Tennisplatz.

Die Probenahme (im Durchschnitt 700 m<sup>3</sup> Luft) mit dem High Volume Sampler erfolgte täglich mit einem automatischen Filterwechsler. In Abständen von 14 Tagen wurden die im Filtermagazin zwischengelagerten Filter abgeholt und das Magazin neu bestückt. Dabei wurde jeweils ein Feldblindwert genommen. Es wurden 150 mm Pallflex Quarzfaserfilter der Marke Pall beprobt.



**Abb. 2.1:** High Volume Sammler der Firma DIGITEL

Die Filtermessungen die zwischen Frühling 2007 und Ende 2008 stattfanden, konnten mit wenigen großen Ausfallperioden durchgeführt werden. Zwischen November und Dezember 2007 und September 2008 kam es gerätebedingt zu längeren Ausfällen von in Summe etwas mehr als zwei Wochen. Im Mai und Juli 2008 stand das Gerät für eine Woche still. Insgesamt kam es in 2007 zu 3 Ausfalltagen in der Sommerperiode und 24 Tagen in der Winterperiode. Umgekehrt kam es in 2008 zu mehr Ausfallperioden in den wärmeren Monaten, nämlich zu 35 Ausfalltagen, gegenüber 5 Ausfällen in den kalten Monaten. So reicht der Datensatz von April 2007 bis Dezember 2008 und umfasst mehr als einen gesamten Jahresgang. So konnte ein Zusammenhang zwischen der chemischen Zusammensetzung und Konzentration der Feinstaubproben in den Jahreszeiten untersucht werden. Das Sommerhalbjahr wird als die Zeit zwischen den Monaten von April und September definiert und umfasst den Frühling und den Sommer. Als Winterhalbjahr wird das Intervall zwischen Oktober und März definiert, und umfasst den Herbst und den Winter.

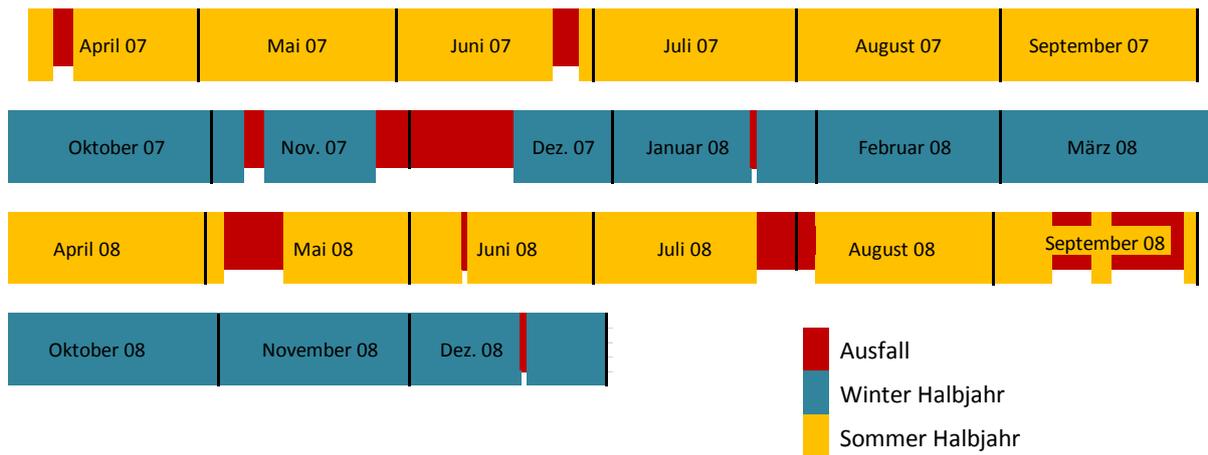
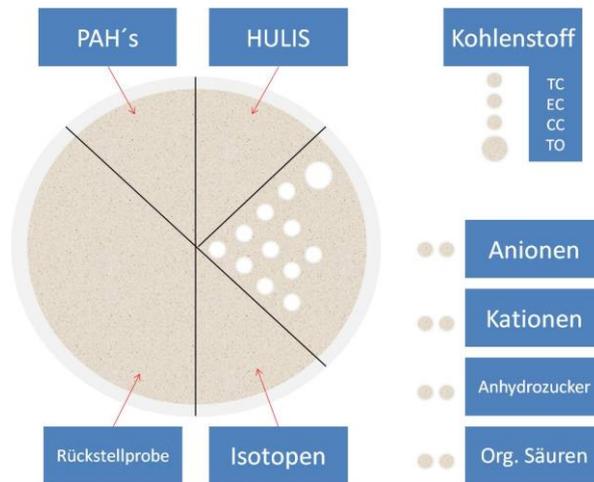


Abb. 2.2: Messperioden und Ausfalltagen während der PM10 Sammlung

## 2.2. Filteraliquotisierung

Nach der gravimetrischen Bestimmung, die im Laboratorium für Umweltanalytik durchgeführt wurde, wurden die Filter für die chemische Analyse unterteilt. Diese Aliquotisierung der Filter erfolgte in einem Reinraum. Nach der Aliquotisierung wurden die Filterteile bis zur Analyse im Kühlschrank bzw. Tiefkühlschrank bei  $-18^{\circ}\text{C}$  gelagert. Die Filter wurden so unterteilt, dass jedes Aliquot die für die jeweiligen Analysen notwendige Probenmenge enthielt. Es war notwendig für manche Analysen Filteraliquote mehrerer Tagesfilter zu vereinigen, d.h. Pools herzustellen, da eine Analyse von Tagesproben für alle Komponenten einen nicht bewältigbaren Arbeitsaufwand hervorgerufen hätte. So wurden Tagesproben für die wenig zeitaufwändige Ionen- und Kohlenstoffanalysen vorbereitet. Für die anderen Analysen, wie Anhydrosucker, „Humic Like Substances“ (HULIS) und organische Säuren wurden Pools definiert und als solche analysiert. Abb. 2.3 zeigt die Aufteilung der Quarzfaserfilter beim Schneiden und Stanzen. Es wurde ein Stanzeisen mit einem Durchmesser von 10 mm für alle Stanzen benutzt mit Ausnahme von der Stanze für die Thermooptische Analyse. Für die Analyse in diesem Meßgerät wurde eine Filterstanze mit einem Durchmesser von 12 mm benötigt.



**Abb. 2.3: Aliquotisierung der Quarzfaserfilter**

Grundsätzlich wurden jeweils drei Tage zu einem „Pool“ zusammengefasst. Ausnahmen wurden gemacht, wenn die Konzentration in einem Monat sehr stark variierte oder eine Episode mit sehr starker Belastung vorhanden war. Die Pools wurden so vorgenommen, dass sie das Ende eines Monats nicht überschritten und so jedenfalls die Monatsmittelwerte für alle Komponenten gebildet werden konnten. Diese Monatsmittelwerte sind dann für alle Parameter und mit den Monatsmittelwerten von anderen Hintergrundmessstationen vergleichbar. Die folgenden Abbildungen zeigen die Aufteilung einzelner Monate, die als repräsentativ für die vier verschiedenen Jahreszeiten gewählt wurden.

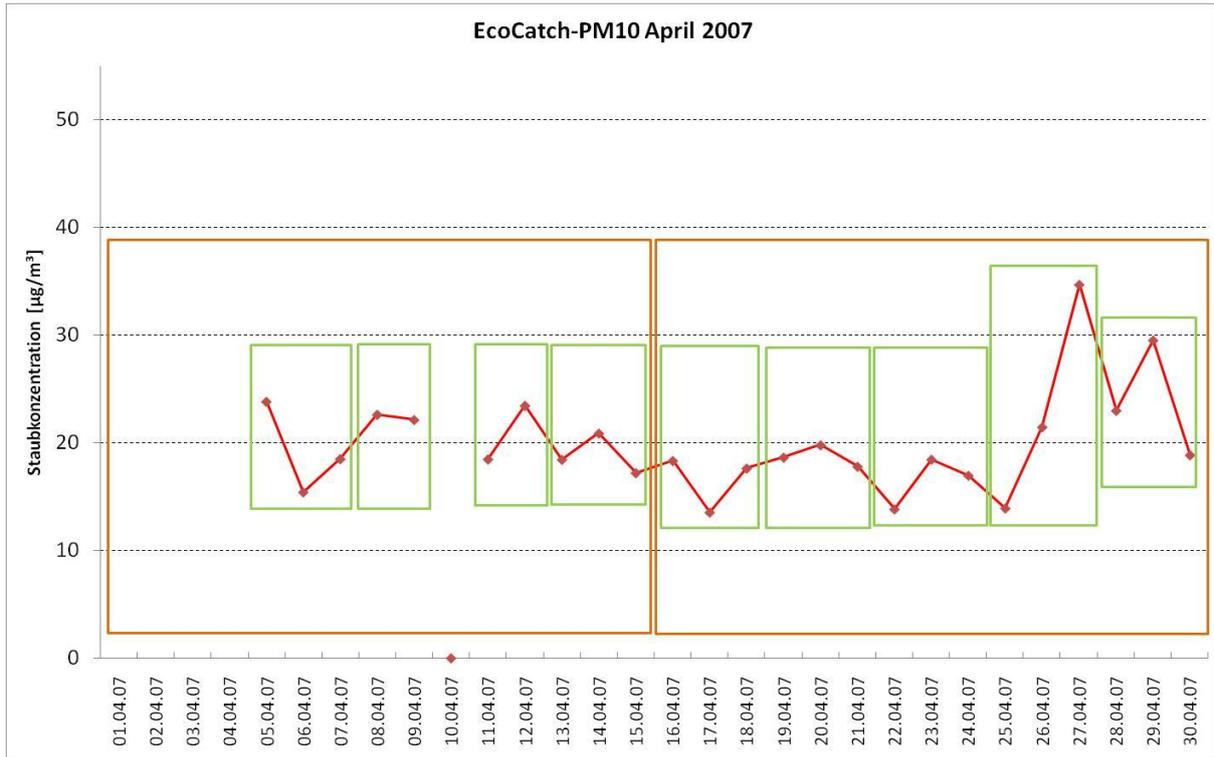


Abb. 2.4: Darstellung der Zusammenfassung der Tagesproben zu „Pools“ im April 2007

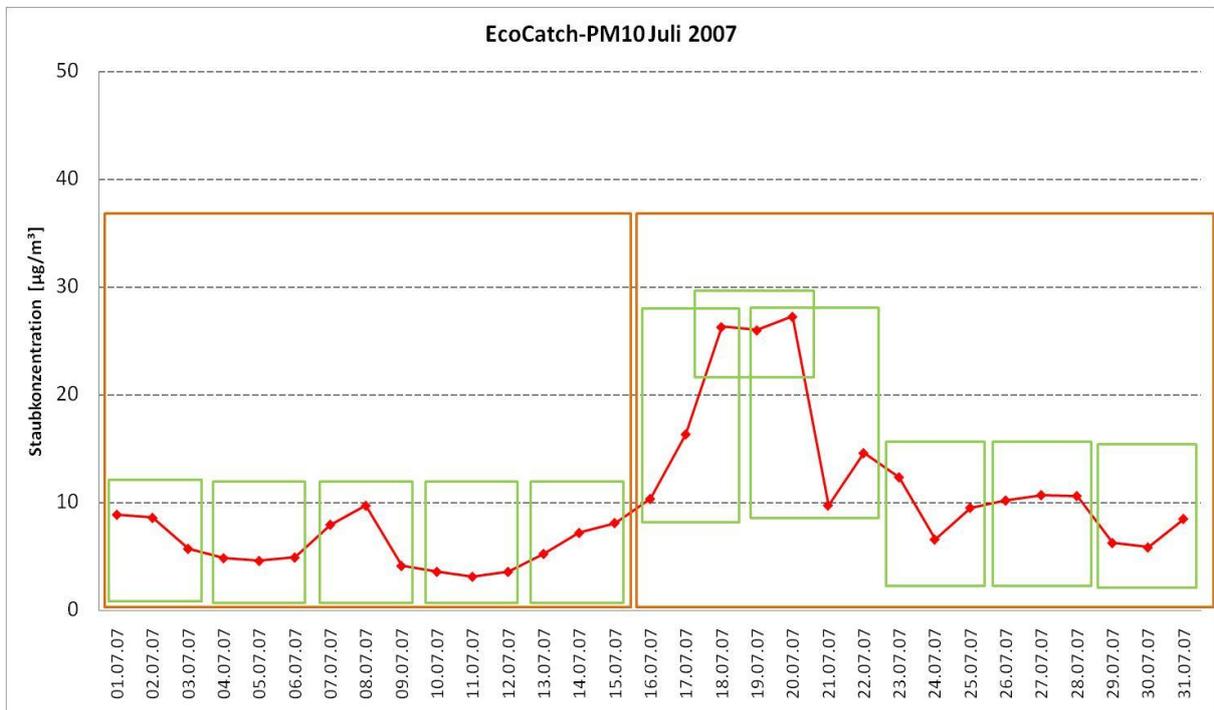
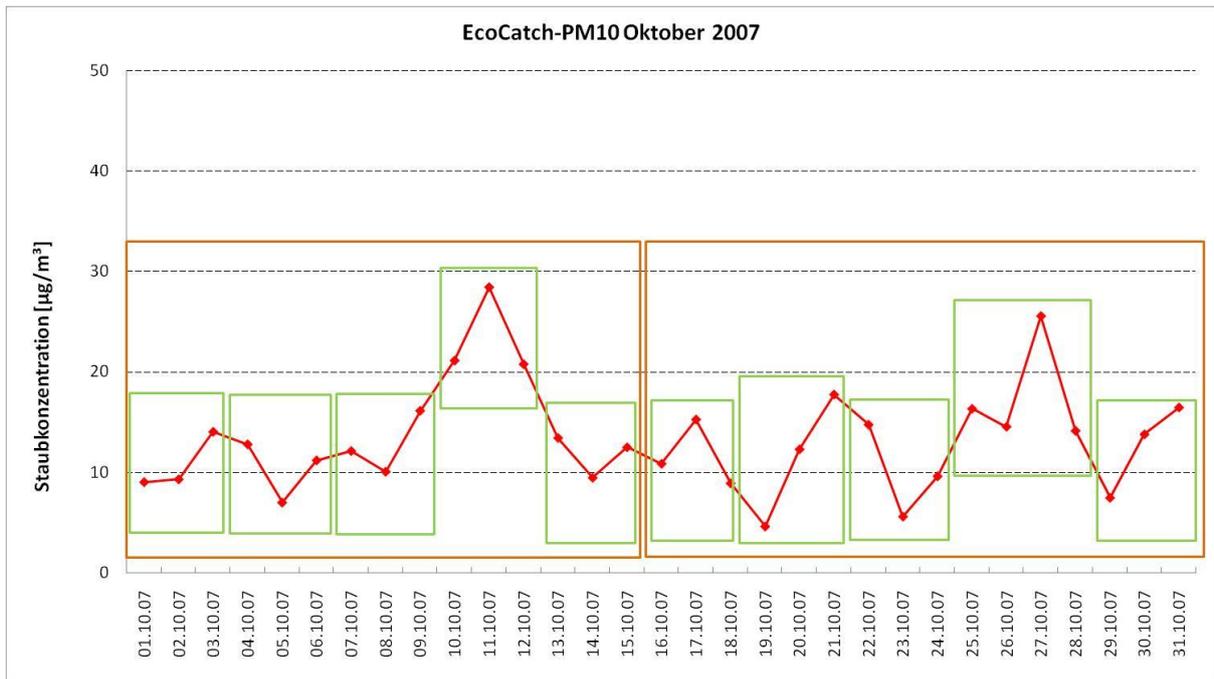
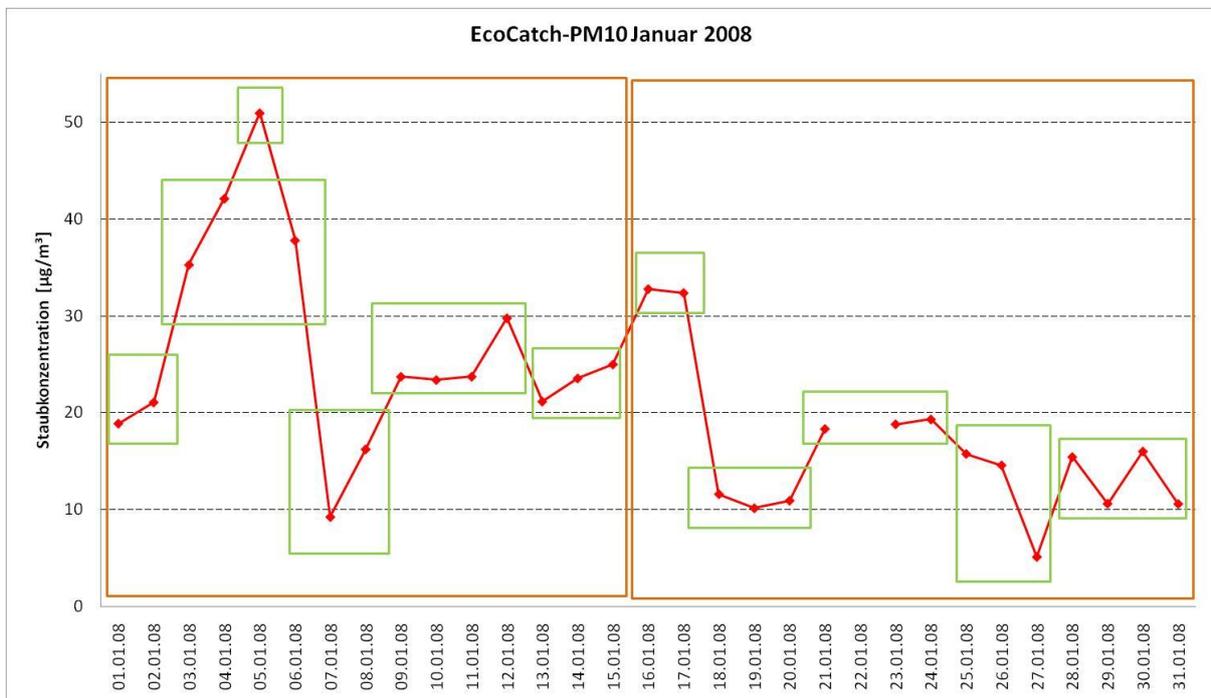


Abb. 2.5: Darstellung der Zusammenfassung der Tagesproben zu „Pools“ im Juli 2007



**Abb. 2.6:** Darstellung der Zusammenfassung der Tagesproben zu „Pools“ im Oktober 2007



**Abb. 2.7:** Darstellung der Zusammenfassung der Tagesproben zu „Pools“ im Januar 2008

## 2.3. Ionenchromatographie

### 2.3.1. Grundlagen

Für die Analyse anorganischer als auch organischer Ionen wurde die Ionenchromatographie benutzt. Die Ionenchromatographie basiert auf den unterschiedlichen Wechselwirkungen zwischen den in der mobilen Phase gelöste Ionen und den in einer festen Phase fixierten funktionelle Gruppen, d.h. ionischen Ankergruppen. Die einzelnen Ionen interagieren unterschiedlich mit der stationären Phase was zu unterschiedlichen Retentionszeiten und damit zur Auftrennung der Ionen führt. Das Ausmaß dieser Trennung hängt von der Größe und Ladung der Ionen, sowie von der Ionenstärke und dem pH-Wert der mobilen Phase (Eluent) ab. Die so getrennten Ionen wurden dann mit einem Leitfähigkeitsdetektor gemessen. Über einen bestimmten Bereich gibt es einen linearen Zusammenhang zwischen der gemessene Leitfähigkeit und die Konzentration der Ionen.

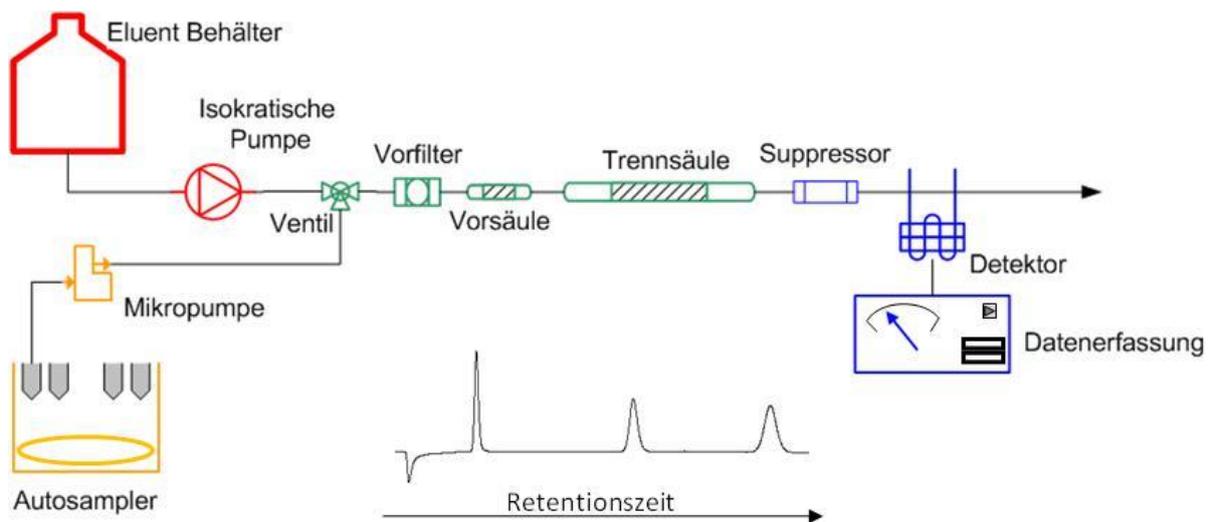


Abb. 2.8: Schematische Darstellung eines isokratischen Chromatographs

Die Grundleitfähigkeit des Eluenten wird durch einen elektrochemischen selbst-regenerierenden Suppressor gesenkt. Die Auswertung der Chromatogramme erfolgte mit Hilfe des Chromeleon Auswertungsprogramms. Sowohl das System als auch das Auswertungsprogramm sind von der Firma Dionex. Die Kalibration wurde in jeder Sequenz mittels externer Standards der Firma BDH Prolabo durchgeführt.

### 2.3.2. Experimentelles

**Lösliche anorganische Anionen:** Chlorid, Nitrat, Sulfat (Nitrit, Fluorid, Bromid siehe org. Anionen)

Zwei Stanzen einer Tagesprobe mit einem Durchmesser von 10mm wurden mit 4 ml Reinstwasser in Polypropylenröhrchen eluiert. Diese Proben wurden für 30 Minuten in ein Ultraschallbad gestellt, um eine gute Benetzung der Filter durch das Wasser und damit das Ablösen der Partikel zu gewährleisten. Da die Stanzen der Quarzfaserfilter im Ultraschallbad teilweise zerfallen, war es notwendig die Eluate zu zentrifugieren. In Einzelfällen wurden die Proben durch Spritzenvorsatzfilter filtriert. Der Überstand wurde dann in geeigneten Probengefäßen für die Analyse bereitgestellt. Die Lösungen wurde unverdünnt und mit einer 1:10 Verdünnung in derselben Sequenz in einem Anionen-Chromatograph isokratisch gemessen.

**Tabelle 2.1: Standardkonzentrationen und technische Daten des isokratischen Anionen Chromatographie Systems**

	Chlorid [ppm]	Nitrat [ppm]	Sulfat [ppm]		
				Säule	Dionex AS 12A
				Vorsäule	Dionex AG 12A
Std 1	0,5	1	1	Eluent	3,5 mM Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> / 1mM NaHCO <sub>3</sub>
Std 2	2	4	4	Suppressor	Dionex ASRS 300-4mm
Std 3	4	12	12	Detektor	Dionex ED40
Std 4	0,1	0,1	0,1	Fluss	1 ml/min
NWG	0,03	0,03	0,03	Druck	120-130 bar (1750-1900 psi)

**Lösliche anorganische Kationen:** Natrium, Kalium, Ammonium, Magnesium, Calcium

Die Vorbereitung für die Analyse der Kationen ähnelt der der Anionenanalyse. Allerdings wurden die zwei Stanzen mit 4ml einer 12mMolaren Methansulfonsäure eluiert. Das saure Milieu erlaubt das Lösen von Magnesium- und Calciumkarbonat. Die Eluate wurden 30 Minuten im Ultraschallbad eluiert und anschließend zentrifugiert. Auch zur Kationenanalyse wurden alle Proben unverdünnt und 1:10 verdünnt gemessen.

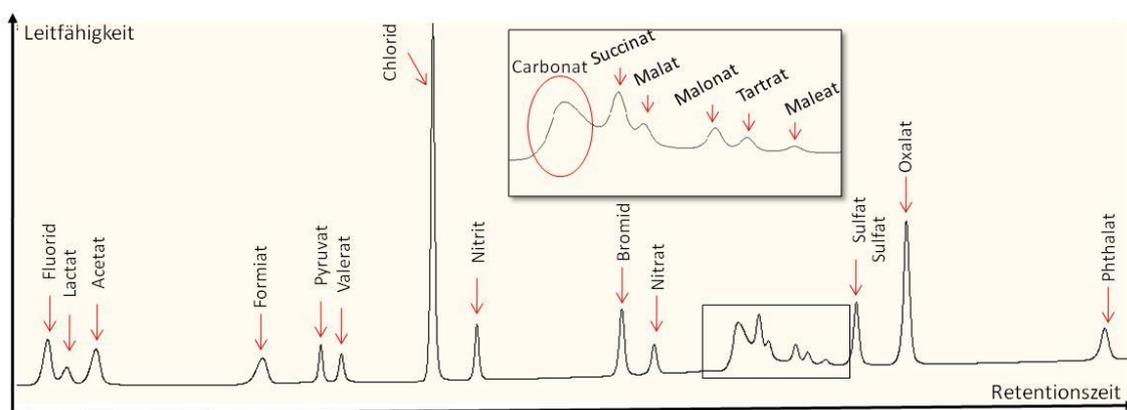
Zur Analyse der Kationen wurden zwei Systeme benutzt. Für die Analysen der Proben aus 2007 wurde einen QIC System benutzt. Für die Analysen der Proben aus 2008 wurde ein ICS3000 System eingesetzt. Die Suppressoren, Trennungssäulen, Eluent sind in beiden Systemen gleich. Das QIC System hatte einen höhere Flussrate 1,15 ml/min und somit auch einen höheren Druck 120-130 bar (1700-1900psi). Die technischen Daten der ICS3000 sind in Tabelle 2.2 aufgelistet. Beide Systeme sind von der Firma Dionex.

**Tabelle 2.2: Standardkonzentrationen und technische Daten des Kationen ICS 3000 Chromatographie Systems**

	Natrium [ppm]	Ammonium [ppm]	Kalium [ppm]	Magnesium [ppm]	Calcium [ppm]	Säule	Dionex CS 12A
						Vorsäule	Dionex CG 12A
Std 1	0,5	0,5	1	1	1	Eluent	12 mM Methansulfonsäure
Std 2	2	3	3	3	3	Suppressor	Dionex CSRS 300-4mm
Std 3	5	7	7	7	7	Detektor	Dionex ICS 3000
Std 4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	Fluss	1 ml/min
NWG	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	Druck	75-90 bar (1100-1300 psi)

**Lösliche organische Anionen:** Lactat, Acetat, Formiat, Pyruvat, Valerat, Succinat, Malat, Malonat, Maleat, Tartrat, Oxalat, Phthalat

Organische Anionen wurden nicht als Tagesproben, sondern als „Pools“ über mehrere Tage bestimmt. Die Elution der Filterstanzen (eine 10 mm Stanzen für jeden Tag) erfolgte in 10ml Einwegprouvetten und mit 8 ml Reinstwasser. Dieser Extrakt wurde für 15 Minuten in das Ultraschallbad gestellt und anschließend zentrifugiert. Der Überstand wurde dann in geeignete Mikrozentrifugationsgefäße überführt und analysiert. Die Analyse erfolgte mit einem KOH-Gradienten, der von 0,5 bis 30 mM KOH in 30 min anstieg. Diese Änderung der Konzentration bewirkte eine Änderung der Wechselwirkungen der Ionen mit der stationären Phase, was zu einer besseren Auftrennung die organischen Ionen führte. Abb. 2.9 zeigt das Chromatogramm eines Standards. Die Proben wurden auf mehrere organische und anorganische Anionen analysiert, aber die Konzentration der meisten organischen Anionen lag unter der Nachweisgrenze. Messbare Werte wurden von Acetat, Formiat und Oxalat gefunden.



**Abb. 2.9: Chromatogramm mit einem KOH Konzentrationsgradient**

**Tabelle 2.3: Standardkonzentrationen und technische Daten des Anionen Chromatographie Systems mit Gradient**

	Organisch [ppm]	Anorganisch [ppm]	Säule	Dionex AS 17A
			Vorsäule	Dionex AG 17A
Std 1	0,1	0,1	Eluent	0,5-30 mM KOH
Std 2	0,5	0,5	Suppressor	Dionex ASRS 300-4mm
Std 3	1	1	Detektor	ED40
Std 4	2	3	Fluss	1 ml/min
NWG	0,04	0,03	Druck	90 bar (1300 psi)

## 2.4.Kohlenstoffanalyse

### 2.4.1. Grundlagen

Zur Bestimmung der Summenparameter von organischem und anorganischem Kohlenstoff wurden thermische bzw. thermo-optische Methoden verwendet. Die einzelnen Kohlenstoffverbindungen haben unterschiedliche Flüchtigkeit bzw. Verbrennungstemperaturen. Allgemein entstehen bei der Verbrennung  $\text{CO}_2$ , oder andere flüchtige Verbindungen, die über einen Oxidationskatalysator zu  $\text{CO}_2$  umgewandelt werden. Diese  $\text{CO}_2$  entweicht und wird mit einem NDIR (Nicht Dispersives Infrarot) Analysator gemessen. Die gemessene  $\text{CO}_2$  Konzentration ist direkt proportional zum Kohlenstoffgehalt in der Probe (Total Carbon, TC). Um weitere Information zu erlangen müssen die unterschiedlichen Verbindungsklassen voneinander getrennt werden. Eine Möglichkeit ist die Auftrennung über die Temperatur. Kleine flüchtige organische Verbindungen haben eine geringere Zersetzungstemperatur als hochmolekulare organische Verbindungen. Carbonate sind die beständigsten Kohlenstoffverbindungen in den Aerosolproben.

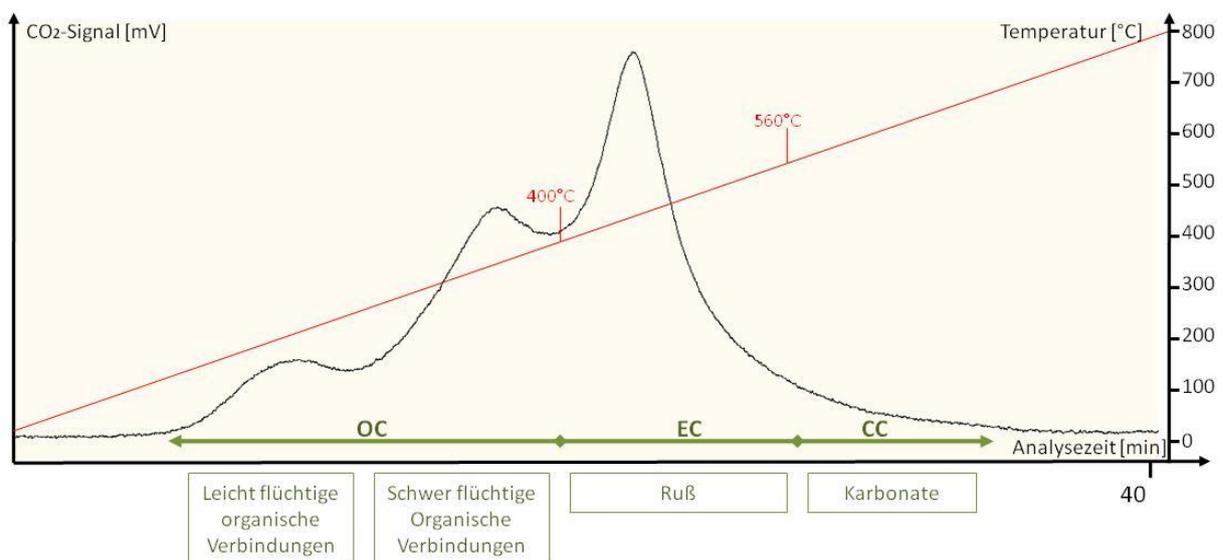


Abb. 2.10: Thermogramm einer realen Probe von Lunz am See, mit Temperaturgradient (rote Linie)

Im Thermogramm ist zu erkennen, wie zuerst die flüchtigen organischen Verbindungen entweichen, dann werden die schwer flüchtigen organischen Substanzen verbrannt, alle unter einer Temperatur von 400°C. Ab diesem Punkt erkennt man den Rußpeak, der bis zu 560°C verbrennt. Die

Decarboxylierung von den Karbonaten findet ungefähr ab 560°C statt. Bei 800°C ist der gesamte Kohlenstoff vollständig verbrannt.

Um die Kohlenstoffverbindungen, die in der Probe zu finden sind, voneinander zu unterscheiden, werden insgesamt vier Methoden zur Analyse angewandt. Zuerst wird der gesamte Kohlenstoffgehalt in der Tagesprobe bestimmt (Total Carbon, TC), dann wird der anorganischen Anteil gemessen (Elemental Carbon, EC + Carbonate Carbon, CC) und zuletzt der Anteil aus den Karbonatverbindungen (Carbonate Carbon). Aus diesen ersten drei Methoden und mit Hilfe der Gleichung 2.1 kann eine Quantifizierung der Kohlenstoffverbindungen durchgeführt werden.

Gleichung 2.1:

$$TC = OC + EC + CC$$

Der organische Anteil (Organic Carbon, OC) wird nicht gemessen, sondern als Differenz berechnet. Die vierte Methode, nämlich die thermo-optische Analyse, wurde nur für ausgewählte Proben durchgeführt und dient dazu, die Kohlenstofffraktion noch näher zu charakterisieren.

## 2.4.2. Experimentelles

### Gesamtkohlenstoff (Total Carbon, TC)

Eine 10 mm Filterstanze einer Tagesprobe wurde in einem vertikalen Rohrforn bei 1000 °C im Sauerstoffstrom verbrannt. (Bauer et al 2008) Der Sauerstoffstrom gewährleistete eine vollständige Verbrennung aller kohlenstoffhaltige Verbindungen. Bei dieser Temperatur entsteht ausschließlich Kohlendioxid, das mit zwei nicht-dispersiven Infrarot-Detektoren (Maihak SIFOR 200) gemessen wurde.

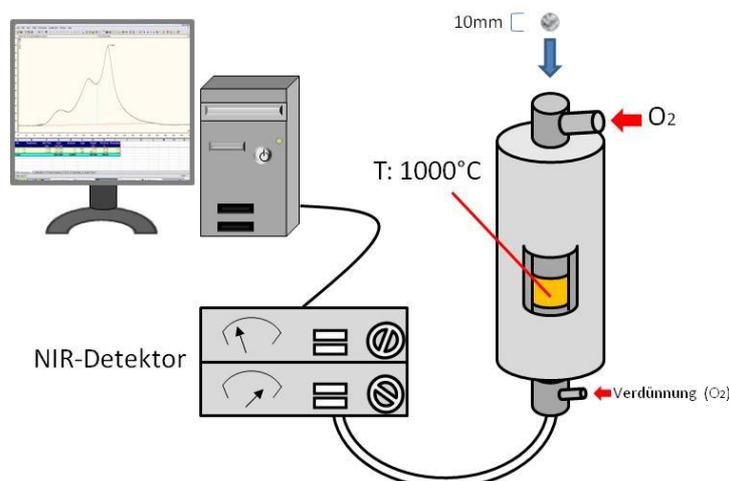


Abb. 2.11: Schematische Darstellung des vertikalen Rohrofens

Das Signal der zwei Detektoren überlappte sich bei 20-50 ppmv und der Detektionsbereich der beiden Detektoren zusammen entspricht 0-2000 ppmv. Die Auswertung erfolgt über das Chromeleon Integrationsprogramm der Firma Dionex. Die Kalibration der Messungen erfolgte am Anfang jeder Messung mit selbst hergestellten Weinsäurestandards, die Überprüfung der Richtigkeit dieser Kalibration erfolgte über Referenzstandards, die auch aus Weinsäure hergestellt wurden. Ferner wurde die Kalibration mit mehrere zuvor gemessene Kalibrationen verglichen.

### **Karbonatkohlenstoff (Carbonate Carbon, CC)**

Als Vorbereitung wurde eine Stanze in einem Ofen mit 526°C eine Stunde unter Sauerstoffstrom vorbehandelt. Dadurch erreichte man die vollständige Verbrennung des organischen Anteils und von Ruß (Elemental Carbon, EC). Die so vorbehandelte Probe wurde im Vertikalofen (siehe Abb. 2.11) bei 1000°C verbrannt und das daraus entstandene Signal ausgewertet. Dieser Wert entspricht dem Teil des Kohlenstoffs, welcher aus den Karbonatverbindungen stammte. Zur Überprüfung wurden Thermooptische Analysen bei ausgewählten Proben durchgeführt, ferner wurden diese Werte mit der Karbonatkonzentration verglichen, die aus der Konzentration des löslichen Calciums berechneten wurde. Diese Annahme setzt voraus, dass das Calcium vollständig als Karbonat vorliegt.

### **Elementarer Kohlenstoff (Elemental Carbon, EC)**

Eine 10 mm Filterstanze wurde zuerst zwei Stunden unter Sauerstoffstrom bei 340°C in einen Ofen vorbehandelt (*Cachier et al 1988*), um das gesamte organischen Material zu verbrennen. Die so vorbereitete Stanze wurde dann in dem vertikalen Rohrofen bei 1000 °C verbrannt (siehe Abb. 2.11). Die Konzentration des entstandenen Kohlendioxids wurde mit einem NDIR-Analysator erfasst. Der erhaltene Wert besteht aus der Konzentration von Elementarem Kohlenstoff (EC) und dem aus Karbonaten kommenden Kohlenstoff. Durch Subtraktion des Carbonat Kohlenstoffs Wert erhielt man die Menge an Elementarem Kohlenstoff.

## Organischer Kohlenstoff (Organic Carbon, OC)

Dieser Wert wurde rechnerisch aus den anderen Werten ermittelt. Von der Konzentration des Gesamtkohlenstoffes wurde der Wert des EC und des CC subtrahiert. Der organische Kohlenstoff umfasst alle organischen Verbindungen, die leicht oder schwer flüchtig sind und bei 340°C bereits verbrannt wurden.

### Thermooptische Kohlenstoffbestimmung

Eine Filterstanze mit einem Durchmesser von 12 mm wurde in einem horizontalen Verbrennungsofen im Sauerstoffstrom mit einer Rate von 20°C/min aufgeheizt, bis eine maximale Temperatur von 800°C erreicht wurde. Die entstandenen Verbrennungsprodukte wurden in einem zweiten Ofen katalytisch zu Kohlenstoffdioxid nachverbrannt, bevor sie mit einem NDIR-Detektor (Maihak UNOR 6N) detektiert wurden (Abb. 2.12). Während des Aufheizens des Ofens wurde die optische Veränderung der Filterbelegung mit einem Laser verfolgt. Erwartungsgemäß ist zunächst eine Schwärzung des Filters durch die Verkohlung von Teilen der organischen Verbindungen zu sehen und erst danach eine Aufhellung durch die Verbrennung vom Ruß. Die entstandene Kohlendioxidkonzentrationen, der Temperaturverlauf und das Signal des Lasers wurden parallel aufgezeichnet und dienen zur besser Charakterisierung der unterschiedlichen Kohlenstofffraktionen in den ausgewählten Filtern (Siehe Abb. 2.10)

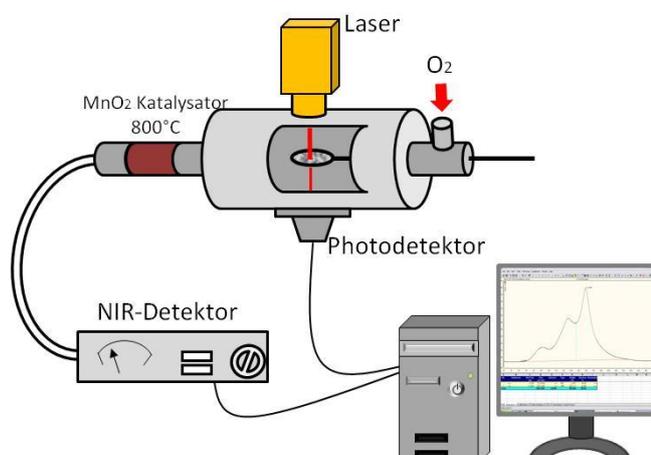


Abb. 2.12: Schematische Darstellung des thermooptischen Verbrennungsofens

## 2.5.Zuckeranalyse

### 2.5.1. Grundlagen

Die Auftrennung verschiedener Kohlenhydrate (Sacharide, Anhydrosacharide und Polyole) erfolgte über Anionenchromatographie in stark alkalischer Umgebung. Die Detektion erfolgte amperometrisch (gepulste amperometrische Detektion - PAD) an einer Goldelektrode. In einem dreistufigen Prozess erfolgten zunächst die Bestimmung der Analyten bei einem geeigneten Potential durch Oxidation, dann eine Reinigung der Elektrode und schließlich ein Regenerationsschritt. Die über den ersten Schritt gemessene Ladungsmenge ist der Konzentration des Analyten proportional.

### 2.5.2. Experimentelles

**Primäre Zucker, Polyole und Anhydrozucker** (Xylitol, Levoglucosan, Arabitol, Sorbitol, Mannosan, Mannitol, Galactosan, Arabitose, Mannose, Galactose, Glucose, Fructose, Sucrose)

Für die Zuckeranalyse wurden die Proben so eingeteilt, dass sie „Pools“ mit einem möglichst gleichen Zeitraum bilden. In der Regel handelte es sich um drei Tage „Pools“ mit jeweils zwei 10mm Stanzen pro Tag. Die Filterstanzen wurden mit 3 ml reinst Wasser eluiert und für 15 min in ein Ultraschallbad gestellt, um eine vollständige Benetzung der Filteroberfläche zu erzielen. Die Proben wurden anschließend 12 Minuten zentrifugiert und der Überstand mittels HPLC-EC (High Performance Liquid Chromatography with Electrochemical Detection) untersucht. Die Messungen wurden in zwei unterschiedliche Systeme mit zwei verschiedenen Methoden durchgeführt.

**Methode 1:** Die Proben bis Ende von 2007 wurden mit einer CarboPAC PA10 Säule analysiert. Als Eluent wurde eine NaOH Lösung benutzt. Die Konzentration der Lauge wurde während der Messung stufenweise variiert. Der Konzentrationsverlauf während der Messung ist der Tabelle 2.4 zu entnehmen. Ein Chromatogramm in Abb. 2.13 zeigt den Verlauf der Grundlinie und ihre Reaktion auf den Konzentrationswechsel. Mit Hilfe dieser Stufenmethode konnte man die Anhydrozucker und Polyole von den primären Zuckern trennen. Die Kalibration erfolgte mit externen Standards und wurde am Anfang jeder Messung durchgeführt.

Tabelle 2.4: Methode 1 zur Analyse der Zucker und Anhydrozucker

Time [min]	Eluent Konzentration [mM NaOH]	A: H <sub>2</sub> O %	B: H <sub>2</sub> O %	C: NaOH 5 mM %	D: NaOH 200 mM %	Stufe
0-5	0,5	90	0	10	0	Anhydrozucker
5-27	20	90	0	0	10	Prim. Zucker
27-42	200	0	0	0	100	Reinigung
42-70	0,5	0	90	10	0	Equilibrierung

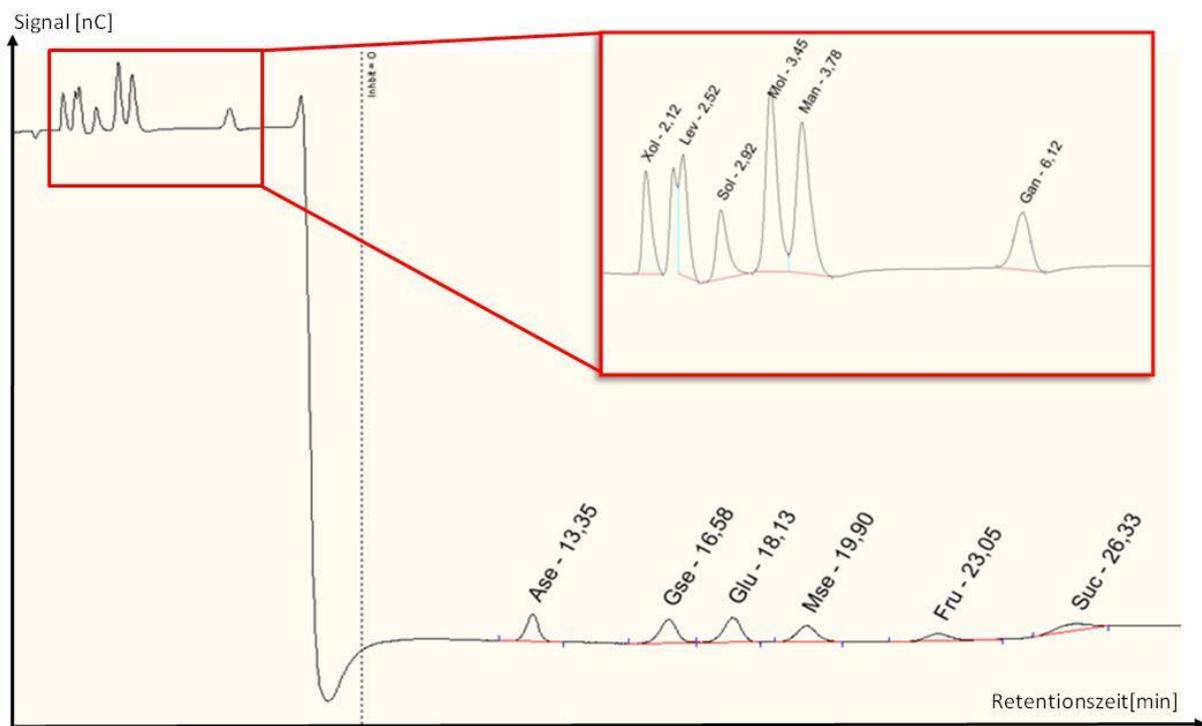


Abb. 2.13: Chromatogramm der Zuckernalyse in der HPLC-EC nach Methode 1

Wie in Abb. 2.13 ersichtlich, war eine vollständige Trennung von Arabitol und Levoglucosan nicht möglich. Arabitol hat eine Retentionszeit von etwa 2,45 min und stört bei der Integration des Levoglucosan Peaks. Die Peaks wurden mathematisch mit Hilfe einer Gauss'schen Anpassung getrennt und quantifiziert.

**Tabelle 2.5: Retentionszeiten der Komponenten Analysiert nach Methode 1**

	Polyole	Anhydro-zucker	Primären Zucker	Retentionszeit [min]	
Xol	Xylitol			2,15 ± 0,05	0,5 mM NaOH
Aol	Arabitol			2,45 ± 0,05	
Lev		Levoglucosan		2,57 ± 0,05	
Sol	Sorbitol			2,90 ± 0,10	
Mol	Mannitol			3,55 ± 0,05	
Man		Mannosan		3,70 ± 0,07	
Gan		Galactosan		5,90 ± 0,10	
Ase			Arabitolose	13,00 ± 0,20	20 mM NaOH
Gse			Galactose	16,26 ± 0,30	
Glu			Glucose	17,70 ± 0,24	
Mse			Mannose	19,70 ± 0,50	
Fru			Fructose	22,70 ± 0,34	
Suc			Sucrose	24,50 ± 0,40	

**Tabelle 2.6: Standardkonzentrationen und technische Daten des Zucker Chromatographie System zur Zuckeranalyse, Methode 1**

	Aol [ppm]	Lev [ppm]	Mol [ppm]	Man [ppm]	Alle Andere [ppm]	Säule	Dionex CP Pa1
Std A1	0,10		0,10			Eluent	NaOH
Std A2	0,50		0,50			Stufe 1	0,5 mM
Std A3	3,00		3,00			Stufe 2	20 mM
Std L1		0,10		0,10		Stufe 3	200 mM
Std L2		0,50		0,50		Detektor	Elektrochem. Zelle mit Au-Elektrode
Std L3		3,00		3,00		Fluss	1ml/min
Std M1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	Druck	90 bar (1300psi)
Std M2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
Std M3	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00		
NWG	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04		

**Methode 2:** Die Proben ab Januar 2008 wurde mit einer CarboPAC Ma1 Säule im Chromatographiesystem ICS 3000 analysiert. Die neue Säule erlaubte eine vollständige Trennung von Arabitol und Levoglucosan und benötigte keine Stufenmethode mehr. Ein kontinuierlicher Gradient wurde benutzt, die Konzentration des Eluenten wurde kontinuierlich von 450 mMol bis 650 mMol NaOH erhöht.

Sorbitol coeluiert mit Mannitol und Arabitolose coeluiert mit Galactose, aber in den mit der Methode 1 gemessene Proben von 2007 wurde weder Sorbitol noch Arabitolose gefunden. Zur Kontrolle wurden stichprobenweise Proben von 2008 mit der Methode 1 gemessen. Keine von beiden Komponenten wurde gefunden.

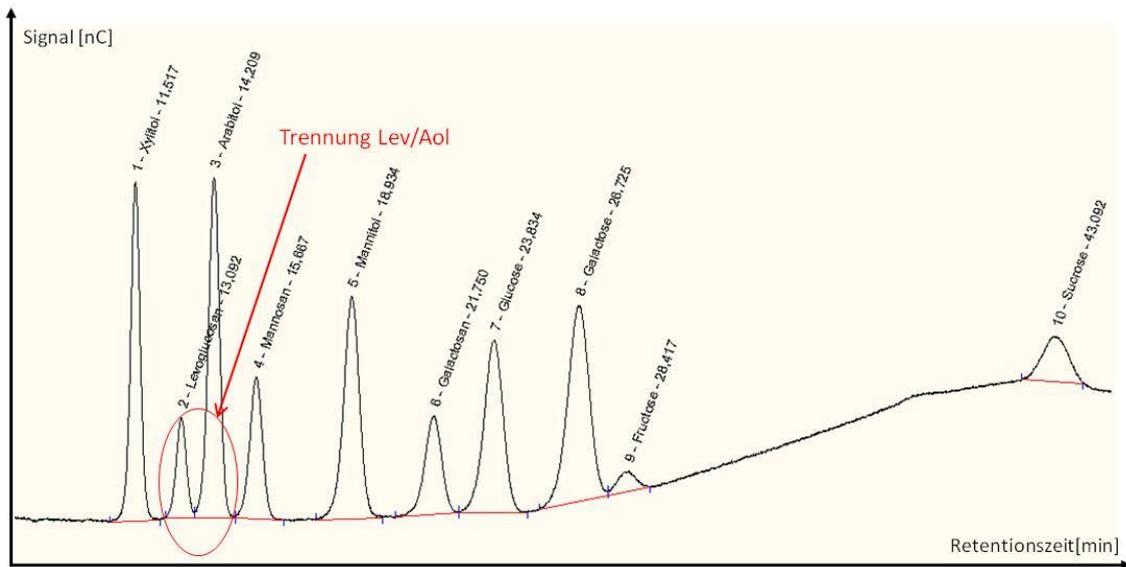


Abb. 2.14: Chromatogramm der Zuckernalyse in der HPLC-EC nach Methode 2

Tabelle 2.7: Retentionszeiten der Komponenten analysiert nach Methode 2

	Polyole	Anhydro-zucker	Primären Zucker	Retentionszeit [min]	NaOH
Xol	Xylitol			11,37 ± 0,20	
Lev		Levoglucosan		13,00 ± 0,20	
Aol	Arabitol			14,10 ± 0,20	
Man		Mannosan		15,60 ± 0,20	
Mol	Mannitol			18,90 ± 0,20	
Gan		Galactosan		21,70 ± 0,20	
Glu			Glucose	23,80 ± 0,20	
Gse			Galactose	26,75 ± 0,20	
Fru			Fructose	28,40 ± 0,20	
Suc			Sucrose	41,20 ± 0,20	

Die Kalibration erfolgte mit externen Standards und wurde am Anfang jeder Messung durchgeführt. Zur Kontrolle wurden die Kalibrationen mit den Ergebnissen früherer Kalibrationen verglichen. Als Referenz wurden gleiche Proben mit beiden Methoden gemessen und die Übereinstimmung der Daten bestätigt.

Tabelle 2.8: Standardkonzentrationen und Technische Daten der ICS 3000 Zucker Chromatographie System nach Methode 2

	Alle [ppm]		Säule	Dionex CP Ma1
			Eluent	450-650mM NaOH
Std N1	0,05		Detektor	Elektrochemische Zelle mit Au-Elektrode
Std N2	0,50			
Std N3	2,00			
Std N4	5,00		Fluss	0,4 ml/min
Std N5	10,00		Druck	75 bar (1100psi)
NWG	0,03			

## 2.6.HULIS

Für die Analyse von HULIS (Humic-like Substances) wurde eine 10mm Stanze pro Tag genommen und zu 15 oder 16 tägigen „Pools“ vereint. Die Analysen wurden durch Dipl. Ing. Barbara Klatzer und Lylian Sampaio Cordeiro Wagner durchgeführt.

Die Proben wurden mit 3 ml Reinstwasser versetzt und 20 Minuten ins Ultraschallbad gestellt. Der Überstand wurde abgetrennt und in ein weiteres Reagenzglas überführt. Die Extraktion erfolgte drei Mal mit Reinstwasser und drei Mal mit einer alkalischen Extraktionslösung. Die drei verschiedenen Teilextrakte jeweils aus der wässrigen und alkalischen Lösung wurden zu zwei Hauptextrakte vereint. Der wässrige Extrakt wurde mit 0,9 ml einer HNO<sub>3</sub>-Lösung mit einem pH-Wert von 2 und der alkalische Extrakt wurde mit 0,9 ml einer HNO<sub>3</sub>-Lösung mit einem pH-Wert von 0 versetzt und 20 min zentrifugiert.

1. Die apolaren C18-Extraktionskartuschen für die Festphasenextraktion wurden jeweils drei Mal mit 1 ml Methanol und mit 10 ml Reinstwasser gereinigt. Dann wurden die zentrifugierten Extrakte auf die Kartuschen aufgegeben. Die Ventile der Extraktionskartuschen sind offen, sodass die Extraktionslösung durchfließen konnte. Dieser Prozeß wurde durch Anlegen vom Vakuum beschleunigt.
2. Durch Van der Waals Kräfte bleiben die organischen Verbindungen auf der aktiven Oberfläche der Kartusche hängen. Die flüssige Phase wurde getrennt und die Ventile geschlossen.
3. Die Kartuschen wurden in der Folge mit 200µl Methanol befeuchtet und mit 1,8ml einer pH-2,5 Lösung gefüllt. Die großen organischen Moleküle lösten sich wieder und wurden durchs Öffnen der Ventile eingesammelt. Diese Lösung, d.h. der gereinigte Extrakt, wurde analysiert.

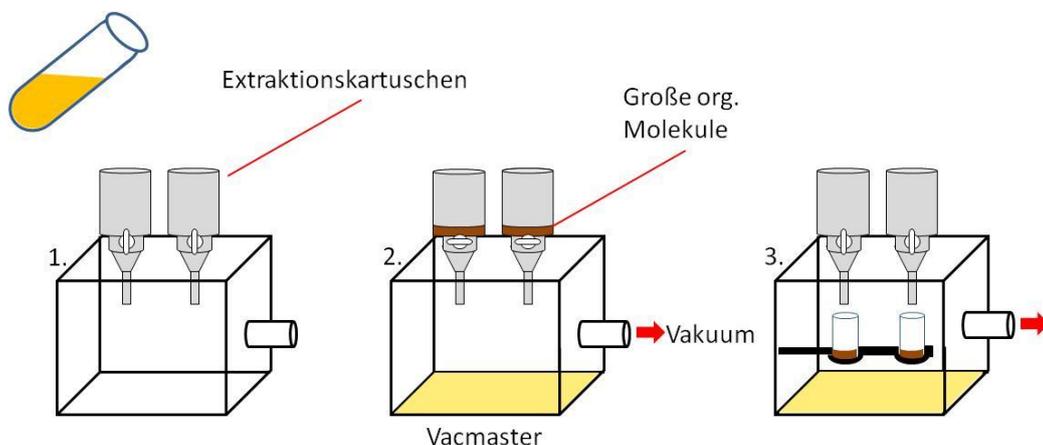


Abb. 2.15: Darstellung der Festphasenextraktion der großen organischen Moleküle

Dieser gereinigte Extrakt wurde dann in das Flow Injection System eingesaugt und floß durch eine 2cm selbst gebaute SAX-Säule (Strong Anion Exchange), wo die HULIS zurückgehalten wurden. Diese wurden dann durch eine Ammoniaklösung gelöst und in den Verbrennungsofen des TOC (Total Organic Carbon) Messgerätes übergeführt. Aus den HULIS entstand quantitativ  $\text{CO}_2$ , dessen Menge der HULIS-Konzentration proportional ist. Das  $\text{CO}_2$  wurde mit einem NDIR- Detektor erfasst.

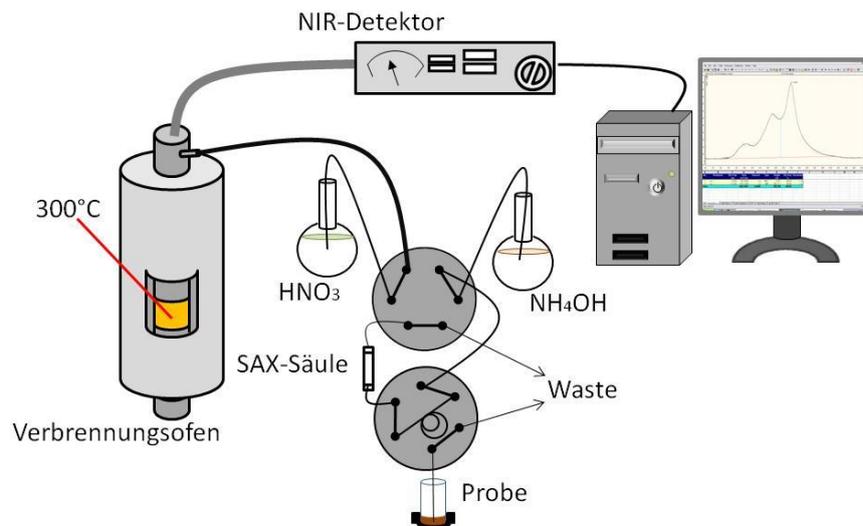


Abb. 2.16: Darstellung des TOC-Messgerätes mit FIA

## 2.7. Cellulose

### 2.7.1. Grundlagen

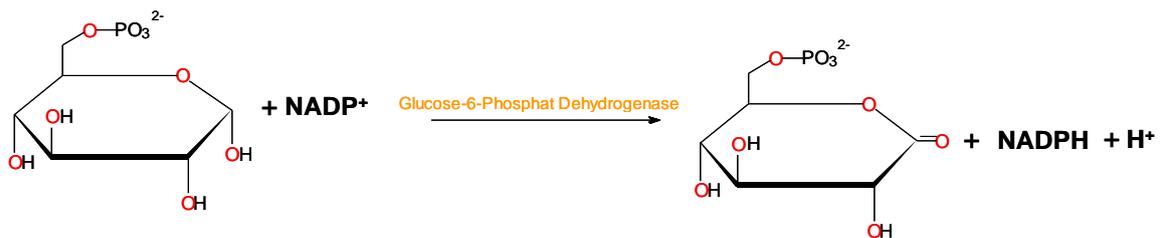
Ausgewählte Proben wurde auf ihren Cellulose Gehalt analysiert. Die Analysen wurden durch Dipl. Ing. Parissa Pouresmail am Institut für Chemischen Technologien und Analytik durchgeführt.

Der Prozess bestand aus mehrere Schritte. Zuerst wurde die Cellulose zu Glucose umgewandelt, dann wurde der Glucosegehalt indirekt bestimmt. Dazu wurde Glucose zuerst enzymatisch zu Gluconat umgewandelt. Die verbrauchte Menge an das Coenzym  $\text{NADP}^+$  wurde photometrisch bestimmt. Mit den photometrischen Daten konnte zuerst auf den Glucosegehalt und dann auf den Cellulosegehalt zurückgerechnet werden.

Cellulose wird durch die Einwirkung zweier Enzyme gespalten: *Trichoderma Reesei* (Cellulase) und *Aspergillus Niger* (Cellobiase). Danach wird die Glucose enzymatisch phosphoryliert. Das Enzym Hexokinase überträgt eine Phosphatgruppe von Adenosintriphosphat (ATP) auf das 6. Kohlenstoffatom der Glucose. Die Probe wurde nach diesem Schritt zum ersten Mal photometrisch gemessen.



Dann wurde das Glucose-6-Phosphat enzymatisch oxidiert. Die Glucose-6-Phosphat-Dehydrogenase oxidiert die 1. Kohlenstoffgruppe und reduziert gleichzeitig Nicotinsäureamid- Adenosin-Dinukleotid-Phosphat (NADP<sup>+</sup>), es entsteht Gluconat-6-Phosphat.



Die erzeugte Menge an reduziertem NADPH ist der Konzentration von Glucose proportional. Die Probe wurde ein zweites Mal photometrisch gemessen und die Menge des erzeugten NADPH ausgerechnet. Die Absorbance der gebildete NADPH wird bei einer Wellenlänge von 340nm mit einem Gittermonochromator Photometer der Firma Shimadzu gemessen.

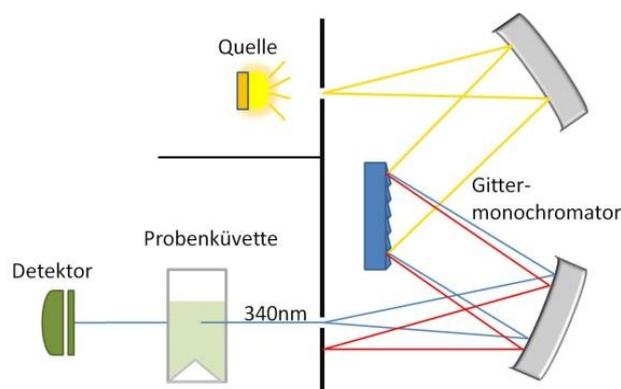


Abb. 2.17: Schematische Darstellung eines Photometers

### 2.7.2. Experimentelles

**Elution:** Eine Probe bestand aus sechs 10mm Filterstanzen. Die Stanzen wurden mit 2,2 ml einer 0,05 molare Zitronensäurelösung (pH 4,8) mit 0,05% Thymol eluiert und für 40 Minuten in den Ultraschallbad gestellt.

**Verzuckerung:** Das Eluat wurde dann enzymatisch behandelt, um die Cellulose zu spalten. Die Probe wurde jeweils mit 75µl einer Cellulase und Cellobiase Lösung versetzt. Die Lösung mit Enzymen wurden 24 Stunden bei 45°C inkubiert. Dann wurden die Enzyme denaturiert, indem man die Proben 10 Minuten bei 70°C erhitzt hat. Nach dem Abkühlen wurden die Proben zentrifugiert.

**Photometrie:** Der Glucosegehalt wurde gemessen, indem 50µl eines Imidazol Puffers und 50 µl einer Enzym/ATP/NADP+ Lösung zur Probe zugesetzt wurden. Nach der Phosphorylierung wurde die Absorbanz bei 340nm gemessen. Dann wurden die letzten Enzyme zugesetzt und nach der Oxidation die Absorbanz bei 340nm gemessen.

Tabelle 2.9: Standardkonzentrationen und Technische Daten Cellulose Bestimmungsmethode

	Glucose [mg/L]	Cellulose [mg/L]	Photometer	Schimadzu UVMini-1240
Std 1	0,15		Lichtquelle	Deuterium Lampe [UV]
Std 2	0,3			Wolfram Lampe [VIS]
Std 3	0,45		Wellenlänge	340nm
Std 4	0,6		Detektor	SiO <sub>2</sub> -Photodiode
NWG	0,16	0,18	Monochromator	Gitter

### 2.8.Silikate und Aluminate

Silizium- und Aluminium-Verbindungen wurden quantifiziert, indem man beide Elemente mittels Röntgenfluoreszenz Analyse analysierte und auf die Verbindungen zurückrechnete. Die Analysen wurden durch Dipl.-Ing. Dr.techn. Johannes Zbiral am Institut für Chemischen Technologien und Analytik der Technischen Universität Wien durchgeführt.

### 2.8.1. Grundlagen

Ein beprobter Celluloseacetatester Filter wird mit Röntgenstrahlen bestrahlt. Diese elektromagnetischen Wellen regen die Atome an und Elektronen werden von den inneren auf äußere Schalen angehoben. Die angeregten Atome relaxieren, indem die Elektronen aus den höheren Energieniveaus unter Abgabe von Fluoreszenzstrahlung wieder in den Grundzustand fallen. Die Fluoreszenzstrahlung wird durch einen Detektor erfaßt. Die erfaßte Wellenlänge der Fluoreszenzstrahlung ist für ein Element spezifisch. Die Konzentration von Silizium und Aluminium ist der Intensität der Fluoreszenzstrahlung proportional.

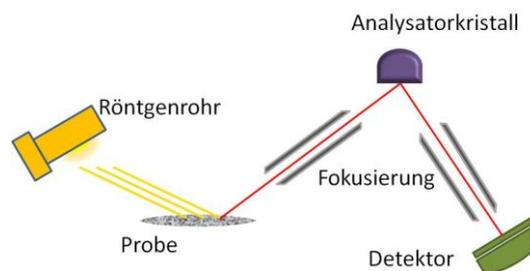


Abb. 2.18: Schematische Darstellung eines Röntgenfluoreszenz Spektrometers

### 2.8.2. Experimentelles

Um die Silizium und Aluminium Verbindungen analysieren zu können war es notwendig einen zusätzlichen automatischen Sammler zu installieren. Der Sammler von der Firma Sven Leckel hat die Filter aus Celluloseacetatester 72 Stunden mit einem Durchfluss von 2,3 m<sup>3</sup> Luft/h belegt. Aufgestellt wurde er neben dem Digital Autosammler in der Station 1. Es wurden insgesamt zehn 47mm Celluloseacetatester Filter zwischen den 19. August und den 18. September 2008 beprobt. Diese Filter wurden vor und nach der Beprobung gewogen. Die Filter werden dann auf den Probenträger der RFA gelegt und analysiert.

Tabelle 2.10: Standardkonzentrationen und Technische Daten Cellulose Bestimmungsmethode

	K $\alpha$ [Å]	Kristall	Spektrometer	Phillips 1480
13AL	8,32	PE002	Lichtquelle	Röntgenrohr
14Si	7,11	PE002		K $\alpha$ = 0,616 Å
15P	6,14	GE111	Spannung	50 kV
16S	5,36	GE111	Stromstärke	40mA
20Ca	3,25	LiF200	Detektor	Szintillationszähler
26Fe	1,94	LiF201		
28Ni	1,66	LiF202		
33As	1,18	LiF203		

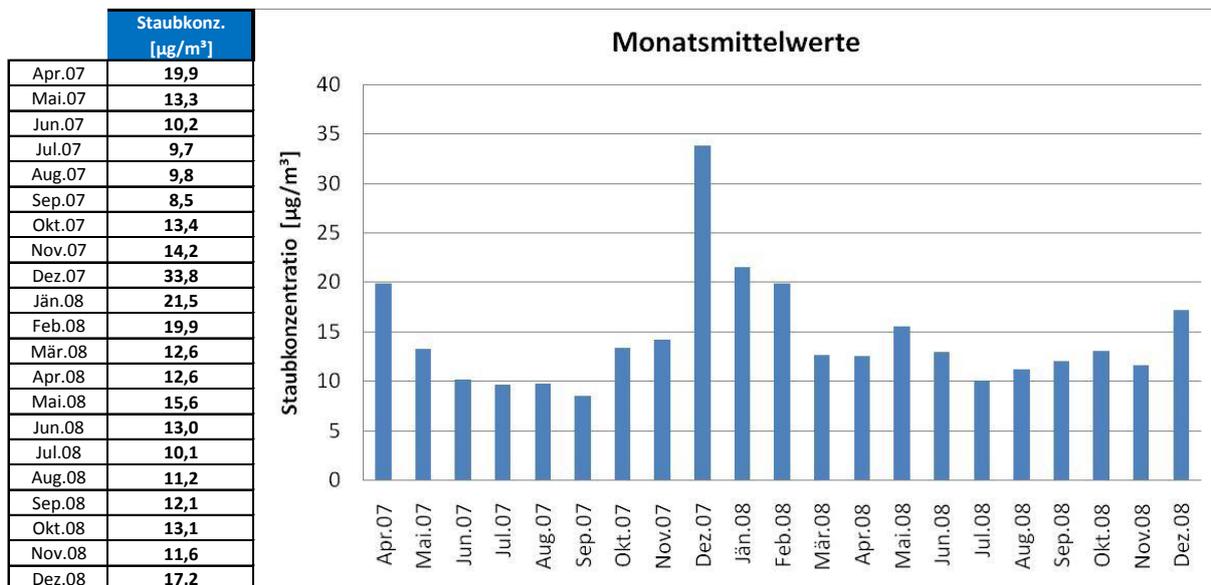
### 3. Feinstaub: Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse aller Analysemethoden, die im vorigen Kapitel beschrieben wurden, behandelt. Mit diesen Ergebnissen und einem vereinfachten Macrotracer Modell, wird eine Feinstaub-Quellenzuordnung durchgeführt und diskutiert.

#### 3.1. Aerosolmasse

Die Bestimmung der Aerosolmasse erfolgte gravimetrisch im Laboratorium für Umweltanalytik. Die gravimetrischen Auswertungen liegen bis Ende 2008 vor. Sie zeigen einen deutlichen Jahresgang der PM<sub>10</sub>-Konzentration. Im Sommerhalbjahr findet man geringere Konzentrationswerte, wie zum Beispiel den geringsten erfassten Tagesmittelwert von 1,9 µg/m<sup>3</sup> am 22. Mai 2008. Die kälteren Monate des Winterhalbjahres zeichnen sich durch höhere Konzentrationswerte auf. Die Spitzenkonzentration wurde am 5. Januar 2008 gemessen, sie betrug 51 µg/m<sup>3</sup>. Diese ist die einzige Überschreitung des von der EU-Richtlinie 1999/30/EG von 22. April von 1999 gesetzten Grenzwertes von 50 µg/m<sup>3</sup>, wobei im Jahr 2008 noch 30 Überschreitungen im Jahr zulässig sind. Der Mittelwert über die gesamte gemessene Periode beträgt 14,2 µg/m<sup>3</sup>.

Im Monatsmittel ergaben sich Konzentrationswerte von 8,5 µg/m<sup>3</sup> (September 2007) bis 33,8 µg/m<sup>3</sup> (Dezember 2007), wie in Abb. 3.1 ersichtlich ist. Hier ist zu berücksichtigen, dass der für Dezember angegebene Wert keinem korrekten Monatsmittelwert entspricht, da für den Zeitraum vom 1. bis zum 16. Dezember 2007 keine Messwerte vorliegen. Der Verlauf der PM<sub>10</sub> Konzentration in diesen Monat zeichnet sich trotzdem als für Lunz am See überdurchschnittlich hoch aus. Wenn man den Monatsmittelwert mit den von der niederösterreichischen Landesregierung gemessenen Werten vergleicht (*Hann et al 2008, Brandstätter et al 2009*), ist bemerkbar, dass die Zahl der Überschreitungen des Grenzwertes in diesem Monat im gesamten niederösterreichischen Gebiet höher ist als in allen anderen Monaten des Jahres 2007. In 2007 fanden über 40% aller Überschreitungen des Tagesmittelwertes für PM<sub>10</sub> in Niederösterreich in Dezember statt. Im Vergleich dazu waren es in Dezember 2008 nur 5%. Die tiefen Temperaturen während des Winters 2007/2008 sind an der stärkeren Belastung schuld.



**Abb. 3.1: Monatsmittelwert der PM10 Konzentration in Lunz am See (Ausnahme Dezember 2007 und September 2008, Ausfall der Messungen über einen Zeitraum von mehreren Tagen)**

Im Allgemeinen zeigt der Vergleich dieser Ergebnisse mit den vom Land Niederösterreich (*Hann et al 2008, Brandstätter et al 2009*), veröffentlichten Daten, dass die Feinstaubbelastung in Lunz erwartungsgemäß gering ist. Im niederösterreichischen Messnetz gab es im 2007 keine Überschreitungen des Grenzwertes hinsichtlich des Jahresmittelwertes. Der für die Tagesmittelwerte gültige Grenzwert (30 erlaubte Überschreitungen des Tagesmittelwertes im Jahr) wurde aber an 4 Stationen überschritten. Im Jahr 2008 wurde in Niederösterreich an keiner Station der Tagesmittelwert öfter als erlaubt überschritten. Die Jahresmittelwerte entsprechen an fast allen Stationen den Verhältnissen von 2007.

**Tabelle 3.1: Monatsmittelwerte von Lunz und die Messstationen des österreichischen Hintergrundmessnetzes**

2007	Lunz am See NÖ	Enzenkirchen OÖ	Illmitz BGL	Klöch STM	Pillersdorf NÖ	Voregg KNT	Zöbelboden OÖ
April	19,9	23,3	23,5	25,3	23,4	14,3	18,5
Mai	13,3	15,1	17,0	18,0	15,5	10,6	10,5
Juni	10,2	13,6	15,5	14,8	16,4	9,4	8,9
Juli	9,7	15,2	14,1	16,6	14,8	12,2	6,6
August	9,8	16,4	14,6	15,6	16,2	8,4	10,1
September	8,5	15,6	14,3	15,8	14,8	6,3	8,2
Oktober	13,4	26,5	26,0	21,8	26,6	9,1	12,2
November	14,2	18,0	19,9	18,9	18,1	4,5	6,4
Dezember	33,8	23,3	38,0	27,4	28,4	5,5	4,4
MW	<b>14,8</b>	<b>18,6</b>	<b>20,3</b>	<b>19,4</b>	<b>19,4</b>	<b>8,9</b>	<b>9,5</b>

Die Messergebnisse der Station Lunz am See folgten demselben Trend wie an den anderen Stationen in Niederösterreich, die Konzentrationswerte sind jedoch niedriger als die üblichen für die Grenzwertkontrolle betriebene Messstellen. Ein Vergleich mit Hintergrundmessstationen in Österreich zeigt, dass die Konzentrationen in Lunz so niedrig sind, dass Lunz als Hintergrundmessstation betrachtet werden kann. Das vom Umweltbundesamt betriebene österreichische Hintergrundmessnetz besteht aus acht Luftgütemessstellen, die aufgestellt worden sind, um die großflächigen Hintergrundbelastung sowie den Ferntransport von Luftschadstoffen interpretieren zu können. In sechs von diesen Hintergrundmessstationen wird die PM10 Belastung gemessen.

Wie aus Tabelle 3.1 ersichtlich ist, liegen die Konzentrationswerte von 2007 in Lunz am See in derselben Größenordnung wie die von den Hintergrundmessstationen. Ferntransport erhöht die Belastung in den Stationen in den östlichen Grenzgebieten, diese wird durch die für die Ausbreitung ungünstigen Wetterlagen, die aus den Osten kommen, verstärkt. Regionalen Emissionen sind für die erhöhten Werte in Enzenkirchen verantwortlich, aber Ferntransport aus den Nachbarländern trägt auch bei. (Spangl et al 2008), Im alpinen Bereich in Tallagen hat der Ferntransport eine untergeordnete Rolle. Sowohl Lunz am See als auch Zöbelboden liegen auf der nördliche Seite der Alpen, höher als die anderen Stationen. Der Messpunkt Zöbelboden weist eine sehr ähnliche Konzentration von April bis Oktober, aber nach dem Kälteeinbruch steigt die Konzentration in Lunz am See rasant an, da sich lokale Emissionen des Ortsgebiets bemerkbar machen. Im Gegensatz dazu sinkt die gemessene Konzentration in Zöbelboden.

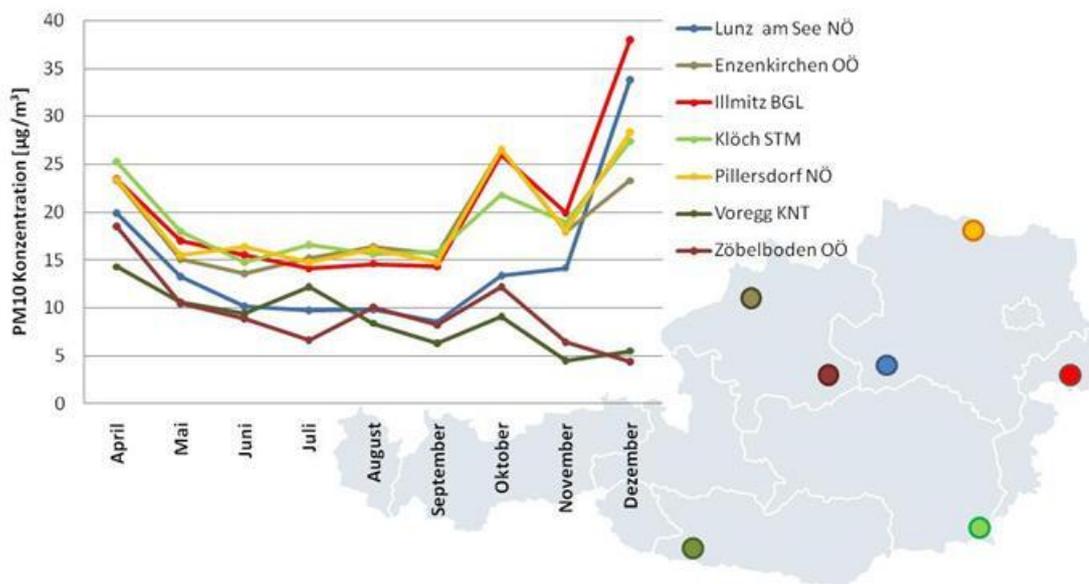


Abb. 3.2: Monatsmittelwerte von Lunz und den Messstationen des österreichischen Hintergrundmessnetzes

## 3.2. Analyse der Aerosolhauptkomponenten

### 3.2.1. Lösliche anorganische Ionen

Der zeitliche Trend der Konzentrationswerte der löslichen Ionen entspricht dem Trend der Konzentration der Aerosolmasse, d.h. von PM10. Mit bis zu 45% der Gesamtmasse sind die löslichen Ionen - eine Hauptkomponente des Feinstaubes. Die Ionen Nitrat, Sulfat und Ammonium werden in der Atmosphäre aus den Vorläufersubstanzen Stickstoffoxide, Schwefeldioxid und Ammoniak gebildet. Man bezeichnet sie daher als „sekundäre“ Aerosolkomponenten. Enthalten Luftmassen solch anorganisches Sekundäraerosol, wurden diese oft bereits über größere Entfernungen transportiert. Diese Elektrolyte werden daher als Tracer für Ferntransportereignisse verwendet.

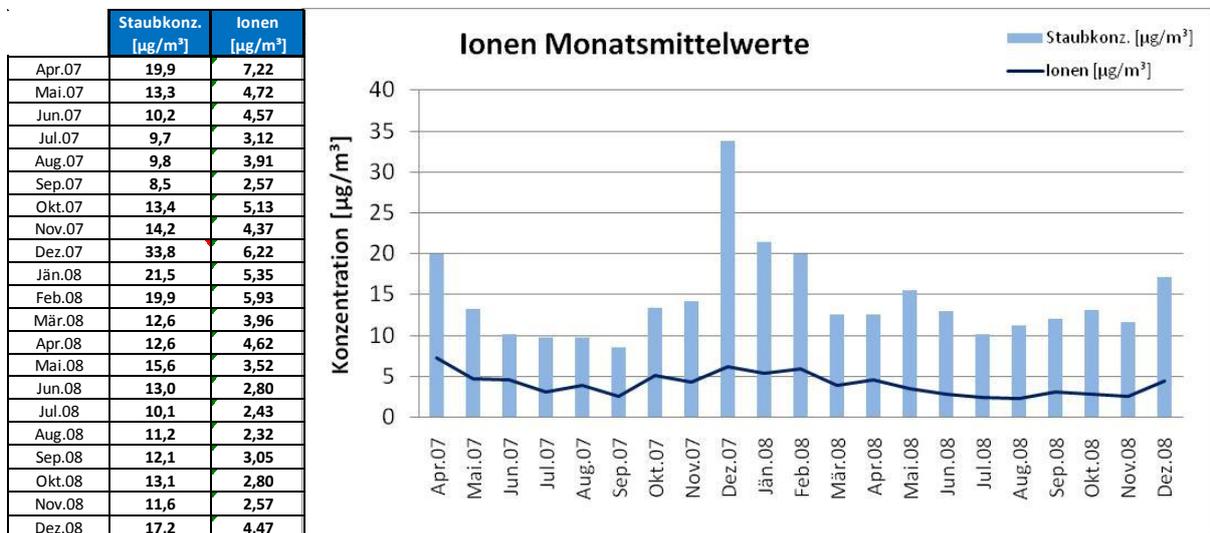
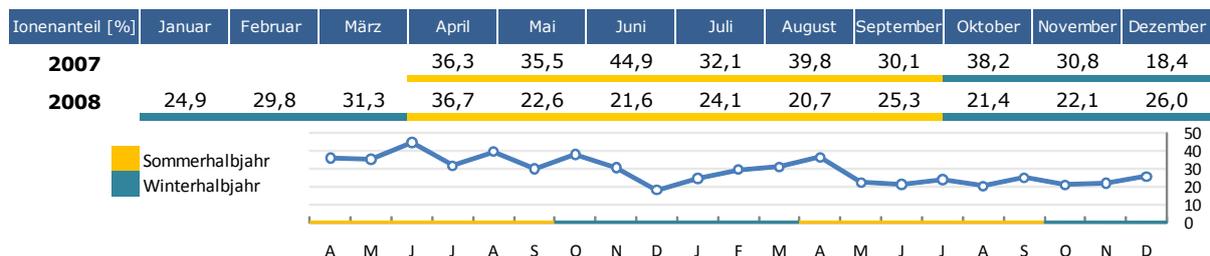


Abb. 3.3: Monatsmittelwerte der Ionenkonzentration (Sulfat, Nitrat und Ammonium) in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  im Vergleich zur Gesamtkonzentration des PM10

Obwohl die niedrigsten Konzentrationswerte der anorganischen Ionen im Sommer bestimmt wurden, bilden sie in dieser Zeit den verhältnismäßig größten Anteil der Aerosolmasse. Das bedeutet, dass die Aerosolkonzentration im Sommer in Lunz verstärkt auf die großräumige Immissionsituation zurückzuführen ist und weniger lokale Quellen vorliegen.

Tabelle 3.2: Prozentanteil der Ionenkonzentration gegenüber der Gesamtstaubkonzentration



### 3.2.2. Lösliche organische Säureanionen

Die organischen Säuren stellen in Bezug auf die Aerosolmasse nur einen unwesentlichen Anteil dar und bilden im Monatsmittel nur 0,9 bis 4,2% der Aerosolmasse. Die Konzentrationswerte werden am Beispiel des Monats April 2007 erläutert.

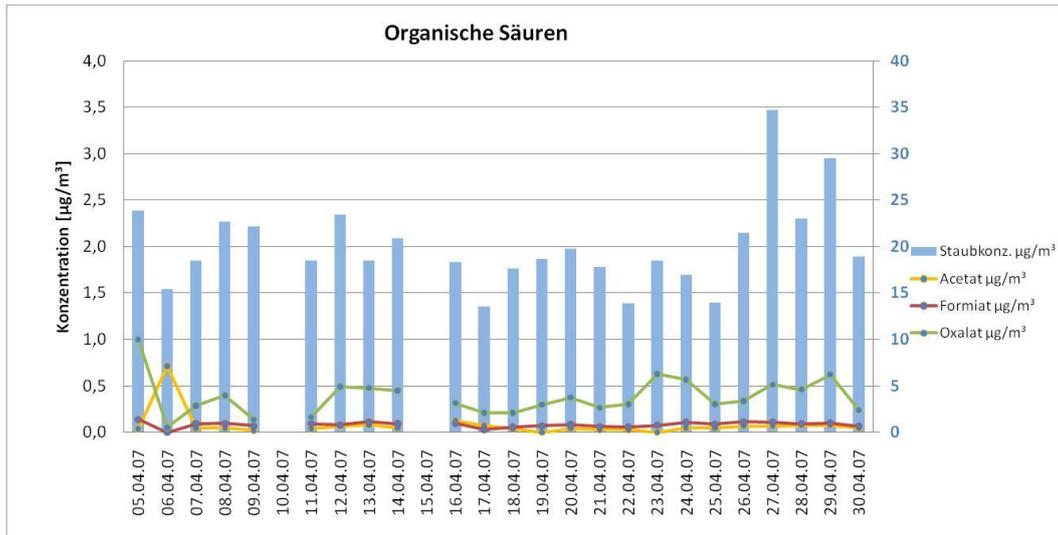


Abb. 3.4: Tagesmittelwerte von Acetat, Formiat und Oxalat (linke Achse) im Vergleich mit den Monatsmittelwerten der PM10-Gesamtkonzentration (rechte Achse)

Von den neun gemessenen Säureanionen wurden nur drei in für die quantitative Analyse ausreichenden Konzentrationen gefunden (Acetat, Formiat, Oxalat). Die Konzentrationswerte aller anderen organischen Säureanionen (Lactat, Valerat, Malat, Malonat, Maleat und Phthalat) lagen unter der Nachweisgrenze von 30 µg/L. Erwartungsgemäß zeigt Oxalat die beste Übereinstimmung mit dem Trend der Staubkonzentration. Der Anteil der organischen Säuren an der Aerosolmasse war im Sommer höher als im Winter, was auf die verstärkte luftchemische Bildung oder stärkere direkte Emissionen hinweist. Die Konzentrationswerte von Acetat und Formiat sind noch geringer, da diese Komponenten größtenteils in der Form von gasförmiger Essigsäure und Ameisensäure vorliegen.

Tabelle 3.3: Prozentanteil der Konzentration der organischen Säureanionen gegenüber der Gesamtstaubkonzentration als Monatsmittel

Org. Säuren[%]	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
<b>2007</b>				2,7	3,0	2,6	2,9	2,3	2,3	2,3	2,1	1,4
<b>2008</b>	1,0	0,9	1,2	1,3	3,0	4,8	3,9	3,4	4,2	2,6	2,4	1,8

### 3.2.3. Kohlenstoffparameter

Im Monatsmittel betrug der Kohlenstoffgehalt bis zu 45% der gesamten Aerosolmasse. Dieser Maximalwert wurde im Dezember 2007 bestimmt. Dieser große Anteil zeigt wie wichtig es ist, die Zusammensetzung des Kohlenstoffanteils weiter zu untersuchen und so Informationen über die einzelnen Fraktionen und deren Herkunft zu erhalten.

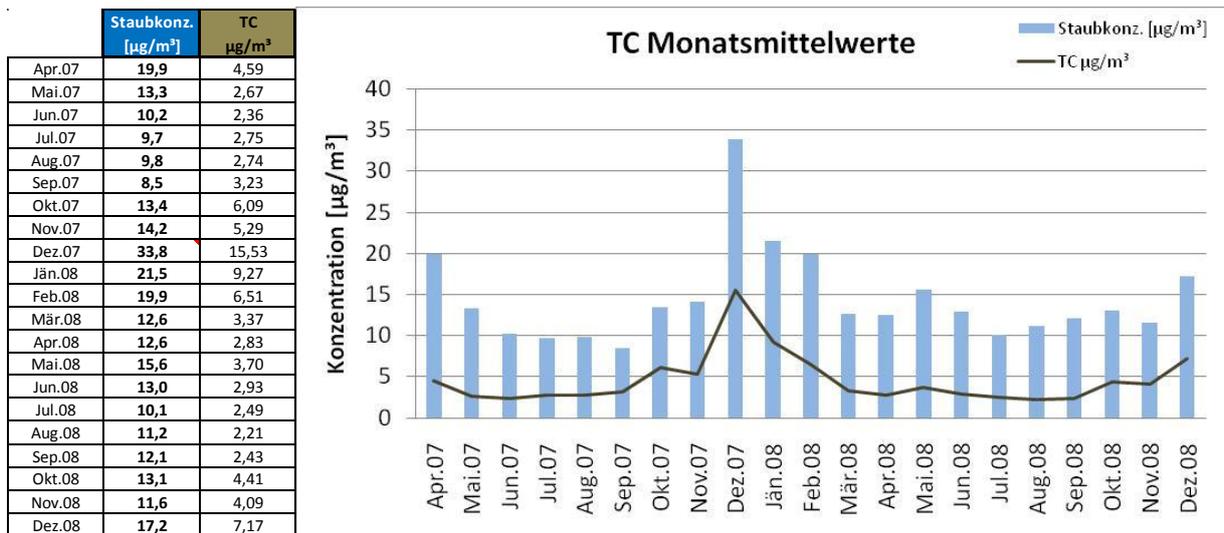
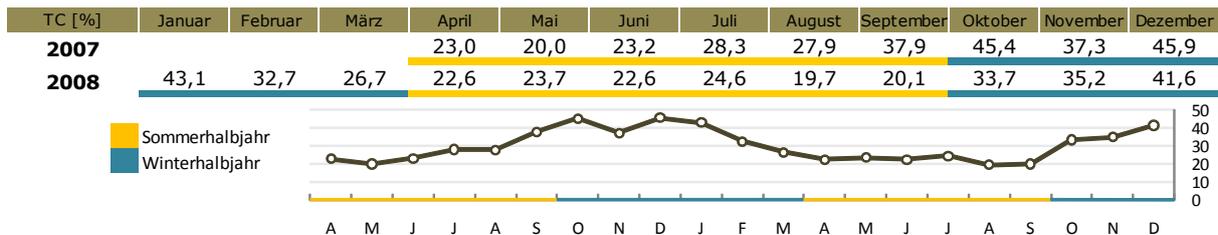


Abb. 3.5: Monatsmittelwerte der Kohlenstoffkonzentration (Total Carbon) in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  im Vergleich mit der Gesamtkonzentration des PM10

Die starke Zunahme der Konzentrationswerte für TC in der kalten Jahreszeit und der gleichzeitige Anstieg des Anteils von TC an der Aerosolmasse weisen auf eine lokale Quelle hin. Dies ist für eine Gemeinde wie Lunz, in der die Holzverbrennung einen bedeutenden Anteil an der Wärmeerzeugung hat, nicht überraschend. Wir möchten dabei darauf hinweisen, dass zwar ein deutlicher Anstieg der absoluten Konzentrationswerte für TC und des relativen Anteils an der Aerosolmasse zu sehen ist, dass ungeachtet dessen die Konzentrationswerte gering sind und es hier nicht darum geht Grenzwertüberschreitungen zu kommentieren.

Tabelle 3.4: Prozentanteil der Kohlenstoffkonzentration gegenüber der Gesamtstaubkonzentration



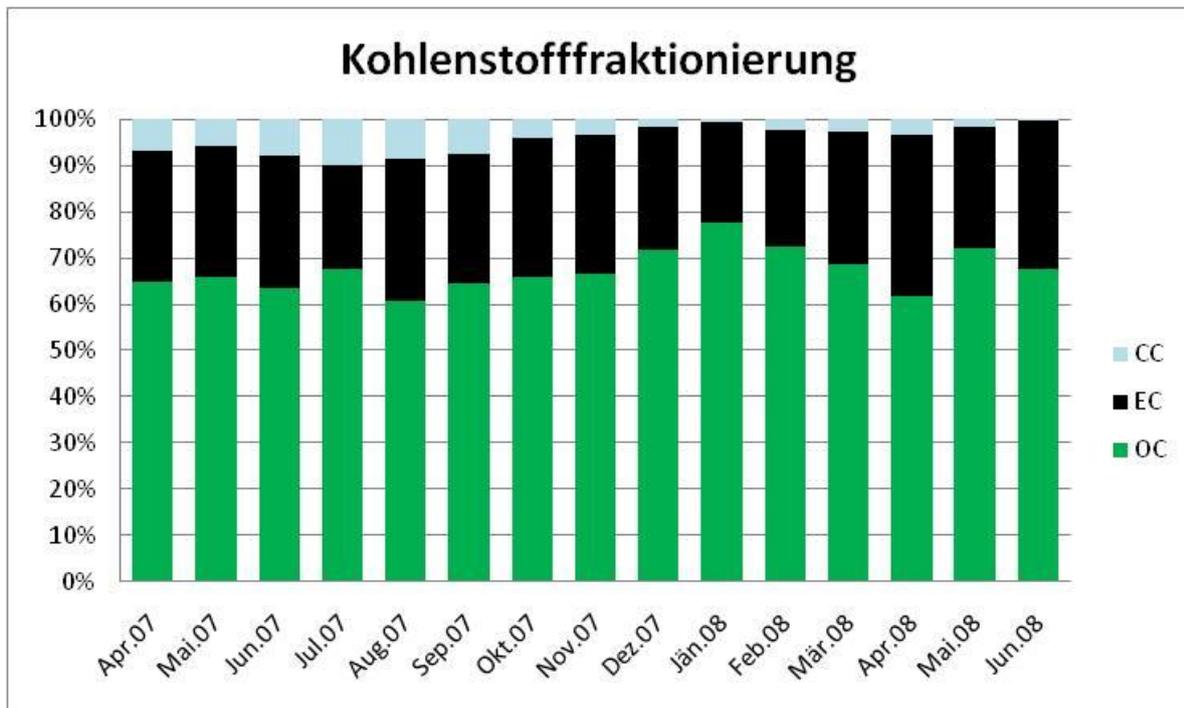


Abb. 3.6: Kohlenstofffraktionen als Prozentanteil der Gesamtkohlenstoffkonzentration

Aus Abb. 3.6 ist ersichtlich, dass sich die Zusammensetzung des kohlenstoffhaltigen Aerosols im Laufe des Jahres nur wenig variiert. Die aus dem Mineralstaub stammende Karbonat- Fraktion wird im Winter anteilmäßig geringer und steigt im Sommer wieder an. Die Anteile der anderen zwei Fraktionen (EC und OC) bleiben während des ganzen Jahres relativ konstant. Die Absolutwerte und auch die Herkunft dieser zwei Fraktionen variieren allerdings im Jahresverlauf. So kommt im Winter anteilmäßig viel mehr Kohlenstoff aus dem Holzrauch als im Sommer. Diese Ergebnisse sind aus der später dargestellten Analyse von Tracerkomponenten wie den Anhydrozuckern abzuleiten.

### 3.2.4. Massenbilanz

Die Massenbilanz zeigt, dass mit den analysierten Komponenten 50 bis 95 % der Aerosolmasse erfasst werden konnten. Der nicht-identifizierte Rest ist im Sommer größer als im Winter. In den Sommermonaten kann man gerade durch die Lage des Messpunktes neben einem Tennisplatz (siehe Abb. 3.7) von einer gewissen Belastung durch mineralische Komponenten ausgehen. Die Analyse der mineralischen Komponenten, insbesondere Silikat, erfordert eine zusätzliche Probenahme mit einem anderen Filtermaterial, daher konnten solche Messungen im Sommer 2008 nur über einen kurzen Zeitraum durchgeführt werden. In Abb. 3.7 sind Halbjahresmittelwerte dargestellt. Der Anteil an mineralischen Komponenten ist, aufgrund der geringeren Menge an Daten im ‚Rest‘ abgebildet.

In Lunz am See konnte in der Zeit zwischen dem 19. August und dem 18. September eine Silikatkonzentration (berechnet aus der Siliziumkonzentration multipliziert mit 2,7) von  $2,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  festgestellt werden, was einen Anteil von 17,2% der Gesamtaerosolmasse ergibt. Die zwischen dem 12. (Fr) und dem 14. (So) September analysierten Proben zeigten die höchste Konzentration von  $7,42 \mu\text{g}/\text{m}^3$  Silikat und einen Anteil von 42% der PM10-Gesamtkonzentration, was die Annahme eines möglichen Einflusses durch den Tennisplatz unterstützt. Es ist somit anzunehmen, dass ein wesentliches Teil des nicht identifizierten Restes aus Mineralstaub vom Tennisplatz besteht. Ähnliche Ergebnisse gibt der Vergleich mit weiteren Messpunkten in Niederösterreich. Zwischen Jänner und Juni 2005 wurde im Projekt Aquella Niederösterreich der Silikatstaub an vier Stationen gemessen. Die Werte lagen zwischen 4% und 21% des PM10s und zeigten einen parallelen Verlauf an allen Messstationen. Alle vier Stationen zeigen einen ähnlichen und, zum größten Teil, parallelen Verlauf über die gesamte Messperiode. Besonders an den gering belasteten Messpunkten kommt es im Sommer zu relativ hohen Massenanteilen an Mineralstaub (Silikat) an den Messstationen im Hintergrund. (Bauer et al 2008)

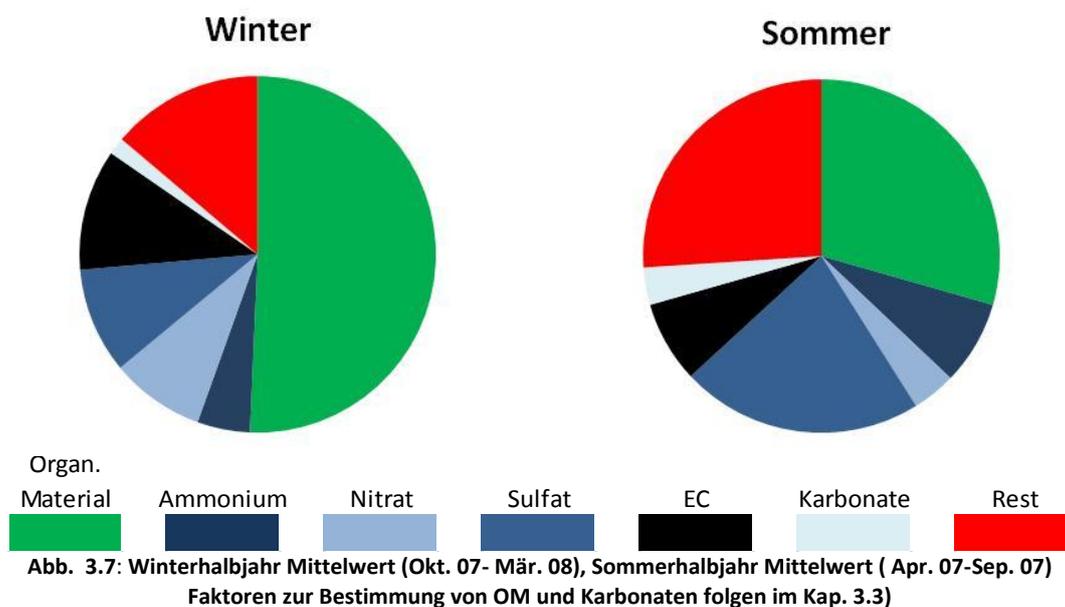


Tabelle 3.5: Monatsmittelwerte des Silikatanteils (Bauer et al 2008)

	St. Pölten [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	St. Pölten [%]	Schwechat [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Schwechat [%]	Mistelbach [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Mistelbach [%]	Stixneusiedl [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Stixneusiedl [%]
Jän.05	1,4	5,5	1,3	5,4	1,4	6,2	1,0	4,0
Feb.05	1,5	4,0	2,2	5,4	1,9	5,7	1,6	3,9
Mär.05	3,7	8,6	4,9	11,0	4,2	12,0	3,5	9,9
Apr.05	4,9	17,0	6,4	20,0	6,0	20,0	5,7	20,0
Mai.05	2,9	17,0	3,6	21,0	2,5	16,0	2,9	19,0
Jun.05	2,2	11,0	3,3	17,0	3,8	21,0	2,2	12,0

Die absoluten Konzentrationswerte für Silikat der Hintergrundmesstationen (Mistelbach und Stixneusiedl) sind denen der stärker belastete Stationen (Schwechat und St. Pölten) sehr ähnlich. Wenn man den Trend der Stationen im Aquella Projekt folgt, ist die Sommerkonzentration von Silikat ca. vier Mal größer als im Winter, was in Lunz am See für die Wintermonate einen Silikatanteil von mindestens 4% des PM10s bedeuten würde.

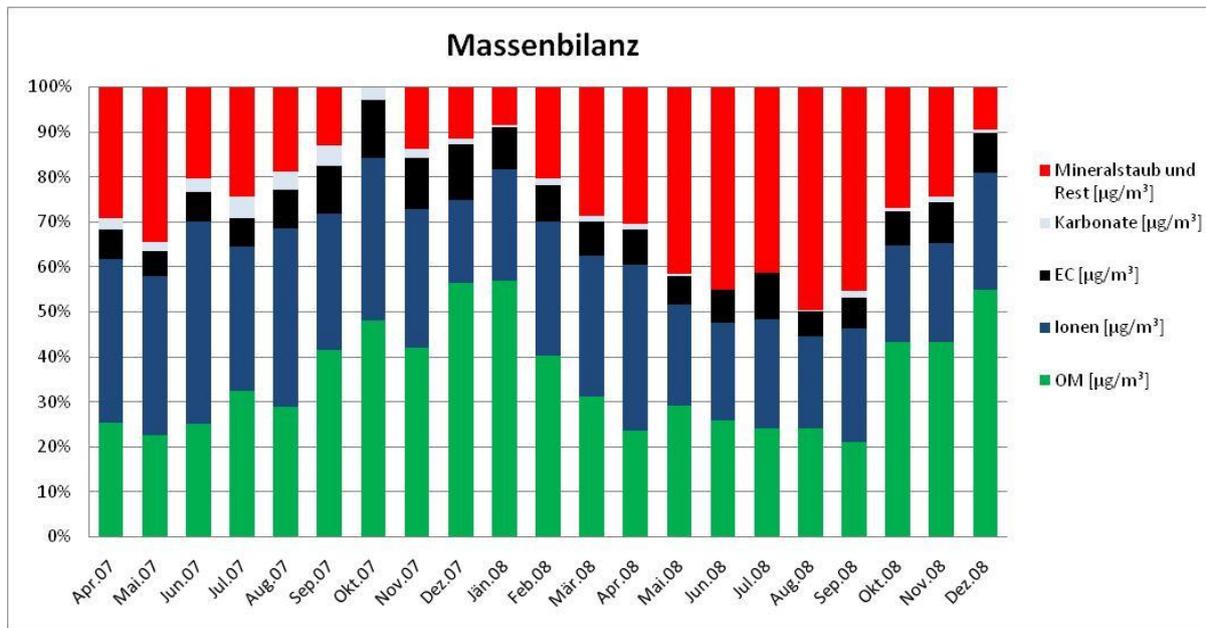


Abb. 3.8: Massenbilanz der Monatsmittelwerte

### 3.3. Quellenanalyse mit Tracern

Für die Zuordnung der Quellen wurde ein „Makrotracer“ Modell verwendet (Bauer et al 2007, 2008, 2009). Dieses Modell wurde im Rahmen der Aquella-Projekte für die wichtigsten Aerosolquellen in Österreich entwickelt. Zunächst wurden spezifische Makrotracer definiert und aus diesen dann ein einfaches Massenbilanz-Modell erstellt. Dieses Modell erlaubt den Nachweis und die Quantifizierung von mehreren Emissionsquellen. Außerdem inkludiert dieses Modell eine Reihe von Substanzklassen, die gemeinsam mit den Quellen die PM10 Zusammensetzung zu erklären versuchen. In der Tabelle 3.6 werden die Komponenten dargestellt, die als Makrotracer für die Modellierung der Zusammensetzung einbezogen wurden.

**Tabelle 3.6: Zusammenfassung der Komponenten die als Makrotracer für die Modellierung benutzt wurden (AQUELLA-Projekt, Bauer et al. 2009)**

Makrotracer	Abgeleitete Quelle	Umrechnungsfaktoren	Makrotracer	Abgeleitete Quelle	Umrechnungsfaktoren
Organ. Kohlenstoff	OC <sub>Holzrauch</sub>	Levoglucosan x 6,1	Russ (Elementarer Kohlenstoff)	EC aus Holzrauch	Levoglucosan x 1,6
	OC <sub>Abgas</sub>	Ruß <sub>KFZ-Abgas</sub> x 0,7		EC aus KFZ-Abgas	(EC - EC <sub>Holzrauch</sub> ) x 1,33
	Restliches Organisches Material	(OC - OC <sub>Holzrauch</sub> - OC <sub>Verkehr</sub> - HULIS) x 1,7		EC aus KFZ-Abrieb	EC <sub>KFZ-Abgas</sub> x 0,3
Levoglucosan	Holzrauch/Biomasseverbrennung	Levoglucosan x 10,7	Ammonium, Sulfat, Nitrat	Anorganisches Sekundäraerosol	Ionen x 1,1
Arabitol	Bioaerosole	1,2 pg Arabitol/Pilzspore 13 pg C/Pilzspore	Natriumchlorid	Streusalz	als NaCl wenn >1% von PM10
Cellulose	Pflanzendebris	Cellulose x 2	Calcium	Karbonate	Calcium x 2,5
HULIS	Organisches Sekundäraerosol	HULIS x 1	Silizium	Silikate	Silizium x 2,7

Einzelne Komponenten, die im Makrotracermodell enthalten sind, konnten für Lunz nicht angewendet werden, da die Analyse dieser Komponenten aufgrund des Zeit- und Kostenaufwandes nicht, oder zumindest nicht für den gesamten Datensatz möglich war. Schwermetalle wurden nicht analysiert. Silizium, das zur Abschätzung der Silikate im Mineralstaub benötigt wird, wurde wie bereits weiter oben beschrieben nur in einer Kurzkampagne im Sommer 2008 bestimmt. Im Fall von Cellulose wurden sechs Wochenproben aus den für die vier Jahreszeiten als repräsentativ angesehenen Monaten ausgewählt und analysiert. Daraus wurde der aus Pflanzendebris stammende PM10 Anteil berechnet. Dies gilt auch für Arabitol und dem daraus abgeleiteten Pilzsporen/Bioaerosol-Anteile.

Trotz der beschränkten Anzahl an Analysen konnten in den meisten Monaten mehr als 70 % der Aerosolmasse einzelnen Quellen und Substanzklassen zugeordnet werden. Es ist anzunehmen, dass ein wesentlicher Teil des unidentifizierten Aerosolanteils dem Mineralstaub zugeordnet werden kann. Partikeln, die aus Pflanzendebris und Bioaerosolen stammen fallen in die Kategorie unidentifiziertes organisches Material (Sonstiges OM).

### 3.3.1. Biomasseverbrennung und Holzrauch

Zur Berechnung des Anteils an Holzrauch im PM10 wurde Levoglucosan, ein Anhydrozucker, analysiert und ein Faktor von 10,7 benutzt (Schmidl et al 2008) um aus der Konzentration von Levoglucosan auf Holzrauch hochzurechnen und in der Folge den Anteil an Aerosolmasse zu berechnen, der durch die Holzverbrennung verursacht wird. Dieser Faktor ist das Ergebnis aus Untersuchungen bei unterschiedlichen Verbrennungsbedingungen und der Zusammenlegung einer Holzmischung bestehend aus 70% Fichte, 20% Buche und 10% Briketts. In diesen Anteilen finden die Brennstoffe in Österreich Einsatz zur Raumerwärmeerzeugung. Die genaue Zusammensetzung des Brennholzkontingents in Lunz am See ist unbekannt, man kann jedoch aus dem Verhältnis von Levoglucosan zu Mannosan einen Schluss daraus ziehen, dass dieser nahe der oben genannten Zusammensetzung liegt. Tabelle 3.7 zeigt einen Vergleich der Verhältnisse von Levoglucosan zu Mannosan zwischen den Messungen bei der Verbrennung verschiedener Holzarten (Schmidl et al 2008) und den errechneten Werten der Immissionsmessungen des Winterhalbjahres in Lunz am See.

Tabelle 3.7: Vergleich der Verhältnisse von Levoglucosan zu Mannosan (Vergleichsdaten aus Schmidl et al. 2008)

Lunz	Fichte	Briketts	Buche	Eiche
Levo/Mann	Levo/Mann	Levo/Mann	Levo/Mann	Levo/Mann
4,8	3,5	2,4	13,8	14,6

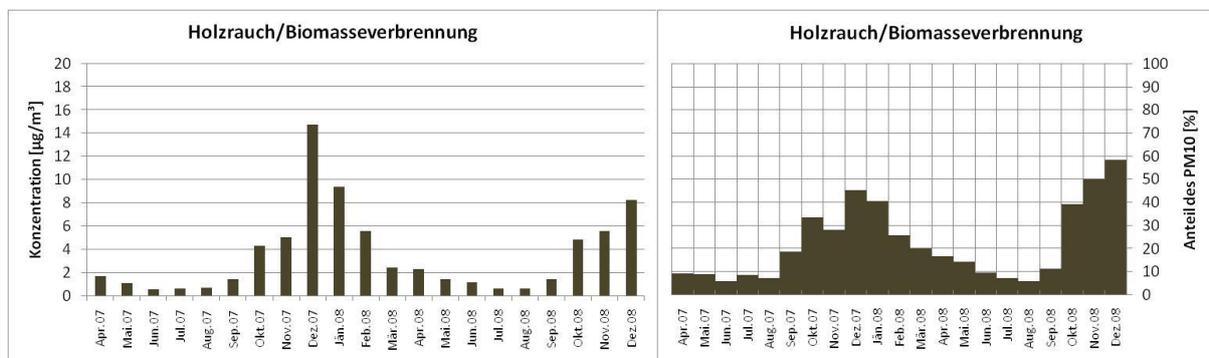


Abb. 3.9: (a) Monatsmittelwerte der zugeordneten Holzrauch-Fraktion (b) Monatsmittelwerte der zugeordneten Holzrauch-Fraktion relativ zur PM10 Gesamtkonzentration

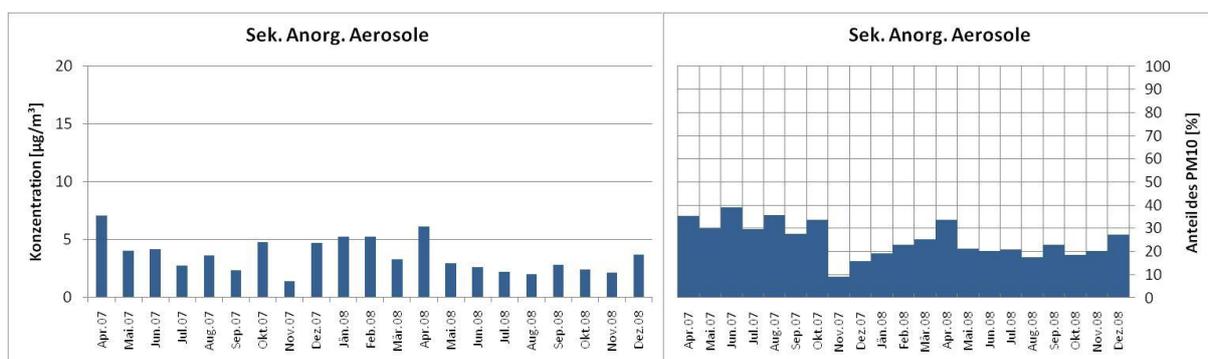
Der Jahresverlauf an sich zeigt einen eindeutigen Trend, mit Belastungsspitzen in den kalten Monaten und deutlich kleineren Konzentrationswerten in den wärmeren Sommermonaten. Der Anteil des PM10 zeigt auch einen klaren Trend, der auf lokale Emissionsquellen hindeutet. In den Wintermonaten kann der Anteil an Holzrauch auf über 50% zur PM10 Gesamtkonzentration beitragen. Wenn man den 3-Monatsmittelwert (Okt.–Dez.) mit anderen Stationen vergleicht, zeigt sich, dass die Fraktion des Aerosols, das aus der Biomasseverbrennung stammt, in Lunz deutlich höher ist als in Bockberg (Stadt-Hintergrundmessstation in der Steiermark), Knittelfeld oder Köflach (ländliche Stationen in der Steiermark). Die Konzentrationswerte von Levoglucosan wurden an diesen Stationen für die Aquella Projekten gemessen (Bauer et al 2007, 2008). Dieser Vergleich zeigt wie wichtig der Holzrauch als Teil des Aerosols in kleinen Gemeinden und ländlichen Gegenden ist.

**Tabelle 3.8: 3-Monatsmittelwert (Okt.-Dez.) unterschiedlichen Stationen der Aquella Projekte (Bauer et al. 2007, 2008, 2009) und in Lunz am See**

Mittelwerte Okt.-Dez.		PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Levoglucosan [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Holzrauch [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Fraktion des PM10 [%]
Bockberg	2004	25,37	0,42	4,47	17,64
Köflach	2005	38,23	0,96	10,32	26,99
Knittelfeld	2007	31,83	0,65	7,00	21,98
Lunz am See	2007	17,92	0,65	6,93	38,68

### 3.3.2. Sekundär gebildete anorganische Aerosole

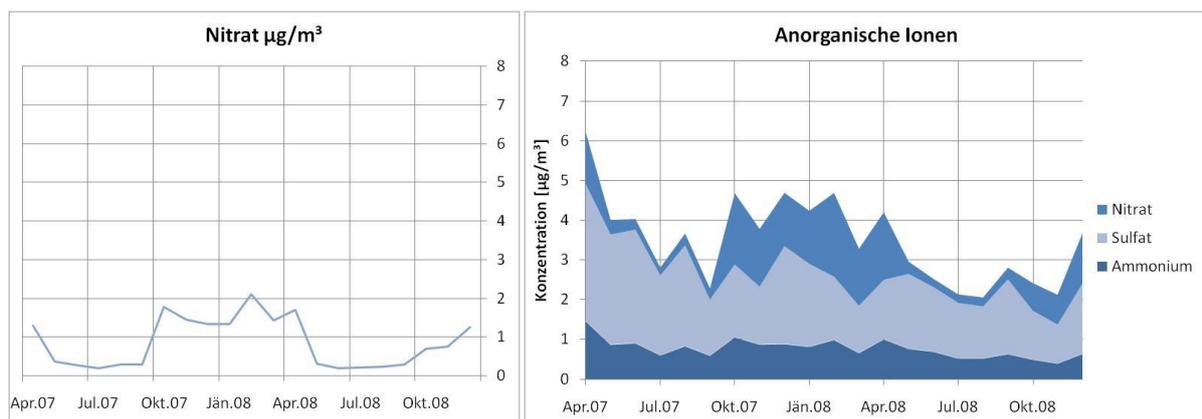
Der zeitliche Trend der Konzentrationswerte der sekundär gebildeten Aerosole entspricht dem Trend der Konzentration von PM10. Mit Anteilen zwischen 10 und 38% an der Gesamtmasse sind die sekundär gebildeten Aerosole eine wichtige Komponente des Feinstaubes. Diese bestehen aus Nitrat, Sulfat und Ammonium, die in der Atmosphäre hauptsächlich aus den Vorläufersubstanzen Stickstoffoxide, Schwefeldioxid und Ammoniak gebildet werden.



**Abb. 3.10: (a) Monatsmittelwerte der zugeordneten sekundär gebildeten anorganischen Aerosol-Fraktion (b) Monatsmittelwerte der zugeordneten sekundär gebildeten anorganischen Aerosol Fraktion relativ zur PM10 Gesamtkonzentration**

Die Änderungen der Konzentration zwischen Sommer und Winter ist nicht so ausgeprägt, wie bei Holzrauch. Das anorganische Sekundäraerosol kann als großräumig wirksamer Einfluss gesehen werden – d.h. als Aerosol, das über weite Entfernungen, auch nach Lunz am See, transportiert wurde. Die kleinste Konzentration ist im Nov. 2007 mit  $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  zu finden, die höchste im Apr. 2007 mit  $7,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Diese großräumig wirksamen Transporte prägen die Immissionsituation somit im Sommer stärker als im Winter, was in Abb. 3.10 (b) besonders für den Sommer 2007 zu sehen ist.

Die sekundär gebildeten Aerosole bestehen hauptsächlich aus Ammoniumnitrat und Ammoniumsulfat. Ammoniumnitrat ist eine semivolatile Komponente, d.h. es besteht ein Gleichgewicht zwischen teilchenförmigem Nitrat und gasförmiger Salpetersäure, sowie partikulärem Nitrat und gasförmigem Ammoniak. Abb. 3.10 (a) zeigt indirekt, da keine Daten für Salpetersäure vorhanden sind, den Verlauf dieses Gleichgewichtes über die gesamte Messperiode. In den Sommermonaten, d.h. bei höheren Temperaturen liegt das Gleichgewicht auf der Seite von gasförmiger Salpetersäure und es wird kaum Nitrat gebildet. Nur in der kalten Jahreszeit können deutliche Mengen der partikulären Komponente gemessen werden. Das Verhältnis der Äquivalenzkonzentrationen von Ammonium und Sulfat liegt während der warmen Jahreszeit etwa bei 1, d.h. es liegt Diammoniumsulfat vor. Im Winter (Ausnahme Dezember 2007 und Jänner 2008) liegt, bedingt durch die Bildung von Ammoniumnitrat zusätzliches Ammonium vor.



**Abb. 3.11: (a) Jahresverlauf der Nitrat Konzentration (b) Jahresverlauf der absolute Konzentration der drei Hauptkomponenten der sekundär gebildeten anorganischen Aerosole**

### 3.3.3. Kraftfahrzeuge Abgas und Abrieb

Die ermittelte Aerosolkonzentration, die auf die KFZ-Abgase zurückzuführen ist, ist erwartungsgemäß relativ klein. Die verkehrsreichste Strasse in der Nähe von Lunz ist die Erlaufthal Bundesstrasse (B25), die Strassen im Ort selbst unterliegen nur geringem Verkehr.

Die absoluten Konzentrationen in Abb. 3.10 (a) zeigen keinen eindeutigen Trend. Der Höchstwert wurde in Dezember 2007 gemessen, wobei Daten nur aus der zweiten Hälfte des Monats vorliegen. Die Werte variieren zwischen  $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Nov. 2008 und  $2,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Dez. 2007.

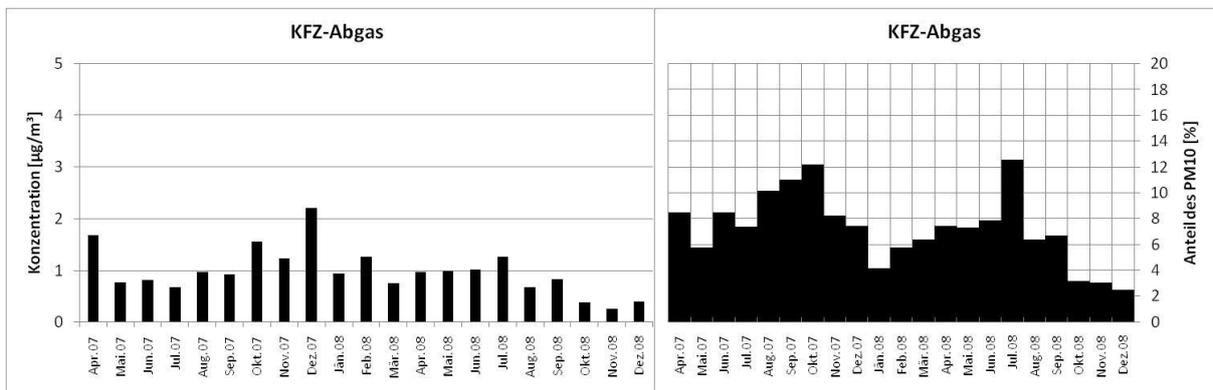


Abb. 3.12: (a) Monatsmittelwerte der zugeordneten KFZ-Abgas-Fraktion (b) Monatsmittelwerte der zugeordneten KFZ-Abgas-Fraktion relativ zur PM10 Gesamtkonzentration

Die Fraktion des PM10, die durch den Abrieb von Kraftfahrzeugen erzeugt wird, ist klein im Vergleich mit den anderen Fraktionen. Diese zeigt die höchste Konzentration im Dez. 2007. Die Werte gehen von  $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Nov. 2008 und  $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Dez. 2007.

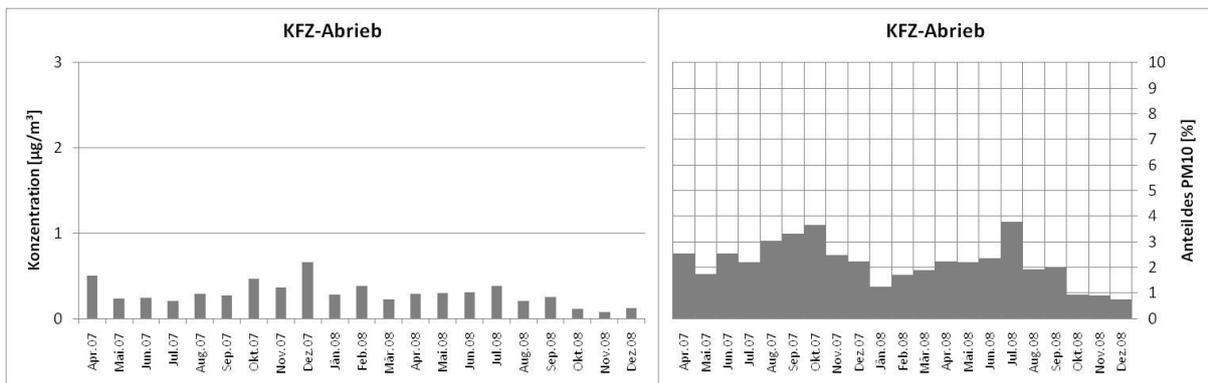


Abb. 3.13: (a) Monatsmittelwerte der zugeordneten KFZ-Abrieb-Fraktion (b) Monatsmittelwerte der zugeordneten KFZ-Abrieb-Fraktion relativ zur PM10 Gesamtkonzentration

### 3.3.4. HULIS

Die Konzentrationswerte der HULIS tragen während des größten Teils des Jahres nur geringfügig zur Aerosolmasse bei. Erst im Herbst steigt der Anteil auf bis zu 10%.

Tabelle 3.9: Prozentanteil der HULIS-Konzentration von der Gesamtstaubkonzentration

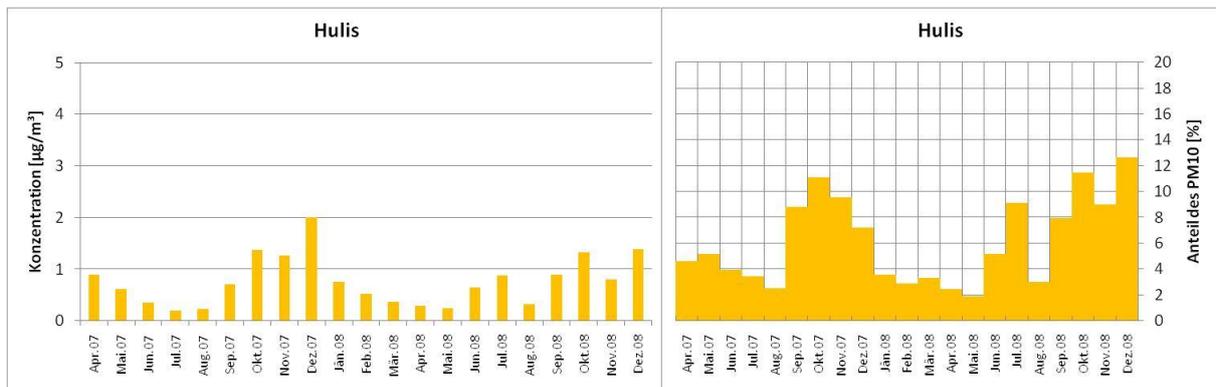
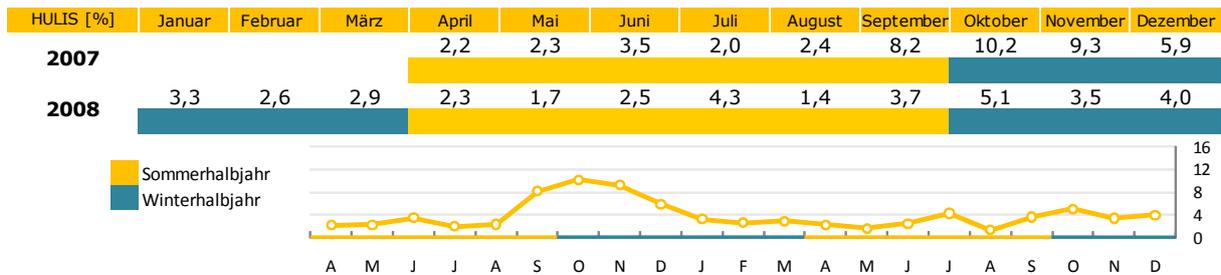


Abb. 3.14: (a) Monatsmittelwerte der HULIS-Fraktion (b) Monatsmittelwerte der HULIS-Fraktion relativ zur PM10 Gesamtkonzentration

### 3.3.5. Streusalz

Für die Bestimmung dieser Quelle wurde NaCl gemessen. Die Hauptquelle für NaCl in einer ländlichen Station wie Lunz am See ist das Abtausalz, das im Winter auf den Strassen gestreut wird und zum Teil vom Verkehr aufgewirbelt wird. Der Anteil an Streusalz im Sommer ist vernachlässigbar klein (<0,7%). Im Winterhalbjahr steigt die Konzentration bis  $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Apr. 2007 und Feb. 2008. Dies entspricht einem Anteil von etwas weniger als 2% des gesamten PM10s. Diese geringen Werte sind ein weiterer Hinweis, dass der KFZ-Verkehr in Lunz am See gering ist.

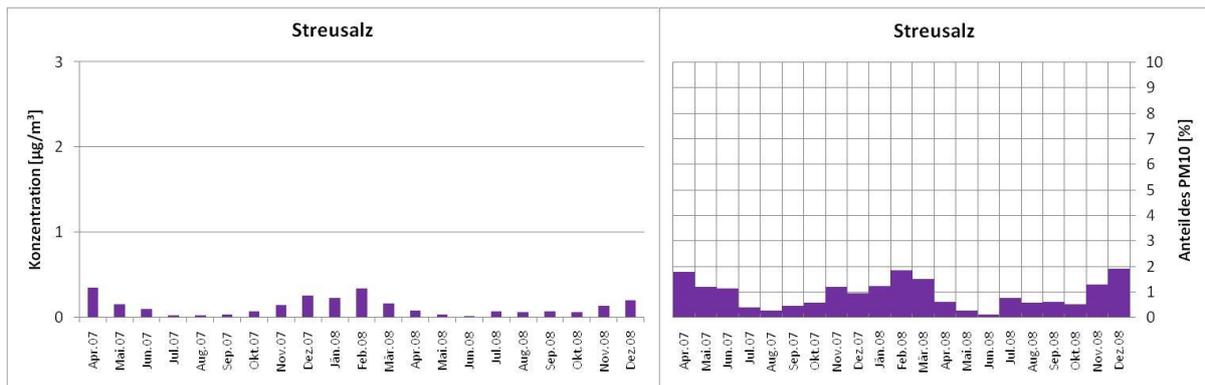


Abb. 3.15: (a) Monatsmittelwerte der zugeordneten Streusalz-Fraktion (b) Monatsmittelwerte der zugeordneten Streusalz-Fraktion relativ zur PM10 Gesamtkonzentration

### 3.3.6. Carbonate

Der Herkunft der Carbonate beschränkt sich nicht auf mineralische Quellen. Auch bei der Verbrennung von Holz kann Pottasche ( $K_2CO_3$ ) in die Luft gelangen. Eine Quellenzuweisung ist sehr schwierig, deswegen werden in diesem Bericht ausschließlich Carbonate aus mineralischer Herkunft (wie  $CaCO_3$ ) behandelt. Die Werte gehen von  $0,1\mu\text{g}/\text{m}^3$  im Dez.2008 bis auf  $0,8\mu\text{g}/\text{m}^3$  im Apr. 2007. Der Anteil am PM10 steigt nie über 5%.

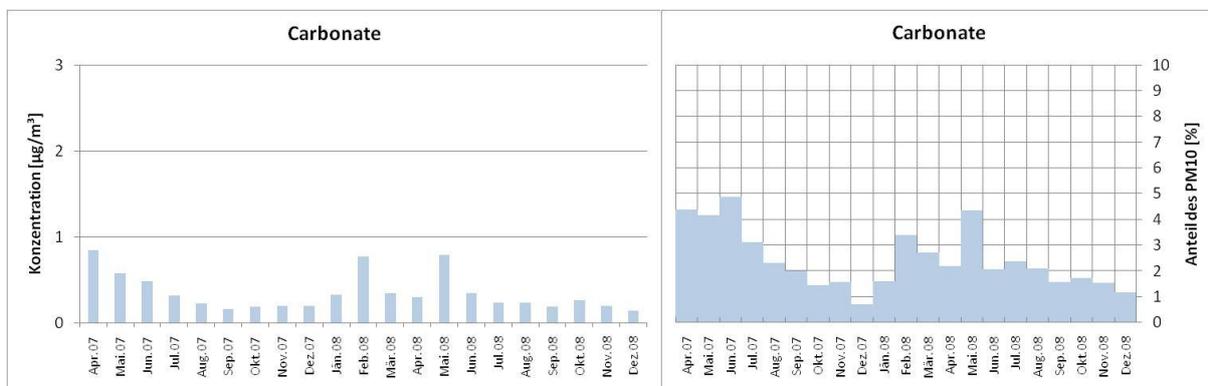


Abb. 3.16: (a) Monatsmittelwerte der Carbonate (b) Monatsmittelwerte der Carbonate relativ zur PM10 Konzentration

### 3.3.7. Bioaerosole/Pilzsporen

Für die Bestimmung der Anzahl an Pilzsporen wurde Arabitol als Tracer benutzt (Bauer et al 2008, Bumberger et al 2007). Der Jahresverlauf zeigt höhere Konzentrationen im Sommerhalbjahr als im Winterhalbjahr. Die höchste Konzentration von  $0,7\mu\text{g}/\text{m}^3$  wurde April 2007 erfasst.

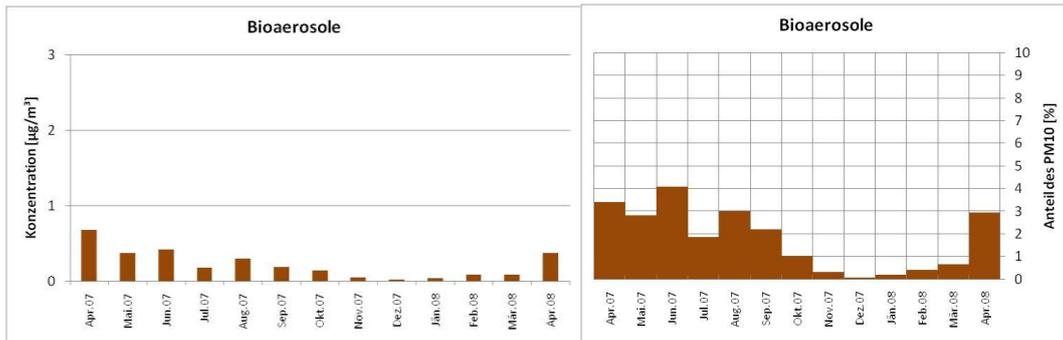


Abb. 3.17: (a) Monatsmittelwerte der zugeordnete Bioaerosol-Fraktion (b) Monatsmittelwerte der zugeordnete Bioaerosol-Fraktion relativ zur PM10 Konzentration

Tabelle 3.10: Anzahl der Berechneten Sporen pro m³ Luft

	Sporen pro m³		Sporen pro m³		Sporen pro m³
Apr.07	26082,0	Sep.07	7191,7	Feb.08	3061,0
Mai.07	14445,6	Okt.07	5284,3	Mär.08	3206,9
Jun.07	12687,9	Nov.07	1748,7	Apr.08	14271,5
Jul.07	6902,4	Dez.07	696,0		
Aug.07	11317,3	Jän.08	1500,1		

### 3.3.8. Pflanzendebris

Cellulose wurde bei ausgewählten Perioden gemessen. Man suchte Wochenproben aus den für die vier Jahreszeiten repräsentativen Monaten aus (Juli 2x, Oktober, Januar und April). Die höchste Konzentration von 0,18 µg/m³ wurde im Herbst (Oktober) gemessen, die geringste mit 0,07 µg/m³ im Winter (Jan. 08). Partikeln aus Pflanzendebris machen weniger als 2,2 % der Gesamtmasse aus.

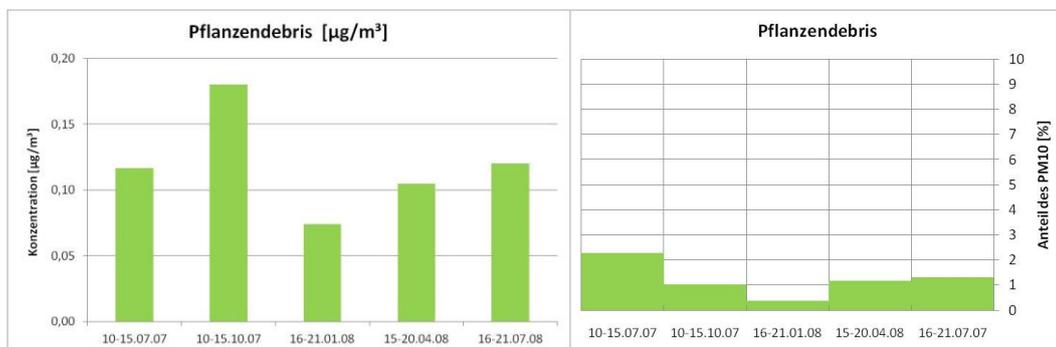


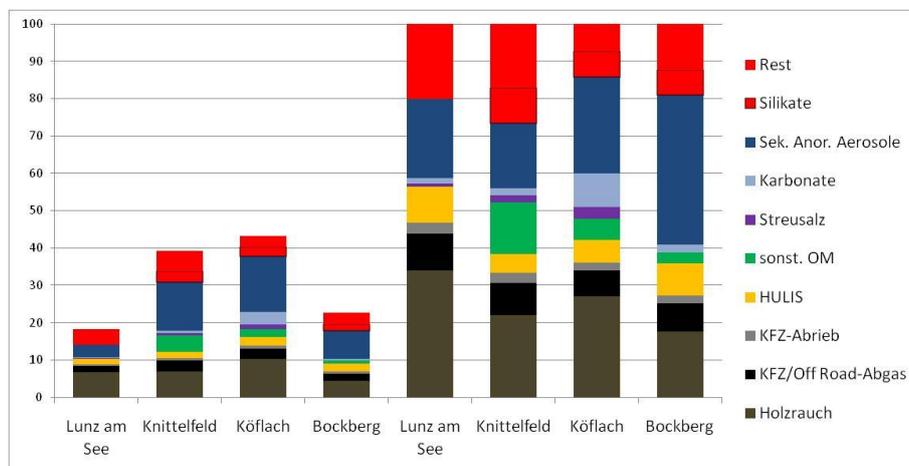
Abb. 3.18: (a) Monatsmittelwerte der zugeordnete Pflanzendebris-Fraktion (b) Monatsmittelwerte der zugeordnete Pflanzendebris-Fraktion relativ zur PM10 Konzentration

### 3.4. Vergleich mit anderen Stationen

Wie schon erwähnt zeigt der Vergleich der Aerosolmasse zwischen Lunz am See und dem Hintergrundmessnetz des Umweltbundesamtes (siehe Kap. 3.1) ähnliche PM10 Konzentrationswerte. Dieser Vergleich beruht auf der Aerosolmasse, gibt aber keinen Hinweis auf die Zusammensetzung des gesammelten Aerosols. Um einen Vergleich der Quellen und Substanzklassen machen zu können, wurden schwach belastete Messstationen der Aquella Projekte benutzt. Die Station Bockberg in Graz stellt eine Stadt-Hintergrundmessstation dar (Bauer et al 2008). Im Fall von Knittelfeld und Köflach handelt es sich um ländliche Messstationen in der Steiermark (Bauer et al 2006, 2008). Alle drei Stationen weisen höhere PM10 Konzentrationen als den Messpunkt in Lunz auf, wobei wir darauf hinweisen möchten, dass die Messungen in unterschiedlichen Jahren durchgeführt wurden. Hinsichtlich der Zusammensetzung ist in Lunz am See der Holzrauchanteil höher und der Anteil des nicht identifizierten organischen Materials geringer als an den anderen Stationen.

**Tabelle 3.11: Mittelwerte (Okt.-Dez.) in Lunz am See (gemessen 2007) mit den Stationen Bockberg (2004), Knittelfeld (2005) und Köflach(2007), Konzentrationswerte und Anteile an der Gesamtmasse, Daten aus der Steiermark von Bauer et al 2007, 2008)**

	Lunz am See [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Knittelfeld [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Köflach [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Bockberg [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Lunz am See [%]	Knittelfeld [%]	Köflach [%]	Bockberg [%]
Holzrauch	6,8	7,00	10,32	4,47	34,0	22,0	27,0	17,6
KFZ-Abgas	1,6	2,76	2,69	1,89	9,8	8,7	7,0	7,5
KFZ-Abrieb	0,5	0,83	0,81	0,57	2,9	2,6	2,1	2,2
HULIS	1,5	1,63	2,27	2,15	9,7	5,1	5,9	8,5
sonst. OM	0,0	4,39	2,19	0,79	0,0	13,8	5,7	3,1
Streusalz	0,1	0,58	1,17	0,00	0,9	1,8	3,1	0,0
Carbonate	0,2	0,62	3,48	0,49	1,3	2,0	9,1	1,9
Sek. Anor. Aerosole	3,5	13,02	14,78	7,41	21,2	17,4	25,8	40,2
Silikate		2,98	2,63	1,69		9,4	6,9	6,7
Rest	4,0	5,49	2,81	3,12	20,2	17,3	7,3	12,3
Gesamt	18,2	39,3	43,2	22,6	100,0	100,0	100,0	100,0

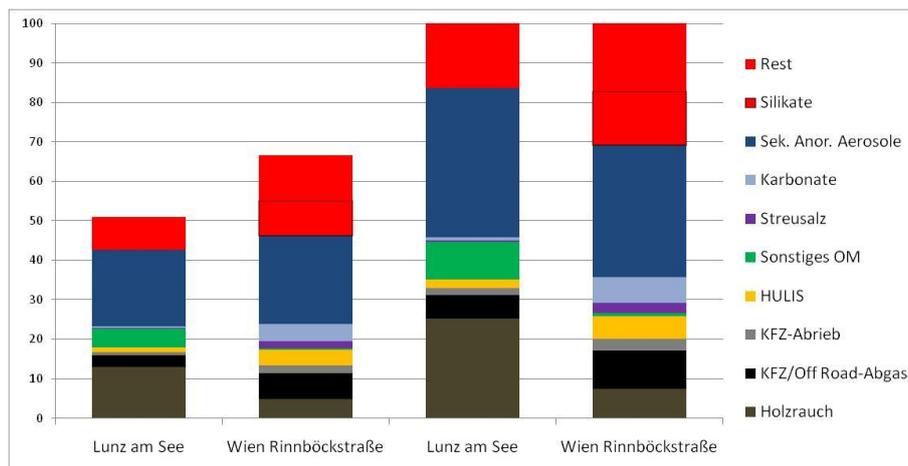


**Abb. 3.19: Vergleich der Zusammensetzung in Lunz am See (gemessen 2007) mit den Stationen Bockberg (2004), Knittelfeld (2005) und Köflach (2007), als absolute Konzentrationswerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] und ihre relative Anteile des PM10s [%]**

Wenn man Lunz mit einer verkehrsreichen Station wie Wien-Rinnböckstrasse vergleicht, erkennt man erwartungsgemäß deutliche Unterschiede. Wie erwartet sind die KFZ-Abgas und Abriebfraktionen in Wien höher und der Holzrauchanteil wesentlich niedriger. Die sekundär gebildeten anorganischen Aerosole sind in beiden Fällen ähnlich, was wiederum darauf Hinweis, dass diese Komponenten nicht aus örtlichen Quellen stammen.

**Tabelle 3.12: Mittelwerte der Überschreitungstage in Lunz am See (2008) und Wien-Rinnböckstrasse (2004) Konzentrationswerte und Anteile an der Gesamtmasse, Daten aus Wien von Bauer et al 2006**

	Lunz am See [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Wien-Rinnböckstrasse [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Lunz am See [%]	Wien-Rinnböckstrasse [%]
KFZ-Abgas	3,0	6,5	5,9	9,8
KFZ-Abrieb	0,9	2,0	1,8	2,9
Holzrauch	12,9	4,9	25,3	7,4
HULIS	1,1	3,8	2,1	5,7
sonst. OM	4,8	0,5	9,5	0,7
Streusalz	0,2	1,7	0,4	2,6
Carbonate	0,4	4,3	0,7	6,5
Sek. Anorg. Aerosole	19,3	22,3	37,9	33,5
Silikate		9,0	0,0	13,6
Rest	8,3	11,5	16,4	17,3
Gesamt	51,0	66,7	100,0	100,0

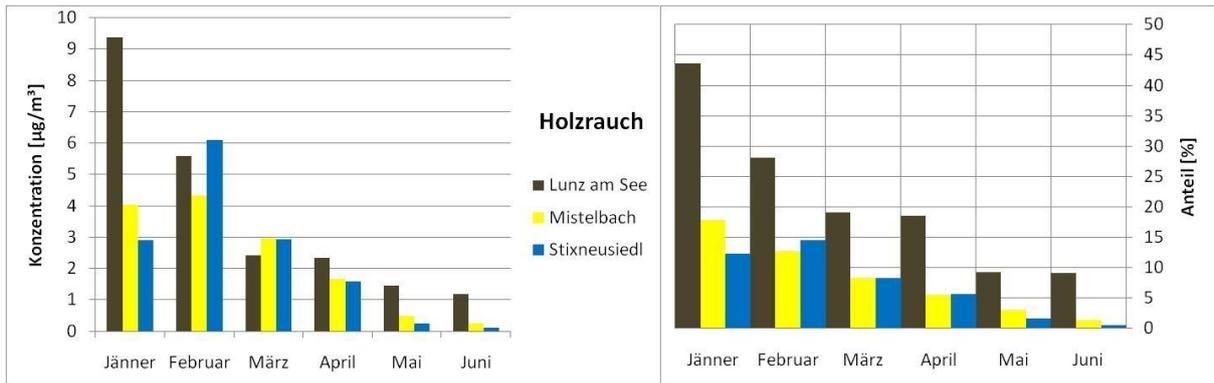


**Abb. 3.20: Vergleich der Zusammensetzung in Lunz am See (gemessen 2007) mit Wien-Rinnböckstrasse (2004), als absolute Konzentrationswerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] und ihre relative Anteile des PM10s [%], Daten aus der Wien von Bauer et al 2006**

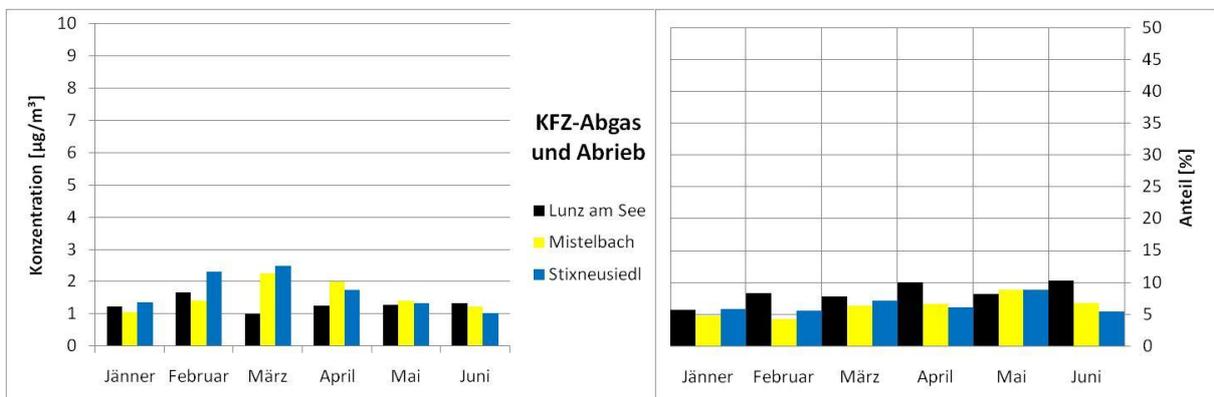
In den Abb. 3.20-3.23 werden die Konzentrationen einiger Komponenten zwei niederösterreichischen Stationen gegenübergestellt. Mistelbach und Stixneusiedl fungierten als Hintergrundmessstationen des Aquella Niederösterreich Projektes in 2005

**Tabelle 3.13: Mittelwerte der Staubkonzentration von Jänner bis Juni (Lunz Messjahr 2007; Mistelbach und Stixneusiedl Messjahr 2005) [%], Daten aus Niederösterreich von Bauer et al 2008**

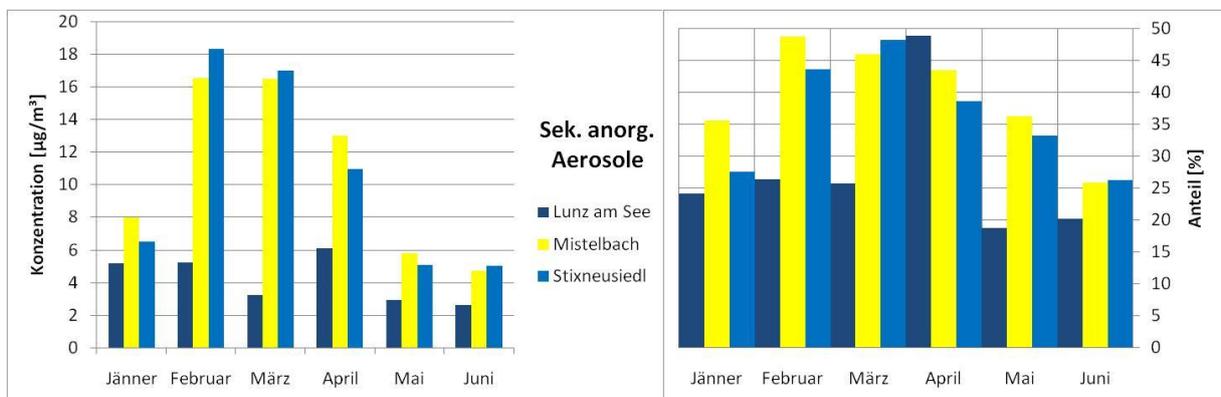
	Lunz am See $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Mistelbach $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Stixneusiedl $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Mittelwert	15,9	26,08	27,32



**Abb. 3.21: Monatsmittelwerte der abgeleiteten Holzrauch-Fraktion in Lunz am See (gemessen 2008), Mistelbach und Stixneusiedl (2005) als absolute Konzentrationswerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] und ihre relative Anteile des PM10s [%], Daten aus Niederösterreich von Bauer et al 2008**



**Abb. 3.22: Monatsmittelwerte der abgeleiteten KFZ-Fraktion in Lunz am See (2008), Mistelbach und Stixneusiedl (2005) als absolute relative Konzentrationswerte, Daten aus Niederösterreich von Bauer et al 2008**



**Abb. 3.23: Monatsmittelwerte der sekundären anorganischen Aerosole in Lunz am See (2008), Mistelbach und Stixneusiedl (2005) als absolute und relative Konzentrationswerte, Daten aus Niederösterreich von Bauer et al 2008**

Während der Beitrag der Quelle KFZ-Abgas und Abrieb zur Aerosolmasse an allen drei Messstationen verhältnismäßig ähnlich ist, hat der Holzrauch in Lunz einen deutlich stärkeren Anteil an der Gesamtmasse des Aerosols. Allerdings lag der Messpunkt in Lunz deutlich näher am Ortskern als in den anderen beiden Orten.

### 3.5. Jahrestrends

Die Konzentration mancher Komponenten ist vom Witterungsverlauf abhängig, besonders die Temperaturänderungen spielen eine wichtige Rolle. Die Konzentration einiger Komponente, wie z.B. des semivolatilen Ammoniumnitrats wird direkt von den Temperaturschwankungen beeinträchtigt. Anders hängt die Konzentration von Levoglucosan und der daraus abgeleiteten Holzrauchkonzentration indirekt von der Temperatur ab. Wenn die Temperatur sinkt steigt die Nutzung von Brennholz zur Erzeugung von Raumwärme, was zu den höheren Konzentrationen des Holzrauches in den kalten Jahreszeiten führt. Der Großteil des emittierten Holzrauches stammt aus der Heizung von Privathäusern, da keine industriellen und gewerblichen Verbrennungen in der Nähe vorhanden sind. Abb. 3.24 zeigt, dass der Anteil des Holzrauches besonders in der kalten Jahreszeit zum Tragen kommt (mehr als 45 % des PM10s im Dezember 2007 und 2008) und im Sommer auf weniger als 10 % zurückgeht. Dies zeigt das Ausmaß dieser Quelle in ländlichen Gegenden.

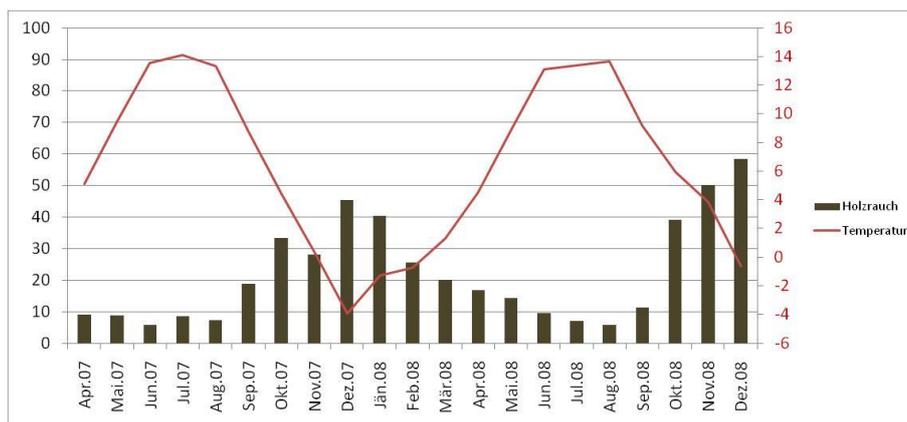


Abb. 3.24: Verlauf und Korrelation von Holzrauch/Biomasseverbrennung gegen die Temperatur

Im Vergleich dazu ist die Abnahme des Anteils des KFZ-Verkehrs im Sommer nicht ausgeprägt. Die Konzentration dieser Quelle bleibt relativ konstant über das gesamte Jahr und zeigt keine eindeutige Abhängigkeit zur Temperatur.

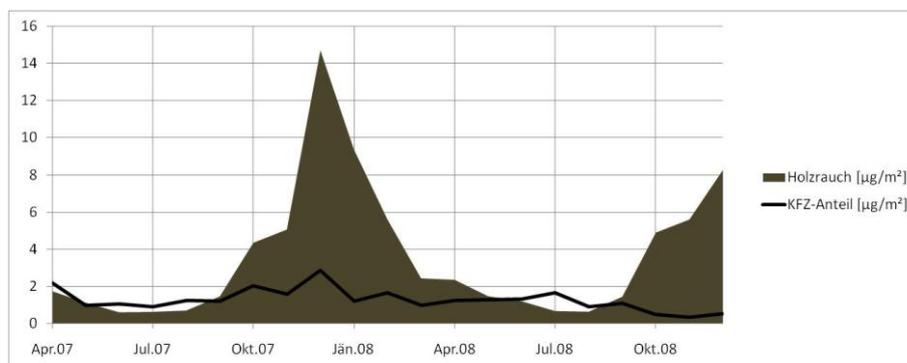
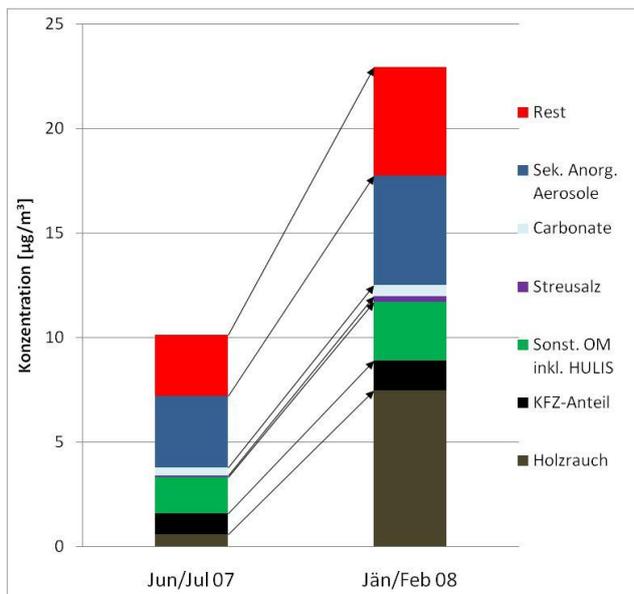


Abb. 3.25: Verlauf und Korrelation von Holzrauch/Biomasseverbrennung im Vergleich mit den aus den KFZ-Verkehr kommende Konzentration



Wie erwartet treten im Winter die höchsten Konzentrationswerte der Aerosolmasse (PM10) auf. Die Auswirkung mancher Quellen ist in den kalten Monaten deutlich stärker als in den warmen Monaten. In Abb. 3.26 werden die Konzentrationen der wichtigsten Komponenten für Jun/Jul 07 und Jän/Feb 08 gegenübergestellt. Es wurden diese Monate gewählt, weil sie für den Winter bzw. Sommer charakteristisch sind und sie keine Messausfälle aufweisen.

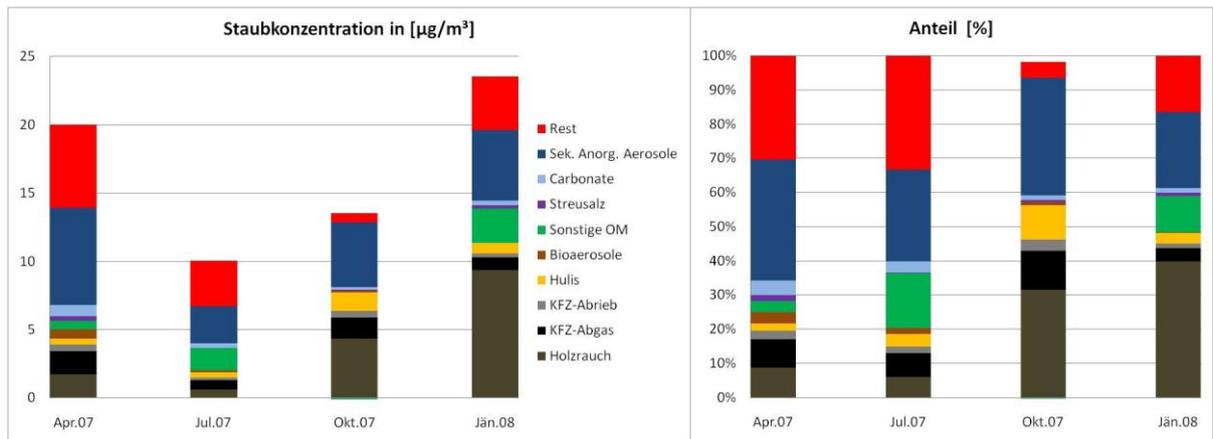
**Abb. 3.26: Zuwachs der wichtigsten Komponenten**

Der starke Zuwachs der Aerosolmasse ist vor allem auf die hohe Konzentration des Holzrauchs im Winter zurückzuführen. Diese ist über zwölf Mal höher als im Sommer. Der Anteil von NaCl aus der Verwendung von Streusalz steigt ebenfalls. Im Winter beträgt sie das Vierfache des Anteils im Sommer. Bezogen auf die Gesamtmasse ist diese Komponente aber eher unbedeutend. Die anderen Quellen wie sekundäres anorganisches Aerosol, KFZ-Anteile und Carbonate zeigen auch einen Zuwachs um einen Faktor zwischen 1,4 und 1,6 wie in Tabelle 14 ersichtlich.

**Tabelle 3.14: Zuwachs der Komponenten von Sommer bis Winter**

	Jun/Jul 07 µg/m³	Jän/Feb 08 µg/m³	Zuwachs µg/m³	Zuwachsfaktor
Holzrauch	0,6	7,5	6,9	12,4
KFZ-Anteil	1,0	1,4	0,5	1,5
Sek. Anorg. Aerosole	3,4	5,2	1,8	1,5
Sonst. OM inkl. HULIS	1,7	2,8	1,1	1,6
Streusalz	0,1	0,3	0,2	4,5
Carbonate	0,4	0,5	0,1	1,4
Rest	2,9	5,2	2,3	1,8

Wenn man die vier Jahreszeiten vergleicht, sieht man den starken Unterschied der Holzrauchkonzentrationen in den vier repräsentativen Monaten. HULIS (Humic like Substances) zeigten höhere Konzentrationswerte im Herbst. Die Konzentrationen der löslichen anorganischen Ionen und die KFZ-Fraktion zeigen nur eine relativ geringe Veränderung zwischen den Jahreszeiten.



**Abb. 3.27: (a) Konzentrationswerte der repräsentativen Monate in Quellen unterteilt und (b) ihren prozentuellen Anteil zur Aerosolmasse**

## 4. Spurengase: Methodik

Atmosphärische Spurengase ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_2$  und  $\text{SO}_2$ ) wurden mittels Passivsammler (auch Diffusionsammler genannt) gesammelt. Passivsammler sind klein, brauchen keine Stromversorgung und haben einen geringen Wartungsaufwand. Diese Eigenschaften ermöglichten die Einrichtung eines kleinen Meesnetzwerks in Lunz am See. Die Stationen 1, 2 und 4 (siehe Abb. 1.9: Standorte der Messungen im Lunz am See) wurden mit einer Schutzglocke mit Platz für jeweils acht Sammler versehen. Die Schutzglocke wurde auf 1,5 m Höhe aufgehängt und die Sammler in regelmäßigen Abständen ausgewechselt.

### 4.1.Sammelprinzip

In einem Passivsammler befinden sich zwei feinmaschige Sammelgitter (0,16x 0,16x 0,1 mm), die mit einem Sammelmedium beschichtet wurden. Die Spurengase gelangen durch Molekulardiffusion zum Sammelmedium und werden dort adsorbiert. Als Sammelmedium wurde Triethanolamin zur Sammlung der sauren Komponenten ( $\text{NO}_2$  und  $\text{SO}_2$ ) und Phosphorsäure zur Sammlung des basischen Ammoniaks benutzt.

#### 4.1.1. 1. Diffusionsgesetz nach Fick

Der Stofftransport zwischen der Außenluft und den im Inneren der Passivsammler eingebetteten Sammelgitter kann mit Hilfe des 1. Fick'schen Diffusionsgesetzes beschrieben werden. Die gasförmigen Schadstoffe diffundieren in den Sammler hinein und bilden einen Konzentrationsgradienten. Die Gleichung 4.1 beschreibt den Diffusionsfluss. Sie erhält ein negatives Vorzeichen, da die Schadstoffe sich von einer höheren in eine niedrigere Konzentration bewegen, entgegengesetzt dem Konzentrationsgradienten. Die Diffusionskoeffizienten sind charakteristische Stoffeigenschaften, die durch empirische Untersuchungen ermittelt wurden und aus der Literatur entnommen sind. Tabelle 4.1. zeigt die Diffusionskoeffizienten für die drei analysierten Luftschadstoffe.

**Gleichung 4.1:** 1. Diffusionsgesetz nach Fick

$$J = -D \frac{dC}{dx}$$

J...Diffusionsfluss [ $\text{Mol}/\text{cm}^2 \text{ s}$ ]  
D...Diffusionskoeffizient [ $\text{cm}^2/\text{s}$ ]  
C...Konzentration[ $\text{kg}/\text{l}$ ]  
x...Diffusionsstrecke [m]

Tabelle 4.1: Diffusionskoeffizienten

Diffusionskoeffizient [cm <sup>3</sup> /s]
$D_{\text{NO}_2} = 0,154$
$D_{\text{SO}_2} = 0,122$
$D_{\text{NH}_3} = 0,226$

Als Randbedingungen zum Zeitpunkt  $t_0=0$  gelten:

1. Am Anfang der Diffusionstrecke (außerhalb des Sammlers,  $x=0$ ) ist die Schadstoffkonzentration gleich der Außenluftkonzentration ( $C=C_L$ )
2. Am Ende der Strecke (Sammelgitter im Inneren des Sammlers,  $x=L$ ) ist die Schadstoffkonzentration null ( $C=0$ ).

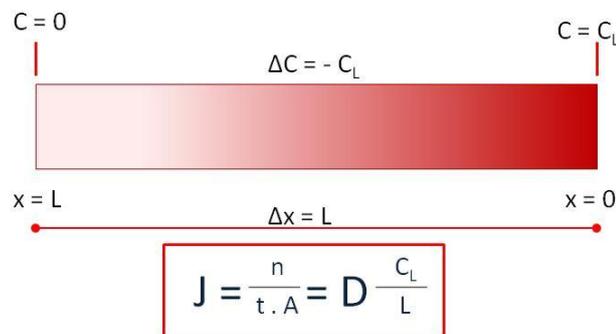


Abb. 4.1: Konzentrationsgradient während des Diffusionsvorganges

Es wird angenommen, dass die Sammelgitter den Analyten vollständig sorbieren, sodass die Konzentration des Gases am Ende der Diffusionsstrecke immer vernachlässigbar klein ist. Als Diffusionsfluss ( $J$ ) ist die Stoffmenge ( $n$ ) zu verstehen, die durch die Öffnungsfläche ( $A$ ) während der Expositionszeit ( $t$ ) passiert. Nach Umrechnung erhält man eine Gleichung für die Außenkonzentration:

Gleichung 4.2: Außenkonzentration

$$C_L = \frac{n \cdot L}{t \cdot A \cdot D} = \frac{n}{t \cdot R}$$

$n$ ...gesammelte Stoffmenge [Mol]

$t$ ...Expositionszeit [s]

$A$ ...Öffnungsfläche[m<sup>2</sup>]

$R$ ...Sammelrate

### 4.1.2. Die Sammelrate

Die Sammelrate ist ein Proportionalitätsfaktor für die Schadstoffmenge, die in einem bestimmten Zeitintervall von einem Passivsammler gesammelt wird. Die Sammelrate ist von den Dimensionen des Passivsammlers und von der Windgeschwindigkeit abhängig. Da alle Passivsammler gleich gebaut waren, können die Dimensionen der Passivsammler als konstant betrachtet werden. .

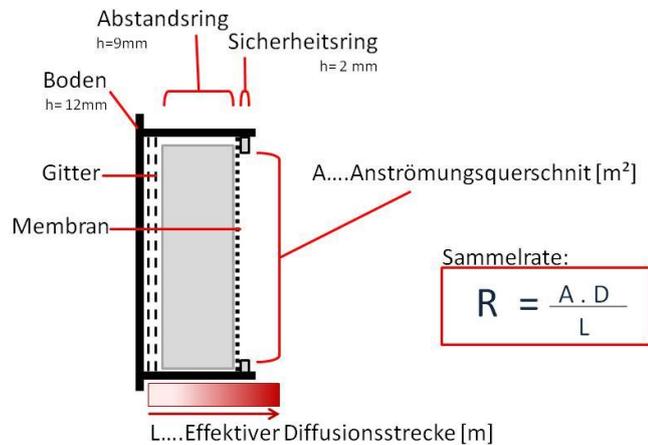


Abb. 4.2: Längsschnitt eines Passivsammlers

Eine Änderung der Windgeschwindigkeit verursacht eine Änderung der Grenzschicht unmittelbar außerhalb des Passivsammlers, was zu einer Verlängerung oder Verkürzung der Diffusionsstrecke führt. Niedrige Windgeschwindigkeiten führen zu kleineren Sammelraten, wie in Abb. 4.3 ersichtlich. Je höher die Windgeschwindigkeit, desto kleiner ist die Auswirkung einer Änderung der Geschwindigkeit auf die Grenzschicht und somit auf die Sammelrate.

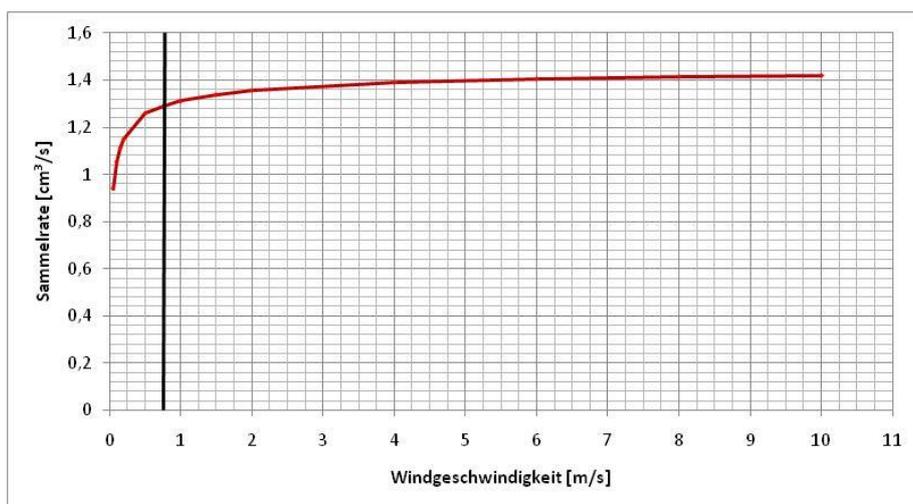
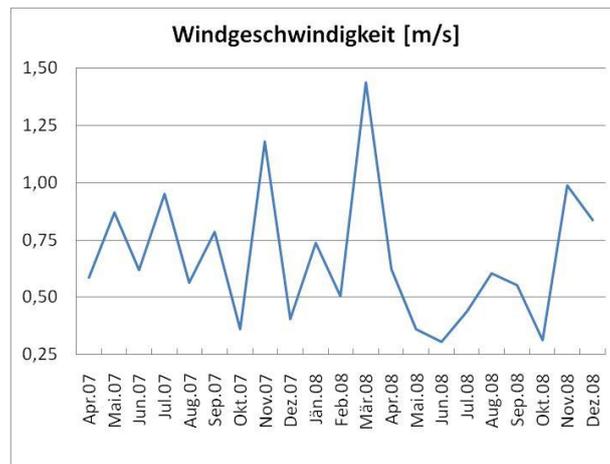


Abb. 4.3: Graphische Darstellung der Abhängigkeit der Sammelrate zur Windgeschwindigkeit im Fall von Passivsammlern für Ammoniak (Kasper-Giebl, A. 1991)

Die Windgeschwindigkeit wurde in der Station 1 (Messcontainer der niederösterreichische Landesregierung) kontinuierlich gemessen. Abb. 4.4 zeigt die Monatsmittelwerte zwischen April 2007 und Dezember 2008. Der Mittelwert der Windgeschwindigkeit über den gesamten Zeitraum ist 0,7 m/s. Für diese Arbeit wurde die Sammelrate bei einer Windgeschwindigkeit von 0,75m/s aus der Literatur genommen (Kasper-Giebl, A. 1991).



**Abb. 4.4:** Verlauf der Monatsmittelwerte der Windgeschwindigkeit in der Station 1 (Messcontainer am Rand der Ortschaft)

**Tabelle 4.2:** Sammelraten für eine Windgeschwindigkeit von 0,75 m/s (Kasper-Giebl, A. 1991 und Krenn, S. 1993)

Sammelraten [cm <sup>3</sup> /s]
$R_{NO_2} = 0,892$
$R_{SO_2} = 0,712$
$R_{NH_3} = 1,288$

Um die Sammelraten zu berechnen, müssen die Daten aus den Passivsammlermessungen mit Daten aus kontinuierlichen Messungen verglichen werden. Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurden nur Literaturwerte benutzt, da die Daten von kontinuierlichen Messungen für zwei Stationen nicht zur Verfügung standen. In Kapitel 7.3 wird nochmals darauf eingegangen, da ein Vergleich zwischen den kontinuierlichen Messungen (durchgeführt durch die niederösterreichische Landesregierung) und die Passivsammlermessungen für die Station 1 durchgeführt wurde.

## 4.2. Die Außenluftkonzentration

Am Ende der Expositionszeit wurden die gesammelten Schadstoffe eluiert und als Anionen ( $\text{NO}_2^-$  >  $\text{NO}_2^-$  bzw.  $\text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_4^{2-}$ ) oder als Kationen ( $\text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4^+$ ) mittels Ionenchromatographie analysiert. Aus diesen Daten kann auf die Außenluftkonzentration zurückgerechnet werden:

**Gleichung 4.3:** Luftkonzentration

$$C_L = \frac{n}{t \cdot R} = \frac{C \cdot V_E \cdot f_k}{t \cdot R}$$

$C_L$ ...Außenluftkonzentration [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

$C$ ...gemessene Konzentration [ $\mu\text{g}/\text{ml}$ ]

$V_E$ ...Elutionsvolumen [ml]

$f_k$ ...Korrekturfaktor

$t$ ...Expositionszeit [s]

$R$ ...Sammelrate [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]

Sauren Komponenten werden bei der Elution oxidiert, das alkalische Ammoniak wird protoniert. Der Korrekturfaktor ergibt sich aus dem Verhältnis der Masse der analysierten Ionen zur Masse der ursprünglichen Schadstoffen in der Luft.

**Gleichungen 4.4 :** Redox Reaktionen



### 4.2.1. Genauigkeit (Overall Uncertainty)

Die Genauigkeit ist ein Sammelbegriff für die Reproduzierbarkeit und die Richtigkeit eines Messverfahrens. Laut Richtlinie 1999/10/EG des Rates der EU werden unterschiedliche Genauigkeiten für unterschiedliche Verfahren gefordert. So werden für eine

Kontinuierliche Messung	15% Genauigkeit,
Orientierende Messung	25% Genauigkeit,
Objektive Schätzung	75% Genauigkeit gefordert.

Die Genauigkeit oder Overall Uncertainty wird wie folgt berechnet:

**Gleichung 4.5:** Genauigkeit

$$OU = 100 \cdot \frac{|\bar{x}_i - y_i| + 2s(x)}{y_i}$$

$x_i$ ...Passivsammlerwert [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]  
 $y_i$ ...Messwert der Referenzmethode [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]  
 $s$ ...Standardabweichung des Verfahrens  
 berechnet aus der relative  
 Standardabweichung

So ergeben sich Beurteilungsschranken wie in den Tabellen 4.3 und 4.4 angeführt. Für alle Werte die kleiner als die untere Beurteilungsschranke liegen ist eine objektive Schätzung ausreichend. Aufgrund ihrer Overall Uncertainty (Genauigkeit) werden die vorliegenden Passivsammler als Objektive Schätzung eingesetzt (Kassin, K. 2003). Das heißt, dass sie nur in solchen Gebieten anwendbar sind, wo der Jahresmittelwert kleiner als die untere Beurteilungsschranke von  $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{NO}_2$  und  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$   $\text{SO}_2$  liegt. Im Fall von Lunz am See überschreitet die Konzentration beider Schadstoffen die unteren Beurteilungsschranken nicht.

**Tabelle 4.3: Beurteilungsschranken für  $\text{NO}_2$  nach der Richtlinie 1999/10/EG des Rates der EU**

Klasse	$\text{NO}_2$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Beschreibung	Gefordeter Messverfahren
I	< 26	Jahresmittelwert geringer als die Beurteilungsschranke	Objektive Schätzung
II	26-32	Jahresmittelwert zwischen unterer und oberer Beurteilungsschranke	Orientierende Messung
III	32-40	Jahresmittelwert größer als die obere Beurteilungsschranke	
IV	> 40	Grenzwert zum vorsorglichen Schutz der menschliche Gesundheit überschritten	

**Tabelle 4.4: Beurteilungsschranken für  $\text{SO}_2$  nach der Richtlinie 1999/10/EG des Rates der EU**

Klasse	$\text{SO}_2$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Beschreibung	Gefordeter Messverfahren
I	< 8	Wintermittelwert geringer als die Beurteilungsschranke	Objektive Schätzung
II	8 - 12	Wintermittelwert zwischen unterer und oberer Beurteilungsschranke	Orientierende Messung
III	12 - 20	Wintermittelwert größer als die obere Beurteilungsschranke	
IV	> 20	Grenzwert zum Schutz des Ökosystems überschritten	

## 4.2.2. Theoretische Nachweisgrenze

56 Blindwerte wurden zur Berechnung der theoretischen Nachweisgrenze benutzt. Sie wurde mit dem Grubbs-Ausreißer Test überprüft und alle Ausreißer entfernt. Die theoretische Nachweisgrenze entspricht der dreifachen Standardabweichung der Blindwerte.

Tabelle 4.5: Theoretische Nachweisgrenzen für die drei gemessenen Schadstoffen

NH <sub>3</sub> [ppb]	NO <sub>2</sub> [ppb]	SO <sub>2</sub> [ppb]
0,02	0,03	0,14

## 4.3. Aufbau und Analyse

### 4.3.1. Vorbereitung

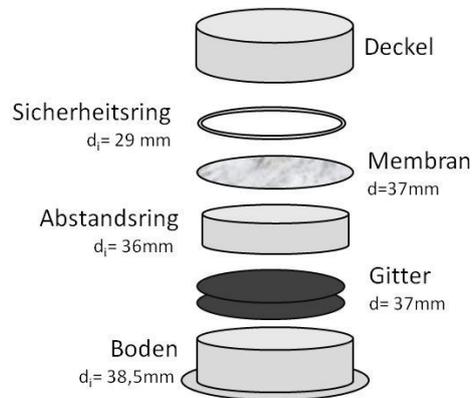
#### **Waschen und Trocknen**

Alle Kunststoffteile wurden in deionisiertes Wasser mit einem alkalischen Waschmittel gelegt. Nach 10 Minuten wurden sie mit deionisiertem Wasser fünf Mal gespült, um das Waschmittel vollständig zu entfernen. Die Edelstahlgitter wurden mit demselben Waschmittel und Reinstwasser gewaschen, und dabei für 15 Minuten ins Ultraschallbad gestellt. Dann wurden sie mit Reinstwasser acht bis zehn Mal gespült, sodass keine Spuren vom Waschmittel übrig blieben. Die Kunststoffteile wurden zur Trocknung auf Papiertücher gelegt. Die Sammelgitter wurden auf Papierfilter in einem Exsikkator unter Vakuum über Nacht getrocknet.

#### **Beschichtung und Zusammenbau**

Die Beschichtung der Sammelgitter erfolgte mit einer 1:5 Triethanolamin/Aceton-Lösung (20ml TEA und 40ml Aceton) für die NO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub>-Passivsammler und einer Phosphorsäure/Methanol-Lösung (50µl Phosphorsäure in 20ml Methanol) für die NH<sub>3</sub>-Passivsammler. Die Gitter wurden vollständig in die Lösungen eingetaucht und dann auf Papierfiltern 5 Minuten getrocknet. Die trockenen Gitter wurden in die Sammler eingebracht, wobei in die NO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub>-Passivsammler zwei und in die NH<sub>3</sub>-Passivsammler nur ein Gitter gelegt wurde. Ein Abstandsring trennt Gittern und eine Mitex-Membran der Firma Millipore (PTFE, Porendurchmesser von 5µm). Sie verhindert das Eindringen von Feuchte in den

Passivsammler. Durch einen Sicherheitsring wird die Membran fixiert. Vor der Exposition wurden die Sammler immer im Kühlschrank gelagert. Sie wurden nicht mehr als einen Monat vor Beginn der Expositionszeit hergestellt.

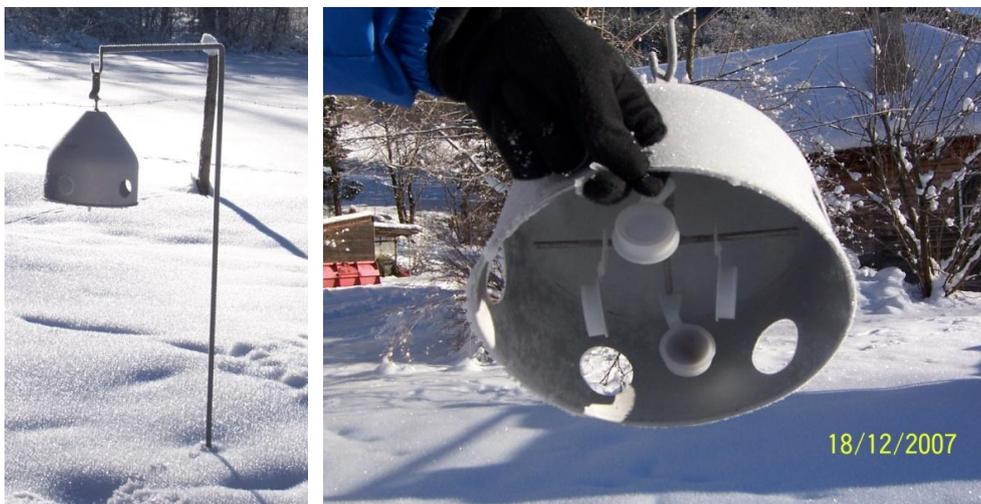


**Abb. 4.5:**  
( $d$  = Durchmesser und  $d_i$  = Innendurchmesser)

**Darstellung eines Passivsammler**

### 4.3.2. Exposition

Die Sammlung beginnt mit dem Entfernen des Deckels. Danach wurden jeweils acht Passivsammlern in den Schutzglocken an den Messpunkten angebracht. Jede zweite bzw. vierte Woche wurden Sammler gewechselt. Die Exposition endet, wenn die Passivsammler wieder mit dem Deckel verschlossen werden. Sie wurden in Kunststoffsäckchen zurückgebracht und bis zur Analyse im Kühlschrank aufbewahrt.



**Abb. 4.6: Schutzglocke und Passivsammler der Station 4: Biologische Station in Lunz am See**

**Tabelle 4.6: Expositionszeiten während einer Periode**

SO <sub>2</sub> + NO <sub>2</sub>				NH <sub>3</sub>			
Teil	Sammelmedium	Zeit [d]	Anzahl	Teil	Sammelmedium	Zeit [d]	Anzahl
O	Triethanolamin	28	2	O	Phosphorsäure	28	2
I		14	2	I		14	2
II		14	2	II		14	2
I : 14 Tage		II: 14Tage		I : 14 Tage		II: 14Tage	
O: 28 Tage				O: 28 Tage			

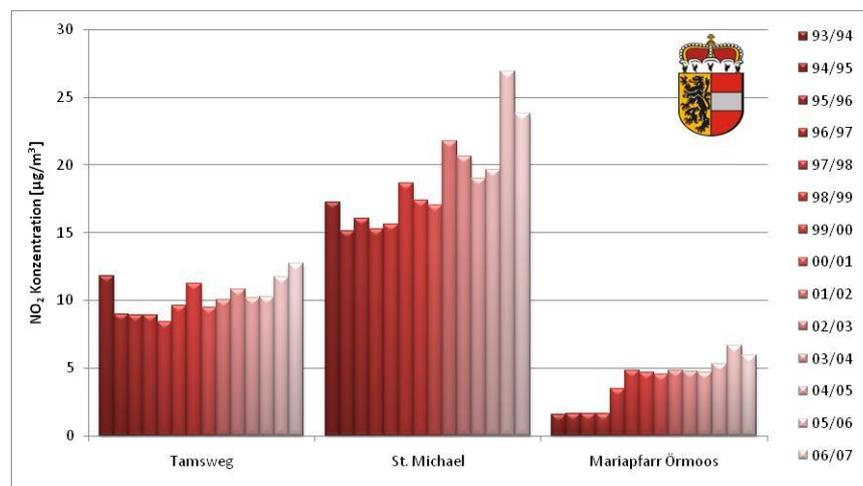
Es wurden 12 Sammler pro Station und Periode aufgehängt. Tabelle 4.6 listet die Dauer der Exposition der verschiedenen Sammler. Jede Periode dauerte etwa 28 Tage und wurde in zwei Abschnitte unterteilt. Am Anfang der Periode wurden jeweils vier Passivsammler jeder Sorte (NO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub>- und NH<sub>3</sub>-Passivsammler) aufgehängt. Zwei Sammler jeder Sorte wurden über den gesamten Expositionszeitraum (28 Tage) exponiert. Die anderen zwei wurden nach 14 Tage getauscht. Zwei neue Sammler jeder Sorte wurden dann für den zweiten Teil der Periode aufgehängt.

### 4.3.3. Elution und Analyse

Die Passivsammler wurden geöffnet und der Sicherheitsring, die Schutzmembran und der Abstandsring entfernt, so dass nur die Sammelgitter im Inneren verblieben. Um die gesammelten Schadstoffe zu eluieren, wurden 3 ml Reinstwasser und 100 µl einer 1 %ige H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Lösung in die Sammler eingebracht. Die Herstellung der 1 %ige H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> Lösung erfolgte durch Verdünnung von 660 µl 30 %iger H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> mit Reinstwasser auf ein Gesamtvolumen von 20 ml. Nach kurzem Schwenken wurden die Passivsammler mit geschlossenem Deckel 20 Minuten stehen gelassen. Dann wurde 1 ml des Extrakts in ein Mikrozentrifugationsgefäß pipettiert und mittels Anionenchromatographie auf Nitrit und Sulfat analysiert.

## 5. Spurengase: Ergebnisse

Passivsammler liefern Mittelwerte der Umgebungskonzentration der Schadstoffe über den Expositionszeitraum. Diese Methode wird zur Beurteilung der saisonalen Verläufe und langfristiger Trends benutzt. Wegen der geringen Zeitauflösung dienen sie nicht zur Überwachung von Grenzwerte oder Beurteilung kurzzeitiger Belastungsspitzen. Ein Beispiel der Verwendbarkeit der Passivsammler ist die langfristige Untersuchung der  $\text{NO}_2$ -konzentration in der Luft in Salzburg (*Kassin, K. 2003*). Die Messungen gehen bis Mitte von 1993 zurück und zeigen den langfristigen Anstieg der  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen bis 2007. Dieser Trend stimmt mit dem allgemeinen Anstieg der  $\text{NO}_x$ -Emissionen zwischen 1990 und 2007 überein. In diesem Zeitraum stiegen die  $\text{NO}_x$ -Emissionen in Österreich um 14,3% (*Anderl et al 2009*). Im Gegensatz dazu ist in Österreich der Trend der  $\text{SO}_2$  Emissions- als auch Immissionswerten sinkend. Das Erstellen eines langfristigen Trend war in der relativ kurzen Messperiode in Lunz am See nicht möglich. Es ist aber durchaus anzunehmen, dass in Lunz am See, wie fast überall in Österreich, seit 1990 die  $\text{NO}_x$  Konzentrationen gestiegen und die  $\text{SO}_2$  Konzentrationen gesunken ist. (*Ramirez Santa Cruz et al 2007*)



**Abb. 5.1:** Langfristiger Trend der jährliche  $\text{NO}_2$  Mittelwertkonzentration in drei Messstellen in der Südalpine Region von Land Salzburg (*Ramirez Santa Cruz et al 2007*)

Während der Messperiode 2007-2008 wurden in Lunz am See niedrige Konzentrationswerte gemessenen. Laut der Beurteilungsschemata der EU Richtlinie 1999/10/EG (Tab.: 4.3 und 4.4) liegen die Jahresmittelwerte von  $\text{NO}_2$  und  $\text{SO}_2$  unterhalb der unteren Beurteilungsschranken. Die Konzentrationswerte aller gemessenen Komponenten und die daraus entstehende saisonale Verläufe werden in den folgenden Unterkapiteln besprochen.

## 5.1. Ammoniak

Die Konzentration von Ammoniak zeigt kein eindeutiger Verlauf, obwohl die während des Winterhalbjahres (Oktober bis März) aufgenommenen Messungen geringere Konzentrationswerte als diejenige aufweisen, die während des Sommerhalbjahres (April bis September) gemacht worden sind. Es ist zu vermuten, dass die Konzentrationswerte in dem Winterhalbjahr kleiner als im den warmen Monaten sein werden, leider kann dies aufgrund fehlender Messdaten nicht eindeutig gezeigt werden. Die Abwesenheit von Industrie, Kläranlagen oder große Mülldeponien in der Umgebung von Lunz am See beschränken den Einfluß dieser antropogenen Quellen auf die Konzentrationswerte und deuten eher auf natürliche Quellen, bzw die Landwirtschaft, die natürlich auch vom Menschen beeinflusst wird. Das Ausbringen von Dünger (Mist) kann zu kurzfristigen Anstiegen der Ammoniakbelastung führen, die unter Umständen auch noch in den Mittelwerten der Passivsammlermessungen zu sehen sind. In der Natur entsteht Ammoniak hauptsächlich durch Reduktion der stickstoffhaltigen pflanzlichen und tierischen Abfälle und diese Prozesse laufen im Winter langsamer als im Sommer ab, was den niedrigeren Wert im Winter erklären wurde. Weiters verstärkt die geschlossene Schneedecke diesen Trend. Während der Wintermonate darf auch kein Dünger/Mist auf die Wiesen ausgebracht werden. Im Sommer können Niederschläge zu einer Auswaschung des Ammoniaks aus der Atmosphäre führen.

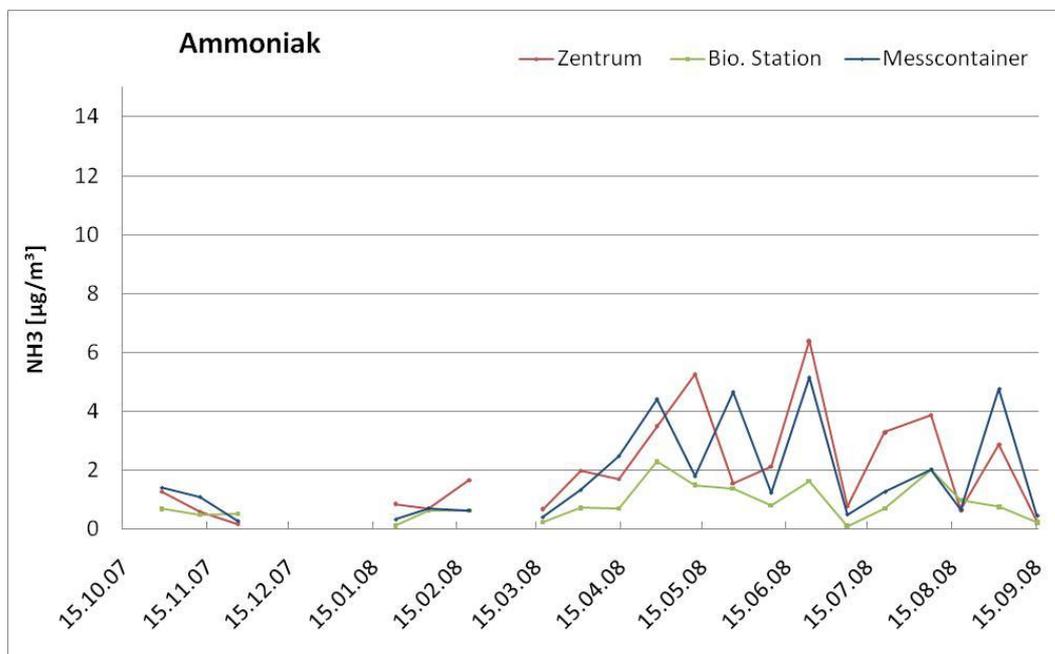
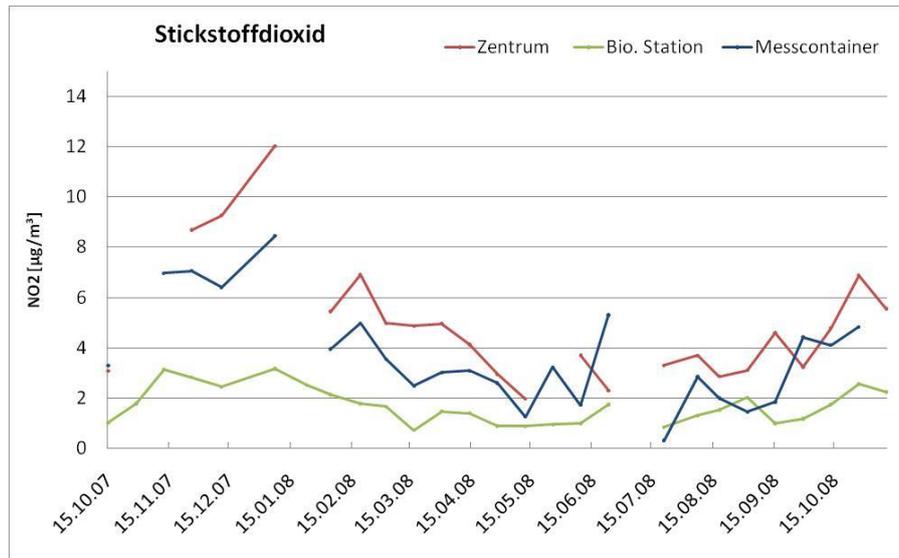


Abb. 5.2: Jahresverlauf der Ammoniak Konzentration in den drei Messstationen, die mit Passivsammler ausgestattet waren

## 5.2. Stickstoffdioxid

Im Fall von Stickstoffdioxid wird der saisonale Trend ersichtlich. Die Konzentration ist im Winter höher als im Sommer. Die Spitzenwerte werden in alle Messstationen Ende Dezember oder Anfang Januar erreicht.



**Abb. 5.3:** Jahresverlauf der Stickstoffdioxid Konzentration in den drei Messstationen, die mit Passivsammler ausgestattet waren

Die Konzentration von Stickstoffdioxid hat einen eindeutigen Jahresverlauf mit höheren Konzentrationen in Winter und niedrigen im Sommer.

Die Station im Ortszentrum zeigt die höchste Belastung von alle drei Messstellen, während die Messstelle bei der Biologischen Station die niedrigste Belastung und auch den geringsten Jahresgang ausweist. Auch diese Tatsache deutet darauf hin, dass der Anteil in den Wintermonaten hauptsächlich durch anthropogene Quellen verursacht wird. Hauptemissionsquelle ist der KFZ-Verkehr. Im Winter kommt es bedingt durch austauscharme Wetterlagen zu einer Anreicherung dieser Schadstoffe.

Im Fall der Messstelle in der Nähe der Biologischen Station ist dieser Anstieg im Winter nicht so stark ausgeprägt. In der unmittelbaren Umgebung dieser Messstelle befinden sich nur wenige Häuser und nur eine schwach befahrene Strasse, allerdings ist ein Einfluss von Lunz am See auch an dieser Station nicht auszuschliessen.

### 5.3. Schwefeldioxid

Man hat sehr geringe Konzentrationen von Schwefeldioxid erwartet, da es nur wenige natürliche und anthropogene Quelle in der Umgebung von Lunz am See gibt. Die Werte sind auch sehr gering und liegen zum Teil nahe an der Erfassungsgrenze des Passivsammlers. Ein eindeutiger Jahresverlauf ist daher schwer feststellbar. Anders ist der Unterschied der Konzentrationen zwischen den Messstellen. Wie beim NO<sub>2</sub> sind höhere Werte in den zwei Stationen zu finden, die näher zum Ort liegen. Die Hauptquelle von SO<sub>2</sub> ist die Verbrennung fossiler Brennstoffe, d.h. die Heiztätigkeit im Winter.

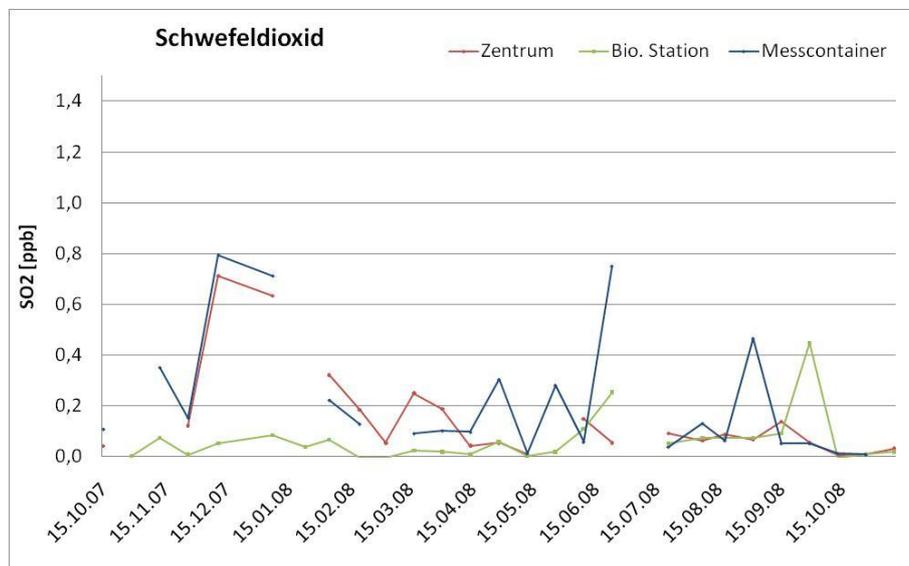


Abb. 5.4: Jahresverlauf der Schwefeldioxid Konzentration in den drei Messstationen

### 5.4. Vergleich der Expositionszeiten

In dem Zeitraum zwischen 17.03.2008 und 24.11.2008 wurde einen Versuch durchgeführt, um den Einfluss der Expositionszeit auf die Sammeleffizienz der Passivsammler zu überprüfen. Passivsammler von jeden Sorten wurden für einen Zeitraum von 14 bzw. 28 Tagen exponiert. Die genaue Aufteilung der Expositionszeiten zeigt Tabelle 4.6

Im Fall von den NH<sub>3</sub>-Passivsammlern sind aus unterschiedlichen Gründen mehrere Sammler verschwunden bzw. durch die Witterung zertört worden. Deshalb war es unmöglich einen kompletten Datensatz für den Vergleich aufzustellen.

Wie in Kapitel 1.2.5 erwähnt ist die allgemeine Emission von  $\text{SO}_2$  in Österreich in den letzten Jahren stark zurückgegangen. Dementprechend waren die erhaltenen Konzentrationwerte in Lunz am See sehr niedrig. Der Vergleich wurde daher bei Meßwerten nahe der Erfassungsgrenze durchgeführt, was besonders schwierigen Bedingungen entspricht. Trotzdem zeigte der Vergleich eine gute Übereinstimmung zwischen den Expositionsdauern.

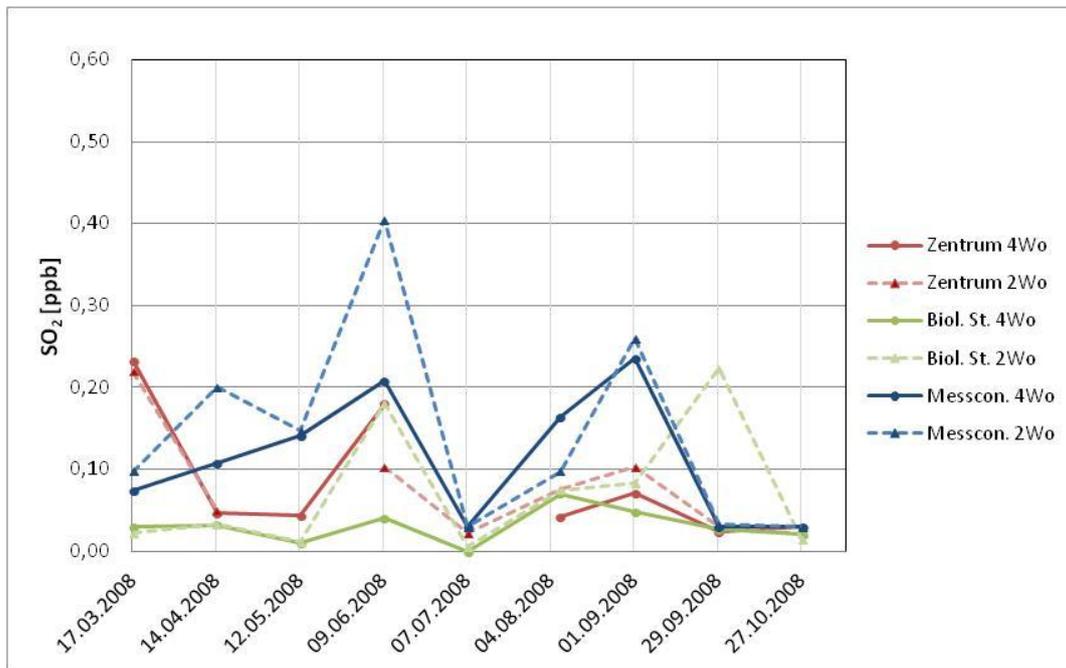


Abb. 5.5: Ergebnisse der  $\text{SO}_2$ -Messung mit Passivsammler bei Expositionsdauern von 2 und 4 Wochen an drei Messstellen in Lunz am See (Zentrum, Messcontainer und Biologische Station)

Die Konzentrationswerte von  $\text{NO}_2$  sind deutlich höher. Abb. 5.5 zeigt die Konzentrationswerte von den drei Stationen in Lunz am See. Die Ergebnisse der Messungen an der Biologischen Station hat die beste Übereinstimmung. Die durchschnittliche Abweichung zwischen den Messungen mit einer Expositionsdauer von 2 Wochen und denen mit einer Expositionsdauer von 4 Wochen beträgt 10%.

Die schlechteste Übereinstimmung weist die Station im Zentrum von Lunz am See auf. Die durchschnittliche Abweichung beträgt 25%, wobei die ersten vier Meßergebnisse eine deutlich schlechtere Übereinstimmung zeigen als den Rest. Der dritte Meßwert bei einer Exposition von 4 Wochen ist ungefähr doppelt so hoch wie der der Messungen von 2 Wochen in derselben Periode.

Die Station beim Messcontainer am Rand des Dorfes liegt im Mittelfeld und zeigt eine durchschnittliche Abweichung von 15%.

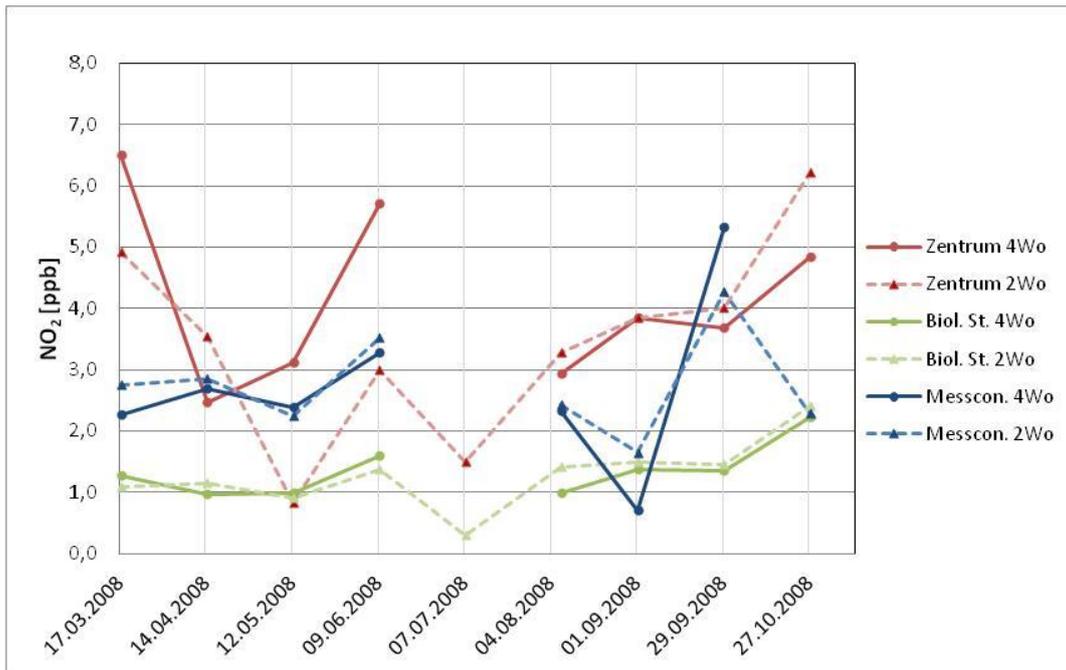


Abb. 5.6: Ergebnisse der NO<sub>2</sub>-Messung mit Passivsammler bei Expositionszeiten von 2 und 4 Wochen an drei Messstellen in Lunz am See (Zentrum, Messcontainer und Biologische Station)

## 6. Filterstacksmessungen zur Bestimmung der trockenen Deposition

Im Rahmen des Projekts EcoCatch wurden Depositionsmessungen (trockene, nasse und okkulte Deposition) in den Stationen 4 und 3 (siehe Abb. 1.9) durchgeführt. Die Diplomarbeit von Dipl.Ing. Maria Blecha (*Blecha, M. 2008*) bietet eine ausführliche Darstellung der benutzten Methodologie zur Messung der Deposition, sowie die Ergebnisse der Messungen in den ersten sechs Monaten. In dieser Arbeit erfolgte die Darstellung der weiteren Ergebnisse.

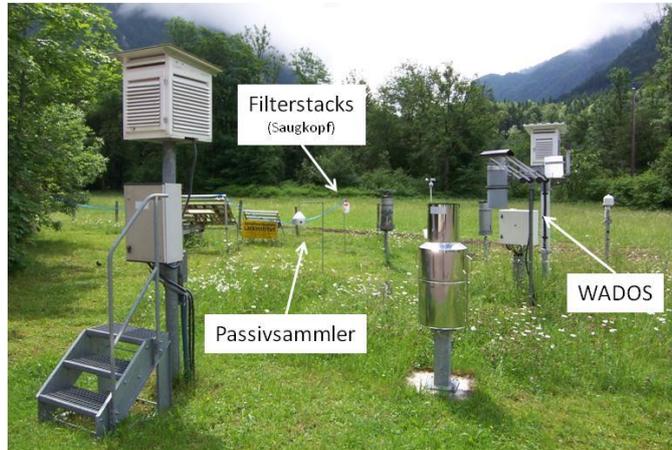


Abb. 6.1: Messstation 4, Feld vor der Biologische Station Lunz

### 6.1. Depositionsmessungen im „EcoCatch-Lunz“

#### 6.1.1. Nasse Deposition

Als Nasse Deposition bezeichnet man die Einträge, die aus dem Niederschlag kommen. Regen oder Schnee bilden sich an Kondensationskeimen und waschen lösliche Substanzen aus der Atmosphäre aus. Die dadurch gebildeten Ionen bestimmen den pH-Wert und die Leitfähigkeit des Niederschlages. Dieser Effekt kann sowohl zur Bildung von saurem Regen mit dem daraus folgenden Konsequenzen, aber auch zu einem verstärkten Eintrag von Stickstoffverbindungen führen. Niederschlagsproben wurden mit einem WADOS – Wet and Dry Only Sampler – der Firma Kroneis gesammelt. Dieser ist seit 1990 im Auftrag des Amtes der Niederösterreichische Landesregierung in Betrieb und befindet sich an der Station 4 (siehe Abb. 1.9). Eine gesammte Aufstellung der Ergebnisse dieser Messungen kann in den jährlichen Berichten zur Darstellung der Nassen Deposition in Niederösterreich nachgelesen werden (zB.: *Leder et al 2010*). Eine Diskussion zum Eintrag dieser Art von Deposition ist auch in der Diplomarbeit von Maria Blecha zu finden. (*Blecha, M. 2008*)

### 6.1.2. Okkulte Deposition

Als Okkulte Deposition wird der Eintrag von Schadstoffen in ein Untersuchungsgebiet bezeichnet, der durch gelöste Substanzen im Nebelwasser erfolgt. Mit Hilfe eines Nebelsammlers wurde in der Station 3 (Bootshaus) Nebelwasser gesammelt. Die Proben wurden auf ihre elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert und Ionenkonzentration analysiert. Für eine ausführliche Darstellung der Messergebnisse sowie ihre Diskussion wird auf weiterführende Arbeiten aus den Project EcoCatch Lunz hingewiesen: *Blecha, M.* 2008 und *Koller, M.* (in Arbeit)

### 6.1.3. Trockene Deposition

Als trockene Deposition wird der Eintrag von Spurengasen und Partikel bezeichnet, die durch Diffusion oder Windbewegungen mit einer Oberfläche in Berührung kommen und von dieser aufgenommen werden. Um den Eintrag bestimmen zu können, wurde die Luftkonzentration von gasförmigen ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NH}_3$  und  $\text{HNO}_3$ ) sowie partikulären Substanzen (Sulfat, Nitrat und Ammonium) gemessen. Dafür wurden Filterstacks in der Station 4 (siehe Abb. 6.1) verwendet. Aus diese Konzentrationswerten und mittleren Depositionsgeschwindigkeiten wird die trockene Deposition berechnet.

## 6.2. Sammlung

Mit Hilfe einer Low-Volume Pumpe wurde die Aussenluft durch eine Reihe von hintereinandergeschalteten Filtern, auch Filterstack genannt, durchgesaugt. Ein Luftvolumendurchsatz von 30-35  $\text{m}^3/\text{d}$  wurde eingestellt und die Filterstacks wurden während einer Messkampagne täglich gewechselt. Die Filterstacks bestanden aus vier Filtern, die verschiedene Bestandteile des Aerosols zurückhielten:

1. Der erste Filter bestand aus PTFE (Teflon), welcher Partikel abscheidet. Die Probenahme erfolgte „open-face“, d.h. der Filter war in direktem Kontakt mit der Aussenluft.
2. Der zweite Filter war aus Nylon und sammelte  $\text{HNO}_3$  und teilweise auch  $\text{SO}_2$ .
3. Um  $\text{SO}_2$  vollständig sammeln zu können, wurde ein weiterer Filter nachgeschaltet. Dieser dritte Filter war aus Cellulose und wurde mit einer KOH-Lösung alkalisch beschichtet.
4. Als vierter und letzter Filter wurde ein Cellulosefilter eingesetzt, der den basischen Ammoniak mit einer oxalsauren Beschichtung zurückhielt.

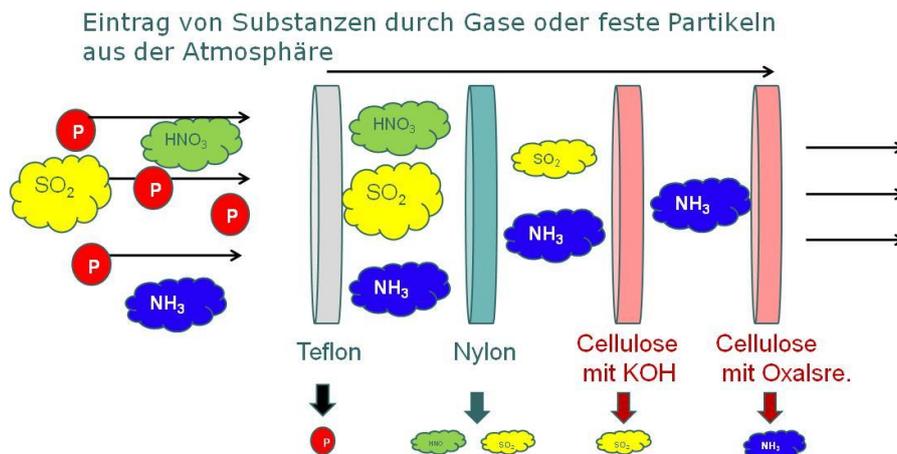


Abb. 6.2: Schematische Darstellung eines Filterstacks zur Sammlung von Spurengase und Partikeln, die dünne Pfeile signalisieren die Strömungsrichtung

### 6.2.1. Herstellung der Filterstacks

Ein Filterstack (Firma NILU) bestand aus vier Abteilen, die mit einem Gitter als Halterung für die Filter ausgestattet waren. Der erste Filter aus Polytetrafluorethylen (PTFE) wurde unbehandelt auf das oberste Gitter aufgespannt und mit einem Sicherheitsring fixiert. Das erste Abteil wurde mit dem Deckel zusammengeschaubt. Auf das zweite Gitter wurde ein unbehandelter Filter aus Nylon angebracht. Das zweite Abteil wurde mit dem ersten zusammengeschaubt. Die nächsten zwei Filter unterlagen einer Beschichtung. Ein Cellulosefilter wurde mit Reinstwasser mehrmals gewaschen und in eine 1%-ige (w/v) KOH-Lösung eingetaucht. Der so beschichtete Filter wurde dann auf eine saubere Petrischale aufgelegt und über Nacht in einem Exsikator im Vakuum getrocknet. Der trockene Filter wurde dann auf dem Netz des dritten Abteils gelegt, welche mit den anderen Abteilen verbunden wurde. Der vierte und letzte Filter war aus Cellulose. Dieser wurde mehrmals mit Reinstwasser gewaschen und in eine wässrige Lösung aus 3% (w/v) Oxalsäure und 5% (v/v) Glycerin eingetaucht. In einem zweiten Exsikator wurden die Filter mit der sauren Beschichtung im Vakuum getrocknet. Der trockene Filter wurde auf das Gitter im letzten Abteil aufgespannt. Dieses Abteil wurde mit einer Schraubkappe am hinteren Teil zugemacht. Die fertigen Filterstacks wurden in luftdichten LDPE-Beutel bis zur Exposition im Kühlschrank aufbewahrt.

**Tabelle 6.1: Filterstackssystem**

Filtertyp	PTFE	Nylon	KOH-Cellulose	Oxalsäure-Cellulose
<b>Hersteller und Marke</b>	Pall Corporation Zefluor™	Pall Corporation Nylasorb™	Whatmann Black Ribbon	Whatmann Black Ribbon
<b>Spezifikation</b>	1µm, 47mm	1µm, 47mm	Grade 4, 47mm	Grade 4, 47mm
<b>Beschichtung</b>	---	---	KOH (1% w/v)	Oxalsäure (3% w/v) Glycerin (5% v/v)
<b>Elutionsmittel</b>	0,2 ml Aceton 3,4 ml H <sub>2</sub> O	0,2 ml 1%ige H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 3,4 ml H <sub>2</sub> O	0,2 ml 1%ige H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 3,4 ml H <sub>2</sub> O	3,6 ml H <sub>2</sub> O
<b>Analyt</b>	Na <sup>+</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , Ca <sup>2+</sup> , Cl <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
<b>Luftkomponenten</b>	Part. Aerosol	HNO <sub>3</sub> (SO <sub>2</sub> )	SO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>

### 6.2.2. Exposition

Für die Bestimmung der trockenen Deposition wurden 21 Messkampagnen durchgeführt, wobei in dieser Arbeit nur die Ergebnisse der 24-stündigen Messungen präsentiert werden. Tabelle 6.2 zeigt eine Auflistung der Expositionszeiten der verschiedenen Messserien.

Eine Schutzglocke wurde auf etwa 1,5m Höhe aufgehängt. Der Filterstack wurde aus dem luftdichten LDPE-Beutel herausgenommen, aufgemacht und in die Schutzglocke eingeschraubt. Ein Schlauch verband die Schutzglocke mit einer Pumpe, die sich vom Wetter geschützt in einer Hütte in unmittelbarer Nähe befand. Die Exposition startete als die Pumpe eingeschaltet wurde. Das durchgesaugte Luftvolumen wurde durch einen Gaszähler aufgezeichnet. Der durchschnittliche Luftdurchsatz betrug 28 L /min.

**Tabelle 6.2: Expositionszeiten der Filterstacks bei unterschiedlichen Messserien in Lunz am See**

	Charge	Datum		Expositionszeit [h]
		Start	End	
Kampagne 1	1	08.04.2008	21.04.2008	24
Kampagne 2	2	16.05.2008	28.05.2008	24
Kampagne 3	3	19.06.2008	01.07.2008	24
Kampagne 4	4	10.07.2008	21.07.2008	24
Kampagne 5	5	04.08.2008	16.08.2008	24
Kampagne 6	6	25.08.2008	06.09.2008	24
Kampagne 7	7	06.11.2008	13.11.2008	24
Kampagne 8	8	15.02.2009	22.02.2009	24
Kampagne 9	9	15.04.2009	22.04.2009	24
Kampagne 10	10	18.05.2009	25.05.2009	24
Kampagne 11	11	24.06.2009	01.07.2009	24
Kampagne 12	12	14.07.2009	23.07.2009	24
Kampagne 13	13	17.08.2009	25.08.2009	24
Kampagne 14	14	16.12.2009	23.12.2009	24
Kampagne 15	15	18.01.2010	26.01.2010	24
Kampagne 16	16	15.02.2010	23.02.2010	24
Kampagne 17	17	16.03.2010	24.03.2010	24
Kampagne 18	18	04.04.2010	07.04.2010	6
Kampagne 19	19	17.05.2010	01.06.2010	12
	20	17.05.2010	01.06.2010	24
Kampagne 20	21	24.09.2010	01.10.2010	12
	22	24.09.2010	26.09.2010	6
Kampagne 21	23	22.10.2010	07.11.2010	24
	24	22.10.2010	07.11.2010	24

### 6.3.Analyse

Die Filterstacks wurden im Labor auseinandergenommen, um die Filter einzeln analysieren zu können. Die Filter wurden in passende Epprouvetten überführt und mit geeigneten Elutionslösungen extrahiert.

- Zum PTFE-Filter wurde 0,2 ml Aceton zugegeben, um die Benetzbarkeit der Oberfläche durch den Eluent zu gewährleisten. Danach wurden 3,4 ml Reinstwasser in die Epprouvette zugesetzt.
- Der Nylon Filter und der mit KOH-beschichtetem Cellulosefilter wurden jeweils mit 0,2 ml einer 1%-iger H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> Lösung beschichtet, um den noch vorhandenen Sulfit vollständig zu Sulfat zu oxidieren. Danach wurden 3,4 ml Reinstwasser dazugemischt.
- Der letzte Filter wurde mit 3,6 ml Reinstwasser versetzt.

Die vier Epprouvetten wurden 15 Minuten in dem Ultraschallbad gestellt und nachher zentrifugiert. Somit lösten sich die gewünschten Analyte als Ionen in die Elutionslösung, welche dann chromatographisch analysiert wurden. Eine ausführlichere Beschreibung der verwendeten Ionenchromatographie-Methode findet man im Kapitel 2.3.

## 6.4. Auswertung

### 6.4.1. Berechnung der Gaskonzentrationen in der Luft

Aus den Ergebnissen der ionenchromatographischen Messungen kann die Aussenluftkonzentration des Analytes über die Dauer der Exposition umgerechnet werden. Gleichung 6.1 zeigt den benutzten Berechnungsvorgang. Der Elutionskonzentration, d.h. die Konzentration eines bestimmten Iones in der Elutionslösung, wurde zuerst die Konzentrationen des Iones im Blindwert abgezogen. Als Blindwert wurden Filterstacks benutzt, die den gleichen Herstellungsprozess durchliefen, aber nur 1-2 Minuten beprobt wurden. Das Elutionsvolumen war einheitlich 3,6 ml pro Filter, die Zusammensetzung der Elutionslösung war jedoch für die verschiedenen Filter anders (siehe Tabelle 6.1, 4. Zeile). Ein Korrekturfaktor ist notwendig gewesen, da die Masse des analysierten Iones nicht der des Analytes entspricht. Tabelle 6.3 zeigt die benutzten Korrekturfaktoren  $f_g$  an.

**Gleichung 6.1:** Aussenluftkonzentration der Gase

$$C_L = \frac{(C_{\text{Ion}} - C_{\text{BW}}) \cdot V_E \cdot f_g}{V_L}$$

- $C_L$ ... Luftkonzentration [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
- $C_{\text{Ion}}$ ... Elutionskonzentration [ $\mu\text{g}/\text{ml}$ ]
- $C_{\text{BW}}$ ... Konzentration des Blindwertes [ $\mu\text{g}/\text{ml}$ ]
- $V_E$ ... Elutionsvolumen [ml]
- $V_L$ ... durchsaugtes Luftvolumen [ml]
- $f_g$ ... Korrekturfaktor

**Tabelle 6.3:** Korrekturfaktoren für die Aussenluftkonzentration

Analyt Mm [g/mol]	Ion Mm [g/mol]	$f_g$ [ ]
HNO <sub>3</sub> 64	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 63	1,02
SO <sub>2</sub> 64	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 96	0,67
NH <sub>3</sub> 17	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> 18	0,94

## 6.4.2. Berechnung der Konzentration von Partikeln in der Luft

Die Berechnung der Aussenluftkonzentrationen der Partikeln erfolgte auf einer ähnlichen Weise wie bei den Gasen. Der Elutionskonzentration wurde die Konzentrationen des Blindwertes abgezogen. Das Elutionsvolumen war einheitlich 3,6 ml pro Filter. Da die gemessenen Ionen dem gewünschten Analyten entsprechen, war kein Korrekturfaktor für die Masse notwendig.

**Gleichung 6.2:** Aussenluftkonzentration der Partikeln

$$C_L = \frac{(C_{\text{Ion}} - C_{\text{BW}}) \cdot V_E}{V_L}$$

$C_L$ ...Luftkonzentration [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]  
 $C_{\text{Ion}}$ ...Elutionskonzentration [ $\mu\text{g}/\text{ml}$ ]  
 $C_{\text{BW}}$ ...Konzentration des Blindwertes [ $\mu\text{g}/\text{ml}$ ]  
 $V_E$ ...Elutionsvolumen [ml]  
 $V_L$ ...Luftvolumen [ml]

## 6.5.Schadstoffkonzentrationen in der Luft

### 6.5.1. Gaskonzentrationen

Mit Hilfe von Filterstacks wurde die Luftkonzentration von drei Spurengasen ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{HNO}_3$  und  $\text{NH}_3$ ) gemessen. Die durchschnittlichen Gaskonzentrationen während der Messkampagnen sind in Abb. 6.3: Arithmetische Mitterwert der Konzentrationswerte von  $\text{SO}_2$ ,  $\text{HNO}_3$  und  $\text{NH}_3$  gemessen mit Filterstacksdargestellt. Die höchsten  $\text{SO}_2$ -Konzentrationen wurden in den Wintermonaten erfasst. Der Maximalwert (als Tagesmittelwert) wurde am 17.02.2009 aufgezeichnet und betrug  $2,6 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ . Die Mediankonzentration für Schwefeldioxid betrug  $0,26 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$  und der Mittelwert über alle Messkampagnen  $0,40 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ .

Im Fall von Salpetersäure wurden in Dezember 2009 und Januar 2010 mehrere Tagesmittelwerte über  $1 \mu\text{g HNO}_3/\text{m}^3$  gemessen. Der Maximalwert von  $2,6 \mu\text{g HNO}_3/\text{m}^3$  wurde am 22.01.2010 erfasst. Diese Werte sind deutlich höher als der Median von  $0,25 \mu\text{g HNO}_3/\text{m}^3$  und der Mittelwert von  $0,37 \mu\text{g HNO}_3/\text{m}^3$ .

Die höchsten Tagesmittelwerte für Ammoniak wurden im Sommer 2008 aufgezeichnet, am 21.06.2008 und am 28.08.2008. In beiden Fällen wurde einen Maximalwert von  $1,7 \mu\text{g NH}_3/\text{m}^3$  gemessen. Die Mediankonzentration für Ammoniak betrug  $0,36 \mu\text{g NH}_3/\text{m}^3$  und der Mittelwert über alle Messkampagnen  $0,40 \mu\text{g NH}_3/\text{m}^3$ .

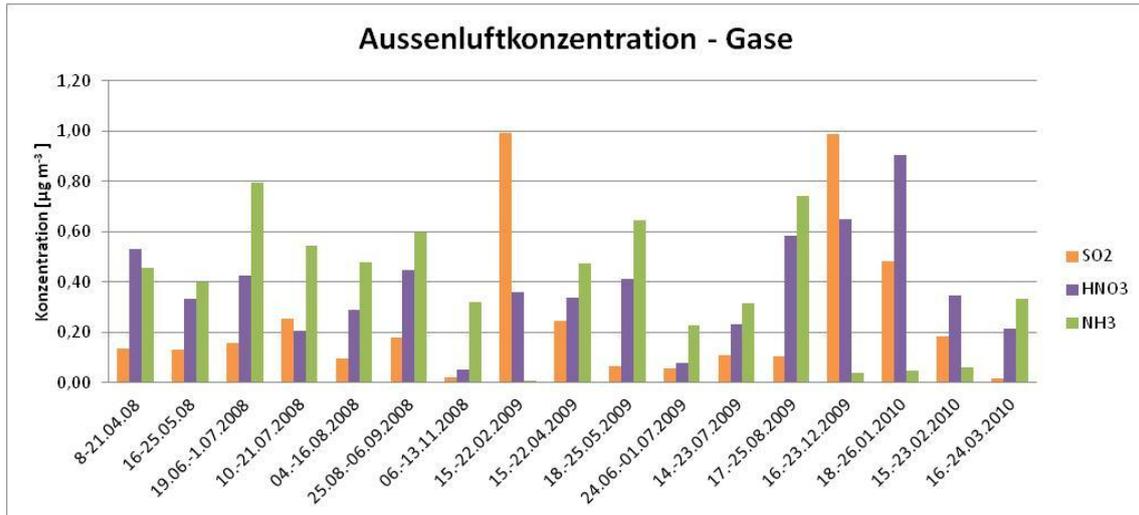


Abb. 6.3: Arithmetische Mitterwert der Konzentrationswerte von SO<sub>2</sub>, HNO<sub>3</sub> und NH<sub>3</sub> gemessen mit Filterstacks

Es ist nicht möglich gewesen einen einheitlichen Zeitabstand zwischen den Messkampagnen zu halten. Daher ist aus der Abb. 6.3 einen zeitlichen Konzentrationsverlauf schwer zu erkennen. Um eine bessere Darstellung zu ermöglichen, wurde der arithmetische Mittelwert einer Messkampagne zum Anfangsdatum jener Kampagne in weitere Diagramme eingetragen (Abb. 6.4, Abb. 6.5 und Abb. 6.7). Der zeitliche Verlauf der Konzentrationsmittelwerte aller Komponenten zwischen April 2008 und November 2010 wird dargestellt. Die Balken auf der Abszisse stellen die zwei Jahreshälften dar. Die kälteren Monaten (Okt.-März.) werden mit einem blauen und die wärmeren (Apr.-Sept.) mit einem gelben Balken gekennzeichnet.

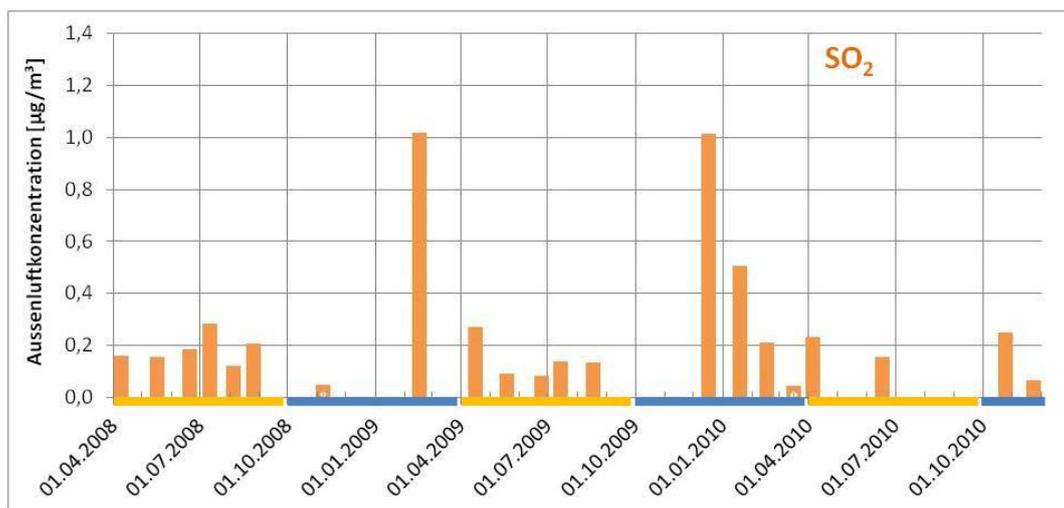


Abb. 6.4: Arithmetische Mitterwert der SO<sub>2</sub>-Konzentration, gemessen mit Filterstacks

Die Messung von Schwefeldioxid in der Luft mit Passivsammlern wurde in Kapitel 5.3 behandelt. Die Konzentrationswerte waren jedoch sehr gering und ein eindeutiger Trend war mit den Daten von den Passivsammlern nicht feststellbar. Filterstacks sammeln eine größere Menge an Luft pro Zeiteinheit, sodass die Belegung auf dem Filter konzentriert genug war, um auch niedrige Luftkonzentrationen analysieren zu können. Beim Jahresverlauf der  $\text{SO}_2$ -Konzentration war ein eindeutiger Trend zu erkennen. Dieser Trend wird im Abb. 6.4 anschaulich. Die Luftkonzentration von  $\text{SO}_2$  stieg im Winter und sank erst dann, wenn das Wetter wieder wärmer wurde. In der Nähe von Lunz am See befinden sich kaum natürliche  $\text{SO}_2$ -Quellen. Daher wurde vermutet, dass die Emission dieses Gases hauptsächlich aus der Verbrennung diverser Brennstoffe kommt, besonders bei der Heztätigkeit im Winter. Diese Vermutung wurde durch den deutlichen Jahresverlauf unterstützt.

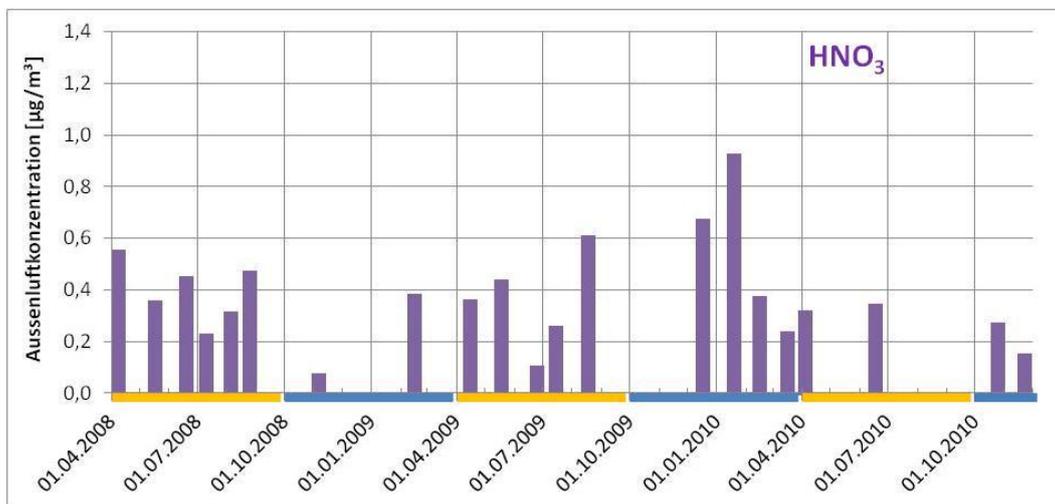


Abb. 6.5: Arithmetische Mittelwert der  $\text{HNO}_3$ -Konzentration, gemessen mit Filterstacks

Der Jahresverlauf von Salpetersäure hingegen zeigte keinen eindeutigen Trend. Es wurden aufgrund des semivolatilen Verhaltens von Nitrat niedrige  $\text{HNO}_3$  Konzentrationen in Winter und ein Anstieg der Konzentrationswerte im Sommer erwartet. Im Winter liegt das Gleichgewicht, aufgrund der kälteren Temperaturen, auf der Seite des partikulären Nitrats. Somit steigen die Konzentrationswerte für Nitrat (siehe Abb. 3.11) in den Wintermonaten während diejenige für Salpetersäure sinken. Ein solcher Abfall der gemessenen Werte war im Winter 2008/2009 zu sehen. In dem darauffolgenden Winter stiegen aber die Konzentrationswerte deutlich, was den Erwartungen widersprach. Im Januar 2010 wurde sogar die stärkste  $\text{HNO}_3$  Belastung aller Messperioden aufgezeichnet. Grundsätzlich ist festzuhalten, dass Filterstacks aufgrund von Änderungen während der Probenahme oder Lagerung keine eindeutige Unterscheidung von partikulärem Nitrat und gasförmiger Salpetersäure erlauben. Betrachtet man den relativen Anteil von Salpetersäure an der

Summe von Salpetersäure und Nitrat wird der erwartete Trend deutlicher, wie man in Abb. 6.56 erkennen kann.

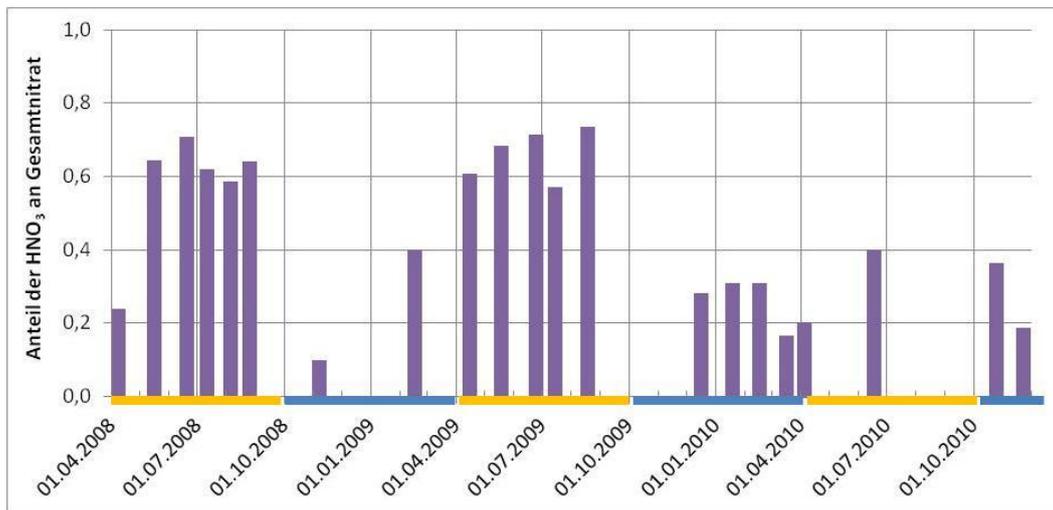


Abb. 6.6: Anteil der Salpetersäure an der Summe von Salpetersäure und Nitrat

In Abb. 6.5 ist ein weiterer Abfall der Konzentration zu erkennen. In den Sommermonaten von 2009 sank die Konzentration von HNO<sub>3</sub> in der Luft, was den Erwartungen nicht entspricht. Eine mögliche Erklärung ist eine Auswaschung der Salpetersäure durch den starken Regenfall, der vor und während der Messung stattgefunden hat. Die Messkampagne fand zwischen dem 26. Juni und dem 1. Juli statt. In diesem Zeitraum fielen im Durchschnitt 30,8 ml Regen pro Tag, was eine deutliche Steigerung im Vergleich zum Vorjahr (10,9 ml/d) darstellt. (Leder et al 2010)

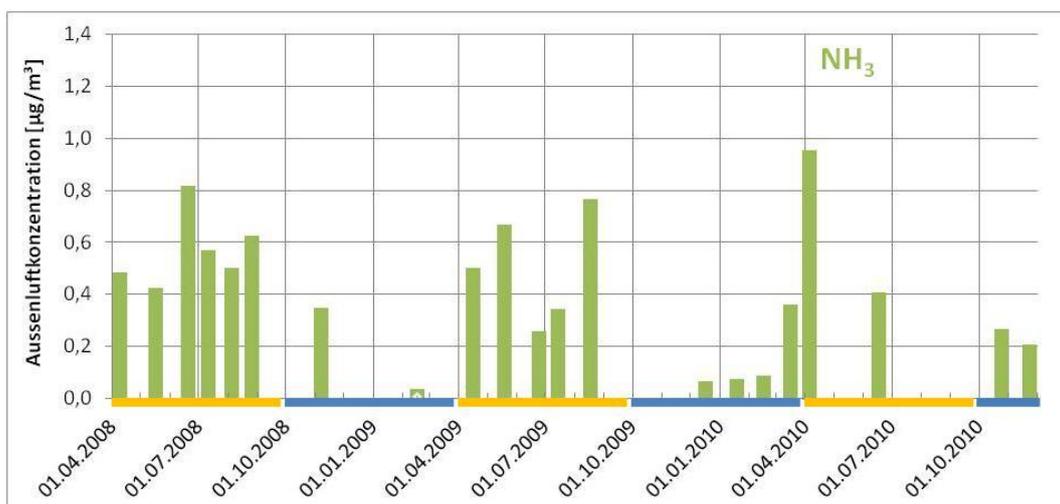


Abb. 6.7: Arithmetische Mittelwert der Konzentration von NH<sub>3</sub>

Die Konzentration von Ammoniak ist in Sommer höher als in Winter. Da  $\text{NH}_3$  in Lunz am See fast ausschließlich aus der Agrartätigkeit kommt, war dies zu erwarten. In den Wintermonaten ist der Boden durch eine Schneedecke bedeckt, sodass das Ammoniak nicht in die Luft gelangen kann. In Sommer sind die Böden frei und es wird auch Dünger ausgebracht, bzw. werden Wiesen beweidet.

## 6.5.2. Luftkonzentrationen des partikulären Aerosols

Hinsichtlich der Bestimmung der partikuläre Komponenten, werden drei Verbindungen hervorgehoben: Sulfat, Nitrat und Ammonium. Es wurde schon über die Bildung dieser Komponenten in der Luft (Kap.1.2), über ihre Messung mit High-Volume-Sammlern (Kap. 3.2.1) und über die Konzentrationswerte in Lunz am See (Kap. 3.3.2) gesprochen. Die Erfassung dieser Komponente mit der Filterstacks dient als Ergänzung zu den vorher genannten Messungen. Abb. 6.8 zeigt die Konzentrationsmittelwerte dieser drei Komponenten in Lunz am See.

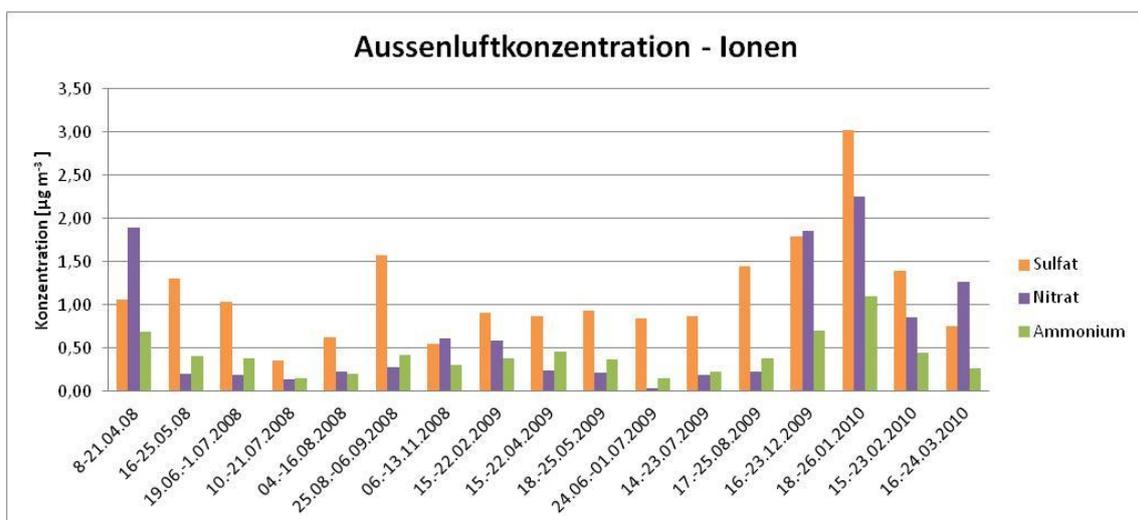


Abb. 6.8: Arithmetische Mitterwert der Konzentrationswerte von Sulfat, Nitrat und Ammonium, gemessen mit Filterstacks

Die höchsten Sulfat-Konzentrationen wurden im Winter 2009/2010 erfasst. Der Maximalwert (als Tagesmittelwert) wurde am 25.01.2010 aufgezeichnet und betrug  $6,7 \mu\text{g/m}^3$ . Die Mediankonzentration betrug  $0,87 \mu\text{g/m}^3$  und der Mittelwert über alle Messkampagnen  $1,1 \mu\text{g/m}^3$ .

Im Fall von Nitrat fällt vor allem eine erhöhte Konzentration in April von 2008 auf. Am 12.04.2008 wurde einen Tagesmittelwert von  $12,9 \mu\text{g/m}^3$  erfasst. Diese Konzentration war um etwa einen Faktor zwölf höher als die gemessenen Konzentrationen an den Tagen davor und danach. Der Mittelwert

der Konzentration während der Messkampagne im April betrug  $1,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Die hohe Konzentration konnte auch bei den High Volume-Messungen beobachtet werden. Am 12.04.2008 wurden  $10,13 \text{ mg}$  Nitrat auf dem High Volume-Filter gesammelt, was einer Aussenluftkonzentration von  $14,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  entspricht. Weitere hohe Belastungen wurden in den Wintermonaten zwischen 2009 und 2010 erfasst. Diese Messkampagnen zeigten im Durchschnitt hohe Konzentrationswerte, erreichten aber nicht die Belastungsspitze am 12.04.2008. Die Mediankonzentration für Nitrat betrug  $0,64 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und der Mittelwert über alle Messkampagnen  $0,22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Ammonium zeigte am 12.04.2008 und am 25.01.2010 zwei Belastungsspitzen. Die Maximalwerte betragen  $4,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und  $2,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ammonium dient als Gegenion zu Sulfat und Nitrat im Aerosol. Deswegen waren hohe Konzentrationswerte an denselben Tagen wie für Sulfat und/oder Nitrat zu erwarten. Mit  $4,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  war die gemessene Konzentration am 12.04.2008 zehnmal höher als der Mittelwert über alle Messkampagnen von  $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Der Medianwert betrug  $0,33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Der Verlauf der Konzentrationswerte über die Jahreszeiten ist gut in den Abbildungen 6.9 bis 6.11 zu erkennen. Ein großer Anteil des Aerosols besteht aus sekundär gebildeten Partikeln, hauptsächlich Ammoniumnitrat und Ammoniumsulfat.

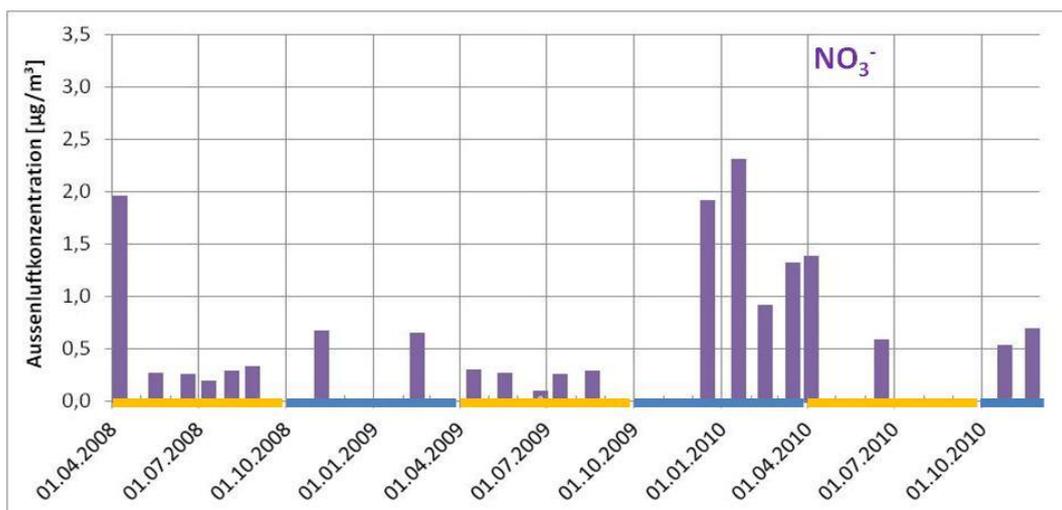


Abb. 6.9: Arithmetische Mitterwert der Konzentrationswerte von Nitrat

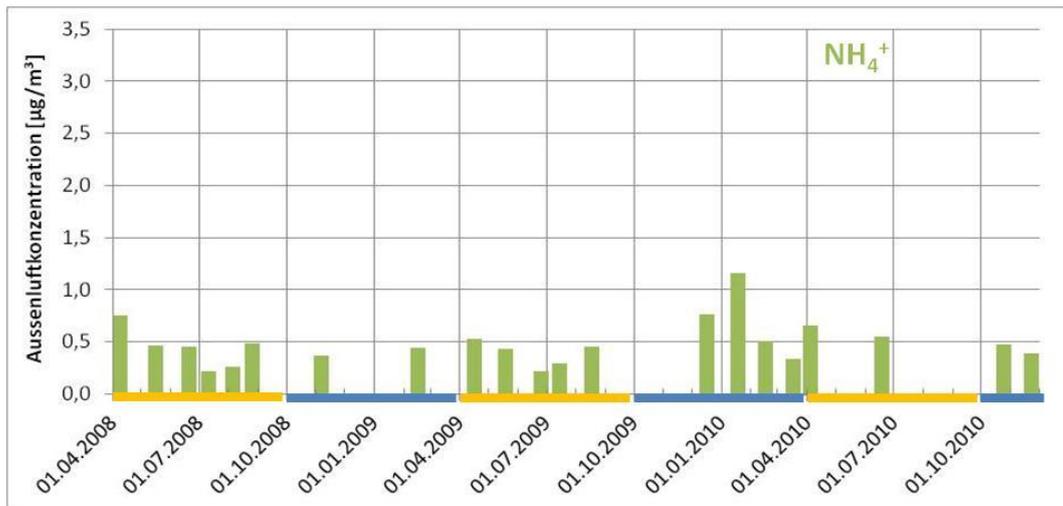


Abb. 6.10: Arithmetische Mitterwert der Konzentrationswerte von Ammonium

Ammoniumnitrat ist semivolatil, d.h. es besteht ein Gleichgewicht zwischen dem partikulären Nitrat und der gasförmigen Salpetersäure, sowie partikulärem Nitrat und dem gasförmigem Ammoniak. In Abb. 6.8 ist der Verlauf dieses Gleichgewichtes über alle die Messkampagnen zu sehen. In Sommer liegt das Gleichgewicht auf der Seite von gasförmiger Salpetersäure und es wird wenig Nitrat gebildet. Dieser Trend war bei den Messungen mit dem High Volume Sammler zu erkennen und ist mit den Filterstacksmessungen bestätigt worden. Da die Konzentrationen von partikulärem Nitrat höher sind als von Salpetersäure läßt sich der Trend hier viel besser beobachten als zuvor für die Salpetersäure beschrieben. In der kalten Jahreshälfte gibt es eine deutliche Steigerung der Nitrat und Ammonium-Konzentrationen. Die hohe Spitze in April 2008 entstand aufgrund eines einzigen Wertes. Am 12.04.2008 wurden sehr hohe Nitrat- und Ammonium-Konzentrationen gemessen. Diese wurden mit zwei unterschiedlichen Sammelmethode in zwei unterschiedlichen Orten in Lunz (Messstation 1 und Messstation 4) am See erfasst.

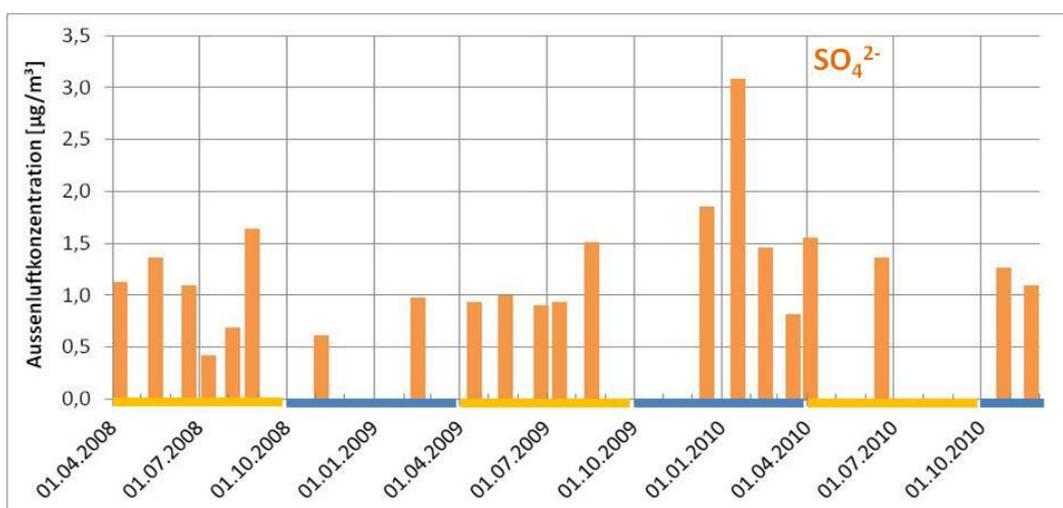


Abb. 6.11: Arithmetische Mitterwert der Konzentrationswerte von Sulfat

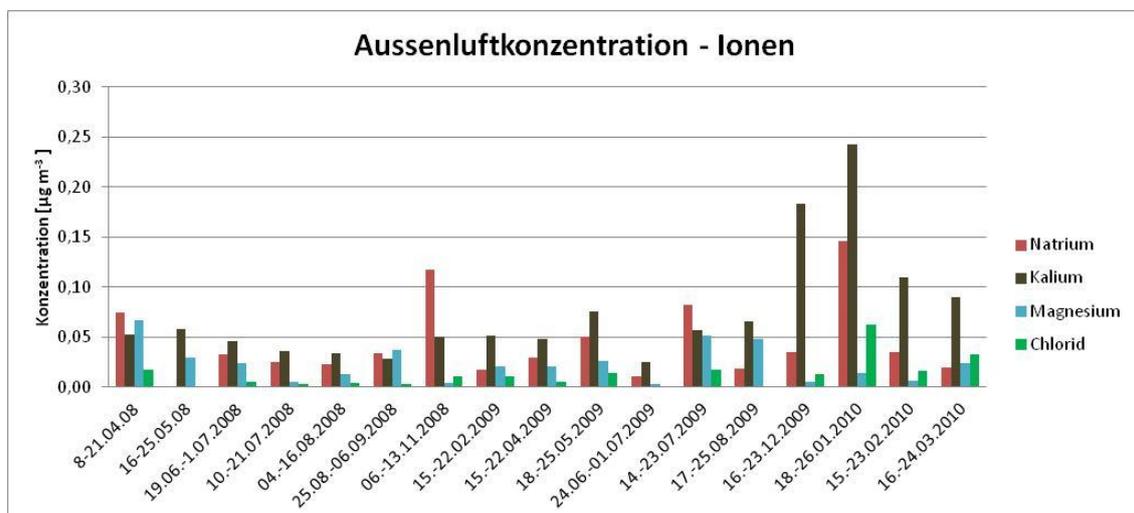
Die Sulfat-Konzentration steigt in Winter und sinkt wieder im Sommer. Wobei der Winter 2009/2010 deutlich markanter als der Winter 2008/2009 ist. Eine Erklärung dafür sind die relativ milden Temperaturen während des Winters 2008/2009. Die aufgezeichneten Konzentrationswerte in Dezember von 2009 und Januar von 2010 sind mit den Werten von zwei Jahren davor vergleichbar. Im Winter 2007/2008 wurden zwar keine Messkampagnen mit Filterstacks durchgeführt, aber die Sulfat-Konzentration wurde mit dem High Volume Sammler erfasst.

**Tabelle 6.4: Aussenluftkonzentrationen von Sulfat, Nitrat und Ammonium gesammelt mit dem High Volume Sammler und mit Filterstacks**

	Sulfat $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Nitrat $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Ammonium $\mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>Dez.07</b>	<b>2,47</b>	<b>1,34</b>	<b>0,88</b>
<i>Dez.09</i>	<i>1,79</i>	<i>1,86</i>	<i>0,70</i>
<b>Jan.08</b>	<b>2,09</b>	<b>1,33</b>	<b>0,81</b>
<i>Jan.10</i>	<i>3,02</i>	<i>2,25</i>	<i>1,10</i>

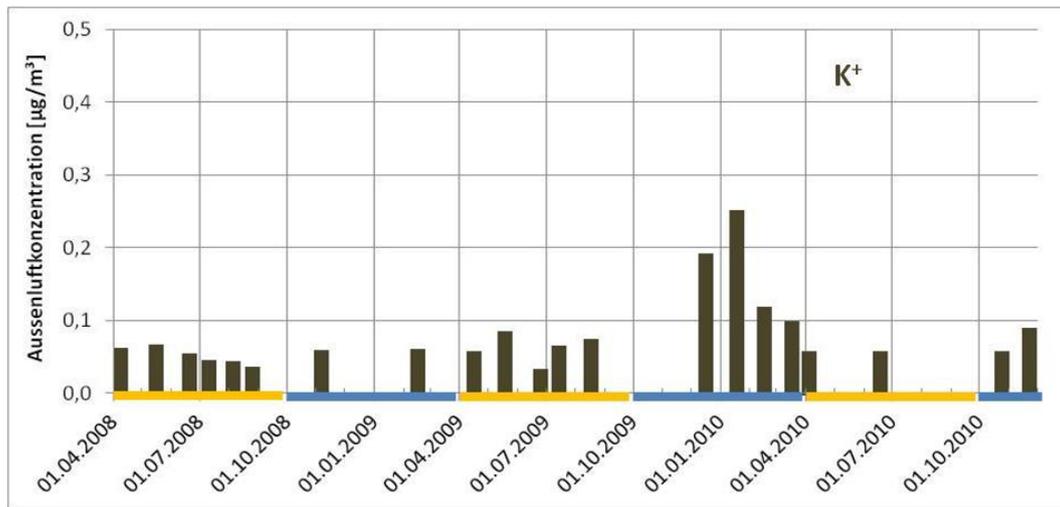
Natrium, Kalium, Magnesium, Kalzium und Chlorid wurden auch gemessen. Die Konzentrationen sind im Vergleich zu den Hauptkomponenten relativ niedrig. Die meisten Konzentrationen lagen im Mittel unter  $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Die Konzentration von Kalzium lag unter der Nachweissgrenze und konnte nicht ausgewertet werden.

Die Konzentrationswerte für Kalium zeigten Spitzenwerte im Winter zwischen 2009 und 2010, was auf die Holzverbrennung zurückzuführen ist. Der Maximalwert der Kaliumkonzentration betrug  $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und wurde am 25.01.2010 erfasst. Natrium zeigte eine Spitzenkonzentration von  $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  am 6.11.2008, aber der höchste Mittelwert über einer gesamten Messkampagne wurde in Januar 2010 mit  $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gemessen.



**Abb. 6.12: Arithmetische Mitterwert der Konzentrationswerte von Natrium, Kalium, Magnesium und Chlorid**

Die erhöhten Konzentrationen im Winter 2009/2010 beschränkten sich nicht nur auf die drei Hauptkomponenten. Im Fall von Kalium war ein signifikanter Konzentrationsanstieg im Winter 2009 / 2010 zu erkennen. Kalium wird auch als Tracer für den Holzrauch benutzt (*Bauer et al 2009, Schmidl et al 2008*). Ein kalter Winter in einem kleinen voralpinen Dorf wie Lunz am See verursacht eine Steigerung der Heiztätigkeit, was diese Belastungsspitzen erklären würde.



**Abb. 6.13:** Arithmetische Mitterwert der Konzentration von Kalium

## 7. Vergleich verschiedene Methoden

In dieser Arbeit wurden verschiedene Komponenten des Aerosoles gesammelt und analysiert. Manchmal war es möglich mehrere Methoden parallel einzusetzen, um dieselben Komponent zu erfassen. In diesem Kapitel werden einige Vergleiche zwischen diesen Methoden dargestellt.

### 7.1. Vergleich der unterschiedlichen Methoden zur Ermittlung der Aerosolmasse

Die Aerosolmasse wurde mit Hilfe von zwei verschiedenen Sammlern erfasst:

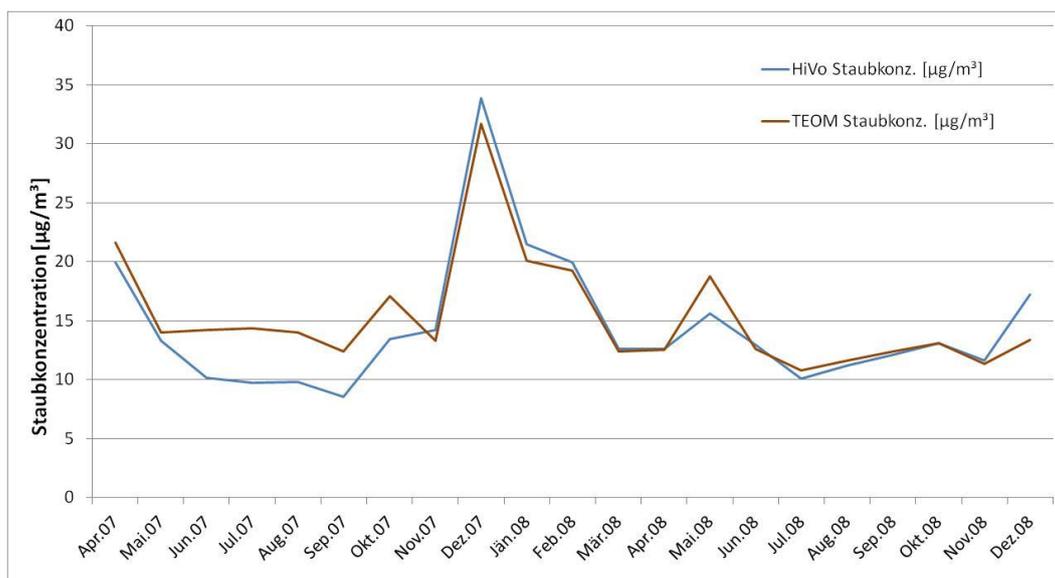
- **Diskontinuierlicher Sammler:** Ein High Volume Sammler der Firma DIGITEL wurde in der Messstation 1 aufgestellt (zur Verfügung gestellt vom Amt der NÖ Landesregierung, Luftgüternetz). Im Durchschnitt wurden täglich 700 m<sup>3</sup> Luft durch einen Quarzfaserfilter gesaugt. Das Wechseln der Filter erfolgte automatisch auf einer täglichen Basis. Die Aerosolmasse auf dem Filter wurde gravimetrisch bestimmt.
- **Kontinuierlicher Sammler:** Mit Hilfe einer kontinuierlichen Methode wurden Halbstundenmittelwerte der PM10-Konzentration in Lunz am See aufgenommen. Diese Mittelwerte wurden dann zu Tagesmittelwerte umgerechnet und mit den Tagesmittelwerten der gravimetrischen Messungen verglichen. Die verwendeten Daten wurden vom Referat Luftgüteüberwachung der Niederösterreichische Landesregierung zur Verfügung gestellt. Diese wurden mit einem TEOM 1400ab der Firma R&P aufgenommen.

**Tabelle 7.1 Monatsmittelwerte der Staubkonzentration in Lunz am See erfasst mit einem High Volume Sammler und einem TEOM Messgerät (Tapered Element Oscillating Microbalance)**

	HiVo Staubkonz. [µg/m <sup>3</sup> ]	TEOM Staubkonz. [µg/m <sup>3</sup> ]	HiVo/TEOM
Apr.07	19,9	21,6	0,92
Mai.07	13,3	14,0	0,95
Jun.07	10,2	14,2	0,72
Jul.07	9,7	14,3	0,68
Aug.07	9,8	14,0	0,70
Sep.07	8,5	12,4	0,69
Okt.07	13,4	17,1	0,78
Nov.07	14,2	13,3	1,07
Dez.07	33,8	31,7	1,07
Jän.08	21,5	20,1	1,07
Feb.08	19,9	19,2	1,04
Mär.08	12,6	12,4	1,02
Apr.08	12,6	12,5	1,00
Mai.08	15,6	18,8	0,83
Jun.08	13,0	12,6	1,03
Jul.08	10,1	10,8	0,94
Aug.08	11,2	11,6	0,97
Sep.08	12,1	12,4	0,97
Okt.08	13,1	13,1	1,00
Nov.08	11,6	11,3	1,02
Dez.08	17,2	13,4	1,28
		MW	0,94

Der Vergleich zeigt eine gute Korrelation zwischen beiden Methoden mit Ausnahme vom Sommer 2007. Wenn man die Monatsmittelwerte bildet und sie vergleicht, erkennt man, dass zwischen Juni und September 2007 im Durchschnitt 30% weniger Staub mit den High Volume Filtern als mit der kontinuierlichen Methode gefunden wurde. Im Mittel gibt es eine sehr gute Übereinstimmung beider Methoden. In Abb. 7.1 sind die mit beiden Methoden erfassten Monatsmittelwerte dargestellt.

Einige Mittelwerte der kontinuierlichen Messungen mussten korrigiert werden, sodass sie dieselben Zeitintervalle erfassen wie die gravimetrischen Messungen. Im Dezember von 2007 ist der Filterwechsler der High Volume Sammler zwei Wochen ausgefallen. Daher wurden in Abb. 7.1 der Mittelwert über die zwei Wochen in Dezember, in welchen die diskontinuierlichen Messungen ohne Probleme stattfanden, aufgetragen und nicht der Monatsmittelwert.



**Abb. 7.1: Monatsmittelwerte der Staubkonzentration in Lunz am See erfasst mit einem diskontinuierlichen (blau) und einen TEOM Sammler (rot)**

## 7.2. Vergleich unterschiedliche Sammelmethode zur Erfassung von Ionen im Feinstaub

Zwei verschiedene Methoden wurden benutzt, um Feinstaub zu sammeln:

- Ein **High Volume Sammler** wurde in der Messstation 1 aufgestellt und sammelte zwischen April 2007 und Dezember 2008 den Feinstaub auf Quarzfasernfiltern. Die Ionenkonzentration der Tagesproben wurde mit Ionenchromatographie analysiert. Das gesammelte Luftvolumen pro Tag betrug in Durchschnitt  $700 \text{ m}^3$ .
- Mit Hilfe von **Filterstacks** wurden Messkampagnen in der Messstation 4 durchgeführt. Diese Messungen fanden zwischen April 2008 und Dezember 2010 statt. Das durchschnittliche Sammelvolumen war  $36 \text{ m}^3$  Luft pro Tag. Die PTFE-Filter wurde eluiert und die Ionenkonzentration der Tagesproben mit Ionenchromatographie bestimmt.

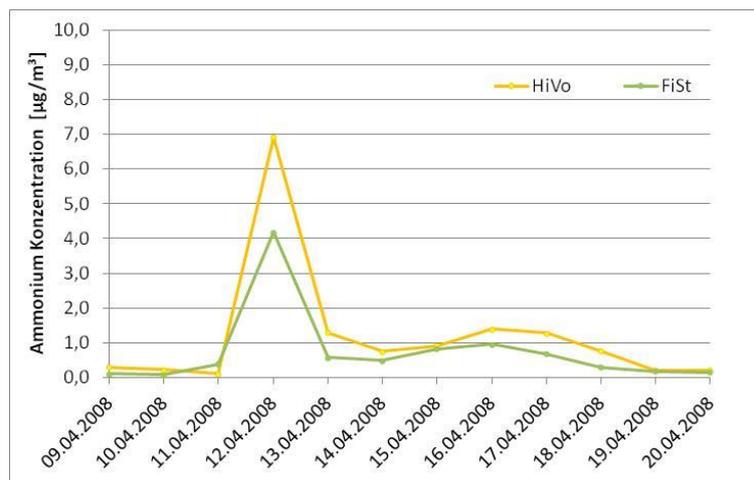


Abb. 7.2: Ammonium Konzentration, gesammelt mit einem High Volume Sammler (gelb) und mit Filterstacks (grün)

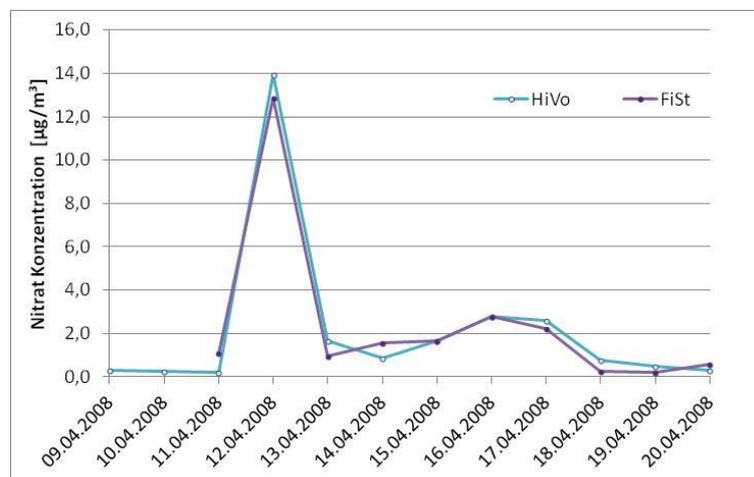


Abb. 7.3: Nitrat Konzentration, gesammelt mit einem High Volume Sammler (türkis) und mit Filterstacks (violett)

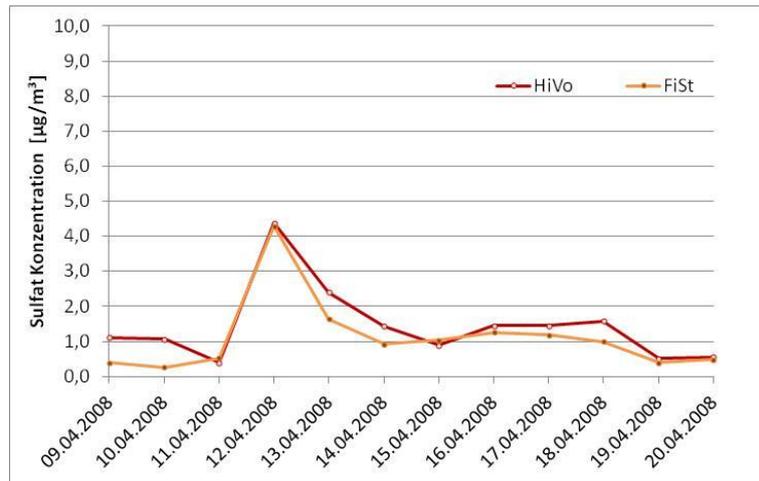


Abb. 7.4: Sulfat Konzentration gesammelt, mit einem High Volume Sammler (rot) und mit Filterstacks (orange)

In den Abb. 7.2 bis 7.4 werden die Ergebnisse der ersten Messkampagne mit Filterstacks und die Ergebnisse der High Volume Tagesproben im selben Zeitrahmen dargestellt. Es gab eine gute Übereinstimmung der gemessenen Konzentrationen zwischen beiden Methoden. Der allgemeine Trend ist gut erkennbar und die aussergewöhnliche Belastungsspitze am 12.04.2008 war bei alle Messungen festzustellen.

Die Messstationen sind etwa 2km voneinander entfernt. Die Messstation 1 stand am Rand von Lunz am See, während sich die Messstation 4 auf der anderen Seite des Lunzer Sees befindet (siehe Abb. 1.9). Wie erwartet liegen die Ergebnisse beider Messungen in derselben Größenordnung und für etwa die Hälfte der Messkampagnen ist kein nennenswerter Unterschied zu erkennen. Es gab jedoch Messkampagnen, in denen die gemessenen Konzentrationen beider Methoden voneinander sehr unterschiedlich waren. Eine mögliche Erklärung dafür wäre eine Beeinflussung durch Lunz am See. Die gemessenen Konzentrationen am Rand des Ortsgebiet von Lunz am See sind höher (bis auf sehr wenige Ausnahmen) als diejenigen, die neben der Biologischen Station gesammelt wurden. Ein Beitrag vom Ort selbst kann nicht ausgeschlossen werden. Abb. 7.5 und Abb. 7.6 zeigen eine höhere Konzentration von Sulfat und Ammonium in der Messstation 1. Die höheren Konzentrationen strecken sich über die gesamte Messkampagne. Am 15. und 16.07.2008 wurde eine Belastungsspitze erfasst, aber nur in der Messstation neben Lunz am See. Der Verlauf der Konzentrationen neben der Biologischen Station bleibt unverändert bzw. sinkt ein wenig im selben Zeitraum.

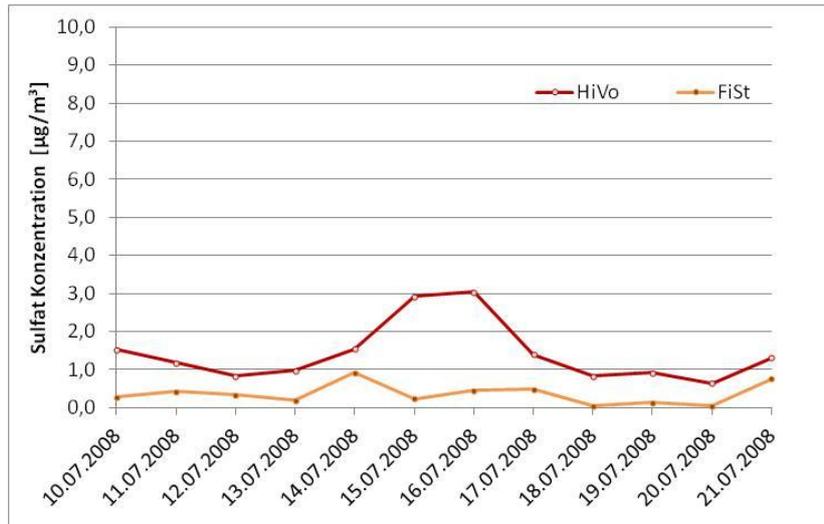


Abb. 7.5: Sulfat Konzentration Messstation 1 (High Volume, rot) und Messstation 4 (Filterstacks, orange)

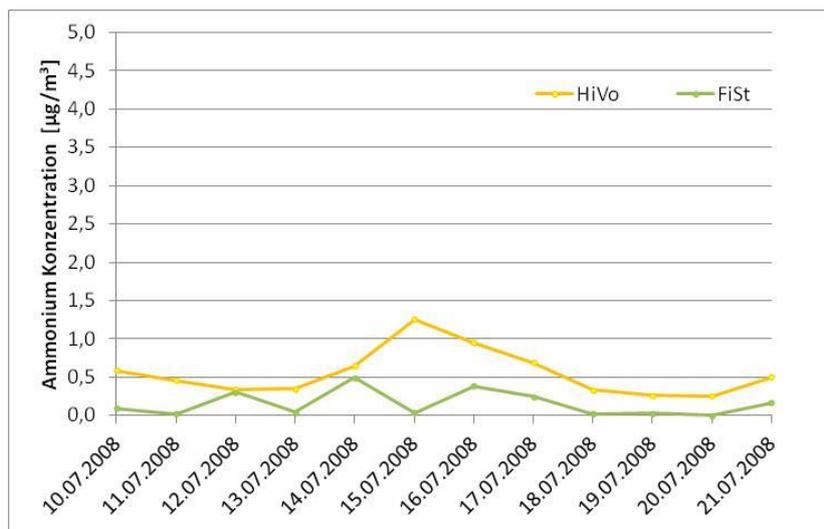


Abb. 7.6: Ammonium Konzentration Messstation 1 (High Volume, gelb) und Messstation 4 (Filterstacks, grün)

Im Fall von hohen Konzentrationswerten stimmen die Messungen in Lunz am See mit den Ergebnisse am anderen Ende des Lunzer Sees sehr gut überein. Diese hohen Konzentrationen sind das Ergebnis vom großräumigen Ferntransport und werden nur wenig von der Siedlung beeinflusst. Im Sommer ist der Beitrag des Ferntransportes geringer und der Einfluss von Lunz am See größer. Im Frühling und Winter stimmen die Werte beider Messmethoden sehr gut überein. Im Sommer sind die mit dem High Volume Sammler gemessenen Werte fast immer höher. Im Allgemeinen kann man einen ähnlichen Trend mit beiden Methoden erkennen.

### 7.3. Vergleich unterschiedliche Sammelmethode zur Erfassung von Spurengase

Zwei verschiedene Methoden wurden benutzt, um NO<sub>2</sub> zu sammeln:

- **Passivsammler** wurden eingesetzt, um die NO<sub>2</sub> Konzentration in der Messstation 1 zu messen. Die Expositionszeiten betragen in Durchschnitt zwei Wochen. Die Messung mit Passivsammlern ist eine integrale Methode, die einen Konzentrationsmittelwert über die gesamte Expositionszeit liefert.
- Es wurde **kontinuierliches Gasmonitoring** (Chemilumineszenz) durch das Land Niederösterreich in der Messstation 1 durchgeführt. Halbstunden Mittelwerte wurde erfasst. Aus diesen Werten wurde der Mittelwert über die gesamte Expositionszeit der Passivsammler gebildet. In Abb. 7.7 werden die umgerechneten Mittelwerte des Gasmonitorings mit denen der Passivsammler in Verhältnis gestellt.

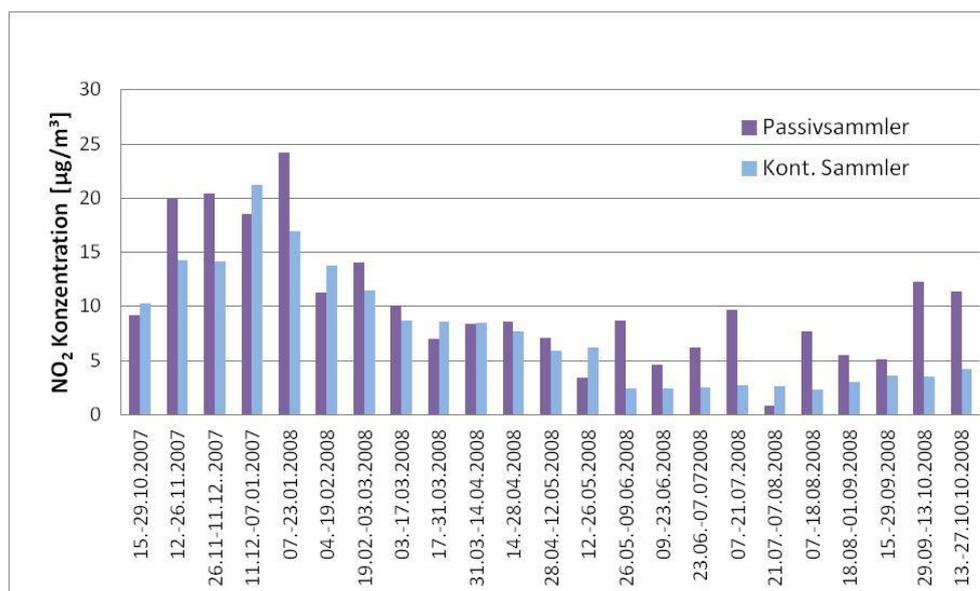


Abb. 7.7: NO<sub>2</sub> Konzentration gemessen mit Passivsammler und mit einem kontinuierlichen Messgerät (Chemiluminiszenz)

Aufgrund ihrer Overall Uncertainty (Genauigkeit) werden Passivsammlern als Objektive Schätzung eingesetzt (Kassin, K. 2003). Das heißt, dass sie nur in solchen Gebieten anwendbar sind, wo der Jahresmittelwert kleiner als 26 µg/m<sup>3</sup> für NO<sub>2</sub> liegt. Dies ist der Fall in Lunz am See.

Wie man aus Abb. 7.7 erkennen kann, liefern Passivsammler teilweise Werte, die mit den kontinuierlichen Messungen nur bedingt übereinstimmen. Ab Juni 2008 lieferten die Messungen mit Passivsammler lieferten meistens höhere Konzentrationwerte als die kontinuierlichen Messungen.

## 7.4. Vergleich der Bestimmung von Total Carbon in PM10

Aus den Quarzfaserfiltern der diskontinuierlichen High Volume Sammlung wurde die Kohlenstoffkonzentration im Aerosol analysiert. Die genaue Vorgangsweise wurde in Kap. 2.4 beschrieben. Zusätzlich wurde im Rahmen der Isotopenmessungen an der Universität Wien auch eine Bestimmung des Gesamtkohlenstoffs vorgenommen.

- **Thermooptische Methode:** Diese Methode wurde an der Technische Universität Wien angewendet. Die Ergebnisse wurden im Kap. 3.2.3 behandelt.
- **Isotopenmessung:** An der Universität Wien, Department für Ökologie wurden Proben aus denselben High Volume Filtern auch gemessen. Die Daten wurden von Dr. Wolfgang Wanek zur Verfügung gestellt.

Der Vergleich der Ergebnisse beider Analysenmethoden ist in Abb. 7.8 zu sehen. Die Resultate beider Methoden folgen denselben Trend. Die mit der thermooptischen Methode gemessenen Werte tendieren etwas höher zu liegen als die aus der Isotopenmessung, trotzdem ist die Übereinstimmung der Ergebnisse sehr gut.

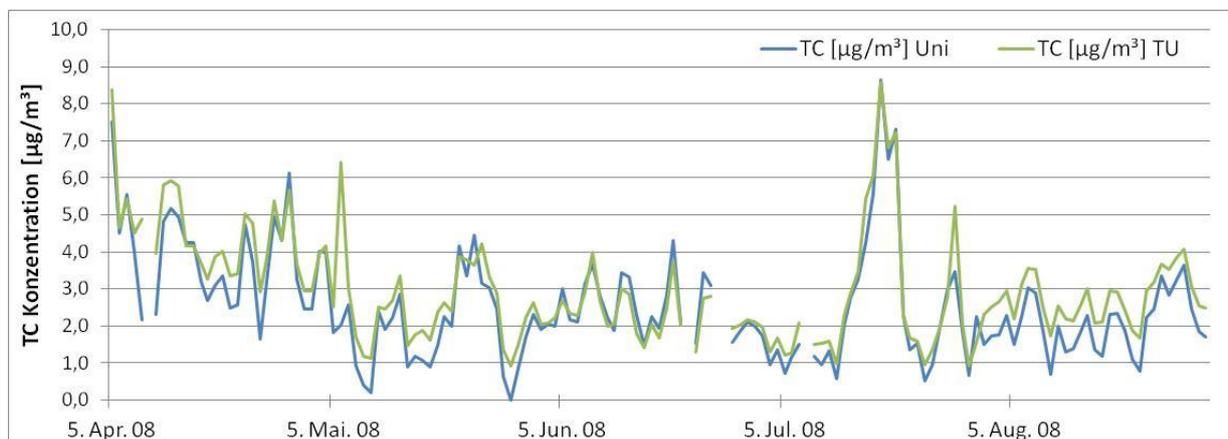


Abb. 7.8: Vergleich der TC-Konzentration gemessen mit einer thermooptischen Methode und aus der Messung der C-Isotopen

## 8. Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit war die Charakterisierung der Aerosolzusammensetzung in einer voralpinen Ortschaft in Niederösterreich. Die PM<sub>10</sub> Fraktion des Feinstaubes wurde gesammelt und analysiert. Es erfolgte eine Bestimmung der gesamten Aerosolmasse sowie eine Charakterisierung ihrer wichtigsten Komponenten. Ein Makrotracer Modell (*Bauer et al, 2008*) wurde benutzt, um die Emissionsquellen und deren Anteil an der gesamten Aerosolkonzentration zu ermitteln. Dabei wurden ausgewählten Komponenten (Makrotracer) mit empirischen Faktoren multipliziert und Emissionsquellen zugewiesen. Der Jahresverlauf der verschiedenen Komponenten und Emissionsquellen wurde dargestellt. Besonders viel Wert wurde auf die saisonalen Trends und außergewöhnliche Ereignisse gelegt. Weiters wurden die Jahresgänge von Spurengasen aufgenommen und dargestellt. Diese dienten als Ergänzung zu den Feinstaubdaten, um eine ausführlicheren Darstellung der saisonalen Trends zu gewinnen.

Die Konzentration der Aerosolmasse in Lunz am See war, wie erwartet, sehr gering. Der Tagesmittelwert von 50 µg/m<sup>3</sup> wurde während der gesamten Messperiode nur einmal, im Dezember 2007, überschritten. Die Konzentrationswerte waren mit denen einer Hintergrundmessstationen vergleichbar. Der Mittelwert über die gesamte Messperiode betrug 14,2 µg/m<sup>3</sup>. In den wärmeren Monaten wurden sehr niedrigen Konzentrationen erfasst, nach dem Kälteeinbruch stiegen jedoch die gemessenen Konzentrationswerte jedoch schnell.

Die Analyse der Hauptkomponenten zeigt, dass anorganischen Ionen und die Kohlenstofffraktionen (als Total Carbon) jeweils bis zur Hälfte der Gesamtmasse ausmachen. Die niedrigsten Ionenkonzentrationen wurden in den Sommermonaten verzeichnet, trotzdem bilden sie in dieser Zeit mit bis zu 45% den verhältnismäßig größten Anteil der Aerosolmasse. Der Anteil an Kohlenstoff hingegen ist im Winter mit bis zu 46% der gesamten Aerosolmasse am höchsten.

Die Zuordnung und Quantifizierung der Emissionsquellen ergab folgende Ergebnisse:

- ☉ Die **Biomasseverbrennung** ist für Lunz am See eine der wichtigsten Emissionsquellen, vor allem in den kälteren Monaten. Die Heitztätigkeit, die hauptsächlich aus der Verbrennung von Holz besteht, verursacht eine markante Erhöhung der Feinstaubemission während des Winters. In Dezember 2007 wurden bis zu 50% der gesamten Aerosolmasse dem Holzrauch zugeordnet. Im Sommer gehen die Konzentrationswerte deutlich zurück. Zusätzlich konnte durch das Verhältnis zweier Anhydrozuckern auf die Art des verwendeten Holzes rückgeschlossen werden. Ein Verhältnis von 4,8 deutet auf die Benutzung von Weichholzarten hin (*Schmidl et al 2008*).

- ☉ Der zeitliche Trend des **sekundär gebildeten Aerosols** (Ammoniumsulfat und Ammoniumnitrat) entspricht dem allgemeinen Trend der Aerosolkonzentration. Dieser ist nicht so ausgeprägt wie im Fall des Holzrauches, mit Anteilen zwischen 10 und 38% der gesamten Aerosolmasse sind diese jedoch eine wichtige Komponente des Feinstaubes.
- ☉ Die Fraktion des PM<sub>10</sub>, die durch **Kraftfahrzeuge** (Abrieb und Abgase) erzeugt wird, beträgt im Mittel 9,7%. Es liegt eine einzige verkehrsreiche Strasse in der Nähe von Lunz am See, daher sind die absolute Konzentrationswerte sehr klein.
- ☉ Die **HULIS** zeigen verhältnismäßig hohe Werte im Herbst mit bis zu 10% der Gesamtmasse, sonst tragen sie nur geringfügig zur Aerosolmasse bei.
- ☉ Weitere Feinstaubquellen waren **Streusalz, Pilzsporen** und **Pflanzendebris**. Diese Komponenten hatten zwar einen sehr geringen Einfluss auf die gesamte Aerosolkonzentration, zeigten aber einen von den Jahreszeiten abhängigen Konzentrationsverlauf.

Die Konzentration der Spurengase wurde mit Passivsammler an drei Messstellen aufgenommen und ausgewertet. Die Messungen ergaben sehr geringe Konzentrationswerte. Im Fall von Ammoniak und Schwefeldioxid waren keine eindeutigen jahreszeitlichen Verläufe erkennbar. Die Konzentration von Stickstoffdioxid hingegen hat einen eindeutigen Jahresverlauf mit höheren Konzentrationen in Winter und niedrigen im Sommer. Weiters zeigte sich ein klarer Unterschied zwischen den Messstellen. An der Station nahe dem Ortszentrum wurden stets höhere Konzentrationen erfasst, was auf anthropogene Quellen als Ursache deutet.

Zusätzlich wurden Messkampagnen durchgeführt, in denen das Aerosolpartikel und ausgewählte Gase mit Filterstacks bestimmt wurden. Diese Messkampagnen dienten als Ergänzung zu den vorher behandelten Messungen. Sowohl saisonale Trends, als auch die Unterschiede der Konzentrationsmessungen an den einzelnen Stationen waren auch bei diesen Messungen zu sehen.

Zuletzt wurden die unterschiedlichen Methoden, die zur Sammlung oder Analyse der Komponenten benutzt wurden, miteinander verglichen. Der Vergleich zeigt generell eine gute Übereinstimmung der Meßmethoden.

## 9. Verzeichnisse

### 9.1.Literaturverzeichnis

- ☉ Anderl, M., Gangl, M., Göttlicher, S., Köther, T., Muik, B., Pazdernik, K., Poupa, S., Schodl, B., Storch, A., Wappel, D., Wieser, M. (2009). *Emissionstrends 1990-2007 – Ein Überblick über die österreichischen Verursacher von Luftschadstoffen (Datenstand 2009)*. Report REP-0234 Umweltbundesamt, Wien..
- ☉ Bauer, H., Marr, I., Kasper-Giebl, A., Limbeck, A., Caseiro, A., Handler, M., Jankowski, N., Klatzer, B., Kotianová, P., Pouresmaeil, P., Schmidl, C., Sageder, M., Puxbaum, H. (2006). „AQUELLA“ Wien – *Bestimmung von Immisionsbeiträgen in Feinstaubproben*. Bericht UA/AQWien 2006-174S. Institut für Chemischen Technologien und Analytik, Technische Universität Wien.
- ☉ Bauer, H., Marr, I., Kasper-Giebl, A., Limbeck, A., Caseiro, A., Handler, M., Jankowski, N., Klatzer, B., Kotianová, P., Pouresmaeil, P., Schmidl, C., Sageder, M., Puxbaum, H. (2007). „AQUELLA“ Steiermark – *Bestimmung von Immisionsbeiträgen in Feinstaubproben*. Bericht UA/AQGraz 2007-163S. Institut für Chemischen Technologien und Analytik, Technische Universität Wien.
- ☉ Bauer, H., Marr, I., Kasper-Giebl, A., Limbeck, A., Caseiro, A., Handler, M., Jankowski, N., Klatzer, B., Kotianová, P., Pouresmaeil, P., Schmidl, C., Sageder, M., Puxbaum, H. (2007). „AQUELLA“ Köflach – *Bestimmung von Immisionsbeiträgen in Feinstaubproben*. Bericht UA/AQKöflach 2007-64S. Institut für Chemischen Technologien und Analytik, Technische Universität Wien.
- ☉ Bauer, H., Marr, I., Kasper-Giebl, A., Limbeck, A., Caseiro, A., Handler, M., Jankowski, N., Klatzer, B., Kotianová, P., Pouresmaeil, P., Schmidl, C., Sageder, M., Puxbaum, H. (2008). „AQUELLA“ Niederösterreich – *Aerosolquellenanalyse für Niederösterreich*. Bericht UA/AQNiederösterreich 2008-129S. Institut für Chemischen Technologien und Analytik, Technische Universität Wien.
- ☉ Bauer, H., Marr, I., Kasper-Giebl, A., Limbeck, A., Handler, M., Jankowski, N., Klatzer, B., Kotianová, P., Pouresmaeil, P., Schmidl, C., Puxbaum, H. (2009). „AQUELLA“ Knittelfeld – *Bestimmung von Immisionsbeiträgen in Feinstaubproben in Knittelfeld*. Bericht UA/AQKnittelfeld 2009-44S. Institut für Chemischen Technologien und Analytik, Technische Universität Wien.
- ☉ Blecha, M. (2008). *Nasse, Trockene und Okkulte Deposition in Lunz am See*. Diplomarbeit am Institut für Chemische Technologien und Analytik, Technische Universität Wien.
- ☉ Bliefert, C. (1994). *Umweltchemie*. VCH Verlagsgesellschaft mbH, D-69451 Weinheim, Deutschland.
- ☉ Brandstätter, M., Scheicher, E. (2009). *Jahresbericht der Luftgütemessungen in Niederösterreich 2008*. Abteilung Umwelttechnik, Referat Luftgüteüberwachung, Amt der niederösterreichische Landesregierung, Baden.
- ☉ Caseiro, A., Bauer, H., Schmidl, C., Pio, C., Puxbaum, H. (2009). *Wood burning impact on PM10 in three Austrian regions*. Atmospheric Environment 43, 2186-2195.
- ☉ Cashier, H., Bremond, M.P., Buat-Menard, P. (1988) *Determination of atmospheric soot carbon with a simple thermal method*. Tellus. 1988 S.379-390
- ☉ Hann, W., Scheicher, E. (2008). *Jahresbericht der Luftgütemessungen in Niederösterreich 2007*. Abteilung Umwelttechnik, Referat Luftgüteüberwachung, Amt der niederösterreichische Landesregierung, Baden.

- ③ Jankowski, N., Schmidl, C., Marr, I.L., Bauer, H., Puxbaum, H. (2008). *Comparison of methods for the quantification of carbonate carbon in atmospheric PM10 aerosol samples*. Atmospheric Environment 42, 8055-8064.
- ③ Kasper-Giebl, A. (1991). *Passive Sammelsysteme zur Bestimmung von Ammoniak in der Atmosphäre*. Diplomarbeit am Institut für Chemische Technologien und Analytik, Technische Universität Wien.
- ③ Kassin, K. (2003). *Vergleichsmessungen mit Passivsammlern zur Bestimmung von NO<sub>2</sub> und SO<sub>2</sub> in der Atmosphäre*. Diplomarbeit am Institut für Chemische Technologien und Analytik, Technische Universität Wien.
- ③ Krenn, S. (1994) *Ein Passivsammler zur Immissionsmessung von NO<sub>2</sub> und SO<sub>2</sub>*. Diplomarbeit am Institut für Analytische Chemie, Technische Universität Wien.
- ③ Koller, M. Dissertation in Arbeit
- ③ Leder, K., Bauer, H., Puxbaum, H. (2010). *Nasse Deposition im Land Niederösterreich 2008-2009*. Institut für Chemischen Technologien und Analytik, Technische Universität Wien. CTA-EAC-02.10
- ③ Löflund, M., Kasper-Giebl, A., Stopper, S., Urban, H., Biebl, P., Kirchner, M., Bräutigam, S., Puxbaum, H. (2002). *Monitoring ammonia in urban, inner alpine and pre-alpine ambient air*. Journal of Environmental Monitoring 4, 2005-2009.
- ③ Ramirez Santa Cruz, C., Kasper-Giebl, A., Falkensteiner, A., Kranabetter, A., Haslhofer, A., Staudinger, M. (2007) *Luftgütemessungen mit Passivsammlern Inneralpine Region Südlich Oktober 2005- Oktober 2006*. Bericht 08/2007. Institut für Chemische Technologien und Analytik, Technische Universität Wien.
- ③ Schmidl, C., Marr, I.L., Caseiro, A., Kotianová, P., Berner, A., Bauer, H., Kasper-Giebl, A., Puxbaum, H. (2008). *Chemical characterization of fine particle emissions from wood stove combustion of common woods growing in mid-European Alpine regions*. Atmospheric Environment 42, 126-141.
- ③ Spangl, W., Placer, K., Moosmann, L., Schneider, J. (2005). *Abschätzung der Gesundheitsauswirkung von Schwebstaub in Österreich*. Report REP-0020 Umweltbundesamt, Wien.
- ③ Spangl, W., Nagl, C., Moosmann, L. (2008). *Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2007*. Report REP-0153 Umweltbundesamt, Wien.
- ③ Spangl, W., Nagl, C., Moosmann, L. (2008). *Luftgütemessungen und meteorologische Messungen – Jahresbericht Hintergrundmeßnetz Umweltbundesamt 2007*. Report REP-0154 Umweltbundesamt, Wien.
- ③ Wiki -1: <http://de.wikipedia.org/wiki/Schwefeldioxid> am 01.08.2012

## 9.2. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1: Transportvorgänge von Schadstoffen in der Atmosphäre	4
Abb. 1.2: Schwefelkreislauf in der Atmosphäre	5
Abb. 1.3: Stickstoffkreislauf	7
Abb. 1.4: Mengenverteilung der Feinstaubfraktionen	8
Abb. 1.5: Partikelgrößen (Bild von <a href="http://www.epa.gov/airscience/air-particulate-matter.htm">http://www.epa.gov/airscience/air-particulate-matter.htm</a> )	9
Abb. 1.6: Immissionsüberschreitungen von PM 10 im Messnetz des Umweltbundesamt im Jahr 2007	12
Abb. 1.7: Immissionsbelastung von NO <sub>2</sub> im Messnetz des Umweltbundesamt im Jahr 2007	13
Abb. 1.8: Lunz am See, liegt weit von den Drei großen Ballungsräumen Wien, Graz und Linz	14
Abb. 1.9: Standorte der Messungen im Lunz am See	15
Abb. 1.10: Station 1 im Lunz am See	15
Abb. 1.11: Messplatz vor der biologischen Station in Lunz am See	16
Abb. 2.1: High Volume Sammler der Firma DIGITEL	17
Abb. 2.2: Messperioden und Ausfalltagen während der PM10 Sammlung	18
Abb. 2.3: Aliquotisierung der Quarzfaserfilter	19
Abb. 2.4: Darstellung der Zusammenfassung der Tagesproben zu „Pools“ im April 2007	20
Abb. 2.5: Darstellung der Zusammenfassung der Tagesproben zu „Pools“ im Juli 2007	20
Abb. 2.6: Darstellung der Zusammenfassung der Tagesproben zu „Pools“ im Oktober 2007	21
Abb. 2.7: Darstellung der Zusammenfassung der Tagesproben zu „Pools“ im Januar 2008	21
Abb. 2.8: Schematische Darstellung eines isokratischen Chromatographs	22
Abb. 2.9: Chromatogramm mit einem KOH Konzentrationsgradient	24
Abb. 2.10: Thermogramm einer realen Probe von Lunz am See, mit Temperaturgradient (rote Linie)	25
Abb. 2.11: Schematische Darstellung des vertikalen Rohrofens	26
Abb. 2.12: Schematische Darstellung des thermo-optischen Verbrennungsofens	28
Abb. 2.13: Chromatogramm der Zuckernalyse in der HPLC-EC nach Methode 1	30
Abb. 2.14: Chromatogramm der Zuckernalyse in der HPLC-EC nach Methode 2	32
Abb. 2.15: Darstellung der Festphasenextraktion der großen organischen Moleküle	33
Abb. 2.16: Darstellung des TOC-Messgerätes mit FIA	34
Abb. 2.17: Schematische Darstellung eines Photometers	35
Abb. 2.18: Schematische Darstellung eines Röntgenfluoreszenz Spektrometers	37
Abb. 3.1: Monatsmittelwert der PM10 Konzentration in Lunz am See (Ausnahme Dezember 2007 und September 2008, Ausfall der Messungen über einen Zeitraum von mehreren Tagen)	39
Abb. 3.2: Monatsmittelwerte von Lunz und den Messstationen des österreichischen Hintergrundmessnetzes	40
Abb. 3.3: Monatsmittelwerte der Ionenkonzentration (Sulfat, Nitrat und Ammonium) in µg/m <sup>3</sup> im Vergleich zur Gesamtkonzentration des PM10	41
Abb. 3.4: Tagesmittelwerte von Acetat, Formiat und Oxalat (linke Achse) im Vergleich mit den Monatsmittelwerten der PM10-Gesamtkonzentration (rechte Achse)	42
Abb. 3.5: Monatsmittelwerte der Kohlenstoffkonzentration (Total Carbon) in µg/m <sup>3</sup> im Vergleich mit der Gesamtkonzentration des PM10	43
Abb. 3.6: Kohlenstofffraktionen als Prozentanteil der Gesamtkohlenstoffkonzentration	44
Abb. 3.7: Winterhalbjahr Mittelwert (Okt. 07- Mär. 08), Sommerhalbjahr Mittelwert (Apr. 07-Sep. 07) Faktoren zur Bestimmung von OM und Karbonaten folgen im Kap. 3.3)	45
Abb. 3.8: Massenbilanz der Monatsmittelwerte	46
Abb. 3.9: (a) Monatsmittelwerte der zugeordneten Holzrauch-Fraktion (b) Monatsmittelwerte der zugeordneten Holzrauch-Fraktion relativ zur PM10 Gesamtkonzentration	48
Abb. 3.10: (a) Monatsmittelwerte der zugeordneten sekundär gebildeten anorganischen Aerosol-Fraktion (b) Monatsmittelwerte der zugeordneten sekundär gebildeten anorganischen Aerosol Fraktion relativ zur PM10 Gesamtkonzentration	49

Abb. 3.11: (a) Jahresverlauf der Nitrat Konzentration (b) Jahresverlauf der absolute Konzentration der drei Hauptkomponenten der sekundär gebildeten anorganischen Aerosole	50
Abb. 3.12: (a) Monatsmittelwerte der zugeordneten KFZ-Abgas-Fraktion (b) Monatsmittelwerte der zugeordneten KFZ-Abgas-Fraktion relativ zur PM10 Gesamtkonzentration	51
Abb. 3.13: (a) Monatsmittelwerte der zugeordneten KFZ-Abrieb-Fraktion (b) Monatsmittelwerte der zugeordneten KFZ-Abrieb-Fraktion relativ zur PM10 Gesamtkonzentration	51
Abb. 3.14: (a) Monatsmittelwerte der HULIS-Fraktion (b) Monatsmittelwerte der HULIS-Fraktion relativ zur PM10 Gesamtkonzentration	52
Abb. 3.15: (a) Monatsmittelwerte der zugeordneten Streusalz-Fraktion (b) Monatsmittelwerte der zugeordneten Streusalz-Fraktion relativ zur PM10 Gesamtkonzentration	53
Abb. 3.16: (a) Monatsmittelwerte der Carbonate (b) Monatsmittelwerte der Carbonate relativ zur PM10 Konzentration	53
Abb. 3.17: (a) Monatsmittelwerte der zugeordnete Bioaerosol-Fraktion (b) Monatsmittelwerte der zugeordnete Bioaerosol-Fraktion relativ zur PM10 Konzentration	54
Abb. 3.18: (a) Monatsmittelwerte der zugeordnete Pflanzendebris-Fraktion (b) Monatsmittelwerte der zugeordnete Pflanzendebris-Fraktion relativ zur PM10 Konzentration	54
Abb. 3.19: Vergleich der Zusammensetzung in Lunz am See (gemessen 2007) mit den Stationen Bockberg (2004), Knittelfeld (2005) und Köflach (2007), als absolute Konzentrationswerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] und ihre relative Anteile des PM10s [%]	55
Abb. 3.20: Vergleich der Zusammensetzung in Lunz am See (gemessen 2007) mit Wien-Rinnböckstrasse (2004), als absolute Konzentrationswerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] und ihre relative Anteile des PM10s [%], Daten aus der Wien von Bauer et al 2006	56
Abb. 3.21: Monatsmittelwerte der abgeleiteten Holzrauch-Fraktion in Lunz am See (gemessen 2008), Mistelbach und Stixneusiedl (2005) als absolute Konzentrationswerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] und ihre relative Anteile des PM10s [%], Daten aus Niederösterreich von Bauer et al 2008	57
Abb. 3.22: Monatsmittelwerte der abgeleiteten KFZ-Fraktion in Lunz am See (2008), Mistelbach und Stixneusiedl (2005) als absolute relative Konzentrationswerte, Daten aus Niederösterreich von Bauer et al 2008	57
Abb. 3.23: Monatsmittelwerte der sekundären anorganischen Aerosole in Lunz am See (2008), Mistelbach und Stixneusiedl (2005) als absolute und relative Konzentrationswerte, Daten aus Niederösterreich von Bauer et al 2008	57
Abb. 3.24: Verlauf und Korrelation von Holzrauch/Biomasseverbrennung gegen die Temperatur	58
Abb. 3.25: Verlauf und Korrelation von Holzrauch/Biomasseverbrennung im Vergleich mit den aus den KFZ-Verkehr kommende Konzentration	58
Abb. 3.26: Zuwachs der wichtigsten Komponenten	59
Abb. 3.27: (a) Konzentrationswerte der repräsentativen Monate in Quellen unterteilt und (b) ihren prozentuellen Anteil zur Aerosolmasse	60
Abb. 4.1: Konzentrationsgradient während des Diffusionsvorganges	62
Abb. 4.2: Längsschnitt eines Passivsammlers	63
Abb. 4.3: Graphische Darstellung der Abhängigkeit der Sammelrate zur Windgeschwindigkeit im Fall von Passivsammlern für Ammoniak (Kasper-Giebl, A. 1991)	63
Abb. 4.4: Verlauf der Monatsmittelwerte der Windgeschwindigkeit in der Station 1 (Messcontainer am Rand der Ortschaft)	64
Abb. 4.5: Darstellung eines Passivsammler ( $d$ = Durchmesser und $d_i$ = Innendurchmesser)	68
Abb. 4.6: Schutzglocke und Passivsammler der Station 4: Biologische Station in Lunz am See	68
Abb. 5.1: Langfristiger Trend der jährliche $\text{NO}_2$ Mittelwertkonzentration in drei Messstellen in der Südalpine Region von Land Salzburg (Ramirez Santa Cruz et al 2007)	70
Abb. 5.2: Jahresverlauf der Ammoniak Konzentration in den drei Messstationen, die mit Passivsammler ausgestattet waren	71

Abb. 5.3: Jahresverlauf der Stickstoffdioxid Konzentration in den drei Messstationen, die mit Passivsammler ausgestattet waren	72
Abb. 5.4: Jahresverlauf der Schwefeldioxid Konzentration in den drei Messstationen	73
Abb. 5.5: Ergebnisse der SO <sub>2</sub> -Messung mit Passivsammler bei Expositionszeiten von 2 und 4 Wochen an drei Messstellen in Lunz am See (Zentrum, Messcontainer und Biologische Station)	74
Abb. 5.6: Ergebnisse der NO <sub>2</sub> -Messung mit Passivsammler bei Expositionszeiten von 2 und 4 Wochen an drei Messstellen in Lunz am See (Zentrum, Messcontainer und Biologische Station)	75
Abb. 6.1: Messstation 4, Feld vor der Biologische Station Lunz	76
Abb. 6.2: Schematische Darstellung eines Filterstacks zur Sammlung von Spurengase und Partikeln, die dünne Pfeile signalisieren die Strömungsrichtung	78
Abb. 6.3: Arithmetische Mitterwert der Konzentrationswerte von SO <sub>2</sub> , HNO <sub>3</sub> und NH <sub>3</sub> gemessen mit Filterstacks	83
Abb. 6.4: Arithmetische Mitterwert der SO <sub>2</sub> -Konzentration, gemessen mit Filterstacks	83
Abb. 6.5: Arithmetische Mittelwert der HNO <sub>3</sub> -Konzentration, gemessen mit Filterstacks	84
Abb. 6.6: Anteil der Salpetersäure an der Summe von Salpetersäure und Nitrat	85
Abb. 6.7: Arithmetische Mittelwert der Konzentration von NH <sub>3</sub>	85
Abb. 6.8: Arithmetische Mitterwert der Konzentrationswerte von Sulfat, Nitrat und Ammonium, gemessen mit Filterstacks	86
Abb. 6.9: Arithmetische Mitterwert der Konzentrationswerte von Nitrat	87
Abb. 6.10: Arithmetische Mitterwert der Konzentrationswerte von Ammonium	88
Abb. 6.11: Arithmetische Mitterwert der Konzentrationswerte von Sulfat	88
Abb. 6.12: Arithmetische Mitterwert der Konzentrationswerte von Natrium, Kalium, Magnesium und Chlorid	89
Abb. 6.13: Arithmetische Mitterwert der Konzentration von Kalium	90
Abb. 7.1: Monatsmittelwerte der Staubkonzentration in Lunz am See erfasst mit einem diskontinuierlichen (blau) und einen TEOM Sammler (rot)	92
Abb. 7.2: Ammonium Konzentration, gesammelt mit einem High Volume Sammler (gelb) und mit Filterstacks (grün)	93
Abb. 7.3: Nitrat Konzentration, gesammelt mit einem High Volume Sammler (türkis) und mit Filterstacks (violett)	93
Abb. 7.4: Sulfat Konzentration gesammelt, mit einem High Volume Sammler (rot) und mit Filterstacks (orange)	94
Abb. 7.5: Sulfat Konzentration Messstation 1 (High Volume, rot) und Messstation 4 (Filterstacks, orange)	95
Abb. 7.6: Ammonium Konzentration Messstation 1 (High Volume, gelb) und Messstation 4 (Filterstacks, grün)	95
Abb. 7.7: NO <sub>2</sub> Konzentration gemessen mit Passivsammler und mit einem kontinuierlichen Messgerät (Chemiluminiszenz)	96
Abb. 7.8: Vergleich der TC-Konzentration gemessen mit einer thermooptischen Methode und aus der Messung der C-Isotopen	97

## 9.3. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.1: Grenzwerte zum Schutz der Menschen	9
Tabelle 1.2: Grenzwerte zum Schutz der Ökosysteme und die Vegetation	9
Tabelle 2.1: Standardkonzentrationen und technische Daten des isokratischen Anionen Chromatographie Systems	23
Tabelle 2.2: Standardkonzentrationen und technische Daten des Kationen ICS 3000 Chromatographie Systems	24
Tabelle 2.3: Standardkonzentrationen und technische Daten des Anionen Chromatographie Systems mit Gradient	24
Tabelle 2.4: Methode 1 zur Analyse der Zucker und Anhydrozucker	30
Tabelle 2.5: Retentionszeiten der Komponenten Analysiert nach Methode 1	31
Tabelle 2.6: Standardkonzentrationen und technische Daten des Zucker Chromatographie System zur Zuckeranalyse, Methode 1	31
Tabelle 2.7: Retentionszeiten der Komponenten analysiert nach Methode 2	32
Tabelle 2.8: Standardkonzentrationen und Technische Daten der ICS 3000 Zucker Chromatographie System nach Methode 2	32
Tabelle 2.9: Standardkonzentrationen und Technische Daten Cellulose Bestimmungsmethode	36
Tabelle 2.10: Standardkonzentrationen und Technische Daten Cellulose Bestimmungsmethode	37
Tabelle 3.1: Monatsmittelwerte von Lunz und die Messstationen des österreichischen Hintergrundmessnetzes	39
Tabelle 3.2: Prozentanteil der Ionenkonzentration gegenüber der Gesamtstaubkonzentration	41
Tabelle 3.3: Prozentanteil der Konzentration der organischen Säureanionen gegenüber der Gesamtstaubkonzentration als Monatsmittel	42
Tabelle 3.4: Prozentanteil der Kohlenstoffkonzentration gegenüber der Gesamtstaubkonzentration	43
Tabelle 3.5: Monatsmittelwerte des Silikatanteils (Bauer et al 2008)	45
Tabelle 3.6: Zusammenfassung der Komponenten die als Makrotracer für die Modellierung benutzt wurden (AQUELLA-Projekt, Bauer et al. 2009)	47
Tabelle 3.7: Vergleich der Verhältnisse von Levoglucosan zu Mannosan (Vergleichsdaten aus Schmidl et al. 2008)	48
Tabelle 3.8: 3-Monatsmittelwert (Okt.-Dez.) unterschiedlichen Stationen der Aquella Projekte (Bauer et al. 2007, 2008, 2009) und in Lunz am See	49
Tabelle 3.9: Prozentanteil der HULIS-Konzentration von der Gesamtstaubkonzentration	52
Tabelle 3.10: Anzahl der Berechneten Sporen pro m <sup>3</sup> Luft	54
Tabelle 3.11: Mittelwerte (Okt.-Dez.) in Lunz am See (gemessen 2007) mit den Stationen Bockberg (2004), Knittelfeld (2005) und Köflach(2007), Konzentrationswerte und Anteile an der Gesamtmasse, Daten aus der Steiermark von Bauer et al 2007, 2008)	55
Tabelle 3.12: Mittelwerte der Überschreitungstage in Lunz am See (2008) und Wien-Rinnböckstrasse (2004) Konzentrationswerte und Anteile an der Gesamtmasse, Daten aus Wien von Bauer et al 2006	56
Tabelle 3.13: Mittelwerte der Staubkonzentration von Jänner bis Juni (Lunz Messjahr 2007; Mistelbach und Stixneusiedl Messjahr 2005) [%], Daten aus Niederösterreich von Bauer et al 2008	56
Tabelle 3.14: Zuwachs der Komponenten von Sommer bis Winter	59
Tabelle 4.1: Diffusionskoeffizienten	62
Tabelle 4.2: Sammelraten für eine Windgeschwindigkeit von 0,75 m/s (Kasper-Giebl, A. 1991 und Krenn, S. 1993)	64
Tabelle 4.3: Beurteilungsschranken für NO <sub>2</sub> nach der Richtlinie 1999/10/EG des Rates der EU	66
Tabelle 4.4: Beurteilungsschranken für SO <sub>2</sub> nach der Richtlinie 1999/10/EG des Rates der EU	66
Tabelle 4.5: Theoretische Nachweisgrenzen für die drei gemessenen Schadstoffen	67
Tabelle 4.6: Expositionszeiten während einer Periode	69
Tabelle 6.1: Filterstackssystem	79

<i>Tabelle 6.2: Expositionszeiten der Filterstacks bei unterschiedlichen Messserien in Lunz am See</i>	80
<i>Tabelle 6.3: Korrekturfaktoren für die Aussenluftkonzentration</i>	81
<i>Tabelle 6.4: Aussenluftkonzentrationen von Sulfat, Nitrat und Ammonium gesammelt mit dem High Volume Sammler und mit Filterstacks</i>	89
<i>Tabelle 7.1 Monatsmittelwerte der Staubkonzentration in Lunz am See erfasst mit einem High Volume Sammler und einem TEOM Messgerät (Tapered Element Oscillating Microbalance)</i>	91

## 10. Datenanhang

<i>Datenanhang 1: April 2007</i> .....	108
<i>Datenanhang 2: Mai 2007</i> .....	109
<i>Datenanhang 3: Juni 2007</i> .....	110
<i>Datenanhang 4: Juli 2007</i> .....	111
<i>Datenanhang 5: August 2007</i> .....	112
<i>Datenanhang 6: September 2007</i> .....	113
<i>Datenanhang 7: Oktober 2007</i> .....	114
<i>Datenanhang 8: November 2007</i> .....	115
<i>Datenanhang 9: Dezember 2007</i> .....	116
<i>Datenanhang 10: Januar 2008</i> .....	117
<i>Datenanhang 11: Februar 2008</i> .....	118
<i>Datenanhang 12: März 2008</i> .....	119
<i>Datenanhang 13: April 2008</i> .....	120
<i>Datenanhang 14: Mai 2008</i> .....	121
<i>Datenanhang 15: Juni 2008</i> .....	122
<i>Datenanhang 16: Juli 2008</i> .....	123
<i>Datenanhang 17: August 2008</i> .....	124
<i>Datenanhang 18: September 2008</i> .....	125
<i>Datenanhang 19: Oktober 2008</i> .....	126
<i>Datenanhang 20: November 2008</i> .....	127
<i>Datenanhang 21: Dezember 2008</i> .....	128
<i>Datenanhang 22: Daten der Zuckeranalyse (Werte unter der Nachweisgrenze werden als 0,00 angegeben)..</i>	129
<i>Datenanhang 23: Daten der Celluloseanalyse</i> .....	136
<i>Datenanhang 24: Daten der Passivsammlermessungen</i> .....	137
<i>Datenanhang 25: Daten der Filterstacksmessungen (Werte unter der Nachweisgrenze werden als 0,00 angegeben)</i> .....	138

Datenanhang 1: April 2007

	Masse [mg]	Volumen [m <sup>3</sup> ]	Staubkonzentration [µg/m <sup>3</sup> ]	TC µg/m <sup>3</sup>	EC+CO <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	OC µg/m <sup>3</sup>	EC µg/m <sup>3</sup>	CO <sub>3</sub> -C µg/m <sup>3</sup>	Na µg/m <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> µg/m <sup>3</sup>	K µg/m <sup>3</sup>	Mg sol µg/m <sup>3</sup>	Ca sol µg/m <sup>3</sup>	Cl µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> µg/m <sup>3</sup>
01.04.07																
02.04.07																
03.04.07																
04.04.07																
05.04.07	7,28	305,2	23,86	8,39	2,86	5,53	2,21	0,65	0,82	1,58	0,26	0,13	0,62	0,58	1,57	3,27
06.04.07	11,00	712,6	15,44	4,64	1,56	3,08	1,21	0,35	0,06	0,74	0,19	0,07	0,32	0,35	1,29	1,47
07.04.07	13,22	713,7	18,52	5,42	1,65	3,77	1,38	0,27	0,10	0,93	0,15	0,06	0,23	0,30	2,22	2,16
08.04.07	16,11	711,4	22,64	4,51	1,69	2,82	1,44	0,24	0,07	1,34	0,10	0,04	0,12	0,21	3,45	4,88
09.04.07	6,52	294,2	22,16	4,87	2,03	2,84	1,60	0,43	0,74	2,36	0,26	0,03	0,25	0,66	2,04	4,92
10.04.07																
11.04.07	8,54	461,6	18,50	3,95	1,51	2,45	1,13	0,37	0,07	1,63	0,17	0,06	0,30	0,35	2,21	2,97
12.04.07	16,77	714,1	23,48	5,81	1,97	3,83	1,67	0,31	0,11	1,83	0,19	0,09	0,35	0,17	1,35	3,37
13.04.07	13,25	717,6	18,46	5,91	1,85	4,06	1,52	0,32	0,10	1,26	0,17	0,10	0,39	0,17	0,81	3,52
14.04.07	14,97	716,2	20,90	5,79	2,01	3,79	1,67	0,33	0,14	1,28	0,16	0,10	0,38	0,22	0,35	2,68
15.04.07	12,31	714,9	17,22	4,17	1,62	2,55	1,35	0,28	0,11	1,10	0,17	0,06	0,28	0,19	0,83	2,89
16.04.07	13,09	713,4	18,35	4,15	1,74	2,42	1,36	0,38	0,09	1,00	0,18	0,12	0,47	0,19	0,57	1,62
17.04.07	9,70	715,5	13,56	3,69	1,34	2,35	1,00	0,34	0,11	0,50	0,13	0,12	0,45	0,25	0,33	0,97
18.04.07	12,53	710,0	17,65	3,27	1,11	2,16	0,89	0,22	0,19	1,23	0,17	0,08	0,31	0,23	1,65	1,84
19.04.07	13,30	712,5	18,67	3,86	1,21	2,65	0,98	0,23	0,26	1,13	0,16	0,08	0,37	0,24	2,08	3,06
20.04.07	14,13	713,1	19,81	4,01	1,43	2,58	1,18	0,24	0,17	1,63	0,19	0,09	0,44	0,23	3,10	2,58
21.04.07	12,70	712,9	17,81	3,34	0,88	2,46	0,70	0,18	0,68	1,06	0,15	0,12	0,33	0,14	2,77	2,72
22.04.07	9,87	712,4	13,85	3,42	1,17	2,25	0,95	0,21	0,31	0,90	0,15	0,08	0,25	0,15	1,06	2,13
23.04.07	13,21	715,3	18,47	5,02	1,66	3,36	1,38	0,28	0,15	1,00	0,16	0,10	0,40	0,16	0,97	2,52
24.04.07	12,12	713,7	16,98	4,77	1,64	3,13	1,38	0,26	0,08	1,19	0,18	0,09	0,35	0,12	1,04	2,64
25.04.07	9,98	716,2	13,93	2,92	1,19	1,73	0,94	0,25	0,06	1,34	0,09	0,04	0,20	0,13	0,60	3,50
26.04.07	15,40	716,7	21,49	3,80	1,45	2,36	1,13	0,31	0,06	2,33	0,16	0,08	0,35	0,13	0,28	6,64
27.04.07	24,95	718,4	34,73	5,38	1,89	3,49	1,47	0,42	0,08	3,17	0,21	0,15	0,61	0,19	0,32	8,10
28.04.07	16,55	719,0	23,02	4,32	1,79	2,53	1,44	0,35	0,05	2,32	0,15	0,08	0,33	0,14	0,33	6,73
29.04.07	21,20	717,3	29,56	5,65	1,73	3,93	1,41	0,32	0,06	2,37	0,20	0,05	0,24	0,19	0,54	5,76
30.04.07	13,49	714,3	18,88	3,68	1,29	2,39	0,96	0,33	0,07	1,27	0,15	0,06	0,29	0,11	0,87	3,03
Mittelwert	<b>13,29</b>	<b>671,29</b>	<b>19,92</b>	<b>4,59</b>	<b>1,61</b>	<b>2,98</b>	<b>1,29</b>	<b>0,32</b>	<b>0,19</b>	<b>1,46</b>	<b>0,17</b>	<b>0,08</b>	<b>0,35</b>	<b>0,23</b>	<b>1,30</b>	<b>3,44</b>

Datenanhang 2: Mai 2007

	Masse [mg]	Volumen [m <sup>3</sup> ]	Staubkonzentration [µg/m <sup>3</sup> ]	TC µg/m <sup>3</sup>	EC+CO <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	OC µg/m <sup>3</sup>	EC µg/m <sup>3</sup>	CO <sub>3</sub> -C µg/m <sup>3</sup>	Na µg/m <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> µg/m <sup>3</sup>	K µg/m <sup>3</sup>	Mg sol µg/m <sup>3</sup>	Ca sol µg/m <sup>3</sup>	Cl µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> µg/m <sup>3</sup>
01.05.07																
02.05.07	17,42	1174,0	14,84	2,95	0,95	2,00	0,80	0,15	0,08	0,67	0,10	0,07	0,27	0,21	0,52	1,91
03.05.07	15,39	725,2	21,22	3,97	1,65	2,31	1,44	0,21	0,09	1,19	0,17	0,12	0,44	0,34	0,88	3,74
04.05.07	14,56	731,5	19,90	4,15	1,58	2,57	1,35	0,23	0,09	1,00	0,17	0,10	0,39	0,21	0,87	4,25
05.05.07	9,44	732,6	12,89	2,53	1,10	1,43	0,94	0,16	0,03	1,13	0,10	0,03	0,16	0,30	0,44	2,83
06.05.07	6,88	728,3	9,45	6,42	0,86	5,56	0,71	0,16	0,11	0,60	0,11	0,05	0,26	0,27	1,04	2,56
07.05.07	12,13	727,7	16,67	3,03	1,18	1,85	1,04	0,14	0,04	1,36	0,14	0,02	0,15	0,38	0,79	3,51
08.05.07	8,03	726,5	11,05	1,69	0,70	1,00	0,57	0,12	0,04	0,79	0,09	0,02	0,13	0,33	0,37	2,15
09.05.07	4,21	721,8	5,83	1,17	0,45	0,73	0,34	0,10	0,02	0,14	0,07	0,01	0,09	0,31	0,38	0,54
10.05.07	5,80	727,2	7,98	1,13	0,45	0,67	0,32	0,13	0,05	0,46	0,06	0,02	0,11	0,33	0,21	1,37
11.05.07	10,80	732,1	14,75	2,52	0,90	1,62	0,71	0,18	0,07	0,97	0,14	0,05	0,23	0,24	0,25	2,63
12.05.07	8,76	736,7	11,89	2,45	0,76	1,69	0,60	0,15	0,06	0,52	0,07	0,03	0,21	0,35	0,27	1,62
13.05.07	10,26	734,3	13,97	2,68	0,95	1,74	0,78	0,16	0,06	0,81	0,09	0,03	0,17	0,31	0,19	1,89
14.05.07	14,88	738,6	20,15	3,35	1,23	2,12	1,02	0,21	0,11	1,47	0,12	0,05	0,23	0,32	0,17	4,84
15.05.07	9,61	732,4	13,12	1,48	0,56	0,92	0,39	0,17	0,09	0,58	0,09	0,06	0,27	0,36	0,36	1,11
16.05.07	6,01	722,6	8,32	1,77	0,48	1,28	0,37	0,11	0,17	0,59	0,09	0,03	0,14	0,02	0,06	0,20
17.05.07	5,44	723,7	7,52	1,87	0,74	1,13	0,62	0,12	0,04	0,54	0,09	0,01	0,12	0,30	0,28	1,92
18.05.07	5,89	724,8	8,13	1,63	0,67	0,96	0,54	0,13	0,06	0,68	0,07	0,01	0,09	0,29	0,47	1,87
19.05.07	7,79	725,8	10,73	2,38	0,91	1,47	0,76	0,16	0,07	0,87	0,12	0,02	0,14	0,34	0,31	2,43
20.05.07	8,60	730,4	11,77	2,64	1,01	1,64	0,86	0,15	0,06	0,83	0,10	0,02	0,13	0,26	0,23	2,65
21.05.07	9,51	734,9	12,94	2,40	0,97	1,43	0,80	0,17	0,04	1,16	0,08	0,03	0,15	0,27	0,14	3,88
22.05.07	11,04	734,9	15,02	3,86	1,06	2,80	0,91	0,16	0,03	0,81	0,09	0,05	0,22	0,42	0,33	2,32
23.05.07	11,12	733,6	15,16	3,80	1,05	2,75	0,90	0,15	0,03	0,94	0,07	0,03	0,16	0,30	0,26	3,01
24.05.07	15,19	735,6	20,65	3,63	1,20	2,43	1,01	0,19	0,05	1,83	0,11	0,07	0,35	0,37	0,36	6,98
25.05.07	21,13	736,9	28,67	4,23	1,76	2,47	1,54	0,23	0,09	2,59	0,15	0,10	0,49	0,24	0,38	10,99
26.05.07	13,04	738,1	17,67	3,33	1,13	2,21	0,90	0,23	0,04	0,98	0,09	0,08	0,40	0,40	0,20	3,93
27.05.07	12,26	739,5	16,58	2,89	0,82	2,07	0,62	0,20	0,05	0,45	0,12	0,10	0,56	0,31	0,24	1,78
28.05.07	10,10	742,6	13,60	1,36	0,48	0,88	0,32	0,15	0,07	0,42	0,05	0,08	0,45	0,27	0,48	1,68
29.05.07	3,33	730,7	4,56	0,91	0,25	0,66	0,13	0,12	0,02	0,17	0,03	0,01	0,12	0,33	0,24	0,40
30.05.07	6,52	986,9	6,61	1,49	0,59	0,90	0,50	0,09	0,05	0,63	0,06	0,01	0,07	0,01	0,03	0,06
31.05.07	5,52	727,1	7,59	2,24	0,76	1,48	0,65	0,11	0,05	0,79	0,07	0,02	0,10	0,16	0,34	4,12
MW	<b>10,02</b>	<b>754,55</b>	<b>13,31</b>	<b>2,67</b>	<b>0,91</b>	<b>1,76</b>	<b>0,75</b>	<b>0,16</b>	<b>0,06</b>	<b>0,87</b>	<b>0,10</b>	<b>0,04</b>	<b>0,23</b>	<b>0,29</b>	<b>0,37</b>	<b>2,77</b>

Datenanhang 3: Juni 2007

	Masse [mg]	Volumen [m <sup>3</sup> ]	Staubkonzentration [µg/m <sup>3</sup> ]	TC µg/m <sup>3</sup>	EC+CO <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	OC µg/m <sup>3</sup>	EC µg/m <sup>3</sup>	CO <sub>3</sub> -C µg/m <sup>3</sup>	Na µg/m <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> µg/m <sup>3</sup>	K µg/m <sup>3</sup>	Mg sol µg/m <sup>3</sup>	Ca sol µg/m <sup>3</sup>	Cl µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> µg/m <sup>3</sup>
01.06.07	6,32	495,7	12,75	2,64	0,65	1,99	0,56	0,09	0,13	0,59	0,09	0,03	0,22	0,40	2,05	8,81
02.06.07	8,67	729,4	11,89	2,05	1,01	1,04	0,90	0,11	0,03	1,45	0,09	0,01	0,11	0,29	0,32	5,23
03.06.07	8,78	726,2	12,09	2,07	0,92	1,15	0,80	0,12	0,03	1,66	0,09	0,02	0,13	0,33	0,10	4,36
04.06.07	5,57	730,8	7,62	2,23	0,85	1,37	0,71	0,14	0,02	0,70	0,07	0,02	0,13	0,34	0,13	1,91
05.06.07	10,38	731,5	14,19	2,69	1,19	1,49	1,01	0,18	0,04	1,74	0,12	0,02	0,14	0,27	0,21	5,89
06.06.07	8,97	732,6	12,24	2,33	0,98	1,35	0,81	0,17	0,03	1,39	0,10	0,03	0,21	0,27	0,19	4,74
07.06.07	10,83	733,0	14,77	2,28	0,94	1,34	0,75	0,19	0,05	1,68	0,11	0,04	0,43	0,21	0,16	5,31
08.06.07	12,53	732,5	17,11	2,93	1,07	1,85	0,88	0,20	0,05	1,85	0,16	0,04	0,23	0,29	0,13	4,42
09.06.07	12,83	732,7	17,51	3,98	1,29	2,69	1,08	0,21	0,05	1,76	0,14	0,04	0,24	0,17	0,12	4,81
10.06.07	10,86	731,9	14,84	2,67	0,97	1,70	0,80	0,17	0,03	1,57	0,12	0,03	0,19	0,20	0,11	4,61
11.06.07	6,72	734,3	9,15	2,00	0,79	1,21	0,63	0,17	0,02	0,90	0,07	0,03	0,18	0,24	0,12	1,76
12.06.07	5,45	733,7	7,43	2,05	0,72	1,33	0,56	0,16	0,02	0,70	0,06	0,02	0,12	0,21	0,17	1,81
13.06.07	5,86	732,2	8,01	2,99	1,25	1,74	1,07	0,19	0,02	1,27	0,09	0,04	0,22	0,19	0,17	3,86
14.06.07	3,83	394,7	9,70	2,85	1,01	1,84	0,75	0,26	0,02	1,15	0,06	0,02	0,17	0,33	0,15	2,95
15.06.07	5,17	482,4	10,72	1,80	0,73	1,06	0,48	0,26	0,04	0,60	0,06	0,06	0,32	0,29	0,30	1,43
16.06.07	3,16	735,4	4,30	1,40	0,43	0,98	0,30	0,13	0,05	0,37	0,03	0,02	0,11	0,15	0,17	1,07
17.06.07	3,84	734,9	5,22	2,05	0,69	1,36	0,55	0,14	0,05	0,50	0,06	0,02	0,15	0,15	0,09	1,01
18.06.07	4,93	734,9	6,71	1,67	0,68	0,99	0,51	0,17	0,03	0,40	0,05	0,03	0,16	0,19	0,13	1,11
19.06.07	7,36	735,1	10,01	2,50	0,94	1,56	0,73	0,20	0,03	0,39	0,06	0,05	0,26	0,13	0,28	1,11
20.06.07	9,57	735,1	13,02	3,75	0,96	2,79	0,76	0,20	0,06	0,76	0,09	0,08	0,36	0,17	0,26	2,03
21.06.07	8,40	732,4	11,47	2,02	0,64	1,37	0,47	0,18	0,04	0,32	0,07	0,05	0,33	0,15	0,22	1,00
22.06.07	4,08	724,0	5,64	2,20	0,84	1,36	0,66	0,18	0,07	0,72	0,08	0,03	0,18	0,15	0,24	2,31
23.06.07	3,56	729,6	4,88	1,31	0,59	0,71	0,42	0,17	0,04	0,35	0,05	0,02	0,10	0,13	0,17	1,22
24.06.07	6,25	733,8	8,52	2,74	0,85	1,89	0,67	0,18	0,08	0,42	0,07	0,02	0,13	0,11	0,21	1,11
25.06.07	6,80	568,5	11,96	2,79	0,98	1,81	0,73	0,24	0,05	0,54	0,05	0,02	0,14	0,03	0,14	1,64
26.06.07																
27.06.07																
28.06.07	2,97	458,7	6,48	1,94	0,61	1,33	0,36	0,25	0,18	0,41	0,04	0,03	0,11	0,03	0,54	1,14
29.06.07	6,46	730,0	8,85	2,04	0,73	1,31	0,45	0,27	0,13	0,48	0,06	0,03	0,09	0,02	0,39	1,52
30.06.07	5,77	731,6	7,89	2,18	0,80	1,38	0,58	0,22	0,09	0,61	0,06	0,02	0,06	0,05	0,17	1,83
MW	<b>7,00</b>	<b>687,05</b>	<b>10,18</b>	<b>2,36</b>	<b>0,86</b>	<b>1,50</b>	<b>0,68</b>	<b>0,18</b>	<b>0,05</b>	<b>0,90</b>	<b>0,08</b>	<b>0,03</b>	<b>0,19</b>	<b>0,20</b>	<b>0,27</b>	<b>2,86</b>

Datenanhang 4: Juli 2007

	Masse [mg]	Volumen [m <sup>3</sup> ]	Staubkonzentration [µg/m <sup>3</sup> ]	TC µg/m <sup>3</sup>	EC+CO <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	OC µg/m <sup>3</sup>	EC µg/m <sup>3</sup>	CO <sub>3</sub> -C µg/m <sup>3</sup>	Na µg/m <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> µg/m <sup>3</sup>	K µg/m <sup>3</sup>	Mg sol µg/m <sup>3</sup>	Ca sol µg/m <sup>3</sup>	Cl µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> µg/m <sup>3</sup>
01.07.07	6,52	734,1	8,88	2,12	0,82	1,30	0,58	0,24	0,05	0,67	0,05	0,02	0,09	0,01	0,11	1,93
02.07.07	6,29	732,3	8,59	1,96	0,79	1,17	0,54	0,24	0,03	0,65	0,05	0,01	0,07	0,01	0,12	1,76
03.07.07	4,2	735,2	5,71	1,31	0,50	0,80	0,30	0,21	0,03	0,37	0,04	0,01	0,07	0,01	0,13	1,02
04.07.07	3,28	677,1	4,84	1,68	0,32	1,35	0,20	0,13	0,01	0,07	0,01	0,00	0,04	0,03	0,35	0,72
05.07.07	3,33	725,2	4,59	1,22	0,44	0,78	0,23	0,21	0,13	0,28	0,03	0,01	0,04	0,03	0,21	0,83
06.07.07	3,56	726,5	4,90	1,28	0,56	0,72	0,33	0,23	0,18	0,27	0,04	0,02	0,05	0,03	0,19	0,99
07.07.07	5,81	730,7	7,95	2,09	0,65	1,44	0,47	0,18	0,30	0,28	0,06	0,04	0,08	0,05	0,55	1,12
08.07.07	7,12	732,6	9,72						0,22	0,41	0,07	0,03	0,08	0,01	0,35	1,36
09.07.07	3,01	730,0	4,12	1,51	0,67	0,84	0,48	0,19	0,04	0,29	0,05	0,01	0,05	0,01	0,07	0,84
10.07.07	1,01	282,2	3,58	1,53	0,42	1,11	0,21	0,21	0,09	0,11	0,04	0,01	0,09	0,03	0,16	0,14
11.07.07	2,26	724,6	3,12	1,60	0,72	0,88	0,49	0,23	0,11	0,40	0,05	0,02	0,07	0,01	0,11	1,29
12.07.07	2,59	724,9	3,57	0,99	0,68	0,30	0,44	0,25	0,03	0,57	0,05	0,01	0,04	0,01	0,14	1,61
13.07.07	3,82	728,2	5,25	2,29	0,95	1,34	0,69	0,26	0,06	0,49	0,07	0,02	0,08	0,01	0,14	1,66
14.07.07	5,26	731,4	7,19	2,88	1,04	1,84	0,74	0,30	0,02	0,32	0,05	0,01	0,06	0,01	0,09	0,90
15.07.07	5,97	736,2	8,11	3,48	1,03	2,45	0,74	0,29	0,03	0,46	0,07	0,02	0,13	0,02	0,09	1,29
16.07.07	7,63	737,6	10,35	5,44	1,19	4,25	0,86	0,33	0,02	0,49	0,10	0,05	0,20	0,01	0,09	1,66
17.07.07	12,05	737,3	16,34	6,08	1,49	4,59	1,10	0,39	0,05	0,80	0,10	0,05	0,35	0,01	0,22	2,69
18.07.07	19,42	738,5	26,30	8,60	1,75	6,85	1,43	0,31	0,07	1,30	0,18	0,06	0,35	0,01	0,36	4,69
19.07.07	19,25	740,4	26,00	6,81	1,70	5,11	1,32	0,38	0,07	1,48	0,14	0,07	0,44	0,01	0,24	5,80
20.07.07	20,11	737,8	27,26	7,21	1,94	5,27	1,54	0,40	0,10	1,67	0,17	0,08	0,43	0,01	0,21	6,24
21.07.07	7,22	741,1	9,74	2,27	0,96	1,31	0,67	0,29	0,03	0,86	0,07	0,03	0,14	0,01	0,14	2,80
22.07.07	10,71	733,9	14,59	1,67	0,84	0,83	0,55	0,29	0,02	0,77	0,05	0,03	0,15	0,01	0,11	2,48
23.07.07	9,11	737,2	12,36	1,60	0,82	0,78	0,51	0,31	0,09	1,01	0,05	0,04	0,21	0,02	0,23	3,50
24.07.07	4,82	732,8	6,58	0,94	0,53	0,41	0,26	0,27	0,02	0,36	0,03	0,02	0,10	0,01	0,12	0,96
25.07.07	6,94	728,8	9,52	1,36	0,73	0,63	0,21	0,52	0,14	0,83	0,05	0,02	0,09	0,01	0,34	2,52
26.07.07	7,45	730,4	10,20	1,97	0,92	1,05	0,61	0,32	0,08	0,69	0,05	0,02	0,08	0,01	0,17	2,00
27.07.07	7,84	732,6	10,70	2,78	1,16	1,62	0,85	0,31	0,07	0,61	0,05	0,05	0,18	0,01	0,15	2,11
28.07.07	7,77	731,7	10,62	5,23	1,10	4,13	0,89	0,22	0,01	0,22	0,02	0,01	0,06	0,02	0,10	1,84
29.07.07	4,61	736,9	6,26	2,06	0,74	1,32	0,55	0,19	0,02	0,37	0,05	0,01	0,05	0,01	0,06	0,91
30.07.07	4,25	727,5	5,84	0,92	0,53	0,39	0,34	0,19	0,09	0,60	0,03	0,02	0,06	0,02	0,32	1,92
31.07.07	6,14	722,8	8,50	1,56	0,83	0,73	0,59	0,25	0,12	0,84	0,06	0,02	0,08	0,02	0,44	2,91
MW	<b>7,08</b>	<b>716,08</b>	<b>9,72</b>	<b>2,75</b>	<b>0,89</b>	<b>1,85</b>	<b>0,62</b>	<b>0,27</b>	<b>0,08</b>	<b>0,60</b>	<b>0,06</b>	<b>0,03</b>	<b>0,13</b>	<b>0,02</b>	<b>0,20</b>	<b>2,02</b>

Datenanhang 5: August 2007

	Masse [mg]	Volumen [m <sup>3</sup> ]	Staubkonzentration [µg/m <sup>3</sup> ]	TC µg/m <sup>3</sup>	EC+CO <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	OC µg/m <sup>3</sup>	EC µg/m <sup>3</sup>	CO <sub>3</sub> -C µg/m <sup>3</sup>	Na µg/m <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> µg/m <sup>3</sup>	K µg/m <sup>3</sup>	Mg sol µg/m <sup>3</sup>	Ca sol µg/m <sup>3</sup>	Cl µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> µg/m <sup>3</sup>
01.08.07	7,97	727,7	10,95	2,31	0,94	1,37	0,77	0,16	0,144	1,072	0,062	0,028	0,125	0,015	0,499	3,748
02.08.07	7,9	730,9	10,81	2,51	0,89	1,62	0,70	0,19	0,060	0,708	0,078	0,026	0,160	0,011	0,216	2,573
03.08.07	8,25	728,0	11,33	2,64	1,16	1,48	0,97	0,19	0,039	1,293	0,070	0,011	0,074	0,015	0,825	3,884
04.08.07	10,38	726,1	14,30	2,95	1,30	1,65	1,03	0,27	0,117	1,734	0,080	0,022	0,074	0,013	0,523	6,330
05.08.07	6,53	727,9	8,97	2,19	0,86	1,33	0,68	0,18	0,147	0,858	0,059	0,022	0,068	0,015	0,219	2,776
06.08.07	7,64	732,6	10,43	3,11	1,15	1,96	0,90	0,24	0,063	0,938	0,099	0,023	0,128	0,012	0,168	3,098
07.08.07	8,67	734,7	11,80	3,55	1,14	2,40	0,89	0,25	0,045	0,926	0,090	0,031	0,166	0,019	0,200	2,987
08.08.07	9,38	734,6	12,77	3,53	1,23	2,30	0,95	0,29	0,021	1,065	0,073	0,020	0,108	0,008	0,299	2,877
09.08.07	7,84	733,6	10,69	2,47	1,07	1,40	0,79	0,28	0,015	0,986	0,052	0,009	0,059	0,009	0,390	2,638
10.08.07	4,24	730,3	5,81	1,75	0,74	1,00	0,45	0,29	0,005	0,336	0,032	0,007	0,050	0,012	0,151	0,769
11.08.07	3,62	729,3	4,96	2,53	1,36	1,17	1,12	0,25	0,013	0,294	0,058	0,005	0,041	0,016	0,117	0,735
12.08.07	5,33	731,2	7,29	2,20	1,10	1,10	0,91	0,19	0,018	0,578	0,052	0,004	0,037	0,013	0,130	1,609
13.08.07	7,10	733,2	9,68	2,15	0,93	1,22	0,71	0,22	0,016	0,966	0,052	0,009	0,060	0,007	0,066	2,810
14.08.07	6,42	733,7	8,75	2,56	0,92	1,64	0,69	0,23	0,014	0,629	0,071	0,011	0,079	0,010	0,083	1,860
15.08.07	8,47	734,3	11,54	2,99	0,99	2,00	0,77	0,23	0,055	0,799	0,064	0,013	0,091	0,009	0,071	2,100
16.08.07	8,22	733,8	11,20	2,09	0,77	1,32	0,56	0,21	0,066	0,493	0,043	0,013	0,059	0,016	0,230	1,359
17.08.07	3,46	727,6	4,76	2,12	0,70	1,42	0,46	0,24	0,009	0,232	0,037	0,005	0,051	0,008	0,106	0,597
18.08.07	4,70	729,2	6,45	2,96	1,07	1,89	0,76	0,31	0,035	0,838	0,052	0,021	0,116	0,009	0,184	2,681
19.08.07	8,32	731,8	11,37	2,93	1,31	1,62	1,05	0,26	0,049	1,093	0,088	0,013	0,066	0,011	0,133	3,489
20.08.07	5,59	732,9	7,63	2,43	0,76	1,67	0,54	0,22	0,008	0,295	0,029	0,003	0,038	0,011	0,148	0,747
21.08.07	6,12	737,9	8,29	1,87	0,80	1,07	0,64	0,16	0,217	0,392	0,048	0,030	0,054	0,066	0,309	1,423
22.08.07	3,65	736,7	4,95	1,68	0,58	1,09	0,41	0,17	0,090	0,339	0,031	0,021	0,079	0,022	0,143	1,161
23.08.07	7,58	733,0	10,34	2,94	1,00	1,94	0,73	0,27	0,084	0,579	0,081	0,040	0,218	0,030	0,252	2,158
24.08.07	6,25	730,6	8,55	3,17	1,21	1,96	0,95	0,26	0,018	0,575	0,057	0,030	0,126	0,008	0,148	1,694
25.08.07	8,15	728,4	11,19	3,68	1,32	2,36	1,05	0,27	0,025	0,583	0,065	0,030	0,128	0,012	0,191	1,699
26.08.07	7,57	728,5	10,39	3,52	1,35	2,16	1,11	0,25	0,016	0,802	0,050	0,014	0,067	0,015	0,174	2,055
27.08.07	9,05	731,6	12,37	3,84	1,31	2,52	1,04	0,27	0,014	1,039	0,061	0,022	0,121	0,015	0,246	2,799
28.08.07	12,26	731,2	16,77	4,06	1,69	2,37	1,45	0,24	0,078	1,915	0,091	0,025	0,110	0,014	0,756	6,062
29.08.07	8,25	726,5	11,36	3,07	1,44	1,63	1,24	0,20	0,082	1,259	0,084	0,015	0,074	0,018	0,597	3,940
30.08.07	5,63	725,4	7,76	2,54	1,12	1,42	0,75	0,37	0,032	0,844	0,076	0,005	0,045	0,022	0,718	2,279
31.08.07	7,78	728,6	10,68	2,50	1,05	1,44	0,85	0,20	0,119	1,277	0,075	0,022	0,083	0,031	0,900	3,749
MW	<b>7,17</b>	<b>731,03</b>	<b>9,81</b>	<b>2,74</b>	<b>1,07</b>	<b>1,66</b>	<b>0,84</b>	<b>0,24</b>	<b>0,06</b>	<b>0,83</b>	<b>0,06</b>	<b>0,02</b>	<b>0,09</b>	<b>0,02</b>	<b>0,30</b>	<b>2,54</b>

Datenanhang 6: September 2007

	Masse [mg]	Volumen [m <sup>3</sup> ]	Staubkonzentration [µg/m <sup>3</sup> ]	TC µg/m <sup>3</sup>	EC+CO <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	OC µg/m <sup>3</sup>	EC µg/m <sup>3</sup>	CO <sub>3</sub> -C µg/m <sup>3</sup>	Na µg/m <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> µg/m <sup>3</sup>	K µg/m <sup>3</sup>	Mg sol µg/m <sup>3</sup>	Ca sol µg/m <sup>3</sup>	Cl µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> µg/m <sup>3</sup>
01.09.07	5,58	727,1	7,67	2,47	0,97	1,49	0,73	0,25	0,03	0,74	0,06	0,01	0,03	0,01	0,13	1,68
02.09.07	6,55	727,7	9,00	2,81	1,14	1,68	0,84	0,30	0,03	0,83	0,08	0,01	0,06	0,01	0,12	1,82
03.09.07	5,79	728,5	7,95	2,82	0,98	1,84	0,71	0,27	0,02	0,50	0,06	0,01	0,07	0,01	0,09	1,18
04.09.07	2,96	721,7	4,10	1,57	0,55	1,02	0,35	0,20	0,09	0,30	0,04	0,01	0,03	0,03	0,23	0,49
05.09.07	1,47	718,4	2,05	1,77	0,60	1,17	0,32	0,28	0,05	0,30	0,03	0,01	0,04	0,02	0,23	0,83
06.09.07	1,06	715,3	1,48	1,37	0,48	0,89	0,27	0,21	0,01	0,09	0,04	0,00	0,01	0,01	0,05	0,08
07.09.07	3,70	719,7	5,14	1,55	0,63	0,92	0,42	0,21	0,16	0,58	0,06	0,02	0,04	0,02	0,30	1,20
08.09.07	2,33	723,0	3,22	2,18	0,94	1,24	0,72	0,22	0,04	0,24	0,03	0,00	0,05	0,01	0,15	0,75
09.09.07	2,63	719,5	3,66	2,06	0,63	1,42	0,46	0,17	0,08	0,19	0,03	0,01	0,06	0,02	0,21	1,05
10.09.07	5,41	725,0	7,46	2,53	1,09	1,45	0,80	0,28	0,15	0,48	0,08	0,02	0,08	0,01	0,31	1,13
11.09.07	3,86	714,9	5,40	1,68	0,40	1,28	0,23	0,17	0,39	0,34	0,12	0,02	0,05	0,01	0,29	0,95
12.09.07	6,30	721,2	8,74	2,45	1,04	1,41	0,80	0,24	0,06	0,34	0,06	0,01	0,04	0,01	0,21	1,13
13.09.07	8,39	723,9	11,59	3,58	1,25	2,33	0,97	0,28	0,14	0,47	0,13	0,03	0,10	0,02	0,33	1,31
14.09.07	6,78	727,7	9,32	3,33	1,32	2,01	1,06	0,26	0,07	0,64	0,10	0,02	0,08	0,01	0,22	1,48
15.09.07	10,94	726,8	15,05	3,73	1,43	2,30	1,16	0,27	0,10	1,42	0,14	0,03	0,13	0,01	0,66	3,40
16.09.07	8,74	726,4	12,03	4,04	1,62	2,42	1,31	0,31	0,05	0,88	0,11	0,01	0,06	0,01	0,19	2,25
17.09.07	10,89	730,7	14,90	3,68	1,37	2,31	1,03	0,34	0,04	0,72	0,10	0,02	0,14	0,01	0,15	1,81
18.09.07	3,20	445,9	7,18	2,75	0,58	2,17	0,37	0,21	0,05	0,12	0,02	0,01	0,06	0,04	0,46	3,27
19.09.07	6,38	718,7	8,88	3,11	0,93	2,18	0,69	0,24	0,25	0,54	0,10	0,03	0,06	0,06	0,87	1,02
20.09.07	6,64	718,8	9,24	3,51	1,31	2,21	1,06	0,25	0,13	0,60	0,11	0,03	0,07	0,01	0,50	1,22
21.09.07	7,52	720,9	10,43	4,79	1,81	2,98	1,59	0,22	0,05	0,48	0,14	0,02	0,08	0,02	0,34	1,14
22.09.07	7,55	721,3	10,47	5,44	1,62	3,82	1,38	0,24	0,03	0,30	0,13	0,01	0,06	0,02	0,15	0,69
23.09.07	9,35	722,5	12,94	5,82	1,73	4,08	1,48	0,26	0,04	0,80	0,17	0,01	0,07	0,01	0,26	1,41
24.09.07	11,78	725,6	16,23	6,18	2,08	4,10	1,79	0,29	0,04	1,56	0,21	0,03	0,10	0,01	0,34	3,26
25.09.07	7,86	723,5	10,86	4,29	1,49	2,79	1,26	0,23	0,05	1,08	0,15	0,01	0,07	0,02	0,40	2,06
26.09.07	8,16	724,8	11,26	2,82	1,11	1,72	0,92	0,18	0,21	1,07	0,12	0,03	0,08	0,03	0,81	1,84
27.09.07	8,32	726,1	11,46	4,27	1,64	2,63	1,39	0,26	0,07	1,05	0,17	0,01	0,06	0,02	0,13	2,46
28.09.07	3,44	724,0	4,75	2,55	0,84	1,71	0,68	0,16	0,05	0,30	0,08	0,01	0,07	0,02	0,13	0,36
29.09.07	3,58	723,5	4,95	3,56	1,22	2,35	1,03	0,18	0,02	0,25	0,11	0,01	0,03	0,01	0,10	0,38
30.09.07	5,97	722,1	8,27	4,28	1,56	2,72	1,36	0,20	0,03	0,45	0,13	0,01	0,03	0,02	0,10	0,82
MW	<b>6,10</b>	<b>713,84</b>	<b>8,52</b>	<b>3,23</b>	<b>1,15</b>	<b>2,09</b>	<b>0,91</b>	<b>0,24</b>	<b>0,09</b>	<b>0,59</b>	<b>0,10</b>	<b>0,01</b>	<b>0,06</b>	<b>0,02</b>	<b>0,28</b>	<b>1,42</b>

Datenanhang 7: Oktober 2007

	Masse [mg]	Volumen [m <sup>3</sup> ]	Staubkonzentration [µg/m <sup>3</sup> ]	TC µg/m <sup>3</sup>	EC+CO <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	OC µg/m <sup>3</sup>	EC µg/m <sup>3</sup>	CO <sub>3</sub> -C µg/m <sup>3</sup>	Na µg/m <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> µg/m <sup>3</sup>	K µg/m <sup>3</sup>	Mg sol µg/m <sup>3</sup>	Ca sol µg/m <sup>3</sup>	Cl µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> µg/m <sup>3</sup>
01.10.07	6,54	722,8	9,05	5,43	1,68	3,75	1,43	0,25	0,03	0,55	0,13	0,01	0,07	0,02	0,36	1,25
02.10.07	6,75	723,6	9,33	6,19	1,84	4,35	1,60	0,24	0,03	0,50	0,16	0,02	0,11	0,02	0,30	1,11
03.10.07	10,2	725,6	14,06	7,33	2,31	5,03	2,03	0,28	0,04	0,46	0,22	0,03	0,17	0,01	0,50	1,26
04.10.07	9,29	725,3	12,81	6,44	2,25	4,19	1,98	0,26	0,03	0,56	0,16	0,02	0,08	0,01	0,43	1,22
05.10.07	5,1	726,4	7,02	3,85	1,61	2,23	1,34	0,27	0,02	0,57	0,11	0,01	0,07	0,01	0,79	1,46
06.10.07	8,08	720,6	11,21	5,31	1,97	3,35	1,64	0,33	0,04	1,41	0,08	0,01	0,07	0,02	0,80	3,84
07.10.07	8,75	720,5	12,14	5,44	1,88	3,57	1,57	0,30	0,02	1,42	0,10	0,01	0,04	0,01	0,34	3,93
08.10.07	7,25	718,5	10,09	5,07	1,81	3,26	1,47	0,33	0,02	1,07	0,15	0,01	0,08	0,02	1,15	2,47
09.10.07	11,59	717,7	16,15	6,11	2,24	3,87	1,92	0,32	0,02	2,25	0,17	0,01	0,11	0,02	5,39	2,42
10.10.07	15,15	716,7	21,14	6,90	2,62	4,28	2,33	0,30	0,04	3,06	0,24	0,02	0,12	0,04	6,38	4,00
11.10.07	20,40	717,5	28,43	8,20	3,04	5,16	2,80	0,24	0,05	4,21	0,31	0,02	0,12	0,02	6,43	6,43
12.10.07	14,89	716,7	20,78	4,82	1,96	2,86	1,72	0,24	0,03	3,63	0,15	0,03	0,18	0,03	7,62	4,31
13.10.07	9,65	718,1	13,44	4,68	1,79	2,89	1,59	0,20	0,15	1,97	0,15	0,01	0,06	0,04	4,28	2,23
14.10.07	6,78	714,8	9,48	5,36	1,81	3,55	1,58	0,22	0,07	0,66	0,20	0,01	0,05	0,04	1,25	1,42
15.10.07	8,96	715,8	12,52	6,39	2,19	4,20	1,96	0,23	0,03	0,33	0,27	0,01	0,07	0,03	0,55	1,04
16.10.07	7,83	719,9	10,88	6,48	2,21	4,28	1,86	0,35	0,02	0,36	0,25	0,02	0,12	0,02	0,63	1,07
17.10.07	11,04	722,6	15,28	7,11	2,36	4,74	2,06	0,30	0,02	0,88	0,24	0,02	0,11	0,02	1,82	1,45
18.10.07	6,41	717,7	8,93	2,27	0,94	1,33	0,72	0,22	0,12	0,81	0,08	0,01	0,03	0,05	1,57	1,27
19.10.07	3,31	713,1	4,64	1,49	0,70	0,80	0,60	0,10	0,16	0,52	0,07	0,01	0,03	0,13	1,40	0,62
20.10.07	8,74	709,7	12,32	5,92	2,11	3,81	1,84	0,27	0,04	0,71	0,27	0,00	0,02	0,12	0,99	1,17
21.10.07	12,55	706,6	17,76	7,40	2,49	4,91	2,29	0,21	0,05	0,84	0,40	0,00	0,05	0,15	1,36	1,43
22.10.07	10,49	710,7	14,76	5,52	2,54	2,97	2,32	0,22	0,05	1,85	0,18	0,00	0,05	0,14	2,53	3,02
23.10.07	3,99	710,1	5,62	2,51	1,10	1,41	0,93	0,17	0,04	0,11	0,18	0,00	0,02	0,09	0,31	0,40
24.10.07	6,86	712,3	9,63	5,77	1,58	4,19	1,36	0,22	0,05	0,25	0,33	0,00	0,04	0,09	0,76	0,51
25.10.07	11,67	714,1	16,34	9,41	3,03	6,38	2,77	0,26	0,04	0,35	0,60	0,00	0,05	0,13	0,68	1,01
26.10.07	10,39	713,7	14,56	8,11	2,79	5,32	2,51	0,29	0,04	0,39	0,46	0,00	0,04	0,17	0,55	1,07
27.10.07	18,26	714,4	25,56	11,89	3,13	8,76	2,93	0,20	0,04	1,30	0,85	0,01	0,07	0,12	2,51	1,80
28.10.07	10,10	713,8	14,15	8,11	1,94	6,17	1,76	0,18	0,02	0,30	0,43	0,01	0,05	0,08	0,60	0,51
29.10.07	5,39	719,7	7,49	4,93	1,75	3,18	1,56	0,18	0,02	0,11	0,27	0,01	0,08	0,05	0,25	0,64
30.10.07	9,90	717,2	13,80	8,59	2,60	5,99	2,41	0,19	0,03	0,32	0,41	0,01	0,06	0,15	0,56	1,03
31.10.07	11,78	715,1	16,47	5,73	2,33	3,40	2,14	0,18	0,02	0,98	0,38	0,01	0,09	0,06	2,29	1,46
MW	<b>9,62</b>	<b>717,13</b>	<b>13,41</b>	<b>6,09</b>	<b>2,08</b>	<b>4,01</b>	<b>1,84</b>	<b>0,24</b>	<b>0,04</b>	<b>1,06</b>	<b>0,26</b>	<b>0,01</b>	<b>0,07</b>	<b>0,06</b>	<b>1,79</b>	<b>1,83</b>

Datenanhang 8: November 2007

	Masse [mg]	Volumen [m³]	Staubkonzentration [µg/m³]	TC µg/m³	EC+CO <sub>3</sub> µg/m³	OC µg/m³	EC µg/m³	CO <sub>3</sub> -C µg/m³	Na µg/m³	NH <sub>4</sub> µg/m³	K µg/m³	Mg sol µg/m³	Ca sol µg/m³	Cl µg/m³	NO <sub>3</sub> µg/m³	SO <sub>4</sub> µg/m³
01.11.07	8,87	711,7	12,46	5,12	1,71	3,40	1,54	0,17	0,07	0,74	0,22	0,01	0,06	0,06	1,51	0,99
02.11.07	9,72	710,2	13,69	5,92	1,68	4,24	1,50	0,18	0,04	0,33	0,32	0,03	0,13	0,06	0,60	0,97
03.11.07	9,54	719,0	13,27	5,45	1,75	3,70	1,59	0,16	0,04	0,40	0,30	0,02	0,12	0,05	0,72	1,01
04.11.07	4,58	716,9	6,39	2,06	0,72	1,34	0,59	0,13	0,15	0,46	0,08	0,01	0,03	0,11	0,71	0,74
05.11.07	9,12	711,9	12,81	4,44	1,71	2,73	1,53	0,18	0,20	0,92	0,18	0,02	0,06	0,09	1,03	1,54
06.11.07	2,80	451,1	6,21	2,38	0,44	1,94	0,31	0,13	0,20	0,35	0,10	0,03	0,16	0,07	1,02	1,28
07.11.07																
08.11.07																
09.11.07	6,38	713,5	8,94	1,67	0,84	0,83	0,66	0,18	0,10	0,45	0,09	0,01	0,05	0,09	0,73	0,67
10.11.07	3,82	713,7	5,35	1,01	0,46	0,54	0,32	0,15	0,09	0,32	0,04	0,02	0,06	0,06	0,65	0,51
11.11.07	1,68	715,1	2,35	0,86	0,30	0,57	0,14	0,16	0,05	0,16	0,06	0,00	0,03	0,03	0,30	0,26
12.11.07	4,70	715,5	6,57	0,84	0,39	0,45	0,27	0,12	0,16	0,35	0,04	0,02	0,06	0,10	0,59	0,49
13.11.07	5,47	714,3	7,66	2,96	0,83	2,12	0,68	0,16	0,21	0,46	0,10	0,03	0,08	0,13	0,84	0,85
14.11.07	7,07	712,5	9,92	4,37	1,59	2,78	1,41	0,18	0,08	0,60	0,30	0,01	0,07	0,12	1,28	0,68
15.11.07	7,66	710,4	10,78	4,40	1,73	2,66	1,54	0,20	0,04	1,05	0,17	0,00	0,07	0,03	1,27	1,74
16.11.07	8,40	705,7	11,90	4,17	1,84	2,33	1,62	0,22	0,06	1,30	0,17	0,01	0,05	0,04	0,99	2,53
17.11.07	9,27	706,8	13,12	4,39	1,86	2,52	1,64	0,22	0,06	1,46	0,23	0,01	0,06	0,06	2,42	2,15
18.11.07	8,12	710,7	11,43	3,15	1,47	1,67	1,28	0,20	0,08	1,08	0,18	0,00	0,04	0,06	1,97	2,01
19.11.07	12,53	711,4	17,61	7,61	2,94	4,67	2,71	0,23	0,04	0,97	0,48	0,00	0,06	0,10	1,32	1,75
20.11.07	14,94	711,0	21,01	7,88	2,79	5,09	2,52	0,26	0,04	1,55	0,52	0,01	0,06	0,13	2,94	2,18
21.11.07	17,74	709,7	25,00	9,74	3,22	6,52	3,01	0,21	0,04	2,17	0,59	0,01	0,06	0,13	4,05	2,88
22.11.07	16,99	710,6	23,91	11,69	3,11	8,58	2,89	0,22	0,07	0,84	0,78	0,01	0,09	0,27	1,23	1,72
23.11.07	12,88	713,6	18,05													
24.11.07	29,66	714,7	41,50	16,72	4,10	12,63	3,90	0,19	0,12	1,84	1,19	0,02	0,16	0,34	3,55	3,19
25.11.07	13,07	713,7	18,31	6,67	2,28	4,39	2,05	0,23	0,07	1,33	0,52	0,01	0,07	0,15	2,23	1,99
26.11.07																
27.11.07																
28.11.07																
29.11.07																
30.11.07																
MW	10,10	712,39	14,18	5,29	1,78	3,51	1,59	0,19	0,09	0,89	0,31	0,01	0,07	0,11	1,47	1,47

Datenanhang 9: Dezember 2007

	Masse [mg]	Volumen [m <sup>3</sup> ]	Staubkonzentration [µg/m <sup>3</sup> ]	TC µg/m <sup>3</sup>	EC+CO <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	OC µg/m <sup>3</sup>	EC µg/m <sup>3</sup>	CO <sub>3</sub> -C µg/m <sup>3</sup>	Na µg/m <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> µg/m <sup>3</sup>	K µg/m <sup>3</sup>	Mg sol µg/m <sup>3</sup>	Ca sol µg/m <sup>3</sup>	Cl µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> µg/m <sup>3</sup>
01.12.07																
02.12.07																
03.12.07																
04.12.07																
05.12.07																
06.12.07																
07.12.07																
08.12.07																
09.12.07																
10.12.07																
11.12.07																
12.12.07																
13.12.07																
14.12.07																
15.12.07																
16.12.07																
17.12.07	9,38	404,5	23,19	11,77	4,78	6,99	4,40	0,38	0,08	1,83	0,51	0,01	0,10	0,11	1,09	5,30
18.12.07	19,86	695,1	28,57	11,15	4,15	6,99	3,90	0,26	0,10	1,76	0,64	0,01	0,07	0,15	1,72	4,58
19.12.07	18,57	691,4	26,86	13,23	4,15	9,09	3,92	0,23	0,08	0,64	0,82	0,01	0,05	0,21	0,69	1,89
20.12.07	20,94	692,1	30,26	15,92	5,18	10,74	4,86	0,32	0,10	0,58	1,00	0,01	0,07	0,35	0,78	1,57
21.12.07	19,95	694,6	28,72	14,25	4,44	9,80	4,10	0,34	0,07	0,79	1,03	0,01	0,11	0,29	1,27	1,99
22.12.07	33,76	695,2	48,56	20,55	4,53	16,02	4,29	0,24	0,08	1,59	1,37	0,01	0,08	0,32	3,58	3,06
23.12.07	29,83	694,6	42,95	19,90	4,43	15,46	4,17	0,27	0,10	0,72	1,27	0,01	0,08	0,42	1,42	2,12
24.12.07	21,37	699,9	30,53	13,34	3,13	10,21	2,91	0,22	0,09	0,60	1,05	0,01	0,07	0,25	1,22	1,73
25.12.07	22,31	700,8	31,84	13,19					0,12	0,98	0,98	0,01	0,04	0,29	1,76	2,12
26.12.07	27,06	693,6	39,01	17,50	5,16	12,34	4,90	0,26	0,07	0,60	1,19	0,01	0,07	0,28	0,88	2,18
27.12.07	25,87	692,4	37,36	17,40	4,77	12,62	4,48	0,30	0,11	0,60	1,19	0,01	0,06	0,39	0,84	2,16
28.12.07	24,41	693,0	35,22	16,17	4,84	11,33	4,54	0,30	0,08	0,68	1,11	0,01	0,07	0,30	0,87	2,36
29.12.07	34,55	693,6	49,81	24,36	6,84	17,53	6,44	0,40	0,10	0,73	1,53	0,02	0,08	0,50	1,34	2,65
30.12.07	27,38	699,3	39,16	18,56	4,11	14,45	3,81	0,30	0,13	0,64	1,31	0,01	0,10	0,44	1,68	1,91
31.12.07	10,89	706,8	15,41	5,68	1,75	3,93	1,54	0,22	0,21	0,47	0,66	0,03	0,08	0,22	0,97	1,36
MW	<b>23,08</b>	<b>676,47</b>	<b>33,83</b>	<b>15,53</b>	<b>4,45</b>	<b>11,25</b>	<b>4,16</b>	<b>0,29</b>	<b>0,10</b>	<b>0,88</b>	<b>1,04</b>	<b>0,01</b>	<b>0,08</b>	<b>0,30</b>	<b>1,34</b>	<b>2,47</b>

Datenanhang 10: Januar 2008

	Masse [mg]	Volumen [m <sup>3</sup> ]	Staubkonzentration [µg/m <sup>3</sup> ]	TC µg/m <sup>3</sup>	EC+CO <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	OC µg/m <sup>3</sup>	EC µg/m <sup>3</sup>	CO <sub>3</sub> -C µg/m <sup>3</sup>	Na µg/m <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> µg/m <sup>3</sup>	K µg/m <sup>3</sup>	Mg sol µg/m <sup>3</sup>	Ca sol µg/m <sup>3</sup>	Cl µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> µg/m <sup>3</sup>
01.01.08	13,38	707,8	18,90	5,96	0,6	5,40	0,56	0,00	0,29	0,74	1,4	0,11	0,19	0,2	2,84	2,74
02.01.08	14,87	705,1	21,09	8,09	2,3	5,80	2,29	0,00	0,18	0,97	0,8	0,05	0,18	0,1	2,17	3,06
03.01.08	24,80	702,3	35,31	16,72	3,9	12,81	3,92	0,00	0,10	1,18	1,0	0,02	0,14	0,2	1,09	4,04
04.01.08	29,72	705,1	42,15	16,16	3,3	12,81	3,32	0,03	0,14	2,92	1,1	0,02	0,14	0,2	2,54	7,77
05.01.08	35,99	705,8	50,99	18,67	4,3	14,33	4,20	0,14	0,08	4,26	1,0	0,02	0,15	0,2	3,94	11,11
06.01.08	26,81	708,6	37,84	12,42	3,5	8,96	3,38	0,08	0,11	3,49	0,8	0,02	0,14	0,2	5,24	7,19
07.01.08	6,57	711,0	9,24	3,61	1,5	2,14	1,39	0,08	0,12	0,35	0,2	0,02	0,06	0,1	0,72	0,99
08.01.08	11,55	711,1	16,24	8,74	1,1	7,69	0,94	0,11	0,37	0,38	0,7	0,05	0,11	0,6	0,87	1,09
09.01.08	16,77	706,3	23,74	13,83	2,6	11,26	2,42	0,14	0,12	0,45	1,0	0,02	0,13	0,4	0,99	1,31
10.01.08	16,61	709,7	23,41	13,48	3,8	9,64	3,76	0,08	0,06	0,48	0,9	0,02	0,07	0,3	0,76	1,51
11.01.08	16,75	705,3	23,75	12,54	2,6	9,95	2,51	0,08	0,05	0,90	0,8	0,02	0,12	0,3	1,84	1,61
12.01.08	21,15	709,9	29,79	16,52	1,9	14,66	1,69	0,17	0,13	0,60	1,0	0,02	0,14	0,5	1,31	1,36
13.01.08	15,11	713,5	21,18	11,13	3,1	8,07	3,00	0,05	0,07	0,75	0,7	0,01	0,08	0,7	1,20	1,39
14.01.08	16,72	709,4	23,57	12,00	3,2	8,81	3,08	0,11	0,04	0,97	0,7	0,02	0,12	0,2	1,12	2,26
15.01.08	17,78	710,6	25,02	12,00	2,9	9,07	2,93	0,00	0,03	0,51	0,8	0,03	0,12	0,1	0,90	1,65
16.01.08	23,38	712,5	32,81	16,79	1,4	15,35	1,44	0,00	0,09	0,26	1,0	0,02	0,15	0,3	0,66	1,37
17.01.08	23,25	717,5	32,40	15,47	2,77	12,70	2,74	0,03	0,08	0,66	1,12	0,02	0,24	0,25	1,66	1,71
18.01.08	8,29	714,5	11,60	4,47	0,86	3,62	0,86	0,00	0,17	0,16	0,40	0,03	0,07	0,12	0,43	0,70
19.01.08	7,22	711,4	10,15	3,53	0,92	2,61	0,86	0,06	0,09	0,19	0,21	0,03	0,11	0,14	0,62	0,93
20.01.08	7,81	714,3	10,93	4,06	1,05	3,01	1,00	0,05	0,11	0,09	0,35	0,03	0,12	0,06	0,07	0,69
21.01.08	13,09	713,4	18,35	6,51	2,10	4,42	2,07	0,03	0,00	0,01	0,03	0,02	0,07	0,01	0,00	0,05
22.01.08																
23.01.08	6,59	350,0	18,83	5,04	1,67	3,37	1,56	0,11	0,39	0,63	0,45	0,07	0,21	0,34	1,80	1,15
24.01.08	13,66	706,6	19,33	8,46	1,14	7,32	1,00	0,14	0,11	0,32	0,66	0,03	0,21	0,16	0,89	1,14
25.01.08	11,20	710,3	15,77	5,74	1,83	3,91	1,75	0,08	0,06	0,60	0,50	0,02	0,10	0,11	1,28	1,20
26.01.08	10,34	708,8	14,59	5,67	2,39	3,28	2,28	0,11	0,14	0,34	0,44	0,04	0,20	0,23	0,93	0,97
27.01.08	2,49	486,5	5,12	0,93	0,03	0,89	0,03	0,00	0,00	0,05	0,04	0,04	0,09	0,05	0,00	0,06
28.01.08	10,98	710,8	15,45	6,01	2,08	3,94	2,05	0,03	0,03	0,38	0,32	0,01	0,04	0,13	0,69	0,95
29.01.08	7,54	710,3	10,62	3,86	1,06	2,81	0,95	0,11	0,01	0,17	0,22	0,02	0,08	0,14	0,31	0,55
30.01.08	11,36	709,2	16,02	6,19	1,16	5,03	1,08	0,08	0,05	1,00	0,40	0,03	0,12	0,07	2,26	1,10
31.01.08	7,57	714,3	10,60	3,43	1,30	2,13	1,27	0,03	0,03	0,56	0,25	0,02	0,05	0,03	0,82	1,07
MW	<b>14,98</b>	<b>690,39</b>	<b>21,49</b>	<b>9,27</b>	<b>2,08</b>	<b>7,19</b>	<b>2,01</b>	<b>0,06</b>	<b>0,11</b>	<b>0,81</b>	<b>0,64</b>	<b>0,03</b>	<b>0,12</b>	<b>0,21</b>	<b>1,33</b>	<b>2,09</b>

Datenanhang 11: Februar 2008

	Masse [mg]	Volumen [m <sup>3</sup> ]	Staubkonzentration [µg/m <sup>3</sup> ]	TC µg/m <sup>3</sup>	EC+CO <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	OC µg/m <sup>3</sup>	EC µg/m <sup>3</sup>	CO <sub>3</sub> -C µg/m <sup>3</sup>	Na µg/m <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> µg/m <sup>3</sup>	K µg/m <sup>3</sup>	Mg sol µg/m <sup>3</sup>	Ca sol µg/m <sup>3</sup>	Cl µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> µg/m <sup>3</sup>
01.02.08	15,12	713,8	21,18	8,93	2,48	6,45	2,40	0,08	0,06	0,75	0,6	0,02	0,12	0,2	1,33	1,38
02.02.08	18,00	714,3	25,20	3,27	1,21	2,05	1,13	0,08	0,09	0,51	0,3	0,02	0,07	0,1	0,90	0,93
03.02.08	6,83	714,6	9,56	2,72	1,13	1,58	1,05	0,08	0,11	0,32	0,2	0,03	0,07	0,1	0,57	0,75
04.02.08	6,73	722,3	9,32	3,07	1,26	1,81	1,09	0,16	0,04	0,12	0,1	0,07	0,24	0,1	0,35	0,65
05.02.08	8,11	718,3	11,29	3,82	1,40	2,42	1,40	0,00	0,03	0,42	0,5	0,03	0,07	0,0	1,10	0,77
06.02.08	6,02	714,3	8,43	2,96	1,19	1,78	1,10	0,08	0,10	0,26	0,3	0,03	0,10	0,1	0,52	0,63
07.02.08	4,25	710,8	5,98	0,94	0,34	0,60	0,28	0,06	0,39	0,64	0,1	0,05	0,05	0,1	1,90	0,85
08.02.08	12,13	705,3	17,20	6,12	1,31	4,80	1,17	0,14	0,41	0,74	0,4	0,11	0,23	0,2	2,59	1,19
09.02.08	14,44	703,7	20,52	7,72	1,85	5,87	1,68	0,17	0,25	0,94	0,5	0,08	0,25	0,2	2,67	1,28
10.02.08	20,45	703,9	29,05	10,75	3,21	7,54	3,02	0,19	0,17	1,54	0,6	0,09	0,26	0,2	2,23	2,72
11.02.08	23,31	703,5	33,13	12,38	3,91	8,47	3,52	0,39	0,16	1,54	0,6	0,21	0,63	0,2	1,77	3,02
12.02.08	26,78	702,7	38,11	13,23	3,24	9,98	3,10	0,14	0,12	2,95	0,6	0,11	0,38	0,2	4,72	3,20
13.02.08	30,59	703,0	43,52	13,53	3,83	9,70	3,58	0,25	0,15	2,74	0,8	0,18	0,58	0,3	4,94	4,42
14.02.08	26,95	705,8	38,18	11,39	2,92	8,47	2,73	0,19	0,15	2,87	0,7	0,20	0,76	0,2	6,77	3,80
15.02.08	14,61	706,6	20,68	4,02	1,62	2,41	1,53	0,08	0,12	2,35	0,3	0,03	0,11	0,2	4,16	3,25
16.02.08	7,79	698,3	11,16	3,20	1,16	2,04	1,16	0,00	0,25	0,95	0,2	0,04	0,12	0,5	1,71	1,21
17.02.08	10,05	697,4	14,41	6,30	1,27	5,03	1,08	0,20	0,69	0,44	0,46	0,08	0,24	1,06	0,85	0,89
18.02.08	7,46	709,0	10,52	3,04	0,81	2,23	0,53	0,28	0,47	0,45	0,25	0,14	0,49	0,74	1,27	0,48
19.02.08	12,45	714,1	17,44	6,26	1,22	5,05	0,78	0,44	0,22	0,38	0,34	0,12	0,46	0,33	1,34	0,63
20.02.08	14,36	708,2	20,28	8,31	2,03	6,28	1,78	0,25	0,13	0,47	0,54	0,12	0,41	0,18	1,30	1,04
21.02.08	17,63	710,1	24,83	11,10	1,86	9,24	1,72	0,14	0,09	0,69	0,84	0,06	0,21	0,29	1,91	1,60
22.02.08	8,94	716,1	12,48	4,27	1,38	2,90	1,30	0,08	0,10	0,39	0,34	0,04	0,10	0,11	0,76	0,79
23.02.08	11,01	716,3	15,37	3,45	1,21	2,24	1,13	0,08	0,08	1,15	0,27	0,03	0,13	0,09	2,42	1,50
24.02.08	12,43	714,7	17,39	7,71	2,34	5,37	2,12	0,22	0,08	0,45	0,44	0,11	0,37	0,13	0,80	1,14
25.02.08	15,97	715,7	22,32	7,92	2,23	5,69	2,01	0,22	0,10	0,86	0,50	0,13	0,55	0,14	1,92	1,59
26.02.08	17,61	718,1	24,52	8,55	2,08	6,46	1,84	0,25	0,12	0,95	0,47	0,18	0,61	0,11	1,68	1,92
27.02.08	10,69	718,1	14,89	3,41	0,99	2,42	0,91	0,08	0,31	0,87	0,34	0,07	0,20	0,23	2,05	1,51
28.02.08	17,66	717,4	24,62	5,55	1,35	4,20	1,13	0,22	0,88	1,19	0,36	0,27	0,40	0,17	4,46	1,97
29.02.08	11,49	720,2	15,95	4,96	1,34	3,61	1,15	0,19	0,23	0,68	0,44	0,07	0,22	0,09	1,88	1,19
MW	<b>14,13</b>	<b>710,92</b>	<b>19,91</b>	<b>6,51</b>	<b>1,80</b>	<b>4,71</b>	<b>1,63</b>	<b>0,16</b>	<b>0,21</b>	<b>0,99</b>	<b>0,43</b>	<b>0,09</b>	<b>0,29</b>	<b>0,22</b>	<b>2,10</b>	<b>1,60</b>

Datenanhang 12: März 2008

	Masse [mg]	Volumen [m <sup>3</sup> ]	Staubkonzentration [µg/m <sup>3</sup> ]	TC µg/m <sup>3</sup>	EC+CO <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	OC µg/m <sup>3</sup>	EC µg/m <sup>3</sup>	CO <sub>3</sub> -C µg/m <sup>3</sup>	Na µg/m <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> µg/m <sup>3</sup>	K µg/m <sup>3</sup>	Mg sol µg/m <sup>3</sup>	Ca sol µg/m <sup>3</sup>	Cl µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> µg/m <sup>3</sup>
01.03.08																
02.03.08																
03.03.08																
04.03.08	9,73	720,0	13,51	3,02	0,5	2,53	0,41	0,1	0,33	1,10	0,21	0,07	0,19	0,10	2,71	1,74
05.03.08	10,31	720,0	14,32	2,70	1,1	1,55	1,04	0,1	0,24	0,85	0,15	0,03	0,08	0,13	2,93	1,71
06.03.08	8,44	720,0	11,72	7,19	1,1	6,12	1,01	0,1	0,31	0,56	0,28	0,09	0,29	0,21	1,33	1,07
07.03.08	13,50	720,0	18,75	3,76	1,3	2,50	0,96	0,3	0,22	0,41	0,43	0,16	0,51	0,14	1,80	1,17
08.03.08	18,60	720,0	25,83	6,84	1,1	5,69	1,01	0,1	0,17	2,20	0,44	0,07	0,23	0,12	6,66	1,47
09.03.08	11,56	720,0	16,06	5,64	1,5	4,16	1,39	0,1	0,09	1,10	0,30	0,03	0,11	0,05	1,57	1,66
10.03.08	6,68	720,0	9,28	2,29	1,9	0,41	1,75	0,1	0,07	0,34	0,16	0,05	0,19	0,05	0,25	1,35
11.03.08	6,02	720,0	8,36	2,72	1,1	1,60	0,96	0,2	0,16	0,14	0,15	0,05	0,13	0,15	0,60	0,52
12.03.08	3,59	720,0	4,99	1,53	0,8	0,76	0,60	0,2	0,13	0,09	0,13	0,03	0,05	0,12	0,29	0,36
13.03.08	5,17	720,0	7,18	1,63	0,4	1,20	0,38	0,1	0,38	0,10	0,05	0,03	0,06	0,44	0,74	0,66
14.03.08	3,46	720,0	4,81	1,01	0,3	0,68	0,30	0,0	0,15	0,18	0,09	0,03	0,06	0,05	0,43	0,42
15.03.08	6,93	720,0	9,62	3,27	0,4	2,86	0,38	0,0	0,05	0,13	0,17	0,05	0,18	0,05	0,16	0,53
16.03.08	6,95	720,0	9,65	3,59	1,2	2,36	1,06	0,2	0,05	0,15	0,24	0,02	0,10	0,04	0,20	0,61
17.03.08	7,27	710,1	10,24	1,29	1,30	-0,01	1,19	0,11	0,05	0,21	0,08	0,01	0,05	0,09	0,38	0,49
18.03.08	8,98	716,4	12,54	1,18	0,60	0,57	0,55	0,05	0,35	0,78	0,09	0,04	0,06	0,07	1,74	1,05
19.03.08	9,53	716,0	13,31	1,51	0,58	0,93	0,52	0,05	0,43	0,90	0,10	0,05	0,05	0,07	3,76	1,27
20.03.08	5,58	716,1	7,79	1,30	0,55	0,75	0,50	0,05	0,14	0,52	0,07	0,02	0,06	0,09	2,16	1,11
21.03.08	8,37	722,2	11,59	4,14	0,57	3,57	0,52	0,05	0,11	0,57	0,29	0,02	0,09	0,06	0,83	0,99
22.03.08	6,07	724,1	8,38	2,75	1,55	1,20	1,49	0,05	0,20	0,38	0,19	0,05	0,10	0,10	0,87	0,74
23.03.08	9,49	720,5	13,17	4,12	0,98	3,13	0,93	0,05	0,17	0,67	0,29	0,05	0,13	0,04	0,86	0,92
24.03.08	9,75	719,4	13,55	2,93	1,47	1,46	1,37	0,11	0,06	1,22	0,17	0,01	0,02	0,03	1,41	1,82
25.03.08	7,39	716,0	10,32	1,17	0,99	0,19	0,93	0,05	0,11	0,45	0,07	0,02	0,08	0,05	1,04	1,12
26.03.08	5,72	718,0	7,97	1,01	0,63	0,38	0,55	0,08	0,12	0,63	0,12	0,01	0,05	0,03	0,71	1,17
27.03.08	10,98	719,8	15,25	5,70	0,63	5,07	0,57	0,05	0,12	0,71	0,34	0,02	0,09	0,08	1,46	1,22
28.03.08	17,50	719,3	24,33	7,81	1,72	6,09	1,64	0,08	0,12	1,55	0,55	0,04	0,14	0,08	2,65	2,63
29.03.08	10,78	717,8	15,02	3,84	2,24	1,60	2,11	0,14	0,21	0,80	0,36	0,04	0,11	0,13	0,51	2,17
30.03.08	10,71	719,4	14,89	3,82	1,53	2,29	1,42	0,11	0,14	0,49	0,29	0,08	0,28	0,09	0,35	1,47
31.03.08	15,15	723,0	20,95	6,67	1,44	5,23	1,28	0,16	0,12	1,10	0,35	0,13	0,39	0,05	1,66	2,04
MW	<b>9,08</b>	<b>719,22</b>	<b>12,62</b>	<b>3,37</b>	<b>1,06</b>	<b>2,32</b>	<b>0,96</b>	<b>0,10</b>	<b>0,17</b>	<b>0,65</b>	<b>0,22</b>	<b>0,05</b>	<b>0,14</b>	<b>0,10</b>	<b>1,43</b>	<b>1,20</b>

Datenanhang 13: April 2008

	Masse [mg]	Volumen [m <sup>3</sup> ]	Staubkonzentration [µg/m <sup>3</sup> ]	TC µg/m <sup>3</sup>	EC+CO <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	OC µg/m <sup>3</sup>	EC µg/m <sup>3</sup>	CO <sub>3</sub> -C µg/m <sup>3</sup>	Na µg/m <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> µg/m <sup>3</sup>	K µg/m <sup>3</sup>	Mg sol µg/m <sup>3</sup>	Ca sol µg/m <sup>3</sup>	Cl µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> µg/m <sup>3</sup>
01.04.08	23,63	722,8	32,69	8,30	2,31	5,99	2,17	0,14	0,15	3,37	0,41	0,09	0,30	0,08	7,18	3,86
02.04.08	7,61	718,4	10,59	2,13	0,69	1,44	0,66	0,03	0,25	1,04	0,11	0,03	0,05	0,09	2,37	1,17
03.04.08	4,23	716,5	5,90	1,26	0,55	0,71	0,52	0,03	0,10	0,49	0,09	0,01	0,03	0,04	0,78	0,67
04.04.08	8,26	716,7	11,53	1,94	0,93	1,01	0,85	0,08	0,05	1,27	0,12	0,01	0,05	0,02	1,56	1,81
05.04.08	9,94	717,9	13,85	2,95	1,20	1,75	1,15	0,05	0,06	1,13	0,22	0,02	0,06	0,03	1,79	1,60
06.04.08	7,70	721,5	10,67	2,20	1,04	1,17	0,95	0,08	0,04	0,65	0,18	0,01	0,04	0,03	0,87	1,11
07.04.08	5,08	718,1	7,07	1,53	0,66	0,87	0,60	0,05	0,07	0,40	0,10	0,01	0,05	0,03	0,61	0,54
08.04.08	10,29	721,1	14,27	3,26	1,06	2,20	0,93	0,14	0,24	0,62	0,21	0,06	0,19	0,10	3,43	1,58
09.04.08	8,81	727,6	12,11	2,86	1,16	1,70	1,03	0,13	0,09	0,30	0,21	0,04	0,12	0,04	0,28	1,12
10.04.08	9,19	733,7	12,53	3,63	1,21	2,43	0,96	0,24	0,06	0,23	0,18	0,06	0,18	0,03	0,25	1,08
11.04.08	8,98	734,8	12,22	2,96	0,80	2,16	0,70	0,11	0,09	0,10	0,08	0,08	0,23	0,05	0,20	0,39
12.04.08	28,39	725,6	39,13	3,19	1,41	1,78	1,33	0,08	0,07	6,92	0,09	0,04	0,09	0,04	13,96	4,39
13.04.08	12,62	722,1	17,48	3,20	1,39	1,82	1,33	0,05	0,23	1,30	0,22	0,04	0,11	0,05	1,65	2,41
14.04.08	10,84	721,9	15,02	2,96	1,17	1,79	1,03	0,14	0,11	0,75	0,16	0,07	0,20	0,02	0,88	1,44
15.04.08	4,69	719,2	6,52	1,42	0,74	0,68	0,63	0,11	0,02	0,91	0,06	0,01	0,01	0,02	1,67	0,90
16.04.08	7,56	718,6	10,52	1,94	1,01	0,93	0,96	0,05	0,05	1,40	0,11	0,01	0,03	0,04	2,79	1,44
17.04.08	9,09	724,3	12,55	3,03	1,22	1,81	1,09	0,14	0,03	1,28	0,16	0,03	0,12	0,03	2,61	1,45
18.04.08	7,58	731,2	10,37	2,63	1,13	1,50	1,13	0,00	0,08	0,76	0,11	0,05	0,16	0,02	0,75	1,58
19.04.08	5,52	731,2	7,55	2,33	0,97	1,36	0,83	0,13	0,01	0,21	0,09	0,03	0,12	0,03	0,47	0,50
20.04.08	4,82	732,0	6,58	2,17	0,99	1,18	0,89	0,11	0,02	0,21	0,11	0,02	0,07	0,03	0,32	0,56
21.04.08	8,97	730,9	12,27	2,41	1,08	1,34	0,94	0,13	0,13	0,55	0,11	0,08	0,25	0,03	0,62	1,35
22.04.08	3,44	727,5	4,73	2,61	0,76	1,86	0,68	0,08	0,01	0,23	0,10	0,01	0,05	0,02	0,27	0,39
23.04.08	3,51	721,2	4,87	2,26	0,68	1,57	0,66	0,03	0,03	0,31	0,10	0,01	0,02	0,06	0,38	0,67
24.04.08	11,33	721,1	15,71	1,41	1,28	0,13	1,14	0,14	0,06	0,99	0,19	0,04	0,17	0,53	0,74	2,28
25.04.08	6,77	716,4	9,45	3,53	0,99	2,54	0,91	0,08	0,07	0,67	0,16	0,02	0,08	0,04	0,49	1,57
26.04.08	8,22	718,7	11,44	2,35	1,09	1,25	0,96	0,14	0,10	1,20	0,16	0,01	0,03	0,02	1,57	2,12
27.04.08	11,94	723,4	16,51	2,17	1,39	0,78	1,28	0,11	0,06	0,96	0,12	0,02	0,09	0,03	1,43	1,98
28.04.08	12,62	726,6	17,37	3,48	1,95	1,54	1,81	0,13	0,07	1,18	0,20	0,05	0,18	0,02	0,39	3,28
29.04.08	7,26	726,0	10,00	5,94	1,16	4,78	1,06	0,11	0,03	0,60	0,14	0,02	0,08	0,02	0,28	1,40
30.04.08	3,96	729,2	5,43	2,96	0,65	2,31	0,51	0,13	0,01	0,13	0,06	0,02	0,08	0,01	0,27	0,34
MW	<b>9,10</b>	<b>723,87</b>	<b>12,56</b>	<b>2,83</b>	<b>1,09</b>	<b>1,75</b>	<b>0,99</b>	<b>0,10</b>	<b>0,08</b>	<b>1,00</b>	<b>0,14</b>	<b>0,03</b>	<b>0,11</b>	<b>0,05</b>	<b>1,70</b>	<b>1,50</b>

Datenanhang 14: Mai 2008

	Masse [mg]	Volumen [m <sup>3</sup> ]	Staubkonzentration [µg/m <sup>3</sup> ]	TC µg/m <sup>3</sup>	EC+CO <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	OC µg/m <sup>3</sup>	EC µg/m <sup>3</sup>	CO <sub>3</sub> -C µg/m <sup>3</sup>	Na µg/m <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> µg/m <sup>3</sup>	K µg/m <sup>3</sup>	Mg sol µg/m <sup>3</sup>	Ca sol µg/m <sup>3</sup>	Cl µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> µg/m <sup>3</sup>
01.05.08	3,61	724,5	4,98	1,38	0,54	0,84	0,54	0,00	0,13	0,84	0,09	0,03	0,17	0,02	0,35	0,59
02.05.08	6,03	724,8	8,32	2,33	0,87	1,46	0,87	0,00	0,11	0,51	0,12	0,05	0,16	0,04	0,36	0,78
03.05.08	7,01	724,8	9,67	4,00	0,95	3,05	0,95	0,00	0,05	0,57	0,09	0,03	0,12	0,02	0,48	1,23
04.05.08																
05.05.08																
06.05.08																
07.05.08																
08.05.08																
09.05.08																
10.05.08																
11.05.08																
12.05.08																
13.05.08	6,76	365,0	18,52	4,67	1,24	3,43	1,19	0,05	0,04	1,08	0,11	0,10	0,41	0,02	0,34	2,38
14.05.08	15,28	730,8	20,91	5,21	1,51	3,70	1,40	0,11	0,03	1,25	0,14	0,09	0,34	0,01	0,29	2,79
15.05.08	12,61	733,8	17,19	4,20	1,18	3,02	1,04	0,13	0,02	1,03	0,11	0,08	0,57	0,02	0,41	2,24
16.05.08	11,28	734,6	15,36	3,66	1,12	2,53	0,99	0,13	0,02	0,72	0,09	0,08	0,33	0,02	0,34	1,72
17.05.08	10,48	738,7	14,19	3,80	1,06	2,73	1,01	0,05	0,04	0,54	0,09	0,04	0,25	0,03	0,20	1,30
18.05.08	6,31	734,6	8,59	2,72	0,91	1,81	0,86	0,05	0,03	0,36	0,08	0,02	0,11	0,01	0,16	0,81
19.05.08	4,91	730,1	6,73	1,42	0,49	0,94	0,46	0,03	0,01	0,31	0,07	0,01	0,05	0,02	0,29	0,48
20.05.08	5,51	723,1	7,62	1,68	0,71	0,97	0,55	0,16	0,02	0,60	0,10	0,01	0,02	0,01	0,21	1,19
21.05.08	5,11	726,9	7,03	1,83	0,68	1,16	0,68	0,00	0,01	0,49	0,07	0,01	0,07	0,01	0,59	0,79
22.05.08	1,38	728,6	1,89	2,21	0,73	1,48	0,73	0,00	0,01	0,34	0,08	0,01	0,03	0,02	0,22	0,63
23.05.08	7,96	730,6	10,89	3,35	1,02	2,33	1,02	0,00	0,01	0,79	0,11	0,02	0,10	0,01	0,14	1,77
24.05.08	9,87	733,6	13,45	3,50	0,96	2,54	0,96	0,00	0,02	0,85	0,10	0,02	0,08	0,01	0,14	1,98
25.05.08	7,69	735,6	10,45	3,44	0,99	2,45	0,99	0,00	0,02	0,98	0,12	0,02	0,09	0,01	0,13	2,32
26.05.08	16,70	736,9	22,66	6,57	1,55	5,03	1,49	0,05	0,04	1,34	0,21	0,08	0,28	0,04	0,24	3,90
27.05.08	18,93	738,5	25,63	6,48	1,38	5,10	1,30	0,08	0,06	1,02	0,12	0,08	0,45	0,01	0,35	3,14
28.05.08	27,29	739,8	36,89	6,39	1,43	4,95	1,27	0,16	0,12	0,92	0,17	0,13	1,05	0,04	0,53	3,96
29.05.08	25,29	738,0	34,27	6,03	1,52	4,51	1,36	0,16	0,13	0,88	0,16	0,17	0,94	0,03	0,32	3,23
30.05.08	21,37	739,1	28,91	3,18	0,98	2,20	0,83	0,16	0,08	0,61	0,10	0,16	1,01	0,02	0,33	2,48
31.05.08	13,72	736,2	18,64	3,28	0,80	2,47	0,75	0,05	0,06	0,70	0,07	0,09	0,44	0,01	0,35	1,87
MW	<b>11,14</b>	<b>715,84</b>	<b>15,58</b>	<b>3,70</b>	<b>1,03</b>	<b>2,67</b>	<b>0,97</b>	<b>0,06</b>	<b>0,05</b>	<b>0,76</b>	<b>0,11</b>	<b>0,06</b>	<b>0,32</b>	<b>0,02</b>	<b>0,31</b>	<b>1,89</b>

Datenanhang 15: Juni 2008

	Masse [mg]	Volumen [m³]	Staubkonzentration [µg/m³]	TC µg/m³	EC+CO <sub>3</sub> µg/m³	OC µg/m³	EC µg/m³	CO <sub>3</sub> -C µg/m³	Na µg/m³	NH <sub>4</sub> µg/m³	K µg/m³	Mg sol µg/m³	Ca sol µg/m³	Cl µg/m³	NO <sub>3</sub> µg/m³	SO <sub>4</sub> µg/m³
01.06.08	14,94	565,4	26,43	3,05	1,04	2,01	1,04	0,00	0,07	0,91	0,11	0,09	0,48	0,01	0,33	2,14
02.06.08																
03.06.08																
04.06.08	3,6	480,1	7,50	1,84	0,74	1,10	0,74	0,00	0,02	0,36	0,04	0,00	0,03	0,01	0,24	0,88
05.06.08	8,96	731,1	12,26	2,84	1,13	1,71	1,13	0,00	0,02	1,42	0,09	0,01	0,04	0,01	0,11	3,08
06.06.08	8,99	731,9	12,28	3,32	1,34	1,98	1,34	0,00	0,02	1,19	0,10	0,01	0,05	0,01	0,07	2,78
07.06.08	8,38	734,0	11,42	2,94	1,26	1,68	1,26	0,00	0,02	1,10	0,08	0,01	0,06	0,01	0,08	2,46
08.06.08	7,32	733,1	9,99	2,51	1,10	1,41	1,10	0,00	0,02	0,73	0,07	0,01	0,03	0,01	0,07	1,55
09.06.08	6,91	733,4	9,42	2,01	0,78	1,23	0,78	0,00	0,01	0,60	0,04	0,00	0,03	0,00	0,10	1,25
10.06.08	8,32	735,0	11,32	2,24	0,83	1,41	0,83	0,00	0,01	0,69	0,06	0,01	0,05	0,01	0,06	1,49
11.06.08																
12.06.08	8,24	475,1	17,34	2,43	0,91	1,52	0,83	0,08	0,25	1,32	0,07	0,04	0,10	0,01	0,54	2,87
13.06.08	6,61	725,8	9,11	1,84	0,65	1,19	0,65	0,00	0,03	0,64	0,06	0,01	0,04	0,01	0,25	1,23
14.06.08	6,35	724,1	8,77	1,90	0,65	1,24	0,65	0,00	0,07	0,66	0,07	0,01	0,05	0,00	0,21	1,41
15.06.08	6,85	730,1	9,38	1,80	0,67	1,13	0,67	0,00	0,04	0,60	0,05	0,01	0,03	0,02	0,29	1,23
16.06.08	7,94	729,8	10,88	2,61	0,89	1,72	0,89	0,00	0,02	0,39	0,04	0,01	0,09	0,01	0,28	1,15
17.06.08	5,89	484,1	12,17	2,67	0,73	1,94	0,73	0,00	0,04	0,54	0,07	0,02	0,08	0,02	0,35	1,05
18.06.08	3,96	312,1	12,69	2,39	0,94	1,45	0,94	0,00	0,03	0,34	0,07	0,01	0,07	0,01	0,40	1,05
19.06.08	7,03	733,6	9,58	2,27	1,13	1,15	1,13	0,00	0,02	0,38	0,05	0,01	0,05	0,01	0,13	0,82
20.06.08	10,71	724,1	14,79	3,87	0,35	3,52	0,33	0,03	0,05	0,52	0,07	0,03	0,12	0,01	0,26	1,16
21.06.08	12,39	731,9	16,93	5,41	0,91	4,50	0,91	0,00	0,05	0,63	0,08	0,03	0,15	0,01	0,26	1,32
22.06.08	12,69	737,5	17,21	5,72	1,28	4,44	1,28	0,00	0,04	0,35	0,04	0,02	0,09	0,01	0,17	1,20
23.06.08	10,92	735,8	14,84	4,08	1,28	2,80	1,28	0,00	0,04	0,42	0,10	0,03	0,13	0,01	0,15	1,48
24.06.08	9,68	734,6	13,18	3,31	1,18	2,13	1,15	0,03	0,04	0,64	0,09	0,03	0,12	0,01	0,11	1,43
25.06.08	15,93	733,3	21,72	4,04	1,26	2,78	1,26	0,00	0,07	0,61	0,10	0,06	0,44	0,01	0,19	1,88
26.06.08	14,37	730,6	19,67	2,98	0,94	2,04	0,94	0,00	0,09	0,96	0,12	0,04	0,27	0,01	0,25	2,97
27.06.08	6,99	729,7	9,58	2,53	0,70	1,82	0,70	0,00	0,05	0,69	0,08	0,01	0,20	0,01	0,12	1,56
28.06.08	9,31	732,4	12,71	3,29	0,97	2,33	0,97	0,00	0,19	0,93	0,11	0,03	0,10	0,01	0,23	2,38
29.06.08	8,31	734,0	11,32	2,91	1,12	1,79	1,12	0,00	0,07	0,62	0,10	0,02	0,07	0,01	0,14	1,51
30.06.08	5,61	732,7	7,66	2,35	0,83	1,52	0,83	0,00	0,03	0,34	0,08	0,01	0,04	0,01	0,07	0,82
	<b>8,79</b>	<b>682,05</b>	<b>12,97</b>	<b>2,93</b>	<b>0,95</b>	<b>1,98</b>	<b>0,94</b>	<b>0,00</b>	<b>0,05</b>	<b>0,69</b>	<b>0,08</b>	<b>0,02</b>	<b>0,11</b>	<b>0,01</b>	<b>0,20</b>	<b>1,64</b>

Datenanhang 16: Juli 2008

	Masse [mg]	Volumen [m <sup>3</sup> ]	Staubkonzentration [µg/m <sup>3</sup> ]	TC µg/m <sup>3</sup>	EC+CO <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	OC µg/m <sup>3</sup>	EC µg/m <sup>3</sup>	CO <sub>3</sub> -C µg/m <sup>3</sup>	Na µg/m <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> µg/m <sup>3</sup>	K µg/m <sup>3</sup>	Mg sol µg/m <sup>3</sup>	Ca sol µg/m <sup>3</sup>	Cl µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> µg/m <sup>3</sup>
01.07.08	13,06	732,4	17,83	4,23	1,42	2,81	1,42	0,00	0,176	1,012	0,079	0,039	0,085	0,035	0,245	3,407
02.07.08	12,95	735,7	17,60	4,66	1,44	3,22	1,44	0,00	0,117	1,198	0,095	0,059	0,182	0,033	0,176	3,029
03.07.08	10,15	738,5	13,74	3,75	1,32	2,43	1,32	0,00	0,028	0,492	0,064	0,023	0,085	0,036	0,200	1,586
04.07.08	6,17	731,9	8,43	1,71	0,96	0,75	0,96	0,00	0,081	0,405	0,092	0,026	0,072	0,038	0,242	1,033
05.07.08	8,03	729,4	11,01	3,03	1,39	1,64	1,39	0,00	0,123	0,535	0,103	0,027	0,072	0,041	0,324	1,376
06.07.08	6,71	734,0	9,14	2,50	1,13	1,37	1,13	0,00	0,068	0,453	0,083	0,020	0,070	0,037	0,178	1,209
07.07.08	4,27	732,4	5,83	1,76	0,96	0,80	0,96	0,00	0,031	0,164	0,071	0,010	0,031	0,037	0,147	0,486
08.07.08	5,45	732,2	7,44	1,47	0,42	1,05	0,42	0,00	0,082	0,127	0,045	0,026	0,128	0,041	0,178	0,493
09.07.08	6,11	732,9	8,34	2,16	0,93	1,23	0,92	0,01	0,126	0,203	0,060	0,027	0,078	0,049	0,199	0,713
10.07.08	8,19	735,5	11,13	2,60	1,38	1,22	1,38	0,00	0,158	0,590	0,077	0,034	0,179	0,035	0,205	1,532
11.07.08	10,67	735,9	14,50	3,71	1,35	2,37	1,35	0,00	0,040	0,455	0,059	0,037	0,123	0,041	0,166	1,187
12.07.08	7,22	735,2	9,82	2,39	0,83	1,56	0,83	0,00	0,026	0,342	0,062	0,022	0,072	0,035	0,144	0,827
13.07.08	6,67	734,3	9,08	1,89	0,90	0,99	0,90	0,00	0,033	0,351	0,053	0,010	0,033	0,036	0,144	0,976
14.07.08	6,14	728,4	8,43	1,37	0,83	0,54	0,83	0,00	0,020	0,645	0,039	0,006	0,027	0,036	0,179	1,548
15.07.08	10,14	728,5	13,92	2,40	1,33	1,07	1,33	0,00	0,138	1,257	0,078	0,031	0,048	0,035	0,237	2,933
16.07.08	11,62	734,1	15,83	3,98	1,57	2,42	1,57	0,00	0,078	0,955	0,095	0,040	0,148	0,050	0,270	3,035
17.07.08	7,34	730,2	10,05	2,93	1,22	1,72	1,22	0,00	0,035	0,689	0,101	0,025	0,167	0,053	0,203	1,397
18.07.08	4,72	730,8	6,46	2,02	0,85	1,17	0,85	0,00	0,052	0,333	0,062	0,019	0,104	0,057	0,216	0,835
19.07.08	6,28	736,8	8,52	2,50	0,63	1,87	0,63	0,00	0,029	0,264	0,052	0,017	0,105	0,051	0,193	0,917
20.07.08	4,48	736,2	6,09	2,04	0,91	1,13	0,91	0,00	0,030	0,253	0,048	0,015	0,079	0,050	0,159	0,646
21.07.08	6,22	730,4	8,52	1,92	0,65	1,27	0,65	0,00	0,134	0,497	0,058	0,029	0,127	0,063	0,350	1,308
22.07.08	4,00	723,6	5,53	1,42	0,55	0,87	0,55	0,00	0,036	0,222	0,029	0,009	0,039	0,054	0,243	0,896
23.07.08	7,68	723,9	10,61	2,01	1,19	0,82	1,19	0,00	0,041	0,935	0,066	0,012	0,078	0,051	0,341	2,253
24.07.08	5,67	726,0	7,81	1,62	1,00	0,62	1,00	0,00	0,029	0,428	0,039	0,010	0,068	0,046	0,175	1,109
25.07.08	5,26	731,8	7,19	2,22	1,10	1,12	1,10	0,00	0,023	0,118	0,079	0,014	0,119	0,047	0,180	0,464
26.07.08																
27.07.08																
28.07.08																
29.07.08																
30.07.08																
31.07.08																
MW	7,4	732,1	10,1	2,5	1,0	1,4	1,0	0,0	0,1	0,5	0,1	0,0	0,1	0,0	0,2	1,4

Datenanhang 17: August 2008

	Masse [mg]	Volumen [m <sup>3</sup> ]	Staubkonzentration [µg/m <sup>3</sup> ]	TC µg/m <sup>3</sup>	EC+CO <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	OC µg/m <sup>3</sup>	EC µg/m <sup>3</sup>	CO <sub>3</sub> -C µg/m <sup>3</sup>	Na µg/m <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> µg/m <sup>3</sup>	K µg/m <sup>3</sup>	Mg sol µg/m <sup>3</sup>	Ca sol µg/m <sup>3</sup>	Cl µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> µg/m <sup>3</sup>
01.08.08																
02.08.08																
03.08.08																
04.08.08	4,83	371,5	13,00	2,65	0,58	2,07	0,58	0,00	0,07	0,33	0,06	0,03	0,27	0,07	0,32	0,85
05.08.08	5,93	732,1	8,10	1,70	0,52	1,19	0,49	0,02	0,05	0,42	0,05	0,02	0,08	0,04	0,23	1,01
06.08.08	9,35	733,8	12,74	3,20	0,74	2,46	0,74	0,00	0,06	0,52	0,12	0,04	0,17	0,04	0,22	1,31
07.08.08	9,06	739,8	12,25	3,53	0,83	2,70	0,83	0,00	0,06	0,61	0,06	0,03	0,16	0,03	0,15	1,16
08.08.08	6,63	737,3	8,99	1,39	0,40	0,98	0,40	0,00	0,02	0,21	0,05	0,01	0,04	0,04	0,24	0,56
09.08.08	5,93	731,9	8,10	1,27	0,59	0,69	0,59	0,00	0,07	0,31	0,04	0,01	0,03	0,04	0,18	0,75
10.08.08	7,15	734,1	9,74	1,54	0,49	1,04	0,49	0,00	0,03	0,43	0,04	0,01	0,03	0,03	0,16	1,00
11.08.08	9,64	740,7	13,02	3,15	0,70	2,44	0,70	0,00	0,03	0,31	0,05	0,02	0,08	0,03	0,18	0,81
12.08.08	10,74	743,4	14,45	3,22	0,77	2,44	0,70	0,08	0,04	0,60	0,06	0,05	0,15	0,03	0,20	1,54
13.08.08	5,36	735,7	7,29	1,32	0,41	0,92	0,41	0,00	0,01	0,18	0,03	0,01	0,03	0,03	0,17	0,46
14.08.08	8,72	738,2	11,81	2,28	0,58	1,69	0,58	0,00	0,07	0,26	0,07	0,04	0,12	0,04	0,27	0,74
15.08.08	7,74	735,1	10,53	2,26	0,56	1,70	0,56	0,00	0,04	0,36	0,06	0,01	0,05	0,04	0,18	0,87
16.08.08	5,49	729,1	7,53	1,81	0,76	1,05	0,76	0,00	0,02	0,16	0,03	0,01	0,03	0,04	0,16	0,44
17.08.08	5,65	730,6	7,73	1,31	0,37	0,93	0,37	0,00	0,05	0,30	0,03	0,01	0,02	0,03	0,19	0,93
18.08.08	6,25	732,9	8,53	2,26	0,59	1,67	0,57	0,01	0,06	0,42	0,05	0,02	0,05	0,03	0,18	1,13
19.08.08	8,13	735,0	11,06	3,26	0,70	2,55	0,69	0,02	0,03	0,39	0,06	0,03	0,11	0,04	0,20	0,94
20.08.08	6,13	733,9	8,35	1,55	0,39	1,16	0,38	0,01	0,10	0,23	0,04	0,03	0,08	0,04	0,22	0,81
21.08.08	7,15	731,6	9,77	2,02	0,50	1,52	0,50	0,00	0,12	0,34	0,04	0,03	0,06	0,03	0,28	1,08
22.08.08	10,67	735,9	14,50	2,78	0,81	1,97	0,81	0,00	0,06	1,06	0,06	0,04	0,14	0,03	0,18	2,69
23.08.08	4,14	734,2	5,64	0,69	0,26	0,43	0,26	0,00	0,01	0,16	0,03	0,02	0,07	0,04	0,14	0,49
24.08.08	6,11	730,2	8,37	1,25	0,46	0,79	0,46	0,00	0,08	0,54	0,04	0,01	0,04	0,03	0,24	1,29
25.08.08	5,96	730,8	8,16	1,56	0,60	0,96	0,60	0,00	0,05	0,47	0,04	0,03	0,10	0,04	0,20	1,16
26.08.08	8,70	731,0	11,90	1,99	0,63	1,36	0,63	0,00	0,04	0,51	0,04	0,03	0,13	0,03	0,22	1,31
27.08.08	8,68	729,5	11,90	2,79	0,80	1,99	0,80	0,00	0,03	0,58	0,06	0,03	0,07	0,03	0,20	1,39
28.08.08	13,21	734,2	17,99	3,10	0,91	2,19	0,90	0,01	0,05	0,97	0,06	0,03	0,12	0,03	0,33	2,29
29.08.08	17,96	734,6	24,45	3,40	0,99	2,40	0,98	0,01	0,06	1,71	0,07	0,04	0,17	0,03	0,45	4,34
30.08.08	10,28	732,0	14,04	2,25	0,80	1,45	0,74	0,06	0,09	1,22	0,06	0,03	0,10	0,03	0,30	3,32
31.08.08	10,20	730,2	13,97	2,37	0,78	1,60	0,70	0,08	0,09	0,85	0,08	0,02	0,06	0,03	0,26	2,29
MW	<b>8,06</b>	<b>721,04</b>	<b>11,21</b>	<b>2,21</b>	<b>0,63</b>	<b>1,58</b>	<b>0,62</b>	<b>0,01</b>	<b>0,05</b>	<b>0,52</b>	<b>0,05</b>	<b>0,02</b>	<b>0,09</b>	<b>0,04</b>	<b>0,22</b>	<b>1,32</b>

Datenanhang 18: September 2008

	Masse [mg]	Volumen [m³]	Staubkonzentration [µg/m³]	TC µg/m³	EC+CO <sub>3</sub> µg/m³	OC µg/m³	EC µg/m³	CO <sub>3</sub> -C µg/m³	Na µg/m³	NH <sub>4</sub> µg/m³	K µg/m³	Mg sol µg/m³	Ca sol µg/m³	Cl µg/m³	NO <sub>3</sub> µg/m³	SO <sub>4</sub> µg/m³
01.09.08	9,94	732,7	13,57	4,08	0,92	3,16	0,85	0,07	0,03	0,74	0,06	0,02	0,07	0,04	0,23	2,37
02.09.08	9,24	736,0	12,55	2,29	0,81	1,48	0,72	0,09	0,01	0,60	0,04	0,02	0,06	0,03	0,15	1,70
03.09.08	7,89	737,0	10,71	2,13	0,86	1,27	0,74	0,12	0,04	0,87	0,06	0,02	0,07	0,03	0,19	2,27
04.09.08	6,88	736,8	9,34	2,38	0,76	1,63	0,65	0,11	0,08	0,84	0,07	0,03	0,15	0,03	0,23	1,16
05.09.08	9,88	735,0	13,44	2,28	0,92	1,36	0,81	0,11	0,09	0,52	0,06	0,03	0,20	0,03	0,24	2,44
06.09.08	12,57	736,2	17,07	2,03	0,83	1,19	0,65	0,19	0,05	0,41	0,04	0,02	0,09	0,04	0,37	2,35
07.09.08	5,98	733,7	8,15	0,93	0,50	0,43	0,42	0,08	0,05	0,15	0,04	0,01	0,03	0,03	0,19	1,26
08.09.08	4,79	729,1	6,57	1,48	0,65	0,83	0,55	0,10	0,02	0,28	0,03	0,03	0,10	0,04	0,19	0,53
09.09.08																
10.09.08																
11.09.08																
12.09.08																
13.09.08																
14.09.08																
15.09.08	2,50	372,2	6,72	0,56	0,43	0,13	0,33	0,10	0,04	0,07	0,05	0,00	0,04	0,07	0,29	0,31
16.09.08	5,84	718,1	8,13	1,40	0,72	0,68	0,64	0,09	0,01	0,58	0,05	0,00	0,02	0,03	0,24	1,39
17.09.08	10,00	718,4	13,92	2,80	1,18	1,62	1,08	0,10	0,04	1,52	0,12	0,01	0,03	0,04	0,31	4,13
18.09.08																
19.09.08																
20.09.08																
21.09.08																
22.09.08																
23.09.08																
24.09.08																
25.09.08																
26.09.08																
27.09.08																
28.09.08																
29.09.08	7,57	368,9	20,52	5,06	2,03	3,03	1,81	0,22	0,03	0,59	0,12	0,01	0,05	0,08	0,73	2,17
30.09.08	11,92	725,0	16,44	4,21	1,44	2,77	1,33	0,11	0,04	1,00	0,18	0,01	0,07	0,04	0,42	2,46
MW	<b>8,08</b>	<b>675,31</b>	<b>12,09</b>	<b>2,43</b>	<b>0,93</b>	<b>1,51</b>	<b>0,81</b>	<b>0,11</b>	<b>0,04</b>	<b>0,63</b>	<b>0,07</b>	<b>0,02</b>	<b>0,08</b>	<b>0,04</b>	<b>0,29</b>	<b>1,89</b>

Datenanhang 19: Oktober 2008

	Masse [mg]	Volumen [m <sup>3</sup> ]	Staubkonzentration [µg/m <sup>3</sup> ]	TC µg/m <sup>3</sup>	EC+CO <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	OC µg/m <sup>3</sup>	EC µg/m <sup>3</sup>	CO <sub>3</sub> -C µg/m <sup>3</sup>	Na µg/m <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> µg/m <sup>3</sup>	K µg/m <sup>3</sup>	Mg sol µg/m <sup>3</sup>	Ca sol µg/m <sup>3</sup>	Cl µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> µg/m <sup>3</sup>
01.10.08	8,63	726,9	11,87	4,15	1,26	2,90	1,26	0,00	0,02	0,35	0,06	0,00	0,01	0,04	0,19	1,61
02.10.08	9,03	728,2	12,40	5,08	1,32	3,76	1,14	0,18	0,05	0,24	0,18	0,01	0,06	0,04	0,19	0,95
03.10.08	3,22	723,2	4,45	1,48	0,34	1,15	0,33	0,01	0,03	0,11	0,06	0,00	0,01	0,04	0,15	0,41
04.10.08	2,37	719,0	3,30	1,10	0,32	0,78	0,20	0,12	0,00	0,01	0,04	0,00	0,00	0,04	0,36	0,56
05.10.08	4,19	720,5	5,82	2,64	0,65	1,99	0,62	0,03	0,11	0,24	0,13	0,01	0,02	0,05	0,25	0,80
06.10.08	6,01	721,0	8,34	3,98	1,12	2,86	1,03	0,10	0,04	0,14	0,22	0,01	0,05	0,04	0,19	0,65
07.10.08	6,09	726,1	8,39	4,13	1,07	3,07	1,03	0,03	0,04	0,15	0,18	0,01	0,05	0,04	0,17	0,52
08.10.08	6,25	725,5	8,62	3,09	0,81	2,28	0,77	0,04	0,04	0,40	0,10	0,01	0,05	0,03	0,45	0,81
09.10.08	8,70	721,1	12,06	4,35	1,08	3,26	1,04	0,04	0,08	0,61	0,20	0,02	0,21	0,04	0,35	1,38
10.10.08	13,74	717,7	19,14	6,43	1,67	4,76	1,57	0,10	0,04	0,90	0,16	0,02	0,06	0,04	0,55	2,75
11.10.08	11,83	719,5	16,44	5,33	1,34	3,99	1,29	0,05	0,03	0,72	0,15	0,01	0,03	0,03	0,27	2,05
12.10.08	9,41	719,4	13,08	5,21	1,21	4,00	1,13	0,08	0,05	0,44	0,19	0,01	0,03	0,04	0,21	1,16
13.10.08	9,23	720,3	12,81	5,10	1,24	3,86	1,22	0,02	0,04	0,30	0,18	0,02	0,08	0,04	0,18	0,91
14.10.08	19,57	724,8	27,00	8,18	1,44	6,74	1,36	0,09	0,08	0,29	0,27	0,06	0,48	0,05	0,51	1,67
15.10.08	23,20	727,7	31,88	4,74	1,18	3,57	1,10	0,08	0,08	0,44	0,19	0,07	0,85	0,05	0,96	2,38
16.10.08	11,21	726,5	15,43	5,26	1,02	4,24	0,97	0,05	0,02	0,18	0,15	0,02	0,15	0,04	0,26	0,90
17.10.08	5,64	720,6	7,83	2,43	0,83	1,60	0,83	0,00	0,11	0,40	0,11	0,02	0,03	0,04	0,44	1,21
18.10.08	7,50	717,7	10,45	4,23	1,11	3,11	1,05	0,06	0,04	0,37	0,19	0,01	0,16	0,03	0,33	1,13
19.10.08	11,15	718,2	15,53	5,67	1,37	4,30	1,36	0,01	0,09	0,51	0,26	0,02	0,10	0,04	0,48	1,46
20.10.08	9,41	719,1	13,09	5,50	1,09	4,41	1,09	0,00	0,03	0,35	0,23	0,01	0,05	0,04	0,21	1,10
21.10.08	9,32	721,7	12,91	5,44	1,28	4,15	1,28	0,00	0,03	0,26	0,23	0,02	0,07	0,04	0,22	0,90
22.10.08	12,37	722,0	17,13	5,28	1,11	4,17	0,76	0,35	0,01	0,64	0,13	0,01	0,04	0,06	1,62	1,42
23.10.08	4,53	718,7	6,30	2,27	0,60	1,68	0,59	0,01	0,01	0,16	0,05	0,00	0,01	0,03	0,32	0,69
24.10.08	9,97	713,9	13,97	4,10	1,09	3,01	1,09	0,00	0,02	0,86	0,19	0,01	0,04	0,05	1,26	1,64
25.10.08	18,71	717,2	26,09	4,55	1,37	3,17	1,35	0,02	0,03	2,90	0,26	0,02	0,10	0,06	6,53	2,91
26.10.08	8,45	718,2	11,77	4,70	1,21	3,49	1,21	0,00	0,01	0,20	0,15	0,01	0,04	0,05	0,29	1,19
27.10.08	8,75	720,0	12,15	5,82	1,26	4,56	1,17	0,09	0,02	0,29	0,24	0,01	0,07	0,05	0,19	0,68
28.10.08	12,16	725,2	16,77	6,75	1,13	5,62	1,13	0,00	0,02	0,55	0,33	0,03	0,09	0,04	0,82	1,25
29.10.08	13,06	726,5	17,98	5,33	1,43	3,90	1,31	0,12	0,04	1,57	0,26	0,01	0,05	0,04	2,72	2,16
30.10.08	4,54	729,4	6,22	1,56	0,43	1,12	0,41	0,03	0,06	0,31	0,07	0,02	0,12	0,05	0,55	0,68
31.10.08	4,78	726,5	6,58	2,74	0,84	1,90	0,83	0,01	0,05	0,20	0,13	0,02	0,06	0,04	0,19	0,64
MW	<b>9,45</b>	<b>722,01</b>	<b>13,09</b>	<b>4,41</b>	<b>1,07</b>	<b>3,33</b>	<b>1,02</b>	<b>0,06</b>	<b>0,04</b>	<b>0,49</b>	<b>0,17</b>	<b>0,02</b>	<b>0,10</b>	<b>0,04</b>	<b>0,69</b>	<b>1,24</b>

Datenanhang 20: November 2008

	Masse [mg]	Volumen [m <sup>3</sup> ]	Staubkonzentration [µg/m <sup>3</sup> ]	TC µg/m <sup>3</sup>	EC+CO <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	OC µg/m <sup>3</sup>	EC µg/m <sup>3</sup>	CO <sub>3</sub> -C µg/m <sup>3</sup>	Na µg/m <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> µg/m <sup>3</sup>	K µg/m <sup>3</sup>	Mg sol µg/m <sup>3</sup>	Ca sol µg/m <sup>3</sup>	Cl µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> µg/m <sup>3</sup>
01.11.08	7,65	729,6	10,48	3,20	1,13	2,07	1,11	0,03	0,16	0,30	0,15	0,03	0,11	0,09	0,35	1,10
02.11.08	8,66	724,4	11,95	3,75	1,19	2,57	1,15	0,04	0,04	0,52	0,15	0,01	0,07	0,03	0,32	1,31
03.11.08	9,24	723,7	12,77	4,45	1,54	2,90	1,46	0,08	0,08	0,21	0,21	0,03	0,17	0,06	0,34	0,86
04.11.08	24,73	728,3	33,96	4,76	1,69	3,07	1,42	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,99	1,65
05.11.08	10,28	734,1	14,00	4,74	0,69	4,06	0,61	0,07	0,12	0,16	0,08	0,06	0,48	0,08	0,58	1,01
06.11.08	10,44	729,2	14,32	3,86	1,13	2,74	1,00	0,13	0,13	0,16	0,21	0,09	0,46	0,06	0,50	0,90
07.11.08	12,18	724,6	16,81	4,32	1,59	2,73	1,56	0,04	0,03	1,26	0,21	0,02	0,08	0,05	2,32	1,96
08.11.08	6,50	720,8	9,02	3,51	1,03	2,48	0,98	0,05	0,01	0,31	0,13	0,01	0,06	0,03	0,45	0,76
09.11.08	5,59	715,4	7,81	3,60	1,10	2,50	1,06	0,03	0,01	0,08	0,09	0,01	0,03	0,05	0,16	0,43
10.11.08	5,98	715,7	8,36	4,33	1,40	2,94	1,35	0,05	0,02	0,11	0,22	0,01	0,04	0,04	0,23	0,53
11.11.08	8,74	715,1	12,22	6,02	1,65	4,37	1,62	0,04	0,02	0,15	0,29	0,02	0,08	0,06	0,19	0,73
12.11.08	11,96	716,9	16,68	6,44	1,50	4,94	1,47	0,02	0,02	0,91	0,34	0,02	0,07	0,04	1,62	1,68
13.11.08	4,60	715,4	6,43	3,46	1,33	2,13	1,30	0,03	0,03	0,31	0,15	0,00	0,02	0,04	0,49	0,57
14.11.08	6,58	715,3	9,20	3,35	1,24	2,12	1,18	0,06	0,04	0,81	0,17	0,01	0,02	0,03	1,09	1,28
15.11.08	5,47	715,9	7,64	2,25	0,95	1,30	0,88	0,08	0,03	0,88	0,13	0,01	0,03	0,03	0,28	2,22
16.11.08	4,24	717,7	5,91	1,92	0,81	1,11	0,76	0,05	0,02	0,42	0,08	0,01	0,02	0,03	0,59	1,11
17.11.08	5,85	714,8	8,18	2,26	0,39	1,87	0,38	0,01	0,51	0,20	0,12	0,06	0,06	0,51	0,70	0,74
18.11.08	8,55	709,3	12,05	5,18	0,85	4,34	0,75	0,09	0,20	0,17	0,32	0,03	0,07	0,15	0,59	0,76
19.11.08	4,44	715,7	6,20	2,40	1,03	1,37	0,95	0,08	0,09	0,39	0,14	0,01	0,03	0,04	0,52	0,78
20.11.08	2,51	721,4	3,48	1,39	0,56	0,82	0,52	0,05	0,06	0,29	0,06	0,01	0,05	0,05	0,40	0,47
21.11.08	3,28	717,4	4,57	2,34	0,64	1,70	0,54	0,10	0,02	0,07	0,09	0,01	0,02	0,05	0,26	0,34
22.11.08	5,26	715,6	7,35	1,17	0,51	0,66	0,45	0,07	0,15	0,18	0,04	0,04	0,12	0,14	0,53	0,57
23.11.08	6,73	715,3	9,41	2,88	1,00	1,88	0,97	0,03	0,07	0,17	0,07	0,01	0,03	0,09	0,56	0,68
24.11.08	7,08	715,6	9,89	4,71	0,82	3,89	0,73	0,09	0,06	0,18	0,16	0,01	0,03	0,09	0,69	0,58
25.11.08	6,55	716,1	9,15	2,70	0,87	1,83	0,70	0,17	0,12	0,51	0,11	0,01	0,03	0,09	1,75	1,03
26.11.08	6,65	710,4	9,36	2,61	0,94	1,67	0,90	0,04	0,18	0,94	0,11	0,02	0,02	0,08	1,66	1,44
27.11.08	11,99	709,8	16,89	7,11	1,76	5,35	1,66	0,10	0,12	0,51	0,39	0,01	0,02	0,11	1,14	1,01
28.11.08	14,03	713,1	19,68	8,87	1,58	7,29	1,23	0,34	0,05	0,30	0,35	0,01	0,02	0,14	0,81	0,95
29.11.08	18,78	718,2	26,15	11,03	2,12	8,91	1,78	0,34	0,07	1,06	0,53	0,01	0,04	0,14	2,04	1,75
30.11.08	6,16	722,6	8,52	4,10	0,99	3,11	0,64	0,34	0,04	0,09	0,09	0,00	0,04	0,09	0,27	0,51
MW	<b>8,36</b>	<b>718,59</b>	<b>11,62</b>	<b>4,09</b>	<b>1,13</b>	<b>2,96</b>	<b>1,04</b>	<b>0,10</b>	<b>0,08</b>	<b>0,39</b>	<b>0,17</b>	<b>0,02</b>	<b>0,08</b>	<b>0,09</b>	<b>0,75</b>	<b>0,99</b>

Datenanhang 21: Dezember 2008

	Masse [mg]	Volumen [m <sup>3</sup> ]	Staubkonzentration [µg/m <sup>3</sup> ]	TC µg/m <sup>3</sup>	EC+CO <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	OC µg/m <sup>3</sup>	EC µg/m <sup>3</sup>	CO <sub>3</sub> -C µg/m <sup>3</sup>
01.12.08	6,96	720,9	9,66	3,77	0,80	2,96	0,74	0,06
02.12.08	7,83	720,3	10,87	6,23	1,53	4,69	1,46	0,07
03.12.08	6,8	715,1	9,51	5,33	1,50	3,82	1,50	0,00
04.12.08	9,19	715,6	12,84	7,02	1,56	5,46	1,51	0,05
05.12.08	17,16	716,8	23,94	12,63	1,13	11,50	1,07	0,06
06.12.08	11,26	718,5	15,67	7,83	1,65	6,18	1,60	0,05
07.12.08	4,88	712,7	6,85	1,82	0,83	1,00	0,79	0,04
08.12.08	5,74	711,3	8,07	2,39	1,00	1,39	0,96	0,04
09.12.08	8,37	705,3	11,87	6,81	1,78	5,03	1,72	0,06
10.12.08	11,33	710,7	15,94	7,29	1,34	5,95	1,27	0,07
11.12.08	12,89	717,9	17,96	6,46	2,12	4,35	2,09	0,02
12.12.08	10,64	716,7	14,85	5,66	2,05	3,60	2,01	0,04
13.12.08	15,47	716,2	21,60	10,19	1,98	8,22	1,95	0,03
14.12.08	1,58	723,9	2,18	1,33	0,52	0,80	0,48	0,05
15.12.08	9,95	721,5	13,79	7,55	2,21	5,34	2,15	0,05
16.12.08	12,78	720,3	17,74	8,52	1,35	7,16	1,32	0,04
17.12.08	7,58	717,5	10,57	4,97	1,92	3,05	1,85	0,07
18.12.08								
19.12.08	1,59	710,8	2,24	1,55	0,69	0,86	0,63	0,06
20.12.08	4,15	711,1	5,84	2,78	0,92	1,86	0,90	0,02
21.12.08	4,09	714,9	5,72	2,51	0,57	1,94	0,57	0,00
22.12.08	1,09	712,9	1,53	1,79	0,60	1,18	0,55	0,05
23.12.08	5,34	712,7	7,49	1,45	0,30	1,16	0,28	0,02
24.12.08	3,87	714,2	5,42	2,25	0,48	1,77	-0,06	0,54
25.12.08	7,47	707,8	10,55	4,38	1,78	2,60	1,64	0,14
26.12.08	13,14	701,0	18,74	7,53	2,69	4,85	2,58	0,10
27.12.08	14,63	703,1	20,81	12,01	2,97	9,04	2,89	0,09
28.12.08	23,56	697,4	33,78	15,42	3,46	11,96	3,40	0,06
29.12.08	31,26	693,4	45,08	19,66	2,89	16,76	2,83	0,06
30.12.08	29,38	696,2	42,20	18,49	2,94	15,55	2,89	0,06
31.12.08	33,00	698,5	47,24	19,33	2,68	16,65	2,63	0,05
MW	<b>11,10</b>	<b>711,83</b>	<b>15,68</b>	<b>7,17</b>	<b>1,61</b>	<b>5,56</b>	<b>1,54</b>	<b>0,07</b>

Datenanhang 22: Daten der Zuckermanalyse (Werte unter der Nachweisgrenze werden als 0,00 angegeben)

	Levoglucosan µg/m <sup>3</sup>	Xylitol µg/m <sup>3</sup>	Arabitol µg/m <sup>3</sup>	Mannitol µg/m <sup>3</sup>	Mannosan µg/m <sup>3</sup>	Galactosan µg/m <sup>3</sup>	Glucose µg/m <sup>3</sup>	Fructose µg/m <sup>3</sup>	Sucrose µg/m <sup>3</sup>
5-7.04.07	0,15		0,05						
8,9.04.07	0,16		0,01						
10-12.04.07	0,33		0,00						
15-16.4.07	0,00		0,00						
17-18.04.07	0,18		0,01						
19-21.04.07	0,30		0,02						
22-24.04.07	0,21		0,03						
25-27.04.07	0,15		0,03						
28-30.04.07	0,15		0,02						
01-04.05.07	0,37		0,01						
05-07.05.07	0,14		0,00						
08-11.05.07	0,12		0,02						
11.-13.05.07	0,07		0,01						
14.-16.05.07	0,04		0,01						
17.-19.05.07	0,14		0,00						
20.-22.05.07	0,10		0,01						
23.-25.05.07	0,06		0,02						
26.-28.05.07	0,11		0,02						
29.-31.05.07	0,05		0,00						
1.-3.06.07	0,09		0,01						
4.-6.06.07	0,11		0,02						
7.-9.06.07	0,11		0,01						
10.-12.06.07	0,06		0,01						
14.-15.06.07	0,00		0,00						
16.-18.06.07	0,00		0,00						
19-21.06.07	0,01		0,02						
23.-24.06.07	0,12		0,01						
25, 28-30.06.07	0,00		0,00						

	Levoglucosan µg/m <sup>3</sup>	Xylitol µg/m <sup>3</sup>	Arabitol µg/m <sup>3</sup>	Mannitol µg/m <sup>3</sup>	Mannosan µg/m <sup>3</sup>	Galactosan µg/m <sup>3</sup>	Glucose µg/m <sup>3</sup>	Fructose µg/m <sup>3</sup>	Sucrose µg/m <sup>3</sup>
<b>1.-3.07.07</b>	0,01		0,01						
<b>4.-6.07.07</b>	0,02		0,00						
<b>7.-9.07.07</b>	0,03		0,01						
<b>10.-12.07.07</b>	0,01		0,00						
<b>13.-15.07.07</b>	0,03		0,01						
<b>16.-18.07.07</b>	0,01		0,01						
<b>19.-22.07.07</b>	0,02		0,01						
<b>23.-25.07.07</b>	0,05		0,01						
<b>26.-28.07.07</b>	0,00		0,00						
<b>29.-31.07.07</b>	0,01		0,00						
<b>1-3.8.07</b>	0,06	0,00	0,01	0,05	0,03	0,00	0,04	0,00	0,00
<b>4-6.8.07</b>	0,06	0,00	0,01	0,06	0,02	0,00	0,04	0,00	0,00
<b>7-9.8.07</b>	0,06	0,00	0,01	0,06	0,02	0,00	0,04	0,00	0,00
<b>10-12.8.07</b>	0,07	0,00	0,01	0,06	0,02	0,00	0,04	0,00	0,00
<b>13-15.8.07</b>	0,05	0,00	0,01	0,07	0,02	0,00	0,04	0,00	0,00
<b>16-18.8.07</b>	0,07	0,00	0,01	0,07	0,02	0,00	0,04	0,00	0,00
<b>19-21.8.07</b>	0,07	0,00	0,01	0,07	0,02	0,00	0,04	0,00	0,00
<b>22-24.8.07</b>	0,04	0,00	0,01	0,06	0,02	0,00	0,04	0,00	0,00
<b>25-27.8.07</b>	0,08	0,00	0,01	0,07	0,02	0,00	0,04	0,00	0,00
<b>28-31.8.07</b>	0,07	0,00	0,01	0,05	0,02	0,00	0,03	0,00	0,00
<b>01-03.09.07</b>	0,08	0,00	0,00	0,06	0,02	0,00	0,04	0,00	0,00
<b>04-06.09.07</b>	0,07	0,00	0,00	0,05	0,02	0,00	0,03	0,00	0,00
<b>07-09.09.07</b>	0,10	0,00	0,00	0,05	0,02	0,00	0,04	0,00	0,00
<b>10-12.09.07</b>	0,11	0,00	0,00	0,05	0,03	0,00	0,04	0,00	0,00
<b>13-15.09.07</b>	0,15	0,00	0,01	0,06	0,04	0,00	0,04	0,00	0,00
<b>16-18.09.07</b>	0,09	0,00	0,01	0,06	0,03	0,00	0,04	0,00	0,00
<b>19-21.09.07</b>	0,23	0,00	0,01	0,06	0,05	0,04	0,04	0,00	0,00
<b>22-24.09.07</b>	0,22	0,00	0,00	0,07	0,05	0,04	0,04	0,00	0,00
<b>25-27.09.07</b>	0,15	0,00	0,01	0,06	0,04	0,04	0,04	0,00	0,00
<b>28-30.09.07</b>	0,14	0,00	0,01	0,08	0,03	0,04	0,04	0,00	0,00

	Levoglucosan µg/m <sup>3</sup>	Xylitol µg/m <sup>3</sup>	Arabitol µg/m <sup>3</sup>	Mannitol µg/m <sup>3</sup>	Mannosan µg/m <sup>3</sup>	Galactosan µg/m <sup>3</sup>	Glucose µg/m <sup>3</sup>	Fructose µg/m <sup>3</sup>	Sucrose µg/m <sup>3</sup>
<b>01-03.10.07</b>	0,27	0,00	0,01	0,10	0,06	0,04	0,06	0,00	0,00
<b>04-06.10.07</b>	0,27	0,00	0,01	0,08	0,05	0,04	0,05	0,00	0,00
<b>07-09.10.07</b>	0,22	0,00	0,01	0,08	0,05	0,04	0,05	0,00	0,00
<b>10-12.10.07</b>	0,27	0,00	0,00	0,06	0,05	0,04	0,05	0,00	0,00
<b>13-15.10.07</b>	0,33	0,00	0,00	0,07	0,07	0,04	0,05	0,00	0,00
<b>16-18.10.07</b>	0,29	0,00	0,00	0,07	0,07	0,05	0,05	0,00	0,00
<b>19-21.10.07</b>	0,54	0,00	0,00	0,05	0,10	0,05	0,04	0,00	0,00
<b>22-24.10.07</b>	0,30	0,00	0,00	0,05	0,05	0,05	0,03	0,00	0,00
<b>25-28.10.07</b>	0,95	0,00	0,00	0,04	0,17	0,06	0,04	0,00	0,00
<b>29-31.10.07</b>	0,60	0,00	0,00	0,05	0,12	0,06	0,04	0,00	0,00
<b>1-3.11.07</b>	0,49	0,00	0,00	0,04	0,09	0,05	0,04	0,00	0,00
<b>4-6.11.07</b>	0,20	0,00	0,00	0,04	0,06	0,05	0,03	0,00	0,04
<b>09.11.2007</b>	0,15	0,00	0,00	0,10	0,07	0,00	0,08	0,00	0,00
<b>10-12.11.07</b>	0,06	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>13-15.11.07</b>	0,29	0,00	0,00	0,03	0,07	0,04	0,03	0,00	0,00
<b>16-18.11.07</b>	0,22	0,00	0,00	0,04	0,05	0,04	0,03	0,00	0,01
<b>19-21.11.07</b>	0,65	0,00	0,00	0,04	0,12	0,05	0,03	0,00	0,09
<b>22-23,25.11.07</b>	0,52	0,00	0,00	0,04	0,11	0,05	0,03	0,00	0,05
<b>24.11.2007</b>	1,66	0,00	0,00	0,11	0,34	0,16	0,10	0,00	0,11
<b>17, 18.12.07</b>	0,82	0,00	0,00	0,07	0,17	0,09	0,05	0,00	0,18
<b>19-21.12.07</b>	1,41	0,00	0,00	0,04	0,26	0,09	0,04	0,00	0,14
<b>22, 23, 29.12.07</b>	2,21	0,00	0,00	0,05	0,42	0,12	0,07	0,00	0,63
<b>24-26.12.07</b>	1,50	0,00	0,00	0,04	0,28	0,08	0,05	0,00	0,00
<b>27, 28, 30.12.07</b>	1,74	0,00	0,00	0,04	0,30	0,10	0,05	0,00	0,32
<b>31.12.2007</b>	0,56	0,00	0,00	0,00	0,14	0,11	0,08	0,00	0,00

	Levoglucosan µg/m <sup>3</sup>	Xylitol µg/m <sup>3</sup>	Arabitol µg/m <sup>3</sup>	Mannitol µg/m <sup>3</sup>	Mannosan µg/m <sup>3</sup>	Galactosan µg/m <sup>3</sup>	Glucose µg/m <sup>3</sup>	Fructose µg/m <sup>3</sup>	Sucrose µg/m <sup>3</sup>
<b>1, 2.01.08</b>	0,67	0,00	0,00	0,00	0,13	0,09	0,06	0,00	0,00
<b>3, 4, 6.01.08</b>	1,17	0,00	0,00	0,00	0,21	0,10	0,05	0,00	0,00
<b>05.01.2008</b>	1,20	0,00	0,00	0,00	0,19	0,16	0,10	0,00	0,00
<b>7, 8.01.08</b>	0,58	0,00	0,00	0,00	0,13	0,08	0,05	0,00	0,00
<b>9-12.01.08</b>	1,31	0,00	0,00	0,00	0,25	0,08	0,04	0,00	0,00
<b>13-15.01.08</b>	1,15	0,00	0,00	0,00	0,22	0,08	0,05	0,00	0,00
<b>16-17.01.08</b>	1,74	0,00	0,00	0,00	0,34	0,13	0,07	0,00	0,00
<b>18-20.01.08</b>	0,27	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05	0,04	0,00	0,00
<b>21, 23, 24.01.08</b>	0,65	0,00	0,00	0,00	0,13	0,08	0,04	0,00	0,00
<b>25-27.01.08</b>	0,44	0,00	0,00	0,00	0,09	0,06	0,04	0,00	0,00
<b>28-31.01.08</b>	0,44	0,00	0,00	0,00	0,09	0,05	0,03	0,00	0,00
<b>1, 2.02.08</b>	0,55	0,00	0,00	0,00	0,13	0,08	0,05	0,00	0,00
<b>3-7.02.08</b>	0,22	0,00	0,00	0,00	0,05	0,03	0,02	0,00	0,00
<b>8-10.02.08</b>	0,61	0,00	0,00	0,00	0,12	0,06	0,06	0,00	0,00
<b>11, 12, 14.02.08</b>	0,62	0,00	0,00	0,00	0,13	0,07	0,04	0,00	0,00
<b>13.02.2008</b>	0,96	0,00	0,00	0,00	0,21	0,16	0,09	0,00	0,00
<b>15-18.02.08</b>	0,26	0,00	0,00	0,00	0,06	0,04	0,03	0,00	0,00
<b>19-21.02.08</b>	0,68	0,00	0,00	0,00	0,13	0,06	0,04	0,00	0,00
<b>22-24.02.08</b>	0,43	0,00	0,00	0,05	0,09	0,05	0,04	0,00	0,00
<b>25, 26, 28.02.08</b>	0,53	0,00	0,01	0,06	0,11	0,06	0,05	0,00	0,00
<b>27, 29.02.08</b>	0,36	0,00	0,01	0,08	0,09	0,07	0,06	0,00	0,00
<b>4-6.03.08</b>	0,07	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00
<b>7-9.03.08</b>	0,19	0,00	0,00	0,02	0,04	0,03	0,02	0,00	0,00
<b>10-12.03.08</b>	0,07	0,00	0,00	0,03	0,02	0,03	0,02	0,00	0,00
<b>13-15.03.08</b>	0,10	0,00	0,00	0,03	0,03	0,02	0,02	0,00	0,00
<b>16-18.03.08</b>	0,10	0,00	0,00	0,03	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00
<b>19-21.03.08</b>	0,10	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00
<b>22-24.03.08</b>	0,12	0,00	0,00	0,02	0,03	0,03	0,02	0,00	0,00
<b>25-27.03.08</b>	0,08	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00
<b>28-31.03.08</b>	0,17	0,00	0,00	0,02	0,03	0,02	0,02	0,00	0,00

	Levoglucosan µg/m <sup>3</sup>	Xylitol µg/m <sup>3</sup>	Arabitol µg/m <sup>3</sup>	Mannitol µg/m <sup>3</sup>	Mannosan µg/m <sup>3</sup>	Galactosan µg/m <sup>3</sup>	Glucose µg/m <sup>3</sup>	Fructose µg/m <sup>3</sup>	Sucrose µg/m <sup>3</sup>
<b>01.04.2008</b>	0,27	0,00	0,02	0,09	0,06	0,07	0,05	0,00	0,00
<b>2-4.04.08</b>	0,07	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00
<b>5-7.04.08</b>	0,11	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00
<b>8-10.04.08</b>	0,12	0,00	0,02	0,06	0,03	0,02	0,02	0,00	0,00
<b>11, 13, 14.04.08</b>	0,09	0,00	0,02	0,05	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00
<b>12.04.2008</b>	0,15	0,00	0,00	0,07	0,03	0,07	0,05	0,00	0,00
<b>15-17.04.08</b>	0,10	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00
<b>18-20.04.08</b>	0,08	0,00	0,01	0,05	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00
<b>21-23.04.08</b>	0,06	0,00	0,01	0,03	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00
<b>24-26.04.08</b>	0,09	0,00	0,01	0,03	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00
<b>27-30.04.08</b>	0,07	0,00	0,02	0,04	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00
<b>1-3.05.08</b>	0,16	0,00	0,03	0,05	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00
<b>13-16.05.08</b>	0,12	0,00	0,07	0,08	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00
<b>17-19.05.08</b>	0,18	0,00	0,05	0,06	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00
<b>20-22.05.08</b>	0,13	0,00	0,02	0,03	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00
<b>23-25.05.08</b>	0,21	0,00	0,04	0,05	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00
<b>26-28.05.08</b>	0,09	0,02	0,05	0,06	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00
<b>29-31.05.08</b>	0,06	0,01	0,04	0,05	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>01.06.2008</b>	0,03	0,00	0,03	0,06	0,05	0,02	0,00	0,00	0,00
<b>4-6.06.08</b>	0,06	0,01	0,02	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>7-9.06.08</b>	0,06	0,00	0,03	0,03	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00
<b>10, 12.06.08</b>	0,03	0,00	0,01	0,03	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00
<b>13-15.06.08</b>	0,07	0,00	0,00	0,03	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00
<b>16-18.06.08</b>	0,06	0,00	0,00	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>19-21.06.08</b>	0,07	0,00	0,02	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>22-24.06.08</b>	0,06	0,02	0,04	0,06	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
<b>25-27.06.08</b>	0,05	0,00	0,04	0,04	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00
<b>28-30.06.08</b>	0,04	0,00	0,05	0,05	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00

	Levoglucosan µg/m <sup>3</sup>	Xylitol µg/m <sup>3</sup>	Arabitol µg/m <sup>3</sup>	Mannitol µg/m <sup>3</sup>	Mannosan µg/m <sup>3</sup>	Galactosan µg/m <sup>3</sup>	Glucose µg/m <sup>3</sup>	Fructose µg/m <sup>3</sup>	Sucrose µg/m <sup>3</sup>
<b>1-3.07.08</b>	0,04	0,00	0,02	0,04	0,02	0,00	0,03	0,00	0,00
<b>4-6.07.08</b>	0,05	0,00	0,02	0,03	0,02	0,00	0,03	0,00	0,00
<b>7-9.07.08</b>	0,05	0,00	0,02	0,03	0,02	0,00	0,04	0,00	0,00
<b>10-12.07.08</b>	0,06	0,00	0,02	0,03	0,02	0,00	0,03	0,00	0,00
<b>13-15.07.08</b>	0,06	0,00	0,02	0,03	0,02	0,00	0,05	0,00	0,00
<b>16-18.07.08</b>	0,07	0,00	0,01	0,02	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00
<b>19-21.07.08</b>	0,06	0,00	0,02	0,02	0,02	0,00	0,03	0,00	0,00
<b>22-25.07.08</b>	0,10	0,00	0,01	0,01	0,03	0,00	0,02	0,00	0,00
<b>4-6.08.08</b>	0,06	0,00	0,03	0,05	0,03	0,00	0,06	0,00	0,00
<b>7-9.08.08</b>	0,05	0,00	0,02	0,04	0,02	0,00	0,03	0,00	0,00
<b>10-12.08.08</b>	0,05	0,00	0,02	0,04	0,02	0,00	0,03	0,00	0,00
<b>13-15.08.08</b>	0,06	0,00	0,01	0,03	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00
<b>16-18.08.08</b>	0,05	0,00	0,01	0,02	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00
<b>19-21.08.08</b>	0,08	0,00	0,02	0,03	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00
<b>22-24.08.08</b>	0,06	0,00	0,01	0,02	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00
<b>25-27.08.08</b>	0,07	0,00	0,01	0,03	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00
<b>28-31.08.08</b>	0,06	0,00	0,01	0,03	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00
<b>1-3.09.08</b>	0,07	0,00	0,03	0,03	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00
<b>4-6.09.08</b>	0,07	0,00	0,02	0,03	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00
<b>7, 8.09.08</b>	0,08	0,00	0,02	0,03	0,03	0,00	0,02	0,00	0,00
<b>15-17.09.08</b>	0,15	0,00	0,00	0,01	0,04	0,01	0,01	0,00	0,00
<b>29, 30.09.08</b>	0,30	0,00	0,01	0,03	0,07	0,02	0,03	0,00	0,00

	Levoglucosan µg/m <sup>3</sup>	Xylitol µg/m <sup>3</sup>	Arabitol µg/m <sup>3</sup>	Mannitol µg/m <sup>3</sup>	Mannosan µg/m <sup>3</sup>	Galactosan µg/m <sup>3</sup>	Glucose µg/m <sup>3</sup>	Fructose µg/m <sup>3</sup>	Sucrose µg/m <sup>3</sup>
<b>1-3.10.08</b>	0,35	0,00	0,02	0,03	0,07	0,02	0,03	0,00	0,00
<b>4-6.10.08</b>	0,30	0,00	0,01	0,02	0,06	0,02	0,02	0,00	0,00
<b>7-9.10.08</b>	0,36	0,00	0,03	0,04	0,08	0,02	0,03	0,00	0,00
<b>10-12.10.08</b>	0,45	0,00	0,03	0,06	0,10	0,02	0,04	0,00	0,00
<b>13-15.10.08</b>	0,62	0,00	0,03	0,06	0,16	0,03	0,03	0,00	0,00
<b>16-18.10.08</b>	0,43	0,00	0,01	0,03	0,09	0,02	0,03	0,00	0,00
<b>19-21.10.08</b>	0,59	0,00	0,02	0,04	0,12	0,03	0,03	0,00	0,00
<b>22-24.10.08</b>	0,42	0,00	0,01	0,03	0,09	0,02	0,02	0,00	0,00
<b>25-27.10.08</b>	0,62	0,00	0,02	0,04	0,13	0,03	0,03	0,00	0,00
<b>28-31.10.08</b>	0,43	0,00	0,01	0,02	0,08	0,02	0,02	0,00	0,00
<b>1-3.11.08</b>	0,46	0,00	0,01	0,03	0,09	0,02	0,02	0,00	0,00
<b>4-6.11.08</b>	0,42	0,00	0,01	0,02	0,09	0,02	0,02	0,00	0,00
<b>7-9.11.08</b>	0,50	0,00	0,01	0,02	0,10	0,03	0,02	0,00	0,00
<b>10-12.11.08</b>	0,74	0,00	0,01	0,02	0,15	0,04	0,02	0,00	0,00
<b>13-15.11.08</b>	0,38	0,00	0,01	0,01	0,08	0,02	0,02	0,00	0,00
<b>16-18.11.08</b>	0,42	0,00	0,01	0,01	0,09	0,02	0,01	0,00	0,00
<b>19-21.11.08</b>	0,27	0,00	0,00	0,01	0,06	0,02	0,01	0,00	0,00
<b>22-24.11.08</b>	0,37	0,00	0,00	0,01	0,07	0,02	0,01	0,00	0,00
<b>25-27.11.08</b>	0,54	0,00	0,00	0,00	0,09	0,02	0,01	0,00	0,00
<b>28-30.11.08</b>	1,11	0,00	0,00	0,00	0,23	0,04	0,01	0,00	0,00
<b>1-3.12.08</b>	0,63	0,00	0,01	0,03	0,12	0,04	0,02	0,00	0,00
<b>4-6.12.08</b>	1,17	0,00	0,00	0,03	0,23	0,07	0,02	0,00	0,00
<b>7-9.12.08</b>	0,43	0,00	0,00	0,02	0,07	0,03	0,02	0,00	0,00
<b>10-12.12.08</b>	0,71	0,00	0,00	0,03	0,13	0,05	0,02	0,00	0,00
<b>13-15.12.08</b>	0,78	0,00	0,00	0,03	0,13	0,05	0,02	0,00	0,00
<b>16, 17, 19-21.12.08</b>	0,54	0,00	0,00	0,02	0,10	0,03	0,02	0,00	0,00
<b>22-25.12.08</b>	0,27	0,00	0,00	0,03	0,05	0,03	0,02	0,00	0,00
<b>26-28.12.08</b>	0,89	0,00	0,00	0,03	0,17	0,06	0,03	0,00	0,00
<b>29-31.12.08</b>	1,48	0,01	0,01	0,03	0,26	0,08	0,03	0,00	0,00

Datenanhang 23: Daten der Celluloseanalyse

	Cellulose $\mu\text{g}/\text{Filter}$	Volumen $\text{m}^3$	Cellulose $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Pflanzendebris $\mu\text{g}/\text{m}^3$
10-15.07.07	228,8	3927,6	0,06	0,12
10-15.10.07	387,1	4299,6	0,09	0,18
16-21.01.08	158,4	4283,7	0,04	0,07
15-20.04.08	228,8	4356,6	0,05	0,11
16-21.09.07	264,0	4398,6	0,06	0,12
6xBlindwerte	<0	4200		

Datenanhang 24: Daten der Passivsammlermessungen

Anfang	Kirchenplatz			Biologische Station			Messcontainer		
	NH <sub>3</sub> [ppb]	NO <sub>2</sub> [ppb]	SO <sub>2</sub> [ppb]	NH <sub>3</sub> [ppb]	NO <sub>2</sub> [ppb]	SO <sub>2</sub> [ppb]	NH <sub>3</sub> [ppb]	NO <sub>2</sub> [ppb]	SO <sub>2</sub> [ppb]
15.10.07		3,08	0,04		1,02			3,30	0,11
29.10.07	1,29			0,69	1,77	0,00	1,41		
12.11.07	0,60			0,50	3,14	0,08	1,10	6,98	0,35
26.11.07	0,18	8,69	0,12	0,52	2,82	0,01	0,28	7,07	0,15
11.12.07		9,28	0,71		2,45	0,05		6,40	0,79
07.01.08		12,04	0,63		3,17	0,08		8,45	0,71
23.01.08	0,86			0,12	2,51	0,04	0,33		
04.02.08	0,70	5,45	0,32	0,62	2,14	0,07	0,72	3,95	0,22
19.02.08	1,67	6,92	0,19	0,63	1,78	0,00	0,65	4,98	0,13
03.03.08		4,98	0,05		1,66	0,00		3,55	1,68
17.03.08	0,68	4,87	0,25	0,25	0,72	0,03	0,41	2,48	0,09
31.03.08	1,98	4,96	0,19	0,73	1,47	0,02	1,33	3,02	0,10
14.04.08	1,70	4,13	0,04	0,71	1,41	0,01	2,48	3,09	0,10
28.04.08	3,50	2,94	0,05	2,30	0,89	0,06	4,42	2,61	0,30
12.05.08	5,26	1,97	0,01	1,51	0,87	0,00	1,79	1,25	0,01
26.05.08	1,57			1,38	0,95	0,02	4,65	1,72	0,06
09.06.08	2,12	3,70	0,15	0,82	1,00	0,11	1,24	3,23	0,28
23.06.08	6,39	2,31	0,05	1,64	1,74	0,25	5,14	5,31	0,75
07.07.08	0,78			0,12			0,51		
21.07.08	3,29	3,30	0,09	0,70	0,84	0,05	1,27	0,32	0,04
07.08.08	3,87	3,69	0,06	2,03	1,31	0,07	2,03	2,85	0,13
18.08.08	0,66	2,87	0,09	1,00	1,53	0,08	0,67	2,00	0,06
01.09.08	2,87	3,11	0,07	0,76	2,01	0,08	4,76	1,45	0,47
15.09.08	0,26	4,60	0,14	0,23	1,00	0,09	0,46	1,85	0,05
29.09.08		3,25	0,05		1,18	0,45		4,43	0,05
13.10.08		4,78	0,00		1,74	0,00		4,11	0,01
27.10.08		6,89	0,01		2,56	0,01		4,84	0,01
10.11.08		5,56	0,03		2,24	0,02			

Datenanhang 25: Daten der Filterstacksmessungen (Werte unter der Nachweisgrenze werden als 0,00 angegeben)

Datum Start	Partikeln						Gase				
	Natrium µg/m <sup>3</sup>	Ammonium µg/m <sup>3</sup>	Kalium µg/m <sup>3</sup>	Magnesium µg/m <sup>3</sup>	Calcium µg/m <sup>3</sup>	Chlorid µg/m <sup>3</sup>	Nitrat µg/m <sup>3</sup>	Sulfat µg/m <sup>3</sup>	HNO <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	NH <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>
08.04.2008	0,10	0,10	0,04	0,06	0,23	0,03	0,45	0,41	0,05	0,06	0,29
09.04.2008	0,05	0,10	0,04	0,03	0,33	0,02	0,00	0,39	0,14	0,21	0,22
10.04.2008	0,04	0,07	0,06	0,03	0,18	0,01	0,00	0,26	0,16	0,28	0,31
11.04.2008	0,07	0,39	0,03	0,03	0,19	0,01	1,09	0,53	0,43	0,14	0,39
12.04.2008	0,14	4,18	0,10	0,05	0,26	0,06	12,86	4,30	1,13	0,54	0,54
13.04.2008	0,18	0,57	0,07	0,09	0,35	0,04	0,98	1,64	0,96	0,04	0,45
14.04.2008	0,07	0,48	0,06	0,11	0,37	0,01	1,58	0,93	0,57	0,08	0,94
15.04.2008	0,04	0,82	0,03	0,04	0,07	0,00	1,64	1,03	0,68	0,06	0,16
16.04.2008	0,07	0,96	0,04	0,08	0,20	0,02	2,78	1,26	0,35	0,06	0,32
17.04.2008	0,03	0,68	0,07	0,14	0,54	0,02	2,25	1,19	0,80	0,09	0,65
18.04.2008	0,09	0,29	0,05	0,06	0,33	0,01	0,26	0,99	1,09	0,07	0,48
19.04.2008	0,03	0,18	0,04	0,04	0,08	0,00	0,22	0,39	0,27	0,08	0,63
20.04.2008	0,05	0,15	0,06	0,10	0,57	0,01	0,57	0,49	0,25	0,06	0,55
16.05.2008	5,97	0,34	0,04	0,01	0,29	2,11	0,19	1,17	0,56	0,16	0,92
17.05.2008	0,05	0,29	0,05	0,05	0,32	0,01	0,27	1,16	0,33	0,17	0,86
18.05.2008	0,00	0,18	0,04	0,03	0,08	0,00	0,15	0,48	0,25	0,05	0,42
19.05.2008	0,02	0,24	0,04	0,00	0,02	0,00	0,19	0,54	0,21	0,17	0,22
20.05.2008	0,01	0,30	0,04	0,00	0,02	0,00	0,14	0,73	0,10	0,12	0,12
21.05.2008	0,00	0,32	0,05	0,01	0,06	0,00	0,37	0,66	0,14	0,04	0,24
22.05.2008	0,00	0,27	0,07	0,02	0,05	0,00	0,06	0,72	0,27	0,07	0,21
23.05.2008	0,00	0,57	0,06	0,03	0,11	0,00	0,10	1,79	0,26	0,01	0,29
24.05.2008	0,02	0,56	0,07	0,04	0,17	0,00	0,16	1,57	0,42	0,13	0,35
25.05.2008	0,02	0,68	0,07	0,04	0,17	0,00	0,16	2,37	0,44	0,19	0,39
26.05.2008	0,02	0,80	0,09	0,07	0,35	0,00	0,21	2,81	0,46	0,16	0,33
27.05.2008	0,04	0,34	0,08	0,06	0,57	0,01	0,45	1,64	0,58	0,31	0,43
19.06.2008	0,01	0,28	0,05	0,02	0,09	0,00	0,00	0,68	0,44	0,04	0,27
20.06.2008	0,04	0,38	0,05	0,03	0,20	0,00	0,00	0,55	0,42	0,14	0,17
21.06.2008	0,05	0,48	0,04	0,04	0,21	0,00	0,70	1,06	0,79	0,11	1,74
22.06.2008	0,00	0,04	0,01	0,02	0,10	0,00	0,00	0,25	0,45	0,45	1,12
23.06.2008	0,01	0,36	0,03	0,02	0,12	0,00	0,20	0,47	0,39	0,04	1,22
24.06.2008	0,02	0,45	0,05	0,03	0,19	0,01	0,04	1,53	0,41	0,15	0,96

Datum Start	Partikeln						Gase				
	Natrium µg/m <sup>3</sup>	Ammonium µg/m <sup>3</sup>	Kalium µg/m <sup>3</sup>	Magnesium µg/m <sup>3</sup>	Calcium µg/m <sup>3</sup>	Chlorid µg/m <sup>3</sup>	Nitrat µg/m <sup>3</sup>	Sulfat µg/m <sup>3</sup>	HNO <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	NH <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>
25.06.2008	0,05	0,34	0,05	0,04	0,45	0,01	0,28	0,36	0,48	0,42	0,90
26.06.2008	0,06	0,82	0,07	0,04	0,27	0,02	0,53	2,99	0,47	0,07	0,77
27.06.2008	0,05	0,60	0,07	0,01	0,06	0,01	0,09	2,05	0,27	0,04	0,47
28.06.2008	0,08	0,35	0,04	0,01	0,06	0,01	0,20	1,16	0,30	0,28	0,65
29.06.2008	0,04	0,26	0,04	0,01	0,05	0,00	0,30	0,71	0,54	0,10	0,81
30.06.2008	0,01	0,29	0,05	0,01	0,03	0,00	0,00	0,62	0,16	0,06	0,43
10.07.2008	0,04	0,09	0,02	0,01	0,03	0,00	0,00	0,29	0,13	0,11	0,69
11.07.2008	0,00	0,02	0,01	0,01	0,03	0,00	0,00	0,43	0,14	0,00	0,62
12.07.2008	0,03	0,30	0,07	0,01	0,05	0,00	0,10	0,34	0,23	0,00	0,42
13.07.2008	0,01	0,04	0,03	0,01	0,03	0,00	0,00	0,19	0,12	0,38	0,35
14.07.2008	0,03	0,50	0,04	0,00	0,02	0,00	0,45	0,92	0,18	0,01	0,26
15.07.2008	0,01	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	0,09	0,94	1,28
16.07.2008	0,03	0,39	0,05	0,01	0,07	0,00	0,23	0,45	0,64	0,41	0,73
17.07.2008	0,00	0,25	0,08	0,01	0,02	0,00	0,00	0,48	0,06	0,00	0,11
18.07.2008	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,01	0,12	0,20
19.07.2008	0,02	0,03	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,13	0,29	0,28	0,21
20.07.2008	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,02	0,10	0,34
21.07.2008	0,13	0,17	0,10	0,01	0,01	0,02	0,86	0,76	0,55	0,72	1,28
04.08.2008	0,00	0,11	0,04	0,01	0,04	0,00	0,08	0,37	0,13	0,20	0,29
05.08.2008	0,03	0,62	0,06	0,01	0,10	0,00	1,04	0,87	0,71	0,01	0,36
06.08.2008	0,03	0,35	0,05	0,02	0,09	0,00	0,28	0,87	0,56	0,03	0,72
07.08.2008	0,00	0,07	0,02	0,01	0,02	0,00	0,18	0,20	0,35	0,47	0,44
08.08.2008	0,00	0,06	0,01	0,00	0,00	0,00	0,14	0,63	0,06	0,07	0,25
09.08.2008	0,02	0,14	0,03	0,01	0,01	0,02	0,17	0,89	0,16	0,01	0,44
10.08.2008	0,01	0,20	0,05	0,02	0,07	0,00	0,04	0,59	0,30	0,01	0,58
11.08.2008	0,00	0,05	0,00	0,00	0,01	0,00	0,07	0,46	0,29	0,05	0,44
12.08.2008	0,08	0,50	0,07	0,04	0,19	0,01	0,14	0,89	0,34	0,09	0,80
13.08.2008	0,01	0,03	0,02	0,00	0,01	0,00	0,04	0,14	0,06	0,08	0,36
14.08.2008	0,01	0,12	0,01	0,01	0,04	0,01	0,28	1,07	0,29	0,13	0,76
15.08.2008	0,09	0,14	0,04	0,02	0,14	0,01	0,22	0,57	0,24	0,01	0,27
25.08.2008	0,03	0,25	0,02	0,02	0,07	0,01	0,15	0,94	0,25	0,19	0,41
26.08.2008	0,04	0,16	0,01	0,01	0,03	0,00	0,10	0,39	0,31	0,02	0,27
27.08.2008	0,05	0,41	0,02	0,05	0,23	0,00	0,22	1,08	0,48	0,19	0,58

Datum Start	Partikeln						Gase				
	Natrium µg/m <sup>3</sup>	Ammonium µg/m <sup>3</sup>	Kalium µg/m <sup>3</sup>	Magnesium µg/m <sup>3</sup>	Calcium µg/m <sup>3</sup>	Chlorid µg/m <sup>3</sup>	Nitrat µg/m <sup>3</sup>	Sulfat µg/m <sup>3</sup>	HNO <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	NH <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>
28.08.2008	0,00	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00	0,04	0,10	0,05	0,12	1,75
29.08.2008	0,13	1,39	0,06	0,06	0,32	0,01	1,65	5,04	2,12	0,20	0,60
30.08.2008	0,04	0,57	0,02	0,06	0,20	0,01	0,39	2,44	0,84	0,26	0,50
31.08.2008	0,08	0,45	0,06	0,12	0,45	0,00	0,19	2,33	0,44	0,46	0,50
01.09.2008	0,00	0,36	0,04	0,03	0,12	0,00	0,16	1,49	0,36	0,07	0,63
02.09.2008	0,00	0,41	0,03	0,01	0,03	0,00	0,05	1,59	0,21	0,08	0,41
03.09.2008	0,00	0,24	0,01	0,01	0,07	0,00	0,07	0,86	0,19	0,20	0,39
04.09.2008	0,00	0,06	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,16	0,04	0,33	0,51
05.09.2008	0,04	0,72	0,06	0,07	0,31	0,01	0,25	2,47	0,08	0,04	0,61
06.11.2008	0,55	0,10	0,02	0,00	0,12	0,02	0,19	0,40	0,05	0,05	0,33
07.11.2008	0,01	1,08	0,13	0,02	0,13	0,03	2,59	1,58	0,10	0,01	0,54
08.11.2008	0,05	0,17	0,03	0,00	0,03	0,00	0,18	0,33	0,15	0,03	0,36
09.11.2008	0,00	0,02	0,01	0,00	0,03	0,00	0,01	0,09	0,00	0,03	0,16
10.11.2008	0,03	0,02	0,03	0,00	0,02	0,00	0,01	0,14	0,00	0,00	0,19
11.11.2008	0,18	0,15	0,06	0,00	0,07	0,01	0,04	0,46	0,02	0,00	0,17
12.11.2008	0,00	0,59	0,07	0,00	0,02	0,01	1,28	0,86	0,04	0,02	0,50
15.02.2009	0,05	0,39	0,04	0,01	0,03	0,03	1,00	0,53	0,46	0,36	0,01
16.02.2009	0,00	0,14	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,36	0,20	0,55	0,01
17.02.2009	0,02	0,62	0,05	0,06	0,19	0,02	0,87	1,69	0,37	2,63	0,01
18.02.2009	0,03	0,71	0,09	0,01	0,03	0,00	0,63	1,87	0,57	1,78	0,00
19.02.2009	0,03	0,37	0,07	0,02	0,04	0,01	0,55	1,00	0,47	0,41	0,01
20.02.2009	0,00	0,25	0,06	0,04	0,14	0,01	0,71	0,55	0,21	0,77	0,01
21.02.2009	0,00	0,21	0,04	0,00	0,00	0,00	0,33	0,37	0,21	0,45	0,01
15.04.2009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16.04.2009	0,05	1,26	0,08	0,02	0,29	0,00	0,27	2,89	0,81	0,28	0,53
17.04.2009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18.04.2009	0,01	0,14	0,04	0,05	0,24	0,00	0,49	0,39	0,40	0,03	0,71
19.04.2009	0,08	0,77	0,11	0,04	0,18	0,01	0,30	1,20	0,19	0,35	0,72
20.04.2009	0,03	0,37	0,03	0,03	0,14	0,01	0,25	0,63	0,10	0,05	0,52
21.04.2009	0,04	0,70	0,08	0,02	0,21	0,01	0,36	1,00	0,87	1,01	0,84
18.05.2009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19.05.2009	0,05	1,26	0,08	0,02	0,29	0,00	0,27	2,89	0,81	0,28	0,53
20.05.2009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Datum Start	Partikeln						Gase				
	Natrium µg/m <sup>3</sup>	Ammonium µg/m <sup>3</sup>	Kalium µg/m <sup>3</sup>	Magnesium µg/m <sup>3</sup>	Calcium µg/m <sup>3</sup>	Chlorid µg/m <sup>3</sup>	Nitrat µg/m <sup>3</sup>	Sulfat µg/m <sup>3</sup>	HNO <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	NH <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>
21.05.2009	0,01	0,14	0,04	0,05	0,24	0,00	0,49	0,39	0,40	0,03	0,71
22.05.2009	0,08	0,77	0,11	0,04	0,18	0,01	0,30	1,20	0,19	0,35	0,72
23.05.2009	0,03	0,37	0,03	0,03	0,14	0,01	0,25	0,63	0,10	0,05	0,52
24.05.2009	0,04	0,70	0,08	0,02	0,21	0,01	0,36	1,00	0,87	1,01	0,84
24.06.2009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,15	0,02	0,02	0,08
25.06.2009	0,02	0,14	0,04	0,01	0,04	0,00	0,04	0,44	0,11	0,04	0,10
26.06.2009	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,54	0,07	0,21	0,26
27.06.2009	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	1,66	0,13	0,01	0,33
28.06.2009	0,01	0,15	0,04	0,00	0,02	0,00	0,01	0,50	0,02	0,04	0,22
29.06.2009	0,01	0,37	0,05	0,01	0,04	0,00	0,04	1,00	0,11	0,04	0,24
30.06.2009	0,04	0,35	0,04	0,00	0,02	0,00	0,07	1,58	0,12	0,03	0,38
14.07.2009	0,06	0,35	0,06	0,05	0,20	0,00	0,18	1,14	0,13	0,04	0,59
15.07.2009	0,10	0,49	0,17	0,15	0,60	0,00	0,37	2,33	1,16	0,57	
18.07.2009	0,03	0,06	0,01	0,00	0,01	0,02	0,06	0,17	0,03	0,03	0,18
19.07.2009	0,18	0,11	0,04	0,03	0,08	0,07	0,25	0,52	0,04	0,01	0,31
20.07.2009	0,10	0,18	0,03	0,02	0,06	0,02	0,19	0,57	0,07	0,02	0,01
21.07.2009	0,06	0,18	0,04	0,04	0,18	0,01	0,16	0,57	0,08	0,04	0,50
22.07.2009	0,04	0,24	0,05	0,08	0,39	0,00	0,15	0,79	0,13	0,06	
17.08.2009	0,00	0,23	0,08	0,04	0,21	0,00	0,14	0,75	0,37	0,14	0,99
18.08.2009	0,02	0,58	0,07	0,05	0,29	0,00	0,22	1,66	0,72	0,08	0,67
19.08.2009	0,01	0,43	0,08	0,07	0,34	0,00	0,16	1,25	0,69	0,06	0,84
20.08.2009	0,02	0,59	0,09	0,07	0,34	0,00	0,23	1,88	0,46	0,14	0,74
21.08.2009	0,02	0,41	0,09	0,09	0,25	0,00	0,40	1,34	0,62	0,14	1,00
23.08.2009	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34	2,11	0,85	0,04	0,46
24.08.2009	0,05	0,42	0,06	0,02	0,05	0,00	0,14	1,17	0,38	0,15	0,48
16.12.2009	0,05	0,24	0,08	0,00	0,03	0,01	1,05	2,96	1,07	2,42	0,00
17.12.2009	0,04	0,80	0,06	0,01	0,04	0,00	1,41	1,63	1,60	1,38	0,00
18.12.2009	0,05	0,46	0,11	0,01	0,03	0,02	1,48	1,37	0,76	0,17	0,01
19.12.2009	0,06	2,02	0,36	0,01	0,03	0,02	5,71	3,50	0,57	1,99	0,00
20.12.2009	0,03	1,09	0,26	0,00	0,03	0,01	2,37	2,10	0,42	0,90	0,03
21.12.2009	0,01	0,28	0,35	0,01	0,05	0,02	0,77	0,75	0,07	0,04	0,07
22.12.2009	0,00	0,01	0,08	0,00	0,01	0,02	0,20	0,20	0,06	0,01	0,14
18.01.2010	0,28	0,52	0,08	0,03	0,03	0,13	1,30	1,05	0,11	0,06	0,01

Datum Start	Partikeln								Gase		
	Natrium $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Ammonium $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Kalium $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Magnesium $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Calcium $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Chlorid $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Nitrat $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Sulfat $\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\text{HNO}_3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\text{SO}_2$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\text{NH}_3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$
19.01.2010	0,24	0,34	0,14	0,03	0,06	0,11	1,16	0,85	0,07	0,08	0,08
20.01.2010	0,10	0,49	0,13	0,01	0,02	0,03	1,29	0,81	0,08	0,11	0,06
21.01.2010	0,13	0,89	0,09	0,01	0,02	0,02	2,19	1,62	0,76	0,26	0,02
22.01.2010	0,05	1,41	0,30	0,00	0,01	0,02	0,72	3,47	2,56	1,15	0,03
23.01.2010	0,14	1,69	0,41	0,01	0,04	0,07	4,43	6,58	1,67	0,81	0,03
25.01.2010	0,09	2,36	0,55	0,01	0,05	0,04	4,65	6,74	1,07	0,90	0,11
15.02.2010	0,05	0,68	0,12	0,00	0,02	0,01	0,22	3,86	0,63	0,37	0,02
16.02.2010	0,04	1,08	0,11	0,01	0,03	0,03	1,77	1,76	0,40	0,14	0,05
17.02.2010	0,03	0,30	0,09	0,01	0,04	0,01	0,87	1,31	0,23	0,15	0,11
18.02.2010	0,05	0,53	0,32	0,01	0,05	0,01	0,92	1,05	0,09	0,06	0,10
19.02.2010	0,02	0,29	0,06	0,00	0,01	0,01	0,82	0,79	0,14	0,06	0,11
20.02.2010	0,07	0,22	0,07	0,01	0,04	0,02	1,02	0,54	0,84	0,44	0,03
22.02.2010	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,38	0,42	0,11	0,08	0,00
16.03.2010	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,01	1,71	0,79	0,24	0,04	0,16
17.03.2010	0,05	1,27	0,13	0,07	0,28	0,04	3,97	1,42	0,35	0,02	0,17
18.03.2010	0,00	0,11	0,04	0,01	0,17	0,03	1,30	0,70	0,38	0,03	0,59
19.03.2010	0,02	0,11	0,10	0,02	0,48	0,04	0,51	0,63	0,21	0,01	0,41
20.03.2010	0,00	0,06	0,04	0,01	0,18	0,05	0,60	0,78	0,13	0,01	0,61
21.03.2010	0,07	0,15	0,25	0,05	0,54	0,06	0,57	0,55	0,10	0,01	0,27
22.03.2010	0,00	0,13	0,08	0,02	0,10	0,00	0,19	0,40	0,08	0,02	0,12
04.04.2010	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,63
05.04.2010	0,03	0,13	0,03	0,00	0,03	0,00	0,31	0,32	0,20	0,10	0,62
05.04.2010	0,12	0,75	0,04	0,01	0,02	0,03	2,54	1,45	0,10	0,00	0,69
05.04.2010	0,11	0,91	0,05	0,02	0,04	0,02	1,79	1,47	0,26	0,18	1,81
05.04.2010	0,25	1,10	0,04	0,01	0,02	0,01	4,30	1,67	0,23	0,25	0,97
06.04.2010	0,11	1,41	0,11	0,04	0,13	0,01	3,40	2,15	0,33	0,40	0,94
06.04.2010	0,08	0,68	0,02	0,03	0,10	0,00	1,25	2,30	0,94	0,84	0,81
06.04.2010	0,01	0,62	0,10	0,04	0,18	0,03	0,49	2,44	0,03	0,24	0,64
06.04.2010	0,00	0,62	0,06	0,01	0,03	0,01	0,56	2,06	0,00	0,03	0,47
07.04.2010	0,05	0,49	0,06	0,03	0,14	0,00	0,42	1,63	0,22	0,01	0,42
07.04.2010	0,00	0,40	0,03	0,04	0,16	0,00	0,77	1,67	1,16	0,34	2,13
07.04.2010	0,41	0,03	0,03	0,02	0,05	0,00	0,00	0,69	0,05	0,04	1,03
17.05.2010	0,42	1,75	0,11	0,08	0,24	0,07	3,92	2,90	1,23	0,36	0,79

Datum Start	Partikeln						Gase				
	Natrium µg/m <sup>3</sup>	Ammonium µg/m <sup>3</sup>	Kalium µg/m <sup>3</sup>	Magnesium µg/m <sup>3</sup>	Calcium µg/m <sup>3</sup>	Chlorid µg/m <sup>3</sup>	Nitrat µg/m <sup>3</sup>	Sulfat µg/m <sup>3</sup>	HNO <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	NH <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>
18.05.2010	0,04	0,65	0,03	0,01	0,04	0,00	0,38	1,81	0,36	0,29	0,39
19.05.2010	0,20	0,77	0,05	0,04	0,11	0,03	1,16	2,18	0,59	0,34	0,57
20.05.2010	0,01	0,01	0,03	0,00	0,01	0,00	0,00	0,15	0,08	0,03	0,15
21.05.2010	0,08	0,30	0,06	0,01	0,05	0,01	0,16	0,99	0,16	0,01	0,16
22.05.2010	0,06	1,04	0,06	0,02	0,11	0,01	0,44	2,90	0,25	0,06	0,27
24.05.2010	0,06	0,41	0,06	0,03	0,14	0,01	0,18	1,42	0,42	0,18	0,72
25.05.2010	0,06	0,58	0,09	0,04	0,27	0,00	0,24	1,60	0,52	0,27	0,62
26.05.2010	0,02	0,27	0,06	0,02	0,19	0,01	0,20	0,86	0,16	0,30	1,75
27.05.2010	0,02	0,24	0,07	0,02	0,10	0,01	0,12	0,78	0,12	0,01	0,70
28.05.2010	0,03	0,22	0,06	0,03	0,10	0,01	0,32	0,98	0,36	0,13	0,90
30.05.2010	0,00	0,13	0,05	0,01	0,01	0,01	0,03	0,49	0,06	0,28	0,76
31.05.2010	0,02	0,23	0,02	0,01	0,02	0,00	0,07	0,57	0,14	0,28	0,31
01.06.2010	0,09	0,19	0,02	0,01	0,01	0,00	0,11	0,49	0,08	0,09	0,30
17.05.2010	0,18	0,95	0,06	0,05	0,16	0,05	2,29	2,12	1,49	0,51	0,51
18.05.2010	0,02	0,89	0,04	0,02	0,05	0,02	1,05	1,96	0,47	0,12	0,10
19.05.2010	0,02	0,66	0,04	0,02	0,06	0,04	0,97	1,87	0,42	0,08	0,24
21.05.2010	0,00	0,34	0,04	0,00	0,02	0,00	0,33	0,95	0,07	0,03	0,22
22.05.2010	0,00	0,65	0,06	0,01	0,06	0,01	0,31	2,22	0,15	0,08	0,04
24.05.2010	0,00	0,27	0,05	0,02	0,10	0,00	0,15	1,03	0,41	0,34	0,17
25.05.2010	0,00	0,44	0,10	0,04	0,23	0,01	0,28	1,67	0,26	0,11	0,88
26.05.2010	0,00	0,29	0,05	0,02	0,16	0,00	0,18	1,03	0,22	0,11	0,90
27.05.2010	0,00	0,13	0,06	0,01	0,06	0,00	0,10	0,56	0,04	0,01	0,51
28.05.2010	0,05	0,20	0,06	0,02	0,07	0,00	0,20	0,66	0,29	0,04	0,43
30.05.2010	0,00	0,10	0,04	0,01	0,02	0,00	0,08	0,37	0,03	0,07	0,33
31.05.2010	0,00	0,24	0,02	0,00	0,02	0,00	0,14	0,77	0,20	0,03	0,22
01.06.2010	0,00	0,14	0,01	0,00	0,01	0,00	0,09	0,43	0,11		
24.09.2010	0,09	0,00	0,06	0,02	0,07	0,03	0,40	1,68	0,18	0,18	0,18
26.09.2010	0,25	0,35	0,04	0,03	0,03	0,06	1,47	1,33	0,36	0,35	0,28
27.09.2010	0,13	0,30	0,03	0,00	0,07	0,01	0,87	0,98	0,39	0,32	0,43
27.09.2010	0,12	0,38	0,05	0,00	0,10	0,02	1,35	0,98	0,37	0,33	0,53
28.09.2010	0,08	0,17	0,02	0,01	0,06	0,01	0,56	0,52	0,39	0,32	0,24
28.09.2010	0,03	0,21	0,03	0,00	0,02	0,00	0,29	0,35	0,27	0,19	0,25
29.09.2010	0,00	0,18	0,02	0,00	0,01	0,00	0,09	0,46	0,23	0,16	0,14

Datum Start	Partikeln						Gase				
	Natrium $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Ammonium $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Kalium $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Magnesium $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Calcium $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Chlorid $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Nitrat $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Sulfat $\mu\text{g}/\text{m}^3$	HNO <sub>3</sub> $\mu\text{g}/\text{m}^3$	SO <sub>2</sub> $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NH <sub>3</sub> $\mu\text{g}/\text{m}^3$
29.09.2010	0,01	0,66	0,07	0,00	0,02	0,00	0,51	1,36	0,21	0,18	0,00
30.09.2010	0,05	0,61	0,10	0,02	0,12	0,01	0,54	1,64	0,00	0,16	0,20
30.09.2010	0,02	0,39	0,07	0,00	0,02	0,00	0,25	1,05	0,06	0,04	0,17
24.09.2010	0,10	0,00	0,04	0,02	0,06	0,04	0,60	1,61	0,13	0,13	0,60
26.09.2010	0,32	0,52	0,05	0,04	0,02	0,04	1,43	1,27	0,19	0,01	0,61
27.09.2010	0,05	0,13	0,00	0,00	0,01	0,01	0,29	0,53	0,28	0,05	0,49
27.09.2010	0,03	0,26	0,03	0,02	0,08	0,01	0,44	0,88	0,05	0,06	0,52
28.09.2010	0,04	0,16	0,00	0,00	0,05	0,00	0,40	0,49	0,47	0,13	0,51
28.09.2010	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,13	0,05	0,46
29.09.2010	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	0,09	0,01	0,47
29.09.2010	0,03	0,57	0,07	0,00	0,00	0,01	0,57	1,25	0,18	0,05	0,66
30.09.2010	0,00	0,57	0,06	0,02	0,15	0,01	0,46	1,50	0,36	0,22	0,44
30.09.2010	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,01	0,37	2,05	0,06	0,08	0,48
22.10.2010	0,02	0,07	0,05	0,01	0,02	0,00	0,03	0,35	0,04	0,00	0,13
24.10.2010	0,01	0,11	0,08	0,00	0,02	0,00	0,09	0,36	0,04	0,00	0,10
25.10.2010	0,16	0,53	0,08	0,02	0,03	0,06	1,10	0,84	0,09	0,10	0,06
27.10.2010	0,13	0,32	0,05	0,02	0,03	0,00	0,30	1,04	0,09	0,02	0,10
28.10.2010	0,01	0,06	0,03	0,00	0,02	0,00	0,01	0,24	0,02	0,02	0,01
29.10.2010	0,01	0,14	0,10	0,00	0,03	0,00	0,06	0,41	0,05	0,00	0,10
31.10.2010	0,07	0,17	0,05	0,02	0,07	0,00	0,15	0,67	0,06	0,07	0,07
02.11.2010	0,07	3,23	0,19	0,03	0,19	0,00	8,87	3,06	0,21	0,09	0,46
03.11.2010	0,01	0,47	0,09	0,01	0,03	0,00	1,11	1,22	0,55	0,10	0,32
04.11.2010	0,02	0,05	0,06	0,01	0,08	0,00	0,10	0,23	0,08	0,01	0,27
05.11.2010	0,02	0,08	0,12	0,02	0,12	0,00	0,14	0,38	0,16	0,02	0,36
22.10.2010	0,04	0,10	0,05	0,01	0,04	0,00	0,14	0,46	0,06	0,00	0,16
24.10.2010	0,02	0,14	0,09	0,00	0,02	0,00	0,08	0,45	0,03	0,01	0,34
25.10.2010	0,18	0,25	0,07	0,02	0,03	0,00	0,66	0,78	0,10	0,06	0,15
27.10.2010	0,19	0,40	0,04	0,03	0,03	0,00	0,53	1,46	0,14	0,05	0,11
28.10.2010	0,01	0,04	0,02	0,01	0,02	0,00	0,01	0,21	0,03	0,06	0,03
29.10.2010	0,00	0,05	0,04	0,00	0,02	0,00	0,02	0,18	0,01	0,04	0,12
31.10.2010	0,10	0,23	0,04	0,02	0,07	0,00	0,19	0,76	0,09	0,08	0,13
02.11.2010	0,08	1,16	0,16	0,03	0,18	0,00	3,50	2,10	0,29	0,20	0,53
03.11.2010	0,02	1,23	0,13	0,01	0,04	0,00	2,64	1,79	0,53	0,01	0,94
04.11.2010	0,03	0,05	0,05	0,01	0,09	0,00	0,11	0,19	0,15	0,06	0,37
05.11.2010	0,02	0,11	0,08	0,02	0,12	0,00	0,36	0,45	0,21	0,03	1,09