



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

**UMWELTGEOLOGISCHE ASPEKTE ZUR STAUBDEPOSITION IM
BALLUNGSRAUM WIEN –
Bestandsaufnahme an 4 Standorten in Wien, 1997**

Angestrebter akademischer Grad

Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, im November 2009

Verfasser:
Studienkennzahl lt. Studienblatt:
Studienrichtung lt. Studienblatt:
Betreuer:

Ernst Josef Lehner
A 431
Geologie
Univ.-Doz. Dr. Martin Kralik

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre hiermit an Eides Statt, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbständig angefertigt habe.

Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Die Arbeit wurde bisher weder in gleicher noch in ähnlicher Form einer andern Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Ort, Datum

Unterschrift

LEBENS LAUF

Stand Nov. 2009

Name: **Ernst Josef LEHNER**
Staatsbürgerschaft: Österreich
Geburtsdatum/Ort: 13.03.1968 in Aigen i.M. /O.Ö.
Wohnhaft in: Vordere Achmühlerstr.23
6850 Dornbirn
Familienstand: verheiratet / 1 Tochter



Ausbildung:

1975 -1979 Volksschule - Aigen i. M. / O.Ö.
1979 -1983 Bundesrealgymnasium - Rohrbach i. M.
1983 -1988 Höhere Technische Bundeslehranstalt - HTBLA Hollabrunn / N.Ö.
(Abteilung Maschinenbau).
1988 -1989 Wehrdienst beim Österreichischen Bundesheer – Wien
1989 -1993 Studium der Geologie – Uni Wien
1995 -1998 Diplomarbeit
2009 Verleihung des Titels „Ingenieur“ durch das
BM für Wirtschaftliche Angelegenheiten

Qualifikation:

Spezielle Kenntnisse in:

Umweltgeologie: Feinstaub, Boden, Röntgendiffraktometrie,
Mineralphasenanalyse, Quellenbeprobungen, Altlasten

Ingenieurgeologie: Bodenmechanik, Baugrund, Spezialtiefbau, Geotechnik und
Geotechnische Messungen, Bohrüberwachung, Erdbaulabor,
Rutschungen, Georisiken, Quellbeweissicherung, Gutachten,
Bauleitung, ÖBA-Tunnelbau

Sonstiges: Maschinenbau (Planung-Ausführung-Überwachung),
Bautechnik (Tiefbau), Vermessungstechnik – Bauvermessung,
Standard EDV – Autocad etc.

Sprachkenntnisse:

Deutsch Muttersprache
Englisch in Wort und Schrift

Berufserfahrung:

1989: SCHINDLER & WERTHEIM, Wien:
1989 – 1993: Praktika und Projektmitarbeit, Wien, Österreich
1993 – 1996: MITTERECKER - ZT Büro, Wien, Österreich
1998 – 2000: 3P- ZT Büro für Geotechnik (vormals, Plankl, Pelzl & Partner) –
Vorarlberg
2000 – 2002: GEOMAC - Büro für Technische Geologie – Bregenzerwald - Vlbg.
2001: GEOMAC & Geophysik – Walter Frey – Zürich
07-09/2001: OBERHAUSER und SCHEDLER - Baufirma, Andelsbuch,
Bregenzerwald, Vorarlberg
10/2001 – 03/2002: MOOSBRUGGER - Baufirma, Andelsbuch, Bregenzerwald, Vlbg.
04/2002 – 03/2003: LACKINGER - Technisches Büro für Kulturtechnik und Vermessung
– Feldkirch, Vorarlberg
04/2003 – 12/2003: GEOLOGIC - Büro für Technische Geologie, Dornbirn, Vlbg.
2004 – 2006: Projektarbeiten für verschieden Büros, Vorarlberg
als freier Mitarbeiter
seit 04/2006: GEOCONSULT - ZT GmbH, Salzburg

Datum:

Unterschrift:

INHALTSVERZEICHNIS

DANKSAGUNG	III
ZUSAMMENFASSUNG	IV
ABSTRACT.....	V
1. EINLEITUNG.....	- 1 -
1.1 Stäube und Aerosole	- 3 -
1.1.1 Entstehung	- 3 -
1.1.2 Größenverteilung und Deposition	- 5 -
1.2 Staubuntersuchungen	- 6 -
2. UNTERSUCHUNGSGEBIET	- 8 -
2.1 Standorte der Probenahmen.....	- 8 -
2.2 Meteorologische Kurzcharakteristik von Wien	- 13 -
2.3 Abriss der Geologie von Wien	- 24 -
3. METHODIK	- 29 -
3.1 Probenahme	- 29 -
3.1.1 Bergerhoff.....	- 29 -
3.1.2 Impaktfilterpumpe (Gentsammler)	- 31 -
3.1.3 Streusplittsammlung	- 33 -
3.1.4 Bodenproben	- 33 -
3.2 Probenaufbereitung	- 34 -
3.2.1 Bergerhoff.....	- 34 -
3.2.2 Filterproben	- 35 -
3.2.3 Streusplitt	- 35 -
3.2.4 Bodenproben	- 35 -
3.3 Analytik	- 36 -
3.3.1 Röntgendiffraktometrie (RDA) – Mineralogie.....	- 36 -
3.3.2 Glühverlust	- 40 -
3.3.3 Physikalische Analyse der Niederschlagswässser (Bergerhoff)	- 41 -
3.3.4 Totalreflexion – Röntgenfluoreszenzanalyse (TR-RFA)	- 42 -

4. ERGEBNISSE	- 43 -
4.1 Deposition – Mengen	- 43 -
4.2 Röntgendiffraktometrie – Mineralogie – Phasenanalyse	- 45 -
4.2.1 Bergerhoff.....	- 45 -
4.2.2 Filter	- 51 -
4.2.3 Streusplitt	- 52 -
4.2.4 Bodenproben	- 53 -
4.3 Glühverlust	- 55 -
4.4 Physikalische Parameter (pH, OXI, LF)	- 56 -
4.5 Analytik Chemie	- 59 -
5. DISKUSSION	- 62 -
5.1 Röntgendiffraktometrie – Mineralogie	- 62 -
5.2 Glühverlust	- 64 -
5.3 Physikalische Parameter (pH, OXI, LF)	- 65 -
5.4 Geochemie	- 66 -
6. SCHLUSSFOLGERUNGEN	- 70 -
7. LITERATURVERZEICHNIS	- 71 -
8. ANHANG	- 77 -
Anhang 1: Probennummernzuordnung	- 77 -
Anhang 2: Probenahmeprotokoll Deposition	- 79 -
Anhang 3: Probenahmeprotokolle Gentsammler.....	- 81 -
Anhang 4: Gesamtpartikuläre Depositionsmengen n. Bergerhoff	- 83 -
Anhang 5: Röntgendiffraktometrieaufnahmen	- 87 -
Anhang 6: Auswertungsbeispiele - Röntgendiffraktometrie.....	- 115 -
Anhang 7: Untergrundstreustrahlung – Probenträger.....	- 119 -
Anhang 8: Mineralverteilungen incl. organischen Anteil	- 120 -
Anhang 9: Jahresverlauf - Mineralphasen (% Anteile-incl. org. Anteil)...	- 131 -
Anhang 10: Glühverlustbestimmungen	- 141 -
Anhang 11: Geochemie (Rinnböckstrasse)	- 146 -
Anhang 12: Statistik der Bergerhoffprobenauswertungen	- 151 -

DANKSAGUNG

Ich danke,

meinem Diplomarbeitsbetreuer Hr. Doz. Dr. Martin Kralik (Uni Wien und UBA Wien) für die Unterstützung und Betreuung bei der Erstellung der vorliegenden Diplomarbeit;

Hr. Ing. Krainer vom Magistrat der Stadt Wien (MA 22) für sein Engagement und der technischen Unterstützung;

Hr. Ing. Miesbauer vom Amt der Oberösterreichischen Landesregierung für die Analyse einiger ausgewählter Proben mittels TR-RFA

Hr. Dr. Rudel von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG)

meinen Eltern, die mich im Rahmen ihrer Möglichkeiten während des Studiums unterstützt haben.

Im Besonderen aber Danke ich meinen 2 Mädels; meiner Frau Dorothea für ihren Beistand und Zuspruch und „last but not least“ meiner Tochter und Liebe meines Lebens Clea Carolina - die alleine durch den Umstand, dass es Sie gibt, alles einfacher und schöner macht.

Widmung der Diplomarbeit

einem lieben Freund und Studienkollegen, der leider meine Sponson nicht mehr erleben konnte.

Wir vermissen Dich...

Für Andrej

ZUSAMMENFASSUNG

Es gibt immer mehr umweltrelevante Themengebiete, die besonders für Mensch und Umwelt in Ballungsräumen von großer Bedeutung sind. Einer dieser Bereiche ist die Staubbelastung und hier im Besonderen die Feinstäube $< 10\text{-}20\ \mu\text{m}$, die in den letzten Jahren immer mehr an wissenschaftlicher Bedeutung und öffentlicher Beachtung gewonnen haben. Der Focus liegt dabei auf den gesundheitsrelevanten Schwermetallanteilen in den anthropogen emittierten Feinstäuben. Diese Diplomarbeit widmet sich einer Bestandsaufnahme und Analyse von partikulären Staubimmissionen an vier Standorten mit unterschiedlicher Hintergrundcharakteristik in Wien 1997. Die Unterscheidung zwischen geogenen und anthropogenen Stäuben und die Zuordnung zu deren Emittenten waren von besonderem Interesse.

Im Zeitraum Jänner bis Dezember 1997 wurden mit verschiedenen Methoden (Bergerhoff-Deposition, Gentsammler-Filter, Splittaufsammlung und Bodenproben) Proben genommen. Die chemische und mineralogische Zusammensetzung der Fraktion $<20\ \mu\text{m}$ (Deposition, Splitt, Boden) und $<10\ \mu\text{m}$ (Filter) wurde mittels Röntgendiffraktometrie (RDA) und Totalreflexion-Röntgenfluoreszenzanalyse (TR-RFA) untersucht. Um die Reflexanalyse- und Auswertung der RDA Aufnahmen zu verbessern, wurden aufgrund der teils sehr geringen Probenmengen Silizium-Einkristallprobenträger verwendet, die sich bei idealer Ausrichtung und Null-Rotation durch einen schwachen Untergrund auszeichnen. Mittels Glühverlust wurden die organischen Anteile der Staubproben bestimmt.

Die Ergebnisse der mittleren, quantitativen Feinstaubdeposition (Steinfelder, $114\ \text{mg}/\text{m}^2/\text{Tag}$; Rinnböck-Str., $99\ \text{mg}/\text{m}^2/\text{Tag}$; Lobau, $78\ \text{mg}/\text{m}^2/\text{Tag}$; Hohen Warte, $36\ \text{mg}/\text{m}^2/\text{Tag}$) bestätigen die unterschiedlichen Standortbelastungen. Bei der Herkunft und jahreszeitlichen Schwankung zeigten sich im Winter hohe Calcit-Werte aufgrund der Splittstreuung, mehr Gips durch erhöhtes SO_2 (Hausbrand) und ebenfalls saisonale Schwankungen bei Anteilen von Quarz, Feldspäten, Tonmineralien und organischem Material (Abwehungen der landwirtschaftlichen Tätigkeit und höherer biologischer Aktivität). Die Bodenproben bestätigen, mit 60% Quarz an der Hohen Warte und 45% Cc An den Steinfeldern, grundsätzlich den geogenen Untergrund. Die Unterschiede der Umgebungscharakteristik der einzelnen Standorte konnte mit dem modifizierten Glühverlust (Lobau 60%, Steinfelder 35%) aufgezeigt werden.

Mit der TR-RFA wurden 7 vorwiegend anthropogen emittierende Spurenelemente (Sb, Cd, Zn, Pb, As, Cu und Sr) nachgewiesen und konnten teilweise auch den Emittenten zugeordnet werden.

ABSTRACT

Environmental geological aspects of airborne and depositional dust particles of the population centre of Vienna – an inventory at four sites in Vienna, 1997

There are more and more environmental topics which are of great importance to people and environment. One of these areas is dust incrimination, especially particle matter < 10-20 µm, whose scientific importance and public attention has risen in the past few years. The focus lies on health relevant shares of heavy metal in anthropogenically emitted dust particles. This thesis concentrates on the inventory and analysis of particulate dust emissions at four different sites with different backgrounds in Vienna in 1997. The difference between geogenic and anthropogenic fine dusts and correlation to the respective source was of particular interest.

Between January 1997 and December 1997 samples were taken with different methods (Bergerhoff deposition, filter pump, collection of grit and samples of soil). The chemical and mineralogical constitution of fraction < 20 µm (deposition, grit, soil) and < 10 µm (filter) was analyzed with X-ray diffractometry (RDA) and total reflect X-ray fluorescent analysis (TR-RFA). Due to the very small amounts of samples silicium monocrystal carriers were used to improve the peak analysis and evaluation of RDA graphs. In case of ideal positioning and zero rotation these are characterized by weak background. The organic parts of the samples of fine dust were determined by annealing loss.

The results of the average quantitative deposition of particle mass (Steinfelder, 114 mg/m²/Tag; Rinnböck-Str., 99 mg/m²/Tag; Lobau, 78 mg/m²/Tag; Hohen Warte, 36 mg/m²/Tag) confirm the various impacts on the sites. Origin and seasonal variations showed high concentrations of calcite due to distribution of grit, more gypsum because of increased SO₂ (house fire) and also seasonal fluctuations on parts of quartz, feldspar, clay minerals and organic material (drifts because of agricultural and biological activity). The samples of soil, that is 60 % of Quartz at the Hohen Warte and 45 % Cc at the Steinfelder basically confirm the geological background. The modified annealing loss (Lobau 60%, Steinfelder 35%) shows the different characteristics of the individual locations.

By TR-RFA 7 mainly anthropogenously emitted trace elements (Sb, Cd, Zn, Pb, As, Cu und Sr) could be confirmed and partially attributed to the sources.

1. EINLEITUNG

Die ständig steigende Bevölkerungsdichte in den Städten und die Ausweitung von Industrie- und Gewerbegebieten bedingen in Folge auch einen Anstieg der anthropogenen Umweltbeeinträchtigungen unterschiedlichster Art und Weise.

Stäube und daran gebundene Schadstoffe gehören zu diesem Themenkreis. Es gab bis 1998 bereits Projekte in anderen europäischen Städten z.B. Göttingen, Kraków, Valencia und Wien (SCHROLL, 1970; RUPPERT, 1974; HELIOS-RYBICKA, 1989; ESTEVE & AMIGO, 1994; KRALIK & GYURITS, 1994, KRALIK, 1995; BUNDESFORSCHUNGS- UND PRÜFZENTRUM ARSENAL; 1994-1998) die sich dieser Problematik annahmen, jedoch fehlten Untersuchungen die eine mineralogische Qualifizierung und Quantifizierung der Staubmatrix erlauben. Auch wenn mittlerweile neuere Studien (BAUER et al., 2007; JANKOWSKY et al., 2007; LIMBECK, et al. 2008; TRIMBACHER & NEINAVAIE, 2008) vorliegen, ist es jedoch von großem Interesse pionierartig die Wiener Staubsituation vor 12 Jahren zu dokumentieren, um Verbesserungen und Änderungen besser vergleichen zu können.

Die Diplomarbeit BUXBAUM (1999) befasste sich mit derselben Thementhematik wie die vorliegende Arbeit, nur das Untersuchungsgebiet war von der zu erwartenden Staubbelastung sozusagen der Gegenpart zum Ballungsraum Wien. Es handelte sich dabei um einen Hintergrundstandort im Naturschutzgebiet Kalkalpen bei Reichraming in Ö.Ö..

Beide Diplomarbeiten wurden zur selben Zeit (1997) am Institut für Geologie der Universität Wien begonnen und von Hr. Univ. Doz. Kralik betreut. Aus diesem Grund ergeben sich auch Übereinstimmungen in den Abläufen und in der Methodik. Die vorliegende Diplomarbeit konnte damals nicht fertig gestellt werden, da der Autor aus privat-beruflichen Gründen sich anderen Aufgaben zuwenden musste.

Zielsetzung dieser Diplomarbeit ist eine Bestandsaufnahme und die umwelt-geologisch - mineralogische Charakterisierung von Staubproben die an 4 ausgewählten Standorten in Wien, mit unterschiedlichen Methoden (Bergerhoff, Filterpumpe, Streusplittsammlung, und Bodenbeprobung), gesammelt wurden. Bei der Wahl der Standorte wurden folgende Kriterien, etwa bereits vorhandene

Messstationen, geologische und meteorologische Verhältnisse und der Grad der Realnutzung (siehe 2.1) berücksichtigt. Der Beprobungszeitraum von einem Jahr (1997) wurde gewählt um saisonelle Schwankungen abzudecken.

Die mineralogische Charakterisierung der Staubproben soll vor allem mittels einfachen Methoden wie Röntgendiffraktometrie (RDA) und speziellem Glühverlust bzw. vereinzelt mittels der Totalreflexion-Röntgenfluoreszenzanalyse (TR-RFA) untersucht werden.

Um Lösungsansätze zur Vermeidung bzw. Minderung von Staubemissionen zu finden und zu interpretieren, ist es auch notwendig zwischen geogenen (Aufwirbelung und Verfrachtung) und anthropogenen (Industrie, Verkehr, Hausbrand etc.) Stäuben zu unterscheiden. Neben den generellen Herkunftspfaden ist es auch interessant die saisonale Dynamik, in Abhängigkeit der meteorologischen Verhältnisse und, -Auswirkungen auf die Qualität und Quantität der Stäube zu beschreiben.

1.1 Stäube und Aerosole

1.1.1 Entstehung

In der Luft verteilte Stäube und Aerosole haben eine Vielzahl unterschiedlicher Charakteristika. Sie unterscheiden sich in Herkunft, Entstehung, Größe und Form, was wiederum Einfluss auf den Transport und die Verweilzeit in der Atmosphäre und die Auswirkungen auf den Menschen hat.

Man unterscheidet Staub und Aerosolpartikel in erster Linie danach, ob sie aus natürlichen Quellen stammen oder es sich um anthropogen entstandene Partikel handelt. Bei geogenen Partikeln handelt es sich häufig um natürliche Mineralien, die aus der Erosion und Verwitterung von Gesteinen und Böden entstehen, vulkanische Aschen und Stäube, salzhaltige Aerosole als Folge der Meerwasserverdunstung, Wüstensandverwehungen und um Sporen, Pollen und organische Säuren der biologischen Aktivität.

Verwitterte Mineralienstäube setzen sich hauptsächlich aus den in der Erdkruste vorhandenen Elementen (Si, Al, Fe, Ca, Mg etc.) zusammen und werden durch Wind verfrachtet. „Geogene Partikel besitzen meist einen Teilchendurchmesser $> 2 \mu\text{m}$, da eine weitere mechanische Zerkleinerung nicht stattfindet“ (PROSPERO et al., 1983). Die Verweilzeit und Transportweite dieser Partikel ist daher eingeschränkt.

Der Stoffeintrag in die Atmosphäre durch vulkanische Aktivität ist von großer Bedeutung, da die hoch ausgeworfenen Partikel durch ihre geringe Größe lange Verweilzeiten aufweisen und auch als wichtige natürliche Quelle für einige Spurenelemente anzusehen sind. „Diese Teilchen gelangen zum Teil bis in die Stratosphäre, wo besonders Sulfat bei der Bildung stratosphärischer Aerosole und der Beeinflussung des Klimas eine wichtige Rolle spielt“ (CHARLSON et al., 1992; GRAEDEL & GRUTZEN, 1994). Bei den Verdunstungsprodukten der marinen Aerosole handelt es sich hauptsächlich um Salze aus den Elementen Natrium und Chlor, die Hauptbestandteile des Salzwassers bilden. Die organischen Partikel der biologischen Aktivität entstehen durch Ausscheidungen der Flora und dem Abbau des organischen Materials.

Ein weiterer Weg der Verbreitung der natürlichen Mineralien ist auch deren Nutzung in verschiedenen Sparten der Industrie und des Gewerbes in Schleifmitteln, Fetten, Katalysatoren, Keramiken, Baumaterialien etc..

Die anthropogenen Partikel entstehen hauptsächlich in der Industrie (Stahlproduktion, Chemische Industrie etc.) durch Verbrennung von fossilen Brennstoffen (Hausbrand, Motoren etc.) und im Verkehr (Abgase, Abrieb von Reifen und Bremscheiben etc.). „Das anthropogene Aerosol macht ungefähr ein Fünftel der Gesamtmenge der beobachteten Aerosole aus“ (ROEDEL, 1994; COLLS, 1997). „Allerdings kann in Gebieten mit vielen Emittenten der anthropogene Beitrag die natürliche Aerosolmenge weit übersteigen“ (BLIEFERT, 1994).

Ob die Partikel primär oder sekundär entstanden sind ist ein weiterer Punkt der die Charakterisierung von Stäuben betrifft. Bei primär entstandenen Stäuben handelt es sich um Partikel die direkt von der Quelle emittiert werden und unter sekundär entstandenen Stäuben versteht man solche, die durch Umwandlungsprozesse in der Atmosphäre generiert wurden. Ein Beispiel für solch einen Prozess ist die chemische Oxidation von Gasen wie z.B. dem SO_2 , aus dem Sulfate (z.B. Gips) entstehen.

„Die Hauptquelle sekundärer Partikel ist die Oxidation von Atmosphärischen Gasen“ (QUALITY OF URBAN AIR REVIEW GROUP, 1996; COLLS, 1997).

„Die Verweildauer von Partikeln in der unteren Atmosphäre liegt typischerweise bei einigen Tagen. Doch können vor allem jene Partikel, die bei vulkanischen Aktivitäten emittiert werden, die Stratosphäre erreichen und dort eine Verweildauer von mehreren Monaten ja sogar bis zu Jahren aufweisen. Neben der Größe der Partikel sind auch chemische, physikalische und morphologische Eigenschaften, wie etwa die Form (kugelig, plättchenförmig) oder das Gefüge (hohl, massiv) für die atmosphärische Verweildauer von Partikeln mitbestimmend.

Auch die Höhe der Emissionsquelle ist maßgeblich für die Absetzgeschwindigkeit und Flugweite von Staubpartikeln verantwortlich. Bei einer Höhe von rd. 20 m beträgt die durchschnittliche Flugweite eines 10 μm großen Staubteilchens etwa 10 km. Wird ein 10 μm großes Staubteilchen aus einer Höhe von rd. 100 m emittiert, liegt die Flugweite bei etwa 60 km (GUTHMANN, 1958; NEINAVAIE et al., 2000).

1.1.2 Größenverteilung und Deposition

Für Staub und Aerosole (Partikelgröße 0,01 – 100 μm) gibt es hauptsächlich 3 Größenbereiche die von Bedeutung sind und unterschieden werden (siehe *Abb.1*).

Im ersten Bereich bei den mechanisch gebildeten Aerosolen bzw. sogenannten groben Partikel handelt es sich vorwiegend um natürliche Stäube wie Mineralien, Vulkanaschen oder marine Salze mit Korngrößen $> 2 \mu\text{m}$, die zum Großteil gravimetrisch durch Sedimentation aus der Atmosphäre ausfallen. Im zweiten Bereich (Aitkenkeime) befinden wir uns bei den hauptsächlich anthropogenen, aus gasförmigen Emissionen entstandenen Aerosolen, die sich in der Luft zu Teilchen $< 0,1 \mu\text{m}$ zusammen lagern. Diese Partikel können durch Koagulation an Größe zunehmen und gehen dann in den nächsten Größenbereich ($> 0,1 \mu\text{m}$) über. Dieser dritte sogenannte Anreicherungsbereich mit Korngrößen von $0,1 - 2 \mu\text{m}$ enthält ebenfalls hauptsächlich anthropogen entstandene Aerosole die vorwiegend durch Ausregnen und Auswaschen aus der Atmosphäre ausfallen (MATSCHULLAT et al., 1997). Das Ausfallen der Partikel aus der Atmosphäre geschieht einerseits in trockener Deposition und andererseits in nasser Deposition (QUALITY OF URBAN AIR REVIEW GROUP, 1996). Die trockene Form der Deposition ist vorherrschend bei Partikel $> 2 \mu\text{m}$ und dabei lagern sich die Staubteilchen an Oberflächen an. Bei Partikel $< 2 \mu\text{m}$ kommt es überwiegend zum Auswaschen und Ausregnen also zur nassen Deposition.

Die Sedimentation durch gravimetrische Einwirkung und die Koagulation, also das Zusammenhäufen von Partikelkeimen in der Luft muss nicht näher erklärt werden, aber sehr wohl aber die Brown'sche Molekularbewegung die für Teilchen $< 0,01 \mu\text{m}$ von großer Bedeutung ist (QUALITY OF URBAN AIR REVIEW GROUP, 1996). Es handelt sich dabei um eine temperaturabhängige Wärmebewegung von kleinsten Teilchen, Molekülen und Atomen, die bezogen auf die Staubpartikel wiederum die Koagulation dieser Teilchen bewirkt.

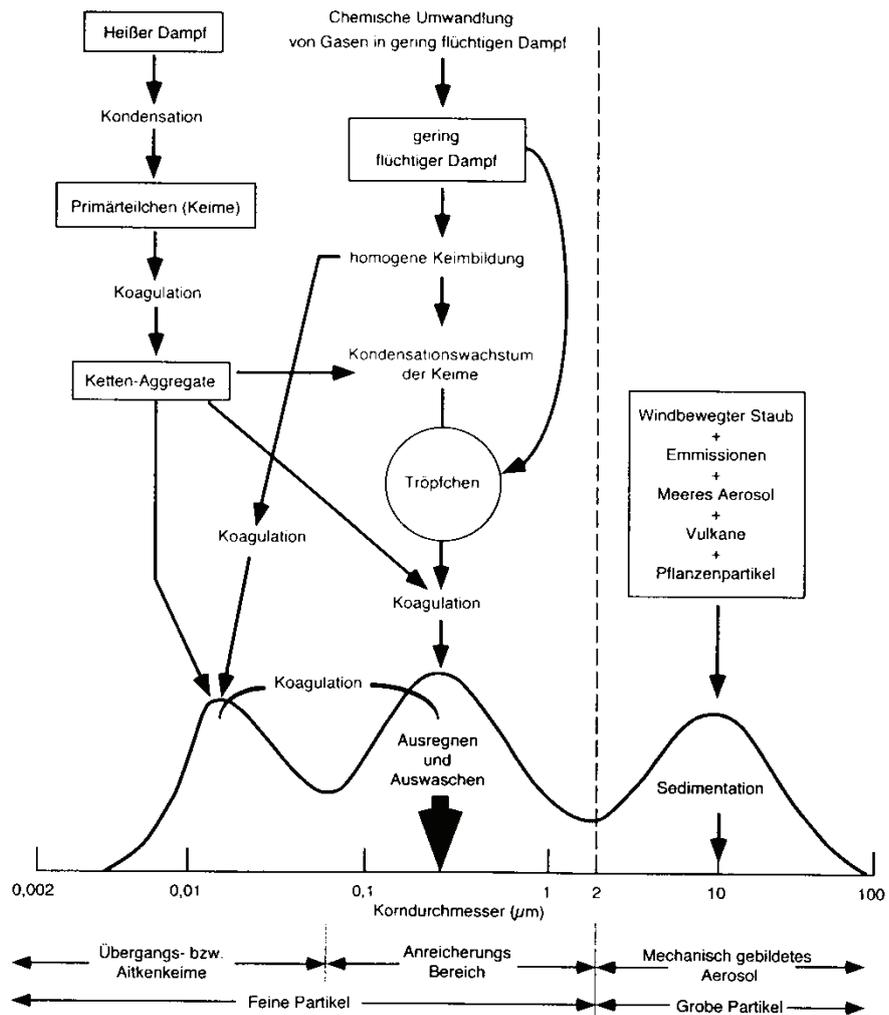


Abb.1: Schema der Größenverteilung atmosphärischer Aerosole. Drei Modi treten hervor mit der jeweiligen Quelle und den vorherrschenden Prozessen, die zur Akkumulation bzw. Transfer in und zwischen den Modi führen (nach WHITBY & SVERDRUP, 1980).

1.2 Staubuntersuchungen

Heutzutage ist das Thema Staub bzw. im speziellen Feinstaub in aller Munde. Seinerzeit am Beginn dieser Arbeit 1996 war diese spezielle Untersuchung eine der ersten in Wien die sich mit der mineralogischen Qualifizierung und Quantifizierung von Staub bzw. Feinstaub auseinandersetzte.

Mittlerweile ist durch viele Untersuchungen belegt, dass Staubpartikel und hier im besonderen die Fraktion mit einem aerodynamischen Durchmesser $< 10 \mu\text{m}$ auch PM-10 (partikel mass $< 10 \mu\text{m}$) genannt, durch ihre Inhalierbarkeit, epidemiologisch

und toxikologisch von großer Bedeutung sind. Je kleiner die Partikel sind, desto eher können sie bis in die äußersten Regionen der Lunge, den sogenannten Lungenbläschen oder Alveolen, vordringen und dort zu Schädigungen führen. Einerseits durch mechanische Reizung, die durch die Form der Partikel bestimmt ist, wie man es z.B. von den Asbestmineralien kennt und andererseits durch an den Partikeln anhaftenden Schwermetalle (HELIOS-RYBICKA, 1989).

„Auch das vermehrte Auftreten von Pollenallergien in luftschadstoffbelasteten Gebieten wird damit in Zusammenhang gebracht, dass an den Pollenkörnern anhaftende Staubpartikel die allergene Wirkung derselben erhöhen“ (BEHRENDT et al., 1992). In letzter Zeit liegt das Augenmerk der Untersuchungen auch bei den kleinsten Fraktionen unter 2,5 µm. „Diese feinen Partikel, die durch Kondensation bei Verbrennungsprozessen gebildet werden, weisen lange Aufenthaltszeiten auf und bilden insbesondere in anthropogen belasteten Regionen einen Großteil der in der Atmosphäre dispergierten Partikel“ (HEINRICHS & BRUMSACK, 1997). Während die größeren Partikel noch im Mund-Rachenraum hängen bleiben können, gelangen die <2,5 µm Partikel fast vollständig in die Lunge (nach VINCENT, 1994).

Gerade in urbanen, hoch belasteten Regionen und Ballungszentren der Industrie und des Gewerbes, sind es also hauptsächlich gesundheitsrelevante Überlegungen die eine Auseinandersetzung mit diesem Thema vorantreiben.

2. UNTERSUCHUNGSGBIET

2.1 Standorte der Probenahmen

Bei der Wahl der Standorte wurden verschiedenste Kriterien berücksichtigt, die Einfluss auf nachfolgende Untersuchungen haben könnten.

Grundsätzlich orientiert man sich an bereits bestehenden Messstationen, um die vorhandenen Messdaten als Hintergrundinformation zu verwenden.

Des Weiteren von Bedeutung ist der geologische Untergrund an der Messstelle, da diese Daten dann zur Evaluierung des geogenen Backgrounds (siehe *Abb.13*) am Standort (Bodenproben, siehe auch *Tab.10*) herangezogen werden können.

Ein Punkt der für die Quantifizierung und Qualifizierung der Ergebnisse von sehr großer Bedeutung ist, bezieht sich auf die meteorologischen Verhältnisse am Standort. Windrosen und andere Wetterdaten sind für eine geeignete Interpretation zu berücksichtigen.

Auch der Grad der Nutzung (siehe *Abb. 2*) bzw. potentiellen Belastung des Standortes, unbelastet oder belastet, Naturschutzgebiet, Wohngebiet, Industrie, Verkehr etc., wurde in die Überlegungen miteinbezogen.

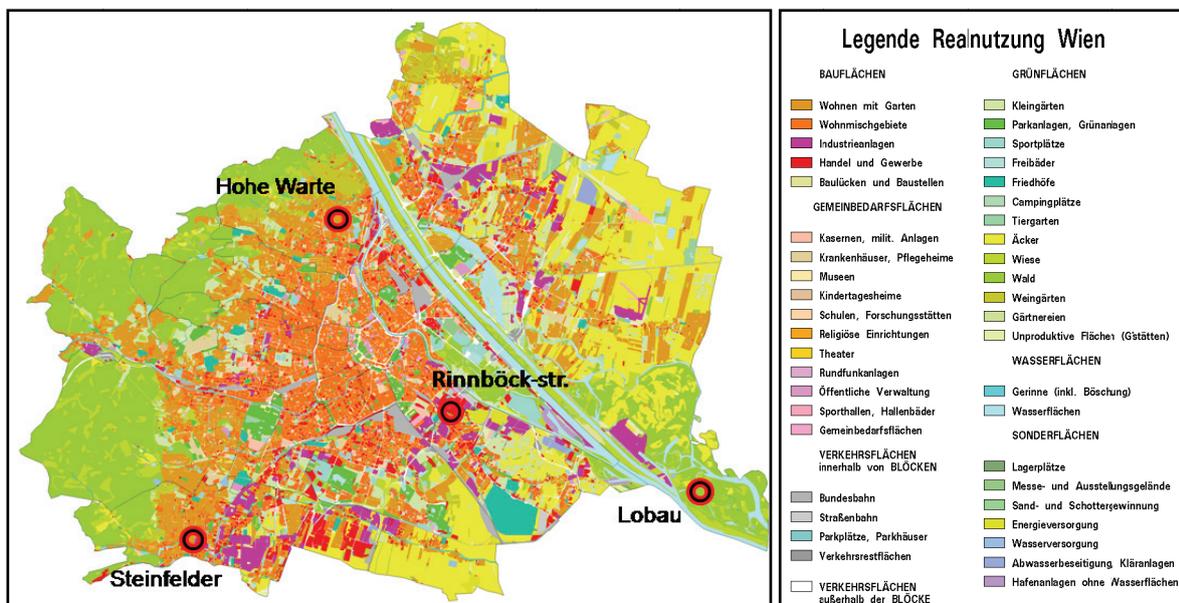


Abb. 2: Realnutzungskarte von Wien (1998), MAGISTRATSABTEILUNG - MA 14, Vienna GIS (29.5.98), die Standorte wurden nachträglich eingefügt.

Es wurden schlussendlich 4 Standorte (Hohe Warte, Lobau, Rinnböckstrasse, Steinfeldler) mit unterschiedlichen Charakteristiken ausgewählt, die im Folgenden genauer beschrieben werden

Standort - Hohe Warte

Koordinaten $16^{\circ}21'24''$ $48^{\circ}14'55''$ und absolute Höhe = 203 m über Adria.

Dieser Standort (siehe *Abb.3*) liegt am Osthang des Wienerwaldes, im 19. Wiener Gemeindebezirk, in der Döblinger Hauptstrasse auf dem Grundstück der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG). Es handelt sich dabei um ein klassisches Wohngebiet im Nord-Westen von Wien mit Gärten und zudem nimmt der Anteil an Wald und Wiesenflächen Richtung Westen zu (siehe *Abb.2*). Auf der Wiese neben unserem Messpunkt befanden sich auch die Außenmessgeräte der ZAMG.

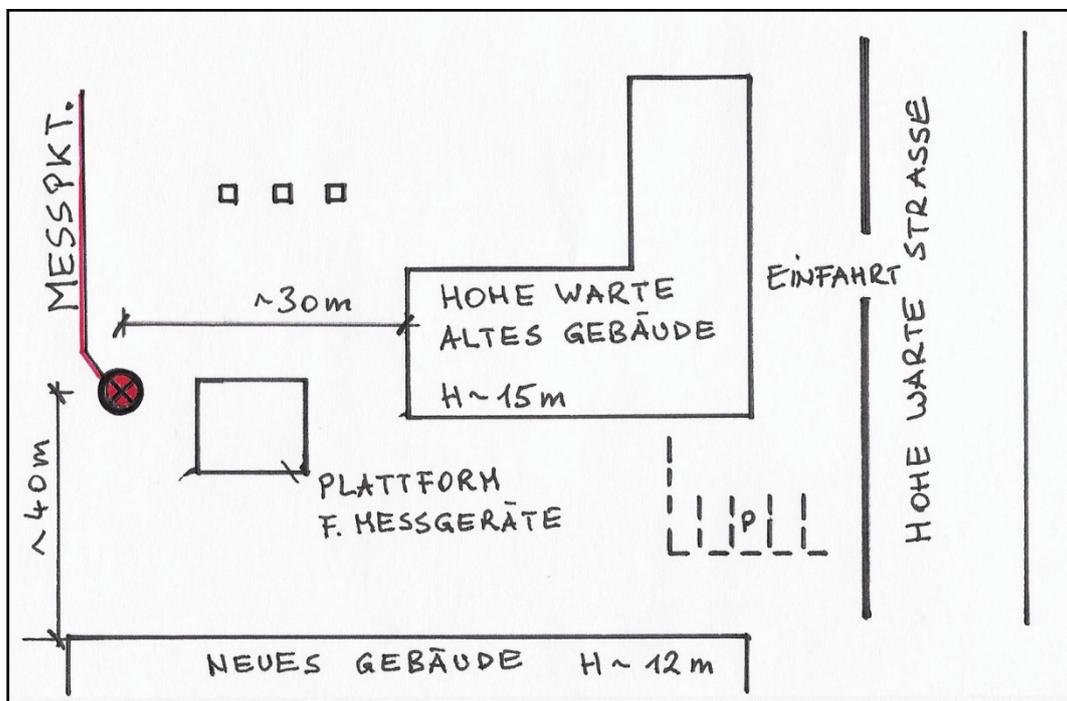


Abb.3: Lageskizze (nicht genordet) vom Standort Hohe Warte, am Grundstück der ZAMG, 19. Bezirk, Wien

Standort – Lobau

Koordinaten $16^{\circ}31'34''$ $48^{\circ}09'41''$ und absolute Höhe = 158 m über Adria.

Dieser Standort (siehe Abb.4) liegt im Schutzgebiet Lobau, im 22. Wiener Gemeindebezirk, bei der Pumpkontrollstation der MA 31. Von der Umgebungscharakteristik befinden wir uns auf einer Lichtung in einem bewaldeten, an der Donau liegenden Quell- und Naturschutzgebiet im Süd-Osten von Wien (siehe Abb.2). Bei diesem Standort ist zu erwähnen, dass er am nächsten zum Flughafen Wien-Schwechat liegt und daher unter Umständen eine Beeinflussung durch den Flugverkehr gegeben ist.

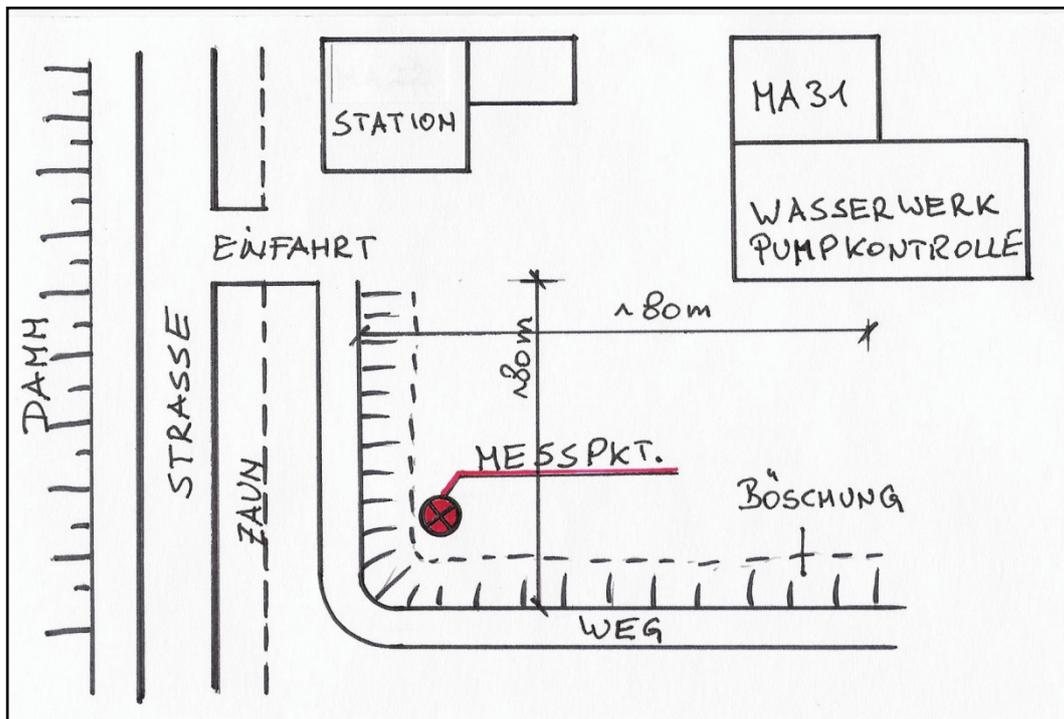


Abb.4: Lageskizze (nicht genordet) vom Standort Lobau, bei der Pumpkontrollstation der MA 31, 22. Bezirk, Wien.

Standort – Rinnböckstrasse

Koordinaten $16^{\circ}24'26''$ $48^{\circ}11'03''$ und absolute Höhe = 170 m über Adria

Dieser Standort (siehe Abb.5) liegt südöstlich des Zentrums, im 11. Wiener Gemeindebezirk, in der Rinnböckstrasse, im Hof (Wiese und Sträucher) des Gebäudes der MA 22. Bei der Umgebung handelt es sich vorwiegend um ein Mischgebiet mit Wohn- und Gewerbenutzung, vereinzelt auch Industrie (siehe Abb.2). Hervorzuheben ist an diesem Standort, dass eine der meistbefahrenen (österreichweit) Hauptverkehrsverbindungen Wiens, nämlich die Südosttangente in nur ca. 300 m Entfernung vorbeiführt.

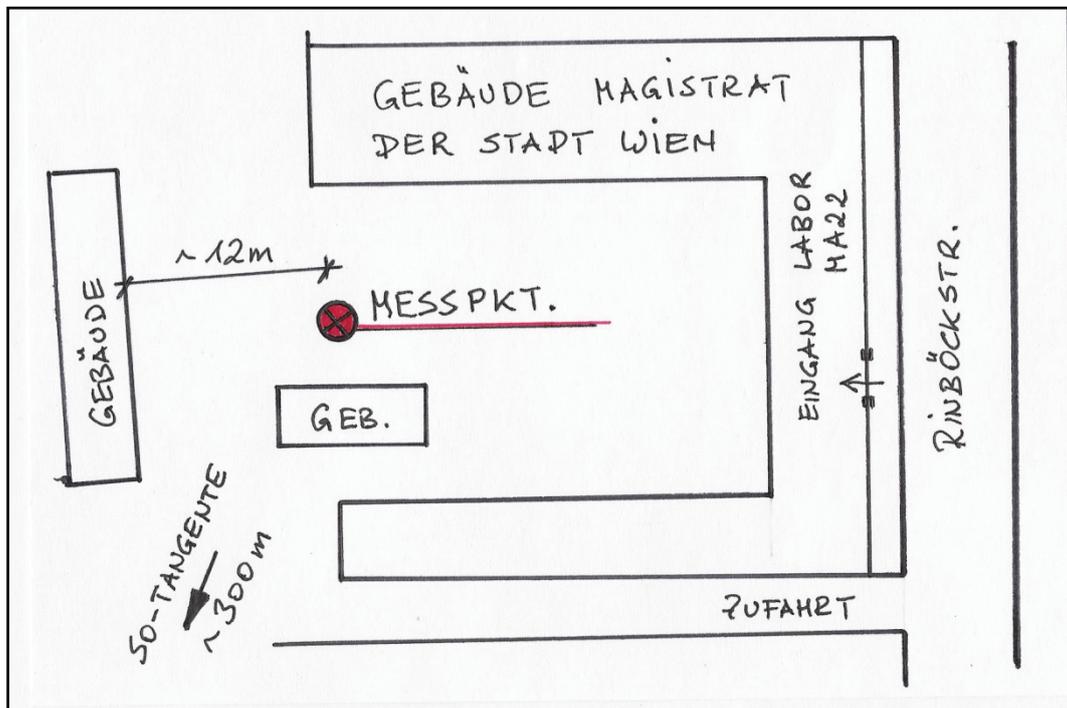


Abb.5: Lageskizze (nicht genordet) vom Standort Rinnböckstrasse, im Gebäudehof der MA 22, 11. Bezirk, Wien.

Standort – Steinfelder

Koordinaten $16^{\circ}17'48''$ $48^{\circ}08'16''$ und absolute Höhe = 209 m über Adria

Dieser Standort (siehe Abb.6) liegt im Süden von Wien, im 23. Wiener Gemeindebezirk, An den Steinfeldern, auf dem Firmengelände des M.A.N. Depots. Bei der Umgebungscharakteristik handelt es sich vorwiegend um ein Gewerbe- und Industriegebiet (siehe Abb.2). An dem Standort gab es bereits eine bestehende Luftgütemessstation der MA 22. In der näheren Umgebung gibt es kleine Rasenflächen, aber sonst sind alle Flächen durch Asphalt oder Beton versiegelt.

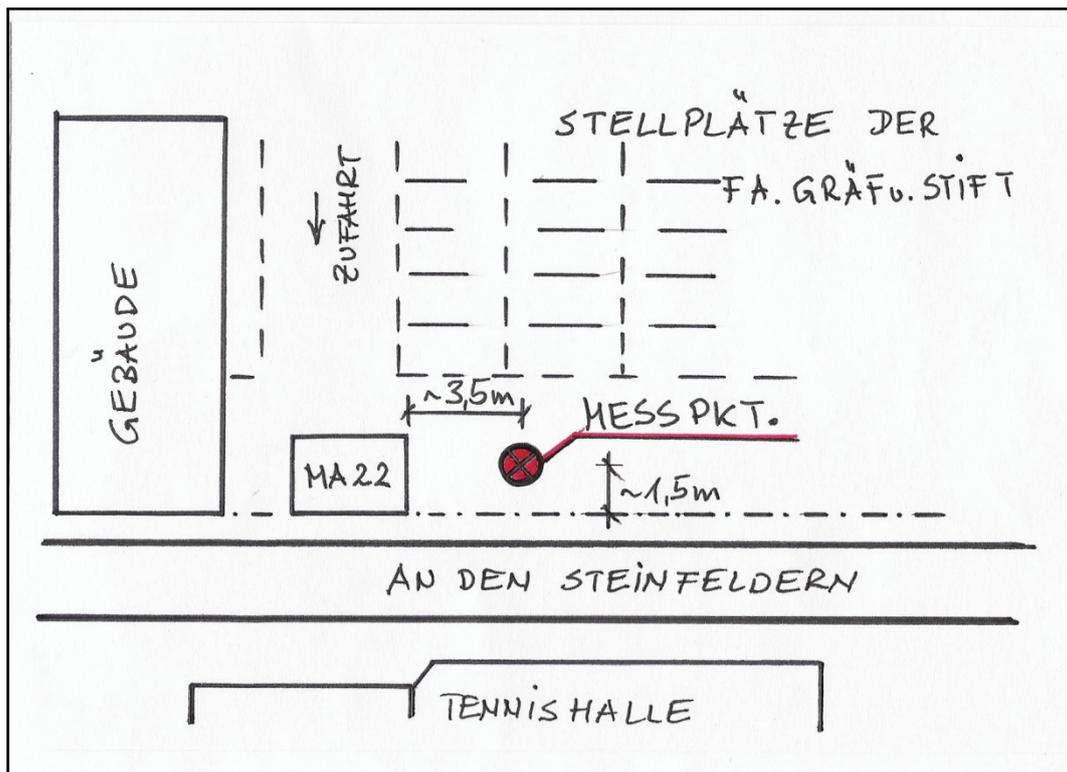


Abb.6: Lageskizze (nicht genordet) vom Standort Steinfelder, 23. Bezirk, Wien.

2.2 Meteorologische Kurzcharakteristik von Wien

Diese Meteorologische Charakteristik von Wien stützt sich im Wesentlichen auf das Buch „KLIMA VON WIEN“, Eine anwendungsorientierte Klimatographie (AUER et al.)

„Diese Zusammenschau über das Wiener Klima mit seinen räumlichen Unterschieden, Urban- und Geländeeffekten beruht im Wesentlichen auf dem Datenmaterial einer 30jährigen statistischen Stichprobe der Jahre 1951 – 1980.

Orographische Gegebenheiten im Raume Wien sowie anthropogene Faktoren modifizieren das in den größten Teilen Mitteleuropas herrschende warmgemäßigte Klima mit Regen zu allen Jahreszeiten zum typischen „Wiener Klima“. Der Bereich der eigentlichen Stadtatmosphäre ist jener vom unmittelbaren Dachniveau bis zu einer Höhe von 250 m über Grund. Von den vielen meteorologischen Klimaelementen die es gibt, soll hier kurz auf die für Staubdeposition wichtigsten Elemente; Wind, Niederschlag (Regen, Schnee), Temperatur und Nebel eingegangen werden.

Der **Wind** unterscheidet sich von allen anderen Klimagrößen einerseits durch den Umstand dass er keine skalare Größe sondern ein Vektorenwert (Richtung und Größe) ist und andererseits besitzt der Wind durch die Turbulenz der Luftströmung eine wesentlich verstärkte kurzperiodische Variabilität gegenüber den anderen Klimaelementen. Ein Westwind kommt nie konstant nur aus Richtung West sondern aus einem relativ breiten Sektor dieser Richtung. Zu dieser zeitlichen Variabilität kommt noch eine große örtliche Inhomogenität der Windverhältnisse, durch die sehr unregelmäßig gestaltete urbane Dachlandschaft Wiens.

Die Darstellung der Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen (z.B. durch Windrosen) dient z.B. der Abschätzung der Schadstoffausbreitung.

Die Windverhältnisse Wiens sind geprägt von Gelände- und Urbaneinflüssen. Die Lage der Stadt am östlichen Ausläufer der Alpen äußert sich in einer generellen Modifikation der Windrichtungsverteilung in der freien Atmosphäre über der Stadt von den in unseren Breiten im ungestörten Fall etwa symmetrisch um die Hauptwindrichtung West verteilten Windrichtungen auf ein Hauptmaximum aus West

bis Nordwest und ein sekundäres Maximum aus Südost. Je näher man sich zur Erdoberfläche hin bewegt, desto stärker treten kleinräumige Modifikationen des Windfeldes hervor. Es machen sich in den Wienerwaldtälern typische Berg-Talwindssysteme bemerkbar, mit einer starken Ausrichtung der Strömung auf die Talrichtung und einer tagesperiodisch geprägten Umkehr der Windrichtung.

Freie Kuppenlagen, wie zum Beispiel Wienerberg und Laaerberg besitzen einen höheren Anteil an Nebenwindrichtungen als Talstationen.

Eine weitere Besonderheit des Wiener Windfeldes stellt der Donaudurchbruch zwischen Leopoldsberg und Bisamberg dar. Hier erfolgt wieder eine stärkere Ausrichtung der Strömung auf die Talrichtung (NW-SE) und gleichzeitige Geschwindigkeitsverstärkung durch eine Art von Düseneffekt. Ein in fast allen Teilen Wiens bemerkbares Phänomen ist die größere Häufigkeit von Südostwinden in den Herbst und Wintermonaten, die in diesen Jahreszeiten beinahe gleich häufig auftreten wie die West- bis Nordwestwinde. Diese größere Häufigkeit von Winden aus dem Sektor ESE bis SE gerade in der für die Luftqualität problematischen Zeit stellt einen für die Luftchemie Wiens gravierenden Nachteil dar, denn gerade dieser Sektor besitzt Großemittenten von Schadstoffen (Industrie und Gewerbe).

Das über das Gesamtjahr betrachtet die häufigsten Windrichtungen aus dem Sektor W-NW, also aus dem Wienerwaldgebiet auf die Stadt wehen, schlägt sich für die Wiener Luftqualität als Positivfaktor nieder.

Bei der Windgeschwindigkeit machen sich ebenfalls örtliche Unterschiede im Raum Wien bemerkbar. Besonders niedrige Windgeschwindigkeiten treten in den Tälern des Wienerwaldes auf, die höchsten Geschwindigkeiten besitzen Kuppenlagen, die bereits erwähnte Düse bei Strebersdorf und die freien Lagen im Osten und Süden der Stadt.

Einen wesentlich stärkeren Einfluss auf die Windgeschwindigkeit hat jedoch die Höhe über der die Strömung abbremsenden Oberfläche. Dabei wirkt die besonders „raue“ Oberfläche des dicht bebauten Stadtzentrums stärker bremsend als die freie Umgebung der Stadt. Die Windgeschwindigkeitszunahme mit der Höhe folgt annähernd einem logarithmischen bzw. exponentiellen Vertikalprofil mit einem in den bodennahen Luftschichten stärkeren Ansteigen, das mit größerer Höhe schwächer wird. So ist die mittlere Windgeschwindigkeit 30 m über den Dächern des Wiener Häusermeeres gegenüber den in 250 m Höhe auf dem Donauturm gemessenen Werten bereits auf die Hälfte abgebremst und 10 m über dem Dachniveau auf ein

Viertel. Allen Messstationen Wiens in den Luftschichten unter 100 m Höhe über Grund ist ein charakteristischer Tagesgang der Geschwindigkeiten gemeinsam. Nachts werden geringere Windgeschwindigkeiten gemessen als untertags, wobei das Maximum zwischen 14 und 16 Uhr auftritt und um 30 bis 70% höhere Geschwindigkeiten aufweist als das nächtliche Minimum.

Bei kombinierter Betrachtungsweise der Geschwindigkeit und der Windrichtung fällt auf, dass die häufigsten Windrichtungen auch die im Mittel höchsten Geschwindigkeiten besitzen. Die Winde aus dem W-NW-Sektor sind im Durchschnitt etwa 30% stärker als diejenigen aus der zweithäufigsten Richtung, aus dem Sektor SE. Die Geschwindigkeiten der selteneren Windrichtungen wie etwa NE erreichen nur etwa 30% der Geschwindigkeiten der Westwinde.

Das **Klima der freien Atmosphäre** über Wien kann mit Hilfe der Messdaten der zweimal täglich bis zu einer Höhe von etwa 30 km durchgeführten Radiosondenballonaufstiege dargestellt werden. Als orographische Besonderheit des Wiener Windfeldes kann eine leichte Verstärkung des Windes in den untersten 2 km der Atmosphäre erwähnt werden, die durch die Verdichtung der Stromlinien beim Überqueren der östlichsten Alpenausläufer entsteht. Dabei wird auch die Häufigkeit der Windrichtungen modifiziert. Sie zeigt einen Einfluss durch die Orographie bis etwa 3 km Höhe, mit einer Drehung der Windrose auf ein Häufigkeitsmaximum aus Nordwest und einem sekundären Maximum aus Südost bis Süd, während in den darüber liegenden Luftschichten, bis etwa 18 km Höhe, die Windrosen eine regelmäßige Verteilung um die Hauptwindrichtung West zeigt. Bis zu dieser Höhe sind nur geringe jahreszeitliche Unterschiede der Windrichtungsverteilung zu erkennen. Ab 20 km Höhe beginnt eine markante Aufsplitterung nach Jahreszeiten. Während im Herbst und Winter hier weiterhin Westwinde vorherrschen, sind im Frühling in diesen Höhen West- und Ostwinde praktisch gleich häufig, und im Sommer gibt es nur noch Ostwinde, die allerdings deutlich geringere Geschwindigkeiten erreichen als die winterlichen Westwinde.

Für das Klimaelement **Niederschlag** besteht ein ausreichend dichtes Messnetz, um eine anthropogene Modifikation dieser Größe erkennen und den Raum Wien auch in typische Niederschlagsregionen unterteilen zu können. Bei der räumlichen Niederschlagsverteilung, die grundsätzlich durch die allgemeine atmosphärische Zirkulation bestimmt wird, kommt den orographischen Gegebenheiten eine

entscheidende Rolle zu. Eine erzwungene Hebung der Luftströmung aus westlicher bis nordwestlicher Richtung - mehr als die Hälfte aller Stunden mit Niederschlag ist an Winde aus diesen Richtungen gekoppelt – an den luvseitigen Hängen des Wienerwaldes führt trotz der an und für sich geringen Höhe des Wienerwaldes zu gut erkennbaren Staueffekten. So überschreiten in den zentralen Bereichen des Wienerwaldes die Jahressummen des Niederschlages 800 mm und nehmen in östlicher Richtung zu den Randzonen des Wienerwaldes auf etwa 650 mm ab. In der Ebene im Süden und Osten Wiens liegen die Jahressummen teilweise schon unter 550 mm. Im Jahresgang weisen die Sommermonate die höchsten Niederschlagssummen auf, innerhalb des meteorologischen Sommers fallen etwa 35% des Jahresniederschlages. Ein sekundäres Maximum der Niederschlagstätigkeit zeigt der November. Nimmt die Zahl der Niederschlagsereignisse von Westen nach Osten ab, so verhalten sich länger andauernde Trockenperioden konträr. So treten mindestens 14 Tage andauernde Trockenperioden im Osten der Stadt etwa doppelt so häufig auf, wie im Wienerwald.

Rund 14% des gesamten Jahresniederschlages fällt in den tiefer gelegenen Stadtteilen in fester Form, größtenteils als **Schnee**. Die sich daraus ergebende jährliche Summe der Neuschneehöhen variiert im Raum Wien zwischen 50 und 200 cm. Am schneeärmsten zeigen sich die ebenen, östlichen Stadtteile, mit Annäherung an den Wienerwald nehmen die Werte vorerst nur wenig, dann aber im Bereich der Wienerwaldabhänge stark zu und erreichen auf den Höhenrücken bis zu 200 cm. Gerade beim Element Schnee sind die Variationen von Jahr zu Jahr sehr groß, sodass für die inneren Stadtteile eine Schwankungsbreite von 0 bis 185 cm, für höhere Wienerwaldlagen von 25 bis 400 cm angegeben werden kann.

Streu- und Schneeräumdienste der Gemeinde oder privater Natur haben sich also auf die unterschiedlichsten Bedingungen einzustellen.

Ein weiterer Punkt ist eine spezielle Form der Bewölkung mit einem ausgeprägten Tages und Jahresgang – der **Nebel**, dessen Häufigkeit mit wachsendem Verkehrsaufkommen immer mehr an Interesse gewinnt. Noch bedeutungsvoller sind seine biologischen Auswirkungen: Nebel tritt bei austauscharmen Wetterlagen auf und es treten vorherrschend Windgeschwindigkeiten unter 5 km/h auf – wodurch die Nebelluftmassen mit Schadstoffen angereichert werden. Diese Schadstoffe können sich in den mikroskopisch kleinen Nebeltröpfchen lösen, wodurch eine merkbare

Erhöhung der Schadstoffdeposition stattfindet. Im Jahresablauf ist Nebel von Oktober bis Jänner am häufigsten zu erwarten. Nebeltage sind meist Einzelereignisse und sehr selten treten mehrere Nebeltage hintereinander auf.

Insgesamt gesehen herrschen in der urbanen Atmosphäre, als Folge von Beimengungen von Staub, Ruß etc., zumeist stark verminderte Sichtverhältnisse gegenüber einer Reinluftatmosphäre.

Sehr eng sollte von der Theorie her der Zusammenhang zwischen den Zeitreihen der Bewölkung und der Sonnenscheindauer sein und zwar im Sinn gegenläufigen Kurven. Die erste Hälfte des 20. Jahrhunderts hindurch ist dieser Zusammenhang bei den Wiener Klimadaten auch gegeben. Die Kurvenverläufe bis etwa 1950 mit zunehmender Sonnenscheindauer und abnehmender Bewölkung erscheinen logisch. Nach 1950 allerdings stehen wir vor der zunächst erstaunlichen Tatsache einer Entkopplung der beiden Kurven. Bei weitgehend normalen nicht zunehmenden Bewölkungsverhältnissen nimmt seit 1950 die jährliche Zahl der Sonnenscheinstunden von im Mittel 1950 Stunden auf aktuell (1981) etwa 1700 Stunden ab. Das ist eine Verminderung um mehr als 10 % im geglätteten Kurvenverlauf. Erklärlich, und zwar als typischer Urbaneeffekt, wird dieses Paradoxon, wenn man zusätzlich zur Sonnenscheindauer auch die für diesen Zeitraum ebenfalls zur Verfügung stehenden Zeitreihen der direkten sonnen- und der diffusen Himmelsstrahlung betrachtet. Diese zeigen nämlich in den Jahren seit 1950 eine gegenläufige Entwicklung markant zurückgehender direkter Sonnenstrahlung, also analog zur Sonnenscheindauer, jedoch gleichzeitig deutlich ansteigender diffuser Himmelsstrahlung. Da im gleichen Zeitraum die Bewölkung nicht anstieg, sondern etwa gleich blieb, liegt der Schluss nahe, dass die Abnahme der direkten Sonnenstrahlung und der Sonnenscheindauer in den letzten Jahrzehnten auf eine anthropogene Zunahme des Staubdunstes in diesen Jahrzehnten rasanter Wirtschafts- und Verkehrsentwicklung zurückzuführen ist.“ (AUER et al.)

Im Zuge der vorliegenden Diplomarbeit wurden an 2 Standorten (Hohe Warte und Lobau) auch Windrichtungsdaten gesammelt. Diese sind hier in Form von Windrosen dargestellt. Gemessen wurden diese Werte einerseits von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik – Wien, am Standort Hohe Warte und andererseits vom Magistrat MA 22 – der Stadt Wien, am Standort Lobau.

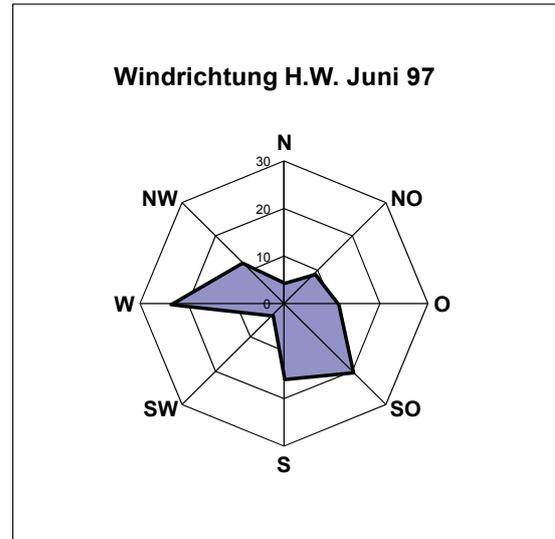
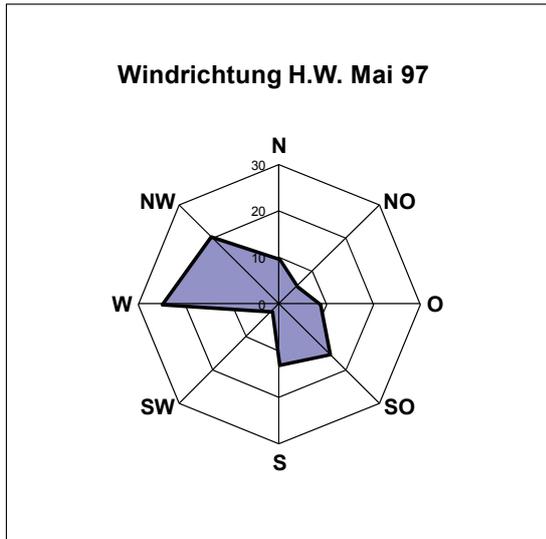
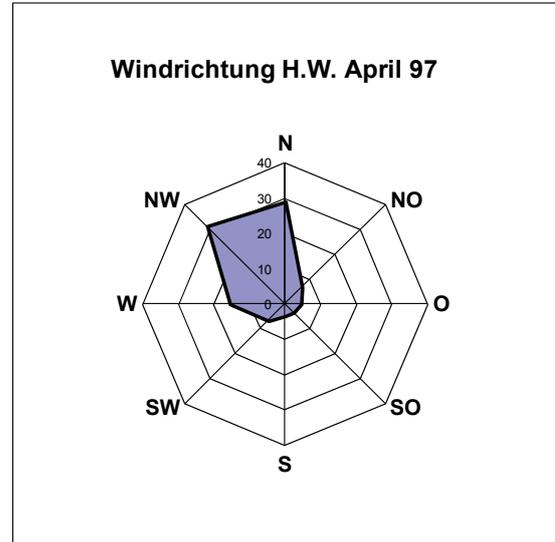
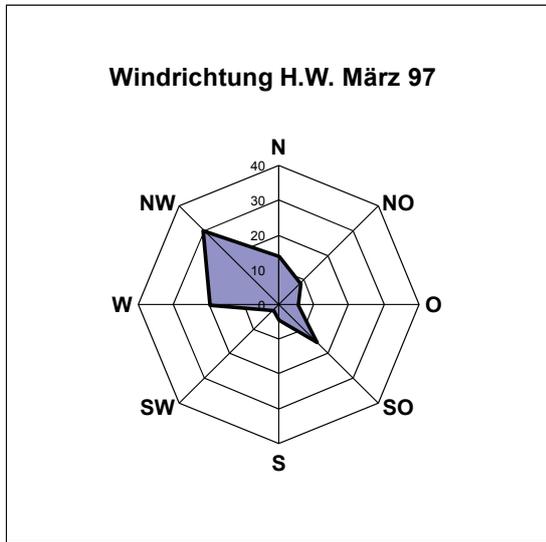
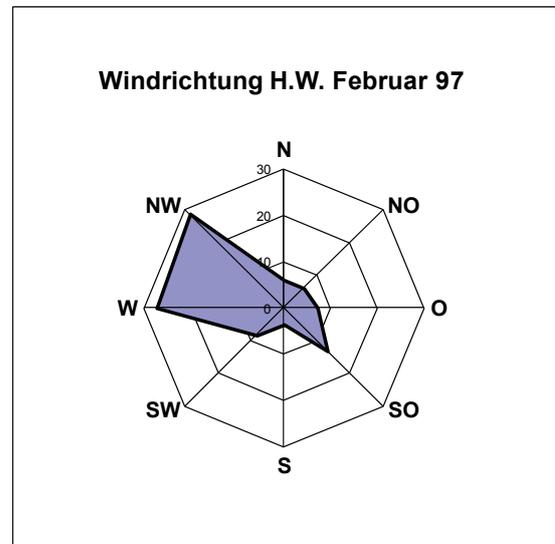
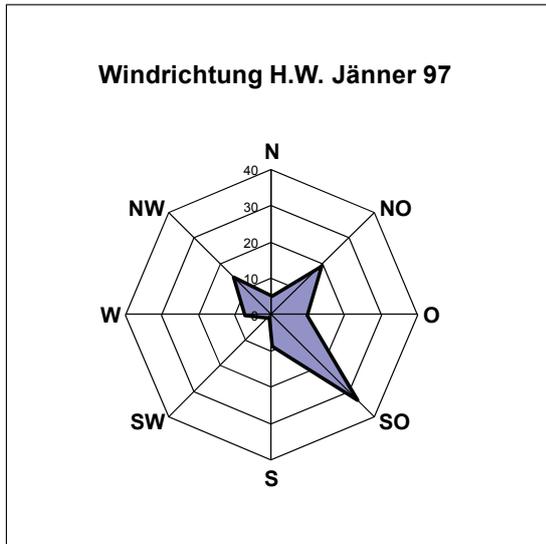


Abb. 7: Windrichtungen am Standort Hohe Warte / Jänner – Juni 1997 (ZAMG, 1998), (Relative Häufigkeiten / Monat)

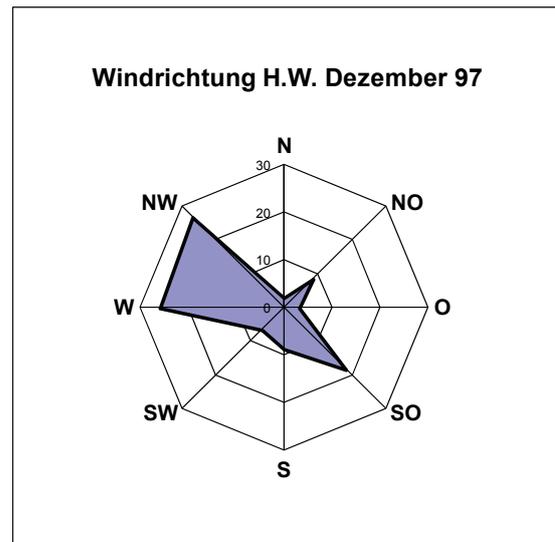
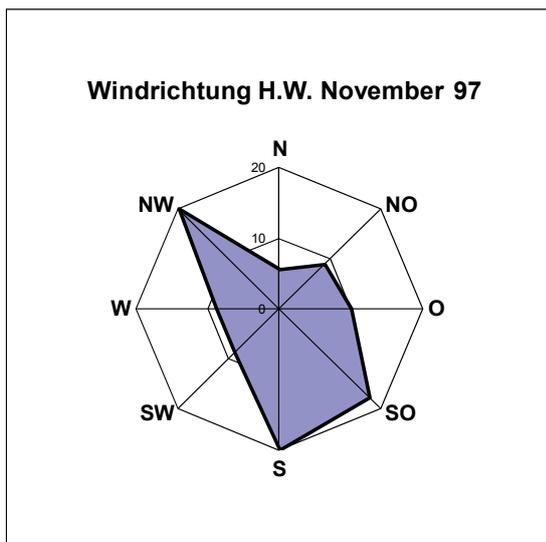
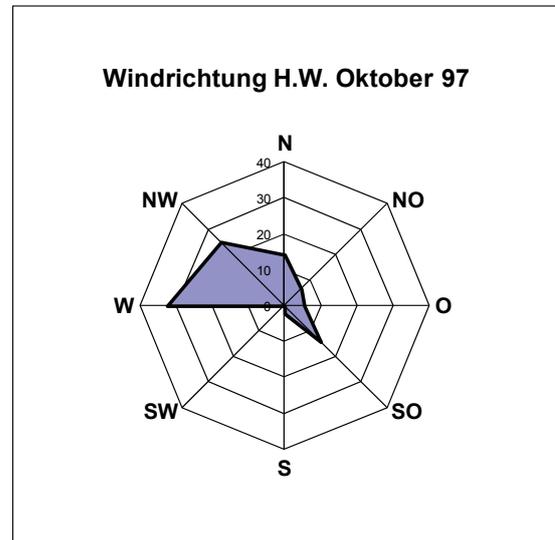
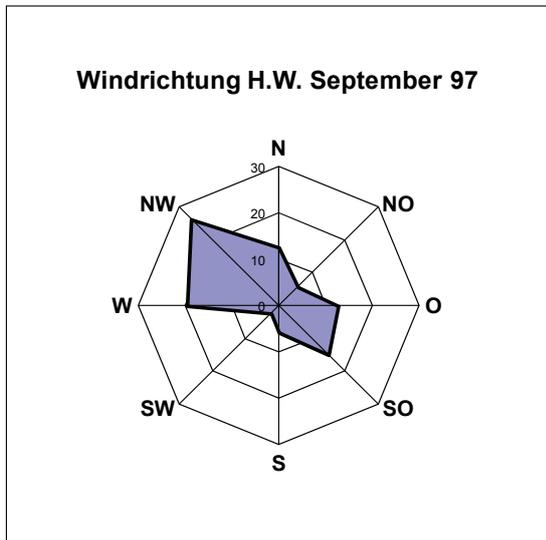
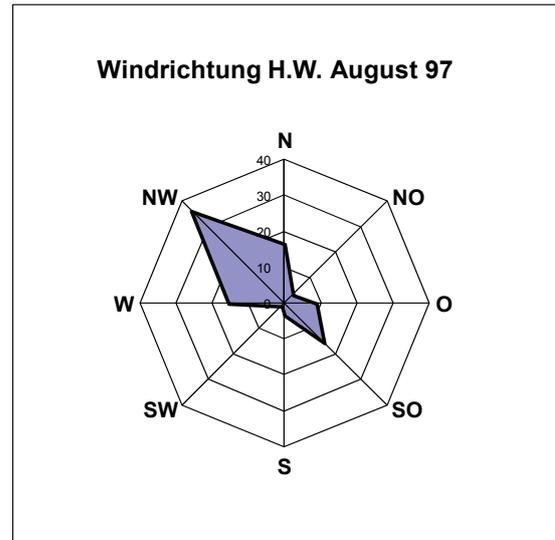
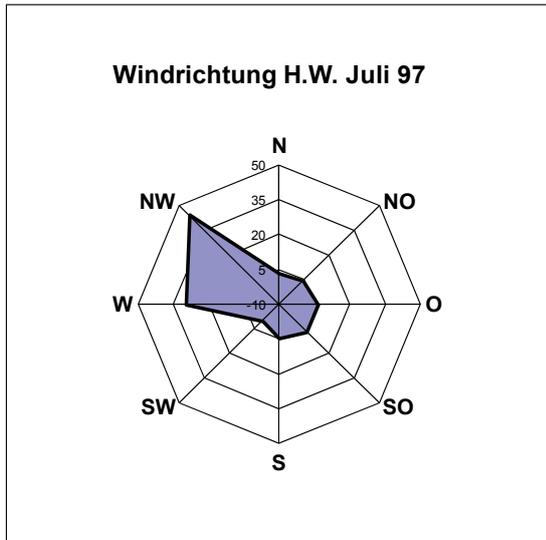


Abb. 8: Windrichtungen am Standort Hohe Warte / Juli – Dezember 1997 (ZAMG, 1998), (Relative Häufigkeiten / Monat)

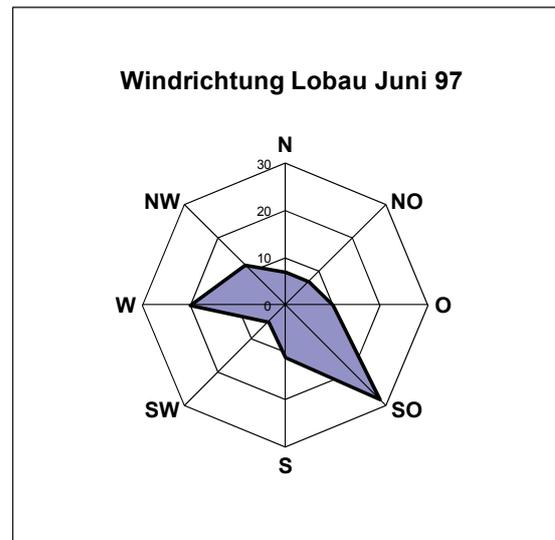
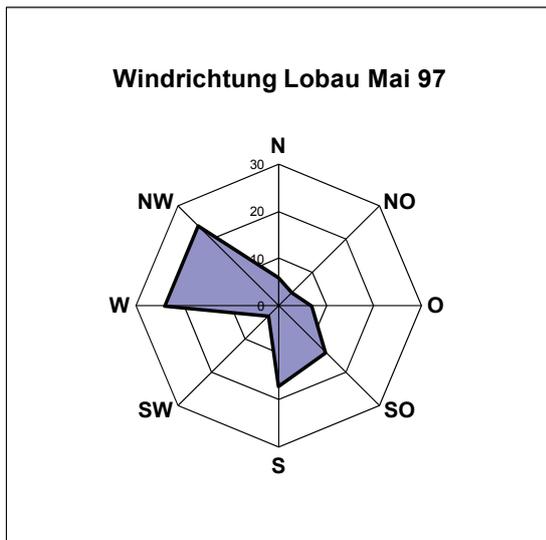
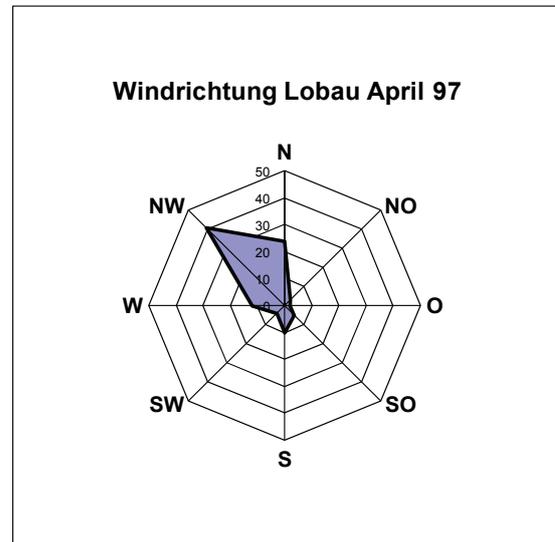
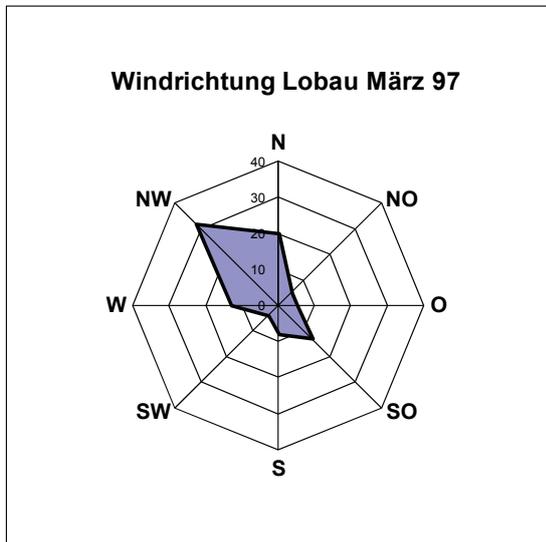
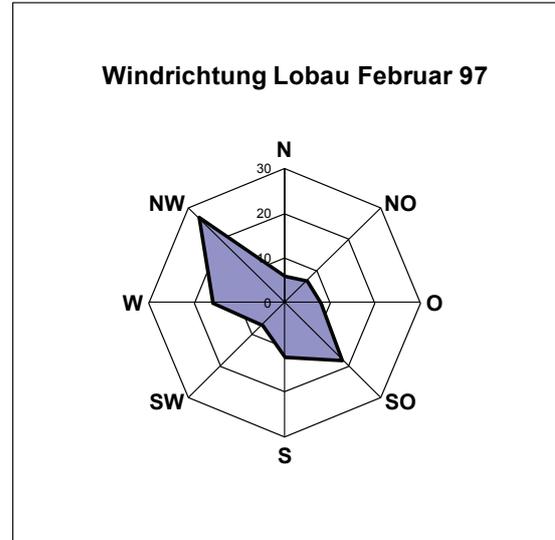
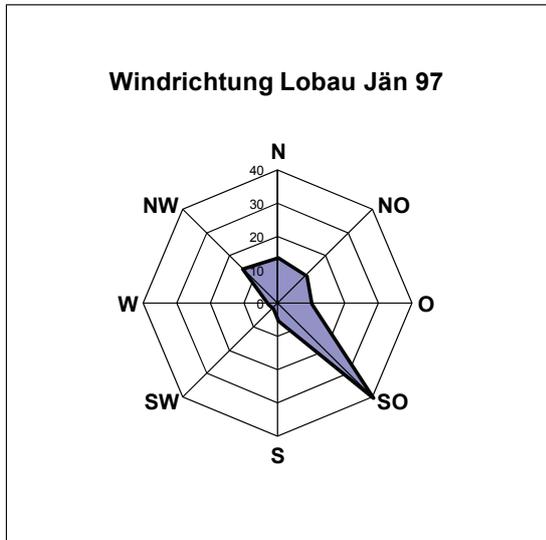


Abb. 9: Windrichtungen am Standort Lobau / Jänner – Juni 1997 (MA 22, 1998), (Relative Häufigkeiten / Monat)

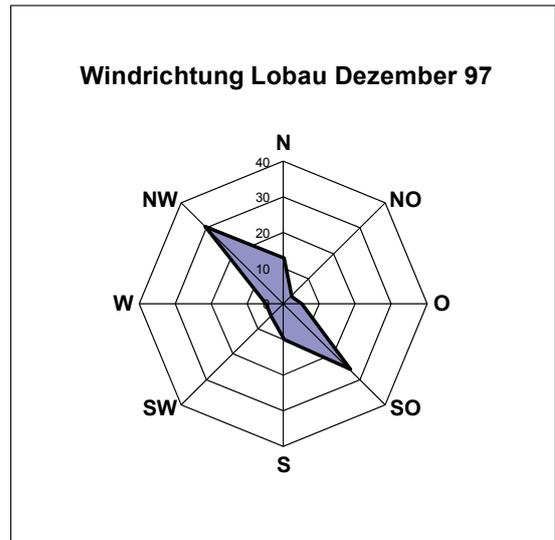
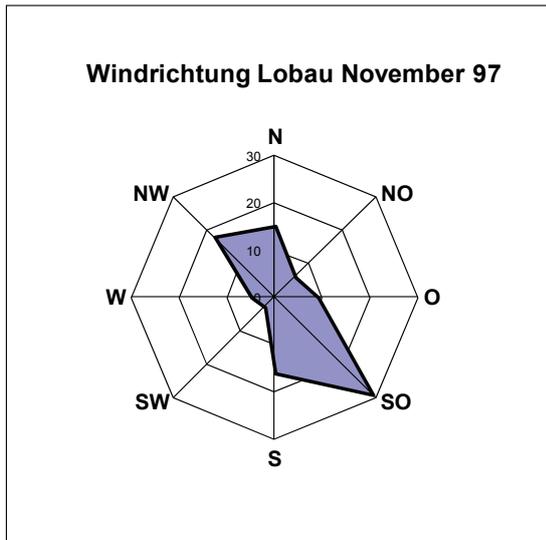
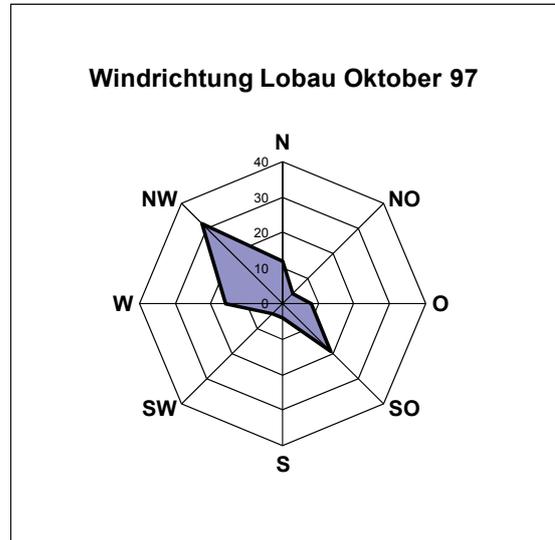
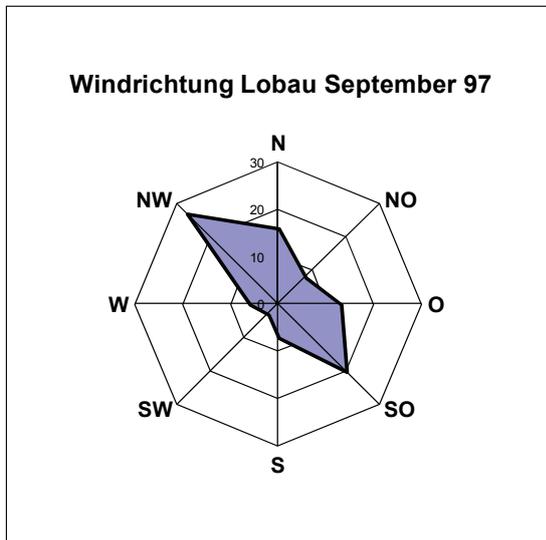
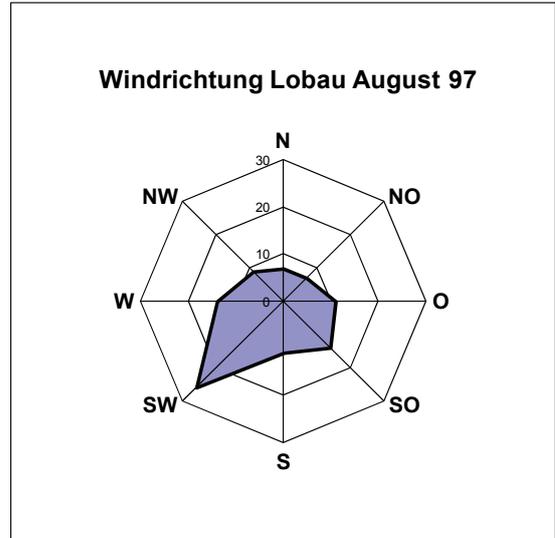
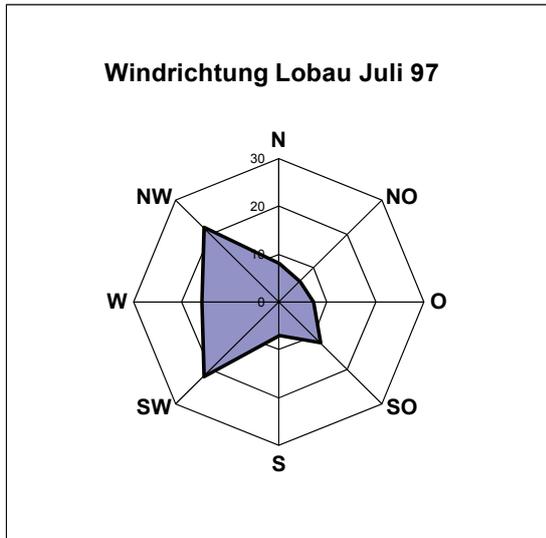


Abb. 10: Windrichtungen am Standort Lobau / Juli – Dezember 1997 (MA 22, 1998), (Relative Häufigkeiten / Monat)

Die gemessenen Windrichtungen am Standort Hohe Warte stimmen sehr gut mit den bereits oben erwähnten Hauptrichtungen zusammen. Auch das vermehrte Auftreten von Winden aus S-SO in den Herbst- und Wintermonaten lässt sich in den Monatsverteilungen sehr gut aufzeigen (*Abb. 7* und *Abb.9*, jeweils der Monat Jänner und *Abb. 8* und *Abb.10*, jeweils der Monat November). Ausnahme ist der Monat Juni (*Abb. 7,9*), bei dem ebenfalls die Windrichtungen hauptsächlich S-So dominiert sind. Hinsichtlich der Staubemission ist also in diesen Monaten vermehrt mit der Staubverfrachtung aus den Industrie- und Gewerbegebieten (S, SO) in das Zentrum und die Wohngebiete von Wien zu rechnen.

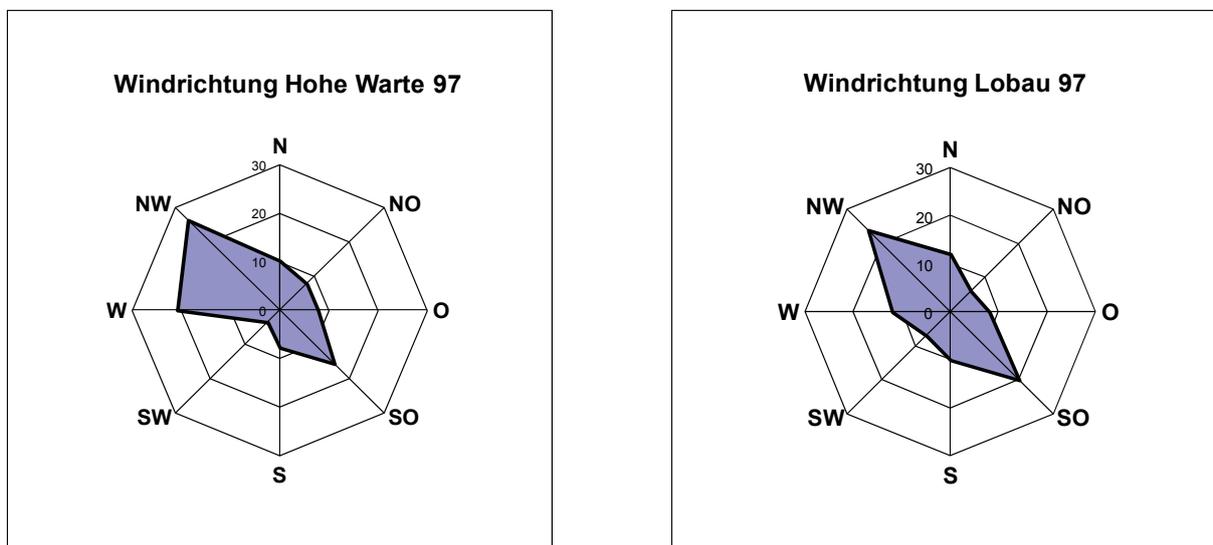


Abb. 11: Windrichtungen an den Standorten Hohe Warte, 19. Bez. (ZAMG, 1998) und Lobau, 22. Bez., 1997 (MA 22, 1998) (Relative Häufigkeiten / Jahr)

In der Jahresverteilung (*Abb. 11*) Hohe Warte mit Nähe zum Donaudurchbruch bestätigt sich die oben beschriebene Hauptverteilung mit Hauptwindrichtungen West und NW, gegenüber einer nicht so hohen Häufigkeit aus SO. Bei der Jahresverteilung Lobau trifft für Tallagen und im Osten von Wien liegend, eher die Gleichverteilung zwischen den Windrichtungen NW-SO zu.

Ebenso trifft die erwähnte, bessere Luftgüte im Westen von Wien zu, da in *Abb. 11*, Hohe Warte ersichtlich ist, dass die Windströmungen zum höheren Anteil aus den Waldgebieten des Wienerwalds kommen.

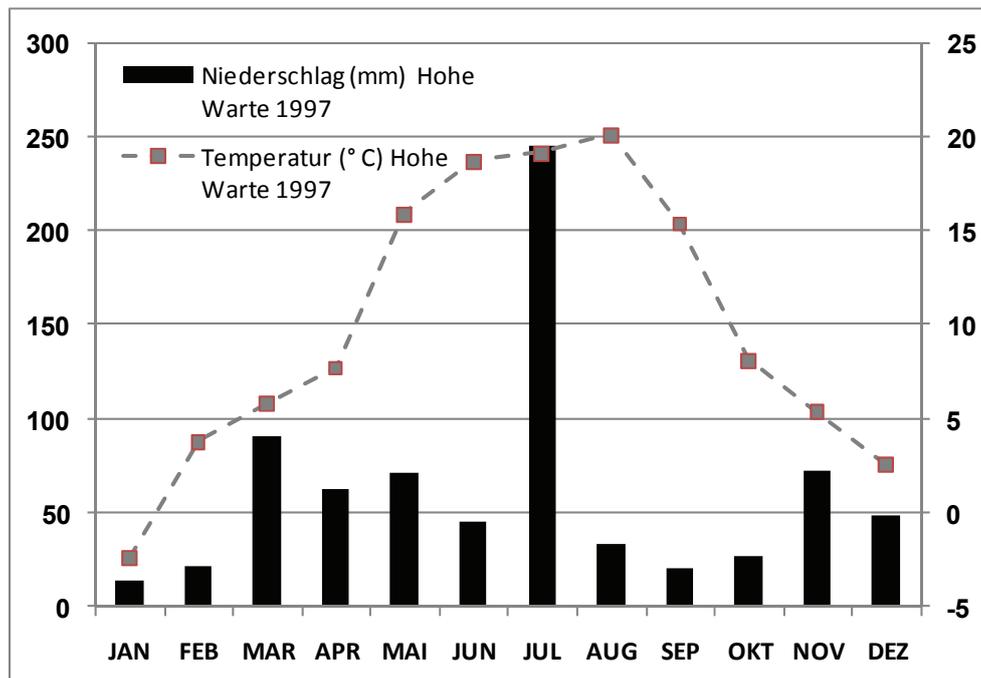


Abb. 12: Monatssummen Niederschlag und Monatsmittelwerte der Lufttemperatur, am Standort Hohe Warte, Wien 19, 1997. (Hydrographischen Jahrbuch 1997, Wien)

Auch aus dem Diagramm mit den Niederschlagsmengen (Abb.12) sind eindeutige Übereinstimmungen mit den oben beschriebenen Klimadaten ersichtlich. Es sind die Niederschlagsmengen am Standort Hohe Warte mit ca. 700-750 mm Jahressumme für die Ausläufer der Wienerwaldhänge typisch. Es ist in Abb. 6 noch zu sehen, dass der Hauptanteil der Niederschläge in den Sommermonaten auftritt und es auch ein sekundäres Maximum im November gibt.

2.3 Abriss der Geologie von Wien

„Geologie von Wien“ aus (<http://www.wien.gv.at/verkehr/grundbau/geologie.html>, 24.10.2009, von der Wiener MAGISTRATSABTEILUNG – MA 29 / Brücken- und Grundbau)

„Wien liegt am östlichen Ausläufer der Alpen, am Westrand des tertiären Wiener Beckens sowie an der vom Pleistozän bis heute im Wiener Raum landschaftsbildenden Donau. Aufgrund dessen lässt sich die geologische Gliederung des natürlichen Untergrundes vornehmen.

Der Untergrund der Stadt wird von verschiedenen geologischen Landschaften gebildet:

- **Quartäre Lockersedimente**
- **Tertiäre Lockersedimente des Wiener Beckens**
- **Festgesteine der Flyschzone und der Kalkalpen** (im westlichen Wienerwaldgebiet)

Ein System von Nord-Süd gerichteten Störungen und Brüchen durchzieht das Stadtgebiet. Mächtige Grundwasserkörper sind in den Donauschottern anzutreffen.

Quartäre Lockersedimente

Die quartären Lockersedimente setzen sich aus den rezenten Ablagerungen der Donau und ihrer Zubringer (der Wienerwaldbäche) sowie aus den pleistozänen Terrassenschottern inklusive ihrer Lössbedeckung zusammen.

Rezente Ablagerungen in Talsohlen

Die rezente Donau hat zwischen der Wiener Pforte und der Lobau eine mehrere Kilometer breite Talniederung ausgeformt. Vor ihrer Regulierung bestand die Donau aus einem stark verzweigten Netz von Haupt- und Nebenarmen. Dabei wurden durch Ab- und Umlagerungsprozesse im Wechsel von Hoch- und Niederwasserereignissen durchschnittlich sieben bis 15 Meter mächtige Donauschotter abgelagert. Sie bestehen vorwiegend aus sandigen Quarz-, Kristallin- und Karbonatkiesen. Die Schotter sind mit geringmächtigen Ausanden und Aulehmen bedeckt. Die westliche Begrenzung der Donaualluvionen (Donauablagerungen) bildet der Donauabbruch. Er

ist als Erosionskante und stellenweise tektonische Linie durch einen deutlichen Geländesprung gekennzeichnet (zum Beispiel Strudlhofstiege, Ruprechtskirche). Die Donauschotter stellen aufgrund ihrer hohen hydraulischen Leitfähigkeit den wichtigsten Grundwasserträger der Stadt dar.

Die Ablagerungen der zahlreichen, in historischer Zeit zum Teil kanalisierten Wienerwaldbäche (zum Beispiel Wienfluss, Alser Bach, Ottakringer Bach) haben eine vergleichsweise geringe Ausdehnung und Mächtigkeit. Sie bestehen aufgrund ihrer Herkunft aus der Flyschzone aus lehmigen, plattig ausgebildeten Sandsteinkiesen und haben daher nur untergeordnete hydrogeologische Bedeutung.

Pleistozäne Terrassenschotter

Während der Eiszeit im Zeitraum zwischen 1,75 Millionen Jahren und 11.500 Jahren vor der heutigen Zeit entstand durch den Wechsel der Kalt- und Warmzeiten eine mehrstufige Terrassenlandschaft. Diese ist aufgrund des vorgegebenen morphologischen Reliefs sowie der nach wie vor aktiven Einsenkungstendenz gegen Osten besonders am rechtsufrigen Wiener Stadtgebiet sowie an den Abhängen des Bisamberges zu erkennen.

Einteilung der Terrassenschotter

Tab. 1: Einteilung der pleistozänen Terrassen modifiziert nach FINK & MAJDAN (1954), KÜPPER (1968), THENIUS (1974) aus "Geologie von Wien"; <http://www.wien.gv.at/verkehr/grundbau/geologie.html>, MAGISTRATSABTEILUNG – MA 29 / Brücken- und Grundbau (24.10.2009)

Kaltzeit	Terrassenbezeichnung	Verbreitung in Wien	Höhe Terrassen-Sockel müA (Meter über der Adria)
Würm	Praterterrasse	Prater, linksufriger Donaubereich	146 bis 154
Riss	Stadtterrasse	Innere Stadt, Teile von Alsergrund (9. Bezirk) und Landstraße (3. Bezirk), Simmering (10. Bezirk)	155 bis 160
	Theresianumterrasse	Oberes Belvedere	168 bis 175
Mindel	Arsenalterrasse	Arsenal, Südbahnhof	185 bis 190
Günz	Wienerbergterrasse	Wiener Berg	210
Prägünz	Laaerbergterrasse	Laaer Berg, Schmelz	240

Die rezente Donau hat die Praterterrasse bis zu ihrem Erosionsrand, dem Donauabbruch, erodiert. Dabei wurden die pleistozänen Schotter zum Großteil remobilisiert und umgelagert. Aus diesem Grund ist der Praterterrassenschotter nur reliktsch und punktuell, an erosiv und/oder tektonisch gebildeten Kolken und Senken erhalten.

In der Stadterrasse ist der klassische Terrassenaufbau verwirklicht: bestehend aus einer bis zu 20 Metern mächtigen Abfolge aus Löss, unterlagert von Plattelschotter und Rundschotter (Gesamtmächtigkeit 20 Meter). Dabei wurde die Lössbedeckung anthropogen (durch den Menschen) weitgehend entfernt und durch Anschüttungen ersetzt. Die höheren Terrassenschotter sind generell stärker verwittert und verlehmt. Sie führen grundsätzlich keinen zusammenhängenden Grundwasserkörper mehr

Tertiäre Lockersedimente des Wiener Beckens

Das rhombenförmige Wiener Becken ist ein tektonisches Zerrungsbecken ("pull-apart Becken") von zirka 200 Kilometern Länge und 60 Kilometern Breite. Es ist, beginnend im Karpat vor 17 Millionen Jahren, in den Alpen-Karpatenkörper eingesunken. Das Becken entstand an einem Nordost-streichenden sinistralen Störungssystem und entwickelte sich zu einem Teil der Parathetys. Die tektonischen Einheiten der Alpen setzen sich im Beckenuntergrund fort. Sie bilden die Basis für die syntektonische jungtertiäre Beckenfüllung. Diese besteht aus mehreren hundert bis tausend Metern Ablagerungen in mariner, brackischer, limnischer und fluviatiler Fazies (Ausbildung eines Sediments).

Das Baden 16 - 12,7Ma

Die Beckenentwicklung setzte im Karpat mit limnisch-fluviatil-deltaischen Sedimenten von nur lokaler Ausbreitung ein. Die ältesten im Wiener Stadtgebiet auftretenden Sedimente sind aus dem Baden. Als Randfazies sind einerseits grobklastische Sedimente (aus mechanischer Zerkleinerung stammend) wie Blöcke, Konglomerate und Brekzien, andererseits Leithakalke zu erwähnen. Die Beckenfazies besteht je nach Entfernung vom Festland aus sandigen bis schluffig-tonigen Sedimenten (Badener Tegel).

Das Sarmat 12,7 - 11,6 Ma

Das Sarmat ist durch eine deutliche Salinitätsreduktion charakterisiert (3 bis 1,7 Prozent Salinität). Wie das Baden besteht es aus küstennahen Grobklastika und Sanden (in verfestigter Form als Atzgersdorfer Sandstein bekannt), sowie Feinklastika in Form von Schluffen und Tonen (Hernalser Tegel).

Das Pannon 11,6 – 7,2 Ma

Im Pannon ist eine weitere Salinitätsreduktion feststellbar. Die Fazies entwickelt sich in Richtung limnisch-fluviatiler Ausprägung. Im Wiener Raum ist es in Unter-, Mittel- und Oberpannon gegliedert. Während in der Randfazies des Unterpannons ebenfalls Grobklastika verbreitet sind, dominieren im Beckeninneren Schluffe und Sande. Im Unter- und Mittelpannon handelt es sich überwiegend um feinsandige bis tonige Schluffe (Inzersdorfer Tegel) und untergeordnet um Sande. Im Oberpannon hingegen sind wechsellagernde Schluffe und Sande, sowie auch Mittel- bis Grobsande vorherrschend.

Die Gesamtmächtigkeit der tertiären Ablagerungen im Wiener Becken erreicht entlang der tektonischen Störungszone des Schwechat Tiefs über 5.000 Meter.

Die sandigen tertiären Schichten der obersten 50 bis 100 Meter sind grundwassergesättigt. Das Druckniveau erreicht etwa jenes des quartären Grundwasserspiegels. Tertiäre Tiefenwässer mit teilweise charakteristischer chemischer Zusammensetzung sind aus Tiefenbohrungen bekannt.

Festgesteine der Flyschzone und der Kalkalpen

Morphologisch bilden die Flyschzone und die Kalkalpen die Hügelkette des Wienerwaldes im westlichen Stadtgebiet. Der Wiener Anteil der Flyschzone gehört tektonisch zur Kahlenberger und Laaber Decke (beide Nordpenninikum). Die Flyschzone besteht lithologisch (gesteinsinhaltlich) hauptsächlich aus Sandsteinen und (Ton-)Mergeln (Unterkreide bis Eozän).

Bei dem zum Frankenfesler-Lunzer Deckensystem gehörenden Anteil der Nördlichen Kalkalpen handelt es sich im Wesentlichen um jurassische und obertriassische Kalke und Hauptdolomit.

Hydrogeologisch sind die gering ergebnigen Kluft- und Schichtgrundwässer der Festgesteinszonen für die Stadt ohne wasserwirtschaftliche Bedeutung.“ (MAGISTRATSABTEILUNG – MA 29, Wien / Brücken- und Grundbau <http://www.wien.gv.at/verkehr/grundbau/geologie.html>, 24.10.2009)

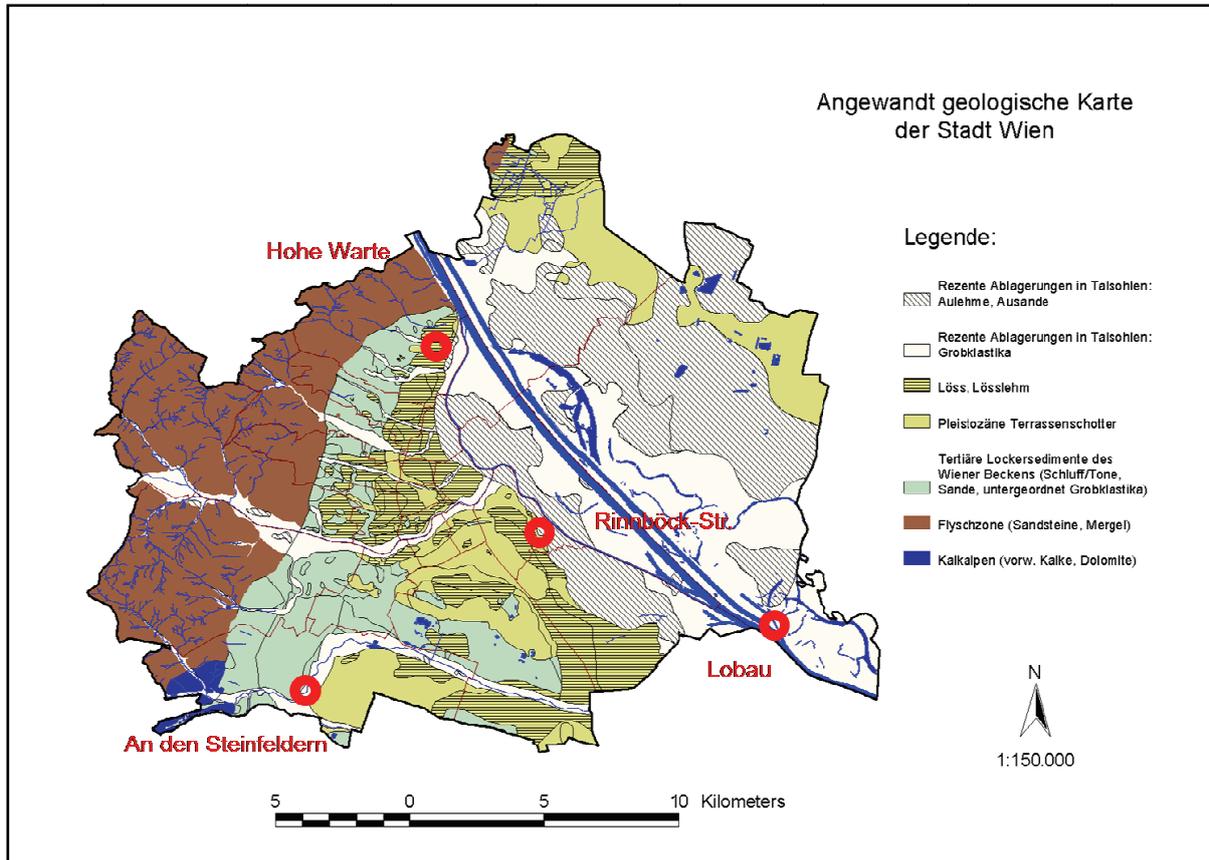


Abb. 13: Die geologische Karte von Wien (GBA 2003) wurde im Rahmen des Projektes "digitaler Geoatlas" unter Verwendung des Baugrundkatasters der MA 29 von der Geologischen Bundesanstalt erstellt ("Digitaler angewandter Geoatlas der Stadt Wien", Mai 2003, im Auftrag der MA 29 und des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Kultur).

3. METHODIK

3.1 Probenahme

3.1.1 Bergerhoff

„Staubniederschlag im Sinne dieser Richtlinie ist der Trockenrückstand des während der Expositionsdauer in einem Auffanggefäß gesammelten atmosphärischen Stoffeintrags-“ (VDI 2119). Die Aufstellung und Probenahme der partikulären Deposition erfolgte nach dieser VDI-Richtlinie.

Für diese Arbeit wurden von Jänner bis Dezember 1997 an allen 4 Standorten die sogenannten Bergerhoffsammler aufgestellt. Bei diesem Sammler handelt es sich um ein Standrohr, an dem oben ein Schutzkorb aus Metall angebracht ist.

„Der Ständer mit Schutzkorb wird so aufgestellt, dass die Öffnung des Auffanggefäßes (Auffangfläche) horizontal ausgerichtet ist. Dabei muss eine freie Anströmung des Gerätes gewährleistet sein. Es ist darauf zu achten, dass der Aufstellungsort nicht durch Emissionen unmittelbar benachbarter Quellen (z.B. Bäume, Baustellen) beeinflusst ist, die die von der Messaufgabe geforderte Repräsentativität einschränken könnten. Ferner ist bei der Standortauswahl Vorsorge gegen mutwillige Beeinflussung der Probenahme zu treffen. Wo in Städten, Siedlungen oder Wäldern die geforderte freie Anströmung nicht gewährleistet ist, kann die Aufstellung z.B. in Höfen, Gärten oder Lichtungen erfolgen“ (VDI 2119).

Der Abstand der Oberkante des Auffangglases zur Geländeoberkante sollte ca. 1,5 Meter betragen. Als Auffanggefäße wurden in diesem Falle dicht verschließbare Einweckgläser der Firma Luminarc verwendet. Es sind 1,5 Liter Gläser mit einer Höhe von 20 cm, einem Außendurchmesser von 11 cm und einer lichten Weite der Glasöffnung (Auffangfläche) von 8,5 cm. Damit ergibt sich eine Auffangfläche von 56,745 cm². Bei diesen von der MA 22 zur Verfügung gestellten Bergerhoffsammlern (siehe *Abb. 14* und *Abb. 15*) waren an dem Standrohr 3 Schutzkörbe angebracht. Es wurden also am Standort pro Monat 3 Gläser für eine Monatssammlung verwendet. Es ergibt sich eine Auffangfläche von 170, 235 cm² für die einzelnen Monatsproben.

Insgesamt wurden mit dieser Methode (12 Monate, 4 Standorte) 48 Proben gesammelt.

Die Proben (z.B. W97001) wurden, wenn nicht ausgeschrieben, wie folgt gekennzeichnet: W - Hohe Warte, L - Lobau, R - Rinnböckstr., S – Steinfelder, 97 – Probenahmejahr, 001 – 024 Jänner bis Juni und 101 – 124 Juli bis Dezember. Die Probennummernliste und das Protokoll der Bergerhoffsammlung sind unter Anhang A1.1 und A2.1 ersichtlich. Prinzipiell ist -jede Probe (egal welcher Sammelmethode) mit einer Probennummer definiert.

Die Probenahmegläser wurden getrocknet, gewogen und verschlossen zur Probenahmestelle gebracht und erst dort geöffnet. Vor dem Abtransport am Ende der jeweiligen Probenahme (1 Monat) wurden vor Ort, mit einem kalibrierten Handmessgerät der FA. WTW die chemisch-physikalischen Parameter pH, Leitfähigkeit und, Sauerstoffgehalt der Niederschlagswässer (wenn vorhanden) in den einzelnen Gläsern gemessen.



Abb.14: Bergerhoffsammelgerät am Standort Hohe Warte. Im Hintergrund das alte Gebäude der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik und zwischen Bergerhoffsammler und Gebäude ist die Außenmessstation der ZAMG zu sehen.

3.1.2 Impaktfilterpumpe (Gentsammler)

Im Herbst 1997 wurden, vom 10.09. bis 30.09. auf der Hohen Warte und vom 3.10. bis 1.11. in der Rinnböckstrasse, Proben mit der Impaktfilterpumpe gesammelt (siehe, A3.1 und A3.2). Der gesamte Versuchsaufbau ist in *Abb. 15* am Standort Rinnböckstrasse zu sehen.



Abb. 15: Gentsammler - Anordnung (Standort Rinnböckstrasse) mit der Pumpeneinheit am Boden stehend und der gestapelten Filtereinheit die an einem Holzpfahl befestigt wurde. Auf der linken Seite sieht man auch den Bergerhoffsammler.

In *Abb. 16* ist dieser Gentsammler in einer Schematischen Zeichnung dargestellt. Die gestapelte Filtereinheit in der sich die beiden Filter (4 μm und 8 μm) befinden, wird als Kartusche bezeichnet und ist in *Abb. 17* als technische Zeichnung im Querschnitt dargestellt.

Die zwei in der Kartusche eingesetzten Filter waren Polykarbonatfilter der Firma Nulepore mit einem Durchmesser von 4,7 cm und Porengrößen von 4 μm und 8 μm . Um zu gewährleisten, dass nur Partikel mit einem Durchmesser von < 10 μm (PM 10) gesammelt werden, ist in der Kartusche eine sogenannte Prallplatte eingebaut. Bei einer Durchflussrate von ca. 15-17 Liter Luft pro Minute ergeben sich Partikelgrößen mit einem aerodynamischen Durchmesser von < 2,5 μm auf dem feinen Filter und 2,5 mm – 10 μm auf den groben Filtern. Die laufende Pumpe und die Filtereinheit wurden in regelmäßigen Abständen kontrolliert und nachjustiert (siehe Anhang 3.1 und Anhang 3.2). Es wurden 4 Proben an der Hohen Warte und 2 Proben in der Rinnböckstr. (siehe A 1.2) gesammelt.

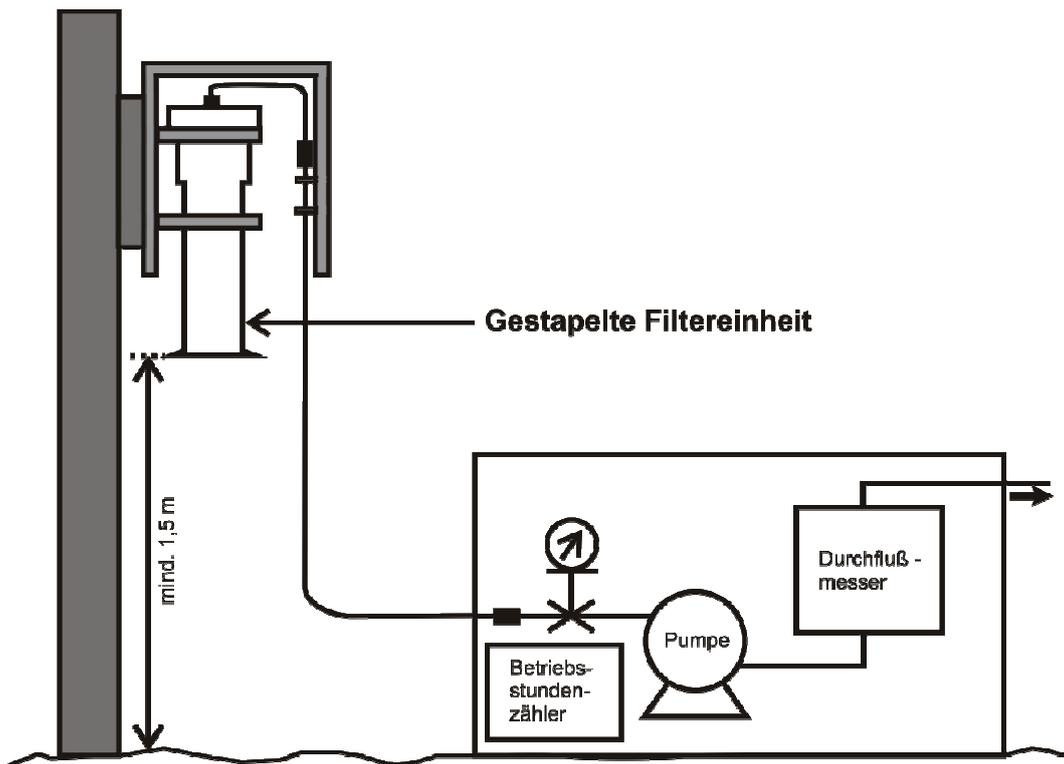


Abb. 16: Schematische Zeichnung der Impaktpumpenpumpe (Gentsammler) mit Pumpeneinheit und gestapelter Filtereinheit auf einer Trägervorrichtung (Holzpfahl)

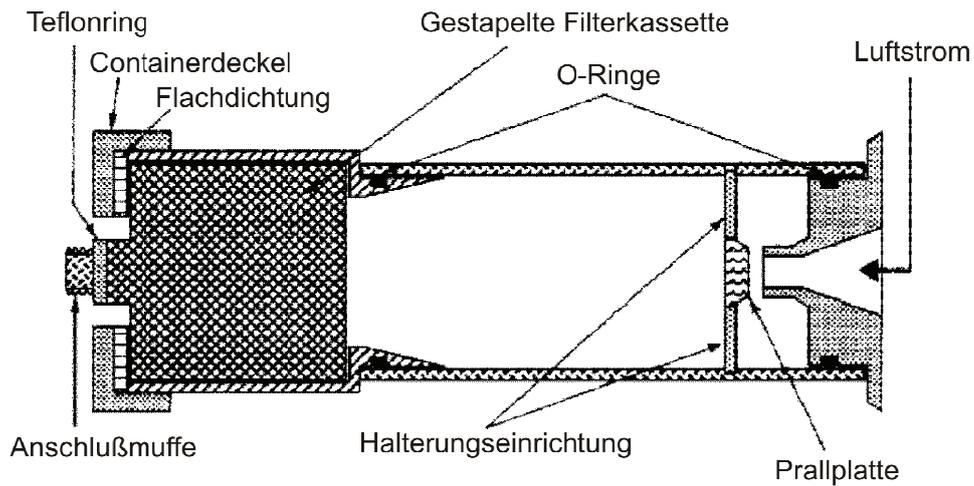


Abb.17: Technische Querschnittzeichnung der gestapelten Filtereinheit (Filterkartusche) der Impaktpumpenpumpe (Gentsammler)

3.1.3 Streusplittsammlung

Die Splittproben wurden im März 1997 bei den am meisten belasteten Standorten Rinnböckstrasse und Steinfelder gesammelt. Mit einer kleinen Kunststoffschaufel wurden in der näheren Umgebung (Umkreis von ca. 20 m) unserer Messstandorte, Sammelpuben genommen und in verschließbaren Plastikbeutel bis zur Weiterbearbeitung gelagert. Es handelt sich dabei um 2 Proben mit den Nr. 97170 und 97171 (siehe auch A 1.3).

3.1.4 Bodenproben

An allen 4 Standorten wurden im November 1997 Bodenproben genommen. Bei jedem Standort wurden einerseits Proben bis zu einer Tiefe von bis 2,5 cm und andererseits von 2,5 – 10 cm genommen. In zufälliger Verteilung rund um den Meßpunkt, wurden diese als Sammelpuben mit einem Stechwerkzeug aus dem Oberboden ausgestochen und in Kunststoffbeuteln bis zur Bearbeitung im Labor gelagert. Es ergaben sich also je 2 Proben pro Standort und damit insgesamt 8 Bodenproben (siehe A 1.4). Bei jedem dieser Standorte gibt es unterschiedliche Hintergrundcharakteristiken(siehe 2.1).

3.2 Probenaufbereitung

Die Aufbereitungsmethodik der verschiedenen Proben ist im Folgenden Flow Chart (Abb. 18) schematisch dargestellt.

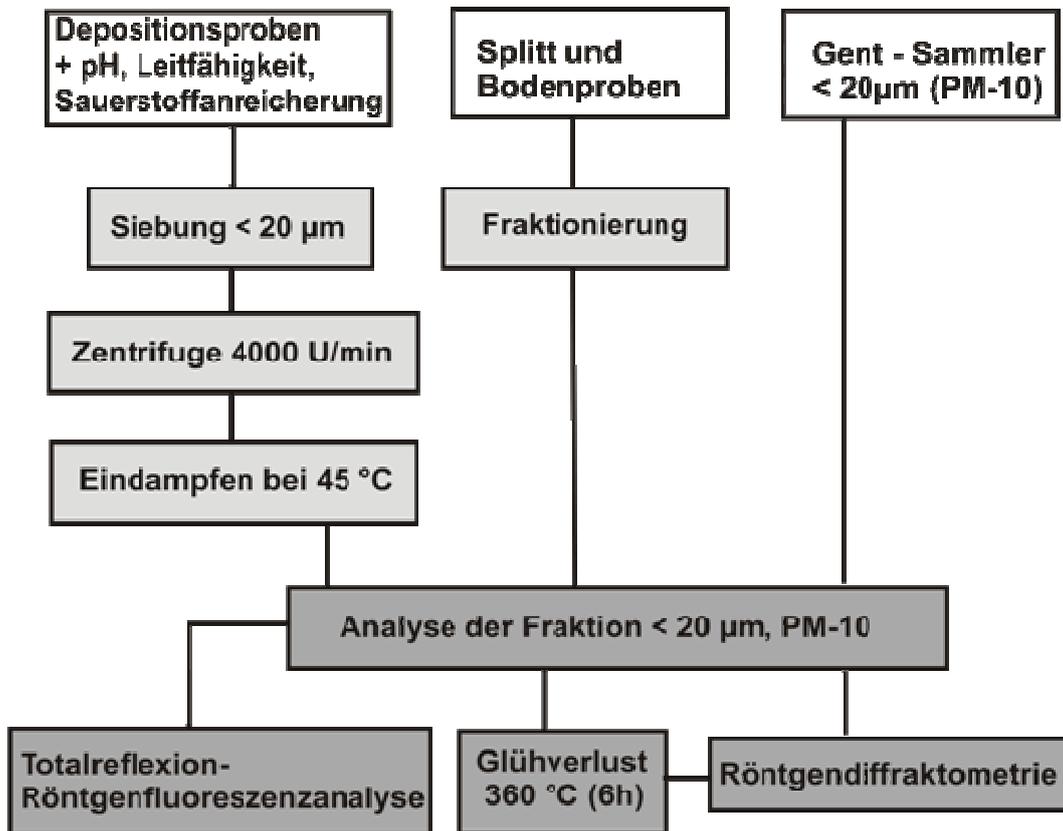


Abb. 18: Flow Chart mit den einzelnen methodischen Schritten der Probenaufbereitungen und Untersuchungen

3.2.1 Bergerhoff

Die Proben der 3 Gläser der Bergerhoffsammlung pro Standort und pro Monat, wurden aus den Gläsern mit destilliertem Wasser heraus gespült und zu einer Probe zusammengefasst.

Nachdem die groben Verunreinigungen wie Insekten, Blätter usw. mit einer Pinzette entfernt waren, wurden sie mit einem Siebgewebe (Scrynel Pet20hc) <math>< 20\mu\text{m}</math> gesiebt. Nun wurde die Lösung mit der Fraktion <math>< 20\mu\text{m}</math> mehrmals mit einer Zentrifuge (Heraeus Cryofuge 6000i) ca. 30 min. bei 4000U/min. zentrifugiert. Zwischenzeitlich wurde immer wieder ein Teil des Wassers vorsichtig dekantiert.

Anschließend wurden die verbliebenen Proben gewogen und dann in einem Umlufttrockenschrank (Heraeus UT 6120) in Kunststoffdosen bei 45°C eingedampft. Die Gewichtsdifferenz vor und nach dem Eindampfen, gemessen auf einer Waage (Mettler AT 400), ergibt die Gewichte der Fraktionen < 20 µm (siehe A 4.2, 4.3).

Um die Fraktion > 20 µm quantitativ erfassen zu können, wurden aus der Gewichtsdifferenz der getrockneten, belegten Siebe vor und nach der Siebung die Probengewichte ermittelt (siehe Anhang 4.1, 4.3). Die Siebe wurden mit einer Waage vom Typ Mettler AT 40 gewogen.

Gegenüber der Bergerhoffmethode wird hier nur das Gewicht und die Phasen der unlöslichen Fraktion erfasst.

3.2.2 Filterproben

Die unbelegten und belegten Filter wurden in Kunststoffdosen jeweils 1-2 Tage im Exsikkator getrocknet. Kurz vor den RDA Aufnahmen, wurden 2 x 2 cm große Stücke aus den Filtern geschnitten und am Probenhalter befestigt.

3.2.3 Streusplitt

Die beiden Sammelproben der Streusplitt - Aufsammlung an den Standorten Rinnböckstrasse und Steinfeld, wurden mittels Trockensiebung fraktioniert. Von beiden Proben wurde die Fraktion < 20 µm in Plastikdosen im Exsikkator getrocknet bevor sie weiter analysiert wurden. Aufgrund der ausreichenden Probenmenge konnten für die Analytik (Röntgendiffraktometrie und Glühverlust) jeweils eigene Teilproben analysiert werden.

3.2.4 Bodenproben

Die 8 Boden – Sammelproben der vier Standorte (4 x bis 2,5 cm und 4 x bis 10 cm Bodentiefe) wurden genau wie die Splittproben mittels Trockensiebung fraktioniert. Wiederum wurde von diesen acht Proben jeweils die Fraktion < 20 µm in Plastikdosen im Exsikkator getrocknet. Auch bei den Bodenproben erlaubte es die

ausreichende Probenmenge, für die nachfolgenden Untersuchungen eigene Teilproben zu verwenden.

3.3 Analytik

Bei allen Analytikmethoden wurden gut untersuchte Arbeitsstandards eingesetzt. Verwendet wurden ein Dachstaub aus Wien (18. Bezirk) und ein Filterstaub einer Klimaanlage (3. Bezirk). Beide Standards, der Dachstaub mit der Nr. 92194 (siehe A 1.5) und der Filterstaub mit der Nr. 95525 (siehe A 1.5), wurden bereits in früheren Projekten mittels chemischer (RDA, EDAX, ICP-MS) und phasenanalytischer Methoden (RDA, Thermoanalyse, FTIR) gegenüber internationale Standards kalibriert. Die mineralogische Zusammensetzung ist in der (Tab. 2) und der Glühverlust in (Tab. 4) ersichtlich.

3.3.1 Röntgendiffraktometrie (RDA) – Mineralogie

Vorweg die mineralogische Zusammensetzung (ergänzt durch den organischer Anteil aus Abb.4) der Arbeitsstandards aus der Röntgendiffraktometrie in (Anhang A8.5 und Tab. 2).

Tab.2: Mineralogische Zusammensetzung (incl. org. Anteil) der Arbeitsstandards (92194, 95525)

Mineralphasen	Standart 92194 Anteile in %	Standart 95525 Anteile in %
Quarz	43,00	31,00
Chlorit	2,50	2,60
Plagioklas	3,80	1,80
Kalifeldspat	2,90	1,20
Glimmer (I-M)	6,80	3,20
Calcit	15,00	14,00
Dolomit	15,00	9,00
Gips	0,00	7,70
organische Material (siehe auch Abb. 4)	11,00	29,50
SUMME	100,00	100,00

Durch die teils sehr geringen Probemengen, musste im Zuge der Diplomarbeit die RDA-Methodik modifiziert werden. Es wurden im Vorfeld Versuchsreihen mit unterschiedlichen Probemengen, Probeträgern (Filter, Glasplättchen und Siliziumträger) und Geräteeinstellungen (Durchlaufzeiten und Stepweiten des Detektors) durchgeführt. Schlussendlich wurden für die RDA-Analyse Einkristallprobenträger aus Silizium verwendet, da diese sich durch einen relativ niedrigen Untergrund der Hintergrundstrahlung auszeichnen. Insbesondere bei den Filteraufnahmen waren 2 markante Peaks (28,5 und 18 Grad 2 Theta), die relativ häufig auftraten, besonders auffallend (siehe Abb. 19 und Anhang 7). Um die Problematik des Hintergrundes und der Auflösung der Peaks nicht noch zu verschärfen wurden alle Aufnahmen `Nicht Rotierend` durchgeführt.

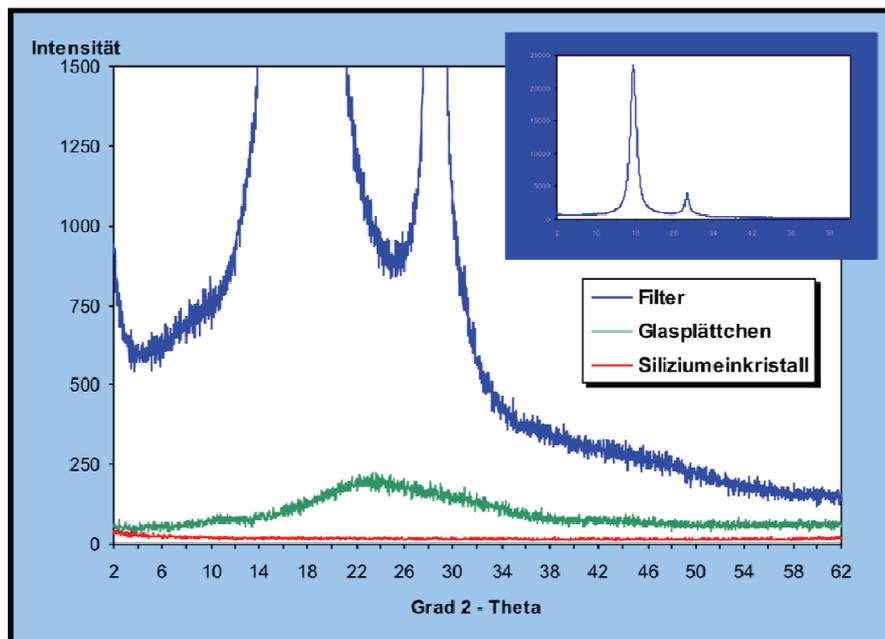


Abb. 19: Der Einfluss von Hintergrundreflexen durch verschiedene Probeträgermaterialien

Die bereits erwähnten Durchlaufzeiten und Schrittweiten des Detektors wurden ebenfalls an die Erfordernisse dieser Untersuchungen (kleinste Probenmengen und hoher Hintergrund bei den Filteruntersuchungen) angepasst. Die Messzeit und die Schrittweite haben großen Einfluss auf die Genauigkeit der Intensitätsbestimmung eines Peaks (Reflex). Je genauer ein Peak getroffen wird, desto höher ist der Peak. Je kleiner also die Schrittweiten sind desto eher wird ein bestimmtes Peakmaximum getroffen. Auch eine längere Messzeit erhöht die Genauigkeit der Aufnahmen.

Es musste also ein Kompromiss zwischen möglichst hoher Genauigkeit und vertretbarem Zeitaufwand gefunden werden. Um das zu testen wurde am Glimmer-Peak (8,9 Grad 2 Theta) des Arbeitsstandards 92194 die Intensitätssteigerung über die Messzeit aufgenommen (siehe *Abb. 20*).

Mit einer Schrittweite von 0,01 Grad 2 Theta wurde die Messzeit von 1 bis auf 19 Sekunden pro Schritt erhöht. Im Diagramm (*Abb.20*) ist zu sehen, dass sich die Intensitätskurve ab der Schrittweite von 10 verflacht.

Aufgrund dieses Ergebnisses wurde für die Depositionsproben eine Messzeit von 10 bei 0,02 Grad 2 Theta als ausreichend erachtet. Durch den hohen Hintergrund bei den Filtern und dem noch kleineren Probenmengen werden diese mit 15 bei 0,01 Grad 2 Theta Schrittweite gemessen. Depositions-, Filter-, Splitt- und Bodenproben wurden alle über den Bereich 2 – 65 Grad 2 Theta gemessen.

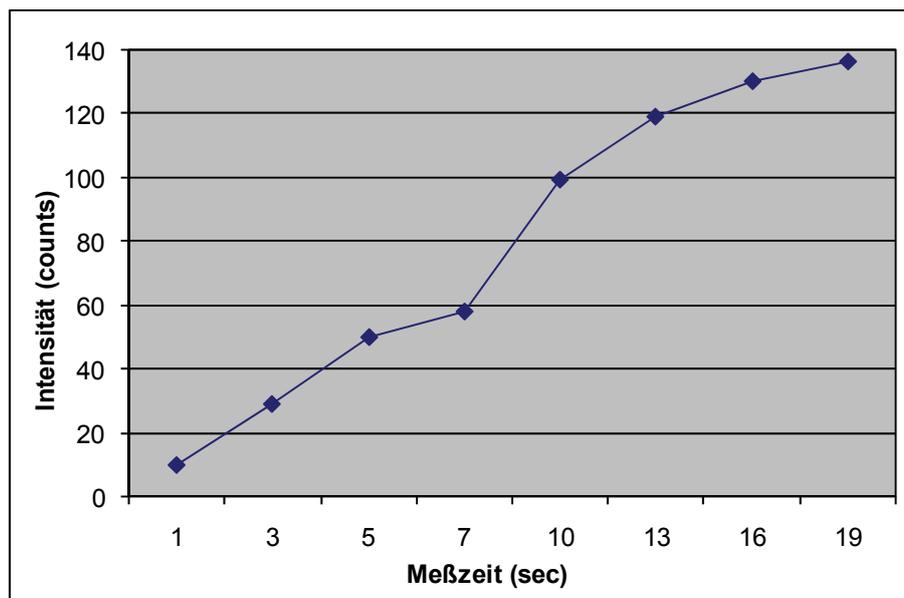


Abb. 20: Nicht rotierende RDA- Aufnahme am Arbeitsstandard 92194 auf Silizium – Einkristall - Probenträger; gemessen wurde die Intensitätssteigerung des Glimmer-Peaks bei 8,9 (2 Theta CuK α) mit Steigerung der Messzeit pro Schritt.

Die qualitative und semiquantitative Mineralbestimmung der Depositionsproben (Bergerhoff < 20 μm), Filterproben (< 10 μm , PM10), Splittproben (< 20 μm) und Bodenproben (< 20 μm) wurde mittels RDA durchgeführt. Die Untersuchungen wurden am Institut für Geologie der Universität Wien durchgeführt. Es handelt sich dabei um ein Diffraktometer vom Typ Siemens D500 mit einer Cu-Röhre (40KV und 30 mA) mit dem Softwarepaket DIFFRAC/AT. Die Geräteparameter waren wie folgt

eingestellt: Aperturblende (Kondensorblende) 1° , Detektorblende (bestimmt das Auflösungsvermögen) $0,05^\circ$ und Monochromatorblende mit $0,15^\circ$.

Es wurden Siliziumeinkristallplatten der Fa. Wacker Siltronic als Probenträger verwendet. Aus diesen wurden quadratische Plättchen mit einer Seitenlänge von 3 cm heraus geschnitten und am Probenhalter befestigt. Bei den Voruntersuchungen und Einstellungen der Methodik, wurde jedes dieser Plättchen am Probeträger ausgerichtet und die ideale mineralogische Orientierung am Plättchen gekennzeichnet.

Das Aufbringen der Proben auf die Siliziumträgerplättchen erfolgte mittels Spatel. Um bei sehr geringen Probemengen, den Verlust der Proben durch Luftbewegungen im Labor zu vermeiden, mussten diese mit einem Tropfen destilliertem Wasser auf den Probenträgern fixiert werden.

Auswertung der aufgenommenen Diffraktogramme:

Im Softwarepaket DIFFRAC/AT der FA. Siemens ist das Programm EVA implementiert, mit dem die Peak-Positionen der einzelnen Mineralphasen identifiziert wurden.

Eindeutig identifizierbaren Peaks wurden die entsprechenden d-Werte nach (BRINDLEY & BROWN, 1980) von Mineralien zugeordnet (siehe *Tab.3*).

Im Zuge der semiquantitativen Bestimmungen (an den Originalausdrucken) müssen die ermittelten Peak-Intensitäten mit definierten Korrekturwerten multipliziert werden. Die Werte stammen aus Untersuchungen von Staubstandards nach (SCHULTZ, 1964) und sind ebenfalls in (*Tab. 3*) ersichtlich. Die in fett gedruckten d-Werte (siehe *Tab. 3*) wurden auch für die semiquantitative Auswertung verwendet.

Tab. 3: d-Werte nach (BRINDLEY & BROWN, 1980) für die Peakbestimmung und Korrekturfaktoren nach (SCHULTZ, 1964) für die semiquantitativen Auswertung.

Minerale	d-Wert nach (BRINDLEY & BROWN, 1980)	Korrekturfaktoren n. (SCHULTZ, 1964)	Minerale	d-Wert nach (BRINDLEY & BROWN, 1980)	Korrekturfaktoren n. (SCHULTZ, 1964)
Quarz	4,26	0,39	Chlorit	14,00	0,73
	3,34			7,10	
	2,46			4,72	
	2,28			3,54	
	1,82			6,39	
Calcit	3,86	1,24	Plagioklas	4,03	2,68
	3,03			3,78	
	2,28			3,20	
	2,09		Kaolinit	7,17	1,00
	1,87			4,37	
Dolomit	2,88	2,36	Kalifeldspat	3,58	2,68
	2,19			4,22	
	2,02		Glimmer (Illit-Muskowit)	3,24	0,63
	1,80			9,97	
	1,78			4,99	
Gips	7,62	1,00	Talk	4,49	0,65
	4,74			3,33	
	4,28			1,99	
	3,17			9,35	
	2,87		4,56		

3.3.2 Glühverlust

Die Proben wurden bei 85° C über Nacht (16 h) vor dem eigentlichen Glühverlustversuch getrocknet. Die Trocknungstemperatur wurde bewusst etwas geringer als die Standardtemperatur von 105° C gewählt, um sicher zu gehen, dass kein organisches Material oxidiert wird. Die Glühverlustmethode wurde zur Gehaltsbestimmung der organischen Substanzen verwendet. In kleinen Porzellanschalen wurden die Staubproben in einem Muffelofen vom Typ NABERTHERM Programm Controller S19 bei 360°C, 6 Stunden geglüht. Die Proben mit den kleinsten Probemengen wurden direkt auf den Siliziumplättchen geglüht, nachdem sie im Diffraktometer gemessen wurden. Alle Proben ließ man nach dem Glühen über Nacht im Exikator abkühlen. Der Glühverlust (Differenzgewicht vor und nach dem Glühen) wurde dann mit einer Waage Mettler AG 400 bestimmt. Dieser Glühverlust kann annähernd als organischer Anteil interpretiert werden. Das Glühen bei 360°C über 6 Stunden ist ein Kompromiss zwischen der restlosen Oxidation der Organika und dem Problem, dass bei höheren Temperaturen (Normglühverlust bei 550°C) Wasser aus den Tonmineralien und CO₂ aus den Carbonaten abgegeben

wird. (KRALIK, 1999). Bei der Glühverlustbestimmung der Staubstandards dieser Diplomarbeit wurde das berücksichtigt und im Folgenden dargestellt (siehe Tab. 4).

Tab. 4: Glühverlustbestimmung der Staubstandards: Die Werte bei 6h/ 360°C entsprechen dem organischen Anteil der Probe. 92194(1-5) und 95525(1-5) entsprechen 0,5 bzw. 0,3 Aliquots

Probennummer	Verlust in %			
	16h/85 °C	2h/360 °C	6h/360 °C	2h/550 °C
92194/1	0,70		11,70	
92194/2	0,73		11,00	
92194/3	0,91	7,82		
92194/4	0,95	7,41		
92194/5	1,06			13,44
Mittelwert	0,87	7,62	11,35	
Standartabweichung%	± 17,50	± 3,80	± 4,30	
95525/1	2,56		31,22	
95525/2	2,49		28,07	
95525/3	2,92	23,58		
95525/4	3,02	20,68		
95525/5	2,93			32,00
Mittelwert	2,78	22,13	29,64	
Standartabweichung%	± 8,60	± 9,30	± 7,50	

3.3.3 Physikalische Analyse der Niederschlagswässer (Bergerhoff)

Zur Messung der physikalischen Parameter (pH, Leitfähigkeit, Sauerstoffgehalt) der Niederschlagswässer in den Bergerhoffgläsern wurde ein WTW-Handmessgerät verwendet.

Noch an den Standorten wurden bei jedem Wechsel der Bergerhoffgläser, wenn Niederschlagswässer vorhanden waren, die Messungen direkt in den einzelnen Gläsern durchgeführt. Die Kalibrierung des Handmessgerätes mittels Standardlösung erfolgte vor Ort.

3.3.4 Totalreflexion – Röntgenfluoreszenzanalyse (TR-RFA)

Aus Zeit- und Kostengründen konnten nicht alle Proben untersucht werden. Aufgrund der relativ großen Bergerhoff-Probemengen (siehe Anhang 4.3) am Standort Rinnböckstrasse wurden schlussendlich 8 dieser Proben (R97-003, 007, 011, 015, 019, 023, 103 und 97107) und beide Arbeitsstandards (92194, 95525) gemessen.

Bei den ausgewählten Proben wurden die chemischen Elemente mittels TR-RFA (Atomic Extra IIA, mit Mo-Röhre), im Labor für Gewässerschutz der oberösterreichischen Landesregierung, bestimmt. Es handelt sich bei der Methode um eine eigene Variante der energiedispersiven Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA). Die TR-RFA ist eine relativ einfache und schnelle Möglichkeit die chemische Zusammensetzung von Staubproben, selbst bei kleinsten Mengen, zu untersuchen.

Bei der TR-RFA trifft ein kollimierter Strahl im Bereich des kritischen Winkels auf eine flache, sehr glatte Oberfläche und wird dort reflektiert. Der Reflektor dient in diesem Fall als Probenträger. Gemessen wird die Röntgenfluoreszenz einer aufliegenden Probe (dünner Probenfilm auf der Trägeroberfläche), die durch den einfallenden und den reflektierten Strahl angeregt werden. Der Einfallswinkel sollte dabei so flach sein, dass der Hauptteil der anregenden Strahlung an der Oberfläche des Probenträgers reflektiert wird. Dadurch wird die Röntgenfluoreszenz des Reflektormaterials und die Streuung am Reflektor unterdrückt. (MIESBAUER, 1997).

Es wurden jeweils 0,2 -0,3 mg der Probe in 50 µl HNO₃ gelöst und mit dem internen Standard Selen in einer Konzentration von 100 mg/kg versetzt. Mit einer Pipette wurden je 10 µl der angesetzten Lösung auf den Probenträger (Siliziumplättchen und Kunststoff-Probenträger) aufgebracht. Nach dem Trocknen des Lösungsauszugs wurden bei einer Messzeit von 1000 / Probe die chemischen Elemente quantitativ bestimmt.

4. ERGEBNISSE

4.1 Deposition – Mengen

Mittels der modifizierten Bergerhoff-Methode, nach der VDI-Richtlinie 2119 in mg/m²/Tag, wurde der Eintrag der partikulären Deposition an den 4 ausgewählten Standorten bestimmt. Der vernachlässigbare leicht lösliche Anteil der Proben, der eventuell beim Dekantieren der Flüssigkeit verloren ging, wurde dabei nicht berücksichtigt. Durch diesen Umstand ergibt sich eine Abweichung von der klassischen Bergerhoffmethode, da in diesem Fall nur der unlösliche Partikelanteil erfasst wurde. Es wurden von Jänner – Dezember 1997 an den Standorten Hohe Warte, Lobau, Rinnböckstrasse und Steinfelder insgesamt 48 Dpositionsproben genommen.

Tab. 5: Standortmittelwerte der Bergerhoff-Depositionsproben < und > 20 µm

Probennr.	Probenahme-Monat	Gesamtfraktion (mg/m ² /Tag)	Feinfraktion < 20 µm (mg/m ² /Tag)	Probennr.	Probenahme-Monat	Gesamtfraktion (mg/m ² /Tag)	Feinfraktion < 20 µm (mg/m ² /Tag)
W 97001	Jänner	11,37	8,15	L 97002	Jänner	13,83	12,13
W 97005	Februar	63,78	48,25	L 97006	Februar	41,54	31,89
W 97009	März	43,39	28,61	L 97010	März	45,48	30,89
W 97013	April	62,27	31,72	L 97014	April	53,85	21,54
W 97017	Mai	106,68	64,24	L 97018	Mai	208,82	96,64
W 97021	Juni	114,16	80,48	L 97022	Juni	885,25	236,34
W 97101	Juli	98,35	38,47	L 97102	Juli	380,50	380,50
W 97105	August	66,51	46,43	L 97106	August	55,14	43,20
W 97109	September	48,36	33,68	L 97110	September	50,13	35,64
W 97113	Oktober	43,58	34,49	L 97114	Oktober	34,49	26,15
W 97117	November	20,95	11,36	L 97118	November	14,29	8,62
W 97121	Dezember	17,43	11,18	L 97122	Dezember	16,86	13,26
Mittelwerte		58,07	36,42	Mittelwerte		150,01	78,07
Probennr.	Probenahme-Monat	Gesamtfraktion (mg/m ² /Tag)	Feinfraktion < 20 µm (mg/m ² /Tag)	Probennr.	Probenahme-Monat	Gesamtfraktion (mg/m ² /Tag)	Feinfraktion < 20 µm (mg/m ² /Tag)
R 97003	Jänner	32,97	22,36	S 97004	Jänner	79,78	32,59
R 97008	Februar	821,55	304,20	S 97007	Februar	136,37	91,68
R 97011	März	117,30	63,10	S 97012	März	551,61	191,20
R 97015	April	215,58	67,16	S 97016	April	1371,83	235,95
R 97019	Mai	155,19	85,46	S 97020	Mai	306,79	132,45
R 97023	Juni	240,84	109,65	S 97024	Juni	295,87	142,55
R 97103	Juli	509,73	176,61	S 97104	Juli	385,43	113,32
R 97107	August	157,09	66,70	S 97108	August	478,84	125,63
R 97111	September	733,10	197,57	S 97112	September	291,36	107,50
R 97115	Oktober	86,79	41,12	S 97116	Oktober	147,80	141,55
R 97119	November	59,13	33,87	S 97120	November	64,81	18,21
R 97123	Dezember	37,90	18,38	S 97124	Dezember	94,18	35,06
Mittelwerte		263,93	98,85	Mittelwerte		350,39	113,97

Die einzelnen Probenmengen der Fraktionen, Gesamtdeposition, Fraktionen $> 20 \mu\text{m}$ und $< 20 \mu\text{m}$ sind in (Anhang 4) tabellarisch und in Form eines Diagramms dargestellt und die Jahresmittelwerte siehe oben in (Tab.5).

Gesamtpartikuläre Deposition

An allen Standorten konnten teilweise von April bis September 1997 hohe Werte $> 100 \text{ mg/m}^2/\text{Tag}$ festgestellt werden. Der höchste gemessene Wert mit $1371 \text{ mg/m}^2/\text{Tag}$ war im April am Standort Steinfeldler zu verzeichnen und der niedrigste Wert am Standort Hohe Warte mit $11,37 \text{ mg/m}^2/\text{Tag}$. Bei den Jahresmittelwerten reihen sich die Standorte nach ihrer Belastung, mit der höchsten beginnend, wie folgt: Steinfeldler ($350 \text{ mg/m}^2/\text{Tag}$), Rinnböckstrasse ($263 \text{ mg/m}^2/\text{Tag}$), Lobau ($150 \text{ mg/m}^2/\text{Tag}$) und Hohe Warte ($58 \text{ mg/m}^2/\text{Tag}$)

Partikuläre Deposition $< 20 \mu\text{m}$

An den Standorten Rinnböckstrasse und Steinfeldler wurden bereits im Februar bzw. März Werte $> 100 \text{ mg/m}^2/\text{Tag}$ festgestellt. An diesen Standorten blieben die Werte bis Oktober über $100 \text{ mg/m}^2/\text{Tag}$. In der Lobau sind nur im Juni und Juli Werte mit $> 100 \text{ mg/m}^2/\text{Tag}$ registriert worden. Am Standort Hohe Warte wurden das ganze Jahr keine Messwerte über $100 \text{ mg/m}^2/\text{Tag}$ erreicht. Der höchste gemessene Wert an der Hohen Warte, wurde im Juni mit $80 \text{ mg/m}^2/\text{Tag}$ erreicht.

Der Spitzenwert bei der Fraktion $< 20 \mu\text{m}$ war mit $380 \text{ mg/m}^2/\text{Tag}$ im Juli in der Lobau zu verzeichnen. Der Niedrigste Wert war wie bei der Gesamtdeposition an der Hohen Warte mit $8 \text{ mg/m}^2/\text{Tag}$ festgestellt worden. Bei den Jahresmittelwerten reihen sich die Standorte nach ihrer Belastung, mit der höchsten beginnend, wie folgt: Steinfeldler ($114 \text{ mg/m}^2/\text{Tag}$), Rinnböckstrasse ($99 \text{ mg/m}^2/\text{Tag}$), Lobau ($78 \text{ mg/m}^2/\text{Tag}$) und Hohe Warte ($36 \text{ mg/m}^2/\text{Tag}$). Die Standorte Steinfeldler und Rinnböckstrasse lassen sich aufgrund ihrer Umgebungscharakteristik durchaus vergleichen. Interessant ist aber, dass der Standort Lobau (Schutzgebiet ausserhalb der bebauten Flächen) eine ungefähr doppelt so hohe Feinstaubbelastung zeigt wie der Standort Hohe Warte (verbautes Wohngebiet).

4.2 Röntgendiffraktometrie – Mineralogie – Phasenanalyse

Die qualitative und semiquantitative Mineralbestimmung der Depositionsproben (Bergerhoff < 20 µm), Filterproben (< 10 µm, PM10), Splittproben (< 20 µm) und Bodenproben (< 20 µm) wurde mittels RDA durchgeführt. Die semiquantitative Auswertung erfolgte an den Originalausdrucken des Röntgendiffraktometers. Alle aufgenommenen Röntgendiffraktogramme sind im (Anhang 5, Auswertungsbeispiele in Anhang 6), übernommen aus den Originalausdrucken zusammen gestellt. Die ausgewerteten Mineralverteilungen finden sich unter (Anhang 8) und die Jahresverläufe der einzelnen Mineralphasen sind im (Anhang 9) zusammen gestellt. Eine statistische Auswertung der Bergerhoffprobenauswertung ist unter (Anhang 12) und (Tab. 6 und Tab. 7) zu finden.

In einer Veröffentlichung zur Jahrestagung DTTG in Trier (KRALIK & BUXBAUM, 1997) wurde beschrieben in wie weit sich die Mineralphasenzusammensetzung über das Jahr ändert. Im Winter ist z.B. der Calcit (Splittstreuung) und Gipsgehalt (mehr SO² durch Hausbrand) erhöht und im Frühling, Sommer und Herbst zeigen sich erhöhte Anteile an Feldspäten, Quarz, Tonmineralen und organischem Material (Abwehungen der landwirtschaftlichen Tätigkeit und höhere biologische Aktivität).

4.2.1 Bergerhoff

Röntgendiffraktogramme

Die Diffraktogramme der Bergerhoff Depositionsproben sind im (Anhang A5.1) zusammengestellt und es wurden jeweils alle 4 Standorte in einem Monatsdiagramm dargestellt. Die erkennbare Untergrunderhöhung beginnend im März und April die dann in den Monaten Mai – Oktober (zum Teil noch November) sehr markant wird, hängt wahrscheinlich mit dem erhöhten Anteil an organischem Material zusammen.

Vom Monat Mai 1997 sind im Folgenden von allen 4 Standorten Beispielauswertungen dargestellt (Abb. 21 – 24). Folgende Kürzel wurden bei der Auswertung und in den folgenden Abschnitten verwendet: Quarz - Q, Chlorit - Cl, Plagioklas - Plag, Kalifeldspat - KFsp, (Glimmer)-Illit-Montmorillonit - I-M, Kaolinit – K, Calcit – Cc, Dolomit – Dol, Gips – G und (Jarosit – J ?). In (Abb. 22) ist zu sehen,

dass der Siliziumprobenträger nicht ideal ausgerichtet war und deshalb der Waver-Peak (knapp über 33 Grad 2 Theta) so deutlich hervortritt.

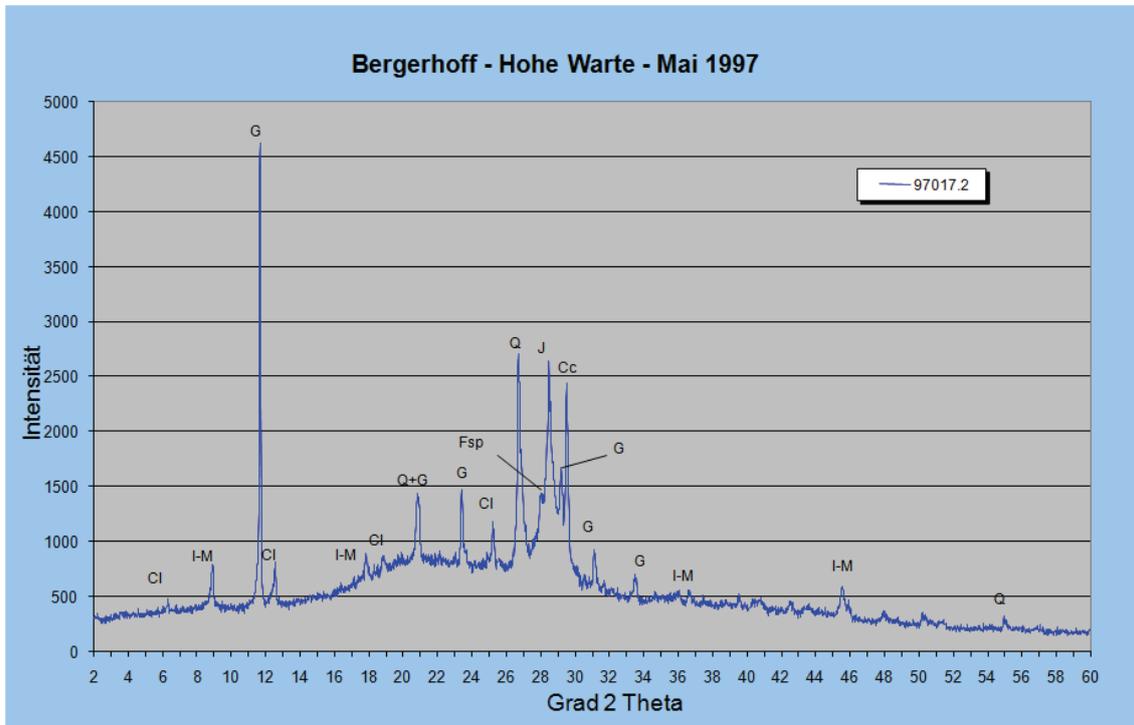


Abb.21: Diffraktometeraufnahme der Standortprobe Hohe Warte, <20 μm , Mai 1997

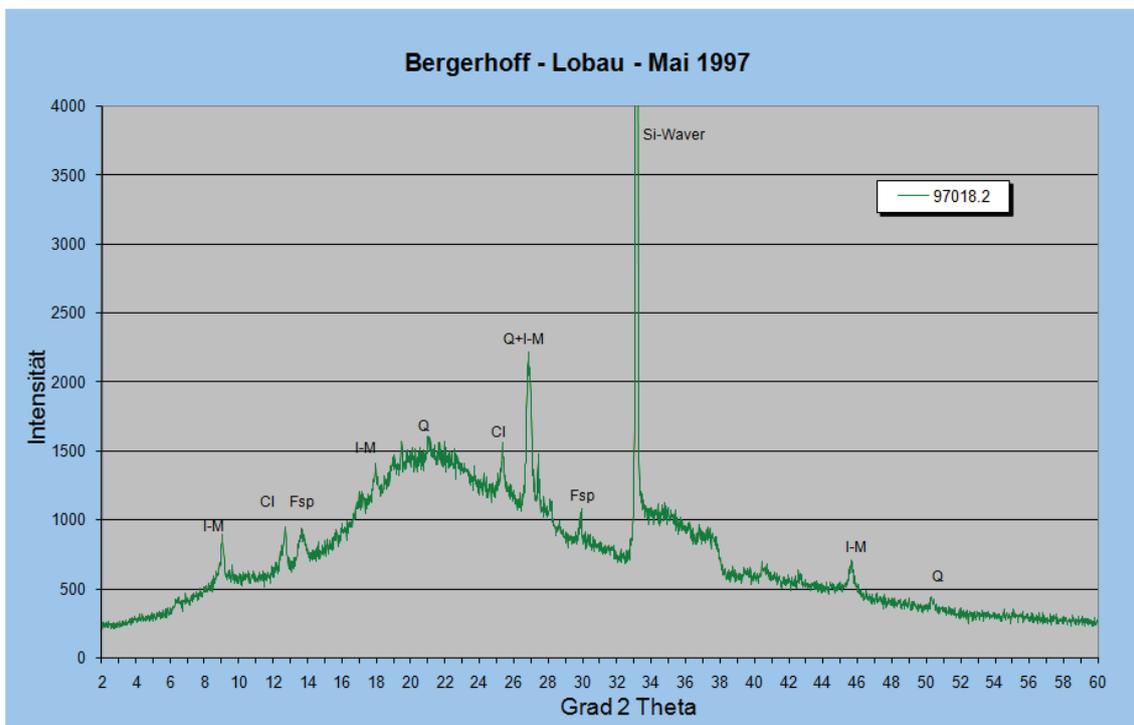


Abb.22: Diffraktometeraufnahme der Standortprobe Lobau, <20 μm , Mai 1997

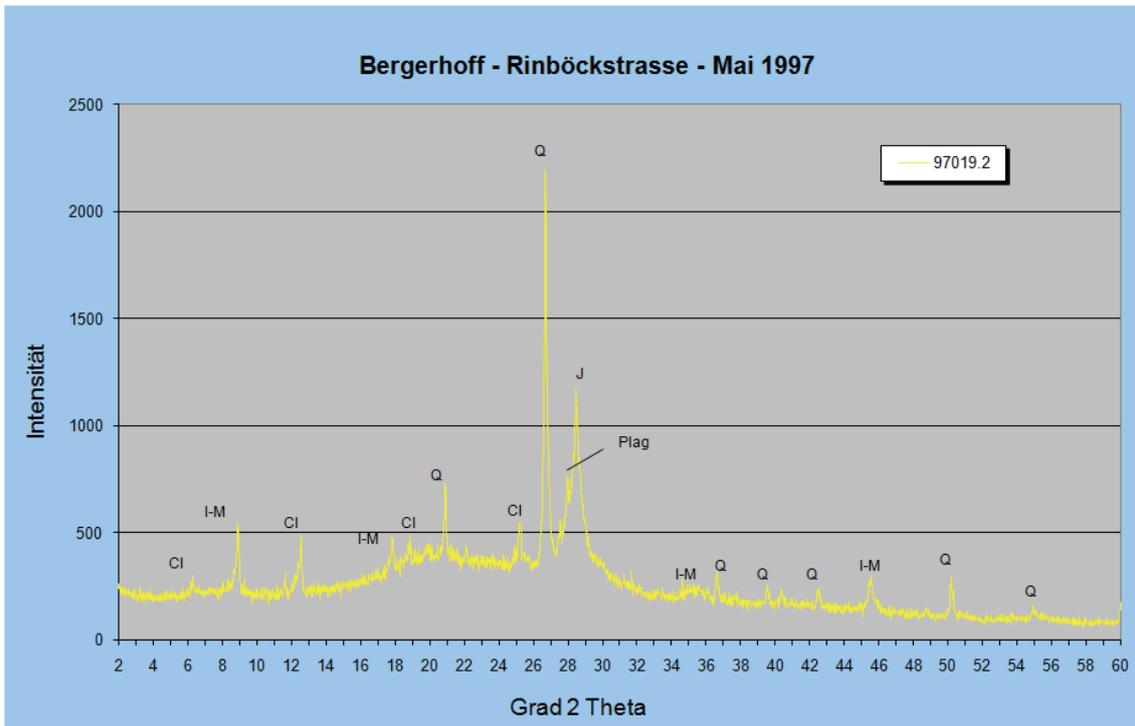


Abb.23: Diffraktometeraufnahme der Standortprobe Rinböckstrasse, <20 µm, Mai 1997

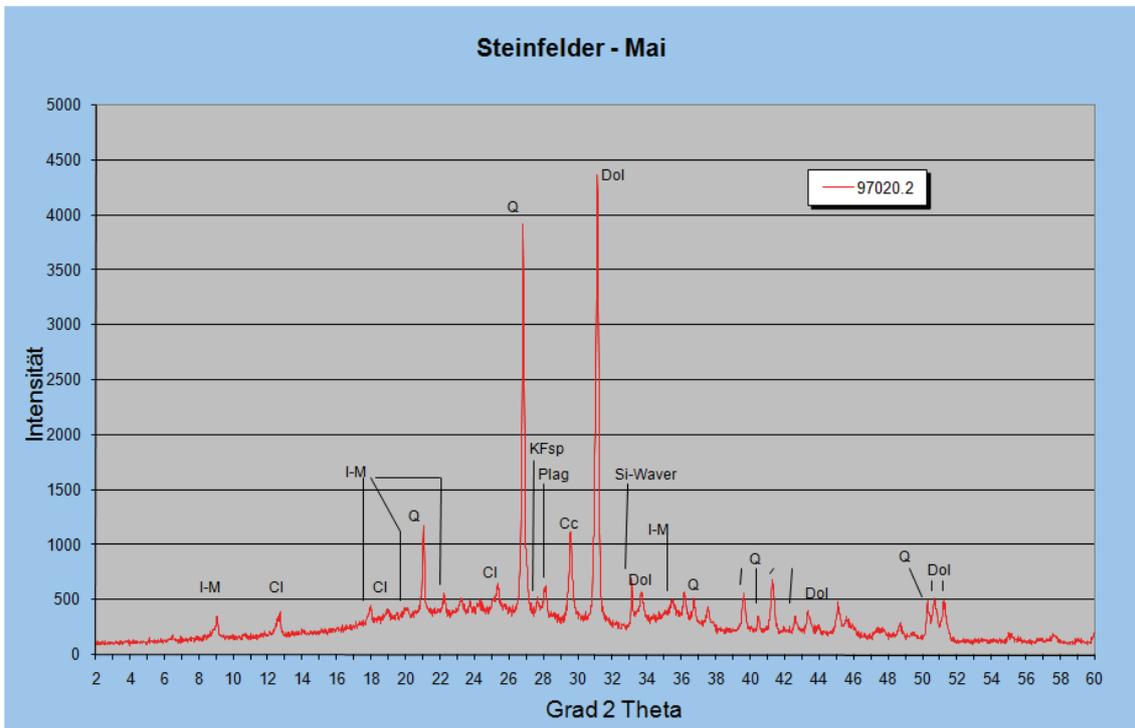


Abb.24: Diffraktometeraufnahme der Standortprobe Steinfelder, <20 µm, Mai 1997

Bei allen Aufnahmen wurden, so wie in den oben angeführten Beispielen, zuerst die Peaks ausgewertet und danach die semiquantitative Mineralverteilung ermittelt.

Mineralverteilungen

Die Jahresmittelwerte 1997 der Mineralverteilung (incl. des organischen Anteils) für alle 4 Standorte und die einzelnen Standorte mit den Bergerhoff-Monatsproben sind im (Anhang A 8.1) zusammen gefasst. Eine statistische Auswertung (ebenfalls incl. organischer Anteile), bezogen auf den Standort und auf Gesamt Wien, steht unter (Anhang A 12.1 und A 12.2) und in (*Tab. 6* und *Tab. 7*).

Im Folgenden werden die Standorte der Einfachheit halber zum Teil mit ihren Kürzeln (Hohe Warte – W, Lobau – L, Rinnböckstrasse – R und Steinfelder S) erwähnt.

Bei den Standort-Jahresmittelwerten inklusive des organischen Anteils (A 8.1, A 12.1 und *Tab. 6*) wurden bei Quarz an den Standorten Hohe Warte (W) und Lobau (L) um die 10% und bei Rinnböck-Str. (R) und Steinfelder (S) um die 20% gemessen. Kaolinit, Chlorit, Glimmer Kalifeldspat und Plagioklas sind in Summe mit 12-18% an allen Standorten nachgewiesen worden. Bei Calcit (Cc) und Dolomit (Dol) sind am Standort Steinfelder mit Cc 15% und Dol 14% die höchsten Werte gemessen worden. An den Standorten Hohe Warte und Lobau sind in Summe nur 3-4% Cc+Dol nachgewiesen. Der Gipsanteil ist mit ca. 14% am Standort W am höchsten. Talk wurde beim Standort Steinfelder keiner gefunden und an den anderen Standorten bewegt sich der Anteil an Gips bei 0,5-2%.

Zu den einzelnen Monatsauswertungen (A 8.1, A 12.2 und *Tab. 6 und 7*) ist noch folgendes zu bemerken. Die Hohe Warte ist der einzige Standort bei dem in jedem Monat Gips mit 0,5-40% gefunden wurde. Nur am Standort Steinfelder wiederum konnten jedes Monat Cc und bzw. oder Dol mit 2 - 48% nachgewiesen werden.

Beim Jahresmittel 1997 bezogen auf ganz Wien (siehe A 12.2 und *Tab. 7*) der Gesamtpartikulären Deposition liegt der mineralogische Anteil bei 50% (50% org. Anteil). Es ergibt sich folgende Verteilung in fallender Reihenfolge: Q-15%, Gips-7%, Cc-6%, I-M-6%, Dol-5%, Cl-5%, K-3%, Plag, KFsp und Talk mit je 1%.

Tab. 6: Statistik der Bergerhoffprobenauswertungen-Mineralogie (incl. org. Anteil = Glühverlust) bezogen auf den Standort

Standort	Proben Nr.	Q (%)	Plag. (%)	K-Fsp. (%)	I-M (%)	Chl (%)	Ka (%)	Talk (%)	Cc (%)	Dol (%)	Gi (%)	Glühverlust (%)
Hohe Warte	W 97001	13,28	0,00	1,01	5,15	3,97	0,00	0,00	11,28	0,00	40,30	25,00
	W 97005	30,57	1,35	0,76	4,35	2,87	0,00	0,00	9,92	6,17	20,10	23,91
	W 97009	13,84	1,61	1,73	4,84	5,46	5,49	0,00	0,00	0,00	12,93	54,10
	W 97013	6,91	0,00	0,59	4,06	3,41	2,85	0,00	0,00	0,00	10,75	71,43
	W 97017	5,34	0,75	0,00	2,76	2,25	1,53	0,00	3,79	0,00	9,02	74,58
	W 97021	15,96	2,18	3,00	1,45	1,52	1,71	3,56	3,60	0,76	9,24	57,01
	W 97101	9,12	1,22	1,68	3,62	4,09	3,70	0,00	1,70	0,00	4,27	70,59
	W 97105	13,00	0,34	0,00	2,17	1,51	0,99	0,00	1,70	0,00	16,47	63,83
	W 97109	7,07	0,53	0,16	8,69	6,17	3,99	0,00	0,33	0,00	0,64	72,41
	W 97113	13,22	0,74	0,53	7,94	5,12	2,79	1,82	2,38	1,42	7,62	56,41
	W 97117	5,28	2,05	0,83	5,78	4,05	2,31	0,00	0,00	0,00	23,47	56,25
	W 97121	6,65	3,55	2,06	8,20	4,87	3,11	0,00	0,00	0,00	7,91	63,64
	Mittelwert	11,69	1,19	1,03	4,92	3,77	2,37	0,45	2,89	0,70	13,56	57,43
Standartabweichung	6,73	0,99	0,88	2,27	1,45	1,57	1,06	3,70	1,70	10,14	16,22	
Variationskoeffizient (%)	57,58	83,41	85,63	46,18	38,49	65,96	237,23	127,91	244,69	74,74	28,24	
Lobau	L 97002	13,38	2,22	0,00	13,56	12,61	11,59	10,68	0,00	1,05	7,65	27,27
	L 97006	14,91	3,86	0,00	12,31	8,70	0,00	0,00	5,99	10,36	37,63	6,25
	L 97010	13,05	2,15	0,76	7,04	7,36	5,39	0,00	0,00	0,00	4,93	59,32
	L 97014	1,68	0,00	0,21	1,83	1,41	0,92	0,00	0,00	0,00	5,72	88,24
	L 97018	10,37	1,34	4,67	9,05	9,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	65,00
	L 97022	31,25	0,00	0,00	4,06	5,09	0,00	6,98	6,15	6,92	0,00	39,55
	L 97102	8,00	1,06	3,48	6,71	4,16	0,00	7,13	6,53	10,42	1,24	51,27
	L 97106	3,42	0,40	0,25	5,46	3,57	1,59	0,00	0,56	0,00	2,00	82,76
	L 97110	5,85	0,84	0,46	7,32	5,45	2,81	0,00	1,33	0,00	2,18	73,77
	L 97114	9,38	1,73	0,36	5,46	4,24	2,58	0,00	0,00	0,00	12,14	64,10
	L 97118	2,06	1,00	0,31	4,42	2,72	2,73	1,41	0,64	0,00	3,47	81,25
	L 97122	5,85	1,11	0,37	1,89	1,21	0,95	0,00	0,00	0,00	17,19	71,43
	Mittelwert	9,93	1,31	0,91	6,59	5,51	2,38	2,18	1,77	2,40	7,85	59,18
Standartabweichung	7,70	1,04	1,45	3,49	3,30	3,18	3,63	2,60	4,04	10,24	23,41	
Variationskoeffizient (%)	77,49	79,29	160,38	52,99	59,98	133,84	166,40	147,36	168,68	130,50	39,55	
Rinnböckstrasse	R 97003	35,99	2,56	1,40	10,07	7,46	12,60	0,00	4,02	7,53	5,03	13,33
	R 97008	10,84	2,44	0,00	6,51	4,11	0,00	0,00	30,10	35,81	0,00	11,11
	R 97011	33,12	3,49	1,00	6,55	5,49	5,44	0,00	0,00	0,00	1,91	43,00
	R 97015	23,93	0,00	1,51	7,47	5,91	5,43	0,00	0,00	0,00	7,69	48,05
	R 97019	14,12	1,71	1,05	6,79	5,54	0,00	0,00	1,56	0,00	0,00	69,23
	R 97023	23,32	0,00	1,05	2,31	8,01	3,58	5,75	2,45	2,01	5,91	54,61
	R 97103	10,37	1,70	1,14	3,74	3,93	3,49	2,69	2,56	0,00	4,50	65,89
	R 97107	20,24	1,50	1,94	5,56	5,06	2,95	3,51	2,25	1,62	3,12	52,25
	R 97111	11,00	0,00	3,46	2,61	10,59	0,00	0,00	11,77	1,86	4,03	54,69
	R 97115	13,42	1,38	0,57	6,47	5,17	3,70	7,98	4,62	2,86	7,06	46,77
	R 97119	8,48	1,10	0,63	8,38	6,86	3,92	0,00	1,31	0,00	0,81	68,52
	R 97124	12,02	1,27	0,74	8,27	7,54	3,96	0,00	2,22	0,00	5,01	58,97
	Mittelwert	18,07	1,43	1,21	6,23	6,31	3,76	1,66	5,24	4,31	3,76	48,87
Standartabweichung	8,86	1,04	0,83	2,25	1,81	3,25	2,63	8,06	9,73	2,51	18,26	
Variationskoeffizient (%)	49,02	72,73	68,68	36,13	28,63	86,61	158,57	153,85	225,77	66,81	37,36	
Steinfelder	S 97004	24,89	1,83	0,92	5,20	7,14	5,41	0,00	12,53	24,23	0,00	17,86
	S 97007	27,14	0,00	0,00	7,36	0,00	0,00	0,00	36,25	11,39	6,75	10,20
	S 97012	27,89	2,75	1,25	9,62	4,84	0,00	0,00	6,57	26,92	0,00	20,18
	S 97016	17,26	2,07	0,00	4,04	3,96	2,06	0,00	28,30	17,82	4,01	20,48
	S 97020	20,47	1,34	0,81	3,76	3,77	2,64	0,00	6,95	14,80	0,00	45,45
	S 97024	28,57	1,93	1,64	2,53	0,00	0,00	0,00	4,61	16,67	3,42	40,62
	S 97104	14,15	1,56	0,69	5,95	5,02	4,46	0,00	2,21	0,00	0,00	65,96
	S 97108	23,64	2,04	0,83	5,57	3,79	2,19	0,00	5,57	20,23	0,75	35,38
	S 97112	15,57	1,43	1,39	3,67	4,53	0,00	0,00	18,14	12,42	11,20	31,65
	S 97116	11,87	0,00	0,00	4,05	2,62	0,00	0,00	37,14	10,23	0,00	34,09
	S 97120	11,08	2,59	0,86	7,45	5,37	5,36	0,00	18,10	0,00	3,05	46,15
	S 97123	20,46	1,65	0,99	4,77	4,13	4,30	0,00	6,59	10,62	1,05	45,45
	Mittelwert	20,25	1,60	0,78	5,33	3,76	2,20	0,00	15,25	13,78	2,52	34,46
Standartabweichung	5,99	0,82	0,52	1,92	1,98	2,13	0,00	11,94	7,95	3,34	14,95	
Variationskoeffizient (%)	29,58	51,33	66,41	35,98	52,65	96,54	0,00	78,32	57,73	132,41	43,38	

Tab. 7: Statistik der Bergerhoffprobenauswertungen-Mineralogie (incl. org. Anteil = Glühverlust) bezogen auf Gesamt Wien 1997

Standort	Proben Nr.	Q (%)	Plag. (%)	K-Fsp. (%)	I-M (%)	Chl (%)	Ka (%)	Talk (%)	Cc (%)	Dol (%)	Gi (%)	Glühverlust (%)
Alle Standorte in Wien 1997	W 97001	13,28	0,00	1,01	5,15	3,97	0,00	0,00	11,28	0,00	40,30	25,00
	L 97002	13,38	2,22	0,00	13,56	12,61	11,59	10,68	0,00	1,05	7,65	27,27
	R 97003	35,99	2,56	1,40	10,07	7,46	12,60	0,00	4,02	7,53	5,03	13,33
	S 97004	24,89	1,83	0,92	5,20	7,14	5,41	0,00	12,53	24,23	0,00	17,86
	W 97005	30,57	1,35	0,76	4,35	2,87	0,00	0,00	9,92	6,17	20,10	23,91
	L 97006	14,91	3,86	0,00	12,31	8,70	0,00	0,00	5,99	10,36	37,63	6,25
	S 97007	27,14	0,00	0,00	7,36	0,00	0,00	0,00	36,25	11,39	6,75	11,11
	R 97008	10,84	2,44	0,00	6,51	4,11	0,00	0,00	30,10	35,81	0,00	10,20
	W 97009	13,84	1,61	1,73	4,84	5,46	5,49	0,00	0,00	0,00	12,93	54,10
	L 97010	13,05	2,15	0,76	7,04	7,36	5,39	0,00	0,00	0,00	4,93	59,32
	R 97011	33,12	3,49	1,00	6,55	5,49	5,44	0,00	0,00	0,00	1,91	43,00
	S 97012	27,89	2,75	1,25	9,62	4,84	0,00	0,00	6,57	26,92	0,00	20,18
	W 97013	6,91	0,00	0,59	4,06	3,41	2,85	0,00	0,00	0,00	10,75	71,43
	L 97014	1,68	0,00	0,21	1,83	1,41	0,92	0,00	0,00	0,00	5,72	88,24
	R 97015	23,93	0,00	1,51	7,47	5,91	5,43	0,00	0,00	0,00	7,69	48,05
	S 97016	17,26	2,07	0,00	4,04	3,96	2,06	0,00	28,30	17,82	4,01	20,48
	W 97017	5,34	0,75	0,00	2,76	2,25	1,53	0,00	3,79	0,00	9,02	74,58
	L 97018	10,37	1,34	4,67	9,05	9,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	65,00
	R 97019	14,12	1,71	1,05	6,79	5,54	0,00	0,00	1,56	0,00	0,00	69,23
	S 97020	20,47	1,34	0,81	3,76	3,77	2,64	0,00	6,95	14,80	0,00	45,45
	W 97021	15,96	2,18	3,00	1,45	1,52	1,71	3,56	3,60	0,76	9,24	57,01
	L 97022	31,25	0,00	0,00	4,06	5,09	0,00	6,98	6,15	6,92	0,00	39,55
	R 97023	23,32	0,00	1,05	2,31	8,01	3,58	5,75	2,45	2,01	5,91	54,61
	S 97024	28,57	1,93	1,64	2,53	0,00	0,00	0,00	4,61	16,67	3,42	40,62
	W 97101	9,12	1,22	1,68	3,62	4,09	3,70	0,00	1,70	0,00	4,27	70,59
	L 97102	8,00	1,06	3,48	6,71	4,16	0,00	7,13	6,53	10,42	1,24	51,27
	R 97103	10,37	1,70	1,14	3,74	3,93	3,49	2,69	2,56	0,00	4,50	65,89
	S 97104	14,15	1,56	0,69	5,95	5,02	4,46	0,00	2,21	0,00	0,00	65,96
	W 97105	13,00	0,34	0,00	2,17	1,51	0,99	0,00	1,70	0,00	16,47	63,83
	L 97106	3,42	0,40	0,25	5,46	3,57	1,59	0,00	0,56	0,00	2,00	82,76
	R 97107	20,24	1,50	1,94	5,56	5,06	2,95	3,51	2,25	1,62	3,12	52,25
	S 97108	23,64	2,04	0,83	5,57	3,79	2,19	0,00	5,57	20,23	0,75	35,38
	W 97109	7,07	0,53	0,16	8,69	6,17	3,99	0,00	0,33	0,00	0,64	72,41
	L 97110	5,85	0,84	0,46	7,32	5,45	2,81	0,00	1,33	0,00	2,18	73,77
	R 97111	11,00	0,00	3,46	2,61	10,59	0,00	0,00	11,77	1,86	4,03	54,69
	S 97112	15,57	1,43	1,39	3,67	4,53	0,00	0,00	18,14	12,42	11,20	31,65
	W 97113	13,22	0,74	0,53	7,94	5,12	2,79	1,82	2,38	1,42	7,62	56,41
	L 97114	9,38	1,73	0,36	5,46	4,24	2,58	0,00	0,00	0,00	12,14	64,10
	R 97115	13,42	1,38	0,57	6,47	5,17	3,70	7,98	4,62	2,86	7,06	46,77
	S 97116	11,87	0,00	0,00	4,05	2,62	0,00	0,00	37,14	10,23	0,00	34,09
W 97117	5,28	2,05	0,83	5,78	4,05	2,31	0,00	0,00	0,00	23,47	56,25	
L 97118	2,06	1,00	0,31	4,42	2,72	2,73	1,41	0,64	0,00	3,47	81,25	
R 97119	8,48	1,10	0,63	8,38	6,86	3,92	0,00	1,31	0,00	0,81	68,52	
S 97120	11,08	2,59	0,86	7,45	5,37	5,36	0,00	18,10	0,00	3,05	46,15	
W 97121	6,65	3,55	2,06	8,20	4,87	3,11	0,00	0,00	0,00	7,91	63,64	
L 97122	5,85	1,11	0,37	1,89	1,21	0,95	0,00	0,00	0,00	17,19	71,43	
S 97123	20,46	1,65	0,99	4,77	4,13	4,30	0,00	6,59	10,62	1,05	58,97	
R 97124	12,02	1,27	0,74	8,27	7,54	3,96	0,00	2,22	0,00	5,01	45,45	
Mittelwert	14,98	1,38	0,98	5,77	4,84	2,68	1,07	6,29	5,29	6,92	49,98	
Standartabweichung	8,55	0,99	0,99	2,64	2,51	2,70	2,47	9,24	8,36	8,65	20,92	
Variationskoeffizient (%)	57,07	71,53	101,24	45,79	51,78	101,02	230,09	146,96	157,90	125,00	41,85	

Jahresverlauf der Mineralphasen

Die Verlaufskurven der einzelnen Minerale sind im (Anhang 9) zusammengefasst. Um die Tendenzen der Verläufe besser interpretieren zu können, wurden in die Darstellungen zusätzlich polynomische Trendkurven gelegt. Diese Darstellungen unterstützen zusätzlich die Bewertung der Mineralverteilungen.

Beim Quarz ist z.B. von Jänner bis Dezember eine eindeutig fallende Tendenz zu beobachten. Beim Verlauf des Plagioklas sieht man im Februar ein Hoch am Standort Lobau und im Dezember ein Hoch am Standort Hohe Warte. Chlorit geht in der Lobau von einem Hoch im Jänner tendenziell bis Dezember wieder zurück. Kalifeldspat hat an den Standorten Lobau und Hohe Warte ab März einen Aufwärtstrend mit Maximum Mai-Juni und geht dann bis in den Herbst stark zurück. In der Rinnböckstrasse ist bei KFsp ab Februar ein leichter Aufwärtstrend zu beobachten der dann im Herbst wieder zurückfällt. Der Glimmerverlauf schwankt mit Ausnahme von Lobau (Jänner, Februar) übers Jahr zwischen 2 und 8%. Talk zeigt im Verlauf am Standort Lobau die größten Sprünge mit Maxima im Jänner, Juni und Juli und Null-Werten im März, April, September und Oktober. Bei Calcit sind sehr gut die hohen Werte im Winter, Frühling, Herbst und die Minima in den Sommermonaten zu sehen. Bei Dolomit am Standort Steinfeldler ist, mit Ausnahme des Null-Wertes im Juli, von Jänner bis Dezember eine eindeutig fallende Tendenz ersichtlich. Beim Gipsverlauf an den Standorten Hohe Warte und Lobau ergeben sich die höchsten Werte im Herbst und Winter.

4.2.2 Filter

Röntgendiffraktogramme

Die Diffraktogramme der Filterproben (97150 – 97155) sind im (Anhang A5.2) zusammengestellt. An allen Diffraktogrammen der Filter sind die beiden in Kapitel 3.3.1 beschriebenen markanten Peaks zu erkennen und auch die Problematik mit dem Untergrund ist mehr als deutlich. Bei der Aufnahme Rinnböckstrasse $< 2,5 \mu\text{m}$ der Silizium-Waver-Peak knapp über 33 Grad 2 Theta auffällig. Die besten Aufnahmen 97150, 97152 und 97154 hatten einige gut differenzierte Peaks die gut auszuwerten waren. Bei allen Aufnahmen wurden, gleich wie bei den Bergerhoffproben, zuerst die Peaks ausgewertet und danach die semiquantitative Mineralverteilung ermittelt.

Mineralverteilungen

Die Mittelwerte der Mineralverteilungen (excl. org. Anteile) beider Standorte (Hohe Warte und Rinnböckstrasse) und die Mineralverteilung der einzelnen Filterproben sind in Diagrammform im (Anhang A 8.2) zusammen gefasst. Eine Aufstellung der

Mineralzusammensetzung in % der einzelnen Filterproben und deren Mittelwerte sind in (Tab. 8) aufgelistet.

Tab. 8: Mineralogische Zusammensetzung der Filterproben und deren Mittelwerte, Hohe Warte – W, Rinnböckstrasse – R

Proben Nr.	Q (%)	Plag. (%)	K-Fsp.(%)	I-M (%)	Chl (%)	Ka (%)	Talk(%)	Cc (%)	Dol (%)	Gi (%)
W97150	11,21	0,00	1,89	8,35	4,96	11,36	17,61	33,56	0,00	11,05
W97152	37,41	5,04	3,29	11,71	10,64	0,00	0,00	17,45	0,00	14,45
W97153	32,20	0,00	9,37	31,45	0,00	0,00	0,00	11,82	0,00	15,16
Mittelwert	26,94	1,68	4,85	17,17	5,20	3,79	5,87	20,94	0,00	13,55
R97154	20,59	0,00	0,00	7,26	4,28	0,00	10,30	0,00	4,25	53,32
R97155	23,21	1,58	2,25	4,47	6,89	12,07	0,00	5,84	0,00	43,70
Mittelwert	21,90	0,79	1,13	5,86	5,58	6,03	5,15	2,92	2,13	48,51

Drei markante Unterschiede in den Mittelwerten der Standorte sind auffällig und zwar ist das der große Unterschied bei den Mineralien Calcit, Gips und Glimmer. Am Standort Hohe Warte ist der Calcitgehalt mit 21% deutlich höher als am Standort Rinnböckstrasse mit gerade mal 3% und auch der Anteil an Glimmer ist auf der Hohen Warte mit 17% fast 3 x so hoch wie an der Rinnböckstrasse mit 6%. Umgekehrt ist mit 49% der Gipswert 3,5 x höher als an der Hohen Warte mit 14%. Dolomit konnte am Standort Hohe Warte nicht nachgewiesen werden.

4.2.3 Streusplitt

Röntgendiffraktogramme

Die Diffraktogramme der Streusplittproben (97170, 97171) vom März 1997 sind unter (Anhang A 5.3) ersichtlich. Beides sind einwandfrei aufgenommene und sehr gut auswertbare Diffraktogramme mit neutralem Untergrund und auf beiden sind drei sehr markante Peaks mit hoher Intensität zu erkennen. Es handelt sich dabei um Quarz (26,68 Grad 2 Theta, d-Wert 3,34), Calcit (29,43 Grad 2 Theta, d-Wert 3,03) und Dolomit (30,99 Grad 2 Theta, d-Wert 2,88).

Mineralverteilungen

Die Auswertungen der Mineralverteilung (incl. org. Anteil) ist unter (Anhang A8.3) und in (Tab.9) zu sehen.

Tab. 9: Mineralogische Zusammensetzung (incl. org. Anteil = Glühverlust) der einzelnen Splittproben (< 20 µm) und deren Mittelwerte an den Standorten Steinfelder und Rinnböckstrasse.

Proben Nr.	Q (%)	Plag. (%)	K-Fsp.(%)	I-M (%)	Chl (%)	Ka (%)	Talk(%)	Cc (%)	Dol (%)	Gi (%)	Glüh-verlust (%)
S97170-S	15,88	1,35	0,70	3,40	2,65	0,00	0,00	52,28	17,98	0,00	5,76
R97171-S	24,57	2,19	0,80	3,56	3,20	0,00	0,00	47,31	11,80	0,00	6,58
Mittelwerte	20,22	1,77	0,75	3,48	2,93	0,00	0,00	49,79	14,89	0,00	6,17

Die Mineralverteilung der beiden Standorte ist abgesehen von einem Unterschied bei Quarz, mit 16% am Standort Steinfelder und 25% am Standort Rinnböckstrasse, relativ gleich. Bei beiden ist Cc um die 50%, Dol von 12-18% und die restliche Minerale sind mit 8-9% ebenfalls ungefähr gleich hoch.

4.2.4 Bodenproben

Röntgendiffraktogramme

Die Diffraktogramme der Bodenproben (97200 - 97207) vom November 1997 sind unter (Anhang A5.4) ersichtlich.

Mineralverteilungen

Die Auswertungen der Mineralverteilung (incl. org. Anteil) ist unter (Anhang A8.4) und in (Tab.10) verdeutlicht. Grundsätzlich lässt sich eine Korrelation mit dem geologischen Untergrund herstellen (siehe Kapitel 2.3 und Abb. 13 und Tab. 10).

Tab. 10: Mineralogische Zusammensetzung (incl. org. Anteil) der einzelnen Bodenproben (bis 2,5 cm; 2,5-10 cm) und ihrer Mittelwerte von allen 4 Standorten.

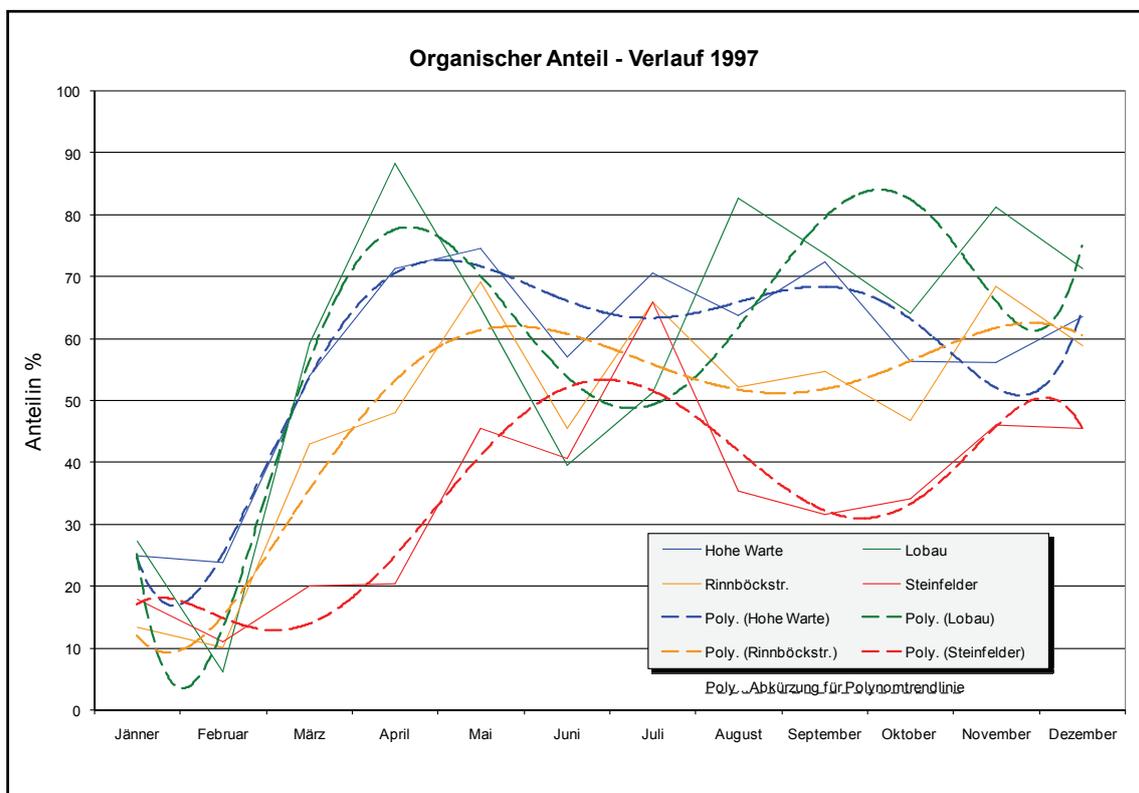
Proben Nr.	Q (%)	Plag. (%)	K-Fsp.(%)	I-M (%)	Chl (%)	Ka (%)	Talk(%)	Cc (%)	Dol (%)	Gi (%)	Glüh-verlust (%)
W97200 - 2,5 cm	59,30	3,81	0,72	4,48	2,85	2,70	0,00	12,02	4,07	0,00	10,06
W97201 - 10 cm	61,35	4,05	1,61	5,32	2,73	2,34	0,00	8,80	6,10	0,00	7,69
Mittelwerte	60,33	3,93	1,16	4,90	2,79	2,52	0,00	10,41	5,08	0,00	8,88
L97203 - 2,5 cm	47,99	4,83	0,96	7,69	6,08	1,29	0,00	14,03	8,51	0,00	8,62
L97202 - 10 cm	40,61	6,53	1,27	9,30	7,68	3,91	0,00	13,42	6,67	0,00	10,60
Mittelwerte	44,30	5,68	1,12	8,49	6,88	2,60	0,00	13,72	7,59	0,00	9,61
R97205 - 2,5 cm	45,72	3,84	1,79	5,67	5,60	3,10	0,00	15,43	11,60	0,00	7,25
R97204 - 10 cm	45,92	4,12	1,33	6,60	6,02	0,00	0,00	16,45	10,80	0,00	8,76
Mittelwerte	45,82	3,98	1,56	6,13	5,81	1,55	0,00	15,94	11,20	0,00	8,01
S97207 - 2,5 cm	24,16	1,15	0,76	3,63	2,06	0,00	0,00	53,32	5,66	0,00	9,26
S97206 - 10 cm	29,49	1,50	0,58	4,87	2,86	0,00	0,00	37,42	7,59	0,00	15,69
Mittelwerte	26,83	1,32	0,67	4,25	2,46	0,00	0,00	45,37	6,63	0,00	12,47

Die Bodenproben der beiden Standorte Lobau und Rinnböckstrasse sind im Mittel relativ ähnlich. Bei den Standorten Hohe Warte und Steinfeldler sind 2 markante Gegensätze bei den Mineralien Quarz und Calcit erkennbar. Während am Standort Hohe Warte der Quarzanteil bei 60% und am Standort Steinfeldler bei 26% liegt ist es beim Calcit genau umgekehrt, nämlich 45% Cc am Standort Steinfeldler und nur 10% an der Hohen Warte. Beim Standort Lobau kann der höchste Anteil aller Bodenproben an Glimmer mit 7,5-9,5% noch erwähnt werden (Aulehmböden).

4.3 Glühverlust

Mit Ausnahme der Filterproben wurde bei allen Proben und Standards der Anteil an organischem Material mittels Glühverlust (siehe Kapitel 3.3.2) bestimmt. Die Ergebnisse sind in (Anhang 10) zusammengestellt und auch aus den Diagrammen der Mineralverteilungen (Anhang 8) ersichtlich. Des Weiteren sind in Teilergebnissen der verschiedenen Proben auch die Glühverluste dargestellt.

Abb. 25: Glühverlustverlauf der Bergerhoff-Depositionsproben 1997 für alle 4 Standorte.



Für den Standard 92194 wurden 11% und für 95525 30% Anteil Organika ermittelt (Tab.2 und 4). Bei den Bergerhoff Proben (Tab. 6, 7 und Abb. 25) sind für die Standorte Hohe Warte und Lobau im Mittel 60%, Rinnböckstrasse 50% und Steinfeld 35 % ermittelt worden. Deutlich unter diesen Werten sind an allen Bergerhoff Standorten die Monate Jänner und Februar mit 10-25% organischem Anteil. Der Jahresmittelwert der organischen Anteile aller Depositionsproben für 1997 liegt bei 50%. Bei beiden Splittproben (Tab.9) wurden nur 6% Organika festgestellt. Die Mittelwerte der Bodenproben (Tab. 10) zeigen mit 9-12% relativ gleichverteilte Werte an allen 4 Standorten.

4.4 Physikalische Parameter (pH, OXI, LF)

Die Messungen (siehe Kapitel 3.3.3) erfolgten jeweils am Ende des Probenahmezeitraumes von einem Monat (wenn Niederschlagswasser vorhanden war). Die gemessenen Werte zeigen durch die Stehzeit von bis zu einem Monat nicht die wahren Parameter der Niederschlagswässer, sondern sind durch Pufferreaktionen verändert.

Der pH-Wert stellt den negativen dekadischen Logarithmus der Wasserstoff-Ionenkonzentration dar. Wässer mit $\text{pH} < 7$ sind sauer und mit einem $\text{pH} > 7$ basisch. Je nach Art Mineralisation (Quarz – sauer, Carbonat – basisch) kann der pH nach unten oder oben verschoben werden (HOLLEMANN & WIBERG, 1985).

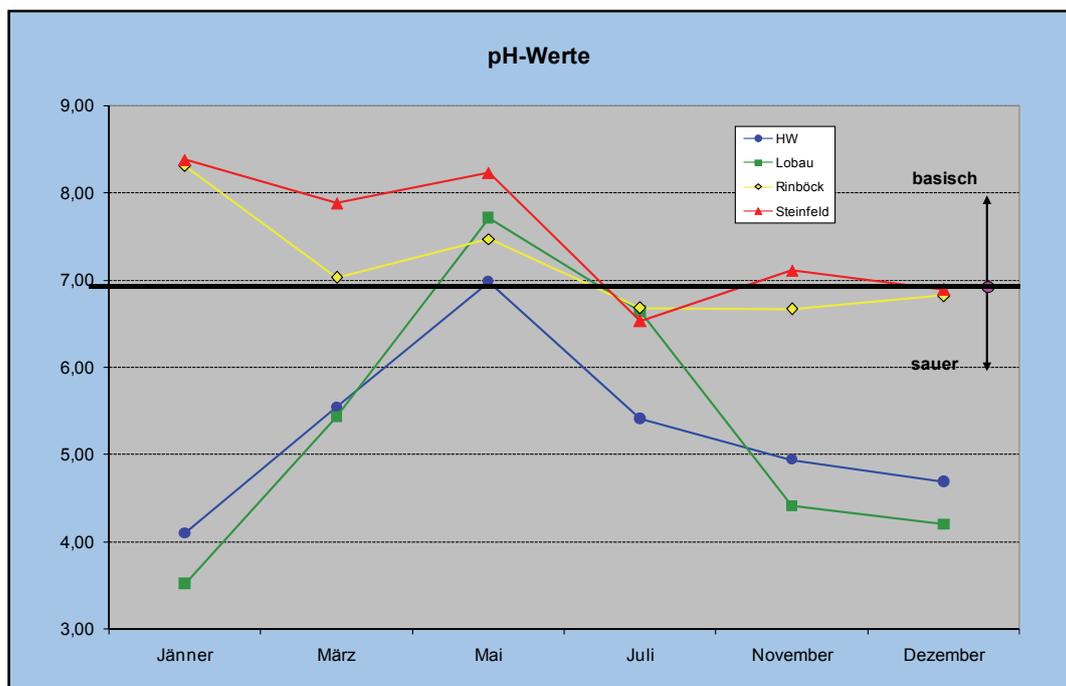


Abb. 26: pH Wert-Verlauf der Probenwässer von allen 4 Standorten im Jahr 1997

In (Abb. 26 und Tab. 11) sind die Ergebnisse der Messungen dargestellt. Es ist zu sehen, dass die Bergerhoffprobenwässer der Standorte Rinböckstrasse und Steinfeld etwa um pH 7 bzw. leicht basisch sind. Die Standorte Hohe Warte und Lobau zeigen im Winter Frühling und Herbst sehr saure Wässer, die nur im Mai, Juni in etwa neutral bis leicht basisch gemessen wurden.

Der Sauerstoffgehalt ist ein Maß für die Sättigung des Wassers mit Sauerstoff und wird in mg/l angegeben. Je mehr Sauerstoff im Wasser vorhanden ist desto stärker

oxidierend wirken die Wässer (HOLLEMANN & WIBERG, 1985). Durch Oxidationsvorgänge in Probenlösungen sinkt also wiederum der Sauerstoffgehalt im Wasser.

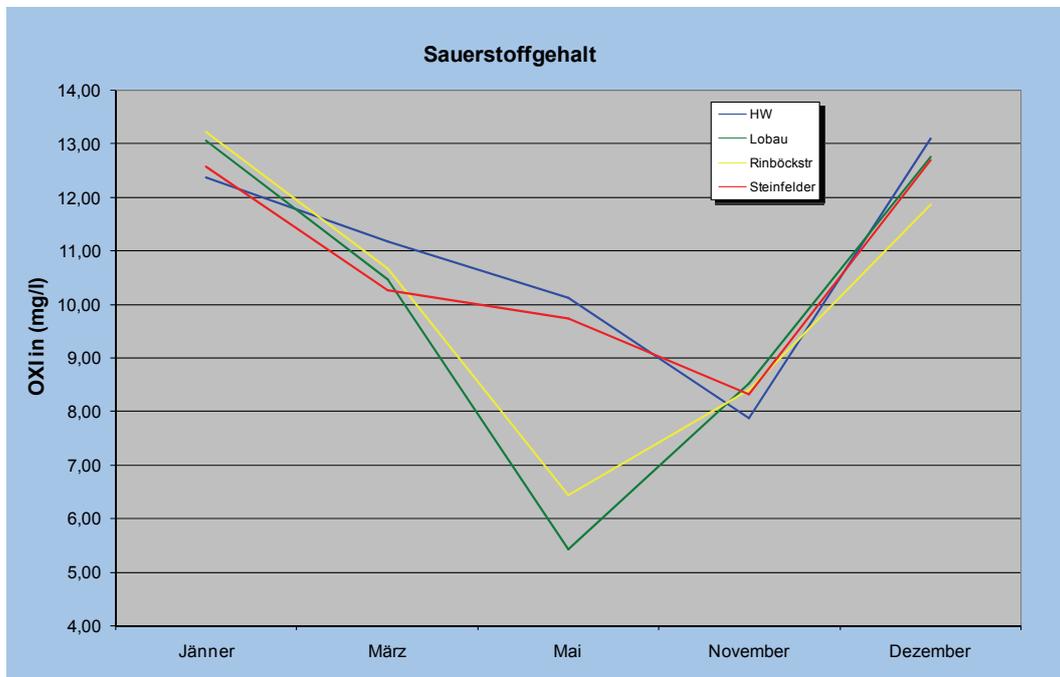


Abb. 27: Verlauf der Sauerstoffgehalt der Probenwässer an allen 4 Standorten im Jahr 1997

In (Abb. 27 und Tab. 11) wurde das Ergebnis der Messungen dargestellt. Der Oxi-Wert bewegt sich dabei für alle Standorte über das Jahr 1997 zwischen den niedrigsten Werten im Sommer und Herbst mit 5,5 mg/l und den höchsten Werten im Winter mit 13 mg/l. Der sehr auffällige starke Rückgang im Mai auf 5,5 bzw. 6,5 mg/l betrifft aber nur die Standorte, Rinböckstrasse und Lobau. Der Jahresmittelwert beträgt für alle Standorte 10-11 mg/l.

Die Leitfähigkeit ergibt sich aus den Leitfähigkeitsbeträgen der gelösten, dissoziierten Anionen und Kationen. Gemessen wird die Leitfähigkeit in $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ bei einer Referenztemperatur von 25°C . Anhand der Leitfähigkeitsmessungen kann ein direkter Zusammenhang mit der Gesamtmineralisation der Wässer hergestellt werden (HOLLEMANN & WIBERG, 1985).

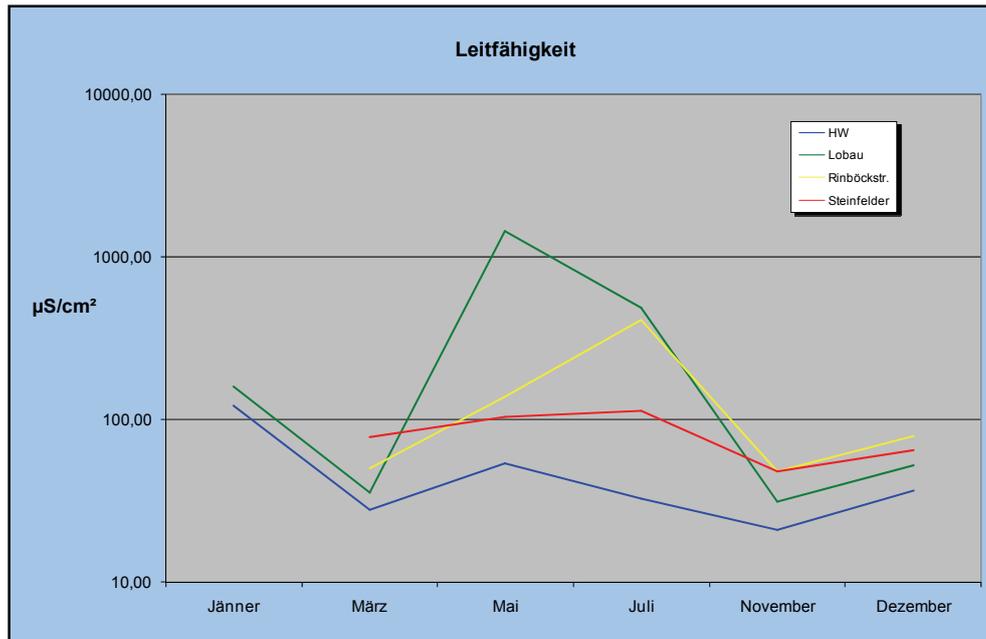


Abb. 28: Verlauf der Leitfähigkeit der Probenwässer an allen 4 Standorten im Jahr 1997

In (Abb. 28 und Tab. 11) wurde das Ergebnis der Messungen dargestellt. Der Höchste Leitfähigkeits-Wert wurde am Standort Lobau im Mai mit 1437 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ gemessen. Im Jahresmittel wurden in fallender Reihenfolge folgende Werte ermittelt: Lobau mit 367 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$, Rinnböckstrasse 145 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$, Steinfelder 82 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ und Hohe Warte mit 49 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$.

Tab.11: Chemisch-physikalische Parameter der Niederschlagswässer in den Bergerhoff-Sammelgläsern. pH, OXI...Sauerstoffgehalt, LF...Leitfähigkeit

pH	Hohe Warte	Lobau	Rinnböckstr.	Steinfelder
Jänner	4,10	3,52	8,31	8,38
März	5,54	5,43	7,03	7,88
Mai	6,98	7,71	7,47	8,23
Juli	5,41	6,64	6,68	6,53
November	4,94	4,41	6,67	7,11
Dezember	4,69	4,20	6,82	6,89
Jahresmittel	5,28	5,32	7,16	7,50
OXI (mg/l)	Hohe Warte	Lobau	Rinnböckstr.	Steinfelder
Jänner	12,37	13,07	13,23	12,57
März	11,17	10,47	10,67	10,27
Mai	10,13	5,43	6,43	9,73
November	7,87	8,53	8,40	8,33
Dezember	13,10	12,77	11,87	12,70
Jahresmittel	10,93	10,05	10,12	10,72
LF ($\mu\text{S};25^\circ$)	Hohe Warte	Lobau	Rinnböckstr.	Steinfelder
Jänner	122,40	159,40		
März	27,73	35,57	49,93	77,63
Mai	54,03	1437,00	139,10	104,30
Juli	32,67	483,70	408,00	113,70
November	21,00	31,33	48,00	48,33
Dezember	36,33	52,33	78,67	65,00
Jahresmittel	49,03	366,56	144,74	81,79

4.5 Analytik Chemie

Die Bestimmung der Spurenelemente wurde, an den Arbeitsstandards und 8 Bergerhoff-Depositionsproben des Standorts Rinböckstrasse, mittels der TR-RFA Methode durchgeführt. Die Ergebnisse der Spurenelementanalyse sind in (A11.1), die Korrelationen, Anreicherungen und Mittelwerte gegenüber der Kruste (Abb. 29) und den Donausedimenten in (A11.2-A11.4) zusammen gestellt.

Tab. 12 Ergebnis der Spurenelementanalyse der Standards 92194 und 95525 und der Proben Rinnböckstrasse

Elementname	Zeichen	Eh.	St92	St95	R97003 Jänner	R97007 Februar	R97011 März	R97015 April	R97019 Mai	R97023 Juni	R97103 Juli	R97107 August	Mittelwert der Proben
Arsen	As	mg/kg	0,0	4,9	61,9	23,4	6,1	6,3	4,0	8,1	4,2	6,2	15,0
Barium	Ba	mg/kg	9957,4	135,3	327,6	624,4	223,0	276,1	115,7	117,8	88,5	113,9	235,9
Cadmium	Cd	mg/kg	0,0	2,6	8,4	28,1	0,0	0,0	0,0	9,5	6,3	7,5	7,5
Chrom	Cr	mg/kg	155,3	38,0	107,4	126,8	93,0	45,9	29,9	21,5	17,8	28,0	58,8
Kupfer	Cu	mg/kg	205,1	81,3	277,5	470,7	232,0	196,2	158,2	274,6	264,4	250,4	265,5
Nickel	Ni	mg/kg	126,6	25,3	257,6	87,6	83,9	26,1	20,8	33,2	21,8	44,1	71,9
Blei	Pb	mg/kg	4145,2	89,7	677,8	579,7	284,5	279,5	181,0	104,7	104,8	254,5	308,3
Rubidium	Rb	mg/kg	62,7	13,0	39,3	71,0	31,5	33,4	19,3	31,3	35,5	39,8	37,6
Antimon	Sb	mg/kg	51,9	9,6	21,5	68,6	21,6	14,2	11,9	18,1	12,2	14,8	22,9
Strontium	Sr	mg/kg	611,0	43,7	4218,9	423,7	92,9	106,9	65,7	158,4	136,3	74,6	659,7
Vanadin	V	mg/kg	378,0	38,3	315,0	156,8	92,5	61,3	40,1	31,3	37,0	51,4	98,2
Zink	Zn	mg/kg	19722,2	770,2	2576,7	2540,5	1302,3	1403,7	1101,8	1057,0	1045,5	1650,6	1584,7
Summe Spurenelemente	mg/kg		35415,4	1251,7	8889,6	5201,2	2463,4	2449,5	1748,3	1865,4	1774,3	2535,8	3365,9

Ausgehend von der Elementanalyse und deren Auswertungen wurde eine Untersuchung der Anreicherungs-faktoren gegenüber einer Donausedimentprobe (A11.3, Tab. 13) und der Erdkruste (A11.2, Tab. 13) vorgenommen.

Eine Anreicherung eines bestimmten Elementes (x) in Staubproben gegenüber einer Referenzprobe (Erdkruste oder in unserem Fall Donausedimente) wird als Elementanreicherungsfaktor (EF) bezeichnet (HEINRICHS & BRUMSACK, 1997).

$$EF(x) = \text{Konzentration (x)}_{\text{Probe}} / \text{Konzentration (x)}_{\text{Kruste}}$$

Die Konzentrationen(x) können auch auf ein bestimmtes Referenzelement (in unserem Fall Eisen - Fe) normiert werden.

$$EF(x) = \frac{\text{Konzentration (x)}_{\text{Probe}} / \text{Konzentration (Fe)}_{\text{Probe}}}{\text{Konzentration (x)}_{\text{Kruste}} / \text{Konzentration (Fe)}_{\text{Kruste}}}$$

Die EF Werte geben an wie sehr ein bestimmtes Element aus einer Staubprobe gegenüber der Erdkruste bzw. den Donausedimenten angereichert ist. Diese Untersuchungen erleichtern die Unterscheidung von natürlichen geogenen Partikeln gegenüber den anthropogen angereicherten Elementen. Elemente wie Alkali- und Erdalkalimetalle, Si, Al, Ti und die Schwermetalle Mn und Fe sind geogene Elemente bei denen der Anreicherungsfaktor um 1 liegt. Der anthropogene Einfluss bei diesen Elementen spielt keine Rolle, da er in der natürlichen Schwankung untergeht. In den Ergebnissen sind die geogenen Spurenlemente (um 1) in grüner Farbe dargestellt. Ein intermediärer Bereich (3 bis 25) in blauer Farbe stellt den Übergang zu den stark anthropogen angereicherten Elementen (rot) dar (Abb. 29). Im Fall dieser stark angereicherten Elemente erreichen die Anreicherungsfaktoren bei der Probe-Kruste Gegenüberstellung Werte über 100. Die EF-Spitzenwerte im negativen Sinn erreichen die Elemente Antimon 419, Cadmium 192 und Zink mit 123. Auch die folgenden Elemente wie Blei 84 und Arsen mit 26 sind über dem intermediären Bereich als anthropogen angereichert erkennbar (Abb. 29). In (Tab. 12) sind die Anreicherungsfaktoren der Proben bezogen auf Kruste und auf das Donausediment dargestellt. Bei den Anreicherungsfaktoren bezogen auf die Donausedimente ist nur ein Element, nämlich Cadmium mit 27,6 über Bereich der intermediären Elemente angereichert.

Tab. 13: Elementanreicherungsfaktoren (EF) der Spurenelemente der untersuchten Staubproben gegenüber der Erdkruste (siehe auch Abb. 29) und den Donausedimenten und den dazu gehörenden c-Werten von Kruste und Donausediment.

Elemente	chemisches Zeichen	EF Proben-Kruste	c Kruste (mg/kg) [nach Krauskopf, 1979]	EF Proben-Donausedimente	c Donausedimente (mg/kg) [nach Kralik, 1994]
Eisen als EF Referenz	Fe	1,0	54000,00	0,9	35669,00
Arsen	As	26,3	1,80	1,2	16,00
Barium	Ba	1,6	500,00	1,0	483,00
Cadmium	Cd	191,9	0,15	27,6	0,63
Chrom	Cr	1,9	100,00	1,0	102,00
Kupfer	Cu	23,7	50,00	14,9	49,00
Nickel	Ni	3,1	75,00	1,4	72,00
Blei	Pb	84,0	12,50	8,3	68,00
Rubidium	Rb	1,8	90,00	1,0	103,00
Antimon	Sb	418,9	0,20		
Strontium	Sr	4,8	375,00	1,6	239,00
Vanadin	V	2,9	110,00	1,3	113,00
Zink	Zn	123,1	52,00	20,6	181,00

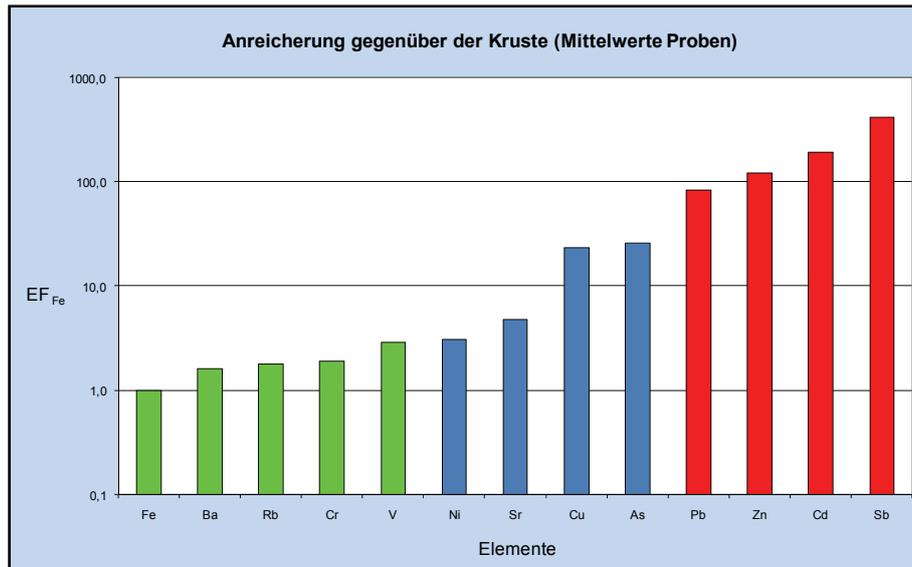


Abb. 29: Anreicherungsfaktoren (EF) der ungelösten Bergerhoffproben gegenüber der geologischen Oberkruste. Natürliche geogene Elemente um 1 sind in grün, intermediäre Elemente in blau und stark angereicherte antrphogene Elemente in blau dargestellt.

Die in (Abb. 29) dargestellten, stark angereicherten bzw. intermediären Elemente sind in (Tab. 14) zusammengestellt. Damit sind jene Elemente zusammengestellt auf die in der Diskussion (Kap. 5.4) näher eingegangen wird. Gelistet wurde jeweils das Maximum und Minimum mit dem dazugehörigen Monaten, der Mittelwert der Proben über den Zeitraum Jänner bis August und der Faktor der Überhöhung gegenüber der Kruste. Der extrem hohe Wert von Zink (19722 mg/kg) und Barium (9957 mg/kg) beim Standard 92194 ist darauf zurück zu führen, dass es Dachstäube aus Wien sind. Zinkbleche gehören zu den meist verwendeten Metall-Dachbedeckungen und Barium ist wichtiger Bestandteil in Lacken.

Tab. 14: Maxima und Minima der Spurenelemente (mg/kg) bezogen auf den Monat, Mittelwerte (mg/kg) und die Faktorenüberhöhung der Mittelwerte gegenüber der Kruste.

Elementname	Zeichen	Maximum-Wert (mg/kg) und Monat		Minimum-Wert (mg/kg) und Monat		Mittelwert (mg/kg) Jänner bis August	Faktor Mittelwert über Kruste
Antimon	Sb	68,56	Februar	11,94	Mai	22,9	115,00
Cadmium	Cd	28,11	Februar	0,00	März, April, Mai	7,5	50,00
Zink	Zn	2576,68	Jänner	1045,46	Juli	1584,7	30,00
Blei	Pb	677,79	Jänner	104,67	Juni	308,3	25,00
Arsen	As	61,91	Jänner	4,03	Mai	15,0	8,00
Kupfer	Cu	470,68	Februar	158,19	Mai	265,5	5,00
Strontium	Sr	4218,89	Jänner	65,65	Mai	659,7	1,80
Nickel	Ni	257,64	Jänner	20,76	Mai	71,9	0,95

5. DISKUSSION

5.1 Röntgendiffraktometrie – Mineralogie

Der Beprobungszeitraum mittels Bergerhoffsammlern von einem Jahr erwies sich als ideal, da deshalb bestimmte Jahreszeitliche Unterschiede sehr gut dokumentiert sind. Die Verwendung von Silizium als Proben­träger war ebenfalls eine richtige Entscheidung, da bei idealer Ausrichtung und Null-Rotation die störenden Reflexe weitestgehend eliminiert bzw. unterdrückt werden konnten. Der im Labor durch Dekatieren verloren gegangene Lösungsanteil könnte mit den entsprechenden Untersuchungsmethoden zusätzlich erfasst werden.

In einer Veröffentlichung zur Jahrestagung DTTG in Trier (KRALIK & BUXBAUM, 1997) wurde beschrieben in wie weit sich die Mineralphasenzusammensetzung über das Jahr ändert. Im Winter ist z.B. der Calcit (Splittstreuung) und Gipsgehalt (mehr SO₂ durch Hausbrand) erhöht und im Frühling, Sommer und Herbst zeigen sich erhöhte Anteile an Feldspäten, Quarz, Tonmineralen und organischem Material (Abwehungen der landwirtschaftlichen Tätigkeit und höhere biologische Aktivität).

Im Hinblick auf die unterschiedlichen Umgebungscharakteristiken sind die semiquantitativen Ergebnisse bei der Gesamtpartikulären und der Deposition < 20 µm gut zu interpretieren. Bei beiden Probenfraktionen erweist sich der Standort Steinfelder mit Mittelwerten von (Gesamt 350 mg/m²/Tag und Fein 114 mg/m²/Tag) vor der Rinnböckstrasse (Gesamt 263 mg/m²/Tag, Fein 99 mg/m²/Tag), Lobau (Gesamt 150 mg/m²/Tag, Fein 78 mg/m²/Tag) und der Hohen Warte (Gesamt 58 mg/m²/Tag, Fein 36 mg/m²/Tag) als der am stärksten Staub belastete Standort. Dass der Standort Lobau mehr als doppelt so hohe Belastungswerte zeigt als der Standort Hohe Warte, kann einerseits bei einer vorwiegenden W-NW Windrichtung, die den im Stadtzentrum erzeugten Staub transportiert, andererseits mit dem sekundären Windrichtungsmaximum aus SO (siehe Kap. 2.2), die Belastungen vom nahen zum Flughafen Schwechat bzw. durch nahe landwirtschaftliche Tätigkeit (Abwehungen bei der Bearbeitung von Böden) mit sich bringt. Auch am Verlauf des Kalifeldspats

der von Frühling weg einen Aufwärtstrend bis Sommer – Herbst (fällt dann zurück) zeigt, ist die Beeinflussung durch landwirtschaftliche Tätigkeiten nachweisbar.

Die am Standort Steinfeld der höchsten Mittelwerte Cc und Dol Werte mit ca. 15% gegenüber 3-4% an den Standorten Hohe Warte und Lobau können mit der größeren Nähe zu den Ausläufern der Kalkalpen, die auch durch die Liesing abgetragen und zum Standort Steinfeld transportiert wurden (siehe auch Kap. 2.3 Boden) erklärt werden. Zusätzlich kommt noch ein Beitrag durch erhöhte Splittstreuung an unmittelbar angrenzende stark befahrene Straßen. Abgesehen von größeren gestreuten Mengen bleibt Splitt im Industriegebiet länger liegen, es gibt es eine größere Akkumulation als z.B. in einem Wohn- oder Schutzgebiet und es kommt durch den stärkeren Verkehr zu mehr Aufwirbelung der Stäube. An der Hohen Warte ist der Mittlere Gipsanteil mit 14% am höchsten, was mit der Nähe zum Heizkraftwerk Brigittenau zusammen hängen kann (Gipsbildungen durch mehr SO₂ in der Luft durch Rauchabgase und Gips direkt aus den Filteranlagen der Schornsteine). Die Hohe Warte ist auch der einzige Standort an dem in jedem Monat Gips nachgewiesen werden konnte.

Bei der Sammlung mit der Filterpumpe müssten die Zeiträume der Sammlung erweitert werden, da die gesammelten Mengen mit bis zu 17 µg/m³ (20-70 µg/m³ zeigen Erfahrungswerte in Wien) nur als qualitativ erachtet werden konnten. Auch die Kontrolle der Filter bzw. des Durchlaufvolumens müsste verbessert werden um das Reißen der Filter und dadurch den Verlust der Probe zu vermeiden. Ein weiterer Punkt ist das Filtermaterial aus Polycarbon, welches durch den hohen Untergrund und großen störenden Reflexen die Untersuchungen der ohnehin sehr geringen Mengen erschwerte. Die Störreflexe sind genau im Bereich von wichtigen Peaks der Minerale Q, Cc, Dol, Gi, und Fsp. Filter aus anderen Materialien wie z.B Silber wären besser geeignet. Zu beachten ist dabei, dass dadurch chemische Analysen (aufgrund der Filterzusammensetzung) beeinträchtigt wären. Bei den Proben Rinnböckstrasse und Hohe Warte ist auf den gemessenen Gipsanteil von 49% Rinnböckstrasse zu 14% an der Hohen Warte hinzuweisen. Diese Umkehrung des Gips-Ergebnisses zu den Bergerhoffproben ist am ehesten mit mehr Neubildung von Gips am Filter am Standort Rinnböckstrasse erklärbar. Das große Verkehrsaufkommen der Umgebung (Südosttangente) und Verbrennungsprozesse in der Umgebung (Gewerbe und Industrie) verleiten zu dieser Annahme.

Die Ergebnisse der Streusplittproben Rinnböckstrasse und Steinfelder sind durch die gleiche Splitttherkunft aus denselben Steinbrüchen ähnlich. Beide Standorte weisen Cc+Dol mit 60-70% aus und unterscheiden sich nur im Quarzanteil (16 % Steinfelder und 25 % Rinnböckstrasse).

Bei den Bodenproben lässt sich grundsätzlich eine Korrelation der Standortergebnisse mit dem geologischen Untergrund herstellen. Lobau und Rinnböckstrasse sind sich dabei relativ ähnlich. Bei den Standorten Hohe Warte und Steinfelder zeigen sich zwei markante Gegensätze bei den Mineralien Quarz und Calcit. An der Hohen Warte (Nähe zu Sandsteinen des Flysch) ist Cc mit 10% niedrig und Quarz mit 60% hoch. Genau umgekehrt ist es mit 45% Cc und 25 % Quarz am Standort Steinfelder (Nähe zu den Ausläufern der nördlichen Kalkalpen – Karbonate). Beim Standort Lobau sind die höchsten Werte bei den Glimmern (7,5-9,5 %) mit den Aulehmböden in Verbindung zu bringen (siehe auch Abb. 13).

Beim Vergleich der Splitt- und Bodenproben ergibt sich an den Steinfeldern eine höhere Anreicherung von 60% Cc im Boden (Splitt 70% Cc), gegenüber der Rinnböck-Str. mit 30% Cc im Boden (Splitt 60% Cc). Der Quarzanteil in beiden Böden ist mit (40% Q- Rinnböck-Str. und 30% Q-Steinfelder) um 15% gegenüber den Splittproben (25% Q- Rinnböck-Str. und 15% Q-Steinfelder) erhöht. Der gebogene Untergrund in den Steinfällen dürfte maßgeblich zu diesem Unterschied beitragen.

Wenn man den Zeitraum zwischen der Probenahme (1997) für diese Diplomarbeit, zu den neueren Arbeiten (TRIMBACHER & NEINAVAIE, 2008; LIMBECK, 2009) berücksichtigt und die in der Zwischenzeit greifenden Umweltschutzmaßnahmen berücksichtigt, können die Untersuchungsergebnisse relativ gut mit diesen Daten verglichen werden (siehe auch Kap. 5.4).

5.2 Glühverlust

Der organische Anteil der gewonnenen Proben wurde mittels Glühverlust bestimmt. Diese modifizierte Methode (siehe Kap.3.3.2) wurde aus Kostengründen der TOC vorgezogen. Dieser Glühverlust (360° C / 6h) kann annähernd als organischer Anteil interpretiert werden. Das Glühen bei 360°C über 6 Stunden ist ein Kompromiss zwischen der restlosen Oxidation der Organika und dem Problem, dass bei höheren

Temperaturen (Normglühverlust bei 550°C) Wasser aus den Tonmineralien und CO₂ aus den Carbonaten abgegeben wird. (KRALIK, 1999).

Bei den Bergerhoffproben ist am Jahresverlauf der Anteile an organischem Staubanteil (< 20 µm; Mittelwerte) an den Standorten Hohe Warte und Lobau mit (60%), Rinnböckstrasse (50%) und Steinfeld mit (35%) zeigen sich wieder die Unterschiede der Umgebungscharakteristik. Ebenso steigt mit Beginn der Vegetationsphase an allen Standorten der Anteil organischer Anteile von 10-25% im Jänner auf 45-80% im April, Mai und bleibt bis in den Herbst auf diesem Niveau. Der eindeutige Zusammenhang mit den Vegetationszeiten ist hier gegeben.

Die Filter konnten aufgrund ihrer Zusammensetzung nicht geglüht werden. Anderes Filtermaterial wäre hier sinnvoll. Bei beiden Splittprobenstäuben (<20 µm) wurden erwarteter Maßen nur geringe Anteile mit 6% Organika bestimmt, die wahrscheinlich aus Strassenverunreinigungen und nicht aus dem ursprünglichen Karbonatsplitt stammen. Bei den Bodenproben ist durch den relativen gleichen Aufbau der obersten Bodenschichten (mit Grasnabe) auch der Anteil an organischem Material ungefähr gleich (9-12%).

5.3 Physikalische Parameter (pH, OXI, LF)

Die Messungen der physikalischen Parameter der Niederschlagswässer sind durch Pufferreaktionen in den langen Stehzeiten der Bergerhoffgläser verändert. Häufigere Messungen oder auch zusätzliche hydrochemische Untersuchungen wären von Vorteil. Wie bei den Bodenproben lassen auch die „Niederschlagswässer“ Rückschlüsse auf den Hintergrund der Standorte Hohe Warte und Steinfeld zu. Der Standort Hohe Warte (Quarz) ist mit pH Werten von 4,5-7 sauer bis neutral und der Standort Steinfeld (Karbonat) ist mit 7-8 neutral bis basisch. Die niedrigeren Werte des Sauerstoffgehalts an allen Standorten in der Vegetationszeit mit 5,5-10 mg/l (Vergleich – Winter bei 13 mg/l) dürften mit der Oxidation eingetragenen, biologischen Materials zusammen hängen. Durch Oxidationsreaktionen in Wässern sinkt deren Sauerstoffgehalt (HOLLEMAN & WIBERG, 1985).

5.4 Geochemie

Mittels TR-RFA wurden 8 Staubproben (Zeitraum Jänner – August 1997) der Bergerhoff - Deposition des Standorts Rinnböckstrasse untersucht und ausgewertet (siehe Kap. 4.5)

Um den relevanten Umwelt- und gesundheitsgefährdenden Auswirkungen der Spurenelemente in Stadtstäuben Rechnung zu tragen, ist diesen Ergebnissen ein Schwerpunkt der Diskussion gewidmet. Im Vergleich mit neueren Arbeiten zu dieser Thematik (LIMBECK, 2009), zeigen sich relativ gute Übereinstimmungen in manchen Teilergebnissen. Auch in der Arbeit von LIMBECK, 2009 wurde der Standort Rinnböckstrasse beprobt und analysiert. Natürlich muss berücksichtigt werden, dass die Proben dieser Diplomarbeit aus dem Jahr 1997 stammen und in den letzten Jahren einige Fortschritte im Bereich des Umweltschutzes erzielt wurden (sinkende Feinstaubgehalte; jährliche Berichte des Umweltbundesamtes). Auch spielen wahrscheinliche Fehlerschwankungen bis zu 20% bei den Spurenelementanalysen eine Rolle. Aufgrund dieser Vergleiche scheinen die Ergebnisse dieser Diplomarbeit für die Stadtstäube von Wien plausibel zu sein.

Die in (Tab. 14) aufgelisteten Spurenelemente (Schwermetalle), stellen die anthropogen emittierten Elemente dar und werden deshalb, in fallenden Reihenfolge ihrer Anreicherung gegenüber der Erdkruste, genauer beschrieben. Alle im Folgenden beschriebenen Elementen zeigen die Maxima der Konzentrationen im Jänner oder Februar und die Minima im Mai, Juni oder Juli. Diese Konstellation lässt Rückschlüsse auf generelle jahreszeitliche Unterschiede zu. Im Winter wären das z.B. die hohe Heiztätigkeit (privat und öffentlich), Inversionswetterlagen (Anreicherung über dem Stadtgebiet, Staubaufwirbelung der angereicherten Splittstäube etc..

Antimon (Sb)

Die meisten Antimonverbindungen sind schwer löslich und ihre Toxizität hängt von der Verbindung ab, wobei höhere Sb-Konzentrationen sogar die Toxizität von Blei oder Arsen übersteigen können. Die Sb-Oxydverbindungen gelten als karzinogen. Sb ist Bestandteil von Farben, Legierungen und Halbleitern. Es ist ein wichtiger Indikator für Deposition aus dem Strassenverkehr und wird mit dem Abrieb von Bremsen in Verbindung gebracht (ÖAW, 2009).

Die Nähe des Standorts Rinnböckstrasse zur Südosttangente unterstreicht diese Einschätzung. Mit einem EF Wert von 419 und einem Mittelwert von 22,9 mg/kg ist Antimon in dieser Untersuchung gegenüber der Erdkruste 115 x höher angereichert.

Cadmium (Cd)

Cadmium ist ein toxisches Schwermetall und einer der Hauptaufnahmewege bei Menschen ist die Inhalation von Stäuben und Rauch. Cadmium ist das Element mit dem weltweit zweithöchsten anthropogenen Anreicherungsfaktor (5,4) (nach VERRY & VERMETTE, 1992). Hauptemittenten sind weltweit Buntmetallindustrie, Verbrennung fossiler Brennstoffe, Müllverbrennung und die Landwirtschaft (aus Düngemittelphosphaten) (BLIEFERT, 1994; WINIWARTER & SCHNEIDER, 1995). In Österreich hat Hausbrand (35%) den größten Anteil, weitere Quellen sind Kraftwerke und Industrie mit jeweils 20% (UMWELTKONTROLLBERICHT, 2001).

Mit einem EF Wert von 192 und einem Mittelwert von 7,5 mg/kg ist Cadmium in dieser Untersuchung gegenüber der Erdkruste 50 x höher angereichert.

Zink (Zn)

Ist nur in sehr hohen Dosen toxisch und reichert sich im menschlichen Körper nicht an. Zink wird vor allem als Rostschutz von Eisen- und Stahlprodukten verwendet, aber auch organische Verbindungen (ZnO) finden Verwendung in Düngemitteln, Pigmenten oder Autoreifen. Hauptemittenten sind Industrie, Kohleheizungen und Kohlekraftwerke (min. 50%), Kraftstoffverbrennung und z.B. Reifenabrieb (ZECHMEISTER, 1995). Zink besitzt nach Pb und Cd den dritthöchsten anthropogenen Anreicherungsfaktor (Faktor 3).

Mit einem EF Wert von 123 und einem Mittelwert von 1585 mg/kg ist Zink in dieser Untersuchung gegenüber der Erdkruste 30 x höher angereichert.

Blei (Pb)

Blei ist nachgewiesen toxisch und führt zu chronischen Schäden der Blutbildung und des Nervensystems. Weltweit stammt der Hauptteil aller Bleiemissionen aus der Verbrennung von verbleitem Benzin (ca. 90%), in dem Blei als Antiklopffmittel (Benzinmotoren) verwendet wird. Blei wird seit langem beobachtet und ist das Schwermetall mit den höchsten anthropogenen Anreicherungsfaktoren weltweit. Die menschliche Freisetzung ist 28 mal höher als die natürliche und selbst nach Abzug

des verbleiten Benzins bleibt noch ein Anreicherungsfaktor von 7 (VERRY & VERMETTE, 1992) In Österreich kommen 42% der Pb-Emissionen aus dem Verkehr, 37% aus der Stahl- und Glaserzeugung, 13% aus Verbrennungsprozessen und der Rest von lokalen Emittenten. Zwischen 1985 und 1999 sind die Blei-Emissionen in Österreich um 90% gesunken, was wahrscheinlich direkt mit dem Verbot von verbleitem Benzin 1993 zusammenhängt (UMWELTKONTROLLBERICHT, 2001).

Mit einem EF Wert von 84 und einem Mittelwert von 308 mg/kg ist Blei in dieser Untersuchung gegenüber der Erdkruste 25 x höher angereichert. Diese hohen Werte sind wieder mit der Nähe zur Südosttangente in Zusammenhang zu bringen, da 1997 der hohe Anteil an ausländischen KFZ und hier vor allem den LKW's aus dem Osten, immer noch mit verbleitem Benzin betrieben wurden.

Arsen (As)

Arsen ist ein Halbmetall und kann nicht zu den eigentlichen Schwermetallen gerechnet werden. Arsen gilt bei Menschen als karzinogen. Die weltweite As-Emission geht, einerseits über natürlich vulkanische Aktivität und andererseits über Verbrennungsprozesse, Erzverarbeitung und durch direkte Verwendung in der Landwirtschaft (bis zu 50% des Gesamtverbrauchs), vor sich (ADRIANO, 1986). In Österreich wird Arsen hauptsächlich durch Holz- und Kohlefeuerungen emittiert.

Mit einem EF Wert von 26 und einem Mittelwert von 15 mg/kg ist Arsen in dieser Untersuchung gegenüber der Erdkruste 8 x höher angereichert.

Kupfer (Cu)

Kupfer wird vor allem in der Kupfererzeugung selbst und in anderen Metallverarbeitenden Prozessen freigesetzt. Hauptanwender ist mit 50% die Elektroindustrie in der Kabelherstellung, aber auch in Düngemittel und Pestiziden ist Kupfer in Verwendung und macht bei intensiv genutzten landwirtschaftlichen Flächen bis zu 50% der Kupferanreicherung in den Böden aus. Es gibt Hinweise, dass Kraftstoffe und hier vor allem Diesel mit bis zu 70% eine wesentliche Rolle spielen (WINIWARTER & SCHNEIDER, 1995).

Mit einem EF Wert von 24 und einem Mittelwert von 265 mg/kg ist Kupfer in dieser Untersuchung gegenüber der Erdkruste 5 x höher angereichert. Neben der bereits erwähnten Verkehrsbelastung am Standort Rinnböckstrasse, ist auch eine der Hauptverwendungen von Kupfer als Dach- und Gebäudeverkleidung zu nennen.

Strontium (Sr)

Strontium ist sehr häufig in Karbonaten nachzuweisen. Es kann den Krustenelementen zugeordnet werden und korreliert sehr gut mit Ca und Mg (LIMBECK, 2008). Strontium wird z.B. neben anderen Salzen von Schwermetallen (Barium, Kupfer) in Pyrotechnischen Stoffen zur Erzeugung der Lichteffekte verwendet. Das führt bei Monatsaufnahmen z.B. im Jänner (Silvester) zu stark überhöhten Strontium-Werten die bis zum 20 – 50 fachen der normalen Werte erreichen können (LOSSAU, 2009).

Mit einem EF Wert von 4,8 und einem Mittelwert von 660 mg/kg ist Strontium in dieser Untersuchung gegenüber der Erdkruste 1,8 x höher angereichert. Das Maximum ist eindeutig mit 4219mg/kg im Jänner.

Nickel (Ni)

Einige Nickelverbindungen zeigen karzinogene, andere allergene Wirkung beim Menschen. Nickel wird vor allem in korrosions- und hitzebeständigen Stählen (Münzen, Turbinen) und in der Galvanik verwendet. In Österreich sind die Hauptemittenten Kraftwerke mit 34%, Diesel aus KFZ-Motoren (30%) und die industrielle Verbrennung von Öl (16%).

Mit einem EF Wert von 3,1 und einem Mittelwert von 71,9 mg/kg ist Nickel in dieser Untersuchung gegenüber der Erdkruste mit 0,95 nicht mehr angereichert. Damit befinden wir uns im Bereich der geogenen Stäube. Ein anthropogener Einfluss ist nicht mehr eindeutig nachzuweisen.

6. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die angewandten Methoden der Probenahme Deposition nach Bergerhoff, Filterpumpe, Splittaufsammlung und Bodenproben an den Standorten, lieferten ein breites Spektrum der Eintragspfade und der Staubbelastung. Die Röntgendiffraktometrie (RDA), der Glühverlust und Totalreflexion-Röntgenfluoreszenzanalyse (TR-RFA) sind bei teilweise sehr geringen Probemengen gut geeignet um, relativ einfach und kostengünstig zu ordentlichen Ergebnissen über die mineralogischen Hauptphasen zu kommen.

Bei der Mineralphasenzusammensetzung von anthropogenen Staubproben konnten, im Hinblick auf andere Arbeiten, einige bereits festgestellte Zusammenhänge bezüglich ihrer Herkunft und jahreszeitlichen Schwankung erhärtet oder sogar bestätigt werden. Beispiele dafür wären im Winter hohe Calcit-Werte aufgrund der Splittstreuung, mehr Gips im Winter durch erhöhtes SO₂ (Hausbrand) und ebenfalls saisonaler Schwankungen bei Anteilen von Quarz, Feldspäten, Tonmineralien und organischem Material (Abwehungen der landwirtschaftlichen Tätigkeit und höherer biologischer Aktivität). Die Verteilung der unterschiedlich hohen Belastungen der Staubproben bestätigt die Kriterien der Standortwahl. Bei der Sammlung mittels Gentsammler (Filter <10 µm) sollte man verschiedene Aspekte (Filtermaterial, Probenahmezeitraum etc.) überdenken. Bei den Splittproben gibt es aufgrund des ähnlichen Hintergrunds einige Übereinstimmungen. Die Bodenproben bestätigen, mit 60% Quarz an der Hohen Warte und 45% Cc An den Steinfeldern, grundsätzlich den geogenen Untergrund. Die Unterschiede der Umgebungscharakteristik der einzelnen Standorte konnte mit dem modifizierten Glühverlust (Lobau 60%, Steinfelder 35%) aufgezeigt werden.

Mit der TR-RFA wurden 7 vorwiegend anthropogen emittierende Spurenelemente (Sb, Cd, Zn, Pb, As, Cu und Sr) nachgewiesen und konnten teilweise auch den Emittenten zugeordnet werden. Für alle Spurenelemente konnten die Maxima (Jänner, Februar) und Minima (Mai, Juni, Juli) als generelle jahreszeitliche (Heizungen, Splitt, Inversionswetterlagen und Anreicherung) Unterschiede verifiziert werden. Da der Standort Rinnböckstrasse nur 200-300m von der Südosttangente entfernt liegt, konnten einige Schermetalle (Sb-Bremsenabrieb, Zn-Reifenabrieb und Pb-versehtes Benzin) mit hoher Wahrscheinlichkeit diesen Emittenten zugeordnet werden.

7. LITERATURVERZEICHNIS

Anmerkung zu Quellenangaben und Urheberrechten:

Ich habe mich bemüht, sämtliche Inhaber der Quell- und Bildrechte ausfindig zu machen und ihre Zustimmung zur Verwendung der Bilder in dieser Arbeit eingeholt. Sollte dennoch eine Urheberrechtsverletzung bekannt werden, ersuche ich um Meldung bei mir.

ADRIANO, D.C. (1986): TRACE ELEMENTS IN THE TERRESTRIAL ENVIROMENT. SPRINGER, N.Y.

AUER, I.; BÖHM, R.; MOHNL, H.; (WIEN, 1989): KLIMA VON WIEN, Eine anwendungsorientierte Klimatographie; Beiträge zur Stadtforschung Band 20, Magistrat der Stadt Wien: S 159 und S 247-252.

BAUER, H.; MARR, I.; KASPER-GIEBL,A.; LIMBECK, A.; CASEIRO, A.; HANDLER, M.; JANKOWSKI, N.; KLATZER, B.; KOTIANOVA, P.; POURESMAEIL, P.; SCHMIDL, CH.; SAGEDER, M.; PUXBAUM, H. (2007): „Chemische Zusammensetzung und Quellen des Feinstaubs“; Ergebnisse von AQUELLA Wien - Ein Projekt der Umweltschutzabteilung der Stadt Wien; Institut für Chemische Technologien und Analytik Technische Universität Wien.

BUNDESFORSCHUNGS- UND PRÜFZENTRUM ARSENAL (1994 – 1998): Sources and Transport of natural and anthropogenic dust Emissions in Central Europe; EURODUST; Autoren: MAENHAUT, W.; MATSCHULLAT, J.; MÜLLER, G.; RUPPERT, H.; AMIGO, J.; AUGUSTIN, K.; KRALIK, M.

LOSSAU, N.; (2009): „Die Wissenschaft von Feuerwerken“; aus www.welt.de (9.11.2009); BAM-Bundesanstalt für Materialforschung und –Prüfung unter den Eichen 87, 12205 Berlin, (2009)

- BEHRENDT, H., BECKER, W.M., FRIEDRICHS, K.H., DARSOW, U., OMINGAS, R.,
1992: Interaction between aeroallergens and airborne particulate matter. Int.
Arch. Allergy Immunol. 99, 425-428.
- BLIEFERT, C. (1994): Umweltchemie. 453 S. Verlag Chemie, Weinheim.
- BRINDLEY, G. W. & BROWN, G. (Hrsg., 1980): Crystal structures of clay minerals
and their X-ray identification. 495 S. Mineralogical Society, London.
- BUXBAUM, I.; „Umweltgeologische Bewertung der Staubdeposition am integrated
Monitoring Standort „Zöbelboden“ (Reichraming, O.Ö.)“, Diplomarbeit, Institut
für Geologie, Wien (1999)
- CHARLSON, R. J.; SCHWARTZ, S. E.; HALES, J. M.; CESS, R. D.; COAKLEY, J.
A.; HANSEN, J. & HOFMANN, D. (1992): Climate forcing by anthropogenic
aerosols. Science, 225: 423-430.
- COLLS, J. (1997): Air pollution. An introduction. 341 S. E & FN Spon, London.
- ESTEVE, V. & AMIGO, J. M. (1994): Chemistry and phase determination of
individual atmospheric aerosol particles in a mediterranean coast site. In:
ANGELETTI, G. & RESTELLI, G. (Hrsg.): Physicochemical behaviour of
atmospheric pollutants. AirPollution Research Reports. Report EUR 15609/2
EN. European Commission, 718- 723.
- GEOLOGISCHEN BUNDESANSTALT (Mai 2003) - "Digitaler angewandter Geoatlas
der Stadt Wien", im Auftrag der MA 29 und des Bundesministeriums für
Bildung, Wissenschaft und Kultur).
- GRAEDEL, T. E. & CRUTZEN, P. J. (1994): Chemie der Atmosphäre: Bedeutung für
Klima und Umwelt. 511 S. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.

- GUTHMANN, K., 1958: Das Problem „Reinhaltung der Luft“ unter besonderer Berücksichtigung der Eisenhütten-, insbesondere Stahlwerksbetriebe. Radex-Rundschau, Heft 1, 3-30.
- HEINRICHS, H. & BRUMSACK, H.-J., 1997: Anreicherung von umweltrelevanten Metallen in atmosphärisch transportierten Schwebstäuben aus Ballungszentren. n: J., Matschullat, H.J., Tobschall, H.-J., Voigt (Hrsg.) Geochemie und Umwelt. Springer, Berlin, 442 pp.
- HELIOS-RYBICKA, E. (1989): Metals and their chemical and mineralogical forms in industrial pollutants of the atmosphere. Env. Technol. Letters, 10: 921-928.
- HOLLEMAN, A. F. & WIBERG, E., (1985): Lehrbuch der Anorganischen Chemie, 91.-100., verb. u. stark erweiterte Auflage, Berlin-New York, Verlag de Gruyter, 1985
- HYDROGRAPHISCHES ZENTRALBÜRO DES BUNDES, (1997): Niederschlag und Monatsmittel der Lufttemperatur, aus dem Hydrographischen Jahrbuch 1997, Wien
- JANKOWSKI, N.; PUXBAUM, H.; MARR, I.L.; (2007): “Profiles of road dust and its contribution to PM10 atmospheric aerosol”; European Aerosol Conference 2007, Salzburg, Abstract T13A165, vom Institute for Chemical Technologies and Analytics, Vienna University of Technology, 1060, Vienna, Austria
- KRALIK, M. & BUXBAUM, I.; (1997): Quantitative Mineralanalyse in urbanen Stäuben. Berichte der deutschen Ton- und Tonmineralgruppe e.V. – DTTG; zur Jahrestagung in Trier (Sept.1997).
- KRALIK, M. & GYURITS, K. A. (1994): Stauraumfeinsedimente als Geochronometer von Schad- oder Rohstoffen; Aschach Donausedimente. Jubiläumsschrift 20 Jahre Geologische Zusammenarbeit Österreich-Ungarn, Teil 2, Wien.

- KRALIK, M. (1995): Staubuntersuchungen im Belüftungssystem des Universitätszentrums Althanstrasse. Schrift des Bundesforschungs- und Prüfzentrums Arsenal, Wien.
- KRALIK, M. (1999): A rapid procedure for environmental sampling and evaluation of polluted sediments. Applied Geochemistry, 1999, 1-10.
- LIMBECK, A.; Handler, M.; Puls, CH.; Zbiral, J.; Bauer, H.; Puxbaum, H.; (2008): "Impact of mineral components and selected trace metals on ambient PM10 concentrations", Institute of Chemical Technologies and Analytics, Vienna University of Technology, Getreidemarkt 9/164, A-1060 Vienna, Austria; from Elsevier Journal, Atmospheric Environment; www.elsevier.com/locate/atmosenv (11.10.2009)
- MAGISTRATSABTEILUNG - MA 14 (29.5.98): Realnutzungskarte von Wien (1998), Vienna GIS – Graphische Datenverarbeitung, Wien
- MAGISTRATSABTEILUNG – MA 22: Windrichtungsdaten von der Messstation Lobau, 22. Bezirk, Wien, 1998
- MAGISTRATSABTEILUNG – MA 29 / Brücken- und Grundbau, Wien (24.10.2009), "Geologie von Wien": <http://www.wien.gv.at/verkehr/grundbau/geologie.html>
- MATSCHULLAT, J.; TOBSCHALL, H. J. & VOIGT, H.-J. (Hrsg.): Geochemie und Umwelt. Relevante Prozesse in Atmo-, Pedo- und Hydrosphäre. Springer, Berlin, 3-23.
- MIESBAUER, H. (1997): Multielement determination in sediments, pore water and river water of Upper Austrian rivers by total-reflection X-ray fluorescence. Spectrochim. Acta Part B 52, 1003-1007.
- NEINAVAIE, H.; PIRKL, H.; TRIMBACHER, C.; (2000) Herkunft und Charakteristik von Stäuben, GEOÖKO - BE-171, Wien

- ÖAW-Österreichische Akademie der Wissenschaften, (2009): „Ergebnisse und Diskussion - Epiphytenkartierung“ aus www.epup.oeaw.ac.at/0xc1aa500d_0x00144d25.pdf; am (7.11.2009)
- PROSPERO, J. M.; CHARLSON, R. J.; MOHNEN, V.; JAENICKE, R.; DELANY, A. C.; MOYERS, J.; ZOLLER, W. & RAHN, K (1983): The atmospheric aerosol system: An overview. *Rev. Geophys. Space Phys.*, 21: 1607-1629.
- QUALITY OF URBAN AIR REVIEW GROUP (1996): Airborne Particulate Matter in the United Kingdom. 3th Report, May 1996.
- ROEDEL, W. (1994): Physik unserer Umwelt: Die Atmosphäre. 470 S. Springer, Berlin.
- RUPPERT, H. (1974): Geochemische Untersuchungen an atmosphärischen Niederschlägen in Göttingen. Unpubl. MSc-thesis, 54 S., Uni Göttingen.
- SCHULTZ, L. (1964): Quantitative interpretation of mineralogical composition from x-ray and chemical data for Pierre Shales. U.S. Geol. Survey Prof. Pap. 391 C, 1-31.
- SCHROLL, E.; KRACHSBERGER, H.; (1970): Untersuchungen zur Geochemie der Verunreinigungen in atmosphärischen Niederschlägen im Stadtgebiet von Wien. Radex Rundschau, Heft 5.
- TRIMBACHER, CH.; NEINAVAI, H.: “ Applied Integrated Mineralogical and SEM/EDX Analysis for the Identification and Source Apportionment of Deposited Dust in Air Quality Control”; Berichte der Geologischen Bundesanstalt; ISSN 1017-8880 Band 77 S. 73 Wien, November 2008
- UMWELTKONTROLLBERICHT 2001; sechster UKB für die Jahre 1998-2000 gemäß Umweltkontrollgesetz BGGI 1998/152; UBA-Wien, 2001.
- VDI 2119, Blatt 2: Bestimmung des Staubniederschlags mit Auffanggefäßen aus Glas (Bergerhoff-Verfahren) oder Kunststoff.

VERRY, E.S. & VERMETTE, S. J. (eds.) (1992): The deposition and fate of trace metals in our environment- USDA-Forest service. MN.

VINCENT, J. (1994): Measurement of fine aerosols in workplaces. A review. Analyst., 119:19-25

WHITBY, K. T. & SVERDRUP, G. M. (1980): California aerosols: their physical and chemical characteristics. Adv. Environ. Sci. Technol., 10: 477-517.

WINIWARTER, W. & SCHNEIDER, M. (1995): Abschätzung der Schwermetall-emission in Österreich. Reports UBA 95-108. Umweltbundesamt, Wien.

ZAMG – Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik: Windrichtungsdaten Hohe Warte, 19. Bezirk, Wien 1998

ZECHMEISTER, H. (1995): Schwermetalldeposition in Österreich; erfasst durch Biomonitoring mit Moosen (Aufsammlung 1995). Monographien, Band 94; M-094, Umweltbundesamt Wien, 1997

8. ANHANG

Anhang 1: Probennummernzuordnung

A1.1 Bergerhoffproben

Probennummer	Probenahmestandort	Zeitpunkt Probennahme	Art der Proben
97001	Hohe Warte - 19. Bezirk	31.12.96 - 31.01.97	Bergerhoff
97002	Lobau - 22. Bezirk	31.12.96 - 31.01.97	Bergerhoff
97003	Rinnböckstrasse - 11. Bezirk	31.12.96 - 31.01.97	Bergerhoff
97004	Steinfelder - 23. Bezirk	31.12.96 - 31.01.97	Bergerhoff
97005	Hohe Warte - 19. Bezirk	31.01.97 - 01.03.97	Bergerhoff
97006	Lobau - 22. Bezirk	31.01.97 - 01.03.97	Bergerhoff
97007	Rinnböckstrasse - 11. Bezirk	31.01.97 - 01.03.97	Bergerhoff
97008	Steinfelder - 23. Bezirk	31.01.97 - 01.03.97	Bergerhoff
97009	Hohe Warte - 19. Bezirk	01.03.97 - 01.04.97	Bergerhoff
97010	Lobau - 22. Bezirk	01.03.97 - 01.04.97	Bergerhoff
97011	Rinnböckstrasse - 11. Bezirk	01.03.97 - 01.04.97	Bergerhoff
97012	Steinfelder - 23. Bezirk	01.03.97 - 01.04.97	Bergerhoff
97013	Hohe Warte - 19. Bezirk	01.04.97 - 30.04.97	Bergerhoff
97014	Lobau - 22. Bezirk	01.04.97 - 30.04.97	Bergerhoff
97015	Rinnböckstrasse - 11. Bezirk	01.04.97 - 30.04.97	Bergerhoff
97016	Steinfelder - 23. Bezirk	01.04.97 - 30.04.97	Bergerhoff
97017	Hohe Warte - 19. Bezirk	30.04.97 - 30.05.97	Bergerhoff
97018	Lobau - 22. Bezirk	30.04.97 - 30.05.97	Bergerhoff
97019	Rinnböckstrasse - 11. Bezirk	30.04.97 - 30.05.97	Bergerhoff
97020	Steinfelder - 23. Bezirk	30.04.97 - 30.05.97	Bergerhoff
97021	Hohe Warte - 19. Bezirk	30.05.97 - 02.07.97	Bergerhoff
97022	Lobau - 22. Bezirk	30.05.97 - 02.07.97	Bergerhoff
97023	Rinnböckstrasse - 11. Bezirk	30.05.97 - 02.07.97	Bergerhoff
97024	Steinfelder - 23. Bezirk	30.05.97 - 02.07.97	Bergerhoff
97101	Hohe Warte - 19. Bezirk	02.07.97 - 31.07.97	Bergerhoff
97102	Lobau - 22. Bezirk	02.07.97 - 31.07.97	Bergerhoff
97103	Rinnböckstrasse - 11. Bezirk	02.07.97 - 31.07.97	Bergerhoff
97104	Steinfelder - 23. Bezirk	02.07.97 - 31.07.97	Bergerhoff
97105	Hohe Warte - 19. Bezirk	31.07.97 - 01.09.97	Bergerhoff
97106	Lobau - 22. Bezirk	31.07.97 - 01.09.97	Bergerhoff
97107	Rinnböckstrasse - 11. Bezirk	31.07.97 - 01.09.97	Bergerhoff
97108	Steinfelder - 23. Bezirk	31.07.97 - 01.09.97	Bergerhoff
97109	Hohe Warte - 19. Bezirk	01.09.97 - 03.10.97	Bergerhoff
97110	Lobau - 22. Bezirk	01.09.97 - 03.10.97	Bergerhoff
97111	Rinnböckstrasse - 11. Bezirk	01.09.97 - 03.10.97	Bergerhoff
97112	Steinfelder - 23. Bezirk	01.09.97 - 03.10.97	Bergerhoff
97113	Hohe Warte - 19. Bezirk	03.10.97 - 01.11.97	Bergerhoff
97114	Lobau - 22. Bezirk	03.10.97 - 01.11.97	Bergerhoff
97115	Rinnböckstrasse - 11. Bezirk	03.10.97 - 01.11.97	Bergerhoff
97116	Steinfelder - 23. Bezirk	03.10.97 - 01.11.97	Bergerhoff
97117	Hohe Warte - 19. Bezirk	01.11.97 - 02.12.97	Bergerhoff
97118	Lobau - 22. Bezirk	01.11.97 - 02.12.97	Bergerhoff
97119	Rinnböckstrasse - 11. Bezirk	01.11.97 - 02.12.97	Bergerhoff
97120	Steinfelder - 23. Bezirk	01.11.97 - 02.12.97	Bergerhoff
97121	Hohe Warte - 19. Bezirk	02.12.97 - 03.01.98	Bergerhoff
97122	Lobau - 22. Bezirk	02.12.97 - 03.01.98	Bergerhoff
97123	Steinfelder - 23. Bezirk	02.12.97 - 03.01.98	Bergerhoff
97124	Rinnböckstrasse - 11. Bezirk	02.12.97 - 03.01.98	Bergerhoff

Anhang 1: Fortsetzung

A1.2 Filterproben

Probennummer	Probenahmestandort	Zeitpunkt Probennahme	Art der Proben
97150-8	Hohe Warte - 19. Bezirk	10.09.97 - 16.09.97	Gentsammler 2,5 - 10 µm
97151-4	Hohe Warte - 19. Bezirk	10.09.97 - 16.09.97	Gentsammler < 2,5 µm
97152-8	Hohe Warte - 19. Bezirk	16.09.97 - 30.09.97	Gentsammler 2,5 - 10 µm
97153-4	Hohe Warte - 19. Bezirk	16.09.97 - 30.09.97	Gentsammler < 2,5 µm
97154-8	Rinnböckstrasse - 11. Bezirk	03.10.97 - 01.11.97	Gentsammler 2,5 - 10 µm
97155-4	Rinnböckstrasse - 11. Bezirk	03.10.97 - 01.11.97	Gentsammler < 2,5 µm

A1.3 Streusplittproben

Probennummer	Probenahmestandort	Zeitpunkt Probennahme	Art der Proben
97170	Steinfelder - 23. Bezirk	01.03.97	Splitsammlung
97171	Rinnböckstrasse - 11. Bezirk	01.03.97	Splitsammlung

A1.4 Bodenproben

Probennummer	Probenahmestandort	Zeitpunkt Probennahme	Art der Proben
97200	Hohe Warte - 19. Bezirk	01.11.97	Boden bis 2,5 cm
97201	Hohe Warte - 19. Bezirk	01.11.97	Boden bis 10 cm
97202	Lobau - 22. Bezirk	01.11.97	Boden bis 2,5 cm
97203	Lobau - 22. Bezirk	01.11.97	Boden bis 10 cm
97204	Rinnböckstrasse - 11. Bezirk	01.11.97	Boden bis 2,5 cm
97205	Rinnböckstrasse - 11. Bezirk	01.11.97	Boden bis 10 cm
97206	Steinfelder - 23. Bezirk	01.11.97	Boden bis 2,5 cm
97207	Steinfelder - 23. Bezirk	01.11.97	Boden bis 10 cm

A1.5 Laborstandards

Probennummer	Probenahmestandort	Zeitpunkt Probennahme	Art der Proben
11-92194	Standart - 18. Bezirk	kein A	Dachstaub
12-92194	Standart - 18. Bezirk	kein A	Dachstaub
13-92194	Standart - 18. Bezirk	kein A	Dachstaub
21-95525	Standart - 3. Bezirk	kein A	Filterstaub
22-95525	Standart - 3. Bezirk	kein A	Filterstaub
23-95525	Standart - 3. Bezirk	kein A	Filterstaub

11-, 12, 13 und 21-, 22, 23: Nummerierung der Glühchargen bei gleichem Standard

Anhang 2: Probenahmeprotokoll Deposition

A2.1 Bergerhoffprotokoll

Probennr.	Standort	Datum Probenahme	Uhrzeit	Temp. (°C)	Probennehmer	pH 1	pH 2	pH 3	pH mittel	OXI 1 (mg/l)	OXI 2 (mg/l)	OXI 3 (mg/l)	OXI mittel (mg/l)	LF 1 (µS;25°)	LF 2 (µS;25°)	LF 3 (µS;25°)	LF mittel (µS;25°)	Bemerkungen
97001	Hohe Warte	31.01.1997	09:30	2	Lehner/Kraik	4,0	4,2		4,1	12,0	12,4	12,7	12,4	113	133	122	122	
97002	Lobau	31.01.1997	11:00	6	Lehner/Kraik	3,5	3,6	3,5	3,5	13,0	13,0	13,2	13,1	166	144	168	159	L 3 ging zu Bruch
97003	Rimböckstr.	31.01.1997	12:00	4	Lehner/Kraik	8,3	8,3	8,3	8,3	13,3	13,2	13,2	13,2					zu wenig H2O für LF
97004	Steinfelder	31.01.1997	13:15	7	Lehner/Kraik	8,5	8,3	8,4	8,4	12,3	12,6	12,8	12,6					zu wenig H2O für LF
97005	Hohe Warte	01.03.1997	13:00	14	Lehner/Kolenko													Trocken
97006	Lobau	01.03.1997	14:00	16	Lehner/Kolenko													Trocken
97007	Steinfelder	01.03.1997	15:20	15	Lehner/Kolenko													Trocken
97008	Rimböckstr.	01.03.1997	16:30	15	Lehner/Kolenko													Trocken
97009	Hohe Warte	01.04.1997	09:30	12	Lehner/Kreuz	5,6	5,5	5,6	5,5	11,2	11,2	11,1	11,2	30	25	28	28	
97010	Lobau	01.04.1997	10:30	12	Lehner/Kreuz	5,9	5,6	4,8	5,4	10,3	10,8	10,3	10,5	32	36	38	36	
97011	Rimböckstr.	01.04.1997	11:30	13	Lehner/Kreuz	7,1	7,1	6,9	7,0	10,5	10,8	10,7	10,7	52	43	55	50	
97012	Steinfelder	01.04.1997	13:00	19	Lehner/Kreuz	7,8	7,9	7,9	7,9	10,1	10,4	10,3	10,3	78	71	84	78	
97013	Hohe Warte	30.04.1997	08:50	19	Lehner/Buxbaum													Trocken
97014	Lobau	30.04.1997	09:30	19	Lehner/Buxbaum													Trocken
97015	Rimböckstr.	30.04.1997	10:10	18	Lehner/Buxbaum													Trocken
97016	Steinfelder	30.04.1997	10:50	19	Lehner/Buxbaum													Trocken
97017	Hohe Warte	30.05.1997	10:45	13	Lehner/Kolenko	7,2	6,9	6,9	7,0	10,1	10,1	10,2	10,1	77	50	35	54	
97018	Lobau	30.05.1997	11:45	16	Lehner/Kolenko	7,7	7,4	8,1	7,7	6,1	9,5	0,7	5,4	1096	206	3010	1437	
97019	Rimböckstr.	30.05.1997	12:30	17	Lehner/Kolenko	7,5	7,5	7,5	7,5	0,4	8,8	10,1	6,4	125	225	67	139	
97020	Steinfelder	30.05.1997	13:30	18	Lehner/Kolenko	8,6	8,0	8,1	8,2	10,4	9,4	9,4	9,7	100	113	100	104	
97021	Hohe Warte	02.07.1997	10:45	24	Lehner/Kolenko													Trocken
97022	Lobau	02.07.1997	11:30	27	Lehner/Kolenko													Trocken
97023	Rimböckstr.	02.07.1997	12:45	30	Lehner/Kolenko													Trocken
97024	Steinfelder	02.07.1997	13:15	31	Lehner/Kolenko													Trocken

pH 1-3: pH der Bergerhoff-Sammelgläser 1-3,
 OXI 1-3: Sauerstoffgehalt im Niederschlag der Bergerhoff-Sammelgläser 1-3,
 LF 1-3: Leitfähigkeit des Niederschlags der Bergerhoff-Sammelgläser 1-3.

A2.1 Fortsetzung

Probennr.	Standort	Datum Probenahme	Uhrzeit	Temp. (°C)	Probenehmer	pH 1	pH 2	pH 3	pH mittel	OXI 1 (mg/l)	OXI 2 (mg/l)	OXI 3 (mg/l)	OXI mittel (mg/l)	LF 1 (µS;25°)	LF 2 (µS;25°)	LF 3 (µS;25°)	LF mittel (µS;25°)	Bemerkungen
97101	Hohe Warte	31.07.1997	10:30	29	Buxbaum	5,5	5,6	5,1	5,4					63	18	17	33	im Labor gemessen
97102	Lobau	31.07.1997	11:10	30	Buxbaum	6,6	6,7		6,6					786	665		484	1 Glas entleert(Verwesung)
97103	Rinnböckstr.	31.07.1997	12:15	30	Buxbaum	6,8	6,5	6,7	6,7					450	593	181	408	im Labor gemessen
97104	Steinfelder	31.07.1997	12:45	32	Buxbaum	6,4	6,5	6,7	6,5					131	120	90	114	im Labor gemessen
97105	Hohe Warte	01.09.1997	13:00	24	Lehner/Kolenko													Trocken
97106	Lobau	01.09.1997	13:30	26	Lehner/Kolenko													Trocken
97107	Rinnböckstr.	01.09.1997	15:30	31	Lehner/Kolenko													Trocken
97108	Steinfelder	01.09.1997	15:00	29	Lehner/Kolenko													Trocken
97109	Hohe Warte	03.10.1997	11:00	13	Lehner													Trocken
97110	Lobau	03.10.1997	11:45	13	Lehner													Trocken
97111	Rinnböckstr.	03.10.1997	12:30	13	Lehner													Trocken
97112	Steinfelder	03.10.1997	14:00	14	Lehner													Trocken
97113	Hohe Warte	01.11.1997	09:30	5	Lehner/Kralik													Trocken
97114	Lobau	01.11.1997	11:20	6	Lehner/Kralik													Trocken
97115	Rinnböckstr.	01.11.1997	14:00	7	Lehner/Kralik													Trocken
97116	Steinfelder	01.11.1997	15:15	7	Lehner/Kralik													Trocken
97117	Hohe Warte	02.12.1997	11:30		Lehner	5,3	4,8	4,8	4,9	8,3	7,0	8,3	7,9	22	22	19	21	im Labor gemessen
97118	Lobau	02.12.1997	12:10		Lehner	4,4	4,5	4,4	4,4	8,6	8,7	8,3	8,5	35	28	31	31	im Labor gemessen
97119	Rinnböckstr.	02.12.1997	12:45		Lehner	6,6	6,7	6,7	6,7	8,1	8,5	8,6	8,4	71	35	38	48	im Labor gemessen
97120	Steinfelder	02.12.1997	13:30		Lehner	7,0	7,1	7,2	7,1	8,2	8,3	8,5	8,3	55	45	45	48	im Labor gemessen
97121	Hohe Warte	03.01.1998	11:15		Lehner	5,2	4,6	4,3	4,7	13,2	13,0	13,1	13,1	34	39	36	36	
97122	Lobau	03.01.1998	12:00		Lehner	4,3	4,3	4,1	4,2	12,7	12,8	12,8	12,8	52	54	51	52	
97123	Steinfelder	03.01.1998	12:45		Lehner	6,9	6,9	6,9	6,9	12,6	12,6	12,9	12,7	65	64	66	65	
97124	Rinnböckstr.	03.01.1998	13:15		Lehner	6,7	6,8	6,9	6,8	11,8	11,9	11,9	11,9	70	74	92	79	

pH 1-3: pH der Bergerthoff-Sammelgläser 1-3,
 OXI 1-3: Sauerstoffgehalt im Niederschlag der Bergerthoff-Sammelgläser 1-3,
 LF 1-3: Leitfähigkeit des Niederschlags der Bergerthoff-Sammelgläser 1-3.

Anhang 3: Probenahmeprotokolle Gentsammler

A3.1 Standort Hohe Warte

Probennummer	Datum	Uhrzeit	Flow (relativ)	Temp. (°C)	Vacuum (relativ)	Betriebsdauer (Std.)	Durchsatz Luft (m3)	Bemerkung
97150(8µm) + 97151(4µm)	10.09.97	9:30	16,5	16	-55	0,0	0	START
97150 + 97151	12.09.97	10:45	16,5	17	-53	49,0	42	Flow auf 14,5 gefallen; nachjustieren
97150 + 97151	14.09.97	11:45	16,5	19	-60	101,1	82	Flow auf 14,0 gefallen; nachjustieren
97150 + 97151	16.09.97	10:30	12,5	14	-65	144,9	107	4 µm-Filter gerissen, keine Probe
97150 + 97151	16.09.97	12:30	11,0	19	-65	146,9	108	Wechsel auf nächste Kartusche
						146,9	108	0,73 m3/h
97152(8µm) + 97153(4µm)	16.09.97	13:00	16,5	19	-60	0,0	0	NEUSTART
97152 + 97153	18.09.97	11:45	16,5	18	-57	46,9	26	Flow auf 13,5 gefallen; nachjustieren
97152 + 97153	20.09.97	12:45	16,5	16	-65	95,8	56	Flow auf 13,5 gefallen; nachjustieren
97152 + 97153	30.09.97	17:00	6,0	15	-70	339,9	163	ENDE
						339,9	163	0,48 m3/h

4 µm und -8 µm ist die Porengröße der Filter lt. Hersteller. Zuordnung der Porengröße zur gesammelten Teilchengröße: 4 µm entspricht dem aerodynamischen σ von <2,5 µm und 8 µm dem aerodynamischen σ von 2,5 – 10 µm

Anhang 3: Fortsetzung

A3.2 Standort Rinnböckstrasse

Probennummer	Datum	Uhrzeit	Flow (relativ)	Temp. (°C)	Vacuum (relativ)	Betriebsdauer (Std.)	Durchsatz Luft (m3)	Bemerkung
97154(8µm) + 97155(4µm)	03.10.97	13:15	16,5	18	-55	0,0	0	START
97154 + 97155	05.10.97	13:00	16,5	19	-56	47,5	42	Flow auf 15,5 gefallen; nachjustieren
97154 + 97155	07.10.97	11:00	16,5	13	-55	93,3	75	Flow auf 12,0 gefallen; nachjustieren
97154 + 97155	08.10.97	15:00	16,5	20	-54	121,3	99	Flow auf 15,0 gefallen; nachjustieren
97154 + 97155	10.10.97	13:00	16,5	20	-55	167,3	141	Flow auf 15,5 gefallen; nachjustieren
97154 + 97155	11.10.97	15:30	16,5	18	-55	193,9	165	Flow auf 16,3 gefallen; nachjustieren
97154 + 97155	13.10.97	15:00	16,5	12	-58	241,3	202	Flow auf 16,0 gefallen; nachjustieren; Kontrolle Filter.. O.K.
97154 + 97155	17.10.97	12:00	16,5	9	-60	334,3	235	Flow auf 14,4 gefallen; nachjustieren
97154 + 97155	20.10.97	12:00	16,5	10	-55	406,7	256	Flow auf 12,5 gefallen; nachjustieren
97154 + 97155	23.10.97	14:00	16,5	12	-60	480,2	284	Flow auf 13,5 gefallen; nachjustieren
97154 + 97155	27.10.97	9:00	16,5	3	-60	572,6	327	Flow auf 13,5 gefallen; nachjustieren
97154 + 97155	31.10.97	11:00	16,5	2	-60	670,4	382	Flow auf 13,0 gefallen; nachjustieren
97154 + 97155	01.11.97	14:00	15,5	7	-60	697,2	398	ENDE
						697,2	398	0,571 m3/h

4 µm und -8 µm ist die Porengröße der Filter lt. Hersteller. Zuordnung der Porengröße zur gesammelten Teilchengröße: 4 µm entspricht dem aerodynamischen σ von <2,5 µm und 8 µm dem aerodynamischen σ von 2,5 – 10 µm

Anhang 4: Gesamtpartikuläre Depositionsmengen n. Bergerhoff

A4.1 Probengewichte Bergerhoff * > 20 µm

Probennr.	Probenahme-Monat	Gewicht Schale (g)	Schale+Probe (g)	Probe > 20 µm (mg)
W 97001.1	Jänner	3,4118	3,4135	1,70
L 97002.1	Jänner	3,4165	3,4174	0,90
R 97003.1	Jänner	3,4607	3,4663	5,60
S 97004.1	Jänner	3,4169	3,4418	24,90
W 97005.1	Februar	3,4251	3,4325	7,40
L 97006.1	Februar	3,4113	3,4159	4,60
S 97007.1	Februar	3,4220	3,4433	21,30
R 97008.1	Februar	3,4339	3,6805	246,60
W 97009.1	März	3,4700	3,4778	7,80
L 97010.1	März	3,3668	3,3745	7,70
R 97011.1	März	3,3846	3,4132	28,60
S 97012.1	März	3,4564	3,6466	190,20
W 97013.1	April	3,4204	3,4360	15,60
L 97014.1	April	3,6238	3,6403	16,50
R 97015.1	April	3,4322	3,5080	75,80
S 97016.1	April	3,4228	4,0029	580,10
W 97017.1	Mai	3,4249	3,4473	22,40
L 97018.1	Mai	3,4217	3,4809	59,20
R 97019.1	Mai	3,5064	3,5432	36,80
S 97020.1	Mai	3,4137	3,5057	92,00
W 97021.1	Juni	3,3800	3,3972	17,20
L 97022.1	Juni	3,5092	3,8406	331,40
R 97023.1	Juni	3,4594	3,5264	67,00
S 97024.1	Juni	3,4300	3,5083	78,30
W 97101.1	Juli	3,4099	3,4415	31,60
L 97102.1	Juli	Keine Werte- verwesene Probe		0,00
R 97103.1	Juli	3,4033	3,5791	175,80
S 97104.1	Juli	3,4201	3,5637	143,60
W 97105.1	August	3,4297	3,4403	10,60
L 97106.1	August	3,5063	3,5126	6,30
R 97107.1	August	3,4196	3,4673	47,70
S 97108.1	August	3,4717	3,6581	186,40
W 97109.1	September	3,4435	3,4510	7,50
L 97110.1	September	3,4316	3,4390	7,40
R 97111.1	September	3,4109	3,6844	273,50
S 97112.1	September	3,8285	3,9224	93,90
W 97113.1	Oktober	3,3683	3,3731	4,80
L 97114.1	Oktober	3,4619	3,4663	4,40
R 97115.1	Oktober	3,5068	3,5309	24,10
S 97116.1	Oktober	3,4172	3,4205	3,30
W 97117.1	November	3,4075	3,4124	4,90
L 97118.1	November	3,4175	3,4204	2,90
R 97119.1	November	3,4722	3,4851	12,90
S 97120.1	November	3,4242	3,4480	23,80
W 97121.1	Dezember	3,4698	3,4731	3,30
L 97122.1	Dezember	3,4301	3,4320	1,90
S 97123.1	Dezember	3,4307	3,4619	31,20
R 97124.1	Dezember	3,4197	3,4300	10,30

Bergerhoff *... nicht direkt vergleichbar, da ein Teil der Flüssigphase nach dem zentrifugieren durch das Dekantieren verworfen wurde.

W...Hohe Warte, L...Lobau, R...Rinnböckstrasse, S...Steinfelder

Anhang 4: Fortsetzung

A4.2 Probengewichte Bergerhoff * < 20 µm

Probennr.	Probenahme-Monat	Gewicht Schale (g)	Schale+Probe (g)	Probe < 20 µm (mg)
W 97001.2	Jänner	3,4173	3,4216	4,30
L 97002.2	Jänner	3,3884	3,3948	6,40
R 97003.2	Jänner	3,4026	3,4144	11,80
S 97004.2	Jänner	3,3870	3,4042	17,20
W 97005.2	Februar	3,4583	3,4813	23,00
L 97006.2	Februar	3,3698	3,3850	15,20
S 97007.2	Februar	3,4246	3,4683	43,70
R 97008.2	Februar	3,4993	3,6443	145,00
W 97009.2	März	3,4652	3,4803	15,10
L 97010.2	März	3,5209	3,5372	16,30
R 97011.2	März	3,4689	3,5022	33,30
S 97012.2	März	3,3850	3,4859	100,90
W 97013.2	April	3,3838	3,4000	16,20
L 97014.2	April	3,4238	3,4348	11,00
R 97015.2	April	3,4689	3,5032	34,30
S 97016.2	April	3,3784	3,4989	120,50
W 97017.2	Mai	3,3790	3,4129	33,90
L 97018.2	Mai	3,3892	3,4402	51,00
R 97019.2	Mai	3,3847	3,4298	45,10
S 97020.2	Mai	3,4713	3,5412	69,90
W 97021.2	Juni	3,5196	3,5607	41,10
L 97022.2	Juni	3,4733	3,5940	120,70
R 97023.2	Juni	3,3837	3,4397	56,00
S 97024.2	Juni	3,3783	3,4511	72,80
W 97101.2	Juli	3,5235	3,5438	20,30
L 97102.2	Juli	3,3798	3,5806	200,80
R 97103.2	Juli	3,5177	3,6109	93,20
S 97104.2	Juli	3,3804	3,4402	59,80
W 97105.2	August	3,4343	3,4588	24,50
L 97106.2	August	3,4118	3,4346	22,80
R 97107.2	August	3,5057	3,5409	35,20
S 97108.2	August	3,5042	3,5705	66,30
W 97109.2	September	3,4513	3,4685	17,20
L 97110.2	September	3,4418	3,4600	18,20
R 97111.2	September	3,5096	3,6105	100,90
S 97112.2	September	3,4707	3,5256	54,90
W 97113.2	Oktober	3,3848	3,4030	18,20
L 97114.2	Oktober	3,5189	3,5327	13,80
R 97115.2	Oktober	3,3836	3,4053	21,70
S 97116.2	Oktober	3,4064	3,4811	74,70
W 97117.2	November	3,3882	3,3940	5,80
L 97118.2	November	3,5040	3,5084	4,40
R 97119.2	November	3,5212	3,5385	17,30
S 97120.2	November	3,3888	3,3981	9,30
W 97121.2	Dezember	3,3804	3,3863	5,90
L 97122.2	Dezember	3,3684	3,3754	7,00
S 97123.2	Dezember	3,3679	3,3864	18,50
R 97124.2	Dezember	3,4034	3,4131	9,70

Bergerhoff *... nicht direkt vergleichbar, da ein Teil der Flüssigphase nach dem zentrifugieren durch das Dekantieren verworfen wurde.

W...Hohe Warte, L...Lobau, R...Rinnböckstrasse, S...Steinfelder

Anhang 4: Fortsetzung

A4.3 Probengewichte Bergerhoff * - Summenblatt

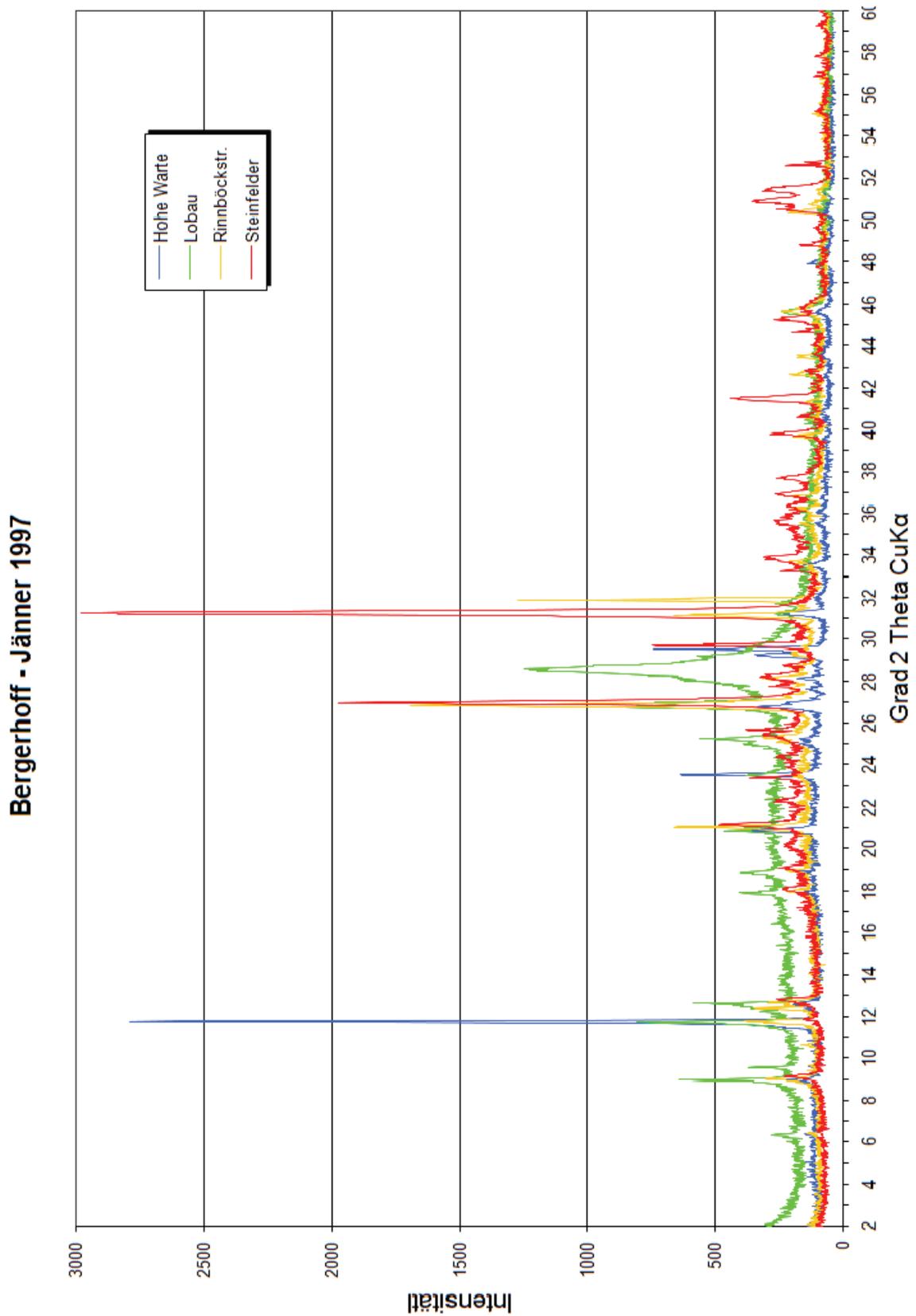
Probennr.	Probenahme-Monat	Gesamte partikuläre Deposition (mg)	Feinfraktion < 20 µm (%)	Gesamtfraktion (mg/m2/monat)	Gesamtfraktion (mg/m2/Tag)	Feinfraktion < 20 µm (mg/m2/Tag)
W 97001	Jänner	6,00	71,67	352,45	11,37	8,15
L 97002	Jänner	7,30	87,67	428,82	13,83	12,13
R 97003	Jänner	17,40	67,82	1022,12	32,97	22,36
S 97004	Jänner	42,10	40,86	2473,05	79,78	32,59
W 97005	Februar	30,40	75,66	1785,77	63,78	48,25
L 97006	Februar	19,80	76,77	1163,10	41,54	31,89
S 97007	Februar	65,00	67,23	3818,25	136,37	91,68
R 97008	Februar	391,60	37,03	23003,49	821,55	304,20
W 97009	März	22,90	65,94	1345,20	43,39	28,61
L 97010	März	24,00	67,92	1409,82	45,48	30,89
R 97011	März	61,90	53,80	3636,15	117,30	63,10
S 97012	März	291,10	34,66	17099,89	551,61	191,20
W 97013	April	31,80	50,94	1868,01	62,27	31,72
L 97014	April	27,50	40,00	1615,41	53,85	21,54
R 97015	April	110,10	31,15	6467,53	215,58	67,16
S 97016	April	700,60	17,20	41154,86	1371,83	235,95
W 97017	Mai	56,30	60,21	3307,19	106,68	64,24
L 97018	Mai	110,20	46,28	6473,40	208,82	96,64
R 97019	Mai	81,90	55,07	4811,00	155,19	85,46
S 97020	Mai	161,90	43,17	9510,38	306,79	132,45
W 97021	Juni	58,30	70,50	3424,68	114,16	80,48
L 97022	Juni	452,10	26,70	26557,40	885,25	236,34
R 97023	Juni	123,00	45,53	7225,30	240,84	109,65
S 97024	Juni	151,10	48,18	8875,96	295,87	142,55
W 97101	Juli	51,90	39,11	3048,73	98,35	38,47
L 97102	Juli	200,80	100,00	11795,46	380,50	380,50
R 97103	Juli	269,00	34,65	15801,68	509,73	176,61
S 97104	Juli	203,40	29,40	11948,19	385,43	113,32
W 97105	August	35,10	69,80	2061,86	66,51	46,43
L 97106	August	29,10	78,35	1709,40	55,14	43,20
R 97107	August	82,90	42,46	4869,74	157,09	66,70
S 97108	August	252,70	26,24	14844,18	478,84	125,63
W 97109	September	24,70	69,64	1450,94	48,36	33,68
L 97110	September	25,60	71,09	1503,80	50,13	35,64
R 97111	September	374,40	26,95	21993,12	733,10	197,57
S 97112	September	148,80	36,90	8740,86	291,36	107,50
W 97113	Oktober	23,00	79,13	1351,07	43,58	34,49
L 97114	Oktober	18,20	75,82	1069,11	34,49	26,15
R 97115	Oktober	45,80	47,38	2690,40	86,79	41,12
S 97116	Oktober	78,00	95,77	4581,90	147,80	141,55
W 97117	November	10,70	54,21	628,54	20,95	11,36
L 97118	November	7,30	60,27	428,82	14,29	8,62
R 97119	November	30,20	57,28	1774,02	59,13	33,87
S 97120	November	33,10	28,10	1944,37	64,81	18,21
W 97121	Dezember	9,20	64,13	540,43	17,43	11,18
L 97122	Dezember	8,90	78,65	522,81	16,86	13,26
S 97123	Dezember	49,70	37,22	2919,49	94,18	35,06
R 97124	Dezember	20,00	48,50	1174,85	37,90	18,38

Bergerhoff *... nicht direkt vergleichbar, da ein Teil der Flüssigphase nach dem zentrifugieren durch das Dekantieren verworfen wurde.

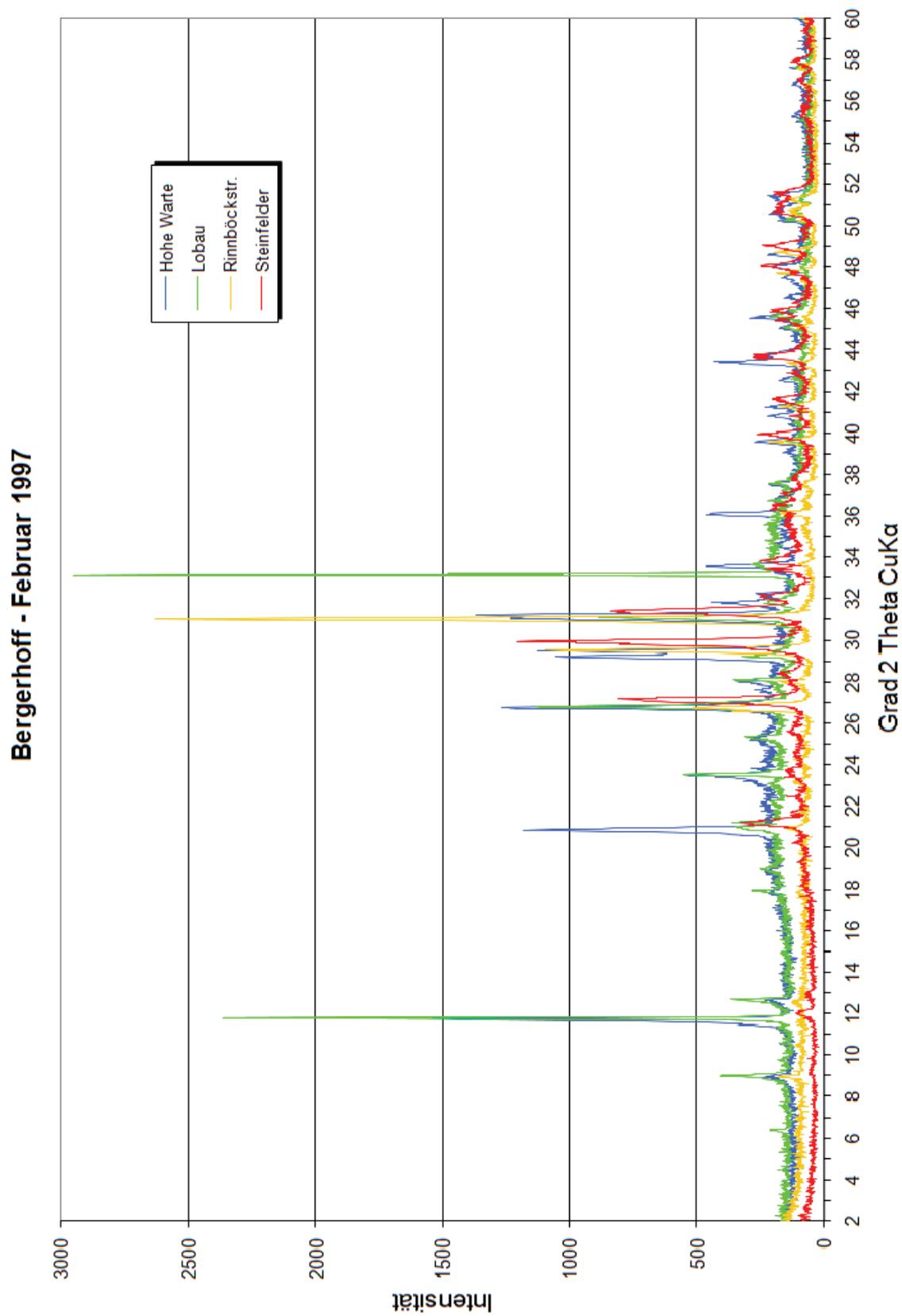
W...Hohe Warte, L...Lobau, R...Rinnböckstrasse, S...Steinfelder

Anhang 5: Röntgendiffraktometrieaufnahmen

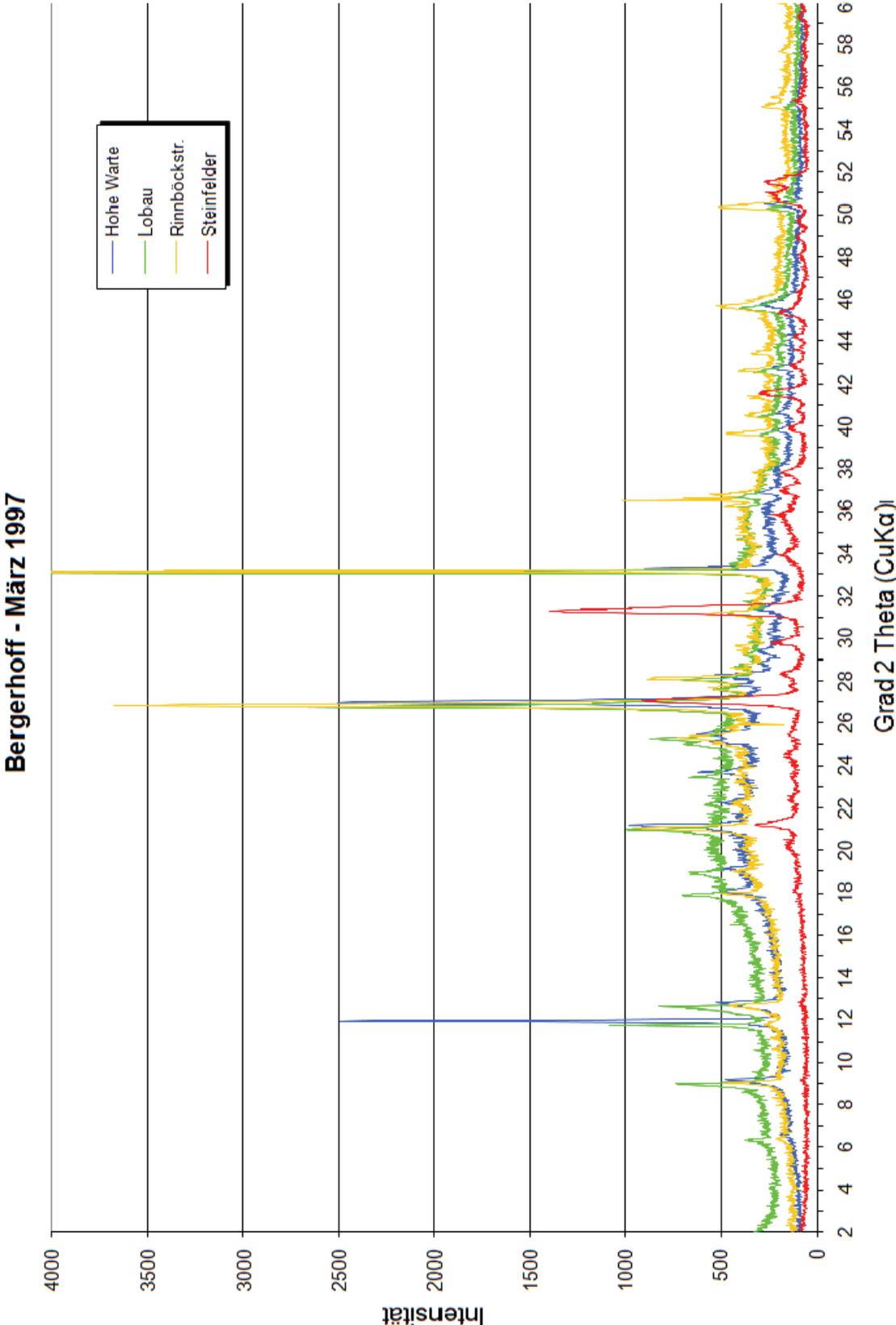
A5.1 Bergerhoffproben (12 Monate)



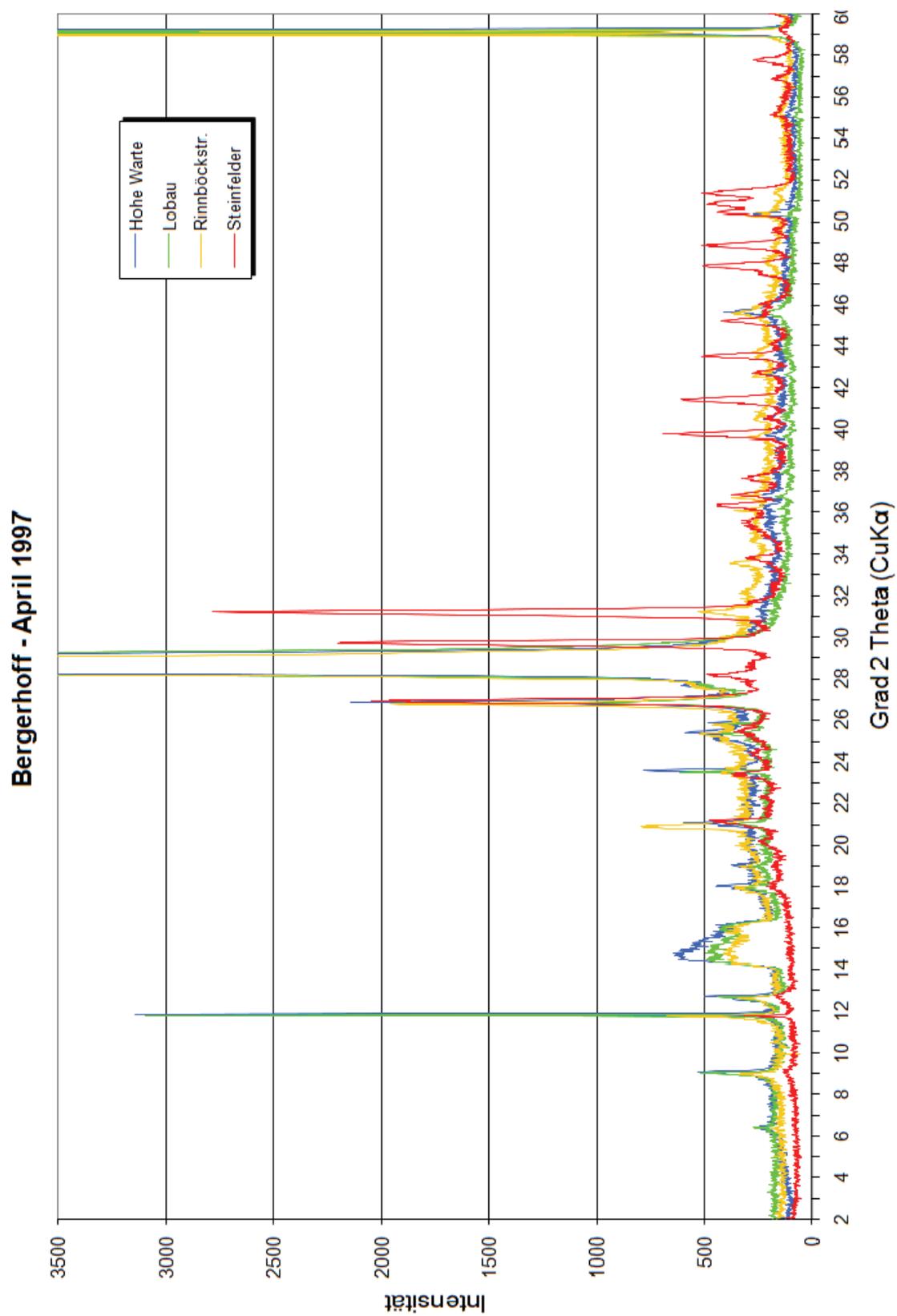
A5.1 Fortsetzung



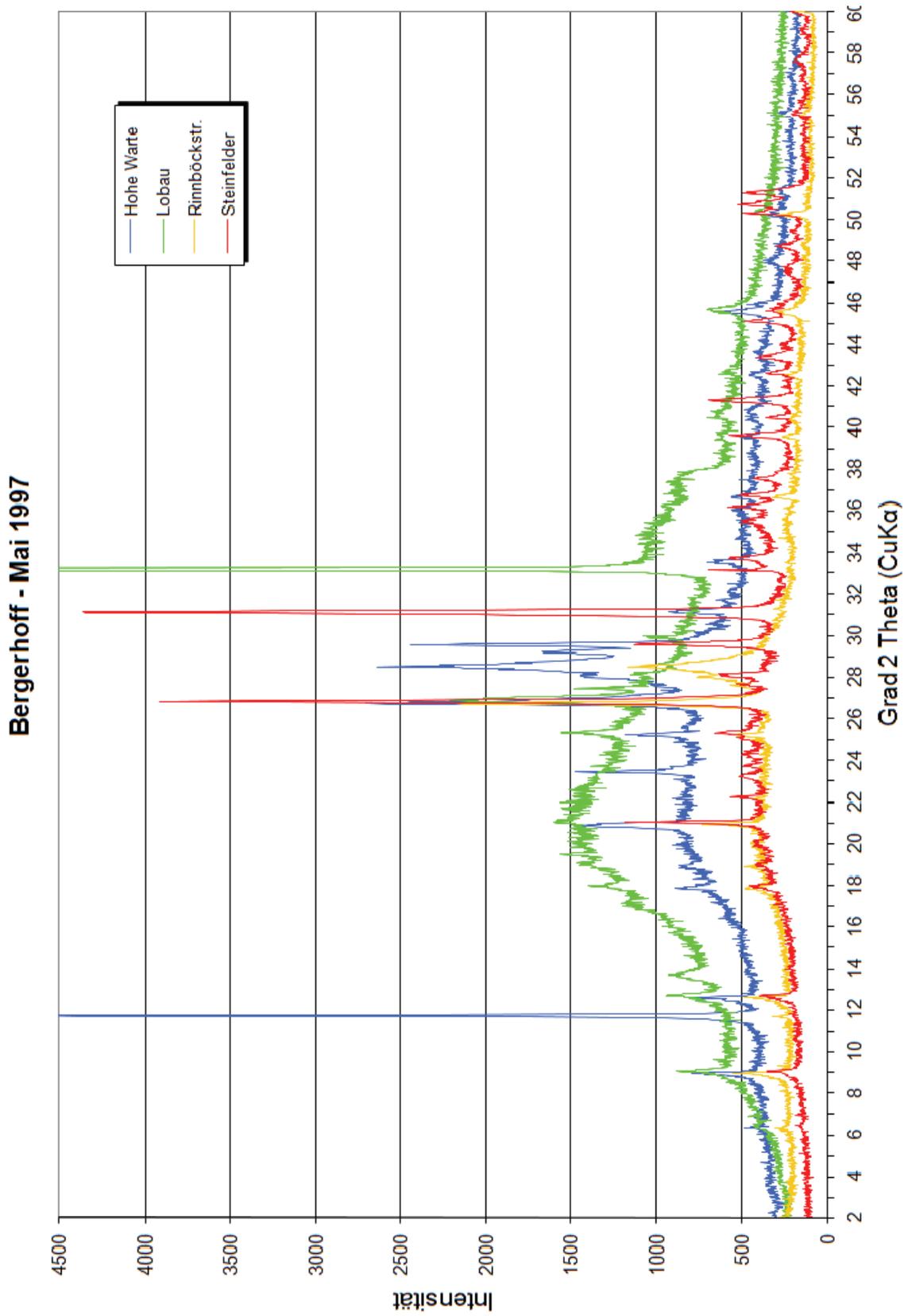
A5.1 Fortsetzung



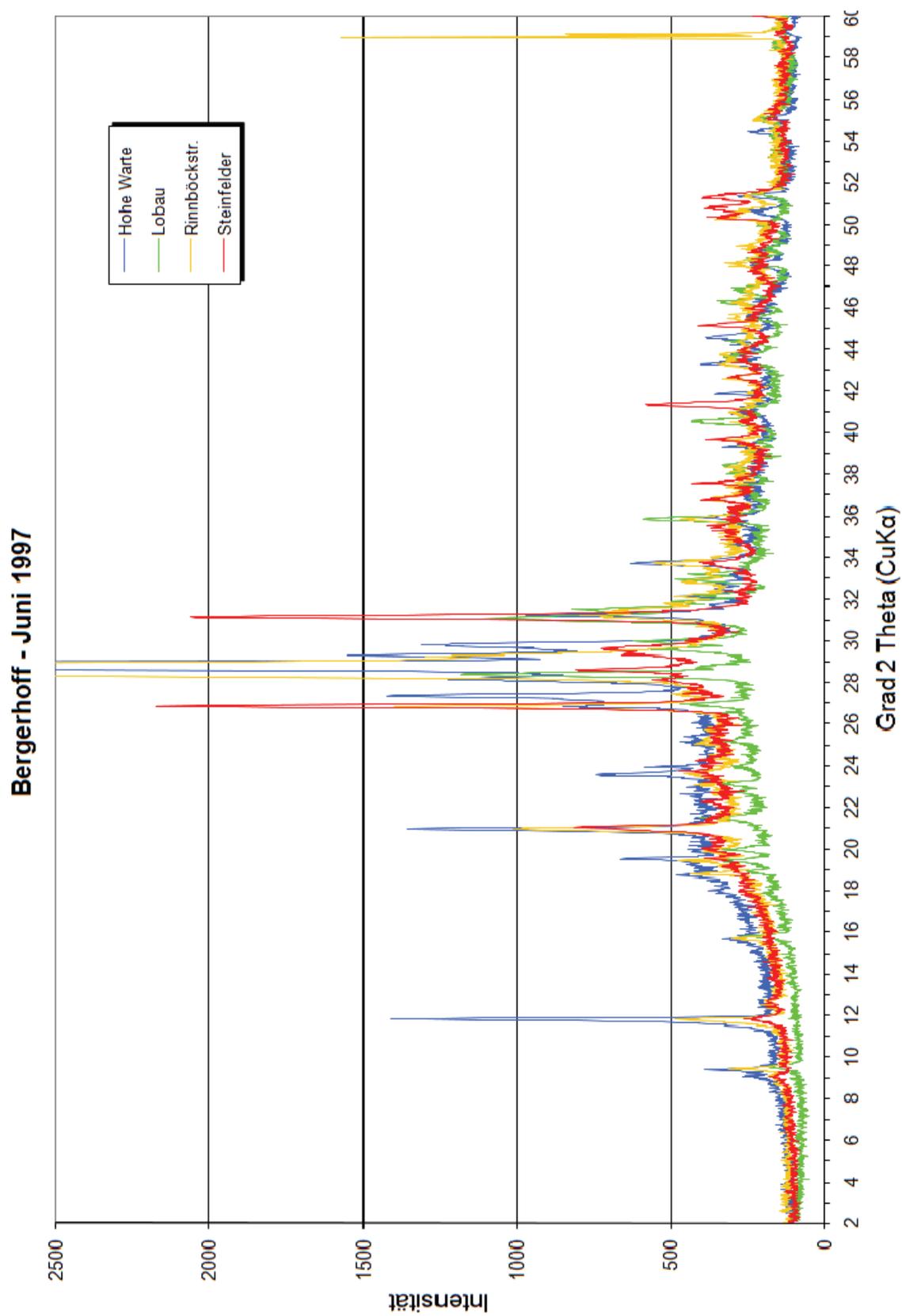
A5.1 Fortsetzung



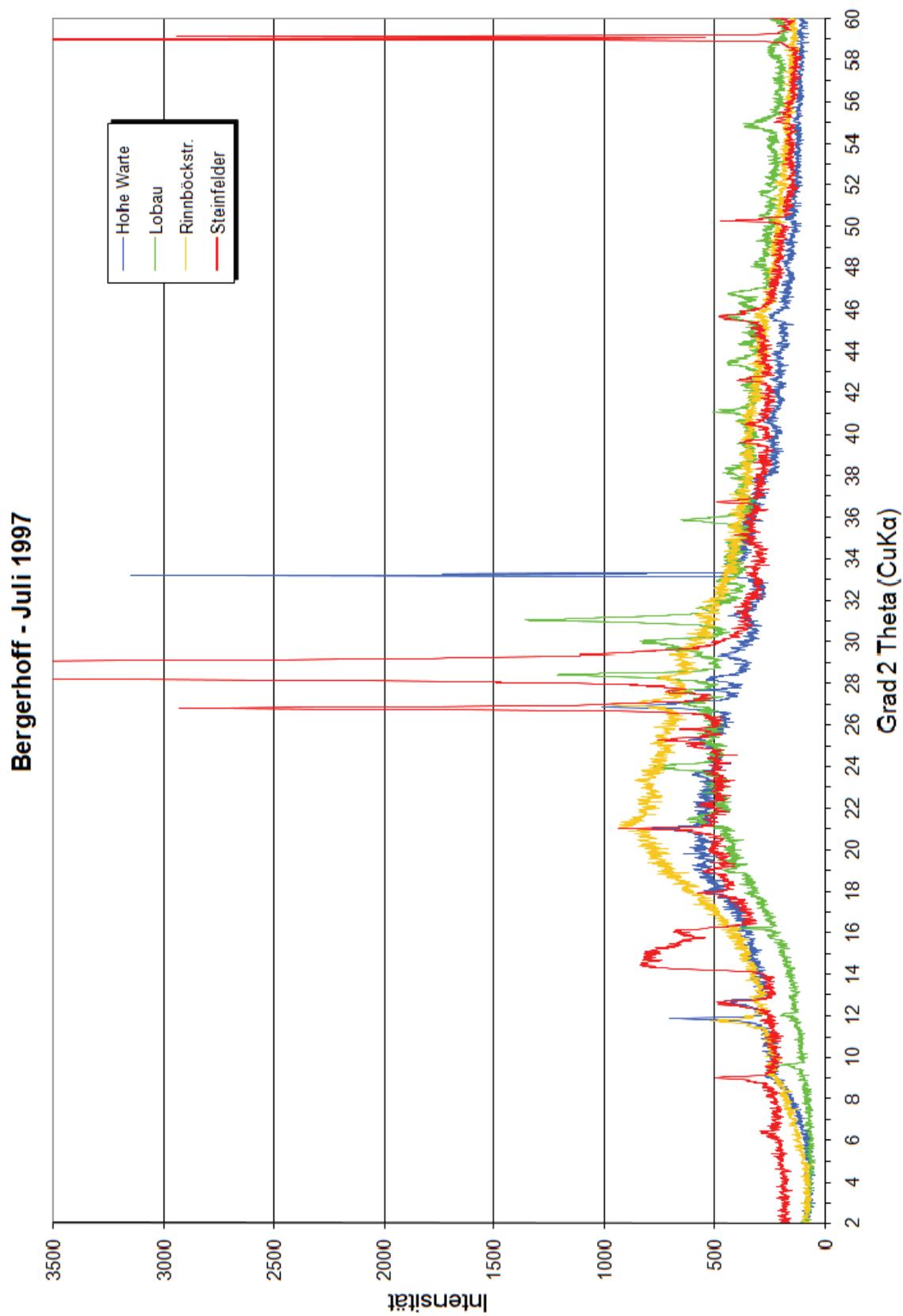
A5.1 Fortsetzung



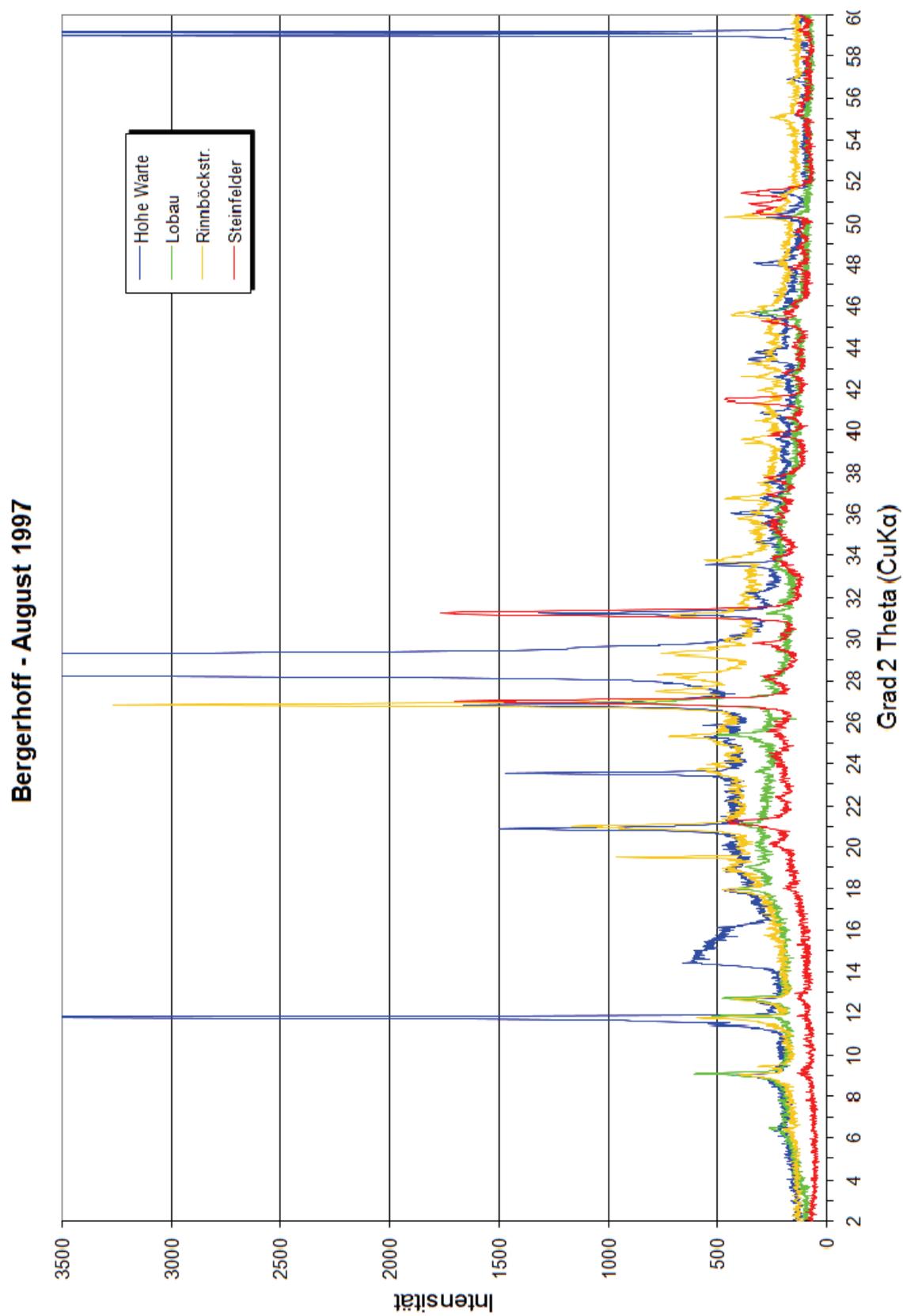
A5.1 Fortsetzung



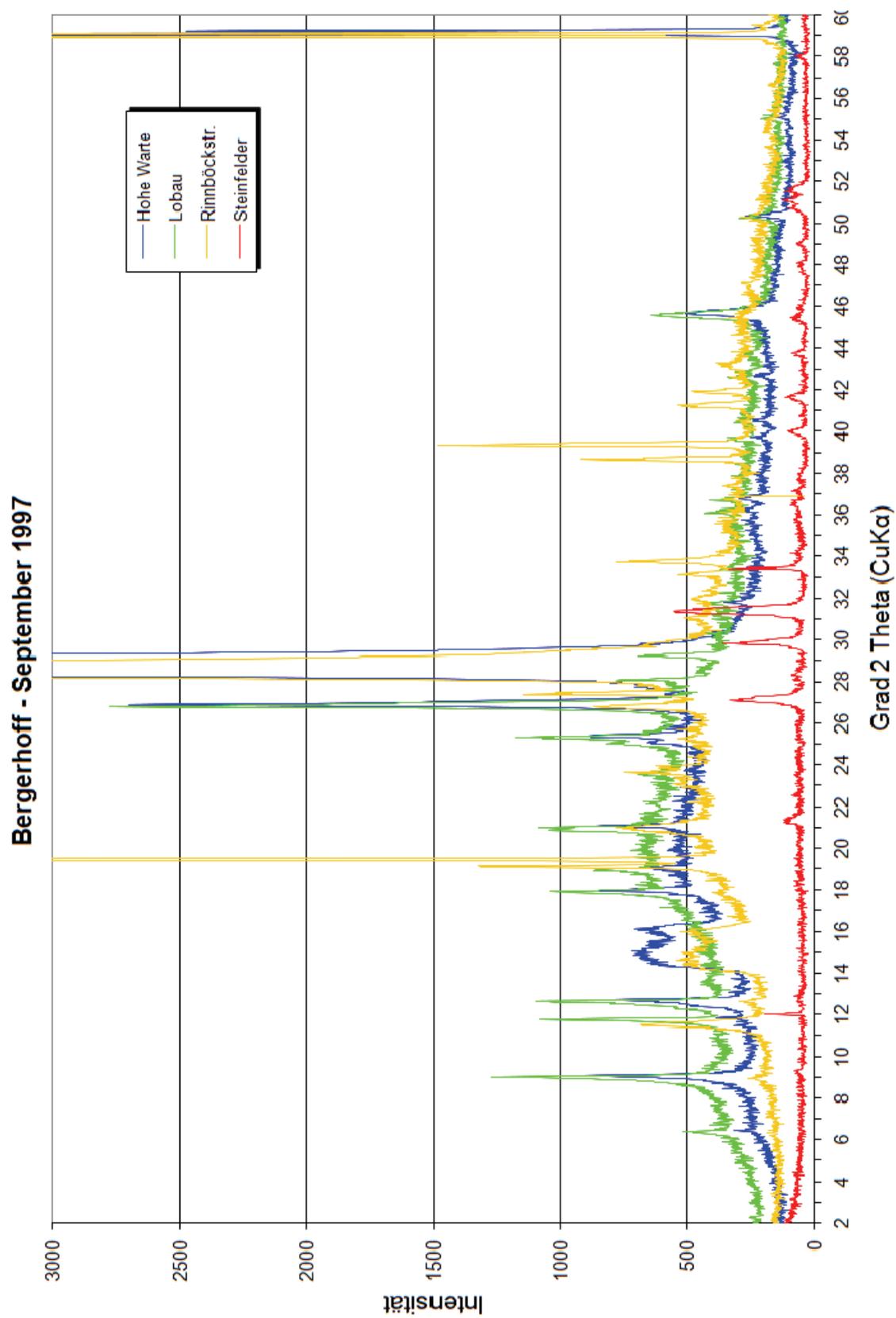
A5.1 Fortsetzung



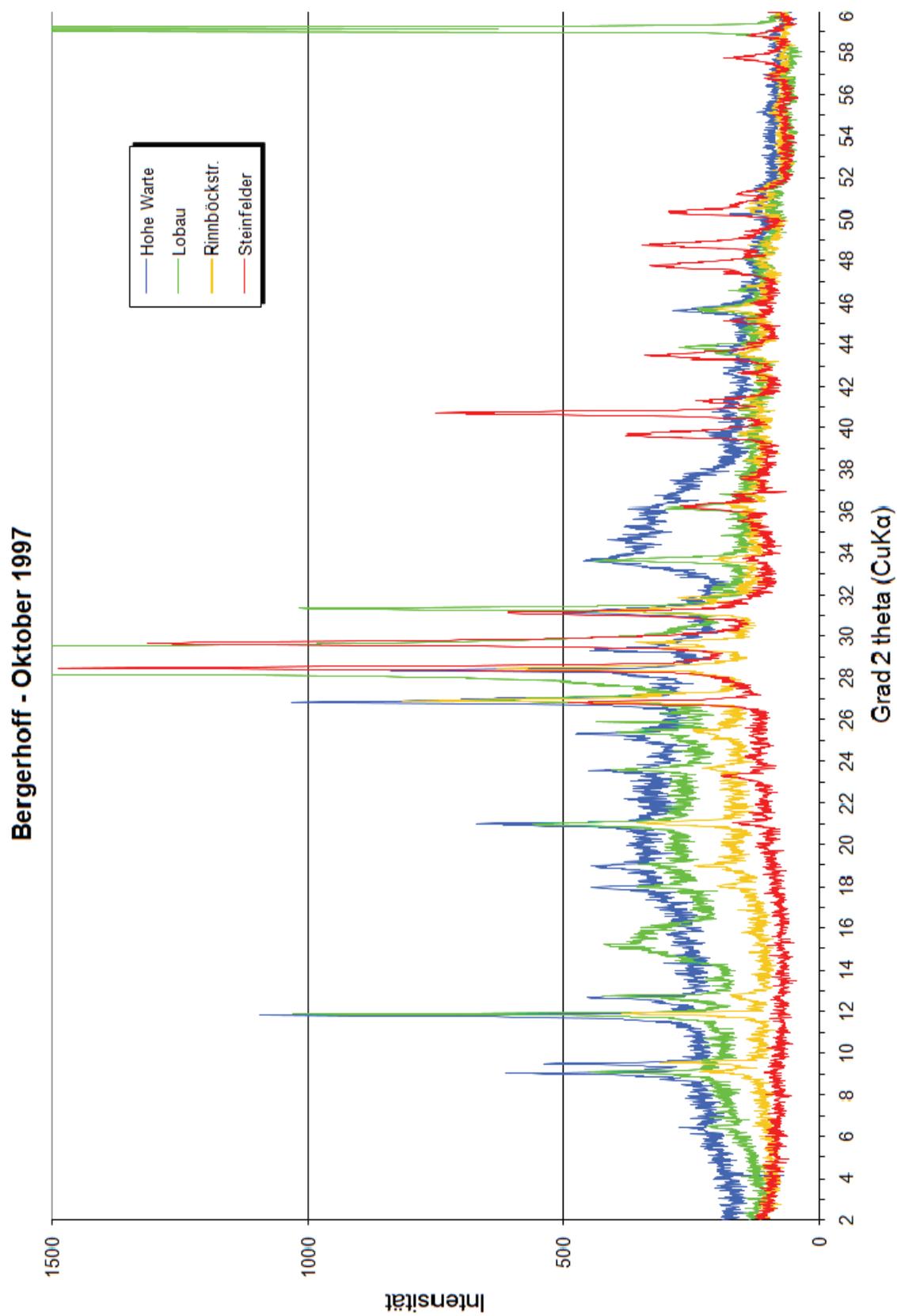
A5.1 Fortsetzung



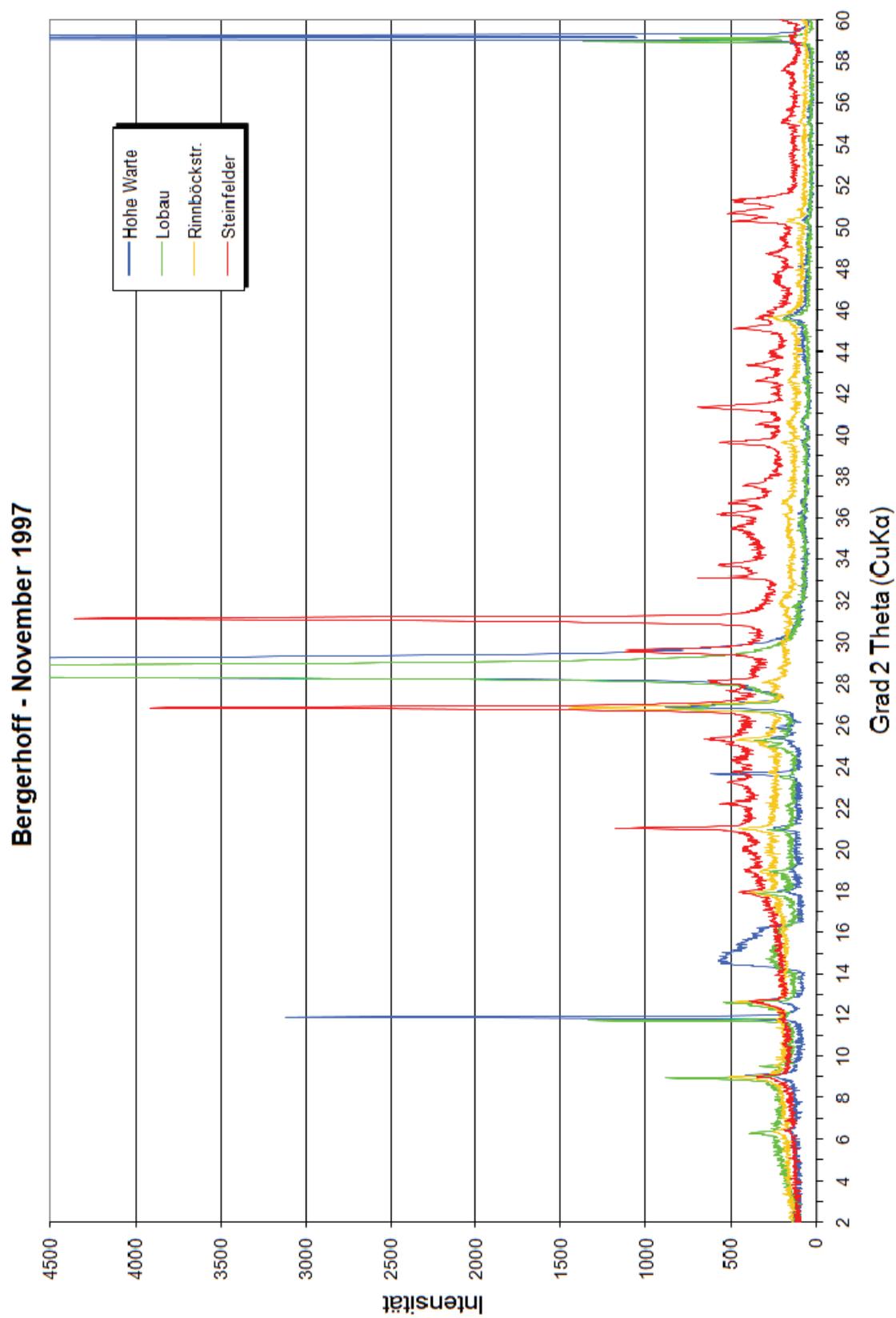
A5.1 Fortsetzung



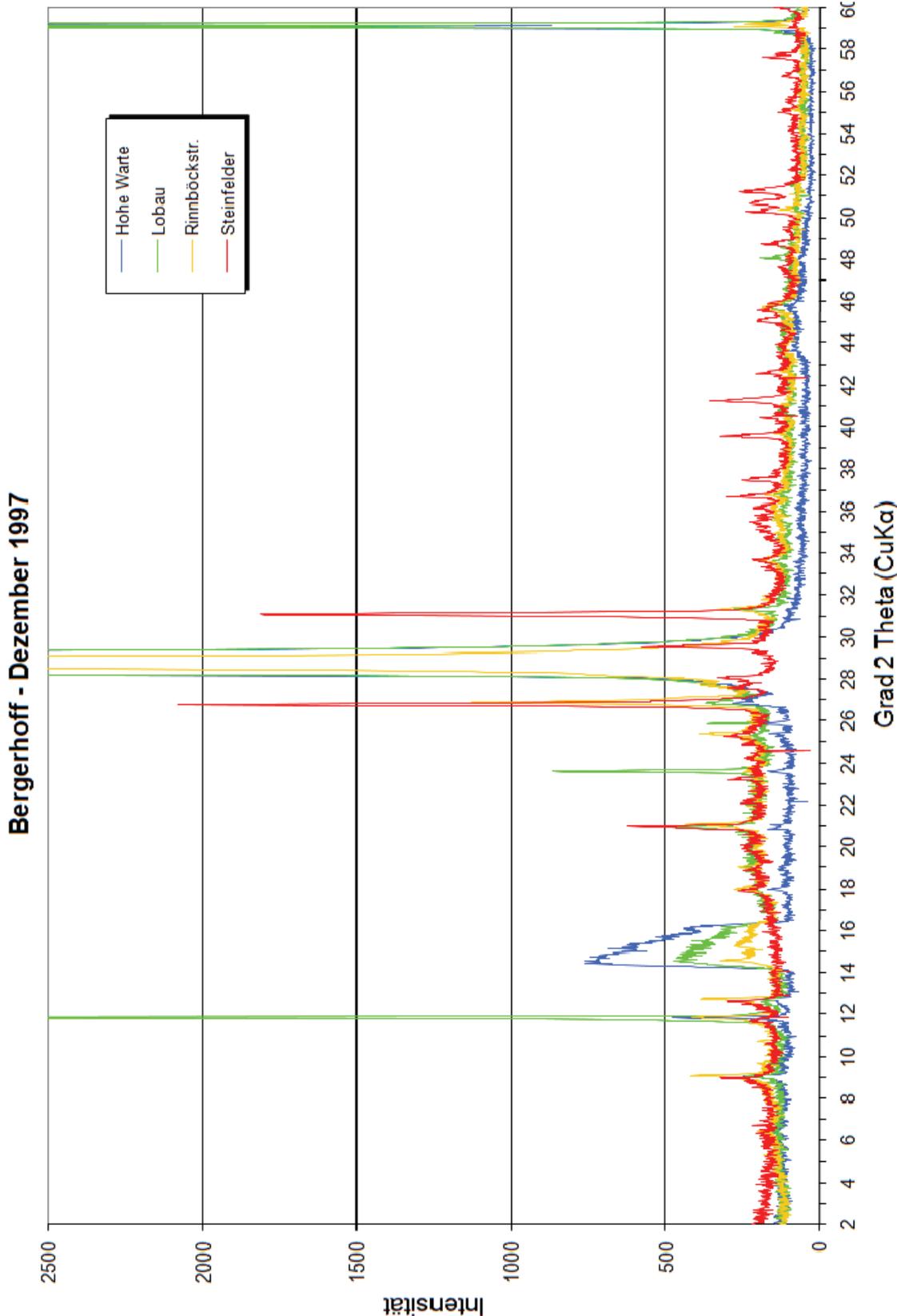
A5.1 Fortsetzung



A5.1 Fortsetzung

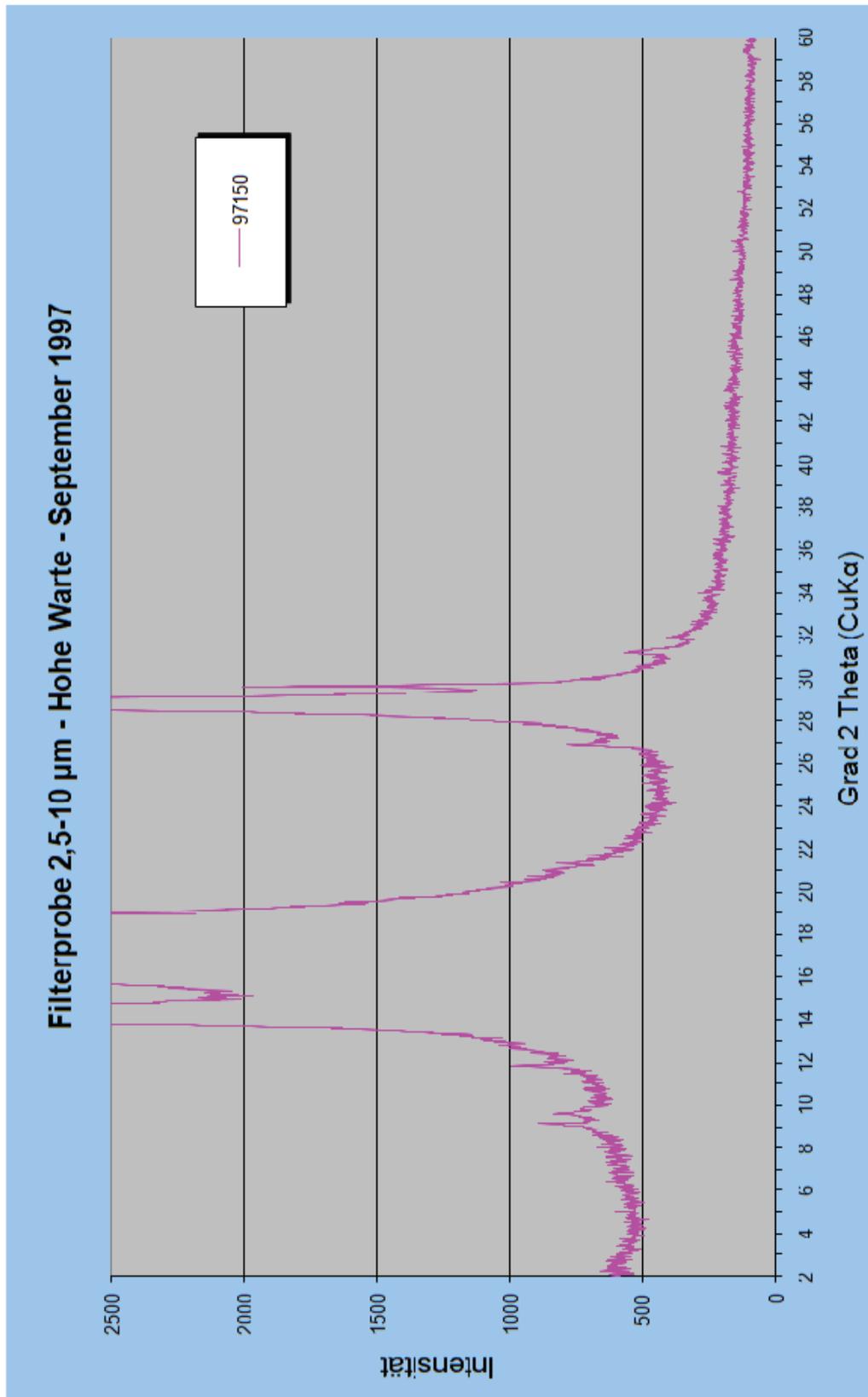


A5.1 Fortsetzung

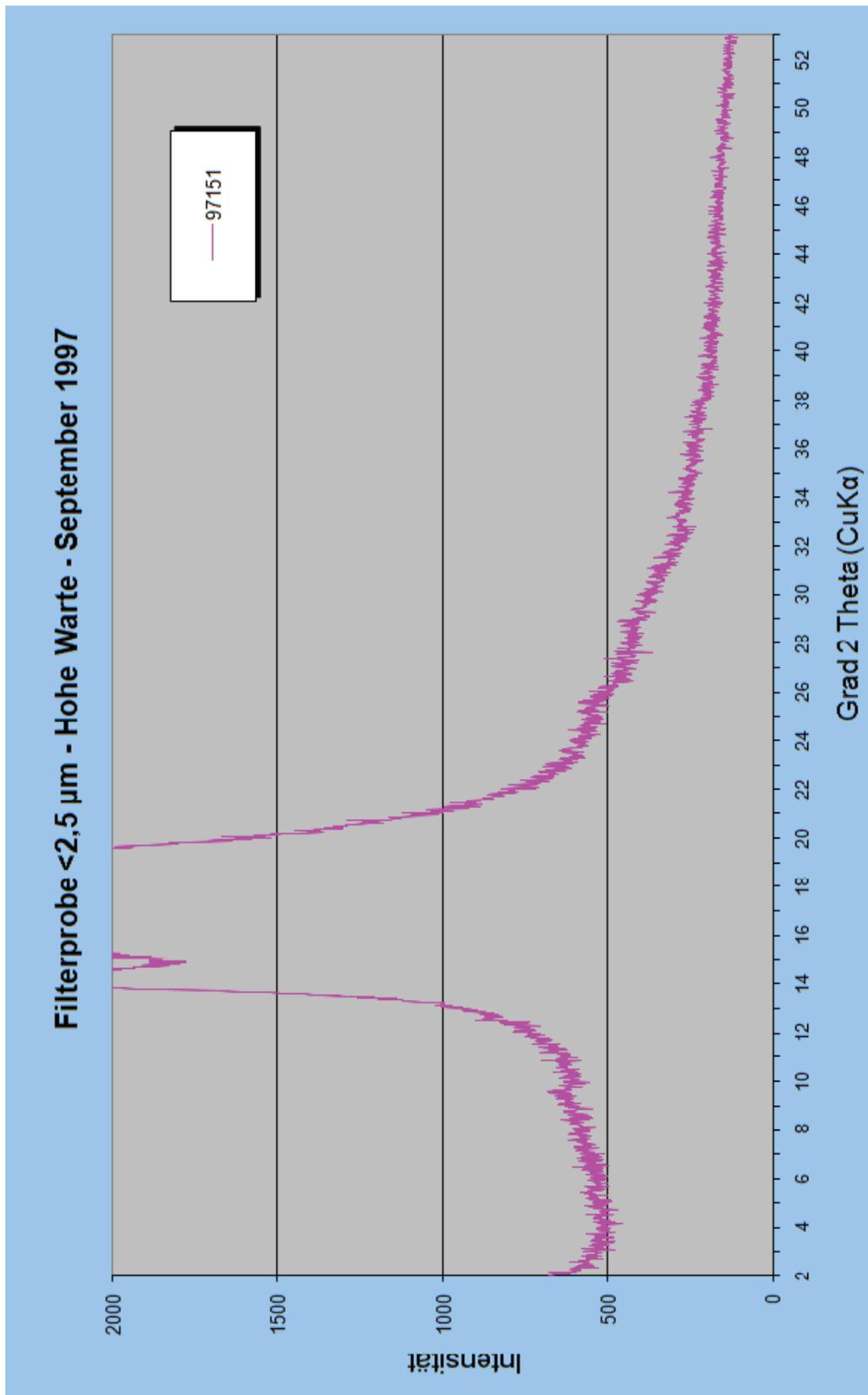


Anhang 5: Fortsetzung

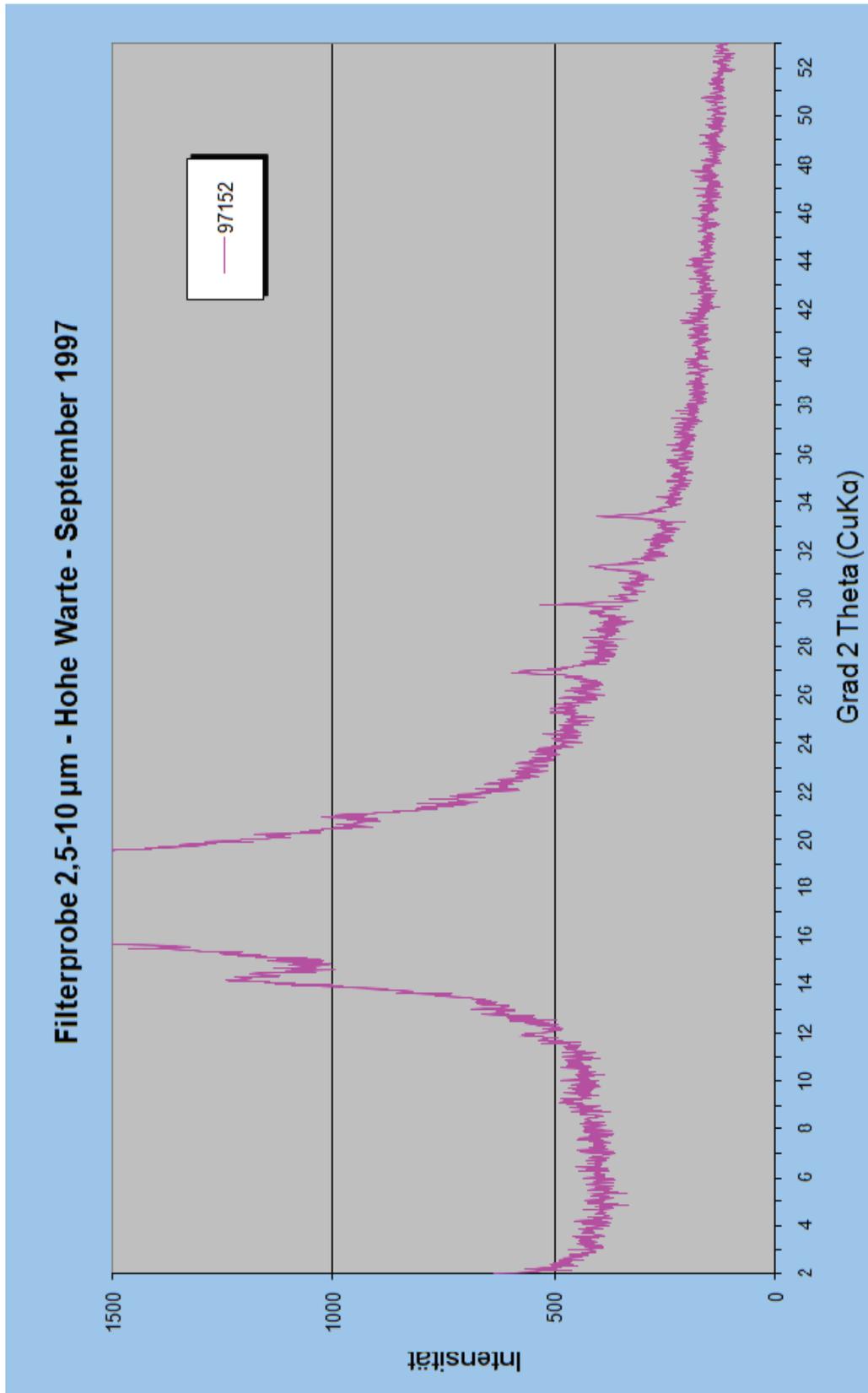
A5.2 Filterproben (4 x Hohe Warte, 2 x Rinnböckstrasse)



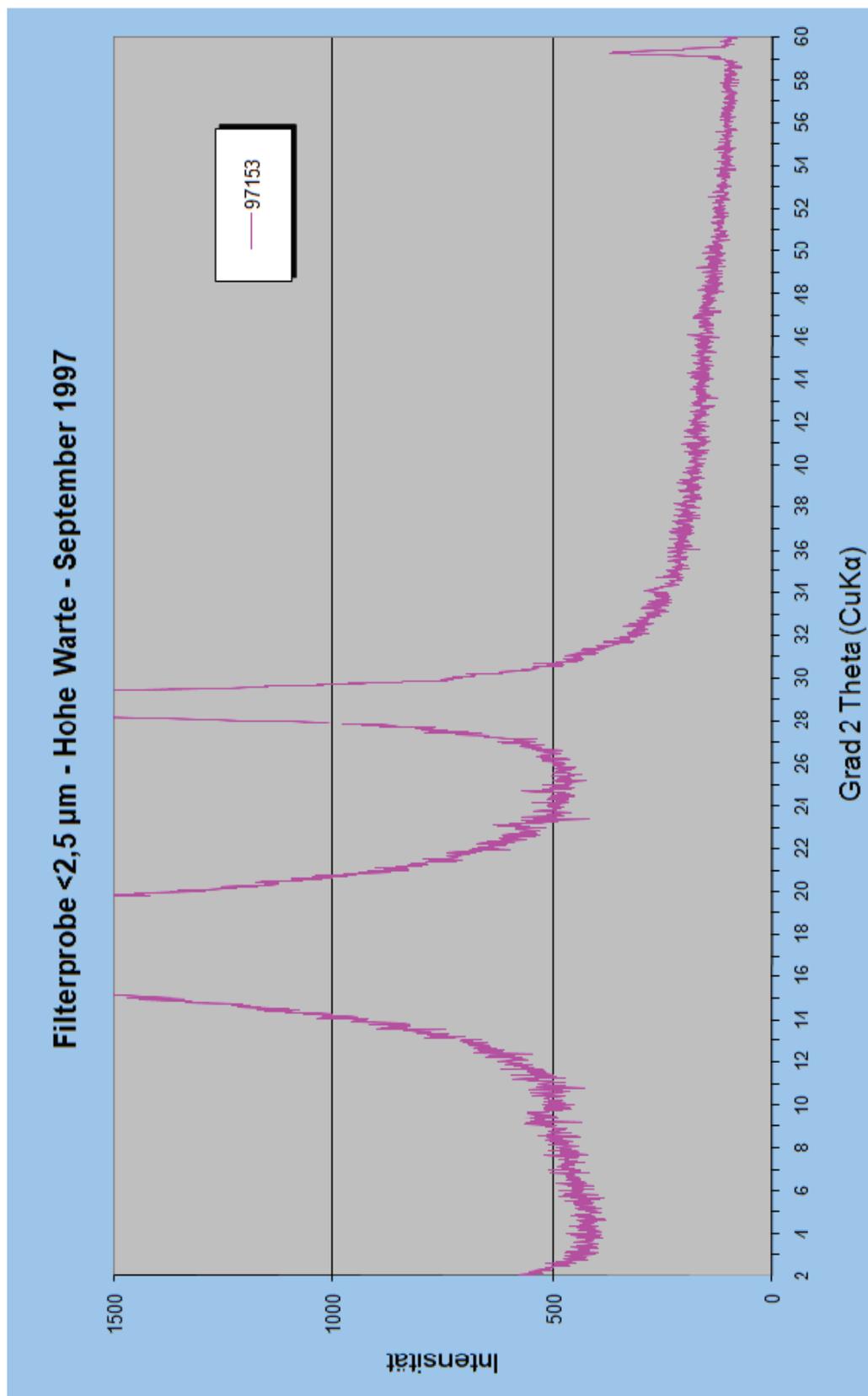
A5.2. Fortsetzung



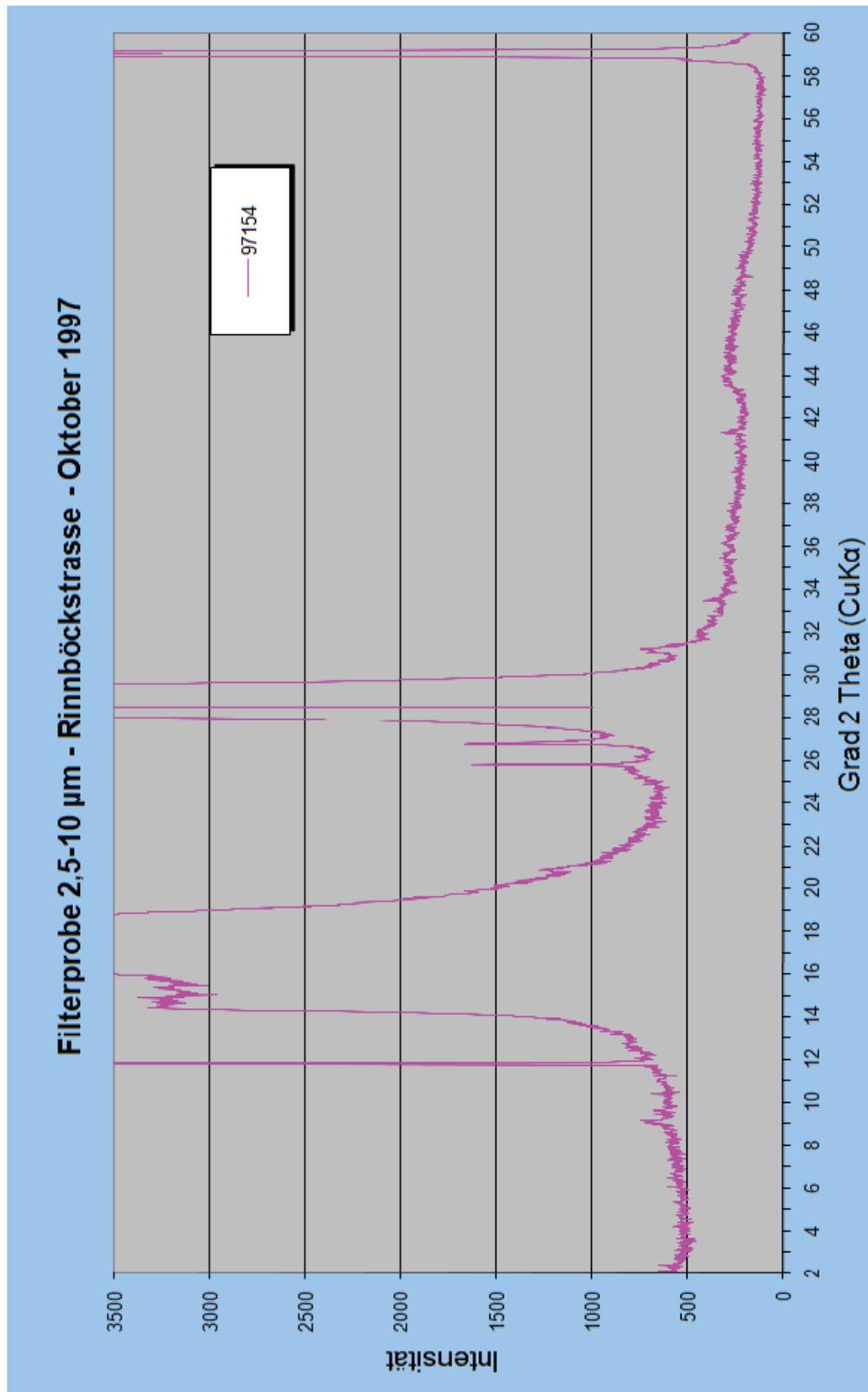
A5.2 Fortsetzung



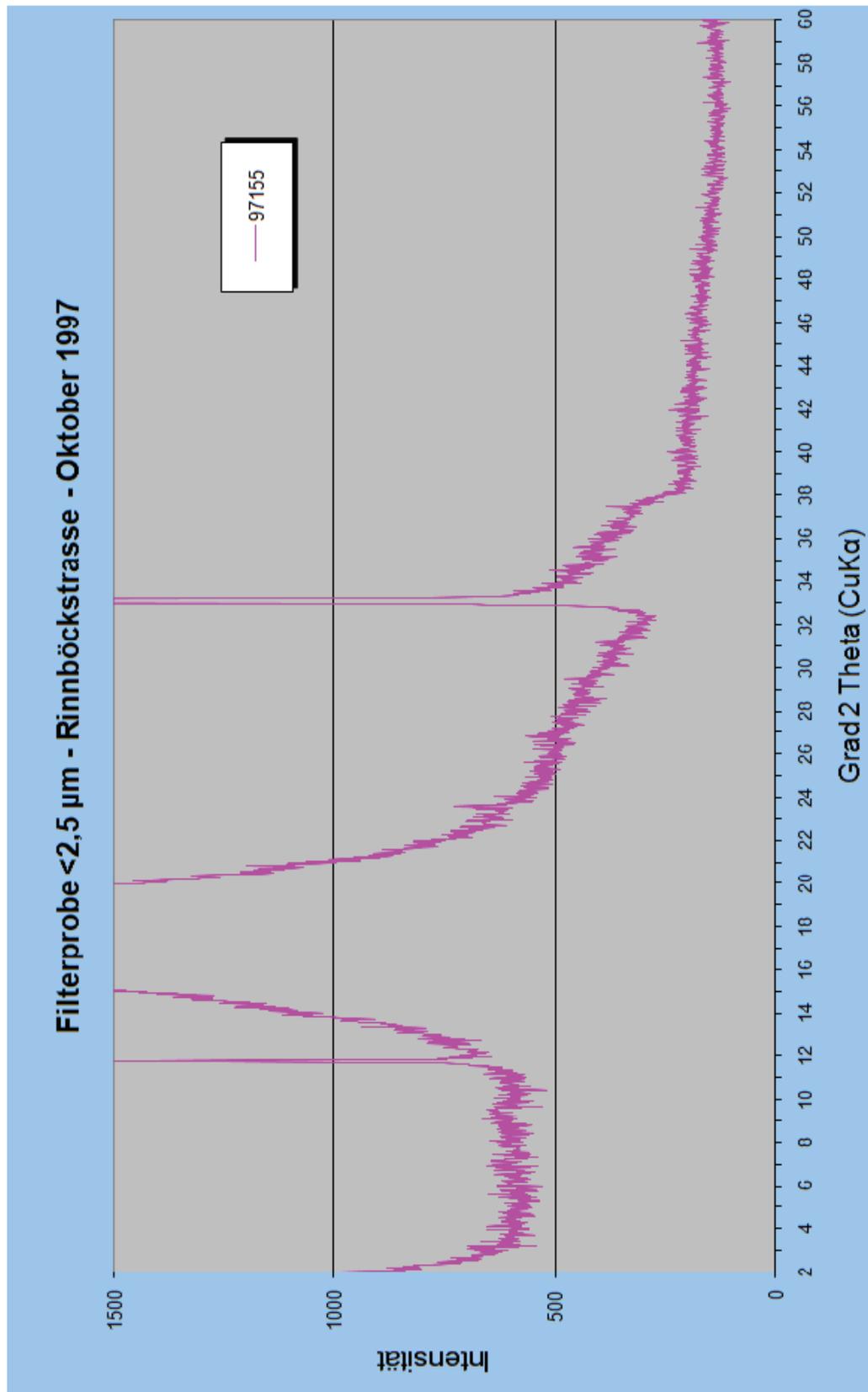
A5.2 Fortsetzung



A5.2 Fortsetzung

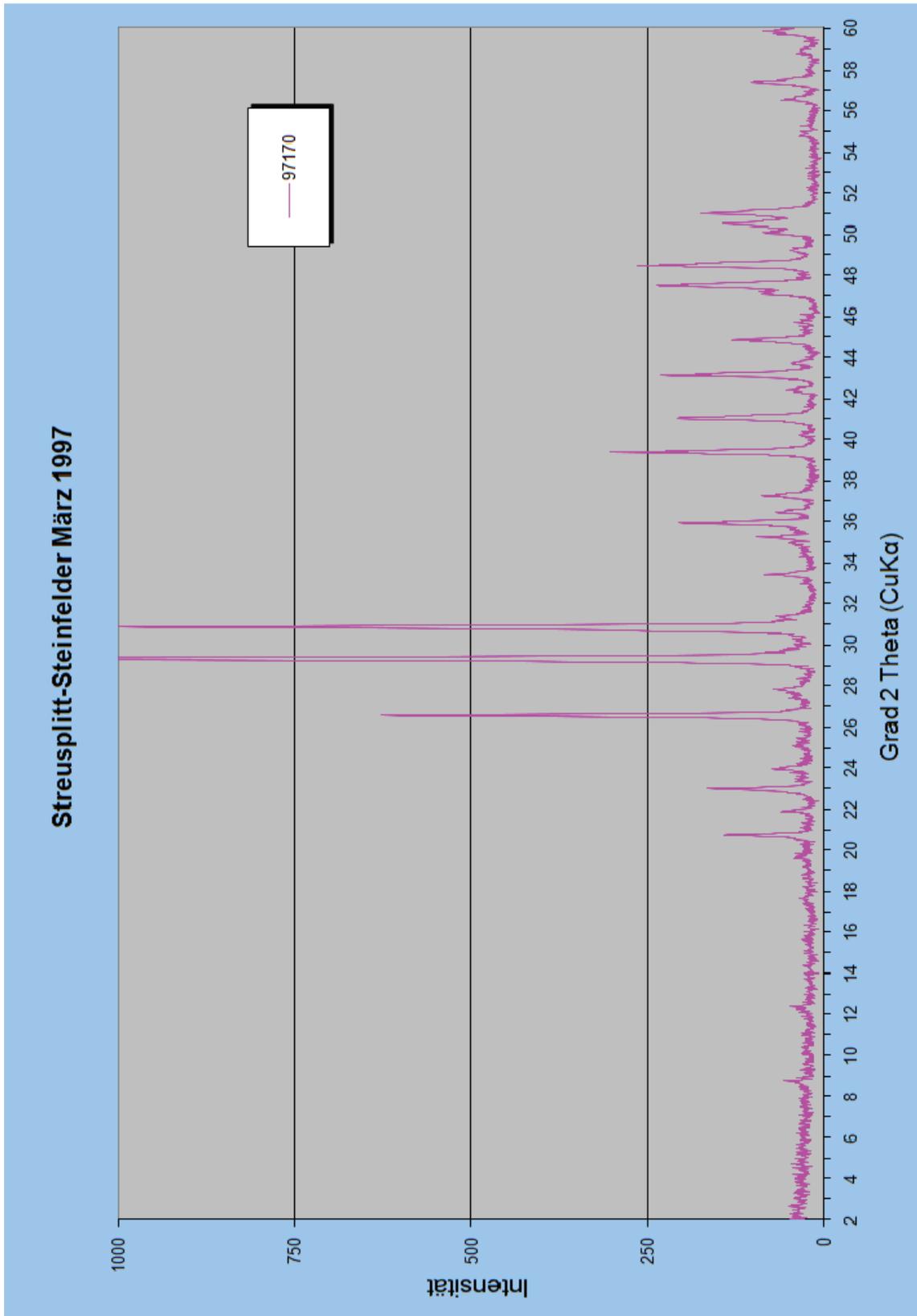


A5.2 Fortsetzung

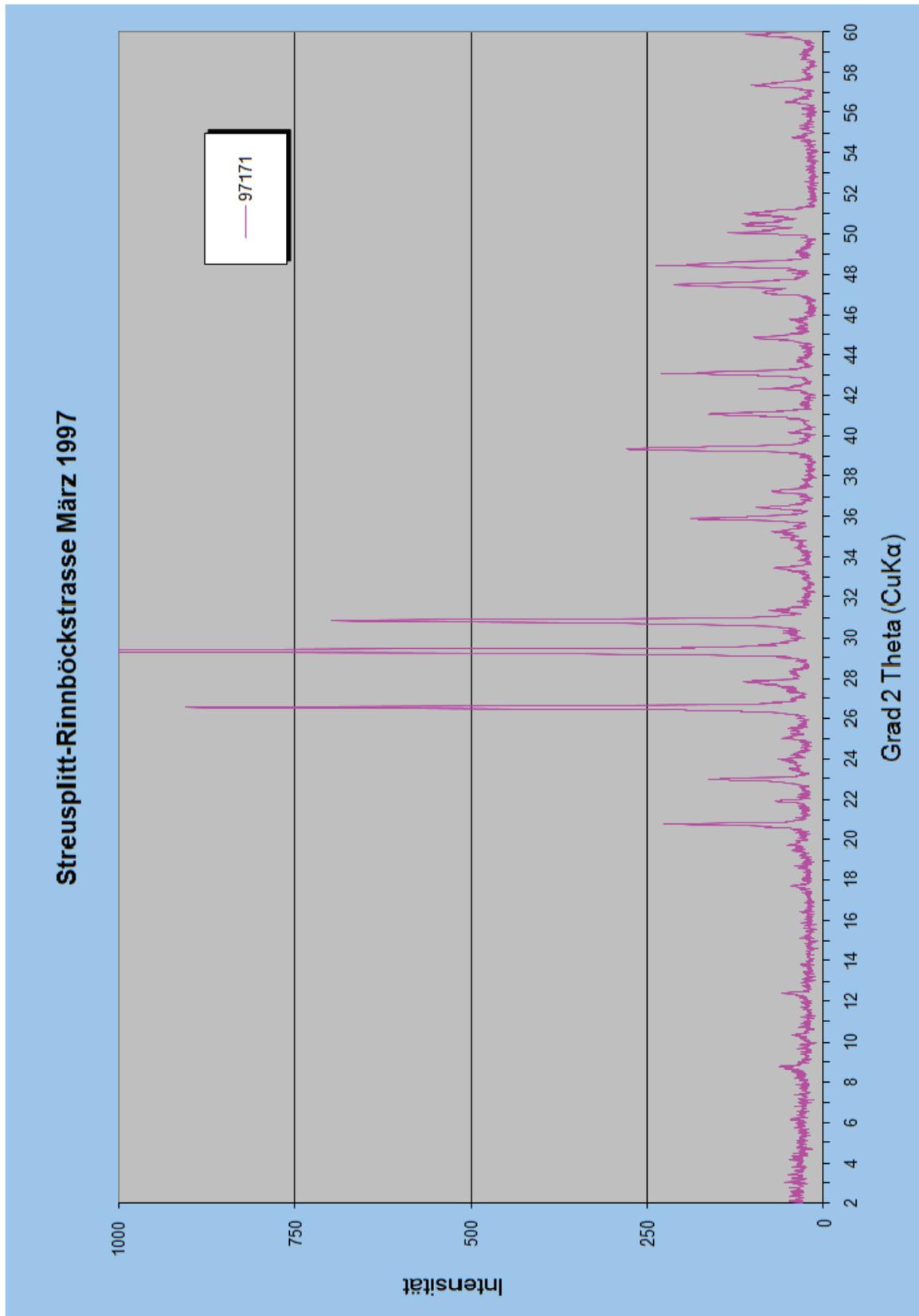


Anhang 5: Fortsetzung

A5.3 Splittproben (Steinfelder, Rinnböckstrasse)

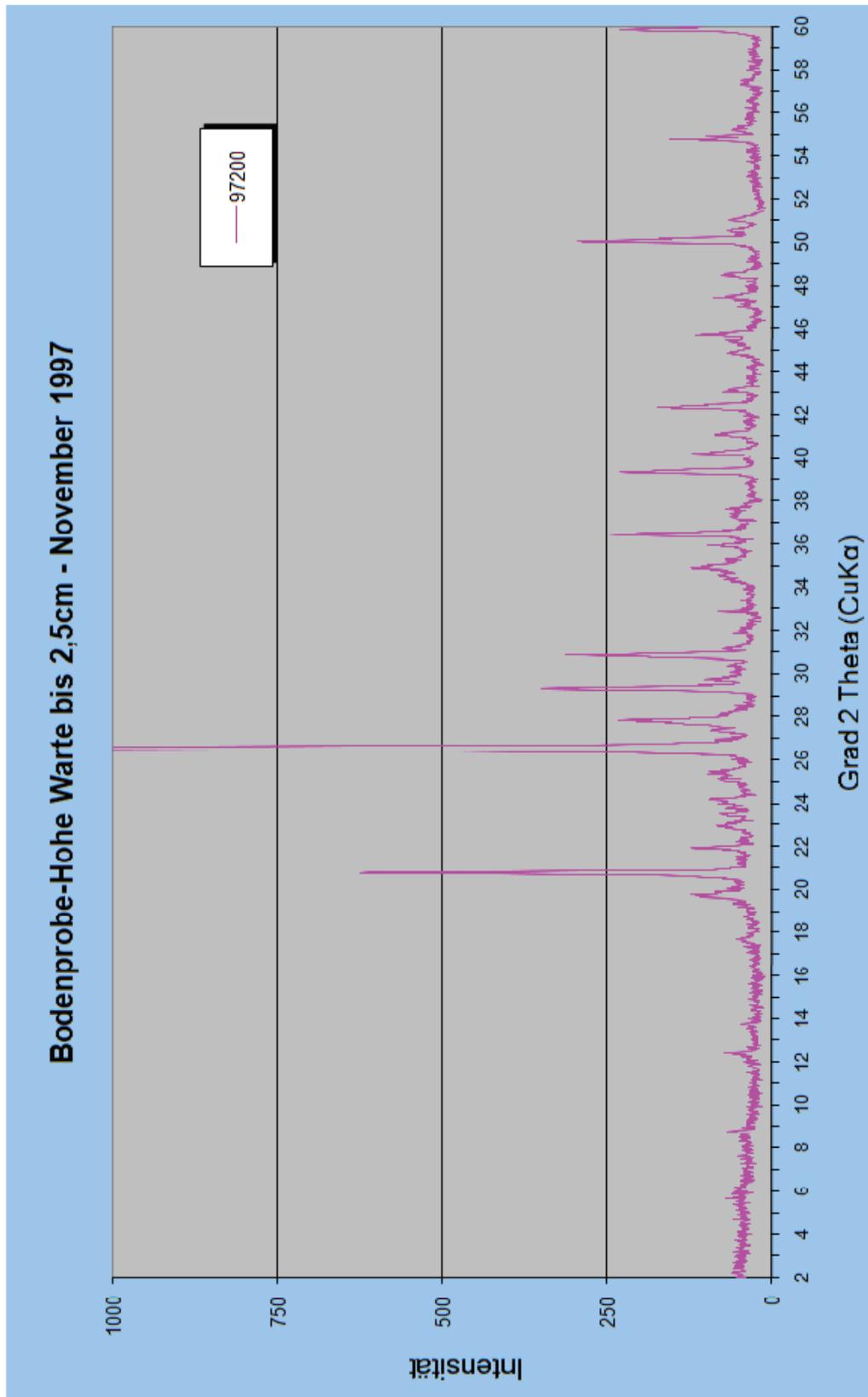


A5.3 Fortsetzung

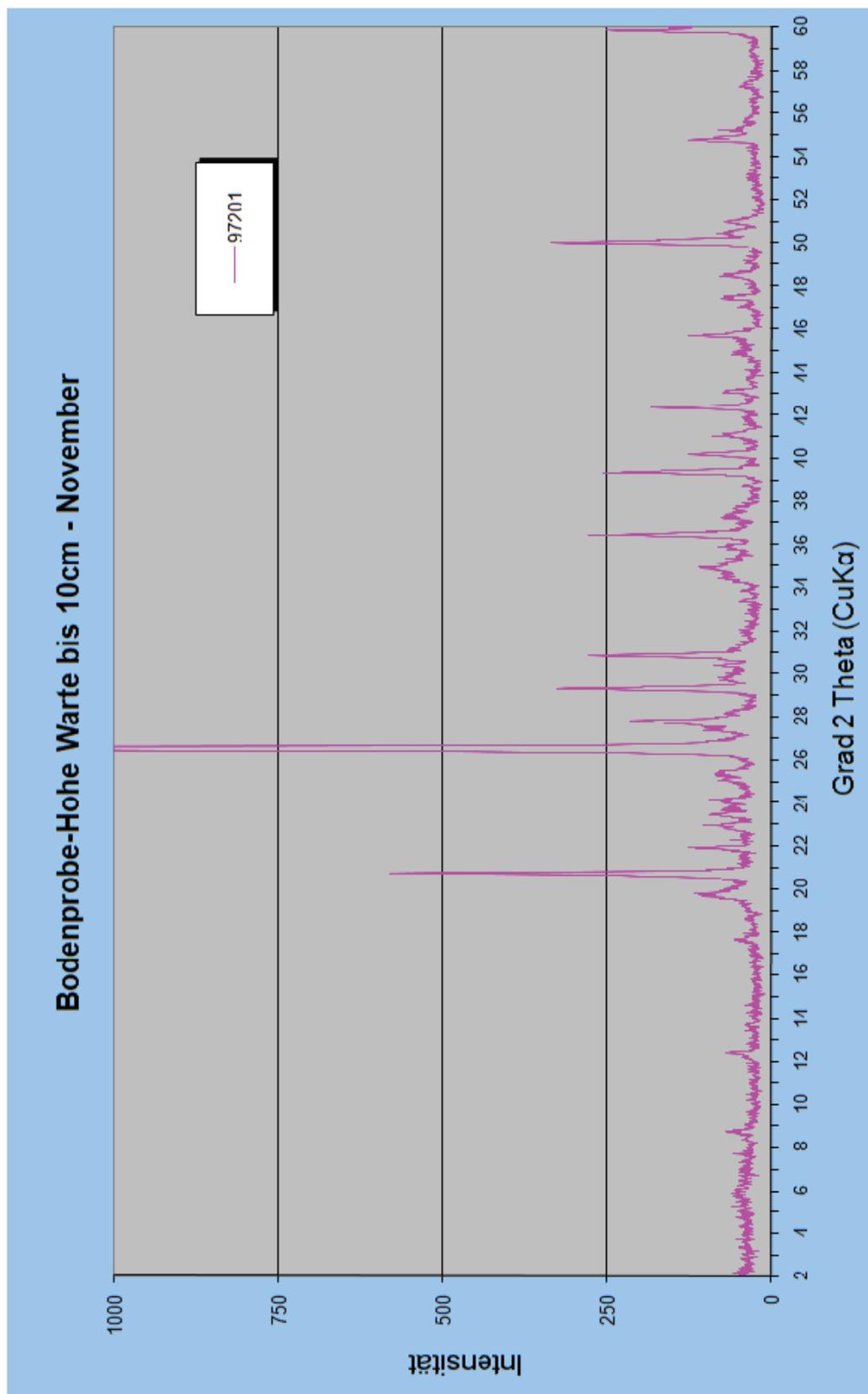


Anhang 5: Fortsetzung

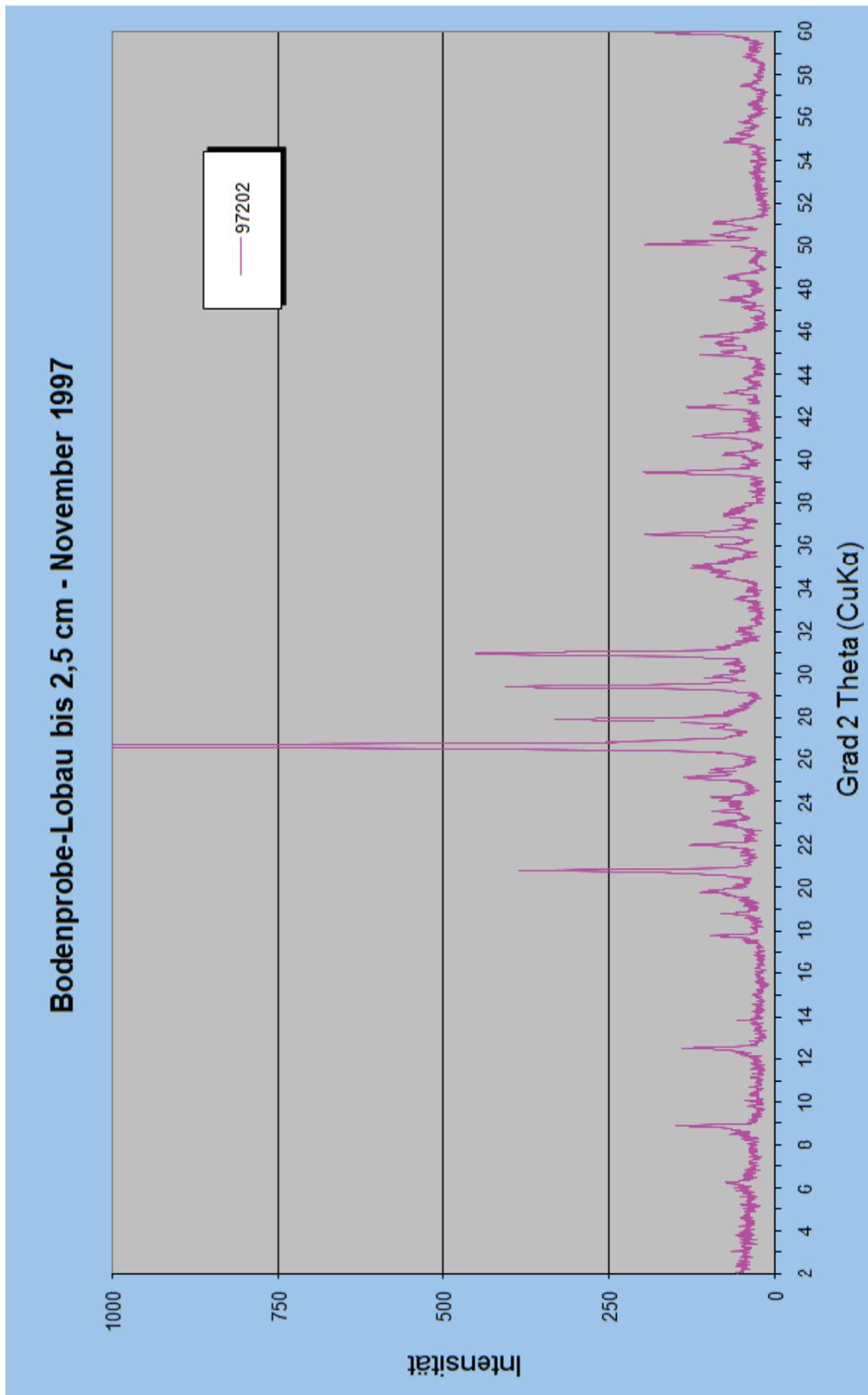
A5.4 Bodenproben (pro Standort 2 Proben)



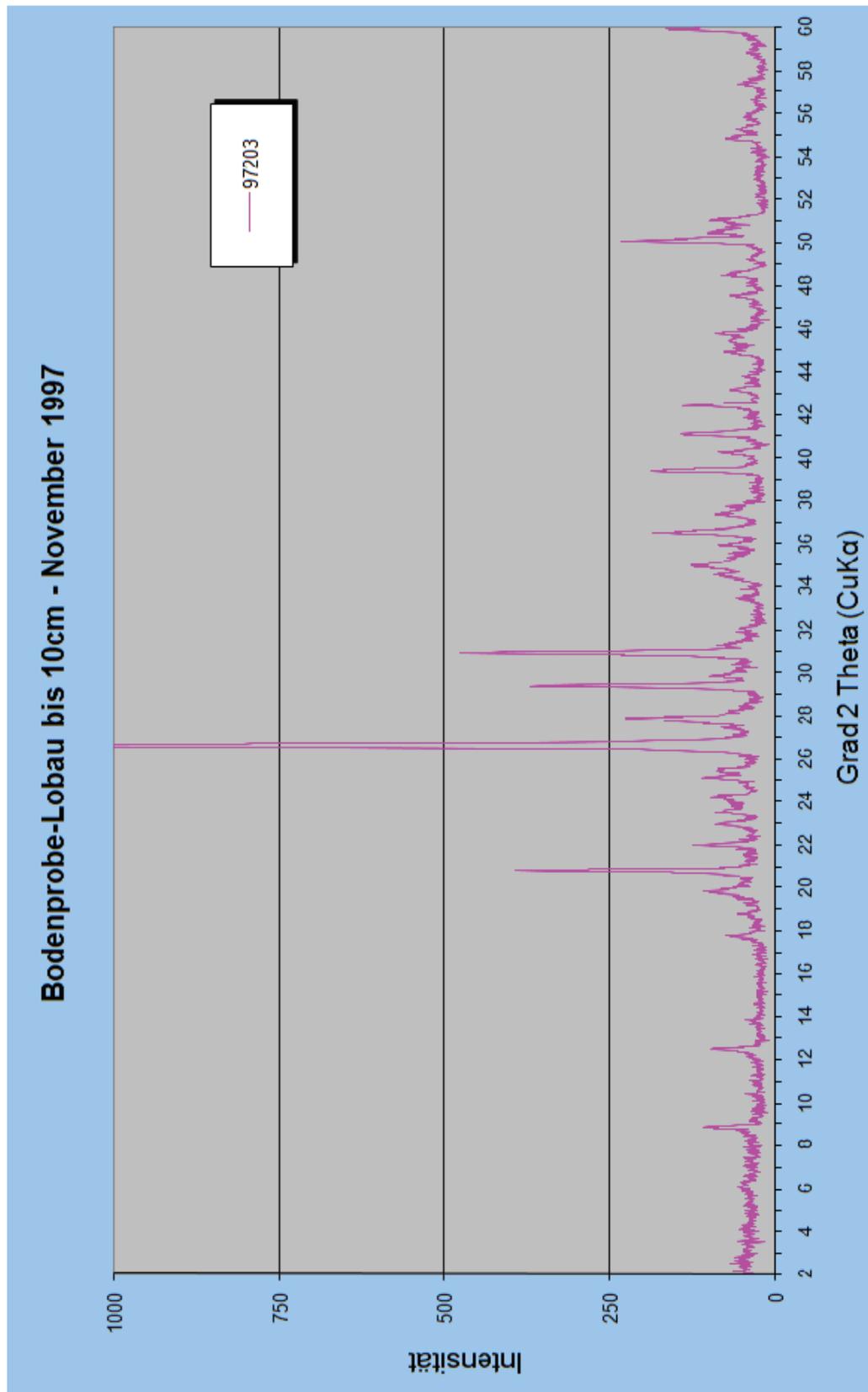
A5.4 Fortsetzung



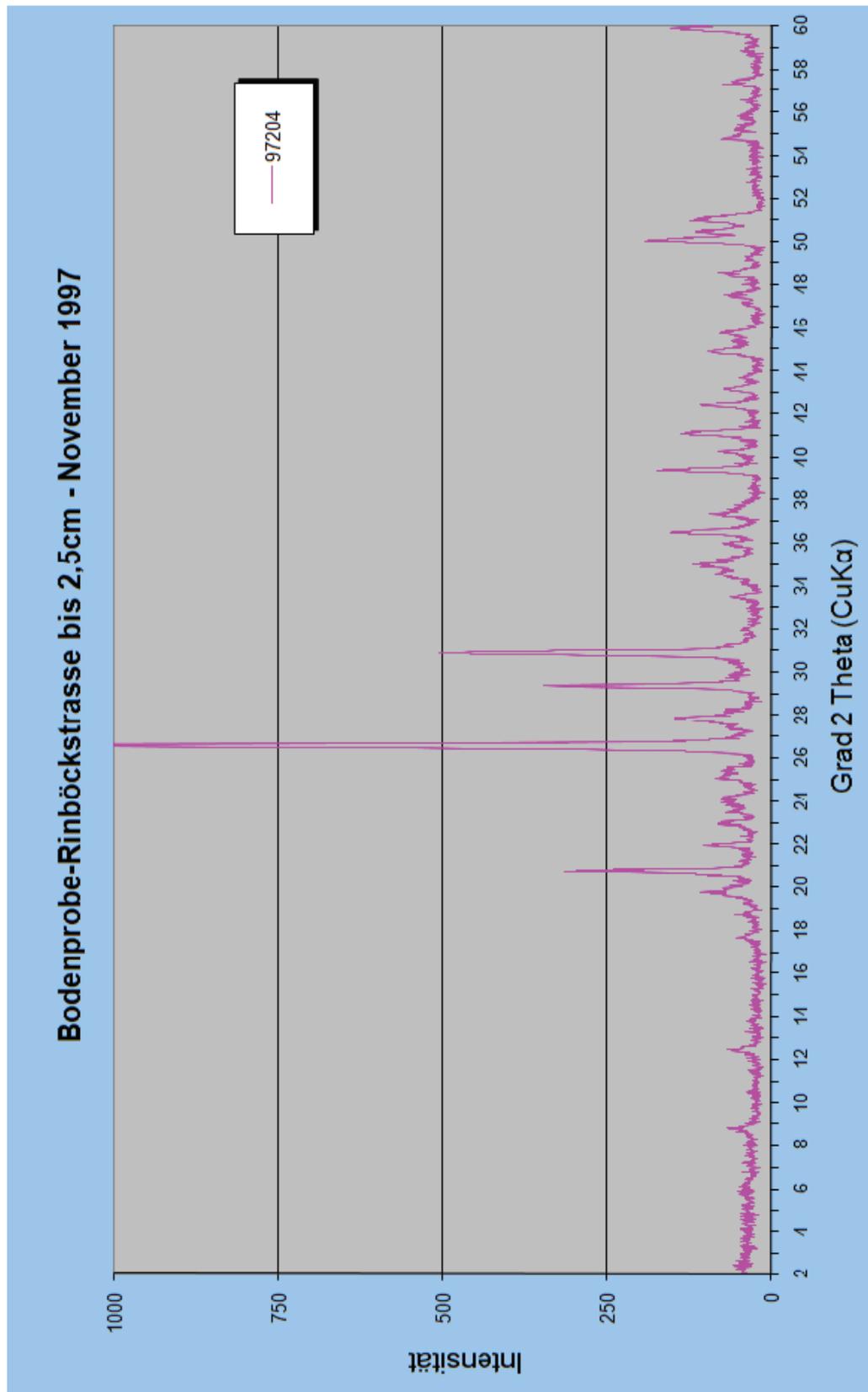
A5.4 Fortsetzung



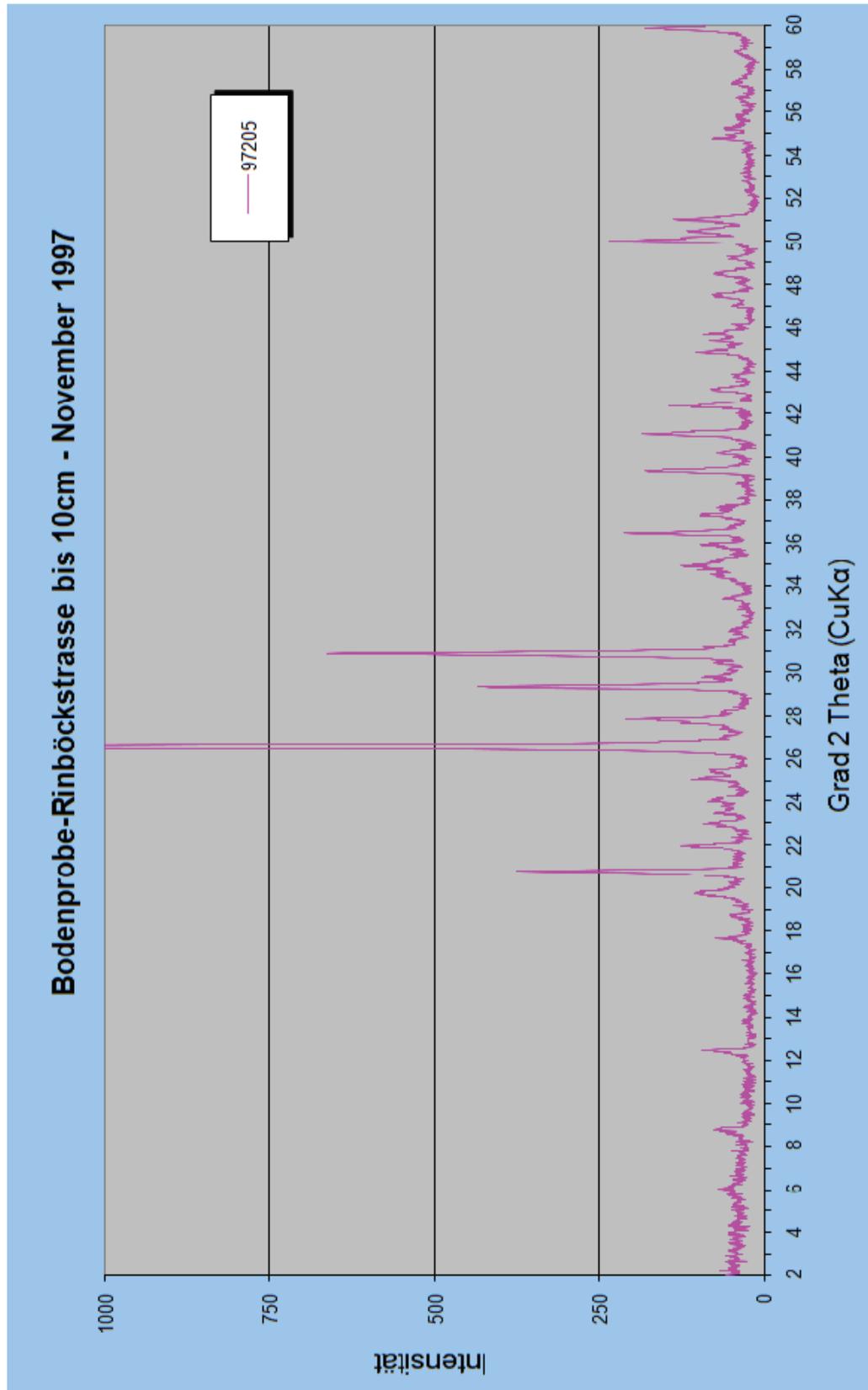
A5.4 Fortsetzung



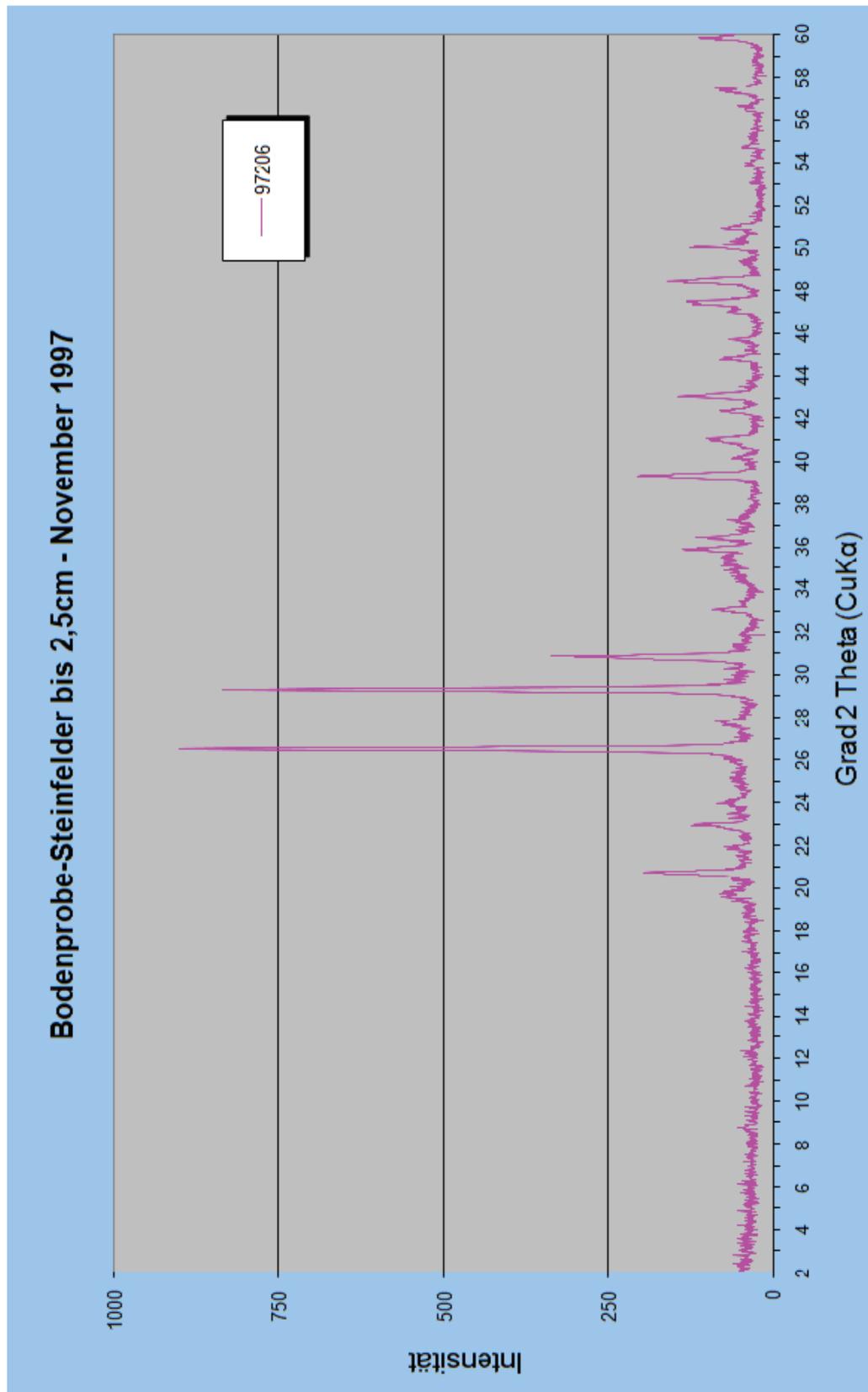
A5.4 Fortsetzung



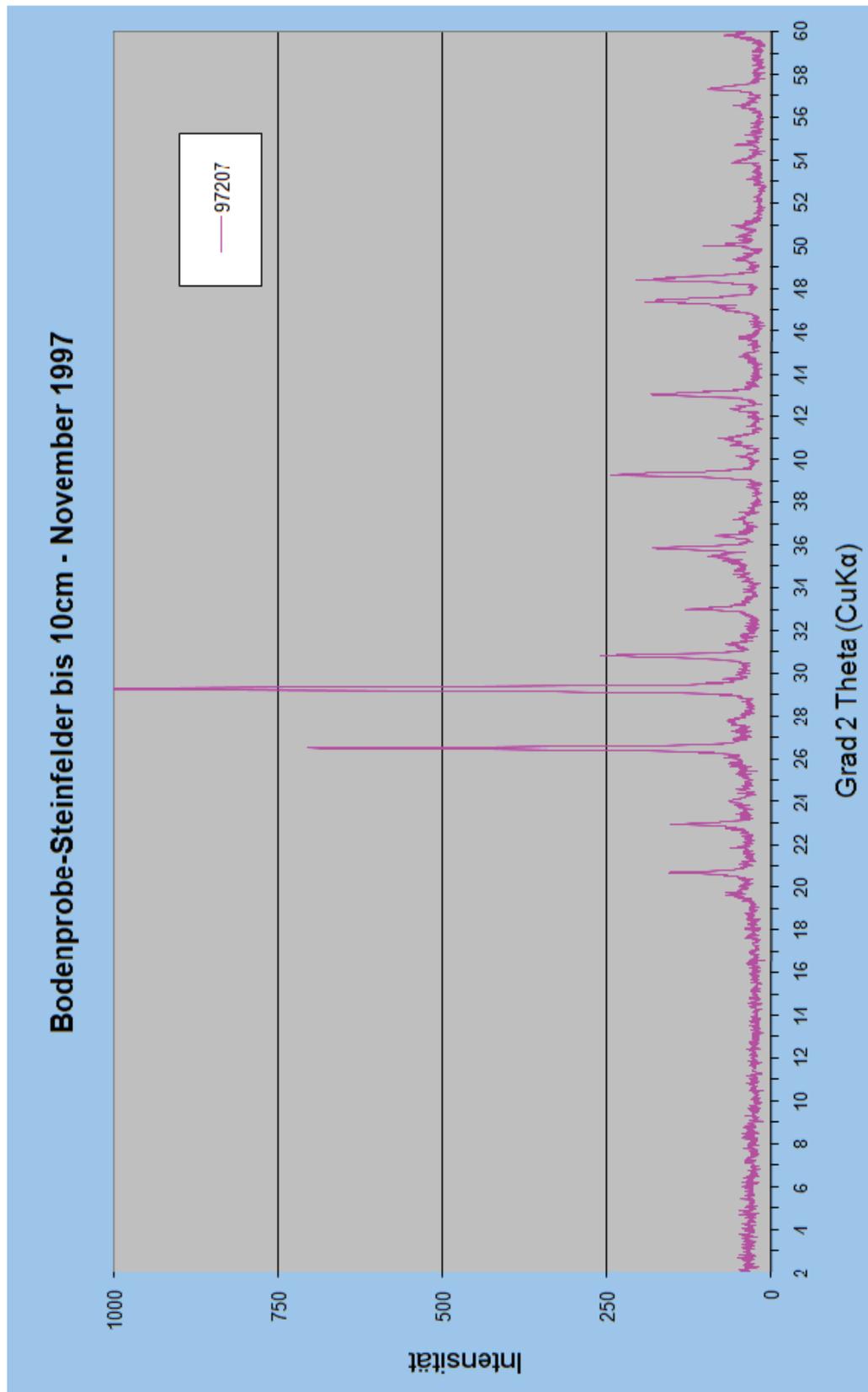
A5.4 Fortsetzung



A5.4 Fortsetzung

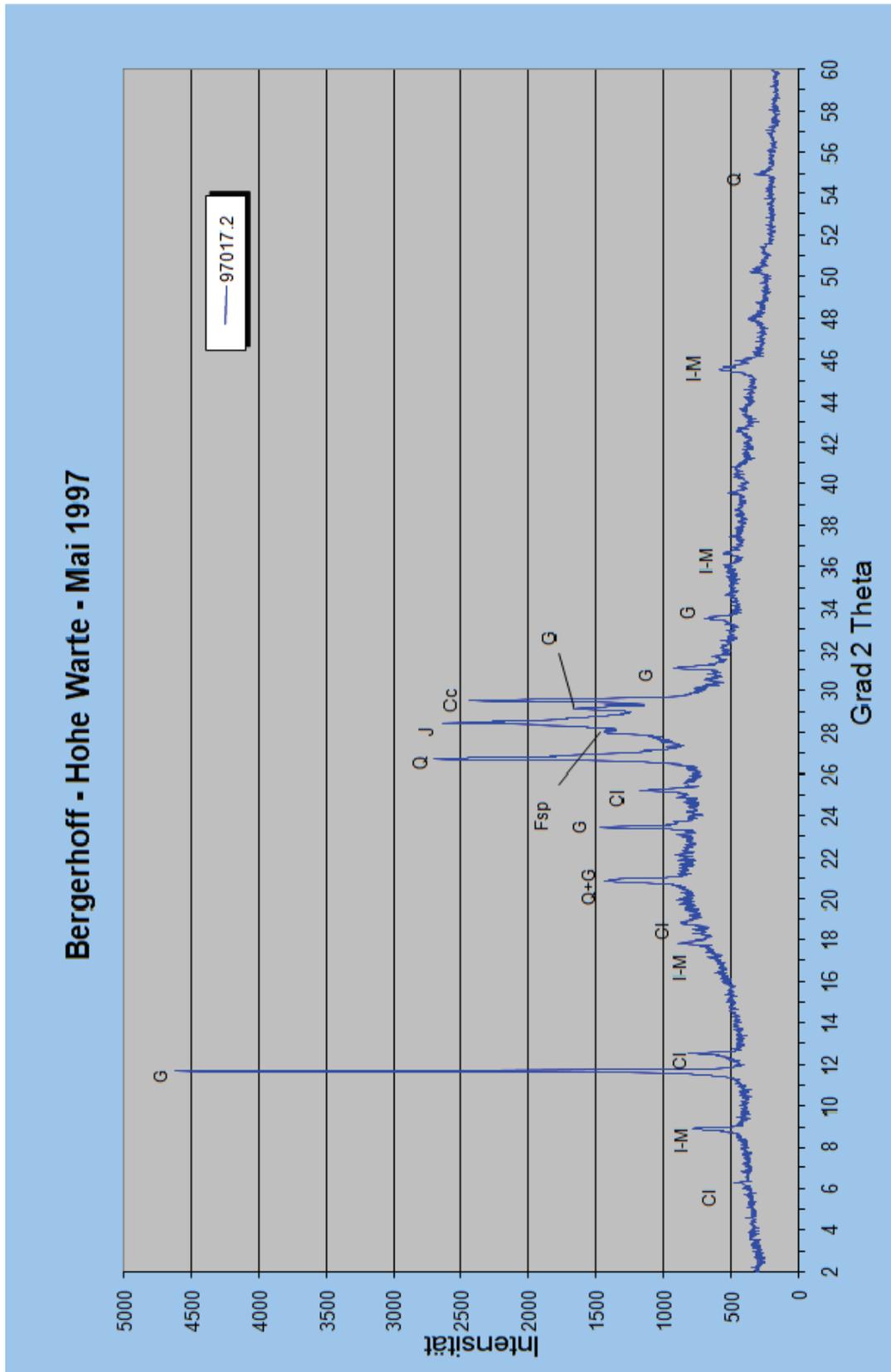


A5.4 Fortsetzung

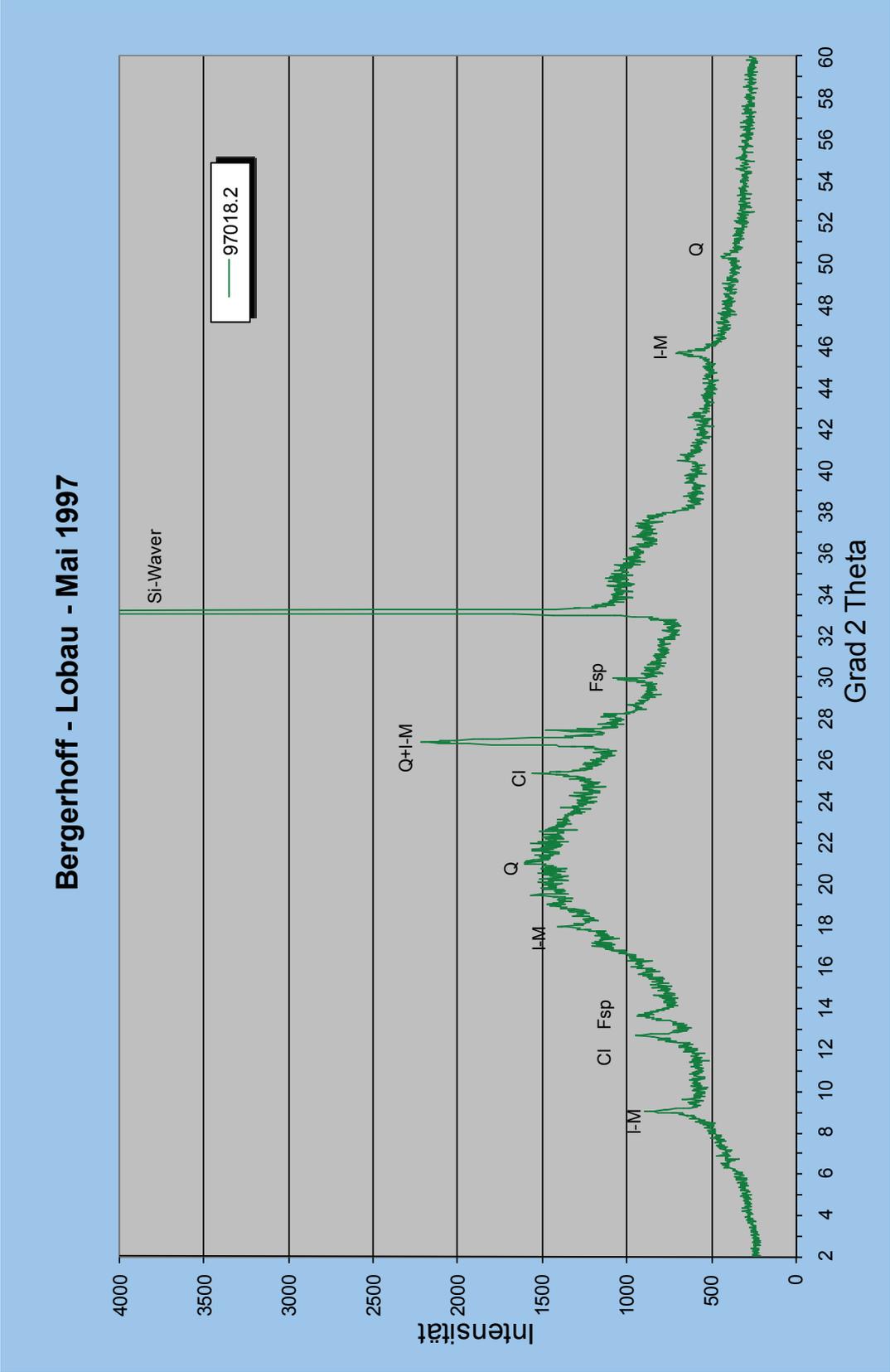


Anhang 6: Auswertungsbeispiele - Röntgendiffraktometrie

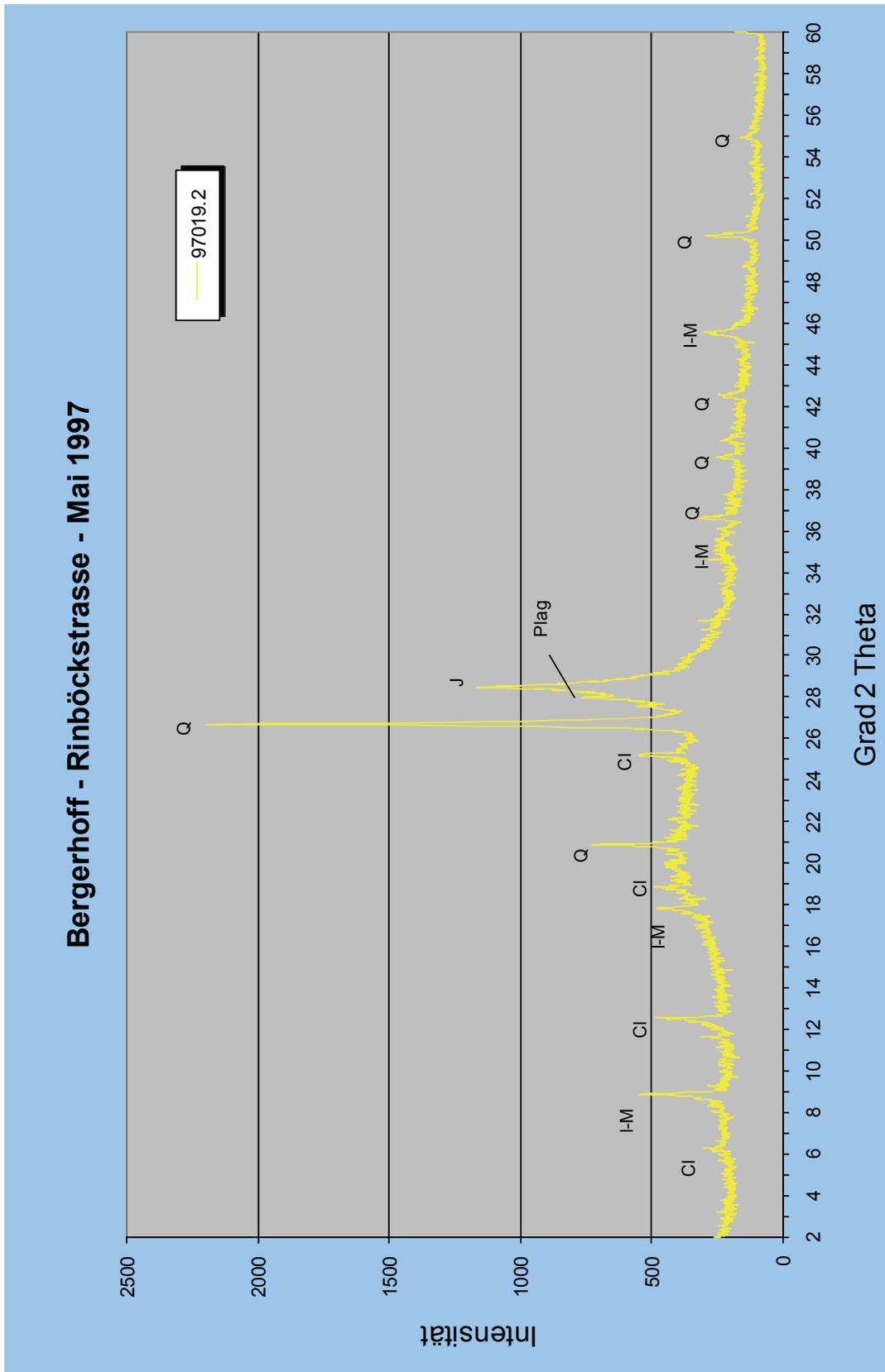
(alle 4 Standorte – jeweils die Mai-Aufnahme)



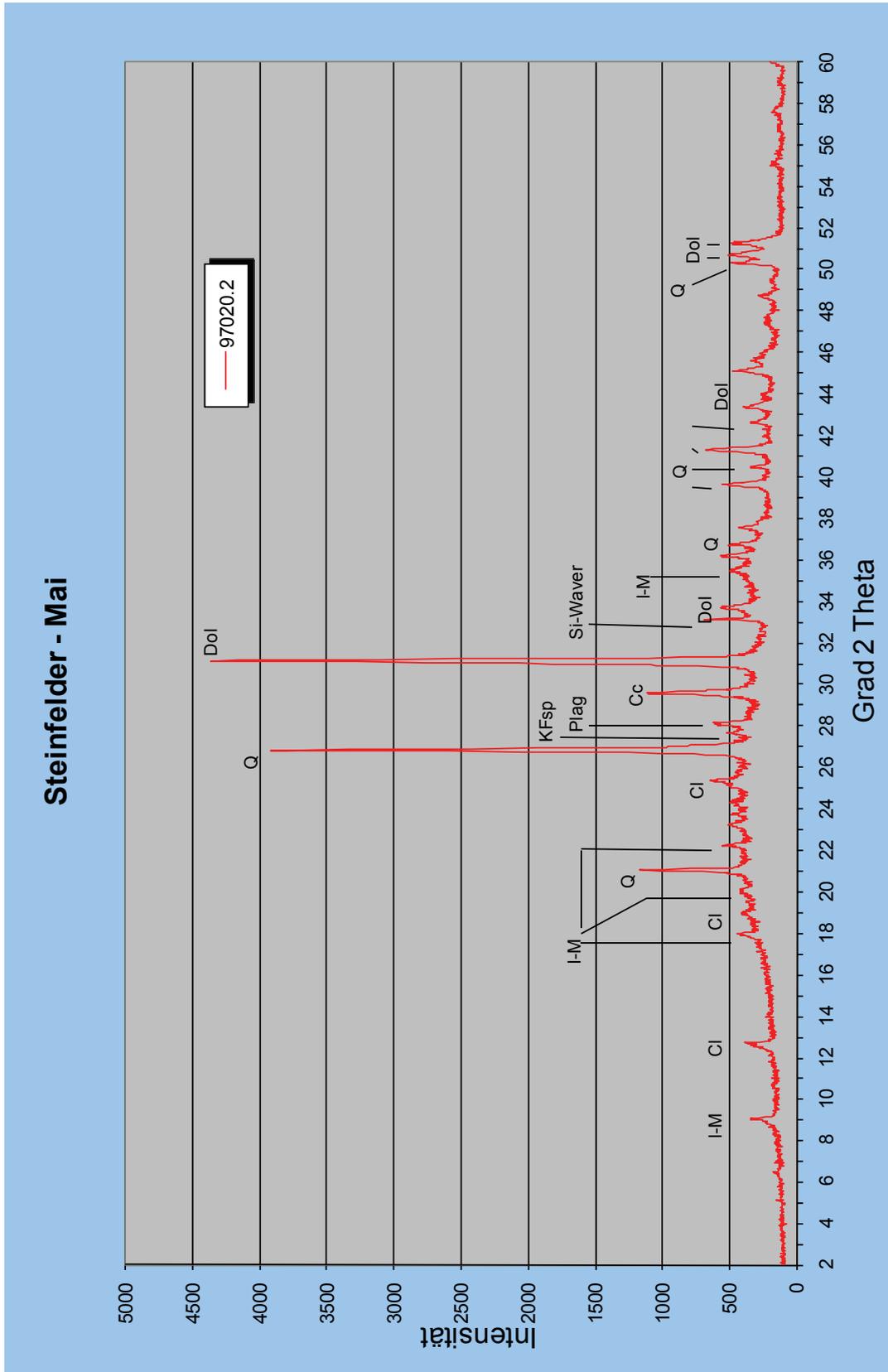
Anhang 6: Fortsetzung



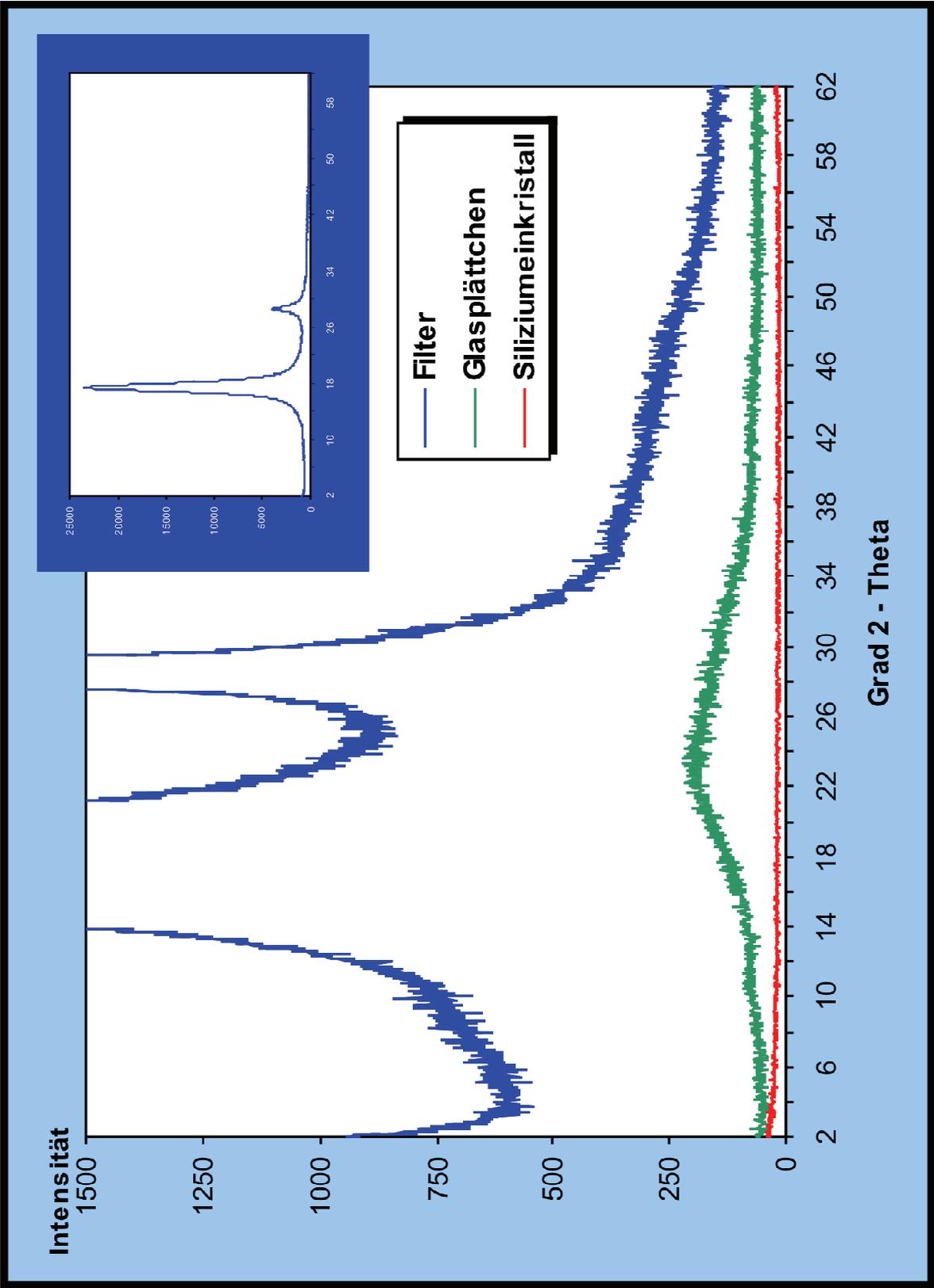
Anhang 6: Fortsetzung



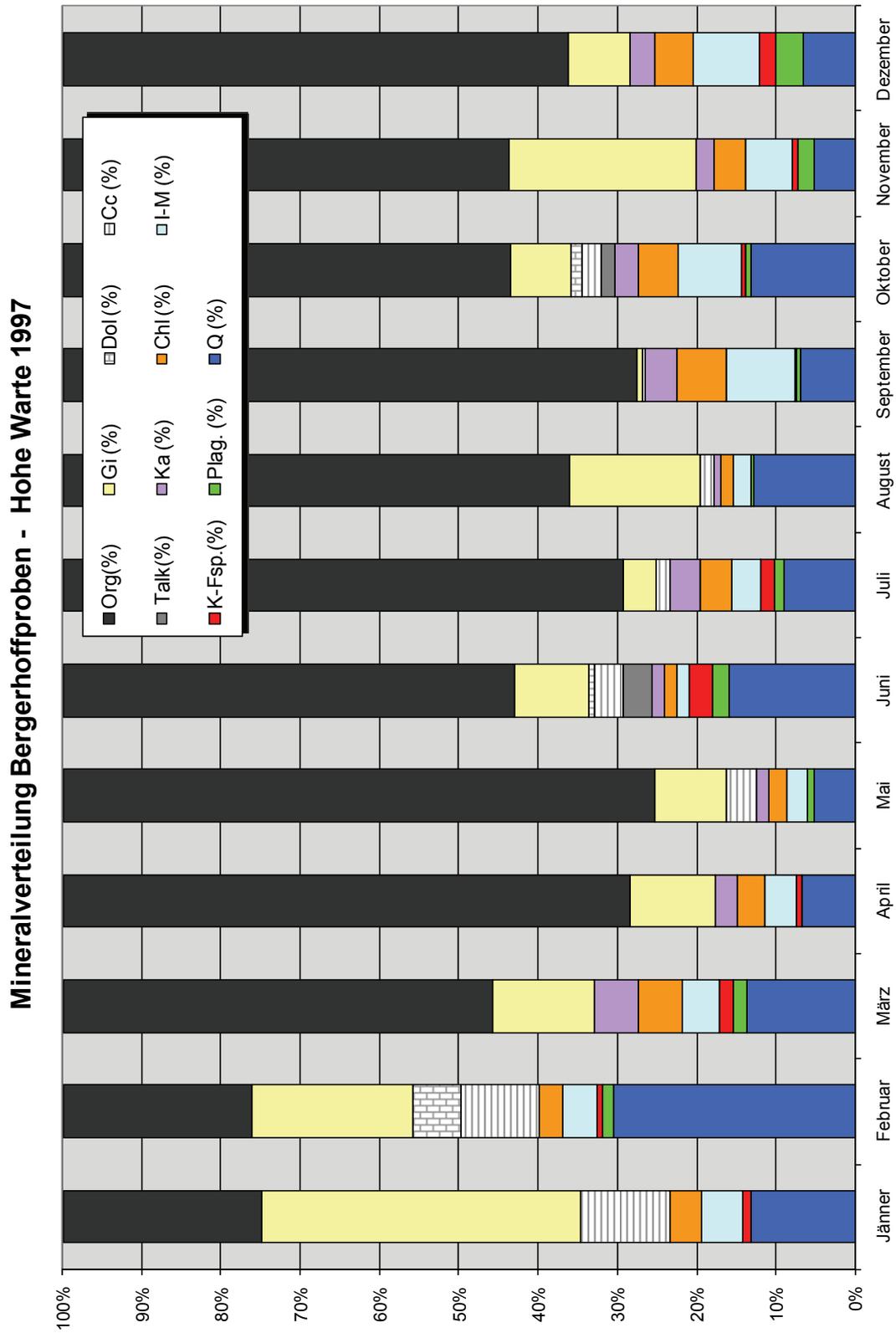
Anhang 6: Fortsetzung



Anhang 7: Untergrundstreustrahlung – Probenträger

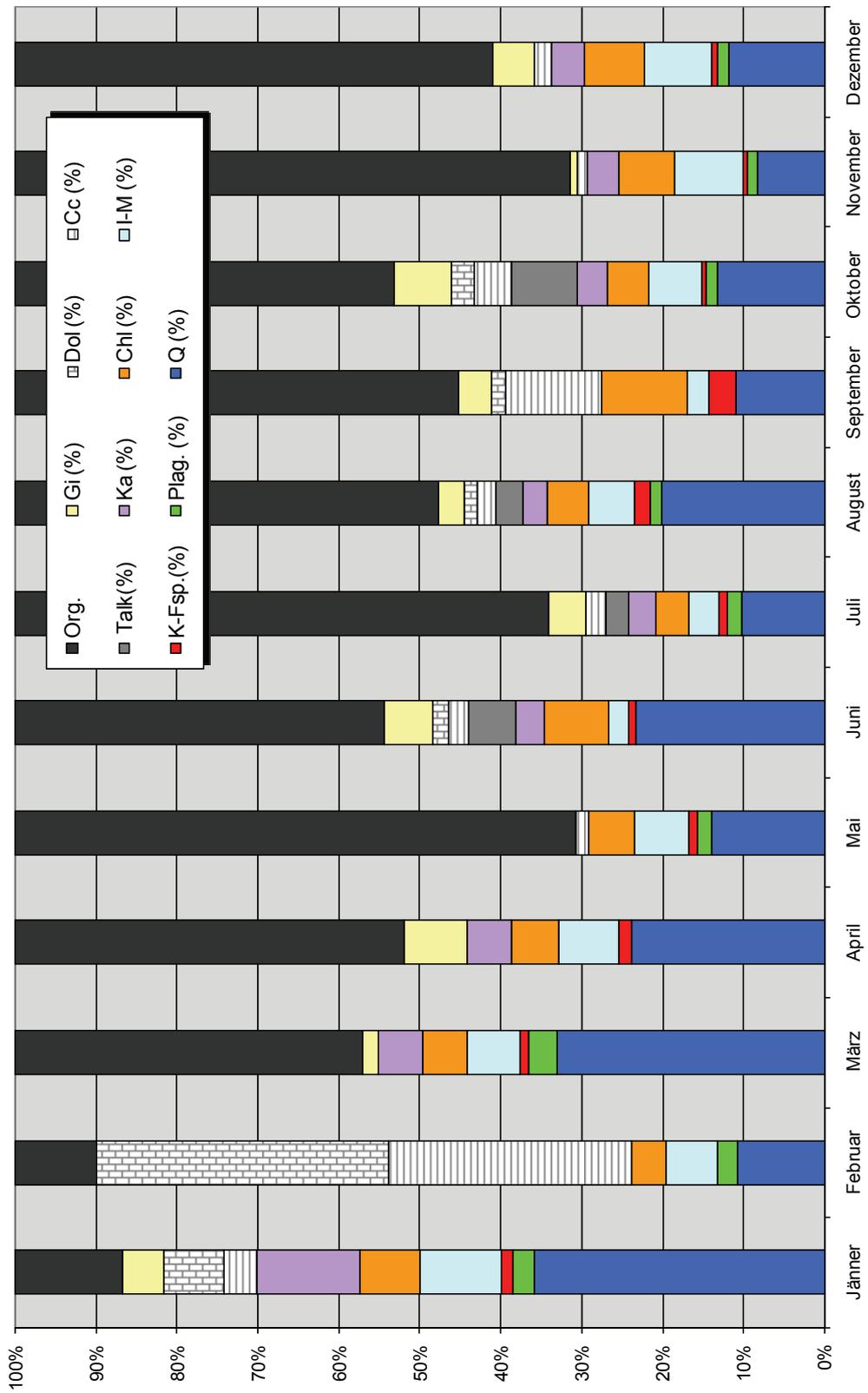


A8.1 Fortsetzung



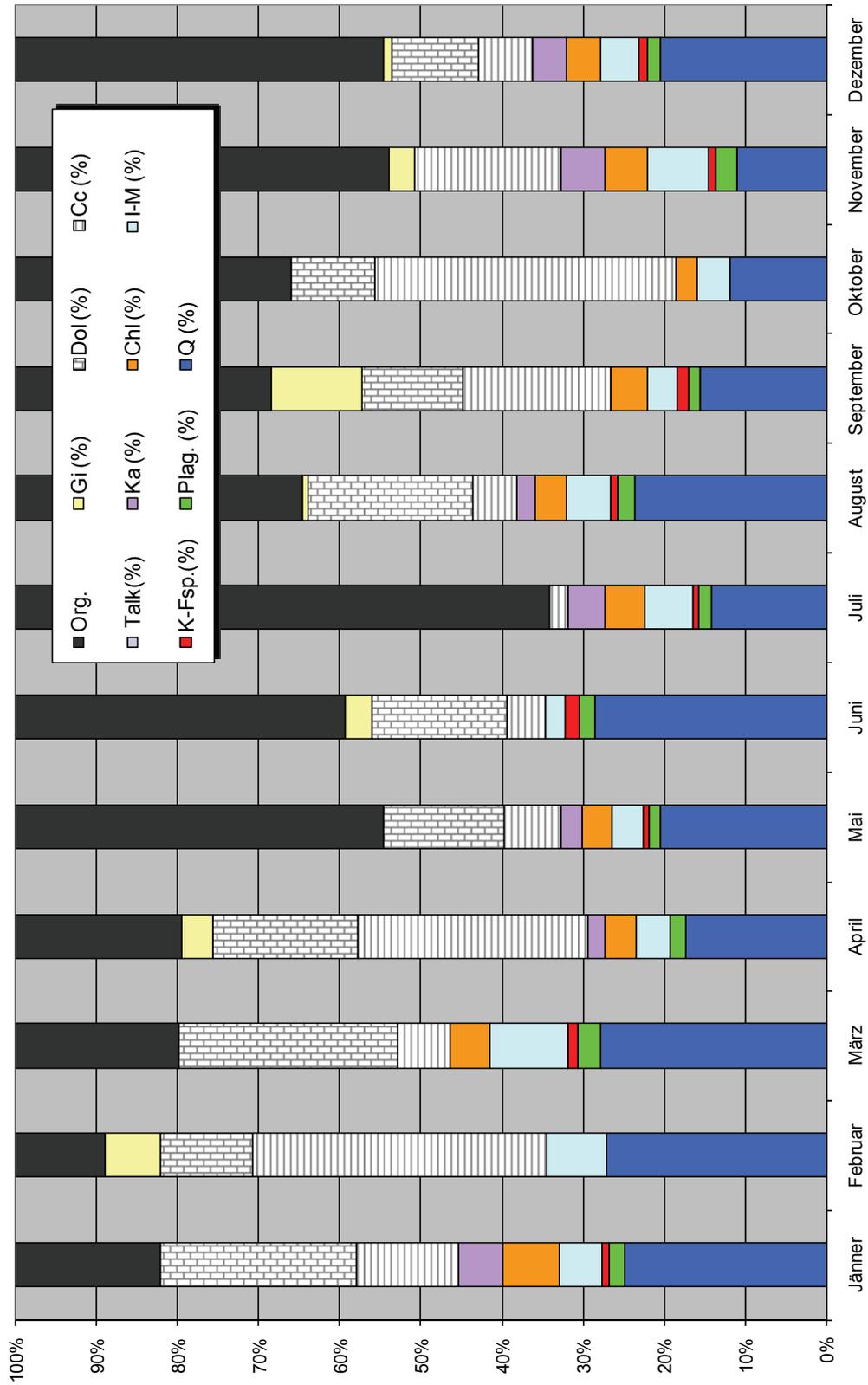
A8.1 Fortsetzung

Mineralverteilung Bergerhoffproben - Rinnböckstrasse 1997



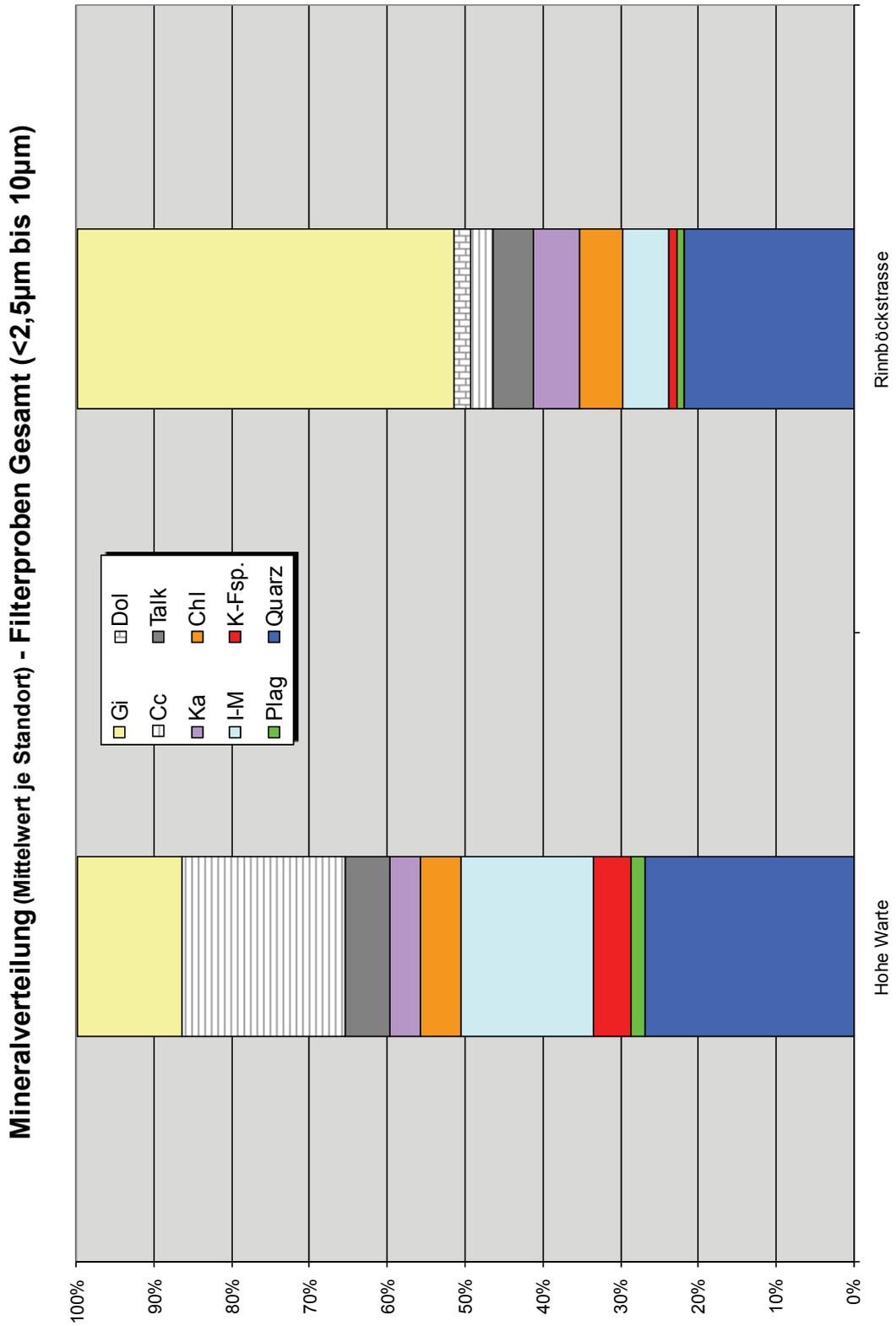
A8.1 Fortsetzung

Mineralverteilung Bergerhoffproben - Steinfelder 1997



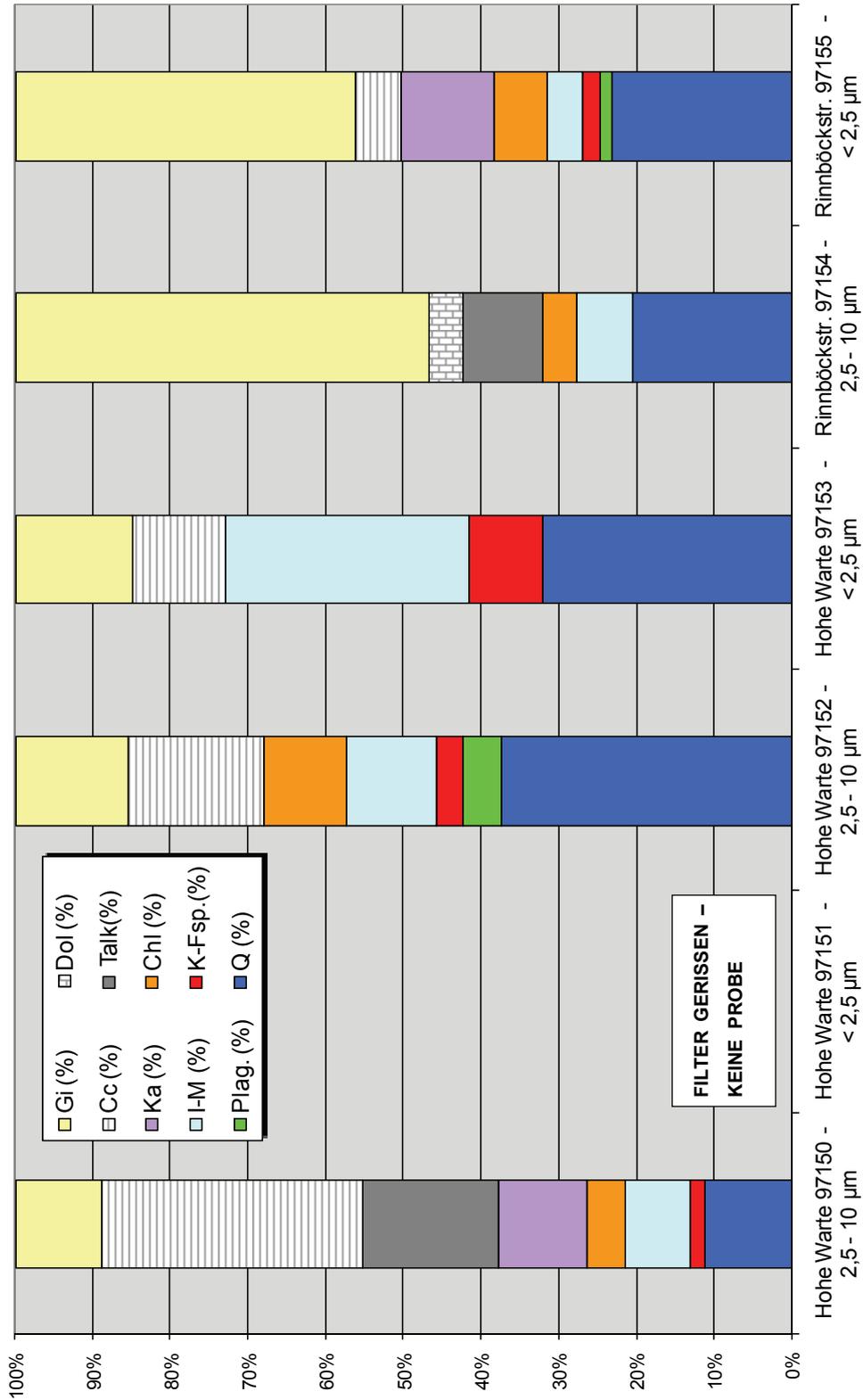
Anhang 8: Fortsetzung

A8.2 Filterproben



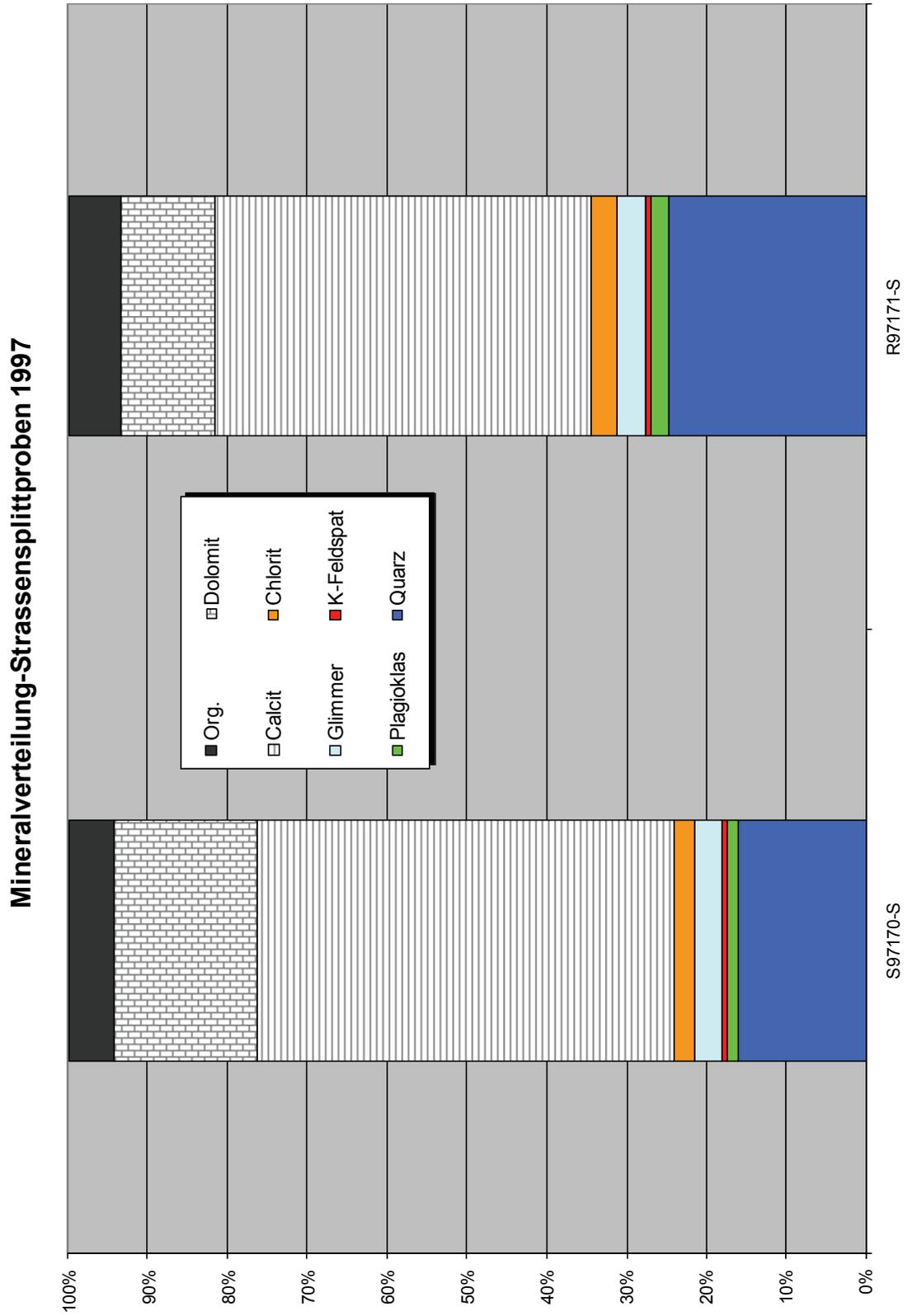
A8.2 Fortsetzung

Mineralverteilung der einzelnen Filterproben



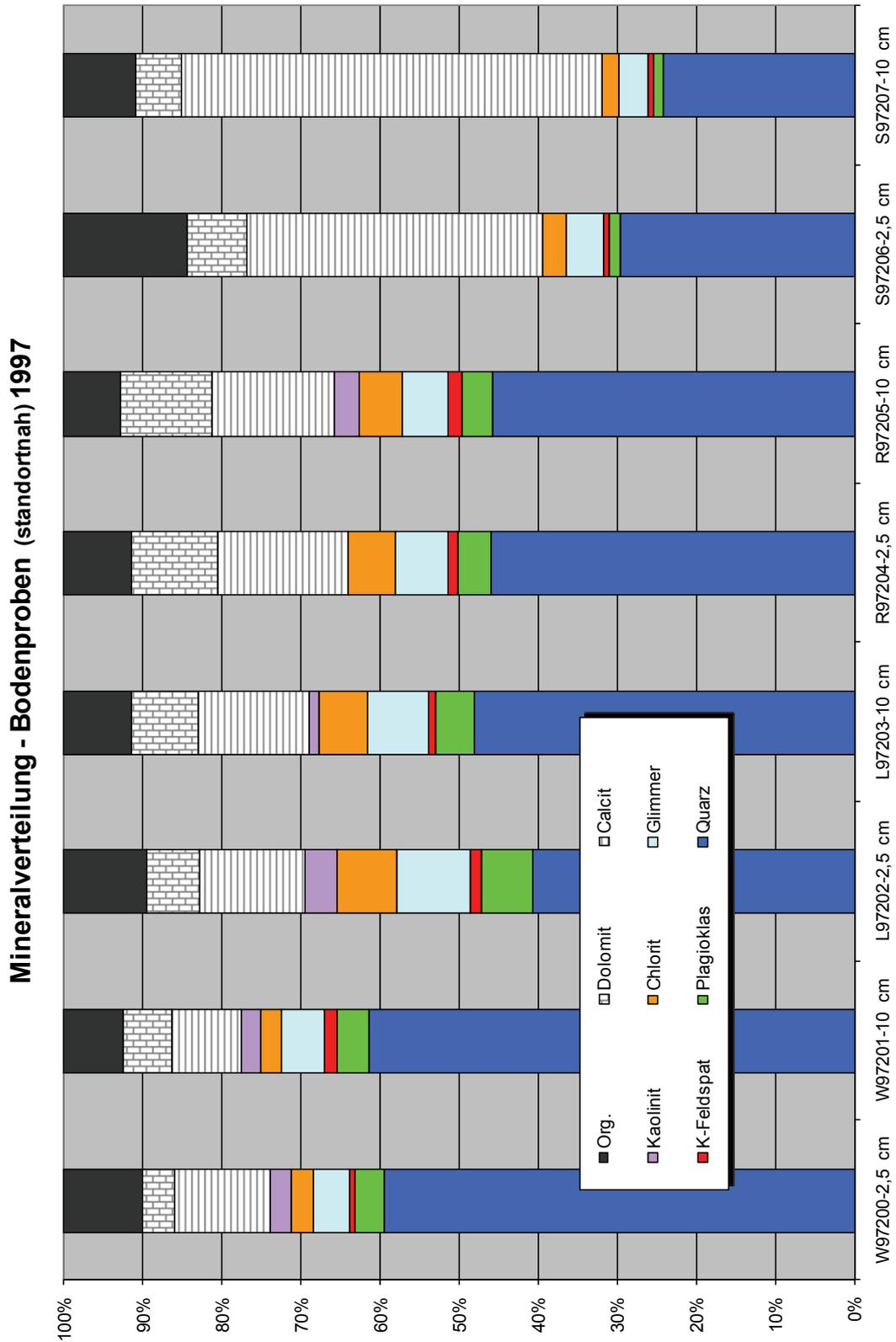
Anhang 8: Fortsetzung

A8.3 Splittproben



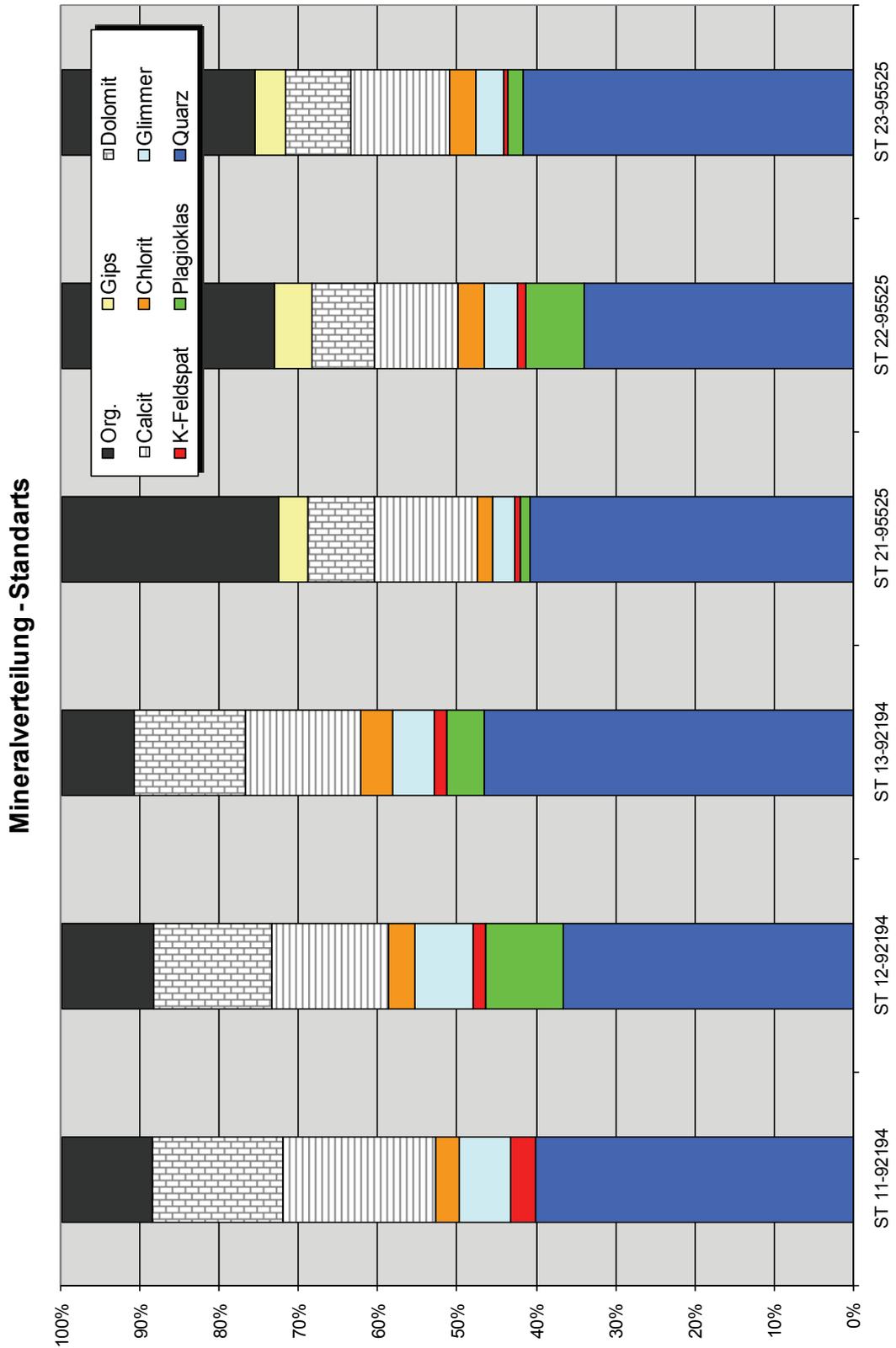
Anhang 8: Fortsetzung

A8.4 Bodenproben



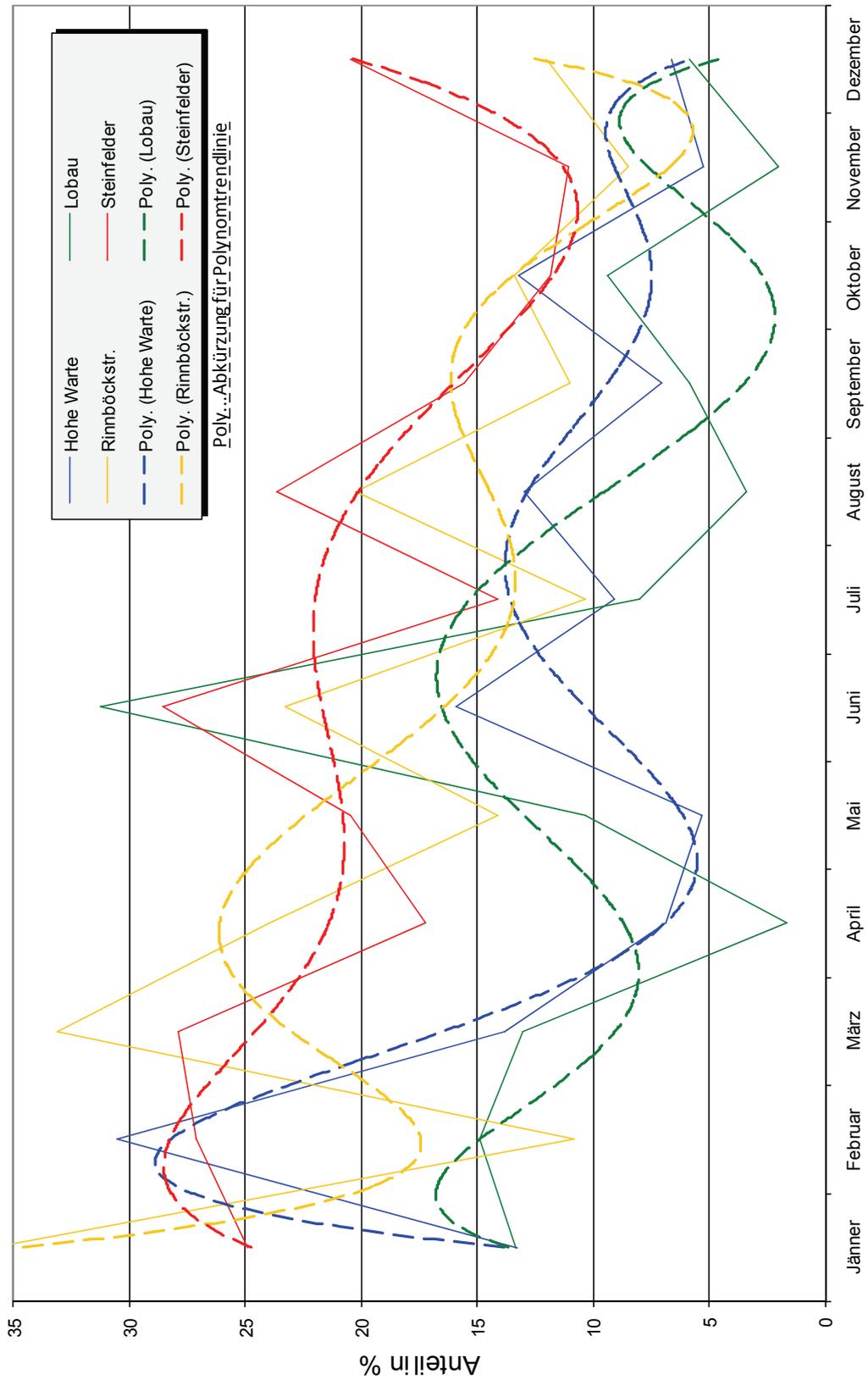
Anhang 8: Fortsetzung

A8.5 Standards

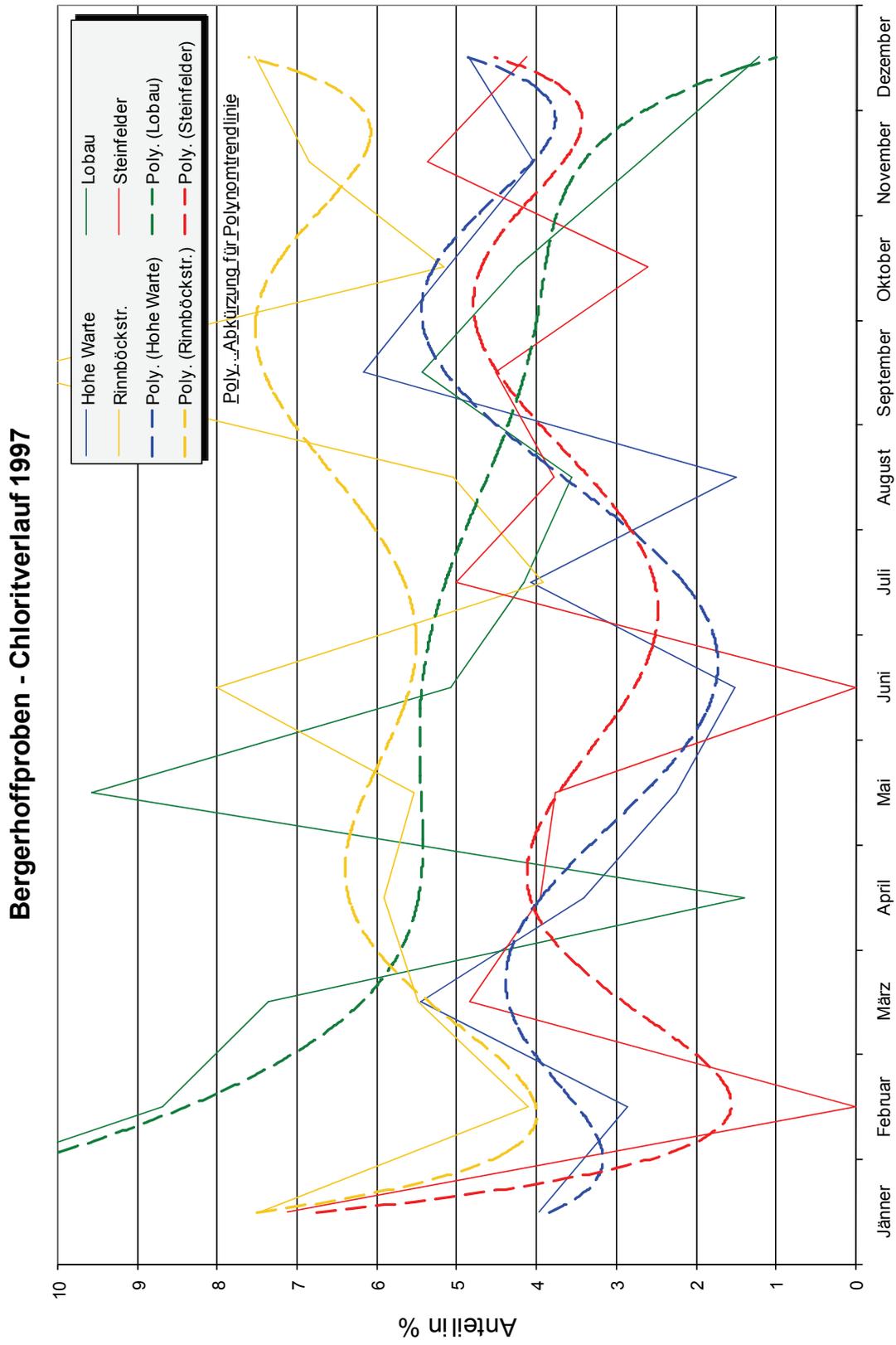


Anhang 9: Jahresverlauf - Mineralphasen (% Anteile-incl. org. Anteil)

Bergerhoffproben - Quarzverlauf 1997

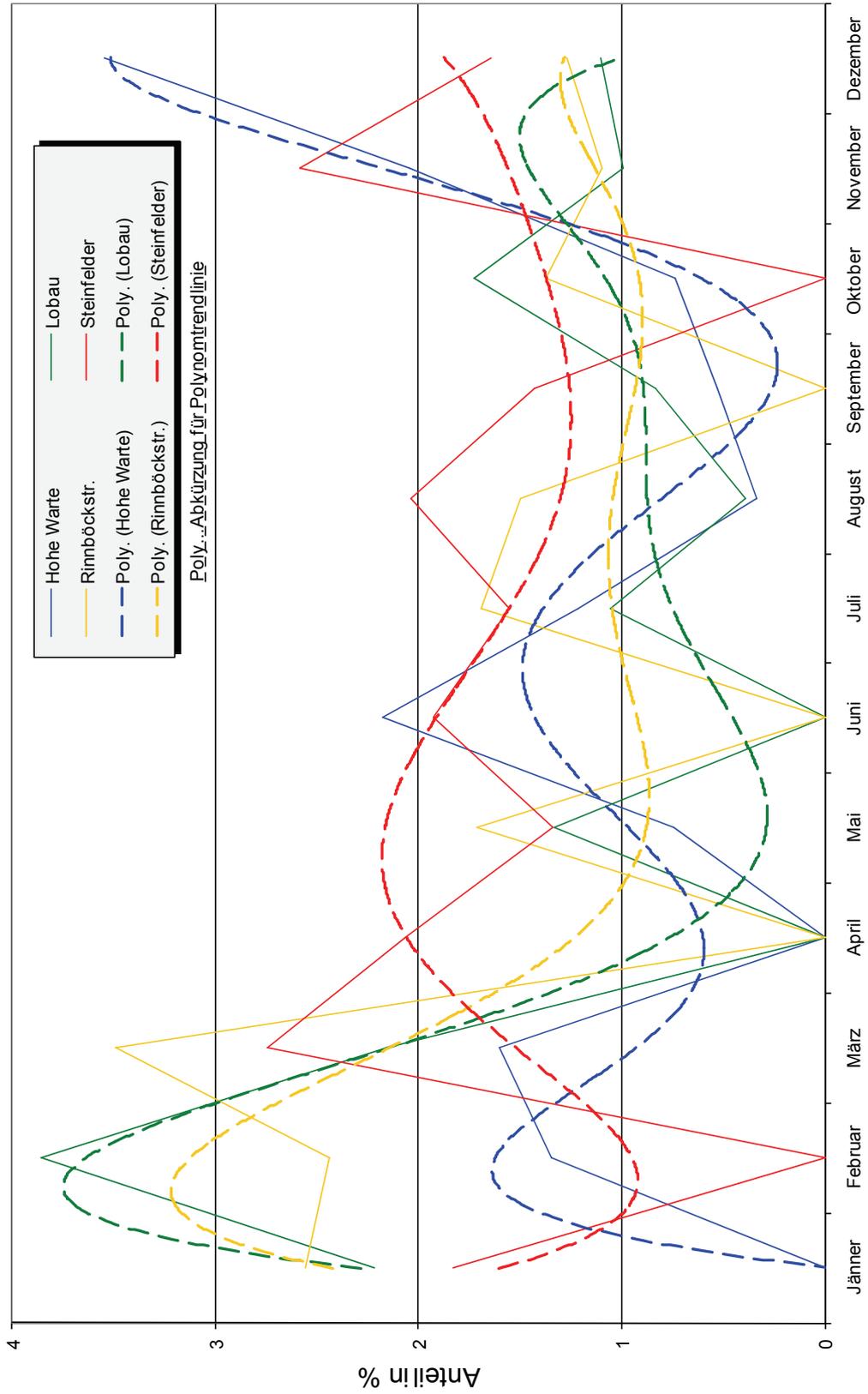


Anhang 9: Fortsetzung



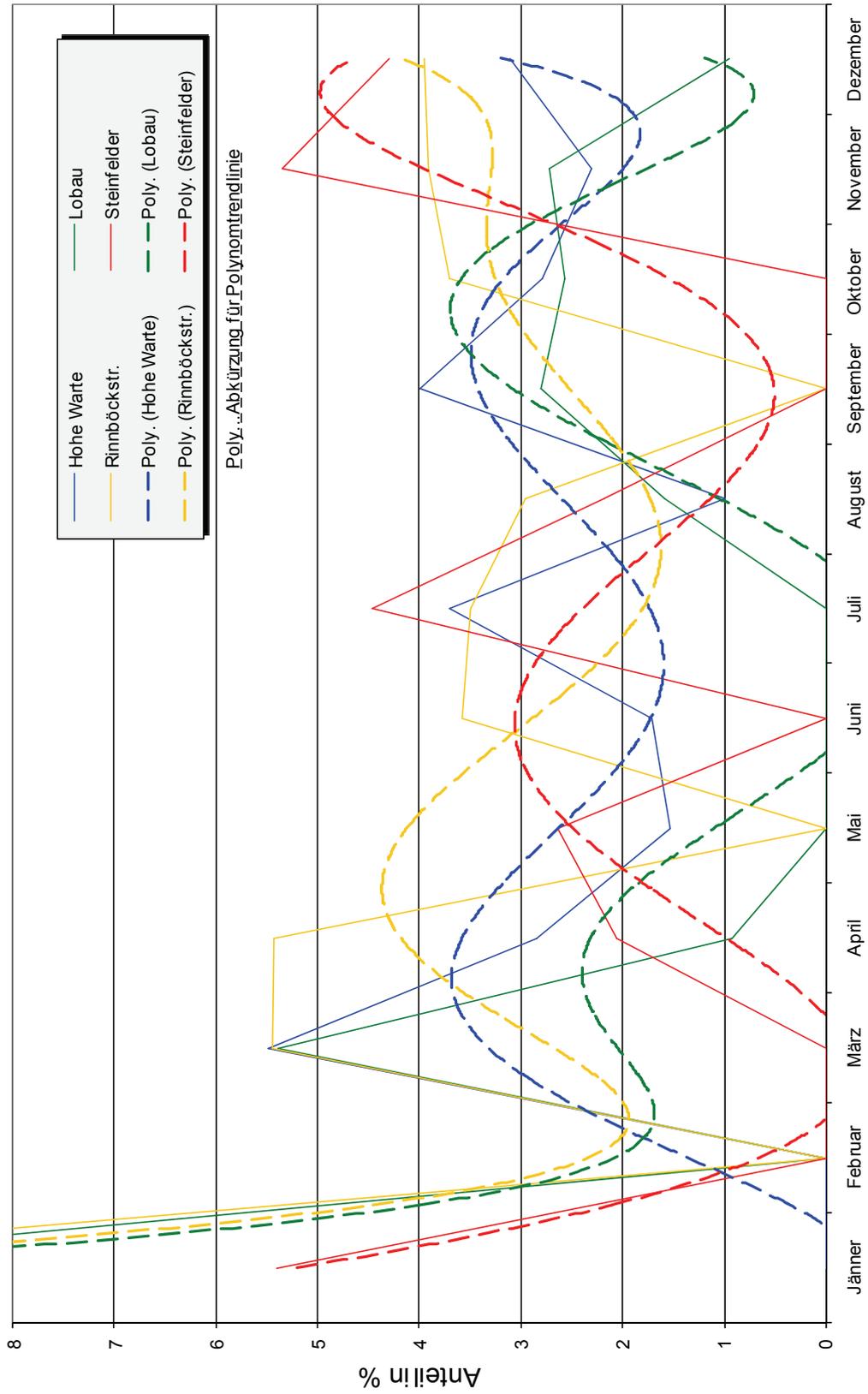
Anhang 9: Fortsetzung

Bergerhoffproben - Plagioklasverlauf 1997



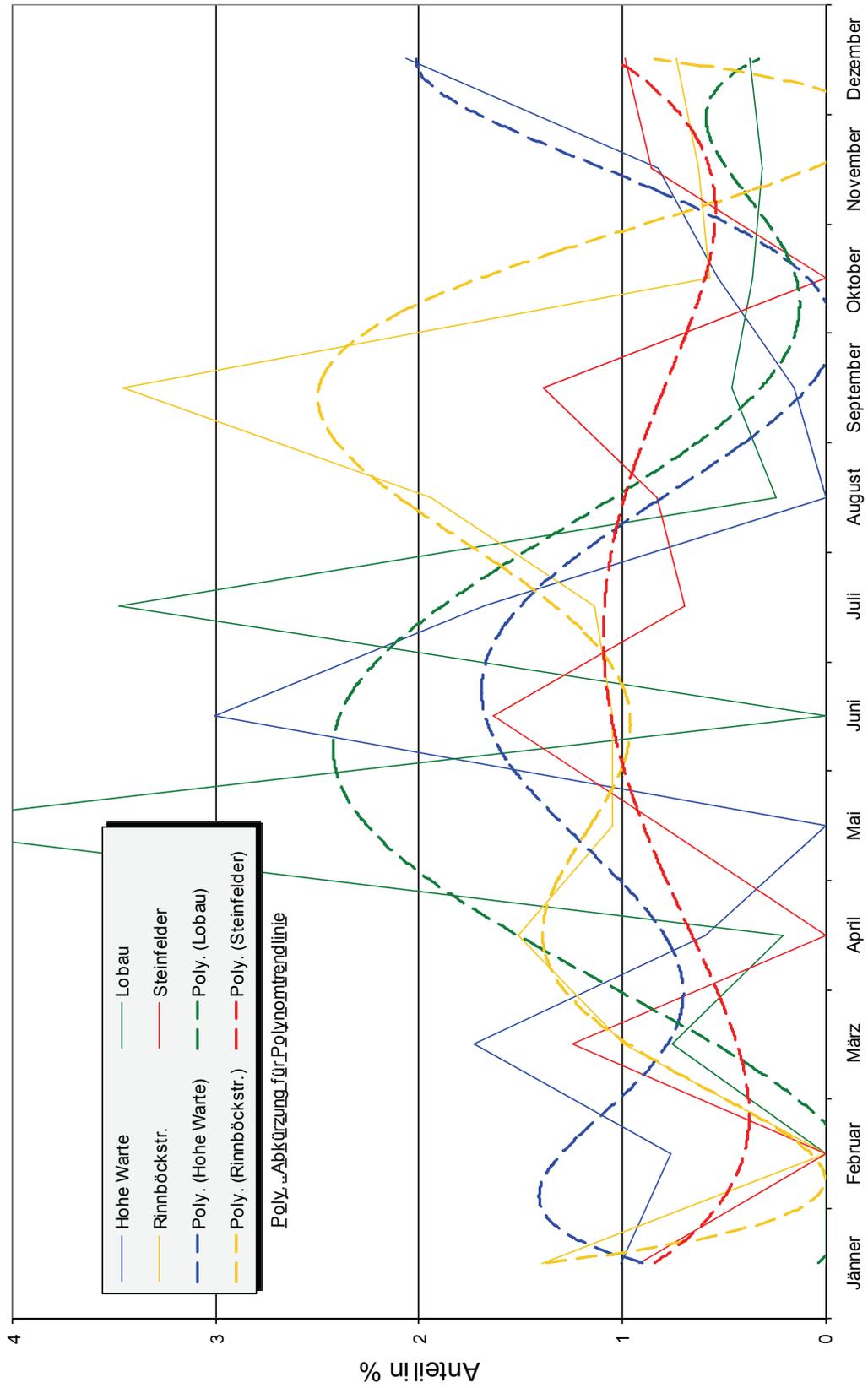
Anhang 9: Fortsetzung

Bergerhoffproben - Kaolinitverlauf 1997



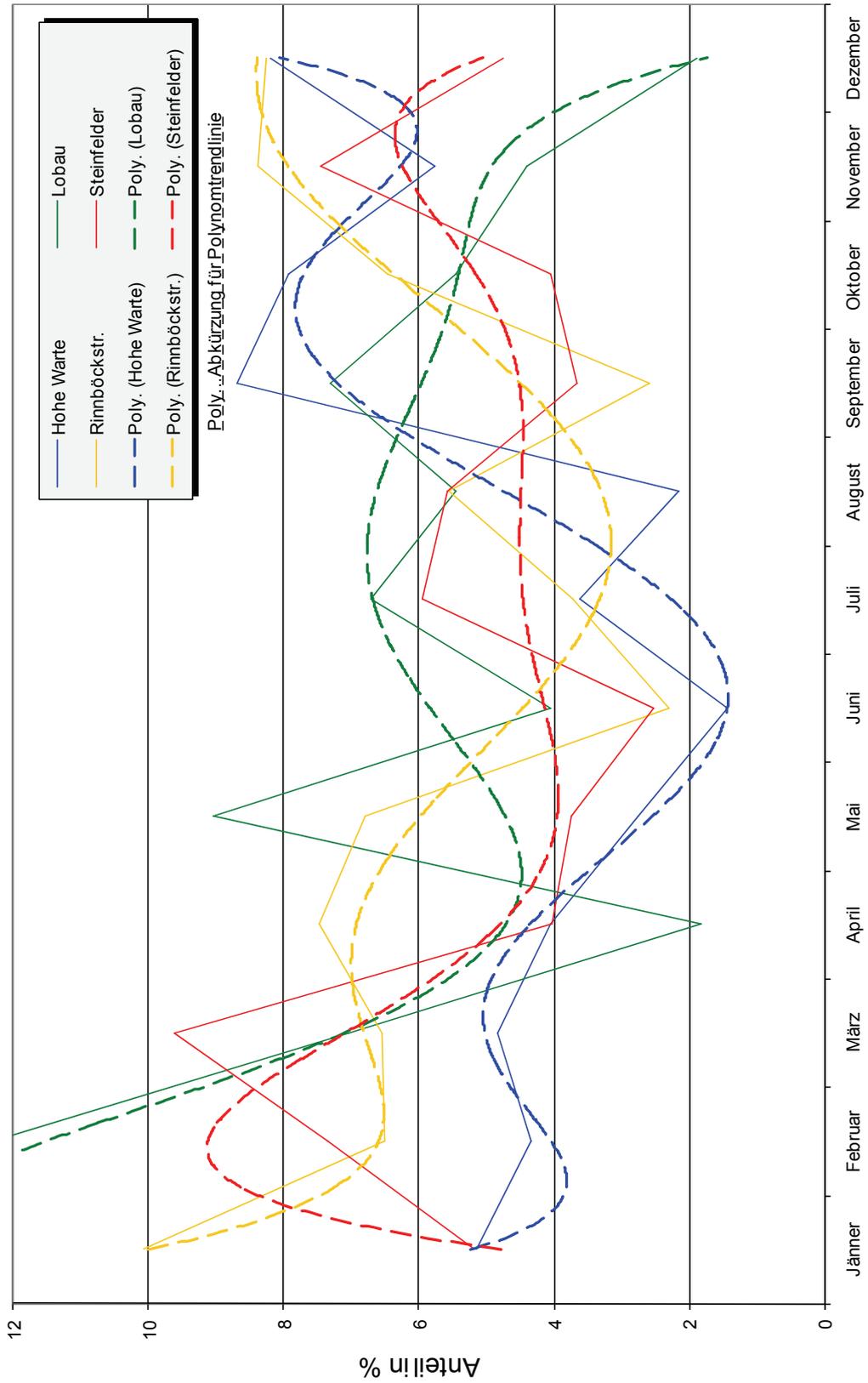
Anhang 9: Fortsetzung

Bergerhoffproben - Kalifeldspatverlauf 1997



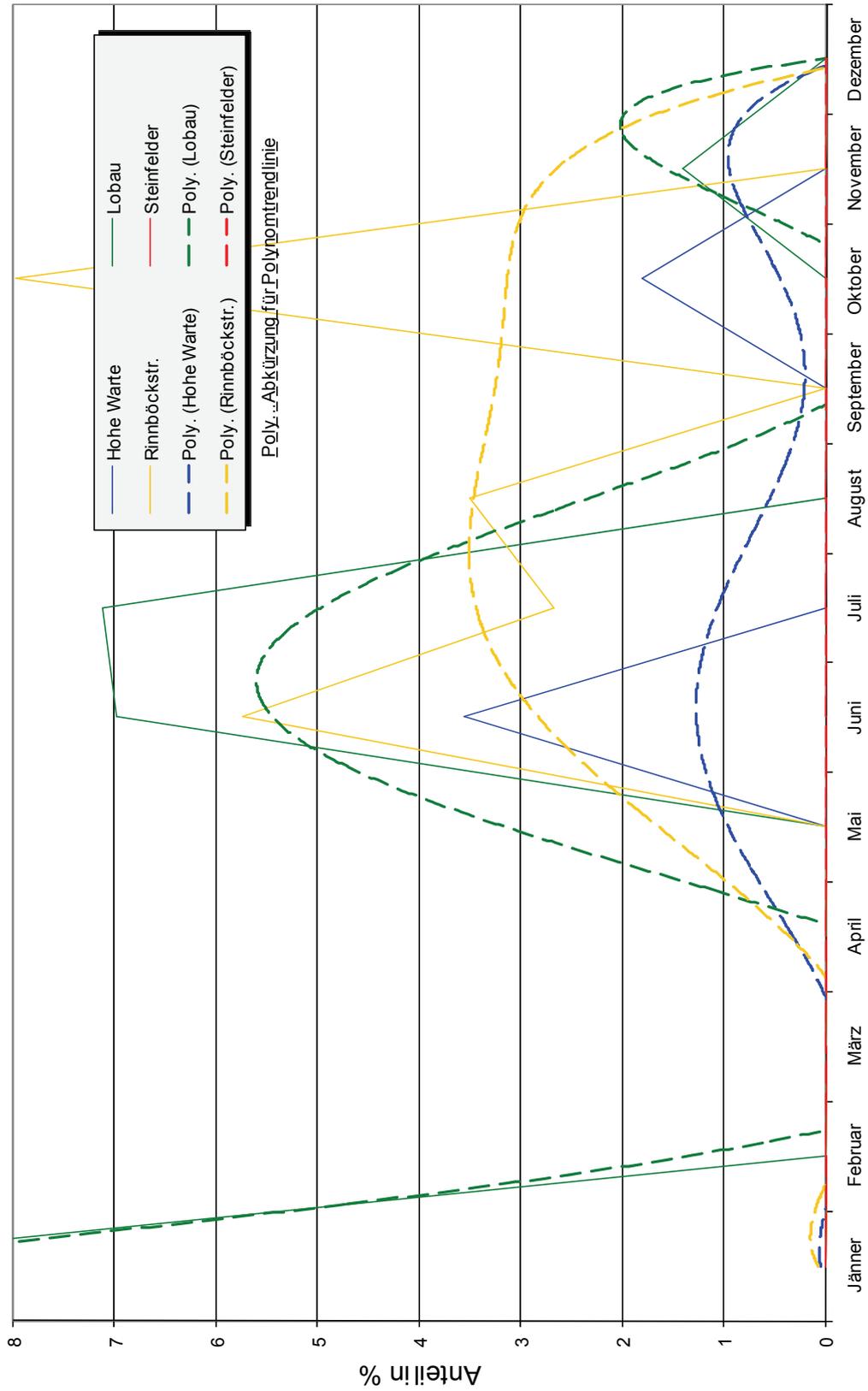
Anhang 9: Fortsetzung

Bergerhoffproben - Glimmerverlauf 1997



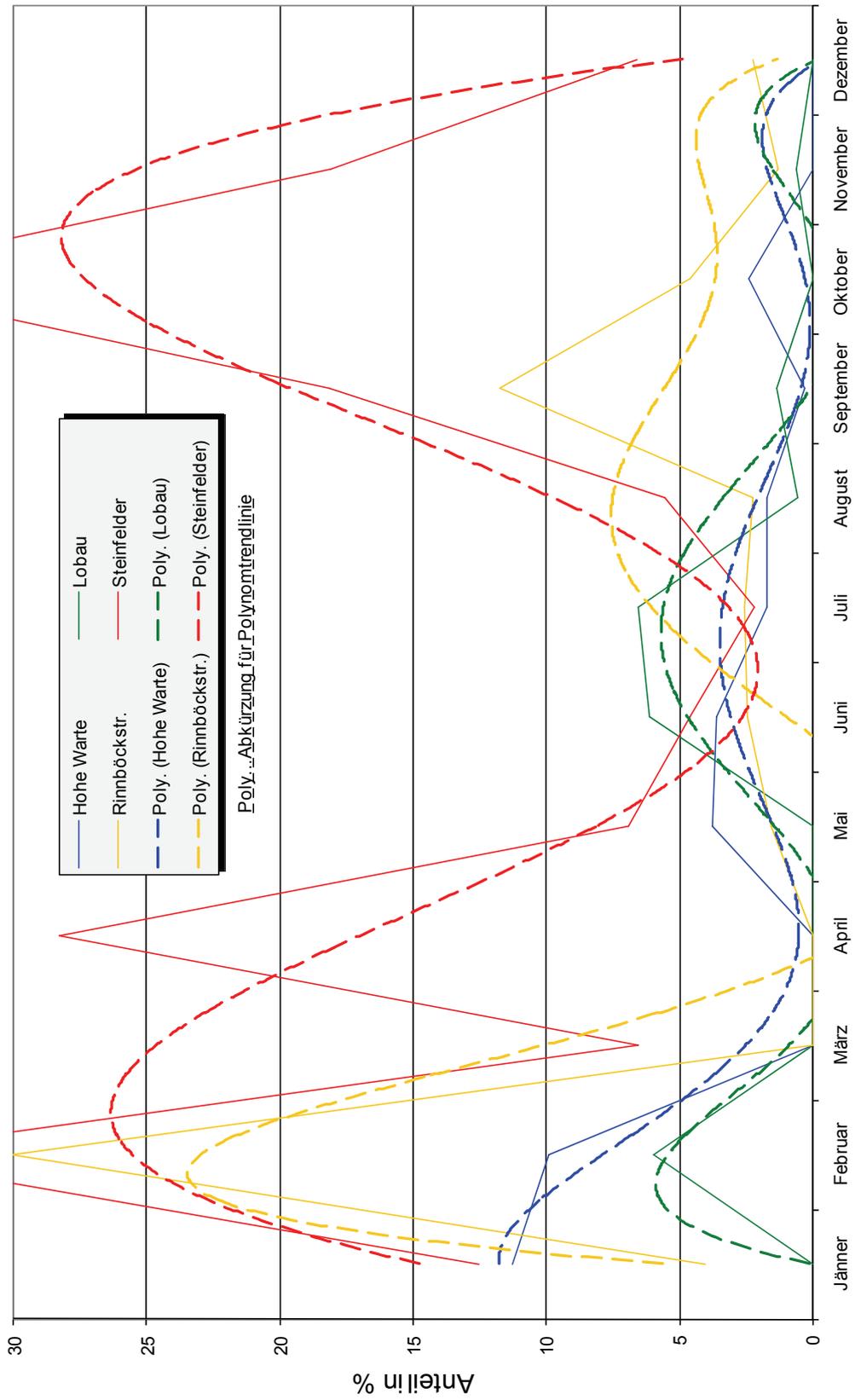
Anhang 9: Fortsetzung

Bergerhoffproben - Talkverlauf 1997



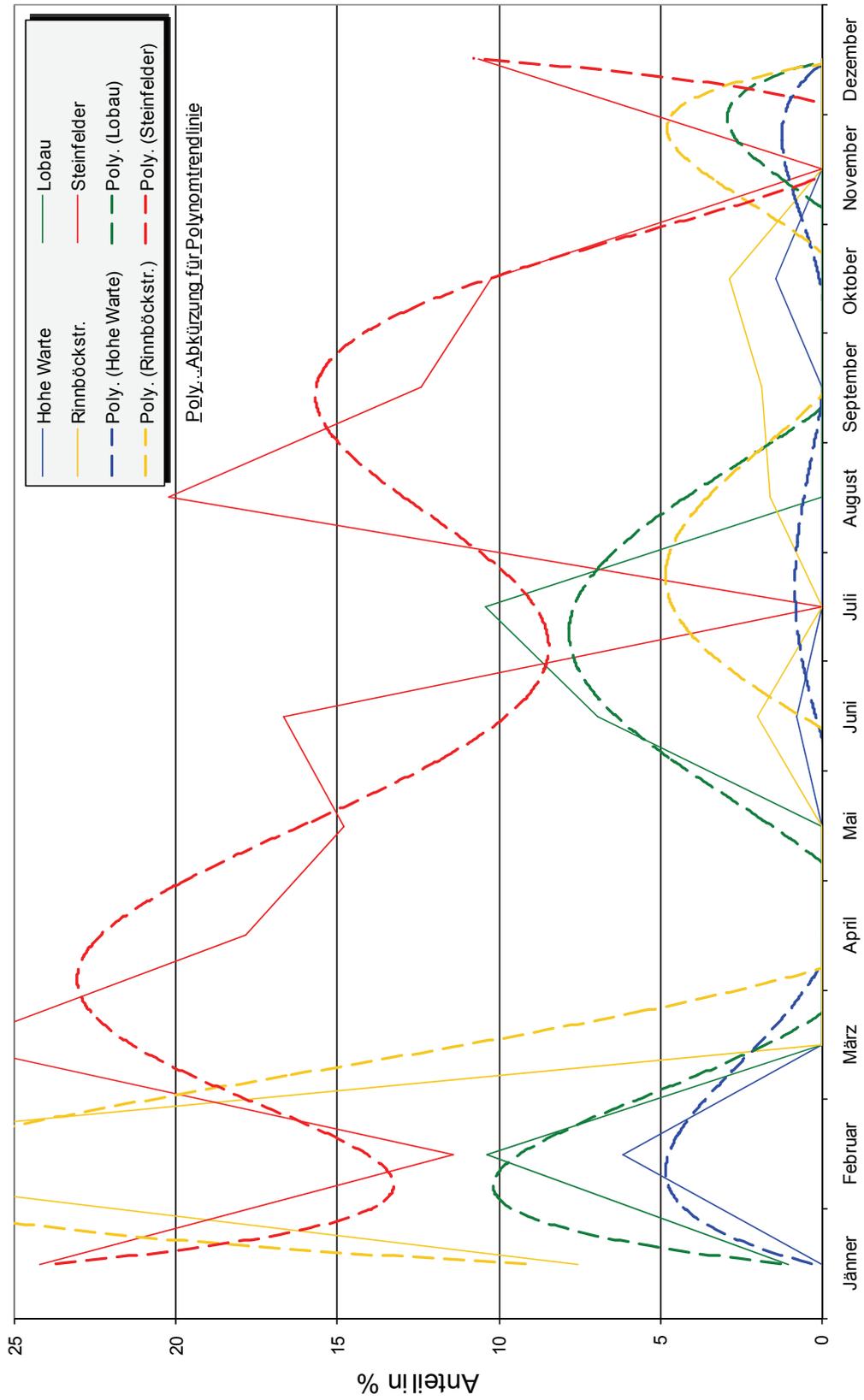
Anhang 9: Fortsetzung

Bergerhoffproben - Calcitverlauf 1997



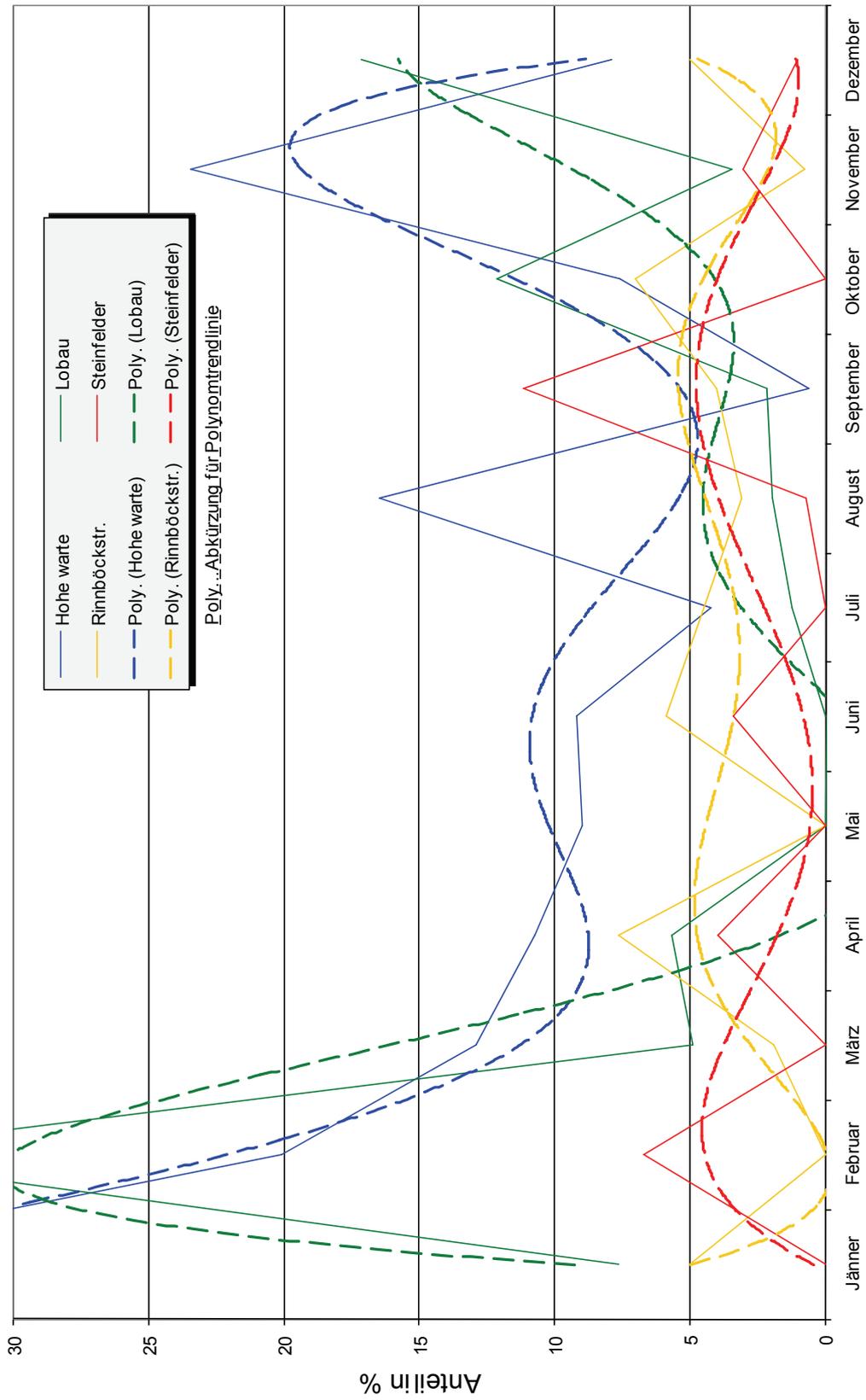
Anhang 9: Fortsetzung

Bergerhoffproben - Dolomitverlauf 1997



Anhang 9: Fortsetzung

Bergerhoffproben - Gipsverlauf 1997



Anhang 10: Glühverlustbestimmungen

A10.1 Bergerhoffproben

Proben-Nr.	Leergewicht(g) - Chip/Schale	C/S+Probe (g) vor Diffrac	Proben- gewicht (g)	Proben- gewicht (g)	C/S+Probe (g) vor dem Glühen	Proben- gewicht (g)	C/S+Probe (g) nach dem Glühen	Proben- gewicht (g)	Glühverlust (g) bei 360°C	organischer Anteil (%)	Proben-Nr.
Bergerhoffproben von Jänner - Juni 1997											
W97001	3,4197	3,4201	0,0004	0,0004	3,4201	0,0004	3,4200	0,0003	0,0001	25,00	W97001
L97002	4,1461	4,1472	0,0011	0,0011	4,1472	0,0011	4,1469	0,0008	0,0003	27,27	L97002
R97003	3,8886	3,8901	0,0015	0,0015	3,8901	0,0015	3,8899	0,0013	0,0002	13,33	R97003
S97004	3,7849	3,7877	0,0028	0,0028	3,7877	0,0028	3,7872	0,0023	0,0005	17,86	S97004
W97005	3,6940	3,6998	0,0058	0,0058	3,6986	0,0046	3,6975	0,0035	0,0011	23,91	W97005
L97006	4,0416	4,0433	0,0017	0,0017	4,0432	0,0016	4,0431	0,0015	0,0001	6,25	L97006
R97007	3,8341	3,8424	0,0083	0,0083	3,8386	0,0045	3,8381	0,0040	0,0005	11,11	R97007
S97008	3,8530	3,9003	0,0473	0,0473	3,8991	0,0461	3,8944	0,0414	0,0047	10,20	S97008
W97009	3,7792	3,7845	0,0053	0,0053	3,7853	0,0061	3,7820	0,0028	0,0033	54,10	W97009
L97010	3,9319	3,9384	0,0065	0,0065	3,9378	0,0059	3,9343	0,0024	0,0035	59,32	L97010
R97011	3,3077	3,3186	0,0109	0,0109	3,3177	0,0100	3,3134	0,0057	0,0043	43,00	R97011
S97012	3,7486	3,7861	0,0375	0,0375	3,7714	0,0228	3,7668	0,0182	0,0046	20,18	S97012
W97013	3,4151	3,4181	0,0030	0,0030	3,4179	0,0028	3,4159	0,0008	0,0020	71,43	W97013
L97014	3,5155	3,5172	0,0017	0,0017	3,5172	0,0017	3,5157	0,0002	0,0015	88,24	L97014
R97015	3,7072	3,7149	0,0077	0,0077	3,7149	0,0077	3,7112	0,0040	0,0037	48,05	R97015
S97016	3,6162	3,6410	0,0248	0,0248	3,6411	0,0249	3,6360	0,0198	0,0051	20,48	S97016
W97017	4,1463	4,1522	0,0059	0,0059	4,1522	0,0059	4,1478	0,0015	0,0044	74,58	W97017
L97018	3,8884	3,8984	0,0100	0,0100	3,8984	0,0100	3,8919	0,0035	0,0065	65,00	L97018
R97019	4,1489	4,1554	0,0065	0,0065	4,1554	0,0065	4,1509	0,0020	0,0045	69,23	R97019
S97020	3,8893	3,9069	0,0176	0,0176	3,9069	0,0176	3,8989	0,0096	0,0080	45,45	S97020
W97021	3,5585	3,5692	0,0107	0,0107	3,5692	0,0107	3,5631	0,0046	0,0061	57,01	W97021
L97022	3,6867	3,7087	0,0220	0,0220	3,7087	0,0220	3,7000	0,0133	0,0087	39,55	L97022
R97023	3,6721	3,6899	0,0178	0,0178	3,6892	0,0171	3,6814	0,0093	0,0078	45,61	R97023
S97024	3,3458	3,3731	0,0273	0,0273	3,3714	0,0256	3,3610	0,0152	0,0104	40,62	S97024
Standards der 1. Charge											
S192194/11	3,6432	3,6670	0,0238	0,0238	3,6657	0,0225	3,6631	0,0199	0,0026	11,56	S192194/11
S195525/21	3,6260	3,6378	0,0118	0,0118	3,6373	0,0113	3,6342	0,0082	0,0031	27,43	S195525/21

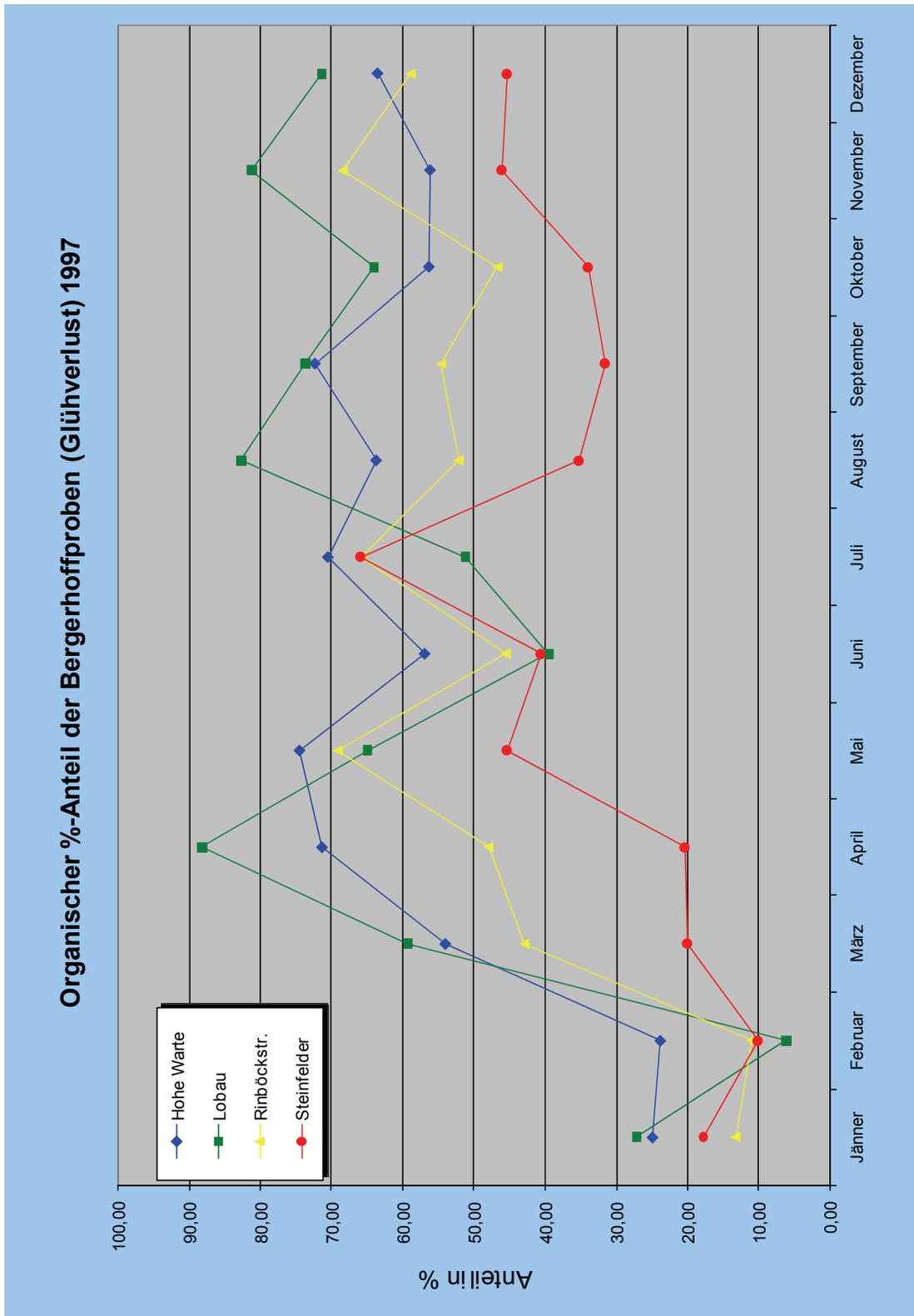
Glühverlustbestimmungen bei 360°C – siehe Glühverlustbestimmung der Standards (A10.3)

A10.1 Fortsetzung

Probe-Nr.	Leergewicht(g) - Chip/Schale	C/S+Probe (g) vor Diffrac	Proben- gewicht (g)	C/S+Probe (g) vor dem Glühen	Proben- gewicht (g)	C/S+Probe (g) nach dem Glühen	Proben- gewicht (g)	Glühverlust (g) bei 360°C	organischer Anteil (%)	Probe-Nr.
Bergerhoffproben von Juli - Dezember 1997										
W97101	3,2133	3,2209	0,0076	3,2201	0,0068	3,2153	0,0020	0,0048	70,59	W97101
L97102	3,4712	3,5319	0,0607	3,5301	0,0589	3,4999	0,0287	0,0302	51,27	L97102
R97103	2,8385	2,8600	0,0215	2,8599	0,0214	2,8458	0,0073	0,0141	65,89	R97103
S97104	3,4643	3,4734	0,0091	3,4737	0,0094	3,4675	0,0032	0,0062	65,96	S97104
W97105	3,4551	3,4654	0,0103	3,4645	0,0094	3,4585	0,0034	0,0060	63,83	W97105
L97106	3,3248	3,3279	0,0031	3,3277	0,0029	3,3253	0,0005	0,0024	82,76	L97106
R97107	3,7381	3,7495	0,0114	3,7492	0,0111	3,7434	0,0053	0,0058	52,25	R97107
S97108	3,8018	3,8362	0,0344	3,8278	0,0260	3,8186	0,0168	0,0092	35,38	S97108
W97109	3,5222	3,5280	0,0058	2,9632	0,0058	2,9590	0,0016	0,0042	72,41	W97109
L97110	3,7565	3,7627	0,0062	3,7626	0,0061	3,7581	0,0016	0,0045	73,77	L97110
R97111	3,4896	3,5031	0,0135	3,5024	0,0128	3,4954	0,0058	0,0070	54,69	R97111
S97112	3,2120	3,2287	0,0167	3,2259	0,0139	3,2215	0,0095	0,0044	31,65	S97112
W97113	3,4238	3,4281	0,0043	3,4277	0,0039	3,4255	0,0017	0,0022	56,41	W97113
L97114	3,3508	3,3547	0,0039	3,3547	0,0039	3,3522	0,0014	0,0025	64,10	L97114
R97115	3,8706	3,8770	0,0064	3,8768	0,0062	3,8739	0,0033	0,0029	46,77	R97115
S97116	3,3229	3,3455	0,0226	3,3449	0,0220	3,3374	0,0145	0,0075	34,09	S97116
W97117	3,4228	3,4245	0,0017	3,4244	0,0016	3,4235	0,0007	0,0009	56,25	W97117
L97118	3,6313	3,6330	0,0017	3,6329	0,0016	3,6316	0,0003	0,0013	81,25	L97118
R97119	3,7278	3,7335	0,0057	3,7332	0,0054	3,7295	0,0017	0,0037	68,52	R97119
S97120	3,6187	3,6215	0,0028	3,6213	0,0026	3,6201	0,0014	0,0012	46,15	S97120
W97121	3,6787	3,6798	0,0011	3,6798	0,0011	3,6791	0,0004	0,0007	63,64	W97121
L97122	3,5051	3,5081	0,0030	3,5079	0,0028	3,5059	0,0008	0,0020	71,43	L97122
S97123	3,6941	3,7008	0,0067	3,7007	0,0066	3,6977	0,0036	0,0030	45,45	S97123
R97124	3,4889	3,4928	0,0039	3,4928	0,0039	3,4905	0,0016	0,0023	58,97	R97124
Standards der 2. Charge										
S12	3,6188	3,6319	0,0131	3,6308	0,0120	3,6294	0,0106	0,0014	11,67	S12
S22	3,6355	3,6425	0,0070	3,6422	0,0067	3,6404	0,0049	0,0018	26,87	S22

Glühverlustbestimmungen bei 360°C – siehe Glühverlustbestimmung der Standards (A10.3)

A10.1 Fortsetzung



Anhang 10: Fortsetzung

A10.2 Bodenproben und Splittproben

Probe-Nr.	Leergewicht(g) - Chip/Schale	C/S+Probe (g) vor Diffrac	Proben- gewicht (g)	C/S+Probe (g) vor dem Glühen	Proben- gewicht (g)	C/S+Probe (g) nach dem Glühen	Proben- gewicht (g)	Glühverlust (g) bei 360°C	organischer Anteil (%)	Probe-Nr.
Bodenproben										
W97200	35,4831	36,1518	0,6687	36,1518	0,6687	36,0845	0,6014	0,0673	10,06	W97200
W97201	24,2785	24,9742	0,6957	24,9742	0,6957	24,9207	0,6422	0,0535	7,69	W97201
L97202	29,0724	29,6981	0,6257	29,6981	0,6257	29,6318	0,5594	0,0663	10,60	L97202
L97203	35,9056	36,5435	0,6379	36,5435	0,6379	36,4885	0,5829	0,0550	8,62	L97203
R97204	34,3431	34,9696	0,6265	34,9696	0,6265	34,9147	0,5716	0,0549	8,76	R97204
R97205	32,0888	32,7398	0,6510	32,7398	0,6510	32,6926	0,6038	0,0472	7,25	R97205
S97206	34,4531	34,9982	0,5451	34,9982	0,5451	34,9127	0,4596	0,0855	15,69	S97206
S97207	27,6681	28,2027	0,5346	28,2027	0,5346	28,1532	0,4851	0,0495	9,26	S97207
Splittproben										
S97170	31,8544	32,5732	0,7188	32,5732	0,7188	32,5318	0,6774	0,0414	5,76	S97170
R97171	35,6785	36,3930	0,7145	36,3930	0,7145	36,3460	0,6675	0,0470	6,58	R97171
Standards der 3. Charge										
St13voll	11,2802	11,8296	0,5494	11,8296	0,5494	11,7790	0,4988	0,0506	9,21	St13voll
St23voll	8,0426	8,4224	0,3798	8,4224	0,3798	8,3293	0,2867	0,0931	24,51	St23voll

Anhang 10: Fortsetzung

A10.3 Standards

Probennummer	Verlust in %			
	16h/85 °C	2h/360 °C	6h/360 °C	2h/550 °C
92194/1	0,70		11,70	
92194/2	0,73		11,00	
92194/3	0,91	7,82		
92194/4	0,95	7,41		
92194/5	1,06			13,44
Mittelwert	0,87	7,62	11,35	
Standartabweichung%	± 17,50	± 3,80	± 4,30	
95525/1	2,56		31,22	
95525/2	2,49		28,07	
95525/3	2,92	23,58		
95525/4	3,02	20,68		
95525/5	2,93			32,00
Mittelwert	2,78	22,13	29,64	
Standartabweichung%	± 8,60	± 9,30	± 7,50	

Glühverlustbestimmung der Staubstandards: Die Werte bei 6h/ 360°C entsprechen dem organischen Anteil der Probe. 92194(1-5) und 95525(1-5) entsprechen 0,5 bzw. 0,3 Aliquots

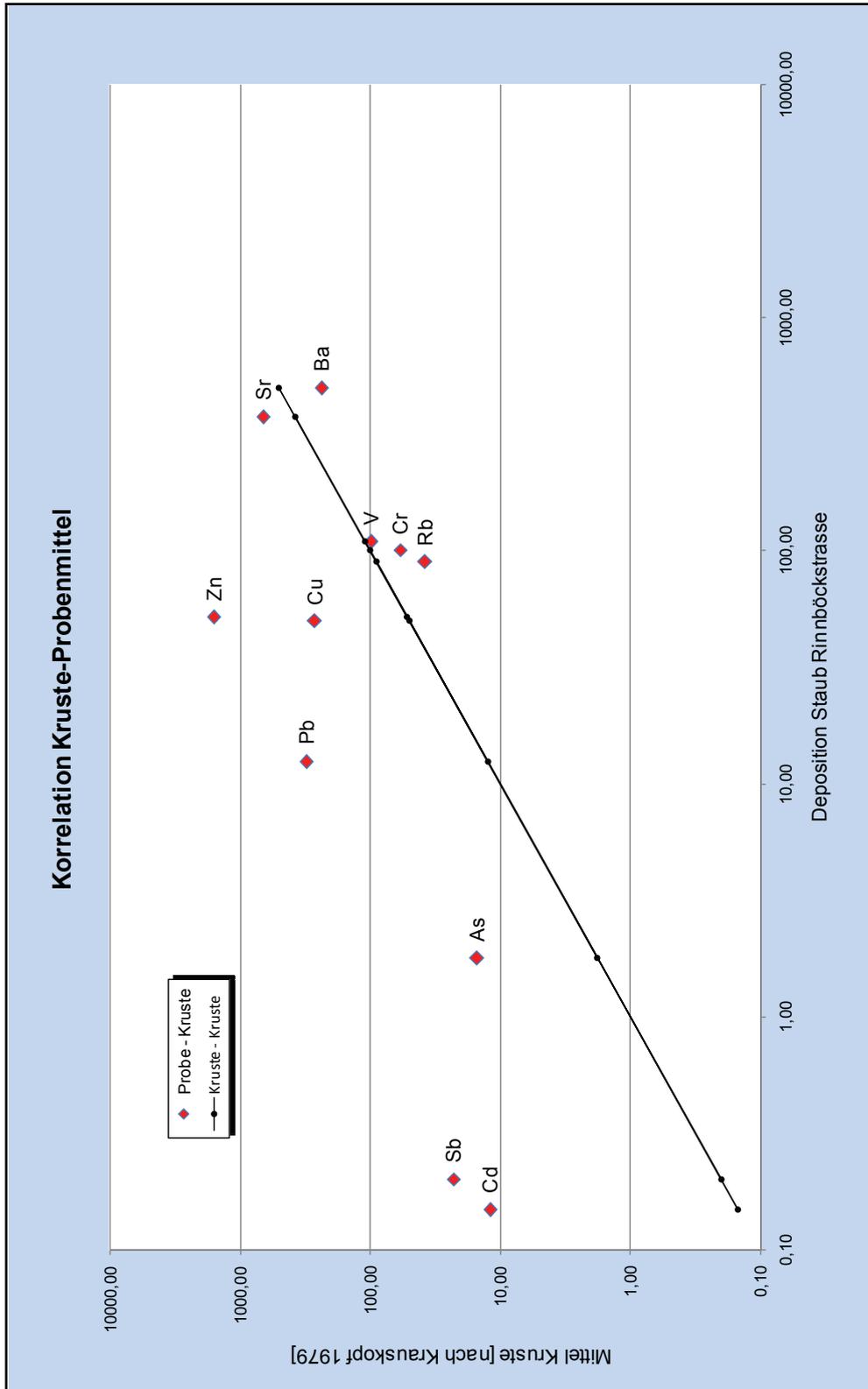
Anhang 11: Geochemie (Rinnböckstrasse)

A11.1 Spurenelementanalyse

Elementname	Zeichen	Eh.	St92	St95	R97003 Jänner	R97007 Februar	R97011 März	R97015 April	R97019 Mai	R97023 Juni	R97103 Juli	R97107 August	Mittelwert der Proben
Arsen	As	mg/kg	0,0	4,9	61,9	23,4	6,1	6,3	4,0	8,1	4,2	6,2	15,0
Barium	Ba	mg/kg	9957,4	135,3	327,6	624,4	223,0	276,1	115,7	117,8	88,5	113,9	235,9
Cadmium	Cd	mg/kg	0,0	2,6	8,4	28,1	0,0	0,0	0,0	9,5	6,3	7,5	7,5
Chrom	Cr	mg/kg	155,3	38,0	107,4	126,8	93,0	45,9	29,9	21,5	17,8	28,0	58,8
Kupfer	Cu	mg/kg	205,1	81,3	277,5	470,7	232,0	196,2	158,2	274,6	264,4	250,4	265,5
Nickel	Ni	mg/kg	126,6	25,3	257,6	87,6	83,9	26,1	20,8	33,2	21,8	44,1	71,9
Blei	Pb	mg/kg	4145,2	89,7	677,8	579,7	284,5	279,5	181,0	104,7	104,8	254,5	308,3
Rubidium	Rb	mg/kg	62,7	13,0	39,3	71,0	31,5	33,4	19,3	31,3	35,5	39,8	37,6
Antimon	Sb	mg/kg	51,9	9,6	21,5	68,6	21,6	14,2	11,9	18,1	12,2	14,8	22,9
Strontium	Sr	mg/kg	611,0	43,7	4218,9	423,7	92,9	106,9	65,7	158,4	136,3	74,6	659,7
Vanadin	V	mg/kg	378,0	38,3	315,0	156,8	92,5	61,3	40,1	31,3	37,0	51,4	98,2
Zink	Zn	mg/kg	19722,2	770,2	2576,7	2540,5	1302,3	1403,7	1101,8	1057,0	1045,5	1650,6	1584,7
Summe Spurenelemente		mg/kg	35415,4	1251,7	8889,6	5201,2	2463,4	2449,5	1748,3	1865,4	1774,3	2535,8	3365,9

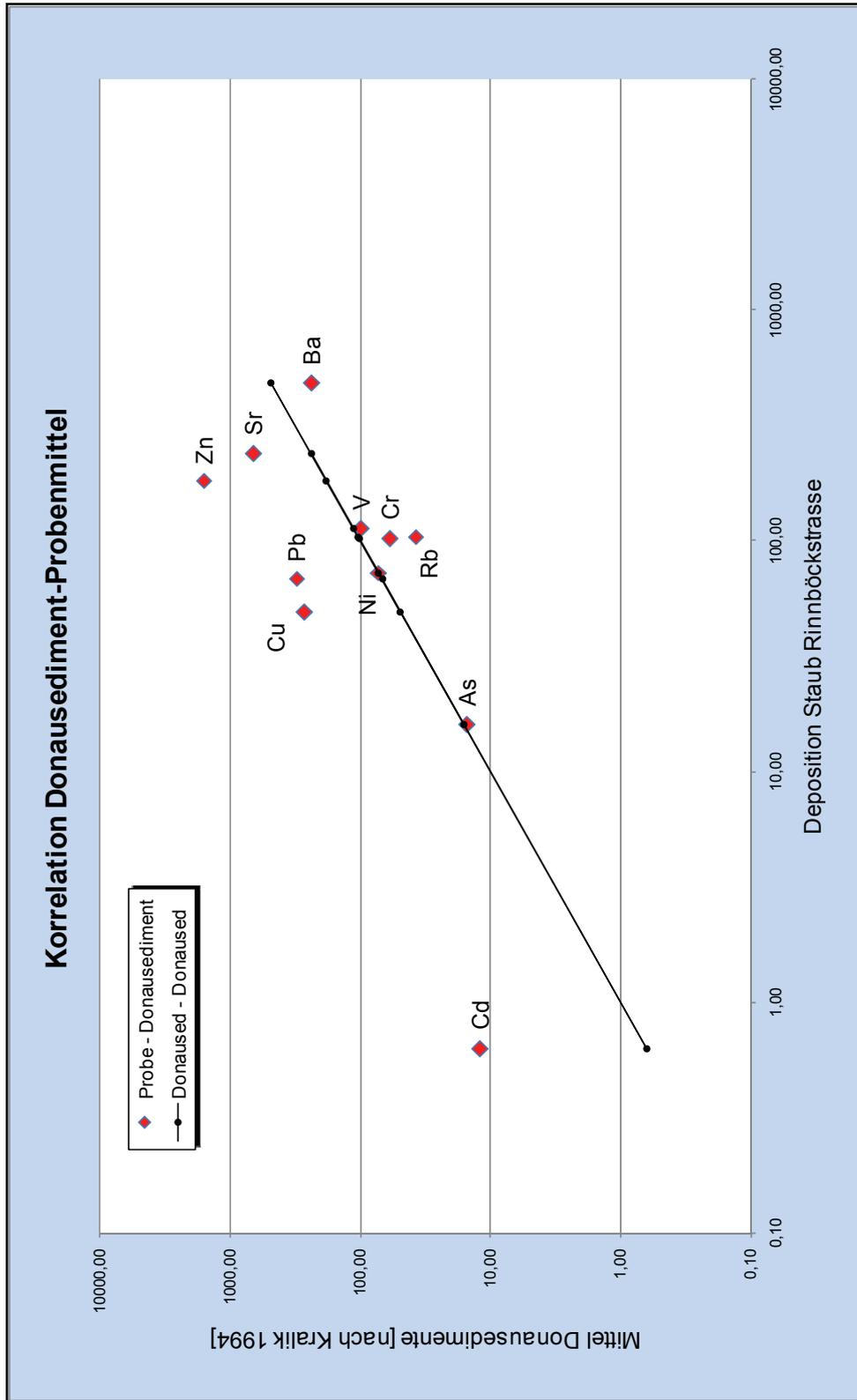
Anhang 11: Fortsetzung

A11.2 Korrelation Kruste – Probenmittel



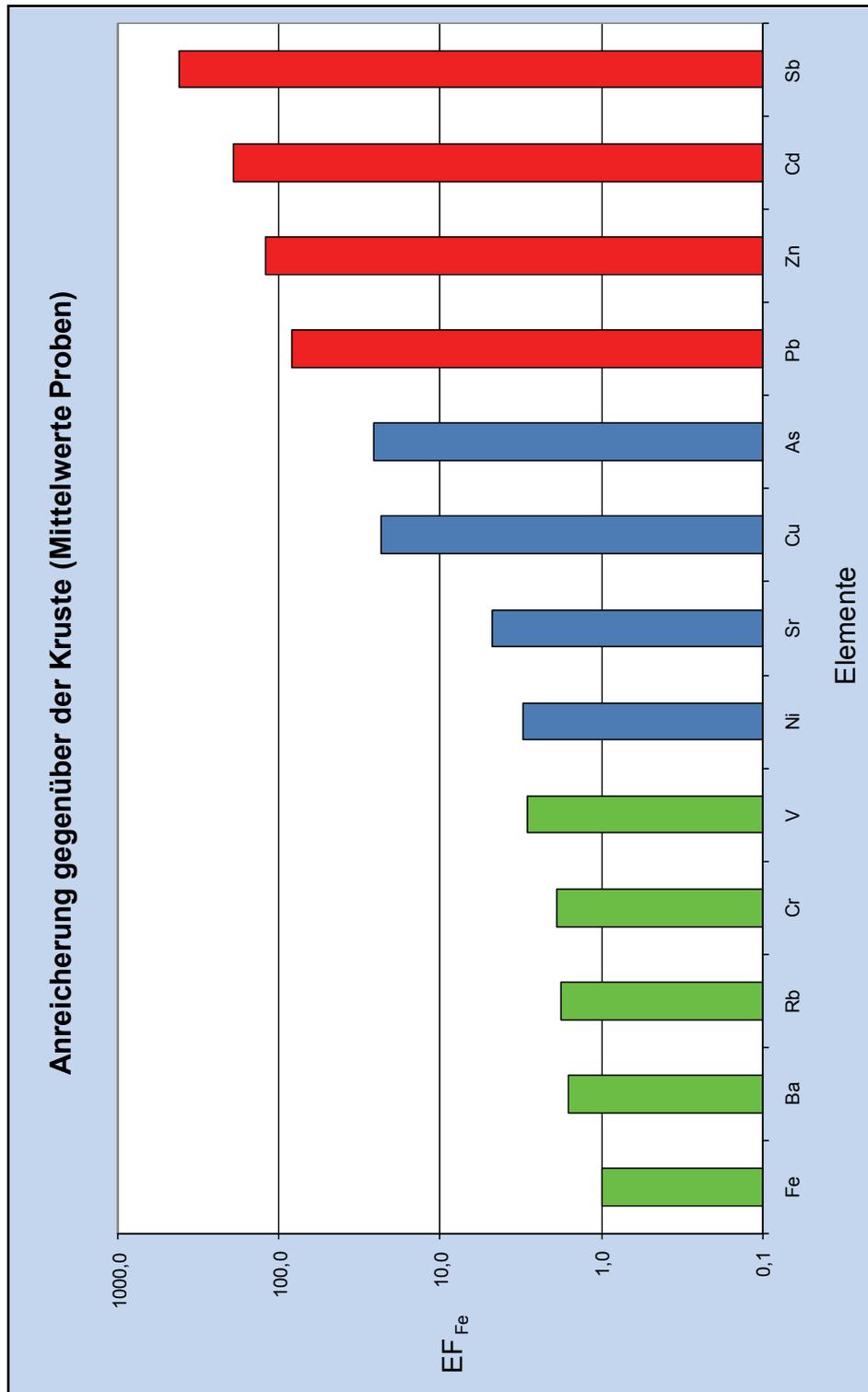
Anhang 11: Fortsetzung

A11.3 Korrelation Donausediment - Probenmittel



Anhang 11: Fortsetzung

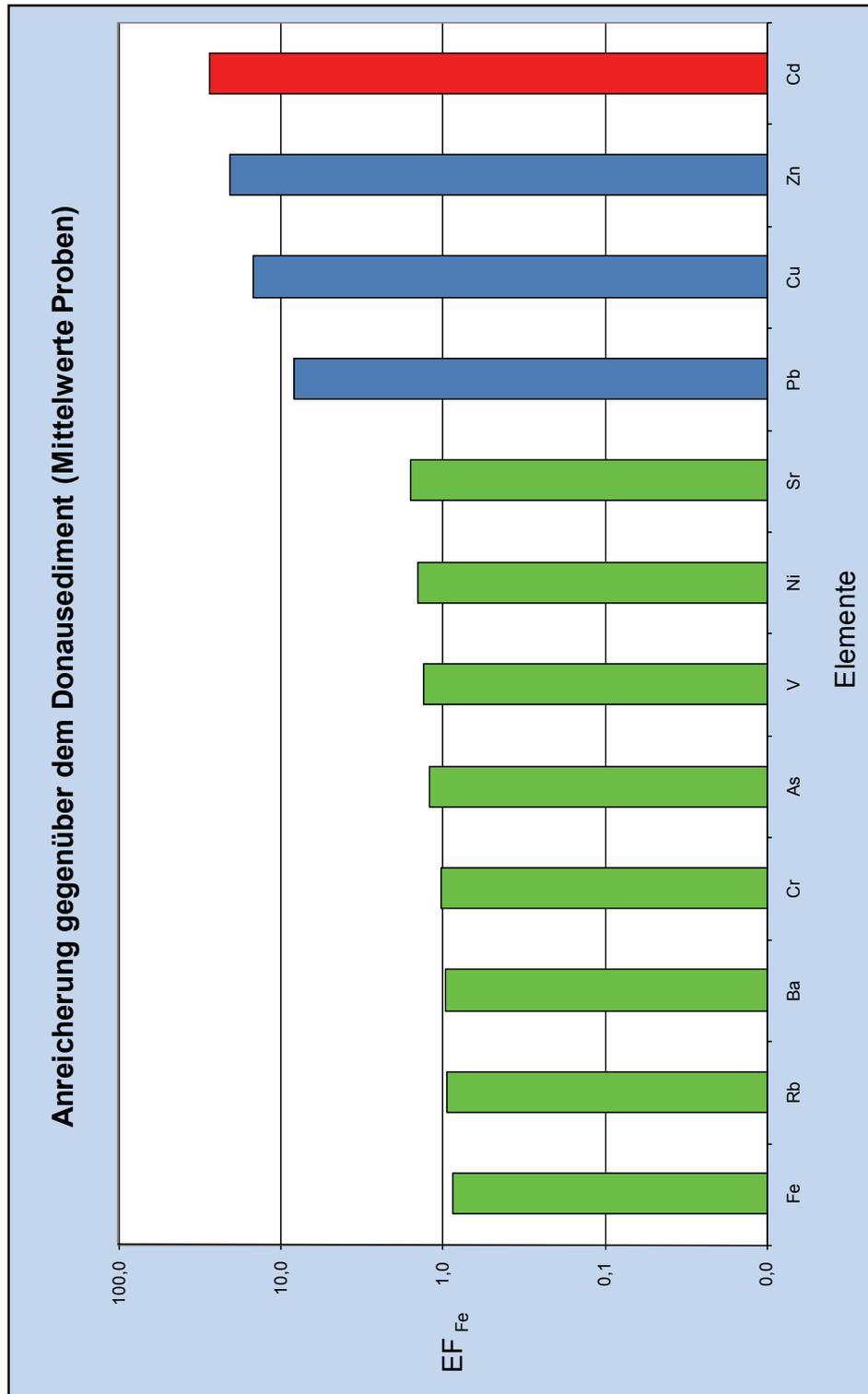
A11.3 Anreicherung gegenüber der Kruste



Durchschnittliche Elementanreicherungsfaktoren für die Depositionsproben (Referenzelement ist Eisen)
Rinnböckstrasse. Grün...Natürliche Elemente (EF um 1), Blau...intermediäre Elemente (EF von 3 bis 25)
und Rot...stark anthropogen angereicherte Elemente

Anhang 11: Fortsetzung

A11.4 Anreicherung gegenüber dem Donasediment



Durchschnittliche Elementanreicherungsfaktoren für die Depositionsproben (Referenzelement ist Eisen)
 Rinnböckstrasse. Grün...Natürliche Elemente (EF um 1), Blau...intermediäre Elemente (EF von 3 bis 25)
 und Rot...stark anthropogen angereicherte Elemente

Anhang 12: Statistik der Bergerhoffprobenauswertungen

A12.1 Bezogen auf den Standort

Standort	Proben Nr.	Q (%)	Plag. (%)	K-Fsp. (%)	I-M (%)	Chl (%)	Ka (%)	Talk (%)	Cc (%)	Dol (%)	Gi (%)	Glühverlust (%)
Hohe Warte	W 97001	13,28	0,00	1,01	5,15	3,97	0,00	0,00	11,28	0,00	40,30	25,00
	W 97005	30,57	1,35	0,76	4,35	2,87	0,00	0,00	9,92	6,17	20,10	23,91
	W 97009	13,84	1,61	1,73	4,84	5,46	5,49	0,00	0,00	0,00	12,93	54,10
	W 97013	6,91	0,00	0,59	4,06	3,41	2,85	0,00	0,00	0,00	10,75	71,43
	W 97017	5,34	0,75	0,00	2,76	2,25	1,53	0,00	3,79	0,00	9,02	74,58
	W 97021	15,96	2,18	3,00	1,45	1,52	1,71	3,56	3,60	0,76	9,24	57,01
	W 97101	9,12	1,22	1,68	3,62	4,09	3,70	0,00	1,70	0,00	4,27	70,59
	W 97105	13,00	0,34	0,00	2,17	1,51	0,99	0,00	1,70	0,00	16,47	63,83
	W 97109	7,07	0,53	0,16	8,69	6,17	3,99	0,00	0,33	0,00	0,64	72,41
	W 97113	13,22	0,74	0,53	7,94	5,12	2,79	1,82	2,38	1,42	7,62	56,41
	W 97117	5,28	2,05	0,83	5,78	4,05	2,31	0,00	0,00	0,00	23,47	56,25
	W 97121	6,65	3,55	2,06	8,20	4,87	3,11	0,00	0,00	0,00	7,91	63,64
	Mittelwert	11,69	1,19	1,03	4,92	3,77	2,37	0,45	2,89	0,70	13,56	57,43
	Standartabweichung	6,73	0,99	0,88	2,27	1,45	1,57	1,06	3,70	1,70	10,14	16,22
Variationskoeffizient (%)	57,58	83,41	85,63	46,18	38,49	65,96	237,23	127,91	244,69	74,74	28,24	
Lobau	L 97002	13,38	2,22	0,00	13,56	12,61	11,59	10,68	0,00	1,05	7,65	27,27
	L 97006	14,91	3,86	0,00	12,31	8,70	0,00	0,00	5,99	10,36	37,63	6,25
	L 97010	13,05	2,15	0,76	7,04	7,36	5,39	0,00	0,00	0,00	4,93	59,32
	L 97014	1,68	0,00	0,21	1,83	1,41	0,92	0,00	0,00	0,00	5,72	88,24
	L 97018	10,37	1,34	4,67	9,05	9,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	65,00
	L 97022	31,25	0,00	0,00	4,06	5,09	0,00	6,98	6,15	6,92	0,00	39,55
	L 97102	8,00	1,06	3,48	6,71	4,16	0,00	7,13	6,53	10,42	1,24	51,27
	L 97106	3,42	0,40	0,25	5,46	3,57	1,59	0,00	0,56	0,00	2,00	82,76
	L 97110	5,85	0,84	0,46	7,32	5,45	2,81	0,00	1,33	0,00	2,18	73,77
	L 97114	9,38	1,73	0,36	5,46	4,24	2,58	0,00	0,00	0,00	12,14	64,10
	L 97118	2,06	1,00	0,31	4,42	2,72	2,73	1,41	0,64	0,00	3,47	81,25
	L 97122	5,85	1,11	0,37	1,89	1,21	0,95	0,00	0,00	0,00	17,19	71,43
	Mittelwert	9,93	1,31	0,91	6,59	5,51	2,38	2,18	1,77	2,40	7,85	59,18
	Standartabweichung	7,70	1,04	1,45	3,49	3,30	3,18	3,63	2,60	4,04	10,24	23,41
Variationskoeffizient (%)	77,49	79,29	160,38	52,99	59,98	133,84	166,40	147,36	168,68	130,50	39,55	
Rinnböckstrasse	R 97003	35,99	2,56	1,40	10,07	7,46	12,60	0,00	4,02	7,53	5,03	13,33
	R 97008	10,84	2,44	0,00	6,51	4,11	0,00	0,00	30,10	35,81	0,00	11,11
	R 97011	33,12	3,49	1,00	6,55	5,49	5,44	0,00	0,00	0,00	1,91	43,00
	R 97015	23,93	0,00	1,51	7,47	5,91	5,43	0,00	0,00	0,00	7,69	48,05
	R 97019	14,12	1,71	1,05	6,79	5,54	0,00	0,00	1,56	0,00	0,00	69,23
	R 97023	23,32	0,00	1,05	2,31	8,01	3,58	5,75	2,45	2,01	5,91	54,61
	R 97103	10,37	1,70	1,14	3,74	3,93	3,49	2,69	2,56	0,00	4,50	65,89
	R 97107	20,24	1,50	1,94	5,56	5,06	2,95	3,51	2,25	1,62	3,12	52,25
	R 97111	11,00	0,00	3,46	2,61	10,59	0,00	0,00	11,77	1,86	4,03	54,69
	R 97115	13,42	1,38	0,57	6,47	5,17	3,70	7,98	4,62	2,86	7,06	46,77
	R 97119	8,48	1,10	0,63	8,38	6,86	3,92	0,00	1,31	0,00	0,81	68,52
	R 97124	12,02	1,27	0,74	8,27	7,54	3,96	0,00	2,22	0,00	5,01	58,97
	Mittelwert	18,07	1,43	1,21	6,23	6,31	3,76	1,66	5,24	4,31	3,76	48,87
	Standartabweichung	8,86	1,04	0,83	2,25	1,81	3,25	2,63	8,06	9,73	2,51	18,26
Variationskoeffizient (%)	49,02	72,73	68,68	36,13	28,63	86,61	158,57	153,85	225,77	66,81	37,36	
Steinfelder	S 97004	24,89	1,83	0,92	5,20	7,14	5,41	0,00	12,53	24,23	0,00	17,86
	S 97007	27,14	0,00	0,00	7,36	0,00	0,00	0,00	36,25	11,39	6,75	10,20
	S 97012	27,89	2,75	1,25	9,62	4,84	0,00	0,00	6,57	26,92	0,00	20,18
	S 97016	17,26	2,07	0,00	4,04	3,96	2,06	0,00	28,30	17,82	4,01	20,48
	S 97020	20,47	1,34	0,81	3,76	3,77	2,64	0,00	6,95	14,80	0,00	45,45
	S 97024	28,57	1,93	1,64	2,53	0,00	0,00	0,00	4,61	16,67	3,42	40,62
	S 97104	14,15	1,56	0,69	5,95	5,02	4,46	0,00	2,21	0,00	0,00	65,96
	S 97108	23,64	2,04	0,83	5,57	3,79	2,19	0,00	5,57	20,23	0,75	35,38
	S 97112	15,57	1,43	1,39	3,67	4,53	0,00	0,00	18,14	12,42	11,20	31,65
	S 97116	11,87	0,00	0,00	4,05	2,62	0,00	0,00	37,14	10,23	0,00	34,09
	S 97120	11,08	2,59	0,86	7,45	5,37	5,36	0,00	18,10	0,00	3,05	46,15
	S 97123	20,46	1,65	0,99	4,77	4,13	4,30	0,00	6,59	10,62	1,05	45,45
	Mittelwert	20,25	1,60	0,78	5,33	3,76	2,20	0,00	15,25	13,78	2,52	34,46
	Standartabweichung	5,99	0,82	0,52	1,92	1,98	2,13	0,00	11,94	7,95	3,34	14,95
Variationskoeffizient (%)	29,58	51,33	66,41	35,98	52,65	96,54	0,00	78,32	57,73	132,41	43,38	

Anhang 12: Fortsetzung

A12.2 Gesamt Wien

Standort	Proben Nr.	Q (%)	Plag. (%)	K-Fsp. (%)	I-M (%)	Chl (%)	Ka (%)	Talk (%)	Cc (%)	Dol (%)	Gi (%)	Glüh- verlust (%)
Alle Standorte in Wien 1997	W 97001	13,28	0,00	1,01	5,15	3,97	0,00	0,00	11,28	0,00	40,30	25,00
	L 97002	13,38	2,22	0,00	13,56	12,61	11,59	10,68	0,00	1,05	7,65	27,27
	R 97003	35,99	2,56	1,40	10,07	7,46	12,60	0,00	4,02	7,53	5,03	13,33
	S 97004	24,89	1,83	0,92	5,20	7,14	5,41	0,00	12,53	24,23	0,00	17,86
	W 97005	30,57	1,35	0,76	4,35	2,87	0,00	0,00	9,92	6,17	20,10	23,91
	L 97006	14,91	3,86	0,00	12,31	8,70	0,00	0,00	5,99	10,36	37,63	6,25
	S 97007	27,14	0,00	0,00	7,36	0,00	0,00	0,00	36,25	11,39	6,75	11,11
	R 97008	10,84	2,44	0,00	6,51	4,11	0,00	0,00	30,10	35,81	0,00	10,20
	W 97009	13,84	1,61	1,73	4,84	5,46	5,49	0,00	0,00	0,00	12,93	54,10
	L 97010	13,05	2,15	0,76	7,04	7,36	5,39	0,00	0,00	0,00	4,93	59,32
	R 97011	33,12	3,49	1,00	6,55	5,49	5,44	0,00	0,00	0,00	1,91	43,00
	S 97012	27,89	2,75	1,25	9,62	4,84	0,00	0,00	6,57	26,92	0,00	20,18
	W 97013	6,91	0,00	0,59	4,06	3,41	2,85	0,00	0,00	0,00	10,75	71,43
	L 97014	1,68	0,00	0,21	1,83	1,41	0,92	0,00	0,00	0,00	5,72	88,24
	R 97015	23,93	0,00	1,51	7,47	5,91	5,43	0,00	0,00	0,00	7,69	48,05
	S 97016	17,26	2,07	0,00	4,04	3,96	2,06	0,00	28,30	17,82	4,01	20,48
	W 97017	5,34	0,75	0,00	2,76	2,25	1,53	0,00	3,79	0,00	9,02	74,58
	L 97018	10,37	1,34	4,67	9,05	9,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	65,00
	R 97019	14,12	1,71	1,05	6,79	5,54	0,00	0,00	1,56	0,00	0,00	69,23
	S 97020	20,47	1,34	0,81	3,76	3,77	2,64	0,00	6,95	14,80	0,00	45,45
	W 97021	15,96	2,18	3,00	1,45	1,52	1,71	3,56	3,60	0,76	9,24	57,01
	L 97022	31,25	0,00	0,00	4,06	5,09	0,00	6,98	6,15	6,92	0,00	39,55
	R 97023	23,32	0,00	1,05	2,31	8,01	3,58	5,75	2,45	2,01	5,91	54,61
	S 97024	28,57	1,93	1,64	2,53	0,00	0,00	0,00	4,61	16,67	3,42	40,62
	W 97101	9,12	1,22	1,68	3,62	4,09	3,70	0,00	1,70	0,00	4,27	70,59
	L 97102	8,00	1,06	3,48	6,71	4,16	0,00	7,13	6,53	10,42	1,24	51,27
	R 97103	10,37	1,70	1,14	3,74	3,93	3,49	2,69	2,56	0,00	4,50	65,89
	S 97104	14,15	1,56	0,69	5,95	5,02	4,46	0,00	2,21	0,00	0,00	65,96
	W 97105	13,00	0,34	0,00	2,17	1,51	0,99	0,00	1,70	0,00	16,47	63,83
	L 97106	3,42	0,40	0,25	5,46	3,57	1,59	0,00	0,56	0,00	2,00	82,76
	R 97107	20,24	1,50	1,94	5,56	5,06	2,95	3,51	2,25	1,62	3,12	52,25
	S 97108	23,64	2,04	0,83	5,57	3,79	2,19	0,00	5,57	20,23	0,75	35,38
	W 97109	7,07	0,53	0,16	8,69	6,17	3,99	0,00	0,33	0,00	0,64	72,41
	L 97110	5,85	0,84	0,46	7,32	5,45	2,81	0,00	1,33	0,00	2,18	73,77
	R 97111	11,00	0,00	3,46	2,61	10,59	0,00	0,00	11,77	1,86	4,03	54,69
	S 97112	15,57	1,43	1,39	3,67	4,53	0,00	0,00	18,14	12,42	11,20	31,65
	W 97113	13,22	0,74	0,53	7,94	5,12	2,79	1,82	2,38	1,42	7,62	56,41
	L 97114	9,38	1,73	0,36	5,46	4,24	2,58	0,00	0,00	0,00	12,14	64,10
	R 97115	13,42	1,38	0,57	6,47	5,17	3,70	7,98	4,62	2,86	7,06	46,77
	S 97116	11,87	0,00	0,00	4,05	2,62	0,00	0,00	37,14	10,23	0,00	34,09
	W 97117	5,28	2,05	0,83	5,78	4,05	2,31	0,00	0,00	0,00	23,47	56,25
	L 97118	2,06	1,00	0,31	4,42	2,72	2,73	1,41	0,64	0,00	3,47	81,25
R 97119	8,48	1,10	0,63	8,38	6,86	3,92	0,00	1,31	0,00	0,81	68,52	
S 97120	11,08	2,59	0,86	7,45	5,37	5,36	0,00	18,10	0,00	3,05	46,15	
W 97121	6,65	3,55	2,06	8,20	4,87	3,11	0,00	0,00	0,00	7,91	63,64	
L 97122	5,85	1,11	0,37	1,89	1,21	0,95	0,00	0,00	0,00	17,19	71,43	
S 97123	20,46	1,65	0,99	4,77	4,13	4,30	0,00	6,59	10,62	1,05	58,97	
R 97124	12,02	1,27	0,74	8,27	7,54	3,96	0,00	2,22	0,00	5,01	45,45	
Mittelwert	14,98	1,38	0,98	5,77	4,84	2,68	1,07	6,29	5,29	6,92	49,98	
Standart- abweichung	8,55	0,99	0,99	2,64	2,51	2,70	2,47	9,24	8,36	8,65	20,92	
Variations- koeffizient (%)	57,07	71,53	101,24	45,79	51,78	101,02	230,09	146,96	157,90	125,00	41,85	