

BE-210

BERICHTE



**STUDIE
ZUR ERMITTLUNG DER HERKUNFT
VON STÄUBEN AN SECHS AUSGEWÄHLTEN
MESSPUNKTEN IN
GRAZ**

für



Das Land
Steiermark



**STUDIE
ZUR ERMITTLUNG DER HERKUNFT
VON STÄUBEN
AN SECHS AUSGEWÄHLTEN MESSPUNKTEN
IN GRAZ**

im Auftrag des Landes Steiermark



Cristina Trimbacher
Hassan Neinavaie

BE-210

Wien, August 2002

Autoren:

Cristina Trimbacher, Umweltbundesamt
Hassan Neinavaie, Geologische Bundesanstalt

Andreas Schopper (Kapitel 3.1, 3.3. und 3.4), Amt der Steiermärkischen
Landesregierung

Thomas Pongratz (Kapitel 11), Amt der Steiermärkischen Landesregierung

Wir danken den Mitarbeitern der Fachteilung 17c, Referat für Luftgüteüberwachung der Steiermärkischen Landesregierung für die Übermittlung der Daten und die freundliche Unterstützung.

Weitere Informationen zu Publikationen des Umweltbundesamtes finden Sie unter: <http://www.ubavie.gv.at>

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt GmbH, Spittelauer Lände 5, A-1090 Wien
Eigenvervielfältigung

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, August 2002
Alle Rechte vorbehalten (all rights reserved)
ISBN 3-85457-652-8

INHALTSVERZEICHNIS

<u>EXECUTIVE SUMMARY</u>	1
<u>1 ZUSAMMENFASSUNG</u>	3
<u>2 EINLEITUNG</u>	6
<u>2.1 Ausgangssituation</u>	6
<u>2.2 Ziele</u>	6
<u>3 METEOROLOGIE, GEOLOGIE UND LUFTHYGIENE</u>	7
<u>3.1 Meteorologische Kurzcharakteristik von Graz</u>	7
<u>3.2 Geologische Kurzcharakteristik von Graz</u>	7
<u>3.3 Immissionssituation</u>	8
<u>3.4 Wettersituation in Graz im Expositionszeitraum</u>	8
<u>4 MESSPUNKTE</u>	11
<u>4.1 Beschreibung der Messpunkte</u>	11
<u>4.2 Messzeitraum</u>	11
<u>5 UNTERSUCHUNGSMETHODEN</u>	15
<u>5.1 Staubdepositionsproben</u>	15
<u>5.1.1 Probenaufbereitung</u>	15
<u>5.1.2 Analytische Rasterelektronenmikroskopie</u>	15
<u>5.1.3 Mineralogische-geochemische Phasenanalyse</u>	15
<u>5.2 Filterproben</u>	16
<u>5.3 Korngrößenbestimmung</u>	16
<u>6 ERGEBNISSE</u>	17
<u>6.1 Südbahnstrasse</u>	17
<u>6.1.1 Zusammensetzung der Staubdepositionsproben</u>	17
<u>6.1.2 Zusammensetzung der Filterproben</u>	18
<u>6.2 Don Bosco</u>	18
<u>6.2.1 Zusammensetzung der Staubdepositionsproben</u>	18
<u>6.2.2 Zusammensetzung der Filterproben</u>	19
<u>6.3 Lustbühel</u>	19
<u>6.3.1 Zusammensetzung der Staubdepositionsproben</u>	19

6.3.2	<u>Zusammensetzung der Filterproben</u>	20
6.4	<u>Webling</u>	20
6.4.1	<u>Zusammensetzung der Staubdepositionsproben</u>	20
6.4.2	<u>Zusammensetzung der Filterproben</u>	21
6.5	<u>Graz Süd</u>	21
6.5.1	<u>Zusammensetzung der Staubdepositionsproben</u>	21
6.5.2	<u>Zusammensetzung der Filterproben</u>	22
6.6	<u>Andritz</u>	22
6.6.1	<u>Zusammensetzung der Staubdepositionsproben</u>	22
6.6.2	<u>Zusammensetzung der Filterproben</u>	23
6.7	<u>Abschätzung der Quellenanteile</u>	23
6.8	<u>Ergebnisse der Korngrößenbestimmungen</u>	25
7	<u>GLOSSAR</u>	27
8	<u>LITERATUR</u>	28
9	<u>TABELLEN</u>	29
9.1	<u>Südbahnstrasse</u>	29
9.1.1	<u>Detailergebnisse der Staubdepositionsproben</u>	29
9.1.2	<u>Detailergebnisse der Filterproben</u>	33
9.2	<u>Graz – Don Bosco</u>	34
9.2.1	<u>Detailergebnisse der Staubdepositionsproben</u>	34
9.2.2	<u>Detailergebnisse der Filterproben</u>	39
9.3	<u>Lustbühel</u>	40
9.3.1	<u>Detailergebnisse der Staubdepositionsproben</u>	40
9.3.2	<u>Detailergebnisse der Filterproben</u>	41
9.4	<u>Webling</u>	43
9.4.1	<u>Detailergebnisse der Staubdepositionsproben</u>	43
9.4.2	<u>Detailergebnisse der Filterproben</u>	47
9.5	<u>Graz Süd</u>	48
9.5.1	<u>Detailergebnisse der Staubdepositionsproben</u>	48
9.5.2	<u>Detailergebnisse der Filterproben</u>	52
9.6	<u>Andritz</u>	53
9.6.1	<u>Detailergebnisse der Staubdepositionsproben</u>	53
9.6.2	<u>Detailergebnisse der Filterproben</u>	55
9.7	<u>Schwermetalle in technogenen Phasen</u>	57
10	<u>ABBILDUNGSTEIL</u>	59
11	<u>ANHANG</u>	90

tected. Further particle types indicate spatially limited local sources, such as metalworking and handling and treatment of rock.

Andritz, a monitoring site located in a residential area with low pollution level, showed a few number of anthropogenic airborne particles, mostly due to domestic combustion processes.

table 1: estimation of source categories contributing to PM at selected sites in the city of Graz

Estimation of proportions of particulate matter							
	PM 10			deposited dust			
site	crustal	traffic	com- bustion	crustal	traffic	com- bustion	industry
SB/1	x	40-60%	x	60%	10%	5-10%	20%
SB/2	x	60-100%	x	60-65%	10%	5-10%	20%
DB/1	x	80-100%	x	50-60%	20%	5%	10-15%
DB/2	x	80-100%	x	60%	20%	5%	5-10%
L/1*	x	5-30%	x	5%	-	3-5%	-
L/2*	x	20-40%	x	7-10%	-	5-8%	-
W/1	n.d.	n.d.	n.d.	60%	5-10%	10-15%	< 5%
W/2	x	60-80%	x	60-70%	5-10%	5-10%	< 5%
GS/1	x	40-60%	x	50%	5-10%	10-15%	< 5%
GS/2	x	60-100%	x	60%	5-10%	5-10%	< 5%
A/1*	x	5-10%	x	30%	-	20%	-
A/2*	x	20-30%	x	40%	-	20%	< 5%

x contributions existing, estimation of proportion not possible

* significant contributions of biological particles (not shown in this table)

n.d. no data available

- no contribution detected

Samples of suspended particulate matter (PM₁₀) represent the relevant size fraction that is responsible for exceeding the legal limits of ambient air concentrations of particulate matter. It must be noted, that the relatively high amount of ultrafine soot particles in the PM₁₀ fraction obscures other dust particles that are more site specific. A source identification therefore becomes less certain. Accordingly, only a combined investigation of the PM₁₀ fraction and of the coarse fraction (deposited dust) allows a more reliable source apportionment.

1 ZUSAMMENFASSUNG

Aufgrund von Überschreitungen des Immissionsgrenzwertes für Schwebestaub (TSP) in der Luft an einigen Messpunkten in Graz im Winterhalbjahr 2000/2001 und der zu erwartenden Probleme bei der Einhaltung des Grenzwertes für Feinstaub (PM10) wurde vom Land Steiermark im Zuge der Erstellung einer Statuserhebung nach dem IG-L eine Studie zur Ermittlung der Herkunft von Stäuben in Auftrag gegeben.

In der vorliegenden Untersuchung wurde an Staubproben, sowohl Feinstaub- als auch Staubdepositionsproben, von sechs Messpunkten in Graz, welche in den Wintermonaten 2001/2002 in zwei aufeinanderfolgenden Expositionszeiträumen gesammelt wurden, eine Staubinhalts- und Korngrößenbestimmung sowie eine Quellenzuordnung der detektierten Staubphasen durchgeführt.

Folgende Messpunkte wurden für die Untersuchung ausgewählt:

Südbahnstrasse	belastetes Siedlungsgebiet
Don Bosco	stark belasteter verkehrsnaher Messpunkt
Lustbühel	städtischer Hintergrundstandort
Webling	belasteter verkehrsnaher Messpunkt
Graz Süd	belastetes Siedlungsgebiet
Andritz	gering belastetes Siedlungsgebiet

Weiters wurde basierend auf den Untersuchungsergebnissen eine grobe Abschätzung der Quellenanteile versucht. Die meisten der detektierten Phasen ließen sich den vier Hauptgruppen „geogen“ – „Verkehr“ – „Feuerung“ und „Industrie“ zuordnen. Die abgeschätzten Quellenanteile der Staubeinträge an den sechs Messpunkten sind nach Feinstaub und Staubdeposition getrennt in der nachstehenden Tabelle Seite 2 zusammengefasst.

Die Feinstaubproben sind für die Interpretation der Ergebnisse von größerer Bedeutung, da damit jener Staubanteil bestimmt wird, der für die Überschreitung von gesetzlich vorgegebenen Immissionsgrenzwerten verantwortlich ist. Hier stießen jedoch die Untersuchungsmethoden für die Charakterisierung unterschiedlicher Partikel auf Grenzen, da der hohe Rußanteil in den meisten Proben viele Teilchen überdeckt hat. Die Depositionsproben ermöglichen auf Grund der großen Vielfalt der detektierten Teilchen eine bessere Quellenzuordnung.

Hauptbestandteil der **Feinstaubproben** war Dieselruß. Dies wurde vor allem an den verkehrsbeeinflussten Messpunkten Don Bosco, Webling, Graz Süd und Südbahnstrasse deutlich. Mit Ausnahme von Graz Süd wurden in der 2. Messperiode im Feinstaub an den genannten Standorten häufig Salzkristalle detektiert. Für Webling war das Auftreten von teilverschmolzenen Kunststoffperlen, vermutlich Produkte unvollständiger Verbrennung von Feuerungsanlagen als weitere technogene Phasen im Feinstaub auffällig.

Ein Vergleich der ersten Messperiode (14.11.01 – 13.12.01) mit der zweiten Messperiode (13.12.01 – 09.01.02) zeigte bei allen sechs Standorten höhere Staubeinträge im zweiten Messzeitraum. Dabei wurden die höchsten Staubeinträge am verkehrsnahen Messpunkt Graz – Don Bosco gemessen. Die im zweiten Messzeitraum charakteristisch aufgetretenen ganztägigen kräftigen Bodeninversionen im Grazer Becken und tiefe Temperaturen könnten dafür verantwortlich sein.

Die Korngrößen der detektierten Phasen lag an allen Messpunkten im Bereich von 1-5 µm bis zu 0,5 mm, wobei es sich bei den größeren Staubpartikeln häufig um Kornaggregate handelte.

Quellenanteile der Stäube							
Messpunkt	Feinstaub			Staubdeposition			
	Geogen	Verkehr	Feuerung	Geogen	Verkehr	Feuerung	Industrie
GS1/1	x	40-60%	x	60%	10%	5-10%	20%
GS1/2	x	60-100%	x	60-65%	10%	5-10%	20%
GS2/1	x	80-100%	x	50-60%	20%	5%	10-15%
GS2/2	x	80-100%	x	60%	20%	5%	5-10%
GS3/1	x	5-30%	x	5%	-	3-5%	-
GS3/2	x	20-40%	x	7-10%	-	5-8%	-
GS4/1				60%	5-10%	10-15%	< 5%
GS4/2	x	60-80%	x	60-70%	5-10%	5-10%	< 5%
GS5/1	x	40-60%	x	50%	5-10%	10-15%	< 5%
GS5/2	x	60-100%	x	60%	5-10%	5-10%	< 5%
GS6/1	x	5-10%	x	30%	-	20%	-
GS6/2	x	20-30%	x	40%	-	20%	< 5%

Quellenanteile der Stäube an den sechs Messpunkten im Untersuchungsgebiet Graz getrennt nach Feinstaub (x...Phaseneinträge aus dieser Quelle vorhanden) und Staubdeposition: Der biogene Anteil in den Staubdepositionsproben ist in dieser Tabelle nicht angegeben.

GS1/1 + GS1/2...Südbahnstrasse 1./2. Messperiode

GS2/1 + GS2/2...Don Bosco 1./2. Messperiode

GS3/1 + GS3/2...Lustbühel 1./2. Messperiode

GS4/1 + GS4/2...Webling 1./2. Messperiode

GS5/1 + GS5/2...Graz Süd 1./2. Messperiode

GS6/1 + GS6/2...Andritz 1./2. Messperiode

Die Untersuchungen der Stäube des Messpunktes **Südbahnstrasse** zeigten ein interessantes Ergebnis. Charakteristisch war das Auftreten eines breiten Spektrums an technogenen Phasen, die sich aufgrund der annähernd gleichen Phasenbestände und übereinstimmender Elementzusammensetzung einer gemeinsamen Quelle im Bereich „Eisen- & Stahlproduktion bzw. –verarbeitung“ zuordnen lassen. Verkehrsbedingte Staubeinträge und technogene Phasen, die auf Feuerungsanlagen hinweisen, wurden untergeordnet beobachtet.

Am Messpunkt **Don Bosco** ließ sich der Bestand der technogenen Phasen im Staub hauptsächlich auf verkehrsbedingte Einflüsse zurückführen. Staubeinträge derselben industriellen Quelle wie am Standort Südbahnstrasse (Bereich „Eisen- & Stahlproduktion bzw. –verarbeitung“) wurden ebenfalls nachgewiesen. Auch Einträge technogener Phasen aus dem Bereich Feuerungsanlagen fanden sich in den Staubproben dieses Standortes.

Der Messpunkt **Lustbühel**, als städtischer Hintergrundstandort ausgewählt, wies geringe Staubeinträge auf, wobei nur vereinzelt technogene Phasen aus den Bereichen Verkehr und Feuerungsanlagen beobachtet wurden. Der relativ hohe Anteil an biologischem Material ist in der Tabelle nicht ausgewiesen.

Im Staub des verkehrsbeeinflussten Messpunktes **Webling** wurden neben technogenen Phasen, die sich dem Bereich Verkehr zuordnen lassen, auffällig häufiger als an den anderen Standorten teilgeschmolzene Kunststoffe detektiert, die auf Feuerungsanlagen als Emissionsquelle hindeuten.

Am Standort **Graz Süd** fanden sich im Staub wiederum technogene Phasen der Bereiche Verkehr und Feuerungsanlagen. Typisch für diesen Messpunkt war das Auftreten von Pha-

sen, die auf lokale und zeitlich begrenzte Einflüsse hinweisen (Metallbearbeitung, Verwendung/Bearbeitung von speziellem Gestein).

Der Messpunkt **Andritz**, in einem gering belasteten Siedlungsgebiet gelegen, wies ähnlich wie der Standort Lustbühel geringe Staubeinträge und einen höheren Anteil an biologischem Material auf. Die meisten der vereinzelt beobachteten technogenen Phasen können dem Bereich Feuerungsanlagen zugeordnet werden.

3 METEOROLOGIE, GEOLOGIE UND LUFTHYGIENE

3.1 Meteorologische Kurzcharakteristik von Graz

Das Grazer Becken ist immissionsklimatologisch von seiner Lage am Ausgang des Murchurchbruchtals am Fuß des steirischen Randgebirges geprägt. Aus der abgeschirmten Lage südlich der Alpen resultiert eine vergleichsweise geringe Beeinflussung durch die im Großteil Österreichs wetterwirksamen Strömungslagen aus dem West- bis Nordsektor. Damit verbunden ist eine generelle Windarmut und, der Beckenlage entsprechend, eine große Inversions- und Talnebelbereitschaft gegeben. Die lufthygienischen Rahmenbedingungen müssen also als ungünstig angesehen werden.

Bei einem hohen Anteil an Strahlungswetterlagen (60 bis 70 % der Tage im Herbst) gewinnt vor allem in der lufthygienisch kritischeren kalten Jahreszeit das stark ausgeprägte Lokalwindsystem an Bedeutung. Der Norden der Stadt liegt dabei nachts und vormittags im Einflussbereich des Murtalabwindes, der gemeinsam mit dem Kaltluftabfluss aus den nordöstlichen und östlichen Seitentälern den wichtigsten Frischluftzubringer der Stadt darstellt. Dementsprechend können der Norden und Osten der Stadt als im innerstädtischen Vergleich besser ventilierte und lufthygienisch begünstigte Lagen bezeichnet werden. Südlich der Linie Hauptbahnhof-Schloßberg-Landeskrankenhaus greift der Murtalabwind nur mehr selten bis zum Talboden durch, hier und im Süden von Graz gewinnen dadurch die relativ geringmächtigen und schwachen Flurwinde an Bedeutung. Diese entstehen aufgrund des Temperaturgradienten zwischen der städtischen Wärmeinsel und dem deutlich kälteren Grazer Feld und verfrachten die Luft in Bodennähe aus dem Süden der Stadt in Richtung Stadtzentrum. Der Westen von Graz ist aufgrund des Fehlens von Seitentälern generell schlechter durchlüftet (SCHOPPER, pers. Mitteilung).

3.2 Geologische Kurzcharakteristik von Graz

Das Untersuchungsgebiet umfasst folgende geologische Einheiten:

Das **Grazer Paläozoikum**, das die Hügelkette, die das Grazer Becken im Westen umrahmt (zwischen Gösting und Seiersberg verlaufender Gesteinszug), bildet, besteht aus Kalken, Dolomiten, kalkigen Sandsteinen, Mergel, Tonschiefern, Chloritphylliten, Tuffen und Metadiabasen. Auch der Grazer Schlossberg besteht überwiegend aus einer paläozoischen Dolomit-Sandstein-Folge.

Das **obere Tertiär** (Pliozän) ist charakterisiert durch Schotter, Sande, sandige Lehme, Schiefertone und Mergel. Das **untere Tertiär** (Miozän) besteht aus Tonen, Tonmergeln mit grauen Sand- bis Feinkieslagen (kohleflözführend), Kalken (max. 5 m Mächtigkeit), glimmerreichen Tonmergeln und Sanden, Schottern und bituminösen Schiefern und Mergeln. Das Gebiet zwischen Thal und Seiersberg westlich von Graz sowie das Gebiet zwischen Maria Trost in Graz und Raaba ist hauptsächlich aus tertiären Sedimenten aufgebaut. Im Raum Thal-Steinberg-Liboch westlich von Graz sind die Sedimente des Torton und Sarmat (Mittel- und Obermiozän) vorherrschend. Im Osten von Graz findet man überwiegend Panonsedimente (Pliozän), z.B. zwischen Maria Trost und Raababach. Hier treten Sarmatsedimente untergeordnet als schmale Streifen im Bereich Messendorf bis St. Leonhard auf.

Im **oberen Quartär** (Holozän) findet sich junges Schwemm- bzw. Schüttmaterial, im **unteren Quartär** (Pleistozän) grobe und feine Trassensedimente. Diese Ablagerungen des Quartär sind auf die Täler beschränkt. Graz selbst steht größtenteils auf quartären Trassenschottern.

Geologische Einheiten des Mesozoikum und des Altkristallin fehlen im Untersuchungsgebiet.

3.3 Immissionssituation

Lufthygienisch sind in Graz aktuell die Konzentrationen von Schwebstaub und fallweise der Stickstoffoxide als im Vergleich mit gesetzlichen Grenzwerten (Immissionsschutzgesetz-Luft, Stmk. Immissionsgrenzwerte-Verordnung) problematisch anzusehen. Generell sind dafür Emissionen des KFZ - Verkehrs im Verein mit den oben beschriebenen ungünstigen Ausbreitungsbedingungen hauptverantwortlich, was sich auch durch die Tagesgänge der Konzentrationen dieser Schadstoffe klar belegen lässt. Der Hausbrand und industrielle Emissionen konnten in den letzten beiden Jahrzehnten stark reduziert werden, sie stellen bei einzelnen Schadstoffgruppen (Schwebstaub) aber immer noch nicht zu ignorierende potentielle Verursachergruppen dar, wie auch der Emissionskataster der Stadt Graz belegt.

Der Schwerpunkt der Immissionen liegt klar im Süden und Westen sowie im Zentrum der Stadt, was aber stärker auf die innerstädtischen immissionsklimatische Ungunstsituation als auf lokale Emissionsunterschiede zurückzuführen ist (SCHOPPER, pers. Mitteilung).

3.4 Wettersituation in Graz im Expositionszeitraum

Der **November 2001** war stark von Strömungswetter aus dem West- bis Nordsektor geprägt. Signifikant stand dabei ein mildes erstes Monatsdrittel einem nach einem Kaltfrontdurchgang deutlich kälteren Restmonat gegenüber. Längere Hochdruckphasen fehlten weitgehend, aber auch der zyklonale Einfluss trat nur im Bereich und nördlich des Alpenhauptkammes wirklich wetterbestimmend auf.

Zu Beginn der Messungen heiterte es ab dem 14. nach dem Abzug eines zuvor wetterbestimmenden Tiefs unter sich von den Britischen Inseln her verstärkendem Hochdruck auf und es folgten heitere Strahlungswettertage mit recht tiefen Morgentemperaturen und kräftigen, allerdings nur kurzlebigen Bodeninversionen. Ab dem 18. begannen sich im Grazer Becken Hochnebfelder zu bilden, die jedoch durch einen schwachen, im Süden der Steiermark niederschlagsfreien Störungsdurchgang am 20. bereits wieder ausgeräumt wurden.

Die letzte Novemberdekade stand unter dem dominanten Einfluss von Strömungswetter aus dem Nord- bis Nordwestsektor. Während es in den Staulagen der Obersteiermark an keinem einzigen Tag mehr niederschlagsfrei war, blieb der Süden im Lee der Alpen fast völlig trocken. Die Temperaturen lagen in den Tallagen recht konstant im Bereich um den Gefrierpunkt, während die Höhen je nach Luftzufuhr stärkere Schwankungen aufwiesen.

Der **Dezember 2001** war im gesamten Land deutlich zu kalt und in weiten Teilen der Steiermark mit Ausnahme der Nordstaulagen auch viel zu trocken.

Verantwortlich dafür waren Hochdruckentwicklungen und Höhenströmungen aus dem Nord- bis Nordwestsektor, die polare Luft gegen die Alpen führten. Erst gegen Monatsende brachte die Zufuhr mediterraner Luftmassen eine kurze Frostabschwächung.

Der Monatsbeginn war im Raum Graz unter schwachen Luftdruckgegensätzen hochnebelig trüb. Am Abend des 4. überquerte eine Störung die Ostalpen und brachte an den beiden folgenden Tagen dem Norden der Steiermark einiges an Niederschlägen, die südlichen Landesteile blieben weitgehend trocken. Nach Abzug der Front dehnte sich ein Ausläufer des Russland-Hochs bis nach Österreich aus. Die Temperaturen sanken bei klarem winterlichen Strahlungswetter markant.

Ab dem 11. legte sich für zwei Tage eine nördliche Höhenströmung über den Ostalpen, die neuerlich in der Obersteiermark Niederschläge brachte, die Graz im Lee der Alpen aber nicht erreichten. Im Laufe des 13. floss trockenkalte Polarluft aus Nordosten nach Österreich

ungünstigen lufthygienischen Bedingungen mit verstärkter Schadstoffanreicherung in Bodennähe führten.

Am 13. brachte eine Tiefdruckentwicklung südlich der Alpen leichte Niederschläge und den Becken des Alpenvorlandes die Auflösung der stabilen Schichtungsbedingungen. Nach Abzug des Tiefs bildete sich im Grazer Becken unter nur schwachen Luftdruckgegensätzen hartnäckiger Hochnebel, der aber deutlich moderatere Temperaturen als in den nebelfreien Gebieten brachte.

Mit Beginn der letzten Monatsdekade stellte sich das Wetter um. Eine stürmische Westströmung legte sich über die Ostalpen und führte milde Luftmassen ins Land. Während am Alpennordrand ergiebige Niederschläge fielen, blieb es im Raum Graz aufgelockert und völlig trocken, das Temperaturniveau stieg um fast 10 °C an. Ab dem 24. drehte die Strömung für den Rest des Monats auf Südwest. Milde Atlantikluft mit kräftiger Tageserwärmung ließ die Temperaturen noch weiter auf fast schon frühlingshafte Werte steigen, das Niederschlagsgeschehen spielte sich weiterhin im Nordalpenraum ab. Fallweise traten in diesem letzten Monatsdrittel durch das Aufgleiten der milden Luftmassen in den Tieflagen ganztägige Inversionen auf, die vor allem im Grazer Becken zu hohen Schadstoffbelastungen führten (21., 28., 29.).

Insgesamt kann der Witterungsablauf Mitte November 2001 bis Ende Jänner 2002 als durchaus repräsentativ angesehen werden. Nach dem atypisch milden Winter 2000/01 wurde die Jahreszeit diesmal thermisch den Erwartungen durchaus gerecht (SCHOPPER, pers. Mitteilung).

4 MESSPUNKTE

4.1 Beschreibung der Messpunkte

Für die vorliegende Studie wurden von den Mitarbeitern des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilung 17c, Referat für Luftgüteüberwachung, sechs Messpunkte im Stadtgebiet von Graz für die Untersuchung von Staubdepositionsproben und Filterproben ausgewählt.

Zwei dieser sechs Messpunkte, Graz – Don Bosco und Graz – Süd, sind Teil des neuen integralen Messnetzes, welches im Jahr 2000 mit insgesamt 11 Messstellen in Graz mit dem Messziel der Erfassung der Staubdeposition und der Schwermetalldeposition eingerichtet wurde.

Nr	Messpunkt	Beschreibung
GS1	<i>Südbahnstrasse</i>	Südbahnstrasse 94-96, Vorgarten Siedlungsgebiet, Hausbrand, nahe Don Bosco, NNO ca. 300m Fa. Großschädl, (Stahl- und Walzwerk „Marienhütte“) u. Baustoffhandel
GS2	<i>Don Bosco</i>	fixe Mess-Station, verkehrsnah – stark belastet
GS3	<i>Lustbühel</i>	städtischer Hintergrund, Park bei Observatorium
GS4	<i>Webling</i>	bei Fa. ÖAF & Steyr Nutzfahrzeuge (gegenüber IKEA), stark frequentierte Strasse
GS5	<i>Graz-Süd</i>	Herrgottwiesgasse, fixe Mess-Station, in Garten an Straße, gegenüber Steinmetz u. Holzhandlung, belastetes Siedlungsgebiet, Nähe Wirtschaftshof (Abfallaufbereitung)
GS6	<i>Andritz</i>	Weizbachweg 14, Fam. Dr. Niederl, Wohngebiet, Garten nahe Bach hinter dem Haus

Tab. 1: Beschreibung der Messpunkte im Untersuchungsgebiet Graz

4.2 Messzeitraum

Die Bergerhoffbecher, welche zur Sammlung der Staubdeposition (Grobstaub) eingesetzt werden, wurden an zwei aufeinanderfolgenden Messperioden exponiert. Die erste Messperiode startete am 14. November 2001 und dauerte bis einschließlich 13. Dezember 2001. Die zweite Messperiode begann am 13. Dezember 2001 und endete am 9. Jänner 2002.

Pro Messpunkt und Messperiode wurden drei Bergerhoffbecher exponiert. Am Messpunkt GS 3 / Lustbühel (Hintergrundstandort) wurden aufgrund der geringen zu erwartenden Staubmenge gleichzeitig sechs Becher pro Messperiode exponiert.

Während jeder der beiden Messperioden zur Erfassung der Staubdeposition wurden auch Feinstaubproben (PM₁₀) mit einem High-Volume Sampler gesammelt. Es waren zwei Geräte im Einsatz, sodass in jeder Messperiode zumindest eine Woche pro Messpunkt Feinstaubproben gewonnen werden konnten. Für die nachfolgenden Untersuchungen wurden jene Filter mit der höchsten Staubmasse ausgewählt.

Nr	Messpunkt	Filter-Nr.	Datum	Masse Staub	Schwärzungsgrad
GS1	<i>Südbahnstrasse</i> 1. Messperiode	32	16.11.01	0,06 g	+++
		34	18.11.01	0,05 g	++
		43	12.12.01	0,07 g	++++
GS1	<i>Südbahnstrasse</i> 2. Messperiode	45	14.12.01	0,05 g	+++
		46	15.12.01	0,09 g	+++
		48	17.12.01	0,07 g	++++
		50	19.12.01	0,06 g	++++
GS2	<i>Don Bosco</i> 1. Messperiode	40	15.11.01	0,06 g	++++
		41	16.11.01	0,07 g	++++
		1	12.12.01	0,08 g	+++(+)
GS2	<i>Don Bosco</i> 2. Messperiode	3	14.12.01	0,09 g	+++(+)
		5	16.12.01	0,08 g	++++
		7	18.12.01	0,07 g	++++
GS3	<i>Lustbühel</i> 1. Messperiode	49	22.11.01	0,03 g	+
		4	27.11.01	0,04 g	+
		5	28.11.01	0,06 g	++
		6	29.11.01	0,03 g	++
		7	30.11.01	0,03 g	++
		8	01.12.01	0,03 g	+
		9	02.12.01	0,03 g	+
GS3	<i>Lustbühel</i> 2. Messperiode	9	21.12.01	0,03 g	+
		10	22.12.01	0,04 g	++
		13	25.12.01	0,04 g	+++
		14	26.12.01	0,03 g	++
		16	28.12.01	0,03 g	++
GS4	<i>Webling</i> 2. Messperiode	38	23.12.01	0,1 g	+++(+)
		42	05.01.02	0,09 g	+++(+)
		33	06.01.02	0,09 g	+++(+)
		1	07.01.02	0,1 g	++++
GS5	<i>Graz-Süd</i> 1. Messperiode	11	22.11.01	0,07 g	++++
		15	26.11.01	0,07 g	?
		16	27.11.01	0,07 g	+++
		17	28.11.01	0,08 g	++
		18	29.11.01	0,06 g	++++
		21	02.12.01	0,06 g	+++

Tab. 2: Staubkonzentrationen und Schwärzungsgrad der untersuchten Filterproben

Nr	Messpunkt	Filter-Nr.	Datum	Masse Staub	
GS5	Graz-Süd 2. Messperiode	26	22.12.01	0,06 g	+++
		29	25.12.01	0,07 g	+++
		30	26.12.01	0,1 g	+++
		32	28.12.01	0,07 g	+++
		33	29.12.01	0,07 g	++++
		40	05.01.02	0,08 g	++++
		14	06.01.02	0,09 g	++++(+)
		15	07.01.02	0,09 g	?
		16	08.01.02	0,09 g	?
GS6	Andritz 1. Messperiode	24	04.12.01	0,04 g	+
		25	05.12.01	0,04 g	++
		26	06.12.01	0,04 g	+++
		28	08.12.01	0,03 g	+
GS6	Andritz 2. Messperiode	8	05.01.02	0,04 g	++(+)
		11	08.01.02	0,03 g	+

Tab. 2: Staubkonzentrationen und Schwärzungsgrad (+...gering, entspricht schwacher Filterbelegung, ++...mäßig, +++...stark, ++++...sehr stark) der untersuchten Filterproben

5.2 Filterproben

Weiters wurden zur Staubinhaltsbestimmung in der Feinfraktion (Partikelgröße unter 10 µm) ausgewählte Filterproben untersucht.

Dabei wurde zuerst der Russanteil visuell abgeschätzt und als Schwärzungsgrad in vier Abstufungen angegeben (+...gering, entspricht schwacher Filterbelegung, ++...mäßig, +++...stark, ++++...sehr stark).

Als nächster Schritt erfolgte die mikroskopische Durchsicht der gesamten Filterfläche sämtlicher übermittelter Filterproben mittels Binokular auf geogene und technogene Phasen zur Auswahl für die anschließende REM-Untersuchung.

Mittels Kohleklebeband wurden ausgestanzte Filterteile auf Aluminiumträgertischchen montiert, mit einer leitenden Goldschicht versehen und anschließend im Rasterelektronenmikroskop untersucht.

Die Staubpartikel wurden wiederum elektronenoptisch hinsichtlich ihrer Morphologie und Größe untersucht und die elementare Zusammensetzung mittels energie-dispersiver Röntgenmikroanalyse (EDX) qualitativ bestimmt. Charakteristische Staubphasen wurden sowohl fotografisch als auch durch EDX-Spektren dokumentiert.

5.3 Korngrößenbestimmung

Gleichzeitig mit der Bestimmung der Phasen wurden Korngrößenbestimmungen durchgeführt. Die Vermessung der Phasen bzw. Partikel erfolgte im Lichtmikroskop mittels Mikrometer, im Rasterelektronenmikroskop mittels einer digitalen Messeinrichtung.

6 ERGEBNISSE

In diesem Kapitel sind die Ergebnisse der Phasenuntersuchungen nach Messpunkten geordnet zusammengefasst. Die Ergebnisse der Korngrößenbestimmungen finden sich in einem eigenen Unterkapitel (siehe Kap. 6.7).

Die Detailergebnisse der Staubdepositionsproben und der Filterproben befinden sich in tabellarischer Form in einem eigenen Kapitel (siehe Kap. 9) und sind ebenfalls nach Messpunkten zusammengestellt. Sämtliche schwermetallführende technogene Phasen, welche im Staub detektiert wurden, sind ebenfalls tabellarisch zusammengefasst (siehe Kap. 9).

Die entsprechenden Abbildungen (lichtmikroskopische und rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen, Elementspektren sowie Elementverteilungsbilder) relevanter Phasen zu den einzelnen Messpunkten sind auch in einem eigenen Kapitel zusammengefasst (siehe Kap. 10).

6.1 Südbahnstrasse

6.1.1 Zusammensetzung der Staubdepositionsproben

Die gesammelte Staubmenge an diesem unweit des Messpunktes Graz – Don Bosco gelegenen Standortes in einem Siedlungsgebiet lag in der ersten Messperiode bei 15 mg, in der zweiten bei 42 mg.

Der Anteil an geogenen Mineralphasen lag in beiden Messperioden bei rd. 60%, der technogene Anteil lag zwischen 30% und 35%, der Rest (rd. 5%) war biogenes Material (Pollenkörner, Pflanzenreste, Teile von kleinen Insekten, etc).

Charakteristische geogene Phasen waren in erster Linie Quarz, Glimmerminerale sowie Titanomagnetite, untergeordnet auch Carbonate (Dolomit, Calcit). Die festgestellten geogenen Mineralphasen an diesem Messpunkt entsprechen der Gesteinsserie des Grazer Beckens sowie dem Gesteinszug (Dolomit-Sand-Abfolge, Kalk- und Dolomitserien) des Grazer Paläozoikums (FLÜGEL, H.W., 1975). Der geogene Mineralphasenbestand spiegelt somit weitgehend den geologischen Hintergrund in diesem Gebiet wider.

Die technogenen Phasen stammen aus verschiedenen Emissionsquellen. Auffällig war, dass aber der überwiegende Anteil der nachgewiesenen technogenen Phasen (**Schlacken, Zunderplättchen, Magnetit, Wüstit, Eisen-Mischoxide** (Fe, Mn, Mg, Cr-Mischoxide), **metallisches Eisen, Restkohle, Koks**) dem Bereich „**Eisen- und Stahlproduktion bzw. -verarbeitung**“ zuzuordnen sind. Die Zinkführung der Phasen (**Zinkspinelle, Eisen-Zink-Oxide**) weist auf die Verwendung von verzinkten Materialien hin. Der annähernd gleiche Phasenbestand und die übereinstimmende Elementzusammensetzung dieser Partikel weist auf eine gemeinsame Quelle hin. In etwa 300 m Entfernung von diesem Messpunkt in NNO-Richtung befindet sich das Stahl- und Walzwerk „Marienhütte“.

Untergeordnet wurden auch technogene Phasen (**hohlkugelige Russpartikel, hohlkugelige und globulare Glasphasen**, vereinzelt teilverschmolzene **Kunststoffperlen**) gefunden, die auf Verbrennungsanlagen hinweisen (**Kleinf Feuerungsanlagen**).

Vereinzelt wurden auch Partikel des sog. „**Don Bosco Typs**“ durch **verkehrsbedingte** Einträge detektiert. Eine detaillierte Beschreibung dieses Partikeltyps findet sich bei den Ergebnissen des Messpunktes Don Bosco. Vereinzelt beobachtete sehr feine **Späne** von **metallischem Eisen, Kupfer** und **Zink** könnten Abriebprodukte von Bremsen und Reifen darstellen.

punktes Don Bosco. Vereinzelt wurden ebenso Natriumchloridkristalle gefunden, welche sich auf den Einsatz von **Streusalz** zurückführen lassen.

Es wurden vereinzelt technogene Phasen detektiert (z.B. globularer Ca-Ferrit, globulare RO-Phasen), die aus Hochtemperaturprozessen (Industrie, Kraftwerke) stammen. Aufgrund des seltenen Vorkommens und der unterschiedlichen Elementzusammensetzung dieser Phasen scheint eine gemeinsame lokale Quelle eher unwahrscheinlich. Untersuchungen im Gebiet von Voitsberg zeigten, dass es durch die Entsorgung von Restmüll- oder Filteraschen mittels LKW-Transport sekundär zum Eintrag derartiger technogener, schwermetallführender Phasen kommen kann (B.A.R.B.A.R.A. Leobener Umwelttechnik GesmbH, 1993).

Wie beim Messpunkt Don Bosco wurden am Standort Webling ebenso vereinzelt unregelmäßige **Kornaggregate** aus Calcium-Silikaten bzw. Calcium-Aluminium-Silikaten gefunden, die Bestandteil von **Zement** und anderen **Bauprodukten** oder Bauschutt darstellen. Eine exakte Quellenzuordnung ist nicht möglich.

6.4.2 Zusammensetzung der Filterproben

Der intensive Schwärzungsgrad entsprach einer starken bis sehr starken Filterbelegung. Ähnlich wie bei den Standorten Südbahnstrasse und Don Bosco wurden neben **Dieselsrussaggregaten** als Hauptbestandteil des Feinstaubes glatte, **globulare Glasphasen** zw. 1 und max. 5 µm sowie sehr häufig Natriumchloridkristalle gemessen, die dem **Verkehr** zuzuordnen sind.

Häufig wurden Calcit und Glimmerminerale als geogene Phasen auf den Filterproben beobachtet.

Die ebenso häufig detektierten **unregelmäßigen, teils hohlkugeligen Russpartikel** lassen sich den Emissionen von **Feuerungsanlagen** zuordnen.

6.5 Graz Süd

6.5.1 Zusammensetzung der Staubdepositionsproben

Das Gewicht der Staubdepositionsprobe an dieser fixen Mess-Station des integralen Messnetzes Graz in einem belasteten Siedlungsgebiet lag im ersten Expositionszeitraum bei 25 mg, im zweiten bei 50 mg.

Im ersten Messzeitraum setzte sich die Staubprobe aus rd. 50% geogenem Material, rd. 30% technogenen Phasen sowie bis 20% biogenem Material zusammen. In zweiten Messzeitraum wurden rd. 60% geogene und rd. 30% technogene Phasen sowie etwa 10% biogenes Material unterschieden.

Charakteristische geogene Phasen waren in erster Linie Quarz, Glimmerminerale sowie Carbonate (Dolomit, Calcit), untergeordnet Feldspäte und Magnesiumsilikate. Diese Phasen sind Bestandteil der Gesteinsserie des Grazer Paläozoikums und dem tertiären Gesteinsmaterial in diesem Gebiet, vergleichbar mit dem geologischen Hintergrund des Messpunktes Webling.

Technogene Phasen, die auf **verkehrsbedingte** Einträge zurückzuführen sind, waren Partikel des **Typs „Don Bosco“** sowie blättrige, unregelmäßige Kornaggregate durch Bremsabrieb (Typ „Bremsabrieb“) und die vereinzelt in der zweiten Messperiode beobachteten Natriumchloridkristalle (**Streusalzeinsatz**).

zoikum in der als „Ton- Grünschiefer, Kalk-Sandsteine, Metadiabase und Tuffe“ bezeichneten Gesteinsserie. Dementsprechend wurden Magnesiumsilikate, Titanomagnetite, Hämatit, Chlorit, Rutil, Amphibole (Hornblende) und Pyroxene (Eisen-Magnesium-Silikate) gefunden.

Die technogenen Phasen (**unregelmäßiges kohliges Material, hohlkugelige Russpartikel** und vereinzelt auftretende teilverschmolzene **Kunststoffperlen, glasige Schlacke**) an diesem Messpunkt in einem locker verbautem Siedlungsgebiet stammen überwiegend aus Verbrennungsprozessen (**Kleinfeuerungsanlagen**).

Technogene Phasen, die auf verkehrsbedingte Einträge zurückzuführen sind, fehlten fast vollständig.

In der zweiten Messperiode wurden vereinzelt **Nichteisen-Legierungen**, wie beispielsweise Messingpartikel, oder metallisches Silber aufgefunden. Aufgrund der Charakteristik des Standortes scheinen industrielle Quellen auszuschließen zu sein. Eine Quellenzuordnung ist nicht möglich.

6.6.2 Zusammensetzung der Filterproben

Der vergleichsweise geringe bis mäßige Schwärzungsgrad der Filterproben spiegelt die geringere Beeinflussung durch verkehrsbedingte Einträge an diesem Standort wider. Im zweiten Messzeitraum konnten vereinzelt glatte, globulare Glasphasen sowie häufiger Natriumchloridkristalle beobachtet werden.

Auf den untersuchten Filterproben wurden Calcit, Glimmerminerale und Magnesiumsilikate als geogene Phasen detektiert. Auf den Filtern der ersten Messperiode wurden vereinzelt Gipskristalle, in der zweiten Messperiode Natriumchloridkristalle beobachtet.

Unregelmäßig geformte, teils hohlkugelige Russpartikel und teilverschmolzene Kunststoffperlen stammen aus Feuerungsanlagen.

6.7 Abschätzung der Quellenanteile

Anhand der vorliegenden Untersuchungsergebnisse der Staubdepositionsproben und der Feinstaubproben wurde versucht, eine grobe Abschätzung der Quellenanteile durchzuführen. Die meisten der detektierten Phasen lassen sich grob den vier Hauptgruppen „geogen“ – „Verkehr“ – „Feuerung“ und „Industrie“ zuordnen.

Die Hauptgruppe „geogen“ beinhaltet alle mineralischen Staubteilchen. Auffällig war, dass die höchsten Quellenanteile an den Messpunkten Don Bosco, Webling, Graz Süd und Südbahnstrasse vorlagen. Mit Ausnahme des Messpunktes Südbahnstrasse, welcher sich in der Nähe von Don Bosco befindet, handelt es durchwegs um verkehrsnahen Standorte. Aufwirbelungen von Straßenstaub sowie sekundäre Einträge durch LKW-Transport (z.B. Schottertransporte, Baumaterial, Bauschutt) sollten auch hier, obwohl diese festgestellten Mineralphasen der Geologie des Untersuchungsgebietes entsprechen, mit in Betracht gezogen werden.

In der Hauptgruppe „Verkehr“ sind Abriebprodukte von Bremsen, Reifen und Fahrbahn wie die spindelförmigen Kornaggregate des Typs „Don Bosco“ oder Partikelaggregate des Typs „Bremsbelagabrieb“ zusammengefasst. Weiters auch glatte, globulare Glasphasen (aerodynamischer Durchmesser 1-5 µm) im Feinstaub, Dieslrussaggregate sowie Salzkristalle.

Die nächste Hauptgruppe „Feuerung“ subsumiert jene technogenen Phasen, welche als Produkte unvollständiger Verbrennung im Haushalt, bei Gewerbebetrieben, bei Abfallverbrennungsanlagen, kalorischen Kraftwerken, etc. anfallen. Es wurde bewusst nicht die Bezeichnung „Hausbrand“ gewählt, da viele der detektierten technogenen Phasen aufgrund

charakteristischer Merkmale nicht von Kleinfeuerungen stammen können, sondern andere Feuerungsanlagen mit höheren Verbrennungstemperaturen in Betracht gezogen werden müssen. Charakteristische Phasen für diese Hauptgruppe waren u.a. unregelmäßige Kohlepartikel, hohlkugelige Russpartikel, teilgeschmolzene Kunststoffperlen und unregelmäßige und auch globulare Glasphasen.

Die Hauptgruppe „Industrie“ beinhaltet vorwiegend technogene Phasen, die typisch für den Bereich „Eisen- & Stahlproduktion bzw. –verarbeitung“ sind. Maßgebend dafür war das Auftreten derartiger Phasen an den beiden Messpunkten Südbahnstrasse und Don Bosco.

Sonstige technogene Phasen, die ebenfalls an den Messpunkten gefunden wurden, jedoch keiner dieser vier Hauptgruppen zugeordnet werden konnten, sind in nachstehender Tabelle nicht angeführt und finden sich bei den Ergebnissen der einzelnen Messpunkte (Kapitel 6.1 bis 6.6) und im Tabellenteil Kapitel 9.

Quellenanteile der Stäube							
Messpunkt	Staubdeposition				Feinstaub		
	Geogen	Verkehr	Feuerung	Industrie	Geogen	Verkehr	Feuerung
GS1/1	60%	10%	5-10%	20%	x	40-60%	x
GS1/2	60-65%	10%	5-10%	20%	x	60-100%	x
GS2/1	50-60%	20%	5%	10-15%	x	80-100%	x
GS2/2	60%	20%	5%	5-10%	x	80-100%	x
GS3/1	5%	-	3-5%	-	x	5-30%	x
GS3/2	7-10%	-	5-8%	-	x	20-40%	x
GS4/1	60%	5-10%	10-15%	< 5%			
GS4/2	60-70%	5-10%	5-10%	< 5%	x	60-80%	x
GS5/1	50%	5-10%	10-15%	< 5%	x	40-60%	x
GS5/2	60%	5-10%	5-10%	< 5%	x	60-100%	x
GS6/1	30%	-	20%	-	x	5-10%	x
GS6/2	40%	-	20%	< 5%	x	20-30%	x

Tab. 4: Abschätzung der Quellenanteile der Stäube an den sechs Messpunkten in Graz. Der biogene Anteil in den Staubdepositionsproben ist in dieser Tabelle nicht angegeben.
X...Phaseneinträge vorhanden

Die Abschätzung der Quellenanteile bei den Filterproben, also im Feinstaub gestaltete sich als schwierig, da mit zunehmendem Schwärzungsgrad, welcher einem hohen Dieselmantelteil entspricht, sämtlich andere Phasen überlagert werden und dadurch deren Identifikation einerseits und Quellenzuordnung andererseits erschwert wird. Daher wurde beim Feinstaub der Quellenanteil des Verkehrs basierend auf dem Schwärzungsgrad abgeschätzt. Aufgrund der methodischen Unschärfe konnte der Quellenanteil der anderen Hauptgruppen nicht abgeschätzt werden. Phaseneinträge der anderen Hauptgruppen konnten daher nur mit „X...vorhanden“ angegeben werden.

6.8 Ergebnisse der Korngrößenbestimmungen

Die Korngrößen der vermessenen Partikel bzw. Phasen sind nach Messpunkten und Messperioden zusammengestellt. Dabei wurden die Phasen sowohl in den Staubdepositionsproben (Bergerhoff) als auch in den Filterproben in geogen und technogen getrennt. Die Zuordnung von Korngrößenbereichen zu Partikeltypen bzw. relevanten Phasen findet sich in Kap. 9.

Nachstehende Tabelle gibt einen Überblick über die Korngrößen der Staubpartikel an den Messpunkten unter Angabe der Minimal- und Maximalwerte sowie des Medians.

Im Feinstaub wurden jene Partikel vermessen, bei denen es sich nicht um Dieseleruss handelt. Die Primärpartikel des Dieselerusses liegen im Größenbereich von 15-50 nm (BARR ET AL. 1989, EGGENBURGER ET AL. 1994). Diese Angaben aus der Literatur stimmen mit den im Rasterelektronenmikroskop beobachteten Größenbereichen überein. Diese im Nanometerbereich befindlichen Primärpartikel bilden sog. Agglomerate, komplexe, dreidimensionale Gebilde unterschiedlichen Aussehens.

GS 1 / Südbahnstrasse						
	Korngrößenbereich 1.MP			Korngrößenbereich 2. MP		
	Min	Max	Median	Min	Max	Median
Deposition geogen	5	300	43	5	250	30
Deposition technogen	10	500	55	5	1200	50
Feinstaub geogen	5	33	10	5	15	10
Feinstaub technogen	1	110	7	3	20	10
GS 2 / Don Bosco						
	Korngrößenbereich 1.MP			Korngrößenbereich 2. MP		
	Min	Max	Median	Min	Max	Median
Deposition geogen	20	350	110	5	300	50
Deposition technogen	10	350	40	10	500	45
Feinstaub geogen	5	35	15	5	35	20
Feinstaub technogen	0,5	35	5	1	40	5
GS 3 / Lustbühel						
	Korngrößenbereich 1.MP			Korngrößenbereich 2. MP		
	Min	Max	Median	Min	Max	Median
Deposition geogen	20	180	100	30	150	50
Deposition technogen	-	140	-	20	210	70
Feinstaub geogen	5	16	13	5	15	10
Feinstaub technogen	1	48	20	1	60	10

Tab. 5: Minima, Maxima und Median der detektierten Staubphasen in μm getrennt nach geogenen/technogenen Phasen in der Staubdepositionsprobe und geogenen/technogenen Phasen in den Filterproben sowie getrennt nach Messperioden

GS 4 / Webling						
	Korngrößenbereich 1.MP			Korngrößenbereich 2. MP		
	Min	Max	Median	Min	Max	Median
Deposition geogen	5	400	48	7	150	30
Deposition technogen	8	600	50	15	600	50
Feinstaub geogen	-	-	-	-	-	-
Feinstaub technogen	-	-	-	1	50	5
GS 5 / Graz Süd						
	Korngrößenbereich 1.MP			Korngrößenbereich 2. MP		
	Min	Max	Median	Min	Max	Median
Deposition geogen	10	400	88	10	300	35
Deposition technogen	5	517	27	7	500	50
Feinstaub geogen	5	15	5	5	15	11
Feinstaub technogen	3	35	15	5	60	10
GS 6 / Andritz						
	Korngrößenbereich 1.MP			Korngrößenbereich 2. MP		
	Min	Max	Median	Min	Max	Median
Deposition geogen	10	200	60	25	250	80
Deposition technogen	10	87	40	10	350	55
Feinstaub geogen	10	20	10	4	20	5
Feinstaub technogen	3	50	24	4	77	6

Tab. 5 ff: Minima, Maxima und Median der detektierten Staubphasen in μm getrennt nach geogenen/technogenen Phasen in der Staubdepositionsprobe und geogenen/technogenen Phasen in den Filterproben sowie getrennt nach Messperioden

7 GLOSSAR

<i>Dendritisch:</i>	bäumchenförmig
<i>EDX:</i>	energiedispersive Röntgenmikroanalyse, Methode zur qualitativen und semi-quantitativen Bestimmung der Gehalte und Verteilung von Elementen in Proben. Dabei wird die für die Probe charakteristische Röntgenstrahlung hinsichtlich ihrer Energie ausgewertet, häufig mit REM und TEM gekoppelt
<i>Feinstaub:</i>	Definition entnommen aus dem IG-L, BGBl. I Nr. 115/97 idF BGBl. I Nr. 62/2001 (5a): „PM10 im Sinne dieses Bundesgesetzes bezeichnet die Partikel, die einen gröbenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50% aufweist.“
<i>geogene Partikel:</i>	natürliche, feste Teilchen, die aus dem geologischen Untergrund oder aus Böden stammen
<i>idiomorph:</i>	eigengestaltig
<i>RO-Phase:</i>	Technogene Mischoxide von zweiwertigen Metallen
<i>RO-R₂O₃-Phase:</i>	Technogene Mischoxide von zwei- und dreiwertigen Metallen
<i>Spinell:</i>	Hochtemperaturprodukt aus Mg-Oxid und dreiwertigen Oxiden (z.B.: Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , Cr ₂ O ₃), allg. Formel: RO-R ₂ O ₃ -Phasen
<i>Schwermetalle:</i>	Metalle mit einer Dichte über 4.5 g/m ³ , z.B. Bunt-, Eisen- und Edelmetalle
<i>Staubdeposition:</i>	jene Staubmenge, welche sich in einem definierten Zeitraum passiv in einem Gefäß ansammelt, Bergerhoff-Verfahren
<i>REM:</i>	Rasterelektronenmikroskop, klassisches Verfahren zur Abbildung der Topographie von Festkörpern mit hoher Schärfentiefe und Ortsauflösung
<i>Technogene Partikel:</i>	Partikel, die aus industriellen Prozessen stammen
<i>Zonar:</i>	konzentrisch, schalig aufgebaute Kristallstruktur, welche durch rhythmische Änderung der Ausscheidungsbedingungen bei der Kristallisation entsteht
<i>Zundermaterial:</i>	meist tafelig ausgebildet, aus Magnetit, Wüstit und/oder Hämatit, primär durch Erhitzen (Heizkessel), sekundär durch Hämmern oder Walzen

8 LITERATUR

- B.A.R.B.A.R.A. Leobener Umwelttechnik, 1993: Untersuchung von WSF-Asche Gratkorn sowie von Strassenstaubproben aus dem Tunnel der Umfahrung Voitsberg. Prüfbericht Nr. 0164-93.
- BARR, E. B., CHENG, Y.-S., YEH, H.-C., WOLFF, R. K., 1989: Site characterization of carbonaceous particles using a Lovelace multijet cascade impactor/parallel-flow diffusion battery serial sampling train. *Aerosol Sci. & Technol.* 10, 205-212.
- BARTSCH, P., HOLZAPFEL, Th. & SCHOLZ, H., 1986: Mineralogische Zusammensetzung von Steinkohlenflugaschen. -TIZ Fachberichte, Vol. 110, Nr. 1
- DURRER, R. & VOLKERT, G., 1953: Die Metallurgie der Ferrolegerungen. -Springer-Verlag, Berlin.
- EGGENBERGER, U., FORSS, A.-M., BACH, C., BURTSCHER, H., 1994: Partikelcharakterisierung in Verbrennungsabgasen. *Chimia* 48, 232-239.
- FÄBER, W., 1957: Mikroskopie der Metallhüttenschlacken. -Hdb. d. Mikroskopie i.d.Technik, Bd. I, T. 1, S. 519 - 594, Frankfurt.
- FLÜGEL, H.W., 1975: Erläuterungen zur Geologischen Wanderkarte des Grazer Berglandes 1:100.000. Mitteilungen Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum, Geologische Bundesanstalt Wien.
- GROTHER, H., 1963: Lexikon der Hüttentechnik. Deutsche Verlags-Anstalt Stuttgart.
- Immissionschutzgesetz-Luft (IG-L), BGBl. I 115/1997 idF von BGBl. I 62/2001.
- KIRSCH, H., 1964: Technische Mineralogie. -Vogel Verlag Würzburg.
- KOCH, L., 1936: Schlackenforschung als Grundlage der Erforschung petrologischer Grundlagen. - Fortsch.Min. 20, S. 196 – 238.
- MERKEL, Th., 1994: Taschenbuch der Werkstoffe. - Fachbuchverlag Leipzig –Köln.
- NEINAVAIE, H., 1994: Mineralphasenuntersuchung als Werkzeug für gezielte Ansprache und Bewertung geogener und technogener Schwermetallverteilungen, unveröffentl. Bericht – Eisenerz.
- NEINAVAIE, H., PIRKL, H. & TRIMBACHER C., 2000: Herkunft und Charakteristik von Stäuben. UBA-BE-171, Umweltbundesamt Wien.
- SCHREITER, P., 1968: Zum Phasenaufbau von Braunkohlenfilteraschen. – Silikattechnik. Steiermärkische Immissionsgrenzwertverordnung (LGBl. 5/1987)
- TROJER, F., 1963: Die oxidischen Kristallphasen der anorganischen Industrieprodukte. - E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- TROJER, F., 1965: Zur Mikroskopie des Portland-Zement-Klinkers und seiner Rohstoffe. - Hdb. d. Mikroskopie i.d. Technik, Bd. IV, Teil 3, S. 333 - 389, Frankfurt.
- Umweltschutzbericht 2000 des Landes Steiermark, Amt der Stmk Lreg, Rechtsabt. 3

9 TABELLEN

9.1 Südbahnstrasse

9.1.1 Detailergebnisse der Staubdepositionsproben

GS 1 Südbahnstrasse / Messperiode 1			
Geogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen u. mögl. Quellen
Dolomit	++	5-70 µm	
Calcit	+	5-70 µm	
Quarz	+++	5-90 µm	
Glimmerminerale	+++	10-300 µm	Muskovit, Biotit
Feldspäte	+		
Epidotminerale	+		
Amphibole	+		
Magnesiumsilikate	+		Streugut ?
Granat	+		
Magnetit	+++	10-100 µm	z.T. Titanomagnetit
Hämatit	++	15-50 µm	z.T. als Umwandlungsprodukt von Magnetit
Ilmenit	+		
Eisenhydroxid	++		als Umwandlungsprodukt von geogenen und technogenen Phasen
Rutil	++	bis 30 µm	
Graphit	+		als Einschlüsse in Granat
Technogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen u. mögl. Quellen
Metallisches Eisen	++	bis 70 µm	Splitter, tafelig, Späne in Wüstit (Eisen- & Stahlind., Bremsabrieb)
Metallisches Kupfer	+	20-50 µm	Späne
Metallisches Zink	++	50x250 µm	teilgeschmolzener Partikel
Magnetit	+++	10-150 µm	globular (mit Cu+Zn), tafelig, idiomorph, dendritisch, oval, z.T. hohlkugelig, nicht selten mit Wüstit verwachsen (Eisen- & Stahlind.)

Tab: 6: **GS 1/1. MP**, Detailergebnisse der Staubdepositionsproben, +...vereinzelt, ++...wenig, +++...mittel, ++++...viel

GS 1 Südbahnstrasse / Messperiode 1			
Technogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen u. mögl. Quellen
Hämatit	++	bis 80 µm	sekundär durch Oxidation aus Magnetit, vereinzelt globular
Wüstit	+++	-100 µm	meist eng mit Magnetit verwachsen
Spinelle	++		als Einschlüsse in Schlacken (Eisen- & Stahlind., Metallhütte)
Zinkspinelle	++		als Einschlüsse in (Zn, Fe)-Oxiden
RO-Phase	++	bis 40 µm	(Fe, Mn, Mg, Ca, Cr)-Mischoxide (Eisen- & Stahlind.)
Zinksulfid	+		Eisen- & Stahlind., Verzinkereien
glasige Schlacke	++	25-80 µm	häufig mit Einschlüssen von Magnetit und Spinellen (Eisen- & Stahlind.)
Schlacke	++	40-100 µm	häufig mit Einschlüssen von RO-Phasen und Spinellen
globulare Glasphase	++	bis 40 µm	meist Zn- und Cr-hältig (Eisen- & Stahlind.)
Zundermaterial	++	bis 15x100 µm	aus Wüstit und Magnetit (Eisen- & Stahlind., Auskleidungen von Heizkesseln, Hammerschlag, Walzwerk)
Restkohle, Koks, Graphit	++	25-90 µm	Kleinfeuerungsanlagen, Koks - Eisen- & Stahlind., Graphit (Eisen- & Stahlind., Bremsabrieb)
Ruß	++		Kleinfeuerungsanlagen, Dieselruß
Typ „Don Bosco“	++	30-500 µm	Spindelförmiges Kornaggregat aus Russgrundmasse mit geogenen oxidischen u. silikatischen Phasen und metallischem Eisen, Abriebprodukt-Verkehr
Typ „Bremsbelag“	++	50-150 µm	blättrige, unregelm. Kornaggregate durch Bremsabrieb (aus Graphit, metall. Fe, Messing, Cu, Silikate)
Kunststoffe	++		blau, weiss, rot als Fasern und teilgeschmolzene Perlen
(Zn, Fe)-Oxide	++++	25-150 µm	Im LM ziegelrot gefärbte Partikel mit wechselnden Mengen von Zn, Fe, Pb und As (Eisenhüttenprodukt?)

Tab :6 ff: **GS 1/1. MP**, Detailergebnisse der Staubdepositionsproben, +...vereinzelt, ++...wenig, +++...mittel, ++++...viel

GS 1 Südbahnstrasse / Messperiode 2			
Geogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen u. mögl. Quellen
Dolomit	+++	30-250 µm	
Calcit	++	30-250 µm	
Quarz	++++	30-250 µm	
Glimmerminerale	+++	5-200 µm	
Feldspäte	++	30-250 µm	
Epidotminerale	++	30-250 µm	
Amphibole	+	30-250 µm	
Magnesiumsilikate	++	15-150 µm	
Magnetit	+++	20-100 µm	meist Titanomagnetit
Hämatit	++	20-50 µm	
Ilmenit	++		
Eisenhydroxid	+++	20-125 µm	Herkunft wie GS1/1
Rutil	++	bis 25 µm	
Titanit	+	bis 20 µm	häufig mit Silikaten wie Epidot und Amphibole
Zirkon	+	bis 50 µm	
Chlorit	+		
Graphit	+		als Einschlüsse in Silikaten
Magnetkies	++	bis 30 µm	tw. verwittert
Technogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen u. mögl. Quellen
Metallisches Eisen	+++	10-30 µm	wie GS1/1
Metallisches Kupfer	+		als feine Einschlüsse in RO-Phasen (Eisen- & Stahlind.)
Metallisches Aluminium	++	5-50 µm	Späne, tafelig
Metallisches Silicium	+	bis 15 µm	scharfkantig, tafelig (Eisen- & Stahlind.- Desoxidationsmittel)
(Si, Mn)-Legierung	++	bis 40 µm	scharfkantig, tafelig (Eisen- & Stahlind. - Desoxidationsmittel)

Tab: 7: **GS 1/2. MP**, Detailergebnisse der Staubdepositionsproben, +...vereinzelt, ++...wenig, +++...mittel, ++++...viel

GS 1 Südbahnstrasse / Messperiode 2			
Technogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen u. mögl. Quellen
(Si, Ca)-Legierung	+	bis 50 µm	scharfkantig, tafelig (Eisen- & Stah- lind. - Desoxidationsmittel)
Magnetit	++	20-100 µm	wie GS1/1
Hämatit	+		Sekundär aus Magnetit und Wüstit
Wüstit	+++	20-90 µm	tafelig, leistenförmig, wie GS 1/1
Spinelle	++		wie GS 1/1
RO-Phase	+++	bis 50x100 µm	wie GS 1/1
Calciumferrit	+		globular
(Ca, Al)-Ferrit	+		Typ "Verbrennungsanlagen"
Zinkspinell	++	bis 50 µm	meist globular in (Zn, Fe)-Oxiden
Schlacke	+++	20-60 µm	bestehend aus Glasphasen, (Mg, Fe)-Silikaten, Magnetit und Spinel- len (wie GS 1/1)
globulare Glasphase	++	bis 50 µm	
glasige Schlacke	+++	bis 100 µm	wie GS 1/1, als unregelm. Partikel, typisch für Verbrennungsanlagen
Zundermaterial	+++	bis 10x170 µm	leistenförmige Partikel meist aus Wüstit, Magnetit untergeordnet Hämatit
globulare Phasen	+++	5-50 µm	aus Magnetit, Wüstit, Ca-Ferrit und Glasphasen
Restkohle, Koks, Graphit	+++	20-60 µm	überwiegend Koks
Ruß	++		wie GS 1/1
Typ „Don Bosco“	++	bis 50x500 µm	spindelförmiges Kornaggregat, wie GS 1/1
Kunststoffe	++		wie GS 1/1
Farbpigmente	++		meist aus Ti-Oxid (Titanweiß) u. Ba- ryt
(Ca, Al)-Silikate	++	15x25 µm	unregelm. Kornaggregate, Zement- bestandteile
(Zn, Fe)-Oxide	++	25-150 µm	wie GS 1/1
Mullit	++		als idiomorphe Kristalle im Glas
Baryt (Ba-Sulfat)	++		Bestandteil der Farbpigmente

Tab: 7 ff: **GS 1/2. MP**, *Detailergebnisse der Staubdepositionsproben, +...vereinzelt, ++...wenig, +++...mittel, ++++...viel*

9.1.2 Detailergebnisse der Filterproben

GS 1 Südbahnstrasse / Messperiode 1			
Geogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen u. mögl. Quellen
Glimmerminerale	++	5-35 µm	blättchenförmig
Natriumchlorid	++	5-10 µm	Streusalz
Technogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen
RO-Phase	+		globular mit Cu (Verbrennungsanlagen)
globulare Glasphase	+	1-5 µm	Verbrennungsanlagen, Verkehr
Restkohle, Koks, Graphit	+++	20-35 µm	überwiegend unregelm. Kohle (Verbrennungsanlagen)
Ruß	+	5 µm	hohlkugelig - Verbrennungsanlage
Kunststoffe	+++	5-25 µm	meist globular, C, Na, Mg, Al, Si, Cl, Ca, Ti, z.T. unregelmäßig (Verbrennungsanlagen)

Tab. 8: **GS 1/1. MP**, Detailergebnisse der Filterproben, +...vereinzelt, ++...wenig, +++...mittel, ++++...viel

GS 1 Südbahnstrasse / Messperiode 2			
Geogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen u. mögl. Quellen
Dolomit	++	5-10 µm	
Quarz	+		
Glimmerminerale	+		blättchenförmig
Magnesiumsilikate	+++		z.T. (Mg, Al)-Silikate
Natriumchlorid	++	5-15 µm	Streusalz
Technogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen u. mögl. Quellen
globulare Glasphase	+++	3-5 µm	Verbrennungsanlagen, Verkehr
Restkohle, Koks, Graphit	+	20 µm	überwiegend unregelm. Kohle (Verbrennungsanlagen)
Kunststoffe	++	5-25 µm	meist globular, C, Na, Al, Si, Cl, K, Ca, Zn, z.T. unregelmäßig (Verbrennungsanlagen)

Tab. 9: **GS 1/2. MP**, Detailergebnisse der Filterproben, +...vereinzelt, ++...wenig, +++...mittel, ++++...viel

9.2 Graz – Don Bosco

9.2.1 Detailergebnisse der Staubdepositionsproben

GS 2 Don Bosco / Messperiode 1			
Geogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen u. mögl. Quellen
Dolomit	+++	30-150 µm	
Calcit	++	30-150 µm	
Quarz	+++	30-150 µm	
Glimmerminerale	+++	20-350 µm	
Feldspäte	+++	30-150 µm	
Epidotminerale	++		
Amphibole	++		
Magnesiumsilikate	+		
Granat	+		
Magnetit	+++	20-40 µm	meist Titanomagnetit
Hämatit	++	bis 80 µm	meist Titanomagnetit
Ilmenit	++	bis 50x125µm	
Eisenhydroxid	+++	35-350 µm	
Rutil	++	bis 50 µm	
Graphit	+		
Apatit	+		
Zirkon	+		
Chlorit	++		
Technogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen u. mögl. Quellen
Metallisches Eisen	++++	bis 10x100 µm	tafelig, leistenförmig, tropfenförmig (Eisen- & Stahlind., Bremsabrieb)
Metallisches Kupfer	++	20-50 µm	als Entmischungen in RO-Phasen
Metallisches Silizium	++		scharfkantige Späne (Elektronik-Halbleitertechnik, Eisen- & Stahlind., - Desoxidationsmittel)
Metallisches Aluminium	+		Werkstoff
Metallisches Zink	++		Verzinkte Bleche u. Werkstoffe, Eisen- & Stahlind.
Messing	+		Bremsabrieb, Eisen- & Stahlind.

Tab: 10: **GS 2/1. MP**, Detailergebnisse der Staubdepositionsproben, +...vereinzelt, ++...wenig, +++...mittel, ++++...viel

GS 2 Don Bosco / Messperiode 1			
Technogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen u. mögl. Quellen
Chrom-Stahl	+		
Zinksulfid	+		als Einschlüsse in (Fe, Zn)-Oxiden
Magnetit	+++	10-50 µm	globular (z.T. hohlkugelig) tafelig, leistenförmig, dendritisch (Eisen- & Stahlind.)
Hämatit	++		sekundär aus Magnetit
Wüstit	++++	15-25 µm	meist leistenförmig (Zundermaterial) und mit Magnetit verwachsen
Spinelle	++		wie GS 1
Chromspinelle	+++		häufig zonar ausgebildet
Zinkspinelle	+		globular, wie GS 1
RO-Phase	++	bis 70 µm	(Mn, Fe, Ca, Cr, Mg)-Mischoxide
Cuprit	+		sekundär aus metall. Kupfer
Schlacke	+++	-150 µm	überwiegend aus Glasphasen, (Fe, Mg)-Silikaten, RO-Phasen und Spinellen (wie GS 1)
globulare Glasphase	++	15-40 µm	Verbrennungsanlagen
unregelmäßige Glasphasen	++	40-70 µm	blasenreich, Verbrennungsanlagen
globulare Phasen	+++		
Zundermaterial	+++	bis 60x135 µm	aus Wüstit und Magnetit (Eisen- & Stahlind., Auskleidungen von Heizkesseln, Hammerschlag, Walzwerk)
Restkohle, Koks	+++	bis 70x350 µm	Graphitblättchen bis 20 x 120 µm
Ruß	+++		teils hohlkugelig, Verbrennungsanlagen
Typ „Don Bosco“	++++	50-350 µm	Spindelförmiges Kornaggregat aus Russgrundmasse mit geogenen oxidischen u. silikatischen Phasen und vereinzelt metallischem Eisen, Abriebprodukt-Verkehr
Typ „Bremsbelag“	++	50-150 µm	blättrige, unregelm. Kornaggregate durch Bremsabrieb (aus Graphit, metall. Fe, Messing, Cu, Silikate)
Kunststoffe	++	bis 150 µm	

Tab: 10 ff: **GS 2/1. MP**, Detailergebnisse der Staubdepositionsproben, +...vereinzelt, ++...wenig, +++...mittel, ++++...viel

GS 2 Don Bosco / Messperiode 1			
Technogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen u. mögl. Quellen
Farbpigmente	++		mit Ti-Oxid, Baryt
Calciumferrit	+		Verbrennungsanlagen (nicht Hausbrand)
(Ca, Al)-Silikate	++		unregelm. Kornaggregate, Zementbestandteile
Mullit	++		als idiomorphe Kristalle in Glas
Baryt	++		Bestandteile der Farbpigmente
Ferrosilicium	++	25-40 µm	Eisen- & Stahlind., Desoxidationsmittel
(Si, Al, Fe)-Mischlegierung			mit Beimengungen von Ca und Cu (Eisen- & Stahlind)
Magnesiumferrit	+		Verbrennungsanlagen (nicht Hausbrand)
(Zn, Fe)-Oxide	++	25-170 µm	Im LM ziegelrot gefärbte Partikel mit wechselnden Mengen von Zn, Fe, Pb und As (Eisenhüttenprodukt?) wie GS 1

Tab: 10 ff: **GS 2/1. MP**, Detailergebnisse der Staubdepositionsproben, +...vereinzelt, ++...wenig, +++...mittel, ++++...viel

GS 2 Don Bosco / Messperiode 2			
Geogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen u. mögl. Quellen
Dolomit	++	5-70 µm	
Calcit	+	5-70 µm	
Quarz	+++	5-70 µm	
Glimmerminerale	++	bis 300 µm	
Feldspäte	+++		
Epidotminerale	++		
Amphibole	+		
Magnesiumsilikate	+		
Apatit	+		
Granat	+		
Titanit	++		
Magnetit	+++	20-80 µm	wie GS 2/1
Hämatit	++		wie GS 2/1
Ilmenit	++	bis 50x150 µm	
Eisenhydroxid	++	bis 150 µm	
Rutil	++	bis 80 µm	
Graphit	+		
Zirkon	++		
Chlorit	+		
Technogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen u. mögl. Quellen
Metallisches Eisen	++	bis 30µm	vereinzelt bis 200 µm (verwittert)
Chrom-Stahl	++	bis 10x30 µm	
Magnetit	+++	15x60 µm	meist globular (Eisen- & Stahlind.)
Hämatit	+	bis 30 µm	sekundär aus Magnetit, vereinzelt globular
Wüstit	++		meist mit Magnetit verwachsen
RO-Phase	++		wie GS 2/1, aber mehr Mn
Spinell	+		wie GS 1
Chromspinelle	++	bis 40 µm	wie GS 2/1

Tab: 11: **GS 2/2. MP**, Detailergebnisse der Staubdepositionsproben, +...vereinzelt, ++...wenig, +++...mittel, ++++...viel

Messpunkt GS 2 Don Bosco / Messperiode 2			
Technogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen u. mögl. Quellen
Schlacke	++	-80 µm	Unregelm., überwiegend aus Glasphasen, (Fe, Mg)-Silikaten, RO-Phasen und Spinellen (wie GS 1 und GS2/1)
globulare Glasphase	++		Verbrennungsanlagen, teils mit Fe+Zn (Eisen- & Stahlind.)
unregelmäßige Glasphasen	+		Verbrennungsanlagen
globulare Phasen	+++	30 µm	
Zundermaterial	+	bis 60x140 µm	aus Wüstit und Magnetit (Eisen- & Stahlind., Auskleidungen von Heizkesseln, Hammerschlag, Walzwerk)
(Fe, Mn)-Hydroxid	++		Eisen- & Stahlind., Verwitterungsprodukte
Restkohle, Koks	++	bis 70 µm	
Ruß	+++	bis 70 µm	teils hohlkugelig, Verbrennungsanlagen
Typ „Don Bosco“	+++	50-500 µm	Spindelförmiges Kornaggregat aus Russgrundmasse mit geogenen oxidischen u. silikatischen Phasen und vereinzelt metallischem Eisen, Abriebprodukt-Verkehr
Typ „Bremsbelag“	++	50-150 µm	blättrige, unregelm. Kornaggregate durch Bremsabrieb (aus Graphit, metall. Fe, Messing, Cu, Silikate)
Kunststoffe	++		Unregelm. Kornaggregat aus teilverschmolzenen Kunststoffperlen, Verbrennungsanlagen
Farbpigmente	++		mit Ti-Oxid, Baryt
Baryt	++		
(Fe, Zn)-Oxide	++	bis 130 µm	Wie GS 1, Eisen- & Stahlind.

Tab: 11 ff: **GS 2/2. MP**, Detailergebnisse der Staubdepositionsproben, +...vereinzelt, ++...wenig, +++...mittel, ++++...viel

GS 3 Lustbühel / Messperiode 2			
Technogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen u. mögl. Quellen
Kohliges Material	+		z.T. hohlkugelig, Verbrennungsanlagen
Metallisches Aluminium	+	170 µm	Werkstoff ?
RO-Phase	+	55 µm	globular, Fe-Oxid mit Cl
Globulare Glasphase	++	20 µm	Al, Si, K, Ca, Ti und Fe
(Al, Zn)-Legierung			als Lamellen in metall. Al
Kunststoffe	++		Unregelm. Kornaggregate aus teilverschmolzenen Kunststoffperlen, (Verbrennungsanlagen), teils als Fasern vorliegend

Tab: 15 ff: **GS 3/ 2. MP**, Detailergebnisse der Staubdepositionsproben, +...vereinzelt, ++...wenig, +++...mittel, ++++...viel

9.3.2 Detailergebnisse der Filterproben

GS 3 Lustbühel / Messperiode 1			
Geogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen u. mögl. Quellen
Calcit	+	5-15 µm	
Dolomit	+	5-15 µm	
Gipskristalle	+		sekundär
Technogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen u. mögl. Quellen
globulare Glasphase	+	1-5 µm	Verbrennungsanlagen, Verkehr
Ruß	+	bis 30 µm	hohlkugelig – Verbrennungsanlage (Hausbrand)

Tab: 16: **GS 3/1. MP**, Detailergebnisse der Filterproben, +...vereinzelt, ++...wenig, +++...mittel, ++++...viel

GS 3 Lustbühel / Messperiode 2			
Geogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen u. mögl. Quellen
Glimmerminerale	+		blättchenförmig
Dolomit	+	5-15 µm	
Feldspäte	++		
NaCl-Kristalle	+		Streusalz
Technogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen u. mögl. Quellen
globulare Glasphase	+	1-5 µm	Verbrennungsanlagen, Verkehr
Ruß	+	20-60 µm	Unregelm. Kohlepartikel – Verbrennungsanlage (Hausbrand)

Tab: 17: **GS 3/2. MP**, Detailergebnisse der Filterproben, +...vereinzelt, ++...wenig, +++...mittel, ++++...viel

9.4 Webling

9.4.1 Detailergebnisse der Staubdepositionsproben

GS 4 Webling / Messperiode 1			
Geogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen u. mögl. Quellen
Dolomit	++	5-200 µm	
Calcit	+	5-200 µm	
Quarz	+++	5-200 µm	
Glimmerminerale	++	30-400 µm	
Feldspäte	+++	20-100 µm	
Epidotminerale	+		
Amphibole	+		
Magnesiumsilikate	+		
Titanit	+		
Magnetit	++	30-50 µm	überwiegend Titanomagnetit
Hämatit	++	15-50 µm	
Ilmenit	+		
Eisenhydroxid	++	25-50 µm	
Rutil	+		
Technogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen u. mögl. Quellen
Metallisches Eisen	++	10-180 µm	meist leistenförmig (Bremsabrieb)
Metallisches Aluminium	+	40-60 µm	Werkstoff
Magnetit	++	50-100 µm	überwiegend mit Wüstit verwachsen
Hämatit	+		sekundär aus Magnetit
Wüstit	++	10-100 µm	oft mit Magnetit verwachsen
RO-Phase	+	8 µm	globularer Franklinit (Fe,Zn-Oxid), Verbrennungsanlagen (nicht Hausbrand)
Spinell	++		z.T. zonar ausgebildet, Verbrennungsanlagen (nicht Hausbrand)
Calciumferrit	+		Verbrennungsanlagen (nicht Hausbrand)

Tab: 18: **GS 4/1. MP**, Detailergebnisse der Staubdepositionsproben, +...vereinzelt, ++...wenig, +++...mittel, ++++...viel

GS 4 Webling / Messperiode 1			
Technogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen u. mögl. Quellen
Zundermaterial	++	20-100 µm	aus Wüstit und Magnetit (Eisen- & Stahlind., Auskleidungen von Heizkesseln, Hammerschlag, Walzwerk)
Schlacke	++	-500 µm	blasig mit z.T. kristalliner Oberfläche (Fe, Zn)-Mischoxid (Verbrennungsanlagen, aber nicht Hausbrand)
globulare Glasphase	++	30-150 µm	Verbrennungsanlagen
unregelmäßige Glasphasen	+	150 µm	Verbrennungsanlagen
(Ca, Al)-Silikate	++	20-200 µm	unregelm. Kornaggregate, Zementbestandteile
Restkohle, Koks	++	50-220 µm	
Ruß	+++	100-400 µm	unregelmäßige Partikel, Verbrennungsanlagen
Typ „Don Bosco“	+(+)	bis 70x600 µm	Spindelförmiges Kornaggregat aus Russgrundmasse mit geogenen oxidischen u. silikatischen Phasen und vereinzelt metallischem Eisen, Abriebprodukt-Verkehr
Typ „Bremsbelag“	+	50-150 µm	blättrige, unregelm. Kornaggregate durch Bremsabrieb (aus Graphit, metall. Fe, Messing, Cu, Silikate)
Kunststoffe	++++	10-60 µm	meist globular als teilverschmolzene Kunststoffperlen, z.T. auch faserig
Farbpigmente	++		mit Ti-Oxid
Baryt	+++		In Farbpigmenten und Kunststoffen

Tab: 18 ff: **GS 4/1. MP**, Detailergebnisse der Staubdepositionsproben, +...vereinzelt, ++...wenig, +++...mittel, ++++...viel

GS 4 Webling / Messperiode 2			
Geogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen u. mögl. Quellen
Dolomit	+++	7-140 µm	
Calcit	+++	7-140 µm	
Quarz	++++	7-140 µm	
Glimmerminerale	++	- 140 µm	
Feldspäte	++	7-140 µm	
Epidotminerale	++		
Amphibole	+		
Titanit	++		
Magnetit	++	10-30 µm	Ti hältig
Hämatit	++	25-70 µm	sekundär, auch tafelig
Ilmenit	+		
Zirkon	+		
Eisenhydroxid	+++	25-80 µm	
Rutil	+		
Magnesiumsilikate	++		
Pyrit	+		
Natriumchlorid	+	bis 80 µm	Streusalz
Technogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen u. mögl. Quellen
Metallisches Eisen	++	50-140 µm	Bremsabrieb
Metallisches Silicium	+	40 µm	scharfkantige Späne (Elektronik-Halbleitertechnik, Eisen- & Stahl-ind., - Desoxidationsmittel)
Messing	+	40 µm	
(Pb, Sb)-Legierung	+		„Lagermetall“
Magnetit	++	20-50 µm	meist globular
Hämatit	+		sekundär aus Magnetit
Wüstit	+		
Spinell	+		
Calciumferrit	+	45 µm	globular mit Mn

Tab: 19: **GS 4/2. MP**, Detailergebnisse der Staubdepositionsproben, +...vereinzelt, +++...wenig, ++++...mittel, +++++...viel

GS 4 Webling / Messperiode 2			
Technogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen u. mögl. Quellen
Zundermaterial	+	20-100 µm	
Schlacke	++		
glasige Schlacke	+	150 µm	unregelmäßig
Restkohle, Koks	++	15-100 µm	
(Cr, Ni) Stahl	+	50 µm	globular, Verbrennungsanlagen (nicht Hausbrand) Eisen- & Stah- lind.
(Ca, Al)-Silikate	++	20-200 µm	unregelm. Kornaggregate, Zement- bestandteile
Ruß	+++	bis 250 µm	unregelmäßige Partikel
Typ „Don Bosco“	++	bis 100x600 µm	Spindelförmiges Kornaggregat aus Russgrundmasse mit geogenen oxidischen u. silikatischen Phasen und vereinzelt metallischem Eisen, Abriebprodukt-Verkehr
Kunststoffe	++++	25-80 µm	meist globular als teilverschmolzene Kunststoffperlen, wie GS 4/1
Farbpigmente	++		mit Ti-Oxid und Ba-Sulfat
Sodalith	+		In Schlacken
Melilith	+		mit zonarem Spinell in Schlacken, ist ein (Ca, Mg, Fe, Al)-Silikat, ty- pisch für Metallurgie

Tab: 98 ff: **GS 4/2. MP**, Detailergebnisse der Staubdepositionsproben, +...vereinzelt, ++...wenig, +++...mittel, ++++...viel

9.4.2 Detailergebnisse der Filterproben

GS 4 Webling / Messperiode 2			
Geogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen u. mögl. Quellen
Glimmerminerale	+		blättchenförmig
Calcit	++	5-15 µm	
NaCl-Kristalle	++++		Streusalz
Technogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen u. mögl. Quellen
globulare Glasphase	++	1-5 µm	Verbrennungsanlagen, Verkehr
(Ca, Al)-Silikate	+		unregelm. Kornaggregate, Zementbestandteile
Ruß	++	20-60 µm	Unregelm. u. hohlkugelige Kohlepartikel – Verbrennungsanlagen (Hausbrand)
Aluminiumoxid	+	50 µm	Korund (Schleifmittel)? Glasind.

Tab: 20: **GS 4/2. MP**, Detailergebnisse der Filterproben, +...vereinzelt, ++...wenig, +++...mittel, ++++...viel

9.5 Graz Süd

9.5.1 Detailergebnisse der Staubdepositionsproben

GS 5 Graz Süd / Messperiode 1			
Geogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen u. mögl. Quellen
Dolomit	+++	20-400 µm	
Calcit	++	20-400 µm	
Quarz	++++	20-400 µm	
Glimmerminerale	++	10-300 µm	
Feldspäte	+	20-400 µm	
Epidotminerale	+		
Titanit	++		
Magnetit	+	10-40 µm	
Hämatit	++	bis 50 µm	
Ilmenit	+		
Eisenhydroxid	+++		
Rutil	+		
Magnesiumsilikate	++		
Portlandit	++		sekundär aus Carbonaten
Technogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen u. mögl. Quellen
Metallisches Eisen	++	10-30 µm	leistenförmig, tafelig, unregelmäßig
Metallisches Kupfer	+		
Messing	++	5-20 µm	Kornaggregate
Magnetit	+++	5-20 µm	meist globular, vereinzelt tafelig, ohne weitere Schwermetalle (Metallbearbeitung?)
Hämatit	+		sekundär aus Magnetit
Spinell	+	30 µm	Globular u. hohlkugelig mit oktaedrischer Oberflächenstruktur, Verbrennungsanlagen (nicht Hausbrand)
Zundermaterial	+		
Schlacke	++	25-75 µm	z.T. mit Einschlüssen von Spinell und dendritischen RO-Phasen

Tab. 21: **GS 5/1. MP**, Detailergebnisse der Staubdepositionsproben, +...vereinzelt, ++...wenig, +++...mittel, ++++...viel

GS 5 Graz Süd/ Messperiode 1			
Technogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen u. mögl. Quellen
Calciumferrit	+		globular, Verbrennungsanlagen (nicht Hausbrand)
Glasige Schlacke	+	bis 500 µm	mit Schrumpfrissen, Verbrennungsanlagen (nicht Hausbrand)
Restkohle, Koks	++	30-200 µm	
globulare Glasphase	+		
Chrom-Stahl	+		
Ruß	+++	bis 250 µm	unregelmäßige Partikel, teils hohlkugelig (Verbrennungsanlagen)
Typ „Don Bosco“	++	bis 100x600 µm	Spindelförmiges Kornaggregat aus Russgrundmasse mit geogenen oxidischen u. silikatischen Phasen und vereinzelt metallischem Eisen, Abriebprodukt-Verkehr
Typ „Bremsbelag“	+		blättrige, unregelm. Kornaggregate durch Bremsabrieb (aus Graphit, metall. Fe, Messing, Cu, Silikate)
Kunststoffe	++	20-50 µm	meist globular als teilverschmolzene Kunststoffperlen, tw. Fasern
Farbpigmente	++		mit Ti-Oxid
(Fe, Mg)-Silikate	++		Gesteinsmehl aus Steinmetzbetrieb (?)
(Ca, Al)-Silikate	++		Häufig mit Portlanditneubildungen (Zementbestandteile)
Calciumsilikate	++		unregelm. Kornaggregate, Zementbestandteile
Globulare Phasen	++		z.T. kohliges Material (Hausbrand)

Tab: 21 ff: **GS 5/1. MP**, Detailergebnisse der Staubdepositionsproben, +...vereinzelt, ++...wenig, +++...mittel, ++++...viel

GS 5 Graz Süd/ Messperiode 2			
Technogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen u. mögl. Quellen
globulare Glasphase	+		z.T. mit Fe+Mn (Verbrennungsanlagen, nicht Hausbrand)
globulare Phase	++	7-30 µm	
unregelmäßiger Glasphase	+		
Glassplitter	+		grün (Flaschenglas)
Restkohle, Koks, Graphit	++		z. T. globular
Ruß	++	bis 180 µm	unregelmäßige u. hohlkugelige Partikel (Verbrennungsanlagen)
Typ „Don Bosco“	++	bis 60x 250 µm	Spindelförmiges Kornaggregat aus Russgrundmasse mit geogenen oxidischen u. silikatischen Phasen und vereinzelt metallischem Eisen, Abriebprodukt-Verkehr
Kunststoffe	+		meist globular als teilverschmolzene Kunststoffperlen, tw. Fasern
Farbpigmente	+(+)		mit Ti-Oxid
(Fe, Mg)-Silikate	++		Gesteinsmehl aus Steinmetzbetrieb (?), z.T. globular
Eisensilikate	++		Schlacke
Calciumsilikate	++		unregelm. Kornaggregate, Zementbestandteile

Tab: 22 ff: **GS 5/2. MP**, Detailergebnisse der Staubdepositionsproben, +...vereinzelt, ++...wenig, +++...mittel, ++++...viel

9.5.2 Detailergebnisse der Filterproben

GS 5 Graz Süd / Messperiode 1			
Geogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen u. mögl. Quellen
Calcit	+	5 µm	
Gipskristalle	++	5-15 µm	sekundär
Technogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen u. mögl. Quellen
Magnetit	+	3 µm	Verbrennungsanlagen (nicht Hausbrand)
Calciumsilikate	++	25-35 µm	unregelm. Kornaggregate, Zementbestandteile
Ruß	++	15 µm	hohlkugelige Kohlepartikel – Verbrennungsanlagen (Hausbrand)
Kunststoffe	++	5-10 µm	meist globular als teilverschmolzene Kunststoffperlen, mit Na+Cl

Tab: 23: **GS 5/1. MP**, Detailergebnisse der Filterproben, +...vereinzelt, ++...wenig, +++...mittel, ++++...viel

GS 5 Graz Süd / Messperiode 2			
Geogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen u. mögl. Quellen
Glimmerminerale	++	5-15 µm	blättchenförmig
Quarz	++		
Calcit	+		
Feldspäte	+		
Technogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen u. mögl. Quellen
Messing	70 µm		
Glasige Schlacke	+	15 µm	Verbrennungsanlagen (nicht Hausbrand)
Ruß	++	20-60 µm	Unregelm. u. hohlkugelige Kohlepartikel – Verbrennungsanlagen (Hausbrand)
Kunststoffe	++	5-10 µm	meist globular als teilverschmolzene Kunststoffperlen, mit Na+Cl

Tab: 24: **GS 5/2. MP**, Detailergebnisse der Filterproben, +...vereinzelt, ++...wenig, +++...mittel, ++++...viel

GS 6 Andritz / Messperiode 2			
Geogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen u. mögl. Quellen
Dolomit	++	bis 250 µm	
Calcit	+++	bis 250 µm	nicht selten sekundär
Quarz	+++	bis 250 µm	
Glimmerminerale	+++	bis 220 µm	
Feldspäte	++	bis 250 µm	
Amphibole	++		
Magnesiumsilikate	++		z.T. blättrig (Serpentin?), Talk?
Titanomagnetit	+	bis 25 µm	
Hämatit	++	bis 40 µm	
Ilmenit	+		
Eisenhydroxid	++	bis 200 µm	
Titanit	+		
Chlorit	++		
Magnetkies	+		
Rutil	++	bis 80 µm	
Technogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen u. mögl. Quellen
Metallisches Eisen	++	15-50 µm	
(Mg, Al)-Legierung	+	40 µm	Werkstoff
Metallisches Silber	+		
Messing	+	10 µm	
Magnetit	+		
Hämatit	++	bis 25 µm	z.T. globular und hohlkugelig
Wüstit	+		
Zundermaterial	+	150 µm	
RO-Phase	+		
globulare Glasphase	+	70 µm	
glasige Schlacke	+	200 µm	

Tab: 26: **GS 6/2 MP**, Detailergebnisse der Staubdepositionsproben, +...vereinzelt, ++...wenig, +++...mittel, ++++...viel

GS 6 Andritz / Messperiode 2			
Technogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen
Restkohle, Koks, Graphit	+++	bis 150 µm	z. T. hohlkugelig (Hausbrand)
Ruß	++	bis 150 µm	unregelmäßige Partikel
Typ „Don Bosco“	+	bis 60x 250 µm	Spindelförmiges Kornaggregat aus Russgrundmasse mit geogenen oxidischen u. silikatischen Phasen und vereinzelt metallischem Eisen, Abriebprodukt-Verkehr
Kunststoffe	++		meist globular als teilverschmolzene Kunststoffperlen
(Ca, Al)-Silikate	++	350 µm	unregelm. Kornaggregate, Zementbestandteile
Farbpigmente	+		mit Ti-Oxid
Keramik	+	250 µm	meist aus Al-Oxiden

Tab. 26 ff: **GS 6/2 MP**, Detailergebnisse der Staubdepositionsproben, +...vereinzelt, ++...wenig, +++...mittel, ++++...viel

9.6.2 Detailergebnisse der Filterproben

GS 6 Andritz / Messperiode 1			
Geogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen u. mögl. Quellen
Glimmerminerale	+	20 µm	blättchenförmig
Gipskristalle	++	10 µm	sekundär
Technogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen u. mögl. Quellen
Messing	+	50 µm	
Siliciumcarbid	+	25 µm	Schleifmittel
Globulare Glasphase	+	3 µm	Verbrennungsanlagen (nicht Hausbrand)
Ruß	++	20 µm	Unregelm. Kohlepartikel – Verbrennungsanlagen (Hausbrand)
Kunststoffe	++	10-30 µm	Unregelm. Kornaggregate aus teilverschmolzenen Kunststoffperlen, mit Na+Cl

Tab. 27: **GS 6/1. MP**, Detailergebnisse der Filterproben, +...vereinzelt, ++...wenig, +++...mittel, ++++...viel

GS 6 Andritz / Messperiode 2			
Geogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen u. mögl. Quellen
Glimmerminerale	++	bis 20 µm	blättchenförmig
Calcit	+		
Magnesiumsilikate	+++	4-15 µm	
NaCl-Kristalle	+++	5 µm	Streusalz
Technogener Phasenbestand			
Phasen	Häufigkeit	Korngröße	Anmerkungen u. mögl. Quellen
RO-Phase	+	4 µm	unregelmäßig
Farbpigmente	+	6 µm	Ba-Sulfat
Calciumsilikate	+		unregelm. Kornaggregate, Zementbestandteile
Ruß	++	70 µm	hohlkugelige Kohlepartikel – Verbrennungsanlagen (Hausbrand)

Tab: 28: **GS 6/2. MP**, Detailergebnisse der Filterproben, +...vereinzelt, ++...wenig, +++...mittel, ++++...viel

10 ABBILDUNGSTEIL

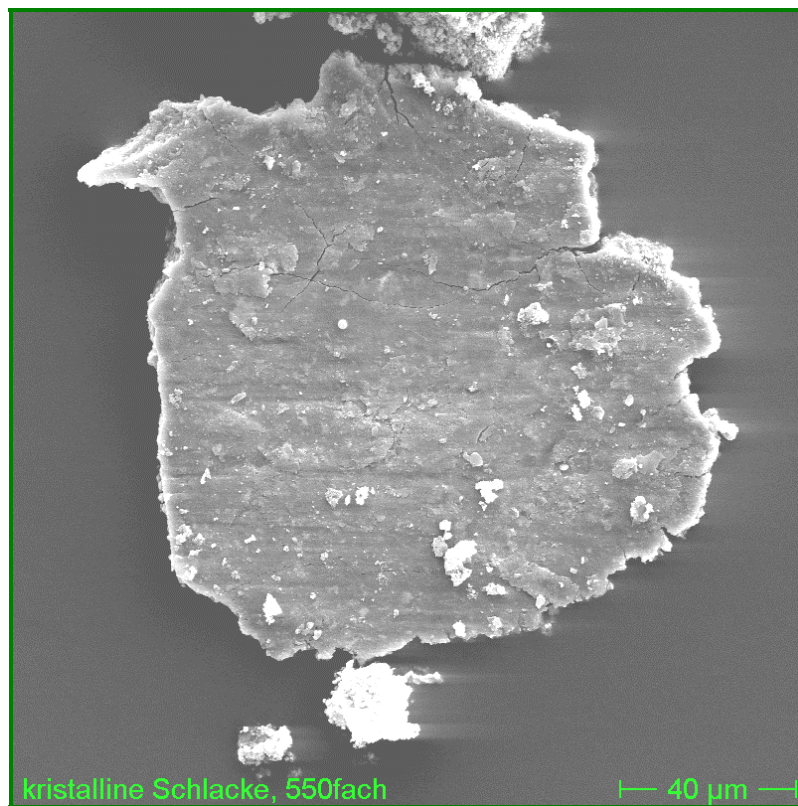


Abb. 2: GS1, Südbahnstrasse, kristalline Schlacke (Quelle: Eisen- & Stahlind.)

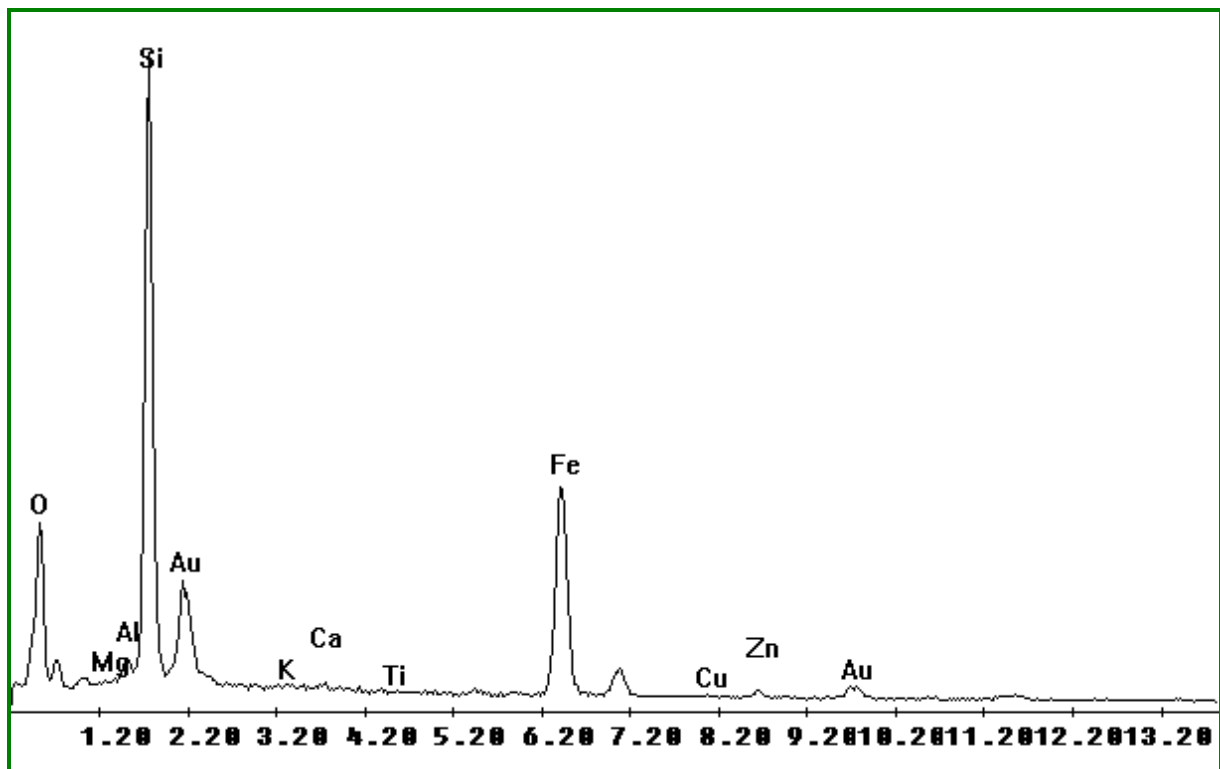


Abb. 3: GS 1, Südbahnstrasse, EDX-Spektrum der kristallinen Schlacke

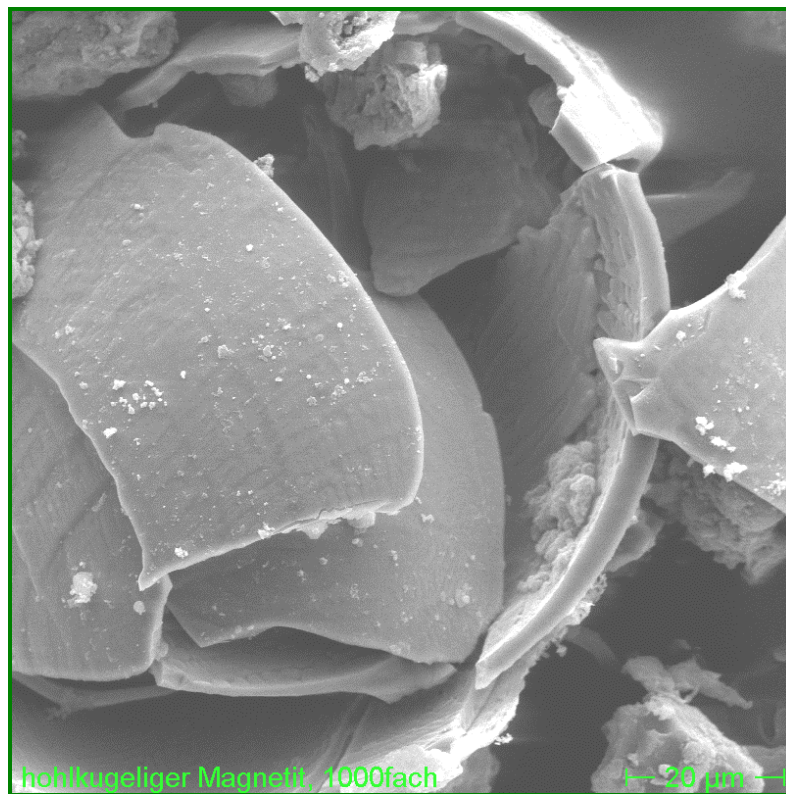


Abb. 4: GS1, Südbahnstrasse, hohlkugelige Magnetit aufgebrochen, Quelle: Eisen- & Stahlind.

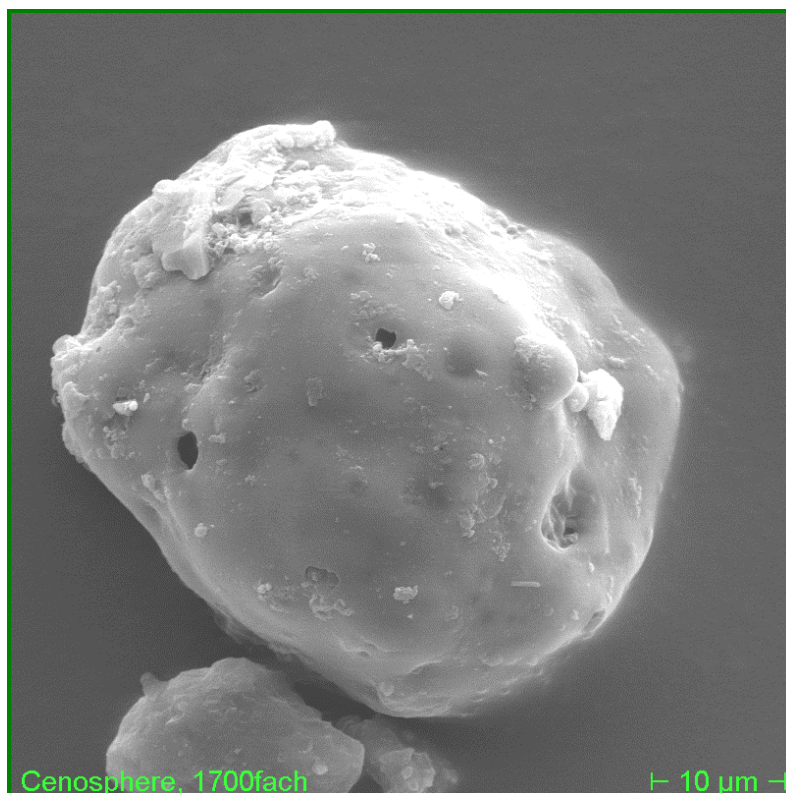


Abb. 5: GS1, Südbahnstrasse, hohlkugelige Partikel (Quelle: Feuerungsanlagen, vermutl. Hausbrand)

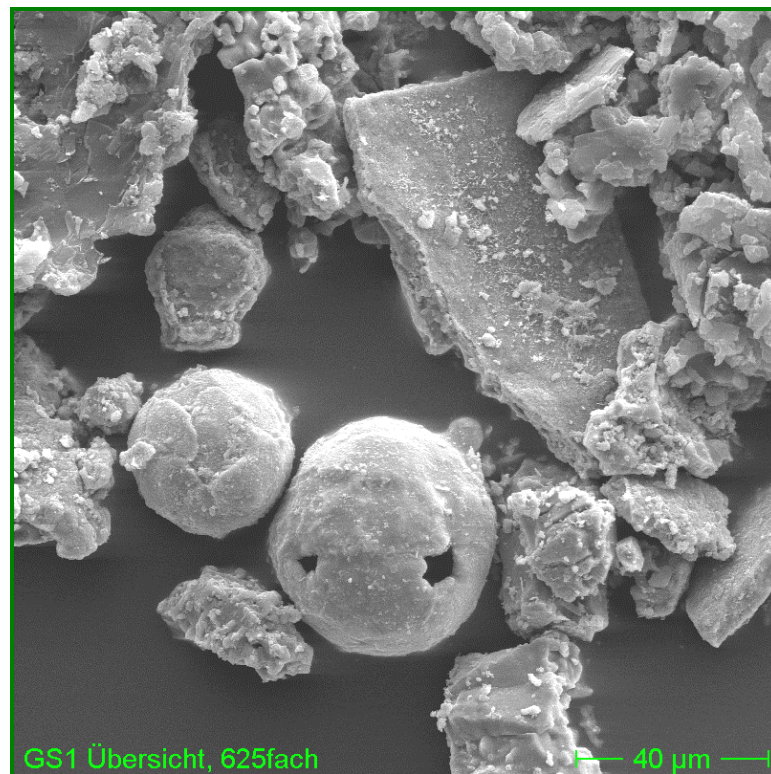


Abb. 6: GS1, Südbahnstrasse, Zunderplättchen (re.o.), 2x globulare Wüstit- bzw. Hämatitphasen

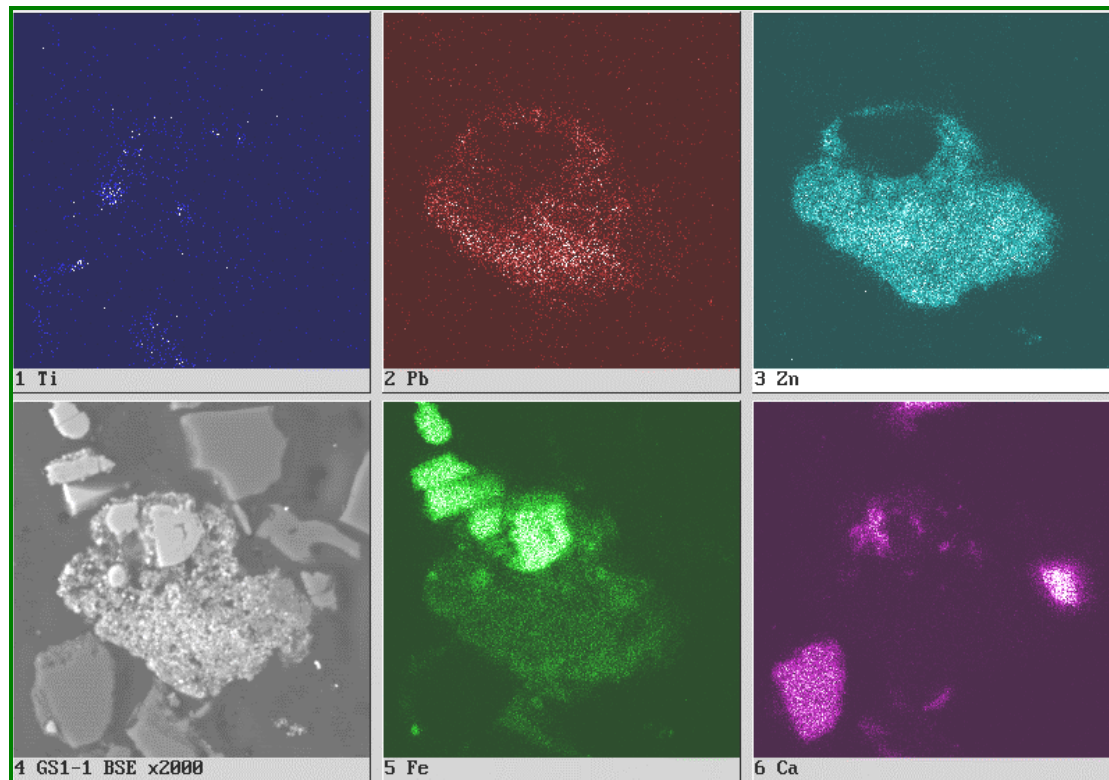


Abb. 7: GS1, Südbahnstrasse, Elementverteilungsbilder von Ti, Pb, Zn, Fe und Ca in (Zn, Fe)-Oxid und geogenem Material, Vergr:2000fach

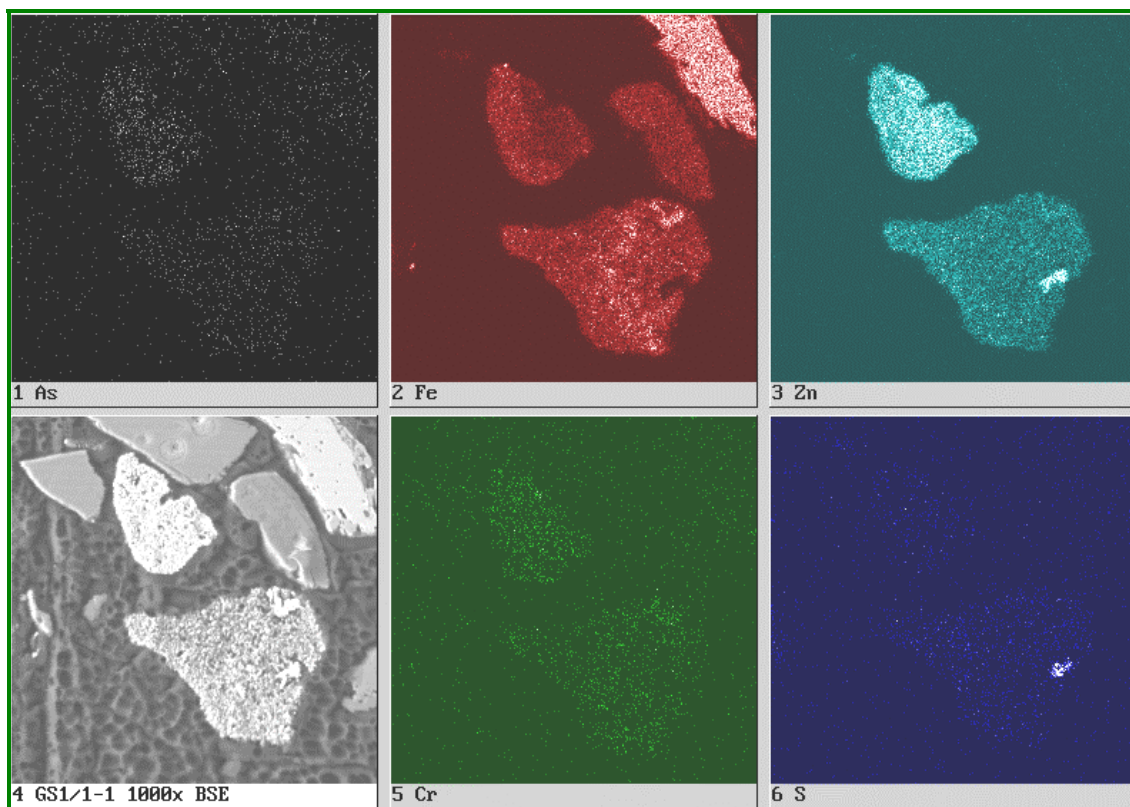


Abb. 8: GS1, Südbahnstrasse, Elementverteilungsbilder von As, Fe, Zn, Cr und S in (Zn, Fe)-Oxid (Quelle: Eisen- & Stahlind.), Vergr.:1000fach

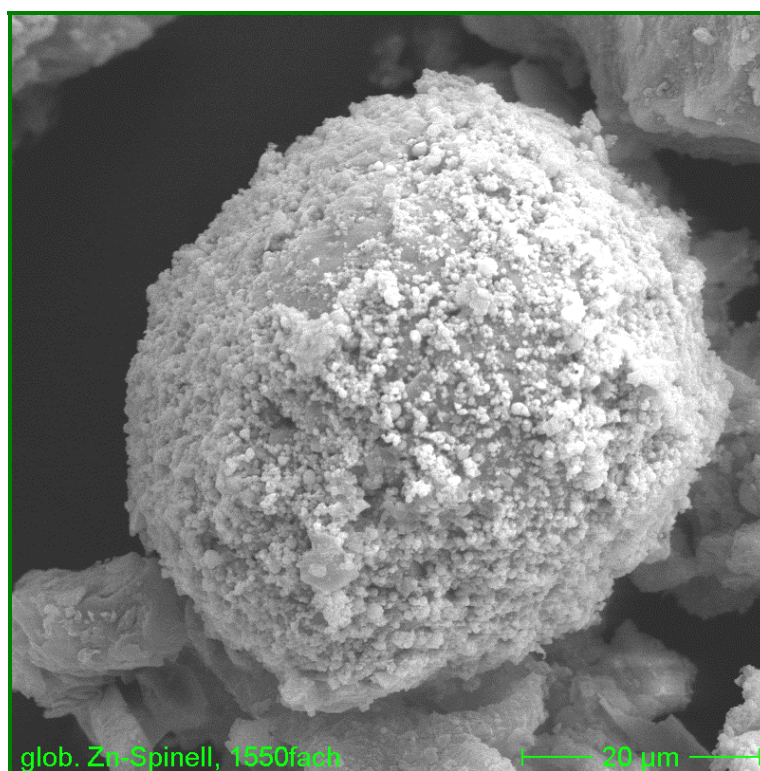


Abb. 9: GS1, Südbahnstrasse, globularer Zinkspinell (Eisen- & Stahlind.)

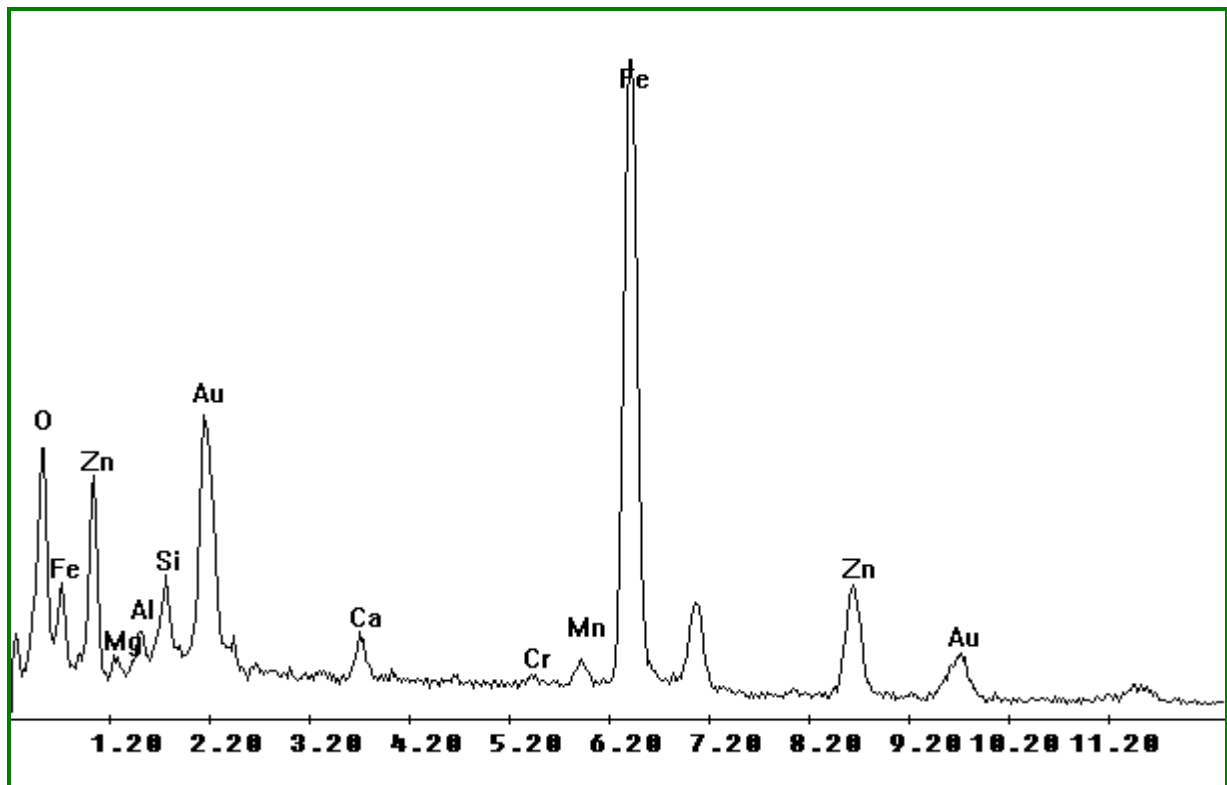


Abb. 10: GS1, Südbahnstrasse, EDX-Spektrum des Zn-Spinells

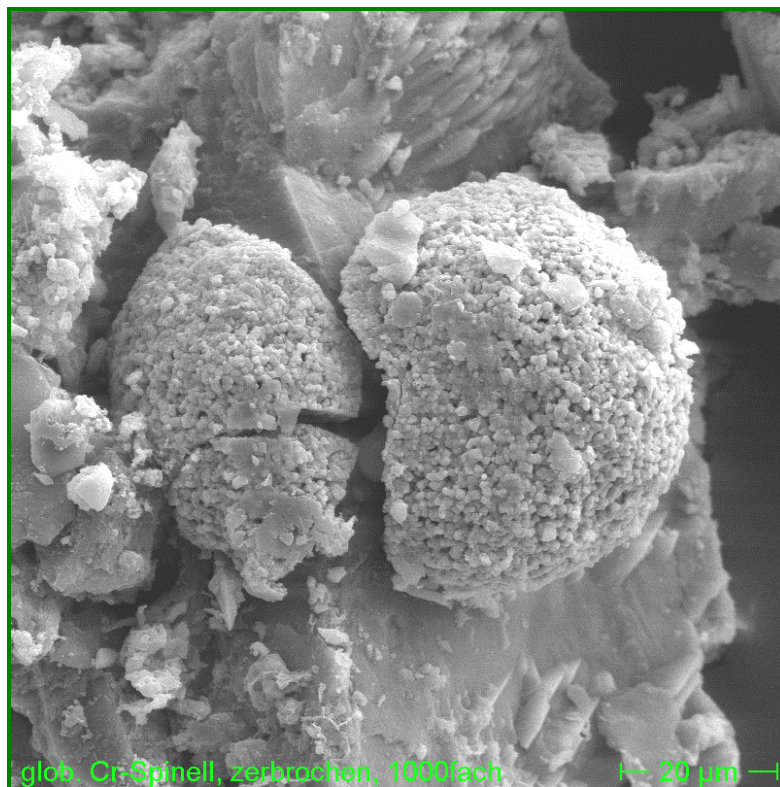


Abb. 11: GS1, Südbahnstrasse, aufgebrochener, globularer Chromspinell (Eisen- & Stahlind.)

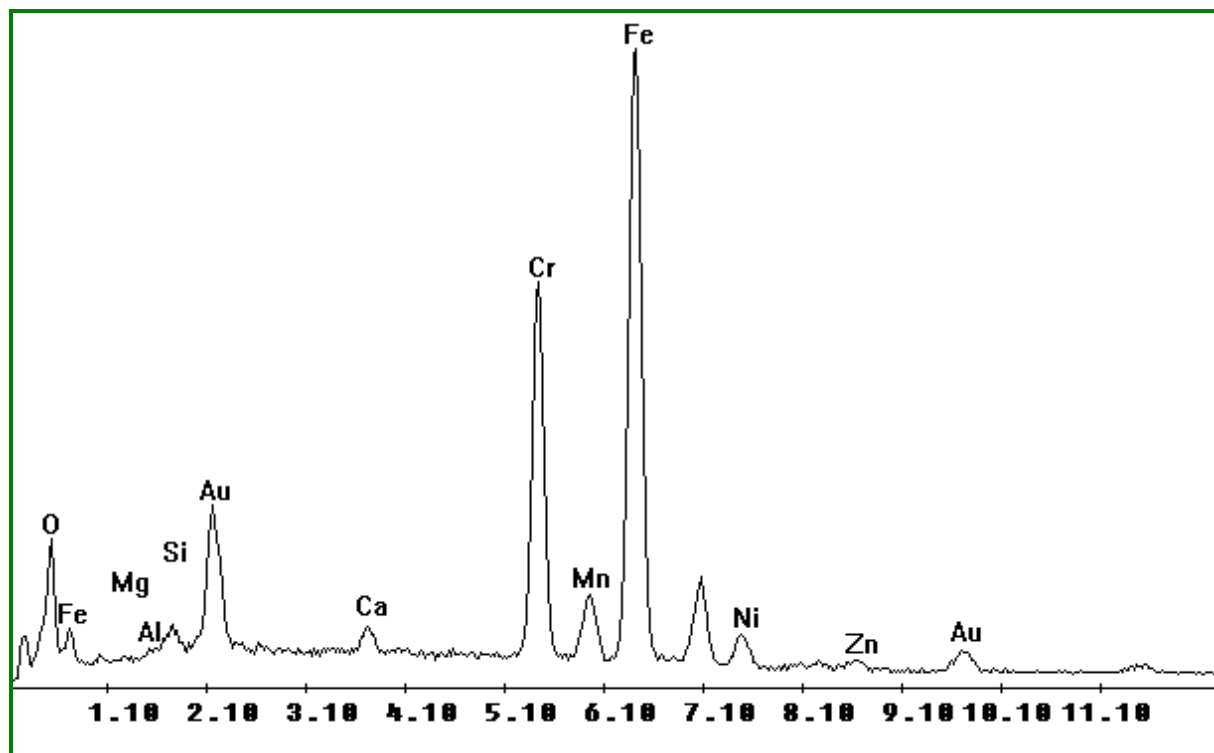


Abb. 12: GS1, Südbahnstrasse, EDX-Spektrum des Chromspinells

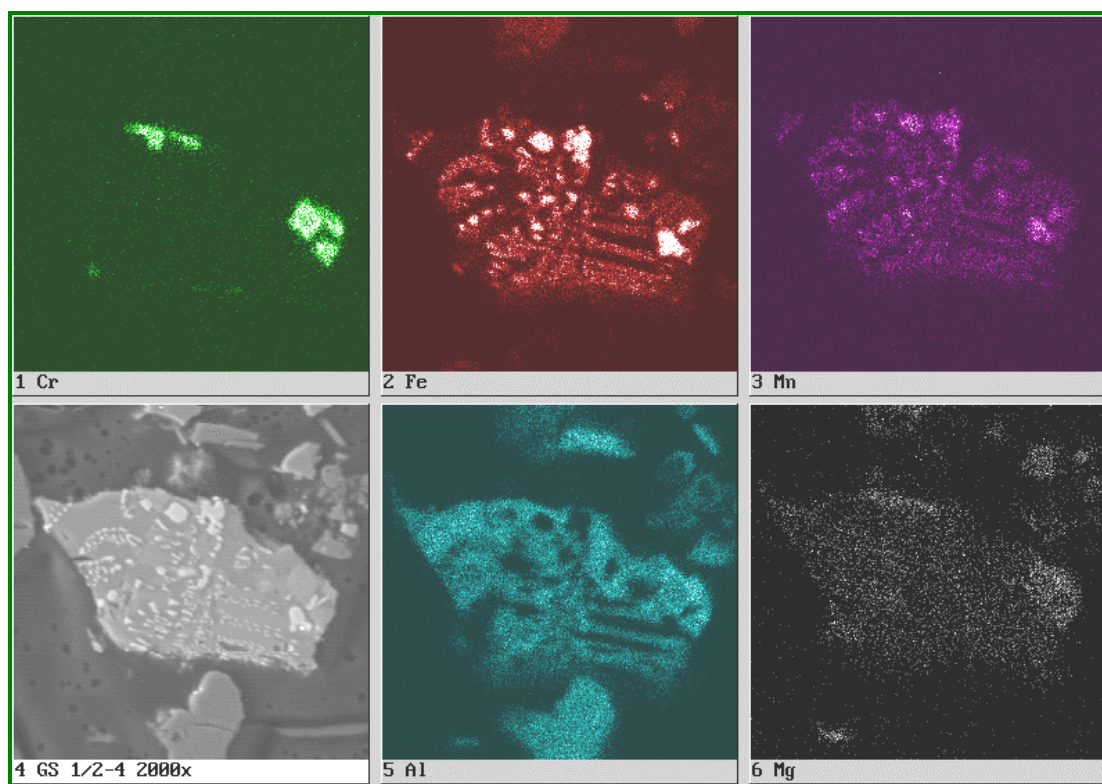


Abb. 13: GS 1, Südbahnstrasse, Elementverteilungsbilder von Cr, Fe, Mn, Al & Mg in Chromspinellführender Schlacke (Quelle: Eisen- & Stahlind.)

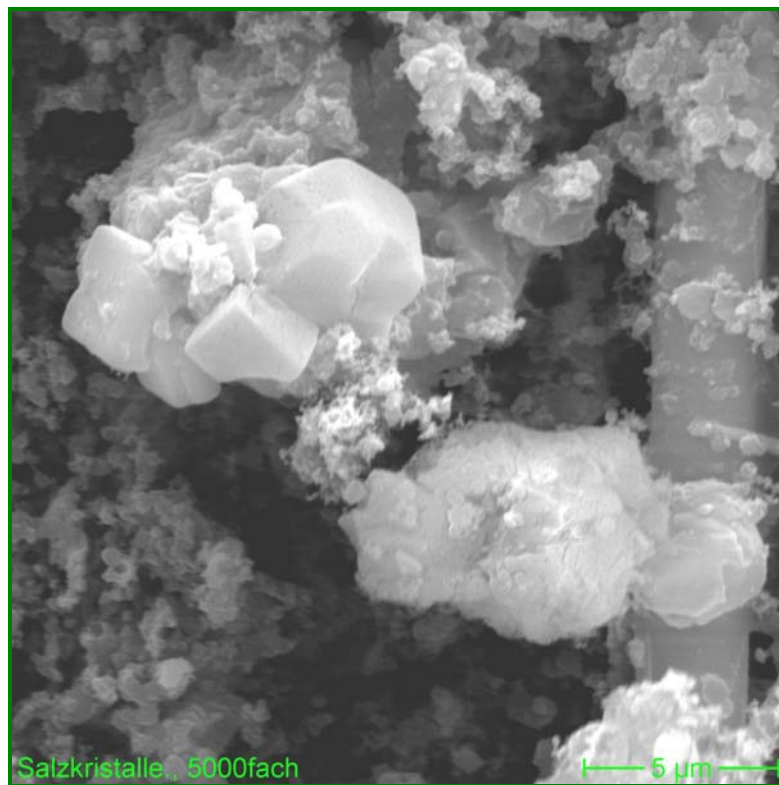


Abb. 14: GS1, Südbahnstrasse, Salzkristalle auf Filter (linke obere Bildhälfte)

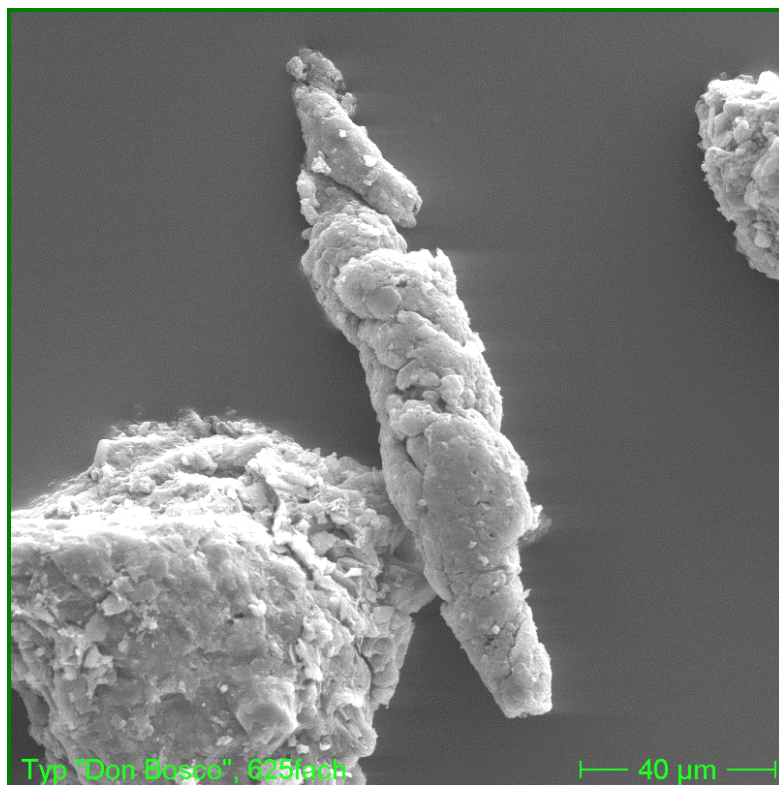


Abb. 15: GS2, Don Bosco, spindelförm Kornaggregat – Typ „Don Bosco“ (Abriebprodukt Verkehr)

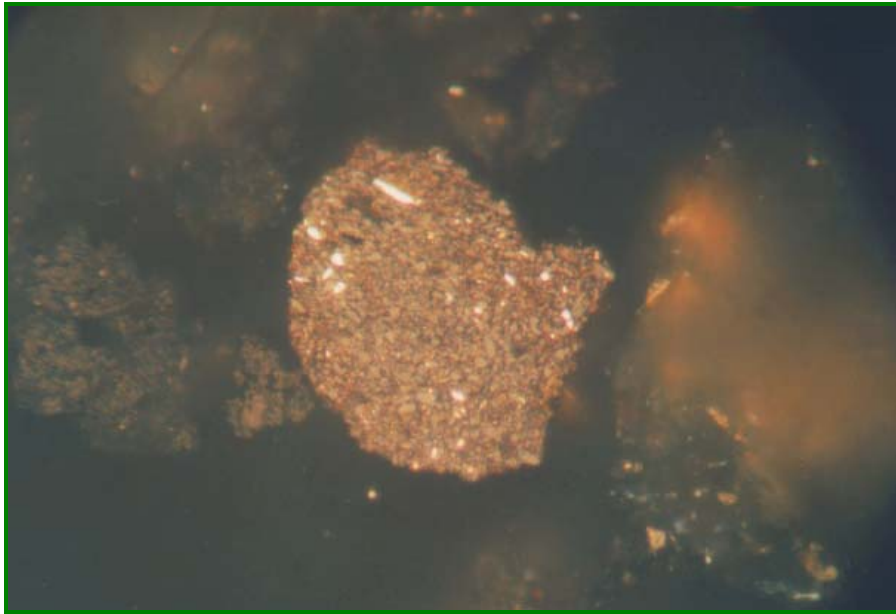


Abb. 18: GS2, Don Bosco, Partikelaggregat des Typs „Bremsbelagabrieb“ mit fein verteilten Eisenpartikeln in einer Matrix aus Silikaten und Graphit, 2 cm = 15 μ m

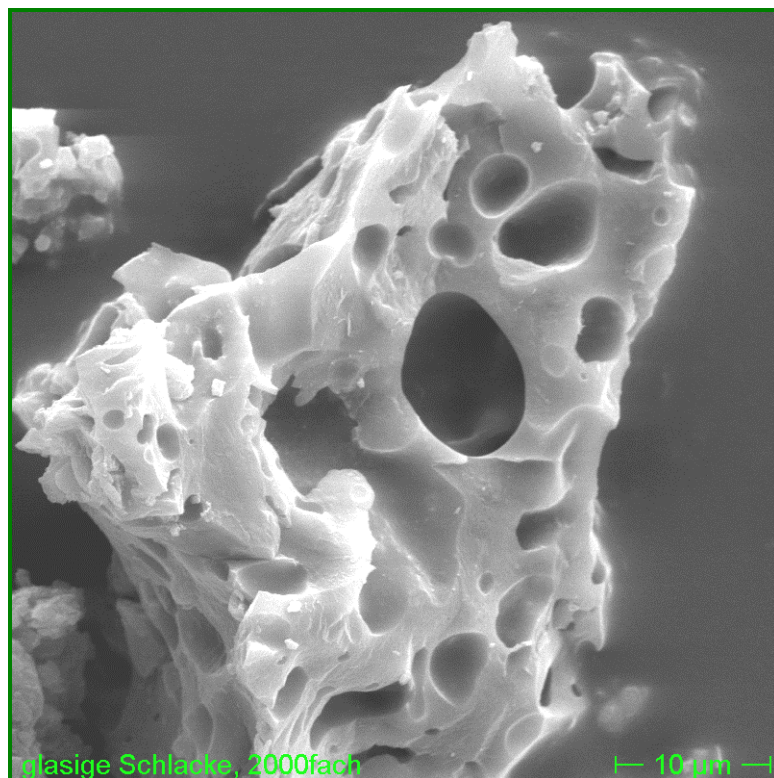


Abb. 19: GS2, Don Bosco, blasenreiche glasige Schlacke (Quelle: Verbrennungsanlagen, nicht Hausbrand)

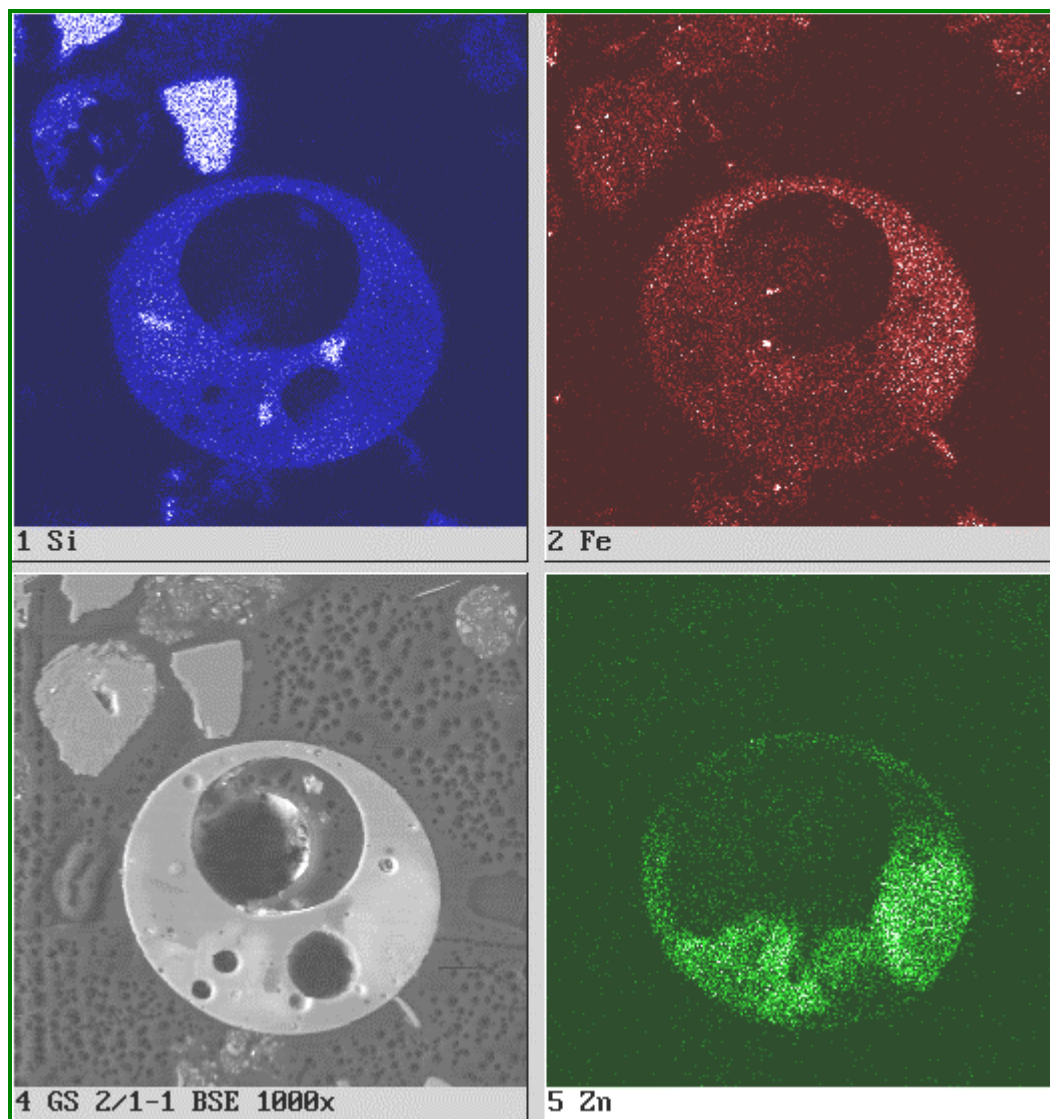


Abb. 20: GS 2, Don Bosco, Elementverteilungsbilder von Fe, Si und Zn in **globularem Glas** (chemisch inhomogen aufgebaut), vermutliche Quelle: Eisen- & Stahlind.

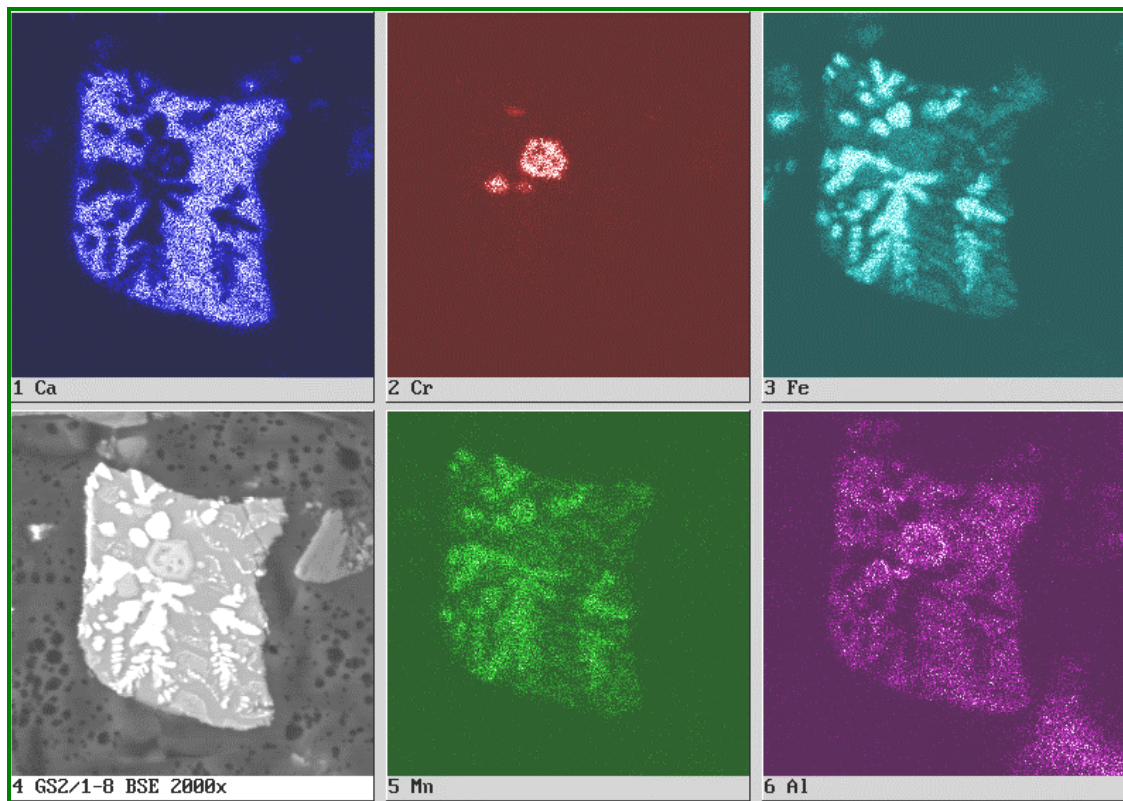


Abb. 21: GS2, Don Bosco, Elementverteilungsbilder von Ca, Cr, Fe, Mn und Al in einer Schlacke bestehend aus Ro-Phase (dendritisch, weiß), Cr-Spinell (idiomorph) und Glasphase + (Ca, Fe)-Silikat (Matrix), vermutl. Quelle: Eisen- & Stahlind.

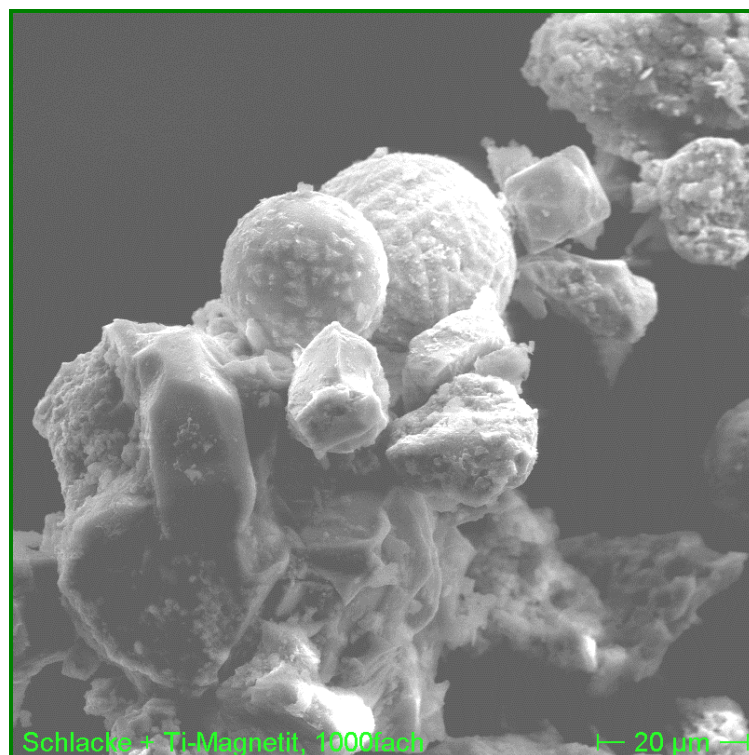


Abb. 22: GS2, Don Bosco, Schlacke aus globularen RO-Phasen, 2 geogene Ti-Magnetitkristalle (oktaedrisch)

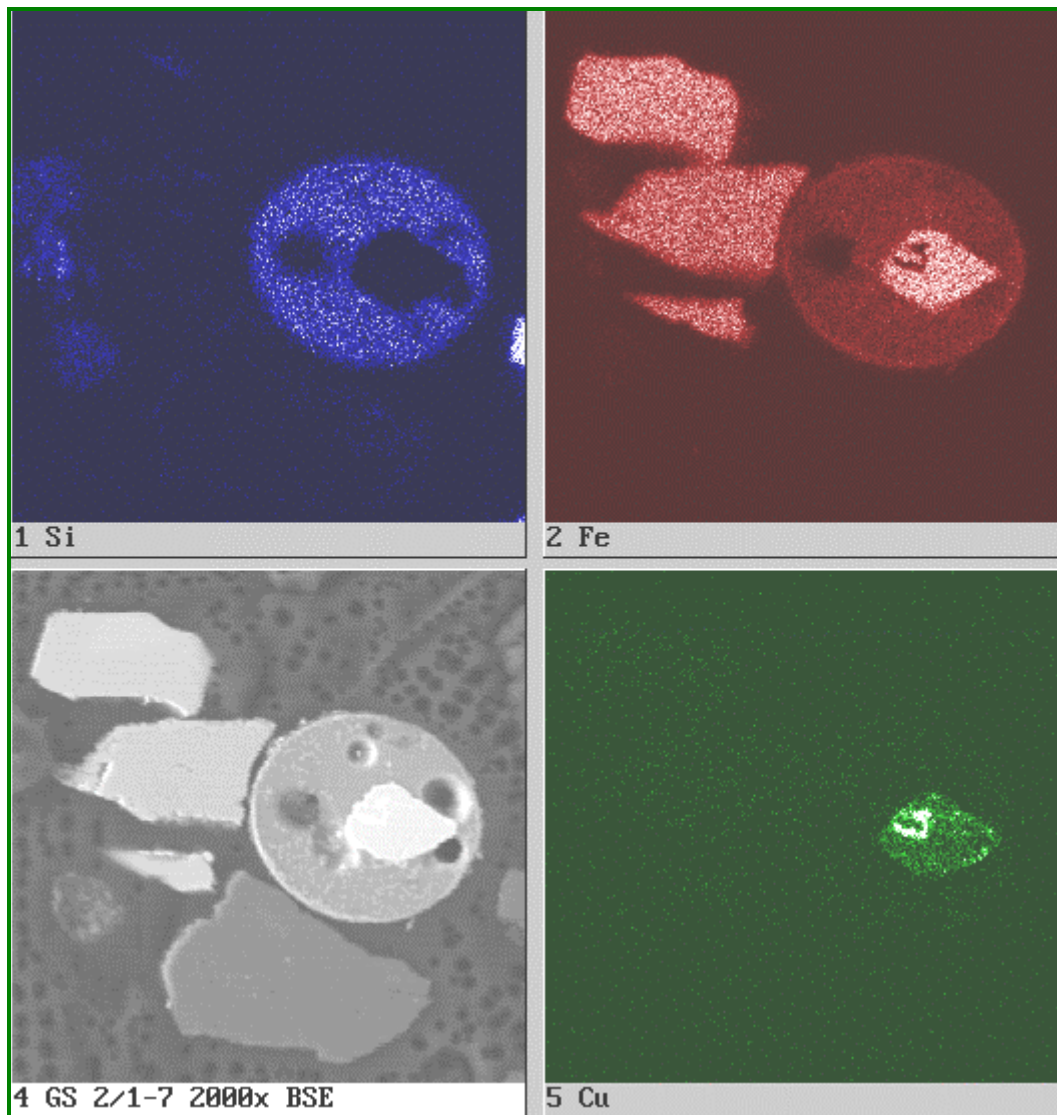


Abb. 23: GS2, Don Bosco, Elementverteilungsbilder von Si, Fe und Cu in **globularer Glasphase** mit metallischem Eisenkern und Entmischungen von metallischem Kupfer, vermutl. Quelle: Eisen- & Stahlind.

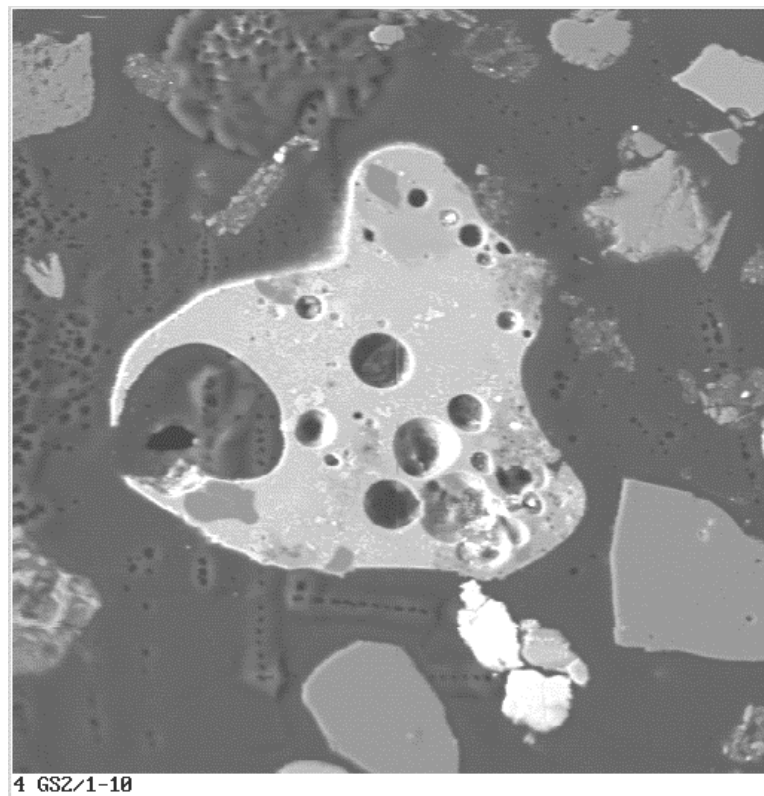


Abb. 24: GS2, Don Bosco, Blasenreiche **glasige Schlacke** (Zn-hältig) mit Einschlüssen von Magnetit (weiß) mit Quarzrest (dunkelgrau), typisch für Verbrennungsanlagen

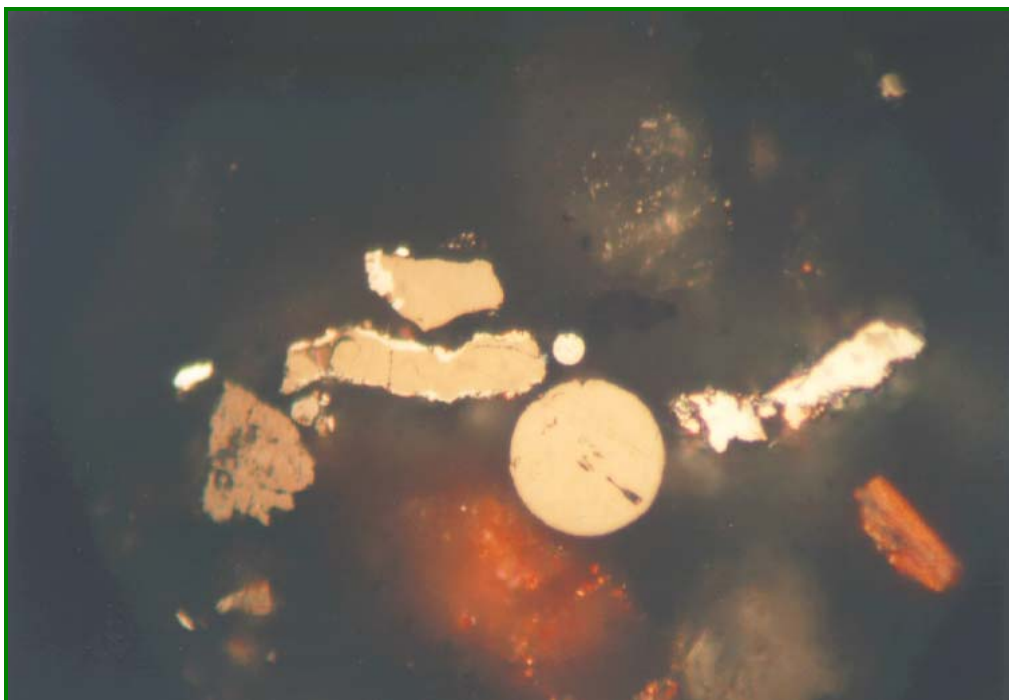


Abb. 25: GS 2, Don Bosco, Globularer Magnetit neben Zundermaterial (leistenförmig) mit Hämatitsaum sowie tafelförmiger Wüstit (links im Bild) und metallischem Eisen (weiß, neben Wüstit), 1 cm= 20 μ m

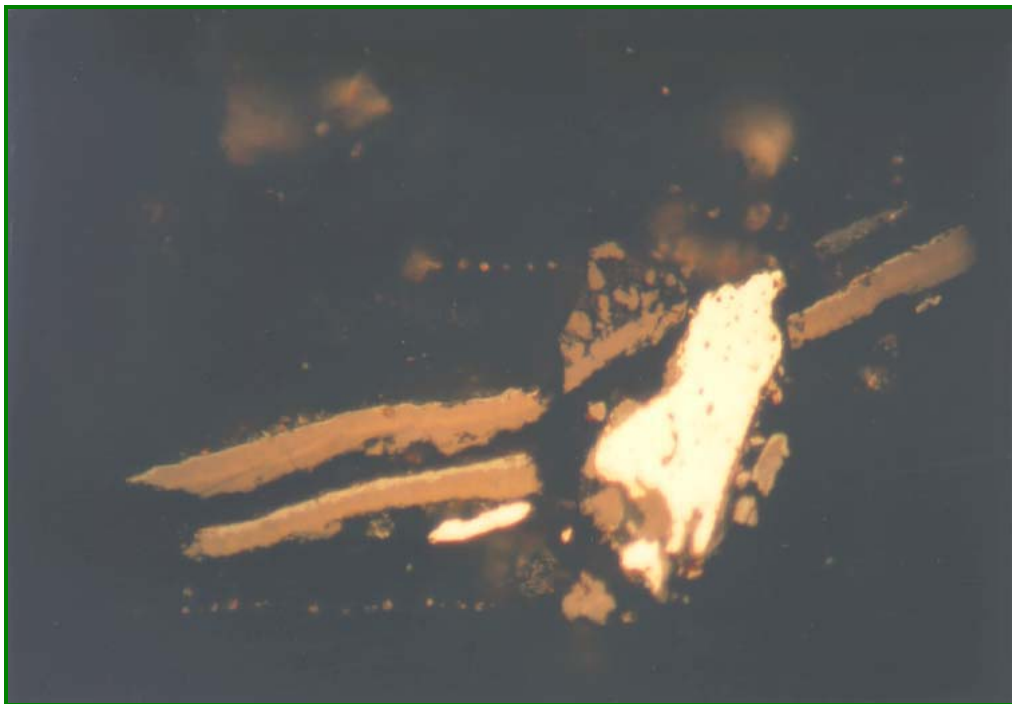


Abb. 26: GS2, Don, Bosco, metallisches Eisen (weiss) neben Zundermaterial, 1 cm = 20 μ m

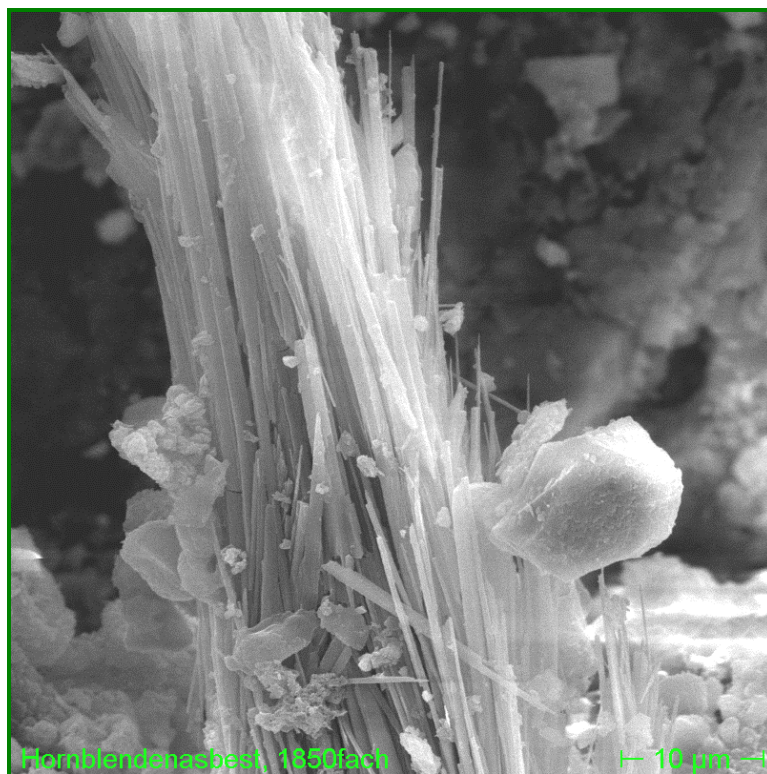


Abb. 27: GS2, Don Bosco, geogener Hornblendenasbest

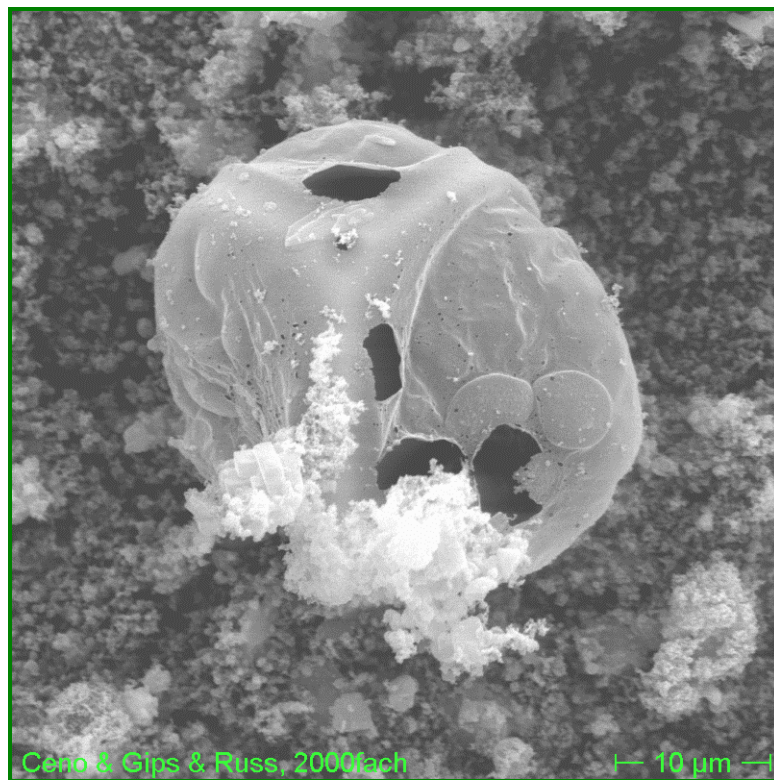


Abb. 28: GS2, Don Bosco, hohlkugeliger Rußpartikel (Verbrennungsanlagen) mit anhaftenden Gipskristallen und Dieselrußaggregaten auf Filter

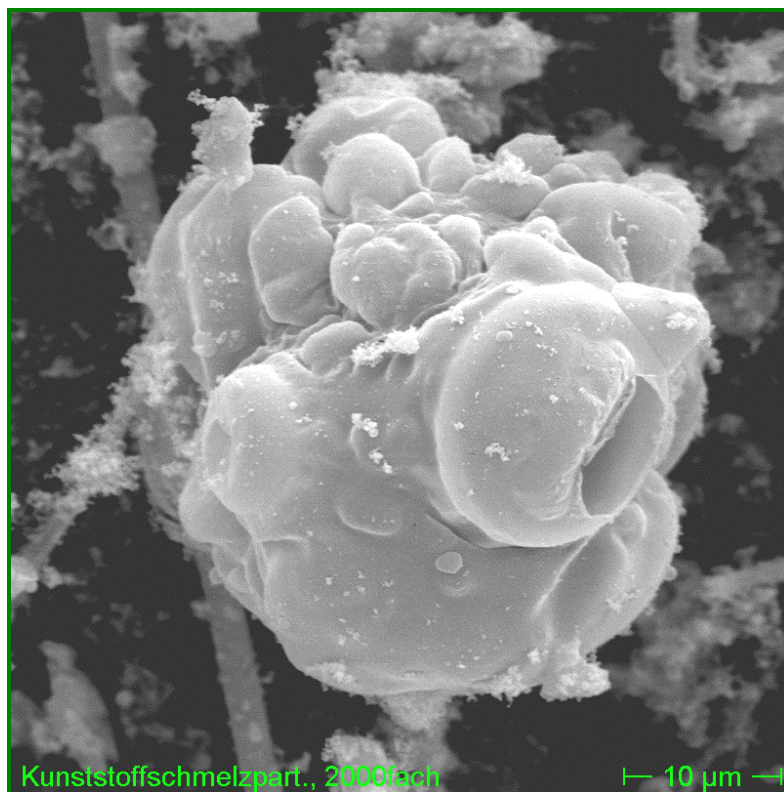


Abb. 29: GS2, Don Bosco, teilverschmolzener Kunststoffpartikel auf Filter (Verbrennung)

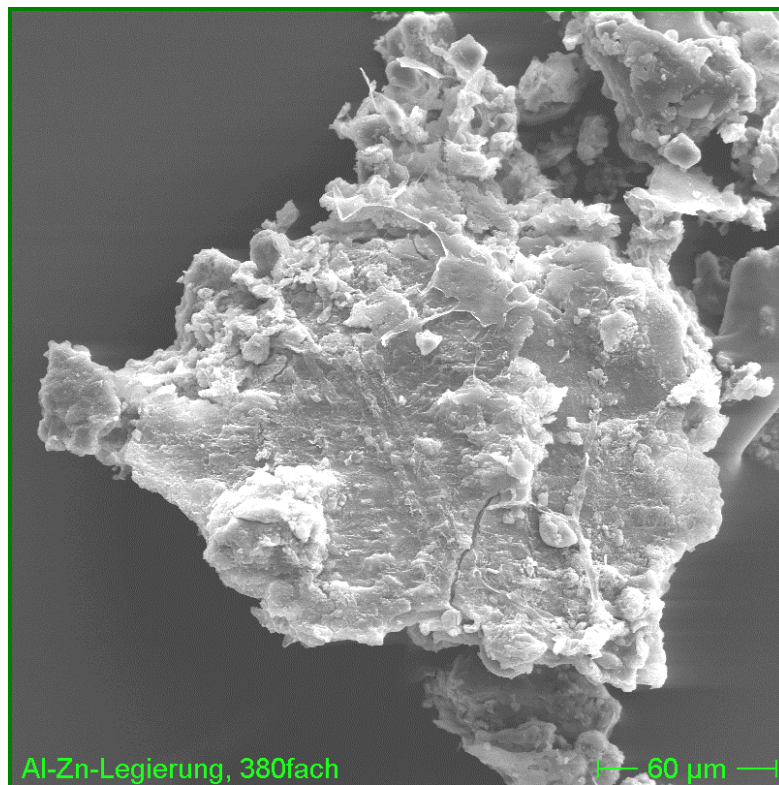


Abb. 31: GS3, Lustbühel, Aluminiumblättchen mit lamellaren Al-Zn-Entmischungen (Werkstoff)

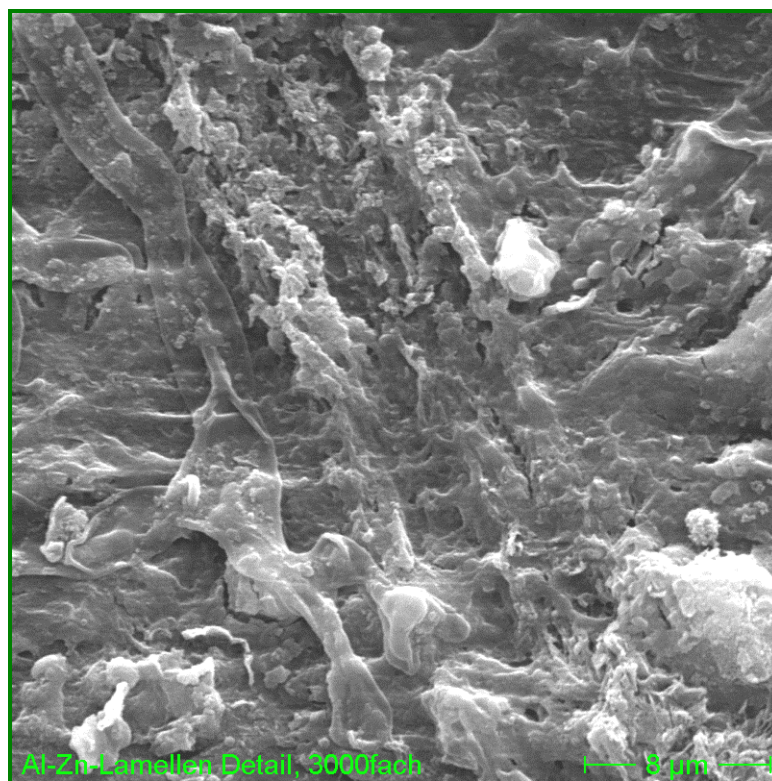


Abb. 32: GS3, Lustbühel, Detailaufnahme der lamellaren Al-Zn-Entmischungen

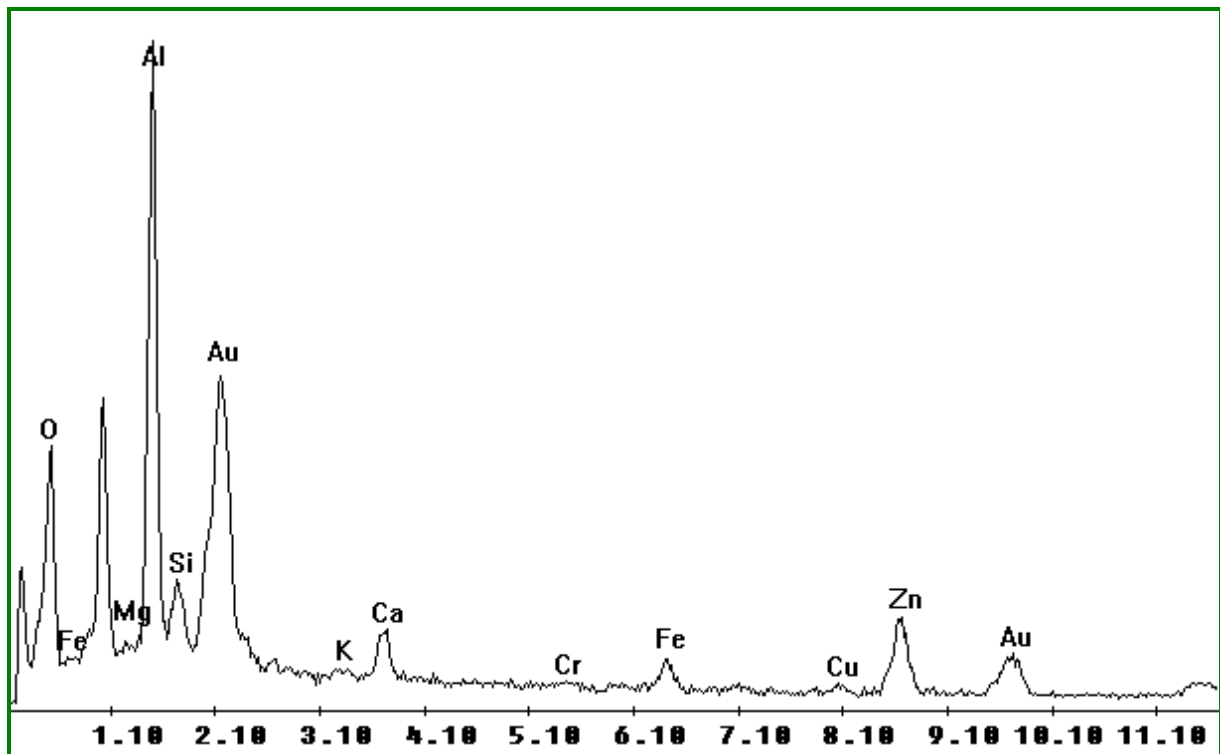


Abb. 33: GS3, Lustbühel, EDX-Spektrum der Al-Zn-Legierung

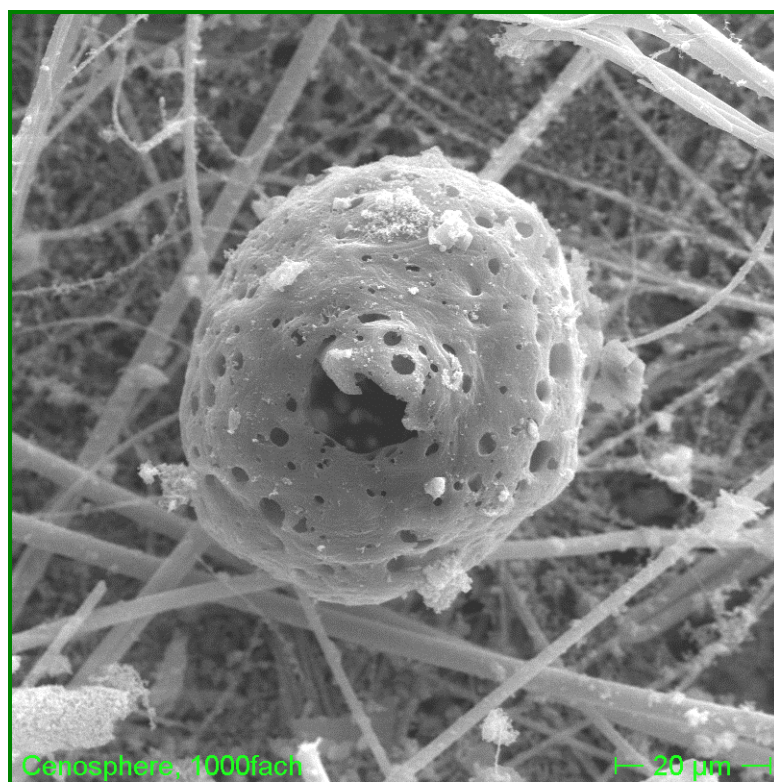


Abb. 34: GS3, Lustbühel, hohlkugeliger Rußpartikel (Verbrennungsanlagen, vermutl. Hausbrand)

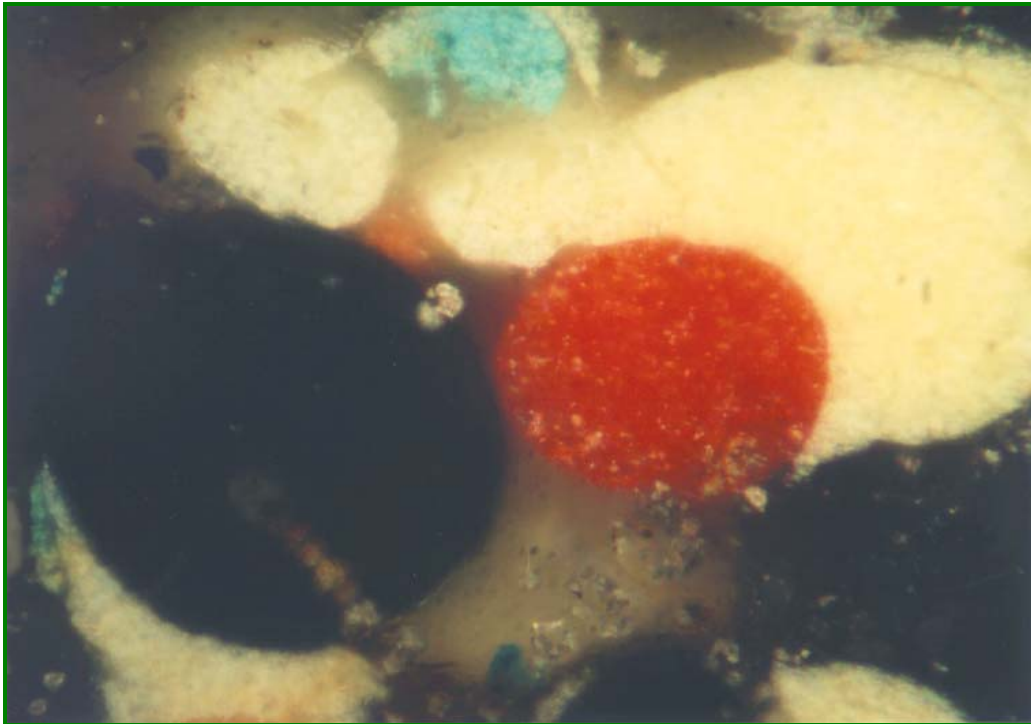


Abb. 35: GS4, Webling, Kornaggregat aus bunten, teilverschmolzenen Kunststoffperlen (Verbrennung), 2 cm = 15 μ m

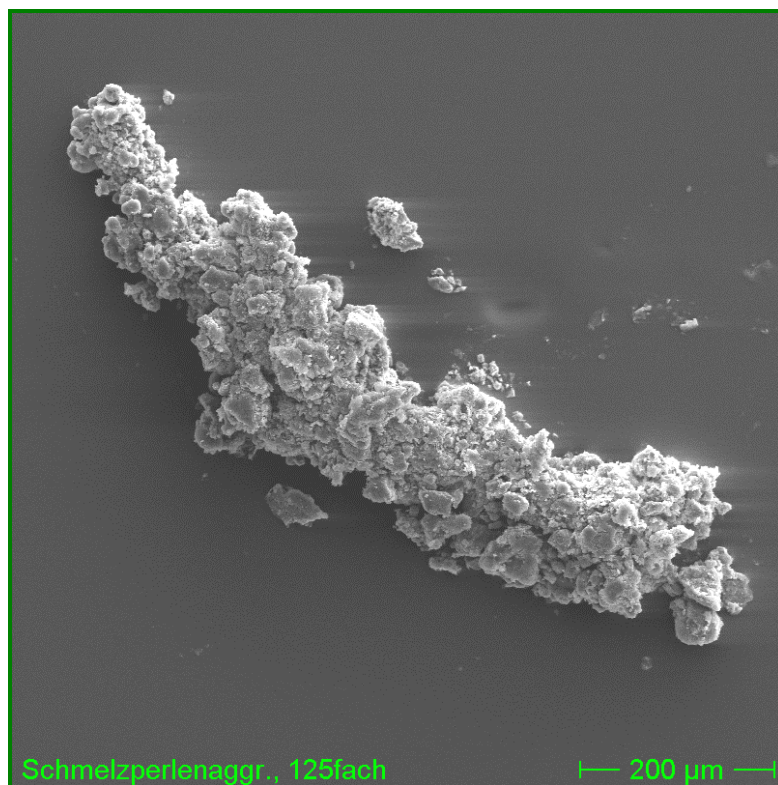


Abb. 36: GS4, Webling, Kornaggregat aus bunten, teilverschmolzenen Kunststoffperlen (Verbrennung)

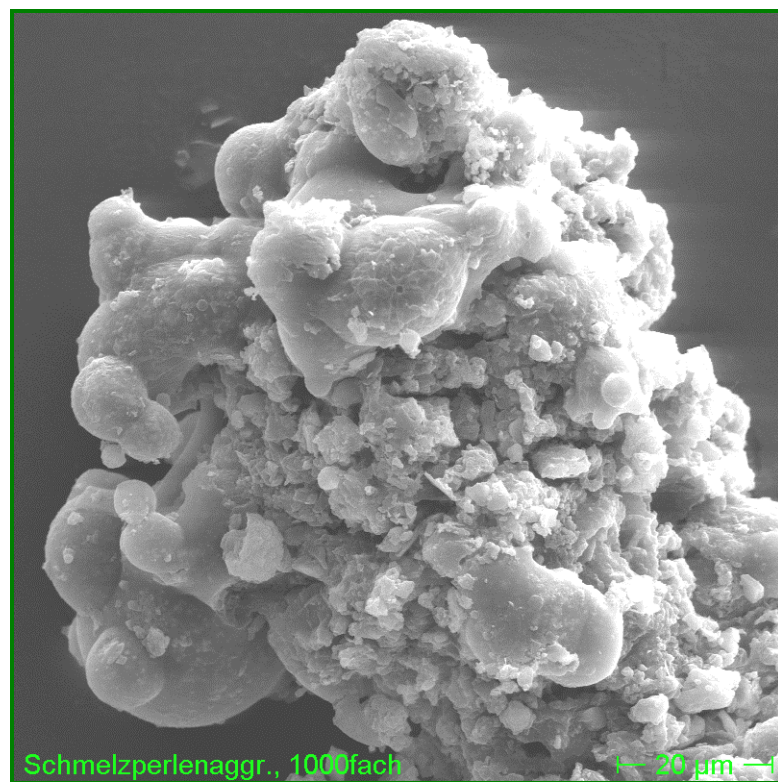


Abb. 37: GS4, Webling, Detail zu Abb. 36

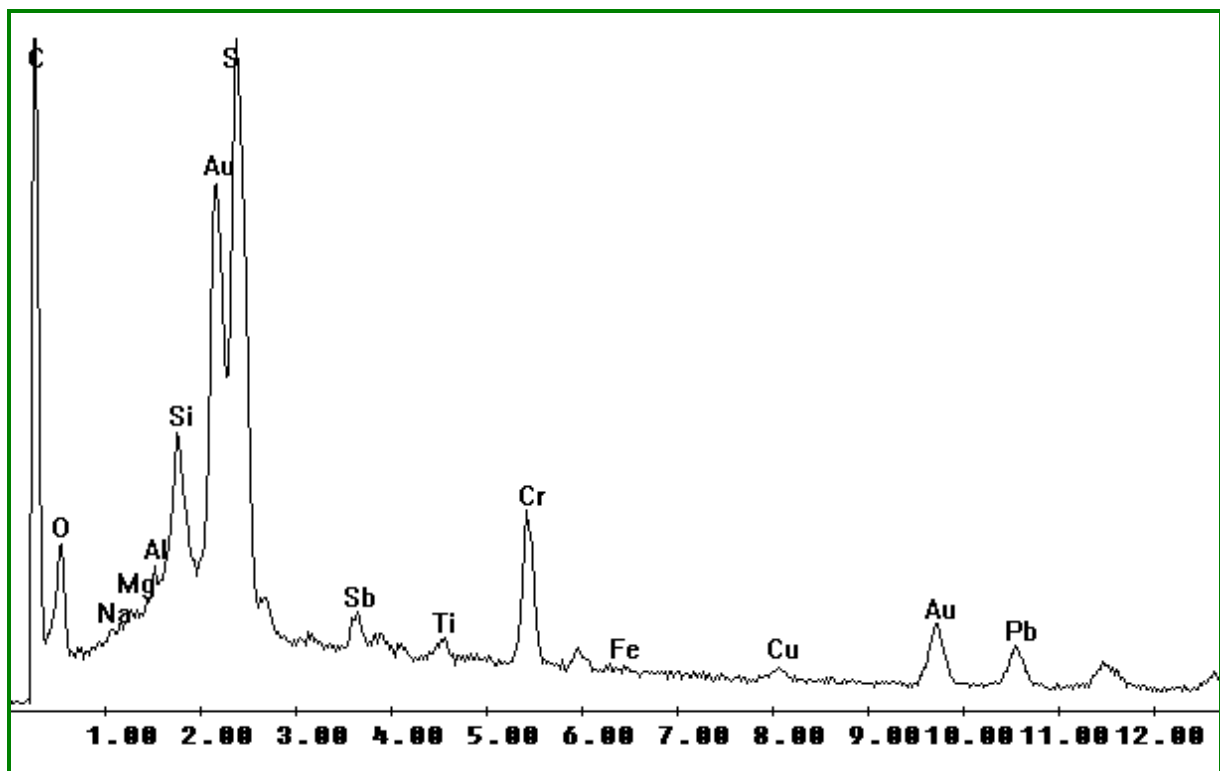


Abb. 38: GS4, Webling, EDX-Spektrum dieser teilverschmolzenen Kunststoffperlen

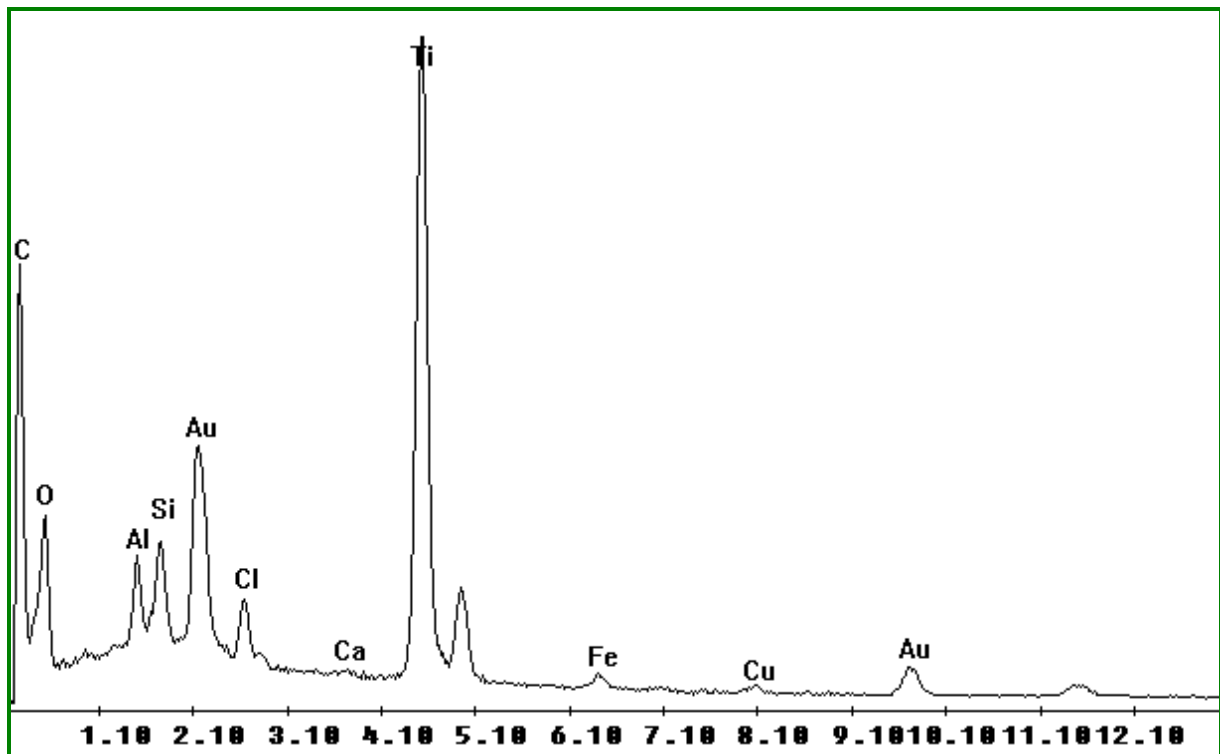


Abb. 39: GS4, Webling, EDX-Spektrum einer weiss gefärbten, globularen Kunststoffperle

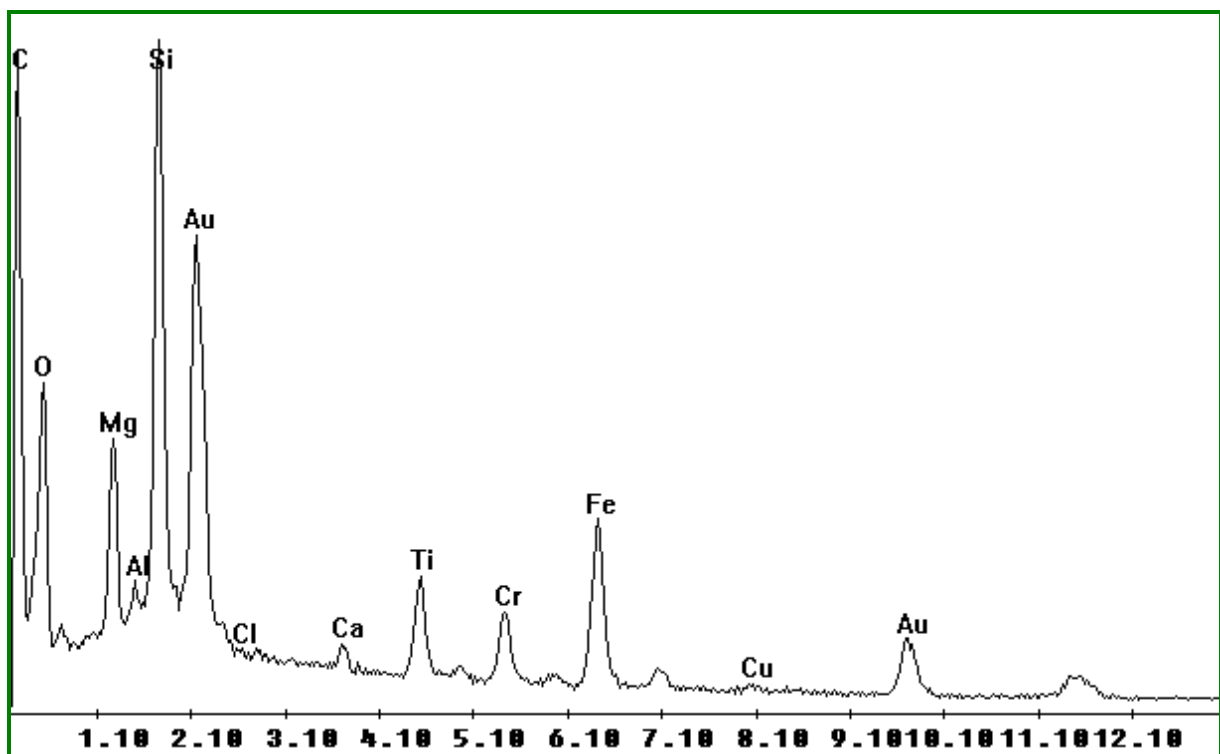


Abb. 40: GS4, Webling, EDX-Spektrum einer blau-grün gefärbten Kunststoffperle

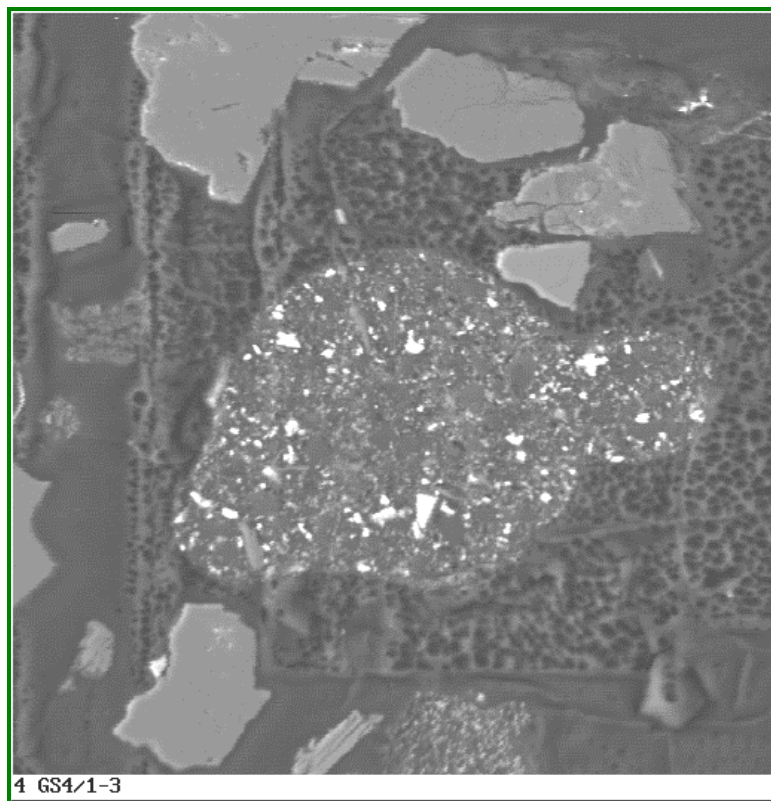


Abb. 41: GS4, Webling, tropfenförm. Kunststoff mit difuser Verteilung von Ba-Sulfat (Farbpigment oder Füllstoff)

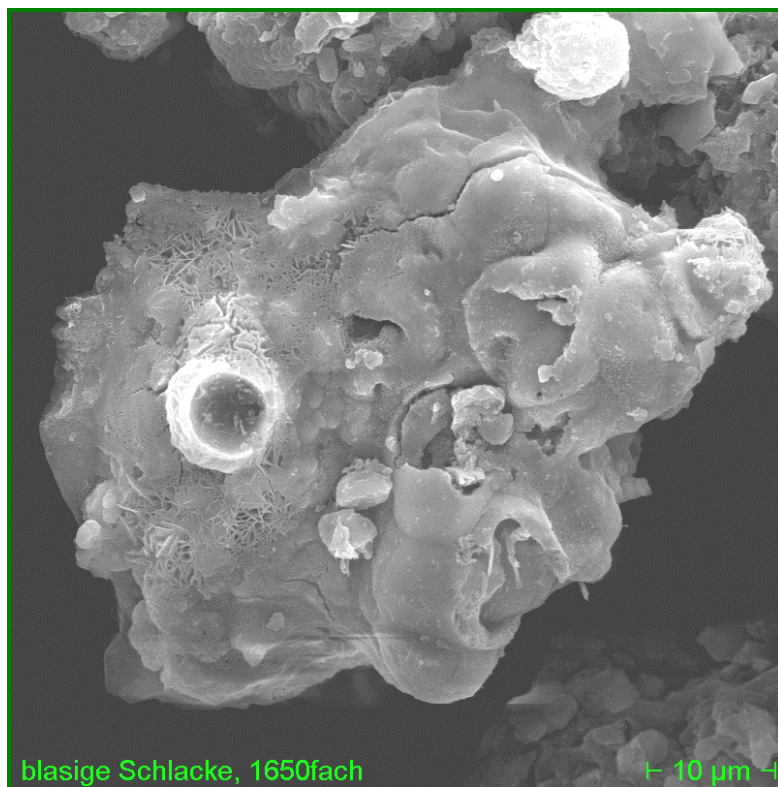


Abb. 42: GS4, Webling, blasige Schlacke mit teils kristalliner Oberfläche (Zn, Fe) Oxide), Quelle: Verbrennungsanlagen (nicht Hausbrand)

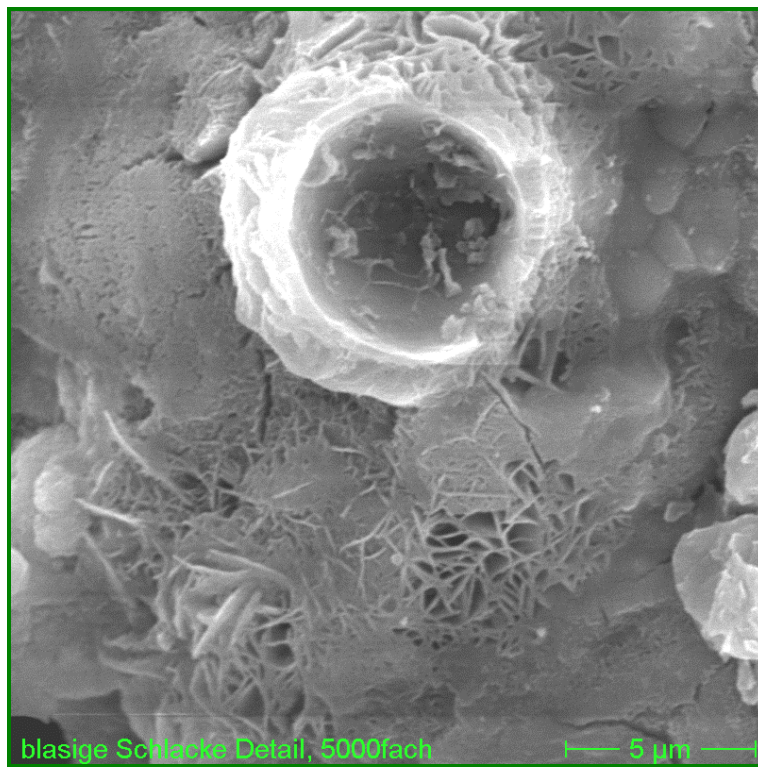


Abb. 43: GS4, Webling, Detailaufnahme der kristallinen Oberfläche ((Zn, Fe) Oxide)

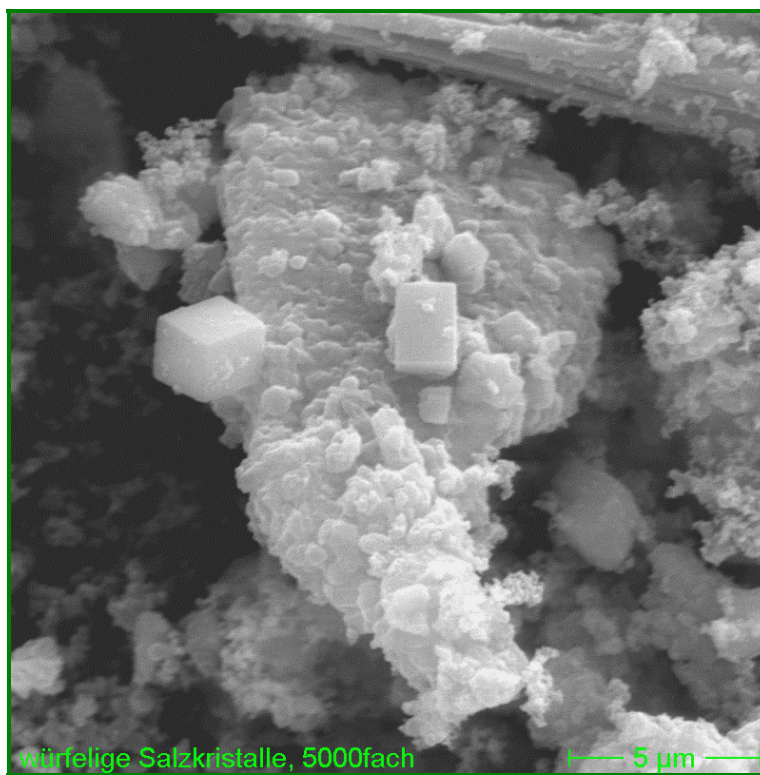


Abb. 44: GS4, Webling, zwei kubische Salzkristalle auf geogenem Carbonatpartikel auf Filter

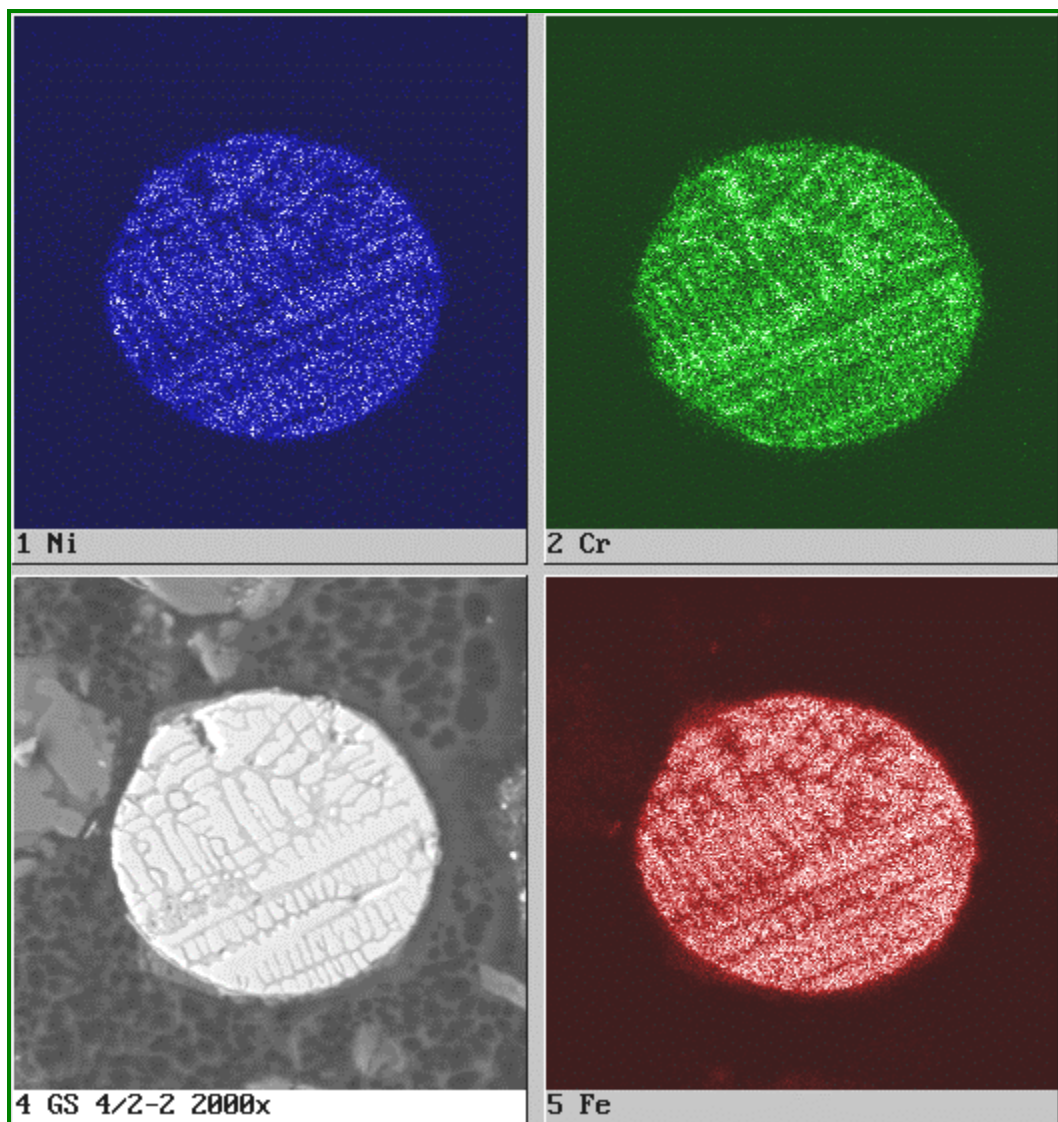


Abb. 45: GS4, Webling, Elementverteilungsbilder von Cr, Ni und Fe in globularer (Cr, Ni)-Stahllegierung

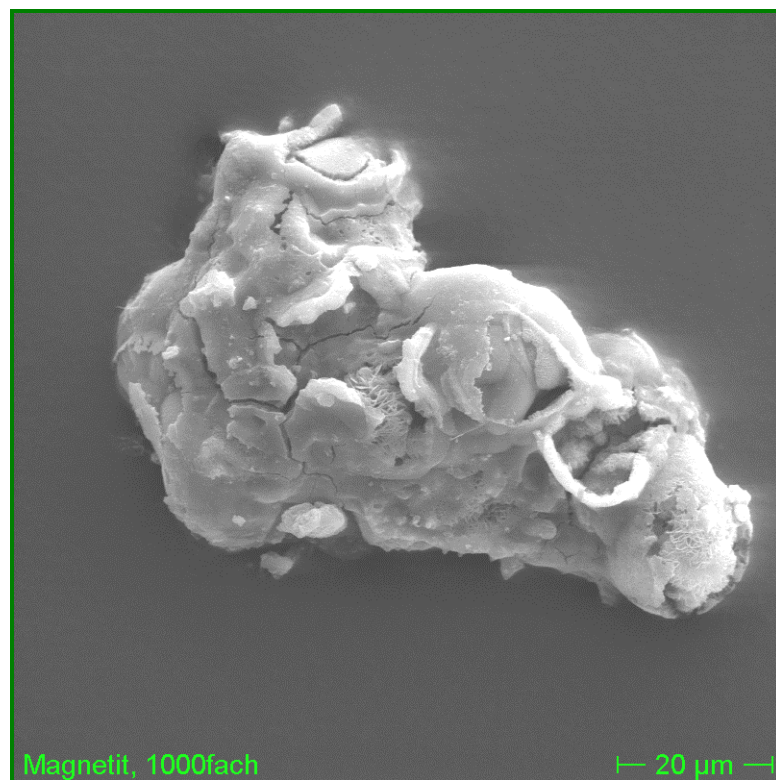


Abb. 46: GS5, Graz Süd, unregelm. RO-Phase mit Zn, Cu, Mn (Verbrennungsanlagen, nicht Hausbrand)

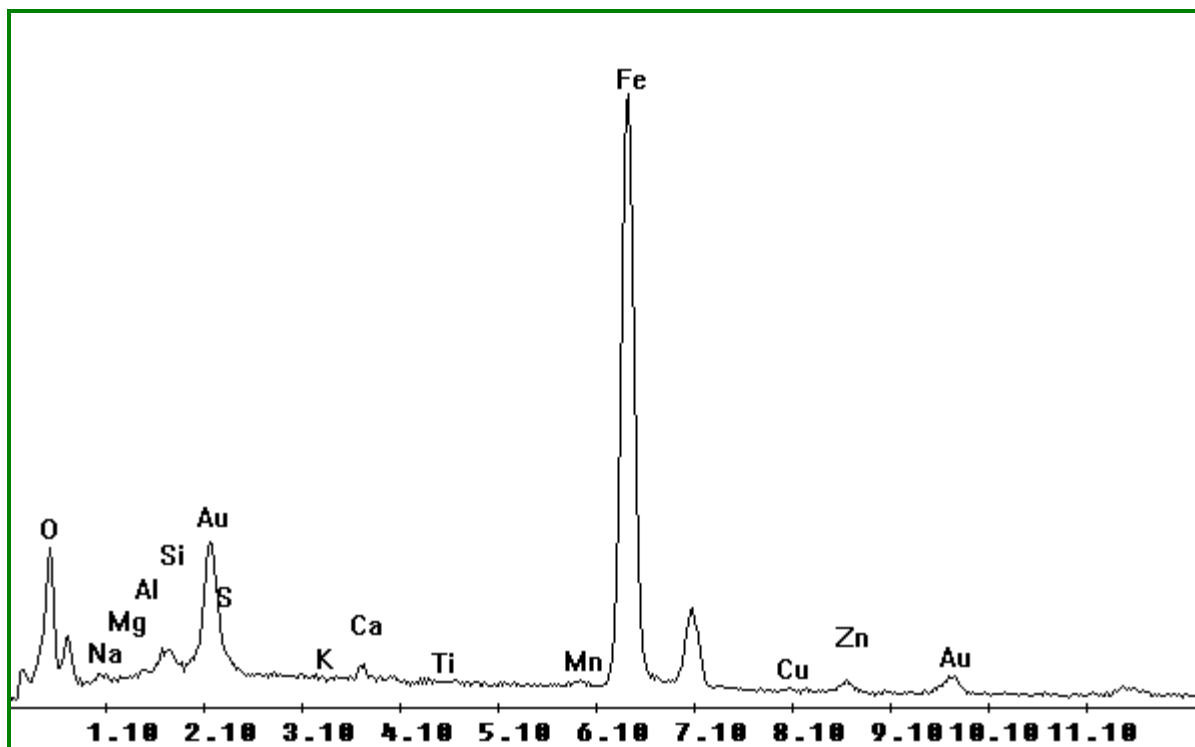


Abb. 47: GS5, Graz Süd, EDX-Spektrum der unregelm. RO-Phase

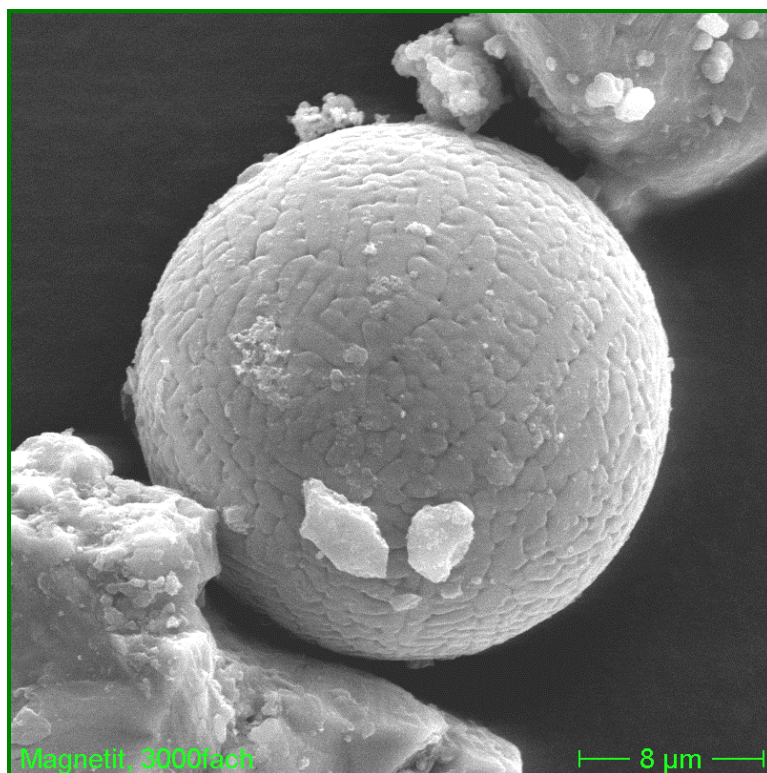


Abb. 48: GS5, Graz Süd, globularer Magnetit mit kristalliner Oberfläche (Verbrennungsanlagen, kein Hausbrand, nicht verkehrsbedingt)

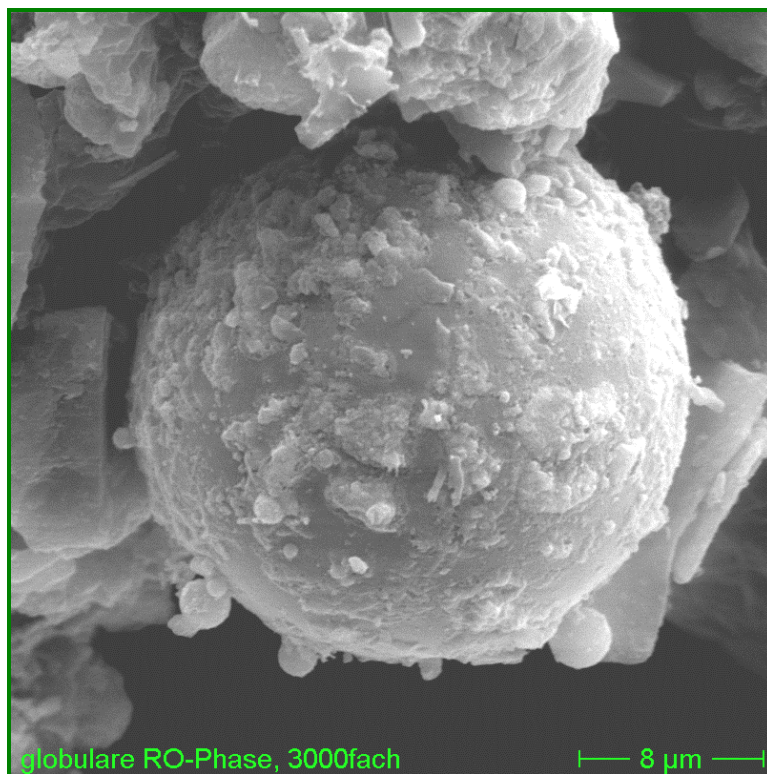


Abb. 49: GS5, Graz Süd, globulare glasige Phase mit Einschlüssen von RO-Phasen (Verbrennungsanlagen, kein Hausbrand, nicht verkehrsbedingt)

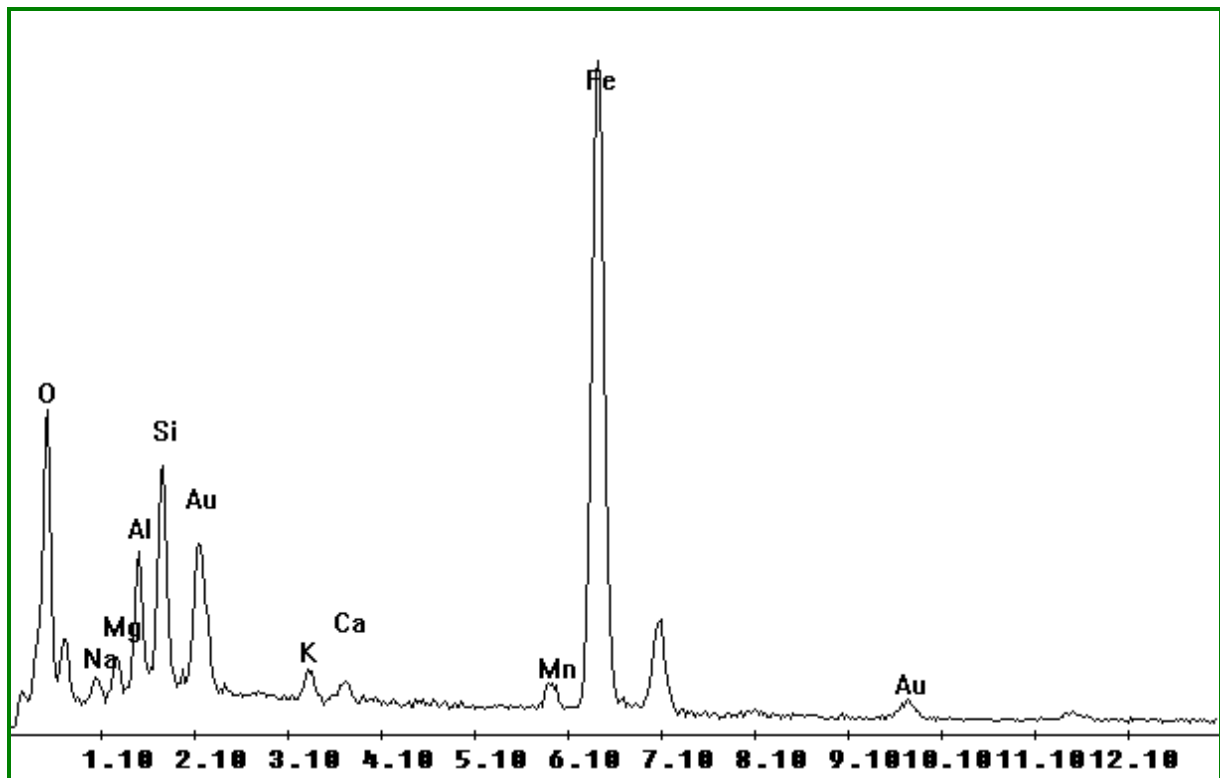


Abb. 50: GS5, Graz Süd, EDX-Spektrum der globularen Glasphase mit Einschlüssen von RO-Phasen

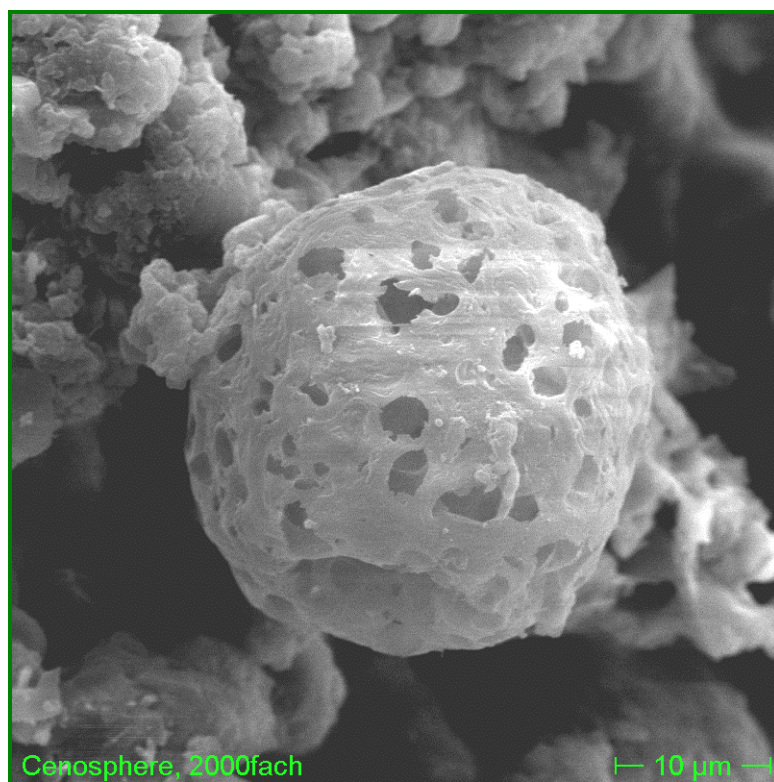


Abb. 51: GS5, Graz Süd, hohlkugelige Partikel (vermutl. Hausbrand)

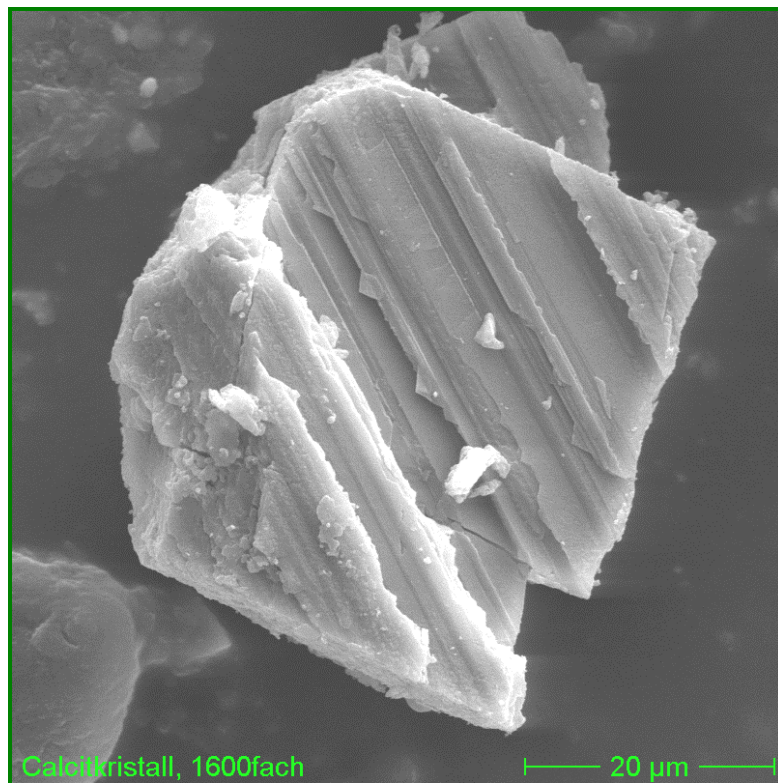


Abb. 52: GS5, Graz Süd, geogener Calcitkristall mit Zwillingslamellen

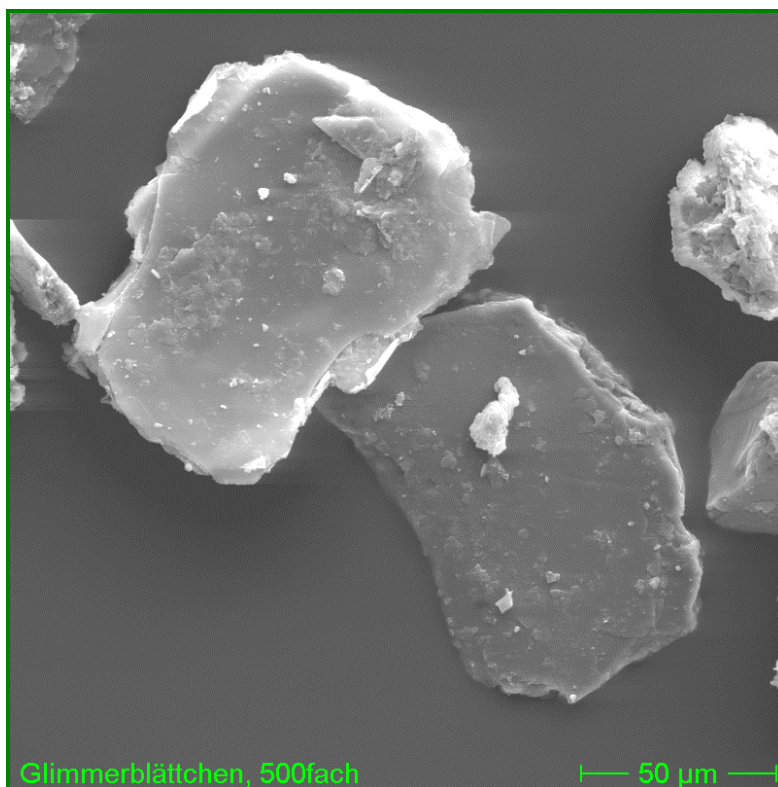


Abb. 53: GS 6, Andritz, geogene Glimmerblättchen

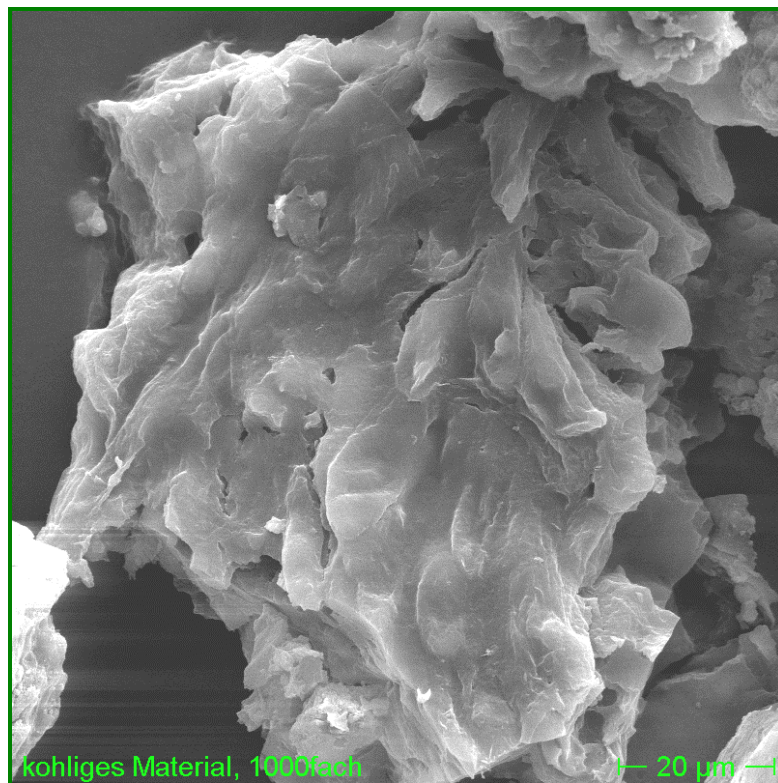


Abb. 54: GS6, Andritz, unregelm. kohlige Material (Verbrennungsanlagen, vermutl. Hausbrand)

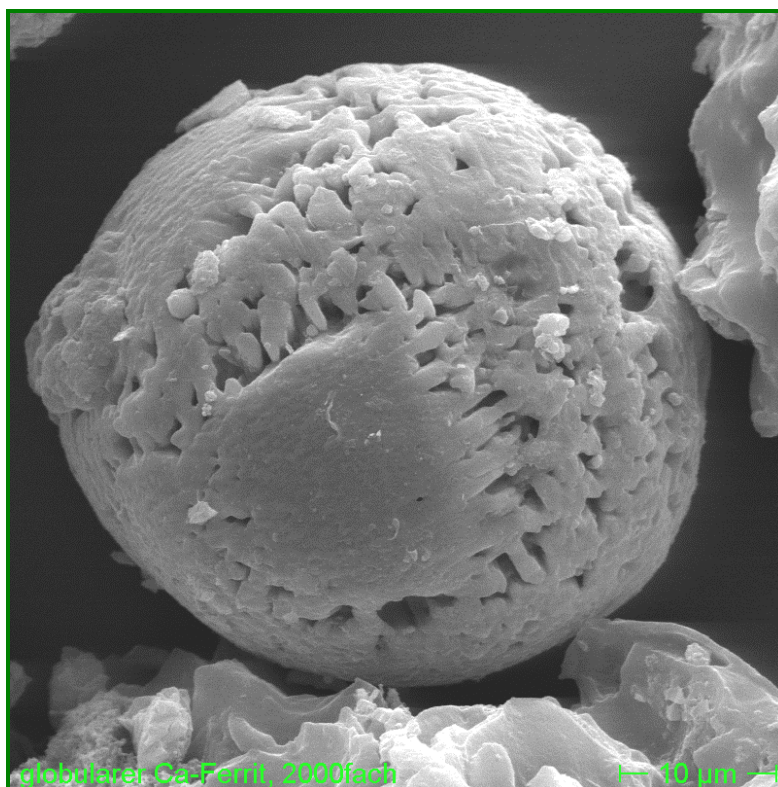


Abb. 55: GS6, Andritz, globularer Calciumferrit (Quelle: industrielle Verbrennung)

11 ANHANG

In Graz werden automatische, kontinuierlich registrierende Staubmessungen in den sechs Luftgütemessstationen durchgeführt. Die folgenden Abbildungen sollen über den allgemeinen Belastungszustand mit Schwebestaub und Feinstaub während der Probenahme für dieses Projekt Aufschluss geben. Bei Schwebestaub wurden im Untersuchungszeitraum keine Grenzwertüberschreitungen registriert. Die Belastungen mit Feinstaub lagen an vielen Tagen deutlich über den Vorgaben des Immissionsschutzgesetzes-Luft, ein sehr typisches Bild für die Immissionssituation bei Feinstaub in Graz.

Zusätzlich sind in den Tabellen sowohl die Probenahmepläne als auch die Messergebnisse der High-Volume-Messungen aufgelistet.

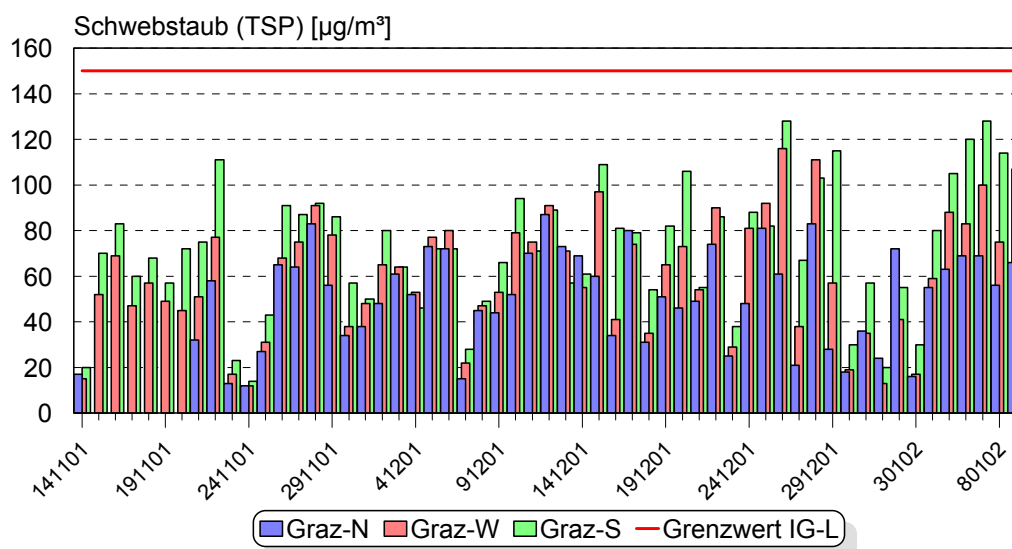


Abbildung 59: Ergebnisse der Schwebestaubmessung (TSP) aus dem automatischen Messnetz während des Untersuchungszeitraumes in Graz

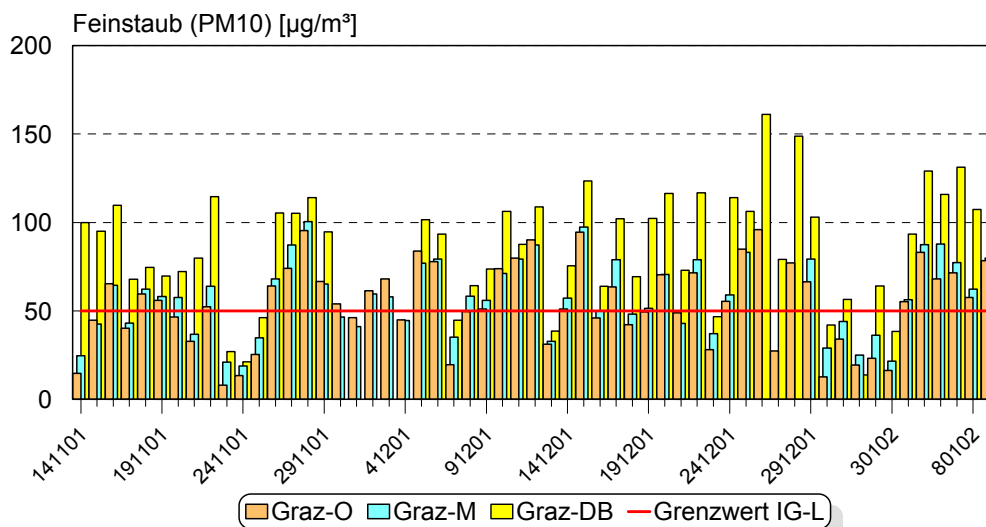


Abbildung 60: Ergebnisse der Feinstaubmessung (PM10) aus dem automatischen Messnetz während des Untersuchungszeitraumes in Graz

		W2 Südbahnstraße 100	V1 Don Bosco	H Lustbühel	V2 Webling Steyr Nutzfahrzeuge	W3 Graz Süd	W1 Weizbachweg
1	14.11.01						
2	15.11.01	66	89				
3	16.11.01	90	106				
4	17.11.01	70	77				
5	18.11.01	77	84				
6	19.11.01	70	78				
7	20.11.01	69	82		121		
8	21.11.01						
9	22.11.01			40		112	
10	23.11.01			13	157	23	
11	24.11.01			11		16	
12	25.11.01			23		56	
13	26.11.01			32		103	
14	27.11.01			56		105	
15	28.11.01			87		119	
16	29.11.01			50		96	
17	30.11.01			38		71	
18	01.12.01			40		65	
19	02.12.01			47		94	
20	03.12.01						
21	04.12.01						58
22	05.12.01						66
23	06.12.01						63
24	07.12.01						16
25	08.12.01						45
26	09.12.01						37
27	10.12.01						34

	Messzeitraum
	Filter für weitere Untersuchung übergeben

Tabelle 29: Messplan und Ergebnisse der Feinstaubmessungen (PM10) mit High-Volume-Samplern

		GS1 Südbahnstraße 100	GS2 Don Bosco	GS3 Lustbühel	GS4 Webling Steyr Nutzfahrzeuge	GS5 Graz Süd	GS6 Weizbachweg
28	11.12.01						
29	12.12.01	108	116				
30	13.12.01	48	186				
31	14.12.01	78	127				
32	15.12.01	128	75				
33	16.12.01	57	107				
34	17.12.01	100	74				
35	18.12.01	51	102				
36	19.12.01	85	65				
37	20.12.01						
38	21.12.01			41		64	
39	22.12.01			51		97	
40	23.12.01			26		53	
41	24.12.01			32		86	
42	25.12.01			56		100	
43	26.12.01			48		154	
44	27.12.01			16		68	
45	28.12.01			42		101	
46	29.12.01			22		115	
47	30.12.01			7		32	
48	31.12.01			12		56	
49	01.01.02			12		21	
50	02.01.02			12		55	
51	03.01.02					40	
52	04.01.02				105	90	35
53	05.01.02				132	117	53
54	06.01.02				135	129	31
55	07.01.02				151	131	37
56	08.01.02				130	129	37
57	09.01.02						
58	10.01.02						
59	11.01.02						
60	12.01.02						
61	13.01.02						

	Messzeitraum
	Filter für weitere Untersuchung übergeben

Tabelle 29 f: Messplan und Ergebnisse der Feinstaubmessungen (PM10) mit High-Volume-Samplern