

Aufbereitungstechnische Kartierung der Scheelit-Lagerstätte Mittersill

Diplomarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades eines
Diplomingenieurs der Studienrichtung Angewandte
Geowissenschaften

vorgelegt von Georg Sammer

eingereicht am

Lehrstuhl für Geologie und Lagerstättenkunde
im Department Angewandte Geowissenschaften und
Geophysik an der Montanuniversität Leoben

Leoben, Mai 2006

Inhalt

Dank	4
1. Einleitung	5
2. Geologischer Überblick der mittleren Hohen Tauern	7
3. Die Geologie im Westfeld der Scheelitlagerstätte Felbertal	10
4. Beschreibung der für die Aufbereitung wichtigen Mineralphasen	14
5. Petrographie	22
6. Beschreibung der Erzkörper	28
6.1 Bereich TS 1175 - TS 940.....	28
6.2 Teilsohlen unter TS 900.....	32
7. Tektonik	34
8. Methoden zur Quantifizierung des Mineralbestandes	37
8.1 RDA.....	37
8.2 RFA - ICPMS.....	41
9. Methoden zur Homogenisierung des Roherzes	46
10. Zusammenfassung	49
11. Literaturverzeichnis	51
12. Anhang	54
12.1 Mikrosonden-Analytik.....	54
12.2 Diffraktogramme.....	60

Hiermit bestätige ich eidesstattlich, dass diese Arbeit von mir selbstständig angefertigt wurde und ich keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel verwendet habe.

Dank

Mein größter Dank gilt meinen Eltern, die mit großer Geduld mein Studium nicht nur finanziell ermöglicht haben.

Die Wolfram Bergbau- u. Hütten-GmbH Nfg. KG unterstützte diese Arbeit in großzügiger Weise. Besonderer Dank gilt dem Betriebsleiter der Aufbereitung in Mittersill, Herrn DI W. Bernhart.

An Herrn Prof. Dr. W. Prochaska und an Herrn Prof. Dr. O. Thalhammer ergeht mein Dank für die Betreuung dieser Arbeit und für die zahlreichen Diskussionen.

Herrn H. Mühlhans sei für die Hilfe bei den Untersuchungen an der Mikrosonde gedankt.

Herrn F. Seidl danke ich für die Hilfestellung bei der Röntgendiffraktometrie.

Zuletzt danke ich meinen Studienkollegen und Freunden, die mir nicht nur durch fachliche Gespräche und Ratschläge zur Seite standen.

1. Einleitung

Die Scheelitlagerstätte liegt etwa 10 km südlich von Mittersill im Felbertal. Sie wurde im Jahre 1967 von den Münchner Geologen A. Maucher und R. Höll entdeckt. Am orographisch rechten Talhang, am sog. Brentling, befindet sich das Ostfeld, ein früherer Tagebau der bereits ausgeerzt ist. Das Mundloch des Untertagebaus im Westfeld befindet sich in 1175 m SH direkt gegenüber des Tauernhauses am orographisch linken Hang. Sämtliche Betriebsgebäude befinden sich untertage, sodass keine große Beeinträchtigung für die Umwelt entsteht.

Das Grubengebäude ist derzeit bis zur TS 775 aufgeschlossen, wobei sich die Lagerstätte noch weiter (unbekanntes Ausmaßes) in die Teufe erstreckt. Durch einen Unterfahrungsstollen wird das geförderte und untertage auf der TS 800 mittels Backen- und Kegelbrecher zerkleinerte Erz zur Aufbereitung an der Teilung des Felber- und Amertales transportiert. Hierbei sei erwähnt, dass in der Lagerstätte noch weitere Elemente in erhöhten Gehalten auftreten. Das sind vor allem: Cu, Bi, Mo, Be, F und die REE. Pro Jahr werden ca. 400.000 t Roherz mit einem durchschnittlichen Erz-Gehalt von 0,45 % WO_3 gefördert. Derzeit ist mittels eines Verbindungsstollens die Erschließung des unteren Ostfeldes auf der TS 1000 geplant. Die Berge werden zu einem Schlammteich bei Stuhlfelden gepumpt.

Diese Diplomarbeit stellt keine klassische geologische Bearbeitung der Scheelit-Lagerstätte Mittersill dar, wie es jene von Jahoda (1984) und Schmidt (1988) waren. Durch den fortschreitenden Abbau haben sich auch die Gegebenheiten in der Lagerstätte geändert. Dadurch ergeben sich jedoch auch geänderte Arbeitsbedingungen in der Aufbereitung, das sich vor allem in dem schwankenden Ausbringen zeigt.

Die Aufgabenstellung dieser Diplomarbeit umfasst war die mineralogisch-petrographische Beschreibung des derzeit geförderten Roherzes, die geologische Erkundung des Auftretens von Störungszonen und die Ausarbeitung einer geeigneten Methode zur Quantifizierung des Mineralbestandes.

In den Anfangsjahren des Bergbaues galt das Hauptinteresse den Hangend-Erzkörpern (hier speziell dem K1). Da diese aber fast zur Gänze abgebaut sind, kommt die Hauptförderung nun von den Liegend-Erzkörpern. Diese weisen jedoch geringere Scheelit-Gehalte als der K1 auf und unterscheiden sich wesentlich in der Mineralogie, was sich speziell in dem erhöhten Auftreten von Schichtsilikaten wie Glimmer, Talk und Chlorit manifestiert. In dieser Arbeit

sollten nun die aktuellen Abbaue auf den Mineralbestand untersucht werden. Weiters sollten Methoden zur Quantifizierung der einzelnen Mineralphasen, sowohl in den einzelnen Abbauen als auch im Roherz das zur Aufbereitung gelangt, gefunden werden. Bei der petrographischen Beschreibung wird in dieser Arbeit speziell auf das Vorkommen von Talk und Chlorit eingegangen, da dies in den vorhergehenden Arbeiten nur ungenügend behandelt wurde.

Bei den Befahrungen der Lagerstätte wurde über einen Zeitraum von ca. einem Jahr versucht, einen möglichst guten Überblick über die Geologie zu erhalten. Durch die derzeit notwendige Ausbaumethode mittels Spritzbeton war es jedoch nicht immer möglich, eine vollständige geologische Karte einer Teilsohle zu erstellen. Es sollten speziell die Teilsohlen unterhalb der TS 900 kartiert werden, da es hier noch keine geologischen Bearbeitungen gibt. Aus diesen Bereichen stammt ca. die Hälfte des derzeit geförderten Roherzes. Bei der Bestimmung des Erzgehaltes wurde auf die bereits vorhanden Daten der Betriebsleitung zurückgegriffen.

2. Geologischer Überblick der mittleren Hohen Tauern

Das Tauernfenster kann im mittleren Abschnitt in drei geologische Einheiten unterteilt werden:

- a. Altkristallin
 - Amphibolitfolge
 - Formation der Alten Gneise
- b. Habachgruppe
 - Basisschiefer-Formation
 - Eruptivgesteins-Formation
 - Habachphyllit-Formation
- c. Zentralgneise

Diese Gliederung basiert vor allem auf die Arbeiten von Frasl (1958) und Frasl & Frank (1966).

Die Altkristallinen Gesteine sind vor allem durch eine polymetamorphe Entwicklung ausgezeichnet. Dabei weist die variszische Überprägung einen höheren Metamorphosegrad als die alpidische auf. Die Abgrenzung der einzelnen Metamorphosen ist laut Frasl & Frank (1966) nicht einfach, da kaum Relikte der älteren Phasen erhalten geblieben sind. Im Felbertal treten Basisamphibolite in der autochthonen Granatspitzhülle und Amphibolite des Zwölferzuges auf. Erwähnenswert ist dabei das Vorkommen von Kluftscheeliten, ähnlich jenen des Westfeldes, in den alpinen Zerrklüften des Zwölferzuges. Die Formation der Alten Gneise tritt in der Riffeldecke südlich des Granatspitzkerns auf.

Weiter im Osten sind ebenfalls permomesozoische Formationen wie die Wustkogelformation oder die Bündnerschiefer ausgebildet.

Die Habachgruppe ist in den mittleren Hohen Tauern verbreiteter als das Altkristallin. Diese kann in drei Teile unterteilt werden: die Basisschiefer-Formation, die Eruptivgesteins-Formation und die Habachphyllit-Formation. Für das Alter der Habachgruppe gibt es in der Literatur unterschiedliche Angaben, in den neuesten Publikationen wird die Habachgruppe als altpaläozoisch angenommen. Es sind auch einige Mikrofossilfunde aus den Habachphylliten bekannt, die ein silurisches Alter aufweisen. Die Erzführung ist an die Basis der Habachgruppe gebunden.

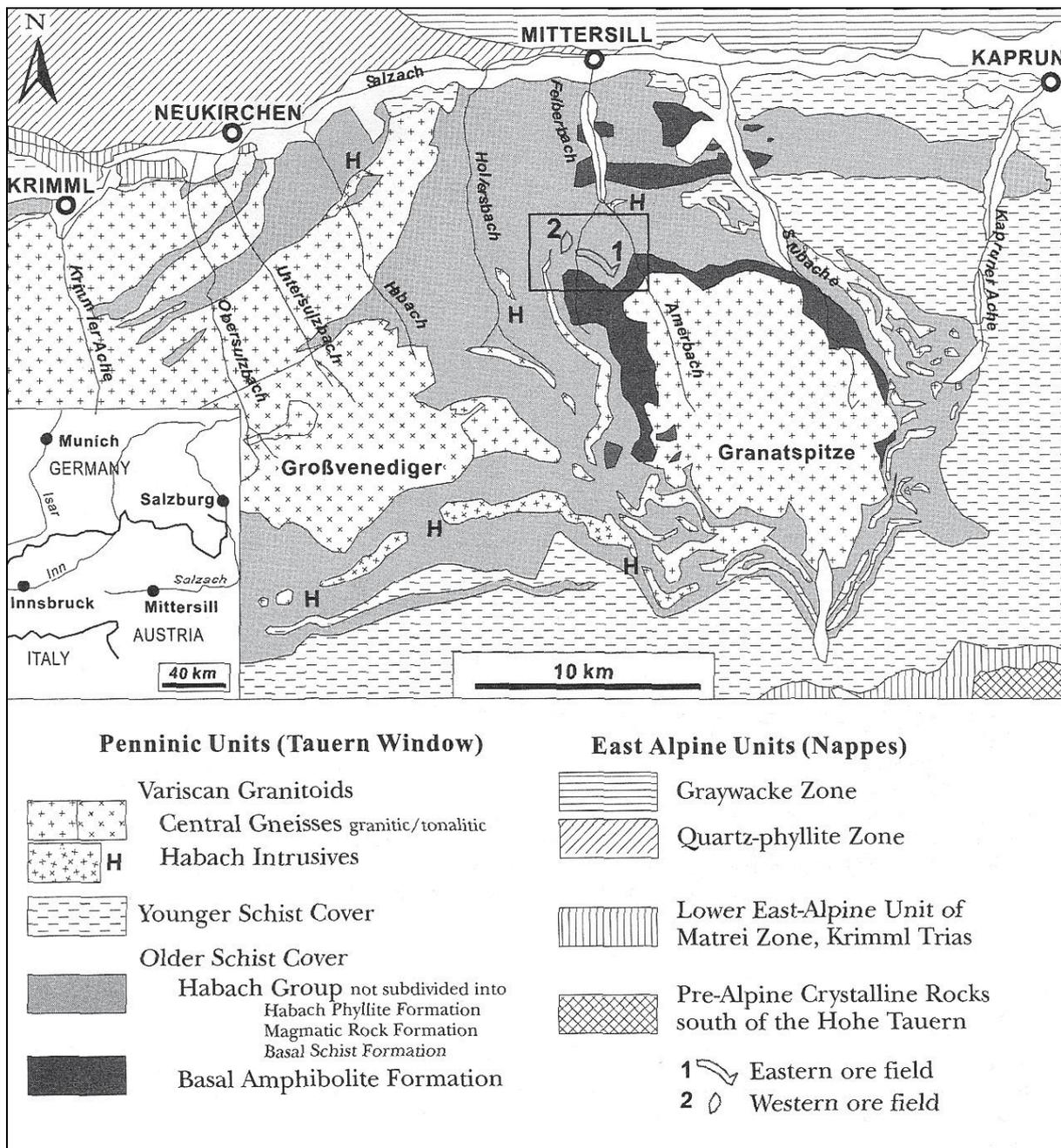


Abb. 1: Geologie der mittleren Hohen Tauern (nach Höll und Eichhorn 2000)

Das tektonisch tiefste Stockwerk der Habachserie ist die Basisschiefer Formation. Sie besteht hauptsächlich aus Meta-Sedimenten wie Glimmerschiefer, Para-Gneise und Quarzite. Untergeordnet treten auch Amphibolite und Orthogneise auf.

Über der Basischiefer-Formation liegt die zwischen 1500 und 4000 m mächtige Eruptivgesteins-Formation. Sie enthält im unteren Teil auch die Scheelit-führende Serie. Gemäß ihrer Position am Westrand des Granatspitzgewölbes fällt diese Erz-führende Serie

halbsteil nach NW ein. Als Lithologien treten fein- bis grobkörnige Amphibolite, Hornblendite, leucokrate Gneise, Biotit-Muskovit-Gneise, Quarzmassen und Aplite auf.

Den tektonisch obersten Bereich repräsentiert die Habachphyllit-Formation, die eine Mächtigkeit von bis zu 500 m erreicht. Diese besteht hauptsächlich aus dunklen Phylliten, Glimmerschiefern und Quarziten. Sie wird als Akkretionskeil bzw. Sedimentpaket zwischen submarinen Vulkanen interpretiert (Eichhorn et al. 1995). Mittels Acritarchenfunden wurde ein oberproterozoisches Alter bestimmt (Reitz und Höll 1988).

Die jüngsten und dabei tektonisch tiefsten Einheiten des Tauernfensters bilden dabei die Zentralgneise, die im Kern auftreten. Diese können in den Zillertaler-Venediger- und den Granatspitzkern unterteilt werden. Dabei wurden auch Lamellen in den Deckenbau der umgebenden Gesteine eingeschuppt. Durch eine Rb-Sr-Gesamtgesteinsdatierung konnte ein Alter von 250 bis 330 Ma bestimmt werden (Schmidt 1988). Dies ist auch von der geotektonischen Position abhängig. Im Kern liegen meist noch unveränderte Granite, Granodiorite und Tonalite vor. In den tektonisch stärker beanspruchten Randbereichen treten Gneise bis hin zu Phylloniten auf. In der Mehrzahl der Arbeiten werden die Zentralgneise als autochtone Körper angesehen. Tollmann (1977) vertritt dagegen die Meinung, dass auch die Zentralgneise einen Deckenbau aufweisen.

3. Die Geologie im Westfeld der Scheelitlagerstätte Felbertal

Die Scheelitvererzung ist die bis 300 m mächtige Basis der Eruptivgesteins-Formation gebunden, die als lang gestreckte Zone gebunden mittelsteil nach WNW eintaucht. Diese wird auch als Erz-führende Serie bezeichnet. Die Eruptivgesteins-Formation weist eine scharfe stratigraphische Grenze zur Basisschiefer-Formation auf. Zur Habachphyllit-Formation besteht eine vulkanosedimentäre Wechsellagerung.

Die Entstehung der Lagerstätte wird unterschiedlich angegeben: eine Theorie besagt eine „schicht- und zeitgebundene“ Erzzufuhr in Zusammenhang mit den ultramafischen und mafischen Vulkaniten als Grundlage. Die zweite Theorie sieht den K1-Gneis als Erzbringer.

Die Hauptdeformation wird dem Zeitraum der variszischen Orogenese (336-280 Ma) und von der Intrusion der Gneise bis zur Intrusion der Lamprophyre zugeschrieben. Es herrschten dabei Amphibolit-fazielle Bedingungen bei ca. 420°C und 2 kb Druck (Eichorn, Schaerer und Höll 1995). Signifikant war dabei der lang andauernde Mobilisationsprozess.

Als zweiter großer Deformationsakt gilt die „Tauernkristallisation“ mit einem Höhepunkt bei ca. 30 Ma. Hierbei wurde ein Druck von ca. 4.4 bis 7 kb und eine Temperatur von 500 bis 550°C erreicht. Dabei entstanden die Duplexstruktur und auch die Einschuppung der Basisschiefer.

Die Erzführende Serie kann in einen unteren und oberen Hornblendezyklus unterteilt werden der durch die Basisschieferschuppe getrennt wird. Die Eruptivgesteins-Formation weist laut Höll (1975) im Lagerstättenbereich folgenden lithologischen Aufbau auf:

- Hangendschiefer
- Oberer Hornblenditzyklus
- Zwischenschiefer (Basisschiefer)
- Unterer Hornblenditzyklus
- Liegenschiefer

Die Erzkörper K1 bis K4 bilden den oberen Zyklus, wobei der K4 direkt an der Basischieferschuppe anliegt und daher auch am stärksten deformiert ist. Hier ist auch eine Scherbahn mit einem größeren Versatzbetrag ausgebildet. Der obere Hornblenditzyklus hat eine Mächtigkeit von bis zu 46 m. Den unteren Hornblendezyklus bilden der K5 bis K8 bzw. je nach Bauwürdigkeit auch K9-K10. Dieser weist eine Mächtigkeit von bis zu 170 m auf.

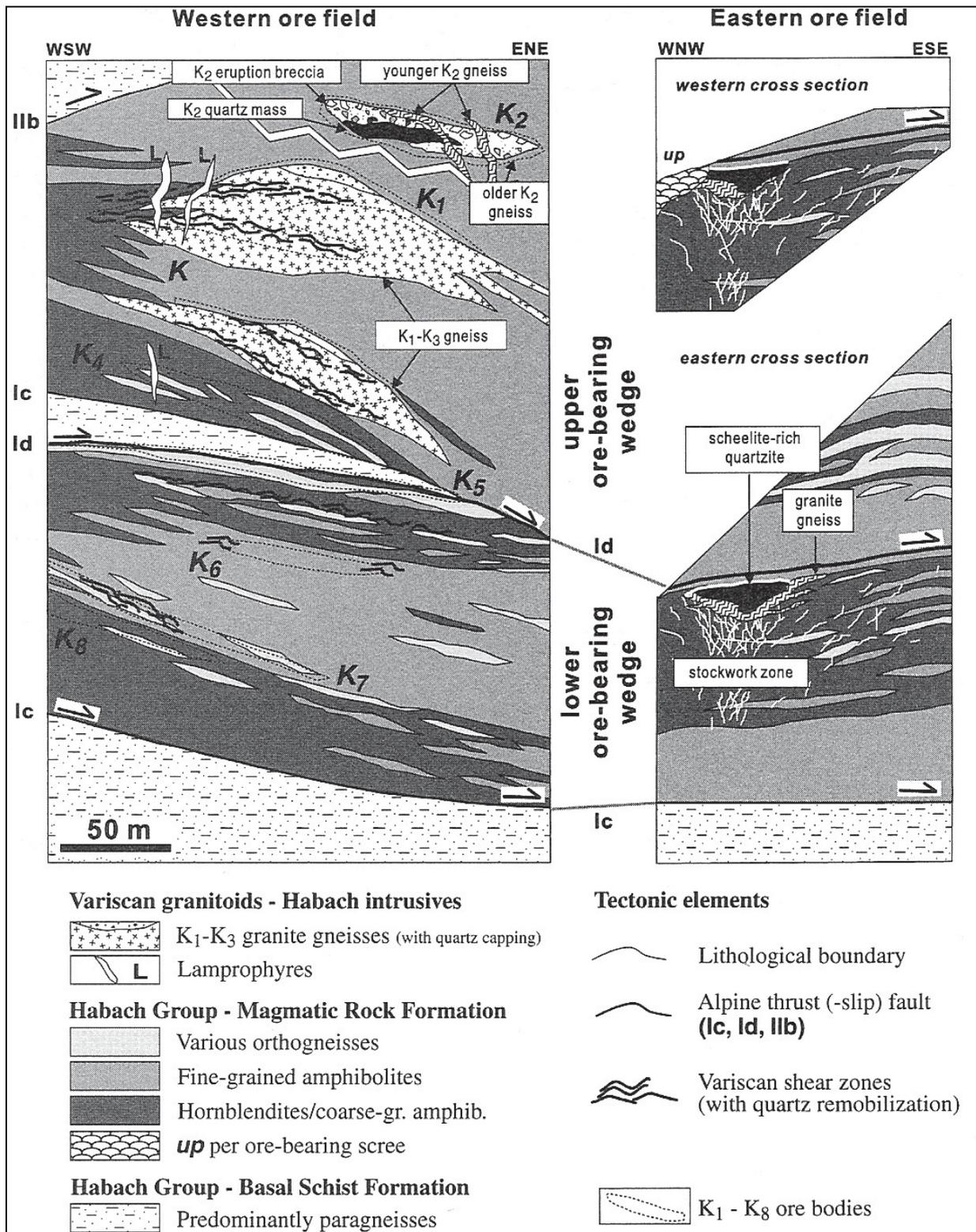


Abb. 2: Profil der Lagerstätte Felbertal (nach Höll und Eichhorn 2000)

Den geologischen Rahmen des Westfeldes und des Ostfeldes bilden Hornblendite, feinkörnige und auch grobkörnige Amphibolite. Die Amphibolite werden nach Kraiger (1989) als MOR-Basalte angesehen, Frisch und Raab (1987) ordnen diese einem 'back-arc'-Milieu

zu. Das Alter wird mit 593 ± 22 Ma angenommen. Dies wurde an Zirkonen aus dem Ostfeld mittels U-Pb-Datierung bestimmt. Die jüngeren Gneise liegen linsenförmig, eng an die mafischen Gesteine gebunden in der Scheelitführenden Serie. An diese Gneise sind ebenfalls Scheelit-führende Quarzmassen und auch Eruptionsbreccien gebunden, wie z.B. der K2. Diese Eruptionsbreccien und die dazugehörigen Fluide waren sehr bedeutend für die Lagerstättenbildung (Höll und Schenk 1988). Dabei sind auch höhere Gehalte an Sn und F auffallend.

Die Hauptmasse der hangenden Erzkörper bilden leukokrate Muskovit-Miroklin-Gneise mit lokal stark unterschiedlichem Biotit-Anteil (K1 und K3-Gneis). Diese Gneise werden auch als Erzbringer für die gesamte Lagerstätte gesehen (Briegleb 1991). Sie werden als variszische, Wolfram-bringende Granitintrusion angesehen. An diese Gneise ist auch beträchtliche Menge an W-Erz gebunden. Das Gesamtgesteins-Alter wird mit 316 ± 10 Ma angegeben (Eichhorn 1995).

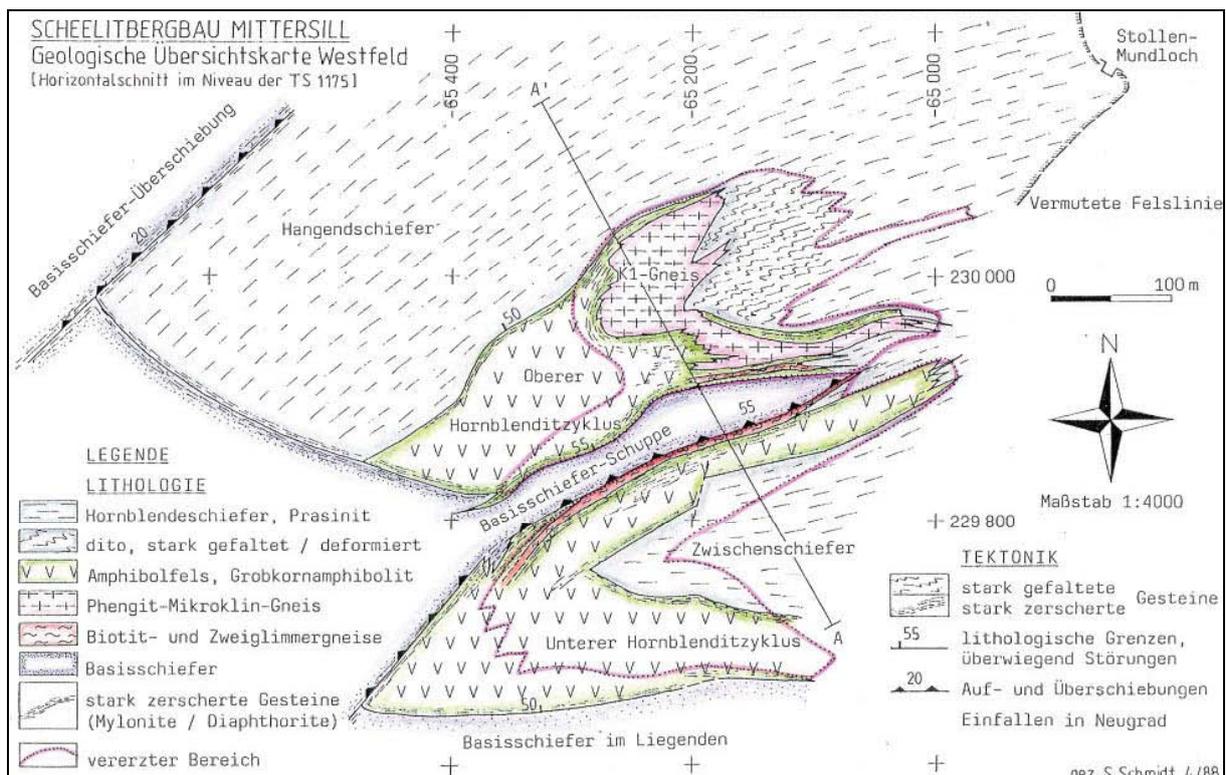


Abb. 3: Profil durch die Lagerstätte auf der TS 1175 (nach Schmidt 1988)

Die Scheelitvererzung ist an Quarz-Gänge gebunden, die sowohl konkordant aber auch diskordant und stockwerksförmig auftreten können (Quarz-I). Diese Quarzgänge sind in allen

Lithologien zu finden. Der Scheelit-Gehalt hängt stark von der Quarzföhrung ab. Scheelit tritt speziell an den Salbändern auf. Die größten Gehalte sind dabei an die Kreuzungspunkte der einzelnen Gänge zu finden. Es tritt sowohl Mo-hältiger als auch Mo-freier Scheelit auf. Der Mo-freie Scheelit entstand durch die Remobilisation des älteren, Mo-hältigen Scheelits. An diese Quarzgänge sind auch diverse Sulfide und Sulfosalze, sowie Beryll, Phenakit und Fluorit gebunden. Von den Sulfiden treten am häufigsten Pyrrhotin, Chalkopyrit, Molybdänit (als Produkt der Scheelit-Mobilisate), Pyrit und einige Wismut-Sulfosalze auf.

Nach der variszischen Gebirgsbildung wurde die Scheelit-föhrende Serie von Metalamprophyren durchsetzt. Diese bestehen hauptsächlich aus porphyrischen Biotit-Epidot-Gängen. Das Alter dieser Gänge wurde mit 280 ± 4 Ma bestimmt (Eichhorn 1995). Die Quarz-II Generation entstand während der alpidischen Gebirgsbildung und tritt hauptsächlich diskordant auf.

Die jüngsten Strukturen bilden Mylonite und Diaphtorite, die am häufigsten in der Nähe der Basisschieferschuppe auftreten. Die Hauptminerale sind hier Talk, Chlorit und Biotit. Vereinzelt finden sich noch Relikte von eingeschuppten Gesteinsfragmenten, wie z.B. Quarz. Diese Strukturen weisen keine Scheelitföhrung auf.

4. Beschreibung der für die Aufbereitung wichtigen Mineralphasen

Durch die Inhomogenität der Erzkörper ist die Mineralogie auch immer vom derzeitigen Abbaustand abhängig. Dies hat natürlich eine Auswirkung auf die Aufbereitung. Daher soll in diesem Kapitel die derzeit relevanten Minerale und ihr Auftreten in den einzelnen Erzkörpern genauer beschrieben werden. Die Mikrosondenanalysen der einzelnen Minerale sind im Anhang zu finden. Der für die Aufbereitung relevante Mineralbestand setzt sich wie folgt zusammen:

Hauptminerale: Hornblende (Aktinolith, Mg-Hornblende, Edenit)
 Glimmer (Biotit, Muskovit, Phlogopit)
 Quarz

Nebenbestandteile: Arsenkies
 Calcit
 Chlorit
 Feldspat (Albit)
 Pyrit
 Pyrrhotin
 Scheelit
 Talk
 Wismut-Erze

Hornblende

In der Lagerstätte treten drei unterschiedlichen Modifikationen von Mineralen der Hornblende-Gruppen auf. Edenit ist am häufigsten in den Hornblenditen zu finden, ist mengenmäßig aber nicht so häufig wie Aktinolith und die Mg-Hornblende. Für die Aufbereitung stellt Edenit kein Problem dar. Mg-Hornblende findet sich in fast allen Gesteinen, außer den stark deformierten Hornblendeschiefern, wo selten noch Relikte von Mg-Hornblende zu finden sind. Die größten Aggregate von Mg-Hornblende können einige cm erreichen. Für die Aufbereitung problematisch ist der Aktinolith, da er sich von der Kornform (stängelig) gegenüber jenen der anderen Hornblenditen (gedrungen) stark

unterscheidet. Aktinolith tritt vor allem in kleinen Scherbahnen als Neubildung auf. Die Hornblendeschiefer bestehen zum Großteil nur aus diesem Mineral.

Glimmer

Das Auftreten von Muskovit war und ist ausschließlich auf die Gneise beschränkt und spielt mengenmäßig eine eher untergeordnete Rolle. Biotit ist in fast allen Gesteinen zu finden und kann Ausnahmefällen eine Korngröße von über einem cm erreichen. In den Scherzonen wurde Biotit und Hornblenden zu Phlogopit umgewandelt. Das geförderte Roherz enthält durchschnittlich um die 30 vol.% Glimmer.

Quarz

An die verschiedenen Generationen von Quarz-Gängen ist der Großteil des Scheelits gebunden. Man kann hier unterscheiden:

1. Generation

Diese Gänge treten immer parallel zur Schieferung auf und sind meistens mit Mo-hältigem Scheelit vererzt. Die Deformation erfolgte stets zusammen mit den umgebenden Gesteinen. Der Scheelit-Gehalt kann sehr gut an dem Gehalt des Quarzes abgeschätzt werden (auch ohne Zuhilfenahme einer UV-Lampe).

2. Generation

Durch eine spätere Tektonik bzw. Stofflösung wurde diese Generation gebildet. Diese Gängen durchschlagen die 1. Generation meistens diskordant. Eine einheitliche Richtung ist dabei nicht festzustellen.

3. Generation

Bei der alpidischen Orogenese kam es zur abermals zur eine Mobilisation. Hierher sind auch die alpinen Zerrklüfte zu stellen. Die Form unterscheidet sich ein wenig von den vorhergehenden, da diese auch linsenförmig auftreten können. Hier tritt ausschließlich Mo-freier Scheelit auf.

Die reichsten Vererzungen sind an die Kreuzungsbereiche der einzelnen Gänge gebunden. Dort tritt Scheelit nicht selten in bis zu einige cm großen Blasen auf.

Arsenopyrit

Der Arsen-Gehalt im Roherz ist auf gut ausgebildete Arsenopyrit-Körner in Quarz zurückzuführen. Im Handstück ist dieses Erzmineral nicht erkennbar. Ein vermuteter Arsen-Gehalt in Pyrit konnte nicht bestätigt werden. Arsenkies enthält ebenfalls bis zu 3 % Co.



Abb. 4: Die 2. Generation von Quarz durchschlägt die 1. Generation, die Schieferungsparallel diskordant. Ostfeldstrecke auf der TS 1000

Calcit (bzw. Fe-Mg-hältiges Karbonat)

Das auffälligste Erscheinungsbild von Calcit ist auf den TS 775 und TS 800 zu beobachten. Hier tritt Calcit als bis zu 10 cm mächtige „Gänge“ bzw. Linsen zusammen mit Quarzgängen im Amphibolit auf. Der Calcit ist hier relativ grobspätig. In den Amphiboliten tritt Calcit nur sehr untergeordnet auf.

Calcit bzw. Breunnerit tritt an Talkschiefer speziell im K4 gebunden auf. Dies ähnelt allen alpinen Vorkommen von Serpentiniten zusammen mit Talkschiefern.

Feldspat (Albit)

Das Auftreten von Albit ist auf die Amphibolite und Prasinite beschränkt. Im Roherz tritt Albit nur sehr untergeordnet auf und stellt außerdem für den Aufbereitungsprozess kein Problem dar.

Molybdänit

Molybdänit kann in allen Erzkörpern gebunden an Quarzgänge beobachtet werden. Er tritt meistens ohne Verwachsungen mit anderen Erzmineralen als Einzelkörner in Größen bis 2 mm auf. Durch die Untersuchung des Produktes der Talkflotation mittels eines Dünnschliffes konnte ein Molybdänit-Gehalt von ca. 5 % festgestellt werden. Da bei Ferromolybdän die Preise im letzten Jahr sehr gestiegen sind, wäre auch eine Gewinnung des Molybdänits interessant. Zumindest ist eine gesonderte Verhaldung dieses Produktes anzuraten, da dieses später bei einer veränderten Marktsituation leicht gewinnbar wäre (sehr guter Aufschlussgrad).

Chalkopyrit

Eines der häufigsten Erzminerale ist Chalkopyrit. Er tritt in allen Bereichen der Lagerstätte auf. Nicht selten ist er mit den verschiedensten Wismut-Erzen verwachsen. Indem Produkt der Talkflotation, in dem sich auch die Sulfide anreichern, ist etwa 5 % Chalkopyrit enthalten. In diesem Korngrößenbereich tritt er meistens nur mehr als Einzelkorn auf und wäre somit bei einer Weiterverarbeitung des Konzentrates leicht gewinnbar.

Pyrit

Pyrit tritt entweder als kleine Kristalle in Quarz zusammen mit anderen Erzen auf. Ein zweites Auftreten konnte in einem Hornblendeschiefer auf der TS 775 beobachtet werden, wo er Kristalle bis zu 1 cm bildet. Eine Mikrosonden-Analytik eines Körner-Präparates des Produktes der Talkflotation ergab einen sehr reinen Chemismus. Der Pyrit-Gehalt dieses Produktes liegt bei etwa 5 %. Die vermuteten Gehalte von Co, Ni sind an Pyrrhotin gebunden und As tritt in Form von Arsenopyrit als eigenständiges Mineral auf.

Pyrrhotin

Pyrrhotin stellt das häufigste sulfidische Mineral im Westfeld dar. Es tritt in allen Erzkörpern sowohl an Quarz gebunden als auch in den alpidischen Zerrklüften auf. Da Pyrrhotin magnetisch ist, lässt sich dieser sehr leicht mit einem Magnet an den verschiedenen

Zerkleinerungsstufen entfernen. Interessant ist dieses Mineral vor allem durch den Gehalt von Ni und Co. Der Ni-Gehalt liegt bei etwa 1 %, der Co-Gehalt bei etwa 0,3 %.

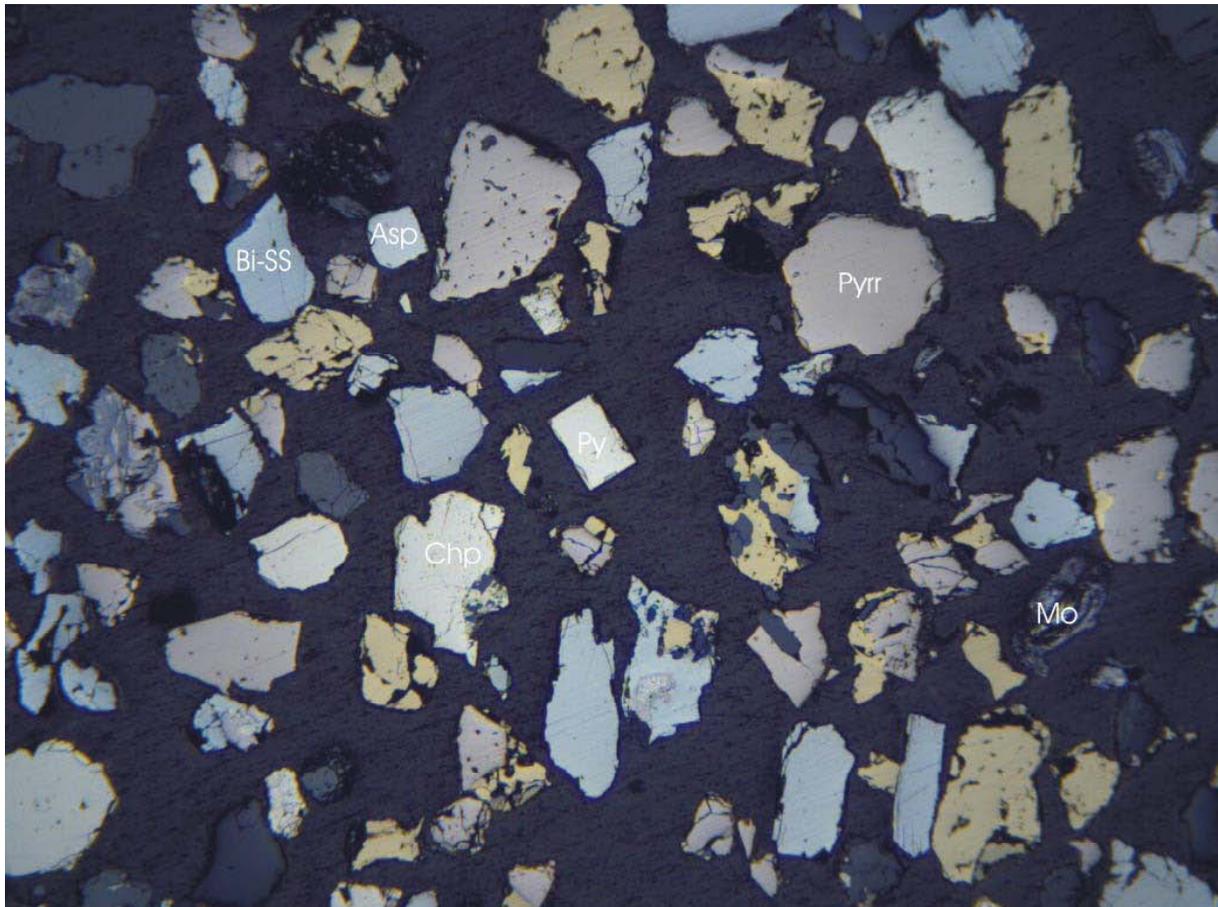


Abb. 5: Erzmineralkonzentrat aus dem Produkt der Talkflotation. Hauptbestandteile sind verschiedene Wismut-Erze, Chalkopyrit, Molybdänit und Pyrrhotin. Als Nebengemengteile sind Pyrit und Arsenopyrit enthalten.

Scheelit

Im Laufe der Zeit hat sich ebenfalls das Auftreten von Scheelit in den einzelnen Erzkörpern verändert. Die größten Gehalte waren an den K1-Gneiskörper gebunden. Da dieser Erzkörper zur Gänze abgebaut ist, wird es auch schwerer mit den anderen Erzkörpern die geplante Produktion und die vorgegebenen Gehalte zu erreichen.

Für alle Erzkörper gilt folgendes: Besonders gut vererzt sind jene Bereiche, wo mehrere Generationen von Quarz-Gängen aufeinander treffen. Hier wurde viel WO_3 mobilisiert und hier ist sowohl Mo-freier als auch Mo-hältiger Scheelit zu finden. Im Folgenden wird nun einzeln das Auftreten von Scheelit in jedem Erzkörper beschrieben.

K2:

In diesem kleinen Erzkörper ist Scheelit ausschließlich an Quarz gebunden, wobei für den gesamten Erzkörper ein Gehalt von 0,4 % WO_3 angegeben wird.

K3:

Das Auftreten von Scheelit ähnelt jenem des K1. Hier tritt Scheelit ebenfalls in großen Blasten vor allem am Rand des Erzkörpers auf. Im Quarzkörper selbst ist Scheelit eher fein verteilt zu finden.

K4:

Aufgrund der sehr inhomogenen Zusammensetzung dieses Erzkörpers, gibt es hier die verschiedensten Vorkommen. Einerseits tritt Scheelit in den eingeschuppten Gesteinen anderer Erzkörper auf, andererseits bildet er hier auch Blasten (selten Kristalle) bis zu 10 cm. Selten tritt Scheelit an den kleinen Scherbahnen zwischen den eingeschuppten Gesteins-Fragmenten auf. Daher schwankt auch der WO_3 -Gehalt sehr mit der Petrographie.

K5:

Scheelit tritt hier fast ausschließlich an Quarz gebunden auf. Der Gehalt ist daher stark abhängig von dem Quarz-Gehalt. Es treten sowohl Mo-hältiger als auch Mo-freier Scheelit in Blasten bis einige cm auf.

K6:

Größere Blasten fehlen hier zur Gänze und es sind nur Körner bis einige mm im Quarz zu beobachten.

K7-K8:

Diese Bereiche lagen lange Zeit aufgrund des niedrigen Preises unterhalb der Bauwürdigkeit. Scheelit ist hier ausschließlich an Quarz gebunden und es gibt nur selten größere Blasten. Meistens handelt es sich um kleine Körner am Kontakt von Quarz zu den Amphiboliten.

Gesamter Erzkörper unter TS 900:

Auf diesen Teilsohlen ist vor allem ein Trend zu erkennen. Die besten Gehalte liegen in der Mitte des Erzkörpers und sind hier an Quarz gebunden, gegen den Rand hin nimmt der WO_3 -

Gehalt ab. Blasten können eine Größe von mehreren cm erreichen und sind ähnlich jenen, wie es sie im K1 gab. Im NW-Bereich der Lagerstätte tritt Scheelit auch fein verteilt in den Amphiboliten bzw. Hornblendeschiefern auf, wobei die Korngrößen hier nur selten einige mm überschreiten. Zusätzlich tritt in diesem Bereich Scheelit auch an Quarz gebunden auf, wobei jedoch nicht jene Korngrößen des inneren Bereiches erreicht werden. Überall können weiterhin mehrere Generationen (nach Mo-Gehalt) unterschieden werden.

Talk bzw. Chlorit (Klinochlor)

Talk und Chlorit werden gemeinsam beschrieben, da diese erstens gemeinsam auftreten und sich zweitens in Bezug auf den Aufbereitungsprozess ähnlich verhalten.

In der Habachformation tritt Talk gebunden an Ultramafite in bis zu Zehnermeter mächtigen Linsen auf und wurde im Felbertal in früherer Zeit auch bergmännisch gewonnen. Im Westfeld wurde Talk beim Bau des Unterfahrungsstollens zur Aufbereitung in einer Störungszone festgestellt. Als problematisches Mineral für die Aufbereitung trat Talk erst in den letzten Jahren durch die Änderung in den Abbauen auf. Im den Erzkörpern K1, K2, K3 und K7-K8 tritt Talk nicht in Erscheinung. Der Talk- bzw. Chloritanteil im derzeitigen Roherz kommt aus folgenden Grubenbereichen:

K4:

Da der K4 im Faltenschenkel der Basisschieferschuppe auftritt, kann dieser Erzkörper als Störungszone bezeichnet werden. Hier sind die verschiedensten Gesteine in einer Grundmasse aus Glimmer, Talk, Chlorit und Aktinolith eingebettet. Talk tritt auch als eigenes Gestein (Talkschiefer) in Erscheinung.

Störungen:

Markant ist hier das Auftreten von Talk und Chlorit in der Mitte von den Störungszonen als ein bis zu 5 cm mächtiges Band zusammen mit Chlorit. Dies kann als Lösungsbahn gedeutet werden. Der Großteil dieser Störungen besteht aus einem Gemenge von Talk, Chlorit und Phlogopit.

Hornblendeschiefer:

In diesen Gesteinen findet sich Chlorit sehr häufig als feine Lagen zusammen mit Aktinolith. Talk tritt hier nicht in Erscheinung. Bei einem höheren Chlorit-Anteil spricht Jahoda (1984) von einem Hornblendeprasinit, bei einem Gehalt von über 10 % von einem Chlorit-Prasinit.

TS 830-775

Hier tritt Talk und Chlorit vor allem in den westlichen Bereichen des Abbaus A51 auf. Man könnte diese Bereiche als die Verlängerung des K4 in die Teufe interpretieren. Dies wirkt sich hier sehr stark auf die Standfestigkeit des Gebirges aus. Einerseits ist Talk an die mächtige Störungszone inmitten des Erzkörpers gebunden, andererseits konnte Talkschiefer ebenfalls in den Hornblendeschiefern im W-Bereich beobachtet werden.

Da bereits ein geringer Anteil an Talk (~ 0,5 %) für die Aufbereitung ein Problem darstellt, müsste auf dieses Problem von mehreren Seiten reagiert werden:

1. Vorerkundung der aufgefahrenen Abbaue bzw. Strecken mittels Kartierung und Probenahme auf Problemzonen.
2. „Lieferung“ eines möglichst homogenen Roherzes. Dies bedarf einer gezielten Abbauplanung, da die Erzkörper einen sehr unterschiedlichen Anteil an den für die Aufbereitung problematischen Mineralen aufweisen. Weiters wäre eine Vermischung der verschiedenen Erze in Bunkern sowohl untertage als auch vor dem Aufbereitungsprozess eine Möglichkeit.
3. Bestimmung des Talk-Gehaltes mittels RDA vor dem Aufbereitungsprozess.

Wismut-Erze

Im Westfeld tritt eine große Anzahl an Wismut-Erzen auf. Die häufigsten davon sind: Cosalit, Galenobismutit und Bismuthinit. Diese sind immer an Quarz gebunden. Die reichsten Vererzungen gab es am Rand des K1-Gneises. Alle diese Minerale reichern sich bei Talkflotation an. Weitere Daten zur Mineralogie der Wismut-Sulfosalze können der Diplomarbeit von Jahoda (1984) bzw. diversen neueren Arbeiten entnommen werden.

5. Petrographie

Folgende Zusammensetzung des Roherzes wurde von Spross (1984) beschrieben: 0,5 - 06 % Scheelit, 30 – 50 % Amphibole, 5 – 15 % Phyllosilikate, 5 – 15 % Quarz, < 10 % Feldspat, 7 – 12 % Calcit, < 3 % Sulfide und < 0,5 % Fluorit. Durch die Änderung der Abbausituation hat sich natürlich auch dieses Verhältnis geändert. Der Anteil der Phyllosilikate stieg dabei auf 15 – 25 %. Dabei ist speziell auf das gehäufte Auftreten von Talk und Chlorit hinzuweisen, die das Hauptproblem der Aufbereitung darstellen. Bei den Amphibolen ist der Gehalt in etwa gleich geblieben, jedoch tritt hier Aktinolith anstelle der anderen Amphibole wie Edenit und Mg-Hornblende in größerer Menge auf. Im Folgenden werden die derzeit, in den Abbauen auftretenden Gesteine beschrieben. Bei der petrographischen Beschreibung liegt das Hauptaugenmerk auf den tektonisch beanspruchten Bereichen, in denen Talk und Chlorit gehäuft auftreten, da derartige Gesteine in den bisherigen Arbeiten nur ungenügend bearbeitet wurden.

Hornblendit

Hornblendite stellen typische Gesteine in den beiden Hornblendezyklen dar und bestehen fast ausschließlich aus Amphibolen. Den Hauptanteil bildet Mg-Hornblende, untergeordnet tritt Edenit auf. Selten bildet Biotit feine Lagen in den Hornblenditen, die aber mengenmäßig keine Rolle spielen und als typische Nebengemengteile zu klassifizieren sind. Scheelit ist fast ausschließlich an Quarz gebunden. Einzelne Mineralkörner von Hornblenden können bis zu 5 cm im Durchmesser erreichen. Randlich weisen diese Körner vereinzelt eine Neubildung von Aktinolith auf. Vom Gefüge sind Hornblendite als richtungslose Gesteine zu bezeichnen.

Es treten zwei verschiedene Arten von Umwandlungen auf: erstens die Umwandlung in Hornblendeschiefer in tektonisch stärker beanspruchten Bereichen und zweitens die Neubildung von Myloniten und Diaphthoriten gebunden an Störungszonen. Die zweite Art wird in diesem Kapitel bei den Myloniten genauer beschrieben.

Bei der Umwandlung von Hornblendit in Hornblendeschiefer tritt eine Neubildung von Aktinolith auf Kosten von Edenit und Mg-Hornblende auf. Hierbei konnten sämtliche Übergangsformen beobachtet werden. Bei beginnender Umwandlung bildet sich am Rand der einzelnen Körner von Edenit und Mg-Hornblende ein Saum von Aktinolith. Je stärker ein Bereich deformiert wurde, desto mehr verdrängt Aktinolith Mg-Hornblende und Edenit. Dies geht bis hin zu einem reinen Hornblendeschiefer, der zur Gänze aus Aktinolith besteht. Dabei

wandelt sich das richtungslose Gefüge des Hornblendites durch deutliche parallele Einregelung des Aktinolithes in zum Teil zerschertes Schiefergefüge um. An den Scherbahnen bildet sich dabei vor allem Biotit. Dieser Vorgang ist auch in einem sehr eng begrenzten Bereich von einigen Zehnermetern zu beobachten. Bei der Kartierung solcher Bereiche wurde immer das mengenmäßig überwiegende Gestein ausgewiesen.

Hornblendeschiefer - Hornblendeprasinite

In diesem Gestein tritt fast ausschließlich Aktinolith auf. Dieser bildet ein feines Netzwerk von eingeregelt, schieferungsparallelen Nadeln und Stängeln bis zu 1 cm Länge. Nur am Rand der einzelnen Schollen findet sich Biotit. Als weitere Bestandteile treten Chlorit und Epidot auf. Hornblendeprasinite sind etwas massiger und auch grobkörniger als Hornblendeschiefer. Charakteristisch ist hier das Auftreten von cm-großen Epidot/Klinozoisit-Nestern. Diese können in Chlorit-Prasinite übergehen, bei denen ein Chlorit-Anteil bis 10 % möglich ist. Beide Gesteine sind fast immer Scheelit-frei. Weiters kann in Chlorit-Prasiniten auch ein Karbonat-Anteil von bis zu 10 % auftreten (Jahoda 1984).

Grobkornamphibolite

Die Hauptminerale der Grobkornamphibolite sind Hornblende, Epidot und Zoisit. An Negengemengteilen treten Chlorit, Albit und Biotit auf. Akzessorien sind Karbonat und Quarz. Die Hauptmasse bilden bis mehrere cm-große Körner von Hornblende, die in einer Grundmasse, bestehend aus den anderen Mineralien liegen. Je größer der Biotit-Anteil ist, desto besser ist auch eine Schieferung ausgebildet. Eine richtungslose-massige Textur tritt nur sehr selten auf.

Feinkornamphibolite - Prasinite

Diese Gesteine sind nach Höll (1975) folgend definiert: Hornblendeanteil < 70 %, massig, feinkörnig, keine bis geringe Schieferung. An Mineralen treten Hornblende, Albit, Biotit, Chlorit und Epidot auf. Bei zunehmender Schieferung und Umwandlung der Hornblenditen in Aktinolith, ergibt sich ein Übergang zu den Hornblendeschiefern. Biotit tritt meist lagenförmig auf.

Gneise

Eine Vielzahl von verschiedenen Gneistypen wurden in den Arbeiten von Höll (1975), Jahoda (1984) und Schmidt (1988) unterschieden. Im derzeitigen Gesteinsbestand des Westfeldes

treten Gneise nur sehr untergeordnet auf. Diese bilden meist bis 1 Meter-mächtige diskordante Gänge oder Linsen. Große Gneiskörper wie der K1-Gneis sind bereits zur Gänze abgebaut.

Gneise sind fast immer Scheelit-frei, selten befindet sich Scheelit fein verteilt im Quarz. Unterschiede in dem Erscheinungsbild der Gneise ergeben sich durch einen unterschiedlichen Glimmer-Gehalt. Nimmt der Glimmer-Anteil zu, so wird eine Schieferung sichtbar. Selten ist in Gneisen auch Granat zu beobachten.

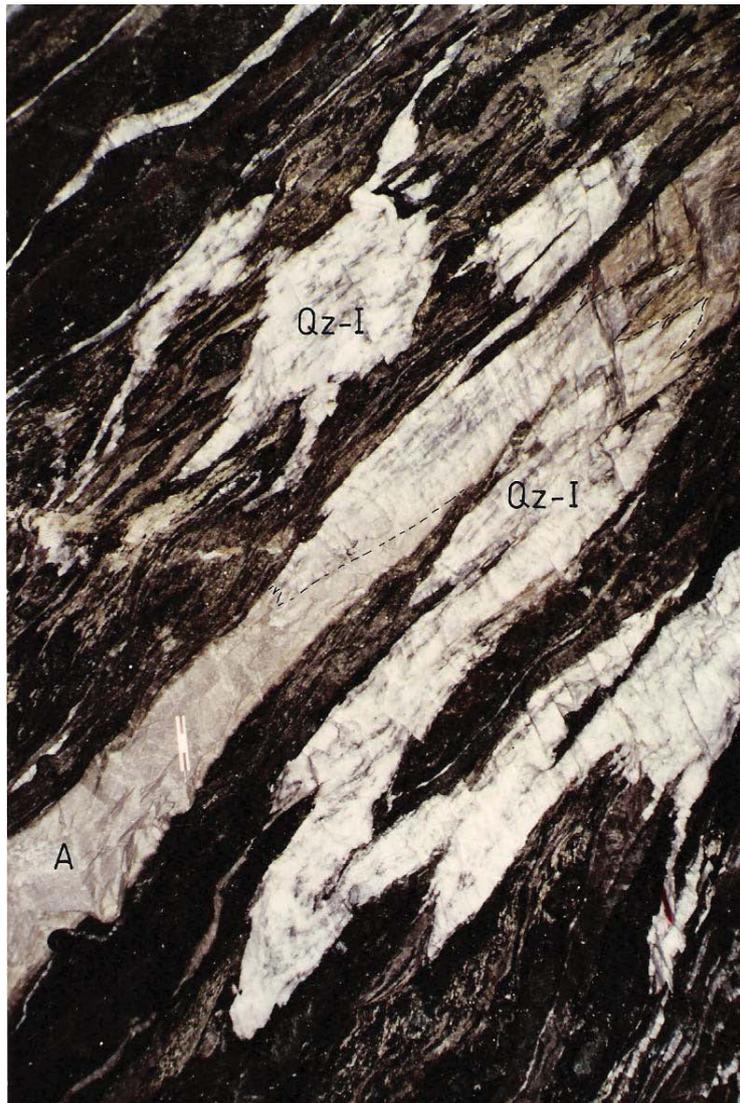


Abb. 6: Aplitgang in stark gefaltetem Amphibolit, TS 775 West

Aplite

Hierbei handelt sich um sehr Quarz-reiche Gesteine, mit geringem Anteil an Biotit und Albit. Diese treten meist diskordant als Gänge, meistens in Verbindung mit Gneisen, auf. Nur selten finden sich darin Spuren von Scheelit.

Talkschiefer

Talkschiefer war früher nur aus dem Unterfahrungsstollen zur Aufbereitung bekannt. Dieses Gestein stellt ein signifikantes Problem für die Aufbereitung dar. Talkschiefer treten lins- bis lagenförmig im K4 und in den westlichen Bereichen auf den Teilsohlen unterhalb der TS 900 auf. Dieser Bereich könnte auch als Verlängerung des K4 in die Teufe angesehen werden.

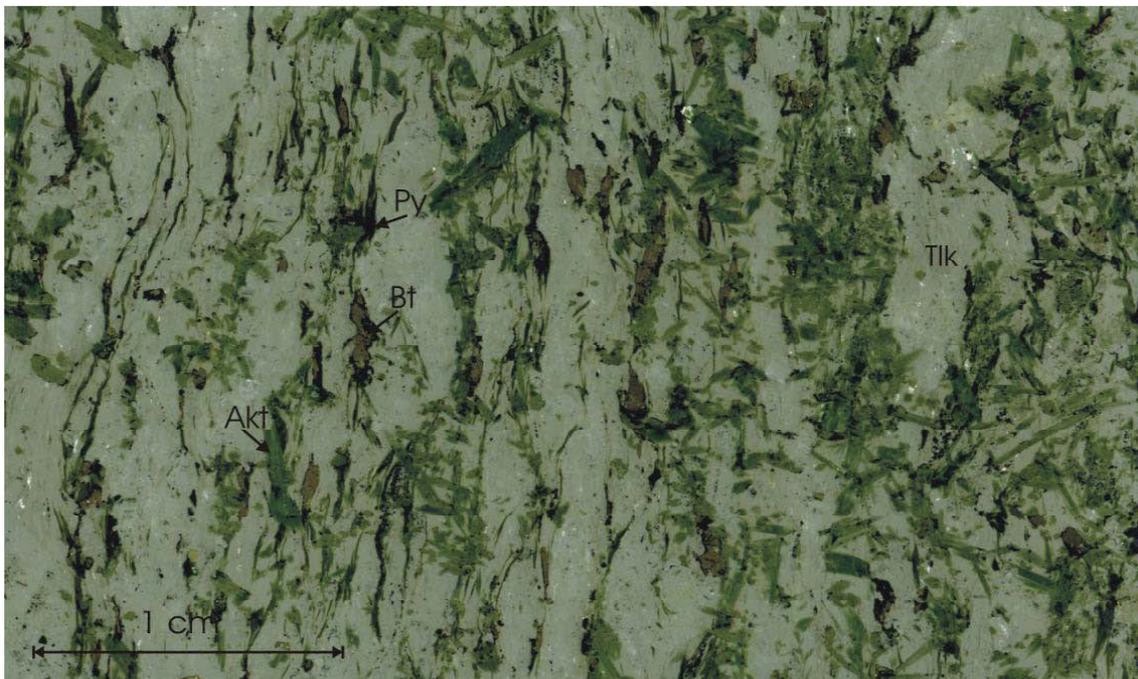


Abb. 7: Talkschiefer von der TS 972, K4

Die Grundmasse bildet Talk, darin treten Aktinolith, Biotit, Eisen-hältiges Karbonat (Breunnerit) und Pyrit auf. Scheelit ist nur in Spuren enthalten (Abb. 1). Talkschiefer sind an tektonisch stark beanspruchte Bereiche gebunden, in Myloniten konnte reiner Talkschiefer noch nicht beobachtet werden. Hier tritt ein Talk-Chloritschiefer auf.

Talk-Chloritschiefer

Das Vorkommen dieses Gesteins ist an Störungen gebunden. Außer Talk und Chlorit treten an weiteren Mineralen Biotit und wenig Quarz auf. Sehr selten finden sich auch noch Reste von

Amphibolen, vor allem Aktinolith. Im Handstück als auch im Dünnschliff ist hier Talk von Chlorit nicht immer eindeutig unterscheidbar, da beide Minerale sehr eng verwachsen auftreten können. Wie in Abb. 2 erkennbar, zeigen diese Gesteine ein vorwiegend richtungsloses Gefüge. Bei steigendem Glimmer-Gehalt ist eine leichte Schieferung erkennbar.

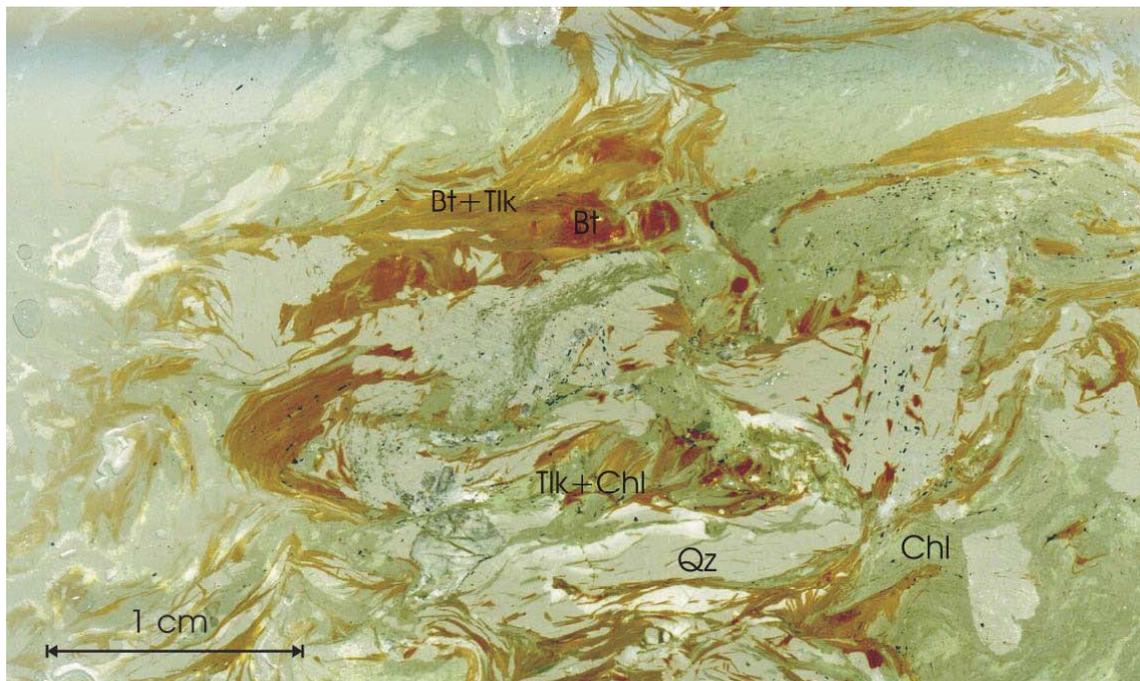


Abb. 8: Talk-Chloritschiefer aus einer Störungszone von der TS 775

Mylonite – Diaphthorite

Im Westfeld sind durch sehr starke tektonische Beanspruchungen bis zu einige Meter mächtige Störungen entstanden. Dabei fand eine Umbildung von Hornblenditen und Amphiboliten in Mylonite und Diaphthorite statt. Die dominierenden Gesteine in den Störungszonen sind Phlogopit- und Talk-Chloritschiefer, in denen noch einzelne Relikte von Amphibolen stecken können. Die Störungen können in fast allen Erzkörpern beobachtet werden, lediglich in der Umgebung des K1-Gneises sind sie selten. An diese Mylonite-Diaphthorite ist der Großteil der Talk- und Chlorit-Führung der Lagerstätte gebunden und damit stellen sie das Hauptproblem der Aufbereitung dar. Außerdem kann bei einer größeren Mächtigkeit auch eine erhebliche Bergschlag-Gefahr bestehen. Zur Unterscheidung verschiedener Arten von Diaphthoriten untertage dient vor allem der Glimmer-Gehalt. Charakteristisch ist eine Zonierung, die sich durch das Auftreten von erdig-weichen

Kluftletten im Randbereich und in der Mitte der Störungen manifestiert. Selten können innerhalb der Kluftletten Reste von Gesteinsbruchstücken von Quarz enthalten sein.

In der Diplomarbeit von Jahoda (1984) wurde bereits versucht, diese Gesteine auf ihren Modalbestand mittels RDA zu untersuchen. Zur damaligen Zeit erfolgte die Auswertung der Diffraktogramme noch händisch. Dabei wurden drei Typen von Myloniten unterschieden:

	Glimmer	Talk	Chlorit	Mixed-Layer-Silikate	Quarz	Kaolinit	Karbonat	Hydroglimmer
dunkle Hornblende-Diaphthorite	bis 60	50	bis 50	15		Sp.	Sp.	Sp.
helle Diaphthorite in Hornblenditen	ca. 10	ca. 65	ca. 20	ca. 5				
K1-Gneisdaiphthorite	30		ca. 15	ca. 5	45			Sp.

6. Beschreibung der Erzkörper

Die Beschreibung der Erzkörper erfolgt in zwei Teilen. Oberhalb der TS 900 kann man von eigenständigen Erzkörpern sprechen. Ab der TS 900 wachsen alle Erzkörper zu einem, stark verfalteten, Erzkörper zusammen. Sind in der oberen Bereichen die Liegenderzkörper auf einige hundert Meter ohne große Deformation zu verfolgen, so verengt sich der Erzkörper auf der TS 775 auf eine Fläche von 70 mal 50 Meter. Der Erzkörper ist in seiner lateralen Ausdehnung jedoch stark zониert und so lassen sich einzelne Bereiche zu den auf den oberen Sohlen noch getrennten Erzkörpern zuordnen. Unterhalb der TS 900 tritt auch die Basisschieferschuppe nicht mehr in Erscheinung.

6.1 Bereich TS 1175 - TS 940

K1

Von den Resten, die vom K1 noch vorhanden waren, konnte dieser nur noch auf der TS 972 beobachtet werden. Der K1 besteht hauptsächlich aus Quarz und Gneisen. Am Rand treten ebenfalls Amphibolite und Hornblendite auf. Am reichsten waren die Randbereiche vererzt, wo Apophysen von Quarz ins Nebengestein reichten. Hier traten Scheelit-Blasten bis 10 cm Größe auf. Meistens bestanden diese aus einem Mo-reichen Kern und einer Mo-armen Hülle, die als Remobilisation angesehen werden kann. Am Kontakt vom Quarz zu den Amphiboliten trat ein wenige cm mächtiges Scherband von Glimmern auf. Ab der TS 1000 wächst der K1 mit dem K3 zusammen. Die Gesteine im Liegenden sind nur schwach vererzt. Durch den geringen Glimmer-Gehalt dieses Erzkörpers, stellte dieser kein Problem für die Aufbereitung dar. Auch war durch den hohen Erzgehalt eine Aufbesserung des Durchschnittsgehalts möglich.

K2

Auf der TS 950 sind noch Reste des K2 vorhanden. Hier wurden in der Zeit der Kartierungen gerade die Auffahrungen getätigt. Der Erzgehalt wird mit 0,35 bis 0,4 % WO_3 angegeben. Es handelt sich jedoch nur um eine geringe Roherzmenge.

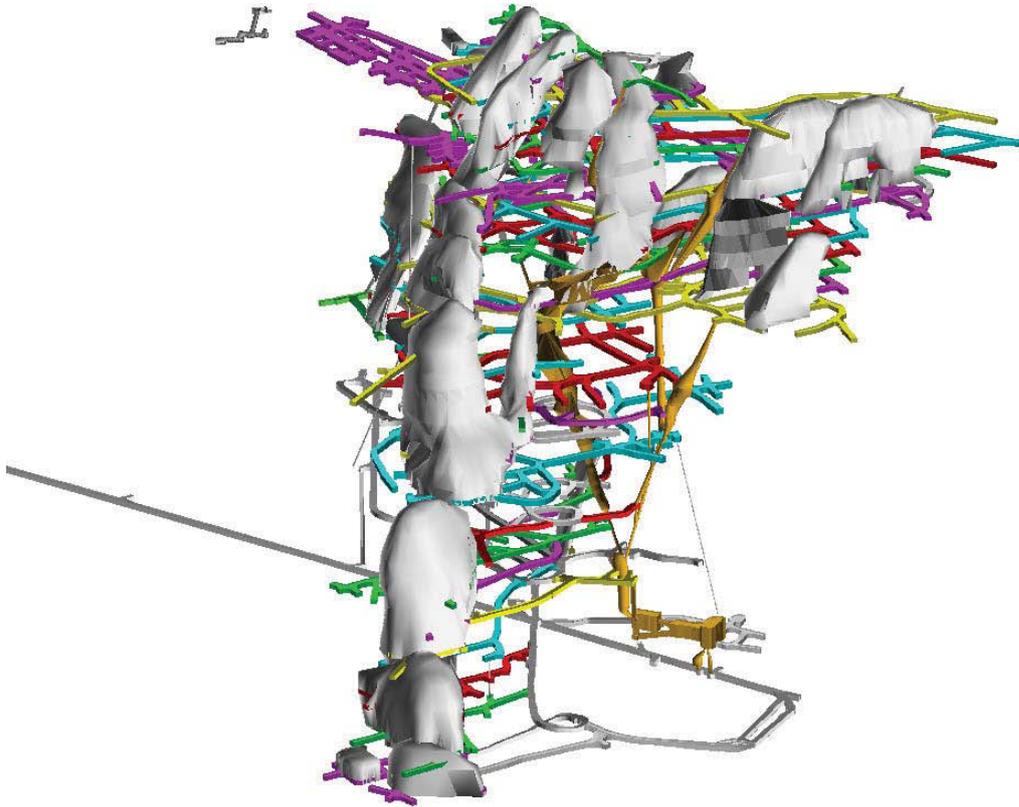


Abb. 9: dreidimensionale Ansicht des Grubengebäudes aus südwestlicher Richtung

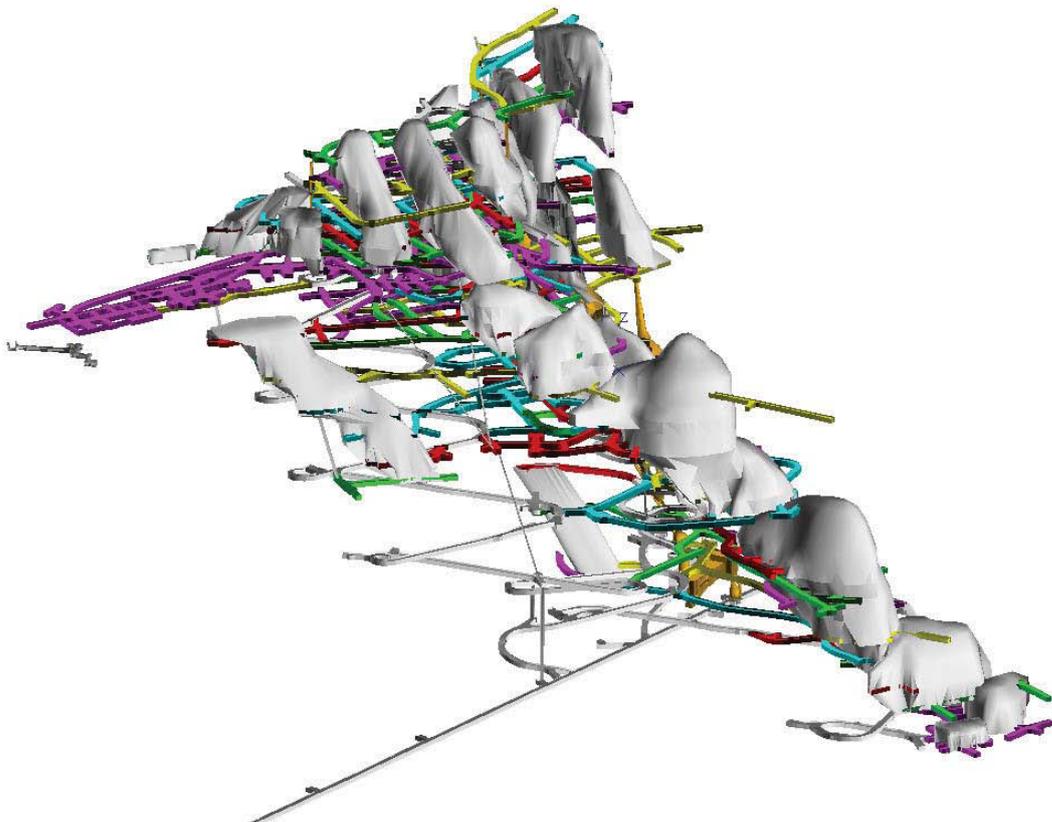


Abb. 10: dreidimensionale Ansicht des Grubengebäudes aus nördlicher Richtung

K3

Auf der TS 972 konnte noch ein kleiner Teil des K3 abgebaut werden. Dieser besteht wie der K1 aus Quarz und Gneisen. Direkt im Liegenden befindet sich hier der K4.

K4

Der K4 stellt sowohl von der Standfestigkeit des Gebirges als auch von der Aufbereikbaarheit ein großes Problem dar. Zwischen K3 und K4 befindet sich eine schmale Gneislamelle. Weiter im Liegenden liegt die Basisschieferschuppe. In der Verlängerung dieser schließt der K4 an. Dieser kann als Störungszone bezeichnet werden, da Gesteinfragmente aller im Westfeld vorkommenden Gesteine hier zu finden sind. Die Grundmasse wird gebildet aus Hornblendeschiefer, Chloritschiefer und Talkschiefer. Die Vererzung schwankt auch sehr mit dem gerade anzutreffenden Gesteinsbestand, kann aber im Schnitt mit 0,4 % WO_3 angegeben werden. Besonders auffällig ist die Umwandlung der Amphibolite und Hornblendite in den Randbereichen in die verschiedenen Schieferarten. In den Talkschiefern ist ein geringer Karbonat-Anteil zu beobachten. Nicht selten treten in den Schiefen fein verteilt auch Pyrit und Kupferkies auf. Der Großteil des Scheelits ist an den Quarz gebunden. In den Schiefen tritt er dieser nur sehr fein verteilt auf, hier aber nur Mo-frei. Selten finden sich hier Scheelit-Blasten bis zu mehreren cm Größe. Die Talkschiefer sind vor allem an Lösungsbahnen gebunden. Eine einheitliche Schieferung ist hier nicht mehr erkennbar. Der K4 würde mit 1 Million t eine große Reserve darstellen. Die Auffahrungen wurden größtenteils schon getätigt, jedoch sind diese Bereich durch die geringe Standfestigkeit ständig verbruchgefährdet.

K5

Der K5 stellt derzeit die wohl beste Erzreserve dar. Mit einem Durchschnittsgehalt von 0,45 bis 0,5 % WO_3 liegt dieser über dem geforderten Jahreswert. An Gesteinen treten hauptsächlich Amphibolite und Hornblendite auf. In geringer Menge treten Gneise, Hornblendeschiefer und Chloritschiefer auf. Die Chloritschiefer sind an gering-mächtige Störungszone gebunden. Auf folgenden Teilsohlen konnte der K5 beobachtet werden: TS 1110, TS 1100, TS 1024. Hier zeigte sich, dass auf der TS 1024 der K5 stärker deformiert war und hier ebenfalls auch Chloritschiefer gehäuft auftritt. Auch die Wechsellagerung der einzelnen Gesteine ist feiner als in den oberen Teilsohlen. Dieser Bereich war jedoch mit Gehalten bis zu 1,5 % WO_3 sehr gut vererzt. In den liegenden Bereichen Richtung K6 nimmt die Verfaltung ab.

K6

Zwischen K5 und K6 erreicht das Gebirge eine höhere Standfestigkeit. Die Gesteine sind weniger deformiert und es treten kleinere Störungszonen nur mehr vereinzelt auf. Den Hauptanteil bilden hier Amphibolite und Hornblendite. Der Gehalt dieses Erzkörpers kann mit 0,4 bis 0,45 % WO_3 angegeben werden.

K6'

Auf der TS 1024 tritt ebenfalls noch der K6' auf. Dies ist ein geringmächtiger Erzkörper (schmale Linse), der hauptsächlich aus Quarz-reichen Amphiboliten besteht. Der Gehalt liegt jedoch nur bei ca. 0,35 % WO_3 .

K7-K8

Diese Erzkörper befinden sich im Liegenden der Scheelit-führenden Serie. Die Petrographie besteht im Wesentlichen aus Hornblenditen und Feinkornamphiboliten. Scheelit ist hier fast ausschließlich an Quarz gebunden. Die am besten vererzten Bereiche befinden sich an Stellen, wo mehrere Generationen von Quarzgängen sich kreuzen. Hier können auch größere Blasten auftreten, die jedoch nicht die Größe jener im K1 erreichen. Der durchschnittliche Gehalt kann mit 0,4 % WO_3 angegeben werden. Die K7-K8 Erzkörper sind tektonisch nicht beansprucht worden, deshalb können die Quarzgänge über mehrere hundert Meter verfolgt werden. Störungszonen treten hier nur sehr vereinzelt auf, deshalb bereitet dieses Erz der Aufbereitung keine Probleme. Mittels ICPMS wurde eine Probe auf den REE-Gehalt analysiert. Die Verteilung entspricht jener von ozeanischen Inselbogenbasalten.

In der TS 1124/ TS 1132 werden derzeit der K6 bis K8 Querschlägig abgebaut. Da aber nur ein geringer Unterschied in der Petrographie besteht und Störungszonen nur sehr vereinzelt auftreten, stellen diese Abbaue kein Problem für die Aufbereitung dar.

K9-K10

Der Randbereich der gesamten Vererzung im Liegenden ist je nach Bauwürdigkeitsgrenze als eigenständiger Erzkörper zu bezeichnen. Die Form und das Auftreten sind gleich dem K7-K8.

6.2 Teilsohlen unter TS 900

Unterhalb der TS 900 tritt nur mehr ein großer Erzkörper auf. Es kann jedoch aufgrund der Tektonik und der Petrographie von Bereichen gesprochen werden, die den einzelnen Erzkörpern entsprechen. Die Hälfte der gesamten Förderung kommt derzeit aus diesen Bereichen.

TS 883

Bei der Auffahrung dieser Teilsohle wurde der zuerst eine Störungszone angetroffen, dahinter befand sich eine Gneislamelle. Diese TS ist heute nur mehr erschwert zugänglich, da dieser Bereich stark verbruchgefährdet ist.

TS 800

Hier waren zur Kartierungszeit alle Auffahrungen fertig und es wurde gerade mit dem rückwärts schreitenden Abbau begonnen. Im NW-Bereich trat teilweise eine starke Vermischung des Erzes mit dem Nebengestein auf, wodurch der Scheelit-Gehalt unter die Bauwürdigkeitsgrenze sank. Dies ist durch das Nachbrechen von Material aus dem Hangenden zu erklären. Im westlichen Bereich wird der Erzkörper durch eine große tektonische Fläche begrenzt. Die Richtung und das Einfallen kann mit 230/60 angegeben werden, eine Kartierung war jedoch nicht möglich, da dieser Bereich nicht zugänglich war. Ob hier ein Teil des Erzkörpers abgeschert und versetzt wurde, ist derzeit noch unklar. Grundsätzlich gab es hier eine größere tektonische Beanspruchung als im östlichen Bereich. Die Erzverteilung ist folgendermaßen: In der Mitte sind Erzgehalte von bis zu 1 % WO_3 vorhanden. Gegen den Rand nehmen die Gehalte ab und erreichen hier um die 0,4 bis 0,5 % WO_3 . Dies ist mit einem Quarz-reichen Kern zu erklären. Im östlichen Bereich konnten noch offene Strecken vorgefunden werden. Hier tritt eine, bis zu 2 Meter mächtige, Störungszone auf, die nur aus Chlorit, Talk und Phlogopit besteht. Markant war in der Mitte ein ca. 5 cm mächtiges Band aus Talk und Chlorit. Dieselbe Störung konnte in der gleichen Form in mehreren Querschnitten auf der TS 775 beobachtet werden. Im Lagerstättenmodell ist diese ebenfalls in einigen höheren, heute nicht mehr zugänglichen, Teilsohlen eingezeichnet. In der Aufbereitung gab es immer Probleme, wenn Roherz aus diesem Bereich gefördert wurde. Dies konnte zuerst nicht begründet werden. Es lässt sich folgendermaßen erklären. Die Störungszone erstreckt sich über den kompletten Erzkörper (ca. 70 Meter Länge) und kann

mit durchschnittlich 2 m Mächtigkeit angegeben werden. Die dadurch entstehende Menge an „Problemstoffen“ verteilt sich somit auf einen großen Teil der Fördermenge.

TS 775

Während der Auffahrungen konnte ein Teil kartiert werden. Dadurch war auch ein Vergleich mit den darüber liegenden Sohlen möglich. Im N-Ende des Sumpfes dieser Sohle war dieselbe Störungszone wie auf der TS 800 aufgeschlossen. Weiters wurde diese in den zwei westlich davon liegen Querschlägen ebenfalls in gleicher Form und Mächtigkeit beobachtet. In vorderen Bereichen traten vorwiegend Hornblendite und Amphibolite auf, die nur selten kleine Störungszone aufweisen. Calcit trat hier in Form von bis zu 10 cm mächtigen Blasten und Linsen zusammen mit Quarz in Erscheinung. Gneise waren linsenförmig und auch als Gänge zu beobachten. Je weiter man nach Westen kommt, desto stärker wirkte die Tektonik. Die Schieferung der einzelnen Gesteine wurde feiner, es traten häufiger Hornblende- und Chloritschiefer auf. Der Quarz-Gehalt und somit der Erzgehalt nahm ab. In den westlichsten Bereichen bildete Hornblendeschiefer den Hauptanteil, mit Einlagerungen von Amphibolit und seltener Hornblendit. Selten traten kleinere Linsen von Talkschiefer auf. Scheelit war hier auch vermehrt feinkörnig in den verschiedensten Gesteinen zu finden und nicht nur an Quarz gebunden.

7. Tektonik

Das Ziel einer tektonischen Betrachtung der Lagerstätte sollte die Interpretation und Voraussage über tektonisch stark beanspruchte Bereiche sein. In den Arbeiten von Jahoda (1984) und Schmidt (1988) wurden nur kleinere Bereiche, meistens innerhalb einer Teilsohle betrachtet. Dabei konnten Homogenitätsbereiche für die unterschiedlichen Lithologien ausgeschieden werden. Schmidt (1988) erwähnt in seiner Arbeit unter dem Punkt „Betriebsgeologie“ bereits folgendes: „Außerdem müssen Probleme, die sich z.B. aus Mylonitzonen für den Bergbau und die Aufbereitung ergeben können, möglichst frühzeitig erkannt werden.“ Dem wurde in der Vergangenheit nur wenig Beachtung geschenkt, da sich der Abbau vor allem auf den in dieser Hinsicht unproblematischen Erzkörper K1 konzentrierten.

Die größte tektonische Beanspruchung erfolgte während der variszischen und alpidischen Gebirgsbildung. Höll und Eichhorn (2000) erwähnen, dass im Westfeld auch noch die variszische Tektonik zu erkennen ist. Nach Frasl & Frank (1966) kann die alpidische Entwicklungsgeschichte der mittleren Hohen Tauern in drei Teile unterteilt werden.

Im ersten Akt erfolgte die Aufschiebung und Verfaltung des mesozoischen Anteils des Penninikums. Weiters wurde die Riffeldecke auf den Granatspitzkern und die paraautochtone Schieferhülle verfrachtet.

Den zweiten Akt stellt die metamorphe Überprägung aller Gesteine des Tauernfensters dar.

Im dritten Akt trat ein Abgleiten der nördlich des Tauernfensters gelegenen Einheiten wie der Grauwackenzone auf „Tauernrand-parallelen-Strukturen“ auf.

Bei einer Kartierung und Beobachtung von Störungen mit größeren Mächtigkeiten (>1 m) konnte in den Bereichen der TS 800 und TS 775, aber auch auf der TS 940 eine einheitliche Richtung erkannt werden. Diese weisen im wesentlichen ein W-E-Streichen mit nahezu saigeren Einfallen auf. Eine einheitliche Schieferung und Lineation ist umso schlechter ausgebildet, je mehr man in die Teufe kommt. Die größte tektonische Beanspruchung erfolgte Schieferungs-parallel. Nach Höll (1975) sind diese Strukturen dem zweiten Akt zuzuordnen. Das Westfeld ist durch geringe Versatzbeträge in den querschägigen Scherbahnen gekennzeichnet, bei s-parallelen Scherbahnen lässt sich kein Versatz erkennen. Es kam zu einer Mineralneubildung in den Störungen. Es wurden im wesentlichen Biotit-Phlogopit,

Aktinolith, Chlorit und Talk gebildet. Zusätzlich erfolgte auch noch eine postmetamorphe Bewegung, die vor allem an Störungsbahnen mit erdig-weichen Klüftletten zu erkennen ist. In den westlichen Bereichen auf der TS 775 sind ebenfalls junge Scherbahnen zu beobachten, die keinerlei Anzeichen von Neubildungen in Klüften aufweisen. Nur an den Harnischflächen konnte sich ein feiner Belag von Faserquarz bilden.

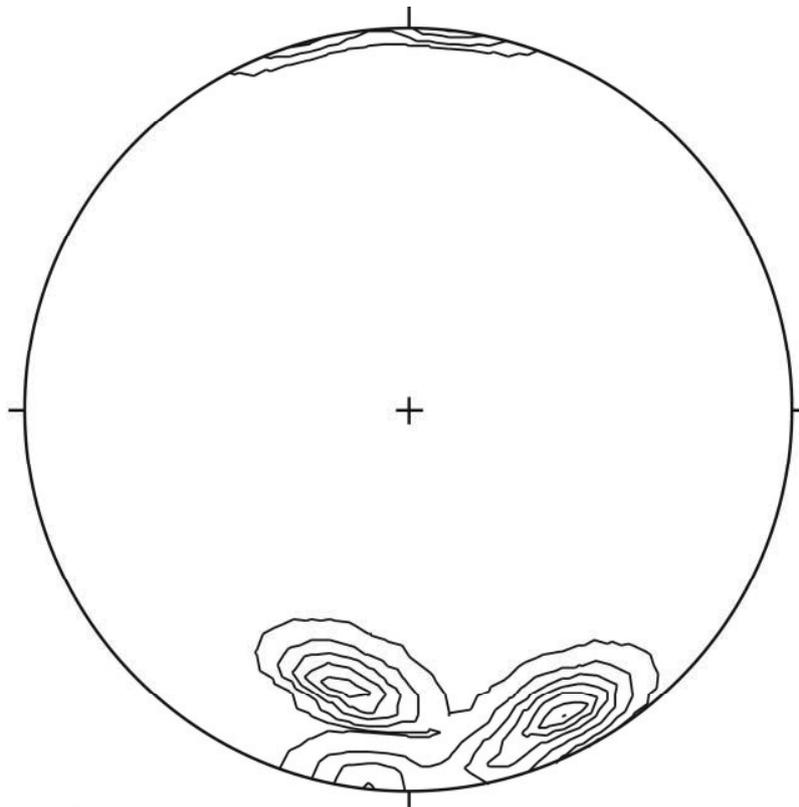


Abb. 11: Gefügeauswertung Störungen mit größerer Mächtigkeit (> 1 m) für die TS 940 bis TS 775

TS 940	017/63
TS 800 West	006/88
TS 800 Ost	008/67
TS 775 West	330/80
TS 775 Mitte	335/77
TS 775 Ost	345/85

In der geologischen Umgebung sind ebenfalls geringmächtige Mylonit-Bildungen an Scherbahnen bekannt. Diese treten z.B. zwischen Granatspitzkern und dem Basisamphibolit auf. Nach Pestal (1983) sind Glimmerschiefer- und Phyllonithorizonte zwischen Basisamphibolit und Biotitporphyroblastenschiefer bzw. an der Grenze zwischen

Biotitporphyroblastenschiefer und Eruptivgesteins-Formation ausgebildet. Diese weisen alle ein W-E-Streichen und ein Einfallen mittelsteil nach N auf.

Große Verschiebungen sind im Westfeld bisher nur im Bereich der Basisschieferschuppe zu beobachten. Eine sehr markante Scherbahn ist auf den Teilsohlen unterhalb der TS 900 ausgebildet. Diese hat ca. ein N-S-Streichen, ein Einfallen von ca. 70° nach Westen und stellt die Begrenzung des Erzkörper Richtung Westen dar. Da dieser Bereich nicht zugänglich war, konnte ein möglicher Versatz nicht überprüft werden. Da an dieser Störung eine Abtrennung eines Teils des Erzkörpers zu vermuten ist, wurde mittels Kernbohrungen versucht, eine mögliche Fortsetzung zu finden. Bis jetzt wurden noch keine bauwürdigen Vererzungen in der westlichen Fortsetzung gefunden.

Das Westfeld zeichnet sich weiters durch eine sehr geringe Wasserführung in den Klüften aus. Probleme bereitete in früherer Zeit nur ein Abbau des K4 auf den obersten Sohlen (TS 1215). Da der Abbau sehr nahe an der Oberfläche lag, konnte Wasser aus einem nahe gelegenen Graben in den Abbau eindringen. Der K4 weist einen hohen Anteil an Schichtsilikaten auf. Durch die zusätzliche Wasserführung wurde dieser aufgeweicht und stellte ein großes bergmännisches Problem dar, da die sonst verwendeten Ausbaumethoden hier nicht mehr ausreichten.

8. Methoden zur Quantifizierung des Mineralbestandes

8.1 RDA

Mittels RDA wurde versucht, die Minerale im Roherz zu quantifizieren. Dabei ging es vor allem um den Nachweis der für die Aufbereitung problematischen Mineralien, wie Talk und Chlorit. Diese Analysemethode bedarf jedoch noch einer genaueren Betrachtung, sowohl der Probenvorbereitung als auch der Probenpräparation, da nicht alle technischen Möglichkeiten am Institut zur Verfügung standen.

Probenvorbereitung

Die Proben wurden mittels Kugelmühle analysenfein aufgemahlen. Probleme bereiten hier vor allem die Glimmer. Da der Glimmergehalt im Roherz bei ca. 30 % liegt, konnte keine vollständige Aufmahlung im gewünschten Korngrößenbereich erreicht werden. Dies ist auf die hohe Zerkleinerungsenergie des Glimmers zurückzuführen. Auch Zwischenabsiebungen führten hier zu keinem besseren Ergebnis. Bei einzelnen Proben mit geringerem Glimmer-Anteil stellte die Aufmahlung kein Problem dar.

Probenpräparation

Für die Probenpräparation wurde etwa 100 g der Probe auf einen Objektträger aufgebracht. Hier ergab sich durch die Kornform der einzelnen Minerale folgendes Problem: Das Pulver wird auf dem Objektträger glatt gestrichen. Die Glimmerminerale regeln sich bei diesem Vorgang durch ihren blättrigen Habitus jedoch orientiert ein. Auch bei den stängeligen Mineralen war dieser Effekt zu beobachten, dies tritt speziell bei Aktinolith auf. Bei Talk und Chlorit wirkte sich dieser Effekt nicht so stark aus, da diese in einer weit geringeren Menge auftraten.

Es gibt jedoch auch die Möglichkeit, diesen Vorgang für den Nachweis von Mineralen, die in geringen Mengen auftreten, auszunutzen. Dies erfolgt durch den orientierten Auftrag auf einem Objektträger. Durch die Einregelung ergeben sich bei diesen Mineralen höhere Intensitäten [cps]. Diese Methode wurde in weiterer Folge nicht weiter entwickelt, da sie im großtechnischen Maßstab nicht durchzuführen ist.

RDA-Analytik

Die Übersichtsaufnahmen wurden mit einer Geschwindigkeit von 1°/Minute im Bereich von 2° bis 65° [θ] aufgenommen. Da die Hauptpeaks von Talk und Chlorit in einem Bereich bis 30° liegen, wurden die restlichen Aufnahmen nur in diesem Bereich durchgeführt, dafür aber mit einer geringeren Winkelgeschwindigkeit (1/2°/Minute). Ausgewertet wurden die Diffraktogramme nach der Peakhöhe. Hier würde sich jedoch eine digitale Auswertung über die Peakfläche anbieten.

Zur Bestimmung des Talk-Gehalts wurden Standards erstellt. Dabei wurden ein homogener Hornblendit aus dem Westfeld und ein reiner Talk aus der Lagerstätte Rabenwald als Grundmaterial verwendet und zusammen gemischt. Folgende Standards wurden erstellt:

0,4 % Talk in Hornblendit	1,0 %
0,5 %	1,2 %
0,6 %	1,5 %
0,7 %	2,0 %
0,8 %	2,5 %
0,9 %	3,0 %

Beide Materialien wurden nach der Vermischung noch einmal aufgemahlen, um die Probe zu homogenisieren.

Auswertung

Bei der Analyse der Talk-Standards konnte eine Eichkurve (Abb. 3) erstellt werden, die sehr gut zur quantitativen Bestimmung von Talk und Chlorit geeignet ist. In der ersten Messreihe wurden Standards zwischen 0,5 % und 3 % Talk analysiert. Damit konnte bei den ersten Roherzproben der Talkgehalt bestimmt werden. Das Roherz wurde über einem Zeitraum von 2 Wochen beprobt. Der Talk-Gehalt liegt bei den untersuchten Proben zwischen 0,6 und 0,8 % Talk. Daher wurden in diesem Bereich die Standards noch verfeinert. Dasselbe Problem wie bei Talk stellt sich bei Chlorit. Anzumerken ist jedoch, dass bei etwa 0,5 % Gehalt eines Minerals auch die Nachweisgrenze des Röntgendiffraktometers liegt.

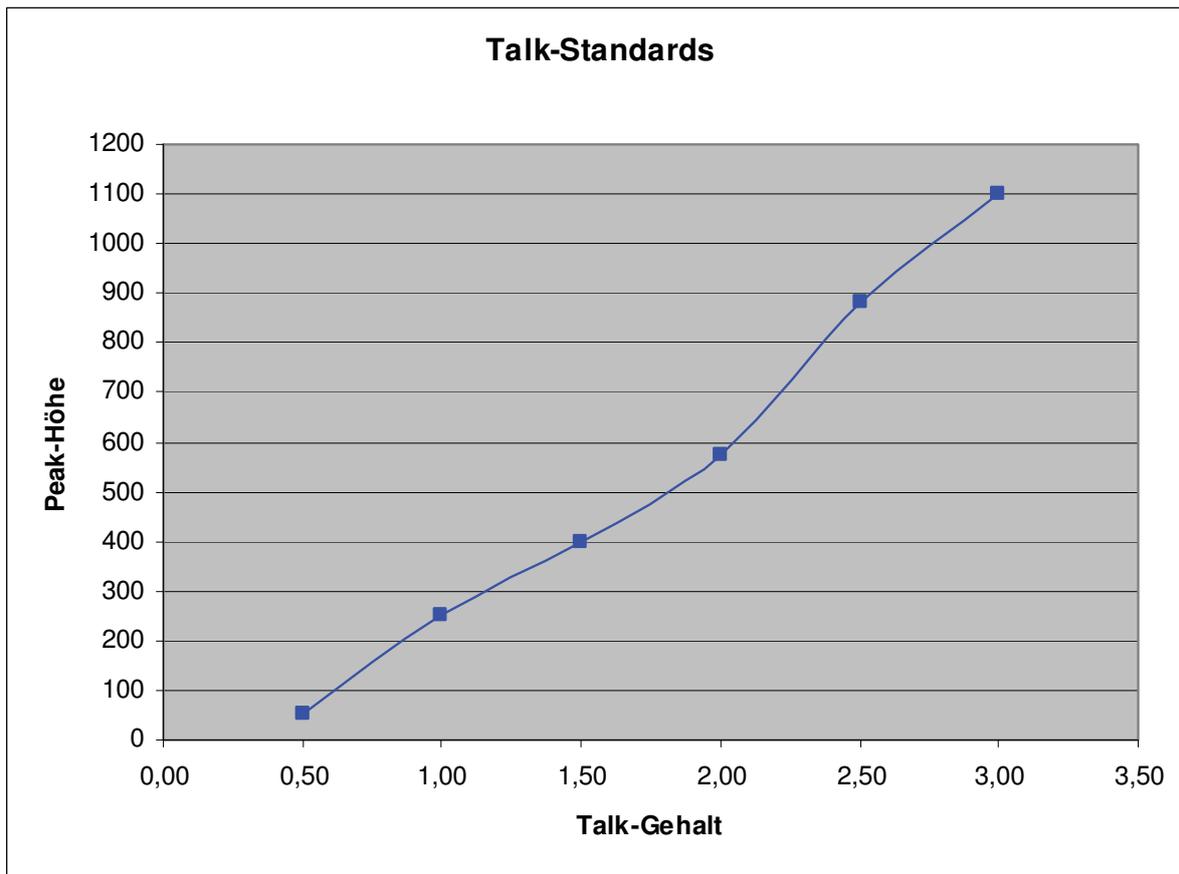


Abb. 12: Auswertung der Talk-Standards nach der Peakhöhe

Weiters wäre eine digitale Auswertung mittels Rietveld-Methode sinnvoll. Dabei wird das Programm auf ein spezielles Roherz kalibriert. Es werden Parameter wie Textureffekte, Probenpräparation und auch Interferenzen von Reflexen verschiedener Phasen berücksichtigt. Die semiquantitative Auswertung erfolgt dabei über die Peakfläche. In dieser Arbeit konnte dies nur über die Peakhöhe ermittelt werden. Bei der Rietveld-Methode wird das gemessene Spektrum mit einem anhand Strukturdaten errechneten Spektrum solange verglichen, bis eine bestmögliche Übereinstimmung erzielt wird. Dadurch erfolgt die Aufteilung der Intensitätsanteile in die Einzelphasen. Eine weitere Möglichkeit ist, Unterschiede im Chemismus durch die Differenz der gemessenen und errechneten Spektren zu erkennen.

Im normalen Betrieb wäre diese Methode auch leicht zu automatisieren. Diverse Probenahmesysteme sind in fast jedem Bergbau inzwischen Standard. Vom zeitlichen Aufwand (Probenahme – Probenpräparation - Analyse) würde es auch leicht möglich sein, auf eine Veränderung im Roherz zu reagieren. Durch die kombinierte Analyse von RDA und RFA lässt sich die mineralogische Zusammensetzung daher genau berechnen.

Weiters sollen hier alle für die Aufbereitung wichtigen Minerale und ihre Röntgendaten aufgelistet werden:

Mineral	θ_1 [°]	θ_2 [°]	θ_3 [°]	θ_4 [°]
Aktinolith	32,90	35,31	26,18	9,69
Albit	22,04	27,60	24,30	13,89
Biotit	8,74	26,40	33,66	
Calcit	29,30	39,31	43,04	23,02
Chrysotil	12,10	24,30	19,41	
Dolomit	30,91	41,18	50,97	22,04
Edenit	28,50	10,40	27,24	9,81
Epidot	30,80	33,40	33,28	10,99
Klinochlor	25,13	12,51	18,78	6,26
Mg-Hornblende	10,47	28,77	27,33	9,86
Molybdänit	14,39	39,49	49,78	
Muskovit	8,76	26,51	19,75	
Phlogopit	8,89	26,59	34,33	
Pyrit	56,40	33,01	36,96	28,49
Pyrrhotin	43,69	33,79	29,96	25,80
Quarz	26,67	20,83	50,67	
Scheelit	28,68	57,55	46,78	18,58
Talk	9,45	28,50	19,03	
Zoisit	33,20	31,10	22,04	10,93

8.2 RFA - ICPMS

Mittels RFA wurden 10 Proben aus dem Westfeld analysiert. Dabei sollten die verschiedenen Erzkörper auf charakteristische Unterschiede bei Elementen wie Cr oder den REE untersucht werden. Bei der TS 800 sollte überprüft werden, ob sich Gesamt-Chemismus in der lateralen Erstreckung ändert. Diese Arbeiten sollen als Grundlage für die spätere kombinierte Analyse des Roherzes mittels RFA-RDA dienen.

Dabei zeigt sich vor allem, dass sich der Gesamtchemismus bei einer unterschiedlichen Lithologie nur unwesentlich ändert.

	GSM-019	GSM-020	GSM-021	GSM-022	GSM-024
SiO ₂	60,2900	57,3100	60,7300	56,6400	50,3000
MgO	9,1200	8,2800	8,3600	5,6200	7,0800
Al ₂ O ₃	9,5500	12,5500	11,2600	11,8200	14,4500
Fe ₂ O ₃	7,9100	7,9000	7,4300	8,8600	9,8900
K ₂ O	1,4950	1,5830	1,4150	2,0180	0,5690
Na ₂ O	0,7559	0,9237	1,4241	1,7822	2,4094
CaO	8,0900	9,7600	7,4400	8,7900	10,7000
MnO	0,1500	0,1540	0,1450	0,2610	0,1940
Cr ₂ O ₃	0,0807	0,0606	0,0653	0,0291	0,0323
TiO ₂	0,2090	0,2310	0,4450	0,8760	1,2830
P ₂ O ₅	0,0530	0,0640	0,1130	0,1050	0,1090
Glühverlust [%]	1,6203	0,6883	2,3118	1,2885	2,6463
Summe	97,7020	98,8106	98,8310	96,8057	97,0230

	GSM-038	GSM-043	GSM-049	GSM-051	GSM-052
SiO ₂	69,4800	68,7000	56,2700	64,5200	58,2700
MgO	4,9500	5,2400	10,8900	6,9700	11,0800
Al ₂ O ₃	9,9500	9,9000	8,7400	10,5600	8,9400
Fe ₂ O ₃	4,9200	5,4100	8,2200	6,0400	7,9100
K ₂ O	1,7910	2,0460	2,1580	1,8960	1,9640
Na ₂ O	1,7172	1,7596	0,8827	1,8716	0,6810
CaO	4,7200	4,3700	7,5200	5,5700	7,6500
MnO	0,1030	0,0960	0,1710	0,1230	0,1720
Cr ₂ O ₃	0,0451	0,0476	0,1120	0,0642	0,1146
TiO ₂	0,3450	0,3200	0,3250	0,2940	0,2350
P ₂ O ₅	0,1340	0,0940	0,1260	0,1010	0,0064
Glühverlust [%]	1,4915	1,6667	1,3056	2,2067	2,9394
Summe	98,1540	97,9871	95,4044	98,0022	97,0892

<u>Probe</u>	<u>TS</u>	<u>Erzkörper</u>	<u>Gestein</u>
GSM-19	TS 800	Querschlag 2, Mitte	Hauwerksprobe
GSM-20	TS 800	Querschlag 2, Mitte	Hauwerksprobe
GSM-21	TS 1100	K5	Schmantprobe
GSM-22	TS 1110	K6	Hauwerksprobe
GSM-24	TS 1145	K7	Hauwerksprobe
GSM-38	TS 800	westlicher Abbau	Hauwerksprobe
GSM-43	TS 800	östlicher Abbau	Hauwerksprobe
GSM-49	TS 800	westlicher Abbau	Hauwerksprobe
GSM-51	TS 800	Querschlag 2, Mitte	Hauwerksprobe
GSM-52	TS 800	Querschlag 2, Mitte	Hauwerksprobe

Verteilung der REE in den Erzkörpern

In früheren Arbeit, speziell von Eichhorn et al. (1995), wurden bereits einige Proben auf den REE-Gehalt untersucht. Diese stammten vor allem aus den oberen Teilsohlen der Lagerstätte. In dieser Arbeit sollten ergänzend dazu die derzeitigen Abbaue untersucht werden, speziell die Abbaue unter der TS 900. Drei Proben von der TS 800 und eine Probe vom Liegenderkörper K7 wurden mittels ICPMS auf den REE-Gehalt analysiert. Dabei ergab sich ein charakteristischer Unterschied in der Verteilung der REE-Gehalte. Die Proben von der TS 800 entsprechen vom REE-Gehalt jener einer Granitintrusion. Im Gegensatz dazu weist die Probe aus den Liegenderkörper K7 eine Verteilung auf, die jener von Inselbogenbasalten einer ozeanischen Kruste gleicht.

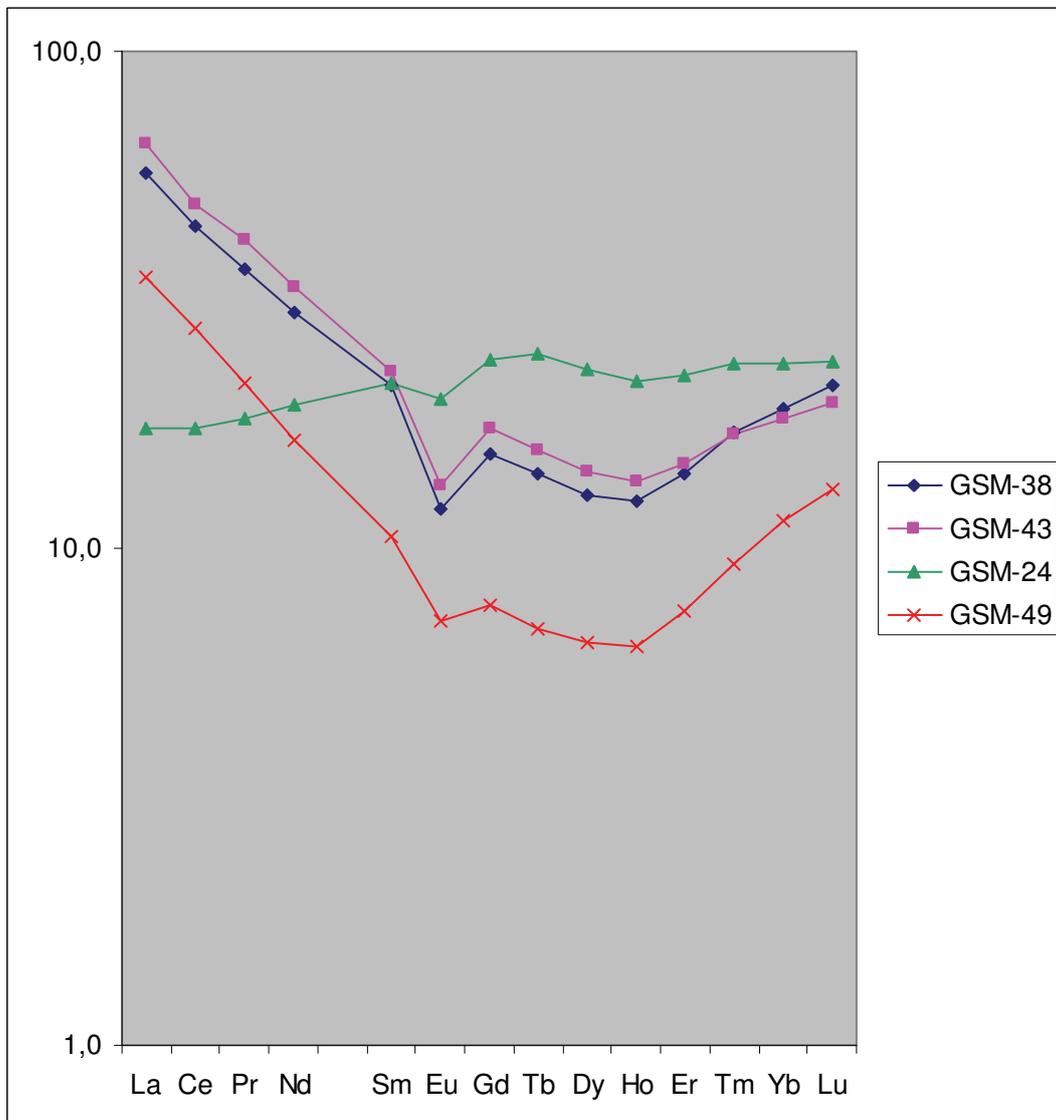


Abb. 13 REE-Gehalte auf Chondriten normiert

Folgende Proben wurden als Standards zum Vergleich heran gezogen:

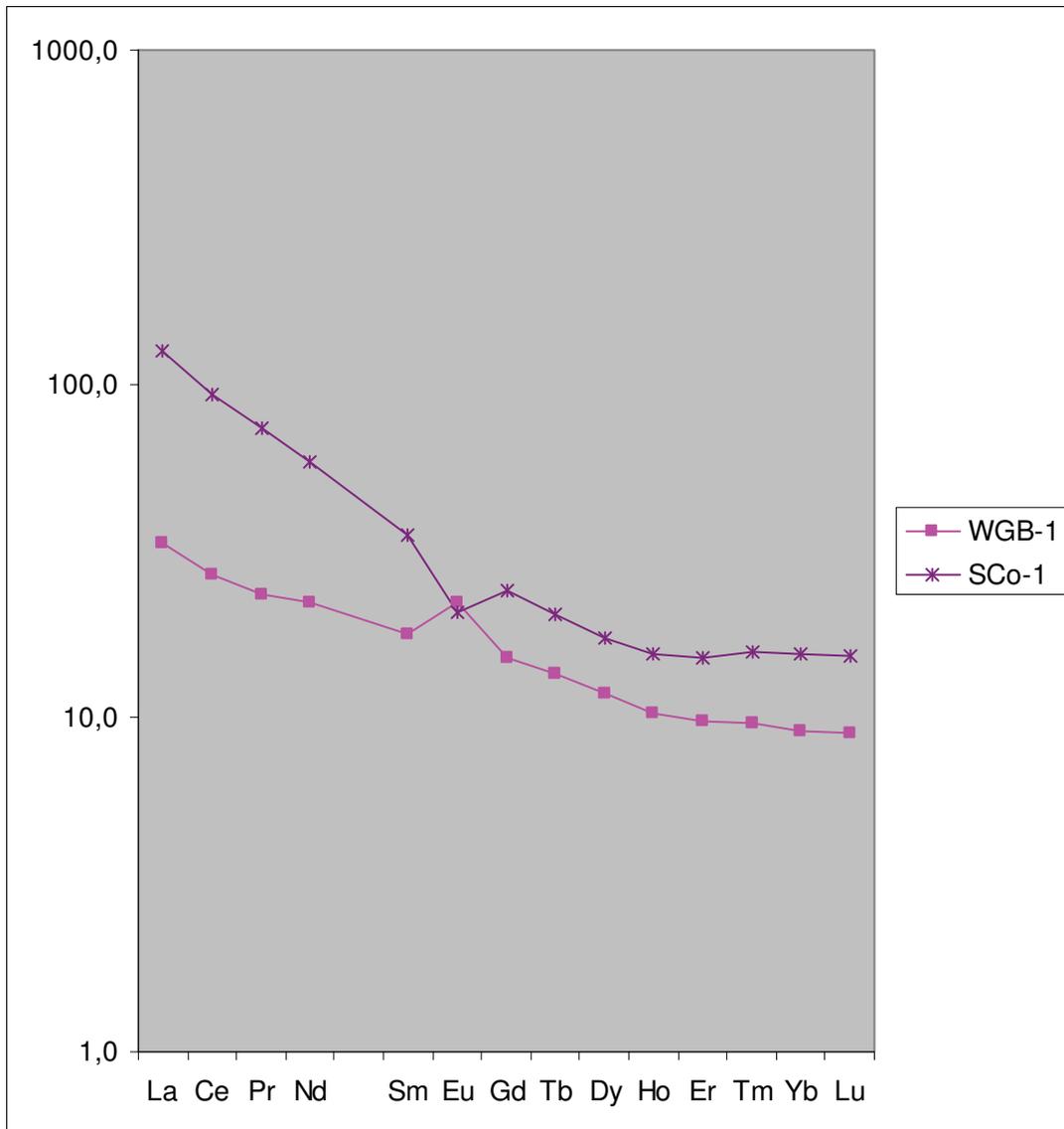


Abb.14: REE-Standards

Die Probe WGB-1 entspricht der Verteilung einer ozeanischen Kruste, wie sie typisch für ozeanische Inselbogenbasalte ist. Die Probe Sco-1 entspricht der Verteilung einer kontinentalen Kruste, wie sie typisch für Granitintrusionen ist.

Ergänzend dazu sollen ebenfalls Analysen aus älteren Abbaubereichen hier verglichen werden. Die letzte Arbeit, in der sämtliche vorhergehende Daten diskutiert wurden, stellt jene von Höll und Eichhorn (2000) dar.

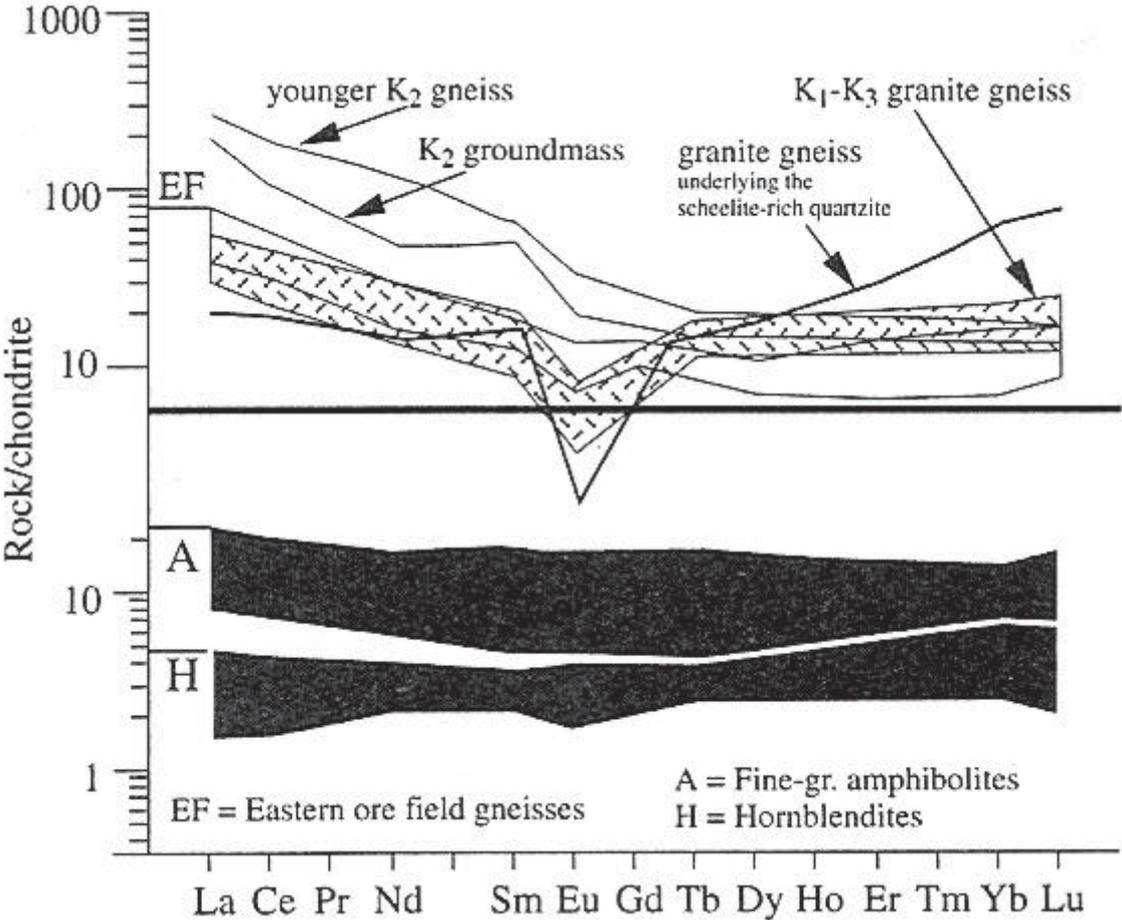


Abb. 15: REE-Analysen nach Höll und Eichhorn 2000

9. Methoden zur Homogenisierung des Roherzes

Das Hauptproblem der Aufbereitung liegt darin, dass kein homogenes Roherz in die Aufbereitung gelangt. Derzeit wird das Roherz in einen Bunker gekippt, von dem das Material in die erste Brecherstufe gelangt. Da es aber durch die Gegebenheiten der Lagerstätte oft zu einer schnellen Änderung in der Förderung kommt, wechselt hier auch sehr rasch die Art des Erzes. Dies lässt sich oft schon an der Form des Roherzes erkennen. Wird ein Erz mit hohem Anteil an Schichtsilikaten gefördert, so tritt hier ein viel „weicherer“ Material auf als bei einem Erz mit hohem Anteil an Amphiboliten. Wird aber beides vermischt, so kommt es zu einer Übermahlung des „weicherer“ und feineren Roherzes. Dies wirkt sich schlussendlich auf das Ausbringen in der Flotation aus.

Folgende Methoden wären möglich, um eine Homogenisierung des Roherzes zu erreichen. Diese müssten bereits im Bergbau geschehen.

- a. selektiver Abbau
- b. Vermischung des Roherzes vor der ersten Brecherstufe
- c. Vermischung des Roherzes vor der Aufbereitung
- d. gesonderte Förderung von schlechtem Roherz

a. selektiver Abbau

Durch das gehäufte Auftreten von Störungszonen in den aktuellen Abbauen müsste hier auch die Abbaumethode angepasst werden. Voraussetzung dafür ist jedoch eine genaue Kenntnis der jeweiligen Abbaue. Dies kann nur durch eine ständige Kartierung erreicht werden. Die Kartierung müsste in zwei Schritten erfolgen:

Kartierung der neu aufgefahrenen Strecken und Abbaue

Strukturgeologische Kartierung des gesamten Grubenbereichs

Bei der Karteierung der neuen Strecken muss vor allem ständig ein Geologe vor Ort sein. Durch die schlechte Gebirgsfestigkeit muss derzeit eine neu aufgefahrene Strecke so bald als möglich mit Spritzbeton gesichert werden. In manchen Fällen muss dies noch durch Felsanker

ergänzt werden. Dadurch bleibt für die Kartierung nur wenig Zeit, da natürlich auch die bergmännische Tätigkeit so wenig wie möglich gestört werden sollte.

Ein zweiter großer Arbeitsbereich ist die strukturgeologische Kartierung. Dies geschah bisher immer nur für relativ kleine ausgesuchte Bereiche. Dabei wurde aber immer nur eine Teilsohle berücksichtigt. Daher wäre es wichtig, die Tektonik der gesamten Grube zu betrachten. Der letzte Schritt wäre die Interpretation der gewonnenen Daten in Bezug zu den großgeologischen Einheiten.

Sämtliche Daten aus Kartierungen wären in das bestehende Lagerstättenmodell einzuarbeiten. Dadurch sollte es in naher Zukunft möglich sein, kritische Bereiche voraussagen zu können. Sind solche Bereiche bekannt, kann anschließend das Abbauverfahren so gewählt werden, um dieses Material entweder nicht zu fördern oder ansonsten zu verhalden, da es sich meistens nur um sehr eng begrenzte Bereiche handelt. Ein besonderes Problem stellt hier die mächtige Störung auf den Teilsohlen 800 und 775 dar. Diese verläuft über die gesamte Länge mitten durch den Erzkörper. Bei der derzeitigen Abbaumethode wird die Teilsohle aufgefahren und anschließend rückbauend gesprengt. Dadurch verteilt sich das „Problemmaterial“ der Störungszone auf das gesamte restliche Roherz. Damit ist das derzeit reichste Erz mit bis zu 1 % WO_3 auch am meisten mit Talk und Chlorit verunreinigt.

Mit dem Lagerstättenmodell wäre es auch möglich, ein räumliches Modell für die Mineralverteilung in den Abbauen zu entwerfen. Dies könnte mittels Schmantproben erfolgen. Man beprobt jeden Abschlag bei einem Vortrieb. Die Proben werden mittels RFA-RDA auf die chemische und mineralogische Zusammensetzung hin untersucht. Dies wird in das Lagerstättenmodell eingearbeitet. Dabei lässt sich ein ähnliches Blockmodell erstellen, wie es derzeit für den Erzgehalt verwendet wird. Ziel der Kartierung und Probenahme ist es, aus dem geförderten Erz eine homogene Mischung zu erstellen. Damit könnte auch die Aufbereitung im Vorfeld auf das zu erwartende Roherz eingestellt werden.

b. Vermischung des Roherzes vor der ersten Brecherstufe

Das gesamte Roherz landet derzeit in einem Bunker über der Brecherkaverne, von dem das Erz in die erste Brecherstufe gelangt. Hier wäre es möglich, einen zweiten Bunker zu errichten, um von beiden gleichzeitig Material abzuziehen. Dabei würde eine weitere Vermischung des Roherzes auftreten.

c. Vermischung des Roherzes vor der Aufbereitung

Auch hier wäre es möglich, weitere Bunker zu errichten, um dadurch eine Homogenisierung des Roherzes zu erreichen.

d. gesonderte Förderung von schlechtem Roherz

Eine weitere Möglichkeit ergibt sich bei Bereichen mit schlechtem Roherz. Diese könnten gesondert gefördert werden, da hier mit einem niedrigem Ausbringen zu rechnen ist. Dabei sollte aber eine Vermischung mit gutem Roherz vermieden werden. Diese Methode wäre vor allem beim K4 zu wählen, da es hier nur sehr schwer möglich ist, Voraussagen über die Zusammensetzung des Roherzes zu treffen. Hier kann man nur über Großproben mit einigen tausend Tonnen eine Abschätzung treffen. Beim K4 spielt auch der hohe Anteil an Talk und Chlorit eine Rolle, da bereits geringe Mengen beider Minerale reichen, um das Ausbringen in der Aufbreitung zu senken. Weiters könnte sich die Aufbereitung auf diese Situation einstellen und dieses schlechte Roherz gesondert verarbeiten.

Diese vier Schritte sind Vorschläge, die zur Besserung der Situation in der Aufbereitung beitragen könnten. Durch die anschließende Probenahme und Analyse mittels RFA-RDA, sollte es möglich sein, eine möglichst genaue Voraussage über die Zusammensetzung des Roherzes zu erhalten.

10. Zusammenfassung

Die Scheelitlagerstätte Mittersill stellt auch heute noch eine der größten Wolfram-Lagerstätten der Welt dar. In den letzten Jahren wurde aufgrund des niedrigen Wolfram-Preises nur wenig exploriert. Mögliche neue Vorkommen im Lagerstättenbereich, wie z.B. das untere Ostfeld, sind bisher nur wenig erkundet. Die Abbaue des Westfeldes änderten sich im Lauf der Zeit vor allem in der Mineralogie. War es früher der K1-Gneis, der die Hauptmenge an Roherz lieferte, so musste man in letzter Zeit auch auf Erzkörper mit geringeren Gehalten zurückgreifen. Dies sind vor allem die Liegenderzkörper. Diese weisen jedoch einen höheren Anteil an Schichtsilikaten als die Gneise auf.

Die aktuellen Abbaue sind außerdem nur ungenügend geologisch bekannt. Speziell Bereiche mit großer tektonischer Beanspruchung weisen eine Vielzahl von Störungen auf, die sowohl ein Problem für den Bergbau als auch für die Aufbereitung darstellen. Diese konnten in dieser Arbeit zwar in den aktuellen Abbauen kartiert und mineralogisch-petrographisch beschrieben werden, jedoch sollte eine ständige Vorerkundung im Bergbau erfolgen. Ziel wäre die Vorerkundung und Vorhersage des zu erwartenden Roherzes für alle Abbaue, um ein möglichst, in Bezug auf Mineralogie und Erzgehalt, homogenes Roherz in die Aufbereitung zu liefern. Die gesammelten Daten sollten in das bestehende Lagerstättenmodell eingearbeitet werden, um damit eine Vorrausage über die zu erwartenden geologischen Verhältnisse, ähnlich dem Verfahren zur Vorrausage des Erzgehaltes, zu ermöglichen.

Für Bereiche mit größeren Störungzonen, wie etwa auf der TS 775, müsste das Abbauverfahren den geologischen Verhältnissen angepasst werden. Dort treten die derzeit größten Erzgehalte mit bis zu 1 % WO_3 auf, jedoch ist hier auch eine große Menge an Talk und Chlorit vorhanden, die die Aufbereitung erheblich erschweren.

Um eine möglichst gute Homogenisierung des Roherzes zu erreichen, müsste damit bereits im Bergbau begonnen werden. Möglichkeiten wären hier ein selektiver Abbau, die Vermischung untertage in größeren Bunkern oder im Falle des K4 ein gesonderte Förderung von schlechterem Roherz.

Mittels RDA konnte ein geeignetes Verfahren zur Bestimmung des Mineralbestandes im Roherz ausgearbeitet werden. Diese Methode bedarf noch einer Verfeinerung, da nicht alle technischen Möglichkeiten für diese Arbeit zur Verfügung standen. Mittels Rietveld-Analyse und in Kombination mit einer RFA-Analyse wäre aber eine genaue Voraussage über die mineralogische Zusammensetzung des Roherzes möglich. Diese Methode ermöglicht es auch, kurzfristig auf Änderungen im Roherz zu reagieren.

Die derzeitige Situation würde einen Abbau bis ins Jahr 2013 ermöglichen. Die gestiegenen Rohstoffpreise erlauben es vielleicht, die Lebensdauer dieser außergewöhnlichen Lagerstätte noch zu verlängern.

11. Literaturverzeichnis

Briegleb, D., 1991: Die Scheelitlagerstätte im Felbertal bei Mittersill (Land Salzburg).- Ber. Dt. Min. Ges., 2., 48-50, Stuttgart.

Eichhorn, R., 1995: Isotopengeochemische und geochemische Untersuchungen an Gesteinen und Mineralen der Scheelit-Lagerstätte Felbertal (Land Salzburg, Österreich).- Münchner Geol. Hefte, 15., 1-78, München.

Eichhorn, R., Schaerer, U., Höll, R., 1995: Age and evolution of scheelite-hosting rocks in the Felbertal deposit (Eastern Alps); U-Pb geochronology of zircon and titanite.- Contributions to Mineralogy and Petrology, 119., 4., 377-386, Heidelberg.

Finger, F., Kraiger, H., Steyrer, H.P., 1985: Zur Geochemie des K1-Gneises der Scheelitlagerstätte Felbertal (Pinzgau/Salzburg) – ein Vorbericht.- Der Karinthiner, 92., 225-235, Klagenfurt.

Frasl, G., 1958: Zur Seriengliederung der Schieferhülle in den Mittleren Hohen Tauern.- Gb. Geol. B. A., 101., 323-472, Wien.

Frasl, G., Frank, W., 1966: Einführung in die Geologie und Petrographie des Penninikums im Tauernfenster.- Der Aufschluß, SH. 15, 30-58, Heidelberg.

Frisch, W., Raab, D., 1987: Early paleozoic back arc and island arc settings in greenstone sequences of the Central Tauern Window.- Jb. Geol. B. A. Wien, 129., 545-566.

Höll, R., 1975: Die Scheelitlagerstätte Felbertal und der Vergleich mit anderen Scheelitvorkommen in den Ostalpen.- Abh. bayr. Akad. Wiss. mathem.-naturwiss. Kl. N. F., 157., A-B, 114 S., München.

Höll, R., Eichhorn, R., 2000: Tungsten mineralization and metamorphic remobilization in the Felbertal scheelite deposit, Central Alps, Austria.- Reviews in Economic Geology, 11., 233-264.

Höll, R., Schenk, P., 1988: Metamorphosed hydrothermal eruption breccia (conglomerate) in the Felbertal scheelite deposit, Eastern Alps.- *Marine Geology*, 84., 273-282, Amsterdam.

Jahoda, R., 1984: Das Westfeld der Scheelitlagerstätte Mittersill (Land Salzburg, Österreich). Geologie, Petrographie und Vererzung in einem Profil durch die Lagerstätte.- 150 S., Unveröffentl. Diplomarb. Montanuniv. Leoben.

Koller, F., Grundmann, G., Weinke, H.H., Kluger, F., 1983: Geochemische Variabilität von Biotit- und Chloritschiefern aus Ultrabasiten der Habachformation.- *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.*, 29., 75-98., Wien.

Kraiger, H., 1989: Die Habachformation – ein Produkt ozeanischer und kontinentaler Kruste.- *Mitt. Ö. Geol. Ges.*, 81., 47-64, Wien.

Pestal, G., 1983: Beitrag zur Kenntnis der Geologie in den mittleren Hohen Tauern im Bereich des Amer- und Felbertales (Pinzgau/Salzburg).- *Diss. Univ. Wien*, 117 S., Wien

Post, J.E., Bish, D.L., 1989: Rietveld refinement of crystal structures using powder X-ray diffraction data.- *Reviews in Mineralogy*, 20., 277-308, Washington.

Reitz, E., Höll, R., 1988: Jungproterozoische Mikrofossilien aus der Habachformation in den mittleren Hohen Tauern und dem nordostbayrischen Grundgebirge.- *Jb. Geol. B.-A.*, 131., 329-340, Wien.

Schmidt, S., 1988: Geologische Kartierung im Bereich der Scheelitlagerstätte Felbertal, Mittersill/Österreich.- *Dipl.-Kartierung Univ. Clausthal*, 211 S., Clausthal.

Spross, M., 1984: Recent Developments at the Scheelite Mine in Mittersill.- *BHM*, 129., 352-360, Wien.

Thalhammer, O.A.R., Stumpf, E.F., Jahoda, R., 1989: The Mittersill scheelite deposit, Austria.- *Econ. Geol.*, 84., 1153-1171, New Haven.

Tollmann, A., 1977: Geologie von Österreich.- Deuticke Verlag, Band I, 766 S., Wien.

Weber, L., (Hrsg.) 1997: Handbuch der Lagerstätten der Erze, Industriemineralien und Energierohstoffe Österreichs.- Archiv für Lagerstättenforschung, 19., 607 S., Wien.

12. Anhang

12.1 Mikrosonden-Analytik

Mikrosonden-Analysen von Biotit

	GSM-2	GSM-2	GSM-2	GSM-5	GSM-5	GSM-5
SiO ₂	40,04	40,94	39,37	38,33	39,07	39,78
MgO	17,51	18,03	17,61	13,94	14,50	14,38
CaO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FeO	14,15	11,62	10,15	14,36	13,82	14,23
Al ₂ O ₃	14,80	14,67	14,37	13,27	14,53	14,61
MnO	0,10	0,05	0,05	0,10	0,15	0,21
K ₂ O	7,90	8,71	9,43	9,50	9,30	9,22
Na ₂ O	0,09	0,09	0,17	0,18	0,18	0,00
TiO ₂	0,91	0,88	0,92	1,20	1,37	1,37
Summe	95,50	94,99	92,07	90,88	92,92	93,80

	GSM-9	GSM-9	GSM-10	GSM-10	GSM-14
SiO ₂	39,46	41,14	42,00	41,34	39,53
MgO	15,18	18,65	19,45	18,12	16,07
CaO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FeO	12,10	12,53	10,68	12,25	13,17
Al ₂ O ₃	13,54	15,16	14,69	14,51	14,95
MnO	0,05	0,16	0,13	0,16	0,13
K ₂ O	9,55	8,63	8,71	7,69	9,51
Na ₂ O	0,17	0,26	0,25	0,26	0,09
TiO ₂	0,87	0,38	0,33	0,38	0,96
Summe	90,92	96,91	96,24	94,71	94,41

<u>Probe</u>	<u>TS</u>	<u>Erzkörper</u>	<u>Gestein</u>
GSM-02	TS 972	K4	Grobkornamphibolit
GSM-05	TS 1110	K5	Feinkornamphibolit
GSM-09	TS 1110	K5	Feinkornamphibolit
GSM-10	TS 1024	K5	Hornblendit
GSM-14	TS 1024	K5	Feinkornamphibolit

Mikrosonden-Analysen von Aktinolith

	GSM-4	GSM-4	GSM-4	GSM-6	GSM-6	GSM-8
SiO ₂	56,07	54,85	55,52	55,34	52,52	56,16
MgO	18,33	17,33	16,30	18,39	17,34	16,72
CaO	10,80	11,50	9,78	10,51	10,22	12,94
FeO	9,38	9,03	9,52	8,40	7,49	9,40
Al ₂ O ₃	4,03	3,71	4,79	5,10	4,55	5,69
MnO	0,34	0,29	0,32	0,36	0,24	0,21
K ₂ O	0,27	0,21	0,34	0,21	0,22	0,12
Na ₂ O	1,45	1,31	2,18	0,18	0,13	0,00
TiO ₂	0,00	0,11	0,07	0,09	0,04	0,13
Summe	100,67	98,34	98,82	98,58	92,75	101,37

	GSM-8	GSM-10	GSM-10	GSM-10	GSM-11
SiO ₂	54,09	53,38	53,87	54,82	51,70
MgO	16,16	17,64	17,25	16,29	17,23
CaO	10,07	12,50	11,23	11,10	10,46
FeO	10,27	9,18	10,14	7,94	11,57
Al ₂ O ₃	5,20	5,79	4,93	6,34	4,85
MnO	0,39	0,17	0,13	0,19	0,19
K ₂ O	0,63	0,11	0,22	0,12	0,38
Na ₂ O	0,15	1,59	0,88	1,43	0,21
TiO ₂	0,13	0,14	0,09	0,11	0,04
Summe	97,09	100,50	98,74	98,34	96,63

<u>Probe</u>	<u>TS</u>	<u>Erzkörper</u>	<u>Gestein</u>
GSM-04	TS 1100	K5	Hornblendit
GSM-06	TS 1110	K5	Feinkornamphibolit
GSM-08	TS 1024	K5	Grobkornamphibolit
GSM-10	TS 1024	K5	Hornblendit
GSM-11	TS 1024	K5	Hornblendit

Mikrosonden-Analysen von Mg-Hornblende

	GSM-2	GSM-2	GSM-5	GSM-6	GSM-11	GSM-11
SiO ₂	50,46	48,88	51,07	51,80	50,70	49,34
MgO	17,20	17,39	11,95	17,37	15,50	15,82
CaO	10,49	11,32	8,29	11,60	10,21	10,86
FeO	8,46	9,29	11,70	7,66	11,14	10,62
Al ₂ O ₃	7,06	6,24	8,52	7,75	9,63	7,19
MnO	0,24	0,13	0,47	0,15	0,26	0,38
K ₂ O	0,19	0,13	0,26	0,10	0,51	0,31
Na ₂ O	0,22	0,19	2,39	0,06	0,42	0,21
TiO ₂	0,13	0,18	0,23	0,13	0,09	0,04
Summe	94,45	93,75	94,88	96,62	98,46	94,77

<u>Probe</u>	<u>TS</u>	<u>Erzkörper</u>	<u>Gestein</u>
GSM-02	TS 972	K4	Grobkornamphibolit
GSM-05	TS 1110	K5	Feinkornamphibolit
GSM-06	TS 1110	K5	Feinkornamphibolit
GSM-11	TS 1024	K5	Hornblendit

Mikrosonden-Analysen von Edenit

	GSM-5	GSM-5	GSM-9	GSM-9	GSM-9
SiO ₂	45,60	44,90	45,94	46,14	46,61
MgO	10,78	10,78	10,82	11,07	11,49
CaO	10,95	11,58	10,75	10,31	10,70
FeO	14,53	14,56	14,29	14,39	14,21
Al ₂ O ₃	13,28	13,48	13,69	13,28	11,24
MnO	0,30	0,28	0,23	0,28	0,30
K ₂ O	0,53	0,60	0,53	0,56	0,41
Na ₂ O	2,61	2,46	2,44	2,60	2,14
TiO ₂	0,36	0,32	0,27	0,36	0,27
Summe	98,94	98,96	98,96	98,99	97,37

<u>Probe</u>	<u>TS</u>	<u>Erzkörper</u>	<u>Gestein</u>
GSM-05	TS 1110	K5	Feinkornamphibolit
GSM-09	TS 1110	K5	Feinkornamphibolit

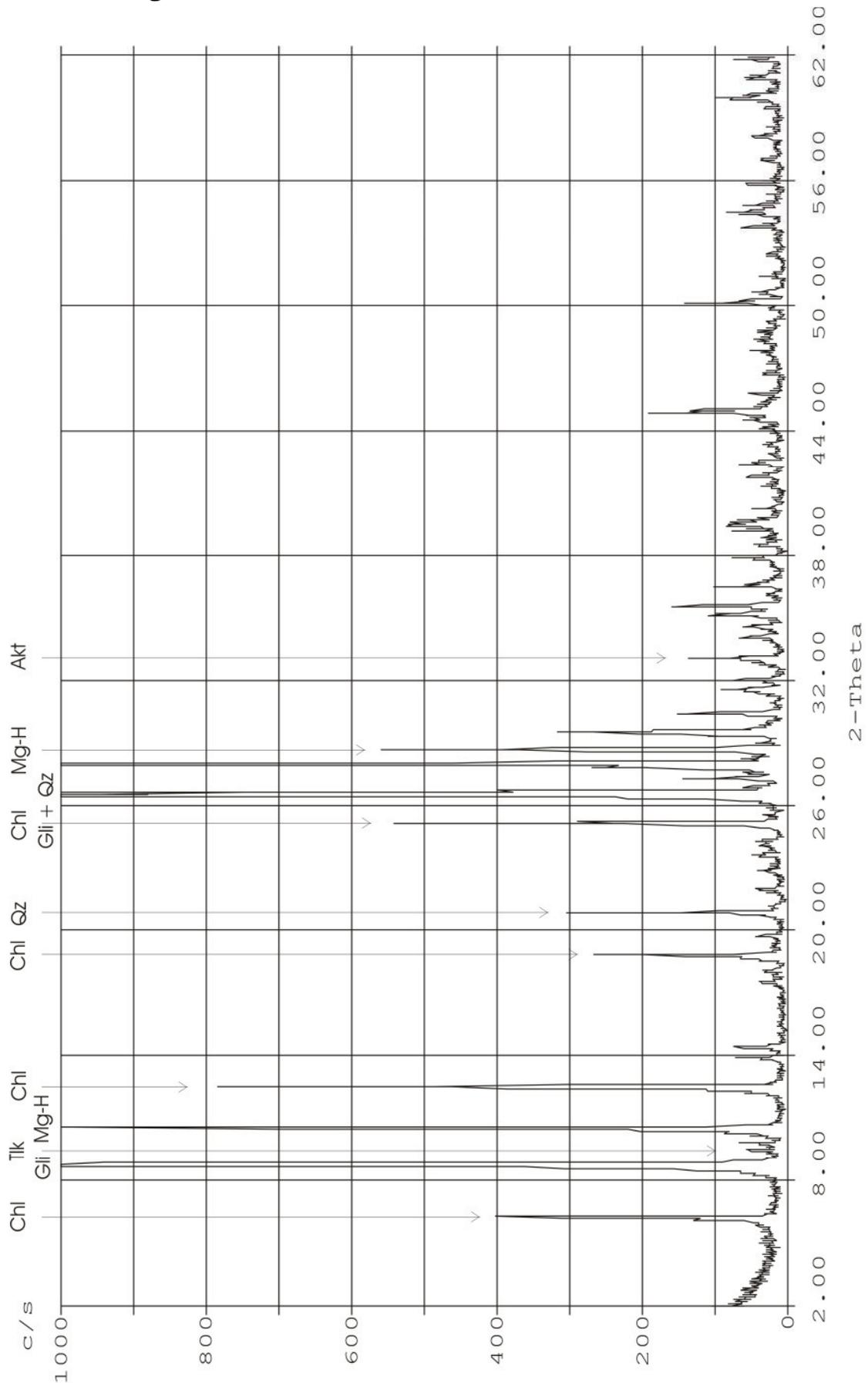
Mikrosonden-Analysen von Erzmineralien

	Pyrrhotin	Pyrrhotin	Pyrrhotin	Pyrrhotin
Cu	0,00	0,00	0,03	0,00
Co	0,16	0,22	0,24	0,19
Ni	1,17	1,20	1,09	0,12
As	0,00	0,00	0,00	0,04
Fe	58,56	57,58	57,29	46,29
S	40,05	40,02	40,64	52,44
Summe	99,94	99,02	99,29	99,08

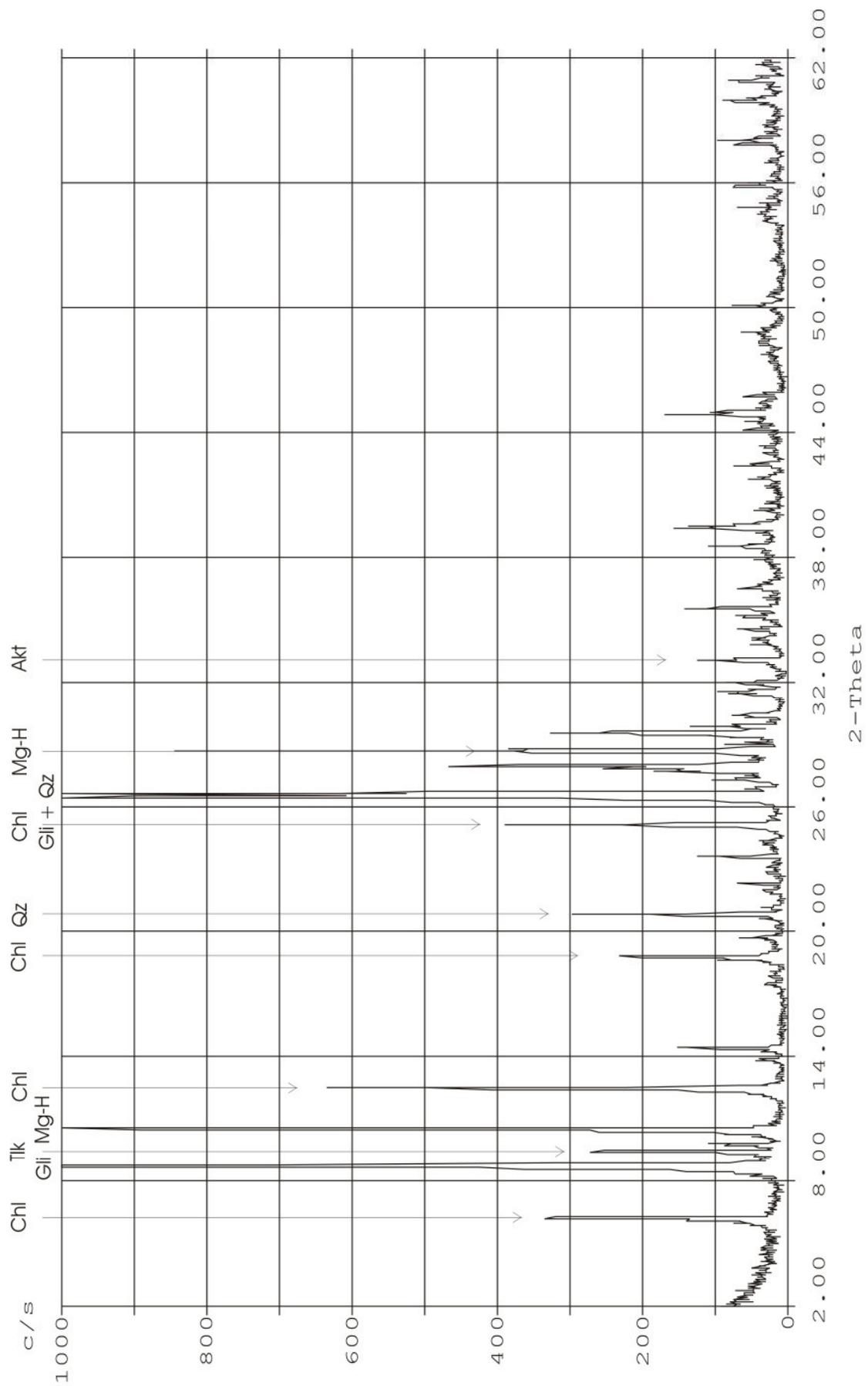
	Pyrit	Arsenopyrit
Cu	0,06	0,00
Co	0,08	3,02
Ni	0,00	0,00
As	0,05	50,21
Fe	62,57	30,19
S	36,43	19,03
Summe	99,19	102,45

Analysiert wurde dabei das Produkt der Talkflotation. In diesem Produkt sind auch alle Sulfide angereichert.

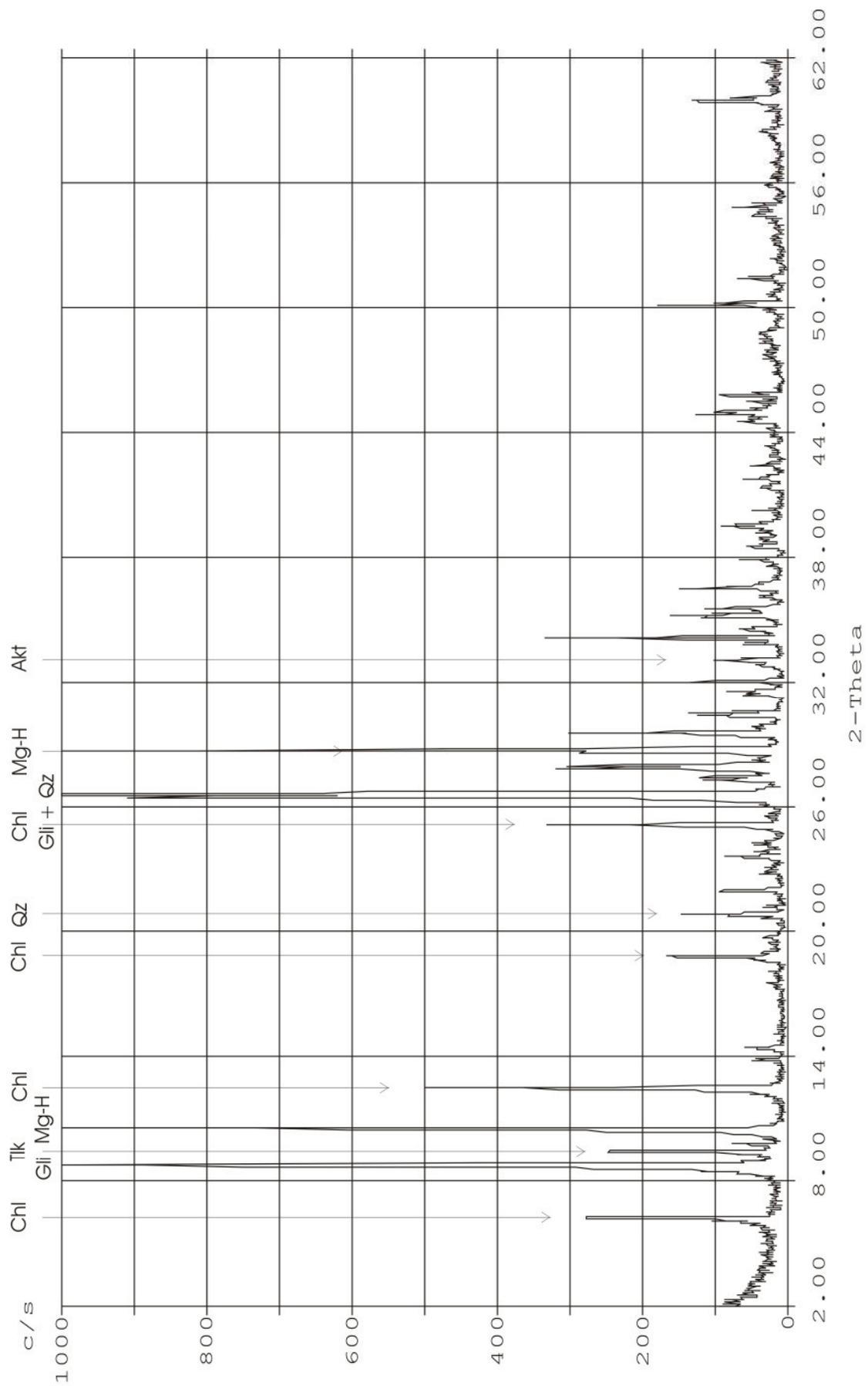
12.2 Diffraktogramme



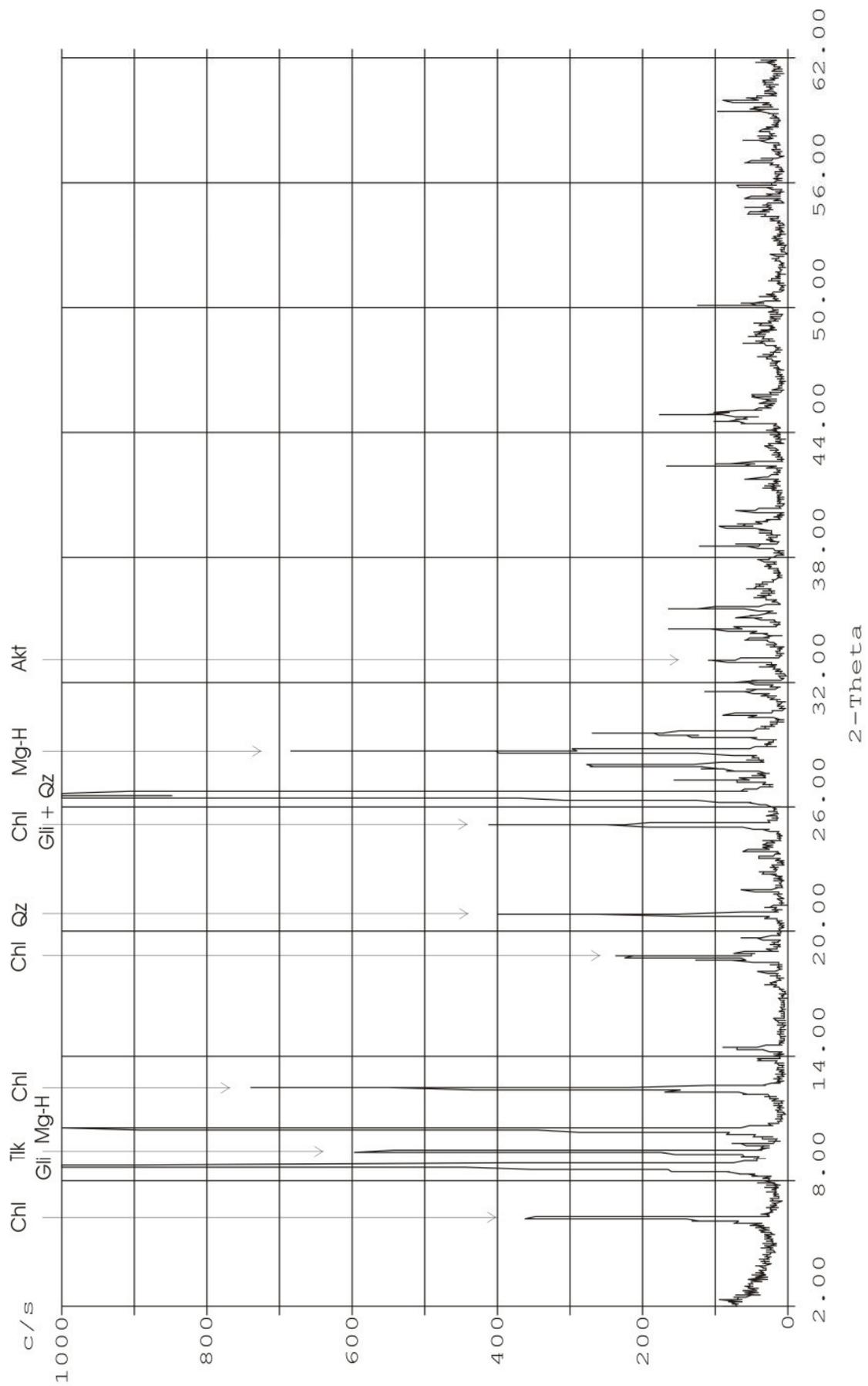
Talk-Standard: 1. Serie, 0,5 % Talk in Hornblendit



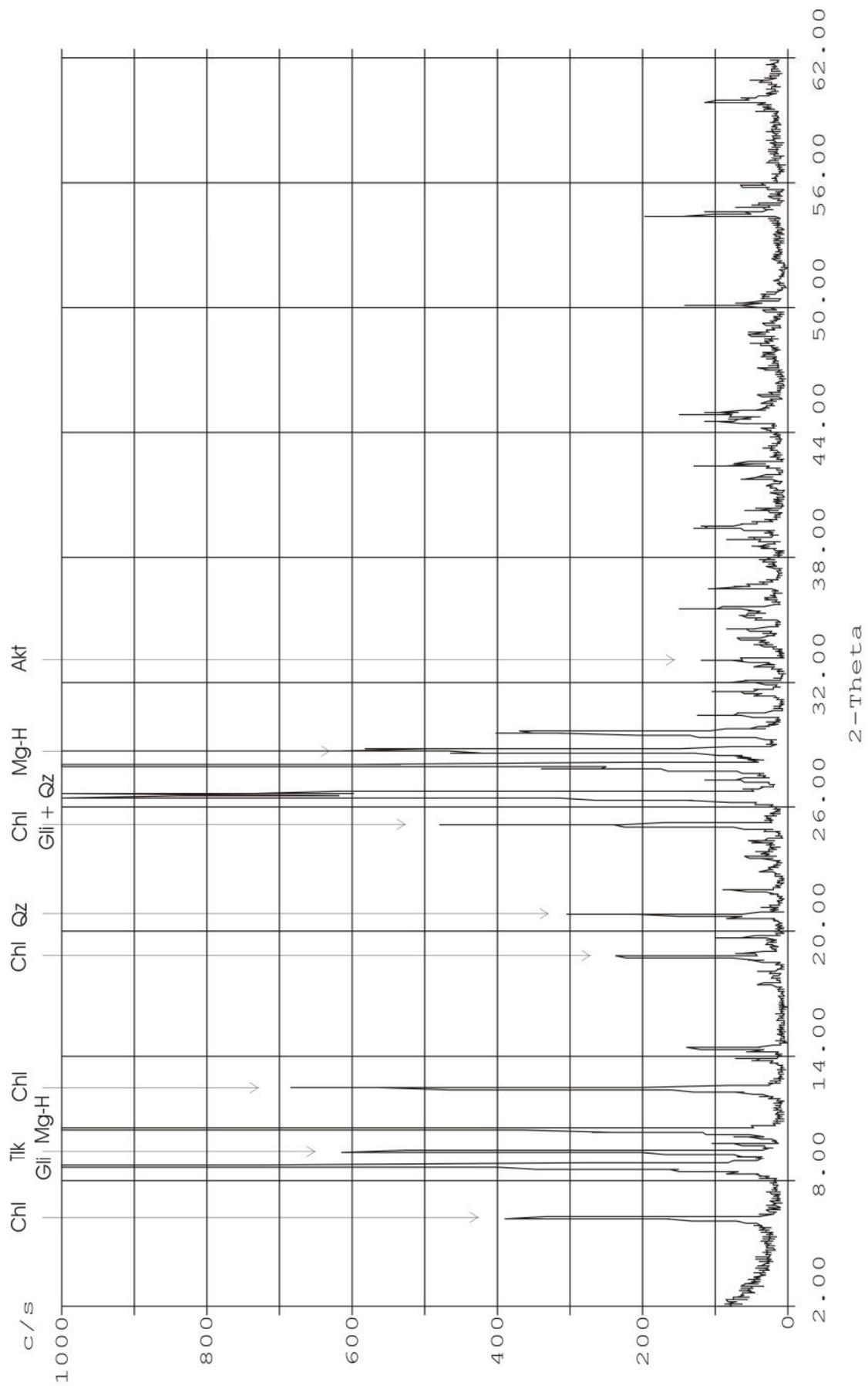
Talk-Standard: 1. Serie, 1,0 % Talk in Hornblendit



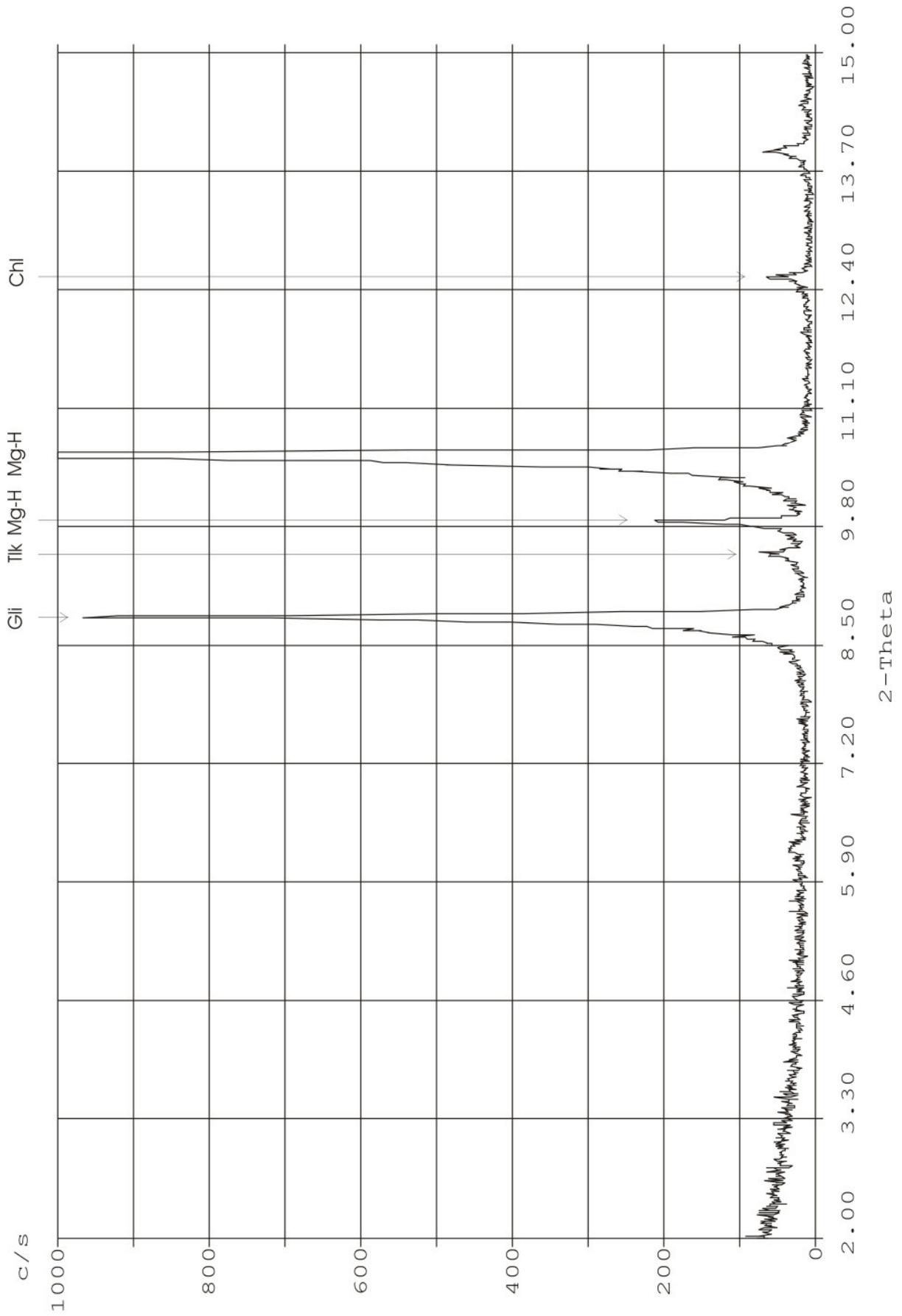
Talk-Standard: 1. Serie, 1,5 % Talk in Hornblendit



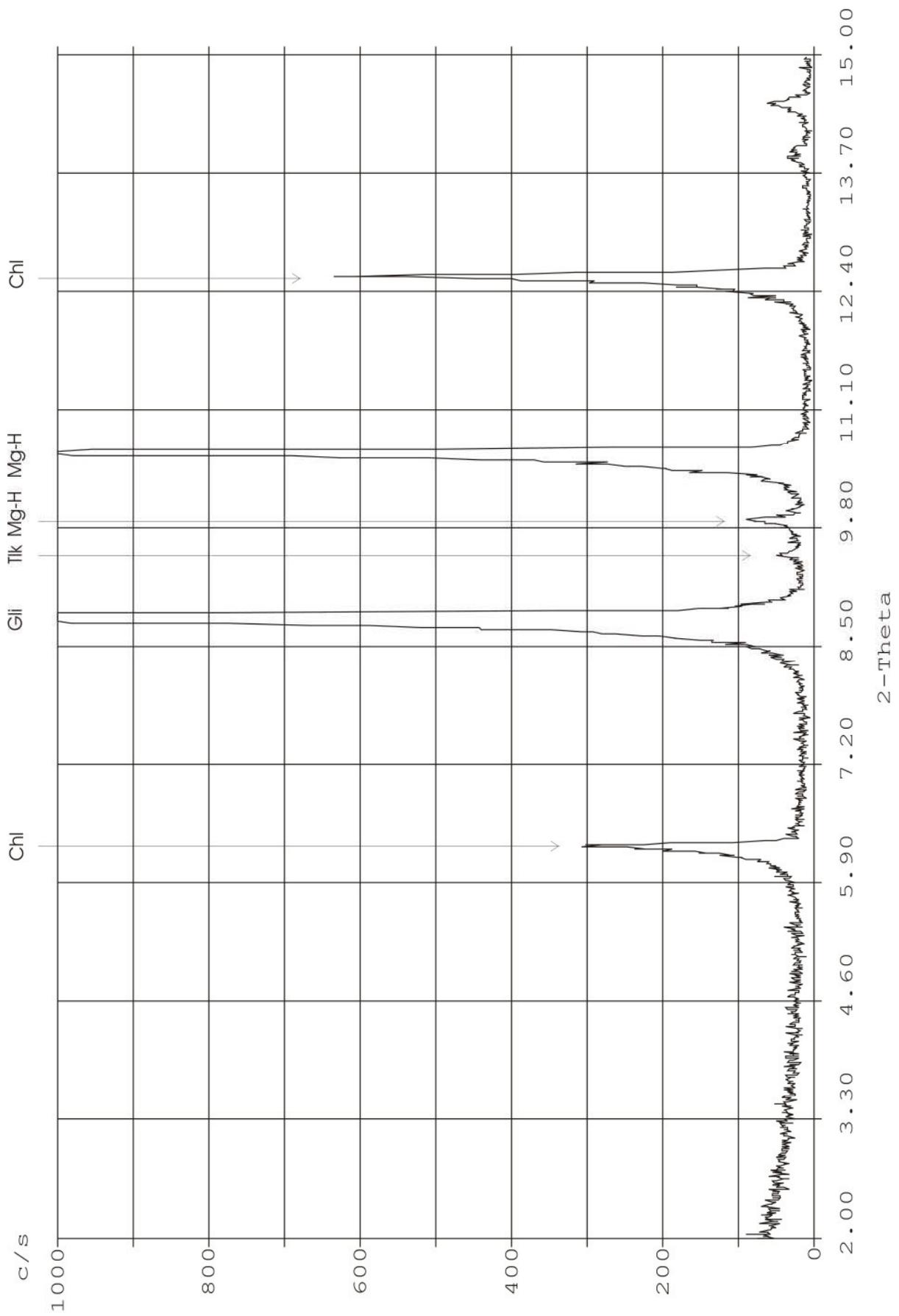
Talk-Standard: 1. Serie, 2,0 % Talk in Hornblendit



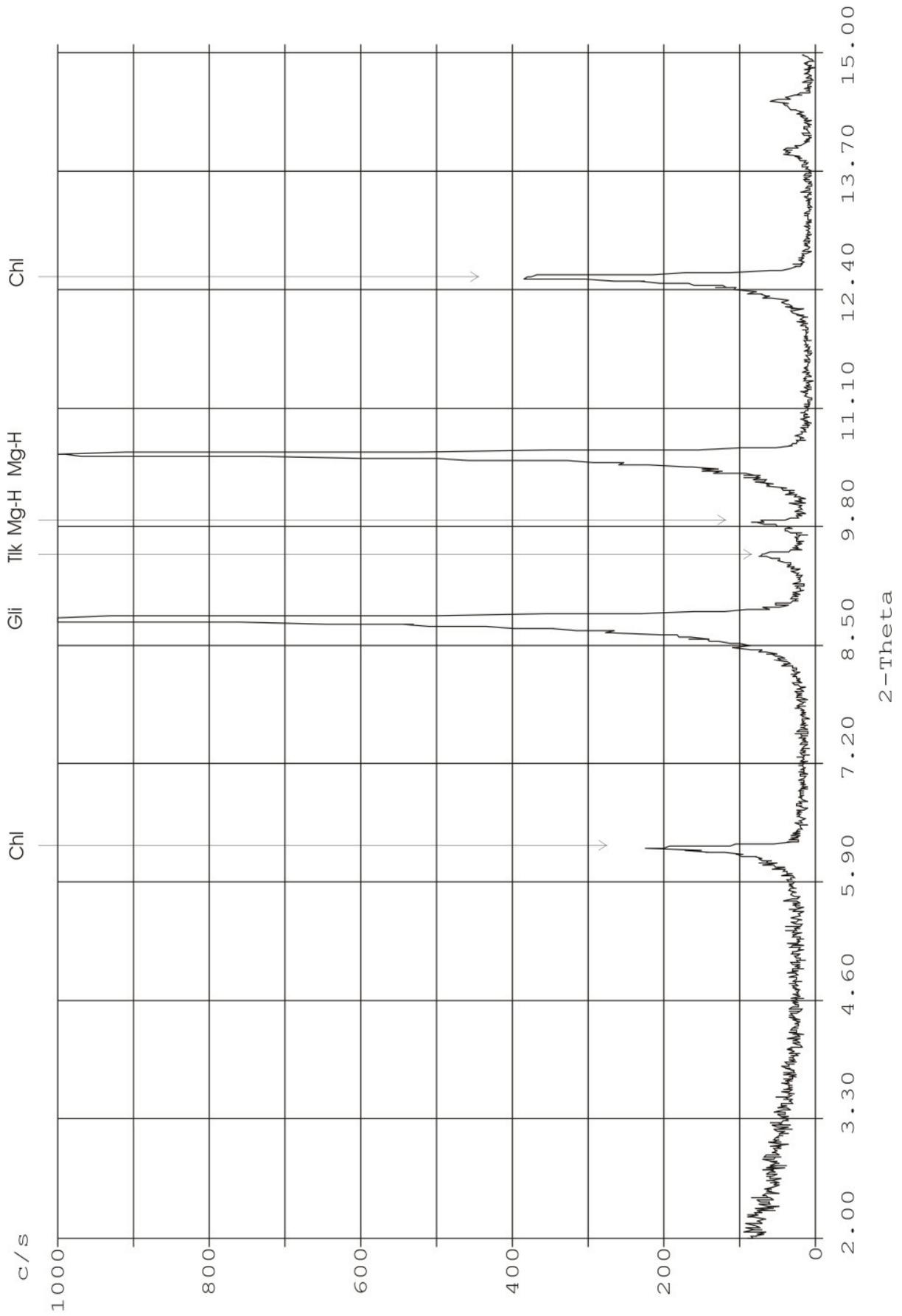
Talk-Standard: 1. Serie, 3,0 % Talk in Hornblendit



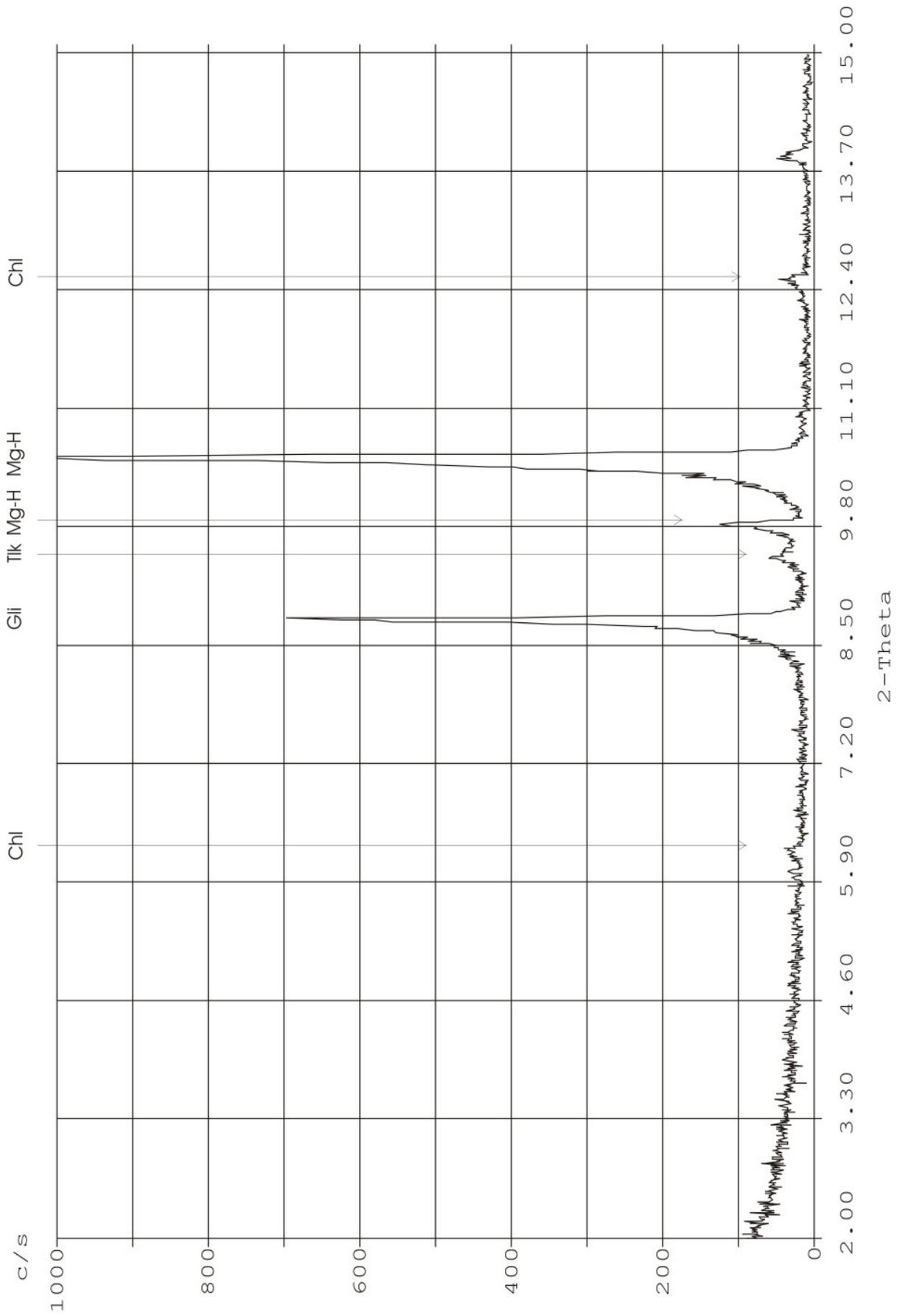
Talk-Standard: 2. Serie, 0,4 % Talk in Hornblendit



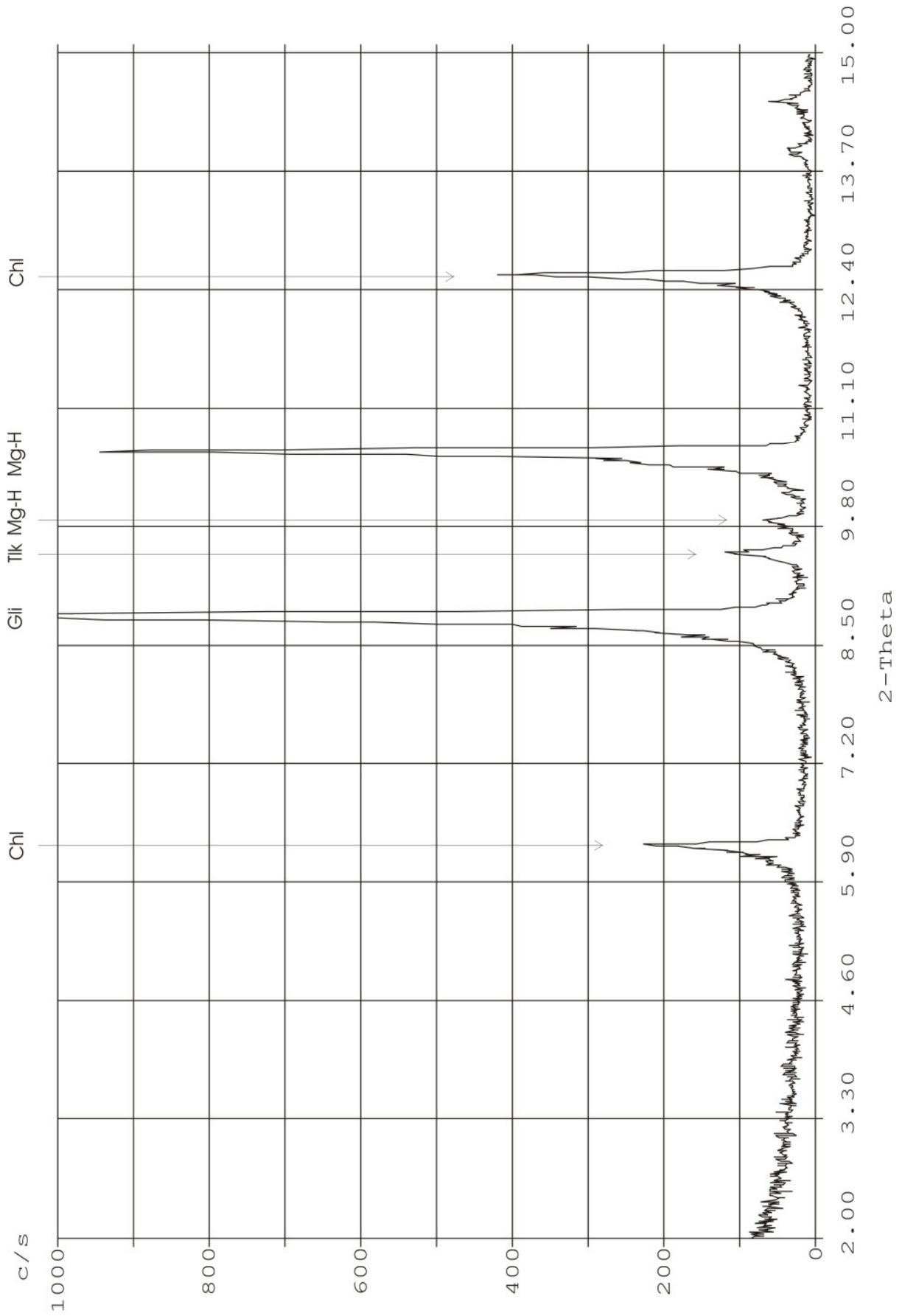
Talk-Standard: 2. Serie, 0,5 % Talk in Hornblendit



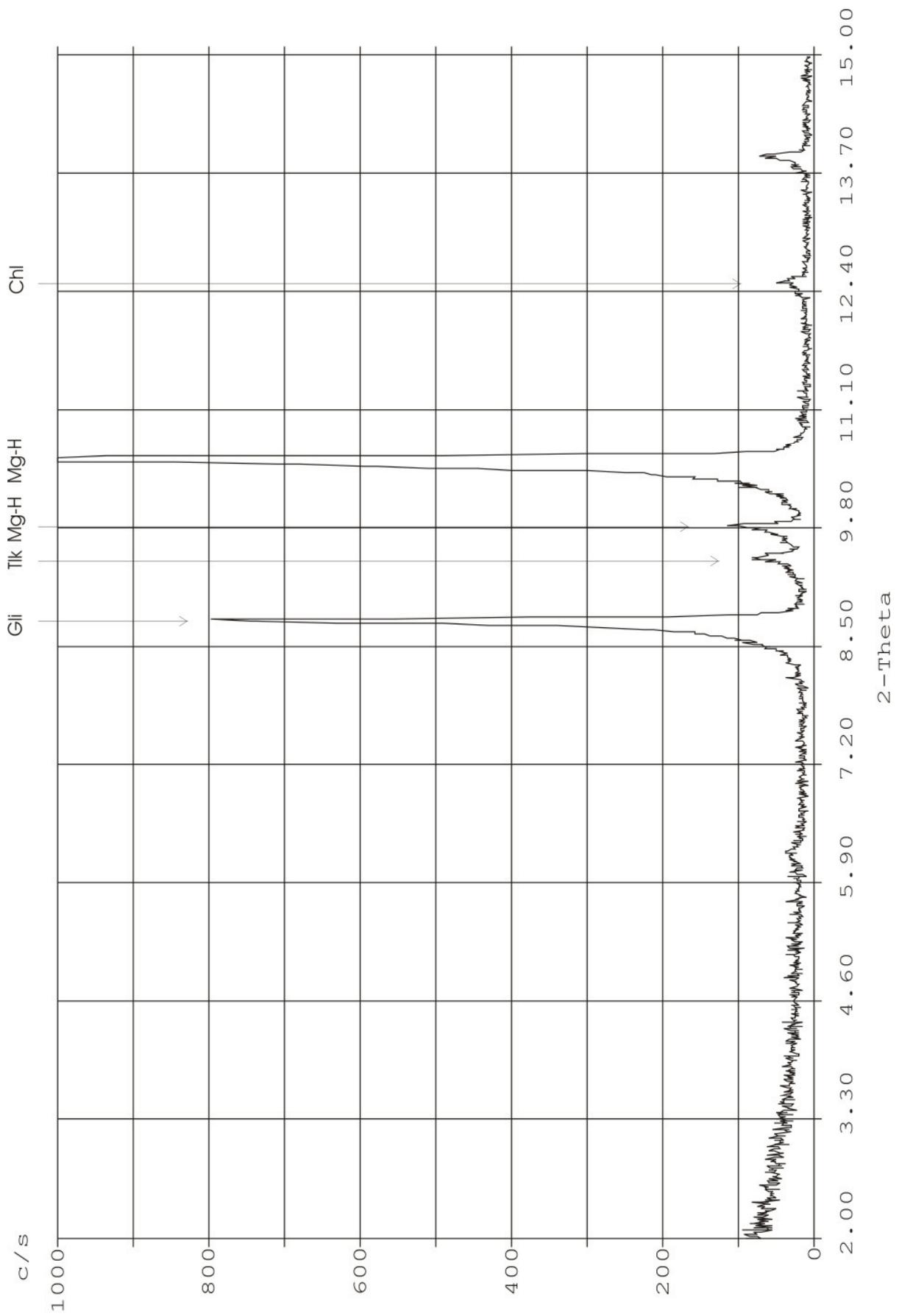
Talk-Standard: 2. Serie, 0,6 % Talk in Hornblendit



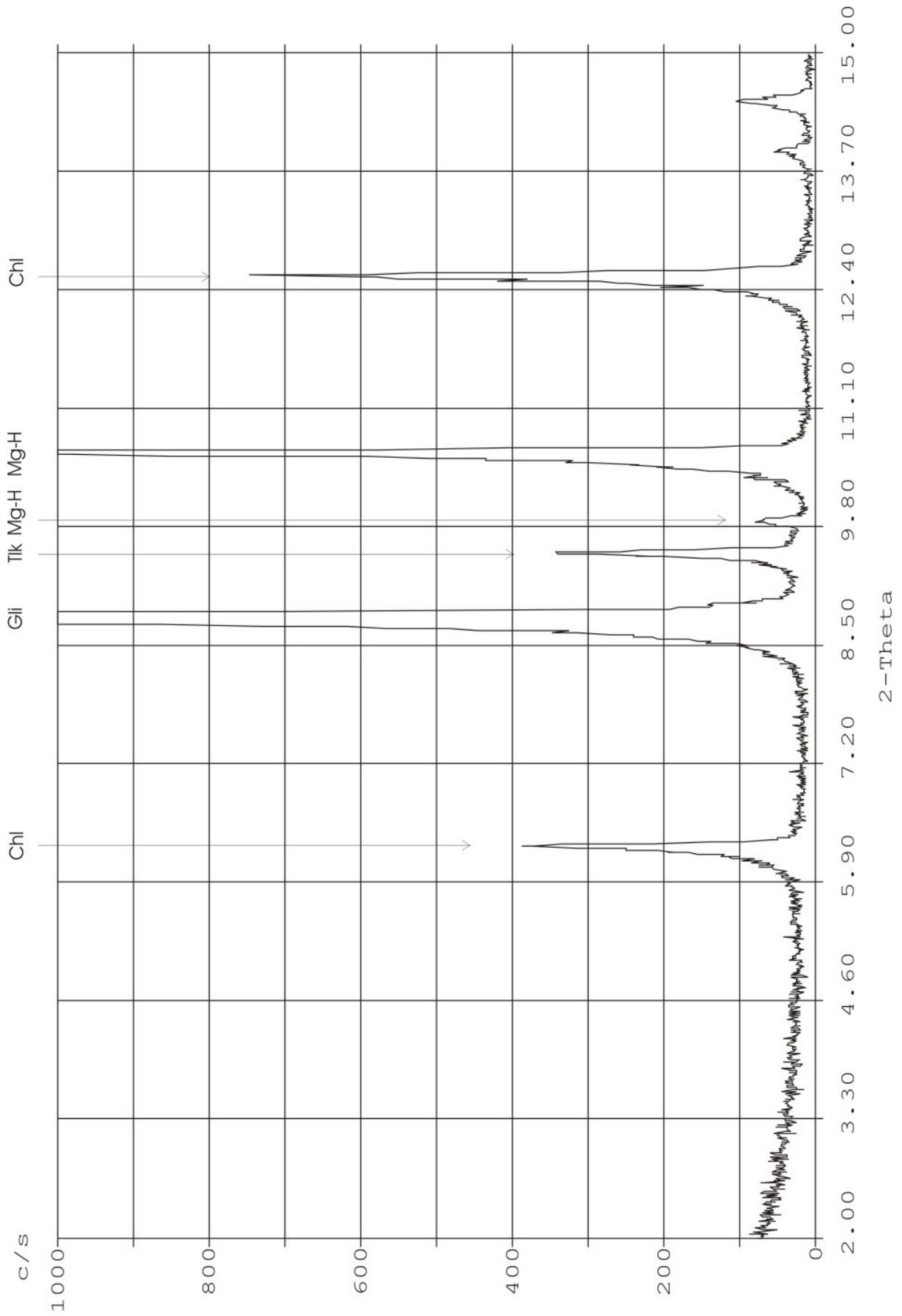
Talk-Standard: 2. Serie, 0,7 % Talk in Hornblendit



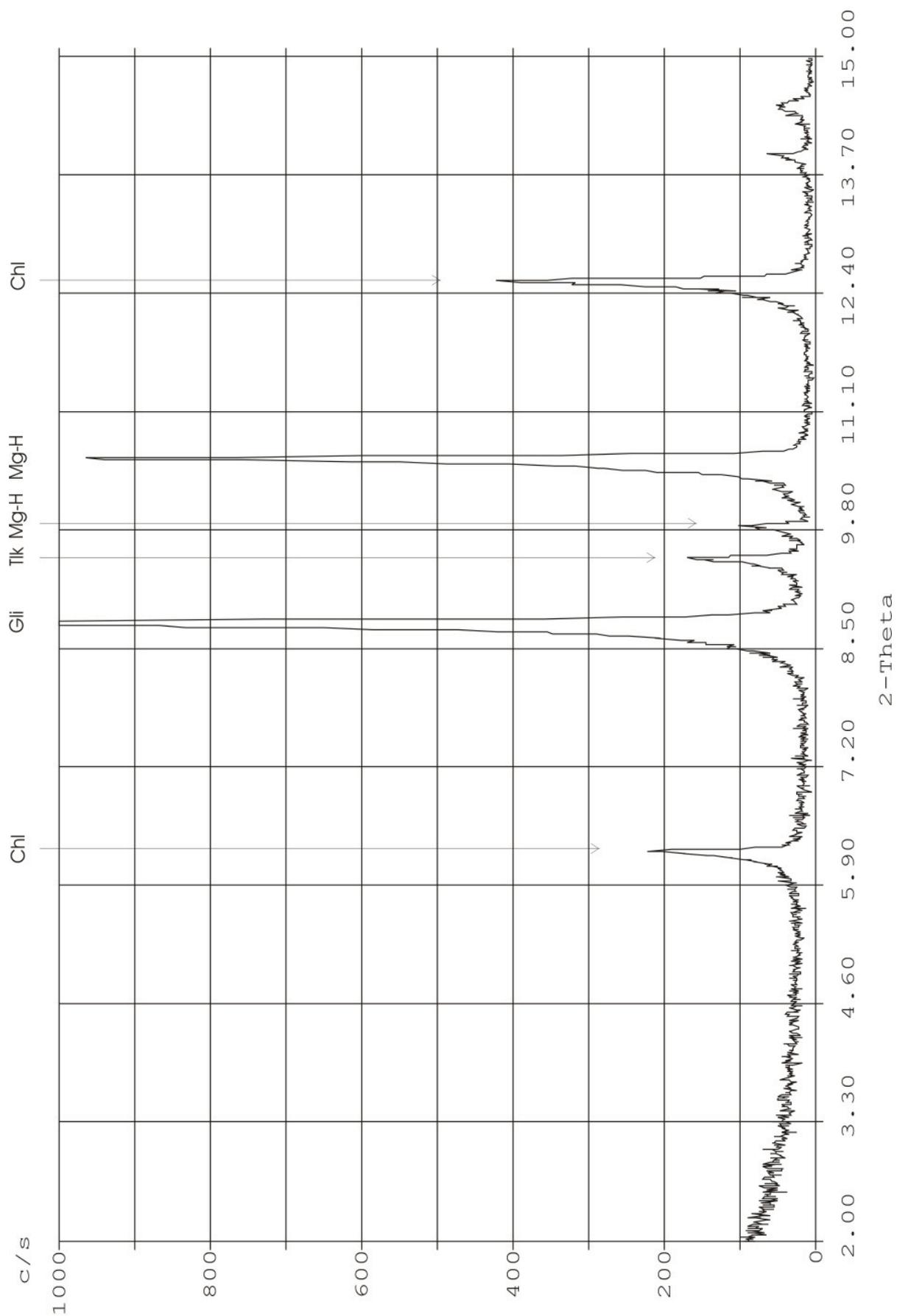
Talk-Standard: 2. Serie, 0,8 % Talk in Hornblendit



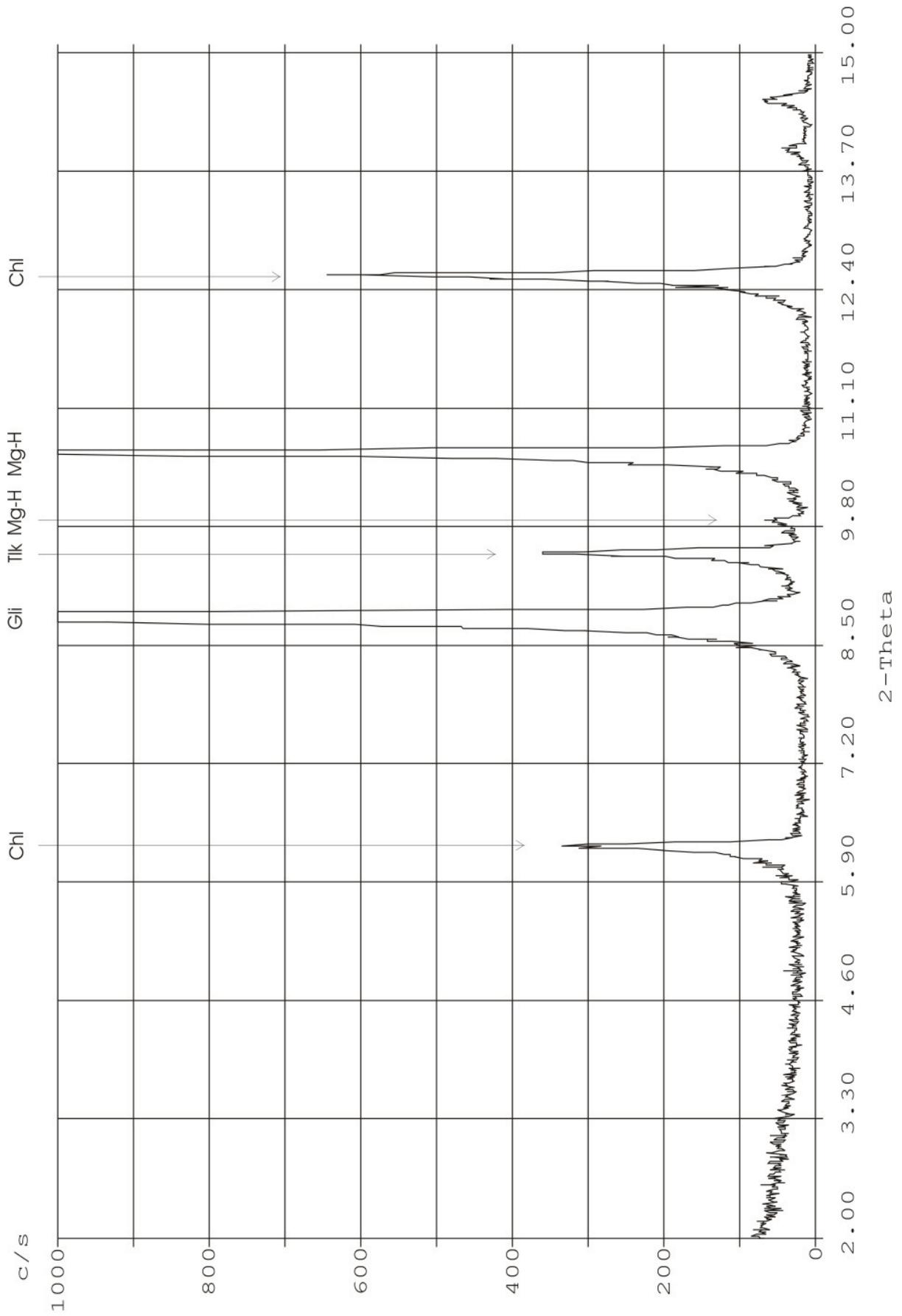
Talk-Standard: 2. Serie, 0,9 % Talk in Hornblendit



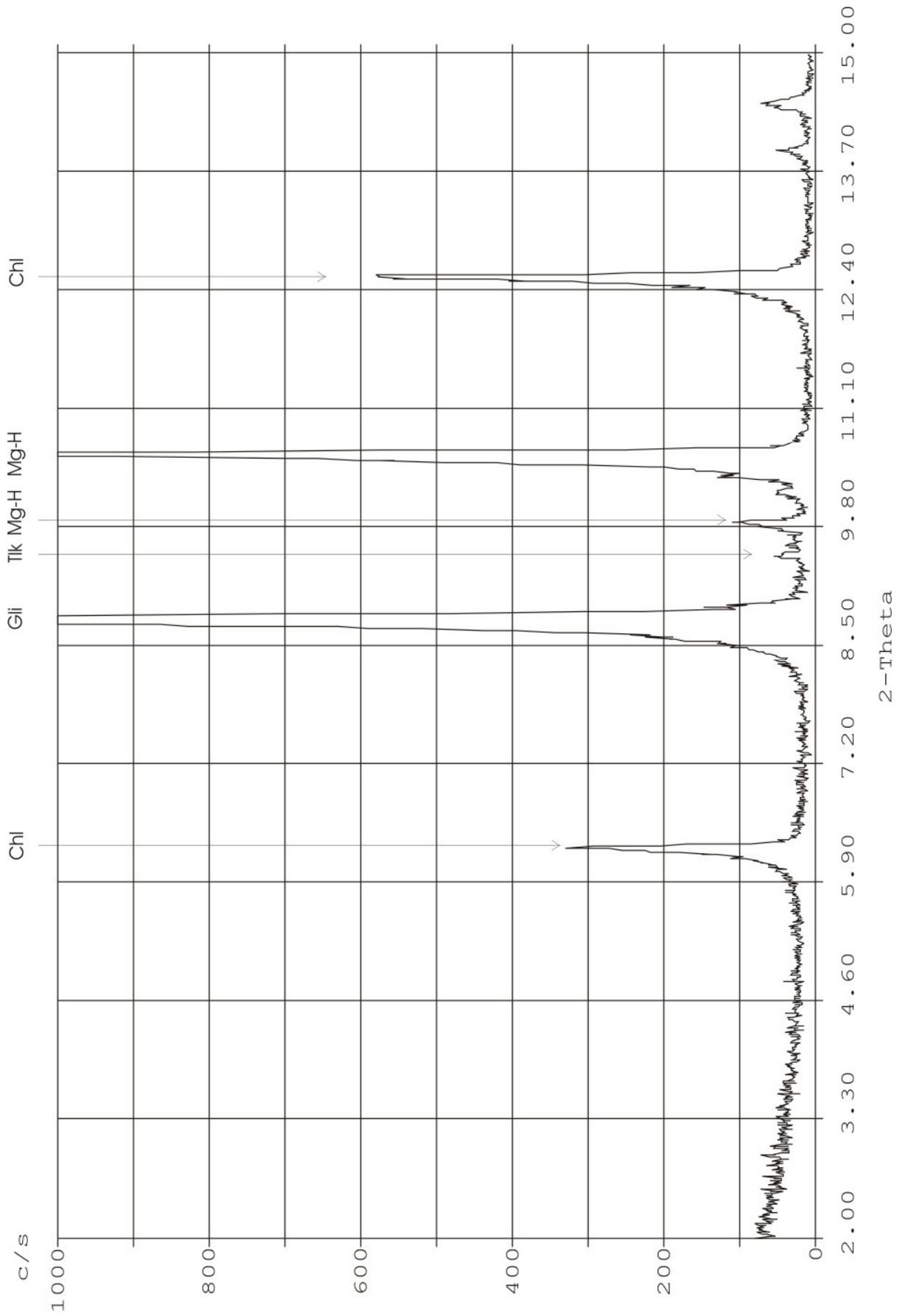
Talk-Standard: 2. Serie, 1,0 % Talk in Hornblendit



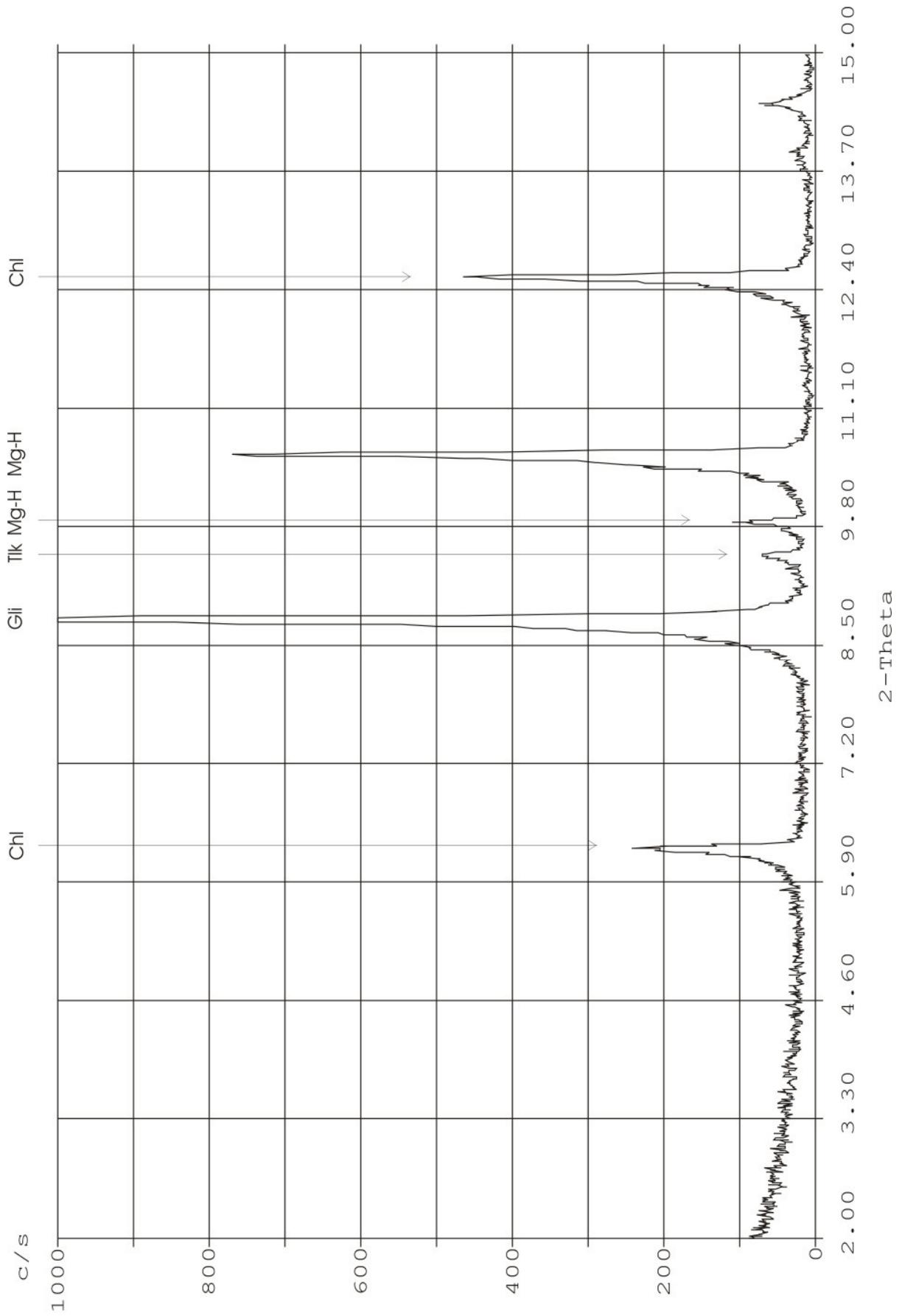
Talk-Standard: 2. Serie, 1,2 % Talk in Hornblendit



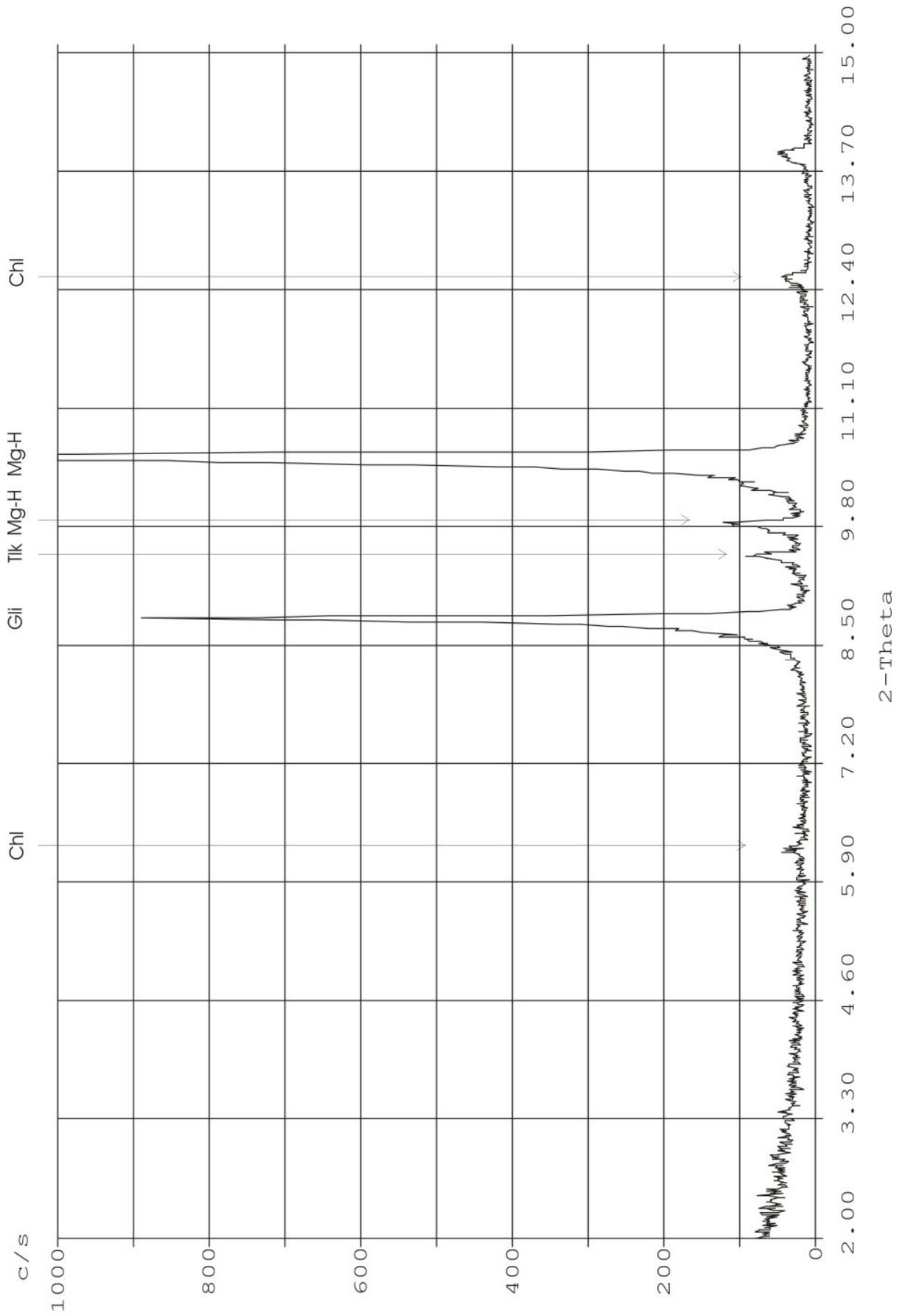
Talk-Standard: 2. Serie, 1,5 % Talk in Hornblendit



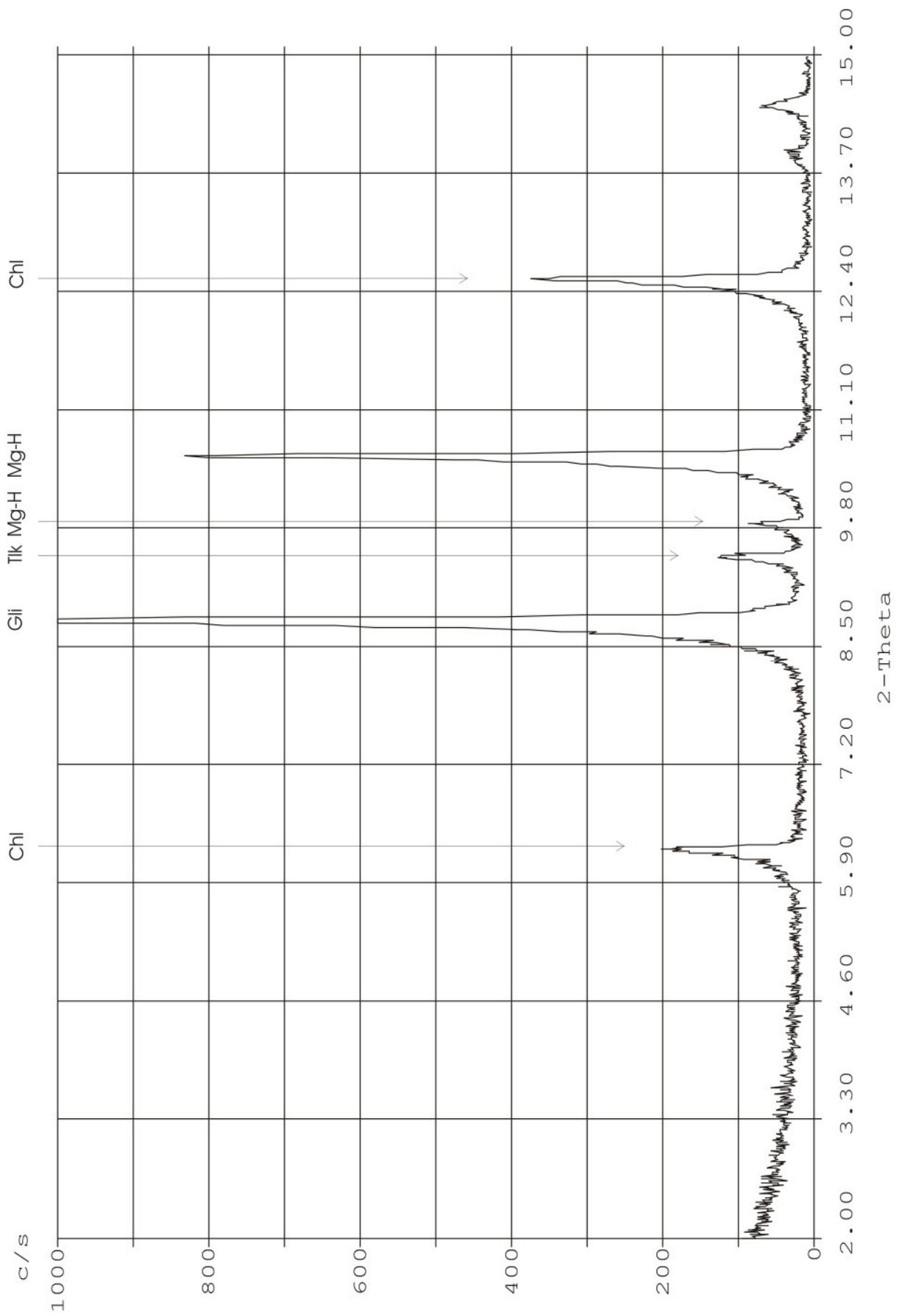
Talk-Standard: 3. Serie, 0,5 % Talk in Hornblendit



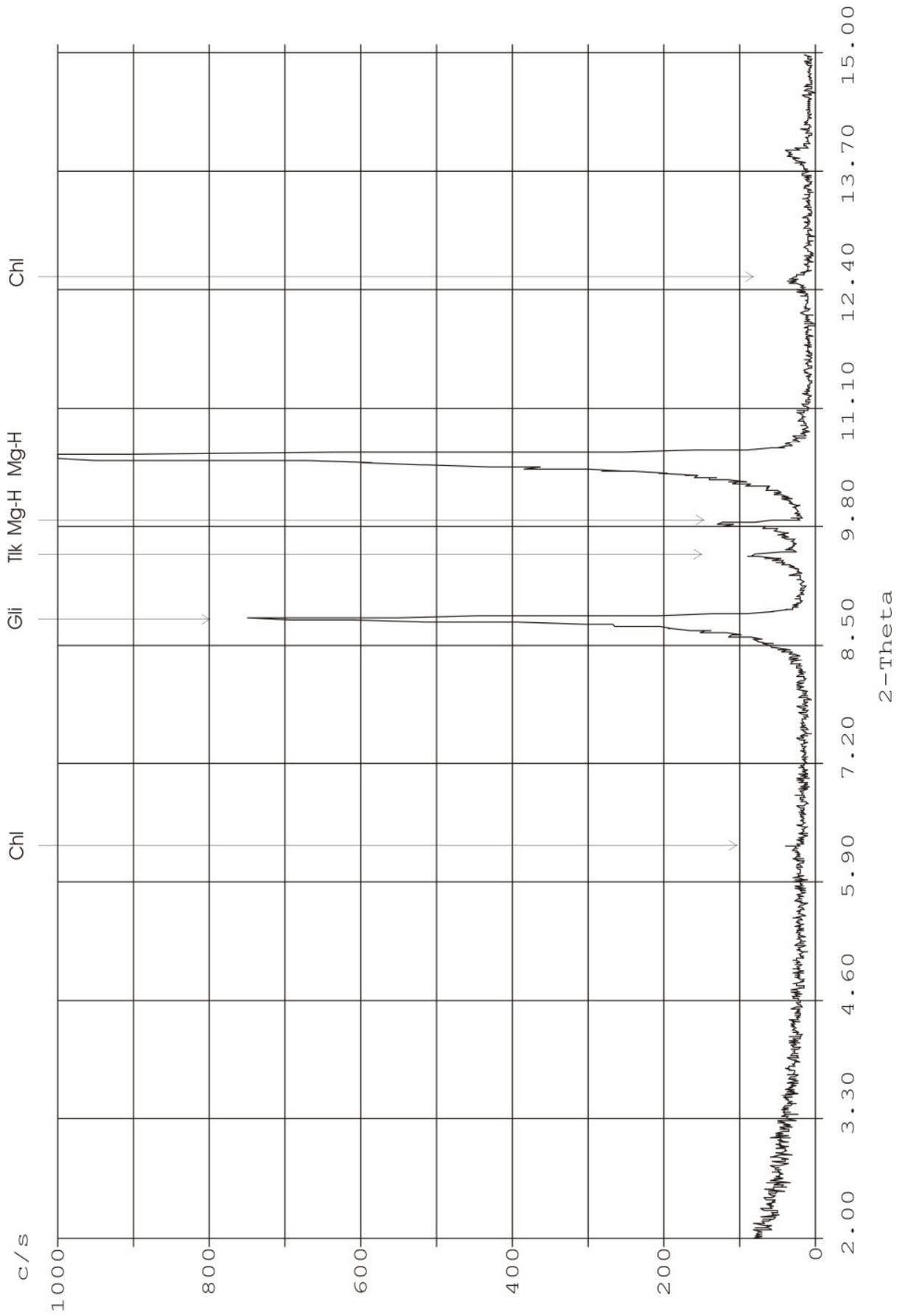
Talk-Standard: 3. Serie, 0,6 % Talk in Hornblendit



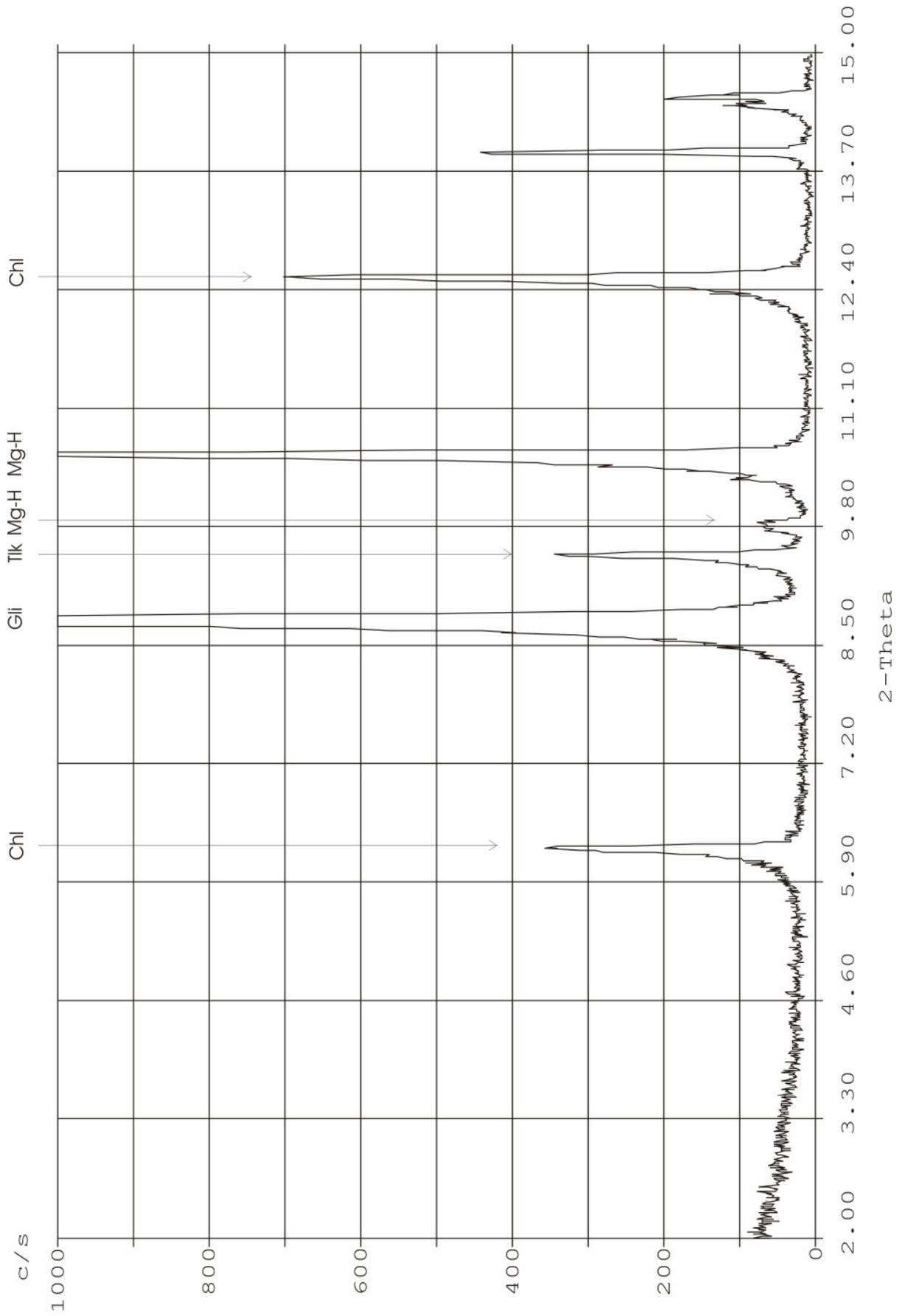
Talk-Standard: 3. Serie, 0,7 % Talk in Hornblendit



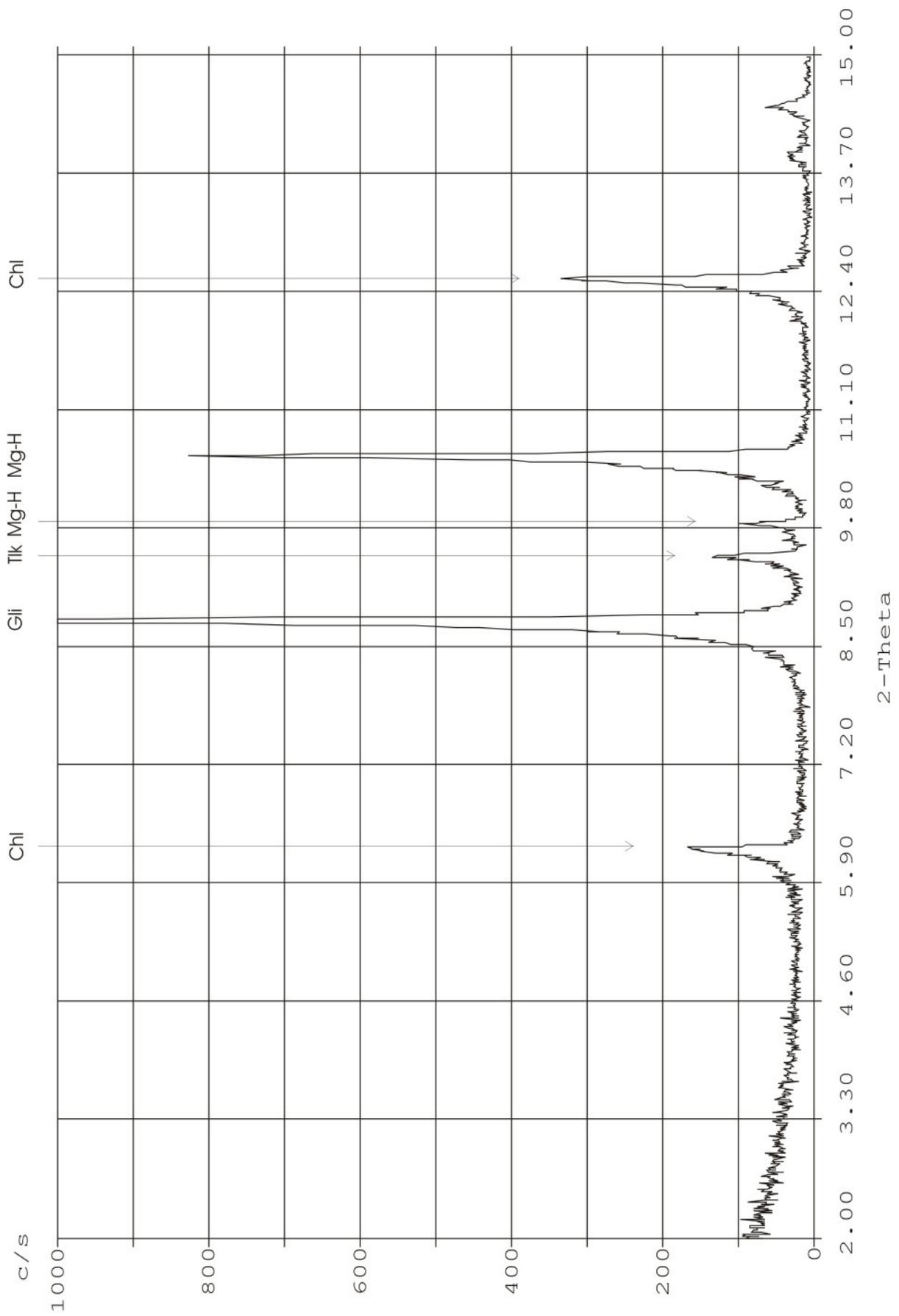
Talk-Standard: 3. Serie, 0,8 % Talk in Hornblendit



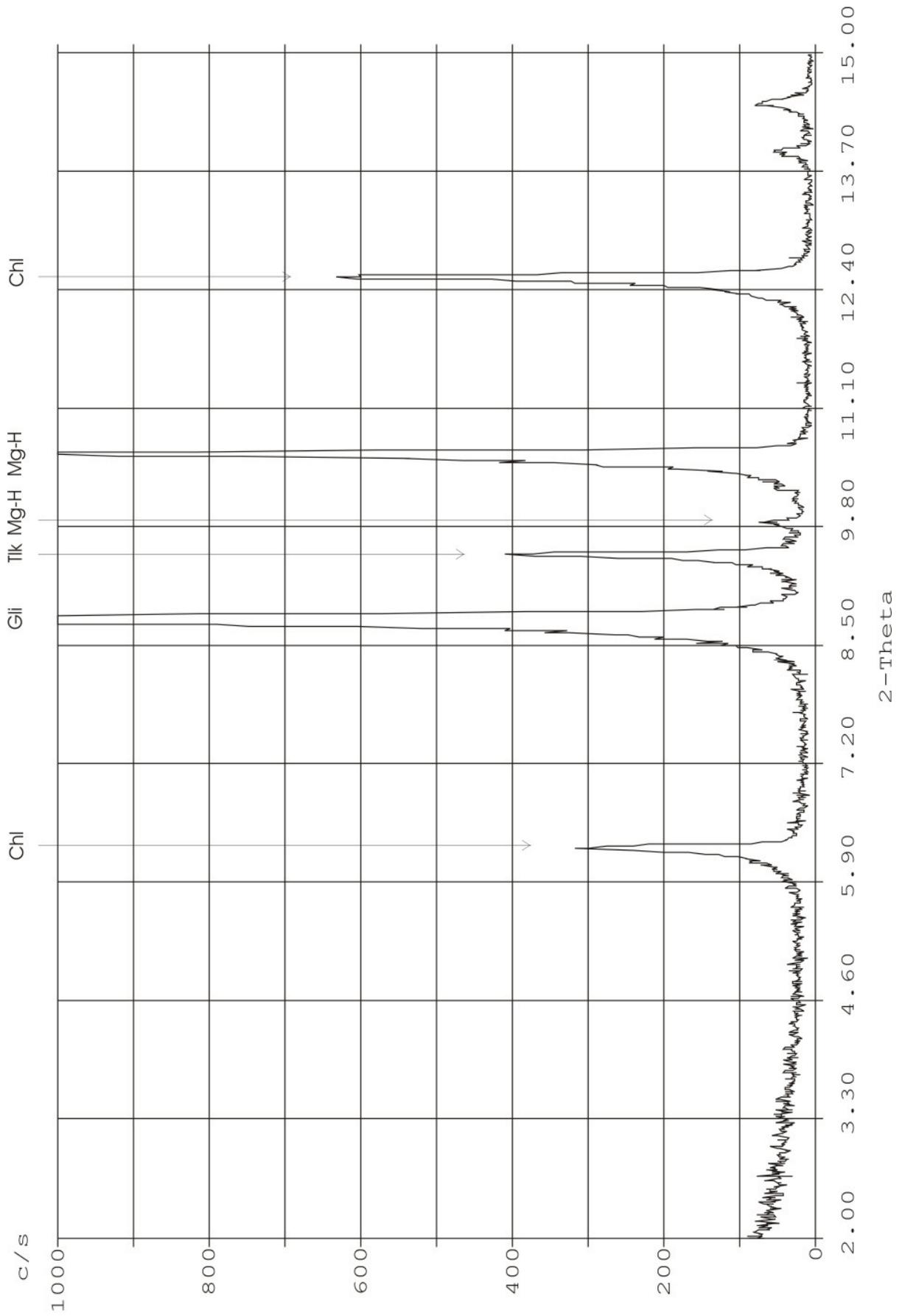
Talk-Standard: 3. Serie, 0,9 % Talk in Hornblendit



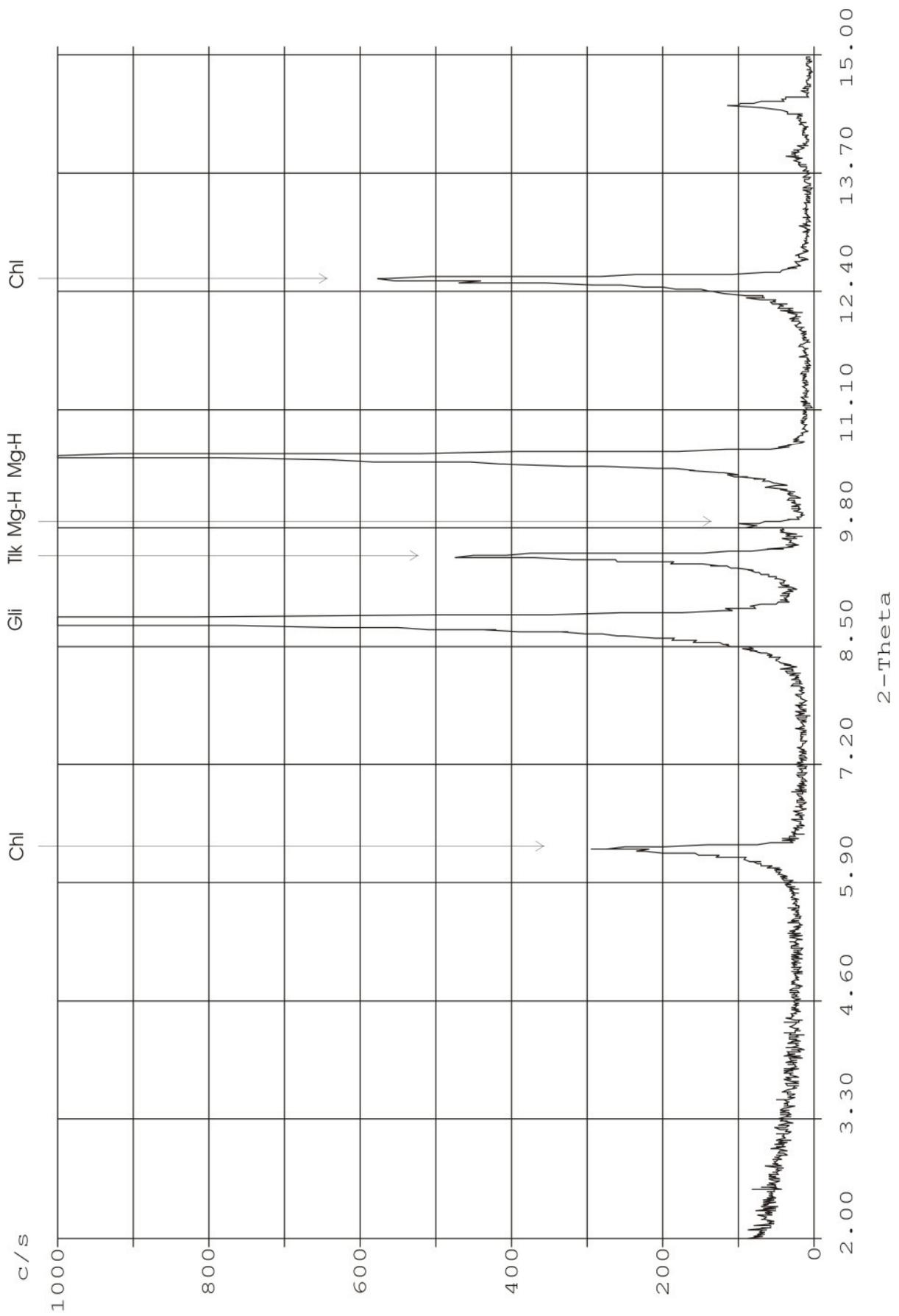
Talk-Standard: 3. Serie, 1,0 % Talk in Hornblendit



Talk-Standard: 3. Serie, 1,2 % Talk in Hornblendit



Talk-Standard: 3. Serie, 1,5 % Talk in Hornblendit



Talk-Standard: 3. Serie, 3.0 % Talk in Hornblendit