

Wien 1989 · Vienna 1989

**GEOCHEMISCHER ATLAS
DER REPUBLIK ÖSTERREICH
1 : 1,000.000**

Böhmische Masse und Zentralzone der Ostalpen
(Bachsedimente <0,18 mm)

Mit 47 Abbildungen, 5 Tabellen und 6 Tafeln (Beilagen)

**GEOCHEMICAL ATLAS
OF THE REPUBLIC OF AUSTRIA
1 : 1,000.000**

Bohemian Massif and Central Zone of the Eastern Alps
(Stream Sediments <80 mesh)

With 47 Text-Figures, 5 Tables and 6 Plates (Appendices)

Textteil/Explanatory Part

Arbeitsgemeinschaft/Cooperation

VOEST-ALPINE

Bundesversuchs und Forschungsanstalt Arsenal
Geologische Bundesanstalt

Autoren/Authors

- F. THALMANN (Projektleitung/Project Management – Geologie/Geology)
- O. SCHERMANN (Methodik/Methods – Geochemie/Geochemistry)
- E. SCHROLL (Analytik/Analysis – Geochemie/Geochemistry)
- G. HAUSBERGER (Datenverarbeitung/Data Processing)

ISBN 3-900312-62-1

Bild auf der Umschlagseite

Digitales Gebirgs Panorama der Hohen Tauern mit Gasteiner Tal, Rauriser Tal und Seidlwinkeltal, Fuschertal und Kapruner Tal; oberhalb der Kapruner Stauseen Pasterze und Großglockner.

Hergestellt durch Kombination von LANDSAT-TM-Daten (aufgenommen am 22. August 1985 aus 705 km Höhe) mit Geländehöhen Daten des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, Wien.

Angefertigt von

GEOSPACE-Beckel-Satellitenbilddaten
A-4820 Bad Ischl
Tel. 06132/33770
Telex 681238
Telefax 06132/7181

Cover Image

Computed Panorama of the Hohe Tauern Range with the valleys of Gastein, Rauris, Seidlwinkel, Fusch and Kaprun; note the Pasterze glacier and the Großglockner above the Kaprun reservoirs.

The image was produced by combining LANDSAT-TM data (recorded on August 22nd, 1985 from an altitude of 705 km) with digital terrain data of Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Wien.

Image data processing by

GEOSPACE-Beckel-Satellitenbilddaten
A-4820 Bad Ischl
Tel. 06132/33770
Telex 681238
Telefax 06132/7181

Anschriften der Autoren/Authors' Addresses

Dr. FRIEDRICH THALMANN

VOEST-ALPINE STAHL LINZ Ges. m.b.H., Hieflauer Straße 20, A-8790 Eisenerz

Dr. OTMAR SCHERMANN

Geologische Bundesanstalt, Rasumofskygasse 23, A-1031 Wien

Prof. Dr. ERICH SCHROLL

Bundesversuchs- und Forschungsanstalt Arsenal, Postfach 8, A-1031 Wien

Dipl.-Ing. GÜNTHER HAUSBERGER

VOEST-ALPINE STAHL LINZ Ges. m.b.H., Peter Tunner-Straße 15, A-8700 Leoben

Alle Rechte für In- und Ausland vorbehalten.

Medieninhaber, Herausgeber und Verleger: Geologische Bundesanstalt, A-1031 Wien, Rasumofskygasse 23.
Für die Redaktion verantwortlich: Dr. A. Daurer, Dr. F. Thalmann, Dr. O. Schermann, Univ.-Prof. Dr. E. Schroll.
Verlagsort: Wien 1989.

Übersetzung: John Meyer, O. Schermann.

Satz: Geologische Bundesanstalt.

Druck: Ferdinand Berger & Söhne Ges. m.b.H., 3580 Horn.
ISBN 3-900312-62-1.

Geochemischer Atlas der Republik Österreich 1 : 1,000.000	Textteil	ISBN 3-900312-62-1	S. 1-141	Wien 1989
Geochemical Atlas of the Republic of Austria 1 : 1,000.000	Explanatory Part		p. 1-141	Vienna 1989

Inhalt/Contents

Geleitworte des Bundesministers für Wissenschaft und Forschung	5
Geleitworte des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten	7
Vorwort des Direktors der Geologischen Bundesanstalt	9
1. Einführung/Introduction	11
2. Methodik/Methodology	12
2.1. Probenahme/Sampling	16
2.2. Analytik/Analysis	17
2.2.1. Analytikkontrolle/Control of Analysis	21
2.3. Reproduzierbarkeit der Beprobung/Reproducibility of Sampling	24
3. Darstellung der Ergebnisse – Geostatistik/Presentation of the Results – Geostatistics	24
3.1. Hinweise zum Lesen der Karte/Comments on Map Utilization	25
3.2. Bemerkungen zu den Erläuterungen der Elementkarte/Remarks on the Explanatory Notes on the Element Maps	31
3.3. Abkürzungen/Abbreviations	34
Ag Silber/Silver	35
Al Aluminium/Aluminium	38
As Arsen/Arsenic	41
Ba Barium/Barium	44
Be Beryllium/Beryllium	47
Ca Kalzium/Calcium	50
Ce Cer/Cerium	53
Co Kobalt/Cobalt	56
Cr Chrom/Chromium	59
Cu Kupfer/Copper	62
Fe Eisen/Iron	66
Ga Gallium/Gallium	69
K Kalium/Potassium	72
La Lanthan/Lanthanum	75
Mg Magnesium/Magnesium	77
Mn Mangan/Manganese	80
Mo Molybdän/Molybdenum	83
Na Natrium/Sodium	86
Nb Niob/Niobium	89
Ni Nickel/Nickel	92
P Phosphor/Phosphorus	95
Pb Blei/Lead	97
Rb Rubidium/Rubidium	101
Sb Antimon/Antimony	103
Sc Scandium/Scandium	106
Sn Zinn/Tin	109
Sr Strontium/Strontium	112
Th Thorium/Thorium	115
Ti Titan/Titanium	118
U Uran/Uranium	121
V Vanadium/Vanadium	124
W Wolfram/Tungsten	127
Y Yttrium/Yttrium	131
Zn Zink/Zinc	134
Zr Zirkonium/Zirconium	137
Literatur/References	140



Geleitwort des Bundesministers für Wissenschaft und Forschung

Unter den Geowissenschaften, denen in Österreich aufgrund der geologischen Vielfaltigkeit des Landes eine besondere Bedeutung zukommt, spielt die Geochemie eine zunehmend wichtige Rolle.

Zu der weltweiten Entwicklung geochemischer Forschungs- und Untersuchungsmethoden, die es gestatten, großflächige Informationen über die Verteilung von chemischen Elementen in der Erdkruste zu gewinnen, haben österreichische Geowissenschaftler, insbesondere hinsichtlich der Anwendbarkeit im Gebirgsgelände, wesentlich beigetragen.

Mit der Herausgabe des „Geochemischen Atlas der Republik Österreich 1 : 1,000.000“ ist nicht nur ein wesentliches Teilziel des „Konzeptes für Rohstofforschung in Österreich“ des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung erreicht. Die geeignete Anwendung der Datenfülle des Geochemischen Atlas und der bei der Geologischen Bundesanstalt verfügbaren Dokumentation über die geochemische Basisaufnahme des Bundesgebietes mittels Bachsedimentanalyse eröffnet darüber hinaus eine neue Dimension der geologischen Forschung in Österreich. Es hat sich gezeigt, daß nicht allein für die Rohstofforschung, sondern zunehmend auch für die Umweltforschung relevante Grundlagen aus den Ergebnissen dieser Untersuchungen abgeleitet werden können.

Die vom Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung mit dem Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten unter bedeutendem Mitteleinsatz gemeinsam getragene Forschungsarbeit hat im Verein mit den Erfolgen, die auf den Gebieten der Aeromagnetik und Hubschrauber-geophysik erzielt wurden, bewirkt, daß der Stand der geowissenschaftlichen Forschung in Österreich nicht nur europäischen Standard, sondern ein weltweit maßgebendes Niveau erreicht hat.

Mit meinem Dank an alle Beteiligten, die zur Durchführung und zum erfolgreichen Abschluß dieser wichtigen Forschungsarbeit beigetragen haben, verbinde ich den Wunsch, daß die erzielten Ergebnisse als Grundlage für weitere Schritte der Daseinsvorsorge zum Nutzen unseres Landes dienen mögen.



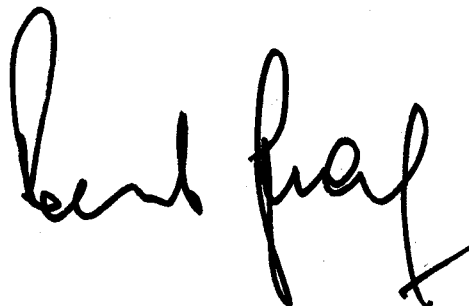
Univ.-Prof. Dr. HANS TUPPY
Bundesminister für Wissenschaft und Forschung

Geleitwort des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten

Jede Rohstoffsuche ist äußerst kostenintensiv und risikoreich. Um den einschlägig tätigen Unternehmen gerade in dieser Phase des Lagerstättenaufschlusses eine fundierte Ausgangsbasis für ihre Sucharbeiten im Bundesgebiet zu bieten, wurde vor rund 10 Jahren mit der geochemischen Untersuchung des Bundesgebietes begonnen. Es hat sich hierbei gezeigt, daß aufgrund des äußerst komplizierten Baustils der Alpen nicht immer auf Erfahrungen aus dem Ausland zurückgegriffen werden konnte. Die erforderlich gewordene Entwicklung einer an alpine Verhältnisse angepaßten Probenahmestrategie, einer Analysetechnik nach modernsten Erkenntnissen, sowie komplexer geostatistischer Auswerte- und Darstellungsverfahren hat bereits internationale Anerkennung gefunden.

Nach mehrjähriger intensiver Arbeit ist nun dieses Projekt mit der Herausgabe des „Geochemischen Atlas der Republik Österreich 1 : 1,000.000“ abgeschlossen. Gerne nutze ich die Gelegenheit, allen, die an diesem Projekt beteiligt waren, bestens zu danken. Nur durch die intensive Teamarbeit, an der Probenehmer, Geologen, Chemiker, Systemanalytiker und Kartographen gleichermaßen Anteil hatten, war dieses hochgesteckte Ziel auch tatsächlich zu erreichen. Mein Dank gilt im gleichen Maß auch dem Herrn Bundesminister für Wissenschaft und Forschung, der durch die Mitfinanzierung entscheidend zum Gelingen dieses Projektes beigetragen hat sowie der Geologischen Bundesanstalt für die fachliche Betreuung.

Mögen die nun vorliegenden Untersuchungsergebnisse, die in diesem geochemischen Kartenwerk sicherlich nur übersichtsmäßig darstellbar sind, allen Interessierten eine wesentliche Entscheidungsgrundlage bieten und mögen sie letztlich dazu dienen, die Lagerstättenuche in Österreich erfolgreich zu gestalten.



ROBERT GRAF
Bundesminister für wirtschaftliche Angelegenheiten

Vorwort

Der Geochemische Atlas der Republik Österreich wurde während der letzten zehn Jahre aufgrund der Ergebnisse von Bachsediment-Untersuchungen erstellt.

1978 erarbeiteten die Geologische Bundesanstalt und das Geotechnische Institut der Bundesversuchs- und Forschungsanstalt Arsenal ein Konzept für ein Untersuchungsprogramm, das nach eingehender Diskussion vom Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung und vom Bundesministerium für Handel, Gewerbe und Industrie, den gemeinsam für die Lagerstättenforschung und -erkundung zuständigen Behörden, gebilligt wurde.

Pilotstudien in vorangegangenen Jahren hatten die Eignung der Methode der Bachsediment-Untersuchung hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit in der Zentralzone der Ostalpen und im österreichischen Anteil der Böhmisches Masse, die beide vorwiegend von Kristallingesteinen aufgebaut sind, bestätigt.

Der Fortschritt auf dem Gebiet der Oberflächengeochemie war überdies durch einschlägige Publikationen international anerkannt, wie etwa hinsichtlich geochemischer Verteilung oder der Beziehung zwischen Spurenelementen, Ablagerungsmilieu und organischem Material unter Berücksichtigung des Umstandes, daß einerseits Ablagerungen kaum jemals unabhängig von ihrer Umgebung auftreten und daß andererseits oberflächenabhängige Veränderungen bei der kritischen Beurteilung der analytischen Ergebnisse in Betracht zu ziehen sind.

Die vielversprechenden Ergebnisse ähnlicher Untersuchungen z. B. in England, Schweden, Finnland, Irland und in der Tschechoslowakei ebenso wie in verschiedenen Entwicklungsländern lieferten stichhaltige Argumente, um die finanzierenden Stellen von der Nützlichkeit dieses Vorhabens zu überzeugen.

In Zusammenarbeit mit österreichischen Bergbauunternehmen, insbesondere der VOEST-ALPINE und der Bleiberger Bergwerks-Union wurde im Herbst 1978 die erste Probenahme-Kampagne gestartet.

Trotz teilweise extrem schwieriger bergsteigerischer Bedingungen in hochalpinen Regionen Österreichs, wo eine große Anzahl an Proben nur durch Klettern am Seil gewonnen werden konnte, wurde das geplante Probenahmeprogramm zu Ende 1982 erfolgreich abgeschlossen.

Gleichlaufend mit dem Fortschreiten der Probenahme sollten die geochemischen Analysen vom

Foreword

The Geochemical Atlas of the Republic of Austria is based on the results of stream-sediment investigations executed during the last ten years.

In 1978, the Geological Survey of Austria together with the Geotechnical Institute of the Federal Testing and Research Institute Arsenal prepared a concept for an investigation programme which, after intensive discussion, was accepted by the Ministry of Science and Research and by the Ministry of Trade and Commerce, the authorities jointly responsible for the research and exploration of mineral resources in Austria.

Pilot studies in foregoing years had proven the validity of the method of stream-sediment investigations applicable to the Central Zone of the Eastern Alps and to the Austrian part of the Bohemian Massif, both areas which mainly consist of crystalline rocks.

Moreover, the progress in surface geochemistry had gained international acceptance through relevant publications, dealing for instance with the mechanisms of geochemical dispersal or the relationship between trace elements, deposition environment and organic matter, taking into account that, on the one hand deposits are rarely independent of their surroundings and on the other hand superficial changes had to be considered for a critical judgement of the analytical results.

The promising results of similar investigations e. g. in England, Sweden, Finland, Ireland and Czechoslovakia as well as in various developing countries could serve as a good argument for convincing the financing authorities of the utility of this undertaking.

In cooperation with the mining industry of Austria, especially with the state-owned VOEST-ALPINE and the Bleiberg Mining Union companies, the first sampling campaign was started in the autumn of 1978.

Despite partly extremely difficult mountainous conditions in the high alpine areas of Austria, where a great number of samples could only be taken by means of rope-climbing, the planned sampling programme could be completed by the end of 1982.

Simultaneously with the progress of sampling the geochemical analyses should have been carried out by the Geotechnical Institute of the Federal Testing and Research Institute Arsenal, but unforeseeable difficulties in the installation of analytical appliances caused a major delay in the availability of data.

Primarily the concept for the geochemical investi-

Geotechnischen Institut der Bundesversuchs- und Forschungsanstalt Arsenal durchgeführt werden, doch bewirkten unvorhersehbare Schwierigkeiten bei der Installierung von Analysengeräten eine beträchtliche Verzögerung in der Verfügbarkeit der Daten.

Primär zielte das Konzept der geochemischen Untersuchung des Bundesgebietes auf die Ermittlung von Gebieten mit günstigen Voraussetzungen für weitere Explorationsschritte ab. Nichtsdestoweniger wurden von allem Anfang an auch andere Gesichtspunkte, wie etwa die Indikation von Mangelgebieten biologisch wichtiger Elemente oder von Überschußgebieten toxischer oder gefährlicher Elemente, ob natürlicher oder anthropogener Herkunft, bei den Untersuchungen in Betracht gezogen.

Deshalb wurde, nachdem die Analytik gegen Ende 1986 abgeschlossen war und die Auswertung und Interpretation der geochemischen Daten für die Erstellung der Karten und Erläuterungen erfolgte, Augenmerk nicht nur auf die Unterscheidung von „geogenen“ und „technogenen“ Aspekten jedes der 35 beschriebenen Elemente gerichtet, sondern auch auf ihre „Biofunktion“ einschließlich ihres biologischen Wertes und/oder ihrer Toxizität.

Der Geochemische Atlas der Republik Österreich bietet somit nicht nur für weitere Schritte der Lagerstättenexploration, sondern auch für die bessere Erfassung geochemischer Einflüsse auf die Biosphäre grundlegende Kenntnisse.

Als vor zehn Jahren die Entscheidung getroffen wurde, die Methode der Bachsediment-Untersuchung anzuwenden, war klar, daß dies der beste Weg sei, in relativ kurzer Zeit geochemische Informationen für einen großen Teil des Landes zu erarbeiten. Es war aber, nach intensiven Voruntersuchungen, ebenso klar, daß die Anwendbarkeit dieser Methode auf die Kristallingebiete der Ostalpen und der Böhmisches Masse beschränkt war.

Es muß daher, um die geochemische Aufnahme Österreichs zu komplettieren, an eine Fortsetzung der Untersuchungen mit adäquaten Methoden in den bisher unbearbeiteten Gebieten gedacht werden.

Abschließend sei allen Beteiligten, den Probenehmern, den Laboranten und den Wissenschaftlern, die durch ihren Einsatz dieses Werk zu einem erfolgreichen Abschluß gebracht haben, Dank und Anerkennung ausgesprochen.

T. E. GATTINGER
Direktor der Geologischen Bundesanstalt

Wien, im Dezember 1988

gation of the state territory aimed at the detection of regions favourable for further mineral exploration. Nevertheless other viewpoints, such as indications of a lack of biologically essential elements or of a surplus in toxic or hazardous elements, be it from natural or from anthropogenic sources, were kept in mind from the very beginning of the surveying.

Therefore, when the analytical work was finished about at the end of 1986 and the evaluation and interpretation of the geochemical data was executed for the producing of the maps as well as for the explanatory text, attention was paid not only to the distinction of either "geogene" or "technogene" aspects of any of the 35 elements described, but also to their "biofunction" including their biological value and/or their toxicity.

The Geochemical Atlas of the Republic of Austria thus provides basic information not only for further steps in mineral exploration but also for a better perception of the geochemical influence on the biosphere.

When, ten years ago, the decision was made to employ the method of stream-sediment investigation, it was evident that this would be the best way to elaborate geochemical information for a large part of the country in a relatively short time, but after extensive testing it was also clear that the applicability of this method would be restricted to the crystalline zone of the Eastern Alps and the Bohemian Massif.

Therefore, for the completion of the geochemical survey of Austria, a continuation with adequate methods for the areas not covered yet now must be kept in mind.

Finally, acknowledgment and gratitude should be expressed to all participants, samplers, technicians and scientists, who through their efforts brought this work to a successful conclusion.

T. E. GATTINGER
Director of the Geological Survey of Austria

Vienna, December 1988

Geochemischer Atlas der Republik Österreich 1 : 1,000.000	Textteil	ISBN 3-900 312-62-1	S. 11-141	Wien 1989
Geochemical Atlas of the Republic of Austria 1 : 1,000.000	Explanatory Part		p. 11-141	Vienna 1989

Textteil – Explanatory Part

1. Einleitung

Chemische Arbeitsmethoden und Untersuchungen auf dem Gebiet der Mineralogie, Petrographie, Lagerstättenkunde und Geologie wurden schon im vorigen Jahrhundert angewandt. Die Geochemie hat sich erst zu Beginn dieses Jahrhunderts zu einer eigenständigen, exakten Wissenschaft entwickelt. Mit der Verbesserung der Analysetechnik, Rationalisierung der Analysemethoden und vor allem seit der Einführung elektronischer Datenverarbeitungsmethoden haben sich neue, umfangreiche Anwendungsgebiete eröffnet.

Heute kann die Geochemie als bedeutende Wissenschaft angesehen werden, mit enger Verbindung zu Nachbardisziplinen, wie Geologie, Geophysik, Mineralogie, Petrologie, Lagerstättenkunde, Paläontologie und neuerdings auch zu Biologie, Medizin und Umweltwissenschaften.

Die im Gelände beobachtbare Elementverteilung ist nicht nur vom geochemischen Angebot des geologischen Untergrundes – geogene Elementverteilung – abhängig, sondern wird auch durch die menschliche Tätigkeit – anthropogene Elementanreicherung – meist im Spurenelementbereich der Schwermetalle beeinflusst. Da diese Auswirkungen auf das Umweltgeschehen erst im Zusammenhang mit großtechnischen Prozessen als belastend angesehen werden, wird dem Begriff „technogene Elementanreicherung“ der Vorzug gegeben.

Im vorliegenden Geochemischen Atlas der Republik Österreich werden die Ergebnisse der „Geochemischen Basisaufnahme des Bundesgebietes“ in zusammenfassender Darstellung vorgelegt. Die Daten stammen aus der Beprobung und Analytik der Fraktion kleiner 0,18 mm von rezenten Bachsedimenten.

Die Untersuchung umfaßt nicht das gesamte Bundesgebiet, sondern beschränkt sich auf die Zentralzone der Ostalpen und die Böhmisches Masse (Beilage 1). Für diese Gebietsauswahl war zunächst die Erwartung eines erhöhten Rohstoffpotentials maßgebend. Die geringere Besiedelungsdichte ließ eine verminderte Beeinflussung durch technogene Gegebenheiten erwarten, sodaß vorwiegend die geogene Elementverteilung zum Ausdruck kommt. Außerdem wären in den im Norden und Süden angrenzenden alpinen Serien, wie Kalkalpen, Flyschzone sowie in den dichter besiedelten Tertiär- und Quartärgebieten andere Beprobungsmethoden anzuwenden, die zum Zeitpunkt des Beginns der Untersuchung noch nicht getestet waren.

Der Datenpräsentation liegen die Rohwerte der Analytik zugrunde. Für weiterführende Untersuchungen und Interpretationen der Ergebnisse stehen Probenmaterial, eine umfassende Datendokumentation in Form von Listen, Statistiken, Detailkarten im Maßstab 1 : 50.000 (Beilage 2, 3 und 4), weitgehend auch auf elektronischen Datenträgern gespeichert, bei der Geologischen Bundesanstalt zur Verfügung. Ein ergänzender Bericht über die „Geochemische Basisaufnahme des Bundesgebietes“ ist in Vorbereitung.

1. Introduction

Chemical working methods and investigations were already applied during the last century in the areas of mineralogy, petrography, the study of ore deposits and in geology. Geochemistry only developed into an independent exact science at the beginning of this century. New and extensive fields of application became evident with the rationalisation of analytical techniques and above all with the introduction of electronic data processing.

Today, geochemistry can be regarded as an important science in close association with related disciplines such as geology, geophysics, mineralogy, petrology, the study of ore deposits, palaeontology, and more recently with biology, medicine and the environmental sciences.

Elemental distribution, as observed in the field, is not only dependent on the geochemical suite of the geological formations, i. e. the geogenic distribution of the elements, but it is also influenced by human activity – i. e. anthropogenic activity, causing enrichment in elements – mostly at the trace-element level of the heavy metals. As these effects on the environment can be regarded as deleterious only in connection with large-scale technical processes, preference is given to the term “technogenic element enrichment.”

The Geochemical Atlas of the Republic of Austria presents in summary form the results of the “Geochemical Survey of the Federal Territory”. The data are derived from sampling and analysis of the minus 0.18 mm fraction of recent stream sediments.

The survey does not include the entire federal territory, but is restricted to the Central Zone of the Eastern Alps and the Bohemian Massif (Plate 1). The selection of the survey area was primarily governed by an enhanced mineral potential. The lower population density permitted us to expect a reduced technogene influence, thereby permitting a predominant expression of geogene element distribution. In addition, different sampling methods would be required in the Calcareous Alps, the Flysch Zone, as well as the more densely settled Tertiary and Quaternary areas, which at the time of the commencement of the survey, had not yet been tested out.

The data presented are based on the raw values of the analyses. For ongoing surveys and interpretations of the results, sample material, a comprehensive data documentation in the form of lists or magnetic tapes, statistics, detailed maps at the scale of 1 : 50.000 (Plates 2, 3 and 4) are available from the Geological Survey (“Geologische Bundesanstalt”). A supplementary report on the “Basic Geochemical Survey of the Federal Territory” is in preparation.

2. Methodik

Auf die chemische Zusammensetzung des geologischen Milieus kann durch Beprobung und Analyse von Fest- und Lockergesteinen, Bodenmaterial, Wasser, Bodengasen und auch biologischem Material, sei es pflanzlicher oder tierischer Art, rückgeschlossen werden.

Rezentes Bachsediment – stream sediment – kann unter den gegebenen klimatischen und morphologischen Bedingungen Österreichs sowie wegen der Einfachheit der Entnahme als günstigstes Probenmedium angesehen werden. Dieses kommt einem in der Natur selbst anfallenden, nicht gewichteten Probenahmezeit gleich, das im alpinen oder gemäßigt-humiden Klima vorwiegend unter den Bedingungen einer mechanischen, aber auch chemischen Verwitterung entsteht.

2. Methodology

The chemical composition of geological environment can be inferred through sampling and analysis of consolidated and unconsolidated rocks, soils, water, soil gases and also biological material, whether vegetal or animal matter.

Recent stream sediments can be considered under the climatic and morphological conditions in Austria as the most favourable medium for sampling, because of the simplicity of the method. This compares with a natural, unweighted sample, prepared in the alpine or humid climate under mechanical but also chemical weathering conditions.

The chemical composition of stream sediments is dependent upon the rock composition of the underlying lithology with its different physical, mineralogical

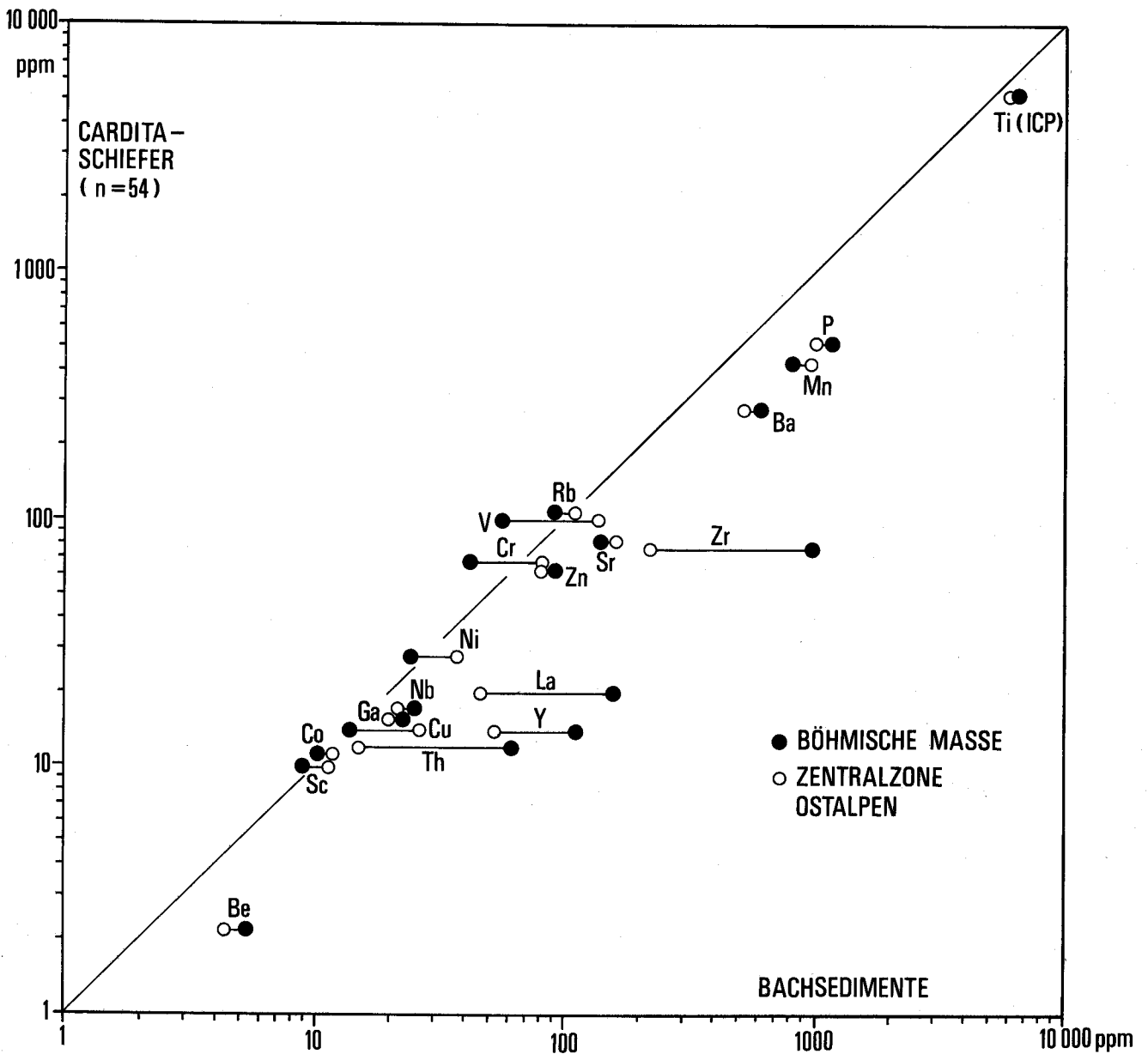


Abb. 1. Vergleich der Elementgehalte in Bachsedimentproben, differenziert nach Böhmischer Masse (●) bzw. Zentralzone (○) und Carditaschiefer (obertriasches Tonsediment der Nördlichen Kalkalpen und des Drauzuges in Kärnten).

Fig. 1. Comparison of the element contents of stream sediment samples, differentiated according to Bohemian Massif (●) or Central Zone (○) and Cardita Beds (Upper Triassic clay sediment of the Northern Calcareous Alps and the Drau range in Carinthia).

Die chemische Zusammensetzung des Bachsediments ist vom Gesteinsbestand des lithologischen Untergrundes abhängig, der unterschiedliche physikalische, mineralogische und chemische Eigenschaften

and chemical properties. Furthermore, there is an influence of the morphology (Plates 5 and 6) and climate. Weathering processes can change the mineral composition of the original rocks by the formation of new

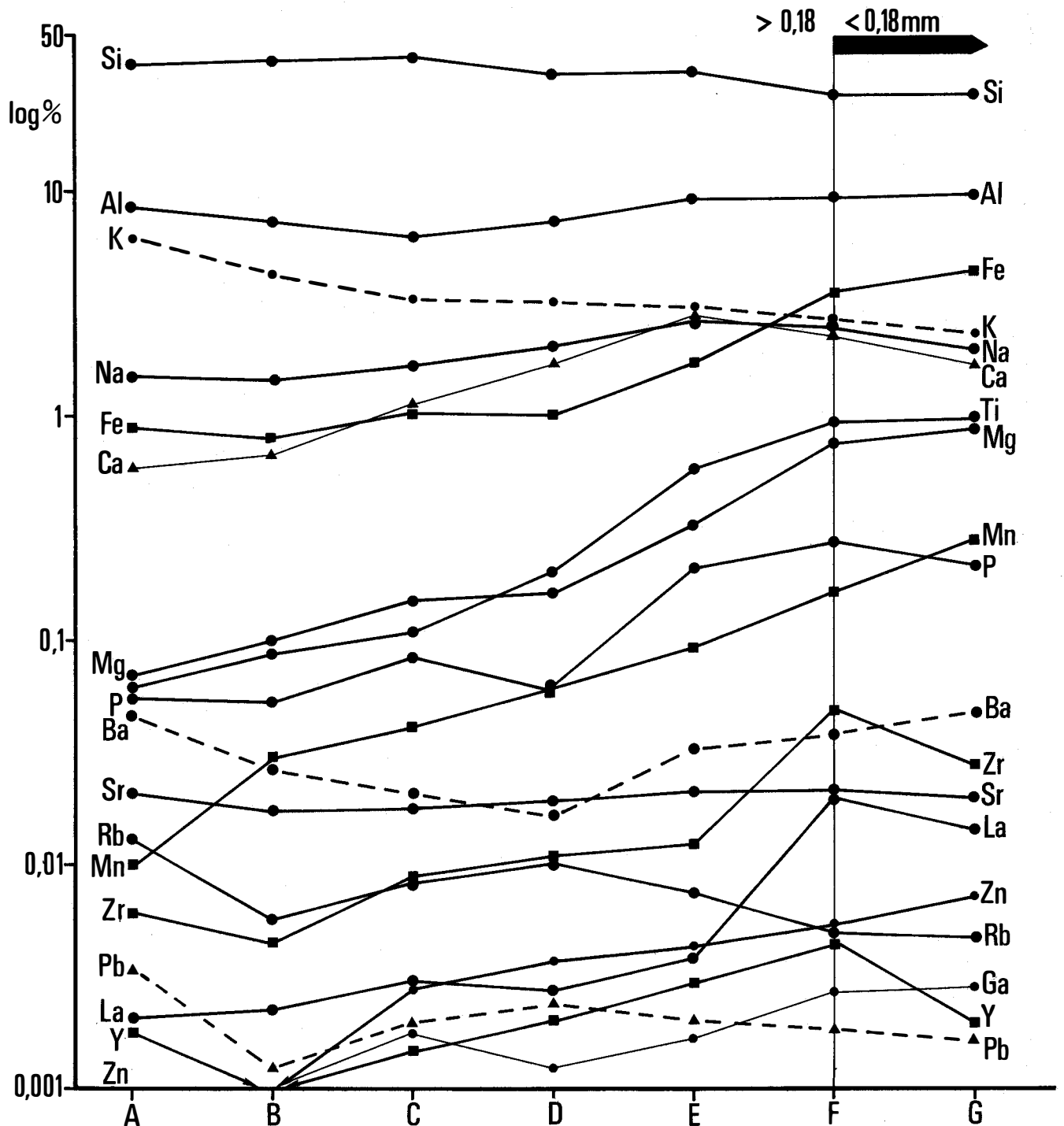


Abb. 2. Elementgehalte in Abhängigkeit von der Kornfraktion in einem Bachsediment aus der Zwetl bei Negers, Böhmisches Massiv, ÖK 18.

Fractionen:	Grain Size	Content (%)
A	>2 mm	1,0 %
B	2-1 mm	38,6
C	1-0,5 mm	36,6
D	0,5-0,25 mm	8,3
E	0,25-0,18 mm	1,0
F	0,18-0,0063 mm	0,8
G	<0,0063 mm	0,5

Ausgangsgestein des Bachsedimentes ist Weinsberger Granit. Man beachte die Anreicherung von Fe, Ti, Mg, P, Zr, La, Zn und Y in der Fraktion <0,18 mm.

Fig. 2. Element contents related to grain-size fraction in a stream sediment sample from the Zwetl river, near Negers, Bohemian Massif, map sheet ÖK 18.

Fractions:	Grain Size	Content (%)
A	>2 mm	1,0 %
B	2-1 mm	38,6
C	1-0,5 mm	36,6
D	0,5-0,25 mm	8,3
E	0,25-0,18 mm	1,0
F	0,18-0,0063 mm	0,8
G	<0,0063 mm	0,5

Source-rock of the stream sediment is Weinsberger Granit. Note the enrichment in Fe, Ti, Mg, P, Zr, Zn and Y in the fraction <0,18 mm.

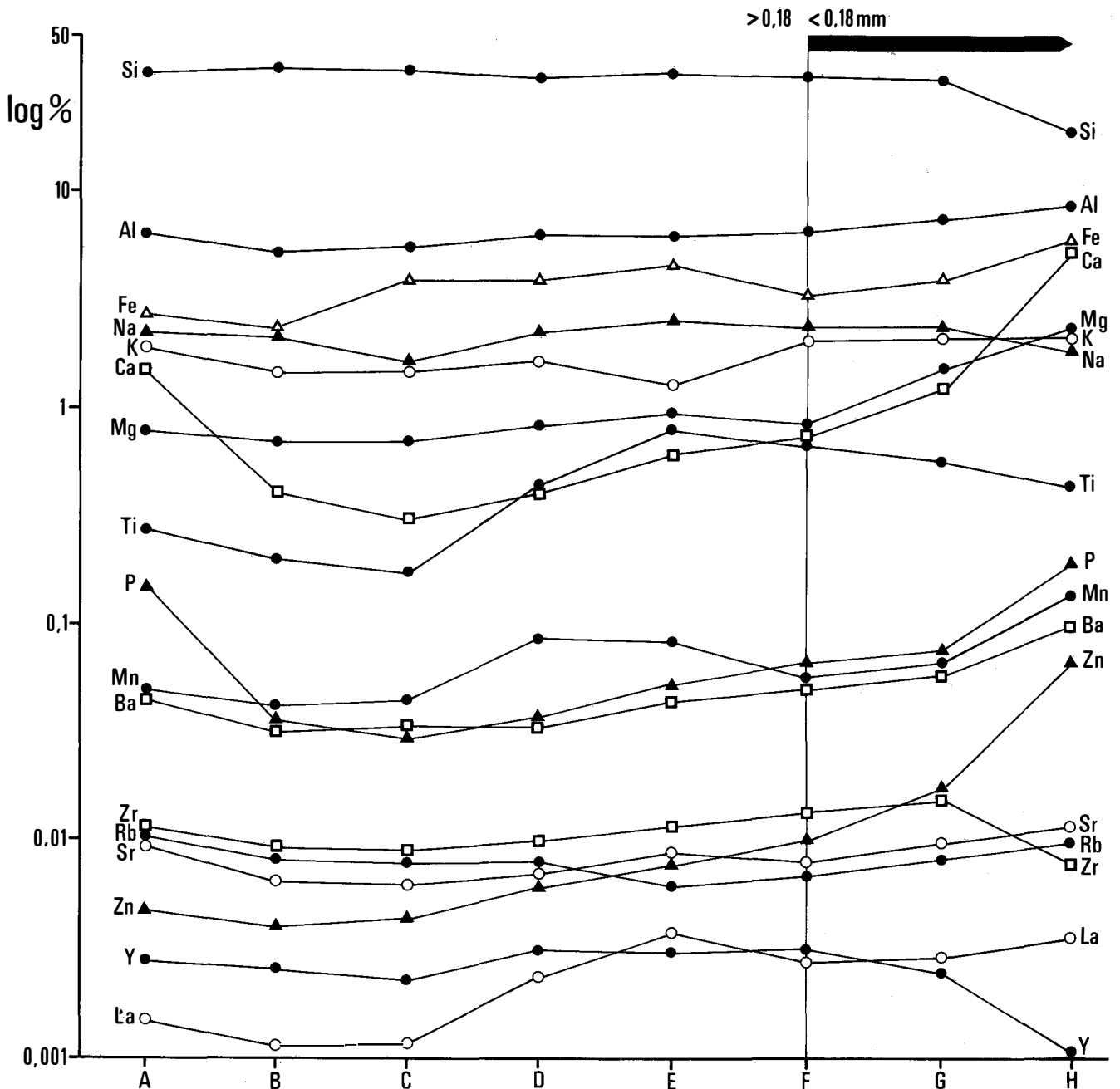


Abb. 3. Elementgehalte in Abhängigkeit von der Kornfraktion in einem Bachsediment aus der Feistritz, Zentralzone, ÖK 106.

Fractionen:	A	>2 mm	27,8 %
	B	2-1 mm	26,5
	C	1-0,5 mm	21,5
	D	0,5-0,25 mm	17,8
	E	0,25-0,18 mm	3,2
	F	0,18-0,0063 mm	1,4
	G	0,0063-0,002 mm	0,7
	H	<0,002 mm	0,2

Ausgangsgesteine des Bachsedimentes sind vorwiegend Quarzphyllite, Grobgnäise, Grünschiefer, Albitaugneise und andere Gesteine des Wechselgebietes.

Fig. 3. Element contents related to grain-size fraction in a stream sediment sample from the Feistritz river, Central Zone, map sheet ÖK 106.

Fractions:	A	>2 mm	27,8 %
	B	2-1 mm	26,5
	C	1-0,5 mm	21,5
	D	0,5-0,25 mm	17,8
	E	0,25-0,18 mm	3,2
	F	0,18-0,0063 mm	1,4
	G	0,0063-0,002 mm	0,7
	H	<0,002 mm	0,2

Source-rocks of the stream sediments are mainly quartz-phyllites, Grogneiss, greenschists, albite-augengneiss and other rocks from the Wechsel area.

besitzt. Ferner sind Einflüsse der Morphologie, der Landschaft (Beilagen 5 und 6) und des Klimas vorhanden. Verwitterungsprozesse können den Mineralbestand der Ausgangsgesteine durch Mineralneubildung verändern und Sorptionsprozesse erhöhen. Zu beachten sind auch Ereignisse der jüngeren geologischen Vergangenheit, wie Vergletscherung und Verwitterung auf Rumpflandschaften.

minerals and ionic sorption processes are enhanced. The events of the younger geologic past, such as glaciation and weathering on remnant landscapes must also be taken into consideration.

Stream sediments merely supply information to a first order of approximation on the chemical composition of the rocks in an area (lithogeochemistry). Weathered material undergoes further changes by natural

Die Bachsedimente liefern nur in einer ersten Annäherung Informationen über die chemische Zusammensetzung der Gesteine (Lithochemie) eines Gebietes. Das Verwitterungsmaterial wird durch die natürliche Aufbereitung, durch ungleichmäßige Abtragung und sedimentäre Prozesse nach Korngröße, Kornform und Dichte weiter verändert. Dazu kommt der technische Eingriff der Siebung. Die Abtrennung des Probengutes für die Analyse, das ist die Kornfraktion kleiner als 0,18 mm, drückt den Anteil der gesteinsbildenden Hauptminerale zugunsten gut spaltbarer Mineralphasen, feinkörniger akzessorischer Minerale – vorwiegend Schwerminerale – und der tonigen Feinstfraktion.

Im Nahbereich sind meist ausgezeichnete Beziehungen zwischen der Fraktion kleiner 0,18 mm aus der Bachsedimentprobe zum Ausgangsgestein, vor allem bei vielen Neben- und Spurenlementen festzustellen. Im Fernbereich bzw. in Gebieten mit sehr heterogener Gesteinszusammensetzung kommt es durch Mischung der Sedimente und vor allem durch Sortierungsprozesse zu einer Annäherung an die chemische Zusammensetzung eines durchschnittlichen Tonsedimentes bzw. Tongesteins. Dies trifft auch für die Durchschnittsgehalte der Feinfraktionen aller Bachsedimente zu, wie der Vergleich der Daten mit einem charakteristischen Tonsediment der Ostalpen zeigt (Abb. 1).

Mineralogisch gesehen besteht die Fraktion kleiner 0,18 mm, welche die Feinsand-, Silt- und Tonfraktion umfaßt, großteils aus Quarz, Feldspäten, Glimmern, Chloriten und Hornblendes; untergeordnet kommen fallweise Serpentin, Talk, Magnesit, Dolomit, Anhydrit und Gips vor. Der Anteil der Tonfraktion kann bisweilen so gering werden, daß der hierfür charakteristische Illit nicht mehr nachweisbar ist.

Durch den zeitlich und örtlich wechselnden Ansatz der Erosion ist in Gebieten mit kleinräumiger, stofflich heterogener Gesteinsverteilung eine größere, natürliche und zeitbedingte Varianz zu erwarten, als in Arealen mit einer dominierenden Gesteinsart.

In manchen Gebieten, wie z. B. in der Böhmisches Masse (Weinsberger Granit und Grobkorngneise) füh-

concentration processes, uneven erosion and sedimentation processes according to grain size, grain form and specific gravity. In addition, the technical interference caused by screening, the separation of the sample material for analysis, i. e. of the grain size fraction of minus 0.18 mm reduces the part of the major rock-forming minerals in favour of readily cleavable mineral phases, finely grained accessory minerals – predominantly heavy minerals – and of the finest grained, the clay fraction.

Over short distances of transport, there is found an excellent correlation between the minus 0.18 mm fraction from the stream sediment samples to the rock it is derived from, particularly with the many minor and trace elements. Over large distances of transport, or in areas with very heterogeneous rock composition, blending of the sediments and particularly sorting processes lead to an approximation of the chemical composition of an average clayey sediment or a clay rock. This applies also to the average composition of the fine fractions of all stream sediments, as is shown by comparison of the data of a characteristic clay sediment of the Eastern Alps (Fig. 1).

From the mineralogical point of view, the minus 0.18 mm fraction, which includes the fine sand, silt and clay fractions, consists mainly of quartz, feldspars, micas, chlorites and hornblendes; to a lesser degree partially of serpentine, talc, magnesite, dolomite, anhydrite and gypsum. The portion of the clay fraction can sometimes be so low that the presence of the characteristic illite can no longer be detected.

A larger, natural and time-dependent variation should be expected through secular and local differences at the onset of erosion in areas with smaller scale heterogeneity in rock distribution than in areas having one dominant rock-type.

On the other hand, in many areas, such as the Bohemian Massif (Weinsberger Granit and Grobkorn [coarse grained] gneisses) the specific properties of the original material and special weathering conditions lead to an extremely high accumulation of the heavy mineral

▼ a

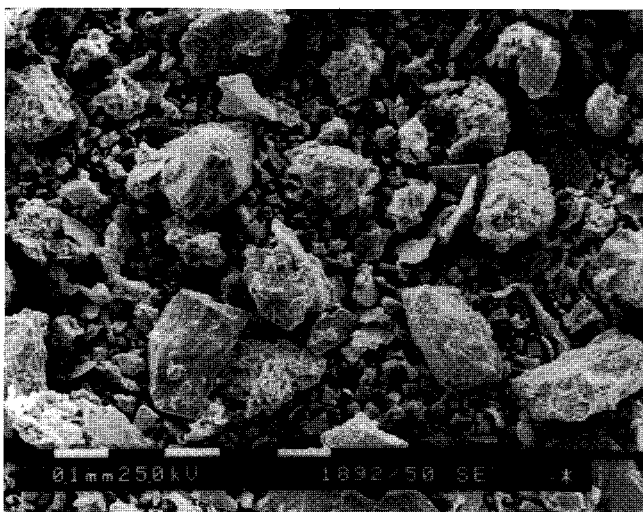


Abb. 4.
Rasterelektronische Aufnahme von Bachsedimenten (Vergrößerung ca. 100-fach).
a) Bachsediment aus der Zwettl (Böhmisches Masse).
b) Bachsediment aus der Feistritz (Zentralzone).
Aufnahme: Forschungszentrum für Elektronenmikroskopie, Graz.

b ▼

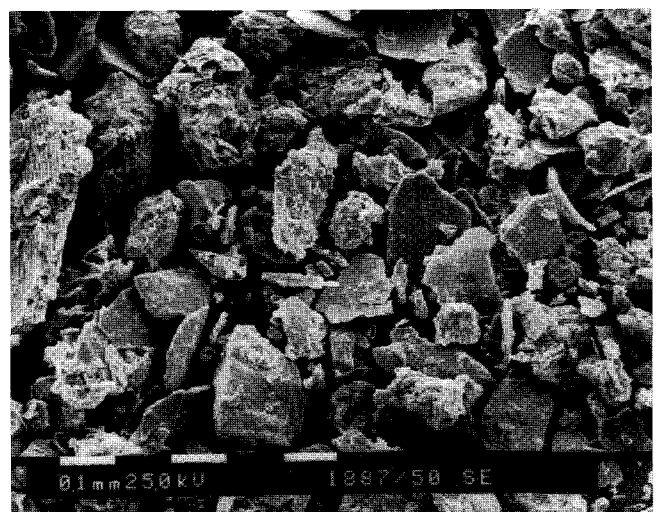


Fig. 4.
Scanning electron microscope image of stream sediments (magnification about 100x).
a) Stream sediment from the Zwettl river (Bohemian Massif).
b) Stream sediment from the Feistritz river (Central Zone).
Photo: Research Centre for Electron Microscopy, Graz.

ren allerdings spezifische Eigenschaften des Ausgangsmaterials und besondere Verwitterungsverhältnisse zu einer extremen Anreicherung des Schwermetallspiegels in der Feinfraktion – Seifeneffekt durch Fraktionierung – gegenüber den Ausgangsgesteinen (Abb. 2, 3 und 4).

2.1. Probenahme

Die Proben wurden entlang des natürlichen Entwässerungssystems nach vorgegebenen Probenahmeplänen gezogen. In den Haupttälern wurde das Material möglichst aus jedem Seitengerinne im Einmündungsbereich und häufig zusätzlich in höheren Beprobungsniveaus entnommen. Auf glaziale Schwellen und andere Barrieren wurde besonders geachtet. Die Proben-dichte wurde der Kleinräumigkeit der geologischen Einheiten angepaßt, ohne einzelne geologische Strukturen zu bevorzugen. Auch wurde eine möglichst gleichmäßige Probenpunktverteilung auf jedem Kartenblatt angestrebt. In Gebirgs- und Hochgebirgslagen war nicht nur die Zugänglichkeit jedes Probenpunktes, sondern auch das Sedimentangebot zu beachten, da in den steilen Bergflanken und in den Oberläufen der Bäche noch kaum aufbereitetes Feinsediment vorhanden ist. Daher konnte in diesen Regionen nicht die gleiche Proben-dichte wie im Mittelgebirge erzielt werden. Zudem ist häufig in Höhenlagen oberhalb der Baumgrenze das Entwässerungssystem wesentlich lockerer. In Gebieten mit intensiver Wassernutzung für hochalpine Speicherkraftwerke sind zudem zahlreiche Wasserläufe im Zuge der Überleitungen weitgehend trockengelegt worden.

Die Probenahme erfolgte durch eigens eingeschultes Personal in den Jahren 1978 bis 1987 gemäß den Richtlinien der Geologischen Bundesanstalt und ÖNORM G 1031. Insgesamt wurden rund 37.600 Proben gezogen. Die Analysenwerte von 29.717 Proben der Erstaufsammlung 1978 bis 1981 (Beilage 1) werden in den Elementkarten dargestellt (Kartenteil). Die übrigen Proben dienen der Probenahme-, Labor- und Auswertungskontrolle, worüber in einer separaten Detaildokumentation berichtet werden wird.

Die statistische Proben-dichte liegt bei rund 1,4 km² je Probe. Die tatsächliche Proben-dichte ist in Hochgebirgslagen, Gebieten mit weiträumiger Vergletscherung und besonders ausgeprägten Talflanken geringer als in den Mittelgebirgsbereichen.

An jedem Probenpunkt wurden über eine Bachstrecke von 20 bis 50 m Teilmengen von Bachsediment mit möglichst hohem Anteil von Feinstkorn gewonnen. Das Ausgangsgewicht jeder dieser Sammelproben lag bei rund 1,5 bis 2,0 kg. Die Kornfraktion unter 0,18 mm sollte zumindest 50 g wiegen.

Während der Feldarbeit erfolgte eine intensive fachliche Betreuung und Beaufsichtigung der Probenehmer. Zusätzlich wurden diese gebietsweise ständig ausgetauscht, um individuelle Probenahmefehler in der Ergebnisdarstellung abzuschwächen.

Die Proben wurden im Originalgebirge, teilweise in Trockenkammern von Sägewerken bzw. in einem mobilen Feldlabor bei Temperaturen unter 60° vorgetrocknet, im Labor auf die Fraktion kleiner 0,18 mm (d. i. minus 80 mesh nach ASTM) abgesiebt und gewogen. Eine Teilprobe wurde mit Schwingmühlen in Korundeinsätzen auf eine mittlere Korngröße von etwa 0,04 mm aufgemahlen. Die Restmenge ist als Rückstellprobe bei

spectrum in the fine fraction – a placer effect through fractionation – when compared with the original rocks (Figs. 2, 3 and 4).

2.1. Sampling

Samples were taken along the natural drainage systems, in accordance with prepared sampling maps. In the main valleys the material was collected where possible at every confluence with secondary water streams and frequently also at higher altitudes. Particular attention was paid to glacial and other barriers. Sampling density was adjusted according to the small dimensions of the geological units without giving preferential bias to individual geological structures. It was also endeavoured to obtain an as uniform sample distribution as possible on every map sheet. In mountainous terrain attention had to be paid not only to the accessibility of the sample site but also to the availability of processed fine-grained sediment, which seldom occurs in the steep flanks and upper courses of streams. This is the reason why the same sampling density could not be obtained there as in regions with medium altitudes. Additionally, high regions above the tree line have often a significantly wider meshed drainage system. Also, in areas with intense water utilization for high alpine reservoirs of power stations, numerous water courses are often drained dry by collecting conduits.

Sampling was carried out by specially trained personnel during the years 1978 to 1987 in accordance with the guidelines of the Geological Survey and the Austrian Standard ÖNORM G 1031. Approximately 37,600 samples were taken. The results of analyses on 29,717 samples (Plate 1) in the first sampling programme from 1978 to 1981 are in the element maps presented (see map section). The remaining samples serve as sampling, laboratory and evaluation checks, on which will be reported in a separate detailed documentation.

The statistical sampling density is about 1.4 km² per sample. The actual sampling density in high mountainous regions, areas with extensive glaciation and in valley flanks with marked relief is less than in highland regions.

Individual samples were collected along creek sections of 20 to 50 m from several spots containing as high a proportion of finest-grained material as possible. The initial weight of each collective sample is approximately 1.5 to 2.0 kg. The grain-size fraction of minus 0.18 mm portion should weigh at least 50 g.

During the field work sampling personnel were supervised and controlled closely by specialists. Personnel were switched from area to area periodically in order to minimise individual sampling bias in the map.

Samples were pre-dried in their original container, partly in drying chambers of saw-mills and partly in a mobile field laboratory, at temperatures of less than 60°C. The minus 0.18 mm fraction (i. e. minus 80 mesh according to ASTM) was screened out and weighed. Part of the samples was ground in a vibratory mill lined with corundum to an average grain-size of about

der Geologischen Bundesanstalt archiviert. Die Grobfraction wurde verworfen.

0.04 mm. The remainder is archived in reserve with the Geological Survey. The coarse fraction was discarded.

2.2. Analytik

Zur Ermittlung einer möglichst umfassenden Elementverteilung wurden nicht die in der geochemischen Prospektion üblichen lösungsanalytischen Teilaufschlußmethoden (leaching), sondern vor allem Multielement-Analysenverfahren eingesetzt. Das Ausgangsmaterial dieser Analytik ist entweder direkt die pulverförmige Probe oder eine Lösung der Probe, die weitgehend einem Vollaufschluß entspricht, wobei einige akzessorische Mineralphasen im Rückstand verbleiben können. Zur Absicherung und internen Kontrolle wurde für viele Elemente eine Parallelanalytik vorgenommen, sodaß von ein und demselben Element zwei bis drei Daten nach unterschiedlichen Verfahren registriert worden sind.

Nachstehende Analysenverfahren wurden eingesetzt:

Multielementmethoden

- Optische Spektrometrie mit simultaner Meßwertfassung und induziert gekoppelter Plasmaanregung (ICP-OES, kurz ICP genannt: Lösungsanalyse; 0,5 g Einwaage / 50 ml; Säuregemisch $\text{HNO}_3 : \text{HF} : \text{HClO}_4 = 5 : 1 : 1$).
- Wellenlängendispersive Röntgenfluoreszenzspektrometrie mit sequentieller Meßwertfassung (WD-XRF, kurz XRF genannt): 3 kW Röntgenröhre mit Rho-

2.2. Analysis

In order to obtain the widest information possible on the distribution of the elements, partial leaching methods, usually adopted in geochemical prospection, was rejected, particularly in favour of the application of multielement analysis procedures. The input material for these analyses is a sample which is either in the form of a powder or in solution, corresponding to an almost complete resolution, at which a few accessory minerals could remain. For the purpose of verification and for internal control, parallel analyses were carried out for many of the elements, so that from one and the same element two or three data were recorded, corresponding to the different methods employed.

The following analytical procedures were applied:

Multielement methods

- Optical spectrometry with simultaneous data collection and induced coupled plasma excitation (ICP-OES, abbreviated to ICP): solution analysis: 0.5 g subsample/50 ml; acid ratio: $\text{HNO}_3 : \text{HF} : \text{HClO}_4 = 5 : 1 : 1$.
- Wavelength-dispersive X-ray fluorescence spectrometry with sequential reading (WD-XRF, abbreviated as XRF): 3 kW X-ray tube with rhodium target;

										VIIIb						
Ia	IIa															
	Be															
Na	Mg						Al		P							
		IIIa	IVa	Va	VIa	VIIa	VIIIa			Ib	IIb		Vb	VIb	VIIb	
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga		As		
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo					Ag			Sn	Sb		
	Ba	La			W								Pb			
Lanthaniden		Ce														
Actiniden		Th		U												

○ ICP-OES
 ● WD-XRF
 ⊙ ICP-OES/WD-XRF
 ◆ Nach GUTZEIT
 △ AAS
 □ OES

Abb. 5. Stellung der Analyseelemente im Periodischen System und ihre Analysenmethode.

Fig. 5. Position of the analysed elements within the Periodic Table and their analytical method.

diumtarget; 1–2 g Probenmenge; Pulverpreßling in Borsäureeinbettung.

- Optische Spektrographie (OES) mit 3,4 m-Gitter-spektrograph: 30.000 Linien/Zoll-Gitter und Kohlenbogenanregung 30 Å; Probenmenge 0,3 g.

Einzelelementmethoden

- Atomabsorptionsspektrometrie (AAS). Hydridmethode für Antimon (Sb).
- Halbquantitative Methode nach GUTZEIT für Arsen (As).

1–2 g subsample; compressed powder pellet with boric acid matrix.

- Optical spectrography (OES) with 3.4 m grating spectrograph: 30,000 lines per inch and carbon arc excitation 30 Å; subsample 0.3 g.

Single-element methods

- Atomic absorption spectrometry (AAS). Hydride method for antimony (Sb).
- Semi-quantitative method of GUTZEIT for arsenic (As).

Tabelle 1.
Zusammenfassung analytischer und statistischer Kenndaten.

Table 1.
Summary of analytical and statistical characteristics.

Element	Anzahl der Analysen	Analysenmethode	Nachweisgrenze	Minimalwert (Werterfassung)	Anzahl der Werte < Minimalwerte (Werterfassung)	Anteil der Werte < Minimalwerte in %	Maximalwert	Median	Einheit in
element	number of analyses	analytical method	detection limit	minimum value (registration limit)	number of values < minimum	percentage of values < minimum	maximum value	median	unit
Ag	29569	OES	0.02	0.02	620	2.10	13	0.08	ppm
Al	29373	XRF	0.1	0.05	373	1.27	20.48	8.84	%
As	29684	Gutzeit	2	2	15012	50.57	1305	2	ppm
Ba	29640	ICP	0.5	10	64	0.22	5930	490	ppm
Be	29567	ICP	0.02	1	312	1.06	30	4	ppm
Ca	29655	ICP	0.003	0.01	2	0.01	42.34	1.29	%
Ce	29657	ICP	0.4	10	80	0.27	3590	96	ppm
Co	29655	ICP	0.3	3	147	0.50	226	15	ppm
Cr	29609	ICP	0.5	10	231	0.78	3176	64	ppm
Cu	29692	ICP	0.2	3	261	0.88	6400	19	ppm
Fe	29655	ICP	0.0004	0.01	8	0.03	19.05	3.72	%
Ga	29567	ICP	0.1	3	231	0.78	91	21	ppm
K	29343	XRF	0.02	0.05	417	1.42	7.11	2.31	%
La	29657	ICP	0.1	10	180	0.61	6732	51	ppm
Mg	29655	ICP	0.00005	0.05	98	0.33	20.84	1.12	%
Mn	29655	ICP	0.0003	0.015	234	0.79	1.6	0.085	%
Mo	29569	OES	0.1	0.1	14	0.05	160	0.7	ppm
Na	29655	ICP	0.0005	0.1	200	0.67	5.04	1.48	%
Nb	29607	XRF	0.1	5	701	2.37	243	21	ppm
Ni	29655	ICP	0.6	5	327	1.10	2471	30	ppm
P	29655	ICP	0.0009	0.05	1240	4.18	1.324	0.105	%
Pb	29569	OES	3	3	17	0.06	9000	26	ppm
Rb	29390	XRF	0.6	10	422	1.44	597	91	ppm
Sb	29717	AAS	0.2	2	27296	91.85	180	2	ppm
Sc	29655	ICP	0.03	1	2	0.01	77	14	ppm
Sn	29569	OES	1	1	630	2.13	285	3.3	ppm
Sr	29655	ICP	0.02	10	26	0.09	8695	187	ppm
Th	29390	XRF	0.6	10	12042	40.97	1919	13	ppm
Ti	29692	ICP	0.004	0.05	117	0.39	7.58	0.509	%
U	29393	XRF	0.2	5	21604	73.50	172	5	ppm
V	29657	ICP	5	10	130	0.44	927	98	ppm
W	29393	XRF	0.8	1	17794	60.54	2693	1	ppm
Y	29390	XRF	0.1	10	1244	4.23	2055	37	ppm
Zn	29691	ICP	0.9	5	122	0.41	4229	80	ppm
Zr	29390	XRF	2	10	86	0.29	17307	256	ppm

Tabelle 2.
Geochemische Klassifikation der Analyseelemente.

Table 2.
Geochemical classification of elements analysed.

GESTEINSBILDENDE ELEMENTE (rock-forming elements)	
Hauptelemente (major elements)	Al, Ca, Fe, K, Mg, Na
Nebenelemente (minor elements)	Mn, P, Ti
Spurenelemente (trace elements)	Ag, As, Ba, Be, Ce, Co, Cr, Cu, Ga, La, Mo, Nb, Ni, Pb, Rb, Sb, Sc, Sn, Sr, Th, U, V, W, Y, Zn, Zr
SCHWERMINERAL-ELEMENTE (heavy mineral elements)	
Saure Gesteine (acid rocks)	Be, Ce, La, Nb, P, Sn, Th, Ti, U, W, Y, Zr
Basische Gesteine (basic rocks)	Co, Cr, Cu, Ga, Mo, Nb, Ni, P, Sc, Ti, V, W, Y, Zr
ERZMINERALBILDENDE ELEMENTE (ore mineral-forming elements)	
Sulphophile Elemente (sulphophile elements)	Ag, As, Co, Cu, Fe, Mo, Ni, Pb, Sb, Zn
Oxiphile Elemente (oxiphile elements)	Al, Ba, Be, Ce, Cr, Fe, La, Mg, Mn, Nb, P, Sn, Ti, U, V, W, Y, Zr

Für die interne Kontrollanalytik standen ferner folgende Methoden zur Verfügung:

- Spektrochemische Kohlenbogenanalyse (OES),
- Energiedispersive Röntgenanalyse (ED-XRF) und
- Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) mit Flammen- und Graphitrohranregung, später auch Hydridmethode für Arsen.

The following methods were also available for internal analytical control:

- Spectrochemical carbon arc analysis (OES),
- Energy dispersive X-ray fluorescence analysis (ED-XRF) and
- Atomic absorption spectrometry (AAS) with flame- and graphite-tube excitation, later also the hydride method for arsenic.

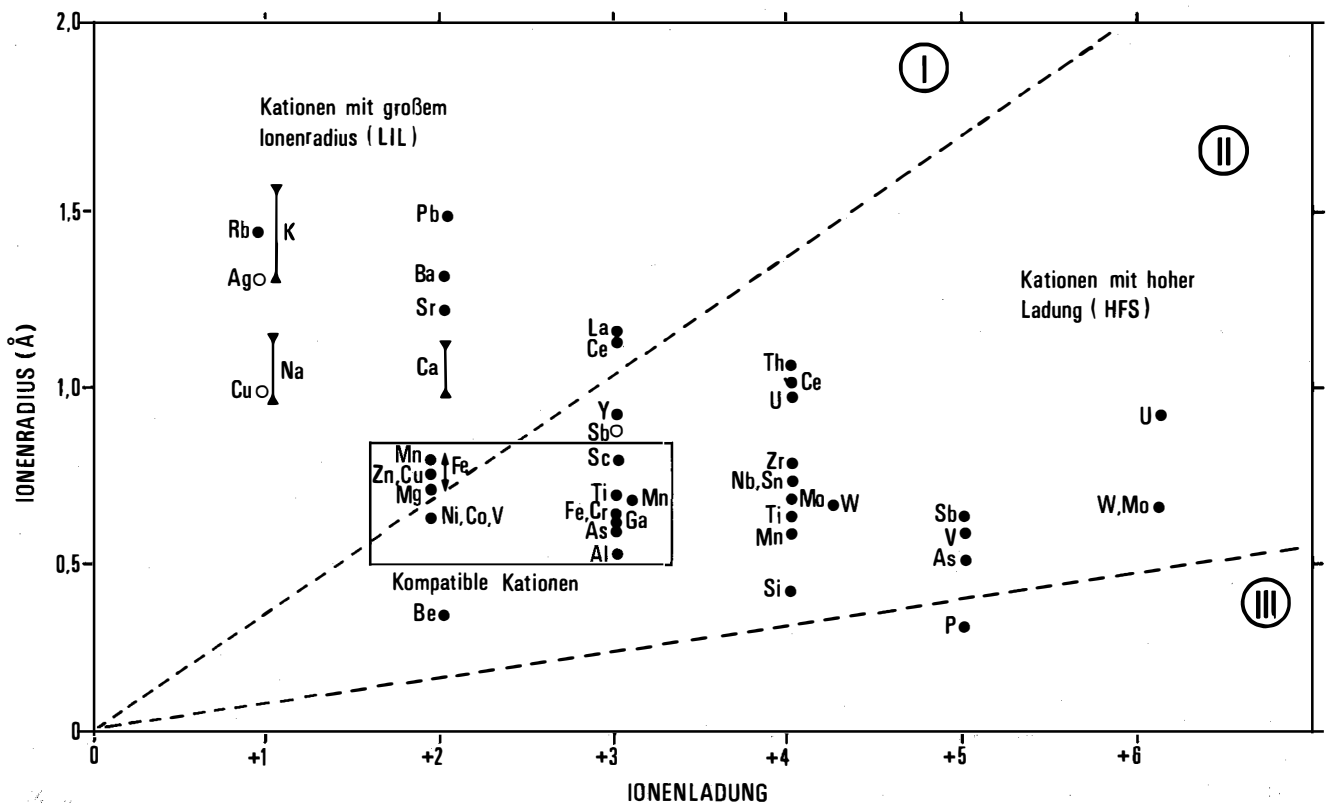


Abb. 6.
Ionenladung (z) vs. Ionenradius (r) der Analyseelemente (Ionenpotentialdiagramm z/r).
In Umrahmungen kompatible Elemente der Mantelgesteine. LIL = Lithophile leichte Elemente; HFS = Hochfeldstärke-Elemente.
Dreifelderteilung: I = Wasserlösliche Kationen; II = Wasserunlösliche Hydroxide mit Kationen; III = Wasserlösliche Anionenkomplexe (mit Sauerstoff).

Fig. 6.
Ionic charge (z) vs. ion radius (r) of the elements analysed (ionic potential diagram z/r).
Bracketed elements are compatible elements of mantle rocks; LIL = Lithophile light elements; HFS = High field-strength elements.
Three-field partition: I = Cations soluble in water; II = Hydroxides with Cations, insoluble in water; III = Anionic complexes (with oxygen), soluble in water.

Zur weitgehenden Ermittlung des Potentials an metallischen Rohstoffen wurden neben allen wesentlichen erzbildenden Elemente zusätzlich auch fast alle wichtigen gesteinsbildenden Elemente bestimmt. Insgesamt werden 35 Elemente (Tab. 1, Abb. 5) dargestellt. Gebietsweise wurden auch Bor (B), Lithium (Li), Ytterbium (Yb) und Thallium (Tl) registriert. Aus methodischen Gründen unterblieb die Bestimmung von Cadmium (Cd), Cäsium (Cs) und Tantal (Ta). Gold (Au) und Quecksilber (Hg) wurden aus grundsätzlichen Erwägungen nicht analysiert.

Die Tab. 2 und die Abb. 6 erläutern die geochemische Klassifikation der analysierten Elemente.

Aus Gründen einer ausreichenden und sicheren Erfassung soll die Nachweisgrenze (NWG) eines Elementes etwa eine Zehnerpotenz unter der geochemischen Häufigkeit zu liegen kommen. Die Nachweisgrenze ist statistisch definiert und gibt den Mindestgehalt eines Elementes an, bei dem über dem „Untergrundrauschen“, d. h. dem Störpegel der Blindwerte, erstmals ein deutliches Signal erfassbar ist.

Bestimmungsgrenzen geben über jenen Konzentrationsbereich (Arbeitsbereich der Kalibrationskurve) Auskunft, in dem die Wiederholbarkeit der Ergebnisse optimal erscheint (Abb. 7).

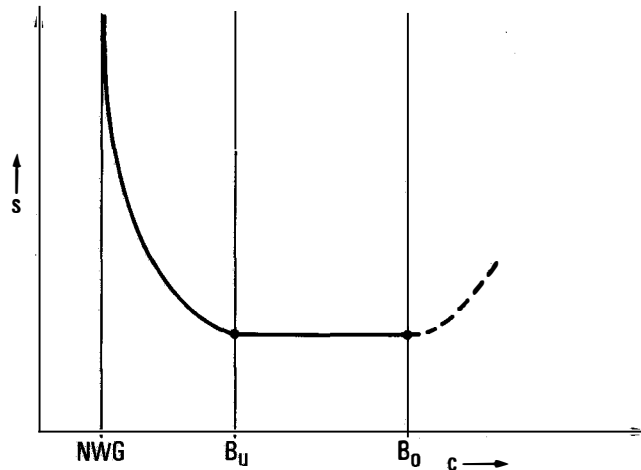


Abb. 7. Schematische Darstellung des Arbeitsbereiches in Abhängigkeit der Standardabweichung (s) von der Konzentration (c), bzw. der Nachweisgrenze (NWG). Der „Arbeitsbereich“ liegt zwischen der unteren (B_u) und oberen (B_o) Bestimmungsgrenze. Innerhalb dieses Bereiches ist die optimale Reproduzierbarkeit der Analysen gegeben.

For a comprehensive assessment of the potential for metallic raw materials, all significant ore-forming elements and additionally almost all important rock-forming elements were determined. A total of 35 elements (Table 1, Fig. 5) are presented. In some regions, boron (B), lithium (Li), ytterbium (Yb) and thallium (Tl) values were also measured. The determinations for cadmium (Cd), cesium (Cs) and thallium (Tl) were not carried out for methodological reasons. Fundamental considerations excluded the analyses for gold (Au) and mercury (Hg).

Table 2 and Fig. 6 elucidate the geochemical classification of the elements analysed.

To ensure adequate and safe determination, the detection limit (NWG) of an element must be an order of magnitude less than the geochemical abundance. The detection limit is statistically defined and indicates the minimum content of an element over and above "background noise", i. e. the noise level of undetectable values, at which a distinct signal can be registered.

Limits of determination relate to those concentration values (effective range of the calibration curve) at which the reproducibility of the results appears to be optimum (Fig. 7).

Fig. 7. Schematic representation of the dependence of the working range on standard deviation (s), the concentration (c) and the detection limit. The "working range" lies between the lower (B_u) and the upper (B_o) extremes of the determination limit. Within this range the optimum reproducibility for the analyses is given.

Im Gegensatz dazu ist die Werterfassung als Grenze empirisch festgelegt. Sie richtet sich aber nach der jeweiligen Bestimmungsgrenze. Bei einigen Elementen konnte die Voraussetzung einer ausreichenden Bestimmungsgrenze nicht erreicht werden, wie für Arsen (As), Antimon (Sb), Zinn (Sn), Uran (U) und Wolfram (W).

Die Kalibrierung der Multielementanalysenmethoden ICP und XRF erfolgte mit mehr als 20 internationalen Standardreferenzgesteinsproben (SRM's). Die Einstellungskontrolle wurde mittels Laborstandards vorgenommen. Bei der OES-Analytik wurden synthetische Silikatgesteinsstandards auf Glasbasis verwendet und die Kontrolle mittels SRM's durchgeführt.

Bei ICP und XRF wurde die Kalibrierung auf eine möglichst große Matrixbreite von sauren bis basischen Silikatgesteinen erstreckt, um Sortierarbeit möglichst zu vermeiden. Proben mit der Zusammensetzung von

In contrast thereto, the limit of registration is set empirically and conforms with the appropriate limit of determination. With several elements, the precondition of a sufficient detection limit could not be attained, e. g. arsenic (As), antimony (Sb), tin (Sn), uranium (U) and tungsten (W).

For the calibration of the ICP and XRF multielement analytical methods more than 20 international standard reference rock samples (SRM's) were used. Adjustment control was effected by the application of laboratory standards. For the OES analyses, synthetic silicate rock standards on a glass basis were utilised and the control carried out by using SRM's.

With ICP and XRF the calibration was on as wide a matrix base as possible, ranging from acid to basic silicate rocks, in order to avoid sorting. Samples with a composition of ultrabasics or carbonate rocks were

Ultrabasiten bzw. Karbonatgesteinen sind gesondert behandelt worden. Bei hohen Konzentrationen erfolgte eine Probenverdünnung und/oder der Einsatz anderer Analysemethoden.

Für einige geochemisch seltenere Elemente waren in höheren Konzentrationsbereichen oder überhaupt zuverlässige Gehaltsangaben für SRM's nicht verfügbar. Dies betraf Silber (Ag), Beryllium (Be), Molybdän (Mo), Niob (Nb), Antimon (Sb), Zinn (Sn) und Wolfram (W).

2.2.1. Analytikkontrolle

Es wird die in der geochemischen Analytik übliche Definition der Wiederholbarkeit (Reproduzierbarkeit oder Präzision) **p** verwendet:

$$p[\%] = 2s/\bar{x} \cdot 100$$

s stellt den Schätzwert der Standardabweichung und \bar{x} den Mittelwert dar. Der Vertrauensbereich beträgt daher 95,5 %.

Die Kurzzeitwiederholbarkeit der analytischen Messung ist bei den Multielementanalysenmethoden ICP und XRF meist ausgezeichnet und erreicht bei einigen Elementen sogar 1 %. Die XRF-Methode weist die beste Meßkonstanz auf. Die OES-Methode ist wegen der instabileren Kohlenbogenanregung gegenüber den anderen Methoden mit etwa der doppelten Streuung behaftet.

Bei einer Großserienanalytik über größere Zeiträume ist die Ermittlung der Langzeitwiederholbarkeit (LZW) von größerer Bedeutung. Diese schließt Fehler der Probenvorbereitung, Subprobenahme, Analysenvorbereitung, Kalibrierung und Messung mit ein und könnte bei Laborstandards im günstigsten Falle noch ± 2 % erreichen. Bei einer begleitenden Kontrolle liegt sie bei ± 5 bis ± 10 %, bei Gehalten unterhalb der Bestimmungsgrenze sind Abweichungen von mehr als ± 100 % möglich.

Folgende Langzeitwiederholbarkeiten (LZW) der Analyseelemente wurden festgestellt:

± 10 %	Al, K
± 10 bis ± 20 %	Ca, Cu, Fe, Mg, Mn
± 20 bis ± 30 %	Ba, Be, Ce, Co, Na, Nb, Ni, P, Sc, Sr, Y, Zr
± 40 bis ± 50 %	Ag, Cr, Ga, La, Pb, Rb, Sn, Th, Ti, U, V
± 50 bis ± 60 %	Mo, Zn
$> \pm 60$ %	As, Sb, W

Die Analysengüte der Elemente Arsen (As), Antimon (Sb), Uran (U) und Wolfram (W) ist als halbquantitativ zu werten.

Analysendaten einer Parallelanalytik, gebiets- oder stichprobenweise, mittels OES-Analytik liegen vor, u. a. von den Elementen Beryllium (Be), Kobalt (Co), Gallium (Ga), Nickel (Ni), Blei (Pb), und Wolfram (W) bzw. AAS-Analytik für die Elemente Arsen (As) und Zink (Zn). Zusätzlich gibt es Einzeldaten aus externer Kontrolle, wie für Analysenwerte der Elemente Cer (Ce), Lanthan (La), Rubidium (Rb), Antimon (Sb), Thorium (Th), Uran (U) und Zirkonium (Zr).

In den einzelnen Elementkarten werden nahezu ausschließlich nur die Ergebnisse einer einzigen Analysemethoden verwendet.

Analysendaten können mit hoher Wahrscheinlichkeit als richtig angesehen werden, wenn die Resultate von wenigstens zwei voneinander verschiedenen Analysemethoden übereinstimmen. Sie lassen sich mit Hilfe von statistischen Methoden überprüfen (Abb. 8).

treated separately. Samples with high concentrations were diluted and/or a different analytical method applied.

For several of the geochemically rarer elements, reliable data on concentrations of SRM's were either not available for higher concentration ranges or lacking completely. Silver (Ag), beryllium (Be), molybdenum (Mo), niobium (Nb), antimony (Sb), tin (Sn) und tungsten (W) were in this category.

2.2.1. Analytical Control

The customary definition of reproducibility or precision "**p**" in geochemical analysis of

$$p[\%] = 2s/\bar{x} \cdot 100$$

is used, where **s** represents the estimated value of the standard deviation and \bar{x} is average value. The level of confidence is therefore 95.5 %.

For the ICP and XRF multielement analytical methods the "short-term reproducibility" in analytical measurements is mostly excellent; with some of the elements it attains even ± 1 %. The XRF method has the best consistency. Because of the less stable carbon arc excitation, the OES method is prone to have about twice the scattering of other methods.

With a large series of analyses stretched over longer periods of time, the determination of a long-term reproducibility (LZW) is of greater importance. It includes errors made in sample preparation, sub-sampling, preparation for analyses, calibration and measurements and could in the most favorable case still attain ± 2 %. In paralleling control measurements, it was found to be in the range of ± 5 to ± 10 %. With contents less than the detection limit, variations of more than ± 100 % are possible.

The following long-term reproducibilities (LZW) were determined among the elements analysed:

± 10 %	Al, K
± 10 to ± 20 %	Ca, Cu, Fe, Mg, Mn
± 20 to ± 30 %	Ba, Be, Ce, Co, Na, Nb, Ni, P, Sc, Sr, Y, Zr
± 40 to ± 50 %	Ag, Cr, Ga, La, Pb, Rb, Sn, Th, Ti, U, V
± 50 to ± 60 %	Mo, Zn
$> \pm 60$ %	As, Sb, W

The rating of the analyses for the elements arsenic (As), antimony (Sb), uranium (U) and tungsten (W) is considered as semi-quantitative.

Paralleling data on samples, selected by area or at random (OES data) are available, among others for the elements beryllium (Be), cobalt (Co), gallium (Ga), nickel (Ni), lead (Pb) and tungsten (W), AAS data for the elements arsenic (As) and zinc (Zn) respectively. In addition, there are individual data from an external control on analyses for the elements cerium (Ce), lanthanum (La), rubidium (Rb), antimony (Sb), thorium (Th), uranium (U) und zirconium (Zr).

In the individual element maps, almost exclusively the results of one single analytical method were utilized.

Analytical data can be considered as correct with a high degree of probability when the results of at least two different analytical methods agree. This can be checked with the aid of statistical methods (refer to Fig. 8).

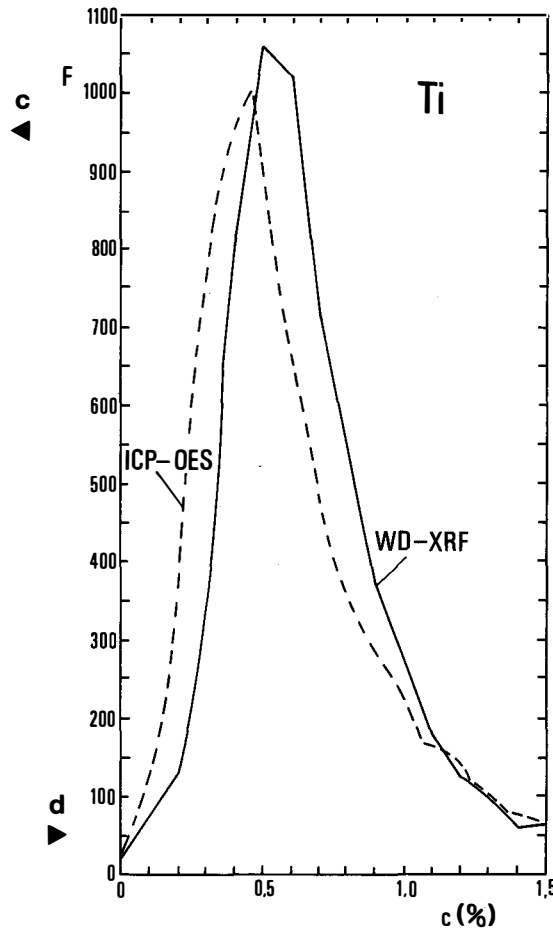
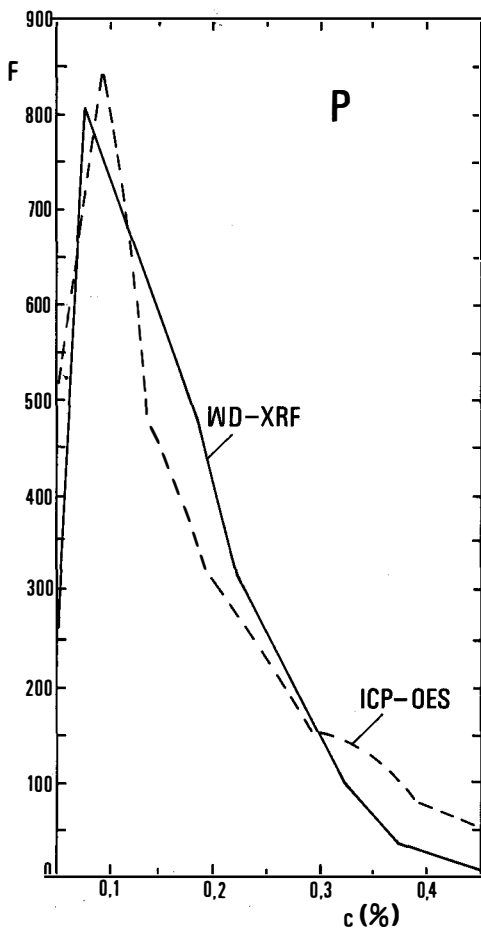
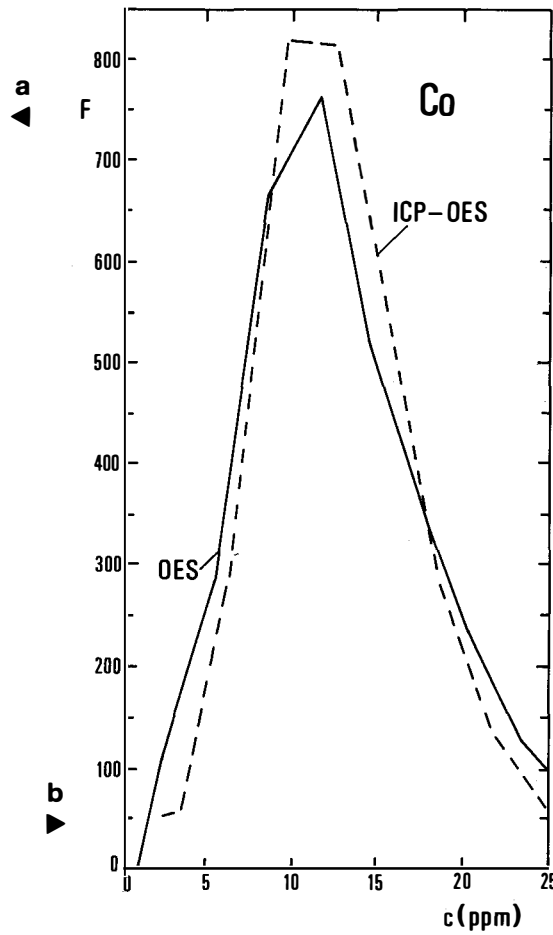
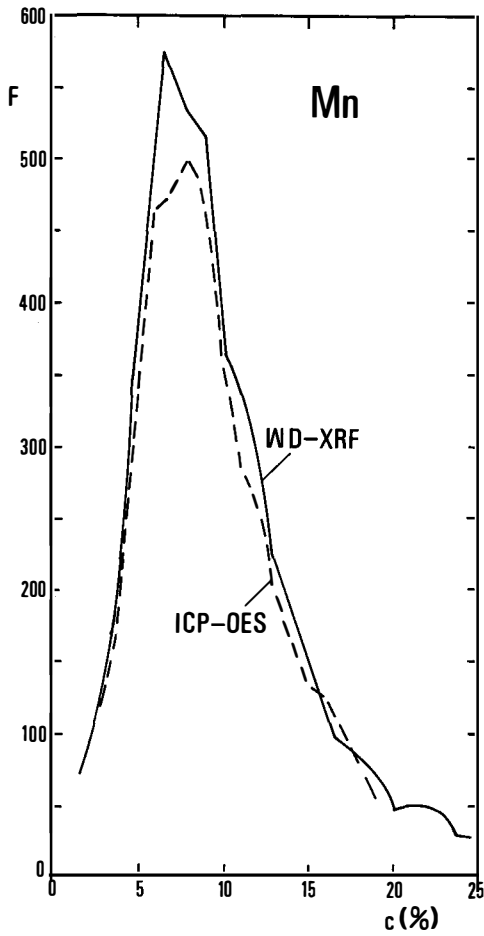
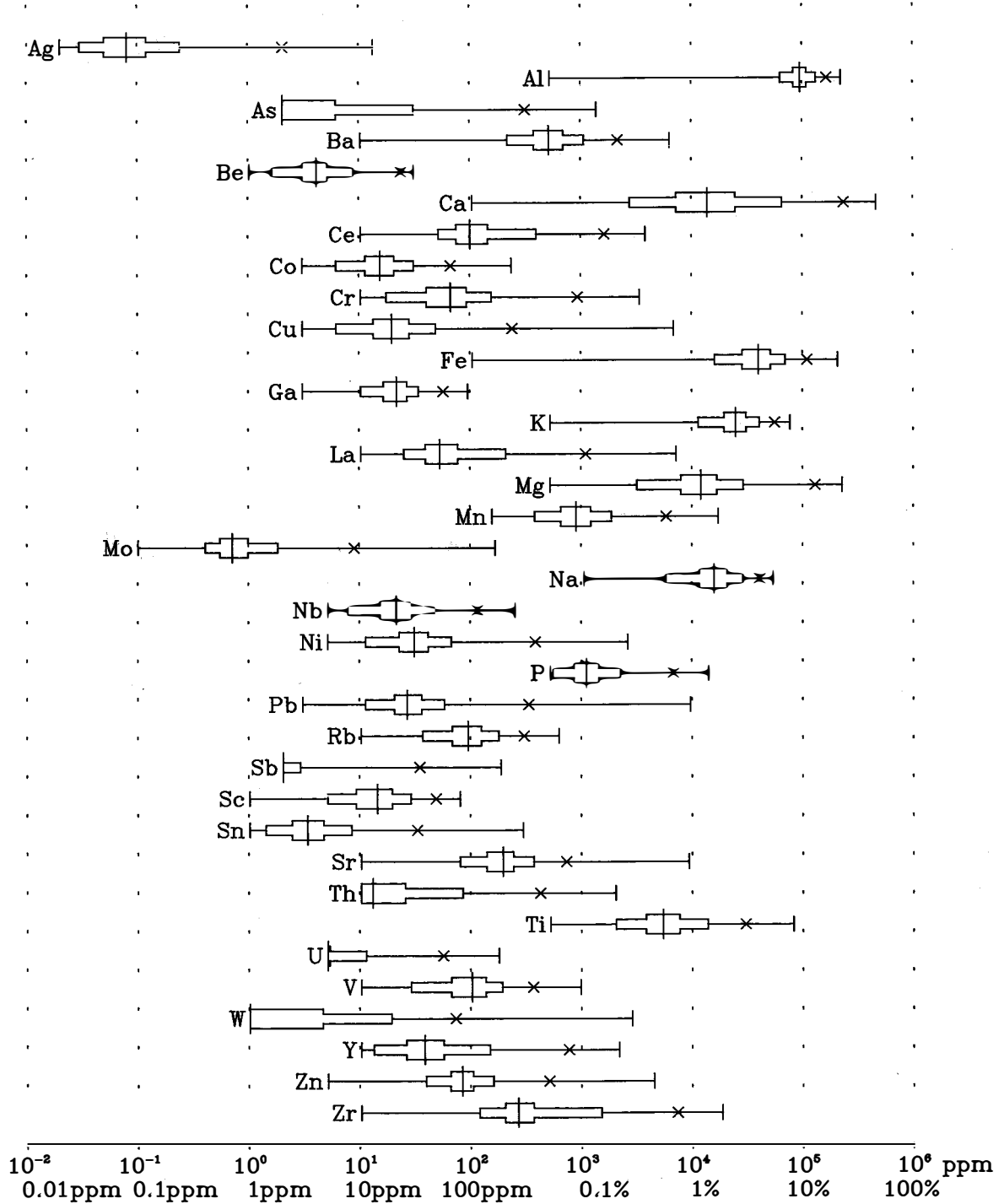


Abb. 8.
Richtigkeitskontrolle mittels
Doppelanalytik. Beispiele für
blockweise Vergleiche mit-
tels Häufigkeitsverteilungen.
a) Mangan (Mn); n = 2500.
b) Kobalt (Co); n = 5000.
c) Phosphor (P); n = 5000.
d) Titan (Ti); n = 5000.

Fig. 8.
Verification control by means
of double analyses. Exam-
ples of blockwise compar-
isons, using frequency distri-
bution.

a) Manganese (Mn); n = 2500.
b) Cobalt (Co); n = 5000.
c) Phosphorus (P); n = 5000.
d) Titanium (Ti); n = 5000.



Legende:

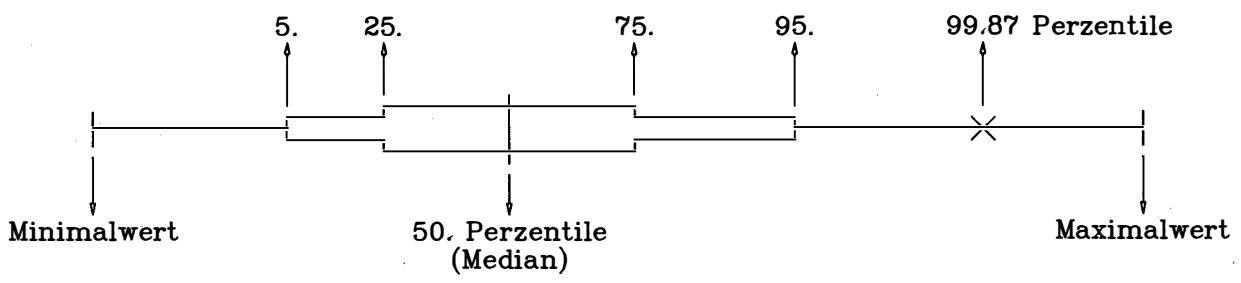


Abb. 9. Konzentrationsspanne und Häufigkeitsverteilung der Analyselemente.

Fig. 9. Range of concentration and frequency distribution of the elements analysed.

Zur Prüfung auf Richtigkeit wurde vor allem der Datenvergleich der Parallelanalysen mittels ICP und XRF angewandt. Hierbei wurde bei den Elementen Kalzium (Ca), Eisen (Fe), Mangan (Mn) oder Phosphor (P) Übereinstimmung gefunden, andererseits konnten auch systematische Fehler aufgezeigt werden, wie bei Chrom (Cr) oder Kalium (K).

Bei Titan (Ti) ist ein systematischer Fehler vorhanden, da für eine vorgezogene Kartendarstellung die Daten der lösungsanalytischen ICP-Methoden verwendet und später nicht gegen jene der geeigneteren XRF-Methode ausgetauscht wurden. Trotz dieses Fehlers bleibt die Vergleichbarkeit gewahrt.

Die Bewertung der Analysendaten zeigt, daß aus den angeführten Gründen nicht für alle Elemente die gleiche Güte erreicht werden konnte:

- Durch Doppelanalytik gut abgesicherte Daten: Ca, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Ni, P, Sr.
- Durch Kontrollanalytik und/oder geochemische Relevanz überprüfte Daten: Ag, Al, Ba, Be, Ce, Ga, La, Mo, Nb, Pb, Rb, Sc, Sn, Th, V, Y, Zr.
- Daten mit ungünstiger Wiederholbarkeit oder möglicher Abweichung von der Richtigkeit: Na, Ti, Zn.
- Bedingt brauchbares Datenmaterial als Folge unzureichender Nachweisgrenze: As, Sb, U und W.

Zur Übersicht zeigt Abb. 9 den Vergleich und die Bandbreite der Elementgehalte aller in den Karten dargestellten Proben.

2.3. Reproduzierbarkeit der Beprobung

Mit einem Nachlauf von 1 bis 3 Jahren erfolgte in einzelnen Gebieten eine Wiederholung der Beprobung. Im selben Probensatz wurde auch Standardmaterial mitanalysiert und die analysenabhängige Streuung s und der Varianzkoeffizient v ermittelt.

Abgesehen von einigen Elementen liegt der Varianzkoeffizient

$$v[\%] = s/\bar{x} \cdot 100$$

meist unter 20, d. h. 68 % aller Werte weichen höchstens 20 % vom Mittelwert ab.

Selbst für Elemente mit ungünstiger Nachweisgrenze, wie Arsen (As), Antimon (Sb), Wolfram (W) u. a. ist die Anwendbarkeit ausreichend. Ein Wert, beispielsweise von $6 \text{ ppm} \pm 90 \%$ ist im Vergleich immer noch deutlich unterschieden von $25 \text{ ppm} \pm 20 \%$. Noch besser zeigt sich der Kontrast in der kartenmäßigen Verrechnung durch die Mittelwertbildung für die Zelle (s. u.), da sich die Bandbreiten zum Teil kompensieren. So ist, um beim Beispiel Arsen zu bleiben, das Murauer Paläozoikum deutlich von seiner Umgebung abgehoben.

3. Darstellung der Ergebnisse – Geostatistik

Die für beide Teilgebiete einheitliche Klasseneinteilung auf den einzelnen Elementkarten basiert auf den Rohwerten. Die Einteilung berücksichtigt die einzelnen Verteilungskurven, aber auch geologische Gegebenheiten und wurde nicht nach einem starren, einheitlichen mathematischen Schema festgelegt. Um die Lesbarkeit des Kartenbildes zu erhöhen, sind höchstens 9 Klassen ermittelt worden.

The verification of correctness was done by comparison of data particularly using parallel analyses of ICP and XRF. By this means, agreement was found for the elements calcium (Ca), iron (Fe), manganese (Mn) and phosphorus (P); on the other hand, systematic errors could be identified, e. g. for chromium (Cr) and potassium (K).

In the case of titanium (Ti) there exists a systematic error, since for a pre-scheduled map compilation data of the solution-analytical ICP method were used and were later not exchanged for those of the more suitable XRF method. Despite this error, the comparability remains valid.

The assessment of the analytical data indicates that not the same quality could be attained for all elements:

- Data well assured through double analysis: Ca, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Ni, P, Sr.
- Data checked by control-analysis and/or geochemical relevance: Ag, Al, Ba, Be, Ce, Ga, La, Mo, Nb, Pb, Rb, Sc, Sn, Th, V, Y, Zr.
- Data with unfavourable reproducibility or possible deviation from accuracy: Na, Ti, Zn.
- Data with limited reliability due to an insufficient detection limit: As, Sb, U and W.

A synopsis for comparison and value-ranges of elemental abundances for all samples recorded on the maps is given in Fig. 9.

2.3. Reproducibility of Sampling

After an interval of one to three years sampling was repeated in individual areas. Standard material was also analysed in the same set of samples and the analytical dependent variance (s) and the variation coefficient (v) were thus determined.

The variation coefficient

$$v[\%] = s/\bar{x} \cdot 100$$

is, except for a few elements, less than 20, i. e. 68 % of all values differ at most 20 % from the mean value.

Even for elements with an unfavourable limit of detection, such as arsenic (As), antimony (Sb), tungsten (W) and others, its applicability is sufficient. For example, a value of $6 \text{ ppm} \pm 90 \%$ is by comparison still significantly different from $25 \text{ ppm} \pm 20 \%$. In the maps this contrast is shown to be even more marked, as the cell values are calculated from arithmetic means (see below), whereby the variations compensate each other to a certain extent. Thus, remaining with arsenic as the example, the Murau Palaeozoic stands out significantly from its surroundings.

3. Presentation of the Results – Geostatistics

The class subdivision used in the element maps is uniform for the two sub-regions and is based on the raw data. The classification considers the individual distribution curves, but also geological conditions and does not follow a rigid, uniform mathematical scheme. To improve map legibility, at most nine classes were defined.

Bei der flächenhaften Darstellung der Analysenwerte werden die Rohwerte nach Rasterzellen von der Größe 1 kmx1 km in zwei Schritten verrechnet. Für jede Rasterzelle wird zunächst das mit $1/D^2$ gewichtete Mittel der Entfernungen (D) aus dem den Rasterzellenmittelpunkt nächstgelegenen 8 Analysenwerten errechnet. Der maximale Suchradius beträgt 5 km. Für 95 % der Rasterzellen liegt der mittlere Analysenwertabstand zum Zellenmittelpunkt unter 3 km, bzw. bei 75 % der Rasterzellen sogar unter 2 km. Im weiteren erfolgt eine Glättung der errechneten Rasterzellenwerte nach einer 3 x 3-Matrix. Somit gehen die jeweils jeden Zellenwert umgebenden 8 Zellenwerte in den dargestellten Wert mit ein (Abb. 10).

In der flächigen Darstellung werden gewichtete und geglättete Zahlenwerte dargestellt. Hochwerte werden gedrückt, niedrige Werte angehoben. Daher ergibt sich bei einzelnen Karten ein Unterschied im Flächenanteil der einzelnen Klassen im Kartenbild und zugehöriger Häufigkeitsverteilung. Dieser Effekt wird verstärkt, wenn z. B. bei Wolfram ein besonders hoher Anteil der Probenwerte unterhalb der Grenze der Werterfassung liegt und diese Werte für die statistische Berechnung auf diese Gehaltsstufe angehoben wurden.

Bei Elementen mit sehr hoher Analytikvarianz, bzw. bei Elementen mit besonders hohem Anteil von Werten unterhalb der Nachweis-/Erfassungsgrenze wurde die naheliegende Darstellung der Höchstwerte je Zelle nicht verfolgt, um die Einheitlichkeit der Datenpräsentation zu wahren.

3.1. Hinweise zum Lesen der Karte

Die Karte gibt je Zelle die errechneten durchschnittlichen, geglätteten und auf die Entfernung (D) der Probenpunkte gewichteten Werte wieder. Dabei wurden auch Werte für Zellen, die nicht oder mit weniger als 8 Probenpunkten besetzt sind, errechnet. Die Verteilung der Zellenklassen tendiert von beiden Seiten gegen den Mittelwert der eigentlichen Rohwerte.

Aufgrund vielfältiger Einflüsse auf die Analysendaten der Einzelprobe sind nicht nur die Absolutwerte von Bedeutung, sondern es soll auch die Probe oder die Zone relativ zu ihrer Umgebung betrachtet werden.

Aus ihrer Umgebung stark herausragende isolierte Zellenwerte zeigen sich auf der Karte durch kreuzförmige oder annähernd quadratische Struktur.

Ein Sonderfall ist die Karte von Antimon mit ca. 90 % der Werte in der Zentralzone unterhalb der Nachweisgrenze. Die unterste Klasse ist auch im Kartenbild in weiten Bereichen vertreten. Einzelne Werte in solcher Umgebung sind jedoch so hoch, daß ihr Einfluß über viele Zellen reicht und eigenartige Strukturen verursacht.

Im Falle von „Gebietseffekten“, d. h. wenn beim Übergang von einem Beprobungsgebiet in das andere, bzw. bei gebietsweiser Probenbearbeitung Niveauunterschiede im Elementgehalt auftreten, so wären diese Teilgebiete für sich zu betrachten.

Die Elementgehalte sind in Relation zueinander und nicht als Absolutgehalte anzusehen, da die Konzentration eines Elementes in der Probe nicht ident mit jener in den Ausgangsgesteinen sein muß. Die Differenzierung ist bei jenen Elementen besonders groß, die überproportional an Schwerminerale gebunden sind, wie beispielsweise an Zirkon, Apatit, Monazit, Xenotim, Ru-

For the map preparation from the analytical data the raw values were processed in two steps to calculate grid cells of 1 kmx1 km. First, for every cell center the mean of the eight nearest neighbours was calculated, weighted by their individual distances D. The maximum search radius was limited to 5 km; for 95 % of the grid centers the average distance is below 3 km, for 75 % even below 2 km respectively. Then, the cell values thus gained are smoothed with a 3x3 matrix meaning that the eight surrounding cell values are incorporated into the represented cell value.

In the maps weighted and smoothed values are represented. Individual high values are reduced, low values enhanced. From this procedure results a difference in some maps between the areal proportion of individual classes and the corresponding frequency distribution of the raw data. This effect is intensified, when, as in the case of tungsten, a particularly high proportion of the analytical values lies below the registration limit and when these values were raised to this level for statistical calculations.

For elements having a very large variation in analytical values or those elements with an especially high share of values below the detection limit the logical method of presenting the maximum value for each cell was not followed in order to maintain the uniformity of data presentation.

3.1. Comments on Map Utilization

The map displays mean, smoothed values, weighted over the distance (D) of the sample sites. Values for those grid cells populated by no or less than eight sample sites were also calculated. The distribution of cell categories tends from both sides towards the mean of the raw values proper.

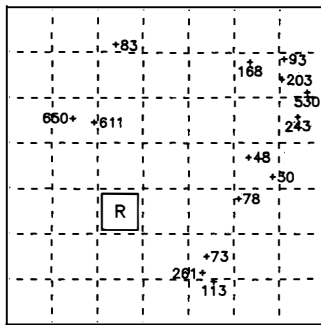
Because of the manifold factors influencing the analytical data of the individual samples, it is not only the absolute value that is of significance, it could also be the relation between samples or of the zone to its surroundings.

Isolated relatively high values appear as a cross-shaped or approximately square structure on the map.

An exceptional case is the antimony map, where approximately 90 % of all analytical values in the Central Zone are below the detection limit. The lowermost category is also represented on the map over large areas. Individual values in such surroundings are so high that their influence extends over many cells and they thus cause the peculiar structures.

In the case of "area effects", i. e. when in the transition zone from one sampling area to another or when sample processing by area cause differences in the level of element content, each area should be interpreted individually.

Element values should be considered relative to each other and not as absolute values, because the concentration of an element in the sample is not necessarily identical with the concentration in the original rocks. The difference is particularly large in those elements that show disproportionately higher linkage with the heavy minerals for example zircon, apatite, monazite, xenotime, rutile, titanite, ilmenite and others. This



Probenpunkte mit Analysenwerten im Rasterzellennetz

Berechnung der Rasterzellenwerte:

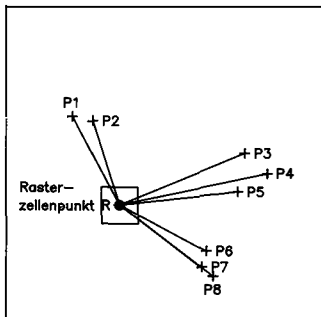
Jeder Rasterzellenwert errechnet sich aus den Analysenwerten der 8 nächsten Probenpunkte, wobei jeder Analysenwert mit $1/D^2$ gewichtet wird (D = Entfernung Probenpunkt zu Rasterzellenpunkt).

Eine Rasterzelle erhält nur dann einen gültigen Wert, wenn 2 Bedingungen erfüllt sind:

1. Der nächste der 8 Probenpunkte darf nicht weiter als 4000m vom Rasterzellenpunkt entfernt sein.
2. Die 8 nächsten Nachbarn müssen in einem Umkreis von 5000m rund um den Rasterzellenpunkt liegen.

Ist eine dieser 2 Bedingungen nicht erfüllt, wird der Rasterzellenwert auf "Wert fehlt" gesetzt.

Beispiel:



P1, ..., P8 sind die 8 nächsten Nachbarn des Rasterzellenpunktes R

Analysenwerte (A1, ..., A8) der Probenpunkte P1, ..., P8:

- A1=650
- A2=611
- A3=48
- A4=30
- A5=78
- A6=73
- A7=261
- A8=113

Entfernungen der Probenpunkte P1, ..., P8 zum Rasterzellenpunkt R:

- D1=1144.9
- D2=1015.3
- D3=1528.5
- D4=1710.5
- D5=1339.6
- D6=1095.7
- D7=1140.4
- D8=1302.1

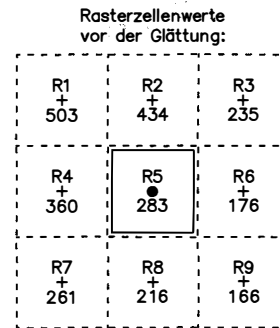
$$\text{Rasterzellenwert in R} = \frac{\frac{A1}{D1^2} + \dots + \frac{A8}{D8^2}}{\frac{1}{D1^2} + \dots + \frac{1}{D8^2}} = 283$$

Glättung der Rasterzellenwerte:

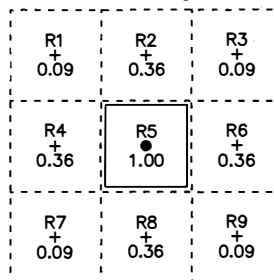
Nach der Berechnung der Rasterzellenwerte werden diese "lokal" geglättet, d. h. die Glättung erfolgt durch Bildung eines gleitenden Mittels über jeweils 9 benachbarte Rasterzellenwerte ("Moving Average").

Die einzelnen Rasterzellenwerte werden dabei mit $1-D/D_{MAX}$ gewichtet. (D = Abstand Rasterzelle zu der zu glättenden Mittelzelle R5, D_{MAX} = Abstand der Rasterzellen R1, R3, R7 und R9 zur Mittelzelle multipliziert mit 1.1, (damit die Gewichtung der Rasterzellen R1, R3, R7 und R9 nicht gleich 0 wird)).

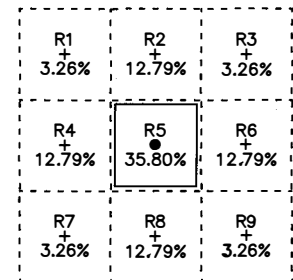
Beispiel:



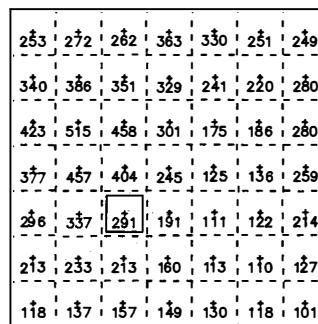
Gewichtung:



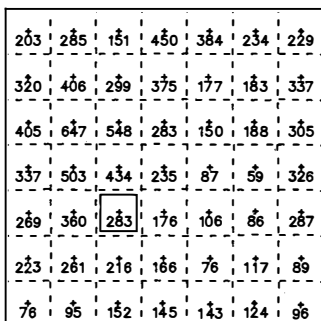
Gewichtsanteile der Rasterzellen in %:



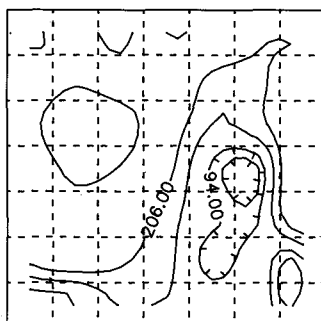
$$R5 \text{ (geglättet)} = \frac{1 \times R5 + 0.36 \times (R2 + R4 + R6 + R8)}{1 + 4 \times 0.36 + 4 \times 0.09} + \frac{0.09 \times (R1 + R3 + R7 + R9)}{1 + 4 \times 0.36 + 4 \times 0.09} = 291$$



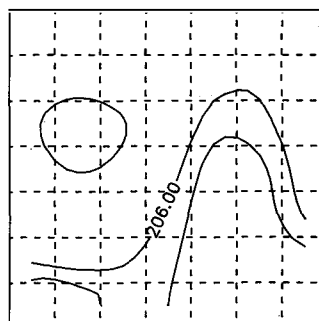
Rasterzellenwerte geglättet



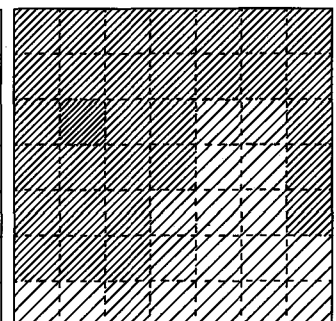
Rasterzellenwerte ungeglättet



Isolinien-darstellung (Rasterzellenwerte ungeglättet)

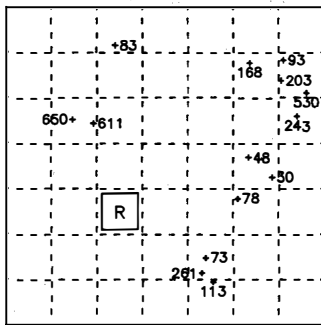


Isolinien-darstellung (Rasterzellenwerte geglättet)



Schraffur-darstellung (Rasterzellenwerte geglättet)

Abb. 10. Berechnung der Rasterpunktwerte.



Location of samples with assay value on the grid net

Calculation of grid values:

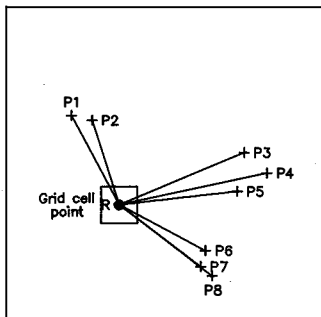
Each grid cell value is calculated from the assay values of the 8 nearest sample points. Each assay value is weighted by $1/D^2$. (D = Distance sample point to grid cell center).

The grid cell will only have a value if the following 2 conditions are fulfilled:

1. The distance of the nearest of the 8 sample points must not exceed 4000m and
2. all 8 nearest sample points must be within a distance of 5000m to the center of the grid cell.

If one of these 2 conditions is not fulfilled, the grid cell value is set to "missing value".

Example:



P1,.....,P8 are the 8 closest points to the grid cell point R.

Assay values of samples P1,.....,P8:

- A1=650
- A2=611
- A3=48
- A4=30
- A5=78
- A6=73
- A7=261
- A8=113

Distances of sample points P1,.....,P8 to grid cell point R:

- D1=1144.9
- D2=1015.3
- D3=1528.5
- D4=1710.5
- D5=1339.6
- D6=1095.7
- D7=1140.4
- D8=1302.1

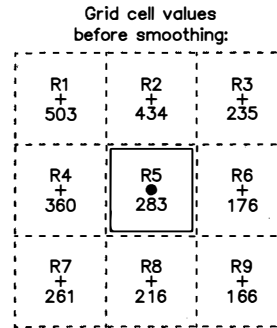
$$\text{Grid cell value in R} = \frac{\frac{A1}{D1^2} + \dots + \frac{A8}{D8^2}}{\frac{1}{D1^2} + \dots + \frac{1}{D8^2}} = 283$$

Smoothing of grid cell values:

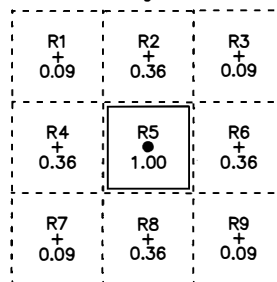
After grid cell values are calculated they are "locally" smoothed. The smoothing is done by a moving average over the respective 9 neighbouring grid cell values.

Each grid cell value is weighted by $1-D/DMAX$. (D = Distance grid cell to the to-be-smoothed center grid cell R5. DMAX = Distance of grid cells R1,R3,R7 and R9 to the center cell multiplied by 1.1 (so that the weight of cells R1,R3,R7 and R9 is not 0)).

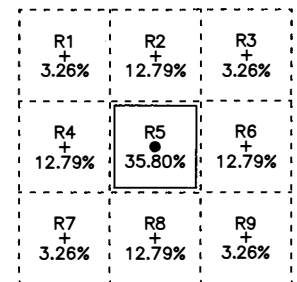
Example:



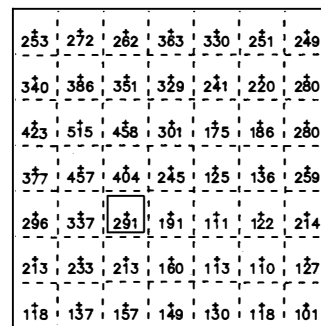
Weights:



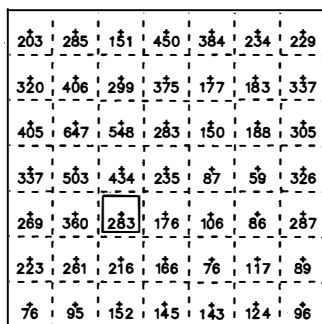
Weight of grid cells in % :



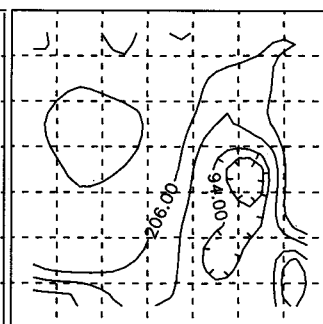
$$R5 \text{ (smoothed)} = \frac{1 \times R5 + 0.36 \times (R2 + R4 + R6 + R8)}{1 + 4 \times 0.36 + 4 \times 0.09} + \frac{0.09 \times (R1 + R3 + R7 + R9)}{1 + 4 \times 0.36 + 4 \times 0.09} = 291$$



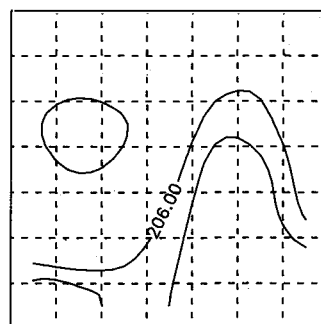
Smoothed grid cell values



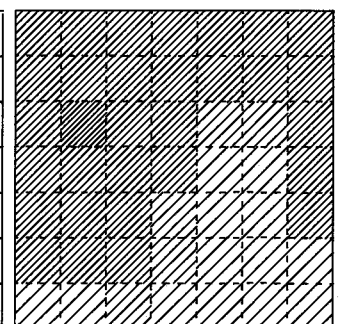
Unsmoothed grid cell values



Isoline presentation (unsmoothed grid cell values)



Isoline presentation (smoothed grid cell values)



Hatched presentation (smoothed grid cell values)

Fig. 10. Calculation of the grid values.

til, Titanit, Ilmenit u. a. mehr. Dieser Effekt tritt im besonderen Maße in der Böhmisches Masse im Gebiet des Weinsberger Granites und der Grobkornogneise auf. Er kann durch alluviale Anreicherung, bzw. durch Auswaschen der feinkörnigen, spezifisch leichteren Fraktion noch verstärkt werden.

Eine zusammenfassende Betrachtung der Einzelementkarten ermöglicht ein besseres Verständnis der geochemischen Elementbeziehungen und der Aussagekraft der Kartendarstellungen. Folgende Beispiele seien angeführt:

- Eisen (Fe) ist ein dominantes Hauptelement in der Zentralzone. Ähnlichkeiten in der flächenmäßigen Elementverteilung bestehen zu Chrom (Cr), Mangan (Mn), Scandium (Sc), Vanadium (V), oder sind für Kobalt (Co), Kupfer (Cu), Nickel (Ni), Titan (Ti) und Zink (Zn) angedeutet.
- Bei Magnesium (Mg) wird das Verteilungsbild sowohl durch Ultrabasitkörper als auch durch dolomitführende Karbonatgesteinskomplexe beeinflusst; Ultrabasitkörper sind meist durch Hochwerte der Elemente Fe, Cr und Ni, Karbonatgesteinskomplexe durch solche von Ca gekennzeichnet.
- Von der Beziehung des Kaliums (K) zu seinen Gefolgeelementen Ba, Pb, Rb und Sr ist jene zu Rubidium (Rb) am stärksten, die zu Barium (Ba) abgeschwächt. Die Beziehung zu Strontium (Sr) kommt wegen dessen gleichzeitiger Bindung an Kalzium (Ca) im evaporitischen Milieu weniger zum Ausdruck.
- Am stärksten ist die Vergesellschaftung der Schwermineralelemente Cer (Ce), Lanthan (La), Thorium (Th), Titan (Ti), Uran (U), Yttrium (Y) und Zirkonium (Zr) in den Granitgebieten der Böhmisches Masse ausgeprägt. Bei Phosphor (P) ist auch die unterschiedliche Apatitführung zu beachten. In der Zentralzone folgt P den eisenhaltigen Gesteinen, Uran (U) tendiert zu eher unabhängigem Verhalten.
- Im Bereich basischer Hauptgesteinsarten zeigen Gallium (Ga), Niob (Nb), Scandium (Sc), Titan (Ti) und Vanadium (V) deutliche Assoziationen.
- Die Verteilungsbilder der Buntmetalle Ag, As, Cu, Pb, Sb und Zn sind einander nicht unähnlich. Silber (Ag) geht sowohl mit Blei (Pb) und Zink (Zn) als auch mit Kupfer (Cu) in den wesentlichen Maxima konform, Pb und Zn können auch ohne Cu-Assoziation auftreten.
- Die Verteilung von As und Sb deckt sich, wenn auch nicht zwingend, weitgehend mit der der Buntmetalle.

Aus der zusammenfassenden Betrachtung der Einzelementkarten ergeben sich auch neue Erkenntnisse über den geologischen Aufbau des Untergrundes oder Hinweise auf neue, bisher nicht oder kaum beachtete Elementassoziationen in bestimmten Schwermineralphasen, wie folgende Beispiele zeigen:

- Nördlich Gmünd gibt es eine markante Zone von Hochwerten der Schwermineralelemente, wie Ce, La, Nb, Sn, Ti, U, Zr, (Cr). Andere Elemente, wie Fe, Mn, Co, Zn, (Pb) könnten an sekundäre Oxidbildungen gebunden sein. Obwohl die Hochzone im Verbreitungsgebiet des Eisgarner Granites liegt, weicht der generelle Chemismus der Bachsedimente auffallend ab. Die Elementassoziation insgesamt, einschließlich des geringen P-Gehaltes, weist auf Zu-

effect is particularly marked in the Bohemian Massif in the area of the Weinsberger Granit and in the Grobkornogneis (coarse grained gneiss). It can be further increased through alluvial enrichment or through wash-out of the fine-grained, specifically lighter fraction.

A joint consideration of individual element maps facilitates a better understanding of the geochemical relationships of the elements and the efficacy of expression in maps.

The following may be quoted as examples:

- Iron (Fe) is a dominant major element in the Central Zone. Similarities in areal element distribution exist to chromium (Cr), manganese (Mn), scandium (Sc), vanadium (V), or are indicated for cobalt (Co), copper (Cu), nickel (Ni), titanium (Ti) and zinc (Zn).
- The distribution pattern for magnesium (Mg) is both influenced by ultrabasic bodies and by dolomite-containing carbonate complexes; ultrabasics are characterised by high contents in the elements Fe, Cr and Ni, carbonate rock complexes by Ca.
- From the relationships of potassium (K) to the associated elements Ba, Pb, Rb and Sr the relation to Rb is strongest, to Ba is reduced. The relationship to strontium (Sr) tends to be less pronounced, because of the latter's coinciding association with calcium (Ca) in the evaporitic environment.
- The association of the heavy mineral elements cerium (Ce), lanthanum (La), thorium (Th), uranium (U), titanium (Ti), yttrium (Y) and zirconium (Zr) is particularly marked in the granite areas of the Bohemian Massif. In the case of phosphorus (P), the varying apatite content should also be considered. In the Central Zone, P follows ferrous rocks, uranium (U) tends rather to an independent behaviour.
- In the regions with predominant basic rock types, gallium (Ga), niobium (Nb), scandium (Sc), titanium (Ti) and vanadium (V) show distinct association.
- The distribution patterns of the base metals Ag, As, Cu, Pb, Sb and Zn are not dissimilar. Silver (Ag) shows conformities with lead (Pb) and zinc (Zn) as well as with copper (Cu) in the essential maxima; Pb and Zn can also be present without associated Cu.
- The distribution of As and Sb corresponds, though not under all conditions, with the distribution of the base metals.

A comprehensive review of the single element maps leads to a new understanding of the underground geology, or indications of new, hitherto not or hardly ever considered element associations in certain heavy mineral phases, as is demonstrated by the following examples:

- North of Gmünd there is a prominent zone with high values in heavy mineral elements, such as Ce, La, Nb, Sn, Ti, U, Zr, (Cr). Other elements, such as Fe, Mn, Co, Zn, (Pb), could be bonded to secondary oxides. Although the high-zone is located within the area of the Eisgarner Granit, it diverges significantly from the general chemistry of the stream sediments in this region. In summary, the element association, including the P-content, indicates connection with the sedimentary conditions on the rim of the Budweis Basin.
- In the western part of the Mühlviertel, comparison of the elemental distribution of Ca, P, Sr, Ti and

sammenhänge mit der Sedimentabfolge am Rande des Budweiser Beckens hin.

- Im westlichen Mühlviertel ergibt sich nach dem Vergleich der Elementverteilung von Ca, P, Sr, Ti und anderen eine Abtrennung der nördlichen Zone des Mühlviertels als eigenständige tektonische Einheit (Rohrbacher Block), die durch die Pfahl- und Rodl-störung und die neu erkannte Lembacher Störung (zur Pfahlstörung parallel verlaufend und von Ödt an der Staatsgrenze über Lembach nach Partenstein

others leads to a separation of the northern zone of the Mühlzug as an independent tectonic unit (the Rohrbach Block), which is delineated by the Pfahl and Rodl Faults and the recently recognised Lembach Fault (the latter running parallel with the Pfahl Fault and traceable from Ödt at the state boundary via Lembach to Partenstein near Untermühl). The geochemical composition of the stream sediments from this unit indicates a deviating composition of the pre-migmatic parent rocks.

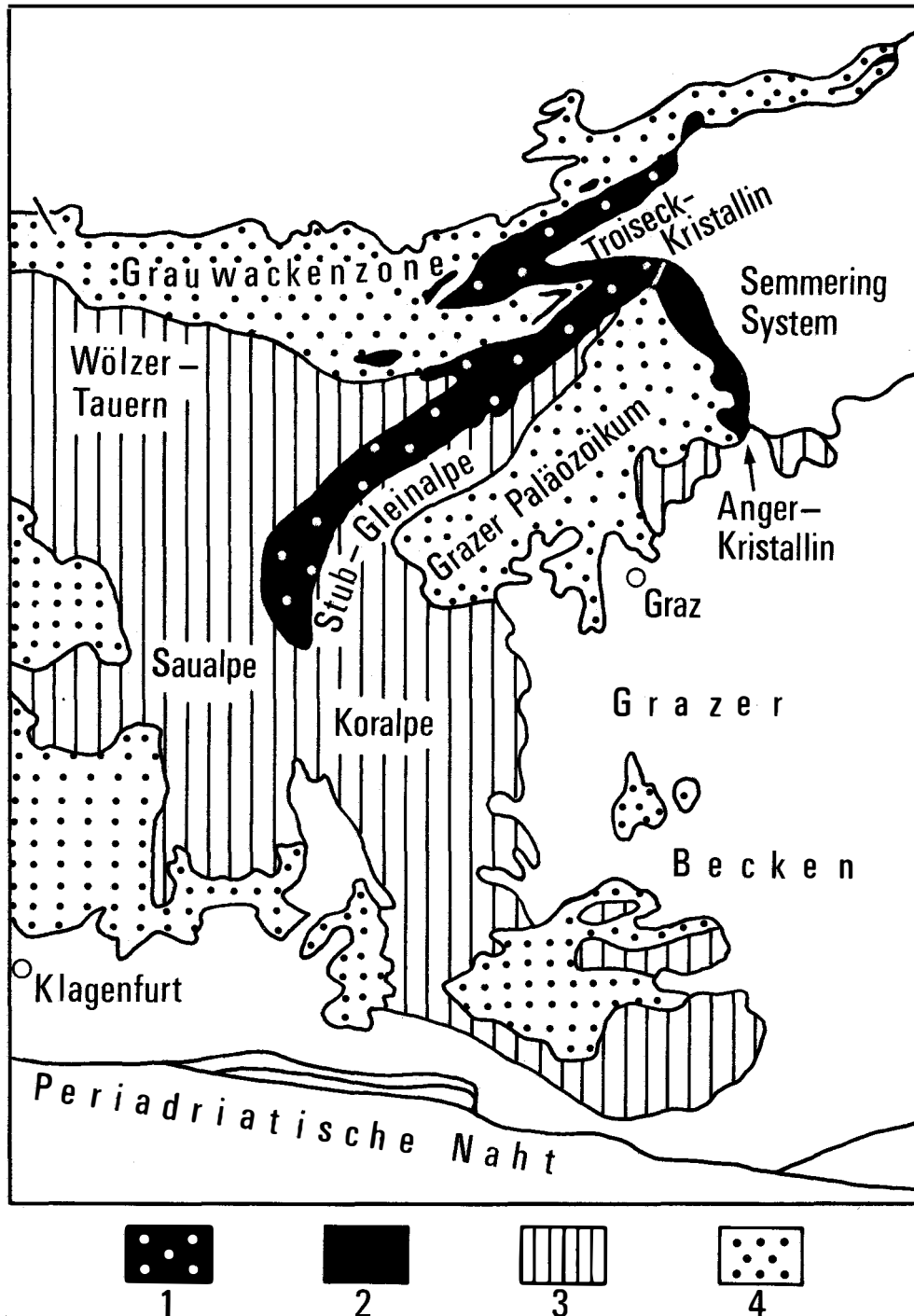


Abb. 11. „Inselbogensystem“ des Stubalpen-Gleinalpen-Zuges und seiner östlichen Fortsetzungen; nach FRISCH & NEUBAUER (1984).

- 1) Sardisch-metamorphes Altkristallin des Mittelostalpins (Inselbogen).
- 2) Sardisch-metamorphes Altkristallin des Oberostalpins.
- 3) Herzynisch-metamorphes Paläozoikum im Mittelostalpin.
- 4) Paläozoikum des Oberostalpins.

Fig. 11. "Island arc system" of the Stubalpen-Gleinalpen range and its eastern continuations, according to FRISCH & NEUBAUER (1984).

- 1) Sardinic-metamorphic Altkristallin of the Middle Austro-Alpine (island arc).
- 2) Sardinic-metamorphic Altkristallin of the Upper Austro-Alpine.
- 3) Hercynian-metamorphic Palaeozoic in the Middle Austro-Alpine.
- 4) Palaeozoic of the Upper Austro-Alpine.

bei Untermühl verfolgbar) begrenzt wird. Die geochemische Zusammensetzung der Bachsedimente aus dieser Einheit weist auf unterschiedliche Verhältnisse im Altbestand des Gesteinsuntergrundes hin.

- Die in Abb. 11 hervorgehobenen Gesteinsserien in der Stub- und Gleinalpe, die von Erzmineralisationen frei zu sein scheint, ist durch die Assoziation lithophiler Elemente gekennzeichnet, die einer tholeiitbasaltisch/andesitischen Abfolge in einem „Inselbogensystem“ entspräche: reich an in Bezug auf den Erdmantel kompatiblen Elementen Fe, Co, Mn, Sc und V, mäßiger im Gehalt an Cr, Ni, Ti und Na, aber verarmt an inkompatiblen Elementen wie Ce, K, La, Nb, Rb, Y und Zr, die sich in Gesteinen der kontinentalen Kruste angereichert werden. Fortsetzungen in den Fischbacher Alpen mit einem Bogen östlich des Grazer Paläozoikums und in Fortsetzung nach NE im Troiseckkristallin decken sich mit der Annahme eines altkristallinen Sockels (500 bis 700 Mio. Jahre), der geochemisch mehr oder weniger durch kompatible Elemente wie Sc, Co, V und auch Ti und Cr markiert wird (Abb. 12).
- In manchen Gebieten ist eine auffallende Übereinstimmung zwischen Ti mit V, Nb, Sn und W gegeben. Jüngste Mikrosondenuntersuchungen an Ti-Mineralen, wie Ilmenit, Rutil und Titanit aus der altpaläozoischen, epimetamorphen Wandelitzen-Serie in Kärnten ergaben Gehalte von Nb bis 2,03 %, Ta bis 0,42 %, V bis 0,39 % und W bis 0,38 %.

- The rock sequences of the Stub- and Gleinalpe (Fig. 11), which are apparently devoid of ore mineralisations, is marked by the association of lithophile elements, which would conform with a tholeiite-basaltic/andesitic sequence of an "island arc system": rich in elements compatible with the earth's mantle: Fe, Co, Mn, Sc and V, moderately in content in Cr, Ni, Ti and Na, but poor in incompatible elements such as Ce, K, La, Nb, Rb, Y and Zr, which are enriched in rocks of the continental crust. Continuations in the Fischbacher Alpen, by an arc east of the Graz Palaeozoic and continuation to the NE in the crystalline rocks of Troiseck are in accordance with the assumption of an old crystalline basement (500 to 700 million years), which is geochemically characterised to a varying degree by compatible elements such as Sc, Co, V, as well as Ti and Cr (Fig. 12).
- In many areas there exists striking agreement of Ti with V, Nb, Sn and W. Most recent microprobe investigations of Ti-minerals, such as ilmenite, rutile and titanite, from the early Palaeozoic epimetamorphous Wandelitzen Series in Carinthia, report Nb-contents up to 2.03 %, Ta to 0.42 %, V to 0.39 % and W to 0.38 %.

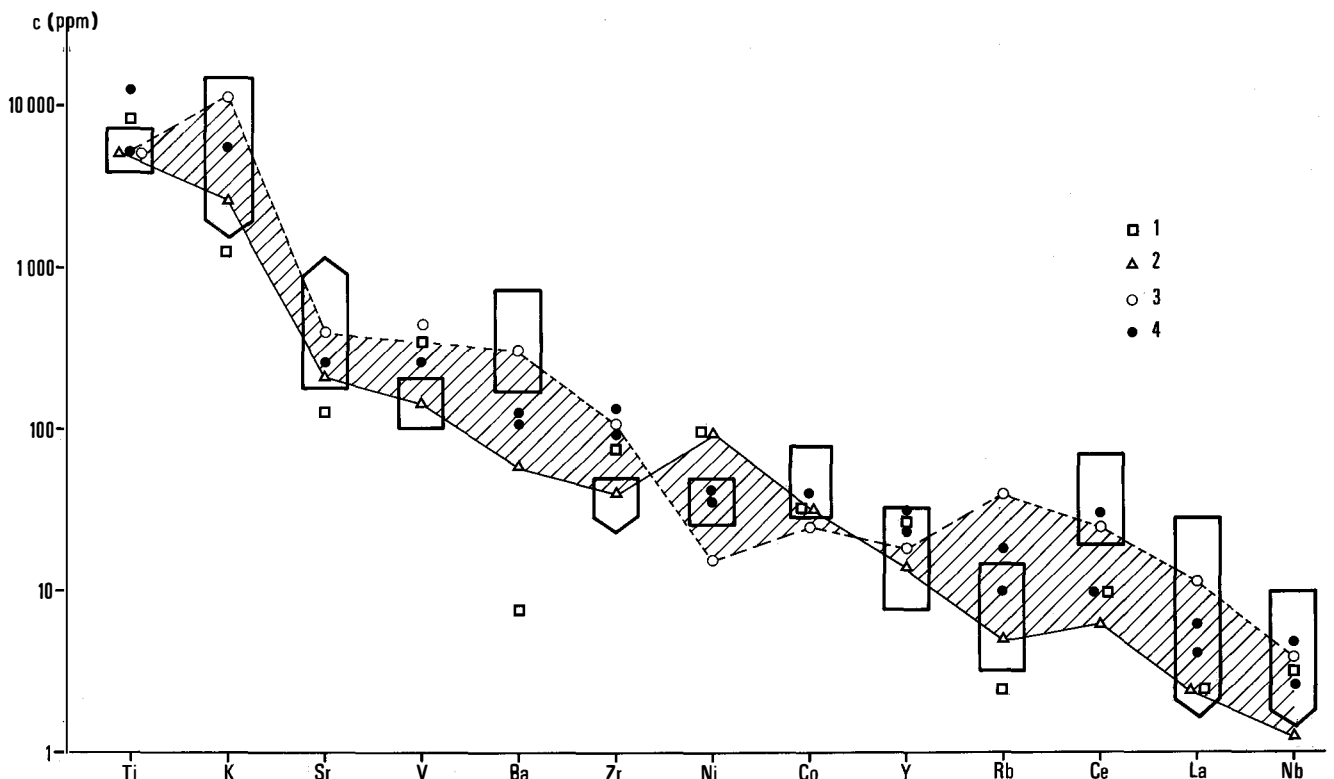


Abb. 12. Vergleich der geochemischen Zusammensetzung von zwei Gesteinsproben (Amphibolitgneise) aus dem Gebiet des Stubalpen-Gleinalpen-Zuges (4) mit ozeanischen Tholeiitbasalten (MORB; 1), Inselbogenbasalten (IB; 2) und Inselbogenandesiten (IA; 3). Der Konzentrationsbereich zwischen den Durchschnittswerten von IB (1) und IA (3) ist als schraffierte Fläche ausgewiesen. Die den Elementarten entnommenen Konzentrationsspannen dieses Areals sind als Kästchen dargestellt und decken sich bis auf das Element Zr weitgehend mit dem Flächenzug.

Fig. 12. Comparison of the geochemical composition of two rock samples (amphibolite gneisses) from the area of Stubalpen-Gleinalpen range (4) with oceanic tholeiite-basalts (MORB; 1), island-arc basalts (IB; 2) and island-arc andesites (IA; 3). The concentration range between the average values of IB (1) and IA (3) is indicated by hatching. The concentration ranges, taken from the element maps of this area, are shown boxed and, except for the element Zr, mostly coincide with the area distribution.

3.2. Bemerkungen zu den Erläuterungen der Elementkarten

Zum besseren Verständnis der Einzelementkarten und ihrer Interpretation wird für jedes Element eine kurze Einführung in seine Geochemie unter Einschluß der biochemischen und technogenen Aspekte gegeben.

Für jedes Element wurden die geogenen Verteilungsgesetzmäßigkeiten und Eigenschaften stichprobenartig umrissen. Sie beinhalten die geochemischen Häufigkeitsangaben für die Hauptgesteinstypen (Kap. 1.1.1. Gesteine), eine Auswahl der relevanten Minerale, meist mit Angabe der Mineralformel und/oder Elementkonzentrationen (1.1.2. Minerale), die Konzentration in Lagerstätten und Mineralisationen (1.1.3. Konzentration), das Verhalten der Elemente in wäßrigen Lösungen (1.1.4. Wasser) und bei Verwitterungsprozessen (1.1.5. Verwitterung) sowie die biologische Bedeutung (1.1.6. Biofunktion).

Auf die technogene Nutzung unter Angabe der Größenordnung der aktuellen Weltproduktion und auf deren Einfluß auf die Umwelt (Kap. 1.2.) wird ergänzend hingewiesen.

Die geochemischen Häufigkeitsdaten für die Haupttypen der Gesteine, Böden und Süßwasser wurden der geochemischen Literatur entnommen. Die Daten sind als empirische Richtwerte zu betrachten, die mehr oder weniger gut abgesichert sind. Die für magmatische Gesteine (ausgewiesen als „magmatogen“) angegebenen Durchschnittsdaten beziehen sich auf die Hauptgesteinstypen der kontinentalen Kruste. Die charakteristischen Daten einer geochemischen Provinz, wie etwa der Zentralzone der Ostalpen, wird von der geotektonischen Entwicklung dieses Teiles der Erdkruste bestimmt, d. h. von der geologischen Evolution dieses Teiles der kontinentalen Kruste, von der Zufuhr von juvenilem und regeneriertem Material aus dem oberen Erdmantel sowie von den Prozessen der Sedimentbildung mit/ohne nachfolgender Metamorphose.

3.2. Remarks on the Explanatory Notes on the Element Maps

For a better understanding of the single element maps and their interpretation, short introductory notes are given on the geochemistry of each element, including biochemical and technogene aspects.

The geogene distribution laws and properties are summarily described for each element. They include data on the geochemical abundance of the main rock types (1.1.1. Rocks), a selection of relevant minerals – mostly with indications of the mineral formula and/or the element concentrations (1.1.2. Minerals), their type of concentration in mineral deposits and in mineralisations (1.1.3. Concentration), the behaviour of the elements in aqueous solutions (1.1.4. Water) and in weathering processes (1.1.5. Weathering), as well as their biological significance (1.1.6. Biofunction).

Finally the technical utilisation, together with data in the order of magnitude of actual world production and their impact on the environment (1.2.) is indicated.

Data on geochemical abundance of the main rock types, soils and fresh water were taken from the geochemical literature. The data should be considered as empirical approximate values more or less well ascertained. These average data pertaining to magmatic rocks (termed "magmatogene") refer to main rock types of the continental crust. The characteristic data of a geochemical province, as for example the Central Zone of the Eastern Alps are determined by the geotectonic development of this section of the earth's crust, i. e. by the geological evolution of this part of the continental crust, as well as by the supply of juvenile and regenerated material from the upper mantle and by sedimentary processes with or without subsequent metamorphosis.

A fundamental requirement for the understanding of the map is the knowledge of the mineralogical and petrological distribution laws and their relationship to the geochemical data. For this reason Table 3 provides in-

Tabelle 3.
Bindung der Elemente an die wichtigsten gesteinsbildenden Mineralphasen.
Weniger häufige und bedeutende Elementassoziationen in diesen Mineralen sind durch Klammersetzung oder Weglassung gekennzeichnet.

Mineralphase (mineral phase)	Hauptelemente (major elements)	Neben- und Spurenelemente (minor and trace elements)
Olivin, Serpentin (olivine, serpentine)	Mg, Fe	Mn, Ni, Co
Pyroxene (pyroxenes)	Mg, Fe, Al, Ca, (Na)	Sc, Ti, V, Cr, Mn, Ni, Co, Cu, Zn, Ga (Nb, Sb, Zr), (Ag, As, Sb)
Amphibole (amphiboles)	Mg, Fe, Ca, Al, (Na, K)	Sc, Ti, V, Cr, Mn, Ni, Co, Cu, Zn, Ga (Be, Nb, Sr, Zr), (Ag, As, Sb)
Glimmer (micas)	K (Na), (Ca, Ba); Mg, Fe, Al, (Cr, V)	Rb (Sr) Sc, Ti, V, Cr, Mn, Ni, Co, Cu, Zn, Ga, Mo, Nb, Sn, W, Zr; Be, (Ag, As, Sb)
Chlorite (chlorites)	Mg, Fe, Al	Sc, Ti, V, Cr, Mn, Ni, Cr, Cu, Zn, Ga, Nb, Be, (Ag)
Alkalifeldspäte (alkali feldspars)	K, Na, Al	Rb, Sr, Ba, Pb; Ga
Plagioklase (plagioclases)	Ca, Na; Al	Sr, Pb; Ga
Anhydrit, Gips (anhydrite, gypsum)	Ca	Sr (0,x %)
Calcit (calcite)	Ca	Sr (0,0x %), Mg, Fe, Mn, ...
Dolomit (dolomite)	Ca, Mg	Sr (0,0x %), Fe, Mn, ...
Granate (garnets)	Mg, Fe, Ca, Al, Mn	Se, Ti, V, Cr, Ni, Co, Zn, Ga; (Nb, Sn, Sr, Zr)

Table 3.
Elements associated with the most important rock-forming mineral phases.
Less frequent and less important associations of the analysed elements found in such minerals are marked in parenthesis or omitted.

Grundlegende Voraussetzung zum Verständnis der Karte ist die Kenntnis der mineralogischen und petrologischen Verteilungsgesetzmäßigkeiten und deren Beziehungen zu geochemischem Datenmaterial. Deshalb wird in Tab. 3 die Bindung der Elemente an die wichtigsten gesteinsbildenden Mineralphasen dargestellt.

Bei der Interpretation der Karten darf der Einfluß des Menschen auf die natürliche Elementverteilung nicht vernachlässigt werden, obwohl dieser für die meisten Elemente in den Untersuchungsgebieten eher nur in Ausnahmefällen aktuell sein dürfte.

Grundlage der Datenbewertung ist das Wissen um die Einflüsse der Probenahme und Probenbearbeitung auf die Zusammensetzung der Laborprobe und um die Abhängigkeit des Datenmaterials von der Durchführung der Analytik.

Angaben über die Langzeitwiederholbarkeit (LZW) bzw. Gebietseffekte (siehe oben) sind ein Maß für die Analysengüte. Der allgemeine Richtigkeitsgrad der Daten ist aus dem Vergleich mit anderen Kartenwerken, unter Beachtung provinzieller Gegebenheiten (Tab. 4 und 5) und Bezug auf regionale und lokale Daten sowie nicht zuletzt in der Übereinstimmung mit lithologischen und lagerstättenkundlichen Fakten zu ermitteln.

Unter dem Begriff „Regionale Daten“ werden Daten eines Probenmaterials verstanden, die von regionaler Bedeutung anzusehen sind, wie Sediment großräumiger Herkunft, oder die generell Hauptgesteinstypen betreffen. Die Daten stammen aus einer Selektion von Gesteinsanalysen, die in den letzten 25 Jahren von einem der Autoren (E. S.) und seinen Mitarbeitern ver-

formation on the bonding of the elements to the most important rock-forming mineral phases.

Anthropogenic influence on natural element distribution should not be ignored, although in the areas surveyed this is probably only exceptionally valid for most of the elements.

A prerequisite for data assessment is the knowledge of the influence of sampling and sample preparation on the composition of the laboratory subsample and the dependence of data on the analytical method.

Particulars on the quality of analyses are the long-term reproducibility (LZW) and the area effects (see above). The general grade of accuracy of the data can be estimated by comparison with other atlases with regard to provincial peculiarities (Tables 4 and 5) and the relation to regional and local data and not least by the agreement with lithology and ore mineralisations.

The term "regional data" means data from samples which are of regional importance, such as sediments derived from larger areas or main rock types. These data come from a selection of rock analyses published by one of the authors (E. SCHROLL) and his collaborators during the past 25 years, from more recent still sparse pertinent publications and unpublished data.

Under the term "local data" are presented analyses of rocks, which although of regional significance have only been sampled on points. Detailed, comprehensive geochemical investigations of large rock bodies are at this time only available on the ultrabasic stock of Kraubath as well as the region of the Rechnitzer Schieferinsel (Penninic).

Tabelle 4. Vergleich mit anderen geochemischen Kartenwerken*).

Table 4. Comparison with other geochemical maps*).

Atlas (atlas)	Jahr (year)	Material (material)	Probenanzahl (number of samples)	Fläche [km ²] (area [km ²])	Elemente (elements)	Analytische Methode (analytical method)
US Oberflächenmaterial (surface material)	1971	Boden (soil)	863		30	OES
UK Wolfson Atlas	1978	Bachsedimente (stream sediments)	50.000	60.000	21	OES, AAS, SPH, GTZ
	Süd Orkney und Caithness	1979	Bachsedimente (stream sediments)	1.287	3.000	16
Indonesien (Nord Sumatra) Indonesia (North Sumatra)	1982	Bachsedimente (stream sediments)	9.000	-	16	SPH, AAS, GTZ
US Alaska	1985	Bach- und Seesedimente (stream and lake sediments)	60.000	1.500.000	41	NAA, DNC, ED-XRF, OES
BRD (FRG)	1985	Bachsedimente (stream sediments)	66.000	240.000	15	OES, SPH, FL, PTM, AAS
Österreich (Austria)	1988	Bachsedimente (stream sediments)	29.717	40.000	35	ICP-AS, WD-XRF, OES, AAS, GTZ

Abkürzungen/Abbreviations

AAS	Atomabsorptionsspektrometrie	Atomic absorption spectrometry
DNC	Zähltechnik mit verzögerten Neutronen	Delayed neutron analysis
FL	Fluorimetrie	Fluorimetry
GTZ	Methode nach GUTZEIT zur As-Bestimmung	Method after GUTZEIT, used for the determination of As
ICP-OES	Optische Emissionsspektrometrie	Optical emission spectrometry
NAA	Neutronenaktivierungsanalyse	Neutron activation analysis
OES	Optische Emissionsspektrometrie mit Kohlenbogenanregung	Optical emission spectrometry, using carbon arc excitation
PTM	Potentiometrie	Potentiometry
SPH	Spektralphotometrie	Spectral photometry
ED-XRF	Röntgenspektrometrie, energiedispersiv	X-ray spectrometry, energy dispersive
WD-XRF	Röntgenspektrometrie, wellenlängendispersiv	X-ray spectrometry, wavelength dispersive

Bemerkung
Siebfraktion der Bachsedimente - 180 µm ausgenommen der Atlas von Süd Orkney und Caithness (-150 µm).

Remark
Screen fraction of stream sediments - 180 µm, excepting the Atlas of South Orkney and Caithness (-150 µm).

*) Das Nordkalotteprojekt (Nordfennoscandia 1986) wird in den Tab. 4 und 5 nicht berücksichtigt, da für Bachsedimente ausschließlich eine partielle Lösungsanalytik zur Anwendung gekommen ist.

The North Kalotte Project (Northern Fennoscandia 1986) is not included in Tables 4 and 5, as there the stream sediments are only analyzed by solution analysis.

öffentlich, der neueren, noch spärlichen, einschlägigen Literatur entnommen oder noch vor Abschluß der Arbeiten am geochemischen Atlas durchgeführt worden sind.

Unter den Begriff „Lokale Daten“ fallen Analysen von Gesteinen, die zwar flächenmäßig von Bedeutung, aber

In the chapter "Regional Element Distribution" are given short hints for the interpretation referring to more or less known geological, ore depositional, geotectonic, but also possible technogene conditions. Some of these remarks should only be taken as stimuli for investigations to be continued.

Tabelle 5.

Vergleich der Durchschnittswerte mit denen anderer geochemischer Kartenwerke.

Der Vergleich betrifft Bachsedimente, ausgenommen USA 1971 (Oberflächenproben). Soweit verfügbar Medianwerte, ausgenommen USA (geometrisches Mittel), Indonesien (arithmetisches Mittel) und UK (geschätztes Mittel).

Alle Angaben in ppm, soweit nicht in Gewichtsprozenten angegeben.

Table 5.

Comparison of average values with those of other geochemical atlases.

The comparison refers to stream sediments, except for the U.S. surface samples of 1971. Where available, median values are quoted, except for the U.S. geometric mean values, Indonesian arithmetic mean and the UK's estimated mean values.

All values in ppm, except where indicated in weight percent.

	Österreich*)		US	UK (WA)	UK (SOC)	Indonesien	Alaska	BRD
	Böhmische Masse	Zentralzone	1971	1978	1979	1982	1983	1985
Al	8,1 %	9,2 %	6,6 %	3,5 %	–	–	6,2 %	–
Ga	21	21	19	7	–	–	–	–
Fe	2,5 %	3,7 %	2,5 %	2,5 %	3,1 %	–	3,5 %	–
Co	12	16	20	15	10	15	16	10
Cr	33	73	76	50	60	78	92	54
Cu	13	21	25	20	10	19	32	9
Mn	740	880	560	400	1000	568	609	–
Ni	23	32	53	30	18	34,5	32	17
Sc	8	15	10	5	–	–	14	–
V	50	112	76	50	56	–	119	32
Zn	94	77	54	150	70	69,5	157	53
Mg	0,5 %	1,26 %	–	–	–	–	1,1 %	–
Na	1,55 %	1,45 %	1,2 %	–	–	–	1,15 %	–
Ca	1,0 %	2,8 %	2,4 %	1 %	–	–	1,5 %	–
Sr	171	190	240	65	–	–	445	82
K	2,2 %	2,4 %	2,3 %	0,8 %	–	–	1,35 %	–
Rb	97	89	–	–	–	–	–	–
Ba	532	480	554	800	400	–	707	392
Pb	32	25	20	40	–	23,5	9	24
Be	4	4	2	–	1	–	2	–
Ce	210	86	–	–	–	–	61	–
La	104	45	–	–	–	–	32	–
Nb	21,6	20,5	–	–	–	–	–	–
P	980	1060	–	–	–	–	–	–
Th	38	10	–	–	–	–	8	–
Ti	4800	5200	3000	–	–	–	4450	–
U	5	5	–	–	4	–	2,8	0,4
W	2,9	1	–	–	–	–	19	1
Y	77	32	–	–	–	–	–	–
Zr	581	232	240	–	560	–	168	–
Ag	0,1	0,07	–	–	–	0,4	5	–
As	2	4	–	10	–	4	12	–
Mo	0,6	0,8	–	1	1	0,6	–	–
Sb	2	2	–	–	–	–	4	–
Sn	4	3	–	5	–	11	15	1

*) Bei den Elementen As, Sb, Th, U und W liegt eine größere Zahl von Proben unter der Nachweisgrenze, so daß deren Medianwerte überhöht erscheinen. Auch in den anderen Kartenwerken sind die Durchschnittswerte einiger seltener Elemente als Angabe einer Obergrenze zu sehen. With the elements As, Sb, Th, U and W a larger number of samples lies below the detection limit, so their median values appear to be excessively high. In other atlases also the average values of some rare elements are to be interpreted as an upper limit.

nur punktweise beprobt worden sind. Detaillierte, umfassende geochemische Untersuchungen großer Gesteinskörper liegen zur Zeit nur über den Ultrabasitstock von Kraubath sowie aus dem Gebiet der Rechnitzer Schiefer (Pennin) vor.

Im Kapitel „Regionale Elementverteilung“ werden kurze, stichwortartige Hinweise bezüglich Interpretation der Ergebnisse zu mehr oder weniger bekannten geologischen, lagerstättenkundlichen, geotektonischen, aber auch möglichen technogenen Gegebenheiten angeführt. Manche dieser Bemerkungen sollen nur als Anregungen für weiterführende Untersuchungen angesehen werden.

3.3. Abkürzungen/Abbreviations

(Weitere Erklärungen im Text/Additional explanations in the text)

A	Atomgewicht	atomic weight
AAS	Atomabsorptionsspektrometrie	atomic absorption spectrometry
ASTM	Amerikanische Norm	American Testing Materials (US Standard)
Bgld.	Burgenland	Burgenland (Austrian province)
D	Entfernung vom Probenpunkt zum Zentrum der Rasterzelle	distance from sample location to grid-cell center
E	Osten	East
ICP	ICP-OES; optische Emissionsspektrometrie mit Anregung durch induktiv gekoppeltes Plasma	ICP-OES; optical emission spectrometry using inductive-coupled plasma
Ktn.	Kärnten	Carinthia (Austrian province)
LZW	Langzeit-Wiederholbarkeit	long-term reproducibility
max.	Höchstwert, höchstens	maximum value, highest
MORB	Basalte der ozeanischen Rücken	mid-ocean ridge basalts
N	Nord	North
n	Anzahl der (Stich-)Proben	number of samples
NÖ	Niederösterreich	Lower Austria (Austrian Province)
NWG	Nachweisgrenze	detection limit
OES	Optische Emissionsspektrometrie mit Kohlebogenanregung	optical emission spectrometry with carbon-arc excitation
ÖK	Blatt der Österreichischen Karte 1 : 50.000	map sheet of the series 1 : 50.000
OÖ	Oberösterreich	Upper Austria (Austrian province)
ppm	Teil pro Million = g/t = 0,0001 %	part per million = g/t = 0.0001 %
S	Süden	South
s	Standardabweichung	standard deviation
Sbg.	Salzburg	Salzburg (Austrian province)
SOC	(Geochemischer Atlas von) Süd-Orkney und Caithness	(Geochemical Atlas of) South Orkney and Caithness
SRM	Internationale Standardproben	international standard reference material
Stmk.	Steiermark	Styria (Austrian province)
t/y	Tonne(n) pro Jahr	metric ton(s) per year
W	Westen	West
WA	The Wolfson Geochemical Atlas of England and Wales	The Wolfson Geochemical Atlas of England and Wales
\bar{x}	Arithmetisches Mittel	arithmetic mean
XRF	Röntgenfluoreszenz-Spektrometrie	X-ray fluorescence spectrometry
Z	Ordnungszahl (im Periodischen System)	atomic number (in the periodic system)

Z: 47	<h1>Ag</h1>	A: 107,87
<h2>Silber</h2>		<h2>Silver</h2>
Gehalte in ppm Ag		Contents in ppm Ag

1. Geochemie

1.1. Geogen

Spurenelement mit chalkophilen und siderophilen Eigenschaften. Edelmetall, assoziiert mit Au, Cu, Pb und Zn.

1.1.1. Gesteine

Magmatogen: 0,07.

Ultrabasite 0,06; Basalte 0,1; Granite 0,04.

Sedimentogen:

Tongesteine 0,11; Sandsteine 0,0x; Karbonatgesteine 0,0x; Böden 0,1.

1.1.2. Minerale

Gediegen Silber; Sulfide, wie Argentit Ag_2S (87 %); komplexe Sulfosalze. Neben- bis Spurenelement in Sulfiden. Geringe Spuren in manchen Fe-Mg-Silikaten, wie in Pyroxenen.

1.1.3. Konzentration

Vorwiegend im hydrothermalen Bildungsmilieu mittlerer Temperaturen in sulfidischen Mineralparagenesen mit Au, Cu, Pb, Zn, Hg, As und Sb. Pfadfinderelement für Buntmetalle.

1.1.4. Wasser

Süßwasser 0,0003, löslich in sauren Wässern als Ag^+ oder in Form von Chloridkomplexen.

1.1.5. Verwitterung

Relativ hohe Mobilität. Schwerlösliche Halogenverbindungen. Sulfidische Erze werden zu Kerargyrit (Hornsilber, AgCl) oder Silberjarosit umgewandelt. Sorption an Fe-, Mn- Oxide und organische Substanz.

Im Bachsediment Anreicherung in der Feinstfraktion (unter 0,063 mm).

1.1.6. Biofunktion

Problemelement. Hochgiftig für niedrige Organismen, besonders Wasserorganismen.

1.2. Technogen

Überwiegend Nebenprodukt bei der Verhüttung von Cu, Pb und Zn. Edelmetall mit vielfacher technischer Verwendung. Weltproduktion $1 \cdot 10^4$ t Ag/Jahr. Als industrieller Abfall weit verbreitet, vor allem in Abwässern von Photolaboratorien, in Klärschlämmen, Hausmüll (Batterien, Spiegel u.a.), ferner Hagelraketen u.a.

1. Geochemistry

1.1. Geogene

Chalcophile and siderophile trace element; noble metal, associated with Au, Cu, Pb and Zn.

1.1.1. Rocks

Magmatogene: 0.07.

Ultrabasics 0.06; basalts 0.1; granites 0.04.

Sedimentogene:

Shales 0.11; sandstones 0.0x; carbonate rocks 0.0x; soils 0.1.

1.1.2. Minerals

Native silver; sulphides such as argentite Ag_2S (87 %); complex sulfosalts. Minor to trace element in sulfides and some Fe-Mg-silicates, such as pyroxenes.

1.1.3. Concentration

Mainly in hydrothermal environment at medium temperatures; in sulphidic mineral parageneses with Au, Cu, Pb, Zn, Hg, As und Sb; a pathfinder element for base metals.

1.1.4. Water

Fresh water 0.0003, soluble in acid water as Ag^+ or in the form of chloride complexes.

1.1.5. Weathering

Relatively high mobility. Low solubility of halogenous compounds. Sulfidic ores are changed into kerargyrite (AgCl) or argentiferous jarosite. Sorption on Fe-, Mn-oxides and organic matter.

In stream sediments enrichment occurs in the finest fraction (<0.063 mm).

1.1.6. Biofunction

Problematical element. Highly poisonous for lower organisms, particularly for aqueous organisms.

1.2. Technogene

Mainly a by-product of Cu, Pb and Zn production. Noble metal with diverse technical applications. World production $1 \cdot 10^4$ t/y. Widely distributed as industrial waste, particularly in waste water of photographic processing laboratories, in sewage sludges, domestic waste (batteries, mirrors etc.) as well as in hail rockets.

2. Datenbewertung

2.1. Probenahme

Die starke Sorption an Tonminerale und organische Substanz kann bei geringen Gehalten die Wiederholbarkeit beeinflussen.

2.2. Analytik

Monoanalytik mittels OES. NWG ausreichend, aber methodisch bedingt ungünstigere LZW um $\pm 50\%$.

2.3. Vergleichs- und Bezugsdaten/Comparison and Reference Data

2.3.1. Kartenwerke/Atlases

Österreich: Böhmisches Massiv	0,10
Zentralzone	0,07
Alaska (1984)	< 5
Indonesien (1982)	< 0,4

2.3.2. Regionale Daten/Regional Data

Donausediment (Aschach, OÖ)	0,24
-----------------------------	------

2.3.3. Lokale Daten/Local Data

Eklogit amphibolit, Koralpe, Wies, Stmk. (n = 1)	0,03
Amphibolitgneis, Gleinalpe, Stmk. (n = 2)	0,025
Amphibolit, Dörflinger Alm, Kaisersberg, Stmk. (n = 2)	0,05
Amphibolit, Hartlgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	< 0,2
Grünschiefer, S Abfalterbach, Osttirol (n = 1)	0,12
Grünschiefer, Payerbach-Reichenau, NÖ (n = 2)	0,02
Diabase (Metabasite), Grazer Paläozoikum, Stmk. (n = 2)	0,065
Diabas (Metabasit), Grauwackenzone, Saalfelden, Sbg. (n = 1)	0,07
Weinsberger Granit, NÖ/OÖ (n = 4)	0,02–0,11; $\emptyset = 0,05$
Mauthausener Granit, OÖ (n = 2)	0,065
Altenberger Granit, OÖ (n = 1)	0,11
Freistädter Granodiorit, OÖ (n = 1)	0,08
Titanitführender Feinkorngranit, S Aigen, OÖ (n = 1)	0,13
Paragneise, Schönberg/Kamp, NÖ (n = 2)	0,07–0,11; $\emptyset = 0,09$
Grobgneise, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 2)	0,045
Granodiorit, Schladminger Obertal, Stmk. (n = 1)	0,03
Porphyroid, Erzberg, Stmk. (n = 1)	0,06
Gneis, Seckauer Kristallin, Preßnitzgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	0,04
Phyllitischer Glimmerschiefer, Feistritz/Wechsel, NÖ (n = 1)	0,05
Thurmtaler Phyllit, Tessenberg, Osttirol (n = 2)	0,05

2.4. Gesamtbewertung

Der Medianwert aller Proben fällt mit 0,08 in den Bereich der geochemischen Häufigkeit. Die Konzentrationsverteilung folgt ausgezeichnet Lithologie und Mineralisationen.

Erhöhte Einzelwerte im Bereich von Siedlungen werden meist auf technologische Einflüsse zurückzuführen sein.

3. Regionale Elementverteilung

3.1. Böhmisches Massiv

Etwa 62 % aller Werte liegen unter 0,1. Erhöhte Werte decken das Verteilungsgebiet des Eisgarner Granites mit Ausnahme des Körpers bei Weitra. Gehalte zwischen 0,11 und 0,16 finden sich mehr oder weniger im

2. Data Assessment

2.1. Sampling

Strong sorption on clay minerals and on organic matter can affect the reproducibility at low concentrations.

2.2. Analysis

Monanalysis with OES. NWG sufficient, but method leads to unfavourable LZW of about $\pm 50\%$.

2.3. Vergleichs- und Bezugsdaten/Comparison and Reference Data

2.3.1. Kartenwerke/Atlases

Österreich: Böhmisches Massiv	0,10
Zentralzone	0,07
Alaska (1984)	< 5
Indonesien (1982)	< 0,4

2.3.2. Regionale Daten/Regional Data

Donausediment (Aschach, OÖ)	0,24
-----------------------------	------

2.3.3. Lokale Daten/Local Data

Eklogit amphibolit, Koralpe, Wies, Stmk. (n = 1)	0,03
Amphibolitgneis, Gleinalpe, Stmk. (n = 2)	0,025
Amphibolit, Dörflinger Alm, Kaisersberg, Stmk. (n = 2)	0,05
Amphibolit, Hartlgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	< 0,2
Grünschiefer, S Abfalterbach, Osttirol (n = 1)	0,12
Grünschiefer, Payerbach-Reichenau, NÖ (n = 2)	0,02
Diabase (Metabasite), Grazer Paläozoikum, Stmk. (n = 2)	0,065
Diabas (Metabasit), Grauwackenzone, Saalfelden, Sbg. (n = 1)	0,07
Weinsberger Granit, NÖ/OÖ (n = 4)	0,02–0,11; $\emptyset = 0,05$
Mauthausener Granit, OÖ (n = 2)	0,065
Altenberger Granit, OÖ (n = 1)	0,11
Freistädter Granodiorit, OÖ (n = 1)	0,08
Titanitführender Feinkorngranit, S Aigen, OÖ (n = 1)	0,13
Paragneise, Schönberg/Kamp, NÖ (n = 2)	0,07–0,11; $\emptyset = 0,09$
Grobgneise, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 2)	0,045
Granodiorit, Schladminger Obertal, Stmk. (n = 1)	0,03
Porphyroid, Erzberg, Stmk. (n = 1)	0,06
Gneis, Seckauer Kristallin, Preßnitzgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	0,04
Phyllitischer Glimmerschiefer, Feistritz/Wechsel, NÖ (n = 1)	0,05
Thurmtaler Phyllit, Tessenberg, Osttirol (n = 2)	0,05

2.4. General Assessment

The median value of all samples of 0.08 is in the range of geochemical abundance. The distribution of the concentration shows excellent agreement with lithology and mineralisations. Single elevated values in the vicinity of settlements are mostly attributable to technological influences.

3. Regional Element Distribution

3.1. Bohemian Massif

About 62 % of all values are below 0.1. Heightened values cover the area of the Eisgarner Granit with the exception of the body near Weitra. Contents between 0.11 and 0.16 more or less cover the domain of the

Bereich der Monotonen Serie und im Gebiet des Sauwaldes. Zahlreiche isolierte Hoch- und Höchstwerte sind zunächst aus der Geologie nicht erklärbar.

Monotonous Series and the area of the Sauwald. Numerous isolated high and highest values can at present not be explained by the geology.

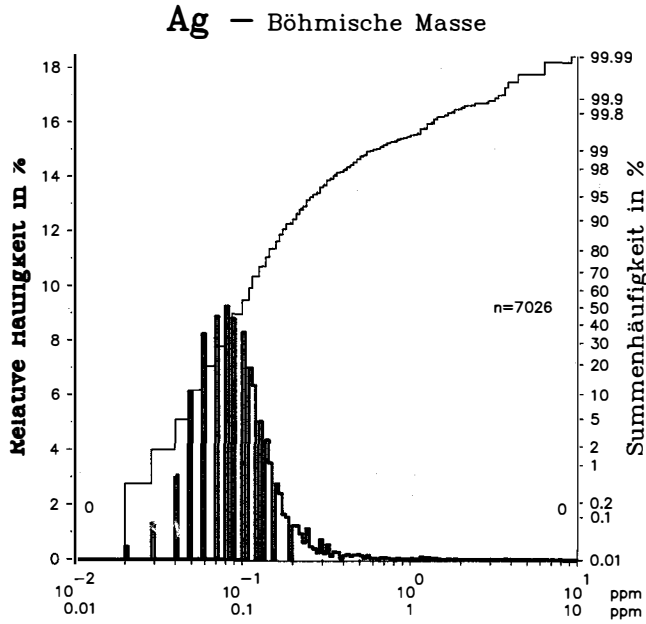


Abb. 13: Silber.
Relative Häufigkeit und Summenhäufigkeit der Analysenwerte in der Böhmisches Masse und in der Zentralzone mit ergänzender Angabe der nicht im Histogrammbereich liegenden Probenanzahl.

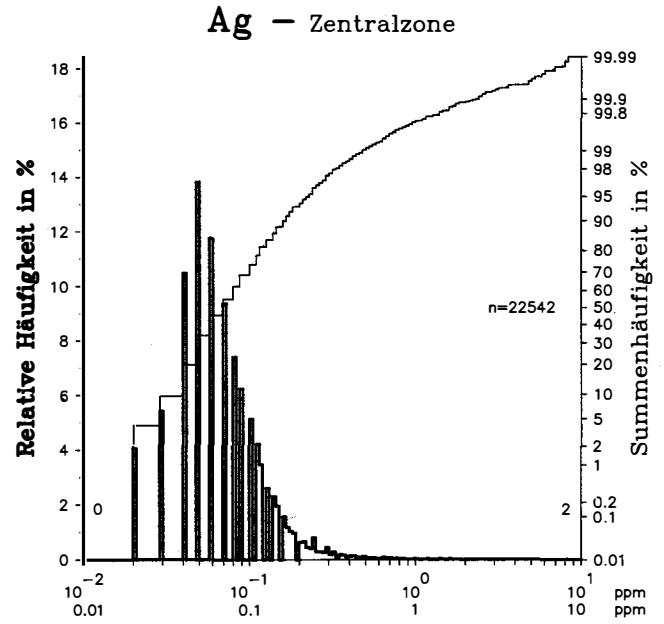


Fig. 13: Silber.
Relative frequency and cumulative frequency distributions of analytical values from the Bohemian Massif and the Central Zone with indications of the numbers of samples outside the histogram range.

3.2. Zentralzone

Erhöhte Konzentrationen kommen vorwiegend in jenen Arealen des Altkristallins und Paläozoikums vor, die durch sulfidische Erzmineralisationen gekennzeichnet sind. Als „lagerstättenarm“ zu bezeichnende Gebiete liegen im Bereich des lithologischen Durchschnitts.

Silber ist wie As ein ausgezeichnetes Pfadfinderelement für die Buntmetalle Cu, Pb und Zn, gleich, ob es sich um schichtgebundene Vorkommen oder Gangvererzungen handelt.

Der Vergleich mit anderen Elementen zeigt, daß Ag, von Ausnahmen abgesehen, mit As stark korreliert, beispielsweise in der Defereggengruppe, im Bereich der Tauerngoldgänge, im Erzbezirk der Schladminger Tauern und im Altkristallin östlich des Murflusses. Unter den Pb-Zn-Vererzungen sind u.a. jene im Gebiet St. Christoph am Arlberg, des Brennermesozoikums, des Grazer Paläozoikums, unter den Cu-Mineralisationen die Fahlerzvorkommen in der Grauwackenzone, wie Schwaz, Brixlegg, zahlreiche in den Kitzbühler Alpen oder bei Leogang angedeutet. Die Sideritvorkommen, wie Hüttenberg, sind ebenfalls markiert. Die Kiesvererzungen von Mitterberg/Mühlbach sind eher schwach angedeutet.

Bei der Auswertung ist auf technogene Einflüsse Bedacht zu nehmen. Anzeichen hierfür sind vor allem im östlichen Abschnitt der Zentralzone vorhanden, wie Hochwerte unterhalb der Lungenheilstätte Hohegg/Grimmenstein, des Sonderkrankenhauses Hirschenstein, der Heilstätten Enzbach, Voral, Bad Tatzmannsdorf u.a. zeigen.

3.2. Central Zone

Elevated concentrations occur primarily in those regions of the Altkristallin (crystalline basement) and Palaeozoic which are characterised by sulphide mineralisations. Areas rated as poor in mineralisation are situated in the range of lithological averages.

As for arsenic, silver is an excellent pathfinder element for the base metals Cu, Pb and Zn, regardless whether the occurrences are strata-bound or of vein-type.

A comparison with other elements shows that Ag, with certain exceptions correlates well with As, for example in the Defereggengruppe, and the area of the Tauern gold-veins, the ore district of the Schladminger Tauern and the Altkristallin east of the Mur river. Pb-Zn mineralisations are indicated among others in the area of St. Christoph am Arlberg, the Brenner Mesozoic, the Palaeozoic of Graz, fahlores in the Grauwackenzone of Schwaz, Brixlegg, the Kitzbühler Alpen and near Leogang. The siderite deposits such as at Hüttenberg are weakly indicated. The sulfide mineralisations in the area of Mitterberg/Mühlbach are also indicated.

Technogene influences must be taken into consideration in data evaluation. These are particularly present in the eastern sector, such as high values downstream of the sanatorium at Hohegg/Grimmenstein, the hospital at Hirschenstein, the convalescent centres at Enzbach, Voral, Bad Tatzmannsdorf etc.

Z: 13	Al	A: 26,98
Aluminium		Aluminium
Gehalte in % Al		Contents in % Al

1. Geochemie

1.1. Geogen

Lithophiles Hauptelement, in Form von Alumosilikaten dritthäufigst am Aufbau der Erdkruste beteiligt.

1.1.1. Gesteine

Magmatogen: Durchschnitt 8,2.
Ultrabasite 1; Basalte 9; Granite 8.

Sedimentogen:

Tongesteine 8; Sandsteine 2,5; Karbonatgesteine 0,4; Böden 7.

1.1.2. Minerale

Gesteinsbildende Minerale: Pyroxene bis 6, Amphibole bis 8, Glimmer bis 12, Plagioklase (Albit 10, Anorthit 19), Alkalifeldspäte 10, Illit 8, Kaolinit 21, Pyrophyllit 15.

Schwerminerale: Granat 10–12, Andalusit, Disthen und Sillimanit 33, Staurolith 28, Spinelle bis 38, Korund 53.

Erz: Bauxit (Al-Hydroxide).

1.1.3. Wasser

Süßwasser 0,24 ppm. Saure Wässer bringen Al in Lösung, Hydrolyse bei pH 4–12.

1.1.4. Verwitterung

Reihe fallender Stabilität: Al- und Mg-reiche Glimmer über Amphibole, Pyroxene, Albit, Alkalifeldspat bis zu Ca-reichen Plagioklasen. Im gemäßigt-humiden Klima wird vorwiegend Illit, im tropischen Kaolinit gebildet.

1.1.5. Biofunktion

Ballastelement, angereichert in manchen Pflanzen. Freie Al³⁺-Ionen sind toxisch, für Mensch und Säugtiere mäßig. Anreicherung in Haaren und Lunge.

1.2. Technogen

Wichtigstes Leichtmetall (Weltproduktion 2·10⁷ t Al/Jahr). Umweltbeeinflussung durch häusliche und industrielle Abfälle, wie Porzellan, Ziegel, Glas, Schleifmittel, Verpackungen und Chemikalien. Die geogene Häufigkeit erschwert die Feststellung technogener Einflüsse.

2. Datenbewertung

2.1. Probenahme

Geringer Einfluß.

1. Geochemistry

1.1. Geogene

Lithophile major element, third most abundant in the composition of the earth's crust in the form of aluminosilicates.

1.1.1. Rocks

Magmatogene: Average 8.2.
Ultrabasics 1; basalts 9; granites 8.

Sedimentogene:

Shales 8; sandstones 2.5; carbonate rocks 0.4; soils 7.

1.1.2. Minerals

Rockforming minerals: pyroxenes (up to 6), amphiboles (to 8), micas (to 12), plagioclases (albite [10], anorthite [19]), alkali feldspars (10), illite (8), kaolinite (21), pyrophyllite (15).

Heavy minerals: garnet (10–12), andalusite, kyanite and sillimanite (33), staurolite (28), spinels (up to 38), corundum (53).

Ore: bauxite (Al-hydroxide).

1.1.3. Water

Fresh water 0.24 ppm. Soluble in acid waters, hydrolysis at pH 4–12.

1.1.4. Weathering

Series with decreasing stability: Al- and Mg-rich mica, followed by amphibole, pyroxene, albite, alkali feldspar to Ca-rich plagioclase. In moderately humid climate predominantly illite, in tropical climate kaolinite is formed.

1.1.5. Biofunction

Ballast element, enriched in some plants. Free Al³⁺ ions are toxic, moderately for man and mammals. Enrichment in hair and lung.

1.2. Technogene

The most important light metal (world production 2·10⁷ t/y Al). Environmental dispersion through domestic and industrial wastes, such as porcelain, bricks, glasses, abrasives, packaging and chemicals. Geogene abundance causes increased difficulty in determining technogenic influences.

2. Data Assessment

2.1. Sampling

Minor influence.

2.2. Analytik

Doppelanalytik mit Wahl der XRF-Methode, da die ICP-Methode zu niedrigeren Werten tendiert. NWG ausreichend, LZW unter $\pm 10\%$.

2.2. Analysis

Double analysis with XRF as the method of choice; ICP method tends to produce lower values. NWG sufficient, LZW less than $\pm 10\%$.

2.3. Vergleichs- und Bezugsdaten/Comparison and Reference Data

2.3.1. Kartenwerke/Atlases

Österreich: Böhmisches Massiv	8,1
Zentralzone	9,2
UK (1978)	3,5
Alaska (1982)	6,2

2.3.2. Regionale Daten/Regional Data

Donaudiment (Aschach, OÖ)	7,5
Carditaschiefer (Trias)	9,8

2.3.3. Lokale Daten/Local Data

Ultrabasite, Kraubath, Stmk. (n = 227)	0,4
Ultrabasite (Ophiolithe), Rechnitzer Pennin, Bgld. (n = 6)	1,9
Eklogit amphibolit, Koralpe, Wies, Stmk. (n = 1)	8,0
Amphibolite, Dobrakomplex, NÖ (n = 3)	7,8
Amphibolit, Gleinalpe, Stmk. (n = 1)	8,7
Amphibolitgneis, Gleinalpe, Stmk. (n = 2)	6,8–7,7
Amphibolit, Ultramafitkomplex Stubachtal, Sbg. (n = 1)	7,6
Grünschiefer, St. Corona, NÖ (n = 1)	7,4
Grünschiefer, Payerbach-Reichenau, NÖ (n = 2)	9,2–9,7
Grünschiefer, Rechnitzer Pennin, Bgld. (n = 33)	8,2
Diabase (Metabasite), Grazer Paläozoikum, Stmk. (n = 2)	6,0–8,1
Weinsberger Granit, NÖ/OÖ (n = 6)	8,4
Mauthausener Granit, OÖ (n = 5)	8,2
Eisgarner Granit, NÖ (n = 3)	7,8
Granite, Thayabatholith, NÖ (n = 3)	8,0
Paragneise, Schönberg/Kamp, NÖ (n = 2)	6,8–8,7
Orthogneise, Ötztal, Tirol (n = 6)	7,7
Orthogneise, Stubai, Tirol (n = 7)	7,1
Gneis, Seckauer Kristallin, Preßnitzgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	7,9
Zentralgneise, Sbg. (n = 27)	8,0
Phyllitischer Glimmerschiefer, Feistritz/Wechsel, NÖ (n = 1)	12
Thurmtaler Phyllit, Tessenberg, Osttirol (n = 2)	9–14

2.4. Gesamtbewertung

Die Kartendarstellung entspricht den geologischen Gegebenheiten. Der niedrige Durchschnittswert des Kartenwerkes UK (1978) ist provinziell bedingt.

2.4. General Assessment

The map reflects the geological conditions. The low average value of the UK atlas (1978) is due to provincial conditions.

3. Regionale Elementverteilung

3.1. Böhmisches Massiv

Eher durchschnittliche Konzentrationsverteilung (7–9). Höhere Werte findet man im Bereich des Weinsberger Granites sowie in der Monotonen Serie mit ihren Sillimanitgneisen als Folge der Anreicherung residueller Plagioklase, bzw. anderer Alumosilikate in der Feinfraktion. Im Sauwaldrücken sowie auf Hochflächen, wie im E der Böhmerwald Einheit, N der Pfahlstörung oder im Grobgnaisgebiet SW Rohrbach (OÖ) sind erhöhte Gehalte zu beobachten.

3. Regional Element Distribution

3.1. Bohemian Massif

Rather average concentration (7–9). Higher values occur in the domain of the Weinsberger Granit and the Monotonous Series with sillimanite gneisses as a consequence of enrichment in residual plagioclases, or other alumosilicates in the fine fraction. Higher contents are observed in the Sauwald ridge as well as in elevated levels in the unit of the Bohemian Forest north of the Pfahl Fault or in the Grobkorngneis area southwest of Rohrbach (OÖ).

Areale des Eisgarner Granites, Gföhler Gneises, teilweise der Bunten Serie und Gebiete mit tertiärer Bedeckung weisen niedrige Gehalte auf. Die Kaolinvorkommen heben sich nicht ab.

Areas of the Eisgarner Granit, the Gföhler Gneis, partly the Variegated Series and regions with Tertiary cover show low values. The kaolin occurrences are not expressed.

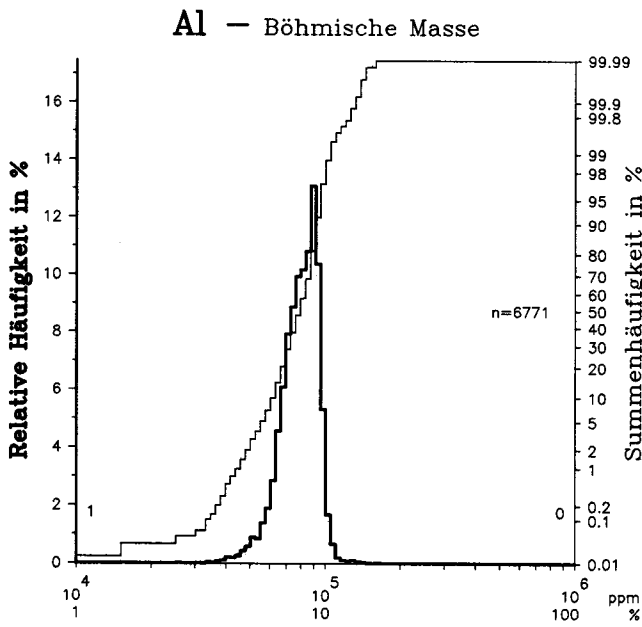


Abb. 14: Aluminium. Relative Häufigkeit und Summenhäufigkeit der Analysenwerte in der Böhmisches Masse und in der Zentralzone mit ergänzender Angabe der nicht im Histogrammbereich liegenden Probenanzahl.

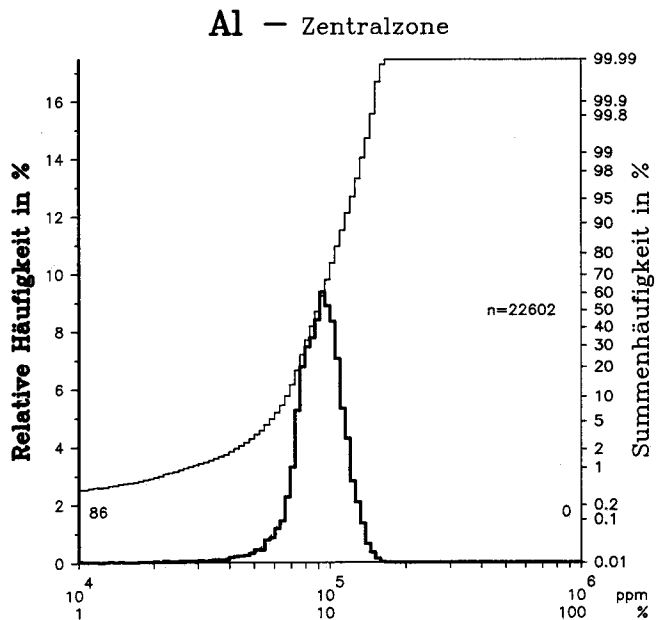


Fig. 14: Aluminium. Relative frequency and cumulative frequency distributions of analytical values from the Bohemian Massif and the Central Zone with indications of the numbers of samples outside the histogram range.

3.2. Zentralzone

35 % aller Werte fallen in den mittleren Bereich von 7,4 bis 9,2 und decken Orthogneis-, Paragneis- und Glimmerschieferkomplexe. Im Silvretta- und Ötztalkristallin scheinen auch Metamorphosezonen durch unterschiedliche Gehalte abgebildet. Deutlich erhöhte Werte kennzeichnen vor allem Areale des Altkristallins und der Grauwackenzone und leiten sich vorwiegend von Gesteinen tonig-sedimentärer Herkunft ab, wie Phyllite, Glimmerschiefer, Paragneise u. a. Im Gegensatz dazu zeichnen sich Karbonatgesteinsareale, wie die kalkalpinen Anteile im Rätikon, die Schieferhüllenserien im Engadiner- und Tauernfenster, das Brenner- und Radstättermesozoikum u. a., durch niedrige Konzentrationsklassen aus.

Vorkommen von Industriemineralen, wie Kaolin, Di-sthen u. a. sind nicht ersichtlich.

3.2. Central Zone

35 % of all values fall into the range of 7.4 to 9.2 and correspond with orthogneiss-, paragneiss- and mica-schist complexes. The various metamorphic zones in the crystalline series of Silvretta and Ötztal appear also to be expressed by varying concentrations. Significantly higher values mark above all areas of the Altkristallin and the Grauwackenzone as a consequence of their main derivation from clayey sediments, e. g. in phyl-lites, micaschists, paragneisses and others. In contrast, areas with carbonate rocks, e. g. the portions of the Calcareous Alps in the Rätikon, the series of the Schieferhülle of the Engadin Window and the Tauern Window, the Brenner Mesozoic and the Radstadt Mesozoic and others are marked by low concentrations.

Occurrences of industrial minerals, such as kaolin, kyanite, and others cannot be identified.

Z: 33	As	A: 74,92
Arsen		Arsenic
Gehalte in ppm As		Contents in ppm As

1. Geochemie

1.1. Geogen

Chalkophiles Spurenelement. Entgasungsprodukt der Erde, bedingt durch niedrige Sublimations- bzw. Siedepunkte des elementaren Arsens und zahlreicher Verbindungen.

Oft vergesellschaftet mit anderen leichtflüchtigen Elementen, wie Hg und Sb.

1.1.1. Gesteine

Magmatogen: Durchschnitt 1,5.
Ultrasite 1; Basalte 2; Granite 1,5.

Sedimentogen:

Tonschiefer bis 13; Sandsteine und Karbonatgesteine 1; Böden 6.

1.1.2. Minerale

Vor allem Sulfide, Arsensulfverbindungen und Arsenide, wie Arsenopyrit (Arsen kies) FeAsS (46 %), Löllingit FeAs_2 (73 %), Realgar AsS (70 %), Auripigment As_2S_3 (60 %), Tennantit (Arsenfahlerz) $\text{Cu}_{12}\text{As}_4\text{S}_{13}$ (bis 20 %), Bleisulfosalze sowie arsenidische Ni- und Co-Erzminerale (bis 79 %).

In Gesteinen an akzessorische Sulfide oder Fe-haltige Silikate gebunden.

1.1.3. Konzentration

Vulkanogen-sedimentäre Kieslagerstätten, hoch- bis tiefhydrothermale Erzmineralisationen verschiedenster Art in Vergesellschaftung mit Au (Pfadfinderelement), Cu, Ni, Co, U, Sn, Mo, Hg, Sb u. a. in Schwarzschiefern.

1.1.4. Wasser

Süßwasser 0,002, lösliche Anionenkomplexe, wie HAsO_2^0 , $(\text{HAsO}_4)^{-2}$, $(\text{H}_2\text{AsO}_4)^{-1}$.

1.1.5. Verwitterung

Oxidation von Erzmineralen zu höherwertigen Arsenverbindungen, vor allem Arsenaten, die schwererlösliche Verbindungen mit Fe, Ni, Co, Cu, Ca, Pb u. a. bilden. Relativ mobil. Barrieren durch intensive Sorption an Fe-, Al-Hydroxide und Humusstoffe. In Sedimenten starke Bindung an die Feinstfraktion.

1.1.6. Biofunktion

Problemelement, toxische Eigenschaften von As^{+3} , geringere von As^{+5} . Anreicherung in Haaren und Nägeln.

1.2. Technogen

Beschränkte Gewinnung (Weltproduktion $3 \cdot 10^4$ t As/Jahr). Umweltbelastungen durch Bergbaue und Depo-

1. Geochemistry

1.1. Geogene

Chalcophile trace element. Degassification product of the earth, caused by the low sublimation or boiling temperatures respectively of the elemental arsenic and numerous compounds.

Often associated with other highly volatile elements such as Hg and Sb.

1.1.1. Rocks

Magmatogene: average 1.5.
Ultrasites 1; basalts 2; granites 1.5.

Sedimentogene:

Shales up to 13; sandstones and carbonate rocks 1; soils 6.

1.1.2. Minerals

Particularly sulphides, arsenosulfide compounds and arsenides, such as arsenopyrite FeAsS (46 %), löllingite FeAs_2 (73 %), realgar AsS (70 %), orpiment As_2S_3 (60 %), tennantite $\text{Cu}_{12}\text{As}_4\text{S}_{13}$ (up to 20 %), lead-sulpho-salts as well as arsenic-bearing Ni- and Co-ore minerals (up to 79 %).

In rocks it is bound to accessory sulphides or iron-containing silicates.

1.1.3. Concentration

Vulcano-sedimentary sulphide deposits, high to low hydrothermal ore mineralisation of widely varying types, in association with Au (as pathfinder element), Cu, Ni, Co, U, Sn, Mo, Hg, Sb and others, in black shales.

1.1.4. Water

Fresh water 0.002, soluble anion complexes, such as HAsO_2^0 , $(\text{HAsO}_4)^{-2}$, $(\text{H}_2\text{AsO}_4)^{-1}$.

1.1.5. Weathering

Oxidation of ore minerals to arsenic compounds with higher valencies, particularly arsenates, forming compounds of lower solubility with Fe, Ni, Co, Cu, Ca, Pb and others. Relatively mobile. Barriers through intensive sorption on Fe-, Al-hydroxides and humic matter. Strong tie to finest fraction.

1.1.6. Biofunction

Problematical element, toxic properties of As^{+3} , less so with As^{+5} . Concentrates in hair and nails.

1.2. Technogene

Limited production (total world production $3 \cdot 10^4$ t/y As). Environmental pollution caused by mining and

nien, Hütten- und Metallindustrie (Flugstaub, Schlacke u. a.). Verbrennung von Kohlen. Chemikalien für Schädlingsbekämpfung u. a.

waste repositories, foundries and other metal-working industries (airborne dust, slags etc.), coal-burning, pesticides and others.

2. Datenbewertung

2. Data Assessment

2.1. Probenahme

Einfluß auf das Datenergebnis ist nachzuweisen.

2.1. Sampling

Influence on data is evident.

2.2. Analytik

Halbquantitative Monoelementanalytik. Nachweisgrenze von 2 ppm im Bereich der geochemischen Häufigkeit, Bestimmungsgrenze bei 15 ppm. Etwa 50 % der Meßdaten liegen unter der Nachweisgrenze. Die Aussagesicherheit in den unteren Konzentrationsintervallen ist geringer einzuschätzen. Höhere Werte, durch interne Mehrfachanalytik überprüft, sind signifikant.

2.2. Analysis

Semi-quantitative monoelement analysis. NWG of 2 ppm lies within the range of the geochemical abundance. Determination limit is 15 ppm. About 50 % of the data lie below NWG. Data quality is assumed to be worse in the lower concentration levels. Higher values, cross-checked through internal multiple analyses, are significant.

2.3. Vergleichs- und Bezugsdaten/Comparison- and Reference Data

2.3.1. Kartenwerke/Atlases

Österreich: Böhmisches Masse	(2)
Zentralzone	(4)
UK (1978)	10
Alaska (1982)	12

2.3.2. Regionale Daten/Regional Data

Donausediment (Aschach, OÖ)	16
-----------------------------------	----

2.3.3. Lokale Daten/Local Data

Eklogitamphibolit, Koralpe, Wies, Stmk. (n = 1)	0,25
Amphibolitgneis, Gleinalpe, Stmk. (n = 2)	1-2
Amphibolit, Dörflinger Alm, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	1,5
Amphibolit, Hartlgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	1,7
Grünschiefer, Payerbach-Reichenau, NÖ (n = 2)	1,3-1,9
Diabase (Metabasite), Grazer Paläozoikum, Stmk. (n = 2)	1,8-2,6
Diabas (Metabasit), Grauwackenzone, Saalfelden, Sbg. (n = 1)	3
Weinsberger Granit, NÖ/OÖ (n = 5)	0,4
Mauthausener Granit, OÖ (n = 2)	0,6
Freistädter Granodiorit, OÖ (n = 2)	0,25
Titanitführender Feinkorngranit, Aigen, OÖ (n = 1)	0,6
Paragneise, Schönberg/Kamp, NÖ (n = 2)	0,3
Porphyroid, Erzberg, Stmk. (n = 1)	1,3
Grobgneise, Feistritz/Wechsel, NÖ (n = 2)	2,0-8,2
Gneis, Seckauer Kristallin, Preßnitzgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	0,4
Zentralgneise, Sbg. (n = 4)	0,4
Phyllitischer Glimmerschiefer, Feistritz/Wechsel, NÖ (n = 1)	1,3
Thurmtaler Phyllit, Tessenberg, Osttirol (n = 2)	6-10

2.4. Gesamtbewertung

Die Elementverteilung der Karte entspricht trotz o. a. Einschränkungen den geologischen und geochemischen Gesetzmäßigkeiten.

2.4. General Assessment

The element distribution on the map conforms, despite the above mentioned limitations with the geological and geochemical regularities.

3. Regionale Elementverteilung

3. Regional Element Distribution

3.1. Böhmisches Masse

Rund 95 % der Werte liegen unter der Nachweisgrenze. Einzelne höhere Konzentrationsangaben fallen

3.1. Bohemian Massif

About 95 % of the values are below the detection limit. Individually higher concentration values occur in

in den Bereich der tertiären und quartären Überlagerung und könnten auf landwirtschaftliche Aktivitäten hinweisen. Hohe Werte im Gebiet des Eisgarner Granites markieren bevorzugt dessen äußere Randzone sowie jene von eingeschlossenen Schollen.

Obwohl As-führende Mineralisationen im österreichischen Anteil der Böhmisches Masse bisher nicht bekannt geworden sind, könnten einzelne erhöhte Werte als Indikationen hierfür gewertet werden.

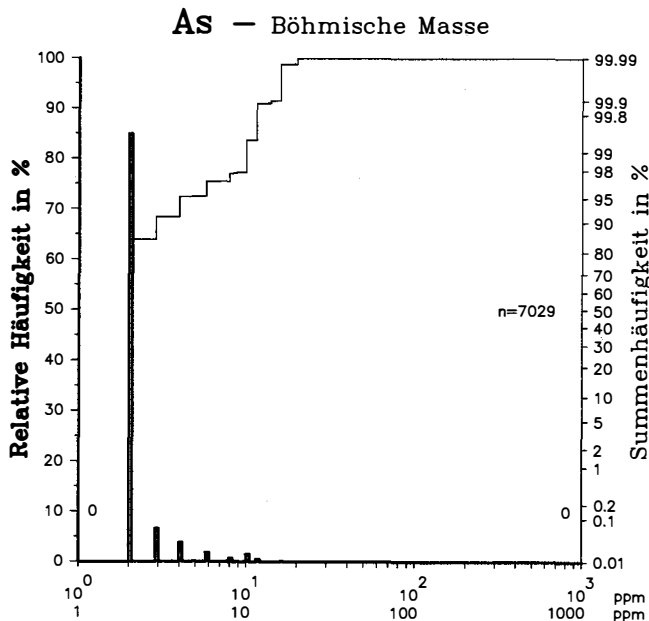


Abb. 15: Arsen. Relative Häufigkeit und Summenhäufigkeit der Analysenwerte in der Böhmisches Masse mit ergänzender Angabe der nicht im Histogrammbereich liegenden Probenanzahl.

regions with Tertiary and Quaternary cover and could indicate agricultural activities. High values in the area of the Eisgarner Granit occur preferentially in the exo-contact zone as well as along the rims of included blocks.

Although As-minerals are not known in the Austrian part of the Bohemian Massif, several elevated values may be considered as indications.

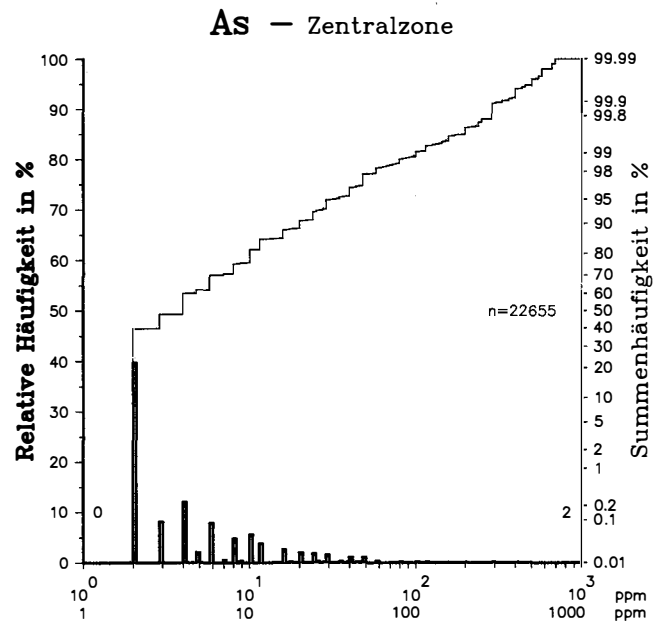


Fig. 15: Arsenic. Relative frequency and cumulative frequency distributions of analytical values from the Bohemian Massif and the Central Zone with indications of the numbers of samples outside the histogram range.

3.2. Zentralzone

Höchste Gehalte konzentrieren sich weitgehend auf die Bereiche des Altpaläozoikums der Thurntaler Quarzphyllite, der Defereggengruppe und der Glimmerschiefer- und Paragneissserien N Wörthersee, schwächer ausgeprägt im W in der Silvretta, stärker in den westlichen Ötztaler Alpen, den Schladminger Tauern, der Sau- und den Fischbacher Alpen mit Fortsetzungen ins Wechsel- und Semmeringgebiet. Die Thurntaler Quarzphyllite zeigen ebenfalls erhöhte Gehalte. Die schwächer metamorphe Grauwackenzone, die Gurktaler Einheit und das Grazer Paläozoikum sind durch erhöhte Gehalte gekennzeichnet. Niedrige Konzentrationen liegen im Altkristallin der Stubai Gruppe, der Wölzer Tauern, im südlichen Abschnitt der Koralpe, im Stubalpen- und Gleinalpenzug, im Wechselgebiet u. a. vor. Die Zentralgneismassive des Tauernfensters sind mit Ausnahme des Bereiches der Tauerngoldgänge As-arm.

Erzmineralisationen und Mineralfundpunkte decken sich weitgehend mit den aufgezählten Gebieten erhöhter Konzentrationen und kennzeichnen u. a. von W nach E die Kiesvorkommen im Klostertal, die Kupfererzvorkommen in den Ötztaler Alpen, ferner die Erzvorkommen von Obernberg/Brenner und Pfunds in der Innsbrucker Quarzphyllitzone, die Fahlerzvorkommen von Schwaz, Brixlegg, Kitzbühel und den Bereich des aufgelassenen Kupferkiesbergbaues Mitterberg/Mühlbach, sowie Vererzungen im Gebiet der As-haltigen

3.2. Central Zone

Highest values are predominantly concentrated in the region of the Altpaläozoikum (early Palaeozoic) of the Thurntaler Quarzphyllit, the Defereggengruppe and the micaschist and paragneiss series north of Wörthersee, more weakly expressed in the west in the Silvretta, stronger in the western Ötztaler Alpen, the Schladminger Tauern, the areas of the Saualpe and the Fischbacher Alpen, with continuations into the Wechsel and Semmering areas. The Thurntaler Quarzphyllit shows raised contents. The lower metamorphosed Grauwackenzone, the Gurktal unit and the Graz Palaeozoic are marked by raised contents. Lower concentrations occur in the Altkristallin of the Stubai Alps, the Wölzer Tauern, in the southern section of the Koralpe, in the Stubalpe und Gleinalpe ranges, in the Wechsel area and others. The Zentralgneis massif of the Tauern Window is poor in As content, with the exception of the environs of the Tauerngold veins.

Ore mineralisations and mineral finds largely coincide with the areas of raised concentrations and, going from west to east, mark the sulphide occurrences in the Klostertal, the copper ore occurrences in the Ötztaler Alpen, further the ore occurrences of Obernberg/Brenner and Pfunds in the Innsbrucker Quarzphyllitzone, the fahlore occurrences of Schwaz, Brixlegg, Kitzbühel and the area of the shut-down copper mine at Mitterberg/Mühlbach, as well as minerali-

Cu-Ag- und Ni-Co-Lagerstätten der Schladminger Tauern.

As-führend sind die altpaläozoischen schichtgebundenen Kiesvererzungen und jüngeren Imprägnations- und Gangmineralisationen im Altkristallin der Deferegggen- und Kreuzeckgruppe. Im Altpaläozoikum N Wörthersee, weiter im E und die Au-Vererzungen des Neumarkter Sattels und der Kliening, in den Fischbacher Alpen sowie im Semmering- und teilweise Wechselgebiet sind zahlreiche Arsenkiesvorkommen und Mineralfundpunkte indiziert.

Die Goldmineralisationen im Pennin sind durch Vergesellschaftung mit As überdeutlich charakterisiert. Es können alte Bergbauhalden die Beprobung beeinflusst haben.

Die As-Verteilung folgt überwiegend der Verteilung von Fe und dessen Gefolgs-elementen, die für die Magmentwicklung eines altpaläozoischen Inselbogens kennzeichnend sind. Arsen ist ein charakteristisches Element der ostalpinen Erzprovinz.

sations in the area of the arseniferous Cu-Ag- and Ni-Co-ore mineralisations of the Schladminger Tauern.

The strata-bound sulphide ores of the Altpaläozoikum and younger impregnations and vein-type mineralisations in the Altkristallin of the Deferegggen- and Kreuzeck-Gruppe are arsenical. Numerous occurrences and mineral finds of arsenopyrite are indicated in the Altpaläozoikum north of the Wörthersee, further to the east and the Au-mineralisations of the Neumarkter Sattel and the Kliening, in the Fischbacher Alpen, as well as the Semmering and partly the Wechsel areas.

Gold mineralisations in the Penninic are characteristically over-emphasised, probably due to effects from old mining dumps.

As-distribution follows mostly the distribution of Fe and its associated elements, which is characteristic for the magmatic processes of an Early Palaeozoic island arc. Arsenic is a characteristic element of the Austro-Alpine ore province.

Z: 56	Ba	A: 137,34
Barium		Barium
Gehalte in ppm Ba		Contents in ppm Ba

1. Geochemie

1.1. Geogen

Lithophiles Spurenelement. Im magmatischen Milieu Begleitelement von Kalium (K/Ba 50). Geochemische Trennung in hydrothermalen Lösungen und im Verwitterungszyklus.

1.1.1. Gesteine

Magmatogen: Durchschnitt 425. Ultrabasite 0,4; ozeanische Tholeiitbasalte 14; Basalte 330; Granodiorite 420; Granite 840.

Sedimentogen:

Tonschiefer 550; Sandsteine 170; Karbonatgesteine 92; Böden 500.

1.1.2. Minerale

Manganoxide (bis 16 %), Baryt (Schwerspat) BaSO₄ (58 %), Witherit BaCO₃ (69 %), Bariumfeldspäte (bis 38 %). Spuren- bis Nebenelement in Alkalifeldspäten, beschränkt in Glimmern (Bariummuskovit), Kaolinit (bis 0,1 %).

1.1.3. Konzentration

Schichtgebundene und gangförmige Barytmineralisationen, oft in Verbindung mit Pb-Zn und/oder Cu-Mn-Vererzungen.

1.1.4. Wasser

Süßwasser 0,02, gelöst als Ba⁺².

1. Geochemistry

1.1. Geogene

Lithophile trace element. In magmatic environment an associated element of potassium (Ka/Ba 50). Geochemical separation occurs in hydrothermal solutions and during the weathering cycle.

1.1.1. Rocks

Magmatogene: average 425. Ultrabasics 0.4; oceanic tholeiite-basalts 14; basalts 330; granodiorites 420; granites 840.

Sedimentogene:

Shales 550; sandstones 170; carbonates 92; soils 500.

1.1.2. Minerals

Manganese oxide (up to 16 %), barite BaSO₄ (58 %), witherite BaCO₃ (69 %), barium feldspars up to 38 %. Trace to minor element in alkali feldspars, to some extent in micas (barium-muscovite), kaolinite (up to 0.1 %).

1.1.3. Concentration

Stratabound and vein-type barite mineralisations, often associated with Pb-Zn and/or Cu-Mn-ore mineralisations.

1.1.4. Water

Fresh water 0.02, in solution as Ba⁺².

1.1.5. Verwitterung

Nur in sulfatfreien Lösungen mobil. Sorption vorzugsweise an Manganoxide und Tonminerale. Fallende Sorptionsreihe: Montmorillonit – Kaolinit – Illit. Im Bachsediment Bindung an den Gesteinsdetritus, vor allem an Feldspäte. Baryt als stabiles Mineral mit guter Spaltbarkeit in der Feinfraktion angereichert.

1.1.6. Biofunktion

Kein Bioelement. Mäßig giftig für Pflanzen, geringer für Säugetiere, kaum toxisch als BaSO₄. Giftig sind wasserlösliche Verbindungen.

1.2. Technogen

Weltproduktion 8·10⁶ t Baryt/Jahr. Verwendung für Spülzusatz bei Bohrungen, Füllstoff, Herstellung von Farbstoffen und Pigmenten u. a. Technogene Einflüsse dürften gering sein.

2. Datenbewertung

2.1. Probenahme

Eher geringer Einfluß auf den Gesamtfehler.

2.2. Analytik

Weitgehend Doppelanalytik mit Wahl von ICP als zuverlässigere Methode. NWG ausreichend. LZW überwiegend besser als ±30 %.

1.1.5. Weathering

Only mobile in sulphate-free solutions. Preferential sorption on manganese oxides and clay minerals. Decreasing sorption series: montmorillonite – kaolinite – illite. In stream sediments bound to rock detritus, particularly to feldspars. As a stable mineral with good cleavage, barite is accumulated in the fine fraction.

1.1.6. Biofunction

Not a bioelement. Moderate plant toxicity, less so for mammals, hardly toxic as BaSO₄. Water-soluble compounds are toxic.

1.2. Technogene

World production 8·10⁶ t/y of barite. Utilised as an additive to drilling muds, filler material, in the manufacture of colour dyes and pigments etc. Technogenic influences are probably minor.

2. Data Assessment

2.1. Sampling

Of rather minor influence on the total error.

2.2. Analysis

Largely double analysis, ICP is chosen as the more reliable method. NWG sufficient. LZW is predominantly better than ±30 %.

2.3. Vergleichs- und Bezugsdaten/Comparison- and Reference Data

2.3.1. Kartenwerke/Atlases

Österreich: Böhmisches Massiv	532
Zentralzone	480
UK (1978)	800
Alaska (1984)	707
BRD (1985)	392

2.3.2. Regionale Daten/Regional Data

Donausediment (Aschach, OÖ)	487
Carditaschiefer (Trias)	259

2.3.3. Lokale Daten/Local Data

Eklogit amphibolit, Koralpe, Wies, Stmk. (n = 1)	100
Amphibolitgneis, Gleinalpe, Stmk. (n = 2)	110–142
Amphibolit, Dörflinger Alm, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	70
Amphibolit, Hartlgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	40
Grünschiefer, Payerbach-Reichenau, NÖ (n = 2)	84–102
Diabase (Metabasite), Grazer Paläozoikum, Stmk. (n = 2)	71–1046
Diabas (Metabasit), Grauwackenzone, Saalfelden, Sbg. (n = 1)	440
Weinsberger Granit, NÖ/OÖ (n = 5)	530
Mauthausener Granit, OÖ (n = 5)	460
Eisgarner Granit, NÖ (n = 2)	155
Schremser Granit, NÖ (n = 1)	1081
Granodiorite, Quarzdiorite, Moldanubikum, OÖ (n = 8)	700
Quarzdiorit, Julbach, OÖ (n = 1)	1300
Dobragneise, NÖ (n = 12)	830
Paragneise, Schönberg/Kamp, NÖ (n = 2)	580–735
Porphyroid, Erzberg, Stmk. (n = 1)	40

Grobgneise, Feistritz/Wechsel, NÖ (n = 2)	80–220
Gneis, Seckauer Kristallin, Preßnitzgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	1030
Villacher Granit, Ktn. (n = 9)	126
Zentralgneise, Sbg. (n = 27)	120
Phyllitischer Glimmerschiefer, Feistritz/Wechsel, NÖ (n = 1)	690
Thurntaler Phyllit, Tessenberg, Osttirol (n = 2)	580

2.4. Gesamtbewertung

Weitgehend realistische Kartendarstellung

2.4. General Assessment

Largely a realistic map representation.

3. Regionale Elementverteilung

3.1. Böhmisches Masse

In Granitgebieten überschreiten die Konzentrationen selten 990. Nach Gesteinsanalysen hat der Eisgarner Granit die niedrigsten Gehalte. Dies kommt auch in der Karte deutlich zum Ausdruck.

Die dioritische Randfazies des Mauthausener Granites, nordöstlich von Perg, abgeschnitten durch die Vitiser Störung, sowie die Monotone Serie und der Rastenberger Granodiorit werden durch hohe bis höchste Werte gekennzeichnet.

Im Gebiet der Bunten Serie sind erhöhte Gehalte nur auf den Raum Raabs mit amphibolitführenden Serien beschränkt.

3. Regional Element Distribution

3.1. Bohemian Massif

Concentrations in granitic areas seldom exceed 990.

The low concentrations in the rock analyses of the Eisgarner Granit are also reflected in stream sediments.

High to highest values characterise the Monotonous Series and the Rastenberger Granodiorit as well as the peripheral facies of the Mauthausener Granit northeast of Perg, truncated by the Vitis fault.

Elevated values in the Variegated Series are restricted to the amphibolite-bearing area near Raabs.

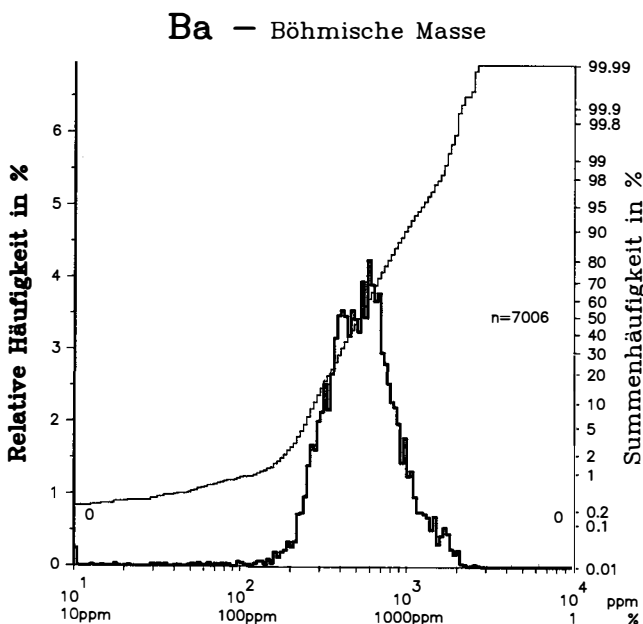


Abb. 16: Barium. Relative Häufigkeit und Summenhäufigkeit der Analysenwerte in der Böhmisches Masse und in der Zentralzone mit ergänzender Angabe der nicht im Histogrammbereich liegenden Probenanzahl.

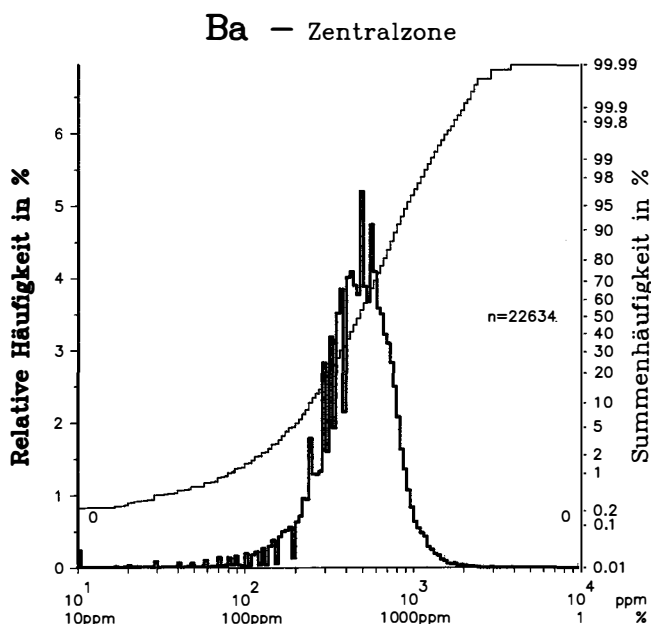


Fig. 16: Barium. Relative frequency and cumulative frequency distributions of analytical values from the Bohemian Massif and the Central Zone with indications of the numbers of samples outside the histogram range.

3.2. Zentralzone

Gehalte unter 430 decken Flächen mit Gesteinstypen, wie Ultrabasite, Karbonatgesteine, Glimmerschiefer oder auch saure Gneise. Die Konzentrationsklassen über 430 sind für weite Bereiche des Altkristallins mit vorwiegend Orthogneisen kennzeichnend. Im Pennin der Hohen Tauern weisen regional kaliumreiche Zentralgneiskerne, wie der Siglitzlappen, im Hölltor-Rotgöl-

3.2. Central Zone

Contents of less than 430 coincide with areas of ultrabasics, carbonate rocks, mica-schists and also acid gneisses. The classes above 430 are characteristic of large areas of the Altkristallin with prevailing orthogneisses. The Penninic of the Hohe Tauern with Zentralgneis cores regionally rich in potassium, such as the Siglitz Lappen (lobe), the cores of Hölltor-Rotgöl-

den Kern, im Granatspitz-Kern und im Ahornkern in den Zillertaler Alpen erhöhte Gehalte auf.

Hohe und höchste Gehalte (bis über 5000) begleiten die bekannten barytführenden Sulfidvererzungen, in der westlichen Grauwackenzone einschließlich eines Teiles der Innsbrucker Quarzphyllitzone von Rattenberg bis Saalfelden. Weniger stark ausgeprägt sind die Spatmineralisationen in der östlichen Grauwackenzone zwischen Veitsch und Raxalpe. Auch die Kiesvererzungen im Bereich des Thurntaler Quarzphyllites und die Spatvererzungen im Gebiet Hüttenberg – Knappenberg werden angezeigt. Die Barytvorkommen von Oberzeiring, im Grazer Paläozoikum oder im Semmeringgebiet, werden dagegen nur angedeutet.

den, the Granatspitz-Gruppe and the Ahorn-Gruppe in the Zillertaler Alpen show elevated contents.

High and highest concentrations (ranging to more than 5000) follow the well-known barite-bearing sulphide mineralisations in the western Grauwackenzone, including a part of the Innsbrucker Quarzphyllit from Rattenberg to Saalfelden. Less pronounced are siderite mineralisations in the eastern Grauwackenzone between Veitsch and the Raxalpe. Sulfide mineralisations in the area of the Thurntaler Quarzphyllit and the siderite mineralisation of Hüttenberg-Knappenberg are also indicated. On the other hand, the barite occurrences of Oberzeiring, in the Graz Palaeozoic or in the area of the Semmering are only indicated.

Z: 4	Be	A: 9,01
Beryllium		Beryllium
Gehalte in ppm Be		Contents in ppm Be

1. Geochemie

1.1. Geogen

Lithophiles Spurenelement, seltenes Erdalkalielement. Anreicherung in fluiden Restlösungen saurer Magmen, flüchtig im Wasserdampf und in Form von Fluoridkomplexen.

Assoziationen: Li, B, Sn, Nb, Ta, Th, U und W.

1.1.1. Gesteine

Magmatogen: Durchschnitt 2,8.

Ultrabasite 0,x; Basalte 1; Granite 3 (2–5).

Sedimentogen:

Tongesteine 3, Sandsteine und Karbonatgesteine unter 1, Böden 6.

1.1.2. Minerale

Beryll $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ (5 %), Chrysoberyll BeAl_2O_4 (7 %), Euklas $\text{BeAlSiO}_4(\text{OH})$ (6 %), Phenakit Be_2SiO_4 (16 %). Spuren in Alumosilikaten, vor allem in Glimmern.

1.1.3. Konzentration

Pegmatite, Skarn- und Greisenmineralisationen im Gefolge von intrusiven Graniten und Alkaligesteinen.

1.1.4. Wasser

Süßwasser 0,0055 (bei pH 6,6–7). Gelöst als Be^{+2} , $\text{Be}(\text{OH})_2$, BeO_2^{-2} , BeF^{+1} , BeOH^{+1} oder Organokomplexe. Hydrolyse bei pH 5,7, löslich wieder ab pH 12.

1.1.5. Verwitterung

Relative Verwitterungsbeständigkeit der Be-Mineralie, sonst relativ mobil, Fällung durch Karbonat- und Phosphat-Barrieren, Sorption an Tonminerale und Humussstoffe. In Bachsediment sowohl in der Schwermineral-

1. Geochemistry

1.1. Geogene

Lithophile trace element of the alkaline earths. Enrichment in fluid residual solutions of acid magmas, volatile in water vapour and in the form of fluoride complexes.

Associations: Li, B, Sn, Nb, Ta, Th, U and W.

1.1.1. Rocks

Magmatogene: Average 2.8.

Ultrabasics 0,x; basalts 1; granites 3 (2–5).

Sedimentogene:

Shales 3, sandstones and carbonate rocks less than 1, soils 6.

1.1.2. Minerals

Beryl $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ (5 %), chrysoberyl BeAl_2O_4 (7 %), euclase $\text{BeAlSiO}_4(\text{OH})$ (6 %), phenacite Be_2SiO_4 (16 %). Traces in alumosilicates, above all in micas.

1.1.3. Concentration

Pegmatites, skarn and greisen mineralisations in the course of intrusive granites and alkali rocks.

1.1.4. Water

Fresh water 0.0055 (at pH 6.6–7). Soluble as Be^{+2} , $\text{Be}(\text{OH})_2$, BeO_2^{-2} , BeF^{+1} , BeOH^{+1} or organocomplexes. Hydrolysis at pH 5.7, soluble again from pH 12.

1.1.5. Weathering

Be-minerals are relatively resistant to weathering, otherwise relatively mobile, precipitation by carbonate and phosphate barriers. Sorption on clay minerals and humic matter. Occurs in stream sediments in the heavy

als auch in der Feinfraktion. Anreicherung im Vergleich zum Ausgangsgestein.

1.1.6. Biofunktion

Kein Bioelement. Sehr giftig für Pflanzen und intravenös für Säugetiere. Giftige Verbindungen.

1.2. Technogen

Geringe Weltproduktion 5-10² t Be/Jahr. Legierungsmetall, Reaktorwerkstoff u. a. Ohne nennenswerte Dispersion in der Umwelt.

2. Datenbewertung

2.1. Probenahme

Eine mögliche Bindung an die Feinfraktion könnte Einfluß auf das Datenmaterial bei Probenahme und -vorbereitung haben.

2.2. Analytik

Teilweise Doppelanalytik OES und ICP. Beide Methoden liefern vergleichbare Daten, wobei die Werte der ICP-Methode geringfügig höher erscheinen und dargestellt werden. NWG ausreichend, LZW im mittleren Bereich unter ±30 %.

mineral as well as in the fine fraction. Enrichment in comparison with the original rock.

1.1.6. Biofunktion

No bioelement. Very toxic for plants and intravenously for mammals. Toxic compounds.

1.2. Technogene

Low world production (5-10² t/y Be). Alloy metal, reactor material etc. Without significant dispersion in the environment.

2. Data Assessment

2.1. Sampling

A possible bond to the fine fraction could influence the data through sampling and sample preparation.

2.2. Analysis

Partially double analysis (OES and ICP). Both methods provide comparable data, whereby values obtained by the ICP method appear slightly higher and are presented thus. NWG is sufficient, LZW in average concentrations below ±30 %.

2.3. Vergleichs- und Bezugsdaten/Comparison- and Reference Data

2.3.1. Kartenwerke/Atlases

Österreich: Böhmisches Massiv	4
Zentralzone	4
Alaska (1984)	2

2.3.2. Regionale Daten/Regional Data

Carditaschiefer (Trias)	2
-------------------------------	---

2.3.3. Lokale Daten/Local Data

Eklogit amphibolit, Koralpe, Wies, Stmk. (n = 1)	< 0,1
Amphibolit, Dörflinger Alm, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	0,8
Amphibolit, Hartlgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	3,2
Diabas, Ötztaler Alpen, Tirol (n = 1)	3,5
Weinsberger Granit, NÖ/OÖ (n = 6)	2,0
Mauthausener Granit, OÖ (n = 6)	3,8
Eisgarner Granit, NÖ (n = 2)	3,3
Freistädter Granodiorit, OÖ (n = 1)	1,5
Krumauer Gneise, NÖ (n = 5)	3,4
Bittescher Gneis, NÖ (n = 1)	1,3
Granulite, NÖ (n = 3)	1
Grobgneise, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 3)	7
Gneis, Seckauer Kristallin, Preßnitzgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	3
Zentralgneis, Radhausberg, Unterbaustollen, Sbg. (n = 5)	4
Zentralgneis, Venedigermassiv, Sbg. (n = 55)	1,1-39
Zentralgneis, Zillertal/Tux, Tirol (n = 21)	0,16-18
Amphibolite, Habachserie, Sbg. (n = 51)	0,1-53
Gneise, Habachserie, Sbg. (n = 39)	0,22-18
Villacher Granit, Ktn. (n = 10)	3-35, Ø = 12
Granatglimmerschiefer, Lieserschlucht, Ktn. (n = 1)	13
Glimmerschiefer, Pölling, Saualpe, Ktn. (n = 1)	3
Eklogitgesteine, Edling, Ktn. (n = 43)	bis 18

Muskovite aus Pegmatiten, Ktn., Stmk. (n = 6)	bis 130
Phyllitischer Glimmerschiefer, Feistritz/Wechsel, NÖ (n = 1)	6
Thurntaler Phyllit, Tessenberg, Osttirol (n = 2)	3-6

2.4. Gesamtbewertung

Wie der Vergleich mit lokalen Daten und Fundorten von Be-Mineralisation zeigt, ergibt sich eine weitgehend realistische Kartendarstellung. Die als obere Grenzwerte anzusehenden Durchschnittskonzentrationen der Bachsedimente liegen mit 4 ppm Be geringfügig höher, als für den Krustendurchschnitt angenommen wird. In der Böhmisches Masse sind Gebietseffekte nicht auszuschließen.

3. Regionale Elementverteilung

3.1. Böhmisches Masse

Etwa 49 % aller Werte sind kleiner als 4. Erhöhte Gehalte findet man im Bereich des Weinsberger Granites mit seinen pegmatitischen Schlieren und Gängen. Der saure Eisgarner Granit liefert trotz vergleichbarer Gehalte im Ausgangsgestein eher durchschnittliche Werte im Bachsediment. Gebiete mit granitischen Gangschwärmen, vorwiegend in dioritischen Gesteinen, sind gekennzeichnet. Erhöhte Werte decken auch bekannte Mineralfundpunkte, wie in den Steinbrüchen von Gebharts oder Artholz bei Schrems.

Der Bereich des Rastenberger Granodiorites hebt sich durch schwach erhöhte Werte ab.

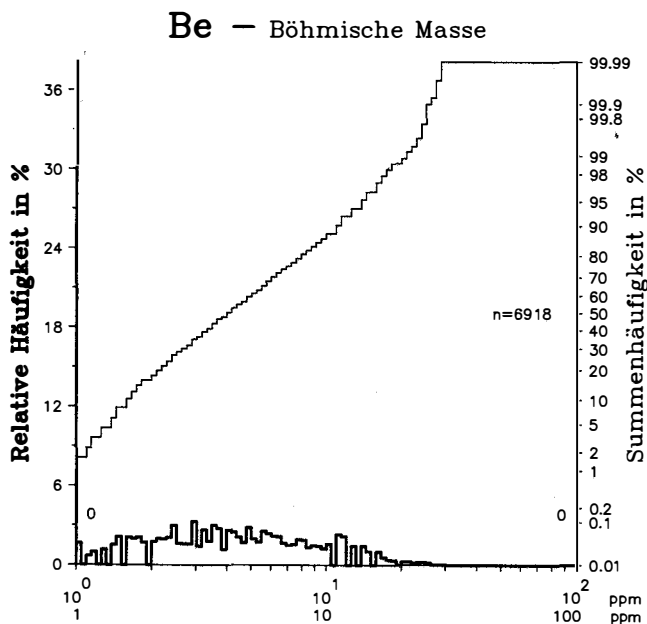


Abb. 17: Beryllium. Relative Häufigkeit und Summenhäufigkeit der Analysenwerte in der Böhmisches Masse und in der Zentralzone mit ergänzender Angabe der nicht im Histogrammbereich liegenden Probenanzahl.

3.2. Zentralzone

62 % aller Werte liegen unter 4, weitere 36 % fallen in das Intervall bis 7. Unterdurchschnittlich besetzt sind die Bereiche des Altpaläozoikums und Mesozoikums mit ultrabasischen, basischen Magmatiten, Kar-

2.4. General Assessment

The comparison with local data and known localities of Be-mineralisation shows that the map is largely realistic. The average concentration in the stream sediments of 4 ppm is regarded as upper level and lies above what is assumed to be the crustal abundance. Area effects cannot be excluded in the Bohemian Massif.

3. Regional Element Distribution

3.1. Bohemian Massif

About 49 % of all values are less than 4. Elevated values are found in the domain of the Weinsberger Granit with its pegmatitic schlieren and veins. The acid Eisgarner Granit causes rather average concentrations in the stream sediments despite comparable contents in the source rock.

The area of the Rastenberger Granodiorit displays slightly elevated values.

Areas with granitic dyke swarms, mainly in dioritic rocks, are indicated. Enhanced values coincide with reported mineral finds, like in the quarries of Gebharts or Artholz near Schrems.

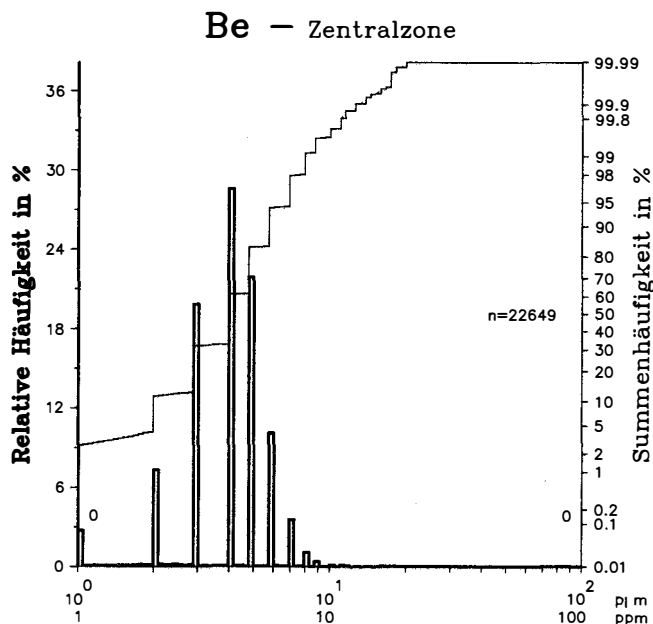


Fig. 17: Beryllium. Relative frequency and cumulative frequency distributions of analytical values from the Bohemian Massif and the Central Zone with indications of the numbers of samples outside the histogram range.

3.2. Central Zone

62 % of all values are lower than 4, a further 36 % fall into the interval 4 to 7. Values below average occur in the region of the Altpaläozoikum and the Mesozoic with ultrabasic and basic magmas, carbonate rocks

bonatgesteinen u. a. In den Arealen mit dem Konzentrationsintervall 4–7 überwiegen Metasedimente und Gesteine granitischer Zusammensetzung. Erhöhte Werte von 13 bis 16 markieren einzelne Randzonen von Zentralgneiskernen.

Die in Hochgebirgsregionen gelegenen Mineralfundpunkte im Tauernfenster fallen durch deutliche Hochwerte auf, wie in der Habachzunge (Legbachrinne, Krimmlerachental, Hollersbachtal), im Tuxer Kern, in der Venediger Gruppe, Granatspitzkern oder Sonnblickkern mit Siglitzlappen.

Dagegen sind Fundorte im Mittelgebirge, wie im Bereich des Villacher Granites, des Pegmatites von Spittal a. d. Drau (Lieserschluft) oder Beryllfundpunkte in Pegmatiten der Koralpe, nicht erkennbar.

and others. In areas with the concentration range of 4–7, metasediments and rocks of granitic composition predominate. Elevated values from 13 to 16 indicate individual border zones of Zentralgneis cores.

Mineral finds located in the high mountain chains of the Tauern Window stand out with their markedly high values, such as in Habachzunge (Legbachrinne, Krimmler Achental, Hollersbachtal), in the Tux core, in the Venediger Gruppe, Granatspitz and Sonnblick core with Siglitzlappen.

On the other hand, areas with known mineral occurrences in medium altitudes, such as the domain of the Villacher Granit, the pegmatites at Spittal a. d. Drau (Lieserschluft) or beryllium occurrences in the pegmatites of the Koralpe, are not recognisable.

Z: 20	Ca	A: 40,08
Kalzium		Calcium
Gehalte in % Ca		Contents in % Ca

1. Geochemie

1.1. Geogen

Hauptelement. Angereichert in Mantelgesteinen, assoziiert mit Al, Mg, Na und Sr. In der Erdkruste in Karbonatgesteinen, assoziiert mit Mg, Mn und Sr.

1.1.1. Gesteine

Magmatogen: Durchschnitt 4,2
Ultrabasite unter 1; Basalte 7,6; Granodiorite über 2,5.
Granite 0,5.

Sedimentogen:

Tonschiefer 1,6; Sandsteine 3,9; Kalksteine 30; Dolomitgesteine 16; Böden 1,4.

1.1.2. Minerale

Pyroxene (bis 19), Amphibole (bis 11), Plagioklase (bis 14), Epidot (18), Granat (bis 26), Kalzit und Aragonit (40), Dolomit (22), Anhydrit (29), Gips (23), Fluorit (51), Apatit (40).

1.1.3. Konzentration

Magmatogene Karbonatite, Anorthosite und sedimentäre Karbonatgesteine.

1.1.4. Wasser

Süßwasser 15 ppm, gelöst als Ca²⁺. Wasserlösliche Verbindungen, wie Chlorid, Bikarbonat und Sulfat.

1.1.5. Verwitterung

Sehr mobil. Austauschbarkeit im Boden gegen Na bei pH 5–8, Ca-Verlust in sauren Böden. In Sedimenten bestimmt der Karbonatanteil weitgehend den Ca-Gehalt.

In Bachsedimenten aus Granitgebieten in der Feinfraktion (Plagioklas, Epidot, Granat u. a.) angereichert.

1. Geochemistry

1.1. Geogene

Major element. Enriched in rocks of the mantle, associated with Al, Mg, Na and Sr. In the crust it is associated with Mg, Mn and Sr in carbonate rocks.

1.1.1. Rocks

Magmatogene: Average 4.2
Ultrabasics less than 1; basalts 7.6; granodiorites more than 2.5; granites 0.5.

Sedimentogene:

Shales 1.6; sandstones 3.9; limestones 30; dolomitic rocks 16; soils 1.4.

1.1.2. Minerals

Pyroxene (to 19), amphibole (to 11), plagioclase (to 14), epidote (18), garnet (to 26), calcite and aragonite (40), dolomite (22), anhydrite (29), gypsum (23), fluorite (51), apatite (40).

1.1.3. Concentration

Magmatogenic carbonatites, anorthosites and sedimentary carbonate rocks.

1.1.4. Water

Fresh water 15 ppm, soluble as Ca²⁺. Water-soluble compounds, such as chloride, bicarbonate and sulfate.

1.1.5. Weathering

Very mobile. Interchangeable in soil with Na at pH 5–8, Ca-loss in acid soils. In sediments it is the carbonate portion that largely determines the Ca-content.

Stream sediments from granitic regions show enrichment in the fine fractions (plagioclase, epidote, garnet and others).

1.1.6. Biofunktion

Essentielles Bioelement für alle Lebewesen, ausgenommen für Bakterien und Pilze. Strukturbildendes Element (Zellwände von Pflanzen, Schalen, Knochen u. a.). Ungiftig.

1.2. Technogen

Weltproduktion $1 \cdot 10^8$ t Branntkalk und Branntdolomit/Jahr. Baustoffe, Füllstoffe, Düngemittel, kalziumhaltige Chemikalien, wie Chlorid, u. a. Metallproduktion mengenmäßig untergeordnet.

2. Datenbewertung

2.1. Probenahme

U. a. Wegschotter aus Kalk/Dolomitsplitt in Arealen Ca-armere Gesteine können zur Kontamination führen.

2.2. Analytik

Gut übereinstimmende Doppelanalytik mit Wahl der ICP-Methode, LZW überwiegend besser als ± 20 %.

1.1.6. Biofunction

An essential bioelement for all life-forms, excepting bacteria and fungi. A structure-forming element (cell-walls of plants, shells, bones and others). Non-toxic.

1.2. Technogene

World production $1 \cdot 10^8$ t/y of burnt lime and dolomite. Building materials, filler-material, fertiliser, calcium-containing chemicals, such as chloride and others. Metal production is minor in quantity.

2. Data Assessment

2.1. Sampling

Road-metal etc. from limestone/dolomite gravel could cause contamination in areas with low Ca-contents.

2.2. Analysis

Good agreement in double analysis, choice of the ICP-method, LZW is mostly better than ± 20 %.

2.3. Vergleichs- und Bezugsdaten/Comparison- and Reference Data

2.3.1. Kartenwerke/Atlases

Österreich: Böhmisches Massiv	1,0
Zentralzone	1,5
UK (1978)	1
Alaska (1984)	1,5

2.3.2. Regionale Daten/Regional Data

Donausiediment, Aschach, OÖ	7,3
Carditaschiefer (Trias)	1,0
Granitoide, Österreich (n = 104)	1,5

2.3.3. Lokale Daten/Local Data

Ultrabazit, Kraubath, Stmk. (n = 227)	0,9
(n = 90)	0,2
Eklogitamphibolit, Koralpe, Wies, Stmk. (n = 1)	9,2
Amphibolitgneis, Gleinalpe, Stmk. (n = 2)	6,8
Amphibolit, Dörflinger Alm, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	5,0
Amphibolit, Hartlgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	6,0
Amphibolite, Dobragneiskomplex, NÖ (n = 3)	6,9
Grünschiefer, Payerbach-Reichenau, NÖ (n = 2)	3,0-5,1
Diabase (Metabasite), Grazer Paläozoikum, Stmk. (n = 2)	6,6-7,5
Weinsberger Granit, NÖ/OÖ (n = 5)	2,4
Mauthausener Granit, OÖ (n = 5)	1,7
Eisgarner Granit, NÖ (n = 2)	0,7
Freistädter Granodiorit, OÖ (n = 1)	2,4
Krumauer Gneise, NÖ (n = 5)	3,4
Quarzdiorit, Julbach, OÖ (n = 1)	3,4
Titanitführender Feinkorngranit, Aigen, OÖ (n = 1)	2,8
Dobragneise, NÖ (n = 3)	1,4
Paragneise, Schönberg/Kamp, NÖ (n = 2)	0,3-1,9
Gföhler Gneis, NÖ (n = 1)	0,8
Bittescher Gneis, NÖ (n = 1)	1,6
Granite, Thayabatholit, NÖ (n = 1)	0,7
Grobgneise, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 2)	0,2

Gneis, Seckauer Kristallin, Preßnitzgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	1,7
Zentralgneise, Sbg. (n = 27)	1,7
Porphyroid, Erzberg, Stmk. (n = 1)	7,1
Thurmtaler Phyllit, Tessenberg, Osttirol (n = 2)	0,15
Phyllitischer Glimmerschiefer, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 1)	0,05

2.4. Gesamtbewertung

Der Vergleich mit anderen Kartenwerken und regionalen Massengesteinen zeigt mit Ausnahme des karbonatreichen Donausedimentes, daß die Durchschnittswerte der Bachsedimente nicht allzusehr abweichen. Die Kartendarstellung entspricht den lithologischen Gegebenheiten.

3. Regionale Elementverteilung

3.1. Böhmisches Masse

Die Ca-reicheren Granittypen, Weinsberger und Mauthausener Granit, heben sich gegenüber dem SiO₂-reicheren und Ca-ärmeren Eisgarner Granit deutlich ab. Höhere Werte sind auf dioritische Gesteine und Grobkornogneise zurückzuführen.

Das durch Großstörungen (Donau-, Pfahl- und Rodelstörung) begrenzte Areal, der Mühlzug, wird mit seinem NW-SE-Streichen besonders hervorgehoben. Die Gesteinsserien werden dem Weinsberger Granit (einschließlich Grobkorn- und Perlgneisen) zugeordnet. Auf Hochwerte anderer Elemente in diesem Gebiet, die auch für den Weinsberger Granit charakteristisch sind, wie Fe, Mn, Co, Sc, Nb, P, Zr und eher abgeschwächt Ce, La und Y, sei hingewiesen.

Das Gebiet des Rastenberger Granodiorites hebt sich im Gegensatz zu den Arealen mit Orthogneisen, wie Gföhler oder Bittescher Gneis, deutlich ab. Die höchsten Werte folgen der Bunten Serie mit ihren Marmor- und Amphiboliteinlagerungen. Durch hohe Gehal-

2.4. General Assessment

Compared with other atlases and regional data, the stream sediments do not differ significantly. An exception are the Danube sediments which are rich in carbonates.

3. Regional Element Distribution

3.1. Bohemian Massif

Ca-rich granite types, such as the Weinsberger and Mauthausener Granit, contrast significantly with the Eisgarner Granit which is poorer in Ca and richer in SiO₂. Higher values are attributed to dioritic rocks and Grobkornogneise.

The area of the Mühlzug, bounded by large faults (Pfahl, Danube and Rodl Faults) is particularly emphasised on its NW-SE strike. The rock-series are assigned to the Weinsberger Granit (including Grobkornogneise and Perlgneise). The high values obtained for other elements in this area, which are characteristic for the Weinsberger Granit as well, such as Fe, Mn, Co, Sc, Nb, P, Zr and rather less Ce, La and Y should be pointed out.

The area of the Rastenberger Granodiorit contrasts significantly with areas of orthogneisses, such as the Gföhler or Bittescher Gneis. The higher values follow the Variegated Series with their marble- and amphibolite-intercalations. Areas with Tertiary and Quaternary

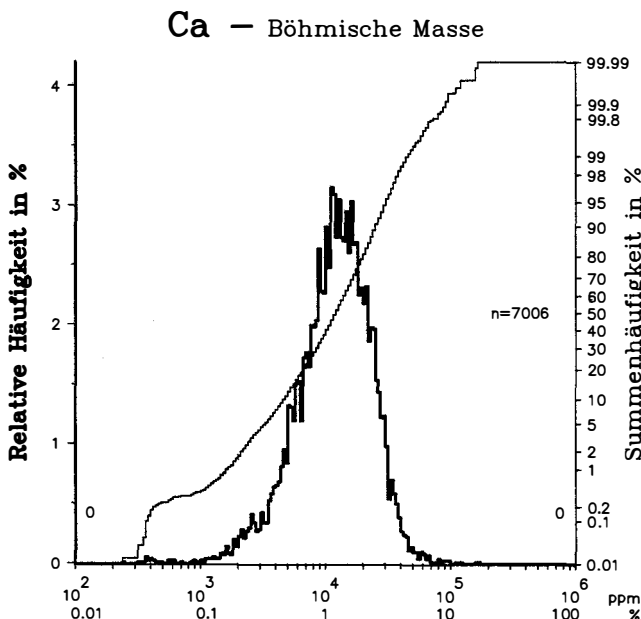


Abb. 18: Kalzium. Relative Häufigkeit und Summenhäufigkeit der Analysenwerte in der Böhmisches Masse und in der Zentralzone mit ergänzender Angabe der nicht im Histogrammbereich liegenden Probenanzahl.

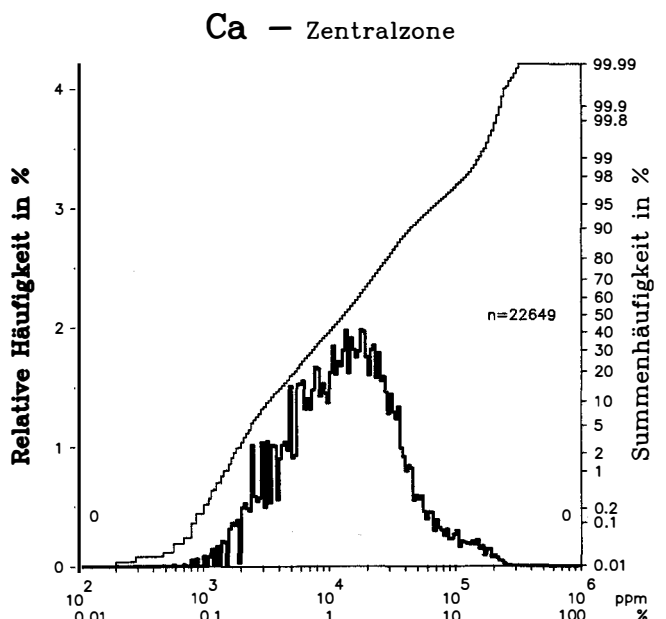


Fig. 18: Calcium. Relative frequency and cumulative frequency distributions of analytical values from the Bohemian Massif and the Central Zone with indications of the numbers of samples outside the histogram range.

te werden auch Bereiche mit tertiären und quartären Überlagerungen markiert. Auffällig sind die niedrigen Werte in der Monotonen Serie.

cover are also marked by high concentrations. The low contents in the Monotonous Series are conspicuous.

3.2. Zentralzone

Areale mit maximalen Konzentrationen sind durchwegs mit karbonatischen Sedimentgesteinen zu identifizieren, wie das kalkalpine Mesozoikum im Rätikon, in den Lienzer Dolomiten und Anteilen der Nördlichen Kalkalpen, das zentralalpine Mesozoikum im Engadiner Fenster, im Tauernfenster und seiner Umrahmung, im Semmeringgebiet oder im Pennin der Rechnitzer Schieferinsel. Auch die Karbonatgesteine der Grauwackenzone, des Grazer Paläozoikums und größere Marmor-komplexe im Altkristallin treten hervor.

Basische Gesteinstypen fallen meist in mittlere Konzentrationsklassen von 1,6–5,1. Allgemein kommen weite Bereiche mit Glimmerschiefern und sauren granitischen Gesteinstypen einschließlic der Zentralgneise durch niedere Werte zum Ausdruck.

3.2. Central Zone

Areas with maximum concentrations with sedimentary carbonate rocks, such as the Calcareous Alpine Mesozoics in Rätikon, in the Lienzer Dolomiten and parts of the Northern Calcareous Alps, the Central Austro-Alpine Mesozoic in the Engadin Window, the Tauern Window and its surroundings, the area of the Semmering or in the Penninic of the Rechnitzer Schieferinsel. Contrast is also evident in the areas with carbonate rocks of the Grauwackenzone, the Graz Palaeozoic and larger marble complexes in the Altpaläozoikum.

Basic rock-types fall mostly into the intermediate concentration range of 1.6–5.1. In general, large zones with micaschists and acid granitic rock-types, are marked by lower values, including the Zentralgneise.

Z: 58	Ce	A: 140,12
Cer		Cerium
Gehalte in ppm Ce		Contents in ppm Ce

1. Geochemie

1.1. Geogen

Häufigstes Element der Gruppe der lithophilen Seltenen Erden (Lanthaniden). Anreicherung mit zunehmender Alkalisierung der Magmen. Ce/La-Verhältnis vorwiegend 2–3.

1.1.1. Gesteine

Magmatogen: Durchschnitt 60.
 Ultrabasite 9; ozeanische Tholeiitbasalte 10; Basalte 48; Granite 92.

Sedimentogen:

Tongesteine 50; Sandsteine 20; Karbonatgesteine 10; Böden 50.

1.1.2. Minerale

Minerale, wie Monazit $CePO_4$ (nach Formel 60 %, effektiv bis 30 %), Bastnäsit $CeCO_3F$ (nach Formel 62 %, effektiv bis 32 %), Allanit, u. a. Spuren- bis Nebenelement in Ca-Mineralen, wie Apatit, Titanit, Epidot u. a.

1.1.3. Konzentration

Pegmatite und hydrothermale Mineralisationen in Alkaligesteinen. Marine und fluviatile Seifen.

1. Geochemistry

1.1. Geogene

Most abundant element of the lithophile rare earths (lanthanides). Enrichment with increasing alkalisiation of the magma. Ce/La ratio is predominantly 2–3.

1.1.1. Rocks

Magmatogene: Average 60.
 Ultrabasics 9; oceanic tholeiite-basalts 10; basalts 48; granites 92.

Sedimentogene:

Shales 50; sandstones 20; carbonate rocks 10; soils 50.

1.1.2. Minerals

Minerals, such as monazite $CePO_4$ (theoretically 60 %, effectively up to 30 %), bastnaesite $CeCO_3F$ (according to formula up to 62 %, effectively to 32 %), allanite etc. Trace and minor element in Ca-minerals such as apatite, titanite, epidote and others.

1.1.3. Concentration

Pegmatites and hydrothermal mineralisations in alkali rocks. Marine and fluviatile placers.

1.1.4. Wasser

Süßwasser 0,00006, Hydrolyse Ce^{+3} pH 7,5 bzw. Ce^{+4} pH 1, löslich als Karbonatkomplex.

1.1.5. Verwitterung

Geringe Mobilität. Auftrennung des Ce/La-Verhältnisses nach Oxidation von Ce^{+3} zu Ce^{+4} . In Bachsedimenten in der Schwermineralfraktion angereichert.

1.1.6. Biofunktion

Ohne biologische Funktionen, leicht giftig.

1.2. Technogen

Geringe aber steigende Gewinnung (Weltproduktion 10^4 t Ce/Jahr). Vielfache technische Verwendung wie Zündsteine, Schleifmittel, Gläser u. a.

2. Datenbewertung

2.1. Probenahme

Bei hohen Gehalten wegen Bindung an Schwerminerale größerer Einfluß zu erwarten.

2.2. Analytik

Monoanalytik mittels ICP mit teilweiser, interner und externer Kontrolle. NWG ausreichend, LZW überwiegend unter $\pm 30\%$.

1.1.4. Water

Fresh water 0.00006, hydrolysis Ce^{+3} pH 7.5 or Ce^{+4} pH 1, soluble as carbonate complex.

1.1.5. Weathering

Low mobility. Splitting of the Ce/La ratio after oxidation from Ce^{+3} to Ce^{+4} . In stream sediments it is accumulated in the heavy mineral fraction.

1.1.6. Biofunction

Without any biological function, slightly toxic.

1.2. Technogene

Minor but increasing production (total world production 10^4 t/y Ce). Multiple technical application, such as in lighter flints, abrasive material, glasses etc.

2. Data Assessment

2.1. Sampling

An influence is to be expected, because of bonds to the heavy mineral fraction.

2.2. Analysis

Monoanalysis with ICP with partial internal and external control. NWG is sufficient, LZW is largely less than $\pm 30\%$.

2.3. Vergleichs- und Bezugsdaten/Comparison- and Reference Data

2.3.1. Kartenwerke/Atlases

Österreich: Böhmisches Massiv	210
Zentralzone	88
Alaska (1984)	61

2.3.2. Regionale Daten/Regional Data

Donausediment, Aschach, OÖ	68
Carditaschiefer (Trias)	48

2.3.3. Lokale Daten/Local Data

Eklogitamphibolit, Koralpe, Wies, Stmk. (n = 1)	< 10
Ophiolithe, Rechnitzer Pennin, Bgld. (n = 6)	7
Amphibolitgneise, Gleinalpe, Stmk. (n = 2)	< 10-34
Amphibolit, Dörflinger Alm, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	82
Amphibolit, Hartlgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	58
Grünschiefer, Payerbach-Reichenau, NÖ (n = 2)	58-82
Grünschiefer, St. Corona/Wechsel, NÖ (n = 1)	13
Diabas (Metabasit), Grauwackenzone, Saalfelden, Sbg. (n = 2)	45-82
Diabas (Metabasit), Tösens, Ötztaler Alpen, Tirol (n = 1)	31
Diabas (Metabasit), Grazer Paläozoikum, Stmk. (n = 2)	91-127
Weinsberger Granit, NÖ/OÖ (n = 4)	92-143, $\emptyset = 117$
Mauthausener Granit, OÖ (n = 2)	59-97
Altenberger Granit, OÖ (n = 1)	34
Freistädter Granodiorit, OÖ (n = 1)	38
Quarzdiorit, Julbach, OÖ (n = 1)	83
Porphyroid, Erzberg, Stmk. (n = 1)	21
Gneis, Seckauer Kristallin, Preßnitzgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	96
Titanitführender Feinkorngranit, Aigen, OÖ (n = 1)	99

Paragneise, Schönberg/Kamp (n = 2)	21-61
Zentralgneise, Sbg. (n = 4)	27-54
Grobgneise, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 2)	< 10-22
Thurntaler Phyllit, Tessenberg, Osttirol (n = 2)	30-87
Phyllitischer Glimmerschiefer, Feistritz/Wechsel, NÖ (n = 1)	50

2.4. Gesamtbewertung

Die Durchschnittsgehalte im Bereich der Zentralzone entsprechen den geochemischen Vergleichs- und Bezugswerten. Die Durchschnittsgehalte in den Granitgebieten der Böhmisches Masse erscheinen als Folge der besonderen Verwitterungseigenschaften der Grobkorngesteine überhöht, verstärkt durch morphologische Einflüsse. Sie sind nur größenordnungsmäßig bzw. relativ zu werten. Eine geochemische Kontrolle erlaubt das Ce/La-Verhältnis (siehe auch Erläuterung zur Karte des Lanthans).

2.4. General Assessment

The average content in the region of the Central Zone is in accordance with geochemical comparison and reference data. The average contents in the granite regions of the Bohemian Massif appear to be excessively high as a consequence of the particular weathering properties of the coarse-grained rocks and intensified by morphological effects. They should only be evaluated on a relative basis within their order of magnitude. The Ce/La ratio provides a geochemical checking (refer also to explanatory notes on the map of lanthanum).

3. Regionale Elementverteilung

3.1. Böhmisches Masse

Das Verbreitungsgebiet des Weinsberger Granites deckt sich mit den Höchstwerten, wobei sich NW streichende Strukturen abzeichnen. Die weitgehende Übereinstimmung mit den Elementen Th und P und mineralogische Untersuchungen der Schwermineralfraktion zeigen Monazit als wesentliches Wirtmineral. Das Vorkommen tafeliger Kristalle des Monazites in Sedimenten des Kampflusses ist schon lange bekannt. Nicht ganz so hohe Werte zeigen manche Areale mit Perlgneisen, Grobkorngneisen und Dioriten. Mauthausener und Eisgarner Granite tendieren zu unterdurchschnittlichen Gehalten. Erhöhte Werte N Gmünd sind in einer Hochzone mit anderen Schwermineralelementen vorhanden.

3. Regional Element Distribution

3.1. Bohemian Massif

The area of the Weinsberger Granit coincides with the highest values; within the granite NW-striking structures are reflected. The extensive agreement with the elements Th and P as well as mineralogical investigation of the heavy mineral fraction identifies monazite as the essential host mineral. The occurrence of tabular monazite in sediments of the Kamp river is long known.

Not quite such high values occur in some areas with Perlgneis, Grobkorngneis and diorites. The Mauthausener and the Eisgarner Granit express contents less than average. Elevated values occur north of Gmünd in a high-zone, together with other heavy mineral elements.

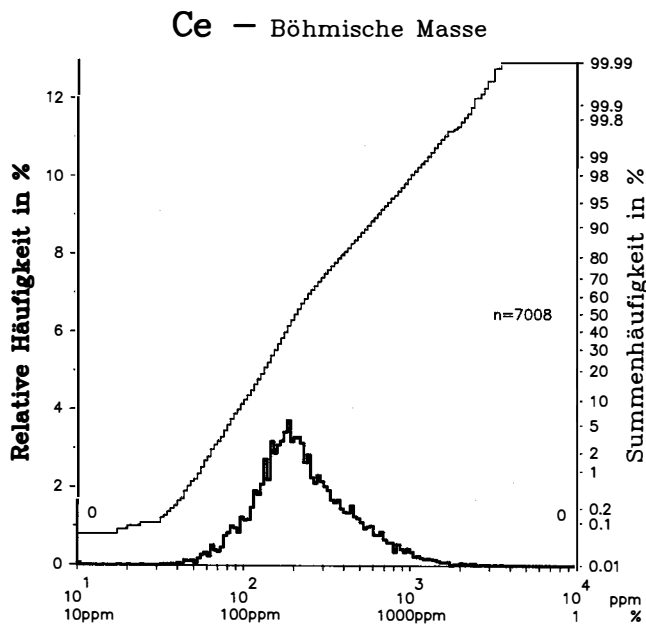


Abb. 19: Cer. Relative Häufigkeit und Summenhäufigkeit der Analysenwerte in der Böhmisches Masse und in der Zentralzone mit ergänzender Angabe der nicht im Histogrammbereich liegenden Probenanzahl.

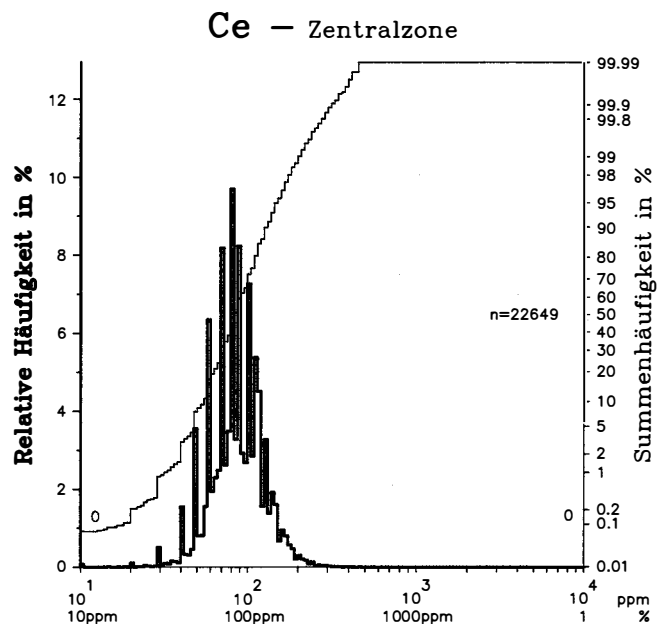


Fig. 19: Cerium. Relative frequency and cumulative frequency distributions of analytical values from the Bohemian Massif and the Central Zone with indications of the numbers of samples outside the histogram range.

Orthogneisgebiete sind durch niedrigere Gehalte gekennzeichnet, wie Bittescher und Gföhler Gneis und die Areale der Granite im Moravikum.

Im östlichen Waldviertel sind bei der Elementverteilung auch die Reste der tertiären Überlagerung zu beachten. Gleiches gilt für die Hochzone N Gmünd.

3.2. Zentralzone

In der Zentralzone liegen rund 50 % der Werte unter 85. Hohe Werte sind ohne besondere Hervorhebung oft altkristallinen, bzw. altpaläozoischen Serien mit Metasedimenten zuzuordnen. Hochwerte in Glimmerschieferkomplexen der Stubaiäer Alpen, der Schober- und Kreuzeck-Gruppe, der Muralpen u. a. bedürfen einer Klärung. Auffällig sind Konzentrationsdefizite im Stubalpen-Gleinalpen-Zug und im Wechselgebiet. Die Gehalte in granitischen Gesteinsarten, Zentralgneisen, Granodioritgneisen des Seckauer Kristallins, Grobgneisen und diversen Orthogneisen erscheinen eher durchschnittlich.

Orthogneissic areas are marked by lower contents, like the Bittescher and Gföhler Gneis and the granites of the Moravicum.

The interpretation of the element distribution in the eastern part of the Waldviertel should also consider the remains of the Tertiary cover; this equally applies to the high-zone north of Gmünd.

3.2. Central Zone

About 50 % of the values in the Central Zone are below 85. High values without particular contrast are often assignable to Altkristallin or Altpaläozoikum sequences with metasediments. High values in the mica-schist complexes of the Stubaiäer Alpen, the Schobergruppe, the Kreuzeck-Gruppe, the Muralpen and others have yet to be interpreted. The deficits in concentrations in the Stubalpen-Gleinalpen area and in the Wechsel region are conspicuous. Contents in granitic rocks, Zentralgneise, granodiorite-gneisses of the Seckauer Kristallin, Grobgneise and diverse orthogneisses appear, on the other hand, to be average.

Z: 27	Co	A: 58,93
Kobalt		Cobalt
Gehalte in ppm Co		Contents in ppm Co

1. Geochemie

1.1. Geogen

Spurenelement der Eisengruppe mit lithophilen und chalkophilen Eigenschaften. Begleitelement von Ni.

1.1.1. Gesteine

Magmatogen: Durchschnitt 25.

Ultrabasite 110 (Ni/Co 19); ozeanische Tholeiitbasalte 32; Basalte 48 (Ni/Co 2,7); Granodiorite 10; Granite 1.

Sedimentogen:

Tonschiefer 19 (Ni/Co 3); Sandsteine 0,3; Karbonatgesteine 2; Böden 8 (1-40, Ni/Co 2).

1.1.2. Minerale

Erzminerale: Sulfide wie Linneit Co_3S_4 (58 %); Arsenide wie Safflorit CoAs_2 (28 %), Skutterudit (Speiskobalt) CoAs_{2-3} (21 %); Sulfoarsenide wie Kobaltin (Kobaltglanz) CoAsS (35,5 %); Antimonide; Hydroxide und Oxide, wie Asbolan (MnO_2 mit bis 20 %), Spuren- bis Nebenelemente in Pyriten (in metamorpher Kieslagerstätten 0,x %), Arsenopyrit, u. a. In Fe-Mg-Silikaten.

1.1.3. Konzentration

Sulfidische Erzmineralisationen mit As, Fe, Ni, Cu und Ag. Oxidische Mineralisationen mit Mn.

1. Geochemistry

1.1. Geogene

Trace element of the Fe-group with lithophile and chalcophile properties. Associate element of Ni.

1.1.1. Rocks

Magmatogene: Average 25.

Ultrabasics 110 (Ni/Co 19); oceanic tholeiite-basalts 32; basalts 48 (Ni/Co 2,7); granodiorites 10; granites 1.

Sedimentogene:

Shales 19 (Ni/Co 3); sandstones 0.3; carbonate rocks 2; soils 8 (1-40, Ni/Co 2).

1.1.2. Minerals

Ore minerals: Sulphides, e. g. linnaeite Co_3S_4 (58 %); arsenides, e. g. safflorite CoAs_2 (28 %), skutterudite (smaltite) CoAs_{2-3} (21 %); sulfoarsenides e. g. cobaltite CoAsS (35,5 %); antimonides; hydroxides and oxides, as asbolane (MnO_2 , up to 20 %), trace to minor element in pyrites (in metamorphic sulphide deposits 0.x %), arsenopyrite, and others. In Fe-Mg-silicates.

1.1.3. Concentration

Sulphidic ore mineralisation with As, Fe, Ni, Cu and Ag. Oxidic mineralisation with Mn.

1.1.4. Wasser

Süßwasser 0,0001 ppm Co. Hydrolyse Co^{+2} pH 7 und Co^{+3} pH 1–2. Löslich als Co^{+2} und Organokomplexe.

1.1.5. Verwitterung

Mobilität wird durch Mn und Fe kontrolliert. Die sorptive Bindung an Oxidate des Mn ist stärker als an die des Eisens.

1.1.6. Biofunktion

Essentielles Spurenelement. Aktiviert Enzyme, z. B. für die Fixierung von Stickstoff in Pflanzen. Zentralatom des Vitamins B_{12} . Mangelkrankheiten. Co-arme Gebiete mit Massenerkrankungen von Weidevieh. In höheren Konzentrationen für Pflanzen sehr giftig, intravenös mäßig für Säugetiere.

1.2. Technogen

Stahlveredler mit relativ hoher Rückgewinnungsrate, sowie für andere Verwendungszwecke. Auf Grund der geringeren Produktionsrate (Weltproduktion $2 \cdot 10^4$ t Co/Jahr) ist die technogene Umweltdispersion eher gering, eventuell durch Hüttenschlacken.

2. Datenbewertung

2.1. Probenahme

Im allgemeinen ohne Einfluß.

2.2. Analytik

Teilweise Doppel- und Dreifachanalytik (zusätzlich OES). Beste Methode ICP. NWG ausreichend, LZW fast durchwegs unter ± 30 %.

1.1.4. Water

Fresh water 0.0001 ppm Co. Hydrolysis Co^{+2} pH 7 and Co^{+3} pH 1–2. Soluble as Co^{+2} and organo-complexes.

1.1.5. Weathering

Mobility is regulated through Mn and Fe. The sorptive bond to oxidates of Mn is markedly stronger than to oxidates of Fe.

1.1.6. Biofunction

Essential trace element. Activates enzymes, e. g. for the fixation of nitrogen in plants. Central atom of the vitamin B_{12} . Diseases of dietary deficiencies. Widespread cattle diseases in areas with low Co abundance. Highly toxic for plants with higher concentrations, moderately for mammals.

1.2. Technogene

Used in steel refining, with relatively high recycling rate, as well as in other applications. Because of the lower production rate (total world production $2 \cdot 10^4$ t/y Co) the technogenic dispersion to the environment is rather minor, eventually by smelter slags.

2. Data Assessment

2.1. Sampling

Generally without influence.

2.2. Analysis

Partly double and triple analysis (additionally OES). Best method is ICP. NWG is sufficient, LZW almost always less than ± 30 %.

2.3. Vergleichs- und Bezugsdaten/Comparison- and Reference Data

2.3.1. Kartenwerke/Atlases

Österreich: Böhmisches Massiv	12
Zentralzone	16
UK (1978)	15
Alaska (1984)	16
BRD (1985)	11

2.3.2. Regionale Daten/Regional Data

Donausediment, Aschach, OÖ	21
Österreichische Granitoide (n = 104)	5

2.3.3. Lokale Daten/Local Data

Ultrabasite, Kraubath, Stmk. (n = 90)	100
Eklogitamphibolit, Koralpe, Wies, Stmk. (n = 1)	37
Amphibolitgneise, Gleinalpe, Stmk. (n = 2)	41
Amphibolite, Waldviertel, NÖ (n = 29)	17–84
Grünschiefer, St. Corona/Wechsel, NÖ (n = 1)	42
Grünschiefer, Payerbach-Reichenau, NÖ (n = 2)	37
Diabas (Metabasit), Grauwackenzone, Saalfelden, Sbg. (n = 1)	31
Diabas (Metabasit), Tösens, Ötztaler Alpen, Tirol (n = 1)	23
Diabas (Metabasit), Grazer Paläozoikum, Stmk. (n = 2)	19–38
Weinsberger Granit, NÖ/OÖ (n = 1)	3

Mauthausener Granit, OÖ (n = 5)	3
Freistädter Granodiorit, OÖ (n = 1)	7
Quarzglimmerdiorit, Gebharts, Schrems, NÖ (n = 1)	20
Quarzdiorit, Julbach, OÖ (n = 2)	12
Titanitführender Feinkorngranit, Aigen, OÖ (n = 1)	12
Paragneise, Schönberg/Kamp, NÖ (n = 2)	2-22
Granulit, Meidling im Tal, NÖ (n = 2)	2-7
Porphyroid, Erzberg, Stmk. (n = 1)	43
Gneis, Seckauer Kristallin, Preßnitzgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	8
Zentralgneise, Sbg. (n = 27)	(10)
Grobgneise, Feistritz/Wechsel, NÖ (n = 2)	1
Thurntaler Phyllit, Tessenberg, Osttirol (n = 2)	39-97
Phyllitischer Glimmerschiefer, Feistritz/Wechsel, NÖ (n = 1)	20

2.4. Gesamtbewertung

Der Vergleich mit regionalen und anderen Daten zeigt unter Einschluß der Ni/Co-Verhältnisse, daß die Durchschnittswerte den lithologischen Gegebenheiten sehr nahe kommen.

3. Regionale Elementverteilung

3.1. Böhmisches Masse

Die Elementverteilung ist wegen der niedrigen Konzentrationen wenig markant. Fast 70 % aller Werte fallen in Gehalte unter 14. Areale mit dioritischen Gesteinen zeigen erhöhte Werte, gleich wie Einzelbereiche des Weinsberger Granites in zwei NW-SE streichenden Zonen, wobei die Anreicherung von eisenreichen Mineralphasen in den Bachsedimenten eine Rolle spielen dürfte. Der Mühlzug zeigt im nördlichen Bereich erhöhte Werte. Höhere Werte sind N Gmünd im Bereich der Hochzone von Schwermineralelementen zu verzeichnen.

In der Bunten Serie weisen Werte über 14 auf Amphibolitzüge hin. Zahlreiche Ultrabasitkörper werden kaum angezeigt.

2.4. General Assessment

Comparison with regional and other data including the Ni/Co-ratios shows that the average values approximate very closely prevailing lithological conditions.

3. Regional Element Distribution

3.1. Bohemian Massif

Because of their low concentrations, the elemental distribution is less marked. Almost 70 % of all values show concentrations of less than 14. Areas with dioritic rocks show raised values, as do individual regions of the Weinsberger Granit in two NW-SE-striking zones, whereby the enrichment in iron-rich mineral phases in the stream sediments could play a role. The Mühlzug shows higher values in its northern part. Higher values are recorded N of Gmünd in the high-zone of heavy mineral elements.

In the Variegated Series, values above 14 indicate amphibolites. Numerous ultrabasic bodies are hardly indicated.

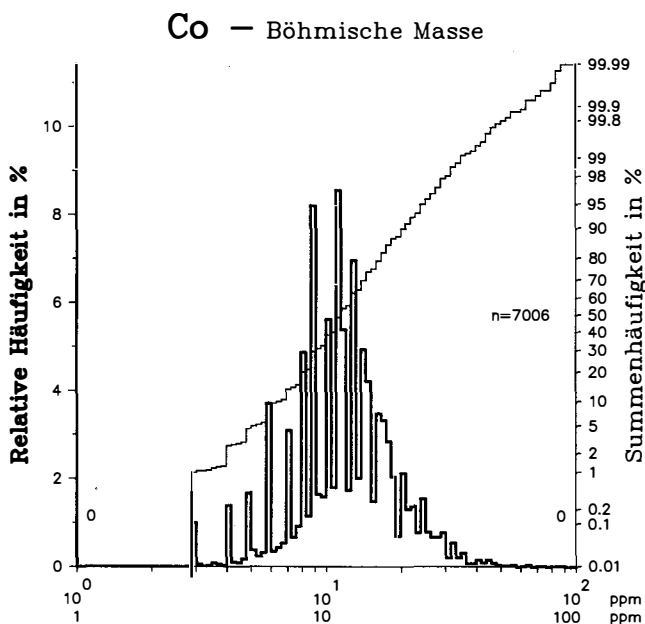


Abb. 20: Kobalt. Relative Häufigkeit und Summenhäufigkeit der Analysenwerte in der Böhmisches Masse und in der Zentralzone mit ergänzender Angabe der nicht im Histogrammbereich liegenden Probenanzahl.

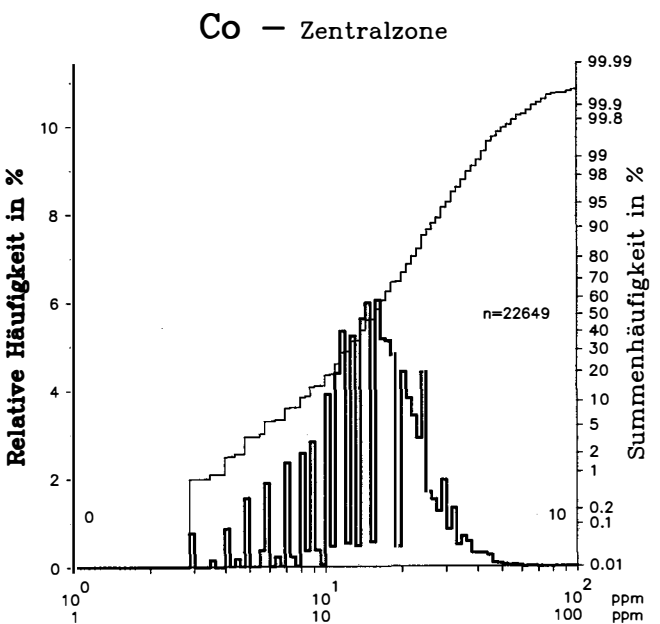


Fig. 20: Cobalt. Relative frequency and cumulative frequency distributions of analytical values from the Bohemian Massif and the Central Zone with indications of the numbers of samples outside the histogram range.

3.2. Zentralzone

Hohe und höchste Gehalte findet man in Gebieten mit Ultrabasitkörpern, wie in der Rechnitzer Schieferinsel und in Zonen mit Amphibolitziügen, wie in den Fischbacher Alpen, der Stubalpe und bei Kleinlobming.

Gleiches gilt im Altkristallin für das Gebiet der Gurktaler Alpen und der Wölzer Tauern, für basische Tuffite in der Deferegggen- und Kreuzeckgruppe, amphibolitführende Serien im Ötztal- und Silvrettakristallin.

Die quarzreichen Zentralgneiskerne, Orthogneise des Ötztaler Kristallins, der Seckauer Alpen und der Wechselserie werden wie bei Ni durch besonders niedere Gehalte ausgezeichnet.

Die Co-Ni-Vererzungen im Gebiet der Schladminger Tauern zeichnen sich kaum ab. Einzelne Vererzungen im Gebiet der westlichen Grauwackenzone wie E Rattenberg oder Taxenbach sind deutlich markiert. Gleiches gilt für die Ni-Co-Vererzung von Hohenwart bei Donnersbachwald, Wölzer Tauern.

Die altpaläozoische Inselbogenanlage wird durch Co relativ gut nachgezeichnet, wobei das Ni/Co-Verhältnis der basischen bis intermediären Gesteinsarten zugunsten von Co verschoben erscheint.

3.2. Central Zone

High and highest values are found in regions with ultrabasic bodies, as in the Rechnitzer Schieferinsel and in zones with amphibolite bodies, as in the Fischbacher Alpen, the Stubalpe and near Kleinlobming.

The same applies to the Altkristallin in the region of the Gurktaler Alpen and the Wölzer Tauern, for basic tuffites in the Deferegggen- and Kreuzeck-Gruppe, amphibolite containing series in the Ötztal- and Silvretta-Kristallin.

The quartz-rich Zentralgneis, orthogneisses of the Ötztal-Kristallin, the Seckauer Alpen and the Wechsel series are characterised by their especially low contents, same as in nickel.

The Co-Ni ore mineralisations in the area of the Schladminger Tauern are hardly indicated. Individual ore mineralisations are distinctly marked in the Grauwackenzone, as E of Rattenberg or Taxenbach. The same applies to Ni-Co mineralisation of Hohenwart near Donnersbachwald, Wölzer Tauern.

The Early Palaeozoic island arc system is well marked by Co, the Ni/Co-ratio of the basic to intermediate rock-types appearing to have been shifted in favour of Co.

Z: 24	Cr	A: 52,00
Chrom		Chromium
Gehalte in ppm Cr		Contents in ppm Cr

1. Geochemie

1.1. Geogen

Lithophiles Spuren- bis Nebenelement, ausgezeichnet durch hochschmelzende oxidische Verbindungen und geringe Mobilität. Vergesellschaftung mit Mg, Fe, Ni und Co. Leitelement für Ultrabasite und Basite.

1.1.1. Gesteine

Magmatogen: Durchschnitt 100.

Ultrabasite 3000; ozeanische Tholeiitbasalte 300; Basalte 170; Granodiorite 20; Granite 4.

Sedimentogen:

Tonschiefer 90; Sandsteine 35; Karbonatgesteine unter 10; Böden 40 (5-300).

1.1.2. Minerale

Erzmineral: Chromit FeCr_2O_4 (46,5 %).

Spuren- und Nebengehalte in Pyroxenen, Amphibolen, Glimmern, Chloriten, Spinellen, Granat, Epidot u. a.

1.1.3. Konzentration

Fast ausschließlich in den Chromiterzvorkommen der Ultrabasite.

1. Geochemistry

1.1. Geogene

Lithophile trace to minor element, characterised by high-melting oxides and low mobility. Association with Mg, Fe, Ni and Co. Indicator element for ultrabasics and basics.

1.1.1. Rocks

Magmatogene: Average is 100.

Ultrabasics 3000; oceanic tholeiite-basalts 300; basalts 170; granodiorites 20; granites 4.

Sedimentogene:

Shales 90; sandstones 35; carbonate rocks less than 10; soils 40 (5-300).

1.1.2. Minerals

Ore mineral: chromite FeCr_2O_4 (46.5 %).

Trace and minor contents in pyroxenes, amphiboles, micas, chlorites, spinels, garnet, epidote and others.

1.1.3. Concentration

Almost exclusively in the chromite ore occurrences of the ultrabasics.

1.1.4. Wasser

Süßwasser 0,001. Unter natürlichen Bedingungen Cr^{+3} schwer löslich. Hydrolyse pH 5,5. Nach Oxidation Bildung löslicher Komplexe wie $(CrO_4)^{-2}$.

1.1.5. Verwitterung

Chromit ist sehr verwitterungsbeständig und tritt als Schwermineral auf. Die Mobilität ist gering. Oxidation zu wasserlöslichen Verbindungen ist an warme Klimazonen gebunden. Im Bachsediment Anreicherung mit Fe in der Feinfraktion. Schwermineralfraktion mit Chromit und Cr-haltigen Spinellen.

1.1.6. Biofunktion

Kein essentielles Bioelement. Höhere Oxidationsstufen toxisch für Organismen.

1.2. Technogen

Weltproduktion $1 \cdot 10^7$ t Chromit/Jahr. Verwendung als Stahlveredelungsmetall, für hochfeuerfeste Werkstoffe, Pigmente, Chemikalien.

Umweltbelastungen hauptsächlich durch industrielle Abwässer wie der Galvanisier-, Textil- und Lederindustrie.

2. Datenbewertung

2.1. Probenahme

In Bereichen mit Bindungen an die Schwermineralfraktion ist ein Einfluß möglich.

2.2. Analytik

Überwiegend Doppelanalytik. Wahl der ICP-Methode mit dem Nachteil eines unvollkommenen Aufschlusses und Vorteil besserer NWG. LZW überwiegend unter ± 40 %.

1.1.4. Water

Fresh water 0.001. Under natural conditions Cr^{+3} is hardly soluble. Hydrolyses at pH 5.5; forms soluble complexes after oxidation such as $(CrO_4)^{-2}$.

1.1.5. Weathering

Chromite is very resistant to weathering and occurs as a heavy mineral. Low mobility. Oxidation to water-soluble compounds is restricted to warm climate. In stream sediments enriched in the fine fraction together with Fe. The heavy mineral fraction contains chromite and Cr-containing spinels.

1.1.6. Biofunction

Not an essential bioelement. The higher oxidation states are toxic for organisms.

1.2. Technogene

World production totals $1 \cdot 10^7$ t/y of chromite. Is used in alloy steels, as high-refractory materials, pigments and chemicals.

Environmental pollution mainly caused by industrial waste waters, e. g. in the galvanising, textile and leather industries.

2. Data Assessment

2.1. Sampling

Bias is possible in areas where link to heavy mineral fraction occurs.

2.2. Analysis

Mainly double analysis. Method of choice is ICP, with the disadvantage of incomplete dissolution and the advantage of a better NWG; LZW is less than ± 40 %.

2.3. Vergleichs- und Bezugsdaten/Comparison- and Reference Data

2.3.1. Kartenwerke/Atlases

Österreich: Böhmisches Massiv	33
Zentralzone	73
UK (1978)	50
Alaska (1984)	92
BRD (1985)	54

2.3.2. Regionale Daten/Regional Data

Donausediment, Aschach, OÖ	100
Carditaschiefer (Trias)	63
Österreichische Granitoide (n = 104)	25

2.3.3. Lokale Daten/Local Data

Ultrabasite, Kraubath, Stmk. (n = 227)	3700
Ultrabasite (Ophiolithe), Rechnitzer Pennin, Bgld. (n = 5)	2500
Amphibolite, Waldviertel, NÖ (n = 29)	36-1300
Eklogitamphibolit, Koralpe, Wies, Stmk. (n = 1)	320
Amphibolitgneis, Gleinalpe, Stmk. (n = 1)	120
Grünschiefer, St. Corona/Wechsel, NÖ (n = 1)	230
Grünschiefer, Payerbach-Reichenau, NÖ (n = 2)	44-48

Grüngesteine (Jura), Großglockner, Sbg., Ktn. (n = 15)	350
Grünschiefer, Rechnitzer Pennin, Bgld. (n = 33)	340
Diabas (Metabasit), Grauwackenzone, Saalfelden, Sbg. (n = 1)	120
Diabas (Metabasit), Tösens, Ötztaler Alpen, Tirol (n = 1)	190
Diabase (Metabasite), Grazer Paläozoikum, Stmk. (n = 2)	67–393
Tonalitgneis, Ötztal, Tirol (n = 1)	53
Quarzdiorit, Julbach, OÖ (n = 1)	38
Titanitführender Feinkorngranit, Aigen, OÖ (n = 1)	35
Weinsberger Granit, NÖ/OÖ (n = 5)	12
Mauthausener Granit, OÖ (n = 5)	18
Gföhler Gneis, NÖ (n = 1)	19
Dobragneis, NÖ (n = 1)	3
Bittescher Gneis, NÖ (n = 1)	3–5
Krumauer Paragneise, NÖ (n = 3)	87
Granulit, Meidling im Tal, NÖ (n = 2)	2–7
Villacher Granit, Zauchen, Ktn. (n = 5)	7
Zentralgneise, Sbg. (n = 18)	1–110, $\emptyset = 20$
Grobgneise, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 2)	< 1
Kalkglimmerschiefer und Phyllite, Rechnitzer Pennin, Bgld. (n = 8)	320
Thurntaler Phyllit, Tessenberg, Osttirol (n = 2)	57–86
Phyllitischer Glimmerschiefer, Feistritz/Wechsel, NÖ (n = 1)	64

2.4. Gesamtbewertung

Die Durchschnittswerte entsprechen den Daten anderer geochemischer Kartenwerte, soweit die lithologische Zusammensetzung vergleichbar ist. Die Cr-Verteilung der Karte folgt übereinstimmend den lithologischen Gegebenheiten.

3. Regionale Elementverteilung

3.1. Böhmisches Massiv

In den Granitgebieten liegen die Werte fast durchwegs unter 48, ein beträchtlicher Anteil sogar unter 24, wie im Bereich des Eisgarner und teilweise des Mauthausener Granites, jedoch etwas höher als der Durchschnittsgehalt im Gestein erwarten läßt. Stärkere Anreicherungen sind mit Vorkommen dioritischer Gesteine, Grobkorngneisen u. a. vor allem im Mühlzug, verbunden. Auch die Perlgneise und Migmatite NW Linz zeichnen sich durch höhere Konzentrationen ab.

Im Kontrast zu den SiO₂-reichen Gesteinen, wie Gföhler Gneis, Bittescher Gneis u. a. wird der Rastemberger Granodiorit deutlich mit stark erhöhten Gehalten markiert. In stark wechselndem Ausmaß trifft dies auch für Amphibolite und Ultrabasilkörper zu.

3.2. Zentralzone

Die Verteilung folgt weitgehend den lithologischen Gegebenheiten. Hohe und höchste Werte markieren zahlreiche Ultrabasil- und Ophiolitkörper, häufig auch in deutlicher Korrelation mit Ni und Co, wie beispielsweise in der Arosaschuppenzone, der Rahmenzone des Engadiner Fensters, im Gebiet Kelchsau, Alpbach oder in den Hüllserien des Tauernfensters im Bereich der Granatspitzgruppe, bei Heiligenblut und entlang der gesamten Matreier Zone. Die großen Serpentininkomplexe von Hochgrößen, Kraubath und im Bereich der Rechnitzer Schieferinsel, ferner aber auch die metabasitischen Serien der Grauwackenzone zwischen Kitzbühel und Dienten werden durch hohe Gehalte markant hervorgehoben.

2.4. General Assessment

The average values are in accordance with data from other geochemical surveys, as far as the lithological composition is comparable. Cr distribution on the map closely follows the lithological conditions.

3. Regional Element Distribution

3.1. Bohemian Massif

Almost all values in the granite regions are below 48, a considerable portion of values even below 24, as in the domain of the Eisgarner and partly the Mauthausener Granit, although somewhat higher values than could be expected from the rock averages. Enhanced contents are related to occurrences of dioritic rocks, Grobkorngneise etc., particularly in the Mühlzug area. The Perlgneise and migmatites NW of Linz are distinguished by higher concentrations. In contrast to the rocks rich in SiO₂, e. g. Gföhler Gneis, Bittescher Gneis and others, the Rastemberger Granodiorit is distinctly marked with strongly enhanced contents. The same applies to a widely varying degree for the amphibolites and ultrabasic bodies.

3.2. Central Zone

The distribution largely follows lithological conditions. High and highest values mark numerous ultrabasic and ophiolite bodies, frequently also in distinct correlation with Ni and Co, as for example the Arosa Schuppenzone, the zone framing the Engadin Window, the region of Kelchsau, Alpbach or in the Hüllschiefererien of the Tauern Window in the domain of the Granatspitz group, near Heiligenblut and along the entire Matreier Zone. The extensive serpentinite complex of Hochgrößen, Kraubath and the domain of the Rechnitz Window, further also the metabasitic series of the Grauwackenzone, between Kitzbühel and Dienten, are prominent by their high concentrations.

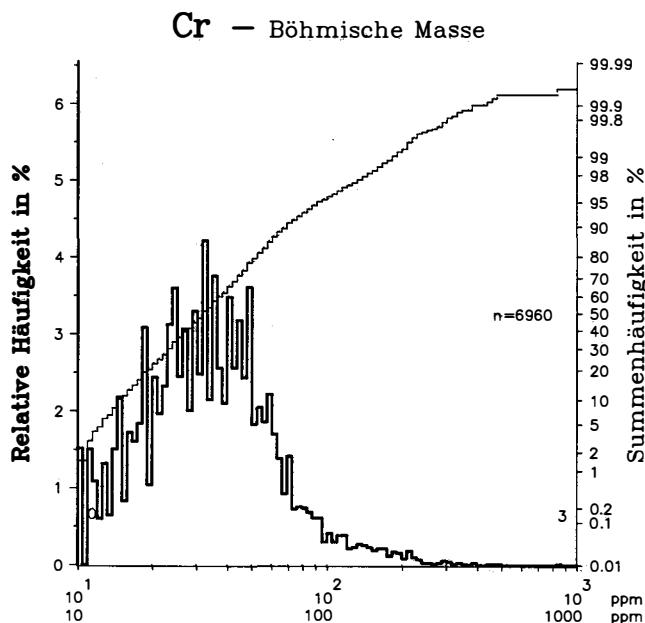


Abb. 21: Chrom.
Relative Häufigkeit und Summenhäufigkeit der Analysenwerte in der Böhmisches Masse und in der Zentralzone mit ergänzender Angabe der nicht im Histogrammbereich liegenden Probenanzahl.

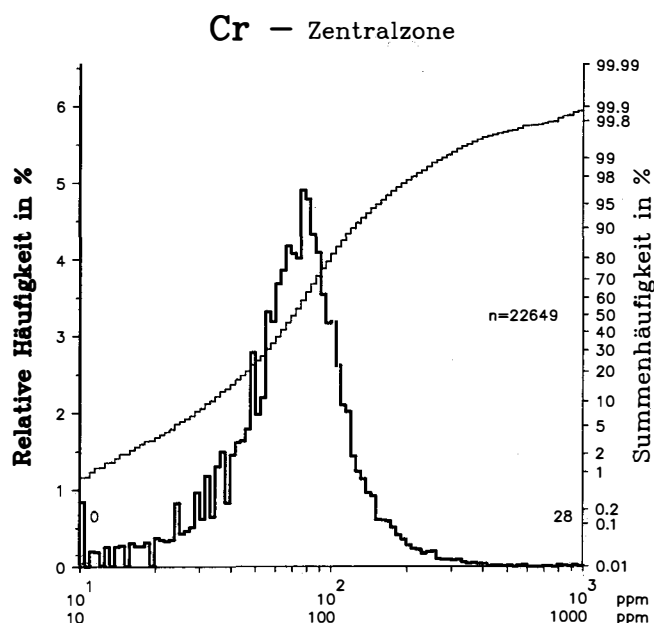


Fig. 21: Chromium.
Relative frequency and cumulative frequency distributions of analytical values from the Bohemian Massif and the Central Zone with indications of the numbers of samples outside the histogram range.

Mittlere Gehalte begleiten häufig basische Gesteine, wie Amphibolite im Altkristallin. Dies gilt, wenn auch oft schwächer, für Metabasite niedrigeren Metamorphosegrades, wie in der Grauwackenzone oder im Grazer Paläozoikum.

Dagegen zeigen die Zentralgneiskerne, Orthogneise im Altkristallin, wie in der Ötztalgruppe, im Seckauer und Wechselkristallin ebenso zahlreiche Partien der Quarzphyllitserien und Karbonatgesteinsareale signifikant niedrige Werte.

Die extrem hohen Gehalte der Ultrabasite geben nur lithologische Hinweise.

Die Verteilung folgt weitgehend altpaläozoischen Strukturen und Anlagen, allerdings ergänzt im höheren Mesozoikum durch Ophiolite und Metabasite einer ozeanischen Krustenentwicklung.

Intermediate concentrations are frequently associated with basic rocks, like amphibolites in the Altkristallin. This applies, even though often less intensely, to metabasites, of lower metamorphic grade or the Graz Palaeozoic.

By contrast, the Zentralgneis cores, orthogneisses in the Altkristallin, as in the Ötztaler Alpen, the Seckauer and Wechsel-Kristallin, as well as numerous sections of the Quarzphyllitserien and areas of carbonate rocks have significantly low values.

The extremely high values in ultrabasics should only be considered as lithological indications.

The distribution follows largely Early Palaeozoic structures, although it is supplemented later in the Mesozoics by deposition of ophiolites and basic rocks in an oceanic crustal development.

Z: 29	Cu	A: 63,64
Kupfer		Copper
Gehalte in ppm Cu		Contents in ppm Cu

1. Geochemie

1.1. Geogen

Chalkophiles Spurenelement. Assoziiert mit anderen Übergangselementen, wie Cr, Fe, Ni, Co, aber auch As. Höchstgehalte in basischen und intermediären Gesteinstypen.

1. Geochemistry

1.1. Geogene

Chalcophile trace element. Associated with other transition elements, such as Cr, Fe, Ni, Co, but also As. The highest concentrations occur in basic and intermediate rock types.

1.1.1. Gesteine

Magmatogen: Durchschnitt 55
Ultrabasite 10; Basalte 87; Granodiorite 30; Granite 10.
Sedimentogen:
Tonschiefer 45; Sandsteine 5; Karbonatgesteine 4; Böden 15 (2–100).

1.1.2. Minerale

Erzminerale: Vorwiegend Sulfide, wie Chalkopyrit (Kupferkies) CuFeS_2 (34,5 %), Bornit (Buntkupferkies) Cu_5FeS_4 (bis 63 %), Chalkosin (Kupferglanz) Cu_2S (80 %), Fahlerzgruppe (bis 52 %) und andere komplexe Cu-As-Sb-Sulfide.

Spuren in Fe-Mg-Silikatmineralen.

1.1.3. Konzentration

Mit Fe und Zn in Kieslagerstätten, mit Au, Mo, Pb, Zn, Ag, As, Sb, Bi, Ni und Co in hydrothermalen Vererzungen. In manchen Schwarzschiefern und Sandsteinen.

1.1.4. Wasser

Süßwasser 0,003. Cu^{+1} und Cu^{+2} gut löslich. Hydrolyse bei pH 5.

1.1.5. Verwitterung

Oxidation der sulfidischen Erze zu Oxiden, Sulfaten, Karbonaten, Phosphaten, Arsenaten u. a. Barrieren: Änderungen des pH-Wertes im karbonatischen Milieu, Sorption an Fe-, Mn-Hydroxide und Humusstoffe. Im Sediment überwiegt die Bindung an die Feinfraktion.

1.1.6. Biofunktion

Essentielles Bioelement für Pflanzen und Tiere. Mangelkrankheiten bei Gehalten unter 10 im Boden, Wechselwirkung mit Mo und Fe. Bestandteil von Metallenzymen. In höheren Konzentrationen in Lösung höchst giftig für Wirbellose, mäßig für Säugetiere.

1.2. Technogen

Buntmetall (Weltproduktion $1 \cdot 10^7$ t Cu/Jahr) mit mehrfacher technischer Verwendung als Metall (Elektrotechnik, Legierungsmetall) mit bedeutender Wiedergewinnungsrate. Umwelteinflüsse durch hüttentechnische Prozesse, industrielle Stäube und Abfälle, Verwendung von Chemikalien, beispielsweise Fungizide in der Landwirtschaft.

2. Datenbewertung

2.1. Probenahme

Einfluß nur bei besonders hoher Konzentration oder bei Bindung an organische Substanz.

2.2. Analytik

Teilweise Doppel- und Mehrfachanalytik mit Wahl der ICP-Methode. Ausreichende NWG, LZW meist unter ± 20 %.

1.1.1. Rocks

Magmatogene: Average 55
Ultrabasics 10; basalts 87; granodiorites 30; granites 10.
Sedimentogene:
Shales 45; sandstones 5; carbonate rocks 4; soils 15 (2–100).

1.1.2. Minerals

Ore minerals: Predominantly sulfides, such as chalcopyrite CuFeS_2 (34.5 %), bornite Cu_5FeS_4 (up to 63 %), chalcocite Cu_2S (80 %), fahlore group (up to 52 %) and other complex Cu-As-Sb-sulfides.

Trace quantities in Fe-Mg-silicate minerals.

1.1.3. Concentration

Together with Fe and Zn in sulphide deposits, in hydrothermal mineralisations with Au, Mo, Pb, Zn, Ag, As, Sb, Bi, Ni and Co; in some black shales and sandstones.

1.1.4. Water

Fresh water 0.003. Cu^{+1} and Cu^{+2} are readily soluble; hydrolyses at pH 5.

1.1.5. Weathering

Oxidation of sulfidic ores to oxides, sulfates, carbonates, phosphates, arsenates and others. Barriers: changes in pH-value in carbonate environment. Sorption on Fe-, Mn-hydroxides and humic matter. Predominantly bound to the fine fraction of the sediments.

1.1.6. Biofunction

An essential bioelement for plants and animals. Deficiency diseases occur where contents are less than 10 in the soil, interaction with Mo and Fe. Component of metal-enzymes. Highly toxic in solutions with higher concentrations for invertebrates, moderately so for mammals.

1.2. Technogene

Base metal (total world production $1 \cdot 10^7$ t/y Cu) with multiple utilization as the metal (electrical engineering, alloys) with significant recycling rate.

Environmental dispersion due to metallurgical processes, chemicals, e.g. as a fungicide in agriculture.

2. Data Assessment

2.1. Sampling

Significant influence only at high concentrations or through bonding to organic matter.

2.2. Analysis

Partially double and multiple analysis with ICP as the method of choice. Sufficient NWG, LZW is mostly ± 20 %.

2.3. Vergleichs- und Bezugsdaten/Comparison- and Reference Data

2.3.1. Kartenwerke/Atlases

Österreich: Böhmisches Massiv	13
Zentralzone	21
UK (1978)	20
Alaska (1984)	32
BRD (1985)	9

2.3.2. Regionale Daten/Regional Data

Donausediment, Aschach, OÖ	49
Carditaschiefer (Trias)	23
Österreichische Granitoide (n = 104)	157

2.3.3. Lokale Daten/Local Data

Ultrabasite (Ophiolithe), Rechnitzer Pennin, Bgld. (n = 5)	14
Eklogitamphibolit, Koralmpe, Wies, Stmk. (n = 1)	49
Amphibolite, Waldviertel, NÖ (n = 29)	< 10–205
Amphibolitgneise, Gleinalpe, Stmk. (n = 2)	34
Grünschiefer, St. Corona/Wechsel, NÖ (n = 1)	57
Grünschiefer, Rechnitzer Pennin, Bgld. (n = 33)	50
Grünschiefer, Payerbach-Reichenau, NÖ (n = 2)	22–85
Diabas (Metabasit), Grauwackenzone, Saalfelden, Sbg. (n = 1)	22
Diabase (Metabasite), Grazer Paläozoikum, Stmk. (n = 2)	20–80
Weinsberger Granit, NÖ/OÖ (n = 5)	15
Mauthausener Granit, OÖ (n = 5)	11
Eisgarnier Granit, NÖ (n = 2)	3–4
Freistädter Granodiorit, OÖ (n = 1)	21
Quarzdiorit, Julbach, OÖ (n = 2)	19
Titanitführender Feinkorngranit, Aigen, OÖ (n = 1)	12
Dobragneis, NÖ (n = 14)	5
Bittescher Gneis, NÖ (n = 1)	3
Porphyroid, Erzberg, Stmk (n = 1)	55
Paragneise, Schönberg/Kamp, NÖ (n = 2)	13–55
Villacher Granit, Zauchen, Ktn. (n = 5)	7
Gneis, Seckauer Kristallin, Preßnitzgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	15
Zentralgneise, Sbg. (n = 27)	10
Grobgneise, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 2)	13
Thurmtaler Phyllit, Tessenberg, Osttirol (n = 2)	30
Phyllitischer Glimmerschiefer, Feistritz/Wechsel, NÖ (n = 1)	26

2.4. Gesamtbewertung

Der Vergleich der Durchschnittswerte mit geochemischen Kartenwerken sowie regionalen und lokalen Daten läßt Übereinstimmung erkennen.

2.4. General Assessment

Comparison of the average values with geochemical surveys as well as regional and local data indicate correspondence.

3. Regionale Elementverteilung

3.1. Böhmisches Massiv

Etwa 70 % aller Werte liegen unter 16. Erhöhte Werte folgen der Vitiser Störungszone. Einzelne deutliche Hochwerte im Granitgebiet bedürfen zur Interpretation gezielter Untersuchungen.

Werte über 16 sind großteils an die amphibolitführende Bunte Serie und Ultrabasitkörper gebunden. Angezeigt ist der Rastenberger Granodiorit. Cu-arm sind vor allem Areale mit sauren Gesteinen, wie Gföhler Gneis, Granulite u. a.

Erhöhte Werte am Ostrand bei Krems, Langenlois und Maissau, sind entweder als Umwelteinflüsse in

3. Regional Element Distribution

3.1. Bohemian Massif

Approximately 70 % of all values are below 16. Raised values follow the Vitis Fault zone. Single significant high values in the granitic region require orientated examination for interpretation.

Values exceeding 16 are mostly tied to the amphibolite-bearing Variegated Series and ultrabasic bodies: the Rastenberger Granodiorit is indicated. Areas with acid rocks, e. g. the Gföhler Gneis, granulites etc. are particularly low in Cu.

Raised values along the eastern edge near Krems, Langenlois and Maissau can be interpreted either en-

Weinbaugebieten oder als schwache Cu-Mineralisation in paläozoischen Konglomeraten im Moravikum zu deuten.

environmentally affected by wine-growing areas or being caused by a weak Cu mineralisation in Palaeozoic conglomerates of the Moravicum respectively.

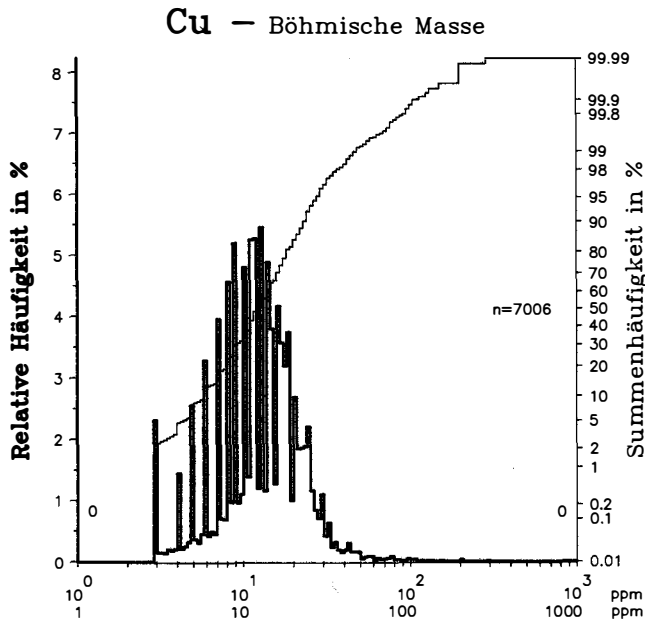


Abb. 22: Kupfer. Relative Häufigkeit und Summenhäufigkeit der Analysenwerte in der Böhmisches Masse und in der Zentralzone mit ergänzender Angabe der nicht im Histogrammbereich liegenden Probenanzahl.

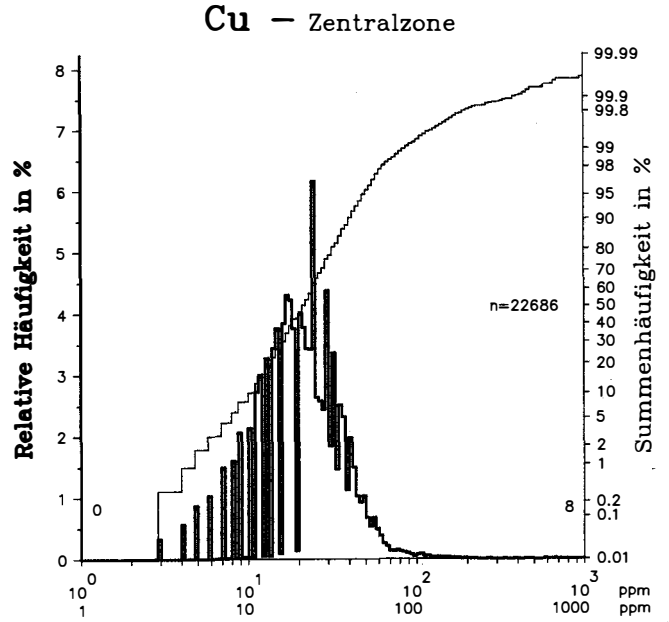


Fig. 22: Copper. Relative frequency and cumulative frequency distributions of analytical values from the Bohemian Massif and the Central Zone with indications of the numbers of samples outside the histogram range.

3.2. Zentralzone

Gehalte über 31 sind überwiegend an Basite und Metabasite gebunden, wie im westlichen Altkristallin, in der Deferegggen- und Schober-Gruppe, in der Kreuzeckgruppe, ferner in den Schladminger und Wölzer Tauern. Bemerkenswert sind auch Verteilungsmuster, die andeutungsweise den Inselbogenstrukturen im Stubalpen-Gleinalpenzug und nach E folgen. Das Grazer Paläozoikum E der Mur ist durch Basite markiert. Die westliche Grauwackenzone, die wesentlich mehr basische Gesteine aufweist, ist deutlicher als die östliche hervorgehoben.

Areale unter 16 beinhalten vorwiegend saure Gesteine magmatischer Herkunft, wie im Pennin die Zentralgneiskerne, ferner klastische Sedimente ohne basische Komponenten und auch Karbonatgesteine.

Der lithologische Untergrund wird durch Erzmineralisationen meist erheblich übertroffen. Daher bilden sich sowohl in den paläozoischen Serien der nördlichen Grauwackenzone und der Gurktaler Serie die zahlreichen kupferführenden Eisenspatlagerstätten und die nicht unbedeutenden ehemaligen Erzreviere Schwaz, Brixlegg, Kitzbühel, Dienten, Mitterberg-Mühlbach, Johnsbach, Raxalpe und Payerbach ab. Auch die komplexen Sulfidlagerstätten im Altkristallin der Deferegger Alpen, Kreuzeckgruppe, Schladminger Tauern und die Kiesvorkommen der Rahmenzone des Tauernfensters, wie beispielsweise Brenntal, Arltal, Hüttschlag, Fragant, oder in der Rechnitzer Schieferinsel treten deutlich hervor.

3.2. Central Zone

Contents of more than 31 are mainly connected with basic rocks and metabasics, as in the western Altkristallin, in the Deferegggen- and Schober-Gruppe, in the Kreuzeck-Gruppe, further in the Schladminger and Wölzer Tauern. Also remarkable are the distribution patterns, which are indicated in the island arc structures in the Stubalpe and Gleinalpe range. The Graz Palaeozoic east of the Mur river is flagged through basic rocks. The western Grauwackenzone, which contains substantially more basic rocks, is significantly more prominent than the eastern Grauwackenzone.

Areas below 16 predominantly contain acid rocks of magmatic origin, as in the Zentralgneis cores of the Penninic, furthermore clastic sediments with no basic components and also carbonate rocks.

The lithological background values are in general significantly exceeded by ore mineralisations. Hence the numerous copper-bearing siderite ore deposits in the Palaeozoic series of the Northern Grauwackenzone and in the Gurktal series and the not insignificant former mining districts of Schwaz, Brixlegg, Kitzbühel, Dienten, Mitterberg-Mühlbach, Johnsbach, Raxalpe and Payerbach. In addition, the complex sulphide deposits in the Altkristallin of the Deferegger Alpen, the Kreuzeck-Gruppe, the Schladminger Tauern and the sulphide occurrences in the zone bordering the Tauern Window, as for example Brenntal, Arltal, Hüttschlag, Fragant, or in the Rechnitzer Schieferinsel are distinctive.

Z: 26	Fe	A: 55,847
Eisen		Iron
Gehalte in % Fe		Contents in % Fe

1. Geochemie

1.1. Geogen

Gesteinsbildendes Hauptelement, vierthäufigst in der Kruste, dritthäufigst im Erdmantel. Begleitet von den anderen Übergangselementen wie Mg, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Ni, Co, Cu und Zn.

1.1.1. Gesteine

Magmatogen: Durchschnitt 5,6
 Ultrabasite 9,4; ozeanische Tholeiitbasalte 6,7; Basalte 8,65; Granodiorite 2,7; Granite 1,4.

Sedimentogen:

Tonschiefer 4,8; Sandsteine 1,0; Karbonatgesteine 0,4; Böden 2,1 (2–100).

1.1.2. Minerale

Oxide, wie Magnetit Fe_3O_4 (72), Hämatit und Maghemit Fe_2O_3 (70); Hydroxide (Limonit bis 63); Eisenkarbonat, wie Siderit FeCO_3 (48); Sulfide, wie Pyrit und Markasit FeS_2 (46,5), Pyrrhotin (Magnetkies) Fe_{1-x}S (63,5); Fe-Mg-Silikate wie Olivin, Pyroxene, Amphibole, Biotit, Granat (Almandin) u. a.

1.1.3. Konzentration

Liquidmagmatische, hydrothermale bis sedimentäre Lagerstättenbildungen.

1.1.4. Wasser

Süßwasser 0,1 ppm. Fe^{2+} nur im reduzierenden Milieu beständig. Ausfällung von Fe^{3+} als Hydroxid ab pH 2–3. Kolloidale Suspensionen, Bindung an Humusstoffe.

1.1.5. Verwitterung

Mäßig mobil als Fe^{2+} , immobil als Fe^{3+} . Oxidation aller Erzminerale mit Fe^{2+} . Kolloide Hydroxide weisen hohe Sorptionseigenschaften für Anionenkomplexe, AsO_3^{-2} , PO_4^{-3} , SeO_3^{-2} , VO_4^{-3} u. a. auf. In Bachsedimenten sowohl an die Feinfraktion als auch an die Schwermineralfraktion gebunden.

1.1.6. Biofunktion

Bioelement für alle Organismen. Essentiell für die enzymatische Synthese von Chlorophyll und Bestandteil des Hämoglobins (Blutfarbstoff).

1.2. Technogen

Technisch häufigst genutztes Metall (Eisen und Stahl). Weltproduktion $6 \cdot 10^8$ t Fe/Jahr. Umweltdispersion durch Eisenabfälle, Rost, Pigmente, Flugstaub des Blasstahlverfahrens und Flugasche der Kohleverbrennung.

1. Geochemistry

1.1. Geogene

Rock-forming major element, fourth most frequent in the crust, third most frequent in the mantle. Association with the other transition elements, such as Mg, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Ni, Co, Cu and Zn.

1.1.1. Rocks

Magmatogene: Average 5.6.
 Ultrabasics 9.4; oceanic tholeiite-basalts 6.7; basalts 8.65; granodiorites 2.7; granites 1.4.

Sedimentogene:

Shales 4.8; sandstones 1.0; carbonate rocks 0.4; soils 2.1

1.1.2. Minerals

Oxides e. g. magnetite Fe_3O_4 (72), hematite and maghemite Fe_2O_3 (70); hydroxides (limonite up to 63); iron carbonate such as siderite FeCO_3 (48); sulphides, such as pyrite and marcasite FeS_2 (46.5), pyrrhotite Fe_{1-x}S (63,5); Fe-Mg-silicates such as olivine, pyroxenes, amphiboles, biotite, garnet and others.

1.1.3. Concentration

Liquid magmatic, hydrothermal and sedimentary ore deposits.

1.1.4. Water

Fresh water 0.1 ppm. Fe^{2+} only soluble in reducing environment. Deposition of Fe^{3+} as the hydroxide beginning at pH 2–3. Colloidal suspensions, bonds to humic matter.

1.1.5. Weathering

Moderately mobile as Fe^{2+} , immobile as Fe^{3+} . Oxidation of all ore minerals with Fe^{2+} . Colloidal hydroxides have high sorption capacities for anionic complexes, e. g. AsO_3^{-2} , PO_4^{-3} , SeO_3^{-2} , VO_4^{-3} and others. In stream sediments in the fine as well as the heavy mineral fractions.

1.1.6. Biofunction

It is a bioelement for all organisms. Essential for the enzymatic synthesis of chlorophyll, component of the haemoglobin (blood pigment).

1.2. Technogene

Industrially the most frequently utilised metal (iron and steel). Total world production is $6 \cdot 10^8$ t/y Fe. Dispersed in the environment as iron waste, rust, pigments, airborne dust derived from blast furnaces and coal incineration.

2.3. Vergleichs- und Bezugsdaten/Comparison- and Reference Data

2.3.1. Kartenwerke/Atlases

Österreich: Böhmisches Masse	2,5
Zentralzone	3,7
UK (1978)	2,5
Alaska (1984)	3,5

2.3.2. Regionale Daten/Regional Data

Donausediment, Aschach, OÖ	3,5
Carditaschiefer (Trias)	2,8
Österreichische Granitoide (n = 104)	2,4

2.3.3. Lokale Daten/Local Data

Ultrabasite, Kraubath, Stmk. (n = 227)	5,6
Ultrabasite (Ophiolithe), Rechnitzer Pennin, Bgld. (n = 7)	5,9
Eklogit amphibolit, Koralm, Wies, Stmk. (n = 1)	3,8
Amphibolitgneise, Gleinalpe, Stmk. (n = 2)	7,4–10,8
Amphibolit, Gleinalpe, Stmk. (n = 1)	8,1
Amphibolit, Dörflinger Alm, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	12
Amphibolit, Hartlgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	9,2
Grünschiefer, St. Corona/Wechsel, NÖ. (n = 1)	9
Grünschiefer, Payerbach-Reichenau, NÖ. (n = 2)	9,7
Grünschiefer, Rechnitzer Pennin, Bgld. (n = 33)	7,2
Diabase (Metabasite), Grazer Paläozoikum, Stmk. (n = 2)	9,7–12,2
Weinsberger Granit und Mauthausener Granit, NÖ/OÖ (n = 17)	< 2,6
Eisgarner und Schremser Granit, NÖ (n = 7)	< 2
Freistädter Granodiorit, OÖ (n = 1)	2,3
Titanitführender Feinkorngranit, Aigen, OÖ (n = 1)	2,5
Quarzdiorit, Julbach, OÖ (n = 1)	4,1
Diorite, Moldanubikum, OÖ (n = 5)	bis 5
Paragneise, Schönberg/Kamp, NÖ (n = 2)	0,9–5,0
Porphyroid, Erzberg, Stmk. (n = 1)	1,6
Gneis, Seckauer Kristallin, Preßnitzgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	2,5
Zentralgneise, Sbg. (n = 27)	1,6
Grobgneise, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 2)	1,1
Thurmtaler Phyllit, Tessenberg, Osttirol (n = 2)	5,3
Phyllitischer Glimmerschiefer, Feistritz/Wechsel, NÖ (n = 1)	5,3

2. Datenbewertung

2.1. Probenahme

Einfluß nicht auszuschließen.

2.2. Analytik

Doppelanalytik unter Wahl der ICP-Methode. LZW meist unter $\pm 20\%$.

2.4. Gesamtbewertung

Die erhaltenen Durchschnittswerte kommen der Realität nahe. Die Kartendarstellung kann als gut gesichert angesehen werden.

3. Regionale Elementverteilung

3.1. Böhmisches Masse

Die mit Granit bedeckten Flächen überschreiten kaum den Wert von 3,8. Die Verbreitungsgebiete des

2. Data Assessment

2.1. Sampling

Influence cannot be excluded.

2.2. Analysis

Double analysis, with choice of the ICP method. The LZW is most frequently less than $\pm 20\%$.

2.4. General Assessment

The average values obtained are realistic. The map representation can be considered as well assured.

3. Regional Element Distribution

3.1. Bohemian Massif

Those areas which are underlain by granite hardly exceed 3.8. The areas of the Weinsberger Granit and

Weinsberger Granites und des Rastenberger Granodiorites tendieren zu erhöhten Werten. Dies gilt auch für den Bereich der Granitoide im Mühlzug, sowie für einige Diorite.

Weiters treten höhere Konzentrationen in der amphibolitführenden Bunten Serie auf. Areale saurer Gesteinskörper, wie Gföhler und Bittescher Gneis, z. T. auch Granulite und Karbonatgesteine fallen durch niedrige Gehalte auf.

the Rastenberger Granodiorit tend to have higher values. This applies also to the domain of the granitoid rocks in the Mühlzug and to a few diorites.

Higher concentrations also occur in the amphibolite-bearing Variegated Series. Areas with acid rocks as the Gföhler and Bittescher Gneis and also partly granulites and carbonate rocks are conspicuous by their low contents.

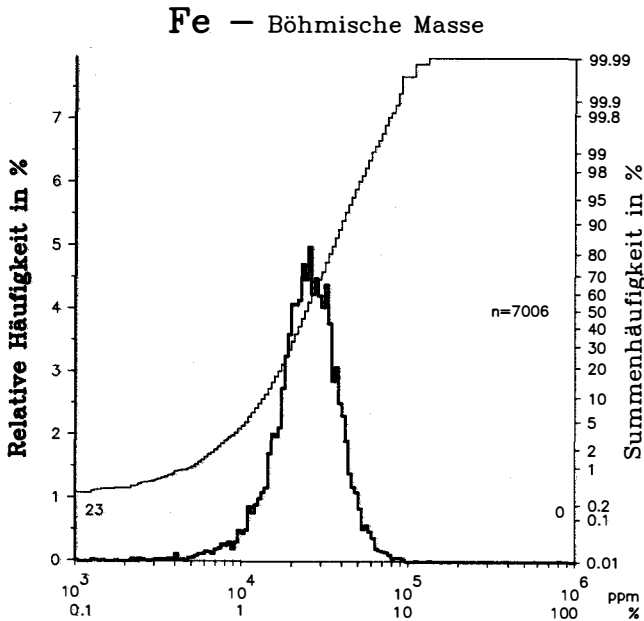


Abb. 23: Eisen. Relative Häufigkeit und Summenhäufigkeit der Analysenwerte in der Böhmisches Masse und in der Zentralzone mit ergänzender Angabe der nicht im Histogrammbereich liegenden Probenanzahl.

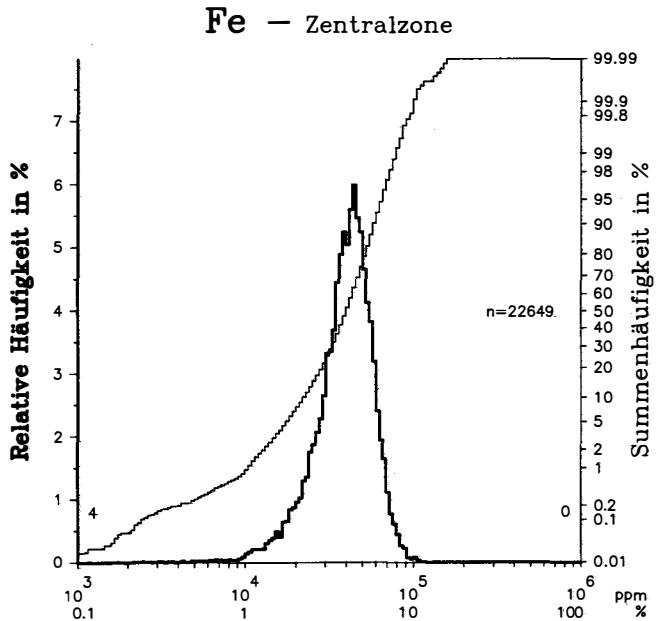


Fig. 23: Iron. Relative frequency and cumulative frequency distributions of analytical values from the Bohemian Massif and the Central Zone with indications of the numbers of samples outside the histogram range.

3.2. Zentralzone

Im Altkristallin und der Grauwackenzone folgt die Verteilung in der Richtung E-W, breitflächig auch N-S (Niedere Tauern-Saualpe), sowie angedeutet SW-NE im Stubalpen-Gleinalpen-Zug. Etwa 58 % der Werte liegen über 3,8.

Die Zentralgneiskerne des Tauernfensters sind mit Gehalten unter 2,4 als arm zu bezeichnen, ebenso das Seckauer Gneismassiv und verständlicherweise Areale der Karbonatgesteinskomplexe.

Die Verteilung ist weitgehend von der Lithologie her bestimmt. Eisenerzvorkommen oder vorwiegend Fe-führende Lagerstätten, wie Kieslagerstätten, sind auf der Karte nicht identifizierbar, da häufig Fe-haltige Begleitgesteine den geochemischen Untergrund bestimmen. Dies gilt auch für den Bereich des Erzberges ohne deutlich erhöhte Konzentrationswerte als Folge der Eisenbindung an Karbonat und der Überlagerung durch die eisenreichen klastischen Präbichlsedimente.

3.2. Central Zone

In the Altkristallin and the Grauwackenzone, distribution has an E-W trend, in wide areas also an N-S trend (Niedere Tauern - Saualpe), as well as an indication of a SW-NE trend in the Stubalpen-Gleinalpen range. About 58 % of the values are above 3.8.

The Zentralgneis cores of the Tauern Window with contents below 2.4 can be considered as poor. The same applies to the Seckauer Gneis massif and understandably also the areas of the carbonate rock complexes.

The distribution pattern is largely determined by the lithology. Iron ore occurrences or mainly Fe-containing ore deposits, such as sulphide ore bodies, cannot be identified on the map, as iron-containing host rocks often define the geochemical background. This is also valid for the Erzberg region, which does not give significantly enhanced values. This is due to the bonding of iron to carbonates and the overlying deposition of the iron-rich clastic Präbichl beds.

Z: 31	Ga	A: 69,72
Gallium		Gallium
Gehalte in ppm Ga		Contents in ppm Ga

1. Geochemie

1.1. Geogen

Lithophiles Spurenelement, getarnt durch Aluminium (Al/Ga 500–10.000, $\varnothing = 5000$). Anreicherung in Alkalimagmen, Differentiaten und fluiden Phasen. Chalkophile Eigenschaften in mittel- bis niedrigthermalen Lösungen.

1.1.1. Gesteine

Magmatogen: Durchschnitt 15
 Ultrabasite 5; Basalte 17 (bis über 30); Granite 18.
 Sedimentogen:
 Tonschiefer 19; Sandsteine 12; Karbonatgesteine 1; Böden 15.

1.1.2. Minerale

Spurenelement in allen Aluminiummineralen. In sauren bis intermediären Gesteinen ist bis zu 90 % des Gesamtgehaltes an Feldspäte gebunden. Glimmer und Granat bis 400, Magnetit bis 120, Titanomagnetit bis 80, Andalusit bis 210, Sillimanit und Disthen bis 70, Bauxit bis 3000.

1.1.3. Konzentration

In Alumosilikaten der Pegmatit- und Greisenmineralisationen, in manchen sulfidischen Zn- und Cu-Erzen und Kohlen.

1.1.4. Wasser

Süßwasser unter 0,001. Hydrolyse bei pH 3

1.1.5. Verwitterung

Wie Al wenig mobil. Sorption durch Humusstoffe. In Bachsedimenten zwei Elementvergesellschaftungen: im SiO₂-reichen Gesteinsmilieu Ce, La, Y, Sn und Be, im SiO₂-armen Fe, Ti, Nb, Co und V.

Die Anreicherung in der Feinfraktion gegenüber Gesamtprobe ist mit Verringerung des Al/Ga-Verhältnisses verbunden.

1.1.6. Biofunktion

Wie Al kein lebenswichtiges Spurenelement. Intravenös mäßig giftig für Säugetiere.

1.2. Technogen

Geringe Produktion (Weltproduktion 5·10² t Ga/Jahr). Steigender Bedarf in der Halbleitertechnik. Technogene Einflüsse nicht zu erwarten.

2. Datenbewertung

2.1. Probenahme

Eher geringer Einfluß.

1. Geochemistry

1.1. Geogene

Lithophile trace element, camouflaged by aluminium (Al/Ga 500–10,000, $\varnothing 5000$). Enrichment in alkali magmas, differentiates and fluid phases. Chalcophile properties in medium and low thermal solutions.

1.1.1. Rocks

Magmatogene: Average 15
 Ultrabasics 5; basalts 17 (up to more than 30); granites 18.

Sedimentogene:
 Shales 19; sandstones 12; carbonate rocks 1; soils 15.

1.1.2. Minerals

Trace element in all aluminium minerals. Acid to intermediate rocks have up to 90 % of total content bound to feldspars. Micas and garnets up to 400, magnetite up to 120, titanomagnetite up to 80, andalusite up to 210, sillimanite and kyanite up to 70, bauxite up to 3000.

1.1.3. Concentration

In alumosilicates of pegmatites and greisen mineralisations, in many sulphidic Zn- and Cu ores and coals.

1.1.4. Water

Fresh water less than 0.001; hydrolyses at pH 3

1.1.5. Weathering

Low mobility similar to Al. Sorption by humic matter. Two categories of association in stream sediments: in SiO₂-rich environment: Ce, La, Y, Sn and Be. In SiO₂-poor environment: Fe, Ti, Nb, Co and V.

Together with the enrichment in the fine fraction, there occurs a decrease of the Al/Ga-ratio as compared with the total sample.

1.1.6. Biofunction

As for Al, it is no vital trace element. Intravenously moderately toxic for mammals.

1.2. Technogene

Low production (total world production 5·10² t/y Ga). Increasing demand for semiconductor technology. Technogenic influences are not anticipated.

2. Data Assessment

2.1. Sampling

Of rather minor influence.

2.2. Analytik

Teilweise Doppelanalytik unter Verwendung der OES-Methode. Auswahl der ICP-Methode. Ausreichende Nachweisgrenze, LZW meist unter $\pm 40\%$.

2.2. Analysis

Partially double analysis, with additional application of the OES-method. Choice of the ICP method. Adequate detection limit, LZW is usually less than $\pm 40\%$.

2.3. Vergleichs- und Bezugsdaten/Comparison- and Reference Data

2.3.1. Kartenwerke/Atlases

Österreich: Böhmisches Massiv	21
Zentralzone	21
UK (1978)	7

2.3.2. Regionale Daten/Regional Data

Carditaschiefer (Trias)	15
Österreichische Granitoide	18

2.3.3. Lokale Daten/Local Data

Ultrabasite (Ophiolithe), Rechnitzer Pennin, Bgld. (n = 5)	5
Grünschiefer, St. Corona/Wechsel, NÖ (n = 1)	24
Grünschiefer, Payerbach-Reichenau, NÖ (n = 2)	47
Grünschiefer, Rechnitzer Pennin, Bgld. (n = 33)	17
Nichtophiolithische Grünschiefer, Rechnitzer Pennin, Bgld. (n = 3)	18
Diabas (Metabasit), Grauwackenzone, Saalfelden, Sbg. (n = 1)	32
Maissauer Granit, NÖ (n = 1)	17
Weinsberger Granit, NÖ/OÖ (n = 5)	13–15, $\varnothing = 14$
Mauthausener Granit, OÖ (n = 5)	13–17, $\varnothing = 15$
Eisgarner Granit, NÖ (n = 2)	20–21, $\varnothing = 20,5$
Gföhler Gneis, NÖ (n = 1)	17
Dobragneis, NÖ (n = 13)	18
Bittescher Gneis, NÖ (n = 1)	18
Krumauer Paragneise, NÖ (n = 5)	14–56, $\varnothing = 31$
Villacher Granit, Zauchen, Ktn. (n = 7)	20–37
Zentralgneise, Sbg. (n = 18)	12–21, $\varnothing = 16$
Granatglimmerschiefer, Ktn. (n = 11)	bis 60
Grobgneise, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 2)	13
Glimmerschiefer, Saualpe, Pölling, Ktn; Hohenwart, Wölzer Tauern, Stmk. (n = 2)	bis 40
Pegmatitgesteine, Ktn (n = 62)	bis 48
Muskovit aus Pegmatiten, Villacher Granit, Markogel, Ktn. (n = 1)	126
Thurmtaler Phyllit, Tessenberg, Osttirol (n = 2)	12–26
Phyllitischer Glimmerschiefer, Feistritz/Wechsel, NÖ (n = 1)	31

2.4. Gesamtbewertung

Das durchschnittliche Al/Ga-Verhältnis weicht mit 4000 nicht wesentlich vom geochemischen Durchschnitt ab. Obwohl das lokale Datenmaterial nicht allzu groß ist, ergibt sich eine gute Übereinstimmung.

Im Bereich der Böhmisches Massiv sind Gebietseffekte nicht auszuschließen

2.4. General Assessment

The average Al/Ga-ratio of 4000 does not differ significantly from the geochemical mean. Although local data are not too plentiful, there is good agreement.

Area effects in the the Bohemian Massif cannot be excluded.

3. Regionale Elementverteilung

3.1. Böhmisches Massiv

Gallium erscheint im Hauptverbreitungsgebiet des Weinsberger Granites stark angereichert. Es handelt sich etwa um dasselbe Gebiet, in dem die für Schwerminerale typischen Spurenelemente überdurchschnittlich konzentriert werden. Der Mühlzug ist davon ausgenommen. Die Ga-Verteilung ist der von Be nicht unähnlich. Andererseits ist im Bereich des Eisgarner Granites keine Anreicherung zu erkennen.

3. Regional Element Distribution

3.1. Bohemian Massif

Gallium appears to be strongly enriched within the main area of the Weinsberger Granit. This covers about the same area in which trace elements characteristic for heavy minerals are enriched above average. An exception from this is the Mühlzug. Gallium distribution is not dissimilar to that of Be. On the other hand, no enrichment was observed in the domain of the Eisgarner Granit.

Die Bereiche der Monotonen Serie und im besonderen der Bunten Serie samt ihrer Begleitgesteine sind durch höhere Gehalte gekennzeichnet.

The domain of the Monotonous Series and particularly that of the Variegated Series, including their associated rocks, is marked by higher contents.

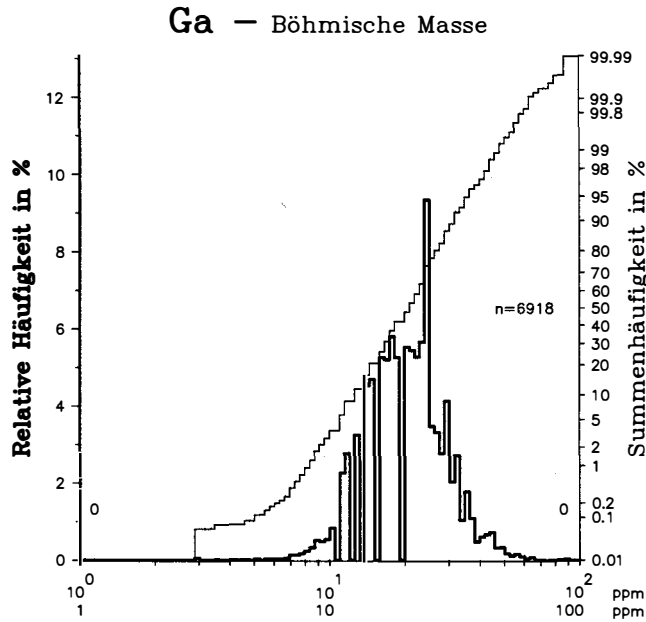


Abb. 24: Gallium. Relative Häufigkeit und Summenhäufigkeit der Analysenwerte in der Böhmisches Masse und in der Zentralzone mit ergänzender Angabe der nicht im Histogrammbereich liegenden Probenanzahl.

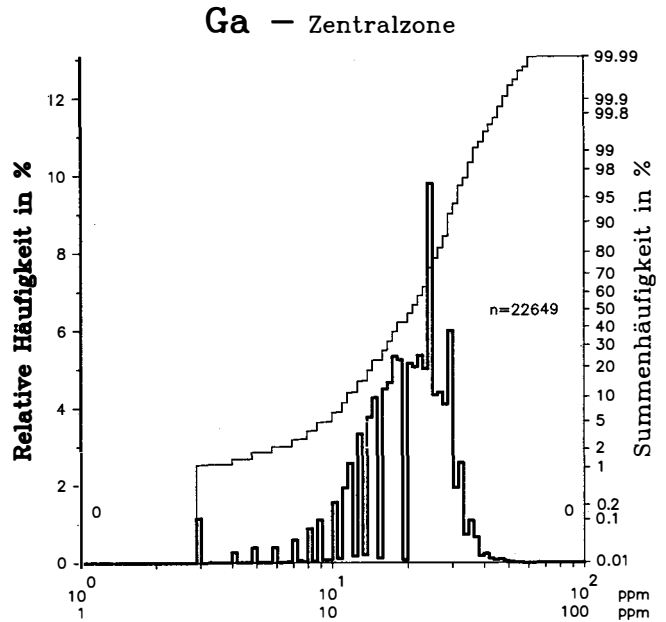


Fig. 24: Gallium. Relative frequency and cumulative frequency distributions of analytical values from the Bohemian Massif and the Central Zone with indications of the numbers of samples outside the histogram range.

3.2. Zentralzone

Die Verteilung über 21 deckt vor allem Areale altpaläozoischer Metasedimente und Metavulkanite. Paragneise, Glimmerschiefer und Phyllite sind als Liefergesteine für höhere Gehalte, wie in den Bereichen der Defereggengruppe, Wölzer Tauern, Saualpe oder der südlichen Koralpe anzusehen. Die höchsten Werte bis 49 sind in einem Glimmerschieferareal S Neumarkter Sattel zu finden.

Unterdurchschnittliche Konzentrationen sind vor allem in Arealen mit Karbonatgesteinen gegeben.

Im Pennin der Hohen Tauern heben sich kaliumreiche Kerne durch leicht erhöhte Konzentrationen von ihrer Umgebung ab.

Das Verteilungsbild zeigt wechselnde Beziehungen zu Al, Fe, K und Rb.

3.2. Central Zone

The distribution pattern of values above 21 covers especially areas with Early Palaeozoic meta-sediments and meta-volcanics. Paragneisses, mica-schists and phyllites are all source-rocks for higher contents, as can be seen in the zones of the Defereggengruppe, the Wölzer Tauern, the Saualpe and the southern Koralpe. Maximum values are found in an area of micaschists S of the Neumarkter Sattel.

Below average concentrations are particularly found in areas containing carbonate rocks.

Potassium-rich cores in the Penninic of the Hohen Tauern are distinguished from their surrounding by slightly higher concentrations.

The distribution pattern indicates varying relations to Al, Fe, K and Rb.

Z: 19	K	A: 39,10
Kalium		Potassium
Gehalte in % K		Contents in % K

1. Geochemie

1.1. Geogen

Gesteinsbildendes Hauptelement der Erdkruste, das sich mit steigender Alkalisierung der Silikatmagmen in der oberen Erdkruste anreichert und Na an Häufigkeit übertrifft.

Mit Kalium werden Spurenelemente wie Rb, Cs, Tl, Sr, Ba und Pb angereichert.

1.1.1. Gesteine

Magmatogen: Durchschnitt 2,1

Ultrabasite 0,003; ozeanische Tholeiitbasalte 0,4; Basalte 0,8; Granodiorite 2,5; Granite 4,2.

Sedimentogen:

Tonschiefer 2,7; Sandsteine 1,1; Karbonatgesteine 0,27; illitische Böden 1,4.

1.1.2. Minerale

Kalifeldspäte (14); Feldspatvertreter, wie Leuzit (18); Glimmer, wie Muskovit, Biotit (10).

Evaporitminerale, wie Polyhalit, Sylvin u. a.

1.1.3. Konzentration

Granite, Alkaligesteine und Pegmatite. Marine Evaporite.

1.1.4. Wasser

Süßwasser 2,3. Gelöst als K⁺.

1.1.5. Verwitterung

Mäßig hohe Mobilität, Sorption durch Tonminerale und Aufnahme durch pflanzliche Organismen. Die Glimmerminerale Muskovit, Illit und Hydromuskovit sind relativ beständig.

In Granitgebieten ist der Gehalt in der Feinfraktion geringer als in der Grobfraktion.

1.1.6. Biofunktion

Essentiell für alle Pflanzen, wichtiger Nährstoff ebenso wie N und P.

1.2. Technogen

Kalisalze (Weltproduktion 3·10⁷ t K/Jahr). Düngemittel, Chemikalien u. a. Die technogene Dispersion fällt wegen der geogenen und biogenen Eigenschaften kaum ins Gewicht.

2. Datenbewertung

2.1. Probenahme

Kaum von Einfluß.

1. Geochemistry

1.1. Geogene

Rock-forming major element of the crust, which is enriched in the upper parts of the crust with increasing alkalisiation of the silicate magmas and exceeds Na in abundance.

Along with potassium, trace elements, such as Rb, Cs, Tl, Sr, Ba and Pb are enriched.

1.1.1. Rocks

Magmatogene: Average 2.1

Ultrabasics 0.003; oceanic tholeiite-basalts 0.4; basalts 0.8; granodiorites 2.5; granites 4.2.

Sedimentogene:

Shales 2.7; sandstones 1.1; carbonate rocks 0.27; illitic soils 1.4.

1.1.2. Minerals

Potassium-feldspars (14); feldspathoids, like leucite (18); micas, like muscovite, biotite (10).

Evaporite minerals, such as polyhalite, sylvite etc.

1.1.3. Concentration

Granites, alkali rocks and pegmatites. Marine evaporites.

1.1.4. Water

Fresh water 2.3, soluble as K⁺.

1.1.5. Weathering

Moderately high mobility, sorption by clay minerals and uptake by vegetal organisms. The mica minerals muscovite, illite and hydromuskovite are relatively stable.

In granitic regions lower content in the fine fraction than in the coarse fraction.

1.1.6. Biofunction

Essential for all plants, important nutrient, same as with N and P.

1.2. Technogene

Potassium salts (total world production 3·10⁷ t/y K). Fertiliser, chemicals and others. The technogenic dispersion is of no significance because of its geogene and biogene characteristics.

2. Data Assessment

2.1. Sampling

Of little influence.

2.2. Analytik

Doppelanalytik. Wahl der zuverlässigeren XRF-Methode mit besserer LZW (unter $\pm 10\%$).

2.2. Analysis

Double analysis. Choice of the more reliable XRF method because of better LZW (less than $\pm 10\%$).

2.3. Vergleichs- und Bezugsdaten/Comparison- and Reference Data

2.3.1. Kartenwerke/Atlases

Österreich: Böhmisches Massiv	2,2
Zentralzone	2,4
UK (1978)	0,8
Alaska (1984)	1,35

2.3.2. Regionale Daten/Regional Data

Donausediment, Aschach, OÖ	2,1
Carditaschiefer (Trias)	3,8
Österreichische Granitoide (n = 104)	3,4

2.3.3. Lokale Daten/Local Data

Ultrabasite, Kroisbach, Stmk. (n = 90)	0,006
Ultrabasite (Ophiolithe), Rechnitzer Pennin, Bgld. (n = 7)	0,1
Amphibolite, Dobrakomplex, NÖ (n = 3)	0,9
Eklogitamphibolit, Koralm, Stmk. (n = 7)	< 0,12
Amphibolitgneise, Gleinalpe, Stmk. (n = 2)	0,3–0,5
Amphibolit, Gleinalpe, Stmk. (n = 1)	0,6
Plagioklasgneise, Gleinalpe, Stmk. (n = 3)	0,6
Amphibolit, Dörflinger Alm, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	0,25
Amphibolit, Hartlgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	0,17
Grünschiefer St. Corona/Wechsel, NÖ (n = 1)	0,2
Grünschiefer, Payerbach-Reichenau, NÖ (n = 2)	0,2–0,8
Grünschiefer, Rechnitzer Pennin, Bgld. (n = 33)	0,1
Diabas (Metabasit), Grauwackenzone, Saalfelden, Sbg. (n = 1)	0,7
Diabase (Metabasite), Grazer Paläozoikum, Stmk. (n = 2)	0,1–1,9
Weinsberger Granit, NÖ/OÖ (n = 6)	3,6
Mauthausener Granit, OÖ (n = 5)	3,0
Eisgarner Granit, NÖ (n = 3)	4,4
Freistädter Granodiorit, OÖ (n = 1)	2,0
Titanitführender Feinkorngranit, Aigen, OÖ (n = 1)	6,0
Granite, Thayabatholith, NÖ (n = 3)	2,9
Paragneise, Schönberg/Kamp, NÖ (n = 2)	2,0–2,7
Gföhler Gneis, NÖ (n = 1)	3,8
Dobragneise, NÖ (n = 2)	1,4
Bittescher Gneis, NÖ (n = 1)	3,9
Granulite, Waldviertel, NÖ (n = 69)	1,1–4,9, $\sigma = 3,6$
Pyroxengranulite, Waldviertel, NÖ (n = 24)	0,3–4,9, $\sigma = 1,95$
Porphyroid, Erzberg, Stmk. (n = 1)	0,1
Gneis, Seckauer Kristallin, Preßnitzgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	3,6
Zentralgneise, Sbg. (n = 27)	4,0
Grobgneise, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 22)	3,8–4,3
Thurmtaler Phyllit, Tessenberg, Osttirol (n = 2)	2,5–3,8
Phyllitischer Glimmerschiefer, Feistritz/Wechsel, NÖ (n = 1)	4,2

2.4. Gesamtbewertung

Der Vergleich mit den Bezugsdaten zeigt, daß die Kartendarstellung weitgehend die lithologischen Gegebenheiten wiedergibt.

2.4. General Assessment

Comparison with the reference data shows that the map largely reflects the lithological conditions.

3. Regionale Elementverteilung

3.1. Böhmisches Massiv

Konzentrationen bis 3,8 treten in Übereinstimmung mit der Kaliumverteilung in den Gesteinen im Gebiet

3. Regional Element Distribution

3.1. Bohemian Massif

Concentrations up to 3.8 occur in accordance with the potassium distribution in rocks in the domain of the

des Eisgarner Granites und anderer Feinkorngranite auf. Etwas niedrigere Gehalte finden sich in den Bereichen des Weinsberger und Mauthausener Granites. Im Mühlzug sowie in der Bunten Serie liegen die Werte fast zur Gänze unter 2,3.

Höhere Gehalte weist die Monotone Serie sowie der Gföhlergneis auf. Im Zentralteil des Sauwaldes und zum Teil im Granulitgebiet des Dunkelsteiner Waldes sind Werte bis 3 zu beobachten. Flächen mit neogener Sedimentbedeckung fallen bis unter 1,5 % ab.

Eisgarner Granit and other fine-grained granites. Somewhat lower contents prevail in the domains of the Weinsberger and Mauthausener Granit. In the Mühlzug and in the Variegated Series the values lie almost entirely below 2.3.

Higher contents are found in the Monotonous Series, as well as in Gföhler Gneis. Values up to 3 may be observed in the central portion of the Sauwald and partly in the granulite area of the Dunkelsteiner Wald. Regions with neogene sedimentary cover decline to less than 1.5 %.

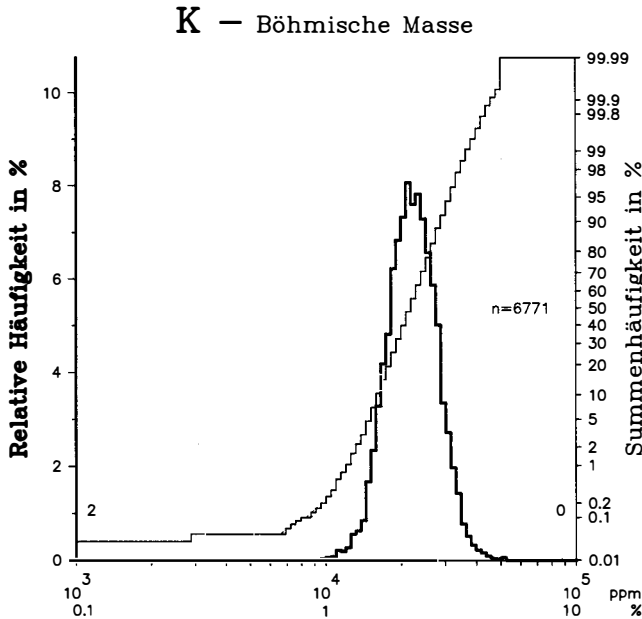


Abb. 25: Kalium. Relative Häufigkeit und Summenhäufigkeit der Analysenwerte in der Böhmisches Masse und in der Zentralzone mit ergänzender Angabe der nicht im Histogrammbereich liegenden Probenanzahl.

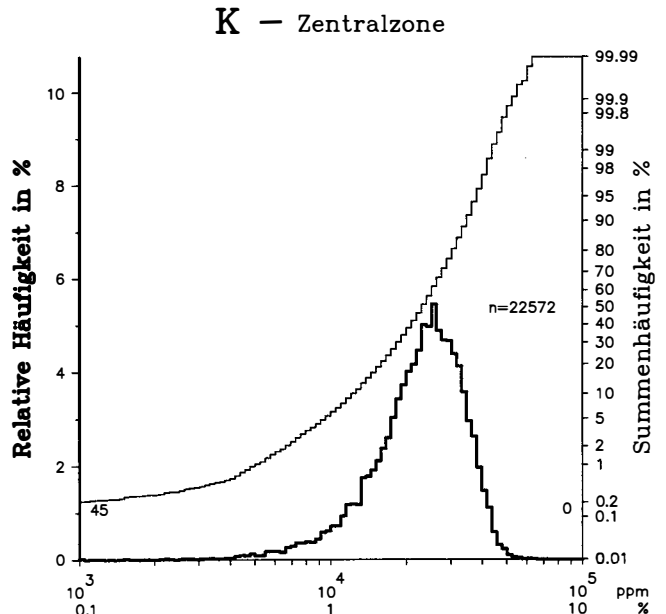


Fig. 25: Potassium. Relative frequency and cumulative frequency distributions of analytical values from the Bohemian Massif and the Central Zone with indications of the numbers of samples outside the histogram range.

3.2. Zentralzone

Höhere und hohe Werte findet man bedingt durch Orthogneise und Metasedimente in bestimmten Arealen des Altkristallins und Paläozoikums, wie in Teilen der Innsbrucker Quarzphyllite und der westlichen Grauwackenzone, der Thurntaler Quarzphyllite, des Altkristallins der Kreuzeckgruppe und der Radstätter Quarzphyllite. Im Altpaläozoikum der Gurktaler Alpen und Teilen der östlichen Grauwackenzone sind gleichfalls erhöhte Werte zu vermerken. Im Tauernfenster zeigt nur der Nordrand des Tuxer Kernes Werte bis 5,3, dagegen der Granatspitzkern bis 3,8. Sonst liegen die Werte granitoider Gesteine unter 3.

Niedrige Gehalte (unter 1,5) markieren im Altkristallin Ultrabazitmassive, Prasinite, die Gesteinsserien des Stubalpen-Gleinalpenzuges, Wechselgebiet und vor allem Karbonatgesteinsareale.

Das Defizit, vor allem im E des Altkristallins, stimmt mit dem Vorkommen K-armer Gesteine in der altpaläozoischen Inselbogenanlage überein. Die Basite der Grauwackenzone in einer anderen geotektonischen Position sind K-reicher.

Der Vergleich mit den Elementen Al, Ba und Rb läßt hohe Korrelationen erkennen.

3.2. Central Zone

Higher and high values occur in certain areas of the Altkristallin and Palaeozoic, conditional on the presence of orthogneisses and meta-sediments, as in parts of the Innsbrucker Quarzphyllit and the western Grauwackenzone, the Thurntaler Quarzphyllit, the Altkristallin of the Kreuzeck-Gruppe and the Radstätter Quarzphyllit. The Early Palaeozoic of the Gurktaler Alpen and parts of the eastern Grauwackenzone are also marked by raised values. In the Tauern Window it is only the northern rim of the Tux core to show values of up to 5.3, whereas the Granatspitz core never attains 3.8. Otherwise the contents of granitoid rocks are less than 3.

Low contents (less than 1.5) in the Altkristallin mark massive ultrabasics, prasinites, the rocks of the Stubalpen-Gleinalpen range, the area of the Wechsel and especially areas of carbonate rocks.

The deficit, particularly in the eastern part of the Altkristallin coincides with the occurrence of K-deficient rocks in the Early Palaeozoic island arc structure. The basics of the Grauwackenzone in another geotectonic position are richer in K.

High correlation with Al, Ba and Rb.

Z: 57	<h1>La</h1>	A: 138,91
<h2>Lanthan</h2>		<h2>Lanthanum</h2>
Gehalte in ppm La		Contents in ppm La

1. Geochemie

1.1. Geogen

Erstes Element der Gruppe der seltenen Erden (Lanthaniden). Anreicherung mit zunehmender Alkalisierung der Magmen. Ce/La-Verhältnis vorwiegend 2–3.

1.1.1. Gesteine

Magmatogen: Durchschnitt 30.
Ultrabasite 3; Basalte 17; Granite 55.

Sedimentogen:

Tonschiefer 20; Sandsteine 7,5; Karbonatgesteine 4; Böden 30.

1.1.2. Minerale

In allen Ce-haltigen Mineralen, wie Monazit (13 %), Bastnäsit (27 %) oder Allanit (7 %), Davidit (La<Ce).

Spuren- bis Nebenelement in Ca-Mineralen, wie Apatit, Titanit, Epidot.

1.1.3. Konzentration

Pegmatite und hydrothermale Mineralisationen in Alkaligesteinen. Marine und fluviatile Seifen.

1.1.4. Wasser

Süßwasser 0,0002, löslich als Karbonatkomplex.

1.1.5. Verwitterung

Geringe Mobilität. In Bachsedimenten in der Schwermineralfraktion angereichert.

1.1.6. Biofunktion

Ohne biologische Funktionen, leicht giftig.

1.2. Technogen

Geringe, aber steigende Produktion (Weltproduktion 10^3 t La/Jahr). Vielfache technische Verwendung meist mit Ce und anderen Seltenen Erden im Mischmetall, wie für Zündsteine, oder in Schleifmitteln und Gläsern. Spezifische Verwendung in der Hochtechnologie.

2. Datenbewertung

2.1. Probenahme

Bei hohen Gehalten wegen Bindung an die Schwermineralfraktion ist eine stärkere Beeinflussung möglich.

2.2. Analytik

Monoanalytik mit ICP mit teilweiser interner und externer Kontrolle, NWG ausreichend, LZW unter ± 40 %.

1. Geochemistry

1.1. Geogene

First element of the rare earths group (lanthanides). Enrichment with increasing alkalisiation of the magmas. Ce/La-ratio is mainly 2–3.

1.1.1. Rocks

Magmatogene: Average 30.
Ultrabasics 3; basalts 17; granites 55.

Sedimentogene:

Shales 20; sandstones 7.5; carbonate rocks 4; soils 30.

1.1.2. Minerals

In all Ce-containing minerals, such as monazite (13 %), bastnaesite (27 %) or allanite (7 %), davidite (La<Ce).

Trace to minor element in Ca-minerals, such as apatite, titanite, epidote.

1.1.3. Concentration

Pegmatites and hydrothermal mineralisations in alkaline rocks; marine and fluviatile placers.

1.1.4. Water

Fresh water 0.0002, soluble as a carbonate complex.

1.1.5. Weathering

Slight mobility in stream sediments. Enriched in the heavy mineral fraction.

1.1.6. Biofunction

Without biological function, slightly toxic.

1.2. Technogene

Minor, but rising production (total world production $1 \cdot 10^3$ t/y La). Multiple technical application, mostly with Ce and other rare earths as a "mischmetall", e. g. for lighter flints or in abrasives and glasses. Specific utilisation in high technology.

2. Data Assessment

2.1. Sampling

At high concentrations a larger influence is possible, because of ties to the heavy mineral fraction.

2.2. Analysis

Monoanalysis with ICP, with partial internal and external control. NWG is sufficient, LZW under ± 40 %.

2.3. Vergleichs- und Bezugsdaten/Comparison- and Reference Data

2.3.1. Kartenwerke/Atlases

Österreich: Böhmisches Masse	104
Zentralzone	45
Alaska (1984)	32

2.3.2. Regionale Daten/Regional Data

Donausediment, Aschach, OÖ	30
Carditaschiefer (Trias)	20

2.3.3. Lokale Daten/Local Data

Ultrabasite (Ophiolithe), Rechnitzer Pennin, Bgld. (n = 13)	1
Eklogitamphibolit, Koralpe, Wies, Stmk. (n = 1)	< 5
Amphibolitgneise, Gleinalpe, Stmk. (n = 2)	< 5,6
Amphibolit, Dörflinger Alm, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	30
Amphibolit, Härtlgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	45
Grünschiefer, St. Corona/Wechsel, NÖ (n = 1)	9
Grünschiefer, Payerbach-Reichenau, NÖ (n = 2)	14-46
Diabas (Metabasit), Grauwackenzone, Saalfelden, Sbg. (n = 1)	47
Diabas (Metabasit), Tösens, Ötztaler Alpen, Tirol (n = 1)	21
Weinsberger Granit, NÖ/OÖ (n = 4)	64
Mauthausener Granit, OÖ (n = 2)	15-57
Altenberger Granit, OÖ (n = 1)	15
Freistädter Granodiorit, OÖ (n = 1)	12
Quarzdiorit, Julbach, OÖ (n = 1)	47
Titanitführender Feinkorngranit, Aigen, OÖ (n = 1)	57
Paragneise, Schönberg/Kamp, NÖ (n = 1)	9
Porphyroid, Erzberg, Stmk (n = 1)	35
Zentralgneise, Sbg. (n = 4)	18
Gneis, Seckauer Kristallin, Preßnitzgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	61
Grobgneise, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 2)	< 5-8
Phyllitischer Glimmerschiefer, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 1)	18
Thurntaler Phyllit, Tessenberg, Osttirol (n = 2)	34-36

2.4. Gesamtbewertung

Die Durchschnittsgehalte im Bereich der Hauptgesteinstypen entsprechen allen geochemischen Vergleichs- und Bezugswerten. Die Durchschnittsgehalte der Bachsedimente in der Böhmisches Masse sind überhöht und nur größenordnungsmäßig und relativ zu verstehen. Die geochemische Kontrolle ergibt sich aus dem Ce/La-Verhältnis. Siehe auch Erläuterungen zur Ce-Karte.

3. Regionale Elementverteilung

3.1. Böhmisches Masse

Ebenso wie bei Cer ist das Verbreitungsgebiet des Weinsberger Granites durch eine extreme Anreicherung ausgezeichnet.

Die Verteilung korreliert generell mit der von Ce.

3.2. Zentralzone

In der Zentralzone liegen mehr als 70 % der Werte unter 55. Nur Bachsedimente aus Liefergebieten klastischer Sedimente, bzw. Metasediment zeigen höhere Konzentrationen. Bemerkenswert erscheint dies im Engadiner Fenster. Auffällig sind Defizite in der Inselbogenanlage des Stubalpen-Gleinalpen-Zuges oder im

2.4. General Assessment

Average contents in the zones of the main rock-types conform to all geochemical comparison and reference data. The average contents of stream sediments in the Bohemian Massif are excessive and can only be considered as relative and of the order of magnitude. Geochemical verification is obtained by reference to the Ce/La ratio. Refer also to the comments on the Ce-map.

3. Regional Element Distribution

3.1. Bohemian Massif

As with cerium, the area of the Weinsberger Granit is accentuated by extreme enrichment.

The distribution generally correlates with that of cerium.

3.2. Central Zone

Over 70 % of the values in the Central Zone are below 55. Only stream sediments from source areas with clastic sediments or metasediments indicate higher concentrations, e.g. in the Engadin Window. Conspicuous are deficits in the island arc structure of the Stubalpen-Gleinalpen range or in the area of the

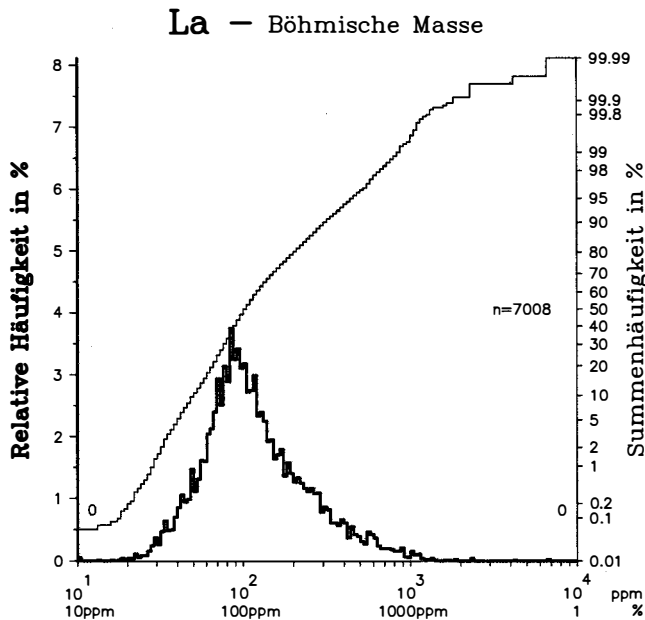


Abb. 26: Lanthan. Relative Häufigkeit und Summenhäufigkeit der Analysenwerte in der Böhmisches Masse und in der Zentralzone mit ergänzender Angabe der nicht im Histogrammbereich liegenden Probenanzahl.

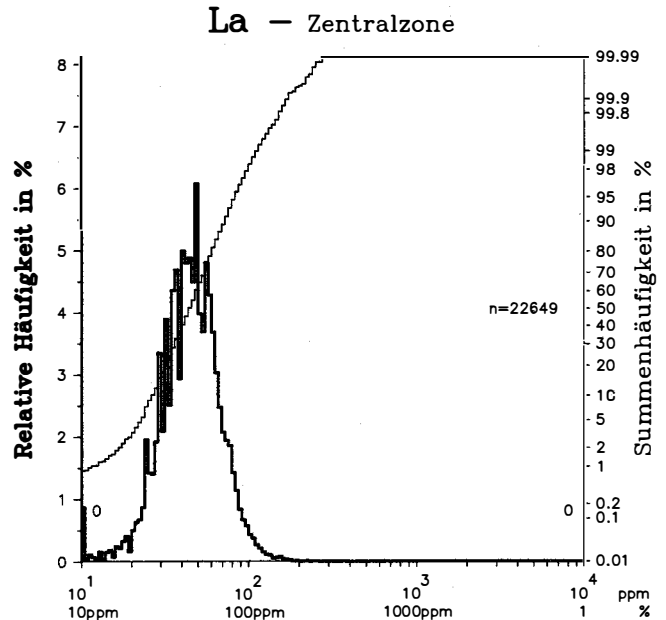


Fig. 26: Lanthanum. Relative frequency and cumulative frequency distributions of analytical values from the Bohemian Massif and the Central Zone with indications of the numbers of samples outside the histogram range.

Wechselgebiet. Die Gehalte in granitischen Gesteinsarten, Zentralgneisen, Seckauer Granitgneisen, Grobgnaisen, diversen Orthogneisen erscheinen eher durchschnittlich.

Wechsel. Contents in granitic rock-types, Zentralgneise, the Seckauer Granitgneise, Grobgnaisse, diverse orthogneisses appear to be rather average.

Z: 12	Mg	A: 24,32
Magnesium		Magnesium
Gehalte in % Mg		Contents in % Mg

1. Geochemie

1.1. Geogen

Lithophiles Hauptelement, angereichert im Erdmantel, in ultrabasischen und basischen magmatischen Gesteinen, die ihren Ursprung im oberen Erdmantel haben. Erstes Element der Übergangselemente und mit diesen, als Erdalkalielement auch mit Ca assoziiert. Enge kristallchemische Beziehungen zwischen Mg^{+2} und Fe^{+2} .

1.1.1. Gesteine

Magmatogen: Durchschnitt 2,3.
Ultrabasite bis 30; Basalte 4,6; Granodiorite 1; Granite 0,16.

Sedimentogen:

Tonschiefer 1,6; Sandsteine 0,7; Karbonatgesteine 2,6; Kalksteine 0,3; Böden 0,5.

1. Geochemistry

1.1. Geogene

Lithophile major element, enriched in the mantle, in ultrabasic and basic magmatic rocks, which have their origin in the upper mantle. First of the transition elements and associated with these, and, as an alkaline earth element also with Ca. Close crystal-chemical relationship between Mg^{+2} and Fe^{+2} .

1.1.1. Rocks

Magmatogene: Average 2.3.
Ultrabasics up to 30; basalts 4.6; granodiorites 1; granites 0.16.

Sedimentogene:

Shales 1.6; sandstones 0.7; carbonate rocks 2.6; limestones 0.3; soils 0.5.

1.1.2. Minerale

Olivin (34); Pyroxene, wie Enstatit (24), Diopsid (11); Amphibole (bis 24); Biotit-Phlogopit (bis 21); Serpentine (bis 26); Chlorit (bis 20); Cordierit (5); Dolomit (13), Magnesit (29).

Polyhalit und andere Mg-haltige Evaporitminerale.

1.1.3. Konzentration

Ultrabasite, Magnesit, Meerwasser.

1.1.4. Wasser

Meerwasser 0,13 ppm, Süßwasser 0,0004 ppm. Ge- löst als Mg^{+2} . Über pH 10,5 Fällung als $Mg(OH)_2$.

1.1.5. Verwitterung

Mobiler als K. Mit Verringerung des Ionenverhältnis- ses Ca^{+2}/Mg^{+2} Ausscheidung von Ca-Mg-Karbonaten, wie Dolomit und Magnesit. In Bachsedimenten An- reicherung in der Feinfraktion.

1.1.6. Biofunktion

Essentielles Bioelement mit elektrochemischen, kataly- tischen und strukturellen Funktionen. Bestandteil des Chlorophylls (Blattgrün). Mangel- und Überschußkrank- heiten bei Pflanzen, Tier und Mensch.

1.2. Technogen

Produktion des Leichtmetalles Magnesium ist im Ver- gleich mit anderen technischen Verwendungen ($3 \cdot 10^5$ t Metall/Jahr gegenüber 10^7 t Magnesiumverbindungen/ Jahr) gering. Vor allem Magnesit für Hochfeuerfestma- terialien und Sorelzement.

In die Umwelt gelangen Düngemittel, Füllstoffe (Talk), Baustoffe, Abfall von Hochfeuerfeststoffen, Chemika- lien u. a. Die natürliche Konzentrationsverteilung er- scheint kaum beeinträchtigt.

2. Datenbewertung

2.1. Probenahme

Durch die Bindung an die Feinfraktion sind Einflüsse möglich.

2.2. Analytik

Doppelanalytik mit gut übereinstimmenden Daten. Wahl der ICP-Werte. NWG ausreichend, LZW unter ± 20 %.

2.3. Vergleichs- und Bezugsdaten/Comparison- and Reference Data

2.3.1. Kartenwerke/Atlases

Österreich: Böhmisches Massiv	0,5
Zentralzone	1,26
Alaska (1984)	1,1

2.3.2. Regionale Daten/Regional Data

Donausiediment, Aschach, OÖ	2,8
Carditaschiefer (Trias)	0,86

1.1.2. Minerals

Olivine (34); pyroxenes (enstatite [24], diopside [11]); amphiboles (up to 24); biotite-phlogopite (up to 21); serpentines (up to 26); chlorite (up to 20); cordierite (5); dolomite (13), magnesite (29).

Polyhalite and other Mg-containing evaporite mine- rals.

1.1.3. Concentration

Ultrabasics, magnesite, seawater.

1.1.4. Water

Sea water 0.13 ppm, fresh water 0.0004 ppm, solu- ble as Mg^{+2} . Precipitates as $Mg(OH)_2$ when pH ex- ceeds 10.5.

1.1.5. Weathering

More mobile than K. With the decline of the ion ratio Ca^{+2}/Mg^{+2} deposition of Ca-Mg-carbonates, such as dolomite and magnesite. Concentration in the fine frac- tion of stream sediments.

1.1.6. Biofunction

An essential bioelement, with electrochemical, catalytic and structural functions. Component of the chlorophyll. Diseases in plants, animals and man caused by dietary deficiencies and overdoses.

1.2. Technogene

Production of the light metal magnesium is minor in comparison with other technical applications ($3 \cdot 10^5$ t/y of metal compared with 10^7 t/y of magnesium com- pounds). Above all, magnesite is used in highly refrac- tory materials and in Sorel cement. Input into the envi- ronment by fertilisers, fillers (talc), waste from refrac- tory materials, chemicals and others. The natural abun- dance is hardly affected.

2. Data Assessment

2.1. Sampling

The association with the fine fraction may be of influ- ence.

2.2. Analysis

Double analysis with well conforming data. Choice of the ICP values. NWG is sufficient. LZW is less than ± 20 %.

2.3.3. Lokale Daten/Local Data

Ultrabasite, Kraubath, Stmk. (n = 227)	25,4
Ultrabasite (Ophiolithe), Rechnitzer Pennin, Bgld. (n = 7)	20,4
Amphibolite, Dobragneiskomplex, NÖ (n = 3)	3,7
Eklogitamphibolit, Korralpe, Wies, Stmk. (n = 1)	3,8
Amphibolitgneise, Gleinalpe, Stmk. (n = 2)	3,0–3,7
Amphibolit, Dörflinger Alm, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	2,4
Amphibolit, Hartigraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	4,3
Grünschiefer, St. Corona/Wechsel, NÖ (n = 1)	3,8
Grünschiefer, Payerbach-Reichenau, NÖ (n = 2)	2,5–3,7
Grünschiefer, Rechnitzer Pennin, Bgld. (n = 38)	4,0
Diabase (Metabasite), Grazer Paläozoikum, Stmk. (n = 2)	3,0–6,9
Weinsberger Granit, NÖ/OÖ (n = 6)	1,0
Mauthausener Granit, OÖ (n = 5)	0,65
Eisgarner Granit, NÖ (n = 3)	0,5
Freistädter Granodiorit, OÖ (n = 1)	0,7
Quarzdiorit, Julbach, OÖ (n = 1)	1,4
Titanitführender Feinkorngranit, Aigen, OÖ (n = 1)	1,4
Paragneise, Schönberg/Kamp, NÖ (n = 2)	0,2–1,6
Granite, Thayabatholith, NÖ (n = 3)	0,85
Dobragneise, NÖ (n = 3)	0,3
Plagioklasgneise, Gleinalpe, Stmk. (n = 3)	0,2
Orthogneise, Ötztaler Alpen, Tirol (n = 6)	0,9
Orthogneise, Stubai Alpen, Tirol (n = 7)	0,1
Porphyroid, Erzberg, Stmk (n = 1)	3,8
Gneis, Seckauer Kristallin, Preßnitzgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	0,9
Grobgneise, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 2)	0,1–0,15
Zentralgneise, Sbg. (n = 27)	0,7
Phyllitischer Glimmerschiefer, Feistritz/Wechsel, NÖ (n = 1)	1,3
Thurntaler Phyllit, Tessenberg, Osttirol (n = 2)	3,0–3,7

2.4. Gesamtbewertung

Der Vergleich mit dem lokalen Datenmaterial zeigt realistische Werte.

3. Regionale Elementverteilung

3.1. Böhmisches Massif

Fast 81 % aller Werte liegen unter 1 %. Die geringen Unterschiede der Granittypen kommen nicht zum Ausdruck. Höhere Werte sind auf Areale mit Amphiboliten, einschließlich des amphibolitführenden Dobragneiskomplexes und des Rastenberger Granodiorites zurückzuführen. Gleiches gilt für Dolomitmarmor. Im Mühlviertel sind Flächen über 1 % fast ausschließlich auf Grobkorngneise des Mühlzuges beschränkt.

Überraschend schwach sind die kleinräumigen Ultrabasitkörper angedeutet.

3.2. Zentralzone

Hohe Konzentrationen sind größeren Ultrabasitkörpern, basischen Silikatgesteinen und dolomitischen Karbonatgesteinen zuzuordnen. Areale mit dolomitischen Karbonatgesteinen sind oft deutlicher (über 8 % Mg) hervorgehoben als solche mit Ultrabasiten. Dies gilt für das Mesozoikum des Rhätikons, das Brennermesozoikum, die Lienzer Dolomiten, das Mesozoikum der Radstädter Tauern, der Stangalpe sowie das Paläozoikum der Schwazer Dolomite oder die Silur/Devonkalke im Grazer Paläozoikum.

2.4. General Assessment

Comparison with local data shows the values to be realistic.

3. Regional Element Distribution

3.1. Bohemian Massif

Almost 81 % of all values are below 1 %. The slight differences between the various types of granites are not expressed. Higher values are attributed to areas containing amphibolites, including the amphibolite-bearing Dobra gneiss complex and Rastenberger Granodiorit. The same is valid for dolomitic marbles.

Surprisingly weakly indicated are the small ultrabasic bodies. In the Mühlviertel, areas over 1 % are almost exclusively restricted to the Grobkorngneis of the Mühlzug.

3.2. Central Zone

High concentrations are attributable to larger ultrabasic bodies, basic silicate rocks and dolomitic carbonate rocks. Areas with dolomitic carbonate rocks are often more prominent (over 8 % Mg) than those containing ultrabasics. This situation applies to the Mesozoic of the Rhätikon, the Brenner Mesozoic, the Lienzer Dolomiten, the Mesozoic of the Radstädter Tauern, the Stangalpe, as well as the Palaeozoic Schwazer Dolomit or the Silurian/Devonian limestones of the Graz Palaeozoic.

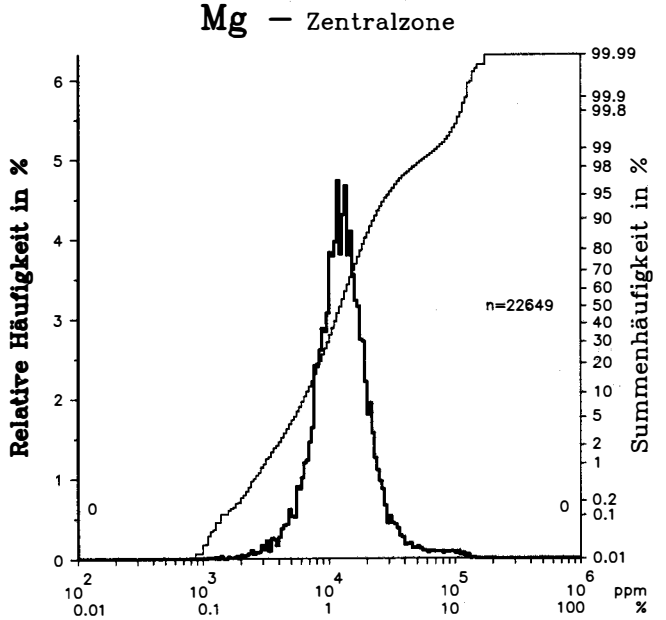
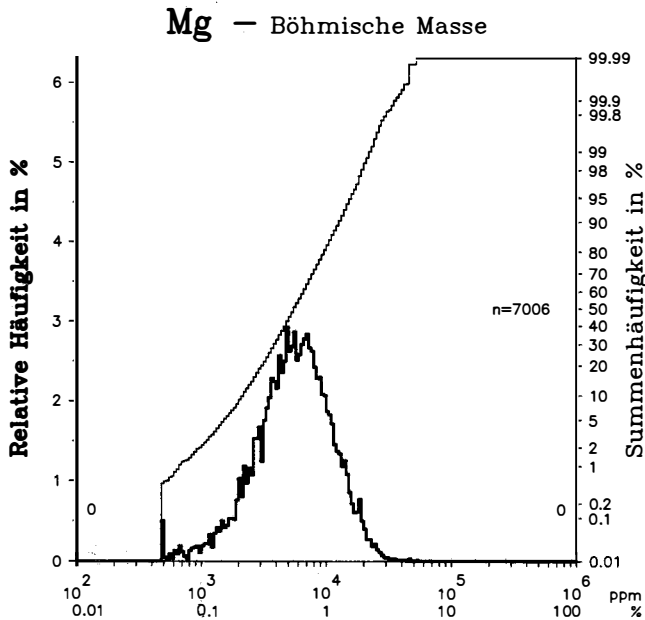


Abb. 27: Magnesium. Relative Häufigkeit und Summenhäufigkeit der Analysenwerte in der Böhmisches Masse und in der Zentralzone mit ergänzender Angabe der nicht im Histogrammbereich liegenden Probenanzahl.

Fig. 27: Magnesium. Relative frequency and cumulative frequency distributions of analytical values from the Bohemian Massif and the Central Zone with indications of the numbers of samples outside the histogram range.

Gehalte unter 1 sind oft für Gesteinskörper mit Orthogneisen, Zentralgneisen und andere granitische Gesteine kennzeichnend. Ansonsten überwiegen Werte bis 2.

Magnesitvorkommen sind wegen der assoziierten Dolomitgesteinsserien nicht besonders markiert. Ausnahmen sind die Vorkommen von Hochfilzen, Veitsch und Radenthein, sowie die Eisendolomitzüge der Gurktaler Alpen. Abgeschwächt gilt dies auch für die Talkvorkommen von Rabenwald (Stmk.).

Contents of less than 1 are often characteristic for rock sequences with orthogneisses, Zentralgneise and other granitic rocks, otherwise values up to 2 predominate.

Magnesite occurrences are, because of the association with dolomitic rock series, not especially distinct. Exceptions are the occurrences of Hochfilzen, Veitsch and Radenthein, as well as the ferrous dolomite sequences of the Gurktaler Alpen. To a lesser extent, this also applies to the talc occurrences of Rabenwald.

Z: 25	Mn	A: 54,94
Mangan		Manganese
Gehalte in ppm Mn		Contents in ppm Mn

1. Geochemie

1.1. Geogen

Lithophiles Spurenelement, als Übergangselement der Eisengruppe nahestehend. In magmatischen Gesteinen Fe/Mn etwa 35 bis 90. Im sedimentären Zyklus Abtrennung vom Fe. Folgt kristallchemisch auch Ca.

1.1.1. Gesteine

Magmatogen: Durchschnitt 950
Ultrabasite 1040; Basalte 1500; Granodiorite 540; Granite 390.

Sedimentogen:
Tonschiefer 850; Sandsteine 50; Karbonatgesteine 700; Böden 850 .

1. Geochemistry

1.1. Geogene

Lithophile trace element; as a transition element, it relates closely to the iron group. The Fe/Mn ratio is in the range of about 35 to 90 in magmatic rocks. The sedimentary cycle leads to separation from Fe. Also has crystal-chemical correspondence with Ca.

1.1.1. Rocks

Magmatogene: Average 950.
Ultrabasics 1040; basalts 1500; granodiorites 540; granites 390.

Sedimentogene:
Shales 850; sandstones 50; carbonate rocks 700; soils 850.

1.1.2. Minerale

Erzminerale: Manganoxide und -hydroxide, wie das polymorphe MnO_2 (63 %) (Sammelnamen Pyrolusit und Psilomelan) und $MnO(OH)$ (62 %) (Manganit u. a.); Rhodochrosit (Manganspat) $MnCO_3$ (48 %); Mangansilikate, wie Rhodonit $MnSiO_3$ (42 %). Neben- bis Spurenelement in Fe-Mg-Silikaten und Ca-haltigen Mineralen.

1.1.3. Konzentration

Hydrothermale Mineralisationen. Sedimentäre Lagerstätten mit oxidischen, karbonatischen und silikatischen Erzen. In Oxidationszonen. Manganknollen und -krusten in der Tiefsee.

1.1.4. Wasser

Süßwasser 0,015. Mn^{+2} -Ion im sauren reduzierenden Milieu wasserlösliche Hydrolyse pH 8. Organische Komplexe.

Oxidation zu Mn^{+4} bewirkt Hydrolyse.

1.1.5. Verwitterung

Mobilität nur im sauren, reduzierenden Milieu. In Bachsedimenten Anreicherung in der Feinfraktion.

Kolloidale Suspensionen von $Mn(OH)_4$ weisen hohe Sorptionseigenschaften für Kationen, wie Co^{+2} , Zn^{+2} u.a. auf.

1.1.6. Biofunktion

Essentielles Bioelement für die meisten Pflanzen und Tiere. Metallenzyme und -proteine. Defizit bewirkt Unfruchtbarkeit bei Säugetieren. Anreicherung in Leber und Niere. In höheren Konzentrationen mäßig giftig.

1.2. Technogen

Weltproduktion $2 \cdot 10^7$ t Manganerz/Jahr. Stahlveredlungs- und Legierungsmetall, ferner Chemikalien, Batterien, Farben u. a. Umweltbeeinflussung, u. a. durch Schlacken, von untergeordneter Bedeutung.

2. Datenbewertung

2.1. Probenahme

Im Bereich hoher Konzentration Einfluß möglich.

2.2. Analytik

Gut übereinstimmende Doppelanalytik. Wahl der ICP-Methode mit besserer LZW, überwiegend unter ± 20 %.

2.3. Vergleichs- und Bezugsdaten/Comparison- and Reference Data

2.3.1. Kartenwerke/Atlases

Österreich: Böhmisches Massiv	740
Zentralzone	880
UK (1978)	400
Alaska (1984)	609

2.3.2. Regionale Daten/Regional Data

Donasediment, Aschach, OÖ	950
Carditaschiefer (Trias)	220

1.1.2. Minerals

Ore minerals: Manganese oxides and hydroxides, such as the polymorphous MnO_2 (63 %) (collective name pyrolusite and psilomalene) and $MnO(OH)$ (62 %) (manganite etc.); rhodochrosite $MnCO_3$ (48 %); manganese silicates such as rhodonite, $MnSiO_3$ (42 %). Minor to trace element in Fe-Mg-silicates and Ca-containing minerals.

1.1.3. Concentration

Hydrothermal mineralisations. Sedimentary deposits, with oxide, carbonate and silicate ores. In oxidation zones. Manganese nodules and crusts in deep sea floors.

1.1.4. Water

Fresh water 0.015. Mn^{+2} ion in acid reducing environment water-soluble. Hydrolysis pH 8. Organic complexes. Oxidation to Mn^{+4} effects hydrolysis.

1.1.5. Weathering

Mobile only in acid reducing environment. Enrichment in the fine fraction of stream sediments.

Colloidal suspensions of $Mn(OH)_4$ have high sorption capacities for cations, such as Co^{+2} , Zn^{+2} and others.

1.1.6. Biofunktion

Essential bioelement for most plants and animals. Metallic enzymes and proteins. Deficit causes infertility in mammals. Concentrates in liver and kidney. Moderately toxic at higher concentrations.

1.2. Technogene

Total world production is $2 \cdot 10^7$ t/y of manganese ore. Steel refining and alloy metal, also chemicals, batteries, paints etc. Environmental impact, including slags, of subordinate significance.

2. Data Assessment

2.1. Sampling

Of possible influence at high concentrations.

2.2. Analysis

Double analysis shows good agreement. Choice of the ICP method, with better LZW, mainly less than ± 20 %.

2.3.3. Lokale Daten/Local Data

Ultrabasite, Kraubath, Stmk. (n = 227)	1300
Eklogitamphibolit, Koralpe, Wies, Stmk. (n = 1)	710
Amphibolit, Gleinalpe, Stmk. (n = 1)	1860
Amphibolitgneis, Gleinalpe, Stmk. (n = 2)	1300–2000
Amphibolit, Dörflinger Alm, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	1500
Amphibolit, Hartlgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	1760
Amphibolite, Waldviertel, NÖ (n = 24)	540–3000
Grünschiefer, St. Corona/Wechsel, NÖ (n = 1)	2100
Grünschiefer, Payerbach-Reichenau, NÖ (n = 2)	1100
Diabas (Metabasit), Grauwackenzone, Saalfelden, Sbg. (n = 1)	1130
Diabas (Metabasit), Tösens, Ötztaler Alpen, Tirol (n = 1)	2150
Diabase (Metabasite), Grazer Paläozoikum, Stmk. (n = 2)	1160–1630
Weinsberger Granit, OÖ (n = 1)	345
Mauthausener Granit, OÖ (n = 1)	370
Freistädter Granodiorit, OÖ (n = 1)	470
Quarzdiorit, Julbach, OÖ (n = 1)	1000
Titanitführender Feinkorngranit, Aigen, OÖ (n = 1)	600
Quarzglimmerdiorit, Gebharts, Schrems, NÖ (n = 1)	2000
Paragneise, Schönberg/Kamp, NÖ (n = 2)	1140–1800
Maissauer Granit, NÖ (n = 1)	380
Gföhler Gneis, NÖ (n = 1)	370
Dobragneise, NÖ (n = 12)	200
Albitaugengneis, Wetterkoglerhaus, Wechsel, NÖ (n = 1)	610
Porphyroid, Erzberg, Stmk (n = 1)	1560
Gneis, Seckauer Kristallin, Preßnitzgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	500
Grobgneise, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 2)	300
Zentralgneise, Sbg. (n = 27)	570
Phyllitischer Glimmerschiefer, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 1)	710
Thurmtaler Phyllit, Tessenberg, Osttirol (n = 2)	720

2.4. Gesamtbewertung

Der Vergleich mit Durchschnittsgehalten regionaler Massengesteine bestärkt die Richtigkeit des Datenmaterials.

3. Regionale Elementverteilung

3.1. Böhmisches Masse

Etwa 74 % aller Werte liegen unter 1000. Die Anreicherung überschreitet im Vergleich zum Ausgangsgestein selten das Doppelte. Sie sind vorzugsweise an Areale mit Dioriten und Metabasiten gebunden. Sporadische Anreicherungen in Granit- und Paragneisgebieten decken sich mit etwas erhöhten Fe-Co- und Zn-Gehalten. Der Rastenberger Granodiorit und Teile des Weinsberger Granites heben sich deutlich von den übrigen Graniten ab. Im Mühlzug deckt sich die Mn-Verteilung mit der der Elemente Co, Ti und angenähert auch V.

3.2. Zentralzone

Die Zentralzone ist reicher an Mangan. Rund 62 % aller Werte liegen unter 1000. Mangan folgt im Altkristallin weitgehend der Verteilung des Eisens, wie in der Silvretta- und Ötztalgruppe, in der Defereggengruppe und weniger in der Kreuzeckgruppe, in den Schladminger und Wölzer Tauern, im Stubalpen- und Gleinalpenzug einschließlich der Fortsetzung nach E. Auch die Mn-reicheren Ultrabasite und Prasinite sind miteinzubeziehen. In der Grauwackenzone sind es gleichfalls Basite oder eisenspatführende Karbonatserien, die Hochwerte

2.4. General Assessment

The accuracy of the data is confirmed by comparison with average contents of regional rocks.

3. Regional Element Distribution

3.1. Bohemian Massif

About 74 % of all values are less than 1000. Enrichment seldom exceeds double the content of source rocks. Enrichment preferentially linked to areas with diorites and metabasites. Sporadic enrichment in areas of granites and paragneisses coincides with somewhat raised contents in Fe, Co and Zn. The Rastenberger Granodiorit and parts of the Weinsberger Granit differ significantly from the remaining granites. The Mn-distribution in the area of the Mühlzug coincides with that of the elements Co, Ti and approximately also with V.

3.2. Central Zone

The Central Zone is richer in manganese. About 62 % of all values are below 1000. The distribution of manganese in the Altkristallin mostly parallels that of iron, as in the Silvretta- and Ötztal-Gruppe, in the Defereggengruppe and less so in the Kreuzeck-Gruppe, in the Schladminger and Wölzer Tauern, in the Stubalpen and Gleinalpen range including eastward continuations. The Mn-rich ultrabasics and prasinites should also be included. In the Grauwackenzone it is the basic rocks and siderite-bearing carbonate series which also cause

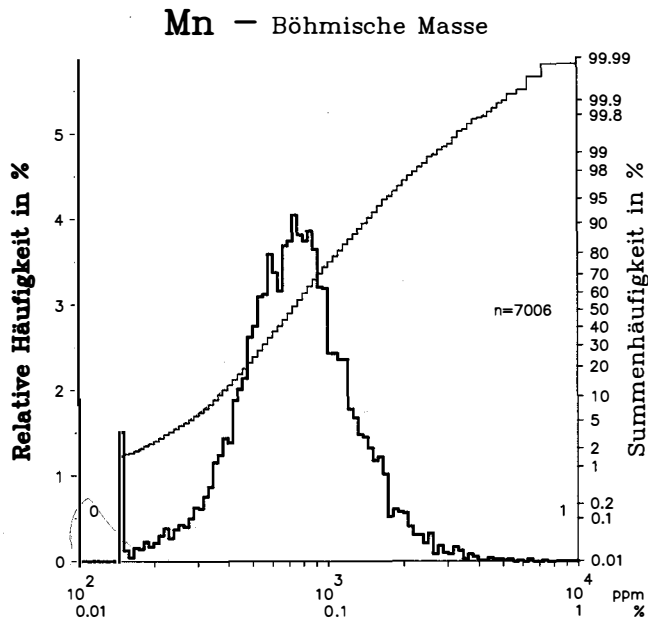


Abb. 28: Mangan. Relative Häufigkeit und Summenhäufigkeit der Analysenwerte in der Böhmisches Masse und in der Zentralzone mit ergänzender Angabe der nicht im Histogrammbereich liegenden Probenanzahl.

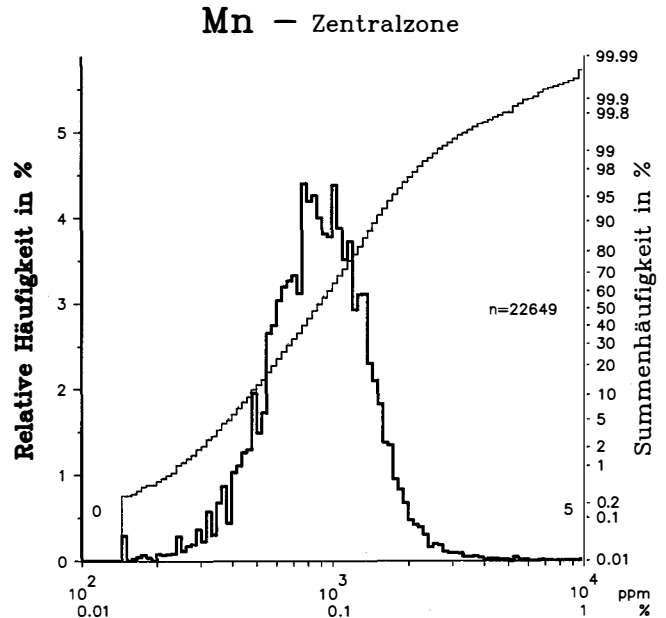


Fig. 28: Manganese. Relative frequency and cumulative frequency distributions of analytical values from the Bohemian Massif and the Central Zone with indications of the numbers of samples outside the histogram range.

verursachen. Mn-arm erscheinen die Bereiche mit sauren Gesteinen, Ortho- und Paragesteinen.

Maximale Gehalte kennzeichnen oft Gebiete mit Eisenspatmineralisationen, wie um Dienten, N Wagrain, Admont, Erzberg, aber auch Hüttenberg. Abgesehen von Verwitterungsprozessen ist Mangan in Eisenspäten (Fe/Mn 10–20) bereits angereichert. Sedimentär angelegte Manganerzvorkommen, wie im Jura der Radstädter Tauern, der oberen Schieferhülle oder das Kleinvorkommen vom Friedlkogel/Veitsch sind kaum zu erkennen, während andere Mineralisationen, wie Dürnberg N Friesach, markiert sind.

high values. Poor in manganese appear to be areas with acid ortho- and para-type rocks.

Areas with maximum contents often correspond to those with siderite mineralisations, such as around Dienten, N Wagrain, Admont, Erzberg, but also Hüttenberg. Apart from weathering processes, manganese is already enriched in siderites (Fe/Mn 10–20). Sedimentary manganese deposits, e. g. in the Jurasssic of the Radstädter Tauern, the upper Schieferhülle or the minor occurrences of Friedlkogel/Veitsch are hardly perceptible, while other mineralisations as at Dürnberg N Friesach, are distinct.

Z: 42	Mo	A: 95,94
Molybdän		Molybdenum
Gehalte in ppm Mo		Contents in ppm Mo

1. Geochemie

1.1. Geogen

Spurenelement mit siderophilen und chalkophilen Eigenschaften, assoziiert mit W und Re.

1.1.1. Gesteine

Magmatogen: Durchschnitt 1,5
Ultrabasite 0,3; Basalte 1,5; Granite 1,3.

Sedimentogen:

Tonschiefer 2,6; Sandsteine 0,2; Karbonatgesteine 0,4; Böden 2.

1. Geochemistry

1.1. Geogene

Trace element with siderophile and chalcophile properties, associated with W and Re.

1.1.1. Rocks

Magmatogene: Average 1.5
Ultrabasics 0.3; basalts 1.5; granites 1.3.

Sedimentogene:

Shales 2.6; sandstones 0.2; carbonate rocks 0.4; soils 2.

1.1.2. Minerale

Molybdänit (Molybdänglanz) MoS_2 (60 %), CaMoO_4 Powellit (48 %), Wulfenit PbMoO_4 (27 %). Scheelit bis 6 %. Spurenelement im Wolframit bis 0,1 %, Ilmenit bis 0,05 %, Magnetit bis 0,04 %.

1.1.3. Konzentration

Lagerstättenbildungen in Vergesellschaftungen mit W, Sn, Cu, Re, Pb und Zn.
Spurengehalt im Bitumen.

1.1.4. Wasser

Süßwasser 0,0015. Löslich als Molybdat (MoO_4^{2-}) und in Form von Organokomplexen.

1.1.5. Verwitterung

Relativ mobil. Löslichkeit begrenzt durch Fällung im karbonatischen Milieu mit Pb^{+2} und Ca^{+2} . Sorption an Fe-Hydroxiden (pH 2,5–7), an Tonmineralen (pH 2–4) und Humaten. Ausfällung in reduzierendem Milieu als MoS_2 .

Für die Prospektion auf Molybdänit sind Kornfraktionen über 0,18 mm günstiger. In Bachsedimenten sind Anreicherungen sowohl in spezifischen Fraktionen als auch in Abhängigkeit von Mineralphasen zu beobachten.

1.1.6. Biofunktion

Essentielles Spurenelement (ausgenommen für gewisse Grünalgen), Metallflavinenzyme, einschließlich solcher zur N_2 -Fixierung und NO_3 -Reduzierung. Mäßig toxisch.

1.2. Technogen

Weltproduktion $8 \cdot 10^4$ t Mo/Jahr. Stahlveredelungsmetall und andere Verwendungen. Dispersion in die Umwelt durch Hüttenbetriebe, Schlacken, Abwässer, Schmieröle (Molykot) u. a.

2. Datenbewertung

2.1. Probenahme

Einfluß nicht auszuschließen.

2.2. Analytik

Monoanalytik mit OES-Methode mit guter NWG. LZW unter Einschluß des Konzentrationsbereiches unter 1 ppm überwiegend unter ± 60 %.

2.3. Vergleichs- und Bezugsdaten/Comparison- and Reference Data

2.3.1. Kartenwerke/Atlases

Österreich: Böhmisches Massengebiet	0,6
Österreich: Zentralzone	0,8
UK (1978)	1
Indonesien (1982)	0,6

2.3.2. Regionale Daten/Regional Data

Donausediment, Aschach, OÖ	0,8
Durchschnitt aller Gesteine der Habachserie (n = 90)	0,6

1.1.2. Minerals

Molybdenite MoS_2 (60 %), powellite CaMoO_4 (48 %), wulfenite PbMoO_4 (27 %), scheelite (up to 6 %). Trace element in wolframite (up to 0.1 %), ilmenite (up to 0.05 %), magnetite (up to 0.04 %).

1.1.3. Concentration

Mineralisations associated with W, Sn, Cu, Re, Pb and Zn.
Trace content in bitumen.

1.1.4. Water

Fresh water 0.0015. Soluble as molybdate (MoO_4^{2-}) and in the form of organocomplexes.

1.1.5. Weathering

Relatively mobile. Solubility limited by precipitation in a carbonate environment with Pb^{+2} and Ca^{+2} .

Sorption on Fe-hydroxides (pH 2.5–7), on clay minerals (pH 2–4) and humates. Precipitation in reducing environment as MoS_2 .

Grain-size fractions of over 0.18 mm are more favorable for molybdenite prospection. Enrichments in specific grain sizes of stream sediments as well as in dependence on mineral phases.

1.1.6. Biofunction

Essential trace element (except for certain green algae), metal-flavine-enzymes, including those for the fixation of N_2 and reduction of NO_3 . Moderately toxic.

1.2. Technogene

World production $8 \cdot 10^4$ t/y Mo. Metal for steel refining and other applications. Dispersion into the environment by smelters, slags, waste water, lubricating oils ("Molykot") and others.

2. Data Assessment

2.1. Sampling

Influence cannot be excluded.

2.2. Analysis

Monoanalysis by the OES method with good NWG. LZW including the concentration below 1 ppm predominantly under ± 60 %.

2.3.3. Lokale Daten/Local Data

Amphibolite, Habachserie, Sbg. (n = 51)	0,1–53
Eklogitamphibolit, Koralpe, Wies, Stmk. (n = 1)	0,6
Amphibolitgneise, Gleinalpe, Stmk. (n = 2)	0,5–1
Grünschiefer, Payerbach-Reichenau, NÖ (n = 2)	0,45
Diabas (Metabasit), Grauwackenzone, Saalfelden, Sbg. (n = 1)	1
Diabas (Metabasit), Tösens, Ötztaler Alpen, Tirol (n = 1)	3,2
Diabase (Metabasite), Grazer Paläozoikum, Stmk. (n = 2)	1,1
Tonalitgneis, Tumpen, Umhausen, Ötztal, Tirol (n = 1)	0,7
Weinsberger Granit, NÖ/OÖ (n = 5)	0,3–1,5; $\emptyset = 0,9$
Mauthausener Granit, OÖ (n = 3)	0,4–1,8
Schremser Granit, NÖ (n = 1)	0,8
Quarzdiorit, Julbach, OÖ (n = 1)	1,3
Paragneis, Schönberg/Kamp, NÖ (n = 1)	4,2
Gföhler Gneis, NÖ (n = 1)	0,12
Porphyroid, Erzberg, Stmk (n = 1)	1,4
Zentralgneis, Venediger Massiv, Sbg. (n = 55)	0,25–9,2
Zentralgneis, Zillertal/Tux, Tirol (n = 21)	0,1–20
Gneise, Habachserie, Sbg. (n = 39)	0,22–18
Gneis, Seckauer Kristallin, Preßnitzgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	0,5
Grobgneise, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 2)	0,4–4,2
Biotitgneis, Seebach bei Villach, Ktn. (n = 1)	3,1
Phyllitischer Glimmerschiefer, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 1)	0,35
Thurntaler Phyllit, Tessenberg, Osttirol (n = 2)	0,55
Bituminöse Dolomite (Trias)	bis 5

2.4. Gesamtbewertung

Unter Einbeziehung aller bekannten geochemischen Daten ist die Kartendarstellung realistisch. Aufgrund der niedrigen Konzentrationen, die das Sichtbarwerden technogener Umwelteinflüsse und Verunreinigungen begünstigen, ist eine kritische Beurteilung notwendig.

3. Regionale Elementverteilung

3.1. Böhmisches Massiv

Das Konzentrationsniveau der Verteilung ist niedrig. Eine deutliche Abhängigkeit vom Gestein ist nicht festzustellen, abgesehen von Gebieten mit leicht erhöhten Werten, die sich mit amphibolitreichen Serien decken. Arealen mit besonders niedrigen Gehalten sind dem Eisgarner Granit, dem Freistädter Granodiorit sowie Bereichen des Mauthausener Granites zuzuordnen.

Die Molybdänit-Magnetit-Vererzung vom Nebelstein ist nicht, wohl aber die auf österreichisches Staatsgebiet übergreifende Mineralisation von Kozi Hora (CSSR) ist markiert. Vereinzelt Mineralfundpunkte von Molybdänit, wie Landshag bei Aschach oder Haslach a. d. Mühl sind nicht indiziert.

3.2. Zentralzone

Erhöhte Gehalte liegen vorzugsweise in Bereichen des Altkristallins vor, die durch schichtgebundene Erzmineralisationen ausgezeichnet sind, wie in der Defereggengruppe und Kreuzeckgruppe, in den Schladminger Tauern und in der Saualpe, sowie in der Grauwackenzone. Gebiete mit anderen Vererzungstypen, wie der größte Teil der Koralpe, sind durch ein niedriges Niveau gekennzeichnet. Erhöhte Werte über 3 findet man in Arealen mit triassischen Karbonatgesteinsserien, wie im Rätikon, im Brennermesozoikum, in den Lienzer Do-

2.4. General Assessment

Taking all known geochemical data into consideration, the map representation is realistic. The low abundance favors the perceptibility of technogenic environmental effects and contamination, therefore a critical appraisal before interpretation is necessary.

3. Regional Element Distribution

3.1. Bohemian Massif

Low concentration level. A significant dependence on rock-type cannot be noticed, apart from those areas having slightly higher values, which coincide with amphibolite-rich series. Areas with particularly low concentrations can be associated with the Eisgarner Granit, the Freistädter Granodiorit as well as the domains of the Mauthausener Granit.

The molybdenite-magnetite mineralisation of Nebelstein is not expressed, but the mineralisation of Kozi Hora (CSSR), which extends into Austrian territory, is indicated. Sporadic locations of molybdenite mineralisation, e. g. Landshag near Aschach or Haslach a. d. Mühl are not indicated.

3.2. Central Zone

Raised contents occur preferentially in those regions of the Altkristallin, which are characterised by strata-bound ore mineralization, as in the Defereggengruppe and Kreuzeck-Gruppe, in the Schladminger Tauern and in the Saualpe, as well as in the Grauwackenzone. Areas with other types of mineralisation, such as the largest part of the Koralpe, are characterised by low levels. Values above 3 are located in areas with Triassic carbonate rocks, as in the Rätikon, in the Brenner Mesozoics, in the Lienzer Dolomiten, in parts of the

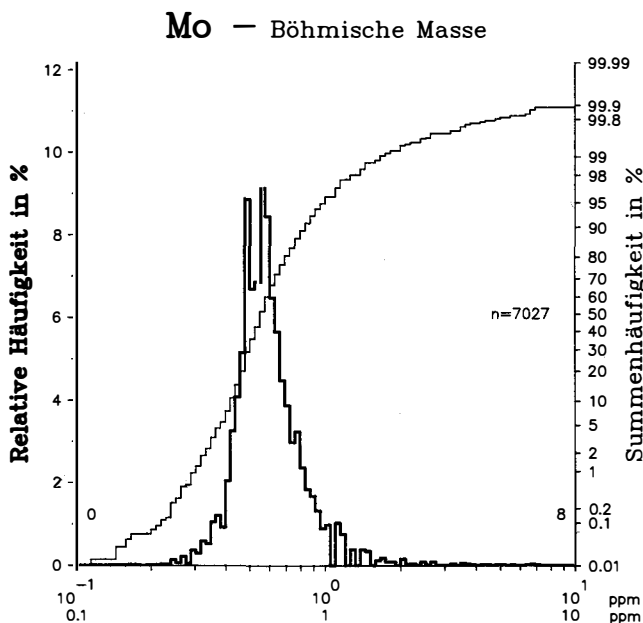


Abb. 29: Molybdän. Relative Häufigkeit und Summenhäufigkeit der Analysenwerte in der Böhmisches Masse und in der Zentralzone mit ergänzender Angabe der nicht im Histogrammbereich liegenden Probenanzahl.

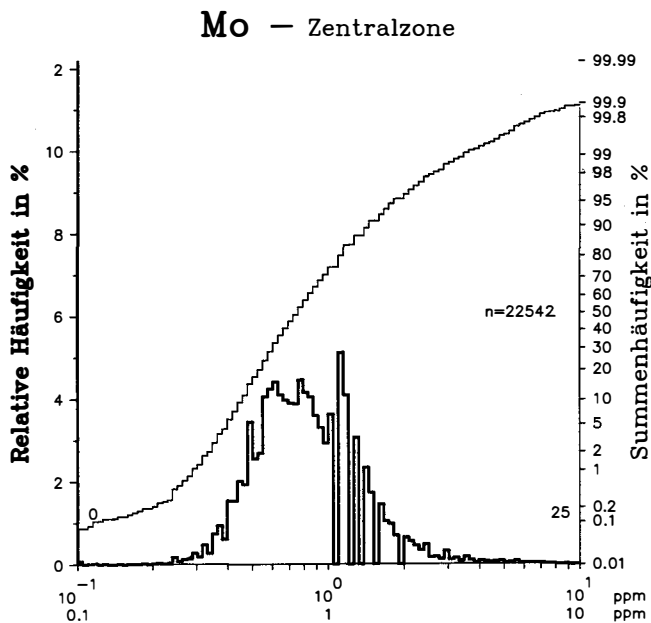


Fig. 29: Molybdenum. Relative frequency and cumulative frequency distributions of analytical values from the Bohemian Massif and the Central Zone with indications of the numbers of samples outside the histogram range.

lomiten, in Anteilen in den nördlichen Kalkalpen und stellenweise auch in der zentralalpiner Trias.

Erhöhte Gehalte über 0,9 folgen oft Arealen mit Metabasiten. Im Gebiet der östlichen Grauwackenzone N Leoben treten in devonischen Kalken gleichfalls erhöhte Konzentrationen auf.

Das Molybdänitvorkommen von der Alpeiner Scharte ist deutlich markiert, gleiches gilt für die Mineralfundpunkte im Zillertal (Schwarzsee, Rotkogel, Ochsner u. a.), für die Bereiche der Habachzunge, der Goldvererzungen bei Bad Gastein und Fundpunkte bei Mallnitz (Schwarze Wand).

Die höheren Gehalte im Umfeld von Treibach-Althofen könnten teilweise technogen beeinflusst sein.

Das Verteilungsbild ist als Folge einer voralpidischen Anlage jenem von As nicht unähnlich.

Northern Calcareous Alps and in several places in the Central Austro-Alpine Triassic.

Contents higher than 0.9 often follow metabasic rocks. In the region of the eastern Grauwackenzone north of Leoben raised concentrations occur in Devonian limestones. The molybdenite occurrence of the Alpeiner Scharte is distinctly marked, just as are the occurrences in the Zillertal (Schwarzsee, Rotkogel, Ochsner and others), the zone of the Habachgneis-lamelle, the gold mineralisation of Bad Gastein and localities of mineral finds near Mallnitz (Schwarze Wand).

Higher values in the surroundings of Treibach-Althofen could partly be due to technogenic influence.

The distribution pattern is, as a consequence of a pre-Alpidic disposition, not dissimilar to As.

Z: 11	Na	A: 22,90
Natrium		Sodium
Gehalte in % Na		Contents in % Na

1. Geochemie

1.1. Geogen

Lithophiles Hauptelement. Alkalimetall. Im Vergleich zu Kalium kosmisch und im Erdmantel häufiger. Im Meerwasser angereichert.

1. Geochemistry

1.1. Geogene

Lithophile major element. Alkali metal. Compared with potassium it is more abundant in the cosmos as well as in the earth's mantle. Enriched in sea water.

1.1.1. Gesteine

Magmatogen: Durchschnitt 2,36
Ultrabasite 0,1; Basite 1,8; ozeanische Tholeiitbasalte 2,8; Granodiorite 2,5; Granite 0,5.

Sedimentogen:

Tonschiefer 0,96; Sandsteine 0,33; Karbonatgesteine 0,04; Böden 0,63.

1.1.2. Minerale

Alkalipyroxene und -amphibole (bis 11); Plagioklase, wie Oligoklas, Albit (bis 9); Feldspatvertreter, wie Nephelin (15); Halit (Steinsalz) (39).

1.1.3. Konzentration

In Alkaligesteinen und Evaporiten.

1.1.4. Wasser

Meerwasser 1,05 %, Süßwasser 6,3 ppm. Na⁺ ist ein extrem wasserlösliches Kation.

1.1.5. Verwitterung

Mobilstes Metall. Hohe Austauschbarkeit gegen Ca²⁺, z. B. in Montmorilloniten. Die chemische Verwitterung verursacht geringere Na-Gehalte im Sediment.

In Bachsedimenten aus Granitgebieten in der Feinfraktion hauptsächlich durch die Albitkomponente angereichert.

1.1.6. Biofunktion

Essentiell für alle Tiere, nicht aber für alle Pflanzen. Katalytische Eigenschaften, aktiviert Enzyme, Hauptbestandteil des Blutplasmas (ausgenommen bei den meisten Insekten).

1.2. Technogen

Weltproduktion 2·10⁸ t Stein- und Meersalz/Jahr. Verwendung als Speise- und Industriesalz. Produktion von Chlor und Natriummetall, Soda, Glas u. a.

2. Datenbewertung

2.1. Probenahme

Eher geringer Einfluß.

2.2. Analytik

Teilweise Doppelanalytik mit Wahl der ICP-Methode. NWG ausreichend, LZW meist unter ±25 %.

1.1.1. Rocks

Magmatogene: Average 2.36.
Ultrabasics 0.1; basalts 1.8; oceanic tholeiite basalts 2.8; granodiorites 2.5; granites 0.5.

Sedimentogene:

Shales 0.96; sandstones 0.33; carbonate rocks 0.04; soils 0.63.

1.1.2. Minerals

Alkali pyroxenes and -amphiboles (up to 11); plagioclases (oligoclase, albite [up to 9]); foids, e. g. nepheline (15); halite (rock salt) (39).

1.1.3. Concentration

In alkali rocks and evaporites.

1.1.4. Water

Sea water 1.05 %, fresh water 6.3 ppm. Na⁺ is an extremely water soluble cation.

1.1.5. Weathering

The most mobile of all metals. High interchangeability with Ca²⁺, e. g. in montmorillonites. Chemical weathering causes decrease Na in the sediment.

In stream sediments in granitic regions Na is mainly enriched through albite component in the fine fraction.

1.1.6. Biofunction

Essential for all animal life, but not for all plants; has catalytic properties, activates enzymes, main component of blood plasma (except for most insects).

1.2. Technogene

Total world production is 2·10⁸ t/y of rock and sea salt. Used as table and industrial salt. Production of chlorine and of sodium metal, soda, glass and others.

2. Data Assessment

2.1. Sampling

Of rather minor influence.

2.2. Analysis

Partly double analysis, with choice of the ICP-method. NWG is sufficient, LZW is mostly less than ±25 %.

2.3. Vergleichs- und Bezugsdaten/Comparison- and Reference Data

2.3.1. Kartenwerke/Atlases

Österreich: Böhmisches Massiv	1,55
Zentralzone	1,45
Alaska (1984)	1,15

2.3.2. Regionale Daten/Regional Data

Donausedimente, Aschach, OÖ	0,66
Carditaschiefer (Trias)	0,45

2.3.3. Lokale Daten/Local Data

Ultrabasite, Kraubath, Stmk. (n = 90)	0,02
Eklogitamphibolit, Koralpe, Wies, Stmk. (n = 1)	3,8
Amphibolitgneise, Gleinalpe, Stmk. (n = 2)	2,0
Grünschiefer, St. Corona/Wechsel, NÖ (n = 1)	2,3
Grünschiefer, Payerbach-Reichenau, NÖ (n = 2)	2,5–3,7
Grünschiefer, Rechnitzer Pennin, Bgld. (n = 33)	2,4
Diabas (Metabasit), Grauwackenzone, Saalfelden, Sbg. (n = 1)	2,2
Diabase (Metabasite), Grazer Paläozoikum, Stmk. (n = 2)	1,8–2,6
Weinsberger Granit, NÖ/OÖ (n = 10)	2,1–2,5
Mauthausener Granit, OÖ (n = 7)	2,8
Eisgarner Granit, NÖ (n = 3)	2,1
Freistädter Granodiorit, OÖ (n = 1)	3,2
Quarzdiorit, Julbach, OÖ (n = 1)	2,7
Paragneise, Schönberg/Kamp, NÖ (n = 2)	2,5
Porphyroid, Erzberg, Stmk (n = 1)	2,7
Gneis, Seckauer Kristallin, Preßnitzgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	2,4
Grobgneise, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 2)	2,8
Zentralgneise, Sbg. (n = 27)	3,2
Phyllitischer Glimmerschiefer, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 1)	0,75
Thurntaler Phyllit, Tessenberg, Osttirol (n = 2)	0,9–1,8

2.4. Gesamtbewertung

Auf Grund der Übereinstimmung mit der Lithologie weitgehend realistisch. In der Böhmischen Masse sind Gebietseffekte zu beachten.

2.4. General Assessment

Results are mainly realistic and conform with the lithology. Attention should be paid to area effects in the Bohemian Massif.

3. Regionale Elementverteilung

3.1. Böhmische Masse

Die fein- bis mittelkörnigen Granite und Granodiorite vom Typ Mauthausen, Freistadt oder Engerwitzdorf heben sich durch erhöhte Gehalte vom Weinsberger und Eisgarner Granit ab. Im Mühlzug sind erhöhte bis höhere Gehalte im Gegensatz zum Areal des Sauwaldes und dem Hauptverbreitungsgebiet des Weinsberger Granites in E zu verzeichnen.

3. Regional Element Evaluation

3.1. Bohemian Massif

Fine to medium grained granites and granodiorites of the Mauthausen, Freistadt or Engerwitzdorf type contrast with Weinsberger and Eisgarner Granit because of their higher contents. Raised to higher values are registered in the domain of the Mühlzug, in contrast to the area of the Sauwald and the main distribution area of the Weinsberger Granit to the east.

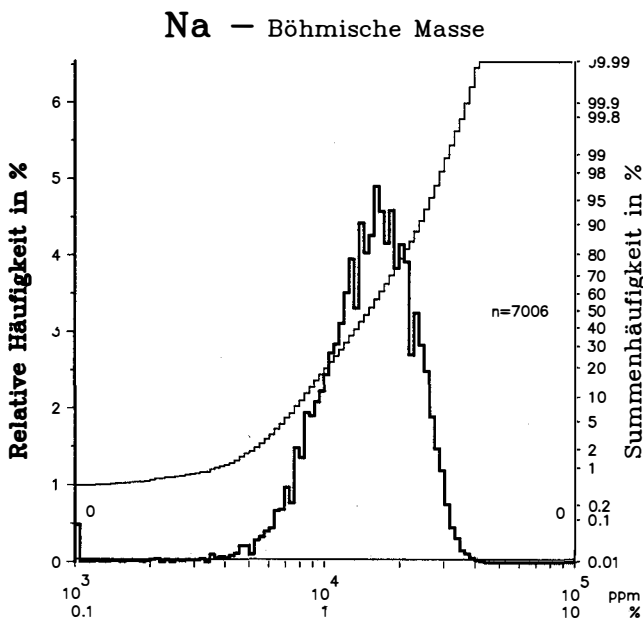


Abb.30: Natrium. Relative Häufigkeit und Summenhäufigkeit der Analysenwerte in der Böhmischen Masse und in der Zentralzone mit ergänzender Angabe der nicht im Histogrammbereich liegenden Probenanzahl.

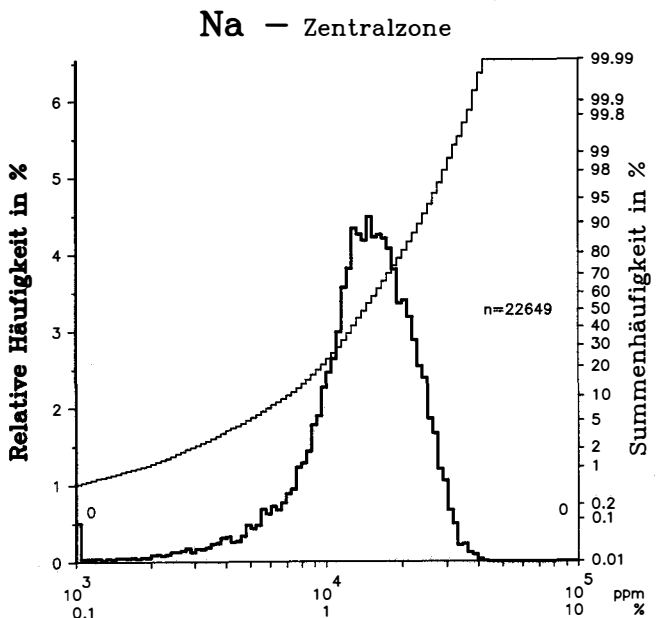


Fig.30: Sodium. Relative frequency and cumulative frequency distributions of analytical values from the Bohemian Massif and the Central Zone with indications of the numbers of samples outside the histogram range.

Gneisareale, wie Dobragneis, Bittescher und Gföhler Gneise, weisen relativ höhere Gehalte auf, während die Monotone Serie sowie der Rastenberger Granodiorit deutlich abfallen.

Ortho-gneiss areas, like the Dobragneis, Bittescher and Gföhler Gneis, show relatively higher contents, while in the Monotonous Series as well as in the Rastenberger Granodiorit they decrease significantly.

3.2. Zentralzone

Im Kristallin der Silvretta und der Ötztaler Gruppe mit höheren Amphibolitanteilen sind Konzentrationsbereiche über 1,9 auf Areale mit Gneisen und aplitischen Gesteinen beschränkt. Erhöhte Werte zeigen auch die Areale der Schladminger und Wölzer Tauern, besonders hohe Gehalte im Bereich des Seckauer Kristallins. Der Stubalpen-Gleinalpenzug wird mit seinen Fortsetzungen deutlich markiert. Im Wechselsystem folgen hohe Gehalte vor allem in albitführenden Gesteinsserien.

Im Pennin des Tauernfensters sind der Zillertaler und Venediger Zentralgneiskern, die Habachzunge und Teile des Ankogel-Hochalmkernes durch erhöhte Gehalte gekennzeichnet. Dies gilt auch für das Pennin von Rechnitz.

3.2. Central Zone

In the crystalline of the Silvretta- and Ötztal-Gruppe with higher portions of amphibolites, values above 1.0 are restricted to areas of gneisses and aplitic rocks. Elevated values are shown in the areas of the Schladminger and Wölzer Tauern, particularly high contents in the domain of the Seckauer Kristallin. The Stubalpen and Gleinalpen range and its extensions are distinctly marked. High contents in the Wechsel system particularly follow albit-containing rock series.

The Zillertaler and Venediger Zentralgneis cores, the Habachzunge and parts of the Ankogel-Hochalm core in the Penninic of the Tauern Window are marked by enhanced contents. This also applies to the Penninic of Rechnitz.

Z: 41	Nb	A: 92,91
Niob		Niobium
Gehalte in ppm Nb		Contents in ppm Nb

1. Geochemie

1.1. Geogen

Lithophiles Spurenelement. Begleitelement des Titans (Ti/Nb 50–1000). Relativ uniforme Häufigkeitsverteilung. Anreicherung von Nb bei der Bildung von stark alkalisierten und karbonatitischen Magmen.

Assoziationen mit Ti, Ta, Zr, Hf, La, Ce, Sn, Y, U, W, Th und P.

1.1.1. Gesteine

Magmatogen: Durchschnitt 20

Ultrabasite 1; Ozeanische Tholeiitbasalte 5; Basite 20; Granite 20.

Sedimentogen:

Tonschiefer 20; Sandsteine 0,05; Karbonatgesteine 0,3; Böden 15.

1.1.2. Minerale

Erze: Columbit (Fe,Mn)(Nb,Ta)₂O₆ (bis 56 %), Pyrochlore (bis 49 %), komplexe Niobate (bis 50 %), u. a.

Neben- bis Spurenelement in Mineralen des Ta, Ti, Zr, Sn und W.

1.1.3. Konzentration

Granitpegmatite und Greisenmineralisationen, Alkali-gesteinskomplexe und Karbonatite.

1. Geochemistry

1.1. Geogene

Lithophile trace element. Associate element of titanium (Ti/Nb 50–1000). Relatively uniform frequency distribution. Enrichment in Nb during the formation of alkalisated and carbonatitic magmas.

Associations with Ti, Ta, Zr, Hf, La, Ce, Sn, Y, U, W, Th and P.

1.1.1. Rocks

Magmatogene: Average 20

Ultrabasics 1; oceanic tholeiite-basalts 5; basitic rocks 20; granites 20.

Sedimentogene:

Shales 20; sandstones 0.05; carbonate rocks 0.3; soils 15.

1.1.2. Minerals

Ores: Columbite (Fe,Mn)(Nb,Ta)₂O₆ (up to 56 %), pyrochlore (up to 49 %), complex niobates (up to 50 %), and others.

Occurs as minor to trace element in minerals of Ta, Ti, Zr, Sn and W.

1.1.3. Concentration

Granite-pegmatites and greisen mineralisation, alkali rock complexes and carbonatites.

1.1.4. Wasser

Süßwasser 0,001 bei pH 6,6–7, Hydrolyse bei pH 2, gelöst als Fluor-, Karbonat- und Organokomplexe.

1.1.5. Verwitterung

Sehr geringe Mobilität. Vorwiegende Bindung an Schwerminerale.

1.1.6. Biofunktion

Bioelement für einige Invertebraten (Aszidien), sonst bedeutungslos. Intravenös mäßig toxisch für Säugetiere.

1.2. Technogen

Geringe Produktion (Weltproduktion 1·10⁴ t Nb/Jahr). Hauptsächlich für metallurgische Sonderzwecke. Umwelt dispersion vernachlässigbar.

2. Datenbewertung

2.1. Probenahme

Bei erhöhtem Anteil von Schwermineralen in der Feinfraktion von Einfluß.

2.2. Analytik

Großteils Doppelanalytik. Wahl der besser reproduzierbaren XRF-Methode. LZW meist unter ±30 %.

1.1.4. Water

Fresh water 0.001 at pH 6.6–7, hydrolysis at pH 2, solved as fluorine-, carbonate- and organocomplexes.

1.1.5. Weathering

Very low mobility. Predominant link to heavy minerals.

1.1.6. Biofunction

Bioelement for several invertebrates, otherwise without significance. Intravenously moderately toxic for mammals.

1.2. Technogene

Minor production (total world production 1·10⁴ t/y Nb). Main application is for special metallurgic purposes. Dispersion to the environment is negligible.

2. Data Assessment

2.1. Sampling

Of influence when the heavy portion of the minerals is increased in the fine fraction.

2.2. Analysis

Mostly double analysis. Choice is the better reproducible XRF-method. LZW is mostly under ±30 %.

2.3. Vergleichs- und Bezugsdaten/Comparison- and Reference Data

2.3.1. Kartenwerke/Atlases

Österreich: Böhmisches Massiv	21,6
Zentralzone	20,5

In anderen Kartenwerken bisher nicht dargestellt.

2.3.2. Regionale Daten/Regional Data

Donausediment, Aschach, OÖ	16
Carditaschiefer (Trias)	17

2.3.3. Lokale Daten/Local Data

Eklogit amphibolit, Koralm, Wies, Stmk. (n = 1)	5
Amphibolitgneise, Gleinalpe, Stmk. (n = 2)	2–5
Amphibolit, Dörflinger Alm, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	11
Amphibolit, Hartlgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	16
Grünschiefer, St. Corona/Wechsel, NÖ (n = 1)	5
Grünschiefer, Payerbach-Reichenau, NÖ (n = 2)	23–40
Grüngesteine (Jura), Hohe Tauern, Sbg. (n = 60)	1–20
Grünschiefer, Rechnitzer Pennin, Bgld. (n = 3)	5
Nichtophiolithische Grünschiefer, Rechnitzer Pennin, Bgld. (n = 3)	147
Diabas (Metabasit), Grauwackenzone, Saalfelden, Sbg. (n = 1)	24
Diabase (Metabasite), Grazer Paläozoikum, Stmk. (n = 2)	28–60
Weinsberger Granit, NÖ/OÖ (n = 4)	17
(n = 6)	20
Mauthausener Granit, OÖ (n = 2)	14
(n = 5)	11
Eisgarner Granit, NÖ (n = 2)	13
Freistädter Granodiorit, OÖ (n = 1)	12
Quarzdiorit, Julbach, OÖ (n = 1)	13

Titanitführender Feinkorngranit, Aigen, OÖ (n = 1)	23
Paragneis, Schönberg/Kamp, NÖ (n = 1)	13
Orthogneise, Vent/Weißkugel, Öztaler Alpen, Tirol (n = 2)	14
Zentralgneise, Sbg. (n = 27)	(20)
Gneis, Seckauer Kristallin, Preßnitzgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	10
Porphyroid, Erzberg, Stmk (n = 1)	15
Grobgneise, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 2)	16
Phyllitischer Glimmerschiefer, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 1)	22
Thurntaler Phyllit, Tessenberg, Osttirol (n = 2)	18-25

2.4. Gesamtbewertung

Die Medianwerte entsprechen der geochemischen Häufigkeit. Der Vergleich mit regionalen und lokalen Daten zeigt gute Übereinstimmung. Im Niveau niedriger Gehalte sind gewisse Unschärfen nicht auszuschließen.

3. Regionale Elementverteilung

3.1. Böhmisches Masse

Hohe Gehalte decken das Verbreitungsgebiet des Weinsberger Granites, anderer Grobkorngranite und das Gebiet des Mühlzuges. Geringfügig niedrigere Gehalte sind den Feinkorngraniten wie dem Mauthausener Granit zuzuordnen. N Gmünd tritt eine Zone höheren Gehaltes auf, in der auch andere an Schwerminerale gebundene Elemente dominieren.

Der Rastenberger Granodiorit zeigt eine unbedeutende Erhöhung. Andere erhöhte Werte liegen in Arealen mit Granuliten, wie im Dunkelsteiner Wald, oder mit Amphiboliten.

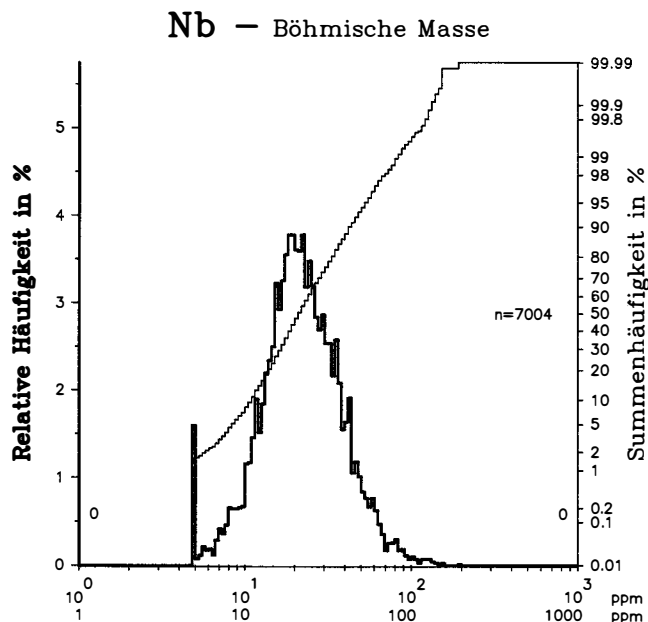


Abb. 31: Niob.
Relative Häufigkeit und Summenhäufigkeit der Analysenwerte in der Böhmisches Masse und in der Zentralzone mit ergänzender Angabe der nicht im Histogrammbereich liegenden Probenanzahl.

3.2. Zentralzone

Die Verteilung folgt weitgehend der des Titans. Besonders gilt dies für Altkristallinseries, wie in den Wölzer Tauern, in den südlichen Öztaler Alpen, in den Seetaler-Muralpen und in der Saualpe u. a. Ferner hebt sich der E-W streichende Zug der Innsbrucker Quarz-

2.4. General Assessment

The median values correspond to the geochemical abundance. Comparison with regional and local data shows good agreement. At the lower content-level certain inexactitudes cannot be excluded.

3. Regional Element Distribution

3.1. Bohemian Massif

High contents coincide with the area of the Weinsberger Granit, other coarse-grained granites and the Mühlzug area. Slightly lower contents are assignable to fine-grained granites such as the Mauthausener Granite. A zone with higher contents occurs north of Gmünd, in which other elements bound to heavy minerals predominate.

The Rastenberger Granodiorit shows an insignificant increase. Other raised values occur in areas with granulites, as in the Dunkelsteiner Wald or with amphibolites.

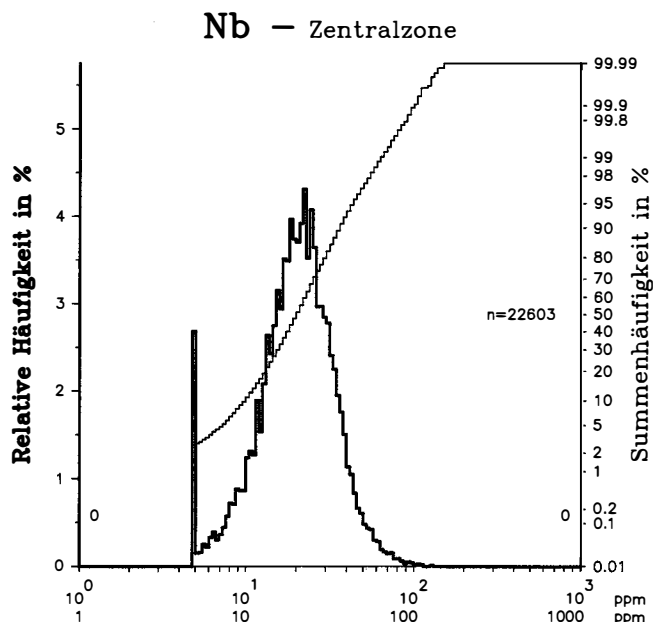


Fig. 31: Niobium.
Relative frequency and cumulative frequency distributions of analytical values from the Bohemian Massif and the Central Zone with indications of the numbers of samples outside the histogram range.

3.2. Central Zone

The distribution largely follows that of titanium. This applies particularly to the Altkristallin series, as in the Wölzer Tauern, the southern Öztaler Alpen, the Seetaler Alpen and Muralpen, in the Saualpe and others. Furthermore, the east-west striking sequence of the

phyllite mit den Schwazer Gneisen ab. Mit etwas niedrigeren Gehalten wird der Landecker, Thurntaler, Radstätter und Ennstaler Quarzphyllit hervorgehoben. Gleiches gilt für die Karbonatgesteinskomplexe, aber auch für das Inselbogensystem des Stubalpen-Gleinalpen-Zuges, für die Grünschiefer des Wechselfensters, für das Pennin des Engadiner Fensters, für die Schieferhüllenserie des Tauernfensters und für das Rechnitzer Fenster sowie für das Seckauer Kristallin u. a.

Innsbrucker Quarzphyllit contrasts with the Schwazer Gneis. The somewhat lower contents characterise the Landecker, Thurntaler, Radstätter and Ennstaler Quarzphyllit. The same applies to the carbonate rock complexes, but also to the island arc system of the Stubalpen-Gleinalpen range, to the greenschists of the Wechsel Window; the Penninic of the Engadin Window, the Schieferhüllserie of the Tauern Window and the Rechnitz Window as well as the Seckauer Kristallin and others.

Z: 28	Ni	A: 58,71
Nickel		Nickel
Gehalte in ppm Ni		Contents in ppm Ni

1. Geochemie

1.1. Geogen

Spuren- bis Nebenelement der Eisengruppe mit siderophilen, chalkophilen und lithophilen Eigenschaften. In SiO₂-armen Magmen mit Mg, Fe, Co, Cr und V assoziiert. Lithologisches Indikatorelement ähnlich Cr.

1.1.1. Gesteine

Magmatogen: Durchschnitt 75
Ultrabasite 2000; Basalte 130; Granodiorite 15; Granite 5.

Sedimentogen:

Tonschiefer 68; Sandsteine 2; Karbonatgesteine unter 10; Böden 17 (5–500).

1.1.2. Minerale

Erzminerale: Sulfide wie Pentlandit (Fe,Ni)₉S₈ (34 %); untergeordnet Arsenide, wie Nickelin (Rotnickelkies) NiAs (44 %), Chloanthit (Weißnickelkies) NiAs₃ (21 %); Sulfoarsenide, wie Gersdorffit NiAsS (35 %); Antimonide und Sulfoantimonide; Silikate, wie Garnierit (Nickelchrysotil) (25 %). Spuren- bis Nebenelemente im Pyrit, Markasit, Pyrrhotin und in Fe-Mg-Silikatmineralen.

1.1.3. Konzentration

Sulfidische Vererzungen mit Co, Cu und As. Nickelsilikatführende Laterite.

1.1.4. Wasser

Süßwasser 0,0015. Hydrolyse bei pH über 6,5.

1.1.5. Verwitterung

Relativ geringe Mobilität. Sorption: Limonit, Humusstoffe. In Bachsedimenten vorwiegend an die Feinfraktion gebunden. Bei Oxidation der Primärerze Bildung von Sulfaten, Arsenaten und Silikaten.

1.1.6. Biofunktion

Kein Bioelement. Sehr toxisch für Pflanzen, behindert Pflanzenwuchs. Mäßig toxisch für Säugetiere.

1. Geochemistry

1.1. Geogene

Trace to minor element of the iron group, with siderophile, chalcophile and lithophile properties. Associated in SiO₂-low magmas with Mg, Fe, Co, Cr and V. A lithological indicator element similar to Cr.

1.1.1. Rocks

Magmatogene: Average 75
Ultrabasics 2000; basalts 130; granodiorites 15; granites 5.

Sedimentogene:

Shales 68; sandstones 2; carbonate rocks less than 10; soils 17 (5–500).

1.1.2. Minerals

Ore minerals: Sulphides, such as pentlandite (Fe,Ni)₉S₈ (34 %); subordinately arsenides, e. g. niccolite NiAs (44 %), chloanthite NiAs₃ (21 %); sulfoarsenides, e. g. gersdorffite NiAsS (35 %); antimonides and sulfoantimonides; silicates, e. g. garnierite (hydrrous Ni-silicates, 25 %). Trace to minor element in pyrite, marcasite, pyrrhotite and in Fe-Mg-silicate minerals.

1.1.3. Concentration

Sulfide mineralisations with Co, Cu and As. Nickel-silicate bearing laterite.

1.1.4. Water

Fresh water 0.0015. Hydrolysis at pH over 6.5.

1.1.5. Weathering

Relatively low mobility. Sorption: Limonite, humic matter. In stream sediments it is predominantly bound to the fine fraction. Oxidation of primary ores leads to formation of sulphates, arsenates and silicates.

1.1.6. Biofunktion

Not a bioelement. Very toxic for plants, impedes plant growth. Moderately toxic for mammals.

1.2. Technogen

Weltproduktion $8 \cdot 10^5$ t Ni/Jahr. Stahlveredelungsmetall mit relativ hohem Ausmaß der Rückgewinnung. Umweltbelastung durch industrielle Stäube, Abfälle und Abwässer.

1.2. Technogene

Total world production $8 \cdot 10^5$ t/y Ni. Used as a steel refining metal, with relatively high rate of recycling. Environmental impact through industrial dust, waste and waste water.

2. Datenbewertung

2.1. Probenahme

Im allgemeinen geringer Einfluß.

2. Data Assessment

2.1. Samples

Generally of little influence.

2.2. Analytik

Doppelanalytik, in der Böhmischen Masse Trippelanalytik (zusätzlich OES). ICP-Daten, NWG ausreichend, LZW überwiegend unter $\pm 30\%$.

2.2. Analysis

Double analysis, triple analysis in the Bohemian Massif (additionally OES). ICP-data, NWG adequate, LZW is predominantly less than $\pm 30\%$.

2.3. Vergleichs- und Bezugsdaten/Comparison- and Reference Data

2.3.1. Kartenwerke/Atlases

Österreich: Böhmisches Masse	33
Zentralzone	32
UK (1978)	30
Alaska (1984)	32
BRD (1985)	17

2.3.2. Regionale Daten/Regional Data

Donausediment, Aschach, OÖ	74
Carditaschiefer (Trias)	26
Österreichische Granitoide (n = 104)	7

2.3.3. Lokale Daten/Local Data

Ultrabasite, Kraubath, Stmk. (n = 227)	2200
Ultrabasite (Ophiolithe), Rechnitzer Pennin, Bgld. (n = 5)	1830
Amphibolite, Waldviertel, NÖ (n = 29)	32-360
Eklogitamphibolit, Koralpe, Wies, Stmk. (n = 1)	91
Amphibolitgneise, Gleinalpe, Stmk. (n = 2)	44-64
Amphibolit, Gleinalpe, Stmk. (n = 1)	8,1
Amphibolit, Dörflinger Alm, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	18
Amphibolit, Hartlgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	59
Amphibolit, Panzendorf, Defereggengruppe, Osttirol (n = 1)	83
Grünschiefer, St. Corona/Wechsel, NÖ (n = 1)	44
Grünschiefer, Payerbach-Reichenau, NÖ (n = 2)	8-26
Grünschiefer, Rechnitzer Pennin, Bgld. (n = 33)	150
Diabas (Metabasit), Grauwackenzone, Saalfelden, Sbg. (n = 1)	21
Diabas (Metabasit), Tösens, Öztaler Alpen, Tirol (n = 1)	23
Diabase (Metabasite), Grazer Paläozoikum, Stmk. (n = 2)	60-183
Weinsberger Granit, NÖ/OÖ (n = 5)	3
Mauthausener Granit, OÖ (n = 5)	3
Freistädter Granodiorit, OÖ (n = 1)	6
Quarzdiorit, Julbach, OÖ (n = 1)	25
Titanitführender Feinkorngranit, Aigen, OÖ (n = 1)	45
Paragneise, Schönberg/Kamp, NÖ (n = 2)	5-78
Dobragneis, NÖ (n = 12)	4
Bittescher Gneis, NÖ (n = 1)	< 3
Zentralgneise, Sbg. (n = 27)	(20)
Gneis, Seckauer Kristallin, Preßnitzgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	8
Porphyroid, Erzberg, Stmk. (n = 1)	14
Grobgneis, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 1)	< 2
Phyllitischer Glimmerschiefer, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 1)	30
Thurmtaler Phyllit, Tessenberg, Osttirol (n = 2)	34-48

2.4. Gesamtbewertung

Die Kartendarstellung entspricht mit hoher Sicherheit den geologischen Gegebenheiten.

2.4. General Assessment

The map corresponds to a high degree of confidence to given geological conditions.

3. Regionale Elementverteilung

3.1. Böhmisches Masse

Es überwiegen Werte unter 25. Höhere Werte finden sich in Gneisgebieten, wie im Sauwald, oder im Waldviertel E des Granitgebietes.

Ultrabasite, untergeordnet auch Amphibolite, sind oft durch deutliche Konzentrationen markiert.

3. Regional Element Distribution

3.1. Bohemian Massif

Values below 25 predominate. Higher values occur in gneissic regions, as in the Sauwald or in the Waldviertel east of the granite region.

Ultrabasics, to a lesser degree also amphibolites, are often characterised by distinct concentrations.

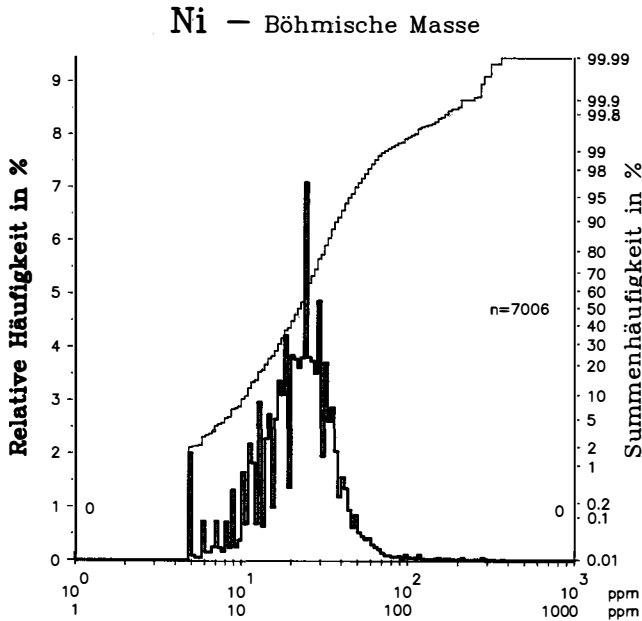


Abb. 32: Nickel.

Relative Häufigkeit und Summenhäufigkeit der Analysenwerte in der Böhmisches Masse und in der Zentralzone mit ergänzender Angabe der nicht im Histogrammbereich liegenden Probenanzahl.

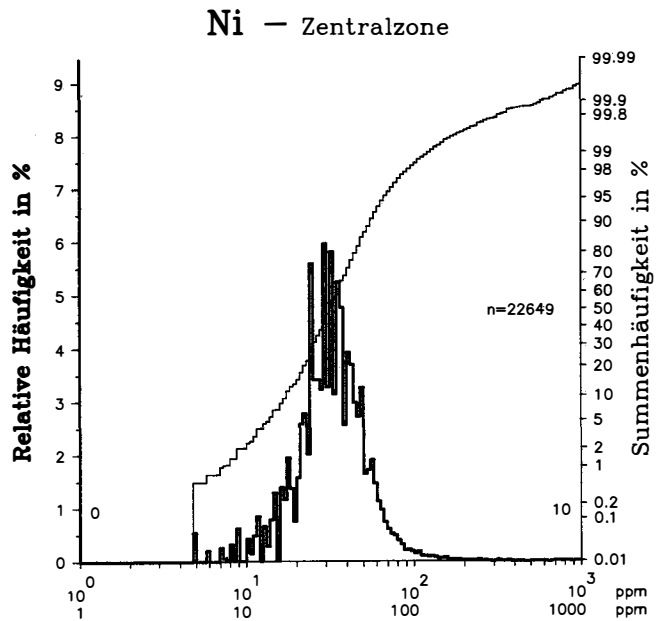


Fig. 32: Nickel.

Relative frequency and cumulative frequency distributions of analytical values from the Bohemian Massif and the Central Zone with indications of the numbers of samples outside the histogram range.

3.2. Zentralzone

Die Ultrabasitkörper im Bereich der Rechnitzer Schieferinsel, der Serpentin komplex von Kraubath, teilweise von Oppenberg, ferner die Ultramafitkörper im Gebiet des Krappfeldes sowie im Bereich der Oberen Tauernschieferhülle, bzw. der Matreier Zone bei Heiligenblut, Mölltal, Kals, Hinterer Zemmgrund, Pfitscherjoch, Tuxertal u. a., sowie in der Rahmenzone des Engadiner Fensters und der Arosa-Schuppenzone werden durch Gehalte über 75 ppm angezeigt. Die zahlreichen Ultrabasite im Gebiet um Hopfgarten und Kitzbühel werden deutlich hervorgehoben. Auch relativ kleine Basit- und Ultrabasitkörper, wie etwa im Gebiet der Gurktaler Alpen zwischen Ebene Reichenau und Sirnitz, werden durch erhöhte Gehalte markiert.

Die Grünschiefererien im Bereich der Oberen Schieferhülle werden durch etwas niedrigere Gehalte abgegrenzt.

Besonders niedrige Gehalte decken die Areale der Zentralgneise und anderer saurer Gesteine magmatischer Herkunft. Im Altkristallin und in den Karbonatgesteinskomplexen überwiegen generell lithologische Einflüsse.

3.2. Central Zone

Contents of above 75 ppm are indicative of the ultrabasic bodies in the domain of the Rechnitzer Schieferinsel, the serpentine complex of Kraubath, partially that of Oppenberg, furthermore, the ultrabasic bodies in the area of the Krappfeld, the upper Tauernschieferhülle or the Matreier Zone near Heiligenblut, the Mölltal, Kals, Hinterer Zemmgrund, Pfitscherjoch, Tuxertal and others as well as the zone framing the Engadin Window and the Arosa Schuppenzone. The numerous ultrabasics in the areas around Hopfgarten and Kitzbühel are clearly indicated. Also the relatively small basic and ultrabasic bodies, such as in the area of the Gurktaler Alpen between Ebene Reichenau and Sirnitz, are marked by enhanced contents.

The greenschist series in the Obere Schieferhülle are delineated by somewhat lower contents.

Particularly low values occur in the areas of the Zentralgneise and other acid rocks of magmatic origin. Lithological influence generally predominates in the Altkristallin and carbonate rock complexes.

Z: 15	P	A: 30,97
Phosphor		Phosphorus
Gehalte in ppm P		Contents in ppm P

1. Geochemie

1.1. Geogen

Lithophiles Spurenelement mit starker Tendenz zur Bindung an akzessorische Minerale.

1.1.1. Gesteine

Magmatogen: Durchschnitt
Ultrabasite 220; Basalte 1100; Granodiorite 920; Granite 600.

Sedimentogen:

Tonschiefer 700; Sandsteine 170; Karbonatgesteine 300; Böden 650.

1.1.2. Minerale

Apatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F},\text{Cl},\text{OH})$ (18 %), Monazit (bis 14 %), Xenotim (bis 17 %).

1.1.3. Konzentration

Mit Seltenen Erden und Nb in Alkaligesteinen und deren Pegmatiten. Sedimentäre Phosphorite.

1.1.4. Wasser

Süßwasser 0,02, wasserlösliche Komplexe PO_4^{-3} , HPO_4^{-2} oder $\text{H}_2\text{PO}_4^{-1}$.

1.1.5. Verwitterung

Mobilität niedrig bis mäßig, begrenzt durch die Wasserlöslichkeit der Phosphate. Fällung mit Ca, Pb u. a. Apatit geht in die Schwermineralfraktion ein.

1.1.6. Biofunktion

Gemeinsam mit Stickstoff und Kalium wichtigster Pflanzennährstoff. Skelettbildner.

1.2. Technogen

Hohe Produktion (Weltproduktion $2 \cdot 10^8$ t Phosphatminerale/Jahr). Weitgehende Dispersion in die Umwelt in Form von Kunstdünger und Waschmittel.

2. Datenbewertung

2.1. Probenahme

Bei Bindung an die Schwermineralfraktion Einfluß vorhanden. Verfälschung durch biologische Skelettreste möglich.

2.2. Analytik

Doppelanalytik mit guter Übereinstimmung. Wahl der ICP-Methode wegen besserer NWG, LZW unter ± 30 %.

1. Geochemistry

1.1. Geogene

Lithophile trace element with pronounced tendency to bonding with accessory minerals.

1.1.1. Rocks

Magmatogene: Average
Ultrabasics 220; basalts 1100; granodiorites 920; granites 600.

Sedimentogene:

Shales 700; sandstones 170; carbonate rocks 300; soils 650.

1.1.2. Minerals

Apatite $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F},\text{Cl},\text{OH})$ (18 %), monazite (up to 14 %), xenotime (up to 17 %).

1.1.3. Concentration

Together with rare earths and Nb in alkali rocks and their pegmatites. Sedimentary phosphorites.

1.1.4. Water

Fresh water 0.02, water-soluble complexes PO_4^{-3} , HPO_4^{-2} or $\text{H}_2\text{PO}_4^{-1}$.

1.1.5. Weathering

Low to moderate mobility, defined by the water-solubility of the phosphates. Deposition with Ca, Pb and others. Apatite goes with the heavy mineral fraction.

1.1.6. Biofunction

Together with nitrogen and potassium it is the most important plant nutrient. Builds up skeleton.

1.2. Technogene

Large production (total world production $2 \cdot 10^8$ t/y of phosphate minerals). Widespread dispersion to the environment in the form of fertilizer and washing agents.

2. Data Assessment

2.1. Sampling

Of influence when bound to the heavy mineral fraction. Possible error caused by biological skeleton remnants.

2.2. Analysis

Double analysis, with good agreement. Choice of the ICP method because of better NWG; LZW less than ± 30 %.

2.3. Vergleichs- und Bezugsdaten/Comparison- and Reference Data

2.3.1. Kartenwerke/Atlases

Österreich: Böhmisches Masse	980
Zentralzone	1060

Daten anderer geochemischer Kartenwerke sind nicht bekannt.

2.3.2. Regionale Daten/Regional Data

Donasediment, Aschach, OÖ	1300
Carditaschiefer (Trias)	490

2.3.3. Lokale Daten/Local Data

Eklogitamphibolit, Korralpe, Wies, Stmk. (n = 1)	780
Amphibolitgneise, Gleinalpe, Stmk. (n = 2)	730–1580
Amphibolit, Dörflinger Alm, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	300
Amphibolit, Hartlgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	200
Grünschiefer, St. Corona/Wechsel, NÖ (n = 1)	1400
Grünschiefer, Payerbach-Reichenau, NÖ (n = 2)	1780–1490
Diabas (Metabasit), Grauwackenzone, Saalfelden, Sbg. (n = 1)	2000
Diabase (Metabase), Grazer Paläozoikum, Stmk. (n = 2)	200–400
Weinsberger Granit, NÖ/OÖ (n = 4)	800
(n = 6)	1670
Mauthausener Granit, OÖ (n = 2)	900
(n = 6)	800
Eisgarner Granit, NÖ (n = 3)	1140
Granite, Nebelsteingebiet, NÖ (n = 6)	600
Freistädter Granodiorit, OÖ (n = 1)	800
Quarzdiorit, Julbach, OÖ (n = 1)	1300
Titanitführender Feinkorngranit, Aigen, OÖ (n = 1)	2590
Paragneise, Schönberg/Kamp, NÖ (n = 2)	270–810
Granite, Thayabatholith, NÖ (n = 3)	200
Plagioklasgneis, Stubalpe, Stmk. (n = 3)	480
Orthogneise, Ötztaler Alpen, Tirol (n = 6)	800
Orthogneise, Stubai Alpen, Tirol (n = 7)	1210
Zentralgneise, Sbg. (n = 20)	1000
Gneis, Seckauer Kristallin, Preßnitzgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	500
Porphyroid, Erzberg, Stmk (n = 1)	1350
Grobgneise, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 2)	470
Phyllitischer Glimmerschiefer, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 1)	550
Thurmtaler Phyllit, Tessenberg, Osttirol (n = 2)	600–800

2.4. Gesamtbewertung

Die Kartendarstellung gibt weitgehend regionale und lokale Daten wieder.

2.4. General Assessment

The map largely reflects regional and local data.

3. Regionale Elementverteilung

3.1. Böhmisches Masse

In den Gebieten der Grobkorngranite sind die höchsten Gehalte zu finden. Sie sind auf einen erhöhten Schwermineralanteil mit Phosphaten (wie Apatit, Monazit, Xenotim) zurückzuführen. Hohe Werte deuten meist auf ein Überwiegen von Apatit. Der Weinsberger Granit weist in seinem Zentralgebiet relativ höhere Anreicherungen auf. Gleiches gilt für den Mühlzug. Die Areale des Eisgarner Granites unterscheiden sich entgegen lokalen Daten durch niedrigere Gehalte.

Der Rastenberger Granodiorit wird von hohen Gehalten begleitet. Einzelne erhöhte Werte im Bereich der Bunten Serie dürften auf Amphibolite zurückzuführen sein.

3. Regional Element Evaluation

3.1. Bohemian Massif

The highest contents are found in the areas of the coarse-grained granites. These are considered to be due to increased accumulation of heavy minerals containing phosphates, such as apatite, monazite, xenotime. High values mostly indicate a predominance of apatite. The Weinsberger Granit shows relative enrichment in its central region. The same applies to the Mühlzug. The area of the Eisgarner Granit differs from local data in its lower contents.

The Rastenberger Granodiorit is associated with high contents. Single elevated values in the domain of the Variegated Series are likely to be due to amphibolites.

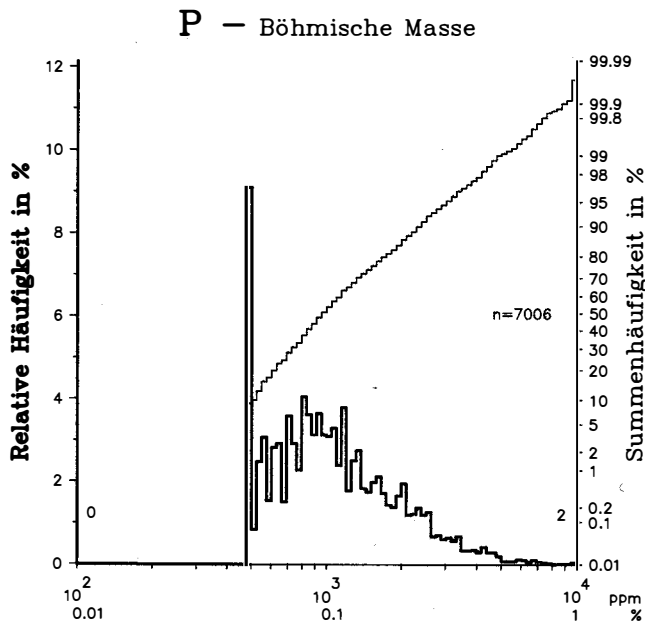


Abb. 33: Phosphor.
Relative Häufigkeit und Summenhäufigkeit der Analysenwerte in der Böhmisches Masse und in der Zentralzone mit ergänzender Angabe der nicht im Histogrammbereich liegenden Probenanzahl.

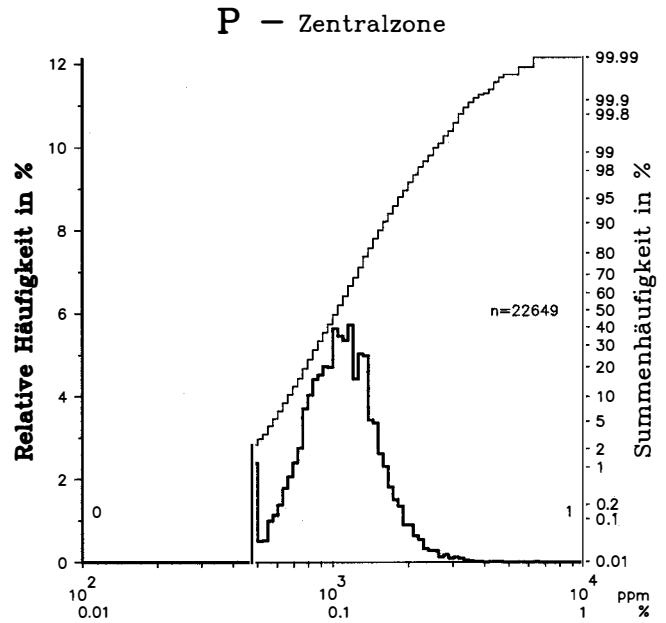


Fig. 33: Phosphorus.
Relative frequency and cumulative frequency distributions of analytical values from the Bohemian Massif and the Central Zone with indications of the numbers of samples outside the histogram range.

3.2. Zentralzone

In der Zentralzone liegen fast 40 % der Werte in der Klasse 1000 bis 1450. Zusammenhängende, der Lithologie folgende Hochzonen sind nicht zu beobachten. Einzelne hervorragende Werte überwiegen im Kristallin, wie in den Wölzer Tauern, Seetaler Alpen, Saualpe, Murtaler Alpen u. a. In vielen Fällen ergibt sich Übereinstimmung mit Ti und Nb. Teilweise erhöhte Gehalte finden sich im Pennin der Hohen Tauern, im Zentralgneiskern von Tux und in der Hüllschieferserie, sowie im Paläozoikum der westlichen Karnischen Alpen.

Zu den unterdurchschnittlich ausgezeichneten Gebieten zählen die Koralpe, der Stubalpen-Gleinalpenzug, und Bereiche des Wechselsystemes.

3.2. Central Zone

Almost 40 % of the values in the Central Zone fall into the category 1000 to 1450. Contiguous high zones corresponding to the lithology are not observed. Single prominent values predominate in the crystalline areas, as in the Wölzer Tauern, the Seetaler Alpen, the Saualpe, Murtaler Alpen and others. In many cases there is agreement with Ti and Nb. Enhanced contents occur in the Penninic of the Hohe Tauern in the Tuxer Zentralgneis core and in the Hüllschieferserie as well as in the Palaeozoic of the western Carnic Alps.

Areas with values below average include the Koralpe, the Stubalpen-Gleinalpen range and regions of the Wechsel system.

Z: 82	Pb	A: 207,19
Blei		Lead
Gehalte in ppm Pb		Contents in ppm Pb

1. Geochemie

1.1. Geogen

Oxichalkophiles Spurenelement, angereichert mit der Alkalisierung der Magmen. In den gesteinsbildenden Alumosilikaten durch das Hauptelement Kalium abgefangen oder durch Kalzium getarnt.

1. Geochemistry

1.1. Geogene

Oxychalcophile trace element, enriched during the alkalisation of magmas. Captured by potassium in the rockforming aluminous silicates or camouflaged by calcium.

1.1.1. Gesteine

Magmatogen: Durchschnitt 12,5
Ultrabasite 0,05; Basalte 4; Granodiorite 15; Granite 19.

Sedimentogen:

Tonschiefer 20; Sandsteine 7; Karbonatgesteine 9; Böden 10 (2–200).

1.1.2. Minerale

Erzminerale: Galenit (Bleiglanz) PbS (86 %); Bleisulfosalze, wie Bournonit PbCuSbS_3 (42 %), Cerussit PbCO_3 (77 %).

Spurenelement in Alkalifeldspäten (K-Pb) und in Plagioklasen (Ca-Pb).

1.1.3. Konzentration

Hydrothermale Lagerstättenbildungen in Vergesellschaftung mit Zn, Fe, Cu, Ag, Au, Bi, Sb und As. Höhere Gehalte in kaliumreichen intrusiven Graniten und deren Pegmatiten.

1.1.4. Wasser

Süßwasser 0,003 ppm, durch Umweltbelastung oft um den Faktor 10 erhöht. Hydrolyse pH 6. Gelöst als Pb^{+2} , PbCO_3^0 , Pb(OH)^{-1} , Pb(OH)_2 , in Form von Komplexen mit Cl^{-1} , HCO_3^{-1} und organischen Molekülen.

1.1.5. Verwitterung

Geringe Mobilität. Sulfidische Erze oxidieren zu schwerlöslichem Sulfat, Karbonat, Arsenat, Vanadat, Molybdat, Chromat. Sorption an Fe- und Mn-Hydroxide, organische Substanzen sowie Tonminerale.

1.1.6. Biofunktion

Schadelement als Pb^{+2} -Ion. Sehr giftig für Pflanzen und Tiere.

1.2. Technogen

Buntmetall hoher Produktion (Weltproduktion $5 \cdot 10^6$ t Pb/Jahr) und breiter technischer Verwendung. Wiedergewinnung aus Altblei. Starke Umweltdispersion, wie durch Verbrennung von verbleitem Treibstoff, Kohle und Müll, durch Bergbau und Hüttenindustrie, durch Klärschlamm, ferner durch Verwendung von Farbpigmenten, Chemikalien, Stabilisatoren in Kunststoffen, Schrotkugeln, Bleiglas u. a.

2. Datenbewertung

2.1. Probenahme

Geringer Einfluß.

2.2. Analytik

Mit Beginn des Arbeitsprogrammes wurde die OES-Methode benutzt. Im weiteren Verlauf weitgehende Kontrolle mit ICP und XRF. NWG ausreichend, LZW im Durchschnitt mit ± 40 % und im Maximum ± 100 %.

2.3. Vergleichs- und Bezugsdaten/Comparison- and Reference Data

2.3.1. Kartenwerke/Atlases

Österreich: Böhmisches Massiv	32
Zentralzone	25

1.1.1. Rocks

Magmatogene: Average 12.5
Ultrabasics 0.05; basalts 4; granodiorites 15; granites 19.

Sedimentogene:

Shales 20; sandstones 7; carbonate rocks 9; soils 10 (2–200).

1.1.2. Minerals

Ore minerals: galena PbS (86 %); lead sulfosalts, e. g. bournonite PbCuSbS_3 (42 %), cerussite PbCO_3 (77 %).

Trace element in potash feldspars (K-Pb) and in plagioclases (Ca-Pb).

1.1.3. Concentration

Hydrothermal mineralisations in association with Zn, Fe, Cu, Ag, Au, Bi, Sb and As. Higher contents in potassium-rich intrusive granites and their pegmatites.

1.1.4. Water

Fresh water 0.003 ppm, often raised by a factor of 10 by pollution. Hydrolysis pH 6. Soluble as Pb^{+2} , PbCO_3^0 , Pb(OH)^{-1} , Pb(OH)_2 , in the form of complexes with Cl^{-1} , HCO_3^{-1} and organic molecules.

1.1.5. Weathering

Low mobility. Sulfide ores oxidise to slightly soluble sulphates, carbonates, arsenates, vanadates, molybdates, chromates. Sorption on Fe- and Mn-hydroxides, organic matter as well as clay minerals.

1.1.6. Biofunction

Problematic as Pb^{+2} -ion. Very toxic for plants and mammals.

1.2. Technogene

Base metal with high production rate (total world production $5 \cdot 10^6$ t/y Pb) and wide technical application. Recycling from lead scrap. High rate of dispersion to the environment, e. g. by combustion of leaded fuel, coal, garbage, mining and refining, sewage sludges, further by usage in paint pigments, chemicals, stabilizers in plastics, lead-shot, lead glass etc.

2. Data Assessment

2.1. Sampling

Of minor influence.

2.2. Analysis

Since the beginning of the project the OES method was employed. Extensive controls with ICP and XRF during later phases. NWG is sufficient, LZW on the average ± 40 % and at a maximum ± 100 %.

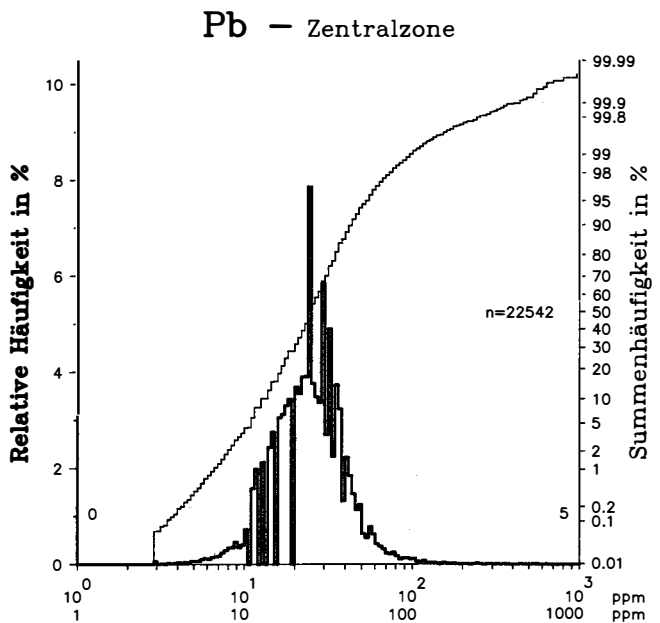
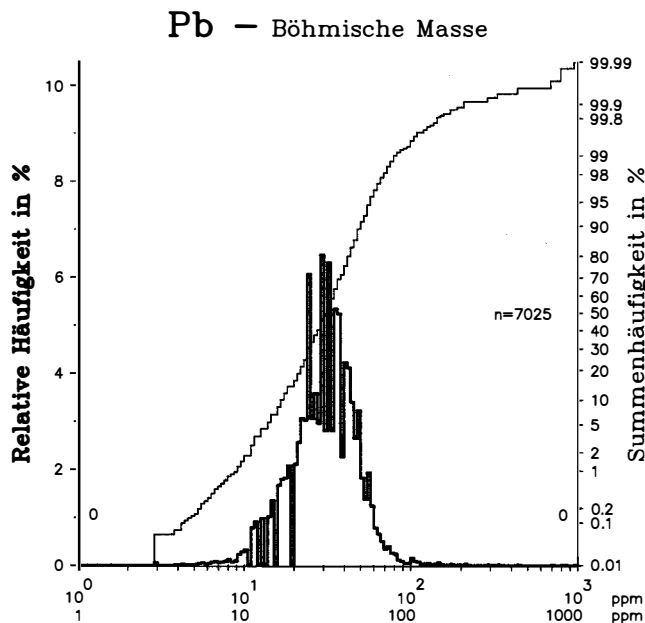


Abb. 34: Blei.
Relative Häufigkeit und Summenhäufigkeit der Analysenwerte in der Böhmisches Masse und in der Zentralzone mit ergänzender Angabe der nicht im Histogrammbereich liegenden Probenanzahl.

Fig. 34: Lead.
Relative frequency and cumulative frequency distributions of analytical values from the Bohemian Massif and the Central Zone with indications of the numbers of samples outside the histogram range.

3.2. Zentralzone

Die auf die Lithologie zurückführbaren Werte sind niedriger als in der Böhmisches Masse. Gehalte über 38 erreichen nur 15 %, gegenüber 30 % in der Böhmisches Masse. Areale mit altpaläozoischen und mesozoischen Gesteinsabfolgen liegen oft unter 24, wie der Stubalpen-Gleinalpen-Zug, der Bereich des Wechsels, Teilbereiche der Gurktaler Decke und des Grazer Paläozoikums, sowie der Grauwackenzone.

Die kaliumreicheren Zentralgneiskerne im Tauernfenster, vor allem der Tuxer Kern, schwächer der Granatspitzkern und sehr deutlich der Sonnblickkern, sind besser hervorgehoben.

Die bekanntesten ehemaligen Bergbaureviere, wie St. Christoph am Arlberg, Vorkommen des Brennermesozoikums, das Leoganger Revier, die Vererzungen in den Schladminger Tauern, Vererzungen im Raum Bad Gastein und teilweise in der Kreuzeckgruppe, ebenso wie die zahlreichen Vorkommen der Gurktaler Einheit und des Grazer Paläozoikums, die Vererzung von Meiselding u. a. werden deutlich markiert, dagegen andere Bleivererzungen, wie Tösens, Oberzeiring u. a. kaum angedeutet.

Einzelne erhöhte Werte, wie bei Mürzsteg, im Wechselgebiet, im Raum Villach oder im Montafon bei Schruns bedürfen weiterer Prüfung, ob sie als technologische Umwelteinflüsse anzusehen sind.

3.2. Central Zone

Values attributable to the lithology are lower than those in the Bohemian Massif. Only 15 % of the values lie above 30, compared with 30 % in the Bohemian Massif. Areas with Early Palaeozoic and Mesozoic rock sequences lie often below 24, as in the Stubalpen-Gleinalpen range, the region of the Wechsel, parts of the region of the Gurktaler Decke and the Graz Palaeozoic, as well as the Grauwackenzone.

The potassium-rich Zentralgneis cores in the Tauern Window, particularly the Tuxer core, to a lesser extent the Granatspitz core and very definitely the Sonnblick core, are more clearly emphasised.

The well-known former mining districts, as for example St. Christoph am Arlberg, occurrences in the Brenner Mesozoic, the Leogang district, mineralisations in the Schladminger Tauern, in the area of Bad Gastein and partly in the Kreuzeck-Gruppe, as well as numerous occurrences of the Gurktaler Decke and the Graz Palaeozoic, the mineralisation at Meiselding etc. are clearly indicated, whereas other lead mineralisations, as at Tösens, Oberzeiring etc. are hardly so.

Individual, enhanced values, as near Mürzsteg, in the Wechsel area, the Villach area and in the Montafon near Schruns require further investigation whether they are attributable to technogene influence.

Z: 37	<h1>Rb</h1>	A: 85,47
<h2>Rubidium</h2>		<h2>Rubidium</h2>
Gehalte in ppm Rb		Contents in ppm Rb

1. Geochemie

1.1. Geogen

Lithophiles Spurenelement. Seltenes Alkalielement, getarnt durch Kalium, wie auch Caesium und Thallium.

1.1.1. Gesteine

Magmatogen: Durchschnitt 90 (K/Rb 2000 bis 10) Ultrabasite 0,1; ozeanische Tholeiite 1; Basalte 32; Granodiorite 110; Granite 100.

Sedimentogen:

Tongesteine 140; Sandsteine 40; Karbonatgesteine meist unter 1; Böden 100 (20–500).

1.1.2. Minerale

Spuren- bis Nebenelement in allen kaliumhaltigen Mineralen. Eigene Mineralbildungen fehlen. In magmatischen Gesteinen ist der Kalifeldspat zu 50–80 % der Träger des Gesamtgehaltes. Glimmer reichern Rb um den Faktor 2–5 relativ zum Feldspat an.

1.1.3. Konzentration

In Pegmatiten: Kalifeldspäte und Glimmer, vor allem Lithiumglimmer, und das Caesiummineral Pollucit bis 3 %. K/Rb-Verhältnis unter 150 ist indikativ für intrusive Granite und für Granitpegmatite, die Minerale mit selteneren Elementen enthalten.

1.1.4. Wasser

Meerwasser 0,125 (K/Rb 3100), Süßwasser 0,001 (K/Rb 1500). Gelöst als Rb⁺.

1.1.5. Verwitterung

Geringere Mobilität als Kalium. Sorption durch Tonminerale. In Bachsedimenten aus Granitgebieten in Abhängigkeit von Kalium in der Feinfraktion.

1.1.6. Biofunktion

Kein essentielles Bioelement. Stimuliert in geringen Konzentrationen, ersetzt Kalium nur in geringem Umfang, ausgenommen in niedrigen Pflanzen. In Abwesenheit von Kalium toxisch.

1.2. Technogen

Geringfügige Produktion (Weltproduktion in der Größenordnung von 2 t Rb/Jahr) als Nebenprodukt der Gewinnung von Kaliumsalzen und der Verhüttung von Lithium- und Caesiumerzen. Verwendung für Chemikalien und Forschungszwecke, photoelektrische Zellen, u. a.

2. Datenbewertung

2.1. Probenahme

Kein Einfluß beobachtet.

1. Geochemistry

1.1. Geogene

Lithophile trace element. Rare alkaline element camouflaged by potassium, same as cesium and thallium.

1.1.1. Rocks

Magmatogene: Average 90 (K/Rb 2000 to 10) Ultrabasics 0.1; oceanic tholeiite-basalts 1; basalts 32; granodiorites 110; granites 100.

Sedimentogene:

Shales 140; sandstones 40; carbonate rocks mostly less than 1; soils 100 (20–500).

1.1.2. Minerals

Trace to minor element in all potassium-containing minerals. No minerals of its own. The potassium feldspar accounts for 50–80 % of the total content. Mica enriches Rb by a factor of 2–5 relative to the feldspar.

1.1.3. Concentration

In pegmatites: potassium feldspars and micas, particularly lithium-mica and the cesium mineral pollucite up to 3 %. K/Rb-ratio of less than 150 is indicative of intrusive granites and granite-pegmatites which contain minerals with rare elements.

1.1.4. Water

Sea water 0.125 (K/Rb 3100), fresh water 0.001 (K/Rb 1500). Soluble as Rb⁺.

1.1.5. Weathering

Lower mobility than potassium. Sorption by clay minerals. In stream sediments derived from granite areas, enriched in the fine fraction because of its dependence on potassium.

1.1.6. Biofunction

Not an essential bioelement. Stimulates at low concentrations, replaces potassium only to a minor extent except in low plants. Toxic in the absence of potassium.

1.2. Technogene

Minor production (total world production of the order of 2 t/y Rb) as a byproduct of the extraction of potassium-salts and the refining of lithium and caesium ores. Application in chemicals and for research, photoelectric cells etc.

2. Data Assessment

2.1. Sampling

No influence observed.

2.2. Analytik

Monoanalytik mit der XRF-Methode, mit beschränkter externer Kontrolle. Ausreichende NWG, LZW meist unter $\pm 50\%$.

2.2. Analysis

Mono-analysis with the XRF method, with limited external control. NWG sufficient, LZW mostly under $\pm 50\%$.

2.3. Vergleichs- und Bezugsdaten/Comparison- and Reference Data

2.3.1. Kartenwerke/Atlases

Österreich: Böhmisches Massiv	97
Zentralzone	89

In anderen Kartenwerken nicht dargestellt.

2.3.2. Regionale Daten/Regional Data

Donaud sediment, Aschach, OÖ	102
Carditaschiefer (Trias)	102

2.3.3. Lokale Daten/Local Data

Zusätzlich zu geochemischen Analysen ist die Geochemie dieses Elementes durch geochronologische Gesamtgesteinsdaten gut abgesichert.

Eklogit amphibolit, Koralpe, Wies, Stmk. (n = 1)	9
Amphibolitgneise, Gleinalpe, Stmk. (n = 2)	10–22
Amphibolit, Dörflinger Alm, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	11
Amphibolit, Hartlgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	14
Grünschiefer, St. Corona/Wechsel, NÖ (n = 1)	8
Grünschiefer, Payerbach-Reichenau, NÖ (n = 2)	10–25
Diabas (Metabasit), Tösens, Ötztaler Alpen, Tirol (n = 1)	165
Diabase (Metabasite), Grazer Paläozoikum, Stmk. (n = 2)	10–48
Weinsberger Granit, NÖ/OÖ (n = 6)	173
(n = 4)	200
Mauthausener Granit, OÖ (n = 5)	140
(n = 2)	190
Eisgarner Granit, NÖ (n = 3)	89
Freistädter Granodiorit, OÖ (n = 1)	58
Quarzdiorit, Julbach, OÖ (n = 1)	115
Titanitführender Feinkorngranit, Aigen, OÖ (n = 1)	307
Paragneise, Schönberg/Kamp, NÖ (n = 2)	89–131
Granite, Moravikum, Thayabatholith, NÖ (n = 14)	150
Gföhler Gneis, NÖ (n = 1)	125
Bittescher Gneis, NÖ (n = 2)	100–170
Orthogneise, Ötztaler Alpen, Tirol (n = 8)	91–630; $\emptyset = 243$
Orthogneise, Stubai Alpen, Tirol (n = 8)	235–1348; $\emptyset = 459$
Zentralgneise, Sbg. (n = 25)	52–313; $\emptyset = 158$
Zentralgneise, Sbg. (n = 27)	max. 400; $\emptyset = 130$
Streifengneise, Maltatal, Koschat, Ktn. (n = 2)	100–125
Orthogneise, Altes Dach im SE-Eck des Tauernfensters, Ktn. (n = 8)	350
Gneis, Seckauer Kristallin, Preßnitzgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	73
Porphyroid, Erzberg, Stmk (n = 1)	13
Grobgneise, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 2)	243–276
Phyllitischer Glimmerschiefer, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 1)	217
Thurntaler Phyllit, Tessenberg, Osttirol (n = 2)	100–233

2.4. Gesamtbewertung

Der Vergleich mit lokalen Daten zeigt beste Übereinstimmung. Die Verteilung folgt den lithologischen Gegebenheiten. Der Durchschnitt des Elementverhältnisses K/Rb liegt bei 250.

2.4. General Assessment

Comparison with local data shows excellent correspondence. The distribution is in accordance with lithological conditions. The average of the element ratio K/Rb lies around 250.

3. Regionale Elementverteilung

3.1. Böhmisches Massiv

Die Granitgebiete sind durch hohe und höchste Konzentrationen charakterisiert. Es sind linear gestreckte

3. Regional Element Distribution

3.1. Bohemian Massif

Granite areas are characterised by high and highest concentrations. Linear zones with high values are re-

Hochzonen erkennbar, wie im Weinsberger Granit zwischen Perg und Königswiesen. Die niedrigere Konzentration in Analysen des Eisgarner Granites kommt nicht zum Ausdruck. Das Areal des Gföhler Gneises, Bittescher Gneises und anderer saurer Intrusiva werden hervorgehoben. Gleiches gilt für manche Feinkorngranite und Perlgneise mit Ganggraniten.

cognisable, as in the Weinsberger Granit, between Perg and Königswiesen. The lower concentration in rock analyses of the Eisgarner Granit is not expressed. The area of the Gföhler Gneis, Bittescher Gneis and other acid intrusives is emphasized. The same applies to many fine-grained granites and Perlgneise with granite dykes.

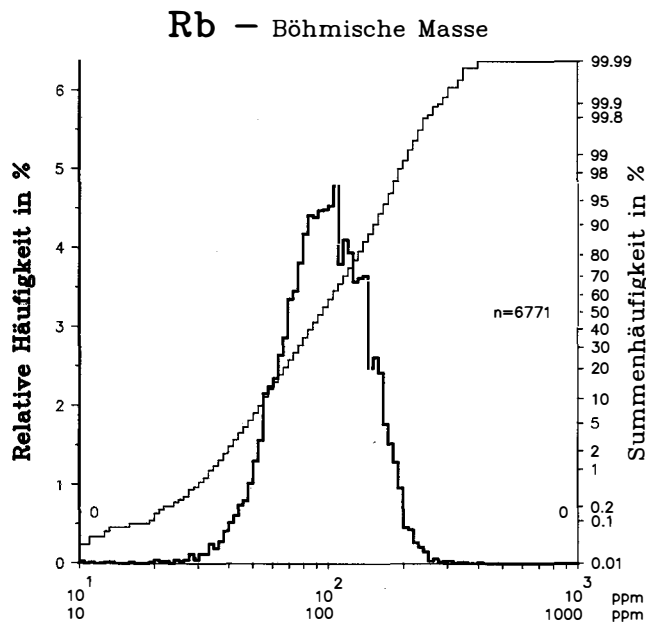


Abb. 35: Rubidium. Relative Häufigkeit und Summenhäufigkeit der Analysenwerte in der Böhmisches Masse mit ergänzender Angabe der nicht im Histogrammbereich liegenden Probenanzahl.

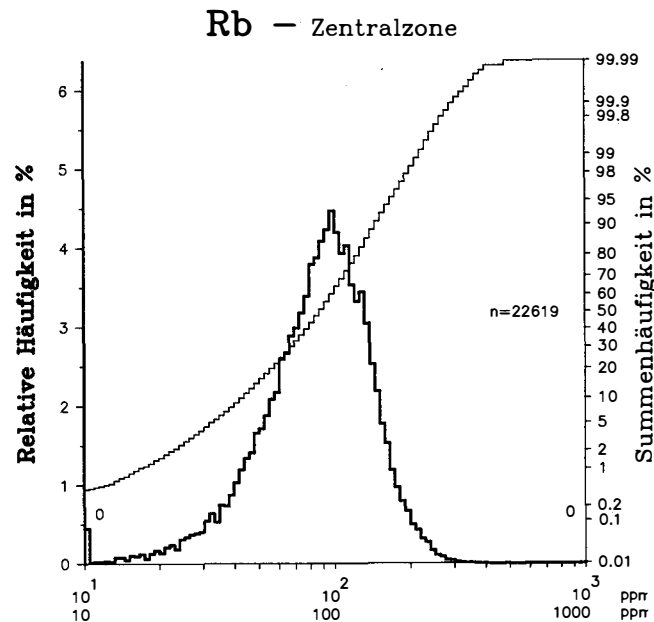


Fig. 35: Rubidium. Relative frequency and cumulative frequency distributions of analytical values from the Bohemian Massif and the Central Zone with indications of the numbers of samples outside the histogram range.

3.2. Zentralzone

Hohe Rb-Werte decken sich mit denen kaliumreicher Gesteinsarten, wie Orthogneise im Altkristallin der Silvretta- oder Ötztal-Gruppe, in der Kreuzeckgruppe oder den Grobgneisgebieten des Semmering-Wechselsystems.

Im Tauernfenster lassen sich die kaliumreicheren und -ärmeren Zentralgneisuntereinheiten unterscheiden, wie der Tuxer Kern, der Habachlappen, Granatspitzkern, Siglitzlappen, teilweise auch Sonnblick, Hölltor und Rotgülden Kern im Gegensatz zu anderen Bereichen wie der Zillertaler und Hochalm-Ankogel-Kerne.

3.2. Central Zone

High Rb-values coincide with potassium-rich rock-types, as with orthogneisses in the Altkristallin, in the Silvretta- or Ötztal-Gruppe, in the Kreuzeck-Gruppe or the Grobgneis areas of the Semmering-Wechsel system.

Potassium-rich and -poorer Zentralgneis sub-units can be differentiated in the Tauern Window, e. g. the Tuxer core, the Habachzunge, the Granatspitz core, the Siglitzlappen, partially also the Sonnblick-, Hölltor- and Rotgülden core in contrast to other areas like the Zillertaler and Hochalm-Ankogel core.

Z: 51	Sb	A: 121,75
Antimon		Antimony
Gehalte in ppm Sb		Contents in ppm Sb

1. Geochemie

1.1. Geogen

Oxichalkophile Spurenelemente. Entgasungsprodukt der Erde wie Arsen. Assoziationen mit As, Hg, Tl, W, Au, Ag, Pb und Zn.

1. Geochemistry

1.1. Geogene

Oxychalcophile trace element. Degassification product of the earth, like arsenic. Association with As, Hg, Tl, W, Au, Ag, Pb and Zn.

1.1.1. Gesteine

Magmatogen: Durchschnitt 0,2.
Ultrabasite 0,1; Basalte 0,1; Granite 0,2.

Sedimentogen:

Tonschiefer 1,5; Sandsteine 0,05; Karbonatgesteine 0,2; Böden 2.

1.1.2. Minerale

Erze: Stibnit (Antimonglanz) Sb_2S_3 (72 %); Sulfoantimonide, wie Bournonit (25 %), Tetraedrit (Antimonfahlerz) $Cu_{12}Sb_4S_{13}$ (bis 30 %); Senarmontit Sb_2O_3 (84 %).

1.1.3. Konzentration

In hydrothermalen Vererzungen, auch als selbständige tiefthermale Erzmineralisationen.

1.1.4. Wasser

Süßwasser 0,002 Sb, gelöst als SbO_2^{-1} , $HSbO_2^0$, Anionenkomplexe mit Cl^{-1} , SO_4^{-2} und HCO_3^{-1} .

1.1.5. Verwitterung

Geringere Mobilität als As, Sorption an Tonminerale. Anreicherung in der Feinfraktion.

1.1.6. Biofunktion

Kein Bioelement. Mäßig giftig für alle Organismen.

1.2. Technogen

Mengenmäßig geringe, aber vielfältige technische Verwendung (Weltproduktion $6 \cdot 10^4$ t Sb/Jahr). Legierungsmetall für Buntmetalle; Keramik und Glaswaren, Feuerfestchemikalien, Kautschukadditive, Pigmente, Farben. Umweltbelastungen nicht auszuschließen.

1.1.1. Rocks

Magmatogene: Average 0.2.
Ultrabasics 0.1; basalts 0.1; granites 0.2.

Sedimentogene:

Shales 1.5; sandstones 0.05; carbonate rocks 0.2; soils 2.

1.1.2. Minerals

Ores: Stibnite Sb_2S_3 (72 %); sulfoantimonides, like bournonite (25 %), tetrahedrite $Cu_{12}Sb_4S_{13}$ (to 30 %); senarmontite Sb_2O_3 (84 %).

1.1.3. Concentration

In hydrothermal mineralisations, as well as autogene low-thermal mineralisations.

1.1.4. Water

Fresh water 0.002 Sb, dissolved as SbO_2^{-1} , $HSbO_2^0$, anion complexes with Cl^{-1} , SO_4^{-2} and HCO_3^{-1} .

1.1.5. Weathering

Mobility below that of As, sorption on clay minerals, enrichment in the fine fraction.

1.1.6. Biofunction

No bioelement, moderately toxic for all organisms.

1.2. Technogene

Quantitatively small but manifold technical application (total world production $6 \cdot 10^4$ t/y Sb). Alloy metal for base metals; ceramics and glass-wares, fire-proof chemicals, rubber-additives, pigments, paints. Environmental contamination cannot be excluded.

2. Datenbewertung

2.1. Probenahme

Einfluß nicht festzustellen.

2.2. Analytik

Monoelementanalytik mit der halbquantitativ zu bewertenden Hydrid-AAS-Methode. Interne und externe Kontrolle höherer Werte. Bei einer Nachweisgrenze von 0,01 ppm wurden Werte erst ab 2 ppm erfaßt. LZW bis ± 130 % im Konzentrationsintervall 2–5 ppm, darüber bis ± 70 %.

2. Data Assessment

2.1. Sampling

No discernible influence.

2.2. Analysis

Single element analysis with the hydride-AAS-method regarded as semi-quantitative. Internal and external controls of higher values. At an NWG of 0.01 ppm, only values from 2 ppm upward were registered. LZW is up to ± 130 % in the concentration interval of 2–5 ppm, beyond that up to ± 70 %.

2.3. Vergleichs- und Bezugsdaten/Comparison- and Reference Data

2.3.1. Kartenwerke/Atlases

Österreich: Böhmisches Masse (2)
Zentralzone (2)
Alaska (Nachweisgrenze 1 ppm) unter 1

2.3.2. Regionale Daten/Regional Data

Nicht vorhanden.

2.3.3. Lokale Daten/Local Data

Eklogitamphibolit, Koralpe, Wies, Stmk. (n = 1)	0,17
Amphibolitgneise, Gleinalpe, Stmk. (n = 2)	0,3
Amphibolit, Dörflinger Alm, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	0,6
Amphibolit, Hartlgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	0,7
Grünschiefer, Payerbach-Reichenau, NÖ (n = 2)	0,4-0,7
Diabas (Metabasit), Grauwackenzone, Saalfelden, Sbg. (n = 1)	0,5
Diabase (Metabasite), Grazer Paläozoikum, Stmk. (n = 2)	0,4-0,55
Weinsberger Granit, NÖ/OÖ (n = 2)	0,4-0,55
Mauthausener Granit, OÖ (n = 5)	0,2
Freistädter Granodiorit, OÖ (n = 1)	0,5
Titanitführender Feinkorngranit, Aigen, OÖ (n = 1)	0,08
Paragneis, Schönberg/Kamp, NÖ (n = 1)	0,26
Zentralgneise, Sbg. (n = 4)	0,1-0,2
Porphyroid, Erzberg, Stmk (n = 1)	0,2
Gneis, Seckauer Kristallin, Preßnitzgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	0,5
Grobgneise, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 2)	0,15
Phyllitischer Glimmerschiefer, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 1)	0,04
Thurntaler Phyllit, Tessenberg, Osttirol (n = 2)	0,1

2.4. Gesamtbewertung

Konzentrationen unter 4 sind mit Unschärfen behaftet. Erhöhte Gehalte decken sich weitgehend mit bekannten Mineralisationen. Die angegebenen Durchschnittswerte sind nur größenordnungsmäßig zu verstehen.

2.4. General Assessment

Concentrations of less than 4 are subject to uncertainties. Enhanced values coincide largely with known mineralisations. The reported average values should only be taken as of the correct order of magnitude.

3. Regionale Elementverteilung

3. Regional Element Distribution

3.1. Böhmisches Masse

Alle Werte liegen unter der Erfassungsgrenze von 2.

3.1. Bohemian Massif

All values are below the registration limit of 2.

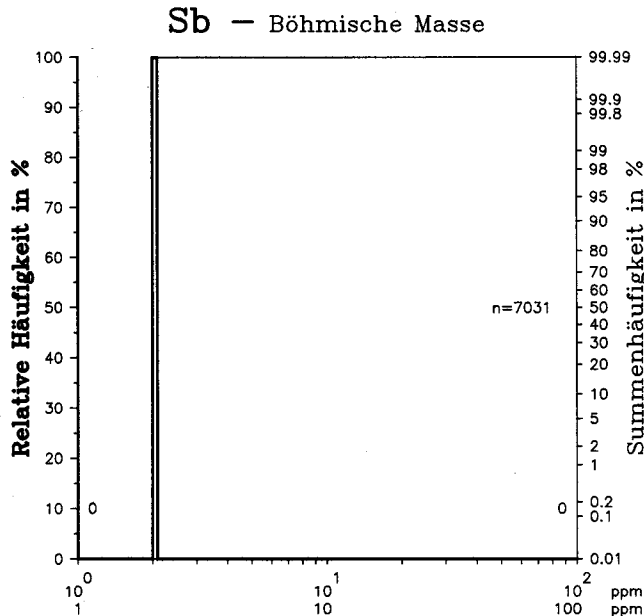


Abb. 36: Antimon. Relative Häufigkeit und Summenhäufigkeit der Analysenwerte in der Böhmisches Masse und in der Zentralzone mit ergänzender Angabe der nicht im Histogrammbereich liegenden Probenanzahl.

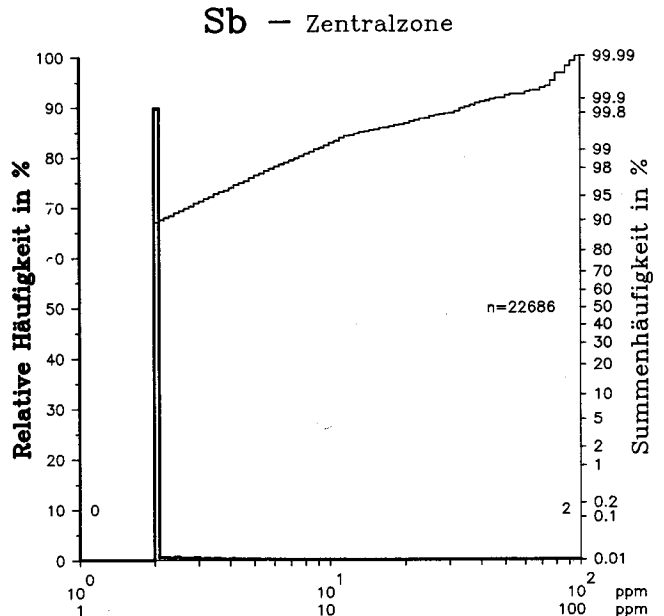


Fig. 36: Antimony. Relative frequency and cumulative frequency distributions of analytical values from the Bohemian Massif and the Central Zone with indications of the numbers of samples outside the histogram range.

3.2. Zentralzone

Fast 90 % aller Werte liegen unter der Erfassungsgrenze von 2. Bereiche des Altkristallins und der Grauwackenzone zeigen leicht erhöhte Gehalte bis 4.

3.2. Central Zone

Almost 90 % of all values are below 2. Areas of the Altkristallin and the Grauwackenzone show slightly increased contents of up to 4.

Werte über 4 sind fast immer mit Mineralisationen in Verbindung zu bringen.

Deutlich indiziert sind die Erzlagerstätten von Schlaining, Grundgraben und Maltern, im Drautal Radlberg, Lengholz, Rabant und Abfaltersbach, ferner Arzthal bei Matrei am Brenner, die Fahlerzvorkommen im Brennermesozoikum, Schwaz, Brixlegg, Leogang und nicht zuletzt in den Kitzbühler Alpen, wie Röhrebichl, und in den Schladminger Tauern. In der östlichen Grauwackenzone sind an Sideritvorkommen gebundene Fahlerz- und Bournonitvorkommen, wie Johnsbach erfaßt.

Values of more than 4 are almost always associated with mineralisation.

Clearly indicated are the ore deposits of Schlaining, Grundgraben and Maltern, in the Drau valley Radlberg, Lengholz, Rabant and Abfaltersbach, Arzthal near Matrei am Brenner, the fahlore (tetrahedrite) occurrences in the Brenner Mesozoic, Schwaz, Brixlegg, Leogang and not least in the Kitzbühler Alpen, such as Röhrebichl, and in the Schladminger Tauern. Fahlore and bournonite occurrences bound to occurrences of siderite in the eastern Grauwackenzone, as at Johnsbach, are also recorded.

Z: 21	Sc	A: 44,95
Scandium		Scandium
Gehalte in ppm Sc		Contents in ppm Sc

1. Geochemie

1.1. Geogen

Lithophiles Spurenelement. Übergangselement. Folgt Eisen, untergeordnet auch Aluminium.

Höchste Gehalte in ultrabasischen, basischen und andesitischen Magmen niedrigen Alkalisierunggrades.

Gesteine

Magmatogen: Durchschnitt 22

Ultrabasite 15; Pyroxenite bis 200, ozeanische Tholeiitbasalte bis über 30; Basalte 30; Granodiorite 14; Granite 7.

Sedimentogen:

Tonschiefer 15; Sandsteine 1; Karbonatgesteine 1; Böden 16.

1.1.2. Minerale

Eigene Mineralbildungen sind selten, u. a. Thortveitit $\text{Sc}_2(\text{Si}_2\text{O}_7)$ (35 %), Sc-Beryll (Bazzit) (7 %).

Spurenelement in allen Mg-Fe-Silikatmineralien, in Zirkon, Wolframit 0,2 %, Cassiterit 0,1 %, Rutil bis 0,1 % und Mineralen der Seltenen Erden, wie Monazit bis 0,1 %, Xenotim 0,9 %.

1.1.3. Konzentration

Pegmatite in Kontakt mit Ultrabasiten oder Basiten, assoziiert mit Zr, Hf und Be. Phosphorite mit Al-Phosphaten, Sandsteine mit fossilen organischen Substanzen.

1.1.4. Wasser

Hydrolyse bei pH 6,5. Löslich in Form von Bikarbonat-, Sulfat- und Organokomplexen.

1.1.5. Verwitterung

Wie Fe mäßig mobil. Sorption an Al- und Fe-Hydroxide sowie Tonminerale. In Sedimenten vorwiegend an verwitterungsbeständige Gesteinsminerale, wie Glimmer, auch an die Schwermineralfraktion gebunden.

1. Geochemistry

1.1. Geogene

Lithophile trace element. Transition element, follows iron, subordinately also aluminium.

Highest contents in ultrabasic, basic and andesitic magmas with a low grade of alkalization.

Rocks

Magmatogene: Average 22

Ultrabasics 15; pyroxenites up to 200, oceanic tholeiite-basalts to more than 30; basalts 30; granodiorites 14; granites 7.

Sedimentogene:

Shales 15; sandstones 1; carbonate rocks 1; soils 16.

1.1.2. Minerals

Sc-mineral are rare, among others thortveitite $\text{Sc}_2(\text{Si}_2\text{O}_7)$ (35 %), Sc-beryll (bazzite) (7 %).

Trace element in all Mg-Fe-silicate minerals, in zircon, wolframite (0,2 %), cassiterite (0.1 %), rutile (up to 0.1 %) and minerals of the rare earths, such as monazite up to (0.1 %), xenotime (0,9 %).

1.1.3. Concentration

Pegmatites in contact with ultrabasics or basites, associated with Zr, Hf and Be. Phosphorites with Al-phosphates, sandstones with organic matter.

1.1.4. Water

Hydrolysis at pH 6.5. Soluble in the form of bicarbonate, sulfate and organocomplexes.

1.1.5. Weathering

Moderately mobile as with Fe. Sorption on Al- and Fe-hydroxides, as well as clay minerals. In sediments it is mainly bound to weathering-resistant rock-forming minerals, such as micas, also bound to the heavy mineral fraction.

1.1.6. Biofunktion

Ohne essentielle Bedeutung, kaum toxisch, Ballastelement wie Al.

1.2. Technogen

In sehr geringen Mengen produziert. Fast ohne technische Nutzung.

2. Datenbewertung

2.1. Probenahme

Geringer Einfluß.

2.2. Analytik

Monoanalytik mit ICP. Ausreichende NWG, LZW meist besser als $\pm 30\%$.

1.1.6. Biofunction

Without any essential significance, hardly toxic, ballast element such as Al.

1.2. Technogene

Produced in very minor amounts. Almost without any technical application.

2. Data Assessment

2.1. Sampling

Of little influence.

2.2. Analysis

Monoanalysis with ICP. NWG sufficient, LZW is mostly better than $\pm 30\%$.

2.3. Vergleichs- und Bezugsdaten/Comparison- and Reference Data

2.3.1. Kartenwerke/Atlases

Österreich: Böhmisches Masse	8
Zentralzone	15
UK (1978)	5
Alaska (1984)	14

2.3.2. Regionale Daten/Regional Data

Donausediment, Aschach, OÖ	12
Carditaschiefer (Trias)	11
Österreichische Granitoide (n = 104)	9

2.3.3. Lokale Daten/Local Data

Amphibolite, Waldviertel, NÖ (n = 29)	12–93
Eklogitamphibolit, Koralpe, Wies, Stmk. (n = 1)	31
Amphibolitgneise, Gleinalpe, Stmk. (n = 2)	42–49
Amphibolit, Dörflinger Alm, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	47
Amphibolit, Hartlgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	42
Grünschiefer, St. Corona/Wechsel, NÖ (n = 1)	39
Grünschiefer, Rechnitzer Pennin, Bgld. (n = 33)	29
Grünschiefer, Payerbach-Reichenau, NÖ (n = 2)	29–38
Diabas (Metabasit), Grauwackenzone, Saalfelden, Sbg. (n = 1)	34
Diabas (Metabasit), Tösens, Ötztaler Alpen, Tirol (n = 1)	20
Diabase (Metabasite), Grazer Paläozoikum, Stmk. (n = 2)	18–45
Weinsberger Granit, NÖ/OÖ (n = 4)	5
Mauthausener Granit, OÖ (n = 2)	7–8
Freistädter Granodiorit, OÖ (n = 1)	5
Quarzdiorit, Julbach, OÖ (n = 1)	15
Titanitführender Feinkorngranit, Aigen, OÖ (n = 1)	11
Paragneise, Schönberg/Kamp, NÖ (n = 2)	2–20
Zentralgneise, Sbg. (n = 4)	4
Gneis, Seckauer Kristallin, Preßnitzgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	5
Porphyroid, Erzberg, Stmk (n = 1)	50
Phyllitischer Glimmerschiefer, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 1)	18
Thurntaler Phyllit, Tessenberg, Osttirol (n = 2)	14–21

2.4. Gesamtbewertung

Die erhaltenen Durchschnittswerte entsprechen denen regionaler und lokaler Daten.

2.4. General Evaluation

The average values obtained correspond with regional and local data.

3. Regionale Elementverteilung

3.1. Böhmisches Masse

In den Granitgebieten wird der Grenzwert von 12 kaum überschritten. Meist liegen die Werte sogar unter 7. Erhöhte Werte sind ausschließlich an manche Diorite, titanitführende Granitoide und Grobkorngneise, vor allem im Mühlzug gebunden. Relativ hohe Konzentrationen folgen Amphiboliten, insbesondere denen des Rehbergzuges im Kamptal. Der Rastenberger Granodiorit wird fast zur Gänze durch hohe Gehalte hervorgehoben. Die Assoziation mit Mg, Mn, Cr und V ist ein Hinweis auf einen Altbestand an Mantelmaterial, der in Relikten von dioritischen und gabbroiden Schollen und Einschlüssen vorliegt.

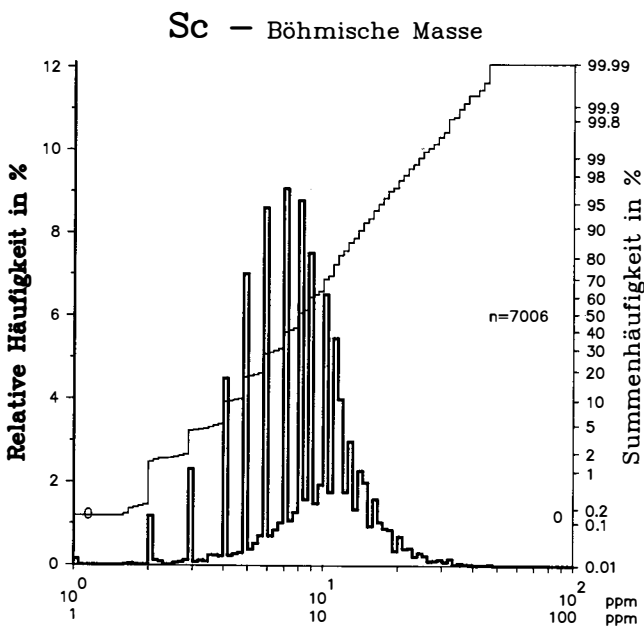


Abb. 37: Scandium. Relative Häufigkeit und Summenhäufigkeit der Analysenwerte in der Böhmisches Masse und in der Zentralzone mit ergänzender Angabe der nicht im Histogrammbereich liegenden Probenanzahl.

3. Regional Element Distribution

3.1. Bohemian Massif

The treshold of 12 is hardly ever exceeded in granitic regions. Most values are even less than 7. Enhanced values are exclusively associated with some diorites, titaniferous granitoids and Grobkorngneise, particularly in the Mühlzug. Relatively high concentrations align with amphibolites, particularly those of the Rehberg trend in the Kamptal. The Rastenberger Granodiorit is almost wholly accentuated by higher contents. There the association with Mg, Mn, Cr and V is an indication of an old constituent of mantle material, which is present in relics of dioritic and gabbroid inclusions.

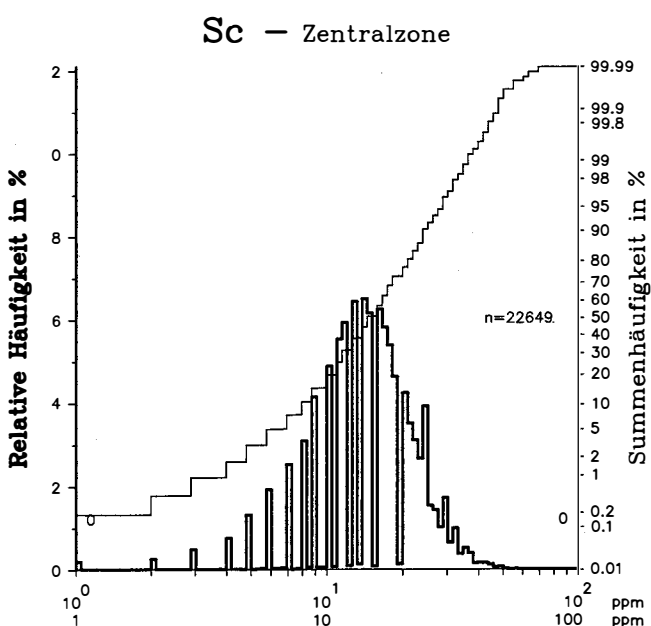


Fig. 37: Scandium. Relative frequency and cumulative frequency distributions of analytical values from the Bohemian Massif and the Central Zone with indications of the numbers of samples outside the histogram range.

3.2. Zentralzone

Fast 75 % aller Werte liegen unter 19 und kommen den durchschnittlichen Werten der Oberkruste nahe. Erhöhte Konzentrationen in N-S oder auch NE-SW-streichenden Arealen, auch bogenartig angeordnete Züge kennzeichnen die Elementverteilung im Altkristallin. Sie decken sich mit Grünschiefern, Amphiboliten, Eklogiten, teilweise auch ultrabasischen Gesteinen, wie in der Silvretta-, Ötztalgruppe, der altpaläozoischen Umrahmung des Tauernfensters, in den Schladminger und Wölzer Tauern, in der Saualpe, im Stubalpen-Gleinalpenzug mit Fortsetzung N der Mürfurche, und in den Fischbacher Alpen mit dem Bogen des Angerkristallins. Dazu gehören auch die Grünschiefer des Wechsels und die kleinflächige Siegrabener Deck-scholle. Südlich des Alpenhauptkammes hebt sich die Defereggeng- und Schobergruppe stärker ab.

Einzelne Ultrabasitmassive, wie jene von Kraubath oder Bernstein, werden nicht deutlich markiert.

Ähnliches gilt für zahlreiche basische Gesteinskörper in der Grauwackenzone. Der Südteil des penninischen Fensters der Rechnitzer Schieferinsel ist deutlich hervorgehoben.

3.2. Central Zone

Almost 75 % of all values lie below 19 and approach the average values of the upper crust. Enhanced concentrations in N-S or also NE-SW striking areas, also arcuate trends characterise the element distribution in the Altkristallin. These coincide with greenschists, amphibolites, eclogites, partially also ultrabasic rocks, as in the Silvretta, Ötztal-Gruppe, the Early Palaeozoic frame of the Tauern Window, in the Schladminger and Wölzer Tauern, in the Saualpe, in the Gleinalpen-Stubalpen range with continuations north of the Mürfurrow and in the Fischbacher Alpen with the arc of the Angerkristallin. The greenschists of the Wechsel and the small area of the Siegraben outlier also belong to these. South of the main ridge of the Alps, the Defereggeng- and Schober-Gruppe show stronger contrasts.

Individual ultrabasic massifs, such as those of Kraubath and Bernstein, are not clearly indicated.

A similar situation prevails for numerous basic rock bodies in the Grauwackenzone. The southern part of the Penninic window of the Rechnitzer Schieferinsel shows strong contrast.

Sc-Mineralien sind in den Ostalpen selten und Vorkommen kaum bekannt. Die Assoziation mit Fe ist auch in manchen Sideritmineralisationen zu beobachten, wie in der östlichen Grauwackenzone.

Hochzonen fallen weitgehend mit der Anlage des altpaläozoischen Inselbogensystems sowie mit den Mantelgesteinen der alpidischen Geosynklinale im Tauernfenster und in der Rechnitzer Schieferinsel zusammen.

Sc-minerals are rare in the Eastern Alps and occurrences hardly known. The association with Fe is also observable in many siderite mineralisations, as in the eastern Grauwackenzone.

High zones coincide largely with the structure of the Early Palaeozoic island arc system, as well as the mantle rocks of the Alpidic geosyncline in the Tauern Window and the Rechnitzer Schieferinsel.

Z: 50	Sn	A: 118,69
Zinn		Tin
Gehalte in ppm Sn		Contents in ppm Sn

1. Geochemie

1.1. Geogen

Oxichalkophiles Spurenelement, mobil in fluiden Restlösungen saurer Magmen. Starke Tendenz zur Ausbildung geochemischer Zinnprovinzen.

1.1.1. Gesteine

Magmatogen: Durchschnitt 2
Ultrabasite 0,5; Basalte 1,5; Granite 3.

Sedimentogen:

Tonschiefer 6; Sandsteine 0,x; Karbonatgesteine 0,5; Böden 10.

1.1.2. Minerale

Erze: Kassiterit (Zinnstein) SnO_2 (78 %), Stannite (Zinnkiese) $\text{Cu}_2(\text{Fe,Zn})\text{SnS}_4$ (27 %).

Spurenelement in Titanmineralen, wie Titanit, Ilmenit u. a.

1.1.3. Konzentration

Spätdifferentiate granitischer Gesteine (Zinngranite) mit B, F, Li, Rb, Be, Ga und Pb.

In Pegmatiten und Greisenmineralisationen mit Be, Li, Nb, Ta, W und Seltene Erden.

Hydrothermale Vererzungen mit Sulfiden. Zinnsteinseifen.

1.1.4. Wasser

Süßwasser 0,00009. Hydrolyse pH 2–3, Organokomplexe.

1.1.5. Verwitterung

Geringe Mobilität. In Verwitterungslösungen nur Sn^{+4} existent. Wasserhaltiges Oxid als Verwitterungsprodukt sulfidischer Mineralisation. Sorption durch organische Substanzen. Kassiterit ist ein sehr beständiges Schwermineral.

1.1.6. Biofunktion

Kein Bioelement. Sn^{+2} -Ion ist sehr giftig für Pflanzen, intravenös mäßig für Säugetiere. Giftige Verbindungen, vor allem solche metallorganischer Art.

1. Geochemistry

1.1. Geogene

Oxychalcophile trace element, mobile in fluid residual solutions of acid magmas. Strong tendency to formation of geochemical tin-provinces.

1.1.1. Rocks

Magmatogene: Average 2
Ultrabasics 0.5; basalts 1.5; granites 3.

Sedimentogene:

Shales 6; sandstones 0.x; carbonate rocks 0.5; soils 10.

1.1.2. Minerals

Ores: Cassiterite SnO_2 (78 %), stannites $\text{Cu}_2(\text{Fe,Zn})\text{SnS}_4$ (27 %).

Trace element in titanium minerals, such as titanite, ilmenite and others.

1.1.3. Concentration

Late differentiate of granitic rocks (tin granites) with B, F, Li, Rb, Be, Ga and Pb.

In pegmatites and greisen mineralisations with B, Be, Li, Nb, Ta, W and rare earths.

Hydrothermal mineralisations with sulfides. Cassiterite-bearing placers.

1.1.4. Water

Fresh water 0.00009. Hydrolysis at pH 2–3, organo-complexes.

1.1.5. Weathering

Low mobility. Only Sn^{+4} exists in weathering solutions. Aqueous oxide as weathering product of sulfidic mineralisation. Sorption through organic matter. Cassiterite is a very stable heavy mineral.

1.1.6. Biofunction

No bioelement. Sn^{+2} ion is very toxic for plants, intravenously moderately toxic for mammals. Toxic compounds, particularly of metalorganic nature.

1.2. Technogen

Buntmetall beschränkter Produktion (Weltproduktion $2 \cdot 10^5$ t Sn/Jahr) und vielfacher technischer Verwendungen, die zur Dispersion in die Umwelt führen können, wie verzinnertes Eisenblech, Konservendosen, Stanniol, Lötstoffe, Appreturen von Textilien u. a., ferner Klärschlämme und Müllverbrennungsschlacken.

1.2. Technogene

Base metal with limited production (total world production $2 \cdot 10^5$ t/y Sn) and manifold technical applications, which could cause dispersion to the environment, such as tinned sheet iron, tin-cans, tin-foil, soldering materials, dressing of textiles etc., furthermore sewage sludges and incinerator slags.

2. Datenbewertung

2. Data Assessment

2.1. Probenahme

Bei Auftreten von Kassiterit ist ein Einfluß zu erwarten.

2.1. Sampling

Expected to be of influence if cassiterite occurs.

2.2. Analytik

Monoanalytik mit OES. Knapp unter dem Durchschnittsgehalt liegende NWG von 1 ppm. LZW von $\pm 40\%$, nahe der NWG bis über $\pm 150\%$.

2.2. Analysis

Monoanalysis with OES. The NWG of 1 ppm lies just below the average content. LZW of $\pm 40\%$, near the NWG over 150.

2.3. Vergleichs- und Bezugsdaten/Comparison- and Reference Data

2.3.1. Kartenwerke/Atlases

Österreich: Böhmisches Massiv	4
Zentralzone	3
UK (1978)	5
Indonesien (1982)	11
Alaska (1984)	unter 15
BRD (1985)	1

2.3.2. Regionale Daten/Regional Data

Donausediment, Aschach, OÖ	7
----------------------------	---

2.3.3. Lokale Daten/Local Data

Eklogitamphibolit, Koralpe, Wies, Stmk. (n = 1)	2,7
Amphibolitgneise, Gleinalpe, Stmk. (n = 2)	2-3
Amphibolit, Dörflinger Alm, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	3
Amphibolit, Hartlgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	2
Grünschiefer, St. Corona/Wechsel, NÖ (n = 1)	2
Grünschiefer, Payerbach-Reichenau, NÖ (n = 2)	2-3
Diabas (Metabasit), Grauwackenzone, Saalfelden, Sbg. (n = 1)	< 1
Diabas (Metabasit), Tösens, Ötztaler Alpen, Tirol (n = 1)	1
Diabase (Metabasite), Grazer Paläozoikum, Stmk. (n = 2)	2,5-3,6
Weinsberger Granit, NÖ/OÖ (n = 5)	2
(n = 4)	3-4
Mauthausener Granit, OÖ (n = 5)	3,2
(n = 2)	4,5
Eisgarner Granit, NÖ (n = 2)	4,5
Freistädter Granodiorit, OÖ (n = 1)	1,4
Quarzdiorit, Julbach, OÖ (n = 1)	24
Titanitführender Feinkorngranit, Aigen, OÖ (n = 1)	10
Quarzglimmerdiorit, Gr. Gebharts, Schrems, NÖ (n = 1)	9
Paragneise, Schönberg/Kamp, NÖ (n = 2)	2,2-2,5
Gföhler Gneis, NÖ (n = 1)	2,5
Zentralgneis, Bad Gastein, Sbg. (n = 5)	4
Zentralgneis, Venediger Massiv, Sbg. (n = 55)	0,1-35
Gneise, Habachserie, Sbg. (n = 39)	0,15-38
Amphibolite, Habachserie, Sbg. (n = 51)	0,16-106
Villacher Granit, Zauchen, Ktn. (n = 7)	22,5
Biotitgneis, Seebach bei Villach, Ktn. (n = 1)	22
Pegmatitgesteine, Altkristallin der Liesergneisserie, Ktn (n = 65)	7,5-22,7
Pegmatit, Lieserschluht, Spittal Millstättersee, Ktn. (n = 9)	25

Granatglimmerschiefer, Lieserschlucht, Ktn. (n = 1)	8
Muskovite aus Pegmatiten, Ktn. Stmk. (n = 6)	bis 44
Tonalitgneis, Ötztal, Tirol (n = 1)	8
Augengneis, Tumpen, Umhausen, Ötztal, Tirol (n = 1)	5
Tonalit, Rieserferner, St. Jakob, Osttirol (n = 1)	8
Gneis, Seckauer Kristallin, Preßnitzgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	2,7
Porphyroid, Erzberg, Stmk (n = 1)	2,9
Grobgnese, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 2)	12–11
Phyllitischer Glimmerschiefer, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 1)	4,6
Thurntaler Phyllit, Tessenberg, Osttirol (n = 2)	4,5

2.4. Gesamtbewertung

Der Vergleich mit regionalen und lokalen Daten ergibt eine relativ gute Kartendarstellung. Im Rahmen einer stichprobenartigen Nachbeprobung auf ÖK 32 konnten Hochwerte nicht bestätigt werden.

2.4. General Assessment

Comparison with regional and local data rates the map as relatively good. High values on map sheet ÖK 32 could not be confirmed during the course of a later random re-sampling programme.

3. Regionale Elementverteilung

3.1. Böhmisches Masse

Höhere Gehalte in zusammenhängenden Flächen folgen Graniten und Dioriten. Dies trifft auch für den Eisgarner Granit N Gmünd und im nördlichen Mühlviertel sowie Gesteinsfolgen im Gebiet des Nebelsteins zu. Der Rastenberger Granodiorit wird angezeigt, während im Verbreitungsgebiet des Weinsberger Granites keine besonderen Anreicherungen zu beobachten sind. Im Randbereich des Gföhler Gneises, teilweise auch in der Bunten Serie und des Dobragneises sind zusammenhängende und isolierte, erhöhte Werte vorhanden. Jene auf ÖK 38 (bei Ambach, NÖ) könnten auf Pegmatitvorkommen zurückzuführen sein. Erhöhte Werte treten auch in Bereichen mit tertiärer und quartärer Überlagerung auf.

3. Regional Element Distribution

3.1. Bohemian Massif

Higher contents in contiguous areas coincide with granites and diorites. This also applies to the Eisgarner Granit north of Gmünd and in the northern part of the Mühlviertel, as well as to rock sequences in the area of the Nebelstein. The Rastenberger Granodiorit is indicated, whereas no particular enrichment is observed in the area over which the Weinsberger Granit is distributed. Enhanced values, interconnected as well as isolated, occur along the fringe of the Gföhler Gneis, partially also in the Variegated Series and the Dobragneis. Those on map sheet ÖK 38 (near Ambach, NÖ) could be due to pegmatite occurrences. Enhanced values are also located in domains with Tertiary and Quaternary cover.

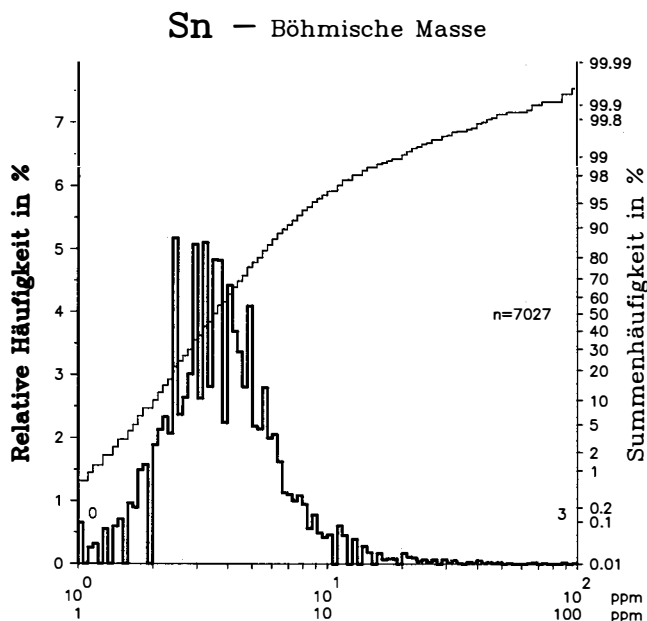


Abb. 38: Zinn.
Relative Häufigkeit und Summenhäufigkeit der Analysenwerte in der Böhmisches Masse und in der Zentralzone mit ergänzender Angabe der nicht im Histogrammbereich liegenden Probenanzahl.

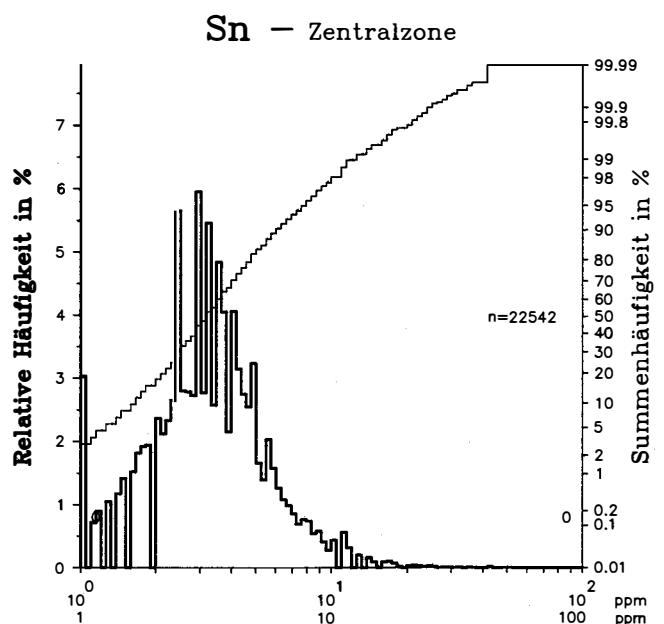


Fig. 38: Tin.
Relative frequency and cumulative frequency distributions of analytical values from the Bohemian Massif and the Central Zone with indications of the numbers of samples outside the histogram range.

3.2. Zentralzone

Die Werte überschreiten überwiegend nicht 3. Im Altkristallin sind höhere Konzentrationen in der Silvretta-, Ötztal- und Defereggengruppe, niedrigere in der Kreuzeckgruppe, ferner im Bereich der Grobgneise des Wechselgebietes, des Kirchberger Granitgneises und im Rosaliengebirge zu finden. Weite Bereiche des Altpaläozoikums und der Grauwackenzone sind jedoch ohne markante Anreicherungen. Im Pennin sind nur der Tuxer Kern, im Gegensatz zum Zillertaler Kern, die Gneise des Venediger, der Habachzunge, der Granatspitzgruppe sowie der Siglitzlappen höher Sn-führend.

Fundortangaben über Kassiterit, meist in Pegmatiten, sind in den Ostalpen relativ selten. Vorkommen von Zinnkiesen in höherthermalen Erzmineralisationen sind mehrfach beschrieben worden, z. B. in schichtgebundenen Vererzungen der Kreuzeckgruppe oder der Habachzunge.

Höhere Gehalte in Bleiglanz und Zinkblende sind aus Mineralisationen bekannt, die in der Karte Arealen mit höheren Werten zuzuordnen sind.

3.2. Central Zone

Values generally do not exceed 3. Higher concentrations may be found in the Silvretta, Ötztal- and Defereggengruppe, lower concentrations in the Kreuzeck-Gruppe, furthermore in the Grobgneis area of the Wechsel, the Kirchberg granite gneiss and the Rosaliengebirge. However, wide areas of the Early Palaeozoic and the Grauwackenzone are without any marked enrichment. Within the Penninic higher Sn contents occur only in the Tuxer core, in contrast to the Zillertal core, the gneisses of the Venediger, the Habachzunge, the Granatspitz-Gruppe as well as the Siglitzlappen.

Reports on locations of cassiterite finds, mostly in pegmatites, are relatively rare in the Eastern Alps. Stannite occurrences in higher thermal ore mineralisations have been described a number of times, e. g. in stratabound mineralisations in the Kreuzeck-Gruppe and the Habachzunge.

Higher contents in galena and sphalerite are known to occur in mineralised areas, which agree with higher values on the map.

Z: 38	Sr	A: 87,62
Strontium		Strontium
Gehalte in ppm Sr		Contents in ppm Sr

1. Geochemie

1.1. Geogen

Lithophiles Spurenelement, getarnt durch Kalzium und Barium, sowie im magmatogenen Milieu abgefangen durch Kalium.

1.1.1. Gesteine

Magmatogen: Durchschnitt 375
Ultrabasite 9,8; Basite 465; Granite 100.

Sedimentogen:

Tonschiefer 300; Sandsteine 20; Karbonatgesteine 610; Böden 300.

1.1.2. Minerale

Coelestin SrSO_4 (48 %), Strontianit SrCO_3 (59 %). Spurenelement in Ca-haltigen Pyroxenen und Amphibolen, Alkalifeldspäten und Plagioklasen, Apatit, Titanit, Granat u. a. Kalzit (0,01-0,1 %), Aragonit bis (1 %), Anhydrit und Gips (0,1-1 %), Baryt (0,1-14 %).

1.1.3. Konzentration

Alkaligesteine, transgressive Sedimente und Evaporite.

1.1.4. Wasser

Meerwasser 8,1 (Ca/Sr 50), Süßwasser 0,08 (Ca/Sr 200-250) gelöst als Sr^{+2} .

1. Geochemistry

1.1. Geogene

Lithophile trace element, masked by calcium and barium; in magmatogene environment it is captured by potassium.

1.1.1. Rocks

Magmatogene: Average 375.
Ultrabasics 9.8; basalts 465; granites 100.

Sedimentogene:

Shales 300; sandstones 20; carbonate rocks 610; soils 300.

1.1.2. Minerals

Celestite SrSO_4 (48 %), strontianite SrCO_3 (59 %). Trace element in pyroxenes and amphiboles containing Ca, in alkali feldspars and plagioclases, apatite, titanite, garnet and others. Calcite (0.01-0.1 %), aragonite (up to 1 %), anhydrite and gypsum (0.1-1 %), barite (0.1-14 %).

1.1.3. Concentration

Alkali rocks, transgression sediments and evaporites.

1.1.4. Water

Sea water 8.1 (Ca/Sr 50), fresh water 0.08 (Ca/Sr 200-250) soluble as Sr^{+2} .

1.1.5. Verwitterung

Mobilitätseigenschaft zwischen Ca und Ba. In Bachsedimenten der Granitgebiete geht Sr teils mit K in die Grobfraktion, teils mit Ca in die Feinfraktion.

1.1.6. Biofunktion

Kein Bioelement. Substituiert Ca und ist in dessen Gegenwart kaum giftig.

Konzentration in marinen Blaualgen, ferner in Karbonatschalen und Knochen.

1.2. Technogen

Geringe technische Bedeutung. Weltproduktion $2 \cdot 10^4$ t Sr/Jahr.

2. Datenbewertung

2.1. Probenahme

Eher geringer Einfluß.

2.2. Analytik

Weitgehend Doppelanalytik mit Wahl der ICP-Methode wegen besserer Nachweisgrenze. LZW meist besser als ± 30 %.

1.1.5. Weathering

Mobility characteristics lie between Ca and Ba. In stream sediments of granitic regions tends to go partly with K into the coarse fraction, partly with Ca into the fine fraction.

1.1.6. Biofunction

Not a bioelement. Substitutes Ca and is hardly toxic in presence of Ca.

Concentration in marine blue algae, further in carbonate shells and bones.

1.2. Technogene

Of little technical importance. Total world production $2 \cdot 10^4$ t/y Sr.

2. Data Assessment

2.1. Sampling

Rather minor influence.

2.2. Analysis

Mostly double analysis, with the ICP-method as the method of choice, because of better NWG. LZW is usually better than ± 30 %.

2.3. Vergleichs- und Bezugsdaten/Comparison- and Reference Data

2.3.1. Kartenwerke/Atlases

Österreich: Böhmisches Massiv	171
Zentralzone	190
UK (1978)	65
Alaska (1984)	445
BRD (1985)	82

2.3.2. Regionale Daten/Regional Data

Donausediment, Aschach, OÖ	246
Carditaschiefer (Trias)	75
Österreichische Granitoide (n = 104)	300

2.3.3. Lokale Daten/Local Data

Zusätzlich zu Gesteinsanalysen liegen wie bei Rb präzise Analysen von Gesamtgesteinen im Rahmen geochronologischer Untersuchungen vor.

Eklogitamphibolit, Koralpe, Wies, Stmk. (n = 1)	200
Amphibolitgneise, Gleinalpe, Stmk. (n = 2)	200
Amphibolit, Dörflinger Alm, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	308
Amphibolit, Hartlgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	429
Grünschiefer, St. Corona/Wechsel, NÖ (n = 1)	210
Grünschiefer, Payerbach-Reichenau, NÖ (n = 2)	154–317
Diabas (Metabasit), Grauwackenzone, Saalfelden, Sbg. (n = 1)	410
Diabase (Metabasite), Grazer Paläozoikum, Stmk. (n = 2)	410–617
Weinsberger Granit, NÖ/OÖ	32–317; \bar{x} = 213
(n = 6)	326
(n = 4)	150
Mauthausener Granit, OÖ	137–402; \bar{x} = 260
(n = 5)	206
(n = 2)	324
Eisgarner Granit, NÖ (n = 2)	72
(n = 3)	89

Freistädter Granodiorit, OÖ (n = 1)	340
Quarzdiorit, Julbach, OÖ (n = 1)	555
Titanitführender Feinkorngranit, Aigen, OÖ (n = 1)	627
Paragneise, Schönberg/Kamp, NÖ (n = 2)	375-164
Granite, Thayabatholith, NÖ (n = 14)	245
Gföhler Gneis, NÖ (n = 1)	200
Orthogneise, Öztaler Alpen, Tirol (n = 8)	3-193; \emptyset = 100
Orthogneise, Stubai Alpen, Tirol (n = 8)	4-48; \emptyset = 25
Zentralgneise, Sbg. (n = 25)	107-894; \emptyset = 489
(n = 27)	370
Streifengneis, Koschach, Maltatal, Ktn. (n = 2)	über 900
Streifengneis, Radhausberg, Sonnblickkern, Sbg. (n = 1)	600
Schachbrettalbitgneis, Radhausberg, Sbg. (n = 1)	900
Aplit, Radhausberg, Sbg. (n = 1)	1100
Orthogneise, Altes Dach im SE-Eck des Tauernfensters, Ktn. (n = 8)	21
Gneis, Seckauer Kristallin, Preßnitzgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	628
Porphyroid, Erzberg, Stmk (n = 1)	204
Grobgneise, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 2)	35-40
Phyllitischer Glimmerschiefer, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 1)	65
Thurntaler Phyllit, Tessenberg, Osttirol (n = 2)	45-110

2.4. Gesamtbewertung

Der Vergleich mit den Bezugswerten lokaler Gesteinsarten zeigt die Güte der Kartendarstellung. Die Verteilung ist in hohem Maße lithologisch und petrogenetisch signifikant.

2.4. General Assessment

Comparison with the reference values of local rock types proves the quality of the map. The distribution is lithologically and petrogenetically significant to a high degree.

3. Regionale Elementverteilung

3. Regional Element Distribution

3.1. Böhmisches Masse

Weinsberger und Mauthausener Granit weisen eine starke Streuung auf, wobei die Gehalte gegen die Randbereiche eher abnehmen. Überdurchschnittlich hohe Werte finden sich im Gebiet des Bittescher Gneises, vor allem im mittleren und nördlichen Verbreitungsbereich.

3.1. Bohemian Massif

The Weinsberger and Mauthausener Granit show a considerable wide range of values, the contents rather decreasing toward the peripheral zones. High above-average values are found in the domain of the Bittescher Gneis, particularly in the central and northern distribution area.

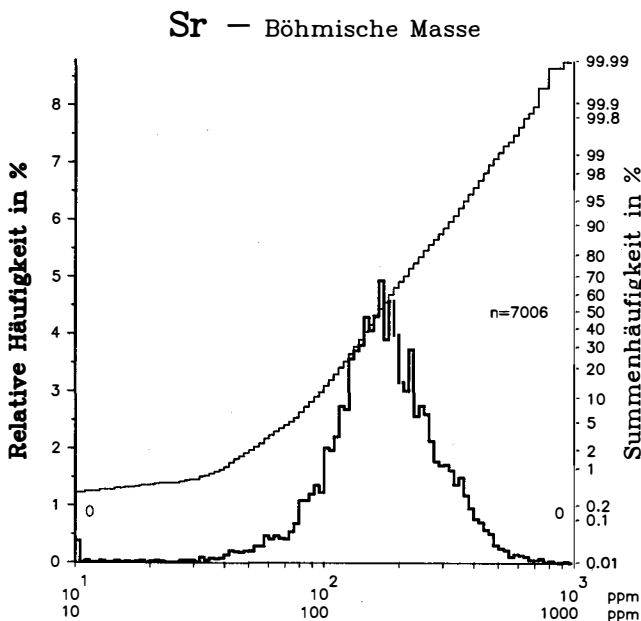


Abb. 39: Strontium. Relative Häufigkeit und Summenhäufigkeit der Analysenwerte in der Böhmisches Masse und in der Zentralzone mit ergänzender Angabe der nicht im Histogrammbereich liegenden Probenanzahl.

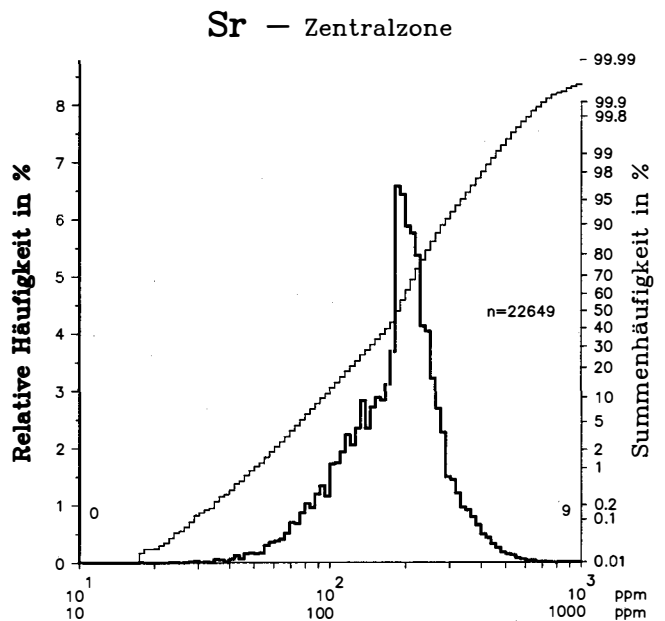


Fig. 39: Strontium. Relative frequency and cumulative frequency distributions of analytical values from the Bohemian Massif and the Central Zone with indications of the numbers of samples outside the histogram range.

Mittlere und höhere Gehalte folgen der Bunten Serie, manchen Dioriten, sowie dem Gesteinsbestand des Mühlzuges. Die Höchstwerte fallen in den Bereich granitischer Gangschwärme. Andere Hochwerte scheinen lokalen Kleinstintrusiva zu folgen. Das Areal des Rastemberger Granodiorites ist durch besonders hohe Konzentrationen hervorgehoben. Die Gebiete von Gföhler Gneis und Eisgarner Granit werden dagegen durch niedrige Werte angezeigt.

3.2. Zentralzone

Höchstwerte decken evaporitführende Serien, wie jene im Gebiet der kalkalpinen Einheiten W des Arlberges. In diesem Bereich sind auch Coelestin-führende Gesteinsserien bekannt. Ferner sind die Karbonatserien im Bereich des Pennins des Rechnitzer Fensters schwach markiert. Im Bergland von St. Paul im Lavanttal ist die gipsführende Permotrias markiert. Karbonatgesteinsserien, die keine Evaporite enthalten, werden durch niedrige Werte (unter 120) gekennzeichnet.

Im Tauernfenster sind die Zentralgneisareale des Gößgrabenkernes, des Hochalm-Ankogel-Massives, teilweise auch der Siglitzlappen und der Hölltor-Rotgülden Kern sowie der nördliche Teil des Zentralgneiskomplexes der Zillertaler Alpen durch hohe Werte hervorgehoben. Gleiches gilt auch für Teilbereiche des Seckauer Kristallins und des Stubalpen-Gleinalpenzuges.

Medium and higher contents conform with the Variegated Series, many diorites as well as the rock series of the Mühlzug. The highest values occur in the areas of granitic dyke-swarms. Other high values appear to coincide with small intrusives. The area of the Rastemberger Granodiorit is marked by particularly high concentrations. The areas of the Gföhler Gneis and the Eisgarner Granit are indicated by low values.

3.2. Zentralzone

Höchstwerte decken evaporitführende Serien, wie jene im Gebiet der kalkalpinen Einheiten W des Arlberges. In diesem Bereich sind auch Coelestin-führende Gesteinsserien bekannt. Ferner sind die Karbonatserien im Bereich des Pennins des Rechnitzer Fensters schwach markiert. Im Bergland von St. Paul im Lavanttal ist die gipsführende Permotrias markiert. Karbonatgesteinsserien, die keine Evaporite enthalten, werden durch niedrige Werte (unter 120) gekennzeichnet.

Emphasised through their high values in the Tauern Window are the Zentralgneis zones of the Gößgraben core, the Hochalm-Ankogel massif, partly also the Siglitzlappen and the Hölltor-Rotgülden core, as well as the northern part of the Zentralgneis complex of the Zillertaler Alpen. The same applies to parts of the domain of the Seckauer Kristallin and the Stubalpen-Gleinalpen range.

Z: 90	Th	A: 232,04
Thorium		Thorium
Gehalte in ppm Th		Contents in ppm Th

1. Geochemie

1.1. Geogen

Lithophiles Spurenelement aus der Gruppe der Actiniden, in magmatischen Gesteinen vorwiegend an akzessorische Minerale gebunden. Assoziationen mit U, ferner Ce, La und der anderen Elementen der Seltenen Erden.

1.1.1. Gesteine

Magmatogen: Durchschnitt 9,2

Ultrabasite 0,004; ozeanische Tholeiitbasalte 0,2; Basalte 2,7; Granodiorite 9; Granite 20.

Sedimentogen:

Tonschiefer 12; Sandsteine 5,5; Karbonatgesteine 1,7; Böden 13 (4).

1.1.2. Minerale

Thorianit ThO_2 (88 %), Thorit ThSiO_4 (71 %), Monazit $(\text{Ce,Th})(\text{P,Si})\text{O}_4$ (bis 13 %), in Mineralen des Urans, in Zirkon bis 11, Allanit (Orthit) (bis 3 %), Xenotim (bis 2,6), in komplexen Oxiden mit Ti, Nb und Ta.

1. Geochemistry

1.1. Geogene

Lithophile trace element of the actinides group; in magmatic rocks it is predominantly bound to accessory minerals. Association with U, furthermore Ce, La and the other elements of the rare earths.

1.1.1. Rocks

Magmatogene: Average 9.2

Ultrabasics 0.004; oceanic tholeiite-basalts 0.2; basalts 2.7; granodiorites 9; granites 20.

Sedimentogene:

Shales 12; sandstones 5.5; carbonate rocks 1,7; soils 13 (4).

1.1.2. Minerals

Thorianite ThO_2 (88 %), thorite ThSiO_4 (71 %), monazite $(\text{Ce,Th})(\text{P,Si})\text{O}_4$ (up to 13 %), in uranium minerals, in zircon up to 11, allanite (orthite) (up to 3 %), xenotime (up to 2.6), in complex oxides with Ti, Nb und Ta.

1.1.3. Konzentration

In Pegmatiten mit Uran, in Alkaligesteinen und Karbonatiten mit La, Ce und anderen Seltene Erden. Seifenlagerstätten mit Monazit.

1.1.4. Wasser

Süßwasser 0,0001. Hydrolyse bei pH 3,5.

1.1.5. Verwitterung

Sehr geringe Mobilität auf Grund extrem verwitterungsbeständiger Minerale. Konzentration in der Schwermineralfraktion.

1.1.6. Biofunktion

Leicht toxisch für Säugetiere, abgesehen von der radioaktiven Strahlung. Alle Isotope sind Alpha-Strahler.

1.2. Technogen

Beschränkte Gewinnung (Weltproduktion $2 \cdot 10^3$ t Th/Jahr). Technischer Einsatz in der Metallurgie, für hochfeuerfestes Material und Sonderzwecke.

2. Datenbewertung

2.1. Probenahme

Einfluß bei starker Bindung an die Schwermineralfraktion.

2.2. Analytik

Monoanalytik mit XRF. Nachweis- und Bestimmungsgrenze sind unzureichend. LZW fast durchwegs besser als ± 40 %.

1.1.3. Concentration

In pegmatites together with uranium, in alkali rocks and carbonatites with La, Ce and other rare earths. Placer deposits with monazite.

1.1.4. Water

Fresh water 0.0001. Hydrolysis at pH 3.5.

1.1.5. Weathering

Very low mobility because of extremely high weathering resistance of minerals. Concentration in the heavy mineral fraction.

1.1.6. Biofunction

Apart from radioactive radiation, it is slightly toxic for mammals. All isotopes are alpha-emitters.

1.2. Technogene

Limited production (total world production $2 \cdot 10^3$ t/y Th). Technical application in metallurgy, for refractory material and special purposes.

2. Data Assessment

2.1. Sampling

Of influence when prevailingly bound to the heavy mineral fraction.

2.2. Analysis

Mono-analysis with XRF. NWG and detection limit are insufficient. LWG almost always better than ± 40 %.

2.3. Vergleichs- und Bezugsdaten/Comparison- and Reference Data

2.3.1. Kartenwerke/Atlases

Österreich: Böhmisches Masse	38
Zentralzone	10
Alaska (1984)	8

2.3.2. Regionale Daten/Regional Data

Donausediment, Aschach, OÖ	10
Carditaschiefer (Trias)	12

2.3.3. Lokale Daten/Local Data

Eklogitamphibolit, Korralpe, Wies, Stmk. (n = 1)	5
Amphibolitgneise, Gleinalpe, Stmk. (n = 2)	5-7
Amphibolit, Dörflinger Alm, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	10
Amphibolit, Hartlgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	11
Grünschiefer, St. Corona/Wechsel, NÖ (n = 1)	12
Grünschiefer, Payerbach-Reichenau, NÖ (n = 2)	8-11
Diabase (Metabasite), Grazer Paläozoikum, Stmk. (n = 2)	10
Weinsberger Granit, NÖ/OÖ (n = 4)	25
Mauthausener Granit, OÖ (n = 2)	19
Freistädter Granodiorit, OÖ (n = 1)	14
Quarzdiorit, Julbach, OÖ (n = 1)	19
Titanitführender Feinkorngranit, Aigen, OÖ (n = 1)	67
Paragneise, Schönberg/Kamp, NÖ (n = 2)	11
Granulite, Waldviertel, NÖ (n = 81)	3

Zentralgneise, Sbg. (n = 27)	20
Villacher Granit, Ktn. (n = 1)	14,5
Pegmatit, Markogel, Ktn. (n = 1)	34
Granatglimmerschiefer, Ktn. (n = 1)	14
Gneis, Seckauer Kristallin, Preßnitzgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	15
Porphyroid, Erzberg, Stmk (n = 1)	5
Grobgneise, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 2)	13
Phyllitischer Glimmerschiefer, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 1)	19
Thurntaler Phyllit, Tessenberg, Osttirol (n = 2)	18

2.4. Gesamtbewertung

Die Karte gibt ein realistisches Verteilungsbild.

2.4. General Assessment

The map represents a realistic distribution pattern.

3. Regionale Elementverteilung

3.1. Böhmisches Masse

Die Verteilung ist, wie bei den Elementen Ce, La, P, Y, Zr u. a. durch eine starke Bindung an die Schwermineralkomponenten und den „Seifeneffekt“ ausgezeichnet. Dies gilt vor allem für das Verbreitungsgebiet des Weinsberger Granites mit angedeuteten NW–SE-Strukturen und in geringerem Ausmaß für den Mauthausener Granit. Perlgnese und Grobkorngnese in den Migmatisierungszonen des Sauwaldes und des nördlichen Mühlviertels werden durch mittlere und hohe Gehalte gekennzeichnet. Die jüngeren sauren Intrusionen wie Eisgarner Granit zeigen nur niedrige Werte, ausgenommen die auch durch andere Schwermineralelemente charakterisierte Hochzone N Gmünd. Der Rastenberger Granodiorit hebt sich von seiner Umgebung ab.

3. Regional Element Distribution

3.1. Bohemian Massif

The distribution is characterised by a strong link to the heavy mineral components and the placer effect, as it is with the elements, Ce, La, P, Y, Zr and others. This applies particularly to the area of the Weinsberger Granit, with indicated NW–SE structures, and to a lesser extent to the Mauthausener Granit. Perlgnese and Grobkorngnese in the migmatized zone of the Sauwald and the northern Mühlviertel are marked by intermediate and high contents. The younger acid intrusions like the Eisgarner Granite only show low values, except for the high-zone north of Gmünd, which is also characterised by other heavy mineral elements. The Rastenberger Granodiorit contrasts with its environment.

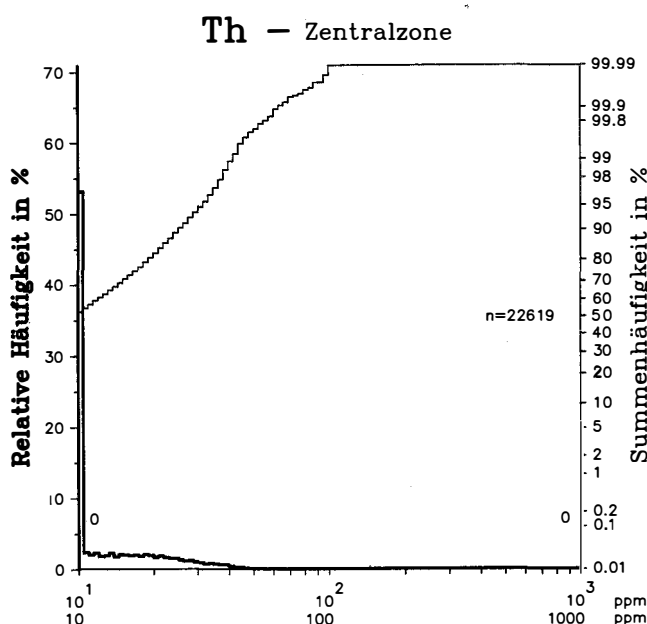
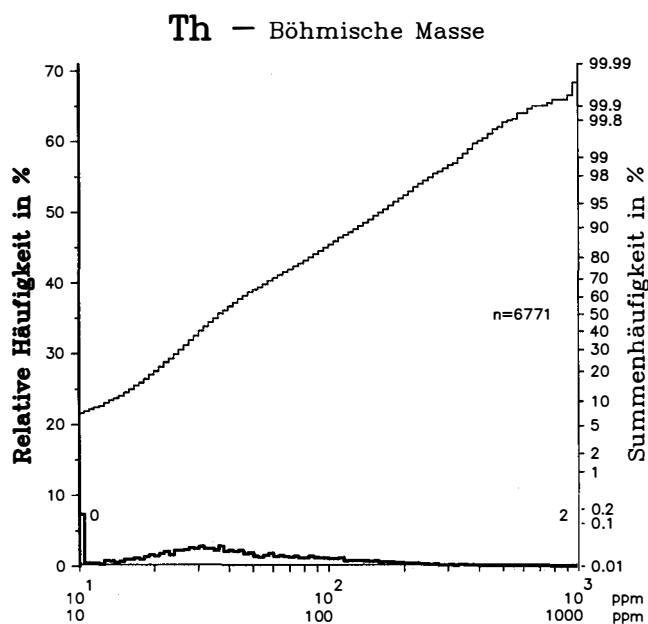


Abb. 40: Thorium. Relative Häufigkeit und Summenhäufigkeit der Analysenwerte in der Böhmisches Masse und in der Zentralzone mit ergänzender Angabe der nicht im Histogrammbereich liegenden Probenanzahl.

Fig. 40: Thorium. Relative frequency and cumulative frequency distributions of analytical values from the Bohemian Massif and the Central Zone with indications of the numbers of samples outside the histogram range.

3.2. Zentralzone

Etwa 82 % der Werte liegen unter 20. Gehalte über 40 sind selten. Im Altkristallin findet man erhöhte Werte in der nördlichen Silvretta, der Kreuzeckgruppe oder in den Seetaler Alpen. Im Westteil der Gurktaler Decke und übergreifend ins westlich

3.2. Central Zone

About 82 % of the values lie below 20. Contents of more than 40 are rare. Elevated values are found in the northern Silvretta, the Kreuzeck-Gruppe or in the Seetaler Alpen. Likewise, there are areas in the west part of the Gurktaler Decke and ex-

anschließende Altkristallin sind gleichfalls Flächen mit höheren Werten vorhanden.

Erhöhte Gehalte in der westlichen Grauwackenzone dürften auf die Kellerjochgneise zurückzuführen sein. Ein überdurchschnittlich angezeigtes Areal am Nordrand der östlichen Grauwackenzone könnte Thorium aus klastischen Sedimenten des Paläozoikums, vielleicht auch der Untertrias bezogen haben.

Im Penninikum ist nur die nördliche Randzone des Tuxer Kerns sowie der Siglitzlappen und der Mureckgneis hervorgehoben.

tending into the Altkristallin adjoining to the west, which have higher values.

Increased contents in the western Grauwackenzone are probably attributable to the Kellerjochgneis. An area on the northern periphery of the eastern Grauwackenzone, with values above average, could have obtained thorium from clastic sediments of the Palaeozoic, or perhaps also from the Lower Triassic.

In the Penninic it is only the northern peripheral zone of the Tux core and the Siglitzlappen as well as the Mureckgneis, which is accentuated.

Z: 22	Ti	A: 47,90
Titan		Titanium
Gehalte in % Ti		Contents in % Ti

1. Geochemie

1.1. Geogen

Lithophiles Nebenelement aus der Gruppe der Übergangselemente. Konzentrationsanstieg mit Alkalisierung der Magmen. In Gesteinen starke Tendenz zur Bildung akzessorischer Minerale.

1.1.1. Gesteine

Magmatogen: Durchschnitt 0,57
Ultrabasite 0,08; ozeanische Tholeiitbasalte 0,9; Basalte 0,9 bis 1,4; Granodiorite 0,34; Granite 0,12.

Sedimentogen:

Tonschiefer 0,46; Sandsteine 0,15; Karbonatgesteine 0,04; Böden 0,5.

1.1.2. Minerale

Akzessorische Minerale: Ilmenit FeTiO_3 (32), Rutil, Anatas und Brookit TiO_2 (60), Titanit CaTiSiO_5 (24,5).

In Fe-Mg-Silikatmineralen als Spuren- bis Nebenelement.

1.1.3. Konzentration

Magmatogene Lagerstättenbildung mit oxidischen Mineralbildungen. Rezente und fossile Seifen.

1.1.4. Wasser

Süßwasser 0,003 ppm Ti, Hydrolyse bei pH 1,5. Löslich durch Organokomplexe.

1.1.5. Verwitterung

Wenig mobil. Akzessorische Minerale sind meist verwitterungsbeständig. Im Ilmenit oxidiert Fe^{+2} zu Fe^{+3} unter Bildung von Leukoxen. In Bachsedimenten an die Feinfraktion und an Schwerminerale gebunden.

1.1.6. Biofunktion

Kein essentielles Bioelement. Angereichert in einigen Radiolarien, Kieselschwämmen und Aszidien. Nicht oder kaum toxisch.

1. Geochemistry

1.1. Geogene

Lithophile minor element from the group of transition elements. Increase in concentration with alkalisiation of magmas. Strong tendency in rocks to the formation of accessory minerals.

1.1.1. Rocks

Magmatogene: Average 0.57
Ultrabasics 0.08; oceanic tholeiite-basalts 0.9; basalts 0.9 to 1.4; granodiorites 0.34; granites 0.12.

Sedimentogene:

Shales 0.46; sandstones 0.15; carbonate rocks 0.04; soils 0.5.

1.1.2. Minerals

Accessory minerals: Ilmenite FeTiO_3 (32), rutile, anatase and brookite TiO_2 (60), titanite (sphene) CaTiSiO_5 (24.5).

Occurs in Fe-Mg-silicate minerals as trace to minor element.

1.1.3. Concentration

In magmatogene ore deposits with oxide-mineralisation; recent and fossil placers.

1.1.4. Water

Fresh water 0.003 ppm Ti, hydrolysis at pH 1.5. Soluble by organocomplexes.

1.1.5. Weathering

Low mobility. Accessory minerals are mostly resistant to weathering; Fe^{+2} in ilmenite oxidises to Fe^{+3} with formation of leucoxene. In stream sediments it is associated with the fine as well as the heavy mineral fractions.

1.1.6. Biofunction

Not an essential bioelement. Enriched in some radiolaria, siliceous sponges and ascidia. Not or hardly toxic.

1.2. Technogen

Weltproduktion $6 \cdot 10^6$ t Ilmenit und Rutil/Jahr. Beschränkte metallurgische Verwendung (Weltproduktion $8 \cdot 10^4$ t Titanmetall/Jahr). Farben und Pigmente, wie Titanweiß. Technogene Umweltdispersion wegen hoher geochemischer Häufigkeit nicht erkennbar.

2. Datenbewertung

2.1. Probenahme

Einfluß der Schwermineralfraktion.

2.2. Analytik

Die gewählte Analysenmethode (ICP) vermag im Bereich höherer Konzentration (über 0,5 %) nicht den Gesamtgehalt zu erfassen. Im Vergleich zu der Totalanalysemethode (XRF) ist die Häufigkeitsverteilung zu niedrigeren Werten verschoben. Die Werte sind relativ vergleichbar, dürfen aber nicht als richtig angesehen werden. Ausreichende NWG, LZW unter ± 40 %.

1.2. Technogene

World production $6 \cdot 10^6$ t/y of ilmenite and rutile. Limited metallurgical application (world production $8 \cdot 10^4$ t/yTi). Paints and pigments. Technogenic dispersion to the environment is not recognizable because of its high geochemical abundance.

2. Data Assessment

2.1. Sampling

Influence of the heavy mineral fraction.

2.2. Analysis

At higher concentrations (more than 0.5 %) the selected analytical method (ICP) cannot ascertain the total content. Compared with the total-analysis method (XRF), the frequency distribution is shifted towards lower values. The values are relatively comparable, but cannot be considered as correct. Sufficient NWG; LZW less than ± 40 %.

2.3. Vergleichs- und Bezugsdaten/Comparison- and Reference Data

2.3.1. Kartenwerke/Atlases

Österreich: Böhmisches Massiv	0,48
Zentralzone	0,52
Alaska (1984)	0,45

2.3.2. Regionale Daten

Donausiediment, Aschach, OÖ	0,63
Carditaschiefer (Trias)	0,59
Österreichische Granitoide	0,28

2.3.3. Lokale Daten

Eklogitamphibolit, Koralpe, Wies, Stmk. (n = 1)	0,14
Amphibolit, Gleinalpe, Stmk. (n = 1)	1,6
Plagioklasamphibolite, Stmk. (n = 3)	0,5
Amphibolit, Dörflinger Alm, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	1,2
Amphibolit, Hartlgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	1,5
Grünschiefer, St. Corona/Wechsel, NÖ (n = 1)	1,2
Grünschiefer, Payerbach-Reichenau, NÖ (n = 2)	1,9–2,4
Grünschiefer, Rechnitzer Pennin, Bgld. (n = 33)	1,14
Nichtophiolithische Grünschiefer, Rechnitzer Pennin, Bgld. (n = 3)	2,6
Diabas (Metabasit), Grauwackenzone, Saalfelden, Sbg. (n = 1)	1,6
Diabas (Metabasit), Tösens, Ötztaler Alpen, Tirol (n = 1)	0,7
Diabase (Metabasite), Grazer Paläozoikum, Stmk. (n = 2)	2,2
Weinsberger Granit, NÖ/OÖ (n = 11)	0,3–0,4
Mauthausener Granit, OÖ (n = 10)	0,2–0,3
Altenberger Granit, OÖ (n = 1)	0,13
Eisgarner Granit, NÖ (n = 5)	0,1–0,2
Freistädter Granodiorit, OÖ (n = 1)	0,35
Quarzdiorit, Julbach, OÖ (n = 1)	0,5
Titanitführender Feinkorngranit, Aigen, OÖ (n = 1)	0,43
Quarzglimmerdiorit, Gebharts, Schrems, NÖ (n = 1)	1,9
Paragneise, Schönberg/Kamp, NÖ (n = 2)	0,04–0,59
Maissauer Granit, NÖ (n = 1)	0,1
Gföhler Gneis, NÖ (n = 1)	0,2
Bittescher Gneis, NÖ (n = 1)	0,1
Granulite, Waldviertel, NÖ (n = 2)	< 0,25
Orthogneise, Ötztaler Alpen, Tirol (n = 6)	0,1

Orthogneise, Stubai er Alpen, Tirol (n = 7)	0,05
Zentralgneise, Sbg. (n = 27)	0,4
(n = 4)	0,3
Albitaugengneise, Wetterkoglerhaus, Wechsel, NÖ (n = 1)	0,6
Tonalitische Granitoide, Tirol (n = 5)	0,25-0,4
Gneis, Seckauer Kristallin, Preßnitzgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	0,3
Porphyroid, Erzberg, Stmk (n = 1)	1,4
Grobgneise, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 2)	0,07-0,10
Phyllitischer Glimmerschiefer, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 1)	0,49
Thurntaler Phyllit, Tessenberg, Osttirol (n = 2)	0,5

2.4. Gesamtbewertung

Trotz der oben erwähnten Einschränkung entspricht die Karte der Anforderung, die gesetzmäßige Verteilung wiederzugeben, auch wenn höhere Konzentrationswerte zu niedrig erscheinen und die Tendenz der Anreicherung in der Schwermineralfraktion abschwächen. Die realistischen Durchschnittswerte, die mittels der XRF-Methode erhalten worden sind, liegen in der Böhmisches Masse bei 0,74 statt 0,60, in der Zentralzone bei 0,71 statt 0,59. Nach Kartenblättern abgegrenzte Zonen sind in der Böhmisches Masse nicht auszuschließen.

3. Regionale Elementverteilung

3.1. Böhmisches Masse

Ti zeigt eine Tendenz zur Anreicherung in der Schwermineralfraktion, so daß dies in Gebieten mit Grobkorngraniten verstärkt zum Ausdruck kommt. Der Weinsberger Granit als Ti-reichster Granittyp bestimmt nicht unwesentlich die Verteilung. Das Verbreitungsgebiet des Eisgarner Granites fällt in die Klasse unter 0,4, ausgenommen die Hochzone N Gmünd.

Der Mühlzug ist durch hohe Werte deutlich charakterisiert. Höhere Konzentrationen im Waldviertel sind an amphibolitführende Gesteine gebunden. Der Rasten-

2.4. General Assessment

Despite the limitations expressed above, the map satisfies the requirement of reflecting the distribution, even though the higher concentration values particularly appear to be too low and reduce the tendency of enrichment in the heavy mineral fraction. The realistic average values, obtained through the XRF method are around 0.74 in the Bohemian Massif instead of 0.60, 0.71 in the Central Zone instead of 0.59. Effects due to map-sheet boundaries cannot be excluded for the Bohemian Massif.

3. Regional Element Distribution

3.1. Bohemian Massif

Ti shows a tendency to enrichment in the heavy mineral fraction, so that areas with coarse-grained granites are more strongly expressed. The Weinsberger Granit, as the granite-type with the highest Ti-content substantially determines the distribution. The area of the Eisgarner Granit falls into the class of less than 0.4, excepting the high-zone north of Gmünd.

The Mühlzug is clearly characterised through high values. Higher concentrations in the Waldviertel are bound to amphibolite-bearing rocks. The Rastenberger Granodiorit shows no conspicuous enrichment. Acid

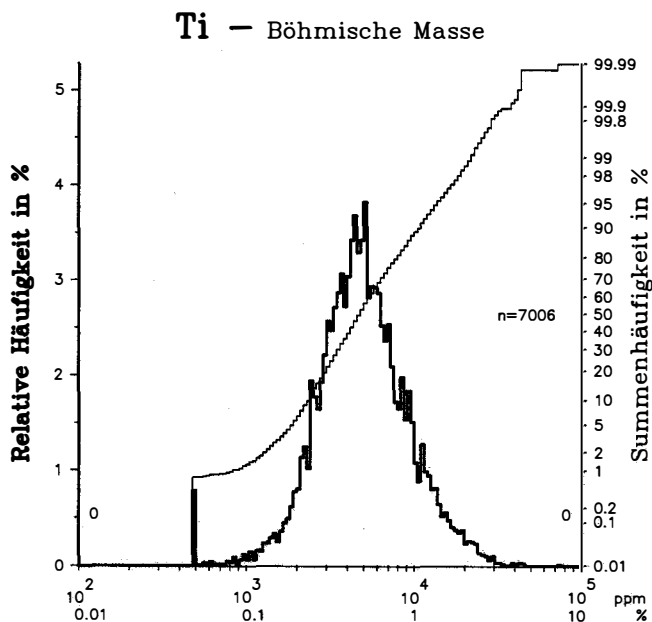


Abb. 41: Titan.
Relative Häufigkeit und Summenhäufigkeit der Analysenwerte in der Böhmisches Masse und in der Zentralzone mit ergänzender Angabe der nicht im Histogrammbereich liegenden Probenanzahl.

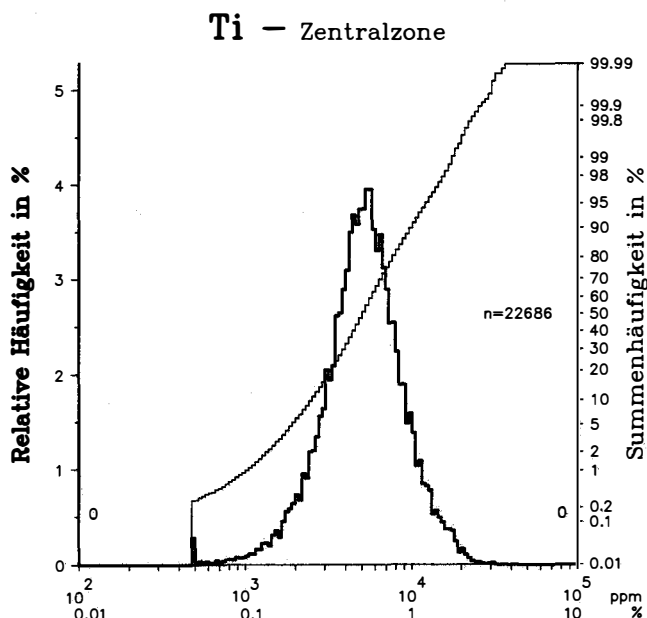


Fig. 41: Titanium.
Relative frequency and cumulative frequency distributions of analytical values from the Bohemian Massif and the Central Zone with indications of the numbers of samples outside the histogram range.

berger Granodiorit weist keine auffällige Anreicherung auf. Saure Gesteinstypen fallen im allgemeinen in Konzentrationsklassen unter 0,4.

3.2. Zentralzone

Die Werte folgen im wesentlichen den Verteilungsmustern der Elemente der Fe-Gruppe, vor allem Fe, Sc, Co und V. Hohe Ti- und Cr-Werte schließen sich meist gegenseitig aus.

Niedrigste Werte zeigen karbonatreiche Serien, wie Anteile der Kalkalpen östlich der Silvretta-Gruppe, die penninischen Schieferhüllserien im Engadiner-, Tauern- und Rechnitzer Fenster, im Brennermesozoikum, in den Lienzer Dolomiten, im Radstätter Mesozoikum sowie Karbonatgesteinsserien der Grauwackenzone. Ebenso werden Magmatite, wie Zentralgneiskörper, durch unterschiedliche Gehalte von der Umgebung abgegrenzt.

Das Altkristallin ist überwiegend durch Werte über 0,4 gekennzeichnet. Als eine der Ausnahmen fällt das Koralmengebiet auf. Gehalte über 0,7 sind dagegen weitverbreitet, so vor allem im Komplex des Innsbrucker Quarzphyllits, der Wildschönauer Schiefer und der Thurntaler und Ennstaler Quarzphyllite. Mit dem Auftreten von Metabasiten erhöht sich die Titanführung, wie in der Defreggen- und Kreuzeckgruppe oder in den Schladminger und Wölzer Tauern. Erhöhte Titanwerte finden sich auch in der Gurktaler Einheit, in der Magdalensbergserie, ebenso in metabasitreichen Serien der Grauwackenzone von Schladming bis Öblarn. Eine Hochzone stellt auch die Ostumrahmung des Grazer Paläozoikums mit dem Anger- und Radegunder Altkristallin sowie der Bereich des Wechsels dar.

Magmatogene Titanvererzungen sind in den Ostalpen nicht bekannt. Mineralisationen alpiner Klüfte, wie die „Titanformation“ des Tauernfensters, sind durch keine besonderen Anreicherungen gekennzeichnet.

Als Einzelelement betrachtet, vermag die Karte nur bedingt Informationen zu geotektonischen Fragestellungen zu liefern. Die mächtigen Amphibolitzüge des Stubalpen- und Gleinalpenzuges weisen niedrige Gehalte auf, wie dies den Magmatiten eines Inselbogen-systems entspricht.

rock-types fall generally into the concentration classes below 0.4.

3.2. Central Zone

Essentially the values follow the distribution patterns of the elements of the Fe-group particularly, Fe, Sc, Co and V. High Ti- and Cr-values are mostly mutually exclusive.

The lowest values are represented by the series rich in carbonates in parts of the Calcareous Alps east of the Silvretta-Gruppe, the Penninic Schieferhülle, in the Engadin, Tauern and Rechnitz Windows, the Brenner Mesozoic, the Lienzer Dolomiten, the Radstadt Mesozoic and the carbonate-rock series of the Grauwackenzone. Similarly magmatitic rocks such as Zentralgneis bodies are delineated by varying contents from the surroundings.

The Altkristallin is characterised by values of mostly over 0.4. One exception of note is the Koralmengebiet. On the other hand, contents of more than 0.7 are widespread, above all in the Innsbrucker Quarzphyllit complex, the Wildschönauer Schiefer and the Thurntaler and Ennstaler Quarzphyllite. With the occurrence of metabasites the titanium content increases, as in the Deferegggen- and Kreuzeck-Gruppe, or in the Schladminger and Wölzer Tauern. Enhanced titanium values are also found in the Gurktaler Decke, the Magdalensbergserie, as well as in series rich in metabasic rocks in the Grauwackenzone from Schladming to Öblarn. A high-zone is also represented by the eastern surroundings of the Graz Palaeozoic, along with the Altkristallin of Anger and Radegund and the Wechsel area.

Magmatogene titaniferous ore mineralisation is not known in the Eastern Alps. Mineralisation in "Alpine fissures", such as in the "titanium formation" of the Tauern Window, is not marked by any particular enrichment.

Viewed as an individual element, the map can only provide limited information to geotectonic questions. The extensive amphibolite bodies of the Stubalpen und Gleinalpen ranges indicate low contents in accordance with the magmatites of an island-arc system.

Z: 92	U	A: 238,04
Uran		Uranium
Gehalte in ppm U		Contents in ppm U

1. Geochemie

1.1. Geogen

Lithophiles Spurenelement aus der Gruppe der Actiniden. Angereichert mit der Alkalisierung der Magmen in der kontinentalen Erdkruste. Begleitelement des Thoriums (Th/U 4.) Abtrennung erfolgt durch hydrothermale und sedimentäre Prozesse.

1. Geochemistry

1.1. Geogene

Lithophile trace element of the actinide group. Enriched with the alkalisiation of magmas in the continental crust. Associated element of thorium (Th/U 4.). Separation results through hydrothermal and sedimentary processes.

1.1.1. Gesteine

Magmatogen: Durchschnitt 2,7
Ultrabasite 0,02; ozeanische Tholeiitbasalte 0,1; Basalte 0,1; Granodiorite 2,3; Granite 4,7.

Sedimentogen:

Tonschiefer 3,7; Sandsteine 0,45; Karbonatgesteine 2,2; Böden 1.

1.1.2. Minerale

Erzminerale: Uraninit UO_2 (88 %), Pechblende U_3O_8 (85 %), Coffinit $USiO_4$ (70 %), Brannerit UTi_2O_6 (41 %), U-haltige organische Substanzen (Thucholite), Uranglimmer, komplexe Karbonate, Silikate, Phosphate, Arsenate, Vanadate, u. a.

Spuren- bis Nebenelement in akzessorischen Mineralen, wie Monazit (bis 0,8 %), Allanit (0,07 %), Zirkon (bis 2,6 %), Apatit (bis 0,25 %), Xenotim (bis 4 %) sowie komplexe Oxide mit Ti, Nb, Ta und Seltenen Erden.

1.1.3. Konzentration

Pegmatite und hydrothermale Mineralisationen oft vergesellschaftet mit Ag, As, Ni, Co und Bi. Schichtgebundene sedimentäre Lagerstätten in Konglomeraten und Sandsteinen. In Phosphoriten und Schwarzschiefern vergesellschaftet mit P, As, V, Mo, Se, Pb, Cu u. a.

1.1.4. Wasser

Süßwasser 0,00005–0,005, in humiden Klimazonen 0,0005, gelöst als UO_2^{+2} , ferner als Karbonat-, Phosphat- und Organokomplexe.

1.1.5. Verwitterung

Hohe Mobilität von U^{+6} unter oxidierenden Bedingungen in sauren oder karbonatreichen Lösungen, während U^{+4} kaum mobil ist. Im reduzierenden Milieu immobil. Sorption an Humusstoffen und Fe-Oxid. In Bachsedimenten vorwiegend an verwitterungsbeständige Schwerminerale gebunden.

1.1.6. Biofunktion

Kein Bioelement. Alle natürlichen Isotope sind Alpha-Strahler. Uranverbindungen sind mäßig giftig für alle Organismen, abgesehen von den Einwirkungen der radioaktiven Strahlung.

1.2. Technogen

Weltproduktion über $4 \cdot 10^4$ t U/Jahr. Verwendung als Kernbrennstoff, in der Wehrtechnik, früher auch zur Färbung von Keramik und Glas.

2. Datenbewertung

2.1. Probenahme

Die starke Bindung an die Schwermineralfraktion kann bei höheren Konzentrationen von Einfluß sein.

2.2. Analytik

Monoanalytik mit XRF. Sie ist als halbquantitativ zu bewerten. Die Erfassungsgrenze liegt im Bereich der geochemischen Häufigkeit. Die LZW verbessert sich von Gehalten von 2 bis 4 mit ± 150 % auf etwa ± 50 % bei Werten über 10.

1.1.1. Rocks

Magmatogene: Average 2.7
Ultrabasics 0.02; oceanic tholeiite-basalts 0.1; basalts 0.1; granodiorites 2.3; granites 4.7.

Sedimentogene:

Shales 3.7; sandstones 0.45; carbonate rocks 2.2; soils 1.

1.1.2. Minerals

Ore minerals: Uraninite UO_2 (88 %), pitchblende U_3O_8 (85 %), coffinite $USiO_4$ (70 %), brannerite UTi_2O_6 (41 %), uraniferous organic matter (thucholites), uranium-micas, complex carbonates, silicates, phosphates, arsenates, vanadates, and others.

Trace to minor element in accessory minerals, such as monazite (up to 0.8 %), allanite (0.07 %), zircon (up to 2.6 %), apatite (up to 0.25 %), xenotime (up to 4 %) as well as complex oxides with Ti, Nb, Ta and rare earths.

1.1.3. Concentration

In pegmatites and as hydrothermal mineralisations, often associated with Ag, As, Ni, Co and Bi; in stratabound sedimentary ore deposits in conglomerates and sandstones. In phosphorites and black shales associated with P, As, V, Mo, Se, Pb, Cu and others.

1.1.4. Water

Fresh water 0.00005–0.005, in humid climate 0.0005, soluble as UO_2^{+2} , furthermore as carbonate-, phosphate- and organic complexes.

1.1.5. Weathering

High mobility of U^{+6} under oxidising conditions in acid or carbonate-rich solutions, whereas U^{+4} is hardly mobile. Immobility in reducing environment. Sorption on humic matter and Fe-oxides. In stream sediments it is mainly linked to weather-resistant heavy minerals.

1.1.6. Biofunction

Not a bioelement. All natural isotopes are alpha-emitters. Uranium compounds are moderately toxic for all organisms, apart from the effects of radiation.

1.2. Technogene

Total world production more than $4 \cdot 10^4$ t/y U). Application as nuclear fuel material, in defense, previously also for the staining of ceramics and glass.

2. Data Assessment

2.1. Sampling

The strong link to the heavy mineral fraction can, at higher concentrations, be of influence.

2.2. Analysis

Monoanalysis with XRF, which is rated as semi-quantitative. The registration limit is in the range of the geochemical abundance. The LZW improves, from contents of 2 to 4 with ± 150 % to about ± 50 % with values over 10.

2.3. Vergleichs- und Bezugsdaten/Comparison- and Reference Data

2.3.1. Kartenwerke/Atlases

Österreich: Böhmisches Massiv	(5)
Zentralzone	(5)
Alaska (1984)	2,8
BRD (1985)	0,4

2.3.2. Regionale Daten/Regional Data

Donaudiment, Aschach, OÖ	2,8
Carditaschiefer (Trias)	2,5

2.3.3. Lokale Daten/Local Data

Eklogitamphibolit, Koralpe, Wies, Stmk. (n = 1)	1
Amphibolitgneise, Gleinalpe, Stmk. (n = 2)	< 1
Amphibolit, Dörflinger Alm, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	1
Amphibolit, Hartlgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	2
Grünschiefer, Payerbach-Reichenau, NÖ (n = 2)	1
Diabase (Metabasite), Grazer Paläozoikum, Stmk. (n = 2)	< 1
Weinsberger Granit, NÖ/OÖ (n = 4)	4
Mauthausener Granit, OÖ (n = 2)	1-7
Freistädter Granodiorit, OÖ (n = 1)	1
Quarzdiorit, Julbach, OÖ (n = 1)	5
Titanitführender Feinkorngranit, Aigen, OÖ (n = 1)	21
Paragneise, Schönberg/Kamp, NÖ (n = 1)	2
Granulite, Waldviertel, NÖ (n = 81)	0,4
Zentralgneise, Sbg. (n = 4)	4-8; Ø = 6
Villacher Granitgneis, Ktn. (n = 1)	3,5
Pegmatit, Markogel, Ktn. (n = 1)	61,5
Granatglimmerschiefer, Lieserschlucht, Ktn. (n = 1)	3,8
Gneis, Seckauer Kristallin, Preßnitzgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	2
Grobgneise, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 2)	4-7
Phyllitischer Glimmerschiefer, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 1)	4
Thurmtaler Phyllit, Tessenberg, Osttirol (n = 1)	4

2.4. Gesamtbewertung

Die Karte stellt insofern eine Annäherung an eine realistische Verteilung dar, als die höheren Konzentrationsbereiche mit Sicherheit erfaßt werden. In den ersten zwei Konzentrationsklassen ist die Verteilung eher unscharf. Die Durchschnittswerte sind nur als Annäherungen anzusehen.

2.4. General Assessment

The map represents an approximation to a realistic distribution insofar, as regions with high concentrations were recorded with certainty. Distribution in the first two concentration classes is rather fuzzy. The average values are only to be considered as approximations.

3. Regionale Elementverteilung

3.1. Böhmisches Massiv

Nur 25 % aller Werte liegen über der Erfassungsgrenze. Uran ist in den schwermineralreichen Gebieten in geringerem Maße angereichert als Thorium.

Die stärkste Indikation tritt in Gmünd auf. Ferner sind zahlreiche Hochwerte an Arealen mit Perlgneisen und Feinkorngraniten sowie an die Verbreitungsgebiete des Weinsberger Granites gebunden. Isolierte Hochwerte in den Gneisgebieten des Waldviertels bedürfen noch einer Abklärung.

3. Regional Element Distribution

3.1. Bohemian Massif

Only 25 % of all values lie above the registration limit. In areas rich in heavy minerals uranium is enriched to a lesser extent than thorium.

The strongest indication is found in an area north of Gmünd. Furthermore, numerous high values are associated with Perlgneise and fine-grained granites as well as the area of the Weinsberger Granit. Isolated, high values in the gneiss region of the Waldviertel still need classification.

3.2. Zentralzone

Hochwerte folgen hauptsächlich Orthogneisen, wie etwa im Altkristallin der Silvretta- oder Ötztalgruppe, der Schladminger Tauern, im Bereich der Seckauer

3.2. Central Zone

High values coincide mainly with orthogneisses, as for example in the Altkristallin of the Silvretta or Ötztal-Gruppe, the Schladminger Tauern, in the Seckauer

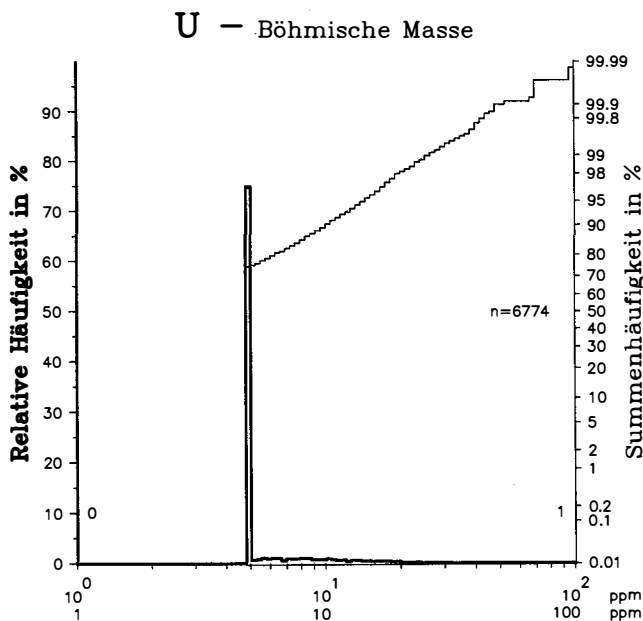


Abb. 42: Uran.
Relative Häufigkeit und Summenhäufigkeit der Analysenwerte in der Böhmisches Masse und in der Zentralzone mit ergänzender Angabe der nicht im Histogrammbereich liegenden Probenanzahl.

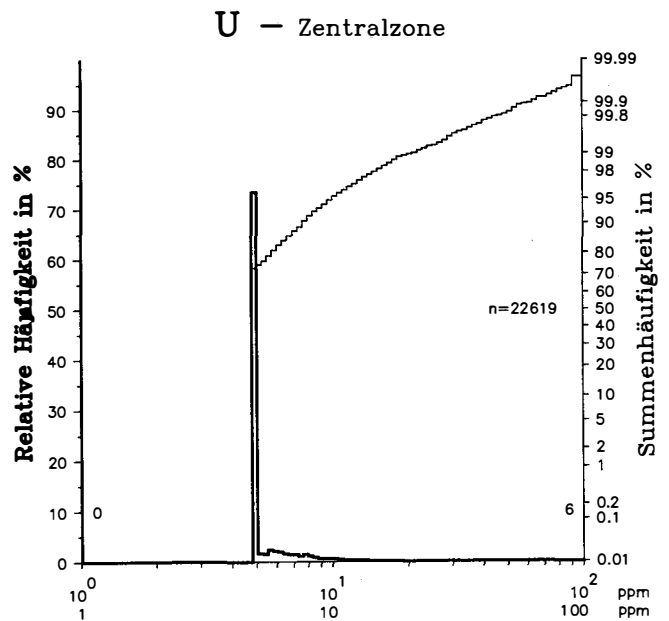


Fig. 42: Uranium.
Relative frequency and cumulative frequency distributions of analytical values from the Bohemian Massif and the Central Zone with indications of the numbers of samples outside the histogram range.

Tauern oder der Grobogneise des Wechselgebietes. Im Pennin sind es die Zentralgneise des Ankogel-Hochalm-Kernes, des Sonnblick-Kernes mit dem Siglitzlappen, des Granatspitz-, des Venediger-Kernes mit der Habachzunge.

Im Bereich der östlichen Grauwackenzone sind paläozoische bis untertriassische Klastika als Uranlieferanten anzusehen.

Von den mehr als 60 bekannten Uranvorkommen ist Forstau in der Steiermark gut und das an Semmering-quarzite gebundene Vorkommen von Rettenegg im Wechselgebiet nur angedeutet zu erkennen, während die meisten anderen Fundorte überhaupt nicht markiert sind, wie Hochfilzen-Fieberbrunn in Tirol, Mitterberg/Mühlbach oder Tweng in Salzburg.

Tauern and the Grobogneis areas of the Wechsel region. In the Penninic it is the Zentralgneis of the Ankogel-Hochalm core, of the Sonnblick core with the Siglitzlappen, of the Granatspitz and Venediger core and of the Habachzunge.

In the eastern Grauwackenzone there are Palaeozoic to Lower Triassic clastics which are regarded as uraniumiferous source rocks.

Of the more than 60 known uranium occurrences, Forstau in Styria is well recognizable, whereas the occurrence of Rettenegg, associated with Semmering-quarzit is only indicated. Most of the other finds, such as Hochfilzen-Fieberbrunn in the Tyrol, Mitterberg or Tweng in Salzburg, are not indicated at all.

Z: 23	V	A: 50,94
Vanadium		Vanadium
Gehalte in ppm V		Contents in ppm V

1. Geochemie

1.1. Geogen

Lithophiles Spurenelement aus der Gruppe der Übergangselemente. Angereichert mit Eisen in basischen und intermediären (andesitisch-dioritischen) Magmen. Trennung vom Eisen im sedimentären Zyklus.

1. Geochemistry

1.1. Geogene

Lithophile trace element of the group of transition elements. Enriched together with iron, in basic and intermediate (andesitic-dioritic) magmas. Separates from iron in the sedimentary cycle.

1.1.1. Gesteine

Magmatogen: Durchschnitt

Ultrabasite 40; ozeanische Tholeiitbasalte, Basalte 250; Granodiorite 88; Granite 44.

Sedimentogen:

Tonschiefer 130; Sandsteine 20; Karbonatgesteine 20; Böden 60 (20-500).

1.1.2. Minerale

Coulsonit FeV_2O_4 (46 %), Vanadinit $\text{Pb}_5\text{Cl}(\text{VO}_4)_3$ (11 %), Descloizit $\text{PbZnVO}_4(\text{OH})$ (13 %), Carnotit, $\text{K}_2(\text{UO}_2)(\text{VO}_4)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (13 %).

Spuren- bis Nebenelement u.a. in Magnetiten und Spinellen, Fe-Mg-Silikaten, wie Pyroxene, Amphibole und Glimmer.

1.1.3. Konzentration

Liquidmagmatische Oxide (Fe, Ti). Im Oxidationsbereich als Vanadate, wie in Sandsteinmineralisationen, limonitischen Eisenerzen, Tonschiefern, Bauxit, Schwarzschiefern, Phosphoriten, Bitumen und Kohle.

1.1.4. Wasser

Süßwasser 0,002. Zahlreiche wasserlösliche Komplexe wie VO^{+2} , Vanadate und Polyvanadate, Organokomplexe.

1.1.5. Verwitterung

Mobil, soweit Oxidation erfolgt.

Geochemische Barrieren: Pb^{+2} , Sorption durch Fe-Hydroxide und organische Substanz.

In Schwermineralen wie Magnetit, Granat u. a.

In Bachsedimenten mit Fe in der Feinfraktion angereichert.

1.1.6. Biofunktion

Bioelement für manche Pflanzen, essentiell für N_2 -Fixierung der Leguminosen.

Für Pflanzen in höheren Gehalten (mehr als 10 ppm in Nährlösungen) toxisch.

1.2. Technogen

Weltproduktion gering ($3 \cdot 10^4$ t V/Jahr). Stahlveredlungsmetall und zusätzliche technische Verwendungen. Keine nennenswerte Umweltdispersion, außer durch Verbrennung von Erdölprodukten.

2. Datenbewertung

2.1. Probenahme

Schwach beeinflusst vom Anteil der Schwermineralfraktion.

2.2. Analytik

Teilweise Doppel- bis Dreifachanalytik. Gewählte Methode ICP. NWG ausreichend, LZW unter ± 40 %.

1.1.1. Rocks

Magmatogene: Average 135.

Ultrabasics 40; oceanic tholeiite-basalts, basalts 250; granodiorites 88; granites 44.

Sedimentogene:

Shales 130; sandstones 20; carbonate rocks 20; soils 60 (20-500).

1.1.2. Minerals

Coulsonite FeV_2O_4 (46 %), vanadinite $\text{Pb}_5\text{Cl}(\text{VO}_4)_3$ (11 %), descloizite $\text{PbZnVO}_4(\text{OH})$ (13 %), carnotite, $\text{K}_2(\text{UO}_2)(\text{VO}_4)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (13 %).

Trace to minor element in magnetites and spinels, Fe-Mg-silicates, such as pyroxenes, amphiboles and micas.

1.1.3. Concentration

Liquid magmatic oxides (Fe, Ti). In oxidising environment, such as in vanadates, sandstone mineralisations, limonitic iron ores, shales, bauxite, black shales, phosphorites, bitumen and coal.

1.1.4. Water

Fresh water 0.002. Numerous water-soluble complexes, such as VO^{+2} , vanadates and polyvanadates, organocomplexes.

1.1.5. Weathering

Mobile, as long as oxidation takes place.

Geochemical barriers Pb^{+2} , sorption by Fe-hydroxide and organic matter.

In heavy minerals, such as magnetite, garnet and others.

In stream sediments enriched in the fine fraction together with Fe.

1.1.6. Biofunction

Bioelement for several plants, essential for N_2 -fixation of legumes.

Toxic for plants in higher concentration (above 10 ppm in culture medium).

1.2. Technogene

Total world production minor ($3 \cdot 10^4$ t/y V). Metal for the refining of steel and additional technical applications. No significant dispersion to the environment, except by the incineration of petroleum-products.

2. Data Assessment

2.1. Sampling

Weak influence through the heavy mineral fraction.

2.2. Analysis

Partially double to triple analysis. Chosen method is ICP. NWG sufficient, LZW less than ± 40 %.

2.3. Vergleichs- und Bezugsdaten/Comparison- and Reference Data

2.3.1. Kartenwerke/Atlases

Österreich: Böhmisches Masse	50
Zentralzone	112
UK (1978)	50
Alaska (1984)	119
BRD (1985)	32

2.3.2. Regionale Daten/Regional Data

Donausediment, Aschach, OÖ	106
Carditaschiefer (Trias)	94
Österreichische Granitoide (n = 104)	43

2.3.3. Lokale Daten/Regional Data

Amphibolite, Waldviertel, NÖ (n = 29)	180–475
Eklogitamphibolit, Koralpe, Wies, Stmk. (n = 1)	140
Amphibolitgneise, Gleinalpe, Stmk. (n = 2)	270–440
Amphibolit, Dörflinger Alm, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	140
Amphibolit, Hartlgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	320
Grünschiefer, St. Corona/Wechsel, NÖ (n = 1)	63
Grünschiefer, Payerbach-Reichenau, NÖ (n = 2)	400–440
Grünschiefer, Rechnitzer Pennin, Bgld. (n = 33)	280
Nichtophiolithische Grünschiefer, Rechnitzer Pennin, Bgld. (n = 3)	400
Diabas (Metabasit), Grauwackenzone, Saalfelden, Sbg. (n = 1)	400
Diabase (Metabasite), Grazer Paläozoikum, Stmk. (n = 2)	240–520
Weinsberger Granit, NÖ/OÖ (n = 9)	17
Mauthausener Granit, OÖ (n = 7)	28
Altenberger Granit, OÖ (n = 1)	10
Eisgarner Granit, NÖ (n = 2)	4
Freistädter Granodiorit, OÖ (n = 1)	30
Quarzdiorit, Julbach, OÖ (n = 1)	90
Titanitführender Feinkorngranit, Aigen, OÖ (n = 1)	65
Paragneise, Schönberg/Kamp, NÖ (n = 2)	5–165
Granulit, Meidling im Tal, NÖ (n = 2)	5–50
Zentralgneise, Sbg. (n = 27)	40
Villacher Granitgneis, Ktn. (n = 7)	5
Gneis, Seckauer Kristallin, Preßnitzgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	50
Porphyroid, Erzberg, Stmk (n = 1)	370
Grobgneise, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 2)	12
Phyllitische Glimmerschiefer, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 1)	100
Thurmtaler Phyllit, Tessenberg, Osttirol (n = 2)	85–139

2.4. Gesamtbewertung

In der Flächendarstellung wird eine realistische Verteilung erreicht.

2.4. General Assessment

A realistic distribution is attained in the map.

3. Regionale Elementverteilung

3.1. Böhmisches Masse

92 % aller Werte werden kleiner als 64 ausgewiesen. Das gesamte Granitgebiet und der Großteil des Areales mit Gföhler Gneis sowie das Moravikum sind durch unterdurchschnittliche Gehalte gekennzeichnet. Im Mühlviertel und Sauwald zeigen Perlgneise, Schiefergneise, Diorite und dioritisierte Zonen schwach erhöhte Gehalte.

In der Bunten Serie sind hohe Werte in Bereichen mit amphibolitführenden Serien und ultrabasischen Körpern zu finden. Der Rastenberger Granodiorit wird kaum hervorgehoben.

3. Regional Element Distribution

3.1. Bohemian Massif

92 % of all values are below 64. The whole granite area and a major part of the area with Gföhler Gneis as well as the Moravicum are marked by below-average contents. In the Mühlviertel and the Sauwald Perlgneise, Schiefergneise, diorites and dioritised zones have slightly raised contents.

In the Variegated Series, high values are found in areas with amphibolite-containing series and ultrabasic bodies. The Rastenberger Granodiorit is hardly accentuated.

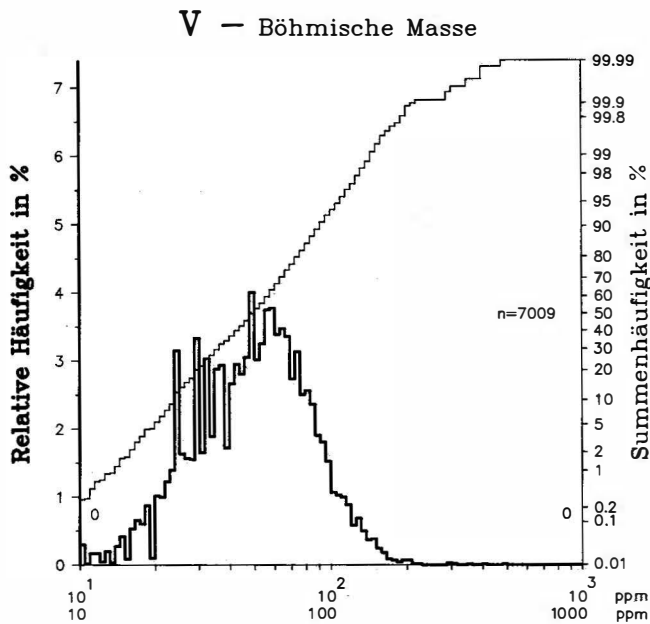


Abb. 43: Vanadium. Relative Häufigkeit und Summenhäufigkeit der Analysenwerte in der Böhmisches Masse und in der Zentralzone mit ergänzender Angabe der nicht im Histogrammbereich liegenden Probenanzahl.

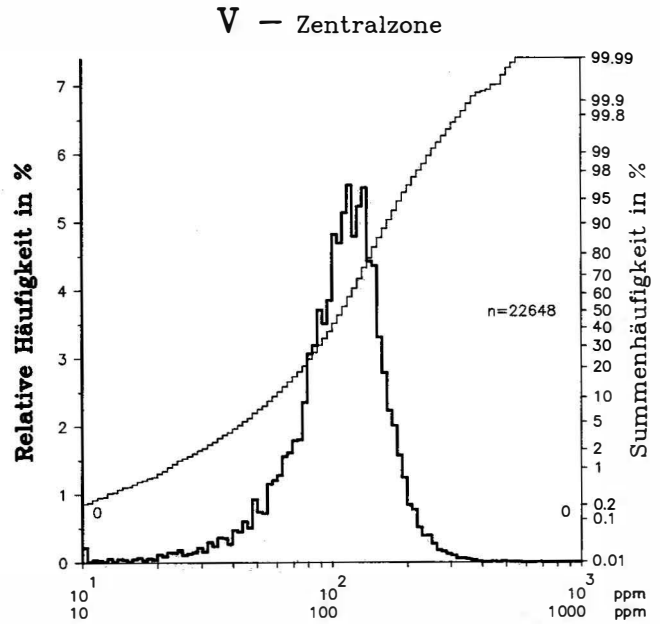


Fig. 43: Vanadium. Relative frequency and cumulative frequency distributions of analytical values from the Bohemian Massif and the Central Zone with indications of the numbers of samples outside the histogram range.

3.2. Zentralzone

Generell sind die Gehalte im Vergleich zur Böhmisches Masse erhöht. Die Verteilungsbilder von V und Fe gleichen einander weitgehend.

Basische und intermediäre Magmatite (Metabasalte und -andesite), wie in den Stubai Alpen, im Alten Dach des Tauernfensters, in der Grauwackenzone zwischen Zell am See und Bischofshofen, in der Magdalensbergserie, im Wechselgebiet oder in der Rechnitzer Schieferinsel werden stark hervorgehoben.

In diesen Bereichen sind erhöhte Gehalte anderer Übergangselemente, wie Mn, Cr, Sc, Co, Ni, Ti, aber auch P festzustellen. Dies ist teilweise auch durch eine gemeinsame Bindung an Schwerminerale, wie Magnetit, Ilmenit, Titanit, u. a. zurückzuführen.

Im Altkristallin ist die Anlage des Inselbogensystems ausgehend von der Stub- und Gleinalpe gut erkennbar.

Durch verringerte Gehalte zeichnen sich Areale mit sauren Magmatiten und Karbonatgesteinsserien aus. Die Zentralgneise der Hohen Tauern werden nur unscharf abgegrenzt.

3.2. Central Zone

In general, the contents are elevated, compared with the Bohemian Massif. The distribution patterns in V and Fe are largely similar.

Basic and intermediate magmatites (meta-basalts and andesites), as in the Stubai Alpen, in the Altes Dach of the Tauern Window, in the Grauwackenzone between Zell am See and Bischofshofen, in the Magdalensberg-Serie, the Wechsel area or the Rechnitzer Schieferinsel are strongly accentuated.

In these areas raised contents of other transition elements, such as Mn, Cr, Sc, Co, Ni, Ti, but also P, are detectible. This is partially also attributable to a mutual bonding to heavy minerals, such as magnetite, ilmenite, titanite etc.

The outline of the island-arc-system in the Altkristallin, starting from the Stubalpe and Gleinalpe, is well recognizable.

Areas with acid and carbonate rocks are marked by lower contents. The Zentralgneise of the Hohe Tauern are only indistinctly delineated.

Z: 74	W	A: 183,85
Wolfram		Tungsten
Gehalte in ppm W		Contents in ppm W

1. Geochemie

1.1. Geogen

Lithophiles Spurenelement der Molybdängruppe (Mo, Re). Anreicherung bedingt durch hohe Flüchtigkeit in fluiden Phasen saurer Gesteine und Komplexe von Polywolframsäure in alkalischen Tiefenwässern.

1. Geochemistry

1.1. Geogene

Lithophile trace element of the molybdenum group (Mo, Re). Enrichment is conditioned by high volatility in the fluid phases of acid rocks and complexes of polytungsten acid in alkaline abyssal waters.

Anreicherung mit der Alkalisierung von Magmen. Wie Zinn starke Tendenz zu geochemischen Provinzen.

1.1.1. Gesteine

Magmatogen: Durchschnitt 1,5
Ultrabasite 0,1; Basite 1; Granite 1,5.

Sedimentogen:

Tonschiefer 1,8; Sandsteine 1,6; Karbonatgesteine 0,5; Böden 1.

1.1.2. Minerale

Scheelit CaWO_4 (64 %), Wolframit (Fe, Mn) WO_4 (60 %). Spuren- bis Nebenelement in Mn-, Nb-, Ta-, Ti- und Fe-Mineralen, wie Manganoxide (bis 5 %), Columbit (bis über 1 %), Rutil (bis 0,2 %), Ilmenit (bis 70 ppm), Magnetit (bis 35 ppm), auch an Glimmerminerale gebunden.

1.1.3. Konzentration

In Spätdifferentiaten saurer Magmen, Pegmatit-skarnen und Greisenmineralisationen assoziiert mit Mo, Sn, Ta, Nb und Bi. In hydrothermalen, oft auch schichtgebundenen Lagerstätten gemeinsam mit Au, Bi und Sb. Auch in dolomitischen und kalziumsilikatreichen Gesteinen.

1.1.4. Wasser

Süßwasser 0,00003. In Lösung als HWO_4^{-1} u. a. in alkalischen Wässern. Sorption an $\text{Mn}(\text{OH})_4$.

1.1.5. Verwitterung

Bei normalen pH-Werten mäßig bis geringe Mobilität. Bildung von oxidischen Verbindungen, wie Hydrotungstit ($\text{WO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Starke Anreicherung im B-Horizont von Böden.

In Bachsedimenten vorwiegend an die Schwermineralfraktion gebunden. Konzentration durch beständige Schwerminerale, vor allem Scheelit.

1.1.6. Biofunktion

Kein Bioelement. Mäßig giftig für Pflanzen, leicht für Säugetiere.

1.2. Technogen

Weltproduktion $3 \cdot 10^4$ t W/Jahr. Stahlveredlungsmetall. Umweltdispersion eher gering einzuschätzen.

2. Datenbewertung

2.1. Probenahme

Wegen der Bindung an die Schwermineralfraktion Einfluß möglich.

2.2. Analytik

Monoanalytik mit XRF. Stichprobenweise mit OES (Nachweisgrenze 2) überprüft. NWG unzureichend. Bestimmungsgrenze liegt bei 25.

Die Analysenmethode weist für Werte unter der Bestimmungsgrenze halbquantitative Reproduzierbarkeit mit bis über ± 150 % auf, bei Konzentrationen ab 25 besser als ± 40 %.

Enrichment with the alkalisation of magmas. As for tin, there is a tendency to the formation of geochemical provinces.

1.1.1. Rocks

Magmatogene: Average 1.5
Ultrabasics 0.1; basic rocks 1; granites 1.5.

Sedimentogene:

Shales 1.8; sandstones 1.6; carbonate rocks 0.5; soils 1.

1.1.2. Minerals

Scheelite CaWO_4 (64 %), wolframite (Fe, Mn) WO_4 (60 %). Trace to minor element in Mn, Nb, Ta, Ti and Fe minerals, such as manganese oxides (up to 5 %), columbite (to more than 1 %), rutile (up to 0.2 %), ilmenite (up to 70 ppm), magnetite (up to 35 ppm), also bound to mica minerals.

1.1.3. Concentration

In late differentiates of acid magmas, pegmatitic skarns and greisen mineralisations associated with Mo, Sn, Ta, Nb and Bi. In hydrothermal, often also stratabound deposits together with Au, Bi and Sb, also in dolomitic and calc-silicate rocks.

1.1.4. Water

Fresh water 0.00003. In solution as HWO_4^{-1} and others in alkaline waters. Sorption on $\text{Mn}(\text{OH})_4$.

1.1.5. Weathering

Mobility is moderate to low at ordinary pH values. Formation of oxidic compounds, such as hydrotungstite ($\text{WO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). High enrichment in the B-horizon of soils.

In stream sediments it is predominantly tied to the heavy mineral fraction. Concentration through stable heavy minerals, particularly scheelite.

1.1.6. Biofunction

No bioelement. Moderately toxic for plants, slightly for mammals.

1.2. Technogene

Total world production $3 \cdot 10^4$ t/y W. Used as a steel refining metal; the dispersion to the environment is considered to be minor.

2. Data Assessment

2.1. Sampling

Influence is possible because of the ties to the heavy mineral fraction.

2.2. Analysis

Mono-analysis with the XRF method. Random checks with OES (NWG = 2). NWG is insufficient; determination limit is at 25.

For values below the determination limit the analytical method has a semiquantitative reproducibility of up to ± 150 %, at concentrations upward 25 more than ± 40 %.

2.3. Vergleichs- und Bezugsdaten/Comparison- and Reference Data

2.3.1. Kartenwerke/Atlases

Österreich: Böhmisches Massiv	2,9
Zentralzone	(1)
Alaska (1984)	19
BRD (1985)	1

2.3.2. Regionale Daten/Regional Data

Österreichische Granitoide (n = 27)	0,8
-------------------------------------	-----

2.3.3. Lokale Daten/Regional Data

Eklogitamphibolit, Koralpe, Werfersdorf, Wies, Stmk. (n = 1)	0,7
Grünschiefer, St. Corona/Wechsel, NÖ (n = 1)	0,1
Albitaugengneis, Hochwechsel, Wetterkoglerhaus, NÖ (n = 1)	1,2
Diabas (Metabasit), Grauwackenzone, Saalfelden, Sbg. (n = 1)	1,5
Diabas (Metabasit), Tösens, Ötztaler Alpen, Tirol (n = 1)	1,6
Diabase (Metabasit), Wiesberg, Leibnitz, Stmk. (n = 1)	0,3
Tonalitgneis, Tumpen, Umhausen, Ötztal, Tirol (n = 1)	1,0
Weinsberger Granit, NÖ/OÖ (n = 1)	0,7
Mauthausener Granit, OÖ (n = 1)	0,8
Freistädter Granodiorit, OÖ (n = 1)	0,6
Quarzglimmerdiorit, Gebharts, Schrems, NÖ (n = 1)	18
Gföhler Gneis, NÖ (n = 1)	1,1
Zentralgneis, Venediger Massiv, Sbg. (n = 55)	0,1–8,5
Zentralgneis, Zillertal/Tux, Tirol (n = 21)	0,1–38
Gneise, Habachserie, Sbg. (n = 39)	0,1–21
Amphibolite, Habachserie, Sbg. (n = 51)	0,1–270
Gesteine der Zentralgneise und der Habachserie (n = 205)	1,5

2.4. Gesamtbewertung

Die Karte liefert nur eine Annäherung der Verteilung. Die isolierte Hochzone auf den Kartenblättern ÖK 33 und 34 konnte im Rahmen einer nach dem Kartendruck erfolgten Nachbeurteilung nicht bestätigt werden.

In der Zentralzone wurden gleichzeitig mit der Probenahme der Bachsedimente eine systematische geochemische Prospektion auf Wolfram mittels Schwerminealbeurteilung durchgeführt.

2.4. General Assessment

The map provides only an approximation of the distribution. The isolated high-zone on map-sheets ÖK 33 and 34 could not be verified during a re-sampling carried out after the map had been printed.

Contemporaneously with the stream sediment sampling a systematic geochemical prospection programme for tungsten was carried out in the Central Zone by means of heavy minerals.

3. Regionale Elementverteilung

3.1. Böhmisches Massiv

Allgemein ist ein direkter Zusammenhang zwischen Elementverteilung und Lithologie kaum erkennbar, mit Ausnahme des Areals der Grobkorngranite und ihres erhöhten Angebotes an Schwermineralen. Wolfram täuscht ebenso wie andere Elemente (Ce, La, Nb, P, Ti, Th oder Zr) erhöhte Gehalte vor, die auf „Seifeneffekte“ zurückzuführen sind.

Die NE–SW streichende Anreicherungszone zwischen Perg/Donau und Raabs kann nur teilweise mit großräumigen Störungszonen in Verbindung gebracht werden. Obwohl selbst kleinräumige Scheelitvorkommen noch angezeigt werden (Wietzen-Lichtenau, S Rastenfeld ÖK 20/37), können andere isolierte höhere Werte zur Zeit nicht interpretiert werden und bedürfen weiterer Untersuchungen.

3.2. Zentralzone

Auch in der Zentralzone besteht kein direkter Zusammenhang zwischen Lithologie und Elementverteilung.

3. Regional Element Distribution

3.1. Bohemian Massif

Generally a direct relationship between element distribution and lithology is hardly recognisable, an exception being the area or the coarse-grained granites and their raised heavy mineral contents. The elevated content in tungsten is deceptive, just like other elements (Ce, La, Nb, P, Ti, Th or Zr) which is attributable to the “placer effect”.

The NE–SW-striking enrichment zone between Perg/Donau and Raabs can only partly be related to major fault zones. Although even localised, small scheelite occurrences are still indicated (Wietzen-Lichtenau, S Rastenfeld ÖK 20/37), other isolated higher values cannot be interpreted and require further investigations.

3.2. Central Zone

In the Central Zone there also exists no direct relation between lithology and element distribution. Raised

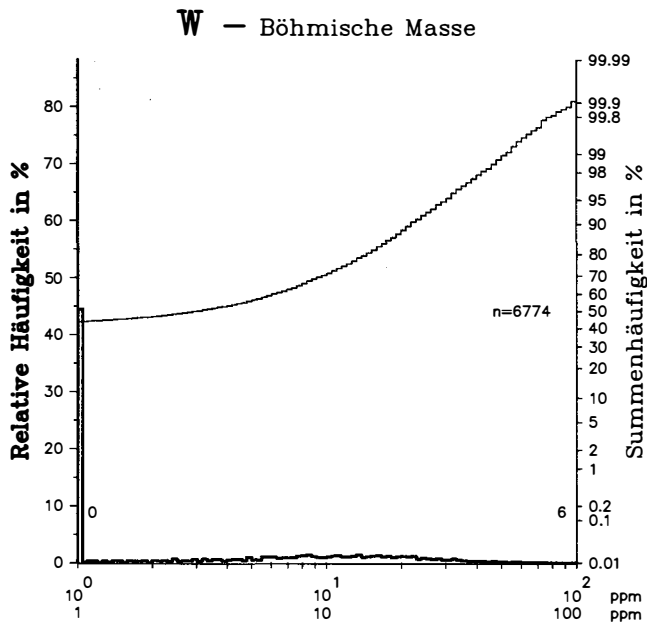


Abb. 44: Wolfram.

Relative Häufigkeit und Summenhäufigkeit der Analysenwerte in der Böhmisches Masse und in der Zentralzone mit ergänzender Angabe der nicht im Histogrammbereich liegenden Probenanzahl.

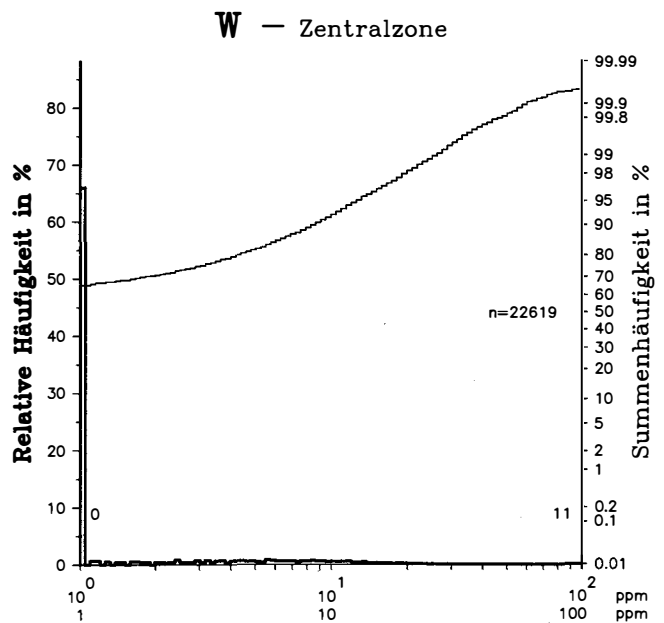


Fig. 44: Tungsten.

Relative frequency and cumulative frequency distributions of analytical values from the Bohemian Massif and the Central Zone with indications of the numbers of samples outside the histogram range.

Erhöhte Werte sind teilweise auf Anreicherungseffekte im Bachsediment zurückzuführen, wobei in einzelnen Gebieten eine sehr gute Übereinstimmung mit bekannten Scheelitmineralisationen besteht, wie in einer gesondert durchgeführten systematischen Schwermineeralbeobachtung nachgewiesen worden ist.

In der Verwallgruppe, im Kristallin der Silvretta, Ötztaler und Stubai Alpen folgen zahlreiche erhöhte Werte kleinräumigen Scheelitmineralisationen. Erhöhte Gehalte bei Nauders im Inntal konnten bei einer Nachbeobachtung nicht bestätigt werden.

Die Scheelitmineralisationen in den altpaläozoischen Karbonatzügen der Innsbrucker Quarzphyllitzone werden nur teilweise angedeutet, wie Navistal, Tux-Lannersbach, Zell am Ziller und Mühlbach im Oberpinzgau. Die Mineralisationen von Obernberg am Brenner und Arzthal bei Matri sind zu erkennen. Der erhöhte Gehalt im unteren Zillertal, im Mündungsgebiet der Ziller in den Inn, geht auf einen Summeneffekt zurück und indiziert die seinerzeitige Bergbautätigkeit in Tux-Lannersbach.

Zonen erhöhter Werte in der westlichen Grauwackenzone könnten auf scheelitführendes Moränenmaterial aus dem Tauernfenster zurückzuführen sein. In der nördlichen Rahmenzone des Tauernfensters werden die bekannten Scheelitmineralisationen zwischen Habachtal und Mittersill deutlich, im Tauernfenster selbst die an Zentralgneiskeerne, Altkristallin oder an die paläozoische Schieferhüllserie gebundenen Vererzungen nur schwach angezeigt. Die Scheelit-Wolframit-führende Serie in der Gurktaler Einheit wird gleichfalls nur undeutlich indiziert.

Herausgehoben werden die Mineralisationen in den Thurntaler Quarzphylliten und der Kreuzeckgruppe, die meist an Metabasiten und arsenkiesführende Vererzungen gebunden sind. Die erhöhten Werte im Kristallin der Defereggengruppe können nur zum Teil, jene in der Kreuzeck- und Goldegg-Gruppe in erhöhtem Umfang mit Mineralisationen in Verbindung gebracht werden.

values are partially attributable to the accumulation effects in stream sediments, whereby very good agreement exists in individual areas with known scheelite mineralisations, as was proven in a separately conducted systematic heavy mineral sampling programme.

In the Verwall-Gruppe, in the crystalline areas of the Silvretta, Ötztaler and Stubai Alpen, numerous raised values are coincidental with localised zones of scheelite mineralisation. Elevated contents at Nauders in the Inntal could not be confirmed by a subsequent sampling programme.

Scheelite mineralisations in Early Palaeozoic carbonate beds of the Innsbrucker Quarzphyllitzone are only partly indicated, as in the Navistal, Tux-Lannersbach, Zell/Ziller and Mühlbach/Oberpinzgau. The mineralisations at Obernberg am Brenner and Arzthal near Matri are recognizable. The elevated content in the area of the lower Zillertal at the confluence of the Ziller with the Inn river is attributable to an accumulation-effect and indicates former mining activity at Tux-Lannersbach.

Zones of raised values in the western Grauwackenzone could be due to scheelite-containing moraine material from the Tauern Window. The known scheelite mineralisations in the northern boundary zone of the Tauern Window, between Habachtal and Mittersill are clearly indicated, in the Tauern Window itself, mineralisations bound to the Zentralgneis core, the Altkristallin or the Palaeozoic Schieferhülle series are only weakly indicated. The scheelite-wolframite-bearing series in the Gurktaler Decke are similar to these.

Mineralisations in the Thurntaler Quarzphyllit and the Kreuzeck-Gruppe, mostly associated with metabasic rocks and arsenopyrite mineralisation, are accentuated. The raised values in the crystalline rocks of the Defereggengruppe could only be partly related to mineralisation, that of the Kreuzeck- and Goldegg-Gruppe to a larger extent.

The raised contents in the Schladminger and Wölzer Tauern, including those in the Ennstaler Quarzphyllit

Die erhöhten Gehalte in den Schladminger und Wölzer Tauern, einschließlich der in den Ennstaler Quarzpyhliten, sowie im Troiseckkristallin korrespondieren gleichfalls mit bekannten Scheelitfunden. Gleiches gilt in der Sau-, Stub- und Gleinalpe sowie im Semmeringgebiet. Kaum zum Ausdruck kommen die Vererzungen in der Koralpe.

Die Übereinstimmung des Elementes W mit Nb, Sn, Ti und Y – in einigen Gebieten – wird durch hohe WO_3 -Gehalte in Titanmineralien bestätigt (s.o.).

and the Troiseck crystalline correspond also with the known scheelite occurrences. The same applies to the Saualpe, Stubalpe and Gleinalpe, as well as the Semmering area. Mineralisation in the Koralpe is hardly indicated.

The correspondence of the element W with Nb, Sn, Ti and Y in several areas is confirmed by high WO_3 contents in titanium minerals (see above).

Z: 39	Y	A: 88,90
Yttrium		Yttrium
Gehalte in ppm Y		Contents in ppm Y

1. Geochemie

1.1. Geogen

Lithophiles Spurenelement, das zur Gruppe der Seltenen Erden, im besonderen zu den Yttererden gerechnet wird. Folgt geochemisch auch Kalzium.

1.1.1. Gesteine

Magmatogen: Durchschnitt 33.

Ultrabasite 5; ozeanische Tholeiitbasalte 43; Basalte 25; Granodiorite (20); Granite (15).

Sedimentogen:

Tonschiefer 18; Sandstein 9; Karbonatgestein 4; Böden 50(?).

1.1.2. Minerale

Häufigstes Mineral Xenotim YPO_4 (nach Formel bis 51 %). Bevorzugt in Seltenerdenmineralen mit Yttererdenvornacht (Gd bis Lu). In Spuren- bis Nebenmengen auch in Mineralen, die vorwiegend Cererden (La, Ce bis Sm) enthalten, wie Monazit (bis 1,5 %) und Allanit (bis 3,5 %). Im Zirkon (7 %).

Spuren- bis Nebenelement in allen Ca-Mineralen, wie Apatit, Granat, Titanit, Fluorit.

1.1.3. Konzentration

Wie andere Elemente der Seltenen Erdgruppen in Alkaligesteinen, Pegmatiten und Seifenlagerstätten.

1.1.4. Wasser

Süßwasser 0,00007, löslich in Form von Karbonatkomplexen.

1.1.5. Verwitterung

Wie alle Seltenen Erdelemente wenig mobil. In Sedimenten vorwiegend verwitterungsbeständige Schwerminerale wie Xenotim.

1.1.6. Biofunktion

Ohne biologische Bedeutung. Anreicherung in Knochen, leicht giftig.

1. Geochemistry

1.1. Geogene

Lithophile trace element, allotted to the group of rare earths, in particular to the light rare earths; geochemically also follows calcium.

1.1.1. Rocks

Magmatogene: Average 33

Ultrabasics 5; oceanic tholeiite-basalts 43; basalts 25; granodiorites (20); granites (15).

Sedimentogene:

Shales 18; sandstones 9; carbonate rocks 4; soils 50(?).

1.1.2. Minerals

Most common mineral is xenotime YPO_4 (according to the formula up to 51 %). Preferentially in rare earth minerals with predominance of the light rare earths (Gd to Lu). It is also contained in trace to minor element quantities in mainly heavy rare earths (La, Ce to Sm) minerals, e. g. monazite (up to 1.5 %) and allanite (up to 3.5 %). In zircon (7 %).

Trace to minor element in all Ca-minerals, such as apatite, garnet, titanite (sphene), fluorite.

1.1.3. Concentration

As for other elements of the rare-earths in alkali rocks, pegmatites and placer deposits.

1.1.4. Water

Fresh water 0.00007, soluble in form of carbonate complexes.

1.1.5. Weathering

As for all rare earth elements, it has low mobility. In sediments it occurs mainly in weathering-resistant heavy minerals, such as xenotime.

1.1.6. Biofunction

Without biological significance; enrichment in bones, slightly toxic.

1.2. Technogen

Geringe Produktion (Weltproduktion 10^3 t Y/Jahr). Vielfach technische Verwendung. Bedarfselement für Hochtechnologieprodukte, Fernsehöhren und Bildschirme.

1.2. Technogene

Minor production (total world production 10^3 t/y Y). Manifold technical applications; required in high-technology products, television tubes and screens.

2. Datenbewertung

2.1. Probenahme

Einfluß durch starke Bindung an die Schwermineralfraktion.

2. Data Assessment

2.1. Sampling

Of influence because of strong link to heavy mineral fraction.

2.2. Analytik

Weitgehend Doppelanalytik mit Auswahl der XRF-Methode mit einer Reproduzierbarkeit unter ± 30 %.

2.2. Analysis

Mainly double analysis, with XRF-method as the method of choice, having a reproducibility of ± 30 %.

2.3. Vergleichs- und Bezugsdaten/Comparison- and Reference Data

2.3.1. Kartenwerke/Atlases

Österreich: Böhmisches Massiv	77
Zentralzone	32

In anderen Kartenwerken wurde Yttrium bisher nicht dargestellt.

2.3.2. Regionale Daten/Regional Data

Donausediment, Aschach, OÖ	25
Carditaschiefer (Trias)	24

2.3.3. Lokale Daten/Local Data

Eklogitamphibolit, Koralpe, Wies, Stmk. (n = 1)	16
Amphibolitgneise, Gleinalpe, Stmk. (n = 2)	22-34
Amphibolit, Dörflinger Alm, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	42
Amphibolit, Hartlgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	39
Grünschiefer, St. Corona/Wechsel, NÖ (n = 1)	38
Grünschiefer, Payerbach-Reichenau, NÖ (n = 2)	18-22
Grünschiefer, Rechnitzer Pennin, Bgld. (n = 33)	43
Nichtophiolithische Grünschiefer, Rechnitzer Pennin, Bgld. (n = 3)	39
Grüngesteine (Jura), Hohe Tauern, Sbg., Ktn. (n = 60)	$\emptyset = 30$
Diabas (Metabasit), Grauwackenzone, Saalfelden, Sbg. (n = 1)	20
Diabase (Metabasite), Grazer Paläozoikum, Stmk. (n = 2)	21
Weinsberger Granit, NÖ/OÖ (n = 10)	25
Mauthausener Granit, OÖ (n = 5)	19
Eisgarner Granit, NÖ (n = 3)	16
Freistädter Granodiorit, OÖ (n = 1)	27
Quarzdiorit, Julbach, OÖ (n = 1)	30
Titanitführender Feinkorngranit, Aigen, OÖ (n = 1)	18
Paragneise, Schönberg/Kamp, NÖ (n = 2)	28-19
Orthogneise, Vent, Weißkugel, Ötztaler Alpen, Tirol (n = 2)	16
Zentralgneise, Sbg. (n = 4)	25
Gneis, Seckauer Kristallin, Preßnitzgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	27
Porphyroid, Erzberg, Stmk. (n = 1)	34
Grobgneise, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 2)	22
Phyllitischer Glimmerschiefer, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 1)	14
Thurntaler Phyllit, Tessenberg, Osttirol (n = 2)	22

2.4. Gesamtbewertung

Das Verteilungsmuster entspricht den geologischen Gegebenheiten.

2.4. General Assessment

The distribution pattern corresponds to the geological conditions.

3. Regionale Elementverteilung

3.1. Böhmisches Masse

Wie bei anderen Elementen, vor allem bei den Seltenen Erdelementen Ce und La, die an akzessorische Minerale gebunden sind, ist die Anreicherung in Gebieten mit Grobkorngraniten maximal. Sie ist im Bereiche des Weinsberger Granites am ausgeprägtesten. Auffällig ist auch die Hochzone N Gmünd, die sich mit anderen Hochwerten von Schwermineralelementen, vor allem U und Zr, deckt.

Erhöhte Gehalte treten auch in den Gneiszonen des Sauwaldes auf.

In Waldviertel sind keine bedeutenderen Anreicherungen zu beobachten, ausgenommen das Areal des Gföhlergneises und des Rastenberger Granodiorites. Ferner sind amphibolitführende Serien angedeutet.

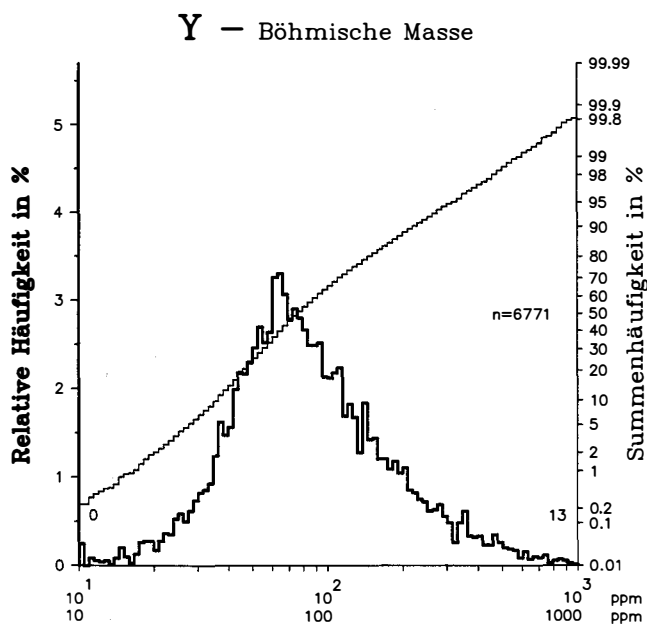


Abb. 45: Yttrium. Relative Häufigkeit und Summenhäufigkeit der Analysenwerte in der Böhmisches Masse und in der Zentralzone mit ergänzender Angabe der nicht im Histogrammbereich liegenden Probenanzahl.

3. Regional Element Distribution

3.1. Bohemian Massif

As with other elements, particularly the rare earth elements Ce and La, which are bound to accessory minerals, maximum accumulation occurs in areas of the coarse-grained granites; this is the most marked in the area of the Weinsberger Granit. Noticeable is a high-zone north of Gmünd, which coincides with high values of other heavy mineral elements, particularly U and Zr.

Higher values also occur in the gneissic zones of the Sauwald.

No significant concentrations can be observed in the Waldviertel, except for the areas of the Gföhler Gneis and the Rastenberger Granodiorit. The amphibolite-bearing series are also indicated.

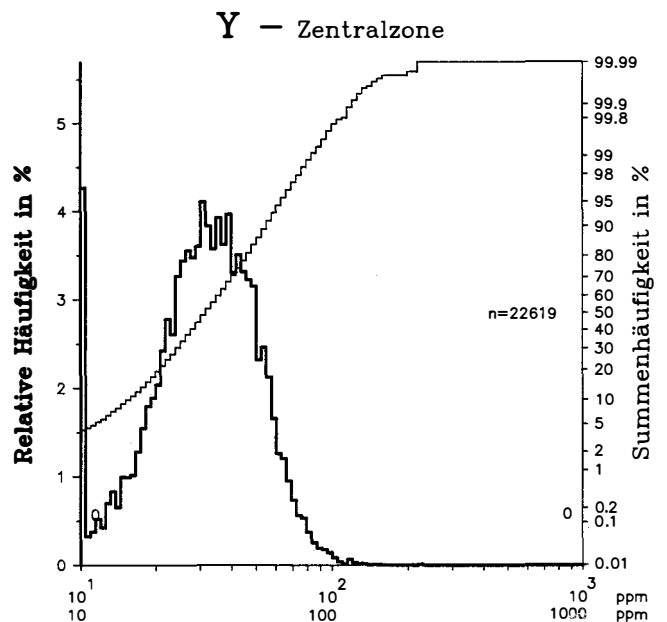


Fig. 45: Yttrium. Relative frequency and cumulative frequency distributions of analytical values from the Bohemian Massif and the Central Zone with indications of the numbers of samples outside the histogram range.

3.2. Zentralzone

Rund 45 % der Werte liegen unter 30. Anreicherungen sind vornehmlich mit Altkristallin und granitischen Gesteinen verbunden. Yttrium folgt in der Silvretta der Uranverteilung. Höhere Gehalte sind im Altkristallin, wie in der Ötztaler Gruppe, Kreuzeckgruppe, in den Wölzer Tauern, im Altkristallin südlich des Brenners, in den Murtaler Alpen und im Bereich der Grobgnese des Wechselgebietes zu finden.

Dagegen liegen die Werte für die Deferegger Gruppe, Koralpe und des Altkristallins im Semmeringgebiet unter 30. Der Bereich des Stubalpen-Gleinalpenzuges ist durch besonders niedrige Konzentrationen gekennzeichnet. Yttriumreiche Gebiete findet man in der Grauwackenzone und im Bereich der Innsbrucker Quarzphyllite.

Im Pennin sind von den Zentralgneisen Teile des Zillertaler und Venediger Kernes, sowie der Kerne vom Sonnblick und Hochalm-Ankogel durch etwas erhöhte Gehalte hervorgehoben.

3.2. Central Zone

Approximately 45 % of the values are below 30. Enrichments are primarily associated with the Altkristallin and with granitic rocks. In the Silvretta the distribution of yttrium follows that of uranium. Higher contents are found in the Altkristallin, as in the Ötztal-Gruppe, the Kreuzeck-Gruppe, the Wölzer Tauern, the crystalline basement south of the Brenner, the Murtaler Alpen and in the Grobgnese area of the Wechsel region.

In contrast, values in the Deferegger-Gruppe, the Koralpe and the Altkristallin of the Semmering area are below 30. The zone of the Stubalpen-Gleinalpen range is marked by particularly low concentrations. Yttrium-rich districts are found in the Grauwackenzone, as well as in the domain of the Innsbrucker Quarzphyllit.

In the Penninic the Zentralgneis is accentuated by somewhat raised contents in parts of the Zillertaler and Venediger cores, as well as the cores of the Sonnblick and Hochalm-Ankogel.

Z: 30	<h1>Zn</h1>	A: 65,37
<h2>Zink</h2>		<h2>Zinc</h2>
Gehalte in ppm Zn		Contents in ppm Zn

1. Geochemie

1.1. Geogen

Oxichalkophiles Spurenelement aus der Gruppe der Übergangselemente, getarnt vor allem durch Eisen.

1.1.1. Gesteine

Magmatogen: Durchschnitt 70

Ultrabasite 50; Basalte 105; Granodiorite 50; Granite 51.

Sedimentogen:

Tonschiefer 100; Sandsteine 40; Karbonatgesteine 21; Böden 50 (10–300).

1.1.2. Minerale

Sphalerit (Zinkblende) und Wurtzit ZnS (bis 67 %), Zinkit ZnO (80 %), Gahnit (Zinkspinel) $ZnAl_2O_4$ (36 %), Smithsonit $ZnCO_3$ (52 %), Hemimorphit (Kieselzinkerz) $Zn_4(OH)_2Si_2O_7 \cdot H_2O$ (54 %). Spuren- und Nebenelement in Fe-Mg-Silikatmineralen, vor allem in Amphibolen und Biotiten.

1.1.3. Konzentration

Vorwiegend in hydrothermalen Lagerstättenbildungen, vergesellschaftet mit Pb, auch Fe, Cu, Ag, Au, As und Sb sowie seltenen Spurenelementen, wie Cd, Ga, In, Tl und Ge.

1.1.4. Wasser

Süßwasser 0,02, Hydrolyse bei pH 5–6, gelöst als Zn^{+2} , Chlorid- und Organokomplex.

1.1.5. Verwitterung

Sulfidische Erze bilden leichtlösliche Sulfate, schwerlösliche Karbonate und Phosphate sowie hydratisierte Silikate. Sorptive Bindung an Mn-Oxide, Tonminerale und organische Substanzen.

In Bachsedimenten Anreicherung in der Feinfraktion. Als Schwermineral Sphalerit oder Gahnit.

1.1.6. Biofunktion

Essentielles Spurenelement. Metallenzyme und Proteine. Mangelkrankheiten bei Pflanzen. Für Pflanzen mäßig giftig, leicht für Säugetiere.

1.2. Technogen

Buntmetall hoher Produktion (Weltproduktion $6 \cdot 10^6$ t Zn/Jahr) und vielfacher technischer Verwendung. Umweltdispersion durch Farbpigmente, verzinkte Eisenabfälle, Batterien, Abwässer u. a.

2. Datenbewertung

2.1. Probenahme

Relativ geringer Einfluß.

1. Geochemistry

1.1. Geogene

Oxychalcophile trace element of the group of transition elements, camouflaged particularly by iron.

1.1.1. Rocks

Magmatogene: Average 70

Ultrabasics 50; basalts 105; granodiorites 50; granites 51.

Sedimentogene:

Shales 100; sandstones 40; carbonate rocks 21; soils 50 (10–300).

1.1.2. Minerals

Sphalerite and wurtzite ZnS (up to 67 %), zincite ZnO (80 %), gahnite (Zinc-spinel) $ZnAl_2O_4$ (36 %), smithsonite $ZnCO_3$ (52 %), hemimorphite (calamine) $Zn_4(OH)_2Si_2O_7 \cdot H_2O$ (54 %). Trace and minor element in Fe-Mg-silicates, particularly in amphiboles and biotites.

1.1.3. Concentration

Primarily in hydrothermal ore mineralisations, associated with Pb, also Fe, Cu, Ag, Au, As and Sb as well as rare trace elements such as Cd, Ga, In, Tl and Ge.

1.1.4. Water

Fresh water 0.02, hydrolysis at pH 5–6, soluble as Zn^{+2} , chloride- and organo-complexes.

1.1.5. Weathering

Sulfide ores form easily soluble sulphates; of low solubility are carbonates and phosphates as well as hydrated silicates. Sorptive bonding to Mn-oxides, clay minerals and organic matter.

In stream sediments enrichment in the fine fraction. Sphalerite and gahnite occur as heavy minerals.

1.1.6. Biofunction

Essential trace element. Metal-enzymes and proteins; deficiency diseases in plants. Moderately toxic for plants, slightly so for mammals.

1.2. Technogene

Base metal with large production (total world production $6 \cdot 10^6$ t/y Zn) and manifold technical utilization. Environmental dispersion caused by paint pigments, galvanized scrap, batteries, waste water etc.

2. Data Assessment

2.1. Sampling

Of relatively little influence.

2.2. Analytik

Die Analytik wurde mit verschiedenen Methoden (AAS, ICP-OES, XRF) durchgeführt und kontrolliert. Beste Einzelelementmethode AAS mit LZW $\pm 20\%$, ICP $\pm 100\%$.

2.2. Analysis

Analysis is carried out and checked by different methods (AAS, ICP-OES, XRF). The best single element method is AAS with LZW $\pm 20\%$, ICP $\pm 100\%$.

2.3. Vergleichs- und Bezugsdaten/Comparison- and Reference Data

2.3.1. Kartenwerke/Atlases

Österreich: Böhmisches Masse	94
Zentralzone	77
UK (1978)	54
Alaska (1984)	157
BRD (1985)	53

2.3.2. Regionale Daten/Regional Data

Donausediment, Aschach, OÖ	182
Carditaschiefer (Trias)	54

2.3.3. Lokale Daten/Local Data

Eklogitamphibolit, Koralpe, Wies, Stmk. (n = 1)	31
Amphibolitgneise, Gleinalpe, Stmk. (n = 2)	59–101
Amphibolit, Dörflinger Alm, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	73
Amphibolit, Hartlgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 2)	130
Grünschiefer, St. Corona/Wechsel, NÖ (n = 1)	140
Grünschiefer, Payerbach-Reichenau, NÖ (n = 2)	81–88
Diabas (Metabasit), Grauwackenzone, Saalfelden, Sbg. (n = 1)	120
Diabase (Metabasite), Grazer Paläozoikum, Stmk. (n = 2)	100–134
Weinsberger Granit, NÖ/OÖ (n = 4)	43
Mauthausener Granit, OÖ (n = 2)	50
Freistädter Granodiorit, OÖ (n = 1)	43
Quarzdiorit, Julbach, OÖ (n = 1)	80
Titanitführender Feinkorngranit, Aigen, OÖ (n = 1)	55
Paragneise, Schönberg/Kamp, NÖ (n = 2)	48–100
Zentralgneise, Sbg. (n = 27)	(40)
(n = 4)	21–51; $\emptyset = 35$
Gneis, Seckauer Kristallin, Preßnitzgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	70
Porphyroid, Erzberg, Stmk (n = 1)	80
Grobgneise, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 2)	29–40
Phyllitischer Glimmerschiefer, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 1)	58
Thurmtaler Phyllit, Tessenberg, Osttirol (n = 2)	70–87

2.4. Gesamtbewertung

Die erhaltenen Durchschnittswerte stimmen mit dem geochemischen Datenmaterial überein. Hochwerte sind in ausreichendem Maße mit Mineralisationen zur Deckung zu bringen. Die Kartendarstellung erscheint mit Ausnahme von Teilbereichen der Böhmisches Masse realistisch.

2.4. General Assessment

The average values agree with the geochemical data. The high values coincide sufficiently with mineralisations. Except for parts of the Bohemian Massif, the map representation is realistic.

3. Regionale Elementverteilung

3.1. Böhmisches Masse

Etwa 80 % aller Werte überschreiten nicht 125. Lithologische Beziehungen zeichnen sich nur schwach ab.

Höhere Gehalte treten bevorzugt lokal in Arealen mit Grobkorngraniten und dioritischen Gesteinen auf. Isolierte Einzelwerte mit hohen Gehalten an Zink korrelieren oft mit Mangan.

Die hohen Werte auf Kartenblatt ÖK 21 und 54 sind auf keine bekannten Mineralisationen zu beziehen.

3. Regional Element Distribution

3.1. Bohemian Massif

About 80 % of all values do not exceed 125. Lithological relationships are only weakly indicated.

Higher contents occur preferentially locally in areas with coarse-grained granites and dioritic rocks. Isolated single values with high contents in zinc often correlate with manganese.

The high values on map sheets ÖK 21 and 54 cannot be correlated with any known mineralisation.

Zn – Böhmisches Masse

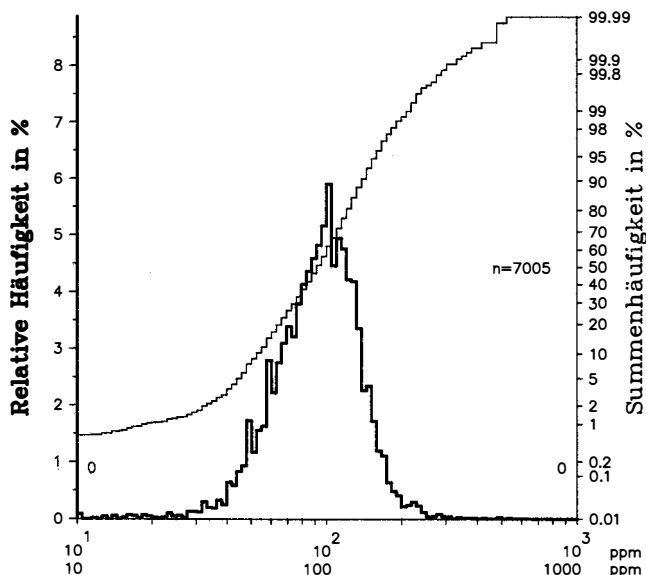


Abb. 46: Zink.

Relative Häufigkeit und Summenhäufigkeit der Analysenwerte in der Böhmisches Masse und in der Zentralzone mit ergänzender Angabe der nicht im Histogrammbereich liegenden Probenanzahl.

Zn – Zentralzone

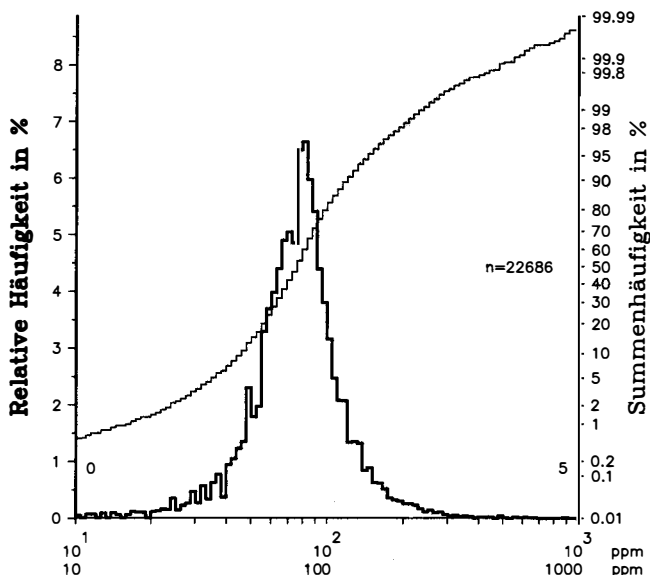


Fig. 46: Zinc.

Relative frequency and cumulative frequency distributions of analytical values from the Bohemian Massif and the Central Zone with indications of the numbers of samples outside the histogram range.

3.2. Zentralzone

In der Zentralzone liegen rund 91 % aller Werte unter 125. Gehalte über 75 markieren vorzugsweise Gebiete mit Altkristallin, wie Silvretta, Ötztaler Gruppe, Defereggengruppe und Kreuzeckgruppe, Schladminger und Wölzer Tauern, Saualpe und des Stubalpen-Gleinalpenzuges. Bemerkenswert ist auch der höhere Gehalt in der westlichen im Vergleich zur östlichen Grauwackenzone.

Die sauren magmatischen Gesteine, wie die Zentralgneismassive, aber auch die karbonatischen Komplexe, wie die Lienzer Dolomiten, das Radstädter Mesozoikum u. a. sind durch Gehalte unter 25 gekennzeichnet.

Folgende zinkhaltige Erzmineralisationen sind durch hohe Gehalte deutlich markiert: St. Christoph am Arlberg, die Vererzungen im Brennermesozoikum, die Kieslagerstätten der Kreuzeckgruppe, die Vererzungen der Schladminger Tauern, ferner Öblarn, die Vererzungen des Grazer Paläozoikums, kleine Vorkommen im Altkristallin des Klagenfurter Beckens, im Mesozoikum der Gurktaler Einheit, ebenso im Semmering- und Wechselgebiet. Im Penninikum werden die Tauerngoldgänge um Bad Gastein, Vererzungen im Radlgraben, Schellgaden u. a. indiziert.

Hohe Gehalte in der Buckligen Welt korrelieren mit Blei. Zuordenbare Mineralisationen sind zur Zeit nicht bekannt.

Bei isolierten Hochwerten sind technogene Einflüsse nicht auszuschließen, wie in den Industriezonen des Mürztal- und Murtales; sie sind zu überprüfen.

3.2. Central Zone

About 91 % of all values in the Central Zone are below 125. Contents of over 75 preferentially mark areas with Altkristallin, as in the Silvretta, the Ötztal-Gruppe, the Defereggengruppe and Kreuzeck-Gruppe, the Schladminger and Wölzer Tauern, Saualpe and the Stubalpen-Gleinalpen range. Noteworthy is also the higher content in the western Grauwackenzone as compared with the eastern part.

The acid magmatic rocks, e. g. the Zentralgneis massifs, but also the carbonate complexes, like the Lienzer Dolomiten, the Radstadt Mesozoic and others are marked by contents of less than 25.

The following zinc mineralisations are distinctly marked by high contents: St. Christoph am Arlberg, mineralisations in the Brenner Mesozoic, the sulphide deposits of the Kreuzeck-Gruppe, mineralisations in the Schladminger Tauern as well as Öblarn, mineralisation in the Graz Palaeozoic, minor occurrences in the Altkristallin of the Klagenfurt basin, the Mesozoic of the Gurktaler Decke, as well as the Semmering and Wechsel areas. In the Penninic the gold-bearing veins around Bad Gastein, mineralisations in the Radlgraben and at Schellgaden etc. are indicated.

The high contents in the Bucklige Welt correlate with lead. Corresponding mineralisation is not known at this time.

In the case of isolated, high values, as in the industrial zones of the Mürztal and Murtales technogenic influence cannot be excluded and should be checked.

Z: 40	<h1>Zr</h1>	A: 91,22
<h2>Zirkonium</h2>		<h2>Zirconium</h2>
Gehalte in ppm Zr		Contents in ppm Zr

1. Geochemie

1.1. Geogen

Lithophiles Spurenelement. In magmatischen Gesteinen Konzentrationszunahme mit zunehmender Alkalisierung der Magmen. Zirkon gehört zu den Erstausscheidungen in magmatischen Schmelzen. Assoziationen mit Hf, ferner Y, La, Ce und anderen Elementen der Seltenen Erden sowie Ti, Nb, Th und U.

1.1.1. Gesteine

Magmatogen: Durchschnitt 165
 Ultrabasite 45; ozeanische Tholeiitbasalte 95; Basalte 140; Granodiorite 140; Granite 175.

Sedimentogen:

Tongesteine 160; Sandsteine 220; Karbonatgesteine 19; Böden 300.

1.1.2. Minerale

Zirkonsilikate, wie Zirkon $ZrSiO_4$ (50 %), und Baddeleyit ZrO_2 (74 %).

Spuren- bis Nebenelement u. a. im Xenotim (0,1 %), Titanit (bis 0,2 %), Ilmenit (bis 0,2 %).

1.1.3. Konzentration

Zirkonsilikate in Alkaligesteinen, Zirkon als Seifenmineral. Ausscheidung als Oxid bei Hydrothermal- und Verwitterungsprozessen.

1.1.4. Wasser

Süßwasser 0,001, Hydrolyse pH 3, löslich in Form von Organokomplexen.

1.1.5. Verwitterung

Sehr geringe Mobilität. Zirkon weist als Schwermineral hohe Verwitterungsbeständigkeit auf. Konzentration in Schwermineralen, oft in Korngrößen unter 0,1 mm, so daß damit eine extreme Anreicherung in der Feinfraktion verbunden sein kann.

1.1.6. Biofunktion

Ohne essentielle Bedeutung. Wenig toxisch.

1.2. Technogen

Die Produktion an Industriemineral (Weltproduktion $2 \cdot 10^5$ t Zirkon/Jahr) überwiegt jene von Metall (Weltproduktion $1 \cdot 10^4$ t Zr/Jahr). Verwendung für Sonderlegierungen, Gießereiformsande und Schleifmittel, ferner in Kosmetika, Farben und Pigmenten. In technogenen Abfällen eher eine Seltenheit.

2. Datenbewertung

2.1. Probenahme

Einfluß wegen starker Abhängigkeit von der Schwermineralfraktion möglich.

1. Geochemistry

1.1. Geogene

Lithophile trace element. Increased concentration in magmatic rocks with increasing alkalisiation of the magmas. Zircon is one of the first separation products of magmatic melts; associated with Hf, as well as Y La, Ce and other rare earth elements, further with Ti, Nb, Th and U.

1.1.1. Rocks

Magmatogene: Average 165
 Ultrabasics 45; oceanic tholeiite-basalts 95; basalts 140; granodiorites 140; granites 175.

Sedimentogene:

Shales 160; sandstones 220; carbonate rocks 19; soils 300.

1.1.2. Minerals

Zirconium silicates, such as zircon $ZrSiO_4$ (50 %), and baddeleyite ZrO_2 (74 %).

Trace to minor element, e. g. in xenotime (0.1 %), titanite (up to 0.2 %), ilmenite (up to 0.2 %).

1.1.3. Concentration

Zirconium silicates in alkali rocks, zircon as a placer mineral. Precipitation as oxide during hydrothermal and weathering processes.

1.1.4. Water

Fresh water 0.001, hydrolysis pH 3, soluble in the form of organocomplexes.

1.1.5. Weathering

Very low mobility. Zircon as a heavy mineral shows a high degree of resistance to weathering. Concentration in heavy minerals, often in grain-sizes below 0.1 mm, so that an extreme degree of enrichment may result in the fine fraction.

1.1.6. Biofunction

Without essential significance; slightly toxicity.

1.2. Technogene

Production as an industrial mineral (total world production $2 \cdot 10^5$ t/y of zircon) exceeds that as a metal (total world production $1 \cdot 10^4$ t/y). Application in special alloys, foundry sands and abrasives, as well as cosmetics, paints and pigments; rather rare in technogenic wastes.

2. Data Assessment

2.1. Sampling

Of possible influence because of high dependence on the heavy mineral fraction.

2.2. Analytik

Monoanalytik mit XRF mit externer Kontrolle. Ausreichende NWG. LZW unter $\pm 60\%$, bei höheren Gehalten $\pm 30\%$.

2.2. Analysis

Monoanalysis, using XRF, with external control. Adequate NWG. LZW is less than $\pm 60\%$, at higher contents $\pm 30\%$.

2.3. Vergleichs- und Bezugsdaten/Comparison- and Reference Data

2.3.1. Kartenwerke/Atlases

Österreich: Böhmisches Massiv	581
Zentralzone	232
UK (1978)	240
Alaska (1984)	168

2.3.2. Regionale Daten/Regional Data

Carditaschiefer (Trias)	72
Österreichische Granitoide (n = 104)	180

2.3.3. Lokale Daten/Local Data

Amphibolite, Waldviertel, NÖ (n = 29)	17–385
Eklogitamphibolit, Koralm, Wiesel, Stmk. (n = 1)	57
Amphibolitgneise, Gleinalpe, Stmk. (n = 2)	106–178
Amphibolit, Dörflinger Alm, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	373
Amphibolit, Hartlgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	193
Grünschiefer, St. Corona/Wechsel, NÖ (n = 1)	141
Grünschiefer, Payerbach-Reichenau, NÖ (n = 2)	172–217
Grünschiefer, Rechnitzer Pennin, Bgld. (n = 33)	390
Nichtophiolithische Grünschiefer, Rechnitzer Pennin, Bgld. (n = 3)	390
Diabas (Metabasit), Grauwackenzone, Saalfelden, Sbg. (n = 1)	130
Diabase (Metabasite), Grazer Paläozoikum, Stmk. (n = 2)	175
Weinsberger Granit, NÖ/OÖ (n = 6)	195
(n = 4)	220
Mauthausener Granit, OÖ (n = 7)	162
Eisgarner Granit, NÖ (n = 1)	257
Quarzdiorit, Julbach, OÖ (n = 1)	257
Titanitführender Feinkorngranit, Aigen, OÖ (n = 1)	317
Paragneise, Schönberg/Kamp, NÖ (n = 2)	104–197
Zentralgneise, Sbg. (n = 27)	140
Gneis, Seckauer Kristallin, Preßnitzgraben, Kaisersberg, Stmk. (n = 1)	300
Porphyroid, Erzberg, Stmk. (n = 1)	155
Grobgneise, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 2)	110
Phyllitische Glimmerschiefer, Kirchberg/Wechsel, NÖ (n = 1)	177
Thurmtaler Phyllit, Tessenberg, Osttirol (n = 2)	137–217

2.4. Gesamtbewertung

Durchschnittswerte regionaler Massengesteine und anderer geochemischer Kartenwerke sowie lokales Datenmaterial sprechen für eine im Wesentlichen richtige Kartendarstellung.

2.4. General Assessment

Average values of major regional rocks and other geochemical atlases as well as local data indicate an essentially correct map.

3. Regionale Elementverteilung

3.1. Böhmisches Massiv

Etwa 30 % der Werte liegen unter 380, 36,5 % aber über 830.

Die Ostgrenze des Granitgebietes zeichnet sich relativ scharf ab: Bei der vorherrschenden tiefgründigen physikalischen Verwitterung der Grobkorngesteine wird Zirkonium ebenso wie auch die anderen, vorwiegend an die Schwermineralfraktion gebundenen Elemente, extrem angereichert, und zwar bis zu 1,7 %. Daher treten die Areale des Weinsberger Granites, der Grobkorngneise sowie der meisten Perlgneise, aber auch

3. Regional Element Distribution

3.1. Bohemian Massif

About 30 % of the values are below 380, but 36.5 % exceed 830.

There is a relative sharp definition of the eastern boundary of the granite region: with the prevailing deep physical weathering of the coarse-grained rocks zirconium is, as the other elements preferentially bound to the heavy minerals, extremely accumulated and that up to 1.7 %. Therefore the areas of the Weinsberger Granit, the Grobkorngneise as well as most of the Perlgneise, but also the Rastenberger

des Rastenberger Granodiorites treten deutlich hervor. Wie bei anderen Schwermineralelementen ist N Gmünd eine deutlich markierte Hochzone zu vermerken.

Granodiorit stand out distinctly. As with other elements, a clearly marked high-zone is to be noted in the area north of Gmünd.

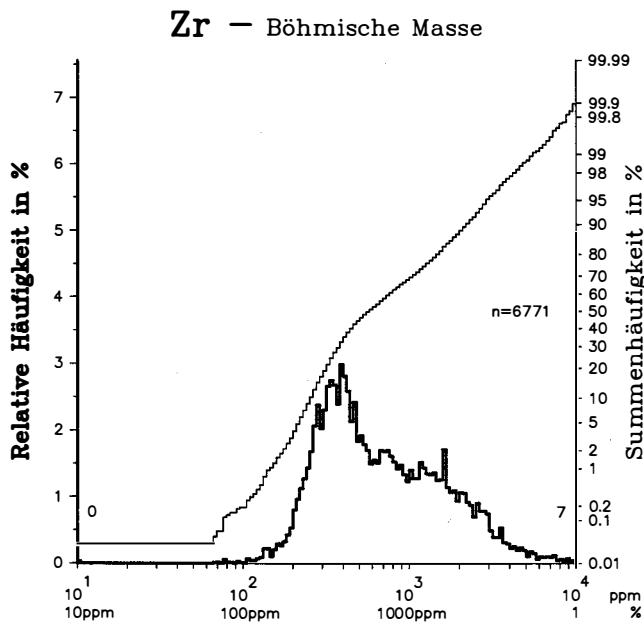


Abb. 47: Zirkonium. Relative Häufigkeit und Summenhäufigkeit der Analysenwerte in der Böhmisches Masse und in der Zentralzone mit ergänzender Angabe der nicht im Histogrammbereich liegenden Probenanzahl.

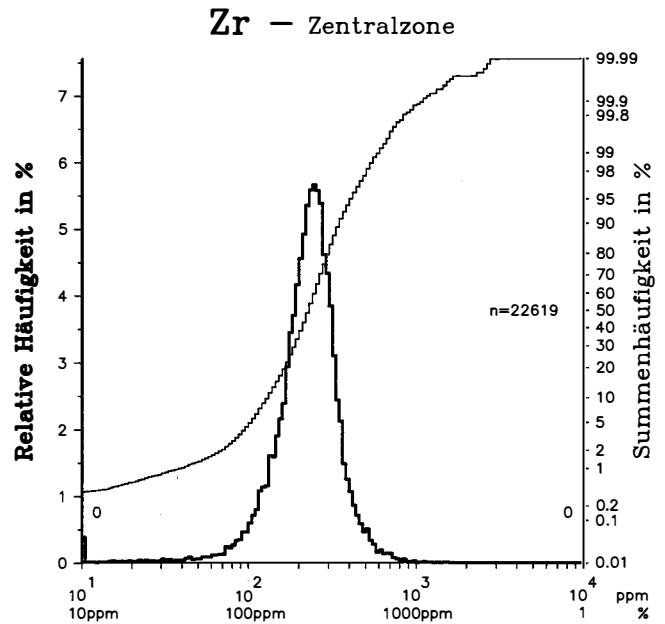


Fig. 47: Zirconium. Relative frequency and cumulative frequency distributions of analytical values from the Bohemian Massif and the Central Zone with indications of the numbers of samples outside the histogram range.

3.2. Zentralzone

92,7 % der Werte liegen unter 380, 49 % unter 230. Anreicherungen in den Bachsedimenten überschreiten selten 800. Der Anreicherungsfaktor im Bachsediment erreicht höchstens die Größenordnung von 10, liegt aber meist darunter.

Areale mit erhöhten Werten findet man beispielsweise im Zentralgneiskern der Zillertaler Alpen, im Seckauer- und im Anger-Kristallin. Eine Hochzone bei Graz ist, wie von anderen Untersuchungen bekannt, durch bestimmte Dolomite verursacht.

3.2. Central Zone

92.7 % of the values are below 380, 49 % below 230. Enrichments in stream sediments seldom exceed 800. The enrichment factor in stream sediment attains at the most an order of the magnitude of 10, but is mostly less.

Areas with raised values are found for example in the Zentralgneis core of the Zillertaler Alpen and in the crystalline of Seckau and Anger. A zone of highs near Graz is, as known from other investigations, caused by certain dolomites.

Literaturauswahl/Selected References

Regionale Geologie Regional Geology

- BECK-MANNAGETTA, P., GRILL, R., HOLZER, H. & PREY, S.: Erläuterungen zur Geologischen und zur Lagerstättenkarte 1 : 1.000.000 von Österreich (mit einem Beitrag von EXNER, C.: Einführung in die Geologie von Österreich). – 94 p., Wien (Geol. B.-A.) 1966.
- CZERMAK, F. & SCHADLER, J.: Vorkommen des Elementes Arsen in den Ostalpen. – Min. Petr. Mitt., Bd. 44/1, 77 p., Leipzig 1933.
- FLÜGEL, W. & FAUPL, P. (eds.): Geodynamics of the Eastern Alps. – 418 p., Wien (Deuticke) 1987.
- FRIEDRICH, O. M.: Lagerstättenkarte der Ostalpen im Maßstab 1 : 500.000. – Radex Rdsch., 1953, H. 7/8, Radenthein 1953.
- FRIEDRICH, O. M.: Zur Lagerstättenkarte der Ostalpen. – Radex Rdsch., 1953, H. 7/8, 371–407, Radenthein 1953.
- HADITSCH, J. G.: Lagerstätten fester mineralischer Rohstoffe in Österreich und ihre Bedeutung. – In: Grundlagen der Rohstoffversorgung, H. 2, 53 p., 6 Karten i. M. 1 : 1.000.000, Wien (B. M. f. H. G. I.) 1979.
- JANOSCHEK, W. R. & MATURA, A.: Outline of the Geology of Austria. – Abh. Geol. B.-A., Bd. 34, 7–89, Wien 1980.
- LECHNER, K., HOLZER, H., RUTTNER, A. & GRILL, R.: Karte der Lagerstätten mineralischer Rohstoffe der Republik Österreich 1 : 1.000.000. – Wien (Geol. B.-A.) 1964.
- OBERHAUSER, R. (Red.): Der geologische Aufbau Österreichs. – 699 p., Wien – New York (Springer) 1980.
- TOLLMANN, A.: Geologie von Österreich. – Bd. I: XVI + 766 p., Wien (Deuticke) 1977; Bd. 2: XV + 710 p., Wien (Deuticke) 1985; Bd. III: X + 718 p., Wien (Deuticke) 1986.
- VETTERS, H.: Geologische Karte der Republik Österreich und der Nachbargebiete, 1 : 500.000. – Wien (Geol. B.-A.) 1938.

Geochemie – Mineralogie Geochemistry – Mineralogy

- BENTZ, A. & MARTINI, H. J.: Lehrbuch der angewandten Geologie, Bd. 2, Teil 1: Methoden zur Erforschung der Lagerstätten von Erzen, Kohle, Erdöl, Salzen, Industriemineralen und Steinen und Erden. – XIX + 1355 p., Stuttgart (Enke) 1969.
- BOWEN, H. J. M.: Trace Elements in Biochemistry. – 241 p., London – New York (Academic Press) 1966.
- CONNOR, J. J. & SHACKLETTE, H. T.: Background Geochemistry of some Rocks, Soils, Plants and Vegetables in the Conterminous United States. – U. S. Geol. Surv. Prof. Paper, 574-F, 168 p., Washington D. C. 1975.
- FLEISCHER, M.: Glossary of Mineral Species. – 5th ed., 956 p., Tucson (U. S. B. of Mines) 1985.
- FLETCHER, W. K.: Handbook of Exploration Geochemistry (GOVETT, G. J. S., ed.) Vol. 1: Analytical Methods in Geochemical Prospecting. – XIII + 255 p., Amsterdam (Elsevier) 1981.
- GOUGH, L. F., SHACKLETTE, E. H. & CASE, A.: Element Concentrations Toxic to Plants, Animals and Man. – Bull. U. S. Geol. Surv. 1466, 80 p., Washington D. C. 1979.
- GOVETT, G. J. S.: Handbook of Exploration Geochemistry (GOVETT, G. J. S., ed.) Vol. 3: Rock Geochemistry in Mineral Exploration. – VII + 461 p., Amsterdam (Elsevier) 1983.
- HAWKES, H. E.: Principles of geochemical Prospecting. – Geol. Surv. Bull. 1000-F, 231–355, Washington D. C. 1957.
- HAWKES, H. E. & WEBB, J. S.: Geochemistry in Mineral Exploration. – 415 p., New York (Harper and Row) 1962.
- JONES, N. P.: Applied Mineralogy. – 259 p., London – Norswell (Graham & Trotman) 1987.
- LEVINSON, A. A.: Introduction to Exploration Geochemistry. – 2nd ed., 924 p., Wilmette (Applied Publishing Ltd.) 1980.
- MERIAN, E. (Hrsg.): Metalle in der Umwelt. Weinheim – Deerfield B. – 722 p., Basel (Verl. Chemie) 1984.
- NEINAVAI, H., PFEFFER, W. & THALMANN, F.: Ergebnisse der geochemischen Prospektion auf Stahlveredler im Bundesgebiet. – B. H. M., Jg. 130/4, 111–116, Wien 1985.

- NEINAVAI, H., THALMANN, F., ATAI, B. & BERAN, A.: Wolframite and Scheelite Bearing Carbonate Rocks of the Nock Mountains, Austria: a New Type of Tungsten Mineralisation in the Eastern Alps. – Min. Dep., 24/1, 14–18, Berlin – Heidelberg 1989.
- ROSE, A. W., HAWKES, H. E. & WEBB, J. S.: Geochemistry in Mineral Exploration. – 2nd ed., 687 p., London (Academic Press) 1979.
- RÖSLER, H. J. & LANGE, H.: Geochemische Tabellen. – 2. Aufl., 674 S., Stuttgart (Enke) 1976.
- SCHROLL, E.: Analytische Geochemie. – Bd. 1, XI + 292 p., Stuttgart (Enke) 1973; Bd. 2: 374 p., Stuttgart (Enke) 1975.
- SCHROLL, E.: Geochemie und Humanmedizin. – Mitt. öst. Geol. Ges., 79 – Umweltgeologie-Band, 359–3721, Wien 1986.
- SIEGEL, F. R.: Applied Geochemistry. – 353 p., New York (John Wiley) 1974.
- THALMANN, F. & NEINAVAI, H.: Geochemische Prospektion im alpinen Gelände am Beispiel Wolfram. – In: „Leobner Bergmannstag 1987 – Bergbau im Wandel“, 82 p., Graz (Akadem. Druck- und Verlagsanst.) 1989.
- TUREKIAN, K. K. & WEDEPOHL, K. H.: Distribution of the Elements in Some Major Units of the Earth's Crust. – Bull. Geol. Soc. Amer., 72, 175–192, Boulder 1961.
- WEDEPOHL, K. H. (ed.): Handbook of Geochemistry. – Berlin – Heidelberg – New York (Springer) 1969–1978.
- ZESCHKE, G.: Prospektion und feldmäßige Beurteilung von Lagerstätten. – 307 p., Wien (Springer) 1964.

Probenahme – Analytik Sampling – Analysis

- DOLEZEL, P.: Optimierung des ICP-OES-Spektrometers für die Anwendung auf geochemische Multielementverfahren. – In: SANSONI, B. (Ed.): Instrumentelle Multielementanalyse, 570–572, Weinheim (VCH Verlagsges.) 1985.
- MÜLLER, N.: Routineverfahren zur Serienanalytik geologischer Materialien mittels XRFs. – X-Ray Spectr. 13/2, 142–145, 1984.
- ÖNORM G 1031: Probenahme für geochemische Aufgabenstellungen. – 5 p., Wien (Öst. Normungsinst.) 1979.
- SCHERMANN, O.: Richtlinien für die Dokumentation von Probenpunkten gem. Pkt. 4 der ÖNORM G 1031. – Unveröff., 9 p., Wien (Geol. B.-A.) 1979.
- SCHERMANN, O.: Richtlinien für die Entnahme von Proben im Rahmen des Projektes „Systematische geochemische Untersuchung des Bundesgebietes“ sowie ihrer Aufbereitung. – Unveröff., 7 p., Wien (Geol. B.-A.) 1979.
- SCHROLL, E. & SAUER, D.: Kombinierte Anwendung spektroskopischer Analysemethoden bei der Multielementanalyse geologischer Materialien in Großserien. – In: SANSONI, B. (Ed.): Instrumentelle Multielementanalyse, 677–691, Weinheim (VCH Verlagsges.) 1985.

Geostatistik – Datenverarbeitung Geostatistics – Data Processing

- DAVID, M.: Geostatistical Ore Reserve Estimation., 364 p., Amsterdam (Elsevier Sci. Publ.) 1977.
- DAVIS, J. C.: Statistics and Data Analysis in Geology. – 2nd ed., 646 p., New York (John Wiley & Sons) 1986.
- DRAPER, N. R., SMITH, H.: Applied Regression Analysis. – 407 p., New York (John Wiley and Sons) 1966.
- HOWARTH, R. G.: Handbook of Exploration Geochemistry (GOVETT, G. J. S., ed.), Vol. 2: Statistics and Data Analysis in Geochemical Prospecting. – XVIII + 437 p., Amsterdam (Elsevier) 1983.
- JOURNEL, A. G., HUIJBREGTS, C. J.: Mining Geostatistics. – 600 p., London (Academic Press) 1978.
- KOCH, G. S. & LINK, R. F.: Statistical Analysis of Geological Data. – Vol. 1: 375 p., Vol. 2: 438 p., 1971, New York – Sidney – Toronto (John Wiley and Sons).

MARSAL, D.: Statistische Methoden für Erdwissenschaftler. – XII + 152 p., Stuttgart (Schweizerbart) 1967.

SCHÖNWIESE, C. D.: Praktische Statistik für Meteorologen und Geowissenschaftler. – VII + 232 p., Stuttgart (Borntreager) 1985.

SOFTWARE

Entwicklung des Paketes durch VOEST-ALPINE, Leoben, unter Verwendung folgender Programme (development of the package by VOEST-ALPINE, Leoben, using following programs):

- MINIGRAPH, Computer Graphics Software Package for Charts and Graphics, Version 3,0 (Authors: GUMPINGER, J., MOSER, M. & WEISS, A.): VOEST-Alpine, Leoben, Austria.
- ORACLE, The Rational Database Management System: Oracle Corp., Belmont, Ca., USA
- SAS, Statistical Analysis System: SAS Institute, Cary, NC., USA.
- SURFACE II, Graphics System (Author: R. J. SAMPSON): Advanced Projects Section (Chief: J. C. DAVIS), Kans. Geol. Survey, Lawrence, Ks., USA.
- SURFACE II/Extended Version VOEST-Alpine (Author: M. MOSER): VOEST-Alpine, Leoben, Austria.
- VAX-DATATRIEVE, Data Management system: Digital Equipment Corp., Mynard, Mass. USA.
- UNWIN, D.: Introductory Spatial Analysis. – 212 p., London (Methuen & Co.) 1981.
- YOELI, P. (MCCULLAGH, M. J. MATHER, P. M. eds.): Cartographic Drawing with Computers. – 137 p. Nottingham (Univ. of Nottingham) 1981.

Geochemische Karten und Atlanten Geochemical Maps and Atlases

FAUTH, H., HINDEL, R., SIEWERS, U. & ZINNER, J. (Hrsg: Bundesanst. für Geowissenschaften und Rohstoffe): Geochemischer Atlas der Bundesrepublik Deutschland. – 79 p., 1 : 2.000.000, Stuttgart (Schweizerbart) 1985.

INSTITUTE OF GEOLOGICAL SCIENCES: Regional Geochemical Atlases (1 : 250.000): South Orkney and Caithness. – Oxford (Blackwells Sci. Publ.) 1980.

KAUTSKY, G. (Proj. Leader): Geochemical Atlas of Northern Fennoscandia 1 : 4.000.000 (Nordkalott Project). – 10 p., 144 maps, Uppsala (Geol. Surv. Sweden) 1986.

SHACKLETTE, H. T., HAMILTON, J. C., BOERNGREN, J. G. & BOWLESS, J. M.: Elemental Composition of Surficial Materials in the Conterminous United States. – U. S. Geol. Surv. Prof. Paper 574-D, 168 p., Washington D.C. 1971.

STEPHENSON, B., GHAZALI, S. A. & WIDJAJA, H.: Regional Geochemical Atlas Series of Indonesia. I.: Northern Sumatra. – 1 : 1.500.000, VIII+80 p., Keyworth, Nott. (Overseas Div. of Geol. Sci.) 1982.

WEAVER, T. A., BROXTON, D. F., BOLIVAR, S. L. & FREEMAN, S. H.: The Geochemical Atlas of Alaska. – Geochemical Group – Earth and Space Sci. Div. Los Alamos Nat. Lab., 57 p., 1 : 6.000.000, Los Alamos 1983.

WEBB, J. S. THORNTON, M., HOWARTH, R. J. & LOWENSTEIN, P. L.: The Wolfson Geochemical Atlas of England and Wales. – 70 p., 1 : 2.000.000, Oxford (Clarendon Press) 1978.

Regionale geochemische Daten (Auswahl) Regional Geochemical Data (Selection)

GROMANN, H.: Beitrag zur Geochemie österreichischer Granitoide. – Tsch. min. Petr. Mitt., Bd. 10/1–8, 436–474, 1965.

HADITSCH, J. G., PETERSEN-KRAUS, D. & YMAC, Y.: Beiträge für eine lagerstättenkundliche Beurteilung hinsichtlich einer hydrometallurgischen Verwertung der Kraubather Ultramafitmasse. – Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. d. Landesm. Joanneum, H. 42, 1–78, Graz 1981.

KHALILI, H.: Zur Geochemie der Pegmatite der Ostalpen. – Tsch. Min. Petr. Mitt., Bd. 18, 79–104, 1972.

KOLLER, F.: Petrologie und Geochemie der Ophiolite des Penninikums am Alpenostrand. – Jb. Geol. B.-A., 128/1, 89–150, Wien 1985.

Berichte über begleitende Untersuchungen Reports on Accompanying Investigations

MALECKI, G. et al.: Rohstoffpotential Rechnitzer Schieferinsel. – Ber. Geol. B.-A., H. 11, Wien 1987.

REIMANN, C.: Aussagekraft der Geochemischen Basisaufnahme. Mineralogische, geochemische und statistische Detailuntersuchungen an Bachsedimenten im alpinen Bereich. – Ber. Geol. B.-A., 211 p., Bd. 10, Wien 1987.



10° östlich v. Greenwich

17° östlich v. Greenwich

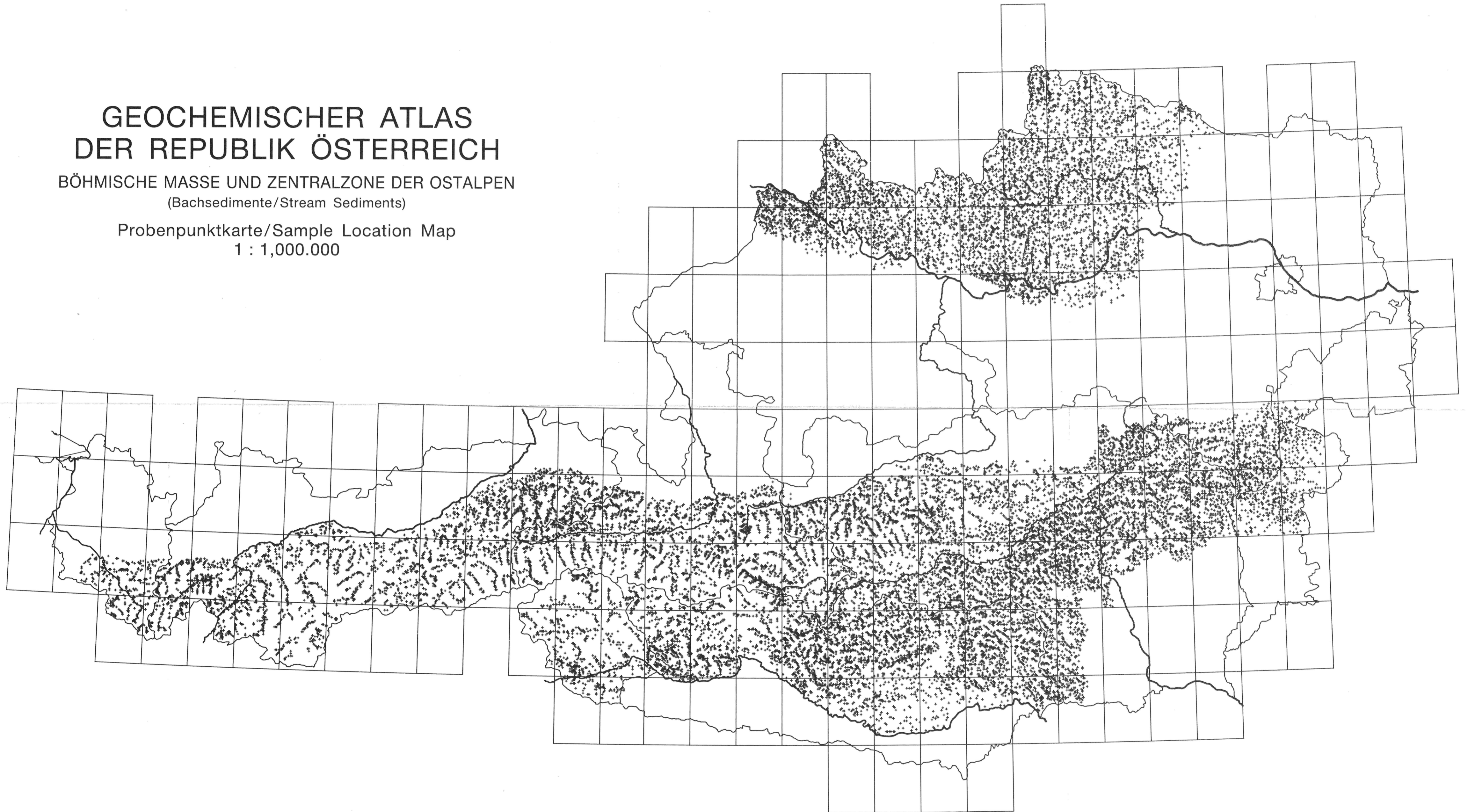
GEOCHEMISCHER ATLAS DER REPUBLIK ÖSTERREICH

BÖHMISCHE MASSE UND ZENTRALZONE DER OSTALPEN

(Bachsedimente/Stream Sediments)

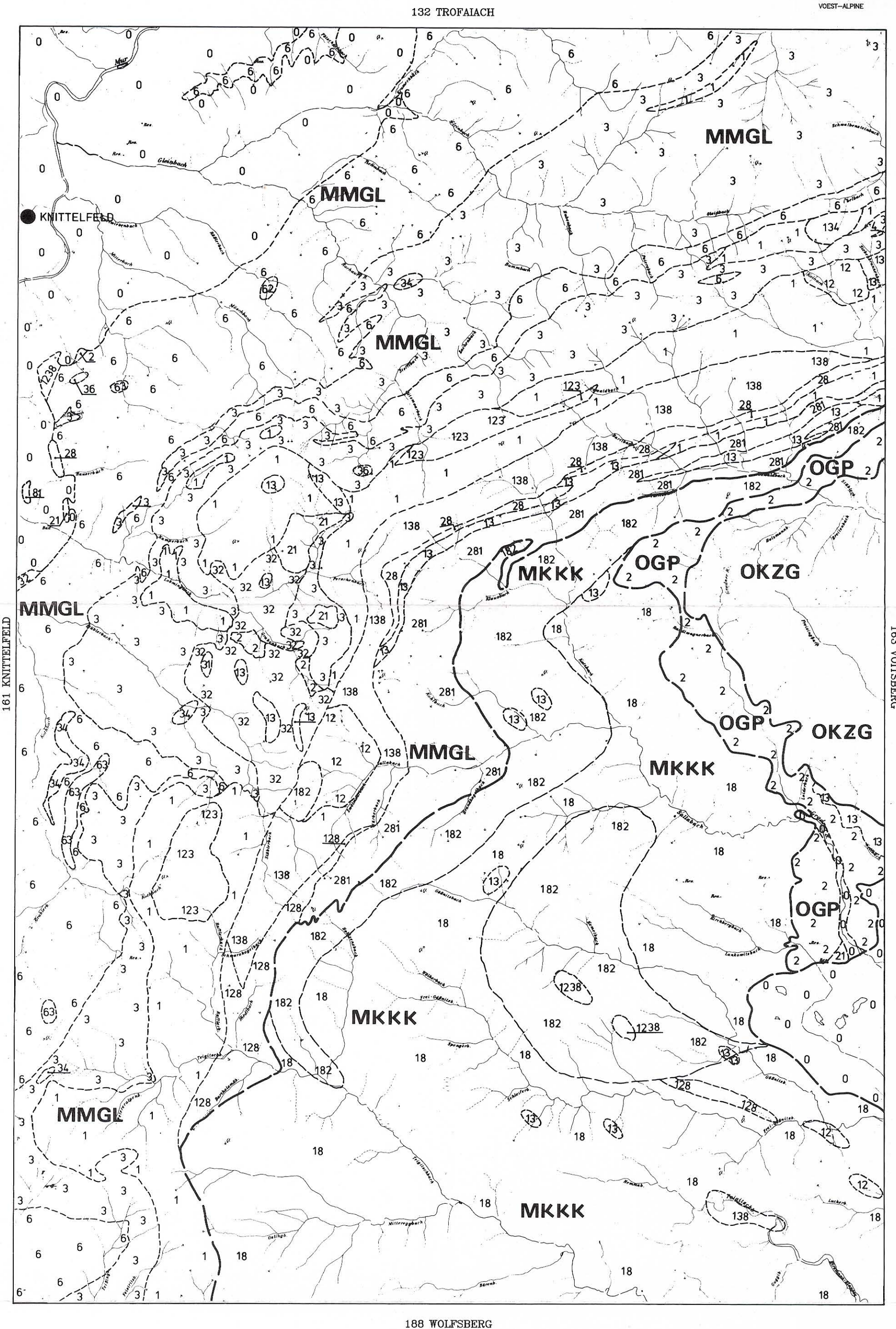
Probenpunktkarte/Sample Location Map

1 : 1,000.000



10° östlich v. Greenwich

17° östlich v. Greenwich



Systematische geochemische Untersuchung des Bundesgebietes der Republik Österreich

Böhmische Masse und Zentralzone der Ostalpen - Bachsedimente, Fraktion <0.18 mm (<80 mesh)

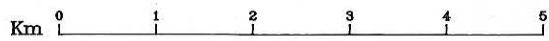
Schematische Darstellung der großtektonischen Einheiten (vorw. nach A.TOLLMANN, 1977)
 und petrofazielle Gliederung (nach O.SCHERMANN)

Großtektonische Gliederung :
 MKKK - Koralm-Saualmkristallin
 MMGL - Gleinalmkristallin
 OGP - Grazer Paläozoikum
 OKZG - Gosau in den Zentralalpen

Gesteinsklassifizierung nach chemischer Matrix :
 0 - Tertiär, Quartär, Hangschutt
 1 - Saure Metasedimente
 2 - Karbonatreiche Gesteine
 3 - Intermediäre-bas.(Meta-)Erupt.
 4 - Serpentine
 6 - Saure (Meta-)Intrusiva
 8 - Pegmatite
 Klassen kombinierbar : 23 = Klasse 2+3

Autor: F.THALMANN, VOEST-ALPINE AG
 Mitarbeiter: J.HÖNIG, E.KREMSER, H.NEINAVALE, W.PFEFFER
 W.PROCHASKA, O.SCHERMANN
 Redaktion: O.SCHERMANN
 Auftraggeber: Bundesministerium für Handel, Gewerbe und Industrie
 Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung
 Österreichische Industrieverwaltungs AG
 VOEST-ALPINE AG
 Herausgeber: Geologische Bundesanstalt

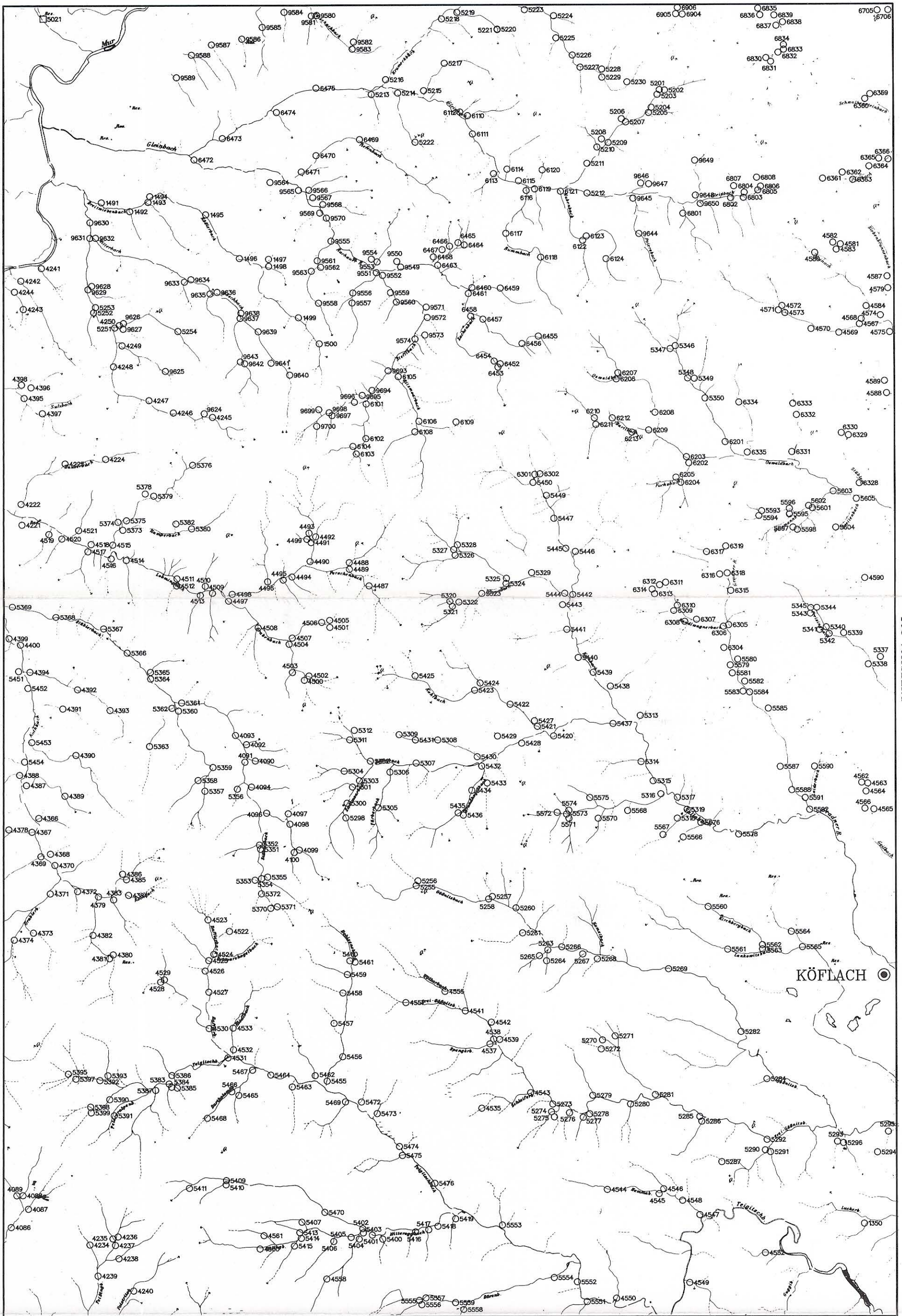
Maßstab: 1 : 50 000



Topographische Unterlage: Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Zl.: L82 461/84
 Bibliothek der Geologischen Bundesanstalt - Wissenschaftliches Archiv Nr. A 05815 - KM
 Endbericht 1985, Bellige Nr. GEO 162



132 TROFAIACH



188 WOLFSBERG

Systematische geochemische Untersuchung des Bundesgebietes der Republik Österreich

Böhmische Masse und Zentralzone der Ostalpen - Bachsedimente, Fraktion <0.18 mm (<80 mesh)

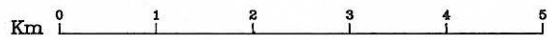
Probenpunktkarte

In der Datenliste ist der Probennummer die dem jeweiligen Punktsymbol folgende Nummer vorangestellt:

- | | | |
|------|------|---|
| ◇ 78 | ○ 81 | ● Nummer jenes Kartenblattes,
auf dem der Probenpunkt liegt. |
| □ 79 | ● 82 | |
| △ 80 | ● 83 | |

Beispiele: ○ 1450 = 811450 in der Datenliste
 ● 1381 auf Blatt 127 = 1271381 in der Datenliste

Maßstab: 1 : 50 000



Autor: F. THALMANN, VOEST-ALPINE AG

Probenahme: Bleiberger Bergwerksunion, Geologische Bundesanstalt
 VOEST-ALPINE AG

Darstellung: E. KREMSER, M. MOSER, VOEST-ALPINE AG

Auftraggeber: Bundesministerium für Handel, Gewerbe und Industrie
 Österreichischer Industrieverwaltungsrat
 VOEST-ALPINE AG

Herausgeber: Geologische Bundesanstalt

Topographische Unterlage: Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Zl.: L62 461/84

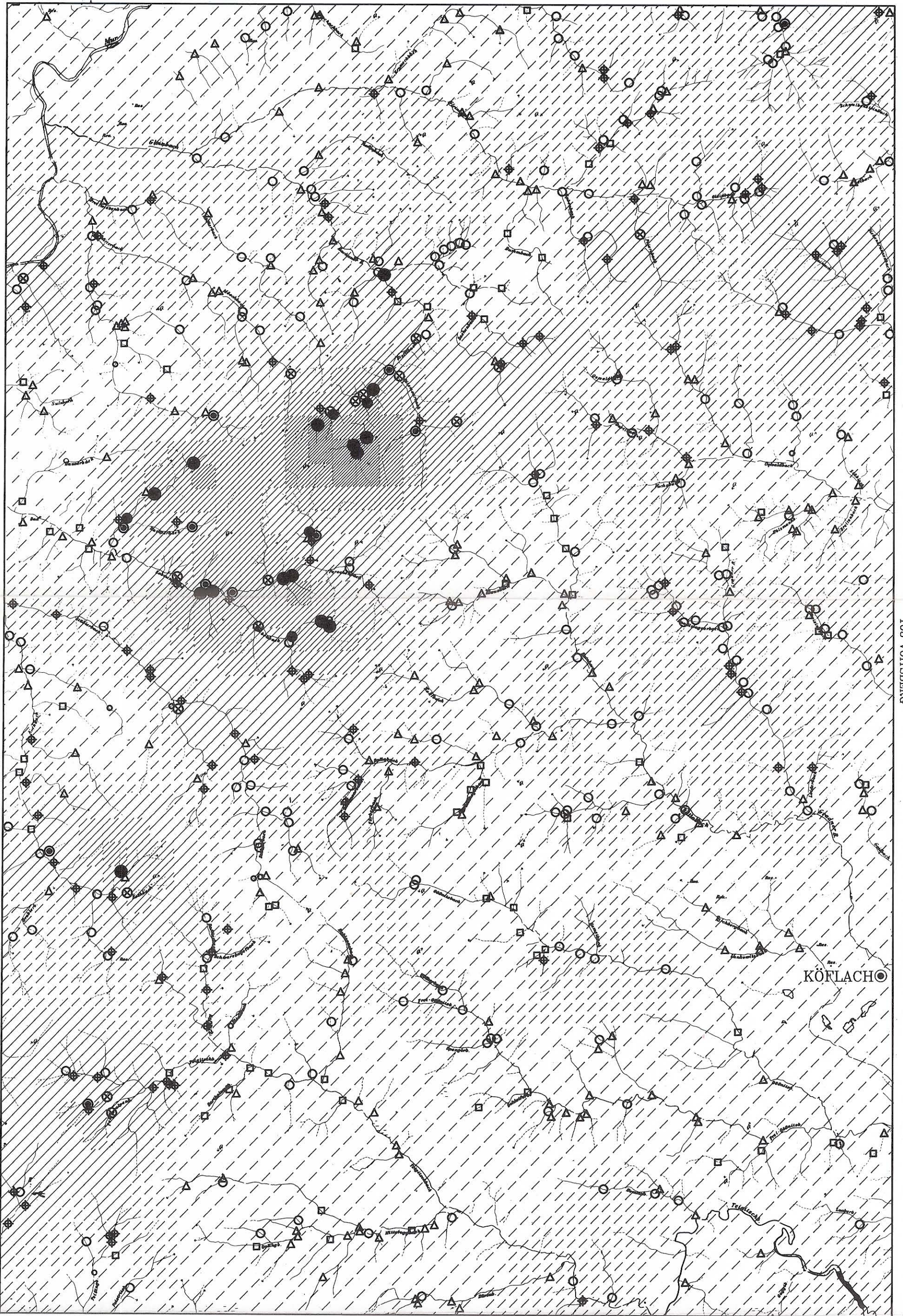
Bibliothek der Geologischen Bundesanstalt - Wissenschaftliches Archiv Nr. A 05815 - KM
 Endbericht 1985, Bellige Nr. LOK 162



132 TROFAIACH

161 KNITTELFELD

163 VOITSBERG



188 WOLFSBERG

Systematische geochemische Untersuchung des Bundesgebietes der Republik Österreich

Böhmische Masse und Zentralzone der Ostalpen - Bachsedimente, Fraktion <0.18 mm (<80 mesh)

Karte der Elementverteilung

Chrom:

Klasseneinteilung und Perzentile ermittelt aus den Rohdaten sämtlicher Proben (N=29609)

○	□	△	○	◇	⊗	●	●	am Probenpunkt
≤24.00	≤48.00	≤72.00	≤96.00	≤144.00	≤192.00	≤240.00	≤288.00	>288.00
11.4	33.8	59.2	80.8	94.5	97.6	98.7	99.2	100.0
□	□	□	□	□	□	□	□	□
≤24.00	≤48.00	≤72.00	≤96.00	≤144.00	≤192.00	≤240.00	≤288.00	>288.00
in der Rasterzelle (500m x 500m)								
ppm								

Maßstab: 1 : 50 000

Km 0 1 2 3 4 5

Autor: F. THALMANN, VOEST-ALPINE AG
 Analytik: E. SCHRÖLL, BVFA Wien
 EDV, Geostatistik, Grafik: G. HAUSERGER, VOEST-ALPINE AG
 O. SCHERMANN, Geologische Bundesanstalt
 Auftraggeber: Bundesministerium für Handel, Gewerbe und Industrie
 Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung
 Österreichische Industrieverwaltungs AG
 VOEST-ALPINE AG
 Herausgeber: Geologische Bundesanstalt
 Topographische Unterlage: Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, ZL: 182 461/84
 Bibliothek der Geologischen Bundesanstalt - Wissenschaftliches Archiv Nr. A 05815 - KM
 Endbericht 1985, Beilage Nr. CR 162

Fig. 1
Böhmische Masse – Bohemian Massif



Waldviertel; Blick von Süden gegen Stift Zwettl.
 Im linken unteren Bildteil Granitareale, im rechten oberen Bildteil Gneisszone der Monotonen Serie. Rumpflandschaft mit tiefgründiger Verwitterung.

Waldviertel; view from south towards the monastery of Zwettl.
 Note granite area in the lower left section of the picture, gneissic zone of the Monotonous Series in the right upper part of the picture. Truncated landscape with deep-seated erosion.

Fig. 2
Böhmische Masse – Bohemian Massif



Waldviertel; Umgebung von Groß-Gerungs.
 Kuptiertes Gelände über Granitkomplexen im Untergrund.

Waldviertel; surroundings of Groß-Gerungs.
 Morphology over granite complexes.

Fig. 3
Zentralzone – Central Zone



Blick über das Virgental auf die Schobergruppe.
 Hochalpine Landschaft im Altkristallin Osttirols. Im Vordergrund Hüllschieferserien des Tauernfensters.

View over the Virgental towards the Schobergruppe.
 High alpine landscape in the Altkristallin, East Tyrol. In the foreground the Hüllschieferserien of the Tauern Window.

Fig. 4
Zentralzone – Central Zone



Im Vordergrund steile, instabile Hangformung in der Grauwackenzone (Hundstein bei Zell am See). Im Hintergrund hochalpine, tw. glaziale Geländeformung im zentralen Tauernfenster (Großglockner-Hüllschieferserien und Zentralgneiskerne).

In the foreground, steep unstable slopes in the Grauwackenzone (Hundstein, near Zell am See). In the background high alpine, partially glaciated morphology in the central Tauern Window (Großglockner Hüllschieferserien and Zentralgneis cores).

Fig. 1
Zentralzone – Central Zone



Blick von Hinterglemm gegen die Nördlichen Kalkalpen im Hintergrund.
Typische Geländeformung in der Grauwackenzone mit relativ flachen, verrutschten Hängen.

View from Hinterglemm towards the Northern Calcareous Alps in the background.
Typical morphology in the Grauwackenzone, with relatively flat, slumped slopes.

Fig. 2
Zentralzone – Central Zone



Altkristallin der Schladminger Tauern.
Schräge Morphologie mit vorwiegend mechanischer Verwitterung.

Altkristallin of the Schladminger Tauern.
Rugged morphology, with mainly mechanical weathering.

Fig. 3
Zentralzone – Central Zone



Blick von Ramingstein gegen Osten.
Mittelgebirgslandschaft der Muralpen, mittelostalpinen Altkristallin.

From Ramingstein view eastward.
A highlands morphology of the Muralpen, Middle Austro-Alpine Altkristallin.

Fig. 4
Zentralzone – Central Zone



Blick von Neumarkt gegen Südosten.
Inneralpine Tallandschaft über altkristallinem Grundgebirge.

From Neumarkt view southeastward.
Intramontane valley landscape over Altkristallin basement.