©Literaturarchiv Geologisch-Mineralogischer Landesdienst Steiermark, download https://www.gmld.at/vallberichte.html www.zobodat.at

87.580

GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT
im Rahmen ihrer eigenen Rechtspersönlichkeit
§ 18 (5) FOG

Ergebnisbilanz Steirischer Rohstofforschung 1974 - 1991

StA 92 / 92

Teilbericht

Geochemische Basisaufnahme

von

Peter KLEIN und Otmar SCHERMANN

23 S., 6 Abb., 1 Tab., 3 Beil.

Wien, im Februar 1993

©Literaturarchiv Geologisch-Mineralogischer Landesdienst Steiermark, download https://www.gmld.at/vallberichte.html www.zobodat.at

Inhalt

1. Allgemeines . . . 1

2. Methodik . . . 5

3. Probenahme . . . 6
3.1. Reproduzierbarkeit der Probenahme . . . 6

4. Analytik . . . 7
4.1. Nachweisgrenzen der Analytik . . . 8
4.2. Richtigkeit der Analytik . . . 10
4.3. Kontrolle der Wiederholbarkeit . . . 10

5. Darstellung der Ergebnisse . . . 11

6. Anwendungsbereich der Bachsedimentgeochemie . . . 13

7. Begleitende Projekte . . . 14
7.1. Endbericht "Aussagekraft der geochemischen Basisaufnahme" der Teilprojekte ÜLG 3A und 3B von REIMANN (1987) . . . 14
7.1.1. Kurzfassung . . . 14
7.1.2. Bewertung . . . 14
7.2. Projekt ÜLG 21/87 Kooperation Geologische Bundesanstalt - Geological Survey of Kansas in Bezug auf Auswertungsmodelle geochemischer Daten von PIRKL (1988) . . . 15
7.2.1. Kurzfassung . . . 15
7.2.2. Bewertung . . . 15
7.3. Projekt ÜLG 28/90 Verifizierung von 12 geochemischen Anomalien mittels Mineralphasenanalytik am Beispiel der Elemente Titan, Niob, Wolfram, Zinn u.a. von NEINAVAIE (1991) . . . 16
7.3.1. Kurzfassung . . . 16
7.3.2. Bewertung . . . 16
7.4. Projekt Bindungsformen von Schwermetallen in Stauraumseesedimenten von FENNINGER und WOLFBAUER (1991) . . . 16
7.4.1. Kurzfassung . . . 16
7.4.2. Bewertung . . . 17
7.5. EDV-gestützte Primärauswertung der Teilprojekte KC 6F/82, SC 2c/82, StC 1d/82 und TC 4b/82 von WOLFBAUER (1985) . . . 17
7.5.1. Kurzfassung . . . 17
7.5.2. Bewertung . . . 18
7.6. Projekt ÜLG 18 Primärauswertung der Bachsedimentgeochemie von KÜRZL (1988) . . . 18
7.6.1. Kurzfassung . . . 18
7.6.2. Bewertung . . . 18
7.7. Projekt Ü 38/91 Integration geochemischer Daten für interdisziplinäre regionale Fragestellungen von PIRKL (1992) . . . 19
7.7.1. Kurzfassung . . . 19
7.7.2. Bewertung . . . 19
7.8. Weitere Arbeiten . . . 19

8. Empfehlungen für das Land Steiermark . . . 20

9. Literatur . . . 23

Anhang

©Literaturarchiv Geologisch-Mineralogischer Landesdienst Steiermark, download https://www.gmld.at/vallberichte.html www.zobodat.at

Geochemische Basisaufnahme

1. Allgemeines

Mit dem Beginn der Rohstofforschung im Rahmen der Bund-Bundesländerkooperation im Jahre 1978 wurde bundesweit mit dem Programm der Geochemischen Bestandsaufnahme begonnen. Als Methode wurde die Bachsedimentgeochemie gewählt, da sie als einzige, finanziell auch tragbare und in anderen Ländern schon erprobte Großserieuntersuchung in relativ kurzer Zeit ermöglicht, geochemische Information für einen großen Teil Österreichs zu erarbeiten.
Aufgrund intensiver Voruntersuchungen war es aber ebenso klar, daß diese Methode auf die Kristallingebiete der Zentralalpen und der Böhmischen Masse beschränkt bleiben mußte. Aber immerhin konnte man damit ungefähr die Hälfte des Bundesgebietes, d.s. 42.000 km², abdecken. Von den 16.387 km² des Bundeslandes Steiermark wurden ca. 10.000 km² beprobt, was immerhin mehr als 60 % der Landesfläche entspricht (Abb. 1). Für die restlichen Gebiete muß an eine Fortsetzung mit anderen adäquaten Methoden wie z.B. Beprobung von organischem Schlick, Bodengeochemie u.dgl. gedacht werden.
Im Bundesland Steiermark wurden im Rahmen der Bachsedimentgeochemie ca. 8300 Proben gezogen, und die Siebfraktion < 0.18 mm (-80 mesh nach ASTM) auf 35 Elemente untersucht.
Eine zusammenfassende Darstellung der Untersuchungsergebnisse liegt im "Geochemischen Atlas der Republik Österreich" vor.
Für weiterführende Untersuchungen und Interpretationen der Ergebnisse stehen Probenmaterial, eine umfassende Probendokumentation in Form von Listen, Statistiken, Detailkarten im Maßstab 1:50.000 bei der Geologischen Bundesanstalt zur Verfügung. Bei konkreten Anfragen und Fragestellungen über ausgewählte Elemente, Elementkombinationen, Kartenblattbereiche, aber auch über das gesamte Datenmaterial sind die Unterlagen auf EDV-Disketten in dBASE-Format an der Geologischen Bundesanstalt erhältlich.
Welchen essentiellen Beitrag die geochemische Landesaufnahme für die geowissenschaftliche Forschung in Österreich darstellt, möge aus den Geleitworten für den "Geochemischen Atlas der Republik Österreich" des Bundesministers für Wissenschaft und Forschung, Univ. Prof. Dr. Hans Tuppy, und des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten, Herrn Robert Graf, entnommen werden.

©Literaturarchiv Geologisch-Mineralogischer Landesdienst Steiermark, download https://www.gmld.at/vallberichte.html www.zobodat.at

Geleitwort des Bundesministers für Wissenschaft und Forschung

Unter den Geowissenschaften, denen in Österreich aufgrund der geologischen Vielfältigkeit 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 Rohstoffforschung 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 Bestandaufnahme des Bundesgebietes mittels Bachsedimentanalyse eröffnet darüber hinaus eine neue Dimension der geologischen Forschung in Österreich. Es hat sich gezeigt, daß nicht allein für die Rohstoffforschung, 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 Hubschraubergeophysik 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

©Literaturarchiv Geologisch-Mineralogischer Landesdienst Steiermark, download https://www.gmld.at/vallberichte.html www.zobodat.at

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 hiebei 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 Analysentechnik 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 Lagerstättensuche in Österreich erfolgreich zu gestalten.

ROBERT GRAF
Bundesminister für wirtschaftliche Angelegenheiten

©Literaturarchiv Geologisch-Mineralogischer Landesdienst Steiermark, download https://www.gmld.at/vallberichte.html www.zobodat.at

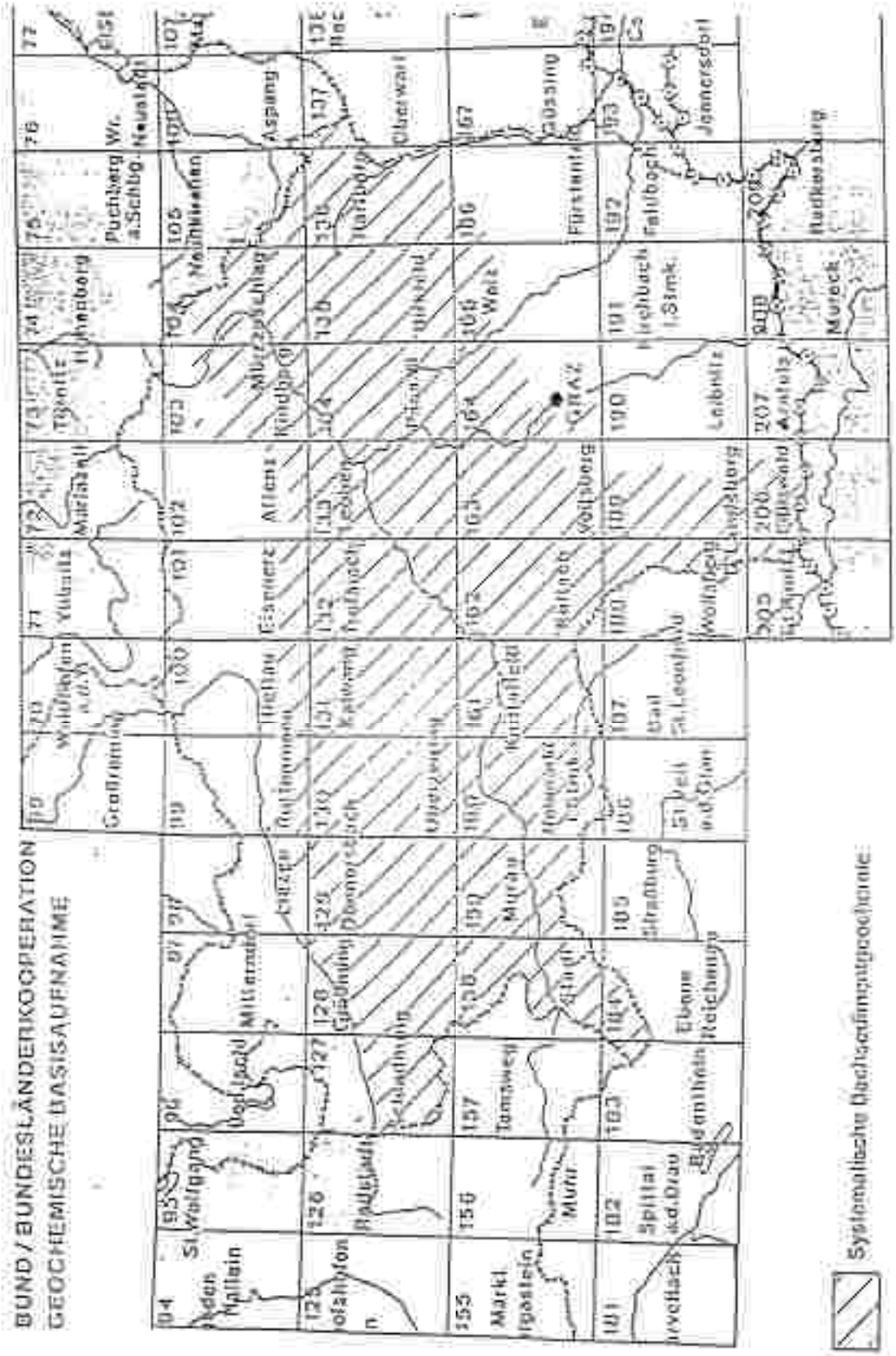


Abb. 1: Probenahmegebiete im Land Steiermark

©Literaturarchiv Geologisch-Mineralogischer Landesdienst Steiermark, download https://www.gmld.at/vallberichte.html www.zobodat.at

2. Methodik

Die Geochemie besitzt viele Möglichkeiten, sich über die chemische Zusammensetzung des geologischen Untergrundes Informationen zu verschaffen. Sie umfassen die Beprobung und Analyse von

- Fest- und Lockergesteinen
- Schwermineralkonzentrationen
- Bach-, Fluß- und Seesedimenten
- organischen Sedimenten und anderem organischen Material
- Böden
- Wässern und Bodengasen.

Unter den gegebenen klimatischen und morphologischen Bedingungen Österreichs, wegen der Einfachheit und Raschheit der Probenahme, der relativen Kostengünstigkeit und des hohen Informationsinhalts hat sich rezentes Bachsediment als günstigstes Probenmedium angeboten. Dieses ist ein in der Natur selbst anfallendes Probenmaterial, das im alpinen und gemäßigt-humiden Klima vorwiegend unter den Bedingungen einer mechanischen, aber auch chemischen Verwitterung entsteht.
Die chemische Zusammensetzung des Bachsediments ist vom Ausgangsgestein abhängig. Je nach Gesteinstyp kann es aber auf Grund von physikalischen, mineralogischen und chemischen Eigenschaften und Prozessen sowohl zu selektiven Anreicherungen als auch zu Abnahmen in Konzentrationen sowie im Mineralbestand kommen. Ferner werden aber auch Einflüsse der Morphologie, des Klimas, der Erosion, der Verwitterung, des Transports und der Länge desselben wirksam. Überdies reduziert die Abtrennung des Siebgutes, nämlich der Kornfraktion < 0.18 mm, den Anteil der gesteinsbildenden Hauptminerale zugunsten gut spaltbarer Mineralphasen, feinkörniger akzessorischer Minerale und der sonigen Feinstfraktion.
Trotzdem sind im Nahbereich, d.h. bei kurzem Transportweg, meist ausgezeichnete Beziehungen zwischen der Bachsedimentfraktion < 0.18 mm zum Ausgangsgestein, vor allem bei Neben- und Spurenelementen, festzustellen.
In Gebieten mit sehr heterogener Gesteinszusammensetzung und im Fernbereich ist sowohl durch die zeitlich und örtlich wechselnde Erosionswirkung als auch durch Mischung der Sedimente unterschiedlicher Einzugsgebiete und durch Sortierungsprozesse eine größere, natürliche und zeitbedingte Varianz zu erwarten.
Das geochemische Signal der Herkunftslithologie kann so stark geändert werden, daß es nur bei Kenntnis und Beachtung dieser Einflußgrößen erkennbar und interpretierbar wird.
Deshalb sollte unbedingt geologisches Fachwissen in die Auswertung und Interpretation eingebracht werden.

©Literaturarchiv Geologisch-Mineralogischer Landesdienst Steiermark, download https://www.gmld.at/vallberichte.html www.zobodat.at

3. Probenahme

Die Proben wurden entlang des natürlichen Entwässerungssystems nach vorgegebenen Probenahmeplänen gezogen. Die Probenahme erfolgte durch eigens eingeschultes Personal in den Jahren 1978 bis 1987 gemäß den Richtlinien der Geologischen Bundesanstalt und ÖNORM G 1031. Die Probenehmer wurden während der Feldarbeit intensiv betreut und gebietsweise ausgetauscht, um individuelle Probenahmefehler auszuschalten.
Insgesamt wurden rund 37.600 Proben gezogen. Die Analysenwerte von 29.717 Proben der Erstaufsammlung 1978 bis 1981 wurden in den Elementkarten dargestellt. Die übrigen Proben dienten der Probenahme-, Labor- und Auswertungskontrolle.
An jedem Probenpunkt wurden über eine Bachstrecke von 20 bis 50 m Teilmengen von Bachsediment mit möglichst hohem Feinanteil gewonnen. Das Ausgangsgewicht jeder dieser Proben lag bei rund 1.5 bis 2.0 kg. Die Kornfraktion < 0.18 mm sollte zumindest 50 g betragen. Die statistische Probendichte liegt bei rund 1.4 km^2 je Probe; die tatsächliche ist naturgemäß stärkeren Schwankungen unterworfen, da sie von der Dichte des natürlichen Entwässerungssystems abhängt.
Die Proben wurden im Originalgebinde teilweise in Trockenkammern von Sägewerken bzw. in einem mobilen Feldlabor bei Temperaturen unter 60°C vorgetrocknet, im Labor bei Temperaturen unter 80°C nachgetrocknet und auf die Fraktion < 0.18 mm 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 der Geologischen Bundesanstalt archiviert.

3.1. Reproduzierbarkeit der Beprobung

Um einen Überblick über die Reproduzierbarkeit der Probenahme zu gewinnen, wurden einzelne Gebiete mit einem Nachlauf von 1 bis 3 Jahren nochmals beprobt. Mit diesen Probenserien wurde auch Standardmaterial mitanalysiert zur Ermittlung der analysenabhängigen Streuung s und des Variationskoeffizientens v.
Der Variationskoeffizient v

$$v(\%) = s/\bar{x} \cdot 100$$

lag meist unter 20, d.h. 68 % aller Werte weichen höchstens 20% vom Mittelwert $\bar{x}$ ab.

©Literaturarchiv Geologisch-Mineralogischer Landesdienst Steiermark, download https://www.gmld.at/vallberichte.html www.zobodat.at

4. Analytik

Um die in der Rohstoffsuche erforderlichen Elemente besser in ihren Konzentrationen und auch bezüglich ihrer Herkunft interpretieren zu können, war die Analyse möglichst vieler, auch gesteinsbildender Elemente vorgesehen. Dafür boten sich Multielementverfahren an, Analysenverfahren, die durchwegs auf physikalischer Grundlage basieren. Bei diesen Verfahren können simultan oder sequentiell mehrere Elemente registriert werden, ohne daß dadurch wesentliche Mehrkosten entstehen.
Als Ausgangsmaterial diente jeweils eine Teilmenge der trocken abgesiebten Fraktion <0.18 mm.
Die angewandten Analysenverfahren waren (Abb. 2):

- Optische Spektrometrie mit simultaner Meßwerterfassung bei induktiv gekoppelter Plasmaanregung (ICP-OES, kurz ICP genannt) nach angenähert totalem Aufschluß der Probe mit $HNO_3 + HF + HClO_4$ im Verhältnis 5:1:1. Probenmenge ist 0.5 g.
- Wellenlängendispersive Röntgenfluoreszenzspektrometrie mit sequentieller Meßwerterfassung (WD-XRF, kurz XRF genannt); 3 kW Röntgenröhre mit Rhodiumtarget, 1-2 g Probenmenge, gepreßtes Pulver in Borsäureeinbettung.
- Optische Emissionsspektrographie (OES) mit Kohlen-Kohlenbogenanregung; 3.4 m Gitterspektrograph mit 30.000 Linien/Zoll; 0.3 g Probenmenge.
- Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) nach Hydridisierung, für die Bestimmung von Sb
- Bestimmung von As nach der halbquantitativen Methode nach GUTZEIT.

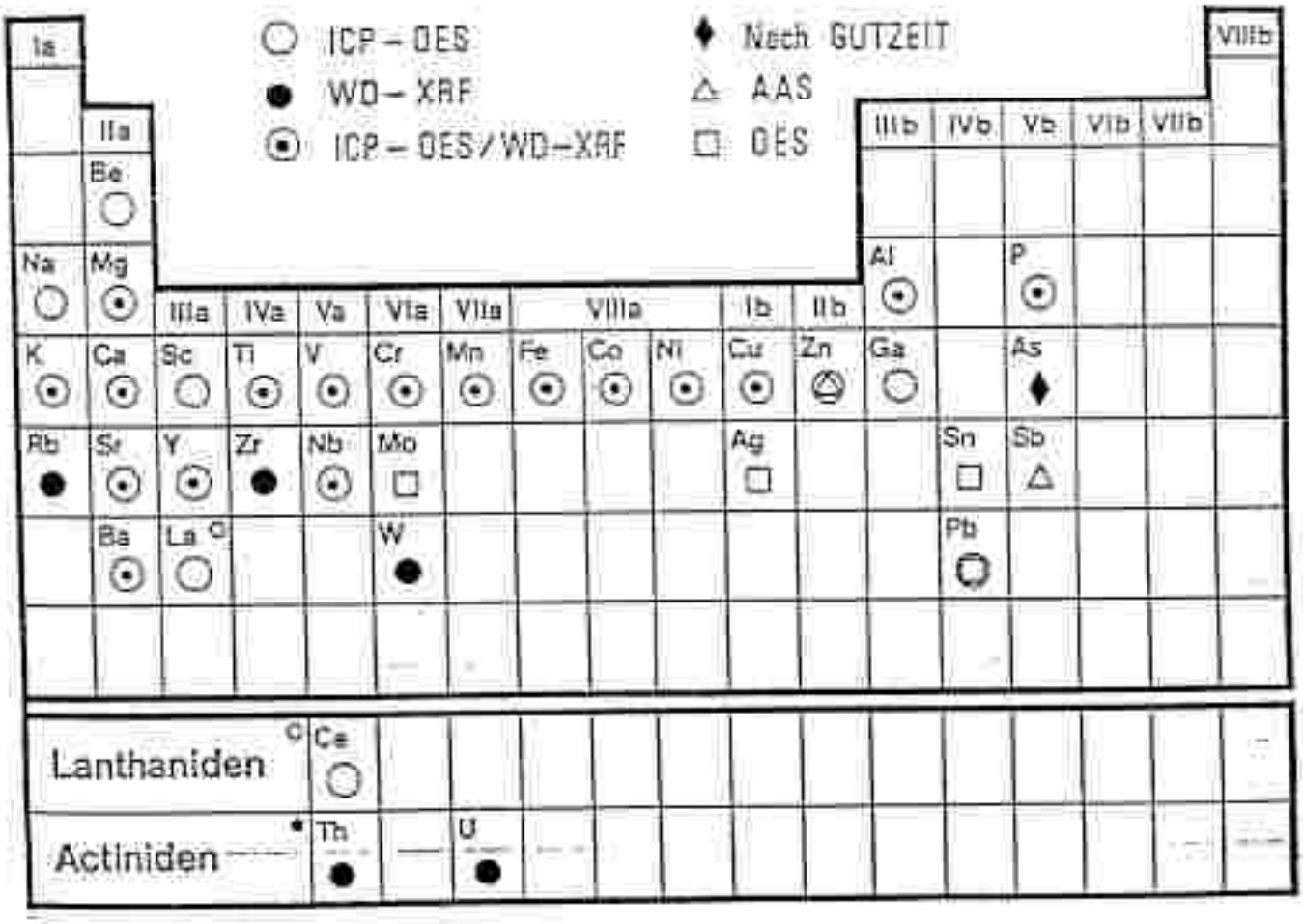


Abb. 2: Stellung der Analysenelemente im Periodischen System und ihre Analysenmethode.

©Literaturarchiv Geologisch-Mineralogischer Landesdienst Steiermark, download https://www.gmld.at/vallberichte.html www.zobodat.at

4.1. Nachweisgrenzen der Analytik

Über den Zusammenhang von Nachweisgrenze und Reproduzierbarkeit der Analytik bei wiederholtem Verfahren informiert Abb. 3. Bei Großserienanalytik wie bei der Geochemischen Basisaufnahme mit ca. 35.000 Proben und Einsatz von Multielementverfahren kann nicht immer im günstigsten Arbeitsbereich gearbeitet werden, was die Reproduzierbarkeit ungünstig beeinflußt. Ja, für die Bestimmung mancher Elemente wären Sonder-(Einzelbestimmungs-)Verfahren erforderlich gewesen, die die Kosten stark erhöht hätten. Deshalb wurde davon Abstand genommen. Statt nun auf die Registrierung mancher Elemente zu verzichten, etwa weil die erforderlichen Konzentrationen in den Proben gar nicht erreicht wurden, hat man vielmehr "Erfassungsgrenzen" eingeführt, die im Bereich besser als +/- 100% lagen. So wurden beispielsweise zeitweilig auch die Elemente B, Cd, Li, Tl und Yb registriert, doch wurden die Werte eben wegen zu geringer Reproduzierbarkeit vom Labor offiziell nicht freigegeben. Auf die Registrierung von Au, Cs, Hg und Ta wurde aus methodischen Gründen überhaupt verzichtet.

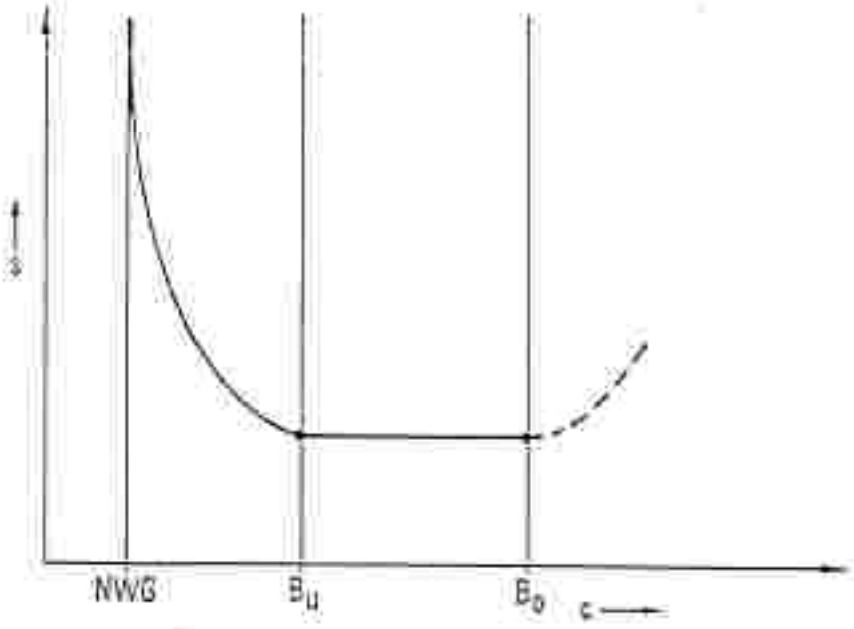


Abb. 3: Schematische Darstellung des Arbeitsbereichs in Abhängigkeit der Standardabweichung (s) von der Konzentration (c)

Die untersuchten 35 Elemente sind in Tabelle 1 mit ihren analytischen und statistischen Kenndaten dargestellt.

©Literaturarchiv Geologisch-Mineralogischer Landesdienst Steiermark, download https://www.gmld.at/vallberichte.html www.zobodat.at

Element	Anzahl der Analysen	Analysen-methode	Nachweis-grenze	Minimalwert (Wertefassung)	Anzahl der Werte <Minimalwerte (Wertefassung)	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	15	0.08	ppm
Al	29373	XRF	0.1	0.05	373	1.27	20.48	8.94	%
As	29684	Gutzeit	2	2	15012	50.57	1305	2	ppm
Ba	29540	ICP	0.5	10	64	0.22	5230	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	29567	ICP	0.4	10	80	0.27	3530	96	ppm
Co	29655	ICP	0.3	3	147	0.50	226	15	ppm
Cr	29609	ICP	0.5	10	231	0.78	3176	54	ppm
Cu	29692	ICP	0.2	3	261	0.88	6400	18	ppm
Fe	29655	ICP	0.0004	0.01	8	0.03	19.05	3.22	%
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	29567	ICP	0.1	10	155	0.51	4722	51	ppm
Mg	29655	ICP	0.00005	0.05	99	0.33	20.84	1.12	%
Mn	29655	ICP	0.0003	0.015	234	0.79	1.6	0.065	%
Mo	29559	OES	0.1	0.1	14	0.05	160	0.7	ppm
Na	29655	ICP	0.0006	0.1	200	0.67	5.04	1.48	%
Nb	29607	XRF	0.1	3	701	2.37	343	21	ppm
Ni	29655	ICP	0.5	3	337	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	0.8	10	428	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	28	0.09	8585	187	ppm
Th	29390	XRF	0.8	10	12042	40.57	1918	13	ppm
Ti	29692	ICP	0.004	0.05	117	0.39	7.56	0.509	%
U	29393	XRF	0.2	5	21604	73.50	172	5	ppm
V	29657	ICP	5	10	130	0.44	927	86	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	0.3	5	122	0.41	4229	80	ppm
Zr	29390	XRF	2	10	58	0.20	17307	258	ppm

Tab. 1: Zusammenfassung analytischer und statistischer Kenndaten

©Literaturarchiv Geologisch-Mineralogischer Landesdienst Steiermark, download https://www.gmld.at/vallberichte.html www.zobodat.at

4.2. Richtigkeit der Analytik

Die Richtigkeit der Analytik (Genauigkeit) gibt an, inwieweit die Umrechnung des Meßwertes in Konzentrationen mit der tatsächlichen Konzentration in der Probe übereinstimmt. Dafür wurden internationale Referenzmaterialien mit bekannter Zusammensetzung sowie laboreigene Standards verwendet. Bis zu einem gewissen Grad konnten dafür auch parallele Registrierungen mancher Elemente, die mit verschiedenen Verfahren analysiert wurden, verwendet werden.

4.3. Kontrolle der Wiederholbarkeit

Die Wiederholbarkeit gibt an, wieweit mehrmalig durchgeführte Analysen voneinander abweichen. Hier unterscheidet man die Kurzzeitwiederholbarkeit (mehrmalige Analyse hintereinander unter mehr oder weniger gleichen Bedingungen) und Langzeitwiederholbarkeit, die alle Schwankungen enthält (Stabilität der elektrischen Einrichtungen, Wechsel des Personals oder Änderungen der Umfeldbedingungen etc.), welche im Verlaufe der Projektsanalytik auftreten können.
In der Praxis wurden folgende Langzeitwiederholbarkeiten, die selbst wieder von dem Konzentrationsniveau des jeweiligen Elementes abhängig sind, festgestellt (alle Angaben in Relativprozenten):

± 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, Sn
> ± 60 %:	As, Sb, W

Es zeigt sich, daß die Güte der Analytik bei den tiefer stehenden Elementen bis in den Bereich "semiquantitativ" reicht. Trotzdem wurden diese Elemente als wichtige Ergänzung der besser einzustufenden Elemente mit in der Geochemischen Basisaufnahme behalten.

©Literaturarchiv Geologisch-Mineralogischer Landesdienst Steiermark, download https://www.gmld.at/vallberichte.html www.zobodat.at

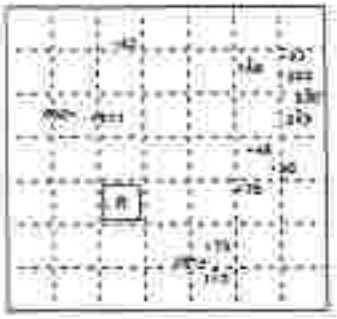
5. Darstellung der Ergebnisse

Alle Ergebnisse der Geochemischen Basisaufnahme sind auf Einzelelementkarten im Maßstab 1:50.000 dargestellt. Diese Karten enthalten die Rohwerte der Analytik in Form von Punktsymbolen am Probenort, wobei die Einteilung der Werte in 9 Klassen möglichst beibehalten wurde. Von jeder Karte existiert nur ein, jedoch lichtpausfähiges, Exemplar; diese Karten liegen an der Geologischen Bundesanstalt (GBA) zu Einsicht auf und können kopiert werden. Für das Land Steiermark wurden bereits von Seiten der GBA Kopien jener Karten, welche das Landesgebiet betreffen, angefertigt und dem Land übergeben. Zur Illustration für eine Einzelelementkarte sind im Anhang drei Tafeln aus dem Geochemischen Atlas der Republik Österreich des ÖK 1:50.000 Kartenblattes Köflach beigelegt. Tafel 2 zeigt die schematische Darstellung der großtektonischen Einheiten und die petrofazielle Gliederung. Tafel 3 beinhaltet die Entnahmestellen der Bachsedimentproben und Tafel 4 spiegelt die Verteilung des Elements Chrom als ein Beispiel der insgesamt 35 Elemente wider.

Auf den Karten befindet sich neben den Punktsymbolen noch eine flächige Signatur. Diese ist das Ergebnis der Verrechnung der Werte in einer Art "gleitender Mittelwert" und hat den Effekt einer Glättung. Zu diesem Zwecke werden Gitterpunkte im Abstand von 500 m festgelegt. Zunächst werden die Analysenwerte der zum Gitterpunkt nächsten 8 Proben (soferne ihre Entfernung zum Gitterpunkt nicht mehr als 5 km beträgt) gesucht, mit dem negativen Quadrat der Entfernung zum Gitterpunkt gewichtet, und daraus der Mittelwert errechnet. Diese Mittelwerte werden noch einmal mit den unmittelbar umgebenden, wieder mit der Entfernung gewichteten, Rasterwerten gemittelt. Das Ergebnis wird in Form einer um den Rasterpunkt gelegten Schraffurzelle dargestellt. Für Details siehe Abb. 4.

In einer veröffentlichbaren Form, nämlich 35 Karten anstatt der mehr als 4500 ÖK 1:50.000 Kartenblätter, wurden die Ergebnisse ebenfalls dargestellt, und zwar als Geochemischer Atlas der Republik Österreich im Maßstab 1:1.000.000; in diesem Falle erfolgte die Glättung in einem Raster 1x1 km, und die Karten sind farbig gedruckt.

©Literaturarchiv Geologisch-Mineralogischer Landesdienst Steiermark, download https://www.gmld.at/vallberichte.html www.zobodat.at



Probenpunkte mit Analysenwerten im Rasterzellennetz

Berechnung der Rasterzellenwerte:

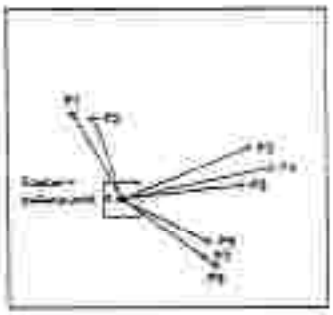
Jeder Rasterzellenwert errechnet sich aus den Analysenwerten der 8 nächsten Probenpunkte, wobei jeder Analysenwert mit $1/D^2$ gewichtet wird (D = Entfernung Probenpunkt zu Rasterzellenpunkt).

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

1. Der nächste der 8 Probenpunkte darf nicht weiter als 400m vom Rasterzellenpunkt entfernt sein.
2. Die 8 nächsten Nachbarn müssen in einem Umkreis von 3000m 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:	Entfernungen der Probenpunkte P1,...,P8 zum Rasterzellenpunkt R:
A1=100	D1=1144,3
A2=511	D2=1015,3
A3=48	D3=1029,5
A4=30	D4=1710,5
A5=78	D5=1539,8
A6=73	D6=1095,7
A7=281	D7=1140,4
A8=113	D8=1302,1

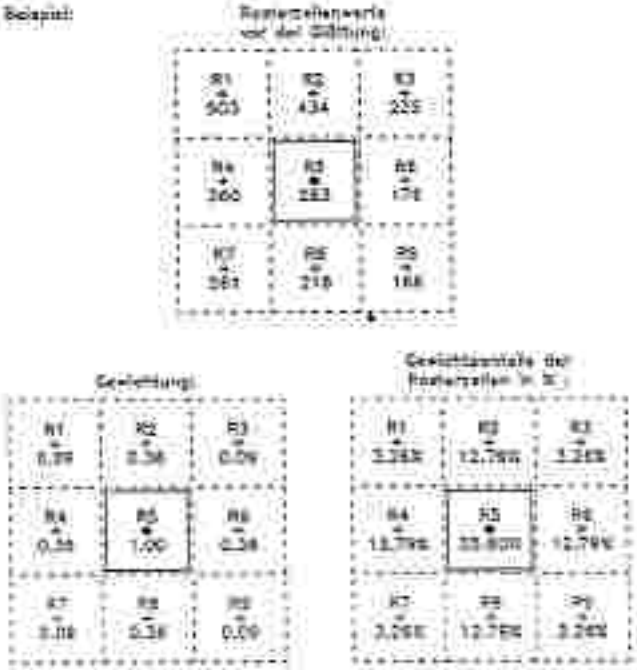
$$\text{Rasterzellenwert in R} = \frac{\frac{A1}{D1^2} + \ldots + \frac{A8}{D8^2}}{\frac{1}{D1^2} + \ldots + \frac{1}{D8^2}} = 283$$

Glättung der Rasterzellenwerte:

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

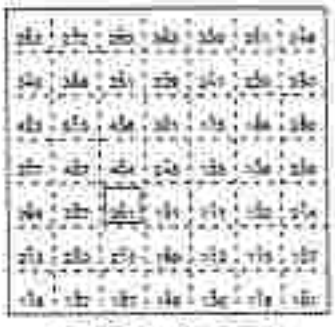
Die einzelnen Rasterzellenwerte werden dabei mit 1-D/DMAX gewichtet. (D = Abstand Rasterzelle zu der zu glättenden Mittelzelle R5, DMAX = Abstand der Rasterzellen R1,R3,R7 und R9 zur Mittelzelle multipliziert mit 1,1, (damit die Gewichtung der Rasterzellen R1,R3,R7 und R9 nicht gleich 0 wird).

Beispiel:

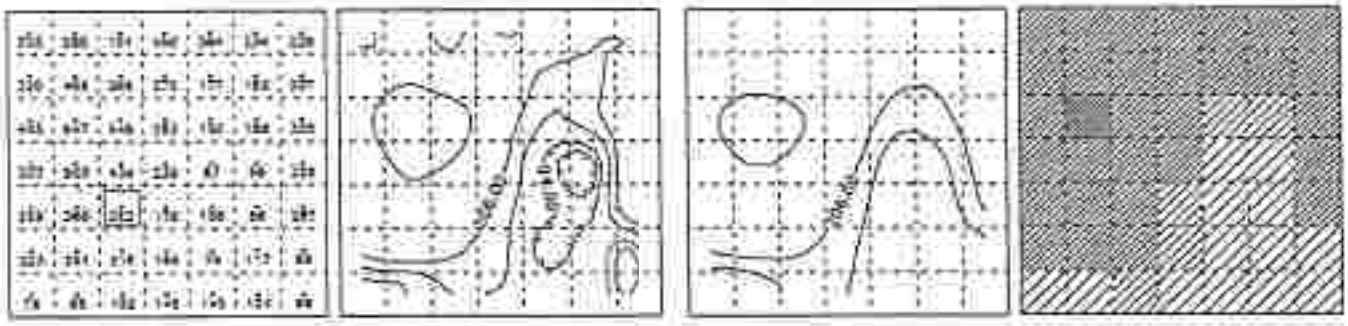


$$R5\ (\text{geglättet}) = \frac{(x R5 + 0.36x(R2+R4+R6+R8))}{1 + 4x0.36 + 4x0.09} =$$

$$= \frac{0.09x(R1+R3+R7+R9)}{1 + 4x0.36 + 4x0.09} = 291$$



Rasterzellenwerte geglättet



Rasterzellenwerte ungeglättet | Isoliniendarstellung (Rasterzellenwerte ungeglättet) | Isoliniendarstellung (Rasterzellenwerte geglättet) | Schraffurdarstellung (Rasterzellenwerte geglättet)

Abb. 4: Berechnung der Rasterpunktwerte.

©Literaturarchiv Geologisch-Mineralogischer Landesdienst Steiermark, download https://www.gmld.at/vallberichte.html www.zobodat.at

6. Anwendungsbereich der Bachsedimentgeochemie

Da die Proben weitestgehend frei von technogener Kontamination gezogen wurden, kann als erstes wichtiges Ergebnis der Nachweis angesehen werden, daß es in der Natur Zonen mit sehr unterschiedlichen Elementniveaus gibt - vielleicht eine Binsenweisheit für Geowissenschaftler, ein wichtiger Nachweis aber für gesetzgebende Behörden, die dadurch wirklichkeitsnähere Entscheidungen zu treffen vermögen, auch eine Begründung für die auf umweltpolitischer Ebene tätigen Behörden, künftig Geochemiker in ihre Tätigkeit einzubeziehen.
Die Entscheidung der Geologischen Bundesanstalt, die Bachsedimentproben ausschließlich nach Totalaufschluß zu analysieren, d.h. daß die gesteinsbildende Komponente stärker betont wird, gibt nun die Möglichkeit, die Daten geologisch auszuwerten. Dazu sind multivariate statistische Verfahren anzuwenden, was an die Rechnerleistung hohe und an den interpretierenden Geologen höchste Anforderungen stellt. Das Prinzip dieser Datenauswertung beruht nicht auf der Suche nach Hoch- und Höchstwerten ("Anomalien") sondern auf Gruppierungen, die sich aus den gegenseitigen Elementverhältnissen ergeben. Dieser Aufwand lohnt sich insofern, als dadurch eine neue Dimension in der Erforschung des komplizierten Baues der Alpen eingebracht wird.
Betreffend Nutz- und Schadelemente kann gesagt werden, daß die Bachsedimentproben grundsätzlich nur größenordnungsmäßig mit Bodenproben zu vergleichen sind, da beide Probenarten grundverschiedenen Umfeldbedingungen unterworfen sind. Eine weitere Einschränkung ist der Vollaufschluß im Vergleich zum bei Bodenbeprobungen üblichen Teilaufschluß, wobei im Falle Königswasseraufschluß im Schnitt 60-80% der hier analysierten Elemente in Lösung gehen, doch sind dort die Werte jeweils bezogen auf die Fraktion < 2 mm, ein Unterschied, der erfahrungsgemäß kaum von Bedeutung ist.
Für eine allgemeine Übersicht über das Auftreten vor allem toxischer aber auch essentieller Spuren- und Nährelemente bieten sich an, das nach der chemischen Analyse verbliebene Rückstellmaterial vom gesamten Landesgebiet oder von Teilgebieten mit besonderem - z.B. hydrogeologischem - Interesse mittels Teilaufschlusses zu analysieren, um Aussagen über die Mobilisierbarkeit bestimmter Elemente treffen zu können. Diese Proben lagern am Geotechnischen Institut in Wien, sind allerdings nur mit ausdrücklicher Zustimmung der Geologischen Bundesanstalt als Vertreter des Eigentümers zugänglich.
Von seiten der Rezensenten wird dafür ein Königswasseraufschluß vorgeschlagen. Denn Elementanteile, die damit nicht in Lösung gehen, sind in der Natur kaum noch mobilisierbar und stehen demnach weder der Hydro- noch der Biosphäre zur Verfügung.
Einzige Ausnahme bildet das Quecksilber, welches wegen der ungleichmäßigen Behandlung der Proben im Felde und auch wegen der durchwegs hohen (knapp unter 80°C) Trocknungstemperaturen keine brauchbaren Werte liefern kann.
Generell läßt sich feststellen, daß durch das mittels der Bachsedimentgeochemie gewonnene Datenmaterial eine fundierte Grundlage geschaffen wurde, auf der offene Fragen der Lagerstätten- und geologischen Grundlagenforschung beantwortet werden können. Überdies ist dieses Datenmaterial in Kombination mit den Analysenergebnissen anderer Probenmedien wie Festgesteine, Böden und Wässer auch für Fragestellungen in anderen Bereichen auswertbar wie z.B. bei

- Bodenzustandsaufnahmen
- Umweltmonitoring
- Grundwasser- und Gewässerschutz
- Ökosystemforschung
- Geomedizin.

©Literaturarchiv Geologisch-Mineralogischer Landesdienst Steiermark, download https://www.gmld.at/vallberichte.html www.zobodat.at

7. Begleitende Projekte

Die Geochemische Basisaufnahme ist als mehrjähriges Programm abgewickelt worden. Aus finanztechnischen Gründen erfolgte die Durchführung in zahlreichen Einzelprojekten. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde Abstand davon genommen, auf diese im Einzelnen einzugehen. Außerdem wurden in den vorangegangenen Kapiteln schon die Methodik, Durchführung und Ergebnisse des Programms beschrieben. Von Bedeutung ist es aber, sich mit den Projekten zu befassen, die in Begleitung des Programms die Probenahme, die Analytikkontrolle und Auswertungsmodelle zum Thema haben.

7.1. Endbericht "Aussagekraft der geochemischen Basisaufnahme" der Teilprojekte ÜLG 3A und 3B von REIMANN (1987)

7.1.1. Kurzfassung

Der Bericht von Reimann, welcher die Projekte ÜLG 3A (Teil I/1983, Teil II/1984) und ÜLG 3B (Teil I/1983 und Teil II/1985) zusammenfaßt, betrifft in erster Linie Detailuntersuchungen betreffend Kontrollen und damit die Aussagekraft der Geochemischen Basisaufnahme.
Zwischen den polemischen und oft auch widersprüchlichen Bemerkungen finden sich reichlich sachliche Beiträge wie Reproduzierbarkeit von Probenahme und Analytik (letztere allerdings, ohne die verschiedenen Konzentrationsniveaus zu berücksichtigen), einschließlich Verläßlichkeit in Bezug auf die zu einer bestimmten Probennummer gehörenden Daten; weiters sind zeitliche Trends aus Natur und Labor enthalten ebenso wie ein Ringversuch zur Bestimmung der Richtigkeit der Analytik.
Der Bericht enthält auch Vergleiche der Elementmobilisierung bei verschiedenartigen Laugungsverfahren; die Probenahme wich allerdings von jener der Basisaufnahme insofern ab, als am Probenort bereits naß gesiebt wurde und damit alle Aussagen bzgl. Ionenaustauschbarkeit durch Verlust der Tonfraktion irrelevant sind, damit auch jene über Korngrößenverteilung und Mineralogie, so interessant diese Untersuchungen sonst sind.
Eine parallele Beprobung vergleicht die Bachsedimente mit neben der Probenstelle gezogenen Bodenproben sowie mit Gesteinsanalysen aus dem selben Gebiet, mit der Absicht, aus den Bachsedimenten die Lithologie rechnerisch nachzuvollziehen. Was tatsächlich nie gelungen ist.
Breiten Raum nehmen auch Tests mit verschiedensten Auswertemethoden ein, sowohl in Hinblick auf die Geologie als auch auf die Prospektion.

7.1.2. Bewertung

Für das Land Steiermark von Interesse sind zwei der drei Teilgebiete, nämlich in den Niederen Tauern das Gebiet Walchen (bei Öblarn) und Stubalpe-Kothgraben. An Bachsediment- und Bodenproben liegen 90 bzw. 85 Proben vor, Gesteinsproben sind es 45 bzw. 37, die auf 36 chemische Elemente analysiert wurden.
Einschränkend ist anzumerken, daß die Bodenproben ungleich zur in der Bodenkunde üblichen Methode gezogen und auch behandelt wurden, insofern nämlich, als am zur Entnahmestelle der Bachsedimente nächstgelegenen Hangfuß - das kann ohne weiteres auch Alluvium gewesen sein - eine Probe aus dem B-Horizont gezogen wurde, wobei offen bleibt, in wie vielen Fällen lediglich ein AC-Profil vorlag. Auch wurde von den Bodenproben die Fraktion <0.18 mm analysiert. Diese Vorgangsweise war dem angestrebten Zweck durchaus angepaßt, die Vorgangsweise wird hier nur erwähnt, damit die Daten von Seiten der Bodenkunde nicht falsch verstanden werden.
Die Daten selber liegen bei der Geologischen Bundesanstalt in Form von Listen vor; sie lagen auch bei der Sektion Rohstofforschung des Joanneums in Leoben, dort auch auf Band oder Diskette, doch ist ihr weiterer Verbleib im Zuge der dortigen Veränderungen nicht bekannt.

©Literaturarchiv Geologisch-Mineralogischer Landesdienst Steiermark, download https://www.gmld.at/vallberichte.html www.zobodat.at

Betreffend Auswertemethoden kann festgestellt werden, daß - man möchte fast feststellen: erwartungsgemäß - keine Methode gefunden wurde, die allein alle naturgegebenen Umstände berücksichtigen und gleichzeitig alle Fragen beantworten kann.

7.2. Projekt ÜLG 21/87 Kooperation Geologische Bundesanstalt - Geological Survey of Kansas in Bezug auf Auswertungsmodelle geochemischer Daten von PIRKL (1988)

7.2.1. Kurzfassung

Diese Zusammenarbeit sollte Auswerteroutinen für geochemische Daten testen. Die österreichischen Partner brachten die Daten der Geochemischen Bassisaufnahme und die Kenntnis der Geologie in das Projekt ein, der KGS die Software und die Rechnerleistung. Als einzusetzende Methode wurde die Analyse der Hauptkomponenten gewählt.
Als Testgebiete einigte man sich auf das Mühlviertel mit 4333 Probenpunkten und das Grazer Paläozoikum mit ursprünglich über 800 Punkten. Die Fragestellung war in den beiden Gebieten verschieden. Sollte im Mühlviertel versucht werden, letztlich die Lithologie zu verfeinern, so standen im Grazer Paläozoikum lagerstättenkundliche Fragen im Vordergrund, wobei sich letzteres Gebiet auch wegen seiner lithochemischen Kontraste besonders anbot.
Zum Berichtszeitpunkt, Jänner 1988, waren die Arbeiten im Mühlviertel noch nicht sehr erfolgreich, in der Zwischenzeit gelang es allerdings, die lästigen "Kartenblatteffekte" durch eine elegante Rechenmethode (Matrix aus Kartenblatt, Gesteinscode und 23 Elementen) weitgehend zu beseitigen.
In diesem Zusammenhang sind die Arbeiten im Grazer Paläozoikum von mehr Interesse. Eine Auswertemethode zu testen in einem Gebiet, das in den Jahren 1973-1985 wissenschaftlich und rohstoffwirtschaftlich intensiv bearbeitet wurde, mit dem Autor dieser Arbeiten, Dr.L. WEBER, als Partner in der Kooperation, das sind optimale Voraussetzungen zur Beurteilung von Rechenergebnissen.
Der ursprüngliche Datensatz enthielt mehr als 800 Proben, deren Einzugsgebiet im Grazer Paläozoikum lag. Es konnten allerdings auch andere tektonische Einheiten beteiligt sein und damit unkontrollierbare Einflüsse auf die Rechenergebnisse bringen, deshalb wurden nur jene Probenpunkte zugelassen, deren Einzugsgebiete ausschließlich im Grazer Paläozoikum lagen. Insgesamt waren es 602 Punkte.
Nach den notwendigen Transformationen wurden die Daten auf die Hauptkomponenten analysiert und die Ladungen der einzelnen Elemente dargestellt. Die "Schätzer" für die ersten sechs Hauptkomponenten wurden in der am Kansas Geological Survey üblichen Art als Isolinienkarte geplottet und dem Bekannten aus Geologie und Lagerstättenkunde gegenübergestellt.

7.2.2. Bewertung

Insgesamt hat sich herausgestellt, daß die Hauptkomponentenanalyse eine recht brauchbare Methode darstellt zur Auswertung geochemischer Daten, daß aber für die Interpretation eine genaue Kenntnis der Geologie von großem Vorteil ist. Am vorliegenden Beispiel etwa wurden mit dieser Methode sämtliche bekannten Vererzungen wiedergefunden, darüber hinaus wurden bisher nicht bekannte weitere Vererzungen indiziert. Nachfolgearbeiten im Feld zur Bestätigung stehen allerdings noch aus.
Auch auf dem Gebiet der Lithologie gibt es Anzeichen für neue Erkenntnisse. So wurden, wenn auch im Projektteam nicht einhellig akzeptiert, Anzeichen für sauren Vulkanismus, wahrscheinlich Tuffe, gefunden, die ein Äquivalent zum Porphyroid der Nördlichen Grauwackenzone darstellen könnten. Auch in diesem Falle fehlt die Bestätigung durch weitere Untersuchungen.
Zusammenfassend kann das Ergebnis dieses Auswertetests als gelungen betrachtet werden und diese Art wird auch bei weiteren Auswertungen geochemischer und anderer ähnlicher Daten nicht zu umgehen sein.

©Literaturarchiv Geologisch-Mineralogischer Landesdienst Steiermark, download https://www.gmld.at/vallberichte.html www.zobodat.at

7.3. Projekt ÜLG 28/90 Verifizierung von 12 geochemischen Anomalien mittels Mineralphasenanalytik am Beispiel der Elemente Titan, Niob, Wolfram, Zinn u.a. von NEINAVAIE (1991)

7.3.1. Kurzfassung

Aus geowissenschaftlicher Sicht ist diese eine sehr wichtige Arbeit. In mehrerer Hinsicht. Für die Geochemische Basisaufnahme ist sie eine Ergänzung und Kontrolle, da die Methode auf ihren Ergebnissen beruht und sie nun mit anderen Mitteln, nämlich Schwermineraluntersuchung, fortgesetzt wird. Auch, weil sie bisher unverständliche Elementassoziationen erklären kann und damit einen weiteren Ausblick gibt dafür, was alles aus den Daten der Basisaufnahme herauszuholen ist.
Die Auswahl der Untersuchungsgebiete erfolgte nach den Karten der Geochemischen Basisaufnahme und betraf nach ersten, enger gesteckten Zielen, schließlich Gebiete mit erhöhten Werten von Nb, Sn, Ta, Ti, V, W, in einigen Bereichen (außerhalb der Steiermark) auch Molybdän. In Pegmatiten des Pusterwaldgrabens wurden auch Li-Mineralien gefunden und diesbezügliche Untersuchungen deshalb auf Muskovite ausgedehnt mit weiteren, für pneumatholitisches Stadium charakteristische Elemente. In den Gerinnen dieser Gebiete wurden Schwermineralkonzentrate gewonnen, eingebettet und angeschliffen. In den meisten Fällen waren es die Titanmineralien Ilmenit, Rutil und Titanit, die dann mit der Elektronenstrahlmikrosonde auf Konzentrationen der im Gitter eingebauten chemischen Elemente untersucht wurden.
In den genannten Titanmineralien können Mengen chemischer Elemente bis in den Prozentbereich hinein eingebaut werden, abhängig von der Herkunft des das Gestein aufbauenden Materials und seiner weiteren Veränderungen durch die Tektonik. Die Erkenntnisse aus Südostkärnten sind auch auf einige Bereiche des Murauer Paläozoikums übertragbar.

7.3.2. Bewertung

Aus dem Gebiet des Landes Steiermark wurden Proben aus dem ÖK-Blatt Birkfeld sowie aus dem Pusterwaldgraben untersucht.
Die Ergebnisse sind wissenschaftlich sehr interessant, haben aber weder lagerstättenkundliche noch umweltgeochemische Bedeutung, da die untersuchten Mineralien sehr verwitterungsresistent sind.

7.4. Projekt Bindungsformen von Schwermetallen in Stauraumseesedimenten von FENNINGER und WOLFBAUER (1991)

7.4.1. Kurzfassung

Diese Studie wurde von Mitarbeitern des Institutes für Umweltinformatik, Forschungsgesellschaft Joanneum unter Leitung von Prof. Dr. Wolfbauer und Angehörigen des Institutes für Geologie und Paläontologie, Universität Graz, unter Leitung von Prof. Dr. Fenninger ausgeführt.
Zur Ermittlung der Bindungsformen bzw. generellen Verfügbarkeit und der räumlichen Verteilung umweltrelevanter Schwermetalle in Stauraumseesedimenten sowie des anthropogenen Belastungsanteils wurde der Stauraum des Kraftwerks Mellach nach einem mehrfach gegliederten Beprobungsschema beprobt. Zu Vergleichszwecken wurde auch der als anthropogen unbelastet einstufbare Stauraum Bodensdorf in vermindertem Maß beprobt.
Insgesamt wurden 123 Proben, davon 102 an der Sedimentoberfläche und 21 in Tiefenprofilen entnommen und analysiert.
An einem Teil der Proben wurden zusätzlich die mineralogische Zusammensetzung, die Kornverteilung und die Schwermetallgehalte bei verschiedenen Extraktionsmitteln sowie in verschiedenen Kornfraktionen bestimmt.

©Literaturarchiv Geologisch-Mineralogischer Landesdienst Steiermark, download https://www.gmld.at/vallberichte.html www.zobodat.at

7.4.2. Bewertung

Aufgabenstellung dieses Projekts war die Überprüfung und Formulierung der Methodik zur Feststellung der Anreicherung und Mobilität von Schwermetallen in Stauraumseesedimenten.
Untersuchungsschwerpunkte waren:
- Bestimmung von Schwermetallgehalten in Stauraumseesedimenten und Vergleich zu natürlichen Gehalten
- Herstellung der Zusammenhänge von Sedimenttyp und Schwermetallgehalten
- Ermittlung der Bindungsformen der Schwermetalle im Sediment mit abgestuften chemischen Laugungsverfahren

Damit wurden die angestrebten Projektziele erreicht, nämlich allfällige (Umwelt-) Gefährdungspotentiale zu orten mittels Sachaussagen über die:
- Verteilung der Schwermetalle in verschiedenen Sedimentationsräumen
- Bewertung der Schwermetallgehalte in Stauraumseesedimenten
- Umweltverfügbarkeit von Schwermetallen aus Stauraumseesedimenten
- Abtrennung des anthropogenen Anteils.

Ebenso wurden Hinweise gegeben über ein allfällig notwendiges Monitoring und dessen optimierter Beprobung und Auswertetechnik sowie einer aussageoptimierten chemisch-analytischen Vorgangsweise.
Dieses Projekt ist vom Thema her wichtig, wenngleich auch die darin beschriebene Vorgangsweise nicht generell überregional eingesetzt werden kann, sondern nur bei gezielten Fallstudien in belastungsverdächtigen, kleineren Untersuchungsgebieten Anwendung finden wird.

7.5. EDV-gestützte Primärauswertung der Teilprojekte KC6F/82, SC2c/82, StC1d/82 und TC4b/82 von WOLFBAUER (1985)

7.5.1. Kurzfassung

Das vorliegende Projekt wurde in vier Berichtsbänden dokumentiert: Band 1 beschreibt die zur Primärauswertung eingesetzten statistischen Methoden und Auswertungssysteme, ihre Ergebnisdarstellung und Interpretationsmöglichkeiten. Das Auswertungssystem umfaßt folgende Hauptpunkte:
a) Univariate statistische Datenanalyse mit Darstellung der Kenngrößen und geographischen Zusammenfassungen des Gesamtdatenkollektivs
b) Multivariate statistische Datenanalyse mit der Herausarbeitung homogener subregionaler geochemischer Gruppen
c) Multivariate Datenanalyse zur Abgrenzung lokaler geochemischer Gruppen nach lithogeochemischen Einflußgrößen bzw. physikalisch-chemischem Umfeld
d) Erarbeitung regionaler Verteilungsmodelle nach bestimmten Einzelelementen in den regionalen Gruppen
e) Berechnung kanonischer Variablen in den Untergruppen nach gesteinsbildenden und metallogenetisch-lagerstättenkundlichen Gesichtspunkten
f) Ausarbeitung geochemischer Kartenwerke in unterschiedlichen, den jeweiligen Auswertungs- und Darstellungszwecken angepaßten Maßstäben.

Dieses Auswertungsschema wurde dann auch bei der Bearbeitung der drei aus bearbeitungstechnischen Gründen und aus geographisch-geologisch-tektonischen Gesichtspunkten ausgewählten Teilgebieten zur Anwendung gebracht. Der erste Teilbereich umfaßt das Kristallin der Niederen Tauern mit der Abgrenzung gegen die östliche Grauwackenzone im N und E sowie den Kartenblattrand 127, 157 im W und dem Murtal bzw. Murauer Paläozoikum im S. Der zweite Teil beinhaltet die östliche Grauwackenzone von Schladming bis Gloggnitz, wobei kleine Gebiete der Nördlichen Kalkalpen und des Kristallins des Troiseckzuges im Mürztal als südliche Grenze enthalten sind. Der dritte Teil umfaßt das Murauer und Gurktaler Paläozoikum mit der Abgrenzung Lieser-Gruntal im W, der Probenahmegrenze im S, dem Gurk- und Olsatal im E und dem Murtal bzw. Kristallin im N.
Mit dem Auswertungsschema wurden folgende Programmziele erreicht:

©Literaturarchiv Geologisch-Mineralogischer Landesdienst Steiermark, download https://www.gmld.at/vallberichte.html www.zobodat.at

- Dokumentation des geochemischen Status, insbesondere von rohstoff- und umweltrelevanten Elementen,
- Ermittlung von neuen Hinweisen auf das Rohstoffpotential (Lagerstättensuche) und
- Unterstützung anderer Fachbereiche, wie Medizin, Biologie, Land- und Forstwirtschaft und Umweltforschung mit Basisdaten über regionale Verteilung chemischer Elemente und atypische Abweichungen davon.

Die erhaltenen Ergebnisse und Interpretationen wurden in den Bänden 2-4 ausführlich dargelegt und diskutiert.

7.5.2. Bewertung

Diese Studie ist sehr umfangreich und mit großem Einsatz von dieser Arbeitsgruppe - sie existiert zur Zeit nicht mehr - erarbeitet worden. Sie stellt einen wichtigen Beitrag und einen Weg der Auswertung der riesigen Primärdatenmenge dar.
Ohne Zweifel muß man sich bei der Auswertung der Geochemiedaten statistischer Methoden bedienen, aber man sollte die Datenaufbereitung nicht so weit vorantreiben, bis man künstliche, ADV-gerechte Datengruppen erhält, um mit diesen dann wunderschöne statistische Kennzahlen zu erhalten.
Ausgangspunkt bleiben die erhobenen Rohdaten; sie geben einen Überblick über die geochemische Landschaft. Vorhanden ist in Österreich in großem Maß das geologische Fachwissen. Und dieses hat man bei jeder Fragestellung, Auswertung und Interpretation von Beginn an mit einzubeziehen.

7.6. Projekt ÜLG 18 "Primärauswertung der Bachsedimentgeochemie" von KÜRZL (1988)

7.6.1. Zusammenfassung

In diesem Bericht wurden die Ergebnisse der univariaten Datenanalyse für den Teilbereich 1 - Grazer Paläozoikum und nördliches Kristallin - in statistischen Tabellen, Abbildungen und Karten zusammengefaßt und, soweit möglich, interpretiert. Aus dieser Interpretation wurde dann der Ausblick auf weitere Arbeiten abgeleitet.

7.6.2. Bewertung

Der vorliegende Bericht zeigt, daß die univariaten Datenauswertungen von unter geologischen Gesichtspunkten ausgewählten Teilregionen eine wertvolle Unterstützung bei der Auswertung der Geochemischen Basisaufnahme sind. Sie ermöglichen es, regionale geochemische Trends ebenso wie lokale Anomalien im Arbeitsgebiet klar und schnell zu erkennen.
Bei der weiteren Datenbearbeitung unter Einsatz der multivariaten Datenanalyse kann erwartet werden, Aussagen treffen zu können, welche der solcherart gefundenen Anomalien lithologiebedingt bzw. anthropogen verursacht sind und welche aus lagerstättengeologischer Sicht auffolgenswert erscheinen. Außerdem besteht die begründete Hoffnung weitere neue Anomalien zu finden, die Hinweise auf verdeckte Vererzungen geben.

©Literaturarchiv Geologisch-Mineralogischer Landesdienst Steiermark, download https://www.gmld.at/vallberichte.html www.zobodat.at

7.7. Projekt Ü 38/91 "Interpretation geochemischer Daten für interdisziplinäre regionale Fragestellungen" von PIRKL (1992)

7.7.1. Zusammenfassung

In dem Bericht wurde versucht, an Hand regionaler und überregionaler Basisaufnahmen wie z.B. der Bachsedimentgeochemie, Bodenzustandsanalysen und systematischer, hydrochemischer Studien ein breiteres Anwendungsfeld dieser Studien aufzuzeigen. Boden-, Bachsediment- und hydrochemische Analysen können neben der jeweiligen Istzustandsdarstellung als Momentaufnahme innerhalb dynamischer Prozesse gesehen werden und sind somit als Indikatoren für vielfältige Fragestellungen auswertbar in Bodenzustandsaufnahmen, Umweltmonitoring, Grundwasser- und Gewässerschutz, Naturraumpotentialkartierung, Ökosystemforschung und Geomedizin.
Analysen- und gebietsspezifische Beispiele sollen auf die Breite der Anwendungsmöglichkeiten aufmerksam machen und versuchen, mit Hilfe unterschiedlicher Gesichtspunkte, unter denen an das Datenmaterial herangegangen werden kann, Brücken zwischen Fachbereichen zu schlagen.

7.7.2. Bewertung

Der Bericht ist deshalb wertvoll, weil er an Hand einiger Beispiele darlegt, wie die diversen Studien nicht nur in Hinblick auf ihre ursprünglichen Projekt- und Programmziele ausgewertet können. Vielmehr kann durch deren sinnvolle Verknüpfung und Integration der Anwendungsbereich auch auf andere Fragestellungen ausgedehnt werden, womit auch für Nachbardisziplinen Aussagen getroffen werden können.

7.8. Weitere Arbeiten

Anzuführen ist hier der Endbericht von PIRKL (1986) über das Projekt ÖLG 11/85 "Auswertung und Integration der im Rahmen der Rohstofforschung 1978 - 1985 erarbeiteten Projektberichte". In diesem Bericht werden in einer Ergebnisintegration die bundesweite Programmübersicht, die Zusammenstellung und Querverbindungen von Programmteilen und Projekten dargestellt.
Erwähnenswert ist auch eine Arbeit von EBNER und WEBER (1982), weil sie sich mit der geochemischen Prospektion auf Quecksilbervererzungen im Mitteldevon der Rannach-Fazies des Grazer Paläozoikums beschäftigt und somit ein Element untersucht, das in der geochemischen Basisaufnahme aus schon früher erwähnten Gründen nicht analysiert wurde.
Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind als durchaus positiv zu bewerten, wenngleich die wirtschaftliche Bedeutung der neu aufgefundenen und bisher zum Teil völlig unbekannten Anomalien als fraglich bezeichnet werden muß.
Da in den geschlossenen Karbonatgesteinsgebieten wie den Nördlichen Kalkalpen die normale Bachsedimentgeochemie keine sinnvollen Ergebnisse bringt, weil entweder Feinsediment überhaupt fehlt oder es hauptsächlich aus Dolomitmehl besteht, wurden in einer Projektstudie (SCHERMANN, 1983) deshalb grundsätzliche Untersuchungen angestellt, Alternativen zur üblichen Bachsedimentprospektion zu finden. Am besten hat sich demnach bewährt, den den Bachgeröllen anhaftenden siltig-organischen Belag zu gewinnen und zu analysieren. Diese Methode, die mit der Beprobung von Schwermineralien ergänzt werden sollte, ist im Großteil der Karbonatgebiete anwendbar. Ausgenommen sind nur Dolomitgebiete mit sehr steilem Relief.
Wässer und Wasserpflanzen sind für die genannten Untersuchungsziele nicht erfolgversprechend. Bodenproben, die mehr als nur die Gesteinsvarietäten wiedergeben, müßten in einer solchen Dichte genommen werden, daß das Projekt unter Berücksichtigung der Bedeutung der Region unfinanzierbar bleibt.

©Literaturarchiv Geologisch-Mineralogischer Landesdienst Steiermark, download https://www.gmld.at/vallberichte.html www.zobodat.at

8. Empfehlungen für das Land Steiermark

Die geochemische Übersichtsaufnahme mittels Bachsedimenten hat nicht betroffen die Tertiär- und Quartärgebiete des Landesgebietes. Es wird auch abgeraten, die Arbeiten mit dieser Probenart zu komplettieren. Diese Gebiete sind dichter besiedelt, sie werden großteils landwirtschaftlich genutzt, es existieren also mannigfaltige Materialzu- und -abflüsse, d.h. die Fragestellungen sind neu zu formulieren, sowohl nach den Defiziten wie auch nach den dazugekommenen Stoffen. Die Analytik wird insbesondere essentielle wie auch toxische Stoffe zu erfassen haben.
Die Landnutzung selber betrifft aber - vom Einfluß auf das Grundwasser abgesehen - nur die obersten Dezimeter des Bodens. Nun sind aber die Bachsedimente mit Bodenproben nur bedingt miteinander vergleichbar wegen der sehr unterschiedlichen Einflußfaktoren, die auf beide Medien wirken, es werden also mit den Bachsedimenten viele der an den Boden zu stellenden Fragen nicht beantwortet werden können.
Zur übersichtlichen geochemischen Untersuchung der Steiermark werden deshalb zwei einander ergänzende Probenarten vorgeschlagen:

1. *Überflutungssedimente*

Mit dieser Art von Beprobung, die auch auf die Bereiche des vor-tertiären Untergrundes ausgedehnt werden kann, ja, ausgedehnt werden soll, kann über die im Profil enthaltene Zeitreihe sowohl das vor-industrielle geochemische Konzentrationsniveau bestimmt werden, damit ist dann auch der gegenwärtige Stand der Konzentration unter/über dem eigentlichen natürlichen Niveau erfaßbar, also auch die Kontamination. Die Abbildungen 5 und 6, Profil von oberhalb Mürzzuschlag (SCHERMANN 1990), zeigen sehr schön, wie mit dem Beginn der bergmännischen Abbaue die Konzentrationen vieler Elemente ansteigen; die heutigen Bachsedimente sind wieder auf das natürliche Niveau zurückgefallen.
Es wird mit Nachdruck festgestellt, daß die Festlegung der Probestellen sehr hohe Qualifikation erfordert, um auch beide Beprobungsabschnitte zu erfassen. Die Einzugsgebiete sollten möglichst klein sein, das heißt in der Praxis werden sie ca 70 bis 110 km² umfassen, also relativ wenige Probestellen im Landesgebiet. Sie werden sich geringfügig erhöhen, da entlang der Hauptäler mehrmals zu beproben ist, ebenso unterhalb von Städten und Industriegebieten.

2. *Bodenproben*

In der Dichte von theoretisch 2, durch diverse Kontrollen statistisch 3 Probestellen je km² kann eine mehr detaillierte Übersicht über die gegenwärtigen chemischen Zustände gewonnen werden, die der Besiedlungsdichte und der Landnutzung eher gerecht wird. Diese Bodenbeprobung soll sich nicht sehr weit mit der Geochemischen Basisaufnahme überlappen. Leider können die Daten der Bodenzustandsinventur nur sehr eingeschränkt mitverwendet werden, hauptsächlich wegen der geringen Interpretierbarkeit.
Im Gegensatz zur Bodenzustandsinventur hat das Projekt Köflach in der Letztversion den richtigen Ansatz und seine Fertigstellung sollte abgewartet werden. Nach einer abschließenden Kritik, hauptsächlich wegen möglicher Einsparungen und Verbesserungen, sollten die Arbeiten auf das obengenannte Gebiet ausgedehnt werden. Es wäre dann aber dringend zu empfehlen, daß jede Probe zumindest der beiden obersten Zonen mit verschieden starken Aufschlußmedien, wie in der Bodenkunde üblich, behandelt und analysiert wird und daß die Analytik um weitere umweltrelevante Elemente aufgestockt wird.

©Literaturarchiv Geologisch-Mineralogischer Landesdienst Steiermark, download https://www.gmld.at/vallberichte.html www.zobodat.at

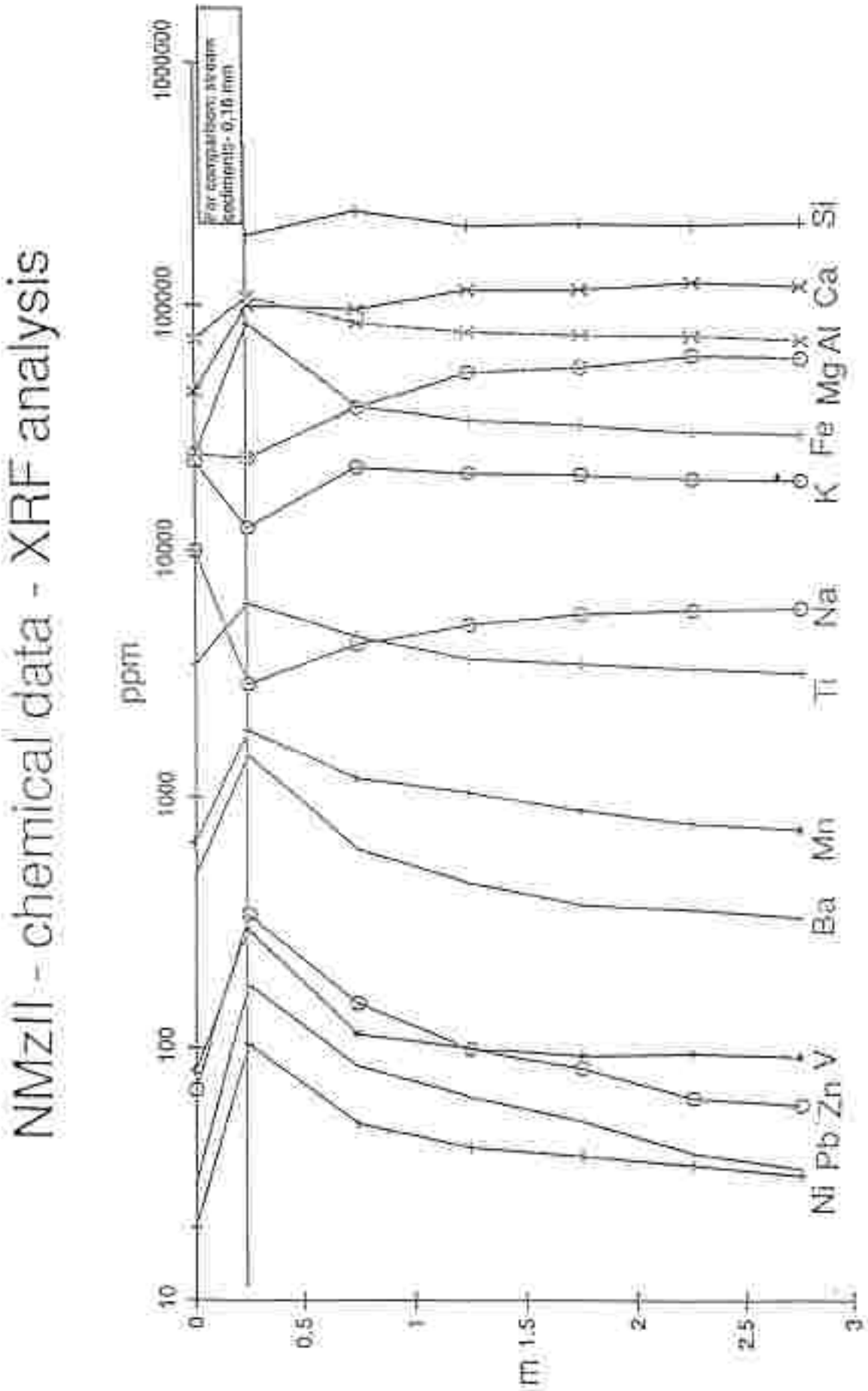


Abb. 5: Konzentrationsprofil I, Mürzzuschlag NMzII

©Literaturarchiv Geologisch-Mineralogischer Landesdienst Steiermark, download https://www.gmld.at/vallberichte.html www.zobodat.at

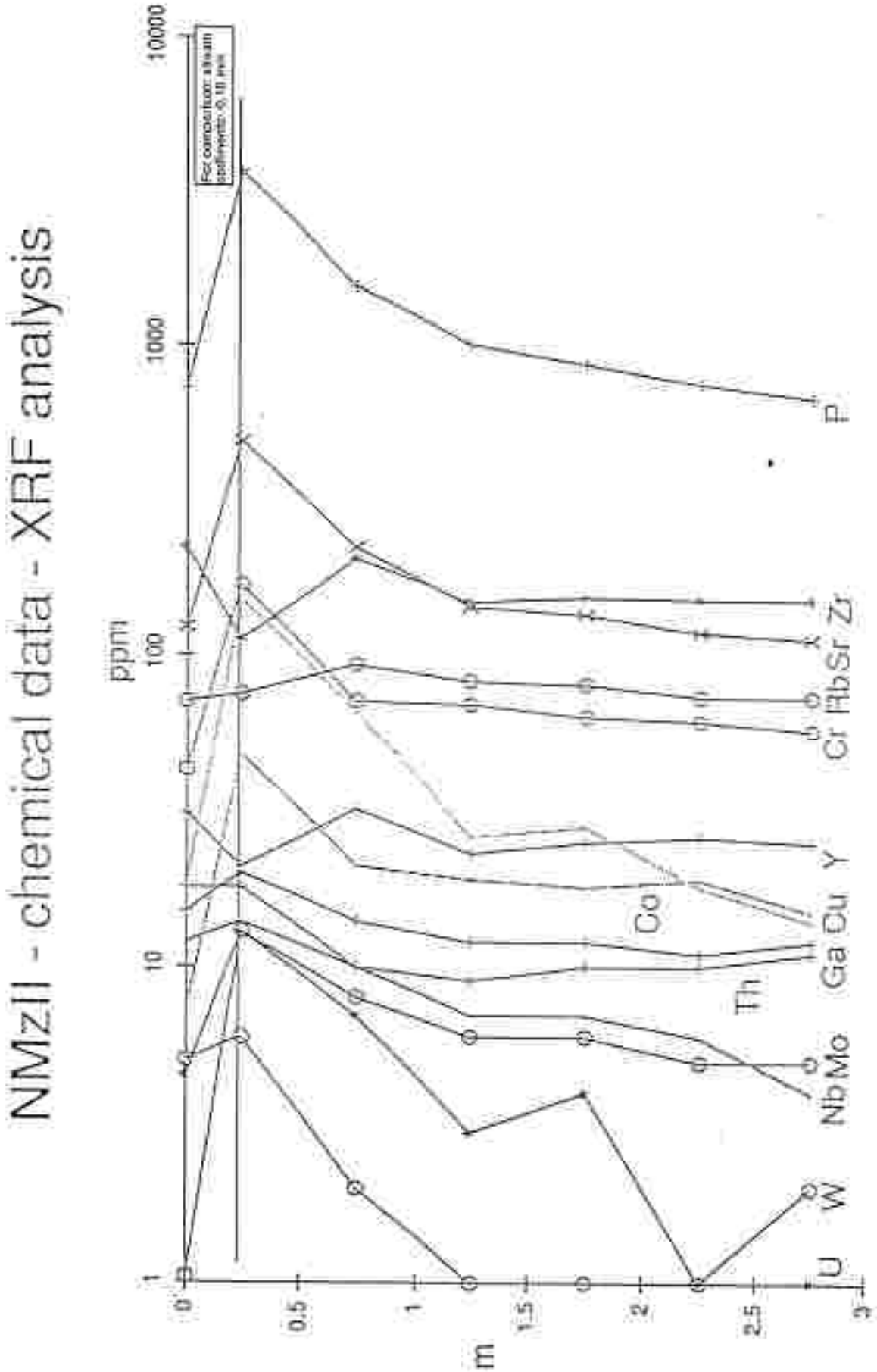


Abb. 5: Konzentrationsprofil II, Mürzzuschlag NMzII

©Literaturarchiv Geologisch-Mineralogischer Landesdienst Steiermark, download https://www.gmld.at/vallberichte.html www.zobodat.at

9. Literatur

EBNER, F. & WEBER, L.: Geochemische Prospektion auf Quecksilbervererzungen im Mitteldevon der Rannach Facies des Grazer Paläozoikums. - Archiv für Lagerstättenforschung, Geologische Bundesanstalt, 2, 47-62, Wien 1982.

FENNINGER, A. & WOLFBAUER, J.: Bindungsformen von Stauraumseesedimenten. - Projekt StU 17, Leoben 1991.

KÜRZL, H., DUTTER, R., PEER, H., REIMANN, C., VINZENZ, M., WASSERMANN, W., WURZER, F. & WOLFBAUER, J. (Projektleiter): Geochemische Basisaufnahme des Bundesgebietes; EDV-gestützte Primärauswertung der Teilprojekte KC6F/82, SC2c/82, StC1d/82 und TC4b/82: Band 1: Datenanalyse für regionale geochemische Untersuchungen - eingesetzte statistische Methoden und Auswertungssysteme; Band 2: Primärauswertung des Gebietes Nördem Tauern - Kristallin; Band 3: Primärauswertung des Gebietes Östliche Grauwackenzone; Band 4: Primärauswertung des kärntner-steirischen Nockgebietes und Muralpen. Bibliothek der Geol. B.-A., Wiss. Archiv, Leoben 1985.

KÜRZL, H., REIMANN, C., WEINZIERL, O. & WOLFBAUER, J.: Primärauswertung der Bachsedimentgeochemie. - Projekt ÜLG 18, 2 Bände. Bibliothek der Geol. B.-A., Wiss. Archiv, Leoben 1988.

NEINAVAIE, H.: Verifizierung von 12 geochemischen Anomalien mittels Mineralphasenanalytik am Beispiel der Elemente Titan, Niob, Wolfram Zinn u.a. - Projekt ÜLG 28/90, Bibliothek der Geol. B.-A., Wiss. Archiv, Wien 1991.

ÖNORM G 1031: Probenahme für geochemische Aufgabenstellungen. - Österreichisches Normungsinstitut, Wien 1979.

PIRKL, H.: Auswertung und Integration der im Rahmen der Rohstofforschung 1978-1985 erarbeiteten Projektberichte. - Projekt ÜLG 15/85, Berichte der Geol. B.-A., 1, Wien 1986.

PIRKL, H., DAVIES, J.C., BROWNIGG, R., SCHERMANN, O., STRAUSS, U. & WEBER, L.: Koordination Geologische Bundesanstalt - Geological Survey of Kansas in Bezug auf Auswertungsmodelle geochemischer Daten. - Projekt ÜLG 21/87, Bibliothek der Geol. B.-A., Wiss. Archiv, Wien 1988.

PIRKL, H.: Integration geochemischer Daten für interdisziplinäre Fragestellungen. - Projekt Ü 38/91, Berichte der Geol. B.-A., 25, Wien 1992.

SCHERMANN, O.: Richtlinien für die Entnahme von Proben im Rahmen des Projektes "Systematische geochemische Untersuchung des Bundesgebietes sowie ihrer Aufbereitung. - Unveröff. Bericht, Geologische Bundesanstalt, Wien 1979.

SCHERMANN, O.: Erforschung geochemischer Prospektionsmethoden in Karbonatgebieten. - Projekt NC 5/80, Bibliothek der Geol. B.-A., Wiss. Archiv, Wien 1983.

SCHERMANN, O.: Vertical distribution of elements in overbank sediment profiles, Austria. - Appendix Report 5.1. in "Geochemical Mapping of Western Europe towards the Year 2000": Pilot Project Report, compiled by DEMETRIADES, A., LOCOTURA, J. & OTTESEN, R.T. Bericht der Working Group on Regional Mapping der Western European Geological Surveys. - NGU Report, 90-105, Trondheim 1990.

REIMANN, C.: "Aussagekraft der geochemischen Basisaufnahme" - Mineralogische, geochemische und statistische Detailuntersuchungen an Bachsedimenten im alpinen Bereich. - Berichte der Geol. B.-A., 10, 211 S., Wien 1987.

SCHROLL, E.: Geochemie und Humanmedizin. - Mitt. Öst. Geol. Ges., 79, Wien 1986.

THALMANN, F., SCHERMANN, O., SCHROLL, E. & HAUSBERGER, G.: Geochemischer Atlas der Republik Österreich 1:1.000.000, Kartenteil. - Wien 1987.

THALMANN, F., SCHERMANN, O., SCHROLL, E. & HAUSBERGER, G.: Geochemischer Atlas der Republik Österreich 1:1.000.000, Textteil. - Wien 1989.

WEINZIERL, O. & WOLFBAUER, J.: Unterscheidung geogener und anthropogener Schwermetallbelastungen in alpinen Böden mittels Hauptkomponentenanalyse. - Mitt. Öst. Geol. Ges., 83, Wien 1991.

©Literaturarchiv Geologisch-Mineralogischer Landesdienst Steiermark, download https://www.gmld.at/vallberichte.html www.zobodat.at

A N H A N G

Die Beilagen sind aus dem Geochemischen Atlas der Republik Österreich 1:1,000.000, Textteil

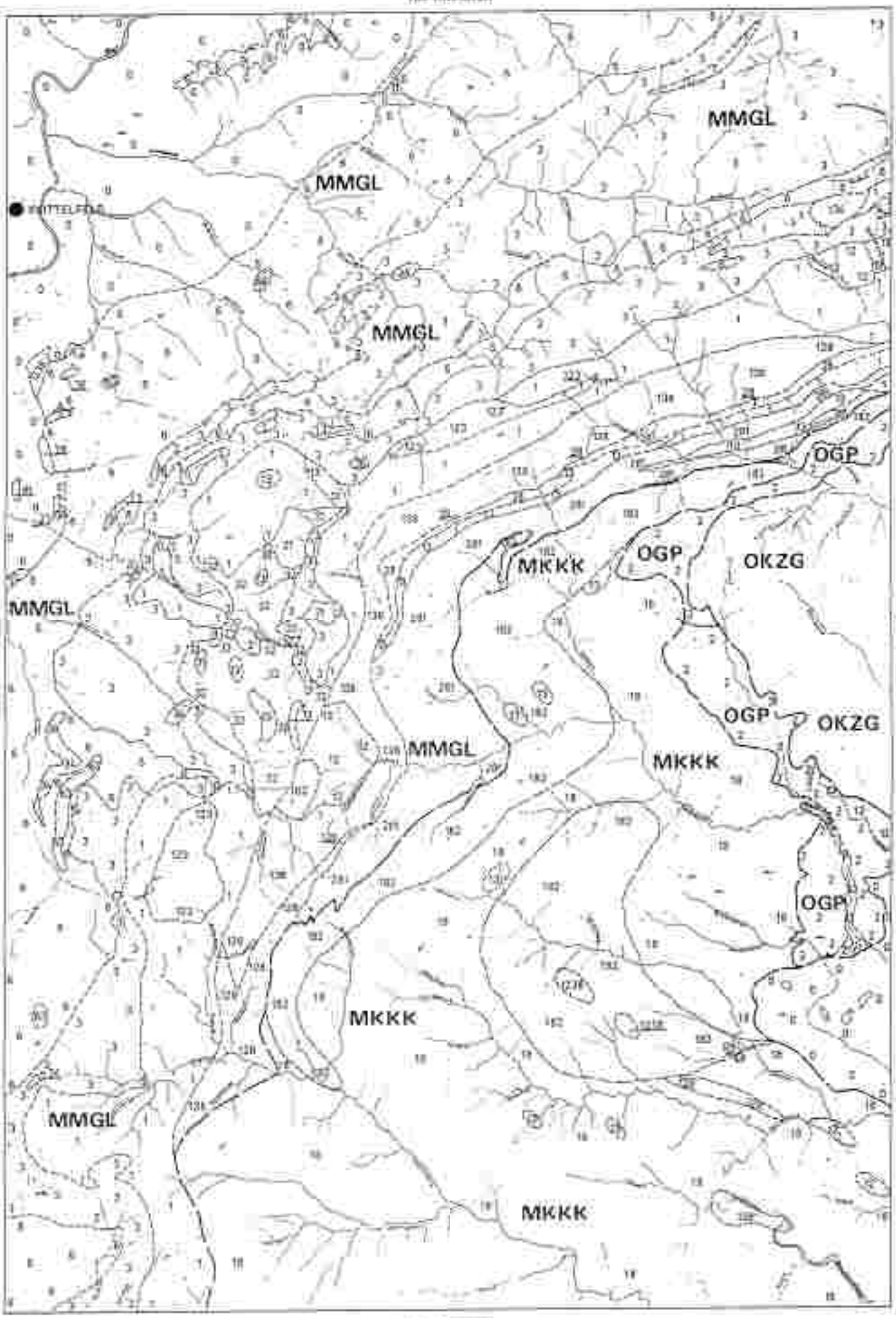
Tafel 2: Schematische Darstellung der großtektonischen Einheiten und petrofazielle Gliederung

Tafel 3: Probenpunktkarte des Kartenblatts ÖK 162 Köflach

Tafel 4: Chrom-Verteilungskarte des Kartenblatts ÖK 162 Köflach

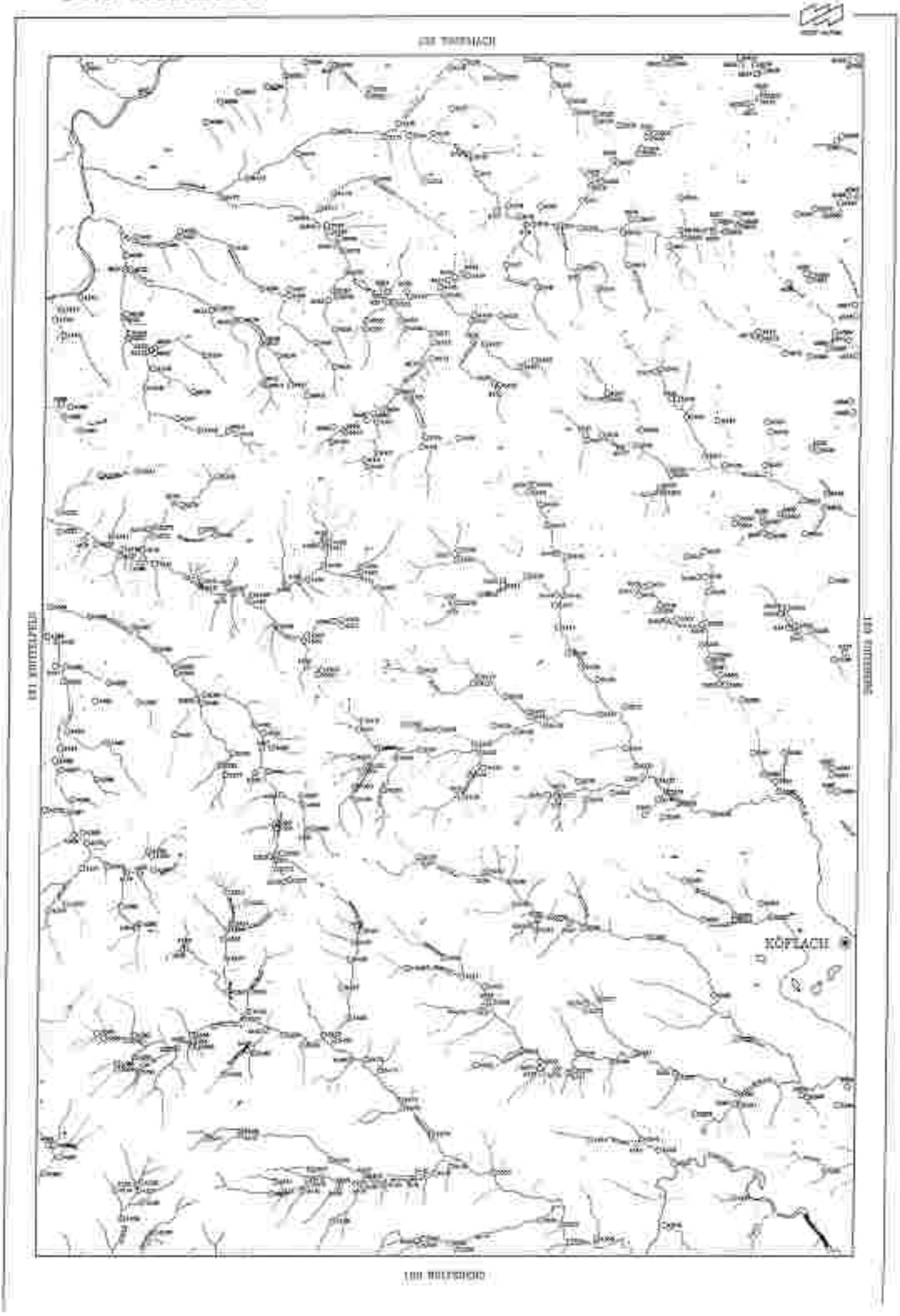
©Literaturarchiv Geologisch-Mineralogischer Landesdienst Steiermark, download https://www.gmld.at/vallberichte.html www.zobodat.at

162 KÖFLACH



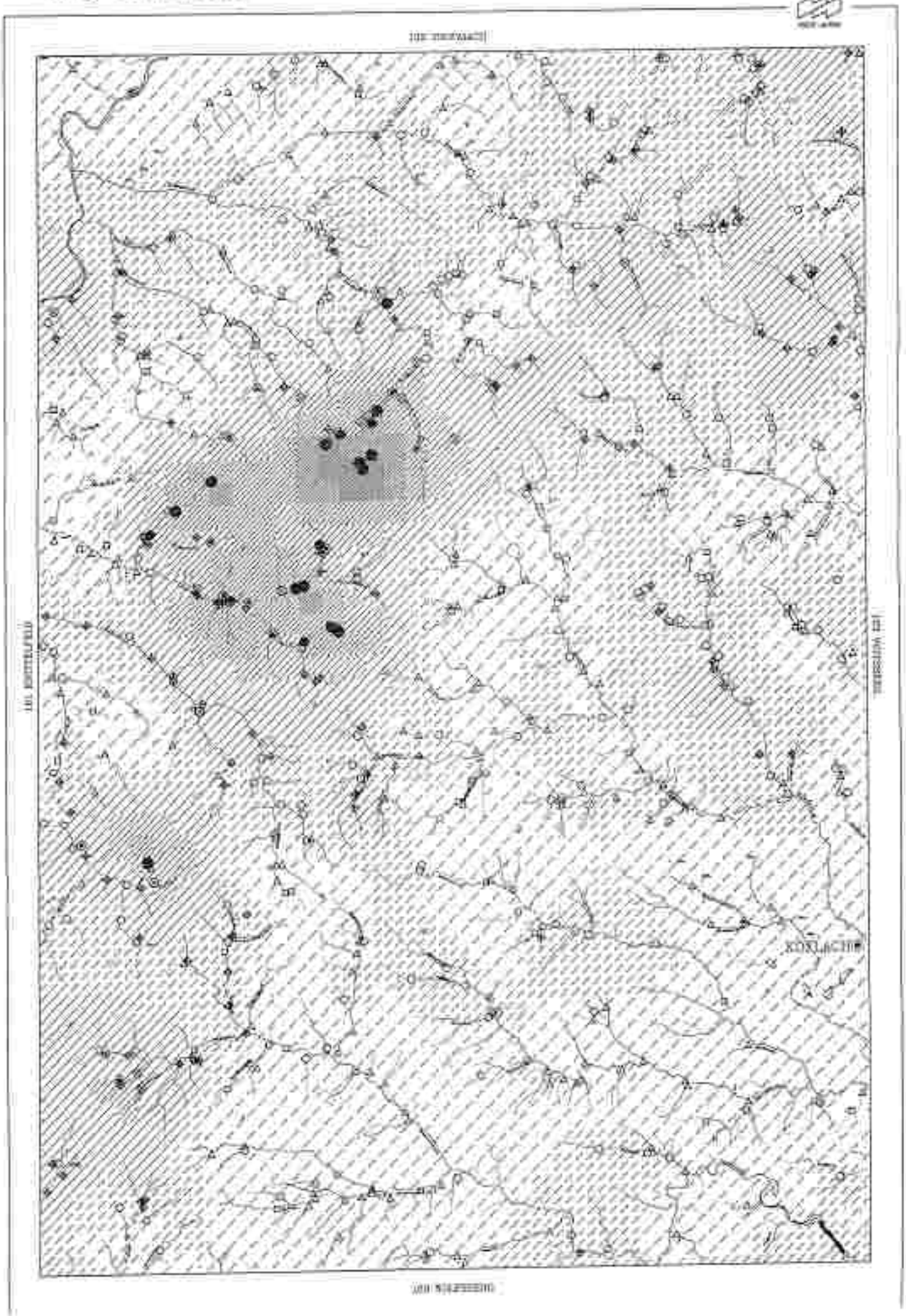
©Literaturarchiv Geologisch-Mineralogischer Landesdienst Steiermark, download https://www.gmld.at/vallberichte.html www.zobodat.at

162 KÖFLACH



©Literaturarchiv Geologisch-Mineralogischer Landesdienst Steiermark, download https://www.gmld.at/vallberichte.html www.zobodat.at

162 KÖFLACH



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Literaturarchiv Geologisch-Mineralogischer Landesdienst Steiermark

Jahr/Year: 1993

Band/Volume: 201

Autor(en)/Author(s): Klein Peter, Schermann Otmar

Artikel/Article: Ergebnisbilanz Steirischer Rohstofforschung 1974-1991 - Teilbericht Geochemische Basisaufnahme 1-23