

---

BODENGEOCHEMISCHE UNTERSUCHUNGEN IM RAHMEN DER  
GEOCHEMISCHEN BASISAUFNAHME ÖSTERREICHS

F. THALMANN, VOEST-Alpine, Eisenerz

---

**ZUSAMMENFASSUNG**

Testweise bodengeochemische Untersuchungen zeigen die enge Beziehung zwischen Gesteinsuntergrund und auflagerndem Boden. Bei der Interpretation von Problemelementbelastungen in Böden sind die Ergebnisse der geochemischen Basisaufnahme des Bundesgebietes, insbesondere die umfassende Multielementanalytik, von essentieller Bedeutung. Anreicherungen von Problemelementen in höheren Bodenhorizonten sind kein direktes Anzeichen für technogen abhängige Kontaminationen, sondern können durchaus auch auf das natürliche Elementangebot aus dem Gesteinsuntergrund und den natürlichen Stoffkreislauf innerhalb des Bodens zurückgeführt werden.

Das umfassende Datenbanksystem bei VOEST-ALPINE wird am Beispiel des Projektes "Geochemisches Basisaufnahme des Bundesgebietes" erläutert.

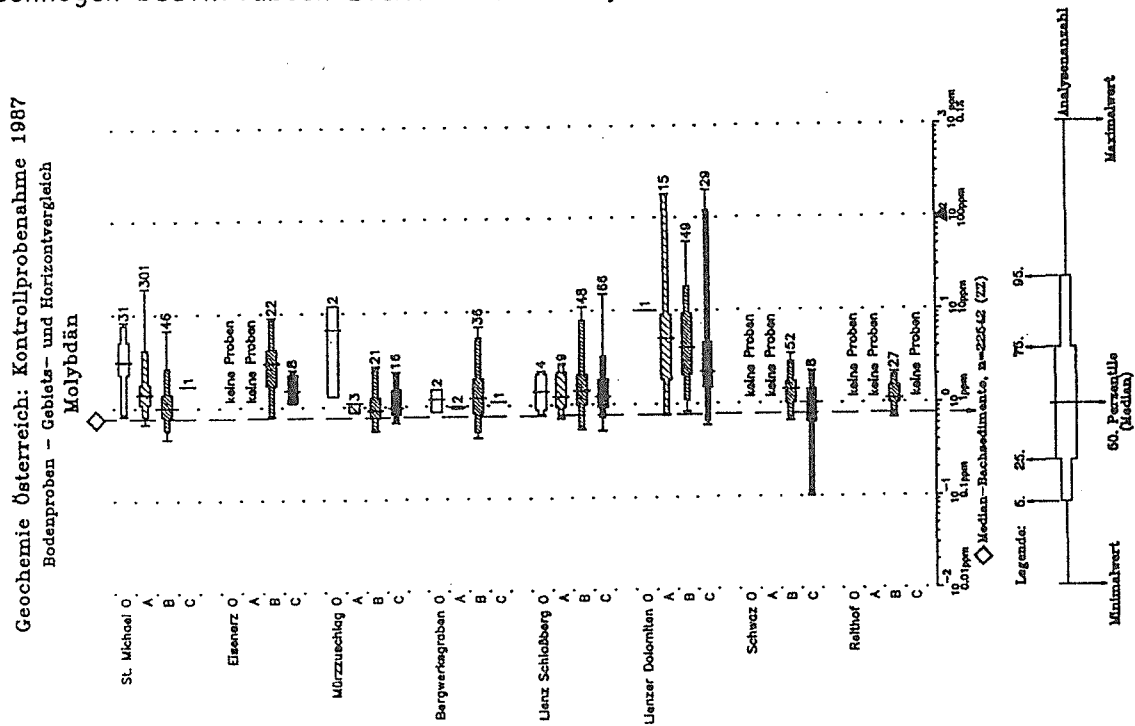
**BODENGEOCHEMISCHE TESTUNTERSUCHUNGEN**

Bekanntlich sind Böden das Produkt einer kontinuierlichen Umwandlung mineralischer und organischer Primärschubstanzen zu neuen, sekundären Bodenbestandteilen unter Zufuhr von Energie und Stoffen aus der Atmosphäre. Die Bodenbildung in Österreich begann nach der letzten Vereisung, vor etwa 10.000 bis 15.000 Jahren. Die Elementverteilung in den einzelnen Bodenhorizonten wird noch wesentlich durch das Angebot aus dem Gesteinsuntergrund beeinflusst. Die stoffliche Zusammensetzung, die Struktur und Textur des Bodens sind aber auch von Lösungsumsetzungen, dem biologischen Kreislauf, den Immissionen anthropogener Art etc. abhängig. Für das Lösungs- und Ausfällungsverhalten einzelner Elemente sind die chemo-physikalischen Bedingungen im Boden bzw. innerhalb der einzelnen Bodenhorizonte maßgebend.

Bei der Bewertung von Elementassoziationen in Böden sind daher in erhöhtem Umfang die geochemischen Verhältnisse des Untergrundes zu beobachten. Dies gilt in besonderem Maß bei der Betrachtung von Problemelementen. Werden diese nicht allein, sondern gemeinsam mit dem Spektrum der

gesteinsbildenden Elemente analytisch bestimmt, wie bei der geochemischen Basisaufnahme des Bundesgebietes, eröffnen sich neue, interessante Aspekte für die Interpretation der Elementverteilung.

Stark erhöhte Molybdängehalte treten beispielsweise über bestimmten Tonschiefern des euxinischen Ablagerungsmilieus auf. Andererseits ist Molybdän auch als Emissionsprodukt von Hüttenbetrieben kennzeichnend für den technogen beeinflussten Elementkreislauf, Abb. 1.

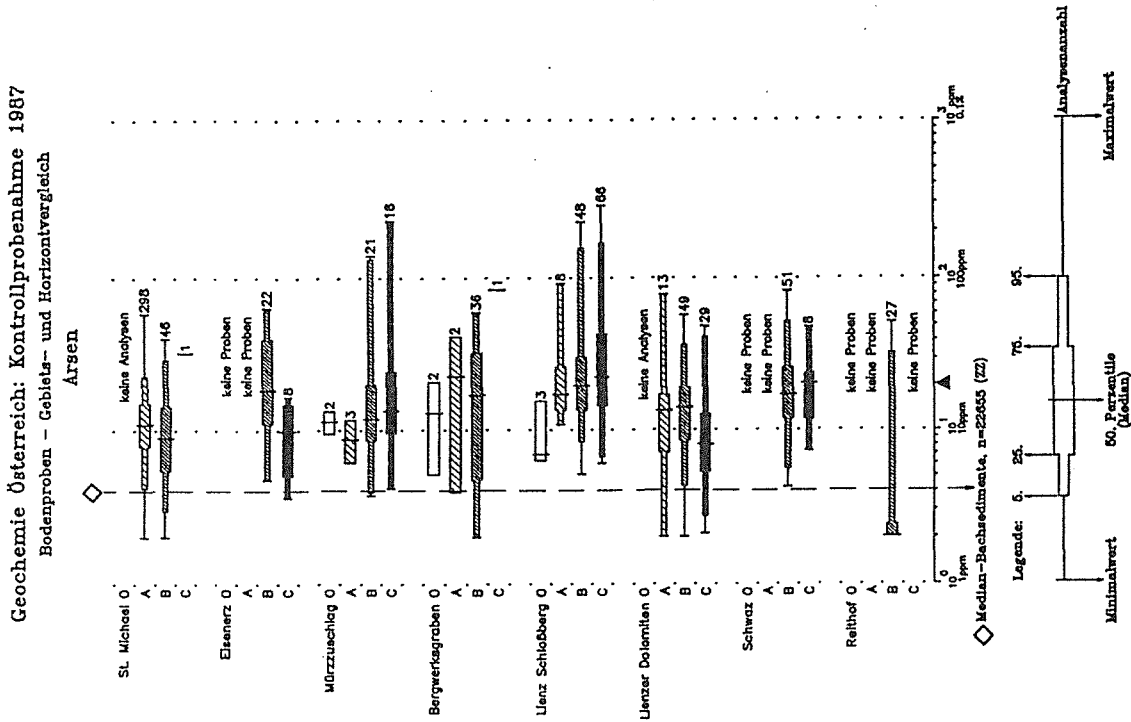


Grenz- bzw. Richtwert entsprechend Klärschlamm-Verordnung BRD.

Daher ist die genaue Kenntnis des Gesteinsuntergrundes hinsichtlich der geochemischen Verfügbarkeit von Problemelementen, aber auch die Abklärung der bodengeochemischen Verhältnisse von wesentlicher Bedeutung für die Interpretation von Elementverteilungen in Böden, besonders in Gebieten mit Industrieemissionen. Bei zunehmender Entfernung zu bekannten Emissionsquellen können die Einflüsse des geogenen Untergrundes bereits durchaus dominieren, in Unkenntnis aber kaum oder nicht entsprechend beachtet werden.

Gezielte bodengeochemische Untersuchungen eröffnen somit u.a. auch die Möglichkeit, die natürliche Elementverteilung von technogen beeinflussten Elementbelastungen abzugrenzen. Die Kenntnis der natürlichen Schwellen-(Pegel)werte ist für landschaftsökologische Diagnosen und

allfällig notwendige, technische Maßnahmen zur Bodenverbesserung von wesentlicher Bedeutung, Abb. 2.



### GEOCHEMISCHE DATENBANK DER VOEST-ALPINE

In den Jahren ab 1978 wurden im Rahmen der geochemischen Basisaufnahme des Bundesgebietes und verschiedener Rohstoffprojekte über 73.000 Proben geogener Materials, wie Gesteinsproben, Schwermineralproben, Bachsedimentproben und Bodenproben gezogen. Die Probenahmedichte in den einzelnen Untersuchungsgebieten ist unterschiedlich und jeweils auf die spezielle Fragestellung abgestimmt. Im Projekt Geochemische Basisaufnahme des Bundesgebietes liegt sie etwa bei 1,4 km<sup>2</sup>/Probe. Die Daten dieser Proben sind weitgehend untereinander verknüpfbar, da die Probenahme, die Probenbehandlung, die Probenvorbereitung im Feld, aber auch die Probenverarbeitung im Labor bzw. die Analytik nach vergleichbaren Richtlinien durchgeführt wurden. Es waren dies die für die Probenahme gültigen ÖNORMEN bzw. Richtlinien der Geologischen Bundesanstalt. Die Analysenwerte stammen zum überwiegenden Teil von der Bundesversuchs- und Forschungsanstalt, Arsenal Wien aus einer Multielementanalytik (ICP und XRF bzw. OES und Analytikmethode nach Gutzeit), Abb. 3.

Multielementanalytik BVFA - Arsenal

Element	analytical method	detection limit	minimum value (registration limit)	unit
Ag	OES	0.02	0.02	ppm
Al	XRF	0.1	0.05	%
As	Gutzelt	2	2	ppm
Ba	ICP	0.5	10	ppm
Be	ICP	0.02	1	ppm
Ca	ICP	0.003	0.01	%
Ce	ICP	0.4	10	ppm
Co	ICP	0.3	3	ppm
Cr	ICP	0.5	10	ppm
Cu	ICP	0.2	3	ppm
Fe	ICP	0.0004	0.12	%
Ga	ICP	0.1	3	ppm
K	XRF	0.02	0.05	%
La	ICP	0.1	10	ppm
Mg	ICP	0.00005	0.05	%
Mn	ICP	0.0003	0.015	ppm
Mo	OES	0.1	0.1	ppm
Na	ICP	0.0005	0.1	%
Nb	XRF	0.1	5	ppm
Ni	ICP	0.6	5	ppm
P	ICP	0.0008	0.05	%
Pb	OES	3	3	ppm
Rb	XRF	0.6	10	ppm
Sb	AAS	0.2	2	ppm
Sc	ICP	0.03	1	ppm
Sn	OES	1	1	ppm
Sr	ICP	0.02	10	ppm
Ti	XRF	0.8	10	ppm
Tl	ICP	0.004	0.05	%
U	XRF	0.2	5	ppm
V	ICP	5	10	ppm
W	XRF	0.8	1	ppm
Y	XRF	0.1	10	ppm
Zn	ICP	0.9	5	ppm
Zr	XRF	2	10	ppm

Bei zahlreichen Proben gibt es auch Werte lösungsanalytischer Teilaufschlußmethoden bzw. Werte einer Parallelanalytik aus firmeneigenen Labors. Von den SM-Proben wurden zum überwiegenden Anteil nur 3 Elemente analysiert.

Die Datenorganisation erfolgt nach einem für alle Proben gleichen Schema, beginnend mit der Probenkennziffer aus 6 Zahlen, wobei die ersten 2 Ziffern das Jahr der Probenahme angeben (beispielsweise Probe 860027 bedeutet, daß die Probe im Jahre 1986 gezogen wurde). Ein nachgestellter Buchstabe bzw. eine Buchstabenkombination geben Auskunft über Art der Probe, wie beispielsweise Gesteinsprobe, Bodenprobe, Bachsedimentprobe etc.

Die Koordinaten von jedem einzelnen Probenpunkt werden im Militärkoordinatensystem erfaßt. Als Fehler für die Koordinatenermittlung ist der jeweilige Aufnahmemaßstab kennzeichnend. Im Projekt Geochemische Basisaufnahme des Bundesgebietes mit Probenahmeplänen im Maßstab 1:50.000 liegt der mittlere Fehler bei  $\pm 50$  m. Hier ist jedoch bei den Probenpunkten zusätzlich eine einfache Lagekontrolle gegeben, da jede Probeentnahmestelle auf dem Gewässernetz liegen muß. Zur komfortablen Nutzung der Probenpunktdaten im Rahmen von Kartographie oder GIS-Systemen wurden die Koordinaten zusätzlich im Meridianstreifensystem 28, 31 und 34 berechnet und dem Datensatz angefügt.

Im Datenbestand derzeit nicht enthaltene Angaben betreffen die Seehöhe, Kennziffern über Morphologie, Landnutzung etc. Diese Kennwerte sind in eigenen Probenahmebüchern im Zuge der Feldarbeit registriert worden.

Im Datensatz der Analytik sind außer den Rohwerten auch Angaben über die Analysenmethode, Rundungsfaktoren, Labor etc. gespeichert und zusätzlich

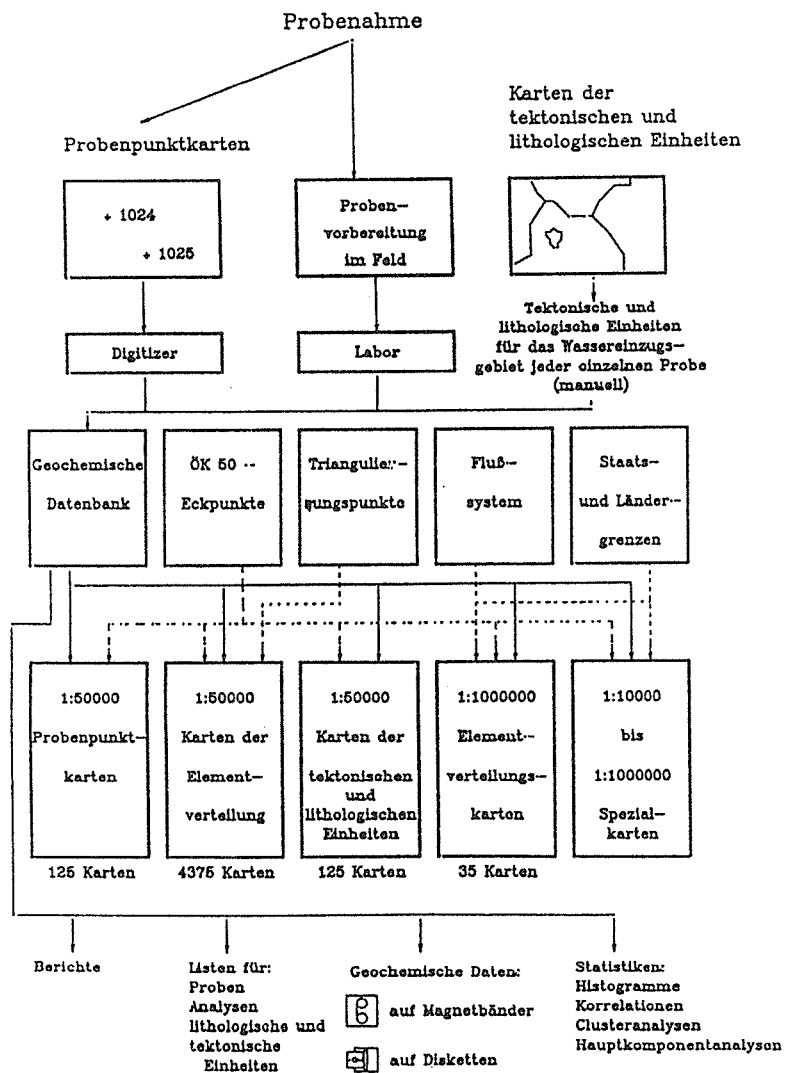


mit Satzlänge 860 byte/Satz (ASCII) verfügbar und über die Geologische Bundesanstalt Wien zugänglich. Eine detaillierte Satzbeschreibung liegt auf. Unter dem System DBASE III sind die Daten ÖK-blattweise ebenfalls bei der Geologischen Bundesanstalt verfügbar. Durch den einfachen und transparenten Satzaufbau erscheint eine komfortable Nutzungsmöglichkeit in Verbindung mit den Karten im Maßstab 1:50.000 gewährleistet.

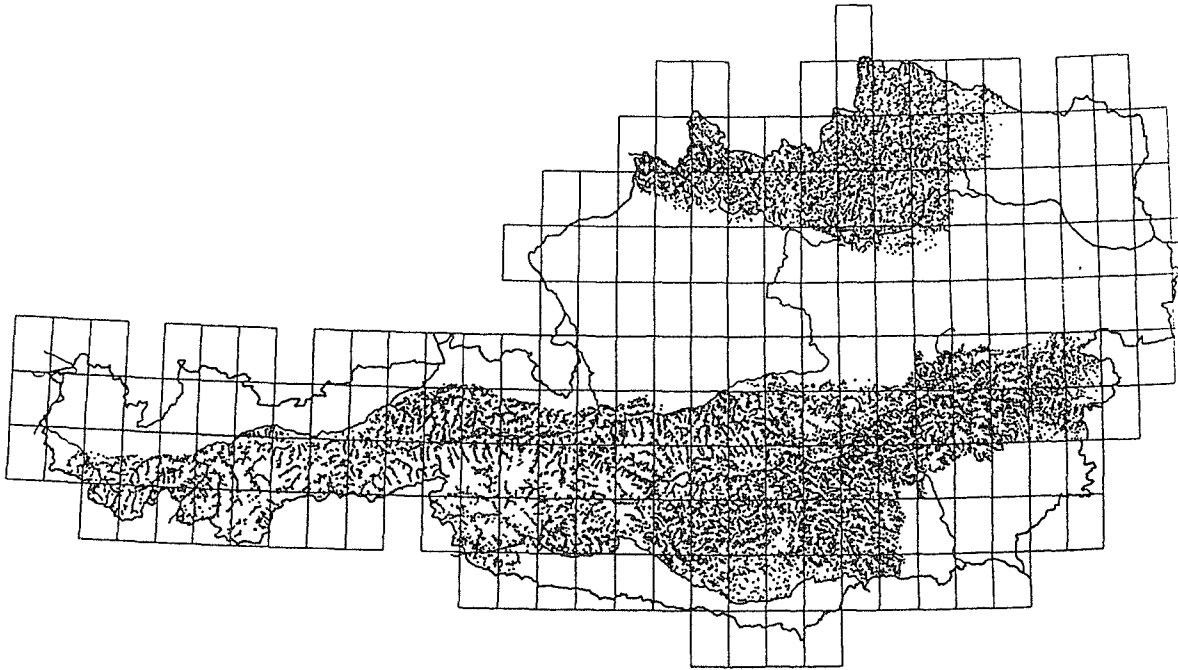
Die Projektergebnisse sind im Detail wie folgt dokumentiert:

- 125 Probenpunktkarten
- 125 Karten mit Angaben zur Tektonik bzw. Lithologie
- 4.375 Karten mit Elementverteilung in Form von Punktsymbolen bzw. Schraffurdarstellung.

Abb. 5 zeigt ein Schema des Informationsflusses.



Sämtlichen Karten ist das Gewässernetz der ÖK 1:50.000 untergelegt.  
Abb. 6 zeigt die Probenpunktverteilung in der Zentralzone bzw. im Gebiet der Böhmisches Masse



Eine zusammenfassende Darstellung erfolgt im "Geochemischen Atlas der Republik Österreich". Er enthält 35 Einzelkarten im Maßstab 1:1,000.000, wobei je Karte die Analysenwerte eines Elementes im Raster 1 x 1 km interpoliert und geglättet dargestellt werden. Der Textteil enthält neben allgemeinen Angaben zum besseren Verständnis der Einzelelementkarten und ihrer Interpretation eine kurze Einführung in die Geochemie des jeweiligen Elementes sowie schlagwortartige Bemerkungen der regionalen Elementverteilung. Auch werden Vergleichsdaten, insbesondere von tlw. noch nicht publizierten Gesteinsanalysen angeführt.

Die Datenorganisation bei den Bodenproben erfolgt nach gleicher Art. Daher können auf kurzem Wege lfd. Verknüpfungen zwischen Bachsedimentgeochemie und Bodengeochemie durchgeführt werden. Als einfaches und wirksames Mittel hat sich bei diesen Vergleichen die Darstellung über Boxplots bewährt. Sie haben den Vorteil, daß relativ viele Datenkollektive übersichtlich verglichen werden können. Da sämtliche Probenpunkte koordinatenmäßig erfaßt sind, können bei Bedarf jeweils flächige Verrechnungen durchgeführt werden. Für die Bearbeitung sind derzeit folgende Software-Pakete in Verwendung:

- Surface II in Kombination mit Fortranprogrammen für kartographische Darstellungen. Surface II wurde zu diesem Zwecke wesentlich erweitert.
- Minigraph - zur Darstellung von verschiedenen Gebrauchsgraphiken, insbesondere von Scattergrammen, Boxplots etc.
- Oracel - relationale Datenbank für die flexible Datenorganisation.

### SCHLUSSFOLGERUNG

Bei Projektdokumentationen soll hinkünftig vorallem auf eine möglichst transparente, übersichtliche Datendarstellung Wert gelegt. Berichte mit "irrsinnslangen" Datenlisten, womöglich im Bericht direkt eingebaut, führen zu deren Unlesbarkeit. Hier sollten neue Wege gefunden werden. Berichte sollen dem Leser Information über den Datenbestand und die daraus abgeleiteten Ergebnisse geben. Die jederzeit nachvollziehbare Dokumentation bzw. das Rohdatenmaterial müßte im kurzen Wege stets zugänglich sein. Ein Vorschlag wäre beispielsweise die Beigabe der Rohdaten auf einer Diskette mit genauer Satzbeschreibung im Anhang zu jedem Bericht.

### LITERATUR

SCHEFFER/SCHACHTSCHABEL, Lehrbuch der Bodenkunde, 11. Auflage, Ferdinand Enke Verlag, Auflage 1984.

THALMANN, SCHERMANN, SCHRÖLL, HAUSBERGER: Geochemischer Atlas der Republik Österreich, Geologische Bundesanstalt, Wien 1989.

HAUSBERGER: Gis and computer-mapping aspects of the austrian stream-sediment geochemical sampling project.