

Die Arsenanomalie Feistritz am Wechsel (Niederösterreich)

RICHARD GÖD & GERHARD HEISS*)

5 Abbildungen und 2 Tabellen

*Niederösterreich
Wechselgebiet
Unterostalpin
Arsen
Bodenproben*

*Österreichische Karte 1 : 50.000
Blatt 105*

Inhalt

Zusammenfassung	437
Abstract	437
1. Einführung	438
2. Topographie und Geologie des Untersuchungsgebietes	438
3. Ergebnisse des geochemischen Atlases	438
4. Bodengeochemie	440
5. Petrographisch-mineralogische Beobachtungen	441
6. Wasserproben	441
7. Schlußfolgerungen	442
Literatur	443

Zusammenfassung

Der „Geochemische Atlas der Republik Österreich“ (THALMANN et al., 1989) zeigt, verstreut über das gesamte Bundesgebiet, eine große Anzahl von Arsenanomalien in Bachsedimenten. Die östlichste dieser markanten Arsenanomalien innerhalb des geochemischen Atlases findet sich auf Blatt 105 Neunkirchen, nördlich der Ortschaft Feistritz und bedeckt eine Fläche von rund 10 km².

Geologisch gesehen befindet sich das Untersuchungsgebiet im Bereich des unterostalpinen „Semmering-Wechselsystems“. Die entnommenen Bodenproben zeigen die nachfolgende Arsenverteilung: arithmetisches Mittel: 63 ppm; Median: 29 ppm; Min.: 3 ppm; Max.: 440 ppm. Es handelt sich um eine „Monoelement-Anomalie“. Insgesamt 18 Proben weisen Arsengehalte >50 ppm auf und übersteigen somit den „Toxizitätswert“ von 50 ppm sensu EIKMANN & KLOKE (1988).

Die Arsengehalte sind auf eine natürliche Arsenkiesmineralisation zurückzuführen. Das Verteilungsmuster der Bodenproben ist unregelmäßig und weist keine Vorzugsrichtung auf. Berücksichtigt man die räumlich ausgedehnte Verbreitung der an die Phyllite der Grobgneisserie gebundenen Arsenanomalien, wie sie der geochemische Atlas erkennen läßt, – immerhin beträgt die Entfernung zu den vergleichbaren Anomalien des Raumes Mürzzuschlag etwa 20 km – so ist anzunehmen, daß das Arsen zum syngenetischen Stoffbestand dieser lithologischen Einheit gehört.

Eine weitere Besonderheit des Untersuchungsgebietes stellen Blöcke einer grobkörnigen, stark limonitisierten Hangbreccie dar. Die Breccie enthält 110 ppm As.

Die Arsengehalte der örtlichen Gerinne (Anzahl der Wasserproben n = 14) betragen im (arithmetischen) Schnitt 20 ppb und übersteigen im Falle einer Probe, die räumlich mit den höchsten Arsengehalten in den Böden zusammenfällt, mit 78 ppb As den WHO-Grenzwert von 50 ppb.

The Arsenic Anomaly of Feistritz/Wechsel (Lower Austria)

Abstract

The geochemical Atlas of Austria shows that arsenic is unusually enriched in Austrian stream sediments. The majority of stream sediment As anomalies can be explained by ancient to recent attempts to mine mostly very minor mineralisations and correlate here well with anomalies of the base metals. There exist, however, a number of As-anomalies, where As is not accompanied by unusual high contents of any of the base metals; the easternmost is the anomaly around Feistritz/Wechsel, covering some 10 km². Similar arsenic anomalies occur for another 20 km further to the W. The anomaly occurs in homogeneous phyllonitic mica-schists of pre-variscan age (“Grogneisserie”). Arsenic concentrations in soil samples (fraction <2 mm, n = 50) characterised by their median/mean and maximum values are as follows: 29/63/440 ppm. 18 samples exceed the action level for contaminated land commonly set at 50 ppm (“toxicity level” of EIKMANN & KLOKE, 1988). The anomaly is caused by a natural arsenopyrite mineralisation assumed to be of syngenetic origin. Arsenic concentrations in water samples from local creeks (n=14) display an arithmetic mean of 20 ppb and a maximum of 78 ppb, slightly above the WHO threshold of 50 ppb.

*) Anschrift der Verfasser: RICHARD GÖD & GERHARD HEISS: Österreichisches Forschungs- und Prüfzentrum Arsenal Ges.m.b.H., Faradaygasse 3, A-1030 Wien.

1. Einführung

Der „Geochemische Atlas der Republik Österreich“ (THALMANN et al., 1989) zeigt, verstreut über das gesamte Bundesgebiet, eine große Anzahl von Arsenanomalien in Bachsedimenten. Diese sind in vielen Fällen auf ehemalige Bergbautätigkeiten und somit auf bekannte Mineralisationen zurückzuführen, daneben treten aber auch Anomalien auf, für deren Ursache gegenwärtig eine Erklärung fehlt.

Laufende geochemische Untersuchungen solcher Anomaliegebiete durch das ÖFPZ Arsenal, Geotechnisches Institut, in der Saualpe (GÖD, 1993; GÖD, 1994a,b; GÖD, 1996) konnten nachweisen, daß in den Böden der Einzugsgebiete von kontaminierten Bach- und Flußläufen mit Arsengehalten in der Größenordnung von einigen 100 ppm gerechnet werden muß.

Die östlichste dieser markanten Arsenanomalien innerhalb des geochemischen Atlases findet sich auf Blatt 105 Neunkirchen nördlich der Ortschaft Feistritz im Feistritztal, etwa 5 km östlich von Kirchberg/Wechsel und bedeckt eine Fläche von rund 10 km² (Abb. 1). Dieses Gebiet ist bezüglich des Arsengehaltes von Böden auch in der Niederösterreichischen Bodenzustandsinventur 1994 indiziert.

Zum besseren Verständnis ist in der folgenden Tabelle 1 ein kurzer Überblick über die in Lithosphäre und Hydrosphäre auftretenden Arsengehalte gegeben.

Tabelle 1.
Durchschnittsgehalte von Arsen in Gesteinen, Böden und Wässern.
Literatur: 1 = WEDEPOHL, 1991; 2 = WEDEPOHL, 1978; 3 = AUGUSTIN-GYURITS & SCHROLL, 1992; 4 = MOORE & RAMAMOORTHY, 1984

Medium	Gehalt	Literatur
Erdkruste	3,4 ppm	1
Basalte/Gabbros	1,5–2 ppm	1
Granite	1,5 ppm	1
pelagische Tone	11 ppm	2
Tonschiefer	10 ppm	1
Sandsteine	1 ppm	2
Karbonate	2,5 ppm	1
Phosphate	15 ppm	2
Kohle	15 ppm	3
Österr. Braunkohle	28,3 ppm	3
Meerwasser	2 ppb; 1,6 ppb	4; 1
Süßwasser (Flüsse)	0,15–0,45 ppb; 1,7 ppb	4; 1
Süßwassersedimente	3–13 ppm	4
Böden (unkontaminiert)	7 ppm; selten >10 ppm 5–10 ppm	4 2

Ziel der vorliegenden Untersuchung war die Klärung der Herkunft des Arsens sowie die Erfassung der Verteilung des Arsens im Boden.

2. Topographie und Geologie des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet wird durch die für das Wechselgebiet so charakteristische sanfte Hügellandschaft geprägt und erstreckt sich in einer Höhenlage zwischen 450 m (Feistritz) und 850 m NN (Urbanikapelle) (Abb. 1). Etwa in der Mitte des Gebietes, der allgemeinen Linie Ödenkirchen – Urbanikapelle – Hollabrunner Riegel folgend, verläuft ein NNW–ESE streichender Kamm, der das Arbeitsgebiet annähernd zu gleichen Tei-

len in einen nach N in den Haßbachgraben und einen nach S, in das Feistritztal, entwässernden Abschnitt teilt. Rund zwei Drittel des Geländes sind waldbedeckt, ein Drittel entfällt auf Wiesen und Äcker.

Die geologische Beschreibung stützt sich auf PAHR (1980), die Aufnahmsberichte von MATURA (1984 und 1986), auf die in Ausarbeitung befindlichen Erläuterungen zum Kartenblatt 105 Neunkirchen (MATURA, unveröffentlicht; für die Erlaubnis zur Einsichtnahme sei an dieser Stelle gedankt) sowie auf eigene Beobachtungen.

Geologisch gesehen befindet sich das zu untersuchende Gebiet im Bereich des unterostalpinen „Semmering-Wechselsystems“ und wird – von räumlich verschwindenden Anteilen am Permo-Mesozoikum des Semmeringsystems knapp S Haßbach abgesehen – ausschließlich von den Gesteinen der Grobgneisserie aufgebaut. Diese Serie setzt sich aus dem namensgebenden, variszischen Grobgneis sowie aus dessen Hüllgesteinen zusammen. Der Grobgneis, im Untersuchungsgebiet nur kleinräumig S Haßbach aufgeschlossen, steht zu seinen Hüllgesteinen in einem Intrusivverband. Letztere Gesteine sind quarzreiche, eintönige, häufig granatführende, diaphthoritische und phyllitische Glimmerschiefer. Diese Gesteine sind es, die den gesamten zur Diskussion stehenden Bereich aufbauen und innerhalb derer die gegenständliche Arsenanomalie auftritt.

Tektonisch gesehen läßt die Schieferung einen flachen Faltenbau erkennen (MATURA, unveröffentl. Erläuterungen zu ÖK 105), wobei der erwähnte WNW-ESE streichende Kamm Ödenkirchen – Hollabrunner Riegel eine Antiklinale darstellt. Das Einfallen liegt im Schnitt um 20° bis 30° und übersteigt im Maximum 50° nicht.

Die Luftbildauswertung (Abb. 2) läßt eine Dominanz annähernd N–S respektive NNE–SSW streichender Lineamente erkennen, denen auch die Hauptgerinne folgen. Untergeordnet treten WNW–ESE verlaufende Strukturen auf, noch seltener sind E–W Richtungen erkennbar.

3. Ergebnisse des Geochemischen Atlases

Es ist in diesem Zusammenhang von Interesse, daß die Arsenanomalie des Raumes Feistritz die östlichste Fortsetzung einer räumlich wesentlich ausgedehnteren Gruppe von Arsenanomalien darstellt, die sich aus dem Bereich Mürrzuschlag Richtung E über rund 20 km streichender Länge verfolgen läßt und an die phyllonitischen Glimmerschiefer der Grobgneisserie geknüpft ist.

Von besonderem Interesse ist der Umstand, daß laufende Untersuchungen am geotechnischen Institut/Arsenal kürzlich zum Auffinden einer weiteren Arsenanomalie in Bachsedimenten S Sommerein (ÖK 78 Rust) führten, die ebenfalls im Bereich von Glimmerschiefern der unterostalpinen Grobgneisserie auftritt (R. HOLLNSTEINER, pers. Mitt., 1996). Dies bedeutet, daß hohe Arsengehalte im Bereich der unterostalpinen Grobgneisserie zur Zeit über eine streichende Länge von rund 80 km nachgewiesen sind.

Eine zusätzliche Gemeinsamkeit dieser Anomalien ist der Umstand, daß es sich in allen diesen Fällen um eine „Monoelement“-Anomalie handelt, bei der neben dem Ar-

Abb. 1.
Geographische Lage des Untersuchungsgebietes.
Lage der Probenahmepunkte sowie Isolinien-darstellung der Arsengehalte der Bodenproben.

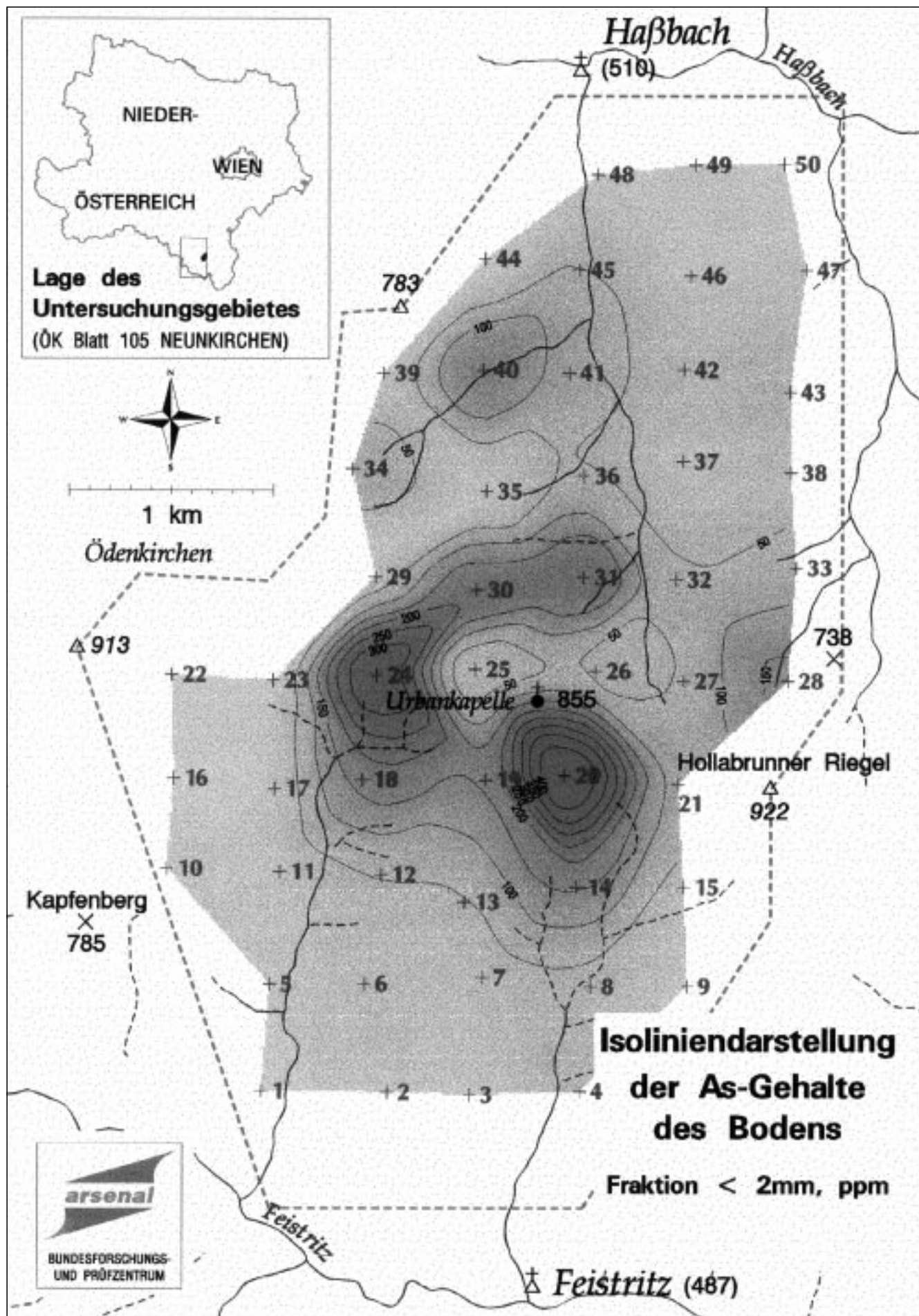


Abb. 2.
Photolineamente.
Lage der Bodenproben mit As >50 ppm.

sen keine weiteren Begleitelemente, wie etwa Buntmetalle, auftreten.

Die gegenständliche Arsenanomalie Feistritz ist im geochemischen Atlas durch insgesamt 9 Bachsedimentproben mit erhöhten Arsengehalten ausgewiesen (max. 200 ppm) und wurde durch eine Nachbeprobung vor Beginn des vorliegenden Projektes verifiziert.

4. Bodengeochemie

Die Probenahme selbst sowie die bodenkundliche Ansprache erfolgte durch zwei Projektteams der Lehrkanzel Bau-geologie, Univ. f. Bodenkultur, Abtlg. Bodenkunde; es wurden insgesamt 50 Bodenproben im Raster von 500 m x 500 m genommen, die statistische Auswertung der analytischen Resultate ist der Abb. 3 zu entnehmen, die räumliche Verteilung der Arsengehalte der Abb. 1.

Von den insgesamt 50 Proben liegen die Arsengehalte von 18 Proben über dem „Toxizitätswert“ (sensu EIKMANN & KLOKE, 1988) von 50 ppm. Das Maximum entspricht somit annähernd dem 9-fachen dieses Wertes. Zum Vergleich sei nochmals auf Tab. 1 verwiesen, in der die Durchschnittsgehalte von unkontaminierten Böden mit 5 bis 10 ppm angegeben sind.

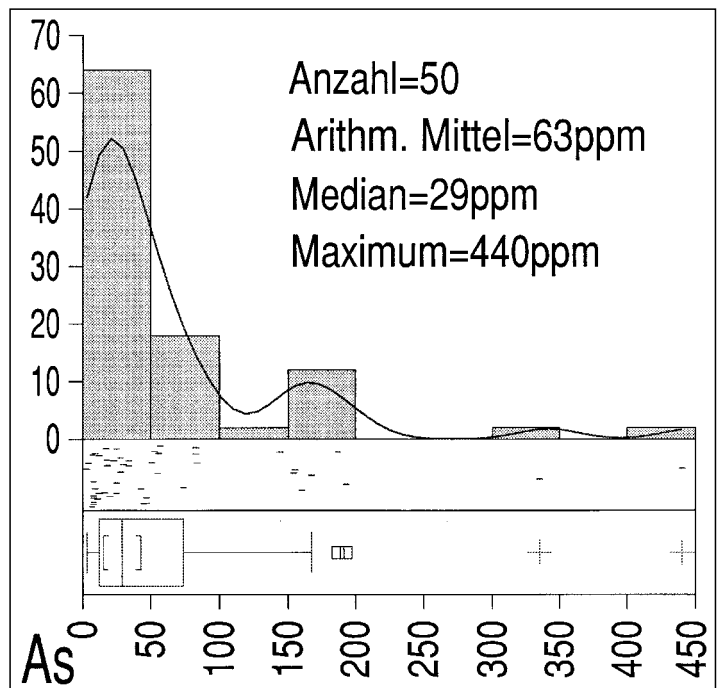
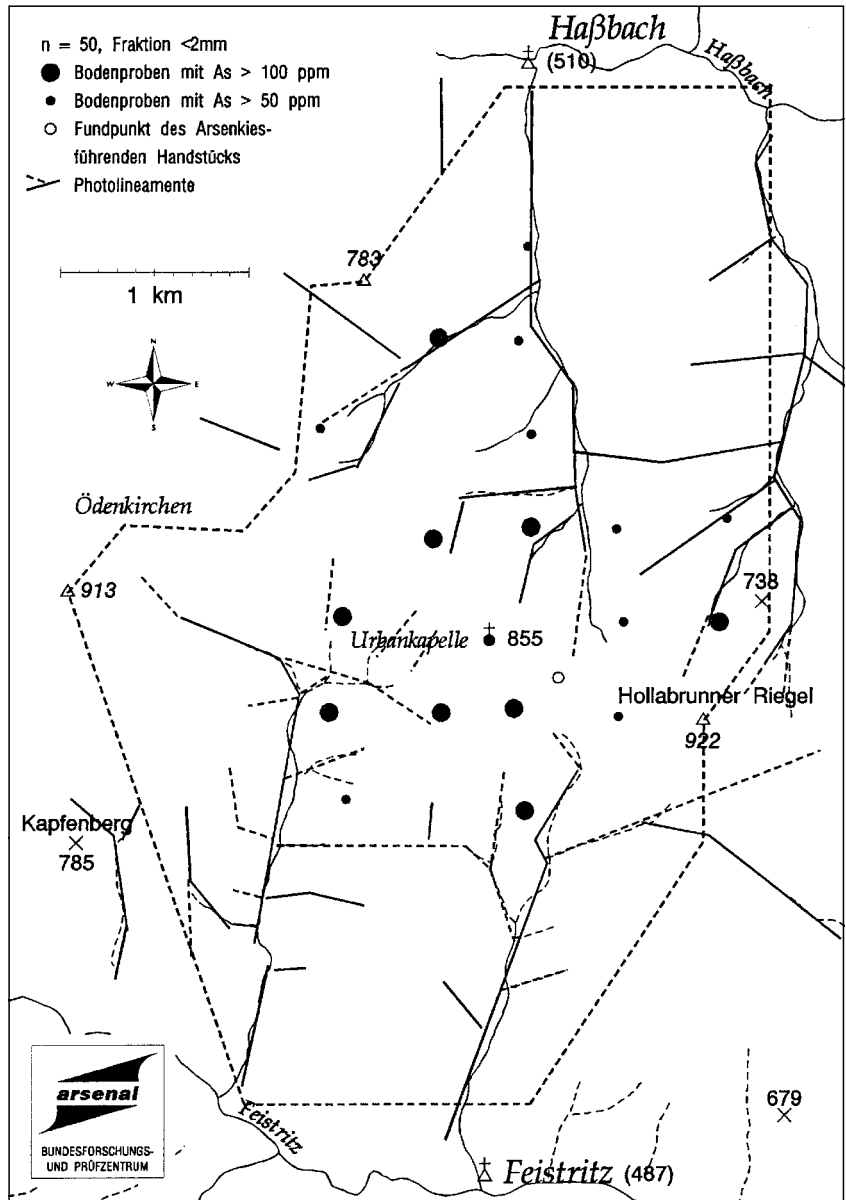
In Übereinstimmung damit stehen die Ergebnisse der Niederösterreichischen Bodenzustandsinventur 1994, die für Arsen die nachfolgenden Kenngrößen der Arsenverteilung in Böden angibt (n = 1449): arithmetisches Mittel: 8,4 ppm; Median: 7,5; Maximum: 345 ppm.

Aus allgemeinem Interesse wurden darüberhinaus an 8 ausgewählten Proben zusätzlich die Selen-Gehalte bestimmt:

Tabelle 2.
Selengehalte ausgewählter Proben.

Probe Nr.	Se [ppb]
14	< 50
18	70
20	< 50
24	80
28	240
30	< 50
31	< 50
40	100

Abb. 3.
Statistische Übersicht über die analytischen Resultate.
Arsengehalte.



Auch in diesem Falle sei auf die Ergebnisse der „Niederösterreichischen Bodenzustandsinventur“ hingewiesen (n = 1449): arithmetisches Mittel: 270 ppb; Median: 230 ppb; Maximum: 3,2 ppm.

5. Petrographisch-mineralogische Beobachtungen

Wie erwähnt, wird das Untersuchungsgebiet von eintönigen, quarzreichen phyllitischen Glimmerschiefern – zurücktretend und örtlich beschränkt auch von Paragneisen – aufgebaut. Gelegentlich braun anwitternde, an Brandzonen erinnernde Gesteinspartien sind örtlich zu beobachten.

In dem feinkörnigen Grundgewebe ist Quarz der dominierende Hauptgemengteil, gefolgt von Muskovit, dessen Anteil seinerseits jenen von Biotit in aller Regel deutlich übersteigt. Der Chloritanteil kann örtlich auf 10-15 % ansteigen und verleiht dann dem Gestein einen grünlichen Farbton. Granat findet sich fast durchgehend als mengenmäßig stark zurücktretender, oft nur unter dem Mikroskop erkennbarer Gemengteil. In den untersuchten Schlifften tritt Plagioklas lediglich untergeordnet auf. Insgesamt sind die Schwankungsbreiten der einzelnen mineralogischen Komponenten aber gering. An Akzessorien können Apatit, Klinozoisit, Zirkon, sowie (selten) Turmalin, Epidot und graphitisches Pigment beobachtet werden.

Der direkte Nachweis einer Arsenmineralisation konnte lediglich an einem Handstück, für dessen Überlassung die Verfasser Herrn HR Dr. GOTTSCHLING, NÖ Landesregierung, zu Dank verpflichtet sind, geführt werden. Folgende Beobachtungen konnten angestellt werden:

- Das phyllitische Handstück wird von einem gangförmigen, s-parallelen Quarz-Feldspat-Mobilisat durchzogen.
- Die Mineralisation, bei der es sich erwartungsgemäß um Arsenkies handelt, tritt in unmittelbarer Nachbarschaft des besagten Gängchens, also innerhalb des Phyllites, auf.
- Der Arsenkies ist mehr/minder s-parallel geregelt, die hypidiomorph bis idiomorphen Kristalle erreichen einige mm Länge.
- Es ist aufgrund des mikroskopischen Befundes (Auflicht) anzunehmen, daß es sich bei den beobachteten Arsenkieskristallen um Mobilisate im Zusammenhang mit der Bildung des Quarz-Feldspatgängchens handelt,

wobei die Herkunft des Arsen aus dem Gestein selbst anzunehmen ist.

- Neben dem Arsenkies ist als weiteres Sulfid lediglich Pyrit zu erkennen.
- Das Gängchen selbst ist frei von einer sulfidischen Mineralisation.

An Hand dieses einen Handstückes lassen sich weder die für eine schichtgebundene noch jene für eine gangförmige Anlage der Mineralisation typischen Merkmale einwandfrei feststellen. Von zwei Proben aus „brandigen Zonen“ wurden die Arsengehalte bestimmt, mit 3 ppm respektive 9 ppm Arsen wiesen diese jedoch den geochemischen Durchschnittsgehalt auf. Die rostige, an Brandzonen erinnernde Verwitterung ist auf eine Pyritführung zurückzuführen.

Eine auffällige petrographische Besonderheit konnte bei den Geländebegehungen im unteren Kandlgraben, etwa im Bereich der Wasserprobe 3 (Abb. 5) aufgefunden werden. Es handelt sich dabei um Blöcke einer grobkörnigen, stark limonitisierten Breccie, deren Einzelkomponenten im Maximum mehrere cm Durchmesser aufweisen und die durch limonitisierte Substanzen verkittet sind (Abb. 4). Der größte der drei aufgefundenen Blöcke wies einen maximalen Durchmesser von knapp einem Meter auf. Dünnschliff- sowie röntgenographische Untersuchungen zeigen die folgende Zusammensetzung: Quarz, Plagioklas, Muskovit, Chlorit sowie etwa 5 % Goethit; diese Zusammensetzung (naturgemäß ohne den Goethit) entspricht somit erwartungsgemäß der umgebenden Lithologie. Das brecciöse Gestein ist als Hangbreccie anzusprechen.

Neben diesen petrographischen Eigenschaften ist das Gestein durch seinen Arsengehalt von 110 ppm ausgezeichnet, wobei das Arsen offenkundig an die mehr/min-der amorphen Eisenoxyside und wahrscheinlich auch an den Goethit gebunden ist. Daraus wiederum läßt sich die Existenz arsenhaltiger Verwitterungslösungen in Böden ableiten.

6. Wasserproben

Im Untersuchungsgebiet wurden aus den örtlichen Gerinnen insgesamt 14 Wasserproben entnommen und auf ihren Arsengehalt sowie pH-Wert analysiert, die Probenahmeorte sowie analytischen Resultate sind der Abb. 5 zu entnehmen.

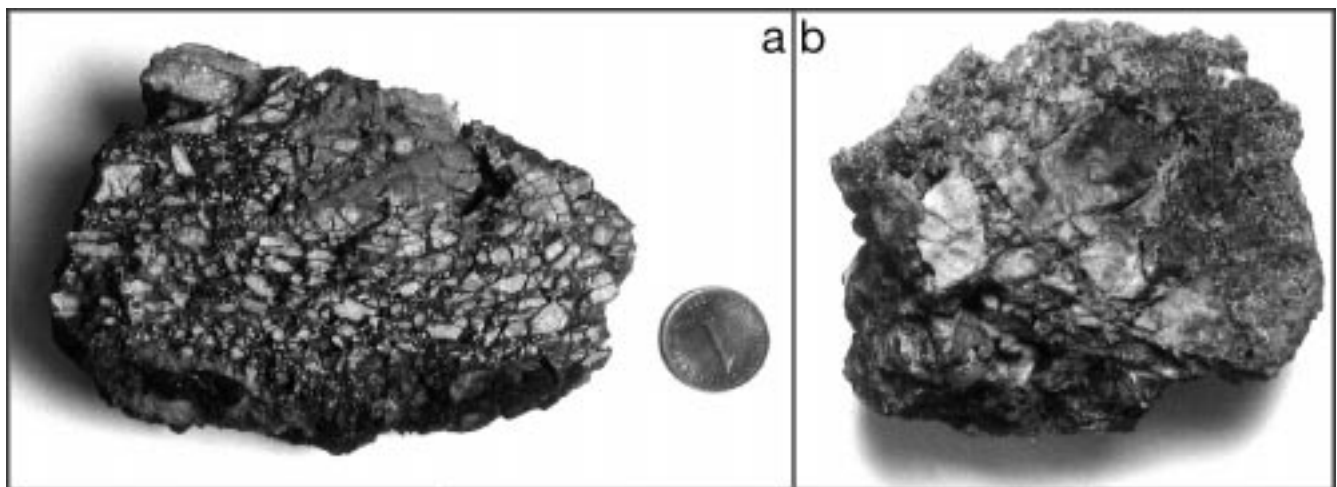
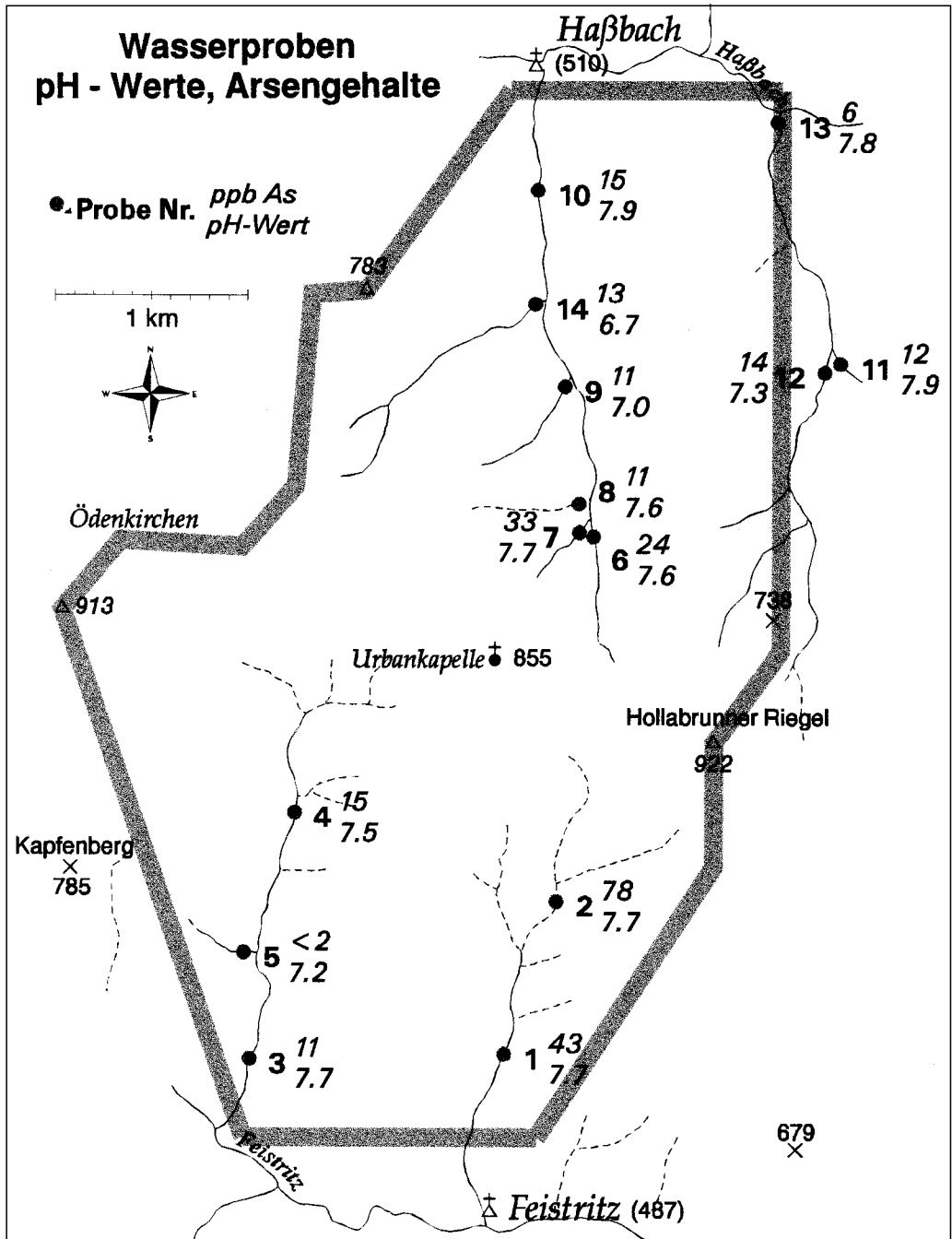


Abb. 4.
Limonitisierte Hangbreccie.

Abb. 5.
Lage, pH-Werte und Arsengehalte der Wasserproben.



Die Literaturangaben für Arsengehalte von Süßwasser (Flüsse) liegen bei 0,15–0,45 ppb (FERGUSON & GAVIS, 1972), nach anderen Angaben bei 1,7 ppb (WEDEPOHL, 1991). Der von der Weltgesundheitsorganisation festgesetzte und im österreichischen Lebensmittelbuch (B1 Trinkwasser, Fassung 1993) festgelegte Grenzwert für Trinkwasser liegt gegenwärtig bei 50 ppb.

Wie der Abb. 5 zu entnehmen ist, wird dieser Grenzwert in der Probe 2 mit 78 ppb überschritten und im Falle der Probe 1 (43 ppb) knapp erreicht. Das betreffende Gerinne entwässert jenes Teilgebiet, in dem gleichzeitig die höchsten Arsengehalte in den Böden auftreten.

7. Schlußfolgerungen

Von den innerhalb des „Geochemischen Atlases“ ausgedehnten Arsenanomalien in Bachsedimenten ist die am weitesten östliche, im Raume Feistritz/Wechsel gelegene, Gegenstand der vorliegenden Untersuchung.

Die Anomalie bedeckt eine Fläche von rund 10 km², die höchsten Arsengehalte in den Bachsedimenten liegen über 200 ppm. Ähnliche, räumlich wesentlich ausgedehntere solcher Anomalien finden sich westlich des Untersuchungsgebietes im Raume Müzzuschlag (THALMANN et al., 1989); in allen diesen Fällen finden sich diese Anomalien innerhalb ein und derselben lithologisch-geologischen Einheit, nämlich innerhalb von Quarzphylliten der Grobneisserie.

Wie erwähnt, führten jüngste Arbeiten zum ersten Nachweis einer noch weiter E gelegenen Arsenanomalie (siehe Pkt. 3), sodaß erhöhte Arsengehalte zur Zeit über

rund 80 km streichender Länge bekannt sind. Eine solch großregionale geochemische Besonderheit einer tektonisch-lithologischen Einheit kann nur als eine primäre Anlage, also als syngenetisch gedeutet werden.

Die entnommenen Bodenproben (n = 50) weisen einen durchschnittlichen Arsengehalt von 63 ppm (arithmetisches Mittel) und einen maximalen von 440 ppm auf (Abb. 3). Die höchsten Gehalte gruppieren sich räumlich um die „Urbankapelle“ (Abb. 1, 2). Das Verteilungsmuster der Bodenproben (ibid.) mit höheren Arsenkonzentrationen ist unregelmäßig und weist keine Vorzugsrichtung auf. Eine Korrelation hoher Arsengehalte mit tektonischen Elementen, wie sie das Luftbild erkennen läßt, scheint nicht zu bestehen (in diesem Zusammenhang ist auf das Probenahmeraster von 500 x 500 m hinzuweisen).

Die Arsengehalte der Böden sind auf eine natürliche Arsenkiesmineralisation zurückzuführen. Das phyllitische Gestein zeigt Arsenkieskristalle bis etwa 5 mm Größe. Im

Auflicht zeigt sich, daß die Arsenkieskristalle Mobilisate in Zusammenhang mit der Bildung eines Quarz-Feldspatgängchens darstellen; neben dem Arsenkies ist als einzige weitere Erzphase Pyrit zu beobachten. Eine Entscheidung, inwieweit die Mineralisation schichtgebunden angelegt oder an Mobilisate gebunden ist, läßt sich naturgemäß an diesem einzelnen Handstück nicht treffen. Rostig anwitternde Gesteinspartien, wie sie gelegentlich im Gelände zu beobachten sind und die an „Brandzonen“ erinnern, haben ihren Ursprung in einer Pyritführung. Solche „brandige“ Zonen weisen Arsengehalte unter 10 ppm auf, was dem geochemischen Durchschnitt entspricht.

Berücksichtigt man die räumlich ausgedehnte Verbreitung der an die Phyllite der Grobgnesserie gebundenen Arsenanomalien – immerhin beträgt die Entfernung zu den vergleichbaren des Raumes Müzzuschlag etwa 20 km – und verallgemeinert man den Befund dieser Studie, so ist anzunehmen, daß das Arsen zum (syngenetischen) Stoffbestand dieser lithologischen Einheit gehört.

Der Arsengehalt der örtlichen Oberflächenwässer liegt über dem geochemischen Durchschnitt (Tab. 1) und übersteigt in einem Falle den gesetzlichen Grenzwert. Das Gerinne mit den höchsten Arsengehalten (Abb. 5) entwässert gleichzeitig den Teilbereich des Untersuchungsgebietes mit den höchsten Bodengehalten.

Das Auftreten von arsenhaltigen Bodenwässern wird weiters indirekt durch das Auftreten einer Hangbreccie (Abb. 4) mit einem Arsengehalt von 110 ppm belegt. In diesem Falle ist es sehr wahrscheinlich, daß das Arsen an die limonitischen Substanzen gebunden ist, die das Bindemittel der Breccie darstellen.

Eine häufig zitierte und angewendete Vorgangsweise bei der Bewertung von Böden mit Schadstoffbelastung ist das „Drei-Bereiche-System“ nach EIKMANN-KLOKE (1988). Diese drei Bereiche werden wie folgt definiert:

- **Bodenwert I = BW I = Grundwert**
Es ist dies der „obere, geogen und pedogen bedingte Istwert natürlicher Böden ohne wesentliche, anthropogen bedingte Einträge“.
- **Bodenwert II = BW II = Toleranzwert**
Dies ist jener „Schutzgut- und nutzungsbezogene Gehalt in Böden, der trotz dauernder Einwirkung auf die jeweiligen Schutzgüter deren normale Lebens- und Leistungsqualität auch langfristig nicht negativ beeinträchtigt“.
- **Bodenwert III = BW III = Toxizitätswert**
Dies ist „jener Gehalt im Boden, bei dem Schäden an Schutzgütern wie Pflanze, Tier und Mensch sowie an Nutzungen und Ökosystemen erkennbar werden können. Der BW III ist ein phyto-, zoo-, human- und öko-toxikologisch abgeleiteter Wert“.

Die genannten Autoren führen weiters aus: „Bei Überschreitung des BW III ist eine gesundheitliche Gefährdung des Menschen innerhalb der angegebene Nutzungsart auf Dauer nicht auszuschließen. Aus Gründen der Vorsorge sollte der Kontakt zum kontaminierten Boden dann kurzfristig unterbunden werden“.

Für landwirtschaftliche Nutzflächen nicht agrarischer Ökosysteme – also für die Viehzucht und die Forstwirtschaft – und für das Element Arsen wird der Bodenwert II mit 40 ppm, der Bodenwert III mit 60 ppm angegeben.

Das arithmetische Mittel der entnommenen Bodenproben liegt bei 63 ppm, also über dem zitierten „Toxizitätswert“.

Es ist aber evident, daß eine Beurteilung der aktuellen Toxizität eines Bodens alleine aufgrund von Totalgehalten

deshalb nicht möglich ist, weil der Gesamtgehalt weder Auskunft über die Bioverfügbarkeit noch über die chemische Bindungsform, die ja entscheidend für die Toxizität ist, gibt.

Anmerkung

Im gegebenen Zusammenhang soll auch auf die Vorteile des Einsatzes von Geoinformationssystemen (GIS) bei umweltgeologischen, geochemischen und lagerstättenkundlichen Untersuchungen hingewiesen werden. Solche Systeme bieten nicht nur die Möglichkeit der rationellen und übersichtlichen Archivierung von raumbezogenen Untersuchungs- und Analysendaten in Form von Datenbanken, sondern auch vielfältige Möglichkeiten der statistischen Auswertung und der Darstellung von Ergebnissen in Diagrammen und Karten. Der wesentliche Vorteil solcher Systeme ist aber der, daß Daten unterschiedlicher Themen (Boden, Wasser, Gestein) sowohl untereinander als auch mit topographischen Daten und Daten aus der Fernerkundung unmittelbar in Beziehung gesetzt werden können. Das heißt zum Beispiel, aus Analysendaten von Bachsedimentproben und einem digitalen Geländehöhenmodell ist es durch die rechnerische Bestimmung des Einzugsgebietes der jeweiligen Probe möglich, Aussagen über die geochemischen und lithologischen Verhältnisse im Einzugsgebiet zu treffen. Zusätzlich können dabei auch die Bodenbeschaffenheit, Hangneigung, Niederschlag, anthropogene Einflüsse, usw. berücksichtigt werden. Die Autoren sind derzeit dabei, mit den Daten des geochemischen Atlases an zwei ausgewählten Gebieten eine derartige Projektstudie zu erarbeiten.

Die vorliegende Arbeit basiert auf dem Projekt NC-37-1995, „Arsenanomalie Feistritz/Wechsel“, das im Auftrag der Niederösterreichischen Landesregierung durchgeführt wurde.

Literatur

- AUGUSTIN-GYURITS, K. & SCHROLL, E., 1992: Beitrag zur geochemischen Charakterisierung österreichischer Kohlen. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **38**, 195-211.
- BUNDESANSTALT FÜR BODENWIRTSCHAFT WIEN (Verfasser): Niederösterreichische Bodenzustandsinventur. – Amt der NÖ Landesregierung, Abteilung VI/4, Wien 1994.
- EIKMANN, Th. & KLOKE, A., 1988: Nutzungs- und schutzgutbezogene Orientierungswerte für (Schad-)Stoffe in Böden. – In: BACHMANN, G.: Bodenschutz, Bd. 1 (Erich Schmidt Verlag) Berlin.
- FERGUSON, J.F. & GAVIS, J., 1972: A review of arsenic cycle in natural waters. Water Research **6**, 1259-1274. – In: MOORE, J.W. & RAMAMOORTHY, S. (Hrsg.): Heavy Metals in natural Waters (Springer Verlag) 1984.
- GÖD, R., 1993: A carbonate-hosted native arsenic-realgar-orpiment mineralisation and the soil contamination caused by it; Saualpe/Eastern Alps/Austria. – Fortschr. Miner., Berichte der Deutschen Mineralog. Ges., Beihefte zum European Journal of Mineralogy, **1**, (abstr.).
- GÖD, R., 1994a: Zur Mineralogie und Geochemie einer karbonatgebundenen Arsenmineralisation, Saualpe, Kärnten. – Mitt. Österr. Miner. Ges., **139**, 302-304.
- GÖD, R., 1994b: Geogene Arsengehalte außergewöhnlichen Ausmaßes in Böden, Nördliche Saualpe – ein Beitrag zur Diskussion um Grenzwerte von Spurenelementen in Böden. – Berg- und Hüttenmänn. Monatshefte, **139**, 442-449.
- GÖD, R., 1996: Unusually high natural arsenic contents in soils from the Saualpe, Eastern Alps, Austria. – 14th European Conf. Soc. Environ. Geochem. Health, Imperial Coll., London, abstr.

- MATURA, A., 1984: Bericht 1984 über geologische Aufnahmen im Kristallin des Wechselgebietes auf Blatt 105 Neunkirchen. – Jb. Geol. B.-A., **128**, 276-279.
- MATURA, A., 1986: Bericht 1986 über geologische Aufnahmen im Kristallin des Wechselgebietes und der Buckligen Welt auf Blatt 105 Neunkirchen. – Jb. Geol. B.-A., 305–306.
- MATURA, A.: Erläuterungen zum Kartenblatt 105 Neunkirchen. – In Ausarbeitung.
- PAHR, A., 1980: Das Semmering- und Wechselsystem. – In: OBERHAUSER, R. (Hrsg.): Der Geologische Aufbau Österreichs, Geol. B.-A., Wien.
- THALMANN, F., SCHERMANN, O., SCHROLL, E. & HAUSBERGER, G., 1989: Geochemischer Atlas der Republik Österreich 1 : 1.000.000. – Geol. B.-A., Wien.
- WEDEPOHL, K.H., 1991: The composition of the Upper Earth's Crust and the natural Cycles of Selected Metals. Metals in Natural Raw Materials. Natural Resources. – In: MERIAN, E. (Hrsg.): Metals and their compounds in the environment, 3–17, VCH Weinheim.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 14. August 1996