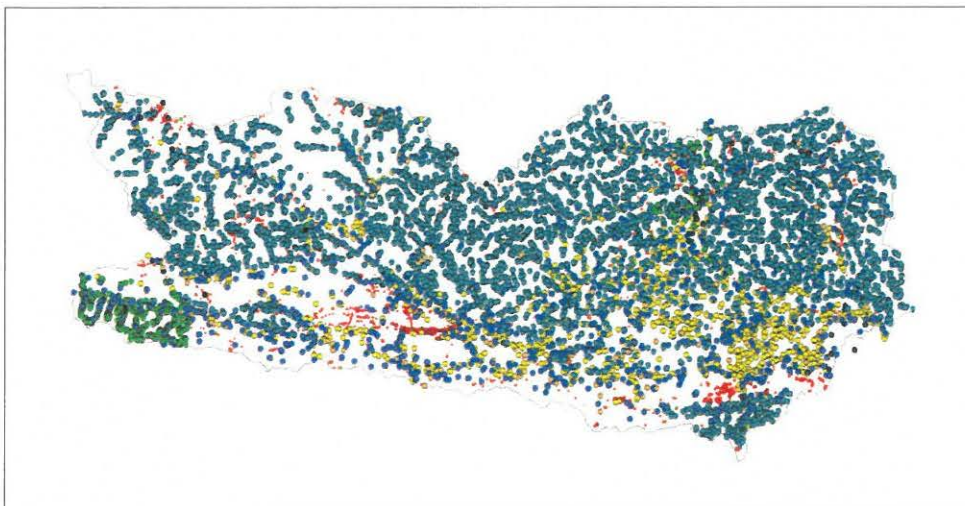


**Fachmodule zum Aufbau eines BodenInformationsSystems  
für das Bundesland Kärnten**

Projekt KC-35 BIS-Kärnten

Endbericht 2012

(Auftrag Zl. 15-BR-2/33-2011)



P. LIPIARSKI, A. SCHEDL & S. PFLEIDERER

73 Seiten, 75 Abbildungen, 21 Tabellen

Wien, November 2012

Projektleitung:

Dr. Albert Schedl

Mitarbeiter:

Mag. Irena Lipiarska	FA Rohstoffgeologie
Mag. Piotr Lipiarski	FA Rohstoffgeologie
Dr. Sebastian Pfeleiderer	FA Rohstoffgeologie
Dr. A. Schedl	FA Rohstoffgeologie

Allen Mitarbeitern und beratenden Kollegen der FA Rohstoffgeologie sei an dieser Stelle herzlichst gedankt!

Besonders gedankt sei den in der Abwicklung des Projektauftrages involvierten Kollegen des Amtes der Kärntner Landesregierung Dr. Richard Bäk, Dipl. Ing. Michael Rabitsch, MSc Harald Oswalder (alle UAbt. 8GB - Geologie und Bodenschutz) und Th. Steinwender (Abt.1 - Datenverarbeitung). Herzlich gedankt sei auch Mag. Julia Rabeder, FA Rohstoffgeologie, für das abschließende Lektorat des Berichtstextes

Die Durchführung des Projektes erfolgt im  
Auftrag des Amtes der Kärntner Landesregierung  
Abt. 8 Umwelt, Wasser und Naturschutz

# Inhalt

## Zusammenfassung

1.	Auftrag und Zielsetzung .....	1
2.	Fachdatenbankstrukturen.....	3
3.	Fachdatenbanken und GIS-Module.....	4
3.1	Metadatenbank Geochemie Kärnten .....	4
3.2	Bachsedimentgeochemie .....	8
3.2.1	Bachsedimentgeochemie < 180 µm.....	8
3.2.2	Bachsedimentgeochemie < 40 µm.....	9
3.2.3	Bachsedimentgeochemie < 20 µm.....	10
3.2.4	Flächeninterpolierte Elementkarten.....	11
3.2.5	Geogener Hintergrund.....	13
3.2.6	Bodenversauerungsrisiko und Austragsrisiko.....	38
3.3	Gesteinsgeochemie aus diversen Projekten (Literatur-/Archivdaten).....	43
3.4	Bodengeochemie.....	8
3.4.1	Bodenzustandsinventur Kärnten 1999 (BZI - K).....	41
3.4.2	Waldboden-Zustandsinventur (WBZI) .....	42
3.4.3	Sonstige Bodengeochemiedaten (Literatur-/Archivdaten) .....	42
3.4.4	Datenbankarbeiten und GIS-Darstellungsmöglichkeiten (BZI- , WBZI-Daten) .....	44
3.5	Mineralogisch-mikrochemische Untersuchungen .....	49
3.5.1	Mineralphasen-Atlas .....	49
3.6	Rohstoffabbau .....	50
3.6.1	Bergbau-/Haldenkataster .....	50
3.6.2	Bergbaueinflussgebiete .....	51
3.6.3	Abbaudatenbank .....	52
3.7	Altlasten/-standorte .....	53
3.7.1	Datenbank der Altstandorte und Altlastenuntersuchungen .....	53
3.8	Sonstige Layer .....	54
3.8.1	Berichtsgewässernetz des Bundes - Basiseinzugsgebiete .....	54
4.	Beschreibung der Datensätze .....	55
4.1	Datensatz „BIS_Kaernten_PGDB.mdb“ .....	56
4.2	Datensatz „Bergbaue_K_PGDB.mdb“ .....	63
4.3	Datensatz *Spuren interpoliert“ .....	67
4.4	Datensatz *Mineralphasen_PDF“ .....	67
4.5	Beschreibung des ESRI ArcMap® - GIS-Projektes „BIS_Kärnten.mxd“ .....	69
5.	Literatur .....	72

## Zusammenfassung

Die Geologische Bundesanstalt wurde im Auftrag des Amtes der Kärntner Landesregierung (Abt. 8 Umwelt, Wasser und Naturschutz) mit der Erstellung von Fachmodulen zum Aufbau eines Boden-Informationensystems für das Bundesland Kärnten beauftragt. Diese Arbeiten sollen die wesentlichen fachlichen Informationsebenen des zukünftigen Bodenzustandskatasters des Landes bereit stellen. Das Projekt verfolgte im Wesentlichen folgende Hauptschwerpunkte:

- Den Aufbau von Fachdatenbanken unter Nutzung und Umbau bestehender Datenbanken
- Die Gestaltung einer Applikation von vernetzt nutzbaren GIS-Layern.

Aufbauend auf bereits vorhandene, nachgeführte bzw. neu erstellte Daten wurden digitale Fachdatenbanken folgender Inhalte für das Bodeninformationssystem Kärnten (BIS Kärnten) erstellt:

- Bachsedimentgeochemie
- Bodengeochemie
- Gesteinsgeochemie
- Mineralphasen
- Abbaue mineralischer Rohstoffe
- Altstandorte, Altlastenuntersuchungen

Für die Anwendung im internen Sachverständigendienst wurde GIS-Applikationen entwickelt, die aus verschiedenen, vernetzt nutzbaren GIS-Layern bestehen. Bezogen auf die erstellten Fachmodule umfasst das BodenInformationssystem folgende wesentlichen Datenebenen:

- Metadaten
- Bachsedimentgeochemie
  - Bachsedimentgeochemie Kärnten - GBA (< 180 µm, < 40 µm)
    - Elementverteilungskarten (43 Elemente)
    - Flächeninterpolierte Elementkarten (18 Elemente)
    - Geogene Hintergrundwerte (Teilgebiete, 9 Elemente)
    - Karten des Bodenversauerungs-/Austragsrisikos (7 Elemente)
  - Flusssedimentgeochemie Kärnten - Land Kärnten (< 20 µm, 6 Elemente)
  - Bachsedimentgeochemie aus diversen Projekten
- Bodengeochemie
  - Bodenzustandsinventur (12 Elemente nach Horizonten, 2 organ. Summenparameter)
  - Waldbodenzustandsinventur (7 Elemente nach Horizonten)
  - Bodengeochemie aus diversen Projekten
- Gesteinsgeochemie aus diversen Projekten
- Mineralphasenatlas
- Abbaue mineralischer Rohstoffe (Bergbau-/Haldenkataster, Abbaudatenbank)
- Altstandorte, Altlastenuntersuchung

Die Daten wurden in Form einer GIS-fähigen Datenbank im MS Access® Format (ESRI® Personal Geodatabase) aufbereitet und bestehen aus mehreren Tabellen, die im Wesentlichen den oben genannten Hauptdatenebenen entsprechen. Nur die ‚Geogenen Hintergrundwerte‘ wurden separat im ESRI Grid-Format abgelegt. Für Mineralphasenatlas, Altstandorte und Altlastenuntersuchungen stehen Analysen- und Untersuchungsergebnisse in Form von PDF-Dateien zu Verfügung.

Die mitgelieferten Daten sollen in einer weiteren Phase in einer speziellen Intranet-Applikation des Landes Kärnten implementiert werden.



## 1. Auftrag und Zielsetzung

Vernetzte Geo- und Umweltinformationssysteme zur Aufbereitung komplexer Geo-/Umweltdaten für breitgefächerte administrative Expertenentscheidungen gewinnen zunehmend an Bedeutung. Die Geologische Bundesanstalt wurde unter anderem auch deshalb mit Vertrag vom 23.11.2011 (Zl. 15-BR-2/55-2011) vom Amt der Kärntner Landesregierung mit der Erstellung von Fachmodulen zum Aufbau eines Bodeninformationssystems für das Bundesland Kärnten beauftragt. Diese Arbeiten figurieren als Fachbeitrag zum Bodenzustandskataster des Landes. Das Projekt verfolgt im Wesentlichen folgende Hauptschwerpunkte:

- Den Aufbau einer Fachdatenbank unter Nutzung und Umbau bestehender Datenbanken
- Die Gestaltung einer Applikation von vernetzt nutzbaren GIS-Layern.

Gegenüber dem Auftraggeber verpflichtet sich die Geologische Bundesanstalt zu folgenden vertraglich festgelegten Leistungen

- a) Besprechung mit dem Auftraggeber, Erstellen der erforderlichen Protokolle und Berichte über den Projektfortschritt
- b) Fachdatenbank in elektronischer Ausfertigung mit den erfassten Datensätzen
- c) GIS-Applikation als lauffähiges ArcMap-Projekt im Arc GIS 10 Format
- d) Abschlussbericht (bis spätestens 30. November 2012) mit Beschreibung der Fachdatenbankstruktur.

Der Auftrag des Landes basiert auf einem Anbot der Geologischen Bundesanstalt vom 17.10.2011, dem eine Reihe von Vorbesprechungen mit Dr. Richard Bäk, UAbt. 8GB vorausgegangen sind.

Im Angebot der Geologischen Bundesanstalt sind folgende Arbeitsschritte und Ergebnisprodukte definiert:

### A. Voraussetzender Aufbau gemeinsamer bzw. Umbau zu kompatibel strukturierten, digitalen Fachdatenbanken folgender Daten für das Land Kärnten:

- Bodenzustandsinventur
- Waldbodenzustandsinventur
- Altstandorte, Altlastenuntersuchungen
- Bachsedimentgeochemie
- Bodengeochemie
- Gesteinsgeochemie
- Abbaue mineralischer Rohstoffe (Bergbau-/Haldenkataster, Abbaudatenbank)

Diese Tätigkeit umfasst das Einlagern der bestehenden Daten, soweit im Land Kärnten bzw. an der GBA vorhanden, eine Angleichung der Struktur der BZI- und WBZI-Datensätze, eine Abstimmung der Parameterliste für Altstandorte mit der zuständigen Landesdienststelle, die Erstellung einer Metadatenebene, sowie die Gestaltung einer nachhaltig nutzbaren Schnittstelle für den nachträglichen Eintrag weiterer Datensätze.

### B. Gestaltung einer Applikation von vernetzt nutzbaren GIS-Layern zu den an der GBA gepflegten Themen und den vom Land Kärnten überantworteten Inventurdaten. Die folgende Tabelle beschreibt die Inhalte pro Ebene, die empfohlene Sichtbarmachung der Information im Intranet des Landes Kärnten bzw. auf den mobilen Rechnern der Landes-Sachverständigen. Als weitere Information enthält die Tabelle Angaben, ob es sich bei den definierten GIS-Layern um komplette Updates bisheriger Inhalte des Kärntner Geo-Informationssystems handelt.

Tab. 1: Auflistung der neu erstellten, vernetzt nutzbaren GIS-Layer des Bodeninformationssystems Kärnten.

	Ebene	Inhalte	Intranet Land	SV Land lokal	Update BIS
	GEOCHEMIE				
1	Metadatenbank Geochemie Kärnten	Attributierte Information	Metainformation	Datenbanktabellen	ja
	BACHSEDIMENTGEOCHEMIE				
2	Bachsedimentgeochemie <180 µm	Punkte & Attribute	Punkte & Attribute	attribuierter GIS-Datensatz	nein
3	Bachsedimentgeochemie < 40 µm	Punkte & Attribute	Punkte & Attribute	attribuierter GIS-Datensatz	nein
4	Bachsedimentgeochemie < 20 µm	Punkte & Attribute	Punkte & Attribute	attribuierter GIS-Datensatz	nein
5	Bachsedimentgeochemie (Literatur-/ Archivdaten)	Punkte & Attribute	Punkte & Attribute	attribuierter GIS-Datensatz	neu
6	Schwermineralwaschproben (Literatur-/ Archivdaten)	Punkte & Attribute	Punkte & Attribute	attribuierter GIS-Datensatz	neu
7	Flächeninterpolierte Elementkarten (abgeleitet aus Bachsedimentgeochemie <180 µm)	Rasterdaten nicht abfragbar	ja, komplett Punkte	Rasterdaten	nein
8	Geogener Hintergrund (abgeleitet aus Bachsedimentgeochemie < 180 µm)	Polygone	Polygone	Polygone	ja
9	Bodenversauerungsrisiko (abgeleitet aus Bachsedimentgeochemie < 180 µm)	Attributierte Information	Punkte	attribuierter GIS-Datensatz	neu
10	Austragsrisiko für ausgewählte Schwermetalle (abgeleitet aus Bachsedimentgeochemie < 180 µm)	Attributierte Information	Punkte	attribuierter GIS-Datensatz	neu
	GESTEINSGEOCHEMIE				
11	Gesteinsgeochemie (Literatur-/ Archivdaten)	Punkte & Attribute	Punkte & Attribute	attribuierter GIS-Datensatz	neu
	BODENGEOCHEMIE				
12	BZI-Daten – Anorganica, Organica (ausgewählte Parameter)	Attributierte Information	Punkte & Attribute	attribuierter GIS-Datensatz	nein
13	WBZI-Daten (ausgewählte Parameter)	Attributierte Information	Punkte & Attribute	attribuierter GIS-Datensatz	nein
14	Bodengeochemie (Literatur-, Archivdaten)	Attributierte Information	Punkte & Attribute	attribuierter GIS-Datensatz	neu
	MINERALPHASENANALYTIK				
15	Mineralphasen-Atlas (unterschiedliche Probenmedien)	PDF	Punkte & Attribute	attribuierter GIS-Datensatz	ja
	ROHSTOFFABBAUE				
16	Bergbau-/ Haldenkataster	Attributierte Information	nur Reviere mit Nr.	attribuierter GIS-Datensatz	ja
17	Bergbaueinflussgebiete	Polygone	nein	GIS-Datensatz	nein
18	Abbaudatenbank	Attributierte Information	Meta-Info	attribuierter GIS-Datensatz	ja
	ALTLASTEN-/STANDORTE				
19	Altstandorte, Altlastenuntersuchungen	Attributierte Information	Punkte	attribuierter GIS-Datensatz	neu
	SONSTIGE EBENEN				
20	Einzugsgebiete - Hydrogeologischer Atlas	Polygone	ja, falls nicht im Landes-WIS Punkte & Attribute	attribuierter GIS-Datensatz	nein





Die Zuordnung der einzelnen Datensätze zu den jeweiligen Tabellen (GIS-Ebenen) zeigt die Tabelle 1. Die genauere Beschreibung des Datensatzes sowie dessen Visualisierung mithilfe von ESRI ArcMap® liefert das Kapitel 4.

### 3. Fachdatenbanken und GIS-Module

Das Hauptaugenmerk der durchgeführten Arbeiten richtete sich vor allem auf die Aktualisierung, Adaptierung und inhaltliche Ergänzung der bereits bestehenden Datenlayer sowie auf die Konzeption der neu zu übernehmenden Datenlayer. Seit den beiden Datenübergaben relevanter Groß-Datensätze an das Land Kärnten 2003 (KC 26 Metadaten Geochemie Kärnten) und 2008 (KC 30 Umweltgeochemie Kärnten; Geologie, Bergbau-/Haldenkataster, Abbaue) sind diese Daten nämlich laufend aktualisiert und ergänzt worden. Teilweise sind dabei auch neue Dateninhalte hinzugekommen. Der Aufbau eines neuen Bodeninformationssystems für das Bundesland Kärnten wurde daher zum Anlass genommen, die aktuellsten Datensätze in die neue Fachdatenbank des Landes zu implementieren und über eine neu entwickelte GIS Applikation für den landesinternen Sachverständigendienst verfügbar zu machen.

#### 3.1 Metadatenbank Geochemie Kärnten

Geochemie-Metadaten für das Bundesland Kärnten wurden bereits in einem gesonderten Projekt zusammengestellt (LIPIARSKI et al., 2003). In den darauf folgenden Jahren wurde die Metadatendokumentation laufend ergänzt und im Jahre 2008 ein Update fertiggestellt. Seitdem konnte die Metadaten-Dokumentation um etliche Projekte und Analysenergebnisse erweitert werden. Im vorliegenden Datenlayer der Metadaten Geochemie Kärnten sind die Geochemie-Metadaten bis zum aktuellsten Stand erfasst (Abb. 2). Zu den meisten dieser Einzelprojekte werden auch die Analysendatensätze mitgeliefert (siehe Kap. 4).

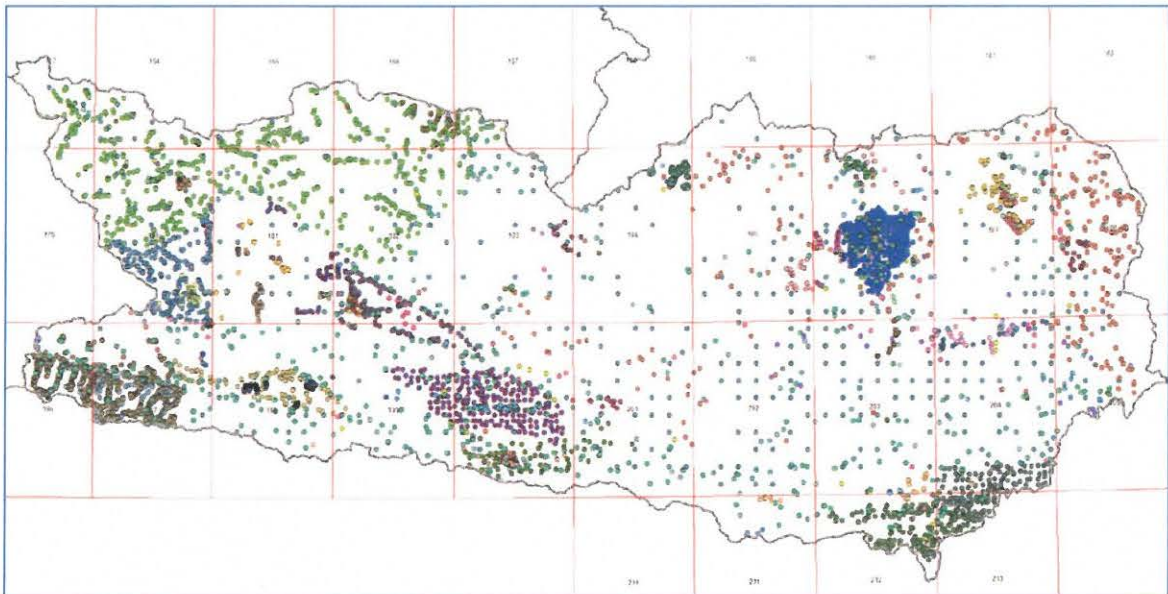


Abb. 2: Metadatenbank Geochemie Kärnten (ohne Bundesweite Bach- und Flusssedimentgeochemie – Geochemischer Atlas) – Stand November 2012.

Im Zuge der Vervollständigung geochemischer Spezialdatenbanken an der Geologischen Bundesanstalt wurden aus diversen veröffentlichten und unveröffentlichten Unterlagen geochemische Analysen



unterschiedlicher Probenmedien systematisch erfasst und dokumentiert. Diese Dokumentation erfolgte einerseits in der übergeordneten bundesweiten Metadaten-Dokumentation und andererseits in Analysen-Datenbanken getrennt nach unterschiedlichen Probenmedien (Bachsedimente, Gesteine, Böden, organisches Material, Wasser). Die Auflistung der bereits vorhandenen Datensätze zeigt die Tabelle 2.

Tab. 2: Metadaten „BIS Kärnten“ – Stand November 2012 (sortiert nach Medium).

ID	Medium	GIS_Layer	Fraktion [µm]	NAME
1	Bachsediment/Korngrößenfraktion	BACHSED_SCHWER	180	Bachsedimentgeochemie Gailtalkristallin
8	Bachsediment/Korngrößenfraktion	BACHSED_SCHWER	180	Geochemischer Atlas der Republik Österreich
9	Bachsediment/Korngrößenfraktion	BACHSED_SCHWER	020	Flusssedimentgeochemie Kärnten
10	Bachsediment/Korngrößenfraktion	BACHSED_SCHWER	180	Kontrollbeprobung 1987
13	Bachsediment/Korngrößenfraktion	BACHSED_SCHWER	180	Bachsedimentgeochemie östliche Karawanken
15	Bachsediment/Korngrößenfraktion	BACHSED_SCHWER	180	Wiederholungsbeprobung 1982
60	Bachsediment/Korngrößenfraktion	BACHSED_SCHWER	180	Bachsedimentgeochemie Schellgaden
65	Bachsediment/Korngrößenfraktion	BACHSED_SCHWER	180	Naturraumpotential Friesach/Olsa
155	Bachsediment/Korngrößenfraktion	BACHSED_SCHWER	180	Geochemische Prospektionsarbeiten Goldeckgruppe
157	Bachsediment/Korngrößenfraktion	BACHSED_SCHWER	180	Geochemische Prospektionsarbeiten Kreuzeckgruppe, Gurktaler Alpen, Saualpe, Koralpe (As-Au)
163	Bachsediment/Korngrößenfraktion	BACHSED_SCHWER	180	Umweltgeochemische Flusssedimentbeprobung Kärnten
192	Bachsediment/Korngrößenfraktion	BACHSED_SCHWER	040	Umweltgeochemische Flusssedimentbeprobung Kärnten - Korngrößenfraktion 40 µm
32	Boden/Horizontal/Korngrößenfraktion	BODENGEOCHEMIE		Untersuchung von Sulfidindikationen und Pb-Zn-Bachsediment-Geochemieanomalien im Bereich Flattnitz, Kärnten
34	Boden/Horizontal/Korngrößenfraktion	BODENGEOCHEMIE		Kontrollbeprobung 1987
35	Boden/Horizontal/Korngrößenfraktion	BODENGEOCHEMIE		Bodengeochemie Krappfeld
39	Boden/Horizontal/Korngrößenfraktion	BODENGEOCHEMIE		Bodengeochemie Gailtaler Alpen
43	Boden/Horizontal/Korngrößenfraktion	BODENGEOCHEMIE		Bodengeochemie Östliche Karawanken/Petzen (Alpe-Adria-Projekt) inkl. Vergleichsbeprobung
75	Boden/Horizontal/Korngrößenfraktion	BODENGEOCHEMIE		Bodengeochemie - Geogene Arsengehalte nördliche Saualpe
82	Boden/Horizontal/Korngrößenfraktion	BZI_Anorganica, BZI_Organica, BZI_Profile, BZI_Punkte		Bodenzustandsinventur Kärnten (BZI)
137	Boden/Horizontal/Korngrößenfraktion	BODENGEOCHEMIE		Schwermetalle in Böden - Raum Arnoldstein
138	Boden/Horizontal/Korngrößenfraktion	BODENGEOCHEMIE		Schwermetallbelastung in landwirtschaftlich genutzten Böden - Treibacher Chemische Werke
141	Boden/Horizontal/Korngrößenfraktion	BODENGEOCHEMIE		Schwermetallbelastung in Waldböden - Treibacher Chemische Werk
153	Boden/Horizontal/Korngrößenfraktion	BODENGEOCHEMIE		NE-Metalle, Karnische Alpen Österreich/Italien
156	Boden/Horizontal/Korngrößenfraktion	BODENGEOCHEMIE		Geochemische Prospektionsarbeiten Goldeckgruppe
171	Boden/Horizontal/Korngrößenfraktion	MINERALPHASEN (PDF)		Mineralogisch-geochemische Methoden zur Bewertung der Umweltrelevanz von Schwermetallen in Staubdepositionen - Mineralphasenanalytik
175	Boden/Horizontal/Korngrößenfraktion	MINERALPHASEN (PDF)		Bodengeochemie Krappfeld - Mineralphasenanalytik
176	Boden/Horizontal/Korngrößenfraktion	MINERALPHASEN (PDF)		Vergleichsprobennahme Alpe-Adria-Projekt - Mineralphasenanalytik
177	Boden/Horizontal/Korngrößenfraktion	MINERALPHASEN (PDF)		Bodengeochemie Östliche Karawanken-Petzen (Alpe-Adria-Projekt) - Mineralphasenanalytik
207	Boden/Horizontal/Korngrößenfraktion	BODENGEOCHEMIE		ALIT - Haldenkataster - Boden
220	Boden/Horizontal/Korngrößenfraktion	BODENGEOCHEMIE		Ü-LG 58 Haldenscreening - Boden
229	Boden/Horizontal/Korngrößenfraktion	BODENGEOCHEMIE		Schwermetallstandorte und Vegetation in Kärnten. Punz, W., 1991
234	Boden/Horizontal/Korngrößenfraktion	WBZI, WBZI_Punkte, WBZI_Profile		Waldboden-Zustandsinventur Kärnten (WBZI)



Tab. 2: Fortsetzung.

ID	Medium	GIS_Layer	Frakt.	NAME
23	Schwermineralwaschprobe	BACHSED_SCHWER		Kontrollbeprobung 1987
154	Schwermineralwaschprobe	BACHSED_SCHWER		NE-Metalle, Karnische Alpen Österreich/Italien
164	Schwermineralwaschprobe	MINERALPHASEN (PDF)		Umweltgeochemische Flusssedimentbeprobung Kärnten
173	Schwermineralwaschprobe	MINERALPHASEN (PDF)		Mineralogisch-geochemische Methoden zur Bewertung der Umweltrelevanz von Schwermetallen in Staubdepositionen - Mineralphasenanalytik
190	Schwermineralwaschprobe	MINERALPHASEN (PDF)		Vergleichsprobenahme Alpe-Adria-Projekt - Mineralphasenanalytik
44	Gestein	GESTEINSGEOCHEMIE		Gesteinsgeochemie Drauzug
47	Gestein	GESTEINSGEOCHEMIE		Kontrollbeprobung 1987
54	Gestein	GESTEINSGEOCHEMIE		Gesteinsprobenahme zur bundesweiten Untersuchung von bestimmten Mineralrohstoffen, Projekt ÜLG 25
55	Gestein	GESTEINSGEOCHEMIE		Gesteinsprobenahme von möglichst weißen und reinen Kalken, Marmoren und z.T. Dolomiten, Projekt ÜLG 38
57	Gestein	GESTEINSGEOCHEMIE		Haldenkataster ÜLG 40/1995-97 - Gesteinsprobenahme
69	Gestein	GESTEINSGEOCHEMIE		Integrierte Rohstoffsuche Kreuzeckgruppe/Kärnten
71	Gestein	GESTEINSGEOCHEMIE		Geochemie paläozoischer Metamorphite - Vorderer Siflitzgraben, Goldeckgruppe/Kärnten.
72	Gestein	GESTEINSGEOCHEMIE		Gold Kreuzeck- und Goldeck-Gruppe, Kärnten
73	Gestein	GESTEINSGEOCHEMIE		Untersuchung von Sulfidindikationen und Pb-Zn-Bachsedi- ment-Geochemieanomalien im Bereich Flattnitz, Kärnten
78	Gestein	GESTEINSGEOCHEMIE		Geochemische Untersuchungen - Peradriatisches Linament
83	Gestein	GESTEINSGEOCHEMIE		Geochemische Untersuchungen im Bereich der Kupferlager- stätte Großfragant
86	Gestein	GESTEINSGEOCHEMIE		Geochemische Untersuchungen in der südlichen Kreuzeck- gruppe, NE Irschen.
87	Gestein	GESTEINSGEOCHEMIE		Geochemie des Fraganter Grüngesteinszuges
88	Gestein	GESTEINSGEOCHEMIE		Gesteinsgeochemie Klamnockgebiet Kärnten
90	Gestein	GESTEINSGEOCHEMIE		Natürliche Rohstoffe zur Erzeugung von Mineralwollen in Mittel- und Unterkärnten
93	Gestein	GESTEINSGEOCHEMIE		Geochemie von Marmoren aus römischen Steinbrüchen - Kärnten
94	Gestein	GESTEINSGEOCHEMIE		Geochemie alkalibasaltischer Ganggesteine - westliche Gold- eckgruppe
95	Gestein	GESTEINSGEOCHEMIE		Geochemie shoshonitischer Ganggesteine - Kreuzeckgruppe
98	Gestein	GESTEINSGEOCHEMIE		Geochemie Spodumenpegmatite - Spittal/Drau
99	Gestein	GESTEINSGEOCHEMIE		Geochemie Augengneise - Nötsch
100	Gestein	GESTEINSGEOCHEMIE		Geochemie Granitgneis und Hüllgesteinen - Villach
104	Gestein	GESTEINSGEOCHEMIE		Geochemie der Metakeratophyre - Südliche Saualpe
109	Gestein	GESTEINSGEOCHEMIE		Geochemie von Tuffen/Tuffiten - Gebiet Seeberg und Trögern
114	Gestein	GESTEINSGEOCHEMIE		Geochemie des Diabasuzuges östlich Eisenkappel
130	Gestein	GESTEINSGEOCHEMIE		Geochemie von Metavulkaniten - Westrand Gurktaler Decke
131	Gestein	GESTEINSGEOCHEMIE		Geochemie Metavulkanite - Mittlere Goldeckgruppe
132	Gestein	GESTEINSGEOCHEMIE		Geochemie von Bundschuh-Orthogneisen und Glimmerschie- fern - NW Nockberge
144	Gestein	GESTEINSGEOCHEMIE		Geochemie der Gesteine im Bereich des Seebachtals (Kärn- ten)
152	Gestein	GESTEINSGEOCHEMIE		NE-Metalle, Karnische Alpen Österreich/Italien
170	Gestein	MINERALPHASEN (PDF)		Bergbau-/Haldenkataster Proj. ÜLG 40 - Bundesland Kärnten - Mineralphasenanalytik
179	Gestein	MINERALPHASEN (PDF)		Vergleichsprobenahme Alpe-Adria-Projekt - Mineralphasen- analytik
206	Gestein	GESTEINSGEOCHEMIE		ALIT - Haldenkataster - Halden
221	Gestein	GESTEINSGEOCHEMIE		Ü-LG 58 Haldenscreening - Halden
233	Gestein	GESTEINSGEOCHEMIE		Vergleichsprobenahme Alpe-Adria-Projekt - Gesteinsanalytik
174	Schneeprobe	MINERALPHASEN (PDF)		Mineralogisch-geochemische Methoden zur Bewertung der Umweltrelevanz von Schwermetallen in Staudepositionen - Mineralphasenanalytik



Zur Visualisierung von Metadaten wurde auch ein spezielles Formular entwickelt („META“, siehe Abb. 3 bis 5).

The screenshot shows the 'META' form with a search results table. The table has columns for ID, Medium, Fraktion, NAME, ANZAHL, and ELEMENTE. The selected row (ID 8) is highlighted.

ID	Medium	Fraktion	NAME	ANZAHL	ELEMENTE
1	Bachsediment/Korngrößenfrakti	180	Bachsedimentgeochemie Gailtalkristallin	129	Co, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn
8	Bachsediment/Korngrößenfrakti	180	Geochemischer Atlas der Republik Österreich	29717	ICP-OES: Be, Na, Sc, Ga, La, Ce, ICP-OES: Ba, Sr, Pb, Ni, Ba, Cu, Sr
9	Bachsediment/Korngrößenfrakti	020	Flußsedimentgeochemie Kärnten	106	Zn, Cd, Pb, Cu, Cr, Ni
10	Bachsediment/Korngrößenfrakti	180	Kontrollbeobachtung 1987	607	ICP-OES: Be, Na, Sc, Ga, La, Ce, ICP-OES: Ba, Sr, Pb, Ni, Ba, Cu, Sr
13	Bachsediment/Korngrößenfrakti	180	Bachsedimentgeochemie östliche Karawanken	228	Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn
15	Bachsediment/Korngrößenfrakti	180	Wiederholungsbeobachtung 1982	680	ICP-OES: Be, Na, Sc, Ga, La, Ce, ICP-OES: Ba, Sr, Pb, Ni, Ba, Cu, Sr
23	Schwermineralwaschprobe		Kontrollbeobachtung 1987	154	ICP-OES: Na, La, Ce, ICP-OES/XRF: M
32	Boden/Horizont/Korngrößenfrakti		Untersuchung von Sulfidindikationen und Pb-Zn-Bachsediment-Geochemie	287	Zn, Pb, Ni, Ba, Cu, Sr
34	Boden/Horizont/Korngrößenfrakti		Kontrollbeobachtung 1987	814	ICP-OES: Be, Na, Sc, Ga, La, Ce, ICP-OES: Ba, Sr, Pb, Ni, Ba, Cu, Sr
35	Boden/Horizont/Korngrößenfrakti		Bodengeochemie Krappfeld	1406	Na, Mg, Al, Si, P, Cl, K, Ca, Fe, Ti, Mn, Cu, Fe, Mn, Pb, Zn, Co, Cr, Cu, Ni
39	Boden/Horizont/Korngrößenfrakti		Bodengeochemie Gailtaler Alpen	210	Cu, Fe, Mn, Pb, Zn, Co, Cr, Cu, Ni
43	Boden/Horizont/Korngrößenfrakti		Bodengeochemie Östliche Karawanken/Petzen (Alpe-Adria-Projekt) inkl.	1367	Al, As, Ba, Cl, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, K, M, SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (od. FeO)
44	Gestein		Gesteinsgeochemie Drauzug	202	%: SiO <sub>2</sub> , TiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (od. FeO), CaO, MgO, Na <sub>2</sub> O, K <sub>2</sub> O, SiO <sub>2</sub> , F
47	Gestein		Kontrollbeobachtung 1987	159	%: SiO <sub>2</sub> , TiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , MnO, M
54	Gestein		Gesteinsprobenahme zur bundesweiten Untersuchung von bestimmten M	1719	Cu, Zn, Pb, W, Mo
55	Gestein		Gesteinsprobenahme von möglichst weißen und reinen Kalken, Marmore	192	W, Mo, Ni, Co, Ba, Ti, Cu, Pb, Zn, As, S
57	Gestein		Haldenkataster ULG 40/1995-97 - Gesteinsprobenahme	51	72 Proben: Fe, Mn, Pb, Zn, Cu, Ni, Co, !
60	Bachsediment/Korngrößenfrakti	180	Bachsedimentgeochemie Schellgaden	160	Si, Al, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, K, Ti, P, Mn, GV, Sc, V, Au, Na, Sc, Cr, Fe, Co, Ni, Zn, As, Se, Br, Rb, Z
65	Bachsediment/Korngrößenfrakti	180	Naturraumpotential Friesach/Olsa	30	As, Mo, W, Zn, P, Pb, Bi, Cd, Co, Ni, Ba, Fe, M
69	Gestein		Integrierte Rohstoffsuche Kreuzeckgruppe/Kärnten	173	As, Sb, Hg, Se, Ti, Pb, Zn, Cu, Cd, Mo, Au
71	Gestein		Geochemie paläozoischer Metamorphite - Vorderen Sifflitzgraben, Goldeck	19	Si, Al, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, K, Ti, P, Cr, Co, Ni, Z
72	Gestein		Gold Kreuzeck- und Goldeck-Gruppe, Kärnten	83	Gesamt-N, -C - CNS: Carbonatgehalt - ga
73	Gestein		Untersuchung von Sulfidindikationen und Pb-Zn-Bachsediment-Geochemie	21	Si, Al, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, K, Ti, P, Cr, Co, Ni, Z
75	Boden/Horizont/Korngrößenfrakti		Bodengeochemie - Geogene Arsengehalte nördliche Saulpe	85	
78	Gestein		Geochemische Untersuchungen - Peradriatisches Linament	62	
82	Boden/Horizont/Korngrößenfrakti		Bodenzustandsinventur Kärnten	2563	
83	Gestein		Geochemische Untersuchungen im Bereich der Kupferlagerstätte Großfritz	64	

Abb. 3: MS Access-Formular „META“ – Register „Suche“.

The screenshot shows the 'META' form with a detailed metadata entry for ID 8. The fields are as follows:

- 0. MEDIUM:** Bachsediment/Korngrößenfraktion
- 1. Datensatz (File-Name):** Geochemischer Atlas der Republik Österreich
- 2. Kurzcharakteristik:** Bach- und Flußsedimente österreichischer Kristallingebiete; Probedichte mit ca. 1,4 km<sup>2</sup>/Probepunkt
- 3. Zweck/Ziel:** Erhebung der geogenen Haupt- und Spurenelementverteilung - Basis für großflächige Erzprospektion
- 4. Lage/Gebiet:** Kristallingebiete des österr. Bundesgebietes: Böhmisches Masse, Zentralalpen (Kalkalpenbasis, Grauwackenzone, Altkristallin, Tauernfenster, Lienzer Dolomiten, Grazer Paläozoikum). Nicht erprobt: Gailtalkristallin, Kristallin
- 5. Institution:** (Empty field)
- 6. Querverbindung:** Vorabanalytik an einem größeren Teil des Probenatzes mittels Königswasseraufschlusses
- 7. Probenanzahl:** 29717
- 8. Probenehmer:** Teams der Bleiberger Bergwerks - Union (BBU), Teams der Geologischen Bundesanstalt, Fa. FREN, Teams der VOEST - ALPINE
- 9. Zeitpunkt:** 1987

Abb. 4: MS Access-Formular „META“ – Register „Seite 1“.



The screenshot shows a web browser window titled 'META' with the URL 'METADATENBANK BIS KÄRNTEN'. The main content area is titled '15. ANALYTIK' and contains several data entry fields:

- Analytik Labor:** Geotechnisches Institut / Arsenal
- Analysenvorbereitung/ Aufschlußart:** Vollaufschluß / je nach gewählter Analytikmethode
- Analysenmethodik:** mehrere Analysemethoden (ICP-OES, XRF, AAS, OES)
- Bestimmungsgrößen/ Elemente/ Nachweisgrenzen:** ICP-OES: Be, Na, Sc, Ga, La, Ce; ICP-OES/XRF: Mg, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Sr, Y, Nb, Ba; XRF: Rb, Zr, W, Th, U; AAS: Sb; OES: Mo, Ag, Sn; Sonderbest.(Gutzeit): As
- 16.DB.INHALTE - FILE AUFBAU:** ÖK-Blatt, Probejahr, Probenahmeleam, Koordinaten, Analyseergebnisse/Elemente lithologisch-geologische Charakteristik des Probepunktes und des Einzugsgebietes
- 17. Literaturbezug:** THALMANN, F., SCHERMANN, O., SCHROLL, E. & HAUSBERGER, G.: Geochemischer Atlas der Republik Österreich 1: 1.000.000 Böhmisches Masse und Zentralzone der Ostalpen (Bachsedimente < 0,18 mm), Geologische Bundesanstalt, Wien 1989

On the right side, there is a table titled 'ELEMENTE' with columns for Element, Einheit, Nachweisgr., and Bemerkung.

Element	Einheit	Nachweisgr.	Bemerkung
Ag	ppm	<0.02	
Al	%	<0.05	
As	ppm	<2	
B	ppm	<2	nicht verwend
Ba	ppm	<10	
Be	ppm	<1	
Ca	%	<0.01	
Cd	ppm	<0.01	nicht verwend
Ce	ppm	<10	
Co	ppm	<3	
Cr	ppm	<10	
Cu	ppm	<3	

At the bottom, there is a navigation bar with 'Datensatz: 14', '2 von 72', 'Kein Filter', and 'Suchen'.

Abb. 5: MS Access-Formular „META“ – Register „Seite 2“.

## 3.2. Bachsedimentgeochemie

### 3.2.1 Bachsedimentgeochemie < 180 µm

Die Daten zur Bach- und Flusssedimentgeochemie Kärntens (Fraktion <180 µm) basieren auf folgenden zentralen Geochemie-Datensätzen

- Daten des Geochemischen Atlas (5066 Probepunkte)
- Daten der Bach- und Flusssedimentgeochemie Kärnten (Proj. KC 30) (379 Probepunkte)
- Daten zur Kontrollbeprobung ‚Geochemischer Atlas‘ (49 Probenpunkte, zwei Fraktionen)
- Daten aus verschiedenen Prospektionsprogrammen (VOEST-ALPINE, MINEREX, BBU, FREN; 659 Probenpunkte, Analytik mit geringerem Elementumfang)

Tab. 3: Anzahl der Proben/Analysen der Bachsedimentgeochemie Fraktion 180 µm – nach Projekt.

ID	PROJEKT	Anzahl
1	Bachsedimentgeochemie Gailtalkristallin	128
8	Geochemischer Atlas der Republik Österreich	5066
10	Kontrollbeprobung 1987	49
13	Bachsedimentgeochemie östliche Karawanken	186
60	Bachsedimentgeochemie Schellgaden	23
65	Naturraumpotential Friesach/Olsa	29
155	Geochemische Prospektionsarbeiten Goldeckgruppe	158
157	Geochemische Prospektionsarbeiten Kreuzeckgruppe, Gurktaler Alpen, Saualpe, Koralpe	135
163	Umweltgeochemische Flusssedimentbeprobung Kärnten	379

Mit 6153 Einzelprobenpunkten ist dies sowohl vom Elementumfang, als auch von der Flächendeckung her der bei weitem größte Multielement-Geochemiedatensatz des Landes. Diese beiden Datensätze (Atlas + Umweltgeochemie Kärnten) wurden zusammen mit einer spezifischen GIS-Applikation nach Abschluss des Projektes „Umweltgeochemie Kärnten“ bereits 2008 dem Land Kärnten als Auftraggeber übergeben. Zu diesen beiden Datensätzen hinzugefügt wurden die Bachsedimentgeochemiedaten aus begleitenden Rohstoffprospektionsprogrammen der VOEST-ALPINE, MINEREX, BBU und FREN, darunter auch Schwermineralkonzentrate (gesonderter Layer). Diese wurden nach derselben Methodik (Fraktion < 180 µm, Vollaufschluss) durchgeführt. Im Sinne ihres Prospektionscharakters sind seinerzeit aber meist nur wenige Wertelemente untersucht worden. Sämtliche dieser Bachsedimentgeochemiedaten (< 180 µm) werden aufgrund der Methodengleichheit in einem gemeinsamen GIS-Layer dargestellt. Mit den Geochemiedaten der MINEREX konnte zudem auch die Lücke aus dem Geochemischen Atlas im Bereich der Goldeck-Gruppe erstmals geschlossen werden.

Nach Abschluss der bundesweiten Arbeiten 2010 wurden die Gesamtdaten der Multielementanalytik Fraktion <180 µm (Geochemischer Atlas, Bundesländer-Ergänzungsprojekte, sonstige Projekte) in einer gemeinsamen Datenbank zusammengeführt und nach uni- und multivariaten statistischen Methoden neu verrechnet. Die Darstellung der klassifizierten Elementkarten (Punkt-Symboldarstellungen) erfolgte einheitlich auf Basis von 9 Klassen. Mit der Spreizung der Klassenzahl können damit die Elementverteilungsmuster besser differenziert werden und eine übersichtliche Darstellung der räumlichen Elementverteilungen erreicht werden. Da der 2008 dem Land übergebene GIS-Datensatz zur Bach-/Flusssedimentgeochemie eine Klassenverrechnung bezogen auf 5 Elementklassen aufwies, wurde der Gesamtdatensatz (Geochemischer Atlas und Umweltgeochemie Kärnten) manuell bzw. mittels ‚natural breaks‘ nochmals neu verrechnet und in der bundeseinheitlichen Form klassifiziert (Abb.6).

Dieser Datenlayer umfasst 35 klassifizierte Elementkarten mit flächendeckenden Informationen betreffend die Elemente Ti, Al, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, K, P, Ag, As, Ba, Be, Ce, Co, Cr, Cu, Ga, La, Mo, Nb, Ni, Pb, Rb, Sb, Sc, Sn, Sr, Th, U, V, W, Y, Zn und Zr. Der Analysenumfang für das Ergänzungsprogramm Umweltgeochemie Kärnten enthält als zusätzliche Elemente Si, Cd, Cl, F, Hg, Li, S und Se. Für diese 8 Elemente liegt nur das Beprobungsprogramm von 2005 vor, das damit nur Teilbereiche von Kärnten abdeckt (Drauzug, Gailtaler Alpen, Goldeckgruppe, Karnische Alpen, Karawanken, Jaunfeld und die Hauptflusssysteme).

### 3.2.2 Bachsedimentgeochemie < 40 µm

Feinsedimente gelten als gute Indikatoren für umweltrelevante Einflussfaktoren auf Bach- und Flusssysteme. Zur besseren Charakterisierung umweltrelevanter Einflussfaktoren erfolgte - analog zur WGEV-Sedimentbeprobung - im Ergänzungsprogramm zum Geochemischen Atlas eine Erweiterung des Beprobungsprogrammes um eine zweite Zielfraktion (Kornfraktion < 40 µm; möglichst feines Sediment; überwiegend schluffig). Diese Feinfraktion liegt dementsprechend nur aus dem Ergänzungsprojekt ‚Umweltgeochemie Kärnten‘ vor und umfasst insgesamt 387 Probepunkte. Die Analysendaten wurden für die Darstellung in klassifizierten Elementkarten analog zur Vorgehensweise bei der Fraktion < 180 µm ebenfalls auf 9 Klassen normiert (Abb.7). Von einer Harmonisierung der Klassengrenzen zwischen den beiden Probenfraktionen < 180 µm und < 40 µm wurde abgesehen, da beim Gesamtdatensatz zum Geochemischen Atlas vielfach deutlich größere Rangebereiche in den Elementverteilungen erreicht werden.

Da diese Probenfraktion nur im Ergänzungsprogramm beprobt und analysiert wurde, fehlen flächendeckende Informationen vor allem in der Zentralzone Kärntens. Die Probendichte ist zudem deutlich geringer als beim Geochemischen Atlas.

Entsprechend dem erweiterten Elementspektrum besteht dieser Datenlayer aus insgesamt 43 klassifizierten Elementkarten (Si, Ti, Al, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, K, P, Ag, As, Ba, Be, Cd, Ce, Cl, Co, Cr, Cu, F, Ga, Hg, La, Li, Mo, Nb, Ni, Pb, Rb, S, Sb, Sc, Se, Sn, Sr, Th, U, V, W, Y, Zn und Zr)

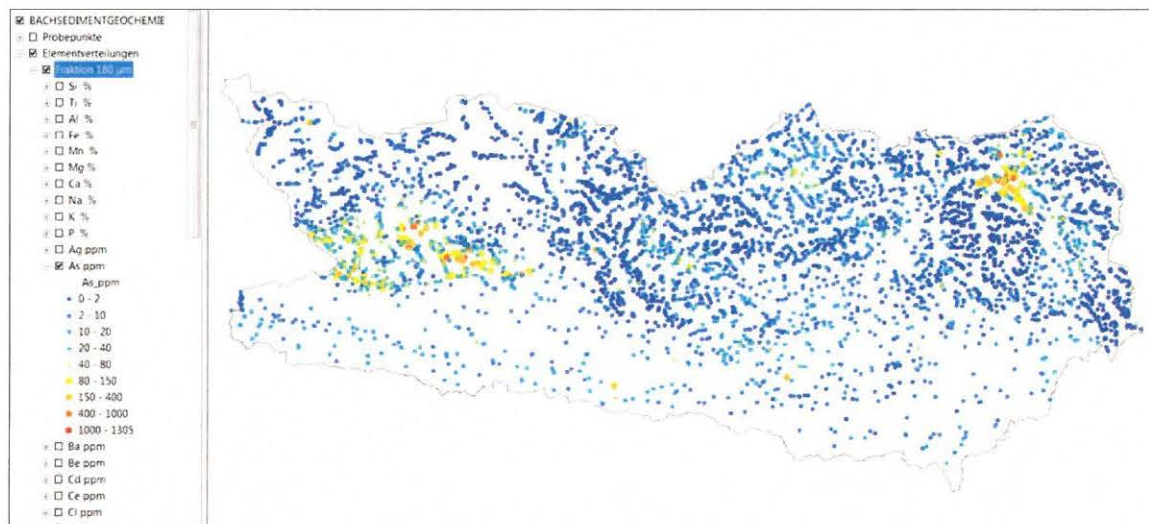


Abb. 6: Bach-/Flusssedimentgeochemie / Fraktion  $< 180 \mu\text{m}$ ; Arsen.

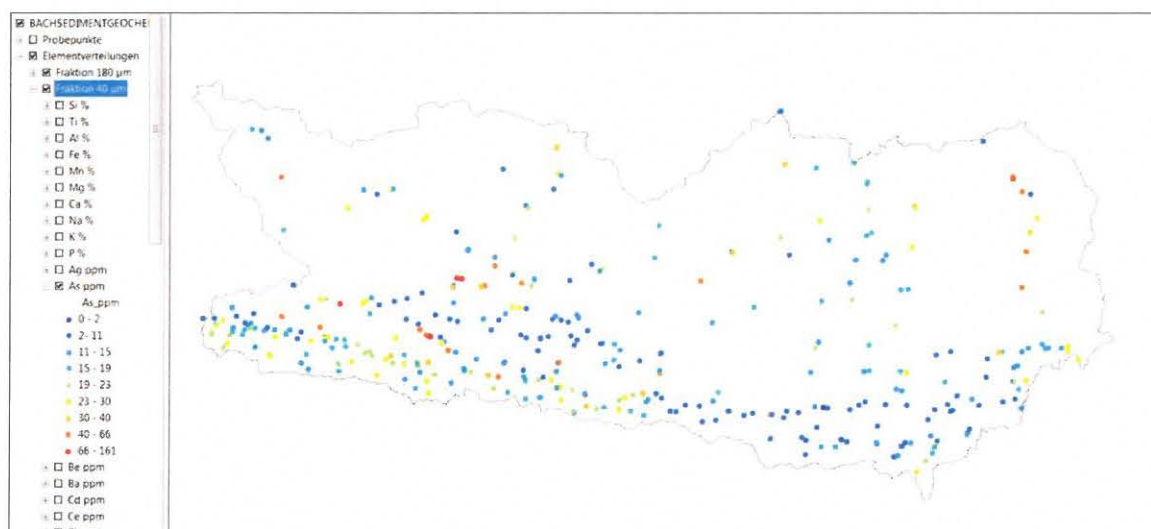


Abb. 7: Bach-/Flusssedimentgeochemie / Fraktion  $< 40 \mu\text{m}$ ; Arsen.

### 3.2.3 Bachsedimentgeochemie $< 20 \mu\text{m}$

Auf Grund der Eigenschaft vieler gelöster Spurenstoffe in Oberflächenwässern, sich relativ rasch an Feststoffen anzulagern, erfolgt eine Verschiebung/Anreicherung dieser Stoffe vom Wasser hin zu den Schwebstoffen und Sedimenten. Die Fähigkeit von Sedimenten, Schadstoffe in Oberflächengewässern rasch zu adsorbieren und die Eigenschaft, sich an geschützten Stellen über längere Zeiten gleichmäßig



abzusetzen, macht die Feinsedimentanalytik zu einem sehr guten Instrument für die Wassergütererhebung.

Im Rahmen des Kärntner Fließ-Gewässergüteatlas (HONSIG-ERLENBURG et al., 1990) wurden daher auch die Schwermetalle in Sedimenten der Fließgewässer als ein Indikator für die Gewässergüte alternativ zur Wasseranalytik mituntersucht (MÜLLER & SCHWAIGHOFER, 1990). Die Probenahme der Feinsedimente orientierte sich zum damaligen Zeitpunkt im Wesentlichen an den Entnahmestellen des erweiterten Hauptmessstellennetzes des Kärntner Seeforschungsinstituts und umfasst insgesamt 105 Probenpunkte.

Dieses Untersuchungsprogramm rezenter Feinsedimente weicht jedoch sowohl hinsichtlich der Kornfraktion ( $< 20 \mu\text{m}$ ), als auch hinsichtlich der Probenahme (Nasssiegung), der Elementauswahl (Zn, Cd, Pb, Cu, Cr, Ni) und der Aufschlussmethodik (KW-Aufschluss) von der Bachsedimentgeochemie der Geologischen Bundesanstalt (Atlas und Ergänzungsbeprobung) ab. Die Daten der Kärntner Feinsedimentuntersuchungen wurden daher für BIS-Kärnten in einem gesonderten Layer zusammengefasst, wobei zur besseren Vergleichbarkeit mit den publizierten Karten im Gewässergüteatlas dieselbe Klasseneinteilungen bei den Einzelelementpunktkarten beibehalten wurden (siehe Abb. 8; MÜLLER & SCHWAIGHOFER, 1990).

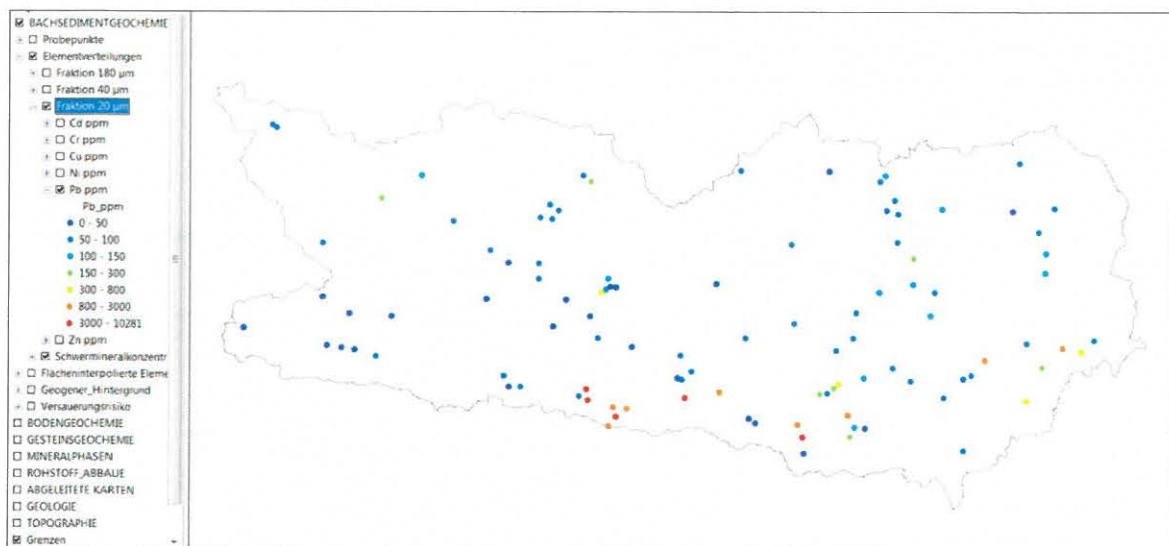


Abb. 8: Flusssedimentgeochemie Kärntner Fließ-Gewässergüteatlas / Fraktion  $< 20 \mu\text{m}$ ; Blei.

### 3.2.4 Flächeninterpolierte Elementkarten

Flächenverrechnete Kartendarstellungen (Fraktion  $< 180 \mu\text{m}$ ) für ausgewählte Spurenelementverteilungen (As, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, Sb, V, Zn) waren ebenfalls Teil der ersten Datenübergabe im Jahr 2008. Die Flächenverrechnungen wurden GIS-gestützt mittels Kriging als Interpolations-Algorithmus ausgeführt. Flächeninterpolierte Karten können beim Fehlen von verrechneten, lithologiebezogenen Hintergrundverteilungen zur ersten Übersicht bezüglich der geogenen Hintergrundverteilungen verwendet werden. Auf Grund der notwendigen Interpolationen werden damit keine konkreten Hintergrundwerte dargestellt, sondern regionale bis kleinregionale Trends. Die Darstellungen der interpolierten Flächenverrechnungen waren im übergebenen GIS-Projekt von 2008 noch als Images integriert, sie werden im neuen Bodeninformationssystem als Vektordaten dargestellt (Abb. 9).

Für das gegenständliche Auftragsprojekt konnte auf den aktuellsten Datensatz flächeninterpolierter Karten aus der bundesweiten Gesamtverrechnung zurückgegriffen werden (20 Elemente). Als relevante Informationsebenen wurden für das Bodeninformationssystem Kärnten insgesamt 18 Karten mit verschiedenen Haupt- und Spurenelementen (Al, As, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Rb, Ti, V und Zn) ausgewählt. Die Analyseergebnisse von Cd und Hg konnten nicht flächenverrechnet dargestellt werden, da diese Daten nur in Teilbereichen Kärntens (Ergänzungsprogramm) vorliegen und die Interpolation aufgrund der regional geringen Probandichte zu ungenauen Ergebnisdarstellungen führt.

Zur Harmonisierung der flächeninterpolierten Karten und der klassifizierten Elementpunktkarten wurden für die flächenverrechneten Karten ebenfalls 9 Klassen mit identen Klassengrenzen verwendet. Flächeninterpolierte Karten sind auf der Detailmaßstabsebene aufgrund des Interpolationsalgorithmus zu ungenau. Durch Überlappung beider harmonisierter Informationsebenen (flächenverrechnete Karten, Elementpunktkarten) kann ohne Informationsverlust auf die punktgenauen Elementverteilungskarten gewechselt werden (Abb. 10).

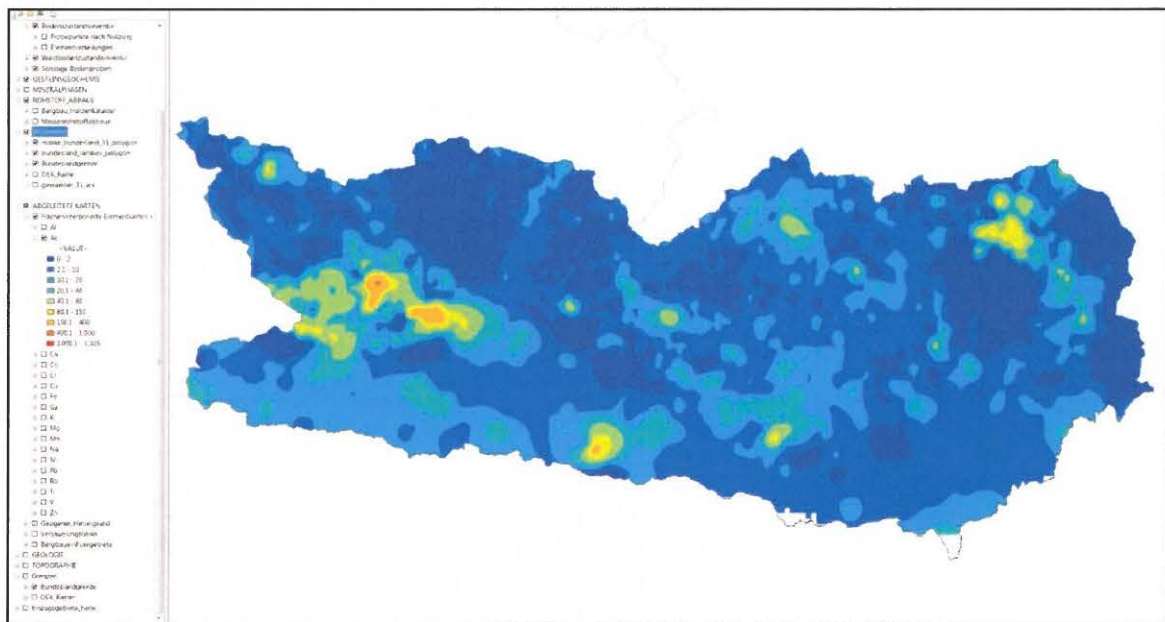


Abb. 9: Bach- und Flusssedimente  $< 180 \mu\text{m}$ ; flächeninterpolierte Elementkarte für Arsen (Interpolationsalgorithmus: Kriging).



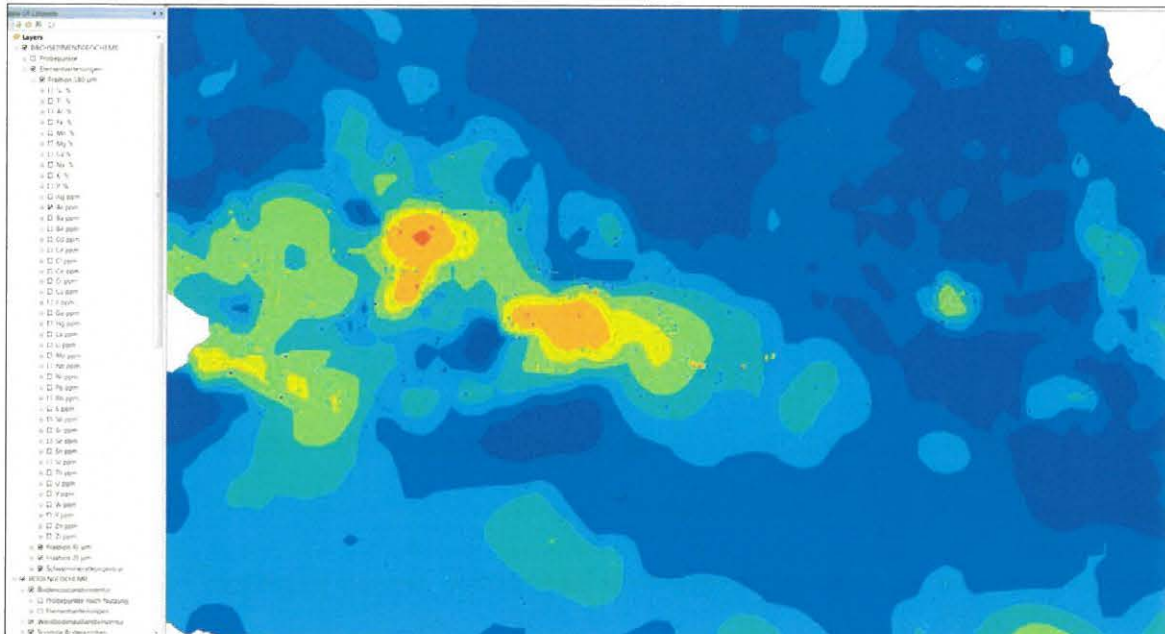


Abb. 10: Bach- und Flusssedimente  $< 180 \mu\text{m}$ ; kombinierte Darstellung Elementpunktkarte und flächeninterpolierte Karte für Arsen; Ausschnitt Kreuztörl Gruppe am Beispiel Arsen.

### 3.2.5 Geogener Hintergrund

Die Ableitung geogener Hintergrundwerte auf Basis des Gesamtdatensatzes der Bach- und Flusssedimentgeochemie Kärntens (SCHEDL et al., 2008) und der kompilierten geologischen Karte Kärnten 1:200.000 (UNTERSWEIG et al., 2008) im Rahmen des Projektes KC-30 war limitiert durch die Tatsache, dass (a) die lithologische Differenzierung der kompilierten Karte unzureichend war und (b) die tektonische Gliederung nicht berücksichtigt wurde. Für das gegenständliche Projekt wurde nun versucht, innerhalb ausgewählter, modern kartierter Blätter der Geologischen Karte Österreich 1:50.000 unter Berücksichtigung der tektonischen Einheiten nach SCHUSTER (2005) in LETOUZÉ-ZEZULA et al. (2005) eine verbesserte Ableitung geogener Hintergrundwerte zumindest in Teilgebieten zu erreichen. Die ausgewählten Kartenblätter betreffen folgende geologische Karten (Abb. 11):

- GK 156 – Muhr (HÄUSLER et al., 1995)
- GK 157 – Tamsweg (EXNER et al., 2005)
- GK 182 – Spittal an der Drau (PESTAL et al., 2006)
- GK 183 – Radenthein (PISTOTNIK, 1996)
- GK 196 – Obertilliach (SCHÖNLAUB et al., 1997)
- GK 197 – Kötschach (SCHÖNLAUB et al., 1985)
- GK 198 – Weissbriach (SCHÖNLAUB et al., 1987)
- GK 199 – Hermagor (SCHÖNLAUB et al., 1989)

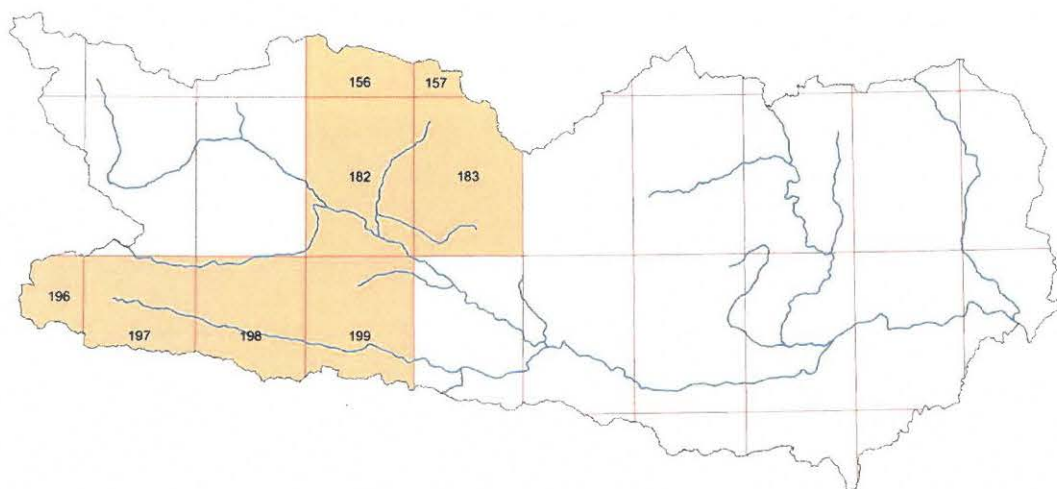


Abb.11: Übersicht der Kartenblätter mit für die Ableitung geogener Hintergrundwerte ausreichend hoher Detaillierung / Qualität.

Abbildung 12 zeigt die Lage der ausgewählten Kartenblätter und die tektonische Gliederung nach SCHUSTER (2005).

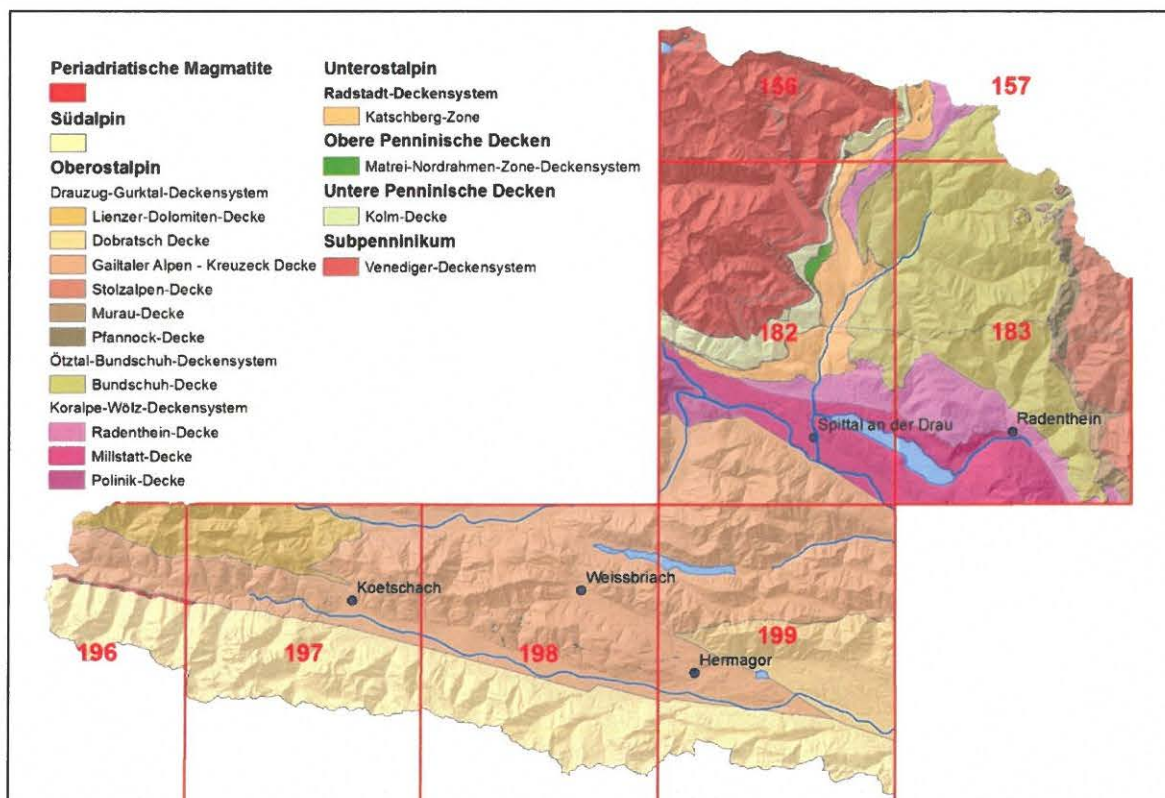


Abb. 12: Tektonische Einheiten innerhalb der Kartenblätter GK 156, 157, 182, 183, 196 - 199 nach SCHUSTER (2005).

Auf den ausgewählten Kartenblättern wurden im Jahr 1987 922, im Jahr 2005 168 (insgesamt also 1090) Bachsedimentproben gewonnen und chemisch analysiert. Die Dokumentation der Probenahme, Analytik und Rohdaten ist in THALMANN et al. (1989) und KLEIN et al. (2006) beschrieben. Die Pro-



benpunkte wurden nun nach Lithologie und Tektonik in ihren jeweiligen morphologischen Einzugsgebieten gruppiert und die chemischen Analyseergebnisse statistisch ausgewertet.

Die Zuordnung der Probenpunkte zu den im Liefergebiet vorherrschenden Lithologien ist zwar durch GIS-Routinen automatisiert möglich (SCHEDL et al., 2010), jedoch bei geologischen Karten im Maßstab 1:50.000 nicht durchführbar, da hier quartäre Überlagerungen (Hangschutt, Schwemmkegel, Moränen etc.) auskartiert und die darunter anstehenden Festgesteine im GIS nicht abfragbar sind. Die Zuordnung erfolgte daher manuell und dies auch nur dort, wo sich die überdeckten Festgesteine eindeutig durch oberflächiges Auftreten in der näheren Umgebung identifizieren ließen. Bei sehr großflächiger quartärer Überdeckung, sowie in Einzugsgebieten mit zahlreichen unterschiedlichen lithologischen Gesteinstypen oder mehreren tektonischen Einheiten wurde von einer Zuordnung abgesehen.

Abbildung 13 illustriert, welche Teile des Arbeitsgebietes nach manueller Zuordnung der Bachsediment-Probenpunkte zu ihren Liefergebieten abgedeckt sind und dank ihrer homogenen Lithologie und Tektonik eindeutig geochemisch charakterisiert werden können. Insgesamt werden 34 % der Fläche erfasst. Die Liefergebiete von 484 (oder 44 %) der 1090 Probenpunkte weisen entweder uneinheitliche Lithologien auf oder erstrecken sich über mehrere tektonische Einheiten.

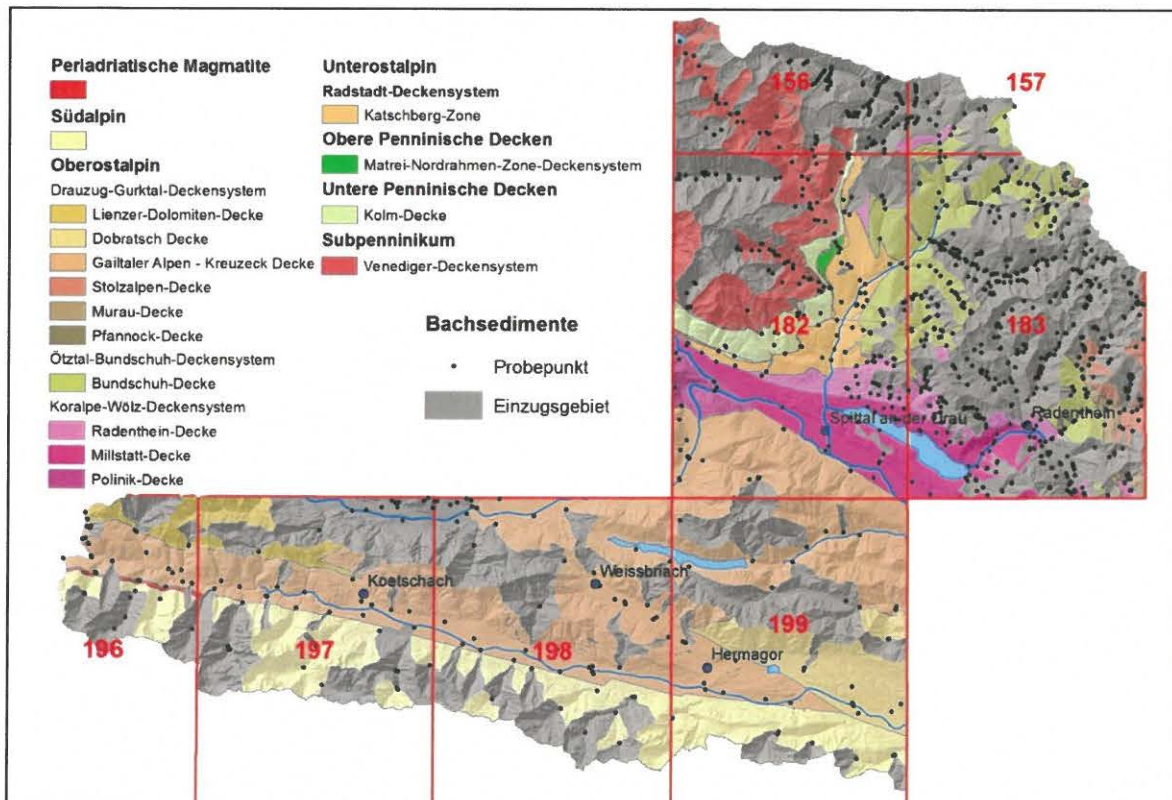


Abb. 13: Lage der lithologisch und tektonisch homogenen Einzugsgebiete der Bachsediment-Probenpunkte.

Tab. 4: Anzahl der Einzugsgebiete je tektonischer / lithologischer Einheit.

Tektonische Einheit	Anzahl Einzugsgebiete	Lithologische Einheit	Anzahl Einzugsgebiete
unspezifisch	155		
Periadriatische Magmatite	0		
Südalpin	56		
		unspezifisch	12
		Post-Variszikum der Karnischen Alpen	6
		Variszikum der Karnischen Alpen	38
Oberostalpin	674		
Drauzug-Gurktal-Deckensystem	201		
Lienzer-Dolomiten-Decke	8	unspezifisch	3
		permomesozoische Karbonate	5
Dobratsch Decke	11	unspezifisch	6
		permomesozoische Karbonate	5
Gailtaler Alpen - Kreuzeck Decke	83	unspezifisch	37
		Gailtal-Kristallin	20
		Goldeck-Quarzphyllit	1
		permomesozoische Karbonate	21
		Quarzphyllit	3
		Rhätkalk	1
Stolzalpen-Decke	85	unspezifisch	17
		Karbon	5
		Phyllit	60
		Phyllit, Karbon	3
Murau-Decke	7	unspezifisch	4
		Glimmerschiefer	3
Pfannock-Decke	7	unspezifisch	2
		Karbon	2
		Wettersteindolomit	3
Ötztal-Bundschuh-Deckensystem	317		
Bundschuh-Decke	317	unspezifisch	120
		Dolomit	8
		Granatglimmerschiefer	19
		Granatglimmerschiefer, Biotit-Plagioklas-Gneis	7
		Granatglimmerschiefer, Paragneis	1
		Orthogneis, Dolomit	4
		Paragneis	34
		Paragneis, Amphibolit	10
		Paragneis, Granatglimmerschiefer	3
		Paragneis, Orthogneis	16
		Paragneis, Quarzit	2
		Quarzit	49
		Quarzit, Amphibolit	9
		Quarzit, Orthogneis	2
		Quarzit, Paragneis	33

Tab. 4: Anzahl der Einzugsgebiete je tektonischer / lithologischer Einheit .

Tektonische Einheit	Anzahl Einzugsgebiete	Lithologische Einheit	Anzahl Einzugsgebiete
Oberostalpin	674		
Koralpe-Wölz-Deckensystem	156		
Millstatt-Decke	65	unspezifisch	13
		Paragneis, Pegmatit	6
		Paragneis, Quarzit	9
		Quarzit	23
		Quarzit, Amphibolit	14
Polinik-Decke	3	unspezifisch	3
Radenthein-Decke	88	unspezifisch	11
		Granatglimmerschiefer	36
		Granatglimmerschiefer, Biotit-Plagioklas-Gneis	2
		Granatglimmerschiefer, Amphibolit	25
		Granatglimmerschiefer, Paragneis	13
		Paragneis, Orthogneis	1
Unterostalpin	25		
Radstadt-Deckensystem	25		
Katschberg-Zone	25	unspezifisch	8
		Glimmerschiefer, Paragneis	1
		Granatglimmerschiefer	1
		Granatglimmerschiefer, Phyllonit	2
		Katschbergphyllit	6
		Katschbergphyllit, Granatglimmerschiefer	2
		Phyllonit	1
		Phyllonit, Glimmerschiefer	2
		Quarzphyllit	2
Obere Penninische Decken	0		
Matrei-Nordrahmen-Zone-Deckensystem	0		
Untere Penninische Decken	17		
Glockner-Deckensystem	17		
Kolm-Decke	17	unspezifisch	15
		Grünschiefer, Kalkschiefer	1
		Kalkglimmerschiefer	1

Tab. 4: Anzahl der Einzugsgebiete je tektonischer / lithologischer Einheit.

Tektonische Einheit	Anzahl Einzugsgebiete	Lithologische Einheit	Anzahl Einzugsgebiete
Sub-Penninikum	162		
Venediger-Deckensystem	162	unspezifisch	78
		Augengneis	3
		Biotitgranitgneis	4
		Biotitgranitgneis, Bändergneis	16
		Bändergneis, Biotitgranitgneis	7
		Bändergneis, Tonalitgneis	1
		Granit-Gneis, Dolomit-Marmor	1
		Granit-Gneis, Silbereckmarmor	1
		Granit-Gneis, Tonalit-Gneis	2
		Migmatit-Gneis	3
		Migmatit-Gneis, Granit-Gneis	1
		Migmatit-Gneis, Tonalit-Gneis	7
		Migmatit-Gneis, Tonalit-Gneis, Granit-Gneis	1
		Paragneis	23
		Paragneis, Amphibolit	4
		Paragneis, Granit-Gneis	3
		Paragneis, Migmatit-Gneis	3
		Silbereckmarmor	1
		Tonalit-Gneis	2
		Wustkogel-Formation	1

Tabelle 4 listet die Anzahl der Einzugsgebiete je tektonischer / lithologischer Einheit auf. Dabei wird deutlich, dass zahlreiche Lithologien von nur wenigen Einzugsgebieten bzw. chemischen Analysen abgedeckt werden. Die nachfolgende statistische Auswertung ist folglich nur bei wenigen lithologischen Einheiten aussagekräftig.

Die Ableitung geogener Hintergrundwerte erfolgt für die Elemente As, Cr, Co, Cu, Mo, Ni, Pb, V und Zn. Die Gehalte der Elemente Cd, Cl, F, Hg, Li, S, Sb, Se, U und W sind zu überwiegendem Anteil unterhalb der Nachweisgrenze und können daher nicht ausgewertet werden.

Zunächst wurde versucht, die in Tab. 4 aufgelisteten lithologischen Einheiten mit Hilfe einer Diskriminanzanalyse nach ihren Schwermetall-Gehalten zu unterscheiden (Abb. 14). Dabei lassen sich jedoch manche Gesteinstypen nicht sauber trennen, allein die permomesozoischen Karbonate, die Gneise, die Gesteine des Variszikums der Karnischen Alpen und die Einheiten mit Amphibolit-Anteilen treten gesondert hervor.

Um die Anzahl der Variablen (Elemente) zu reduzieren, wurde von PIRKL (2007) eine Faktorenanalyse durchgeführt. Dabei charakterisieren der Faktor 1 Amphibolite und Metabasite durch die Vergesellschaftung der Elemente Fe, Mn, Ti, Co, V und Sc, der Faktor 3 Glimmerschiefer, Phyllite und Gneise durch die Elemente Al, K und Rb, und der Faktor 5 basische und ultrabasische Serien mit höheren Co-, Cr- und Ni-Konzentrationen. Diese drei Faktoren wurden in einer zweiten Diskriminanzanalyse benutzt, um genauer zwischen den lithologischen Einheiten zu unterscheiden (Abb. 15). Hierbei können auch die Phyllite, Dolomite und das Karbon des Drauzug-Gurktal-Deckensystem anhand ihrer geochemischen Signatur identifiziert werden.



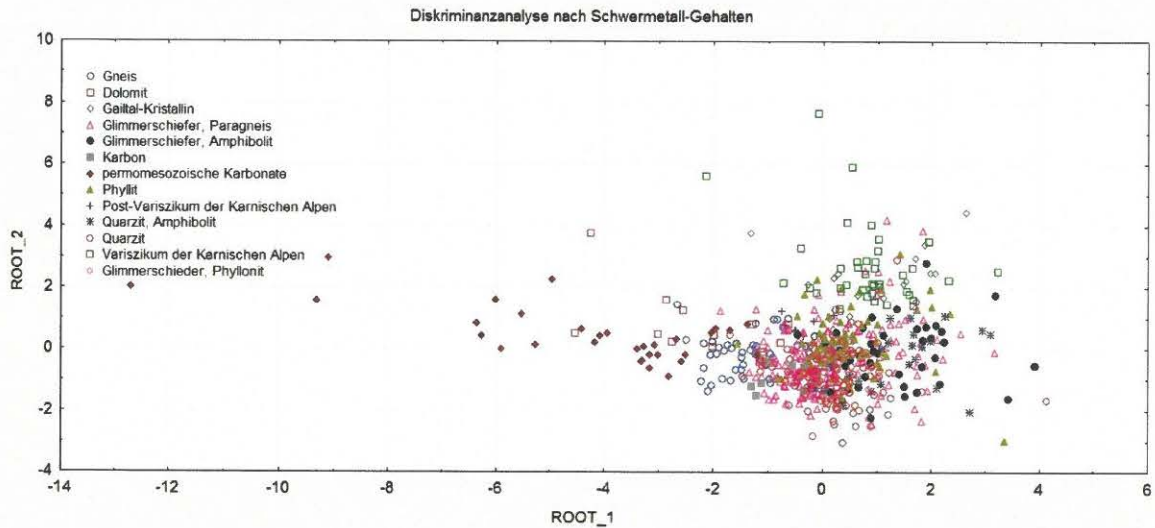


Abb. 14: Trennung verschiedener lithologischer Einheiten mit Hilfe der Diskriminanzanalyse nach den Gehalten der Schwermetalle As, Cr, Co, Cu, Mo, Ni, Pb, V und Zn.

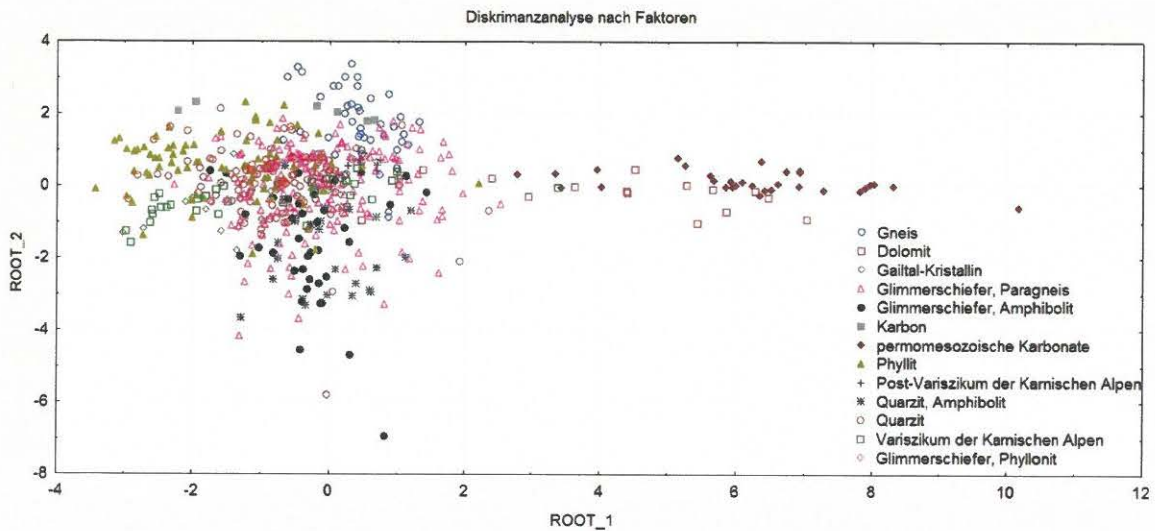


Abb. 15: Trennung verschiedener lithologischer Einheiten mit Hilfe der Diskriminanzanalyse nach Faktoren 1, 3 und 5.

Mit diesen Ergebnissen können nun geochemisch ähnliche Gesteinseinheiten zusammengefasst, unterschiedliche Lithologien differenziert und ihre jeweiligen Schwermetallgehalte beschrieben werden. Zudem kann nachverfolgt werden, welche Gesteinstypen in unterschiedlichen tektonischen Einheiten verschiedene geochemische Signaturen aufweisen.

*Gneise des Venediger-Deckensystems (Augengneis, Bändergneis, Granitgneis, Biotitgranitgneis, Migmatitgneis, Tonalitgneis)*

Diese Gruppe weist bezüglich der Schwermetalle eine einheitliche geochemische Signatur auf. Abbildung 16 zeigt die Werteverteilung der Schwermetallgehalte (n = 45), statistische Kennwerte ohne Ausreißer sind in Tabelle 5 aufgelistet.

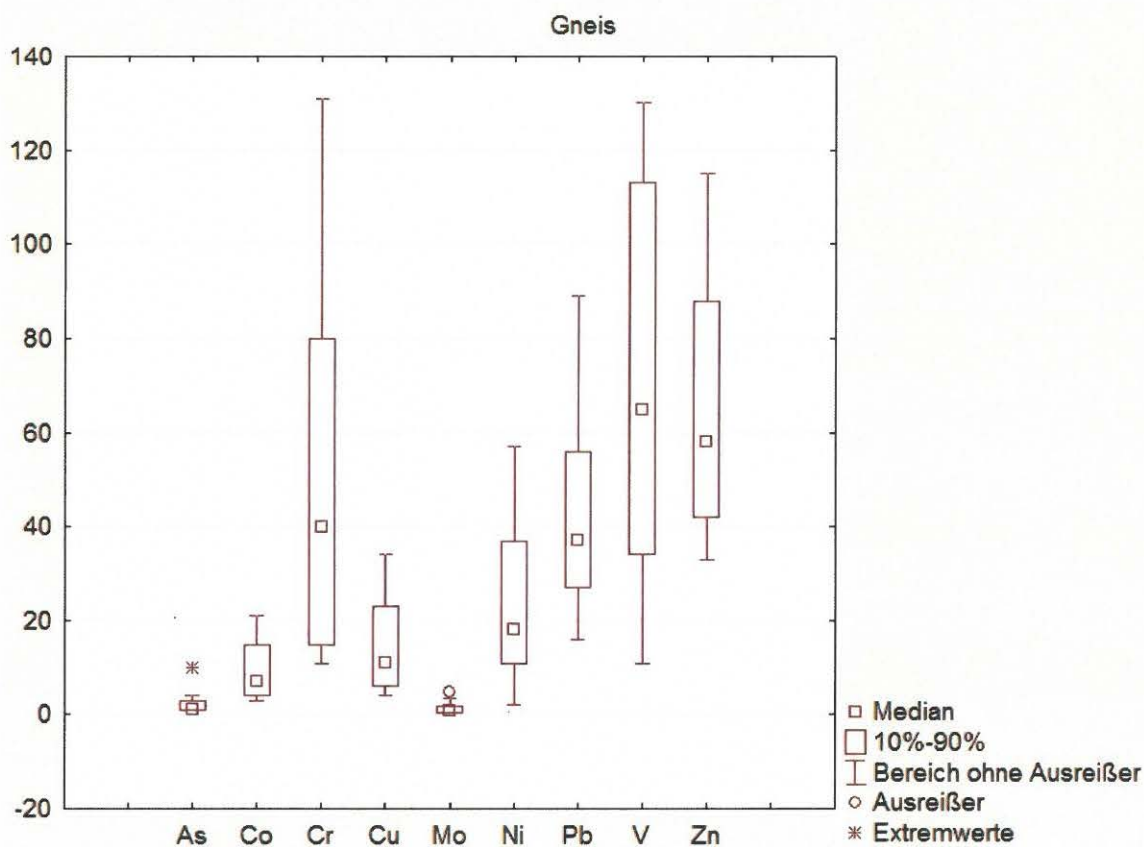


Abb. 16: Werteverteilung der Schwermetallgehalte der Gneise des Venediger-Deckensystems.

Tab. 5: Schwermetallgehalte der Gneise des Venediger-Deckensystems.

Gneise	Minimum	q10	Median	q90	Maximum
As [ppm]	unterhalb der Nachweisgrenze (1ppm)				
Co [ppm]	3	4	7	15	21
Cr [ppm]	11	15	40	80	131
Cu [ppm]	4	6	11	23	34
Mo [ppm]	0,35	0,43	0,86	1,70	3,50
Ni [ppm]	2	11	19	37	57
Pb [ppm]	16	27	37	56	89
V [ppm]	11	35	65	113	130
Zn [ppm]	33	42	58	88	115

### Dolomite des Ötztal-Bundschuh-Deckensystems und des Drauzug-Gurktal-Deckensystems

Diese Gruppe weist bezüglich der Schwermetalle eine einheitliche geochemische Signatur auf. Abbildung 17 zeigt die Werteverteilung der Schwermetallgehalte (n = 12), statistische Kennwerte ohne Ausreißer sind in Tabelle 6 aufgelistet. Es zeigen sich keine Unterschiede zwischen den tektonischen Einheiten.

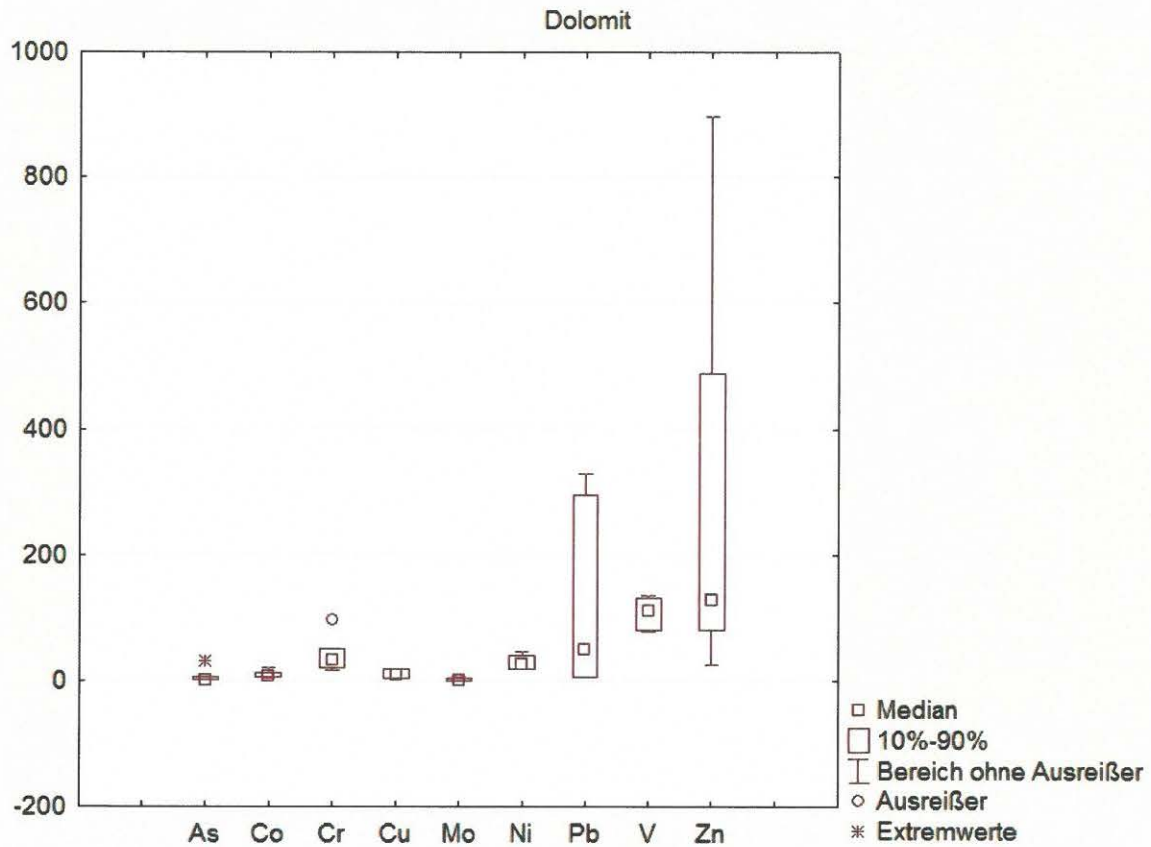


Abb. 17: Werteverteilung der Schwermetallgehalte der Dolomite des Ötztal-Bundschuh-Deckensystems und des Drauzug-Gurktal-Deckensystems.

Tab. 6: Schwermetallgehalte der Dolomite des Ötztal-Bundschuh-Deckensystems und des Drauzug-Gurktal-Deckensystems.

Dolomite	Minimum	q10	Median	q90	Maximum
As [ppm]	unterhalb der Nachweisgrenze (1ppm)				
Co [ppm]	4	6	8	13	21
Cr [ppm]	17	21	32	50	50
Cu [ppm]	4	5	9	18	19
Mo [ppm]	0,19	0,46	1,55	3,80	6,10
Ni [ppm]	18	19	27	41	46
Pb [ppm]	6	6	49	296	330
V [ppm]	79	80	111	132	135
Zn [ppm]	25	80	129	488	898



*Gailtal-Kristallin der Kreuzeck-Gruppe (Gneise, Glimmerschiefer, Quarzite, Karbonate, Sandsteine)*

Die Einzugsgebiete der Bachsedimente in dieser tektonischen Einheit überdecken immer eine Reihe von lithologischen Einheiten, die sich daher geochemisch nicht separat beschreiben lassen. Die folgenden Angaben der Schwermetallgehalte geben daher nur sehr generell Auskunft. Abbildung 18 zeigt die Werteverteilung der Schwermetallgehalte (n = 20), statistische Kennwerte ohne Ausreißer sind in Tabelle 7 aufgelistet.

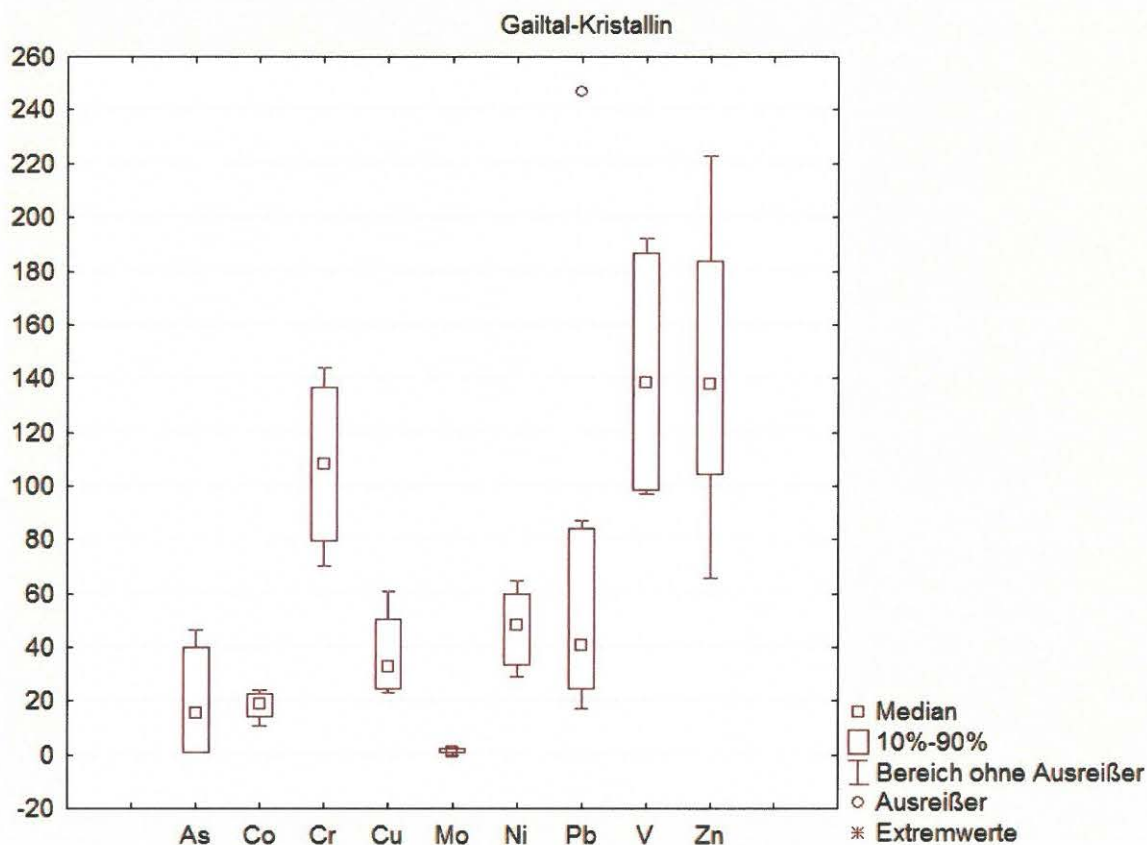


Abb. 18: Werteverteilung der Schwermetallgehalte des Gailtal-Kristallin der Kreuzeck-Gruppe.

Tab. 7: Schwermetallgehalte des Gailtal-Kristallin der Kreuzeck-Gruppe.

Gailtal-Kristallin	Minimum	q10	Median	q90	Maximum
As [ppm]	1	1	15	40	46
Co [ppm]	11	14	19	23	24
Cr [ppm]	70	80	108	137	144
Cu [ppm]	23	25	33	50	61
Mo [ppm]	0,10	0,69	0,93	2,43	2,92
Ni [ppm]	29	34	48	60	65
Pb [ppm]	17	25	41	84	87
V [ppm]	97	99	139	187	192
Zn [ppm]	66	105	138	184	223

*Paragneise und Glimmerschiefer des Drauzug-Gurktal-, Koralpe-Wölz-, Radstadt-, Ötztal-Bundschuh- und des Venediger-Deckensystems*

In dieser Gruppe zeigt sich eine eindeutige Abhängigkeit zur Tektonik. Die Paragneise und Glimmerschiefer des Venediger Deckensystems weisen geringere Gehalte an Pb, V und Zn auf, während die übrigen tektonischen Einheiten eine breite Streuung der Schwermetallgehalte zeigen. Abbildung 19 zeigt die Werteverteilung der Schwermetallgehalte innerhalb des Venediger Deckensystems (n = 29), statistische Kennwerte ohne Ausreißer sind in Tabelle 8 aufgelistet; Abbildung 20 zeigt die Werteverteilung der Schwermetallgehalte innerhalb der übrigen Deckensysteme (n = 157), statistische Kennwerte ohne Ausreißer sind in Tabelle 9 aufgelistet.

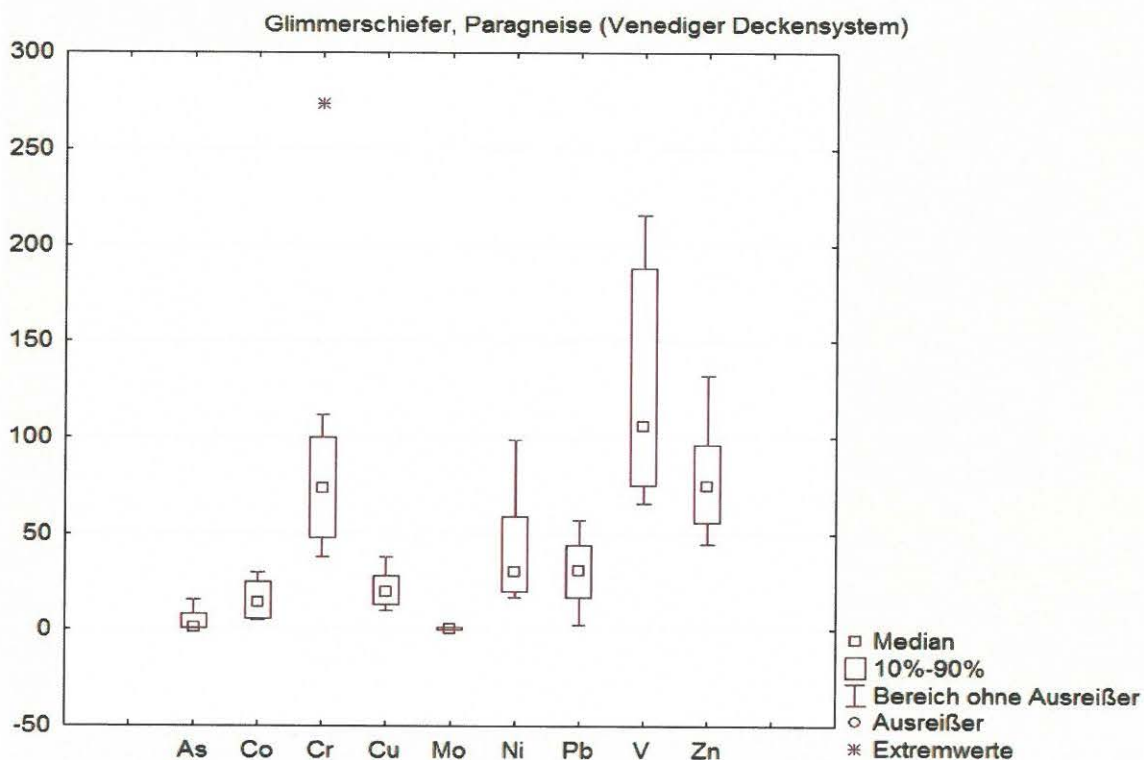


Abb. 19: Werteverteilung der Schwermetallgehalte der Paragneise und Glimmerschiefer innerhalb des Venediger Deckensystems.

Tab. 8: Schwermetallgehalte der Paragneise und Glimmerschiefer innerhalb des Venediger Deckensystems.

Glimmerschiefer - Paragneis (Venediger Deckensystem)	Minimum	q10	Median	q90	Maximum
As [ppm]	unterhalb der Nachweisgrenze (1ppm)				
Co [ppm]	5	6	14	25	30
Cr [ppm]	38	48	74	100	112
Cu [ppm]	10	13	20	28	38
Mo [ppm]	0,10	0,48	0,80	1,20	1,30
Ni [ppm]	17	20	30	59	99
Pb [ppm]	3	17	31	44	57
V [ppm]	66	75	106	188	216
Zn [ppm]	45	56	75	96	132

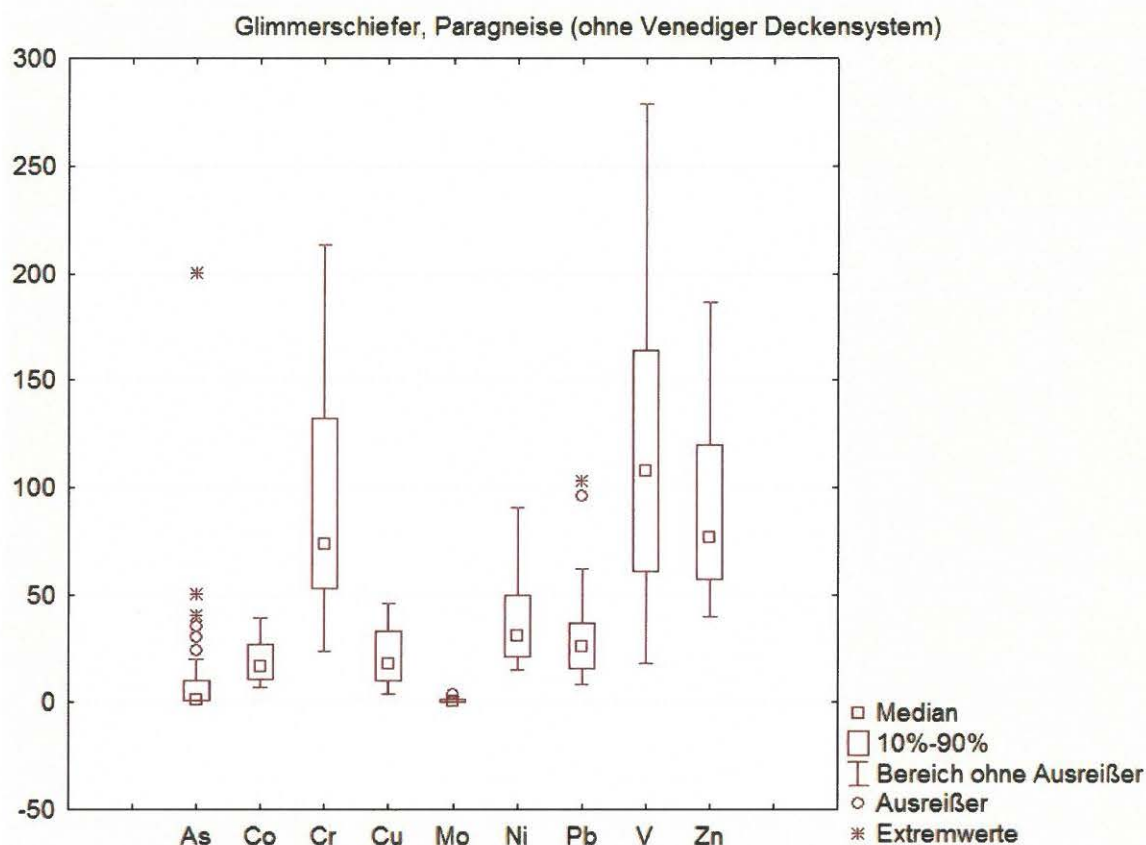


Abb. 20: Werteverteilung der Schwermetallgehalte der Paragneis und Glimmerschiefer innerhalb der übrigen Deckensysteme.

Tab. 9: Schwermetallgehalte der Paragneis und Glimmerschiefer innerhalb der übrigen Deckensysteme.

Glimmerschiefer - Paragneis (ohne Venediger Deckensystem)	Minimum	q10	Median	q90	Maximum
As [ppm]	unterhalb der Nachweisgrenze (1ppm)				
Co [ppm]	7	11	17	27	39
Cr [ppm]	24	53	74	132	213
Cu [ppm]	4	10	18	33	46
Mo [ppm]	0,26	0,48	0,80	1,30	3,70
Ni [ppm]	15	21	31	50	91
Pb [ppm]	8	16	26	37	62
V [ppm]	18	61	108	164	279
Zn [ppm]	40	57	77	120	187

Einige Einzugsgebiete der Gruppe der Glimmerschiefer und Paragneise beinhalten zusätzlich Amphibolite, die den Chemismus signifikant beeinflussen. Die Gehalte an Co, Cr und Ni sind bei Amphibolit-Anteil höher. Einzugsgebiete, die ausschließlich aus Amphibolit bestehen, sind nicht vorhanden. Auch bei den Glimmerschiefer-Einzugsgebieten mit Amphibolit-Anteil zeigen sich Unterschiede zwischen den Proben innerhalb des Venediger Deckensystems und denen der übrigen tektonischen Einheiten (Koralpe-Wölz- und Radstadt-Deckensystem). Abbildung 21 zeigt die Werteverteilung der Schwermetallgehalte der Einzugsgebiete mit Amphibolit-Anteil (n = 39), statistische Kennwerte ohne Ausreißer sind in Tabelle 10 aufgelistet.

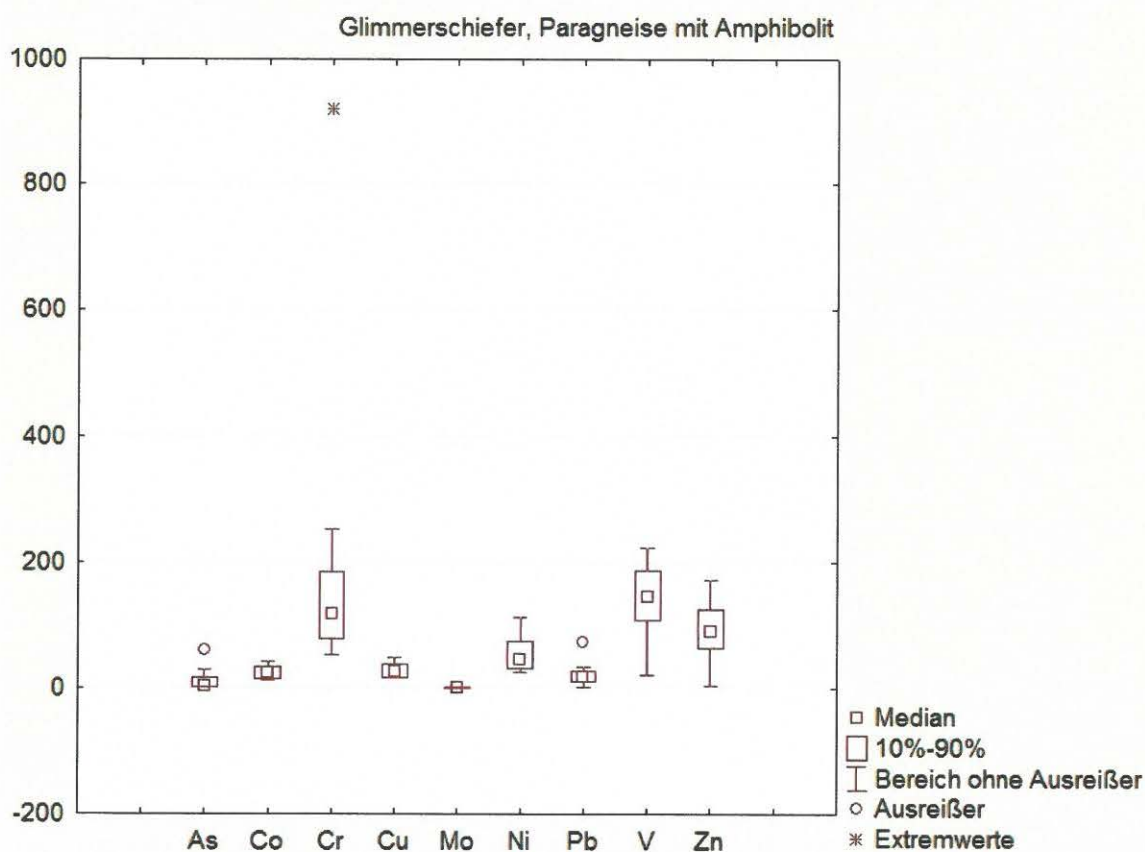


Abb. 21: Werteverteilung der Schwermetallgehalte innerhalb der Paragneis- / Glimmerschiefer-Einzugsgebiete mit Amphibolit-Anteil.

Tab. 10: Schwermetallgehalte innerhalb der Paragneis- / Glimmerschiefer-Einzugsgebiete mit Amphibolit-Anteil.

Glimmerschiefer - Paragneis mit Amphibolit	Minimum	q10	Median	q90	Maximum
As [ppm]	1	1	3	16	30
Co [ppm]	13	15	24	33	43
Cr [ppm]	53	78	118	185	253
Cu [ppm]	16	17	26	38	49
Mo [ppm]	0,10	0,52	0,94	1,50	2,00
Ni [ppm]	26	32	45	75	112
Pb [ppm]	3	10	18	28	33
V [ppm]	21	108	146	186	222
Zn [ppm]	5	64	91	126	172



Karbon des Drauzug-Gurktal-Deckensystems (Konglomerate, Sandsteine)

Diese Gruppe weist lediglich 7 Proben auf, die Schwermetallgehalte können daher nur unzulänglich statistisch ausgewertet werden. Abbildung 22 zeigt die Werteverteilung der Schwermetallgehalte (n = 7), statistische Kennwerte ohne Ausreißer sind in Tabelle 11 aufgelistet.

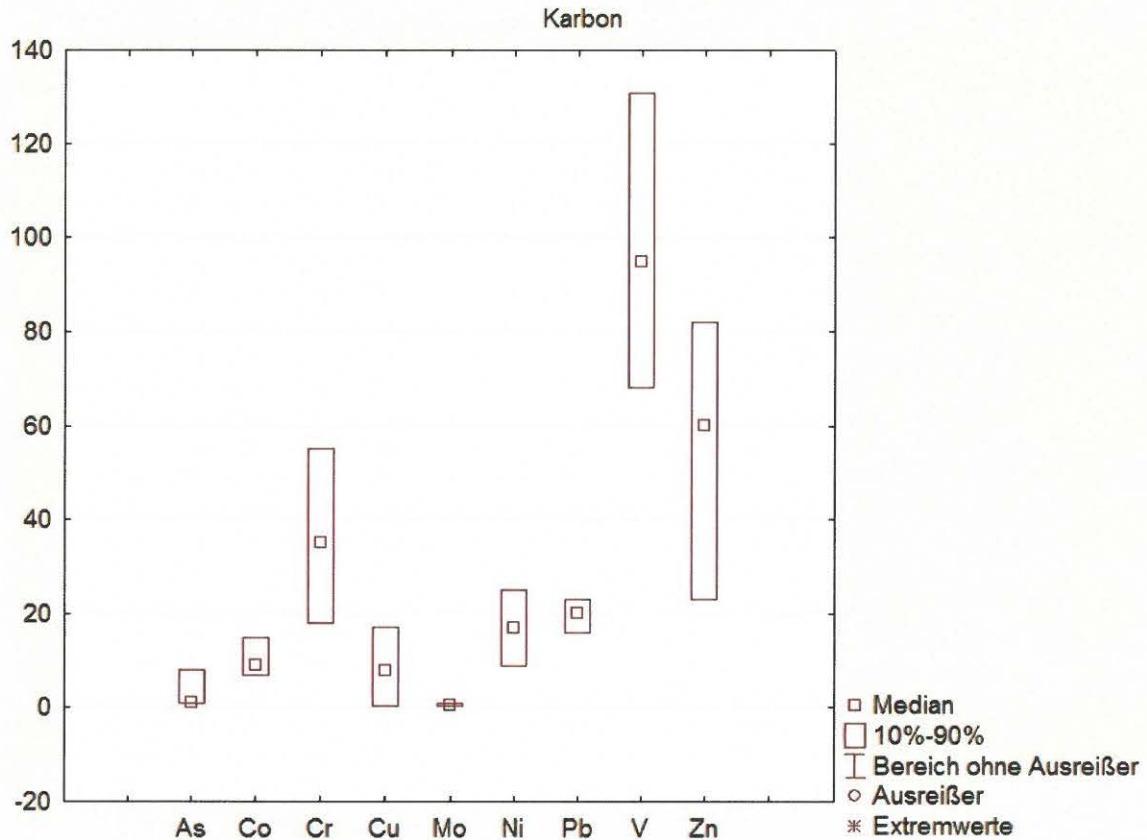


Abb. 22: Werteverteilung der Schwermetallgehalte des Karbons des Drauzug-Gurktal-Deckensystems.

Tab. 11: Schwermetallgehalte des Karbons des Drauzug-Gurktal-Deckensystems.

Karbon	Minimum	q10	Median	q90	Maximum
As [ppm]	unterhalb der Nachweisgrenze (1ppm)				
Co [ppm]	7	7	9	15	15
Cr [ppm]	18	18	35	55	55
Cu [ppm]	1	1	8	17	17
Mo [ppm]	0,43	0,43	0,46	0,84	0,84
Ni [ppm]	9	9	17	25	25
Pb [ppm]	16	16	20	23	23
V [ppm]	68	68	95	131	131
Zn [ppm]	23	23	60	82	82

*Permomesozoische Karbonate des Drauzug-Gurktal-Deckensystems (Kalksteine, Dolomite, Mergel)*

In dieser Gruppe überdecken sämtliche Einzugsgebiete der Bachsedimentproben eine Reihe von lithostratigraphischen Einheiten, die nicht separat beschrieben werden können. Abbildung 23 zeigt die Werteverteilung der Schwermetallgehalte (n = 31), statistische Kennwerte ohne Ausreißer sind in Tabelle 12 aufgelistet.

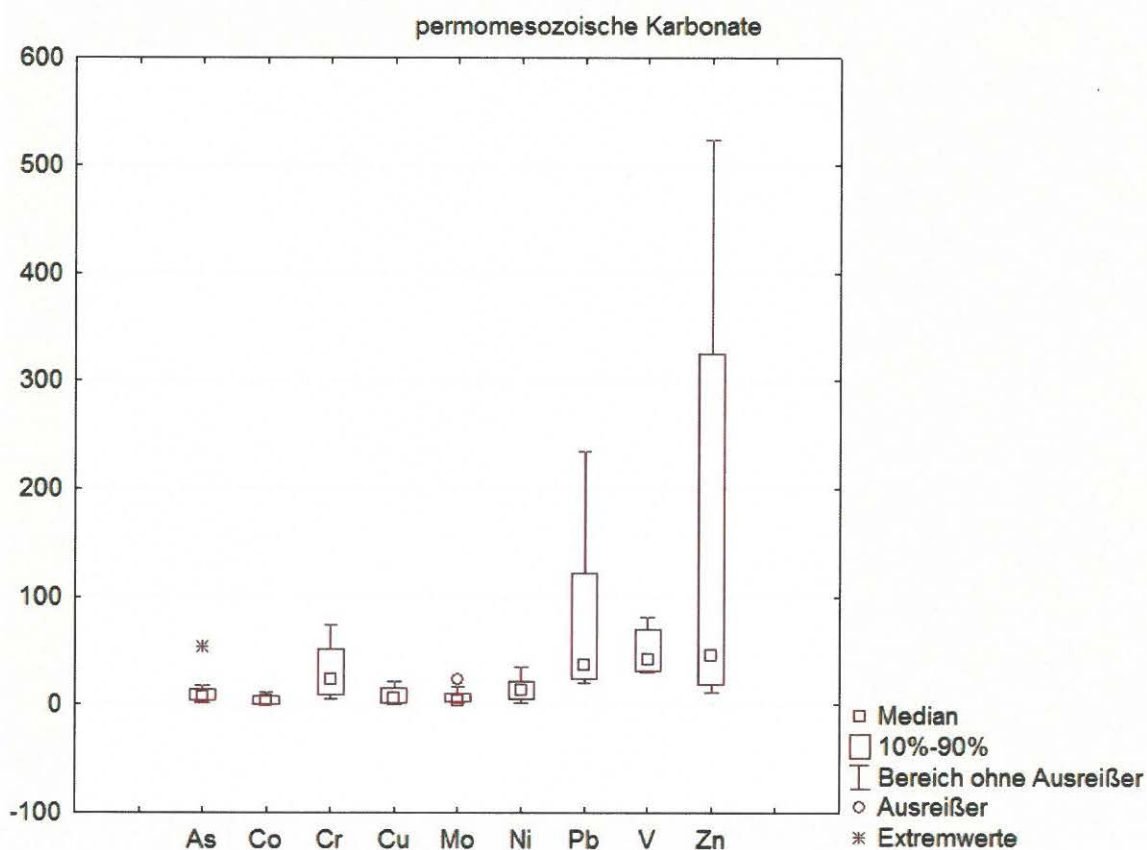


Abb. 23: Werteverteilung der Schwermetallgehalte der permomesozoischen Karbonate des Drauzug-Gurktal-Deckensystems.

Tab. 12: Schwermetallgehalte der permomesozoischen Karbonate des Drauzug-Gurktal-Deckensystems.

Permomesozoische Karbonate	Minimum	q10	Median	q90	Maximum
As [ppm]	2	5	7	14	17
Co [ppm]	1	1	4	8	12
Cr [ppm]	5	9	24	51	74
Cu [ppm]	1	2	7	16	22
Mo [ppm]	1,68	2,35	4,24	10,78	16,39
Ni [ppm]	2	5	13	22	35
Pb [ppm]	20	24	37	122	234
V [ppm]	30	32	42	70	81
Zn [ppm]	11	19	46	325	523

*Phyllite des Drauzug-Gurktal- und des Radstatt-Deckensystems (Phyllite, Quarzphyllite)*

Diese Gruppe weist bezüglich der Schwermetalle eine einheitliche geochemische Signatur auf. Abbildung 24 zeigt die Werteverteilung der Schwermetallgehalte (n = 76), statistische Kennwerte ohne Ausreißer sind in Tabelle 13 aufgelistet.

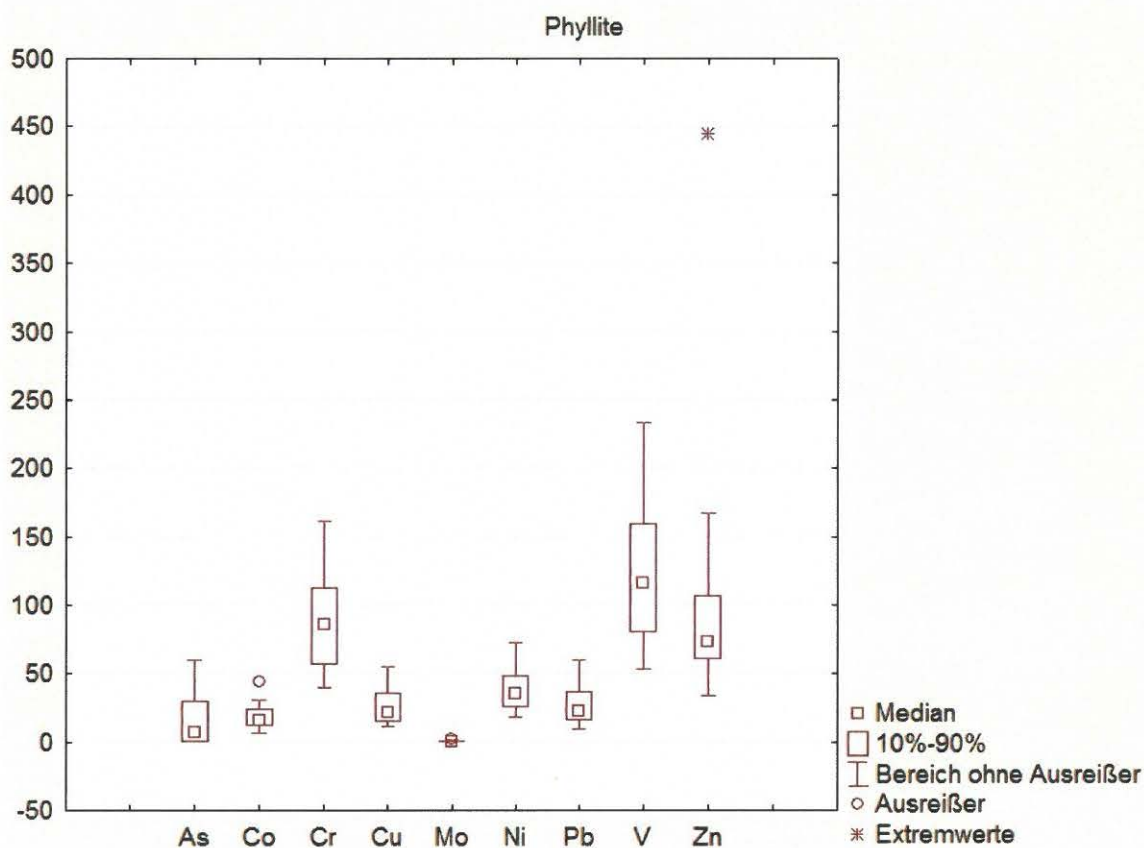


Abb. 24: Werteverteilung der Schwermetallgehalte der Phyllite des Drauzug-Gurktal- und des Radstatt-Deckensystems.

Tab. 13: Schwermetallgehalte der Phyllite des Drauzug-Gurktal- und des Radstatt-Deckensystems.

Phyllite	Minimum	q10	Median	q90	Maximum
As [ppm]	1	3	7	30	60
Co [ppm]	7	12	16	24	31
Cr [ppm]	40	57	86	113	161
Cu [ppm]	11	15	22	36	55
Mo [ppm]	0,44	0,57	0,68	0,85	2,00
Ni [ppm]	18	26	35	48	73
Pb [ppm]	9	16	23	37	60
V [ppm]	53	81	116	159	233
Zn [ppm]	34	61	73	107	167



*Post-Variszikum der Karnischen Alpen (Schiefer, Sandsteine, Kalke)*

Die Einzugsgebiete der Bachsedimente in dieser tektonischen Einheit überdecken immer eine Reihe von lithologischen Einheiten, die sich daher geochemisch nicht separat beschreiben lassen. Zusätzlich existieren lediglich 6 Proben in dieser Einheit, weshalb sich die Schwermetallgehalte nur unzulänglich statistisch ausgewertet lassen. Die folgenden Angaben der Schwermetallgehalte haben daher nur indikativen Charakter. Abbildung 25 zeigt die Werteverteilung der Schwermetallgehalte (n = 6), statistische Kennwerte ohne Ausreißer sind in Tabelle 14 aufgelistet.

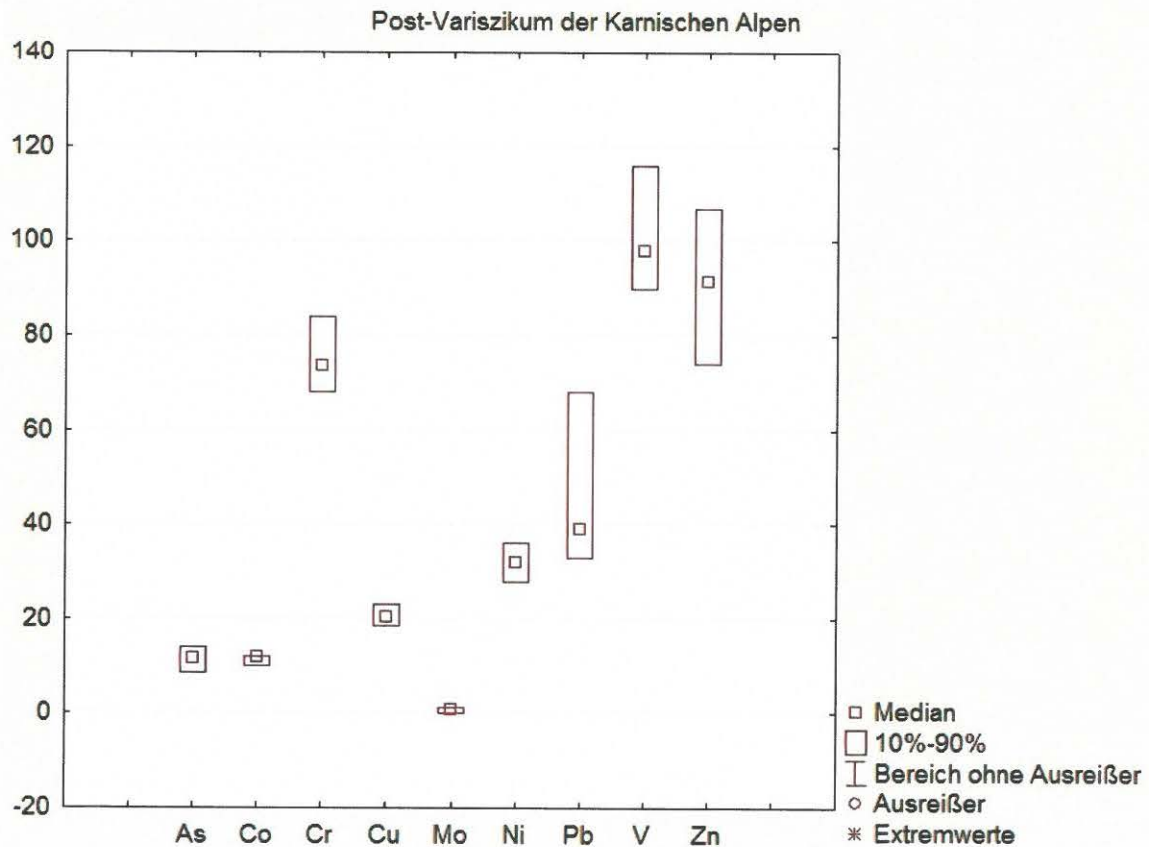


Abb. 25: Werteverteilung der Schwermetallgehalte des Post-Variszikum der Karnischen Alpen.

Tab. 14: Schwermetallgehalte des Post-Variszikum der Karnischen Alpen.

Post-Variszikum	Minimum	q10	Median	q90	Maximum
As [ppm]	9	9	12	14	14
Co [ppm]	10	11	12	12	12
Cr [ppm]	68	68	74	84	84
Cu [ppm]	19	19	20	23	23
Mo [ppm]	0,10	0,10	0,76	1,28	1,28
Ni [ppm]	28	28	32	36	36
Pb [ppm]	33	33	39	68	68
V [ppm]	90	90	98	116	116
Zn [ppm]	74	74	92	107	107

Quarzite des Koralmpe-Wölz-, Radstadt- und Ötztal-Bundschuh-Deckensystems

Diese Gruppe weist bezüglich der Schwermetalle eine einheitliche geochemische Signatur auf. Abbildung 26 zeigt die Werteverteilung der Schwermetallgehalte (n = 107), statistische Kennwerte ohne Ausreißer sind in Tabelle 15 aufgelistet.

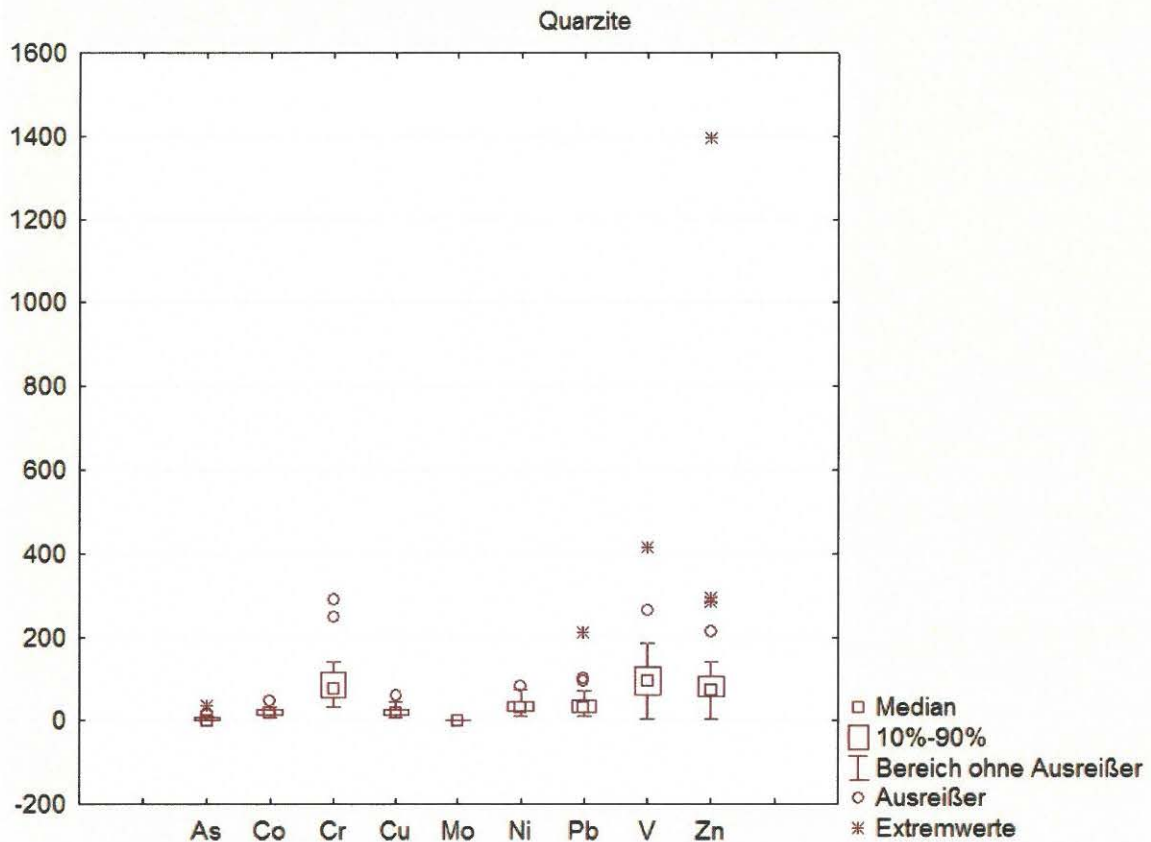


Abb. 26: Werteverteilung der Schwermetallgehalte der Quarzite des Koralmpe-Wölz-, Radstadt- und Ötztal-Bundschuh-Deckensystems.

Tab. 15: Schwermetallgehalte der Quarzite des Koralmpe-Wölz-, Radstadt- und Ötztal-Bundschuh-Deckensystems.

Quarzite	Minimum	q10	Median	q90	Maximum
As [ppm]	unterhalb der Nachweisgrenze (1ppm)				
Co [ppm]	7	13	18	25	34
Cr [ppm]	34	56	76	117	140
Cu [ppm]	6	13	18	28	44
Mo [ppm]	0,31	0,50	0,61	0,84	1,60
Ni [ppm]	12	22	30	45	74
Pb [ppm]	10	20	30	49	71
V [ppm]	5	60	96	128	185
Zn [ppm]	5	58	74	105	140

Einige Einzugsgebiete der Gruppe der Quarzite beinhalten zusätzlich Amphibolite, die wie bei der Gruppe der Glimmerschiefer und Paragneise die Gehalte an Co, Cr und Ni erhöhen. Abbildung 27 zeigt die Werteverteilung der Schwermetallgehalte der Einzugsgebiete mit Amphibolit-Anteil (n = 23), statistische Kennwerte ohne Ausreißer sind in Tabelle 16 aufgelistet.

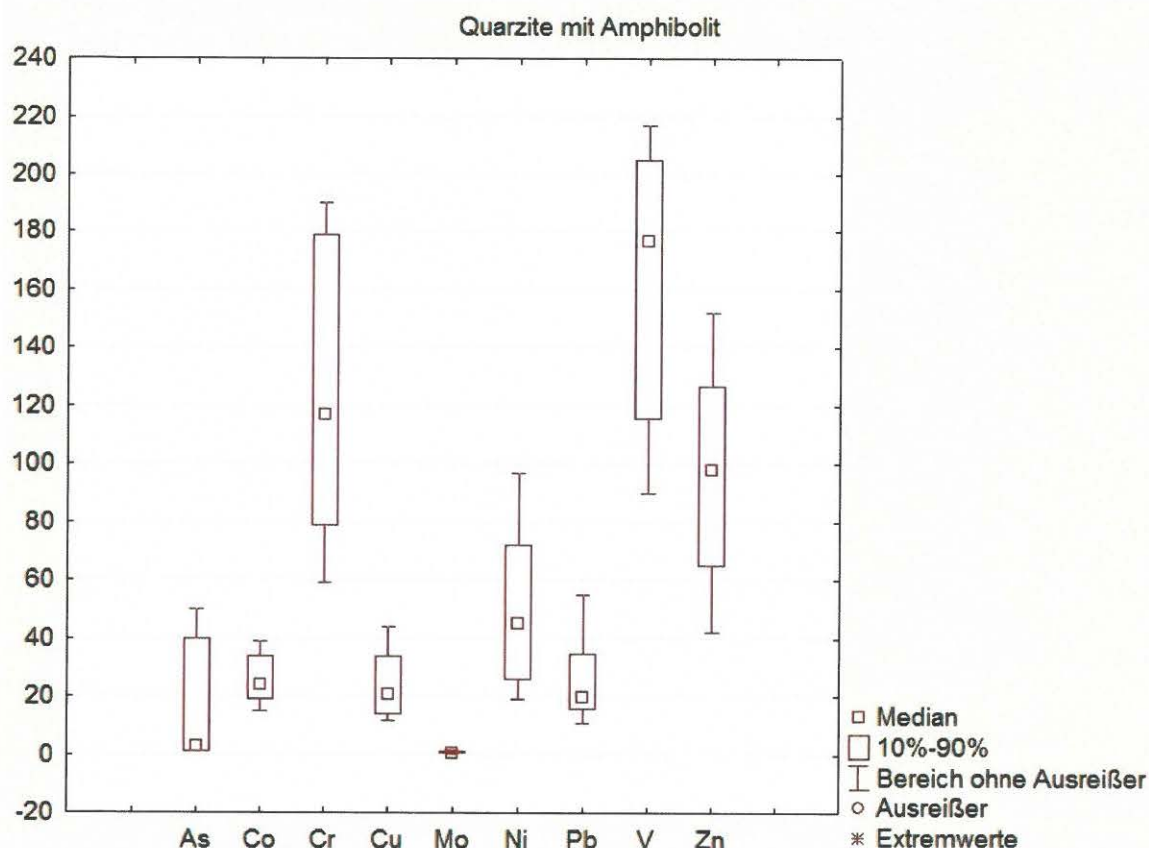


Abb. 27: Werteverteilung der Schwermetallgehalte der Quarzit-Einzugsgebiete mit Amphibolit-Anteil.

Tab. 16: Schwermetallgehalte der Quarzit-Einzugsgebiete mit Amphibolit-Anteil.

Quarzite mit Amphibolit	Minimum	q10	Median	q90	Maximum
As [ppm]	1	1	3	40	50
Co [ppm]	15	19	24	34	39
Cr [ppm]	59	79	117	179	190
Cu [ppm]	12	14	21	34	44
Mo [ppm]	0,47	0,58	0,73	1,00	1,50
Ni [ppm]	19	26	45	72	97
Pb [ppm]	11	16	20	35	55
V [ppm]	90	116	177	205	217
Zn [ppm]	42	65	98	127	152

*Variszikum der Karnischen Alpen (Schiefer, Sandsteine, Grauwacken, Kalke, Dolomite)*

Wie im Post-Variszikum überdecken die Einzugsgebiete der Bachsedimente in dieser tektonischen Einheit immer eine Reihe von lithologischen Einheiten, die sich daher geochemisch nicht separat beschreiben lassen. Die folgenden Angaben der Schwermetallgehalte geben daher nur sehr generell Auskunft. Abbildung 28 zeigt die Werteverteilung der Schwermetallgehalte der Einzugsgebiete mit Amphibolit-Anteil (n = 38), statistische Kennwerte ohne Ausreißer sind in Tabelle 17 aufgelistet.

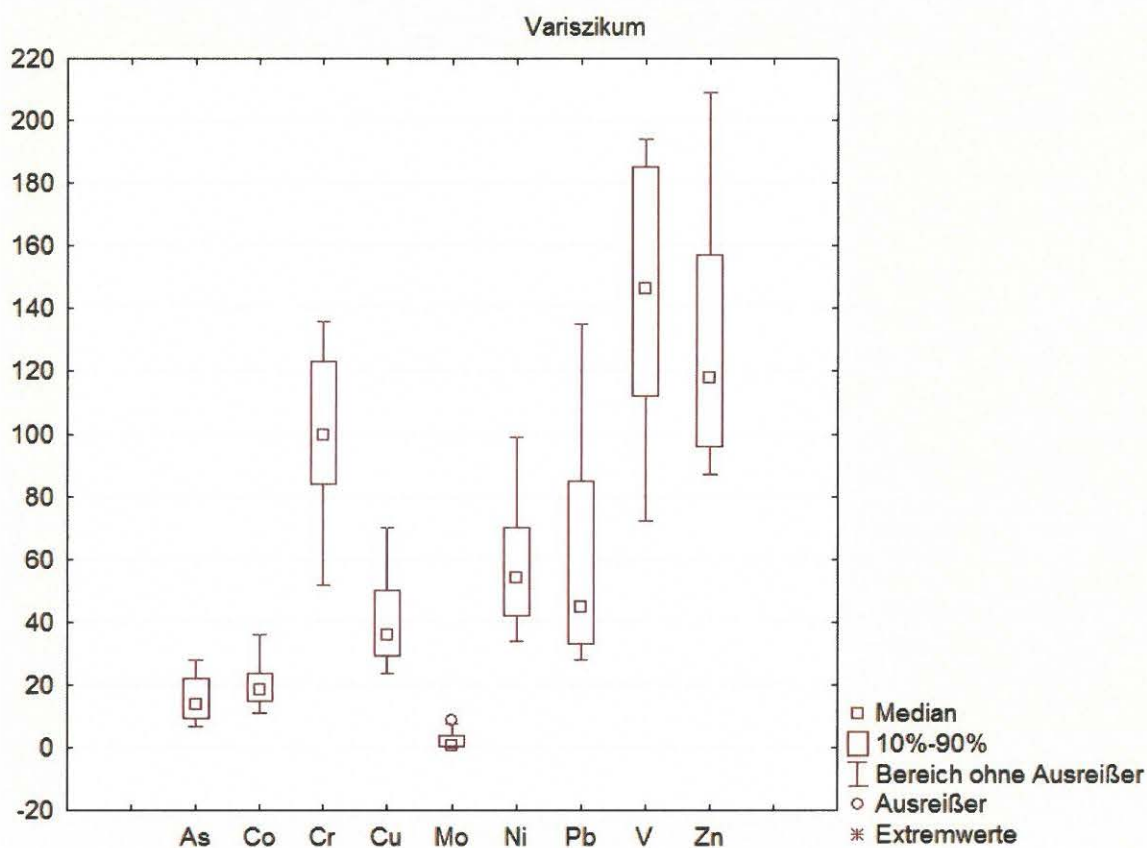


Abb. 28: Werteverteilung der Schwermetallgehalte des Variszikum der Karnischen Alpen.

Tab. 17: Schwermetallgehalte des Variszikum der Karnischen Alpen.

Variszikum	Minimum	q10	Median	q90	Maximum
As [ppm]	7	9	14	22	28
Co [ppm]	11	15	19	24	36
Cr [ppm]	52	84	100	123	136
Cu [ppm]	24	29	36	50	70
Mo [ppm]	0,10	0,54	0,84	3,60	7,81
Ni [ppm]	34	42	54	70	99
Pb [ppm]	28	33	45	85	135
V [ppm]	72	112	147	185	194
Zn [ppm]	87	96	118	157	209



Aus den Tabellen 5 – 17 wurden die Maximalwerte (ohne Ausreißer) benutzt, um die Gesteinseinheiten der geologischen Karten Blätter GK 156, 157, 182, 183, 196 - 199 zu attributieren, und die abgeleiteten geogenen Hintergründe Polygon-scharf flächenhaft darzustellen (Abb. 29 – 37).

Zur besseren Vergleichbarkeit mit den anderen geochemischen Informationsebenen wurden die Klassenbildungen in den Karten der geogenen Hintergrundwerte denen in den Elementpunktdarstellungen  $< 180 \mu\text{m}$  bzw. in den flächeninterpolierten Elementkarten angepasst.

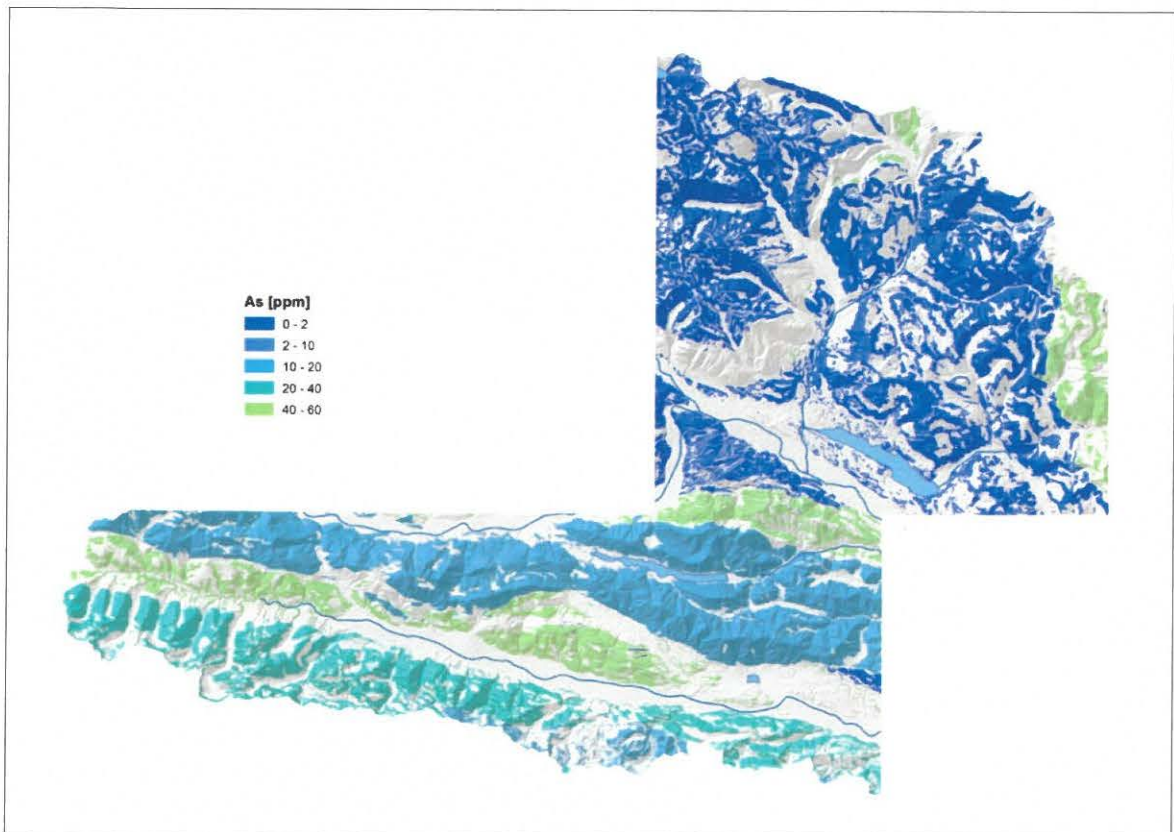


Abb. 29: Karte der geogenen Hintergrundwerte des Elements Arsen.



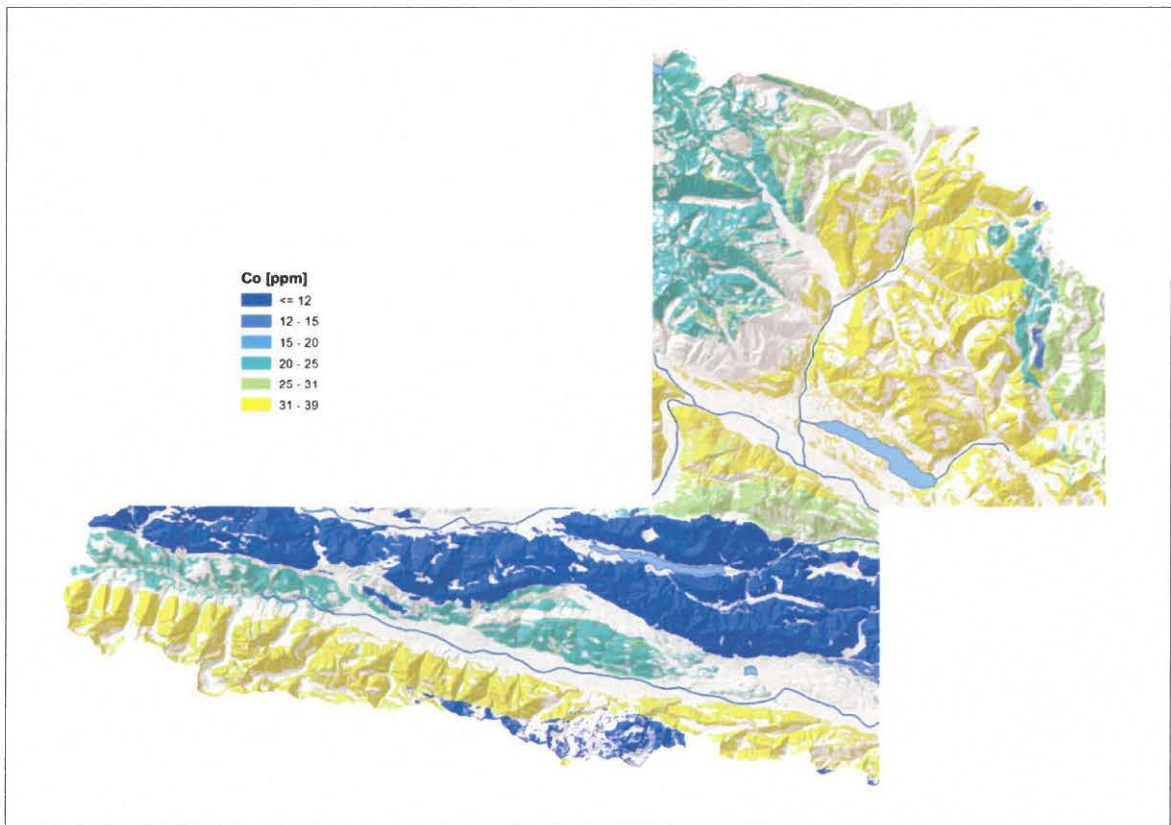


Abb. 30: Karte der geogenen Hintergrundwerte des Elements Kobalt.

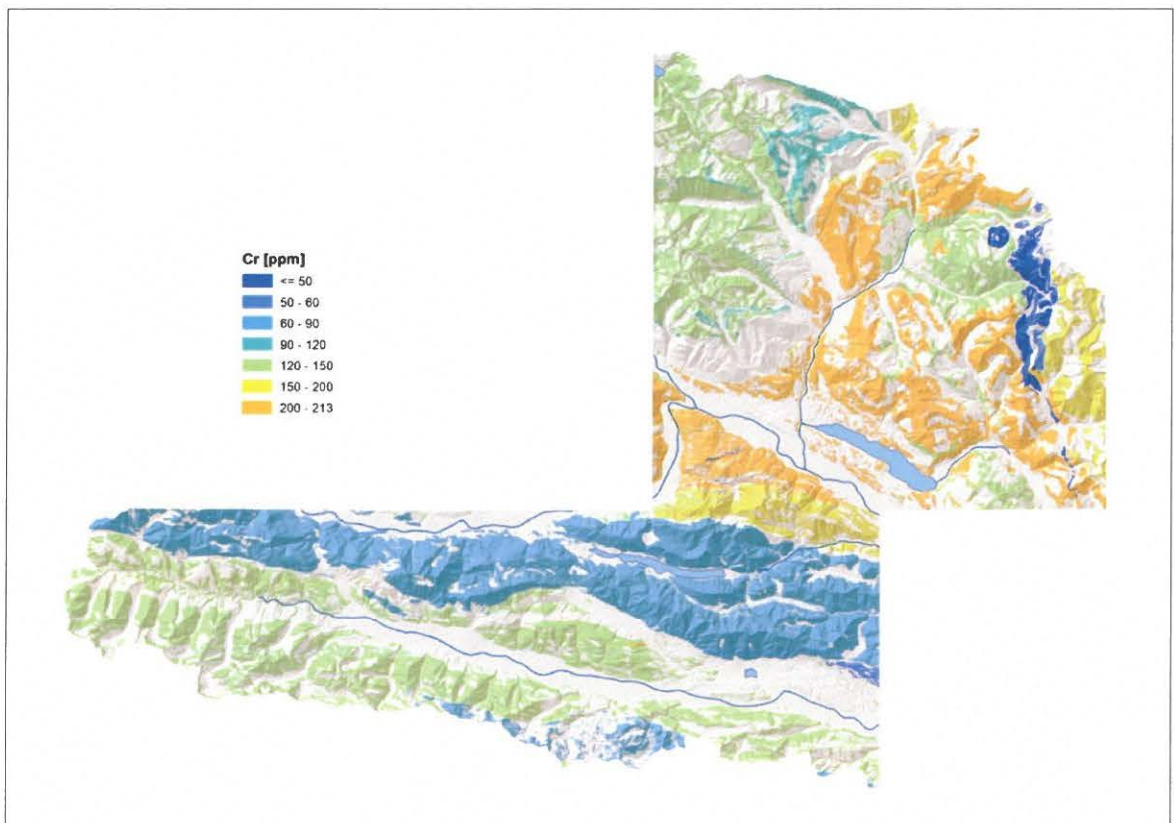


Abb. 31: Karte der geogenen Hintergrundwerte des Elements Chrom.

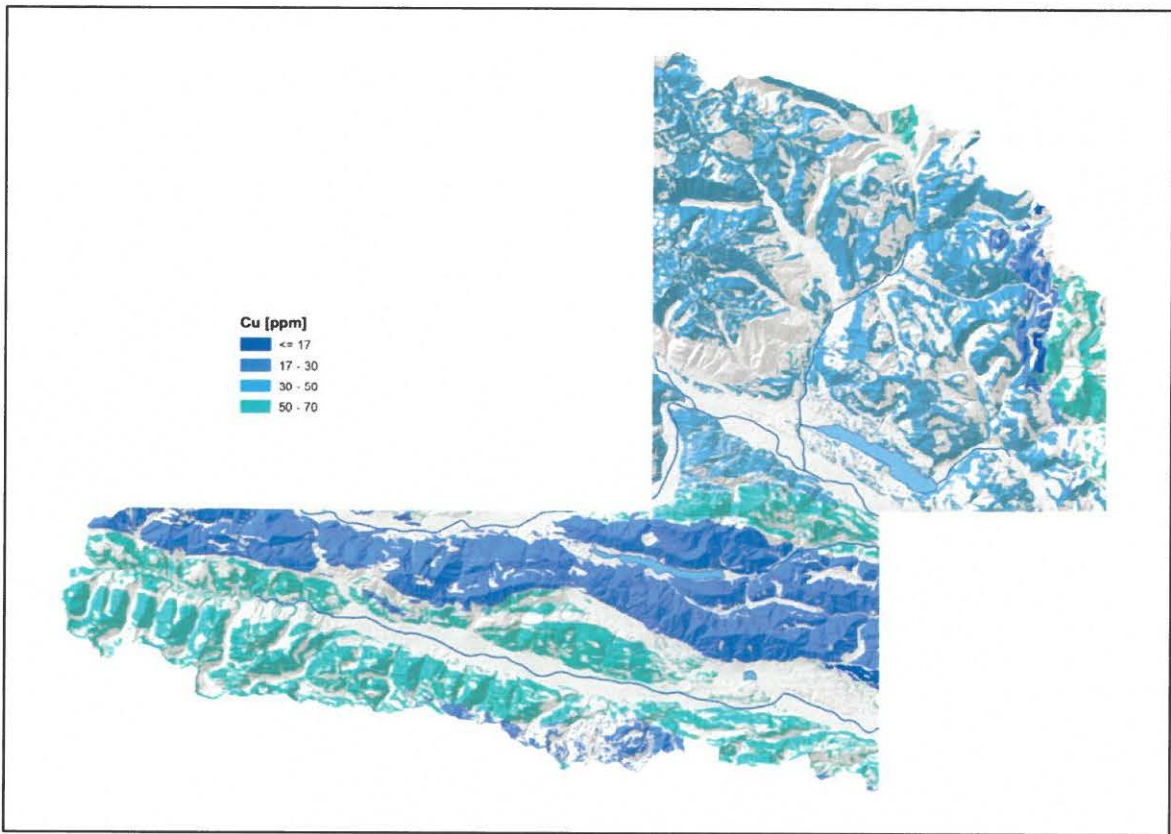


Abb. 32: Karte der geogenen Hintergrundwerte des Elements Kupfer.

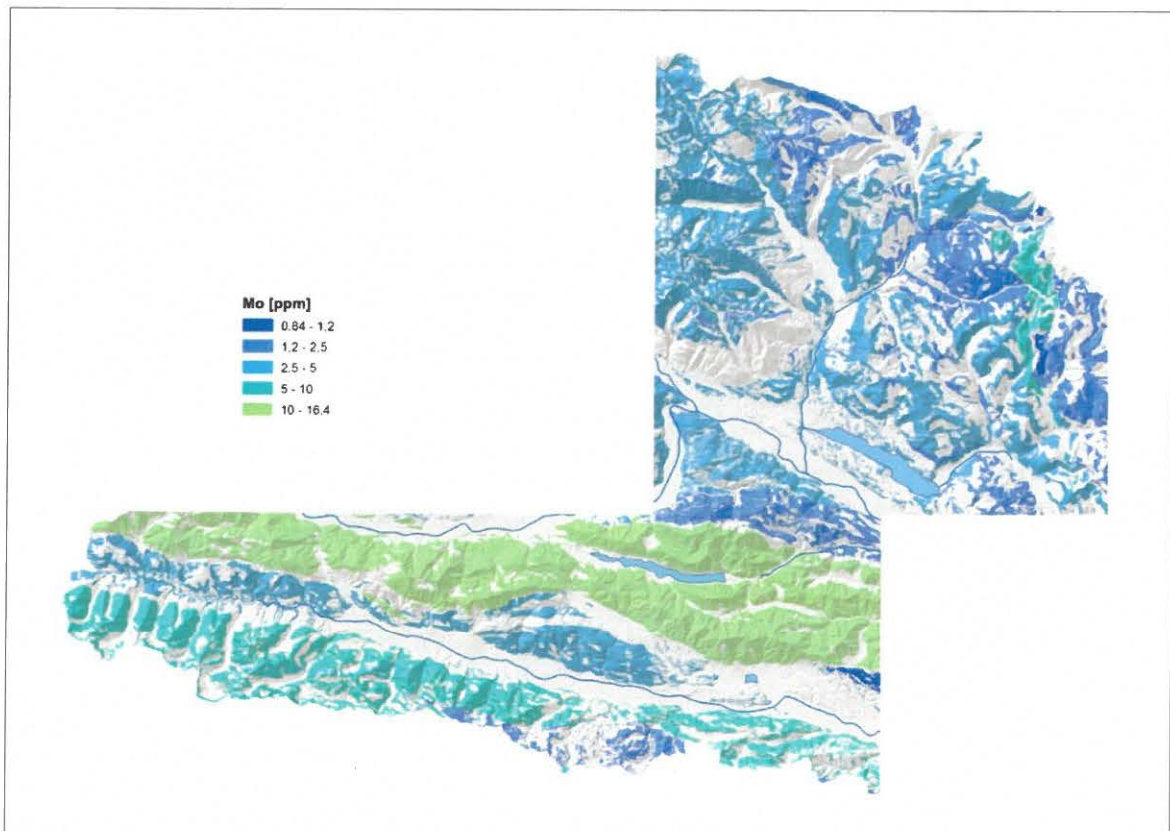


Abb. 33: Karte der geogenen Hintergrundwerte des Elements Molybdän.



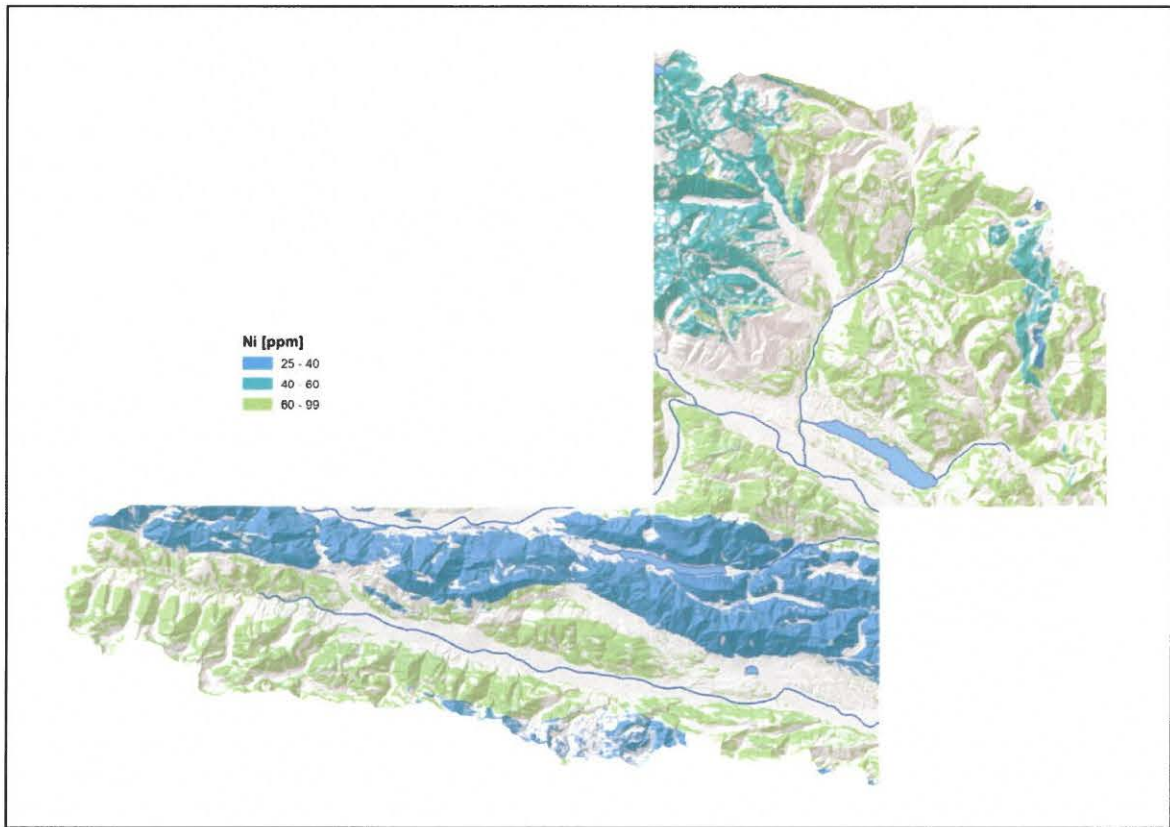


Abb. 34: Karte der geogenen Hintergrundwerte des Elements Nickel.

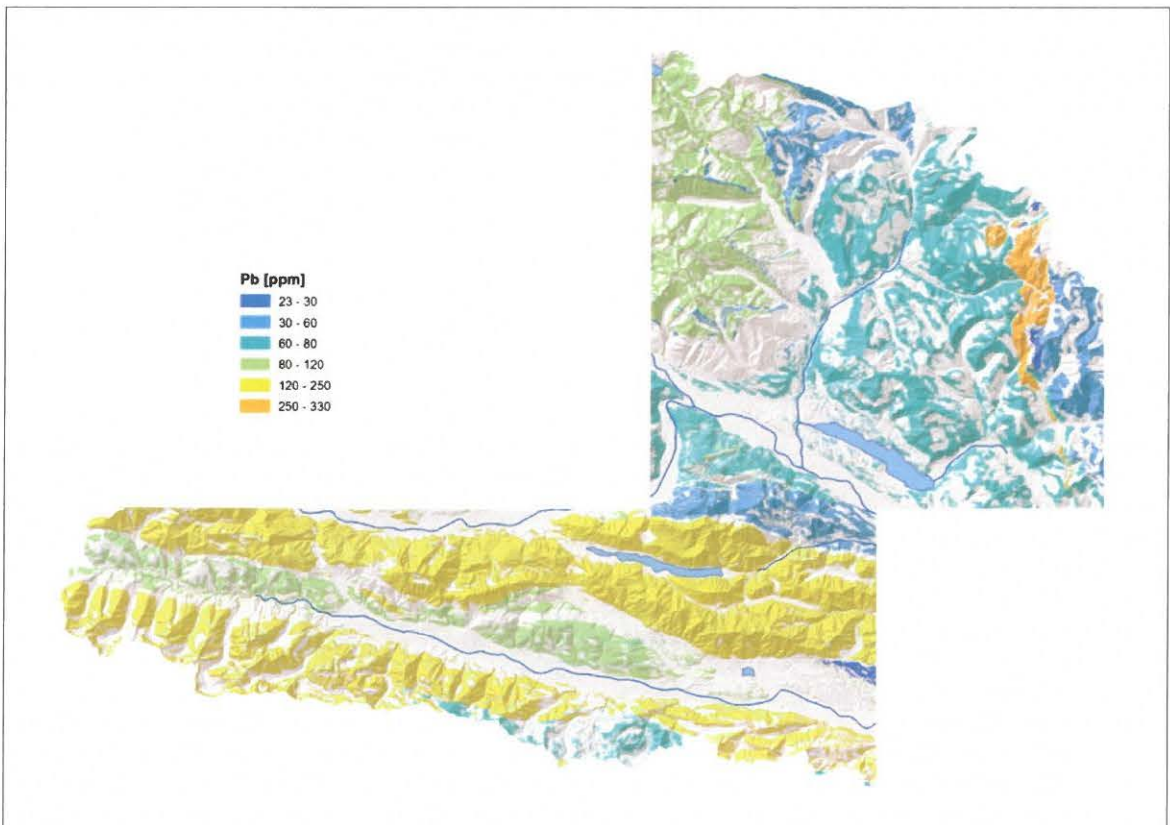


Abb. 35: Karte der geogenen Hintergrundwerte des Elements Blei.

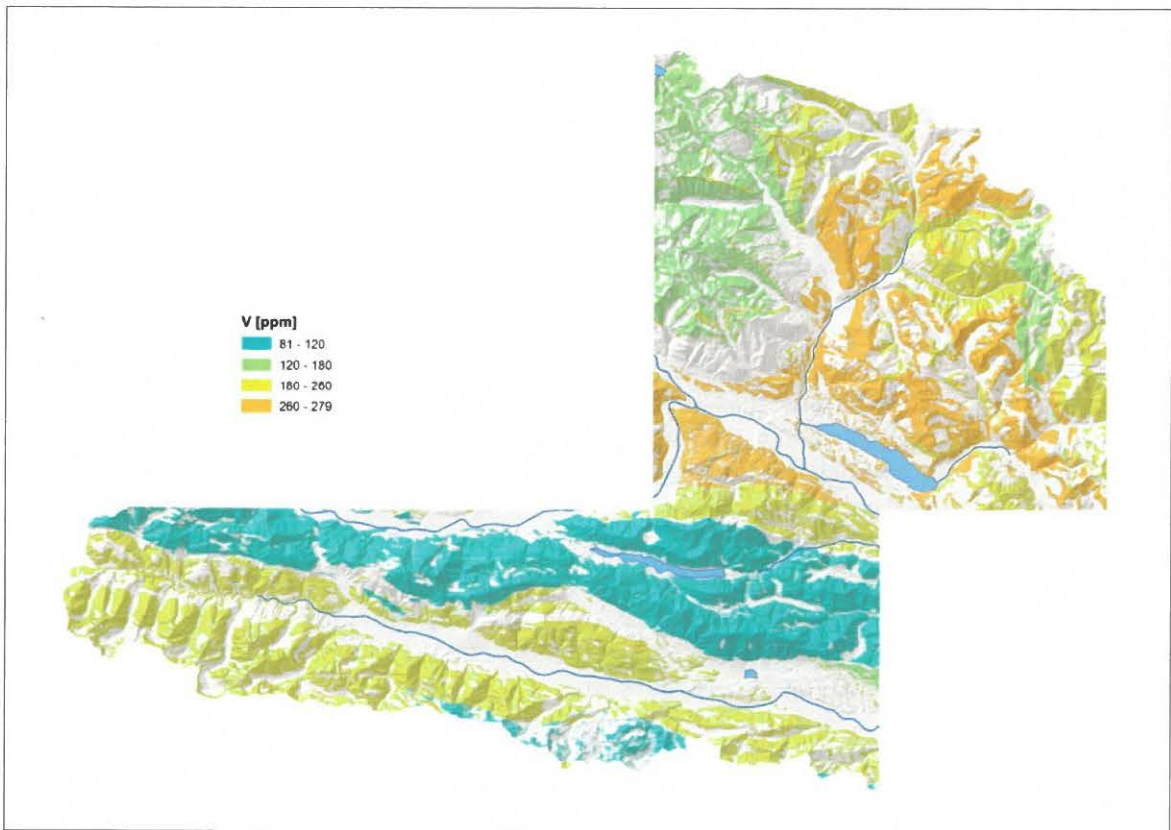


Abb. 36: Karte der geogenen Hintergrundwerte des Elements Vanadium.

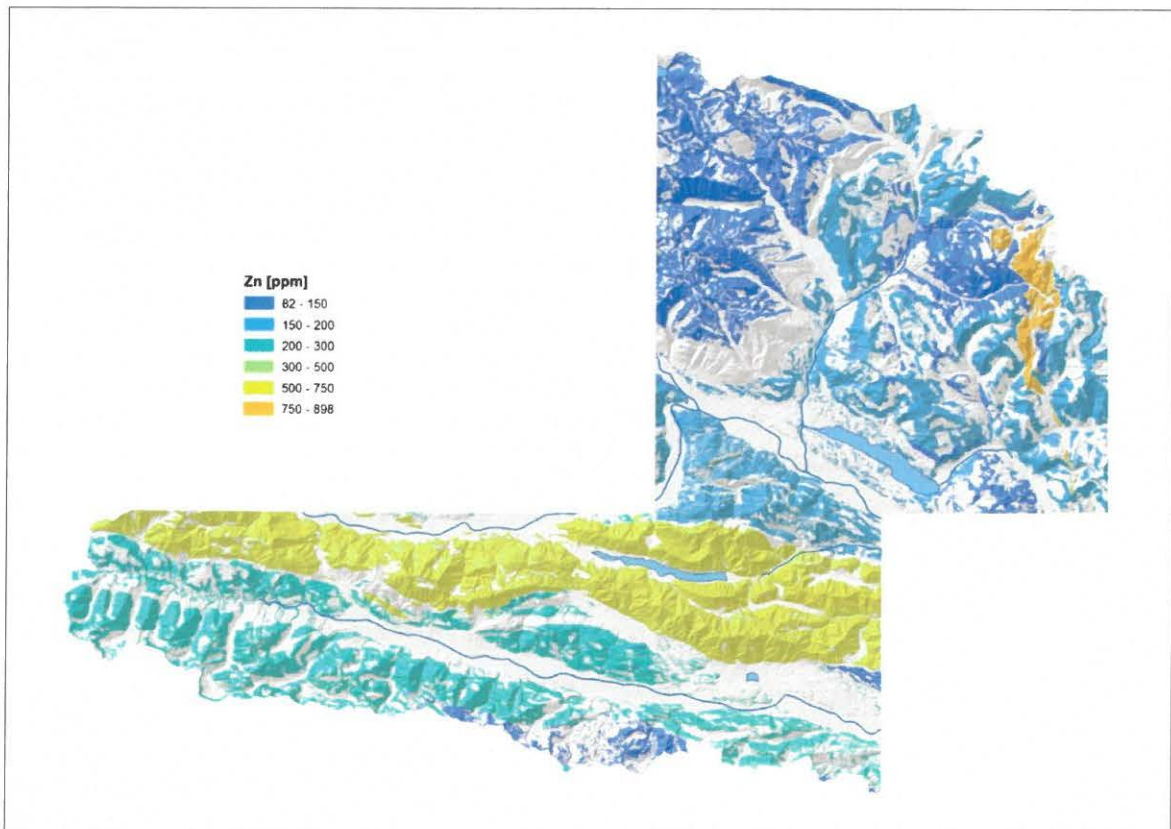


Abb. 37: Karte der geogenen Hintergrundwerte des Elements Zink.



Eine Einzugsgebiet-spezifische Gesamtverrechnung und Ableitung geogener Hintergrundwerte, wie sie nun in ausgewählten Testgebieten im Detail durchgeführt wurde, lässt sich auf Basis der von der Geologischen Bundesanstalt kompilierten geologischen Karte von Kärnten im Maßstab 1:200.000 nicht flächen-deckend für das Bundesland durchführen. Aufgrund der unterschiedlichen Qualität der für die kompilierte geologische Karte verwendeten Kartenunterlagen ist diese Verrechnungsmethode nämlich derzeit nicht überall anwendbar. Speziell in der Kreuzeck Gruppe bzw. im Gurktal Deckensystem fehlen geologische Karten mit einer modernen lithologischen und tektonischen Differenzierung. Auch bei den alten, nur analog vorhandenen geologischen Karten 1:50.000 ist eine rasche, flächendeckende Attribution der Probenpunkte und eine Ableitung lithologie-spezifischer Hintergrundgehalte derzeit nur in einem vom Aufwand her nicht vertretbaren Rahmen möglich. Dazu kommt noch, dass die Probendichte bachsedimentgeochemischer Daten in den großen Karbonatgebieten deutlich geringer ist als in der Zentralzone. Für viele lithologische Einheiten in den Karbonatserien stehen damit auch keine einzugs-spezifischen Hintergrundwerte zur Verfügung.

Unter Berücksichtigung dieser regionalen Unschärfen und der teilweise großflächigen Lücken wird bis zum Vorliegen moderner, flächendeckender, geologischer Karten für Kärnten von der Umsetzung der lithologie-spezifischen Hintergrundgehalte auf die gesamte geologische Karte Kärntens nach der eingangs beschriebenen Methode weiterhin abgesehen.

Als Interimslösung für eine orientierende Bewertung regionalisierter geogener Hintergrundwerte bietet sich die kombinierte Darstellung der Bachsedimentgeochemie (Fraktion <180 µm) in Form von Elementpunktkarten und flächeninterpolierten Elementkarten an (siehe Kap. 3.2.4). Die spezifische Elementverteilung auf lokaler bis regionaler Ebene ermöglicht dabei bereits profunde Informationen über erwartbare geogene Hintergrundwerte. Höhere Elementgehalte infolge von Vererzungen bzw. Bergbauen sind in den univariaten Elementdarstellungen (Punktkarten, flächeninterpolierte Karten) der Bachsedimentgeochemie meist auch besser interpretierbar.

### 3.2.6 Bodenversauerungsrisiko und Austragsrisiko

Wie schon in anderen Regionalprojekten der Arbeitsgruppe Geologische Bundesanstalt/Büro Dr. PirkI getestet, sind mit Hilfe der Bach- und Flusssediment-Analytik auch zusätzliche Aussagen zu Istzuständen und potenziellen Prozessen in den jeweiligen Einzugsgebieten möglich.

- Für das potenzielle Bodenversauerungsrisiko wird dabei von den theoretischen Überlegungen ausgegangen, dass
  - a. sich die Untergrundlithologie direkt auf die Bodenbildung auswirkt,
  - b. die Hauptelementverteilung in den Bachsedimenten die Einzugsgebiets-Lithologie weitgehend wiedergibt und
  - c. die Konzentration von Hauptelementen in den Bachsedimenten mehr oder minder vergleichbar ist mit der jeweiligen Verteilung in den Böden der Einzugsgebiete.

Berechnet wird die Formel  $(Al+Fe+Mn)/(Ca+Mg+K)$  aus der Analytik der Bachsedimente. Die Summe Al+Fe+Mn steht für das Muster der analogen, bodensäurebildenden Ionenkombination; die Summe Ca+Mg+K dagegen für die analoge, bodenbasenbildende Ionenkombination. Die räumliche Verteilung ergibt ein durchaus plausibles und interpretierbares Muster der Risiko-Verteilung (je höher der berechnete Wert, desto höher das potenzielle Risiko).

- Die Überlegungen zum potenziellen Austragsrisiko bauen auf der Berechnung des potenziellen Bodenversauerungsrisikos auf. Dabei wird der errechnete „Boden-Risikowert“ mit der jeweiligen Konzentration eines durch die Bodenversauerung mobilisierbaren Schwermetalls multipliziert.

Diese abgeleiteten Modellbildungen wurden als gesonderte Informationsebenen für das Bodeninformationssystem Kärnten neubearbeitet und für die Implementierung bereits fertiggestellt. In diesen inhaltlich zusammen gehörenden Datenlayern wurde zuerst das potenzielle Bodenversauerungsrisiko für das Bearbeitungsgebiet Kärnten errechnet und in einer Kartendarstellung visualisiert (Abb. 38). Auf Basis der errechneten Daten des Bodenversauerungsrisikos wurde schließlich das potenzielle Austragsrisiko für ausgewählte Schwermetalle (As, Cr, Cu, Ni, Pb, Sb, Zn) abgeleitet und in Kartenform dargestellt (Abb. 39)

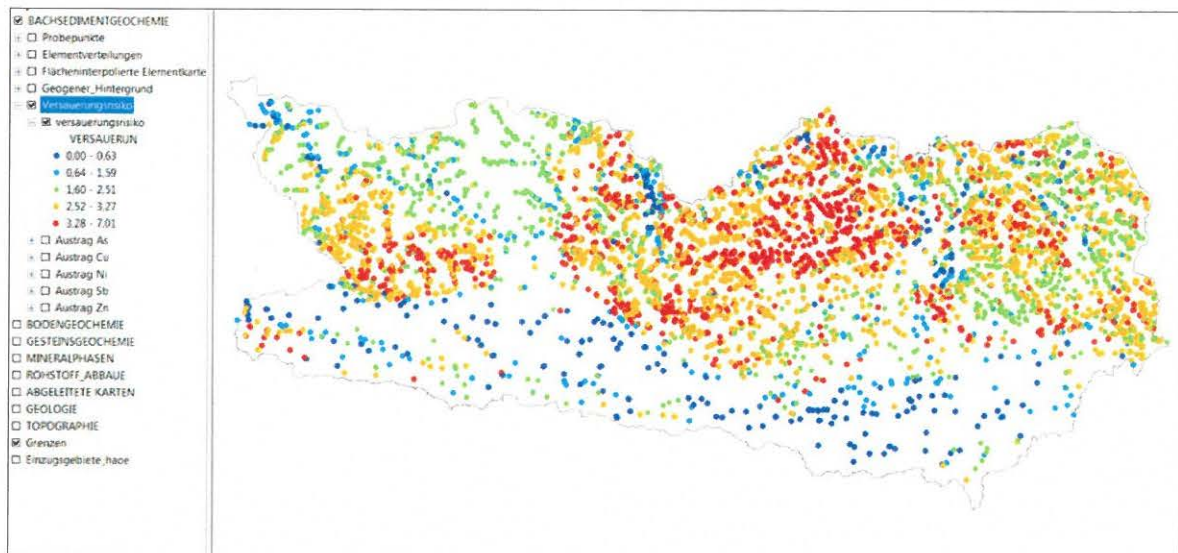


Abb. 38: Gesamtdarstellung des untergrundabhängigen potenziellen Bodenversauerungsrisikos  $(Al+Fe+Mn)/(Ca+Mg+K)$ .

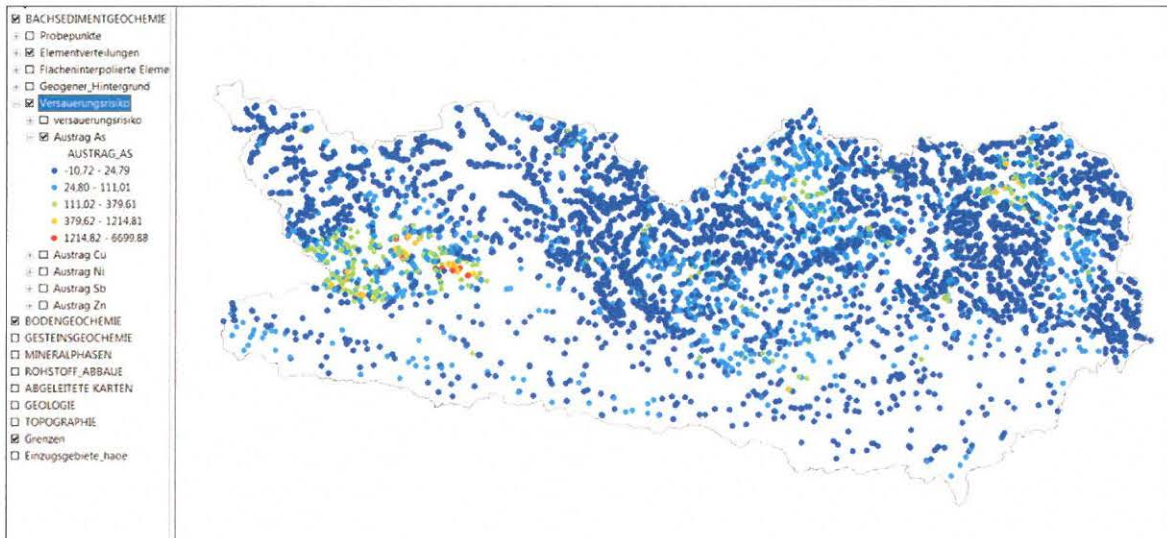


Abb. 39: Gesamtdarstellung des potenziellen Ausstragsrisikos für Arsen.

### 3.3 Gesteinsgeochemie aus diversen Projekten (Literatur-/Archivdaten)

An der Geologischen Bundesanstalt existiert derzeit noch keine zentrale Gesteinsgeochemiedatenbank, die eine gezielte Abfrage aller Kärnten betreffenden Analysendaten ermöglichen würde. Im Zuge des Metadatenprojektes Kärnten (LIPIARSKI et al., 2003) wurde unter anderem auch versucht, eine Gesamtdarstellung aller verfügbaren Gesteinsgeochemiedaten (Archiv-/Literaturunterlagen) für das Bundesland Kärnten zu geben. In der seinerzeitigen Metadatendokumentation sind eine Reihe von Metadaten-einträgen enthalten, bei denen zwar eine genaue Verortung der Probenpunkte zur Verfügung stand, aber nicht die Analysenergebnisse. Bei einem Teil dieser Metadateneinträge ist es zwischenzeitlich gelungen, die entsprechenden Analysenergebnisse nachzuführen. Probenpunkte ohne Analysenergebnisse werden hingegen in der aktuellen Metadatendokumentation nicht mehr geführt. Weiterhin nicht berücksichtigt sind eine Reihe von Hochschul-/Universitätsarbeiten in Kärnten, die zwar einige Hundert Gesteinsgeochemieanalysen umfassen, deren Probenpunkte aber bis dato nicht verortet werden konnten. Das Datenlayer 'Gesteinsgeochemie' umfasst derzeit insgesamt 1203 Einzelanalysen von Gesteinen. Je nach Projektzweck und Methodik variiert der Elementumfang von einer umfassenden Multielementanalytik bis hin zu wenigen Wertelementen aus verschiedenen Rohstoffprospektionsprogrammen. In letzterer Gruppe sind auch die gezielten geochemischen Untersuchungen von Bergbauhalden (BBU, GBA, FREN) enthalten. Die Gehalte an spezifischen Schwermetallen sind in diesen Haldenproben entsprechend hoch und heben sich damit deutlich vom geogenen Hintergrund der Nebengesteine ab.

Die Gesteinsgeochemie wird im Bodeninformationssystem als separate GIS-Ebene mit einer angepassten Legende (ausgewählte klassifizierte Elementpunktkarten) dargestellt (Abb. 40). Bei der Identifizierung können aber alle Analysenwerte in tabellarischer Form abgefragt werden.



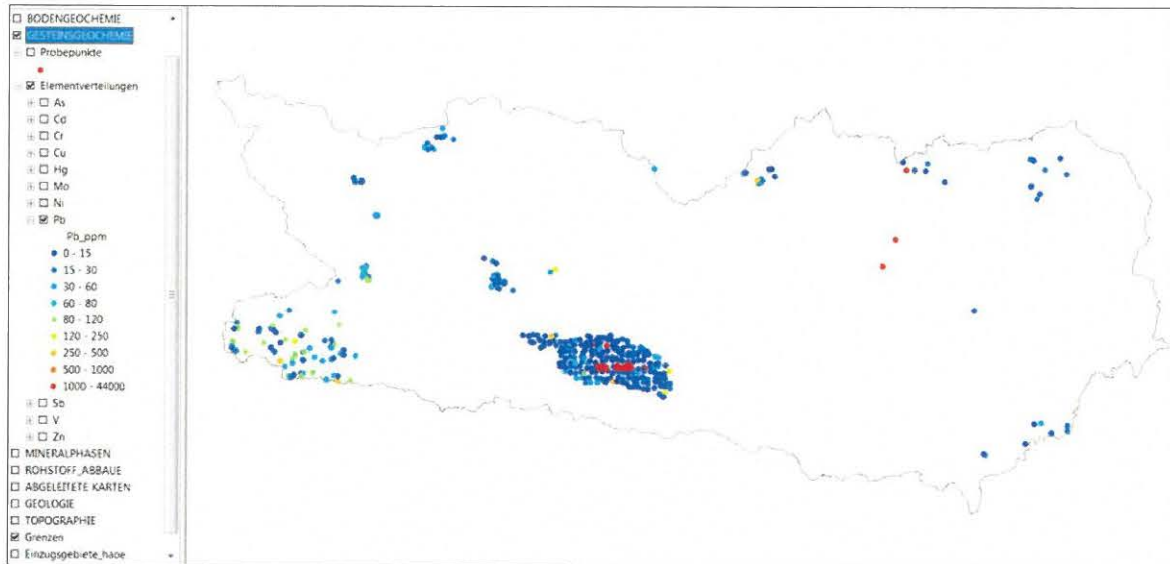


Abb. 40: Gesteinsgeochemiedaten Kärnten (Archiv-/Literaturunterlagen); Blei in ppm.

### 3.4 Bodengeochemie

#### 3.4.1. Bodenzustandsinventur Kärnten 1999 (BZI - K)

Im Rahmen der Kärntner Bodenzustandsinventur wurden ausschließlich landwirtschaftlich genutzte Flächen erfasst, wobei die Probeflächenauswahl im Quadratraster mit einem Punktabstand von 2,75 km erfolgte. In besonders sensiblen Gebieten wurde der Punktabstand auf 1,38 km eingeeengt. Insgesamt umfasst das Probennetz der Bodenzustandsinventur in Kärnten 481 Probenpunkte/ Profilaufnahmen (siehe Abb. 41; AMT DER KÄRNTNER LANDESREGIERUNG, 1999). Das Beprobungsprogramm auf den Probenflächen beinhaltet zusammen 4.145 Einzelproben. 2.663 wurden auf chemische Bodenparameter (davon 100 auf organische Schadstoffe) und 1482 auf bodenphysikalische Kennwerte untersucht

Standardmäßig untersucht wurden Korngrößenverteilung, pH - Wert im Wasserextrakt und in 0,01 molarer  $\text{CaCl}_2$  - Lösung, Carbonatgehalt, Gesamtstickstoff-, -kohlenstoff-, -schwefel- und Humusgehalt, austauschbare Kationen (Ca, Mg, K, Na, Al, Fe, Mn und  $\text{H}^+$ ) und die Gesamtaustauschkapazität, pflanzenverfügbares Phosphat und Kalium, elektrische Leitfähigkeit und wasserlösliche Anionen ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{F}^-$  und  $\text{SO}_4^{2-}$ ) sowie Elemente im Säureaufschluss (Ca, Mg, K, Na, As, Fe, Zn, Pb, Cd, Cu, Mn, Cr, Al, Co, Ni, Mo, B, V, Hg und Se). Im Falle von Richtwertüberschreitungen gemäß ÖNORM L1075 wurden auch die verfügbaren Schwermetalle bestimmt. An 100 Proben der ersten Tiefenstufe erfolgte zusätzlich die Bestimmung verschiedener organischen Schadstoffen.

Im Vergleich zu den Bodenzustandsinventuren anderer Bundesländer (mit Ausnahme Vorarlbergs) deckt Kärnten mit seinem spezifischen Untersuchungsprogramm also ein wesentlich umfangreicheres Untersuchungsspektrum ab.



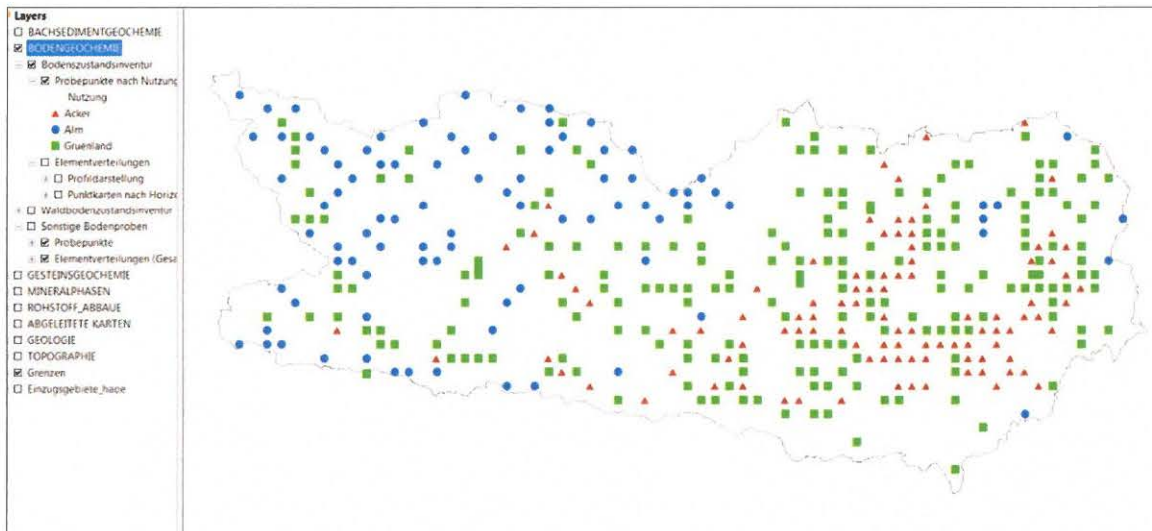


Abb. 41: Probenpunktkarte BZI-Kärnten, getrennt nach Nutzung: Ackerland, Grünland, Almland.

### 3.4.2 Waldboden-Zustandsinventur (WBZI)

Der zweite flächendeckend für Kärnten vorhandene Bodenzustandsdatensatz betrifft die Österreichische Waldboden-Zustandsinventur (WBZI). Die erste umfassende, österreichweite Waldboden-Zustandsinventur wurde in den Jahren 1987 - 1989 auf einem 8,7 x 8,7 km Raster durchgeführt. Ihr Ziel war es, den Zustand der österreichischen Waldböden auf Basis komplexer Boden- und Standortparameter zu erfassen. Die Gesamtergebnisse dieser Untersuchung sind in einem monographischen Forschungsband dargelegt (FORSTLICHE BUNDESVERSUCHSANSTALT WIEN, 1992). Das Bundesland Kärnten betreffen insgesamt 73 WBZI-Monitoringpunkte (siehe Abb. 42). Die Daten wurden für das gegenständliche Projekt durch das Land Kärnten zur Verfügung gestellt.

Jede Probenahme fläche besteht aus Auflagehumus und 4 gegenüber der BZI etwas veränderten Tiefenstufen (0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm, 30-50 cm). Im Rahmen der österreichischen Waldboden-Zustandsinventur wurden unter anderem pH-Wert (in CaCl<sub>2</sub>), Basensättigung, Gesamtaustauschkapazität, Gesamtstickstoff, -kohlenstoff, austauschbare Kationen (Ca, Mg, K), pflanzenverfügbares Phosphat und Kalium sowie Gesamtgehalte der lithogenen Hauptnährstoffe P, K, Ca, Mg und Fe bestimmt, außerdem wurde S im Auflagehumus in seiner Eigenschaft als Immissionselement analysiert. Das Untersuchungsprogramm für Schwermetalle umfasste zusätzlich die Elemente Mn, Cu, Co, Cr, Ni, Pb und Cd.

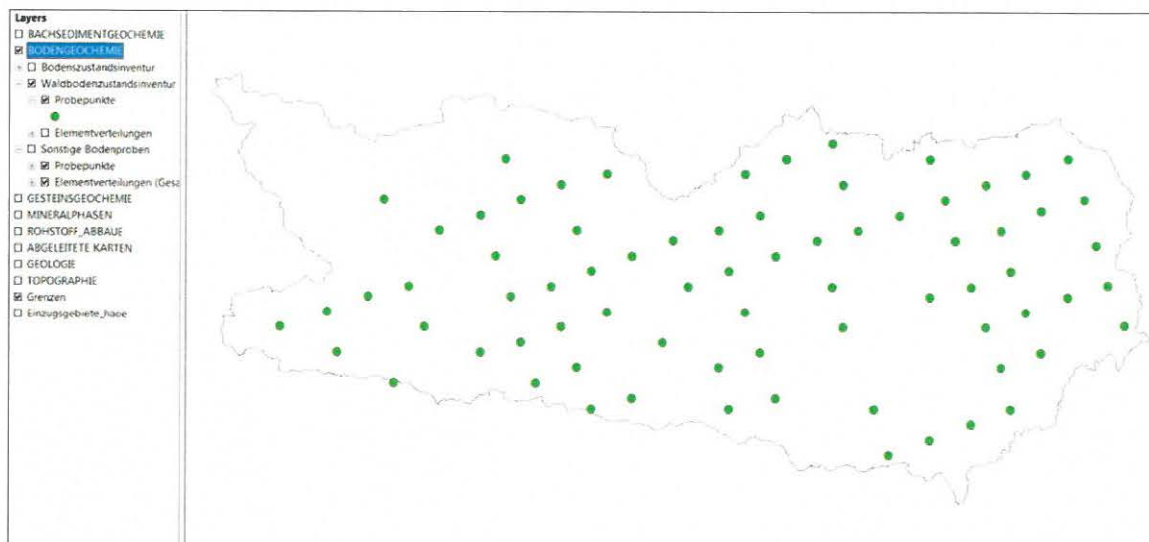


Abb. 42: Probenpunktkarte der Waldboden-Zustandsinventur in Kärnten.

### 3.4.3 Sonstige Bodengeochemiedaten (Literatur-/Archivdaten)

Neben den beiden Bodenzustandsinventuren wurde in Kärnten eine Reihe von zusätzlichen Bodenuntersuchungsprogrammen/-projekten durchgeführt. Das Projekt ‚Bodenzustand Krappfeld‘ (PIRKL, 1993) ist in Teiluntersuchungsschritten und den Untersuchungsparametern der Kärntner Bodenzustandsinventur noch sehr ähnlich und daher teilweise auch damit vergleichbar. Alle anderen Bodengeochemiedaten stammen aus geowissenschaftlichen, umweltgeologischen oder prospektionsgeochemischen Untersuchungen. Die Analysen basieren im Gegensatz zu den Zustandsinventuren zumeist auf Vollaufschluss und beziehen sich häufig auf ein reduziertes Elementspektrum. Insgesamt umfasst dieser Layer 1479 Bodenproben. Für ausgewählte Elemente wurden für BIS Kärnten klassifizierte Elementpunktkarten aller Vollaufschlussdaten vorbereitet (siehe Abb. 43). Die Klasseneinteilung ist den Kartendarstellungen für das BZI-Kärnten angepasst. Da es sich bei den zusätzlichen Bodengeochemiedaten um Gesamtgehaltsbestimmungen handelt, die teilweise sogar von Sonderstandorten (Haldenproben, Proben auf Vererzungszonen) stammen, sind die gemessenen Gehalte meist höher als in den beiden Bodenzustandsinventuren (BZI, WBZI).

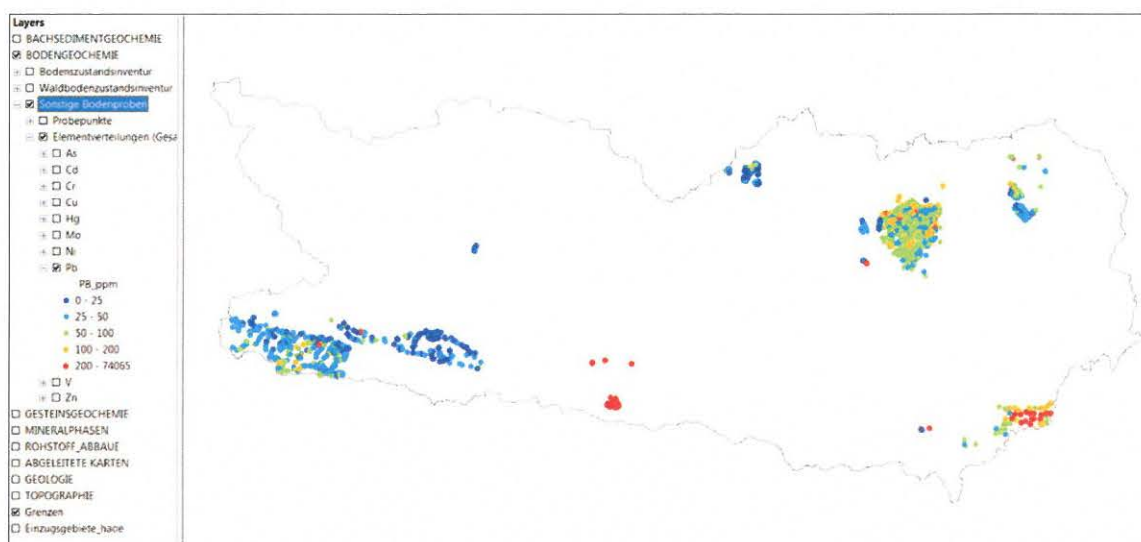


Abb. 43: Bodengeochemiedaten sonstiger Bodenproben (Archiv-/Literaturunterlagen); Blei in ppm.

### 3.4.4 Datenbankarbeiten und GIS-Darstellungsmöglichkeiten (BZI-, WBZI-Daten)

Die im MS Excel gelieferten BZI-Daten wurden in eine MS Access Datenbank importiert und in Form von zwei Tabellen abgespeichert: BZI Anorganica (anorganische Analytik) und BZI\_Organica (organische Analytik). Nachträglich wurden die Koordinaten der Probenahmepunkte in die Tabellen übernommen. Der zur Verfügung gestellte Datensatz BZI-Anorganica besteht aus 2133 analysierten Proben, die zu den 391 Punkten gehören, die wieder in drei Nutzungsklassen aufgeteilt sind:

- Grünland (Tiefenstufen 0-5; 5-10; 10-20; 20-40; 40-50 cm)
- Acker (Tiefenstufen 0-20; 20-40; 40-50; 50-70 cm)
- Alm (Tiefenstufen 0-5; 5-10; 10-20; 20-40; 40-50; 50-70 cm)

Einen Ausschnitt aus der Tabelle BZI-Anorganica zeigt die Abbildung 44, aus der Tabelle WBZI-Daten die Abbildung 45.

BZI_Nummer	RW_M31	HW_M31	Probennummer	Tiefenstufe	Nutzung	Na_ges	Fe_ges	Zn_ges	Pb_ges	Tiefenstuf
950000	492625	158875	950000	0-5	Grünland	224	22583	257,8	344,3	0-05
950000	492625	158875	950001	5-10	Grünland	270	30218	124	217,2	05-10
950000	492625	158875	950002	10-20	Grünland	324	16544	79,1	59,2	10-20
950000	492625	158875	950003	20-40	Grünland	305	16360	93,9	42,9	20-40
950000	492625	158875	950004	40-50	Grünland	215	22350	54,6	21,4	40-50
950007	498125	158875	950007	0-20	Acker	323	8933	63,5	52,5	0-20
950007	498125	158875	950008	20-40	Acker	323	8920	50,3	28,1	20-40
950007	498125	158875	950009	40-50	Acker	323	5680	18,8	8,7	40-50
950007	498125	158875	950010	50-70	Acker	260	31370	12	1,9	50-70
950013	503625	156125	950013	0-5	Grünland	228	29843	111,5	63,7	0-05
950013	503625	156125	950014	5-10	Grünland	213	29473	159,3	57,9	05-10
950013	503625	156125	950015	10-20	Grünland	228	26470	101	47,3	10-20
950013	503625	156125	950016	20-40	Grünland	255	25730	65	25,8	20-40
950013	503625	156125	950017	40-50	Grünland	268	22508	69,5	24,8	40-50
950013	503625	156125	950018	50-70	Grünland	265	25925	64,8	22,9	50-70
950025	506375	156125	950025	0-5	Grünland	305	9263	82,3	49,8	0-05
950025	506375	156125	950026	5-10	Grünland	308	8763	72,3	46,8	05-10
950025	506375	156125	950027	10-20	Grünland	183	10318	65,7	33,8	10-20
950025	506375	156125	950028	20-40	Grünland	307	8135	38,5	16,6	20-40
950025	506375	156125	950029	40-50	Grünland	330	5923	22	6,6	40-50
950025	506375	156125	950030	50-70	Grünland	306	6925	27,9	6,5	50-70

Abb. 44: Derzeitige Struktur der Datenbank BZI-Anorganica; Blau unterlegt sind die Schichten eines Bodenprofils.



ID	Standortsnummer	Probenummer	Rechtswert	Hochwert	Seehöhe	Probe_von_cm	Probe_bis_cm	Horizont	K_mg_kg	N_proz	P_mg_kg	S_proz
1	2000333	2924000081	459000	324000	1180	0	0	Auflagehumus	700	1.2	660	0.13
2	2000333	2924000082	459000	324000	1180	0	10	Tiefenstufe 00-10cm	400	0.41	580	n.v.
3	2000333	2924000083	459000	324000	1180	10	20	Tiefenstufe 10-20cm	400	0.26	550	n.v.
4	2000333	2924000084	459000	324000	1180	20	30	Tiefenstufe 20-30cm	400	0.17	540	n.v.
5	2000333	2924000085	459000	324000	1180	30	50	Tiefenstufe 30-50cm	300	0.12	530	n.v.
6	2000334	2924000086	440000	327000	1490	0	0	Auflagehumus	1200	1.2	1230	0.13
7	2000334	2924000087	440000	327000	1490	0	10	Tiefenstufe 00-10cm	700	0.41	1010	n.v.
8	2000334	2924000088	440000	327000	1490	10	20	Tiefenstufe 10-20cm	600	0.23	980	n.v.
9	2000334	2924000089	440000	327000	1490	20	30	Tiefenstufe 20-30cm	500	0.21	1040	n.v.
10	2000334	2924000090	440000	327000	1490	30	50	Tiefenstufe 30-50cm	700	0.19	1090	n.v.
11	2000335	2924000091	454000	313000	760	0	0	Auflagehumus	1400	1.6	1140	0.17
12	2000335	2924000092	454000	313000	760	0	10	Tiefenstufe 00-10cm	600	0.31	650	n.v.
13	2000335	2924000093	454000	313000	760	10	20	Tiefenstufe 10-20cm	600	0.17	560	n.v.
14	2000335	2924000094	454000	313000	760	20	30	Tiefenstufe 20-30cm	600	0.12	560	n.v.
15	2000335	2924000095	454000	313000	760	30	50	Tiefenstufe 30-50cm	600	0.08	670	n.v.
16	2000336	2924000096	448000	330000	1430	0	0	Auflagehumus	800	1.5	990	0.18
17	2000336	2924000097	448000	330000	1430	0	10	Tiefenstufe 00-10cm	500	0.33	830	n.v.
18	2000336	2924000098	448000	330000	1430	10	20	Tiefenstufe 10-20cm	400	0.48	690	n.v.
19	2000336	2924000099	448000	330000	1430	20	30	Tiefenstufe 20-30cm	300	0.33	690	n.v.
20	2000336	2924000100	448000	330000	1430	30	50	Tiefenstufe 30-50cm	300	0.25	850	n.v.
21	2000337	2924000101	443000	319000	1680	0	0	Auflagehumus	1000	1.5	1150	0.19

Abb. 45: Derzeitige Struktur der Datenbank WBZI (Waldbodenzustandsinventur); Blau unterlegt sind die Schichten eines Waldbodenprofils (5 Horizonte).

Zusätzlich zur dieser Probenahme wurde die oberste Tiefenstufe bei weiteren 100 Probenpunkten zur Untersuchung organischer Schadstoffe beprobt (Datenbank BZI-Organica).

Für die GIS-Darstellung der doch sehr komplexen BZI- und WBZI-Daten wurde in Absprache mit Dr. Richard BÄk (Abt. 15, Umwelt, UAbt. 8GB) ein Teilausschnitt der für die praktische Nutzung relevanten Parameter gewählt. Bei der Bodenzustandsinventur handelt es sich dabei um die Elemente As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Se, V und Zn, bei der Waldbodenzustandsinventur um die Elemente Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb und Zn.

Die Daten beider Bodenzustandsinventuren können in einer GIS-Applikation auf verschiedene Art und Weise dargestellt und abgefragt werden. Grundsätzlich bieten sich dabei 4 Varianten an:

1. Die einfachste Methode ist es, alle Zeilen als Punkte mit Analyseergebnissen darzustellen – dabei sind die Profilschichten als übereinanderliegende Punkte zu identifizieren (Abb. 46). Zwischen den Schichten kann umgeschaltet werden um einzelne Analyseergebnisse darzustellen.

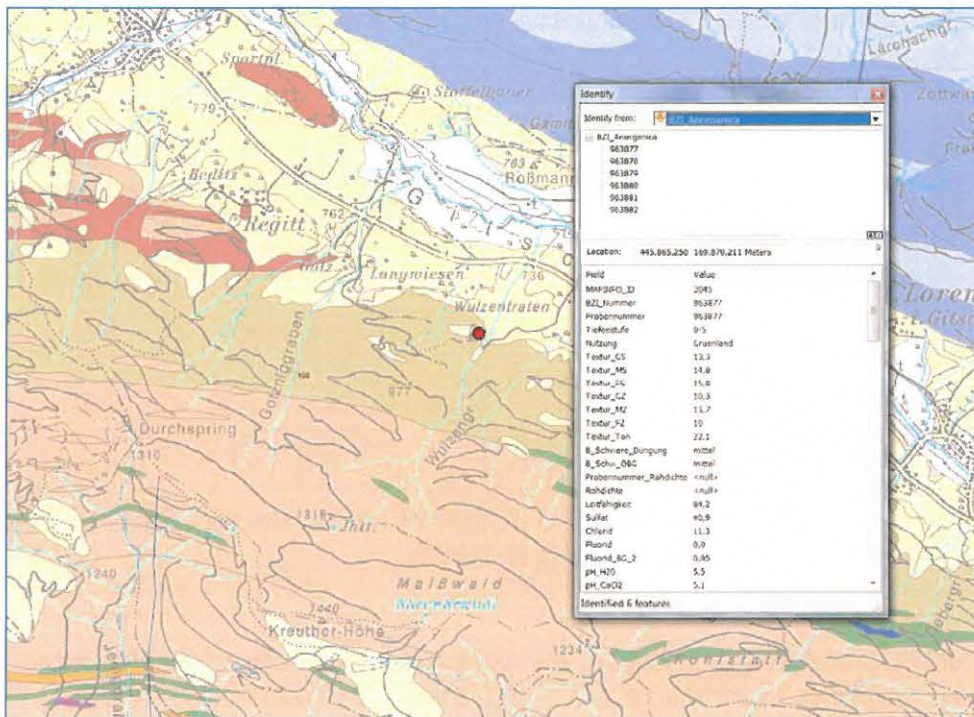


Abb. 46: Abfrage eines Punktes in BZL-Anorganica – 6 Schichten wurden identifiziert, die erste davon mit Analyseergebnissen dargestellt. Im Hintergrund Geologische Karte Kärnten 1:200.000.

- Jeder Beprobungshorizont (für WBZI-Daten einheitlich, für BZI-Daten getrennt nach Nutzung) wird als separater Layer (Punkt/Symbolkarte) im GIS dargestellt (Abb. 48 bis 50). Die Symbole können entweder nach numerischen oder nach deskriptiven Klassen kategorisiert werden (Abb. 47).

Element	Bereich	von	bis
Pb	nicht gemessen	0	0
Pb	Normalbereich	1	20
Pb	oberer Normalbereich	20,1	50
Pb	erhöht	50,1	100
Pb	belastet	100,1	200
Pb	stark belastet	200,1	10000

Datensatz: 7 von 7 | Kein Filter | Suchen

Abb. 47: Übersetzungstabelle der Klassengrenzen samt Beschreibung (WBZI – Bleiwerte).

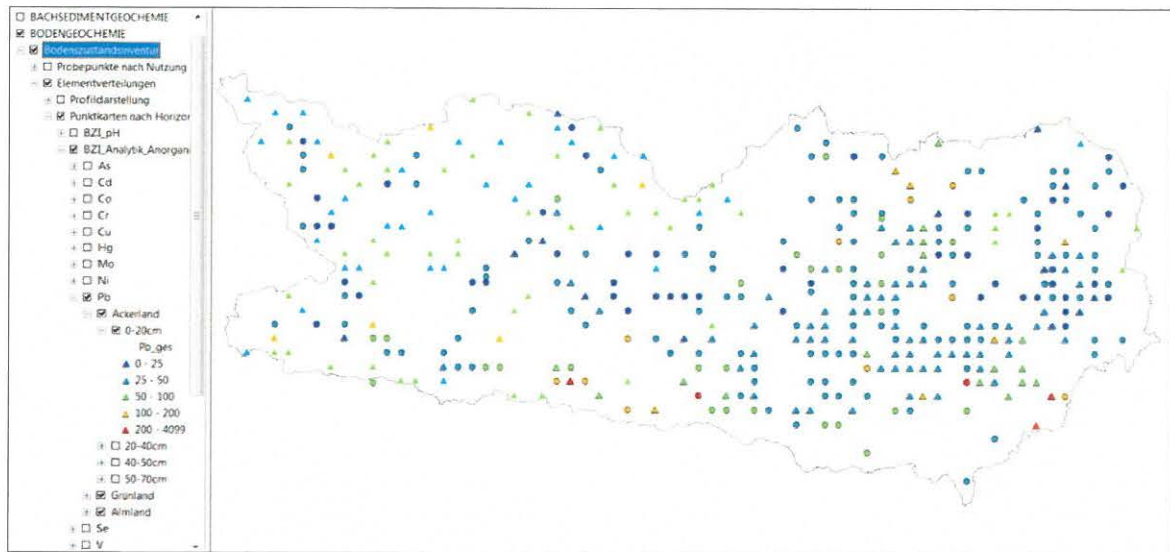


Abb. 48: GIS-Darstellung der BZI-Anorganica Datenbank (Blei-Verteilung – nur oberster Horizont 0-5 cm bzw. 0-20 cm, getrennt nach Nutzung: Ackerland, Grünland, Almland).

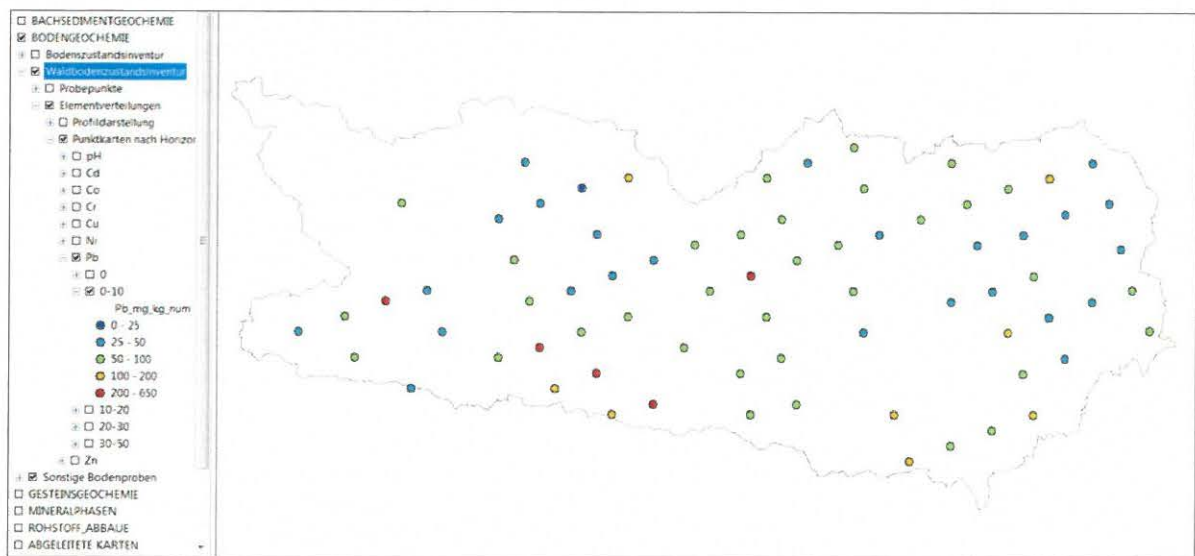


Abb. 49: GIS-Darstellung der WBZI Daten (Blei-Verteilung – nur der oberste Horizont 0-10 cm).



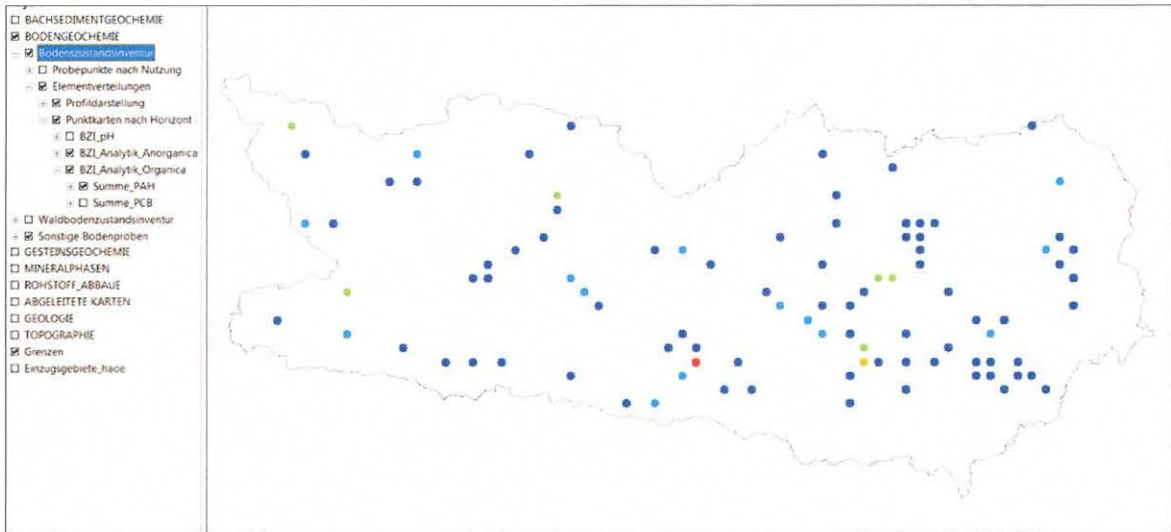


Abb. 50: : GIS-Darstellung der BZI-Organica Daten (Summenparameter PAH; insgesamt 100 Proben punkte).

- Die Werte der einzelnen Elemente werden für alle Horizonte gemeinsam als Diagramme (Säulen- bzw. Balkendiagramme) dargestellt. Diese Darstellung wird vermutlich nur innerhalb der lokalen GIS-Applikation möglich sein (Abb. 51). Diese Art von Darstellung wurde bereits bei der Erstellung der BZI Kärnten angewendet (AMT DER KÄRNTNER LANDESREGIERUNG, 1999)

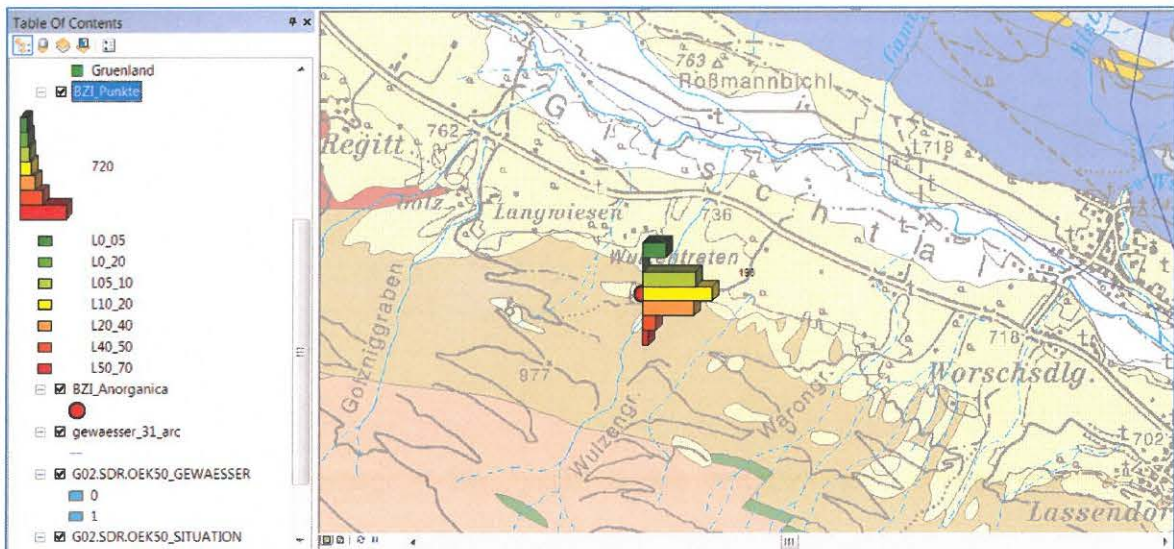


Abb. 51: Beispiel einer GIS-Diagrammdarstellung (BZI Daten – Arsenwerte, alle Horizonte). Die Einfärbung der Säulen ist nach Horizont, die Säulenlänge zeigt die Arsengehalte in den einzelnen Horizonten.

4. Die Werte der einzelnen Elemente werden für alle Horizonte gemeinsam als Profile (ähnlich den Bohrprofilen) dargestellt. Diese Art von Darstellung wurde bereits bei der Visualisierung der Daten der gesamtösterreichischen Waldboden-Zustandsinventur angewendet. Für die im BIS-Kärnten dokumentierten Bodenprofile (BZI, WBZI) wurde schließlich diese synoptische Ergebnisdarstellung gewählt (Abb. 52). Die Profildarstellungen umfassen dabei bei der BZI die Elemente As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Se, V und Zn, bei der WBZI die Elemente Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb und Zn.

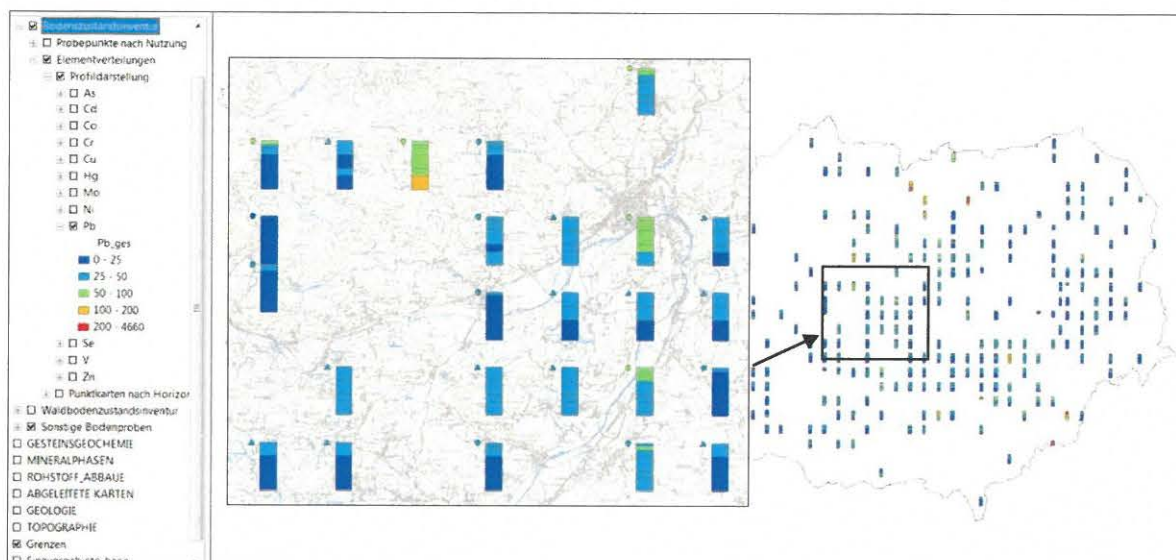


Abb. 52: Darstellung der WBZI Daten Kärnten (Beispiel Blei) in Form von Profilen (Einfärbung nach Elementklassen).

### 3.5 Mineralogisch-mikrochemische Untersuchungen

#### 3.5.1 Mineralphasen-Atlas

Flankierend zur Bachsedimentgeochemie wurden im Rahmen des Projektes ‚Umweltgeochemie Kärnten‘ zur Trennung geogener von technogenen Spuren- und Schwermetallverteilungen sowie zur Beurteilung des Einflusses technogener Prozesse in der Landschaft (Emissions-Immissions-Pfade) an ausgewählten Standorten (30 Probenahmepunkte) auch ergänzende Schwermineralbeprobungen für mineralogisch-mikrochemische Untersuchungen durchgeführt. Die umfangreichen Untersuchungsergebnisse wurden mittels einer komplex aufgebauten Mineralphasen-Datenbank (MS Access®-Applikation) dokumentiert. Die Datenbank verknüpft dabei die Meta-Informationsebene inklusive Probenpunktdaten mit den Proben Daten sowie den Phasenbeschreibungen. Mit den jeweiligen Mineralphasenangaben sind auch Informationen über analysierte Spurenelementgehalte, Genese (technogen/geogen) sowie Elementverteilungsbilder verknüpfbar. Die Informationen zu jeder Probe können für Dokumentationszwecke über ein spezielles Berichtsformular zusammen mit einem Indexprint der verknüpften Abbildungen ausgedruckt werden. Diese Berichtsformulare sind in dem vorgesehenen Datenlayer für jeden ausgewiesenen Probenpunkt im pdf-Format abrufbar. Neben den Untersuchungsergebnissen aus dem Projekt ‚Umweltgeochemie Kärnten‘ liegen in Kärnten von zahlreichen anderen (umwelt-)geochemischen Projekten und Forschungsprogrammen weitere mineralogisch-mikrochemische Untersuchungen verschiedener Umweltmedien (Flusssedimente, Böden, Humusaufgabe, Haldenproben u. a.) vor, die für die vor-



gesehene Datenebene aufbereitet und ergänzt wurden. Im Datenlayer ‚Mineralphasen-Atlas‘ sind derzeit Detailinformationen zu insgesamt 130 Proben in Kärnten enthalten (Abb. 53).

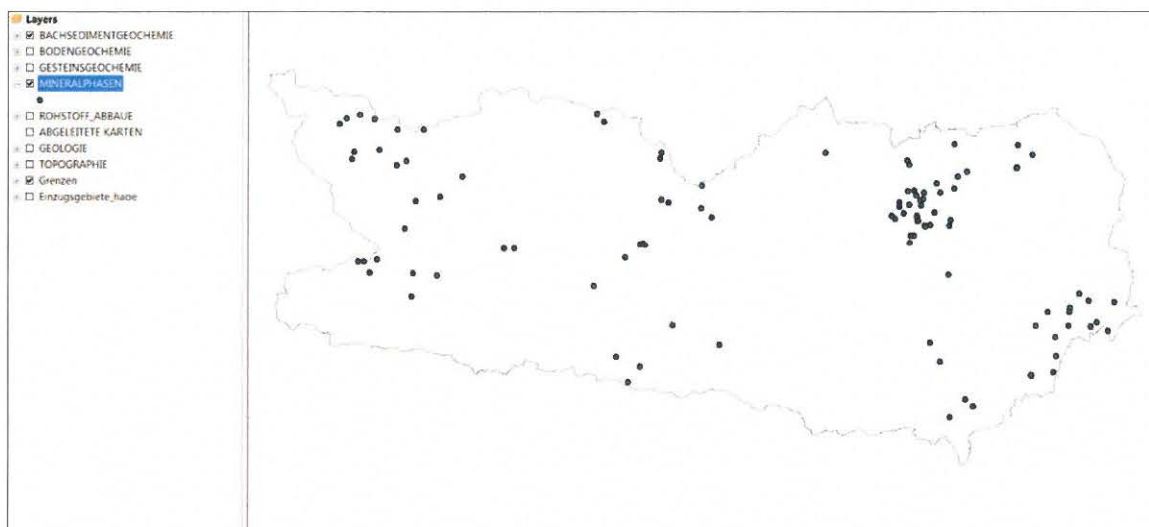


Abb. 53: Probepunkte für mineralogisch-mikrochemische Untersuchungen in Kärnten (Mineralphasen-Atlas).

Die Inhalte der Mineralphasen-Datenbank erweitern dabei die Informationsbasis über Spurenelementverteilungen für vielfältige Anwendungszwecke (geochemische Kartierung, Rohstoffprospektion, verschiedene Umwelt-Monitoringprogramme u.a.). Als dynamisch konzipiertes Dokumentationssystem sollen in der bundesweiten Mineralphasen-Datenbank laufend neue Untersuchungsergebnisse integriert bzw. anlassbezogen einige ältere Untersuchungen nachgeführt werden.

## 3.6 Rohstoffabbau

### 3.6.1 Bergbau-/Haldenkataster

Der aus Mitteln des Vollzuges des Lagerstättengesetzes finanzierte ‚Bergbau-/ Haldenkataster‘ ist eine der wesentlichen, rohstoffrelevanten, GIS-gestützten Datenbanken der Geologischen Bundesanstalt. Er repräsentiert eine flächendeckende Bestandsaufnahme und Dokumentation von Bergbauen und Bergbauhalden mineralischer Rohstoffe (Erze, Industrieminerale, Energierohstoffe) im Bundesgebiet unter besonderer Berücksichtigung der raumbezogenen Informationen sowie der mineralogisch/ geochemischen Charakterisierung der Bergbaue. Der Bergbau-/Haldenkataster basiert auf einer SQL Server® Datenbank mit umfassenden Daten zu jedem Bergbau und verschiedenen damit verknüpften ArcGIS™ Layern, bestehend aus Polygon- und Punktdaten. Für die Darstellung und Dokumentation des Datenlayers im Bodeninformationssystem Kärnten werden aus Übersichtsgründen die wesentlichen Informationen aus dem Bergbau-/Haldenkataster ausgewählt. Polygondaten repräsentieren die Bergbauevierergrenzen sowie die Haldenflächen, Punktdaten die Oberflächenaufschlüsse der Bergbaue (Stollen, Schacht). Die mit jedem Bergbaupolygon verknüpfte Geodatabase liefert die wesentlichen Basisinformationen zu den einzelnen Bergbauen (Rohstoff, Bergbauerschließung, Halden, Bergbaugeschichte, Mineralogie der Vererzung, geochemische Charakteristik, Literatur-/Archivunterlagen u.a.)

Mit aktuellem Stand Mai 2012 umfasst der gesamte Bergbau-/Haldenkataster für Kärnten (32 ÖK-Blätter) insgesamt 1317 Einzellokalitäten mit Bergbauaktivitäten (Abb. 54). Davon entfallen 1184 auf



Erzrohstoffe, 38 auf Industrieminerale (inhaltlich beschränkt auf die Rohstoffe Asbest, Talk, Grafit, Magnesit, Gips und Baryt) sowie 95 auf Bergbaue von Energierohstoffen (Anthrazit, Braunkohle, Ölschiefer).

Der Bergbau-/Haldenkataster ist ein dynamisch fortgeführtes Informations- und Dokumentationssystem. Nach projektmäßigen Abschluss des Bergbau-/Haldenkatasters in Kärnten wurden zwischenzeitlich eine Reihe von Ergänzungen und Korrekturarbeiten durchgeführt. Im Zweijahresrhythmus werden laufend neue Bergbaubefahrungs- und Fundergebnisse von Herrn Helmut Prasnik/Villach der Geologischen Bundesanstalt zur Ergänzung des Kärntner Datenbestandes im Bergbau-/Haldenkataster übermittelt, die dann im Kataster eingearbeitet werden. Im Rahmen des Projektes ‚Haldenscreening (ÜLG 58)‘ konnten zusätzlich für den Raum Bleiberg die Lage und Ausdehnung der noch vorhandenen Halden mittels hochauflösender Laserscandaten rektifiziert werden. Diese teilweise umfangreichen Korrekturarbeiten sind in dem aktuellen Bergbau-/Haldenkataster-Datensatz bereits vollständig integriert.

### 3.6.2 Bergbaueinflussgebiete

Da für viele Spurenelement-Verteilungen in Kärnten ein enger Zusammenhang mit Mineralisationen und Bergbauebenen besteht, wurden im Rahmen des Projektes ‚Umweltgeochemie Kärnten‘ als weitere GIS-gestützte Fachinformationsebene Einflussgebiete von ehemaligen Bergbauarealen flächendeckend zumindest für die größeren Erzbergbaue in Kärnten dargestellt (Abb. 55). In einem ersten Schritt wurden mit Hilfe der Informationen aus dem Bergbau-/Haldenkataster (Einbauten, Halden, Umgrenzung Bergbauegebiet) einerseits und der topografischen Karte 1:50.000 andererseits die prinzipiell möglichen Einflussgebiete des jeweiligen Bergbaus auf Böden und Gewässer eingegrenzt. Dieser Arbeitsschritt wurde praktisch für alle (größeren) Bergbauareale ausgeführt, die im Bergbau-/Haldenkataster für das Bundesland Kärnten erfasst sind. In einem zweiten Schritt wurden die jeweils vorhandenen geochemischen Daten herangezogen, um die mögliche (maximale) Ausbreitung von Schadstoffen zu prüfen. Durch Attributierung der Einflussgebiete nach konkreten Emissionsrisiken können für verschiedene Schwermetalle Risikopotenzialkarten des Austragsrisikos generiert werden. Diese kartenmäßige Umsetzung der Austragsrisikoanschätzung wurde im Zuge des Umweltgeochemieprojektes nur ansatzweise vorgestellt, aber nicht weiter systematisch durchgeführt. Wenngleich diese Ausweisung der Bergbaueinflussgebiete derzeit nur auf flächenmäßig größere Bergbauareale beschränkt ist, sind diese durchaus eine wichtige Informationsquelle für Sachverständigenentscheidungen und wurden daher im gegenständlichen GIS-Projekt als ein eigener Polygon-Layer (ohne Attributierung der Emissionsrisiken) berücksichtigt.

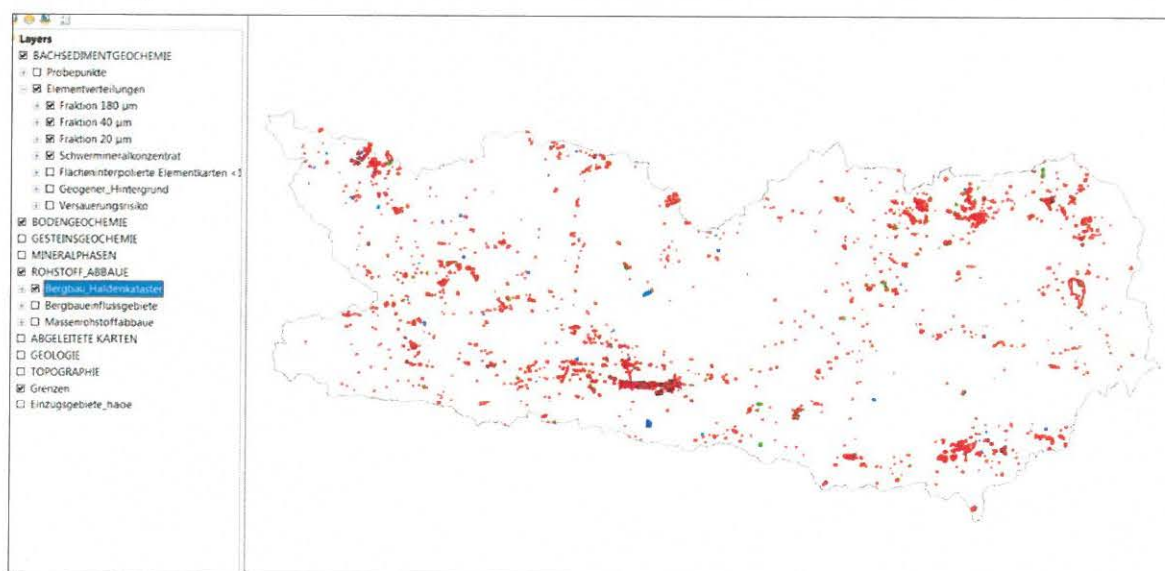


Abb. 54: Gesamtdatenüberblick Bergbau-/Haldenkataster Kärnten (Stand Mai 2012: 1317 Berg-/Schurfbaue auf Erze, Industriemineralen und Energierohstoffe).

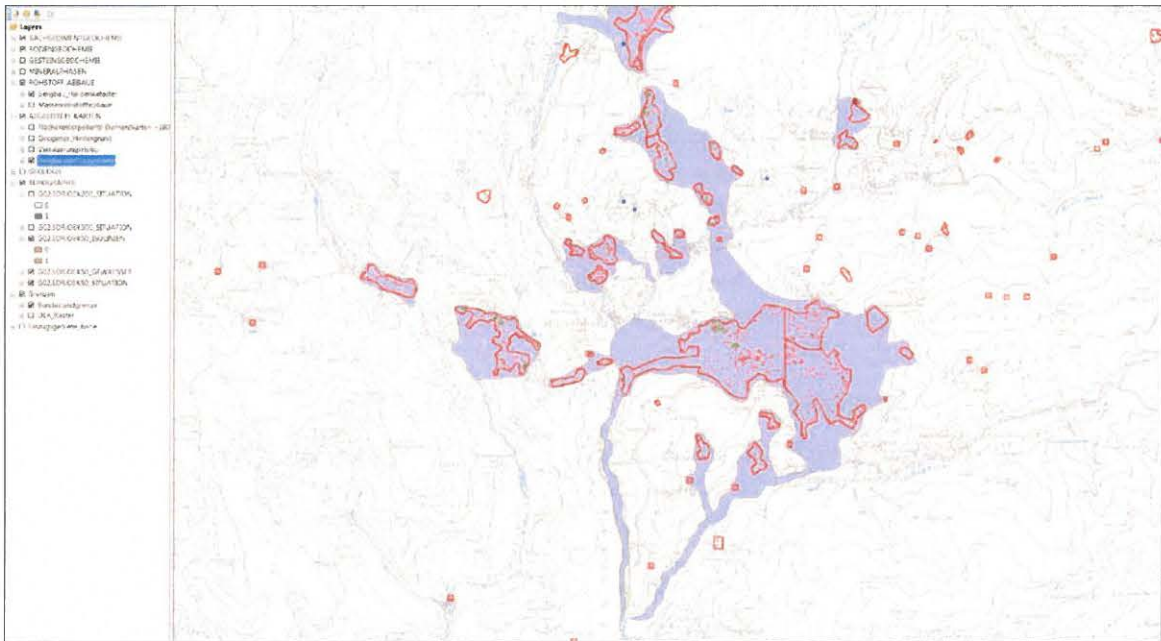


Abb. 55: Bergbau-/Haldenkataster und ausgewiesene Bergbaueinflussgebiete am Beispiel Hüttenberg.

### 3.6.3 Abbaudatenbank

Derzeit sind in der Abbaue-Datenbank Kärnten 2.841 Abbaue und Vorkommen (Baurohstoffe, Industriemineralien) gespeichert, 360 davon in Betrieb bzw. nach Bedarf in Betrieb, über 2481 außer Betrieb bzw. rekultiviert (Abb. 56). Die Abbaueinformation besteht aus der Lagebeschreibung, geologischer, und rohstoffgeologischer Information und Daten über Status des Vorkommens.

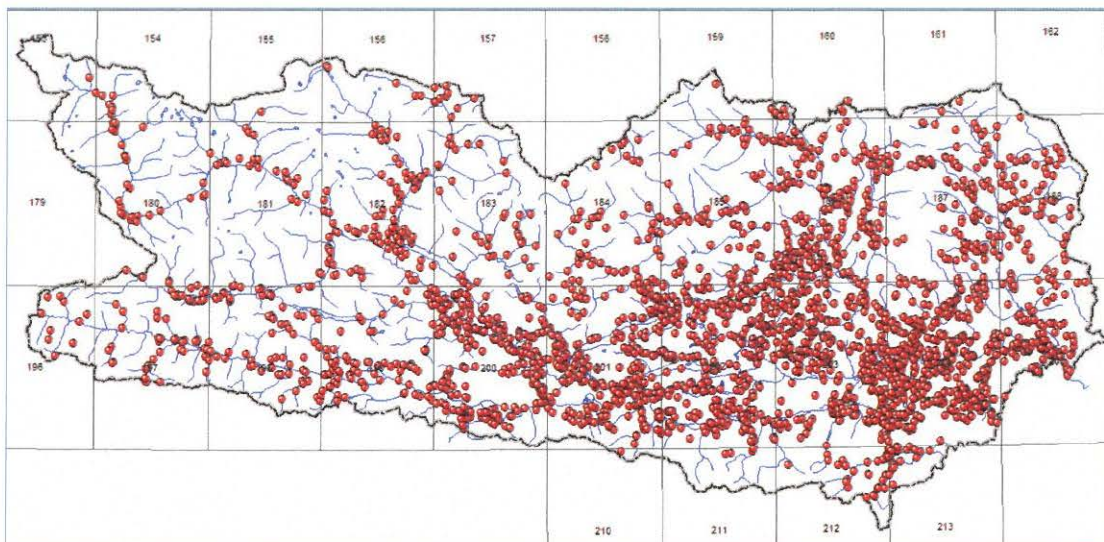


Abb. 56: Abbaue-Datenbank – Punkte Kärnten (Quelle: GBA, FA Rohstoffgeologie, Stand: Mai 2012).



### 3.7 Altlasten/-standorte

#### 3.7.1 Datenbank der Altstandorte und Altlastenuntersuchungen

Zur Übernahme von Landesdaten für den GIS-Layer Altstandorte und Altlastenuntersuchungen gab es am 20.4.2012 eine Besprechung in der Kärntner Landesregierung mit den zuständigen Fachexperten/-referenten der UAbt.8GB.

Das Hauptthema der Besprechung waren die Möglichkeiten der Übernahme der „Altlasten“ Daten im geplanten Bodeninformationssystem Kärnten. Die bereits bestehende GeoArchiv-Datenbank scheint hier die beste Lösung zu sein – die Meta-Informationen (Themen: DE, AE, CH) sind größtenteils in der Datenbank vorhanden, fehlende Eingaben (Metadaten über die Inhalte) können ergänzt werden.

Zu den koordinativ erfassten Punkten kommen dann die PDF-Dateien mit den ausgewählten Informationen aus digitalen (Excel Tabellen, Fotos, PDF-Dateien) und analogen (Archivordner) Quellen. Diese werden auch als Metadaten im Inhaltsverzeichnis der GeoArchiv-Datenbank eingetragen. Die Verknüpfung wird über Archivnummer im Format {Thema-BezirkGemeinde-LaufendeNr} z.B. *AE-0701-001* erstellt. Das Verzeichnis für die PDF-Dateien wurde vorläufig als „W:\GB\DB\_ORACLE\Altlasten“ festgelegt. Pro Punkt darf nur eine PDF-Datei vorhanden sein, falls mehrere PDF-Dateien vorhanden sind, sollten diese zu einer Datei zusammengeführt werden.

Die MS Access Applikation „GeoArchiv“ wird um ein Knopf „PDF“ erweitert, um die Zuordnung und Darstellung der PDF Dateien zu ermöglichen. Verantwortlich für die Inhalte der PDF-Dateien ist Dr. M. Rabitsch (UAbt.8GB).

GeoArchiv und Bohrdatenbank sind derzeit im Intranet nur als Metadaten zugänglich. Sie sollten um die Möglichkeit des PDF-Aufrufs erweitert werden, aber nur für die Mitarbeiter der UAbt.8GB. Rücksprache mit EDV (Hr. Th. Steinwender) ist vorweg notwendig.

Nach Lieferung der neuesten Versionen der Geochemiedaten werden diese in die Zentrale Datenbank implementiert. Die vollständigen Datensätze sollten im Intranet als Messwerte aufrufbar sein, aber nur für die Mitarbeiter der UAbt.8GB.

BZI-K und WBZI Daten als zentrale Datenlayer wurden bei der Besprechung ebenfalls diskutiert. Die bestehende Datenstruktur ist ausreichend und soll daher übernommen werden. Zu überprüfen hingegen ist noch die Aktualität dieser Datensätze (BZI und WBZI-Daten).

Am 27.04.2012 wurden nach email-Information von H. Oswalder folgende Schritte in Richtung Veröffentlichung der „Altlasten“-Daten unternommen:

- Report KAGIS IntraMap: Änderung der Reihenfolge für die Reports GeoArchiv und GeoBohrungen (Vorlage wurde an Th. Steinwender. übergeben)
- interner PDF-Aufruf im IntraMap: GeoArchiv und Bohrdatenbank sind derzeit im Intranet nur als Metadaten zugänglich. Sie sollen um die Möglichkeit des internen PDF-Aufrufs erweitert werden.
- Die Bohrungen befinden sich in dem Verzeichnis "W:\GB\DB\_ORACLE\Bohrungen\PDF" und sind dort mit ihren entsprechenden ID's eingelagert. Das Verzeichnis für die Altlasten-PDF-Dateien wurde als „W:\GB\DB\_ORACLE\GeoArchiv\PDF“ festgelegt.
- C. Mairamhof wird gebeten, bei der Abfrage im IntraMap neben dem Link REPORT rechts daneben noch einen neuen Link Bohrprofil (bei der Bohrungsabfrage) und PDF (bei der GeoArchivabfrage) für die Analysendaten von M. Rabitsch einzufügen.



### 3.8 Sonstige Layer

#### 3.8.1 Berichtsgewässernetz des Bundes - Basiseinzugsgebiete

Für viele fachliche Interpretationen von Geochemiedaten ist die genaue Kenntnis der Einzugsgebietsgrenzen von Gewässern wichtig. Im konkreten Datenlayer wird auf das aktuelle digitale, topologisch einheitliche österreichische Berichtsgewässernetz mit den Einzugsgebietsgrenzen des Hydrographischen Zentralbüros (HZB) zurückgegriffen (Abb. 57). Die einzugsgebietspezifische Ableitung geogener Hintergrundwerte basiert hingegen auf automatisiert verrechneten morphologischen Einzugsgebieten mit Hilfe eines hochauflösenden Geländemodells.

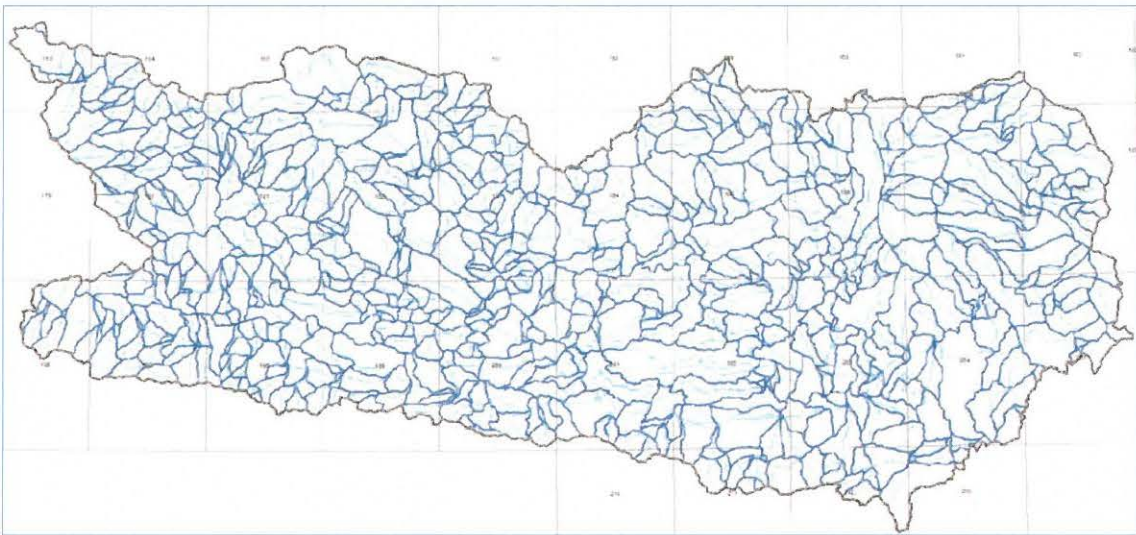


Abb. 57: Grenzen der Einzugsgebiete Kärntens. Quelle: Hydrologischer Atlas Österreichs.

#### 4. Beschreibung der Datensätze

Die mitgelieferten Daten sind in ESRI® ArcGIS 10.0 – kompatibelem Format abgespeichert – entweder als ESRI PGDB (Personal GeoDatabase) oder ESRI Grid. Alle Daten befinden sich im Unterverzeichnis „Daten“ des mitgelieferten Datensatzes (Abb. 58).

Name	Änderungsdatum	Typ	Größe
Daten	23.11.2012 08:50	Dateiordner	
Quelldaten	22.11.2012 11:52	Dateiordner	
BIS_Kärnten.mxd	20.11.2012 15:58	ESRI ArcMap Document	21.901 KB
BIS_Kärnten_Metadaten.mxd	20.11.2012 15:43	ESRI ArcMap Document	368 KB
BIS_Kärnten_Rohstoffe.mxd	20.11.2012 08:22	ESRI ArcMap Document	221 KB

Abb. 58. Datenstruktur des Datensatzes BIS Kärnten.

Die Daten wurden in 4 Gruppen unterteilt (Abb. 59):

- **Mineralphasen** (Verzeichnis „Mineralphasen\_PDF“)
- **Spuren interpoliert** (Verzeichnis „Spuren interpoliert“)
- **Bergbaue und Abbaue** (Personal GeoDatabase „Bergbaue\_K\_PGDB.mdb“)
- **Geochemiedaten** (Boden-, Bachsediment-, Gesteinsgeochemie) – Personal GeoDatabase „BIS\_Kaernten\_PGDB.mdb“)

Name	Änderungsdatum	Typ	Größe
Mineralphasen_PDF	20.11.2012 15:34	Dateiordner	
Spuren_interpoliert	20.11.2012 11:20	Dateiordner	
Bergbaue_K_PGDB.mdb	20.11.2012 11:21	Microsoft Access ...	9.728 KB
BIS_Kaernten_PGDB.mdb	20.11.2012 16:41	Microsoft Access ...	66.008 KB

Abb. 59: Struktur des Unterverzeichnisses „Daten“

#### 4.1 Datensatz „BIS\_Kaernten\_PGDB.mdb“

Die ESRI Personal GeoDatabase (PGDB) wurde im MS Access® Format angelegt. Die Objekte sind in MS Access® als Datenbanktabellen und in ArcCatalog® als GIS-Layers sichtbar (Abb. 60)

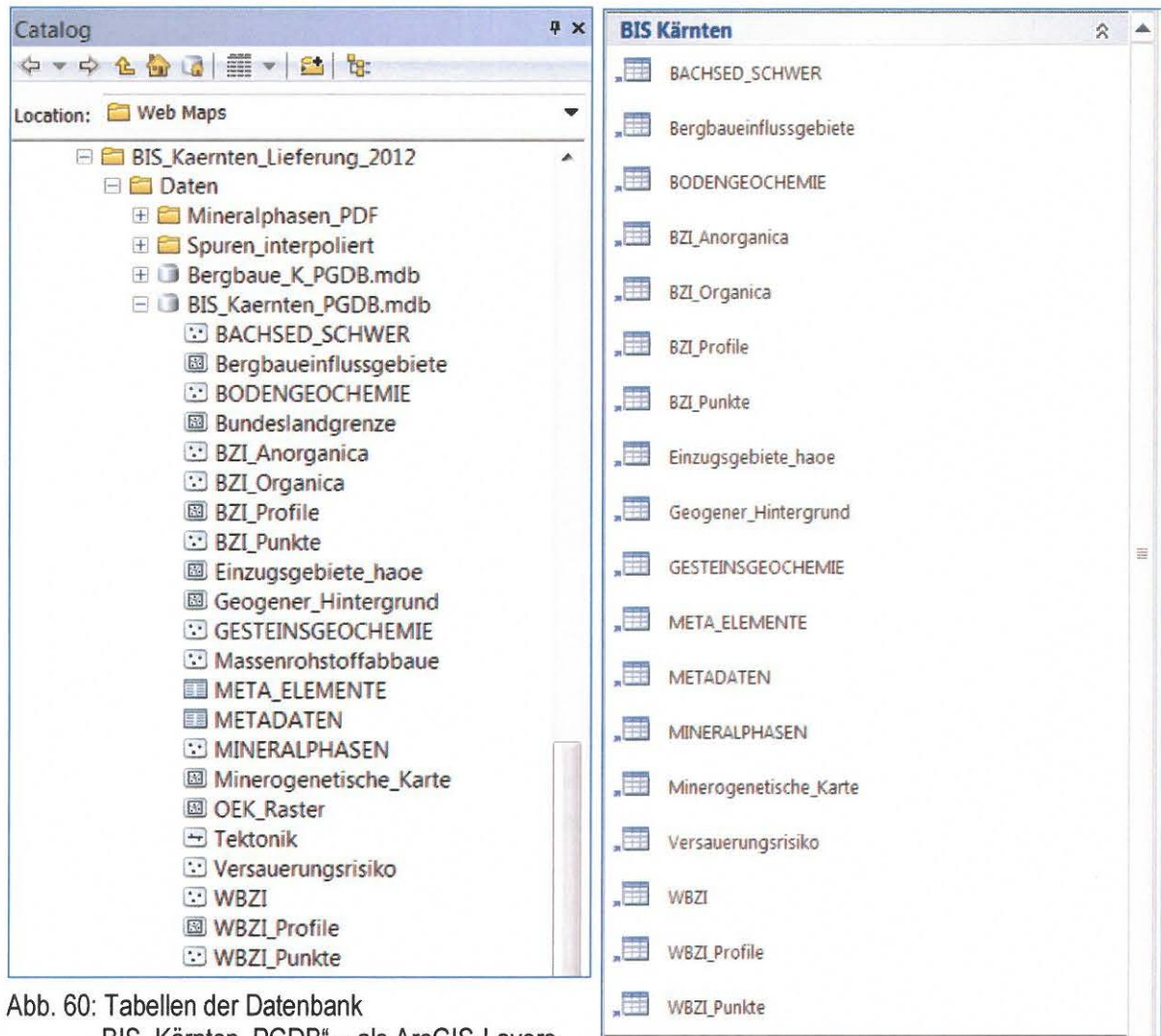


Abb. 60: Tabellen der Datenbank „BIS\_Kärnten\_PGDB“ – als ArcGIS-Layers (links) als MS Access® Tabellen (rechts)

Die Daten bestehen aus Polygonlayern (Grenzen, Geologie, Einzugsgebiete, Geogener Hintergrund, BZI und WBZI Profile), Punktlayers (Geochemie, BZI, WBZI Daten) und Tabellen (Metadatenbank). In der Tabelle METADATEN werden alle Datenquellen im Detail beschrieben. Die Tabelle META\_ELEMENTE beinhaltet die Liste der analysierten Elemente samt Einheit und Bestimmungsgrenze. Zu Visualisierung von Metadaten wurde auch ein eigenes Formular entwickelt (siehe Kap. 3.1).



Derzeit gibt es 72 Metadatenätze, die zu den 4 Hauptgruppen (gruppiert nach Medium) gehören (siehe Tab. 2, Kap. 3.1):

- **Bachsediment/Korngrößenfraktion** (180 µm, 40 µm, 20 µm) – Layer „BACHSED\_SCHWER“
- **Boden/Horizont/Korngrößenfraktion** – Layer „BODENGEOCHEMIE“
- **Gesteinsgeochemie** – Layer „GESTEINSGEOCHEMIE“
- **Mineralphasen** – Layer „MINERALPHASEN“

In jedem dieser Layer gibt es die Spalte „**META\_ID**“, wo die Nummer des jeweiligen Metadatenatzes eingetragen ist.

Zu den Punkten der Mineralphasen gehören ausgewertete Analysenergebnisse die in Form von PDF-Dateien vorliegen (Mineralphasenatlas). Die Dateien sind im Unterverzeichnis „**Daten/ Mineralphasen\_PDF**“ abgelegt und wurden nach ID des Punktes benannt. Der Name der PDF-Datei ist zusätzlich in der Spalte „**PDF\_Datei**“ der Tabelle „**MINERALPHASEN**“ gespeichert.

Separat wurden folgende Datensätze gespeichert:

- **BZI** (Bodenzustandsinventur) Kärnten – separat Organica („BZI\_Organica“) und Anorganica („BZI\_Anorganica“), Anorganica; zusätzlich in Form von Profilen (Polygonlayer „BZI\_Profile“)
- **WBZI** (Waldbodenzustandsinventur) Kärnten – separat Werte („WBZI“) und Profildarstellungen („WBZI\_Profile“)

Alle GIS-Layers liegen im Bundesmeldenetz BMN M31 – Koordinatensystem vor (Abb. 61)

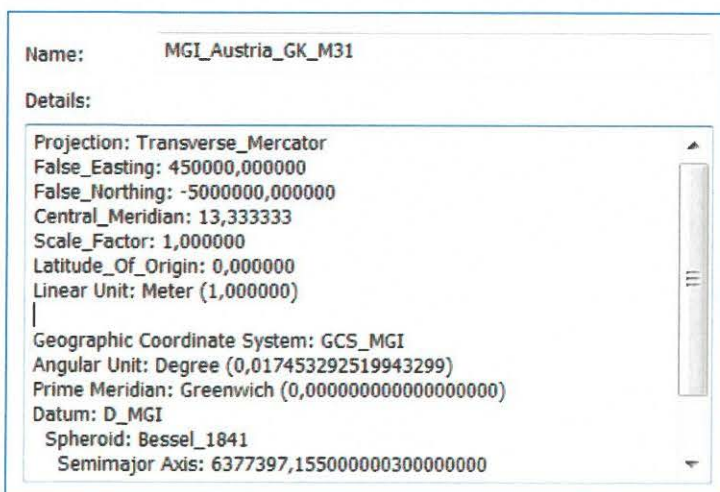


Abb. 61: Das Koordinatensystem des Datensatzes „BIS Kärnten“ – Name und Definition laut BEV (Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen).

Die Abbildungen 62 bis 66 zeigen geographische Lage der Probenahmepunkte nach Medium und Projekt (Verknüpfung mit der Metadatenbank). Jeder dieser Layer kann nach jedem Element (Symbole eingefärbt nach Klassen) im GIS dargestellt werden. Die vorgeschlagenen Klassengrenzen der Elemente sind der mitgelieferten MXD-Datei vorzunehmen.

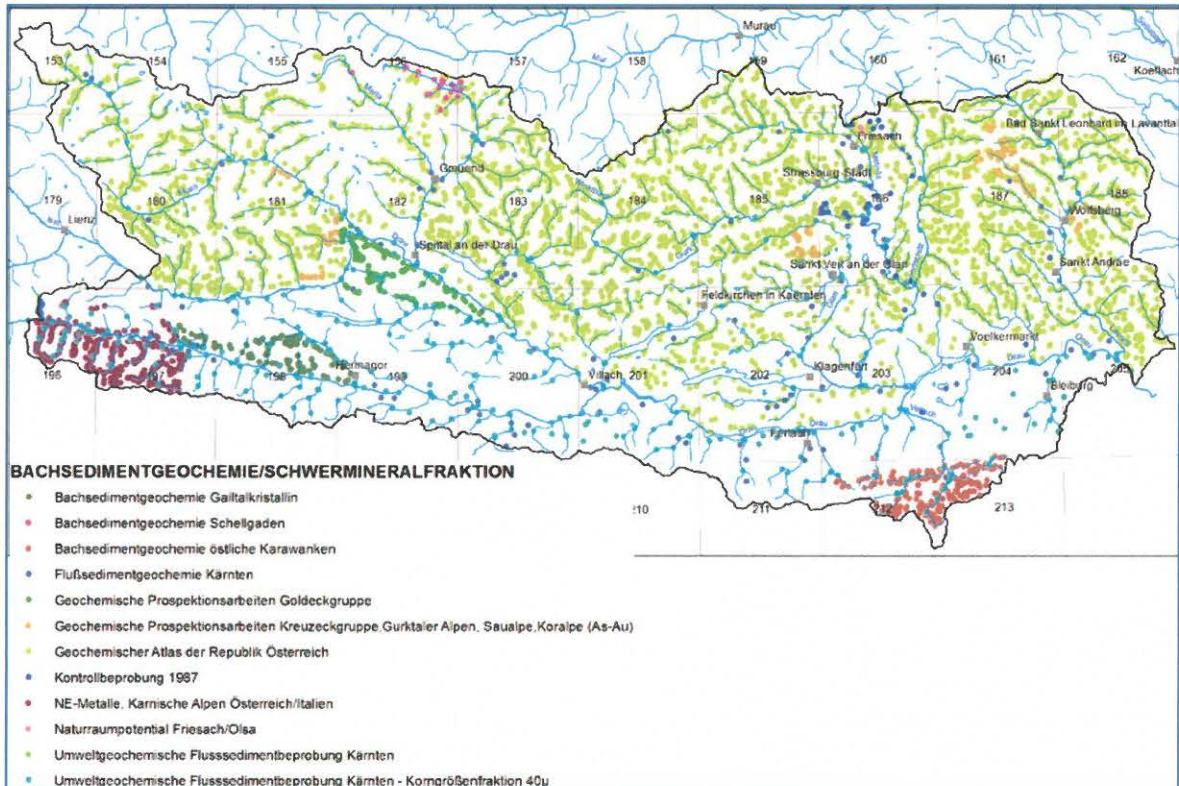


Abb.62: GIS-Darstellung des Layers „BACHSED\_SCHWER“ (samt dem Geochemischen Atlas Österreich)



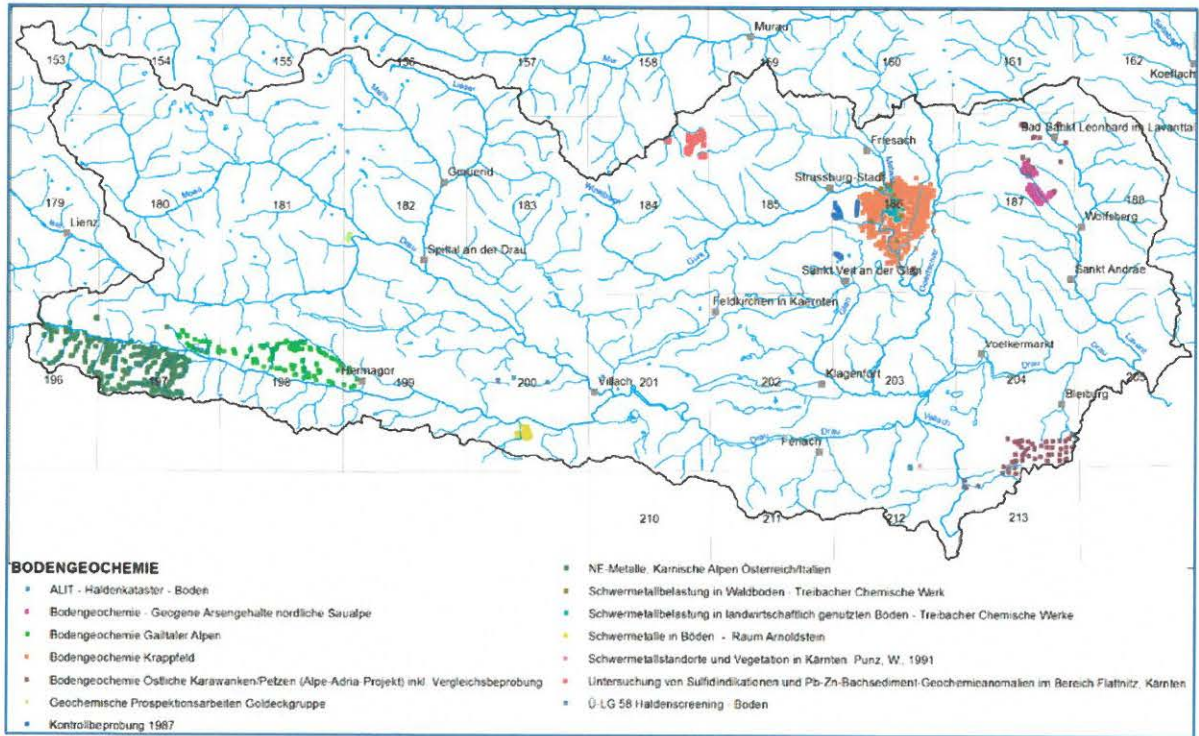


Abb. 63: GIS-Darstellung des Layers „BODENGEOCHEMIE“

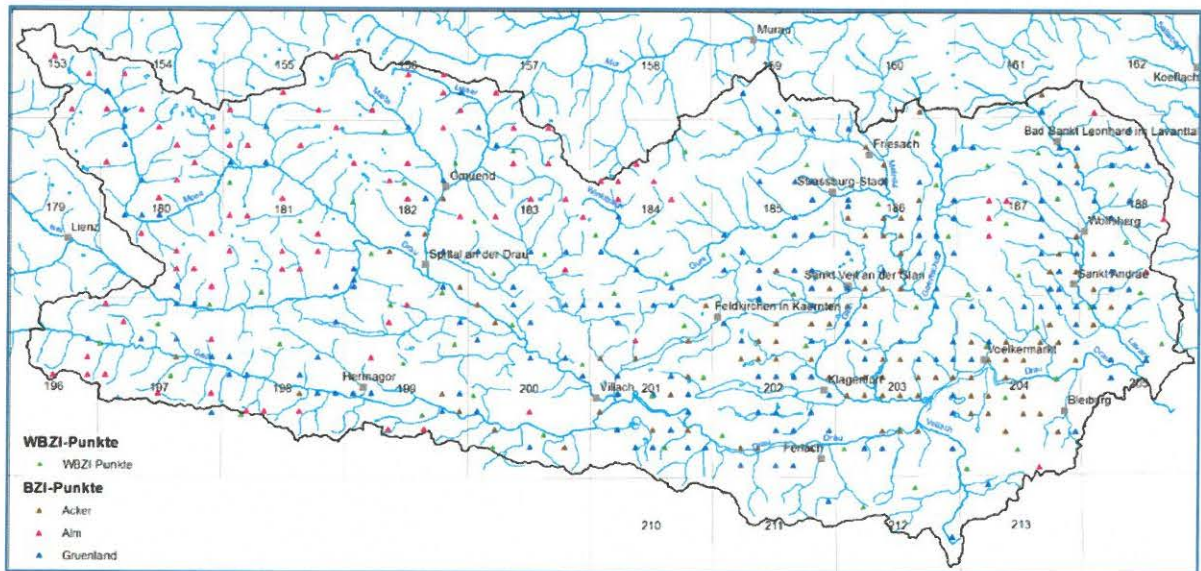


Abb. 64: GIS-Darstellung der Layer „BZI“ (nach Bodennutzung) und „WBZI“



## BIS Kärnten

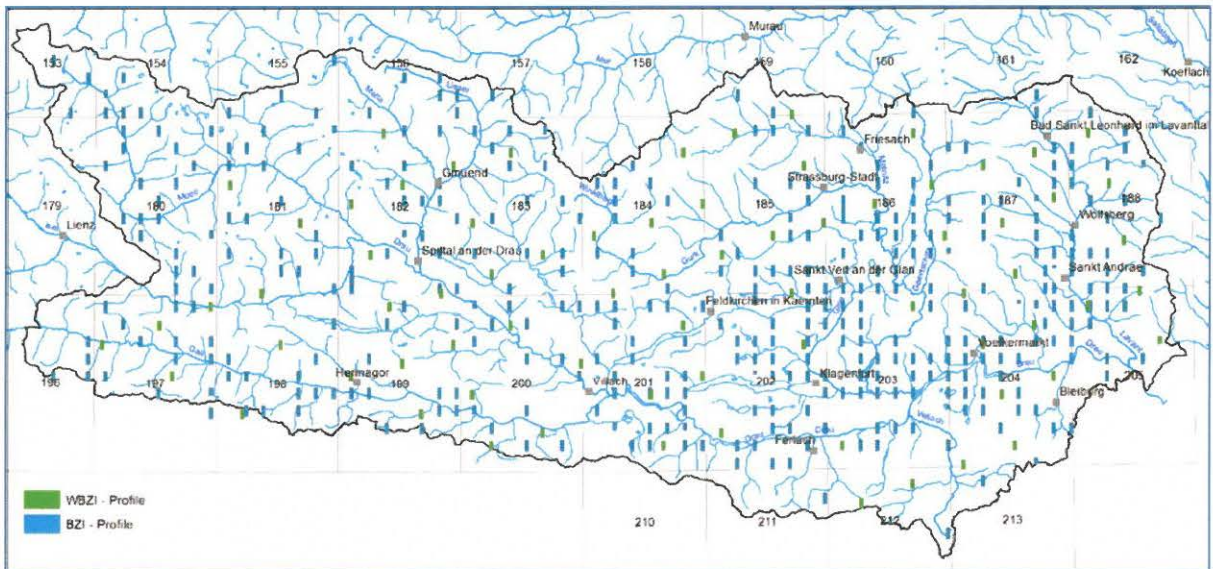


Abb. 65: GIS-Darstellung der Polygonlayer „BZI Profile“ und „WBZI Profile“

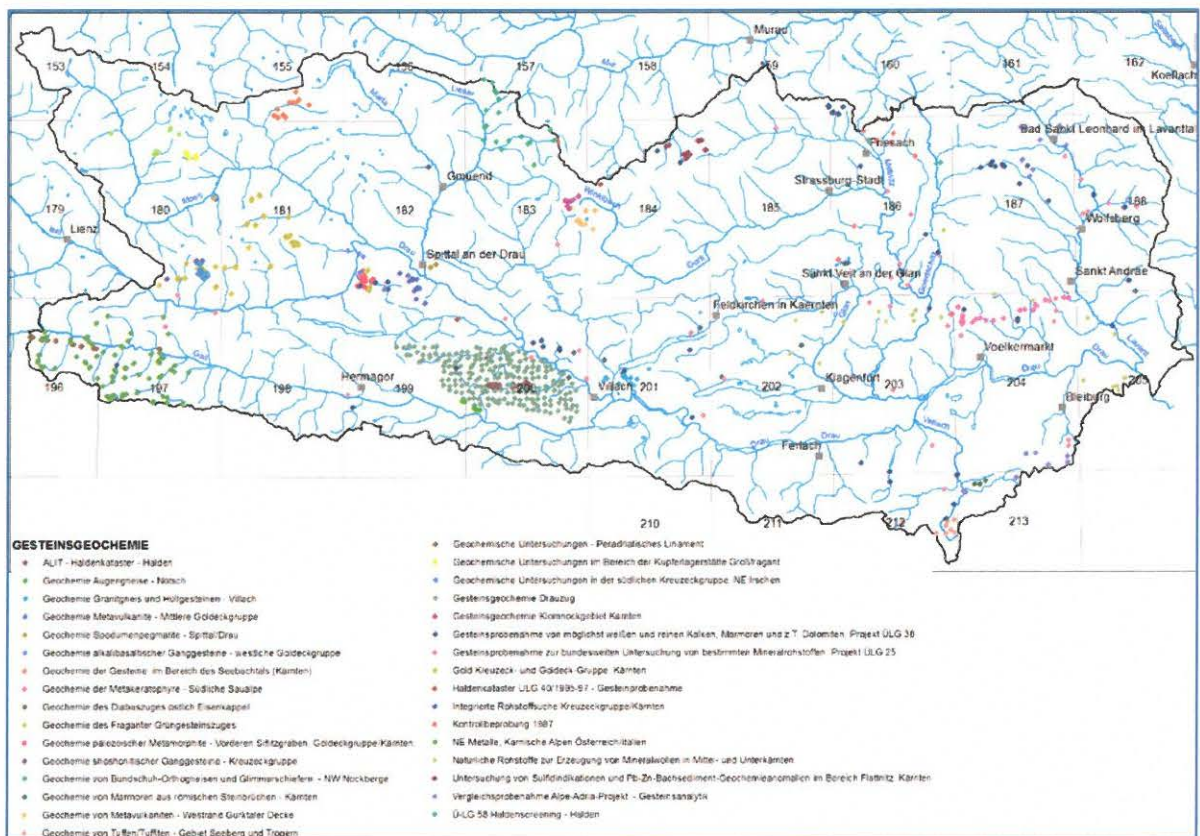


Abb. 66: GIS-Darstellung des Layers „GESTEINSGEOCHEMIE“

Die Tabellen 18 bis 20 zeigen die Anzahl der Probenahmeplätze pro Medium (GIS-Layer) und Projekt (Metadatenbank). Es stehen insgesamt 7.172 Bachsediment-, 1.479 Boden-, 123 Mineralphasen-, und 1.095 Gesteinsgeochemiepunkte mit Proben/Analysen zu Verfügung. Dazu kommen noch 391 BZI Punkte mit 2.133 Analysen und 74 WBZI Punkte mit 738 Analysen – in Form von Punkten und Profilen.

META_ID	PROJEKT	Fraktion [µm]	Anzahl
1	Bachsedimentgeochemie Gailtalkristallin	180	128
8	Geochemischer Atlas der Republik Österreich	180	5066
9	Flusssedimentgeochemie Kärnten	20	105
10	Kontrollbeprobung 1987	180	49
13	Bachsedimentgeochemie östliche Karawanken	180	186
23	Kontrollbeprobung 1987	Schwermin.	49
60	Bachsedimentgeochemie Schellgaden	180	23
65	Naturraumpotential Friesach/Olsa	180	29
154	NE-Metalle, Karnische Alpen Österreich/Italien	Schwermin.	468
155	Geochemische Prospektionsarbeiten Goldeckgruppe	180	158
156	Geochemische Prospektionsarbeiten Goldeckgruppe	Schwermin.	10
157	Geochemische Prospektionsarbeiten Kreuzeckgruppe, Gurktaler Alpen, Saualpe, Koralpe (As-Au)	180	135
163	Umweltgeochemische Flusssedimentbeprobung Kärnten	180	379
192	Umweltgeochemische Flusssedimentbeprobung Kärnten	40	387

Tab. 18: Anzahl der Proben/Analysen für die Tabelle BACHSED\_SCHWER – nach Projekt

META_ID	PROJEKT	Anzahl
32	Untersuchung von Sulfidindikationen und Pb-Zn-Bachsediment-Geochemieanomalien im Bereich Flattnitz, Kärnten	287
34	Kontrollbeprobung 1987	35
35	Bodengeochemie Krappfeld	351
39	Bodengeochemie Gailtaler Alpen	128
43	Bodengeochemie Östliche Karawanken/Petzen (Alpe-Adria-Projekt) inkl. Vergleichsbeprobung	76
75	Bodengeochemie - Geogene Arsengehalte nördliche Saualpe	84
137	Schwermetalle in Böden - Raum Arnoldstein	91
138	Schwermetallbelastung in landwirtschaftlich genutzten Böden - Treibacher Chemische Werke	27
141	Schwermetallbelastung in Waldböden - Treibacher Chemische Werk	10
153	NE-Metalle, Karnische Alpen Österreich/Italien	352
156	Geochemische Prospektionsarbeiten Goldeckgruppe	10
207	ALIT - Haldenkataster - Boden	23
220	Ü-LG 58 Haldenscreening - Boden	4
229	Schwermetallstandorte und Vegetation in Kärnten. Punz, W., 1991	1

Tab. 19: Anzahl der Proben/Analysen für die Tabelle BODENGEOCHEMIE– nach Projekt



META_ID	PROJEKT	Anzahl
44	Gesteinsgeochemie Drauzug	202
47	Kontrollbeprobung 1987	19
54	Gesteinsprobenahme zur bundesweiten Untersuchung von bestimmten Mineralrohstoffen, Projekt ÜLG 25	56
55	Gesteinsprobenahme von möglichst weißen und reinen Kalken, Marmoren und z.T. Dolomiten, Projekt ÜLG 38	88
57	Haldenkataster ÜLG 40/1995-97 - Gesteinprobenahme	1
69	Integrierte Rohstoffsuche Kreuzeckgruppe/Kärnten	35
71	Geochemie paläozoischer Metamorphite - Vorderer Siflitzgraben, Goldeckgruppe/Kärnten.	17
72	Gold Kreuzeck- und Goldeck-Gruppe, Kärnten	83
73	Untersuchung von Sulfidindikationen und Pb-Zn-Bachsediment-Geochemieanomalien im Bereich Flattnitz, Kärnten	21
78	Geochemische Untersuchungen - Peradriatisches Lineament	54
83	Geochemische Untersuchungen im Bereich der Kupferlagerstätte Großfragant	12
86	Geochemische Untersuchungen in der südlichen Kreuzeckgruppe, NE Irschen.	27
87	Geochemie des Fraganter Grüngesteinszuges	29
88	Gesteinsgeochemie Klammockgebiet Kärnten	11
90	Natürliche Rohstoffe zur Erzeugung von Mineralwollen in Mittel- und Unterkärnten	25
93	Geochemie von Marmoren aus römischen Steinbrüchen - Kärnten	47
94	Geochemie alkalibasaltischer Ganggesteine - westliche Goldeckgruppe	7
95	Geochemie shoshonitischer Ganggesteine - Kreuzeckgruppe	3
98	Geochemie Spodumenpegmatite - Spittal/Drau	6
99	Geochemie Augengneise - Nötsch	14
100	Geochemie Granitgneis und Hüllgesteinen - Villach	16
104	Geochemie der Metakeratophyre - Südliche Saualpe	42
109	Geochemie von Tuffen/Tuffiten - Gebiet Seeberg und Trögern	16
114	Geochemie des Diabaszuges östlich Eisenkappel	3
130	Geochemie von Metavulkaniten - Westrand Gurktaler Decke	14
131	Geochemie Metavulkanite - Mittlere Goldeckgruppe	12
132	Geochemie von Bundschuh-Orthogneisen und Glimmerschiefern - NW Nockberge	19
144	Geochemie der Gesteine im Bereich des Seebachtals (Kärnten)	15
152	NE-Metalle, Karnische Alpen Österreich/Italien	89
206	ALIT - Haldenkataster - Halden	69
221	Ü-LG 58 Haldenscreening - Halden	24
233	Vergleichsprobenahme Alpe-Adria-Projekt - Gesteinsanalytik	19

Tab. 20: Anzahl der Proben/Analysen für die Tabelle GESTEINSGEOCHEMIE– nach Projekt

Im Datensatz „BIS\_Kärnten\_PGDB.mdb“ befinden sich noch einige Polygonlayer. Dazu gehören die Umrisse der „Bergbaueinflussgebiete“ (Abb. 67), die über keine sonstige Attribute verfügen und zusammen mit der Bergbau-/Haldenkataster – Datenbank angeschaut werden sollten und der Polygonlayer der Geogener Hintergrundwerte.



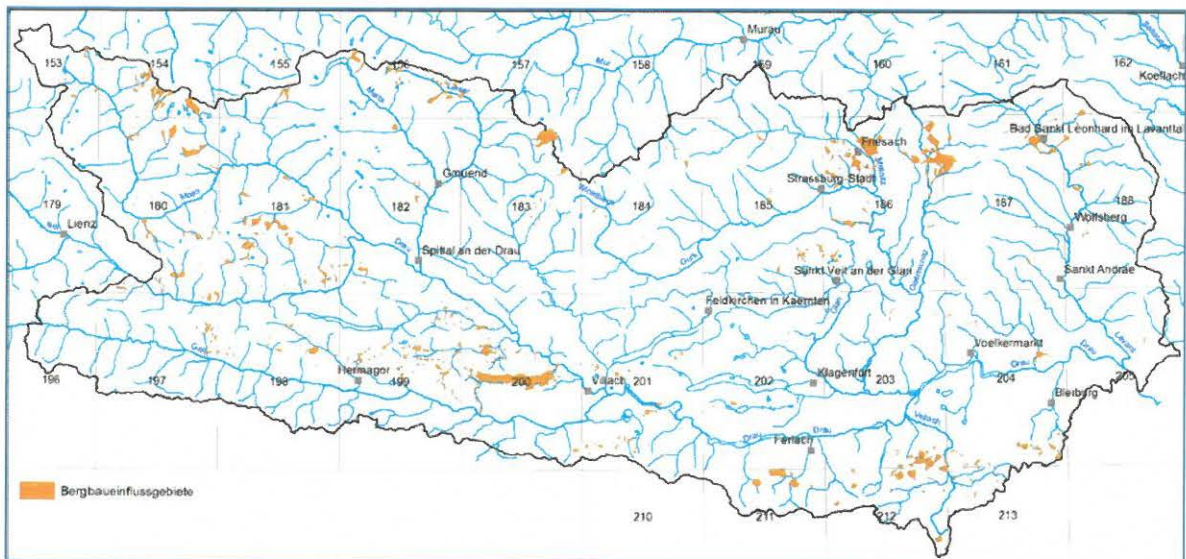


Abb. 67: GIS-Polygonlayer „Bergbaueinflussgebiete“

Die Abbildung 68 zeigt die Flächen des Datensatzes „Geogener\_Hintergrund“, der derzeit für 8 ausgewählte GK50-Blätter vorliegt. Die Auswahl der Kartenblätter orientierte sich dabei am Vorhandensein digitaler geologischer Kartengrundlagen mit modernen lithologischen und tektonischen Gliederungen.

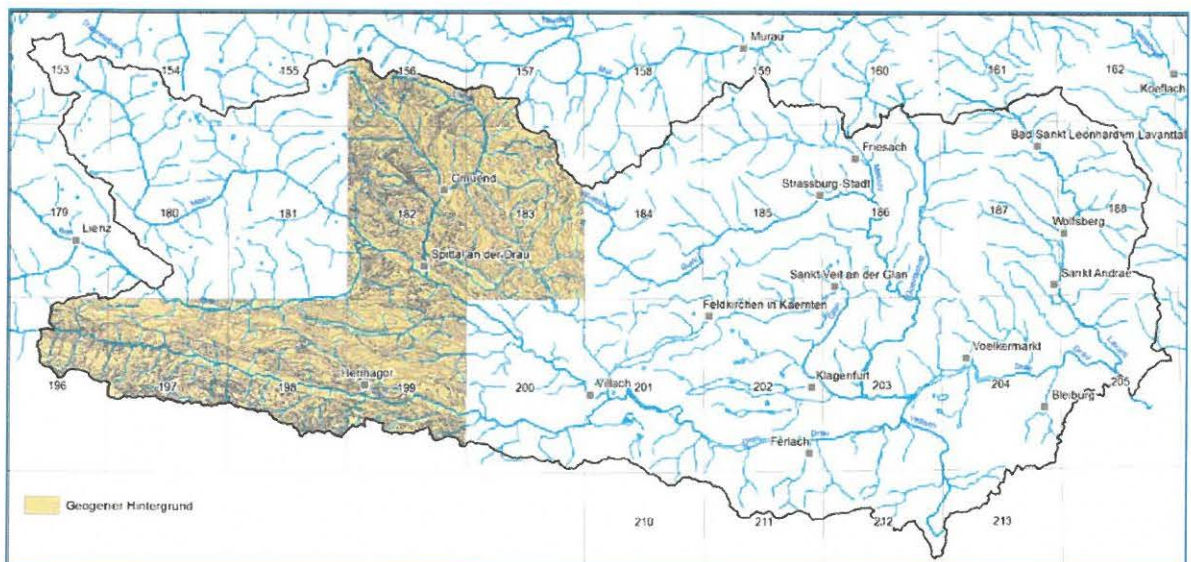


Abb. 68: GIS-Polygonlayer „Geogener Hintergrund“

#### 4.2 Datensatz „Bergbaue\_K\_PGDB.mdb“

Ebenso wie der Datensatz „BIS\_Kaertnen\_PGDB“ ist auch der Datensatz „Bergbaue\_K\_PGDB“ im MS Access® Format angelegt. Die Objekte sind in MS Access® als Datenbanktabellen und in ArcCatalog® als GIS-Layer sichtbar (Abb. 68). Die Tabelle 21 listet für alle Bergbaue/Abbaue-GIS-Ebenen die Layer-

Namen, Typ, Anzahl der Objekte und die Information über vorhandene Attribute auf. Die GIS-Darstellung der Layer zeigt die Abb. 70.

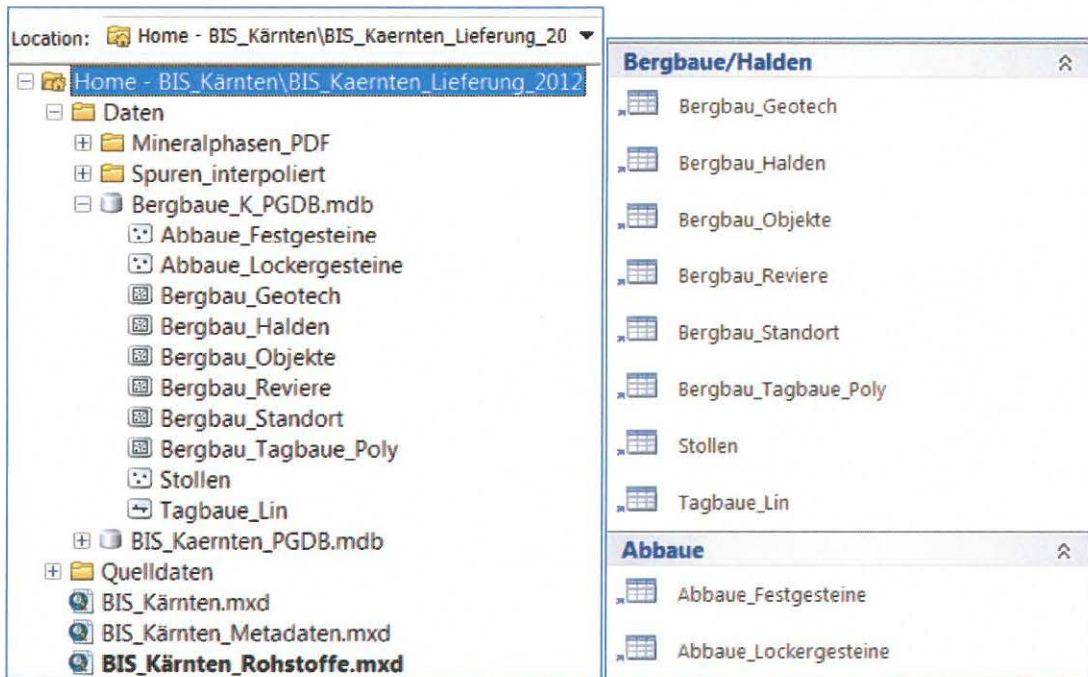


Abb. 69: Tabellen der Datenbank „Bergbaue\_K\_PGDB“ – als ArcGIS-Layers (links) als MS Access® Tabellen (rechts)

Layer Name	Layer Typ	Anzahl Objekte	Attribute
Bergbau_Reviere	Polygon	1317	ja
Bergbau_Halden	Polygon	3389	nein
Bergbau_Objekte	Polygon	78	nein
Bergbau_Standort	Polygon	66	nein
Bergbau_Tagbaue_Poly	Polygon	4	nein
Stollen	Punkt	4862	nein
Tagbaue_Lin	Linie	493	nein
Bergbau_Geotech	Polygon	868	nein
Abbaue_Festgesteine	Punkt	1032	ja
Abbaue_Lockergesteine	Punkt	1709	ja

Tab. 21: GIS-Tabellen der Datenbank „Bergbaue\_K\_PGDB“



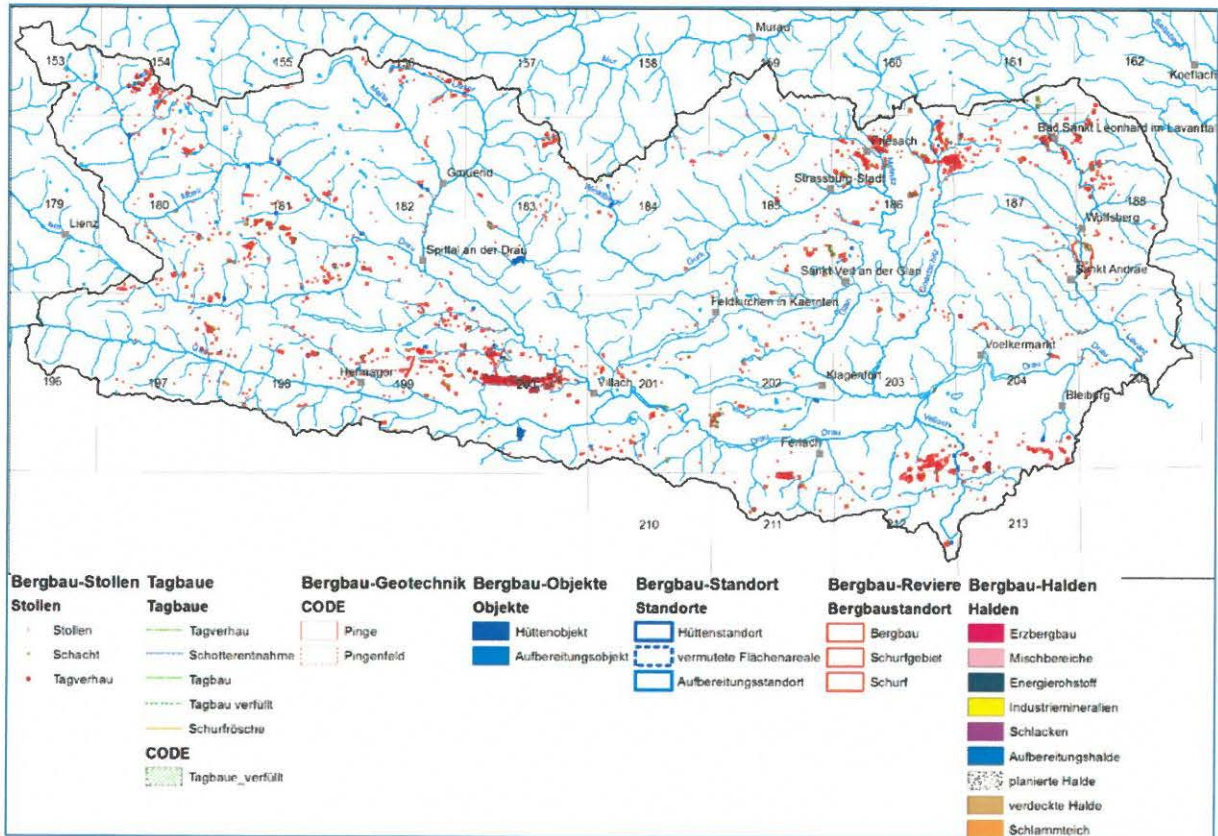


Abb. 70: GIS-Layers der Datenbank „Bergbaue\_K\_PGDB“ – Bergbau/Haldenkataster

Jeder Bergbaue-Layer verfügt über ein Feld „CODE“ und dessen Übersetzung - „TYP“. Diese Felder werden in der .MXD Applikation zu Darstellungszwecken benutzt (Abb. 71 und 72).



Feldname	Felddatentyp
OBJECTID	AutoWert
BERGBAU_ID	Zahl
NR	Text
VORK_NAME	Text
CODE	Zahl
TYP	Text
ROHSTOFF	Text
UEBERBEG	Text
GEOGR_EINH	Text
TEKT_EINH	Text
STRAT_EINH	Text
OEK_NR	Zahl
BETR_DAUER	Text
STOLLEN	Text
SCHACHT	Text
TAGVERHAU	Text
HALDEN	Text
NEBENGEST	Text
HAUPT_ELEM	Text
NEBEN_SPURENELEM	Text
MINERALIEN	Memo
BERGBAU_NR	Text
MERIDIANSTREIFEN	Zahl
RW_BMN	Zahl
HW_BMN	Zahl
SHAPE_Length	Zahl
SHAPE_Area	Zahl
SHAPE	OLE-Objekt

Abb. 71: Attribute des Layers „Bergbau\_Reviere“. Alle anderen GIS-Layer haben keine Attributierung, liegen aber innerhalb der Reviere und sind deshalb geografisch identifizierbar.

Feldname	Felddatentyp
ID	AutoWert
OEK_NR	Zahl
NR	Text
GEM_NAME	Text
RW_M31	Zahl
HW_M31	Zahl
VORK_NAME	Text
Aufschlussart	Text
AUFSCHLUSS	Text
ROHSTOFFE	Text
STATUS	Text
STATUS_BEZ	Text
STATUS_BERICHTER	Text
STAT_JAHR	Zahl
GEOGR_EINH	Text
STRAT_EINH	Text
TEKT_EINH	Text
CH_ALTER	Text
GENESE	Text
HISTORISCH	Text
BEMERKUNG	Memo
VERWENDUNG	Text
LITHOLOGIE	Text
Shape	OLE-Objekt

Abb. 72: Attribute des Layers „Abbaue\_Festgesteine“. Der Layer „Abbaue\_Lockergesteine“ hat die gleiche Struktur.

### 4.3 Datensatz „Spuren Interpoliert“

Im Unterverzeichnis „Spuren interpoliert“ befinden sich 18 ArcGIS Grid – Dateien, die Flächeninterpolierte Elementkarten der Bachsedimentgeochemie < 180 µm beinhalten (Abb. 73).

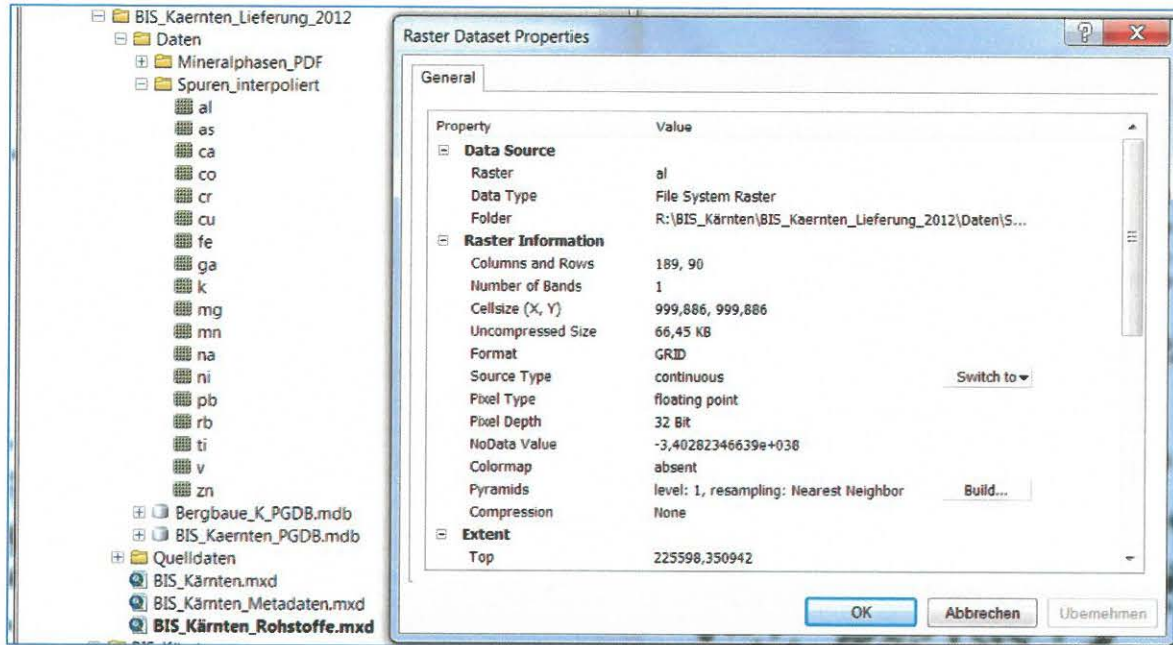


Abb. 73: ESRI ArcCatalog – Auflistung der Flächeninterpolierten Grids – mit beispielhaften Eigenschaften vom Aluminium-Grid.

Alle Grids haben die gleiche Auflösung (1000 x 100 m), bestehen aus 189 Spalten und 90 Zeilen und sind als „32 bit Floating Grids“ berechnet worden. Jede Grid-Zelle hat einen Wert, der abgefragt werden kann und mit dem klassifizierte Darstellungen im GIS erstellt werden können.

### 4.4 Datensatz „Mineralphasen\_PDF“

Die Daten zu Mineralphasen sind in zwei Teilen getrennt abgelegt: die Koordinatentabelle/GIS-Layer befindet sich in der Datenbank „BIS\_Kaernten\_PGDB.mdb“, die Attributdaten in Form von PDF-Dateien im Unterverzeichnis „Daten/Mineralphasen\_PDF“ (Abb. 74 und Abb. 75).

Die Spalte „PDF\_Datei“ der Tabelle „MINERALPHASEN“ erlaubt das Verbinden des Punktes mit der PDF-Beschreibung. Dies kann entweder in ArcMap als „Hotlink“ oder in der Intranet-Applikation angewendet werden.



Abb. 74: GIS-Darstellung des Layers „MINERALPHASEN“ (Datei „BIS\_Kaernten\_PGDB.mdb“)

« BIS\_Kärnten » BIS\_Kaernten\_Lieferung\_2012 » Daten » Mineralphasen\_PDF

seiten Ansicht Extras ?

▼ Mit Adobe Acrobat X öffnen ▼ Drucken Brennen Neuer Ordner

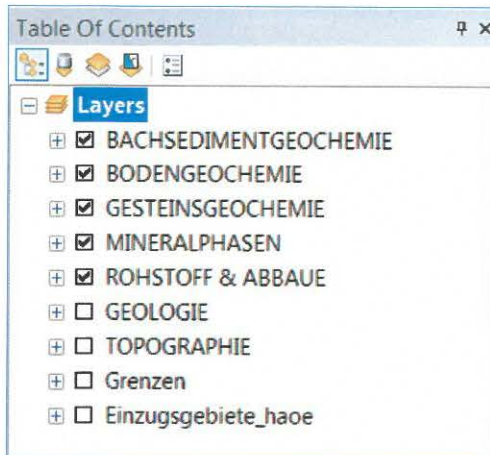
Name	Änderungsdatum	Typ	Größe
0001.pdf	20.11.2012 15:21	Adobe Acrobat-Dokument	237 KB
0010.pdf	20.11.2012 15:21	Adobe Acrobat-Dokument	188 KB
0011.pdf	20.11.2012 15:21	Adobe Acrobat-Dokument	222 KB
0012.pdf	20.11.2012 15:21	Adobe Acrobat-Dokument	191 KB
0013.pdf	20.11.2012 15:21	Adobe Acrobat-Dokument	222 KB
0014.pdf	20.11.2012 15:21	Adobe Acrobat-Dokument	292 KB
0015.pdf	20.11.2012 15:21	Adobe Acrobat-Dokument	220 KB
0016.pdf	20.11.2012 15:22	Adobe Acrobat-Dokument	204 KB
0017.pdf	20.11.2012 15:22	Adobe Acrobat-Dokument	268 KB
0018.pdf	20.11.2012 15:22	Adobe Acrobat-Dokument	281 KB
0019.pdf	20.11.2012 15:22	Adobe Acrobat-Dokument	398 KB
0020.pdf	20.11.2012 15:22	Adobe Acrobat-Dokument	288 KB

Abb. 75: Inhalt des Unterverzeichnisses „Daten/Mineralphasen\_PDF“ – mit der Auflistung der PDF-Dateien (Mineralphasenatlas),



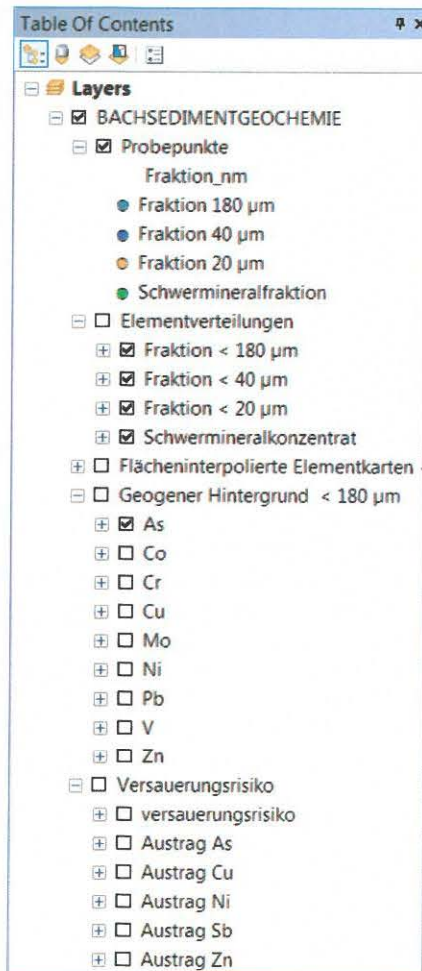
#### 4.5 Beschreibung des ESRI ArcMap® - GIS-Projektes „BIS\_Kärnten.mxd“

Die MXD-Datei ist auf der Datenbankstruktur basierend aufgebaut. Jedem Tabelle/GIS-Layer entspricht ein Layer/Group Layer in der Applikation.



- Bachsedimentgeochemie (Group Layer)
- Bodengeochemie (Group Layer)
- Gesteinsgeochemie (Group Layer)
- Mineralphasen (Layer)
- Rohstoff\_Abbaue (Group Layer)
- Sonstiges (Geologie, Topographie, Grenzen...)

#### BACHSEDIMENTGEOCHEMIE



Group Layer „BACHSEDIMENTGEOCHEMIE“ besteht aus fünf, teilweise abgeleiteten Layern:

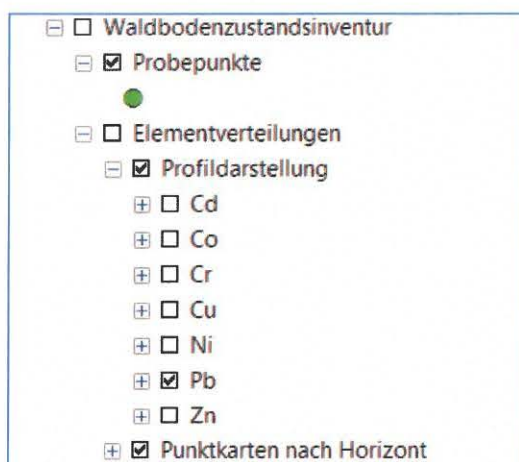
- Probepunkte (Symbole nach Fraktion)
- Elementverteilungen (Group layer mit 4 Fraktionen; < 180 µm und < 40 µm mit 35/43 Elementen, klassifiziert in jeweils 9 Klassen; < 20 µm mit 6 Elementen, klassifiziert in 7 Klassen; Schwermineralkonzentrate mit 3 Elementen und 9 Klassen)
- Flächeninterpolierte Elementkarten < 180 µm; interpolierte Rasterdarstellungen, klassifiziert (Klassengrenzen ident mit den Elementverteilungen)
- Geogener Hintergrund (flächeninterpolierte Rasterdarstellungen; Klassengrenzen ident mit den Elementverteilungen) für ausgewählte Elemente (ÖK-Blätter 156, 157, 182, 183, 196-199)
- Versauerungsrisiko – 6 abgeleitete Darstellungen: Auswertung des Austragsrisikos für As, Cu, Ni, Sb, Zn

### BODENGEOCHEMIE – Bodenzustandsinventur (BZI)



- Probepunkte nach Nutzung (Acker, Alm, Grünland)
- Elementverteilungen
- Profildarstellung (Tiefenstufen nach Nutzung)
- Punktkarten nach Horizont für PH-Werte, Anorganica (Auswertung für 12 Elemente), Organica (PAH und PCB)

### BODENGEOCHEMIE – Waldzustandsinventur (WBZI)



- Probepunkte
- Elementverteilungen – Profildarstellung
- Elementverteilungen – Punktkarten nach Bodenhorizonten für Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn

BODENGEOCHEMIE – Sonstige Bodenproben

Sonstige Bodenproben

- Probepunkte
- Elementverteilungen (Gesamtgehalte)
  - As
  - Cd
  - Cr
  - Cu
  - Hg
  - Mo
  - Ni
  - Pb
  - V
  - Zn

Basierend auf dem Layer BODENGEOCHEMIE

- Probepunkte
- Elementverteilungen für ausgewählte Elemente

GESTEINSGEOCHEMIE

GESTEINSGEOCHEMIE

- Probepunkte
- Elementverteilungen
  - As
  - Cd
  - Cr
  - Cu
  - Hg
  - Mo
  - Ni
  - Pb
  - Sb
  - V
  - Zn

- Probepunkte
- Elementverteilungen für ausgewählte Elemente

ROHSTOFF & ABBAUE

ROHSTOFF\_ABBAUE

- Massenrohstoffabbau
  - Abbaue Festgesteine
  - Abbaue Lockergesteine
- Bergbau\_Haldenkataster
  - Stollen
  - Tagbaue\_Linien
  - Geotechnik
  - Objekte
  - Standorte
  - Tagbaue\_Polygone
  - Halden
  - Reviere
- Bergbaueinflussgebiete

- Massenrohstoffabbau (Festgesteine, Lockergesteine)
- Bergbau-/Haldenkataster
- Bergbaueinflussgebiete



## 5. Literatur

- AMT DER KÄRNTNER LANDESREGIERUNG: Bodenzustandsinventur Kärnten 1999. Amt der Kärntner Landesregierung Abt. 15, Klagenfurt, 1999.
- FORSTLICHE BUNDESVERSUCHSANSTALT WIEN: Österreichische Waldboden-Zustandsinventur : Ergebnisse ; Waldbodenbericht. – Mitt. Forstl. BVA Wien, 168, Wien, 1992.
- HONSIG-ERLENBURG, W. et al.: Kärntner Fließgewässergüteatlas. - Amt der Kärntner Landesregierung, Klagenfurt, 1990.
- KLEIN, P., PIRKL, H., SCHEDL, A., NEINAVAIE, H. & ATZENHOFER, B.: Umweltgeochemie Kärnten.- Jahresbericht 2005 zum Projekt KC-30, Geologische Bundesanstalt, Wien, 2006.
- KLEIN, P., SCHEDL, A., PIRKL, H., HASLINGER, E., LIPIARSKI, P., NEINAVAIE, H. & B. ATZENHOFER: Umweltgeochemische Untersuchung der Bach- und Flusssedimente Kärntens auf Haupt- und Spurenelemente zur Erfassung und Beurteilung geogener und anthropogener Schadstoffbelastungen ("Umweltgeochemie Kärnten"). Probenahme/Analytik/ Dokumentation. - Unveröff. Endbericht Geol. B. – A., Wien, 2007.
- LETOUZÉ-ZEZULA, G. mit Beitr. von ATZENHOFER, B., BERKA, R., HEINRICH, M., HELLSCHMIDT-ALBER, J., LIPIARSKA, I., LIPIARSKI, P., MOSHAMMER, B., POLTNIG, W., POSCH-TRÖZMÜLLER, G., SCHUSTER, R. & UNTERSWEIG, T.: Digitale geologische Karte Kärnten 1:50.000.- Endbericht zum Projekt KC-25, Geologische Bundesanstalt, Wien, 2005.
- LIPIARSKI, P., PIRKL, H. & SCHEDL, A.: Aufbereitung georelevanter Kärntner Datensätze zum Eintrag in das Landes-Geoinformationssystem GinS im Hinblick auf eine Bewältigung angewandt-geologischer, speziell rohstoffgeologischer Fragestellungen und die zukünftige geochemische Bearbeitung ("Metadatendokumentation Geochemie Kärnten") Projekt K-C-026). - Unveröff. Endbericht. Geol. B. – A., Wien, 2003.
- LIPIARSKI, P.; SCHEDL, A. & PFLEIDERER, S.: Fachmodule zum Aufbau eines Bodeninformationssystems für das Land Kärnten, Zwischenbericht 2012. - Unveröff. Bericht Geol. B. – A., Wien, 2012.
- LIPIARSKI, P., REITNER, H. & HEINRICH, M.: Rohstoffarchiv EDV-Grundlagen und Dokumentation und Rohstoffarchiv GIS-Auswertung und Darstellung. – Unveröff. Bericht Geol. B. – A., Wien, 2004.
- MÜLLER, H. W. & SCHWAIGHOFER, B.: Schwermetallgehalte in Sedimenten der Fließgewässer in: Kärntner Fließgewässergüteatlas. Stand 1987/89 - Amt der Kärntner Landesregierung/BMLF, Klagenfurt 1990 Amt der Kärntner Landesregierung, Klagenfurt, 1990.
- PIRKL, H.: Beschreibung des Bodenzustandes im Krappfeld hinsichtlich Problemelementbelastung in Abhängigkeit des geogenen Angebotes bzw. der anthropogenen Beeinflussung sowie die Bewertung von Böden in der Funktion als Schutzschicht über dem Grundwasser: Abschlussbericht (BM f. Wissenschaft & Forschung, Amt d. Kärntner Landesregierung). – Unveröff. Bericht, GeoÖko, Wien-Eisenerz, 1993.
- PIRKL, H.: Bach- und Flusssedimentgeochemie Österreich Kornfraktion 180µm.- Geologische Bundesanstalt, Wien, 2007.
- PIRKL, H., NEINAVAIE, H., HAUSBERGER, G., SCHERMANN, O. & SCHEDL, A.: Standardisierung der Untersuchungstechnik zur geochemischen Kartierung und bei Umweltgeochemie in Kalkarealen; 2.Phase: Endbericht. - Unveröff. Bericht Geol. B.-A., Wien, 1996.
- SCHEDL, A., MAURACHER, J., ATZENHOFER, B., NEINAVAIE, H., RABEDER, J. & LIPIARSKI, P.: Systematische Erhebung von Bergbauhalden mineralischer Rohstoffe im Bundesgebiet ("Bergbau-/ Haldenkataster") Bundesland Kärnten (Jahresendbericht Proj. ÜLG 40/2001).- Unveröff. Bericht Geol. B.-A., Wien, 2004.

- SCHEDL, A., PIRKL, H., PFLEIDERER, S., LIPIARSKI, P., NEINAVAIE, H. & ATZENHOFER, B.: Umweltgeochemie Kärnten.- Endbericht zum Projekt KC-30, Geologische Bundesanstalt, Wien, 2008.
- SCHEDL, A., PIRKL, H., NEINAVAIE, H., PFLEIDERER, S., LIPIARSKI, P. & HOBIGER, G.: Umweltgeochemie Steiermark.- Endbericht zum Projekt StC-76, Geologische Bundesanstalt, Wien, 2010.
- THALMANN, F., SCHERMANN, O., SCHROLL, E. & HAUSBERGER, G.: Geochemischer Atlas der Republik Österreich 1:1.000.000 Böhmisches Masse und Zentralzone der Ostalpen (Bachsedimente < 0,18 mm).- Geologische Bundesanstalt, Wien, 1989.
- UNTERSWEIG, T. & HEINRICH, M. mit Beitr. von BERKA, R., MOSHAMMER, B., POLTNIG, W., POSCH-TRÖZMÜLLER, G. & SCHUSTER, R.: Kompilierte Geologische Übersichtskarte Kärnten 1:200.000.- Geologische Bundesanstalt, Wien, 2008.

