

## Geochemischer Atlas natürlicher Haupt-, Neben- und Spurenelemente der Gesteine Bayerns





# FACHBERICHTE

## Nr. 24

### **Geochemischer Atlas natürlicher Haupt-, Neben- und Spurenelemente der Gesteine Bayerns**

von

E. LINHARDT und P. ZARBOK †

Herausgeber und Verlag:  
Bayerisches Landesamt für Umwelt,  
Dienstort München, Heßstraße 128, D-80797 München

Fachbericht 24	188 S.	35 Abb.	123 Tab.	München 2005
----------------	--------	---------	----------	--------------

ISSN 0932-9269

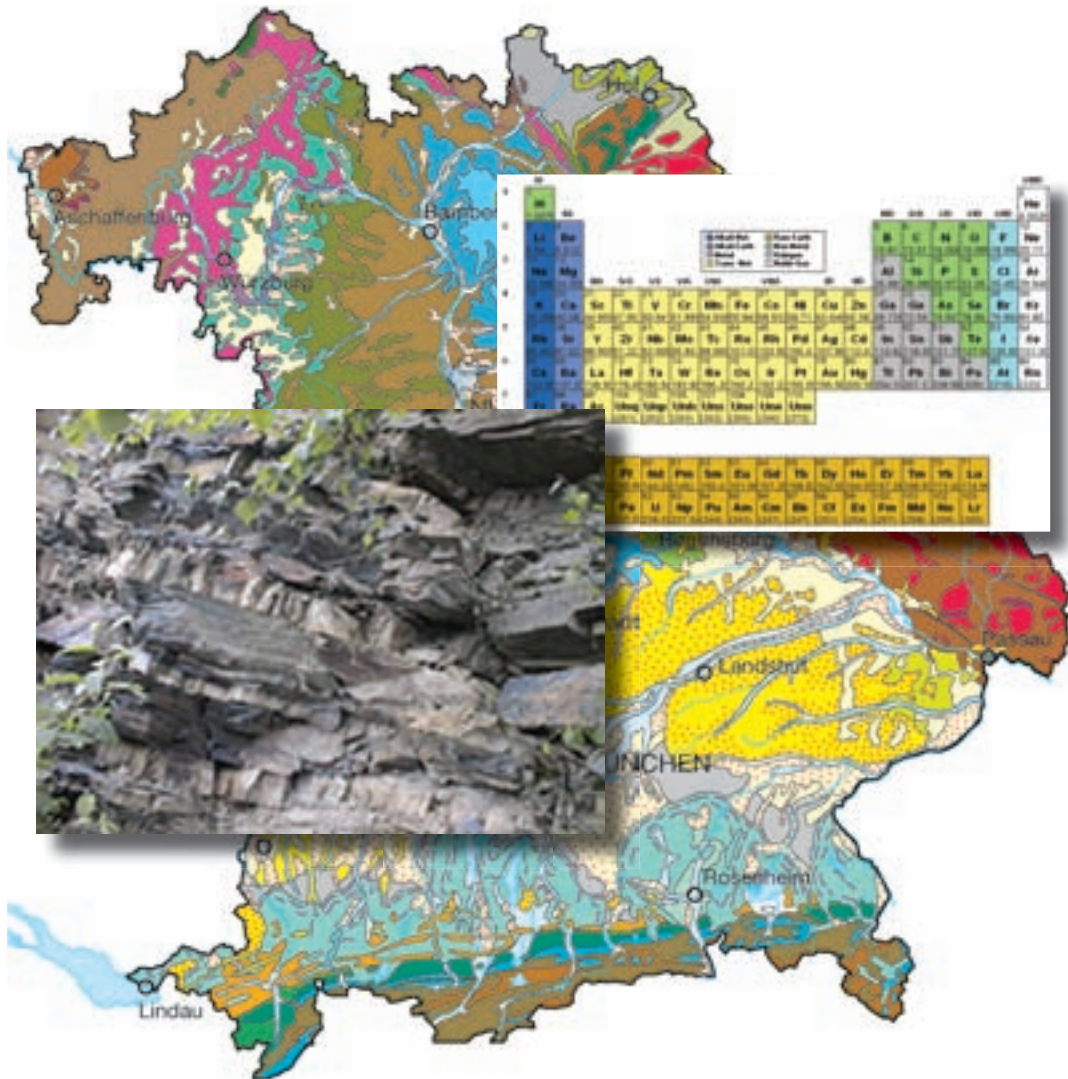
Anschrift der Autoren: Dr. Elmar Linhardt  
Dr. Ing. Peter Zarbok  
Bayerisches Landesamt für Umwelt  
Dienststelle Marktredwitz  
Leopoldstraße 30  
95615 Marktredwitz

Das Bayerische Landesamt für Umwelt ist eine Fachbehörde  
im Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministeriums für  
Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz

Herausgeber: Bayerisches Landesamt für Umwelt,  
Dienstort München  
Heßstraße 128, D-80797 München  
Redaktion: Dr. Bernd Schilling  
Druck: Druckerei Diet, Buchenberg

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier

# Geochemischer Atlas natürlicher Haupt-, Neben- und Spurenelemente der Gesteine Bayerns



**Schlüsselworte:** Geochemie, Lithogengehalte, geochemische Haupteinheiten

## **Kurzfassung**

Der Geochemische Atlas stellt die Verbreitung und Konzentration der natürlichen Haupt-, Neben- und Spurenelemente der weitflächig und oberflächennah auftretenden Gesteine innerhalb Bayerns dar.

Die Auswertung basiert auf der Zuordnung der Proben zu Petrographie und Stratigraphie der Legendeneinheiten GK 1 : 25.000, vereinheitlicht in der Legende der GK 1 : 200.000 und zusammengefasst in der GK 1 : 500.000. Sämtliche raum- und probenbezogenen Daten (Koordinaten, Petrographie, Stratigraphie, Analysendaten) liegen strukturiert und abrufbar in digitaler Form vor.

Die statistische Auswertung bestehender und neu gewonnener Daten in Verbindung mit der geologischen Karte erlaubt es mit punktuell erhobenen Daten die geochemischen Eigenschaften eines Gesteins flächenhaft darzustellen. Der bearbeitete Raum umfasst nach Abschluss der Untersuchungen die Fläche der GK's 1 : 200.000 Bamberg, Nürnberg, Bayreuth, Regensburg, Deggendorf, Passau sowie München und ist mit rund 3100 Proben belegt. Er beinhaltet damit die geologischen Raumeinheiten Fränkisches Schichtstufenland, das Kristalline Grundgebirge mit seinen Anteilen Frankenwald, Fichtelgebirge, Oberpfälzer Wald und Bayerischer Wald sowie die Molasse.

Die Blattlegenden der GK 1 : 200.000 setzen sich aus 1024 petrographisch gliederbaren Legendeneinheiten zusammen. Auf der GK 1 : 500.000 ergeben sich daraus zusammengefasst 81 Legendeneinheiten petrographisch und stratigraphisch unterscheidbarer Gesteine.

Die geochemischen Daten erlauben Rückschlüsse auf die Ausgangskonzentrationen der Elemente in den Gesteinen Bayerns und sind damit wichtige Voraussetzung für weitere Interpretationen umweltrelevanter, planerischer und ökologischer Fragestellungen. Der Geochemische Atlas ist somit eine Grundlage für die angewandte Nutzung geologischer Karten.

# Geochemical background values of rocks in Bavaria

**Key words:** lithogenic concentrations, geochemical units, geostatistics, geochemical atlas of Bavaria

## Abstract

The geochemical atlas of Bavaria represents abundance and concentration of natural, lithogenic major, minor and trace elements in widely distributed and surface near rocks of Bavaria.

The evaluation of background values is based on a large dataset which is allocated to different geological units separated according to petrographic, stratigraphic and geochemical criteria. In the ongoing work all origin and sample specific data have been included in this dataset using an ACCESS™ database (for example coordinates, petrography, stratigraphy, analytical method, elemental concentrations).

A combination of detailed statistical investigation of the compiled data sets with different geological units (scale 1 : 25.000 up to 1 : 500.000) enables the representation of geochemical properties of these units. The total of 3100 datasets on unconsolidated and consolidated rocks were statistically evaluated and comprise the following major structural units: molasse basin, cuasta region as well as the basement complex of the Bohemian massif. For reasons of the statistical evaluation of lithogenic concentrations and their comparison with concentrations worldwide the rocks were grouped in geochemical classes which correspond to 81 different petrographical and stratigraphical units on the geological map (scale 1 : 500.000).

The areal knowledge of lithogenic concentrations of trace elements with environmental impact in various rocks is a prerequisite for recognizing natural “hot spots”, for identifying and monitoring changes in the environment, for calculating anthropogenic influences and, moreover, for determining reliable standard values and limits for legal regulations.

## Inhalt

1	Einleitung .....	8
2	Zielsetzung .....	8
3	Aufgabenstellung .....	9
4	Die Gesteine Bayerns .....	9
	4.1 Regionale Verteilung und Stratigraphie .....	9
	4.2 Mineralogie und Geochemie der Gesteine .....	14
5	Methodik .....	15
	5.1 Probenahme .....	15
	5.2 Probenaufbereitung .....	17
	5.3 Röntgenfluoreszenzanalytik (RFA) .....	17
	5.4 Multielementanalytik mittels ICP-MS .....	18
6	Qualitätssicherung und –kontrolle .....	19
7	Kartengrundlagen .....	19
8	Statistische Auswertung .....	19
9	Datenbankstruktur .....	20
10	Kartographische Darstellung .....	23
11	Beschreibung einzelner Elemente .....	26
	11.1 Aluminium (Al) .....	26
	11.2 Arsen (As) .....	27
	11.3 Barium (Ba) .....	29
	11.4 Beryllium (Be) .....	30
	11.5 Wismut (Bi) .....	32
	11.6 Calcium (Ca) .....	33
	11.7 Cadmium (Cd) .....	34
	11.8 Cer (Ce) .....	36
	11.9 Kobalt (Co) .....	37
	11.10 Chrom (Cr) .....	38
	11.11 Cäsium (Cs) .....	40
	11.12 Kupfer (Cu) .....	41
	11.13 Eisen (Fe) .....	42
	11.14 Kalium (K) .....	44
	11.15 Lanthan (La) .....	45
	11.16 Lithium (Li) .....	46
	11.17 Magnesium (Mg) .....	48

11.18 Mangan (Mn).....	49
11.19 Molybdän (Mo) .....	50
11.20 Natrium (Na) .....	52
11.21 Nickel (Ni).....	53
11.22 Phosphor (P) .....	54
11.23 Blei (Pb) .....	56
11.24 Rubidium (Rb).....	57
11.25 Antimon (Sb) .....	59
11.26 Scandium (Sc) .....	60
11.27 Zinn (Sn).....	62
11.28 Strontium (Sr).....	63
11.29 Thorium (Th).....	65
11.30 Titan (Ti).....	66
11.31 Thallium (Tl) .....	67
11.32 Uran (U) .....	69
11.33 Vanadium (V) .....	70
11.34 Yttrium (Y).....	72
11.35 Zink (Zn) .....	73
12 Ausblick .....	75
13 Danksagung.....	75
14 Literatur .....	76
15 Anhang .....	81
Anhang 1: Durchschnittliche Elementverteilung in der oberen Erdkruste, als sog. CLARKE-Zahlen (WEDEPOHL 1985).....	82
Anhang 2: Datenbankmodell der Projekt-Datenbank .....	83
Anhang 3: Elementbezogene Darstellungen der Mediane im Maßstab 1 : 500.000 auf Blattschnitt 1 : 200.000 Blatt Bayreuth.....	84
Anhang 4: Statistische Maßzahlen.....	119



## 1 Einleitung

Gesteine unterliegen an der Erdoberfläche der Verwitterung. Ihr Mineral- bzw. Elementbestand ist der Ausgangsstoff für Böden und das Grundwasser. Pflanzen, Tiere und Menschen nehmen die zum Aufbau und Stoffwechsel notwendigen Elemente über die Nahrungskette auf. Die Kenntnis der Wechselwirkungen zwischen Gesteinen, Böden, Grundwasser und Nahrungskette ist daher von besonderer Bedeutung. In den durch Industrie, Landwirtschaft und Verkehr geprägten Landschaften Mitteleuropas üben menschliche Aktivitäten schon einen messbaren Einfluss auf den natürlichen Stoffhaushalt aus. Zur Feststellung und Beurteilung dieser Veränderungen ist es notwendig, die in einem Gestein vorhandenen Haupt-, Neben- und Spurenelemente sowie ihre Gehalte zu kennen. Unter diesem Gesichtspunkt sind die Daten der stofflichen Gesteinszusammensetzung nicht nur von wissenschaftlichem Interesse, sondern bilden eine Grundlage für Umweltmonitoring und Umweltschutz.

Über einzelne Gesteine Bayerns gibt es eine Vielzahl spezieller geochemischer Untersuchungen (u.a. RICHTER & STETTNER 1986; FREUDENBERGER, LINHARDT & WROBEL 2000), die einem Interessierten jedoch nur schwer ermöglichen, die Daten im Gesamtzusammenhang zu bewerten. Mit dieser Datenzusammenstellung soll ein Beitrag zur Behebung dieses Defizites geleistet werden.

Im Rahmen des Projektes „Geochemischer Atlas“, beauftragt durch das Bayerische Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, konnten vor allem im nordbayerischen Grundgebirge, im Schwäbisch-Fränkischen Schichtstufenland und im Molassebecken Gesteinsproben genommen, analysiert und durch vorhandene Daten ergänzt werden. Auf Grundlage dieser Datenauswertung können nun die mittleren Gehalte (Medianwerte) großflächig anstehender Fest- und Lockergesteine mit Hilfe graphischer Informationssysteme (ArcView) visualisiert werden. Die geochemische Charakterisierung einzelner Sedimentgesteine, Metamorphite und Magmatite nach Mittelwerten, Medianen und Perzentilen ist tabellarisch dokumentiert.

Die Anwendungsbereiche sind überwiegend im Umwelt- und Bodenschutz anzusiedeln, als Nutzer sind besonders Fachbehörden, Planungs- und Ingenieurbüros sowie Hochschulen von Bedeutung.

## 2 Zielsetzung

Mit der Untersuchung der lithogenen Gehalte anorganischer Elemente in repräsentativen Locker- und Festgesteinen von Bayern sind nachfolgende Ziele verbunden:

- Ermittlung der Haupt-, Neben- und Spurenelementgehalte der großflächig und oberflächennah anstehenden Gesteine Bayerns;
- Tabellarische Zusammenstellung der Analysenwerte in einer Datenbank;
- Kartographische Darstellung der Ergebnisse auf Grundlage der Geologischen Karten im Maßstab 1 : 500.000;
- Auswertung und Vergleich der Elementgehalte (mittlere Gehalte, Spannweiten) mit denen von Gesteinen außerhalb Bayerns.

### 3 Aufgabenstellung

Der vorliegende Fachbericht dokumentiert zum einen die Arbeitsschritte im Rahmen des Projektes „Geochemischer Atlas von Bayern“, zum anderen werden damit die Ergebnisse der flächenhaften geochemischen Untersuchung von Bayern zur Verfügung gestellt.

- Probenahme im Gelände;
- Aufbereitung der Proben;
- Analytik der Haupt- und Nebenelemente mittels RFA, Analytik der Spurenelemente mittels ICP-MS;
- Aufbau einer Datenbank auf Grundlage der GK 1 : 200.000 mit Bezug auf die GK 1 : 25.000 und GK 1 : 500.000 sowie Sortierung der Proben nach ihrer Petrographie und Stratigraphie;
- Auswertung vorhandener Analysendaten;
- Statistische Auswertung der Analysendaten und Zusammenfassung in Tabellenform;
- Kartographische Darstellung auf Grundlage der Geologischen Karte von Bayern im Maßstab 1 : 500.000;
- Einordnung der Gesteine in bestehende petrographisch-stratigraphische Systematiken und Vergleich der Elementgehalte mit den mittleren Elementgehalten der Erdkruste (CLARKE-Werte) sowie mit Elementkonzentrationen von Gesteinshaupttypen nach WEDEPOHL (1969- 1978).

### 4 Die Gesteine Bayerns

#### 4.1 Regionale Verteilung und Stratigraphie

Das Bild der Geologischen Übersichtskarte Bayerns wird durch vier große geologische Einheiten gegliedert:

1. das nordostbayerische Grundgebirge,
2. das Deckgebirge nördlich der Donau (Süddeutsches Schichtstufenland),
3. das Molassebecken zwischen Donau und Alpenrand,
4. die Alpen.

Das nordostbayerische Grundgebirge umfasst die Landschaften des Bayerischen Waldes, des Oberpfälzer Waldes, des Fichtelgebirges, der Münchberger Gneismasse und des Frankenwaldes. Die beiden ersteren bestehen überwiegend aus präkambrischen Gesteinen, die an der Wende Präkambrium/Kambrium zu Gneisen, metamorphen Schiefern, Metabasiten (metamorphe basische magmatische Gesteine) und Anatexiten umgeformt wurden. Während des Variszikums intrudierten Granite und Diorite in die metamorphen Gesteine. Paläozoische Meta-Sedimente kommen nur im Oberpfälzer Wald bei Erbdorf vor. Der Bayerische Wald wird durch das Bodenwöhrer Becken, ein Ausläufer des Schichtstufenlandes mit kreidezeitlichen Sedimenten

und dem Bayerischen Pfahl in einen vorderen und hinteren Teil getrennt. Der Pfahl besteht aus parallel und spitzwinklig verlaufenden quarzgefüllten Spalten. Sie bilden auf einer Länge von ca. 150 km und bis zu 100 m Breite eine nordwest-südöstlich verlaufende Scherzone.

Metamorphe Paragesteine (Glimmerschiefer, Phyllit, Gneis, Marmor) bauen das Fichtelgebirge auf. Sie stammen von altpaläozoischen Sedimenten, die während der variszischen Gebirgsbildung metamorph überprägt wurden. Im zentralen Fichtelgebirge stehen zudem Granite oberkarbonischen Alters an. Im südöstlichen Fichtelgebirge wird das Grundgebirge von tertiären Basalten und Basalttuffen durchschlagen und überdeckt.

Die Münchberger Gneismasse besteht überwiegend aus Gneisen und Amphiboliten altpaläozoischen bis präkambrischen Alters.

Das Fichtelgebirge, die Münchberger Gneismasse und der sich im Nordwesten anschließende Frankenwald werden nach Südwesten durch die Fränkische Linie gegen die Sedimente der Trias des Schichtstufenlandes begrenzt. Das Grundgebirge ist an dieser Verwerfung bis über 1000 m tief abgesunken.

Die Gesteine des Frankenwaldes werden in eine Thüringische und eine Bayerische Fazies unterteilt. In der Nähe der Münchberger Gneismasse sind die devonischen und unterkarbonischen Gesteine der Bayerischen Fazies stark zerschuppt und weisen eine kleinräumige Ausbildung auf. Diabase und Keratophyre sind während des Ordoviziums abgelagert worden. Die im nördlichen Frankenwald anstehenden Schiefer, Sandsteine und Kalk der Thüringer Fazies wurden im Verlauf von Ordovizium bis zum Unterkarbon abgelagert. Während des Oberdevon kam es zum Erguss von Diabasen und zur Bildung von Flysch einer Wechsellagerung von Grauwacken und Tonschiefern. Nordwestlich schließen sich ordovizische Schiefer des Schwarzburger Sattels an, der von präkambrischen und kambrischen Schichten umrahmt wird.

Das Süddeutsche Schichtstufenland erstreckt sich von der Donau bis zur Rhön und besteht aus einer 300 m bis mehr als 1500 m mächtigen Abfolge jungpaläozoischer bis mesozoischer Sedimentgesteine. In einzelnen tektonisch angelegten Senken sind Rotliegend-Sedimente als Abtragungsprodukte des Grundgebirges und vulkanische Gesteine abgelagert. An der Oberfläche sind sie nur an wenigen Stellen z. B. bei Stockheim am Westrand des Frankenwaldes und bei Weiden aufgeschlossen. Die festländischen Ablagerungen des entlang der Fränkischen Linie anstehenden Buntsandsteins bestehen überwiegend aus Sandsteinen und Tonen.

Der darüber folgende Untere und Obere Muschelkalk besteht aus Kalksteinen, während der Mittlere Muschelkalk aus Mergel, Tonstein, Gips und Steinsalz besteht. Die jüngeren Sedimente des Keuper bestehen überwiegend aus wechselnden Lagen von Tonstein, Mergel, Gips und Sandsteinen. Der untere Jura oder Lias besteht aus dunklen Tonsteinen. Darüber folgt der Braune Jura oder Dogger, der aus Tonstein, Mergel und Kalkstein sowie Sandstein mit Eisenerzflözen besteht. Die Schichten des Weißen Jura, Malm, bilden auf Grund der verwitterungsbeständigen Kalksteine markante Steilstufen in der Landschaft der Fränkischen Alb. Sie werden an deren Ostrand von tonig-sandigen Sedimenten der Kreide bedeckt. Nördlich von Regensburg erstrecken sich die tertiären Braunkohlen führenden Sande und Tone von Schwandorf und Nabburg.

Das Molasse-Becken südlich der Donau ist ein den Alpen nördlich vorgelagerter Schutttrug. Die Mächtigkeit der tertären Schichten nimmt von einigen hundert Metern im nördlichen Bereich bis auf 5000 m am Alpenrand zu. Sie bestehen aus marinen und limnisch-brackischen zumeist lockeren tonigen, sandigen, konglomeratischen Sedimenten. Sie werden von bis zu 150 m mächtigen Moränen und Schotter des Pleistozäns überdeckt.

Wie oben ausgeführt, werden die vier Landschaften durch ihre, in der Tabelle 1 zusammengefassten Gesteine charakterisiert.

Tab. 1: Zuordnung der Gesteine zu den vier Landschaften Bayerns

Landschaft	Gesteine
Nordostbayerisches Grundgebirge	
Frankenwald Fichtelgebirge Oberpfälzer Wald Naabgebirge Regensburger Wald Bayerischer Wald	Granite, Redwitzite, Orthogneise, Phyllite, Glimmerschiefer, Gneise, Marmore, Kalksilikate, Amphibolite, Prasinite, Eklogite, Serpentinite, Peridotite, Grauwacken, Tonschiefer, Kieselschiefer, Kalksteine, Sandsteine, Diabase, Keratophyre
Deckgebirge (Schichtstufenland)	
Alb Fränkische Platten Fränkisch-Schwäbisches Keuper-Lias-Land, Obermain-Schollenland, Oberpfälzisches Hügelland	Tonsteine, Mergelsteine, Kalksteine, Sandsteine, Gips und Anhydrit
Molasse	
Jungmoränen und Molassevorberge, Schotterplatten- und Altmoränenlandschaften, Tertiärhügelland,	Sande, Tone, Mergel, Schotter
Bayerische Alpen	
Nördlicher Bereich der Ostalpen	Kalksteine

Die in den vier Landschaften anstehenden Gesteine sind, wie in der nachfolgenden Tabelle 2 dargestellt, nach der Stratigraphie der Geologischen Karte 1: 500.000 geordnet.

Um einen Vergleich mit Gesteinen außerhalb Bayerns zu erlauben sind sie weiterhin in 8 Geochemische Hauptgruppen (GH), definiert von WEDEPOHL (1969-1978) und FIEDLER & RÖSSLER (1987), zusammengefasst worden.

Tab. 2: Gesteinstypen nach Stratigraphie GK 1 : 500.000 geordnet

Gesteinstypen	Stratigraphie
Lehm, Ton	Pleistozän
Schotter	Pleistozän
Moränenablagerung (fein- bis grobklastisch)	Pleistozän
Lehm, Ton	Holozän
Sand	Holozän
Schotter	Holozän
Lehm, Ton	Tertiär, Molasse
Tonstein, Schieferntonstein	Tertiär, Molasse
Mergel, Mergelstein, Mergelkalk, Mergelkalkstein	Tertiär, Molasse
Sand, Sandstein	Tertiär, Molasse
Konglomerat	Tertiär, Molasse
Braunkohle	Tertiär
Basalt, basischer Tuff	Tertiär
Sandstein	Kreide
Tonstein, Schieferntonstein	Jura, Trias
Mergelstein, Mergelkalkstein	Jura, Trias
Sand, Sandstein	Jura, Trias
Radiolarit	Jura, Trias
Kalkstein, Dolomitstein	Jura, Trias
Gips- und Anhydritgestein	Jura, Trias
Sandstein	Perm
Granit, Rhyolith, Granodiorit	Karbon
Diorit, Tonalit, Syenit, Monzonit, intermediärer Tuff	Karbon
Tonstein, Schieferntonstein	Karbon-Ordovizium
Sand, Sandstein	Karbon-Ordovizium
Kieselschiefer	Karbon-Ordovizium
Kalkstein	Karbon-Ordovizium
Diabas	Devon, Ordovizium
Gneis (quarz-, feldspatreich), Orthogneis	Altpaläoz.-Oberproteroz.
Phyllit, Glimmerschiefer	Altpaläoz.-Oberproteroz.
Amphibolit, Serpentin, Grünschiefer, Eklogit	Altpaläoz.-Oberproteroz.
Peridotit, Pyroxenit, Dunit	Altpaläoz.-Oberproteroz.
Kalkmarmor, Kalksilikatfels	Altpaläoz.-Oberproteroz.
Dolomitmarmor	Altpaläoz.-Oberproteroz.
Arkose, Feinbreccie, Grauwacke	Altpaläoz.-Oberproteroz.

Zur Klassifikation der Gesteine wird bei den magmatischen und metamorphen Gesteinen deren  $\text{SiO}_2$ -Gehalt verwendet, bei den Sedimentgesteinen zusätzlich deren Korngröße. Dabei entstehen 3 geochemische Hauptgruppen mit magmatischen und metamorphen Gesteinen sowie 4 mit sedimentären Gesteinen. Nicht bis schwach metamorphe Sandsteine werden dabei zu den Sedimenten gerechnet. Als weitere Gruppe werden kohlenstoffhaltige Gesteine definiert (Tabelle 3).

Tab. 3: Gesteine geordnet nach Geochemischen Hauptgruppen, GH (durchschnittliche Gehalte von  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und CaO bei Ton-, Sand- und Karbonatgesteinen nach CLARKE, in WEDEPOHL 1985).

Gesteine	Geochemische Hauptgruppen	
Magmatische und metamorphe Gesteine		
Granite, Granitoide i.e.S., Orthogneise, Quarzite	Saure granitoide Gesteine, $\text{SiO}_2 > 65 \%$	GH 1
Diorite, Syenite Tonschiefer, Phyllite	Intermediäre Gesteine, $\text{SiO}_2 \ 65 \% - 52\%$	GH 2
Basalt, Diabas, Amphibolit, Peridotit	Basische-ultrabasische Gesteine, $\text{SiO}_2 < 52 \%$	GH 3
Sedimente		
Tonstein, Schiefertonstein	Tongesteine (durchschnittlicher $\text{SiO}_2$ -Gehalt 58 Gew.-%, $\text{Al}_2\text{O}_3$ 15 Gew.-%, Korngröße $< 0.063 \text{ mm}$ )	GH 4
Sand, Sandstein, Arkose	Sandgesteine (durchschnittlicher $\text{SiO}_2$ -Gehalt 78 Gew.-% und Korngröße $0.063 - 2.00 \text{ mm}$ )	GH 5
Schotter, Konglomerat	Schottergesteine; (Korngröße $> 2 \text{ mm}$ )	GH 6
Kalk-, Gips- und Anhydritgesteine	Karbonatische (durchschnittlicher CaO-Gehalt 42 Gew.-%) und andere Ca-haltige Gesteine	GH 7
Kohlen		
Kohlen	Kohlenstoffhaltige Gesteine	GH 8

## 4.2 Mineralogie und Geochemie der Gesteine

Gesteine sind natürliche Gemische von Mineralen deren chemische Zusammensetzung ihrerseits den Elementbestand der betreffenden Gesteine über größere Volumina bestimmt. Die oberflächennahen Gesteine prägen daher als Ausgangsmaterial der Bodenbildung weitgehend deren geochemische Signatur. Die drei Hauptgesteinsgruppen, Magmatite, Metamorphite und Sedimente bestehen überwiegend aus den in Tabelle 4 aufgeführten Mineralen.

Tab. 4: Mineralbestand der Magmatite, Metamorphite und Sedimente

Magmatite	Metamorphite	Sedimente
Quarz	Quarz	Quarz
Alkalifeldspäte	Alkalifeldspäte	Alkalifeldspäte
Plagioklase	Plagioklase	Kaolinit, Smectit, Montmorillonit
Feldspatvertreter	Glimmer (Muskovit, Biotit)	Chlorite
Glimmer (Muskovit, Biotit)	Pyroxene	Kalkspat, Dolomit
Pyroxene	Amphibole	Gips, Anhydrit
Amphibole	Andalusit, Sillimanit, Disthen	Salze (Steinsalz, Sylvin)
Olivine	Granate	Apatit
Apatit	Cordierit	Pyrit
Zirkon	Staurolith	
Magnetit, Ilmenit, Rutil	Epidot, Zoisit	
Titanit	Chlorit, Talk, Serpentinminerale	
	Magnetit, Rutil	

Das Auftreten und der jeweilige prozentuale Anteil dieser Minerale bedingen demzufolge einen charakteristischen Gesteinschemismus, der sich wiederum im Gehalt der mineralbildenden Elemente ausdrückt. Die häufigsten gesteinsbildenden Minerale bestehen aus den in Tabelle 5 aufgeführten Elementen. Nach ihrer durchschnittlichen Konzentration werden die Elemente in Hauptelemente (1 - 100 Gew.%), Nebenelemente (0,01 - 1 Gew.%) und Spurenelemente (< 0,01 Gew.-%) unterteilt.

Tab. 5: Geschätzte Durchschnittskonzentrationen an Elementen in den häufigsten gesteinsbildenden Mineralen (nach WEDEPOHL 1969-78)

	x %	0,x %	0,0x %	0,00x %	0,000x %
Plagioklas	Ca, Na, Si, Al	Sr, K	Ba, Rb, Ti, Mn	V, Zn, Ni	Pb, Cu, Li, Cr, Co
Alkalifeldspat	K, Na, Si, Al	Ca, Ba, Sr	Rb, Ti	Pb, Li, Mn	Zn, V, Cr, Ni, Co
Quarz	Si			Al, Ti, Fe, Mg, Ca	Na, Li, Ni, Zn, Ge, Mn
Amphibole	Si	Ti, K, Mn, Rb	Zn, Cr, V, Sr, Ni	Ba, Cu, Co, Pb	Li, B
Pyroxene	Al, Si	Ti, Na, Mn, K	Cr, V, Ni, Sr	Cu, Co, Zn, Li, Rb	Ba, Pb, Ga, B
Biotit	Ti, Si	Ca, Na, Ba, Mn, Rb	V, Cr, Li, Ni	Cu, Sr, Co, Pb	B
Olivin	Si, Fe, Mg	Ni, Cr, Ti, Ca	Mn, Co	Zn, V, Cu, Sc	Rb, B, Ge, Sr, As, Ga, Pb
Spinelle (u.a. Magnetit)	Ti, Al, Fe	Mg, Mn, V	Cr, Zn, Cu	Ni, Co	Pb, Mo

## 5 Methodik

### 5.1 Probenahme

Die Probennahme ist der wichtige Teil eines analytischen Prozesses, der die Repräsentativität der Analyseergebnisse bezogen auf das Untersuchungsobjekt sicher zu stellen hat. Unter diesem Gesichtspunkt war es das Ziel eine genügende Anzahl von Proben aus stratigraphisch und petrographisch definierten Gesteinseinheiten zu gewinnen. Die analysierten Proben stammen aus übertägigen Aufschlüssen und aus Bohrkernen. Teile des Probenmaterials stammen zudem aus dem Archiv des Bayerischen Geologischen Landesamtes (GLA), aus Beständen der Ludwig Maximilian Universität München (Prof. Dr. Propach), der Universität Würzburg (Prof. Dr. Richter) sowie der Uni Erlangen (Prof. Dr. Bausch). Diese Proben lagen bereits aufgemahlen in analysenfertigem Zustand vor. Die Probennahme bei der Neubeprobung wurde unter dem Gesichtspunkt durchgeführt, ein möglichst repräsentatives Gesteinsmaterial im Bereich des Aufschlusses zu gewinnen. Bei Wechsellagerungen verschiedener Gesteinstypen wurde jede petrographische Einheit pro Aufschluss mindestens einmal beprobt.

Bei den Einzelproben wurde darauf geachtet, dass alle im Gestein vorhandenen Kornklassen (Korngrößenklassen, Korndichteklassen) proportional zu ihrem Masseanteil in die Probe gelangten. Bei der Festlegung der Mindestmasse einer repräsentativen Probe wird von der Wahrscheinlichkeit ausgegangen, dass die größte Kornklasse („Größtkornklasse“) gemäß ihrem Masseanteil in die Probe gelangt. Ist für die größte Kornklasse die Repräsentanz sichergestellt, dann kann davon ausgegangen werden, dass sie auch für alle anderen Klassen erfüllt ist. Im einzelnen wurde entsprechend der folgenden Tabelle 6 die Mindestprobenmenge festgelegt.

Tab. 6: Mindestprobenmenge in Abhängigkeit von der Korngröße (HELFRICHT 1971)

Größtkorn (mm)	Probenmenge bei Mineralstoffen	
	mit engem Korngrößenbereich (g)	mit weitem Korngrößenbereich (g)
bis 0,09	100	100
bis 2	200	200
bis 8	500	1000
bis 11,2	800	1500
bis 16	1000	2000
bis 22,4	1500	3000
bis 31,5	2000	4000
bis 45	5000	10000
bis 63	10000	20000



Eine repräsentative Anzahl von Einzelproben in Bezug auf das gesamte oberflächlich anstehende Gestein konnte nur bei einigen Gesteinsgruppen erreicht werden. Betrachtet man das anstehende Gestein als ein Haufwerk, dessen beprobbares Volumen sich aus einer mittleren Mächtigkeit von einem Meter und seiner Oberfläche ergibt, erhält man für 1 km<sup>3</sup> bei einer Dichte von 2,6 g/cm<sup>3</sup> 2.600.000 t zu beprobendes Material. Nach Tabelle 7 ergibt sich am Beispiel von Lagerstätten in Abhängigkeit vom Dispersionsgrad des Gesteins folgende mittlere Probenzahl N für 1 Mio t Material.

Tab. 7: Dispersionsgrad und mittlere Probenzahl (GDMB 1975)

Dispersionsgrad	Mittlere Probenzahl N für 1 Mio t
1. sehr gleichmäßig	20-30
2. gleichmäßig	70-100
3. ungleichmäßig	200-300
4. sehr ungleichmäßig	600-900

1. z.B. Salzlager, 2. z.B. Porphyry Copper Ore, 3. z.B. magmatische Differentiate, Chrom, Nickel-, Kupfererzlager, 4. z.B. Pegmatite

Bezogen auf die Fläche von Bayern mit 70.548 km<sup>2</sup> konnte diese optimale Probenmenge unter der obigen Vorgabe in zwei Jahren Projektzeit nicht erreicht werden.

Wann immer möglich erfolgte die Beprobung bei Kartierungen und Bohrkampagnen zusammen oder in Absprache mit Sachbearbeitern der Abteilungen „Geologische Landesaufnahme“ sowie „Rohstoffgeologie“. Je nach Material (Homogenität, Korngröße) und Art der Probe (Schlitz- bzw. Handstückprobe) wurde eine Menge zwischen 1 kg und 50 kg Rohmaterial in geeignete Behältnisse (PVC-Säcke, Eimer, etc.) verpackt und bergfeucht in das Labor des GLA transportiert.

Als Beprobungsgrundsatz galt, möglichst flächenrepräsentative, weitflächig aushaltende, oberflächennahe und anthropogen unbeeinflusste Vertreter von Gesteinseinheiten einzubeziehen. Ziel war weiterhin eine repräsentative Anzahl von Proben – abhängig von der Fläche der jeweiligen Legenden- bzw. Kartiereinheit – aus stratigraphisch und petrographisch gut dokumentierten Einheiten. Diese Proben sollten sowohl die typische lithofazielle bzw. petrographische Ausbildung als auch die möglichen „Endglieder“ (z.B. Muschelkalk als randnahe, sandige Ausbildung oder als karbonatische Entwicklung) beschreiben. Die Maßnahmen zur Probenahme, Verpackung, Beschriftung und Transport folgen der GLA-Arbeitsanweisung (LINHARDT 1999).

## 5.2 Probenaufbereitung

Trocknung und Aufbereitung erfolgte gemäß GLA-Arbeitsanweisung „Standardaufbereitung Gestein“ (LINHARDT 1997) und umfasst die Reinigung (Entfernen von Bohrschmand und Verwitterungskrusten), die Trocknung im Umlufttrockenschrank, die Zerkleinerung mittels Spindelpresse, das Brechen mittels Backenbrecher, Grobmahlung mittels Scheibemühle sowie die Feinmahlung mittels Planetenkugelmühle in Achatgefäßen. Parallel zur Herstellung von Probenaliquoten wurden Teile der gemahlenden Fraktionen als Rückstellproben archiviert.

## 5.3 Röntgenfluoreszenzanalytik (RFA)

Die Herstellung von Schmelztabletten für die RFA erfolgt gemäß Arbeitsanweisung unter Verwendung eines Induktionsschmelzofens (Philips Perl'X 3) und des Schmelzmittels Lithiumtetra- /-metaborat (66.5% / 33.5%). Die Einwaage beträgt 0.8 g Probe (105° C getrocknet, Korngröße < 63µm) und 4.8g Schmelzmittel.

Pulvertabletten aus 5 g Probe und 1 g Hoechst-Wachs C werden nach Homogenisierung im Taumelmischer (7 Minuten) mittels Hydraulikpresse bei 20 t Pressdruck über 3 Minuten hergestellt und dienen zur Bestimmung von Spurenelementen mittels RFA.

Eingesetzt wurde das Gerät Philips PW 1440 (bis 12/2000) dann PW 2440, ein sequentielles, wellenlängendispersives Röntgenfluoreszenzspektrometer, mit Rh Seiten- bzw. Endfensterröhre mit 3 bzw. 4 kW Leistung. In der Standardroutine werden damit 10 Hauptelemente sowie 17 Neben- und Spurenelemente bestimmt. Die verwendeten Messprogramme lauten GEOS und GEOK (beide für Schmelztabletten) bzw. GEO-PULVER für Pulverpresslinge.

Tab. 8: Erreichte Bestimmungsgrenzen (BG) mittels RFA

Element	Einheit	BG	Element	Einheit	BG	Element	Einheit	BG
SiO <sub>2</sub>	%	0,10	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	0,01	Pb	mg/kg	10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	0,10	As	mg/kg	5	Rb	mg/kg	5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3ges</sub>	%	0,05	Ba	mg/kg	5	Sr	mg/kg	10
MnO	%	0,005	Cs	mg/kg	5	Th	mg/kg	10
MgO	%	0,10	Co	mg/kg	2	U	mg/kg	2
CaO	%	0,10	Cr	mg/kg	5	V	mg/kg	10
Na <sub>2</sub> O	%	0,10	Cu	mg/kg	5	Y	mg/kg	3
K <sub>2</sub> O	%	0,05	Nb	mg/kg	10	Zn	mg/kg	10
TiO <sub>2</sub>	%	0,02	Ni	mg/kg	10	Zr	mg/kg	6

## 5.4 Multielementanalytik mittels ICP-MS

Probenlösungen zur Spurenelementanalytik durch Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) werden gemäß Verfahrensbeschreibung mittels Totalaufschluss (LINHARDT & DITTRICH 1999) hergestellt. Das feingemahlene Probenmaterial wird dafür in säureresistente PTFE-Gefäße eingewogen und unter Zugabe konzentrierter Flusssäure, Salpetersäure und Perchlorsäure (Qualität Suprapur) gelöst. Der Löseprozess vollzieht sich in 3 Schritten: Bei offenen Reaktionsgefäßen und Raumtemperaturen werden organische Komponenten und die Karbonate oxidiert bzw. zersetzt. Bei Temperaturen von 150° C werden in den nun verschlossenen Gefäßen die Silikate unter Bildung von Siliziumtetrafluorid zersetzt. Beim nachfolgenden Abrauchen der Säuren (180° C) werden restliche organische Komponenten aufoxidiert und überschüssige Säuren sowie das gasförmige Siliziumtetrafluorid ausgetrieben. Die Säuredämpfe werden direkt am Ort ihrer Entstehung abgesaugt und neutralisiert. Der Abbrauchrückstand (überwiegend gut lösliche Perchlorate sowie Oxide) wird mit Salpetersäure aufgenommen, mit demineralisiertem Wasser ganz aufgelöst und als klare, rückstandslose Lösung in die Quarzmesskolben überführt.

Die Messungen wurden mittels Gerät Perkin Elmer ELAN 6100, einem Massenspektrometer mit induktiv gekoppeltem Argon-Plasma durchgeführt (40 MHz - Hochfrequenzgenerator; Pentium - PC; Windows NT 4.0, Betriebssoftware ELAN NT V. 2.1; Quadrupol-Massenfilter und Dynodendetektor; Probenwechsler AS 90 mit 144 Probenpositionen und Waschstation). Alle Messparameter laut Verfahrensbeschreibung (LINHARDT & DITTRICH 1999).

Tab. 9: Erreichte mittlere Bestimmungsgrenzen mittels ICP-MS in mg/kg, ausgedrückt als  $\bar{c}$ , bezogen auf Festprobe

Messisotop/ Element	Bestimmungsgrenze	Messisotop/ Element	Bestimmungsgrenze
Li 7	0.4	Cd 114	0.01
Be 9	0.01	Sn 120	0.03
V 51	0.4	Sb 121	0.01
Cr 52	0.2	Cs 133	0.01
Ni 60	0.06	Ba 135	0.02
Co 59	0.01	La 139	0.01
Cu 63	0.06	Ce 140	0.01
Zn 68	3,0	Tl 205	0.04
As 75	0.3	Pb 208	0.02
Rb 85	0.04	Bi 209	0.02
Sr 87	0.02	Sc 45	0.1
Y 89	0.01	Th 232	0.04
Mo 98	0.04	U 238	0.01

## **6 Qualitätssicherung und –kontrolle**

Die Maßnahmen zur Qualitätssicherung und –kontrolle bei der verwendeten Multielementanalytik werden ausführlich in LINHARDT & DITTRICH (1999) erläutert. Sie umfassen u.a. Verfahren zur Eliminierung von aufschlusstechnischen Problemen (Verwendung von Aufschluss- und Säureblindwerten in den jeweiligen Aufschlussserien) sowie von messtechnischen Einschränkungen, wie Driften, isobaren Interferenzen, etc. durch Spiken mit einem internen Standard Rhodium, oder Verwendung bzw. Messung von auf den erwarteten Chemismus abgestimmten, referenzierten Standardproben. Durch Teilnahme an laborübergreifenden Ringversuchen werden die eingesetzten Methoden darüber hinaus ständig überprüft.

## **7 Kartengrundlagen**

Durch Einbeziehung vorhandener Gliederungsschemata (Legendeneinheiten) auf Basis der GK 1:25.000, der GK 1:200.000 sowie der GK 1:500.000 und deren Verknüpfung ist eine statistische Bearbeitung der Daten in allen Maßstäben je nach gewünschter „Auswertungstiefe“ möglich. Aus Gründen der Übersichtlichkeit im Rahmen einer bayernweiten Übersicht wurde für die kartographische Darstellung der jetzt verfügbaren und bis Ende 2001 aggregierten Daten der Maßstab 1:500.000 ausgewählt.

## **8 Statistische Auswertung**

Die Gruppierung der Analysenwerte zu einzelnen Datenkollektiven erfolgt nach der Petrographie und der stratigraphischen Zugehörigkeit der Gesteine auf Grundlage der GK 1 : 25.000, vereinheitlicht in der Legende der GK 1 : 200.000 und zusammengefasst in der GK 1 : 500.000. Um einen Bezug zur Vorgehensweise bei der Ermittlung von Hintergrundwerten für Böden (LABO 1995) herzustellen, wurden aus den Datengruppen die Perzentilmaße bei 50% (Median) und 90%, Minimal- und Maximalwerte der Datenkollektive, der arithmetische Mittelwert sowie Anzahl n der vorhandenen Proben und der Analysen bestimmt und diese statistischen Kennzahlen dann elementbezogen in Tabellenform umgesetzt. Bei einem Stichprobenumfang von  $n < 10$  gelten statistische Kenngrößen, hier der Median sowie das 90 % Perzentil, als nicht gesichert. Der Median ist dabei derjenige Wert in einer nach der Größe der Einzelwerte geordneten Reihe, der die Reihe halbiert. Das 90. Perzentil beschreibt denjenigen Wert in einer nach der Größe der Einzelwerte geordneten Reihe, der 90 % des Datenkollektives umfasst. Werte kleiner als die jeweiligen Bestimmungsgrenzen sind für die Berechnung mit der entsprechenden halben Bestimmungsgrenze verwendet worden. Da speziell kleine Datengruppen durch einzelne Extremwerte stark beeinflusst werden können, ist zur Beschreibung des mittleren Wertes der Median geeigneter und wird deswegen hier dem arithmetischen Mittelwert vorgezogen, da er sich gegenüber Extremwerten sowie bei asymmetrischen Häufigkeitsverteilungen unempfindlicher verhält (SCHROLL 1975).

## 9 Datenbankstruktur

Die GK 1:200.000 der Blätter Bayreuth, Regensburg, Bamberg, Nürnberg, Deggendorf, Passau und München bilden die Grundlage der gesamten Projekt-Datenbank (ACCESS), die sich ihrerseits aus sieben miteinander verbundenen Datenbanken zusammensetzt. Jede dieser einzelnen Datenbanken besteht aus acht Tabellen (Relationen), die über die Signaturen (Legendeneinheiten, z.B. „G 2 Randgranit“) der GK 1:25.000 und über die Petrographie und Stratigraphie der GK 1:200.000 miteinander verbunden sind. Zur Auswertung und kartographischen Darstellung sind die Felder „Petrographie“ und „Stratigraphie“ der einzelnen GK 1:200.000 mit der der GK 1:500.000 verknüpft. Im einzelnen enthalten die o.g. Relationen folgende Daten:

Tab. 10: Relation 1 (Auszug aus ACCESS-Datenbank), Probenliste

Nr GK 25, Legende	Probe Nr	Rechts-Wert	Hoch-Wert	Teufe (m)
6940-gnn	ZA 0390	4531926	5437852	0,10
6840-“ ,Re“	ZA 0384	4534615	5448431	0,10
6538-ru3-3	ZA 0359	4507790	5474264	0,10
5938-“4- ,Am-1“	940487	4505760	554770	30,00-31,00

Die Tabelle 10 „Probenliste“ hat 5 Spalten. Die erste Spalte „Nr GK 25, Legende“ setzt sich aus der GK-Nummer der GK 1:25.000 und der Signatur der Gesteinseinheit, von der die Probe stammt zusammen. „6940“ steht für die GK 1: 25.000 Blatt Wörth an der Donau. Über einen Bindestrich ist sie mit der Abkürzung „gnn“ Nebulitgneis, verbunden. Gibt es keine geologische Karte im Maßstab 1:25.000 wird die Signatur (Legendeneinheit) der jeweiligen GK 1:200.000, die die GK 1:25.000 enthält, verwendet und durch ein Anführungszeichen kenntlich gemacht, z.B. 6840-“ ,Re“. So bezeichnet 6840 die GK-Nummer des Blattes Reichenbach und „ ,Re“ gibt die Bezeichnung für den „Redwitz, Diorit“ der GK 1: 200.000 Blatt Regensburg. Sind unter der stratigraphischen Signatur der GK 1:200.000, wie z.B. ru, Unterrotliegendes, mehrere Gesteine, wie z.B. Sandstein, Tonstein, Konglomerat, Tuffit, Steinkohleflöz, zusammengefasst, ist die Signatur „ru“ entsprechend der Anzahl der aufgeführten Gesteine durchnummeriert. So ergeben sich die Signaturen ru-1 für Sandstein, ru-2 für Tonstein, ru-3 für Konglomerat, usw. Bei Blatt 6538 Schmidgaden, GK 1:25.000, ist das Konglomerat des Unterrotliegenden mit ru3 gekennzeichnet. Die Probe hat dann die Bezeichnung 6538-ru3-3, für einen Sandstein hieße die Probe folglich 6538-ru3-1. Ist eine Signatur, wie z.B. „Am“ mit unterschiedlicher Farbgebung mehrmals auf der GK 1:200.000 vorhanden, wird entsprechend ihrer Reihenfolge in der Legende eine Zahl, beginnend mit 1 vorangesetzt. 5938-“4- ,Am-1“, in diesem Fall wird die Signatur „Am“ vier Mal mit unterschiedlicher Farbgebung und mehrfacher Petrographie, in diesem Fall „Amphibolit“ verwendet.

Die Spalte „Probenummer“ enthält die Originalprobennummer der Sachbearbeiter, z.B. ZA 861. Alle Proben die in der Außenstelle des GLA in Marktredwitz analysiert worden sind, sind mit den Buchstaben ZA („zur Analyse“) gekennzeichnet. Bei Proben aus anderen Laboratorien, die im Rahmen von Diplom- und Doktorarbeiten angefertigt wurden, wird die Originalprobennummer verwendet und mit den ersten beiden Buchstaben des jeweiligen Autorennamens

versehen, z.B. Ha-P/G-3, Ha wie Hatzold, getrennt durch einen Bindestrich von der Originalprobennummer P/G-3.

Die Rechts- und Hochwerte sind siebenstellig angegeben. Sind nur fünf oder sechs Stellen vorhanden, werden die fehlenden durch eine oder zwei Nullen ergänzt.

Die Teufe ist bei oberflächennahen Proben (Lesesteine, Aufschlüsse) mit pauschal 0,10 m angegeben. Bei Bohrungen ist die obere und untere Teufe angegeben, z.B. 30,00 m – 31,00 m.

Tab. 11: Relation 2 (Auszug aus ACCESS-Datenbank), Verknüpfung Proben/Legende GK 200

Nr GK 25, Signatur	Legenden Nr, GK 200
6434-kol-1	042-1

Die Tabelle 11 besteht aus zwei Spalten. Die Spalte „Nr GK 25, Signatur“ enthält die Nummer der GK 1: 25.000 sowie die Signatur (Petrographie, Stratigraphie) des Gesteins von dem die Probe entnommen worden ist. So steht z.B. 6434-kol-1, „kol „ für Rhätolias und „-1“ für Sandstein. Der Zusatz „-1“ stammt aus der Legende der GK 1:200.000. Sind in der Probenliste der Tabelle mehrere Sandsteinproben des Blattes 6434 vorhanden, wird es in dieser Liste nur einmal eingetragen und mit der Legenden Nr von GK 200.000 der nächsten Spalte verbunden, in diesem Fall „042-1“. Die Nummer „042“ steht für Rhät-Lias Übergangsschichten mit der Signatur „ko-ju“ der Legende GK 1:200.000 des Blattes Regensburg ( „-1“ steht, wie oben beschrieben, für Sandstein). Die Nummer 042-1 stammt aus der nachfolgenden Tabelle 12, die aus vier Spalten aufgebaut wird.

Tab.12: Relation 3 (Auszug aus ACCESS-Datenbank), Legende/Petrographie GK 200

Legenden Nr, GK 200	Signatur, GK 200	Stratigraphie, GK 200	Petrographie, GK 200
036-1	jmo-1	Dogger $\beta$ - $\gamma$	Sandstein mit Eisenerz
036-2	jmo-2	Dogger $\beta$ - $\gamma$	Kalkstein
037	jmu	Dogger $\alpha$	Tonstein

In der ersten Spalte befinden sich die Nummern der einzelnen Signaturen aus der Legende der GK 1:200.000, die für diesen Zweck von oben nach unten durchnummeriert worden ist. 036-1 steht dann für „jmo-1“ in der nächsten Spalte; „jmo“ bezeichnet die Stratigraphie des Gesteins, Dogger  $\beta$ - $\gamma$  und der Zusatz „-1“ die Petrographie, hier „Sandstein mit Eisenerz“.

Die Relation 4 (Tabelle 13) verbindet schließlich die Signaturen der GK 1:25.000 mit den entsprechenden petrographischen Bezeichnungen (Schlüsselliste Petrographie der zDB/BIS ).

Tab. 13: Relation 4 (Auszug aus ACCESS-Datenbank), Nr GK 25 und Signatur/ Petrographie GLA

Nr GK 25, Signatur	Petrographie GLA
6439-G	Gr

„6439“ entspricht der Blattnummer der GK 1:25.000 Blatt Tännenberg, „G“ steht für Leuchtenberger Granit und „Gr“ für Granit.

In Relation 5 (Tabelle 14) der Datenbank werden die Signaturen der GK 1:200.000 mit denen der GK 1:500.000 verbunden.

Tab. 14: Relation 5 (Auszug aus ACCESS-Datenbank), Verknüpfung GK 500/GK 200

Legenden Nr GK 500	Legenden Nr GK 200
001	054
004-1	036-1

Die Signaturgebung der GK 1:500.000 folgt dem gleichen Schema wie auf den zugrundeliegenden GK 1:200.000. Die Reihenfolge richtet sich nach der Nummerierung der digitalen GK 1:500.000. So stehen beispielweise „001“ für Aplittgänge und 004-1 für Dogger und Sandstein mit Eisenerz. Auf diese Weise sind alle GK 1:200.000 mit der GK 1:500.000 verbunden und können einzeln oder zusammen ausgewertet werden.

Die Tabellen „RFA-Hauptelemente“, „RFA-Spurenelemente“ und „ICP-Analysenergebnisse“ enthalten die jeweiligen Analysenergebnisse von RFA und ICP-MS.

Tab. 15: Relation 6 (Auszug aus ACCESS-Datenbank): RFA-Hauptelemente

Probe Nr	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
800040	67	15,71	0,92	0,09	1,98	2,06	2,63	3,67	0,68	0,24

Tab. 16: Relation 7 (Auszug aus ACCESS-Datenbank), RFA-Spurenelemente

Probe Nr	Li	Be	Sc	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	As	Rb	Sr	Y
ZA 1010				1	0,81	1	0,49		10		4	269	15

Probe Nr	Mo	Cd	Sn	Sb	Cs	Ba	La	Ce	Tl	Pb	Bi	Th	U
ZA 1010						4	1	24		0,63		10	0,66

Tab. 17: Relation 8 (Auszug aus ACCESS-Datenbank), ICP-MS-Analysenergebnisse

Probe Nr	Li	Be	Sc	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	As
ZA 1009	0,307	0,041	0,534	3,23	2,8	0,402	8,57	7,49	6,39	0,055

Probe Nr	Rb	Sr	Y	Mo	Cd	Sn	Sb	Cs	Ba	La
ZA 1009	0,506	319	1,55	0,1	0,185	0,304	0,01	0,046	3,57	1,07

Probe Nr	Ce	Tl	Pb	Bi	Th	U
ZA 1009	0,571	0,01	0,446	0,005	0,062	0,501

Das zugrundeliegende Datenbankmodell findet sich im Anhang unter A2.

## 10 Kartographische Darstellung

Zur kartographischen Umsetzung und Darstellung auf der Basis der GK 1:500.000 wurden die Medianwerte der in der folgenden Tabelle aufgeführten Gesteine verwendet. Dabei wurden die in den jeweiligen stratigrafischen Einheiten überwiegend auftretenden Gesteine abgebildet.

Um die Möglichkeiten der Ergebnisdarstellung in analoger Form zu dokumentieren, wurde beispielhaft ein Ausschnitt Bayerns, der Blattschnitt der GK 1 : 200.000 Blatt Bayreuth ausgewählt, an ihm alle elementbezogenen Mediane umgesetzt und dem Anhang in Form von Detailkarten angegliedert.

Für die bayernweite Realisation wurde zudem ein shape-file der GK 500 mit der verknüpften Attributtabelle (Mediane) unter ARC-VIEW 3.2 erstellt, was sowohl eine individuell steuerbare Ergebnisdarstellung ermöglicht als auch unübersichtliche Karten in gedruckter Form erübrigt.

Die Klassifizierung der Medianwerte erfolgte nach der Standard-Klassifizierungsmethode von Arc-View, der Methode „der natürlichen Unterbrechungen“. Dazu werden anhand einer statistischen Formel relativ große Sprünge zwischen den Werten ermittelt und zur Klassenabgrenzung verwendet. (JENKS 1963)

Tab. 18: Gesteine deren Medianwerte auf der Basis der GK 1: 500.000 abgebildet sind

Stratigraphie	Petrographie
Pleistozän, <b>qpG</b>	Terrassensand
Tertiär, Obere Süßwassermolasse , <b>OS</b>	Sand
Tertiär, Obere Meeresmolasse, <b>OM</b>	Sand
Miozän, , <b>mi</b>	Sand
Tertiär, <b>B</b>	Basalt
Kreide, <b>kro</b>	Sandstein
Malm, <b>w</b>	Kalkstein
Dogger, <b>b</b>	Sandstein
Lias, <b>l</b>	Tonstein
Feuerletten, <b>kmf</b>	Tonstein
Sandsteinkeuper, <b>kms</b>	Sandstein
Gipskeuper, <b>kmg</b>	Steinmergel
Unterer Keuper, <b>ku</b>	Tonstein
Oberer Muschelkalk, <b>mo</b>	Kalkstein
Mittlerer Muschelkalk, <b>mm</b>	Kalkstein



Stratigraphie	Petrographie
Unterer Muschelkalk, <b>mu</b>	Tonstein
Oberer Buntsandstein, <b>so</b>	Sandstein
Mittlerer Buntsandstein, <b>sm</b>	Sandstein
Unterrotliegend, <b>ru</b>	Sandstein
Unterkarbon, <b>cu</b>	Tonschiefer
Unter- bis Oberdevon, <b>d</b>	Tonschiefer
Silur, <b>si</b>	Tonschiefer
Ordovizium, Gräfenthaler Schichten, <b>oG</b>	Tonstein
Ordovizium, Frauenbach-Phycodenschichten, <b>oF</b>	Tonschiefer- Phyllit
Ordovizium, Frauenbach-Phycodenschichten, <b>oPh</b>	Phyllit-Fazies
Ordovizium „Epigneis“, <b>Gne</b>	Metavulkanit, Metaarkose
Kambrium, <b>cbPh</b>	Phyllitfazies
Kambrium, <b>cbGl</b>	Glimmerschieferfazies
Altpaläozoikum-Oberes Proterozoikum, <b>PhGl</b>	Phyllit-Glimmerschiefer
Altpaläozoikum-Oberes Proterozoikum, <b>GlGn</b>	Glimmerschiefer-Gneis
Altpaläozoikum-Oberes Proterozoikum, <b>Gn</b>	Gneis ungegliedert
Altpaläozoikum-Oberes Proterozoikum, <b>Gnh</b>	Hornblendebändergneis
Altpaläozoikum-Oberes Proterozoikum, <b>Mi</b>	Migmatischer Gneis, Diatexit, Anatexit
Altpaläozoikum-Oberes Proterozoikum, <b>km</b>	Kalk-, Dolomitmarmor
Altpaläozoikum-Oberes Proterozoikum, <b>ks</b>	Kalksilicatifels
Altpaläozoikum-Oberes Proterozoikum, <b>mb</b>	Metabasit
Altpaläozoikum-Oberes Proterozoikum, <b>Gnl</b>	Leukokrater Gneis
Altpaläozoikum-Oberes Proterozoikum, <b>L</b>	Lamprophyrgang
Perm-Karbon, <b>P</b>	Quarzporphyr-, Porphyritgang
Perm-Karbon, <b>A</b>	Aplit
Perm-Karbon, <b>Gr</b>	Granit ungegliedert
Perm-Karbon, <b>Gzg</b>	Zweiglimmergranit mittel- bis grobkörnig,
Perm-Karbon, <b>Gzf</b>	Zweiglimmergranit fein- bis mittelkörnig,

Stratigraphie	Petrographie
Perm-Karbon, <b>Grf</b>	Granit fein- bis mittelkörnig,
Perm-Karbon, <b>Grg</b>	Granit mittel- bis grobkörnig,
Altpaläozoikum-Oberes Proterozoikum, <b>prP</b>	Quarzporphyr
Altpaläozoikum-Oberes Proterozoikum, <b>Ke</b>	Quarzkeratophyr,
Altpaläozoikum-Oberes Proterozoikum, <b>Grd</b>	Granit, Granodiorit
Altpaläozoikum-Oberes Proterozoikum, <b>Re</b>	Dioritische Gesteine, Redwizit
Altpaläozoikum-Oberes Proterozoikum, <b>Pa</b>	Palit,
Altpaläozoikum-Oberes Proterozoikum, <b>D</b>	Melaphyr, Diabas, Spilit, Pikrit, basischer Tuff,
Altpaläozoikum-Oberes Proterozoikum, <b>My</b>	Blastomylonit, Perlgneis

Im folgenden Ausschnitt der Projektdatenbank sind, beispielhaft für die Kompilierung petrographisch gleicher Gesteine auf verschiedenen GK 200.000, die einzelnen Tonsteine des Lias der Blätter Bayreuth, Regensburg und Nürnberg aufgeführt, die auf der GK 500.000 unter der Legendeneinheit „Lias I“ zusammengefasst sind.

Tab. 19: Datenbankauszug; Zusammenfassung der Tonsteine des Lias I der Blätter Bayreuth, Regensburg und Nürnberg

Legenden Nr. GK 200	Legende GK 200	Gestein GK 200	Petrographie GK 200
Blatt Bayreuth			
036-1	juo-1	Lias delta-zeta	Tonstein
037-2	juu-2	Lias alpha-gamma	Tonstein
039-2	ko-ju-2	Oberer Keuper mit Unterem Lias (Rhät-Lias Übergangsschichten)	Tonstein-Linsen
Blatt Regensburg			
039	Plo	Lias delta	Tonstein
042-2	ko-ju-2	Rhät-Lias Übergangsschichten	Tonstein-Linsen
Blatt Nürnberg			
024-1	juo-1	Lias delta bis zeta	Tonstein
025-2	juu-2	Lias alpha bis gamma	Tonstein
026-2	ko-ju-2	Oberer Keuper mit Unterem Lias (Rhät-Lias)	Tonstein-Linsen

## 11 Beschreibung einzelner Elemente

### 11.1 Aluminium (Al)

Aluminium kommt in der Natur nur in Form anionischer und kationischer oxidischer Verbindungen vor und ist das weitverbreitetste Metall in der Erdkruste. Der mittlere Al-Gehalt (als  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) in der oberen Erdkruste beträgt 14.6 Gew.-% (WEDEPOHL 1985). Damit steht Aluminium in der Häufigkeitstabelle der Elemente an 3. Stelle. Die häufigsten Verbindungen sind die gesteinsbildenden Aluminosilikate (Feldspäte)  $\text{M}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ , z.B. Kalifeldspat (Orthoklas)  $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$  als Hauptbestandteil von Granit und Gneis, Natronfeldspat (Albit)  $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$  und Kalkfeldspat (Anorthit)  $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$  sowie deren isomorphen Gemische (Plagioklase) als Hauptbestandteile der Basalte – und die Glimmer  $\text{M}_5[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$ , z.B. Kaliglimmer (Muskovit)  $\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH},\text{F})_2$  sowie Magnesiaglimmer (Biotit)  $\text{K}(\text{Mg},\text{Fe}^{\text{II}})_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH},\text{F}_2)$ . Durch die Verwitterung feldspathaltiger Gesteine entstehen je nach Bindungsform und Klima aus dem Primärbestand sekundäre Silikate (Tone), z.B. der alkali- und erdalkalioxidfreie Kaolinit  $\text{Al}_2[\text{Si}_2\text{O}_5](\text{OH})_4$  sowie u.a. Illit, Smectit, Vermiculit, Chlorit. Natürliche Anreicherungen finden sich in Form von „Bauxit“ (Al-Hydroxide, vor allem Böhmit) sedimentär. In sauren Wässern weist Aluminium eine hohe Löslichkeit auf.

Die analysierten Aluminium-Gehalte (alle als  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , in Gew.-%) der verschiedenen Gesteine in Bayern variieren zwischen 0.01 und 28.11 Gew.-% (Anhang 4-1). Die im folgenden betrachteten mittleren Gehalte (Medianwerte) statistisch signifikanter Populationen des gesamten Datensatzes ( $n > 10$ ) liegen in einem kleineren Bereich zwischen 0.04 und 20.14 Gew.-%. Die höchsten mittleren Aluminium-Gehalte treten naturgemäß in Magmatiten und Metamorphiten (GH 1, 2, 3) sowie in tonigen Gesteinen der GH 3 auf. Mittlere Aluminium-Mediane weisen die Psammite der GH 5 auf, die niedrigsten Aluminium-Mediane finden sich in karbonatischen Gesteinen der GH 7. Dabei entsprechen die mittleren Aluminium-Gehalte aller analysierten Gesteine weitgehend den publizierten Mittelwerten von Gesteinen außerhalb Bayerns (Tabelle 20).

GH 1, 2, 3: Die mittleren Gehalte der genannten Gruppen bewegen sich überwiegend zwischen 14.00 und 20.14 Gew.-%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

GH 4: Die Aluminium-Mediane der Pelite reichen von 10.09 bis 23.00 Gew.-%.

GH 5: Die mittleren Aluminium-Gehalte liegen in Sanden bzw. Sandsteinen zwischen 2.14 und 10.04 Gew.-%.

GH 7: Die Aluminium-Mediane der Karbonat- und Gipsgesteine pegeln sich bei niedrigen Werten  $\leq 1.52$  Gew.-% am publizierten Mittelwert ein.

Tab. 20: Spannbreiten und Mittelwerte von Aluminium-Gehalten (als Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) häufig auftretender Gesteine

Geochemische Hauptgruppe	Gesteine	Spannbreite (Gew.-%)	Mittelwert (Gew.-%)
1	Saure Magmatite		15.1
	Saure Metamorphite		
2	Intermediäre Magmatite		15.5
	Intermediäre Metamorphite		
3	Basische Magmatite		17.0
	Basische Metamorphite		
	Ultrabasische Magmatite		1.9
4	Tongesteine		15.1
5	Sande/Sandsteine		4.7
7	Karbonatische Gesteine		0.8

Aus: WEDEPOHL, K.H. (1969-1978). FIEDLER & RÖSLER (1987) (\*).

## 11.2 Arsen (As)

Arsen tritt meist in sulfidischen Verbindungen, selten elementar auf. Kovalente Verbindungen zu bestimmten Nichtmetallen werden bevorzugt, wobei es in zwei möglichen Oxidationsstufen (III, V), bei chalkophilem Charakter, vorliegt. Die mittleren Arsen-Gehalte in der oberen Erdkruste betragen 2 mg/kg (WEDEPOHL 1985). Als Begleiter vieler Metallsulfide (z. B. von Zn, Pb, Bi, Ni) findet es sich überwiegend in den Mineralen Arsenkies, Realgar, Auripigment und Rotnickelkies, untergeordnet als „Scherbenkobalt“ in hydrothermalen Gangmineralisationen oder in vulkanisch exhalativen Lagerstätten. Sedimentär ist Arsen u.a. auch in Schwarzschiefern angereichert. Primäre Erze werden zu höherwertigen Arsenverbindungen oxidiert; sie sind relativ mobil und werden oft an Fe-, Al-Oxyhydroxide sowie in Sedimenten an die Feinstfraktion gebunden. In Wässern liegt Arsen als lösliche Anionenkomplexe, wie HAsO<sub>2</sub><sup>0</sup>, (HAsO<sub>2</sub>)<sup>-2</sup> und (H<sub>2</sub>AsO<sub>2</sub>)<sup>-1</sup> vor.

Die Spannbreite der Arsen-Gehalte der untersuchten Gesteine variiert zwischen 0.01 mg/kg und 703 mg/kg (Anhang 4-2). Die im folgenden betrachteten mittleren Gehalte (Medianwerte) statistisch signifikanter Populationen des gesamten Datensatzes (n > 10) liegen allerdings in einem deutlich kleineren Bereich zwischen 0.08 mg/kg und 17 mg/kg. Die höchsten mittleren Arsen-Gehalte treten in Tongesteinen (GH 4) und sauren Magmatiten der GH 1 auf, gefolgt von Psammiten (GH 5), intermediären Magmatiten (GH 2) und karbonatischen Gesteinen der GH 7. Die niedrigsten Gehalte weisen basische Gesteine der GH 3 auf.

GH 1: Die mittleren Gehalte der genannten Gruppe liegen im Bereich von 0.08 bis 14 mg/kg As, wobei sich mit Ausnahme der „mittel-grobkörnigen Granite“ (3 mg/kg) und der „Quarz-

keratophyre“ (14 mg/kg) die Mediane um den publizierten Mittelwert (Tabelle 21) weitgehend konzentrieren.

GH 2: Intermediäre Gesteine (Phyllite, Glimmerschiefer, Gneise) enthalten als Mittelwerte zwischen 1 und 4 mg/kg As und entsprechen damit den Gehalten in Gesteinen außerhalb Bayerns. Tendenzielle Arsen-Anreicherungen gegenüber dem publizierten Mittelwert zeigen altpaläozoische-oberproterozoische Phyllite-Glimmerschiefer-Gneise (3 bis 4 mg/kg).

GH 3: Entsprechend dem vorgegebenen Mittelwert dieser Gruppe und innerhalb der natürlichen Variabilität zeigen sich Metabasite, Diabase sowie Marmore mit As-Gehalten  $\leq 2$  mg/kg.

GH 4: Die häufigen Arsen-Gehalte der Pelite streuen über einen Bereich von 6 bis 17 mg/kg, wobei die Mehrzahl stratigraphisch unterschiedlicher Tone häufig Mediane von ca. 10 mg/kg, entsprechend dem publizierten Mittelwert, aufweist. Eine Ausnahme mit einer relativ hohen Abweichungen von diesem Mittelwert stellen die Tonsteine des Oberen Buntsandsteins (17 mg/kg) dar.

GH 5: Die mittleren Arsen-Gehalte bewegen sich in Sanden bzw. Sandsteinen zwischen 2 und 9 mg/kg. Damit zeigen alle Vertreter dieser Gruppe systematisch hohe Abweichungen vom entsprechenden Mittelwert, sie liegen aber innerhalb der natürlichen Spannweite für Arsen. Konzentriert ist Arsen in Psammiten des Oberen Buntsandsteins (4 mg/kg) sowie des Unteren Keupers (9 mg/kg).

GH 7: Die mittleren Arsen-Gehalte der Karbonat- und Gipsgesteine bewegen sich überwiegend bei niedrigen Werten zwischen ca. 0.08 mg/kg und 3 mg/kg.

Tab. 21: Spannbreiten und Mittelwerte von Arsen-Gehalten häufig auftretender Gesteine

Geochemische Hauptgruppe	Gesteine	Spannbreite (mg/kg)	Mittelwert (mg/kg)
1	Saure Magmatite	0.2 – 8.5	1.6, 1.5 (*)
	Saure Metamorphite		
2	Intermediäre Magmatite	0.5 – 5.8	1.7, 2.4 (*)
	Intermediäre Metamorphite		
3	Basische Magmatite	0.1 – 9.0	1.4, 2.0 (*)
	Basische Metamorphite		
	Ultrabasische Magmatite	0.3 – 10.0	1.9, 0.5 (*)
4	Tongesteine	0.3 – 53	10.0, 6.6 (*)
5	Sande/Sandsteine	0.6 – 12.0	1.0 (*)
7	Karbonatische Gesteine	0.1 – 23.5	1.0 (*)

Aus: WEDEPOHL, K.H. (1969-1978). FIEDLER & RÖSLER (1987) (\*).

### 11.3 Barium (Ba)

Das zweiwertige, lithophile Barium findet sich als Spuren- bis Nebenelement in Alkalifeldspäten, als Hauptelement silikatisch in Bariumfeldspäten, als Sulfat in Baryt sowie als Karbonat im Mineral Witherit. Die mittleren Barium-Gehalte in der oberen Erdkruste betragen 668 mg/kg (WEDEPOHL 1985). Es tritt als hydrothermale Gangmineralisationen (Baryt) oder in stratiformen synsedimentären Lagerstätten, oft in Verbindung mit Pb-Zn- und/oder Cu-Mn-Vererzungen auf. Barium-Mineralen werden als  $Ba^{2+}$  gelöst. Barium bleibt nur in sulfatfreien Lösungen mobil, wobei es überwiegend an Tonminerale und Manganoxide sorbiert wird. Baryt als stabiles Mineral wird in der Feinfraktion konzentriert.

Die analysierten Barium-Gehalte der Gesteine in Bayern variieren zwischen 0.03 mg/kg und rund 8150 mg/kg (Anhang 4-3). Die im folgenden betrachteten mittleren Gehalte (Medianwerte) statistisch signifikanter Populationen des gesamten Datensatzes ( $n > 10$ ) liegen allerdings in einem deutlich kleineren Bereich zwischen 0.06 mg/kg und 1214 mg/kg. Die mittleren Gehalte in Magmatiten und Metamorphiten (GH 1, 2 und 3) sowie die in Tongesteinen (GH 4) entsprechen den publizierten Barium-Gehalten korrespondierender Gesteine weitgehend bis auf wenige Ausnahmen. Dagegen treten deutliche Abweichungen der mittleren Gehalte zu publizierten Mittelwerten in Sandgesteinen der GH 5 auf. Die höchsten Abweichungen zu publizierten Gehalten weisen die Karbonatgesteine der GH 7 auf.

GH 1: Die mittleren Gehalte der genannten Gruppe liegen im Bereich von 4 bis 851 mg/kg Ba. Sie entsprechen damit sowohl dem publizierten Mittelwert als auch der natürlichen Spannweite dieser Gesteinsgruppe (Tabelle 22).

GH 2: Intermediäre Gesteine (Phyllite, Glimmerschiefer, Gneise) enthalten zwischen 554 und 1214 mg/kg Ba. Bis auf Gneise-Anatexite (828 mg/kg), Lamprophyre (904 mg/kg) und dioritische Gesteine (1214 mg/kg) konzentrieren sich die Vertreter dieser Gruppe um den publizierten Mittelwert.

GH 3: Dem publizierten Mittelwert entsprechende oder kleinere Mediane zeigen Metabasite, Diabase sowie Marmore mit Gehalten  $\leq 355$  mg/kg Ba.

GH 4: Die mittleren Barium-Gehalte der Pelite reichen über einen Bereich von 545 bis 706 mg/kg und liegen damit überwiegend am publizierten Mittelwert der Gesteinsgruppe.

GH 5: Die Barium-Mediane streuen in Sanden bzw. Sandsteinen zwischen 0.06 und 762 mg/kg. Alle Psammite mit Ausnahme von Kreidesandsteinen (0.06 mg/kg) enthalten demnach Barium um Faktoren  $> 2$  gegenüber dem publizierten Mittelwert angereichert.

GH 7: Die häufigen Barium-Gehalte der Karbonat- und Gipsgesteine bewegen sich überwiegend zwischen ca. 4 mg/kg und ca. 200 mg/kg. Neben der hohen Streuung der Mediane lassen sie tendenziell auch eine Barium-Anreicherung für alle Karbonatgesteine um Faktoren zwischen ca. 2 und 20 gegenüber dem publizierten Mittelwert erkennen.

Tab. 22: Spannbreiten und Mittelwerte von Barium-Gehalten häufig auftretender Gesteine

Geochemische Hauptgruppe	Gesteine	Spannbreite (mg/kg)	Mittelwert (mg/kg)
1	Saure Magmatite	22 – 3000	800, 830 (*)
	Saure Metamorphite	100 – 2600	730
2	Intermediäre Magmatite	150 – 18000	1420, 650 (*)
	Intermediäre Metamorphite	300 – 3800	1380
3	Basische Magmatite	5 – 14000	2200, 300 (*)
	Basische Metamorphite	7 – 1600	440
	Ultrabasische Magmatite	0.3 – 70.0	20, 1.0 (*)
4	Tongesteine	9 – 5000	550, 800 (*)
5	Sande/Sandsteine	5 – 900	310
7	Karbonatische Gesteine		10 (*)

Aus: WEDEPOHL, K.H. (1969-1978). FIEDLER & RÖSLER (1987) (\*).

## 11.4 Beryllium (Be)

Beryllium weist einen lithophilen Charakter auf und tritt nur in gebundener, meist silikatischer Form u.a. im Hauptmineral Beryll (Be-Al-Silikat) auf. Die mittleren Beryllium-Gehalte in der oberen Erdkruste betragen 3.1 mg/kg (WEDEPOHL 1985). Hauptsächlich findet sich Beryllium in der pegmatitisch - pneumatolytischen Ganggefolgschaft saurer Plutonite. Wegen der relativ hohen Verwitterungsbeständigkeit der Beryllium-Mineralen wird es in der Schwermineralfraktion angereichert. Gelöstes Beryllium wird durch Karbonat- (und Phosphat-) Barrieren als stabile und unlösliche Verbindungen gefällt sowie an Tonminerale und Humusstoffe sorbiert. In Wässern tritt es gelöst als  $\text{Be}^{2+}$ ,  $\text{Be}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Be}(\text{OH})^{1+}$ ,  $\text{BeO}_2^{-2}$ ,  $\text{BeF}^{1+}$  sowie in Form von Organokomplexen auf.

Die analysierten Beryllium-Gehalte der verschiedenen Gesteine in Bayern variieren zwischen 0.02 mg/kg und 33 mg/kg (Anhang 4-4). Die im folgenden betrachteten mittleren Gehalte (Medianwerte) statistisch signifikanter Populationen des gesamten Datensatzes ( $n > 10$ ) liegen allerdings in einem deutlich kleineren Bereich zwischen 0.05 mg/kg und 8 mg/kg. Die mittleren Gehalte in Magmatiten, Metamorphiten sowie in Sedimentgesteinen verhalten sich analog zu den publizierten Beryllium-Gehalten korrespondierender Gesteine bis auf eine Ausnahme. Darüber hinaus entsprechen die gefundenen Mittelwerte in den untersuchten Gesteinsgruppen den jeweiligen natürlichen Spannweiten weitgehend.

GH 1: Die mittleren Gehalte der genannten Gruppe liegen im Bereich von 0.056 bis 8 mg/kg Beryllium. Mit Ausnahme der „fein-mittelkörnigen Zweiglimmergranite“ (8 mg/kg) bewegen sich alle Vertreter dieser Gruppe um den publizierten Mittelwert (Tabelle 23).

GH 2: Intermediäre Gesteine (Phyllite, Glimmerschiefer, Gneise) enthalten Mediane zwischen 1 und 3 mg/kg Be und entsprechen damit den Mittelwerten in korrespondierenden Gesteinen außerhalb Bayerns.

GH 3: Ebenfalls konform mit den publizierten Mittelwerten verhalten sich die mittleren Beryllium-Gehalte der Metabasite, Diabase sowie der Marmore mit mittleren Gehalten  $\leq 2$  mg/kg.

GH 4: Die mittleren Beryllium-Gehalte der Pelite reichen von 3 bis 5 mg/kg und liegen damit eng am Mittelwert der entsprechenden Gesteinsgruppe.

GH 5: Die Beryllium-Mediane bewegen sich in Sanden bzw. Sandsteinen zwischen 0.49 und 2 mg/kg, entsprechend dem publizierten Mittelwert oder darunter (Tabelle 23).

GH 7: Die mittleren Beryllium-Gehalte der Karbonat- und Gipsgesteine bewegen sich überwiegend zwischen 0.05 mg/kg und 0.39 mg/kg und entsprechen damit der natürlichen Variabilität dieser Gesteinsgruppe.

Tab. 23: Spannbreiten und Mittelwerte von Beryllium-Gehalten häufig auftretender Gesteine

Geochemische Hauptgruppe	Gesteine	Spannbreite (mg/kg)	Mittelwert (mg/kg)
1	Saure Magmatite	1.0 – 30.0	4.9, 5.5 (*)
	Saure Metamorphite		
2	Intermediäre Magmatite	< 0.8 – 3.9	1.8 (*)
	Intermediäre Metamorphite		
3	Basische Magmatite	0.3 – 2.6	0.9, 0.4 (*)
	Basische Metamorphite		
	Ultrabasische Magmatite	0.15 – 0.90	< 0.25, 0.2 (*)
4	Tongesteine	1.0 – 7.0	< 2.7, 3,0 (*)
5	Sande/Sandsteine	0.2 – 4.0	< 1.9
7	Karbonatische Gesteine	0.2 – 4.0	

Aus: WEDEPOHL, K.H. (1969-1978). FIEDLER & RÖSLER (1987) (\*).



## 11.5 Wismut (Bi)

Wismut, ein chalkophiles Element, tritt überwiegend chemisch gebunden als üblicher Begleiter von Bleierzen auf. Es zeigt ein ähnliches geochemisches Verhalten wie Pb, As und Sb. Die mittleren Wismut-Gehalte in der oberen Erdkruste betragen 0.123 mg/kg (WEDE-POHL 1985). Es findet sich überwiegend in den Mineralen Wismutglanz (als Sulfid) und Wismutocker (als Oxid), primär in sulfidischen Gangerzparagenesen oder in Oxidationszonen dieser Lagerstätten. Lösliche Wismut-Verbindungen werden durch Wasser rasch in weniger lösliche basische Salze hydrolysiert.

Die Spannbreite der Wismut-Gehalte der untersuchten Gesteine variiert zwischen 0.002 mg/kg und 52 mg/kg (Anhang 4-5). Die im folgenden betrachteten mittleren Gehalte (Medianwerte) statistisch signifikanter Populationen des gesamten Datensatzes ( $n > 10$ ) liegen allerdings in einem deutlich kleineren Bereich zwischen 0.01 mg/kg und 1.99 mg/kg. Die höchsten mittleren Gehalte treten in sauren Magmatiten und Metamorphiten der GH 1 auf, gefolgt von Tongesteinen der GH 4 und intermediären Magmatiten (GH 2) sowie basischen Magmatiten (GH 3) und Sandgesteinen der GH 5. Die niedrigsten mittleren Gehalte zeigen Karbonate der GH 7.

GH 1: Die mittleren Gehalte der genannten Gruppe liegen im Bereich von 0.01 bis 1.99 mg/kg Bi, wobei als einzige Ausnahmen Granite und Quarzkeratophyre mit Medianen zwischen 0.45 und 1.99 mg/kg Bi deutlich oberhalb des publizierten Mittelwertes liegen. Alle übrigen Vertreter dieser Gruppe bewegen sich jedoch um den publizierten Wismut-Mittelwert (Tabelle 24).

GH 2: Intermediäre Gesteine (Phyllite, Glimmerschiefer, Gneise) enthalten zwischen 0.03 und 0.22 mg/kg Bi und bewegen sich damit tendenziell oberhalb des publizierten Mittelwertes. Signifikante Wismut-Anreicherungen belegen die Mediane von altpaläozoischen-obertroterozischen Phylliten-Glimmerschiefern (0.13-0.22 mg/kg Bi).

GH 3: Mittlere Wismut-Gehalte ( $\leq 0.10$  mg/kg Bi) kleiner als die entsprechenden publizierten Mittelwerte zeigen Metabasite, Diabase sowie Marmore.

GH 4: Die mittleren Wismut-Gehalte der Pelite reichen von 0.24 bis 0.26 mg/kg, wobei alle der stratigraphisch unterschiedlichen Tone innerhalb der natürlichen Wismut-Variabilität (Tabelle 24) liegen.

GH 5: Die Wismut-Mediane bewegen sich in Sanden bzw. Sandsteinen zwischen 0.01 und 0.12 mg/kg. Sie liegen mit ihren Mittelwerten damit deutlich unterhalb des publizierten Wertes.

GH 7: Die mittleren Wismut-Gehalte der Karbonat- und Gipsgesteine konzentrieren sich bei sehr niedrigen Mittelwerten von 0.01 mg/kg bis 0.03 mg/kg deutlich unterhalb des vorgegebenen Mittelwertes.

Tab. 24: Spannbreiten und Mittelwerte von Wismut-Gehalten häufig auftretender Gesteine

Geochemische Hauptgruppe	Gesteine	Spannbreite (mg/kg)	Mittelwert (mg/kg)
1	Saure Magmatite	0.02 - 0.9	0.18, 0.01 (*)
	Saure Metamorphite		
2	Intermediäre Magmatite	0.02 - 0.04	0.01 (*)
	Intermediäre Metamorphite	0.5 – 10.0	
3	Basische Magmatite	0.01 - 0.80	0.15, 0.007 (*)
	Basische Metamorphite	0.02 - 0.10	
	Ultrabasische Magmatite	0.03 - 1.20	0.001 (*)
4	Tongesteine	0.1 – 1.0	1, 0.01 (*)
5	Sande/Sandsteine		0.3
7	Karbonatische Gesteine		

Aus: WEDEPOHL, K.H. (1969-1978). FIEDLER & RÖSLER (1987) (\*).

## 11.6 Calcium (Ca)

Als Hauptelement tritt Calcium überwiegend in kristalen Karbonatgesteinen auf, wobei es hier u.a. mit Mg, Na und Sr assoziiert ist. Daneben ist es auch wesentlicher Bestandteil magmatogener Mantelgesteine. Es liegt in zweiwertigen Bindungsformen mit lithophilem Charakter vor. Bei mittleren Calcium-Gehalten (als CaO) in der oberen Erdkruste von 4.12 Gew.-% (WEDEPOHL 1985) stellt es das fünfthäufigste Element der Erdkruste dar, wobei es hauptsächlich in gesteinsbildenden Mineralen sedimentärer sowie magmatischer Entstehungsart auftritt. Natürliche Anreicherungen finden sich demzufolge überwiegend in sedimentären Karbonatgesteinen, magmatogenen Karbonatgesteinen (Karbonatite) sowie in differenzierten basischen Magmatiten (Anorthosite). Bei der Verwitterung werden wasserlösliche Verbindungen, wie  $\text{Ca}^{2+}$ , Chlorid und Sulfat sehr hoher Mobilität gebildet.

Die analysierten Calcium-Gehalte (alle als CaO, in Gew.-%) der verschiedenen Gesteine in Bayern variieren zwischen 0.01 und 58.32 Gew.-% (Anhang 4-6). Die im folgenden betrachteten mittleren Gehalte (Medianwerte) statistisch signifikanter Populationen des gesamten Datensatzes ( $n > 10$ ) liegen zwischen 0.05 und 57.80 Gew.-%. Die höchsten mittleren Calcium-Gehalte treten naturgemäß in karbonatischen und basischen Gesteinen der GH 7 und 3 auf. Saure-intermediäre Magmatite und Metamorphite, Ton- und Sandgesteine zeichnen sich dagegen durch die niedrigsten Mediane aus. Generell entsprechen die mittleren Calcium-Gehalte aller analysierten Gesteine weitgehend den publizierten Calcium-Mittelwerten (Tabelle 25).

GH 1: Die mittleren Gehalte der genannten Gruppe liegen im Bereich von 0.90 bis 1.39 Gew. % CaO.

GH 2: Intermediäre Gesteine führen Mediane zwischen 0.07 und 4.22 Gew.-% CaO.

GH 3: Bei Werten  $\leq 10.02$  Gew.-% CaO bewegen sich die Calcium-Mediane der Basite um den publizierten Mittelwert.

GH 4: Die Calcium-Mediane der Pelite reichen von 0.14 bis 3.29 Gew.-%.

GH 5: Die mittleren Calcium-Gehalte liegen in Sanden bzw. Sandsteinen zwischen 0.05 und 1.14 Gew.-%.

GH 7: Die Calcium-Mediane der Karbonat- und Gipsgesteine befinden sich bei hohen Werten  $\leq 57.80$  Gew.-%.

Tab. 25: Spannbreiten und Mittelwerte von Calcium-Gehalten (als CaO) häufig auftretender Gesteine

Geochemische Hauptgruppe	Gesteine	Spannbreite (Gew.-%)	Mittelwert (Gew.-%)
1	Saure Magmatite		0.7
	Saure Metamorphite		
2	Intermediäre Magmatite		3.9
	Intermediäre Metamorphite		
3	Basische Magmatite		10.6
	Basische Metamorphite		
	Ultrabasische Magmatite		1.4
4	Tongesteine		2.2
5	Sande/Sandsteine		5.4
7	Karbonatische Gesteine		32.2

Aus: WEDEPOHL, K.H. (1969-1978). FIEDLER & RÖSLER (1987) (\*).

## 11.7 Cadmium (Cd)

Das zweiwertige, chalkophile Element, ist in seinen geochemischen und mineralogischen Eigenschaften sehr eng mit denen des Zinks verknüpft. Die mittleren Cadmium-Gehalte in der oberen Erdkruste betragen 0.102 mg/kg (WEDEPOHL 1985). Als Hauptelement tritt es in seltenen Cadmium-Mineralen (sulfidisch: Greenockit, karbonatisch: Otavit, oxidisch: Monteponit), als Spurenelement in gesteinsbildenden Fe-Mg-Silikaten (Amphibole und Biotit), in Fe-Oxiden (Magnetit und Ilmenit) sowie in Zn-Erzmineralen (Sphalerit: Cd bis 5000 mg/kg !) Zink diadoch ersetzend auf. Cadmium-Lagerstätten entstehen überwiegend durch Verwitterung primärer Zink-Lagerstätten mit ursprünglich hohen Cadmium-Gehalten (siehe Zink). Nach Verwitterung Cadmium-haltiger Minerale wird es bevorzugt an Humusstoffe und Tonminerale sorbiert. Dabei sind Cadmium-Verbindungen als Sulfid, Karbonat, Fluorid sowie Hydroxid schwerlöslich, Cadmium-Salze der starken Säuren dagegen in Wasser leicht löslich.

Die Spannbreite der Cadmium-Gehalte der untersuchten Gesteine variiert zwischen 0.02 mg/kg und 18 mg/kg (Anhang 4-7). Die im folgenden betrachteten mittleren Gehalte (Medianwerte) statistisch signifikanter Populationen des gesamten Datensatzes ( $n > 10$ ) liegen allerdings in einem deutlich kleineren Bereich zwischen 0.02 mg/kg und 2 mg/kg. Die höchsten mittleren Cadmium-Gehalte treten in sauren-basischen Gesteinen (GH 1,3,2) auf, gefolgt von karbonatischen und sandigen Gesteinen der GH 7 und 5. Die niedrigsten Gehalte weisen Tongesteine der GH 4 auf.

GH 1: Die mittleren Gehalte der genannten Gruppe liegen im Bereich von 0.041 bis 2 mg/kg Cd, wobei als Ausnahme Qz-Keratophyre 2 mg/kg Cd enthalten. Generell liegen jedoch die mittleren Gehalte aller anderen Vertreter dieser Gruppe unter den publizierten Cadmium-Gehalten (Tabelle 26).

GH 2: Intermediäre Gesteine (Phyllite, Glimmerschiefer, Gneise) enthalten zwischen 0.023 mg/kg und 0.096 mg/kg Cd und führen damit Mediane kleiner als die vorgegebenen Mittelwerte.

GH 3: Normale, dem publizierten Mittelwert entsprechende Cadmium-Gehalte zeigen Metabasite, Diabase sowie Marmore mit Gehalten  $\leq 0.171$  mg/kg.

GH 4: Die mittleren Cadmium-Gehalte der Pelite reichen von 0.024 bis 0.040 mg/kg, wobei alle Mittelwerte dieser Gesteinsgruppe deutlich unter dem publizierten Mittelwert liegen.

GH 5: Die Cadmium-Mediane bewegen sich in Sanden bzw. Sandsteinen zwischen 0.002 und 0.049 mg/kg. Positive Abweichungen vom entsprechenden Mittelwert weisen Sandsteine des Keupers (0.039, 0.049) sowie des Mittleren Buntsandsteins (0.024 mg/kg) auf.

GH 7: Die mittleren Cadmium-Gehalte der Karbonat- und Gipsgesteine (0.023-0.074 mg/kg) bewegen sich überwiegend um den publizierten Mittelwert.

Tab. 26: Spannbreiten und Mittelwerte von Cadmium-Gehalten häufig auftretender Gesteine

Geochemische Hauptgruppe	Gesteine	Spannbreite (mg/kg)	Mittelwert (mg/kg)
1	Saure Magmatite	0.001 - 5.00	0.15, 0.1 (*)
	Saure Metamorphite		
2	Intermediäre Magmatite	0.01 - 0.32	0.10
	Intermediäre Metamorphite	0.12 - 1	
3	Basische Magmatite	0.006 - 7.0	0.57, 0.19 (*)
	Basische Metamorphite	0.02	0.24
	Ultrabasische Magmatite	< 0.001 - < 2.0	0.05 (*)
4	Tongesteine	0.3 - 8.4	1.4, 0.3 (*)
5	Sande/Sandsteine		0.014
7	Karbonatische Gesteine		0.035, 0.04 (*)

Aus: WEDEPOHL, K.H. (1969-1978). FIEDLER & RÖSLER (1987) (\*).

## 11.8 Cer (Ce)

Cer ist ein drei- und vierwertig auftretendes lithophiles Element der Seltenen Erden (SEE), das mengenmäßig gegenüber anderen SEE überwiegt. Die mittleren Cer-Gehalte in der oberen Erdkruste betragen 65.7 mg/kg (WEDEPOHL 1985). Als Hauptelement tritt es in Silikaten, Phosphaten und Karbonaten (Bastnäsit, Monazit, Zerit), als Neben- und Spurenelement in Mineralen wie Allanit (Orthit), Apatit, Fluorit und Zirkon auf. Es findet sich im pegmatitischen bis hydrothermalen Bildungsmilieu granitischer Gesteine sowie in Karbonatiten. In Schwermineral wird es in Seifen angereichert. Bei der Verwitterung wird es wegen seiner geringen Mobilität in Schwermineralfraktionen angereichert. Im Wasser ist es als Karbonatkomplex löslich.

Die Spannbreite der Cer-Gehalte der untersuchten Gesteine variiert zwischen 0.05 mg/kg und 3325 mg/kg (Anhang 4-8). Die im folgenden betrachteten mittleren Gehalte (Medianwerte) statistisch signifikanter Populationen des gesamten Datensatzes ( $n > 10$ ) liegen allerdings in einem deutlich kleineren Bereich zwischen 0.008 mg/kg und knapp 133 mg/kg. Die höchsten mittleren Cer-Gehalte treten in sauer bis intermediären (GH 1 und 2) sowie tonigen Gesteinen (GH 4) auf, gefolgt von basischen und sandigen Gesteinen der GH 3 und 5. Die niedrigsten Gehalte weisen Karbonate der GH 7 auf.

GH 1: Die mittleren Gehalte der genannten Gruppe liegen im Bereich von 1 bis 105 mg/kg Ce. Generell liegen dabei die Mediane niedriger als die publizierten Cer-Gehalte entsprechender Gesteine (Tabelle 27).

GH 2: Intermediäre Gesteine (Phyllite, Glimmerschiefer, Gneise) enthalten zwischen 25 und 133 mg/kg Ce, wobei vor allem Redwitzite (133 mg/kg) und Granodiorite (92 mg/kg) als Ausnahmefälle signifikant über den entsprechenden Cer-Gehalten in Gesteinen außerhalb Bayerns liegen.

GH 3: Die Cer-Mediane der betrachteten Gesteine (zwischen 7 mg/kg und 59 mg/kg Ce) zeigen im Vergleich zu den publizierten Daten leicht erhöhte Mittelwerte. Mit 59 mg/kg Ce treten dabei die Kalksilikate als Extremwert hervor.

GH 4: Die mittleren Cer-Gehalte der Pelite reichen von 67 bis 84 mg/kg, unterhalb des publizierten Mittelwertes.

GH 5: Die mittleren Cer-Gehalte bewegen sich in Sanden bzw. Sandsteinen zwischen 0.008 und 62 mg/kg. Hohe Abweichungen vom entsprechenden Mittelwert weisen die Psammite des Oberen Buntsandsteines (58 mg/kg) sowie des Unteren Keupers (62 mg/kg) auf. Alle übrigen Cer-Mittelwerte dieser Gruppe konzentrieren sich um den publizierten Wert von 33 mg/kg Ce (Tabelle 27).

GH 7: Die Cer-Mediane der Karbonat- und Gipsgesteine bewegen sich zwischen 1 mg/kg und 14 mg/kg. Tendenziell sind Cer-Anreicherungen um Faktor  $> 2$  verglichen mit dem publizierten Mittelwert (Tabelle 27) ableitbar.

Tab. 27: Spannbreiten und Mittelwerte von Cer-Gehalten häufig auftretender Gesteine

Geochemische Hauptgruppe	Gesteine	Spannbreite (mg/kg)	Mittelwert (mg/kg)
1	Saure Magmatite		104
	Saure Metamorphite		
2	Intermediäre Magmatite		60
	Intermediäre Metamorphite		
3	Basische Magmatite		16
	Basische Metamorphite		
	Ultrabasische Magmatite		
4	Tongesteine		91
5	Sande/Sandsteine		33
7	Karbonatische Gesteine		6.5

Aus: WEDEPOHL, K.H. (1969-1978). FIEDLER & RÖSLER (1987) (\*).

## 11.9 Kobalt (Co)

Kobalt tritt nur chemisch gebunden in zwei- seltener dreiwertiger Form auf. Wegen seiner geochemischen Verwandtschaft ist es meist mit Nickel vergesellschaftet und zeichnet sich durch einen lithophilen und chalkophilen Charakter aus. Die mittleren Kobalt-Gehalte in der oberen Erdkruste betragen 11.6 mg/kg (WEDEPOHL 1985). Als Hauptelement tritt es in Erzmineralen (Sulfide, Arsenide und Sulfosalze) oft zusammen mit Fe, Ni, Cu (Smaltit, Kobaltit, Linneit) auf. Als Spurenelement findet es sich in Fe-reichen gesteinsbildenden Silikaten (Olivin, Pyroxene, Biotit), in Schichtsilikaten (Chlorite, Tonminerale) sowie in Fe-Oxiden (Magnetit, Ilmenit). Natürliche Anreicherungen treten in Nickellagerstätten (liquid-magmatische Erze in ultramafischen – mafischen Gesteinen) sowie in hydrothermalen Bildungen granitischer Plutone auf. Kobalt ist als  $\text{Co}^{2+}$  sowie als Organokomplexe löslich, wobei die Mobilität durch Anwesenheit von Mangan und Eisen kontrolliert wird.

Die Spannbreite der Kobalt-Gehalte der untersuchten Gesteine variiert zwischen 0.005 mg/kg und 472 mg/kg (Anhang 4-9). Die im folgenden betrachteten mittleren Gehalte (Medianwerte) statistisch signifikanter Populationen des gesamten Datensatzes ( $n > 10$ ) liegen allerdings in einem deutlich kleineren Bereich zwischen 5 mg/kg und 69 mg/kg. Die höchsten mittleren Kobalt-Gehalte treten in Sandgesteinen (GH 5) auf, gefolgt von magmatisch-metamorphen sowie tonigen Gesteinen der GH 3, 2, 1 und 4. Die niedrigsten Gehalte weisen Karbonatgesteine der GH 7 auf.

GH 1: Die mittleren Gehalte der genannten Gruppe bewegen sich im Bereich von 1 bis 25 mg/kg Co. Generell liegen die mittleren Gehalte, hier vor allem der Granite und leukokraten Gneise (25 mg/kg Co) über den publizierten Kobalt-Gehalten entsprechender Gesteine (Tabelle 28).

GH 2: Intermediäre Gesteine (Phyllite, Glimmerschiefer, Gneise) enthalten zwischen 8 mg/kg und 31 mg/kg Co und entsprechen mit Ausnahme der Granodiorite (31 mg/kg Co) den Gehalten in Gesteinen außerhalb Bayerns.

GH 3: Analog zur natürlichen Spannweite präsentieren sich die Kobalt-Mediane von Metabasiten, Diabasen sowie Marmoren mit Gehalten  $\leq 45$  mg/kg.

GH 4: Die mittleren Kobalt-Gehalte der Pelite reichen von 16 bis 25 mg/kg, wobei sich alle Mediane dieser Gesteinsgruppe weitgehend um den publizierten Mittelwert konzentrieren.

GH 5: Die Kobalt-Mediane bewegen sich in Sanden bzw. Sandsteinen zwischen 4 mg/kg und 69 mg/kg und liegen damit generell deutlich über den publizierten Mittelwerten. Hohe Abweichungen vom entsprechenden Mittelwert treten in Sandsteinen der Kreide (69 mg/kg) sowie des Unteren Keupers (16 mg/kg) auf.

GH 7: Die mittleren Kobalt-Gehalte der Karbonat- und Gipsgesteine bewegen sich zwischen 1 und 4 mg/kg Co und belegen positive Abweichungen vom publizierten Mittelwert um Faktor  $> 10$ .

Tab. 28: Spannbreiten und Mittelwerte von Kobalt-Gehalten häufig auftretender Gesteine

Geochemische Hauptgruppe	Gesteine	Spannbreite (mg/kg)	Mittelwert (mg/kg)
1	Saure Magmatite	1 – 7	3.9, 5 (*)
	Saure Metamorphite		
2	Intermediäre Magmatite	13 – 28	21, 10 (*)
	Intermediäre Metamorphite	16 – 19	
3	Basische Magmatite	37 – 50	44, 45 (*)
	Basische Metamorphite		
	Ultrabasische Magmatite	88 – 128	110, 200 (*)
4	Tongesteine	11 – 29	20 (*)
5	Sande/Sandsteine	1.2 – 4.0	0.3 (*)
7	Karbonatische Gesteine	0.45 - 1.2	0.1 (*)

Aus: WEDEPOHL, K.H. (1969-1978). FIEDLER & RÖSLER (1987) (\*).

## 11.10 Chrom (Cr)

Chrom tritt nur chemisch gebunden, als sechs-, drei- und zweiwertiges Element mit stark lithophilem Charakter auf. Die mittleren Chrom-Gehalte in der oberen Erdkruste betragen 35 mg/kg (WEDEPOHL 1985). Das natürliche Auftreten beschränkt sich auf Silikate (Substitution von Al) und Oxide. Als Hauptelement findet es sich im Chromit (einziges wirtschaftlich bedeutendes Cr-Erz), als Neben- und Spurenelement in Fe- und Al-führenden gesteinsbildenden (mafischen) Silikaten (Granate, Pyroxene, Amphibole, Biotit), in Tonmineralen sowie in Eisen-Oxiden (Magnetit). Natürliche Anreicherungen stellen liquid-magmatische Lagerstätten ultramafischer bis mafischer Gesteine dar. Darüber zeigt es eine enge Korrelation mit tonigen Sedimentgesteinen. Natürliche Chrom-Mineralen (Oxide) sind verwitterungsresistent und reichern sich in Schwermineraleisen an.  $\text{Cr}^{3+}$  verhält sich unter natürlichen Bedingungen schwerlöslich, durch Oxidation sind leichtlösliche Komplexe wie  $(\text{CrO}_4)^{2-}$  möglich.

Die Spannbreite der Chrom-Gehalte der untersuchten Gesteine variiert zwischen 0.1 mg/kg und 3642 mg/kg (Anhang 4-10). Die im folgenden betrachteten mittleren Gehalte (Medianwerte) statistisch signifikanter Populationen des gesamten Datensatzes ( $n > 10$ ) liegen allerdings in einem deutlich kleineren Bereich zwischen 7 mg/kg und 190 mg/kg. Die höchsten mittleren Chrom-Gehalte treten in basischen, tonigen und sandigen Gesteinen der GH 3, 4 und 5 auf, gefolgt von intermediären (GH 2) und sauren Gesteinen der GH 1. Die niedrigsten Gehalte weisen karbonatische Gesteine der GH 7 auf.

GH 1: Die mittleren Gehalte der genannten Gruppe liegen im Bereich von 3 bis 40 mg/kg Cr, wobei sich die Mittelwerte generell um den publizierten Mittelwert bewegen (Tabelle 29).

GH 2: Intermediäre Gesteine enthalten als Mediane zwischen 15 und 91 mg/kg Cr und entsprechen damit weitgehend den mittleren Gehalten in Gesteinen außerhalb Bayerns. Ausnahmen mit deutlichen Chrom-Anreicherungen sind u.a. „Glimmerschiefer bis Gneise“ (max. 91 mg/kg) sowie „ordovizische Tonschiefer“ mit 85 mg/kg Cr.

GH 3: Normale, dem vorgegebenen Mittelwert entsprechende und kleinere Chrom-Mediane zeigen die Gesteine der GH 3 mit Gehalten  $\leq 190$  mg/kg.

GH 4: Die mittleren Chrom-Gehalte der Pelite streuen über einen Bereich von 72 mg/kg bis 125 mg/kg und liegen damit unterhalb des publizierten Mittelwertes.

GH 5: Die Chrom-Mediane in Sanden bzw. Sandsteinen liegen zwischen 7 und 94 mg/kg. Bis auf Sandsteine des Unteren Keupers (94 mg/kg Cr) bewegen sich alle Mediane der untersuchten Gesteine um den publizierten Mittelwert dieser Gruppe (Tabelle 29).

GH 7: Die mittleren Chrom-Gehalte der Karbonat- und Gipsgesteine konzentrieren sich bei niedrigen Werten zwischen 3 mg/kg und 9 mg/kg, weitgehend unterhalb des publizierten Mittelwertes.

Tab. 29: Spannbreiten und Mittelwerte von Chrom-Gehalten häufig auftretender Gesteine

Geochemische Hauptgruppe	Gesteine	Spannbreite (mg/kg)	Mittelwert (mg/kg)
1	Saure Magmatite	2 – 16	25 (*)
	Saure Metamorphite		
2	Intermediäre Magmatite	55 – 67	50 (*)
	Intermediäre Metamorphite	4 – 314	
3	Basische Magmatite	20 – 1200	200, 200 (*)
	Basische Metamorphite	91 – 1660	
	Ultrabasische Magmatite	150 – 18000	2000, 2000 (*)
4	Tongesteine	35 – 1500	155, 100 (*)
5	Sande/Sandsteine	21 – 208	57, 35 (*)
7	Karbonatische Gesteine		11 (*)

Aus: WEDEPOHL, K.H. (1969-1978). FIEDLER & RÖSLER (1987) (\*).



## 11.11 Cäsium (Cs)

Das einwertige Element der Alkalimetalle ist ein typisches Kation der LIL-Gruppe (relativ großer Ionenradius, bei kleiner Ladung). Die mittleren Cäsium-Gehalte in der oberen Erdkruste betragen 5.8 mg/kg (WEDEPOHL 1985). Als „getarntes Gastelement“ tritt es auf Kaliumgitterplätzen der Alkalifeldspäte (zusammen mit Rb und Pb), in Glimmern sowie im Zeolith Pollucit (bis zu 30 % Cäsium !, hier gewinnungstechnisch bedeutsam) auf. Der natürliche Begleiter des Kaliums findet sich angereichert in differenzierten granitischen Gesteinen (Feldspäte !), in Salzlagern sowie in Pollucit führenden Gesteinen. Durch Verwitterung freigesetztes, als  $\text{Cs}^{1+}$  gelöstes Cäsium wird durch Bodenmaterial stark adsorbiert.

Die Spannbreite der Cäsium-Gehalte der untersuchten Gesteine variiert zwischen 0.03 mg/kg und rund 2400 mg/kg (Anhang 4-11). Die im folgenden betrachteten mittleren Gehalte (Medianwerte) statistisch signifikanter Populationen des gesamten Datensatzes ( $n > 10$ ) liegen allerdings in einem deutlich kleineren Bereich zwischen 0.05 mg/kg und 23 mg/kg. Die höchsten mittleren Cäsium-Gehalte treten in sauren (GH 1), intermediären (GH 2) und tonigen Gesteinen (GH 4) auf, gefolgt von basischen (GH 3) und sandigen Gesteinen der GH 5. Die niedrigsten Gehalte weisen Karbonatgesteine der GH 7 auf.

GH 1: Die mittleren Gehalte der genannten Gruppe bewegen sich im Bereich von 0.05 bis 23 mg/kg Cs. Bis auf Granite und Aplite (Mediane bis 23 mg/kg) liegen generell die mittleren Gehalte in der natürlichen Spannbreite (Tabelle 30).

GH 2: Intermediäre Gesteine (Phyllite, Glimmerschiefer, Gneise) zeichnen sich durch Mediane zwischen 2 mg/kg und 9 mg/kg Cs aus und entsprechen mit Ausnahme der Tonschiefer-Phyllit-Glimmerschiefer-Gruppe (Mediane bis 9 mg/kg Cs) den Gehalten in Gesteinen außerhalb Bayerns.

Tab. 30: Spannbreiten und Mittelwerte von Cäsium-Gehalten häufig auftretender Gesteine

Geochemische Hauptgruppe	Gesteine	Spannbreite (mg/kg)	Mittelwert (mg/kg)
1	Saure Magmatite	0.6 – 12.3	5 (*)
	Saure Metamorphite		
2	Intermediäre Magmatite	1.1 - 4.0	
	Intermediäre Metamorphite		
3	Basische Magmatite	0.04 – 4.20	1 (*)
	Basische Metamorphite		
	Ultrabasische Magmatite		0.1 (*)
4	Tongesteine	7.9 – 13	5.0, 12 (*)
5	Sande/Sandsteine		1.0
7	Karbonatische Gesteine		1.0

Aus: WEDEPOHL, K.H. (1969-1978). FIEDLER & RÖSLER (1987) (\*).

GH 3: Normale, analog der natürlichen Variabilität entsprechende Cäsium-Mediane zeigen Metabasite, Diabase sowie Marmore mit Gehalten  $\leq 2$  mg/kg.

GH 4: Die mittleren Cäsium-Gehalte der Pelite reichen von 1 bis 8 mg/kg, wobei alle Mittelwerte dieser Gesteinsgruppe weitgehend dem publizierten Mittelwert entsprechen oder ihn unterschreiten.

GH 5: Die Cäsium-Mediane bewegen sich in Sanden bzw. Sandsteinen zwischen 0.45 mg/kg und 3 mg/kg und liegen damit beim publizierten Mittelwert.

GH 7: Die Cäsium-Mediane der Karbonat- und Gipsgesteine liegen bei Werten zwischen 0.05 und 0.16 mg/kg Cs generell um den publizierten Mittelwert (Tabelle 30).

### **11.12 Kupfer (Cu)**

Das stark chalkophile, ein- und zweiwertige Element, tritt meist in sulfidischer Form, untergeordnet in karbonatischer, selten in elementarer Form auf. Die mittleren Kupfer-Gehalte in der oberen Erdkruste betragen 14.3 mg/kg (WEDEPOHL 1985). Es findet sich natürlich überwiegend als Hauptelement in Sulfiderzmineralen (Sulfide, Arsenide, Sulfosalze), als Spurenelement auf Gitterplätzen Fe-führender Oxide (Magnetit, Ilmenit) und basischer Minerale (Olivin, Granate, Pyroxene, Amphibole, Biotit) und / oder als diskrete sulfidische Einschlussminerale in diesen. Natürlich angereichert ist Kupfer in liquid-magmatischen Lagerstätten ultramafischer bis mafischer Gesteine (oft zusammen mit Fe, Zn, Pb), im pneumatolytisch -hydrothermalen Bildungsbereich sowie in tonig-bituminösen Sedimenten. Bei der Verwitterung werden primär sulfidische Erze u.a. zu Sulfaten, Oxiden und Karbonaten oxidiert. Barrieren werden durch Änderungen des pH-Wertes im karbonatischen Milieu hervorgerufen. Akkumulation von Kupfer in einigen Moosen und Pflanzen (hier in Zellwänden und der Wurzelhaut) findet statt. Im Wasser sind  $\text{Cu}^{1+}$  sowie  $\text{Cu}^{2+}$  gut löslich.

Die Spannbreite der Kupfer-Gehalte der untersuchten Gesteine variiert zwischen 0.03 mg/kg und 1870 mg/kg (Anhang 4-12). Die im folgenden betrachteten mittleren Gehalte (Medianwerte) statistisch signifikanter Populationen des gesamten Datensatzes ( $n > 10$ ) liegen allerdings in einem deutlich kleineren Bereich zwischen 6 mg/kg und 75 mg/kg. Die höchsten mittleren Kupfer-Gehalte treten in basischen und sauren Magmatiten (GH 3 und 1) sowie Tongesteinen (GH 4) auf, gefolgt von intermediären (GH 2) und sandigen Gesteinen der GH 5. Die niedrigsten mittleren Gehalte weisen Karbonate der GH 7 auf.

GH 1: Die mittleren Gehalte der genannten Gruppe bewegen sich im Bereich von 3 bis 54 mg/kg Cu. Bis auf Quarzporphyre und Quarzkeratophyre (Mediane bis 54 mg/kg Cu) liegen generell die mittleren Gehalte in der Größenordnung und unterhalb der publizierten Kupfer-Gehalte entsprechender Gesteine (Tabelle 31).

GH 2: Intermediäre Gesteine enthalten Mediane zwischen 8 mg/kg und 34 mg/kg Cu und entsprechen damit den mittleren Gehalten in Gesteinen außerhalb Bayerns.

GH 3: Normale bis unterhalb des publizierten Mittelwertes liegende Kupfer-Mediane zeigen Metabasite, Diabase sowie Marmore mit Werten  $\leq 75$  mg/kg.

GH 4: Die mittleren Kupfer-Gehalte der Pelite streuen über einen Bereich von 12 bis 44 mg/kg, wobei jedoch alle Mittelwerte dieser Gesteinsgruppe weitgehend dem publizierten Mittelwert entsprechen.

GH 5: Die Kupfer-Mediane bewegen sich in Sanden bzw. Sandsteinen zwischen 4 mg/kg und 18 mg/kg und liegen damit überwiegend am publizierten Mittelwert. In Sanden der Oberen Süßwassermolasse findet sich bei einem Median von 18 mg/kg eine geringfügige positive Abweichung vom entsprechenden Mittelwert.

GH 7: Die mittleren Kupfer-Gehalte der Karbonat- und Gipsgesteine bewegen sich zwischen 10 und 16 mg/kg Cu, entsprechend der natürlichen Variabilität dieser Gruppe.

Tab. 31: Spannbreiten und Mittelwerte von Kupfer-Gehalten häufig auftretender Gesteine

Geochemische Hauptgruppe	Gesteine	Spannbreite (mg/kg)	Mittelwert (mg/kg)
1	Saure Magmatite	0.6 – 295	15, 20 (*)
	Saure Metamorphite	3 – 30	20
2	Intermediäre Magmatite	< 10 – 345	56, 35 (*)
	Intermediäre Metamorphite	0.9 – 200	28.6
3	Basische Magmatite	< 10 – 400	76, 100 (*)
	Basische Metamorphite	< 0.5 – 320	57.1
	Ultrabasische Magmatite		20 (*)
4	Tongesteine	2 – 300	39, 57 (*)
5	Sande/Sandsteine	0.1 - 60.0	13.3
7	Karbonatische Gesteine	0.1 – 500	6.9, 4 (*)

Aus: WEDEPOHL, K.H. (1969-1978). FIEDLER & RÖSLER (1987) (\*).

### 11.13 Eisen (Fe)

Eisen tritt als Hauptelement mit siderophilem Charakter in zwei möglichen Oxidationsstufen (III, IV) auf. In der Krustenhäufigkeit der Elemente liegt es auf Platz 4. Die mittleren Eisen-Gehalte (als  $\text{Fe}_2\text{O}_{3\text{ges}}$ ) in der oberen Erdkruste betragen 4.41 Gew.-% (WEDEPOHL 1985). Gesteinsbildend findet es sich als Oxid und Hydroxid, in karbonatischer und sulfidischer Form sowie in gesteinsbildenden Fe-Mg-Silikaten. Natürliche Anreicherungen stellen überwiegend die Sulfid- oder Oxiderze in liquidmagmatischen, hydrothermalen bis sedimentären Lagerstätten dar. Bei der Verwitterung erweist sich  $\text{Fe}^{2+}$  mäßig löslich (mobil),  $\text{Fe}^{3+}$  als schwer löslich (immobil), wobei es in dieser Form an die Schwermineralfraktion sowie an die Feinfraktion gebunden wird. Im Wasser ist  $\text{Fe}^{2+}$  unter reduzierenden Bedingungen beständig,  $\text{Fe}^{3+}$  fällt dagegen als Hydroxid ab pH 2-3 aus (Sorption an Humusstoffe).

Die analysierten Eisen-Gehalte (alle als  $\text{Fe}_2\text{O}_{3\text{ges}}$ , in Gew.-%) der verschiedenen Gesteine in Bayern variieren zwischen 0.01 und 26.00 Gew.-% (Anhang 4-13). Die im folgenden betrachteten mittleren Gehalte (Medianwerte) statistisch signifikanter Populationen des gesamten Datensatzes ( $n > 10$ ) liegen in einem deutlich kleineren Bereich zwischen 0.45 und 8.34 Gew.-%. Die höchsten mittleren Eisen-Gehalte treten naturgemäß in basischen und tonigen Gesteinen der GH 3 und 4 sowie in intermediären Gesteinen (GH 2) auf, gefolgt von Sandgesteinen der GH 5 und sauren Magmatiten (GH 1). Die niedrigsten Gehalte weisen karbonatische Gesteine der GH 7 auf. Die mittleren Eisen-Gehalte aller analysierten Gesteine entsprechen weitgehend den publizierten Eisen-Mittelwerten (Tabelle 32).

GH 1: Die mittleren Gehalte der genannten Gruppe liegen im Bereich von 1.04 bis 2.37 Gew.-%  $\text{Fe}_2\text{O}_{3\text{ges}}$ .

GH 2: Intermediäre Gesteine enthalten zwischen 1.66 und 7.0 Gew.-%  $\text{Fe}_2\text{O}_{3\text{ges}}$ .

GH 3: Bei Werten zwischen 0.45 und 8.34 bewegen sich die Eisen-Mediane unterhalb des publizierten Mittelwertes.

GH 4: Die Eisen-Mediane der Pelite reichen von 4.94 bis 9.00 Gew.-%.

GH 5: Die mittleren Eisen-Gehalte liegen in Sanden bzw. Sandsteinen zwischen 0.68 und 4.39 Gew.-%.

GH 7: Die Eisen-Mediane der Karbonat- und Gipsgesteine befinden sich bei niedrigen Werten  $\leq 1.18$  Gew.-%.

Tab. 32: Spannbreiten und Mittelwerte von Eisen-Gehalten (als  $\text{Fe}_2\text{O}_{3\text{ges}}$ ) häufig auftretender Gesteine

Geochemische Hauptgruppe	Gesteine	Spannbreite (Gew.-%)	Mittelwert (Gew.-%)
1	Saure Magmatite		2.0
	Saure Metamorphite		
2	Intermediäre Magmatite		3.9
	Intermediäre Metamorphite		
3	Basische Magmatite		12.4
	Basische Metamorphite		
	Ultrabasische Magmatite		13.4
4	Tongesteine		6.9
5	Sande/Sandsteine		1.4
7	Karbonatische Gesteine		0.6

Aus: WEDEPOHL, K.H. (1969-1978). FIEDLER & RÖSLER (1987) (\*).

## 11.14 Kalium (K)

Das lithophile Hauptelement ist am Aufbau der oberen Erdkruste u.a. in Form gesteinsbildender Silikate mit mittleren Kalium-Gehalten (als  $K_2O$ ) von 4.04 Gew.-% beteiligt (WEDEPOHL 1985). Natürlich anreichert ist Kalium in gesteinsbildenden Silikatmineralien (Feldspäte, Feldspatvertreter, Glimmer) sowie in marinen Salzlagerstätten. Bei der Verwitterung verhält sich Kalium mit Ausnahme der relativ verwitterungsbeständigen Glimmer mäßig hoch mobil. Es wird als  $K^{+1}$  gelöst, an Tonminerale sorbiert und / oder durch pflanzliche Organismen aufgenommen.

Die analysierten Kalium-Gehalte (alle als  $K_2O$ , in Gew.-%) der verschiedenen Gesteine in Bayern variieren zwischen 0.01 und 11.00 Gew.-% (Anhang 4-14). Die im folgenden betrachteten mittleren Gehalte (Medianwerte) statistisch signifikanter Populationen des gesamten Datensatzes ( $n > 10$ ) liegen in einem kleineren Bereich zwischen 0.01 und 6.27 Gew.-%. Die höchsten mittleren Kalium-Gehalte treten naturgemäß in sauren und intermediären Gesteinen der GH 1 und 2 sowie in Tongesteinen (GH 4) auf, gefolgt von Sandgesteinen der GH 5 und basischen Gesteinen (GH 3). Die niedrigsten Gehalte weisen karbonatische Gesteine der GH 7 auf. Mit Ausnahme von Gesteinsvertretern der GH 4 und 5 entsprechen die mittleren Kalium-Gehalte aller übrigen Gruppen weitgehend den publizierten Kalium-Mittelwerten (Tabelle 33).

GH 1: Die mittleren Gehalte der genannten Gruppe liegen im Bereich von 4.79 bis 5.50 Gew.-%  $K_2O$ .

GH 2: Intermediäre Gesteine enthalten zwischen 2.69 und 4.0 Gew.-%  $K_2O$ .

GH 3: Bei Werten zwischen 0.12 und 2.30 bewegen sich die Kalium-Mediane um den publizierten Mittelwert.

Tab. 33: Spannbreiten und Mittelwerte von Kalium-Gehalten (als  $K_2O$ ) häufig auftretender Gesteine

Geochemische Hauptgruppe	Gesteine	Spannbreite (Gew.-%)	Mittelwert (Gew.-%)
1	Saure Magmatite		5.1
	Saure Metamorphite		
2	Intermediäre Magmatite		3.0
	Intermediäre Metamorphite		
3	Basische Magmatite		0.9
	Basische Metamorphite		
	Ultrabasische Magmatite		0.003
4	Tongesteine		3.2
5	Sande/Sandsteine		1.3
7	Karbonatische Gesteine		0.3

Aus: WEDEPOHL, K.H. (1969-1978). FIEDLER & RÖSLER (1987) (\*).

GH 4: Die Kalium-Mediane der Pelite reichen von 3.49 bis 6.21 Gew.-%, damit um Faktor 2 höher als der vorgegebene Mittelwert.

GH 5: Die mittleren Kalium-Gehalte liegen in Sanden bzw. Sandsteinen zwischen 0.25 und 3.86 Gew.-% und damit durchschnittlich ebenfalls um Faktor 2 oberhalb des publizierten Mittelwertes.

GH 7: Die mittleren Kalium-Gehalte der Karbonat- und Gipsgesteine bewegen sich zwischen 0.01 und 0.44 Gew.-%.

### **11.15 Lanthan (La)**

Lanthan stellt nach Cer das zweithäufigste SEE-Element in der Erdkruste dar. Das lithophile Element tritt nur chemisch gebunden in dreiwertiger Form auf. Die mittleren Lanthan-Gehalte in der oberen Erdkruste betragen 32.3 mg/kg (WEDEPOHL 1985). Natürlich findet es sich als Hauptelement in Phosphaten und Karbonaten (Bastnäsit, Monazit), als Neben- und Spurenelement in Mineralen wie Allanit (Orthit), Apatit, Fluorit und Zirkon. Natürliche Anreicherungen treten im pegmatitischen bis hydrothermalen Bildungsmilieu granitischer Gesteine, in Karbonatiten sowie als Schwerminerale in Seifen auf. Aufgrund der relativ hohen Verwitterungsbeständigkeit der Schwerminerale sind gelöste Anteile gering.

Die Spannbreite der Lanthan-Gehalte der untersuchten Gesteine variiert zwischen 0.13 mg/kg und 317 mg/kg (Anhang 4-15). Die im folgenden betrachteten mittleren Gehalte (Medianwerte) statistisch signifikanter Populationen des gesamten Datensatzes ( $n > 10$ ) liegen allerdings in einem deutlich kleineren Bereich zwischen 5 mg/kg und 73 mg/kg. Die höchsten mittleren Lanthan-Gehalte treten in intermediären und sauren Gesteinen der GH 2 und 1 sowie in tonigen Gesteinen der GH 4 und in basischen Gesteinen (GH 5) auf, gefolgt von psammitischen Gesteinen der GH 5. Die niedrigsten Gehalte weisen karbonatische Gesteine der GH 7 auf.

GH 1: Die mittleren Gehalte der genannten Gruppe liegen im Bereich von 1 bis 50 mg/kg La, wobei alle Mittelwerte der Gesteine unterhalb des publizierten Wertes liegen (Tabelle 34).

GH 2: Intermediäre Gesteine enthalten als Mediane zwischen 11 und 73 mg/kg La und entsprechen damit weitgehend den mittleren Gehalten in Gesteinen außerhalb Bayerns. Ausnahmen mit deutlichen Lanthan-Anreicherungen sind Redwitzite (73 mg/kg La).

GH 3: Die mittleren Lanthan-Gehalte ( $\leq 27$  mg/kg) bewegen sich innerhalb der weltweit auftretenden Variabilität dieser Gesteinsgruppe.

GH 4: Die Lanthan-Mediane der Pelite reichen von 28 mg/kg bis 44 mg/kg, womit alle Vertreter dieser Gruppe sowohl innerhalb der natürlichen Schwankungsbreite als auch nahe am publizierten Mittelwert angesiedelt sind.

GH 5: Die mittleren Lanthan-Gehalte in Sanden bzw. Sandsteinen liegen zwischen 5 und 25 mg/kg. Alle Mediane bewegen sich damit weitgehend um den publizierten Mittelwert dieser Gruppe (Tabelle 34).

GH 7: Die Lanthan-Mediane der Karbonat- und Gipsgesteine konzentrieren sich überwiegend bei niedrigen Werten zwischen 1 mg/kg und 7 mg/kg innerhalb der natürlichen Variabilität und nahe am publizierten Mittelwert.

Tab. 34: Spannbreiten und Mittelwerte von Lanthan-Gehalten häufig auftretender Gesteine

Geochemische Hauptgruppe	Gesteine	Spannbreite (mg/kg)	Mittelwert (mg/kg)
1	Saure Magmatite		55
	Saure Metamorphite		
2	Intermediäre Magmatite		31
	Intermediäre Metamorphite		
3	Basische Magmatite	1.9 – 45	6.1
	Basische Metamorphite		
	Ultrabasische Magmatite	0.6 – 4.6	
4	Tongesteine	28 – 79	45
5	Sande/Sandsteine	5.6 – 57	17
7	Karbonatische Gesteine	3.5 – 10	4.1

Aus: WEDEPOHL, K.H. (1969-1978). FIEDLER & RÖSLER (1987) (\*).

## 11.16 Lithium (Li)

Lithium, zur Gruppe der Alkalimetalle gehörig, verhält sich lithophil und tritt nur einwertig auf. Die mittleren Lithium-Gehalte in der oberen Erdkruste betragen 22 mg/kg (WEDEPOHL 1985). Natürlich tritt es als Hauptelement in den Silikaten Spodumen und Lepidolith sowie als „zugelassenes“ Spurenelement auf Magnesium-Gitterplätzen von Glimmern auf. Es ist in differenzierten granitischen Gesteinen sowie im pegmatitischen Bildungsmilieu von Graniten angereichert. Bei der Verwitterung wird es als lösliches  $\text{Li}^{1+}$  freigesetzt, an Tonminerale oder an organische Substanz adsorbiert.

Die analysierten Lithium-Gehalte der verschiedenen Gesteine in Bayern variieren zwischen 0.1 mg/kg und 495 mg/kg (Anhang 4-16). Die im folgenden betrachteten mittleren Gehalte (Medianwerte) statistisch signifikanter Populationen des gesamten Datensatzes ( $n > 10$ ) liegen allerdings in einem deutlich kleineren Bereich zwischen 0.3 mg/kg und 125 mg/kg. Die höchsten mittleren Lithium-Gehalte treten in sauren und intermediären Gesteinen der GH 1 und 2 sowie in tonigen (GH 4) und sandigen Gesteinen (GH 5) auf, gefolgt von basischen Gesteinen der GH 3. Die niedrigsten Gehalte weisen Karbonatgesteine (GH 7) auf. Dabei entsprechen bis auf wenige Ausnahmen die mittleren Lithium-Gehalte saurer-basischer Magmatite und Meta-

morphite sowie toniger Sedimentgesteine weitgehend den publizierten Lithium-Gehalten korrespondierender Gesteine. Höhere Abweichungen der Lithium-Mediane zu publizierten Daten treten dagegen tendenziell in psammitischen und karbonatischen Gesteinen auf.

GH 1: Die mittleren Gehalte der genannten Gruppe liegen im Bereich von ca. 0.3 bis 125 mg/kg Li. Bis auf Granite ( $\leq 125$  mg/kg) liegen jedoch die Mittelwerte der analysierten Gesteine nahe am Mittelwert der entsprechenden Gesteinsgruppe.

GH 2: Intermediäre Gesteine enthalten zwischen 26 und 74 mg/kg Li. Sie verhalten sich weitgehend konform mit den publizierten Mittelwerten bei Medianen überwiegend  $\leq 30$  mg/kg. Ausnahmen stellen metamorphe Tongesteine (Phyllite, Glimmerschiefer, Gneise) bei mittleren Gehalten zwischen 44 und 74 mg/kg Li sowie Redwitzite mit 40 mg/kg Li dar.

GH 3: Ebenfalls konform mit den publizierten Mittelwerten stellen sich die Gesteine dieser Gruppe dar. Ausnahmen sind Diabase mit 33 mg/kg Li.

GH 4: Die mittleren Lithium-Gehalte der Pelite reichen von 48 bis 75 mg/kg, entsprechend dem publizierten Mittelwert (Tabelle 35).

GH 5: Die Lithium-Mediane bewegen sich in Sanden bzw. Sandsteinen zwischen 12 und 50 mg/kg. Signifikante Lithium-Anreicherungen (im Vergleich zum publizierten Mittelwert) weisen die Psammite des Unteren Keupers (50 mg/kg) sowie des Oberen Buntsandsteines (33 mg/kg) auf.

GH 7: Die mittleren Lithium-Gehalte der Karbonat- und Gipsgesteine bewegen sich überwiegend zwischen 0.3 mg/kg und 10 mg/kg, womit eine Anreicherung um maximal Faktor 2 gegenüber dem publizierten Mittelwert belegt wird.

Tab. 35: Spannbreiten und Mittelwerte von Lithium-Gehalten häufig auftretender Gesteine

Geochemische Hauptgruppe	Gesteine	Spannbreite (mg/kg)	Mittelwert (mg/kg)
1	Saure Magmatite	10 – 87	38, 40 (*)
	Saure Metamorphite		
2	Intermediäre Magmatite	6 – 28	28, 20 (*)
	Intermediäre Metamorphite		
3	Basische Magmatite	3 – 50	15, 15 (*)
	Basische Metamorphite		
	Ultrabasische Magmatite	0.2 - 50.0	0.5, 0.5 (*)
4	Tongesteine		60 (*)
5	Sande/Sandsteine		15 (*)
7	Karbonatische Gesteine		5 (*)

Aus: WEDEPOHL, K.H. (1969-1978). FIEDLER & RÖSLER (1987) (\*).



## 11.17 Magnesium (Mg)

Magnesium ist ein Hauptelement mit lithophilem Charakter. Die mittleren Magnesium-Gehalte (als MgO) in der oberen Erdkruste betragen 2.24 Gew.-% (WEDEPOHL 1985). Als überwiegender Bestandteil dunkler, basischer Silikatminerale sowie von Magnesium-haltigen Salzmineralen ist es in ultrabasischen bis basischen Magmatiten in Form gesteinsbildender Minerale sowie in marinen Evaporiten angereichert. Es wird als  $Mg^{2+}$  gelöst und bei  $pH > 10.5$  als  $Mg(OH)_2$  gefällt, wobei es eine höhere Mobilität als Kalium aufweist.

Die analysierten Magnesium-Gehalte (alle als MgO, in Gew.-%) der verschiedenen Gesteine in Bayern variieren zwischen 0.01 und 41.13 Gew.-% (Anhang 4-17). Die im folgenden betrachteten mittleren Gehalte (Medianwerte) statistisch signifikanter Populationen des gesamten Datensatzes ( $n > 10$ ) liegen in einem deutlich kleineren Bereich zwischen 0.09 und 7.30 Gew.-%. Die höchsten mittleren Magnesium-Gehalte treten erwartungsgemäß in Dolomitgesteinen der GH 7, in basischen und tonigen Gesteinen der GH 3 und 4 sowie in intermediären Gesteinen (GH 2) auf, gefolgt von Sandgesteinen der GH 5. Die niedrigsten Gehalte weisen saure Gesteine der GH 1 auf. Durch die Überrepräsentanz dolomitischer Gesteine liegen die mittleren Magnesium-Gehalte der Karbonate scheinbar über dem publizierten Mittelwert der GH 7, ein Effekt, der durch verdichtende Analytik ausgeglichen werden kann. Mit dieser Ausnahme entsprechen die mittleren Magnesium-Gehalte aller übrigen Gesteinsgruppen den publizierten mittleren Magnesium-Gehalten (Tabelle 36).

GH 1: Die mittleren Gehalte der genannten Gruppe liegen im Bereich von 0.51 bis 0.63 Gew.-% MgO.

GH 2: Intermediäre Gesteine enthalten zwischen 0.30 und 2.64 Gew.-% MgO.

Tab. 36: Spannbreiten und Mittelwerte von Magnesium-Gehalten (als MgO) häufig auftretender Gesteine:

Geochemische Hauptgruppe	Gesteine	Spannbreite (Gew.-%)	Mittelwert (Gew.-%)
1	Saure Magmatite		0.27
	Saure Metamorphite		
2	Intermediäre Magmatite		1.6
	Intermediäre Metamorphite		
3	Basische Magmatite		7.6
	Basische Metamorphite		
	Ultrabasische Magmatite		49.7
4	Tongesteine		2.7
5	Sande/Sandsteine		1.2
7	Karbonatische Gesteine		4.3

Aus: WEDEPOHL, K.H. (1969-1978). FIEDLER & RÖSLER (1987) (\*).

GH 3: Mit Werten zwischen 2.20 und 7.30 bewegen sich die Magnesium-Mediane dieser Gesteine unterhalb des publizierten Mittelwertes.

GH 4: Die Magnesium-Mediane der Pelite reichen von 2.00 bis 4.40 Gew.-%, tendenziell um bis leicht oberhalb des publizierten Mittelwertes (Tabelle 36).

GH 5: Die mittleren Magnesium-Gehalte liegen in Sanden bzw. Sandsteinen zwischen 0.12 und 1.55 Gew.-%.

GH 7: Aufgrund unzureichender Datendichte kann ein Bezug zu publizierten Mittelwerten vorerst nicht hergestellt werden.

### **11.18 Mangan (Mn)**

Mangan ist ein Spurenelement mit lithophilem Charakter. Die mittleren Mangan-Gehalte (als MnO) in der oberen Erdkruste betragen 0.068 Gew.-% (WEDEPOHL 1985). Es tritt überwiegend in Form oxidischer sowie hydroxidischer Minerale, als Karbonat, in eigenständigen Silikaten sowie als Spurenelement in Fe-Mg-Ca-Mineralen (Silikate) auf. Angereichert ist es in hydrothermalen und sedimentären Lagerstätten. Eine hohe Löslichkeit (Mobilität) als  $Mn^{2+}$  tritt nur im sauer-reduzierenden Milieu auf.

Die analysierten Mangan-Gehalte (alle als MnO, in Gew.-%) der verschiedenen Gesteine in Bayern variieren zwischen 0.002 und 54.00 Gew.-% (Anhang 4-18). Die im folgenden betrachteten mittleren Gehalte (Medianwerte) statistisch signifikanter Populationen des gesamten Datensatzes ( $n > 10$ ) liegen dagegen in einem deutlich kleineren Bereich zwischen 0.01 und 0.18 Gew.-%. Die höchsten mittleren Mangan-Gehalte treten in basischen Gesteinen der GH 3, in intermediären Gesteinen der GH 2 sowie in Tongesteinen (GH 4) auf, gefolgt von Sandgesteinen der GH 5 und Karbonatgesteinen (GH 7). Die niedrigsten Gehalte weisen saure Gesteine der GH 1 auf. Mit Ausnahme von Gesteinsvertretern der GH 5 liegen die mittleren Mangan-Gehalte aller übrigen Gesteinsgruppen unterhalb der publizierten mittleren Mn-Gehalte (Tabelle 37).

GH 1: Die mittleren Gehalte der genannten Gruppe liegen im Bereich von 0.02 bis 0.04 Gew.-% MnO.

GH 2: Intermediäre Gesteine enthalten zwischen 0.06 und 0.09 Gew.-% MnO.

GH 3: Bei Werten zwischen 0.03 und 0.18 bewegen sich die Mangan-Mediane dieser Gesteine unterhalb des publizierten Mittelwertes (Tabelle 37).

GH 4: Die Mangan-Mediane der Pelite reichen von 0.01 bis 0.09 Gew.-%.

GH 5: Die mittleren Mangan-Gehalte liegen in Sanden bzw. Sandsteinen zwischen 0.01 und 0.05 Gew.-% und damit durchschnittlich um Faktor 5 oberhalb des publizierten Mittelwertes.

GH 7: Die mittleren Mangan-Gehalte der Karbonat- und Gipsgesteine bewegen sich zwischen 0.01 und 0.06 Gew.-%.

Tab. 37: Spannbreiten und Mittelwerte von Mangan-Gehalten (als MnO) häufig auftretender Gesteine

Geochemische Hauptgruppe	Gesteine	Spannbreite (Gew.-%)	Mittelwert (Gew.-%)
1	Saure Magmatite		0.050
	Saure Metamorphite		
2	Intermediäre Magmatite		0.069
	Intermediäre Metamorphite		
3	Basische Magmatite		0.19
	Basische Metamorphite		
	Ultrabasische Magmatite		0.13
4	Tongesteine		0.11
5	Sande/Sandsteine		0.006
7	Karbonatische Gesteine		0.090

Aus: WEDEPOHL, K.H. (1969-1978). FIEDLER & RÖSLER (1987) (\*).

### 11.19 Molybdän (Mo)

Molybdän weist eine große Vielfalt an Bindungstypen auf und zeigt sowohl siderophilen als auch chalkophilen Charakter. Wegen seiner großen geochemischen Ähnlichkeit zu Wolfram ist es oft mit diesem assoziiert. Die mittleren Molybdän-Gehalte in der oberen Erdkruste betragen 1.4 mg/kg (WEDEPOHL 1985). Natürlich findet sich Molybdän als Hauptelement in Erzmineralen (Molybdänit, Wulfenit), als Spuren- bis Nebenelement in Eisen-Sulfiden (Pyrit, Chalkopyrit) und Mangan-Oxiden, als Spurenelement in femischen gesteinsbildenden Silikaten mit hohen Ti- und Fe-Gehalten (Biotit, Amphibole, Titanit) sowie in Eisen-Oxiden (Ilmenit). Konzentriert tritt es in stärker differenzierten granitischen Intrusionen, abbauwürdig in Form pneumatolytisch-hydrothormaler Lagerstätten im Umfeld von Granitplutonen sowie in tonig-bituminösen Sedimentgesteinen auf. Bei der Verwitterung verhält es sich als lösliches  $(\text{MoO}_4)^{2-}$  sowie als lösliche Mo-Organokomplexe relativ hoch mobil. Durch Fällung im karbonatischen Milieu mit  $\text{Pb}^{2+}$  sowie  $\text{Ca}^{2+}$  wird seine Löslichkeit herabgesetzt, im reduzierenden Milieu wird es sulfidisch gefällt. Eine Sorption erfolgt an Fe-Oxihydroxide, Tonminerale sowie an Humate.

Die Spannbreite der Molybdän-Gehalte der untersuchten Gesteine variiert zwischen 0.01 mg/kg und 108 mg/kg (Anhang 4-19). Die im folgenden betrachteten mittleren Gehalte (Medianwerte) statistisch signifikanter Populationen des gesamten Datensatzes ( $n > 10$ ) liegen allerdings in einem deutlich kleineren Bereich zwischen 0.08 mg/kg und 6 mg/kg. Die höchsten mittleren Molybdän-Gehalte treten in basischen Gesteinen der GH 3 sowie in sauren und intermediären Magmatiten (GH 1 und 2) auf, gefolgt von Tongesteinen der GH 4 und Sandgesteinen der GH 5. Die niedrigsten mittleren Gehalte führen karbonatische Gesteine der GH 7.

GH 1: Die mittleren Gehalte der genannten Gruppe liegen im Bereich von 0.08 bis 2 mg/kg Mo, wobei überwiegend alle Mittelwerte der analysierten Gesteine unterhalb des publizierten Mittelwertes liegen (Tabelle 38). Ausnahmen mit Mittelwerten von 2 mg/kg stellen leukokrate Gneise sowie Granite dar.

GH 2: Intermediäre Gesteine enthalten als Mediane zwischen 0.13 und 2 mg/kg Mo und entsprechen damit weitgehend den Gehalten in Gesteinen außerhalb Bayerns. Ausnahmen mit deutlichen Molybdän-Anreicherungen (2 mg/kg) sind Redwitzite, Diorite sowie Granodiorite.

GH 3: Die mittleren Molybdän-Gehalte ( $\leq 6$  mg/kg) bewegen sich innerhalb der natürlichen Variabilität dieser Gesteinsgruppe. Eine tendenzielle Molybdän-Anreicherung belegen die Analysen bei Kalksilikaten (2 mg/kg), eine signifikante bei Metabasiten (6 mg/kg Mo).

GH 4: Die häufigen Molybdän-Gehalte der Pelite reichen von 0.59 mg/kg bis 1 mg/kg, bei allen deutlich unterhalb des publizierten Mittelwertes.

GH 5: Die mittleren Molybdän-Gehalte in Sanden bzw. Sandsteinen liegen zwischen 0.15 und 0.71 mg/kg. Bis auf Sandsteine des Unteren Keupers (0.71 mg/kg Mo) bewegen sich alle Mediane der untersuchten Gesteine weitgehend um den publizierten Mittelwert dieser Gruppe (Tabelle 38).

GH 7: Die häufigen Molybdän-Gehalte der Karbonat- und Gipsgesteine konzentrieren sich überwiegend bei niedrigen Werten zwischen 0.08 mg/kg und 0.41 mg/kg. Sie entsprechen damit den publizierten Mittelwerten oder liegen darunter (Tabelle 38).

Tab. 38: Spannbreiten und Mittelwerte von Molybdän-Gehalten häufig auftretender Gesteine

Geochemische Hauptgruppe	Gesteine	Spannbreite (mg/kg)	Mittelwert (mg/kg)
1	Saure Magmatite	0.36 – 6.5	1.1, 1.0 (*)
	Saure Metamorphite		
2	Intermediäre Magmatite	0.9 – 10	0.8, 0.9 (*)
	Intermediäre Metamorphite		
3	Basische Magmatite	0.2 - 7.3	1.2, 1.4 (*)
	Basische Metamorphite		
	Ultrabasische Magmatite	0.1 - 1.4	0.3, 0.2 (*)
4	Tongesteine	0.7 - 2.0	2.0 (*)
5	Sande/Sandsteine		0.3, 0.4 (*)
7	Karbonatische Gesteine		0.4, 0.4 (*)

Aus: WEDEPOHL, K.H. (1969-1978). FIEDLER & RÖSLER (1987) (\*).

## 11.20 Natrium (Na)

Das lithophile Hauptelement ist am Aufbau der oberen Erdkruste mit durchschnittlich 3.46 Gew.-% (als  $\text{Na}_2\text{O}$ ) beteiligt (WEDEPOHL 1985). Es findet sich als wesentlicher Bestandteil gesteinsbildender Silikate (Feldspäte, Feldspatvertreter, Alkalipyroxene und –amphibole) in magmatischen Alkaligesteinen sowie als Halit (Steinsalz) sedimentär in Salzlagerstätten angereichert. Als  $\text{Na}^{1+}$  ist es extrem wasserlöslich und stellt das Metall mit der höchsten Löslichkeit und Mobilität dar.

Die analysierten Natrium-Gehalte (alle als  $\text{Na}_2\text{O}$ , in Gew.-%) der verschiedenen Gesteine in Bayern variieren zwischen 0.01 und 11.00 Gew.-% (Anhang 4-20). Die im folgenden betrachteten mittleren Gehalte (Medianwerte) statistisch signifikanter Populationen des gesamten Datensatzes ( $n > 10$ ) liegen zwischen 0.12 und 4.08 Gew.-%. Die höchsten mittleren Natrium-Gehalte treten erwartungsgemäß in intermediären Gesteinen der GH 2 auf, gefolgt von sauren Magmatiten und Metamorphiten (GH 1) sowie Ton- und Sandgesteinen der GH 4 und 5. Karbonatische Gesteine (GH 7) zeichnen sich durch die niedrigsten Natrium-Mediane aus. Mit Ausnahme saurer Magmatite entsprechen die mittleren Natrium-Gehalte aller analysierten Gesteine weitgehend den publizierten Natrium-Mittelwerten (Tabelle 39). Das Vorherrschen von Graniten in o.g. Gruppe verschiebt scheinbar die mittleren Natrium-Gehalte zu Werten oberhalb des publizierten Mittelwertes. Die gefundenen Mediane liegen aber in der für Granite typischen Größenordnung.

GH 1: Die mittleren Gehalte der genannten Gruppe liegen im Bereich von 2.90 bis 3.28 Gew.-% als  $\text{Na}_2\text{O}$ .

GH 2: Intermediäre Gesteine führen Mediane zwischen 0.91 und 4.08 Gew.-%  $\text{Na}_2\text{O}$ .

Tab. 39: Spannbreiten und Mittelwerte von Natrium-Gehalten (als  $\text{Na}_2\text{O}$ ) häufig auftretender Gesteine

Geochemische Hauptgruppe	Gesteine	Spannbreite (Gew.-%)	Mittelwert (Gew.-%)
1	Saure Magmatite		0.67
	Saure Metamorphite		
2	Intermediäre Magmatite		3.4
	Intermediäre Metamorphite		
3	Basische Magmatite		2.43
	Basische Metamorphite		
	Ultrabasische Magmatite		0.135
4	Tongesteine		1.29
5	Sande/Sandsteine		0.44
7	Karbonatische Gesteine		0.05

Aus: WEDEPOHL, K.H. (1969-1978). FIEDLER & RÖSLER (1987) (\*).

GH 3: Bei Werten  $\leq 2.51$  Gew.-%  $\text{Na}_2\text{O}$  bewegen sich die Natrium-Mediane der Basite am publizierten Mittelwert und darunter.

GH 4: Die Natrium-Mediane der Pelite reichen von 0.18 bis 2.00 Gew.-%.

GH 5: Die mittleren Natrium-Gehalte liegen in Sanden bzw. Sandsteinen zwischen 0.12 und 1.56 Gew.-%.

GH 7: Karbonat- und Gipsgesteine führen die niedrigsten Natrium-Mediane bei Werten  $\leq 0.13$  Gew.-%.

## 11.21 Nickel (Ni)

Nickel ist ein Element mit lithophilem, chalkophilem und siderophilem Charakter, das irdisch nur in chemisch gebundener Form als zwei-, drei- oder vierwertige Verbindungen auftritt. Es ist meist mit Fe, Co, Cr und V, oft auch mit As und Sb vergesellschaftet. Die mittleren Nickel-Gehalte in der oberen Erdkruste betragen 18.6 mg/kg (WEDEPOHL 1985). Natürlich tritt Nickel als Hauptelement in Sulfiden, Arseniden, Sulfosalzen (zusammen mit Co, Cu, Fe) und in Silikaten wie Garnierit (gewinnungstechnisch bedeutsam), als Spurenelement in femischen gesteinsbildenden Fe-Mg-Silikaten wie in Olivin, Pyroxenen, Biotit und Chlorit sowie in Tonmineralen auf. Natürlich angereichert ist es in primären Nickellagerstätten als liquid-magmatische Erze ultramafischer - mafischer Intrusiva (negative Korrelation zwischen Nickel-Gehalt und Differentiationsgrad der Gesteine) sowie in sekundären silikatischen Lagerstätten die aus hydrothermalen Umprägung bzw. Verwitterung primärer Lagerstätten hervorgegangen sind. Bei Verwitterung entstehen dabei durch Oxidation primärer Sulfiderze u.a. Sulfate, Arsenate aber auch Silikate. Im Wasser ist Nickel als Chlorid, Nitrat und Sulfat sehr leicht löslich. Die Löslichkeit wird jedoch durch Anwesenheit von Phosphat, Karbonat oder Hydroxyl stark herabgesetzt. Daneben wird gelöstes Nickel an Fe-Mn-Oxidhydroxide und Humusstoffe sorbiert.

Die analysierten Nickel-Gehalte der verschiedenen Gesteine in Bayern variieren zwischen 0.2 mg/kg und 2530 mg/kg (Anhang 4-21). Die im folgenden betrachteten mittleren Gehalte (Medianwerte) statistisch signifikanter Populationen des gesamten Datensatzes ( $n > 10$ ) liegen allerdings in einem deutlich kleineren Bereich zwischen 5 mg/kg und 93 mg/kg. Die höchsten mittleren Nickel-Gehalte treten in basischen und tonigen Gesteinen der GH 3 und 4, in Sandgesteinen der GH 5 sowie in intermediären Gesteinen (GH 2) auf. Die niedrigsten mittleren Gehalte enthalten Karbonatgesteine (GH 7) und saure Magmatite (GH 1). Dabei entsprechen die mittleren Nickel-Gehalte aller Gesteinsgruppen weitgehend bis auf eine Ausnahme den publizierten Nickel-Gehalten korrespondierender Gesteine.

GH 1: Die mittleren Gehalte der genannten Gruppe liegen im Bereich von 2 bis 10 mg/kg Ni. Die Mittelwerte der analysierten Gesteine liegen damit eng am Mittelwert der entsprechenden Gesteinsgruppe (Tabelle 40).

GH 2: Intermediäre Gesteine enthalten als Mediane zwischen 6 und 34 mg/kg Ni und führen damit deutlich niedrigere Nickel-Konzentrationen als vorgegeben.

GH 3: Ebenfalls geringere Mediane als die publizierten Mittelwerte belegen die Analysen für Vertreter dieser Gruppe bei Mittelwerten  $\leq 96$  mg/kg.

GH 4: Die Nickel-Mediane der Pelite reichen von 41 bis 93 mg/kg, was den publizierten Mittelwerten optimal entspricht (Tabelle 40).

GH 5: Die mittleren Nickel-Gehalte bewegen sich in Sanden bzw. Sandsteinen zwischen 3 und 51 mg/kg. Signifikante Nickel-Anreicherungen im Vergleich zum publizierten Mittelwert weisen die Psammite des Keupers (51 mg/kg) auf.

GH 7: Die Nickel-Mediane der Karbonat- und Gipsgesteine bewegen sich zwischen 8 mg/kg und 12 mg/kg und liegen damit deutlich unter dem publizierten Mittelwert.

Tab. 40: Spannbreiten und Mittelwerte von Nickel-Gehalten häufig auftretender Gesteine

Geochemische Hauptgruppe	Gesteine	Spannbreite (mg/kg)	Mittelwert (mg/kg)
1	Saure Magmatite	< 6 – 16	8 (*)
	Saure Metamorphite		
2	Intermediäre Magmatite	3 – 68	55 (*)
	Intermediäre Metamorphite		
3	Basische Magmatite	25 – 530	160 (*)
	Basische Metamorphite		
	Ultrabasische Magmatite		1450, 2000 (*)
4	Tongesteine	34 – 101	95 (*)
5	Sande/Sandsteine	21 – 27	2 (*)
7	Karbonatische Gesteine	1.5 - 27.5	20 (*)

Aus: WEDEPOHL, K.H. (1969-1978). FIEDLER & RÖSLER (1987) (\*).

## 11.22 Phosphor (P)

Phosphor ist ein Spurenelement mit lithophilem Charakter. Die mittleren Phosphor-Gehalte in der oberen Erdkruste betragen 665 mg/kg entsprechend 0.15 Gew.-% (WEDEPOHL 1985). Natürlich tritt es in Form von Ca- sowie SEE-Phosphaten (Apatit, Monazit, etc.) auf. Angereichert ist es magmatogen in Alkaligesteinen und Pegmatiten sowie sedimentär in Phosphoritlagerstätten. Die geringe Wasserlöslichkeit der Phosphate bedingt eine geringe Mobilität bei der Verwitterung. Freie Kationen werden durch Ca, Pb, etc. gefällt. In Form von Apatit wird Phosphor in der Schwermineralfraktion konzentriert. Im Wasser liegt Phosphor als wasserlösliche Komplexe, wie  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $(\text{PO}_4)^{3-}$  und  $(\text{H}_2\text{PO}_4)^{1-}$  vor.

Die analysierten Phosphor-Gehalte (alle als  $\text{P}_2\text{O}_5$ , in Gew.-%) der verschiedenen Gesteine in Bayern variieren zwischen 0.01 und 2.46 Gew.-% (Anhang 4-22). Die im folgenden betrachte-

ten mittleren Gehalte (Medianwerte) statistisch signifikanter Populationen des gesamten Datensatzes ( $n > 10$ ) liegen dagegen in einem kleineren Bereich zwischen 0.02 und 1.00 Gew.-%. Die höchsten mittleren Phosphor-Gehalte treten in basischen Gesteinen der GH 3, in intermediären Gesteinen der GH 2 sowie in sauren Gesteinen (GH 1) auf, gefolgt von Tongesteinen der GH 4 und psammitischen Gesteinen der GH 5. Die niedrigsten Gehalte weisen Karbonatgesteine (GH 7) auf. Dabei entsprechen die mittleren Phosphor-Gehalte aller Gesteinsgruppen weitgehend bis auf wenige Ausnahmen den publizierten mittleren Phosphor-Gehalten.

GH 1: Die mittleren Gehalte der genannten Gruppe liegen im Bereich von 0.19 bis 0.30 Gew.-%  $P_2O_5$ . Anreicherungen von Phosphor finden sich in leukokraten Gneisen und Graniten, die hier vermutlich durch den hohen Schwermineralanteil an Phosphaten (Apatit, Monazit) hervorgerufen werden.

GH 2: Intermediäre Gesteine enthalten zwischen 0.14 und 0.41 Gew.-%  $P_2O_5$ . Sie verhalten sich weitgehend konform mit den publizierten Mittelwerten (Tabelle 41).

GH 3: Ebenfalls konform mit den publizierten Mittelwerten, bis auf „Diabase, Tuffe, Pikrite“ (0.80 Gew.-%), stellen sich die Vertreter dieser Gruppe bei Mittelwerten  $\leq 0.80$  Gew.-% dar.

GH 4: Die Phosphor-Mediane der Pelite reichen von 0.14 bis 0.23 Gew.-% und konzentrieren sich damit um den vorgegebenen Mittelwert.

GH 5: Die mittleren Phosphor-Gehalte liegen in Sanden bzw. Sandsteinen zwischen 0.04 und 0.26 Gew.-%. Deutliche Phosphor-Anreicherungen (im Vergleich zum publizierten Mittelwert) weisen die Psammite des Unteren Keupers (0.26 Gew.-%) auf.

GH 7: Die mittleren Phosphor-Gehalte der Karbonat- und Gipsgesteine bewegen sich zwischen 0.02 und 0.07 Gew.-% und liegen damit am publizierten Mittelwert.

Tab. 41: Spannbreiten und Mittelwerte von Phosphor-Gehalten (elementar und als  $P_2O_5$ ) häufig auftretender Gesteine

Geochemische Hauptgruppe	Gesteine	Spannbreite (mg/kg)	Mittelwert (mg/kg bzw. Gew.-%)
1	Saure Magmatite		600 / 0.13
	Saure Metamorphite		
2	Intermediäre Magmatite		920 / 0.21
	Intermediäre Metamorphite		
3	Basische Magmatite		1100 / 0.25
	Basische Metamorphite		
	Ultrabasische Magmatite		220 / 0.05
4	Tongesteine		700 / 0.16
5	Sande/Sandsteine		170 / 0.03
7	Karbonatische Gesteine		300 / 0.06

Aus: WEDEPOHL, K.H. (1969-1978). FIEDLER & RÖSLER (1987) (\*).



### 11.23 Blei (Pb)

Das lithophil und chalkophil geprägte Blei liegt natürlich in zwei- und vierwertigen Bindungsformen vor. Die mittleren Blei-Gehalte in der oberen Erdkruste betragen 17 mg/kg (WEDEPOHL 1985). Es tritt als Hauptelement in verschiedensten Erzmineralen u.a. als Sulfide, Sulfate, Phosphate, Arsenate, Oxide und Karbonate (zusammen mit Cu-, Fe- und Zn-Erzmineralen) sowie als Spurenelement in gesteinsbildenden salischen Kalium-Silikaten (Glimmer, Alkalifeldspäte) auf. Angereichert ist es in differenzierten, granitischen Gesteinen (positive Korrelation zwischen Blei- und Kalium-Gehalten bzw. dem Differentiationsgrad kalkalkalischer Magmenfolgen), in pegmatitisch - hydrothermalen Bereichen granitischer Intrusiva (vergesellschaftet mit Ag, Au, As, Cu, Fe, Sb und Zn) sowie sedimentär in Form nutzbarer Lagerstätten (konzentriert durch Adsorption an Tonminerale, an organische Substanz sowie an Fe-Mn-Oxihydroxide). Bei der Verwitterung werden primäre Sulfide u.a. zu schwerlöslichen Sulfaten und Karbonaten mit geringer Mobilität oxidiert, freie Ionen werden an Fe-Mn-Oxihydroxide, an Tonminerale sowie an organische Substanz adsorbiert (Auflagehorizonte). Im Wasser wird Blei u.a. als  $Pb^{2+}$ ,  $Pb(OH)^+$  sowie in Form von Cl-Komplexen und mit organischen Molekülen gelöst.

Die analysierten Blei-Gehalte der verschiedenen Gesteine in Bayern variieren zwischen 0.1 mg/kg und 1020 mg/kg (Anhang 4-23). Die im folgenden betrachteten mittleren Gehalte (Medianwerte) statistisch signifikanter Populationen des gesamten Datensatzes ( $n > 10$ ) liegen allerdings in einem deutlich kleineren Bereich zwischen 0.6 mg/kg und 31 mg/kg. Die höchsten mittleren Blei-Gehalte treten in tonigen Gesteinen der GH 4, in sauren Gesteinen der GH 1 sowie in intermediären Gesteinen (GH 2) auf, gefolgt von Sandgesteinen der GH 5 und basisch-ultrabasischen Gesteinen der GH 3. Die niedrigsten Gehalte weisen Karbonatgesteine (GH 7) auf. Dabei entsprechen die mittleren Gehalte aller Gesteinsgruppen weitgehend bis auf wenige Ausnahmen den publizierten Blei-Gehalten korrespondierender Gesteine oder liegen darunter.

GH 1: Die mittleren Gehalte der genannten Gruppe liegen im Bereich von 0.3 bis 31 mg/kg Pb. Bis auf Granite ( $\leq 31$  mg/kg) liegen die Mittelwerte der analysierten Gesteine um den Mittelwert der entsprechenden Gesteinsgruppe (Tabelle 42).

GH 2: Intermediäre Gesteine (Phyllite, Glimmerschiefer, Gneise) enthalten zwischen 5 und 21 mg/kg Pb. Sie verhalten sich weitgehend konform mit den publizierten Mittelwerten bei Gehalten um 15 mg/kg. Ausnahmen stellen Granodiorite, Diorite sowie Redwitzite mit maximal 21 mg/kg Pb dar.

GH 3: Ebenfalls konform mit den publizierten Mittelwerten stellen sich die Gesteine dieser Gruppe bei Mittelwerten  $\leq 7$  mg/kg dar.

GH 4: Die Blei-Gehalte der Pelite reichen von 9 bis 39 mg/kg. Relativ hohe Abweichungen vom publizierten Mittelwert (Tabelle 42) zeigen die Tonsteine des Lias (39 mg/kg). Alle übrigen Mediane liegen unterhalb des publizierten Mittelwertes.

GH 5: Die mittleren Blei-Gehalte bewegen sich in Sanden bzw. Sandsteinen zwischen 0.64 und 17 mg/kg. Signifikante Blei-Anreicherungen (im Vergleich zum publizierten Mittelwert)

weisen die Psammite des Sandsteinkeupers (14 mg/kg) sowie des Unteren Keupers (17 mg/kg) auf.

GH 7: Die Blei-Gehalte der Karbonat- und Gipsgesteine bewegen sich zwischen 0.6 mg/kg und 3 mg/kg und liegen damit deutlich unter dem publizierten Mittelwert.

Tab. 42: Spannbreiten und Mittelwerte von Blei-Gehalten häufig auftretender Gesteine

Geochemische Hauptgruppe	Gesteine	Spannbreite (mg/kg)	Mittelwert (mg/kg)
1	Saure Magmatite		23.6, 20 (*)
	Saure Metamorphite		
2	Intermediäre Magmatite		10.4, 15 (*)
	Intermediäre Metamorphite	0.4 - 150	
3	Basische Magmatite		3.2, 8 (*)
	Basische Metamorphite	0.1 – 82	
	Ultrabasische Magmatite		0.3, 0.1 (*)
4	Tongesteine		23, 20 (*)
5	Sande/Sandsteine		7 (*)
7	Karbonatische Gesteine	0.6 – 8	9 (*)

Aus: WEDEPOHL, K.H. (1969-1978). FIEDLER & RÖSLER (1987) (\*).

## 11.24 Rubidium (Rb)

Das einwertige Element aus der Gruppe der Alkalimetalle ist ein typisches Kation der LIL-Gruppe (relativ großer Ionenradius, bei kleiner Ladung). Die mittleren Rubidium-Gehalte in der oberen Erdkruste betragen 110 mg/kg (WEDEPOHL 1985). Es tritt als „getarntes Gastelement“ (zusammen mit Cs und Pb) auf Kaliumgitterplätzen von Alkalifeldspäten und Glimmern auf. Als natürlicher Begleiter des Kaliums ist es in differenzierten granitischen Gesteinen (Feldspäte und Glimmer) sowie ihren Pegmatiten als Spurenelement angereichert. Im Wasser wird es als  $Rb^{1+}$  gelöst und weist eine relativ hohe Mobilität auf. Gelöstes Rubidium wird an Tonminerale sorbiert.

Die Spannbreite der Rubidium-Gehalte in den untersuchten Gesteinen schwankt zwischen 0.25 mg/kg und 1036 mg/kg (Anhang 4-24). Die im folgenden diskutierten mittleren Gehalte (Medianwerte) statistisch signifikanter Populationen des gesamten Datensatzes liegen allerdings in einem deutlich kleineren Bereich zwischen 0.42 mg/kg und 419 mg/kg. Die höchsten mittleren Rubidium-Gehalte treten in sauer bis intermediären magmatisch-metamorphen Gesteinen (GH 1 und 2) auf, gefolgt von tonigen und sandigen Gesteinen der GH 4 und 5 sowie basisch bis ultrabasischen Gesteinen (GH 3). Die niedrigsten Gehalte wurden in Karbonatgesteinen der GH 7 analysiert.

GH 1: Die mittleren Gehalte der genannten Gruppe liegen im Bereich von 1 bis 419 mg/kg Rb, wobei nur die Granite mit Medianen zwischen 306 und 419 mg/kg Rb über den publizierten Rubidium-Gehalten entsprechender Gesteine liegen (Tabelle 43).

GH 2: Intermediäre Gesteine (Phyllite, Glimmerschiefer, Gneise) enthalten zwischen 122 mg/kg und 258 mg/kg Rb und liegen damit um den Faktor 1.2 bis 2.5 über den Gehalten in Gesteinen außerhalb Bayerns.

GH 3: Mit Ausnahme der Kalksilikate (97 mg/kg) treten in dieser Gruppe Mediane zwischen 6 und 12 mg/kg Rb entsprechend dem publizierten Mittelwert (Tabelle 43) auf oder liegen deutlich darunter.

GH 4: Die mittleren Rubidium-Gehalte der Pelite reichen über einen Bereich von 136 bis 245 mg/kg, wobei jedoch die Mittelwerte dieser Gesteinsgruppe weitgehend dem publizierten Mittelwert entsprechen.

GH 5: Die Mediane statistisch signifikanter Populationen bewegen sich in Sanden bzw. Sandsteinen zwischen 14 und 162 mg/kg Rb. Abweichungen vom entsprechenden Mittelwert weisen nur Sandsteine des Keupers (79 mg/kg) sowie des Mittleren und Oberen Buntsandsteines (maximal 162 mg/kg) auf.

GH 7: Die mittleren Rubidium-Gehalte der Karbonat- und Gipsgesteine liegen unterhalb des publizierten Mittelwertes.

Tab. 43: Spannbreiten und Mittelwerte von Rubidium-Gehalten häufig auftretender Gesteine

Geochemische Hauptgruppe	Gesteine	Spannbreite (mg/kg)	Mittelwert (mg/kg)
1	Saure Magmatite	177 – 910	151, 200 (*)
	Saure Metamorphite		
2	Intermediäre Magmatite	73 – 550	88, 100 (*)
	Intermediäre Metamorphite		
3	Basische Magmatite	18 – 47	25, 45 (*)
	Basische Metamorphite		
	Ultrabasische Magmatite	0.11 – 7.75	0.5, 2 (*)
4	Tongesteine	20 – 663	146, 200 (*)
5	Sande/Sandsteine	9 – 100	46, 60 (*)
7	Karbonatische Gesteine	6 – 370	45, 3 (*)

Aus: WEDEPOHL, K.H. (1969-1978). FIEDLER & RÖSLER (1987) (\*).

## 11.25 Antimon (Sb)

Antimon ist ein überwiegend chemisch gebundenes, chalkophiles Element mit den Wertigkeiten in Verbindungen von +III und +V. Die mittleren Antimon-Gehalte in der oberen Erdkruste betragen 0.31 mg/kg (WEDEPOHL 1985). Sb ist ein häufiger Begleiter von Pb-, Cu-, Zn- und Ag-Erzen, oft zusammen mit As, Hg und Tl. Es tritt als Hauptelement in eigenständigen Sulfiden (Stibnit, Tetraedrit, u.a.) hydrothormaler Erzmineralisationen auf. Da Antimon und die meisten seiner Verbindungen schwer löslich sind, sind gelöste Anteile bei Verwitterung und dgl. als unproblematisch einzustufen. Im Wasser ist Sb u.a. als  $\text{SbO}_2^-$  sowie als Anionenkomplexe mit  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  und  $\text{HCO}_3^{1-}$  löslich. Gelöstes Antimon wird an Tonminerale sorbiert.

Die analysierten Antimon-Gehalte der verschiedenen Gesteine in Bayern variieren zwischen 0.002 mg/kg und 507 mg/kg (Anhang 4-25). Die im folgenden betrachteten mittleren Gehalte (Medianwerte) statistisch signifikanter Populationen des gesamten Datensatzes ( $n > 10$ ) liegen allerdings in einem deutlich kleineren Bereich zwischen 0.01 mg/kg und 11 mg/kg. Die höchsten mittleren Antimon-Gehalte treten in tonigen Gesteinen der GH 4, in psammitischen Gesteinen der GH 5 sowie in basisch-ultrabasischen Gesteinen der GH 3 auf, gefolgt von sauren Gesteinen der GH 1 und Karbonatgesteinen (GH 7). Die niedrigsten Gehalte weisen intermediäre Gesteine (GH 2) auf. Dabei entsprechen die mittleren Gehalte aller Gesteinsgruppen weitgehend bis auf wenige Ausnahmen den publizierten mittleren Antimon-Gehalten korrespondierender Gesteine oder liegen darunter.

GH 1: Die mittleren Gehalte der genannten Gruppe konzentrieren sich im Bereich von 0.01 bis 0.84 mg/kg Sb. Bis auf Quarzporphyre (0.84 mg/kg) liegen die Mittelwerte der analysierten Gesteine unterhalb des Mittelwertes für die entsprechende Gesteinsgruppe (Tabelle 44).

GH 2: Intermediäre Gesteine (Phyllite, Glimmerschiefer, Gneise) enthalten zwischen 0.023 und 0.164 mg/kg Sb. Sie liegen damit unterhalb des publizierten Mittelwertes.

GH 3: Mit Medianen  $\leq 1$  mg/kg Sb pendeln sich die Gesteine dieser Gruppe um oder unterhalb des publizierten Mittelwertes ein.

GH 4: Die mittleren Antimon-Gehalte der Pelite reichen von 1.36 bis 11 mg/kg. Relativ hohe Abweichungen vom publizierten Mittelwert (Tabelle 44) zeigen die Tonsteine des Unteren Keupers (7 mg/kg) sowie des Oberen Buntsandsteins (11 mg/kg). Alle übrigen Mediane liegen innerhalb der natürlichen Variabilität dieser Gesteinsgruppe.

GH 5: Die mittleren Antimon-Gehalte bewegen sich in Sanden bzw. Sandsteinen in einem relativ engem Intervall von 0.09 und 2 mg/kg.

GH 7: Ein ähnliches Verhalten der Mediane stellt sich bei Karbonat- und Gipsgesteinen dar (0.01 bis 0.69 mg/kg Sb). Wegen Fehlens von Vergleichswerten sind weiterführende Diskussionen in beiden Hauptgruppen jedoch nicht möglich.

Tab. 44: Spannbreiten und Mittelwerte von Antimon-Gehalten häufig auftretender Gesteine

Geochemische Hauptgruppe	Gesteine	Spannbreite (mg/kg)	Mittelwert (mg/kg)
1	Saure Magmatite	0.1 - 1.0	0.2, 0.26 (*)
	Saure Metamorphite		
2	Intermediäre Magmatite	0.18 - 0.21	0.2 (*)
	Intermediäre Metamorphite		
3	Basische Magmatite	< 0.1 - 1.4	0.15, 1.0 (*)
	Basische Metamorphite		
	Ultrabasische Magmatite		0.1, 0.1 (*)
4	Tongesteine	0.1 - 3.0	1.5, 2 (*)
5	Sande/Sandsteine		
7	Karbonatische Gesteine		0.2 (*)

Aus: WEDEPOHL, K.H. (1969-1978). FIEDLER & RÖSLER (1987) (\*).

## 11.26 Scandium (Sc)

Das lithophile Element kommt natürlich nur chemisch gebunden in der Oxidationstufe + III vor. Die mittleren Scandium-Gehalte in der oberen Erdkruste betragen 7 mg/kg (WEDEPOHL 1985). Es tritt als Neben- und Spurenelement in Erzen des Zinns, Zirkoniums und des Wolframs (bis 2000 mg/kg) sowie als Begleiter der Lanthaniden in ihren Mineralen, hier vor allem als Hauptelement im Silikat Thortveitit, auf. Natürlich angereichert ist Scandium im pegmatitisch-pneumatolytischen Milieu saurer Plutonite sowie in Schwermineralseifen. Wegen der Verwitterungsresistenz seiner Minerale (u.a. Glimmer und Schwerminerale) sind keine merklichen natürlichen Lösungsfreisetzungen bei der Verwitterung zu erwarten. Gelöstes Scandium, u.a. in Form von Sulfat- und Organokomplexen, wird an Eisen-Oxidhydroxide sowie Tonminerale gebunden.

Die analysierten Scandium-Gehalte der verschiedenen Gesteine in Bayern variieren zwischen 0.002 mg/kg und 90 mg/kg (Anhang 4-26). Die im folgenden betrachteten mittleren Gehalte (Medianwerte) statistisch signifikanter Populationen des gesamten Datensatzes ( $n > 10$ ) liegen allerdings in einem deutlich kleineren Bereich zwischen 0.4 mg/kg und 21 mg/kg. Die höchsten mittleren Scandium-Gehalte treten in basisch-ultrabasischen Gesteinen der GH 3, in intermediären Gesteinen der GH 2 sowie in tonigen Gesteinen der GH 4 auf, gefolgt von sauren Gesteinen der GH 1 und Sandgesteinen der GH 5. Die niedrigsten Gehalte weisen Karbonatgesteine (GH 7) auf. Dabei entsprechen die mittleren Gehalte aller Gesteinsgruppen weitgehend bis auf wenige Ausnahmen den publizierten mittleren Scandium-Gehalten korrespondierender Gesteine oder liegen darunter.

GH 1: Die mittleren Gehalte der genannten Gruppe liegen im Bereich von 0.41 bis 14 mg/kg Sc. Bis auf Quarzkeratophyre (14 mg/kg) mit einer signifikanten positiven Abweichung liegen die Mittelwerte aller übrigen Gesteine leicht oberhalb des publizierten Mittelwertes für die entsprechende Gesteinsgruppe (Tabelle 45), korrespondieren aber in ihren Medianen mit der natürlichen Variabilität.

GH 2: Intermediäre Gesteine (Phyllite, Glimmerschiefer, Gneise) enthalten zwischen 4 und 15 mg/kg Sc. Sie liegen damit mit ihren Medianen am oder unterhalb des publizierten Mittelwertes.

GH 3: Mit Medianen  $\leq 21$  mg/kg bewegen sich die Gesteine dieser Gruppe am unteren Ende der natürlich vorgegebenen Spannweite (Tabelle 45).

GH 4: Die mittleren Scandium-Gehalte der Pelite reichen von 7 bis 15 mg/kg. Damit liegen sie am oder unterhalb des publizierten Mittelwertes.

GH 5: Die Scandium-Mediane bewegen sich in Sanden bzw. Sandsteinen zwischen 0.77 und 5 mg/kg, was der natürlichen Variabilität entspricht. Eine höhere Scandium-Konzentration als der vorgegebene Mittelwert tritt lediglich in Sandsteinen des Unteren Keupers auf (5 mg/kg).

GH 7: Ein ähnliches Verhalten der Mediane stellt sich bei Karbonat- und Gipsgesteinen dar (0.41 bis 1 mg/kg Sc).

Tab. 45: Spannbreiten und Mittelwerte von Scandium-Gehalten häufig auftretender Gesteine

Geochemische Hauptgruppe	Gesteine	Spannbreite (mg/kg)	Mittelwert (mg/kg)
1	Saure Magmatite	1 – 14	2.8
	Saure Metamorphite	1 – 12	
2	Intermediäre Magmatite	2 – 34	15
	Intermediäre Metamorphite	1 – 78	
3	Basische Magmatite	4 – 47	
	Basische Metamorphite	3 – 110	
	Ultrabasische Magmatite	1 – 200	
4	Tongesteine	11 – 39	15
5	Sande/Sandsteine	1 – 30	1
7	Karbonatische Gesteine	0.4 - 1.5	1

Aus: WEDEPOHL, K.H. (1969-1978). FIEDLER & RÖSLER (1987) (\*).

## 11.27 Zinn (Sn)

Das siderophile Zinn tritt natürlich nur chemisch gebunden in zwei- und vierwertiger Form auf. Die mittleren Zinn-Gehalte in der oberen Erdkruste betragen 2.5 mg/kg (WEDEPOHL 1985). Das recht seltene Zinn findet sich als Hauptelement im Oxid Kassiterit (einzig wirtschaftlich nutzbares Zinn-Mineral) sowie als Spurenelement in stärker differenzierten granitischen Gesteinen. Natürlich angereichert ist es in pegmatitisch - pneumatolytischen Lagerstätten (typische Greisenmineralisation zusammen mit Be, B, Li, Nb, Ta, W und SEE), im Umfeld kalkalkalischer Plutonite („Zinngranite“; Leitelemente: B, Be, F, Li, Rb, Pb) sowie in Seifenlagerstätten. In Verwitterungslösungen ist es nur in Form von  $\text{Sn}^{4+}$  stabil, bei geringer Mobilität. Gelöstes Sn wird an organische Substanzen sorbiert. Als natürliches Oxid (Kassiterit) weist es eine hohe mechanisch - chemische Resistenz auf und wird demzufolge als Schwermineral angereichert. Im Wasser werden Zinn-Mineralen u.a. in Form von Organokomplexen gelöst. Wegen ihrer sehr geringen Wasserlöslichkeit, ihrer starken Sorption an Sedimente bzw. Böden (Tone,  $\text{C}_{\text{org}}$ ) und ihres raschen chemischen bzw. mikrobiellen Abbaues zu anorganischem Zinn sind jedoch Gefährdungen für Oberflächenwässer eher gering bzw. klingen toxische Wirkungen der Organozinn-Verbindungen in der Umwelt rasch ab.

Die analysierten Zinn-Gehalte der verschiedenen Gesteine in Bayern variieren zwischen 0.05 mg/kg und 390 mg/kg (Anhang 4-27). Die im folgenden betrachteten mittleren Gehalte (Medianwerte) statistisch signifikanter Populationen des gesamten Datensatzes ( $n > 10$ ) liegen allerdings in einem deutlich kleineren Bereich zwischen 0.48 mg/kg und 77 mg/kg. Die höchsten mittleren Zinn-Gehalte treten in sauren und intermediären Gesteinen der GH 1 und 2 auf, gefolgt von Tongesteinen (GH 4) sowie Gesteinen der GH 3 und sandigen Gesteinen der GH 5. Die niedrigsten Gehalte weisen Karbonatgesteine der GH 7 auf. Die mittleren Gehalte aller Gesteinsgruppen entsprechen weitgehend der natürlichen Variabilität (Tabelle 46). Anreicherungen von Zinn gegenüber den publizierten Mittelwerten korrespondierender Gesteine treten nur in sauren und intermediären magmatischen Gesteinen auf.

GH 1: Die mittleren Gehalte der genannten Gruppe liegen im Bereich von 0.52 bis 77 mg/kg Sn. Die Mehrzahl der gesteinsbezogenen Mittelwerte lässt Zinn-Anreicherungen um den Faktor 2 erkennen. Eine maximale Zinn-Konzentration von 77 mg/kg weist die Gesteinsgruppe „Quarzkeratophyre“ aus.

GH 2: Intermediäre Gesteine (Phyllite, Glimmerschiefer, Gneise) enthalten als Mittelwerte zwischen 2 und 7 mg/kg Sn und lassen gegenüber dem publizierten Mittelwert Anreicherungen um Faktor 2 beobachten. Höher konzentriert (7 mg/kg) findet sich Zinn in kambrischen Glimmerschiefern (Anreicherungsfaktor 4.7).

GH 3: Mit Medianen zwischen 0.89 und 5 mg/kg bewegen sich die Gesteine dieser Gruppe innerhalb der natürlichen Variabilität (Tabelle 46).

GH 4: Die mittleren Zinn-Gehalte der Pelite reichen von 3 bis 6 mg/kg Sn und entsprechen damit der natürlichen Variabilität in dieser Gesteinsgruppe.

GH 5: Die Zinn-Mediane bewegen sich in Sanden bzw. Sandsteinen bei niedrigen Werten zwischen 0.56 und 3 mg/kg.

GH 7: Die niedrigsten Mediane treten bei Karbonat- und Gipsgesteinen auf (0.49 bis 0.64 mg/kg Sn).

Tab. 46: Spannbreiten und Mittelwerte von Zinn-Gehalten häufig auftretender Gesteine

Geochemische Hauptgruppe	Gesteine	Spannbreite (mg/kg)	Mittelwert (mg/kg)
1	Saure Magmatite	< 1 – 15	3.6, 3.0 (*)
	Saure Metamorphite		
2	Intermediäre Magmatite	0.01 – 39	1.5
	Intermediäre Metamorphite		
3	Basische Magmatite	0.5 - 8.7	0.9, 1.5 (*)
	Basische Metamorphite		
	Ultrabasische Magmatite	0.1 - 1.3	0.35, 0.5 (*)
4	Tongesteine	2.5 – 19	10 (*)
5	Sande/Sandsteine		
7	Karbonatische Gesteine		

Aus: WEDEPOHL, K.H. (1969-1978). FIEDLER & RÖSLER (1987) (\*).

## 11.28 Strontium (Sr)

Das lithophile Erdalkalimetall Strontium tritt nur chemisch gebunden in zweiwertigen Verbindungen auf und substituiert Ca in seinen Verbindungen. Die mittleren Strontium-Gehalte in der oberen Erdkruste betragen 316 mg/kg (WEDEPOHL 1985). Strontium ist Hauptelement im Karbonat Strontianit und im Sulfat Cölestin sowie Neben- bis Spurenelement in Kalzium-führenden Mineralen, wie Feldspäte, Pyroxene, Amphibole, Granate, Calzit, Aragonit, Baryt und Gips. Natürlich angereichert wird Strontium im Bildungsmilieu von Sedimenten (Diagenese), im magmatischen (Hauptkristallisation) bis hydrothermalen Bereich granitischer Magmen sowie in Evaporiten. Strontium wird als  $Sr^{2+}$  gelöst.

Die analysierten Strontium-Gehalte der verschiedenen Gesteine in Bayern variieren zwischen 1 und 33231 mg/kg (Anhang 4-28). Die im folgenden betrachteten mittleren Gehalte (Medianwerte) statistisch signifikanter Populationen des gesamten Datensatzes ( $n > 10$ ) liegen allerdings mit 10 bis 893 mg/kg in einem deutlich kleineren Bereich. Die höchsten mittleren Strontium-Gehalte treten in Karbonatgesteinen der GH 7, in basisch-ultrabasischen Gesteinen der GH 3 sowie in intermediären Gesteinen der GH 2 auf, gefolgt von sauren Gesteinen der GH 1 und Tongesteinen der GH 4. Die niedrigsten Gehalte weisen sandige Gesteine (GH 5)



auf. Dabei entsprechen die mittleren Gehalte aller Gesteinsgruppen weitgehend bis auf wenige Ausnahmen den publizierten mittleren Strontium-Gehalten korrespondierender Gesteine oder liegen darunter.

GH 1: Die mittleren Gehalte der genannten Gruppe liegen im Bereich von 45 bis 276 mg/kg Sr. Alle Mittelwerte konzentrieren sich unterhalb des publizierten Mittelwertes für die entsprechende Gesteinsgruppe (Tabelle 47).

GH 2: Intermediäre Gesteine (Phyllite, Glimmerschiefer, Gneise) enthalten zwischen 59 und 438 mg/kg Sr. Gegenüber des publizierten Mittelwertes sind keine Anreicherungen zu beobachten.

GH 3: Mit Medianen zwischen 166 und 468 mg/kg bewegen sich die Gesteine dieser Gruppe um den publizierten Mittelwert (Tabelle 47).

GH 4: Die mittleren Strontium-Gehalte der Pelite reichen von 55 bis 180 mg/kg. Damit liegen sie ebenfalls unterhalb des publizierten Mittelwertes.

GH 5: Die Strontium-Mediane bewegen sich in Sanden bzw. Sandsteinen zwischen 10 und 125 mg/kg. Mit Ausnahme der Kreidesandsteine (10 mg/kg Sr) entsprechen die Mediane der übrigen Populationen in etwa dem Fünffachen des publizierten Mittelwertes.

GH 7: Normale, d.h. dem publizierten Mittelwert entsprechende oder niedrigere Mediane treten bei Karbonat- und Gipsgesteinen auf (284 bis 578 mg/kg Sr).

Tab. 47: Spannbreiten und Mittelwerte von Strontium-Gehalten häufig auftretender Gesteine

Geochemische Hauptgruppe	Gesteine	Spannbreite (mg/kg)	Mittelwert (mg/kg)
1	Saure Magmatite	2.1 – 917	300 (*)
	Saure Metamorphite	4.1 – 60	
2	Intermediäre Magmatite	2.2 – 2209	800 (*)
	Intermediäre Metamorphite	3 – 1138	
3	Basische Magmatite	18 – 860	440 (*)
	Basische Metamorphite	35 – 1400	
	Ultrabasische Magmatite	0.12 – 1883	10 (*)
4	Tongesteine		450 (*)
5	Sande/Sandsteine		20 (*)
7	Karbonatische Gesteine	15 – 8190	610 (*)

Aus: WEDEPOHL, K.H. (1969-1978). FIEDLER & RÖSLER (1987) (\*).

## 11.29 Thorium (Th)

Das lithophile Element Thorium aus der Gruppe der Actiniden tritt natürlich nur in vierwertigen Verbindungen auf. Die mittleren Thorium-Gehalte in der oberen Erdkruste betragen 10.3 mg/kg (WEDEPOHL 1985). Es findet sich als Hauptelement in oxidischer (Thorianit) oder silikatischer Form (Thorit) sowie als Phosphat (Monazit), als Spuren- bis Nebenelement in U-, Nb-/Ta-Mineralen (wie Zirkon, Allanit und Xenotim) und ist i.d.R. mit SEE-Elementen verknüpft. Natürliche Anreicherungen sind akzessorische Minerale in fraktionierten magmatischen Gesteinen (Granite, Karbonatite) und deren Pegmatiten sowie Seifenlagerstätten. Wegen der hohen Verwitterungsbeständigkeit seiner natürlichen Verbindungen (Schwerminerale) sind Thorium-Mobilisierung nicht gegeben, d.h. Thorium bleibt weitgehend auf die Schwermineralfraktion konzentriert. In natürlichen Wässern tritt Thorium wegen seiner sehr geringen Löslichkeit (Mobilität) nur als Spurenbestandteil auf.

Die analysierten Thorium-Gehalte der verschiedenen Gesteine in Bayern variieren zwischen 0.002 mg/kg und 134 mg/kg (Anhang 4-29). Die im folgenden betrachteten mittleren Gehalte (Medianwerte) statistisch signifikanter Populationen des gesamten Datensatzes ( $n > 10$ ) liegen allerdings in einem deutlich kleineren Bereich zwischen 0.01 mg/kg und 33 mg/kg. Die höchsten mittleren Thorium-Gehalte treten in sauren magmatisch-metamorphen Gesteinen der GH 1, in intermediären Gesteinen der GH 2 sowie in tonigen Gesteinen der GH 4 auf, gefolgt von Psammiten der GH 5 und basisch-ultrabasischen Gesteinen der GH 5. Die niedrigsten Gehalte weisen Karbonatgesteine (GH 7) auf. Dabei entsprechen die mittleren Gehalte aller Gesteinsgruppen weitgehend bis auf wenige Ausnahmen den publizierten mittleren Thorium-Gehalten korrespondierender Gesteine oder liegen darunter.

GH 1: Die mittleren Gehalte der genannten Gruppe liegen im Bereich von 0.17 bis 3 mg/kg Th. Bis auf mittel-grobkörnige Granite (33 mg/kg) mit einer signifikanten positiven Abweichung bewegen sich die Mittelwerte aller übrigen Gesteine um den publizierten Mittelwert für die entsprechende Gesteinsgruppe (Tabelle 48) und korrespondieren in ihren Medianen mit der natürlichen Variabilität von Thorium in sauren Magmatiten und Metamorphiten (Tabelle 48).

GH 2: Intermediäre Gesteine (Phyllite, Glimmerschiefer, Gneise) enthalten zwischen 3 und 18 mg/kg Th. Mit Ausnahme der ordovizischen Tonschiefer-Phyllite (18 mg/kg) konzentrieren sich alle übrigen Mediane um den publizierten Mittelwert.

GH 3: Mit Medianen zwischen 0.92 und 7 mg/kg bewegen sich die Gesteine dieser Gruppe überwiegend am publizierten Mittelwert. Ausnahmen stellen Kalksilikate mit mittleren Gehalten von 7 mg/kg Th dar.

GH 4: Die mittleren Thorium-Gehalte der Pelite reichen von 11 bis 14 mg/kg. Damit liegen sie am oder unterhalb des publizierten Mittelwertes.

GH 5: Die Thorium-Mediane bewegen sich in Sanden bzw. Sandsteinen zwischen 0.01 und 8 mg/kg, was der natürlichen Variabilität entspricht.

GH 7: Ein ähnliches Verhalten der Mediane stellt sich bei Karbonat- und Gipsgesteinen dar (0.13 bis 1 mg/kg Th).

Tab. 48: Spannbreiten und Mittelwerte von Thorium-Gehalten häufig auftretender Gesteine

Geochemische Hauptgruppe	Gesteine	Spannbreite (mg/kg)	Mittelwert (mg/kg)
1	Saure Magmatite	8 – 56	18 (*)
	Saure Metamorphite	5.5 - 67.7	
2	Intermediäre Magmatite		7.0 (*)
	Intermediäre Metamorphite	0.85 - 21.0	
3	Basische Magmatite	0.18 – 5.4	3.84, 3 (*)
	Basische Metamorphite	0.3 - 27.0	
	Ultrabasische Magmatite		0.05, 0.005 (*)
4	Tongesteine	10.2 - 13.1	11 (*)
5	Sande/Sandsteine	1.0 - 9.05	1.7 (*)
7	Karbonatische Gesteine	0.05 - 2.4	1.7 (*)

Aus: WEDEPOHL, K.H. (1969-1978). FIEDLER & RÖSLER (1987) (\*).

### 11.30 Titan (Ti)

Titan ist ein Nebenelement mit lithophilem Charakter. Die mittleren Titan-Gehalte (als  $\text{TiO}_2$ ) in der oberen Erdkruste betragen 0.52 Gew.-% (WEDEPOHL 1985). Es tritt in oxidischer sowie silikatischer Bindungsform in Gesteinsakzessorien (u.a. Rutil, Anatas, Titanit) sowie als Spuren- bis Nebenelement in gesteinsbildenden, dunklen Fe-Mg-Silikaten auf. Natürliche Anreicherungen stellen überwiegend magmatogene Lagerstättenbildungen sowie Seifen dar. Die meist hohe Verwitterungsresistenz der akzessorischen Titan-Mineralen bedingt eine geringe Mobilität. In natürlichen Wässern ist Titan in Form von Organokomplexen löslich.

Die analysierten Titan-Gehalte (alle als  $\text{TiO}_2$ , in Gew.-%) der verschiedenen Gesteine in Bayern variieren zwischen 0.01 und 73.00 Gew.-% (Anhang 4-30). Die im folgenden betrachteten mittleren Gehalte (Medianwerte) statistisch signifikanter Populationen des gesamten Datensatzes ( $n > 10$ ) liegen dagegen in einem deutlich kleineren Bereich zwischen 0.01 und 3.00 Gew.-%. Die höchsten mittleren Titan-Gehalte treten erwartungsgemäß in basischen Gesteinen der GH 3, in intermediären Gesteinen der GH 2 sowie in Tongesteinen (GH 4) auf, gefolgt von Sandgesteinen der GH 5 und sauren Gesteinen der GH 1. Die niedrigsten Gehalte weisen Karbonatgesteine (GH 7) auf. Mit Ausnahme dieser Gesteine (GH 7) liegen die mittleren Titan-Gehalte aller übrigen Gesteinsgruppen tendenziell oberhalb der publizierten mittleren Titan-Gehalte (Tabelle 49).

GH 1: Die mittleren Gehalte der genannten Gruppe liegen im Bereich von 0.28 bis 0.42 Gew.-%  $\text{TiO}_2$ .

GH 2: Intermediäre Gesteine enthalten zwischen 0.69 und 1.18 Gew.-%  $\text{TiO}_2$ .

GH 3: Konform mit den publizierten Mittelwerten, bis auf „Diabase, Tuffe, Pikrite“ (3.00 Gew.-%), verhalten sich die Vertreter dieser Gruppe bei Mittelwerten überwiegend  $\leq 1.03$  Gew.-%.

GH 4: Die Titan-Mediane der Pelite reichen von 0.75 bis 1.00 Gew.-%.

GH 5: Die mittleren Titan-Gehalte liegen in Sanden bzw. Sandsteinen zwischen 0.12 und 0.70 Gew.-%.

GH 7: Die Titan-Gehalte der Karbonat- und Gipsgesteine bewegen sich zwischen 0.01 und 0.06 Gew.-% und liegen damit unterhalb des publizierten Mittelwertes.

Tab. 49: Spannbreiten und Mittelwerte von Titan-Gehalten (als TiO<sub>2</sub>) häufig auftretender Gesteine

Geochemische Hauptgruppe	Gesteine	Spannbreite (Gew.-%)	Mittelwert (Gew.-%)
1	Saure Magmatite		0.20
	Saure Metamorphite		
2	Intermediäre Magmatite		0.57
	Intermediäre Metamorphite		
3	Basische Magmatite	1.5-2.3	
	Basische Metamorphite		
	Ultrabasische Magmatite		0.13
4	Tongesteine		0.77
5	Sande/Sandsteine		0.25
7	Karbonatische Gesteine		0.067

Aus: WEDEPOHL, K.H. (1969-1978). FIEDLER & RÖSLER (1987) (\*).

### 11.31 Thallium (Tl)

Das geochemisch mit Blei verwandte Thallium hat chalkophilen Charakter und tritt überwiegend in einwertigen, seltener dreiwertigen Verbindungen auf. Die mittleren Thallium-Gehalte in der oberen Erdkruste betragen 0.75 mg/kg (WEDEPOHL 1985). Es findet sich als Hauptelement zusammen mit Ag, As, Cu, Hg, Pb und Sb in sehr seltenen, eigenständigen Sulfiden und Arseniden (z.B. Berzelianit, Lorandit) und als Spurenelement zusammen mit Blei in gesteinsbildenden Kalium-Silikaten (Glimmer und Kalifeldspäte) sowie in Cu-, Fe-, Pb- und Zn-Sulfiden (Bleiglanz, Kupferkies). Natürlich angereichert ist es in differenzierten granitischen Gesteinen und deren Pegmatiten (positive Korrelation zwischen Differentiationsgrad und Thallium-Gehalten) sowie im hydrothermalen und metasomatischen Bildungsbereich (Pb-, Zn-Lagerstätten). Im sedimentären Bereich ist es an sulfidische, tonig-bituminöse (reduzierendes Milieu) sowie an klastische, glimmer- und feldspatführende Sandsteine gebunden. Bei der Verwitterung wird Thallium durch Oxidation primärer Sulfide freigesetzt. Eine Sorption an organische Substanzen findet statt. In natürlichen Wässern reagieren viele Thallium-Verbindungen leicht löslich und leicht mobilisierbar, weswegen eine Wasseraufbereitung nach herkömmlicher oder nach physikochemischer Behandlung bislang scheiterte.

Die analysierten Thallium-Gehalte der verschiedenen Gesteine in Bayern variieren zwischen 0.01 mg/kg und 57 mg/kg (Anhang 4-31). Die im folgenden betrachteten mittleren Gehalte

(Medianwerte) statistisch signifikanter Populationen des gesamten Datensatzes ( $n > 10$ ) liegen allerdings in einem deutlich kleineren Bereich zwischen 0.01 mg/kg und 2 mg/kg. Die höchsten mittleren Thallium-Gehalte treten in sauren Gesteinen der GH 1 sowie Sandgesteinen der GH 5 auf, gefolgt von intermediären Gesteinen (GH 2) und Tongesteinen der GH 4. Die niedrigsten Gehalte weisen Karbonatgesteine (GH 7) und basisch-ultrabasische Gesteine der GH 3 auf. Dabei entsprechen die mittleren Gehalte aller Gesteinsgruppen weitgehend der natürlichen Variabilität (Tabelle 50) und liegen entweder am publizierten Thallium-Mittelwert korrespondierender Gesteine oder darunter.

GH 1: Die mittleren Gehalte der genannten Gruppe bewegen sich bei Gehalten von 0.01 bis 2 mg/kg Tl um den Mittelwert der entsprechenden Gesteinsgruppe (Tabelle 50).

GH 2: Intermediäre Gesteine (Phyllite, Glimmerschiefer, Gneise) enthalten zwischen 0.18 und 1 mg/kg Tl. Sie verhalten sich weitgehend konform mit dem publizierten Mittelwert.

GH 3: Ebenfalls konform mit dem publizierten Mittelwert stellen sich die Gesteine dieser Gruppe bei Mittelwerten von 0.02 bis 0.08 mg/kg dar.

GH 4: Die mittleren Thallium-Gehalte der Pelite reichen von 0.44 bis 0.76 mg/kg und liegen damit unterhalb des publizierten Mittelwertes.

GH 5: In Sanden bzw. Sandsteinen bewegen sich die mittleren Thallium-Gehalte zwischen 0.34 und 2 mg/kg. Mit Ausnahme der Kreidesandsteine (2 mg/kg) liegen die Mittelwerte aller übrigen Psammite am oder unterhalb des publizierten Mittelwertes.

GH 7: Die mittleren Thallium-Gehalte der Karbonat- und Gipsgesteine sind mit Werten  $< 0.3$  mg/kg im unteren Bereich der natürlichen Thallium-Variabilität dieser Gruppe angesiedelt.

Tab. 50: Spannbreiten und Mittelwerte von Thallium-Gehalten häufig auftretender Gesteine

Geochemische Hauptgruppe	Gesteine	Spannbreite (mg/kg)	Mittelwert (mg/kg)
1	Saure Magmatite	0.1 - 6.4	1.5 (*)
	Saure Metamorphite		
2	Intermediäre Magmatite	$< 0.1 - 9.0$	0.5 (*)
	Intermediäre Metamorphite	0.5 - 1.3	
3	Basische Magmatite	0.02 - 0.90	0.2 (*)
	Basische Metamorphite	0.03 - 3	
	Ultrabasische Magmatite	0.07 - 1.04	0.01 (*)
4	Tongesteine	0.24 - 3.1	1.0 (*)
5	Sande/Sandsteine	0.6 - 2.0	0.82 (*)
7	Karbonatische Gesteine	0.31 - 2.2	

Aus: WEDEPOHL, K.H. (1969-1978). FIEDLER & RÖSLER (1987) (\*).

## 11.32 Uran (U)

Das lithophile Uran gehört zur Gruppe der Actiniden und tritt natürlich nur chemisch gebunden (Wertigkeiten +IV und +VI) auf. Die mittleren Uran-Gehalte in der oberen Erdkruste betragen 2.5 mg/kg (WEDEPOHL 1985). Es findet sich als Hauptelement u.a. in Oxiden (Pechblende, Uraninit), Silikaten (Coffinit), Karbonaten und Arsenaten sowie als Spuren- bis Nebenelement in akzessorischen Y-, Th-, Ta-, SEE- und Zr-führenden Mineralen (Zirkon, Allanit, Monazit, Xenotim, Apatit, etc.). Anreicherungen von Uran finden sich im pegmatitisch - hydrothermalen Bereich kalkalkalischer Plutonite zusammen mit Ag, As, Bi, Co und Ni, in Form stratiformer-synsedimentärer Uran-Lagerstätten in klastischen Sedimenten (Sandsteine, Konglomerate) sowie in tonig-bituminösen Sedimenten (Schwarzschiefer; reduzierendes Milieu) u.a. zusammen mit As, Cu, Mo, P, Pb, Se und V. Unter oxidierenden Bedingungen in sauren oder karbonatischen Lösungen weist  $U^{6+}$  eine hohe Löslichkeit (hohe Mobilität) auf, dagegen hat  $U^{4+}$  eine geringe Löslichkeit. In Böden wird es an organische Substanzen sowie an Eisen-Oxyhydroxide sorbiert. In klastischen Sedimenten kann es in Form verwitterungsresistenter Minerale angereichert werden. In natürlichen Wässern ist Uran überwiegend als  $UO_2^{2+}$ , als Karbonat und Phosphat sowie in Form von Organokomplexen löslich.

Die analysierten Uran-Gehalte der verschiedenen Gesteine in Bayern variieren zwischen 0.002 mg/kg und 56 mg/kg (Anhang 4-32). Die im folgenden betrachteten mittleren Gehalte (Medianwerte) statistisch signifikanter Populationen des gesamten Datensatzes ( $n > 10$ ) liegen allerdings in einem deutlich kleineren Bereich zwischen 0.002 mg/kg und 16 mg/kg. Die höchsten mittleren Uran-Gehalte treten in sauren und intermediären Gesteinen der GH 1 und 2 auf, gefolgt von Tongesteinen (GH 4) sowie basisch-ultrabasischen und sandigen Gesteinen der GH 3 und 5. Die niedrigsten Gehalte weisen Karbonatgesteine der GH 7 auf. Dabei entsprechen die mittleren Gehalte aller Gesteinsgruppen weitgehend der natürlichen Variabilität (Tabelle 51) und liegen entweder am publizierten Uran-Mittelwert korrespondierender Gesteine oder darüber.

GH 1: Die mittleren Gehalte der genannten Gruppe liegen im Bereich von 0.69 bis 16 mg/kg U. Die Mehrzahl der Mittelwerte konzentriert sich dabei um den publizierten Mittelwert für die entsprechende Gesteinsgruppe (Tabelle 51). Ausnahmen mit leicht erhöhten Mittelwerten stellen Granite und Quarzkeratophyre (6 mg/kg U) dar, wobei die Gruppe „mittel-grobkörnige Granite“ Uran mit 16 mg/kg um den Faktor 4 über dem publizierten Mittelwert angereichert hat.

GH 2: Intermediäre Gesteine (Phyllite, Glimmerschiefer, Gneise) enthalten als Mittelwerte zwischen 0.99 und 5 mg/kg Uran und lassen gegenüber dem publizierten Mittelwert leichte Anreicherungen (Faktor 1.7) beobachten. Höher konzentriert findet sich Uran in kambrischen Glimmerschiefern (Faktor 2.7).

GH 3: Mit Medianen zwischen 0.5 und 2 mg/kg bewegen sich die Gesteine dieser Gruppe innerhalb der natürlichen Variabilität (Tabelle 51).

GH 4: Die mittleren Uran-Gehalte der Pelite reichen von 2 bis 4 mg/kg U und bewegen sich damit um den publizierten Mittelwert.

GH 5: Die Uran-Mediane bewegen sich in Sanden bzw. Sandsteinen zwischen 0.002 und 2 mg/kg. Die Mediane der betrachteten Populationen liegen damit innerhalb der natürlichen Variabilität in dieser Gruppe, enthalten aber Uran gegenüber dem publizierten Mittelwert um Faktor 2 angereichert.

GH 7: Normale, d.h. der natürlichen Variabilität entsprechende Mediane treten bei Karbonat- und Gipsgesteinen auf (0.45 bis 0.67 mg/kg U).

Tab. 51: Spannbreiten und Mittelwerte von Uran-Gehalten häufig auftretender Gesteine

Geochemische Hauptgruppe	Gesteine	Spannbreite (mg/kg)	Mittelwert (mg/kg)
1	Saure Magmatite	2.2 - 7.6	3.5 (*)
	Saure Metamorphite	2.2 - 45.0	
2	Intermediäre Magmatite		1.8 (*)
	Intermediäre Metamorphite	0.33 - 11.2	
3	Basische Magmatite	0.10 - 0.56	0.5 (*)
	Basische Metamorphite	0.2 - 3.5	
	Ultrabasische Magmatite	0.003 - 0.014	0.003 (*)
4	Tongesteine	2 - 8	3.2 (*)
5	Sande/Sandsteine	0.45 - 3.21	0.45 (*)
7	Karbonatische Gesteine	0.03 - 2.34	2.2 (*)

Aus: WEDEPOHL, K.H. (1969-1978). FIEDLER & RÖSLER (1987) (\*).

### 11.33 Vanadium (V)

Vanadium, ein Element der 5. Nebengruppe des PSE, tritt nur chemisch gebunden als Sulfid oder Oxid in den Wertigkeiten II, III, IV und V (als häufigste Form) auf. Die mittleren Vanadium-Gehalte in der oberen Erdkruste betragen 53 mg/kg (WEDEPOHL 1985). Es ist Hauptelement in den Mineralen Carnotit, Descloizit, Vanadinit sowie Coulsonit und wird als Spurenelement in Fe-Ti-Oxidmineralen eingebaut. Es findet sich als Spurenelement angereichert in oxidischen Erzmineralen liquid-magmatischer Lagerstätten (Basite und Ultrabasite) sowie als sekundäre eigenständige Vanadium-Mineralisationen im Oxidationsbereich dieser Lagerstätten. Weitere Anreicherungen stellen sedimentäre Bildungs-/ Umsetzungsgebiete dar, hier zusammen mit Oxiden und Hydroxiden (limonitische Eisenerze, Bauxite). Schließlich tritt Vanadium im reduzierenden Milieu zusammen mit organischer Substanz (Bitumen, Kohle, Faulschlämme) in Tonschiefern und Schwarzschiefern konzentriert auf. Nach Oxidation primärer Minerale verhält sich Vanadium mobil. Sorption erfolgt an Fe-Oxidhydroxide sowie an organische Substanz, wobei es in Gegenwart von Blei-Ionen gefällt wird. Als Spurenelement der verwitterungsresistenten Schwerminerale (Fe-Ti-Spinelle, Granate, Pyroxene, Amphibole) kann es in Form von Seifen angereichert werden. In natürlichen Wässern wird Vanadium u.a. als wasserlösliche Vanadate und Organokomplexe komplexiert.

Die analysierten Vanadium-Gehalte der verschiedenen Gesteine in Bayern variieren zwischen 0.01 mg/kg und 45931 mg/kg (Anhang 4-33). Die im folgenden betrachteten mittleren Gehalte

(Medianwerte) statistisch signifikanter Populationen des gesamten Datensatzes ( $n > 10$ ) liegen allerdings in einem deutlich kleineren Bereich zwischen 4 mg/kg und 295 mg/kg. Die höchsten mittleren Vanadium-Gehalte treten in basischen Gesteinen der GH 3 sowie Tongesteinen der GH 4 auf, gefolgt von intermediären Gesteinen (GH 2) und psammitischen Gesteinen der GH 5. Die niedrigsten Gehalte weisen saure Magmatite (GH 1) und karbonatische Gesteine der GH 7 auf. Dabei entsprechen die mittleren Gehalte aller Gesteinsgruppen weitgehend der natürlichen Variabilität (Tabelle 52) und liegen entweder am publizierten Vanadium-Mittelwert korrespondierender Gesteine oder darunter.

GH 1: Die mittleren Gehalte der genannten Gruppe bewegen sich bei Gehalten von 4 bis 55 mg/kg V um den Mittelwert der entsprechenden Gesteinsgruppe oder darunter (Tabelle 52). Die Quarzkeratophyre stellen mit 55 mg/kg eine Ausnahme dar.

GH 2: Intermediäre Gesteine (Phyllite, Glimmerschiefer, Gneise) enthalten zwischen 14 und 130 mg/kg Vanadium. Sie verhalten sich weitgehend konform mit dem publizierten Mittelwert und entsprechen auch der natürlichen Variabilität von Vanadium.

GH 3: Ebenfalls konform mit dem publizierten Mittelwert und der Spannweite stellt sich die Mehrzahl dieser Gesteinsgruppe bei Mittelwerten von 7 bis 295 mg/kg dar. Nur Basite mit 295 mg/kg V übertreffen den publizierten Mittelwert um Faktor 1.47.

GH 4: Die mittleren Vanadium-Gehalte der Pelite reichen von 114 bis 198 mg/kg und liegen damit sowohl um den publizierten Mittelwert als auch innerhalb der natürlichen Variabilität.

GH 5: In Sanden bzw. Sandsteinen bewegen sich die mittleren Vanadium-Gehalte zwischen 10 und 79 mg/kg. Mit Ausnahme der Sandsteine des Unteren Keupers (79 mg/kg) konzentrieren sich die Mittelwerte aller übrigen Psammite am oder unterhalb des publizierten Mittelwertes.

GH 7: Die mittleren Vanadium-Gehalte der Karbonat- und Gipsgesteine entsprechen mit Werten  $\leq 20$  mg/kg dem publizierten Mittelwert dieser Gruppe.

Tab. 52: Spannbreiten und Mittelwerte von Vanadium-Gehalten häufig auftretender Gesteine

Geochemische Hauptgruppe	Gesteine	Spannbreite (mg/kg)	Mittelwert (mg/kg)
1	Saure Magmatite	3 – 310	40 (*)
	Saure Metamorphite		
2	Intermediäre Magmatite	4 – 400	100 (*)
	Intermediäre Metamorphite		
3	Basische Magmatite	2 – 1110	200 (*)
	Basische Metamorphite		
	Ultrabasische Magmatite	17 – 300	40 (*)
4	Tongesteine	30 – 3600	130 (*)
5	Sande/Sandsteine	5 – 240	20 (*)
7	Karbonatische Gesteine		20 (*)

Aus: WEDEPOHL, K.H. (1969-1978). FIEDLER & RÖSLER (1987) (\*).



### 11.34 Yttrium (Y)

Das lithophile Yttrium aus der 3. Nebengruppe des Periodensystems der Elemente (PSE) ist chemisch verwandt mit den Lanthaniden und gehört zur gemeinsamen Gruppe der Seltenerd-elemente. Es substituiert u.a. die Elemente Ca, Th und Zr in ihren natürlichen Verbindungen. Die mittleren Yttrium-Gehalte in der oberen Erdkruste betragen 20.7 mg/kg (WEDEPOHL 1985). Natürlich tritt es als Hauptelement in Xenotim (Yttrium-Phosphat), als Neben- bis Spurenelement in Phosphat- und Silikatmineralen mit Yttererd- und Cererdelementgehalten (Zirkon, Allanit, Monazit) sowie in Kalzium-Mineralen (Apatit, Titanit, Granat) auf. Natürliche primäre Anreicherungen finden sich in Pegmatiten und Alkaligesteinen, sekundäre in Seifen aus verwitterungsresistenten Schwermineralen. In natürlichen Wässern ist Yttrium in Form von Karbonatkomplexen löslich.

Die analysierten Yttrium-Gehalte der verschiedenen Gesteine in Bayern variieren zwischen 0.2 mg/kg und 126 mg/kg (Anhang 4-34). Die im folgenden betrachteten mittleren Gehalte (Medianwerte) statistisch signifikanter Populationen des gesamten Datensatzes ( $n > 10$ ) liegen allerdings in einem deutlich kleineren Bereich zwischen 0.2 mg/kg und 45 mg/kg. Die höchsten mittleren Yttrium-Gehalte treten in sauren und intermediären Gesteinen der GH 1 und 2 auf, gefolgt von basischen Gesteinen (GH 3), Tongesteinen der GH 4 und Psammiten der GH 5. Die niedrigsten mittleren Gehalte weisen Karbonatgesteine (GH 7) auf. Dabei entsprechen die mittleren Gehalte aller Gesteinsgruppen der natürlichen Variabilität (Tabelle 53) und liegen entweder am oder unterhalb des publizierten Yttrium-Mittelwertes korrespondierender Gesteine.

GH 1: Die mittleren Gehalte der genannten Gruppe bewegen sich bei Gehalten von 1 bis 45 mg/kg Y am oder unterhalb des publizierten Mittelwertes (Tabelle 53). Nur Quarzporphyre liegen bei mittleren Gehalten von 45 mg/kg Yttrium leicht oberhalb des Mittelwertes.

Tab. 53: Spannbreiten und Mittelwerte von Yttrium-Gehalten häufig auftretender Gesteine

Geochemische Hauptgruppe	Gesteine	Spannbreite (mg/kg)	Mittelwert (mg/kg)
1	Saure Magmatite		38
	Saure Metamorphite		
2	Intermediäre Magmatite		35
	Intermediäre Metamorphite		
3	Basische Magmatite	19 – 53	32
	Basische Metamorphite		
	Ultrabasische Magmatite	0.5 – 5	
4	Tongesteine	16 – 66	
5	Sande/Sandsteine	10 – 69	
7	Karbonatische Gesteine	4 – 23	

Aus: WEDEPOHL, K.H. (1969-1978). FIEDLER & RÖSLER (1987) (\*).

GH 2: Intermediäre Gesteine (Phyllite, Glimmerschiefer, Gneise) enthalten bei Mittelwerten zwischen 13 und 31 mg/kg weniger Yttrium als der publizierte Mittelwert.

GH 3: Konform mit der natürlichen Variabilität und zudem am publizierten Mittelwert gelegen stellen sich die Gesteine dieser Gruppe bei Mittelwerten von 4 bis 32 mg/kg dar.

GH 4: Die mittleren Yttrium-Gehalte der Pelite reichen von 16 bis 21 mg/kg und liegen damit innerhalb der natürlichen Variabilität.

GH 5: In Sanden bzw. Sandsteinen bewegen sich die mittleren Yttrium-Gehalte zwischen 6 und 20 mg/kg, was der vorgenannten Situation entspricht.

GH 7: Die mittleren Yttrium-Gehalte der Karbonat- und Gipsgesteine sind mit Werten  $< 7$  mg/kg im unteren Bereich der natürlichen Yttrium-Variabilität dieser Gruppe angesiedelt.

### **11.35 Zink (Zn)**

Zink, aus der 2. Nebengruppe des PSE, tritt natürlich nur chemisch gebunden (Wertigkeit +II), bei chalkophilem und lithophilem Charakter auf. Die mittleren Zink-Gehalte in der oberen Erdkruste betragen 52 mg/kg (WEDEPOHL 1985). Zink findet sich als Hauptelement u.a. in sulfidischen, sulfatischen, silikatischen, oxidischen und karbonatischen Erzmineralen (Sphalerit, Smithsonit, Hemimorphit) sowie als Neben- und Spurenelement in femischen Fe-Mg-Silikaten (u.a. Granate, Pyroxene, Amphibole) und in Fe-Spinellen (Magnetit). Natürlich angereichert ist Zink in Form hydrothermalen Gangmineralisationen saurer Plutonite, hier zusammen mit Pb-, Cu-, Fe- (Ag-, Au-, As-, Sb-, Tl-) Mineralen, daneben als liquidmagmatische Bildung in mafischen - intermediären Gesteinen sowie als Begleitelement von Fe-, Co- und Ni-Sulfidmineralen. Durch Verwitterung entstehen aus primären sulfidischen Erzen leichtlösliche Sulfate sowie schwerlösliche Karbonate, Phosphate und Silikate (sekundäre Zinklagerstätten). Es besteht eine hohe Korrelation zu S- und  $C_{org}$ -Gehalten. Durch die hohe Sorptionsfähigkeit an Tonminerale, Fe-Mn-Oxide und organische Substanzen wird Zink im sedimentären Bildungsraum in pelitischen und bituminösen Gesteinen konzentriert. In Wässern ist Zink als  $Zn^{2+}$ , Chlorid und Organokomplex löslich.

Die analysierten Zink-Gehalte der verschiedenen Gesteine in Bayern variieren zwischen 0.01 mg/kg und 3754 mg/kg (Anhang 4-35). Die im folgenden betrachteten mittleren Gehalte (Medianwerte) statistisch signifikanter Populationen des gesamten Datensatzes ( $n > 10$ ) liegen allerdings in einem deutlich kleineren Bereich zwischen 0.01 mg/kg und 606 mg/kg. Die höchsten mittleren Zink-Gehalte treten in sauren Gesteinen der GH 1 auf, gefolgt von intermediären, basischen und pelitischen Gesteinen (GH 2, 3 und 4) sowie sandigen Gesteinen der GH 5. Die niedrigsten Gehalte weisen Karbonatgesteine der GH 7 auf. Dabei entsprechen die mittleren Gehalte aller Gesteinsgruppen weitgehend der natürlichen Variabilität (Tabelle 54) und liegen mit wenigen Ausnahmen am publizierten Zink-Mittelwert korrespondierender Gesteine.

GH 1: Die mittleren Gehalte der genannten Gruppe liegen im Bereich von 5 bis 606 mg/kg Zn. Die Mehrzahl der Mittelwerte konzentriert sich jedoch um den publizierten Mittelwert für

die entsprechende Gesteinsgruppe (Tabelle 54). Ausnahmen mit erhöhten Mittelwerten stellen Quarzkeratophyre (606 mg/kg Zn) dar.

GH 2: Intermediäre Gesteine enthalten als Mittelwerte zwischen 48 und 101 mg/kg Zink und lassen gegenüber dem publizierten Mittelwert tendenzielle Anreicherungen beobachten. Höher konzentriert findet sich Zink in den Gruppen „ordovizischer Tonschiefer-Phyllit“ (101 mg/kg) sowie „altpaläozoisch-oberproterozoischer Glimmerschiefer-Gneis (96 mg/kg).

GH 3: Mit Medianen zwischen < 125 mg/kg bewegen sich die Gesteine dieser Gruppe innerhalb der natürlichen Variabilität (Tabelle 54) und enthalten Zink in kleinerer Konzentration als durch die publizierten Mittelwerte vorgegeben.

GH 4: Die mittleren Zink-Gehalte der Pelite reichen von 52 bis 112 mg/kg und bewegen sich mit Ausnahme „unter-oberdevonischer Tonschiefer“ (112 mg/kg) um den publizierten Mittelwert.

GH 5: Sande bzw. Sandsteine enthalten mittlere Zink-Gehalte zwischen 14 und 61 mg/kg. Die Mediane der betrachteten Populationen liegen damit innerhalb der natürlichen Variabilität dieser Gruppe führen aber Zink gegenüber dem publizierten Mittelwert tendenziell angereichert (Faktor 1.5). Höhere Abweichungen vom Mittelwert zeigen Sandsteine des Unteren Keupers (61 mg/kg).

GH 7: Normale, d.h. der natürlichen Variabilität entsprechende Mediane treten bei Karbonat- und Gipsgesteinen auf (5 bis 13 mg/kg Zn).

Tab. 54: Spannbreiten und Mittelwerte von Zink-Gehalten häufig auftretender Gesteine

Geochemische Hauptgruppe	Gesteine	Spannbreite (mg/kg)	Mittelwert (mg/kg)
1	Saure Magmatite	5 – 1150	60 (*)
	Saure Metamorphite		
2	Intermediäre Magmatite	5 – 127	70, 72 (*)
	Intermediäre Metamorphite	8 – 233	
3	Basische Magmatite	30 – 420	130 (*)
	Basische Metamorphite	18 – 280	
	Ultrabasische Magmatite	25 – 91	30 (*)
4	Tongesteine	2 – 430	100, 80 (*)
5	Sande/Sandsteine	5 – 198	15 (*)
7	Karbonatische Gesteine	< 0.1 – 180	20 (*)

Aus: WEDEPOHL, K.H. (1969-1978). FIEDLER & RÖSLER (1987) (\*).

Wenn nicht anders vermerkt stammen die vorangegangenen element- bzw. mineralspezifischen Angaben aus DEER, HOWIE & ZUSSMAN (1980), FLUCK & BRASTED (1979), FÖRSTNER & WITTMANN (1981), MASON & MOORE (1982), MERIAN (1984), NEUMÜLLER (1979), SALOMONS & FÖRSTNER (1984), SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL (1989), SCHRÖTER et al. (1973) sowie WEDEPOHL (1969-1978).

## **12 Ausblick**

Durch die spezifische Ausrichtung der Untersuchung im Rahmen des Projektes – Erfassung und Integration vorhandener Datenbestände sowie eine möglichst umfassende Datenverdichtung mit dem Ziel einer flächenhaft zusammenhängenden Aussage – konnten wegen der kurzen Projektlaufzeit einige Areale Bayerns nicht, andere nur unvollständig analytisch bearbeitet werden. Für eine bayernweit geschlossene und vergleichbare Aussage ist deswegen in diesen Gebieten künftig eine grundlegende bzw. verdichtende Probenahme, Analytik und Auswertung nach den Grundsätzen des „Geochemischen Atlas“ notwendig.

Da insbesondere ausführende Behörden, wie z. Bsp. Wasserwirtschaftsämter geochemische Hintergrunddaten bei der Altlastenbearbeitung, bei der Beuteilung des Grundwasserchemismus und dem vorsorgenden Bodenschutz benötigen, ist es notwendig die Daten des Geochemischen Atlas kontinuierlich zu ergänzen und im neuen Bodeninformationssystem (BIS) der Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen.

## **13 Danksagung**

Die vorliegende Arbeit entstand im Rahmen des F&E-Vorhabens „Geogene Grundgehalte der Gesteine Bayerns (Geochemischer Atlas)“, das von Januar 2000 bis März 2002 am BayGLA, Außenstelle Martkredwitz im Auftrag und mit Mitteln des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen durchgeführt wurde.

Zur Vervollständigung des projektintern erarbeiteten Daten konnte sowohl auf Analysen- sowie auf Originalprobenmaterial zurückgegriffen werden. Beiträge und Probenmaterial wurden in dankenswerter Weise von der Universität Erlangen, Herrn Prof. Dr. W.M. Bausch, vom Institut für Mineralogie der Universität Würzburg, Herrn Prof. Dr. Peter Richter sowie dem Institut für Mineralogie, Petrologie und Geochemie der Universität München, Herrn Prof. Dr. Giselher Propach zur Verfügung gestellt.

Bei den im Projektrahmen durchgeführten Arbeiten von der Probenahme bis hin zur Datenerfassung und Analytik waren außer den Autoren beteiligt: Dr. M. Wittenbecher und die Labormitarbeiterinnen, Fr. E. Schwab sowie Fr. K. Rössler. Ihnen und allen anderen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des BayGLA, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben, sei an dieser Stelle herzlich für ihren engagierten Einsatz gedankt.

Für die Durchsicht des Manuskripts und wertvolle Anregungen danken wir Dr B. Schilling sowie Dr. K. Schwerd vom BayGLA.

## 14 Literatur

- BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (1995): Mineralische Rohstoffe - Bausteine der Wirtschaft. - 50 S., Hannover (BGR).
- CLARKE, F.W. (1924): Data of geochemistry. – U.S. Geol. Survey Bull. 770.
- DEER, W.A., HOWIE, R.A. & ZUSSMAN, J. (1980): An introduction to the rock forming minerals. – 528 S., London (Longman).
- FIEDLER, H.J. & RÖSLER, H.J. (1987): Spurenelemente in der Umwelt. – 278 S., Jena (VEB G. Fischer Verlag).
- FLUCK, E., BRASTED, R.C. (1979): Allgemeine und Anorganische Chemie. – 308 S., Heidelberg (Quelle und Meyer).
- FÖRSTNER, U., WITTMANN, G.T.W. (1981): Metal pollution in the aquatic environment. – 486 S., Berlin (Springer-Verlag).
- FREUDENBERGER, W., LINHARDT, E. & WROBEL, J.-P. (2000): Geologie, Hydrogeologie und Geochemie der Thermalwasserbohrung Treuchtlingen 2 (T 2). – *Geologica Bavarica*, **105**: S. 97-121, München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- CHEMIKERAUSSCHUSS der GDMB-Gesellschaft Deutscher Metallhütten- und Bergleute e.V. Clausthal-Zellerfeld (1975): Analyse der Metalle. - Dritter Band. Probennahme. – 535 S., Berlin, Heidelberg, New York (Springer).
- HELFRICHT, R (1971): Die Festlegung der Mindestprobenmasse mit Hilfe des Probenahme-modells von Gy. *Neue Bergbautechnik* 1 (11): S. 858-863, Leipzig..
- HUTSCHENREITER, W (1965): Fehlerfortpflanzung bei der Probennahme. *Bergakademie* 17 (9): S. 537-542, Freiberg.
- JENKS, George F. (1963): Generalistion in statistical mapping.- *Annals of the Association of American Geographers* 53: S. 15-26
- LABO (1995): Hintergrund- und Referenzwerte für Böden. – Ber. der Ad-hoc-AG „Hintergrund- und Referenzwerte für Böden“ des LABO-AK IV „Bodenbelastung“, 59 S., Berlin.
- LINHARDT, E. & DITTRICH, R. (1999): Analytische Multielement-Methoden am Bayerischen Geologischen Landesamt; Teil I: Bestimmungen von Haupt-, Neben- und Spurenelementen in Böden und Gesteinen mittels ICP-MS bzw. ICP-OES (Standardelementsatz aus Gesamtaufschlusslösungen). – *Geologica Bavarica*, **104**: S. 79-93, München (Bayer. Geol. L.-Amt).

- LINHARDT, E. (1997): GLA-Arbeitsanweisung „Standardaufbereitung Gestein“. – 6 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- LINHARDT, E. (1999): GLA-Arbeitsanweisung „Probenahme Gestein“. – 5 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- LINHARDT, E. (2000): Gehalte umweltrelevanter Spurenelemente in Gesteinen der Region 10 (Ingolstadt). Geochemischer Atlas von Bayern. – Geologica Bavarica, **105**, S. 413-430, München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- MASON, B., MOORE, C.B. (1982): Principles of geochemistry. – 344 S., New York (John Wiley & Sons).
- MERIAN, E. [Hrsg.] (1984): Metalle in der Umwelt. - 669 S., Weinheim (Verlag Chemie).
- NEUMÜLLER, O.-A. (1979): Römpps Chemie-Lexikon, Bd. 1-6, 4088 S., Stuttgart (Franckh).
- SALOMONS, W., FÖRSTNER, U. (1984): Metals in the hydrocycle. – 349 S., Berlin (Springer).
- SCHEFFER, F., SCHACHTSCHABEL, P. (1989): Lehrbuch der Bodenkunde. – 491 S., Stuttgart (Enke).
- SCHROLL, E. (1975): Analytische Geochemie. Bd. I - Methodik. – 292 S., Stuttgart (Enke).
- SCHROLL, E. (1976): Analytische Geochemie. Bd. II - Grundlagen und Anwendungen. – 374 S., Stuttgart (Enke).
- SCHRÖTER, W., LAUTENSCHLÄGER, K.-H., BIBRACK, H., STÄDTLER, W. (1973): Chemie, Fakten und Gesetze. – 375 S., Köln (Buch- und Zeit).
- STÖHR, R (1976): Die Probenahme in der Aufbereitung aus der Sicht des Versuchsingenieurs, Aufbereitungs-Technik 12 S. 624-632, Freiberg.
- WEDEPOHL, K.H. (1969-1978): Handbook of Geochemistry. Vol. I u. II/1-5, Berlin (Springer).
- WEDEPOHL, K.H. (1985): The composition of the continental crust. Geochim. Cosmochim. Acta. 59, S. 1217-1232.

**In der Reihe „GLA Fachberichte“ des Bayerischen Geologischen Landesamtes erschienen bisher:**

- [1] AUERSWALD, K. & SCHMIDT, F. (1986): Atlas der Erosionsgefährdung in Bayern.- GLA Fachberichte, **1**: 74 S.; München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- [2] RUPPERT, H. & SCHMIDT, F. (1987): Natürliche Grundgehalte und anthropogene Anreicherungen von Schwermetallen in Böden Bayerns.- GLA Fachberichte, **2**: 97 S.; München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- [3] WROBEL, J.-P. & HANKE, K. (1987): Karten der Gefährdung der Grundwässer in Bayern durch Nitrat.- GLA Fachberichte, **3/Teil 1**: 1-25; München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- JONECK, M., STANJEK, CH. & HOLZNER, G. (1987): Nitratverlagerung und Nitratabbau in Böden, Deck- und Verwitterungsschichten in verschiedenen Klimabereichen Bayerns.- GLA Fachberichte, **3/Teil 2**: 27-127; München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- [4] RUPPERT, H., SCHMIDT, F., JONECK, M., JERZ, H. & DREXLER, O. (1988): Schwermetallgehalte in Böden des Donautales.- GLA Fachberichte, **4**: 51 S.; München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- [5] WITTMANN, O. (1991): Standortkundliche Landschaftsgliederung von Bayern - Übersichtskarte 1 : 1 000 000 - und Abhängigkeitsbeziehungen der Bodennutzung.- GLA Fachberichte, **5/Teil 1**: 1-47.; München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- RUPPERT, H., SCHMIDT, F. & SCHMIDT, R. (1991): Bereiche natürlicher Spurenmetalle in den häufigsten Böden Bayerns.- GLA Fachberichte, **5/Teil 2**: 49-73; München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- [6] MARTIN, W., RUPPERT, H. & FRIED, G. (1991): Veränderungen von Elementgehalten, pH-Wert und potentieller Kationenaustauschkapazität in ausgewählten Böden Bayerns. Untersuchungen an 203 Profilen im Zeitraum 1964 bis 1986.- GLA Fachberichte, **6/Teil 1**: 1-35; München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- RUPPERT, H. (1991): Zur Problematik der Abschätzung anthropogener Stoffgehalte in Böden am Beispiel von Schwermetallen.- GLA Fachberichte, **6/Teil 2**: 37-61; München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- [7] JONECK, M. & PRINZ, R. (1991): Dioxine in Böden Bayerns. Gehalte polychlorierter Dibenzodioxine (PCDD) und polychlorierter Dibenzofurane (PCDF) in Auflage- und Oberbodenhorizonten von Böden unterschiedlicher Nutzung und Immissionsituation.- GLA Fachberichte, **7**: 60 S.; München (Bayer. Geol. L.-Amt).

- [8] v. POSCHINGER, A. (1992): GEORISK. Erfassung und Untersuchung von Massenbewegungen im Bayerischen Alpenraum.- GLA Fachberichte, **8**: 33 S.; München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- [9] JONECK, M. & PRINZ, R. (1993): Inventur organischer Schadstoffe in Böden Bayerns. Chlorierte Kohlenwasserstoffe, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe und N-Herbizide in Böden unterschiedlicher Nutzung und Immissionssituation. - GLA Fachberichte, **9**: 155 S.; München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- [10] JONECK, M. & PRINZ, R. (1993): Schwermetallgehalte in Böden des Maintales und angrenzender Nebentäler.- GLA Fachberichte, **10**: 87 S.; München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- [11] SCHILLING, B. (1994): Boden-Dauerbeobachtungsflächen des Bayerischen Geologischen Landesamtes - Zielsetzung, Stand der Arbeiten und Ergebnisse aus den Erstuntersuchungen.- GLA Fachberichte, **11**: 60 S.; München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- [12] JONECK, M. & PRINZ, R. (1994): Hintergrundbelastung bayerischer Böden mit organischen Problemstoffen. GLA Fachberichte, **12**: 55 S.; München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- [13] DIEPOLDER, G. W. (1995): Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung. Grundlagen - Bewertung - Darstellung in Karten.- GLA Fachberichte, **13/Teil 1**: 1-79; München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- WAGNER, B. & WROBEL, J.-P. (1995): Untersuchungen zum Wasser- und Stofftransport in der ungesättigten Zone im Hinblick auf ihre Schutzfunktion für das Grundwasser.- GLA Fachberichte, **13/Teil 2**: 81-100 München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- [14] SCHILLING, B. & ZEITLER, G. (1997): Flächenvariabilität von Stoffgehalten in Böden dargestellt am Beispiel von Radionukliduntersuchungen auf einer Wald-Bodendauerbeobachtungsfläche des Bayerischen Geologischen Landesamtes.- GLA Fachberichte, **14/Teil 1**: 1-24; München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- SCHILLING, B. (1997): Untersuchungen zum Verhalten radioaktiver Stoffe auf Monitoringflächen im Zeitraum 1990-94. - GLA Fachberichte, **14/Teil 2**: 25-47; München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- SCHILLING, B. (1997): Wiederholungsuntersuchungen an Boden-Dauerbeobachtungsflächen in Bayern. - GLA Fachberichte, **14/Teil 3**: 48-91; München (Bayer. Geol. L.-Amt).



- [15] RUPPERT, H.(1998): Die Humusaufgabe von Waldböden Südbayerns als Anzeiger der relativen Immissionsbelastung durch Schwermetalle.- GLA Fachberichte, **15**: 44 S.; München (Bayer. Geol. L.-Amt) .
- [16] SUTTNER, TH., AUSSENDORF, M. & MARTIN, W.(1998): Hintergrundwerte anorganischer Problemstoffe in Böden Bayerns.- GLA Fachberichte, **16**: 70 S.; München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- [17] PRINZ, R. & WITTENBECHER, M. (1999): Typische Gehalte ausgewählter Spurenelemente in Waldböden Bayerns.- GLA Fachberichte, **17**: 66 S.;München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- [18] WITTENBECHER, M. (1999): Mobilisierbare Schwermetallgehalte in forstwirtschaftlich genutzten Böden Bayerns.- GLA Fachberichte, **18**: 35 S.; München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- [19] DOPPLER, G., LINHARDT, E., RAST, U. & ROHRMÜLLER, H. (2002): ZDB-Schlüsselliste Petrographische Bezeichnung – Gesteinsbezeichnung für die Zentrale Datenbank (ZDB) des Bayerischen Geologischen Landesamtes. - GLA Fachberichte, **19**: 65 S.; München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- [20] BÜTTNER, G., PAMER, R. & WAGNER, B. (2003): Hydrogeologische Raumgliederung von Bayern. – GLA Fachberichte, **20**: 88 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- [21] WAGNER, B., TÖPFNER, C., LISCHIED, G., SCHOLZ, M., KLINGER, R., KLAAS, P. (2003): Hydrochemische Hintergrundwerte der Grundwässer Bayerns. – GLA Fachberichte, **21**: 252 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- [22] SCHILLING, B., HAMMERL, J., HOLZNER, G., MAHLER, CH. & STIMMELMEIER, G. (2005): Monitoring der Radioaktivität im Boden – Veränderungen zwischen 1990 und 2003. GLA Fachberichte, **22**: 59 S.; München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- [23] SCHILLING, B., QUINGER, J., HAMMERL, J., HOLZNER, G. & MAHLER, CH. (2005): Intensiv-Boden-Dauerbeobachtung am Bayerischen Geologischen Landesamt unter Einbeziehung von Ergebnissen aus den Untersuchungen der Basis-Boden-Dauerbeobachtung. GLA Fachberichte, **23**: 54 S.; München (Bayer. Geol. L.-Amt).

## 15 Anhang

Zur Kompilation des „Geochemischen Atlas“ wurden folgende externe Proben- und Datenbestände nach erteilter Genehmigung durch entsprechende Personen und Institute mitverwendet:

FELBER, J., WEINELT, W. (1984): Geophysikalische Methodenentwicklung mit begleitenden Kernbohrungen und Gesteinsanalysen in Ostbayern. – Forschungsbericht T 84-213, Bundesministerium für Forschung und Technologie, 105 S.

FRANZEN, Christ. (1999): Zur Petrographie und Geochemie des Fürstenstein-Intrusivkomplexes (Bayerischer Wald). Diss. Univ. Heidelberg, 154 S.

FREISLEBEN, B. M. (1989): Mineralogische und geochemische Untersuchungen der Amphibolite vom Hohen Bogen und seiner benachbarten Metabasite des Gabbroamphibolitmassivs von Kdylne – Neukirchen b. hl. Blut. – Diss. Univ. Erlangen-Nürnberg, 240 S.

HATZOLD, W. (1982): Zur metallogenetischen Bedeutung der Bunten Gruppe des Oberproterozoikums im Fichtelgebirge. – Diss. Univ. Würzburg, 113 S.

OLBRICH, M. (1985): Geochemische Untersuchungen der varistischen Magmatite des Vorderen Bayerischen Waldes. – Diss. Univ. München, 201 S.

POMMERENKE, K. (1985): Geochemie und Petrographie der Amphibolite im NE-Teil der Münchberger Gneismasse, NE-Bayern. – Diplomarbeit TU Braunschweig, 145 S.

OPPERMANN, U. (1985): Geochemie und Petrographie der Prasinite und Amphibolite am SW-Rand der Münchberger Gneismasse, NE-Bayern. – Diplomarbeit TU Braunschweig, 140 S.

RICHTER, P. und STETTNER, G. (1986): Untersuchungen zur Form und räumlichen Lage der Granitplutone im Projektgebiet der Lokation Oberpfalz. – Abschlussbericht Ri 219/6-1, Univ. Würzburg, 37 S.

SPIEGEL, W. (1986): Beiträge zur Genese intermediärer und basischer Magmatite. – Diss. Univ. München.

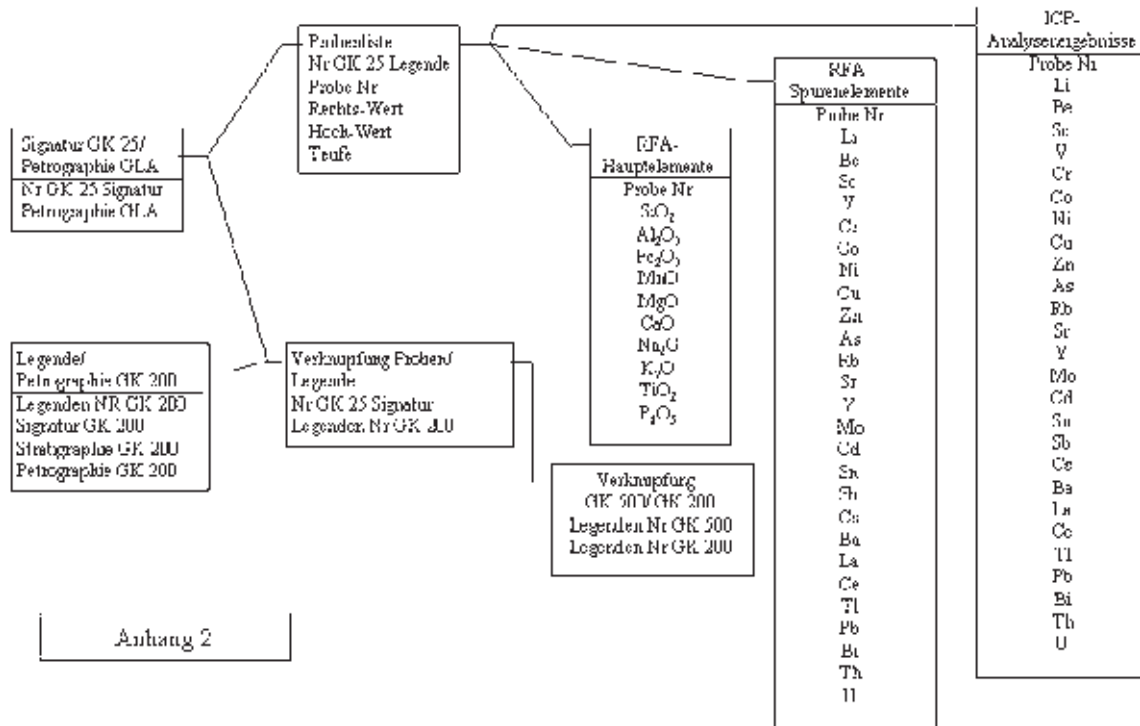
WENDT, I., KREUZER, H., MÜLLER, P. und SCHMID, H. (1986): Gesamtgesteins- und Mineraldatierungen des Falkenberger Granits. – Geol. Jb., E 34, S. 5-66, Hannover.

Alle verwendeten Proben- und Analysendaten liegen in digitaler Form in der Projektdatenbank „Geochemischer Atlas von Bayern“ vor.

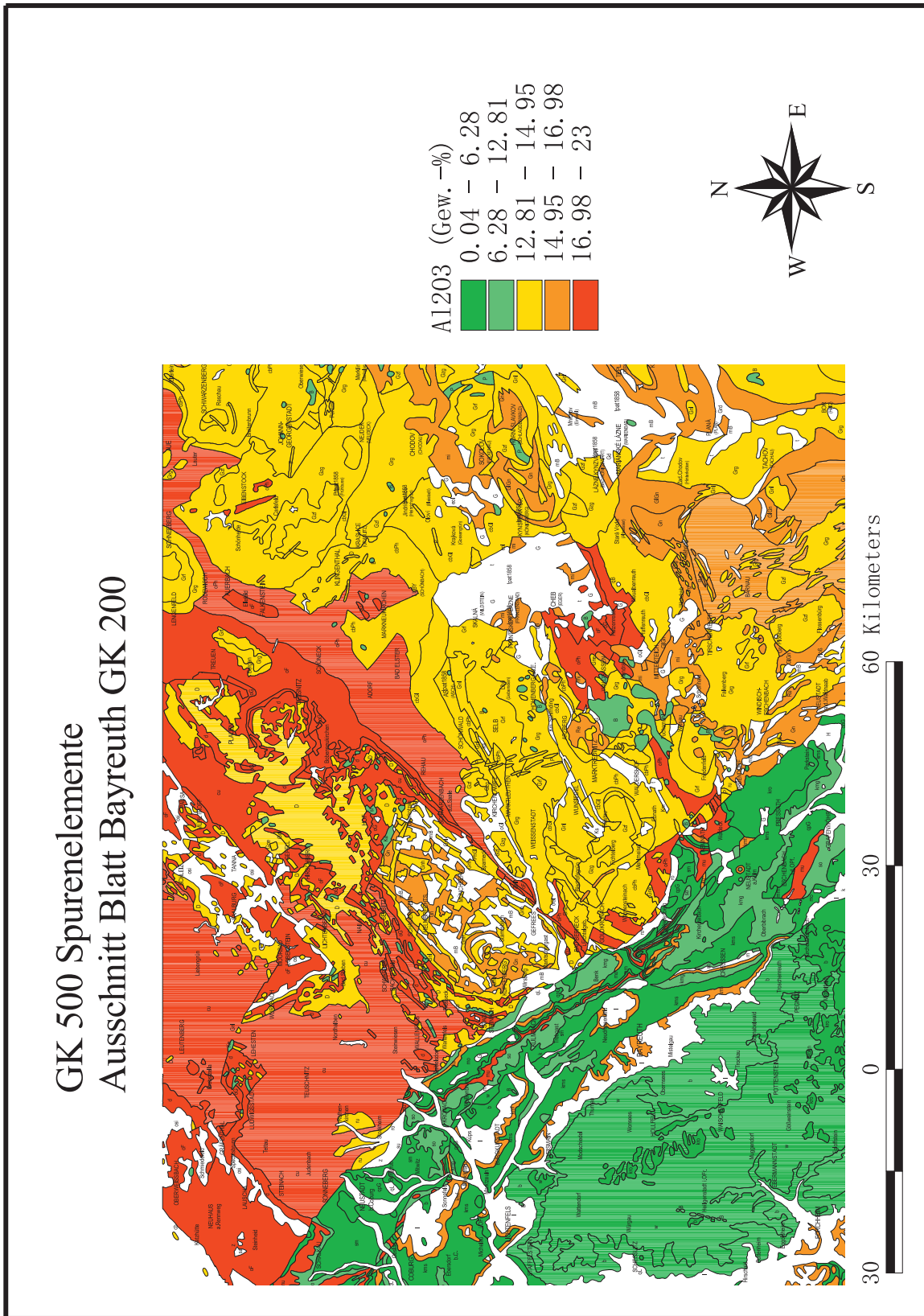
Anhang 1: Durchschnittliche Elementverteilung in der oberen Erdkruste, als sog. CLARKE-Zahlen (WEDEPOHL 1985).

Element	Durchschnittliche Konzentration	als Verbindung	Einheit
As	2	-	mg/kg
Ba	668	-	mg/kg
Be	3.1	-	mg/kg
Bi	0.123	-	mg/kg
Ca	4.12	CaO	Gew.-%
Cd	0.102	-	mg/kg
Ce	65.7	-	mg/kg
Co	11.6	-	mg/kg
Cr	35	-	mg/kg
Cs	5.8	-	mg/kg
Cu	14.3	-	mg/kg
Fe	4.41	Fe <sub>2</sub> O <sub>3 ges</sub>	Gew.-%
Hg	0.056	-	mg/kg
K	4.04	K <sub>2</sub> O	Gew.-%
La	32.3	-	mg/kg
Li	22	-	mg/kg
Mg	2.24	MgO	Gew.-%
Mn	0.068	MnO	Gew.-%
Mo	1.4	-	mg/kg
Na	3.46	Na <sub>2</sub> O	Gew.-%
Nb	26	-	mg/kg
Ni	18.6	-	mg/kg
P	665	-	mg/kg
Pb	17	-	mg/kg
Rb	110	-	mg/kg
Sb	0.31	-	mg/kg
Sc	7	-	mg/kg
Se	0.083	-	mg/kg
Sn	2.5	-	mg/kg
Sr	316	-	mg/kg
Th	10.3	-	mg/kg
Ti	0.52	TiO <sub>2</sub>	Gew.-%
Tl	0.75	-	mg/kg
U	2.5	-	mg/kg
V	53	-	mg/kg
Y	20.7	-	mg/kg
Zn	52	-	mg/kg

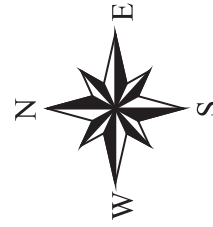
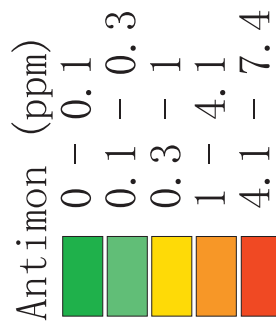
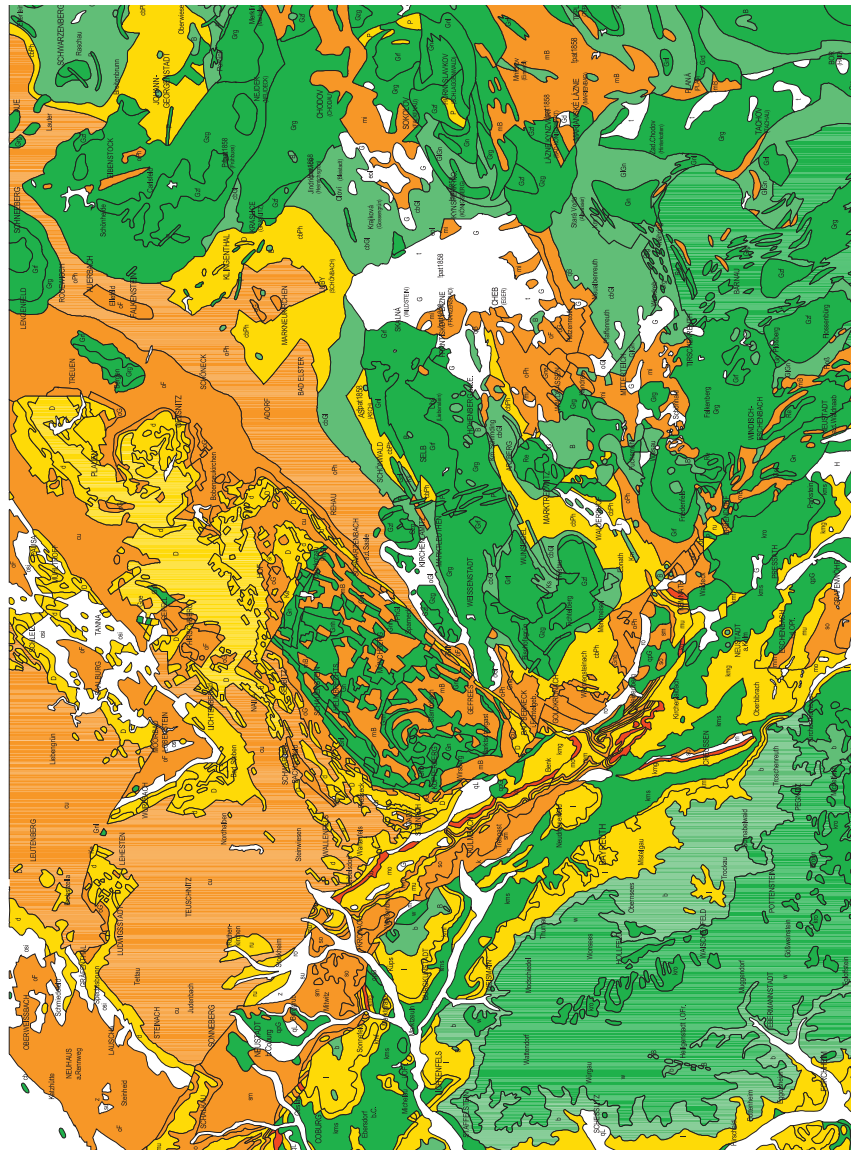
Anhang 2: Datenbankmodell der Projekt-Datenbank



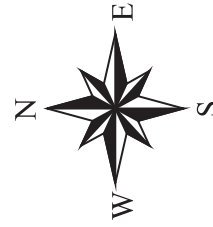
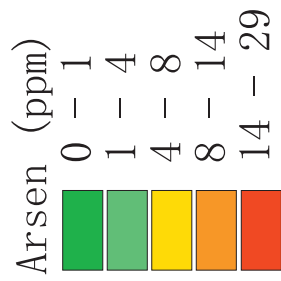
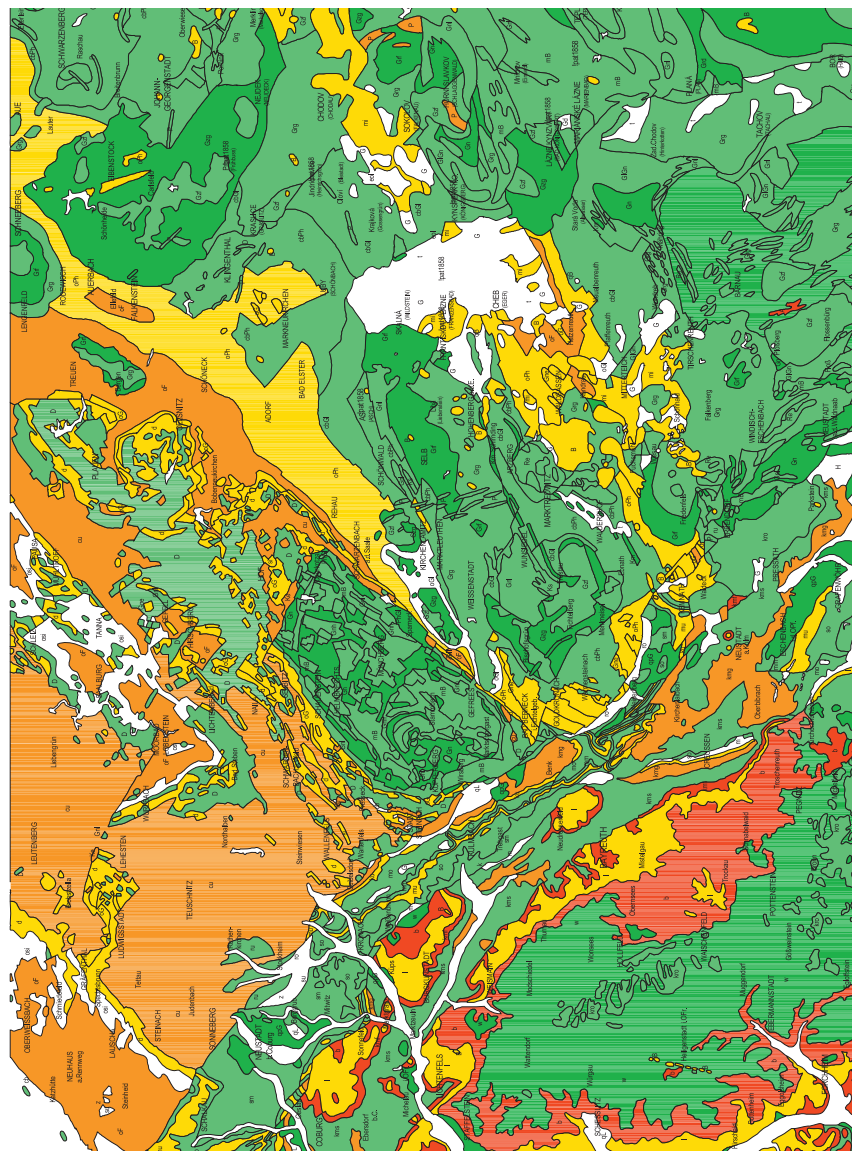
Anhang 3: Elementbezogene Darstellungen der Mediane im Maßstab 1 : 500.000 auf Blattschnitt 1 : 200.000  
Blatt Bayreuth



# GK 500 Spurenelemente Ausschnitt Blatt Bayreuth GK 200



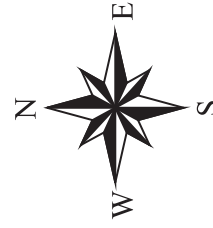
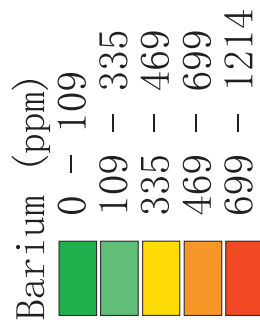
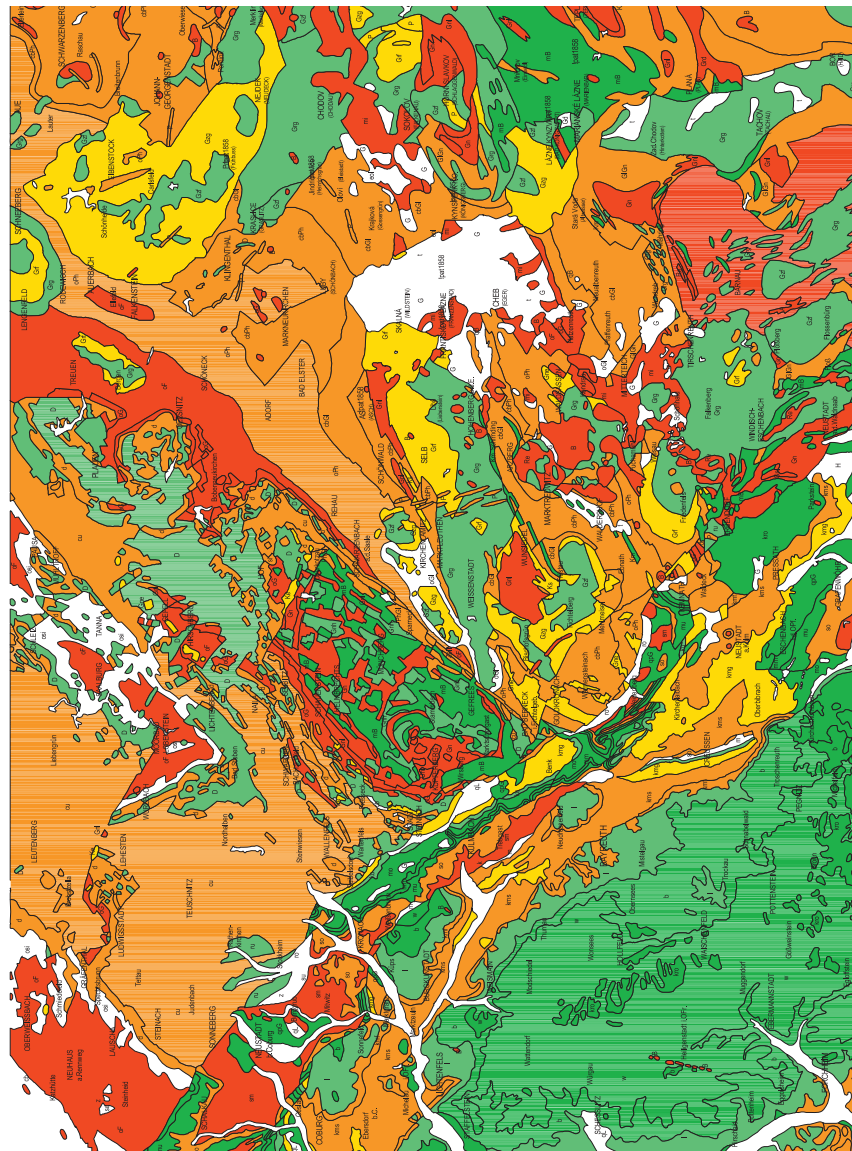
# GK 500 Spurenelemente Ausschnitt Blatt Bayreuth GK 200



60 Kilometers



# GK 500 Spurenelemente Ausschnitt Blatt Bayreuth GK 200

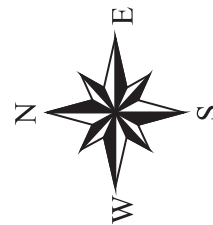
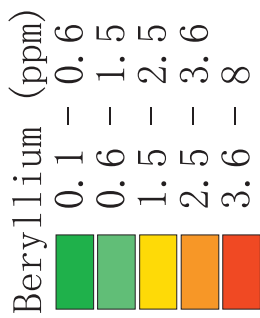
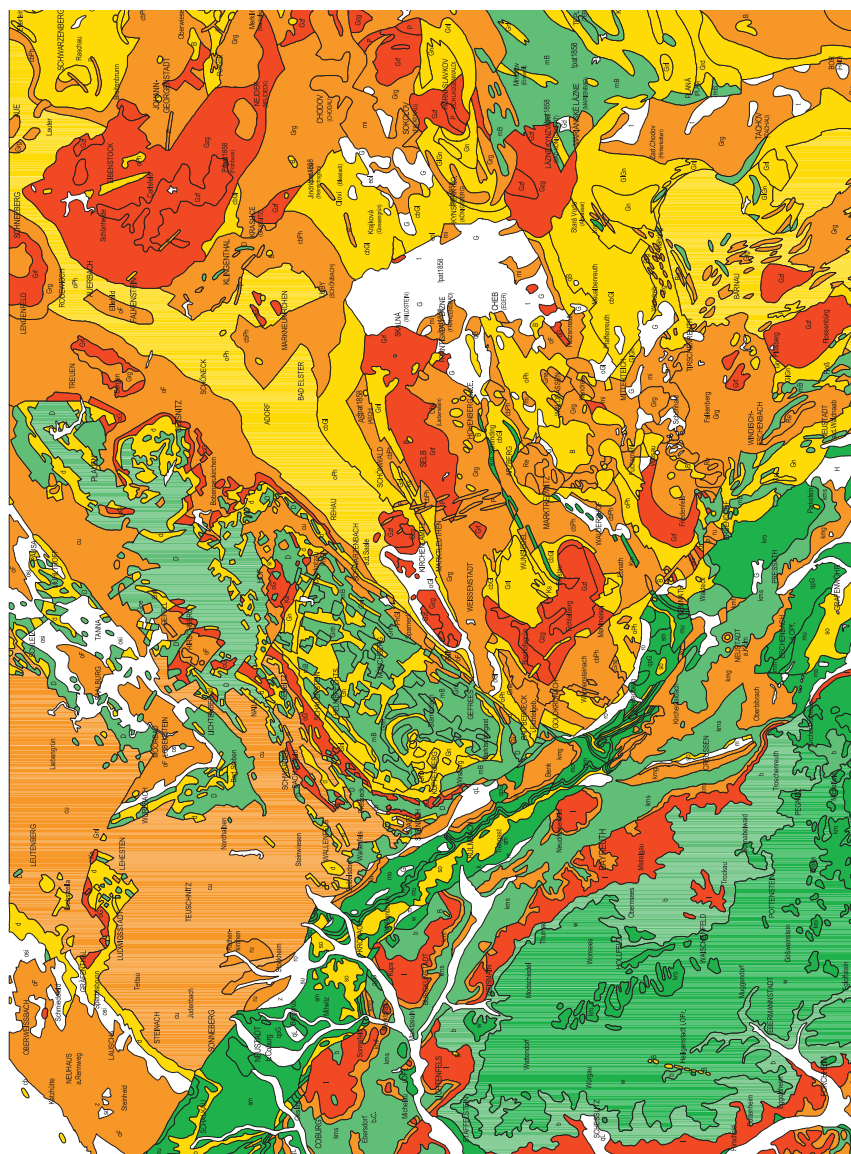


60 Kilometers

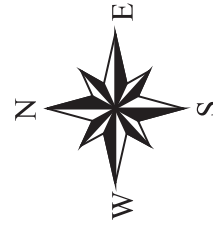
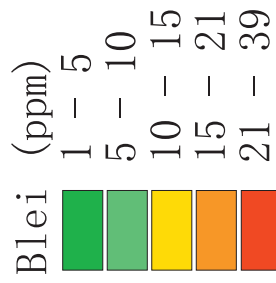
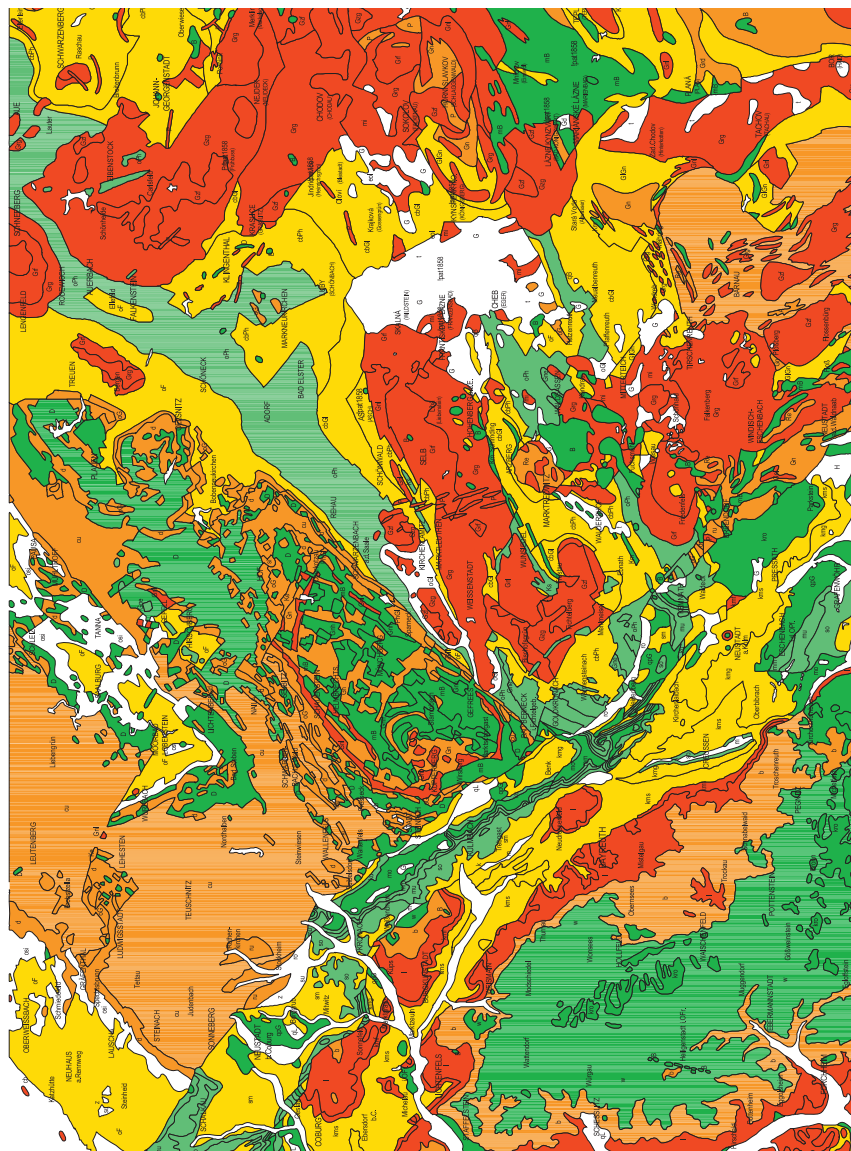




# GK 500 Spurenelemente Ausschnitt Blatt Bayreuth GK 200



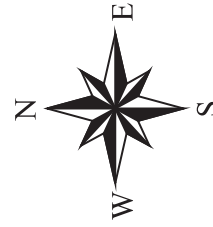
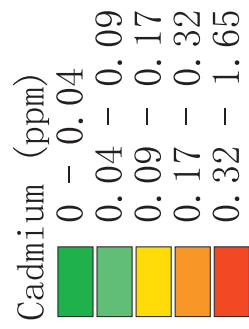
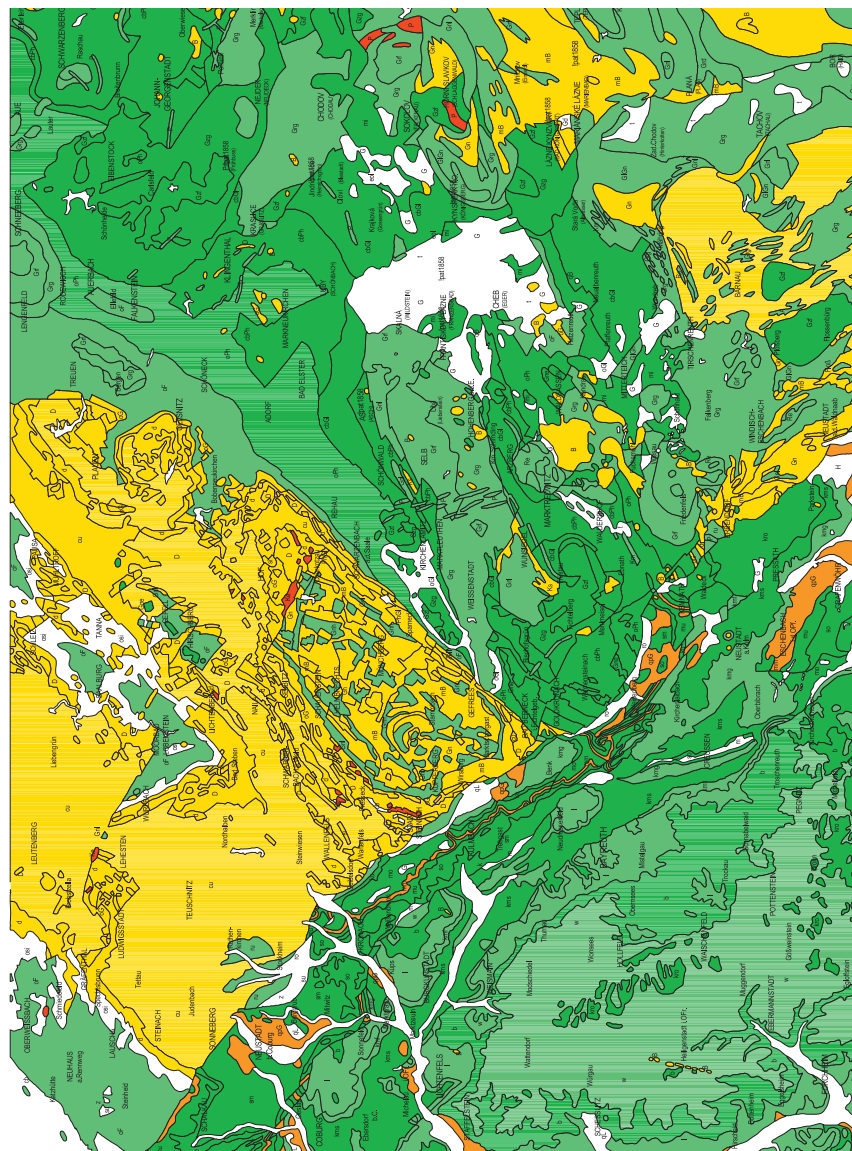
# GK 500 Spurenelemente Ausschnitt Blatt Bayreuth GK 200



60 Kilometers



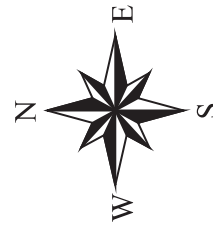
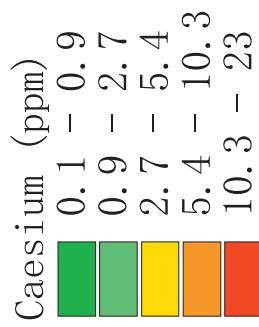
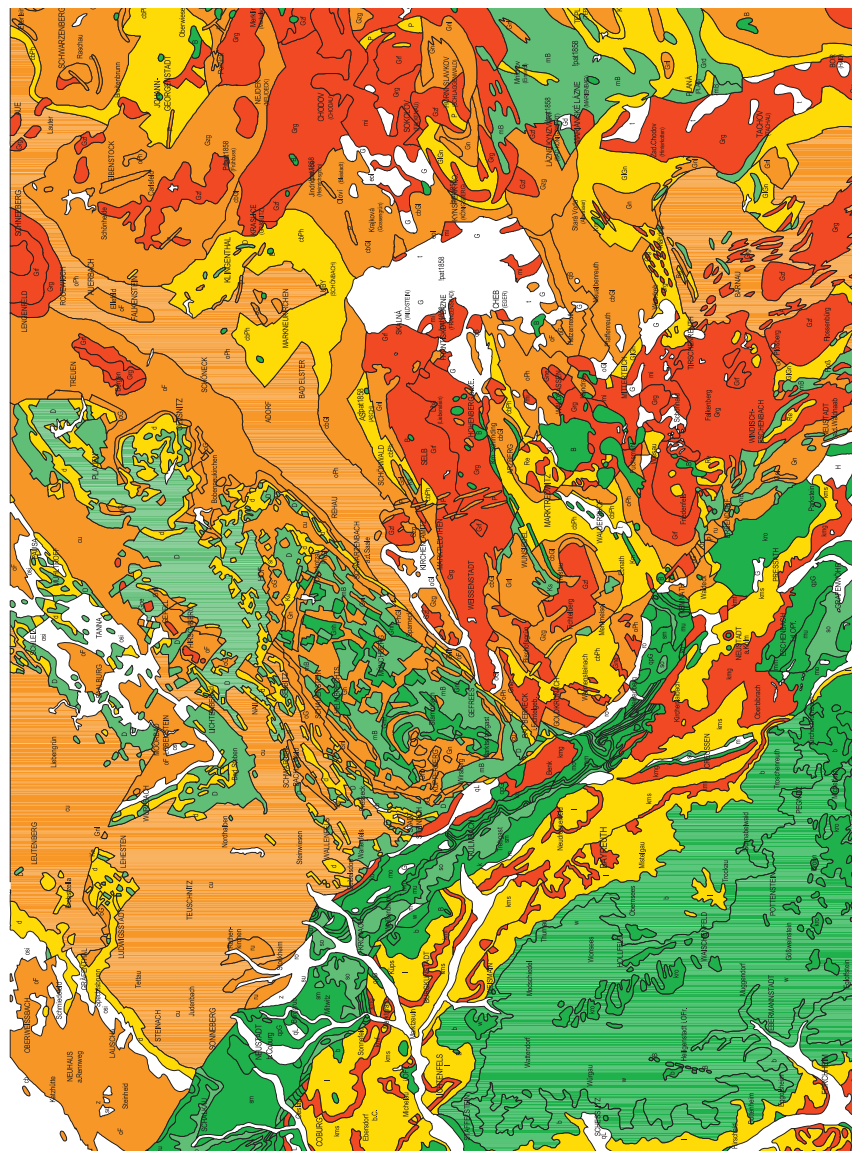
# GK 500 Spurenelemente Ausschnitt Blatt Bayreuth GK 200



60 Kilometers



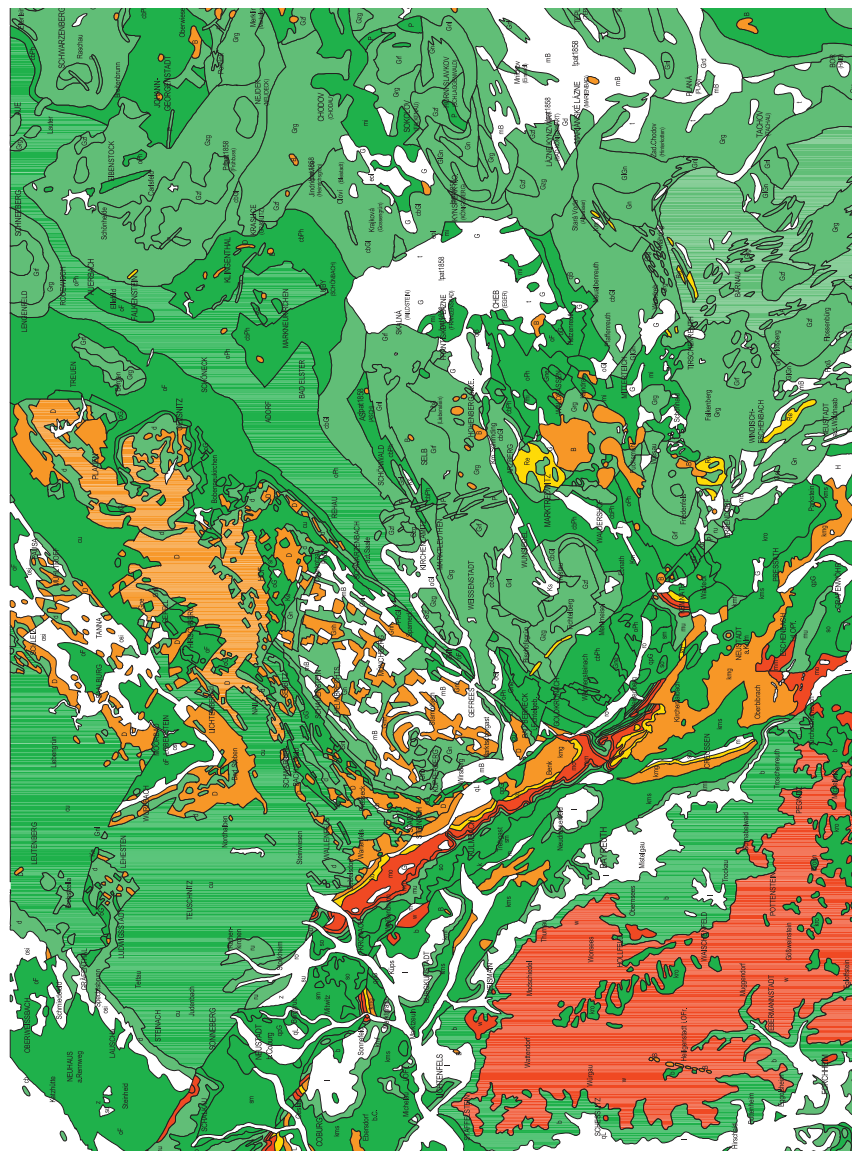
# GK 500 Spurenelemente Ausschnitt Blatt Bayreuth GK 200



60 Kilometers

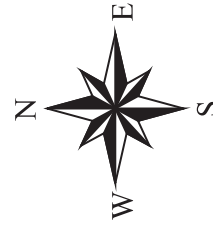


# GK 500 Spurenelemente Ausschnitt Blatt Bayreuth GK 200



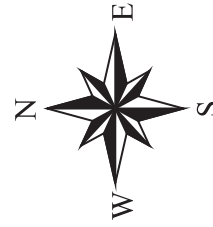
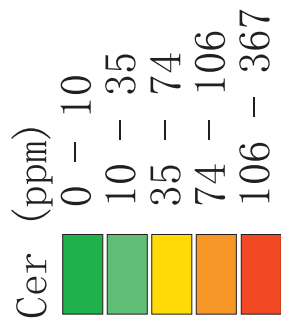
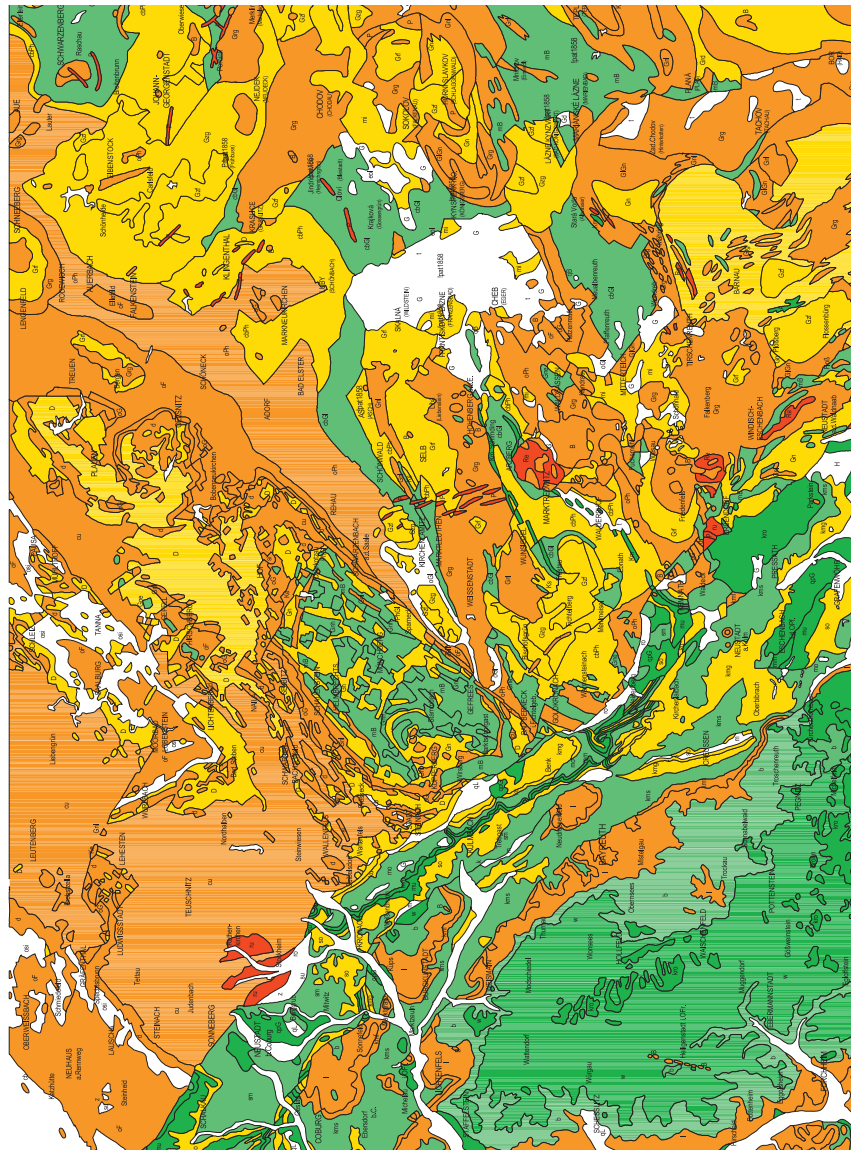
CaO (Gew. -%)

	0.05 - 0.65
	0.65 - 1.88
	1.88 - 4.35
	4.35 - 10.48
	10.48 - 57.8



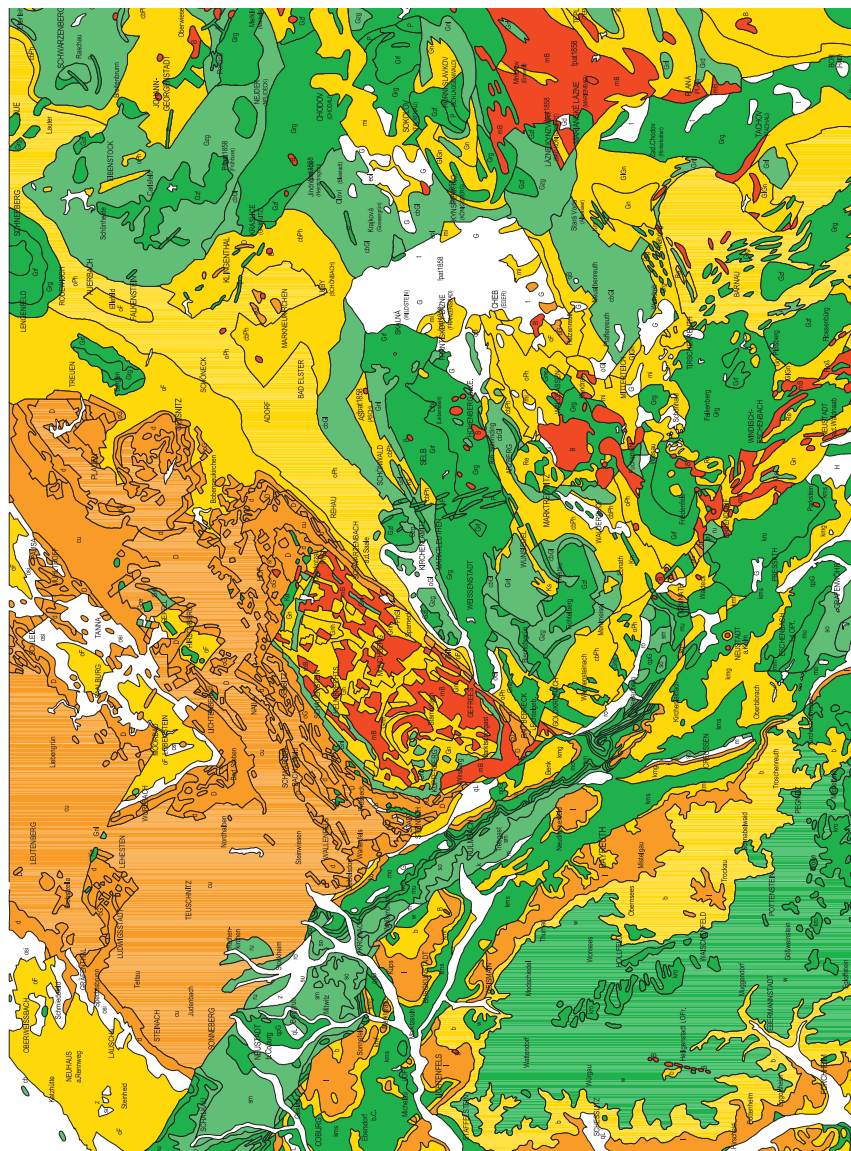
30 0 30 60 Kilometers

# GK 500 Spurenelemente Ausschnitt Blatt Bayreuth GK 200

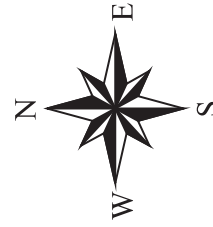
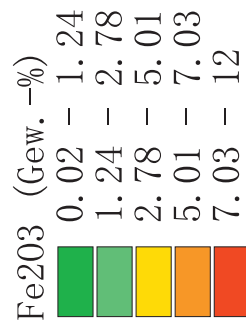
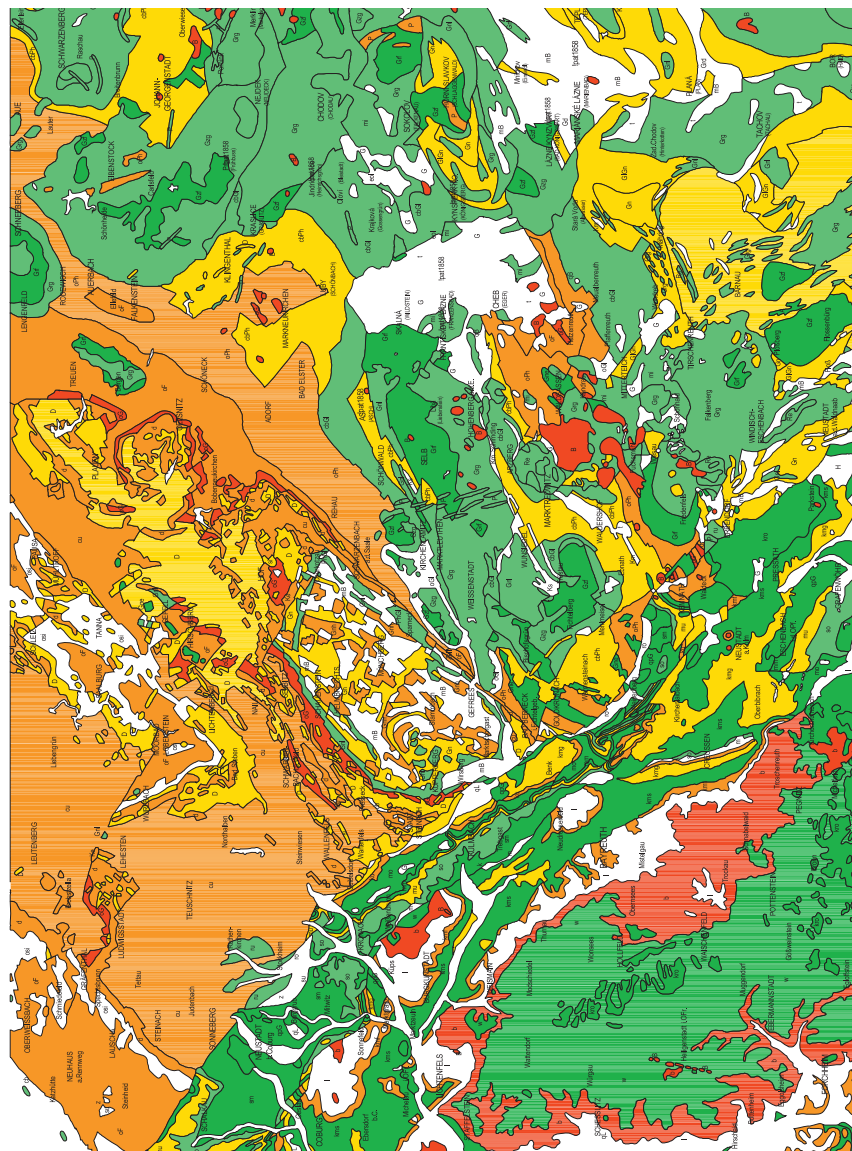


30 0 30 60 Kilometers

# GK 500 Spurenelemente Ausschnitt Blatt Bayreuth GK 200



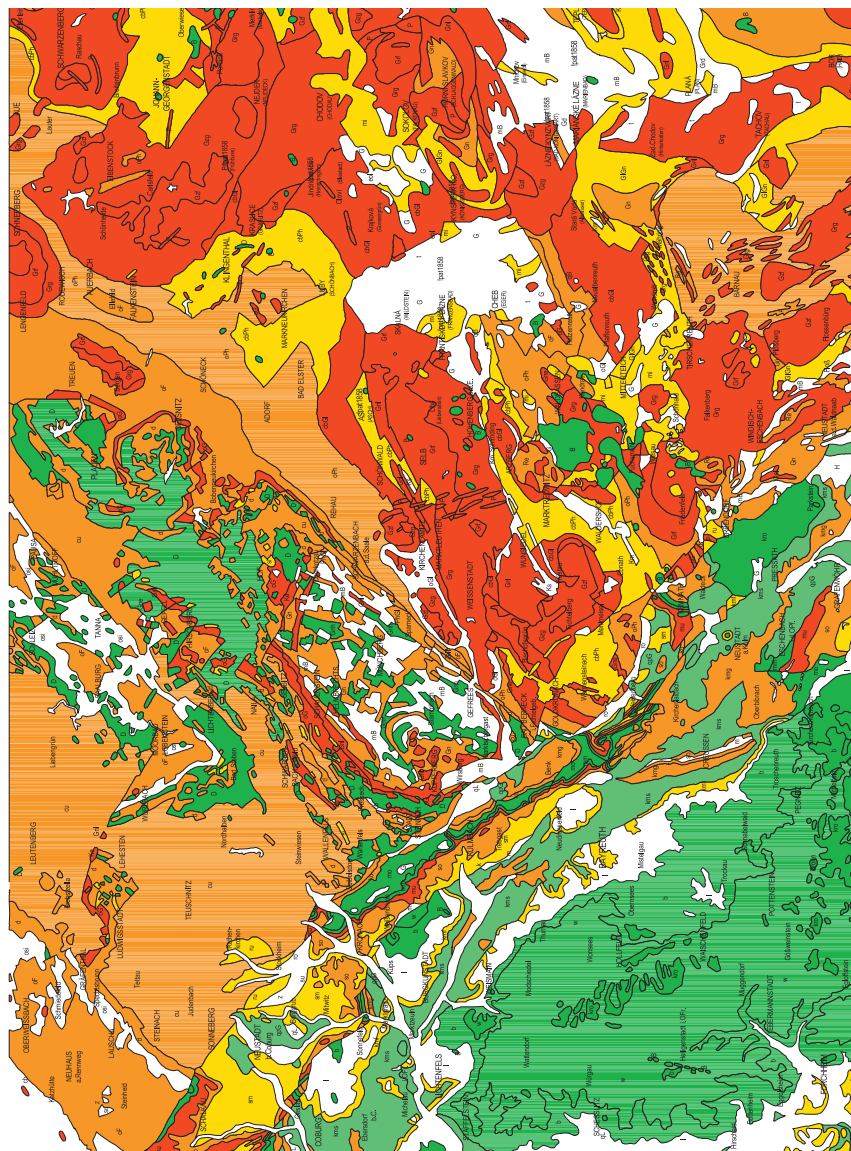
# GK 500 Spurenelemente Ausschnitt Blatt Bayreuth GK 200



30 0 30 60 Kilometers

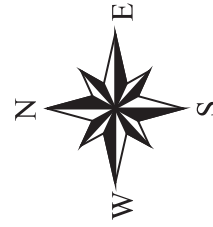


# GK 500 Spurenelemente Ausschnitt Blatt Bayreuth GK 200



K20 (Gew. -%)

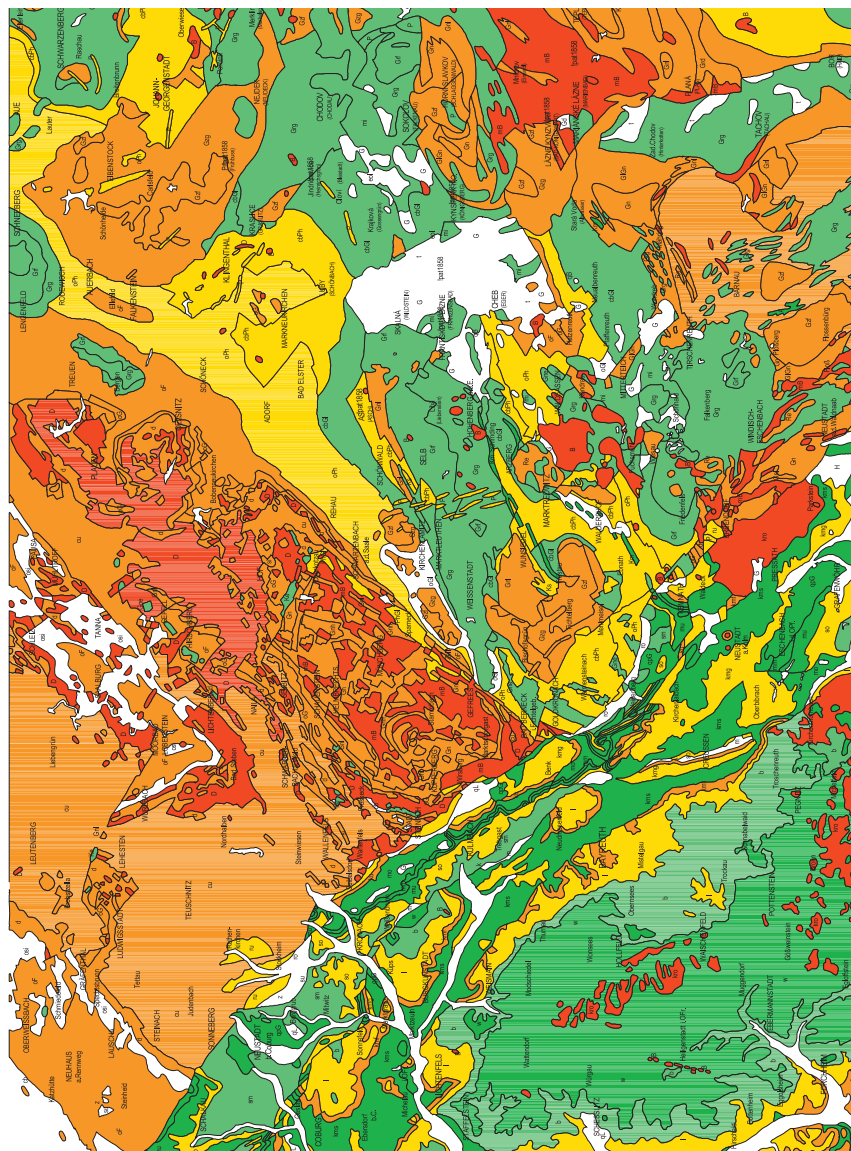
0.01 - 1.25
1.25 - 2.13
2.13 - 3.41
3.41 - 4.22
4.22 - 6.76



60 Kilometers

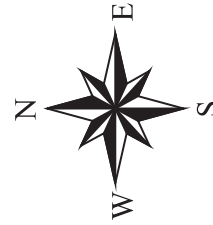


# GK 500 Spurenelemente Ausschnitt Blatt Bayreuth GK 200



Kobalt (ppm)

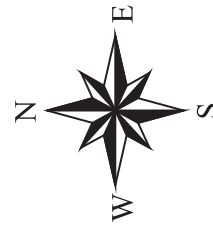
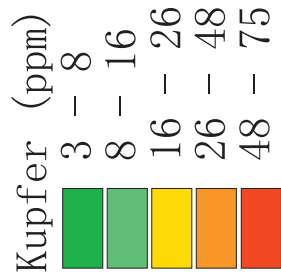
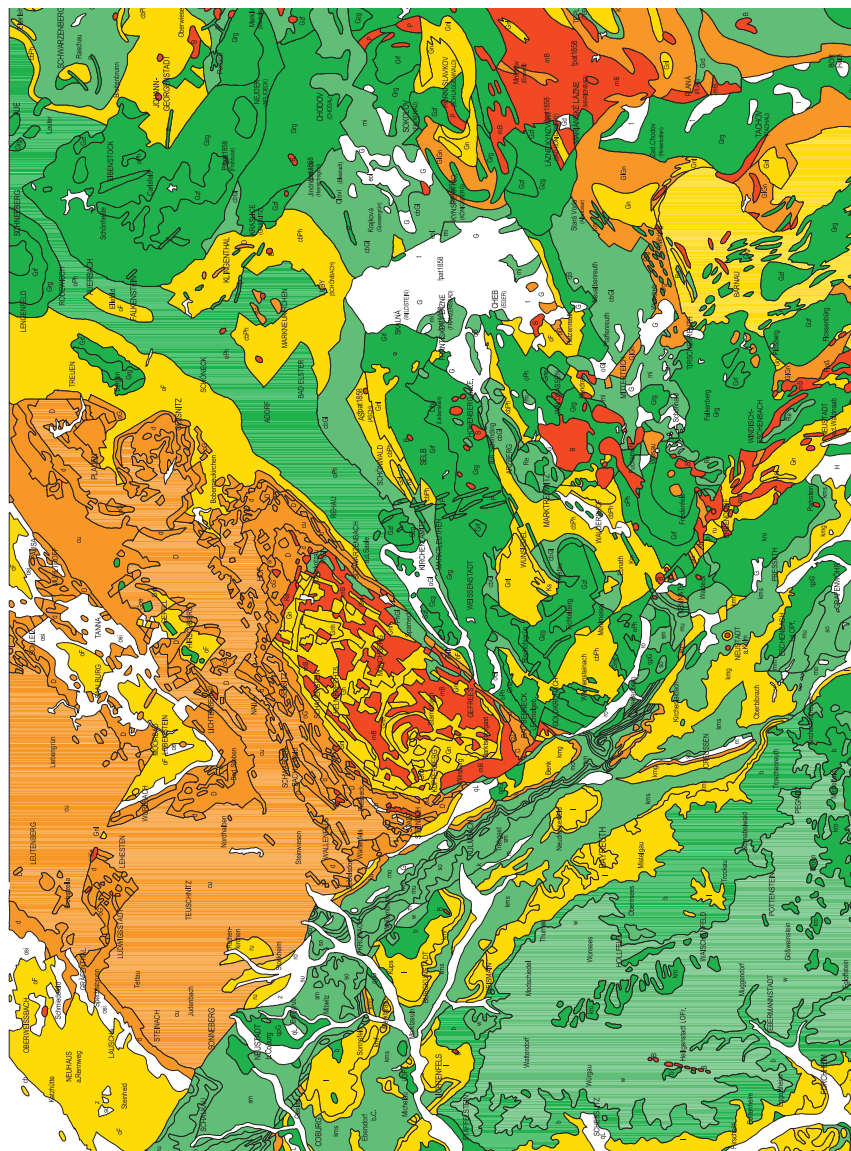
1 - 4
4 - 9
9 - 14
14 - 34
34 - 69



60 Kilometers



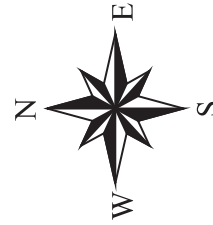
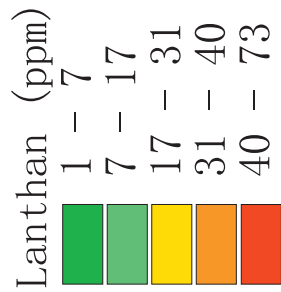
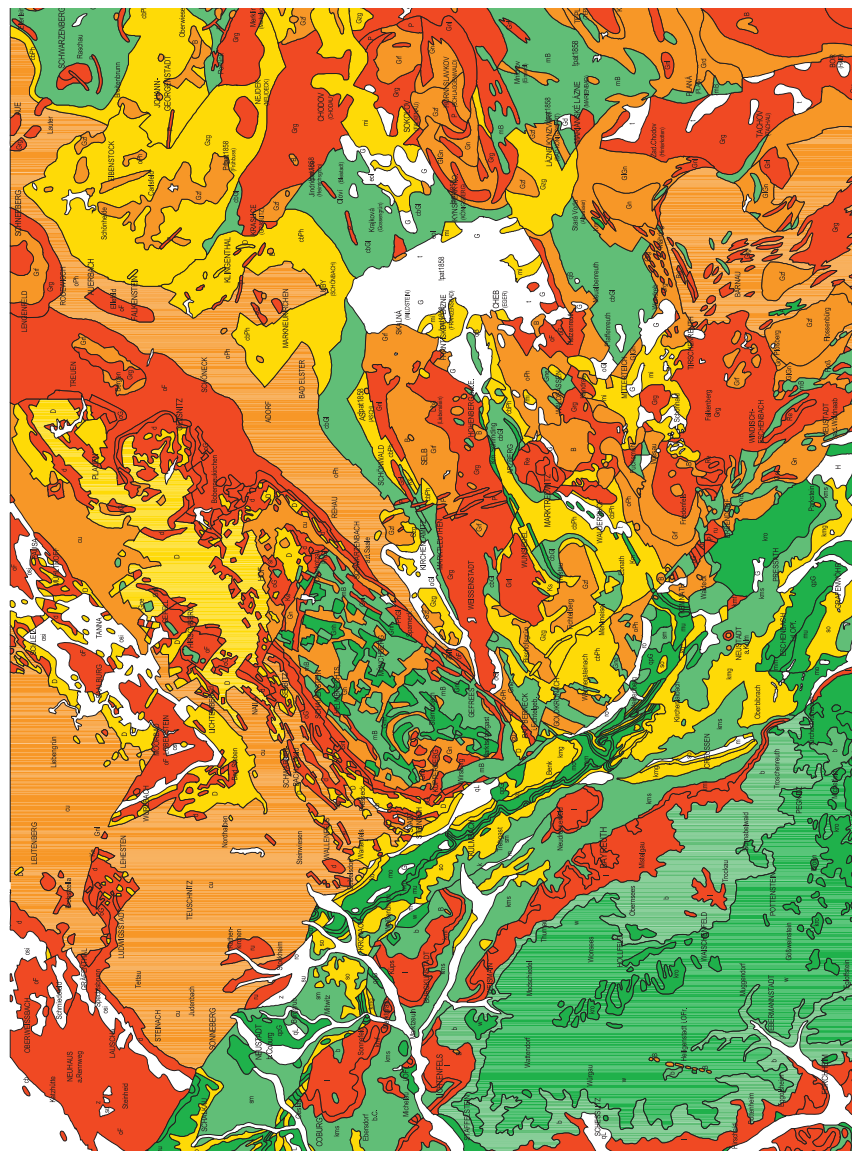
# GK 500 Spurenelemente Ausschnitt Blatt Bayreuth GK 200



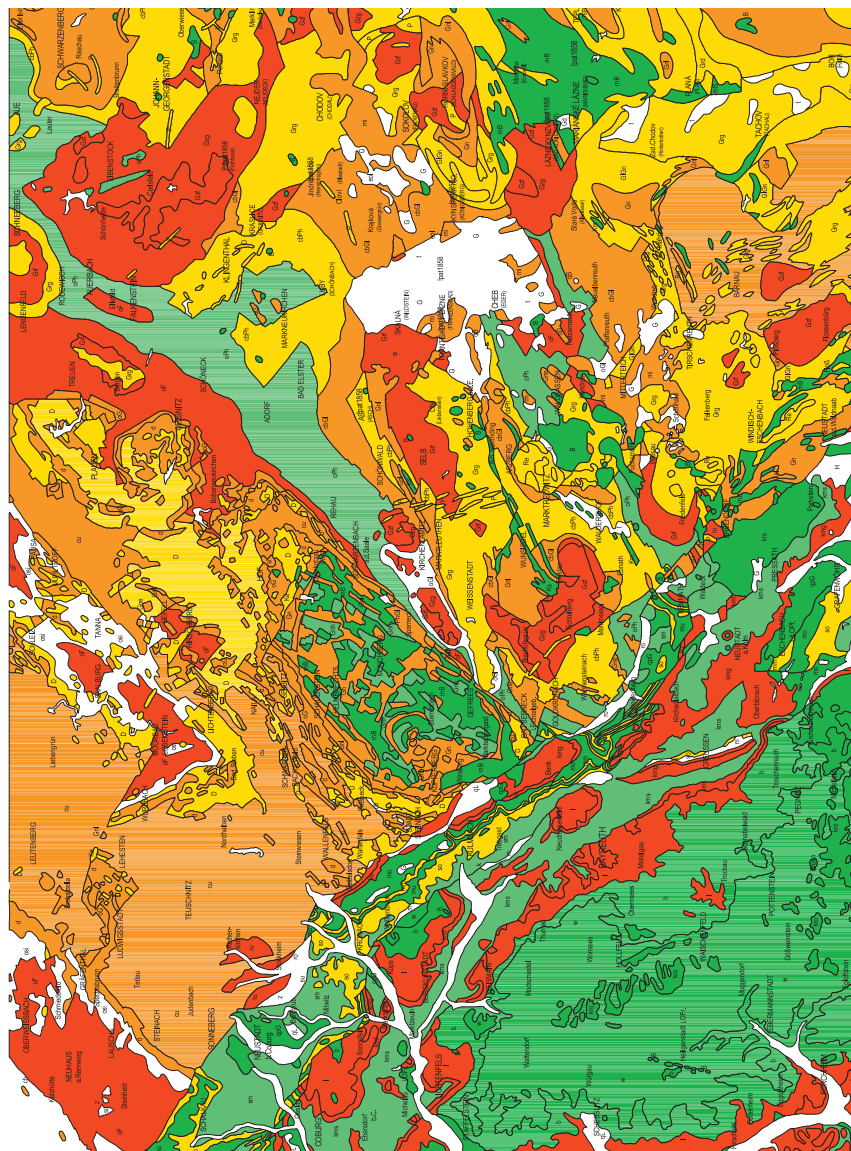
60 Kilometers



# GK 500 Spurenelemente Ausschnitt Blatt Bayreuth GK 200

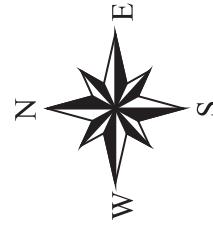


# GK 500 Spurenelemente Ausschnitt Blatt Bayreuth GK 200



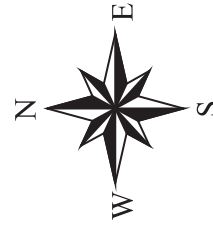
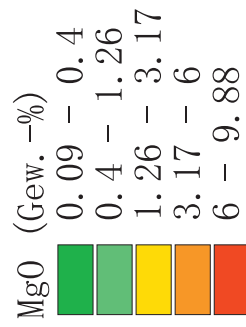
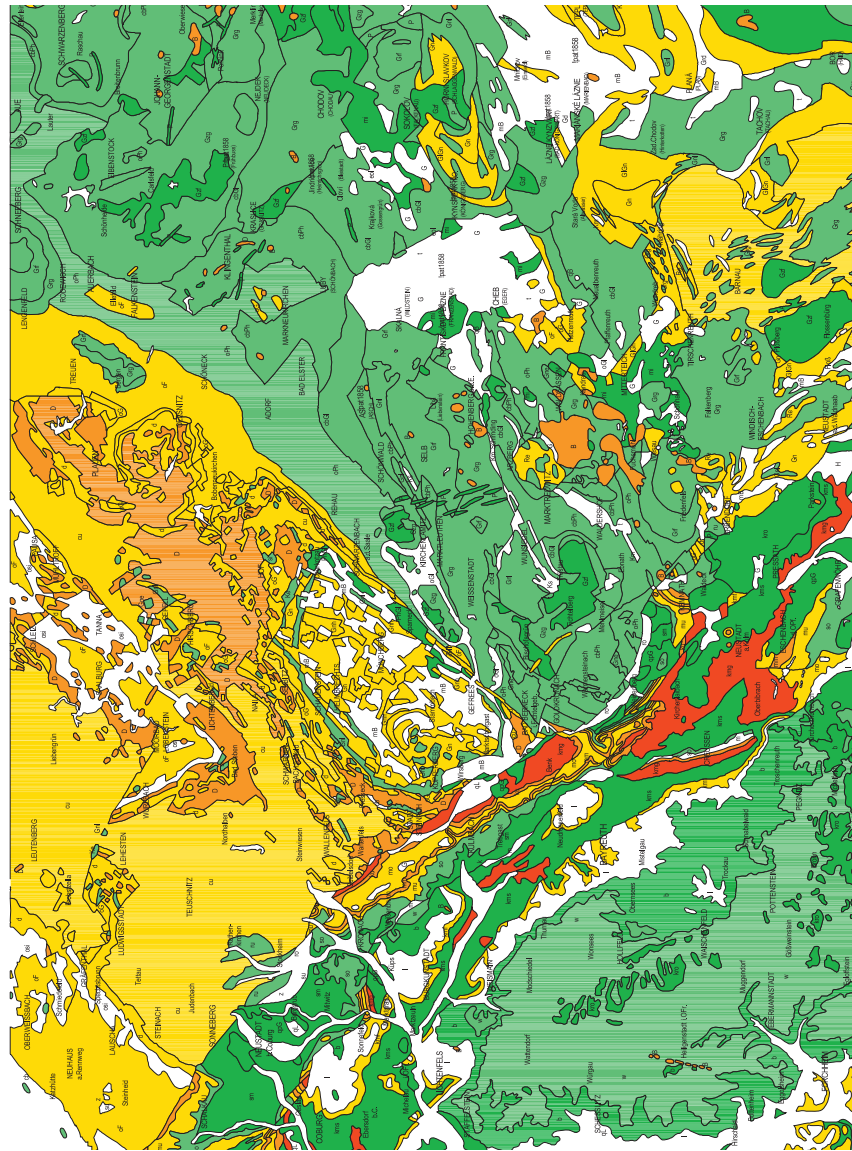
Lithium (ppm)

0 - 13
13 - 26
26 - 43
43 - 63
63 - 125

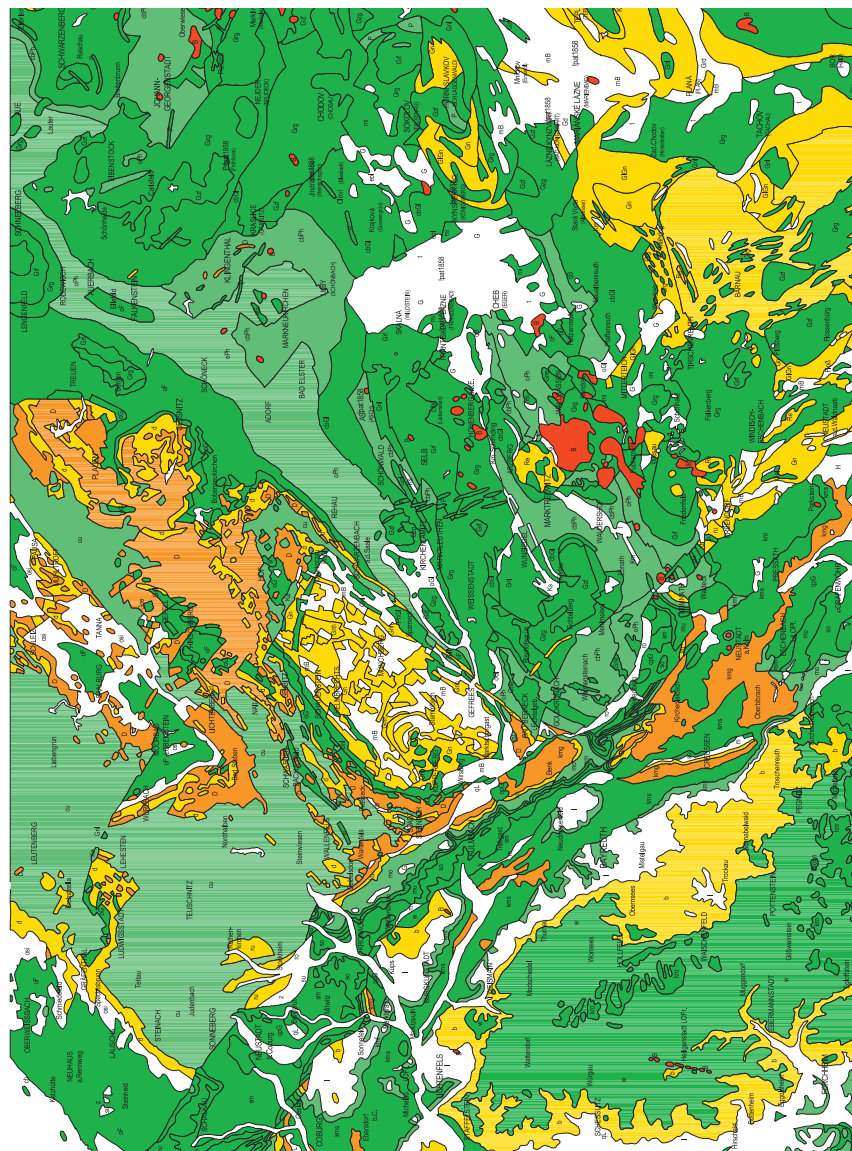


30 0 30 60 Kilometers

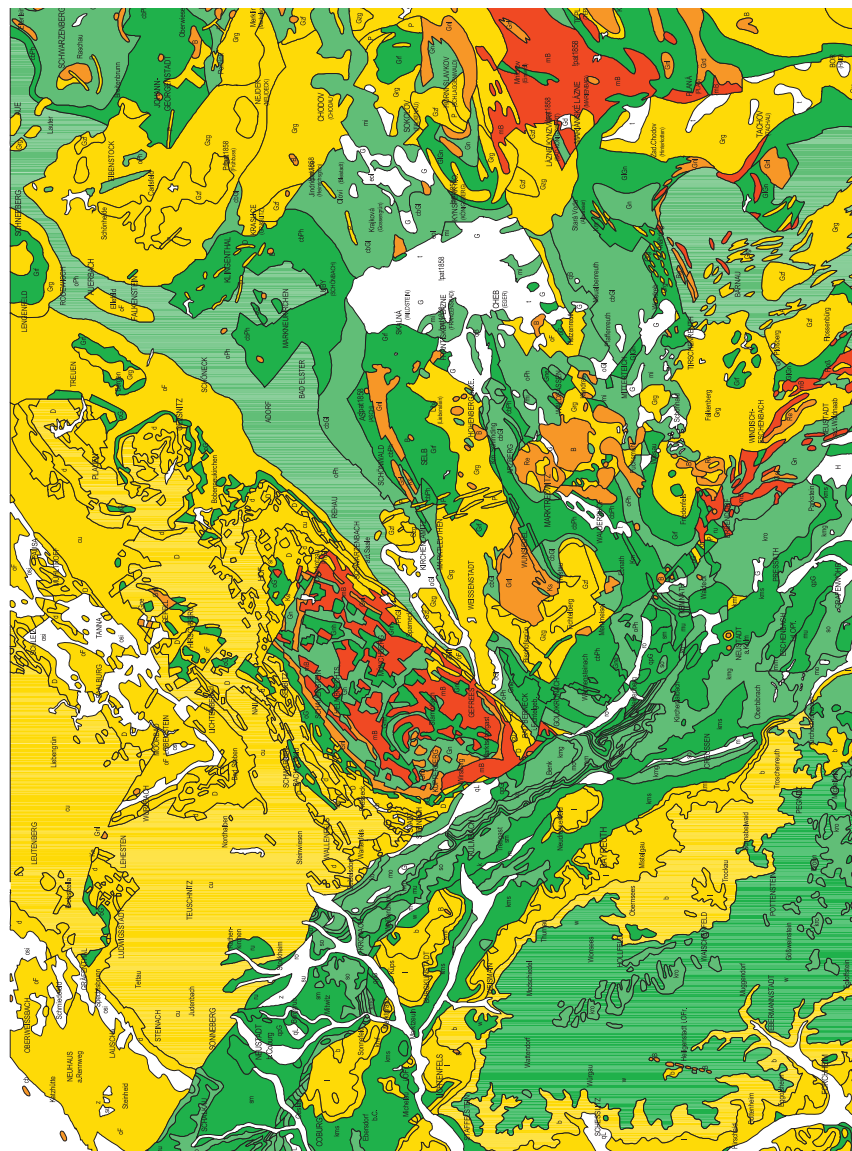
# GK 500 Spurenelemente Ausschnitt Blatt Bayreuth GK 200



# GK 500 Spurenelemente Ausschnitt Blatt Bayreuth GK 200

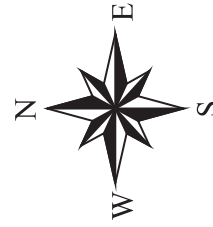


# GK 500 Spurenelemente Ausschnitt Blatt Bayreuth GK 200



Molybdän (ppm)

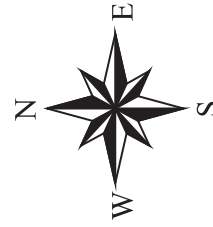
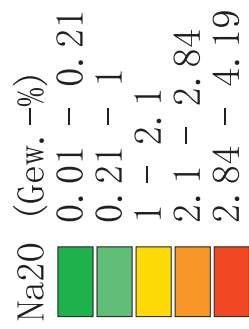
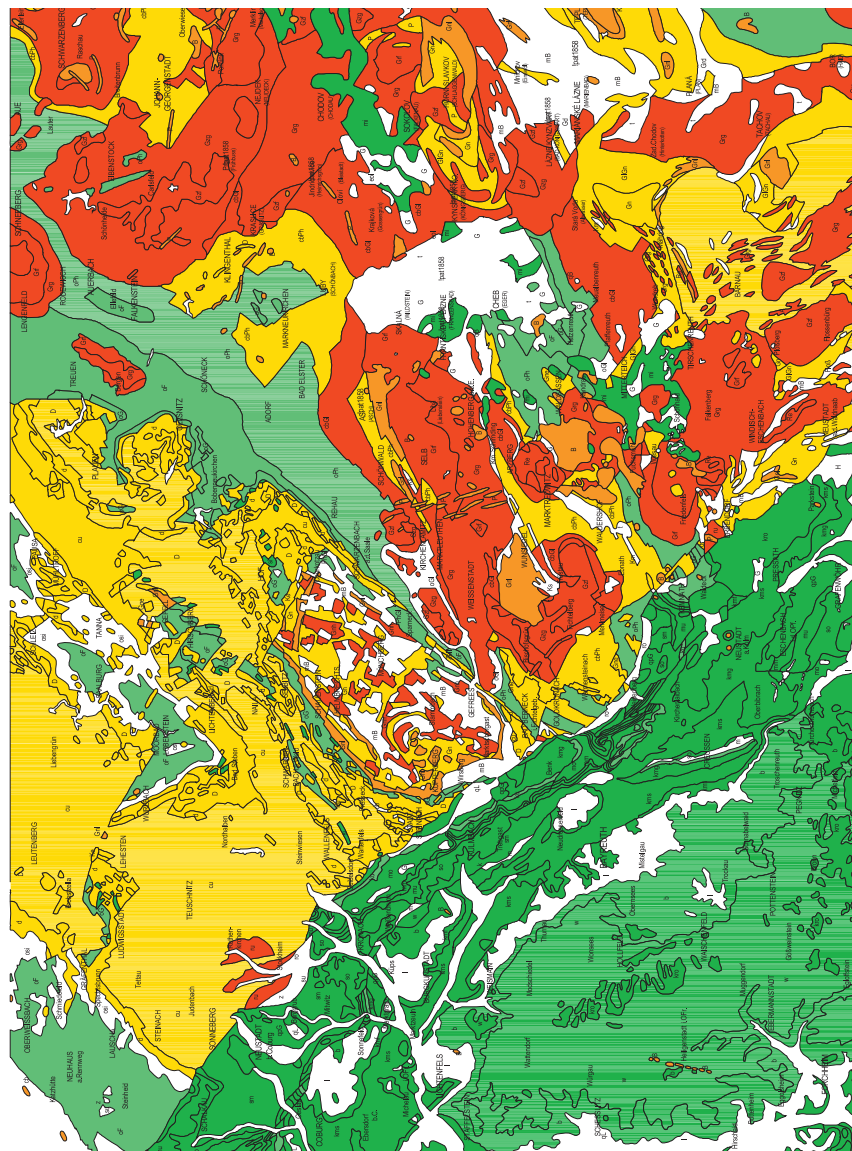
0.1 - 0.3
0.3 - 0.8
0.8 - 1.6
1.6 - 2.5
2.5 - 6



30 0 30 60 Kilometers



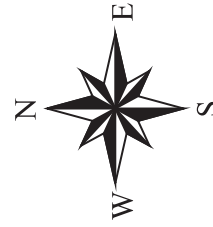
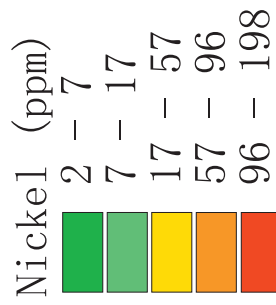
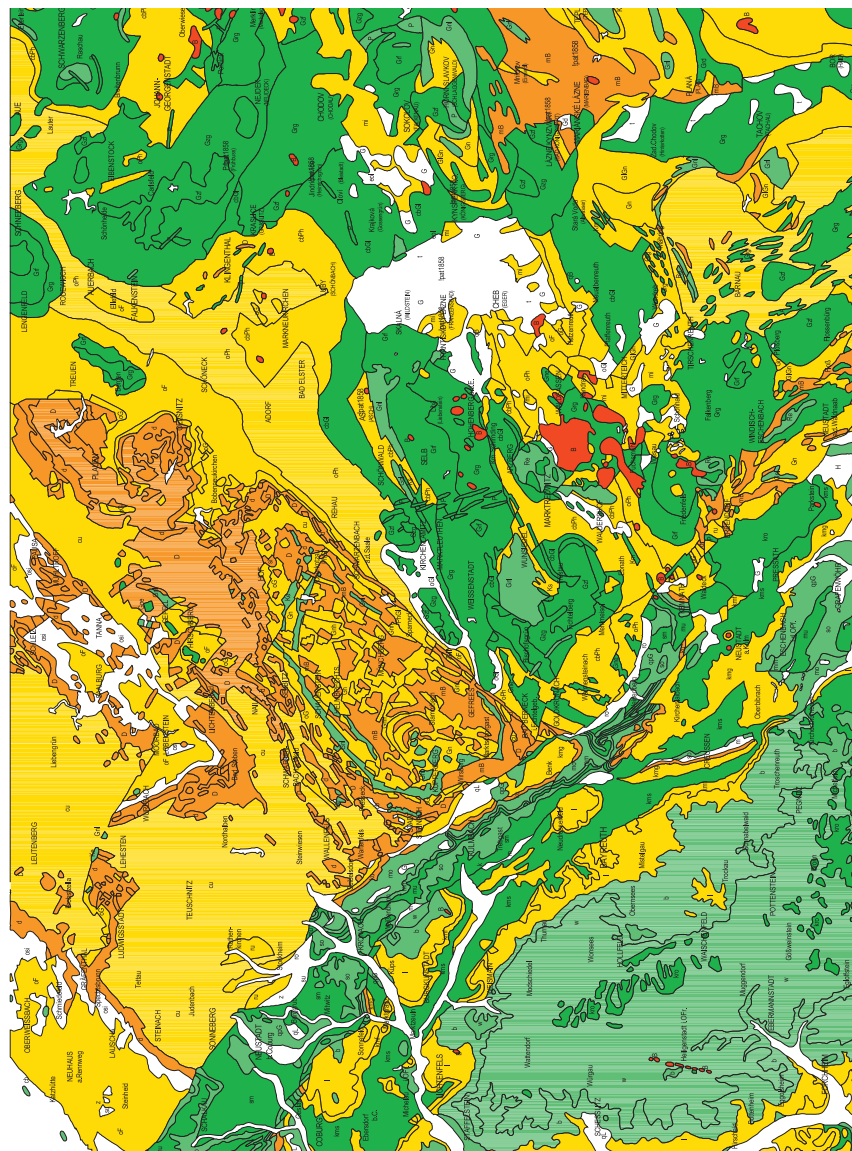
# GK 500 Spurenelemente Ausschnitt Blatt Bayreuth GK 200



60 Kilometers



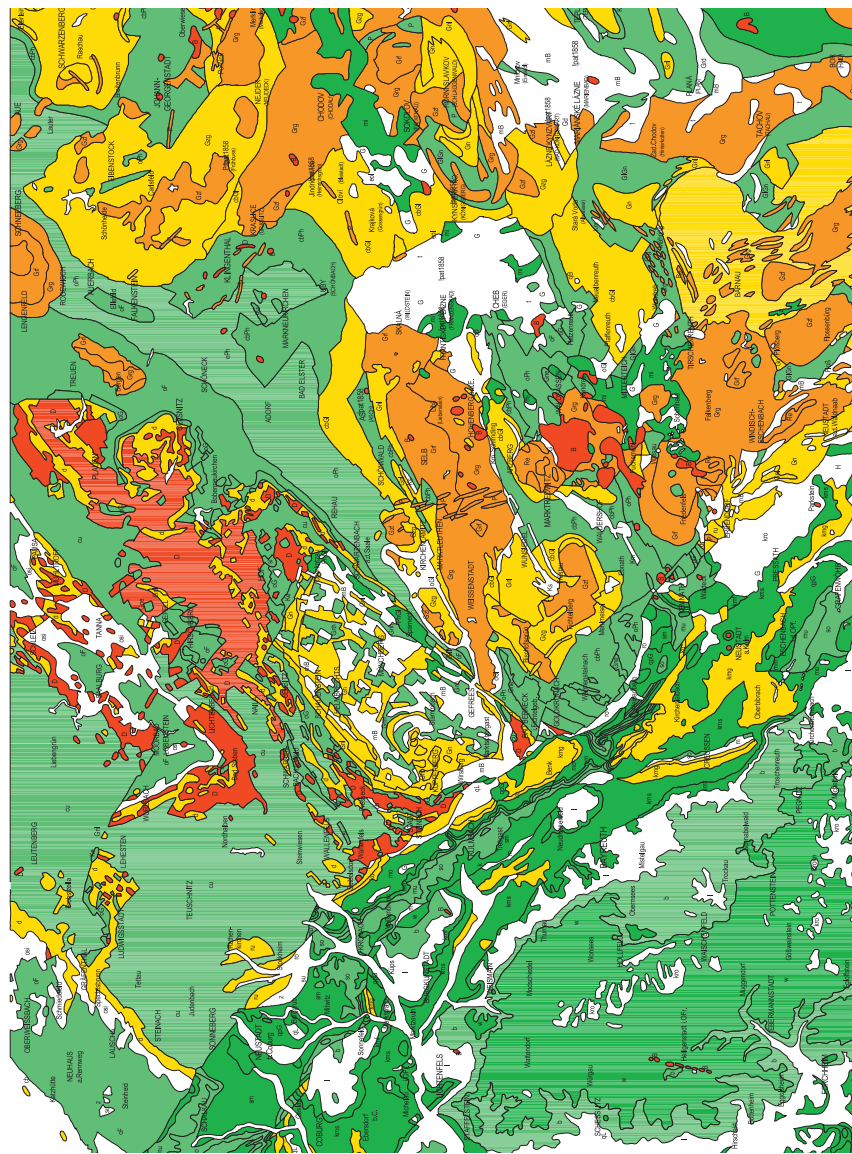
# GK 500 Spurenelemente Ausschnitt Blatt Bayreuth GK 200



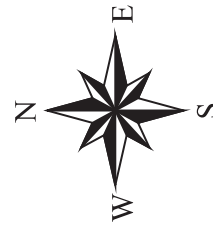
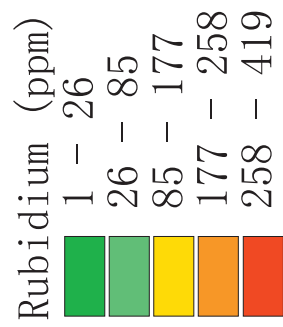
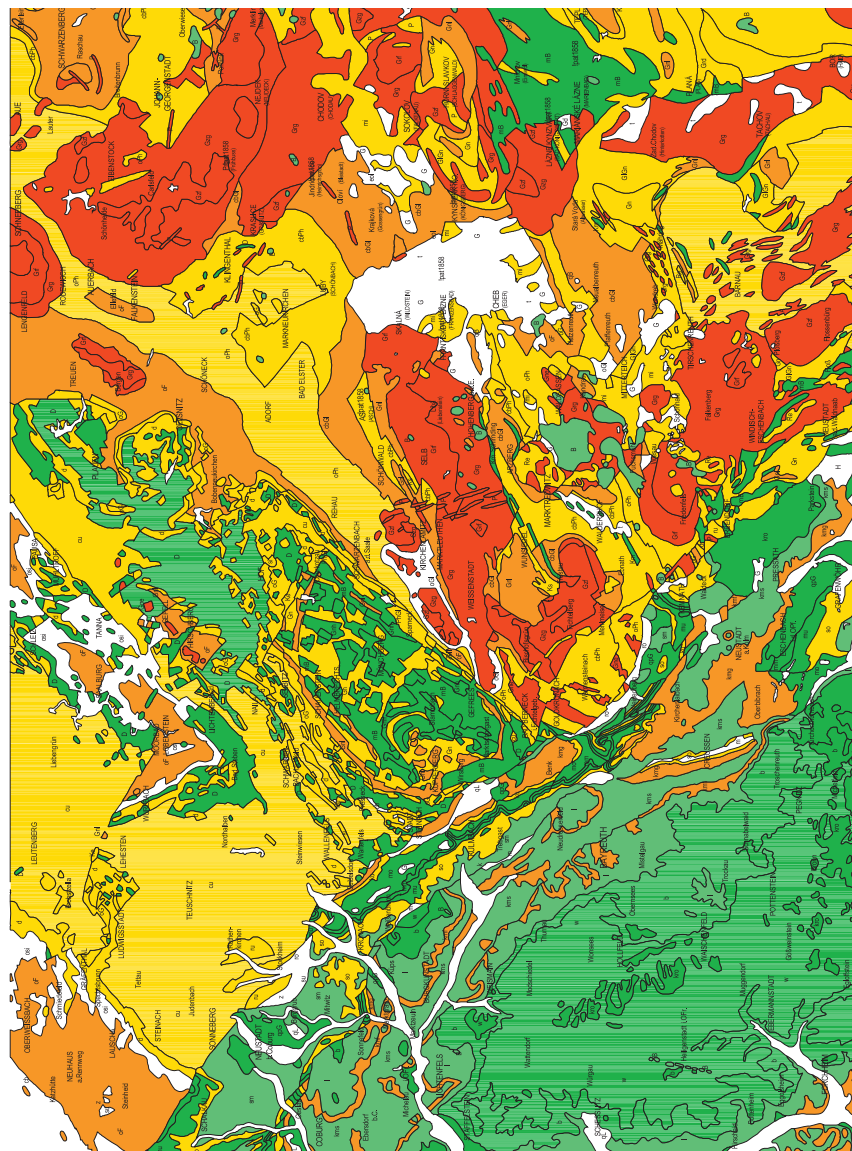
60 Kilometers



# GK 500 Spurenelemente Ausschnitt Blatt Bayreuth GK 200



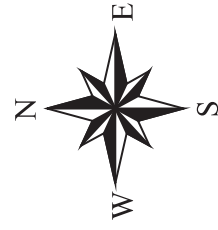
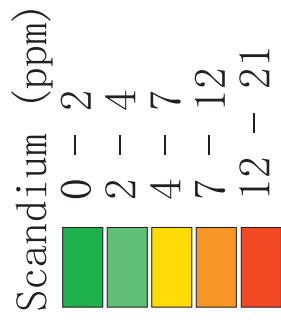
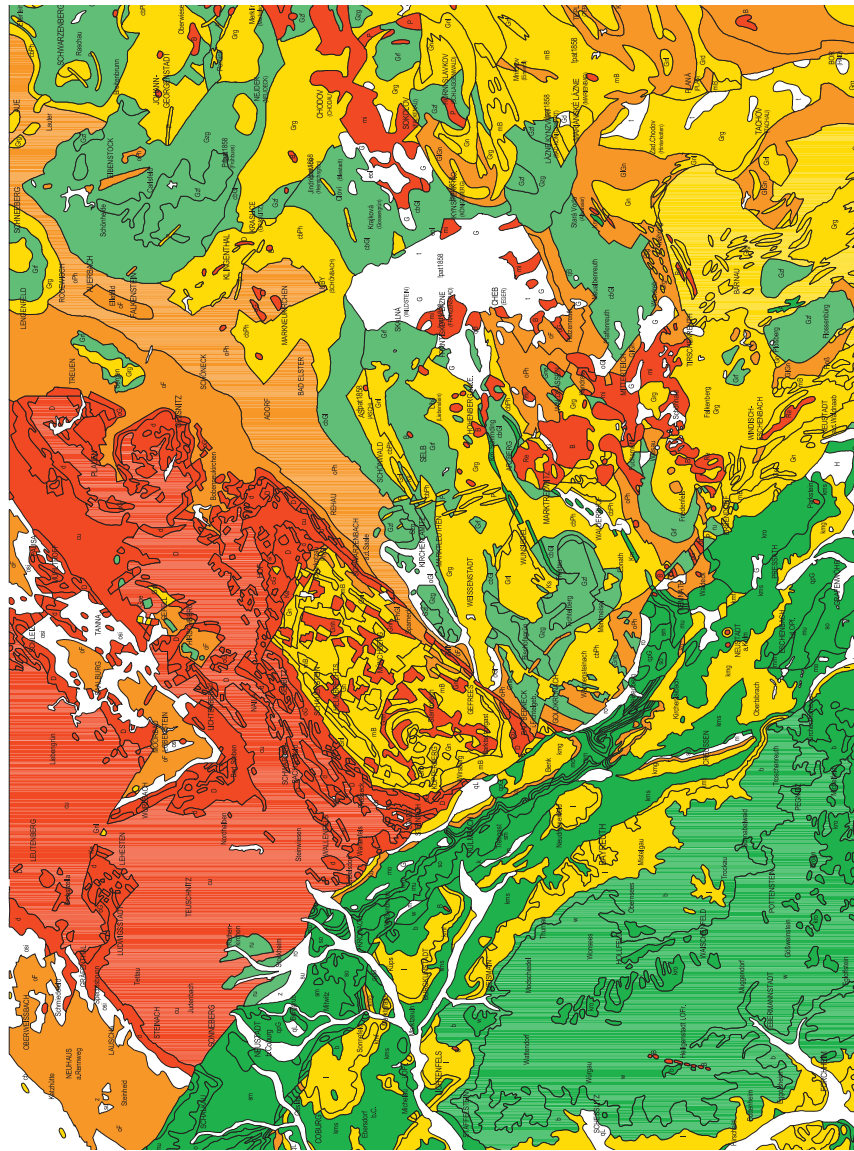
# GK 500 Spurenelemente Ausschnitt Blatt Bayreuth GK 200



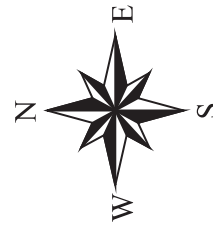
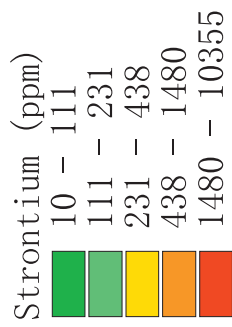
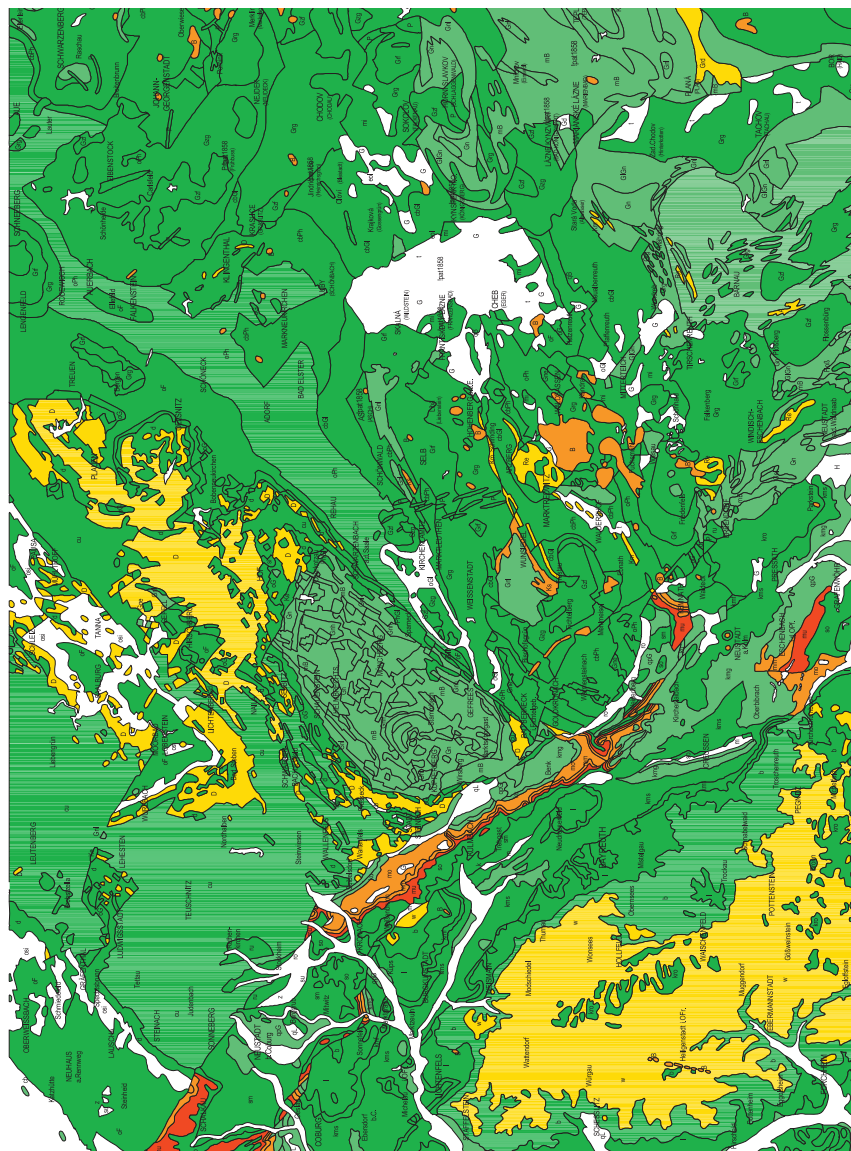
60 Kilometers

30

# GK 500 Spurenelemente Ausschnitt Blatt Bayreuth GK 200

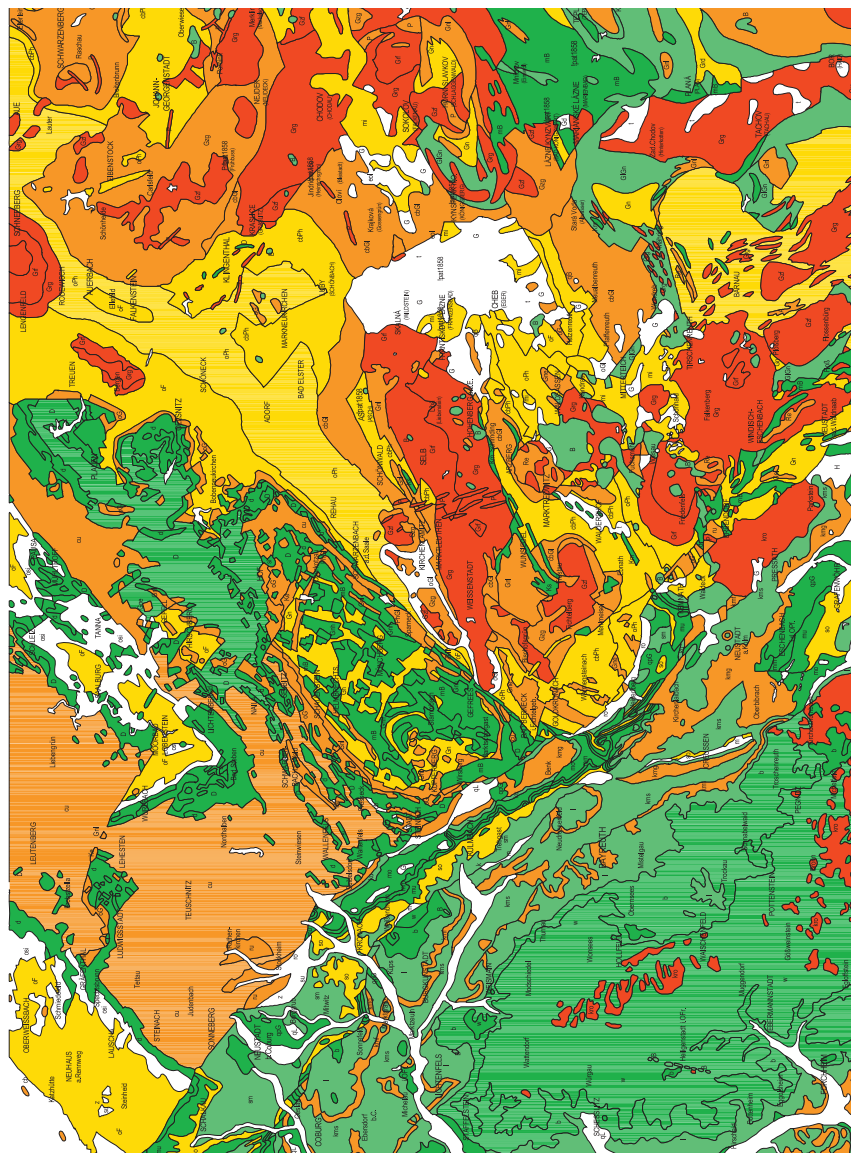


# GK 500 Spurenelemente Ausschnitt Blatt Bayreuth GK 200



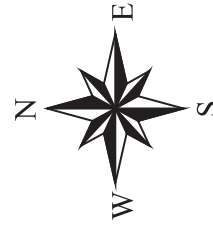
30 0 30 60 Kilometers

# GK 500 Spurenelemente Ausschnitt Blatt Bayreuth GK 200



Thallium (ppm)

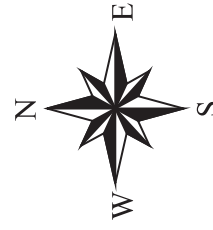
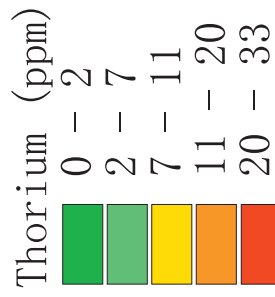
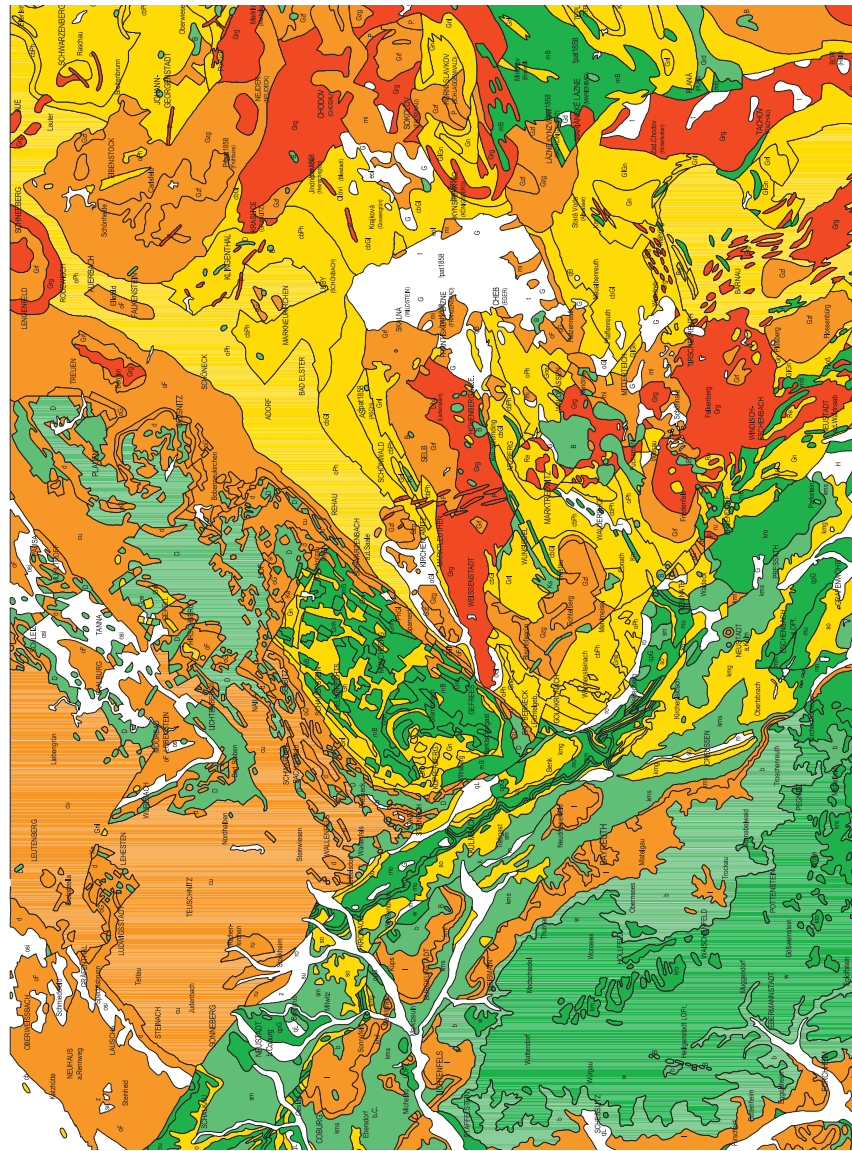
0 - 0.2
0.2 - 0.4
0.4 - 0.7
0.7 - 1.2
1.2 - 2.9



60 Kilometers

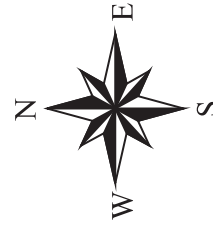
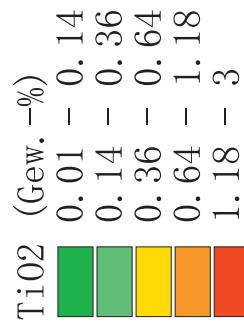
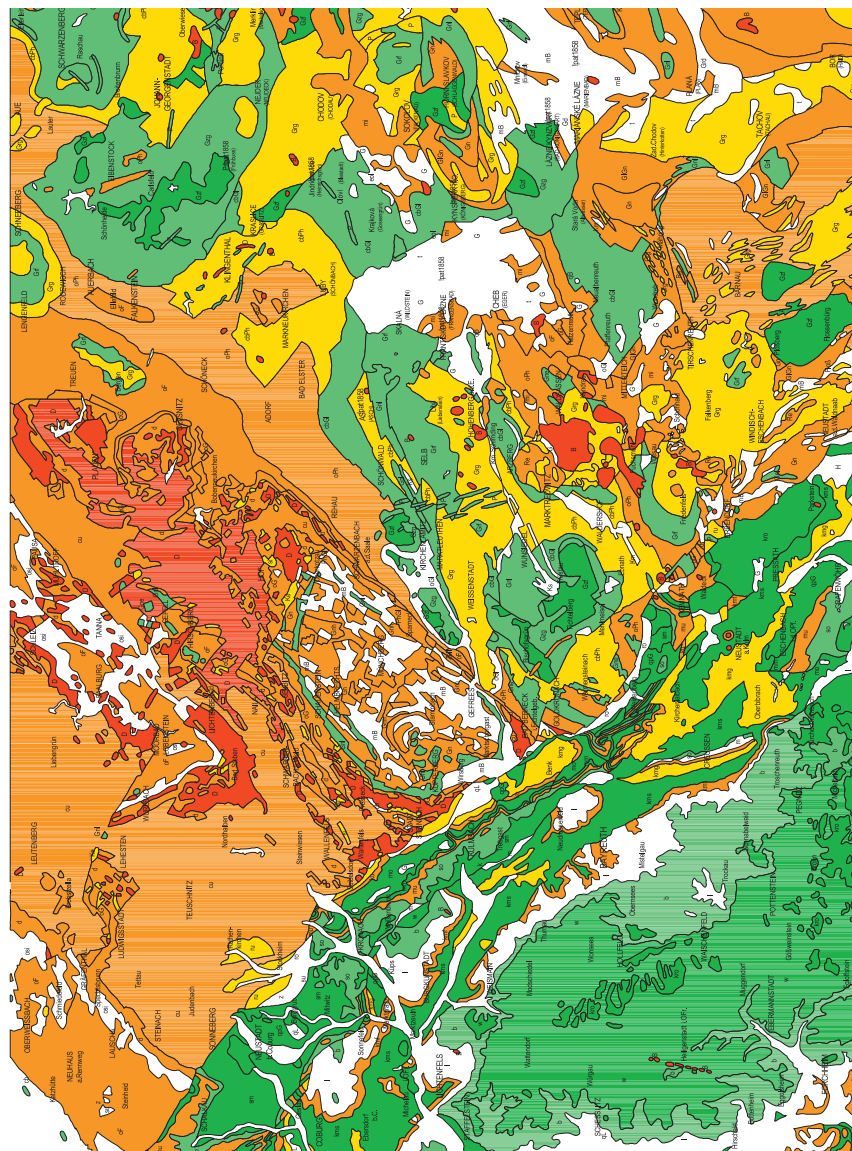


# GK 500 Spurenelemente Ausschnitt Blatt Bayreuth GK 200





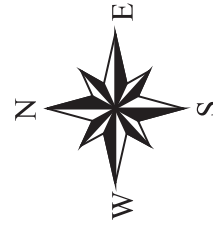
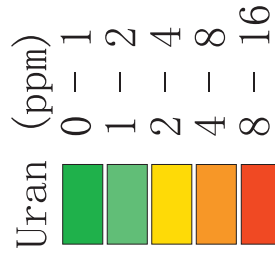
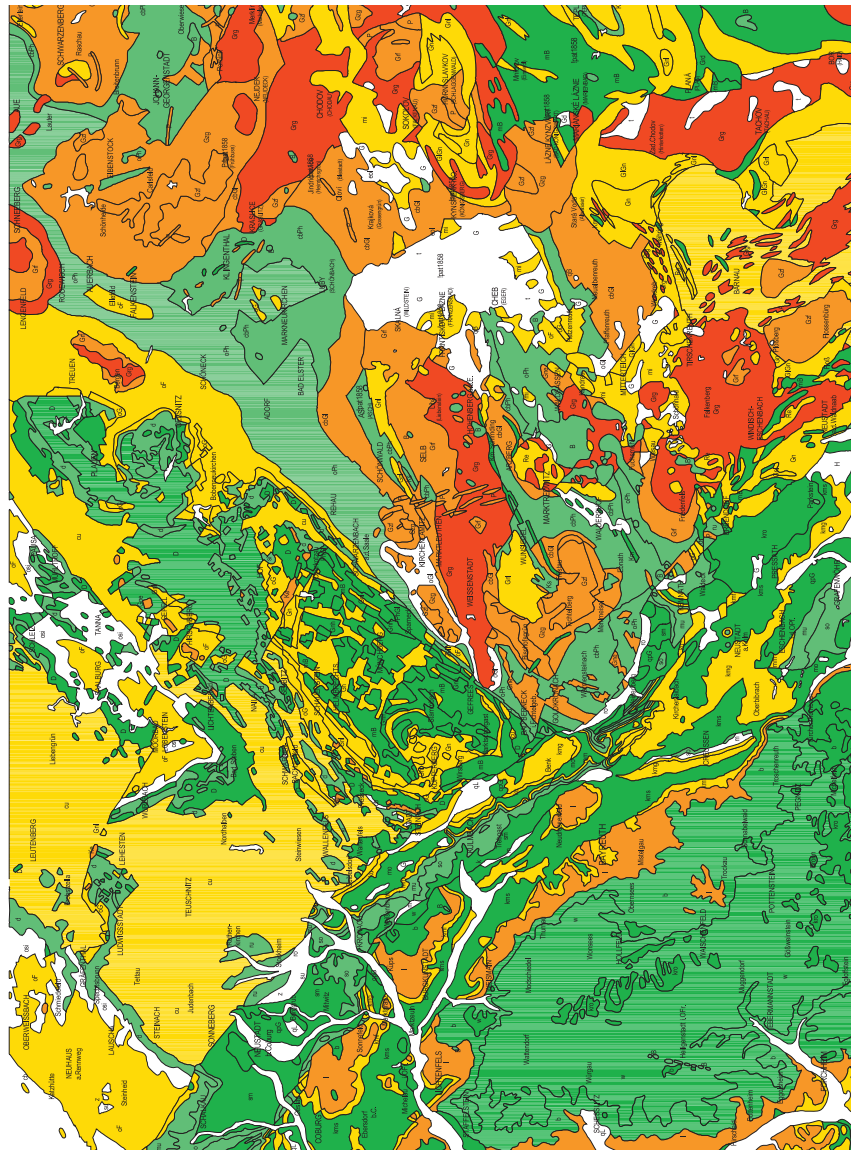
# GK 500 Spurenelemente Ausschnitt Blatt Bayreuth GK 200



60 Kilometers



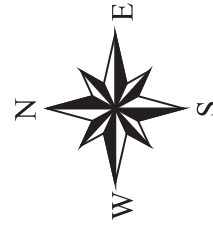
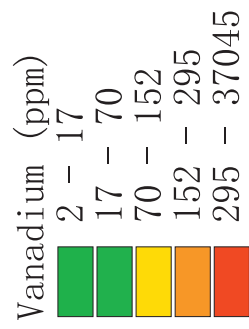
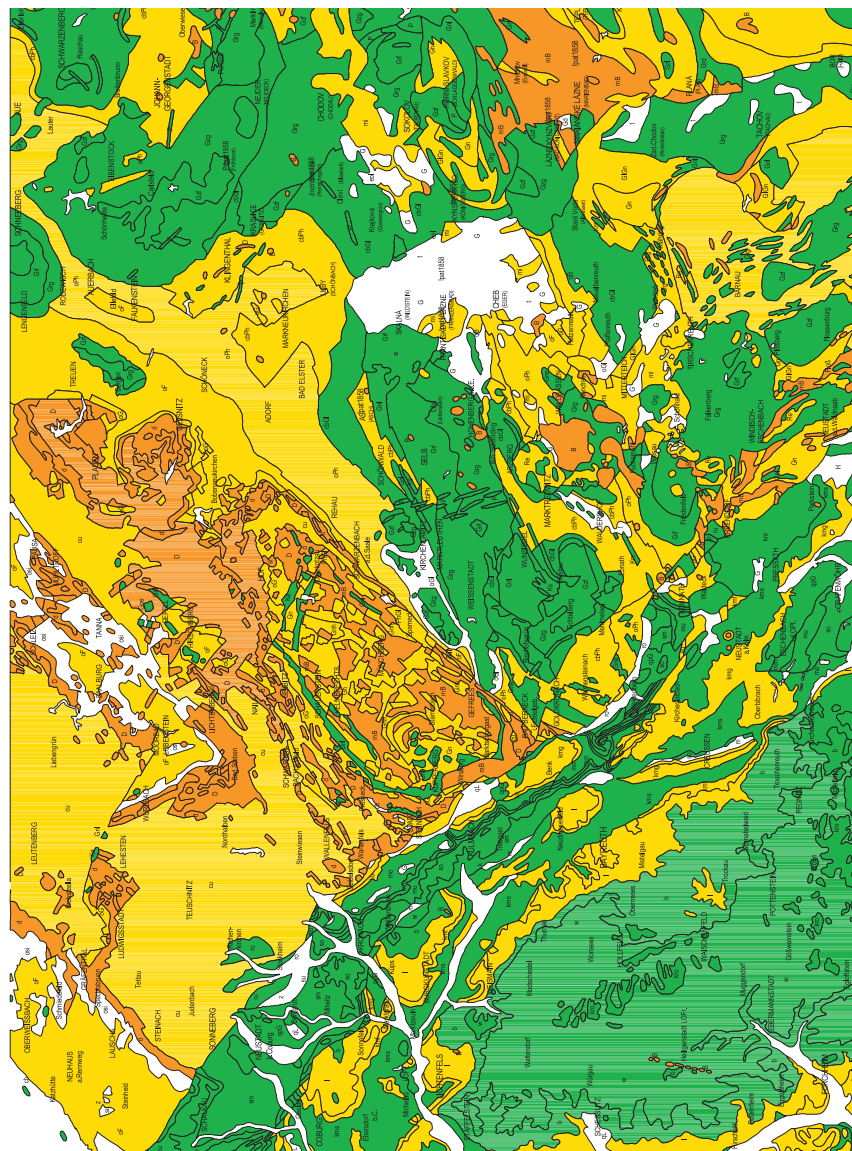
# GK 500 Spurenelemente Ausschnitt Blatt Bayreuth GK 200



60 Kilometers



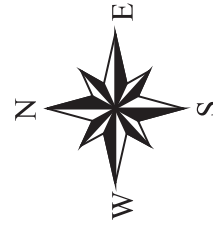
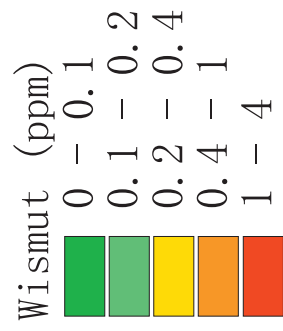
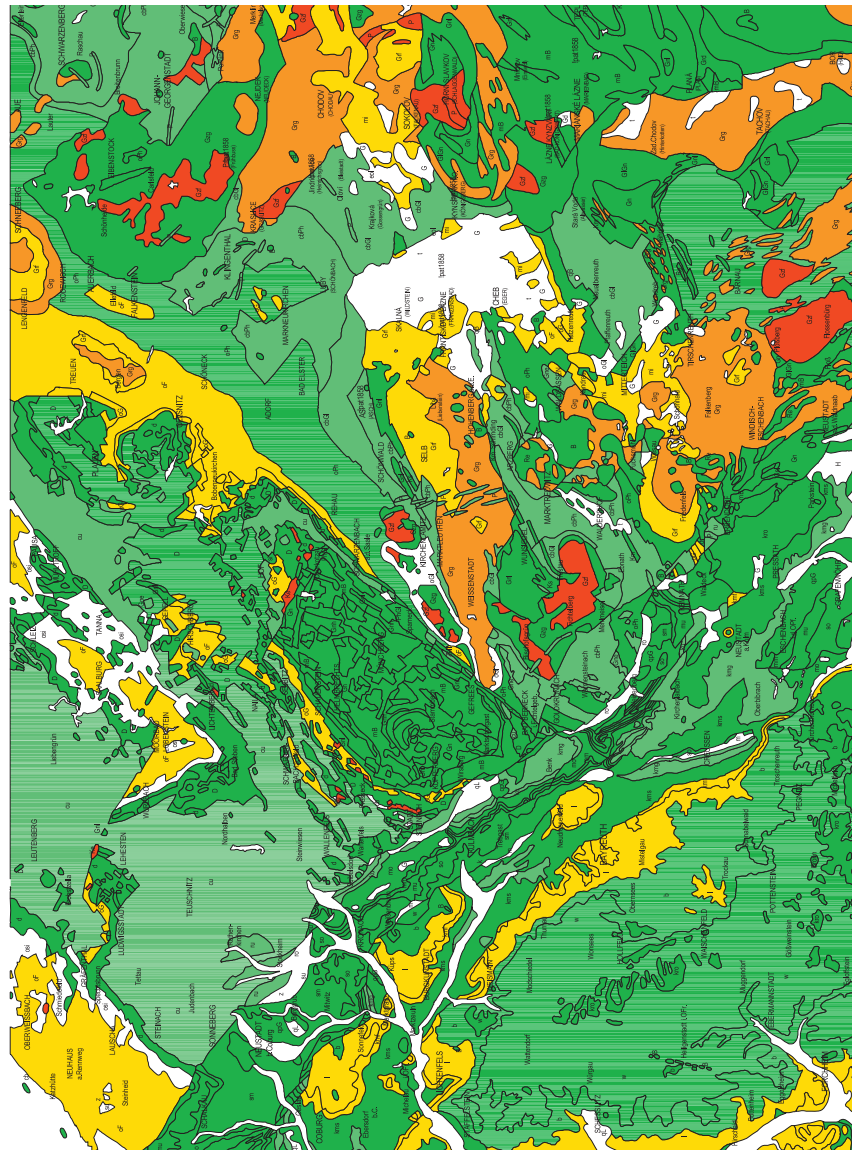
# GK 500 Spurenelemente Ausschnitt Blatt Bayreuth GK 200



60 Kilometers



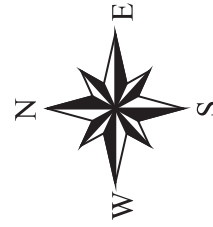
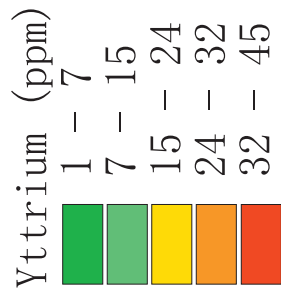
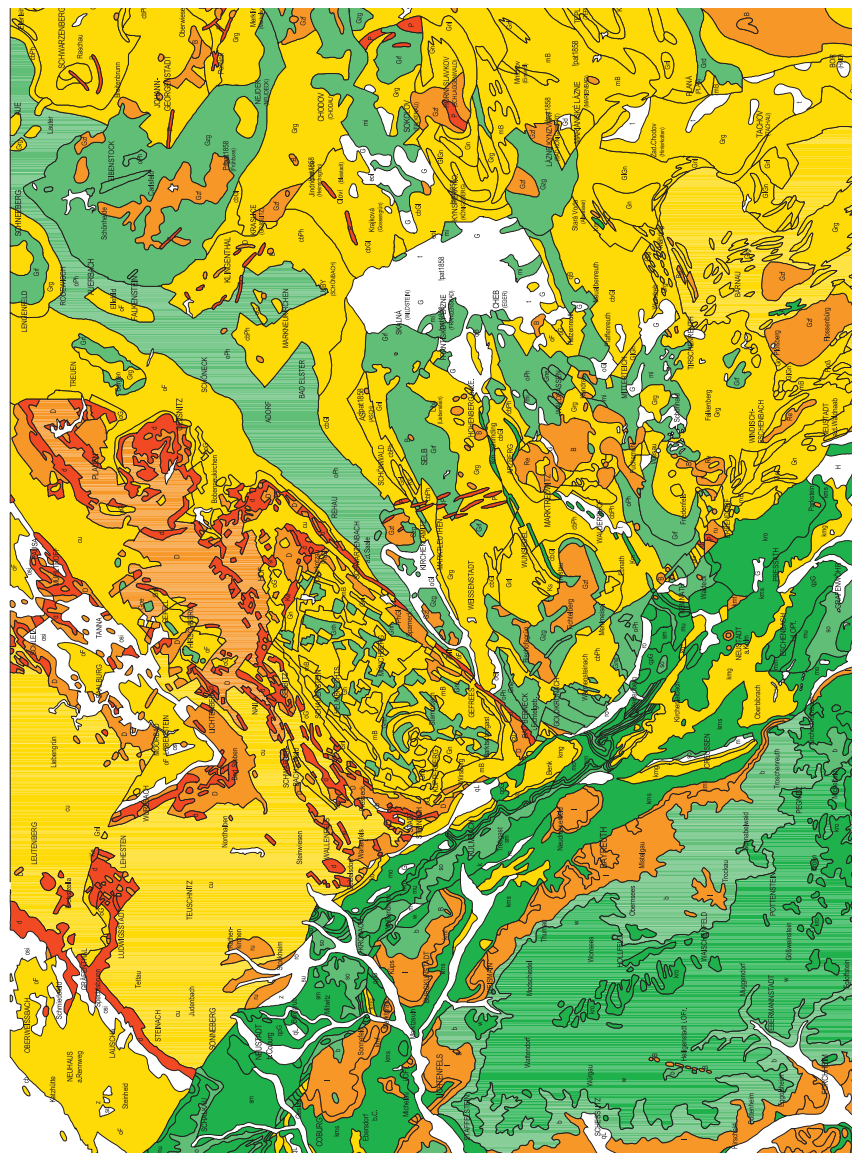
# GK 500 Spurenelemente Ausschnitt Blatt Bayreuth GK 200



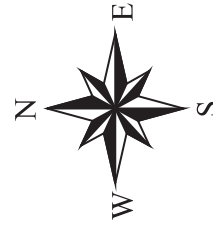
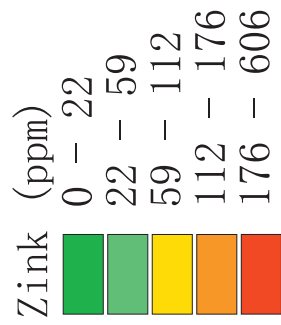
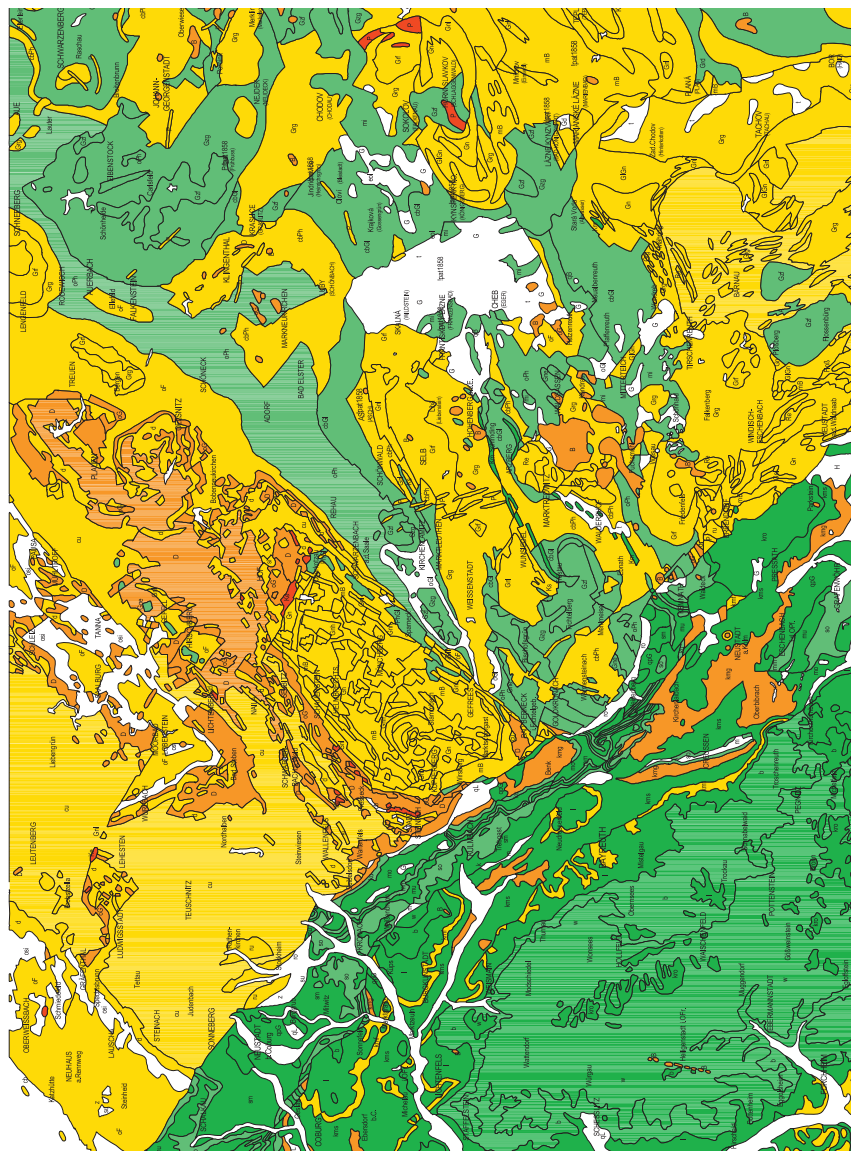
60 Kilometers



# GK 500 Spurenelemente Ausschnitt Blatt Bayreuth GK 200



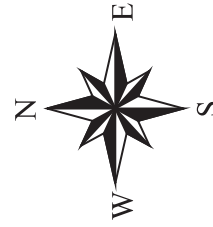
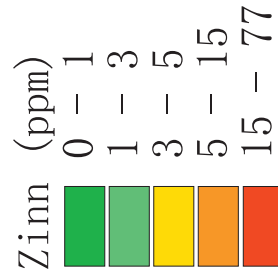
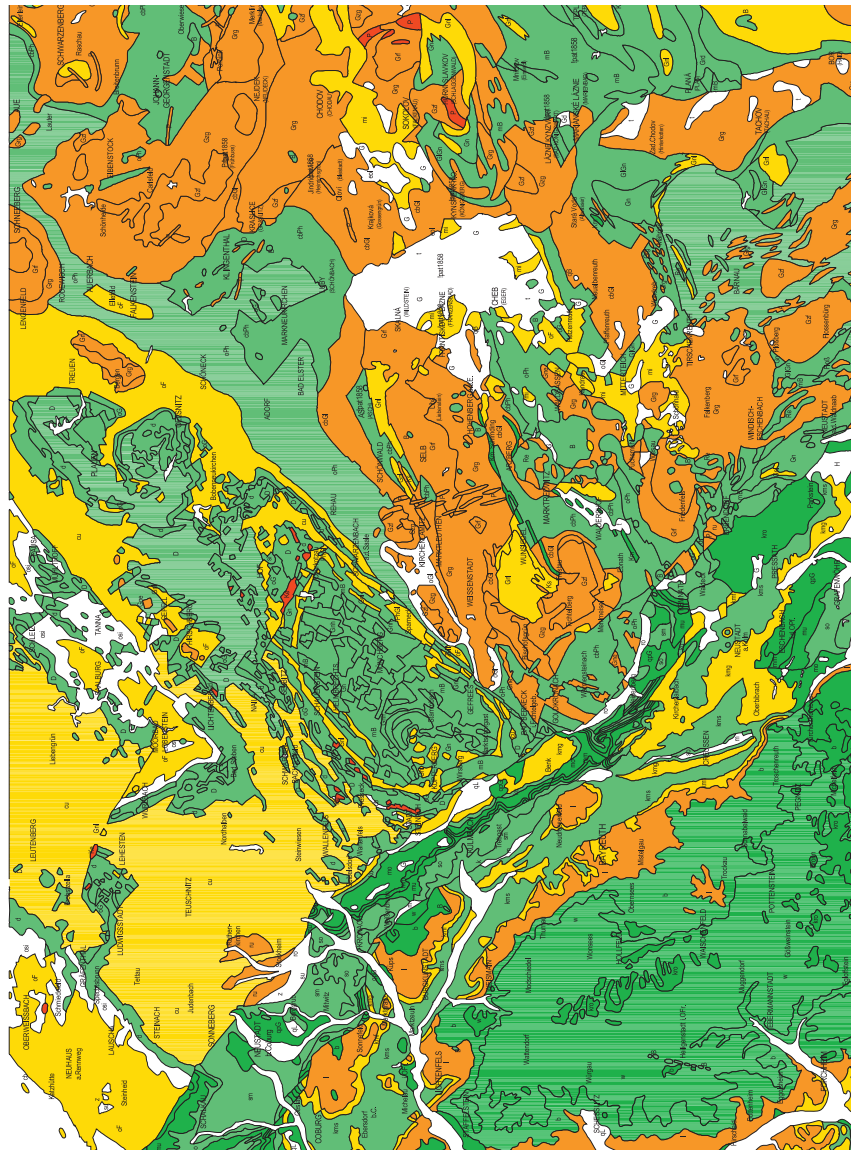
# GK 500 Spurenelemente Ausschnitt Blatt Bayreuth GK 200



60 Kilometers



# GK 500 Spurenelemente Ausschnitt Blatt Bayreuth GK 200



30 0 30 60 Kilometers

Anhang 4-1 (a) Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Gew.-%)										
GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90	
5	132	Pleistozän, Terrassensand, qpG	1	1	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24	
5	104-3	Tertiär, Obere Süßwassermolasse, Sand, OS	39	39	5,83	5,40	2,69	10,98	9,56	
5	101-1	Tertiär, Obere Meeresmolasse Sand, OM	5	5	5,53	6,28	3,26	7,31	7,31	
4	101-2	Tertiär, Obere Meeresmolasse, Mergel, OM	5	5	11,82	12,37	4,40	16,42	16,42	
5	85-2	Miozän, Sand, mi	1	1	15,90	15,90	15,90	15,90	15,90	
3	5	Tertiär, Basalt, B	5	5	14,49	12,15	10,85	19,00	19,00	
5	74-1	Kreide, Sandstein, kro	10	10	3,43	2,14	0,85	10,35	10,24	
5	74-4	Kreide, Kalksandstein, kro	1	1	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	
4	163-1	Malm, Mergel, w	1	1	14,46	14,46	14,46	14,46	14,46	
7	163-2	Malm, Kalkstein, w	124	8	0,08	0,04	0,01	1,14	0,17	
7	163-3	Malm, Dolomit, w	7	7	0,24	0,23	0,02	0,51	0,51	
5	4-1	Dogger, Sandstein, b	8	8	2,42	2,30	0,89	5,00	5,00	
4	4-2	Dogger, Tonstein, b	1	1	5,18	5,18	5,18	5,18	5,18	
4	60-1	Lias, Tonstein, l	8	8	24,35	24,51	18,25	28,11	28,11	
4	60-2	Lias, Mergel, l	1	1	14,56	14,56	14,56	14,56	14,56	
7	60-3	Lias, Kalkstein, l	1	1	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	
5	60-5	Lias, Sandstein, l	7	7	3,04	2,77	1,26	6,53	6,53	
4	69	Feuerfetten, Tonstein, kmf	3	3	18,46	16,96	13,85	24,58	24,58	
5	71-1	Sandsteinkeuper, Sandstein, kms	14	14	4,80	4,52	1,44	10,38	9,31	
4	71-2	Sandsteinkeuper, Tonstein, kms	3	3	13,06	14,29	8,76	16,13	16,13	
4	70-1	Gipskeuper, Steinmergel, kmg	2	2	11,97	11,97	8,34	15,59	15,59	
4	76-1	Unterer Keuper, Tonstein, ku	14	14	14,87	16,33	6,72	19,41	19,02	
4	76-2	Unterer Keuper, Mergelstein, ku	1	1	13,20	13,20	13,20	13,20	13,20	
5	76-3	Unterer Keuper, Sandstein, ku	12	12	10,02	10,04	2,30	18,12	16,90	
7	76-4	Unterer Keuper, Dolomit, ku	5	5	4,30	4,38	2,11	6,19	6,19	
7	76-5	Unterer Keuper, Kalkstein, ku	2	2	7,63	7,63	4,72	10,54	10,54	
7	94-1	Oberer Muschelkalk, Kalkstein, mo	11	11	1,65	1,52	0,57	3,04	2,88	
4	94-2	Oberer Muschelkalk, Mergelstein, mo	1	1	2,46	2,46	2,46	2,46	2,46	
4	94-3	Oberer Muschelkalk, Tonstein, mo	5	5	15,14	14,70	14,21	17,07	17,07	
5	94-5	Oberer Muschelkalk, Sandstein, mo	1	1	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	
4	93-1	Mittlerer Muschelkalk, Mergelstein, mm	3	3	6,84	7,73	2,90	9,89	9,89	
7	93-3	Mittlerer Muschelkalk, Kalkstein, mm	5	5	2,59	2,58	0,99	4,48	4,48	
7	93-4	Mittlerer Muschelkalk, Dolomit, mm	1	1	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	
7	93-5	Mittlerer Muschelkalk, Gips, mm	1	1	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	
7	95-1	Unterer Muschelkalk, Kalkstein, mu	2	2	1,49	1,49	0,74	2,23	2,23	
7	95-2	Unterer Muschelkalk, Kalkmergelstein, mu	1	1	5,84	5,84	5,84	5,84	5,84	
4	95-4	Unterer Muschelkalk, Tonstein, mu	1	1	18,95	18,95	18,95	18,95	18,95	
5	95-5	Unterer Muschelkalk, Sandstein, mu	2	2	9,44	9,44	8,99	9,89	9,89	
4	149-1	Oberer Buntsandstein, Tonstein, so	16	16	16,92	17,10	8,78	20,39	20,19	
5	149-2	Oberer Buntsandstein, Sandstein, so	12	12	8,83	9,08	0,68	17,28	16,44	
5	148-1	Mittlerer Buntsandstein, Sandstein, sm	24	24	5,57	5,11	1,50	19,32	7,28	
4	148-3	Mittlerer Buntsandstein, Tonstein, sm	6	6	19,07	19,67	15,65	21,37	21,37	
5	150-1	Unterer Buntsandstein, Sandstein, su	4	4	5,50	5,40	4,87	6,32	6,32	



Anhang 4-1 (b)		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Gew.-%)							
GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
5	142-2	Unterrotliegend, Sandstein, ru	1	1	13	13	13,15	13,15	13,15
6	142-3	Unterrotliegend, Konglomerat, ru	1	1	13,43	13,43	13,43	13,43	13,43
1	142-6	Unterrotliegend, Tuffit, ru	1	1	13,77	13,77	13,77	13,77	13,77
6	15-1	Unterkarbon, Konglomerate, cu	2	2	8,45	8,45	8,19	8,70	8,70
5	15-2	Unterkarbon, Grauwacken, cu	6	6	11,39	12,46	6,97	14,43	14,43
4	15-4	Unterkarbon, Tonschiefer, cu	32	32	17,15	17,95	7,28	23,00	21,32
4	16-1	Unter- bis Oberdevon, Tonschiefer, d	16	16	17,92	18,00	12,81	25,00	23,01
1	16-3	Unter- bis Oberdevon, Kieselschiefer, d	5	5	3,44	0,55	0,52	13,94	13,94
7	16-5	Unter- bis Oberdevon, Kieselschiefer, d	9	9	6,25	3,00	0,87	17,14	17,14
1	146-1	Silur, Kieselschiefer, si	1	1	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61
4	146-2	Silur, Tonschiefer, si	8	8	9,42	10,09	0,61	18,38	18,38
4	99-1	Ordoviz, Grätenthaler Schichten, Tonstein, oG	9	9	22,26	23,00	19,00	24,63	24,63
2	98-1	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Tonschiefer-Phyllit, oF	11	11	20,21	20,14	14,23	24,00	23,80
1	98-2	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Quarzit, oF	3	3	7,45	7,22	4,73	10,40	10,40
4	10-1	Kambrium, Tonschiefer, cb	1	1	19,18	19,18	19,18	19,18	19,18
2	103	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Phyllit-Fazies, oPh	5	5	19,15	19,48	10,72	27,41	27,41
4	100	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Glimmersch.-Fazies, oGI	3	3	23,21	23,41	21,62	24,60	24,60
1	34	Ordoviz Metavulkanit, Metaarkose, „Epigneis“, Gne	7	7	14,97	14,60	13,68	17,18	17,18
2	12	Kambrium, Phyllitfazies, cbPh	18	7	12,01	14,95	2,70	17,75	17,75
2	11	Kambrium, Glimmerschieferfazies, cbGI	8	8	14,39	14,67	13,01	15,71	15,71
2	116	Altpal.-Ob.Prot., Phyllit-Glimmerschiefer, PhGI	47	6	12,74	14,55	3,00	21,06	21,06
2	32	Altpal.-Ob.Prot., Glimmerschiefer-Gneis, GIgn	115	101	16,00	16,07	2,86	27,56	21,35
2	33	Altpal.-Ob.Prot., Gneis ungliedert, Gn	49	49	16,61	16,61	8,47	24,13	20,62
2	35	Altpal.-Ob.Prot., Hornblendebändergneis, Gnh	7	7	15,05	14,30	13,30	17,96	17,96
2	86	Altpal.-Ob.Prot., Migmatischer Gneis, Diatexit, Anatexit, MI	71	71	15,77	15,82	1,31	26,77	19,58
3	68	Altpal.-Ob.Prot., Kalk-Dolomitmarmor, km	12	12	2,50	0,94	0,18	9,70	9,60
3	75	Altpal.-Ob.Prot., Kalksilicafels, ks	76	22	12,73	12,49	1,90	22,16	21,44
3	82	Altpal.-Ob.Prot., Metabasit, mb	208	208	14,19	14,89	2,03	24,73	18,11
1	36	Altpal.-Ob.Prot., Leukokrater Gneis, Gnl	28	28	14,84	14,75	13,50	16,58	15,75
2	77	Perm-Karbon, Lamprophyrgang, L	16	16	16,50	16,98	13,39	18,38	17,95
1	111	Perm-Karbon, Quarzporphyr- Porphyritgang, P	6	6	14,18	14,15	14,03	14,43	14,43
1	1	Perm-Karbon, Aplit, A	1	1	15,80	15,80	15,80	15,80	15,80
1	40	Perm-Karbon, Granit ungliedert, Gr	108	108	14,60	14,71	12,21	16,06	15,33
1	45	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit mittel- bis grobkörnig, Gzg	175	175	14,35	14,43	11,00	18,55	15,45
1	44	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit fein- bis mittelkörnig, Gzf	23	23	13,55	14,00	12,00	14,73	14,16
1	42	Perm-Karbon, Granit fein- bis mittelkörnig, Grf	53	53	14,71	14,71	12,95	18,00	16,00
1	43	Perm-Karbon, Granit mittel- bis grobkörnig, Grg	104	104	14,62	14,76	11,26	17,81	16,07
1	65	Altpal.-Ob.Prot., Quarzkeratophyr, Ke	6	6	12,57	12,81	8,98	15,00	15,00
2	137	Altpal.-Ob.Prot., Dioritische Gesteine, Redwitzit, Re	93	93	15,94	15,77	1,94	29,00	18,43
2	112	Altpal.-Ob.Prot., Palit, Pa	10	10	13,15	14,32	5,50	18,76	18,65
3	17	Altpal.-Ob.Prot., Melaphyr, Diabas, Splilit, Pikrit, basische Tuff, D	120	120	13,43	14,00	4,95	20,88	16,27
2	96	Blastomylonit, Perigneis My	81	81	15,47	15,40	9,31	20,50	17,95

Anhang 4-2 (a)		Arsen (ppm)							
GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
5	132	Pleistozän, Terrassensand, qpG	1	1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
5	104-3	Tertiär, Obere Süßwassermolasse, Sand, OS	4	4	18	19	7	27	27
5	101-1	Tertiär, Obere Meeressmolasse Sand, OM	5	5	15	12	10	23	23
4	101-2	Tertiär, Obere Meeressmolasse, Mergel, OM	1	1	2	2	2	2	2
5	85-2	Miozän, Sand, mi	5	5	6	6	2	12	12
3	5	Tertiär, Basalt, B	6	5	13	6	0	46	46
5	74-1	Kreide, Sandstein, kro	10	10	4	2	0	12	12
5	74-4	Kreide, Kalksandstein, kro	1	1	12	12	12	12	12
7	163-2	Malm, Kalkstein, w	142	85	1	0,08	0,06	11	7
7	163-3	Malm, Dolomit, w	7	2	1	1	0	2	2
5	4-1	Dogger, Sandstein, b	8	4	32	29	3	68	68
4	60-1	Lias, Tonstein, l	8	6	7	5	3	24	24
4	60-2	Lias, Mergel, l	1	0					
7	60-3	Lias, Kalkstein, l	1	1	9	9	9	9	9
5	60-5	Lias, Sandstein, l	7	6	3	3	1	7	7
4	69	Feuerletten, Tonstein, kmf	3	3	15	18	5	23	23
5	71-1	Sandsteinkeuper, Sandstein, kms	14	13	16	3	1	164	104
4	71-2	Sandsteinkeuper, Tonstein, kms	6	6	21	11	1	71	71
4	70-1	Gipskeuper, Steinmergel, kmg	2	2	10	10	8	13	13
4	76-1	Unterer Keuper, Tonstein, ku	14	14	8	6	0,50	20	19
4	76-2	Unterer Keuper, Mergelstein, ku	1	1	4	4	4	4	4
5	76-3	Unterer Keuper, Sandstein, ku	12	12	13	9	2	53	43
7	76-4	Unterer Keuper, Dolomit, ku	5	5	8	10	4	13	13
7	76-5	Unterer Keuper, Kalkstein, ku	2	2	11	11	5	16	16
7	94-1	Oberer Muschelkalk, Kalkstein, mo	15	13	5	3	0,01	12	12
4	94-2	Oberer Muschelkalk, Mergelstein, mo	1	1	4	4	4	4	4
4	94-3	Oberer Muschelkalk, Tonstein, mo	5	5	8	6	5	15	15
5	94-5	Oberer Muschelkalk, Sandstein, mo	1	1	16	16	16	16	16
4	93-1	Mittlerer Muschelkalk, Mergelstein, mm	3	3	5	4	2	8	8
7	93-3	Mittlerer Muschelkalk, Kalkstein, mm	8	7	6	4	1	11	11
7	93-4	Mittlerer Muschelkalk, Dolomit, mm	1	0					
7	93-5	Mittlerer Muschelkalk, Gips, mm	1	1	2	2	2	2	2
7	95-1	Unterer Muschelkalk, Kalkstein, mu	1	1	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
7	95-2	Unterer Muschelkalk, Kalkmergelstein, mu	1	1	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
4	95-4	Unterer Muschelkalk, Tonstein, mu	2	2	6	6	0,3	12	12
5	95-5	Unterer Muschelkalk, Sandstein, mu	6	6	4	2	1	15	15
4	149-1	Oberer Buntsandstein, Tonstein, so	16	16	61	17	4	703	244
5	149-2	Oberer Buntsandstein, Sandstein, so	11	11	8	4	1	32	29
5	148-1	Mittlerer Buntsandstein, Sandstein, sm	24	23	4	2	1	32	9
4	148-3	Mittlerer Buntsandstein, Tonstein, sm	6	6	20	20	7	33	33
5	142-2	Unterrotliegend, Sandstein, ru	1	1	4	4	4	4	4
6	15-1	Unterkarbon, Konglomerate, cu	2	1	12	12	12	12	12
5	15-3	Unterkarbon, Sandstein, cu	6	4	13	8	1	35	35

Anhang 4-2 (b)		Arsen (ppm)							
GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
4	15-4	Unterkarbon, Tonschiefer, cu	32	12	13	13	1	22	22
4	16-1	Unter- bis Oberdevon, Tonschiefer, d	16	5	14	7	4	31	31
1	16-3	Unter- bis Oberdevon, Kiesel-schiefer, d	147	88	1	0,08	0,06	11	7
7	16-5	Unter- bis Oberdevon, Kalkstein, d	9	8	5	4	1	12	12
1	146-1	Silur, Kiesel-schiefer, si	1	1	2	2	2	2	2
4	146-2	Silur, Tonschiefer, si	7	6	46	29	12	116	116
4	99-1	Ordoviz, Gräfen-thaler Schichten, Tonstein, oG	9	7	13	8	3	31	31
5	99-2	Ordoviz, Gräfen-thaler Schichten, Sandstein, oG	6	2	15	15	11	19	19
2	98-1	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Tonschiefer-Phyllit, oF	12	9	15	13	1	33	33
1	98-2	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Quarzit, oF	5	5	13	8	3	30	30
2	103	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Phyllit-Fazies, oPh	7	5	20	7	2	78	78
1	34	Ordoviz Metavulkanit, Metaarkose, „Epigneis“, Gne	4	4	4	5	1	7	7
2	12	Kambrium, Phyllitfazies, cbPh	18	5	6	4	1	11	11
2	11	Kambrium, Glimmerschieferfazies, cbGf	12	12	7	4	1	16	16
2	116	Altpal.-Ob.Prot., Phyllit-Glimmerschiefer, PhGf	48	1	1	1	1	1	1
2	32	Altpal.-Ob.Prot., Glimmerschiefer-Gneis, GfGn	111	75	4	3	0,06	36	8
2	33	Altpal.-Ob.Prot., Gneis un-gegliedert, Gn	25	24	2	1	0,25	8	5
2	35	Altpal.-Ob.Prot., Hornblendebändergneis, Gnh	7	6	3	2	2	8	8
2	86	Altpal.-Ob.Prot., Migmatischer Gneis, Diatexit, Anatexit, Mi	65	62	3	2	0,24	11	7
3	68	Altpal.-Ob.Prot., Kalk- Dolomitmarmor, km	13	10	1	1	0,01	3	3
3	75	Altpal.-Ob.Prot., Kalksilicatifels, ks	96	17	10	2	0,28	118	34
3	82	Altpal.-Ob.Prot., Metabasit, mb	444	106	6	2	0,01	116	10
1	36	Altpal.-Ob.Prot., Leukokrater Gneis, Gnl	14	13	8	2	1	64	44
2	77	Perm-Karbon, Lamprophyrgang, L	17	17	1	1	0,07	10	4
1	111	Perm-Karbon, Quarzporphyr- Porphyritgang, P	6	6	4	4	1	7	7
1	1	Perm-Karbon, Aplit, A	2	2	25	25	1	49	49
1	40	Perm-Karbon, Granit un-gegliedert, Gr	90	71	2	2	0,06	8	7
1	45	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit mittel- bis grobkörnig, Gzg	160	124	3	1	0,23	57	6
1	44	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit fein- bis mittelkörnig, Gzf	23	16	3	2	2	10	6
1	42	Perm-Karbon, Granit fein- bis mittelkörnig, Gf	43	23	2	1	1	11	6
1	43	Perm-Karbon, Granit mittel- bis grobkörnig, Grg	117	110	8	3	1	51	21
1	120	Quarzporphyr, prP	1	1	1	1	1	1	1
1	65	Altpal.-Ob.Prot., Quarzkeratophyr, Ke	20	17	28	14	1	120	112
2	41	Granit, Granodiorit, Grd	51	51	1	1	0,24	3	2
2	137	Altpal.-Ob.Prot., Dioritische Gesteine, Redwitzit, Re	78	57	3	2	1	21	7
2	112	Altpal.-Ob.Prot., Palit, Pa	7	7	4	5	0,41	6	6
3	17	Altpal.-Ob.Prot., Melaphyr, Diabas, Splilit, Pikrit, basische Tuff, D	120	19	3	2	1	13	10
2	96	Blastomylonit, Peritgneis, My	75	73	3	3	0,24	10	8

Anhang 4-3 (a)		Barium (ppm)									
GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90		
5	132	Pleistozän, Terrassensand, gpG	1	1	4	4	4	4	4		
5	104-3	Tertiär, Obere Süßwassermolasse, Sand, OS	4	4	445	406	103	866	866		
5	101-1	Tertiär, Obere Meeressmolasse Sand, OM	5	5	249	274	170	325	325		
4	101-2	Tertiär, Obere Meeressmolasse, Mergel, OM	1	1	91	91	91	91	91		
5	85-2	Miozän, Sand, mi	5	5	731	749	392	1178	1178		
3	5	Tertiär, Basalt, B	6	6	557	771	0,15	910	910		
5	74	Kreide, Sandstein, kro	10	10	3	0,06	0,01	31	28		
5	74-4	Kreide, Kalksandstein, kro	1	1	1	1	1	1	1		
7	163	Malm, Kalkstein, w	142	142	5	4	0,03	41	9		
7	163-3	Malm, Dolomit, w	7	7	9	5	4	31	31		
5	4-1	Dogger, Sandstein, b	8	8	98	98	38	179	179		
4	60-1	Lias, Tonstein, l	8	8	223	198	87	412	412		
4	60-2	Lias, Mergel, l	1	1	258	258	258	258	258		
7	60-3	Lias, Kalkstein, l	1	1	146	146	146	146	146		
5	60-5	Lias, Sandstein, l	7	7	160	42	32	619	619		
4	69	Feuerletten, Tonstein, kmf	3	3	656	541	177	1250	1250		
5	71-1	Sandsteinkeuper, Sandstein, kms	14	14	569	624	35	1090	1011		
4	71-2	Sandsteinkeuper, Tonstein, kms	6	6	613	703	285	827	827		
4	70-1	Gipskeuper, Steinmergel, kmg	2	2	451	451	397	505	505		
4	76-1	Unterer Keuper, Tonstein, ku	14	14	423	335	183	1140	903		
4	76-2	Unterer Keuper, Mergelstein, ku	1	1	290	290	290	290	290		
5	76-3	Unterer Keuper, Sandstein, ku	12	12	767	597	190	2567	2257		
7	76-4	Unterer Keuper, Dolomit, ku	5	5	899	159	59	3309	3309		
7	76-5	Unterer Keuper, Kalkstein, ku	2	2	945	945	590	1300	1300		
7	94-1	Oberer Muschelkalk, Kalkstein, mo	15	15	511	68	25	3628	2117		
4	94-2	Oberer Muschelkalk, Mergelstein, mo	1	1	113	113	113	113	113		
4	94-3	Oberer Muschelkalk, Tonstein, mo	5	5	272	269	188	377	377		
5	94-5	Oberer Muschelkalk, Sandstein, mo	1	1	795	795	795	795	795		
4	93-1	Mittlerer Muschelkalk, Mergelstein, mm	3	3	193	157	150	273	273		
7	93-3	Mittlerer Muschelkalk, Kalkstein, mm	8	8	67	65	30	132	132		
7	93-4	Mittlerer Muschelkalk, Dolomit, mm	1	1	350	350	350	350	350		
7	93-5	Mittlerer Muschelkalk, Gips, mm	1	1	54	54	54	54	54		
7	95-1	Unterer Muschelkalk, Kalkstein, mu	1	1	59	59	59	59	59		
7	95-2	Unterer Muschelkalk, Kalkmergelstein, mu	1	1	103	103	103	103	103		
4	95-4	Unterer Muschelkalk, Tonstein, mu	2	2	109	109	59	160	160		
5	95-5	Unterer Muschelkalk, Sandstein, mu	6	6	1520	1291	315	4190	4190		
4	149-1	Oberer Buntsandstein, Tonstein, so	16	16	755	706	510	1880	1144		
5	149-2	Oberer Buntsandstein, Sandstein, so	11	11	585	574	126	1070	1052		
5	148-1	Mittlerer Buntsandstein, Sandstein, sm	24	24	1194	762	349	8150	2085		
4	148-3	Mittlerer Buntsandstein, Tonstein, sm	6	6	755	744	635	903	903		
5	142-2	Unterrotliegend, Sandstein, ru	1	1	303	303	303	303	303		
6	15-1	Unterkarbon, Konglomerate, cu	2	2	356	356	270	441	441		
5	15-3	Unterkarbon, Sandstein, cu	6	6	292	302	65	516	516		
4	15-4	Unterkarbon, Tonschiefer, cu	32	32	579	555	210	1338	770		

Anhang 4-3 (b)		Barium (ppm)									
GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90		
4	16-1	Unter- bis Oberdevon, Tonschiefer, d	16	16	693	545	107	3400	1820		
1	16-3	Unter- bis Oberdevon, Kieselschiefer, d	147	147	14	4	0,03	544	10		
7	16-5	Unter- bis Oberdevon, Kalkstein, d	9	9	217	224	15	477	477		
1	146-1	Silur, Kieselschiefer, si	1	1	91	91	91	91	91		
4	146-2	Silur, Tonschiefer, si	7	7	1144	657	415	2403	2403		
4	99-1	Ordoviz, Gräfenthaler Schichten, Tonstein, oG	9	9	842	725	450	1910	1910		
5	99-2	Ordoviz, Gräfenthaler Schichten, Sandstein, oG	6	6	857	665	464	1817	1817		
2	98-1	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Tonschiefer-Phyllit, oF	12	12	724	761	429	880	879		
1	98-2	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Quarzit, oF	5	5	671	715	236	1127	1127		
2	103	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Phyllit-Fazies, oPh	7	7	695	699	289	1037	1037		
1	34	Ordoviz, Metavulkanit, Metaarkose, „Epigneis“, Gne	4	4	565	449	310	1051	1051		
2	12	Kambrium, Phyllitfazies, cbPh	18	6	548	604	5	876	876		
2	11	Kambrium, Glimmerschieferfazies, cbGl	12	12	524	554	29	1240	1207		
2	116	Altpal.-Ob.Prot., Phyllit-Glimmerschiefer, PhGl	48	6	589	636	161	999	999		
2	32	Altpal.-Ob.Prot., Glimmerschiefer-Gneis, GlGn	121	105	706	699	0,10	2500	1271		
2	33	Altpal.-Ob.Prot., Gneis ungliedert, Gn	25	25	742	798	200	1249	1147		
2	35	Altpal.-Ob.Prot., Hornblendeändergneis, Gnh	7	7	359	250	141	641	641		
2	86	Altpal.-Ob.Prot., Migmatischer Gneis, Diatexit, Anatexit, Mi	65	64	921	828	53	3118	1954		
3	68	Altpal.-Ob.Prot., Kalk-Dolomitmarmor, km	13	11	136	24	5	622	601		
3	75	Altpal.-Ob.Prot., Kalksilicatsfels, ks	96	22	619	355	7	2772	1557		
3	82	Altpal.-Ob.Prot., Metabasit, mb	444	217	196	87	1	2355	328		
1	36	Altpal.-Ob.Prot., Leukokrater Gneis, Gn	14	14	888	851	0,07	2644	1972		
2	77	Perm-Karbon, Lamprophyragang, L	17	17	1057	904	192	3366	1921		
1	111	Perm-Karbon, Quarzporphyr-Porphyrangang, P	6	6	734	653	366	1225	1225		
1	1	Perm-Karbon, Aplit, A	2	2	719	719	8	1430	1430		
1	40	Perm-Karbon, Granit ungliedert, Gr	90	76	672	681	10	3120	1110		
1	45	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit mittel- bis grobkörnig, Gzg	160	155	497	384	2	1570	1158		
1	44	Perm-Karbon, Granit fein- bis mittelkörnig, Grf	23	23	266	310	10	460	409		
1	42	Perm-Karbon, Granit mittel- bis grobkörnig, Grg	43	43	462	469	0	1410	934		
1	43	Perm-Karbon, Granit mittel- bis grobkörnig, Grg	117	117	383	310	5	1771	926		
1	120	Quarzporphyr, prP	1	1	749	749	749	749	749		
1	65	Altpal.-Ob.Prot., Quarzkeratophyr, Ke	20	20	505	392	9	1561	1209		
2	41	Granit, Granodiorit, Grd	51	51	822	796	29	3912	1046		
2	137	Altpal.-Ob.Prot., Dioritische Gesteine, Redwitzit, Re	78	70	1241	1214	1	9389	1894		
2	112	Altpal.-Ob.Prot., Palit, Pa	7	7	1015	1060	43	2122	2122		
3	17	Altpal.-Ob.Prot., Melaphyr, Diabas, Spilit, Pikrit, basische Tuff, D	120	120	371	278	8	2500	685		
2	96	Blastomylonit, Perlgneis My	75	75	1044	813	103	3480	2236		

Anhang 4-4 (a)		Beryllium (ppm)									
GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90		
5	132	Pleistozän, Terrassensand, qpG	1	1	0.0895	0.0895	0.0895	0.0895	0.0895		
5	104-3	Tertiär, Obere Süßwassermolasse, Sand, OS	4	4	2	2	1	3	3		
5	101-1	Tertiär, Obere Meeresmolasse Sand, OM	5	5	1	1	1	1	1		
4	101-2	Tertiär, Obere Meeresmolasse, Mergel, OM	1	1	0.4574	0.4574	0.4574	0.4574	0.4574		
5	85-2	Miozän, Sand, mi	5	5	3	4	2	4	4		
3	5	Tertiär, Basalt, B	6	5	5	2	2	10	10		
5	74-1	Kreide, Sandstein, kro	10	10	1	0.4968	0.2306	1	1		
5	74-4	Kreide, Kalksandstein, kro	1	1	4	4	4	4	4		
7	163-2	Malm, Kalkstein, w	142	85	0.0767	0.0550	0.0190	1	0.1200		
7	163-3	Malm, Dolomit, w	7	2	0.1648	0.1648	0.1569	0.1726	0.1726		
5	4-1	Dogger, Sandstein, b	8	4	2	1	0.2580	5	5		
4	60-1	Lias, Tonstein, l	8	6	4	4	3	6	6		
4	60-2	Lias, Mergel, l	1	0							
7	60-3	Lias, Kalkstein, l	1	1	2	2	2	2	2		
5	60-5	Lias, Sandstein, l	7	6	0.3792	0.3579	0.2202	1	1		
4	69	Feuerfetten, Tonstein, kmf	3	3	3	3	3	4	4		
5	71-1	Sandsteinkeuper, Sandstein, kms	14	14	1	1	0.2659	1	1		
4	71-2	Sandsteinkeuper, Tonstein, kms	6	6	4	3	1	8	8		
4	70-1	Gipskeuper, Steinmergel, kmg	2	2	3	3	2	4	4		
4	76-1	Unterer Keuper, Tonstein, ku	14	14	3	3	1	4	4		
4	76-2	Unterer Keuper, Mergelstein, ku	1	1	3	3	3	3	3		
5	76-3	Unterer Keuper, Sandstein, ku	12	12	1	1	1	3	3		
7	76-4	Unterer Keuper, Dolomit, ku	5	5	1	2	1	2	2		
7	76-5	Unterer Keuper, Kalkstein, ku	2	2	2	2	1	3	3		
7	94-1	Oberer Muschelkalk, Kalkstein, mo	15	15	0.3595	0.3900	0.0800	1	1		
4	94-2	Oberer Muschelkalk, Mergelstein, mo	1	1	1	1	1	1	1		
4	94-3	Oberer Muschelkalk, Tonstein, mo	5	5	3	3	2	4	4		
5	94-5	Oberer Muschelkalk, Sandstein, mo	1	1	2	2	2	2	2		
4	93-1	Mittlerer Muschelkalk, Mergelstein, mm	3	3	2	2	1	3	3		
7	93-3	Mittlerer Muschelkalk, Kalkstein, mm	8	8	1	1	0.1100	1	1		
7	93-4	Mittlerer Muschelkalk, Dolomit, mm	1	0							
7	93-5	Mittlerer Muschelkalk, Gips, mm	1	1	0.3246	0.3246	0.3246	0.3246	0.3246		
7	95-1	Unterer Muschelkalk, Kalkstein, mu	1	1	0.4870	0.4870	0.4870	0.4870	0.4870		
7	95-2	Unterer Muschelkalk, Kalkmergelstein, mu	1	1	1	1	1	1	1		
4	95-4	Unterer Muschelkalk, Tonstein, mu	2	2	0.3460	0.3460	0.2050	0.4870	0.4870		
5	95-5	Unterer Muschelkalk, Sandstein, mu	6	6	1	1	1	2	2		
4	149-1	Oberer Buntsandstein, Tonstein, so	16	16	5	5	3	10	7		
5	149-2	Oberer Buntsandstein, Sandstein, so	11	11	2	2	0.4426	5	4		
5	148-1	Mittlerer Buntsandstein, Sandstein, sm	24	23	1	1	0.2100	6	2		
4	148-3	Mittlerer Buntsandstein, Tonstein, sm	6	6	6	6	4	8	8		
5	142-2	Unterrotliegend, Sandstein, ru	1	1	3	3	3	3	3		

Anhang 4-4 (b)		Beryllium (ppm)							
GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
6	15-1	Unterkarbon, Konglomerate, cu	2	1	1	1	1	1	1
5	15-3	Unterkarbon, Sandstein, cu	6	4	2	1	1	2	2
4	15-4	Unterkarbon, Tonschiefer, cu	32	12	3	3	1	4	4
4	16-1	Unter- bis Oberdevon, Tonschiefer, d	16	4	2	2	1	4	4
1	16-3	Unter- bis Oberdevon, Kieselschiefer, d	147	88	0,0941	0,0565	0,0190	1	0,1689
7	16-5	Unter- bis Oberdevon, Kalkstein, d	9	8	1	1	0,1231	2	2
1	146-1	Silur, Kieselschiefer, si	1	1	0,4574	0,4574	0,4574	0,4574	0,4574
4	146-2	Silur, Tonschiefer, si	7	6	3	3	2	5	5
4	99-1	Ordoviz, Gräfenthaler Schichten, Tonstein, oG	9	3	4	4	3	4	4
5	99-2	Ordoviz, Gräfenthaler Schichten, Sandstein, oG	6	2	3	3	2	3	3
2	98-1	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Tonschiefer-Phyllit, oF	12	7	3	3	3	4	4
1	98-2	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Quarzit, oF	5	5	3	3	1	5	5
2	103	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Phyllit-Fazies, oPh	7	5	2	2	1	3	3
1	34	Ordoviz Metavulkanit, Metaarkose, „Epigneis“, Gne	4	4	2	3	1	3	3
2	12	Kambrium, Phyllitfazies, cbPh	18	7	2	3	0,1000	4	4
2	11	Kambrium, Glimmerschieferfazies, cbGl	12	12	2	2	1	5	5
2	116	Altpal.-Ob.Prot., Phyllit-Glimmerschiefer, PhGl	48	4	3	3	0,1000	5	5
2	32	Altpal.-Ob.Prot., Glimmerschiefer-Gneis, GlGn	121	59	2	2	0,2280	5	4
2	33	Altpal.-Ob.Prot., Gneis ungegliedert, Gn	25	24	2	2	0,4490	5	3
2	35	Altpal.-Ob.Prot., Hornblendebändergneis, Gnh	7	6	1	1	0,3366	1	1
2	86	Altpal.-Ob.Prot., Migmatischer Gneis, Diatexit, Anatexit, Mi	65	36	2	1	0,3280	6	4
3	68	Altpal.-Ob.Prot., Kalk-Dolomitmarmor, km	13	13	1	0,1616	0,0932	2	2
3	75	Altpal.-Ob.Prot., Kalksilicatifels, ks	96	21	2	2	0,1000	15	5
3	82	Altpal.-Ob.Prot., Metabasit, mb	444	50	1	1	0,0190	4	3
1	36	Altpal.-Ob.Prot., Leukokrater Gneis, Gnl	14	13	3	2	1	5	5
2	77	Perm-Karbon, Lamprophyrgang, L	17	15	3	3	1	8	8
1	111	Perm-Karbon, Quarzporphyr-, Porphyritgang, P	6	6	4	4	3	6	6
1	1	Perm-Karbon, Aplit, A	2	2	2	2	2	2	2
1	40	Perm-Karbon, Granit ungegliedert, Gr	90	58	5	5	1	17	9
1	45	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit mittel- bis grobkörnig, Gzg	160	141	8	6	1	33	16
1	44	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit fein- bis mittelkörnig, Gzf	23	23	8	8	2	16	13
1	42	Perm-Karbon, Granit fein- bis mittelkörnig, Grf	43	40	6	5	1	25	9
1	43	Perm-Karbon, Granit mittel- bis grobkörnig, Grg	117	59	5	4	1	22	9
1	120	Quarzporphyr, prP	1	1	1	1	1	1	1
1	65	Altpal.-Ob.Prot., Quarzkeratophyr, Ke	20	17	6	4	1	23	15
2	41	Granit, Granodiorit, Grd	51	51	3	2	1	10	7
2	137	Altpal.-Ob.Prot., Dioritische Gesteine, Redwitzit, Re	78	45	4	3	0,1030	14	7
2	112	Altpal.-Ob.Prot., Palit, Pa	7	3	2	1	1	2	2
3	17	Altpal.-Ob.Prot., Melaphyr, Diabas, Splitt, Pikrit, basische Tuff, D	120	13	1	1	0,3423	2	2
2	96	Blastomylonit, Perlgneis, Mv	75	38	3	3	0,1650	8	5

Anhang 4-5 (a)		Wismut (ppm)									
GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90		
5	132	Pleistozän, Terrassensand, qpG	1	1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		
5	104-3	Tertiär, Obere Süßwassermolasse, Sand, OS	4	4	0,39	0,40	0,28	0,48	0,48		
5	101-1	Tertiär, Obere Meeressmolasse Sand, OM	5	5	0,06	0,06	0,03	0,08	0,08		
4	101-2	Tertiär, Obere Meeressmolasse, Mergel, OM	1	1	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03		
5	85-2	Miozän, Sand, mi	5	5	0,46	0,45	0,26	0,56	0,56		
3	5	Tertiär, Basalt, B	6	3	0,01	0,01	0,002	0,03	0,03		
5	74-1	Kreide, Sandstein, kro	10	10	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03		
5	74-4	Kreide, Kalksandstein, kro	1	1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		
7	163-2	Malm, Kalkstein, w	142	84	0,01	0,01	0,002	0,08	0,02		
7	163-3	Malm, Dolomit, w	7	2	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		
5	4-1	Dogger, Sandstein, b	8	4	0,13	0,06	0,01	0,40	0,40		
4	60-1	Lias, Tonstein, l	8	6	0,38	0,40	0,25	0,49	0,49		
4	60-2	Lias, Mergel, l	1	0							
7	60-3	Lias, Kalkstein, l	1	1	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08		
5	60-5	Lias, Sandstein, l	7	6	0,05	0,04	0,03	0,07	0,07		
4	69	Feuerletten, Tonstein, kmf	3	3	0,27	0,27	0,21	0,35	0,35		
5	71-1	Sandsteinkeuper, Sandstein, kms	14	14	0,08	0,05	0,04	0,29	0,24		
4	71-2	Sandsteinkeuper, Tonstein, kms	6	6	0,26	0,24	0,05	0,65	0,65		
4	70-1	Gipskeuper, Steinmergel, kmg	2	2	0,24	0,24	0,23	0,24	0,24		
4	76-1	Unterer Keuper, Tonstein, ku	14	14	0,26	0,24	0,12	0,44	0,42		
4	76-2	Unterer Keuper, Mergelstein, ku	1	1	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20		
5	76-3	Unterer Keuper, Sandstein, ku	12	12	0,13	0,11	0,03	0,28	0,26		
7	76-4	Unterer Keuper, Dolomit, ku	5	5	0,09	0,09	0,06	0,13	0,13		
7	76-5	Unterer Keuper, Kalkstein, ku	2	2	0,12	0,12	0,11	0,13	0,13		
7	94-1	Oberer Muschelkalk, Kalkstein, mo	15	14	0,04	0,03	0,00	0,12	0,09		
4	94-2	Oberer Muschelkalk, Mergelstein, mo	1	1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05		
4	94-3	Oberer Muschelkalk, Tonstein, mo	5	5	0,19	0,21	0,09	0,24	0,24		
5	94-5	Oberer Muschelkalk, Sandstein, mo	1	1	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12		
4	93-1	Mittlerer Muschelkalk, Mergelstein, mm	3	3	0,11	0,12	0,06	0,16	0,16		
7	93-3	Mittlerer Muschelkalk, Kalkstein, mm	8	8	0,07	0,05	0,02	0,18	0,18		
7	93-4	Mittlerer Muschelkalk, Dolomit, mm	1	0							
7	93-5	Mittlerer Muschelkalk, Gips, mm	1	1	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02		
7	95-1	Unterer Muschelkalk, Kalkstein, mu	1	1	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04		
7	95-2	Unterer Muschelkalk, Kalkmergelstein, mu	1	1	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09		
4	95-4	Unterer Muschelkalk, Tonstein, mu	2	2	0,08	0,08	0,04	0,12	0,12		
5	95-5	Unterer Muschelkalk, Sandstein, mu	6	6	0,05	0,04	0,01	0,09	0,09		
4	149-1	Oberer Buntsandstein, Tonstein, so	16	16	1,50	0,26	0,04	11,00	7,45		
5	149-2	Oberer Buntsandstein, Sandstein, so	11	11	0,12	0,12	0,01	0,36	0,32		
5	148-1	Mittlerer Buntsandstein, Sandstein, sm	24	21	0,07	0,04	0,01	0,27	0,25		
4	148-3	Mittlerer Buntsandstein, Tonstein, sim	6	6	0,26	0,19	0,13	0,62	0,62		
5	142-2	Unterrotliegend, Sandstein, ru	1	1	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21		
6	15-1	Unterkarbon, Konglomerate, cu	2	1	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09		
5	15-3	Unterkarbon, Sandstein, cu	6	4	0,09	0,09	0,06	0,10	0,10		
4	15-4	Unterkarbon, Tonschiefer, cu	32	12	0,26	0,24	0,06	0,53	0,50		



Anhang 4-5 (b)		Wismut (ppm)							
GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
4	16-1	Unter- bis Oberdevon , Tonschiefer, d	16	4	0,18	0,11	0,02	0,47	0,47
1	16-3	Unter- bis Oberdevon , Kiesel-schiefer, d	147	87	0,01	0,01	0,00	0,08	0,02
7	16-5	Unter- bis Oberdevon , Kalkstein, d	9	8	0,08	0,06	0,03	0,18	0,18
1	146-1	Silur, Kiesel-schiefer, si	1	1	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
4	146-2	Silur, Tonschiefer, si	7	6	0,22	0,23	0,09	0,32	0,32
4	99-1	Ordoviz, Gräfen-thaler Schichten, Tonstein, oG	9	3	0,42	0,37	0,32	0,55	0,55
5	99-2	Ordoviz, Gräfen-thaler Schichten, Sandstein, oG	6	2	0,17	0,17	0,12	0,23	0,23
2	98-1	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Tonschiefer- Phyllit, oF	12	7	0,30	0,27	0,10	0,63	0,63
1	98-2	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Quarzit, oF	5	5	0,17	0,16	0,13	0,22	0,22
2	103	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Phyllit-Fazies, oPh	7	5	0,17	0,09	0,03	0,43	0,43
1	34	Ordoviz Metavulkanit, Metaarkose, „Epigneis“, Gne	4	4	0,26	0,21	0,03	0,60	0,60
2	12	Kambrium, Phyllitfazies, cbPh	18	5	0,16	0,17	0,06	0,22	0,22
2	11	Kambrium, Glimmerschieferfazies, cbGf	12	12	0,33	0,22	0,05	1,02	0,92
2	116	Altpal.-Ob.Prot., Phyllit-Glimmerschiefer, PhGf	48	1	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
2	32	Altpal.-Ob.Prot., Glimmerschiefer-Gneis, GfGn	148	54	0,12	0,05	0,01	0,80	0,34
2	33	Altpal.-Ob.Prot., Gneis un-gegliedert, Gn	25	24	0,10	0,09	0,03	0,16	0,15
2	35	Altpal.-Ob.Prot., Hornblende-bänder-gneis, GnH	7	6	0,04	0,03	0,01	0,10	0,10
2	86	Altpal.-Ob.Prot., Migmatischer Gneis, Diatexit, Anatexit, Mi	114	98	0,19	0,05	0,005	5,00	0,30
3	68	Altpal.-Ob.Prot., Kalk- Dolomit-marmor, km	13	11	0,03	0,01	0,01	0,21	0,18
3	75	Altpal.-Ob.Prot., Kalksilicatfels, ks	96	16	0,22	0,10	0,01	1,76	0,75
3	82	Altpal.-Ob.Prot., Metabasit, mb	444	90	0,14	0,05	0,002	8,00	0,08
1	36	Altpal.-Ob.Prot., Leukokrater Gneis, Gnl	14	13	0,28	0,12	0,01	1,16	1,02
2	77	Perm-Karbon, Lamprophyrgang, L	17	15	0,25	0,13	0,01	1,05	0,98
1	111	Perm-Karbon, Quarzporphyr- Porphyritgang, P	6	6	0,35	0,21	0,12	0,97	0,97
1	1	Perm-Karbon, Aplit, A	2	2	4,04	4,04	0,02	8,06	8,06
1	40	Perm-Karbon, Granit un-gegliedert, Gr	74	58	3,40	0,22	0,01	49,00	16,00
1	45	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit mittel- bis grobkörnig, Gzg	102	44	2,27	0,07	0,01	52,00	0,76
1	44	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit fein- bis mittelkörnig, Gzf	23	3	1,69	1,71	0,31	3,06	3,06
1	42	Perm-Karbon, Granit fein- bis mittelkörnig, Grf	43	22	1,17	0,45	0,04	3,49	3,10
1	43	Perm-Karbon, Granit mittel- bis grobkörnig, Grg	117	102	3,86	1,00	0,08	18,00	12,00
1	120	Quarzporphyr, prP	1	1	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
1	65	Altpal.-Ob.Prot., Quarzkeratophyr, Ke	20	17	3,45	1,99	0,01	12,09	8,87
2	41	Granit, Granodiorit, Grd	51	51	0,10	0,03	0,01	1,46	0,25
2	137	Altpal.-Ob.Prot., Dioritische Gesteine, Redwitzit, Re	73	68	5,22	0,09	0,01	36,00	21,20
2	112	Altpal.-Ob.Prot., Palit, Pa	7	3	0,25	0,24	0,24	0,28	0,28
3	17	Altpal.-Ob.Prot., Melaphyr, Diabas, Splitt, Pikrit, basische Tuff, D	120	13	0,03	0,01	0,01	0,18	0,13
2	96	Blastomylonit, Perlgneis My	70	65	0,10	0,05	0,01	0,86	0,24

Anhang 4-6 (a)		CaO (Gew.-%)							
GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
5	132	Pleistozän, Terrassensand, qpG	1	1	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
5	104-3	Tertiär, Obere Süßwassermolasse, Sand, OS	39	39	2,41	1,14	0,10	8,99	6,16
5	101-1	Tertiär, Obere Meeressmolasse Sand, OM	5	5	5,39	4,35	2,49	9,93	9,93
4	101-2	Tertiär, Obere Meeressmolasse, Mergel, OM	5	5	13,89	12,30	7,89	24,44	24,44
5	85-2	Miozän, Sand, mi	1	1	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
3	5	Tertiär, Basalt, B	4	1	6,45	6,19	0,14	13,30	13,30
5	74-1	Kreide, Sandstein, kro	10	10	0,06	0,05	0,02	0,14	0,14
5	74-4	Kreide, Kalksandstein, kro	1	1	49,49	49,49	49,49	49,49	49,49
4	163-1	Malm, Mergel, w	1	1	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
7	163-2	Malm, Kalkstein, w	132	132	57,59	57,80	52,23	58,32	58,13
7	163-3	Malm, Dolomit, w	7	7	31,63	31,32	30,99	33,55	33,55
5	4-1	Dogger, Sandstein, b	8	8	1,80	0,06	0,04	13,73	13,73
4	4-2	Dogger, Tonstein, b	1	1	38,11	38,11	38,11	38,11	38,11
4	60-1	Lias, Tonstein, l	8	8	0,79	0,14	0,07	5,03	5,03
4	60-2	Lias, Mergel, l	1	1	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99
7	60-3	Lias, Kalkstein, l	1	1	47,18	47,18	47,18	47,18	47,18
5	60-5	Lias, Sandstein, l	7	7	1,05	0,05	0,03	4,67	4,67
4	69	Feuerleiten, Tonstein, kmf	3	3	3,09	0,97	0,09	8,22	8,22
5	71-1	Sandsteinkeuper, Sandstein, kms	14	14	3,82	0,65	0,04	20,26	19,85
4	71-2	Sandsteinkeuper, Tonstein, kms	3	3	5,56	6,98	1,04	8,66	8,66
4	70-1	Gipskeuper, Steinmergel, kmg	2	2	10,48	10,48	4,30	16,66	16,66
4	76-1	Unterer Keuper, Tonstein, ku	14	14	5,19	3,29	0,39	17,92	15,34
4	76-2	Unterer Keuper, Mergelstein, ku	1	1	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50
5	76-3	Unterer Keuper, Sandstein, ku	12	12	1,99	0,86	0,43	9,56	8,14
7	76-4	Unterer Keuper, Dolomit, ku	5	5	26,35	25,14	22,79	34,44	34,44
7	76-5	Unterer Keuper, Kalkstein, ku	2	2	26,64	26,64	23,65	29,62	29,62
7	94-1	Oberer Muschelkalk, Kalkstein, mo	11	11	47,73	47,52	41,67	51,20	51,00
4	94-2	Oberer Muschelkalk, Mergelstein, mo	1	1	27,26	27,26	27,26	27,26	27,26
4	94-3	Oberer Muschelkalk, Tonstein, mo	5	5	9,19	9,83	5,23	13,05	13,05
5	94-5	Oberer Muschelkalk, Sandstein, mo	1	1	12,12	12,12	12,12	12,12	12,12
4	93-1	Mittlerer Muschelkalk, Mergelstein, mm	3	3	20,26	18,31	15,37	27,09	27,09
7	93-3	Mittlerer Muschelkalk, Kalkstein, mm	5	5	40,56	41,12	26,91	51,85	51,85
7	93-4	Mittlerer Muschelkalk, Dolomit, mm	1	1	27,41	27,41	27,41	27,41	27,41
7	93-5	Mittlerer Muschelkalk, Gips, mm	1	1	29,95	29,95	29,95	29,95	29,95
7	95-1	Unterer Muschelkalk, Kalkstein, mu	2	2	50,09	50,09	49,99	50,19	50,19
7	95-2	Unterer Muschelkalk, Kalkmergelstein, mu	1	1	39,57	39,57	39,57	39,57	39,57
4	95-4	Unterer Muschelkalk, Tonstein, mu	1	1	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
5	95-5	Unterer Muschelkalk, Sandstein, mu	2	2	4,55	4,55	0,85	8,24	8,24
4	149-1	Oberer Buntsandstein, Tonstein, so	16	16	3,30	0,61	0,36	19,16	12,73
5	149-2	Oberer Buntsandstein, Sandstein, so	12	12	1,48	0,58	0,06	7,95	6,45
5	148-1	Mittlerer Buntsandstein, Sandstein, sm	24	24	1,72	0,24	0,06	9,97	5,03
4	148-3	Mittlerer Buntsandstein, Tonstein, sm	6	6	0,35	0,35	0,29	0,40	0,40
5	150-1	Unterer Buntsandstein, Sandstein, su	4	4	0,09	0,09	0,06	0,13	0,13

Anhang 4-6 (b)		CaO (Gew.-%)									
GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90		
5	142-2	Unterrotliegend, Sandstein, ru	1	1	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45		
6	142-3	Unterrotliegend, Konglomerat, ru	1	1	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41		
1	142-6	Unterrotliegend, Tuffit, ru	1	1	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60		
6	15-1	Unterkarbon, Konglomerate, cu	2	2	5,93	5,93	5,93	11,54	11,54		
5	15-2	Unterkarbon, Grauwacken, cu	6	6	1,02	0,33	0,14	2,57	2,57		
4	15-4	Unterkarbon, Tonschiefer, cu	24	8	1,38	0,26	0,09	15,11	5,88		
4	16-1	Unter- bis Oberdevon, Tonschiefer, d	10	6	2,75	1,00	0,29	13,00	12,24		
1	16-3	Unter- bis Oberdevon, Kieselschiefer, d	5	5	0,06	0,05	0,05	0,07	0,07		
7	16-5	Unter- bis Oberdevon, Kalkstein, d	9	9	32,08	44,01	0,06	50,00	50,00		
1	146-1	Silur, Kieselschiefer, si	1	1	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06		
4	146-2	Silur, Tonschiefer, si	8	8	1,61	0,15	0,06	11,30	11,30		
4	99-1	Ordoviz, Gräfenthaler Schichten, Tonstein, oG	9	3	0,17	0,13	0,10	0,29	0,29		
2	98-1	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Tonschiefer-Phyllit, oF	11	8	0,26	0,21	0,07	0,89	0,89		
1	98-2	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Quarzit, oF	3	3	0,09	0,10	0,05	0,12	0,12		
4	10-1	Kambrium, Tonschiefer, cb	1	1	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15		
2	103	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Phyllit-Fazies, oPh	5	5	0,10	0,07	0,05	0,18	0,18		
4	100	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Glimmersch.-Fazies, oGl	3	3	0,08	0,05	0,04	0,15	0,15		
1	34	Ordoviz Metavulkanit, Metaarkose, „Egigneis“, Gne	7	7	0,19	0,23	0,10	0,26	0,26		
2	12	Kambrium, Phyllitfazies, cbPh	18	18	0,08	0,07	0,01	0,30	0,23		
2	11	Kambrium, Glimmerschieferfazies, cbGl	8	8	0,78	0,71	0,18	1,72	1,72		
2	116	Altpal.-Ob.Prot., Phyllit-Glimmerschiefer, PhGl	47	46	0,27	0,15	0,01	2,75	0,43		
2	32	Altpal.-Ob.Prot., Glimmerschiefer-Gneis, GlGn	129	129	1,92	0,98	0,01	14,24	5,12		
2	33	Altpal.-Ob.Prot., Gneis ungegliedert, Gn	49	49	1,78	0,91	0,08	20,75	2,16		
2	35	Altpal.-Ob.Prot., Hornblendebändergneis, Gnh	7	7	5,55	5,77	0,63	10,46	10,46		
2	86	Altpal.-Ob.Prot., Migmatitischer Gneis, Diatexit, Anatexit, Mi	71	71	2,51	1,35	0,36	14,63	6,35		
3	68	Altpal.-Ob.Prot., Kalk-Dolomitmarmor, km	12	12	43,26	43,56	27,10	55,75	55,62		
3	75	Altpal.-Ob.Prot., Kalksilicattfels, ks	76	75	12,45	10,40	0,73	48,90	21,92		
3	82	Altpal.-Ob.Prot., Metabasit, mb	208	208	9,14	10,02	0,30	20,19	13,05		
1	36	Altpal.-Ob.Prot., Leukokrater Gneis, Gnl	28	28	1,20	1,07	0,15	2,92	2,54		
2	77	Perm-Karbon, Lamprophyrgang, L	16	16	3,74	3,88	0,33	10,23	7,70		
1	111	Perm-Karbon, Quarzporphyr-, Porphyritgang, P	6	6	0,80	0,74	0,15	1,63	1,63		
1	1	Perm-Karbon, Aplitt, A	1	1	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88		
1	40	Perm-Karbon, Granit ungegliedert, Gr	108	108	1,52	1,39	0,42	3,30	2,59		
1	45	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit mittel- bis grobkörnig, Gzg	175	146	1,40	1,00	0,43	7,36	2,51		
1	44	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit fein- bis mittelkörnig, Gzf	23	22	0,94	1,00	0,37	1,00	1,00		
1	42	Perm-Karbon, Granit fein- bis mittelkörnig, Grf	53	51	0,98	0,90	0,34	2,00	2,00		
1	43	Perm-Karbon, Granit mittel- bis grobkörnig, Grg	104	104	1,22	1,06	0,35	6,00	2,00		
1	65	Altpal.-Ob.Prot., Quarzkeratophyr, Ke	6	3	0,51	0,35	0,06	1,12	1,12		
2	137	Altpal.-Ob.Prot., Dioritische Gesteine, Redwitz, Re	93	91	4,22	3,57	0,64	16,08	6,67		
2	112	Altpal.-Ob.Prot., Palit, Pa	10	10	3,12	3,72	0,40	7,45	7,23		
3	17	Altpal.-Ob.Prot., Melaphyr, Diabas, Splitt, Pikrit, basische Tuff, D	120	120	7,98	8,00	0,57	14,00	11,00		
2	96	Blastomylonit, Perlgneis, My	81	81	3,13	1,85	0,20	16,37	7,42		

Anhang 4-7 (a)		Cadmium (ppm)									
GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90		
5	132	Pleistozän, Terrassensand, qpG	1	1	0.317	0.317	0.317	0.317	0.317		
5	104	Tertiär, Obere Süßwassermolasse, Sand, OS	4	4	0.121	0.107	0.094	0.174	0.174		
5	101-1	Tertiär, Obere Meeresmolasse Sand, OM	5	5	0.108	0.081	0.070	0.187	0.187		
4	101-2	Tertiär, Obere Meeresmolasse, Mergel, OM	1	1	0.176	0.176	0.176	0.176	0.176		
5	85	Miozän, Sand, mi	5	5	0.063	0.038	0.005	0.207	0.207		
3	5	Tertiär, Basalt, B	6	5	0.140	0.129	0.090	0.246	0.246		
5	74-1	Kreide, Sandstein, kro	10	10	0.040	0.002	0.002	0.334	0.304		
5	74-4	Kreide, Kalksandstein, kro	1	1	3	3	3	3	3		
7	163-2	Malm, Kalkstein, w	142	58	0.126	0.074	0.030	2.623	0.189		
7	163-3	Malm, Dolomit, w	7	2	0.250	0.250	0.091	0.409	0.409		
5	4-1	Dogger, Sandstein, b	8	4	0.018	0.019	0.007	0.027	0.027		
4	60-1	Lias, Tonstein, l	8	6	0.186	0.091	0.015	0.728	0.728		
4	60-2	Lias, Mergel, l	1	0							
7	60-3	Lias, Kalkstein, l	1	1	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243		
5	60-5	Lias, Sandstein, l	7	6	0.012	0.013	0.002	0.025	0.025		
4	69	Feuerfetten, Tonstein, kmf	3	3	0.060	0.070	0.018	0.091	0.091		
5	71-1	Sandsteinkeuper, Sandstein, kms	14	14	0.062	0.039	0.009	0.230	0.194		
4	71-2	Sandsteinkeuper, Tonstein, kms	6	6	0.289	0.082	0.006	0.890	0.890		
4	70-1	Gipskeuper, Steinmergel, kmg	2	2	0.073	0.073	0.067	0.079	0.079		
4	76-1	Unterer Keuper, Tonstein, ku	14	14	0.254	0.024	0.007	3	2		
4	76-2	Unterer Keuper, Mergelstein, ku	1	1	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046		
5	76-3	Unterer Keuper, Sandstein, ku	12	12	0.233	0.049	0.017	0.895	0.879		
7	76-4	Unterer Keuper, Dolomit, ku	5	5	0.063	0.075	0.011	0.096	0.096		
7	76-5	Unterer Keuper, Kalkstein, ku	2	2	0.032	0.032	0.023	0.041	0.041		
7	94-1	Oberer Muschelkalk, Kalkstein, mo	15	15	0.062	0.023	0.011	0.375	0.248		
4	94-2	Oberer Muschelkalk, Mergelstein, mo	1	1	0.251	0.251	0.251	0.251	0.251		
4	94-3	Oberer Muschelkalk, Tonstein, mo	5	5	0.039	0.023	0.016	0.093	0.093		
5	94-5	Oberer Muschelkalk, Sandstein, mo	1	1	1.070	1.070	1.070	1.070	1.070		
4	93-1	Mittlerer Muschelkalk, Mergelstein, mm	3	3	0.150	0.087	0.036	0.326	0.326		
7	93-3	Mittlerer Muschelkalk, Kalkstein, mm	8	8	0.351	0.205	0.012	1.392	1.392		
7	93-4	Mittlerer Muschelkalk, Dolomit, mm	1	0							
7	93-5	Mittlerer Muschelkalk, Gips, mm	1	1	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013		
7	95-1	Unterer Muschelkalk, Kalkstein, mu	1	1	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016		
7	95-2	Unterer Muschelkalk, Kalkmergelstein, mu	1	1	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012		
4	95-4	Unterer Muschelkalk, Tonstein, mu	2	2	0.014	0.014	0.012	0.016	0.016		
5	95-5	Unterer Muschelkalk, Sandstein, mu	6	6	0.030	0.008	0.003	0.143	0.143		
4	149-1	Oberer Buntsandstein, Tonstein, so	16	16	0.288	0.040	0.007	3	1		
5	149-2	Oberer Buntsandstein, Sandstein, so	11	11	0.021	0.014	0.005	0.066	0.062		
5	148-1	Mittlerer Buntsandstein, Sandstein, sm	24	22	0.026	0.024	0.005	0.073	0.071		
4	148-3	Mittlerer Buntsandstein, Tonstein, sm	6	6	0.047	0.041	0.005	0.121	0.121		
5	142-2	Untertrottliegend, Sandstein, ru	1	1	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086		

Anhang 4-7 (b)		Cadmium (ppm)									
GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90		
6	15-1	Unterkarbon, Konglomerate, cu	2	1	0.361	0.361	0.361	0.361	0.361		
5	15-3	Unterkarbon, Sandstein, cu	6	4	0.146	0.072	0.056	0.383	0.383		
4	15-4	Unterkarbon, Tonschiefer, cu	32	12	0.381	0.157	0.021	1.262	1.163		
4	16-1	Unter- bis Oberdevon, Tonschiefer, d	16	4	0.109	0.111	0.028	0.186	0.186		
1	16-3	Unter- bis Oberdevon, Kieselschiefer, d	147	88	0.134	0.076	0.030	2.623	0.205		
7	16-5	Unter- bis Oberdevon, Kalkstein, d	9	8	0.169	0.117	0.022	0.597	0.597		
1	146-1	Silur, Kieselschiefer, si	1	1	0.176	0.176	0.176	0.176	0.176		
4	146-2	Silur, Tonschiefer, si	7	3	2	0.635	0.108	5	5		
4	99-1	Ordoviz, Gräfenthaler Schichten, Tonstein, oG	9	6	0.086	0.111	0.028	0.120	0.120		
5	99-2	Ordoviz, Gräfenthaler Schichten, Sandstein, oG	6	2	0.222	0.222	0.033	0.412	0.412		
2	98-1	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Tonschiefer-Phyllit, oF	12	7	0.101	0.069	0.013	0.382	0.382		
1	98-2	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Quarzit, oF	5	5	0.015	0.012	0.008	0.023	0.023		
2	103	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Phyllit-Fazies, oPh	7	5	0.021	0.017	0.003	0.044	0.044		
1	34	Ordoviz Metavulkanit, Metaarkose, „Epigneis“, Gne	4	4	0.010	0.009	0.002	0.021	0.021		
2	12	Kambrium, Phyllitfazies, cbPh	18	7	0.054	0.017	0.002	0.155	0.155		
2	11	Kambrium, Glimmerschieferfazies, cbGI	12	12	0.041	0.036	0.004	0.103	0.094		
2	116	Altpal.-Ob.Prot., Phyllit-Glimmerschiefer, PhGI	48	1	0.102	0.102	0.102	0.102	0.102		
2	32	Altpal.-Ob.Prot., Glimmerschiefer-Gneis, GI/Gn	121	75	0.207	0.057	0.005	7	0.400		
2	33	Altpal.-Ob.Prot., Gneis ungeschichtet, Gn	25	24	0.106	0.096	0.022	0.267	0.191		
2	35	Altpal.-Ob.Prot., Hornblendebändergneis, GnH	7	6	0.084	0.075	0.014	0.181	0.181		
2	86	Altpal.-Ob.Prot., Migmatischer Gneis, Diatexit, Anatexit, Mi	65	63	0.097	0.041	0.005	2	0.179		
3	68	Altpal.-Ob.Prot., Kalk-Dolomitmarmor, km	13	11	0.071	0.048	0.011	0.152	0.151		
3	75	Altpal.-Ob.Prot., Kalksilicafels, ks	96	17	0.202	0.171	0.005	0.511	0.435		
3	82	Altpal.-Ob.Prot., Metabasit, mb	444	107	0.091	0.038	0.005	1,0	0.216		
1	36	Altpal.-Ob.Prot., Leukokrater Gneis, Gnl	14	13	0.207	0.070	0.031	1.816	1.143		
2	77	Perm-Karbon, Lamprophyrgang, L	17	17	0.345	0.069	0.014	3	1		
1	111	Perm-Karbon, Quarzporphyr- Porphyritgang, P	6	6	0.139	0.090	0.038	0.366	0.366		
1	1	Perm-Karbon, Aplit, A	2	2	0.093	0.093	0.047	0.139	0.139		
1	40	Perm-Karbon, Granit ungeschichtet, Gr	90	71	0.049	0.041	0.005	0.163	0.095		
1	45	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit mittel- bis grobkörnig, Gzg	160	99	0.052	0.042	0.005	0.710	0.081		
1	44	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit fein- bis mittelkörnig, Gzf	23	3	0.032	0.002	0.002	0.090	0.090		
1	42	Perm-Karbon, Granit fein- bis mittelkörnig, Grf	43	23	0.300	0.054	0.025	2	2		
1	43	Perm-Karbon, Granit mittel- bis grobkörnig, Grg	117	46	0.212	0.054	0.005	2	0.548		
1	120	Quarzporphyr, prP	1	1	0.041	0.041	0.041	0.041	0.041		
1	65	Altpal.-Ob.Prot., Quarzkeratophyr, Ke	20	17	5	2	0.005	18	15		
2	41	Granit, Granodiorit, Grd	51	51	0.115	0.050	0.013	2	0.123		
2	137	Altpal.-Ob.Prot., Dioritische Gesteine, Redwitzit, Re	78	57	0.094	0.088	0.005	0.461	0.185		
2	112	Altpal.-Ob.Prot., Palit, Pa	7	7	0.015	0.013	0.005	0.028	0.028		
3	17	Altpal.-Ob.Prot., Melaphyr, Diabas, Splitt, Pikrit, basische Tuff, D	120	13	0.127	0.121	0.010	0.312	0.263		
2	96	Blastomylonit, Perligneis Mv	75	73	0.058	0.023	0.005	0.281	0.154		

## Anhang 4-8 (a) Cer (ppm)

GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
5	132	Pleistozän, Terrassensand, qpG	1	1	2	2	2	2	2
5	104-3	Tertiär, Obere Süßwassermolasse, Sand, OS	4	4	56	56	46	64	64
5	101-1	Tertiär, Obere Meeressmolasse Sand, OM	5	5	19	22	13	24	24
4	101-2	Tertiär, Obere Meeressmolasse, Mergel, OM	1	1	5	5	5	5	5
5	85-2	Miozän, Sand, mi	5	5	71	60	44	103	103
3	5	Tertiär, Basalt, B	6	6	74	87	0	143	143
5	74-1	Kreide, Sandstein, kro	10	10	2	0,008	0	23	21
5	74-4	Kreide, Kalksandstein, kro	1	1	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
7	163-2	Malm, Kalkstein, w	142	142	10	1	0,221	49	30
7	163-3	Malm, Dolomit, w	7	7	21	18	2	54	54
5	4-1	Dogger, Sandstein, b	8	8	39	21	14	129	129
4	60-1	Lias, Tonstein, l	8	8	109	106	20	170	170
4	60-2	Lias, Mergel, l	1	1	77	77	77	77	77
7	60-3	Lias, Kalkstein, l	1	1	22	22	22	22	22
5	60-5	Lias, Sandstein, l	7	7	30	31	13	49	49
4	69	Feuerfetten, Tonstein, kmf	3	3	96	95	78	117	117
5	71-1	Sandsteinkeuper, Sandstein, kms	14	14	28	22	16	87	63
4	71-2	Sandsteinkeuper, Tonstein, kms	6	6	72	65	61	90	90
4	70-1	Gipskeuper, Steinmergel, kmg	2	2	69	69	68	70	70
4	76-1	Unterer Keuper, Tonstein, ku	14	14	64	67	31	77	75
4	76-2	Unterer Keuper, Mergelstein, ku	1	1	66	66	66	66	66
5	76-3	Unterer Keuper, Sandstein, ku	12	12	55	62	16	84	83
7	76-4	Unterer Keuper, Dolomit, ku	5	5	20	19	10	27	27
7	76-5	Unterer Keuper, Kalkstein, ku	2	2	27	27	25	29	29
7	94-1	Oberer Muschelkalk, Kalkstein, mo	15	15	14	14	9	20	20
4	94-2	Oberer Muschelkalk, Mergelstein, mo	1	1	20	20	20	20	20
4	94-3	Oberer Muschelkalk, Tonstein, mo	5	5	40	33	27	72	72
5	94-5	Oberer Muschelkalk, Sandstein, mo	1	1	85	85	85	85	85
4	93-1	Mittlerer Muschelkalk, Mergelstein, mm	3	3	29	27	12	47	47
7	93-3	Mittlerer Muschelkalk, Kalkstein, mm	8	8	11	9	7	19	19
7	93-4	Mittlerer Muschelkalk, Dolomit, mm	1	1	16	16	16	16	16
7	93-5	Mittlerer Muschelkalk, Gips, mm	1	1	7	7	7	7	7
7	95-1	Unterer Muschelkalk, Kalkstein, mu	1	1	9	9	9	9	9
7	95-2	Unterer Muschelkalk, Kalkmergelstein, mu	1	1	14	14	14	14	14
4	95-4	Unterer Muschelkalk, Tonstein, mu	2	2	9	9	9	9	9
5	95-5	Unterer Muschelkalk, Sandstein, mu	6	6	45	35	22	101	101
4	149-1	Oberer Buntsandstein, Tonstein, so	16	16	78	84	29	96	94
5	149-2	Oberer Buntsandstein, Sandstein, so	11	11	47	58	8	90	88
5	148-1	Mittlerer Buntsandstein, Sandstein, sm	24	24	27	20	4	92	71
4	148-3	Mittlerer Buntsandstein, Tonstein, sm	6	6	100	99	64	130	130
5	142-2	Unterrotliegend, Sandstein, ru	1	1	142	142	142	142	142
6	15-1	Unterkarbon, Konglomerate, cu	2	2	35	35	25	45	45
5	15-3	Unterkarbon, Sandstein, cu	6	6	46	53	17	65	65

Anhang 4-8 (b)		Cer (ppm)							
GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
4	15-4	Unterkarbon, Tonschiefer, cu	32	24	81	84	26	114	110
4	16-1	Unter- bis Oberdevon, Tonschiefer, d	16	6	78	76	28	116	116
1	16-3	Unter- bis Oberdevon, Kieselschiefer, d	147	147	11	1	0,221	84	30
7	16-5	Unter- bis Oberdevon, Kalkstein, d	9	8	29	19	0,368	69	69
1	146-1	Silur, Kieselschiefer, si	1	1	5	5	5	5	5
4	146-2	Silur, Tonschiefer, si	7	7	60	64	20	91	91
4	99-1	Ordoviz, Gräfenthaler Schichten, Tonstein, oG	9	3	110	104	99	128	128
5	99-2	Ordoviz, Gräfenthaler Schichten, Sandstein, oG	6	2	214	214	104	324	324
2	98-1	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Tonschiefer- Phyllit, oF	12	9	94	99	38	116	116
1	98-2	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Quarzit, oF	5	5	90	82	66	123	123
2	103	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Phyllit-Fazies, oPh	7	7	110	88	8	265	265
1	34	Ordoviz Metavulkanit, Metaarkose, „Epigneis“, Gne	4	4	37	35	28	51	51
2	12	Kambrium, Phyllitfazies, cbPh	18	7	48	51	2	116	116
2	11	Kambrium, Glimmerschieferfazies, cbGl	12	12	47	25	4	164	138
2	116	Altpal.-Ob.Prot., Phyllit-Glimmerschiefer, PhGl	48	7	69	69	19	110	110
2	32	Altpal.-Ob.Prot., Glimmerschiefer-Gneis, GlGn	121	84	138	86	2	652	349
2	33	Altpal.-Ob.Prot., Gneis ungliedert, Gn	25	25	85	73	8	208	169
2	35	Altpal.-Ob.Prot., Hornblendebändergneis, GnH	7	7	17	12	5	33	33
2	86	Altpal.-Ob.Prot., Migmatischer Gneis, Diatexit, Anatexit, Mi	65	41	103	92	5	604	187
3	68	Altpal.-Ob.Prot., Kalk- Dolomitmarmor, km	13	13	17	7	1	73	59
3	75	Altpal.-Ob.Prot., Kalksilicatifels, ks	96	26	138	59	15	992	511
3	82	Altpal.-Ob.Prot., Metabasit, mb	444	89	32	14	0,020	178	94
1	36	Altpal.-Ob.Prot., Leukokrater Gneis, Gnl	14	14	96	101	2	181	181
2	77	Perm-Karbon, Lamprophyrgang, L	17	17	100	94	8	231	217
1	111	Perm-Karbon, Quarzporphyr- Porphyritgang, P	6	6	135	123	70	215	215
1	1	Perm-Karbon, Aplit, A	2	2	10	10	2	17	17
1	40	Perm-Karbon, Granit ungliedert, Gr	90	68	101	82	2	352	195
1	45	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit mittel- bis grobkörnig, Gzg	160	114	62	55	4	379	108
1	44	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit fein- bis mittelkörnig, Gzf	23	21	53	40	6	125	99
1	42	Perm-Karbon, Granit fein- bis mittelkörnig, Grf	43	39	70	70	1	203	163
1	43	Perm-Karbon, Granit mittel- bis grobkörnig, Grg	117	117	83	92	3	198	147
1	120	Quarzporphyr, prP	1	1	86	86	86	86	86
1	65	Altpal.-Ob.Prot., Quarzkeratophyr, Ke	20	20	106	105	10	353	155
2	41	Granit, Granodiorit, Grd	51	51	91	74	2	245	196
2	137	Altpal.-Ob.Prot., Dioritische Gesteine, Redwitz, Re	78	47	203	133	0,300	3325	258
2	112	Altpal.-Ob.Prot., Palit, Pa	7	7	332	367	9	763	763
3	17	Altpal.-Ob.Prot., Melaphyr, Diabas, Splilit, Pikrit, basische Tuff, D	120	120	54	46	6	180	109
2	96	Blastomylonit, Peritgneis, My	75	41	101	97	16	376	149

Anhang 4-9 (a)		Kobalt (ppm)							
GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
5	132	Pleistozän, Terrassensand, qpG	1	1	2	2	2	2	2
5	104-3	Tertiär, Obere Süßwassermolasse, Sand, OS	4	4	11	11	6	15	15
5	101-1	Tertiär, Obere Meeressmolasse Sand, OM	5	5	9	7	4	18	18
4	101-2	Tertiär, Obere Meeressmolasse, Mergel, OM	1	1	1	1	1	1	1
5	85-2	Miozän, Sand, mi	5	5	15	6	1	45	45
3	5	Tertiär, Basalt, B	6	6	112	63	11	380	380
5	74-1	Kreide, Sandstein, kro	10	10	99	69	5	256	251
5	74-4	Kreide, Kalksandstein, kro	1	1	7	7	7	7	7
7	163-2	Malm, Kalkstein, w	142	137	1	1	0,188	6	2
7	163-3	Malm, Dolomit, w	7	7	2	2	1	4	4
5	4-1	Dogger, Sandstein, b	8	7	14	9	2	40	40
4	60-1	Lias, Tonstein, l	8	8	14	11	3	33	33
4	60-2	Lias, Mergel, l	1	1	33	33	33	33	33
7	60-3	Lias, Kalkstein, l	1	1	12	12	12	12	12
5	60-5	Lias, Sandstein, l	7	7	9	5	1	27	27
4	69	Feuerletten, Tonstein, kmf	3	3	13	18	3	19	19
5	71-1	Sandsteinkeuper, Sandstein, kms	14	14	6	4	1	30	22
4	71-2	Sandsteinkeuper, Tonstein, kms	6	6	14	12	3	33	33
4	70-1	Gipskeuper, Steinmergel, kmg	2	2	11	11	11	11	11
4	76-1	Unterer Keuper, Tonstein, ku	14	14	19	20	6	26	26
4	76-2	Unterer Keuper, Mergelstein, ku	1	1	10	10	10	10	10
5	76-3	Unterer Keuper, Sandstein, ku	12	12	15	16	3	28	27
7	76-4	Unterer Keuper, Dolomit, ku	5	5	8	7	3	13	13
7	76-5	Unterer Keuper, Kalkstein, ku	2	2	8	8	8	9	9
7	94-1	Oberer Muschelkalk, Kalkstein, mo	15	15	5	4	2	16	11
4	94-2	Oberer Muschelkalk, Mergelstein, mo	1	1	4	4	4	4	4
4	94-3	Oberer Muschelkalk, Tonstein, mo	5	5	15	16	6	22	22
5	94-5	Oberer Muschelkalk, Sandstein, mo	1	1	7	7	7	7	7
4	93-1	Mittlerer Muschelkalk, Mergelstein, mm	3	3	7	8	3	8	8
7	93-3	Mittlerer Muschelkalk, Kalkstein, mm	8	8	3	3	1	7	7
7	93-4	Mittlerer Muschelkalk, Dolomit, mm	1	1	3	3	3	3	3
7	93-5	Mittlerer Muschelkalk, Gips, mm	1	1	1	1	1	1	1
7	95-1	Unterer Muschelkalk, Kalkstein, mu	1	1	3	3	3	3	3
7	95-2	Unterer Muschelkalk, Kalkmergelstein, mu	1	1	6	6	6	6	6
4	95-4	Unterer Muschelkalk, Tonstein, mu	2	2	3	3	3	3	3
5	95-5	Unterer Muschelkalk, Sandstein, mu	6	6	2	1	1	5	5
4	149-1	Oberer Buntsandstein, Tonstein, so	16	16	21	16	12	68	45
5	149-2	Oberer Buntsandstein, Sandstein, so	11	11	9	10	0,331	18	17
5	148-1	Mittlerer Buntsandstein, Sandstein, sm	24	24	8	6	1	23	17
4	148-3	Mittlerer Buntsandstein, Tonstein, sm	6	6	15	15	13	18	18
5	142-2	Unterrotliegend, Sandstein, ru	1	1	10	10	10	10	10
6	15-1	Unterkarbon, Konglomerate, cu	2	2	6	6	3	9	9
5	15-3	Unterkarbon, Sandstein, cu	6	6	10	9	5	15	15



Anhang 4-9 (b)		Kobalt (ppm)							
GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
4	15-4	Unterkarbon, Ton-schiefer, cu	32	32	18	16	5	53	32
4	16-1	Unter- bis Oberdevon , Ton-schiefer, d	16	16	28	25	8	61	60
1	16-3	Unter- bis Oberdevon , Kieselschiefer, d	147	142	1	1	0.188	13	2
7	16-5	Unter- bis Oberdevon , Kalkstein, d	9	9	6	5	0.289	14	14
1	146-1	Silur, Kieselschiefer, si	1	1	1	1	1	1	1
4	146-2	Silur, Ton-schiefer, si	7	7	9	8	2	16	16
4	99-1	Ordoviz, Gräfen-thaler Schichten, Tonstein, oG	9	9	21	19	10	42	42
5	99-2	Ordoviz, Gräfen-thaler Schichten, Sandstein, oG	6	6	10	8	5	20	20
2	98-1	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Ton-schiefer- Phyllit, oF	12	12	17	17	2	29	28
1	98-2	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Quarzit, oF	5	5	9	7	0.307	16	16
2	103	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Phyllit-Fazies, oPh	7	7	11	12	5	14	14
1	34	Ordoviz Metavulkanit, Metaarkose, „Epigneis“, Gne	4	4	7	9	1	10	10
2	12	Kambrium, Phyllitfazies, cbPh	18	14	15	14	1	34	28
2	11	Kambrium, Glimmerschieferfazies, cbGl	12	12	9	8	0.364	30	25
2	116	Altpal.-Ob.Prot., Phyllit-Glimmerschiefer, PhGl	48	44	13	11	1	65	21
2	32	Altpal.-Ob.Prot., Glimmerschiefer-Gneis, GIGn	121	118	20	18	1	73	32
2	33	Altpal.-Ob.Prot., Gneis un-gegliedert, Gn	25	25	19	19	1	33	31
2	35	Altpal.-Ob.Prot., Hornblendebändergneis, Gnh	7	7	23	17	4	49	49
2	86	Altpal.-Ob.Prot., Migmatischer Gneis, Diatexit, Anatexit, Mi	65	64	23	23	2	47	36
3	68	Altpal.-Ob.Prot., Kalk- Dolomitmarmor, km	13	13	6	2	0.409	40	30
3	75	Altpal.-Ob.Prot., Kalksilicatifels, ks	96	96	18	14	1	95	34
3	82	Altpal.-Ob.Prot., Metabasit, mb	444	356	47	45	1	113	69
1	36	Altpal.-Ob.Prot., Leuko-krater Gneis, Gnl	14	14	28	25	1	71	63
2	77	Perm-Karbon, Lamprophyrgang, L	17	17	18	19	1	35	30
1	111	Perm-Karbon, Quarzporphyr- Porphyritgang, P	6	6	14	14	6	19	19
1	1	Perm-Karbon, Aplit, A	2	2	3	3	2	3	3
1	40	Perm-Karbon, Granit un-gegliedert, Gr	90	87	29	20	0.005	110	56
1	45	Perm-Karbon, Zweiglimergranit mittel- bis grobkörnig, Gzq	160	105	23	24	0.005	54	42
1	44	Perm-Karbon, Zweiglimergranit fein- bis mittelkörnig, Gzf	23	3	19	19	18	19	19
1	42	Perm-Karbon, Granit fein- bis mittelkörnig, Grf	43	25	14	5	0.341	76	47
1	43	Perm-Karbon, Granit mittel- bis grobkörnig, Grg	117	75	9	6	1	24	18
1	120	Quarzporphyr, prP	1	1	34	34	34	34	34
1	65	Altpal.-Ob.Prot., Quarzkeratophyr, Ke	20	17	10	9	1	29	22
2	41	Granit, Granodiorit, Grd	51	51	47	31	1	472	72
2	137	Altpal.-Ob.Prot., Dioritische Gesteine, Redwitz, Re	78	78	22	20	1	56	38
2	112	Altpal.-Ob.Prot., Palit, Pa	7	7	22	22	17	27	27
3	17	Altpal.-Ob.Prot., Melaphyr, Diabas, Splilit, Pikrit, basische Tuff, D	120	16	49	45	10	127	88
2	96	Blastomylonit, Peritgneis My	75	75	26	20	1	71	56

Anhang 4-10 (a)		Chrom (ppm)							
GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
5	132	Pleistozän, Terrassensand, qpG	1	1	3	3	3	3	3
5	104-3	Tertiär, Obere Süßwassermolasse, Sand, OS	4	4	50	57	17	70	70
5	101-1	Tertiär, Obere Meeressmolasse Sand, OM	5	5	33	38	20	41	41
4	101-2	Tertiär, Obere Meeressmolasse, Mergel, OM	1	1	223	223	223	223	223
5	85-2	Miozän, Sand, mi	5	5	81	84	22	143	143
3	5	Tertiär, Basalt, B	6	6	262	224	77	484	484
5	74-1	Kreide, Sandstein, kro	10	10	8	7	3	15	15
5	74-4	Kreide, Kalksandstein, kro	1	1	2	2	2	2	2
7	163-2	Malm, Kalkstein, w	142	142	2	3	1	12	4
7	163-3	Malm, Dolomit, w	7	7	2	1	1	4	4
5	4-1	Dogger, Sandstein, b	8	8	76	53	17	239	239
4	60-1	Lias, Tonstein, l	8	8	111	116	79	134	134
4	60-2	Lias, Mergel, l	1	1	109	109	109	109	109
7	60-3	Lias, Kalkstein, l	1	1	39	39	39	39	39
5	60-5	Lias, Sandstein, l	7	7	16	18	1	30	30
4	69	Feuerletten, Tonstein, kmf	3	3	80	72	52	117	117
5	71-1	Sandsteinkeuper, Sandstein, kms	14	14	21	16	6	71	58
4	71-2	Sandsteinkeuper, Tonstein, kms	6	6	57	64	8	90	90
4	70-1	Gipskeuper, Steinmergel, kmg	2	2	68	68	51	85	85
4	76-1	Unterer Keuper, Tonstein, ku	14	14	112	121	33	154	151
4	76-2	Unterer Keuper, Mergelstein, ku	1	1	25	25	25	25	25
5	76-3	Unterer Keuper, Sandstein, ku	12	12	81	94	11	151	143
7	76-4	Unterer Keuper, Dolomit, ku	5	5	29	29	16	44	44
7	76-5	Unterer Keuper, Kalkstein, ku	2	2	51	51	33	69	69
7	94-1	Oberer Muschelkalk, Kalkstein, mo	15	15	11	9	0,1	21	19
4	94-2	Oberer Muschelkalk, Mergelstein, mo	1	1	14	14	14	14	14
4	94-3	Oberer Muschelkalk, Tonstein, mo	5	5	109	107	62	149	149
5	94-5	Oberer Muschelkalk, Sandstein, mo	1	1	20	20	20	20	20
4	93-1	Mittlerer Muschelkalk, Mergelstein, mm	3	3	28	19	15	51	51
7	93-3	Mittlerer Muschelkalk, Kalkstein, mm	8	8	15	15	2	27	27
7	93-4	Mittlerer Muschelkalk, Dolomit, mm	1	1	10	10	10	10	10
7	93-5	Mittlerer Muschelkalk, Gips, mm	1	1	7	7	7	7	7
7	95-1	Unterer Muschelkalk, Kalkstein, mu	1	1	16	16	16	16	16
7	95-2	Unterer Muschelkalk, Kalkmergelstein, mu	1	1	36	36	36	36	36
4	95-4	Unterer Muschelkalk, Tonstein, mu	2	2	12	12	7	16	16
5	95-5	Unterer Muschelkalk, Sandstein, mu	6	6	10	7	4	23	23
4	149-1	Oberer Buntsandstein, Tonstein, so	16	16	115	72	43	778	303
5	149-2	Oberer Buntsandstein, Sandstein, so	11	11	31	21	4	72	72
5	148-1	Mittlerer Buntsandstein, Sandstein, sm	24	24	22	19	6	91	35
4	148-3	Mittlerer Buntsandstein, Tonstein, sm	6	6	72	75	48	91	91
5	142-2	Unterrrotliegend, Sandstein, ru	1	1	30	30	30	30	30
6	15-1	Unterkarbon, Konglomerate, cu	2	2	74	74	66	82	82
5	15-3	Unterkarbon, Sandstein, cu	6	6	99	109	19	134	134

Anhang 4-10 (b)		Chrom (ppm)									
GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90		
4	15-4	Unterkarbon, Tonschiefer, cu	32	32	123	118	38	573	141		
4	16-1	Unter- bis Oberdevon, Tonschiefer, d	16	16	128	125	46	302	229		
1	16-3	Unter- bis Oberdevon, Kieselschiefer, d	147	147	8	3	1	279	4		
7	16-5	Unter- bis Oberdevon, Kalkstein, d	9	9	25	16	6	85	85		
1	146-1	Silur, Kieselschiefer, si	1	1	223	223	223	223	223		
4	146-2	Silur, Tonschiefer, si	7	7	120	125	81	174	174		
4	99-1	Ordoviz, Gräfenthaler Schichten, Tonstein, oG	9	9	113	108	78	146	146		
5	99-2	Ordoviz, Gräfenthaler Schichten, Sandstein, oG	6	6	123	61	55	436	436		
2	98-1	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Tonschiefer- Phyllit, oF	12	12	87	85	35	164	147		
1	98-2	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Quarzit, oF	5	5	51	50	30	66	66		
2	103	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Phyllit-Fazies, oPh	7	7	51	74	3	86	86		
1	34	Ordoviz Metavulkanit, Metaarkose, „Epigneis“, Gne	4	4	14	14	6	19	19		
2	12	Kambrium, Phyllitfazies, cbPh	18	14	70	71	10	113	111		
2	11	Kambrium, Glimmerschieferfazies, cbGl	12	12	30	25	3	61	59		
2	116	Altpal.-Ob. Prot., Phyllit-Glimmerschiefer, PhGl	48	44	85	79	21	213	144		
2	32	Altpal.-Ob. Prot., Glimmerschiefer-Gneis, GlGn	121	118	91	81	1	473	162		
2	33	Altpal.-Ob. Prot., Gneis ungegledert, Gn	25	25	66	62	9	163	124		
2	35	Altpal.-Ob. Prot., Hornblendebändergneis, GnH	7	7	144	55	8	426	426		
2	86	Altpal.-Ob. Prot., Migmatischer Gneis, Diatexit, Anatexit, Mi	65	65	110	91	12	671	218		
3	68	Altpal.-Ob. Prot., Kalk- Dolomitmarmor, km	13	13	29	8	1	191	141		
3	75	Altpal.-Ob. Prot., Kalksilicatsfels, ks	96	96	99	87	5	419	154		
3	82	Altpal.-Ob. Prot., Metabasit, mb	444	442	312	190	2	3642	543		
1	36	Altpal.-Ob. Prot., Leukokrater Gneis, Gnl	14	14	44	40	2	123	92		
2	77	Perm-Karbon, Lamprophyrgang, L	17	17	44	15	1	455	129		
1	111	Perm-Karbon, Quarzporphyr- Porphyritgang, P	6	6	13	6	1	41	41		
1	1	Perm-Karbon, Aplit, A	2	2	25	25	0.4	49	49		
1	40	Perm-Karbon, Granit ungegledert, Gr	90	88	32	27	3	114	61		
1	45	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit mittel- bis grobkörnig, GzG	160	160	30	19	1	146	77		
1	44	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit fein- bis mittelkörnig, Gzf	23	23	9	8	5	15	13		
1	42	Perm-Karbon, Granit fein- bis mittelkörnig, Grf	43	43	11	10	0.3	40	26		
1	43	Perm-Karbon, Granit mittel- bis grobkörnig, GrG	117	117	10	7	0.5	60	23		
1	120	Quarzporphyr, prP	1	1	15	15	15	15	15		
1	65	Altpal.-Ob. Prot., Quarzkeratophyr, Ke	20	17	41	15	3	147	134		
2	41	Granit, Granodiorit, Grd	51	51	41	31	0.1	198	79		
2	137	Altpal.-Ob. Prot., Dioritische Gesteine, Redwitzit, Re	78	78	78	55	5	556	187		
2	112	Altpal.-Ob. Prot., Palit, Pa	7	7	34	37	11	63	63		
3	17	Altpal.-Ob. Prot., Melaphyr, Diabas, Splilit, Pikrit, basische Tuff, D	120	120	236	132	3	1580	548		
2	96	Blastomylonit, Peritgneis, My	75	75	101	81	2	582	194		

## Anhang 4-11 (a) Cäsium (ppm)

GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
5	132	Pleistozän, Terrassensand, qpG	1	1	0.138	0.138	0.138	0.138	0.138
5	104-3	Tertiär, Obere Süßwassermolasse, Sand, OS	4	4	15	14	6	27	27
5	101-1	Tertiär, Obere Meeressmolasse Sand, OM	5	5	1	1	1	2	2
4	101-2	Tertiär, Obere Meeressmolasse, Mergel, OM	1	1	0.381	0.381	0.381	0.381	0.381
5	85-2	Miozän, Sand, mi	5	5	11	12	6	17	17
3	5	Tertiär, Basalt, B	6	5	15	1	1	55	55
5	74-1	Kreide, Sandstein, kro	10	10	2	1	0.243	5	5
5	74-4	Kreide, Kalksandstein, kro	1	1	3	3	3	3	3
7	163-2	Malm, Kalkstein, w	142	85	0.238	0.053	0.028	7	0.325
7	163-3	Malm, Dolomit, w	7	2	0.264	0.264	0.244	0.285	0.285
5	4-1	Dogger, Sandstein, b	8	4	0.221	0.220	0.157	0.286	0.286
4	60-1	Lias, Tonstein, l	8	6	6	4	3	12	12
4	60-2	Lias, Mergel, l	1	0					
7	60-3	Lias, Kalkstein, l	1	1	1	1	1	1	1
5	60-5	Lias, Sandstein, l	7	6	1	0.454	0.188	2	2
4	69	Feuerletten, Tonstein, kmf	3	3	13	16	4	20	20
5	71-1	Sandsteinkeuper, Sandstein, kms	14	14	4	3	1	16	13
4	71-2	Sandsteinkeuper, Tonstein, kms	6	6	28	28	1	59	59
4	70-1	Gipskeuper, Steinmergel, kmg	2	2	15	15	12	18	18
4	76-1	Unterer Keuper, Tonstein, ku	14	14	2	1	0.445	11	8
4	76-2	Unterer Keuper, Mergelstein, ku	1	1	18	18	18	18	18
5	76-3	Unterer Keuper, Sandstein, ku	12	12	3	1	1	8	8
7	76-4	Unterer Keuper, Dolomit, ku	5	5	1	1	0.405	2	2
7	76-5	Unterer Keuper, Kalkstein, ku	2	2	1	1	1	1	1
7	94-1	Oberer Muschelkalk, Mergelstein, mo	15	15	0.240	0.161	0.050	1	1
4	94-2	Oberer Muschelkalk, Kalkstein, mo	1	1	3	3	3	3	3
4	94-3	Oberer Muschelkalk, Tonstein, mo	5	5	12	1	0.444	59	59
5	94-5	Oberer Muschelkalk, Sandstein, mo	1	1	9	9	9	9	9
4	93-1	Mittlerer Muschelkalk, Mergelstein, mm	3	3	0.450	0.494	0.281	1	1
7	93-3	Mittlerer Muschelkalk, Kalkstein, mm	8	8	1	0.216	0.060	4	4
7	93-4	Mittlerer Muschelkalk, Dolomit, mm	1	0					
7	93-5	Mittlerer Muschelkalk, Gips, mm	1	1	1	1	1	1	1
7	95-1	Unterer Muschelkalk, Kalkstein, mu	1	1	0.108	0.108	0.108	0.108	0.108
7	95-2	Unterer Muschelkalk, Kalkmergelstein, mu	1	1	0.226	0.226	0.226	0.226	0.226
4	95-4	Unterer Muschelkalk, Tonstein, mu	2	2	0.281	0.281	0.108	0.453	0.453
5	95-5	Unterer Muschelkalk, Sandstein, mu	6	6	5	3	3	11	11
4	149-1	Oberer Buntsandstein, Tonstein, so	16	16	2	1	1	4	3
5	149-2	Oberer Buntsandstein, Sandstein, so	11	11	3	1	0.214	8	8
5	148-1	Mittlerer Buntsandstein, Sandstein, sm	24	23	1	0.445	0.129	3	3
4	148-3	Mittlerer Buntsandstein, Tonstein, sm	6	6	2	2	1	3	3
5	142-2	Unterrotliegend, Sandstein, ru	1	1	8	8	8	8	8
6	15-1	Unterkarbon, Konglomerate, cu	2	1	3	3	3	3	3
5	15-3	Unterkarbon, Sandstein, cu	6	4	4	4	2	6	6

Anhang 4-11 (b)		Cäsium (ppm)							
GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
4	15-4	Unterkarbon, Tonschiefer, cu	32	12	8	8	2	15	14
4	16-1	Unter- bis Oberdevon, Tonschiefer, d	16	4	8	3	0,324	25	25
1	16-3	Unter- bis Oberdevon, Kiesel-schiefer, d	147	88	0,249	0,054	0,028	7	0
7	16-5	Unter- bis Oberdevon, Kalkstein, d	9	8	4	1	0,173	27	27
1	146-1	Silur, Kiesel-schiefer, si	1	1	0,381	0,381	0,381	0,381	0,381
4	146-2	Silur, Tonschiefer, si	7	6	6	6	4	9	9
4	99-1	Ordoviz, Gräfen-thaler Schichten, Tonstein, oG	9	3	10	10	10	11	11
5	99-2	Ordoviz, Gräfen-thaler Schichten, Sandstein, oG	6	2	3	3	1	5	5
2	98-1	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Tonschiefer-Phyllit, oF	12	7	9	7	3	23	23
1	98-2	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Quarzit, oF	5	5	10	4	2	25	25
2	103	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Phyllit-Fazies, oPh	7	5	7	6	2	12	12
1	34	Ordoviz Metavulkanit, Metaarkose, „Epigneis“, Gne	4	4	12	12	4	18	18
2	12	Kambrium, Phyllitfazies, cbPh	18	5	5	5	0,099	9	9
2	11	Kambrium, Glimmerschieferfazies, cbG1	12	12	10	9	2	25	24
2	116	Altpal.-Ob.Prot., Phyllit-Glimmerschiefer, PhG1	48	1	10	10	10	10	10
2	32	Altpal.-Ob.Prot., Glimmerschiefer-Gneis, G1Gn	121	74	8	5	0,354	41	17
2	33	Altpal.-Ob.Prot., Gneis ungegliedert, Gn	25	24	6	6	2	16	9
2	35	Altpal.-Ob.Prot., Hornblendebändergneis, GnH	7	6	0,349	0,273	0,031	1	1
2	86	Altpal.-Ob.Prot., Migmatischer Gneis, Diatexit, Anatexit, Mi	65	63	28	5	0,222	14,13	11
3	68	Altpal.-Ob.Prot., Kalk-Dolomitmarmor, km	13	11	2	0,294	0,089	10	9
3	75	Altpal.-Ob.Prot., Kalksilicatifels, ks	96	17	2	2	0,121	10	7
3	82	Altpal.-Ob.Prot., Metabasit, mb	444	105	3	2	0,042	24	8
1	36	Altpal.-Ob.Prot., Leukokrater Gneis, Gnl	14	13	6	6	0,489	13	13
2	77	Perm-Karbon, Lamprophyrgang, L	17	17	5	3	0,263	22	10
1	111	Perm-Karbon, Quarzporphyr-Porphyrithang, P	6	6	10	7	6	25	25
1	1	Perm-Karbon, Aplit, A	2	2	21	21	1	41	41
1	40	Perm-Karbon, Granit ungegliedert, Gr	90	83	139	8	0,208	1271	766
1	45	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit mittel- bis grobkörnig, GzG	160	160	55	10	0,400	1434	60
1	44	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit fein- bis mittelkörnig, Gzf	23	23	25	23	6	55	48
1	42	Perm-Karbon, Granit fein- bis mittelkörnig, Grf	43	40	21	15	4	89	57
1	43	Perm-Karbon, Granit mittel- bis grobkörnig, GrG	117	60	13	13	3	23	19
1	120	Quarzporphyr, prP	1	1	3	3	3	3	3
1	65	Altpal.-Ob.Prot., Quarzkeratophyr, Ke	20	17	13	3	1	65	62
2	41	Granit, Granodiorit, Grd	51	51	3	2	0,278	16	10
2	137	Altpal.-Ob.Prot., Dioritische Gesteine, Redwitz, Re	78	77	352	4	0,040	2405	1343
2	112	Altpal.-Ob.Prot., Palit, Pa	7	7	1	0,859	0,126	3	3
3	17	Altpal.-Ob.Prot., Melaphyr, Diabas, Splilit, Pikrit, basische Tuff, D	120	13	3	2	0,922	10	10
2	96	Blastomylonit, Peritgneis, My	75	72	5	4	0,404	12	9

## Anhang 4-12 (a) Kupfer (ppm)

GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
5	132	Pleistozän, Terrassensand, qpG	1	1	3	3	3	3	3
5	104-3	Tertiär, Obere Süßwassermolasse, Sand, OS	4	4	20	18	14	29	29
5	101-1	Tertiär, Obere Meeressmolasse Sand, OM	5	5	13	14	9	18	18
4	101-2	Tertiär, Obere Meeressmolasse, Mergel, OM	1	1	10	10	10	10	10
5	85-2	Miozän, Sand, mi	5	5	19	15	13	35	35
3	5	Tertiär, Basalt, B	6	5	90	58	11	211	211
5	74-1	Kreide, Sandstein, kro	10	10	20	4	2	148	135
5	74-4	Kreide, Kalksandstein, kro	1	1	4	4	4	4	4
7	163-2	Malm, Kalkstein, w	142	85	11	10	2	49	18
7	163-3	Malm, Dolomit, w	7	2	4	4	3	4	4
5	4-1	Dogger, Sandstein, b	8	4	4	5	3	5	5
4	60-1	Lias, Tonstein, l	8	6	27	25	20	37	37
4	60-2	Lias, Mergel, l	1	0					
7	60-3	Lias, Kalkstein, l	1	1	25	25	25	25	25
5	60-5	Lias, Sandstein, l	7	6	5	5	2	8	8
4	69	Feuerfetten, Tonstein, kmf	3	3	23	18	14	36	36
5	71-1	Sandsteinkeuper, Sandstein, kms	14	14	15	13	3	31	30
4	71-2	Sandsteinkeuper, Tonstein, kms	6	6	40	19	5	140	140
4	70-1	Gipskeuper, Steinmergel, kmg	2	2	25	25	12	37	37
4	76-1	Unterer Keuper, Tonstein, ku	14	14	42	38	9	79	79
4	76-2	Unterer Keuper, Mergelstein, ku	1	1	16	16	16	16	16
5	76-3	Unterer Keuper, Sandstein, ku	12	12	25	18	11	60	57
7	76-4	Unterer Keuper, Dolomit, ku	5	5	29	33	16	46	46
7	76-5	Unterer Keuper, Kalkstein, ku	2	2	23	23	22	24	24
7	94-1	Oberer Muschelkalk, Mergelstein, mo	15	15	14	16	0,07	27	26
4	94-2	Oberer Muschelkalk, Kalkstein, mo	1	1	8	8	8	8	8
4	94-3	Oberer Muschelkalk, Tonstein, mo	5	5	35	32	17	55	55
5	94-5	Oberer Muschelkalk, Sandstein, mo	1	1	17	17	17	17	17
4	93-1	Mittlerer Muschelkalk, Mergelstein, mm	3	3	22	25	16	27	27
7	93-3	Mittlerer Muschelkalk, Kalkstein, mm	8	8	13	15	2	20	20
7	93-4	Mittlerer Muschelkalk, Dolomit, mm	1	0					
7	93-5	Mittlerer Muschelkalk, Gips, mm	1	1	2	2	2	2	2
7	95-1	Unterer Muschelkalk, Kalkstein, mu	1	1	14	14	14	14	14
7	95-2	Unterer Muschelkalk, Kalkmergelstein, mu	1	1	19	19	19	19	19
4	95-4	Unterer Muschelkalk, Tonstein, mu	2	2	14	14	14	14	14
5	95-5	Unterer Muschelkalk, Sandstein, mu	6	6	13	6	1	39	39
4	149-1	Oberer Buntsandstein, Tonstein, so	16	16	231	12	8	1870	1077
5	149-2	Oberer Buntsandstein, Sandstein, so	11	11	10	10	3	24	22
5	148-1	Mittlerer Buntsandstein, Sandstein, sm	24	23	14	9	3	97	34
4	148-3	Mittlerer Buntsandstein, Tonstein, sm	6	6	15	12	11	28	28
5	142-2	Unterrotliegend, Sandstein, ru	1	1	18	18	18	18	18
6	15-1	Unterkarbon, Konglomerate, cu	2	1	26	26	26	26	26
5	15-3	Unterkarbon, Sandstein, cu	6	4	29	23	14	56	56

Anhang 4-12 (b)		Kupfer (ppm)							
GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
4	15-4	Unterkarbon, Tonschiefer, cu	32	20	35	38	9	65	63
4	16-1	Unter- bis Oberdevon, Tonschiefer, d	16	14	48	44	13	90	88
1	16-3	Unter- bis Oberdevon, Kieselschiefer, d	147	88	12	10	2	53	18
7	16-5	Unter- bis Oberdevon, Kalkstein, d	9	1	34	14	4	122	122
1	146-1	Silur, Kieselschiefer, si	1	1	10	10	10	10	10
4	146-2	Silur, Tonschiefer, si	7	6	88	79	15	193	193
4	99-1	Ordoviz, Gräfenrather Schichten, Tonstein, oG	9	9	32	33	20	42	42
5	99-2	Ordoviz, Gräfenrather Schichten, Sandstein, oG	6	6	28	19	15	72	72
2	98-1	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Tonschiefer- Phyllit, oF	12	10	23	21	10	57	55
1	98-2	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Quarzit, oF	5	5	18	10	5	37	37
2	103	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Phyllit-Fazies, oPh	7	5	19	6	1	69	69
1	34	Ordoviz Metavulkanit, Metaarkose, „Epigneis“, Gne	4	4	4	4	2	5	5
2	12	Kambrium, Phyllitfazies, cbPh	18	14	19	18	4	56	44
2	11	Kambrium, Glimmerschieferfazies, cbG1	12	12	9	10	3	18	17
2	116	Altpal.-Ob.Prot., Phyllit-Glimmerschiefer, PhG1	48	41	14	11	2	55	34
2	32	Altpal.-Ob.Prot., Glimmerschiefer-Gneis, G1Gn	121	94	40	34	1	473	59
2	33	Altpal.-Ob.Prot., Gneis ungedgliedert, Gn	25	24	29	23	5	116	62
2	35	Altpal.-Ob.Prot., Hornblendebändergneis, GnH	7	6	30	26	3	63	63
2	86	Altpal.-Ob.Prot., Migmatischer Gneis, Diatexit, Anatexit, Mi	65	64	36	14	2	1111	44
3	68	Altpal.-Ob.Prot., Kalk- Dolomitmarmor, km	13	13	8	4	1	22	19
3	75	Altpal.-Ob.Prot., Kalksilicatifels, ks	96	37	63	26	4	460	160
3	82	Altpal.-Ob.Prot., Metabasit, mb	444	433	93	75	1	630	190
1	36	Altpal.-Ob.Prot., Leukokrater Gneis, Gnl	14	13	14	17	3	24	24
2	77	Perm-Karbon, Lamprophyrgang, L	17	17	54	8	2	512	237
1	111	Perm-Karbon, Quarzporphyr- Porphyritgang, P	6	6	8	5	3	20	20
1	1	Perm-Karbon, Aplit, A	2	2	7	7	4	10	10
1	40	Perm-Karbon, Granit ungedgliedert, Gr	90	88	14	10	1	49	36
1	45	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit mittel- bis grobkörnig, Gzg	160	159	7	7	0.03	60	12
1	44	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit fein- bis mittelkörnig, Gzf	23	23	4	3	1	9	8
1	42	Perm-Karbon, Granit fein- bis mittelkörnig, Grf	43	39	5	4	0.03	16	11
1	43	Perm-Karbon, Granit mittel- bis grobkörnig, Grg	117	116	6	6	1	64	10
1	120	Quarzporphyr, prP	1	1	26	26	26	26	26
1	65	Altpal.-Ob.Prot., Quarzkeratophyr, Ke	20	20	137	54	2	862	416
2	41	Granit, Granodiorit, Grd	51	51	13	9	3	55	25
2	137	Altpal.-Ob.Prot., Dioritische Gesteine, Redwitzit, Re	78	78	22	15	1	115	49
2	112	Altpal.-Ob.Prot., Palit, Pa	7	7	20	12	10	53	53
3	17	Altpal.-Ob.Prot., Melaphyr, Diabas, Splilit, Pikrit, basische Tuff, D	120	117	51	48	6	325	72
2	96	Blastomylonit, Peritgneis, My	75	73	26	21	1	142	42

## Anhang 4-13 (a)

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Gew.-%)

GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
5	132	Pleistozän, Terrassensand, qpG	1	1	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64
5	104-3	Tertiär, Obere Süßwassermolasse, Sand, OS	39	39	4,30	4,39	1,71	7,34	5,97
5	101-1	Tertiär, Obere Meeressmolasse Sand, OM	5	5	2,39	2,78	1,32	3,14	3,14
4	101-2	Tertiär, Obere Meeressmolasse, Mergel, OM	5	5	5,30	5,37	4,06	6,07	6,07
5	85-2	Miozän, Sand, mi	1	1	2,27	2,27	2,27	2,27	2,27
3	5	Tertiär, Basalt, B	5	5	13,06	12,00	7,09	26,00	26,00
5	74-1	Kreide, Sandstein, kro	10	10	0,81	0,68	0,26	1,84	1,80
5	74-4	Kreide, Kalksandstein, kro	1	1	0,882	0,882	0,882	0,882	0,882
4	163-1	Malm, Mergel, w	1	1	1,670	1,670	1,670	1,670	1,670
7	163-2	Malm, Kalkstein, w	126	120	0,04	0,02	0,01	0,62	0,05
7	163-3	Malm, Dolomit, w	7	7	0,166	0,160	0,050	0,290	0,290
5	4-1	Dogger, Sandstein, b	8	8	13,10	9,64	2,74	31,70	31,70
4	4-2	Dogger, Tonstein, b	1	1	2,090	2,090	2,090	2,090	2,090
4	60-1	Lias, Tonstein, l	8	8	3,54	1,19	0,80	10,00	10,00
4	60-2	Lias, Mergel, l	1	1	8,990	8,990	8,990	8,990	8,990
7	60-3	Lias, Kalkstein, l	1	1	3,060	3,060	3,060	3,060	3,060
5	60-5	Lias, Sandstein, l	7	7	0,439	0,350	0,160	1,000	1,000
4	69	Feuerleiten, Tonstein, kmf	3	3	5,71	5,79	4,95	6,39	6,39
5	71-1	Sandsteinkeuper, Sandstein, kms	14	14	0,99	0,95	0,19	3,68	2,57
4	71-2	Sandsteinkeuper, Tonstein, kms	3	3	3,247	3,430	0,440	5,870	5,870
4	70-1	Gipskeuper, Steinmergel, kmg	2	2	5,02	5,02	3,77	6,26	6,26
4	76-1	Unterer Keuper, Tonstein, ku	14	14	5,66	5,95	2,72	7,54	7,45
4	76-2	Unterer Keuper, Mergelstein, ku	1	1	5,12	5,12	5,12	5,12	5,12
5	76-3	Unterer Keuper, Sandstein, ku	12	12	3,879	4,190	0,590	6,930	6,888
7	76-4	Unterer Keuper, Dolomit, ku	5	5	5,624	5,840	3,020	7,270	7,270
7	76-5	Unterer Keuper, Kalkstein, ku	2	2	4,925	4,925	3,040	6,810	6,810
7	94-1	Oberer Muschelkalk, Kalkstein, mo	11	11	1,31	1,18	0,62	2,08	2,06
4	94-2	Oberer Muschelkalk, Mergelstein, mo	1	1	1,190	1,190	1,190	1,190	1,190
4	94-3	Oberer Muschelkalk, Tonstein, mo	5	5	5,882	6,150	4,840	6,740	6,740
5	94-5	Oberer Muschelkalk, Sandstein, mo	1	1	1,670	1,670	1,670	1,670	1,670
4	93-1	Mittlerer Muschelkalk, Mergelstein, mm	3	3	2,497	2,980	1,430	3,080	3,080
7	93-3	Mittlerer Muschelkalk, Kalkstein, mm	5	5	1,01	0,98	0,41	1,43	1,43
7	93-4	Mittlerer Muschelkalk, Dolomit, mm	1	1	2,650	2,650	2,650	2,650	2,650
7	93-5	Mittlerer Muschelkalk, Gips, mm	1	1	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260
7	95-1	Unterer Muschelkalk, Kalkstein, mu	2	2	0,995	0,995	0,690	1,300	1,300
7	95-2	Unterer Muschelkalk, Kalkmergelstein, mu	1	1	1,760	1,760	1,760	1,760	1,760
4	95-4	Unterer Muschelkalk, Tonstein, mu	1	1	3,48	3,48	3,48	3,48	3,48
5	95-5	Unterer Muschelkalk, Sandstein, mu	2	2	0,835	0,835	0,300	1,370	1,370
4	149-1	Oberer Buntsandstein, Tonstein, so	16	16	4,892	4,945	2,110	8,580	7,390
5	149-2	Oberer Buntsandstein, Sandstein, so	12	12	2,42	1,77	0,23	6,82	6,40
5	148-1	Mittlerer Buntsandstein, Sandstein, sm	24	24	0,88	0,49	0,24	7,32	1,50
4	148-3	Mittlerer Buntsandstein, Tonstein, sm	6	6	5,942	6,065	3,990	7,850	7,850
5	150-1	Unterer Buntsandstein, Sandstein, su	4	4	0,390	0,405	0,270	0,480	0,480



Anhang 4-13 (b)		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Gew.-%)									
GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90		
5	142-2	Unterrotliegend, Sandstein, ru	1	1	3	3	2,61	2,61	2,61		
6	142-3	Unterrotliegend, Konglomerat, ru	1	1	2,780	2,780	2,780	2,780	2,780		
1	142-6	Unterrotliegend, Tuffit, ru	1	1	5,820	5,820	5,820	5,820	5,820		
6	15-1	Unterkarbon, Konglomerate, cu	2	2	2,93	2,93	1,85	4,01	4,01		
5	15-2	Unterkarbon, Grauwacken, cu	6	6	4,795	5,340	2,660	6,070	6,070		
4	15-4	Unterkarbon, Tonschiefer, cu	32	32	7,05	7,03	2,20	14,67	10,40		
4	16-1	Unter- bis Oberdevon, Tonschiefer, d	16	16	8,76	7,00	6,00	15,00	14,54		
1	16-3	Unter- bis Oberdevon, Kieselschiefer, d	5	5	1,330	0,510	0,370	4,740	4,740		
7	16-5	Unter- bis Oberdevon, Kieselschiefer, d	9	9	3,140	2,160	0,160	7,000	7,000		
1	146-1	Silur, Kieselschiefer, si	1	1	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36		
4	146-2	Silur, Tonschiefer, si	8	8	4,02	4,14	0,36	7,55	7,55		
4	99-1	Ordoviz, Grätenthaler Schichten, Tonstein, oG	9	9	8,36	9,00	6,00	10,02	10,02		
2	98-1	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Tonschiefer- Phyllit, oF	11	11	6,95	7,00	5,84	9,00	8,79		
1	98-2	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Quarzit, oF	3	3	3,28	4,01	1,69	4,14	4,14		
4	10-1	Kambrium, Tonschiefer, cb	1	1	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97		
2	103	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Phyllit-Fazies, oPh	5	5	4,88	5,66	2,32	6,23	6,23		
4	100	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Glimmersch.-Fazies, oGI	3	3	6,85	6,78	5,88	7,90	7,90		
1	34	Ordoviz Metavulkanit, Metaarkose, „Epigneis“, Gne	7	7	1,26	1,18	0,79	1,92	1,92		
2	12	Kambrium, Phyllitfazies, cbPh	18	7	4,32	4,85	0,50	6,24	6,24		
2	11	Kambrium, Glimmerschieferfazies, cbGI	8	8	2,57	1,97	1,27	4,98	4,98		
2	116	Altpal.-Ob.Prot., Phyllit-Glimmerschiefer, PhGI	47	6	3,28	2,75	0,50	6,30	6,30		
2	32	Altpal.-Ob.Prot., Glimmerschiefer-Gneis, GI Gn	115	101	4,50	4,44	0,07	14,57	7,95		
2	33	Altpal.-Ob.Prot., Gneis unegliedert, Gn	49	49	3,94	3,82	0,66	10,92	7,28		
2	35	Altpal.-Ob.Prot., Hornblendebändergneis, Gnh	7	7	6,36	5,92	0,80	11,74	11,74		
2	86	Altpal.-Ob.Prot., Migmatischer Gneis, Diatexit, Anatexit, MI	71	71	3,94	3,83	0,81	11,88	8,14		
3	68	Altpal.-Ob.Prot., Kalk- Dolomitmarmor, km	12	12	1,26	0,45	0,07	5,70	5,52		
3	75	Altpal.-Ob.Prot., Kalksilicaffels, ks	76	22	5,33	5,19	0,50	14,30	13,13		
3	82	Altpal.-Ob.Prot., Metabasit, mb	208	208	8,25	8,34	0,32	22,63	14,65		
1	36	Altpal.-Ob.Prot., Leukokrater Gneis, Gnl	28	28	2,66	2,04	0,81	7,23	5,00		
2	77	Perm-Karbon, Lamprophyrgang, L	16	16	3,99	4,37	0,43	7,72	6,83		
1	111	Perm-Karbon, Quarzporphyr- Porphyritgang, P	6	6	1,88	1,47	0,52	5,04	5,04		
1	1	Perm-Karbon, Aplit, A	1	1	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75		
1	40	Perm-Karbon, Granit unegliedert, Gr	108	108	1,90	1,83	0,04	8,35	3,01		
1	45	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit mittel- bis grobkörnig, Gzg	175	129	1,86	1,65	0,16	7,10	3,06		
1	44	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit fein- bis mittelkörnig, Gzf	23	3	1,68	1,24	1,12	2,69	2,69		
1	42	Perm-Karbon, Granit fein- bis mittelkörnig, Grf	53	44	1,32	1,04	0,15	4,04	2,41		
1	43	Perm-Karbon, Granit mittel- bis grobkörnig, Grg	104	101	2,22	2,37	0,94	4,94	3,32		
1	65	Altpal.-Ob.Prot., Quarzkeratophyr, Ke	6	5	4,86	5,34	1,00	11,00	11,00		
2	137	Altpal.-Ob.Prot., Dioritische Gesteine, Redwitzit, Re	93	93	3,66	1,66	0,24	19,92	8,08		
2	112	Altpal.-Ob.Prot., Palit, Pa	10	10	4,34	5,55	0,45	9,13	8,99		
3	17	Altpal.-Ob.Prot., Melaphyr, Diabas, Splilit, Pikrit, basische Tuff, D	120	118	4,84	4,00	1,00	18,00	11,79		
2	96	Blastomylonit, Perigneis My	81	81	4,18	4,44	0,16	14,10	8,51		

## Anhang 4-14 (a)

K<sub>2</sub>O (Gew.-%)

GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
5	132	Pleistozän, Terrassensand, qpG	1	1	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05
5	104-3	Tertiär, Obere Süßwassermolasse, Sand, OS	39	39	1,26	1,19	0,60	2,22	1,99
5	101-1	Tertiär, Obere Meeresmolasse Sand, OM	5	5	1,08	1,14	0,74	1,43	1,43
4	101-2	Tertiär, Obere Meeresmolasse, Mergel, OM	5	5	2,12	2,16	1,08	2,88	2,88
5	85-2	Miozän, Sand, mi	1	1	2,77	2,77	2,77	2,77	2,77
3	5	Tertiär, Basalt, B	5	4	1,56	1,25	0,85	2,91	2,91
5	74-1	Kreide, Sandstein, kro	10	10	0,30	0,25	0,08	0,71	0,69
5	74-4	Kreide, Kalksandstein, kro	1	1	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
4	163-1	Malm, Mergel, w	1	1	5,41	5,41	5,41	5,41	5,41
7	163-2	Malm, Kalkstein, w	124	115	0,03	0,01	0,01	0,34	0,03
7	163-3	Malm, Dolomit, w	7	7	0,07	0,07	0,01	0,14	0,14
5	4-1	Dogger, Sandstein, b	8	8	0,51	0,47	0,10	1,12	1,12
4	4-2	Dogger, Tonstein, b	1	1	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03
4	60-1	Lias, Tonstein, l	8	8	1,42	0,94	0,29	3,41	3,41
4	60-2	Lias, Mergel, l	1	1	3,22	3,22	3,22	3,22	3,22
7	60-3	Lias, Kalkstein, l	1	1	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
5	60-5	Lias, Sandstein, l	7	7	0,65	0,12	0,04	2,87	2,87
4	69	Feuerleiten, Tonstein, kmf	3	3	2,27	2,78	0,91	3,11	3,11
5	71-1	Sandsteinkeuper, Sandstein, kms	14	14	2,10	2,14	0,05	4,66	3,90
4	71-2	Sandsteinkeuper, Tonstein, kms	3	3	5,35	5,54	4,31	6,21	6,21
4	70-1	Gipskeuper, Steinmergel, kmg	2	2	4,17	2,92	2,92	5,42	5,42
4	76-1	Unterer Keuper, Tonstein, ku	14	14	4,03	4,22	1,89	5,70	5,45
4	76-2	Unterer Keuper, Mergelstein, ku	1	1	4,49	4,49	4,49	4,49	4,49
5	76-3	Unterer Keuper, Sandstein, ku	12	12	2,25	2,05	0,65	4,58	4,18
7	76-4	Unterer Keuper, Dolomit, ku	5	5	1,25	1,28	0,64	1,77	1,77
7	76-5	Unterer Keuper, Kalkstein, ku	2	2	2,15	2,15	1,36	2,94	2,94
7	94-1	Oberer Muschelkalk, Kalkstein, mo	11	11	0,38	0,44	0,12	0,54	0,53
4	94-2	Oberer Muschelkalk, Mergelstein, mo	1	1	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
4	94-3	Oberer Muschelkalk, Tonstein, mo	5	5	4,17	3,93	3,52	5,03	5,03
5	94-5	Oberer Muschelkalk, Sandstein, mo	1	1	4,15	4,15	4,15	4,15	4,15
4	93-1	Mittlerer Muschelkalk, Mergelstein, mm	3	3	2,26	2,40	0,80	3,57	3,57
7	93-3	Mittlerer Muschelkalk, Kalkstein, mm	5	5	0,81	0,93	0,16	1,58	1,58
7	93-4	Mittlerer Muschelkalk, Dolomit, mm	1	1	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
7	93-5	Mittlerer Muschelkalk, Gips, mm	1	1	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
7	95-1	Unterer Muschelkalk, Kalkstein, mu	2	2	0,48	0,48	0,48	0,71	0,71
7	95-2	Unterer Muschelkalk, Kalkmergelstein, mu	1	1	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98
4	95-4	Unterer Muschelkalk, Tonstein, mu	1	1	6,76	6,76	6,76	6,76	6,76
5	95-5	Unterer Muschelkalk, Sandstein, mu	2	2	4,56	4,56	4,38	4,74	4,74
4	149-1	Oberer Buntsandstein, Tonstein, so	16	16	5,95	6,27	3,08	7,11	7,04
5	149-2	Oberer Buntsandstein, Sandstein, so	12	12	3,42	3,86	0,10	5,80	5,75
5	148-1	Mittlerer Buntsandstein, Sandstein, sm	24	24	3,11	3,19	1,04	5,99	3,98
4	148-3	Mittlerer Buntsandstein, Tonstein, sm	6	6	6,14	6,21	5,58	6,55	6,55
5	150-1	Unterer Buntsandstein, Sandstein, su	4	4	3,72	3,73	3,43	3,98	3,98

Anhang 4-14 (b)		K <sub>2</sub> O (Gew.-%)									
GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90		
5	142-2	Unterrotliegend, Sandstein, ru	1	1	3	3	2,88	2,88	2,88		
6	142-3	Unterrotliegend, Konglomerat, ru	1	1	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99		
1	142-6	Unterrotliegend, Tuffit, ru	1	1	5,05	5,05	5,05	5,05	5,05		
6	15-1	Unterkarbon, Konglomerate, cu	2	2	1,74	1,74	1,74	1,90	1,90		
5	15-2	Unterkarbon, Grauwacken, cu	6	6	1,77	1,85	0,40	3,02	3,02		
4	15-4	Unterkarbon, Tonschiefer, cu	32	32	3,18	3,49	1,00	5,16	4,61		
4	16-1	Unter- bis Oberdevon, Tonschiefer, d	16	15	3,45	4,00	0,39	5,38	5,19		
1	16-3	Unter- bis Oberdevon, Kieselschiefer, d	5	5	0,74	0,14	0,10	2,86	2,86		
7	16-5	Unter- bis Oberdevon, Kieselschiefer, d	9	9	1,38	0,84	0,09	3,00	3,00		
1	146-1	Silur, Kieselschiefer, si	1	1	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17		
4	146-2	Silur, Tonschiefer, si	8	8	2,32	2,75	0,17	3,95	3,95		
4	99-1	Ordoviz, Grätenthaler Schichten, Tonstein, oG	9	9	4,28	5,00	3,00	5,20	5,20		
2	98-1	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Tonschiefer-Phyllit, oF	11	11	4,10	4,00	2,58	5,55	5,44		
1	98-2	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Quarzit, oF	3	3	2,20	1,65	1,33	3,62	3,62		
4	10-1	Kambrium, Tonschiefer, cb	1	1	3,87	3,87	3,87	3,87	3,87		
2	103	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Phyllit-Fazies, oPh	5	5	3,53	3,61	1,34	5,24	5,24		
4	100	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Glimmersch.-Fazies, oGI	3	3	5,12	5,31	4,27	5,78	5,78		
1	34	Ordoviz Metavulkanit, Metaarkose, „Epigneis“, Gne	7	7	5,78	5,87	4,84	7,10	7,10		
2	12	Kambrium, Phyllitfazies, cbPh	18	7	2,87	3,41	0,01	5,30	4,58		
2	11	Kambrium, Glimmerschieferfazies, cbGI	8	8	4,72	4,73	3,54	5,76	5,76		
2	116	Altpal.-Ob.Prot., Phyllit-Glimmerschiefer, PhGI	47	46	3,61	3,78	0,34	6,50	5,49		
2	32	Altpal.-Ob.Prot., Glimmerschiefer-Gneis, GI Gn	129	129	3,27	3,32	0,11	7,04	5,47		
2	33	Altpal.-Ob.Prot., Gneis ungliedert, Gn	49	49	3,72	3,73	1,53	5,85	4,89		
2	35	Altpal.-Ob.Prot., Hornblendebändergneis, Gnh	7	7	1,64	1,16	0,47	4,69	4,69		
2	86	Altpal.-Ob.Prot., Migmatischer Gneis, Diatexit, Anatexit, MI	71	70	3,42	3,38	0,19	6,41	5,51		
3	68	Altpal.-Ob.Prot., Kalk-Dolomitmarmor, km	12	12	0,26	0,12	0,02	1,72	1,30		
3	75	Altpal.-Ob.Prot., Kalksilicafels, ks	76	75	2,39	2,30	0,04	6,66	4,86		
3	82	Altpal.-Ob.Prot., Metabasit, mb	208	204	0,64	0,26	0,01	7,52	1,32		
1	36	Altpal.-Ob.Prot., Leukokrater Gneis, Gnl	28	28	4,86	5,02	2,94	5,90	5,57		
2	77	Perm-Karbon, Lamprophyrgang, L	16	16	2,75	2,69	1,42	4,92	4,57		
1	111	Perm-Karbon, Quarzporphyr- Porphyritgang, P	6	6	5,59	5,44	5,14	6,50	6,50		
1	1	Perm-Karbon, Aplit, A	1	1	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81		
1	40	Perm-Karbon, Granit ungliedert, Gr	108	108	4,78	4,79	0,19	8,20	5,80		
1	45	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit mittel- bis grobkörnig, Gzg	175	175	5,00	5,00	1,78	8,34	5,93		
1	44	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit fein- bis mittelkörnig, Gzf	23	23	5,22	5,00	4,55	6,00	6,00		
1	42	Perm-Karbon, Granit fein- bis mittelkörnig, Grf	53	53	5,02	5,00	3,49	6,14	5,88		
1	43	Perm-Karbon, Granit mittel- bis grobkörnig, Grg	104	104	5,02	5,00	2,32	8,38	6,53		
1	65	Altpal.-Ob.Prot., Quarzkeratophyr, Ke	6	6	5,29	5,50	0,69	11,00	11,00		
2	137	Altpal.-Ob.Prot., Dioritische Gesteine, Redwitzit, Re	93	93	3,71	3,71	0,01	6,22	5,12		
2	112	Altpal.-Ob.Prot., Palit, Pa	10	10	3,46	3,90	0,32	5,18	5,15		
3	17	Altpal.-Ob.Prot., Melaphyr, Diabas, Splilit, Pikrit, basische Tuff, D	120	67	1,50	1,00	0,25	4,63	3,00		
2	96	Blastomylonit, Perigneis Mv	81	81	3,49	3,54	0,15	6,01	5,38		

## Anhang 4-15 (a)

## Lanthan (ppm)

GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
5	132	Pleistozän, Terrassensand, qpG	1	1	4	4	4	4	4
5	104-3	Tertiär, Obere Süßwassermolasse, Sand, OS	4	4	30	30	27	31	31
5	101-1	Tertiär, Obere Meeressmolasse Sand, OM	5	5	10	11	7	13	13
4	101-2	Tertiär, Obere Meeressmolasse, Mergel, OM	1	1	4	4	4	4	4
5	85-2	Miozän, Sand, mi	5	5	39	30	24	56	56
3	5	Tertiär, Basalt, B	6	6	37	33	7	74	74
5	74-1	Kreide, Sandstein, kro	10	10	10	5	2	41	38
5	74-4	Kreide, Kalksandstein, kro	1	1	3	3	3	3	3
7	163-2	Malm, Kalkstein, w	142	139	3	1	0,138	19	9
7	163-3	Malm, Dolomit, w	7	6	6	5	3	10	10
5	4-1	Dogger, Sandstein, b	8	8	12	8	4	31	31
4	60-1	Lias, Tonstein, l	8	8	53	49	8	100	100
4	60-2	Lias, Mergel, l	1	1	58	58	58	58	58
7	60-3	Lias, Kalkstein, l	1	1	18	18	18	18	18
5	60-5	Lias, Sandstein, l	7	7	14	13	6	24	24
4	69	Feuerletten, Tonstein, kmf	3	3	45	46	38	52	52
5	71-1	Sandsteinkeuper, Sandstein, kms	14	14	14	11	8	42	30
4	71-2	Sandsteinkeuper, Tonstein, kms	6	6	32	28	25	43	43
4	70-1	Gipskeuper, Steinmergel, kmg	2	2	28	28	27	29	29
4	76-1	Unterer Keuper, Tonstein, ku	14	14	28	28	16	36	35
4	76-2	Unterer Keuper, Mergelstein, ku	1	1	29	29	29	29	29
5	76-3	Unterer Keuper, Sandstein, ku	12	12	23	25	8	35	33
7	76-4	Unterer Keuper, Dolomit, ku	5	5	10	10	5	14	14
7	76-5	Unterer Keuper, Kalkstein, ku	2	2	13	13	10	16	16
7	94-1	Oberer Muschelkalk, Kalkstein, mo	15	15	7	7	4	10	10
4	94-2	Oberer Muschelkalk, Mergelstein, mo	1	1	9	9	9	9	9
4	94-3	Oberer Muschelkalk, Tonstein, mo	5	5	19	17	15	28	28
5	94-5	Oberer Muschelkalk, Sandstein, mo	1	1	33	33	33	33	33
4	93-1	Mittlerer Muschelkalk, Mergelstein, mm	3	3	13	14	6	19	19
7	93-3	Mittlerer Muschelkalk, Kalkstein, mm	8	8	6	5	4	10	10
7	93-4	Mittlerer Muschelkalk, Dolomit, mm	1	1	4	4	4	4	4
7	93-5	Mittlerer Muschelkalk, Gips, mm	1	1	3	3	3	3	3
7	95-1	Unterer Muschelkalk, Kalkstein, mu	1	1	4	4	4	4	4
7	95-2	Unterer Muschelkalk, Kalkmergelstein, mu	1	1	8	8	8	8	8
4	95-4	Unterer Muschelkalk, Tonstein, mu	2	2	4	4	4	5	5
5	95-5	Unterer Muschelkalk, Sandstein, mu	6	6	21	17	11	48	48
4	149-1	Oberer Buntsandstein, Tonstein, so	16	16	29	30	15	45	38
5	149-2	Oberer Buntsandstein, Sandstein, so	11	11	19	22	4	43	41
5	148-1	Mittlerer Buntsandstein, Sandstein, sm	24	24	12	10	2	41	24
4	148-3	Mittlerer Buntsandstein, Tonstein, sm	6	6	40	45	23	55	55
5	142-2	Unterrotliegend, Sandstein, ru	1	1	50	50	50	50	50
6	15-1	Unterkarbon, Konglomerate, cu	2	2	17	17	16	19	19
5	15-3	Unterkarbon, Sandstein, cu	6	6	22	22	9	35	35

## Anhang 4-15 (b)

## Lanthan (ppm)

GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
4	15-4	Unterkarbon, Tonschiefer, cu	32	24	40	39	14	57	55
4	16-1	Unter- bis Oberdevon, Tonschiefer, d	16	6	39	44	13	58	58
1	16-3	Unter- bis Oberdevon, Kieselschiefer, d	147	144	4	1	0,138	36	9
7	16-5	Unter- bis Oberdevon, Kalkstein, d	9	8	15	11	0,217	35	35
1	146-1	Silur, Kieselschiefer, si	1	1	4	4	4	4	4
4	146-2	Silur, Tonschiefer, si	7	7	33	31	10	64	64
4	99-1	Ordoviz, Gräfenthaler Schichten, Tonstein, oG	9	3	49	44	42	61	61
5	99-2	Ordoviz, Gräfenthaler Schichten, Sandstein, oG	6	2	105	105	48	161	161
2	98-1	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Tonschiefer- Phyllit, oF	12	9	45	52	16	58	58
1	98-2	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Quarzit, oF	5	5	39	33	29	54	54
2	103	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Phyllit-Fazies, oPh	7	7	30	37	5	47	47
1	34	Ordoviz Metavulkanit, Metaarkose, „Epigneis“, Gne	4	4	18	17	13	24	24
2	12	Kambrium, Phyllitfazies, cbPh	18	6	28	23	1	57	57
2	11	Kambrium, Glimmerschieferfazies, cbG1	12	12	16	11	2	32	32
2	116	Altpal.-Ob.Prot., Phyllit-Glimmerschiefer, PhG1	48	6	37	47	7	54	54
2	32	Altpal.-Ob.Prot., Glimmerschiefer-Gneis, G1Gn	121	82	32	32	3	73	53
2	33	Altpal.-Ob.Prot., Gneis ungegliedert, Gn	25	25	34	32	4	91	55
2	35	Altpal.-Ob.Prot., Hornblendebändergneis, GnH	7	7	7	6	2	13	13
2	86	Altpal.-Ob.Prot., Migmatischer Gneis, Diatexit, Anatexit, Mi	65	41	39	39	5	124	67
3	68	Altpal.-Ob.Prot., Kalk- Dolomitmarmor, km	13	11	7	3	1	31	27
3	75	Altpal.-Ob.Prot., Kalksilicatsfels, ks	96	21	22	24	5	44	40
3	82	Altpal.-Ob.Prot., Metabasit, mb	444	71	14	9	0,191	65	34
1	36	Altpal.-Ob.Prot., Leukokrater Gneis, Gnl	14	14	41	44	1	72	72
2	77	Perm-Karbon, Lamprophyrgang, L	17	17	24	23	2	69	38
1	111	Perm-Karbon, Quarzporphyr- Porphyritgang, P	6	6	60	53	31	99	99
1	1	Perm-Karbon, Aplit, A	2	2	5	5	1	10	10
1	40	Perm-Karbon, Granit ungegliedert, Gr	90	72	44	38	1	189	93
1	45	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit mittel- bis grobkörnig, Gzq	160	149	34	31	2	166	54
1	44	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit fein- bis mittelkörnig, Gzf	23	23	41	40	3	71	68
1	42	Perm-Karbon, Granit fein- bis mittelkörnig, Grf	43	42	37	33	2	121	66
1	43	Perm-Karbon, Granit mittel- bis grobkörnig, Grq	117	117	43	46	1	125	77
1	120	Quarzporphyr, prP	1	1	39	39	39	39	39
1	65	Altpal.-Ob.Prot., Quarzkeratophyr, Ke	20	20	48	50	4	131	69
2	41	Granit, Granodiorit, Grd	51	51	40	35	1	107	87
2	137	Altpal.-Ob.Prot., Dioritische Gesteine, Redwitzit, Re	78	60	80	73	1	317	142
2	112	Altpal.-Ob.Prot., Palit, Pa	7	7	31	30	4	87	87
3	17	Altpal.-Ob.Prot., Melaphyr, Diabas, Splilit, Pikrit, basische Tuff, D	120	119	29	27	6	90	45
2	96	Blastomylonit, Peritgneis, My	75	41	38	36	8	69	64

## Anhang 4-16 (a)

## Lithium (ppm)

GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
5	132	Pleistozän, Terrassensand, qpG	1	1	2	2	2	2	2
5	104-3	Tertiär, Obere Süßwassermolasse, Sand, OS	4	4	59	60	32	85	85
5	101-1	Tertiär, Obere Meeressmolasse Sand, OM	5	5	23	25	17	29	29
4	101-2	Tertiär, Obere Meeressmolasse, Mergel, OM	1	1	6	6	6	6	6
5	85-2	Miozän, Sand, mi	5	5	51	46	26	81	81
3	5	Tertiär, Basalt, B	6	5	24	12	10	52	52
5	74-1	Kreide, Sandstein, kro	10	10	14	12	9	37	36
5	74-4	Kreide, Kalksandstein, kro	1	1	4	4	4	4	4
7	163-2	Malm, Kalkstein, w	142	85	1	0,3	0,1	10	2
7	163-3	Malm, Dolomit, w	7	2	3	3	3	4	4
5	4-1	Dogger, Sandstein, b	8	4	9	5	3	26	26
4	60-1	Lias, Tonstein, l	8	6	96	91	40	183	183
4	60-2	Lias, Mergel, l	1	0					
7	60-3	Lias, Kalkstein, l	1	1	15	15	15	15	15
5	60-5	Lias, Sandstein, l	7	6	14	13	9	24	24
4	69	Feuerletten, Tonstein, kmf	3	3	94	105	57	119	119
5	71-1	Sandsteinkeuper, Sandstein, kms	14	14	22	19	11	45	43
4	71-2	Sandsteinkeuper, Tonstein, kms	6	6	58	62	24	84	84
4	70-1	Gipskeuper, Steinmergel, kmg	2	2	84	84	57	111	111
4	76-1	Unterer Keuper, Tonstein, ku	14	14	78	75	37	126	120
4	76-2	Unterer Keuper, Mergelstein, ku	1	1	78	78	78	78	78
5	76-3	Unterer Keuper, Sandstein, ku	12	12	51	50	16	109	103
7	76-4	Unterer Keuper, Dolomit, ku	5	5	21	21	18	23	23
7	76-5	Unterer Keuper, Kalkstein, ku	2	2	38	38	32	44	44
7	94-1	Oberer Muschelkalk, Kalkstein, mo	15	15	12	10	4	26	21
4	94-2	Oberer Muschelkalk, Mergelstein, mo	1	1	12	12	12	12	12
4	94-3	Oberer Muschelkalk, Tonstein, mo	5	5	75	84	48	97	97
5	94-5	Oberer Muschelkalk, Sandstein, mo	1	1	38	38	38	38	38
4	93-1	Mittlerer Muschelkalk, Mergelstein, mm	3	3	104	101	58	153	153
7	93-3	Mittlerer Muschelkalk, Kalkstein, mm	8	8	32	35	5	53	53
7	93-4	Mittlerer Muschelkalk, Dolomit, mm	1	0					
7	93-5	Mittlerer Muschelkalk, Gips, mm	1	1	29	29	29	29	29
7	95-1	Unterer Muschelkalk, Kalkstein, mu	1	1	16	16	16	16	16
7	95-2	Unterer Muschelkalk, Kalkmergelstein, mu	1	1	58	58	58	58	58
4	95-4	Unterer Muschelkalk, Tonstein, mu	2	2	13	13	9	16	16
5	95-5	Unterer Muschelkalk, Sandstein, mu	6	6	29	25	13	53	53
4	149-1	Oberer Buntsandstein, Tonstein, so	16	16	94	95	49	128	125
5	149-2	Oberer Buntsandstein, Sandstein, so	11	11	45	33	5	109	106
5	148-1	Mittlerer Buntsandstein, Sandstein, sm	24	23	19	15	11	72	27
4	148-3	Mittlerer Buntsandstein, Tonstein, sm	6	6	65	62	53	80	80
5	142-2	Unterrotliegend, Sandstein, ru	1	1	96	96	96	96	96
6	15-1	Unterkarbon, Konglomerate, cu	2	1	7	7	7	7	7
5	15-3	Unterkarbon, Sandstein, cu	6	4	48	37	29	91	91

Anhang 4-16 (b)		Lithium (ppm)							
GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
4	15-4	Unterkarbon, Tonschiefer, cu	32	20	66	56	13	122	120
4	16-1	Unter- bis Oberdevon, Tonschiefer, d	16	14	51	48	16	100	98
1	16-3	Unter- bis Oberdevon, Kieselschiefer, d	147	88	2	0,3	0,1	57	3
7	16-5	Unter- bis Oberdevon, Kalkstein, d	9	1	43	14	7	134	134
1	146-1	Silur, Kieselschiefer, si	1	1	6	6	6	6	6
4	146-2	Silur, Tonschiefer, si	7	6	22	19	7	56	56
4	99-1	Ordoviz, Gräfenthaler Schichten, Tonstein, oG	9	9	73	63	22	154	154
5	99-2	Ordoviz, Gräfenthaler Schichten, Sandstein, oG	6	6	30	17	10	74	74
2	98-1	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Tonschiefer- Phyllit, oF	12	10	69	74	19	102	101
1	98-2	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Quarzit, oF	5	5	51	70	7	83	83
2	103	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Phyllit-Fazies, oPh	7	5	27	23	12	50	50
1	34	Ordoviz Metavulkanit, Metaarkose, „Epigneis“, Gne	4	4	52	50	29	78	78
2	12	Kambrium, Phyllitfazies, cbPh	18	7	37	43	5	56	56
2	11	Kambrium, Glimmerschieferfazies, cbG1	12	12	53	46	15	134	122
2	116	Altpal.-Ob.Prot., Phyllit-Glimmerschiefer, PhG1	48	4	52	44	10	111	111
2	32	Altpal.-Ob.Prot., Glimmerschiefer-Gneis, G1Gn	121	59	54	34	2	495	105
2	33	Altpal.-Ob.Prot., Gneis ungedgliedert, Gn	25	24	50	44	10	109	97
2	35	Altpal.-Ob.Prot., Hornblendebändergneis, GnH	7	6	17	20	5	29	29
2	86	Altpal.-Ob.Prot., Migmatischer Gneis, Diatexit, Anatexit, Mi	65	36	44	34	3	150	122
3	68	Altpal.-Ob.Prot., Kalk- Dolomitmarmor, km	13	13	17	5	1	51	48
3	75	Altpal.-Ob.Prot., Kalksilicatsfels, ks	96	21	17	11	3	52	44
3	82	Altpal.-Ob.Prot., Metabasit, mb	444	50	17	11	1	81	38
1	36	Altpal.-Ob.Prot., Leukokrater Gneis, Gnl	14	13	61	45	6	338	224
2	77	Perm-Karbon, Lamprophyrgang, L	17	15	34	30	5	80	68
1	111	Perm-Karbon, Quarzporphyr- Porphyritgang, P	6	6	39	42	21	45	45
1	1	Perm-Karbon, Aplit, A	2	2	29	29	7	51	51
1	40	Perm-Karbon, Granit ungedgliedert, Gr	90	58	56	51	3	118	92
1	45	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit mittel- bis grobkörnig, Gzq	160	143	108	72	4	490	235
1	44	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit fein- bis mittelkörnig, Gzf	23	23	138	125	34	406	191
1	42	Perm-Karbon, Granit fein- bis mittelkörnig, Grf	43	40	111	97	23	274	227
1	43	Perm-Karbon, Granit mittel- bis grobkörnig, Grq	117	60	49	32	9	135	125
1	120	Quarzporphyr, prP	1	1	63	63	63	63	63
1	65	Altpal.-Ob.Prot., Quarzkeratophyr, Ke	20	20	43	30	6	298	57
2	41	Granit, Granodiorit, Grd	51	51	35	32	2	122	65
2	137	Altpal.-Ob.Prot., Dioritische Gesteine, Redwitz, Re	78	45	45	40	1	125	83
2	112	Altpal.-Ob.Prot., Palit, Pa	7	3	25	26	16	32	32
3	17	Altpal.-Ob.Prot., Melaphyr, Diabas, Splilit, Pikrit, basische Tuff, D	120	94	39	33	5	128	68
2	96	Blastomylonit, Perilgneis, My	75	38	40	30	13	142	83

## Anhang 4-17 (a) MgO (Gew.-%)

GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
5	132	Pleistozän, Terrassensand, qpG	1	1	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
5	104-3	Tertiär, Obere Süßwassermolasse, Sand, OS	39	39	1.55	0.65	0.17	5.45	3.26
5	101-1	Tertiär, Obere Meeressmolasse Sand, OM	5	5	2.42	2.53	1.18	3.49	3.49
4	101-2	Tertiär, Obere Meeressmolasse, Mergel, OM	5	5	6.61	6.84	2.32	10.82	10.82
5	85-2	Miozän, Sand, mi	1	1	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
3	5	Tertiär, Basalt, B	5	5	6.31	5.44	1.00	13.37	13.37
5	74-1	Kreide, Sandstein, kro	10	10	0.14	0.12	0.04	0.27	0.27
5	74-4	Kreide, Kalksandstein, kro	1	1	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54
4	163-1	Malm, Mergel, w	1	1	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43
7	163-2	Malm, Kalkstein, w	124	8	0.52	0.50	0.47	1.36	0.54
7	163-3	Malm, Dolomit, w	7	7	20.65	21.07	18.93	21.21	21.21
5	4-1	Dogger, Sandstein, b	8	8	0.28	0.23	0.18	0.60	0.60
4	4-2	Dogger, Tonstein, b	1	1	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58
4	60-1	Lias, Tonstein, l	8	8	0.62	0.16	0.03	2.34	2.34
4	60-2	Lias, Mergel, l	1	1	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
7	60-3	Lias, Kalkstein, l	1	1	2.83	2.83	2.83	2.83	2.83
5	60-5	Lias, Sandstein, l	7	7	0.79	0.17	0.15	3.77	3.77
4	69	Feuerleiten, Tonstein, kmf	3	3	1.70	1.93	0.12	3.05	3.05
5	71-1	Sandsteinkeuper, Sandstein, kms	14	14	2.52	0.32	0.16	12.85	12.78
4	71-2	Sandsteinkeuper, Tonstein, kms	3	3	3.59	1.60	0.56	8.60	8.60
4	70-1	Gipskeuper, Steinmergel, kmg	2	2	9.88	9.88	6.67	13.08	13.08
4	76-1	Unterer Keuper, Tonstein, ku	14	14	4.20	4.05	1.82	8.46	8.07
4	76-2	Unterer Keuper, Mergelstein, ku	1	1	9.82	9.82	9.82	9.82	9.82
5	76-3	Unterer Keuper, Sandstein, ku	12	12	1.62	1.55	0.60	3.58	3.32
7	76-4	Unterer Keuper, Dolomit, ku	5	5	12.60	12.71	11.69	13.25	13.25
7	76-5	Unterer Keuper, Kalkstein, ku	2	2	5.66	5.66	2.34	8.98	8.98
7	94-1	Oberer Muschelkalk, Kalkstein, mo	11	11	2.83	2.59	1.14	4.39	4.30
4	94-2	Oberer Muschelkalk, Mergelstein, mo	1	1	18.07	18.07	18.07	18.07	18.07
4	94-3	Oberer Muschelkalk, Tonstein, mo	5	5	5.96	6.10	5.55	6.20	6.20
5	94-5	Oberer Muschelkalk, Sandstein, mo	1	1	7.89	7.89	7.89	7.89	7.89
4	93-1	Mittlerer Muschelkalk, Mergelstein, mm	3	3	12.90	13.96	6.87	17.87	17.87
7	93-3	Mittlerer Muschelkalk, Kalkstein, mm	5	5	7.54	5.10	2.34	19.00	19.00
7	93-4	Mittlerer Muschelkalk, Dolomit, mm	1	1	15.89	15.89	15.89	15.89	15.89
7	93-5	Mittlerer Muschelkalk, Gips, mm	1	1	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78
7	95-1	Unterer Muschelkalk, Kalkstein, mu	2	2	0.90	0.90	0.87	0.92	0.92
7	95-2	Unterer Muschelkalk, Kalkmergelstein, mu	1	1	3.06	3.06	3.06	3.06	3.06
4	95-4	Unterer Muschelkalk, Tonstein, mu	1	1	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66
5	95-5	Unterer Muschelkalk, Sandstein, mu	2	2	2.35	2.35	0.28	4.41	4.41
4	149-1	Oberer Buntsandstein, Tonstein, so	16	16	4.58	4.40	2.83	7.96	6.76
5	149-2	Oberer Buntsandstein, Sandstein, so	12	12	1.69	0.53	0.19	5.72	5.56
5	148-1	Mittlerer Buntsandstein, Sandstein, sm	24	24	1.11	0.39	0.18	5.17	3.88
4	148-3	Mittlerer Buntsandstein, Tonstein, sm	6	6	2.71	2.69	2.29	3.15	3.15
5	150-1	Unterer Buntsandstein, Sandstein, su	4	4	0.25	0.24	0.21	0.32	0.32



Anhang 4-17 (b)		MgO (Gew.-%)									
GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90		
5	142-2	Unterrotliegend, Sandstein, ru	1	1	1	1	1,26	1,26	1,26		
6	142-3	Unterrotliegend, Konglomerat, ru	1	1	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85		
1	142-6	Unterrotliegend, Tuffit, ru	1	1	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34		
6	15-1	Unterkarbon, Konglomerate, cu	2	2	0,78	0,78	0,51	1,05	1,05		
5	15-2	Unterkarbon, Grauwacken, cu	6	6	1,34	1,43	0,86	1,67	1,67		
4	15-4	Unterkarbon, Tonschiefer, cu	32	32	2,20	2,00	0,98	13,14	2,74		
4	16-1	Unter- bis Oberdevon, Tonschiefer, d	16	16	2,85	2,00	1,00	10,35	7,31		
1	16-3	Unter- bis Oberdevon, Kieselschiefer, d	5	5	0,51	0,20	0,17	1,72	1,72		
7	16-5	Unter- bis Oberdevon, Kieselschiefer, d	9	9	1,01	1,00	0,17	1,65	1,65		
1	146-1	Silur, Kieselschiefer, si	1	1	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21		
4	146-2	Silur, Tonschiefer, si	8	8	1,02	1,09	0,21	1,73	1,73		
4	99-1	Ordoviz, Grätenthaler Schichten, Tonstein, oG	9	9	1,89	2,00	1,00	2,25	2,25		
2	98-1	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Tonschiefer-Phyllit, oF	11	11	1,50	1,42	1,00	2,18	2,14		
1	98-2	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Quarzit, oF	3	3	0,47	0,37	0,30	0,74	0,74		
4	10-1	Kambrium, Tonschiefer, cb	1	1	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58		
2	103	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Phyllit-Fazies, oPh	5	5	1,24	1,12	0,80	1,72	1,72		
4	100	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Glimmersch.-Fazies, oGI	3	3	1,12	1,35	0,61	1,40	1,40		
1	34	Ordoviz Metavulkanit, Metaarkose, „Epigneis“, Gne	7	7	0,56	0,50	0,30	0,89	0,89		
2	12	Kambrium, Phyllitfazies, cbPh	18	14	1,06	1,13	0,01	2,09	1,81		
2	11	Kambrium, Glimmerschieferfazies, cbGI	8	8	0,70	0,52	0,16	1,79	1,79		
2	116	Altpal.-Ob.Prot., Phyllit-Glimmerschiefer, PhGI	47	41	0,59	0,30	0,01	4,30	1,54		
2	32	Altpal.-Ob.Prot., Glimmerschiefer-Gneis, GIGn	126	123	2,29	2,07	0,01	8,98	3,91		
2	33	Altpal.-Ob.Prot., Gneis ungliedert, Gn	49	49	2,11	2,06	0,20	11,10	3,01		
2	35	Altpal.-Ob.Prot., Hornblendebändergneis, Gnh	7	7	4,15	3,17	0,16	10,06	10,06		
2	86	Altpal.-Ob.Prot., Migmatischer Gneis, Diatexit, Anatexit, MI	71	71	2,44	2,26	0,10	9,17	4,47		
3	68	Altpal.-Ob.Prot., Kalk-Dolomitmarmor, km	12	12	6,89	4,94	0,49	17,69	17,24		
3	75	Altpal.-Ob.Prot., Kalksilicafels, ks	76	74	2,57	2,20	0,28	8,00	4,87		
3	82	Altpal.-Ob.Prot., Metabasit, mb	208	208	8,81	7,30	0,15	41,13	14,56		
1	36	Altpal.-Ob.Prot., Leukokrater Gneis, Gnl	28	28	0,73	0,63	0,12	2,42	1,62		
2	77	Perm-Karbon, Lamprophyrgang, L	16	16	1,96	2,15	0,09	4,70	4,32		
1	111	Perm-Karbon, Quarzporphyr- Porphyritgang, P	6	6	0,39	0,40	0,15	0,63	0,63		
1	1	Perm-Karbon, Aplit, A	1	1	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21		
1	40	Perm-Karbon, Granit ungliedert, Gr	108	107	0,63	0,60	0,01	2,20	1,10		
1	45	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit mittel- bis grobkörnig, Gzg	175	126	0,69	0,54	0,05	3,95	1,26		
1	44	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit fein- bis mittelkörnig, Gzf	23	3	0,28	0,09	0,08	0,66	0,66		
1	42	Perm-Karbon, Granit fein- bis mittelkörnig, Grf	53	44	0,57	0,51	0,08	2,00	1,00		
1	43	Perm-Karbon, Granit mittel- bis grobkörnig, Grg	104	104	0,64	0,55	0,13	3,00	1,00		
1	65	Altpal.-Ob.Prot., Quarzkeratophyr, Ke	6	4	0,90	0,71	0,17	2,00	2,00		
2	137	Altpal.-Ob.Prot., Dioritische Gesteine, Redwitzit, Re	93	92	2,74	2,00	0,24	20,06	4,92		
2	112	Altpal.-Ob.Prot., Palit, Pa	10	10	2,55	2,64	0,10	9,45	8,90		
3	17	Altpal.-Ob.Prot., Melaphyr, Diabas, Splilit, Pikrit, basische Tuff, D	120	120	7,23	6,00	1,00	27,00	10,90		
2	96	Blastomylonit, Perigneis Mv	81	81	2,82	2,22	0,05	13,08	6,05		

## Anhang 4-18 (a)

## MnO (Gew.-%)

GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
5	132	Pleistozän, Terrassensand, qpG	1	1	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
5	104-3	Tertiär, Obere Süßwassermolasse, Sand, OS	39	39	0,06	0,05	0,004	0,16	0,12
5	101-1	Tertiär, Obere Meeressmolasse Sand, OM	5	5	0,06	0,06	0,03	0,10	0,10
4	101-2	Tertiär, Obere Meeressmolasse, Mergel, OM	5	5	0,09	0,10	0,06	0,14	0,14
5	85-2	Miozän, Sand, mi	1	1	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
3	5	Tertiär, Basalt, B	5	4	0,90	0,29	0,03	3,00	3,00
5	74-1	Kreide, Sandstein, kro	10	10	0,01	0,01	0,002	0,05	0,05
5	74-4	Kreide, Kalksandstein, kro	1	1	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
4	163-1	Malm, Mergel, w	1	1	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
7	163-2	Malm, Kalkstein, w	124	8	0,01	0,01	0,002	0,05	0,01
7	163-3	Malm, Dolomit, w	7	7	0,03	0,02	0,02	0,06	0,06
5	4-1	Dogger, Sandstein, b	8	8	0,08	0,08	0,004	0,16	0,16
4	4-2	Dogger, Tonstein, b	1	1	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
4	60-1	Lias, Tonstein, l	8	8	0,07	0,01	0,003	0,48	0,48
4	60-2	Lias, Mergel, l	1	1	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
7	60-3	Lias, Kalkstein, l	1	1	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
5	60-5	Lias, Sandstein, l	7	7	0,02	0,01	0,004	0,06	0,06
4	69	Feuerleiten, Tonstein, kmf	3	3	0,06	0,05	0,01	0,14	0,14
5	71-1	Sandsteinkeuper, Sandstein, kms	14	14	0,11	0,03	0,004	0,69	0,53
4	71-2	Sandsteinkeuper, Tonstein, kms	3	3	0,10	0,08	0,02	0,18	0,18
4	70-1	Gipskeuper, Steinmergel, kmg	2	2	0,18	0,18	0,07	0,28	0,28
4	76-1	Unterer Keuper, Tonstein, ku	14	14	0,14	0,08	0,01	0,38	0,36
4	76-2	Unterer Keuper, Mergelstein, ku	1	1	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
5	76-3	Unterer Keuper, Sandstein, ku	12	12	0,04	0,03	0,01	0,10	0,09
7	76-4	Unterer Keuper, Dolomit, ku	5	5	0,53	0,54	0,23	0,76	0,76
7	76-5	Unterer Keuper, Kalkstein, ku	2	2	0,28	0,28	0,21	0,34	0,34
7	94-1	Oberer Muschelkalk, Kalkstein, mo	11	11	0,13	0,06	0,04	0,41	0,38
4	94-2	Oberer Muschelkalk, Mergelstein, mo	1	1	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
4	94-3	Oberer Muschelkalk, Tonstein, mo	5	5	0,09	0,07	0,06	0,15	0,15
5	94-5	Oberer Muschelkalk, Sandstein, mo	1	1	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
4	93-1	Mittlerer Muschelkalk, Mergelstein, mm	3	3	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05
7	93-2	Mittlerer Muschelkalk, Kalkstein, mm	5	5	0,03	0,03	0,02	0,05	0,05
7	93-4	Mittlerer Muschelkalk, Dolomit, mm	1	1	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
7	93-5	Mittlerer Muschelkalk, Gips, mm	1	1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
7	95-1	Unterer Muschelkalk, Kalkstein, mu	2	2	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
7	95-2	Unterer Muschelkalk, Kalkmergelstein, mu	1	1	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
4	95-4	Unterer Muschelkalk, Tonstein, mu	1	1	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
5	95-5	Unterer Muschelkalk, Sandstein, mu	2	2	0,13	0,13	0,02	0,23	0,23
4	149-1	Oberer Buntsandstein, Tonstein, so	16	16	0,10	0,09	0,04	0,25	0,18
5	149-2	Oberer Buntsandstein, Sandstein, so	12	12	0,03	0,02	0,01	0,07	0,07
5	148-1	Mittlerer Buntsandstein, Sandstein, sm	24	24	0,03	0,01	0,004	0,16	0,12
4	148-3	Mittlerer Buntsandstein, Tonstein, sm	6	6	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04
5	150-1	Unterer Buntsandstein, Sandstein, su	4	4	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Anhang 4-18 (b)		MnO (Gew.-%)							
GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
5	142-2	Unterrotliegend, Sandstein, ru	1	1	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
6	142-3	Unterrotliegend, Konglomerat, ru	1	1	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
1	142-6	Unterrotliegend, Tuffit, ru	1	1	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
6	15-1	Unterkarbon, Konglomerate, cu	2	2	0.08	0.08	0.01	0.14	0.14
5	15-2	Unterkarbon, Grauwacken, cu	6	6	0.04	0.03	0.02	0.07	0.07
4	15-4	Unterkarbon, Tonschiefer, cu	32	24	0.07	0.06	0.01	0.18	0.16
4	16-1	Unter- bis Oberdevon, Tonschiefer, d	16	6	0.09	0.10	0.02	0.16	0.16
1	16-3	Unter- bis Oberdevon, Kieselschiefer, d	5	5	0.02	0.01	0.003	0.05	0.05
7	16-5	Unter- bis Oberdevon, Kalkstein, d	9	9	0.07	0.08	0.003	0.21	0.21
1	146-1	Silur, Kieselschiefer, si	1	1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
4	146-2	Silur, Tonschiefer, si	8	8	0.03	0.01	0.01	0.11	0.11
4	99-1	Ordoviz, Grätenthaler Schichten, Tonstein, oG	9	3	0.04	0.04	0.03	0.06	0.06
2	98-1	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Tonschiefer- Phyllit, oF	11	8	0.05	0.04	0.02	0.08	0.08
1	98-2	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Quarzit, oF	3	3	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
4	10-1	Kambrium, Tonschiefer, cb	1	1	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
2	103	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Phyllit-Fazies, oPh	5	5	0.06	0.05	0.01	0.15	0.15
4	100	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Glimmersch.-Fazies, oGI	3	3	0.08	0.04	0.03	0.17	0.17
1	34	Ordoviz Metavulkanit, Metaarkose, „Epigneis“, Gne	7	5	0.02	0.02	0.01	0.03	0.03
2	12	Kambrium, Phyllitfazies, cbPh	18	7	0.04	0.05	0.01	0.06	0.06
2	11	Kambrium, Glimmerschieferfazies, cbGI	8	8	0.03	0.03	0.01	0.05	0.05
2	116	Altpal.-Ob.Prot., Phyllit-Glimmerschiefer, PhGI	47	6	0.04	0.03	0.01	0.08	0.08
2	32	Altpal.-Ob.Prot., Glimmerschiefer-Gneis, GIgn	115	101	0.13	0.08	0.01	1.69	0.26
2	33	Altpal.-Ob.Prot., Gneis ungliedert, Gn	49	49	0.08	0.08	0.01	0.29	0.14
2	35	Altpal.-Ob.Prot., Hornblendebändergneis, Gnh	7	7	0.10	0.10	0.03	0.18	0.18
2	86	Altpal.-Ob.Prot., Migmatischer Gneis, Diatexit, Anatexit, MI	71	71	0.10	0.08	0.02	0.44	0.17
3	68	Altpal.-Ob.Prot., Kalk- Dolomitmarmor, km	12	12	0.03	0.03	0.01	0.09	0.07
3	75	Altpal.-Ob.Prot., Kalksilicafels, ks	76	22	0.27	0.10	0.03	2.53	0.62
3	82	Altpal.-Ob.Prot., Metabasit, mb	208	208	0.17	0.18	0.01	0.66	0.25
1	36	Altpal.-Ob.Prot., Leukokrater Gneis, Gnl	28	28	0.03	0.02	0.01	0.10	0.09
2	77	Perm-Karbon, Lamprophyrgang, L	16	16	0.08	0.09	0.01	0.14	0.13
1	111	Perm-Karbon, Quarzporphyr- Porphyritgang, P	6	6	0.04	0.03	0.02	0.11	0.11
1	1	Perm-Karbon, Aplit, A	1	1	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
1	40	Perm-Karbon, Granit ungliedert, Gr	108	107	0.04	0.03	0.01	0.14	0.06
1	45	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit mittel- bis grobkörnig, Gzg	175	119	0.04	0.04	0.004	0.13	0.08
1	44	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit fein- bis mittelkörnig, Gzf	23	3	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04
1	42	Perm-Karbon, Granit fein- bis mittelkörnig, Grf	53	35	0.03	0.03	0.01	0.07	0.05
1	43	Perm-Karbon, Granit mittel- bis grobkörnig, Grg	104	90	0.04	0.04	0.01	0.07	0.05
1	65	Altpal.-Ob.Prot., Quarzkeratophyr, Ke	6	3	0.07	0.05	0.01	0.16	0.16
2	137	Altpal.-Ob.Prot., Dioritische Gesteine, Redwitzit, Re	93	91	0.10	0.09	0.02	0.41	0.14
2	112	Altpal.-Ob.Prot., Palit, Pa	10	10	0.06	0.06	0.01	0.15	0.15
3	17	Altpal.-Ob.Prot., Melaphyr, Diabas, Splilit, Pikrit, basische Tuff, D	120	21	11.83	0.16	0.07	54.00	49.60
2	96	Blastomylonit, Perigneis Mv	81	81	0.09	0.08	0.01	0.26	0.18

## Anhang 4-19 (a) Molybdän (ppm)

GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
5	132	Pleistozän, Terrassensand, qpG	1	1	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
5	104-3	Tertiär, Obere Süßwassermolasse, Sand, OS	4	4	3	1	0.24	8	8
5	101-1	Tertiär, Obere Meeressmolasse Sand, OM	5	5	0.35	0.36	0.27	0.45	0.45
4	101-2	Tertiär, Obere Meeressmolasse, Mergel, OM	1	1	8	8	8	8	8
5	85-2	Miozän, Sand, mi	5	5	0.69	0.60	0.14	2	2
3	5	Tertiär, Basalt, B	6	5	4	2	0.28	12	12
5	74-1	Kreide, Sandstein, kro	10	10	0.41	0.40	0.05	0.86	0.85
5	74-4	Kreide, Kalksandstein, kro	1	1	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
7	163-2	Malm, Kalkstein, w	142	85	0.10	0.08	0.01	0.32	0.16
7	163-3	Malm, Dolomit, w	7	2	0.08	0.08	0.07	0.10	0.10
5	4-1	Dogger, Sandstein, b	8	4	1.17	0.98	0.36	2	2
4	60-1	Lias, Tonstein, l	8	6	2	1	1	3	3
4	60-2	Lias, Mergel, l	1	0					
7	60-3	Lias, Kalkstein, l	1	1	2	2	2	2	2
5	60-5	Lias, Sandstein, l	7	6	0.46	0.23	0.11	2	2
4	69	Feuerletten, Tonstein, kmf	3	3	1.27	1.09	0.33	2	2
5	71-1	Sandsteinkeuper, Sandstein, kms	14	14	0.60	0.28	0.04	2	2
4	71-2	Sandsteinkeuper, Tonstein, kms	6	6	0.49	0.45	0.19	0.86	0.86
4	70-1	Gipskeuper, Steinmergel, kmg	2	2	0.70	0.70	0.66	0.74	0.74
4	76-1	Unterer Keuper, Tonstein, ku	14	14	0.93	0.63	0.22	2	2
4	76-2	Unterer Keuper, Mergelstein, ku	1	1	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48
5	76-3	Unterer Keuper, Sandstein, ku	12	12	0.76	0.71	0.26	2	2
7	76-4	Unterer Keuper, Dolomit, ku	5	5	1	1	0.43	3	3
7	76-5	Unterer Keuper, Kalkstein, ku	2	2	1	1	0.98	2	2
7	94-1	Oberer Muschelkalk, Kalkstein, mo	15	15	0.50	0.41	0.11	2	1
4	94-2	Oberer Muschelkalk, Mergelstein, mo	1	1	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
4	94-3	Oberer Muschelkalk, Tonstein, mo	5	5	0.55	0.46	0.26	0.99	0.99
5	94-5	Oberer Muschelkalk, Sandstein, mo	1	1	1	1	1	1	1
4	93-1	Mittlerer Muschelkalk, Mergelstein, mm	3	3	3	2	0.91	5	5
7	93-3	Mittlerer Muschelkalk, Kalkstein, mm	8	8	2	0.56	0.18	7	7
7	93-4	Mittlerer Muschelkalk, Dolomit, mm	1	0					
7	93-5	Mittlerer Muschelkalk, Gips, mm	1	1	1	1	1	1	1
7	95-1	Unterer Muschelkalk, Kalkstein, mu	1	1	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
7	95-2	Unterer Muschelkalk, Kalkmergelstein, mu	1	1	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
4	95-4	Unterer Muschelkalk, Tonstein, mu	2	2	0.09	0.09	0.07	0.11	0.11
5	95-5	Unterer Muschelkalk, Sandstein, mu	6	6	0.19	0.09	0.03	0.71	0.71
4	149-1	Oberer Buntsandstein, Tonstein, so	16	16	6	0.59	0.25	78	25
5	149-2	Oberer Buntsandstein, Sandstein, so	11	11	0.59	0.50	0.09	2	2
5	148-1	Mittlerer Buntsandstein, Sandstein, sm	24	23	0.25	0.15	0.06	0.71	0.63
4	148-3	Mittlerer Buntsandstein, Tonstein, sm	6	6	0.46	0.50	0.16	0.72	0.72
5	142-2	Unterrotliegend, Sandstein, ru	1	1	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
6	15-1	Unterkarbon, Konglomerate, cu	2	1	2	2	2	2	2
5	15-3	Unterkarbon, Sandstein, cu	6	4	2	2	0.76	4	4

Anhang 4-19 (b)		Molybdän (ppm)							
GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
4	15-4	Unterkarbon, Tonschiefer, cu	32	18	1	1	0.15	5	2
4	16-1	Unter- bis Oberdevon, Tonschiefer, d	16	8	3	1	0.53	10	10
1	16-3	Unter- bis Oberdevon, Kieselschiefer, d	147	88	0.52	0.08	0.01	15	0.18
7	16-5	Unter- bis Oberdevon, Kalkstein, d	9	8	0.47	0.12	0.08	3	3
1	146-1	Silur, Kieselschiefer, si	1	1	8	8	8	8	8
4	146-2	Silur, Tonschiefer, si	7	6	36	20	4	108	108
4	99-1	Ordoviz, Gräfenthaler Schichten, Tonstein, oG	9	3	0.37	0.27	0.26	0.58	0.58
5	99-2	Ordoviz, Gräfenthaler Schichten, Sandstein, oG	6	2	0.93	0.93	0.25	2	2
2	98-1	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Tonschiefer- Phyllit, oF	12	9	1.00	1.00	0.13	2	2
1	98-2	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Quarzit, oF	5	5	0.93	0.71	0.14	2	2
2	103	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Phyllit-Fazies, oPh	7	5	0.38	0.38	0.08	0.76	0.76
1	34	Ordoviz Metavulkanit, Metaarkose, „Epigneis“, Gne	4	4	0.26	0.21	0.11	0.53	0.53
2	12	Kambrium, Phyllitfazies, cbPh	18	7	0.52	0.29	0.10	1	1
2	11	Kambrium, Glimmerschieferfazies, cbGl	12	12	1	0.55	0.10	8	6
2	116	Altpal.-Ob.Prot., Phyllit-Glimmerschiefer, PhGl	48	4	0.79	1	0.16	1	1
2	32	Altpal.-Ob.Prot., Glimmerschiefer-Gneis, GlGn	121	59	1	0.31	0.001	23	3
2	33	Altpal.-Ob.Prot., Gneis ungedgliedert, Gn	25	24	1	0.41	0.11	7	3
2	35	Altpal.-Ob.Prot., Hornblendebändergneis, GnH	7	6	0.49	0.27	0.04	2	2
2	86	Altpal.-Ob.Prot., Migmatischer Gneis, Diatexit, Anatexit, Mi	65	36	1	1.02	0.12	7	4
3	68	Altpal.-Ob.Prot., Kalk- Dolomitmarmor, km	13	13	0.50	0.11	0.01	1	1
3	75	Altpal.-Ob.Prot., Kalksilicatsfels, ks	96	36	2	2	0.14	7	6
3	82	Altpal.-Ob.Prot., Metabasit, mb	444	221	6	6	0.06	20	10
1	36	Altpal.-Ob.Prot., Leukokrater Gneis, Gnl	14	13	2	2	0.27	5	4
2	77	Perm-Karbon, Lamprophyrgang, L	17	15	0.43	0.13	0.06	2	1
1	111	Perm-Karbon, Quarzporphyr- Porphyritgang, P	6	6	1	0.88	0.12	3	3
1	1	Perm-Karbon, Aplit, A	2	2	0.87	0.87	0.23	2	2
1	40	Perm-Karbon, Granit ungedgliedert, Gr	90	58	2	2	0.05	4	3
1	45	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit mittel- bis grobkörnig, Gzg	160	103	2	1	0.06	5	4
1	44	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit fein- bis mittelkörnig, Gzf	23	15	1	1	0.09	3	3
1	42	Perm-Karbon, Granit fein- bis mittelkörnig, Grf	43	28	0.94	0.22	0.03	9	2
1	43	Perm-Karbon, Granit mittel- bis grobkörnig, Grg	117	106	2	1	0.04	9	5
1	120	Quarzporphyr, prP	1	1	1	1	1	1	1
1	65	Altpal.-Ob.Prot., Quarzkeratophyr, Ke	20	17	2	1	0.36	4	3
2	41	Granit, Granodiorit, Grd	51	51	3	2	0.06	20	5
2	137	Altpal.-Ob.Prot., Dioritische Gesteine, Redwitzit, Re	78	45	2	2	0.10	7	6
2	112	Altpal.-Ob.Prot., Palit, Pa	7	3	0.21	0.20	0.12	0	0
3	17	Altpal.-Ob.Prot., Melaphyr, Diabas, Splilit, Pikrit, basische Tuff, D	120	13	1	0.87	0.23	4	3
2	96	Blastomylonit, Peritgneis, My	75	38	2	0.84	0.13	6	4

Anhang 4-20 (a)		Na <sub>2</sub> O (Gew.-%)									
GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90		
5	132	Pleistozän, Terrassensand, qpG	1	1	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21		
5	104-3	Tertiär, Obere Süßwassermolasse, Sand, OS	39	39	0.76	0.81	0.14	1.34	1.16		
5	101-1	Tertiär, Obere Meeressmolasse Sand, OM	5	5	0.56	0.54	0.27	0.87	0.87		
4	101-2	Tertiär, Obere Meeressmolasse, Mergel, OM	5	5	0.17	0.19	0.07	0.23	0.23		
5	85-2	Miozän, Sand, mi	1	1	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12		
3	5	Tertiär, Basalt, B	5	3	2.19	2.50	0.94	3.14	3.14		
5	74-1	Kreide, Sandstein, kro	10	5	0.02	0.01	0.01	0.06	0.06		
5	74-4	Kreide, Kalksandstein, kro	1	1	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02		
4	163-1	Malm, Mergel, w	1	1	3.04	3.04	3.04	3.04	3.04		
7	163-2	Malm, Kalkstein, w	124	8	0.03	0.03	0.02	0.05	0.03		
7	163-3	Malm, Dolomit, w	7	7	0.04	0.01	0.01	0.10	0.10		
5	4-1	Dogger, Sandstein, b	8	8	0.03	0.03	0.02	0.05	0.05		
4	4-2	Dogger, Tonstein, b	1	1	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09		
4	60-1	Lias, Tonstein, l	8	8	0.07	0.05	0.02	0.14	0.14		
4	60-2	Lias, Mergel, l	1	1	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15		
7	60-3	Lias, Kalkstein, l	1	1	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34		
5	60-5	Lias, Sandstein, l	7	7	0.12	0.02	0.01	0.59	0.59		
4	69	Feuerleiten, Tonstein, kmf	3	3	0.20	0.06	0.06	0.49	0.49		
5	71-1	Sandsteinkeuper, Sandstein, kms	14	14	0.15	0.12	0.01	0.59	0.43		
4	71-2	Sandsteinkeuper, Tonstein, kms	3	3	0.19	0.18	0.18	0.22	0.22		
4	70-1	Gipskeuper, Steinmergel, kmg	2	2	0.11	0.11	0.08	0.14	0.14		
4	76-1	Unterer Keuper, Tonstein, ku	14	14	0.68	0.54	0.18	1.90	1.54		
4	76-2	Unterer Keuper, Mergelstein, ku	1	1	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10		
5	76-3	Unterer Keuper, Sandstein, ku	12	12	1.38	1.56	0.07	2.28	2.18		
7	76-4	Unterer Keuper, Dolomit, ku	5	5	0.18	0.21	0.04	0.25	0.25		
7	76-5	Unterer Keuper, Kalkstein, ku	2	2	0.14	0.14	0.13	0.14	0.14		
7	94-1	Oberer Muschelkalk, Kalkstein, mo	11	11	0.16	0.13	0.08	0.36	0.33		
4	94-2	Oberer Muschelkalk, Mergelstein, mo	1	1	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02		
4	94-3	Oberer Muschelkalk, Tonstein, mo	5	5	0.36	0.40	0.10	0.47	0.47		
5	94-5	Oberer Muschelkalk, Sandstein, mo	1	1	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16		
4	93-1	Mittlerer Muschelkalk, Sandstein, mm	3	3	0.64	0.51	0.25	1.17	1.17		
7	93-2	Mittlerer Muschelkalk, Mergelstein, mm	5	5	0.16	0.18	0.05	0.22	0.22		
7	93-3	Mittlerer Muschelkalk, Kalkstein, mm	1	1	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15		
7	93-4	Mittlerer Muschelkalk, Dolomit, mm	1	1	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20		
7	93-5	Mittlerer Muschelkalk, Gips, mm	1	1	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20		
7	95-1	Unterer Muschelkalk, Kalkstein, mu	2	2	0.13	0.13	0.10	0.16	0.16		
7	95-2	Unterer Muschelkalk, Kalkmergelstein, mu	1	1	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19		
4	95-4	Unterer Muschelkalk, Tonstein, mu	1	1	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20		
5	95-5	Unterer Muschelkalk, Sandstein, mu	2	2	0.19	0.19	0.18	0.19	0.19		
4	149-1	Oberer Buntsandstein, Tonstein, so	16	16	0.18	0.18	0.12	0.31	0.28		
5	149-2	Oberer Buntsandstein, Sandstein, so	12	12	0.64	0.19	0.03	3.01	3.01		
5	148-1	Mittlerer Buntsandstein, Sandstein, sm	24	24	0.15	0.16	0.06	0.24	0.21		
4	148-3	Mittlerer Buntsandstein, Tonstein, sm	6	6	0.23	0.18	0.16	0.40	0.40		
5	150-1	Unterer Buntsandstein, Sandstein, su	4	4	0.17	0.17	0.16	0.19	0.19		

Anhang 4-20 (b)		Na <sub>2</sub> O (Gew.-%)									
GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90		
5	142-2	Unterrotliegend, Sandstein, ru	1	1	3	3	3,26	3,26	3,26		
6	142-3	Unterrotliegend, Konglomerat, ru	1	1	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24		
1	142-6	Unterrotliegend, Tuffit, ru	1	1	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96		
6	15-1	Unterkarbon, Konglomerate, cu	2	2	1,47	1,47	1,20	1,74	1,74		
5	15-2	Unterkarbon, Grauwacken, cu	6	6	2,07	1,93	1,64	2,88	2,88		
4	15-4	Unterkarbon, Tonschiefer, cu	32	32	1,45	1,53	0,12	3,00	2,00		
4	16-1	Unter- bis Oberdevon, Tonschiefer, d	16	15	1,76	2,00	0,09	5,00	4,40		
1	16-3	Unter- bis Oberdevon, Kieselschiefer, d	5	5	0,08	0,02	0,02	0,33	0,33		
7	16-5	Unter- bis Oberdevon, Kieselschiefer, d	9	9	0,52	0,25	0,03	2,00	2,00		
1	146-1	Silur, Kieselschiefer, si	1	1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		
4	146-2	Silur, Tonschiefer, si	8	8	0,37	0,19	0,01	1,58	1,58		
4	99-1	Ordoviz, Grätenthaler Schichten, Tonstein, oG	9	9	1,23	1,00	0,08	2,00	2,00		
2	98-1	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Tonschiefer- Phyllit, oF	11	11	1,17	0,91	0,42	2,00	2,00		
1	98-2	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Quarzit, oF	3	3	0,17	0,11	0,11	0,30	0,30		
4	10-1	Kambrium, Tonschiefer, cb	1	1	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18		
2	103	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Phyllit-Fazies, oPh	5	5	0,95	0,80	0,50	1,98	1,98		
4	100	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Glimmersch.-Fazies, oGI	3	3	0,52	0,50	0,43	0,63	0,63		
1	34	Ordoviz Metavulkanit, Metaarkose, „Epigneis“, Gne	7	6	1,53	1,40	0,39	2,79	2,79		
2	12	Kambrium, Phyllitfazies, cbPh	18	7	1,09	1,29	0,01	2,25	2,25		
2	11	Kambrium, Glimmerschieferfazies, cbGI	8	8	2,65	2,94	0,27	3,40	3,40		
2	116	Altpal.-Ob.Prot., Phyllit-Glimmerschiefer, PhGI	47	6	1,18	0,90	0,01	2,91	2,91		
2	32	Altpal.-Ob.Prot., Glimmerschiefer-Gneis, GIGn	115	101	2,08	2,10	0,15	5,21	3,66		
2	33	Altpal.-Ob.Prot., Gneis ungegliedert, Gn	49	48	1,43	1,37	0,01	3,77	3,13		
2	35	Altpal.-Ob.Prot., Hornblendebändergneis, Gnh	7	7	3,26	3,42	2,11	4,26	4,26		
2	86	Altpal.-Ob.Prot., Migmatischer Gneis, Diatexit, Anatexit, MI	71	71	2,43	2,35	0,09	4,65	3,95		
3	68	Altpal.-Ob.Prot., Kalk- Dolomitmarmor, km	12	11	0,06	0,03	0,01	0,20	0,19		
3	75	Altpal.-Ob.Prot., Kalksilicafels, ks	76	22	1,61	1,05	0,05	4,91	3,74		
3	82	Altpal.-Ob.Prot., Metabasit, mb	208	203	2,55	2,51	0,02	6,90	3,88		
1	36	Altpal.-Ob.Prot., Leukokrater Gneis, Gnl	28	28	2,96	2,80	1,60	5,78	3,62		
2	77	Perm-Karbon, Lamprophyrgang, L	16	16	3,93	4,08	3,22	4,51	4,49		
1	111	Perm-Karbon, Quarzporphyr- Porphyritgang, P	6	6	2,50	2,60	1,67	3,11	3,11		
1	1	Perm-Karbon, Aplit, A	1	1	4,19	4,19	4,19	4,19	4,19		
1	40	Perm-Karbon, Granit ungegliedert, Gr	108	108	3,19	3,24	1,69	4,61	3,66		
1	45	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit mittel- bis grobkörnig, Gzg	175	175	3,22	3,19	1,00	4,60	3,96		
1	44	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit fein- bis mittelkörnig, Gzf	23	23	3,00	3,00	2,00	4,00	3,52		
1	42	Perm-Karbon, Granit fein- bis mittelkörnig, Grf	53	52	3,28	3,00	2,46	4,20	4,00		
1	43	Perm-Karbon, Granit mittel- bis grobkörnig, Grg	104	104	3,23	3,18	2,61	4,62	3,57		
1	65	Altpal.-Ob.Prot., Quarzkeratophyr, Ke	6	5	3,10	2,00	1,54	5,98	5,98		
2	137	Altpal.-Ob.Prot., Dioritische Gesteine, Redwitzit, Re	93	91	3,18	3,30	0,02	4,67	4,25		
2	112	Altpal.-Ob.Prot., Palit, Pa	10	10	2,99	3,09	1,22	4,09	4,08		
3	17	Altpal.-Ob.Prot., Melaphyr, Diabas, Splilit, Pikrit, basische Tuff, D	120	113	2,65	2,00	1,00	6,00	4,00		
2	96	Blastomylonit, Perigneis My	81	80	2,83	2,84	0,74	11,00	3,68		

## Anhang 4-21 (a)

## Nickel (ppm)

GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
5	132	Pleistozän, Terrassensand, qpG	1	1	11	11	11	11	11
5	104-3	Tertiär, Obere Süßwassermolasse, Sand, OS	4	4	32	32	17	40	40
5	101-1	Tertiär, Obere Meeressmolasse Sand, OM	5	5	14	16	10	18	18
4	101-2	Tertiär, Obere Meeressmolasse, Mergel, OM	1	1	12	12	12	12	12
5	85-2	Miozän, Sand, mi	5	5	39	31	18	70	70
3	5	Tertiär, Basalt, B	6	6	239	198	69	437	437
5	74-1	Kreide, Sandstein, kro	10	10	9	7	3	24	23
5	74-4	Kreide, Kalksandstein, kro	1	1	54	54	54	54	54
7	163-2	Malm, Kalkstein, w	142	142	7	8	0	22	15
7	163-3	Malm, Dolomit, w	7	7	3	0,49	0,49	11	11
5	4-1	Dogger, Sandstein, b	8	8	26	10	0,48	74	74
4	60-1	Lias, Tonstein, l	8	8	37	31	10	84	84
4	60-2	Lias, Mergel, l	1	1	161	161	161	161	161
7	60-3	Lias, Kalkstein, l	1	1	40	40	40	40	40
5	60-5	Lias, Sandstein, l	7	7	3	3	0,48	5	5
4	69	Feuerletten, Tonstein, kmf	3	3	31	38	16	40	40
5	71-1	Sandsteinkeuper, Sandstein, kms	14	14	6	5	3	17	14
4	71-2	Sandsteinkeuper, Tonstein, kms	6	6	30	32	7	45	45
4	70-1	Gipskeuper, Steinmergel, kmg	2	2	29	29	23	35	35
4	76-1	Unterer Keuper, Tonstein, ku	14	14	75	80	5	121	115
4	76-2	Unterer Keuper, Mergelstein, ku	1	1	32	32	32	32	32
5	76-3	Unterer Keuper, Sandstein, ku	12	12	49	51	6	88	87
7	76-4	Unterer Keuper, Dolomit, ku	5	5	33	25	16	53	53
7	76-5	Unterer Keuper, Kalkstein, ku	2	2	33	33	25	40	40
7	94-1	Oberer Muschelkalk, Kalkstein, mo	15	15	13	12	3	30	23
4	94-2	Oberer Muschelkalk, Mergelstein, mo	1	1	12	12	12	12	12
4	94-3	Oberer Muschelkalk, Tonstein, mo	5	5	66	74	21	101	101
5	94-5	Oberer Muschelkalk, Sandstein, mo	1	1	12	12	12	12	12
4	93-1	Mittlerer Muschelkalk, Mergelstein, mm	3	3	16	19	9	21	21
7	93-3	Mittlerer Muschelkalk, Kalkstein, mm	8	8	10	10	3	18	18
7	93-4	Mittlerer Muschelkalk, Dolomit, mm	1	1	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
7	93-5	Mittlerer Muschelkalk, Gips, mm	1	1	6	6	6	6	6
7	95-1	Unterer Muschelkalk, Kalkstein, mu	1	1	8	8	8	8	8
7	95-2	Unterer Muschelkalk, Kalkmergelstein, mu	1	1	16	16	16	16	16
4	95-4	Unterer Muschelkalk, Tonstein, mu	2	2	7	7	6	8	8
5	95-5	Unterer Muschelkalk, Sandstein, mu	6	6	3	3	1	6	6
4	149-1	Oberer Buntsandstein, Tonstein, so	16	16	79	41	23	660	232
5	149-2	Oberer Buntsandstein, Sandstein, so	11	11	15	9	1	43	41
5	148-1	Mittlerer Buntsandstein, Sandstein, sm	24	24	6	3	1	45	13
4	148-3	Mittlerer Buntsandstein, Tonstein, sm	6	6	42	43	34	49	49
5	142-2	Unterrotliegend, Sandstein, ru	1	1	26	26	26	26	26
6	15-1	Unterkarbon, Konglomerate, cu	2	2	24	24	18	31	31
5	15-3	Unterkarbon, Sandstein, cu	6	6	36	30	25	57	57



# Anhang 4-21 (b)

# Nickel (ppm)

GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
4	15-4	Unterkarbon, Tonschiefer, cu	32	32	70	57	18	480	91
4	16-1	Unter- bis Oberdevon, Tonschiefer, d	16	16	99	93	36	283	168
1	16-3	Unter- bis Oberdevon, Kiesel-schiefer, d	147	147	8	9	0,49	83	15
7	16-5	Unter- bis Oberdevon, Kalkstein, d	9	9	22	15	3	66	66
1	146-1	Silur, Kiesel-schiefer, si	1	1	12	12	12	12	12
4	146-2	Silur, Tonschiefer, si	7	7	86	58	35	247	247
4	99-1	Ordoviz, Gräfen-thaler Schichten, Tonstein, oG	9	9	57	55	50	65	65
5	99-2	Ordoviz, Gräfen-thaler Schichten, Sandstein, oG	6	6	58	18	10	251	251
2	98-1	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Tonschiefer-Phyllit, oF	12	12	35	34	4	56	54
1	98-2	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Quarzit, oF	5	5	20	15	2	34	34
2	103	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Phyllit-Fazies, oPh	7	7	21	26	2	36	36
1	34	Ordoviz, Metavulkanit, Metaarkose, „Epigneis“, Gne	4	4	6	5	3	8	8
2	12	Kambrium, Phyllitfazies, cbPh	18	14	25	27	4	44	41
2	11	Kambrium, Glimmerschieferfazies, cbGl	12	12	16	7	1	82	70
2	116	Altpal.-Ob.Prot., Phyllit-Glimmerschiefer, PhGl	48	44	24	25	3	52	44
2	32	Altpal.-Ob.Prot., Glimmerschiefer-Gneis, GlGn	121	118	35	29	0,38	233	70
2	33	Altpal.-Ob.Prot., Gneis ungegledert, Gn	25	25	26	26	2	56	51
2	35	Altpal.-Ob.Prot., Hornblendebändergneis, GnH	7	7	58	31	3	204	204
2	86	Altpal.-Ob.Prot., Migmatischer Gneis, Diatexit, Anatexit, Mi	65	65	34	33	0,38	145	58
3	68	Altpal.-Ob.Prot., Kalk-Dolomitmarmor, km	13	13	11	7	4	37	33
3	75	Altpal.-Ob.Prot., Kalksilicatifels, ks	96	96	42	35	4	320	72
3	82	Altpal.-Ob.Prot., Metabasit, mb	444	443	143	84	0,38	2530	180
1	36	Altpal.-Ob.Prot., Leukokrater Gneis, Gnl	14	14	10	10	1	21	19
2	77	Perm-Karbon, Lamprophyrgang, L	17	17	19	8	0,20	193	55
1	111	Perm-Karbon, Quarzporphyr- Porphyritgang, P	6	6	3	3	1	6	6
1	1	Perm-Karbon, Aplit, A	2	2	3	3	0,29	5	5
1	40	Perm-Karbon, Granit ungegledert, Gr	89	88	18	4	0,49	47	8
1	45	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit mittel- bis grobkörnig, Gzg	160	158	5	4	0,70	28	8
1	44	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit fein- bis mittelkörnig, Gzf	23	23	4	3	0,47	15	12
1	42	Perm-Karbon, Granit fein- bis mittelkörnig, Grf	43	41	4	3	0,40	15	7
1	43	Perm-Karbon, Granit mittel- bis grobkörnig, Grg	117	117	3	2	0,22	15	9
1	120	Quarzporphyr, prP	1	1	12	12	12	12	12
1	65	Altpal.-Ob.Prot., Quarzkeratophyr, Ke	20	20	22	9	0,91	94	87
2	41	Granit, Granodiorit, Grd	51	51	13	6	0,88	74	36
2	137	Altpal.-Ob.Prot., Dioritische Gesteine, Redwitzit, Re	78	78	21	14	2	134	46
2	112	Altpal.-Ob.Prot., Palit, Pa	7	7	12	17	1	27	27
3	17	Altpal.-Ob.Prot., Melaphyr, Diabas, Splilit, Pikrit, basische Tuff, D	120	120	198	96	1	1410	409
2	96	Blastomylonit, Peritgneis, My	75	75	42	29	0,88	272	114

# Anhang 4-22 (a)

## P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Gew.-%)

GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
5	132	Pleistozän, Terrassensand, qpG	1	1	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
5	104-3	Tertiär, Obere Süßwassermolasse, Sand, OS	39	0					
5	101-1	Tertiär, Obere Meeresmolasse Sand, OM	5	0					
4	101-2	Tertiär, Obere Meeresmolasse, Mergel, OM	5	0					
5	85-2	Miozän, Sand, mi	1	1	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
3	5	Tertiär, Basalt, B	5	3	0.58	0.73	0.10	0.90	0.90
5	74-1	Kreide, Sandstein, kro	10	0					
5	74-4	Kreide, Kalksandstein, kro	1	0					
4	163-1	Malm, Mergel, w	1	1	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
7	163-2	Malm, Kalkstein, w	132	132	0.02	0.02	0.01	0.09	0.03
7	163-3	Malm, Dolomit, w	7	7	0.05	0.05	0.03	0.08	0.08
5	4-1	Dogger, Sandstein, b	8	8	0.22	0.15	0.04	0.54	0.54
4	4-2	Dogger, Tonstein, b	1	1	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
4	60-1	Lias, Tonstein, l	8	8	0.11	0.06	0.03	0.49	0.49
4	60-2	Lias, Mergel, l	1	1	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
7	60-3	Lias, Kalkstein, l	1	1	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
5	60-5	Lias, Sandstein, l	7	7	0.02	0.02	0.02	0.04	0.04
4	69	Feuerleiten, Tonstein, kmf	3	3	0.07	0.08	0.05	0.09	0.09
5	71-1	Sandsteinkeuper, Sandstein, kms	14	14	0.06	0.04	0.02	0.20	0.19
4	71-2	Sandsteinkeuper, Tonstein, kms	3	3	0.13	0.14	0.11	0.14	0.14
4	70-1	Gipskeuper, Steinmergel, kmg	2	2	0.19	0.19	0.18	0.19	0.19
4	76-1	Unterer Keuper, Tonstein, ku	14	14	0.21	0.23	0.09	0.39	0.37
4	76-2	Unterer Keuper, Mergelstein, ku	1	1	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
5	76-3	Unterer Keuper, Sandstein, ku	12	12	0.26	0.26	0.03	0.33	0.32
7	76-4	Unterer Keuper, Dolomit, ku	5	5	0.09	0.09	0.07	0.12	0.12
7	76-5	Unterer Keuper, Kalkstein, ku	2	2	0.27	0.27	0.15	0.38	0.38
7	94-1	Oberer Muschelkalk, Kalkstein, mo	11	11	0.12	0.07	0.06	0.36	0.34
4	94-2	Oberer Muschelkalk, Mergelstein, mo	1	1	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
4	94-3	Oberer Muschelkalk, Tonstein, mo	5	5	0.20	0.17	0.12	0.40	0.40
5	94-5	Oberer Muschelkalk, Sandstein, mo	1	1	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
4	93-1	Mittlerer Muschelkalk, Mergelstein, mm	3	3	0.11	0.11	0.05	0.18	0.18
7	93-3	Mittlerer Muschelkalk, Kalkstein, mm	5	5	0.04	0.04	0.02	0.05	0.05
7	93-4	Mittlerer Muschelkalk, Dolomit, mm	1	1	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
7	93-5	Mittlerer Muschelkalk, Gips, mm	1	1	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
7	95-1	Unterer Muschelkalk, Kalkstein, mu	2	2	0.04	0.04	0.03	0.05	0.05
7	95-2	Unterer Muschelkalk, Kalkmergelstein, mu	1	1	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
4	95-4	Unterer Muschelkalk, Tonstein, mu	1	1	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
5	95-5	Unterer Muschelkalk, Sandstein, mu	2	2	0.09	0.09	0.07	0.11	0.11
4	149-1	Oberer Buntsandstein, Tonstein, so	16	16	0.17	0.17	0.12	0.22	0.21
5	149-2	Oberer Buntsandstein, Sandstein, so	12	12	0.12	0.11	0.02	0.26	0.26
5	148-1	Mittlerer Buntsandstein, Sandstein, sm	24	24	0.08	0.08	0.05	0.18	0.14
4	148-3	Mittlerer Buntsandstein, Tonstein, sm	6	6	0.22	0.22	0.18	0.24	0.24
5	150-1	Unterer Buntsandstein, Sandstein, su	4	4	0.06	0.06	0.05	0.08	0.08

Anhang 4-22 (b)		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (Gew.-%)									
GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90		
5	142-2	Unterrotliegend, Sandstein, ru	1	1	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21		
6	142-3	Unterrotliegend, Konglomerat, ru	1	1	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18		
1	142-6	Unterrotliegend, Tuffit, ru	1	1	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45		
6	15-1	Unterkarbon, Konglomerate, cu	2	2	0.40	0.40	0.40	0.64	0.64		
5	15-2	Unterkarbon, Grauwacken, cu	6	6	0.14	0.13	0.08	0.24	0.24		
4	15-4	Unterkarbon, Tonschiefer, cu	32	24	0.17	0.14	0.07	0.60	0.33		
4	16-1	Unter- bis Oberdevon, Tonschiefer, d	16	6	0.28	0.25	0.17	0.43	0.43		
1	16-3	Unter- bis Oberdevon, Kieselschiefer, d	5	5	0.04	0.03	0.02	0.10	0.10		
7	16-5	Unter- bis Oberdevon, Kieselschiefer, d	9	9	0.05	0.06	0.00	0.10	0.10		
1	146-1	Silur, Kieselschiefer, si	1	1	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02		
4	146-2	Silur, Tonschiefer, si	8	8	0.30	0.13	0.02	1.53	1.53		
4	99-1	Ordoviz, Grätenthaler Schichten, Tonstein, oG	3	3	0.14	0.14	0.11	0.18	0.18		
2	98-1	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Tonschiefer- Phyllit, oF	11	8	0.11	0.10	0.08	0.21	0.21		
1	98-2	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Quarzit, oF	3	3	0.13	0.14	0.14	0.14	0.14		
4	10-1	Kambrium, Tonschiefer, cb	1	1	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06		
2	103	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Phyllit-Fazies, oPh	5	5	0.08	0.09	0.03	0.13	0.13		
4	100	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Glimmersch.-Fazies, oGI	3	3	0.11	0.11	0.10	0.11	0.11		
1	34	Ordoviz Metavulkanit, Metaarkose, „Epigneis“, Gne	7	6	0.14	0.16	0.02	0.19	0.19		
2	12	Kambrium, Phyllitfazies, cbPh	18	7	0.09	0.11	0.01	0.19	0.19		
2	11	Kambrium, Glimmerschieferfazies, cbGI	8	8	0.17	0.18	0.12	0.21	0.21		
2	116	Altpal.-Ob.Prot., Phyllit-Glimmerschiefer, PhGI	47	6	0.09	0.07	0.01	0.24	0.24		
2	32	Altpal.-Ob.Prot., Glimmerschiefer-Gneis, GI Gn	115	101	0.15	0.14	0.01	0.46	0.25		
2	33	Altpal.-Ob.Prot., Gneis ungegliedert, Gn	49	49	0.20	0.17	0.05	0.84	0.30		
2	35	Altpal.-Ob.Prot., Hornblendebändergneis, Gnh	7	7	0.10	0.10	0.03	0.16	0.16		
2	86	Altpal.-Ob.Prot., Migmatischer Gneis, Diatexit, Anatexit, MI	71	70	0.17	0.14	0.02	0.98	0.31		
3	68	Altpal.-Ob.Prot., Kalk- Dolomitmarmor, km	12	12	0.08	0.05	0.01	0.37	0.29		
3	75	Altpal.-Ob.Prot., Kalksilicafels, ks	76	22	0.15	0.16	0.02	0.44	0.27		
3	82	Altpal.-Ob.Prot., Metabasit, mb	208	206	0.20	0.13	0.01	2.46	0.46		
1	36	Altpal.-Ob.Prot., Leukokrater Gneis, Gnl	28	28	0.23	0.23	0.03	0.56	0.32		
2	77	Perm-Karbon, Lamprophyrgang, L	16	16	0.23	0.25	0.03	0.39	0.39		
1	111	Perm-Karbon, Quarzporphyr- Porphyritgang, P	6	6	0.26	0.28	0.20	0.30	0.30		
1	1	Perm-Karbon, Aplit, A	1	1	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07		
1	40	Perm-Karbon, Granit ungegliedert, Gr	108	108	0.21	0.19	0.02	0.66	0.32		
1	45	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit mittel- bis grobkörnig, Gzg	175	120	0.21	0.21	0.04	0.43	0.33		
1	44	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit fein- bis mittelkörnig, Gzf	23	3	0.31	0.31	0.30	0.32	0.32		
1	42	Perm-Karbon, Granit fein- bis mittelkörnig, Grf	53	35	0.29	0.30	0.07	0.46	0.43		
1	43	Perm-Karbon, Granit mittel- bis grobkörnig, Grg	104	90	0.32	0.31	0.17	0.45	0.36		
1	65	Altpal.-Ob.Prot., Quarzkeratophyr, Ke	6	3	0.11	0.09	0.04	0.21	0.21		
2	137	Altpal.-Ob.Prot., Dioritische Gesteine, Redwitzit, Re	93	89	0.43	0.41	0.01	1.39	0.69		
2	112	Altpal.-Ob.Prot., Palit, Pa	10	10	0.41	0.36	0.03	0.96	0.94		
3	17	Altpal.-Ob.Prot., Melaphyr, Diabas, Splilit, Pikrit, basische Tuff, D	120	46	0.80	1.00	0.09	2.00	1.00		
2	96	Blastomylonit, Perigneis Mv	81	81	0.30	0.23	0.04	1.00	0.64		

Anhang 4-23 (a)		Blei (ppm)									
GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90		
5	132	Pleistozän, Terrassensand, qpG	1	1	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66		
5	104-3	Tertiär, Obere Süßwassermolasse, Sand, OS	4	4	17	18	12	20	20		
5	101-1	Tertiär, Obere Meeressmolasse Sand, OM	5	5	6	7	5	7	7		
4	101-2	Tertiär, Obere Meeressmolasse, Mergel, OM	1	1	5	5	5	5	5		
5	85-2	Miozän, Sand, mi	5	5	37	30	18	73	73		
3	5	Tertiär, Basalt, B	6	6	8	5	3	22	22		
5	74-1	Kreide, Sandstein, kro	10	10	2	0,64	0,40	11	10		
5	74-4	Kreide, Kalksandstein, kro	1	1	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79		
7	163-2	Malm, Kalkstein, w	142	141	0,79	0,60	0,10	9	1		
7	163-3	Malm, Dolomit, w	7	7	1	0,67	0,63	2	2		
5	4-1	Dogger, Sandstein, b	8	8	23	19	2	51	51		
4	60-1	Lias, Tonstein, l	8	8	37	39	12	51	51		
4	60-2	Lias, Mergel, l	1	1	103	103	103	103	103		
7	60-3	Lias, Kalkstein, l	1	1	13	13	13	13	13		
5	60-5	Lias, Sandstein, l	7	7	7	6	5	13	13		
4	69	Feuerfetten, Tonstein, kmf	3	3	38	26	20	67	67		
5	71-1	Sandsteinkeuper, Sandstein, kms	14	14	17	14	7	44	40		
4	71-2	Sandsteinkeuper, Tonstein, kms	6	6	190	26	12	1020	1020		
4	70-1	Gipskeuper, Steinmergel, kmg	2	2	13	13	9	17	17		
4	76-1	Unterer Keuper, Tonstein, ku	14	14	21	10	4	122	77		
4	76-2	Unterer Keuper, Mergelstein, ku	1	1	10	10	10	10	10		
5	76-3	Unterer Keuper, Sandstein, ku	12	12	23	17	4	71	65		
7	76-4	Unterer Keuper, Dolomit, ku	5	5	18	17	4	32	32		
7	76-5	Unterer Keuper, Kalkstein, ku	2	2	11	11	6	15	15		
7	94-1	Oberer Muschelkalk, Mergelstein, mo	15	15	4	3	2	15	10		
4	94-2	Oberer Muschelkalk, Kalkstein, mo	1	1	8	8	8	8	8		
4	94-3	Oberer Muschelkalk, Tonstein, mo	5	5	12	12	8	18	18		
5	94-5	Oberer Muschelkalk, Sandstein, mo	1	1	32	32	32	32	32		
4	93-1	Mittlerer Muschelkalk, Mergelstein, mm	3	3	13	10	9	19	19		
7	93-3	Mittlerer Muschelkalk, Kalkstein, mm	8	8	10	6	4	30	30		
7	93-4	Mittlerer Muschelkalk, Dolomit, mm	1	1	6	6	6	6	6		
7	93-5	Mittlerer Muschelkalk, Gips, mm	1	1	3	3	3	3	3		
7	95-1	Unterer Muschelkalk, Kalkstein, mu	1	1	4	4	4	4	4		
7	95-2	Unterer Muschelkalk, Kalkmergelstein, mu	1	1	10	10	10	10	10		
4	95-4	Unterer Muschelkalk, Tonstein, mu	2	2	6	6	4	9	9		
5	95-5	Unterer Muschelkalk, Sandstein, mu	6	6	32	22	17	89	89		
4	149-1	Oberer Buntsandstein, Tonstein, so	16	16	36	36	5	396	149		
5	149-2	Oberer Buntsandstein, Sandstein, so	11	11	9	7	2	24	22		
5	148-1	Mittlerer Buntsandstein, Sandstein, sm	24	24	11	11	5	18	14		
4	148-3	Mittlerer Buntsandstein, Tonstein, sm	6	6	11	12	6	16	16		
5	142-2	Unterrotliegend, Sandstein, ru	1	1	21	21	21	21	21		
6	15-1	Unterkarbon, Konglomerate, cu	2	2	17	17	7	27	27		
5	15-3	Unterkarbon, Sandstein, cu	6	6	18	14	7	41	41		

## Anhang 4-23 (b)

## Blei (ppm)

GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
4	15-4	Unterkarbon, Tonschiefer, cu	32	31	21	19	4	53	35
4	16-1	Unter- bis Oberdevon, Tonschiefer, d	16	16	17	17	3	43	29
1	16-3	Unter- bis Oberdevon, Kiesel-schiefer, d	147	146	1	0,60	0,10	13	2
7	16-5	Unter- bis Oberdevon, Kalkstein, d	9	9	7	5	3	11	11
1	146-1	Silur, Kiesel-schiefer, si	1	1	5	5	5	5	5
4	146-2	Silur, Tonschiefer, si	7	7	27	23	10	55	55
4	99-1	Ordoviz, Gräfen-thaler Schichten, Tonstein, oG	9	9	19	19	9	33	33
5	99-2	Ordoviz, Gräfen-thaler Schichten, Sandstein, oG	6	6	19	19	17	25	25
2	98-1	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Tonschiefer-Phyllit, oF	12	12	15	13	2	35	33
1	98-2	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Quarzit, oF	5	5	17	17	9	27	27
2	103	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Phyllit-Fazies, oPh	7	7	15	10	3	37	37
1	34	Ordoviz Metavulkanit, Metaarkose, „Epigneis“, Gne	4	4	7	6	3	12	12
2	12	Kambrium, Phyllitfazies, cbPh	18	11	23	11	0,62	137	116
2	11	Kambrium, Glimmerschieferfazies, cbG1	12	12	18	15	3	49	45
2	116	Altpal.-Ob.Prot., Phyllit-Glimmerschiefer, PhG1	48	11	18	17	4	52	47
2	32	Altpal.-Ob.Prot., Glimmerschiefer-Gneis, G1Gn	121	110	21	15	0,42	289	39
2	33	Altpal.-Ob.Prot., Gneis un-gegliedert, Gn	25	25	21	16	5	49	36
2	35	Altpal.-Ob.Prot., Hornblendebändergneis, GnH	7	7	7	5	2	16	16
2	86	Altpal.-Ob.Prot., Migmatischer Gneis, Diatexit, Anatexit, Mi	65	64	18	15	0,55	53	30
3	68	Altpal.-Ob.Prot., Kalk- Dolomitmarmor, km	13	13	4	4	0,61	9	8
3	75	Altpal.-Ob.Prot., Kalksilicatifels, ks	96	96	21	7	1	520	21
3	82	Altpal.-Ob.Prot., Metabasit, mb	444	333	9	5	0,28	510	15
1	36	Altpal.-Ob.Prot., Leukokrater Gneis, Gnl	14	14	24	24	10	36	34
2	77	Perm-Karbon, Lamprophyrgang, L	17	17	10	8	3	26	24
1	111	Perm-Karbon, Quarzporphyr- Porphyritgang, P	6	6	27	25	20	41	41
1	1	Perm-Karbon, Aplit, A	2	2	20	20	12	29	29
1	40	Perm-Karbon, Granit un-gegliedert, Gr	90	78	30	27	10	82	49
1	45	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit mittel- bis grobkörnig, Gzg	160	148	26	24	6	83	35
1	44	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit fein- bis mittelkörnig, Gzf	23	21	29	28	8	61	38
1	42	Perm-Karbon, Granit fein- bis mittelkörnig, Grf	43	41	29	31	8	54	45
1	43	Perm-Karbon, Granit mittel- bis grobkörnig, Grg	117	117	28	29	2	53	41
1	120	Quarzporphyr, prP	1	1	8	8	8	8	8
1	65	Altpal.-Ob.Prot., Quarzkeratophyr, Ke	20	17	26	17	7	142	57
2	41	Granit, Granodiorit, Grd	51	51	21	20	4	38	34
2	137	Altpal.-Ob.Prot., Dioritische Gesteine, Redwitz, Re	78	57	20	21	0,55	85	29
2	112	Altpal.-Ob.Prot., Palit, Pa	7	7	13	15	6	22	22
3	17	Altpal.-Ob.Prot., Melaphyr, Diabas, Splilit, Pikrit, basische Tuff, D	120	48	8	5	0,73	68	12
2	96	Blastomylonit, Peritgneis, My	75	75	19	17	0,55	101	31

Anhang 4-24 (a)		Rubidium (ppm)									
GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90		
5	132	Pleistozän, Terrassensand, qpG	1	1	2	2	2	2	2		
5	104-3	Tertiär, Obere Süßwassermolasse, Sand, OS	4	4	102	106	73	122	122		
5	101-1	Tertiär, Obere Meeresmolasse Sand, OM	5	5	46	48	31	59	59		
4	101-2	Tertiär, Obere Meeresmolasse, Mergel, OM	1	1	8	8	8	8	8		
5	85-2	Miozän, Sand, mi	5	5	187	169	102	262	262		
3	5	Tertiär, Basalt, B	6	6	44	41	0,43	101	101		
5	74-1	Kreide, Sandstein, kro	10	10	17	14	6	34	34		
5	74-4	Kreide, Kalksandstein, kro	1	1	16	16	16	16	16		
7	163-2	Malm, Kalkstein, w	142	142	31	1	0,29	231	130		
7	163-3	Malm, Dolomit, w	7	7	2	0,42	0,42	4	4		
5	4-1	Dogger, Sandstein, b	8	8	23	8	0,43	93	93		
4	60-1	Lias, Tonstein, l	8	8	45	45	0,43	147	147		
4	60-2	Lias, Mergel, l	1	1	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42		
7	60-3	Lias, Kalkstein, l	1	1	11	11	11	11	11		
5	60-5	Lias, Sandstein, l	7	7	9	3	0,43	35	35		
4	69	Feuerletten, Tonstein, kmf	3	3	156	205	45	219	219		
5	71-1	Sandsteinkeuper, Sandstein, kms	14	14	76	79	3	211	160		
4	71-2	Sandsteinkeuper, Tonstein, kms	6	6	270	296	131	387	387		
4	70-1	Gipskeuper, Steinmergel, kmg	2	2	189	189	138	240	240		
4	76-1	Unterer Keuper, Tonstein, ku	14	14	148	143	67	257	220		
4	76-2	Unterer Keuper, Mergelstein, ku	1	1	200	200	200	200	200		
5	76-3	Unterer Keuper, Sandstein, ku	12	12	69	61	34	128	123		
7	76-4	Unterer Keuper, Dolomit, ku	5	5	46	49	23	66	66		
7	76-5	Unterer Keuper, Kalkstein, ku	2	2	102	102	43	160	160		
7	94-1	Oberer Muschelkalk, Kalkstein, mo	15	15	15	14	2	25	25		
4	94-2	Oberer Muschelkalk, Mergelstein, mo	1	1	36	36	36	36	36		
4	94-3	Oberer Muschelkalk, Tonstein, mo	5	5	208	195	139	314	314		
5	94-5	Oberer Muschelkalk, Sandstein, mo	1	1	151	151	151	151	151		
4	93-1	Mittlerer Muschelkalk, Mergelstein, mm	3	3	89	110	33	125	125		
7	93-3	Mittlerer Muschelkalk, Kalkstein, mm	8	8	28	26	4	59	59		
7	93-4	Mittlerer Muschelkalk, Dolomit, mm	1	1	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42		
7	93-5	Mittlerer Muschelkalk, Gips, mm	1	1	17	17	17	17	17		
7	95-1	Unterer Muschelkalk, Kalkstein, mu	1	1	24	24	24	24	24		
7	95-2	Unterer Muschelkalk, Kalkmergelstein, mu	1	1	64	64	64	64	64		
4	95-4	Unterer Muschelkalk, Tonstein, mu	2	2	16	16	8	24	24		
5	95-5	Unterer Muschelkalk, Sandstein, mu	6	6	124	139	73	161	161		
4	149-1	Oberer Buntsandstein, Tonstein, so	16	16	232	245	105	272	271		
5	149-2	Oberer Buntsandstein, Sandstein, so	11	11	143	162	16	303	293		
5	148-1	Mittlerer Buntsandstein, Sandstein, sm	24	24	93	85	0,43	237	142		
4	148-3	Mittlerer Buntsandstein, Tonstein, sm	6	6	230	239	164	264	264		
5	142-2	Unterrotliegend, Sandstein, ru	1	1	171	171	171	171	171		
6	15-1	Unterkarbon, Konglomerate, cu	2	2	43	43	0,43	86	86		
5	15-3	Unterkarbon, Sandstein, cu	6	6	51	42	0,43	133	133		

## Rubidium (ppm)

Anhang 4-24 (b)											
GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90		
4	15-4	Unterkarbon, Tonschiefer, cu	32	32	240	177	0,43	773	647		
4	16-1	Unter- bis Oberdevon, Tonschiefer, d	16	16	116	136	0,43	224	205		
1	16-3	Unter- bis Oberdevon, Kieselschiefer, d	147	147	32	1	0,29	231	131		
7	16-5	Unter- bis Oberdevon, Kalkstein, d	9	9	50	29	5	187	187		
1	146-1	Silur, Kieselschiefer, si	1	1	8	8	8	8	8		
4	146-2	Silur, Tonschiefer, si	7	7	91	84	34	158	158		
4	99-1	Ordoviz, Gräfenthaler Schichten, Tonstein, oG	9	9	165	173	120	200	200		
5	99-2	Ordoviz, Gräfenthaler Schichten, Sandstein, oG	6	6	93	80	50	153	153		
2	98-1	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Tonschiefer- Phyllit, oF	12	12	161	186	0,43	263	256		
1	98-2	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Quarzit, oF	5	5	127	164	59	177	177		
2	103	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Phyllit-Fazies, oPh	7	7	135	128	0,43	344	344		
1	34	Ordoviz Metavulkanit, Metaarkose, „Epigneis“, Gne	4	4	306	306	228	385	385		
2	12	Kambrium, Phyllitfazies, cbPh	18	18	125	149	0,71	224	222		
2	11	Kambrium, Glimmerschieferfazies, cbG1	12	12	250	258	79	403	388		
2	116	Altpal.-Ob.Prot., Phyllit-Glimmerschiefer, PhG1	48	48	142	152	0,43	300	230		
2	32	Altpal.-Ob.Prot., Glimmerschiefer-Gneis, G1Gn	121	121	120	117	0,42	433	231		
2	33	Altpal.-Ob.Prot., Gneis ungliedert, Gn	25	25	149	148	0,42	332	219		
2	35	Altpal.-Ob.Prot., Hornblendebändergneis, GnH	7	7	23	25	0,43	41	41		
2	86	Altpal.-Ob.Prot., Migmatischer Gneis, Diatexit, Anatexit, Mi	65	65	152	142	0,35	456	266		
3	68	Altpal.-Ob.Prot., Kalk- Dolomitmarmor, km	13	13	14	6	1	68	58		
3	75	Altpal.-Ob.Prot., Kalksilicatsfels, ks	96	81	117	97	0,42	790	253		
3	82	Altpal.-Ob.Prot., Metabasit, mb	444	272	24	9	0,25	385	51		
1	36	Altpal.-Ob.Prot., Leukokrater Gneis, Gnl	14	14	209	254	6	297	293		
2	77	Perm-Karbon, Lamprophyrgang, L	17	17	125	122	39	269	257		
1	111	Perm-Karbon, Quarzporphyr- Porphyritgang, P	6	6	329	280	203	560	560		
1	1	Perm-Karbon, Aplit, A	2	2	277	277	79	474	474		
1	40	Perm-Karbon, Granit ungliedert, Gr	90	90	241	242	0,42	534	377		
1	45	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit mittel- bis grobkörnig, Gzq	160	160	371	339	42	1020	587		
1	44	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit fein- bis mittelkörnig, Gzf	23	23	439	419	305	1036	677		
1	42	Perm-Karbon, Granit fein- bis mittelkörnig, Grf	43	43	317	306	0,43	816	559		
1	43	Perm-Karbon, Granit mittel- bis grobkörnig, Grq	117	117	326	343	0,43	499	419		
1	120	Quarzporphyr, prP	1	1	99	99	99	99	99		
1	65	Altpal.-Ob.Prot., Quarzkeratophyr, Ke	20	20	179	107	36	791	404		
2	41	Granit, Granodiorit, Grd	51	51	210	153	42	403	372		
2	137	Altpal.-Ob.Prot., Dioritische Gesteine, Redwitzit, Re	78	78	150	138	0,31	432	256		
2	112	Altpal.-Ob.Prot., Palit, Pa	7	7	114	124	15	170	170		
3	17	Altpal.-Ob.Prot., Melaphyr, Diabas, Splilit, Pikrit, basische Tuff, D	120	119	22	12	0,34	307	44		
2	96	Blastomylonit, Peritgneis, My	75	75	146	141	0,35	429	219		

# Anhang 4-25 (a)

# Antimon (ppm)

GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
5	132	Pleistozän, Terrassensand, qpG	1	1	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031
5	104-3	Tertiär, Obere Süßwassermolasse, Sand, OS	4	4	2	2	1	2	2
5	101-1	Tertiär, Obere Meeressmolasse Sand, OM	5	5	1	1	0.484	1	1
4	101-2	Tertiär, Obere Meeressmolasse, Mergel, OM	1	1	2	2	2	2	2
5	85-2	Miozän, Sand, mi	5	5	2	2	1	3	3
3	5	Tertiär, Basalt, B	6	5	0.171	0.164	0.101	0.290	0.290
5	74-1	Kreide, Sandstein, kro	10	10	0.166	0.094	0.068	0.415	0.404
5	74-4	Kreide, Kalksandstein, kro	1	1	0.119	0.119	0.119	0.119	0.119
7	163-2	Malm, Kalkstein, w	142	85	2	0.010	0.002	167	0.048
7	163-3	Malm, Dolomit, w	7	2	0.031	0.031	0.026	0.037	0.037
5	4-1	Dogger, Sandstein, b	8	4	0.210	0.159	0.071	0.451	0.451
4	60-1	Lias, Tonstein, l	8	6	0.592	0.619	0.423	0.711	0.711
4	60-2	Lias, Mergel, l	1	0					
7	60-3	Lias, Kalkstein, l	1	1	0.603	0.603	0.603	0.603	0.603
5	60-5	Lias, Sandstein, l	7	6	0.128	0.117	0.105	0.185	0.185
4	69	Feuerfetten, Tonstein, kmf	3	3	0.555	0.509	0.492	0.665	0.665
5	71-1	Sandsteinkeuper, Sandstein, kms	14	14	0.177	0.114	0.041	0.830	0.645
4	71-2	Sandsteinkeuper, Tonstein, kms	6	6	1	0.574	0.065	6	6
4	70-1	Gipskeuper, Steinmergel, kmg	2	2	0.663	0.663	0.496	0.831	0.831
4	76-1	Unterer Keuper, Tonstein, ku	14	14	7	7	0.038	10	10
4	76-2	Unterer Keuper, Mergelstein, ku	1	1	0.522	0.522	0.522	0.522	0.522
5	76-3	Unterer Keuper, Sandstein, ku	12	12	2	2	0.081	7	7
7	76-4	Unterer Keuper, Dolomit, ku	5	5	3	3	1	4	4
7	76-5	Unterer Keuper, Kalkstein, ku	2	2	4	4	2	5	5
7	94-1	Oberer Muschelkalk, Kalkstein, mo	15	15	0.747	0.699	0.067	2	1
4	94-2	Oberer Muschelkalk, Mergelstein, mo	1	1	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
4	94-3	Oberer Muschelkalk, Tonstein, mo	5	5	7	9	1	10	10
5	94-5	Oberer Muschelkalk, Sandstein, mo	1	1	0.202	0.202	0.202	0.202	0.202
4	93-1	Mittlerer Muschelkalk, Mergelstein, mm	3	3	5	6	2	6	6
7	93-3	Mittlerer Muschelkalk, Kalkstein, mm	8	8	2	1	0.141	4	4
7	93-4	Mittlerer Muschelkalk, Dolomit, mm	1	0					
7	93-5	Mittlerer Muschelkalk, Gips, mm	1	1	0.097	0.097	0.097	0.097	0.097
7	95-1	Unterer Muschelkalk, Kalkstein, mu	1	1	1	1	1	1	1
7	95-2	Unterer Muschelkalk, Kalkmergelstein, mu	1	1	5	5	5	5	5
4	95-4	Unterer Muschelkalk, Tonstein, mu	2	2	0.902	0.902	0.473	1	1
5	95-5	Unterer Muschelkalk, Sandstein, mu	6	6	0.094	0.057	0.025	0.303	0.303
4	149-1	Oberer Buntsandstein, Tonstein, so	16	16	11	11	5	16	15
5	149-2	Oberer Buntsandstein, Sandstein, so	11	11	4	2	0.042	13	12
5	148-1	Mittlerer Buntsandstein, Sandstein, sm	24	23	2	1	0.107	13	4
4	148-3	Mittlerer Buntsandstein, Tonstein, sm	6	6	13	13	9	16	16
5	142-2	Unterrotliegend, Sandstein, ru	1	1	0.533	0.533	0.533	0.533	0.533
6	15-1	Unterkarbon, Konglomerate, cu	2	1	2	2	2	2	2
5	15-3	Unterkarbon, Sandstein, cu	6	4	3	1.239	0.429	10	10



# Anhang 4-25 (b)

# Antimon (ppm)

GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
4	15-4	Unterkarbon, Tonschiefer, cu	32	14	2	1.363	0.569	4	3
4	16-1	Unter- bis Oberdevon, Tonschiefer, d	16	6	1	1.017	0.798	3	3
1	16-3	Unter- bis Oberdevon, Kieselschiefer, d	147	88	2	0.010	0.002	167	0
7	16-5	Unter- bis Oberdevon, Kalkstein, d	9	8	1	0.457	0.261	2	2
1	146-1	Silur, Kieselschiefer, si	1	1	2	2	2	2	2
4	146-2	Silur, Tonschiefer, si	7	6	22	17	4	62	62
4	99-1	Ordoviz, Gräfenthaler Schichten, Tonstein, oG	9	5	2	2	1	4	4
5	99-2	Ordoviz, Gräfenthaler Schichten, Sandstein, oG	6	4	1	1	0.535	2	2
2	98-1	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Tonschiefer- Phyllit, oF	12	7	3	2	0.083	10	10
1	98-2	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Quarzit, oF	5	5	0.649	0.528	0.086	2	2
2	103	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Phyllit-Fazies, oPh	7	5	11	4	0.335	39	39
1	34	Ordoviz Metavulkanit, Metaarkose, „Epigneis“, Gne	4	4	3	3	1.020	4	4
2	12	Kambrium, Phyllitfazies, cbPh	18	5	0.519	0.563	0.237	0.637	0.637
2	11	Kambrium, Glimmerschieferfazies, cbG1	12	12	0.688	0.164	0.042	7	5
2	116	Altpal.-Ob.Prot., Phyllit-Glimmerschiefer, PhG1	48	1	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067
2	32	Altpal.-Ob.Prot., Glimmerschiefer-Gneis, G1Gn	121	75	3	0.164	0.002	147	1
2	33	Altpal.-Ob.Prot., Gneis ungedgliedert, Gn	25	23	0.045	0.023	0.005	0.248	0.162
2	35	Altpal.-Ob.Prot., Hornblendebändergneis, GnH	7	6	0.257	0.105	0.045	1.047	1.047
2	86	Altpal.-Ob.Prot., Migmatischer Gneis, Diatexit, Anatexit, Mi	65	63	0.600	0.042	0.004	4	1
3	68	Altpal.-Ob.Prot., Kalk- Dolomitmarmor, km	13	11	0.266	0.296	0.025	0.780	0.725
3	75	Altpal.-Ob.Prot., Kalksilicatifels, ks	96	17	0.371	0.203	0.017	2.000	1.319
3	82	Altpal.-Ob.Prot., Metabasit, mb	444	121	1.392	1	0.007	8	4
1	36	Altpal.-Ob.Prot., Leukokrater Gneis, Gnl	14	13	5	0.045	0.033	68	41
2	77	Perm-Karbon, Lamprophyrgang, L	17	17	0.395	0.100	0.015	4	1
1	111	Perm-Karbon, Quarzporphyr- Porphyritgang, P	6	6	0.101	0.097	0.021	0.242	0.242
1	1	Perm-Karbon, Aplit, A	2	2	0.105	0.105	0.017	0.192	0.192
1	40	Perm-Karbon, Granit ungedgliedert, Gr	90	71	0.179	0.074	0.016	2	0.310
1	45	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit mittel- bis grobkörnig, Gzg	160	99	0.139	0.057	0.005	1	0.127
1	44	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit fein- bis mittelkörnig, Gzf	23	3	0.094	0.095	0.086	0.103	0.103
1	42	Perm-Karbon, Granit fein- bis mittelkörnig, Grf	43	23	2	0.116	0.012	34	0.3332
1	43	Perm-Karbon, Granit mittel- bis grobkörnig, Grg	117	46	0.111	0.070	0.021	0.431	0.305
1	120	Quarzporphyr, prP	1	1	0.142	0.142	0.142	0.142	0.142
1	65	Altpal.-Ob.Prot., Quarzkeratophyr, Ke	20	19	0.969	0.844	0.136	2	2
2	41	Granit, Granodiorit, Grd	51	51	0.063	0.051	0.010	0.223	0.107
2	137	Altpal.-Ob.Prot., Dioritische Gesteine, Redwitzit, Re	78	57	0.385	0.088	0.006	3	1
2	112	Altpal.-Ob.Prot., Palit, Pa	7	7	0.017	0.015	0.014	0.023	0.023
3	17	Altpal.-Ob.Prot., Melaphyr, Diabas, Splilit, Pikrit, basische Tuff, D	120	26	21	1	0.191	507	4
2	96	Blastomylonit, Peritgneis, My	75	73	0.664	0.064	0.006	3	1.310

## Anhang 4-26 (a)

## Scandium (ppm)

GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
5	132	Pleistozän, Terrassensand, qpG	1	1	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
5	104-3	Tertiär, Obere Süßwassermolasse, Sand, OS	4	4	6	6	0	15	15
5	101-1	Tertiär, Obere Meeressmolasse Sand, OM	5	5	3	3	1	3	3
4	101-2	Tertiär, Obere Meeressmolasse, Mergel, OM	1	1	1	1	1	1	1
5	85-2	Miozän, Sand, mi	5	5	17	15	6	25	25
3	5	Tertiär, Basalt, B	6	5	23	20	10	50	50
5	74-1	Kreide, Sandstein, kro	10	10	2	1	0,03	6	6
5	74-4	Kreide, Kalksandstein, kro	1	1	2	2	2	2	2
7	163-2	Malm, Kalkstein, w	142	85	0,44	0,41	0,03	3	1
7	163-3	Malm, Dolomit, w	7	2	0,27	0,27	0,24	0,29	0,29
5	4-1	Dogger, Sandstein, b	8	4	4	2	1	9	9
4	60-1	Lias, Tonstein, l	8	6	7	7	1	11	11
4	60-2	Lias, Mergel, l	1	0					
7	60-3	Lias, Kalkstein, l	1	1	3	3	3	3	3
5	60-5	Lias, Sandstein, l	7	6	0,80	0,63	0,50	1	1
4	69	Feuerletten, Tonstein, kmf	3	3	8	7	7	8	8
5	71-1	Sandsteinkeuper, Sandstein, kms	14	14	1	1	0,28	2	2
4	71-2	Sandsteinkeuper, Tonstein, kms	6	6	5	6	3	7	7
4	70-1	Gipskeuper, Steinmergel, kmg	2	2	6	6	5	7	7
4	76-1	Unterer Keuper, Tonstein, ku	14	14	8	9	2	12	11
4	76-2	Unterer Keuper, Mergelstein, ku	1	1	6	6	6	6	6
5	76-3	Unterer Keuper, Sandstein, ku	12	12	5	5	0,58	10	10
7	76-4	Unterer Keuper, Dolomit, ku	5	5	3	3	1	4	4
7	76-5	Unterer Keuper, Kalkstein, ku	2	2	4	4	3	5	5
7	94-1	Oberer Muschelkalk, Mergelstein, mo	15	15	0,99	1	0,002	2	2
4	94-2	Oberer Muschelkalk, Kalkstein, mo	1	1	1	1	1	1	1
4	94-3	Oberer Muschelkalk, Tonstein, mo	5	5	7	8	6	9	9
5	94-5	Oberer Muschelkalk, Sandstein, mo	1	1	2	2	2	2	2
4	93-1	Mittlerer Muschelkalk, Mergelstein, mm	3	3	3	4	2	4	4
7	93-3	Mittlerer Muschelkalk, Kalkstein, mm	8	8	2	1	0,54	5	5
7	93-4	Mittlerer Muschelkalk, Dolomit, mm	1	0					
7	93-5	Mittlerer Muschelkalk, Gips, mm	1	1	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59
7	95-1	Unterer Muschelkalk, Kalkstein, mu	1	1	2	2	2	2	2
7	95-2	Unterer Muschelkalk, Kalkmergelstein, mu	1	1	3	3	3	3	3
4	95-4	Unterer Muschelkalk, Tonstein, mu	2	2	1	1	0,56	2	2
5	95-5	Unterer Muschelkalk, Sandstein, mu	6	6	1	0,91	0,66	3	3
4	149-1	Oberer Buntsandstein, Tonstein, so	16	16	7	7	4	10	9
5	149-2	Oberer Buntsandstein, Sandstein, so	11	11	3	1	0,32	8	8
5	148-1	Mittlerer Buntsandstein, Sandstein, sm	24	23	1	0,77	0,22	10	2
4	148-3	Mittlerer Buntsandstein, Tonstein, sm	6	6	8	9	7	10	10
5	142-2	Unterrotliegend, Sandstein, ru	1	1	4	4	4	4	4
6	15-1	Unterkarbon, Konglomerate, cu	2	1	7	7	7	7	7
5	15-3	Unterkarbon, Sandstein, cu	6	4	6	6	1	10	10

## Scandium (ppm)

Anhang 4-26 (b)		Scandium (ppm)									
GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90		
4	15-4	Unterkarbon, Tonschiefer, cu	32	12	13	15	4	19	19		
4	16-1	Unter- bis Oberdevon, Tonschiefer, d	16	4	20	20	16	24	24		
1	16-3	Unter- bis Oberdevon, Kieselschiefer, d	147	88	0,45	0,41	0,03	3	0,63		
7	16-5	Unter- bis Oberdevon, Kalkstein, d	9	8	4	2	0,43	14	14		
1	146-1	Silur, Kieselschiefer, si	1	1	1	1	1	1	1		
4	146-2	Silur, Tonschiefer, si	7	6	8	8	4	13	13		
4	99-1	Ordoviz, Gräfenthaler Schichten, Tonstein, oG	9	3	18	18	13	23	23		
5	99-2	Ordoviz, Gräfenthaler Schichten, Sandstein, oG	6	2	16	16	10	23	23		
2	98-1	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Tonschiefer- Phyllit, oF	12	7	12	11	1	18	18		
1	98-2	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Quarzit, oF	5	5	8	3	1	17	17		
2	103	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Phyllit-Fazies, oPh	7	5	9	11	1	15	15		
1	34	Ordoviz Metavulkanit, Metaarkose, „Epigneis“, Gne	4	4	3	3	2	5	5		
2	12	Kambrium, Phyllitfazies, cbPh	18	5	6	6	0,30	15	15		
2	11	Kambrium, Glimmerschieferfazies, cbG1	12	12	6	4	2	18	17		
2	116	Altpal.-Ob.Prot., Phyllit-Glimmerschiefer, PhG1	48	1	8	8	8	8	8		
2	32	Altpal.-Ob.Prot., Glimmerschiefer-Gneis, G1Gn	121	51	13	11	0,82	58	22		
2	33	Altpal.-Ob.Prot., Gneis ungegledert, Gn	25	24	7	6	0,97	17	15		
2	35	Altpal.-Ob.Prot., Hornblendebändergneis, GnH	7	6	20	19	1	39	39		
2	86	Altpal.-Ob.Prot., Migmatischer Gneis, Diatexit, Anatexit, Mi	65	36	11	9	0,48	25	20		
3	68	Altpal.-Ob.Prot., Kalk- Dolomitmarmor, km	13	11	4	0,41	0,17	33	28		
3	75	Altpal.-Ob.Prot., Kalksilicatifels, ks	96	31	8	5	2	39	27		
3	82	Altpal.-Ob.Prot., Metabasit, mb	444	293	18	5	0,97	69	49		
1	36	Altpal.-Ob.Prot., Leukokrater Gneis, Gnl	14	13	7	7	1	15	14		
2	77	Perm-Karbon, Lamprophyrgang, L	17	15	9	9	3	27	17		
1	111	Perm-Karbon, Quarzporphyr- Porphyritgang, P	6	6	7	5	2	13	13		
1	1	Perm-Karbon, Aplit, A	2	2	2	2	1	2	2		
1	40	Perm-Karbon, Granit ungegledert, Gr	90	58	5	5	1	9	7		
1	45	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit mittel- bis grobkörnig, Gzg	160	141	4	3	0,60	15	8		
1	44	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit fein- bis mittelkörnig, Gzf	23	23	4	4	2	9	7		
1	42	Perm-Karbon, Granit fein- bis mittelkörnig, Grf	43	32	5	4	2	10	9		
1	43	Perm-Karbon, Granit mittel- bis grobkörnig, Grg	117	115	8	5	1	90	10		
1	120	Quarzporphyr, prP	1	1	20	20	20	20	20		
1	65	Altpal.-Ob.Prot., Quarzkeratophyr, Ke	20	17	14	14	3	23	20		
2	41	Granit, Granodiorit, Grd	51	51	9	7	1	25	20		
2	137	Altpal.-Ob.Prot., Dioritische Gesteine, Redwitzit, Re	78	45	18	15	1	78	37		
2	112	Altpal.-Ob.Prot., Palit, Pa	7	3	1	1	0,88	2	2		
3	17	Altpal.-Ob.Prot., Melaphyr, Diabas, Splilit, Pikrit, basische Tuff, D	120	13	22	21	10	40	36		
2	96	Blastomylonit, Peritgneis, My	75	38	12	12	0,72	30	24		

## Anhang 4-27 (a) Zinn (ppm)

GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
5	132	Pleistozän, Terrassensand, qpG	1	1	0.163	0.163	0.163	0.163	0.163
5	104-3	Tertiär, Obere Süßwassermolasse, Sand, OS	4	4	3	3	2	4	4
5	101-1	Tertiär, Obere Meeressmolasse Sand, OM	5	5	2	2	1	2	2
4	101-2	Tertiär, Obere Meeressmolasse, Mergel, OM	1	1	0.303	0.303	0.303	0.303	0.303
5	85-2	Miozän, Sand, mi	5	5	5	5	4	7	7
3	5	Tertiär, Basalt, B	6	5	4	2	2	9	9
5	74-1	Kreide, Sandstein, kro	10	10	0.849	0.563	0.192	2	2
5	74-4	Kreide, Kalksandstein, kro	1	1	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
7	163-2	Malm, Kalkstein, w	142	85	1	0.489	0.110	2	1
7	163-3	Malm, Dolomit, w	7	2	0.176	0.176	0.161	0.191	0.191
5	4-1	Dogger, Sandstein, b	8	4	0.550	0.402	0.230	1	1
4	60-1	Lias, Tonstein, l	8	6	8	7	3	11	11
4	60-2	Lias, Mergel, l	1	0					
7	60-3	Lias, Kalkstein, l	1	1	3	3	3	3	3
5	60-5	Lias, Sandstein, l	7	6	1	1	0.389	2	2
4	69	Feuerletten, Tonstein, kmf	3	3	5	4	4	6	6
5	71-1	Sandsteinkeuper, Sandstein, kms	14	14	2	2	1	4	3
4	71-2	Sandsteinkeuper, Tonstein, kms	6	6	4	4	2	6	6
4	70-1	Gipskeuper, Steinmergel, kmg	2	2	4	4	3	4	4
4	76-1	Unterer Keuper, Tonstein, ku	14	14	3	3	3	6	5
4	76-2	Unterer Keuper, Mergelstein, ku	1	1	3	3	3	3	3
5	76-3	Unterer Keuper, Sandstein, ku	12	12	2	2	1	4	3
7	76-4	Unterer Keuper, Dolomit, ku	5	5	1	2	0.622	2	2
7	76-5	Unterer Keuper, Kalkstein, ku	2	2	2	2	2	3	3
7	94-1	Oberer Muschelkalk, Kalkstein, mo	15	15	0.728	0.636	0.224	2	2
4	94-2	Oberer Muschelkalk, Mergelstein, mo	1	1	0.715	0.715	0.715	0.715	0.715
4	94-3	Oberer Muschelkalk, Tonstein, mo	5	5	4	3	3	5	5
5	94-5	Oberer Muschelkalk, Sandstein, mo	1	1	2	2	2	2	2
4	93-1	Mittlerer Muschelkalk, Mergelstein, mm	3	3	2	3	1	4	4
7	93-3	Mittlerer Muschelkalk, Kalkstein, mm	8	8	1	1	0.300	2	2
7	93-4	Mittlerer Muschelkalk, Dolomit, mm	1	0					
7	93-5	Mittlerer Muschelkalk, Gips, mm	1	1	0.435	0.435	0.435	0.435	0.435
7	95-1	Unterer Muschelkalk, Kalkstein, mu	1	1	1	1	1	1	1
7	95-2	Unterer Muschelkalk, Kalkmergelstein, mu	1	1	2	2	2	2	2
4	95-4	Unterer Muschelkalk, Tonstein, mu	2	2	0.909	0.909	0.727	1	1
5	95-5	Unterer Muschelkalk, Sandstein, mu	6	6	2	2	0.947	3	3
4	149-1	Oberer Buntsandstein, Tonstein, so	16	16	6	6	3	7	7
5	149-2	Oberer Buntsandstein, Sandstein, so	11	11	3	3	0.553	7	6
5	148-1	Mittlerer Buntsandstein, Sandstein, sm	24	23	2	2	0.873	6	3
4	148-3	Mittlerer Buntsandstein, Tonstein, sm	6	6	7	6	5	9	9
5	142-2	Unterrotliegend, Sandstein, ru	1	1	6	6	6	6	6
6	15-1	Unterkarbon, Konglomerate, cu	2	1	2	2	2	2	2
5	15-3	Unterkarbon, Sandstein, cu	6	4	3	3	3	3	3

Anhang 4-27 (b)		Zinn (ppm)									
GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90		
4	15-4	Unterkarbon, Tonschiefer, cu	32	19	3	4	2	5	5		
4	16-1	Unter- bis Oberdevon, Tonschiefer, d	16	14	3	3	2	7	5		
1	16-3	Unter- bis Oberdevon, Kieselschiefer, d	147	88	0,677	0,519	0,110	2	1		
7	16-5	Unter- bis Oberdevon, Kalkstein, d	9	9	2	1	0,955	3	3		
1	146-1	Silur, Kieselschiefer, si	1	1	0,303	0,303	0,303	0,303	0,303		
4	146-2	Silur, Tonschiefer, si	7	6	2	2	0,682	5	5		
4	99-1	Ordoviz, Gräfenthaler Schichten, Tonstein, oG	9	9	4	3	3	5	5		
5	99-2	Ordoviz, Gräfenthaler Schichten, Sandstein, oG	6	6	3	3	2	5	5		
2	98-1	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Tonschiefer- Phyllit, oF	12	10	7	4	3	26	25		
1	98-2	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Quarzit, oF	5	5	6	2	2	14	14		
2	103	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Phyllit-Fazies, oPh	7	5	3	3	0,907	7	7		
1	34	Ordoviz Metavulkanit, Metaarkose, „Epigneis“, Gne	4	4	8	8	1	13	13		
2	12	Kambrium, Phyllitfazies, cbPh	18	7	3	3	0,090	5	5		
2	11	Kambrium, Glimmerschieferfazies, cbGl	12	12	7	7	4	22	19		
2	116	Altpal.-Ob.Prot., Phyllit-Glimmerschiefer, PhGl	48	4	5	4	3	8	8		
2	32	Altpal.-Ob.Prot., Glimmerschiefer-Gneis, GlGn	121	83	5	3	0,101	124	8		
2	33	Altpal.-Ob.Prot., Gneis ungegledert, Gn	25	24	4	3	2	7	6		
2	35	Altpal.-Ob.Prot., Hornblendebändergneis, GnH	7	6	2	2	0,599	4	4		
2	86	Altpal.-Ob.Prot., Migmatischer Gneis, Diatexit, Anatexit, Mi	65	60	3	2	0,555	7	6		
3	68	Altpal.-Ob.Prot., Kalk- Dolomitmarmor, km	13	13	1	0,892	0,053	4	4		
3	75	Altpal.-Ob.Prot., Kalksilicatifels, ks	96	76	17	5	0,810	190	39		
3	82	Altpal.-Ob.Prot., Metabasit, mb	445	93	3	2	1	28	11		
1	36	Altpal.-Ob.Prot., Leukokrater Gneis, Gnl	14	13	28	5	0,243	288	179		
2	77	Perm-Karbon, Lamprophyrgang, L	17	17	2	2	0,938	4	4		
1	111	Perm-Karbon, Quarzporphyr- Porphyritgang, P	6	6	5	6	2	8	8		
1	1	Perm-Karbon, Aplit, A	2	2	15	15	1	28	28		
1	40	Perm-Karbon, Granit ungegledert, Gr	90	71	8	7	0,593	25	13		
1	45	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit mittel- bis grobkörnig, Gzg	160	153	11	9	0,993	45	22		
1	44	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit fein- bis mittelkörnig, Gzf	23	23	14	10	7	36	23		
1	42	Perm-Karbon, Granit fein- bis mittelkörnig, Grf	43	40	20	9	3	307	30		
1	43	Perm-Karbon, Granit mittel- bis grobkörnig, Grg	117	115	14	10	1	42	29		
1	120	Quarzporphyr, prP	1	1	2	2	2	2	2		
1	65	Altpal.-Ob.Prot., Quarzkeratophyr, Ke	20	17	122	77	4	390	295		
2	41	Granit, Granodiorit, Grd	51	51	4	2	0,651	19	8		
2	137	Altpal.-Ob.Prot., Dioritische Gesteine, Redwitzit, Re	78	57	4	3	1	19	7		
2	112	Altpal.-Ob.Prot., Palit, Pa	7	7	4	3	1	6	6		
3	17	Altpal.-Ob.Prot., Melaphyr, Diabas, Splilit, Pikrit, basische Tuff, D	120	13	2	2	1	4	3		
2	96	Blastomylonit, Peritgneis, My	75	71	4	3	0,516	9	7		

## Anhang 4-28 (a) Strontium (ppm)

GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
5	132	Pleistozän, Terrassensand, qpG	1	1	167	167	167	167	167
5	104-3	Tertiär, Obere Süßwassermolasse, Sand, OS	4	4	200	158	135	349	349
5	101-1	Tertiär, Obere Meeressmolasse Sand, OM	5	5	109	111	51	163	163
4	101-2	Tertiär, Obere Meeressmolasse, Mergel, OM	1	1	4	4	4	4	4
5	85-2	Miozän, Sand, mi	5	5	91	101	44	136	136
3	5	Tertiär, Basalt, B	6	6	607	600	27	1196	1196
5	74-1	Kreide, Sandstein, kro	10	10	13	10	4	36	34
5	74-4	Kreide, Kalksandstein, kro	1	1	178	178	178	178	178
7	163-2	Malm, Kalkstein, w	142	142	274	284	1	406	390
7	163-3	Malm, Dolomit, w	7	7	47	45	40	57	57
5	4-1	Dogger, Sandstein, b	8	8	28	18	10	90	90
4	60-1	Lias, Tonstein, l	8	8	62	36	23	224	224
4	60-2	Lias, Mergel, l	1	1	135	135	135	135	135
7	60-3	Lias, Kalkstein, l	1	1	251	251	251	251	251
5	60-5	Lias, Sandstein, l	7	7	36	9	4	178	178
4	69	Feuerletten, Tonstein, kmf	3	3	181	79	41	423	423
5	71-1	Sandsteinkeuper, Sandstein, kms	14	14	98	109	5	200	177
4	71-2	Sandsteinkeuper, Tonstein, kms	6	6	143	144	113	171	171
4	70-1	Gipskeuper, Steinmergel, kmg	2	2	129	129	129	129	129
4	76-1	Unterer Keuper, Tonstein, ku	14	14	150	138	101	298	238
4	76-2	Unterer Keuper, Mergelstein, ku	1	1	89	89	89	89	89
5	76-3	Unterer Keuper, Sandstein, ku	12	12	116	125	42	163	156
7	76-4	Unterer Keuper, Dolomit, ku	5	5	196	198	171	232	232
7	76-5	Unterer Keuper, Kalkstein, ku	2	2	110	110	90	129	129
7	94-1	Oberer Muschelkalk, Kalkstein, mo	15	15	568	578	210	986	902
4	94-2	Oberer Muschelkalk, Mergelstein, mo	1	1	47	47	47	47	47
4	94-3	Oberer Muschelkalk, Tonstein, mo	5	5	204	214	151	246	246
5	94-5	Oberer Muschelkalk, Sandstein, mo	1	1	133	133	133	133	133
4	93-1	Mittlerer Muschelkalk, Mergelstein, mm	3	3	697	575	396	1120	1120
7	93-3	Mittlerer Muschelkalk, Kalkstein, mm	8	8	775	585	121	2605	2605
7	93-4	Mittlerer Muschelkalk, Dolomit, mm	1	1	33231	33231	33231	33231	33231
7	93-5	Mittlerer Muschelkalk, Gips, mm	1	1	1893	1893	1893	1893	1893
7	95-1	Unterer Muschelkalk, Kalkstein, mu	1	1	5310	5310	5310	5310	5310
7	95-2	Unterer Muschelkalk, Kalkmergelstein, mu	1	1	690	690	690	690	690
4	95-4	Unterer Muschelkalk, Tonstein, mu	2	2	10355	10355	5310	15400	15400
5	95-5	Unterer Muschelkalk, Sandstein, mu	6	6	284	162	90	678	678
4	149-1	Oberer Buntsandstein, Tonstein, so	16	16	289	180	116	1910	796
5	149-2	Oberer Buntsandstein, Sandstein, so	11	11	113	103	18	186	185
5	148-1	Mittlerer Buntsandstein, Sandstein, sm	24	24	195	111	33	814	694
4	148-3	Mittlerer Buntsandstein, Tonstein, sm	6	6	317	343	164	398	398
5	142-2	Unterrotliegend, Sandstein, ru	1	1	80	80	80	80	80
6	15-1	Unterkarbon, Konglomerate, cu	2	2	176	176	42	309	309
5	15-3	Unterkarbon, Sandstein, cu	6	6	81	62	38	149	149

## Anhang 4-28 (b) Strontium (ppm)

GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
4	15-4	Unterkarbon, Tonschiefer, cu	32	32	87	55	20	764	137
4	16-1	Unter- bis Oberdevon, Tonschiefer, d	16	16	104	69	22	392	280
1	16-3	Unter- bis Oberdevon, Kieselschiefer, d	147	147	265	276	1	406	390
7	16-5	Unter- bis Oberdevon, Kalkstein, d	9	9	226	243	4	512	512
1	146-1	Silur, Kieselschiefer, si	1	1	4	4	4	4	4
4	146-2	Silur, Tonschiefer, si	7	7	44	32	16	134	134
4	99-1	Ordoviz, Gräfenthaler Schichten, Tonstein, oG	9	9	90	70	32	187	187
5	99-2	Ordoviz, Gräfenthaler Schichten, Sandstein, oG	6	6	77	29	2	320	320
2	98-1	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Tonschiefer- Phyllit, oF	12	12	81	78	34	132	129
1	98-2	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Quarzit, oF	5	5	61	56	23	113	113
2	103	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Phyllit-Fazies, oPh	7	7	77	52	24	186	186
1	34	Ordoviz Metavulkanit, Metaarkose, „Epigneis“, Gne	4	4	31	31	27	33	33
2	12	Kambrium, Phyllitfazies, cbPh	18	7	57	57	0	154	154
2	11	Kambrium, Glimmerschieferfazies, cbG1	12	12	81	59	15	165	163
2	116	Altpal.-Ob.Prot., Phyllit-Glimmerschiefer, PhG1	48	7	120	64	4	285	285
2	32	Altpal.-Ob.Prot., Glimmerschiefer-Gneis, G1Gn	121	107	233	160	6	1900	389
2	33	Altpal.-Ob.Prot., Gneis ungedgliedert, Gn	25	25	305	169	26	1410	1110
2	35	Altpal.-Ob.Prot., Hornblendebändergneis, GnH	7	7	244	213	89	503	503
2	86	Altpal.-Ob.Prot., Migmatischer Gneis, Diatexit, Anatexit, Mi	65	65	228	208	25	759	396
3	68	Altpal.-Ob.Prot., Kalk- Dolomitmarmor, km	13	13	340	283	174	1160	885
3	75	Altpal.-Ob.Prot., Kalksilicatsfels, ks	96	27	829	468	90	4176	2055
3	82	Altpal.-Ob.Prot., Metabasit, mb	444	273	203	166	2	902	380
1	36	Altpal.-Ob.Prot., Leukokrater Gneis, Gnl	14	14	198	173	28	521	435
2	77	Perm-Karbon, Lamprophyrgang, L	17	17	947	893	101	2380	1788
1	111	Perm-Karbon, Quarzporphyr- Porphyritgang, P	6	6	98	100	42	162	162
1	1	Perm-Karbon, Aplit, A	2	2	281	281	8	554	554
1	40	Perm-Karbon, Granit ungedgliedert, Gr	90	90	200	171	10	688	367
1	45	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit mittel- bis grobkörnig, Gzq	160	160	160	93	4	1550	398
1	44	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit fein- bis mittelkörnig, Gzf	23	23	46	45	9	100	77
1	42	Perm-Karbon, Granit fein- bis mittelkörnig, Grf	43	43	105	94	4	290	216
1	43	Perm-Karbon, Granit mittel- bis grobkörnig, Grq	117	117	108	74	9	687	240
1	120	Quarzporphyr, prP	1	1	1480	1480	1480	1480	1480
1	65	Altpal.-Ob.Prot., Quarzkeratophyr, Ke	20	19	91	89	3	187	180
2	41	Granit, Granodiorit, Grd	51	51	548	342	15	1690	1320
2	137	Altpal.-Ob.Prot., Dioritische Gesteine, Redwitzit, Re	78	78	550	407	4	3960	859
2	112	Altpal.-Ob.Prot., Palit, Pa	7	7	404	438	26	865	865
3	17	Altpal.-Ob.Prot., Melaphyr, Diabas, Splilit, Pikrit, basische Tuff, D	120	120	418	353	10	2000	764
2	96	Blastomylonit, Peritgneis, My	75	75	335	231	46	1089	815

## Anhang 4-29 (a)

## Thorium (ppm)

GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
5	132	Pleistozän, Terrassensand, qpG	1	1	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
5	104-3	Tertiär, Obere Süßwassermolasse, Sand, OS	4	4	9	9	8	10	10
5	101-1	Tertiär, Obere Meeressmolasse Sand, OM	5	5	3	4	2	4	4
4	101-2	Tertiär, Obere Meeressmolasse, Mergel, OM	1	1	1	1	1	1	1
5	85-2	Miozän, Sand, mi	5	5	18	18	10	23	23
3	5	Tertiär, Basalt, B	6	4	8	7	4	12	12
5	74-1	Kreide, Sandstein, kro	10	10	0,3	0,01	0,01	3	3
5	74-4	Kreide, Kalksandstein, kro	1	1	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
7	163-2	Malm, Kalkstein, w	142	141	5	0,13	0,02	19	15
7	163-3	Malm, Dolomit, w	7	7	2	1	0,2	4	4
5	4-1	Dogger, Sandstein, b	8	8	7	3	1	18	18
4	60-1	Lias, Tonstein, l	8	8	16	16	1	29	29
4	60-2	Lias, Mergel, l	1	1	1	1	1	1	1
7	60-3	Lias, Kalkstein, l	1	1	3	3	3	3	3
5	60-5	Lias, Sandstein, l	7	7	5	4	1	8	8
4	69	Feuerletten, Tonstein, kmf	3	3	17	19	11	21	21
5	71-1	Sandsteinkeuper, Sandstein, kms	14	14	6	5	2	16	11
4	71-2	Sandsteinkeuper, Tonstein, kms	6	6	12	11	10	17	17
4	70-1	Gipskeuper, Steinmergel, kmg	2	2	11	11	8	13	13
4	76-1	Unterer Keuper, Tonstein, ku	14	14	11	11	7	17	15
4	76-2	Unterer Keuper, Mergelstein, ku	1	1	11	11	11	11	11
5	76-3	Unterer Keuper, Sandstein, ku	12	12	7	7	3	11	11
7	76-4	Unterer Keuper, Dolomit, ku	5	5	3	4	2	4	4
7	76-5	Unterer Keuper, Kalkstein, ku	2	2	5	5	5	6	6
7	94-1	Oberer Muschelkalk, Kalkstein, mo	15	15	1	1	0,2	4	3
4	94-2	Oberer Muschelkalk, Mergelstein, mo	1	1	3	3	3	3	3
4	94-3	Oberer Muschelkalk, Tonstein, mo	5	5	9	9	8	12	12
5	94-5	Oberer Muschelkalk, Sandstein, mo	1	1	14	14	14	14	14
4	93-1	Mittlerer Muschelkalk, Mergelstein, mm	3	3	4	4	2	7	7
7	93-3	Mittlerer Muschelkalk, Kalkstein, mm	8	8	2	2	1	5	5
7	93-4	Mittlerer Muschelkalk, Dolomit, mm	1	1	36	36	36	36	36
7	93-5	Mittlerer Muschelkalk, Gips, mm	1	1	2	2	2	2	2
7	95-1	Unterer Muschelkalk, Kalkstein, mu	1	1	1	1	1	1	1
7	95-2	Unterer Muschelkalk, Kalkmergelstein, mu	1	1	3	3	3	3	3
4	95-4	Unterer Muschelkalk, Tonstein, mu	2	2	1	1	1	1	1
5	95-5	Unterer Muschelkalk, Sandstein, mu	6	6	12	11	8	17	17
4	149-1	Oberer Buntsandstein, Tonstein, so	16	16	11	12	5	15	14
5	149-2	Oberer Buntsandstein, Sandstein, so	11	11	8	8	2	17	17
5	148-1	Mittlerer Buntsandstein, Sandstein, sm	24	24	5	5	1	12	11
4	148-3	Mittlerer Buntsandstein, Tonstein, sm	6	6	11	12	9	13	13
5	142-2	Unterrotliegend, Sandstein, ru	1	1	20	20	20	20	20
6	15-1	Unterkarbon, Konglomerate, cu	2	2	3	3	0,77	4	4
5	15-3	Unterkarbon, Sandstein, cu	6	6	5	6	0,77	10	10



## Anhang 4-29 (b)

## Thorium (ppm)

GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
4	15-4	Unterkarbon, Tonschiefer, cu	32	32	15	14	4	34	23
4	16-1	Unter- bis Oberdevon, Tonschiefer, d	16	16	12	14	0,77	23	20
1	16-3	Unter- bis Oberdevon, Kieselschiefer, d	147	146	5	0,17	0,02	20	15
7	16-5	Unter- bis Oberdevon, Kalkstein, d	9	9	4	2	0,49	9	9
1	146-1	Silur, Kieselschiefer, si	1	1	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
4	146-2	Silur, Tonschiefer, si	7	7	7	8	1	10	10
4	99-1	Ordoviz, Gräfenthaler Schichten, Tonstein, oG	9	9	20	20	11	24	24
5	99-2	Ordoviz, Gräfenthaler Schichten, Sandstein, oG	6	6	24	15	10	74	74
2	98-1	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Tonschiefer- Phyllit, oF	12	12	17	18	7	25	24
1	98-2	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Quarzit, oF	5	5	19	17	16	23	23
2	103	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Phyllit-Fazies, oPh	7	7	10	10	2	19	19
1	34	Ordoviz Metavulkanit, Metaarkose, „Epigneis“, Gne	4	4	12	11	9	17	17
2	12	Kambrium, Phyllitfazies, cbPh	18	7	8	10	0,04	13	13
2	11	Kambrium, Glimmerschieferfazies, cbG1	12	12	11	10	5	22	20
2	116	Altpal.-Ob.Prot., Phyllit-Glimmerschiefer, PhG1	48	7	14	19	4	22	22
2	32	Altpal.-Ob.Prot., Glimmerschiefer-Gneis, G1Gn	121	105	9	9	0,04	119	15
2	33	Altpal.-Ob.Prot., Gneis ungedgliedert, Gn	25	25	12	11	0,73	44	26
2	35	Altpal.-Ob.Prot., Hornblendebändergneis, GnH	7	7	3	2	0,20	8	8
2	86	Altpal.-Ob.Prot., Migmatischer Gneis, Diatexit, Anatexit, Mi	65	64	9	9	0,66	28	16
3	68	Altpal.-Ob.Prot., Kalk- Dolomitmarmor, km	13	13	2	0,92	0,13	9	8
3	75	Altpal.-Ob.Prot., Kalksilicatsfels, ks	96	27	7	7	0,31	30	15
3	82	Altpal.-Ob.Prot., Metabasit, mb	444	111	6	2	0,01	49	13
1	36	Altpal.-Ob.Prot., Leukokrater Gneis, Gnl	14	14	15	10	0,32	37	35
2	77	Perm-Karbon, Lamprophyrgang, L	17	16	6	3	2	43	17
1	111	Perm-Karbon, Quarzporphyr- Porphyritgang, P	6	6	30	30	22	39	39
1	1	Perm-Karbon, Aplit, A	2	2	2	2	0,63	3	3
1	40	Perm-Karbon, Granit ungedgliedert, Gr	90	72	23	15	0,22	134	56
1	45	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit mittel- bis grobkörnig, Gzg	160	153	14	13	0,73	60	25
1	44	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit fein- bis mittelkörnig, Gzf	23	23	20	13	5	43	41
1	42	Perm-Karbon, Granit fein- bis mittelkörnig, Grf	43	40	18	20	0,15	61	34
1	43	Perm-Karbon, Granit mittel- bis grobkörnig, Grg	117	116	28	33	1	56	45
1	120	Quarzporphyr, prP	1	1	3	3	3	3	3
1	65	Altpal.-Ob.Prot., Quarzkeratophyr, Ke	20	17	17	18	9	23	22
2	41	Granit, Granodiorit, Grd	51	51	16	6	0,33	98	45
2	137	Altpal.-Ob.Prot., Dioritische Gesteine, Redwitzit, Re	78	55	13	11	0,03	43	27
2	112	Altpal.-Ob.Prot., Palit, Pa	7	7	2	2	0,73	5	5
3	17	Altpal.-Ob.Prot., Melaphyr, Diabas, Splilit, Pikrit, basische Tuff, D	120	42	5	3	0,50	30	12
2	96	Blastomylonit, Peritgneis, My	75	75	9	7	0,22	41	17

Anhang 4-30 (a)		TiO <sub>2</sub> (Gew.-%)							
GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
5	132	Pleistozän, Terrassensand, qpG	1	1	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
5	104-3	Tertiär, Obere Süßwassermolasse, Sand, OS	39	39	0,68	0,70	0,22	1,28	1,08
5	101-1	Tertiär, Obere Meeressmolasse Sand, OM	5	5	0,39	0,46	0,15	0,56	0,56
4	101-2	Tertiär, Obere Meeressmolasse, Mergel, OM	5	5	0,63	0,59	0,54	0,78	0,78
5	85-2	Miozän, Sand, mi	1	1	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12
3	5	Tertiär, Basalt, B	5	5	2,61	2,40	0,99	5,00	5,00
5	74-1	Kreide, Sandstein, kro	10	10	0,17	0,12	0,07	0,45	0,44
5	74-4	Kreide, Kalksandstein, kro	1	1	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
4	163-1	Malm, Mergel, w	1	1	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
7	163-2	Malm, Kalkstein, w	131	130	0,01	0,01	0,01	0,06	0,01
7	163-3	Malm, Dolomit, w	7	7	0,02	0,02	0,01	0,03	0,03
5	4-1	Dogger, Sandstein, b	8	8	0,29	0,24	0,09	0,63	0,63
4	4-2	Dogger, Tonstein, b	1	1	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
4	60-1	Lias, Tonstein, l	8	8	1,28	1,31	0,82	1,60	1,60
4	60-2	Lias, Mergel, l	1	1	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
7	60-3	Lias, Kalkstein, l	1	1	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
5	60-5	Lias, Sandstein, l	7	7	0,17	0,14	0,09	0,29	0,29
4	69	Feuerleiten, Tonstein, kmf	3	3	1,05	0,95	0,70	1,49	1,49
5	71-1	Sandsteinkeuper, Sandstein, kms	14	14	0,14	0,13	0,06	0,31	0,29
4	71-2	Sandsteinkeuper, Tonstein, kms	3	3	0,53	0,64	0,31	0,64	0,64
4	70-1	Gipskeuper, Steinmergel, kmg	2	2	0,55	0,55	0,40	0,70	0,70
4	76-1	Unterer Keuper, Tonstein, ku	14	14	0,76	0,84	0,30	1,00	1,00
4	76-2	Unterer Keuper, Mergelstein, ku	1	1	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
5	76-3	Unterer Keuper, Sandstein, ku	12	12	0,63	0,68	0,10	1,13	1,09
7	76-4	Unterer Keuper, Dolomit, ku	5	5	0,19	0,20	0,10	0,26	0,26
7	76-5	Unterer Keuper, Kalkstein, ku	2	2	0,32	0,32	0,22	0,42	0,42
7	94-1	Oberer Muschelkalk, Kalkstein, mo	11	11	0,07	0,06	0,03	0,16	0,15
4	94-2	Oberer Muschelkalk, Mergelstein, mo	1	1	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
4	94-3	Oberer Muschelkalk, Tonstein, mo	5	5	0,60	0,61	0,53	0,65	0,65
5	94-5	Oberer Muschelkalk, Sandstein, mo	1	1	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
4	93-1	Mittlerer Muschelkalk, Mergelstein, mm	3	3	0,31	0,34	0,13	0,46	0,46
7	93-2	Mittlerer Muschelkalk, Kalkstein, mm	5	5	0,11	0,11	0,05	0,19	0,19
7	93-4	Mittlerer Muschelkalk, Dolomit, mm	1	1	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
7	93-5	Mittlerer Muschelkalk, Gips, mm	1	1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
7	95-1	Unterer Muschelkalk, Kalkstein, mu	2	2	0,08	0,08	0,04	0,11	0,11
7	95-2	Unterer Muschelkalk, Kalkmergelstein, mu	1	1	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
4	95-4	Unterer Muschelkalk, Tonstein, mu	1	1	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
5	95-5	Unterer Muschelkalk, Sandstein, mu	2	2	0,15	0,15	0,12	0,17	0,17
4	149-1	Oberer Buntsandstein, Tonstein, so	16	16	0,72	0,75	0,32	0,83	0,81
5	149-2	Oberer Buntsandstein, Sandstein, so	12	12	0,37	0,36	0,04	0,73	0,72
5	148-1	Mittlerer Buntsandstein, Sandstein, sm	24	24	0,19	0,14	0,03	0,90	0,38
4	148-3	Mittlerer Buntsandstein, Tonstein, sm	6	6	0,89	0,89	0,79	0,99	0,99
5	150-1	Unterer Buntsandstein, Sandstein, su	4	4	0,10	0,09	0,06	0,15	0,15

Anhang 4-30 (b)		TiO <sub>2</sub> (Gew.-%)									
GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90		
5	142-2	Unterrotliegend, Sandstein, ru	1	1	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47		
6	142-3	Unterrotliegend, Konglomerat, ru	1	1	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43		
1	142-6	Unterrotliegend, Tuffit, ru	1	1	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79		
6	15-1	Unterkarbon, Konglomerate, cu	2	2	0.41	0.41	0.39	0.42	0.42		
5	15-2	Unterkarbon, Grauwacken, cu	6	6	0.59	0.59	0.27	0.94	0.94		
4	15-4	Unterkarbon, Tonschiefer, cu	32	32	1.08	0.95	0.29	2.43	2.00		
4	16-1	Unter- bis Oberdevon, Tonschiefer, d	16	16	1.32	1.00	0.71	3.62	2.87		
1	16-3	Unter- bis Oberdevon, Kieselschiefer, d	5	5	0.16	0.03	0.03	0.62	0.62		
7	16-5	Unter- bis Oberdevon, Kieselschiefer, d	9	9	0.33	0.16	0.00	1.00	1.00		
1	146-1	Silur, Kieselschiefer, si	1	1	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03		
4	146-2	Silur, Tonschiefer, si	8	8	0.57	0.53	0.03	1.50	1.50		
4	99-1	Ordoviz, Grätenthaler Schichten, Tonstein, oG	9	9	1.01	1.00	0.95	1.06	1.06		
2	98-1	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Tonschiefer-Phyllit, oF	11	11	0.96	0.97	0.86	1.03	1.02		
1	98-2	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Quarzit, oF	3	3	0.52	0.54	0.36	0.67	0.67		
4	10-1	Kambrium, Tonschiefer, cb	1	1	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91		
2	103	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Phyllit-Fazies, oPh	5	5	0.87	0.92	0.65	0.94	0.94		
4	100	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Glimmersch.-Fazies, oGI	3	3	0.98	0.97	0.95	1.01	1.01		
1	34	Ordoviz Metavulkanit, Metaarkose, „Epigneis“, Gne	7	7	0.28	0.22	0.17	0.48	0.48		
2	12	Kambrium, Phyllitfazies, cbPh	18	7	0.56	0.64	0.01	0.93	0.89		
2	11	Kambrium, Glimmerschieferfazies, cbGI	8	8	0.37	0.36	0.09	0.80	0.80		
2	116	Altpal.-Ob.Prot., Phyllit-Glimmerschiefer, PhGI	47	46	0.66	0.69	0.08	0.99	0.93		
2	32	Altpal.-Ob.Prot., Glimmerschiefer-Gneis, GIgn	129	129	0.75	0.77	0.03	2.20	1.16		
2	33	Altpal.-Ob.Prot., Gneis ungliedert, Gn	49	49	0.76	0.77	0.09	1.99	1.13		
2	35	Altpal.-Ob.Prot., Hornblendebändergneis, Gnh	7	7	0.69	0.78	0.09	1.29	1.29		
2	86	Altpal.-Ob.Prot., Migmatischer Gneis, Diatexit, Anatexit, MI	71	71	0.77	0.75	0.05	2.50	1.25		
3	68	Altpal.-Ob.Prot., Kalk-Dolomitmarmor, km	12	12	0.13	0.06	0.02	0.70	0.60		
3	75	Altpal.-Ob.Prot., Kalksilicafels, ks	76	75	0.60	0.55	0.06	2.09	0.85		
3	82	Altpal.-Ob.Prot., Metabasit, mb	208	208	1.21	1.03	0.01	5.19	2.45		
1	36	Altpal.-Ob.Prot., Leukokrater Gneis, Gnl	28	28	0.38	0.29	0.05	1.17	0.91		
2	77	Perm-Karbon, Lamprophyrgang, L	16	16	0.63	0.69	0.02	1.12	1.06		
1	111	Perm-Karbon, Quarzporphyr- Porphyritgang, P	6	6	0.32	0.30	0.02	0.67	0.67		
1	1	Perm-Karbon, Aplit, A	1	1	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07		
1	40	Perm-Karbon, Granit ungliedert, Gr	108	108	0.34	0.33	0.03	1.37	0.51		
1	45	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit mittel- bis grobkörnig, Gzg	175	124	0.38	0.31	0.02	1.11	0.64		
1	44	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit fein- bis mittelkörnig, Gzf	23	3	0.17	0.05	0.05	0.41	0.41		
1	42	Perm-Karbon, Granit fein- bis mittelkörnig, Grf	53	39	0.35	0.28	0.06	1.00	1.00		
1	43	Perm-Karbon, Granit mittel- bis grobkörnig, Grg	104	102	0.46	0.42	0.07	1.00	1.00		
1	65	Altpal.-Ob.Prot., Quarzkeratophyr, Ke	6	4	0.56	0.58	0.09	1.00	1.00		
2	137	Altpal.-Ob.Prot., Dioritische Gesteine, Redwitzit, Re	93	93	1.07	1.18	0.16	2.27	1.67		
2	112	Altpal.-Ob.Prot., Palit, Pa	10	10	0.89	1.04	0.04	1.94	1.93		
3	17	Altpal.-Ob.Prot., Melaphyr, Diabas, Splilit, Pikrit, basische Tuff, D	120	120	3.83	3.00	0.91	73.00	5.00		
2	96	Blastomylonit, Perigneis My	81	81	0.91	0.84	0.14	2.91	1.57		

## Thallium (ppm)

GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
5	132	Pleistozän, Terrassensand, qpG	1	1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
5	104-3	Tertiär, Obere Süßwassermolasse, Sand, OS	4	4	0.63	0.53	0.36	1	1
5	101-1	Tertiär, Obere Meeressmolasse Sand, OM	5	5	0.17	0.17	0.11	0.22	0.22
4	101-2	Tertiär, Obere Meeressmolasse, Mergel, OM	1	1	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
5	85-2	Miozän, Sand, mi	5	5	0.75	0.67	0.43	1	1
3	5	Tertiär, Basalt, B	6	5	6	0.31	0.01	18	18
5	74-1	Kreide, Sandstein, kro	10	10	3	2	0.04	11	11
5	74-4	Kreide, Kalksandstein, kro	1	1	1	1	1	1	1
7	163-2	Malm, Kalkstein, w	142	85	0.08	0.01	0.01	4	0.15
7	163-3	Malm, Dolomit, w	7	2	0.06	0.06	0.02	0.10	0.10
5	4-1	Dogger, Sandstein, b	8	4	0.04	0.04	0.03	0.06	0.06
4	60-1	Lias, Tonstein, l	8	6	1	0.42	0.23	1	1
4	60-2	Lias, Mergel, l	1	0					
7	60-3	Lias, Kalkstein, l	1	1	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
5	60-5	Lias, Sandstein, l	7	6	0.13	0.09	0.03	0.33	0.33
4	69	Feuerletten, Tonstein, kmf	3	3	0.69	0.81	0.39	0.87	0.87
5	71-1	Sandsteinkeuper, Sandstein, kms	14	14	0.43	0.43	0.02	1	0.88
4	71-2	Sandsteinkeuper, Tonstein, kms	6	6	1.41	1.15	0.36	4	4
4	70-1	Gipskeuper, Steinmergel, kmg	2	2	0.92	0.92	0.76	1.07	1.07
4	76-1	Unterer Keuper, Tonstein, ku	14	14	0.55	0.44	0.25	1.26	1.07
4	76-2	Unterer Keuper, Mergelstein, ku	1	1	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91
5	76-3	Unterer Keuper, Sandstein, ku	12	12	0.32	0.34	0.15	0.52	0.50
7	76-4	Unterer Keuper, Dolomit, ku	5	5	0.25	0.27	0.12	0.38	0.38
7	76-5	Unterer Keuper, Kalkstein, ku	2	2	0.23	0.23	0.20	0.27	0.27
7	94-1	Oberer Muschelkalk, Kalkstein, mo	15	14	0.07	0.07	0.01	0.16	0.13
4	94-2	Oberer Muschelkalk, Mergelstein, mo	1	1	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
4	94-3	Oberer Muschelkalk, Tonstein, mo	5	5	0.57	0.44	0.37	1	1
5	94-5	Oberer Muschelkalk, Sandstein, mo	1	1	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
4	93-1	Mittlerer Muschelkalk, Mergelstein, mm	3	3	0.32	0.29	0.26	0.41	0.41
7	93-3	Mittlerer Muschelkalk, Kalkstein, mm	8	7	0.18	0.13	0.01	0.60	0.60
7	93-4	Mittlerer Muschelkalk, Dolomit, mm	1	0					
7	93-5	Mittlerer Muschelkalk, Gips, mm	1	1	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
7	95-1	Unterer Muschelkalk, Kalkstein, mu	1	1	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
7	95-2	Unterer Muschelkalk, Kalkmergelstein, mu	1	1	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
4	95-4	Unterer Muschelkalk, Tonstein, mu	2	2	0.08	0.08	0.07	0.09	0.09
5	95-5	Unterer Muschelkalk, Sandstein, mu	6	6	0.69	0.59	0.50	1	1
4	149-1	Oberer Buntsandstein, Tonstein, so	16	16	0.93	0.73	0.54	3	2
5	149-2	Oberer Buntsandstein, Sandstein, so	11	11	0.48	0.52	0.08	1	1
5	148-1	Mittlerer Buntsandstein, Sandstein, sm	24	23	0.37	0.35	0.11	0.66	0.60
4	148-3	Mittlerer Buntsandstein, Tonstein, sm	6	6	0.79	0.77	0.60	1	1
5	142-2	Unterrotliegend, Sandstein, ru	1	1	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81
6	15-1	Unterkarbon, Konglomerate, cu	2	1	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
5	15-3	Unterkarbon, Sandstein, cu	6	4	0.29	0.34	0.11	0.38	0.38

## Thallium (ppm)

Anhang 4-31 (b)		Thallium (ppm)									
GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90		
4	15-4	Unterkarbon, Tonstiefer, cu	32	12	0.70	0.76	0.22	1	1		
4	16-1	Unter- bis Oberdevon, Tonstiefer, d	16	4	0.43	0.24	0.01	1	1		
1	16-3	Unter- bis Oberdevon, Kieselschiefer, d	147	88	0.09	0.01	0.01	4	0.15		
7	16-5	Unter- bis Oberdevon, Kalkstein, d	9	8	0.21	0.10	0.07	0.75	0.75		
1	146-1	Silur, Kieselschiefer, si	1	1	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11		
4	146-2	Silur, Tonstiefer, si	7	6	1.19	1.26	0.56	2	2		
4	99-1	Ordoviz, Gräfenthaler Schichten, Tonstein, oG	9	3	0.89	0.82	0.74	1	1		
5	99-2	Ordoviz, Gräfenthaler Schichten, Sandstein, oG	6	2	0.64	0.64	0.41	0.87	0.87		
2	98-1	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Tonstiefer-Phyllit, oF	12	7	0.75	0.73	0.50	1	1		
1	98-2	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Quarzit, oF	5	5	0.67	0.41	0.28	1	1		
2	103	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Phyllit-Fazies, oPh	7	5	1	0.75	0.15	2	2		
1	34	Ordoviz Metavulkanit, Metaarkose, „Epigneis“, Gne	4	4	1	1	0.92	2	2		
2	12	Kambrium, Phyllitfazies, cbPh	18	5	0.46	0.53	0.01	0.71	0.71		
2	11	Kambrium, Glimmerschieferfazies, cbG1	12	12	1	1	0.48	2	2		
2	116	Altpal.-Ob.Prot., Phyllit-Glimmerschiefer, PhG1	48	1	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87		
2	32	Altpal.-Ob.Prot., Glimmerschiefer-Gneis, G1Gn	121	75	0.81	0.39	0.01	26	1		
2	33	Altpal.-Ob.Prot., Gneis ungegledert, Gn	25	24	0.68	0.66	0.22	2	1		
2	35	Altpal.-Ob.Prot., Hornblendebändergneis, GnH	7	6	0.10	0.10	0.01	0.19	0.19		
2	86	Altpal.-Ob.Prot., Migmatischer Gneis, Diatexit, Anatexit, Mi	65	64	0.97	0.33	0.03	30	1		
3	68	Altpal.-Ob.Prot., Kalk-Dolomitmarmor, km	13	11	0.05	0.02	0.01	0.31	0.26		
3	75	Altpal.-Ob.Prot., Kalksilicatsfels, ks	96	16	0.16	0.04	0.01	0.59	0.54		
3	82	Altpal.-Ob.Prot., Metabasit, mb	444	106	0.13	0.08	0.01	1	0.27		
1	36	Altpal.-Ob.Prot., Leukokrater Gneis, Gnl	14	13	2	1	0.26	10	7		
2	77	Perm-Karbon, Lamprophyrgang, L	17	17	0.52	0.47	0.12	2	0.73		
1	111	Perm-Karbon, Quarzporphyr- Porphyritgang, P	6	6	2	1	1	2	2		
1	1	Perm-Karbon, Aplit, A	2	2	1	1	0.28	2	2		
1	40	Perm-Karbon, Granit ungegledert, Gr	90	83	6	1	0.04	57	29		
1	45	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit mittel- bis grobkörnig, Gzg	160	106	3	1	0.08	50	2		
1	44	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit fein- bis mittelkörnig, Gzf	23	3	3	3	1	4	4		
1	42	Perm-Karbon, Granit fein- bis mittelkörnig, Grf	43	23	4	2	1	27	10		
1	43	Perm-Karbon, Granit mittel- bis grobkörnig, Grg	117	46	2	2	0.84	2	2		
1	120	Quarzporphyr, prP	1	1	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30		
1	65	Altpal.-Ob.Prot., Quarzkeratophyr, Ke	20	17	1	0.78	0.14	4	4		
2	41	Granit, Granodiorit, Grd	51	51	0.86	0.62	0.14	2	2		
2	137	Altpal.-Ob.Prot., Dioritische Gesteine, Redwitzit, Re	156	4	8	0.85	0.01	53	27		
2	112	Altpal.-Ob.Prot., Palit, Pa	7	6	0.41	0.46	0.01	0.70	0.70		
3	17	Altpal.-Ob.Prot., Melaphyr, Diabas, Splilit, Pikrit, basische Tuff, D	120	12	0.09	0.05	0.01	0.51	0.40		
2	96	Blastomylonit, Peritgneis, My	75	72	0.43	0.18	0.08	2.20	0.97		

## Anhang 4-32 (a)

## Uran (ppm)

GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
5	132	Pleistozän, Terrassensand, qpG	1	1	0.221	0.221	0.221	0.221	0.221
5	104-3	Tertiär, Obere Süßwassermolasse, Sand, OS	4	4	2	2	2	3	3
5	101-1	Tertiär, Obere Meeressmolasse Sand, OM	5	5	1	1	1	1	1
4	101-2	Tertiär, Obere Meeressmolasse, Mergel, OM	1	1	3	3	3	3	3
5	85-2	Miozän, Sand, mi	5	5	4	4	3	6	6
3	5	Tertiär, Basalt, B	6	4	2	2	0.690	3	3
5	74-1	Kreide, Sandstein, kro	10	10	0.071	0.002	0.002	0.697	0.627
5	74-4	Kreide, Kalksandstein, kro	1	1	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008
7	163-2	Malm, Kalkstein, w	142	140	0.579	0.451	0.202	4	0.660
7	163-3	Malm, Dolomit, w	7	7	0.600	0.660	0.122	1	1
5	4-1	Dogger, Sandstein, b	8	8	1	0.756	0.530	4	4
4	60-1	Lias, Tonstein, l	8	8	6	6	0.690	11	11
4	60-2	Lias, Mergel, l	1	1	0.660	0.660	0.660	0.660	0.660
7	60-3	Lias, Kalkstein, l	1	1	2	2	2	2	2
5	60-5	Lias, Sandstein, l	7	7	1	1	0.690	2	2
4	69	Feuerletten, Tonstein, kmf	3	3	4	3	2	8	8
5	71-1	Sandsteinkeuper, Sandstein, kms	14	14	2	1	0.432	5	4
4	71-2	Sandsteinkeuper, Tonstein, kms	6	6	12	3	2	56	56
4	70-1	Gipskeuper, Steinmergel, kmg	2	2	3	3	3	3	3
4	76-1	Unterer Keuper, Tonstein, ku	14	14	3	3	2	4	4
4	76-2	Unterer Keuper, Mergelstein, ku	1	1	3	3	3	3	3
5	76-3	Unterer Keuper, Sandstein, ku	12	12	2	2	0.867	3	3
7	76-4	Unterer Keuper, Dolomit, ku	5	5	3	2	0.861	6	6
7	76-5	Unterer Keuper, Kalkstein, ku	2	2	4	4	2	6	6
7	94-1	Oberer Muschelkalk, Kalkstein, mo	15	15	0.829	0.672	0.279	2	2
4	94-2	Oberer Muschelkalk, Mergelstein, mo	1	1	1	1	1	1	1
4	94-3	Oberer Muschelkalk, Tonstein, mo	5	5	2	2	2	3	3
5	94-5	Oberer Muschelkalk, Sandstein, mo	1	1	4	4	4	4	4
4	93-1	Mittlerer Muschelkalk, Mergelstein, mm	3	3	2	2	2	3	3
7	93-3	Mittlerer Muschelkalk, Kalkstein, mm	8	8	3	3	2	4	4
7	93-4	Mittlerer Muschelkalk, Dolomit, mm	1	1	0.660	0.660	0.660	0.660	0.660
7	93-5	Mittlerer Muschelkalk, Gips, mm	1	1	0.542	0.542	0.542	0.542	0.542
7	95-1	Unterer Muschelkalk, Kalkstein, mu	1	1	2	2	2	2	2
7	95-2	Unterer Muschelkalk, Kalkmergelstein, mu	1	1	3	3	3	3	3
4	95-4	Unterer Muschelkalk, Tonstein, mu	2	2	2	2	1	2	2
5	95-5	Unterer Muschelkalk, Sandstein, mu	6	6	2	2	1	5	5
4	149-1	Oberer Buntsandstein, Tonstein, so	16	16	4	3	2	14	8
5	149-2	Oberer Buntsandstein, Sandstein, so	11	11	2	2	0.565	4	4
5	148-1	Mittlerer Buntsandstein, Sandstein, sm	24	24	1	1	0.305	4	3
4	148-3	Mittlerer Buntsandstein, Tonstein, sm	6	6	4	3	1	12	12
5	142-2	Unterrotliegend, Sandstein, ru	1	1	2	2	2	2	2
6	15-1	Unterkarbon, Konglomerate, cu	2	2	2	2	0.690	3	3
5	15-3	Unterkarbon, Sandstein, cu	6	6	2	2	0.690	3	3

## Anhang 4-32 (b)

## Uran (ppm)

GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
4	15-4	Unterkarbon, Tonschiefer, cu	32	32	6	4	2	29	12
4	16-1	Unter- bis Oberdevon, Tonschiefer, d	16	16	3	2	0.508	7	5
1	16-3	Unter- bis Oberdevon, Kieselschiefer, d	147	145	0.694	0.454	0.202	5	0.660
7	16-5	Unter- bis Oberdevon, Kalkstein, d	9	9	0.818	0.536	0.265	2	2
1	146-1	Silur, Kieselschiefer, si	1	1	3	3	3	3	3
4	146-2	Silur, Tonschiefer, si	7	7	12	12	0.690	26	26
4	99-1	Ordoviz, Gräfenhalder Schichten, Tonstein, oG	9	9	3	3	2	4	4
5	99-2	Ordoviz, Gräfenhalder Schichten, Sandstein, oG	6	6	5	2	2	19	19
2	98-1	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Tonschiefer-Phyllit, oF	12	12	3	3	0.690	4	4
1	98-2	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Quarzit, oF	5	5	5	4	2	7	7
2	103	Ordoviz, Frauenbach-Phycodenschichten, Phyllit-Fazies, oPh	7	7	2	2	0.433	5	5
1	34	Ordoviz Metavulkanit, Metaarkose, „Epigneis“, Gne	4	4	5	5	2	7	7
2	12	Kambrium, Phyllitfazies, cbPh	18	7	2	2	0.046	4	4
2	11	Kambrium, Glimmerschieferfazies, cbGl	12	12	6	5	2	17	17
2	116	Altpal.-Ob.Prot., Phyllit-Glimmerschiefer, PhGl	48	7	2	0.690	0.500	4	4
2	32	Altpal.-Ob.Prot., Glimmerschiefer-Gneis, GlGn	121	107	3	3	0.022	14	6
2	33	Altpal.-Ob.Prot., Gneis ungedgliedert, Gn	25	25	3	3	0.660	12	6
2	35	Altpal.-Ob.Prot., Hornblendebändergneis, GnH	7	7	0.859	0.896	0.149	2	2
2	86	Altpal.-Ob.Prot., Migmatischer Gneis, Diatexit, Anatexit, Mi	65	64	3	2	0.357	30	6
3	68	Altpal.-Ob.Prot., Kalk-Dolomitmarmor, km	13	13	0.819	0.500	0.086	3	3
3	75	Altpal.-Ob.Prot., Kalksilicatsfels, ks	96	29	2	2	0.086	7	4
3	82	Altpal.-Ob.Prot., Metabasit, mb	444	173	2	1	0.008	16	5
1	36	Altpal.-Ob.Prot., Leukokrater Gneis, Gnl	14	14	3	3	0.277	5	5
2	77	Perm-Karbon, Lamprophyrgang, L	17	17	2	0.993	0.472	11	5
1	111	Perm-Karbon, Quarzporphyr- Porphyritgang, P	6	6	9	8	6	15	15
1	1	Perm-Karbon, Aplit, A	2	2	12	12	0.768	23	23
1	40	Perm-Karbon, Granit ungedgliedert, Gr	90	72	5	4	0.176	14	9
1	45	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit mittel- bis grobkörnig, Gzg	160	153	7	5	0.513	41	15
1	44	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit fein- bis mittelkörnig, Gzf	23	23	7	6	4	22	14
1	42	Perm-Karbon, Granit fein- bis mittelkörnig, Grf	43	41	7	6	0.690	25	13
1	43	Perm-Karbon, Granit mittel- bis grobkörnig, Grg	117	117	15	16	0.690	33	24
1	120	Quarzporphyr, prP	1	1	0.681	0.681	0.681	0.681	0.681
1	65	Altpal.-Ob.Prot., Quarzkeratophyr, Ke	20	17	6	6	1	10	9
2	41	Granit, Granodiorit, Grd	51	51	2	1	0.407	17	5
2	137	Altpal.-Ob.Prot., Dioritische Gesteine, Redwitz, Re	78	55	3	3	0.059	13	6
2	112	Altpal.-Ob.Prot., Palit, Pa	7	7	2	0.660	0.660	4	4
3	17	Altpal.-Ob.Prot., Melaphyr, Diabas, Splilit, Pikrit, basische Tuff, D	120	41	1	1	0.105	3	2
2	96	Blastomylonit, Peritgneis, My	75	75	3	3	0.090	6	4

## Vanadium (ppm)

GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
5	132	Pleistozän, Terrassensand, qpG	1	1	2	2	2	2	2
5	104-3	Tertiär, Obere Süßwassermolasse, Sand, OS	4	4	30016	37045	42	45931	45931
5	101-1	Tertiär, Obere Meeresmolasse Sand, OM	5	5	38	46	24	48	48
4	101-2	Tertiär, Obere Meeresmolasse, Mergel, OM	1	1	244	244	244	244	244
5	85-2	Miozän, Sand, mi	5	5	118	116	67	158	158
3	5	Tertiär, Basalt, B	6	6	237	246	41	380	380
5	74-1	Kreide, Sandstein, kro	10	10	20	12	5	42	42
5	74-4	Kreide, Kalksandstein, kro	1	1	15	15	15	15	15
7	163-2	Malm, Kalkstein, w	142	141	5	3	0,3	30	10
7	163-3	Malm, Dolomit, w	7	7	5	5	1	10	10
5	4-1	Dogger, Sandstein, b	8	8	72	36	15	268	268
4	60-1	Lias, Tonstein, l	8	8	142	140	108	189	189
4	60-2	Lias, Mergel, l	1	1	295	295	295	295	295
7	60-3	Lias, Kalkstein, l	1	1	35	35	35	35	35
5	60-5	Lias, Sandstein, l	7	7	14	14	10	19	19
4	69	Feuerletten, Tonstein, kmf	3	3	124	89	78	205	205
5	71-1	Sandsteinkeuper, Sandstein, kms	14	14	16	15	5	39	37
4	71-2	Sandsteinkeuper, Tonstein, kms	6	6	524	90	52	2730	2730
4	70-1	Gipskeuper, Steinmergel, kmg	2	2	78	78	58	98	98
4	76-1	Unterer Keuper, Tonstein, ku	14	14	117	136	31	174	170
4	76-2	Unterer Keuper, Mergelstein, ku	1	1	81	81	81	81	81
5	76-3	Unterer Keuper, Sandstein, ku	12	12	74	79	10	156	146
7	76-4	Unterer Keuper, Dolomit, ku	5	5	37	39	25	50	46
7	76-5	Unterer Keuper, Kalkstein, ku	2	2	64	64	32	96	96
7	94-1	Oberer Muschelkalk, Kalkstein, mo	15	15	14	15	2	25	22
4	94-2	Oberer Muschelkalk, Mergelstein, mo	1	1	17	17	17	17	17
4	94-3	Oberer Muschelkalk, Tonstein, mo	5	5	112	112	79	141	141
5	94-5	Oberer Muschelkalk, Sandstein, mo	1	1	24	24	24	24	24
4	93-1	Mittlerer Muschelkalk, Mergelstein, mm	3	3	51	60	32	61	61
7	93-3	Mittlerer Muschelkalk, Kalkstein, mm	8	8	22	24	9	35	35
7	93-4	Mittlerer Muschelkalk, Dolomit, mm	1	1	25	25	25	25	25
7	93-5	Mittlerer Muschelkalk, Gips, mm	1	1	7	7	7	7	7
7	95-1	Unterer Muschelkalk, Kalkstein, mu	1	1	18	18	18	18	18
7	95-2	Unterer Muschelkalk, Kalkmergelstein, mu	1	1	42	42	42	42	42
4	95-4	Unterer Muschelkalk, Tonstein, mu	2	2	29	29	18	39	39
5	95-5	Unterer Muschelkalk, Sandstein, mu	6	6	12	9	8	27	27
4	149-1	Oberer Buntsandstein, Tonstein, so	16	16	120	114	64	176	170
5	149-2	Oberer Buntsandstein, Sandstein, so	11	11	38	29	4	106	102
5	148-1	Mittlerer Buntsandstein, Sandstein, sm	24	24	20	10	3	175	37
4	148-3	Mittlerer Buntsandstein, Tonstein, sm	6	6	142	142	95	198	198
5	142-2	Unterrothliegend, Sandstein, ru	1	1	26	26	26	26	26
6	15-1	Unterkarbon, Konglomerate, cu	2	2	81	81	52	110	110
5	15-3	Unterkarbon, Sandstein, cu	6	6	76	83	49	93	93



## Vanadium (ppm)

Anhang 4-33 (b)		Vanadium (ppm)									
GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90		
4	15-4	Unterkarbon, Tonschiefer, cu	32	32	157	149	60	252	228		
4	16-1	Unter- bis Oberdevon, Tonschiefer, d	16	16	190	198	111	277	245		
1	16-3	Unter- bis Oberdevon, Kiesel-schiefer, d	147	146	12	4	0,3	319	11		
7	16-5	Unter- bis Oberdevon, Kalkstein, d	9	9	42	22	9	139	139		
1	146-1	Silur, Kiesel-schiefer, si	1	1	244	244	244	244	244		
4	146-2	Silur, Tonschiefer, si	7	7	933	516	104	2683	2683		
4	99-1	Ordoviz, Gräntenthaler Schichten, Tonstein, oG	9	9	144	152	44	178	178		
5	99-2	Ordoviz, Gräntenthaler Schichten, Sandstein, oG	6	6	81	51	32	213	213		
2	98-1	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Tonschiefer- Phyllit, oF	12	12	119	130	11	184	172		
1	98-2	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Quarzit, oF	5	5	77	52	24	136	136		
2	103	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Phyllit-Fazies, oPh	7	7	74	99	2	113	113		
1	34	Ordoviz Metavulkanit, Metaarkose, „Epigneis“, Gne	4	4	17	17	12	21	21		
2	12	Kambrium, Phyllitfazies, cbPh	18	6	82	90	11	148	148		
2	11	Kambrium, Glimmerschieferfazies, cbGI	12	12	35	14	1	135	122		
2	116	Altpal.-Ob.Prot., Phyllit-Glimmerschiefer, PhGI	48	6	72	89	16	111	111		
2	32	Altpal.-Ob.Prot., Glimmerschiefer-Gneis, GI/Gn	121	105	113	111	0,01	422	212		
2	33	Altpal.-Ob.Prot., Gneis ungliedert, Gn	25	25	83	84	4	167	150		
2	35	Altpal.-Ob.Prot., Hornblendebändergneis, GnH	7	7	155	126	5	330	330		
2	86	Altpal.-Ob.Prot., Migmatischer Gneis, Diatexit, Anatexit, Mi	65	64	112	102	3	470	197		
3	68	Altpal.-Ob.Prot., Kalk- Dolomitmarmor, km	13	11	42	7	1	282	250		
3	75	Altpal.-Ob.Prot., Kalksilicatifels, ks	96	94	85	67	12	416	152		
3	82	Altpal.-Ob.Prot., Metabasit, mb	444	444	224	190	3	808	413		
1	36	Altpal.-Ob.Prot., Leukokrater Gneis, Gnl	14	14	42	42	0,1	110	97		
2	77	Perm-Karbon, Lamprophyrgang, L	17	17	82	70	0,2	209	205		
1	111	Perm-Karbon, Quarzporphyr- Porphyritgang, P	6	6	23	17	7	55	55		
1	1	Perm-Karbon, Aplit, A	2	2	3	3	0,5	5	5		
1	40	Perm-Karbon, Granit ungliedert, Gr	90	89	25	27	1	99	40		
1	45	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit mittel- bis grobkörnig, GzG	160	160	22	11	2	187	57		
1	44	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit fein- bis mittelkörnig, Gzf	23	23	11	11	0,5	23	19		
1	42	Perm-Karbon, Granit fein- bis mittelkörnig, Grf	43	39	23	17	0	105	51		
1	43	Perm-Karbon, Granit mittel- bis grobkörnig, GrG	117	117	21	13	1	127	59		
1	120	Quarzporphyr, prP	1	1	205	205	205	205	205		
1	65	Altpal.-Ob.Prot., Quarzkeratophyr, Ke	20	20	65	55	1	203	157		
2	41	Granit, Granodiorit, Grd	51	51	70	34	1	257	198		
2	137	Altpal.-Ob.Prot., Dioritische Gesteine, Redwitzit, Re	78	78	121	106	3	623	200		
2	112	Altpal.-Ob.Prot., Palit, Pa	7	7	70	110	5	126	126		
3	17	Altpal.-Ob.Prot., Melaphyr, Diabas, Splilit, Pikrit, basische Tuff, D	120	120	288	295	61	560	380		
2	96	Blastomylonit, Peritgneis, My	75	75	111	106	5	324	205		

## Anhang 4-34 (a)

## Yttrium (ppm)

GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
5	132	Pleistozän, Terrassensand, qpG	1	1	7	7	7	7	7
5	104-3	Tertiär, Obere Süßwassermolasse, Sand, OS	4	4	20	20	19	22	22
5	101-1	Tertiär, Obere Meeresmolasse Sand, OM	5	5	9	10	6	12	12
4	101-2	Tertiär, Obere Meeresmolasse, Mergel, OM	1	1	6	6	6	6	6
5	85-2	Miozän, Sand, mi	5	5	16	11	9	30	30
3	5	Tertiär, Basalt, B	6	6	49	26	18	115	115
5	74-1	Kreide, Sandstein, kro	10	10	9	6	3	21	20
5	74-4	Kreide, Kalksandstein, kro	1	1	94	94	94	94	94
7	163-2	Malm, Kalkstein, w	142	142	4	1	0,200	39	14
7	163-3	Malm, Dolomit, w	7	7	32	32	8	68	68
5	4-1	Dogger, Sandstein, b	8	8	30	10	0,210	105	105
4	60-1	Lias, Tonstein, l	8	8	41	28	12	99	99
4	60-2	Lias, Mergel, l	1	1	122	122	122	122	122
7	60-3	Lias, Kalkstein, l	1	1	27	27	27	27	27
5	60-5	Lias, Sandstein, l	7	7	15	5	2	77	77
4	69	Feuerletten, Tonstein, kmf	3	3	28	31	22	32	32
5	71-1	Sandsteinkeuper, Sandstein, kms	14	14	8	6	3	30	23
4	71-2	Sandsteinkeuper, Tonstein, kms	6	6	18	17	13	31	31
4	70-1	Gipskeuper, Steinmergel, kmg	2	2	20	20	20	21	21
4	76-1	Unterer Keuper, Tonstein, ku	14	14	19	20	10	25	24
4	76-2	Unterer Keuper, Mergelstein, ku	1	1	19	19	19	19	19
5	76-3	Unterer Keuper, Sandstein, ku	12	12	17	20	3	29	27
7	76-4	Unterer Keuper, Dolomit, ku	5	5	10	12	4	14	14
7	76-5	Unterer Keuper, Kalkstein, ku	2	2	13	13	12	14	14
7	94-1	Oberer Muschelkalk, Kalkstein, mo	15	15	6	7	4	9	8
4	94-2	Oberer Muschelkalk, Mergelstein, mo	1	1	7	7	7	7	7
4	94-3	Oberer Muschelkalk, Tonstein, mo	5	5	13	13	9	19	19
5	94-5	Oberer Muschelkalk, Sandstein, mo	1	1	18	18	18	18	18
4	93-1	Mittlerer Muschelkalk, Mergelstein, mm	3	3	9	10	4	13	13
7	93-3	Mittlerer Muschelkalk, Kalkstein, mm	8	8	4	4	2	6	6
7	93-4	Mittlerer Muschelkalk, Dolomit, mm	1	1	58	58	58	58	58
7	93-5	Mittlerer Muschelkalk, Gips, mm	1	1	2	2	2	2	2
7	95-1	Unterer Muschelkalk, Kalkstein, mu	1	1	4	4	4	4	4
7	95-2	Unterer Muschelkalk, Kalkmergelstein, mu	1	1	4	4	4	4	4
4	95-4	Unterer Muschelkalk, Tonstein, mu	2	2	4	4	3	4	4
5	95-5	Unterer Muschelkalk, Sandstein, mu	6	6	8	6	4	18	18
4	149-1	Oberer Buntsandstein, Tonstein, so	16	16	21	21	13	27	27
5	149-2	Oberer Buntsandstein, Sandstein, so	11	11	12	10	3	23	23
5	148-1	Mittlerer Buntsandstein, Sandstein, sm	24	24	10	6	2	68	19
4	148-3	Mittlerer Buntsandstein, Tonstein, sm	6	6	25	26	18	30	30
5	142-2	Unterrotliegend, Sandstein, ru	1	1	25	25	25	25	25
6	15-1	Unterkarbon, Konglomerate, cu	2	2	58	58	20	95	95
5	15-3	Unterkarbon, Sandstein, cu	6	6	35	15	5	82	82

Anhang 4-34 (b)		Yttrium (ppm)									
GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90		
4	15-4	Unterkarbon, Tonschiefer, cu	32	24	17	16	0,210	63	46		
4	16-1	Unter- bis Oberdevon, Tonschiefer, d	16	6	47	40	21	101	101		
1	16-3	Unter- bis Oberdevon, Kieselschiefer, d	147	147	5	1	0,200	78	15		
7	16-5	Unter- bis Oberdevon, Kalkstein, d	9	8	11	11	0,555	22	22		
1	146-1	Silur, Kieselschiefer, si	1	1	6	6	6	6	6		
4	146-2	Silur, Tonschiefer, si	7	7	36	31	11	66	66		
4	99-1	Ordoviz, Gräfenthaler Schichten, Tonstein, oG	9	3	20	20	19	22	22		
5	99-2	Ordoviz, Gräfenthaler Schichten, Sandstein, oG	6	2	33	33	20	45	45		
2	98-1	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Tonschiefer- Phyllit, oF	12	9	34	21	12	98	98		
1	98-2	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Quarzit, oF	5	5	18	15	10	28	28		
2	103	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Phyllit-Fazies, oPh	7	7	28	14	3	54	54		
1	34	Ordoviz Metavulkanit, Metaarkose, „Epigneis“, Gne	4	4	14	15	8	17	17		
2	12	Kambrium, Phyllitfazies, cbPh	18	6	16	19	1	25	25		
2	11	Kambrium, Glimmerschieferfazies, cbGl	12	12	17	16	5	26	26		
2	116	Altpal.-Ob.Prot., Phyllit-Glimmerschiefer, PhGl	48	6	49	31	18	111	111		
2	32	Altpal.-Ob.Prot., Glimmerschiefer-Gneis, GlGn	121	105	26	22	1	126	46		
2	33	Altpal.-Ob.Prot., Gneis ungedgliedert, Gn	25	25	17	16	2	44	32		
2	35	Altpal.-Ob.Prot., Hornblendebändergneis, GnH	7	7	17	14	4	35	35		
2	86	Altpal.-Ob.Prot., Migmatischer Gneis, Diatexit, Anatexit, Mi	65	65	21	19	4	107	33		
3	68	Altpal.-Ob.Prot., Kalk- Dolomitmarmor, km	13	11	9	4	1	36	34		
3	75	Altpal.-Ob.Prot., Kalksilicatifels, ks	96	22	29	22	12	104	60		
3	82	Altpal.-Ob.Prot., Metabasit, mb	444	258	26	24	0,200	122	46		
1	36	Altpal.-Ob.Prot., Leukokrater Gneis, Gnl	14	14	21	20	1	47	42		
2	77	Perm-Karbon, Lamprophyrgang, L	17	17	13	13	8	25	21		
1	111	Perm-Karbon, Quarzporphyr- Porphyritgang, P	6	6	45	45	13	65	65		
1	1	Perm-Karbon, Aplit, A	2	2	3	3	3	4	4		
1	40	Perm-Karbon, Granit ungedgliedert, Gr	90	90	21	16	4	111	42		
1	45	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit mittel- bis grobkörnig, Gzg	160	160	17	15	3	82	28		
1	44	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit fein- bis mittelkörnig, Gzf	23	23	24	25	6	41	37		
1	42	Perm-Karbon, Granit fein- bis mittelkörnig, Grf	43	38	23	15	6	113	66		
1	43	Perm-Karbon, Granit mittel- bis grobkörnig, Grg	117	117	18	18	2	102	27		
1	120	Quarzporphyr, prP	1	1	16	16	16	16	16		
1	65	Altpal.-Ob.Prot., Quarzkeratophyr, Ke	20	20	42	45	13	90	71		
2	41	Granit, Granodiorit, Grd	51	51	15	13	1	44	28		
2	137	Altpal.-Ob.Prot., Dioritische Gesteine, Redwitzit, Re	78	78	32	31	2	97	49		
2	112	Altpal.-Ob.Prot., Palit, Pa	7	7	20	24	2	47	47		
3	17	Altpal.-Ob.Prot., Melaphyr, Diabas, Splilit, Pikrit, basische Tuff, D	120	115	33	32	8	90	41		
2	96	Blastomylonit, Peritgneis, My	75	75	23	21	4	78	32		

## Anhang 4-35 (a) Zink (ppm)

GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90
5	132	Pleistozän, Terrassensand, qpG	1	1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
5	104-3	Tertiär, Obere Süßwassermolasse, Sand, OS	4	4	71	69	50	94	94
5	101-1	Tertiär, Obere Meeressmolasse Sand, OM	5	5	41	46	30	51	51
4	101-2	Tertiär, Obere Meeressmolasse, Mergel, OM	1	1	35	35	35	35	35
5	85-2	Miozän, Sand, mi	5	5	45	42	33	72	72
3	5	Tertiär, Basalt, B	6	6	172	176	112	258	258
5	74-1	Kreide, Sandstein, kro	10	10	30	22	10	113	105
5	74-4	Kreide, Kalksandstein, kro	1	1	113	113	113	113	113
7	163-2	Malm, Kalkstein, w	142	139	8	5	0,32	86	11
7	163-3	Malm, Dolomit, w	7	7	4	5	0,01	7	7
5	4-1	Dogger, Sandstein, b	8	8	33	13	1	107	107
4	60-1	Lias, Tonstein, l	8	8	72	4	0,01	485	485
4	60-2	Lias, Mergel, l	1	1	76	76	76	76	76
7	60-3	Lias, Kalkstein, l	1	1	211	211	211	211	211
5	60-5	Lias, Sandstein, l	7	7	5	6	0,01	11	11
4	69	Feuerletten, Tonstein, kmf	3	3	46	61	0,01	76	76
5	71-1	Sandsteinkeuper, Sandstein, kms	14	14	37	22	0,01	140	121
4	71-2	Sandsteinkeuper, Tonstein, kms	6	6	130	93	38	350	350
4	70-1	Gipskeuper, Steinmergel, kmg	2	2	154	154	151	157	157
4	76-1	Unterer Keuper, Tonstein, ku	14	14	101	52	42	639	369
4	76-2	Unterer Keuper, Mergelstein, ku	1	1	266	266	266	266	266
5	76-3	Unterer Keuper, Sandstein, ku	12	12	92	61	30	288	251
7	76-4	Unterer Keuper, Dolomit, ku	5	5	24	24	21	25	25
7	76-5	Unterer Keuper, Kalkstein, ku	2	2	35	35	27	43	43
7	94-1	Oberer Muschelkalk, Kalkstein, mo	15	15	24	13	1	127	105
4	94-2	Oberer Muschelkalk, Mergelstein, mo	1	1	70	70	70	70	70
4	94-3	Oberer Muschelkalk, Tonstein, mo	5	5	74	61	46	134	134
5	94-5	Oberer Muschelkalk, Sandstein, mo	1	1	319	319	319	319	319
4	93-1	Mittlerer Muschelkalk, Mergelstein, mm	3	3	40	37	36	46	46
7	93-3	Mittlerer Muschelkalk, Kalkstein, mm	8	8	130	29	14	826	826
7	93-4	Mittlerer Muschelkalk, Dolomit, mm	1	1	9	9	9	9	9
7	93-5	Mittlerer Muschelkalk, Gips, mm	1	1	1	1	1	1	1
7	95-1	Unterer Muschelkalk, Kalkstein, mu	1	1	14	14	14	14	14
7	95-2	Unterer Muschelkalk, Kalkmergelstein, mu	1	1	21	21	21	21	21
4	95-4	Unterer Muschelkalk, Tonstein, mu	2	2	11	11	7	14	14
5	95-5	Unterer Muschelkalk, Sandstein, mu	6	6	19	13	0,01	48	48
4	149-1	Oberer Buntsandstein, Tonstein, so	16	16	138	90	50	835	349
5	149-2	Oberer Buntsandstein, Sandstein, so	11	11	42	31	0,01	102	96
5	148-1	Mittlerer Buntsandstein, Sandstein, sm	24	24	18	14	0,01	94	33
4	148-3	Mittlerer Buntsandstein, Tonstein, sm	6	6	111	103	94	158	158
5	142-2	Unterrotliegend, Sandstein, ru	1	1	63	63	63	63	63
6	15-1	Unterkarbon, Konglomerate, cu	2	2	55	55	24	86	86
5	15-3	Unterkarbon, Sandstein, cu	6	6	102	79	41	209	209

## Zink (ppm)

Anhang 4-35 (b)		Zink (ppm)									
GH	Legenden Nr	Stratigraphie, Petrographie	n Proben	n Analysen	arithm. Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Perzentile 90		
4	15-4	Unterkarbon, Tonschiefer, cu	32	32	110	105	41	271	160		
4	16-1	Unter- bis Oberdevon, Tonschiefer, d	16	16	110	112	60	176	160		
1	16-3	Unter- bis Oberdevon, Kieselschiefer, d	147	144	9	5	0,01	153	12		
7	16-5	Unter- bis Oberdevon, Kalkstein, d	9	9	38	25	0,01	123	123		
1	146-1	Silur, Kieselschiefer, si	1	1	35	35	35	35	35		
4	146-2	Silur, Tonschiefer, si	7	7	118	93	33	235	235		
4	99-1	Ordoviz, Gräfenthaler Schichten, Tonstein, oG	9	9	135	126	68	299	299		
5	99-2	Ordoviz, Gräfenthaler Schichten, Sandstein, oG	6	6	42	33	7	101	101		
2	98-1	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Tonschiefer- Phyllit, oF	12	12	112	101	71	199	185		
1	98-2	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Quarzit, oF	5	5	76	61	0,01	164	164		
2	103	Ordoviz, Frauenbach- Phycodenschichten, Phyllit-Fazies, oPh	7	7	53	59	3	108	108		
1	34	Ordoviz Metavulkanit, Metaarkose, „Epigneis“, Gne	4	4	41	42	14	64	64		
2	12	Kambrium, Phyllitfazies, cbPh	18	14	109	87	1	512	319		
2	11	Kambrium, Glimmerschieferfazies, cbG1	12	12	49	48	3	114	102		
2	116	Altpal.-Ob.Prot., Phyllit-Glimmerschiefer, PhG1	48	44	71	58	4	255	130		
2	32	Altpal.-Ob.Prot., Glimmerschiefer-Gneis, G1Gn	121	118	132	96	6	3754	173		
2	33	Altpal.-Ob.Prot., Gneis ungedgliedert, Gn	25	25	95	84	12	212	176		
2	35	Altpal.-Ob.Prot., Hornblendebändergneis, GnH	7	7	64	61	6	160	160		
2	86	Altpal.-Ob.Prot., Migmatischer Gneis, Diatexit, Anatexit, Mi	65	65	88	94	12	269	136		
3	68	Altpal.-Ob.Prot., Kalk- Dolomitmarmor, km	13	13	17	0,01	0,01	109	88		
3	75	Altpal.-Ob.Prot., Kalksilicatifels, ks	96	96	82	66	9	500	147		
3	82	Altpal.-Ob.Prot., Metabasit, mb	444	444	86	81	9	460	138		
1	36	Altpal.-Ob.Prot., Leukokrater Gneis, Gnl	14	14	62	62	4	115	112		
2	77	Perm-Karbon, Lamprophyrgang, L	17	17	77	64	20	294	170		
1	111	Perm-Karbon, Quarzporphyr- Porphyritgang, P	6	6	60	72	18	87	87		
1	1	Perm-Karbon, Aplit, A	2	2	45	45	26	63	63		
1	40	Perm-Karbon, Granit ungedgliedert, Gr	90	90	59	54	10	159	92		
1	45	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit mittel- bis grobkörnig, Gzg	160	160	53	50	14	159	77		
1	44	Perm-Karbon, Zweiglimmergranit fein- bis mittelkörnig, Gzf	23	23	46	44	28	85	57		
1	42	Perm-Karbon, Granit fein- bis mittelkörnig, Grf	43	43	64	62	25	134	98		
1	43	Perm-Karbon, Granit mittel- bis grobkörnig, Grg	117	117	70	68	5	372	103		
1	120	Quarzporphyr, prP	1	1	87	87	87	87	87		
1	65	Altpal.-Ob.Prot., Quarzkeratophyr, Ke	20	18	732	606	16	2409	2320		
2	41	Granit, Granodiorit, Grd	51	51	57	56	7	109	83		
2	137	Altpal.-Ob.Prot., Dioritische Gesteine, Redwitzit, Re	78	78	68	78	14	260	148		
2	112	Altpal.-Ob.Prot., Palit, Pa	7	7	80	83	10	118	118		
3	17	Altpal.-Ob.Prot., Melaphyr, Diabas, Splilit, Pikrit, basische Tuff, D	120	120	127	125	58	252	166		
2	96	Blastomylonit, Peritgneis, My	75	75	84	83	21	149	119		



Bayerisches Landesamt für Umwelt

ISSN 0932 - 9269