



Geologische Bundesanstalt
Fachabteilung Geochemie

Geologie
Geophysik
Geochemie

Verifizierung und fachliche Bewertung
von Forschungsergebnissen und
Anomalienhinweisen aus regionalen und
überregionalen Basisaufnahmen und Detailprojekten

Herbert Pirkl

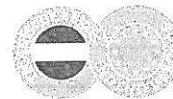
GEOÖKO

Dr. Herbert Pirkl
Techn. Büro für Geologie

G
E
O
Ö
K
O

Gentzgasse 17/1/6
A-1180 Wien
Tel. +43-1/4796291
Fax. +43-1/4796291
e.mail: hpirkl@netway.at

Mobilitel. 0664/2052364



MITGLIED
DES FACHVERBANDES

Erwartbare geogene Grundgehalte von Schwermetallen in Ober- und Niederösterreich

(Teilbericht zu Projekt ÜLG 28/2001)

PIRKL, H.

Februar 2002

Bankverbindungen:

Creditanstalt
Konto 02413652500
BLZ 11000

ATU 13220806

Inhalt:

1. Ausgangslage und Arbeitsziel
2. Definitionen und Arbeitsmethodik
3. Diskussion geogener Schwermetall-Grundgehalte
 - 3.1 Böhmisches Mass
 - 3.2 Molasse, Flysch und Kalkalpen
 - 3.3 Zentralalpines Kristallin
4. Verwendete Unterlagen

Beilagen:

- 1 Hauptkomponentenanalyse Bachsedimente Böhmisches Mass / alle Punkte, alle Haupt- und Spurenelemente
- 2 Hauptkomponentenanalyse Bachsedimente Böhmisches Mass / Kleineinzugsgebiete, alle Haupt- und Spurenelemente
- 3 Hauptkomponentenanalyse Bachsedimente OÖ/NÖ Molasse, Flysch und Kalkalpen, alle Haupt- und Spurenelemente

1. Ausgangslage und Arbeitsziel

Zur Abklärung von Schwermetallverteilungen in Umweltmedien laufen in Österreich zwei Programmlinien – die systematische geochemische Kartierung mittels Bachsediment-geochemie einerseits und die Monitoringprogramme Bodenzustandsinventur (BZI) und Wassergütererhebung (WGEV) andererseits. Diese zwei Linien gehen jeweils von sehr unterschiedlicher Durchführungsphilosophie aus, sowohl hinsichtlich ihrer Beprobungsdichte als auch der gewählten Analytik.

Im Rahmen der geochemischen Kartierung wurden bisher bereits über 36.000 Punkte nach einheitlicher Methodik beprobt (ÖNORM G1031) und auf 35 bis 45 Elemente analysiert; ergänzend dazu liegen tausende gesteinsgeochemische und bodengeochemische Multielementanalysen vor.

Die Bodenzustandsinventuren erfassen meist nur mehrere hundert Probepunkte pro Bundesland, die Wassergütererhebung an Flüssen nur wenige hundert Punkte über ganz Österreich. Die Analytik im Rahmen der Monitoringprogramme erfolgt auf durchschnittlich 10 Elemente im Königswasseraufschluss.

Bei der Interpretation der Monitoringprogramme bestehen zwei prinzipielle Probleme:

- die Punkt-/Fläche-Problematik und
- die fehlende Bewertungsbasis

Bei Böden besteht eine hohe lokale Variabilität, sodass die Aussagen von BZI-Einzelproben (auch wenn sie über einen Kreis von zehn Meter gemittelt werden) kaum für größere Flächen repräsentativ erscheinen.

Die WGEV-Probepunkte an den größeren Flüssen besitzen demgegenüber sehr große Einzugsgebiete, sodass sich mehrere Einflüsse überlagern können.

Als Bewertungsbasis der Schwermetallverteilungen werden meist globale Grenz- oder Richtwerte verwendet, oder statistische Parameter, die aus dem jeweiligen Datensatz abgeleitet werden.

Um diese Problematik zu vermindern, können die Daten der geochemischen Kartierung in zweierlei Hinsicht zur Ergänzung herangezogen werden:

- Einerseits können davon regionalisierte geogene Grundgehalte abgeleitet werden und
- andererseits ist mit Hilfe der Multielementanalytik die Trennung geogen/technogen leichter möglich.

Auf Grund der höheren Beprobungsdichte sind Rückschlüsse auf die Fläche leichter möglich.

Beispielhaft werden daher im Folgenden geogene Grundgehalte für Ober- und Niederösterreich mit Hilfe der Bachsedimentgeochemie-Daten abgeleitet.

Als Zielelemente werden Arsen, Cadmium, Kobalt, Chrom, Kupfer, Quecksilber, Molybdän, Nickel, Blei und Zink – die Zielelemente der BZI und WGEV – ausgewählt. Für die Böhmisches Masse besteht freilich eine etwas eingeschränkte Information, da dafür keine Quecksilberanalytik vorliegt, und Cadmium nur für Teilbereiche analysiert wurde.

2. Definitionen und Arbeitsmethodik

Zur Einordnung und Bewertung von Schwermetallgehalten in Umweltmedien werden verschiedene Vorgangsweisen gewählt – die Verwendung von (verordneten) Grenz- oder Richtwerten, international üblicher Vergleichswerte oder aus den Datensätzen selbst statistisch abgeleiteter Werte. Die meisten Regelwerke beziehen sich dabei auf (insbesondere landwirtschaftlich genutzte) Böden.

„...*Hintergrundgehalt* eines Bodens setzt sich zusammen aus dem geogenem Grundgehalt eines Bodens und der ubiquitären Stoffverteilung als Folge diffuser Einträge in den Boden. Die Formulierung ubiquitär/diffus grenzt den Hintergrundgehalt von solchen Istgehalten ab, die durch punktuell hohe Stoffeinträge gegenüber dem Hintergrundgehalt deutlich erhöht sind. Sie unterstellt damit, dass der bezeichnete Hintergrundgehalt typisch bzw. repräsentativ für bestimmte Böden, Gebiete oder auch Nutzungen ist.

...*Hintergrundwerte* sind repräsentative Werte für allgemein verbreitete Hintergrundgehalte eines Stoffes oder einer Stoffgruppe in Böden.“ (MEDERER et al. 1997)

„...*geogener Grundgehalt* ...umfasst den Stoffbestand eines Bodens, der sich aus dem Ausgangsgestein (lithogener Anteil), ggf. Vererzungen (chalkogener Anteil) und der durch die pedogenetischen Prozesse beeinflussten Umverteilung (Anreicherung oder Verarmung) von Stoffen im Boden ergibt.

Chalkogene Anteile können punktuell oder flächenhaft zu einem deutlichen Anstieg der regionalen geogenen Grundgehalte führen.“ (BUND/LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT 1995)

Normalwert

„Unter der Annahme, dass sich anthropogene Umweltbelastungen in erster Linie im Oberboden anreichern, werden die Schwermetallgehalte der Unterböden als unabänderliches, naturgegebenes Maß zur Berechnung herangezogen. Durch ein geeignetes Rechenmodell wurde ein Normalwert errechnet, der die durchschnittliche Obergrenze natürlicher Bodengehalte in der Steiermark darstellt. Diese Normalwerte entsprechen dem als noch normal anzusehenden geogenen Hintergrundwert der naturgegebenen Bodensituation der Steiermark. Eine Überschreitung des Normalwerts deutet auf eine Umweltbelastung und/oder geogene Besonderheit im Boden hin.“ (LANDWIRTSCHAFTLICHES VERSUCHSZENTRUM STEIERMARK 2000)

Zu diesen Definitionen und deren Anwendung in Österreich sind einige (kritische) Anmerkungen notwendig:

- Regelwerke, Definitionen und Schlüsse sind überwiegend aus Bodenzustandsinventuren landwirtschaftlich genützter Böden abgeleitet worden. Der Bezug ist dabei natürlich die Verminderung der Gefährdung für Tiere und Menschen (Lebensmittelsicherheit). Nicht Beachtung findet dabei jedoch das verbreitete Risiko des Schwermetallaustrags aus Waldböden und die damit verbundene Gefährdung von Quell-, Grund- und Oberflächenwässer.
- Im Bereich der österreichischen Geowissenschaften werden die Begriffe geogen, anthropogen und technogen mit etwas anderen Bedeutungen verwendet als in den obigen Definitionen. Geogen wäre identisch mit den Begriffen lithogen und chalkogen der obigen Definition. Anthropogen steht für den Fall, dass durch menschliche Aktivitäten geogenes Material nicht standortgemäß auf größeren Flächen verteilt wird (regionale Problematik in mehreren Bundesländern). Technogen sind Stoffe oder Phasen, die aus technischen Prozessen stammen und in Umweltmedien eingetragen werden.
- In vielen einschlägigen Berichten und Publikationen wird immer wieder die Meinung zitiert, dass die Schwermetallführung technogener Phasen meist leichter

mobilisierbar ist als der geogener Phasen. Dies trifft in vielen Fällen nicht zu. Schwermetallführende geogene Phasen wie Sulfide oder (Cr-, Ni- führende) Silikate sind häufig viel leichter verwitterbar als technogene Phasen aus Hochtemperaturprozessen (NEINAVAIE & PIRKL 1996)

- Die Ableitung von Normalwerten, wie sie z.B. bei der BZI Steiermark vorgenommen wird, erfordert, dass die Unterböden immer die geogenen Grundgehalte widerspiegeln und technogene Zusatzbelastungen nur in den Oberböden zu finden sind. Dieser generellen Annahme widersprechen zwei Beobachtungen. – a. sind im Rahmen von bodengeochemischen Untersuchungen in Rohstoffprojekten geogen bedingte Pb-Gehalte verstärkt in Wald-Oberböden festgestellt worden (Pb-Mineralisationen im Untergrund nachgewiesen) und b. können in gering mächtigen, lockeren Böden technogene Phasen sehr rasch in den Unterboden verlagert werden.
- Die Komplexheit der kleinräumigen Variabilität von Schwermetallverteilungen in Gebieten mit verbreitet Mineralisationen und/oder Bergbaueinwirkungen (häufige Situation in der Grauwackenzone) wird meist unterschätzt. Welche Auswirkungen dies auf Bewertungen des Bodenzustands besitzt, kann an einem Beispiel aus der Steiermark gezeigt werden. Als eine der mit potentiell Kontaminationsverdacht ausgewählten Flächen wurde im Rahmen BZI eine Grünlandfläche (Halde) im Bereich des ehemaligen Bergbaus Radmer an der Hasel untersucht (LANDWIRTSCHAFTLICHES VERSUCHSZENTRUM STEIERMARK 1999). Obwohl Überschreitungen des Normalwerts bei Kupfer, Quecksilber und Arsen im Boden festgestellt wurden, liegen bei dieser Untersuchung die Schwermetallgehalte in der Vegetation an diesem Standort im normalen Bereich. Eigene Untersuchungen an diesem Standort erbrachten ein etwas differenzierteres Bild. Aus einem Hausgarten auf einer Haldenfläche wurden Multielementanalysen von Boden- und Vegetationsproben ausgeführt. Zum Vergleich wurde auch eine Bodenprobe auf der Haldenfläche vor dem „Paradeisstollen“ gezogen. Dabei wurden sehr unterschiedliche Schwermetallverteilungen im Boden festgestellt und auch korrelierte Schwermetallgehalte in verschiedenen Gemüsen (s. nachfolgende Tabellen1 und2; alle Angaben in ppm). Das Risiko geogener Schwermetallbelastungen in Böden wird aus geowissenschaftlicher Sicht stark unterschätzt, da Mineralisationen mit Koplexulfiden im Ostalpin weit verbreitet sind.

Tabelle 1:

	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
Boden Halde Paradeisstollen	1184	42	13	89	88	39	4	0.5	10.6	71
Boden Garten	10095	111	53	41	160	64	12	20.5	46.9	99

Tabelle 2:

	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
Salatblätter	6	77	<1	1.2	<2	0.2	0.49	nb	<0.05	0.16
Kohlblätter	16	35	<1	0.8	<2	0.2	12.0	nb	0.18	0.57
Kohlstrunk	8	72	<1	0.6	<2	0.1	4.3	nb	<0.05	0.2
Kohlblätter	18	42	<1	0.6	<2	0.2	14.0	nb	0.23	0.51
Kohlblätter	8	30	<1	0.4	<2	0.1	5.6	nb	<0.05	0.18
Jungzwiebel	6	12	<1	0.9	<2	0.1	8.5	nb	<0.05	0.55
Jungzwiebel	4	15	<1	0.5	<2	<0.1	2.2	nb	<0.05	0.12
w.Bohnen	9	33	<1	0.4	<2	<0.1	11	nb	0.13	0.16
Kartoffel	7	19	<1	0.3	<2	<0.1	3.3	nb	<0.05	0.04

In einzelnen Gemüseproben sind somit Mo- und Hg- Gehalte auffällig (weit über Orientierungswerte für Schwermetallgehalte in Pflanzen)!

Obige Anmerkungen sind Argumente dafür, Schwermetallverteilungen in Umweltmedien nur interdisziplinär zu interpretieren!

Die gegenständliche Arbeit dient somit der Grundlagen für interdisziplinäre Interpretationen von Schwermetallgehalten in Umweltmedien. Es wird versucht, geogene Grundgehalte

anhand der Bachsedimentgeochemie-Daten für Nieder- und Oberösterreich abzuleiten. Die Basis dafür sind Multielementanalysen von knapp 10.000 Probepunkten in diesen beiden Bundesländern. Alle diese Proben wurden nach einheitlichem Standard gewonnen (ÖNORM G 1031).

Bachsedimente geben die Haupt- und Spurenelementverteilung ihres Einzugsgebiets wieder. Bachsedimente erlauben daher im Gegensatz zu Bodenproben Informationen zu einer Fläche.

Folgende Arbeitsmethodik wurden gewählt:

a. Der erste Schritt ist die Abklärung, welche Elemente in welchen Bereichen den geologischen Hintergrund repräsentieren. Im Gegenschluss wird die Frage gestellt, wo technogene Schwermetallverteilungen wahrscheinlich die geogenen Informationen überlagern. Dafür hat sich die Ausführung von Hauptkomponentenanalysen bewährt.

b. Im zweiten Schritt werden die Einzelelementverteilungen der geologischen Hauptzonen diskutiert, wobei die einzelnen Teil-Populationen, die die Gesamtverteilung aufbauen, herausgearbeitet werden (Beispiel s. Abb. 1). Diese Trennung von Einzelpopulationen führt zur Klassenbildung für die regionale Darstellung der wahrscheinlichen geogenen Grundgehalte.

c. Die regionale Darstellung nach obiger Klassenbildung erlaubt eine Plausibilitätskontrolle nach den geologischen Strukturen. Sie gibt dann auch weitere Hinweise, ob und wieweit eine weitere Untergliederung möglich ist und sinnvoll erscheint.

d. Obige Schritte führen zu einer Zuordnung von erwartbaren geogenen Grundgehalten für die ausgewählten Schwermetalle. Die herausgearbeiteten Grundgehalte repräsentieren das jeweilige Maximum des erwartbaren Wertebereichs. Die erwartbaren Grundgehalte werden dann als Attribute lithologischer oder geologischer Einheiten an ein GIS übergeben.

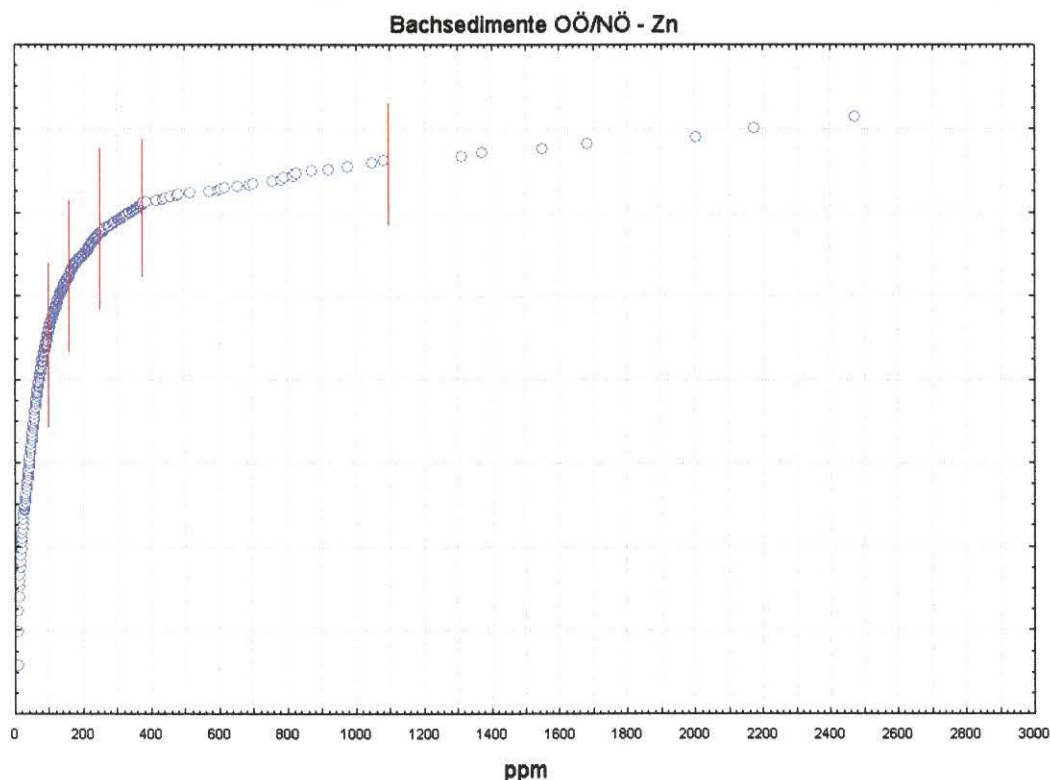


Abb. 1: Beispiel für Untergliederung der Zn-Verteilung in Sub-Populationen mit Hilfe eines Wahrscheinlichkeitsplots als Basis einer Klassenbildung für die regionale Darstellung

3. Diskussion geogener Schwermetall-Grundgehalte

3.1 Böhmisches Masse

Wie oben ausgeführt, wird in einem ersten Schritt die Frage nach der Plausibilität des Datensatzes und eventueller überlagernder technogener Belastungen gestellt. Die Ausführung von Hauptkomponentenanalysen für diese Plausibilitätsanalyse ist im Fall Böhmisches Masse auf zwei Ebenen möglich

- a. dem Gesamtdatensatz (ca.7000 Probepunkte) und
- b. dem Datensatz der Probepunkte aus Einzugsgebieten (ca.2500 Probe-punkte).

Festzuhalten ist, dass beide statistischen Analysen (Beilagen 1 und 2) praktisch ident sind, trotz der unterschiedlichen Probenanzahlen. Dies zeigt sowohl die Plausibilität der Datensätze, als auch die Brauchbarkeit der Methodik.

- Faktor 1 - Ce, (Co), La, Nb, Th, Ti, U, Y, Zr → Hinweis auf konzentrierte Schwermineralführung im beprobten Sediment; Schwerpunktmäßig korreliert mit Gebiet des Weinsberger Granits
- Faktor 2 - Ca, Co, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, Sc, Sr, Ti, V, Zn → Hinweis auf (ultra-)basische Gesteine im Einzugsgebiet der Probepunkte, oder Hinweis auf Beeinflussung der Gesteinsserien im Einzugsgebiet durch basische Gesteine
- Faktor 3 - Al, (Ga), K, (Pb), Rb → Hinweis auf (Hell-) Glimmerführung im beprobten Sediment
- Faktor 4 - (Ba), (Be), Na, (P), (Sr), (Ti) → Hinweis auf unterschiedliche Feldspatführung ?
- Faktor 5 - Mo, Sn → Hinweis auf Mineralisationen (Greisen?), Korrelation insbesondere mit Gebieten des Eisgarner Granits

Aus diesen multivariaten Analysen sind praktisch keine technogenen Schwermetallverteilungen abzuleiten.

Die univariaten Elementdarstellungen weisen bei Arsen (>10ppm) und Zn (>160ppm) jedoch diffus verstreut über die ganze Böhmisches Masse einzelne höhere Werte aus, die mit technogenen Quellen in Verbindung zu bringen sein könnten. Für Zink dürfte dies großteils der Tatsache entsprechen; Die Arsen-Verteilung könnte einerseits mit diffusen Kiesmineralisationen in Verbindung gebracht werden, andererseits auch eine Folge der Analysenmethodik sein, die möglicherweise höhere Werte betont. Für beide Elemente werden daher bei der Abgrenzung der Grundgehalte die höheren Gehalte abgeschnitten.

Im Folgenden werden anhand der Element-(Wahrscheinlichkeits-)verteilungen die Abgrenzung der jeweiligen Grundgehalte diskutiert.

Bei Arsen liegt der Verteilungsschwerpunkt unterhalb der Nachweisgrenze (<2ppm); oberhalb der Nachweisgrenze sind nur wenige Werte vertreten (Problematik der Analysenmethodik). Es werden nur zwei Klassen abgetrennt – 2-10ppm und 10-20ppm (s.Abb.2).

Böhmisches Masse	geogener Grundgehalt Arsen
gesamte Böhmisches Masse	10 ppm

Bachsedimente Böhmishe Masse - Arsen

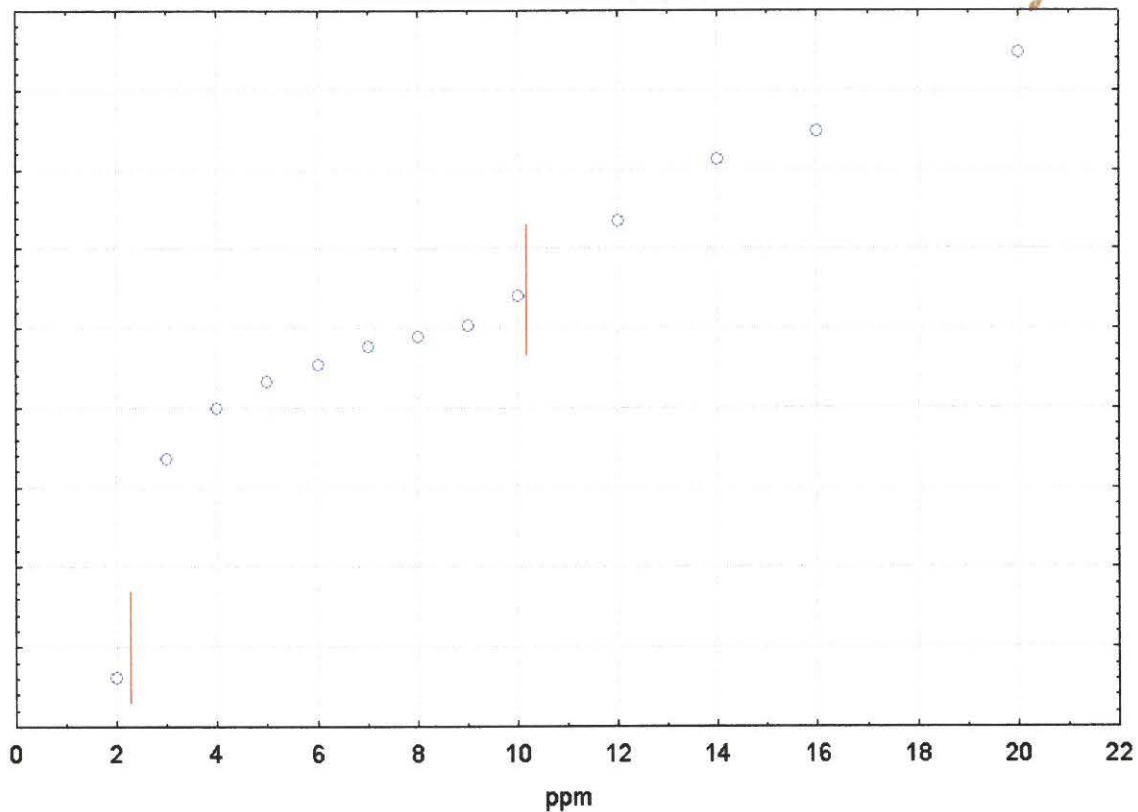


Abb.2: Arsen-Verteilung Bachsedimente Böhmishe Masse

Bachsedimente Böhmishe Masse - Kobalt

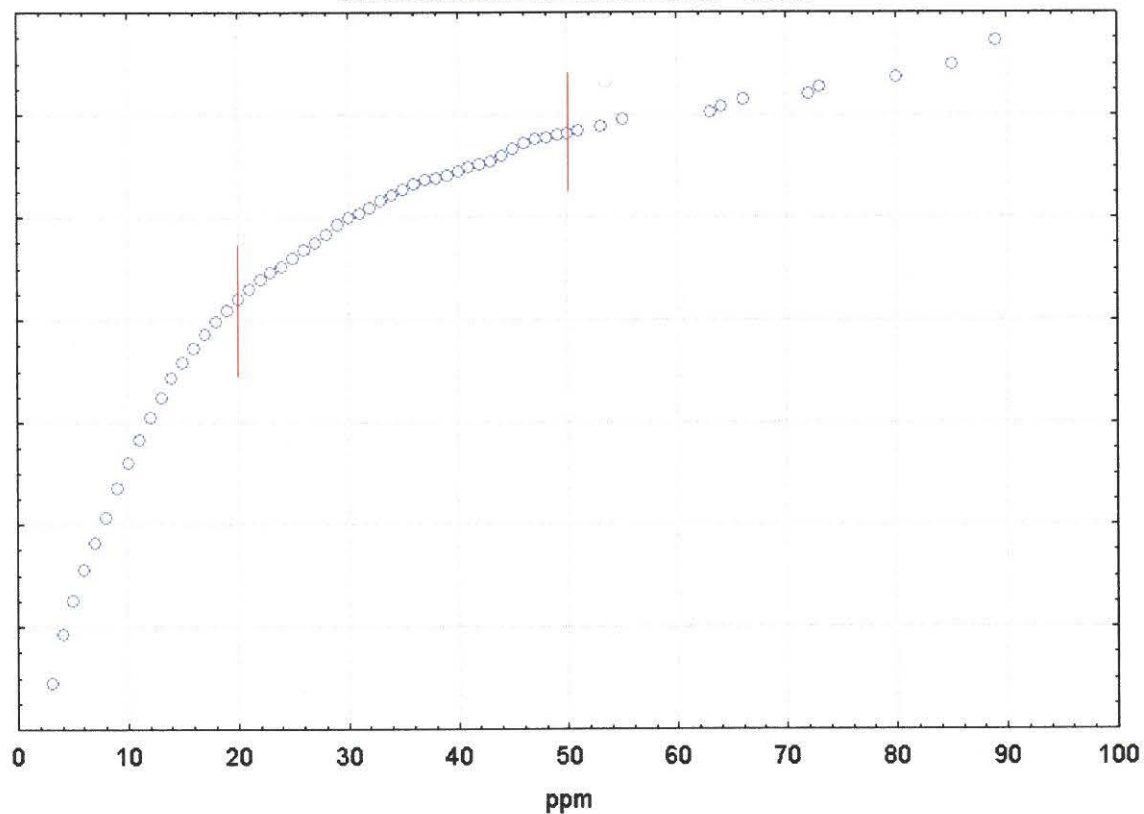


Abb.3: Kobalt-Verteilung Bachsedimente Böhmishe Masse

Bachsedimente Böhmishe Masse - Chrom

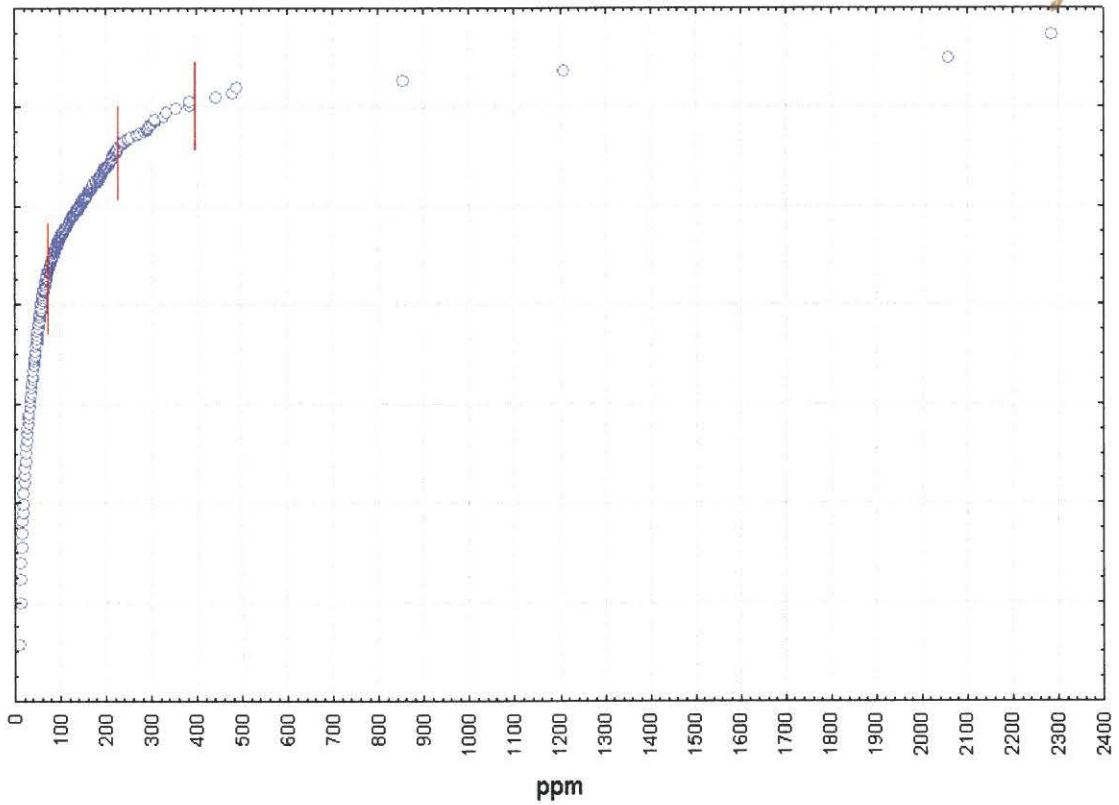


Abb4: Chrom-Verteilung Bachsedimente Böhmishe Masse

Bachsedimente Böhmishe Masse - Kupfer

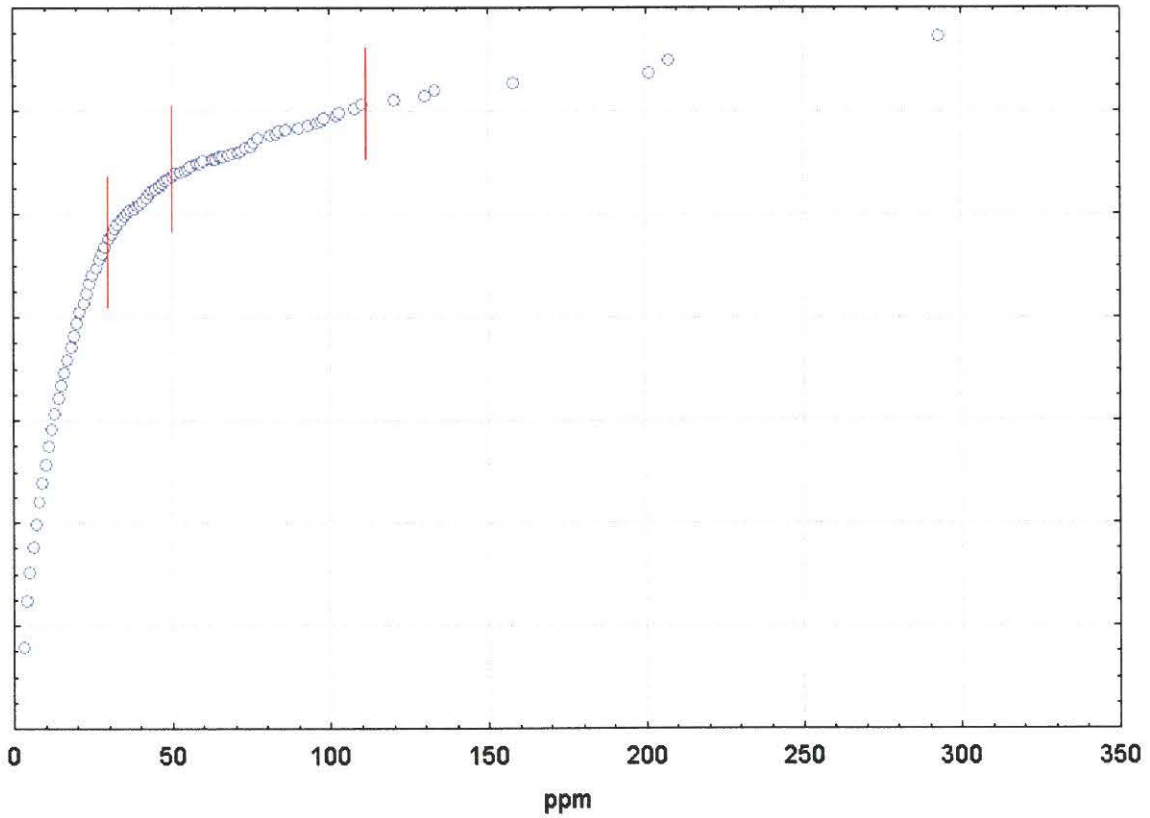


Abb.5: Kupfer-Verteilung Bachsedimente Böhmishe Masse

Bachsedimente Böhmishe Masse - Molybdän

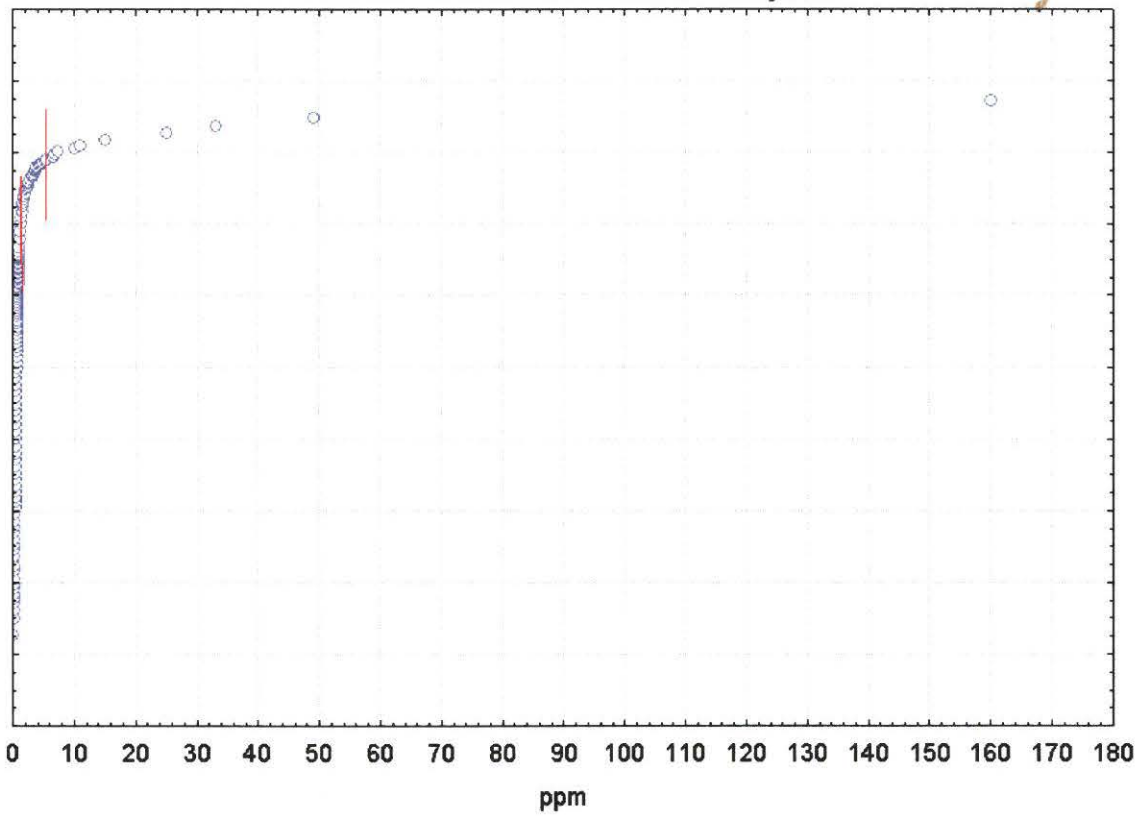


Abb.6: Molybdän-Verteilung Bachseimente Böhmishe Masse

Bachsedimente Böhmishe Masse - Nickel

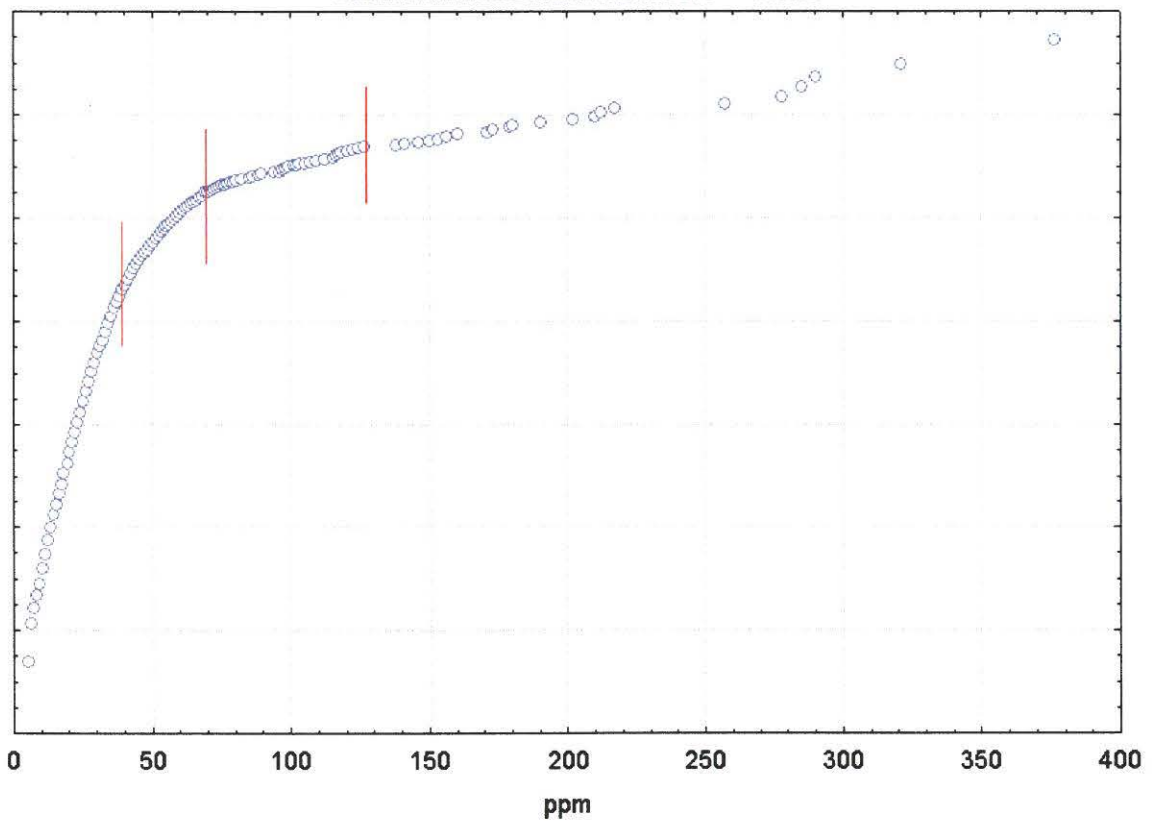


Abb.7: Nickel-Verteilung Bachsedimente Böhmishe Masse

Bachsedimente Böhmische Masse - Blei

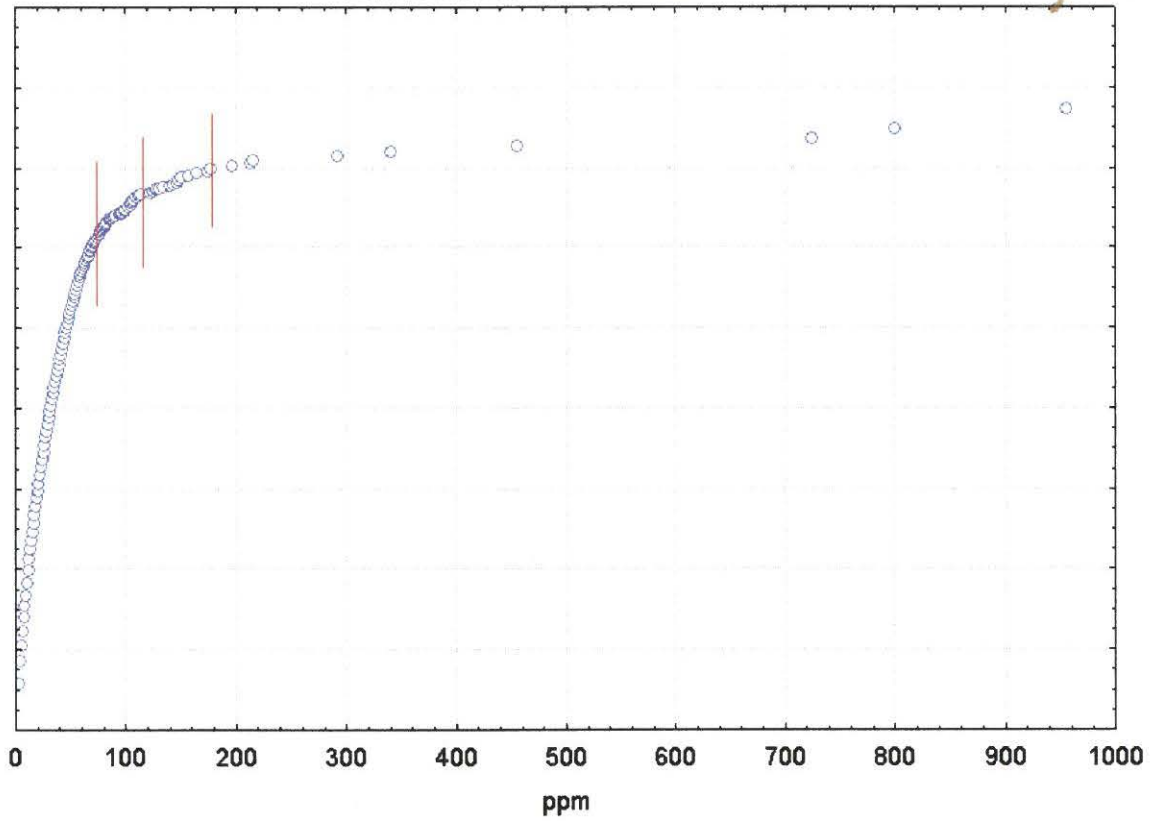


Abb.8: Blei-Verteilung Bachsedimente Böhmische Masse

Bachsedimente Böhmische Masse - Zink

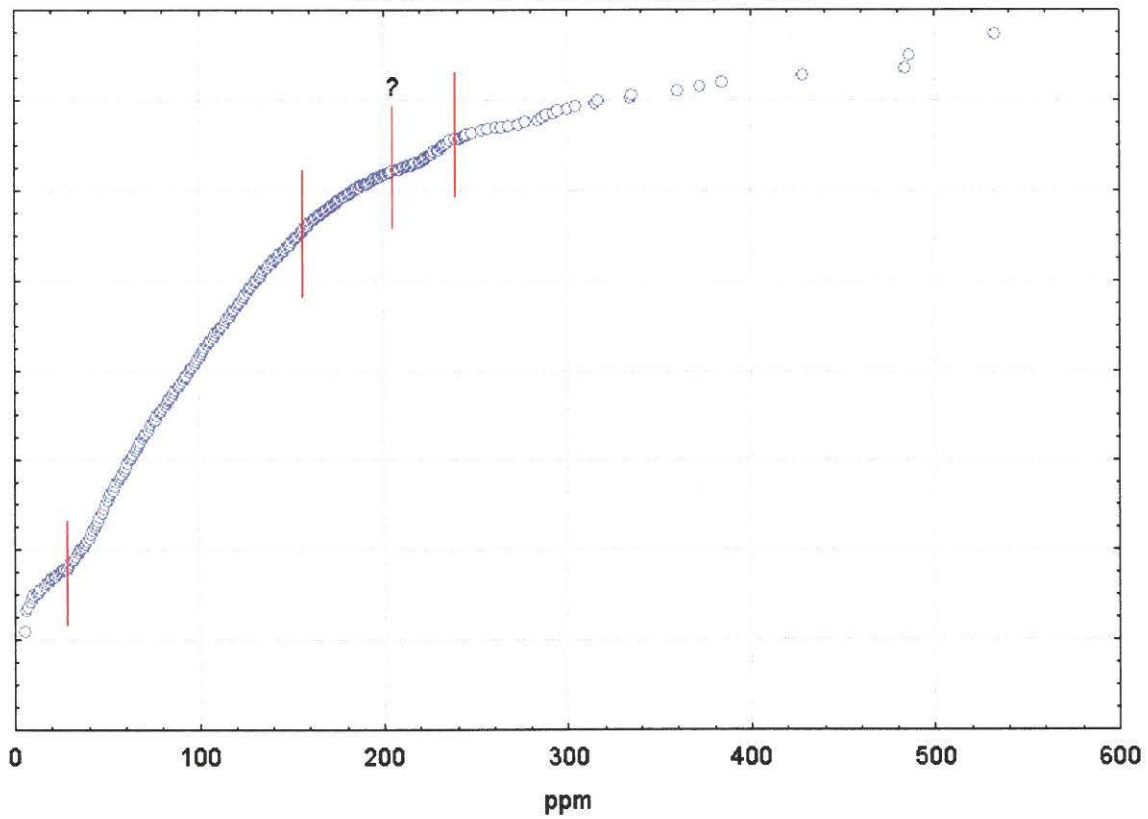


Abb.9: Zink-Verteilung Bachsedimente Böhmische Masse

Böhmische Masse	geogener Grundgehalt Kobalt
Paragneisserien und Granit-/Paragneis-Migmatite	20 ppm
basische und ultrabasische Gesteinsserien und entsprechende Migmatite	50 ppm

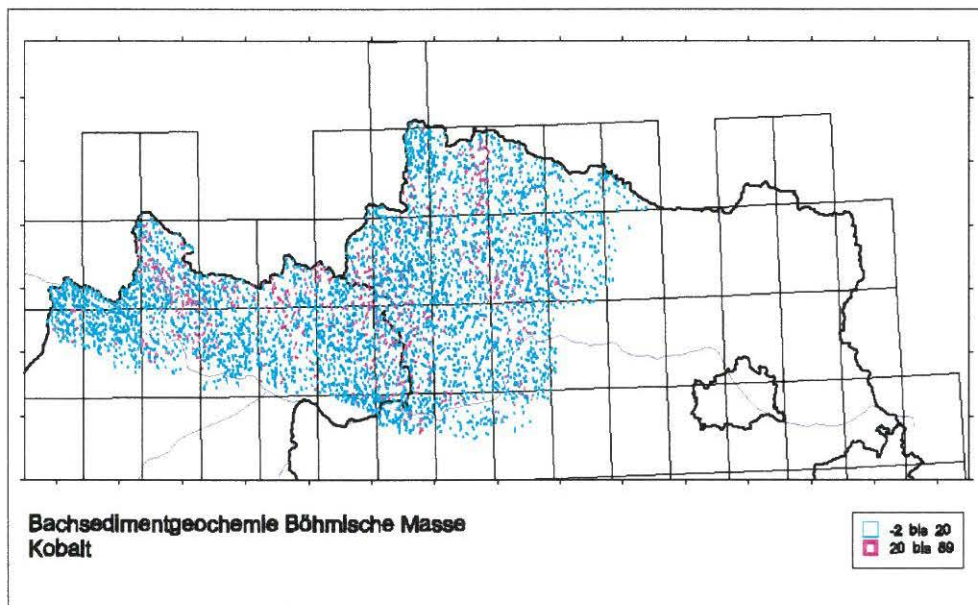


Abb.10: Böhmische Masse geogene Grundgehalte – Kobalt

Böhmische Masse	geogener Grundgehalt Chrom
Granite, Grobgnese, Paragneisserien	80 ppm
basische und ultrabasische Gesteinsserien und entsprechende Migmatite	250 ppm

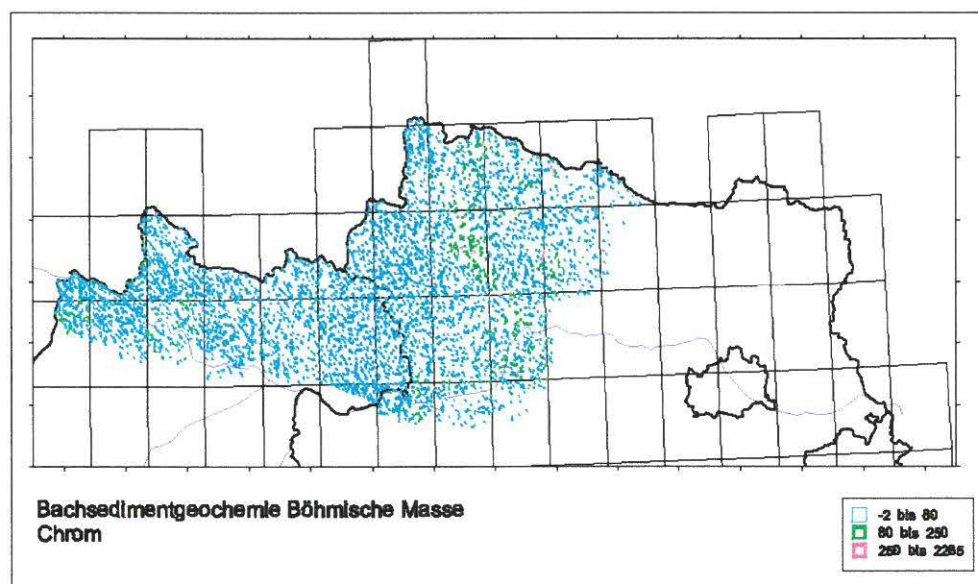


Abb.11: Böhmische Masse geogene Grundgehalte – Chrom

Böhmische Masse	geogener Grundgehalt Kupfer
Granite, Grobgnese, Paragneisserien	30 ppm
basische und ultrabasische Gesteinsserien und entsprechende Migmatite	50 ppm
Bereiche mit lokaler Sulfidmineralisation	100 ppm

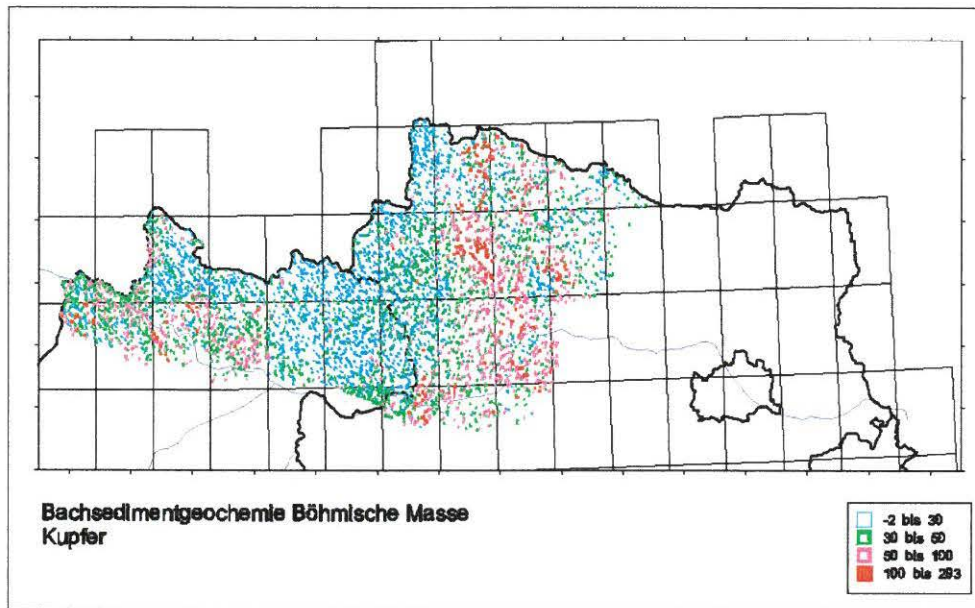


Abb.12: Böhmische Masse geogene Grundgehalte – Kupfer

Böhmische Masse	geogener Grundgehalt Molybdän
alle Gesteinsserien	1 ppm
lokale Mineralisationen	>>1 ppm

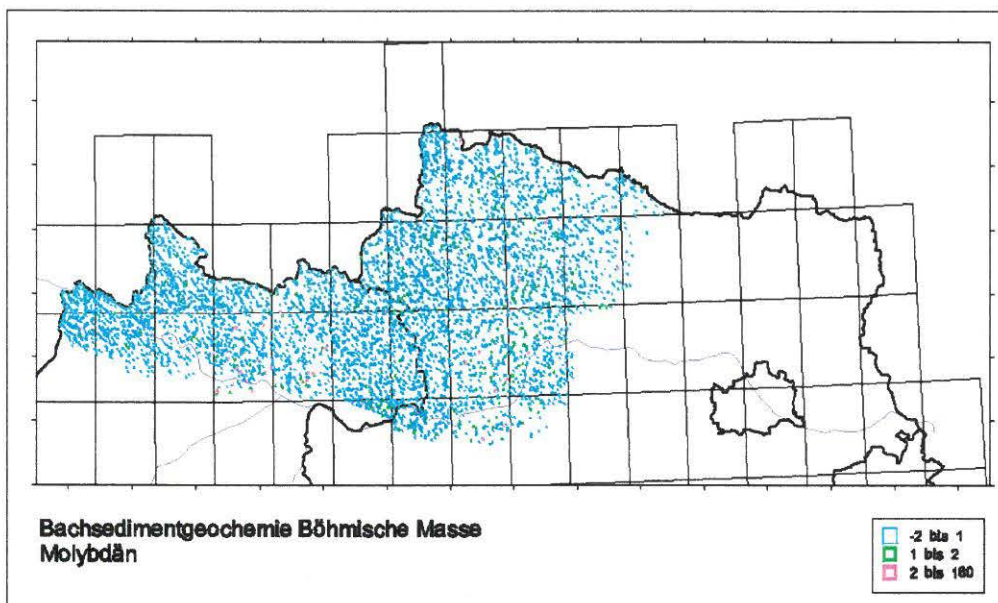


Abb.13: Böhmische Masse geogene Grundgehalte – Molybdän

Böhmische Masse	geogener Grundgehalt Nickel
Granite, Grobgnese, Paragneisserien	40 ppm
basische und ultrabasische Gesteinsserien und entsprechende Migmatite	70 ppm (lokal höher)

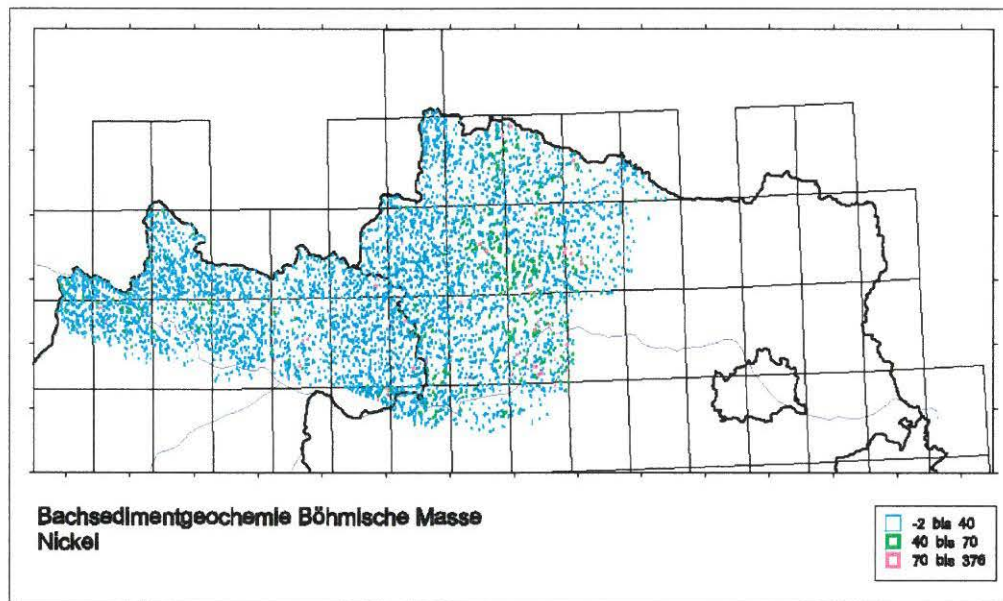


Abb.14: Böhmische Masse geogene Grundgehalte – Nickel

Böhmische Masse	geogener Grundgehalt Blei
alle Gesteinsserien	80 ppm
lokal Pb möglicherweise in Gitter von Silikaten eingebaut ?	120 ppm
technogene Belastung (Glaserzeugung)	>>120 ppm

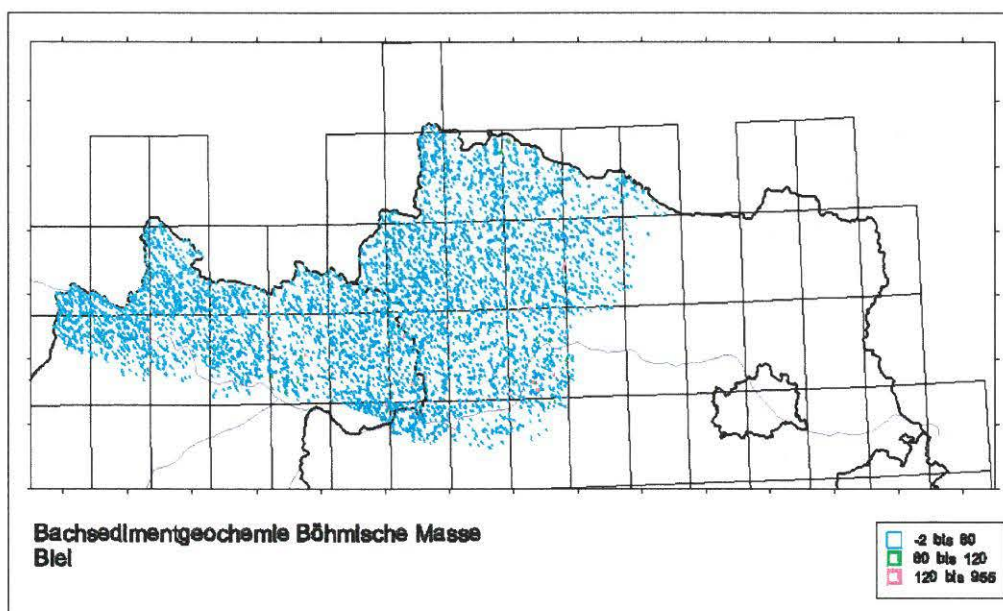


Abb.15: Böhmische Masse geogene Grundgehalte – Blei

Böhmische Masse	geogener Grundgehalt Zink
alle Gesteinsserien	160 ppm
lokal Zink möglicherweise im Gitter von Silikaten eingebaut ?	200 ppm
technogene Belastung	>>200 ppm

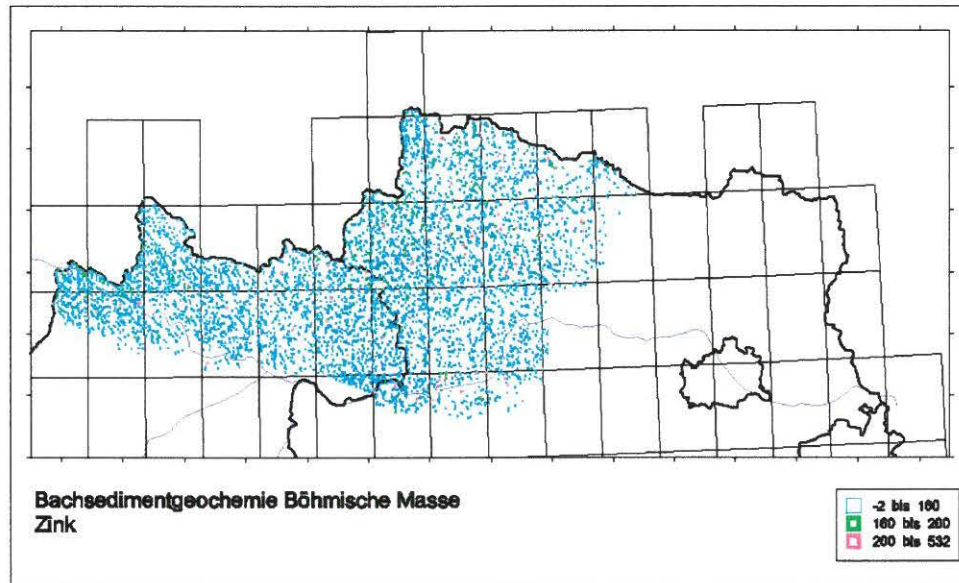


Abb.16. Böhmische Masse geogene Grundgehalte – Zink

3.2 Molasse Flysch und Kalkalpen

Im Zuge der Projekte der Bachsedimentgeochemie wurden die drei geologischen Groß-einheiten jeweils gemeinsam beprobt. Deshalb werden sie auch gemeinsam diskutiert. Einschränkend muß freilich festgehalten werden, dass die Analytik für Ober- und Nieder-österreich bei einzelnen Elementen jeweils unterschiedliche Bestimmungsgrenzen verwendete!

Wie im Vorkapitel bei der Böhmischen Masse werden als erster Schritt mittels multivariater Hauptkomponentenanalyse die Plausibilität des Datensatzes und eventuelle technogene Einflüsse geprüft (s.Beilage 3).

Die Ergebnisse der Hauptkomponentenanalyse sind:

- Faktor 1: Si, Al, Ti, Fe, K, Na, Ba, Be, Ga, Nb, Rb und V positiv; Ca und Mg negativ. Faktor trennt geogene silikatische/karbonatische Sedimentmatrix und somit die entsprechenden Einzugsgebiete. Mit Hilfe dieses Faktors lassen sich die geologischen Einheiten klar trennen. Bis auf begrenzte Abschnitte mit terrigenen Sedimenten sind die Kalkalpen überwiegend karbonatdominiert. Das Gegenstück sind große Teile der westlichen OÖ-Molasse (Einzugsgebiete aus silikatisch dominierten Schotter und Sanden). In der Flyschzone und großen Teilen der Molasse führen silikatisch-/karbonatische Wechselfolgen zu einem unterschiedlichen Bild bei der Sedimentmatrix.
- Faktor 2: Fe, Co, Cr, Ni, (Sc), V. Dieser Faktor beinhaltet geogene und technogene Informationen. Geogen werden Jura-Kreide-Serien in den Kalkalpen herausgehoben. Bäche die ihr Einzugsgebiet auch noch im Kristallin der Böhmischen Masse besitzen, können zum Teil ebenfalls durch diesen Faktor markiert werden. Technogen werden

alle Gebiete markiert, in denen Eisen- und Stahl-verarbeitende Betriebe situiert waren und sind.

- Faktor 3: Ce, La, Th, Y, Zr. Dieser Faktor markiert alle Probepunkte, an denen eine höhere Schwermineralführung im Sediment vorhanden ist (kann z.T. auch Hinweis auf Probenahmefehler sein). Hervorgehoben wird dadurch der Rand der Böhmisches Masse und Teile der NÖ Molasse.
- Faktor 4: (Ag), Cr, (Cu), (Hg), (Mo), (Ni), Pb, Sb, Sn. Dieser Faktor ist primär ein Hinweis auf technogene Belastungen. Die unterschiedlichen Wertepegel zwischen NÖ und OÖ sind nicht Ausdruck einer stärkeren Belastung in OÖ, sondern hat seinen Grund in den oben angesprochenen unterschiedlichen Bestimmungsgrenzen bei der Analytik.
- Faktor 5: (Be), (Ga), (Mo), (Nb), U, (V), W. Der Faktor hat seine Gründe weder in geogenen noch in technogenen Schwermetallverteilungen, sondern ausschließlich statistische Gründe aus den unterschiedlichen Bestimmungsgrenzen der Analytik und deutlichen Fenstereffekten.
- Faktor 6: Cu, Hg, Se, Sr, Zn. Für den Bereich NÖ eindeutig Hinweis auf sehr unterschiedliche technogene Belastungen. In OÖ werden auch Punkte markiert, die (in den Kalkalpen) großteils kaum technogen belastet sein werden. Letzteres verweist wahrscheinlich wieder auf die Problematik der unterschiedlichen Bestimmungsgrenzen.

Praktisch bei allen Zielelement-Verteilungen gibt es im betrachteten Raum somit geogene und technogene Anteile!

Im Folgenden werden an Hand der Einzelelement- (Wahrscheinlichkeits-) Verteilungen und der regionalen Verteilung die geogenen Grundgehalte und wahrscheinliche technogene Anteile diskutiert.

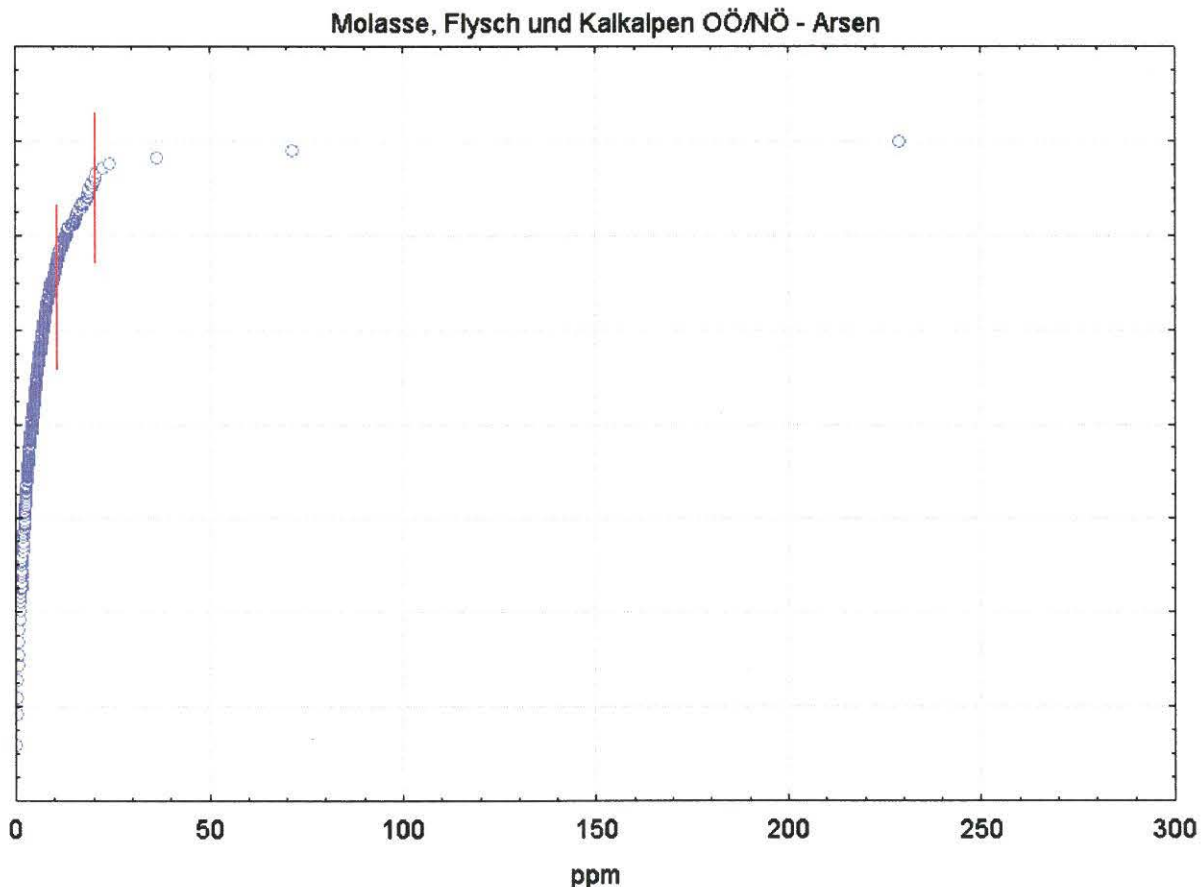


Abb.17: Arsen-Verteilung Bachsedimente zentrales und südliches OÖ/NÖ

Molasse, Flysch und Kalkalpen - Cadmium

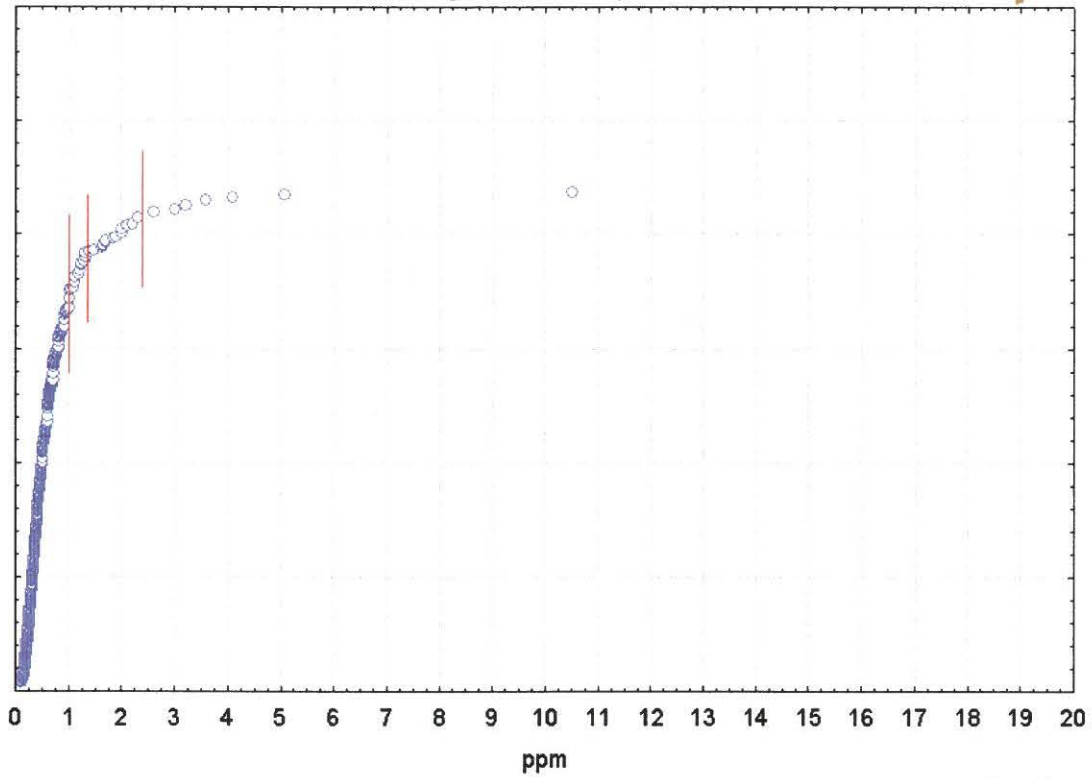


Abb.18: Cadmium-Verteilung Bachsedimente zentrales und südliches OÖ/NÖ

Molasse, Flysch und Kalkalpen - Kobalt

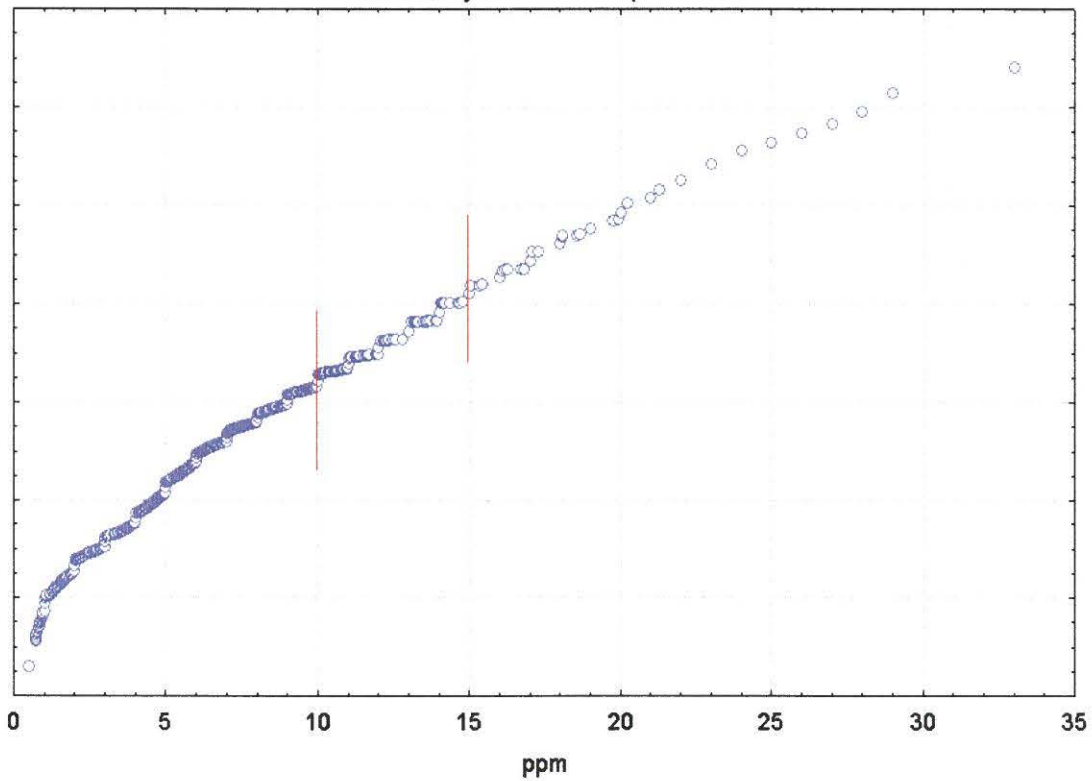


Abb.19: Kobalt-Verteilung Bachsedimente zentrales und südliches OÖ/NÖ

Molasse, Flysch und Kalkalpen - Chrom

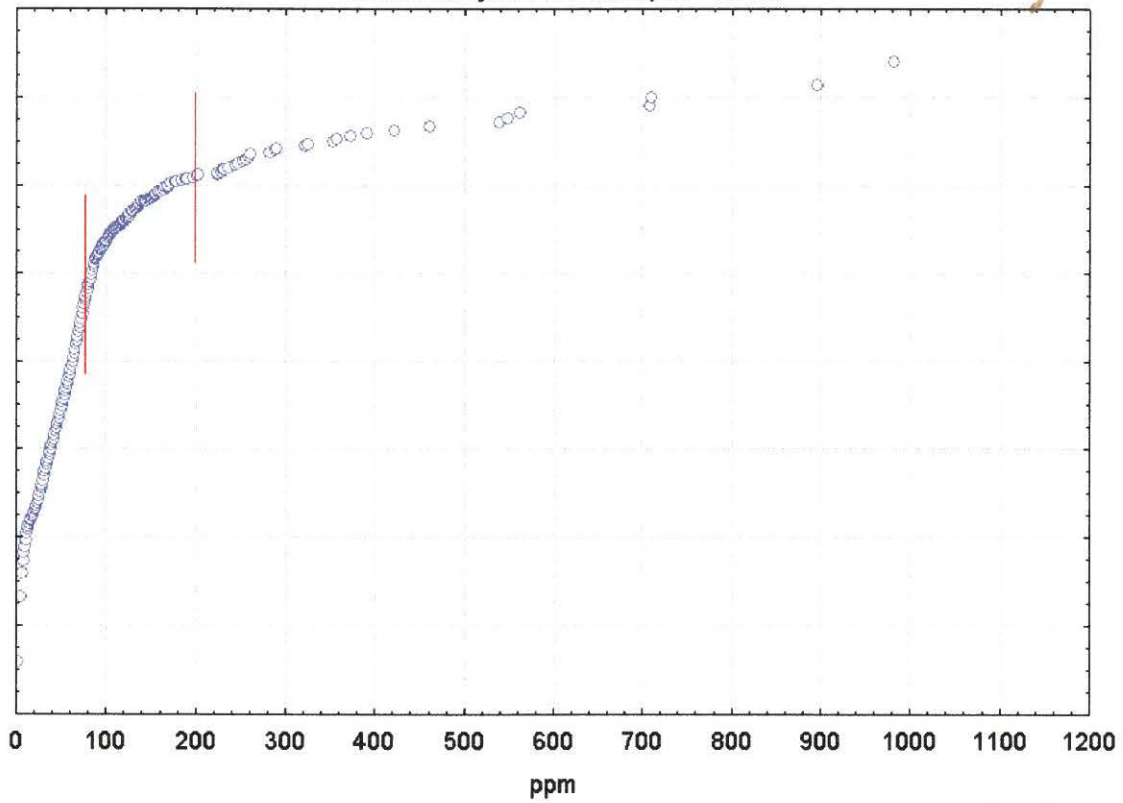


Abb.20: Chrom-Verteilung Bachsedimente zentrales und südliches OÖ/NÖ

Molasse, Flysch und Kalkalpen - Kupfer

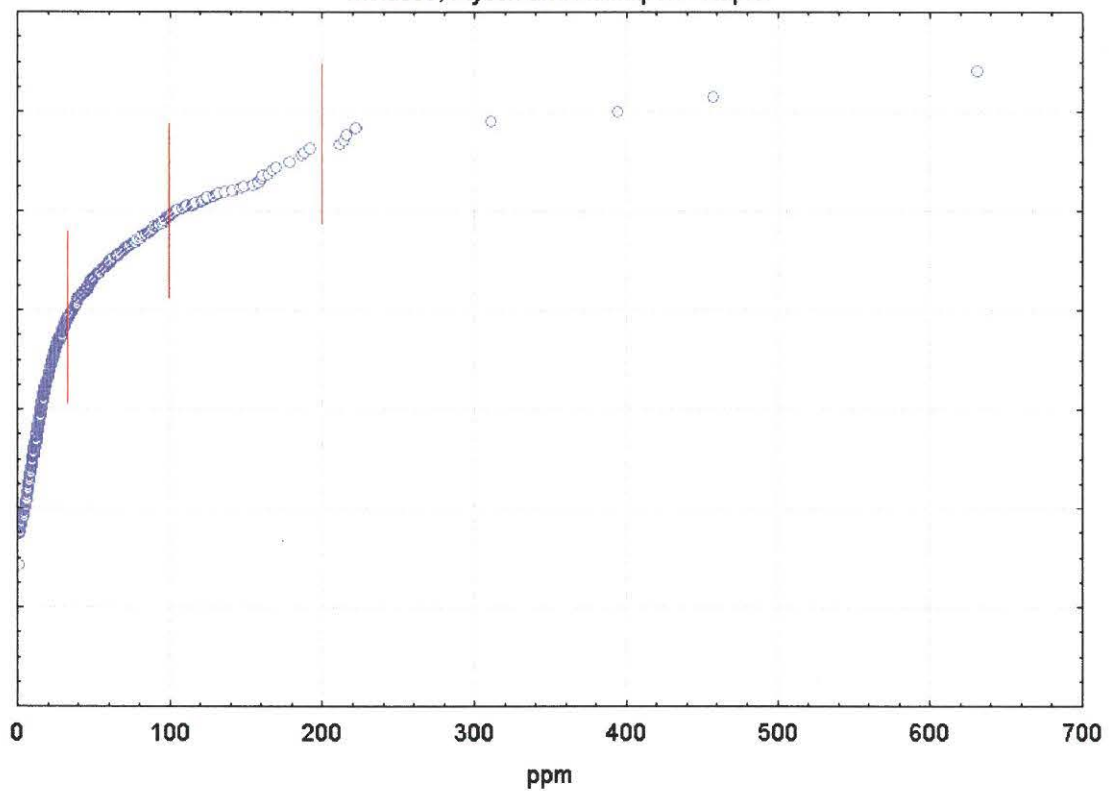


Abb.21: Kupfer-Verteilung Bachsedimente zentrales und südliches OÖ/NÖ

Molasse, Flysch und Kalkalpen - Quecksilber

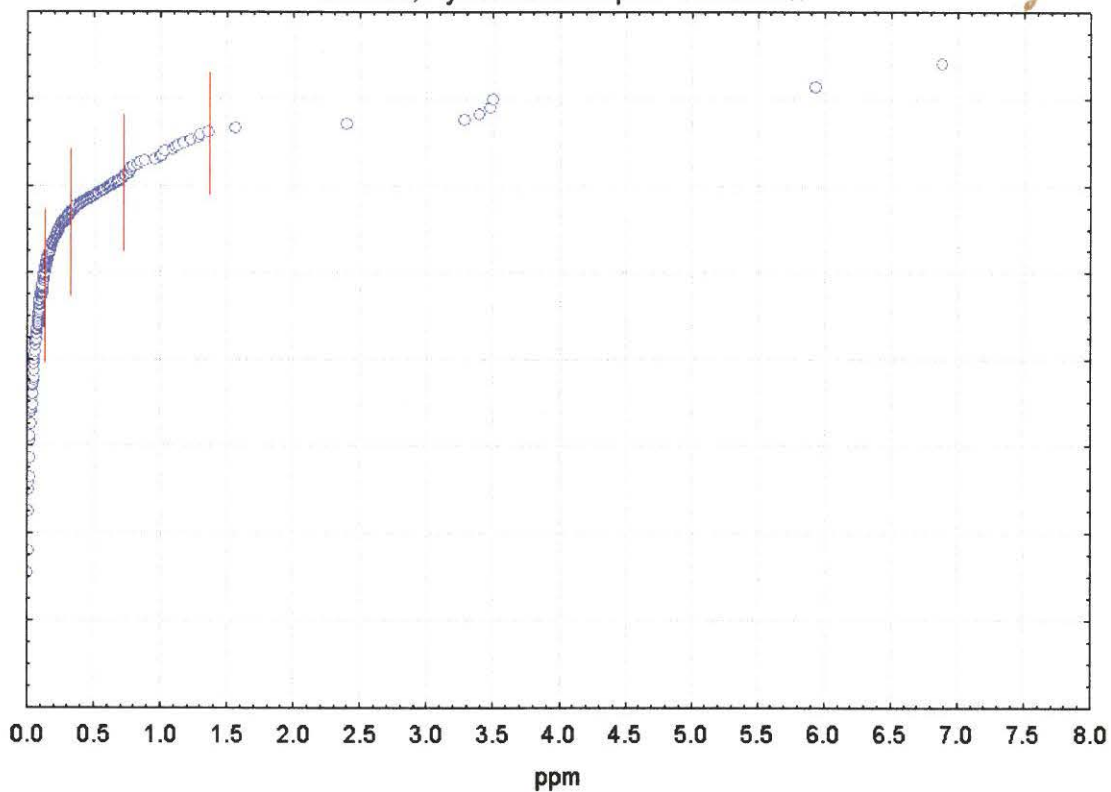


Abb.22: Quecksilber-Verteilung Bachsedimente zentrales und südliches OÖ/NÖ

Molasse, Flysch und Kalkalpen - Molybdän

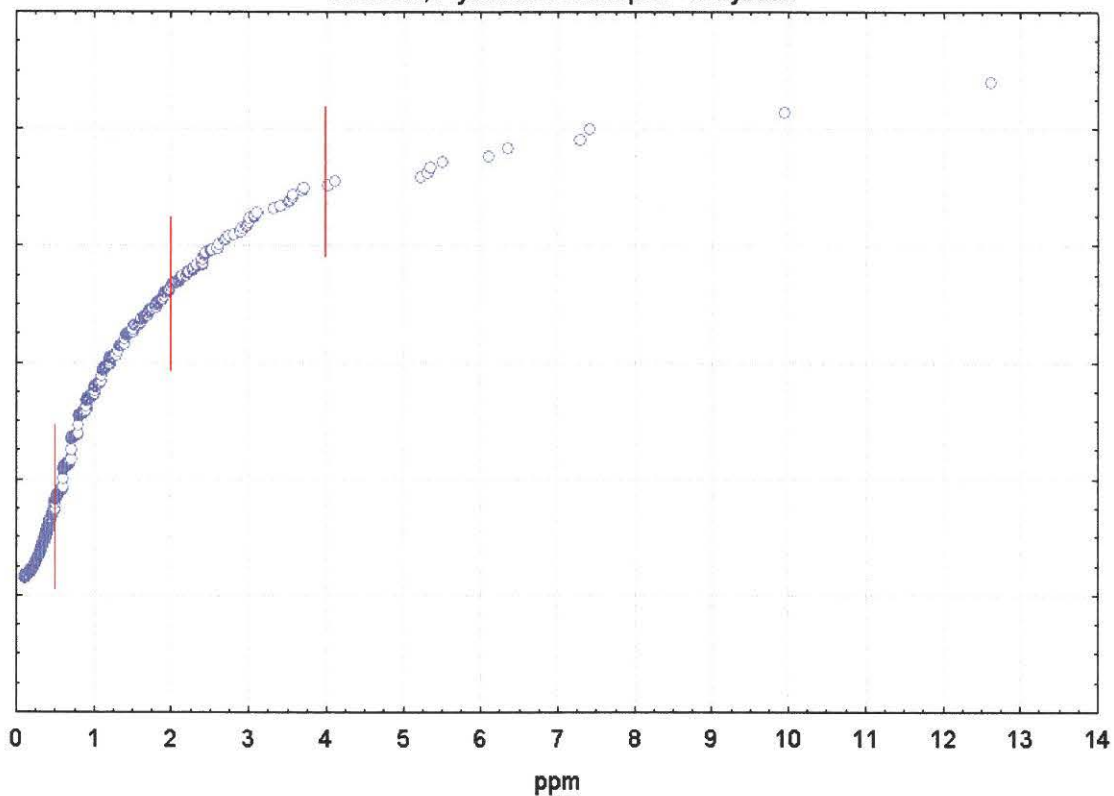


Abb.23: Molybdän-Verteilung Bachsedimente zentrales und südliches OÖ/NÖ

Molasse, Flysch und Kalkalpen - Nickel

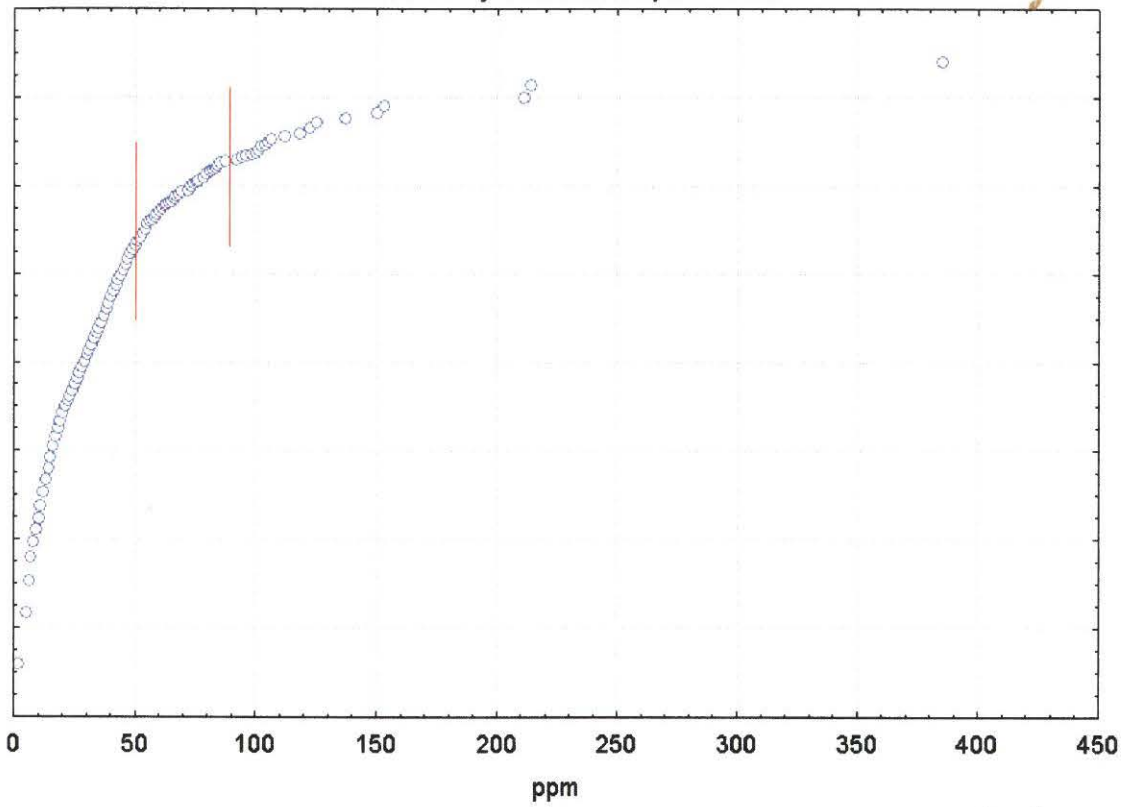


Abb.24: Nickel-Verteilung Bachsedimente zentrales und südliches OÖ/NÖ

Molasse, Flysch und Kalkalpen - Blei

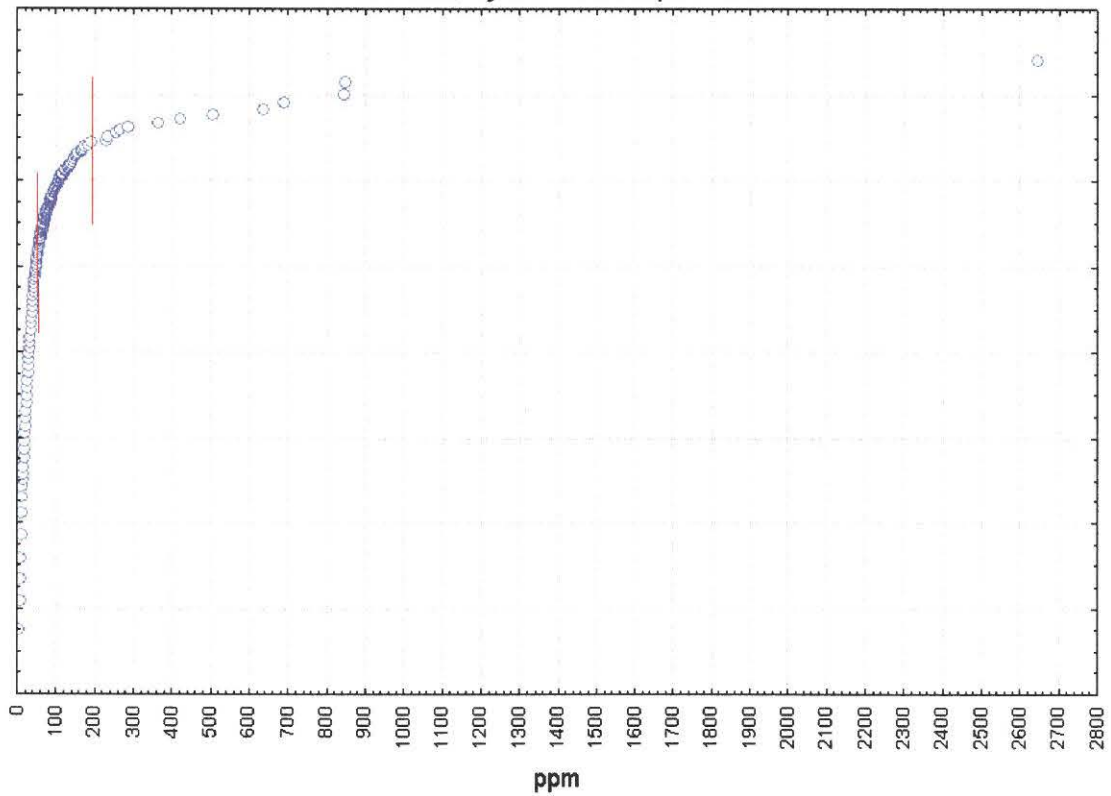


Abb.25: Blei-Verteilung Bachsedimente zentrales und südliches OÖ/NÖ

Molasse, Flysch und Kalkalpen - Zink

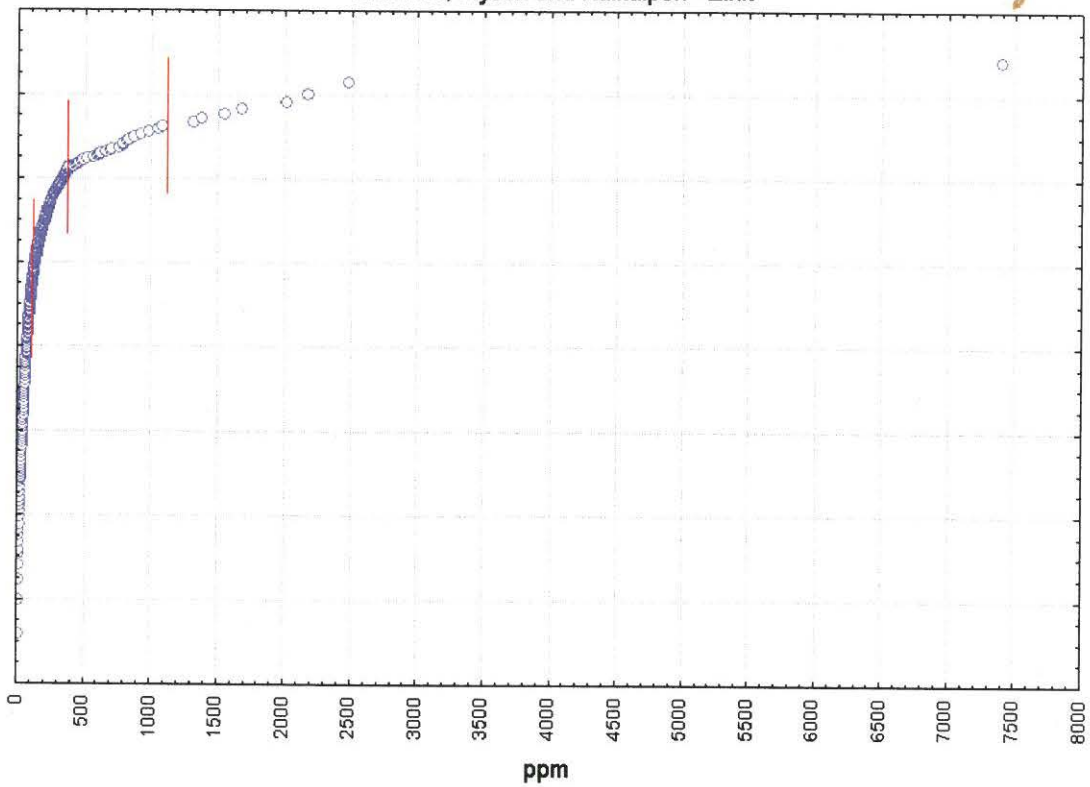


Abb.26: Zink-Verteilung Bachsedimente zentrales und südliches OÖ/NÖ

Bei der gemeinsamen Betrachtung der Datensätze von Nieder- und Oberösterreich machen sich bei einigen Elementen die unterschiedlichen Bestimmungsgrenzen negativ bemerkbar!

zentrales und südl.OÖ/NÖ	geogener Grundgehalt Arsen
alle Gesteinsserien Molasse, Flysch und Karbonate Kalkalpen	10 ppm
teilweise terrigene Jura- und Kreide-Sedimente der Kalkalpen	20 ppm

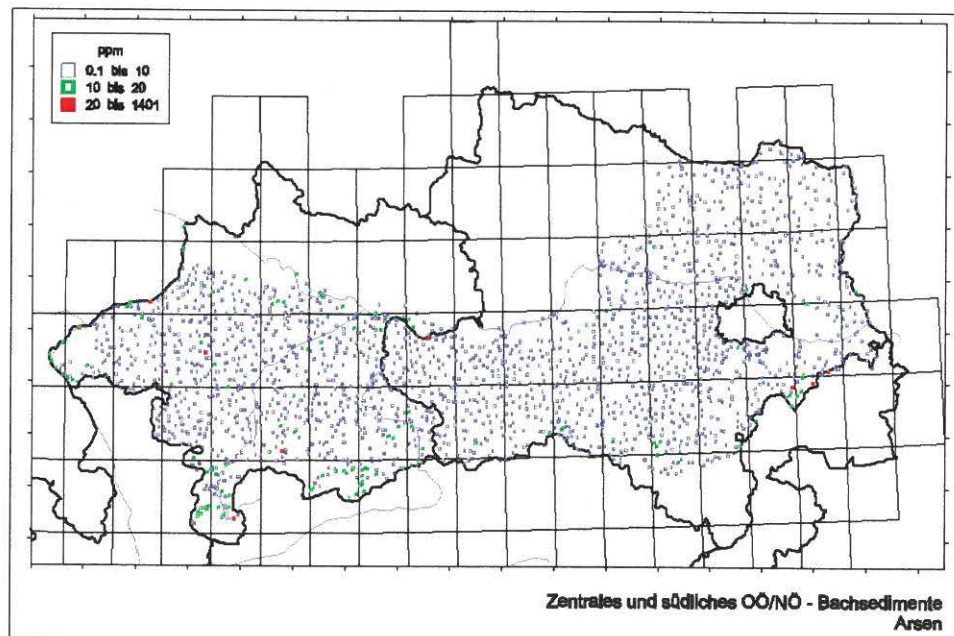


Abb.27: OÖ/NÖ geogene Grundgehalte – Arsen

zentrales und südliches OÖ/NÖ	geogener Grundgehalt Cadmium
praktisch alle Gesteinsserien Molasse, Flysch und Kalkalpen in Oberösterreich	1 ppm
möglicherweise alle Punkte >1 ppm technogen beeinflusst (näher zu untersuchen)	

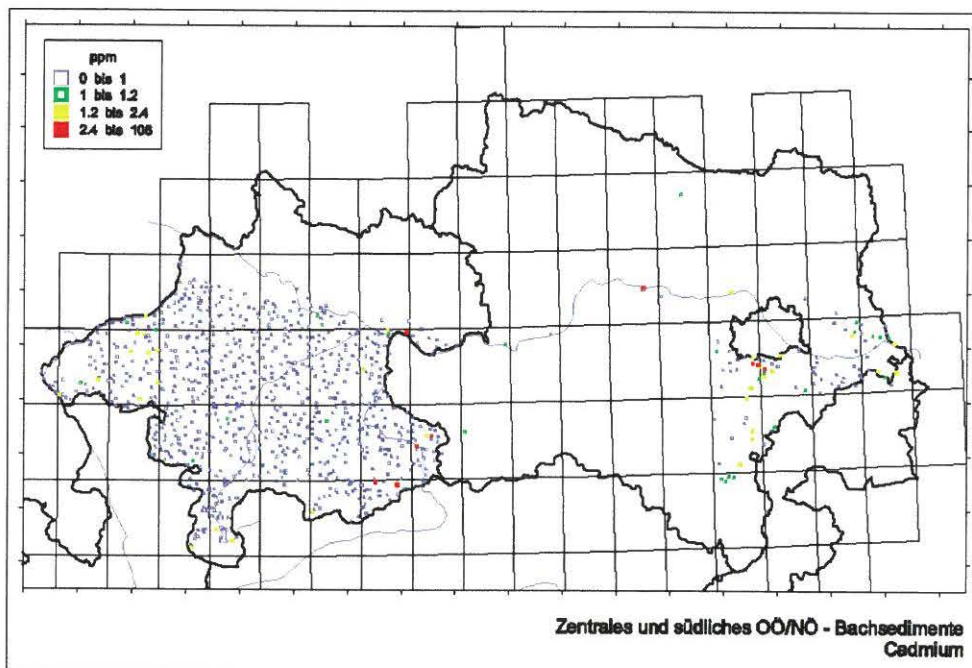


Abb.28: OÖ/NÖ geogene Grundgehalte – Cadmium

zentrales und südliches OÖ/NÖ	geogener Grundgehalt Kobalt
wahrscheinlicher Grundgehalt	10 ppm
auf Grund wahrscheinlich unterschiedlicher Analytikpegel keine einheitlichen Grundgehalte ableitbar	

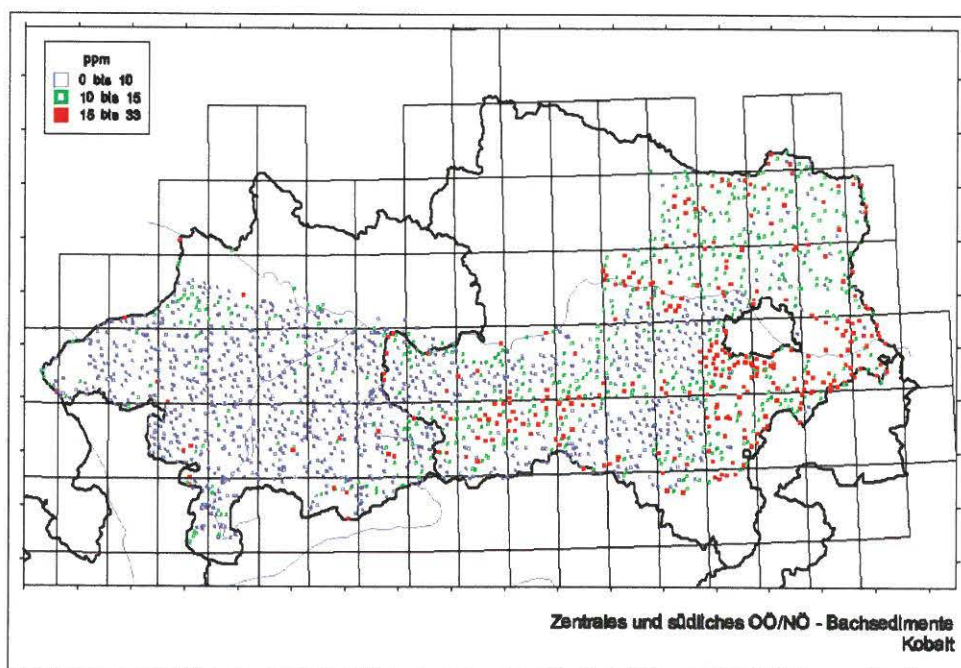


Abb.29: OÖ/NÖ geogene Grundgehalte – Kobalt

zentrales und südliches OÖ/NÖ	geogener Grundgehalt Chrom
die meisten Gesteinsserien in Molasse, Flysch und Kalkalpen	80 ppm
terrigen Jura- und Kreide-Serien in den Kalkalpen	200 ppm (lokal auch höher möglich)
Randbereich zur Böhmischer Masse	200 ppm
z.T.auch technogene Beeinflussung >80 ppm	

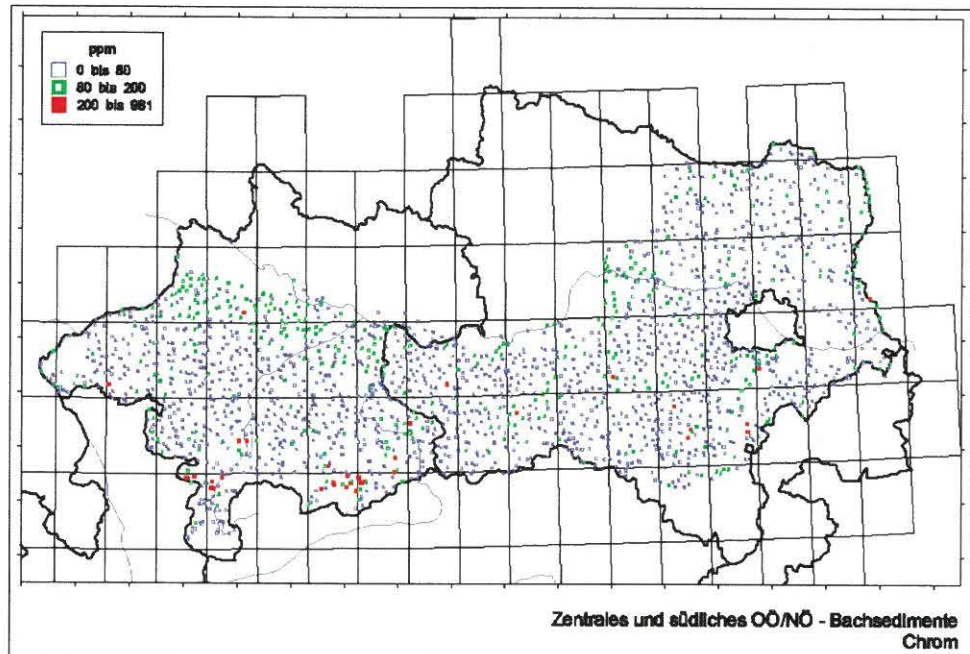


Abb.30: OÖ/NÖ geogene Grundgehalte – Chrom

zentrales und südliches OÖ/NÖ	geogener Grundgehalt Kupfer
praktisch alle Gesteinsserien in Molasse, Flysch und Kalkalpen	40 ppm
praktisch alle Werte >40 ppm technogen beeinflusst	

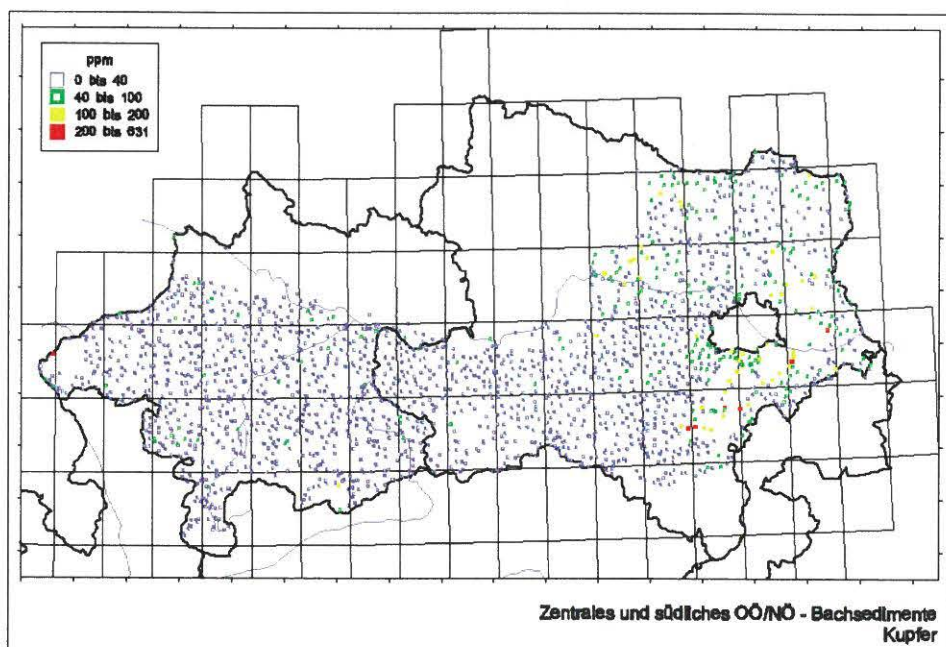


Abb.31: OÖ/NÖ geogene Grundgehalte – Kupfer

zentrales und südliche OÖ/NÖ	geogener Grundgehalt Quecksilber
praktisch alle Gesteinsserien in Molasse, Flysch und teilweise Kalkalpen	0.1 ppm
teilweise tonige Serien in Kalkalpen	0.3 ppm
sonst alle Werte >0.1 wahrscheinlich technogen beeinflusst	

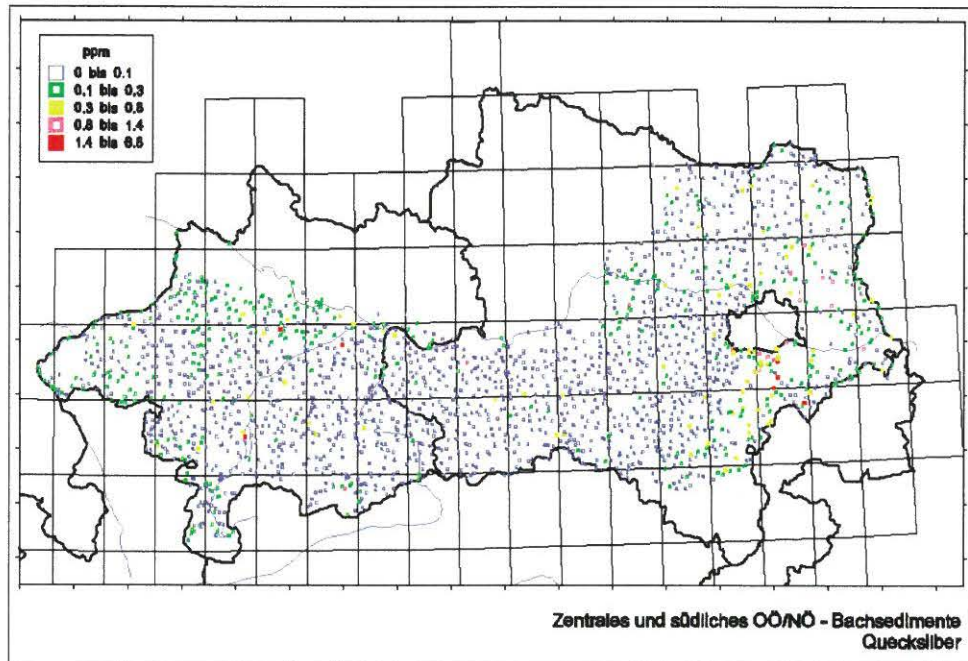


Abb.32: OÖ/NÖ geogene Grundgehalte – Quecksilber

zentrales und südliches OÖ/NÖ	geogener Grundgehalt Molybdän
Gesteinsserien in Molasse und Flysch	0.5 ppm
Gesteinsserien Kalkalpen	2 ppm und 4 ppm (genauere Abklärung mittels Gesteinsgeochemie notwendig)
auf Grund unterschiedlicher Bestimmungsgrenzen Aussagen für NÖ unsicher	
alle Werte >4 ppm wahrscheinlich technogen	

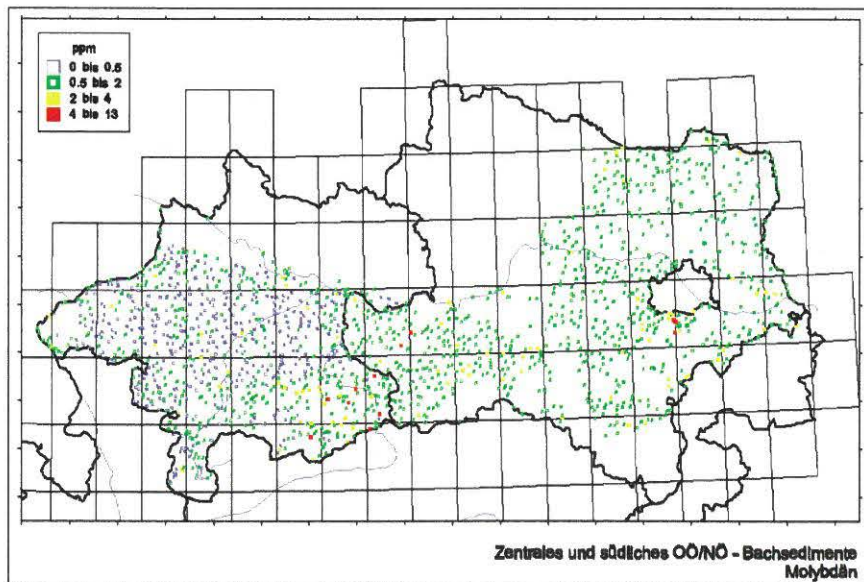


Abb.33: OÖ/NÖ geogene Grundgehalte – Molybdän

zentrales und südliches OÖ/NÖ	geogener Grundgehalt Nickel
praktisch alle Gesteinsserien in Molasse, Flysch und Kalkalpen	50 ppm
terrigen Serien in Kalkalpen	80 ppm (teilweise auch bis 200)
technogen teilweise beeinflusst bereits >50 ppm	

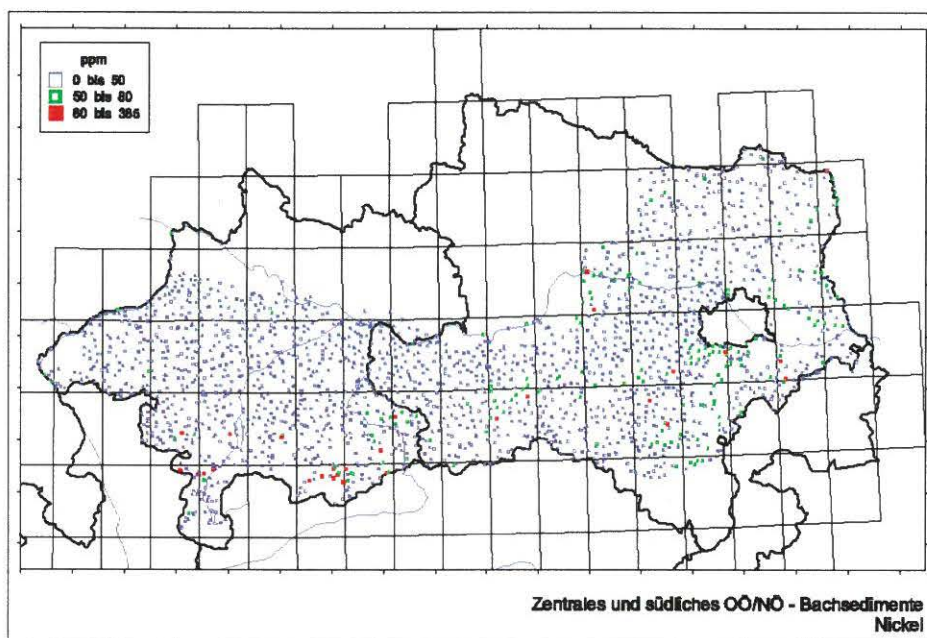


Abb.34: OÖ/NÖ geogene Grundgehalte – Nickel

zentrales und östliches OÖ/NÖ	geogener Grundgehalt Blei
praktisch alle Gesteinsserien in Molasse, Flysch und Kalkalpen	50 ppm
lokal Mineralisationen in den Kalkalpen	200 ppm
Werte >50 ppm überwiegend technogen beeinflusst	

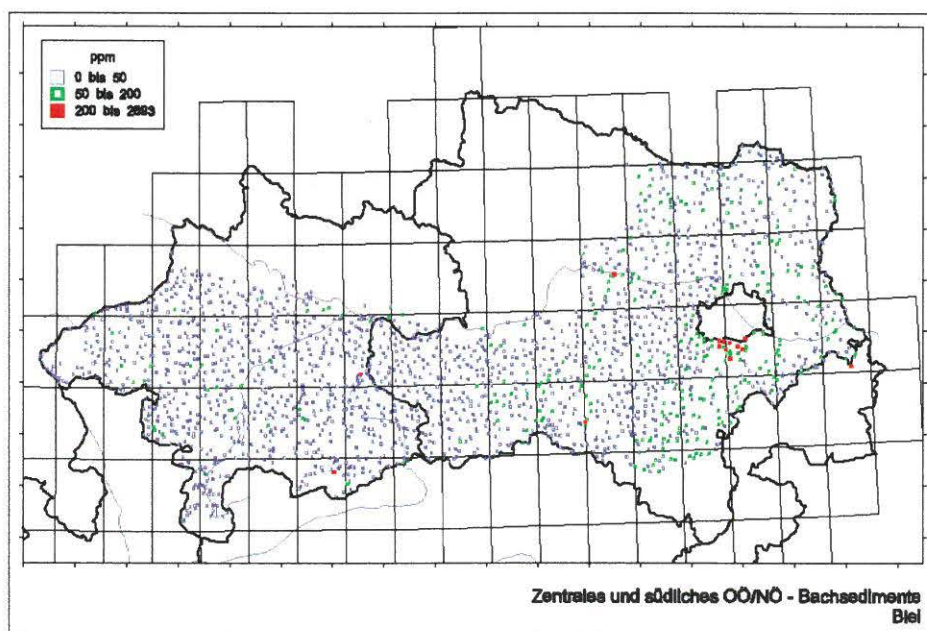


Abb.35: OÖ/NÖ geogene Grundgehalte – Blei

zentrales und südliches OÖ/NÖ	geogener Grundgehalt Zink
praktisch alle Gesteinsserien in Molasse, Flysch und Kalkalpen	100 ppm
lokal Mineralisationen in Kalkalpen	350 ppm
auf der große Fläche Werte auch >100 ppm technogen beeinflusst	

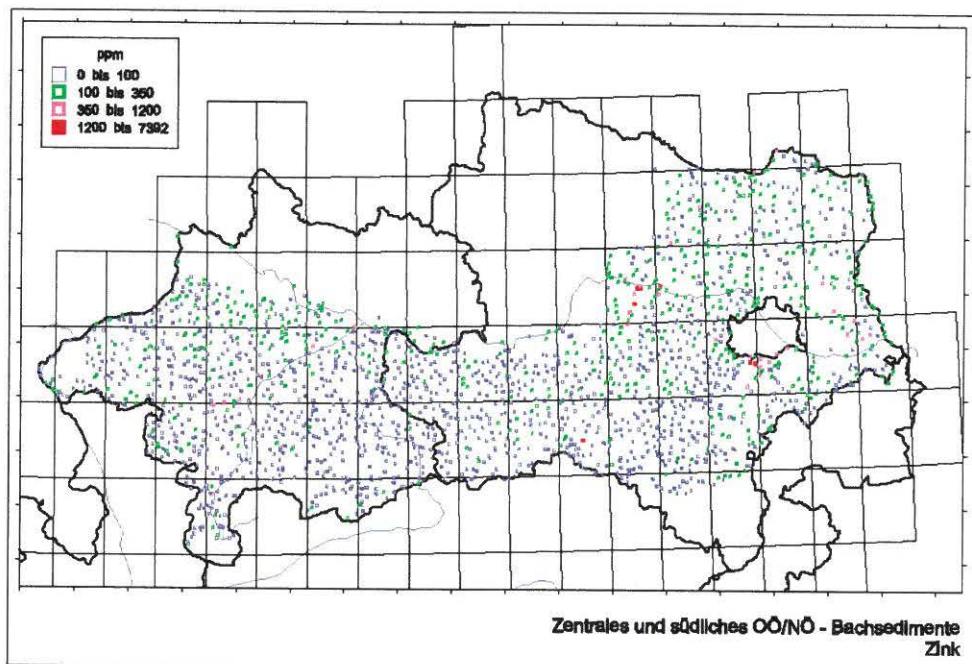


Abb.36: OÖ/NÖ geogene Grundgehalte – Zink

3.3 Zentralalpines Kristallin

Niederösterreich hat Anteile an der Grauwackenzone, sowie am Unterostalpin-/Pennin-System des Semmering-Wechselgebiets. Die Bachsedimente dieses Raums wurden im Zuge des „Geochemischen Atlas“ beprobt und analysiert.

südöstl.NÖ	geogener Grundgehalt Arsen
Grauwackenzone	30 ppm
Semmering-Mesozoikum und Paragneise des Semmeringsystems	50 ppm (lokal bis 400 ppm)
Gneise des Wechselsystems	30 ppm (lokal bis 50 ppm)

südöstl.NÖ	geogener Grundgehalt Kobalt
Grauwackenzone	20 ppm (lokal bei Mineralisationen 80 ppm)
Serien des Semmering-Wechselsystems	20 ppm (lokal bei Mineralisationen 80 ppm)

südöstl.NÖ	geogener Grundgehalt Chrom
Grauwackenzone	80 ppm
Ortho- und Paragneise des Semmering-Wechselsystems	80 ppm
basische Gesteinsserien des Semmering-Wechselsystems	150 ppm
basische und ultrabasische Gesteinsserien des penninischen Fensters	400 ppm

südöstl.NÖ	geogener Grundgehalt Kupfer
Grauwackenzone	30 ppm (lokal bei Mineralisationen 80 ppm)
Ortho- und Paragneise des Semmering-Wechselsystems	30 ppm
basische Gesteinsserien des Semmering-Wechselsystems	60 ppm
Serien des penninischen Fensters	80 ppm

südöstl.NÖ	geogener Grundgehalt Molybdän
Grauwackenzone	1 ppm
Metasedimente des Semmeringsystems	3 ppm
Kristalline Gesteinsserien des Semmering-Wechselsystems	1 ppm (kleinräumig 3 ppm)

südöstl.NÖ	geogener Hintergrund Nickel
Grauwackenzone	40 ppm
Ortho- und Paragneise des Semmering-Wechselsystems	40 ppm
basische Gesteinsserien des Semmering-Wechselsystems	110 ppm
basische und ultrabasische Serien des Penninfensters	300 ppm

südöstl.NÖ	geogener Hintergrund Blei
Grauwackenzone	25 ppm
Metasedimente und Paragneise des Semmeringsystems	75 ppm (lokal noch höher)
Orthogneise des Semmeringsystems und Serien des Wechselsystems	50 ppm

südöstl.NÖ	geogener Hintergrund Zink
Grauwackenzone	100 ppm
Serien des Semmering- Wechselsystems	100 ppm (lokal 300 ppm)

4. Verwendete Unterlagen:

AICHBERGER, K. (Projektl.):

Oberösterreichischer Bodenkataster. Bodenzustandsinventur 1993.-
Amt der OÖ Landesregierung, Linz 1993

AUGUSTIN-GYURITS, K., HOLNSTEINER, R., PIRKL, H. & NEINAVAIE, H.:

Umweltgeochemie der Flusssedimente Oberösterreichs.-
Unveröffentl.Bericht BFPZ Arsenal, Wien 1998

AUGUSTIN-GYURITS, K., HOLNSTEINER, R., PIRKL, H., NEINAVAIE, H. & HAUSBERGER, G.:

Umweltgeochemische Untersuchung der Bach- und Flusssedimente Niederösterreichs.-
Unveröffentl.Bericht BFPZ Arsenal, Wien 1997

BUND/LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT:

Hintergrund- und Referenzwerte für Böden.-
Bodenschutz, 4, Bayr.Staatsministerium f.Landesentwicklung und Umweltfragen, München 1995

DANNEBERG, O.H.:

Hintergrundwerte von Spurenelementen in den landwirtschaftlich genutzten Böden Ostösterreichs.-
Mitt.Österr.Bodenk.Ges., 57, 7-24, Wien 1999

DANNEBERG, O.H. & HELLMANN, W. (Projektl.):

Niederösterreichische Bodenzustandsinventur.-
Bundesanstalt f. Bodenwirtschaft, Wien 1994

DANNEBERG; O.H., NELHIEBEL, P., BRÜGGEMANN, H. & POCK, H.:

Zusammenführung der BZI-Daten von Niederösterreich und Oberösterreich und Erstellung
lithologischer und bodenkundlicher Zuordnung für Oberösterreich.-
Mitt.Österr.Bodenk.Ges., 61, 7-40, Wien 2000

FUCHS, W. & GRILL, R.:

Geologische Karte von Wien und Umgebung 1:200.000.-
Geol.Bundesanstalt, Wien 1984

FUCHS, G. & MATURA, A.:

Zur Geologie des Kristallins der südlichen Böhmisches Masse.-
Jb.Geol.BA, 119, 1-43, Wien 1976

HAUSBERGER, G. & HOCHREITER, M.:

Geochemie der Bachsedimente in Niederösterreich. Geochemische Karten der Fraktion <0.18mm und
<0.04mm.-
Unveröffentl.Bericht im Auftrag BFPZ Arsenal, Leoben 1996

HAUSBERGER, G., HOCHREITER, M. & BUKOVEC, D.:

Umweltgeochemie der Flusssedimente in Oberösterreich. Probepunktdokumentation.-
Unveröffentl.Bericht im Auftrag BFPZ Arsenal, Leoben 1995

HUBER, S. & ENGLISCH, M.:

Auswertung von Waldbodeninventuren im Bereich von Arge Alp und Arge Alpen-Adria.-
Bericht im Auftrag der gemeinsamen Arbeitsgruppe „Waldschäden und Luftreinhaltung“ der
Arbeitsgemeinschaft Alpenländer und der Arbeitsgemeinschaft Alpen-Adria, Forstliche
Bundesversuchsanstalt, Wien 1997

KOHL, H.:

Kompilierte Geologische Karte 1:20.000 des OÖ Zentral- und Donauraumes.-
Berichte der Geol.Bundesanstalt, 20, Wien 1990

KOHLMAIER, CH., NEINAVAIE, H. & PIRKL, H.:

Flusssedimentgeochemie Oberösterreich. Fraktion <180µ. Primärdokumentation und erste
Auswertungsschritte.-

Unveröffentl.Bericht, Eisenerz 1998

KRALIK, M. & AUGUSTIN-GYURITS, K.:

Umweltgeochemische Untersuchung der Bach- und Flusssedimente Niederösterreichs auf Haupt- und Spurenelemente zu Erfassung und Beurteilung geogener oder anthropogener Schadstoffbelastungen.-

Unveröffentl.Bericht BFPZ Arsenal, Wien 1994

LANDWIRTSCHAFTLICHES VERSUCHSZENTRUM STEIERMARK:

Bodenschutzbericht 1999. Potentielle Kontaminationsflächen in der Steiermark.-

Amt der Steiermärk.Landesregierung, Graz 1999

LANDWIRTSCHAFTLICHES VERSUCHSZENTRUM STEIERMARK:

Bodenschutzbericht 2000. Zehn-Jahreskontrolle von 109 Standorten und Untersuchungen zur zeitlichen und kleinräumigen Variabilität von Bodenparametern.-

Amt der Steiermärk.Landesregierung, Graz 2000

LETOUZE-ZEZULA, G. (Projektl.):

Jahresendbericht 1995 zum Projekt OC10 der Bund-Bundesländerkooperation

Massenrohstoffsicherung OÖ und Jahresendbericht 1997 zum Projekt OC10a der Bund-Bundesländerkooperation Beiträge zur Baurohstoff-Vorsorge in OÖ.-

Unveröffentl.Bericht Beol.Bundesanstalt, Wien 1999/2000

MATSCHULLAT, J., TOBSCHALL, H.J. & VOIGT, H.J.:

Geochemie und Umwelt. Relevante Prozesse in Atmo-, Pedo- und Hydrosphäre.-

Springer, Berlin/Heidelberg 1997

MEDERER, J., HINDEL, R., ROSENBERG, F., LINHARD, E. & MARTIN, M.:

UAG „Hintergrundwerte“ der Ad-hoc-AG Geochemie. Statusbericht Dezember 1996.-

Geol.Jb., G6, Hannover 1997

NEINAVAIE, H. & PIRKL, H.:

Bewertung von Schwermetallverteilungen in Böden und Flusssedimenten mit Hilfe angewandter mineralogischer und geostatistischer Werkzeuge.-

Berichte der Geol.Bundesanstalt, 34, Wien 1996

NEINAVAIE, H. & PIRKL, H.:

Aufbereitung und Komplexinterpretation geochemischer Analysendaten – Erweiterte Erläuterungen zum „Geochemischen Atlas der Republik Österreich“. 1. Zwischenbericht. Technische Erläuterungen.-

Unveröffentl.Bericht im Auftrag Geol.Bundesanstalt, Wien/Eisenerz 1998

NEINAVAIE, H. & PIRKL, H.:

Interpretation raumbezogener geochemischer Daten. 2. Teil :Umsetzung für umweltgeowissenschaftliche Fragestellungen.-

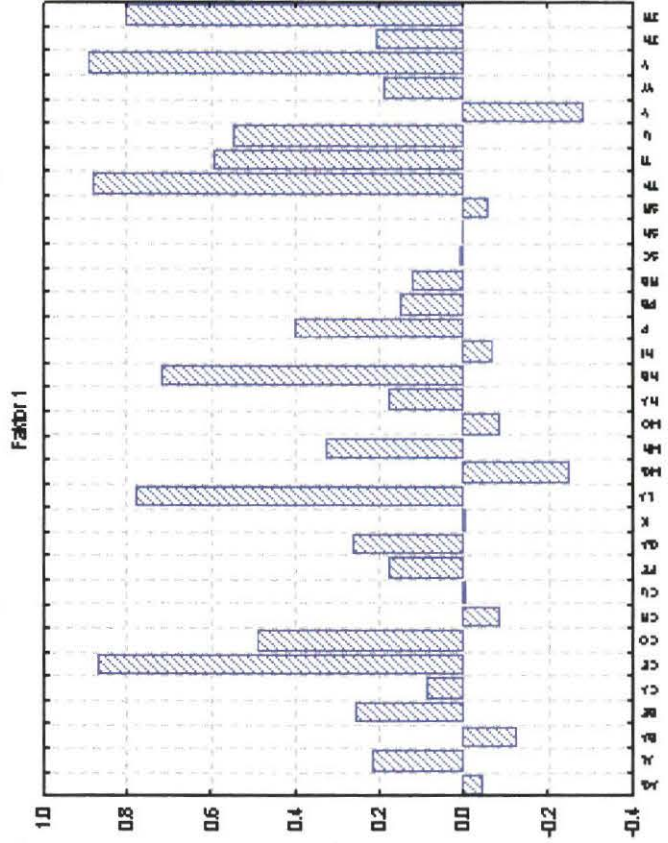
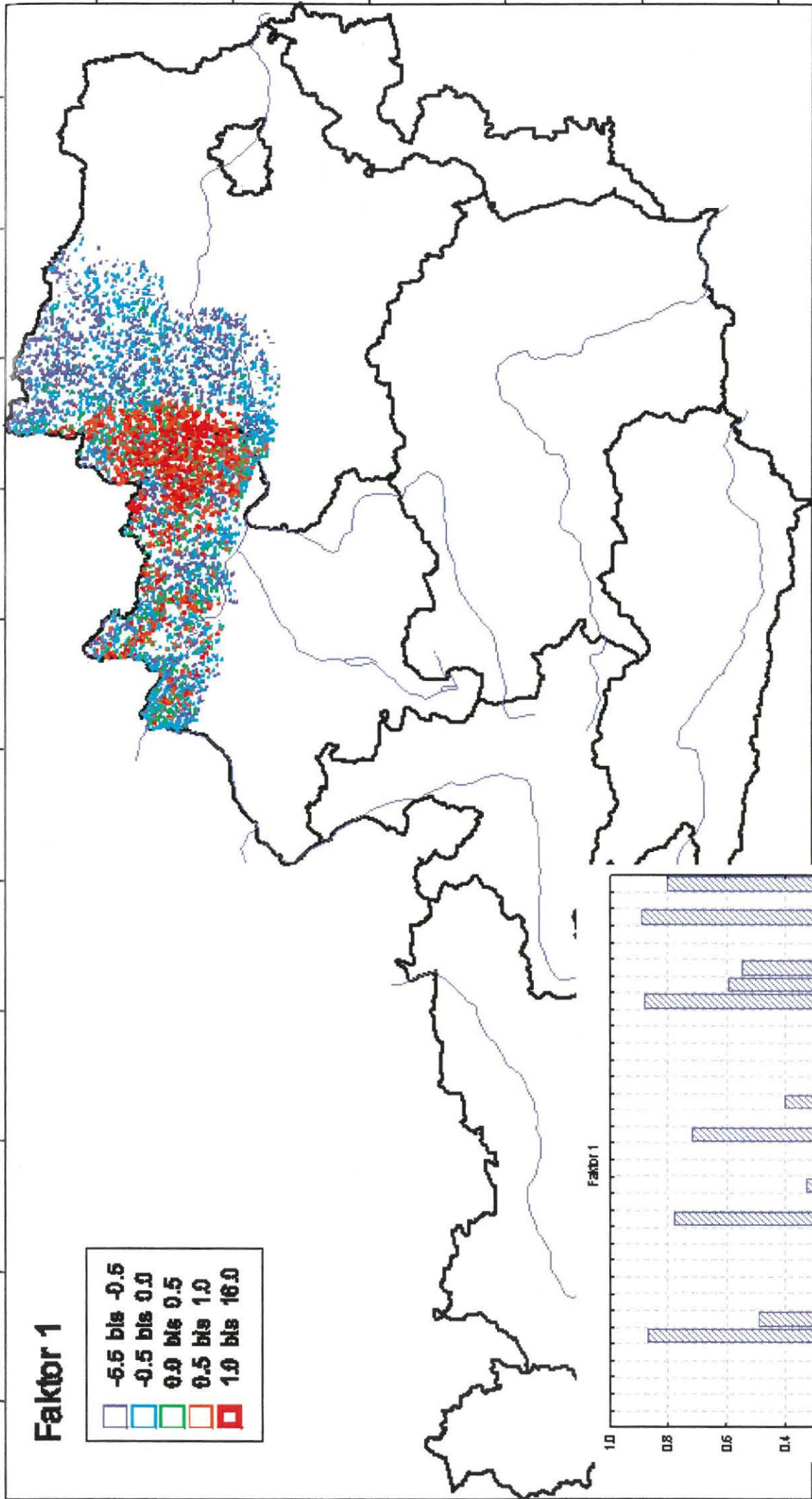
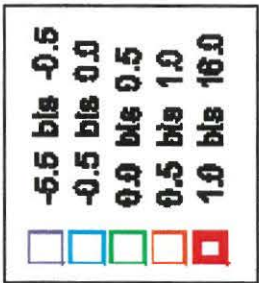
Unveröffentl.Bericht im Auftrag Geol.Bundesanstalt, Wien/Eisenerz 2000

PIRKL, H., LIPIARSKI, P. & SCHEDL, A.:

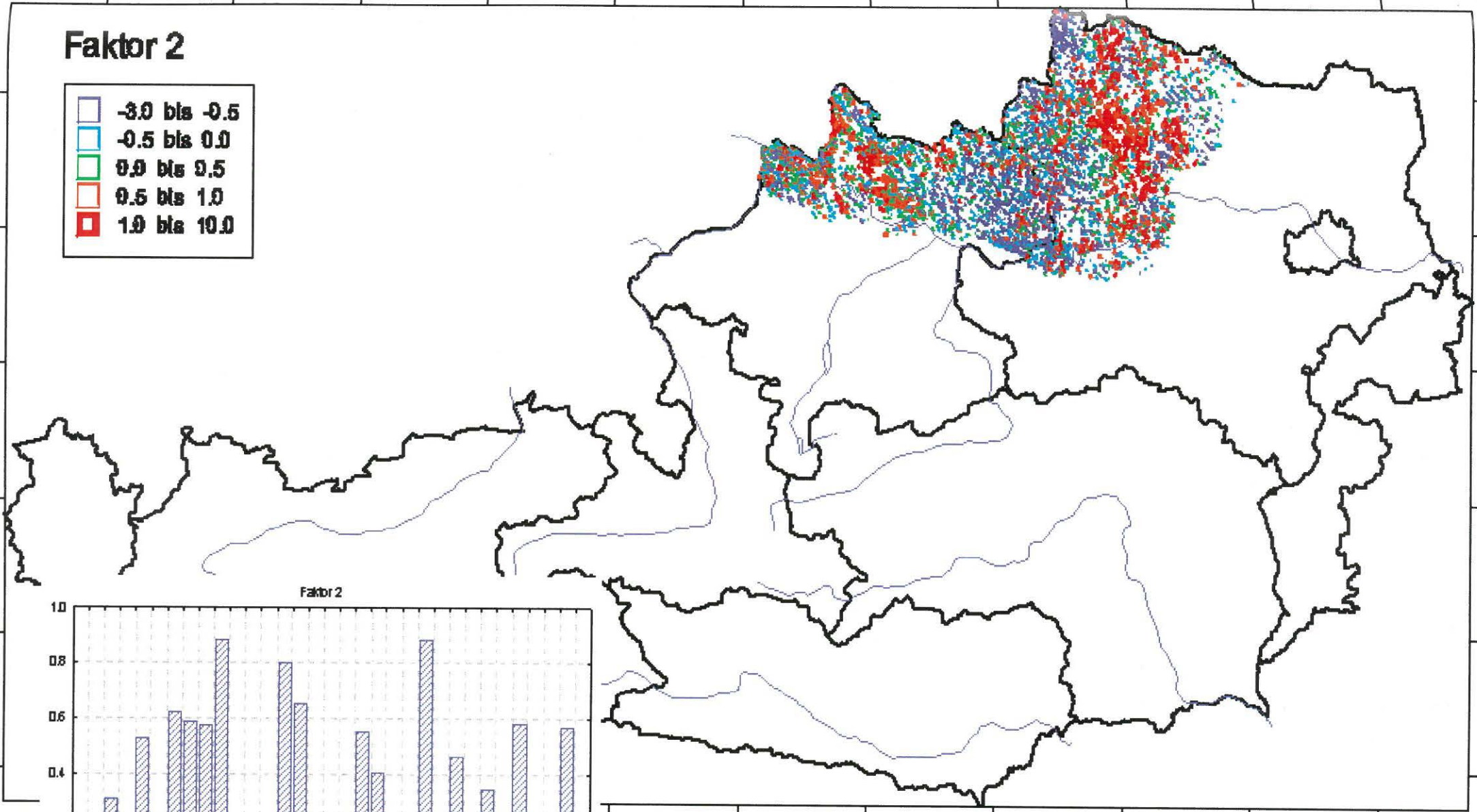
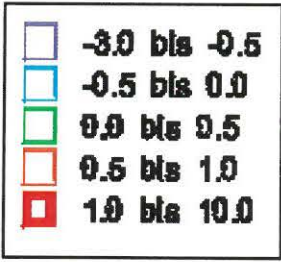
Metadatendokumentation öffentlich zugänglicher Datensätze raumbezogener geochemischer Kartierungen in Österreich.-

Unveröffentl.Bericht Geol.Bundesanstalt, Wien 1998

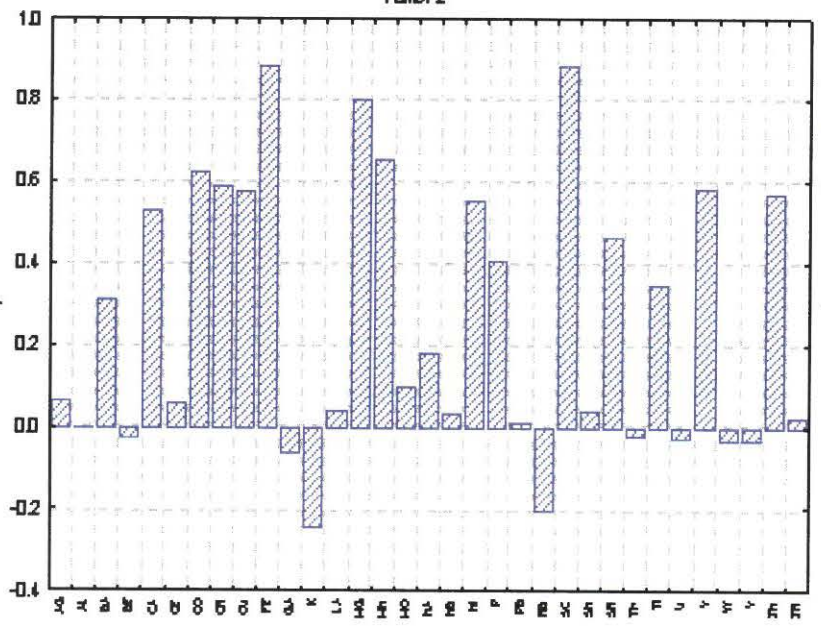
Faktor 1



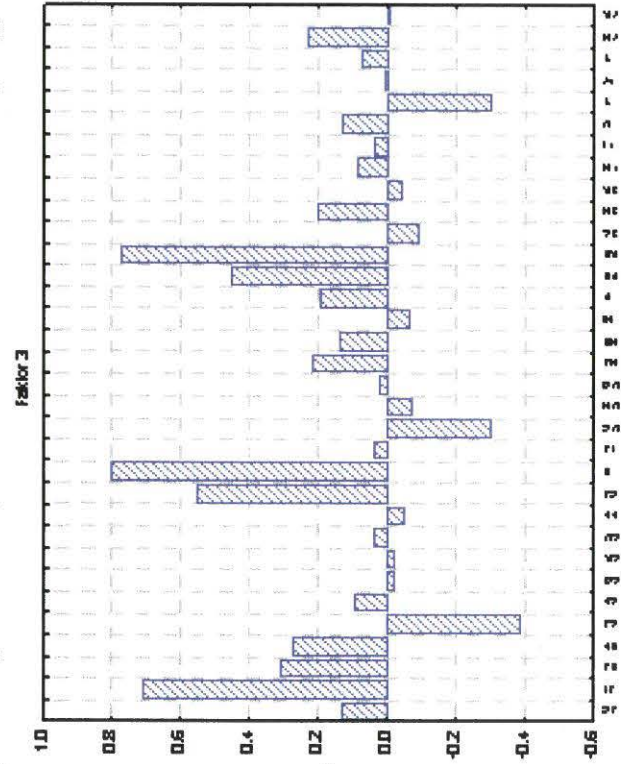
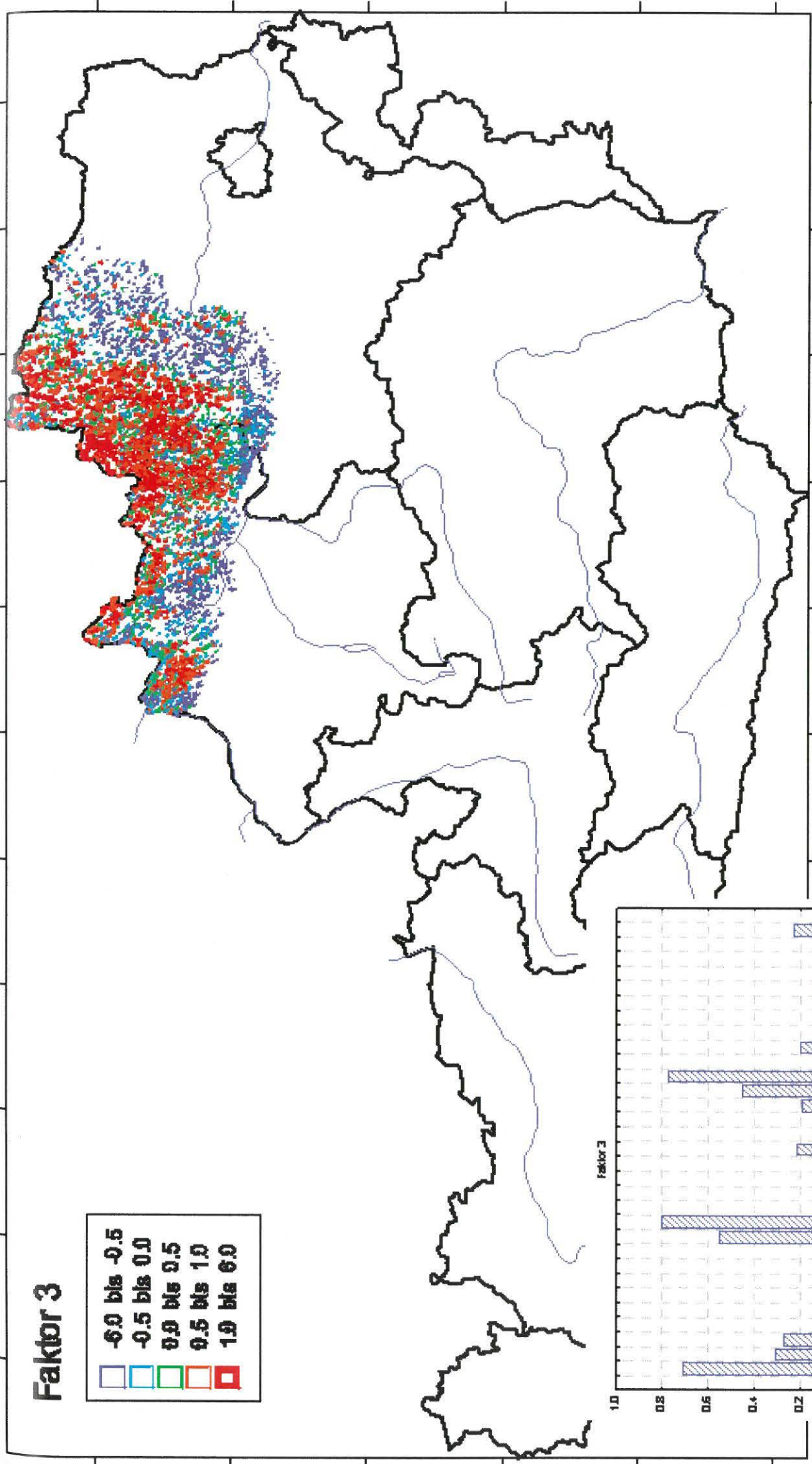
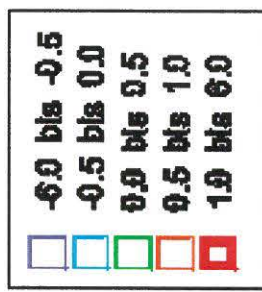
Faktor 2



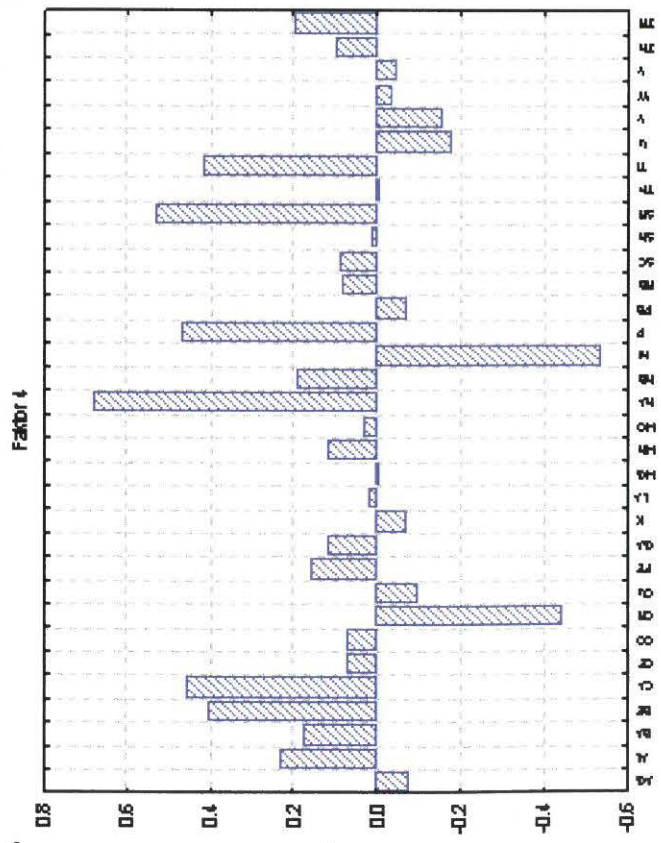
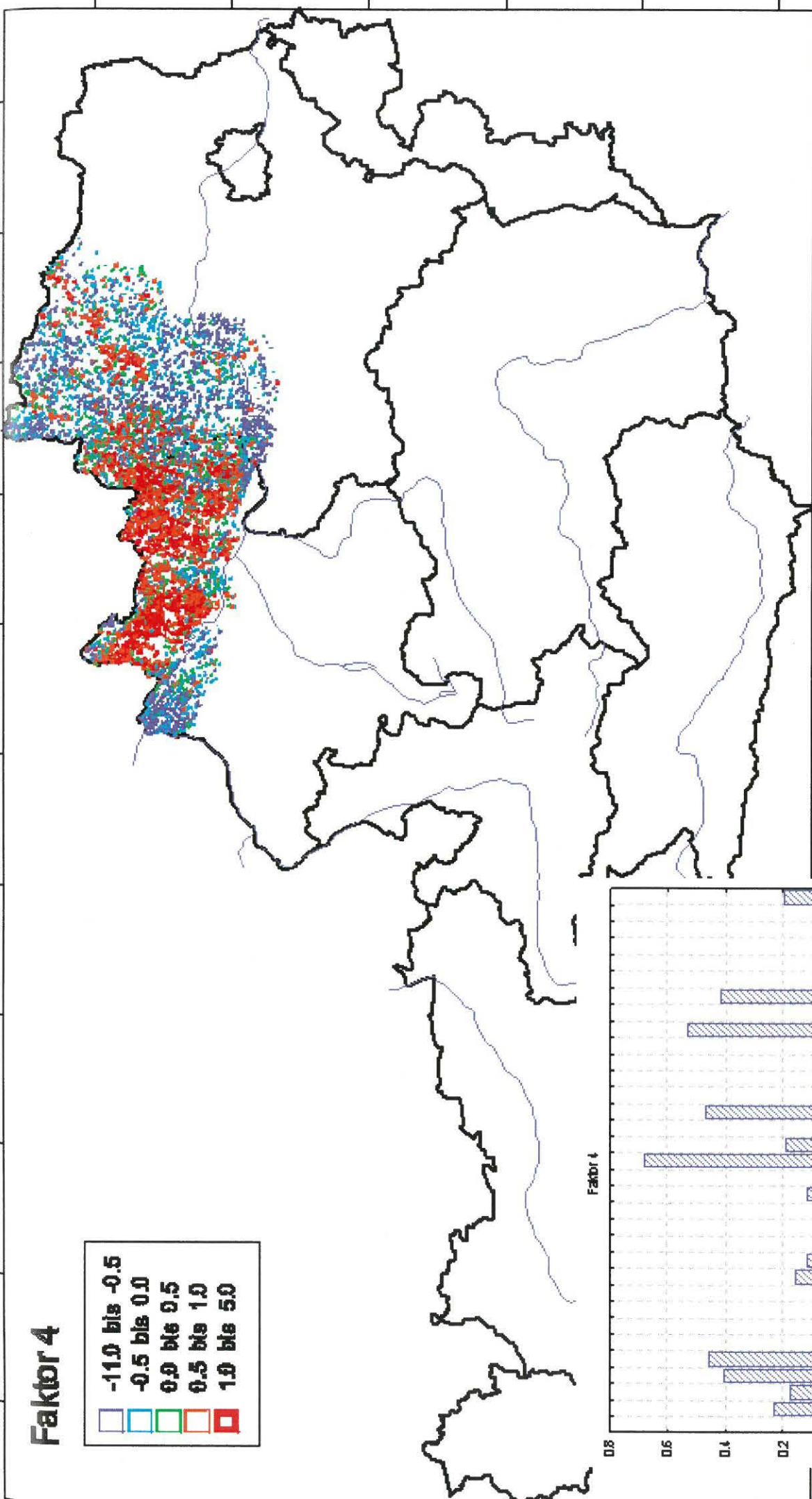
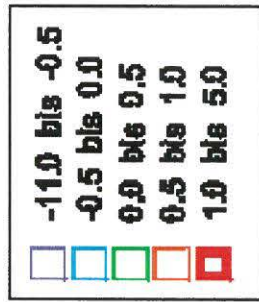
Faktor 2



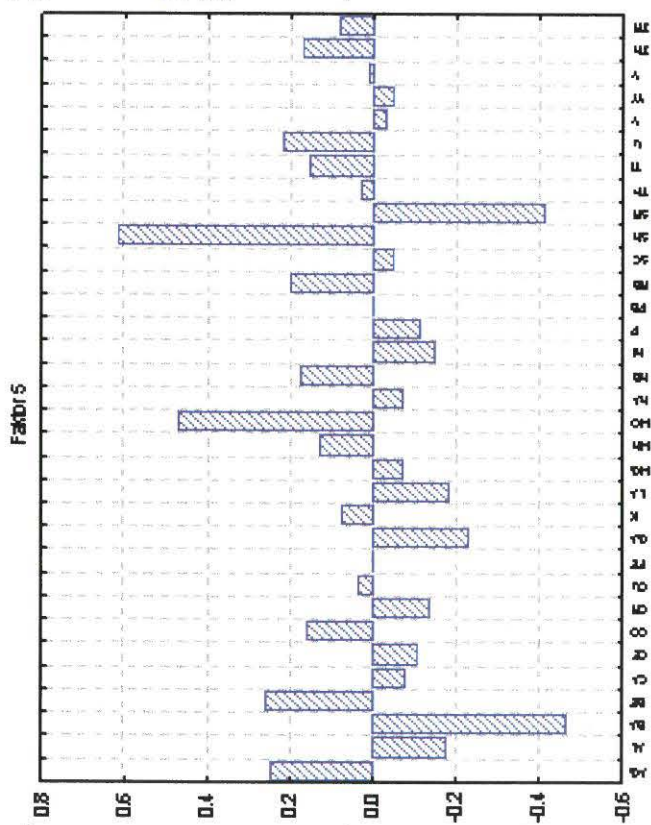
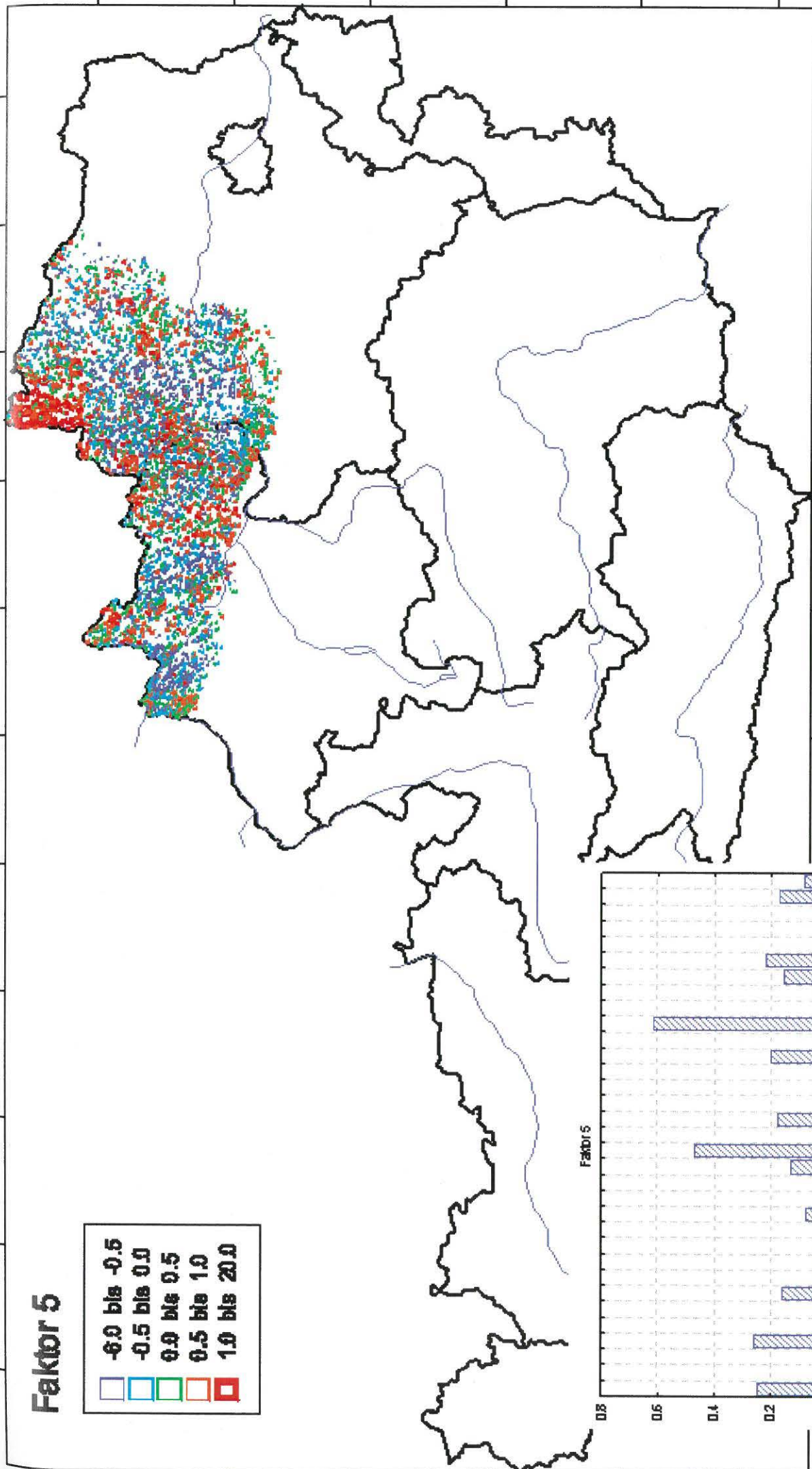
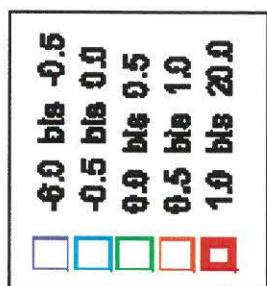
Faktor 3

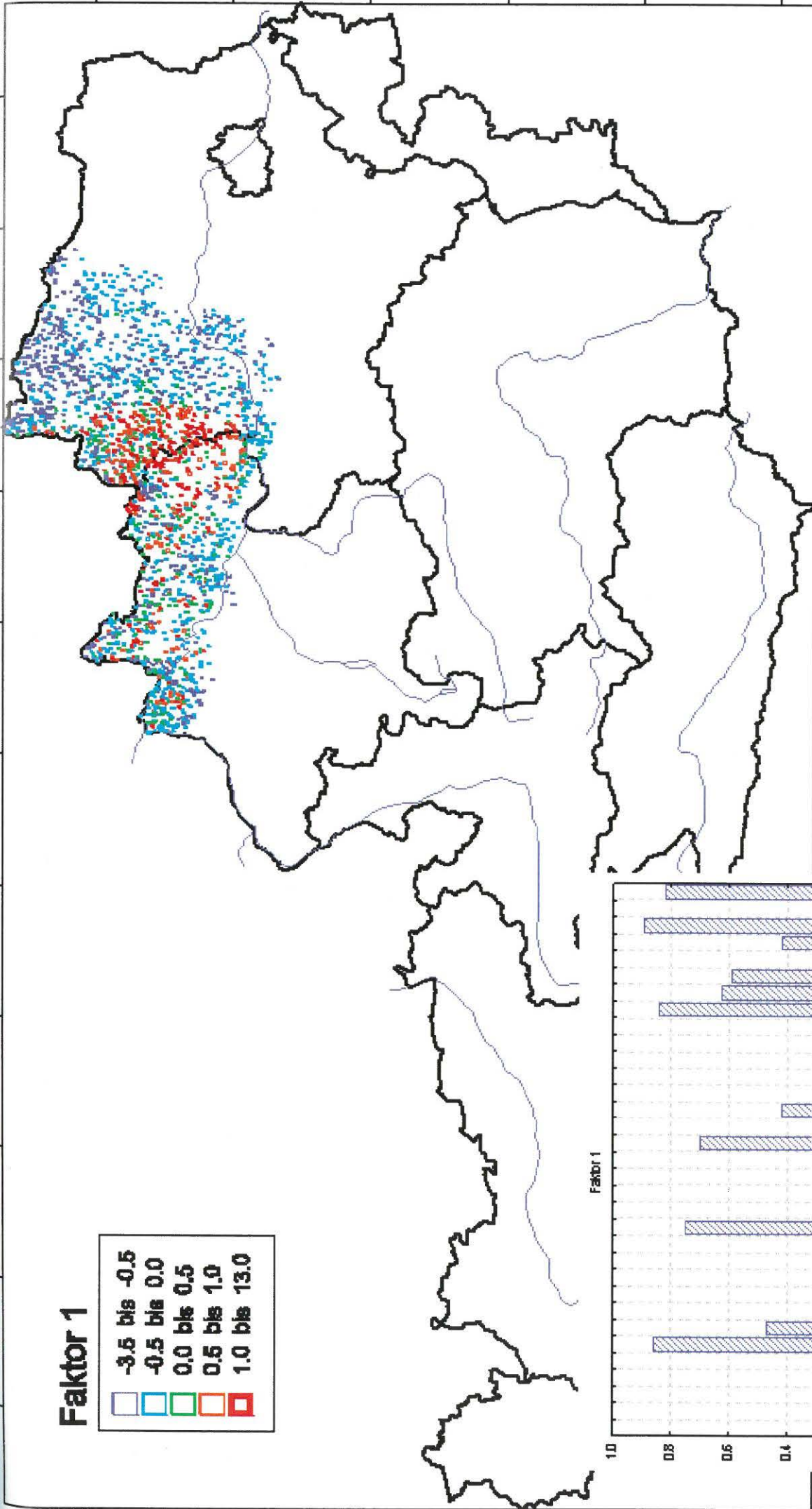


Faktor 4

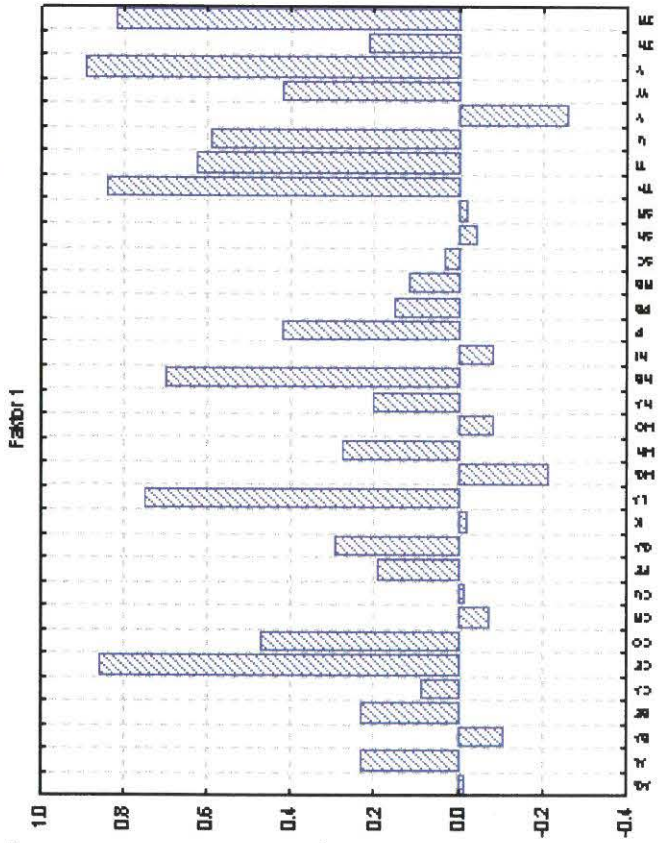
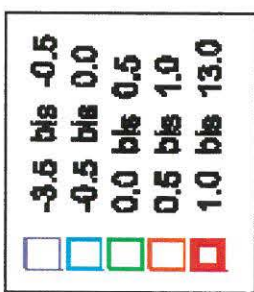


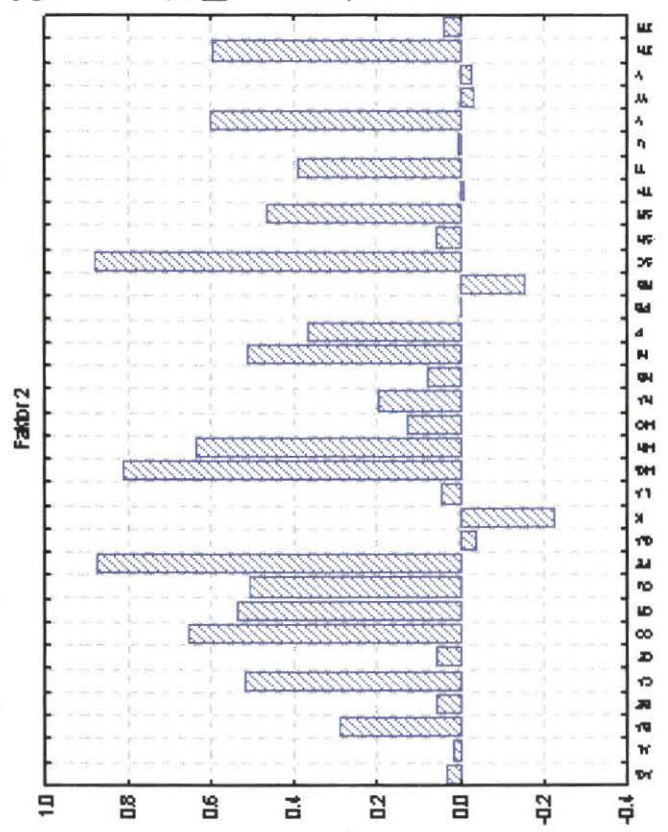
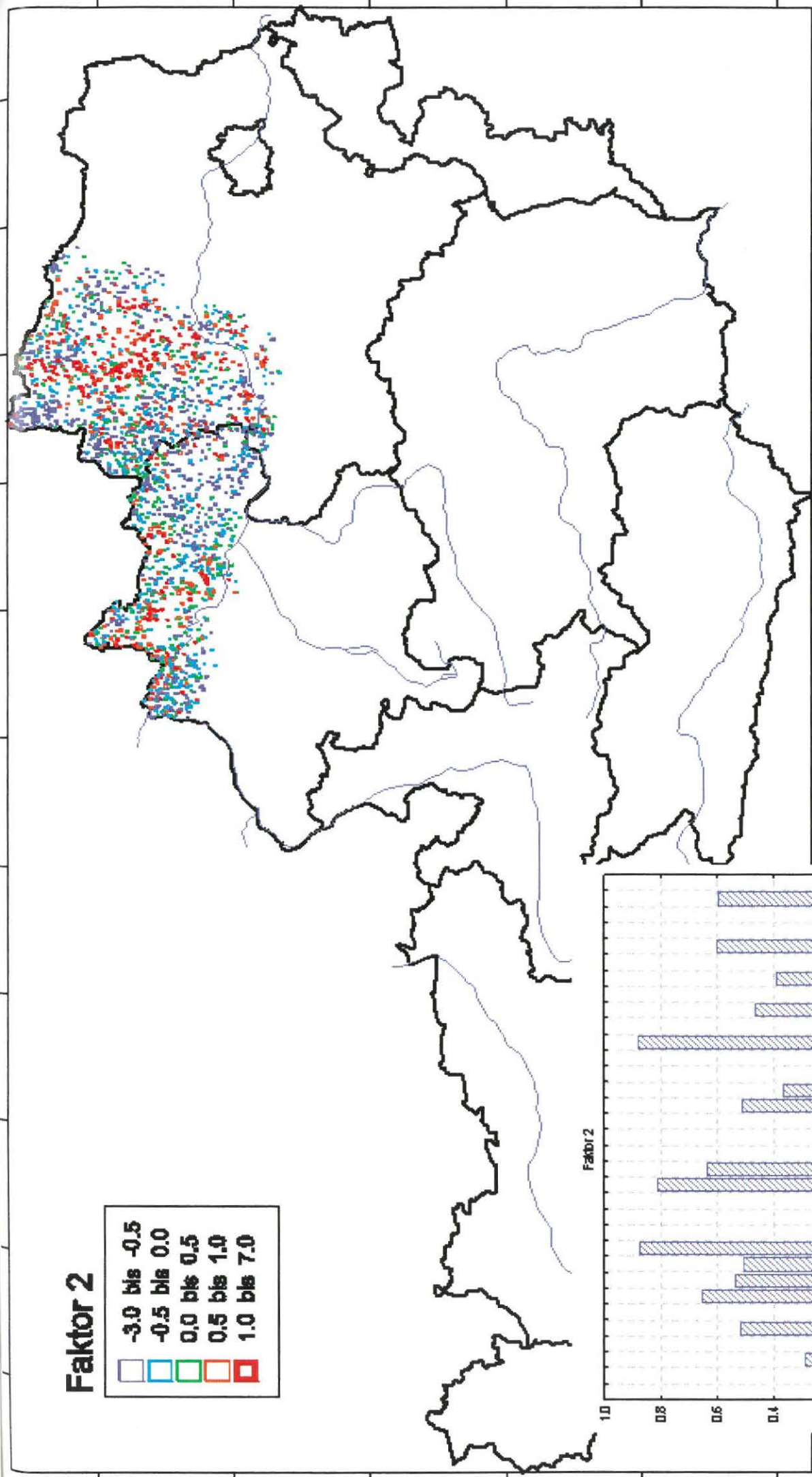
Faktor 5

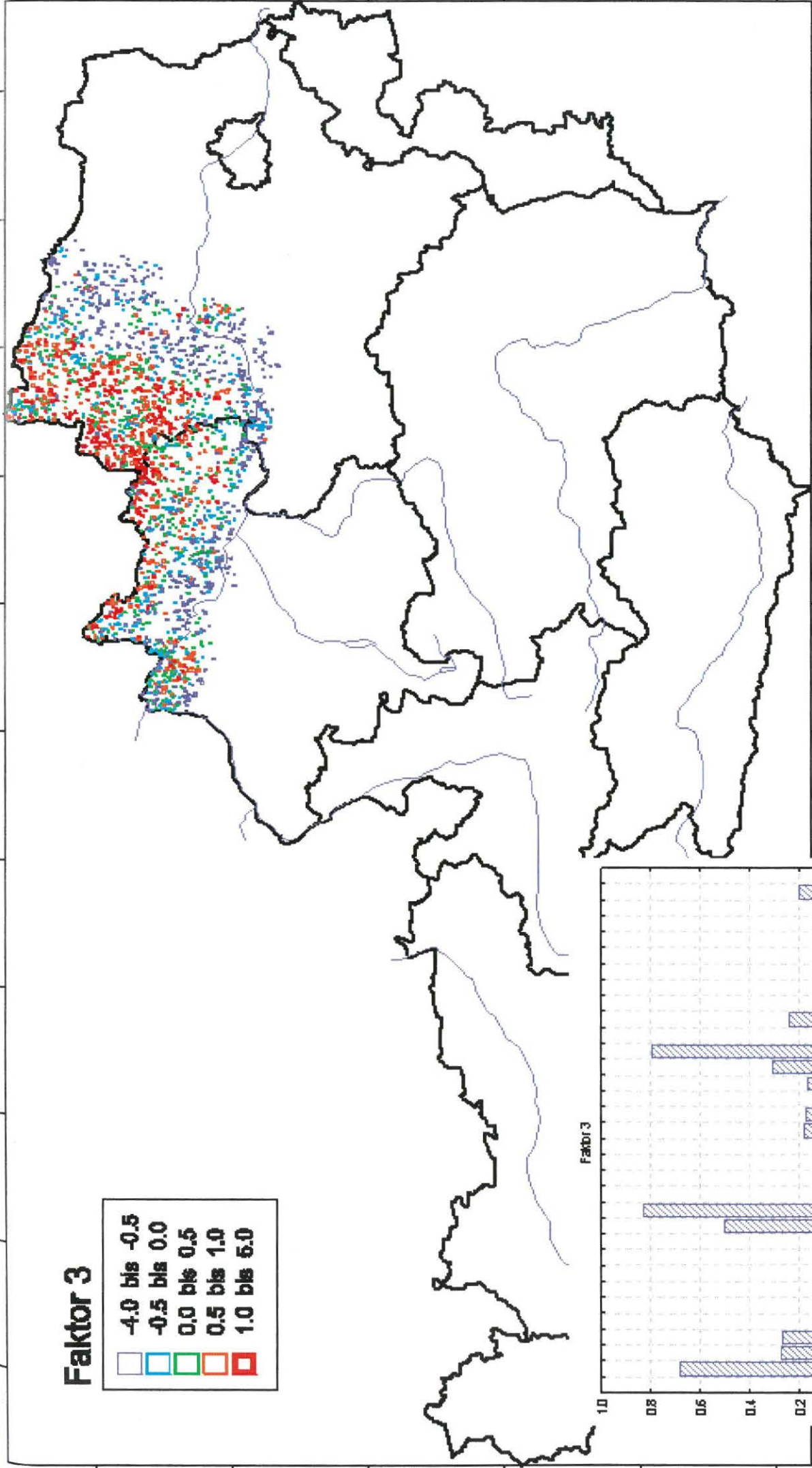




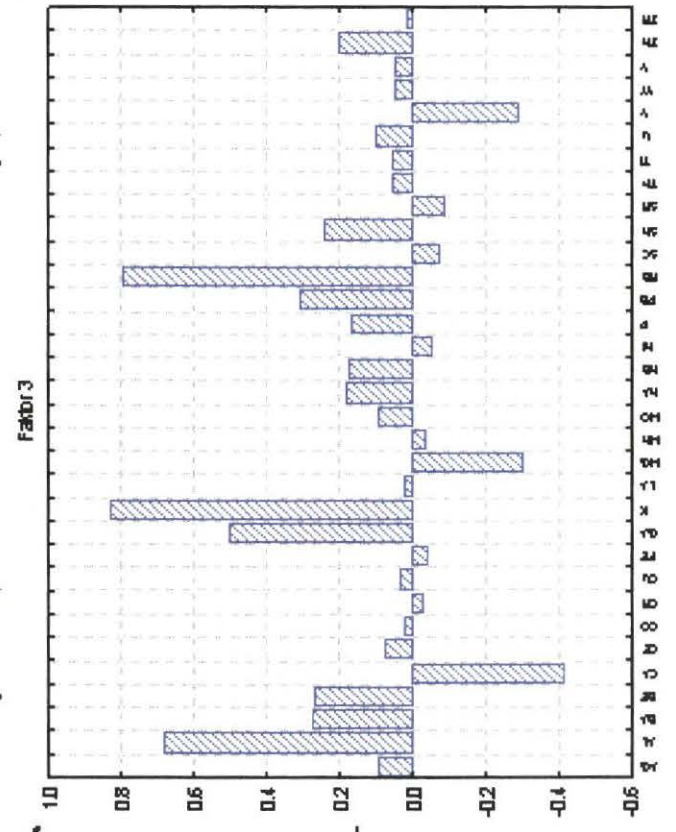
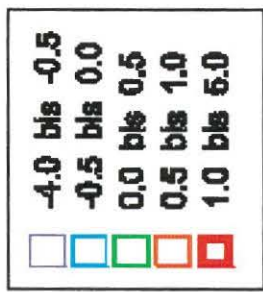
Faktor 1



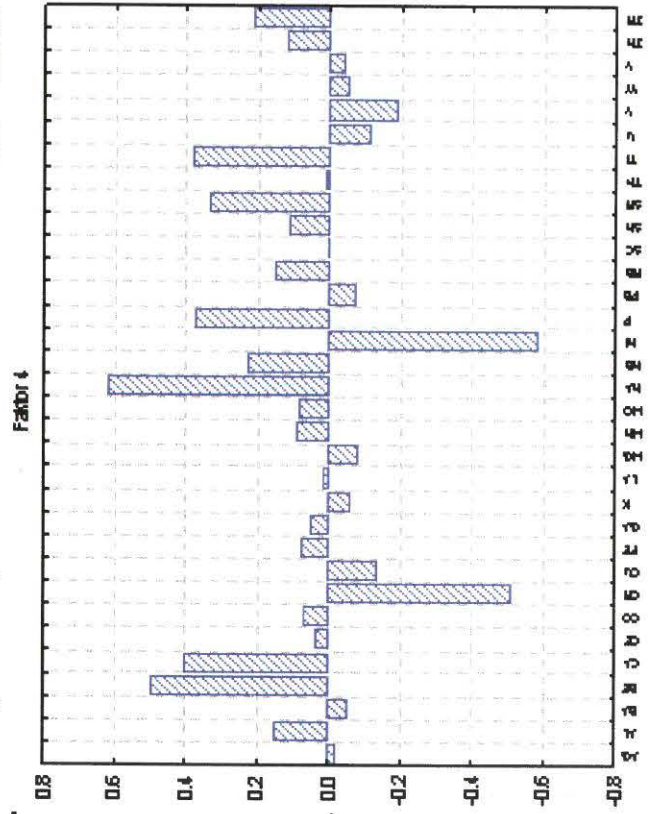
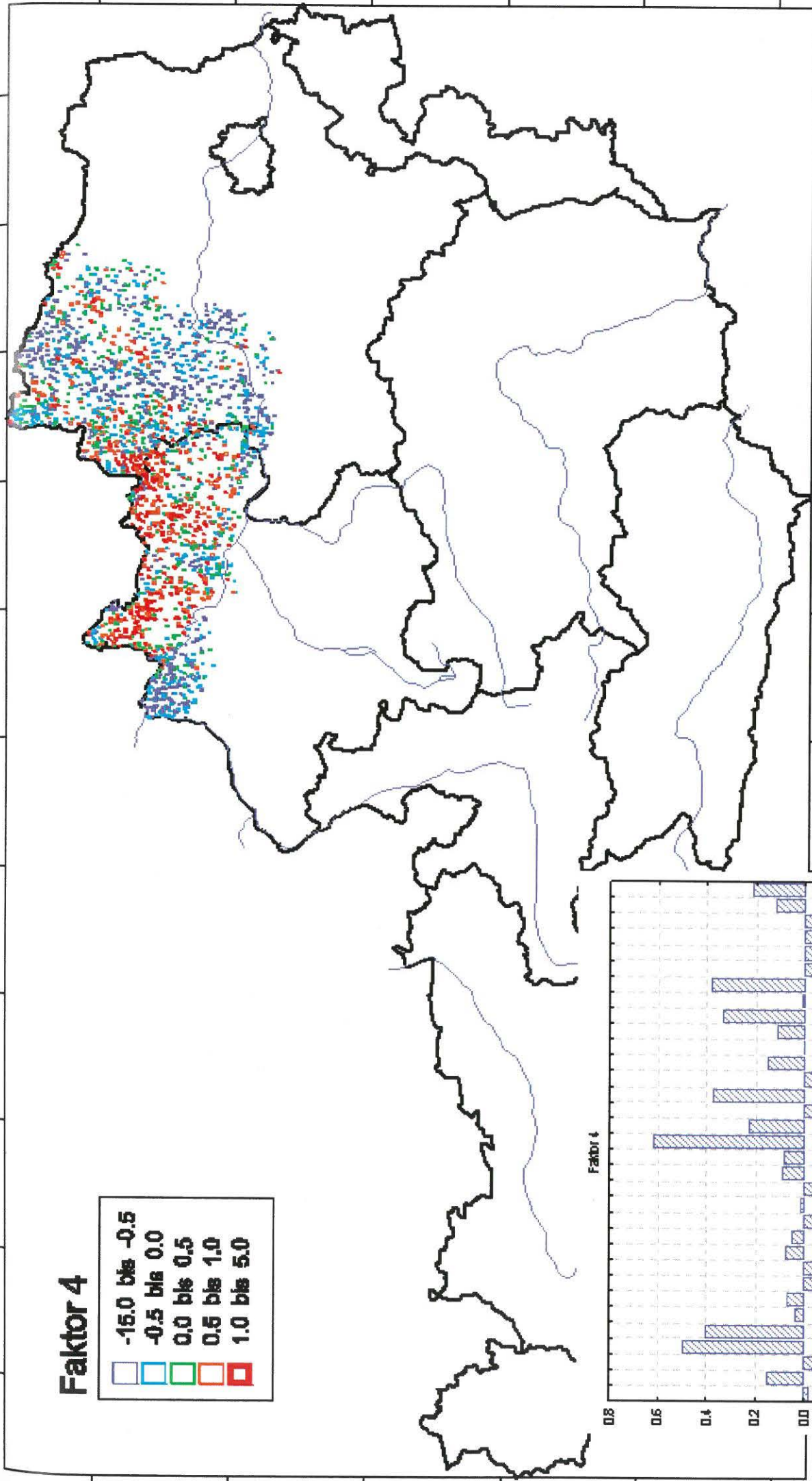
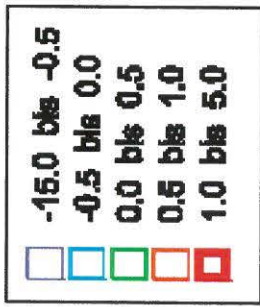


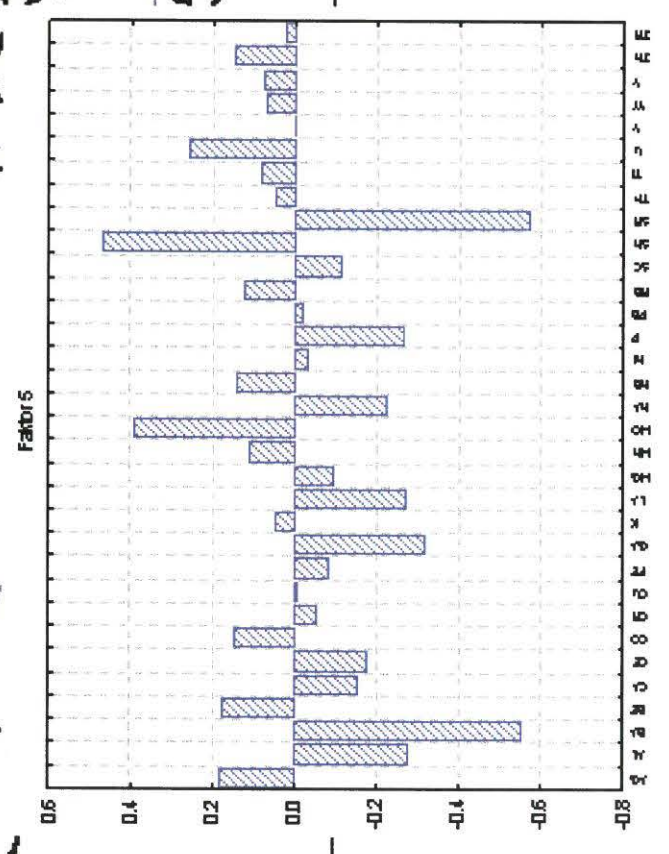
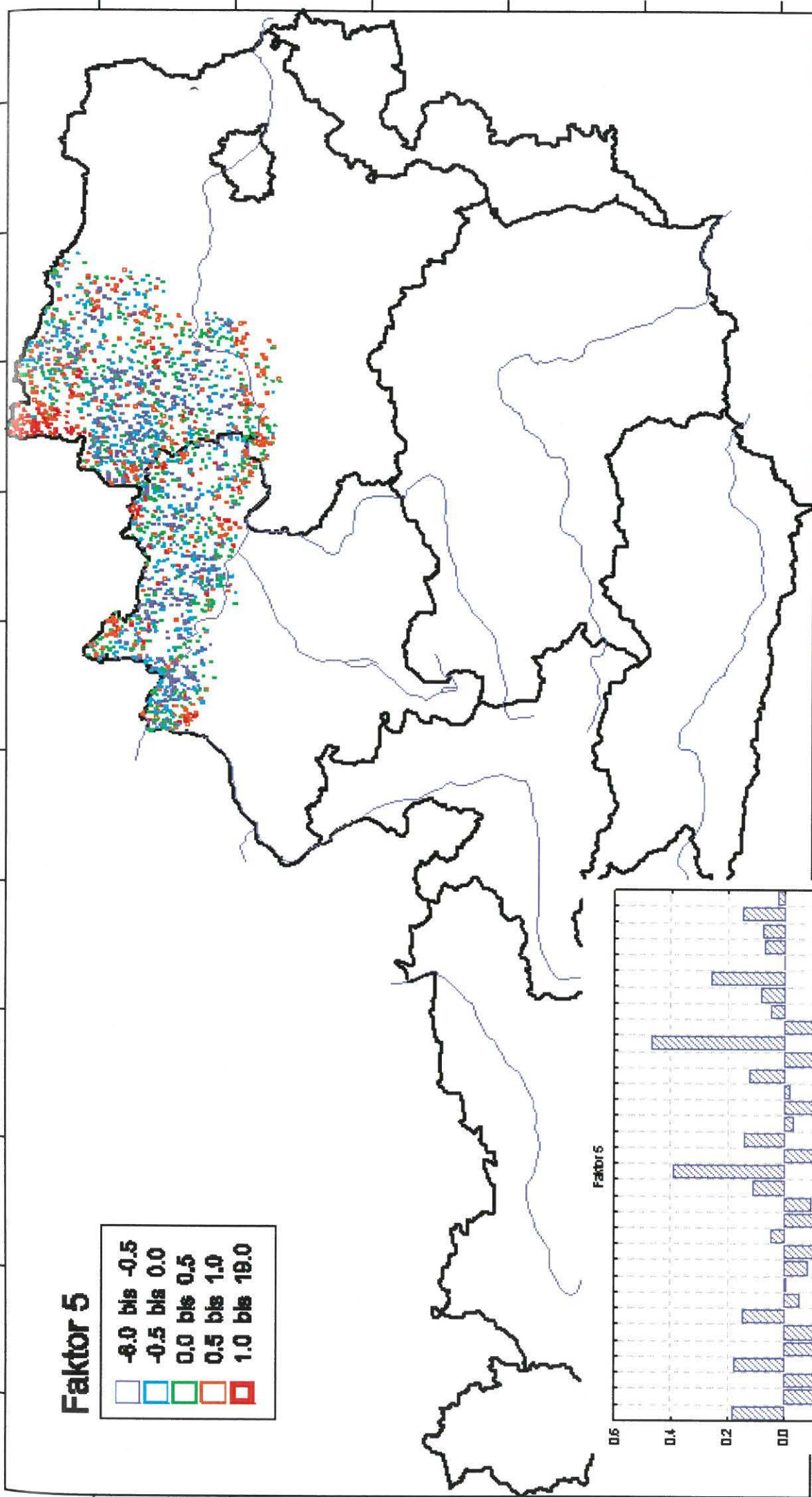


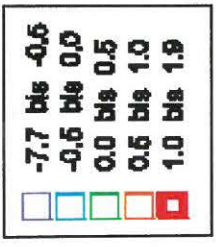
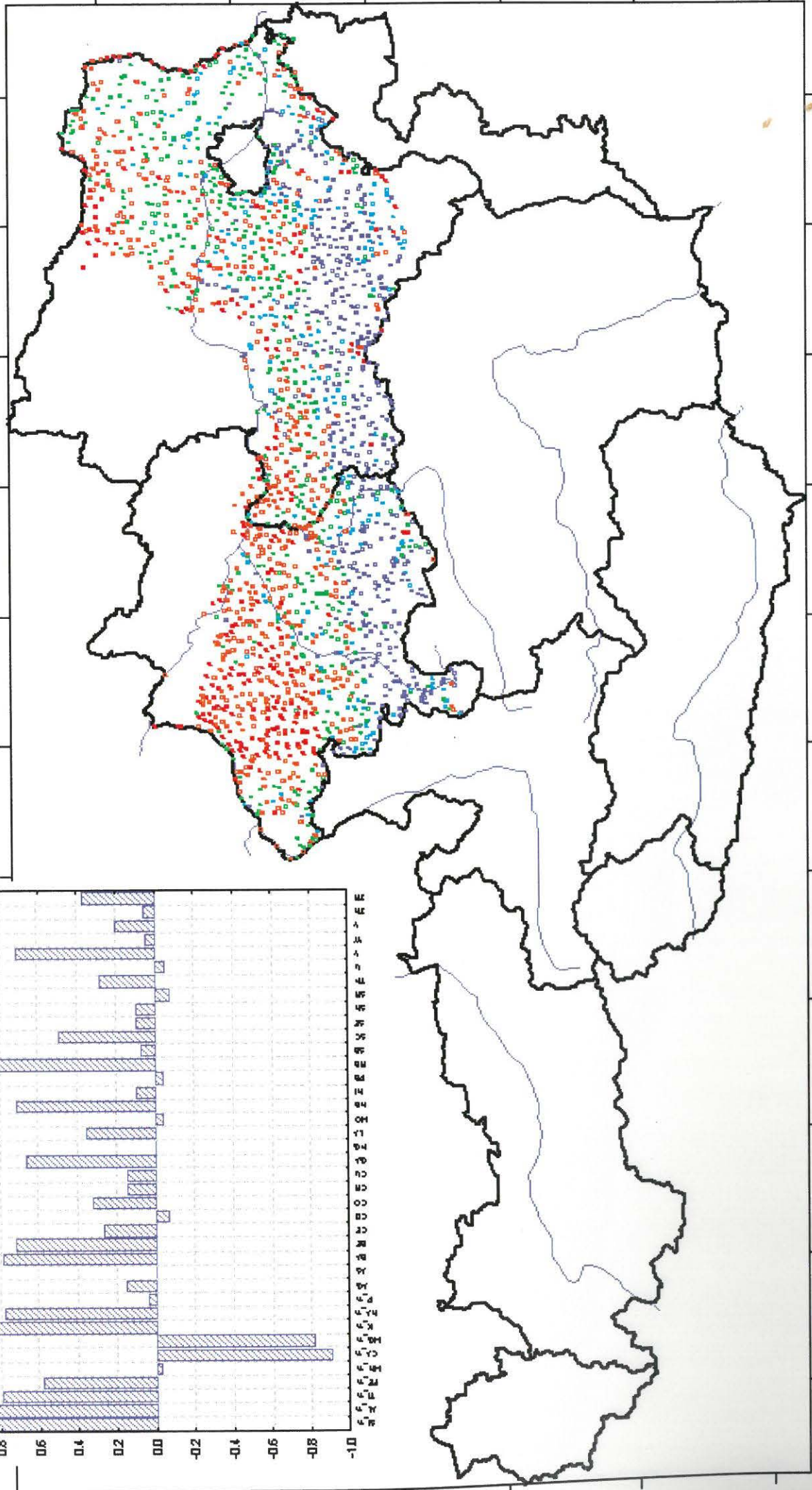
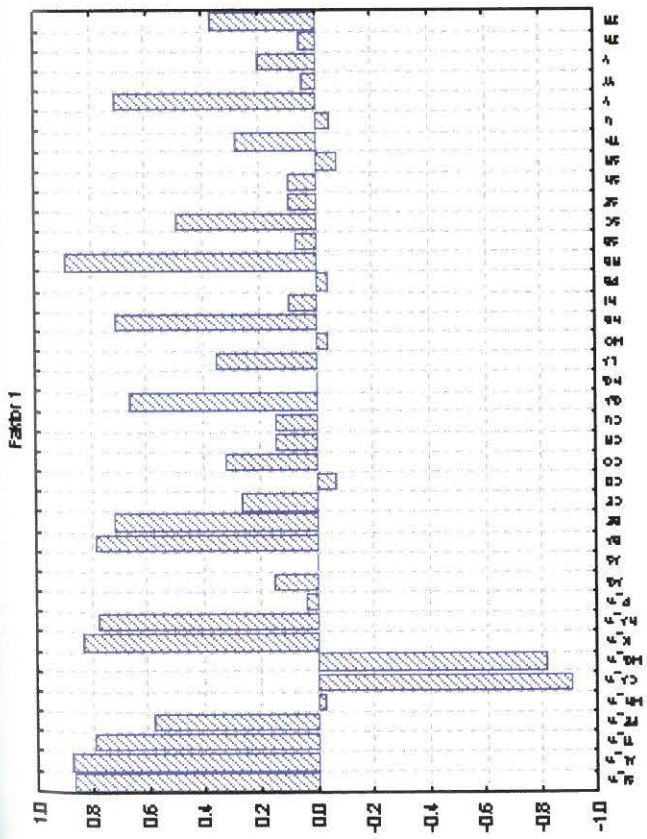
Faktor 3



Faktor 4

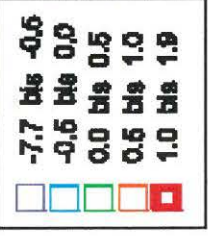
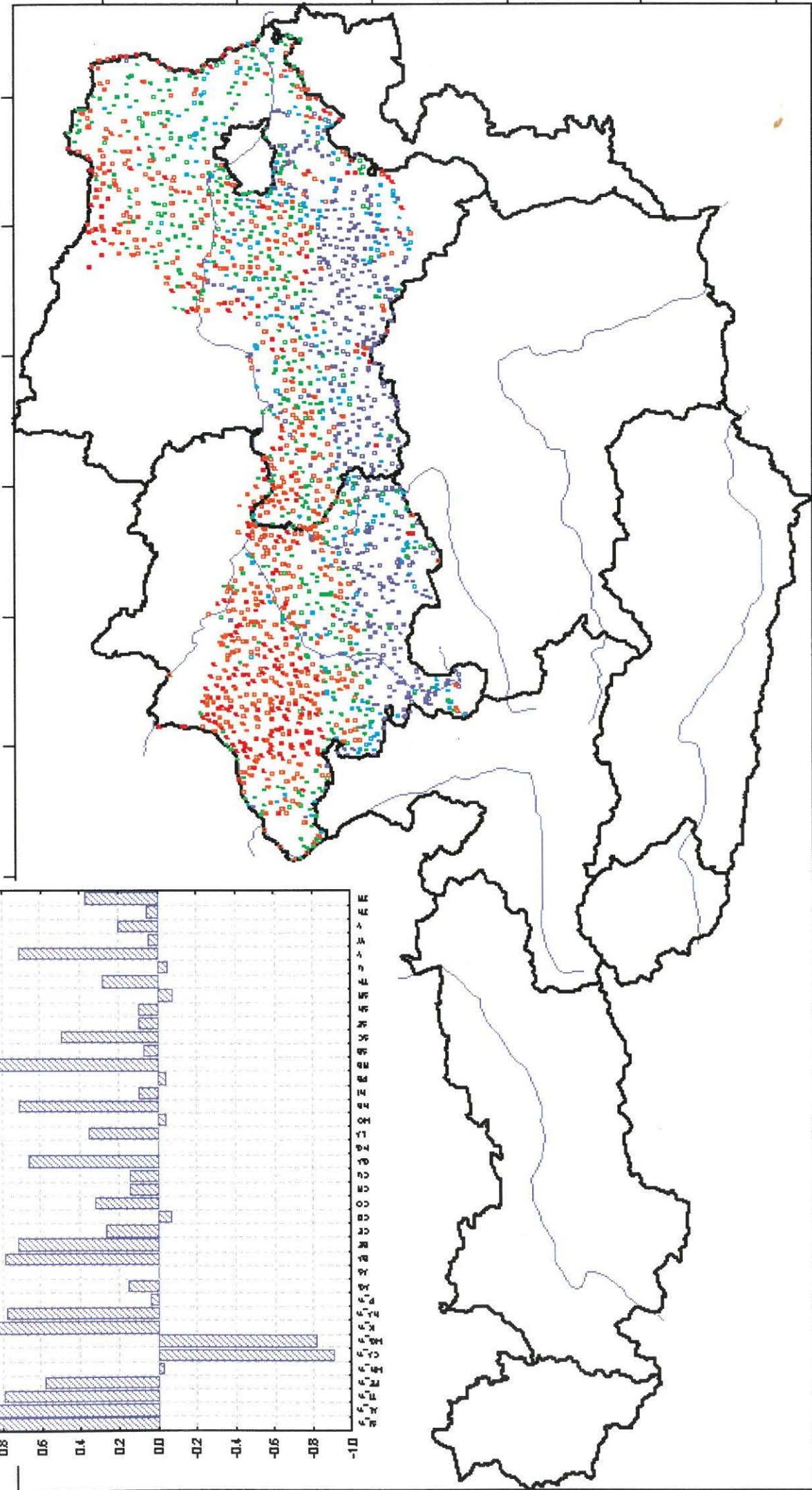
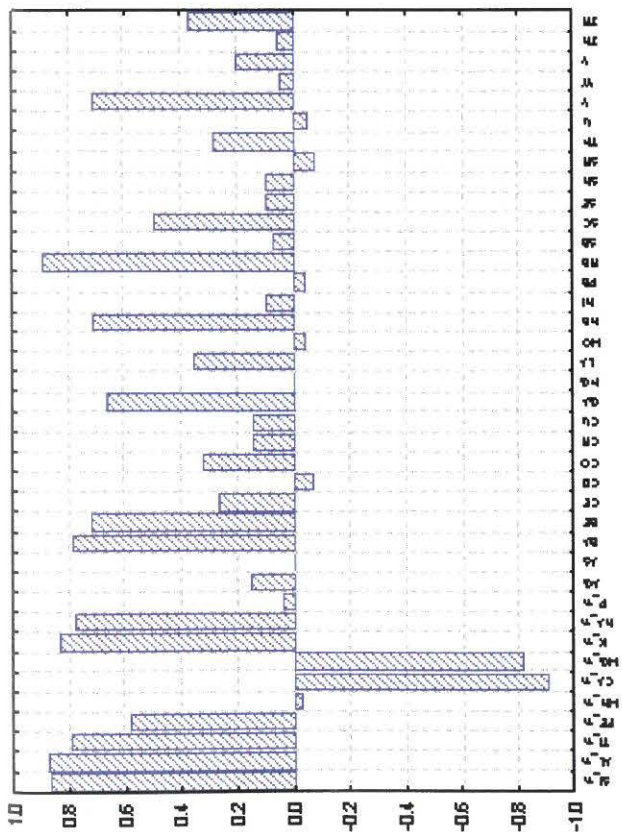




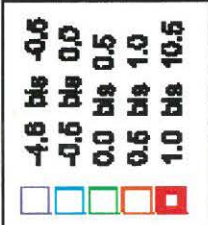
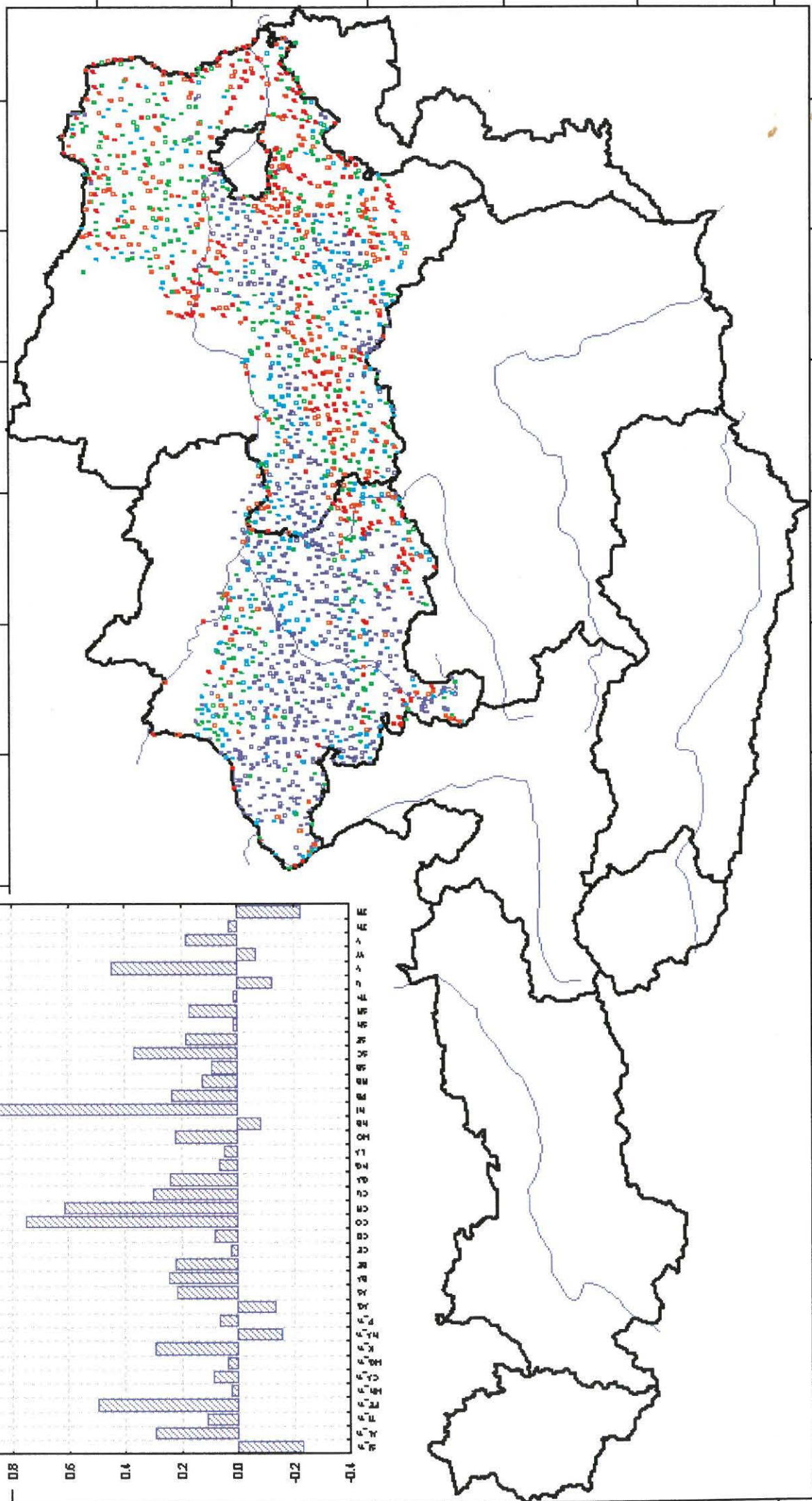
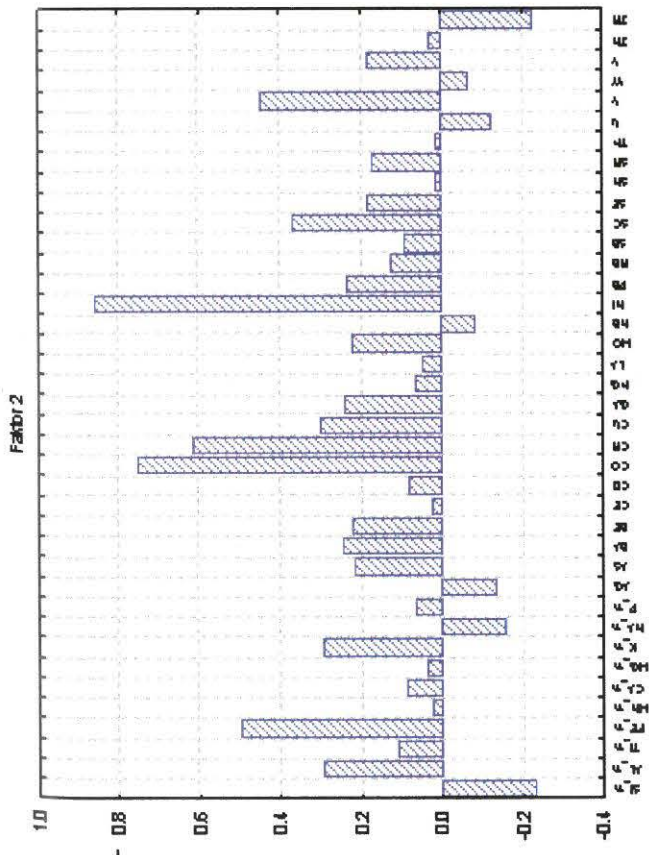


Faktor 1

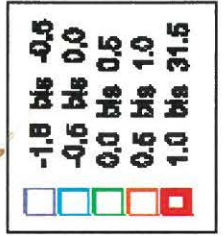
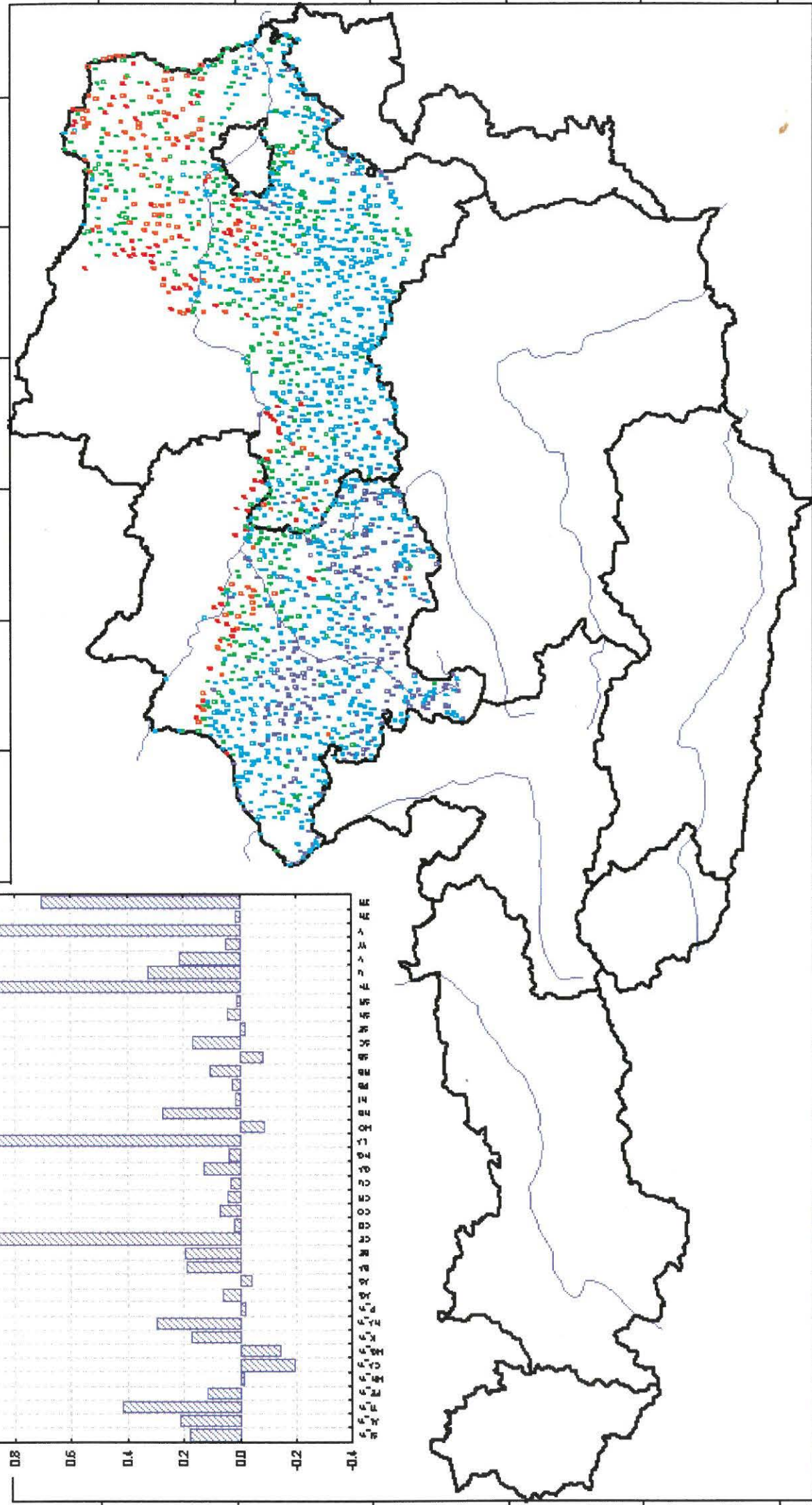
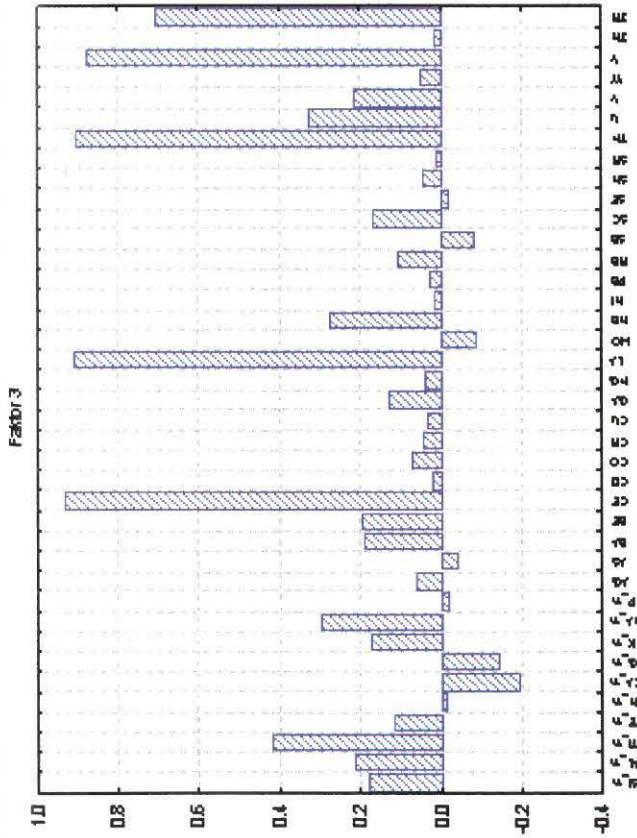
Faktor 1



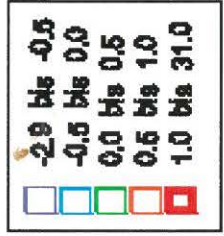
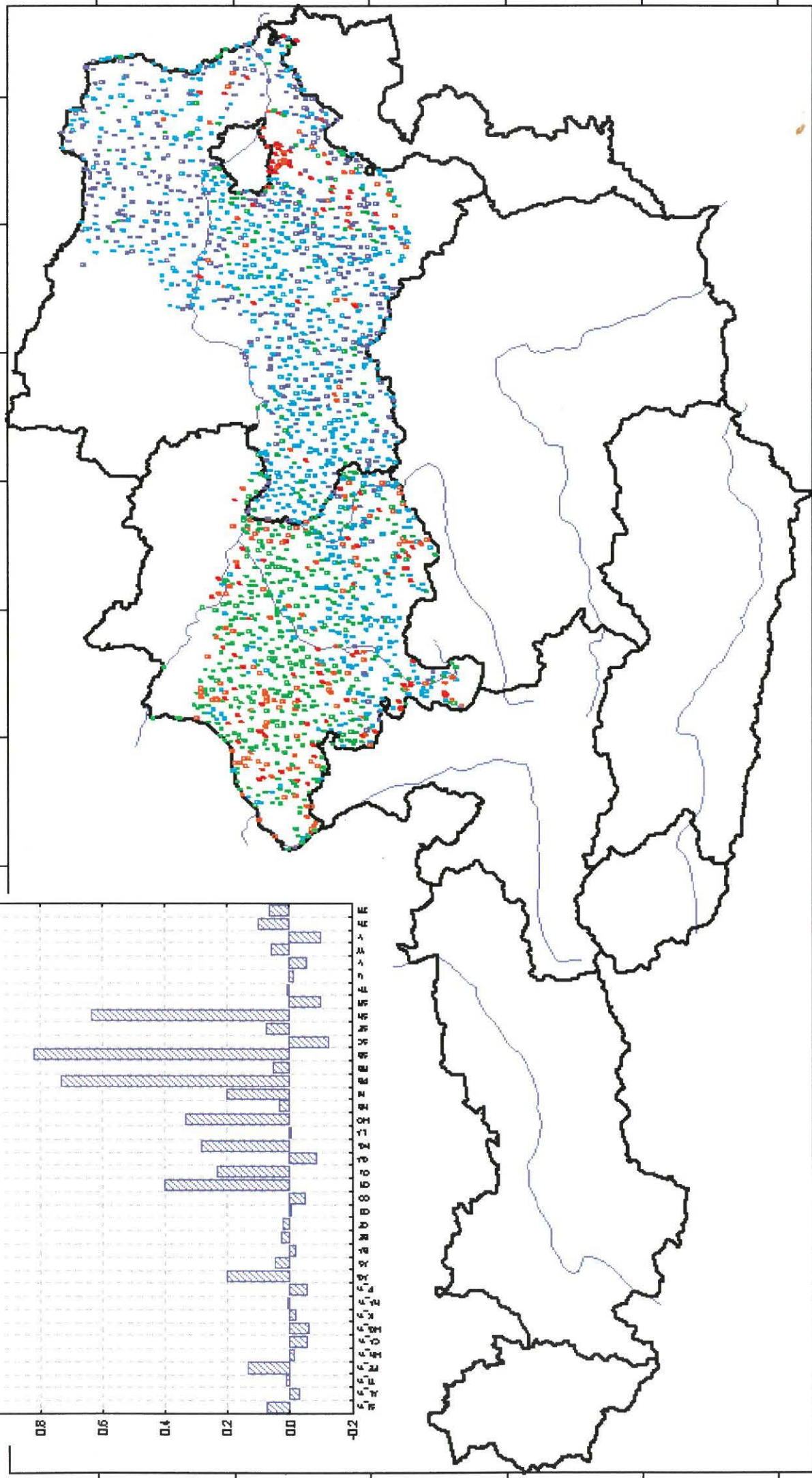
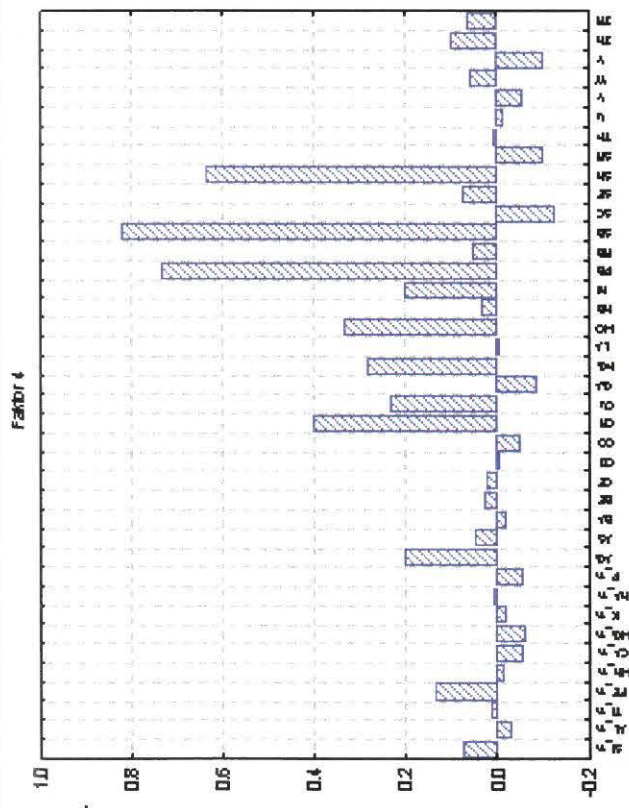
Faktor 1



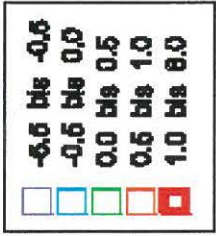
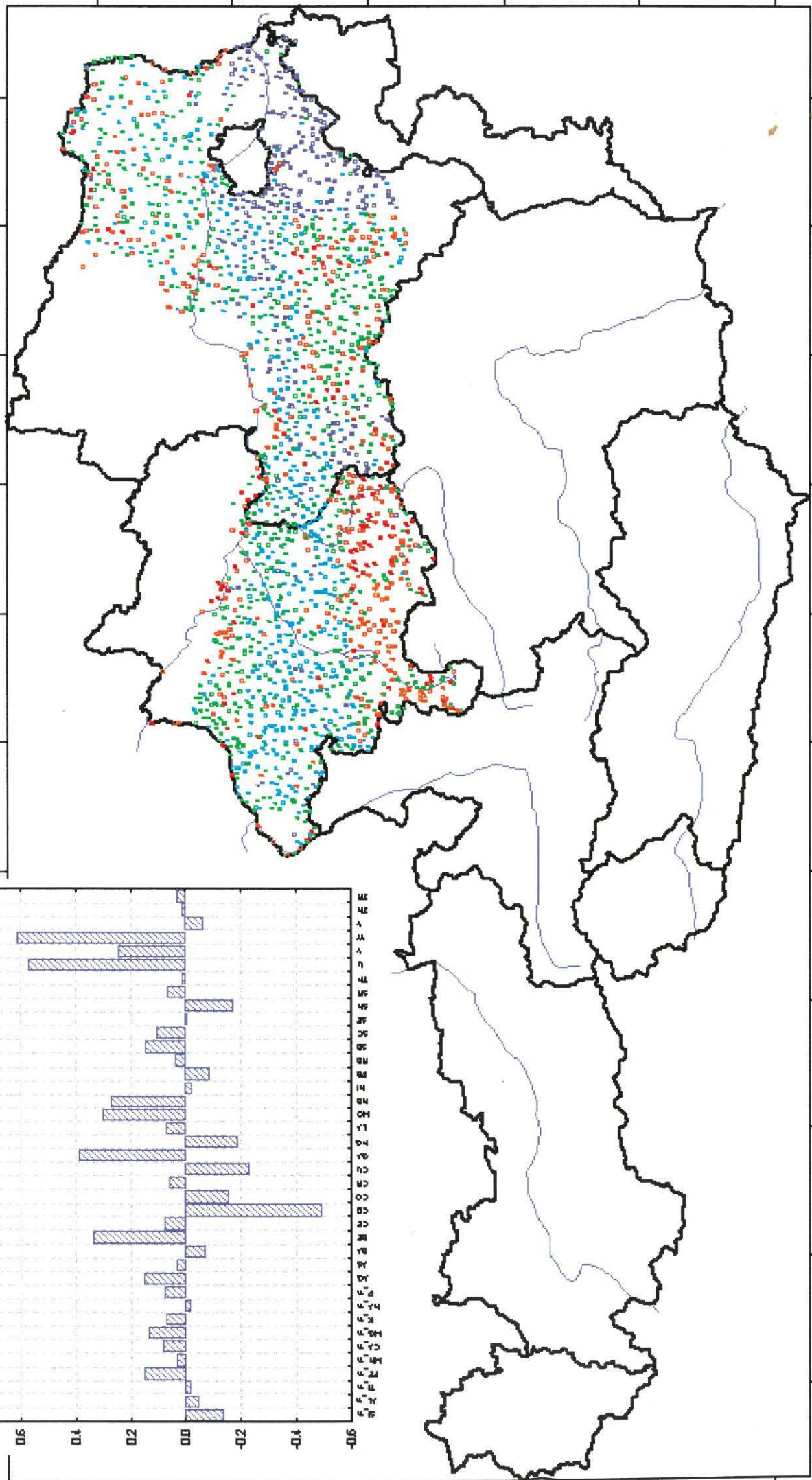
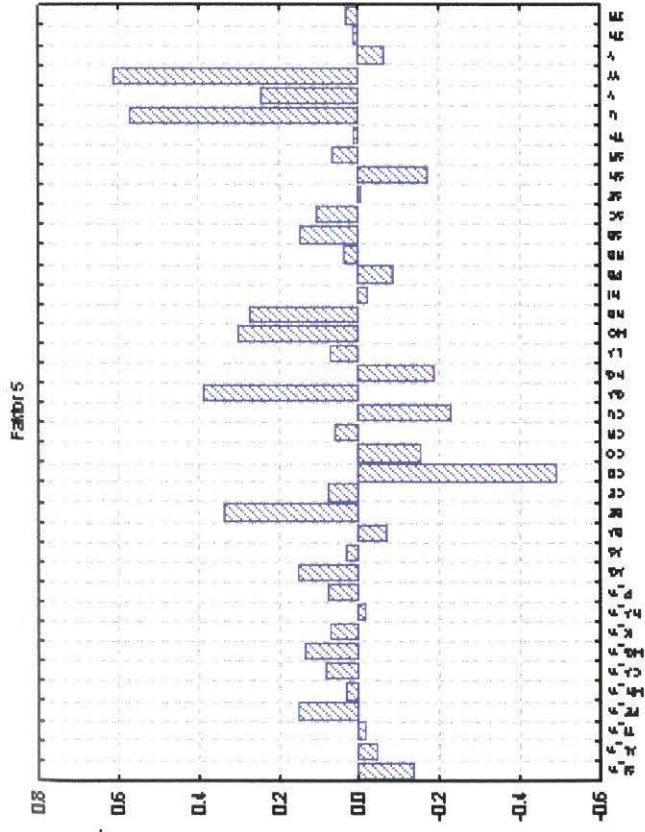
Faktor 2



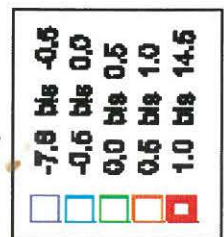
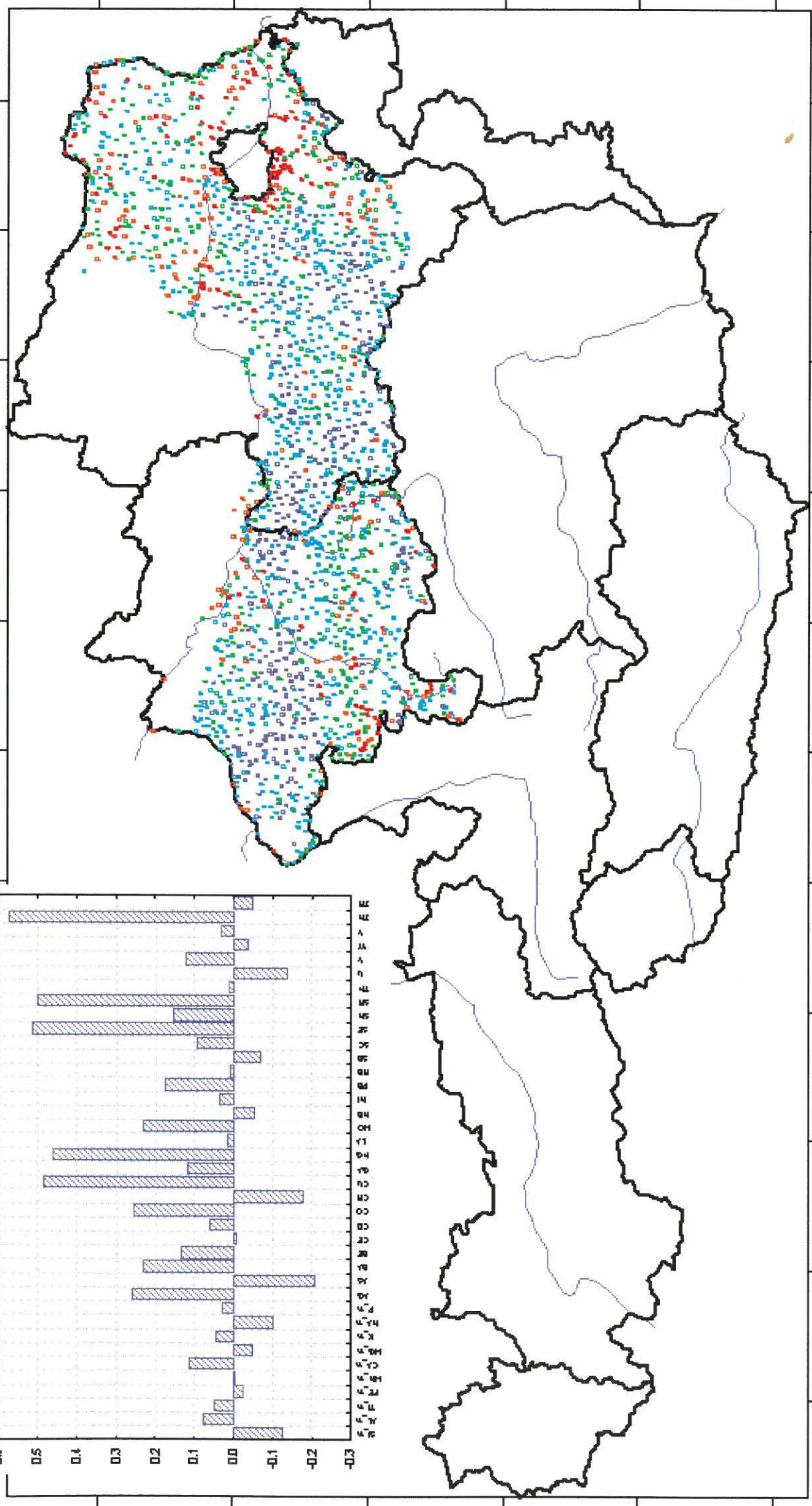
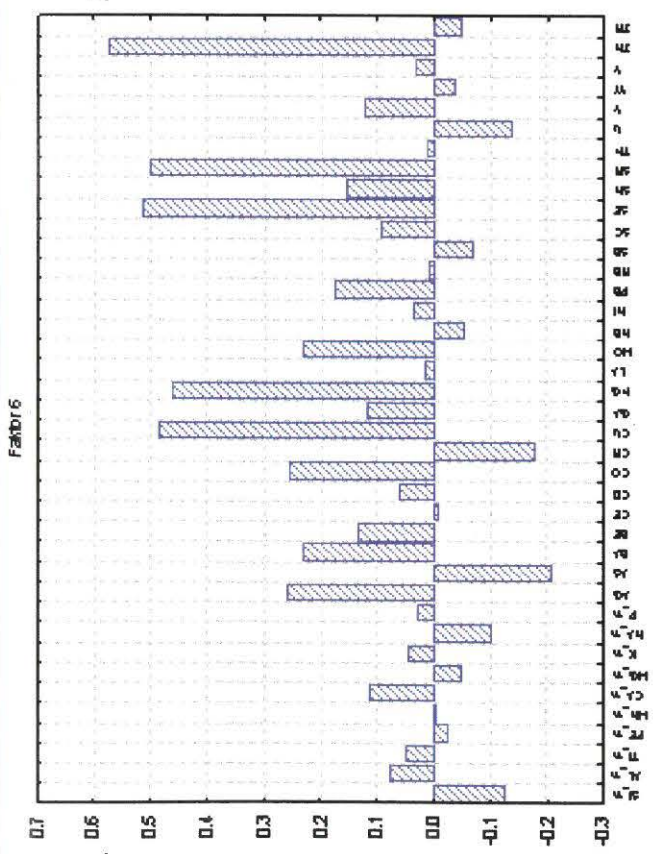
Faktor 3



Faktor 4



Faktor 5



Faktor 6