

7.4 Vergleiche regionaler Element-Verteilungsmuster an Böden und Bachsedimenten

(HERBERT PIRKL)

Die Bach- und Flusssedimentgeochemie ist ein Teil der geochemischen Kartierung des Bundesgebiets, freilich ein sehr wichtiger, da damit eine Flächendeckung bei gleicher Methodik erreicht wurde. Insgesamt stehen aber für die geochemische Charakterisierung sehr viel mehr Daten zur Verfügung. Diese Daten betreffen dabei nicht nur Bach- und Flusssedimente, sondern auch Gesteine, Böden, (Bergbau-)Haldenmaterial sowie Analysen von Quellen, Grund- und Oberflächenwässern. Alle diese Analysen sind zumindest hinsichtlich ihrer Metadaten in einer entsprechenden Datenbank erfasst. Aktuell sind dies Informationen von 231 Datensätzen mit mehr als 77.200 erfassten Analysenserien. Diese geochemischen Informationen stammen einerseits aus systematischen Programmen wie der Bachsedimentgeochemie, andererseits aus Spezialarbeiten wie Methodenentwicklung, Rohstoffprospektion, Rohstoffpotenzial- und Wasserhöflichkeitsprojekten sowie umweltgeochemischen Studien. Diese Metadatendokumentation steht der Öffentlichkeit über die Website der Geologischen Bundesanstalt zur Verfügung.

Im Rahmen des Forschungsprojektes „Umweltgeochemie Kärnten“ (SCHEDL et al., 2008) wurden die vorhandenen

geochemischen Analysen beispielhaft nicht nur hinsichtlich ihrer Metadaten erfasst, sondern weitgehend auch in Interpretationsansätze einbezogen (Tab. 22). Alle diese Daten wurden darüber hinaus für ein GIS-gestütztes, Kärntner Bodeninformationssystem aufbereitet.

Auf der regionalen Ebene lassen sich diese geochemischen Informationen untereinander verknüpfen, um z.B. geogene Hintergrundverteilungen zu beschreiben. Ein weiterer, wichtiger Anwendungsbereich ist die Unterstützung der Auswertung und Interpretation regionaler oder überregionaler Monitoringprojekte, wie der Bodenzustandsinventur, der Wassergütererhebung (nach WGEV, 1991) oder der Gewässerzustandsüberwachung (nach GZÜV, 2006).

Wie aus Abbildung 188 hervorgeht, ist die Informationsbeschaffung in Monitoringprogrammen, wie z.B. der Wassergütererhebung, aus ökonomischen Gründen nur an wenigen Messstellen möglich. Diesem weitmaschigen Monitoring-Messnetz kann die hohe Informationsdichte vorhandener geochemischer Daten gegenübergestellt werden (siehe WGEV-Oberflächengewässer-Messstellen als violette Symbole in Abbildung 188).

Geowissenschaftliche Datensätze	Räumliche Lage	Interpretations- und Verknüpfungsmöglichkeiten
Bach- und Flusssedimentgeochemie Kornfraktion 180 µm (Geochemischer Atlas), Vollaufschluss / Multielementanalytik	Zentralalpen-Kristallin	Ableitung geogen bedingter Hintergrundwerte; Charakterisierung Sedimentmatrix; Spurenelementverteilungen in Abhängigkeit von Lithologie und ehemaligen Bergbauen.
Bach- und Flusssedimentgeochemie Kornfraktion 180 µm, Vollaufschluss / Multielementanalytik	Gailtaler Alpen, Karnische Alpen, Karawanken und Hauptflüsse	Ableitung geogen bedingter Hintergrundwerte; Charakterisierung Sedimentmatrix; Spurenelementverteilungen in Abhängigkeit von Lithologie und ehemaligen Bergbauen.
Bach- und Flusssedimentgeochemie Kornfraktion 40 µm, Vollaufschluss / Multielementanalytik	Gailtaler Alpen, Karnische Alpen, Karawanken und Hauptflüsse	Ableitung geogen bedingter Hintergrundwerte; Charakterisierung Sedimentmatrix; Spurenelementverteilungen in Abhängigkeit von Lithologie und ehemaligen Bergbauen; zusätzlich Interpretationsbasis für Fluss-Sedimentanalytik nach WGEV.
Bach- und Flusssedimentgeochemie Kornfraktion 180 µm, KW-Aufschluss / ausgewählte Spurenelemente	In spezifischen Rohstoffprospektionsgebieten (in Teilen der Gailtaler Alpen, der Karawanken und des Zentralalpenkristallins)	Schwermetallverteilungen in ehemaligen Bergbaugebieten und/oder Erzrohstoff-Hoffungsgebieten.
Flusssedimentgeochemie Kornfraktion 20 µm, KW-Aufschluss / ausgewählte Spurenelemente	ausgewählte Punkte im Hauptflusssystem	Aussagen über Schwermetallverteilungen im Feinsediment der größeren Flüsse.
Flusssedimente / fraktionierte Analytik	Probepunkte an Gurk und einigen Nebenflüssen im Bereich Krappfeld	Verfügbarkeit und Mobilisierbarkeit von Spurenelementen (insbesondere Schwermetallen) aus Sedimenten der Gurk.
Bodengeochemie, KW-Aufschluss / ausgewählte Spurenelemente	In spezifischen Rohstoffprospektionsgebieten (in Teilen der Gailtaler Alpen, der Karawanken und des Zentralalpenkristallins)	Schwermetallverteilungen im Bereich ehemaliger Bergbaugebiete und/oder Erzrohstoff-Hoffungsgebieten.
Bodengeochemie, verschiedene Analytik-Ansätze (Vollaufschluss-Multielementanalytik, Analytik nach BZI, fraktionierte Analytik)	Krappfeld und Umgebung; östliche Karawanken	Analysenmethodik-Vergleiche; Spurenelementverteilungen in Abhängigkeit von Geologie und anthropogenem Eintrag.
Mineralogisch-mikrochemische Phasenanalysen	an ausgewählten Probepunkten (Flusssedimente, Haldenproben, Böden, Flugstäube)	Bestimmung und Beschreibung von Schwermetallquellen (geogen, anthropogen).

Tab. 22. Geochemische Datensätze (ohne Hydrochemie) für das Bundesland Kärnten.

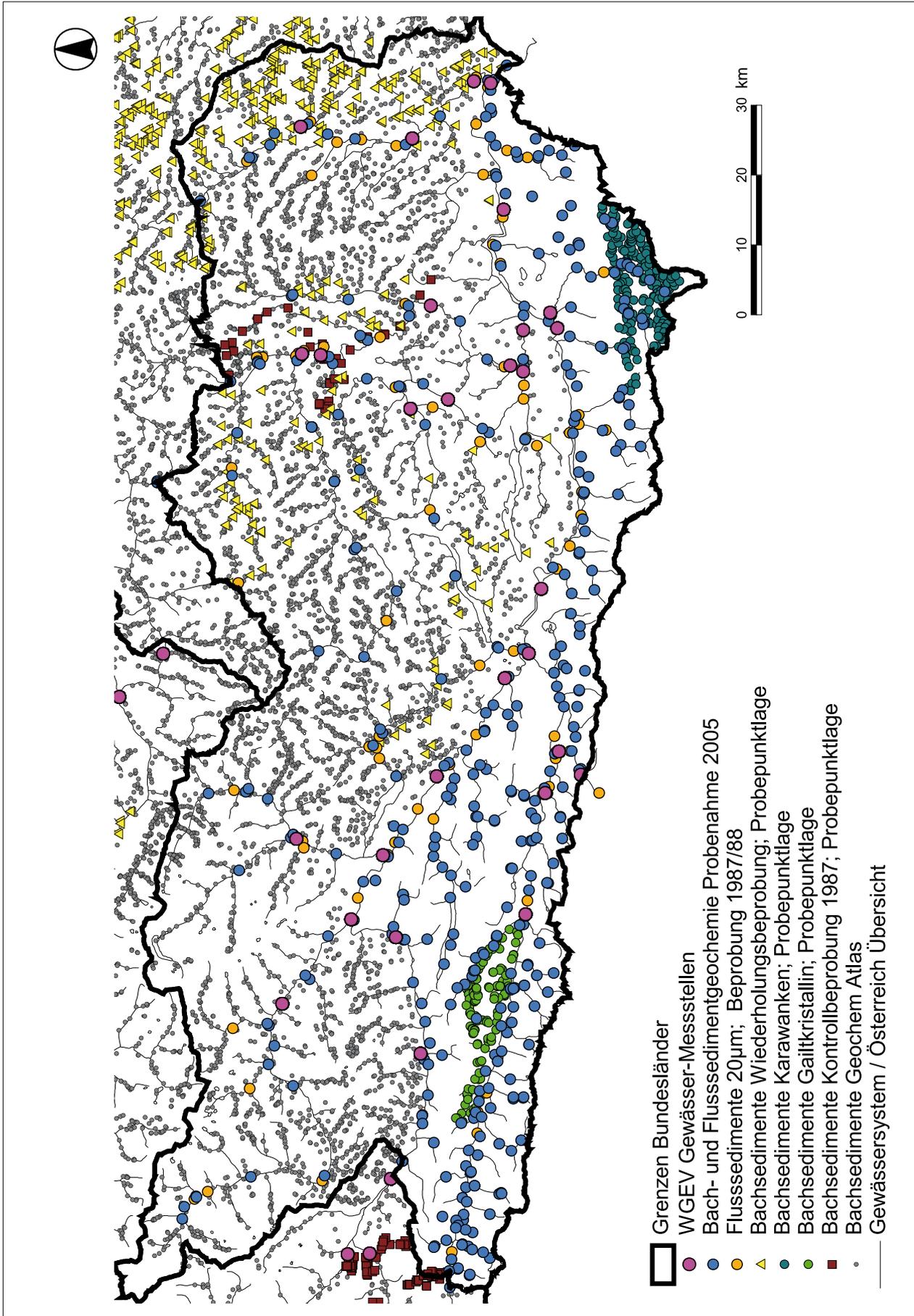


Abb. 188. Bundesland Kärnten, vorhandene Daten für Bach- und Flusssedimente; Lageverteilung nach diversen Forschungsprojekten.

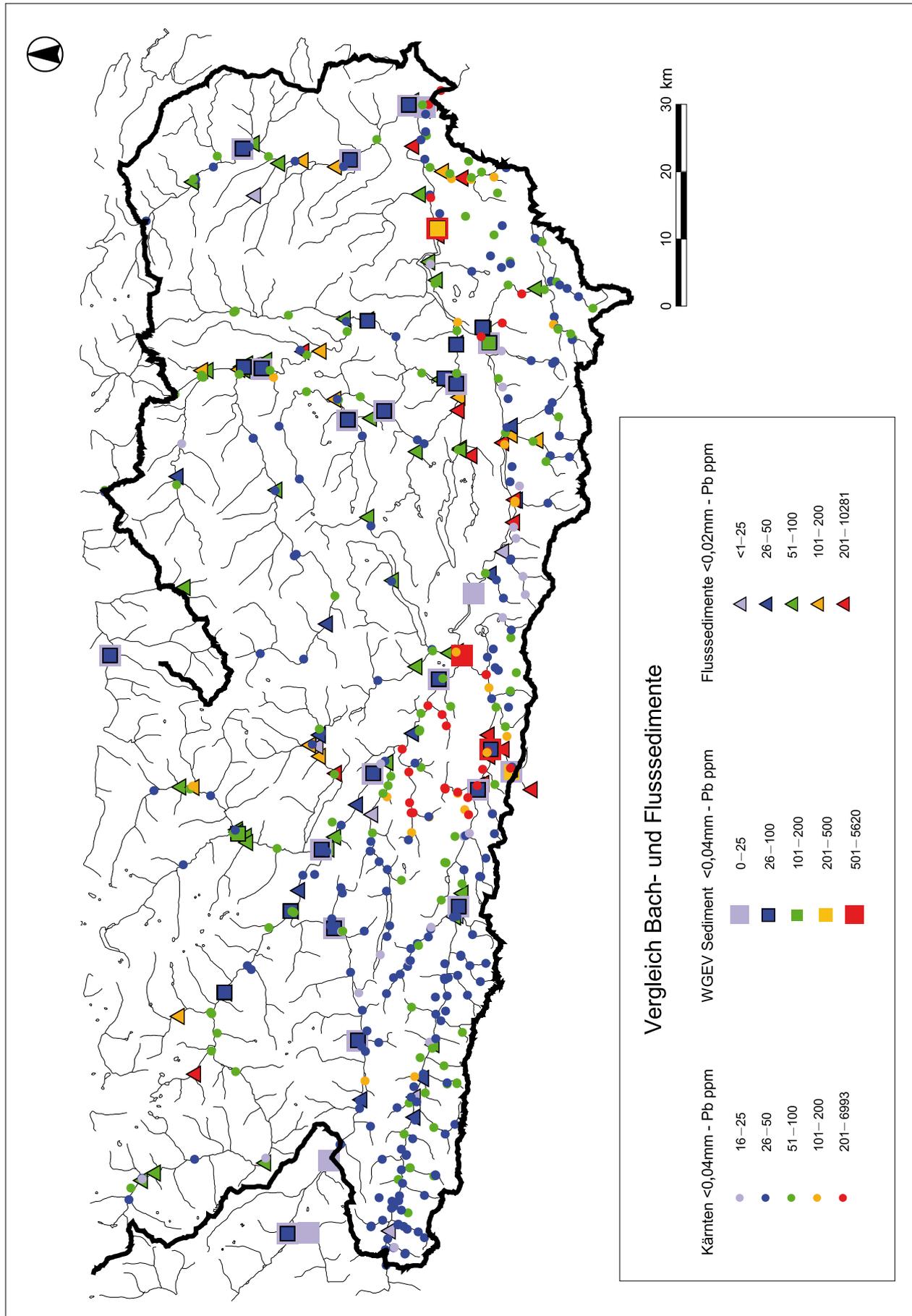


Abb. 189. Bundesland Kärnten; Bach- und Flusssedimente / Blei-Konzentration. Kreissymbole: Bachsedimente/Probenahme 2005; Quadratsymbole: Flusssedimente nach WGEV (1991); Dreiecksymbole: Bach- und Flusssedimente 1987.

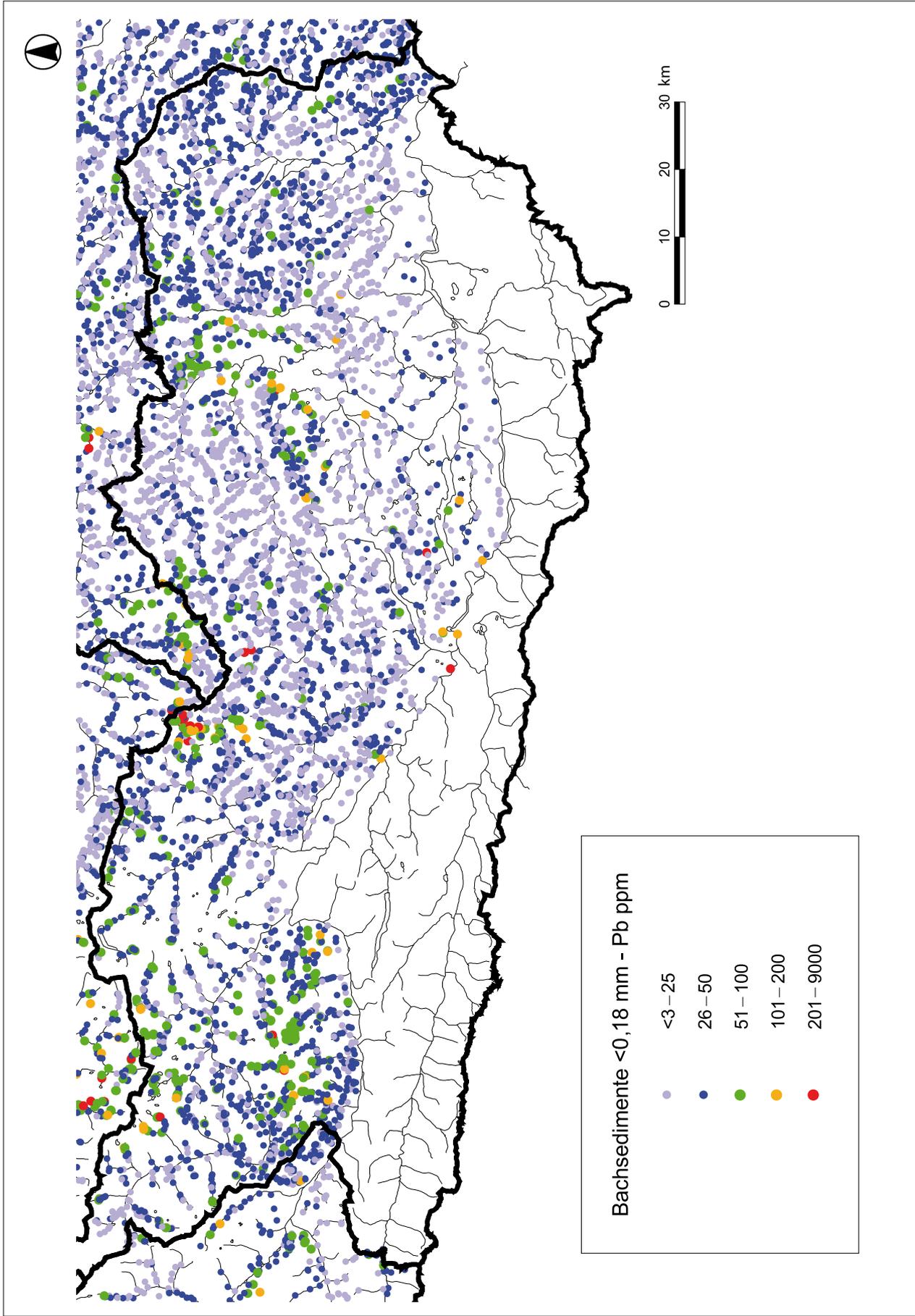


Abb. 190. Bundesland Kärnten; Bach- und Flusssedimente / Blei-Konzentration; Daten: „Geochemischer Atlas“ (THALMANN et al., 1989a), verwendete Kornfraktion < 180 µm, Multiementalanalytik / Vollaufschluss.

Beispiel 1: regionaler Vergleich Bach- und Flusssedimente – Bleiverteilung in Kärnten

Erste Interpretationsmöglichkeiten erschließen sich bereits durch die synoptische Darstellung verschiedener Projektergebnisse. Als Beispiel werden die Konzentrationsverteilungen von Blei in Bach- und Flusssedimenten des Bundeslandes Kärnten herangezogen und dafür drei Datensätze verwendet:

- a. Bach- und Flusssedimentgeochemie, Projekt „Kärntner Fließgewässergüteatlas“ mit Probenahme 1987 (MÜLLER & SCHWAIGHOFER, 1990); verwendete Kornfraktion < 20 µm, Nasssiebung, Analytik ausgewählter Spurenelemente mittels AAS im Königswasserauszug.
- b. Bach- und Flusssedimentgeochemie, Projekt „Umweltgeochemie Kärnten“ mit Probenahme 2005 (SCHEDL et al., 2008); verwendete Kornfraktion < 40 µm, Trockensiebung; Multielementanalytik/Vollaufschluss.
- c. Flusssedimente Probenahme im Rahmen des Programms der Wassergüteerhebung (nach WGEV, 1991), Mehrfachprobenahme 1991 bis 2003; verwendete Kornfraktion < 40 µm, Analytik ausgewählter Spurenelemente mittels AAS/ICP im Königswasserauszug.

Auch wenn die entsprechenden Analysenergebnisse sich auf unterschiedliche Medien und Analytik-Methoden beziehen, ergibt sich in der Zusammenschau ein logisches und interpretierbares Bild der Konzentrationsverteilungen von Blei in den Kärntner Fließgewässern (Abb. 189).

Eindeutig herausgearbeitet wird der Bereich der Blei-Zink-Vererzungen im Drauzug und damit gleichzeitig der damit verbundenen, ehemaligen Bergbauareale Bleiberg-Kreuth und östlich des Weißensees. Diese Einflüsse wirken sich insbesondere in der Gail und der Drau aus. Die Gailitz führt grenzüberschreitend auch den Einfluss aus dem ehemaligen Bergbaugebiet bei Raibl (Cave del Predil) der Gail zu. In der Drau östlich Klagenfurt sind die Auswirkungen dieser Bergbauareale immer noch nachweisbar. Die Bleikonzentrationen in Sedimenten der Drau nehmen in Richtung der slowenischen Grenze wieder zu, da rechtsufrige Seitenbäche mit Sedimenten aus den Blei-Zink-Vererzungsarealen in den Karawanken einmünden.

Die übrigen geogen bedingten Einflüsse werden deutlich, wenn die Informationen aus der Bach- und Flusssedimentgeochemie des „Geochemischen Atlas“ (THALMANN et al., 1989a) mit dazu herangezogen werden (Abb. 190). Höhere Blei-Konzentrationen verweisen dabei insbesondere auf

- lokale Vererzungen in den Hohen Tauern,
- lokale Vererzungen in der Kreuzeckgruppe,
- die Vererzungen und ehemaligen Bergbauareale in den Nockbergen sowie
- die Vererzungen und ehemaligen Bergbauareale im Umfeld von Friesach und westlich Treibach-Althofen.

Mit dieser Zusammenschau der Ergebnisse aus der Bach- und Flusssedimentgeochemie lassen sich praktisch alle Blei-Konzentrationen im Hauptgewässersystem Kärntens interpretieren.

Beispiel 2: regionaler Vergleich Bodendaten – Bleiverteilung in Kärnten

Dem regionalen Verteilungsbild von Spurenelementen in den Sedimenten der Gewässer kann das Verteilungsbild in Böden gegenübergestellt werden. Der dafür zur Verfügung stehende Hauptdatensatz betrifft die Ergebnisse der Bodenzustandsinventur (AMT DER KÄRNTNER LANDESREGIERUNG, 1999). Die Probenahme für die Bodenzustandsinventur erfolgte nach einem vorgegebenen Raster. Die Aussagen der Bodenanalytik sind daher „zufällig“ und nicht durch ein bestimmtes Fachziel bereits eingengt. Viele BZI-Rasterpunkte kommen jedoch auf landwirtschaftlichen Flächen im Nahbereich von Gewässern zu liegen. Eine Reihe dieser Flächen wurde früher von Hochwässern überflutet oder sind immer noch im Einflussbereich von aktuellen Hochwasserereignissen. Bei Hochwasserüberflutung werden Sedimente auf diesen Flächen abgelagert, die in den jeweiligen Bodenaufbau integriert werden. Bodenproben auf diesen Flächen und entsprechende Bodenanalytik geben somit auch Auskunft über Einflüsse aus dem Einzugsgebiet der Gewässereinzugsgebiete. An solchen Situationen findet sich also eine fachliche Brücke von Bodendaten zu den Bach- und Flusssedimenten. Im Gegensatz zur sonstigen Aussage von Bodenanalytik, die sich rein auf den Beprobungspunkt bezieht, können aus Bodenprofilen aus Überflutungsflächen einerseits großräumigere Einflüsse abgeleitet werden, andererseits auch historische Entwicklungen oder Veränderungen bestimmter Emissionen im Einzugsgebiet abgelesen werden.

Die Ergebnisse der Bodenzustandsinventur des Bundeslandes Kärnten lassen solche Zusammenhänge z.B. an der räumlichen Verteilung der Blei-Konzentrationen nachvollziehen (Abb. 191). Praktisch alle Punkte mit Konzentrationen > 120 ppm liegen entweder im direkten Einflussgebiet von Altbergbauen oder auf Überflutungsflächen, auf denen die Wahrscheinlichkeit besteht, dass Bach-/Flusssedimente bei Hochwasser abgelagert werden können, die Bergbau-Einflüsse im Einzugsgebiet widerspiegeln. Verstärkt wird das räumliche Muster durch Einbeziehung von Analysenergebnissen an Böden auf Überflutungsflächen entlang Gailitz, Gail und Drau (Dreiecksymbole in Abbildung 191). Probenahme und Analytik für diesen Datensatz erfolgten in Kooperation mit dem Slowenischen Geologischen Dienst (GeoZS). Die räumlichen Verteilungsmuster, die aus Bach- und Flusssedimenten abgeleitet werden können, sind somit direkt vergleichbar mit denen aus regionalen Bodenuntersuchungen. Die Ergebnisse ergänzen sich und unterstützen jeweils die Interpretation des anderen Programms, obwohl sehr unterschiedliche Medien und Analysemethoden eingesetzt werden.

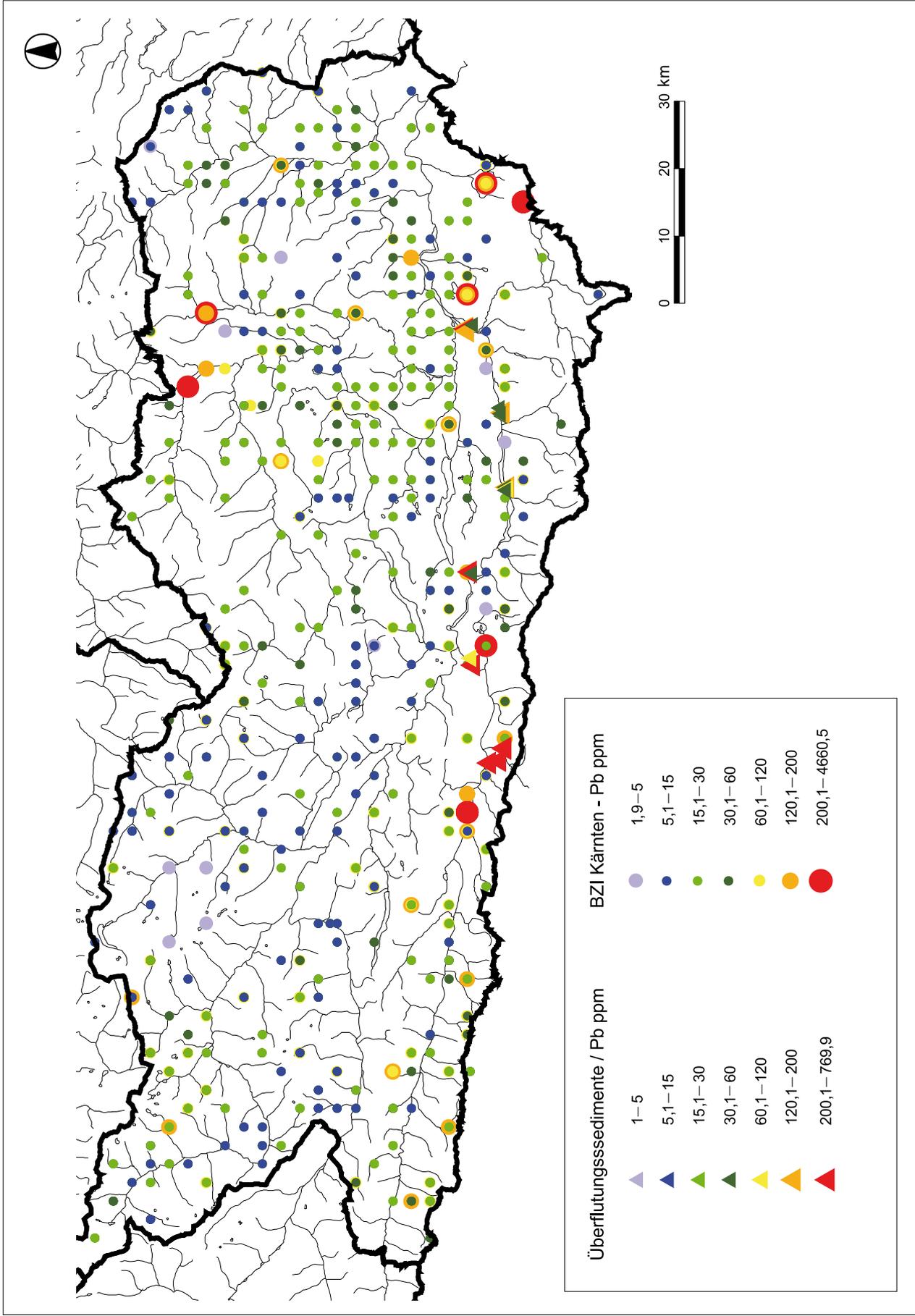


Abb. 191. Bundesland Kärnten; Bodenzustandsinventur 1999, räumliche Verteilung der Bleikonzentration (Kreisymbole); Bleikonzentration in Böden auf Überflutungsflächen (Dreiecksymbole).

Beispiel 3: regionaler Vergleich Bachsediment- und Bodendaten – Cadmiumverteilung in der Steiermark

Über die Verteilung von Cadmium in Umweltmedien in Österreich gibt es eine Reihe von Studien (z.B. REISINGER et al., 2009; SPIEGEL et al., 1999). Die durch Industrie, Gewerbe, Handel oder Haushalte induzierten Stoffströme sind auch quantitativ gut nachvollziehbar. In der Übersichtstudie von 2009 (REISINGER et al., 2009) wird aber festgehalten, dass der Informationsstand über Verteilung und Stoffflüsse im Naturraum zu gering ist. Stoffströme aus natürlichen Prozessen konnten daher nicht quantifiziert werden; die Auswirkungen von Bergbau wurden in dieser Studie darüber hinaus in einem Bewertungsparameter gemeinsam mit Land- und Forstwirtschaft subsummiert.

Mit Hilfe der Daten aus flächendeckenden Monitoringprogrammen (z.B. Bodenzustandsinventuren) und der systematischen Bachsedimentgeochemie können nun auch großräumige Verteilungsmuster im Naturraum für Elemente wie Cadmium dargestellt werden.

Im Rahmen des Forschungsprojekts „Umweltgeochemie Steiermark“ wurde der Versuch unternommen, die regionalen Verteilungsmuster verschiedener Schwermetalle an Hand der unterschiedlichen Umweltmedien Böden und Bachsedimente zu vergleichen. Für das Beispiel Cadmium standen als Daten zur Verfügung:

- Die Daten der Bach- und Flusssedimentgeochemie < 0,18 mm / Probenahme 2007 in der Steiermark (SCHEDL et al., 2010a).
- Die Daten der Bodenzustandsinventur Steiermark (AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG (1998).
- Daten einer Spezialanalytik auf Cadmiumkonzentrationen in Bachsedimenten (< 0,18 mm) der Niederösterreichischen Kalkalpen (diese Daten wurden als Analytikkontrolle der Geologischen Bundesanstalt seitens ARC Seibersdorf zur Verfügung gestellt).

Der Versuch der gemeinsamen Visualisierung der Daten wurde vorgenommen, obwohl unterschiedliche Medien und unterschiedliche Analysengänge verglichen werden – Bachsedimente < 0,18 mm Vollaufschluss/Multielementanalytik/Böden < 2 mm Analytik der Schwermetalle im Königswasseraufschluss. Im Vordergrund steht ja nicht ein Methodenvergleich, sondern eine Diskussion regionaler, räumlicher Verteilungsmuster.

Die Analysenergebnisse obiger Datensätze für das Schwermetall Cadmium sind in Abbildung 192 gemeinsam visualisiert – Bodendaten als Dreiecke, Bachsedimentdaten als Kreise; jeweils nach vergleichbaren Konzentrations-

klassen. Die Grafiken in Abbildung 193 zeigen ein differenzierteres Bild der Cadmiumverteilung in Böden auch mit höheren Konzentrationen als in den Bachsedimenten.

Trotz dieser Unterschiede ergänzen sich die Informationen bei der räumlichen Darstellung sowohl nach den regionalen Verteilungsmustern, als auch dem Nachweis verschiedener Quellen. Die jeweiligen Muster bestätigen einander in den großflächigen Bereichen sehr niedriger Konzentrationen (wie z.B. in den Kristallingebieten) sowie bei kleinräumig hohen Konzentrationen (wie z.B. im Umfeld der Cd-führenden Blei-Zink-Vererzungen im Grazer Paläozökum).

Besonders auffällig ist jedoch die hohe räumliche Korrelation bei den hohen und sehr hohen Cd-Konzentrationen in größeren Abschnitten der Nördlichen Kalkalpen (Schneealpe, Hochschwab, Totes Gebirge, Dachstein). Aus den Daten der verschiedenen Bodenzustandsinventuren ist das Phänomen hoher Blei- und Cadmiumkonzentrationen entlang des gesamten Verlaufs der Nördlichen Kalkalpen belegt (UMWELTBUNDESAMT, 2000). Der Grund dafür wird überwiegend in atmosphärischer Deposition aus Fernimmission vermutet.

Die Bachsedimentgeochemie bestätigt dieses Phänomen und weist freilich auch nach, dass die Böden auf den Karbonathochflächen nicht nur als Senken für die Cd- und Pb-Deposition dienen, sondern dass auch entsprechende Stoffflüsse in die anschließenden Oberflächengewässer stattfinden. Die Ergebnisse der Bachsedimentgeochemie in den angrenzenden niederösterreichischen Kalkalpen belegen weiters die Tatsache, dass es sich nicht um ein lokales Phänomen handelt.

An dieser Stelle können nur die regionalen Zusammenhänge dargestellt werden; wie die Stoffflüsse im Detail ablaufen, dafür wären Spezialuntersuchungen notwendig.

Hier sind nur drei Beispiele für die mögliche fachlich-inhaltliche Verknüpfung von regionalen oder überregionalen Analytik-Datensätzen verschiedener Umweltmedien angeführt und andiskutiert worden. Auf Grund der Datenfülle, die für das gesamte Bundesgebiet vorliegt, wären verschiedene, vergleichbare Auswertungsansätze möglich. Neben dem Zielmedium Böden können auch für Oberflächengewässer (fließende Welle, Schwebstoffe, Sediment) und Grundwässer solche fachübergreifenden Interpretationen strukturiert werden. Wenn auch die Mineralogie als Methodik einbezogen wird, können die Geowissenschaften auch entsprechende Beiträge zur Charakterisierung und Bewertung atmosphärischer Einträge (z.B. Feinstaub) liefern. Die entsprechenden Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Datensammlungen sind in Tabelle 23 dargestellt.

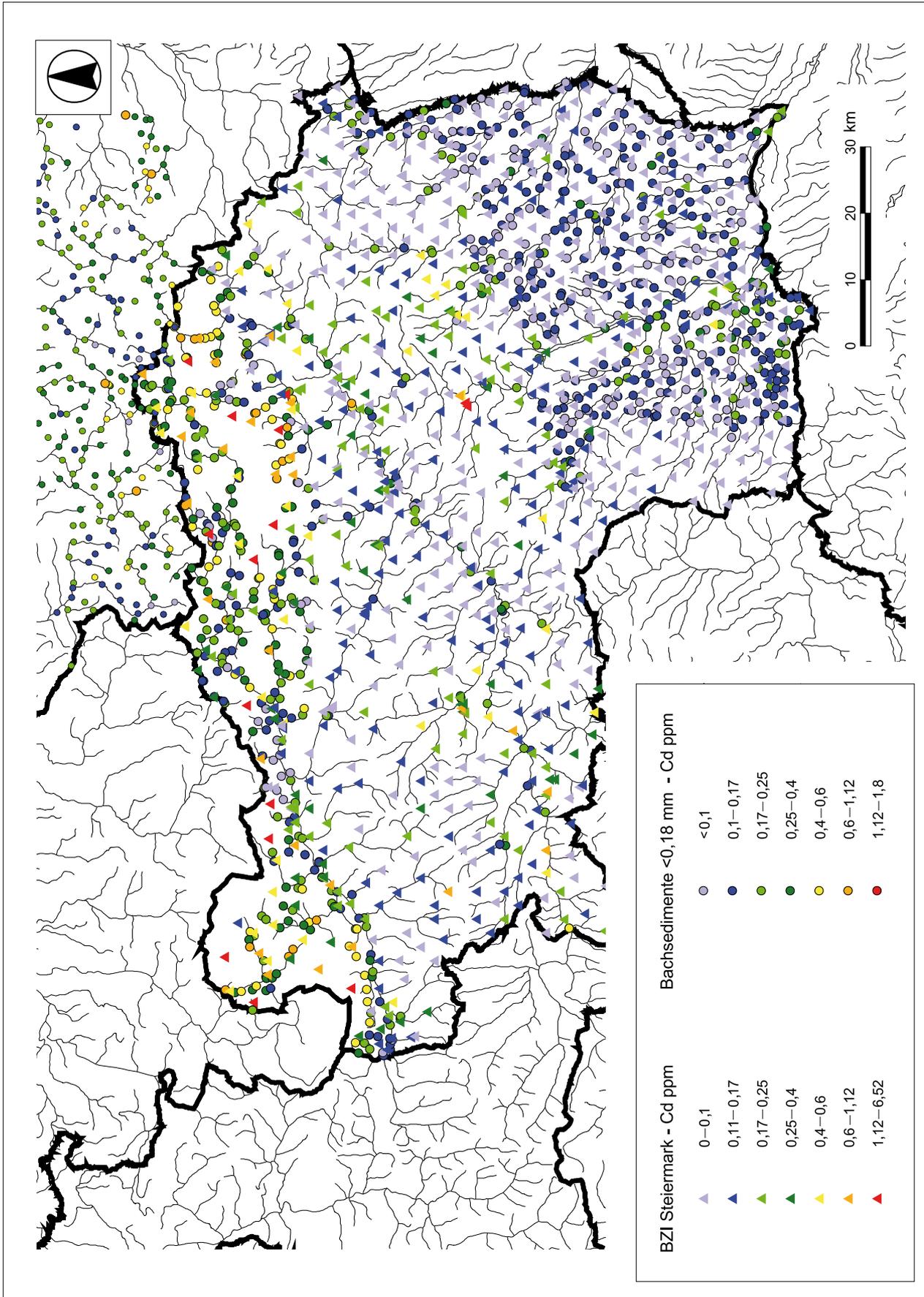


Abb. 192. Cadmiumverteilung in Böden und Bachsedimenten in der Steiermark und dem angrenzenden Niederösterreich.

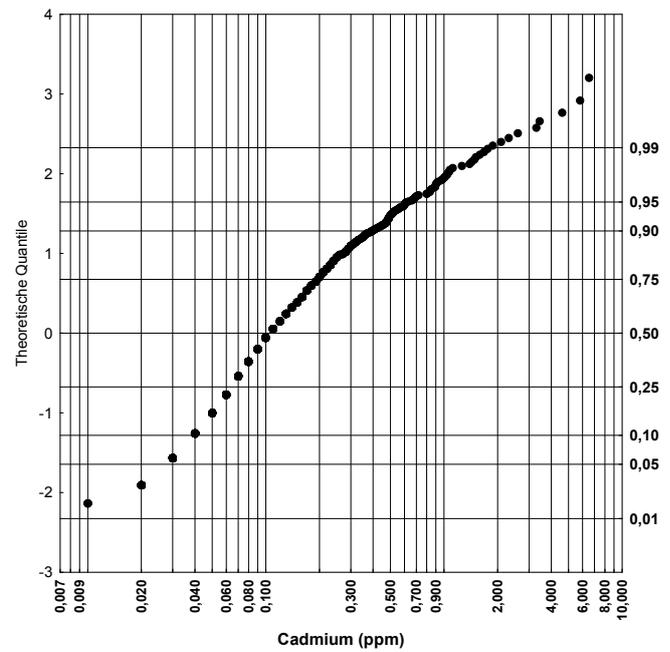
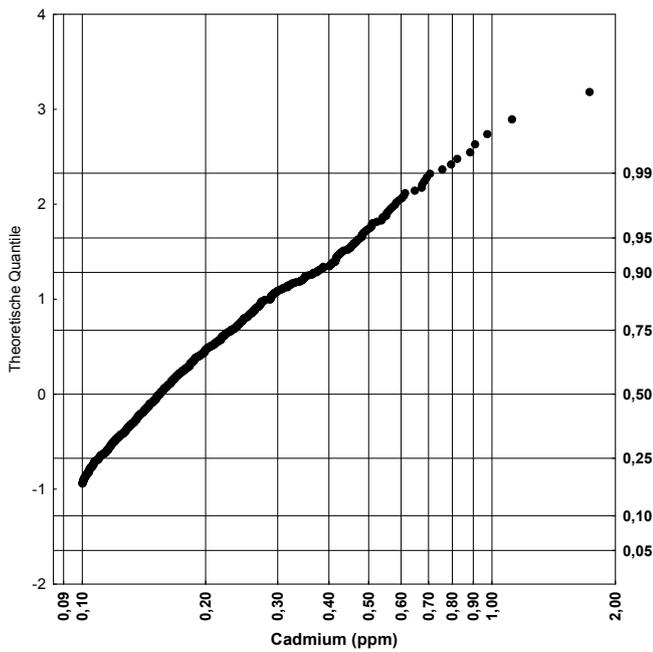


Abb. 193. Steiermark, Verteilung der Cadmiumkonzentration in Bachsedimenten < 0,18 mm (linke Grafik) und Unterböden (rechte Grafik).

Kompartimente / Stoffflüsse	Monitoring (vorhandene Daten)	Komplementäre geowissenschaftliche Daten	Entsprechende geowissenschaftliche Datenbanken
Luft	Staubmessungen nach IG-L. Messungen der nassen Deposition. Sondermessprogramme im Umfeld von Industriebetrieben.	Mineralogisch-mikrochemische Phasenuntersuchungen an Staubproben und Staubphasen.	Datenbank für mineralogisch-mikrochemische Phasenanalysen (geogene und technogene Phasen).
Böden	Bodenzustandsinventuren Waldbodenzustandsmonitoring	Bodengeochemische Untersuchungen in ausgewählten Bereichen.	Datenbank für Bodengeochemie.
Oberflächengewässer	WGEV (GZÜV) Oberflächengewässer / fließende Welle WGEV Oberflächengewässer / Sedimente	Hydrochemische Untersuchungen an der fließenden Welle in ausgewählten Bereichen. Systematisches Programm der Bach- und Flusssedimentgeochemie.	Datenbank für Hydrogeochemie. Datenbank für Bach- und Flusssedimentgeochemie.
Grundwässer	WGEV (GZÜV) Grundwässer	Hydrogeochemische Untersuchungen.	Datenbank für Hydrogeochemie.

Tab. 23. Hauptkompartimente und Datengrundlagen für die verschiedenen Monitoring-Programme.