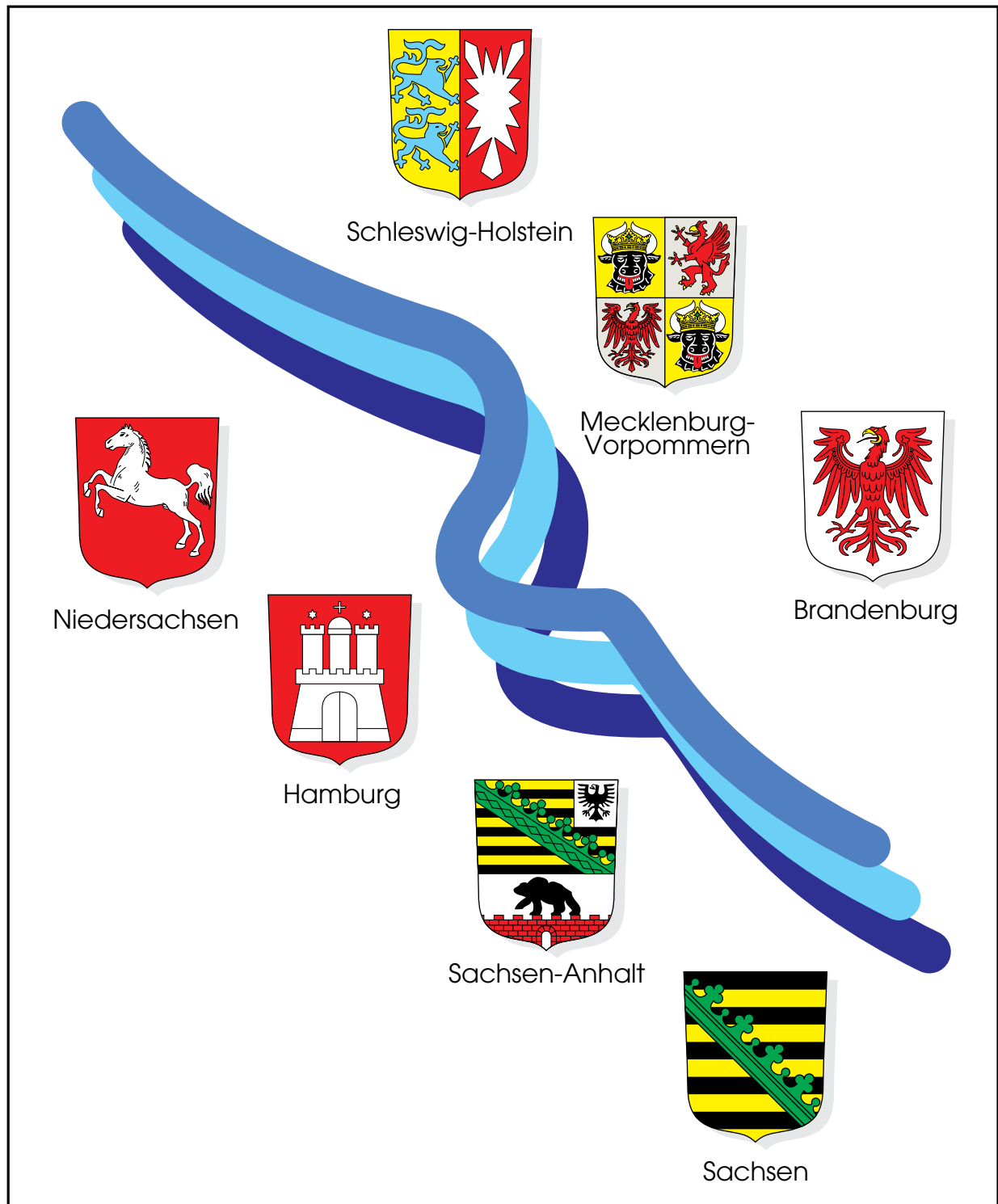


Arbeitsgemeinschaft für die Reinhaltung der Elbe



Multielementanalysen von Wasserproben der Elbe
und ausgewählter Nebenflüsse

Längsprofilbeprobung vom September 1997

**Multielementanalysen von Wasserproben der Elbe
und ausgewählter Nebenflüsse**

Längsprofilbeprobung vom September 1997

Ministerium für Landwirtschaft,
Umweltschutz und Raumordnung
des Landes Brandenburg
Heinrich-Mann-Allee 103
14473 Potsdam

Umweltbehörde Hamburg
Billstraße 84
20539 Hamburg

Ministerium für Bau, Landesentwicklung und Umwelt
des Landes Mecklenburg-Vorpommern
Schloßstraße 6 - 8
19053 Schwerin

Niedersächsisches Umweltministerium
Archivstraße 2
30169 Hannover

Sächsisches Staatsministerium
für Umwelt und Landwirtschaft
Wilhelm-Buck-Straße 2
01097 Dresden

Ministerium für Raumordnung
und Umwelt
des Landes Sachsen-Anhalt
Olvenstedter Straße 4
39108 Magdeburg

Ministerium für Umwelt, Natur und Forsten
des Landes Schleswig-Holstein
Mercatorstraße 1 - 3
24106 Kiel

Bearbeitet:

Frank Krüger
Dorfstraße 55
39615 Falkenberg

Dr. Harald Berger
Umweltbehörde Hamburg
Amt für Umweltschutz
Umweltuntersuchungen
Marckmannstr. 129b
20539 Hamburg

Armin Aulinger
Farmsener Weg 25
21502 Geesthacht

Dr. Burkhard Stachel
Wassergütestelle Elbe
Neßdeich 120-121
21129 Hamburg

Aufgestellt:

Prof. Dr. Heinrich Reincke
Wassergütestelle Elbe
Neßdeich 120-121
21129 Hamburg

VORWORT

In diesem Sonderbericht steht die Bestimmung von Elementen, die in ihrem Umfang über die routinemäßig erfassten Metalle deutlich hinausgeht, im Vordergrund. Die vorliegenden Untersuchungen sollen das bereits vorhandene Wissen zur Beschreibung der Immissionssituation der Elbe und von bestimmten Nebenflüssen erweitern, verbunden mit der Möglichkeit, zukünftige Handlungsmaximen zu erarbeiten.

Zur Erreichung dieses Ziels steht zu Beginn die Probenahme mit einem Helicopter. Im Anschluss an die Probenahme folgt eine sehr aufwendige und teure Analytik, die begleitet wird von umfassenden Maßnahmen zur Qualitätssicherung. Nur so ist es möglich, eine große Vielzahl von Elementen in extrem niedrigen Konzentrationen sicher analysieren zu können. Sind die Daten erhoben, schließt sich die Frage nach ihrer Bewertung an. Welche Schemata sind tauglich, um eine Vielzahl von Elementen, die in den unterschiedlichen Kompartimenten Schwebstoff und Wasser bestimmt werden, einstufen zu können? Welche Elemente sind als anthropogen beeinflusst zu bezeichnen, welche Konzentrationen stellen den background in dem betrachteten Flusssystem vor? Zur Beantwortung dieser Fragen wird sich der Statistik bedient, denn mit ihrer Hilfe können Elementmuster identifiziert, Belastungsquellen aufgezeigt und darüber hinaus die Auswahl von Messstellen für künftige Untersuchungen optimiert werden.

Für eine umfassende Klassifizierung der Elementgehalte ist das herkömmliche und bisher verwandte System der ARGE ELBE nicht ausreichend, denn bekanntermaßen beschränkt sich die Einstufung auf acht Metalle. Auf der Grundlage von Forschungsergebnissen an der Elbe sind in den letzten Jahren neue Klassifizierungssysteme entstanden, deren Anwendung in der Regel zu sinnvollen und gut interpretierbaren Resultaten führt, wie dem vorliegenden Bericht entnommen werden kann.

Der Geschäftsleiter der Wassergütestelle Elbe



Prof. Dr. Heinrich Reincke

Inhalt

1	Einleitung	1
2	Messstellen, Oberwasserabfluss und Schwebstoffgehalte	2
3	Experimentelles	6
3.1	Probenahme und Probenaufarbeitung	6
3.2	Aufschluss der Schwebstoffe	7
3.3	Analysenmethoden.....	7
3.4	Qualitätssicherung.....	8
4	Längsprofile	10
4.1	Datenmaterial.....	10
4.2	Schwebstoffe.....	10
4.2.1	Beurteilungs- und Klassifizierungsverfahren.....	10
4.2.2	Normierung.....	11
4.2.2.1	Normierung der Hintergrundwerte	12
4.2.2.2	Normierung der Analyseergebnisse und Darstellung der Anreicherung	13
4.2.3	Beurteilung der Elementgehalte in Schwebstoffen nach verschiedenen Verfahren	14
4.2.4	Schlussfolgerungen aus dem Vergleich der Beurteilungssysteme und Längsprofile.....	39
4.3	Filtrate.....	42
4.4	Schlussfolgerungen aus der Betrachtung der Elementkonzentrationen im Längsprofil und dem Vergleich mit früheren Untersuchungen.....	55
4.5	Gelöste und partikuläre Anteile an der Gesamtkonzentration	56
4.6	Schwebstoff/Wasser-Verteilungskoeffizienten	57
5	Multivariate statistische Verfahren.....	59
5.1	Einführung in multivariate statistische Verfahren	59
5.2	Faktorenanalyse	59
5.3	Hierarchische Clusteranalyse	60
6	Statistische Analysen der Elementgehalte in Schwebstoffen.....	62
6.1	Kennzeichnung von Elementen mit anthropogen unbeeinflussten Gehalten und durch diese geprägte Messstellen	62
6.2	Kennzeichnung von Elementen mit anthropogen angereicherten Gehalten und durch diese geprägte Messstellen	64
6.3	Kennzeichnung von Elementen mit anthropogen angereicherten Gehalten sowie deren Wirkschwerpunkte unter Ausgrenzung der Hot Spots	67
6.4	Hierarchische Clusteranalyse zur Identifizierung von Elementen mit anthropogen angereicherten Gehalten	70
6.5	Hierarchische Clusteranalyse zur Auswahl von Messstellen	72
6.6	Schlussfolgerungen für ein Schwebstoffmonitoring	72
7	Statistische Analysen der Elementkonzentrationen in Filtraten	75
7.1	Gesamtes Längsprofil.....	75
7.2	Mittel- und Oberelbe	78

7.3 Statistische Analysen zur Charakterisierung der Elementkonzentrationen in Filtraten an Mittel- und Oberelbe unter Ausgrenzung der Hot Spots	82
7.4 Schlussfolgerungen für ein Filtratmonitoring.....	83
8 Ableitung einer optimierten Messstellenkonfiguration	84
9 Zusammenfassung	86
10 Literatur	89

Anhang

Berichtsanhang

Berichtsanhang (BA) 1: Tabellen

- BA-Tabelle 1: Elementgehalte in Schwebstoffen, Rohdaten
- BA-Tabelle 2: Elementkonzentrationen in Filtraten, Rohdaten
- BA-Tabelle 3: Klassifizierungssysteme
- BA-Tabelle 4: Bewertung der Elementgehalte in Schwebstoffen nach verschiedenen Verfahren

Berichtsanhang (BA) 2: Abbildungen

- BA-Abb. 1: Bewertung der Arsengehalte nach fünfstufigem ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem
- BA-Abb. 2: Bewertung der Cadmiumgehalte nach fünfstufigem ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem
- BA-Abb. 3: Bewertung der Chromgehalte nach fünfstufigem ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem
- BA-Abb. 4: Bewertung der Kupfergehalte nach fünfstufigem ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem
- BA-Abb. 5: Bewertung der Quecksilbergehalte nach fünfstufigem ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem
- BA-Abb. 6: Bewertung der Nickelgehalte nach fünfstufigem ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem
- BA-Abb. 7: Bewertung der Bleigehalte nach fünfstufigem ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem
- BA-Abb. 8: Bewertung der Nickelgehalte nach fünfstufigem ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem

Homepage-Anhang (HPA), unter www.arge-elbe.de/wge/Download/Berichte/Multi-Anhang.pdf.

HP-Anhang 1 (Experimentelles)

- HPA-Tab. 1: Schwebstoffmengen in mg Trockensubstanz, die für die Hg-Bestimmung und die Multielementanalyse nach der Teilung der Filter zur Verfügung standen
- HPA-Tab. 2: Messbedingungen der hochauflösenden Sektorfeld-ICP-MS (HR-ICP-MS)
- HPA-Tab. 3: Untere Arbeitsbereichsgrenzen (UAG) für 65 untersuchte Elemente
- HPA-Tab. 4: Analysenergebnisse für 1643d Trace Elements in Water (NIST), 5 Wiederholungen
- HPA-Tab. 5: Analysenergebnisse für SLRS-4 River Water (Nat. Res. Council Canada), 5 Wiederholungen
- HPA-Tab. 6: Analysenergebnisse für GWB07306 Stream Sediment (Nat. Res. Cent. China), 6 Wiederholungen
- HPA-Tab. 7: Vergleichsmessungen an Elbefiltraten zwischen HR-ICP-MS von der Umweltbehörde Hamburg (UB) und der ICP-MS von GALAB (GA), n.z.*, nicht zertifiziert

HP-Anhang 2 (Längsprofile)

- HPA-Abbildungen 8: Elementgehalte im Schwebstoff
- HPA-Tab. 9: Statistische Kennzahlen der Elementgehalte im Schwebstoff
- HPA-Abbildungen 10: Elementkonzentrationen im Filtrat
- HPA-Tab. 11: Statistische Kennzahlen der Elementkonzentrationen im Filtrat
- HPA-Abbildungen 12: Gelöste und partikuläre Anteile der Elemente an der Gesamtkonzentration
- HPA-Abbildungen 13: Verteilungskoeffizienten
- HPA-Tab. 14: Statistische Kennzahlen der Verteilungskoeffizienten

HP-Anhang 3 (Statistische Untersuchungen)

- HPA-Abb. 15: Screeplot zur Festlegung der zu extrahierenden Faktoren auf der Grundlage von 31 Elementen und 30 Standorten (Schwebstoffe).
- HPA-Tabelle 16: Eigenwerte der Faktorenanalyse (Schwebstoffe, 31 Elemente, 30 Standorte).
- HPA-Tabelle 17: Faktorladungen der Analyse (Schwebstoffe, 31 Elemente und 30 Standorte, ohne Hot Spots), durch

Fettdruck hervorgehobene Ladungen sind untereinander signifikant korreliert.

HPA-Abb. 18: Screeplot zur Festlegung der zu extrahierenden Faktoren auf der Grundlage von 21 Elementen der wässrigen Phase und 34 Messstellen.

HPA-Tabelle 19: Eigenwerte der Faktorenanalyse (Filtrat, 21 Elemente, 34 Standorte).

HPA-Tabelle 20: Faktorladungen der Analyse (Filtrat, 21 Elemente und 34 Standorte), signifikant korrelierte Ladungen der Faktoren sind fett gedruckt.

HPA-Abbildung 21: Screeplot zur Festlegung der zu extrahierenden Faktoren auf der Grundlage von 34 Elementen und 30 Messstellen.

HPA-Tabelle 22: Eigenwerte der Faktorenanalyse (Filtrate, 34 Elemente, 30 Messstellen).

HPA-Tabelle 23: Faktorladungen der Analyse (Filtrat, 34 Elemente und 30 Standorte), signifikant korrelierte Ladungen der Faktoren sind fett gedruckt.

HPA-Abb. 24: Screeplot zur Festlegung der zu extrahierenden Faktoren auf der Grundlage von 34 Elementen und 16 Messstellen.

HPA. Tabelle 25: Eigenwerte der Faktorenanalyse (Filtrat, 34 Elemente, 16 Standorte, ohne Hot Spots).

HPA-Tabelle 26: Faktorladungen der Analyse (Filtrat, 34 Elementen und 24 Standorte ohne Hot Spots), signifikante korrelierte Ladungen der Faktoren sind fett gedruckt.

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1: Messstellen 1997, Stromkilometer ab Quelle, Nebenflüsse kursiv.....	4
Tabelle 2: Eigenwert der Faktorenextraktion (Schwebstoffe, 58 Elemente, 34 Messstellen)	62
Tabelle 3: Faktorladungen der Analyse mit 58 Elemente und 34 Messstellen, durch Fettdruck hervorgehobene Faktorladungen sind signifikant untereinander korreliert.....	63
Tabelle 4: Eigenwerte der Faktorenanalyse (Schwebstoffe, 30 Elemente, 34 Messstellen)	65
Tabelle 5: Faktorladungen der Analyse mit 31 Elementen und 34 Messstellen, durch Fettdruck hervorgehobene Ladungen sind untereinander signifikant korreliert	66

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1: Messstellen im Längsprofil der Elbe und an der Mulde	3
Abbildung 2: Abflusssituation im Elbestrom und in der Mulde.....	5
Abbildung 3: Schwebstoffgehalte an den Messstellen.....	5
Abbildung 4: Durchschnittliche Anteile geogener Elemente des Elbeschwebstoffs gegenüber Hintergrundwerten aus Auenböden.....	13
Abbildung 5: Einstufung der Arsengehalte nach dem ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem.....	16
Abbildung 6: Einstufung der Kadmiumgehalte nach ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem.....	19
Abbildung 7: Einstufung der Chromgehalte nach ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem.....	21
Abbildung 8: Einstufung der Kupfergehalte nach ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem	22
Abbildung 9: Einstufung der Quecksilbergehalte nach ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem.....	25
Abbildung 10: Einstufung der Nickelgehalte nach ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem.....	30
Abbildung 11: Einstufung der Bleigehalte nach ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem.....	31
Abbildung 12: Einstufung der Zinkgehalte nach ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem.....	39
Abbildung 13: Gelöste und partikulär gebundene Anteile der Elemente an der Gesamtkonzentration.....	56
Abbildung 14: Minimale, mediane und maximale Verteilungskoeffizienten von Elementen, für die mehr als fünf Wertepaare vorliegen.....	58
Abbildung 15: Screeplot zur Festlegung der zu extrahierenden Faktoren auf der Grundlage von 58 Elementen und 34 Messstellen.....	62
Abbildung 16: Faktorwerte – Wirkungsschwerpunkte der „Elemente ohne anthropogene Beeinflussung“- Kennzeichnung von An- und Abreicherungen...	64
Abbildung 17: Screeplot zur Festlegung der zu extrahierenden Faktoren auf der Grundlage von 31 Elementen und 34 Messstellen.....	65
Abbildung 18: Faktorwerte - Wirkungsschwerpunkte anthropogen beeinflusster Elemente, Faktor 1: As, Be, Bi, Cd, Ni, Sn, Tl, U, W; Faktor 2: Ca, Cr, Hg, Pb.	66
Abbildung 19: Faktorwerte – Wirkungsschwerpunkte anthropogen beeinflusster Elemente, Faktor 3: Co, Fe, Mo, S.....	67
Abbildung 20: Faktorwerte – Wirkschwerpunkte von Faktor 1: Be, In, Sb und Faktor 2: Cr, Cu, Hg, Mo, P – Anreicherungsschwerpunkte nach Ausgrenzung der Hot Spots.....	68
Abbildung 21: Faktorwerte – Wirkschwerpunkte von Faktor 3: B, Ca und Faktor 4: Mn, S - unter Ausgrenzung der Hot Spots	69
Abbildung 22: Faktorwerte – Wirkschwerpunkte von Faktor 5: As, Cd – unter Ausgrenzung der Hot Spots	69

Abbildung 23: Cluster der Elemente in Schwebstoffen zur Kennzeichnung von Elementen anthropogener Beeinflussung.....	71
Abbildung 24: Cluster der Elemente in Schwebstoffen zur Kennzeichnung von Elementen anthropogener Beeinflussung unter Ausgrenzung der in 6.1 bis 6.3 selektierten Messstellen.	71
Abbildung 25: Clusteranalyse der Schwebstoffgehalte zur Messstellenauswahl, 58 Elemente, 34 Standorte	72
Abbildung 26: Faktorwerte – Wirkschwerpunkte der Faktoren; Faktor 1: B, Ca, K, Li, Mg, Na, Rb, Sn, Sr; Faktor 2: Cs, Cu, Hg, V.....	76
Abbildung 27: Faktorwerte – Wirkschwerpunkte der Faktoren; Faktor 3: Mo, U, W; Faktor 4: Al, Y.....	76
Abbildung 28: Hierarchische Clusteranalyse zur Gliederung der Elemente (Filtrat, 21 Elemente, 34 Standorte)	77
Abbildung 29: Hierarchische Clusteranalyse zur Auswahl der Messstellen (Filtrat, 21 Elemente, 34 Standorte)	77
Abbildung 30: Faktorwerte – Wirkschwerpunkte in der gelösten Phase auf der Grundlage von 34 Elementen und 30 Messstellen; Faktor 1: B, Cs, Cu, Hg, Li, Rb, V; Faktor 2: Al, Ce, Ti, Y, Zr.	79
Abbildung 31: Faktorwerte – Wirkschwerpunkte in der gelösten Phase auf der Grundlage von 34 Elementen und 30 Messstellen; Faktor 3: Mo, Re, U, W; Faktor 4: Ca, K, Mg, Na, Sr.	79
Abbildung 32: Faktorwerte – Wirkschwerpunkte in der gelösten Phase auf der Grundlage von 34 Elementen und 30 Messstellen; Faktor 5: Ga, Pb; Faktor 6: Tl.....	80
Abbildung 33: Hierarchische Clusteranalyse zur Elementauswahl (Filtrat, 34 Elemente, 30 Standorte)	81
Abbildung 34: Hierarchische Clusteranalyse zur Standortauswahl (Filtrat, 34 Elemente, 30 Standorte)	81
Abbildung 35: Faktorwerte – Wirkschwerpunkte der Faktoren unter Berücksichtigung von 34 Elementen der wässrigen Phase und 16 Messstellen, Faktor 1: Al, Ca, Co, Cs, Ga, Mg, Na, Rb, Re, Sr, Tl, U und Zr, Faktor 2: Cu, Fe, Li, Mn, V.	83
Abbildung 36: Faktorwerte – Wirkschwerpunkte der Faktoren unter Berücksichtigung von 34 Elementen der wässrigen Phase und 16 Messstellen, Faktor 3: B, K, Mo, Sb, Ti, W, Faktor 2: Ba	83
Abbildung 37: Vorschlag einer Messstellenkonfiguration für das Elbe-Längsprofil-Monitoring.....	86

1 Einleitung

Nach der politischen Wende in Deutschland wurde in einem internationalen Netzwerk zwischen wissenschaftlichen und behördlichen Institutionen die zusammenhängende und grenzüberschreitende Schadstoffforschung entlang der gesamten Elbe realisiert. Im Rahmen des vom Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMBF) geförderten Verbundprojektes "Elbe 2000" wurde im Teilprojekt zur "Erfassung und Beurteilung der Belastung der Elbe mit Schwermetallen und Schwermetallverbindungen" in den Jahren 1992 und 1995 Elbe-Längsprofilstudien über die Sedimentbelastung sowie in den Jahren 1993 bis 1996 vier Längsprofilstudien über das Vorkommen von Elementen in der partikulären und wässrigen Phase durchgeführt. Ziel dieser Untersuchungen war, ein internationales Mess- und Untersuchungsprogramm für eine zukünftige, zielgerichtete und wirtschaftliche Flussüberwachung zu erarbeiten.

Die in diesem Bericht vorgestellte Untersuchung setzt nahtlos die Reihe der Längsprofilkampagnen für Wasseruntersuchungen im Jahr 1997 fort. Ziel dieser Untersuchung ist es, für regelmäßig durchgeführte Längsprofilkampagnen sowohl die Auswahl der Messstellen als auch der zu untersuchenden Elemente zu optimieren, so dass im Zusammenspiel mit den Dauermessstellen der ARGE ELBE eine räumlich, zeitlich und stofflich lückenlose Flussüberwachung gewährleistet werden kann. Während an den Dauermessstellen lediglich neun Schwermetalle und Arsen untersucht werden, ermöglicht ein Multielementmonitoring die Erfassung sämtlicher anthropogen beeinflusster Elemente. Gleichzeitig ermöglicht die größere Messstellenanzahl, die mit einem Hubschrauber beprobt werden kann, die kleinräumige Identifizierung anthropogener Einflüsse.

Dazu müssen Elementmuster identifiziert werden, die eine anthropogene Beeinflussung der Gewässerbeschaffenheit, insbesondere hinsichtlich der bedeutendsten Belastungsquellen, aufzeigen. Als zusätzlicher Anhaltspunkt für die Selektion von Elementen und Messstellen, die für ein Monitoring der gelösten und partikulären Phase herangezogen werden, stehen durch das o. g. BMBF-Projekt bereits erhebliche Daten zur Verfügung, anhand derer ein Vergleich der Situation von 1997 mit der früherer Jahre geschehen kann.

Um den Grad der anthropogenen Beeinträchtigung der Elementgehalte zu beurteilen, stehen Klassifizierungsschemata für Feststoffe der ARGE ELBE (1996), des Geoindex nach Müller (1979) sowie nach Prange et al. (1997b) und Krüger et al. (1998) zur Verfügung. Eine weitergehende Beurteilung der Ergebnisse erfolgt nach Normierung der Hintergrundwerte, wie sie Krüger und Prange (1999) für die Untersuchung von Unterwassersedimenten durchgeführt haben, als auch die Darstellung der Anreicherung nach Normierung der Elementgehalte auf Al-Gehalte, wie sie in Prange (1997a und 1997b) empfohlen wird.

Für die Auswertung der umfangreichen Untersuchungskampagne - es wurden 65 Elemente in der wässrigen und partikulären Phase an 34 Messstellen untersucht - bieten sich nach Weber (1974), Einax (1993, 1995) und Prange (1997a) multivariate statistische Methoden an. Während Clusteranalysen qualitativ Messstellen ähnlicher geochemischer Eigenschaften und Elemente mit ähnlichen Längsprofilen gruppieren, sind Faktorenanalysen in der Lage, quantitative Ähnlichkeiten im Längsverlauf zwischen den Elementen zu erkennen. Des Weiteren ist es insbesondere durch Faktorenanalysen möglich, Hot Spots der Belastung zu identifizieren. So werden auch in diesem ARGE-ELBE-Bericht Faktoren- und Clusteranalysen durchgeführt und die Ergebnisse mit den Elbe-Längsprofilkampagnen von Prange et al. (1997a) vergleichend dargestellt.

Schließlich werden neben den Gesamtkonzentrationen der Elemente ihre mengenmäßigen Anteile und damit Bedeutung für die gelöste und/oder partikuläre Phase dargestellt, ebenso wie die Verteilungskoeffizienten, die die Beziehung der Elemente zwischen gelöster und partikulärer Phase beschreiben. Dabei kann die Veränderung der Verteilungskoeffizienten ein Hinweis auf Einleitungen darstellen und gleichfalls ein Anlass zur Plausibilitätsprüfung der Ergebnisse sein.

2 Messstellen, Oberwasserabfluss und Schwebstoffgehalte

Die Messstellen der Beprobungskampagne vom September 1997 zeigt Abb. 1. Tab. 1 enthält weitergehende Angaben wie die Stromkilometer und die Probenahmetermine. Die Messstellen der Flussmündungen liegen 1 km von der Elbe entfernt in den Nebenflüssen. Die Havel-Beprobung fand im Gnevsdorfer Vorfluter statt, die Bilina-Beprobung in nur ca. 300 m Entfernung zur Elbe. Bei der Fa. Synthesia fand die Probenahme in der Abwasserfahne der Werkseinleitung statt. Gegenüber den Längsprofilstudien von Prange et al. (1997a) ist eine stark reduzierte Messstellenanzahl ausgewählt worden. Bekanntermaßen relativ unkritische Abschnitte wie beispielsweise zwischen Schnackenburg und Tideelbe wurden ausgespart. Fotos zur Probenahme und zu den Messstellen finden sich im Homepage (HP)-Anhang www.arge-elbe.de/wge/Download/Berichte/Multi-Anhang.pdf.

Die Abflusssituation zum Zeitpunkt der Probenahme ist Abb. 2 zu entnehmen. Die Beprobung hat während einer gewöhnlichen niedrigen Abflusssituation, wie sie für Flüsse mit typischem Regen/Schnee-Muster im Sommer bis Herbst auftreten (Simon 1993), stattgefunden. Abflusshauptzahlen für den Pegel Wittenberge aus den Pegelaufzeichnungen der Jahre 1900 bis 1995 sind beispielsweise: Mittleres Niedrigwasser 272 m³/s, Mittelwasser 681 m³/s, Mittleres Hochwasser 1916 m³/s. Zwischen dem 01.-04.09.1997 belief sich der Abfluss am Pegel Wittenberge auf Werte zwischen 335 und 378 m³/s. Obwohl über den Probenahmezeitraum an allen Pegeln eine niedrige Abflusssituation vorlag, finden sich zwischen Wittenberge und der Lutherstadt Wittenberg noch kontinuierlich zunehmende Abflüsse, während sie stromaufwärts von

Dresden täglich sinken. Von den vier Längsprofilstudien von Prange et al. (1997a) zeigt nur die vom Oktober 1993 eine herbst- bis spätsommerlich niedrige Abflusssituation, die mit der in diesem Bericht vorgestellten vergleichbar ist.

Des Weiteren ist zu bemerken, dass der Längsprofilkampagne 1997 zwei Hochwässer vorausgingen (Maximale Abflüsse am Pegel Wittenberge: März: 1800 m³/s, Juli 1300 m³/s. Das ist insofern bedeutsam, da Hochwässer nach Wilken et al. (1994) jüngere Sedimente zu resuspendieren vermögen, während ältere, konsolidierte Sedimente nicht mobilisiert werden können, wodurch möglicherweise eine Beeinträchtigung des Schwebstoffpools gegeben ist.

Das Schwebstoffregime, dargestellt in Abb. 3, zeichnet deutlich die Abflusssituation nach. Im Bereich niedriger Abflüsse sind vor allem im tschechischen Elbeabschnitt auch die Schwebstoffgehalte gering. Auch bezüglich der Schwebstoffgehalte zeigt sich die beste Vergleichbarkeit mit den Daten Pranges et al. (1997c) vom Oktober 1993 während einer Periode mit niedrigem Wasserstand. Die Schwebstoffgehalte sind allerdings während der ARGE-ELBE-Kampagne 1997 insbesondere im Bereich der deutschen Elbe mit Ausnahme des Tidebereiches deutlich höher, obwohl der Kampagne 1997 im Gegensatz zur Beprobung 1993 ein Sommerhochwasser vorausgegangen war. An den Messstellen, die eine Beprobung an beiden Ufern erfahren haben, zeigen sich vergleichbare Schwebstoffgehalte, was insbesondere bei Dobkovic und Wittenberg/Lutherstadt sowie Schnackenburg auf die vollständige Einmischung der zuvor eingemündeten Nebenflüsse schließen lässt, wie es auch Prange (1997a) gezeigt hat.

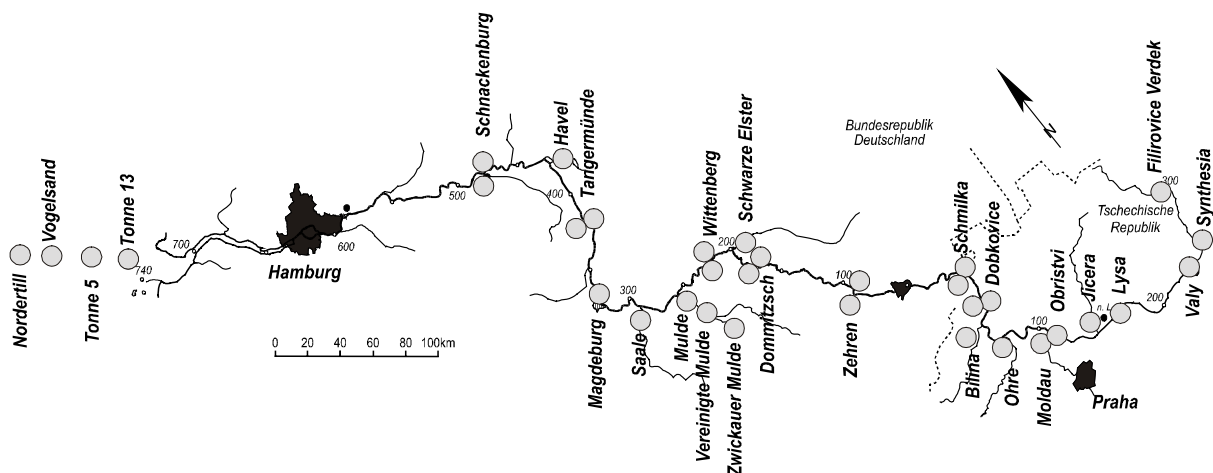


Abbildung 1: Messstellen im Längsprofil der Elbe und an der Mulde

Tabelle 1: Messstellen 1997, Stromkilometer ab Quelle, Nebenflüsse kursiv

Messstelle 1997	Stromkilometer	Datum u. Uhrzeit
Nordertill	Ästuar	01.09.1997, 7:45
Vogelsand	Ästuar	01.09.1997, 7:52
Tonne 5 (Aussenelbe)	Ästuar, 1126,9	01.09.1997, 7:57
Tonne 13 (Scharhörn)	Ästuar, 1116,2	01.09.1997, 8:02
Schnackenburg, rechts	844,9	01.09.1997, 12:26
Schnackenburg, links	844,9	01.09.1997, 12:28
<i>Havelmündung</i>	807,9	02.09.1997, 8:36
Tangermünde, rechts	758,9	02.09.1997, 8:55
Tangermünde, links	758,9	02.09.1997, 8:59
Magdeburg, rechts	688	02.09.1997, 10:25
<i>Saalemündung</i>	660,6	02.09.1997, 10:40
<i>Muldemündung</i>	629,5	02.09.1997, 10:59
Wittenberg, rechts	583,9	02.09.1997, 11:23
Wittenberg, links	583,9	02.09.1997, 11:26
<i>Schwarze Elster Mündung</i>	568,4	02.09.1997, 11:32
Dommitzsch, rechts	542,5	02.09.1997, 13:42
Dommitzsch, links	542,5	02.09.1997, 13:44
Zehren, rechts	459,6	02.09.1997, 14:27
Zehren, links	459,6	02.09.1997, 14:29
Schmilka, rechts	373,9	02.09.1997, 15:29
Schmilka, links	373,9	02.09.1997, 15:31
Dobkovice, rechts	335,8	03.09.1997, 8:40
Dobkovice, links	335,8	03.09.1997, 8:42
<i>Bilinamündung</i>	337,5	03.09.1997, 8:51
<i>Ohremündung</i>	305,1	03.09.1997, 9:01
<i>Moldaumündung</i>	260,6	03.09.1997, 9:38
Obristvi	259,9	03.09.1997, 9:46
<i>Jizeramündung</i>	228,8	03.09.1997, 11:04
Lysa	224,9	03.09.1997, 11:10
Valy	148,3	03.09.1997, 11:28
Synthesia	136,9	03.09.1997
Filirovice Verdek	61,9	03.09.1997, 14:11
<i>Vereinigte Mulde*</i>		02.09.1997
<i>Zwickauer Mulde*</i>		02.09.1997

*Messstellen oberhalb der Muldemündung

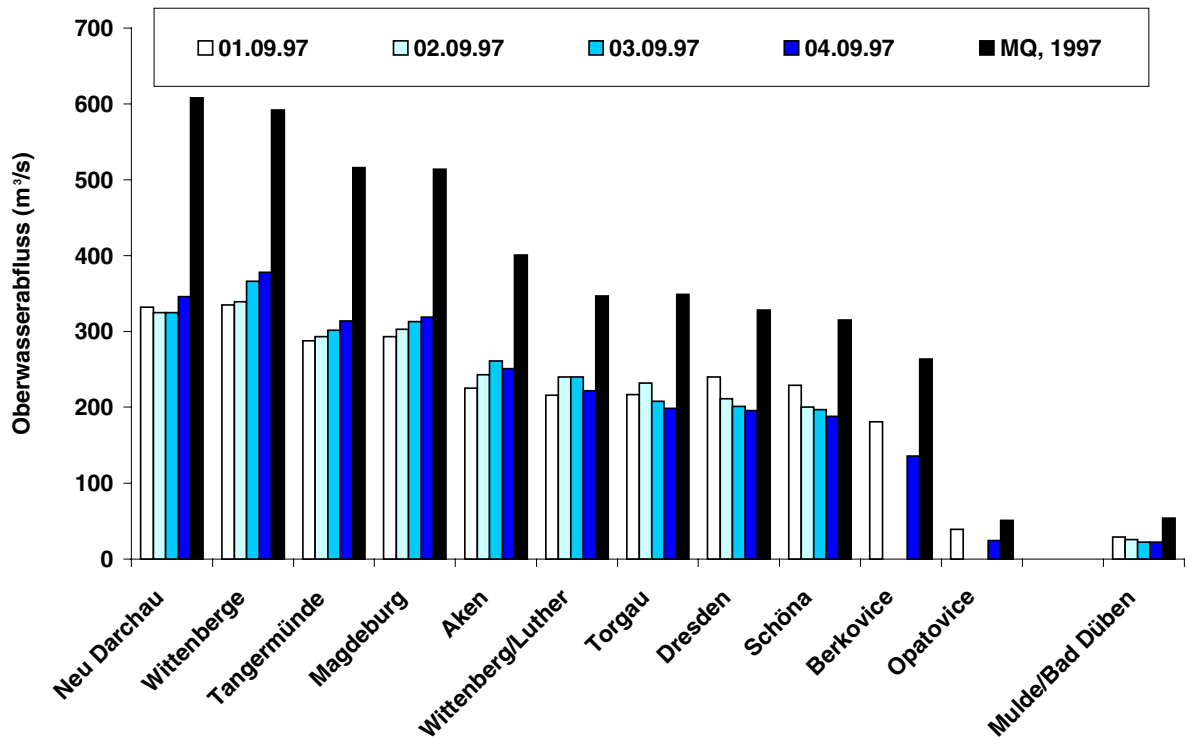


Abbildung 2: Abflusssituation im Elbestrom und in der Mulde

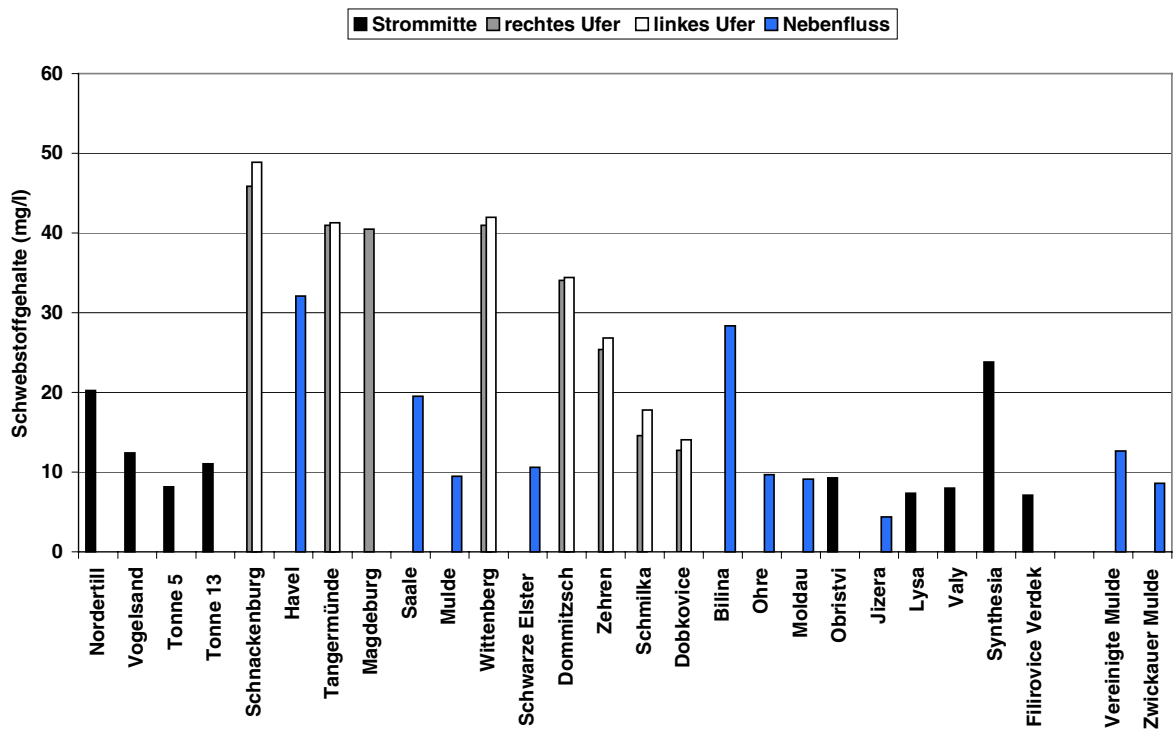


Abbildung 3: Schwebstoffgehalte an den Messstellen

3 Experimentelles

3.1 Probenahme und Probenaufarbeitung

Hubschrauber-Längsprofiluntersuchungen gibt es an der Elbe seit 1993 (Prange et al. 1997a). Für den Tideelbereich ist eine Hubschrauberprobenahme bereits seit 1979 etabliert. Die Probenahme im Längsprofil der Elbe für das Multielementmonitoring im September 1997 erfolgte ebenfalls mit dem Hubschrauber an drei Tagen und 34 Probenahmestellen.

Eine Gewässerüberwachung unter Einsatz des Hubschraubers erfolgt auch international bei großen Untersuchungsgebieten oder besonders vielen Probenahmestellen, die gegebenenfalls zusätzlich schwer zugänglich sind aber trotzdem schnell erreichbar sein sollen. Nach <http://www.epa.gov/earth100/records/i10854> handelt es sich um das „New York Bight Water Quality Monitoring Program“, in dem 26 Long Island Coast Probenahmestellen, 44 New Jersey Coast Probenahmestellen und 50 Probenahmestellen bis zu 9 Meilen vor der Küste angefliegen werden; im Sommer wöchentlich, ansonsten zu Voll- und Neumond. Untersuchungsgegenstand sind Sauerstoffgehalt, Coliforme und andere Bakterien. Des Weiteren wurde unter <http://sflwww.er.usgs.gov/publications/fs/173-96/> das „Electromagnetic Resistivity Mapping“ im Everglades National Park gefunden, bei dem unter Einsatz eines Leitfähigkeitssensors die Verteilung von Süß- und Salzwasser dokumentiert wird. Unter <http://www.epa.gov/region04/sesd/reports/epa904r9800/> wurde mit dem „South Florida Ecosystem Assessment Monitoring for Adaptive Management: Implications for Ecosystem Restoration“ ein Hubschrauber-gestütztes Monitoringprogramm gefunden, bei dem insbesondere Quecksilber in verschiedenen Matrices (Böden und Wasser) untersucht wird.

Im Elbelängsprofil wurde stromaufwärts geflogen. Die Probenahme begann am Nordertill im Tidebereich tidesynchron bei vollem Ebbstrom. Die Entnahme der Wasserproben findet mit Hilfe eines Spezialwasserschöpfers, eines Acrylglasschöpfgestells der ARGE ELBE, statt. In diesem Schöpfer befinden sich verschiedene Probenahmeflaschen: eine 100 ml Glasflasche für die Sauerstoffbestimmung, eine 5 l Polyethenflasche für allgemeine Gewässergüteparameter, eine 2 l Glasflasche für die Analytik organischer Schadstoffe, eine 500 ml Glasflasche für die Bestimmung von Keimen sowie eine mit angesäuertem Reinstwasser konditionierte 2 l Polyethenflasche für die Bestimmung von Metallen.

Das Schöpfgestell mit den Probeflaschen wird mit einem Seil vom Hubschrauber, der nur wenige Meter über der Wasseroberfläche schwebt, ins Wasser gelassen. Die Probenahmetiefe liegt zwischen der Wasseroberfläche und 0,5 m Wassertiefe. Wenn alle Probeflaschen wassergefüllt sind, wird das Schöpfgestell zurück in den Hubschrauber gezogen. Zeitgleich wird die Wassertemperatur gemessen.

Bei Zwischenlandungen in Finkenwerder und Magdeburg wurden die Wasserproben für die Multielementanalysen mittels Kurierdienst zum GALAB nach Geesthacht transportiert. Damit sichergestellt war, dass eine Bearbeitung der Proben von der oberen Mittelelbe sowie aus dem tschechischen Elbeabschnitt nur mit vernachlässigbarer zeitlicher Verzögerung stattfindet, wurde auch in den Laboratorien der Umweltbetriebsgesellschaft Sachsen in Neusörnewitz und der Povodi Labe in Hradec Králové die Probenfiltration durchgeführt. So konnten unerwünschte Redox- und Fällungsreaktionen, die möglicherweise die Verteilung zwischen gelöster und partikulärer Phase beeinflussen, vermieden werden.

Abweichend von der dargestellten Probenahme wurden die Messstellen an der Vereinigten und Zwickauer Mulde mit dem PKW angefahren und die Wasserproben per Hand vom Ufer gewonnen.

Die Proben wurden innerhalb weniger Stunden nach der Probenahme mittels Druckfiltration über 0,45 µm-Nucleopore-Filter in gelöste und partikuläre Phase getrennt, wie es auch international etabliert ist (Rivarío et al. 1998, Herut et al. 1999, Puig et al. 1999 und Rozan et al. 1999). Die Filtrate wurden mit HNO₃ angesäuert und bei 4 °C bis zur Analyse aufbewahrt.

3.2 Aufschluss der Schwebstoffe

Die Filtrerrückstände bzw. Schwebstoffproben wurden geteilt und unter Reinraumbedingungen zwei unterschiedlichen Aufschlussverfahren unterzogen. Die unterschiedlichen Einwaagen finden sich im HP-Anhang 1 (Experimentelles), HPA-Tabelle 1.

Für die Quecksilberanalyse wurde eine Filterhälfte mit 5 ml HNO₃ (subboiled) aufgeschlossen und mit 5 ml Reinstwasser verdünnt. Die zweite Filterhälfte wurde einem mikrowelleninduzierten Druckaufschluss in Teflongefäßen mit 4 ml HNO₃ (subboiled), 1 ml HF (subboiled) und 0,5 ml H₂O₂ (suprapur) unterzogen. Die Lösung wurde eingedampft und anschließend in 2 ml 6 molarer HCl aufgenommen und auf 50 ml mit Reinstwasser aufgefüllt.

3.3 Analysenmethoden

Für die Quecksilberanalysen im Filtrat erfolgte eine Oxidation der Hg-Species zu Hg²⁺ mit Bromylchlorid. Dieses wurde nach Reduktion mit Zinnchlorid als Hg⁰ im Stickstoffstrom ausgetrieben, am Goldnetz angereichert und schließlich nach Thermodesorption mittels Kaltdampf-Atomfluoreszenzspektrometrie (CV-AFS) bestimmt. Für die Hg-Analysen am Schwebstoff wurde die Aufschlusslösung gleich einer Reduktion durch Zinnchlorid unterzogen.

Die übrigen Elemente wurden mit dem hochauflösenden Sektorfeld-ICP-MS (HR-ICP-MS) ELEMENT der Fa. Finnigan MAT, Bremen bestimmt. Die Messbedingungen finden sich im HP-Anhang 1(Experimentelles), HPA-Tabelle 2.

Mit der HR-ICP-MS wurden insgesamt 64 Elemente der partikulären Phase und 65 Elemente der wässrigen Phase analysiert.

Die unteren Arbeitsbereichsgrenzen für die analysierten Elemente werden im HP-Anhang 1 (Experimentelles), HPA-Tabelle 3, aufgeführt. Sie ergeben sich einerseits durch die Höhe der Elementkonzentrationen in den Proben und andererseits durch Blindwerte sowie Memoryeffekte des ICP-MS-Systems. Die Filtrate aus dem Bereich der Tideelbe mussten aufgrund ihrer hohen Salzkonzentrationen für die Messung mit der HR-ICP-MS mindestens 1:10 verdünnt werden.

Zur Kalibrierung wurden überwiegend die Multielementstandards CLMS-1, CLMS-2, CLMS-3 und CLMS-4 der Fa. SPEX (Metuchen) verwendet. Für die Bestimmung höher konzentrierter Elemente wurden aus Einzelelementstandards der Firmen Kraft (Duisburg) und High Purity Standards (Charleston) Mischstandards zur Kalibrierung eingesetzt.

3.4 Qualitätssicherung

Zur Überprüfung der Analysenergebnisse standen die Wasser-Standardreferenzmaterialien

- 1643d (NIST)
- SLRS-4 (Natl. Res. Council Canada)
- und das Sediment-Standardreferenzmaterial GWB07306 (Natl. Res. Center China) zur Verfügung.

Die Ergebnisse für die Referenzmaterialien finden sich im HP-Anhang 1 (Experimentelles),HPA-Tabelle 4, HPA-Tabelle 5, HPA-Tabelle 6.

Die Anwendung der im HP-Anhang 1 (Experimentelles), HPA-Tabelle 2 genannten Messbedingungen für die HR-ICP-MS auf die Wasser- und Sediment-Referenzmaterialien ergab für die überwiegende Zahl der zertifizierten Elemente sehr gute Wiederfindungsraten und überwiegend geringe Standardabweichungen. Durch rechnerische Korrekturen spektraler Interferenzen, die durch das hochauflösende MS nicht abgetrennt werden konnten, sind für Ag und Cd sehr gute Ergebnisse erzielt worden. Der zu hohe Wert für Sb im Sedimentstandard ist bislang nicht erklärbar, spektrale Interferenzen konnten ausgeschlossen werden. Für Nb und Zr sind die Wiederfindungen im Sedimentstandard relativ niedrig, was damit erklärt werden kann, dass diese Elemente mit dem angewandten Aufschluss nicht vollständig in Lösung gebracht wurden.

Zur weiteren Absicherung der Analysenergebnisse wurden von der Fa. GALAB für fünf Filtratproben Vergleichsanalysen durchgeführt (HP-Anhang 1 (Experimentelles), HPA-Tabelle 7). Die gute Übereinstimmung der Analysenergebnisse belegt die hohe Qualität der Ergebnisse.

4 Längsprofile

4.1 Datenmaterial

Die Datengrundlage von Ergebnissen der partikulären und wässrigen Phase ist nicht von gleicher Qualität. Während für die partikuläre Phase Ergebnisse von nahezu allen Elementen (58 von 65) an allen Probenahmeorten (34 von 34) vorliegen, ist dies für die wässrige Phase nicht gegeben. In Filtraten lagen für 21 Elemente an allen Probenahmestellen Ergebnisse über der unteren Arbeitsbereichsgrenze. Für viele Elemente lagen die Ergebnisse allerdings auch darunter, was insbesondere die statistische Auswertung erschwert. Komplette Ergebnisreihen liegen für alle Messstellen oberhalb des Geesthachter Wehrs für 34 Elemente vor. Die Rohdaten dieses Berichts finden sich im Berichtsanhang (BA) 1. Die Elementgehalte der Schwebstoffe sind in BA-Tabelle 1, die Elementkonzentrationen der Filtrate in BA-Tabelle 2 enthalten.

4.2 Schwebstoffe

Die grafische Darstellung der Elementgehalte der partikulären Phase sind im HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA-Abbildungen 8 in alphabetischer Reihenfolge der Elemente dargestellt.

Für die Selektion von Elementen, die für ein Elbe-Längsprofilmonitoring relevant sein können sowie für die Auswahl von Messstellen, die für ein Elbe-Längsprofilmonitoring unerlässlich sind, werden Vergleiche mit geogenen Hintergrundwerten und verschiedenen Beurteilungsverfahren sowie Faktoren- und Clusteranalysen herangezogen.

4.2.1 Beurteilungs- und Klassifizierungsverfahren

Für die Beurteilung der Schwebstoffbeladung stehen mehrere Verfahren und Beurteilungsgrundlagen zur Verfügung (ARGE ELBE (1996), LAWA (1997), Krüger et al. (1999), Müller (1979), Prange et al. (1997b), Reincke et al. (1998)). Das siebenstufige ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem (ARGE ELBE 1996) wurde für die Einstufung von Metallen schwebstoffbürtiger Sedimente erarbeitet. Ihm liegen natürliche Hintergrundgehalte von Elbesedimenten der unteren Mittel-Elbe zugrunde, die noch nicht durch menschliche Einflüsse beeinträchtigt waren. Der Geoakkumulationsindex (Müller 1979) erlaubt den internationalen Vergleich von Sedimenten und Schwebstoffen. Dem Geindex liegen im Sinne von Hintergrundgehalten, d. h. von natürlich bedingten Elementgehalten, Werte eines internationalen Tongesteinstandards von Turekian und Wedepohl (1961) zugrunde. Zielvorgaben der LAWA (1997) für Schwebstoffe beruhen auf Werten, die aus der Klärschlammverordnung abgeleitet wurden. Zielvorgaben der LAWA (1997), die für Schwebstoffe zum Schutz der aquatischen Lebensgemeinschaften erarbeitet wurden und an die sich auch Reincke et al. (1998) anlehnt, leiten sich aus einer Verdoppelung von maximalen Hintergrund-

gehalten ab, die allerdings nicht im Elbeeinzugsgebiet ermittelt wurden. Eine einzugsgebietsangepasste Beurteilung ist seit der Ermittlung elbetypischer Hintergrundwerte (Prange et al. (1997b) und Krüger et al. (1998) sowie Krüger et al. (1999)) möglich. Für die Ermittlung elbetypischer natürlicher Elementgehalte von Böden und Sedimenten wurden bis zu 1500 Jahre alte Auensedimente beprobt (Prange 1997b). Für derartig alte Sedimente ist ein nennenswerter menschlicher Einfluss auszuschließen. Die Elementgehalte wurden in der Kornfraktion $< 20 \mu\text{m}$ bestimmt.

Somit ist auch ein Vergleich mit den in der Regel feinkörnigen Schwebstoffen möglich. Im Unterschied zu den Böden und Sedimenten, aus denen alle Hintergrundgehalte der erwähnten Beurteilungsverfahren abgeleitet wurden, haben Schwebstoffe aber höhere Gehalte an organischer Substanz, die sich wiederum verdünnend auf die natürlichen Elementgehalte auswirkt. Nach Prange et al. (1997b) und Krüger et al. (1999) ist deshalb für eine genauere Beurteilung von Schwebstoff- und Sedimentgehalten die Normierung von Analyseergebnissen oder die Normierung der Hintergrundwerte als Beurteilungsgrundlage nötig.

Die Klassifizierungssysteme ARGE ELBE (1996), Müller (1979), Prange et al. (1997b), Krüger et al. (1999)) sowie ein neuer, fünfstufiger Klassifizierungsvorschlag der ARGE ELBE sowie ein Beurteilungsverfahren nach Anreicherungs-faktoren gegenüber Aluminium, sind im Berichtsanhang 1, BA-Tabelle 3 dargestellt.

Es bleibt festzuhalten, dass die zur Verfügung stehenden Klassifizierungssysteme für Schwebstoffe in erster Linie für die Beurteilung von Sedimenten und Böden entwickelt wurden. In Ermangelung der Kenntnis der natürlichen Elementgehalte von Schwebstoffen werden die oben genannten Beurteilungsverfahren auf diese übertragen, wobei Normierungsverfahren die größten Matrixunterschiede zwischen Böden bzw. Sedimenten und Schwebstoffen rechnerisch zu beseitigen helfen.

4.2.2 Normierung

Es gibt verschiedene Normierungsverfahren, die eine verbesserte Beurteilung der Metallgehalte in Schwebstoffen nach sich ziehen, da sie die Verdünnung der Schwebstoffe durch organische Substanz oder auch sandige Partikel, die nicht Träger von Spurenmetallen sind, berücksichtigen. Zwei Verfahren werden angewandt und vorgestellt. Dabei soll nicht unerwähnt bleiben, dass auch die organische Substanz natürlicher Träger von Spurenmetallen ist. Ihr Hauptbestandteil ist jedoch Kohlenstoff, weshalb eine Normierung von Hintergrundwerten, d. h., eine Anpassung der Hintergrundwerte an das mineralische Niveau der Schwebstoffe, wie es in 4.2.2.1 durchgeführt wird, eine wesentliche Verbesserung des Beurteilungsverfahrens darstellt. Dabei bleibt allerdings unberücksichtigt, dass die Schwebstoffe von der Quelle bis zur Mündung durchaus unterschiedlich große Anteile organischer Substanz besitzen, denn es wird die durchschnittliche „Verdünnung“ der Schwebstoffe bei der Normierung berücksichtigt.

Einen Schritt weiter geht die Beurteilung nach individueller Normierung der Metallgehalte in Schwebstoffen mit einem anthropogen unbeeinflussten Element. Hier werden die Elementgehalte jeder Schwebstoffprobe normiert. Durch einen weiteren Berechnungsschritt ist gleichzeitig die Darstellung der individuellen Anreicherung eines anthropogen beeinflussten Elements gegenüber dem anthropogen unbeeinflussten Element möglich, wie es in 4.2.2.2 dargestellt wird. Ein Element mit natürlichen Gehalten zeigt im Gegensatz zu einem anthropogen beeinflussten Element keine durch menschliche Einleitungen begründeten Anreicherungen im Boden, Sediment oder Schwebstoff. Beispielsweise sind Scandium oder Aluminium als anthropogen unbeeinflusste Elemente (mit natürlichen Gehalten in den verschiedenen Matrices) zu betrachten, während Kadmium und Zink anthropogen beeinflusste Elemente darstellen (Prange 1997a).

4.2.2.1 Normierung der Hintergrundwerte

Die Böden bzw. Sedimente, aus denen die Hintergrundwerte ermittelt wurden, besitzen in der weniger als 4 % organische Substanz (Prange et al., 1997b). Schwebstoffe besitzen dagegen organische Substanz bis zu 50 % (Fietz, 1996; ARGE ELBE, 1998; Riefenstahl, 1995; Spott, 1994). Für eine Beurteilung der Schwebstoffgehalte, die dem von Böden (aus denen die Hintergrundwerte abgeleitet wurden) abweichenden Anteil organischer Substanz Rechnung trägt, ist eine Normierung der Hintergrundwerte oder der Analysenergebnisse nötig. Hier werden die Hintergrundwerte von Prange et al. (1997b) und Krüger et al. (1998) herangezogen, da sie aus alten Elbesedimenten des Elbeober- und Mittellaufs ermittelt wurden.

Zunächst wird die durchschnittliche Abreicherung von Elementen mit natürlichen Gehalten in der Schwebstoffphase dieses Längsprofils gegenüber den natürlichen Elementgehalten aus Auenböden (Prange 1997b) errechnet.

Dies bedeutet, dass der Median sowie der Mittelwert aller Elemente, die keine anthropogene Beeinflussung vermuten lassen, (Prange (1997a) von dieser Längsprofilkampagne berechnet wird. Beispielsweise liegt 1997 der Median der Aluminiumgehalte bei 44803,7 µg/g Trockensubstanz. Anschließend findet eine Quotientenbildung dieses Durchschnittswertes mit dem Elbe-Hintergrundwert von 88600 µg/g Trockensubstanz (Prange 1997b) statt, wie es auch Krüger et al. (1999) für Sedimente des Bucher Bracks bei Tangermünde getan haben. Der Quotient aus Längsprofil-Median und Hintergrundwert ergibt 0,51. Dieser Quotient beschreibt den Al-Anteil im Schwebstoff bezogen auf den Hintergrundgehalt aus Auenböden. Die Aluminiumanreicherung im Schwebstoff beträgt demnach 49 % gegenüber dem Hintergrundgehalt. Dieses Prozedere wird für alle Elemente, die keine anthropogene Beeinflussung vermuten lassen, wiederholt. Es ist erkennbar (Abb. 4), dass die anthropogen unbeeinflussten Elemente im Schwebstoff unterschiedlich stark gegenüber den Hintergrundgehalten aus Böden abgereichert vorliegen. Ausnahmen stellen Cobalt und

Strontium dar, die vermutlich auch in der organischen Substanz in gleichwertig hohen Anteilen, wie in der mineralischen Phase vorkommen. Für die Anpassung der Hintergrundgehalte ist es nötig, die durchschnittliche Abreicherung zu berechnen. Sie liegt, wie beim Aluminium, bei 49 %. Andersherum liegen die Gehalte der geogenen Elemente in Schwebstoffen durchschnittlich bei 51 % der Gehalte aus Auenböden. Um die Hintergrundgehalte von Prange et al. (1997b) und Krüger et al. (1998) an die Matrix der Schwebstoffe anzupassen, muss entsprechend das Klassifizierungsschema von Prange et al (1997 b) verifiziert werden, indem die Werte der Güteklassen um 49 % gesenkt werden. Das angepasste, normierte Klassifizierungsschema findet sich ebenfalls in Berichtsanhang 1, BA-Tabelle 3.

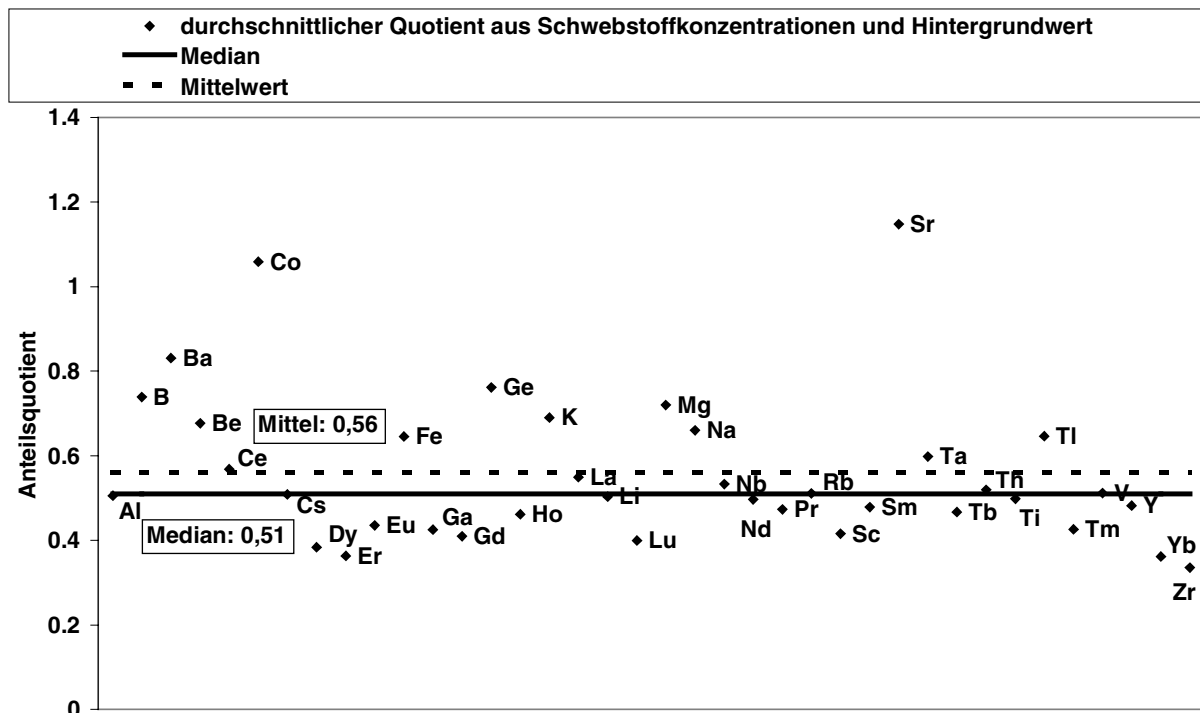


Abbildung 4: Durchschnittliche Anteile geogener Elemente des Elbeschwebstoffs gegenüber Hintergrundwerten aus Auenböden

4.2.2.2 Normierung der Analysenergebnisse und Darstellung der Anreicherung

Für die Normierung der Analysenergebnisse muss zunächst ein geogenes Element ausgesucht werden, gegenüber dem die Anreicherung der übrigen Elemente dargestellt werden soll. Es bietet sich an, dafür Aluminium zu benutzen, da seine Abreicherung im Schwebstoff gegenüber den Hintergrundwerten aus Auenböden dem Durchschnitt aller Elemente entspricht (Abb. 4) und es außerdem in so hohen Gehalten vorkommt, dass sich analytische Schwankungen kaum auswirken.

Für die Normierung eines Analysenergebnisses werden bei der individuellen Normierung die Quotienten zwischen den Gehalten des zu beurteilenden Elements und Aluminium aus der Probe mit dem Kehrwert ihrer geogenen Gehalte aus Auenböden multipliziert:

$$\text{Gehalt Element}_{\text{Probe}} / \text{Gehalt Al}_{\text{Probe}} * \text{Gehalt Al}_{\text{Hintergrundwert}} / \text{Gehalt Element}_{\text{Hintergrundwert}}$$

Ergibt die durchgeführte Rechenoperation ein Ergebnis von <1 oder 1 , liegt keine Anreicherung vor. Ergibt die durchgeführte Rechenoperation ein Ergebnis von > 1 , liegt eine Anreicherung vor.

Somit ist es möglich auf der Grundlage von Hintergrundwerten eine individuelle Bewertung der Elementgehalte von Proben vorzunehmen und gleichzeitig die Anreicherung gegenüber einem geogenen Element darzustellen. Das daraus entwickelte Klassifizierungssystem enthält nur noch Anreicherungsfaktoren, die es erlauben, auch verschiedene Flussgebiete mit ihren eigenen Hintergrundgehalten in Sedimenten und Schwebstoffen zu vergleichen. Das Klassifizierungsschema ist im Berichtsanhang 1, BA-Tabelle 3 dargestellt.

4.2.3 Beurteilung der Elementgehalte in Schwebstoffen nach verschiedenen Verfahren

Eine vergleichende Beurteilung der Elementgehalte in Schwebstoffen im Längsprofil der Elbe mittels Geoindex (Müller 1979), Hintergrundwerten (Prange et al (1997b), normierten Hintergrundwerten sowie Al-normierten Analysenergebnissen und des siebenstufigen ARGE-ELBE-Klassifizierungssystems findet sich im Berichtsanhang 1, BA-Tabelle 4. Die Normierung der Hintergrundwerte sowie die Normierung der Analysenergebnisse auf die Al-Gehalte und die Darstellung der Anreicherung führen stets zu einer schärferen Beurteilung, da die Grenzen der Gewässergüteklassen durch die Rechenoperationen herabgesetzt werden.

Des Weiteren entwickelt die ARGE ELBE ein fünfstufiges Klassifizierungsschema. Die Beurteilung der Gehalte verändert sich im neuen Klassifizierungssystem über das vorgestellte Elementspektrum von As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb und Zn durch vergrößerte Spreizungsfaktoren zwischen den Gewässergüteklassen sowie der Anpassung der Gehalte in der Klasse „High“ an die maximalen Hintergrundgehalte von Prange et al. (1997b) und Krüger et al. (1998) (Berichtsanhang 2, BA-Abb. 1-8).

Im Folgenden wird eine vergleichende Beurteilung aller Elemente vorgenommen. Grafisch dargestellt wird die Beurteilung von As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb und Zn entsprechend des siebenstufigen ARGE-ELBE-Klassifizierungssystems.

Des Weiteren werden die medianen Elementgehalte der Jahre 1993 bis 1996 (Prange et al. 1997c) den ermittelten Ergebnissen von 1997 gegenübergestellt. Dabei sind generelle Trendaussagen nicht möglich, denn der Medianwert ist u. a. stark von der Anzahl der Probenahmestellen vor oder hinter eines dominierenden Einleiters abhängig. Die Abweichungen der 97er Medianwerte von denen der Vorjahre können demnach nur als Hinweise interpretiert werden.

Ag, Silber: Silber ist ein anthropogen beeinflusstes Element, zeigt also durch Einleitungen von Abwässern Anreicherungen in den Schwebstoffen. Die Bewertung der Silbergehalte in der partikulären Phase nach verschiedenen Klassifizierungssystemen macht dies deutlich. Eine Klassifizierung auf der Grundlage normierter Hintergrundwerte oder nach Aluminiumnormierung der Silbergehalte führt zu einer dem Geoindex entsprechenden Beurteilung. Insbesondere die Bewertung nach der Aluminiumnormierung zeigt, dass auch relativ geringe Silbergehalte, wie sie in der Havel vorkommen, hochgradig gegenüber dem mineralischen Anteil der Schwebstoffprobe angereichert sein kann. Die Normierung führt dann zu Fehleinschätzungen, wenn die Schwebstoffe größtenteils aus organischer Substanz bestehen, die unter Umständen auch natürlicher Träger von Spurenstoffen ist. Anreicherungsschwerpunkte sind die Saale (3,8 µg/g), Zehren links (6,6 µg/g), Bilina (7,1 µg/g), Moldau (7,9 µg/g) sowie Synthesia (5,6 µg/g), die vorgefundenen Gehalte erreichen aber nicht mehr das Niveau der Vorjahre (Prange et al. (1997c).

Die Medianwerte für Silber im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 4,4 µg/g, im Mai 1994 bei 2,5 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 3,1 µg/g und im April 1996 bei 2,7 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 2,6 µg/g.

Al, Aluminium: Aluminium ist als Element mit natürlichen Gehalten zu beschreiben, da eine anthropogene Beeinträchtigung nicht zu erkennen ist.

Die Medianwerte für Aluminium im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 49500 µg/g, im Mai 1994 bei 39400 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 59600 µg/g und im April 1996 bei 52300 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 44800 µg/g.

As, Arsen: Arsen erreicht in nur einer Probe den Zielvorgabenwert von Gewässergüteklasse II (< 20 µg/g) des ARGE-ELBE-Klassifizierungssystems. Entlang des Elbeprofils finden sich deutliche bis sehr hohe Anreicherungen. Stärkste Punktquelle ist die Mulde (440 µg/g), begründet durch ehemalige Bergbauaktivitäten (Beuge et al. 1999). Ein Einfluss der Arsengehalte aus der Mulde auf die der Elbe ist 1997 im Gegensatz zu 1994 bis 1996 nicht zu erkennen. Ansonsten finden sich die stärksten Arsenanreicherungen im Elbeoberlauf, noch vor dem Moldauzufluss, was sich gut mit den Untersuchungen Pranges et al. (1997c) deckt.

Bei Anwendung der Klassifizierungen von Müller (1979) und Prange (1997b) würden die Zielvorgaben weitgehend eingehalten. Auch eine Beurteilung der Arsengehalte auf der Grundlage eines normierten Hintergrundwertes führt dazu, dass im deutschen Elbeabschnitt mit Ausnahme der Messstellen an der Mulde und Zehren links, die Zielvorgaben eingehalten würden. Nach Normierung der Arsengehalte auf den Al-Gehalt wird das obige Ergebnis bestätigt. Allerdings würde das linke Ufer der

Messstelle Zehren besser beurteilt, da mit den hohen Arsengehalten auch hohe Aluminiumgehalte einhergehen. Umgekehrt ist es in der Mündung der Schwarzen Elster.

Diese Ergebnisse machen deutlich, dass das ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem bezüglich der Arsenbewertung geändert werden sollte, da Gehalte $<10 \mu\text{g/g}$ (Gewässergüteklasse I-II) aufgrund des natürlichen As-Niveaus zwischen $12 \mu\text{g/g}$ (normierter Hintergrundgehalt) und $24 \mu\text{g/g}$ (Hintergrundgehalt), nicht auftreten können. Eine Anhebung der Klassengrenzen wurde im Entwurf des fünfstufigen Klassifizierungssystems der ARGE ELBE berücksichtigt.

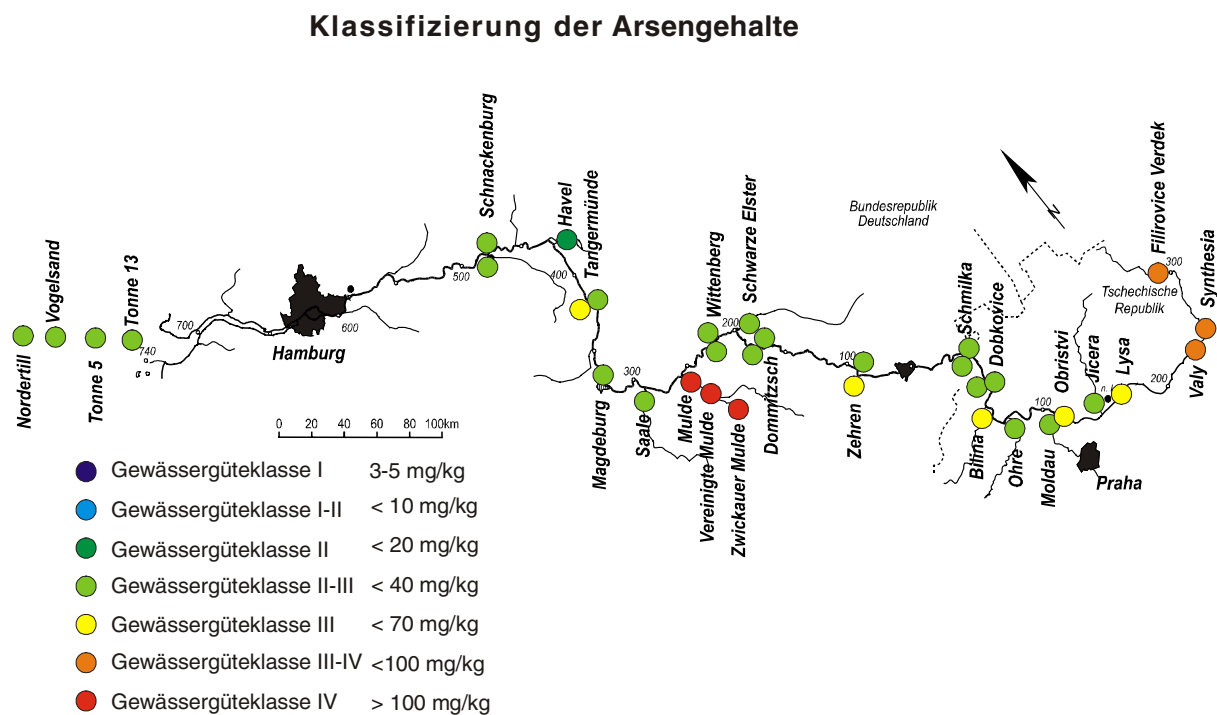


Abbildung 5: Einstufung der Arsengehalte nach dem ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem

Die Medianwerte für Arsen im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei $44 \mu\text{g/g}$, im Mai 1994 bei $34 \mu\text{g/g}$, im September/Oktober 1995 bei $47 \mu\text{g/g}$ und im April 1996 bei $38 \mu\text{g/g}$ (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei $36,5 \mu\text{g/g}$.

Au, Gold: Die Medianwerte für Gold im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei $0,047 \mu\text{g/g}$, im Mai 1994 bei $0,037 \mu\text{g/g}$, im September/Oktober 1995 bei $0,036 \mu\text{g/g}$ und im April 1996 bei $0,038 \mu\text{g/g}$ (Prange et al. 1997c). Im September 1997 weist Gold nur an der Messstelle linkes Ufer Wittenberg Gehalte oberhalb der Bestimmungsgrenze auf.

B, Bor: Borgehalte in den Schwebstoffen werden bei Anwendung des Geoindex (Müller 1979) und nach Pranges Klassifizierungssystem (1997b) gleich beurteilt. Auch die Normierung der Hintergrundgehalte bzw. die Normierung auf die Al-Gehalte führen nicht dazu, dass Zielvorgaben nicht eingehalten würden. Ausnahmen stellen die Messstellen Nordertill bzw. die Havelmündung dar. Die höchsten Borgehalte wurden in der Außenelbe analysiert. Bor kann zu den geogenen Elementen gerechnet werden. Prange et al. (1997c) ermittelten die höchsten Borgehalte in der Tideelbe sowie im Quellbereich und Oberlauf der Elbe, was 1997 nicht bestätigt werden konnte.

Die Medianwerte für Bor im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 61 µg/g, im Mai 1994 bei 35 µg/g, und im April 1996 bei < 40 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 43 µg/g.

Ba, Barium: Bariumgehalte in den Schwebstoffen werden bei Anwendung des Geoindex (Müller 1979) bzw. nach Pranges Klassifizierungssystems (1997b) gleich beurteilt. Auch die Normierung der Hintergrundgehalte bzw. die Normierung auf die Al-Gehalte führen nicht dazu, dass Zielvorgaben nicht eingehalten würden. Ausnahmen stellen die Messstellen Havelmündung und die Schwarze Elster Mündung dar. Hier sind allerdings nicht die Bariumgehalte besonders hoch, sondern lediglich die Aluminiumgehalte erniedrigt. Die höchsten Bariumgehalte traten an der Mulde, der Saalemündung, am linken Ufer von Zehren sowie in der Abwasserfahne der Synthesiaeinleitung und bei der Messstelle Filirovice Verdek auf. Die niedrigsten Gehalte wurden in der Aussenelbe gemessen, wie es auch Prange et al. (1997c) zeigt.

Die Medianwerte für Barium im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 535 µg/g, im Mai 1994 bei 400 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 584 µg/g und im April 1996 bei 519 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 496 µg/g.

Be, Beryllium: Berylliumgehalte in den Schwebstoffen werden bei Anwendung des Geoindex (Müller 1979) bzw. nach Pranges Klassifizierungssystem (1997b) nahezu gleich beurteilt. Auch die Normierung der Hintergrundgehalte bzw. die Normierung auf die Al-Gehalte führen nicht dazu, dass Zielvorgaben nicht eingehalten würden. Eine Ausnahme stellt lediglich die Messstelle Zwickauer Mulde dar (18,6 µg/g). Prange et al. (1997c) ermittelten die höchsten partikulären Berylliumgehalte in der Oberelbe (2 bis 29 µg/g), was 1997 in dem Ausmaß nicht bestätigt werden konnte (bis 6,6 µg/g).

Die Medianwerte für Beryllium im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 3 µg/g, im Mai 1994 bei 2,4 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 2,8 µg/g und im April 1996 bei 2,6 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 2,6 µg/g.

Bi, Bismut: Bei einer Beurteilung der Bismutgehalte nach elbetypischen Hintergrundwerten (Prange et al. 1997b) werden mit Ausnahme der Messstellen linkes Ufer Zehren (4,1 µg/g) und der Zwickauer Mulde (13,9 µg/g) die Zielvorgaben eingehalten. Die hohen Gehalte im Muldebereich sind auf die Vergesellschaftung Bismuts mit Uran und entsprechenden Bergbauaktivitäten begründet. Die Normierung der Hintergrundwerte führt zu einer Einstufung der Bismutgehalte in höhere Klassen. Trotzdem würden an 27 von 34 Messstellen die Zielvorgaben eingehalten. Prange et al. (1997c) ermittelten an der Müglitz bis 55 µg/g und im Quellbereich sowie am rechten Ufer von Strehla Bi-Gehalte von > 3 µg/g.

Die Medianwerte für Bismut im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei < 1,2 µg/g, im Mai 1994 bei 0,8 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 1,1 µg/g und im April 1996 bei 1 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 1 µg/g.

Ca, Kalzium: Die Kalziumgehalte in den Schwebstoffen werden bei Anwendung des Geoindex (Müller 1979) bzw. nach Pranges Klassifizierungssystem (1997b) unterschiedlich beurteilt. Während Kalzium nach dem Geoindex in den Klassen 0-I eingestuft würde (eine Ausnahme stellt lediglich die Bilinamündung mit 140000 µg/g dar, Igeo-Klasse III), werden nach Pranges Klassifizierung die Zielvorgaben an den Messstellen Saalemündung, Zehren linkes Ufer, Dobkovice linkes Ufer und der Bilinamündung nicht eingehalten. Auch der Tidebereich fiel heraus, doch sollte hier die Anwendung Pranges Klassifizierungssystem (1997b) unterbleiben, da es für den Ober- und Mittellauf der Elbe erarbeitet wurde. Die Beurteilung, basierend auf normiertem Ca-Hintergrundgehalt und die Normierung auf die Al-Gehalte führen zu höheren Einstufungen. Ein Einfluss hoher Kalziumgehalte in der Saalemündung oder Havelmündung auf stromabwärtsgelegene Messstellen ist nicht mehr wie bei Prange et al. (1997c) erkennbar.

Die Medianwerte für Kalzium im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 17000 µg/g, im Mai 1994 bei 15300 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 16900 µg/g und im April 1996 bei 13400 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 20300 µg/g. Die durchschnittlichen Kalziumgehalte der Messkampagne 1997 sind die höchsten.

Cd, Kadmium: Die Kadmiumgehalte der Schwebstoffe werden bezüglich des Geoindex, Pranges Klassifizierungssystem und des siebenstufigen ARGE-ELBE-Schemas (Abb. 6) nahezu gleich beurteilt. Die auf Normierungen basierenden Klassifizierungssysteme führen zu einer deutlich schlechteren Einstufung. Kadmium erreicht in nur drei Proben (zwei liegen in der Außenelbe und in der Bilinamündung) den Zielvorgabenwert von Gewässergüteklasse II (< 1,2 µg/g) des siebenstufigen ARGE-ELBE-Systems. Stärkste Belastungen finden sich an der Mulde (bis 24,2 µg/g), der Saale (8,4 µg/g) sowie an den linken Ufern von Zehren (13,2 µg/g) und Tangermünde (10,7 µg/g). Prange et al. (1997c) ermittelten in der Muldemündung in den Jahren

1993 bis 1996 noch deutlich höhere Kadmiumgehalte (bis 34 µg/g), so dass ein Einfluss auf stromabwärtsgelegene Messstellen erkennbar war. Dieser Anstieg der Kadmiumgehalte ist 1997 nicht mehr so deutlich zu erkennen. Die von Prange et al. (1997c) in der Triebisch gefundenen Gehalte von bis zu 236 µg/g könnten eine Ursache für hohe Kadmiumgehalte am linken Ufer von Zehren sein.

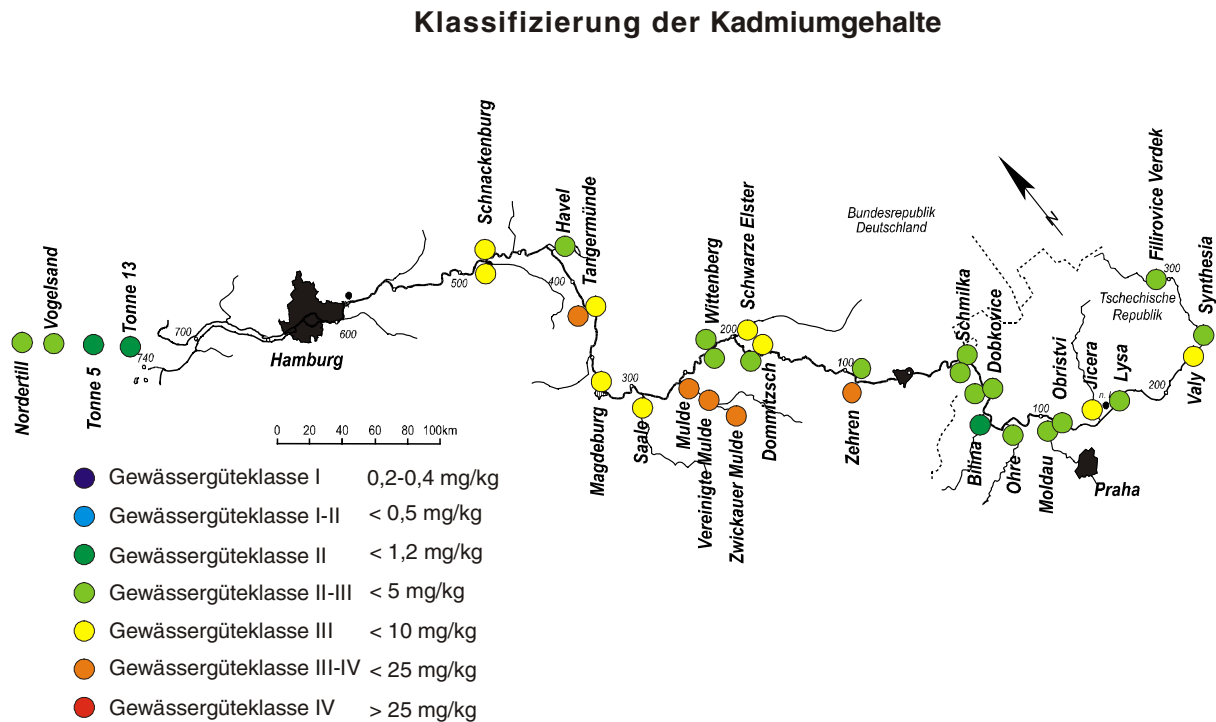


Abbildung 6: Einstufung der Kadmiumgehalte nach ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem

Die Medianwerte für Kadmium im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 6,5 µg/g, im Mai 1994 bei 5,5 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 5,20 µg/g und im April 1996 bei 4,2 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 3,9 µg/g.

Ce, Cer: Cergehalte liegen nach allen Klassifizierungssystemen innerhalb der Zielvorgabenwerte. Von Prange et al. (1997c) wurden vor allem im Elbeoberlauf (bis 173 µg/g), in der Abwasserfahne von Synthesia (bis 161 µg/g), sowie in den Mündungen von Triebisch (bis 151 µg/g) und Müglitz (bis 147 µg/g) sehr hohe Gehalte ermittelt, die sich allerdings kaum auf die Gehalte von Cer in stromabwärtsgelegenen Messstellen niedergeschlagen haben.

Die Medianwerte für Cer im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 58 µg/g, im Mai 1994 bei 47 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 65 µg/g und im April 1996 bei 61 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 54 µg/g.

Co, Cobalt: Cobaltgehalte liegen nach allen Klassifizierungssystemen innerhalb der Zielvorgabenwerte. Ausnahmen stellen die Mündungen von Mulde ($> 50 \mu\text{g/g}$), Schwarzer Elster ($> 80 \mu\text{g/g}$), die Zwickauer Mulde und das linke Ufer von Zehren dar (beide $> 40 \mu\text{g/g}$). Diese Messstellen fallen besonders bei den Klassifizierungssystemen, die auf Normierungsverfahren beruhen, auf. Der höchste Gehalt wurde an der Schwarzen Elster analysiert ($87 \mu\text{g/g}$). Mögliche Quellen sind neben dem Braunkohletagebau auch die Metallverarbeitende oder auch die Lederindustrie (Matschullat et al. 1994). In den Vorjahren sind vereinzelt vergleichbar hohe Gehalte in der Bilina- und Ohremündung ermittelt worden (Prange et al. (1997c).

Die Medianwerte für Cobalt im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei $22 \mu\text{g/g}$, im Mai 1994 bei $18 \mu\text{g/g}$, im September/Oktobre 1995 bei $24 \mu\text{g/g}$ und im April 1996 bei $20 \mu\text{g/g}$ (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei $20 \mu\text{g/g}$.

Cr, Chrom: Chrom erreicht an nur zwei Standorten den Zielvorgabenwert von Gewässergüteklasse II ($< 100 \mu\text{g/g}$) des ARGE-ELBE-Klassifizierungssystems (Abb. 7). Stärkste Punktquellen sind die Bilina ($> 900 \mu\text{g/g}$), Valy sowie Synthesia (beide $> 500 \mu\text{g/g}$) im tschechischen Elbeabschnitt. Aber auch in Proben vom linken Ufer von Zehren ($319 \mu\text{g/g}$) und der Mündung der Schwarzen Elster ($258 \mu\text{g/g}$) werden hohe Gehalte analysiert. Der Vergleich mit den Beurteilungsverfahren von Müller (1979) und Prange (1997b) sowie mit normierten Werten (Berichtsanhang 1, BA-Tabellen 3 und 4) zeigt, dass andere Spreizungsfaktoren zwischen den Gewässergüteklassen zu unterschiedlichen Einstufungen führen. Nach dem Geoindex (Müller, 1979) und der elbetypschen Beurteilungsgrundlage von Prange et al. (1997b) sowie mit der normierten Beurteilungsgrundlage wird an den meisten Probenahmestellen der Zielvorgabenwert eingehalten. Ausnahmen stellen die Schwarze Elster, Zehren, links, die Bilina, Valy und Synthesia dar. Bezüglich der Normierung auf den Al-Gehalt würden zusätzlich an der Havel, in der Muldemündung und bei Lysa Zielvorgaben nicht erreicht.

In den Vorjahren wurden neben den Messstellen Synthesia (bis $650 \mu\text{g/g}$) und Bili-namündung (bis $2072 \mu\text{g/g}$) vereinzelt auch in Schmilka sehr hohe ($292 \mu\text{g/g}$) Chromgehalte gemessen (Prange et al. 1997c).

Klassifizierung der Chromgehalte

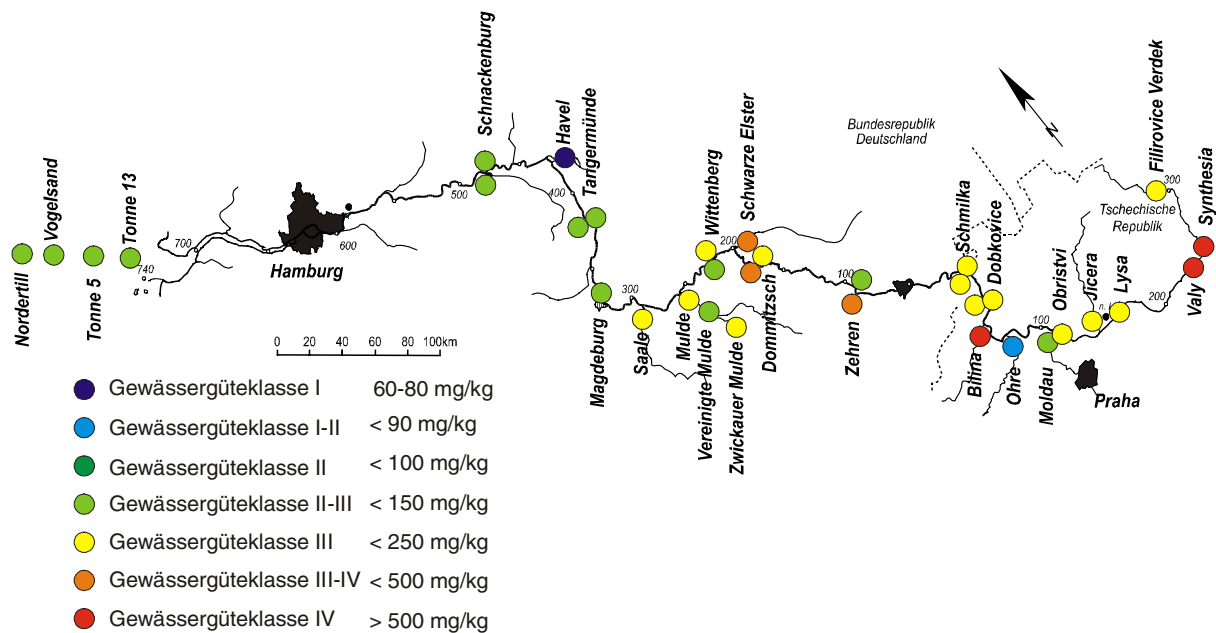


Abbildung 7: Einstufung der Chromgehalte nach ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem

Die Medianwerte für Chrom im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 146 $\mu\text{g/g}$, im Mai 1994 bei 100 $\mu\text{g/g}$, im September/Okttober 1995 bei 132 $\mu\text{g/g}$ und im April 1996 bei 112 $\mu\text{g/g}$ (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 157 $\mu\text{g/g}$. Die durchschnittlichen Chromgehalte sind die höchsten, die bei Längsprofiluntersuchungen ermittelt wurden.

Cs, Cäsium: Die Cäsiumgehalte werden nach allen Beurteilungsverfahren gleichermaßen klassifiziert. Die Gehalte liegen im Bereich der Hintergrundgehalte (90%-Perzentil: 11,9 $\mu\text{g/g}$). Im tschechischen Elbeabschnitt liegen die ermittelten Cäsiumgehalte der partikulären Phase auf einem niedrigeren Niveau als im deutschen Elbeabschnitt, wie es auch Prange et al. (1997c) für die Jahre 1993 bis 1995 festgestellt haben. Die höchsten Gehalte traten 1997 an der Ohremündung (13 $\mu\text{g/g}$) und am linken Ufer von Zehren (17 $\mu\text{g/g}$) sowie in der Zwickauer Mulde (21 $\mu\text{g/g}$) auf. Prange et al. (1997c) ermittelten vereinzelt auch an den Nebenflüssen Triebisch und Müglitz Gehalte in der partikulären Phase von > 15 $\mu\text{g/g}$.

Die Medianwerte für Cäsium im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 8,7 $\mu\text{g/g}$, im Mai 1994 bei 6 $\mu\text{g/g}$, im September/Okttober 1995 bei 9,8 $\mu\text{g/g}$ und im April 1996 bei 8,9 $\mu\text{g/g}$ (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 7,6 $\mu\text{g/g}$.

Cu, Kupfer: An sechs Standorten wird der Zielvorgabenwert von Gewässergüteklasse II (< 60 $\mu\text{g/g}$) des ARGE-ELBE-Klassifizierungssystems eingehalten (Abb. 8). Drei dieser Standorte finden sich in der Tideelbe. Stärkste Punktquellen stellen die Bilina

(350 µg/g) und das Abwasser von Synthesia (740 µg/g) dar, aber auch am linken Ufer von Zehren (214 µg/g) und in der Saalemündung (161 µg/g) werden hohe Gehalte gefunden. An der Zwickauer Mulde (309 µg/g) liegt der Cu-Gehalt in Gewässergüteklasse III-IV. Nach Müller (1979) und Prange et al. (1997b) würden die Zielvorgabe mit Ausnahme der Messstellen Saale, linkes Ufer Zehren, Bilina, Synthesia und Zwickauer Mulde eingehalten. Bei einer Beurteilung der Kupfergehalte des Schwebstoffs, basierend auf Normierungsverfahren, ergibt sich eine Klassifizierung entsprechend des ARGE-ELBE-Schemas.

Auch Prange et al. (1997c) bestätigen die besonderen Cu-Anreicherungen der partikulären Phase bei Synthesia und in der Bilina. Daneben wurden auch in der Triebisch, Müglitz und Jahna, sowie in der Mulde- und Saalemündung (bis > 200 µg/g) hohe Kupfergehalte gefunden, die sich in einer Anhebung der Kupfergehalte insbesondere an den Standorten stromabwärts von Mulde und Saale bemerkbar gemacht haben. Dies war 1997 nicht erkennbar.

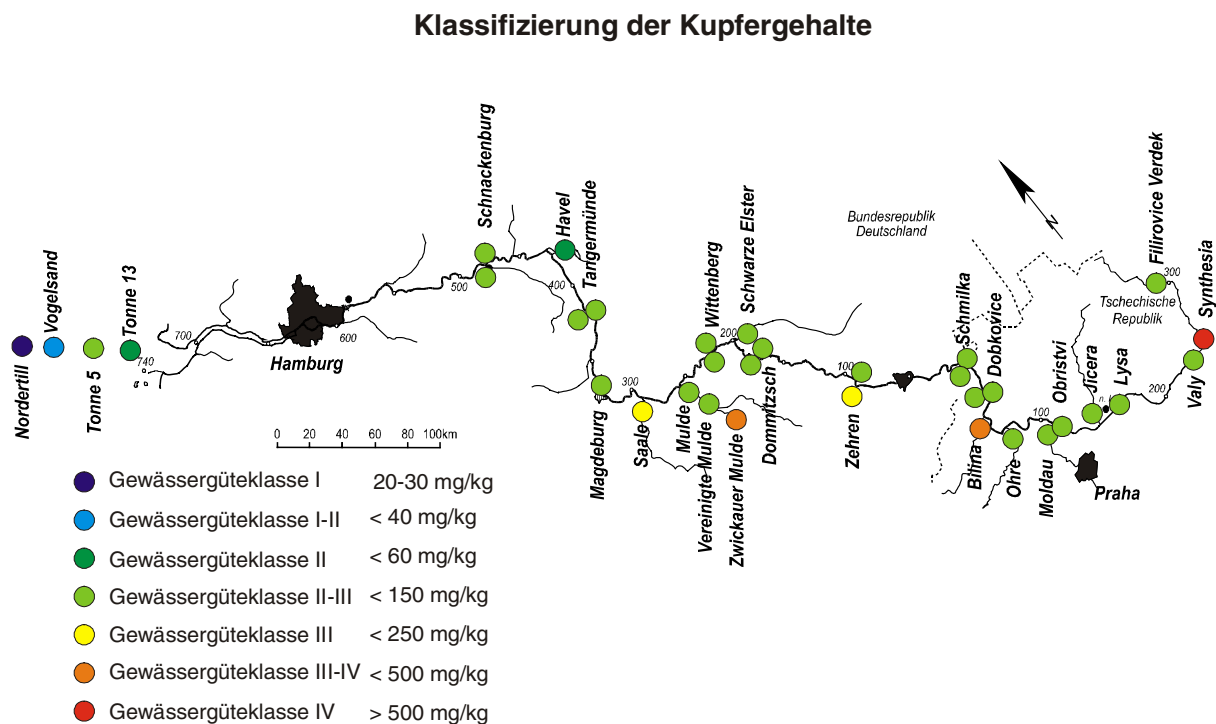


Abbildung 8: Einstufung der Kupfergehalte nach ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem

Die Medianwerte für Kupfer im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 147 µg/g, im Mai 1994 bei 98 µg/g, im September/Oktober 1995 bei 108 µg/g und im April 1996 bei 88 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 94,2 µg/g.

Dy, Dysprosium: Die Dysprosiumgehalte der Schwebstoffe werden mit allen Klassifizierungssystemen gleichermaßen beurteilt. Die Gehalte liegen im Bereich der Hin-

tergrundwerte (90%-Perzentil: 4,8 µg/g). 1997 wurden die höchsten Gehalte in der Jiceramündung (5,9 µg/g), der Zwickauer Mulde (7,2 µg/g) und am linken Ufer von Zehren (7 µg/g) analysiert. In den Vorjahren fielen besonders die ersten 150 Kilometer nach der Elbequelle durch Dysprosiumgehalte bis 27 µg/g auf (Prange et al. 1997c).

Die Medianwerte für Dysprosium im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 3,8 µg/g, im Mai 1994 bei 3,3 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 5,1 µg/g und im April 1996 bei 3,9 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 3,4 µg/g.

Er, Erbium: Die Einstufung von Erbiumgehalten in Schwebstoffen ist nach allen Klassifizierungssystemen gleich. Die Gehalte liegen im Bereich der Hintergrundwerte (90%-Perzentil: 2,7 µg/g). 1997 wurden die höchsten Gehalte in der Jiceramündung (3,3 µg/g), der Zwickauer Mulde (3,9 µg/g) und am linken Ufer von Zehren (3,8 µg/g) analysiert. In den Vorjahren fielen besonders die ersten 150 Kilometer nach der Elbequelle durch Dysprosiumgehalte bis 14 µg/g auf (Prange et al. 1997c).

Die Medianwerte für Erbium im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 1,9 µg/g, im Mai 1994 bei 1,8 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 2,6 µg/g und im April 1996 bei 1,9 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 1,8 µg/g.

Eu, Europium: Die Einstufung der Europiumgehalte in Schwebstoffen erfolgt nach allen Klassifizierungssystemen gleich. Die Gehalte liegen im Bereich der Hintergrundwerte (90%-Perzentil: 1,3 µg/g). Prange et al. (1997c) ermittelten insbesondere in der Abwasserfahne von Synthesia und in der Triebischmündung Europiumgehalte der partikulären Phase von 3-5,2 µg/g.

Die Medianwerte für Europium im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 1,2 µg/g, im Mai 1994 bei 1 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 1,4 µg/g und im April 1996 bei 1,3 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 1 µg/g.

Fe, Eisen: Die Eisengehalte der Schwebstoffe werden mit allen Klassifizierungssystemen nahezu gleichermaßen beurteilt. Die Gehalte liegen im Bereich der Hintergrundwerte (90%-Perzentil: 59300 µg/g) mit Ausnahme in der Mulde- und Schwarze Elster Mündung. Insbesondere die Beurteilungsverfahren, beruhend auf normierten Hintergrundwerten und Al-normierten Gehalten, weisen an der Schwarzen Elster und in der Muldemündung höhere Anreicherungen aus. Die Eisengehalte der partikulären Phase liegen in der Schwarzen Elster bei 150000 µg/g, an der Muldemündung bei 66000 µg/g und am linken Ufer von Zehren bei 59000 µg/g. Auch in der Abwasserfahne der chem. Fabrik Synthesia werden Gehalte von 63000 µg/g ermit-

telt. Die von Prange et al. (1997c) durchgeführten Untersuchungen bestätigen die hohen Eisengehalte an Mulde und der Schwarzen Elster.

Die Medianwerte für Eisen im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 35000 µg/g, im Mai 1994 bei 28000 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 39000 µg/g und im April 1996 bei 35000 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 30700 µg/g.

Ga, Gallium: Die Galliumgehalte der Schwebstoffe werden mit allen Klassifizierungssystemen gleichermaßen beurteilt. Die Gehalte liegen im Bereich der Hintergrundwerte (90%-Perzentil: 16,8 µg/g).

Die Medianwerte für Gallium im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 13 µg/g, im Mai 1994 bei 10 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 16 µg/g und im April 1996 bei 15 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 11 µg/g.

Gd, Gadolinium: Die Gadoliniumgehalte der Schwebstoffe werden durch alle Klassifizierungssysteme gleichermaßen beurteilt. Die Gehalte liegen im Bereich der Hintergrundwerte (90%-Perzentil: 6 µg/g).

Die Medianwerte für Gadolinium im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 4,9 µg/g, im Mai 1994 bei 4,2 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 6,1 µg/g und im April 1996 bei 4,8 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 4,1 µg/g.

Ge, Germanium: Germaniumgehalte in Schwebstoffen werden nach Müller (1979) und Prange et al. (1997b) gleichermaßen beurteilt. Die Normierung der Hintergrundkonzentration für Germanium und auch die Normierung auf den Al-Gehalt führen zu einer etwas schlechteren Eingruppierung der Schwebstoffgehalte, allerdings ohne dass Zielvorgaben überschritten würden.

Die Medianwerte für Germanium im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei < 2,4 µg/g, im Mai 1994 bei < 2,4 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 1,8 µg/g und im April 1996 bei 1,8 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl (n = 30) bei 1,8 µg/g.

Hg, Quecksilber: Quecksilber hält die Zielvorgaben (< 0,8 µg/g) des ARGE-ELBE-Klassifizierungssystems (Abb. 9) nur am Nordertill, an der Havel, Schwarzen Elster sowie der Vereinigten und Zwickauer Mulde ein. Überwiegend liegt eine deutliche Anreicherung vor (GGK II-III). Anreicherungsschwerpunkte sind Saale (6,7 µg/g), Dobkovice (3,8-6,2 µg/g), Bilina (296 µg/g), Obristvi (6,3 µg/g), Valy (8 µg/g) Synthesia (132 µg/g) und Filirovice Verdek (10 µg/g). Der tschechische Elbeabschnitt ist deutlich höher belastet als der deutsche Elbeabschnitt, was auch der Vergleich mit

dem Geoindex (Müller 1979) zeigt. Danach würde im deutschen Elbeabschnitt mit Ausnahme der Saale eine niedrigere Einstufung der Quecksilbergehalte erfolgen als im tschechischen Stromabschnitt.

Auch die Untersuchungen von Prange et al. (1997c) bestätigen, dass die Hg-Belastungsschwerpunkte in der Tschechischen Republik liegen. Vereinzelt wurden aber auch an der Mulde bis zu etwa 200 µg/g, sowie an den Messstellen kurz hinter der deutsch/tschechischen Grenze (bis zu > 20 µg/g) in der partikulären Phase analysiert.

Klassifizierung der Quecksilbergehalte

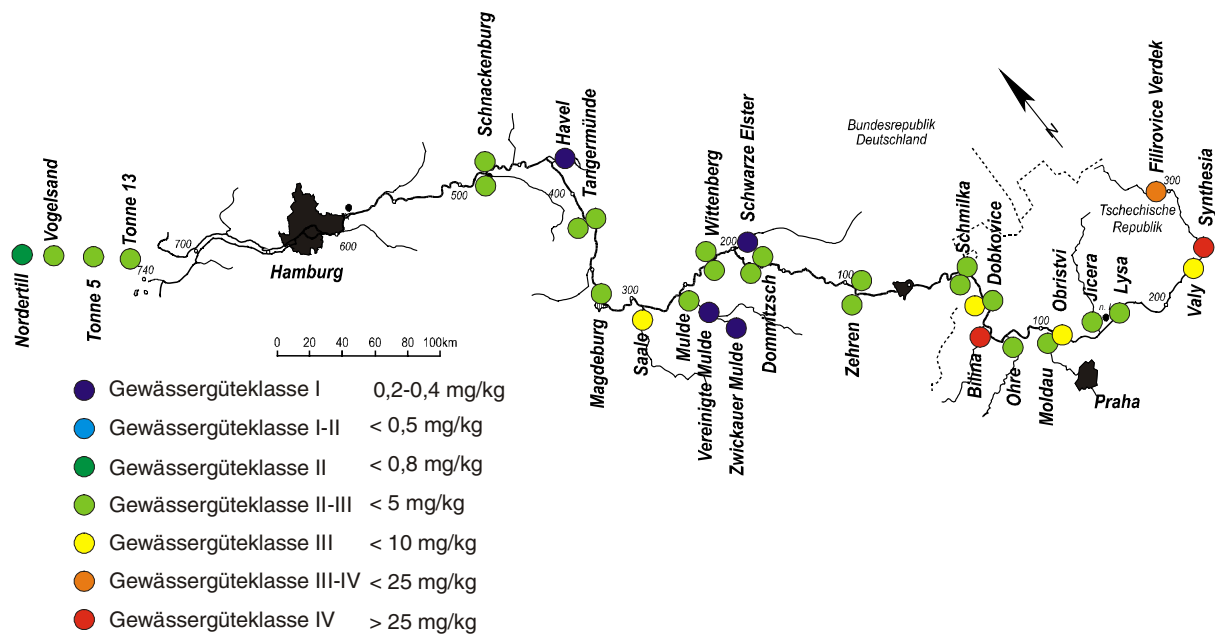


Abbildung 9: Einstufung der Quecksilbergehalte nach ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem

Die Medianwerte für Quecksilber im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 6,4 µg/g, im Mai 1994 bei 2,9 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 2,7 µg/g und im April 1996 bei 2,1 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 1,9 µg/g.

Ho, Holmium: Holmiumgehalte der Schwebstoffe werden mit allen Klassifizierungssystemen gleichermaßen beurteilt. Die Gehalte liegen im Bereich der Hintergrundwerte (90%-Perzentil: 0,9 µg/g). Die höchsten Holmiumgehalte wurden 1997 am linken Ufer von Zehren und an der Zwickauer Mulde gemessen (je 1,4 µg/g). Prange et al. (1997c) zeigen, dass höchste Holmiumgehalte der Jahre 1993-1996 an quellnahen Messstellen zu finden waren (bis 3 µg/g).

Die Medianwerte für Holmium im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 0,7 µg/g, im Mai 1994 bei 0,73 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 0,87 µg/g und im April

1996 bei 0,68 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 0,6 µg/g.

In, Indium: Eine Beurteilung der Indiumgehalte ist nur mittels Geoindex möglich. Höchste Indiumgehalte (0,63 µg/g) werden in der Muldemündung gemessen, wo eine Einstufung in Igeo-Klasse III erfolgt. Überwiegend liegen Indiumgehalte der partikulären Phase in Igeo-Klasse 0-I.

Der Indium-Längsprofilmedian liegt im September 1997 bei 0,2 µg/g.

K, Kalium: Die Kaliumgehalte der Schwebstoffe werden mit Klassifizierungssystemen von Müller (1979) und Prange et al. (1997) gleichermaßen beurteilt. Eine Beurteilung und Einstufung auf der Basis normierter Hintergrundwerte führt dazu, dass die Messstellen bei Wittenberg und insbesondere stromabwärts der Saalemündung in eine schlechtere Güteklasse gelangen, die allerdings noch innerhalb des Zielvorgabebereiches liegt. Die Normierung auf den Al-Gehalt zeigt nur in der Havelmündung zu eine auffällige Kaliumanreicherung. Hier ist möglicherweise der Kaliumanteil der organischen Substanz für das verschobene Kalium/Aluminiumverhältnis verantwortlich. Die Kaliumgehalte nehmen 1997, so wie es auch Prange et al. (1997c) für die Jahre 1993 bis 1996 gezeigt haben, tendenziell zwischen der chemischen Fabrik Synthesia und den Messstellen vor dem Havelzufluss zu. Prange et al. zeigen stark schwankende Kaliumgehalte auf den ersten 100 km Elbestrecke.

Die Medianwerte für Kalium im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 13200 µg/g, im Mai 1994 bei 13200 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 16300 µg/g und im April 1996 bei 15200 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 14400 µg/g.

La, Lanthan: Die Lanthangehalte der Schwebstoffe werden mit allen Klassifizierungssystemen gleichermaßen beurteilt. Die Gehalte liegen im Bereich der Hintergrundwerte (90%-Perzentil: 34,4 µg/g). Höchste Gehalte werden am linken Ufer von Zehren ermittelt. Das Lanthan/Aluminiumverhältnis ist nur an der Schwarzen Elster auffällig zugunsten des Lanthans verschoben. Die Lanthangehalte im Längsprofil sind 1997 ebenso gleichförmig wie 1993-1996, wo größere Gehaltsschwankungen wiederum nur im Oberlauf auftraten.

Die Medianwerte für Lanthan im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 30 µg/g, im Mai 1994 bei 24 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 33 µg/g und im April 1996 bei 31 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 27 µg/g.

Li, Lithium: Die Lithiumgehalte der Schwebstoffe werden mit allen Klassifizierungssystemen gleichermaßen beurteilt. Die Gehalte liegen im Bereich der Hintergrundwerte (90%-Perzentil: 59 µg/g). Höchste Gehalte werden am linken Ufer von Zehren,

Filirovice Verdek und der Zwickauer Mulde ermittelt. Das Lithium/Aluminiumverhältnis ist an keiner Messstelle auffällig zugunsten des Lithiums verschoben.

Die Medianwerte für Lithium im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 37 µg/g, im Mai 1994 bei 29 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 49 µg/g und im April 1996 bei 42 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 40 µg/g.

Lu, Lutetium: Die Lutetiumgehalte der Schwebstoffe werden mit allen Klassifizierungssystemen gleichermaßen beurteilt. Die Gehalte liegen im Bereich der Hintergrundwerte (90%-Perzentil: 0,38 µg/g). Das Lutetium/Aluminiumverhältnis ist nur an der Schwarzen Elster auffällig zugunsten des Lutetiums verschoben.

Die Medianwerte für Lutetium im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 0,27 µg/g, im Mai 1994 bei 0,26 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 0,36 µg/g und im April 1996 bei 0,33 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 0,24 µg/g.

Mg, Magnesium: Die Magnesiumgehalte der Schwebstoffe werden mit Klassifizierungssystemen von Müller (1979) und Prange et al. (1997) gleichermaßen beurteilt. Klassifizierungen, basierend auf der Normierung des Hintergrundwertes und auf die Al-Gehalte führen zu einer Einstufung der Magnesiumgehalte in höhere Klassen. Zielvorgaben werden stets eingehalten. Die höchsten Gehalte werden in der Außenelbe (bis 13300 µg/g), der Saalemündung (10960 µg/g), der Zwickauer Mulde (13460 µg/g), am linken Ufer von Zehren (15000 µg/g) und bei Filirovice Verdek (13000 µg/g) gefunden, wie sie auch Prange et al. (1997c) in den Vorjahren analysierten.

Die Medianwerte für Magnesium im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 6700 µg/g, im Mai 1994 bei 5700 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 7700 µg/g und im April 1996 bei 7000 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 7200 µg/g. Die durchschnittlichen Magnesiumgehalte sind in den Jahren 1995 bis 1997 höher als vorher.

Mn, Mangan: Die Mangangehalte werden nach Müller (1979) und Prange et al. (1997b) unterschiedlich eingestuft. Die Beurteilung, beruhend auf Hintergrundgehalten aus Böden, ist bezüglich des Mangans, aufgrund dessen Mobilität (Smith and Paterson, 1995), schwierig. Hinzu kommt, dass Mangan auch in der organischen Substanz natürlicherweise angereichert vorliegen kann, was insbesondere zu einer Einstufung der Mangangehalte in höhere Güteklassen nach der Normierung auf die Al-Gehalte erklären könnte. 1997 wurden stark schwankende Mangangehalte entlang des gesamten Längsprofils ermittelt. Prange et al. (1997c) fanden in den Vorjahren sehr niedrige Gehalte an den Messstellen unterhalb der Quelle (< 1000 µg/g), die

dann mehr oder weniger stark bis in den Hamburger Hafen (3000-6000 µg/g) zugenommen haben.

Die Medianwerte für Mangan im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 4190 µg/g, im Mai 1994 bei 4370 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 4110 µg/g und im April 1996 bei 2990 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 4800 µg/g. 1997 wurden die höchsten durchschnittlichen Mn-Gehalte ermittelt.

Mo, Molybdän: Molybdängehalte werden nach Müller (1979) überwiegend in Igeo-Klasse 0 eingeordnet. Eine Beurteilung auf der Basis elbetypischer Hintergrundwerte (Prange et al. 1997b) führt weitgehend zu einer Einstufung in Klasse I-II. Dies ändert sich auch nicht durch ein Klassifizierungsschema, basierend auf einem normierten Mo-Hintergrundwert. Die große natürliche Schwankungsbreite der Molybdängehalte, bedingt durch Mobilität oder Anreicherung mit der organischen Substanz (Edwards et al. 1995) führt dazu, dass die Güteklasse I-II, die durch maximale natürliche Hintergrundgehalte gekennzeichnet ist, gleichzeitig der Zielvorgabe entspricht (Güteklasse II), die auf das Vierfache des durchschnittlichen Elbe-Hintergrundwertes festgelegt wurde (Prange et al. (1997b). Höchste Mo-Gehalte in Schwebstoffen wurden in der Mulde (7,7 µg/g), der Mündung der Schwarzen Elster (17 µg/g) sowie Valy (7,4 µg/g) und der Abwasserfahne von Synthesia (6,7 µg/g) ermittelt. Insbesondere durch die Normierung auf die Al-Gehalte wird deutlich, dass es auch eine natürliche Anreicherung von Molybdän in der organischen Substanz geben kann, wie es aus dem geringen Mo-Gehalt in der Havelmündung aber dem weiten, zugunsten des Molybdäns verschobenen Molybdän/Aluminiumverhältnisses hervorgeht. Prange et al. (1997c) fanden in den Vorjahren vergleichbare Molybdängehalte im Längsprofil. 1996 wurden allerdings zwischen den Messstellen Müglitz und Triebisch Gehalte zwischen 30 und 50 µg/g analysiert.

Die Medianwerte für Molybdän im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 2,3 µg/g, im Mai 1994 bei 1,4 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 1,7 µg/g und im April 1996 bei 1,4 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 1,5 µg/g.

Na, Natrium: Die Natriumgehalte in Schwebstoffen werden nach Müller (1979) und Prange et al. (1997b) gleichermaßen beurteilt. Die Klassifizierungsschemata, beruhend auf Normierungsverfahren, führen nur zu einer geringfügig schlechteren Einstufung der Natriumgehalte. Die Natriumgehalte nehmen entlang des Längsprofils kontinuierlich bis zur Messstelle Schnackenburg zu, wie es annähernd Prange et al. (1997c) in den Jahren 1993 und 1994 ermittelt haben.

Die Medianwerte für Natrium im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 3060 µg/g, im Mai 1994 bei 2900 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 3630 µg/g und im April

1996 bei 3740 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 3600 µg/g.

Nb, Niob: Die Niobgehalte in Schwebstoffen erfahren durch alle Klassifizierungssysteme die gleiche Einstufung. Die Gehalte liegen im Bereich der Hintergrundwerte (90%-Perzentil: 14 µg/g).

Die Medianwerte für Niob im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 12 µg/g, im Mai 1994 bei 10 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 13 µg/g und im April 1996 bei 13 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 11 µg/g.

Nd, Neodym: Die Neodymgehalte in Schwebstoffen erfahren durch alle Klassifizierungssysteme die gleiche Einstufung. Die Gehalte liegen im Bereich der Hintergrundwerte (90%-Perzentil: 31 µg/g).

Die Medianwerte für Neodym im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 25 µg/g, im Mai 1994 bei 20 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 28 µg/g und im April 1996 bei 27 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 23 µg/g.

Ni, Nickel: Nickel hält die Zielvorgaben (< 50 µg/g) des ARGE-ELBE-Klassifizierungssystems an 18 von 34 Messstellen ein. Ansonsten liegt mit Ausnahme der Zwickauer Mulde (186 µg/g) eine deutliche Anreicherung (GGK II-III) vor. Bei Anwendung des Geoindex (Müller, 1979) oder der neuen Hintergrundwerte Prange et al (1997b) bzw. nach deren Normierung wird mit Ausnahme der Zwickauer Mulde die Zielvorgabe eingehalten. Auch die Normierung der Nickelgehalte auf die Al-Gehalte führt in der Regel zu einer Einstufung der Nickelgehalte in niedrigere Güte- bzw. Anreicherungsklassen. Die deutliche Zunahme der Nickelgehalte in der partikulären Phase, wie sie Prange et al. (1997c) für die Jahre 1993 bis 1996 belegt, ist 1997 bei stärker schwankenden Nickelgehalten des Längsprofiles nur schwach wiederzuerkennen.

Klassifizierung der Nickelgehalte

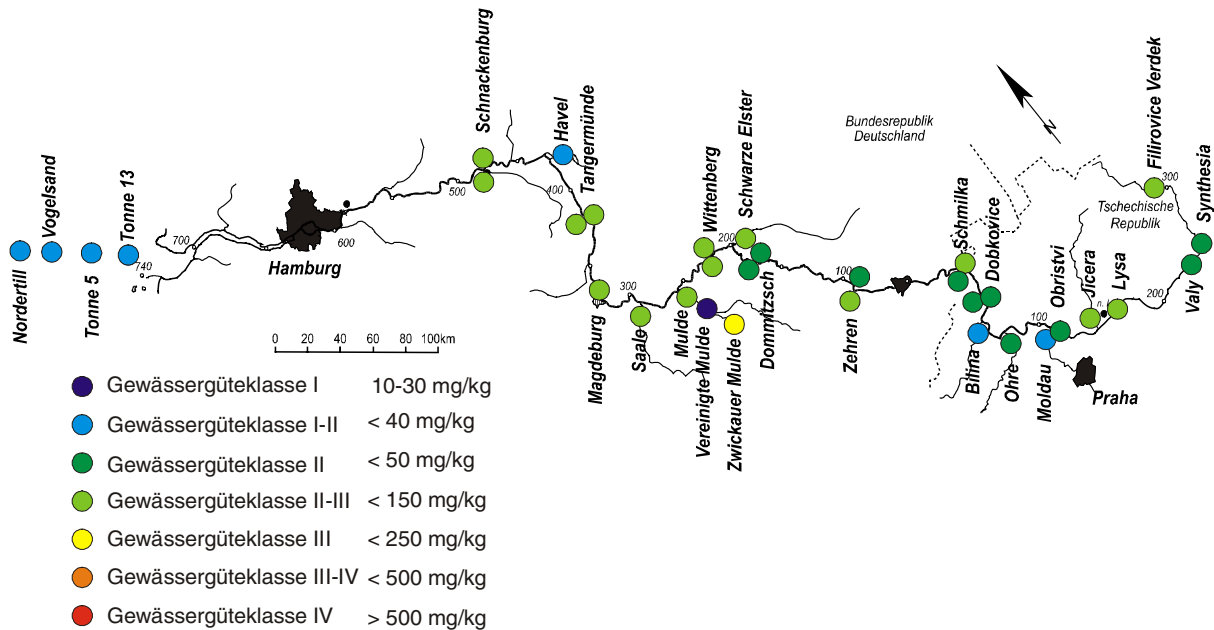


Abbildung 10: Einstufung der Nickelgehalte nach ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem

Die Medianwerte für Nickel im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 59 µg/g, im Mai 1994 bei 49 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 54 µg/g und im April 1996 bei 47 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 48 µg/g. Die durchschnittlichen Nickelgehalte liegen seit Mai 1994 auf einem Niveau.

P, Phosphor: Die Phosphorgehalte werden in der partikulären Phase von dem Klassifizierungssystem Pranges et al. (1997b) in höhere Güteklassen eingestuft, als es mittels Geoindex geschehen würde. Nach Normierung des Phosphor-Hintergrundwertes sähe die Anreicherungssituation noch schlechter aus, eine Einstufung in Güteklasse III-IV wäre an 16 Messstellen gegeben. Die Normierung auf die Al-Gehalte macht deutlich, dass organisch dominierte Schwebstoffe, wie beispielsweise in der Havelmündung sogar in Güteklasse IV eingeordnet würden, was die Grenzen des Normierungsverfahrens aufzeigt. Die deutlich geringeren Phosphorgehalte der Außenelbe (1670-1950 µg/g) spiegeln sich in der Einstufung in niedrigeren Güteklassen nieder. 1997 zeigt sich ein mit den Vorjahren vergleichbares Bild des P-Gehaltes im Längsprofil. Die höchsten Gehalte wurden in der Abwasserfahne von Synthesia (22000 µg/g) ermittelt. Die Tideelbe weist deutlich niedrigere Gehalte auf.

Die Medianwerte für Phosphor im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 7150 µg/g, im Mai 1994 bei 6040 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 4750 µg/g und im April 1996 bei 3700 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 5231 µg/g.

Pb, Blei: Für Blei werden die Zielvorgaben ($< 100 \mu\text{g/g}$) des ARGE-ELBE-Klassifizierungssystems an insgesamt 10 von 34 Messstellen eingehalten. Davon liegen vier in der Außenelbe und weitere vier in den Mündungen von Nebenflüssen. Die höchsten Bleigehalte an der Elbe werden an der Saale ($290 \mu\text{g/g}$), der Bilina ($398 \mu\text{g/g}$), in der Abwasserfahne von Synthesia ($238 \mu\text{g/g}$) sowie am linken Ufer von Zehren ($213 \mu\text{g/g}$) ermittelt. Die Bleigehalte liegen überwiegend in GGK II-III und III vor. Nach einer Beurteilung mittels Geindex (Müller, 1979) oder des Klassifizierungssystems von Prange et al. (1997b) würden an 21 von 34 Messstellen die Zielvorgaben eingehalten. Klassifizierungssysteme, basierend auf Normierungen der Hintergrundwerte bzw. auch der Analysenergebnisse, ergeben ein dem ARGE-ELBE-Systems entsprechendes Bild. Auch bezüglich der Beurteilung der Bleianreicherung wird das Normierungsproblem an der Havelmündung deutlich. In organisch dominierten Schwebstoffen ist das Blei/Aluminiumverhältnis stark zugunsten des Bleis verschoben. Die Bleigehalte in Schwebstoffen befinden sich über das gesamte Längsprofil etwa auf einem Niveau, wie es auch in den Vorjahren zu beobachten war (Prange et al. 1997c). Auch in den Vorjahren waren hohe Gehalte in der Saalemündung (bis ca. $250 \mu\text{g/g}$) oder bei Synthesia (bis $590 \mu\text{g/g}$) beobachtet worden. Daneben traten vereinzelt aber auch in der Jiceramündung (ca. $400 \mu\text{g/g}$), in der Triebisch (ca. $500 \mu\text{g/g}$), bei Lysa (ca. $500 \mu\text{g/g}$), oder in der Muldemündung ($> 400 \mu\text{g/g}$) hohe Gehalte auf.

Klassifizierung der Bleigehalte

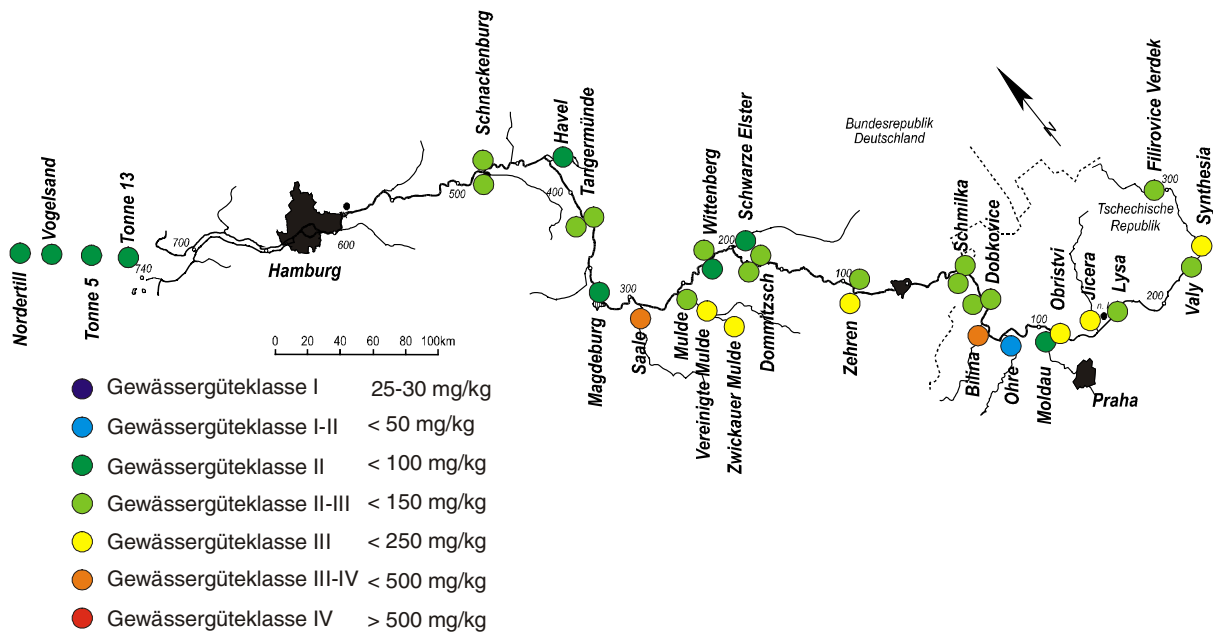


Abbildung 11: Einstufung der Bleigehalte nach ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem

Die Medianwerte für Blei im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 158 µg/g, im Mai 1994 bei 105 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 140 µg/g und im April 1996 bei 102 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 109 µg/g. Die durchschnittlichen Bleigehalte von 1997 entsprechen denen von 1994 und 1996.

Pr, Praseodym: Die Praseodymgehalte der Schwebstoffe werden von allen Klassifizierungssystemen gleichermaßen eingestuft. Die Gehalte liegen im Bereich der Hintergrundwerte (90%-Perzentil: 8 µg/g). Im Gegensatz zu den Vorjahren, traten 1997 im Bereich der chemischen Fabrik Synthesia keine erhöhten Gehalte auf.

Die Medianwerte für Praseodym im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 6,7 µg/g, im Mai 1994 bei 5,4 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 8,6 µg/g und im April 1996 bei 6,8 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 6,2 µg/g.

Rb, Rubidium: Die Rubidiumgehalte der Schwebstoffe werden durch alle Klassifizierungssysteme gleichermaßen eingestuft. Die Gehalte liegen im Bereich der Hintergrundwerte (90%-Perzentil: 100 µg/g). Lediglich nach Normierung des Rubidium-Hintergrundwertes von Prange et al. (1997b) erfolgt an den Messstellen Filirovice Verdek, Zwickauer Mulde und am linken Ufer von Zehren eine Einstufung in die Güteklasse II, die aber noch den Zielvorgaben entspräche. Auch Prange et al. (1997c) macht deutlich, dass in Abschnitten der Oberelbe (bis > 150 µg/g) sowie in der Tideelbe (bis ca. 125 µg/g) erhöhte Rubidiumgehalte in der partikulären Phase vorliegen.

Die Medianwerte für Rubidium im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 78 µg/g, im Mai 1994 bei 66 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 105 µg/g und im April 1996 bei 96 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 78 µg/g. Die durchschnittlichen Rubidiumgehalte von 1997 entsprechen denen von 1993.

S, Schwefel: Die Beurteilung der Schwefelgehalte erfolgt durch Klassifizierungssysteme von Müller (1979) und Prange et al. (1997b) weitgehend gleichartig. Für das Klassifizierungssystem von Prange fällt auf, dass es keine Einstufung in den Klassen I-II und II gibt, da die natürliche Schwankungsbreite des Schwefels in den Böden (650-5700 µg/g), aus denen die Hintergrundwerte ermittelt wurden, so groß ist, dass sie selbst den achtfachen Wert des durchschnittlichen Schwefelgehaltes (5200 µg/g) überschreitet. Nach welchem Klassifizierungssystem auch immer die Schwefelgehalte beurteilt werden sollen, entlang des Elbe-Längsprofils ergibt sich eine relativ gleichmäßige Einstufung. Höchste Schwefelgehalte werden in der Mündung der Schwarzen Elster (9400 µg/g), der Bilina (6600 µg/g), am linken Ufer von Zehren (7960 µg/g) und der Havelmündung (6200 µg/g) gemessen. Auch Prange et al. (1997c) stellten neben den höchsten Gehalten, die in der Abwasserfahne der chemi-

schen Fabrik Synthesia (bis 17500 µg/g) gefunden wurden, vor allem in den Nebenflüssen über dem Durchschnitt liegende Schwefelgehalte fest. Aufgrund der hohen Affinität des Schwefels zur organischen Substanz ist die Normierung auf die Al-Gehalte nur ein begrenzt einsetzbares Mittel zur Beurteilung der Schwefelgehalte.

Die Medianwerte für Schwefel im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 7800 µg/g, im Mai 1994 bei 5200 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 4700 µg/g und im April 1996 bei 3800 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 4600 µg/g.

Sb, Antimon: Die Antimongehalte werden vom Klassifizierungssystem Pranges et al. (1997b) in höhere Güteklassen eingestuft als mittels Geoindex von Müller (1979). Allerdings werden auch nach Prange et al. (1997) an allen Messstellen die Zielvorgaben eingehalten. Dies ändert sich bei einer Klassifizierung mittels normiertem Hintergrundwert. An den Messstellen der Muldemündung (5 µg/g) sowie der Vereinigten (4 µg/g) und Zwickauer Mulde (6,8 µg/g), am rechten Ufer von Wittenberg (4,8 µg/g), in der Mündung der Schwarzen Elster (4,2 µg/g), der Jicera (5,8 µg/g) sowie in der Abwasserfahne von Synthesia (3,8 µg/g) und bei Filirovice Verdek (5,5 µg/g) fände eine Einstufung in die Güteklasse II-III statt. Das Antimon/Aluminiumverhältnis ist besonders in der Havel-, Mulde- und Schwarzen Elster-Mündung zugunsten des Antimons verschoben. 1997 ist, wie in den Vorjahren, im oberen Elbeabschnitt zunächst ein deutlicher Abfall der Antimongehalte zu beobachten. Die Abwasserfahne der chemischen Fabrik Synthesia zeigt keine auffällig erhöhten Gehalte, wie es zwischen 1994 und 1996 der Fall war. Auch die Bilinamündung (1,6 µg/g) und die Moldaumündung (3,5 µg/g) weisen 1997 deutlich niedrigere Gehalte auf. Die kontinuierliche Abnahme der Elementgehalte, wie sie Prange et al. (1997c) für die Jahre 1993, 1995 und 1996 beschreibt, ist 1997 aufgrund der reduzierten Messstellenanzahl nur abgeschwächt wiederzuerkennen.

Die Medianwerte für Antimon im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 3 µg/g, im Mai 1994 bei 2,1 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 3,6 µg/g und im April 1996 bei 3,1 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 2,9 µg/g.

Sc, Scandium: Scandiumgehalte der Schwebstoffe werden von allen Klassifizierungssystemen gleichermaßen eingestuft. Die Gehalte liegen im Bereich der Hintergrundwerte (90%-Perzentil: 11 µg/g). Wie es auch Prange et al. (1997c) beschreiben, treten auch 1997 bei Filirovice Verdek (13,4 µg/g) und in der Tideelbe (9-11 µg/g) die höchsten Scandiumgehalte auf. Zusätzlich weist die Messstelle linkes Ufer Zehren (17 µg/g) hohe Gehalte auf. Die Nebenflussmündungen Havel, Schwarze Elster und Bilina weisen deutlich niedrigere Gehalte auf, da sie vermutlich höhere organische Anteile besitzen.

Die Medianwerte für Scandium im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 8,3 µg/g, im Mai 1994 bei 6,4 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 11,1 µg/g und im April 1996 bei 9,4 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 7,9 µg/g.

Sm, Samarium: Die Samariumgehalte der Schwebstoffe werden von allen Klassifizierungssystemen gleichermaßen eingestuft. Die Gehalte liegen im Bereich der Hintergrundwerte (90%-Perzentil: 6 µg/g). Lediglich nach Normierung des Sm-Hintergrundwertes findet an den Messstellen linkes Ufer Zehren (9,5 µg/g), Zwickauer Mulde (7,9 µg/g) und Jiceramündung (7 µg/g) eine Einstufung der Gehalte in Güteklasse II statt. An den Messstellen Synthesia (4,7 µg/g) oder der Muldemündung (3,7 µg/g), an denen in den Vorjahren Gehalte bis > 12 µg/g gemessen wurden, liegen 1997 die Gehalte im Bereich der Hintergrundwerte.

Die Medianwerte für Samarium im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 4,8 µg/g, im Mai 1994 bei 4 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 5,5 µg/g und im April 1996 bei 5,2 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 4,5 µg/g.

Sn, Zinn: Während die Zinngehalte bei einer Beurteilung nach Müller (1979) noch überwiegend in die ersten beiden Güteklassen (Igeo-Klasse 0 und I) eingestuft werden, erfolgt bei einer Beurteilung nach Prange et al. (1997b) eine Einstufung in die Güteklassen I-II und II. Erfolgt eine Beurteilung auf der Basis eines normierten Hintergrundwertes, würden an vierzehn Messstellen die Zielvorgaben nicht mehr eingehalten werden. Die Normierung der Zinngehalte auf Al-Gehalte führt zu einer Einstufung in Güteklasse III-IV an den Messstellen der Havelmündung (6,2 µg/g) und der Mulde (14-39 µg/g), zeigt aber an den Messstellen zwischen Dobkovice und Zehren auch deutlich, dass eine Einstufungen der Gehalte, nur basierend auf Vergleichen von Einzelgehalten, zu Fehleinschätzungen führen können. Die höchsten Zinngehalte wurden an den Messstellen Zwickauer Mulde (39 µg/g) und der Muldemündung (28 µg/g) analysiert. Die im Vergleich zu den Jahren 1993 bis 1995 (68-318 µg/g) niedrigen Gehalte in der Muldemündung (1996: > 20 µg/g, 1997: 28 µg/g) führen nicht mehr zu einem Anstieg der Gehalte an stromabwärtsgelegenen Messstellen.

Die Medianwerte für Zinn im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 14 µg/g, im Mai 1994 bei 11 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 11 µg/g und im April 1996 bei 8,3 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 9,3 µg/g.

Sr, Strontium: Die Strontiumgehalte liegen nach Müller (1979) über das gesamte Längsprofil in Igeo-Klasse 0. Bei einer Beurteilung aufgrund des Elbe-typischen Hintergrundwertes (Prange et al. (1997b), erfolgt überwiegend eine Einstufung in Güteklasse I-II. Die Normierung des Hintergrundwertes führt überwiegend zu einer Ein-

stufung der Strontiumgehalte in Güteklasse II. Die höchsten Strontiumgehalte finden sich in der Saalemündung (240 µg/g), am linken Ufer von Zehren (300 µg/g) und in der Abwasserfahne von Synthesia (280 µg/g).

Die Medianwerte für Strontium lagen im Oktober 1993 bei 175 µg/g, im Mai 1994 bei 160 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 175 µg/g und im April 1996 bei 155 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 151 µg/g.

Ta, Tantal: Tantalgehalte der Schwebstoffe werden durch alle Klassifizierungssysteme gleichermaßen eingestuft. Die Gehalte liegen im Bereich der Hintergrundwerte (90%-Perzentil: 1,4 µg/g). Erhöhte Konzentrationen, wie sie Prange et al. (1997c) noch in der Abwasserfahne der chem. Fabrik Synthesia (2,4 bis 11 µg/g) oder der Bilina- mündung (bis 2,5 µg/g) gemessen haben, treten 1997 nur an der Messstelle Verdek (2,4 µg/g) auf.

Die Medianwerte für Tantal im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 0,83 µg/g, im Mai 1994 bei 0,65 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 0,91 µg/g und im April 1996 bei 0,94 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 0,9 µg/g.

Tb, Terbium: Die Terbiumgehalte der Schwebstoffe werden von allen Klassifizierungssystemen gleichermaßen eingestuft. Die Gehalte liegen im Bereich der Hintergrundwerte (90%-Perzentil: 0,8 µg/g). Erhöhte Terbiumgehalte werden am linken Ufer von Zehren (1,2 µg/g), in der Jiceramündung (1 µg/g) und in der Zwickauer Mulde (1,3 µg/g) ermittelt.

Die Medianwerte für Terbium im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 0,62 µg/g, im Mai 1994 bei 0,53 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 0,74 µg/g und im April 1996 bei 0,71 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 0,6 µg/g.

Th, Thorium: Thoriumgehalte der Schwebstoffe werden von allen Klassifizierungssystemen gleichermaßen eingestuft. Die Gehalte liegen im Bereich der Hintergrundwerte (90%-Perzentil: 11 µg/g). Beurteilungsverfahren auf der Grundlage des normierten Hintergrundwertes und der Normierung der Thoriumgehalte auf die Al- Gehalte führen an 17 Messstellen zu einer Einstufung in höhere Güteklassen. Die Zielvorgaben werden dabei stets eingehalten. Gehalte von 22 bis 104 µg/g, wie sie Prange et al. (1997c) in der Abwasserfahne von Synthesia ermittelten, traten 1997 nicht auf. Lediglich am linken Ufer von Zehren waren Gehalte überdurchschnittlich erhöht (16,7 µg/g).

Die Medianwerte für Thorium im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 7,5 µg/g, im Mai 1994 bei 6,3 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 9,3 µg/g und im April

1996 bei 8,7 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 7,8 µg/g.

Ti, Titan: Die Titangehalte der Schwebstoffe werden von allen Klassifizierungssystemen gleichermaßen eingestuft. Die Gehalte liegen im Bereich der Hintergrundwerte (90%-Perzentil: 3700 µg/g). Beurteilungsverfahren auf der Grundlage von Normierungen führen an 16 Messstellen zu einer Einstufung der Titangehalte in eine höhere Güteklasse. Die Zielvorgaben werden stets eingehalten.

Die Medianwerte für Titan im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 3130 µg/g, im Mai 1994 bei 2530 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 3540 µg/g und im April 1996 bei 3460 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 2900 µg/g.

Tl, Thallium: Die Thalliumgehalte werden nach Müller (1979) und Prange (1997b) gleichermaßen beurteilt. Die Normierung des Tl-Hintergrundwertes führt weitgehend zur Einstufung der Tl-Gehalte in eine höhere Güteklasse. Nach der Normierung auf die Al-Gehalte fallen insbesondere Messstellen Havel- und Schwarze-Elster-Mündung auf, in denen das Thallium/Aluminiumverhältnis zugunsten des Thalliums verschoben ist.

Die Medianwerte für Thallium im Längsprofil lagen im Mai 1994 bei 0,58 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 0,61 µg/g und im April 1996 bei 0,54 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 0,65 µg/g. Für Thallium wurden 1997 die höchsten durchschnittlichen Gehalte ermittelt.

Tm, Thulium: Die Thuliumgehalte der Schwebstoffe werden von allen Klassifizierungssystemen gleichermaßen eingestuft. Die Gehalte liegen im Bereich der Hintergrundwerte (90%-Perzentil: 0,4 µg/g).

Die Medianwerte für Thulium im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 0,3 µg/g, im Mai 1994 bei 0,29 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 0,35 µg/g und im April 1996 bei 0,27 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 0,26 µg/g.

U, Uran: Die Urangehalte der Schwebstoffe werden von allen Klassifizierungssystemen gleichermaßen eingestuft. Die Gehalte liegen im Bereich der Hintergrundwerte (90%-Perzentil: 11,5 µg/g; 75%-Perzentil: 3 µg/g). Erhöhte Gehalte wurden in der Abwasserfahne von Synthesia (11,5 µg/g) und in der Mulde (22-270 µg/g) analysiert. In der Zwickauer Mulde (270 µg/g) werden die Urangehalte sogar von allen Beurteilungssystemen in die höchste Anreicherungsstufe eingeordnet, was auf den ehemaligen Uranbergbau bzw. die Verarbeitung von Uranerzen zurückgeführt werden kann. Die Mulde stellte eine Drainage für das Zentrum des sächsischen Uran-

bergbaus und wesentlicher Aufbereitungsanlagen dar (Beak Consultants, 1996). Auch Prange et al. (1997c) ermittelten in der Muldemündung höchste Urangelhalte der partikulären Phase, die zwischen 27 und 104 µg/g schwankten. Daneben waren in den Jahren 1993 bis 1996 auch im Bereich der Elbequelle Gehalte von 30 bis 53 µg/g gefunden worden, die sich 1997 an der Messstelle Filirovice Verdek nicht wiederfinden lassen.

Die Medianwerte für Uran im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 4,1 µg/g, im Mai 1994 bei 2,8 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 5,2 µg/g und im April 1996 bei 4,2 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 2,7 µg/g. Die durchschnittlichen Urangelhalte 1997 entsprechen denen von 1994.

V, Vanadium: Die Vanadiumgehalte der Schwebstoffe werden von allen Klassifizierungssystemen nahezu gleichermaßen eingestuft. Die Normierung der Hintergrundwerte führt bei der Hälfte der Messstellen zu einer Einstufung in höhere Bewertungsklassen, ohne dass dabei Zielvorgaben überschritten würden. In den Jahren 1993 bis 1996 wurden die höchsten Vanadiumgehalte (bis 360 µg/g) stets in der Bilinamündung gefunden, an der 1997 ebenfalls Gehalte im Bereich des Hintergrundwertes (69 µg/g) gemessen wurden.

Die Medianwerte für Vanadium im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 92 µg/g, im Mai 1994 bei 68 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 96 µg/g und im April 1996 bei 84 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 67 µg/g, was dem durchschnittlichen Vanadiumgehalt von 1994 entspricht.

W, Wolfram: Die Wolframgehalte der Schwebstoffe werden an 9 von 34 Messstellen durch den Geoindex in höhere Klassen eingestuft, als es auf Grundlage der elbetypischen Hintergrundwerte der Fall wäre. Auch nach Normierung der Hintergrundwerte wird an den meisten Messstellen die Zielvorgabe eingehalten. Ausnahmen stellen die Mulde (9,5-30 µg/g), das linke Ufer von Zehren (8,7 µg/g) und die Bilinamündung (9,3 µg/g) dar. Insbesondere die Muldemündung (bis 65 µg/g) aber auch die Bilinamündung (bis 127 µg/g) wiesen bereits in den Vorjahren die höchsten Wolframgehalte in Schwebstoffen auf. Daneben wurden von Prange et al. (1997c) in der Müglitz (bis 113 µg/g) sehr hohe Gehalte gefunden. Die Normierung auf die Al-Gehalte führt gegenüber der Normierung der Hintergrundwerte an zehn Messstellen zu einer Einstufung der Wolframgehalte in niedrigere Güteklassen.

Die Medianwerte für Wolfram im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 8,3 µg/g, im Mai 1994 bei 3,9 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 5,1 µg/g und im April 1996 bei 4,6 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 3,8 µg/g. Seit 1994 schwanken die durchschnittlichen Wolframgehalte zwischen 3,8 und 5,1 µg/g.

Y, Yttrium: Die Yttriumgehalte der Schwebstoffe werden von allen Klassifizierungssystemen gleichermaßen eingestuft. Die Gehalte liegen im Bereich der Hintergrundwerte (90%-Perzentil: 27 µg/g). Beurteilungsverfahren, basierend auf Normierungen, führen an einigen Messstellen zu einer Einstufung in höhere Güteklassen, ohne dass Zielvorgaben überschritten würden. Gehalte zwischen 50 und 173 µg/g, wie sie Prange et al. (1997c) in den Jahren 1993 bis 1996 im Elbeoberlauf bzw. bis zur Elbequelle gefunden haben, sind am Messpunkt Filirovice nicht zu erkennen. Das Längsprofil 1997 ähnelt dem von 1996.

Die Medianwerte für Yttrium im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 18 µg/g, im Mai 1994 bei 16 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 24 µg/g und im April 1996 bei 19 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 18 µg/g. Die durchschnittlichen Yttriumgehalte von 1997 entsprechen denen von 1993.

Yb, Ytterbium: Die Ytterbiumgehalte der Schwebstoffe werden von allen Klassifizierungssystemen gleichermaßen eingestuft. Die Gehalte liegen im Bereich der Hintergrundwerte (90%-Perzentil: 2,5 µg/g).

Die Medianwerte für Ytterbium im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 2,1 µg/g, im Mai 1994 bei 1,9 µg/g, im September/Okttober 1995 bei 2,6 µg/g und im April 1996 bei 2,5 µg/g (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 1,7 µg/g.

Zn, Zink: Zink hält die Zielvorgaben (< 200 µg/g) des ARGE-ELBE-Klassifizierungssystems an zwei von 34 Messstellen ein. Diese befinden sich in der Tideelbe. Die Zinkanreicherung ist ubiquitär. Tendenziell nehmen die Zinkgehalte der Schwebstoffe von der Quelle bis Schnackenburg ständig zu, wie es auch Prange et al. (1997c) für die Vorjahre belegen. An der Saale (2300 µg/g), Zehren, links (2600 µg/g) und der Zwickauer Mulde (2400 µg/g) liegen sehr hohe Belastungen vor (GGK IV). Bei einer Beurteilung nach Müller (1979) und Prange (1997b) würden im tschechischen Elbeabschnitt die Zielvorgaben mit Ausnahme von Dobkovice (780-880 µg/g), Bilinamündung (630 µg/g) Obristvi (810 µg/g) und Synthesia (1600 µg/g) eingehalten. Nach Normierung der Hintergrundwerte und Normierung der Zinkgehalte auf die Al-Gehalte ergäbe sich ein dem ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem entsprechendes Bild.

Klassifizierung der Zinkgehalte

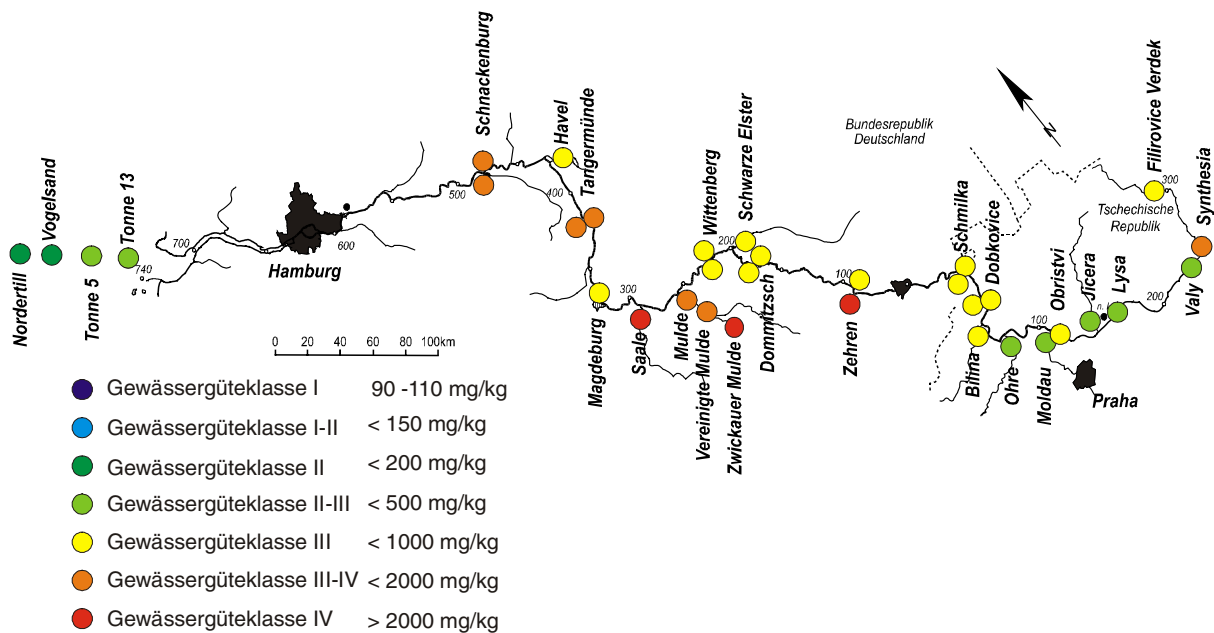


Abbildung 12: Einstufung der Zinkgehalte nach ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem

Die Medianwerte für Zink im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 1240 $\mu\text{g/g}$, im Mai 1994 bei 950 $\mu\text{g/g}$, im September/Okttober 1995 bei 800 $\mu\text{g/g}$ und im April 1996 bei 740 $\mu\text{g/g}$ (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 818 $\mu\text{g/g}$.

Zr, Zirkon: Die Zirkongehalte der Schwebstoffe werden von allen Klassifizierungssystemen gleichermaßen eingestuft. Die Gehalte liegen im Bereich der Hintergrundwerte (90%-Perzentil: 138 $\mu\text{g/g}$).

Die Medianwerte für Zirkon im Längsprofil lagen im Oktober 1993 bei 150 $\mu\text{g/g}$, im Mai 1994 bei 145 $\mu\text{g/g}$, im September/Okttober 1995 bei 180 $\mu\text{g/g}$ und im April 1996 bei 195 $\mu\text{g/g}$ (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei 99 $\mu\text{g/g}$. 1997 wurden die niedrigsten durchschnittlichen Zirkongehalte ermittelt.

4.2.4 Schlussfolgerungen aus dem Vergleich der Beurteilungssysteme und Längsprofile

Ein Vergleich der Klassifizierungssysteme ändert nichts an den vorgefundenen Elementgehalten, macht aber deutlich, dass es für das eine oder andere Element Verfahren gibt, die eine gute oder unbrauchbare Einstufung vornehmen. Zum Beispiel lässt eine Beurteilung mittels Geoindex aufgrund für die Elbe nicht geeigneter Hintergrundwerte, z. B. für Bor (100 $\mu\text{g/g}$), Magnesium (15000 $\mu\text{g/g}$), Kalzium (22100

$\mu\text{g/g}$), Strontium ($300 \mu\text{g/g}$), wie sie von Turekian und Wedepohl (1961) angegeben werden, keine differenzierte Beurteilung der Elementehalte zu. Für viele anthropogen beeinflusste Elemente ist der von Turekian und Wedepohl angegebene Hintergrundwert zu hoch angesetzt, wie es zum Beispiel für Kupfer der Fall ist ($45 \mu\text{g/g}$). Die Folge ist eine Fehl-Unterschätzung der Anreicherungssituation. Insbesondere wird dies deutlich, wenn die Hintergrundwerte von Prange et al. (1997b) sowie Krüger et al. (1998) eine matrixangepasste Normierung erfahren, die mit einer Herabsetzung der geogenen Hintergrundwerte für Schwebstoffe einhergeht. Andererseits führen zu niedrige Hintergrundgehalte des internationalen Tongesteinstandards (Turekian und Wedepohl, 1961), wie für Zink angegeben ($95 \mu\text{g/g}$), zu einer ähnlichen Beurteilung, wie sie mit matrixangepassten Hintergrundwerten von Prange et al. (1997b) und Krüger et al. (1998) ebenfalls erfolgt. Die Anpassung des Zink-Hintergrundwertes von $150 \mu\text{g/g}$ auf $77 \mu\text{g/g}$ macht dies deutlich.

So erfolgt auch durch die matrixangepassten Beurteilungsverfahren für Kupfer und Zink eine Einstufung der Gehalte entsprechend des ARGE-ELBE-Klassifizierungssystems, denn die Beurteilungsgrundlage, der Hintergrundgehalt von Prange et al. (1997b) und Krüger et al. (1998) wird durch das Normierungsverfahren halbiert.

Durch die vergleichende Betrachtungsweise mit unterschiedlichen Klassifizierungsverfahren wird die eingeschränkte Anwendbarkeit allgemeingültiger Beurteilungsgrundlagen, wie sie der Internationale Tongesteinstandard darstellt, deutlich.

Die Normierung der Hintergrundwerte führt im allgemeinen zu einer Einstufung der Gehalte in höhere Klassen. Die gleichzeitig durchgeführte Normierung auf die Al-Gehalte zeigt einerseits die Anreicherung eines Elements gegenüber seinem Verhältnis zu Aluminium aus Auensedimenten, kann andererseits aber auch Interpretationshilfe sein, indem reine Beurteilungen von Gehalten relativiert werden, weil bei der Beurteilung eine Bezugsbasis vorhanden ist. Beispielsweise werden erhöhte Chromgehalte am linken Ufer von Zehren und in der Mündung der Schwarzen Elster gemessen. Durch die gleichzeitig hohen Aluminiumgehalte an der Messstelle linkes Ufer Zehren relativiert sich die Anreicherungseinschätzung. Ganz anders in der Schwarzen Elster. Hier erfolgt eine schärfere Beurteilung, weil zu den hohen Chromgehalten die hohen Aluminiumgehalte fehlen.

Es muss aber auch kritisch betrachtet werden, dass die Normierungen bei Elementen, die natürlicherweise in der organischen Substanz angereichert vorliegen, wie beispielsweise P oder S, möglicherweise auch Mn und Mo oder andere Makroelemente, eine Beurteilung mittels Normierung zu Fehleinschätzungen führt, wie es an der Messstelle Havelmündung deutlich wird (Berichtsanhang 1, BA-Tabelle 4).

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass mit den von Prange et al. (1997b) und Krüger et al. (1998) ermittelten Hintergrundwerten eine auf das Elbe-Einzugsgebiet

angepasste Beurteilung der Schwebstoffe möglich ist. Insbesondere die Anpassung der Hintergrundwerte erhöht deren Gebrauchswert.

Die Einhaltung von Zielvorgaben ist nur eingeschränkt ein geeignetes Maß für die Festlegung eines monitoringgeeigneten Elementspektrums. Zielvorgaben sind in der Regel auf das zwei- bis vierfache des geogenen Hintergrundwertes festgelegt. Deshalb wird hier die regelhafte Überschreitung der elbetypischen Hintergrundgehalte (an 50 % der Messstellen) herangezogen, um eine Selektion von Elementen durchzuführen. Einen Überblick über statistische Kennzahlen der Elementgehalte im Schwebstoff findet sich im HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA-Tabelle 9.

Folgende Elemente überschreiten an 50 % oder mehr Messstellen (dieser Wert entspricht dem Median der Messreihe) die Hintergrundgehalte:

Ag, As, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Mo, P, Pb, S, Sb, Sn, Sr, W, Zn.

Für Ag, Cd, Mn, Mo, P, Pb, S, Sn und Zn liegen selbst die ermittelten Minima über den geogenen Hintergrundgehalten, wobei Mn-, Mo-, P- und S- Hintergrundwerte von Prange et al. (1997b) und Krüger et al. (1998) kritisch zu betrachten sind, wie bei der Beurteilung der Elementgehalte bereits beschrieben wurde. Für diese Elemente ist eine natürliche Anreicherung in der organischen Substanz der partikulären Phase denkbar, so dass die Hintergrundwerte aus Böden unter Umständen zu niedrig sind (Prange et al. 1997b).

Von den oben genannten Elementen zeigen Ca, Cr, Mn, P, S und zusätzlich Tl im Jahr 1997 die höchsten durchschnittlichen Mediane der Jahre 1993 bis 1997, während durchschnittliche Cd und Hg-Gehalte 1997 am niedrigsten sind. Dies ist weitestgehend auf die Datenreduktion zurückzuführen und bedeutet noch keine Verbesserung oder Verschlechterung der Elbewasserqualität, ist aber für zukünftige Betrachtungen wichtig.

Die verschiedenen Beurteilungsverfahren haben an 20 von 34 Messstellen erhöhte Elementgehalte ausgewiesen. Es handelt sich um die Messstellen:

Schnackenburg, Havelmündung, Tangermünde, Magdeburg, Schwarze Elster Mündung, Dommitzsch, Saalemündung, linkes Ufer Zehren, Schmilka, Dobkovice, Bili-namündung, Moldaumündung, Obristvi, Jiceramündung, Valy, Synthesia, Filirovice Verdek, Vereinigte Mulde, Zwickauer Mulde, Muldemündung.

4.3 Filtrate

Die Elementkonzentrationen der wässrigen Phase sind im HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA-Abbildungen 10 in alphabetischer Reihenfolge der Elemente dargestellt. Statistische Kennzahlen der gelösten Elementkonzentrationen sind im HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA-Tabelle 11 enthalten.

Für die Beurteilung der Elementkonzentrationen in der wässrigen Phase stehen keine den Beurteilungsverfahren für Schwebstoffe vergleichbaren Klassifizierungssysteme zur Verfügung. Für eine Bewertung der Elementkonzentrationen müssen daher andere Bewertungskriterien herangezogen werden. Für ein Gewässergütemonitoring ist Voraussetzung, dass die Untersuchungsparameter an allen Messstellen Positivbefunde aufweisen, da es ansonsten an Vergleichsmöglichkeiten fehlt, eine Differenzierung des Untersuchungsraumes somit nicht möglich ist. Daher ist das erste Kriterium, eine Messgröße ins Monitoringprogramm aufzunehmen, seine „Messbarkeit“ im gesamten Untersuchungsraum. Für Silber wurde bereits eine hochgradige Anreicherung gegenüber natürlichen Hintergrundgehalten in der partikulären Phase dargestellt. In der wässrigen Phase war Silber nur an zwei Messstellen überhaupt nachweisbar.

Für 21 Elemente liegen an allen Messstellen Positivbefunde vor. Diese sind: Al, B, Ba, Ca, Cs, Cu, Hg, K, Li, Mg, Mo, Na, Ni, Rb, Sn, Sr, U, V, W, Y, Zr.

Für 34 Elemente liegen an allen Messstellen der Mittel- und Oberelbe Positivbefunde vor. Diese sind zusätzlich: Cd, Ce, Co, Cr, Fe, Ga, Mn, Pb, Re, Sb, Ti, Tl und Zn.

Des Weiteren werden auch für die wässrige Phase die ermittelten Mediane der Jahre 1993 bis 1996 den Ergebnissen von 1997 gegenübergestellt. Auch hier erfolgt eine Prüfung, ob abweichende Ergebnisse durch eine veränderte Messstellenkonfiguration begründet sind.

Ag, Silber: Die Silberkonzentrationen der wässrigen Phase lagen bei den Längsprofilkampagnen von 1993 bis 1996 bei $< 0,01 \mu\text{g/l}$ (Prange et al. 1997c). 1997 waren nur an zwei Messstellen, Dobkovice ($0,02 \mu\text{g/l}$) und der Bilinamündung ($0,02 \mu\text{g/l}$) Silberkonzentrationen im Filtrat nachweisbar.

Al, Aluminium: Die Medianwerte für Aluminium im Längsprofil der wässrigen Phase lagen im Oktober 1993 bei $12 \mu\text{g/l}$, im Mai 1994 bei $37 \mu\text{g/l}$, im September/Oktober 1995 bei $16 \mu\text{g/l}$ und im April 1996 bei $22 \mu\text{g/l}$ (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl bei $14 \mu\text{g/l}$. Höchste Aluminiumkonzentrationen wurden 1997 in der Jiceramündung ($122 \mu\text{g/l}$) festgestellt. Prange et al. (1997c) ermittelten oberhalb der Jiceramündung von der chemischen Fabrik Synthesia bis zur Elbequelle ($60-1400 \mu\text{g/l}$) höhere Konzentrationen.

As, Arsen: Die Medianwerte für Arsen im Längsprofil der wässrigen Phase lagen im Oktober 1993 bei 3,7 µg/l, im Mai 1994 bei 2,8 µg/l, im September/Okttober 1995 bei 5 µg/l und im April 1996 bei 2,9 µg/l (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl (n = 30) bei 3,7 µg/l. Höchste Arsenkonzentrationen wurden 1997 in der Saale- (18,5 µg/l) und Bilinamündung (17 µg/l) gemessen. Prange et al. (1997c) ermittelten dagegen in der Bilinamündung sowie bei der chemischen Fabrik Synthesia stets höhere Konzentrationen.

Au, Gold: Die Goldkonzentrationen der wässrigen Phase lagen bei den Längsprofilkampagnen von 1993 bis 1996 bei < 0,02 µg/l (Prange et al. 1997c). 1997 lagen die Goldkonzentrationen im Filtrat unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,025 µg/l.

B, Bor: Die Medianwerte für Bor im Längsprofil der wässrigen Phase lagen im Oktober 1993 bei 164 µg/l, im Mai 1994 bei 116 µg/l, im September/Okttober 1995 bei 99 µg/l und im April 1996 bei 80 µg/l (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl (n = 34) bei 133 µg/l. Höchste Borkonzentrationen wurden 1997 in der Außenelbe analysiert. Daneben weisen entsprechend der Längsprofiluntersuchungen von Prange et al. (1997c) die Saalemündung (265 µg/l), Bilinamündung (440 µg/l) und die Abwasserfahne der chemischen Fabrik Synthesia (230 µg/l) die höchsten Konzentrationen auf.

Ba, Barium: Die Medianwerte für Barium im Längsprofil der wässrigen Phase lagen im Oktober 1993 bei 44 µg/l, im Mai 1994 bei 49 µg/l, im September/Okttober 1995 bei 44 µg/l und im April 1996 bei 36 µg/l (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl (n = 34) bei 47 µg/l. Höchste Bariumkonzentrationen wurden 1997 in der Saalemündung (78 µg/l) und bei Filirovice Verdek (85 µg/l) analysiert. Daneben weisen Längsprofiluntersuchungen von Prange et al. (1997c) auf hohe Bariumkonzentrationen der wässrigen Phase bei der chemischen Fabrik Synthesia (bis 91 µg/l) sowie stromaufwärts gelegenen Messtellen hin.

Be, Beryllium: Die Medianwerte für Beryllium im Längsprofil der wässrigen Phase lagen im Oktober 1993 bei < 0,2 µg/l, im Mai 1994 bei < 0,2 µg/l, im September/Okttober 1995 bei 0,03 µg/l und im April 1996 bei < 0,2 µg/l (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegen nur an drei Messstellen Positivbefunde oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,02 µg/l vor.

Bi, Bismut: Die Medianwerte für Bismut im Längsprofil der wässrigen Phase lagen zwischen 1993 und 1996 bei < 0,06 µg/l (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl (n = 15) bei 0,02 µg/l.

Ca, Kalzium: Die Medianwerte für Kalzium im Längsprofil der wässrigen Phase lagen im Oktober 1993 bei 70000 µg/l, im Mai 1994 bei 95100 µg/l, im September/Okttober 1995 bei 68000 µg/l und im April 1996 bei 66400 µg/l (Prange et al.

1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl ($n = 34$) bei $70300 \mu\text{g/l}$. Höchste Kalziumkonzentrationen wurden 1997 in der Saalemündung ($300000 \mu\text{g/l}$) sowie der Tideelbe (bis $370000 \mu\text{g/l}$) analysiert. Überdurchschnittlich hohe Konzentrationen traten auch an beiden Ufern von Tangermünde ($> 120000 \mu\text{g/l}$) sowie den Mündungen von Schwarzer Elster ($126000 \mu\text{g/l}$) und Bilina ($127000 \mu\text{g/l}$) auf. Daneben weisen Längsprofiluntersuchungen von Prange et al. (1997c) auf hohe Kalziumkonzentrationen der wässrigen Phase bei der chemischen Fabrik Synthesia ($>100000 \mu\text{g/l}$) hin.

Cd, Kadmium: Die Medianwerte für Kadmium im Längsprofil der wässrigen Phase lagen im Oktober 1993 bei $< 0,12 \mu\text{g/l}$, im Mai 1994 bei $0,1 \mu\text{g/l}$, im September/Okttober 1995 bei $0,04 \mu\text{g/l}$ und im April 1996 bei $0,03 \mu\text{g/l}$ (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl ($n = 30$) bei $0,05 \mu\text{g/l}$. Höchste Kadmiumkonzentrationen wurden 1997 am linken Ufer von Tangermünde ($0,26 \mu\text{g/l}$) sowie Zehren ($0,22 \mu\text{g/l}$) analysiert, die den Konzentrationen in Vereinigter und Zwickauer Mulde ($> 0,2 \mu\text{g/l}$) entsprechen. Überdurchschnittlich hohe Konzentrationen traten auch in der Saalemündung ($0,13 \mu\text{g/l}$) und bei der chemischen Fabrik Synthesia ($0,09 \mu\text{g/l}$) auf. Daneben weisen Längsprofiluntersuchungen von Prange et al. (1997c) auf hohe Kadmiumkonzentrationen der wässrigen Phase in der Muldemündung (bis $1,3 \mu\text{g/l}$), der Müglitz (bis $0,45 \mu\text{g/l}$) und bei Messstellen im Bereich der Elbequelle (bis $0,32 \mu\text{g/l}$) hin. Nach Prange et al. (1997c) wurden allerdings die höchsten Kadmiumkonzentrationen in der Triebisch (bis $7,1 \mu\text{g/l}$) analysiert.

Ce, Cer: Die Medianwerte für Cer im Längsprofil der wässrigen Phase lagen im Oktober 1993 bei $< 0,1 \mu\text{g/l}$, im Mai 1994 bei $< 0,1 \mu\text{g/l}$, im September/Okttober 1995 bei $0,05 \mu\text{g/l}$ und im April 1996 bei $0,06 \mu\text{g/l}$ (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl ($n = 30$) bei $0,01 \mu\text{g/l}$. Die durchschnittlichen Cerkonzentrationen sind 1997 am niedrigsten, liegen bei $1/5$ der Vorjahre, so dass die Messreihen nicht vergleichbar zu sein scheinen. Höchste Cerkonzentrationen wurden 1997 in der Jiceramündung ($0,23 \text{ mg/l}$) analysiert. Prange et al. (1997c) ermittelten vergleichbar hohe Konzentrationen (bis $0,4 \mu\text{g/l}$) in der Schwarzen Elster, Tribisch und Müglitz sowie im Quellbereich der Elbe. Die stärksten Anreicherungen von Cer wurden in der Abwasserfahne von Synthesia (bis $101 \mu\text{g/l}$) ermittelt.

Co, Cobalt: Die Medianwerte für Cobalt im Längsprofil der wässrigen Phase lagen im Oktober 1993 bei $0,35 \mu\text{g/l}$, im Mai 1994 bei $0,51 \mu\text{g/l}$, im September/Okttober 1995 bei $0,32 \mu\text{g/l}$ und im April 1996 bei $0,23 \mu\text{g/l}$ (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl ($n = 30$) bei $0,19 \mu\text{g/l}$. Die durchschnittlichen Cobaltkonzentrationen sind 1997 am niedrigsten. Höchste Cobaltkonzentrationen wurden 1997 in den Mündungen von Schwarzer Elster ($0,75 \mu\text{g/l}$), Bilina ($0,8 \mu\text{g/l}$) sowie der Abwasserfahne von der chem. Fabrik Synthesia ($0,7 \mu\text{g/l}$) analysiert. Prange et al. (1997c) ermittelten an diesen Messstellen noch zehn-

fach höhere Konzentrationen (z. B. Schwarze Elster: 8 µg/l). Zusätzlich wurden in der Ostemündung (bis 4 µg/l) und der Triebisch (bis 4,3 µg/l) hohe Konzentrationen ermittelt.

Cr, Chrom: Die Medianwerte für Chrom im Längsprofil der wässrigen Phase lagen im Oktober 1993 bei 1,1 µg/l, im Mai 1994 bei 0,6 µg/l, im September/Okttober 1995 bei < 0,6 µg/l und im April 1996 bei 0,3 µg/l (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl (n = 30) bei 0,56 µg/l. Höchste Chromkonzentrationen wurden 1997 in den Mündungen der Bilina (7,6 µg/l) sowie der Abwasserfahne der chem. Fabrik Synthestia (4,8 µg/l) und an der Messstelle Valy (4,9 µg/l) ermittelt. Auch Prange et al. (1997c) ermittelten an Messstellen vor dem Moldauzufluss die höchsten gelösten Chromkonzentrationen (bis 18,4 µg/l).

Cs, Cäsium: Die Medianwerte für Cäsium im Längsprofil der wässrigen Phase lagen im Oktober 1993 bei 0,14 µg/l, im Mai 1994 bei 0,13 µg/l, im September/Okttober 1995 bei 0,08 µg/l und im April 1996 bei 0,06 µg/l (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl (n = 34) bei 0,1 µg/l. 1997 wurden die höchsten Konzentrationen in der Bilina- (1,4 mg/l) und Ohremündung (0,7 µg/l) analysiert. Aber auch die Muldestandorte (bis 0,7 µg/l), in der Saalemündung (0,3 µg/l) sowie in der Tideelbe (bis 0,5 µg/l) finden sich Konzentrationen deutlich über dem Durchschnitt. Die Ergebnisse decken sich mit denen von Prange et al. (1997c), die zusätzlich an den Messstellen Synthestia (bis 0,4 µg/l) und Tribisch (bis 1,1 µg/l) hohe Konzentrationen ausweisen.

Cu, Kupfer: Die Medianwerte für Kupfer im Längsprofil der wässrigen Phase lagen im Oktober 1993 bei 3 µg/l, im Mai 1994 bei 2,9 µg/l, im September/Okttober 1995 bei 3,1 µg/l und im April 1996 bei 2,4 µg/l (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl (n = 34) bei 3,4 µg/l. Gelöste Kupferkonzentrationen sind 1997 nur an zwei Messstellen auffällig: Bilinamündung (18 µg/l) sowie die Abwasserfahne von Synthestia (6,5 µg/l). Die Untersuchungen von Prange et al. (1997c) weisen noch hohe Konzentrationen in der Tideelbe bei Otternsdorf (bis 11 µg/l), in der Oste (bis 23 µg/l), bei Breitenhagen (ca. 8 µg/l), der Müglitz (bis 17 µg/l) und bei Vanov (bis 13 µg/l) aus.

Dy, Dysprosium: Die Medianwerte für Dysprosium im Längsprofil der wässrigen Phase lagen im Oktober 1993 bei < 0,05 µg/l, im Mai 1994 bei < 0,05 µg/l, im September/Okttober 1995 bei < 0,01 µg/l und im April 1996 bei < 0,04 µg/l (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl (n = 6) bei 0,007 µg/l. 1997 wurden nur in der Mulde (bis 0,02 µg/l) und im oberen Elbeabschnitt gelöste Dysprosiumkonzentrationen ermittelt. Die höchsten in der Jiceramündung (0,05 µg/l).

Er, Erbium: Die Medianwerte für Erbium im Längsprofil der wässrigen Phase lagen im Oktober 1993 bei < 0,03 µg/l, im Mai 1994 bei < 0,03 µg/l, im September/Okttober

1995 bei $< 0,03 \mu\text{g/l}$ und im April 1996 bei $< 0,03 \mu\text{g/l}$ (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl ($n = 6$) bei $0,005 \mu\text{g/l}$. 1997 wurden nur in der Mulde (bis $0,01$) und im oberen Elbeabschnitt gelöste Erbiumkonzentrationen ermittelt. Die höchsten in der Jiceramündung ($0,035 \mu\text{g/l}$).

Eu, Europium: Die Medianwerte für Europium im Längsprofil der wässrigen Phase lagen im Oktober 1993 bei $< 0,04 \mu\text{g/l}$, im Mai 1994 bei $< 0,04 \mu\text{g/l}$, im September/Okttober 1995 bei $0,03 \mu\text{g/l}$ und im April 1996 bei $< 0,04 \mu\text{g/l}$ (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl ($n = 20$) bei $0,006 \mu\text{g/l}$. Die hohen, 1995 von Prange et al. (1997c) ermittelten, Europiumkonzentrationen in der Abwasserfahne von Synthesia ($2,6 \mu\text{g/l}$) wurden 1997 nicht wiedergefunden ($0,005 \mu\text{g/l}$).

Fe, Eisen: Die Medianwerte für Eisen im Längsprofil der wässrigen Phase lagen im Oktober 1993 bei $14 \mu\text{g/l}$, im Mai 1994 bei $34 \mu\text{g/l}$, im September/Okttober 1995 bei $32 \mu\text{g/l}$ und im April 1996 bei $50 \mu\text{g/l}$ (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl ($n = 30$) bei $12,6 \mu\text{g/l}$. 1997 wurden die höchsten gelösten Eisenkonzentrationen in der Jiceramündung und der Schwarzen Elster gefunden. Neben hohen Eisenkonzentrationen im Muldesystem (bis $50 \mu\text{g/l}$) treten in Übereinstimmung mit den Untersuchungen Pranges (1997c) vereinzelt im Bereich südlich des Riesengebirges (bis $53 \mu\text{g/l}$) hohe Eisenkonzentrationen auf. Konzentrationen von $> 2000 \mu\text{g/l}$, wie sie in der Abwasserfahne von Synthesia auftraten, sind 1997 nicht ermittelt worden.

Ga, Gallium: Die Medianwerte für Gallium im Längsprofil der wässrigen Phase lagen im Oktober 1993 bei $< 0,05 \mu\text{g/l}$, im Mai 1994 bei $< 0,05 \mu\text{g/l}$, im September/Okttober 1995 bei $0,03 \mu\text{g/l}$ und im April 1996 bei $< 0,05 \mu\text{g/l}$ (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl ($n = 30$) bei $0,04 \mu\text{g/l}$. Überdurchschnittlich hohe gelöste Galliumkonzentrationen traten 1997 an den Messstellen linkes Ufer Zehren ($0,14 \mu\text{g/l}$), der Bilinamündung ($0,1 \mu\text{g/l}$) und in der Abwasserfahne von Synthesia ($0,2 \mu\text{g/l}$) auf. Dies deckt sich mit den Untersuchungen Pranges et al. (1997c). Zusätzlich wurde 1995 vor und nach dem Havelzustrom (bis $0,1 \mu\text{g/l}$) sowie in der Tideelbe (bis ca. $0,1 \mu\text{g/l}$) und Oste (bis $0,28 \mu\text{g/l}$) hohe Galliumkonzentrationen ermittelt.

Gd, Gadolinium: Die Medianwerte für Gadolinium im Längsprofil der wässrigen Phase lagen im Oktober 1993 bei $< 0,04 \mu\text{g/l}$, im Mai 1994 bei $< 0,04 \mu\text{g/l}$, im September/Okttober 1995 bei $< 0,04 \mu\text{g/l}$ und im April 1996 bei $< 0,04 \mu\text{g/l}$ (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl ($n = 18$) bei $0,01 \mu\text{g/l}$. Der höchste Gadoliniumwert in der gelösten Phase wurde 1997 in der Jiceramündung ermittelt ($0,05 \mu\text{g/l}$).

Ge, Germanium: Die Medianwerte für Germanium im Längsprofil der wässrigen Phase lagen im Oktober 1993 bei $< 0,07 \mu\text{g/l}$, im Mai 1994 bei $< 0,07 \mu\text{g/l}$, im Sep-

tember/Okttober 1995 bei 0,06 µg/l und im April 1996 bei < 0,07 µg/l (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl (n = 29) bei 0,05 µg/l. 1997 sind die auffälligsten Standorte die Abwasserfahne von Synthesia sowie die Bilinamündung, in denen Konzentrationen von > 0,2 µg/l ermittelt wurden. Auch Prange et al. (1997c) ermittelte im Elbeoberlauf, insbesondere an Messstellen stromabwärts der chem. Fabrik Synthesia (bis 0,44 µg/l) hohe Germaniumkonzentrationen.

Hg, Quecksilber: Der Medianwert für Quecksilber im Längsprofil der wässrigen Phase lag im September 1997 (n = 34) bei 4,8 ng/l. In den Vorjahren wurden Quecksilberkonzentrationen der gelösten Phase nicht analysiert. Die mit Abstand höchsten gelösten Konzentrationen wurden in der Bilina ermittelt (174 µg/l).

Ho, Holmium: Die Medianwerte für Holmium im Längsprofil der wässrigen Phase lagen im Oktober 1993 bei < 0,03 µg/l, im Mai 1994 bei < 0,03 µg/l, im September/Okttober 1995 bei < 0,03 µg/l und im April 1996 bei < 0,03 µg/l (Prange et al. 1997c). Im September 1997 war Holmium nur an der Jicera nachweisbar (0,01 µg/l).

In, Indium: Im September 1997 war Indium nur an zwei Messstellen nachweisbar (0,046 µg/l am linken Ufer von Zehren und 0,016 µg/l in der Havelmündung).

K, Kalium: Die Medianwerte für Kalium im Längsprofil der wässrigen Phase lagen im Oktober 1993 bei 7600 µg/l, im Mai 1994 bei 8400 µg/l, im September/Okttober 1995 bei 7800 µg/l und im April 1996 bei 6500 µg/l (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl (n = 34) bei 5720 µg/l. Es wurden 1997, entsprechend der Untersuchung von Prange et al. (1997c), die höchsten gelösten Kaliumkonzentrationen in der Tide- bzw. Außenelbe (bis > 350000 µg/l) ermittelt. Der deutliche Einfluss der Saale auf die stromabwärts gelegenen Messstellen ist 1997 nicht mehr zu erkennen, auch wenn 1997 dort bezüglich Ober- und Mittelelbe die höchsten gelösten Konzentrationen analysiert wurden (18000 µg/l).

La, Lanthan: Die Medianwerte für Lanthan im Längsprofil der wässrigen Phase lagen im Oktober 1993 bei < 0,05 µg/l, im Mai 1994 bei < 0,05 µg/l, im September/Okttober 1995 bei 0,03 µg/l und im April 1996 bei 0,04 µg/l (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl (n = 29) bei 0,01 µg/l. 1997 wurden an der Jicera mit etwa 0,2 µg/l die höchsten gelösten Lanthankonzentrationen gemessen. Konzentrationen von > 50 µg/l, wie sie 1996 noch in der Abwasserfahne von Synthesia zu finden waren (Prange et al., 1997), traten nicht mehr auf.

Li, Lithium: Die Medianwerte für Lithium im Längsprofil der wässrigen Phase lagen im Oktober 1993 bei 31 µg/l, im Mai 1994 bei 13 µg/l, im September/Okttober 1995 bei 16 µg/l und im April 1996 bei 14 µg/l (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl (n = 34) bei 20 µg/l. Die höchsten

Lithiumkonzentrationen wurden 1997 in der Außenelbe ermittelt. Vergleichbar hohe Konzentrationen von ca. 150 µg/l in der gelösten Phase traten nur noch in der Ohre- und Bilinamündung auf, was sich mit den Untersuchungen Pranges et al. (1997c) deckt.

Lu, Lutetium: Die Medianwerte für Lutetium im Längsprofil der wässrigen Phase lagen im Oktober 1993 bei < 0,05 µg/l, im Mai 1994 bei < 0,05 µg/l, im September/Okttober 1995 bei < 0,05 µg/l und im April 1996 bei < 0,05 µg/l (Prange et al. 1997c). Im September 1997 wurde Lutetium nur an der Jiceramündung nachgewiesen (0,01 µg/l).

Mg, Magnesium: Die Medianwerte für Magnesium im Längsprofil der wässrigen Phase lagen im Oktober 1993 bei 12500 µg/l, im Mai 1994 bei 17300 µg/l, im September/Okttober 1995 bei 13200 µg/l und im April 1996 bei 13200 µg/l (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl (n = 34) bei 12100 µg/l. Es wurden 1997, entsprechend der Untersuchung von Prange et al. (1997c), die höchsten gelösten Magnesiumkonzentrationen in der Tide- bzw. Außenelbe (bis 1100000 µg/l) ermittelt. Der deutliche Einfluss der Saale auf die stromabwärts gelegenen Messstellen ist 1997 nicht mehr zu erkennen, auch wenn 1997 dort bezüglich Ober- und Mittelelbe die höchsten gelösten Konzentrationen gemessen wurden (37000 µg/l).

Mn, Mangan: Die Medianwerte für Mangan im Längsprofil der wässrigen Phase lagen im Oktober 1993 bei 11 µg/l, im Mai 1994 bei 6,3 µg/l, im September/Okttober 1995 bei 29 µg/l und im April 1996 bei 20 µg/l (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl (n = 31) bei 8,8 µg/l. Wie es auch schon die Untersuchungen von Prange et al. (1997c) gezeigt haben, liegen im tschechischen Elbeabschnitt die Mangankonzentrationen der wässrigen Phase deutlich höher als im deutschen Elbeabschnitt. Prange ermittelte allerdings die höchsten Mangankonzentrationen in der Schwarzen Elster (bis 500 µg/l), der Triebisch (bis 700 µg/l) sowie in der Tideelbe (bis 700 µg/l).

Mo, Molybdän: Die Medianwerte für Molybdän im Längsprofil der wässrigen Phase lagen im Oktober 1993 bei 2,2 µg/l, im Mai 1994 bei 1,3 µg/l, im September/Okttober 1995 bei 1,5 µg/l und im April 1996 bei 1,0 µg/l (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl (n = 34) bei 1,9 µg/l. Deutlich gegenüber anderen Messstellen erhöhte Molybdänkonzentrationen finden sich 1997 in der Außenelbe (bis 12 µg/l), aber auch im Muldesystem (bis 35 µg/l), der Bilinamündung (5,5 µg/l) und der Havelmündung (3,7 µg/l). Die Längsprofiluntersuchungen von Prange et al. (1997c) haben hohe Konzentrationen an der Müglitz (bis 14 µg/l) und der Bilina (bis 14 µg/l) ausgewiesen. Die Molybdänkonzentrationen der Saale haben in den Jahren 1993 bis 1996 zu einer Erhöhung der Molybdänkonzentrationen in den stromabwärts gelegenen Messstellen geführt, was 1997 nicht bestätigt werden kann.

Na, Natrium: Die Medianwerte für Natrium im Längsprofil der wässrigen Phase lagen im Oktober 1993 bei 37500 µg/l, im Mai 1994 bei 48500 µg/l, im September/Okttober 1995 bei 37800 µg/l und im April 1996 bei 44200 µg/l (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl (n = 34) bei 35100 µg/l. 1997 wurden die höchsten Natriumkonzentrationen in der Tideelbe (9500000 µg/l) gemessen, wie es auch Prange et al. (1997) belegen. Im Gegensatz zu den Elementen Kalium und Magnesium ist auch 1997 ein Einfluss der Natriumkonzentrationen der Saale (330000 µg/l) auf stromabwärtsgelegene Messstellen nachweisbar. Neben der Saale sind vor allem an der Bilinamündung (140000 µg/l) sehr hohe Natriumkonzentrationen ermittelt worden. Die Konzentrationen in der Abwasserfahne der chemischen Fabrik Synthesia (53000 µg/l) haben sich gegenüber den Jahren 1995 und 1996 halbiert.

Nb, Niob: Die Medianwerte für Niob im Längsprofil lagen zwischen 1993-1996 bei < 0,05 µg/l (Prange et al. 1997c). Auch 1997 lagen alle Messergebnisse unterhalb der unteren Arbeitsbereichsgrenze von 0,02 µg/l.

Nd, Neodym: Die Medianwerte für Neodym im Längsprofil der wässrigen Phase lagen im Oktober 1993 bei < 0,01 µg/l, im Mai 1994 bei < 0,01 µg/l, im September/Okttober 1995 bei 0,03 µg/l und im April 1996 bei 0,05 µg/l (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl (n = 29) bei 0,01 µg/l. Über dem Durchschnitt liegende Konzentrationen wurden 1997 an den Messstellen Vereinigte (0,04 µg/l) und Zwickauer Mulde (0,05 µg/l) gemessen, höchste Konzentrationen in der Jicera (0,18 µg/l). Prange et al. (1997c) ermittelte die höchsten Konzentrationen an der Elbequelle (ca. 0,4 µg/l) und bei Synthesia (46 µg/l), was 1997 nicht bestätigt werden konnte.

Ni, Nickel: Die Medianwerte für Nickel im Längsprofil der wässrigen Phase lagen im Oktober 1993 bei 2,5 µg/l, im Mai 1994 bei 1,4 µg/l, im September/Okttober 1995 bei 4,6 µg/l und im April 1996 bei 4,4 µg/l (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl (n = 34) bei 2,5 µg/l. 1997 wurden die höchsten gelösten Nickelkonzentrationen in der Zwickauer Mulde (7,6 µg/l), sowie der Bilina (6,2 µg/l) analysiert. Aber auch bei der chem. Fabrik Synthesia (5 µg/l) sowie in den Mündungen von Saale (4,6 µg/l), Mulde (4,9 µg/l) und Schwarzer Elster (4,4 µg/l) sind überdurchschnittlich hohe Konzentrationen anzutreffen, die allerdings sämtlich auf einem niedrigeren Niveau liegen als zwischen den Jahren 1993 bis 1996 (Prange et al. 1997c). Insbesondere nach der Saaleinmündung steigen auch die Nickelkonzentrationen der gelösten Phase in der Elbe.

P, Phosphor: Die Medianwerte für Nickel im Längsprofil der wässrigen Phase lagen im Mai 1994 bei 52 µg/l, im September/Okttober 1995 bei 301 µg/l und im April 1996 bei 237 µg/l (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl (n = 33) bei 165 µg/l. 1997 liegen die Phosphorkonzentrationen

auf einem niedrigeren Niveau als in den Jahren zuvor. Die höchsten Konzentrationen wurden bei Synthesia (739 µg/l) und in der Bilinamündung (568 µg/l) ermittelt. 1996 lagen die Konzentrationen in der Abwasserfahne von Synthesia noch bei > 10000 µg/l.

Pb, Blei: Die Medianwerte für Blei im Längsprofil der wässrigen Phase lagen im Oktober 1993 bei < 0,2 µg/l, im Mai 1994 bei 0,19 µg/l, im September/Okttober 1995 bei 0,16 µg/l und im April 1996 bei 0,15 µg/l (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl (n = 30) bei 0,14 µg/l. 1997 liegen an der Vereinigten Mulde (0,4 µg/l), der Abwasserfahne von Synthesia (1,2 µg/l), in der Jicera- (0,5 µg/l), Bilina- (0,6 µg/l) und Saalemündung (0,3 µg/l) überdurchschnittlich hohe gelöste Bleikonzentrationen vor, die aber insbesondere bei Synthesia nicht mehr die hohen Konzentrationen der Vorjahre (20-40 µg/l) erreichen (Prange et al. 1997c). Daneben traten in den Jahren 1995 und 1996 an Messstellen vor und hinter der Triebisch in Scharfenberg und Zehren (bis ca. 0,8 µg/l) hohe gelöste Bleikonzentrationen auf.

Pd, Palladium: Palladium war 1997 nur an zwei Messstellen in der wässrigen Phase nachweisbar (Saalemündung und Vereinigte Mulde, 0,01 µg/l).

Pr, Praseodym: Die Medianwerte für Praseodym im Längsprofil lagen zwischen 1993-1996 bei < 0,05 µg/l (Prange et al. 1997c). 1997 lagen an vier Messstellen die Ergebnisse über der unteren Arbeitsbereichsgrenze (Median: 0,01 µg/g). Prange et al. (1997c) ermittelten die höchsten gelösten Konzentrationen an der Elbequelle (0,07 µg/l), in der Abwasserfahne von Synthesia (9,4 µg/l), in der Müglitz (0,14 µg/l) sowie in der Mündung der Jicera (ca. 0,04 µg/l). 1997 wurden nur an der Jicera (0,05 µg/l) vergleichbare Messwerte gefunden.

Pt, Platin: 1997 war kein Platin in der gelösten Phase der Elbe nachweisbar. Die untere Arbeitsbereichsgrenze lag bei 0,005 µg/l.

Rb, Rubidium: Die Medianwerte für Rubidium im Längsprofil der wässrigen Phase lagen im Oktober 1993 bei 8,6 µg/l, im Mai 1994 bei 6,3 µg/l, im September/Okttober 1995 bei 6,8 µg/l und im April 1996 bei 5,3 µg/l (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl (n = 34) bei 6,6 µg/l. 1997 wurden die höchsten Rubidiumkonzentrationen in der Außenelbe (108 µg/l) gefunden. Im Längsprofil sind mehrere Anhebungen des Rubidiumniveaus erkennbar. Nach den Einmündungen von Ohre (14 µg/l) und Bilina (28 µg/l) steigen die Rubidiumkonzentrationen in der Elbe, gleichwie nach den Einmündungen von Mulde (11 µg/l) und Saale (15 µg/l), wie es auch von Prange et al. (1997c) gezeigt wird.

Re, Rhenium: Der Medianwert für Rhenium im Längsprofil der wässrigen Phase lag 1997 (n = 30) bei 0,01 µg/l. Die höchsten Konzentrationen wurden in der Zwickauer Mulde ermittelt (0,4 µg/l).

Rh, Rhodium: Der Medianwert für Rhodium im Längsprofil der wässrigen Phase lag 1997 (n = 23) bei 0,015 µg/l. Die höchsten Rhodiumkonzentrationen der gelösten Phase traten in der Saalemündung auf (0,05 µg/l), die stromabwärtsgelegenen Messstellen weisen Konzentrationen auf einem höheren Niveau auf, als Messstellen vor dem Saalezufluss.

Ru, Ruthenium: Der Medianwert für Ruthenium im Längsprofil der wässrigen Phase lag 1997 (n = 13) bei 0,005 µg/l. Die höchsten Konzentrationen (0,012 µg/l) wurden in der Saale analysiert.

S, Schwefel: Die Medianwerte für Schwefel im Längsprofil der wässrigen Phase lagen im Oktober 1993 bei 38000 µg/l, im Mai 1994 bei 58000 µg/l, im September/Okttober 1995 bei 39000 µg/l und im April 1996 bei 36000 µg/l (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl (n = 33) bei 42500 µg/l. 1997 wurden in den Nebenflüssen die höchsten Schwefelkonzentrationen gemessen. Insbesondere die Konzentrationen in der Bilina (118000 µg/l), der Schwarzen Elster (143000 µg/l) und der Saale (152000 µg/l) führen zur Anhebung der Konzentrationen in den jeweils stromabwärts gelegenen Messstellen, wie es insbesondere für die Saale auch in den Jahren 1993-1996 erkennbar ist (Prange et al. 1997c). Die vergleichbar hohen Konzentrationen in der Abwasserfahne von Synthesia (bis 190000 µg/l) sind 1997 nicht mehr erkennbar.

Sb, Antimon: Die Medianwerte für Antimon im Längsprofil der wässrigen Phase lagen im Oktober 1993 bei 0,52 µg/l, im Mai 1994 bei 0,33 µg/l, im September/Okttober 1995 bei 0,72 µg/l und im April 1996 bei 0,4 µg/l (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl (n = 32) bei 0,53 µg/l. 1997 sind drei Schwerpunkte mit überdurchschnittlich hohen gelösten Antimonkonzentrationen erkennbar. Dies sind das Muldesystem (bis 1 µg/l), die Bilina (bis 1 µg/l) sowie die Abwasserfahne von der chem. Fabrik Synthesia (0,8 µg/l). Daneben wurden von Prange et al. (1997c) auch in der Triebisch (bis 1,5 µg/l), im Bereich des Hamburger Hafens (bis 1 µg/l) sowie in der Oste (bis 2,1 µg/l) hohe Konzentrationen gefunden. Die analysierten Konzentrationen von 1997 erreichen an keiner der auffälligen Messstellen die Konzentrationen von 1995 und 1996.

Sc, Scandium: Der Medianwert für Scandium im Längsprofil der wässrigen Phase lag 1997 (n = 29) bei 0,014 µg/l. Die höchsten Konzentrationen wurden in der Saale und der Jicera (je 0,03 mg/l) gemessen.

Si, Silicium: Der Medianwert für Silicium im Längsprofil der wässrigen Phase lag 1997 (n = 33) bei 3602 µg/l. Die Siliciumkonzentrationen sinken entlang des Elbe-Längsprofils. Die höchsten Konzentrationen zwischen 4300 µg/l und 7400 µg/l werden in den Nebenflüssen Havel, Saale, Mulde und Bilina analysiert. In der Außenelbe liegen die Si-Konzentrationen auf einem Niveau zwischen 350 µg/l und 500 µg/l.

Sm, Samarium: Die Medianwerte für Samarium im Längsprofil lagen zwischen 1993-1996 bei < 0,08 µg/l (Prange et al. 1997c). 1997 lagen an vier Messstellen die Ergebnisse über der unteren Arbeitsbereichsgrenze (Median: 0,01 µg/g). Die höchsten Konzentrationen wurden in der Jicera (0,05 µg/l) gemessen.

Sn, Zinn: Die Medianwerte für Zinn im Längsprofil lagen zwischen 1993-1996 bei < 0,02 µg/l (Prange et al. 1997c). Der Medianwert der wässrigen Phase lag 1997 (n = 34) bei 0,16 µg/l. Die Zinnkonzentrationen der gelösten Phase schwanken 1997 ohne erkennbaren Trend. Die höchsten Konzentrationen wurden in der Tideelbe (0,5-0,8 µg/l) gemessen.

Sr, Strontium: Die Medianwerte für Strontium im Längsprofil der wässrigen Phase lagen im Oktober 1993 bei 380 µg/l, im Mai 1994 bei 520 µg/l, im September/Okttober 1995 bei 340 µg/l und im April 1996 bei 350 µg/l (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl (n = 34) bei 352 µg/l. Die höchsten Strontiumkonzentrationen wurden 1997 in der Außenelbe (bis 6800 µg/l) gemessen. Ansonsten ist 1997, wie es auch Prange et al. (1997c) feststellte, ein deutlicher Einfluss der Saale (2100 µg/l) auf die Strontiumkonzentrationen an stromabwärtsgelegenen Messstellen zu erkennen.

Ta, Tantal: Die Medianwerte für Tantal im Längsprofil lagen zwischen 1993-1996 bei < 0,05 µg/l (Prange et al. 1997c). Der Medianwert der wässrigen Phase lag 1997 (n = 4) bei 0,1 µg/l. Für Tantal gab es nur in der Tideelbe Positivbefunde.

Tb, Terbium: Die Medianwerte für Terbium im Längsprofil lagen zwischen 1993-1996 bei < 0,05 µg/l (Prange et al. 1997c). 1997 lagen Terbiumkonzentrationen nur in der Jiceramündung (0,009 µg/l) über der unteren Arbeitsbereichsgrenze von 0,005 µg/l.

Th, Thorium: Die Medianwerte für Thorium im Längsprofil lagen zwischen 1993-1996 bei < 0,05 µg/l (Prange et al. 1997c). 1997 lagen Thoriumkonzentrationen nur in der Jiceramündung (0,04 µg/l) über der unteren Arbeitsbereichsgrenze von 0,015 µg/l.

Ti, Titan: Die Medianwerte für Titan im Längsprofil der wässrigen Phase lagen im Oktober 1993 bei 2,7 µg/l, im Mai 1994 bei 1,2 µg/l, im September/Okttober 1995 bei 4,1 µg/l und im April 1996 bei 1,2 µg/l (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl (n = 30) bei 0,17 µg/l. Die Ergebnisse

liegen nicht auf dem gleichen Niveau. 1997 wurden die höchsten Konzentrationen in der Vereinigten und Zwickauer Mulde (je 0,5 µg/l), der Jicera- (1,6 µg/l) und der Bilinamündung (0,6 µg/l) analysiert. Dies deckt sich bezüglich Jicera- und der Bilinamündung mit den Untersuchungen Pranges et al. (1997c), in denen aber zusätzlich hohe Konzentrationen in der Abwasserfahne von Synthesia (bis 530 µg/l) beschrieben werden, die 1997 nicht zu erkennen sind.

Tl, Thallium: Die Medianwerte für Thallium im Längsprofil der wässrigen Phase lagen im Oktober 1993 bei < 0,05 µg/l, im Mai 1994 bei < 0,05 µg/l, im September/Okttober 1995 bei 0,03 µg/l und im April 1996 bei 0,03 µg/l (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl (n = 30) bei 0,05 µg/l. Die gelösten Thalliumkonzentrationen steigen 1997 kontinuierlich über das gesamte Längsprofil, höchste Konzentrationen wurden an der Saalemündung (0,1 µg/l) und im Muldesystem (bis 0,13 µg/l) gefunden, was sich gut mit Ergebnissen Pranges et al. (1997c) deckt. Von Prange et al. (1997c) wurden in der Triebisch die höchsten Thalliumkonzentrationen (0,24 µg/l) analysiert.

Tm, Thulium: Die Medianwerte für Thulium im Längsprofil lagen zwischen 1993-1996 bei < 0,05 µg/l (Prange et al. 1997c). 1997 lag nur in der Jiceramündung ein Positivbefund (0,006 µg/l) vor.

U, Uran: Die Medianwerte für Uran im Längsprofil der wässrigen Phase lagen im Oktober 1993 bei 1,4 µg/l, im Mai 1994 bei 1,4 µg/l, im September/Okttober 1995 bei 1,3 µg/l und im April 1996 bei 1 µg/l (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl (n = 34) bei 1,6 µg/l. 1997 wurden die höchsten gelösten Urankonzentrationen im Muldesystem (bis 60 µg/l) analysiert, aber auch in der Bilina- (2,8 µg/l) und Saalemündung (3,1 µg/l) finden sich hohe Urankonzentrationen. Insbesondere Mulde- und Saaleeinträge führen an stromabwärtsgelegenen Messstellen zu höheren Urankonzentrationen

V, Vanadium: Die Medianwerte für Vanadium im Längsprofil der wässrigen Phase lagen im Oktober 1993 bei < 2 µg/l, im Mai 1994 bei 1,7 µg/l, im September/Okttober 1995 bei 2,2 µg/l und im April 1996 bei <1,7 µg/l (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl (n = 34) bei 1,7 µg/l. 1997 wurden die höchsten Vanadiumkonzentrationen in der Bilinamündung (15 µg/l) und der Abwasserfahne von Synthesia (7,5 µg/l) analysiert. Dies deckt sich gut mit den Untersuchungen von Prange et al. (1997c), die zusätzlich einen deutlichen Einfluss der Saale (bis ca. 5 µg/l) auf die Vanadiumkonzentrationen der wässrigen Phase an stromabwärtsgelegenen Messstellen aufweisen, welcher 1997 nicht mehr erkennbar ist.

W, Wolfram: Die Medianwerte für Wolfram im Längsprofil der wässrigen Phase lagen im Oktober 1993 bei 0,33 µg/l, im Mai 1994 bei 0,26 µg/l, im September/Okttober 1995 bei 0,16 µg/l und im April 1996 bei 0,11 µg/l (Prange et al. 1997c). Im Septem-

ber 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl ($n = 34$) bei $0,22 \mu\text{g/l}$. 1997 werden die höchsten gelösten Wolframkonzentrationen in der Zwickauer Mulde ($4,6 \mu\text{g/l}$) gemessen. Daneben treten in der Abwasserfahne von Synthesia ($0,9 \mu\text{g/l}$), der Bilinamündung ($1,8 \mu\text{g/l}$) und in der Havelmündung ($1,4 \mu\text{g/l}$) über dem Durchschnitt liegende Wolframkonzentrationen auf. Auch in der Tideelbe (bis $0,4 \mu\text{g/l}$) liegen gegenüber Mittel- und Oberelbe erhöhte Konzentrationen vor, wie es auch die Untersuchungen von Prange et al. (1997c) belegen.

Y, Yttrium: Die Medianwerte für Yttrium im Längsprofil der wässrigen Phase lagen im Oktober 1993 bei $< 0,1 \mu\text{g/l}$, im Mai 1994 bei $< 0,1 \mu\text{g/l}$, im September/Okttober 1995 bei $0,06 \mu\text{g/l}$ und im April 1996 bei $0,06 \mu\text{g/l}$ (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl ($n = 34$) bei $0,03 \mu\text{g/l}$. 1997 werden hohe Yttriumkonzentrationen in der Jiceramündung ($0,4 \mu\text{g/l}$) analysiert. Außerdem weisen die Messstellen in der Tideelbe ein höheres Yttriumniveau aus ($0,08$ - $0,11 \mu\text{g/l}$). 1995 und 1996 wurden von Prange et al. (1997c) die höchsten Konzentrationen an der Elbequelle (bis $1,6 \mu\text{g/l}$), der Müglitz ($0,9 \mu\text{g/l}$) und in der Abwasserfahne von Synthesia (bis $35 \mu\text{g/l}$) analysiert.

Yb, Ytterbium: Die Medianwerte für Ytterbium im Längsprofil lagen zwischen 1993-1996 bei $< 0,06 \mu\text{g/l}$ (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl ($n = 18$) bei $0,05 \mu\text{g/l}$. Die höchsten Konzentrationen wurden in der Jiceramündung ($0,03 \mu\text{g/l}$) gefunden.

Zn, Zink: Die Medianwerte für Zink im Längsprofil der wässrigen Phase lagen im Oktober 1993 bei $11 \mu\text{g/l}$, im Mai 1994 bei $7,3 \mu\text{g/l}$, im September/Okttober 1995 bei $11 \mu\text{g/l}$ und im April 1996 bei $10 \mu\text{g/l}$ (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl ($n = 34$) bei $4,7 \mu\text{g/l}$. 1997 wurden die höchsten gelösten Zinkkonzentrationen in der Abwasserfahne der chemischen Fabrik Synthesia ($50 \mu\text{g/l}$), der Saalemündung (ca. $60 \mu\text{g/l}$) sowie in der Zwickauer Mulde (ca. $30 \mu\text{g/l}$) gefunden. Der starke Einfluss der Saale auf die gelösten Zinkkonzentrationen in der Elbe bei stromabwärtsgelegenen Messstellen, wie er in den Jahren 1994 bis 1996 von Prange et al. (1997c) festgestellt wurde, ist 1997 nicht mehr nachweisbar.

Zr, Zirkon: Die Medianwerte für Zirkon im Längsprofil der wässrigen Phase lagen im Oktober 1993 bei $< 0,07 \mu\text{g/l}$, im Mai 1994 bei $< 0,07 \mu\text{g/l}$, im September/Okttober 1995 bei $0,05 \mu\text{g/l}$ und im April 1996 bei $0,05 \mu\text{g/l}$ (Prange et al. 1997c). Im September 1997 liegt der Median bei reduzierter Messstellenanzahl ($n = 34$) bei $0,04 \mu\text{g/l}$. 1997 wurden die höchsten Zirkonkonzentrationen neben den Messstellen in der Außenelbe (bis $0,15 \mu\text{g/l}$) in der Jicera ($0,16 \mu\text{g/l}$) und der Saale ($0,09 \mu\text{g/l}$) gemessen. Prange et al. (1997c) stellten dagegen nur in der Abwasserfahne der chemischen Fabrik Synthesia (bis $9 \mu\text{g/l}$) sowie der Ostemündung (bis ca. $0,6 \mu\text{g/l}$) überdurchschnittlich hohe Zirkonkonzentrationen in der wässrigen Phase fest.

4.4 Schlussfolgerungen aus der Betrachtung der Elementkonzentrationen im Längsprofil und dem Vergleich mit früheren Untersuchungen

Die durchschnittlichen Konzentrationen von den untersuchten Elementen haben sich 1997 im Vergleich mit denen der Vorjahre nicht verändert. Einzelne, niedrigere Durchschnittskonzentrationen sind von der Anzahl der Messstellen vor oder nach einem Einleiter oder Nebenfluss abhängig. Dennoch sind an vielen Messstellen gegenüber den Vorjahren niedrigere Konzentrationen festgestellt worden, wie es insbesondere an der Messstelle Synthesia, aber auch an der Mulde- sowie der Saalemündung für viele Elemente beobachtet werden kann. Trends sind noch nicht abzuleiten, da veränderte Abflusssituationen, wie es auch Prange et al. (1997c) dokumentieren, zu unterschiedlichen Konzentrationen führen können.

In der gelösten Phase ist nahezu für jedes Element eine Messstelle vorhanden, an der überdurchschnittlich hohe Konzentrationen gemessen wurden. Dabei konzentrieren sich die höchsten Konzentrationen der untersuchten Elemente auf 19 Messstellen, von denen 4 in der Außenelbe liegen und im folgenden Absatz zusammen betrachtet werden. Des Weiteren werden hier nur Elemente betrachtet, von denen an allen Messstellen Positivbefunde in Ober- und Mittelelbe in der wässrigen Phase vorliegen. Um für das Monitoring wichtige Messstellen zu selektieren, erfolgt eine Zuordnung der Elemente zu den Messstellen, an denen die zwei höchsten Elementkonzentrationen analysiert wurden. Ausgenommen werden Zwickauer und Vereinigte Mulde, deren hohe Konzentrationen in der Muldemündung wiedererkannt werden.

Filirovice Verdek: Ba, Ce

Synthesia: Cu, Ga, Ni, Pb, V, Zn

Valy: Cr

Lysa: Mn

Jicera: Al, Ce, Fe, Sm, Ti, Y, Zr

Obristvi: Hg

Ohre: Cs

Bilina: B, Co, Cr, Cs, Cu, Hg, Li, Mn, Mo, Ni, Pb, Rb, Sb, Ti, V, W

Dobkovic: Sn

Zehren, links: Cd, Ga

Schwarze Elster Mündung: Co, Fe

Muldemündung: Al, Ni, Re, Sb, Tl, U

Saalemündung: Ba, Ca, K, Mg, Na, Re, Sr, Tl, U, Zn

Tangermünde, links: Cd

Havel: W

Tideelbe: B, Ca, K, Li, Mg, Mo, Na, Rb, Sn, Sr, Y, Zr

4.5 Gelöste und partikuläre Anteile an der Gesamtkonzentration

Unter alleiniger Betrachtung der Elementgehalte bzw. -konzentrationen wird nicht deutlich, welche der untersuchten Phasen, die wässrige oder die partikuläre, für das Monitoring eines Elements die wichtigere darstellt. Erst unter Berücksichtigung der Schwebstoffgehalte ist festzustellen, in welcher der Phasen die untersuchten Elemente dominieren. In Abb. 13 sind die medianen Anteile der gelösten und partikulären Phase der Elemente wiedergegeben. Es wurden alle Elemente berücksichtigt, für die mindestens fünf Wertepaare vorliegen. Im HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA-Abbildungen 12, sind die partikulären und gelösten Anteile der Elemente für jede Messstelle in alphabetischer Reihenfolge dargestellt. Elemente, die zu mehr als 50 % in gelöster Form vorliegen sind:

As, B, Ba, Ca, Cu, Ge, K, Li, Mg, Mo, Na, Ni, P, Rb, S, Sb, Sr, Tl, U, V, W.

Elemente, die zu mehr als 50 % partikulär gebunden vorliegen sind:

Al, Bi, Cd, Ce, Co, Cr, Cs, Dy, Er, Eu, Fe, Ga, Gd, Hg, La, Mn, Nd, Pb, Sc, Sn, Ti, Y, Yb, Zn, Zr.

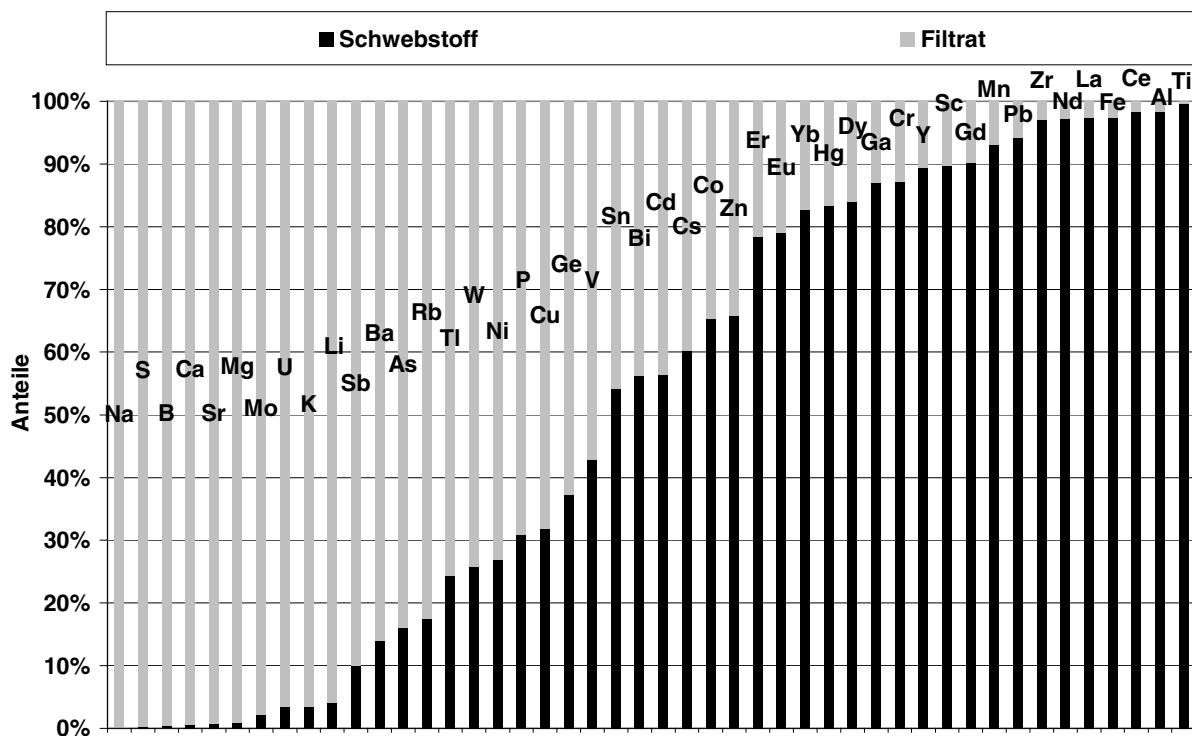


Abbildung 13: Gelöste und partikulär gebundene Anteile der Elemente an der Gesamtkonzentration.

Die vorgefundenen Anteile der Elemente von 1997 sind deckungsgleich mit denen, die Prange et al. (1997a) für Elemente in Schwebstoffen und Filtraten vom September 1995 vorgestellt haben.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass die gelöste Phase an Messstellen im Elbeoberlauf (vor dem Moldauzufluss) sowie in den Nebenflüssen Jicera, Moldau, Ohre, Bilina, wo die Schwebstoffmenge gering ist, eine höhere Bedeutung hat.

4.6 Schwebstoff/Wasser-Verteilungskoeffizienten

Die Verteilungskoeffizienten k_d zwischen partikulärer und gelöster Phase errechnen sich als Quotient aus Konzentration des Elements am Schwebstoff C_s und im Filtrat C_f .

$$K_d = C_s / C_f$$

Die Dimension ist 1/g. Die Verteilungskoeffizienten sind im HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA-Abbildungen 13 für jedes Element in alphabetischer Reihenfolge dargestellt. Auch analytische Streuungen, insbesondere, wenn geringe Konzentrationen in der wässrigen Phase auftreten, können den Verteilungskoeffizienten beeinflussen. Da es sich um einen Quotienten handelt, müssen die relativen Standardabweichungen beider Analyten addiert werden, wodurch die relative Standardabweichung des Quotienten teilweise stark erhöht wird. Im Anhang Längsprofile sind neben den berechneten Verteilungskoeffizienten die relativen Standardabweichungen in Form von Fehlerbalken, die sich aus den Analysen zur Qualitätssicherheit ergeben haben, aufgeführt.

Einen statistischen Überblick über die Verteilungskoeffizienten enthält der HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA-Tabelle 14 (Statistik der Verteilungskoeffizienten). Abb. 14 veranschaulicht durch die Darstellung der minimalen, medianen und maximalen Koeffizienten, dass für die meisten Elemente ein sehr breites Spektrum der Verteilungskoeffizienten vorliegt. Einleitungen und regionale geogene Besonderheiten können Grund für die Variationsbreite sein.

Diese sind bei der Betrachtung der Elementgehalte bzw. -konzentrationen am Schwebstoff und im Filtrat bereits angesprochen worden. Des Weiteren sind Schwankungen des K_d -Wertes zu erwarten, weil Schwebstoffe keine definierte Feststoffmatrix darstellen. Es herrscht ein stetiger Auf- und Abbau der organischen Substanz vor, die mineralischen Bestandteile bestehen aus unterschiedlichen Anteilen von Quarz oder Schichtsilikaten, die Schwebstoffgehalte nehmen entlang des Längsprofiles zu. Außerdem erfolgt eine sehr langsame Gleichgewichtseinstellung der silikatisch gebundenen Elemente. Es kann demnach davon ausgegangen werden, dass es über das gesamte Längsprofil nicht ausreicht, auf die Analysen von einer der beiden Phasen zu verzichten, wie es auch bei Prange et al. (1997a) und Aulinger et al. (1998) für die Elbe festgestellt wurde. Im Gegensatz zu den bei Prange et al. (1997a) dargestellten Elementen sind die Verteilungskoeffizienten im Tidebereich nicht er-

höht, sondern erniedrigt (siehe HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA-Abbildungen 13 (Verteilungskoeffizienten): Ca, Rb, W, U), was die temporäre und räumliche Variabilität der Verteilungskoeffizienten beschreibt.

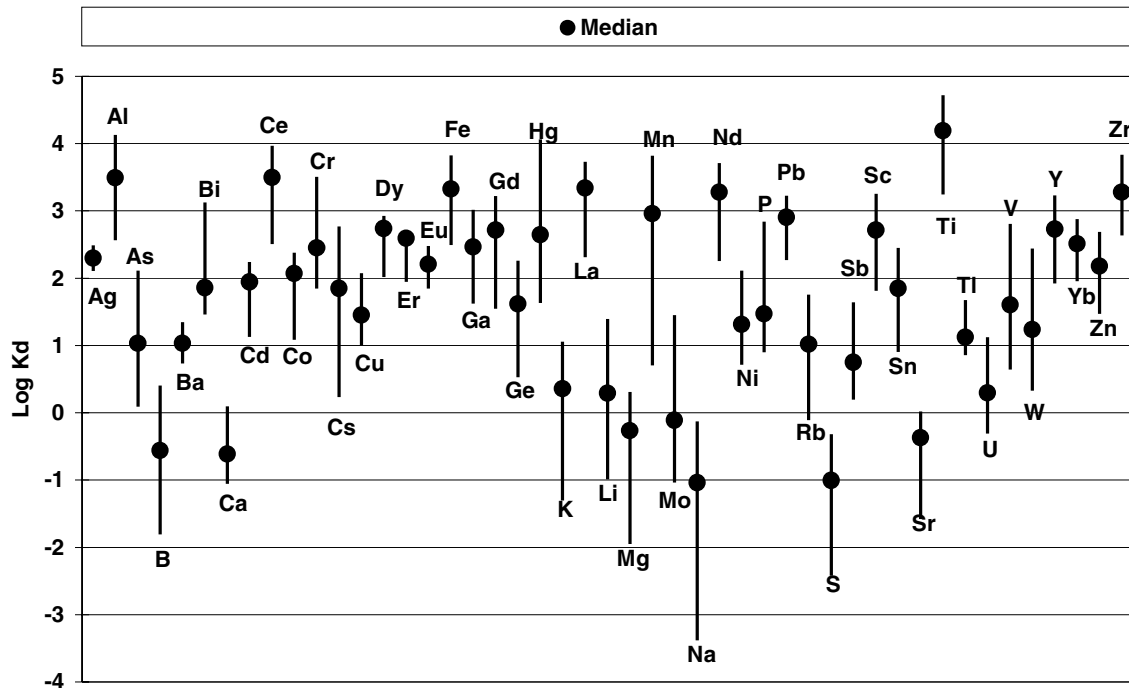


Abbildung 14: Minimale, mediane und maximale Verteilungskoeffizienten von Elementen, für die mehr als fünf Wertepaare vorliegen.

Die Auswertung der Verteilungskoeffizienten von 33 Elementen (vollständige Ergebnisreihen bezüglich der Gesamtelbe bzw. bezüglich Ober- und Mittellauf zwischen partikulärer und wässriger Phase) macht deutlich, dass höchste und niedrigste Verteilungskoeffizienten auf wenige Messstellen beschränkt sind. Diese sind wiederum für das Monitoring bedeutend, da an ihnen die stärksten Abweichungen bezüglich der „durchschnittlichen Gleichgewichtseinstellung zwischen partikulärer und wässriger Phase“ auftreten.

Die höchsten Verteilungskoeffizienten (das Gleichgewicht ist am stärksten zugunsten der partikulären Phase verschoben) treten für

Al in der Ohremündung,

Ba, Ce, Fe, Pb, Sr, Ti, Y, Zr am linken Ufer von Zehren,

B, Cs, Ga, K, Li, Mg, Na, Ni, Rb, Tl, Hg bei Filirovice Verdek,

Ca in der Bilina,

Cd, Sn in der Muldemündung,

Co in der Zwickauer Mulde,

Cr, Mo, Sb, U, V, W in der Mündung der Schwarzen Elster,

Cu in der Abwasserfahne von Synthesia,

Mn in der Havelmündung

Zn am linken Ufer von Schnackenburg auf.

Die niedrigsten Verteilungskoeffizienten (das Gleichgewicht ist am stärksten zugunsten der gelösten Phase verschoben) treten für
 Al, Ce, Fe, Ti, Y in der Jiceramündung,
 B, Ca, Cu, Hg, K, Mg, Mo, Sn, Sr in der Tideelbe,
 Ba, Cd, Co, Cs, Ga, Li, Na, Ni, Sb, V in der Bilinamündung,
 Cr, Rb, U, W, Zr in der Havelmündung,
 Mn, Pb, Zn in der Abwasserfahne von Synthesia,
 Tl in der Vereinigten Mulde auf.

5 Multivariate statistische Verfahren

5.1 Einführung in multivariate statistische Verfahren

Für die Auswertung der umfangreichen Untersuchungskampagne, es wurden 65 Elemente in der wässrigen und partikulären Phase an 34 Messstellen untersucht, bieten sich nach Weber (1974), Einax (1993, 1995) und Prange (1997a) sowie Beuge et al. (1999) multivariate statistische Methoden an. An dieser Stelle soll auf die durchgeführten Verfahren eingegangen werden. Die statistischen Untersuchungen wurden mit Statistica 6.0 durchgeführt.

5.2 Faktorenanalyse

Die Faktorenanalyse stellt im Gegensatz zur Clusteranalyse nicht nur eine qualitative, sondern auch eine quantitative Informationsquelle dar. Sie ist ein geeignetes Werkzeug zur Merkmalsreduktion und kann für die Fragestellung dieser Untersuchungskampagne „bedeutsame, musterprägende Elemente“ von weniger bedeutsamen Elementen trennen und gleichzeitig wichtige Ansätze zur Dateninterpretation liefern.

Die Faktorenanalyse geht davon aus, eine Messdatenmatrix Z in eine Matrix P , der Faktorwerte sowie eine Matrix A , die Faktorladungen, zerlegen zu können:

$$Z = A * P$$

Dabei existieren unendlich viele Lösungsmöglichkeiten für A und P . Die Besonderheit der Faktorenanalyse besteht darin, dass nach dem Schritt der Faktorenextraktion, der Zerlegung der Matrix Z in A und P , eine Rotation der Hauptachsen durchgeführt wird. In der Regel wird die Varimax-Rotation angewandt, bei der die gefundenen Hauptachsen so im Datenraum gedreht werden, dass die Messgrößen entweder vom Betrag her hohe Korrelationen zur jeweiligen Hauptfaktorenachse bekommen (dann sind die Faktorladung nahe bei +1 bzw. -1) oder sie bleiben unkorreliert (dann ist die Faktorladung nahezu 0). So entsteht zu jedem selektierten Faktor eine charak-

terische Messgrößengruppe mit hohen Ladungen, die wie Korrelationskoeffizienten interpretiert werden können. Alle anderen Messgrößen sind zu diesem Faktor unkorreliert und können unberücksichtigt bleiben.

Gleichzeitig birgt die Matrix der Faktorwerte eine Information über die Wirkstärke eines Faktors an der jeweiligen Probe, bzw. in dieser Untersuchung, Messstelle, in sich. Die Faktorwerte stellen dabei standardisierte Merkmale dar; ihr Mittelwert ist 0, ihre Standardabweichung 1. Faktorwerte von > 1 oder < -1 kennzeichnen die Wirkungsschwerpunkte (Messstellen) eines Faktors, in diesem Fall einer Gruppe von Elementen. Dabei machen die Vorzeichen der Faktorwerte nicht automatisch deutlich, ob es sich um eine Erhöhung oder eine Erniedrigung von Gehalten bzw. Konzentrationen handelt. Das muss stets anhand der Daten überprüft werden.

Da eine unendlich große Zahl von Faktoren extrahierbar wäre, wird sich in der Regel auf eine bestimmte Anzahl von Faktoren beschränkt. Entweder werden alle Faktoren berücksichtigt, deren Eigenwerte größer Eins sind; denn diese Faktoren beschreiben mehr Varianz als eine Variable. Andererseits ist auch eine grafische Auswahl der zu extrahierenden Faktoren möglich. Dabei werden im sogenannten Screeplot alle Eigenwerte der extrahierten Faktoren in abnehmender Höhe aufgetragen und miteinander verbunden. Dort, wo die gleichmäßige Abnahme der Eigenwerte aufhört, die Linie abknickt, beginnen die „unerklärlichen“ Faktoren.

Es werden Faktorenanalysen mit anschließender Varimaxrotation der Hauptachsen durchgeführt.

5.3 Hierarchische Clusteranalyse

Die hierarchische Clusteranalyse stellt ein deskriptives statistisches Verfahren dar. Es ist nicht von geschätzten statistischen Parametern abhängig und kann auch noch bei kleineren Untersuchungsreihen bzw. Stichprobenumfängen sinnvoll eingesetzt werden. In dieser Arbeit wird anhand von hierarchischen Clusteranalysen, wie sie Prange et al. (1997a) bereits für Elbe-Längsprofiluntersuchungen eingesetzt hat, versucht, für die partikuläre und wässrige Phase Elemente mit ähnlichen Längsprofilen zusammenzufassen bzw. Standorte mit ähnlichen Elementmustern zu gruppieren. Einax (1993) hat die sehr gute Eignung der Agglomerationsmethode nach Ward zur Strukturierung von Umweltdaten beschrieben.

Die Agglomerationsmethode nach Ward wurde auch von Prange et al. (1997a) für Elbeschwebstoff- sowie Filtratdaten eingesetzt. Damit verbunden ist der Einsatz der quadrierten euklidischen Distanz, um die Ausgangsdistanzmatrix zwischen den verschiedenen Proben zu berechnen. Es ist nötig, die Ergebnisreihen für die Elemente zu standardisieren, damit Skalierungsprobleme ausgeschaltet werden können. Andernfalls bestimmen Elemente mit hohen Gehalten, wie Aluminium oder Eisen, die Clusterbildung. Die Standardisierung der Ergebnisreihen erfolgt über folgende Glei-

chung, bei der vom Messwert der Mittelwert der Ergebnisreihe subtrahiert wird. Das Ergebnis wird durch die Standardabweichung der Messreihe geteilt:

$$Z = (\text{Messwert} - \text{Mittelwert}) / \text{Standardabweichung}_{\text{der Messreihe}}$$

6 Statistische Analysen der Elementgehalte in Schwebstoffen

6.1 Kennzeichnung von Elementen mit anthropogen unbeeinflussten Gehalten und durch diese geprägte Messstellen

Um den umfangreichen Datensatz zu strukturieren, wurde eine Faktorenanalyse unter Einbeziehung von 58 Elementen und sämtlichen 34 Messstellen durchgeführt. Es wird im ersten Schritt ein Screeplot erstellt, um die Zahl der zu analysierenden Faktoren zu bestimmen. Entsprechend des Screeplots (Abb. 15) sollte nur ein Faktor mit hohem Eigenwert selektiert werden, denn die grafische Auswertung des Screeplots lässt bereits nach dem ersten Faktor ein „Abknicken der Linie“ erkennen (siehe Kapitel 5.2). Dies bedeutet, dass die unerklärlichen Faktoren beginnen. Der Eigenwert (hier 29,7) ist ein Maß für die Varianz des Faktors, in diesem Fall beschreibt er 51 % der gesamten Varianz des Datensatzes (Tab. 2). In Spalte drei der Eigenwert-Tabellen werden die Varianzen der zwei extrahierten Faktoren addiert. In Tabelle 2 entspricht die kumulierte Varianz der Gesamtvarianz, da nur ein Faktor extrahiert wird. Die kumulierte Varianz beschreibt demnach den summierten Anteil aller Faktoren an der Gesamtvarianz.

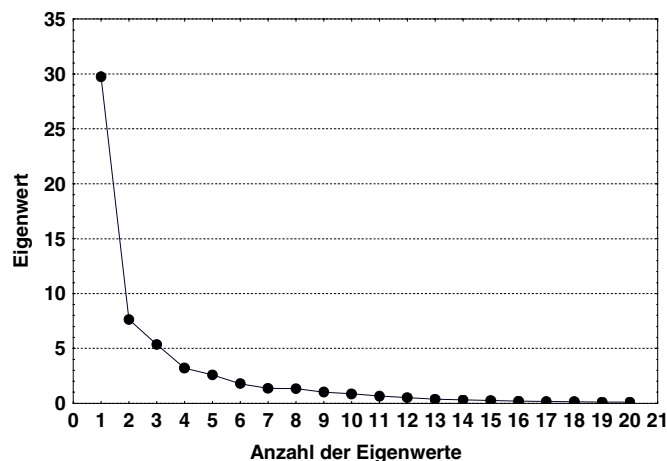


Abbildung 15: Screeplot zur Festlegung der zu extrahierenden Faktoren auf der Grundlage von 58 Elementen und 34 Messstellen.

Tabelle 2: Eigenwert der Faktorenextraktion (Schwebstoffe, 58 Elemente, 34 Messstellen)

Faktor	Eigenwert	Gesamte Varianz (%)	Kumulierte Varianz (%)
1	29,7	51	51

Im zweiten Schritt wird die Faktorenextraktion durchgeführt und die Datenmatrix in Faktorladungen (Tab. 3) und Faktorwerte (Abb. 16) zerlegt. Der selektierte Faktor

besteht aus Elementen, die keine anthropogene Beeinflussung vermuten lassen, wie es in Tab. 3 durch Fettdruck der signifikant korrelierten Elemente dargestellt ist. Es handelt sich um: Al, Ce, Cs, Dy, Er, Eu, Ga, Gd, Ho, K, La, Li, Mg, Nb, Nd, Pr, Rb, Sc, Sm, Tb, Th, Ti, Tm, V, Y, Yb, Zr.

Tabelle 3: Faktorladungen der Analyse mit 58 Elemente und 34 Messstellen, durch Fettdruck hervorgehobene Faktorladungen sind signifikant untereinander korreliert

Element	Faktor 1	Element	Faktor 1
Ag	0.14	Mn	-0.12
Al	0.95	Mo	-0.06
As	0.01	Na	0.63
B	0.52	Nb	0.90
Ba	0.56	Nd	0.96
Be	0.45	Ni	0.34
Bi	0.35	P	-0.02
Ca	-0.05	Pb	0.13
Cd	0.33	Pr	0.96
Ce	0.97	Rb	0.90
Co	0.12	S	-0.04
Cr	-0.05	Sb	0.51
Cs	0.72	Sc	0.93
Cu	0.11	Sm	0.95
Dy	0.89	Sn	0.31
Er	0.90	Sr	0.53
Eu	0.73	Ta	0.69
Fe	0.11	Tb	0.89
Ga	0.86	Th	0.97
Gd	0.76	Ti	0.88
Ge	0.65	Tl	0.62
Hg	-0.24	Tm	0.92
Ho	0.89	U	0.18
In	0.30	V	0.81
K	0.80	W	0.13
La	0.94	Y	0.79
Li	0.85	Yb	0.94
Lu	0.68	Zn	0.39
Mg	0.73	Zr	0.86

Abb. 16 veranschaulicht durch die Faktorwerte, die die Wirkungstärke des extrahierten Faktors an den verschiedenen Messstellen kennzeichnen, an welchen Messstellen die selektierten Elemente Anreicherungen bzw. Abreicherungen erfahren. Faktorwerte > 1 bzw. < 1 kennzeichnen signifikante An- bzw. Abreicherungen. Dies wird anhand der Daten überprüft. An den Messstellen Zehren, linkes Ufer, in der Jicera- mündung, bei Filirovice Verdek sowie im Bereich der Zwickauer Mulde sind Anreicherungen der Elemente ohne anthropogene Beeinflussung anzutreffen, weil die Schwebstoffe möglicherweise aus überwiegend mineralischen Bestandteilen bestehen. Andererseits liegen in der Havelmündung, Muldemündung sowie der Bilina

und auch bei Lysa Schwebstoffe vor, deren organischer Anteil höher ist, so dass natürliche mineralisch bedingte Elementgehalte verdünnt werden.

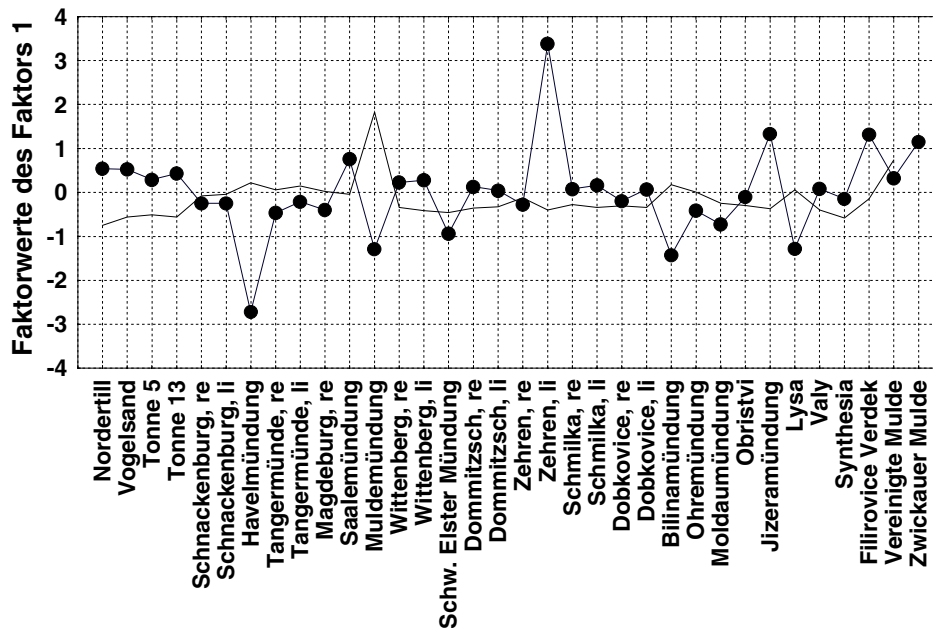


Abbildung 16: Faktorwerte – Wirkungsschwerpunkte der „Elemente ohne anthropogene Beeinflussung“- Kennzeichnung von An- und Abreicherungen

6.2 Kennzeichnung von Elementen mit anthropogen angereicherten Gehalten und durch diese geprägte Messstellen

Die erste durchgeführte Faktorenanalyse hat gezeigt, dass das geochemische Längsprofil von Elementen ohne anthropogene Beeinflussung geprägt wird. Die in 6.1 selektierten Elemente werden für die nächste Faktorenanalyse weggelassen, damit die verbliebenen Elemente charakterisierbar werden. Es gingen 31 Elemente und 34 Messstellen in die Analyse ein. Der Screeplot (Abb. 17) verdeutlicht durch das Abknicken der Kurve nach dem dritten Faktor, dass drei Faktoren selektiert werden können. Diese drei Faktoren decken fast 64 % der verbliebenen Varianz ab (Tab. 4). Die extrahierten Faktoren werden aus Elementen, die anthropogene Anreicherungen aufweisen, gebildet. Die faktorenbildenden Elemente weisen hohe Faktorenladungen auf und sind in Tab. 5 durch Fettdruck gekennzeichnet. Es handelt sich um die Elemente: Faktor 1: As, Be, Bi, Cd, Ni, Sn, Tl, U, W; Faktor 2: Ca, Cr, Hg, Pb; Faktor 3: Co, Fe, Mo, S. Während im ersten Faktor Elemente zusammengefasst werden, die ihren Anreicherungsschwerpunkt im Muldesystem haben (Abb. 18), sind im zweiten Faktor Elemente signifikant korreliert, die ihre höchsten Anreicherungen in der Bili-na haben (Abb. 18). Hier gehen negative Faktorwerte mit Metallgehaltserhöhungen in der partikulären Phase einher. So wird deutlich, dass negative Faktorwerte nicht automatisch mit niedrigen Gehalten der Metalle einhergehen. Im dritten Faktor sind

Elemente vereint, für die eine Anreicherung in organischer Substanz oder auch in Kohlepartikeln denkbar ist. Deren Wirkschwerpunkte sind die Mündungen von Schwarzer Elster und der Mulde (Faktorwerte > 1, Abb. 19).

Es sind in Abb. 18 und 19 vier Hot Spots von Elementanreicherungen zu erkennen. Dies sind die Messstellen Muldemündung, Zwickauer Mulde und die Bilinamündung sowie die Mündung der Schwarzen Elster, wie es auch die verschiedenen Bewertungsverfahren (Abschnitt 4.2.3 sowie Berichtsanhang 1, BA-Tabelle 4) gezeigt haben.

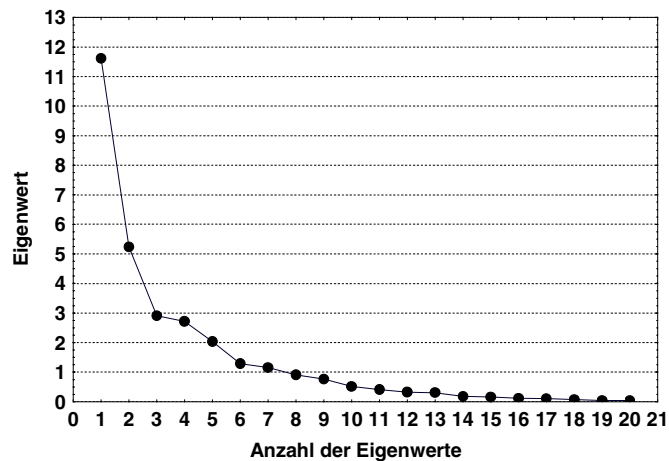


Abbildung 17: Screeplot zur Festlegung der zu extrahierenden Faktoren auf der Grundlage von 31 Elementen und 34 Messstellen

Tabelle 4: Eigenwerte der Faktorenanalyse (Schwebstoffe, 30 Elemente, 34 Messstellen)

Faktor	Eigenwert	Gesamte Varianz (%)	Kumulierte Varianz (%)
1	11.62	37.48	37.48
3	5.24	16.90	54.38
2	2.91	9.38	63.75

Tabelle 5: Faktorladungen der Analyse mit 31 Elementen und 34 Messstellen, durch Fettdruck hervorgehobene Ladungen sind untereinander signifikant korreliert

Element	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Element	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3
Ag	0.09	-0.58	-0.12	Mn	0.08	0.23	0.08
As	0.82	-0.05	0.18	Mo	0.35	0.02	0.84
B	0.09	0.00	0.16	Na	0.51	0.28	0.16
Ba	0.45	0.06	0.31	Ni	0.87	0.07	0.29
Be	0.93	0.05	0.07	P	0.15	-0.19	0.27
Bi	0.96	0.03	0.06	Pb	0.18	-0.87	-0.02
Ca	-0.11	-0.93	-0.05	S	0.07	-0.36	0.78
Cd	0.82	0.08	0.19	Sb	0.55	0.07	0.29
Co	0.33	0.12	0.83	Sn	0.92	-0.06	0.07
Cr	-0.04	-0.83	0.16	Sr	-0.13	-0.32	0.10
Cu	0.20	-0.55	0.07	Ta	0.40	0.02	-0.09
Fe	0.08	0.05	0.96	Tl	0.73	0.13	0.35
Ge	0.08	0.10	-0.24	U	0.97	0.02	0.04
Hg	-0.08	-0.94	-0.02	W	0.94	-0.16	0.08
In	0.40	0.03	0.06	Zn	0.55	-0.16	0.22
Lu	0.41	0.13	0.21				

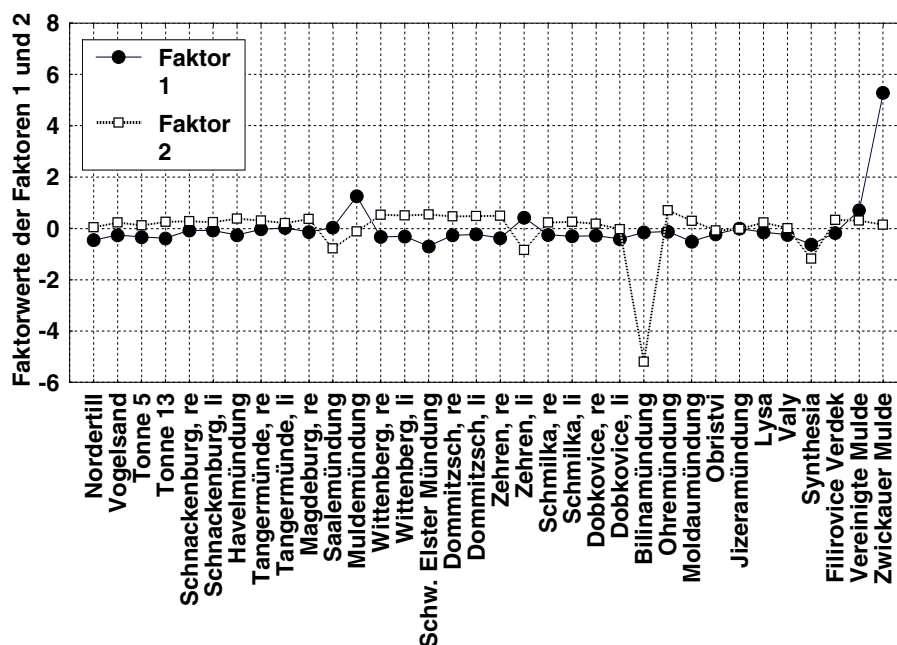


Abbildung 18: Faktorwerte - Wirkungsschwerpunkte anthropogen beeinflusster Elemente, Faktor 1: As, Be, Bi, Cd, Ni, Sn, Tl, U, W; Faktor 2: Ca, Cr, Hg, Pb.

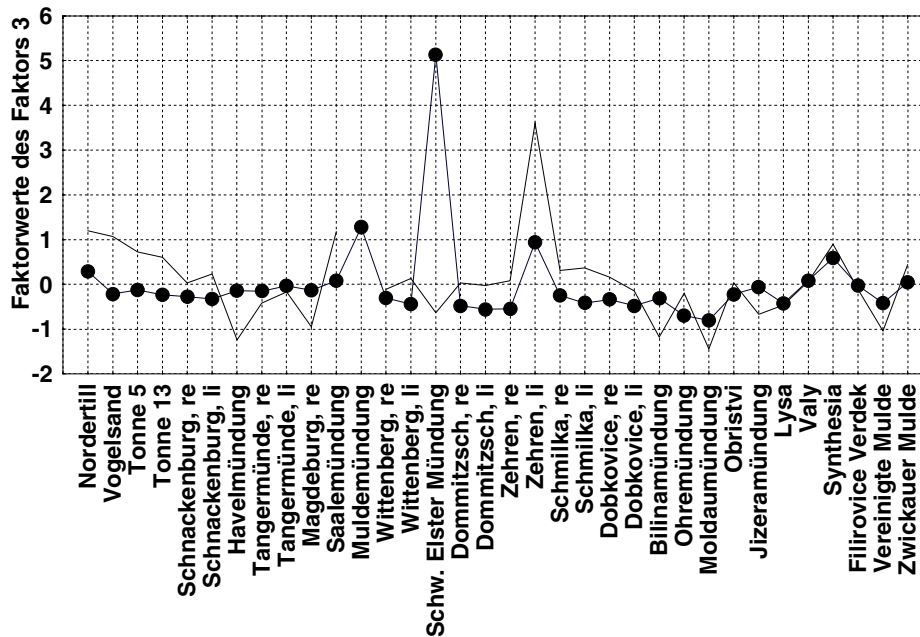


Abbildung 19: Faktorwerte – Wirkungsschwerpunkte anthropogen beeinflusster Elemente, Faktor 3: Co, Fe, Mo, S.

6.3 Kennzeichnung von Elementen mit anthropogen angereicherten Gehalten sowie deren Wirkschwerpunkte unter Ausgrenzung der Hot Spots

Die vorangegangene Faktorenanalyse hat anthropogen beeinflusste Elemente in Faktoren zusammengefasst und deren gemeinsame Anreicherungsschwerpunkte selektiert. Um darüber hinaus die Elementverteilung in Schwebstoffen beschreiben zu können, werden für eine weitere Faktorenanalyse die in 6.2 herauskristallisierten, die Muster dominierenden Messstellen weggelassen. So wird es möglich, untergeordnete Muster und untergeordnet kritische Messstellen zu erkennen. In die Analyse gingen 31 Elemente und 30 Probenahmestellen ein. Die für die folgenden Analysen nötigen Screeplots und Tabellen mit Eigenwerten, Faktorladungen und Abbildungen der Faktorwerte finden sich im HP-Anhang 3 (Statistische Untersuchungen). In HP-Anhang 3 (Statistische Untersuchungen), HPA-Abb. 15 ist der Screeplot zur Festlegung der zu extrahierenden Faktoren gekennzeichnet.

Die fünf zu selektierenden Faktoren decken 79 % der Gesamtvarianz ab (HPA-Tabelle 16). Sie werden weitestgehend aus anthropogen beeinflussten Elementen gebildet, wie die hohen Faktorladungen, die in HPA-Tabelle 17 durch Fettdruck gekennzeichnet sind, zeigen. Es handelt sich um die Elemente: Faktor 1: Be, In, Sb; Faktor 2: Cr, Cu, Hg, Mo, P; Faktor 3: B, Ca; Faktor 4: Mn, S; Faktor 5: As, Cd. Die Wirkungsschwerpunkte der Faktoren, die Faktorwerte, sind in den Abb. 20 bis 22 wiedergegeben.

Wie es die Bewertung der Elementgehalte im Längsprofil (Berichtsanhang 1, BA-Tabelle 4) bestätigt, sind Be-, In- und Sb-Anreicherungen in der Jizeramündung, bei

Filirovice Verdek und am linken Ufer von Zehren am größten. Andererseits liegen in der Havelmündung erniedrigte Gehalte vor, was auf den geogenen Charakter der Elemente hinweist. Die Elemente Cr, Cu, Hg, Mo und P erfahren auffällige Anreicherungen in der Abwasserfahne von Synthesia sowie an der nächsten stromabwärtsgelegenen Messstelle Valy. Im Faktor 3 sind Elemente zusammengefasst (B, Ca), die sowohl die abweichende geochemische Zusammensetzung der Tideelbeschwebstoffe beschreiben, als auch durch Anreicherungen an den Messstellen Zehren linkes Ufer und der Saalemündung auffallen. Von beiden Elementen weist nur Ca niedrige Gehalte in der Muldemündung auf (Berichtsanhang 1, BA-Tabelle 4). Im vierten Faktor sind Mn und S zusammengefasst, für die eine natürliche Anreicherung in der organischen Substanz in Betracht gezogen werden muss. Ihre Gehalte sind auch in der Havelmündung entsprechend hoch. Hohe Anreicherungen finden sich am linken Ufer von Zehren sowie insbesondere für Mn auch bei Obristvi und Lysa (Abb. 21; Berichtsanhang 1, BA-Tabelle 4). Im fünften Faktor werden As und Cd aufgrund ihrer gemeinsamen Anreicherungen an den Messstellen Vereinigte Mulde und Valy zusammengefasst (Abb. 22).

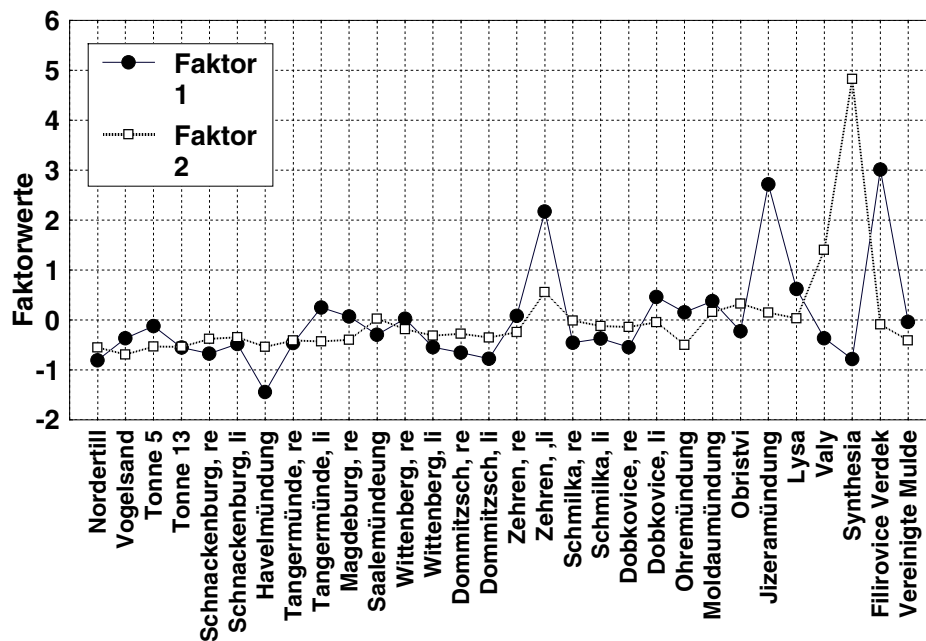


Abbildung 20: Faktorwerte – Wirkschwerpunkte von Faktor 1: Be, In, Sb und Faktor 2: Cr, Cu, Hg, Mo, P – Anreicherungsschwerpunkte nach Ausgrenzung der Hot Spots

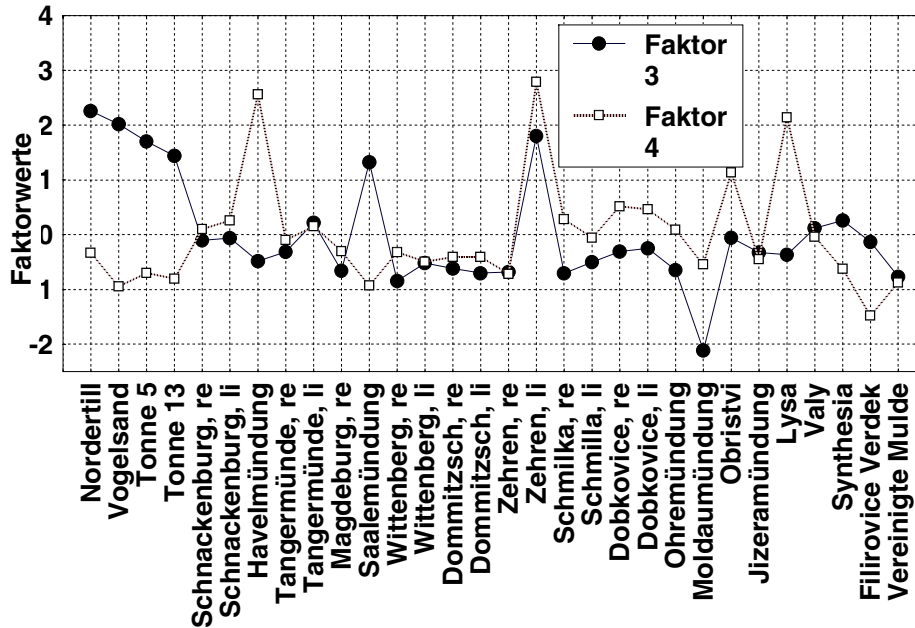


Abbildung 21: Faktorwerte – Wirkschwerpunkte von Faktor 3: B, Ca und Faktor 4: Mn, S - unter Ausgrenzung der Hot Spots

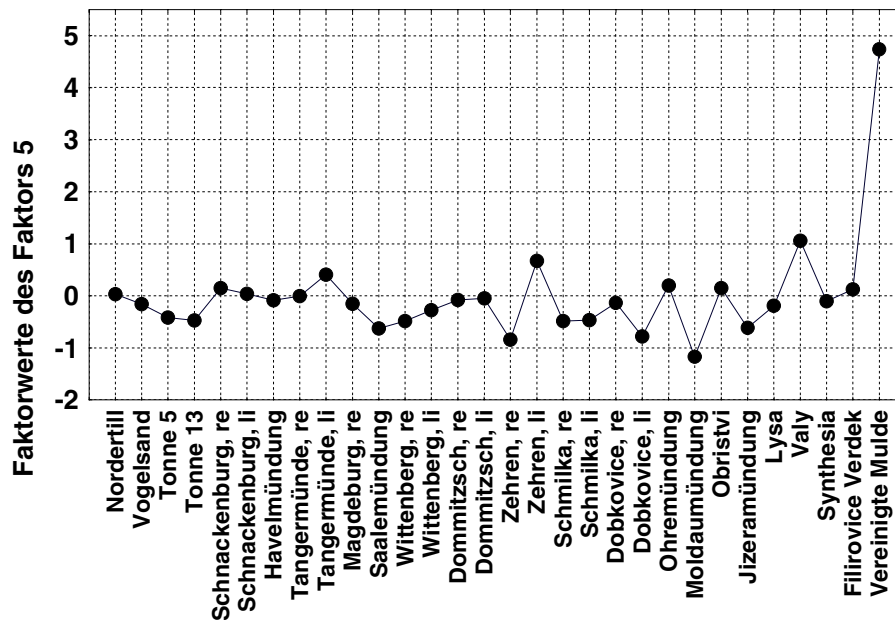


Abbildung 22: Faktorwerte – Wirkschwerpunkte von Faktor 5: As, Cd – unter Ausgrenzung der Hot Spots

6.4 Hierarchische Clusteranalyse zur Identifizierung von Elementen mit anthropogen angereicherten Gehalten

Des Weiteren wurde eine hierarchische Clusteranalyse durchgeführt, um einen direkten Vergleich mit den Ergebnissen Pranges et al. (1997a) zu ermöglichen. Es gingen in die Analyse 58 Elemente und alle Messstellen ein (Abb. 23). Es wurde mittels Ward Methode und quadrierter euklidischer Distanz gearbeitet.

Prange et al. (1997a) bestimmten während der Längsprofiluntersuchungen von 1993 bis 1996 mittels hierarchischer Clusteranalyse folgende überwiegend anthropogen beeinflusste Elemente:

Ag, As, Au, Ba, Be, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Ge, Hg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, Sb, Se, Sn, Tl, U, W, Zn.

1997 werden folgende Elemente in der Gruppe anthropogen beeinflusster Elemente zusammengefasst (Abb. 23):

Ag, As, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, In, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Sn, Tl, U, W.

Der Vergleich zeigt eine weitgehende Übereinstimmung bezüglich der Gruppierung. Abweichungen sind aufgrund der veränderten Messstellenanzahl zu erwarten. Nicht erwartet wurde, dass Zn 1997 nicht zu den anthropogen beeinflussten Elementen gruppiert wurde. Möglicherweise sind die Zinkgehalte an den Hot Spots noch nicht hoch genug, um Zn von anthropogen unbeeinflussten Elementen zu trennen (Analysewerte gehen standardisiert in die Clusteranalyse ein).

Die Clusterung der Elemente unter Ausgrenzung der in 6.1 bis 6.3 selektierten Messstellen (Abb. 24) führt zu einer veränderten Gruppierung. Dies ist erklärlich, da viele Elemente, wie Mo, U oder auch W, ihre stärksten Anreicherungen in den Nebenflüssen haben und im Elbestrom selbst Gehalte auf fast geogenem Niveau zeigen. Andererseits werden Elemente, die kontinuierlich hohe Gehalte an den in der Analyse berücksichtigten Messstellen aufweisen, zu den geogenen Elementen gezählt, wie es für Ag, Cu und Cr der Fall ist.

Zu den anthropogen beeinflussten Elementen zählen unter Beschränkung auf 15 Messstellen (exklusive der Messstellen, die in 6.1 bis 6.3 selektiert wurden): As, Bi, Cd, Co, Fe, Hg, In, K, Mg, Na, Ni, P, Pb, S, Sn, Tl, Zn. Diese Gruppe zeigt anthropogene Beeinflussungen, auch wenn die Anreicherungsschwerpunkte an der Elbe unberücksichtigt bleiben.

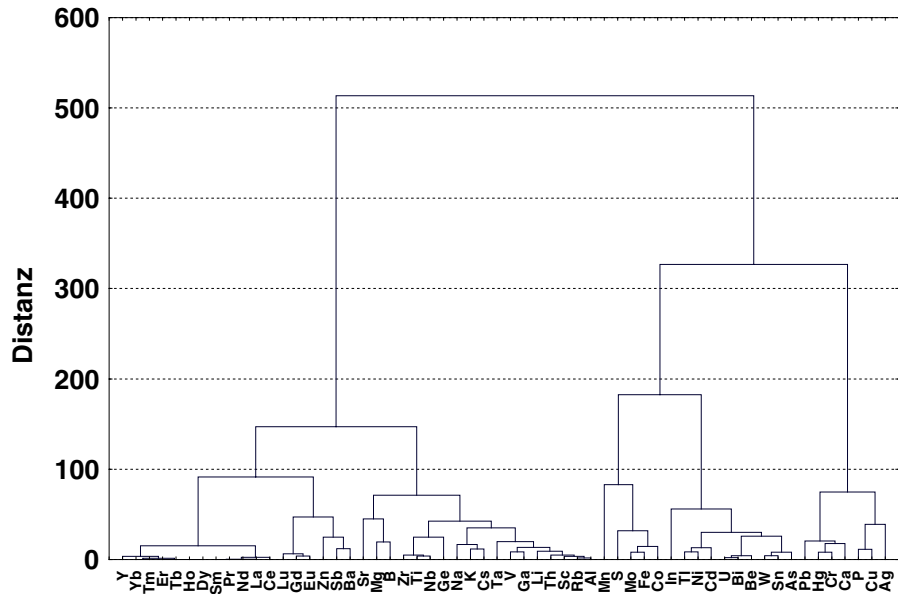


Abbildung 23: Cluster der Elemente in Schwebstoffen zur Kennzeichnung von Elementen anthropogener Beeinflussung.

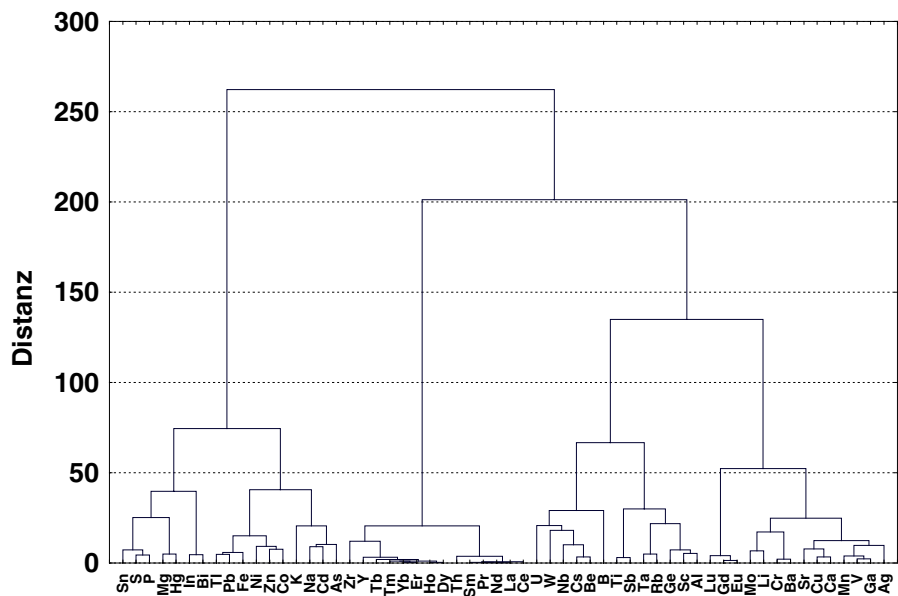


Abbildung 24: Cluster der Elemente in Schwebstoffen zur Kennzeichnung von Elementen anthropogener Beeinflussung unter Ausgrenzung der in 6.1 bis 6.3 selektierten Messstellen.

6.5 Hierarchische Clusteranalyse zur Auswahl von Messstellen

Die durchgeführte Clusteranalyse zur Messstellenauswahl mittels der Elementgehalte in Schwebstoffen kennzeichnet einerseits Anreicherungs-Hot-Spots, indem Zehren, linkes Ufer und die Zwickauer Mulde auf höchster Ebene und auf nächster Ebene die Abwasserfahne der chemischen Fabrik Synthesia, die Bilinamündung und die Muldemündung von den übrigen Standorten abgetrennt werden. Andererseits werden zusammen mit der Muldemündung auch Lysa und die Flussmündungen von Schwarzer Elster, Havel und Moldau gruppiert. Die Clusteranalyse ist in der Lage, geographische Besonderheiten, wie den Tideelbereich oder die Nebenflüsse von den übrigen Standorten abzutrennen. Sehr ähnliche Elementmuster liegen an den Standorten vor, an denen linkes und rechtes Elbufer beprobt wurden (Abb. 25).

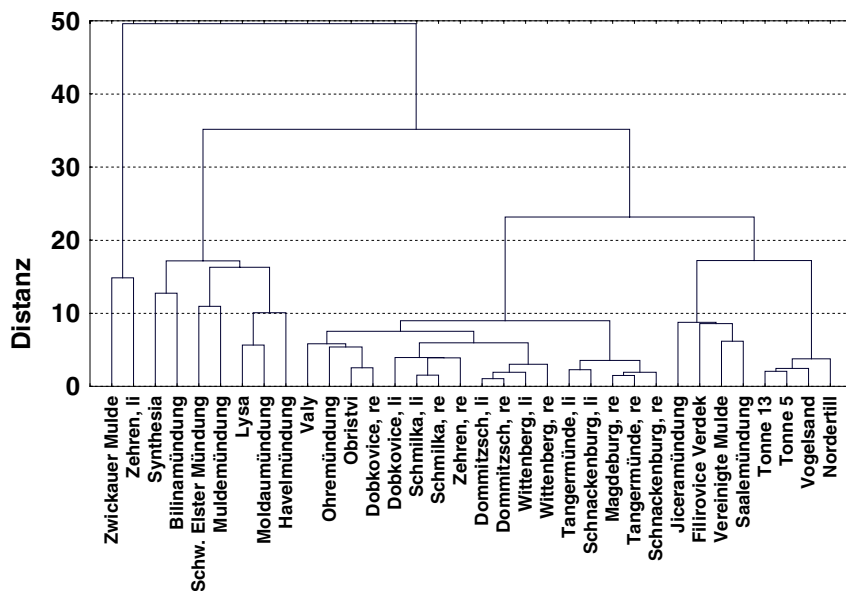


Abbildung 25: Clusteranalyse der Schwebstoffgehalte zur Messstellenauswahl, 58 Elemente, 34 Standorte

6.6 Schlussfolgerungen für ein Schwebstoffmonitoring

In den vorangehend beschriebenen Betrachtungen und statistischen Analysen sind Anreicherungen der Elemente gegenüber Hintergrundwerten und Beurteilungen mit verschiedenen Klassifizierungssystemen durchgeführt worden.

Für die Normierung von Hintergrundwerten ist es wichtig, ein Element auszuwählen, das in Schwebstoffen dem Durchschnitt aller geogenen Elemente entsprechend, abgereichert vorliegt. Dieses Kriterium erfüllt Al.

Folgende Elemente überschreiten an mehr als 50 % der Probenahmestellen die Hintergrundwerte von Prange et al. (1997b) und Krüger et al. (1998):

1. Ag, As, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Mo, P, Pb, S, Sb, Sn, Sr, W, Zn.

Folgende Elemente bestimmen das geochemische Muster unter Ausgrenzung anthropogen unbeeinflusster Elemente:

2. As, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Fe, Hg, Mo, Ni, Pb, S, Sn, Tl, U, W.

Folgende Elemente bestimmen das geochemische Muster unter Ausgrenzung von Hot Spots sowie unter Ausgrenzung anthropogen unbeeinflusster Elemente:

3. As, B, Ca, Cd, Be, Cr, Cu, Hg, In, Mn, Mo, P, S, Sb.

Folgende Elemente werden von den hierarchischen Clusteranalysen zu den anthropogen beeinflussten Elementen gruppiert:

4. Ag, As, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, In, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, Sn, Tl, U, W, Zn.

Folgende Elemente bilden die Schnittmenge aus vorangehend genannten Ergebnissen und stellen den Mindestumfang an das Schwebstoffmonitoring dar:

5. As, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Sn, W.

Folgende Elemente bilden die Summe aus vorangehend genannten Ergebnissen:

6. Ag, As, B, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, In, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, Sb, Sn, Tl, U, W, Zn.

Folgende Elemente sind von Prange et al. (1997a) in den Jahren 1993 bis 1996 in der partikulären Phase zu einer Gruppe von Elementen, die überwiegend anthropogene Beeinflussung zeigen, zusammengefasst worden:

7. Ag, As, Au, Ba, Be, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Ge, Hg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, Sb, Se, Sn, Tl, U, W, Zn.

Für ein Schwebstoffmonitoring anthropogener Elemente wird die Schnittmenge aus 6. Und 7. vorgeschlagen:

- **Ag, As, Be, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Sb, Sn, Tl, U, W, Zn.**

Zusätzlich sollten für Normierungszwecke ein oder zwei Elemente berücksichtigt werden. Hier wird Al vorgeschlagen. Prange et al. (1997a,c) normierten mit Sc.

Folgende Messstellen fallen durch besondere An- oder Abreicherungen auf:

Tidebereich, Schnackenburg, Havelmündung, Tangermünde, Magdeburg, Schwarze Elster Mündung, Domnitzsch, Saalemündung, Zehren, li, Schmilka, Dobkovic, Bili-namündung, Moldaumündung, Obristvi, Jiceramündung, Valy, Synthesia, Filirovice Verdek, Vereinigte Mulde, Zwickauer Mulde, Muldemündung. Unter Berücksichtigung der Clusteranalyse in 6.5 könnte auf folgende Messstellen verzichtet werden: Nordertill und Tonne 5, Tonne 13 Schnackenburg rechts, Tangermünde rechts, Wittenberg rechts, Schmilka rechts, Domnitzsch rechts, Dobkovic rechts.

7 Statistische Analysen der Elementkonzentrationen in Filtraten

7.1 Gesamtes Längsprofil

Um den Datensatz der Elementkonzentrationen in der gelösten Phase zu strukturieren, wurde eine Faktorenanalyse mit 21 Elementen und 34 Messstellen durchgeführt. Die grafische Auswertung des Screeplots (HP-Anhang 3 (Statistische Untersuchungen), CD-Abbildung 18) erlaubt die Extraktion von 4 Faktoren.

Die vier Faktoren decken eine Gesamtvarianz des Datensatzes von 91 % ab (HPA-Tabelle 19). 19 von 21 Elementen sind musterprägend bezüglich des Elbelängsprofils. Der erste Faktor wird von den signifikant korrelierten Elementen B, Ca, K, Li, Mg, Na, Rb, Sn, Sr, Zr gebildet (HPA-Tabelle 20). Darunter sind vor allem Alkali- und Erdalkalimetalle, die besonders im Tidebereich durch hohe Konzentrationen auffallen (Abb. 26, HPA-Abbildungen 10). Den zweiten Faktor bilden Cs, Cu, Hg, V (Abb. 26). Es handelt sich überwiegend um anthropogen beeinflusste Elemente, die besonders in der Bilinamündung und mit Einschränkung in der Abwasserfahne der chemischen Fabrik Synthesia hohe Konzentrationen aufweisen, wie die Faktorwerte als Wirkschwerpunkte in Abb. 26 beschreiben und wie es die Längsprofile (HPA-Abbildungen 10) bestätigen. Im dritten Faktor werden Mo, U und W zusammengefasst. Ihre höchsten Konzentrationen in der wässrigen Phase weisen die Elemente in der Zwickauer Mulde auf, wo auch ihre höchsten Gehalte in der partikulären Phase auftreten. Die Darstellung der Faktorwerte (Abb. 27) zeigt dies deutlich. Im vierten Faktor werden Al und Y gruppiert. Beide Elemente weisen in der gelösten Phase ihre höchsten Konzentrationen in der Jicera auf, wie es die Längsprofildaten bestätigen und die Faktorwerte als Wirkschwerpunkte darstellen (Abb. 27).

Die durchgeführte Clusteranalyse der Elementkonzentrationen für 21 Elemente und 34 Messstellen trennt die Elemente, die in der Tideelbe ihre höchsten Konzentrationen aufweisen und überwiegend aus Alkali- und Erdalkalimetallen bestehen, von den anderen Elementen ab (Abb. 28). Die Elementgruppe, bestehend aus B, Ca, K, Li, Mg, Na, Rb, Sn, Sr, Zr wurde von Prange et al. (1997a) zu einer Gruppe zusammengefasst, die nicht nur in der Tideelbe, sondern gleichfalls in der Saalemündung hohe Konzentrationen aufweist. Die Auswertung der Längsprofildaten (siehe HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA-Abbildungen 10 und Kapitel 4.4) belegen dies. Vermutlich ist der prägende Einfluss der vier Tideelbestandorte bei der reduzierten Messstellenanzahl so groß, dass die Faktorenanalyse den Saaleeinfluss nicht erkennen konnte.

Wird die Elementauswahl für das „Filtratmonitoring“ unter Berücksichtigung von Faktoren- und Clusteranalyse getroffen, so werden 19 von 21 Elementen ausgewählt: Al, B, Ca, Cs, Cu, Hg, K, Li, Mg, Mo, Na, Rb, Sn, Sr, U, V, W, Y, Zr.

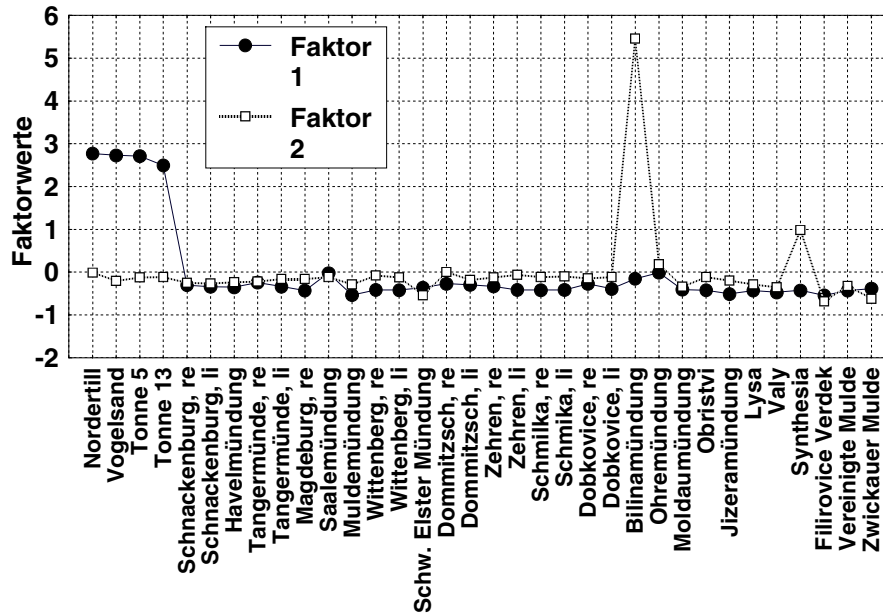


Abbildung 26: Faktorwerte – Wirkschwerpunkte der Faktoren; Faktor 1: B, Ca, K, Li, Mg, Na, Rb, Sn, Sr; Faktor 2: Cs, Cu, Hg, V.

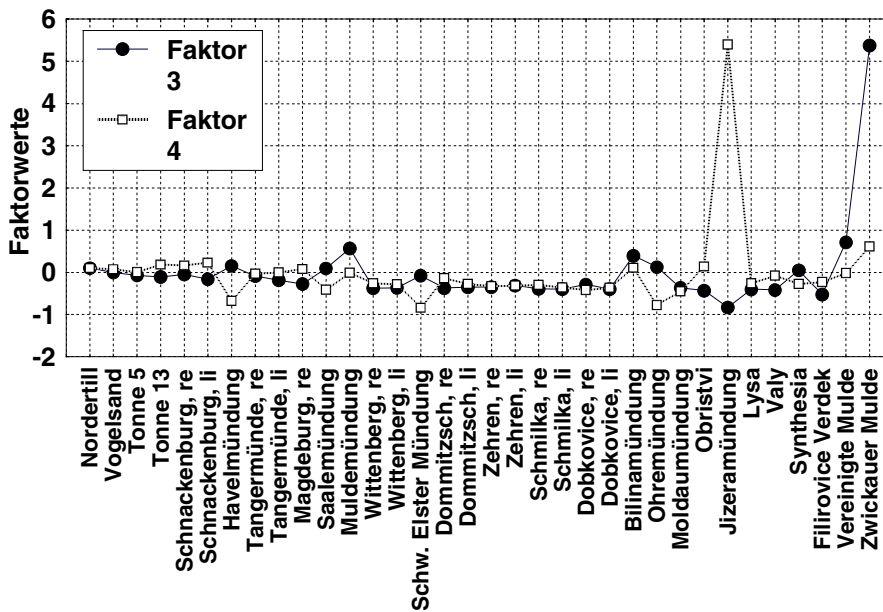


Abbildung 27: Faktorwerte – Wirkschwerpunkte der Faktoren; Faktor 3: Mo, U, W; Faktor 4: Al, Y.

Die Clusteranalyse zur Messstellenauswahl (Abb. 29) trennt auf höchster Ebene den Tidebereich von Mittel- und Oberelbe ab, was an den hohen Konzentrationen der Alkali- und Erdalkalimetalle im Tideelbebereich liegt. Auf der nächsten Ebene wird neben Bilina und Zwickauer Mulde auch die Jicera von den übrigen Standorten getrennt, denn dort sind die höchsten Konzentrationen der o. g. Elemente anzutreffen,

die in der Faktorenanalyse gruppiert wurden. Besonders ähnliche Muster, d. h. vergleichbar hohe Elementkonzentrationen, bestehen wiederum an den Messstellen, an denen das linke und rechte Ufer beprobt wurden: Dommitzsch, Schmilka, Tangermünde und Schnackenburg.

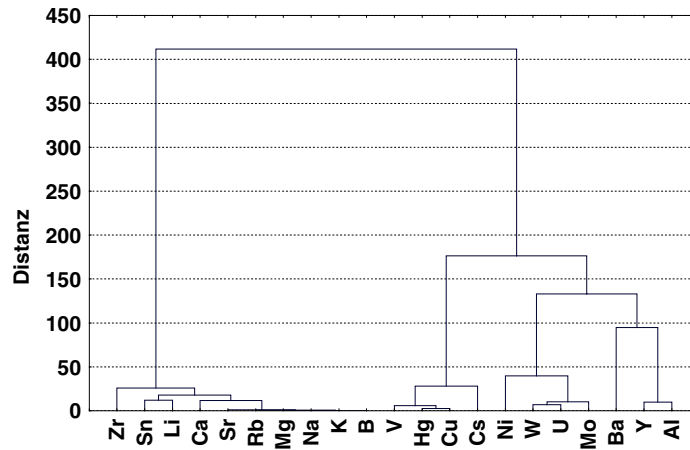


Abbildung 28: Hierarchische Clusteranalyse zur Gliederung der Elemente (Filtrat, 21 Elemente, 34 Standorte)

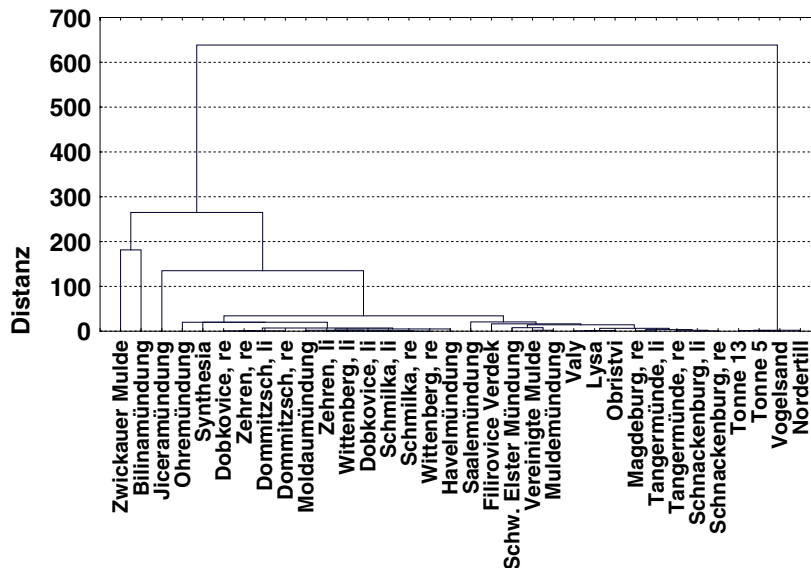


Abbildung 29: Hierarchische Clusteranalyse zur Auswahl der Messstellen (Filtrat, 21 Elemente, 34 Standorte)

7.2 Mittel- und Oberelbe

Die getrennte Untersuchung von Mittel- und Oberelbe, d. h. die Aussparung des Tideelbebereiches, ermöglicht es, auch bezüglich der Elementkonzentrationen in Filtraten mit einem größeren Datensatz zu arbeiten. Für 34 Elemente liegen an allen 30 Messstellen von Mittel- und Oberelbe Ergebnisse über der unteren Arbeitsbereichsgrenze vor. Auch hier wird zur ersten Strukturierung der Daten eine Faktorenanalyse mit allen Messergebnissen durchgeführt. Der Screeplot (HP-Anhang 3 (Statistische Untersuchungen), HPA-Abbildung 21) zeigt, dass sieben Faktoren zu extrahieren sind, wenn das Eigenwert-Eins-Kriterium angelegt wird. Dies bedeutet, es werden alle Faktoren extrahiert, die mehr Varianz erklären als eine Variable.

Die sieben Faktoren decken eine Gesamtvarianz des Datensatzes von 89 % ab (HPA-Tabelle 22). In der HPA-Tabelle 23 sind die Faktorladungen dargestellt. Elemente, die den Faktoren zugeordnet sind und deren Ladungen untereinander hochgradig korrelieren, sind fett gedruckt. Im ersten Faktor werden B, Cs, Cu, Hg, Li, Rb und V zusammengefasst. Es sind Elemente, deren Konzentrationen in der wässrigen Phase unter Ausgrenzung des Tidebereiches in der Bilinamündung am höchsten sind, wie es auch die Faktorwerte (Abb. 30) als Synonym für die Wirkschwerpunkte der Faktoren darstellen. Des Weiteren treten hohe Konzentrationen in der Abwasserfahne von Synthesia, in der Ohremündung und in der Zwickauer Mulde auf. Im zweiten Faktor sind Elemente gruppiert, deren Wirkschwerpunkte, d. h. deren höchste Elementkonzentrationen der wässrigen Phase in der Jiceramündung liegen (Abb. 30). Im dritten Faktor sind wiederum Elemente zusammengefasst, deren höchste Konzentrationen in der Zwickauer Mulde auftreten. Es handelt sich um Mo, Re, U, W. Die Wirkschwerpunkte des dritten Faktors sind in Abb. 31 wiedergegeben. Der vierte Faktor besteht aus Alkali- und Erdalkalimetallen, deren höchste Konzentrationen an Mittel- und Oberelbe an der Saalemündung auftreten, wie es auch Prange et al. (1997a) beschrieben haben. Auch für diesen Faktor werden die Faktorwerte bzw. synonym die Wirkschwerpunkte in Abb. 31 dargestellt. Im fünften Faktor sind Ga und Pb signifikant vereinigt. Die Elemente haben gemeinsam, dass ihre höchsten Konzentrationen in der wässrigen Phase in der Abwasserfahne von Synthesia auftreten, wie es auch die Faktorwerte als Synonym für die Wirkstärke am Messpunkt Synthesia illustrieren (Abb. 32). Des Weiteren treten hohe Konzentrationen am linken Ufer von Zehren sowie insbesondere für Blei niedrige Konzentrationen in der Ohremündung und der Mündung der Schwarzen Elster auf. Der sechste Faktor besteht nur noch aus dem Element Tl. Das Längsprofil von Tl in der wässrigen Phase ist charakterisiert durch kontinuierlich ansteigende Konzentrationen. An den Messstellen Obristvi, Lysa und Valy treten erniedrigte Konzentrationen auf. Maximale Konzentrationen werden im Muldesystem gefunden (Abb. 32 und HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA-Abbildungen 10). Die hohen Tl-Konzentrationen in der Saale werden im sechsten Faktor nicht erkannt, dafür werden Wirkschwerpunkte mit niedrigeren Konzentrationen als in der Saale für signifikant erachtet: linkes Ufer von Tangermünde und

linkes Ufer von Zehren. Da dem siebenten extrahierten Faktor kein Element mehr zugeordnet werden kann, wird auf die weitere Darstellung verzichtet.

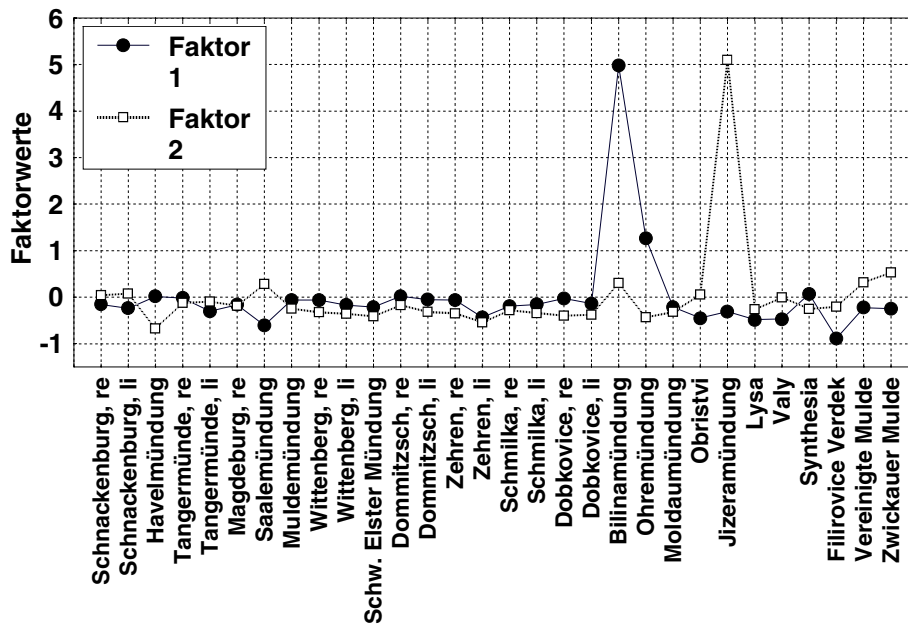


Abbildung 30: Faktorwerte – Wirkschwerpunkte in der gelösten Phase auf der Grundlage von 34 Elementen und 30 Messstellen; Faktor 1: B, Cs, Cu, Hg, Li, Rb, V; Faktor 2: Al, Ce, Ti, Y, Zr.

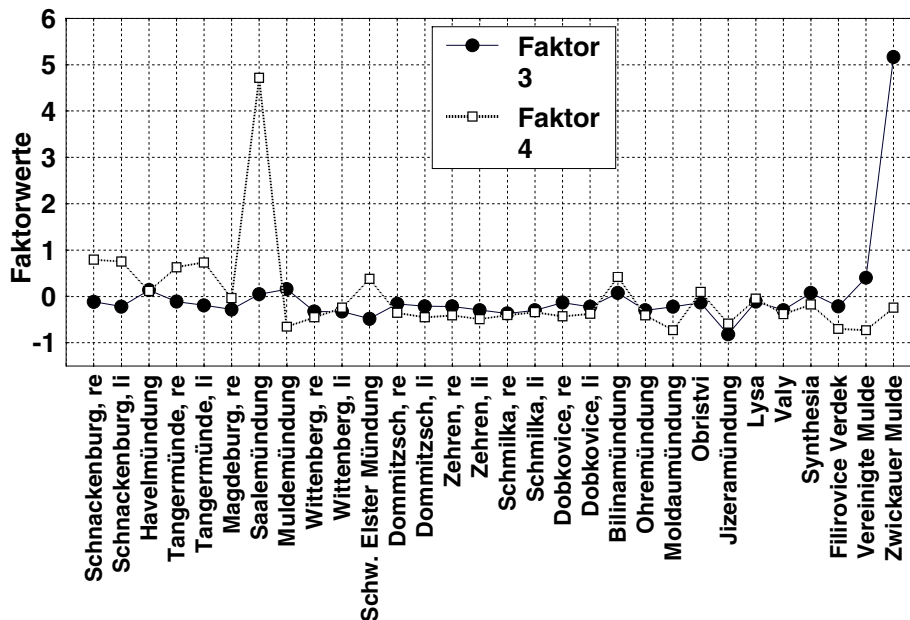


Abbildung 31: Faktorwerte – Wirkschwerpunkte in der gelösten Phase auf der Grundlage von 34 Elementen und 30 Messstellen; Faktor 3: Mo, Re, U, W; Faktor 4: Ca, K, Mg, Na, Sr.

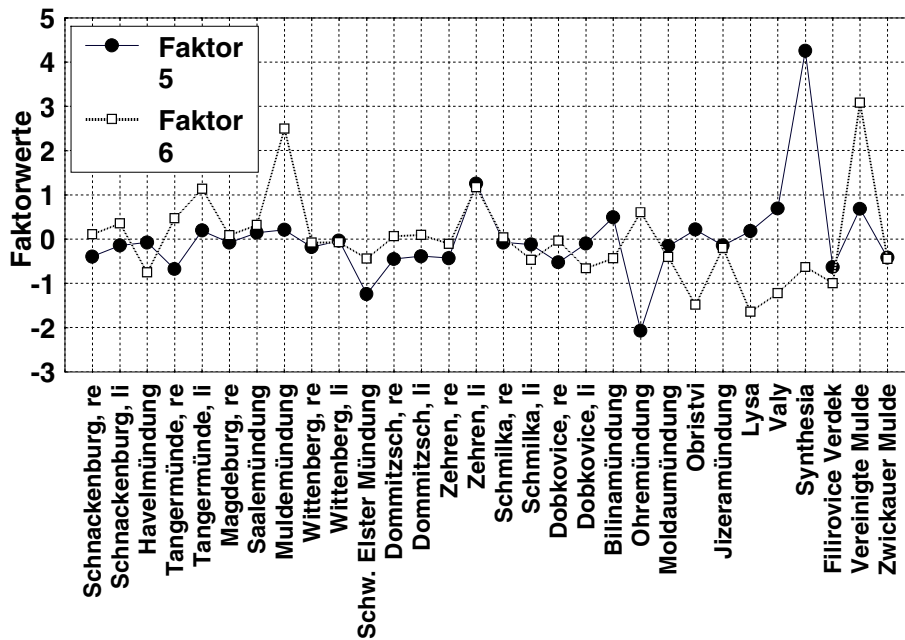


Abbildung 32: Faktorwerte – Wirkschwerpunkte in der gelösten Phase auf der Grundlage von 34 Elementen und 30 Messstellen; Faktor 5: Ga, Pb; Faktor 6: Tl.

Die durchgeführte hierarchische Clusteranalyse der Filtratkonzentrationen für 34 Elemente und 30 Messstellen trennt die Elemente, die in der Jizeramündung ihre höchsten Konzentrationen aufweisen und überwiegend aus anthropogen unbeeinflussten Elementen bestehen, von den anderen Elementen ab (Abb. 33). Die stufenartige Struktur der Cluster ist als Hinweis zu werten, dass die Übergänge von einem zum nächsten Cluster fließend sind. Es bestätigt sich damit, dass die Hinzunahme oder das Weglassen von Elementen zur statistischen Analyse für Elementkonzentrationen in Filtraten zu variablen Ergebnissen führt, wie es auch schon Prange et al (1997a) feststellten. Ansonsten sind in den kleinen Clustern durchaus die Elemente zusammengefasst, die auch durch die Faktorenanalyse gruppiert wurden.

Die hierarchische Clusteranalyse zur Standortauswahl (Abb. 34) trennt die Messstellen, die die höchsten Elementkonzentrationen der wässrigen Phase aufweisen, Bilina, Zwickauer Mulde, Saale, Jicera und Synthesia von den übrigen Standorten ab. An den Messstellen Dommitzsch, Schmilka, Wittenberg, Tangermünde und Schnackenburg könnte die Probenahme auf eine Uferseite beschränkt werden.

Unter hauptsächlicher Berücksichtigung von Faktoren- und Clusteranalyse bestimmen folgende Elemente die Zusammensetzung der wässrigen Phase von Mittel- und Oberelbe: Al, B, Ca, Ce, Cs, Cu, Ga, Hg, K, Li, Mg, Mo, Na, Pb, Rb, Re, Sr, Ti, Tl, U, V, W, Y, Zr.

An folgenden Messstellen sind höchste bzw. niedrigste Elementkonzentrationen in der wässrigen Phase analysiert worden: Zwickauer- und Vereinigte Mulde, in der Ab-

wasserfahne der chemischen Fabrik Synthesia, Valy, Lysa, Jiceramündung, Obristvi, Ohremündung, Bilinamündung, am linken Ufer von Zehren, in der Mündung der Schwarzen Elster, in der Mulde- und Saalemündung sowie am linken Ufer von Tangermünde.

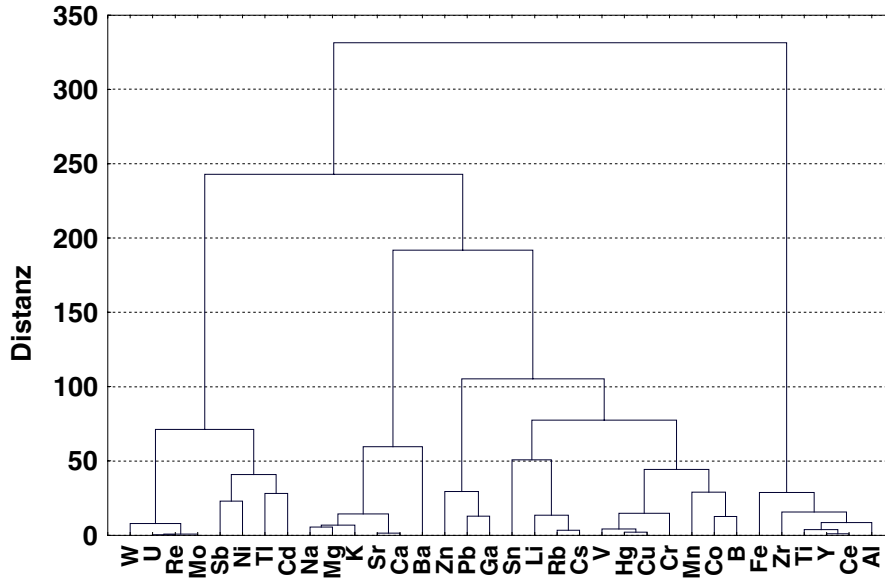


Abbildung 33: Hierarchische Clusteranalyse zur Elementauswahl (Filtrat, 34 Elemente, 30 Standorte)

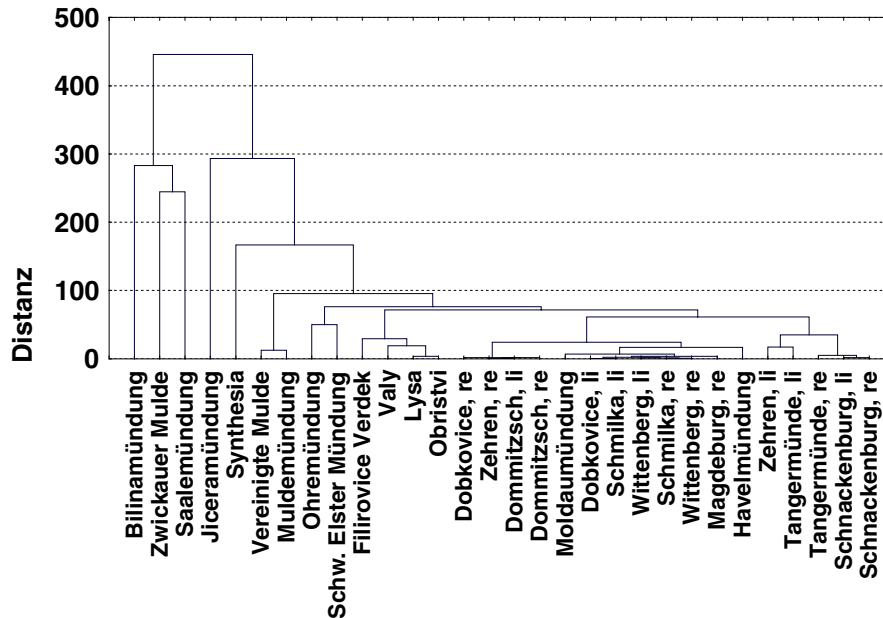


Abbildung 34: Hierarchische Clusteranalyse zur Standortauswahl (Filtrat, 34 Elemente, 30 Standorte)

7.3 Statistische Analysen zur Charakterisierung der Elementkonzentrationen in Filtraten an Mittel- und Oberelbe unter Ausgrenzung der Hot Spots

In der vorangegangenen statistischen Analyse wurden die Standorte, an denen die höchsten bzw. niedrigsten Elementkonzentrationen gemessen wurden, die Hot Spots, selektiert. Um darüber hinaus eine Charakterisierung von Elementen und Messstellen vorzunehmen, werden in der folgenden Faktorenanalyse die Messstellen, die in 7.2 selektiert wurden, weggelassen. Somit werden untergeordnete Muster erkennbar. In die Analyse gehen Filtratkonzentrationen von 34 Elementen und 16 Probenahmestellen ein. Der Screeplot (HPA-Anhang 3 (Statistische Untersuchungen), HPA-Abb. 24) zeigt durch das Abknicken der Kurve nach dem vierten Eigenwert, dass vier Faktoren extrahierbar sind. Die Eigenwerte der Faktoren sind in HPA-Tabelle 25 aufgeführt. Die vier Faktoren erklären eine Gesamtvarianz des reduzierten Datensatzes von 86 %. Der erste Faktor wird von den Elementen Al, Ca, Co, Cs, Ga, Mg, Na, Rb, Re, Sr, Tl, U und Zr gebildet. Seine Wirkschwerpunkte sind in Form der Faktorwerte in Abb. 35 dargestellt. Es ist ersichtlich, dass insbesondere an den Messstellen Schnackenburg und Tangermünde bezüglich der reduzierten Datenbasis hohe Konzentrationen der Elemente in der wässrigen Phase auftreten. Dies ist für die Alkali- und Erdalkalimetalle dieser Gruppe zu erwarten, denn insbesondere die Saalemündung wies hohe Konzentrationen an diesen Elementen auf. Hier zeigt sich der Einfluss der Saale auf die Konzentrationen in stromabwärtsgelegenen Messstellen. Andererseits liegen bei Filirovice Verdek signifikant niedrigere Konzentrationen vor. Der zweite Faktor besteht aus den Elementen Cu, Fe, Li, Mn, V. Diese zeigen im reduzierten Datensatz ein antagonistisches Verhalten, was durch negative Vorzeichen der Faktorladungen für Eisen und Mangan gekennzeichnet ist. Daher sind auch die Faktorwerte (Abb. 35) als Wirkschwerpunkte und nicht als Anreicherungsschwerpunkte zu verstehen. Denn Mangan und Eisen haben an den Messstellen Filirovice Verdek und Moldaumündung hohe Konzentrationen, während die von Cu, Li und V erniedrigt vorliegen. Das Verhältnis ist bei Wittenberge und Dommitzsch umgekehrt.

Der dritte Faktor wird aus den Elementen B, K, Mo, Sb, Ti und W gebildet. Die negative Faktorladung von Ti ist Ausdruck seines antagonistischen Verhaltens bezüglich der anderen Elemente dieses Faktors. Die Faktorwerte beschreiben eine zunehmende Wirkstärke des dritten Faktors bezüglich des Längsprofils mit einem Schwerpunkt in der Havelmündung. Dort liegen niedrige Titankonzentrationen, aber hohe Konzentrationen von B, K, Mo, Sb und W vor. Antagonistisch verhält sich der vierte Faktor, der nur aus dem Element Ba besteht, dessen Wirkschwerpunkte bei Filirovice Verdek und in der Moldaumündung liegen (Abb. 36). An der Messstelle Filirovice hat Barium seine höchsten Konzentrationen in der wässrigen Phase, in der Moldau liegen die niedrigsten Konzentrationen bezüglich des reduzierten Datensatzes vor.

Die Faktorenanalyse weist Al, B, Ba, Ca, Co, Cs, Cu, Fe, Ga, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Rb, Re, Sb, Sr, Ti, Tl, U, V, W, Zr musterbildende Eigenschaften zu, die sich beson-

ders an den Messstellen Havel- und Moldaumündung sowie bei Filirovice Verdek, am rechten Ufer von Tangermünde und bei Schnackenburg ausprägen.

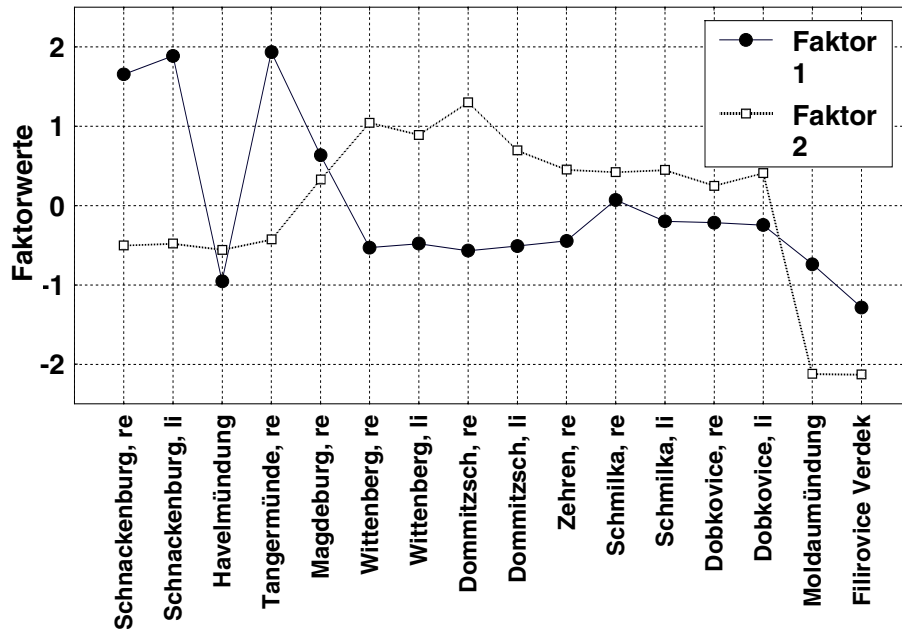


Abbildung 35: Faktorwerte – Wirkschwerpunkte der Faktoren unter Berücksichtigung von 34 Elementen der wässrigen Phase und 16 Messstellen, Faktor 1: Al, Ca, Co, Cs, Ga, Mg, Na, Rb, Re, Sr, Tl, U und Zr, Faktor 2: Cu, Fe, Li, Mn, V.

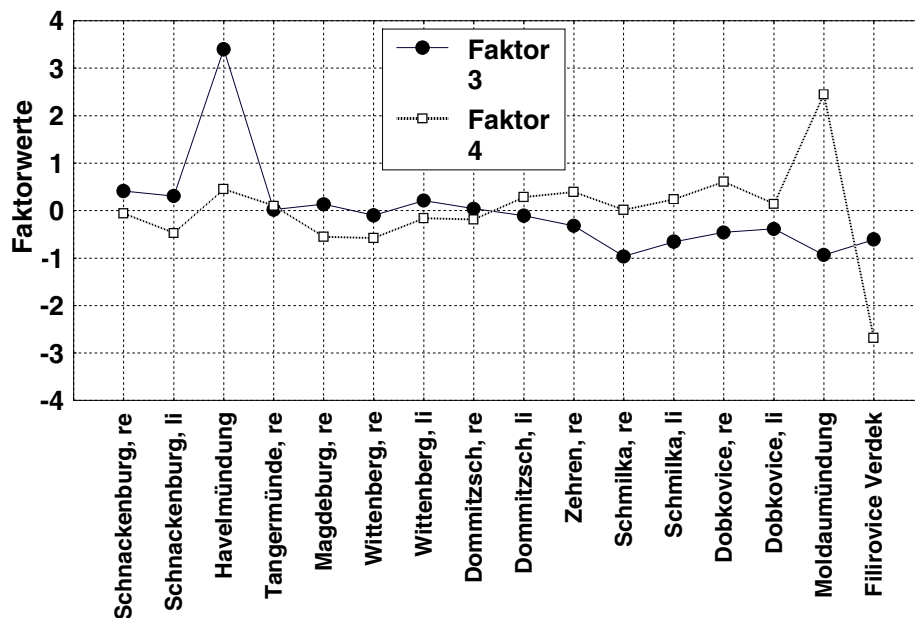


Abbildung 36: Faktorwerte – Wirkschwerpunkte der Faktoren unter Berücksichtigung von 34 Elementen der wässrigen Phase und 16 Messstellen, Faktor 3: B, K, Mo, Sb, Ti, W, Faktor 2: Ba

7.4 Schlussfolgerungen für ein Filtratmonitoring

In den vorangehend durchgeführten Betrachtungen sind Elemente in der wässrigen Phase bezüglich ihrer Konzentrationen im Längsprofil vergleichend untersucht worden. Es wurden Messstellen selektiert, an denen die höchsten und Elementkonzentrationen auftreten.

Diese sind: Filirovice Verdek, Abwasserfahne von Synthesia, Valy, Lysa, Jiceramündung, Obristvi, Ohremündung Bilinamündung Dobcovice, linkes Ufer von Zehren, die Mündung der Schwarzen Elster, die Muldemündung, Sallemündung, das linke Ufer von Tangermünde, die Havelmündung sowie die Tideelbe.

Für ein Monitoring der wässrigen Phase sollten die Elemente besondere Berücksichtigung finden, die im gesamten Längsprofil Positivbefunde aufweisen und gleichzeitig die verschiedenen Messstellen zu charakterisieren vermögen.

Von den Elementen, für die komplette Ergebnisreihen vorliegen, werden

1. Al, B, Ca, Cs, Cu, Hg, K, Li, Mg, Mo, Na, Rb, Sn, Sr, U, V, W, Y und Zr musterbildende Eigenschaften zugeschrieben. Mit diesen Elementen ist die Charakterisierung der Standorte, an denen höchste Elementkonzentrationen auftreten, möglich. Ausnahmen stellen lediglich die Messstellen Filirovice Verdek, Valy und Lysa dar, an denen die höchsten Konzentrationen von Ba, Ce, Cr und Mn analysiert wurden.

Von den Elementen, für die komplette Ergebnisreihen in Mittel- und Oberelbe vorliegen, wird folgenden musterbildende Eigenschaften zugeschrieben:

2. Al, B, Ba, Ca, Ce, Co, Cs, Cu, Fe, Ga, Hg, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Pb, Rb, Re, Sb, Sr, Ti, Tl, U, V, W, Y, Zr.

Die Schnittmenge stellt den Mindestumfang eines Filtratmonitorings dar:

Al, B, Ca, Cs, Cu, Hg, K, Li, Mg, Mo, Na, Rb, Sr, U, V, W, Y und Zr

Die Summe stellt das Optimum eines Filtratmonitorings dar:

- Al, B, Ba, Ca, Ce, Co, Cs, Cu, Fe, Ga, Hg, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Pb, Rb, Re, Sb, Sn, Sr, Ti, Tl, U, V, W, Y, Zr.

Prange et al. (1997a) zeigen, dass

B, Ba, Ga, K, Mg, Na, S, Rb, Sr, Tl, U einen starken Eintrag aus der Saale erfahren, weshalb auch S mitgemessen werden sollte.

Die Faktoren- und Clusteranalysen veranschaulichen, dass auch bei den Filtratuntersuchungen weitgehend auf eine beidseitige Probenahme in der Mittelelbe verzichtet werden kann. Auch die Ähnlichkeit der Tideelbestandorte gestattet eine Reduzierung um zwei Probenahmestellen.

8 Ableitung einer optimierten Messstellenkonfiguration

Die verschiedenen Cluster- und Faktorenanalysen haben gezeigt, dass es sehr viele Messstellen gibt, die für das eine oder andere Element die höchsten oder auch niedrigsten Gehalte bzw. Konzentrationen zeigen. Messstellen weisen typische Elementmuster in partikulärer und wässriger Phase auf. Insbesondere die Clusteranalysen zeigen, dass es auch eine Reihe von Messstellen gibt, die ähnliche Elementmuster aufweisen. Dies sind insbesondere die Messstellen an der Mittel-elbe, an der beide Ufer beprobt wurden sowie die Tideelbe- bzw. die Außenelbemesstellen. Hier ist es möglich, die Messstellenanzahl zu reduzieren. In der Außenelbe ist die Reduktion von vier auf eine Messstelle möglich, an der Mittel-elbe ist eine Reduktion um sechs Messstellen denkbar.

Andererseits sind die in dieser Untersuchung eingegangenen Messstellen nicht äquidistant über das Elbelängsprofil verteilt, so dass ein „ideales“ Monitoring mit der vorliegenden Messstellenkonfiguration nicht erreicht werden konnte. Außerdem kann die Messstellenauswahl dahingehend verbessert werden, dass Messstellen hinzugenommen werden, die einen Datenvergleich mit anderen Monitoringprogrammen an der Elbe ermöglichen. Des Weiteren kommt hinzu, dass die vorliegende Messstellenkonfiguration nur die Aussenelbe betrachtet hat, nicht die Gesamttideelbe und den Hafengebiete von Hamburg. Die Untersuchungen von Prange et al. (1997c) zeigen jedoch für ein paar Elemente (z. B. Cd und Zn), dass die Gehalte in der partikulären Phase erst ab Stromkilometer 600 zu sinken beginnen. Eine weitere Verbesserung wäre, wenn ein möglicher Einfluss der bedeutsamen Nebenflüsse durch eine weitere stromabwärtsgelegene Messstelle erfasst werden könnte. Unter Verzicht auf die Messstellen Vereinigte und Zwickauer Mulde, deren erhöhte Gehalte bzw. Konzentrationen in der Muldemündung wiedererkannt werden, wird die in Abb. 40 dargestellte Messstellenkonfiguration vorgeschlagen.

Sie erlaubt ein Monitoring, das einerseits auf weitgehend äquidistanten Abständen beruht, andererseits die Anreicherungs-schwerpunkte von Metallen in Schwebstoffen und hohe Konzentrationen in Filtraten erkennt.

Die optimierte Standortkonfiguration umfasst 32 Messstellen:

Vogelsander Norderelbe, Tonne 53, Tonne 91, Seemannshöft, Bunthauspitze, Geesthacht Mitte, Schnackenburg Mitte, Hinzdorf Mitte, Havelmündung, Tangermünde Mitte, Magdeburg Mitte, Schönebeck Mitte, Saalemündung, Breitenhagen Mitte, Muldemündung, Wittenberg Mitte, Schwarze Elster-Mündung, Dommitzsch Mitte, Zehren links, Zehren rechts, Schmilka Mitte, Dobcovice Mitte, Bilinamündung, Ohremündung, Berkovice Mitte, Moldaumündung, Obristvi, Jizeramündung, Lysa, Valy, Abwasserfahne Synthesia, Filirovice Verdek.

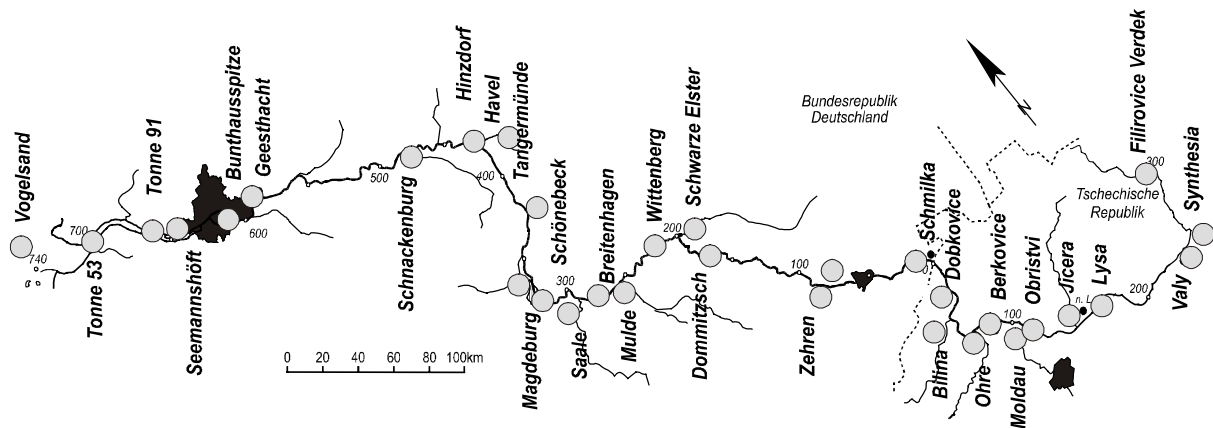


Abbildung 37: Vorschlag einer Messstellenkonfiguration für das Elbe-Längsprofil-Monitoring.

9 Zusammenfassung

Im vorliegenden Bericht wurde eine Beurteilung von Elementgehalten bzw. -konzentrationen in Schwebstoffen und Filtraten einer Längsprofilkampagne von 1997 vorgenommen. Es konnte gezeigt werden, dass mit den zur Verfügung stehenden Methoden die Elementgehalte im Schwebstoff hinreichend genau beurteilt werden können, insbesondere wenn durch Normierungsverfahren eine der Probenmatrix angepasste Bewertung erfolgt. Es wird auch deutlich, dass die ermittelten Hintergrundwerte von Prange et al. (1997b) und Krüger et al. (1998) aus Auenböden für Schwebstoffe zu hoch liegen. Die Matrixanpassung der Hintergrundwerte führt insbesondere bei den Elementen Pb, Cu und Zn zu einer mit dem siebenstufigen ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem vergleichbaren Bewertung. Andererseits wird offenbar, dass Cr, Ni und As durch das ARGE-ELBE-System zu schlecht beurteilt werden. Die Cd-Gehalte in der partikulären Phase werden dagegen unterschätzt. Der Vergleich mit der Beurteilungsgrundlage des Geoindex verdeutlicht, dass allgemeingültige Elementstandards nur eine begrenzte Anwendbarkeit haben und nach Möglichkeit einzugsgebietsangepasste Bewertungsgrundlagen zu benutzen sind.

Die anthropogene Beeinflussung der wässrigen Phase lässt sich aufgrund des Mangels an gelösten Hintergrundkonzentrationen nur schwer erkennen, so dass eher typische als anthropogene Muster selektierbar sind.

Die Längsprofildaten der wässrigen und partikulären Phase wurden mit den Daten Pranges et al. (1997c) verglichen, die das Spektrum der Elementgehalten bzw. -konzentrationen von 1993 bis 1996 beschrieben. Es ist aufgrund der Datengrundlage im Durchschnitt keine Verbesserung bzw. Erniedrigung von Elementgehalten bzw. -konzentrationen erkennbar, wenn auch an einzelnen Messstellen deutliche Abnahmen zu beobachten sind.

Die Verteilungskoeffizienten haben erwartungsgemäß eine breite Streuung. Im Vergleich mit ausgewählten Daten Pranges et al. (1997a) wird deutlich, dass eine räumliche und zeitliche Variabilität gegeben ist. Die größten und kleinsten Verteilungskoeffizienten leisten bei der Auswahl der zu selektierenden Messstellen Hilfe, denn sie treten nur bei einer begrenzten Anzahl der Messstellen auf.

Durch Faktoren- und Clusteranalysen ist es möglich, ein optimiertes Element- und Messstellenspektrum zu selektieren, das den Anforderungen für ein Monitoring gerecht wird.

Die nachfolgend genannte Auflistung enthält alle Elemente, die ein optimiertes Schwebstoff- und Filtratmonitoring gewährleisten. Sie umfasst 41 Elemente.

Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Ga, Hg, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Rb, Re, S, Sc, Sb, Sn, Sr, Ti, Tl, U, V, W, Y, Zn und Zr.

Durch diese Auswahl wird sichergestellt, dass sowohl die unterschiedlichen anthropogenen Einflüsse auf die Gewässerbeschaffenheit – v. a. Belastungsschwerpunkte – als auch geologische Charakteristika der verschiedenen Flussregionen erfasst werden. Hinsichtlich der Tatsache, dass die gewählten Datenanalyseverfahren nicht als vollkommen fehlerfrei angesehen werden können, und dass sich die Elementmuster, die den Gewässerzustand beschreiben, von Jahr zu Jahr etwas unterscheiden können, stellt die genannte Elementzusammenstellung die optimale Auswahl dar. Eine weitere Reduktion der zu analysierenden Elemente wäre jedoch möglich, wenn beispielsweise auf die Analyse von Elementen, die in der wässrigen Phase musterbildend sind, aber zu 85 % partikulär vorkommen (vgl. Kapitel 4.6), verzichtet wird. So reduzierte sich der Analysenaufwand auf 35 Elemente. Darunter sind alle anthropogen beeinflussten Elemente der partikulären Phase als auch die musterbildenden der wässrigen Phase, die gleichzeitig nennenswerte Anteile in der wässrigen Phase innehaben.

Die optimierte Messstellenkonfiguration umfasst 32 Messstellen:

Vogelsander Norderelbe, Tonne 53, Tonne 91, Seemannshöft, Bunthauspitze, Geesthacht Mitte, Schnackenburg Mitte, Hinzdorf Mitte, Havelmündung, Tangermünde Mitte, Magdeburg Mitte, Schönebeck Mitte, Saalemündung, Breitenhagen Mitte, Muldemündung, Wittenberg Mitte, Schwarze Elster-Mündung, Domnitzsch Mitte, Zehren links, Zehren rechts, Schmilka Mitte, Dobcovic Mitte, Bilinamündung, Ohremündung, Berkovice Mitte, Moldaumündung, Obristvi, Jizeramündung, Lysa, Valy, Abwasserfahne Synthesia, Filirovice Verdek.

Nach wie vor ist es unabdingbar, die Mündungen der bedeutenden Nebenflüsse zu beproben, da sie zu den wichtigsten Belastungsquellen gehören. Da ihre Einflüsse jedoch zurückgegangen sind, kann an vielen Stellen, im Gegensatz zur ursprüngli-

chen Planung der Hubschrauberkampagnen, auf die Beprobung beider Uferseiten im Elbestrom verzichtet werden. Durch die Vielzahl der mit dem Hubschrauber erfassbaren, z. T. schlecht zugänglichen Probenahmestellen, wird synchron die räumliche Variabilität der Filtratkonzentrationen und Schwebstoffgehalte in kurzer Zeit erfasst und somit ein räumlich lückenloses Elbemonitoring ermöglicht. Zur besseren Vergleichbarkeit zukünftiger Datenerhebungen sollten Längsprofiluntersuchungen stets bei Niedrigwasser durchgeführt werden, damit die Erstellung von Zeitreihen möglich wird.

Danksagung

Die Autoren bedanken sich herzlich bei Herrn Lüscho, Herrn Dr. von Tümpling, Herrn Niedergesäß, Herrn Dr. Gröngröft für die nette Unterstützung, Diskussionsbereitschaft und die Verbesserungsvorschläge bei der Erstellung dieses Berichtes. Unser Dank geht auch zu Herrn Burghardt, der für die hervorragende Organisation und Durchführung der Probenahme mit dem Hubschrauber gesorgt hat.

10 Literatur

Arbeitsgemeinschaft für die Reinhaltung der Elbe, ARGE ELBE (1996): Entwicklung der Metallgehalte in Sedimenten der Tideelbe 1979-1994.

Arbeitsgemeinschaft für die Reinhaltung der Elbe, ARGE ELBE (1998): Verteilung von organischen Kontaminanten zwischen wässriger und partikulärer Phase in der Elbe und der Deutschen Bucht.

Aulinger A, Prange A, Einax J W (1998): Vorhersage von Elementkonzentrationen in Filtraten aus denen von Schwebstoffen und umgekehrt – eine Möglichkeit zur Vereinfachung von Gewässergüteuntersuchungen? In Geller W, Puncochar P, Bornhöft D, Boucek J, Feldmann H, Guhr H, Mohaupt V, Simon M, Smrtak J, Spoustova J, Uhlmann O: Gewässerschutz im Einzugsgebiet der Elbe, Teubner, Stuttgart, S.123-124.

Beak Consultants GmbH (1996): Radionuklidbelastung von Sedimenten und Auenböden – Datenerfassung, Erstauswertung, Ergebnisdarstellung. Ergebnisbericht der Beak Consultants GmbH, Freiberg, für die Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit mbH.

Beuge P, Greif A, Hoppe T, Klemm W, Kluge A, Martin M, Mosler U, Starke R, Alfaro J, Anders B, Behrens K, Grunwald N, Haurand M, Knöchel A, Meyer A, Potgeter H, Staub S, Stocker M (1999): Die Schwermetallsituation im Muldesystem. Schlussbericht, Technische Universität Bergakademie Freiberg – Universität Hamburg, Band 1, ISBN 3-924330-21-2.

Edwards R, Lepp N W, Jones K C (1995): Other less abundant elements of potential environmental significance. In Alloway B J (ed.): Heavy Metals in Soils, Second Edition, Blackie Academic & Professional, London, S.317-324.

Einax, J (1993): Statistische Anwendungen und Modelle – Einsatz multivariat-statistischer Methoden. Z. Umweltch. Ökotox. 5(1), 45-51.

Einax J (1995): Chemometrics in Environmental Chemistry – Statistical methods. Springer Verlag Berlin – Heidelberg - New York.

Fietz J (1996): Die Schwebstoffe des Odermündungsgebietes – geochemische und phasenanalytische Untersuchungen. Dissertation, Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald.

Herut B, Tibor G, Yacobis YZ, Kress N (1999): Synoptic Measurements of Chlorophyll-a and Suspended Particulate Matter in an Transitional Zone from Polluted to

Clean Seawater Utilizing Airborne Remote Sensing and Ground Measurements, Haifa Bay. *Marine Pollution Bulletin* Vol. 38, No 9, pp. 762-772.

Krüger F, Prange A, Jantzen E, Trejtnar K, Miehlich G (1998): Geogene Hintergrundwerte. *Wasserwirtschaft-Wassertechnik* 7/98, S.16-19.

Krüger F, Prange A, Jantzen E (1999): Ermittlung geogener Hintergrundwerte an der Mittelelbe und deren Anwendung in der Beurteilung von Unterwassersedimenten. In: Gröngröft A, Schwartz R (1999): *Eigenschaften und Funktionen von Auenböden an der Elbe*. Ham. *Bodenkundl. Arbeiten* 44, S.39-51.

Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, LAWA (1997): *Zielvorgaben zum Schutz oberirdischer Binnengewässer*, Band II. Kulturbuchverlag Berlin, ISBN 3-88961-216-4.

Matschullat J, Müller G, Naumann U, Schilling H (1995): Zur Schadstoffsituation der Schwarzen Elster. In: *Forschungszentrum Karlsruhe (Hrsg.): Die Belastung der Elbe Teil I – Elbenebenflüsse*, S. 100-112.

Müller G (1979): Schwermetalle in den Sedimenten des Rheins – Veränderungen seit 1971. *Umschau* 79, S.779-783.

Prange A, von Tümpling W, Niedergesäß R, Jantzen E (1995): Die gesamte Elbe auf einen Blick. *Wasserwirtschaft-Wassertechnik* 7, 22-33.

Prange A, Aulinger A, Böddeker H, Bössow E, Erbslöh B, Jablonski R, Jantzen E, Krause P, Leonhard P, Niedergesäß R, Pepelnik R, Schäfer A, Schirmacher M, v. Tümpling jr W (1997a): *Zusammenfassende Aus- und Bewertung der Längsprofiluntersuchungen in der Elbe, Abschlussbericht*, GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH, Band 1/3, 233 S.; ISBN 3-00-003186-3.

Prange A, Bössow E, Erbslöh B, Jablonski R, Jantzen E, Krause P, Krüger F, Leonhard P, Niedergesäß R, Pepelnik R, Schäfer A, Schirmacher M, v. Tümpling jr W (1997b): *Geogene Hintergrundwerte und zeitliche Belastungsentwicklung, Abschlussbericht*, GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH, Band 3/3, 405 S.; ISBN 3-00-003186-3.

Prange A, Böddeker H, Bössow E, Erbslöh B, Jablonski R, Jantzen E, Krause P, Leonhard P, Niedergesäß R, Pepelnik R, Schäfer A, Schirmacher M, v. Tümpling jr W (1997c): *Grafische Darstellung der Längsprofile – Filtrate, Schwebstoffe, Sedimente, Abschlussbericht*, GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH, Band 2/3, 495 S.; ISBN 3-00-003186-3.

Puig P, Palanques A, Sanchez-Cabeza JA, Masqué P (1999): Heavy metals in particulate matter and sediments in the southern Barcelona sedimentation system. *Marine Chemistry* 63, pp.311-329.

Reincke H (1998): Entwicklung der Wasserbeschaffenheit der Elbe anhand der Zielvorgaben der IKSE. In Geller W, Puncochar P, Bornhöft D, Boucek J, Feldmann H, Guhr H, Mohaupt V, Simon M, Smrtak J, Spoustova J, Uhlmann O: Gewässerschutz im Einzugsgebiet der Elbe, Teubner, Stuttgart, S.21-24.

Riefenstahl W (1995): Zur Dynamik des Sinkverhaltens von Schwebstoff in der Mittelbe. Diplomarbeit, Fachhochschule Magdeburg.

Rivario P, Grotti M, Ianni C, Magi E (1998): Heavy Metals Distribution in the Eolian Basin. *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 36, No. 11, pp. 880-886.

Rozan TF, Benoit G (1999): Heavy metal removal efficiencies in a river-marsh system estimated from patterns of metal accumulation in sediments. *Marine Environmental Research*, Vol. 38, Issues 4-5, pp. 335-351.

Simon M (1993): Die Elbe und ihr Einzugsgebiet. *Wasserwirtschaft Wassertechnik*, 15-22.

Smith K A, Paterson J E (1995): Manganese and cobalt. In Alloway B J (ed.): *Heavy Metals in Soils*, Second Edition, Blackie Academic & Professional, London, S.224-244.

Spott D (1994): Schwebstoff- und Schwermetallbelastung der Elbe bei Hochwasser – Untersuchungen am linken Ufer von Magdeburg im Zeitraum Dezember 1993 bis Mai 1994. In Guhr H, Prange A, Puncochar P, Wilken R-D, Büttner B: *Die Elbe im Spannungsfeld zwischen Ökologie und Ökonomie*, Teubner, Stuttgart-Leipzig, S.499-502.

Turekian K K, Wedepohl K H (1961): Distribution of the elements in some major units of the earth's crust. *Bull. Geol. Soc. Am.* 72, 175-192.

Weber E (1974): *Einführung in die Faktorenanalyse*. VEB Gustav Fischer Verlag Jena.

Wilken R-D, Fanger H-U, Guhr H (1994): Ergebnisse der Hochwassermessungen 1993/94. In Guhr H, Prange A, Puncochar P, Wilken R-D, Büttner B (Hrsg.): *Die Elbe im Spannungsfeld zwischen Ökologie und Ökonomie*, Teubner, S. 125-135.

Berichtsanhang

Berichtsanhang (BA) 1: Tabellen

- BA-Tabelle 1: Elementgehalte in Schwebstoffen, Rohdaten
- BA-Tabelle 2: Elementkonzentrationen in Filtraten, Rohdaten
- BA-Tabelle 3: Klassifizierungssysteme
- BA-Tabelle 4: Bewertung der Elementgehalte in Schwebstoffen nach verschiedenen Verfahren

Berichtsanhang (BA) 2: Abbildungen

- BA-Abb. 1: Bewertung der Arsengehalte nach fünfstufigem ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem
- BA-Abb. 2: Bewertung der Cadmiumgehalte nach fünfstufigem ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem
- BA-Abb. 3: Bewertung der Chromgehalte nach fünfstufigem ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem
- BA-Abb. 4: Bewertung der Kupfergehalte nach fünfstufigem ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem
- BA-Abb. 5: Bewertung der Quecksilbergehalte nach fünfstufigem ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem
- BA-Abb. 6: Bewertung der Nickelgehalte nach fünfstufigem ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem
- BA-Abb. 7: Bewertung der Bleigehalte nach fünfstufigem ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem
- BA-Abb. 8: Bewertung der Nickelgehalte nach fünfstufigem ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem

Berichtsanhang (BA) 1; BA-Tabelle 1: Elementgehalte in Schwebstoffen, Rohdaten

	Ag	Al	As	Au	B	Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Dy	Er	Eu	Fe	Ga	Gd
	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	mg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g
Nordertill	0.5	60129	26		147	278	2.1	0.7	32.75	3.0	59	12	103	8.7	29	3.6	2.0	0.9	40363	13	3.4
Vogelsand	0.5	58900	27		95	322	3.5	0.8	41.56	2.6	59	13	106	8.1	35	3.6	2.0	0.9	36866	13	3.8
Tonne 5	0.7	52881	27		106	318	2.7	1.0	35.64	1.1	55	12	107	8.2	78	3.5	1.9	0.8	33480	13	3.5
Tonne 13	0.4	56049	29		64	321	2.5	0.8	37.65	0.9	55	12	111	7.9	52	3.6	2.0	1.0	35354	13	4.4
Schnackenburg, re	2.2	41308	39		24	433	2.5	0.9	20.99	6.4	51	21	108	6.8	96	3.1	1.7	0.9	30770	10	4.0
Schnackenburg, li	3.0	42522	37		29	445	2.6	1.0	21.01	6.6	48	22	109	6.9	99	3.1	1.7	0.9	30000	11	4.1
Havelmündung	1.1	6624	19		20	349	0.6	0.3	17.47	2.4	13	6	53	1.1	48	0.5	0.3	0.1	13862	2	0.8
Tangermünde, re	2.3	37660	36		27	439	2.5	0.8	19.09	5.6	47	23	106	6.8	98	2.9	1.6	0.9	28345	10	4.0
Tangermünde, li	2.2	41884	42		43	477	3.1	1.2	19.85	10.7	50	23	135	8.4	98	3.2	1.7	1.0	31956	10	4.3
Magdeburg, re	2.3	39162	38		25	443	2.5	1.0	14.69	5.3	48	23	141	7.3	91	2.9	1.6	0.9	28127	9	4.0
Saalemündung	3.8	54752	24		58	613	3.0	1.1	42.61	8.4	65	32	157	9.5	161	4.0	2.3	1.2	37707	11	5.5
Muldemündung	2.6	27789	438		63	604	4.6	2.5	11.28	13.4	41	54	175	6.3	86	3.3	1.7	1.0	65992	6	3.8
Wittenberg, re	2.3	43730	36		23	500	2.6	0.9	15.55	3.9	54	24	160	7.6	92	3.5	1.9	1.0	30693	10	4.0
Wittenberg, li	2.5	45877	32	0.15	53	495	2.3	0.9	15.52	4.1	56	22	148	7.6	89	3.6	1.9	1.1	29464	9	4.2
Schw. Elster Mündung	1.2	20727	39		49	594	2.9	0.9	13.98	6.4	49	87	258	2.3	61	3.0	1.6	1.3	149493	5	5.2
Dommitzsch, re	2.5	47092	33		43	497	2.4	0.8	14.97	5.5	56	21	168	7.4	86	3.5	1.8	1.0	29748	10	4.1
Dommitzsch, li	2.5	46773	29		39	504	2.4	0.8	15.70	3.9	56	22	153	7.6	90	3.4	1.8	1.0	28010	11	4.1
Zehren, re	2.7	42907	27		30	472	2.3	1.3	16.30	3.0	43	17	138	8.9	92	2.8	1.5	1.3	27801	11	5.4
Zehren, li	6.6	92875	56		93	994	6.3	4.1	41.05	13.2	114	44	319	16.5	214	7.0	3.9	2.2	59257	24	9.5
Schmilka, re	2.9	45896	35		32	542	3.2	1.0	22.24	3.2	54	24	225	8.3	124	3.2	1.8	1.4	29625	14	6.0
Schmilka, li	2.9	47589	30		54	511	2.9	1.0	22.62	2.9	54	20	197	8.0	114	3.4	1.8	1.3	29921	13	5.8
Dobkovic, re	2.8	46105	32		74	513	2.7	0.9	22.53	3.6	51	20	173	8.0	110	3.1	1.7	0.7	27950	12	2.4
Dobkovic, li	3.1	48803	33		26	515	2.6	1.3	32.35	3.1	56	19	183	7.9	124	3.4	1.8	1.0	29991	13	4.7
Bilinamündung	7.1	18584	63		35	239	1.8	0.4	149.35	0.9	25	10	918	2.6	349	2.1	1.2	0.5	20835	4	2.4
Ohremündung	2.0	40577	39		42	375	4.6	1.1	11.06	1.8	46	13	84	12.9	61	2.7	1.4	0.7	24721	10	3.2
Moldaumündung	7.9	35676	21		33	455	2.3	1.0	7.47	2.4	35	13	106	5.0	75	2.4	1.4	0.5	24190	8	2.0
Obristvi	3.4	40909	60		48	522	3.3	1.4	27.44	4.7	54	14	158	6.3	89	3.6	2.0	0.7	32193	11	3.3
Jizeramündung	3.6	47552	37		68	496	6.6	1.5	20.05	5.2	77	12	177	5.9	116	5.9	3.3	1.0	35440	9	6.9
Lysa	3.0	23492	60		34	433	2.2	1.8	16.25	2.4	35	11	164	4.1	69	2.3	1.2	0.5	21125	7	2.5
Valy	3.5	40151	94		45	498	3.5	0.7	22.02	5.2	60	10	540	5.9	109	3.7	2.0	1.0	36056	10	4.6
Synthesia	5.6	38428	84		37	803	2.5	0.7	23.85	2.1	61	10	667	5.3	739	3.4	1.8	1.2	63043	17	4.9
Filrovice Verdek	2.6	66130	88		78	698	4.8	1.5	20.46	3.5	70	22	172	10.7	116	4.8	2.7	0.9	48409	20	4.6
Vereinigte Mulde	2.7	49039	123		40	586	3.9	1.7	8.30	18.8	59	20	127	11.9	103	4.3	2.3	0.8	35576	13	3.4
Zwickauer Mulde	3.5	69314	415		65	838	18.6	13.9	12.71	24.18	70	45	195	21.0	309	7.2	3.8	1.8	49383	19	9.4

Berichtsanhang (BA) 1; BA-Tabelle 1: Elementgehalte in Schwefelstoffen, Rohdaten – Fortsetzung

	Ge µg/g	Hg µg/g	Ho µg/g	In µg/g	K mg/g	La µg/g	Li µg/g	Lu µg/g	Mg mg/g	Mn µg/g	Mo µg/g	Na mg/g	Nb µg/g	Nd µg/g	Ni µg/g	P µg/g	Pb µg/g	Pr µg/g	Rb µg/g	S µg/g
Nordertill		0.5	0.7	0.2	19.90	29.1	55.8	0.21	13.26	3218	1.17	4.07	12.3	26	33	1949	82	6.8	100	5669
Vogelsand		0.9	0.7	0.2	19.67	29.3	45.7	0.22	12.48	2392	1.13	5.44	12.1	26	36	1545	77	7.0	97	3804
Tonne 5	1.5	0.9	0.7	0.3	18.80	27.5	47.2	0.21	12.92	2538	1.17	4.31	10.9	25	36	1825	83	6.6	94	4381
Tonne 13	1.5	1.0	0.7	0.2	21.11	27.5	46.2	0.25	12.60	2670	1.15	4.37	11.6	25	36	1671	75	6.5	96	4177
Schnackenburg, re		2.4	0.6	0.1	13.66	25.3	33.7	0.24	8.08	5142	1.38	3.90	10.6	22	52	5172	118	5.7	71	4724
Schnackenburg, li		2.4	0.6	0.2	14.54	23.8	35.5	0.26	8.47	4955	1.45	4.00	10.5	21	54	5292	119	5.4	74	4818
Havelmündung	0.4	0.4	0.1	0.1	6.77	5.9	9.3	0.03	2.85	12420	1.03	0.00	1.9	4	31	6399	76	1.0	10	6204
Tangermünde, re	0.9	2.4	0.5	0.2	16.66	23.7	31.1	0.24	7.00	4447	1.51	3.69	9.7	20	54	5333	105	5.3	71	4622
Tangermünde, li	1.4	2.3	0.6	0.4	18.68	24.8	39.6	0.28	7.50	4931	1.55	3.86	11.2	21	57	5438	117	5.6	78	4871
Magdeburg, re	0.4	1.8	0.6	0.2	17.21	23.6	35.0	0.23	7.60	4537	1.39	3.23	10.0	21	55	4698	95	5.5	72	4103
Saalemündung	1.3	6.7	0.8	0.2	23.82	32.1	59.0	0.34	10.96	2904	1.58	4.82	15.7	27	66	4443	290	7.2	100	4530
Muldemündung	1.2	2.2	0.6	0.6	10.15	21.4	41.2	0.23	4.44	8112	7.66	0.00	6.3	19	96	7664	142	4.9	45	5077
Wittenberg, re	2.2	1.6	0.7	0.1	19.08	26.4	36.3	0.26	7.24	4694	1.38	3.70	12.2	23	50	4852	101	6.0	78	4283
Wittenberg, li	2.1	1.6	0.7	0.1	19.11	27.6	34.5	0.26	7.15	4564	1.17	3.33	12.0	24	47	4599	100	6.4	79	3778
Schw. Elster Mündung	0.4	0.4	0.6	0.1	6.79	26.0	27.0	0.31	0.00	5558	17.12	0.00	5.3	20	80	7680	69	5.5	29	9423
Dommitzsch, re	2.2	1.7	0.7	0.1	15.52	27.6	35.5	0.26	6.56	5082	1.42	3.24	12.4	24	46	4776	109	6.4	75	3764
Dommitzsch, li	2.1	1.7	0.6	0.1	13.62	27.6	35.1	0.24	6.35	4897	1.42	3.22	11.2	24	47	4512	109	6.4	78	3448
Zehren, re	2.0	1.6	0.5	0.3	13.59	21.4	39.9	0.46	6.90	4903	1.91	3.20	11.6	19	45	4574	105	4.9	80	3825
Zehren, li	4.1	1.6	1.4	0.3	28.88	56.5	92.2	0.54	15.01	11503	2.73	7.03	24.6	49	103	9219	213	12.9	165	7958
Schmilka, re	2.2	1.5	0.6	0.1	14.37	26.2	50.5	0.38	7.25	8033	1.89	2.91	11.7	23	57	5087	114	6.0	80	4655
Schmilka, li	2.3	1.9	0.7	0.1	14.41	26.4	46.3	0.37	7.23	7703	1.98	2.98	12.1	23	49	4506	109	6.1	80	4045
Dobkovic, re	2.1	3.8	0.6	0.1	13.10	25.0	43.4	0.17	7.98	8551	1.58	2.88	11.0	22	47	5342	107	5.7	78	4254
Dobkovic, li	2.3	6.2	0.6	0.3	14.12	27.6	32.5	0.24	9.79	8427	1.58	3.27	11.6	24	46	5380	113	6.3	88	4461
Bilinamündung	0.8	295.8	0.4	0.1	3.48	14.3	18.5	0.10	7.95	1419	1.46	1.36	8.5	12	34	4747	398	3.1	23	6608
Ohremündung	1.9	1.5	0.5	0.1	12.87	21.8	32.8	0.13	5.96	4203	1.17		14.1	19	44	4567	48	5.1	84	4059
Moldaumündung	1.0	4.1	0.5	0.1	11.43	17.3	34.8	0.20	5.35	4146	1.63	2.31	8.7	15	37	5780	97	4.0	61	3539
Obristvi	1.9	6.3	0.7	0.1	13.16	28.2	43.4	0.16	7.14	9013	2.51	2.62	9.7	24	46	6986	160	6.2	80	4906
Jizeramündung	1.0	4.9	1.2	0.4	13.46	42.3	43.8	0.24	6.97	2333	1.55		10.2	36	62	5745	163	9.4	70	5065
Lysa	1.8	3.9	0.4	0.3	9.79	18.8	28.0	0.07	4.52	7397	1.09		5.0	15	86	7237	104	4.0	48	5010
Valy	2.3	8.8	0.7	0.1	12.97	30.8	41.1	0.21	6.94	2148	7.41		8.6	26	42	7841	111	6.8	74	4700
Synthesia	0.0	132.2	0.6	0.1	8.40	31.5	35.9	0.25	4.49	765	6.65	1.90	9.5	25	43	22054	238	6.7	52	5992
Filrovice Verdek	1.7	10.0	0.9	0.4	21.58	34.4	79.2	0.30	13.00	3825	2.42	5.23	14.1	31	77	4576	116	8.0	135	3337
Vereinigte Mulde	1.5	0.2	0.8	0.2	17.77	30.9	54.7	0.20	7.41	3303	2.34	3.59	12.0	27	62	6609	191	7.0	95	3593
Zwickauer Mulde	1.9	0.4	1.4	0.4	29.27	44.3	87.9	0.51	13.46	5138	10.13	6.55	15.4	40	186	8885	165	10.0	142	5474

Berichtsanhang (BA) 1; BA-Tabelle 1: Elementgehalte in Schwebstoffen, Rohdaten – Fortsetzung

	Sb	Sc	Sm	Sn	Sr	Ta	Tb	Th	Ti	Tl	Tm	U	V	W	Y	Yb	Zn	Zr
	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g
Nordertill	1.2	10.5	5.0	6.4	186.55	1.1	0.7	9.21	3089.67	0.6	0.29	1.92	96.5	1.7	19	1.9	176	99.0
Vogelsand	1.6	10.0	5.1	6.7	200.91	0.9	0.7	8.90	3094.19	0.6	0.28	1.89	93.1	1.9	18	1.9	196	102.0
Tonne 5	1.6	8.9	4.8	8.8	191.88	0.8	0.6	8.63	2788.02	0.5	0.27	1.82	90.0	1.8	17	1.8	207	89.3
Tonne 13	1.3	9.1	4.8	6.7	193.38	0.9	0.6	8.54	3058.85	0.5	0.29	1.84	92.4	1.8	19	1.9	203	106.9
Schnackenburg, re	2.3	6.4	4.2	10.3	153.21	0.9	0.6	7.72	2637.03	0.7	0.24	2.24	57.5	3.9	16	1.6	1167	92.9
Schnackenburg, li	2.1	6.6	4.0	10.6	151.95	0.8	0.5	7.10	2614.50	0.7	0.25	2.26	61.1	3.9	17	1.7	1205	102.3
Havelmündung	1.4	1.0	0.7	6.2	86.46	0.1	0.1	1.26	377.11	0.4	0.04	0.32	12.8	3.2	3	0.3	657	14.8
Tangermünde, re	2.1	5.8	3.9	12.1	141.06	0.7	0.5	6.92	2574.27	0.6	0.22	2.56	59.6	3.9	15	1.5	1145	84.5
Tangermünde, li	2.3	6.4	4.1	10.8	151.60	0.8	0.6	7.74	2776.81	0.8	0.25	2.71	64.6	4.0	17	1.6	1034	100.0
Magdeburg, re	2.6	6.2	4.0	8.8	135.28	0.7	0.5	7.28	2646.84	0.7	0.23	2.75	57.3	3.8	15	1.5	824	84.1
Saalemündung	3.2	8.6	5.3	13.8	241.26	1.0	0.7	10.19	3254.76	0.8	0.32	2.79	70.2	2.8	21	2.2	2264	135.6
Muldemündung	5.0	5.7	3.7	28.3	87.68	1.4	0.6	6.03	1334.86	0.9	0.23	45.51	74.2	17.2	19	1.4	1277	66.7
Wittenberg, re	4.8	9.0	4.4	9.0	141.70	1.0	0.6	7.71	4507.35	0.7	0.28	2.60	62.0	3.5	20	1.8	846	136.9
Wittenberg, li	2.9	9.2	4.7	8.4	139.65	0.9	0.6	8.19	3438.62	0.7	0.29	2.77	62.5	3.3	20	1.8	754	146.1
Schw. Elster Mündung	4.2	3.9	3.8	5.9	137.71	0.3	0.5	4.49	1334.44	1.0	0.23	2.06	36.8	2.9	20	1.4	909	48.2
Dommitzsch, re	2.9	8.5	4.7	8.7	140.68	0.9	0.6	8.02	3154.34	0.6	0.27	2.71	62.0	3.8	19	1.7	836	112.5
Dommitzsch, li	2.6	8.7	4.6	8.8	143.48	0.8	0.6	7.85	2931.00	0.6	0.26	2.71	64.9	5.0	18	1.7	829	93.0
Zehren, re	2.6	7.8	3.6	9.4	144.39	1.1	0.5	6.23	3111.99	0.6	0.22	3.01	63.0	3.5	16	1.4	578	99.6
Zehren, li	5.8	17.1	9.5	18.4	300.62	2.0	1.2	16.65	6746.84	1.4	0.54	6.43	143.7	8.7	40	3.6	2579	235.5
Schmilka, re	3.2	8.2	4.4	10.3	161.58	1.0	0.6	8.09	3231.18	0.7	0.25	2.75	80.7	4.7	17	1.6	855	116.3
Schmilka, li	3.0	8.1	4.5	10.4	156.74	1.1	0.6	8.47	3120.53	0.6	0.26	2.61	72.7	4.9	18	1.7	784	138.3
Dobkovic, re	2.9	8.1	4.2	10.0	151.33	0.9	0.5	7.67	2955.21	0.7	0.24	2.46	69.9	4.1	16	1.6	877	92.1
Dobkovic, li	3.2	8.4	4.7	10.7	155.09	1.4	0.6	8.30	3135.36	0.6	0.25	2.58	74.8	3.9	18	1.6	777	102.9
Bilinamündung	1.6	4.0	2.4	9.8	163.48	0.7	0.4	2.90	1519.01	0.4	0.16	1.63	68.6	9.3	15	1.0	633	55.2
Ohremündung	2.4	7.6	3.5	8.6	141.33	1.1	0.5	6.43	3400.94	0.5	0.20	2.95	61.5	5.1	15	1.3	295	88.5
Moldaumündung	3.5	7.0	3.0	9.0	95.58	0.7	0.4	5.54	2914.74	0.5	0.20	4.68	56.4	2.5	13	1.3	320	90.9
Obristvi	2.9	7.1	4.6	9.2	187.59	0.7	0.6	7.22	2918.86	0.7	0.27	2.11	70.2	3.7	20	1.8	812	71.3
Jizeramündung	5.8	7.6	7.0	14.2	128.56	0.8	1.0	11.04	2907.20	0.8	0.48	3.18	59.2	2.9	37	3.0	415	102.8
Lysa	2.0	4.2	2.9	6.2	153.50	0.4	0.4	4.05	1267.56	0.4	0.17	1.07	50.1	2.4	12	1.1	396	35.1
Valy	2.4	7.3	4.9	8.3	157.92	0.6	0.7	8.22	2307.83	0.6	0.28	2.51	69.5	2.9	19	1.8	407	73.9
Synthesia	3.8	6.5	4.7	8.4	282.99	0.6	0.6	6.86	1905.50	0.5	0.25	11.47	76.8	2.8	17	1.7	1589	62.8
Filrovice Verdek	5.5	13.4	6.1	13.2	116.63	2.4	0.8	13.01	3733.36	1.1	0.39	4.83	116.2	3.9	27	2.5	505	105.2
Vereinigte Mulde	4.0	8.0	5.2	14.0	87.76	1.0	0.7	9.34	3371.65	1.0	0.33	22.49	65.4	9	23	2.1	1208	123.2
Zwickauer Mulde	6.8	10.7	7.9	39.1	139.54	1.7	1.3	11.97	4137.05	1.7	0.51	268.37	87.1	30	48	3.2	2353	142.4

Berichtsanhang (BA) 1; BA-Tabelle 2: Elementkonzentrationen in Filtraten, Rohdaten

	Ag	Al	As	B	Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Dy	Er	Eu	Fe	Ga	Gd
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Nordertill	13			4330	28.4			353					0.47	2.7						
Vogelsand	12			4205	24.8			341					0.38	2.4						
Tonne 5	11			4106	24.8			372					0.37	3.0						
Tonne 13	11			3881	26.8			331					0.37	3.2						
Schnackenburg, re	30	3.4		170	60.9			105	0.05	0.01	0.22	0.53	0.12	3.2			0.006	8	0.040	0.008
Schnackenburg, li	33	3.3		167	60.3		0.01	109	0.09	0.01	0.24	0.57	0.12	3.1			0.007	17	0.045	0.008
Havelmündung	3	2.9		209	45.0			86	0.04	0.00	0.18	0.71	0.07	3.5				8	0.032	0.022
Tangermünde, re	29	1.5		151	53.8		0.02	123	0.06	0.01	0.22	0.60	0.13	3.5			0.006	13	0.042	0.009
Tangermünde, li	25	3.5		158	51.5		0.02	126	0.26	0.01	0.20	0.62	0.13	3.8			0.006	12	0.037	0.008
Magdeburg, re	32	3.5		133	50.6			85	0.05	0.01	0.18	0.60	0.09	3.8			0.005	11	0.037	0.007
Saalemündung	10	18.5		264	77.9			309	0.13	0.01	0.32	1.06	0.34	3.2			0.007	8	0.038	0.016
Muldemündung	39	3.6		159	54.2			53	0.08	0.02	0.28	0.23	0.30	2.6			0.006	31	0.039	0.007
Wittenberg, re	14	3.4		107	46.0		0.01	59	0.03	0.02	0.15	0.47	0.07	4.2				11	0.031	
Wittenberg, li	15	4.1		105	50.6		0.03	63	0.04	0.01	0.15	0.51	0.07	4.2			0.005	9	0.032	
Schw. Elster Mündung	3			216	62.7			126	0.06	0.01	0.75	0.09	0.12	1.7			0.006	79	0.007	
Domnitzsch, re	15	3.8		107	46.2		0.01	54	0.07	0.02	0.13	0.45	0.08	4.2			0.005	9	0.033	
Domnitzsch, li	14	3.7		106	43.9		0.02	53	0.05	0.01	0.13	0.40	0.08	3.6				8	0.034	
Zehren, re	13	3.5		97	46.1		0.03	55	0.04	0.01	0.14	0.51	0.08	3.5			0.005	10	0.030	
Zehren, li	14	3.6		97	47.0			55	0.22	0.01	0.30	0.60	0.12	4.0				9	0.142	0.006
Schmilka, re	13	3.6		102	47.6			66	0.04	0.02	0.16	0.70	0.09	4.0			0.005	14	0.031	0.005
Schmilka, li	12	3.8		99	47.4		0.02	63	0.03	0.02	0.16	0.72	0.08	4.1				11	0.030	0.005
Dobkovic, re	11	4.0		96	44.8			61	0.04	0.02	0.16	0.55	0.07	3.7				10	0.036	
Dobkovic, li	12	3.9		99	46.6		0.02	62	0.04	0.02	0.16	0.72	0.08	3.6				10	0.038	
Bilinamündung	0.02	26	17.1	445	41.6			127	0.06	0.02	0.80	7.61	1.41	18.3				35	0.098	0.005
Ohremündung	0.02	3	3.5	187	32.5			52	0.03	0.02	0.21	0.12	0.66	2.6				12	0.012	
Moldaumündung	7	2.4		80	37.7			31	0.03	0.02	0.16	0.26	0.03	2.5				22	0.018	
Obristvi	20	4.8		107	59.0		0.01	87	0.05	0.03	0.26	0.99	0.02	3.8	0.01	0.01	0.006	21	0.044	0.006
Jizeramündung	122	1.5		65	38.0	0.10		38	0.05	0.23	0.09	0.32	0.03	2.7	0.05	0.04	0.008	107	0.029	0.051
Lysa	12	4.7		97	61.6		0.01	85	0.05	0.02	0.28	0.53	0.02	3.2				16	0.048	
Valy	18	4.5		76	62.7			74	0.04	0.03	0.17	4.90	0.02	2.4	0.01	0.01	0.007	35	0.065	0.006
Synthesia	12	9.8		233	43.3		0.02	91	0.09	0.01	0.68	4.83	0.13	6.6			0.005	53	0.212	
Filirovice Verdek	22	4.1		32	85.3		0.02	27	0.04	0.04	0.11	0.18	0.02	2.0	0.01		0.009	39	0.020	0.008
Vereinigte Mulde	23	8.6		142	54.8	0.03		38	0.20	0.05	0.20	0.58	0.30	2.9	0.01	0.01	0.007	60	0.066	0.0175
Zwickauer Mulde	40	13.7		133	49.0	0.07	0.01	35	0.23	0.04	0.20	0.19	0.68	2.9	0.02	0.01	0.007	50	0.022	0.023









































Berichtsanhang (BA) 1; BA-Tabelle 2: Elementkonzentrationen in Filtraten, Rohdaten – Fortsetzung

	Ge	Hg	Ho	In	K	La	Li	Lu	Mg	Mn	Mo	Na	Nd	Ni	P	Pb	Pd	Pr	Rb	Re
	µg/l	ng/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Nordertill		11.2			340.0	210.0			1064.0	12	12.0	9200		1.2	140				108.4	
Vogelsand		7.3			356.0	194.0			1052.0		11.6	9460		0.9	77				108.0	
Tonne 5		5.0			354.0	212.0			1088.0		11.7	9520		0.9	87				105.7	
Tonne 13		5.5			332.0	195.0			1062.0		10.9	8940		0.9	94				100.0	
Schnackenburg, re	0.02	4.7			8.6	0.009	19.7		17.6	4.6	2.3	101	0.010	3.0	91	0.21			8.0	0.03
Schnackenburg, li	0.01	3.8			8.5	0.011	18.2		17.8	3.2	2.1	95	0.011	2.7	75	0.21			8.5	0.03
Havelmündung	0.03	4.4		0.016	10.9	8.0			12.5	2.0	3.8	54		2.6	234	0.08			7.2	0.01
Tangermünde, re	0.03	4.0			7.5	0.010	22.1		19.8	2.0	2.2	105	0.010	2.8	69	0.12			8.3	0.04
Tangermünde, li	0.03	4.2			8.6	0.010	20.3		19.8	1.9	2.3	105	0.009	2.8	66	0.20			8.7	0.03
Magdeburg, re	0.03	3.3			5.4	0.010	19.0		14.0	1.6	2.2	57	0.010	2.5	92	0.13			6.8	0.02
Saalemündung	0.07	3.4			18.1	0.011	24.8		37.1	40.9	2.6	328	0.010	4.6	227	0.35	0.01		14.8	0.07
Muldemündung	0.03	3.2			5.2	0.013	11.5		13.2	9.5	5.4	36	0.010	4.9		0.21			11.3	0.06
Wittenberg, re	0.04	6.0			5.4	0.008	20.8		11.1	1.4	1.6	26	0.007	2.4	163	0.09			6.4	0.01
Wittenberg, li	0.04	1.8			7.2	0.009	18.7		11.6	1.5	1.6	26	0.008	2.5	165	0.15			5.9	0.01
Schw. Elster Mündung		2.2			8.1	0.008	11.7		18.2	110.4	0.6	36	0.006	4.4	12	0.07			10.8	0.01
Dommitzsch, re	0.05	17.0			5.4	0.014	22.1		11.2	1.6	1.6	27	0.013	2.2	194	0.07			5.5	0.01
Dommitzsch, li	0.05	4.0			5.1	0.010	21.5		11.2	1.4	1.7	27	0.010	2.1	197	0.09			5.8	0.01
Zehren, re	0.05	12.7			5.8	0.012	19.6		10.8	3.5	1.5	26	0.011	2.3	232	0.08			5.5	0.01
Zehren, li	0.05	5.9		0.046	5.8	0.011	19.9		11.1	3.2	1.4	27	0.010	2.7	222	0.13			5.4	0.02
Schmilka, re	0.05	6.6			5.0	0.015	19.4		10.4	8.8	1.4	23	0.013	2.4	212	0.11			5.2	0.02
Schmilka, li	0.05	7.5			5.4	0.012	19.9		11.8	6.7	1.6	26	0.012	2.3	221	0.10			5.0	0.01
Dobkovic, re	0.06	8.4			5.1	0.012	19.8		11.5	4.5	1.4	25	0.011	2.5	196	0.09			5.0	0.01
Dobkovic, li	0.05	10.8			5.2	0.011	20.5		11.4	4.9	1.6	28	0.011	2.1	200	0.10			5.2	0.01
Bilinamündung	0.23	174.8			13.7	0.011	170.0		30.4	201.0	5.5	137	0.011	6.2	568	0.64			28.1	0.02
Ohremündung	0.08	2.0			6.2	0.009	143.0		19.2	48.1	2.4	39	0.010	3.4	154	0.06			13.7	0.01
Moldaumündung	0.02	1.8			5.2	0.012	7.4		11.0	39.4	0.7	19	0.012	2.8	308	0.14			4.9	0.01
Obristvi	0.06	17.1			5.1	0.020	10.8		11.0	129.0	1.5	29	0.019	2.2	172	0.13			3.1	0.02
Jizeramündung	0.04	0.6	0.012		2.2	0.194	2.8	0.007	4.6	12.2	0.3	8	0.187	1.0	131	0.48	0.05		3.3	0.01
Lysa	0.10	8.6			5.4	0.017	11.1		11.0	216.0	1.5	20	0.012	2.1	168	0.16			3.2	0.02
Valy	0.11	8.7			4.1	0.020	8.7		7.6	36.9	1.4	17	0.020	1.6	184	0.25			3.3	0.01
Synthesia	0.22	13.3			6.5	0.009	20.4		9.1	142.0	2.9	53	0.009	5.1	740	1.20			5.0	0.02
Filirovice Verdek	0.02	0.9			2.0	0.021	3.4		6.7	65.0	0.7	7	0.023	0.6	73	0.20			2.5	0.01
Vereinigte Mulde	0.03	2.3			5.6	0.043	12.7		13.1	34.7	6.7	34	0.038	4.2	158	0.39	0.01		11.0	0.08
Zwickauer Mulde	0.05	1.4			4.8	0.049	24.6		16.4	60.1	35.5	81	0.048	7.6	152	0.19			15.2	0.42














































Berichtsanhang (BA) 1; BA-Tabelle 2: Elementkonzentrationen in Filtraten, Rohdaten – Fortsetzung

	Rh	Ru	S	Sb	Sc	Si	Sm	Sn	Sr	Ta	Tb	Th	Ti	Tl	Tm	U	V	W	Y	Yb	Zn	Zr
	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Nordertill			895	0.12		341		0.76	6660	0.12						2.5	3.0	0.43	0.09			0.15
Vogelsand			941	0.1		399		0.66	6840	0.1						2.8	2.5	0.35	0.08			0.15
Tonne 5			898			498		0.57	6660	0.1						2.5	2.6	0.33	0.08			0.14
Tonne 13			865			475		0.54	6340	0.1						2.3	2.5	0.32	0.11			0.13
Schnackenburg, re	0.02	0.005	70.9	0.57	0.02	1434		0.23	680			0.11	0.06			2.8	1.4	0.44	0.03		2.8	0.08
Schnackenburg, li	0.021	0.006	71.1	0.60	0.02	663		0.15	747			0.14	0.06			2.6	1.4	0.35	0.04	0.005	2.6	0.07
Havelmündung	0.03	0.005	51.3	0.68	0.01	7385		0.09	397			0.05	0.02			0.6	1.5	1.39	0.01		1.8	0.03
Tangermünde, re	0.022	0.005	72.3	0.57	0.02	1604		0.32	661			0.14	0.07			2.7	1.4	0.34	0.03	0.005	3.5	0.05
Tangermünde, li	0.025	0.006	73.1	0.56	0.02	1394		0.07	677			0.13	0.07			2.7	1.4	0.33	0.03		3.6	0.05
Magdeburg, re	0.018	0.005	56.8	0.58	0.01	1733		0.06	468			0.13	0.05			2.4	1.5	0.23	0.03		2.9	0.04
Saalemündung	0.055	0.012	152	0.52	0.03	4307		0.20	2106			0.24	0.10			3.2	1.8	0.13	0.04		58.3	0.09
Muldemündung				1.01	0.01			0.11	190			0.13	0.12			8.0	0.3	0.43	0.02		4.2	0.03
Wittenberg, re	0.011		42.5	0.54	0.01	2416		0.07	328			0.16	0.05			1.3	1.9	0.19	0.03		2.8	0.03
Wittenberg, li	0.016		39.4	0.54	0.02	2425		0.07	327			0.13	0.05			1.2	1.9	0.19	0.02		3.3	0.04
Schw. Elster Mündung	0.018	0.005	143	0.10	0.02	6015		0.17	556			0.13	0.02			0.2	0.1	0.01	0.03		4.8	0.03
Dommitzsch, re	0.014		35.3	0.55	0.01	2675		0.29	325			0.16	0.05			1.1	1.9	0.20	0.03	0.005	4.4	0.06
Dommitzsch, li	0.012		37.2	0.54	0.01	2952		0.24	314			0.18	0.05			1.1	1.9	0.20	0.02	0.005	4.7	0.04
Zehren, re	0.016	0.005	33	0.49	0.01	3420		0.22	308			0.18	0.05			1.1	1.8	0.19	0.03		5.7	0.04
Zehren, li	0.011	0.005	33.8	0.51	0.01	3267		0.09	304			0.14	0.06			1.1	1.8	0.22	0.03	0.005	13.2	0.04
Schmilka, re	0.012		34.9	0.47	0.02	3627		0.06	338			0.21	0.06			1.2	1.6	0.18	0.03	0.005	6.8	0.03
Schmilka, li	0.013		37.2	0.48	0.01	3602		0.06	348			0.22	0.04			1.2	1.7	0.18	0.03	0.005	6.4	0.03
Dobkovice, re			33.9	0.53	0.01	3497		0.33	335			0.17	0.05			1.3	1.7	0.17	0.03	0.005	7.1	0.04
Dobkovice, li			34.8	0.52	0.01	3644		0.09	340			0.20	0.03			1.2	1.8	0.20	0.03	0.005	6.8	0.03
Bilinamündung	0.018	0.005	118	0.98	0.02	6682		0.23	525			0.56	0.04			2.8	14.7	1.79	0.03	0.005	9.7	0.05
Ohremündung	0.013		53.5	0.22		3630		0.28	357			0.20	0.06			2.4	1.1	0.16	0.02		2.1	0.03
Moldaumündung			21.1	0.55	0.01	4326		0.10	164			0.25	0.03			0.7	1.4	0.08	0.02		6.2	0.03
Obristvi	0.015	0.005	41.2	0.46	0.02	3909		0.07	483			0.22	0.03			1.5	1.7	0.22	0.05	0.007	13.9	0.07
Jizeramündung			11	0.41	0.03	3935	0.05	0.09	167		0.009	0.04			0.0055	0.6	0.9	0.08	0.41	0.032	2.5	0.16
Lysa	0.015	0.005	38	0.52	0.02	3826		0.06	538			0.23	0.02			1.6	1.8	0.23	0.03	0.006	4.1	0.05
Valy	0.011		25.6	0.42	0.01	4175		0.06	336			0.25	0.03			1.1	1.9	0.37	0.04	0.007	5.7	0.04
Synthesia	0.014		49.9	0.82	0.02	4233		0.08	451			0.15	0.03			1.1	7.5	0.89	0.03	0.008	50.8	0.05
Filrovice Verdek			10.8	0.39	0.01	4139	0.01	0.26	142			0.13	0.02			1.6	1.4	0.04	0.04	0.005	2.0	0.02
Vereinigte Mulde			36	1.01	0.01	5252	0.01	0.22	175			0.46	0.13			11.9	0.9	0.57	0.06	0.006	12.2	0.04
Zwickauer Mulde	0.01		60.3	0.95	0.01	5306	0.01	0.36	200			0.48	0.064			59.4	0.5	4.62	0.11	0.009	27.2	0.07














































Berichtsanhang (BA) 1; BA-Tabelle 3: Klassifizierungssysteme

Igeo-Klassen (Müller 1979), (Igeo)		Ag	Al	As	Au
0	 <=	µg/g 0.105	µg/g 120000	µg/g 19.5	µg/g 0
1	 <=	0.21	240000	39	0
2	 <=	0.42	480000	78	0
3	 <=	0.84	960000	156	0
4	 <=	1.68		312	0
5	 <=	3.36		624	0
6	 >	3.36		624	0
Klassifizierungssystem nach Prange et al. (1997b), (Prange)		Ag	Al	As	Au
I	 <=	µg/g 0.3	µg/g 88600	µg/g 24	µg/g 0.003
I-II	 <=	0.5	110000	50	0.009
II, Zielvorgabe	 <=	1	354000	97	n.b.
II-III	 <=	3	709000	194	n.b.
III	 <=	5		389	n.b.
III-IV	 <=	11		778	n.b.
IV	 >	11		778	n.b.
Klassifizierung auf der Grundlage normierter Hintergrundgehalte (Krüger et al. 1999, Prange et al. (1997b), (HGW norm.))		Ag	Al	As	Au
I	 <=	µg/g 0.2	µg/g 45186	µg/g 12	µg/g 0.00153
I-II	 <=	0.3	56100	26	0.00459
II, Zielvorgabe	 <=	0.5	180540	49	
II-III	 <=	1.5	361590	99	
III	 <=	2.6	0	198	
III-IV	 <=	5.6	0	397	
IV	 >	5.6	0	397	
ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem, siebenstufig, (ARGE)		As			
I	 <	µg/g 3-5			
I-II	 <	10			
II, Zielvorgabe	 <	20			
II-III	 <	40			
III	 <	70			
III-IV	 <=	100			
IV	 >	100			
ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem, fünfstufig, (ARGE 5)		As			
high, I	 <	µg/g 30			
good, II, Zielvorgabe	 <	60			
moderate, III	 <	120			
poor, IV	 <=	240			
bad, V	 >	240			
Anreicherungs-faktoren durch Normierung der Elementgehalte auf Al-Gehalte, (Al-Norm.)					
I	 <= 1				
I-II	 <= 2				
II, Zielvorgabe	 <= 4				
II-III	 <= 8				
III	 <= 16				
III-IV	 <= 32				
IV	 > 32				

Berichtsanhang (BA) 1; BA-Tabelle 3: Klassifizierungssysteme – Fortsetzung









































Igeo		B	Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu
0	 <=	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g
1	 <=	150	870	4.5	0	33150	0.45	144	28.5	135	7.5	67.5
2	 <=	300	1740	9	0	66300	0.9	288	57	270	15	135
3	 <=	600	3480	18	0	132600	1.8	576	114	540	30	270
4	 <=	1200	6960	36	0	265200	3.6	1152	228	1080	60	540
5	 <=	2400	13920	72	0	530400	7.2	2304	456	2160	120	1080
6	 >	4800	27840	144	0		14.4	4608	912	4320	240	2160
6	 >	4800	27840	144	0		14.4	4608	912	4320	240	2160
Prange		B	Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu
I	 <=	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g
I-II	 <=	58	598	3.9	0.7	7590	0.4	95	19	117	15	32
II, Zielvorgabe	 <=	118	774	5	1.3	11100	1.3	126	33	136	23	42
II-III	 <=	233	2390	16	2.8	30400	2	380	75	467	61	129
III	 <=	465	4780	31	5.6	60700	3	760	150	934	122	257
III-IV	 <=	930	9560	63	11.2	121000	7	1520	300	1870	243	514
IV	 >	1860	19100	126	22.4	243000	13	3040	600	3740	486	1030
IV	 >	1860	19100	126	22.4	243000	13	3040	600	3740	486	1030
HGWnorm.		B	Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu
I	 <=	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g
I-II	 <=	30	305	2	0.4	3871	0.2	48	10	60	8	16
II, Zielvorgabe	 <=	60	395	3	0.7	5661	0.7	64	17	69	12	21
II-III	 <=	119	1219	8	1.4	15504	1.0	194	38	238	31	66
III	 <=	237	2438	16	2.9	30957	1.5	388	77	476	62	131
III-IV	 <=	474	4876	32	5.7	61710	3.6	775	153	954	124	262
IV	 >	949	9741	64	11.4	123930	6.6	1550	306	1907	248	525
IV	 >	949	9741	64	11.4	123930	6.6	1550	306	1907	248	525
ARGE								Cd	Cr		Cu	
I	 <							µg/g	µg/g		µg/g	
I-II	 <							0,2-0,4	60-80		20-30	
II, Zielvorgabe	 <							0,5	90		40	
II-III	 <							1,2	100		60	
III	 <							5	150		150	
III-IV	 <=							10	250		250	
IV	 >							25	500		500	
IV	 >							25	500		500	
ARGE 5								Cd	Cr		Cu	
high, I	 <							µg/g	µg/g		µg/g	
good, II, Zielvorgabe	 <							0.7	130		45	
moderate, III	 <							1.4	260		90	
poor, IV	 <=							5.6	520		180	
bad, V	 >							17	1000		360	
bad, V	 >							17	1000		360	
Al-Norm.												
I	 <= 1											
I-II	 <= 2											
II, Zielvorgabe	 <= 4											
II-III	 <= 8											
III	 <= 16											
III-IV	 <= 32											
IV	 > 32											
$\text{Gehalt, Element}_{\text{Probe}} / \text{Gehalt, Al}_{\text{Prob}} \cdot \text{Gehalt, Al}_{\text{HGW}} / \text{Gehalt, Element}_{\text{HGW}}$												

Berichtsanhang (BA) 1; BA-Tabelle 3: Klassifizierungssysteme – Fortsetzung

Igeo		Dy	Er	Eu	Fe	Ga	Gd	Ge	Hg	Ho	In	Ir
0	 <=	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g
1	 <=	6.9	3.75	1.5	70800	297	9.6	2.4	0.6	1.8	0.15	n.b.
2	 <=	13.8	7.5	3	141600	594	19.2	4.8	1.2	3.6	0.3	n.b.
3	 <=	27.6	15	6	283200	1188	38.4	9.6	2.4	7.2	0.6	n.b.
4	 <=	55.2	30	12	566400	2376	76.8	19.2	4.8	14.4	1.2	n.b.
5	 <=	110.4	60	24		4752	153.6	38.4	9.6	28.8	2.4	n.b.
6	 >	220.8	120	48		9504	307.2	76.8	19.2	57.6	4.8	n.b.
6	 >	220.8	120	48		9504	307.2	76.8	19.2	57.6	4.8	n.b.
Prange		Dy	Er	Eu	Fe	Ga	Gd	Ge	Hg	Ho	In	Ir
I	 <=	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g
I-II	 <=	8.8	4.9	2.2	47600	25	9.9	2.3	0.3	1.4	n.b.	n.b.
II, Zielvorgabe	 <=	12	6.4	3.5	83000	40	13	2.9	n.b.	1.9	n.b.	n.b.
II-III	 <=	35	19	9	190000	98	40	9	n.b.	6	n.b.	n.b.
III	 <=	70	39	18	389000	197	79	18	n.b.	11	n.b.	n.b.
III-IV	 <=	140	78	36	760000	394	159	37	n.b.	22	n.b.	n.b.
IV	 >	280	156	72		787	317	74	n.b.	44	n.b.	n.b.
IV	 >	280	156	72		787	317	74	n.b.	44	n.b.	n.b.
HGWnorm.		Dy	Er	Eu	Fe	Ga	Gd	Ge	Hg	Ho	In	Ir
I	 <=	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g
I-II	 <=	4	2.5	1.1	24276	13	5	1.2	0.15	0.7		
II, Zielvorgabe	 <=	6	3.3	1.8	42330	20	7	1.5		1.0		
II-III	 <=	18	9.7	4.6	96900	50	20	4.6		3.1		
III	 <=	36	19.9	9.2	198390	100	40	9		5.6		
III-IV	 <=	71	39.8	18.4	387600	201	81	19		11		
IV	 >	143	79.6	36.7	0	401	162	38		22		
IV	 >	143	79.6	36.7	0	401	162	38		22		
ARGE		Hg										
I	 <	µg/g										
I-II	 <	0,2-0,4										
II, Zielvorgabe	 <	0,5										
II-III	 <	0,8										
III	 <	5										
III-IV	 <=	10										
IV	 >	25										
IV	 >	25										
ARGE 5		Hg										
high, I	 <	µg/g										
good, II, Zielvorgabe	 <	0.5										
moderate, III	 <	1										
poor, IV	 <=	4										
bad, V	 >	12										
bad, V	 >	12										
Al-Norm.												
I	 <= 1											
I-II	 <= 2											
II, Zielvorgabe	 <= 4											
II-III	 <= 8											
III	 <= 16											
III-IV	 <= 32											
IV	 > 32											









































$$\text{Gehalt, Element}_{\text{Probe}} / \text{Gehalt, Al}_{\text{Probe}} \cdot \text{Gehalt, Al}_{\text{HGW}} / \text{Gehalt, Element}_{\text{HGW}}$$

Berichtsanhang (BA) 1; BA-Tabelle 3: Klassifizierungssysteme – Fortsetzung












































Igeo		K	La	Li	Lu	Mg	Mn	Mo	Na	Nb	Nd	Ni
0	 <=	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g
1	 <=	39900	73.5	99	1.05	22500	1275	3.9	14400	16.5	36	102
2	 <=	79800	147	198	2.1	45000	2550	7.8	28800	33	72	204
3	 <=	159600	294	396	4.2	90000	5100	15.6	57600	66	144	408
4	 <=	319200	588	792	8.4	180000	10200	31.2	115200	132	288	816
5	 <=	638400	1176	1584	16.8	360000	20400	62.4	230400	264	576	1632
6	 >	1276800	2352	3168	33.6	720000	40800	124.8	460800	528	1152	3264
1276800		2352	3168	33.6	720000	40800	124.8	460800	528	1152	3264	
Prange		K	La	Li	Lu	Mg	Mn	Mo	Na	Nb	Nd	Ni
I	 <=	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g
I-II	 <=	20700	49	79	0.6	10100	851	0.9	5470	21	47	53
II, Zielvorgabe	 <=	31700	64	125	0.9	14100	2970	3.6	8740	29	56	66
II-III	 <=	82800	196	316	2.4	40400	3404	3.6	21880	85	190	210
III	 <=	166000	392	632	5	80800	6810	7	43800	170	380	425
III-IV	 <=	331000	785	1260	10	162000	13600	14	87500	340	749	850
IV	 >	662000	1570	2530	19	323000	27200	27	175000	680	1500	1700
662000		1570	2530	19	323000	27200	27	175000	680	1500	1700	
HGWnorm.		K	La	Li	Lu	Mg	Mn	Mo	Na	Nb	Nd	Ni
I	 <=	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g
I-II	 <=	10557	25	40	0.3	5151	434	0.5	2790	11	24	27
II, Zielvorgabe	 <=	16167	33	64	0.5	7191	1515	1.8	4457	15	29	34
II-III	 <=	42228	100	161	1.2	20604	1736	1.8	11159	43	97	107
III	 <=	84660	200	322	2.6	41208	3473	3.6	22338	87	194	217
III-IV	 <=	168810	400	643	5	82620	6936	7	44625	173	382	434
IV	 >	337620	801	1290	10	164730	13872	14	89250	347	765	867
337620		801	1290	10	164730	13872	14	89250	347	765	867	
ARGE		Ni										
I	 <=	µg/g										
I-II	 <	10-30										
II, Zielvorgabe	 <	40										
II-III	 <	50										
III	 <	150										
III-IV	 <=	250										
IV	 >	500										
500		500										
ARGE 5		Ni										
high, I	 <	µg/g										
good, II, Zielvorgabe	 <	70										
moderate, III	 <	140										
poor, IV	 <=	280										
bad, V	 >	560										
560		560										
Al-Norm.												
I	 <= 1											
I-II	 <= 2											
II, Zielvorgabe	 <= 4											
II-III	 <= 8											
III	 <= 16											
III-IV	 <= 32											
IV	 > 32											

$$\text{Gehalt, Element}_{\text{Probe}} / \text{Gehalt, Al}_{\text{Probe}} \cdot \text{Gehalt, Al}_{\text{HGW}} / \text{Gehalt, Element}_{\text{HGW}}$$

Berichtsanhang (BA) 1; BA-Tabelle 3: Klassifizierungssysteme – Fortsetzung























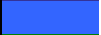










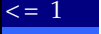
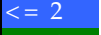
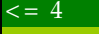
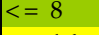
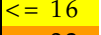


Igeo		P	Pb	Pd	Pr	Pt	Rb	Re	Rh	Ru	S	Sb
0	 <=	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g
1	 <=	1050	30	n.b.	8.4	n.b.	210	n.b.	n.b.	n.b.	3600	2.25
2	 <=	2100	60	n.b.	16.8	n.b.	420	n.b.	n.b.	n.b.	7200	4.5
3	 <=	4200	120	n.b.	33.6	n.b.	840	n.b.	n.b.	n.b.	14400	9
4	 <=	8400	240	n.b.	67.2	n.b.	1680	n.b.	n.b.	n.b.	28800	18
5	 <=	16800	480	n.b.	134.4	n.b.	3360	n.b.	n.b.	n.b.	57600	36
6	 >	33600	960	n.b.	268.8	n.b.	6720	n.b.	n.b.	n.b.	115200	72
33600		960	n.b.	268.8	n.b.	6720	n.b.	n.b.	n.b.	115200	72	
Prange		P	Pb	Pd	Pr	Pt	Rb	Re	Rh	Ru	S	Sb
I	 <=	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g
I-II	 <=	646	29	n.b.	13	n.b.	153	n.b.	n.b.	n.b.	652	1.7
II, Zielvorgabe	 <=	1520	47	n.b.	16	n.b.	239	n.b.	n.b.	n.b.	5700	2.7
II-III	 <=	2580	115	n.b.	52	n.b.	612	n.b.	n.b.	n.b.	2610	7
III	 <=	5170	230	n.b.	103	n.b.	1220	n.b.	n.b.	n.b.	5220	13
III-IV	 <=	10300	460	n.b.	207	n.b.	2450	n.b.	n.b.	n.b.	10400	26
IV	 >	20700	920	n.b.	413	n.b.	4900	n.b.	n.b.	n.b.	20900	53
20700		920	n.b.	413	n.b.	4900	n.b.	n.b.	n.b.	20900	53	
HGWnorm.		P	Pb	Pd	Pr	Pt	Rb	Re	Rh	Ru	S	Sb
I	 <=	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g
I-II	 <=	329	15		7		78				333	0.9
II, Zielvorgabe	 <=	775	24		8		122				2907	1.4
II-III	 <=	1316	59		27		312				1331	3.6
III	 <=	2637	117		53		622				2662	6.6
III-IV	 <=	5253	235		106		1250				5304	13
IV	 >	10557	469		211		2499				10659	27
10557		469		211		2499				10659	27	
ARGE		Pb										
I	 <	µg/g										
I-II	 <	25-30										
II, Zielvorgabe	 <	50										
II-III	 <	100										
III	 <	150										
III-IV	 <=	250										
IV	 >	500										
500		500										
ARGE 5		Pb										
high, I	 <	µg/g										
good, II, Zielvorgabe	 <	45										
moderate, III	 <	90										
poor, IV	 <=	180										
bad, V	 >	360										
360		360										
Al-Norm.		Gehalt, Element _{Probe} /Gehalt, Al _{Prob} e * Gehalt, Al _{HGW} /Gehalt, Element _{HGW}										
I	 <= 1											
I-II	 <= 2											
II, Zielvorgabe	 <= 4											
II-III	 <= 8											
III	 <= 16											
III-IV	 <= 32											
IV	 > 32											

Berichtsanhang (BA) 1; BA-Tabelle 3: Klassifizierungssysteme – Fortsetzung

Igeo		Sc	Sm	Sn	Sr	Ta	Tb	Th	Ti	Tl	Tm	U
0	 <=	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g
1	 <=	19.5	9	9	450	1.2	1.5	18	6900	2.1	0.3	5.55
2	 <=	39	18	18	900	2.4	3	36	13800	4.2	0.6	11.1
3	 <=	78	36	36	1800	4.8	6	72	27600	8.4	1.2	22.2
4	 <=	156	72	72	3600	9.6	12	144	55200	16.8	2.4	44.4
5	 <=	312	144	144	7200	19.2	24	288	110400	33.6	4.8	88.8
6	 >	624	288	288	14400	38.4	48	576	220800	67.2	9.6	177.6
6	 >	624	288	288	14400	38.4	48	576	220800	67.2	9.6	177.6
Prange		Sc	Sm	Sn	Sr	Ta	Tb	Th	Ti	Tl	Tm	U
I	 <=	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g
I-II	 <=	19	9.5	4.9	132	1.5	1.3	15	5910	1	0.6	6.5
II, Zielvorgabe	 <=	21	13	9.5	190	2.1	1.7	19	8080	1.2	0.9	14
II-III	 <=	75	38	19.6	529	6	5	59	23600	4	2	26
III	 <=	149	76	39.2	1060	12	10	118	47300	8	5	52
III-IV	 <=	299	152	78.4	2120	24	21	236	94600	15	9	103
IV	 >	598	305	156.8	4200	48	42	473	189000	31	18	207
IV	 >	598	305	156.8	4200	48	42	473	189000	31	18	207
HGWnorm.		Sc	Sm	Sn	Sr	Ta	Tb	Th	Ti	Tl	Tm	U
I	 <=	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g
I-II	 <=	10	4.8	2.5	67	0.8	0.7	7.7	3014	0.5	0.3	3.3
II, Zielvorgabe	 <=	11	6.6	4.8	97	1.1	0.9	9.7	4121	0.6	0.5	7.1
II-III	 <=	38	19	10	270	3.1	2.6	30	12036	2.0	1.0	13
III	 <=	76	39	20	541	6.1	5.1	60	24123	4.1	2.6	27
III-IV	 <=	152	78	40	1081	12	11	120	48246	7.7	4.6	53
IV	 >	305	156	80	2142	24	21	241	96390	16	9.2	106
IV	 >	305	156	80	2142	24	21	241	96390	16	9.2	106
ARGE												
I												
I-II	 <											
II, Zielvorgabe	 <											
II-III	 <											
III	 <											
III-IV	 <=											
IV	 >											
ARGE 5												
high, I	 <											
good, II, Zielvorgabe	 <											
moderate, III	 <											
poor, IV	 <=											
bad, V	 >											
Al-Norm.												
I	 <= 1											
I-II	 <= 2											
II, Zielvorgabe	 <= 4											
II-III	 <= 8											
III	 <= 16											
III-IV	 <= 32											
IV	 > 32											

$$\text{Gehalt, Element}_{\text{Probe}} / \text{Gehalt, Al}_{\text{Probe}} * \text{Gehalt, Al}_{\text{HGW}} / \text{Gehalt, Element}_{\text{HGW}}$$

Berichtsanhang (BA) 1; BA-Tabelle 3: Klassifizierungssysteme – Fortsetzung

Igeo		V	W	Y	Yb	Zn	Zr
		µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g
0	 <=	195	2.7	39	3.75	142.5	240
1	 <=	390	5.4	78	7.5	285	480
2	 <=	780	10.8	156	15	570	960
3	 <=	1560	21.6	312	30	1140	1920
4	 <=	3120	43.2	624	60	2280	3840
5	 <=	6240	86.4	1248	120	4560	7680
6	 >	6240	86.4	1248	120	4560	7680
Prange		V	W	Y	Yb	Zn	Zr
		µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g
I	 <=	131	3.6	38	4.6	150	296
I-II	 <=	168	5.3	63	6.2	187	451
II, Zielvorgabe	 <=	526	14.4	153	18.4	600	1190
II-III	 <=	1052	28.8	306	36.8	1200	2370
III	 <=	2100	57.6	612	73.6	2400	4740
III-IV	 <=	4200	115.2	1200	147.2	4800	9500
IV	 >	4200	115.2	1200	147.2	4800	9500
HGW norm.		V	W	Y	Yb	Zn	Zr
		µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g
I	 <=	67	1.8	19	2.3	77	151
I-II	 <=	86	2.7	32	3.2	95	230
II, Zielvorgabe	 <=	268	7.3	78	9.4	306	607
II-III	 <=	537	15	156	19	612	1209
III	 <=	1071	29	312	38	1224	2417
III-IV	 <=	2142	59	612	75	2448	4845
IV	 >	2142	59	612	75	2448	4845
ARGE		Zn					
		µg/g					
I		90-110					
I-II	 <	150					
II, Zielvorgabe	 <	200					
II-III	 <	500					
III	 <	1000					
III-IV	 <=	2000					
IV	 >	2000					
ARGE 5		Zn					
		µg/g					
high, I	 <	170					
good, II, Zielvorgabe	 <	510					
moderate, III	 <	1500					
poor, IV	 <=	4600					
bad, V	 >	4600					
Al-Norm.							
I	 <= 1						
I-II	 <= 2						
II, Zielvorgabe	 <= 4						
II-III	 <= 8						
III	 <= 16						
III-IV	 <= 32						
IV	 > 32						

Gehalt, Element_{Probe} / Gehalt, Al_{Probe} * Gehalt, Al_{HGW} / Gehalt, Element_{HGW}

Berichtsanhang (BA) 1; BA-Tabelle 4: Bewertung der Elementgehalte in Schwebstoffen nach verschiedenen Verfahren

	Igeo Ag (µg/g)		Prange Ag (µg/g)		HGWNorm. Ag (µg/g)		AI-Norm. Ag AF		Igeo As (µg/g)		Prange As (µg/g)		HGWNorm. As (µg/g)		ARGE As (µg/g)		AI-Norm. As AF	
	Ag	AF	Ag	AF	Ag	AF	AI	AF	As	AF	As	AF	As	AF	As	AF	As	AF
Nordertill	0.5	2.5	0.5	2.5	60129	60129	60129	1	26	26	26	26	26	26	26	26	1.6	1.6
Vogelsand	0.5	2.5	0.5	2.5	58900	58900	58900	1	27	27	27	27	27	27	27	27	1.7	1.7
Tonne 5 (Außenelbe)	0.7	3.7	0.7	3.7	52881	52881	52881	1	27	27	27	27	27	27	27	27	1.9	1.9
Tonne 13 (Scharhörn)	0.4	2.3	0.4	2.3	56049	56049	56049	1	29	29	29	29	29	29	29	29	1.9	1.9
Schnackenburg, rechts	2.2	15.6	2.2	15.6	41308	41308	41308	1	39	39	39	39	39	39	39	39	3.5	3.5
Schnackenburg, links	3.0	20.7	3.0	20.7	42522	42522	42522	1	37	37	37	37	37	37	37	37	3.2	3.2
Havelmündung	1.1	48.3	1.1	48.3	6624	6624	6624	1	19	19	19	19	19	19	19	19	10.6	10.6
Tangermünde, rechts	2.3	18.2	2.3	18.2	37660	37660	37660	1	36	36	36	36	36	36	36	36	3.5	3.5
Tangermünde, links	2.2	15.3	2.2	15.3	41884	41884	41884	1	42	42	42	42	42	42	42	42	3.7	3.7
Magdeburg, rechts	2.3	17.4	2.3	17.4	39162	39162	39162	1	38	38	38	38	38	38	38	38	3.6	3.6
Saalemündung	3.8	20.7	3.8	20.7	54752	54752	54752	1	24	24	24	24	24	24	24	24	1.6	1.6
Muldemündung	2.6	27.1	2.6	27.1	27789	27789	27789	1	438	438	438	438	438	438	438	438	58.2	58.2
Wittenberg, rechts	2.3	15.7	2.3	15.7	43730	43730	43730	1	36	36	36	36	36	36	36	36	3.1	3.1
Wittenberg, links	2.5	16.3	2.5	16.3	45877	45877	45877	1	32	32	32	32	32	32	32	32	2.6	2.6
Schwarze Elster Mündung	1.2	16.8	1.2	16.8	20727	20727	20727	1	39	39	39	39	39	39	39	39	7.0	7.0
Dommitzsch, rechts	2.5	15.7	2.5	15.7	47092	47092	47092	1	33	33	33	33	33	33	33	33	2.6	2.6
Dommitzsch, links	2.5	15.6	2.5	15.6	46773	46773	46773	1	29	29	29	29	29	29	29	29	2.3	2.3
Zehren, rechts	2.7	18.3	2.7	18.3	42907	42907	42907	1	27	27	27	27	27	27	27	27	2.3	2.3
Zehren, links	6.6	20.9	6.6	20.9	92875	92875	92875	1	56	56	56	56	56	56	56	56	2.2	2.2
Schmilka, rechts	2.9	18.7	2.9	18.7	45896	45896	45896	1	35	35	35	35	35	35	35	35	2.8	2.8
Schmilka, links	2.9	17.9	2.9	17.9	47589	47589	47589	1	30	30	30	30	30	30	30	30	2.4	2.4
Dobkovice, rechts	2.8	18.2	2.8	18.2	46105	46105	46105	1	32	32	32	32	32	32	32	32	2.6	2.6
Dobkovice, links	3.1	18.9	3.1	18.9	48803	48803	48803	1	33	33	33	33	33	33	33	33	2.5	2.5
Blinamündung	7.1	112.1	7.1	112.1	18584	18584	18584	1	63	63	63	63	63	63	63	63	12.5	12.5
Ohremündung	2.0	14.4	2.0	14.4	48803	48803	48803	1	39	39	39	39	39	39	39	39	3.5	3.5
Moldaumündung	7.9	65.2	7.9	65.2	40577	40577	40577	1	21	21	21	21	21	21	21	21	2.1	2.1
Obristvi	3.4	24.4	3.4	24.4	35676	35676	35676	1	60	60	60	60	60	60	60	60	5.5	5.5
Jizeramündung	3.6	22.3	3.6	22.3	40909	40909	40909	1	37	37	37	37	37	37	37	37	2.9	2.9
Lysa	3.0	37.8	3.0	37.8	47552	47552	47552	1	60	60	60	60	60	60	60	60	9.5	9.5
Valy	3.5	25.8	3.5	25.8	23492	23492	23492	1	94	94	94	94	94	94	94	94	8.7	8.7
Synthesia	5.6	42.7	5.6	42.7	40151	40151	40151	1	84	84	84	84	84	84	84	84	8.1	8.1
Filirovice Verdek	2.6	11.5	2.6	11.5	38428	38428	38428	1	88	88	88	88	88	88	88	88	4.9	4.9
MULDE					66130	66130	66130	1										
Vereinigte Mulde	2.7	16.4	2.7	16.4	49039	49039	49039	1	123	123	123	123	123	123	123	123	9.2	9.2
Zwickauer Mulde	3.5	14.9	3.5	14.9	69314	69314	69314	1	415	415	415	415	415	415	415	415	22.1	22.1

Berichtsanhang (BA) 1; BA-Tabelle 4: Bewertung der Elementgehalte in Schwebstoffen nach verschiedenen Verfahrenen - Fortsetzung

	Prange		HGWnorm.		AI-Norm.		Igeo		Prange		HGWnorm.		ARGE		AI-Norm.	
	Bi (µg/g)	Bi (µg/g)	Bi (µg/g)	Bi (µg/g)	Bi AF	Ca	Ca	Ca	Ca	Cd (µg/g)	Cd (µg/g)	Cd (µg/g)	Cd (µg/g)	Cd AF	Cd AF	
Nordertill	0.7	0.7	32754	32754	6.4	32754	32754	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	11.1	11.1
Vogelsand	0.8	0.8	41555	41555	8.2	41555	41555	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	9.8	9.8
Tonne 5 (Außenelbe)	1.0	1.0	35643	35643	7.9	35643	35643	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	4.7	4.7
Tonne 13 (Scharhörn)	0.8	0.8	37651	37651	7.8	37651	37651	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	3.5	3.5
Schnackenburg, rechts	0.9	0.9	20991	20991	5.9	20991	20991	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	34.2	34.2
Schnackenburg, links	1.0	1.0	21005	21005	5.8	21005	21005	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	34.4	34.4
Havelmündung	0.3	0.3	17468	17468	30.8	17468	17468	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	78.6	78.6
Tangermünde, rechts	0.8	0.8	19088	19088	5.9	19088	19088	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	33.0	33.0
Tangermünde, links	1.2	1.2	19854	19854	5.5	19854	19854	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	56.4	56.4
Magdeburg, rechts	1.0	1.0	14691	14691	4.4	14691	14691	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	29.9	29.9
Saalemündung	1.1	1.1	42611	42611	9.1	42611	42611	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	34.1	34.1
Muldemündung	2.5	2.5	11277	11277	4.7	11277	11277	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	106.9	106.9
Wittenberg, rechts	0.9	0.9	15549	15549	4.2	15549	15549	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	19.6	19.6
Wittenberg, links	0.9	0.9	15524	15524	3.9	15524	15524	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	19.6	19.6
Schwarze Elster Mündung	0.9	0.9	13984	13984	7.9	13984	13984	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	68.3	68.3
Domnitzsch, rechts	0.8	0.8	14974	14974	3.7	14974	14974	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	26.0	26.0
Domnitzsch, links	0.8	0.8	15705	15705	3.9	15705	15705	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	18.5	18.5
Zehren, rechts	1.3	1.3	16302	16302	4.4	16302	16302	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	15.4	15.4
Zehren, links	4.1	4.1	41054	41054	5.2	41054	41054	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	31.4	31.4
Schmilka, rechts	1.0	1.0	22244	22244	5.7	22244	22244	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	15.6	15.6
Schmilka, links	1.0	1.0	22623	22623	5.5	22623	22623	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	13.7	13.7
Dobkovice, rechts	0.9	0.9	22526	22526	5.7	22526	22526	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	17.2	17.2
Dobkovice, links	1.3	1.3	32346	32346	7.7	32346	32346	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	14.3	14.3
Bilinaemündung	0.4	0.4	149348	149348	93.8	149348	149348	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	10.3	10.3
Ohremündung	1.1	1.1	11062	11062	3.2	11062	11062	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	10.0	10.0
Moldaumündung	1.0	1.0	7470	7470	2.4	7470	7470	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	14.9	14.9
Obristvi	1.4	1.4	27438	27438	7.8	27438	27438	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	25.7	25.7
Jizeramündung	1.5	1.5	20053	20053	4.9	20053	20053	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	24.0	24.0
Lysa	1.8	1.8	16249	16249	8.1	16249	16249	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	22.3	22.3
Valy	0.7	0.7	22021	22021	6.4	22021	22021	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	28.7	28.7
Synthesia	0.7	0.7	23847	23847	7.2	23847	23847	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	12.2	12.2
Filirovice Verdek	1.5	1.5	20458	20458	3.6	20458	20458	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	11.6	11.6
MULDE																
Vereinigte Mulde	1.7	1.7	8304	8304	2.0	8304	8304	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	85.1	85.1
Zwickauer Mulde	13.9	13.9	12714	12714	2.1	12714	12714	24.2	24.2	24.2	24.2	24.2	24.2	24.2	77.3	77.3

Berichtsanhang (BA) 1; BA-Tabelle 4: Bewertung der Elementgehalte in Schwebstoffen nach verschiedenen Verfahren - Fortsetzung

	Igeo		Prange		HGWnorm.		Al-Norm.		Igeo		Prange		HGWnorm.		ARGE		Al-Norm.	
	(µg/g)	Ce	(µg/g)	Ce	(µg/g)	Ce	AF	Co	(µg/g)	Co	(µg/g)	Co	AF	(µg/g)	Cr	(µg/g)	Cr	AF
Nordertill	59	59	114	59	59	59	0,9	12	12	12	103	103	103	103	103	103	1,3	
Vogelsand	59	59	54	59	59	59	0,9	13	13	13	106	106	106	106	106	106	1,4	
Tonne 5 (Außenelbe)	55	55	54	55	55	55	1,0	12	12	12	107	107	107	107	107	107	1,5	
Tonne 13 (Scharhorn)	55	55	51	55	55	55	0,9	12	12	12	111	111	111	111	111	111	1,5	
Schnackenburg, rechts	51	51	56	51	51	51	1,2	21	21	21	108	108	108	108	108	108	2,0	
Schnackenburg, links	48	48	56	48	48	48	1,0	22	22	22	109	109	109	109	109	109	1,9	
Havelmündung	13	13	47	13	13	13	1,8	6	6	6	53	53	53	53	53	53	6,0	
Tangermünde, rechts	47	47	47	47	47	47	1,2	23	23	23	106	106	106	106	106	106	2,1	
Tangermünde, links	50	50	47	50	50	50	1,1	23	23	23	135	135	135	135	135	135	2,4	
Magdeburg, rechts	48	48	48	48	48	48	1,1	23	23	23	141	141	141	141	141	141	2,7	
Saalemündung	65	65	65	65	65	65	1,1	32	32	32	157	157	157	157	157	157	2,2	
Muldemündung	41	41	41	41	41	41	1,4	54	54	54	175	175	175	175	175	175	4,8	
Wittenberg, rechts	54	54	54	54	54	54	1,1	24	24	24	160	160	160	160	160	160	2,8	
Wittenberg, links	56	56	56	56	56	56	1,1	22	22	22	148	148	148	148	148	148	2,4	
Schwarze Elster Mündung	49	49	49	49	49	49	2,2	87	87	87	258	258	258	258	258	258	9,4	
Domnitzsch, rechts	56	56	56	56	56	56	1,1	21	21	21	168	168	168	168	168	168	2,7	
Domnitzsch, links	56	56	56	56	56	56	1,1	22	22	22	153	153	153	153	153	153	2,5	
Zehren, rechts	43	43	43	43	43	43	0,9	17	17	17	138	138	138	138	138	138	2,4	
Zehren, links	114	114	114	114	114	114	1,1	44	44	44	319	319	319	319	319	319	2,6	
Schmilka, rechts	54	54	54	54	54	54	1,1	24	24	24	225	225	225	225	225	225	3,7	
Schmilka, links	54	54	54	54	54	54	1,1	20	20	20	197	197	197	197	197	197	3,1	
Dobkovice, rechts	51	51	51	51	51	51	1,0	20	20	20	173	173	173	173	173	173	2,8	
Dobkovice, links	56	56	56	56	56	56	1,1	19	19	19	183	183	183	183	183	183	2,8	
Bilnamündung	25	25	25	25	25	25	1,2	10	10	10	918	918	918	918	918	918	37,4	
Ohremündung	46	46	46	46	46	46	1,1	13	13	13	84	84	84	84	84	84	1,6	
Moldaumündung	35	35	35	35	35	35	0,9	13	13	13	106	106	106	106	106	106	2,3	
Obristvi	54	54	54	54	54	54	1,2	14	14	14	158	158	158	158	158	158	2,9	
Jizeramündung	77	77	77	77	77	77	1,5	12	12	12	177	177	177	177	177	177	2,8	
Lysa	35	35	35	35	35	35	1,4	11	11	11	164	164	164	164	164	164	5,3	
Valy	60	60	60	60	60	60	1,4	10	10	10	540	540	540	540	540	540	10,2	
Synthesis	61	61	61	61	61	61	1,5	10	10	10	667	667	667	667	667	667	13,1	
Filrovice Verdek MULDE	70	70	70	70	70	70	1,0	22	22	22	172	172	172	172	172	172	2,0	
Vereinigte Mulde	59	59	59	59	59	59	1,1	20	20	20	127	127	127	127	127	127	2,0	
Zwickauer Mulde	70	70	70	70	70	70	1	45	45	45	195	195	195	195	195	195	2,1	

Berichtsanhang (BA) 1; BA-Tabelle 4: Bewertung der Elementgehalte in Schwebstoffen nach verschiedenen Verfahren - Fortsetzung

	Igeo		ARGE		Igeo		Prange		HGWnorm. Al-Norm.		Igeo		Prange		HGWnorm. Al-Norm.				
	Hg (µg/g)	Hg (µg/g)	Hg (µg/g)	Hg (µg/g)	Ho (µg/g)	Ho (µg/g)	Ho (µg/g)	Ho (µg/g)	Ho (µg/g)	AF	In (µg/g)	K (µg/g)	K (µg/g)	K (µg/g)	AF	La (µg/g)	La (µg/g)	La (µg/g)	AF
Nordertill	0.5	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	19901	19901	0.20	19901	19901	19901	1.4	29	29	29	0.9
Vogelsand	0.9	0.9	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	19675	19675	0.24	19675	19675	19675	1.4	29	29	29	0.9	
Tonne 5 (Außenelbe)	0.9	0.9	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	18797	18797	0.31	18797	18797	18797	1.5	27	27	27	0.9	
Tonne 13 (Scharhörn)	1.0	1.0	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	21106	21106	0.24	21106	21106	21106	1.6	27	27	27	0.9	
Schnackenburg, rechts	2.4	2.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.9	13665	13665	0.12	13665	13665	13665	1.4	25	25	25	1.1	
Schnackenburg, links	2.4	2.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.9	14542	14542	0.19	14542	14542	14542	1.5	24	24	24	1.0	
Havelmündung	0.4	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	1.0	6774	6774	0.08	6774	6774	6774	4.4	6	6	6	1.6	
Tangermünde, rechts	2.4	2.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.9	16663	16663	0.15	16663	16663	16663	1.9	24	24	24	1.1	
Tangermünde, links	2.3	2.3	0.6	0.6	0.6	0.6	0.9	18679	18679	0.37	18679	18679	18679	1.9	25	25	25	1.1	
Magdeburg, rechts	1.8	1.8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.9	17207	17207	0.24	17207	17207	17207	1.9	24	24	24	1.1	
Saalemündung	6.7	6.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	23824	23824	0.21	23824	23824	23824	1.9	32	32	32	1.1	
Muldemündung	2.2	2.2	0.6	0.6	0.6	0.6	1.4	10149	10149	0.63	10149	10149	10149	1.6	21	21	21	1.4	
Wittenberg, rechts	1.6	1.6	0.7	0.7	0.7	0.7	1.0	19083	19083	0.13	19083	19083	19083	1.9	26	26	26	1.1	
Wittenberg, links	1.6	1.6	0.7	0.7	0.7	0.7	1.0	19106	19106	0.10	19106	19106	19106	1.8	28	28	28	1.1	
Schwarze Elster Mündung	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	1.8	6786	6786	0.07	6786	6786	6786	1.4	26	26	26	2.3	
Domnitzsch, rechts	1.7	1.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.9	15516	15516	0.10	15516	15516	15516	1.4	28	28	28	1.1	
Domnitzsch, links	1.7	1.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.9	13622	13622	0.09	13622	13622	13622	1.2	28	28	28	1.1	
Zehren, rechts	1.6	1.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.8	13592	13592	0.26	13592	13592	13592	1.4	21	21	21	0.9	
Zehren, links	1.6	1.6	1.4	1.4	1.4	1.4	1.0	28885	28885	0.35	28885	28885	28885	1.3	57	57	57	1.1	
Schmilka, rechts	1.5	1.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.9	14369	14369	0.07	14369	14369	14369	1.3	26	26	26	1.0	
Schmilka, links	1.9	1.9	0.7	0.7	0.7	0.7	0.9	14414	14414	0.13	14414	14414	14414	1.3	26	26	26	1.0	
Dobkovic, rechts	3.8	3.8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	13101	13101	0.10	13101	13101	13101	1.2	25	25	25	1.0	
Dobkovic, links	6.2	6.2	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	14119	14119	0.34	14119	14119	14119	1.2	28	28	28	1.0	
Bilnamündung	295.8	295.8	0.4	0.4	0.4	0.4	1.4	3478	3478	0.11	3478	3478	3478	0.8	14	14	14	1.4	
Ohremündung	1.5	1.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.8	12868	12868	0.12	12868	12868	12868	1.4	22	22	22	1.0	
Moldaumündung	4.1	4.1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.8	11433	11433	0.11	11433	11433	11433	1.4	17	17	17	0.9	
Obristvi	6.3	6.3	0.7	0.7	0.7	0.7	1.1	13159	13159	0.15	13159	13159	13159	1.4	28	28	28	1.2	
Jizeramündung	4.9	4.9	1.2	1.2	1.2	1.2	1.5	13461	13461	0.40	13461	13461	13461	1.2	42	42	42	1.6	
Lysa	3.9	3.9	0.4	0.4	0.4	0.4	1.2	9787	9787	0.30	9787	9787	9787	1.8	19	19	19	1.5	
Valy	8.8	8.8	0.7	0.7	0.7	0.7	1.1	12970	12970	0.13	12970	12970	12970	1.4	31	31	31	1.4	
Synthesia	132.2	132.2	0.6	0.6	0.6	0.6	1.1	8395	8395	0.13	8395	8395	8395	0.9	31	31	31	1.5	
Filirovice Verdek MULDE	10.0	10.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	21582	21582	0.43	21582	21582	21582	1.4	34	34	34	0.9	
Vereinigte Mulde	0.2	0.2	0.8	0.8	0.8	0.8	1.1	17766	17766	0.19	17766	17766	17766	1.6	31	31	31	1.1	
Zwickauer Mulde	0.4	0.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	29269	29269	0.36	29269	29269	29269	1.8	44	44	44	1.2	

Berichtsanhang (BA) 1; BA-Tabelle 4: Bewertung der Elementgehalte in Schwebstoffenen Verfahrenen - Fortsetzung

	Igeo		Prange		HGWnorm.		Al-Norm.		Igeo		Prange		HGWnorm.		Al-Norm.	
	Li (µg/g)	Li (µg/g)	Li (µg/g)	AF	Lu (µg/g)	Lu (µg/g)	Lu (µg/g)	AF	Mg (µg/g)	Mg (µg/g)	Mg (µg/g)	AF	Mn (µg/g)	Mn (µg/g)	Mn (µg/g)	AF
Nordertill	56	56	56	1.0	0.2	0.2	0.5	0.5	13262	13262	13262	1.9	3218	3218	3218	5.6
Vogelsand	46	46	46	0.9	0.2	0.2	0.6	0.6	12483	12483	12483	1.9	2392	2392	2392	4.2
Tonne 5 (Außenelbe)	47	47	47	1.0	0.2	0.2	0.6	0.6	12925	12925	12925	2.1	2538	2538	2538	5.0
Tonne 13 (Scharhorn)	46	46	46	0.9	0.2	0.2	0.6	0.6	12604	12604	12604	2.0	2670	2670	2670	5.0
Schnackenburg, rechts	34	34	34	0.9	0.2	0.2	0.9	0.9	8083	8083	8083	1.7	5142	5142	5142	13.0
Schnackenburg, links	36	36	36	0.9	0.3	0.3	0.9	0.9	8469	8469	8469	1.7	4955	4955	4955	12.1
Havelmündung	9	9	9	1.6	0.03	0.03	0.7	0.7	2853	2853	2853	3.8	12420	12420	12420	195.2
Tangermünde, rechts	31	31	31	0.9	0.2	0.2	1.0	1.0	7001	7001	7001	1.6	4447	4447	4447	12.3
Tangermünde, links	40	40	40	1.1	0.3	0.3	1.0	1.0	7498	7498	7498	1.6	4931	4931	4931	12.3
Magdeburg, rechts	35	35	35	1.0	0.2	0.2	0.9	0.9	7603	7603	7603	1.7	4537	4537	4537	12.1
Saalemündung	59	59	59	1.2	0.3	0.3	0.9	0.9	10960	10960	10960	1.8	2904	2904	2904	5.5
Muldemündung	41	41	41	1.7	0.2	0.2	1.2	1.2	4442	4442	4442	1.4	8112	8112	8112	30.4
Wittenberg, rechts	36	36	36	0.9	0.3	0.3	0.9	0.9	7236	7236	7236	1.5	4694	4694	4694	11.2
Wittenberg, links	34	34	34	0.8	0.3	0.3	0.9	0.9	7149	7149	7149	1.4	4564	4564	4564	10.4
Schwarze Elster Mündung	27	27	27	1.5	0.3	0.3	2.2	2.2	6558	6558	6558	1.4	5558	5558	5558	27.9
Domnitzsch, rechts	36	36	36	0.8	0.3	0.3	0.8	0.8	6558	6558	6558	1.2	5082	5082	5082	11.2
Domnitzsch, links	35	35	35	0.8	0.2	0.2	0.7	0.7	6354	6354	6354	1.2	4897	4897	4897	10.9
Zehren, rechts	40	40	40	1.0	0.5	0.5	1.6	1.6	6899	6899	6899	1.4	4903	4903	4903	11.9
Zehren, links	92	92	92	1.1	0.5	0.5	0.9	0.9	15012	15012	15012	1.4	11503	11503	11503	12.9
Schmilka, rechts	50	50	50	1.2	0.4	0.4	1.2	1.2	7250	7250	7250	1.4	8033	8033	8033	18.2
Schmilka, links	46	46	46	1.1	0.4	0.4	1.1	1.1	7229	7229	7229	1.3	7703	7703	7703	16.9
Dobkovic, rechts	43	43	43	1.1	0.2	0.2	0.5	0.5	7977	7977	7977	1.5	8551	8551	8551	19.3
Dobkovic, links	33	33	33	0.7	0.2	0.2	0.7	0.7	9789	9789	9789	1.8	8427	8427	8427	18.0
Bilinamündung	19	19	19	1.1	0.1	0.1	0.8	0.8	7949	7949	7949	3.8	1419	1419	1419	7.9
Ohremündung	33	33	33	0.9	0.1	0.1	0.5	0.5	5960	5960	5960	1.3	4203	4203	4203	10.8
Moldaumündung	35	35	35	1.1	0.2	0.2	0.8	0.8	5348	5348	5348	1.3	4146	4146	4146	12.1
Obristvi	43	43	43	1.2	0.2	0.2	0.6	0.6	7143	7143	7143	1.5	9013	9013	9013	22.9
Jizeramündung	44	44	44	1.0	0.2	0.2	0.7	0.7	6969	6969	6969	1.3	2333	2333	2333	5.1
Lysa	28	28	28	1.3	0.1	0.1	0.4	0.4	4521	4521	4521	1.7	7397	7397	7397	32.8
Valy	41	41	41	1.1	0.2	0.2	0.8	0.8	6938	6938	6938	1.5	2148	2148	2148	5.6
Synthesia	36	36	36	1.0	0.2	0.2	1.0	1.0	4490	4490	4490	1.0	765	765	765	2.1
Filtrovice Verdek	79	79	79	1.3	0.3	0.3	0.7	0.7	12995	12995	12995	1.7	3825	3825	3825	6.0
MULDE																
Vereinigte Mulde	55	55	55	1.3	0.2	0.2	0.6	0.6	7411	7411	7411	1.3	3303	3303	3303	7.0
Zwickauer Mulde	88	88	88	1.4	0.5	0.5	1.1	1.1	13457	13457	13457	1.7	5138	5138	5138	7.7

Berichtsanhang (BA) 1; BA-Tabelle 4: Bewertung der Elementgehalte in Schwebstoffen nach verschiedenen Verfahren - Fortsetzung

	Igeo Mo		Prange Mo (µg/g)		HGWnorm. Al-Norm. Mo		Igeo Na		Prange Na (µg/g)		HGWnorm. Al-Norm. Na		Igeo Nb		Prange Nb (µg/g)		HGWnorm. Al-Norm. Nb		Igeo Nd		Prange Nd (µg/g)		HGWnorm. Al-Norm. Nd	
	(µg/g)	AF	(µg/g)	AF	(µg/g)	AF	(µg/g)	AF	(µg/g)	AF	(µg/g)	AF	(µg/g)	AF	(µg/g)	AF	(µg/g)	AF	(µg/g)	AF	(µg/g)	AF	(µg/g)	AF
Nordertill	1.2	1.2	1.2	1.9	4071	4071	1.1	1.1	12	12	12	1.1	12	12	26	26	12	1.1	26	26	26	26	0.8	0.8
Vogelsand	1.1	1.1	1.1	1.9	5435	5435	1.5	1.5	12	12	12	1.5	12	12	26	26	12	1.5	26	26	26	26	0.8	0.8
Tonne 5 (Außenelbe)	1.2	2.2	1.2	2.2	4306	4306	1.3	1.3	11	11	11	1.3	11	11	25	25	11	1.3	25	25	25	25	0.9	0.9
Tonne 13 (Scharhorn)	1.2	2.0	1.2	2.0	4374	4374	1.3	1.3	12	12	12	1.3	12	12	25	25	12	1.3	25	25	25	25	0.8	0.8
Schnackenburg, rechts	1.4	3.3	1.4	3.3	3897	3897	1.5	1.5	11	11	11	1.5	11	11	22	22	11	1.5	22	22	22	22	1.0	1.0
Schnackenburg, links	1.5	3.4	1.5	3.4	3999	3999	1.5	1.5	10	10	10	1.5	10	10	21	21	10	1.5	21	21	21	21	0.9	0.9
Havelmündung	1.0	15.2	1.0	15.2					1.9	1.9	1.9	1.2	1.9	1.9	4	4	1.9	1.2	4	4	4	4	1.1	1.1
Tangermünde, rechts	1.5	4.0	1.5	4.0	3692	3692	1.6	1.6	10	10	10	1.6	10	10	20	20	10	1.6	20	20	20	20	1.0	1.0
Tangermünde, links	1.6	3.6	1.6	3.6	3859	3859	1.5	1.5	11	11	11	1.5	11	11	21	21	11	1.5	21	21	21	21	1.0	1.0
Magdeburg, rechts	1.4	3.5	1.4	3.5	3229	3229	1.3	1.3	10	10	10	1.3	10	10	21	21	10	1.3	21	21	21	21	1.0	1.0
Saalemündung	1.6	2.8	1.6	2.8	4818	4818	1.4	1.4	16	16	16	1.4	16	16	27	27	16	1.4	27	27	27	27	0.9	0.9
Muldemündung	7.7	27.1	7.7	27.1					6.3	6.3	6.3	1.0	6.3	6.3	19	19	6.3	1.0	19	19	19	19	1.3	1.3
Wittenberg, rechts	1.4	3.1	1.4	3.1	3705	3705	1.4	1.4	12	12	12	1.4	12	12	23	23	12	1.4	23	23	23	23	1.0	1.0
Wittenberg, links	1.2	2.5	1.2	2.5	3328	3328	1.2	1.2	12	12	12	1.2	12	12	24	24	12	1.2	24	24	24	24	1.0	1.0
Schwarze Elster Mündung	17.1	81.3	17.1	81.3					5	5	5	1.1	5	5	20	20	5	1.1	20	20	20	20	1.8	1.8
Domnitzsch, rechts	1.4	3.0	1.4	3.0	3237	3237	1.1	1.1	12	12	12	1.1	12	12	24	24	12	1.1	24	24	24	24	1.0	1.0
Domnitzsch, links	1.4	3.0	1.4	3.0	3217	3217	1.1	1.1	11	11	11	1.0	11	11	24	24	11	1.0	24	24	24	24	1.0	1.0
Zehren, rechts	1.9	4.4	1.9	4.4	3197	3197	1.2	1.2	12	12	12	1.2	12	12	19	19	12	1.2	19	19	19	19	0.8	0.8
Zehren, links	2.7	2.9	2.7	2.9	7026	7026	1.2	1.2	25	25	25	1.1	25	25	49	49	25	1.1	49	49	49	49	1.0	1.0
Schmilka, rechts	1.9	4.1	1.9	4.1	2911	2911	1.0	1.0	12	12	12	1.1	12	12	23	23	12	1.1	23	23	23	23	0.9	0.9
Schmilka, links	2.0	4.1	2.0	4.1	2984	2984	1.0	1.0	12	12	12	1.1	12	12	23	23	12	1.1	23	23	23	23	0.9	0.9
Dobkovic, rechts	1.6	3.4	1.6	3.4	2884	2884	1.0	1.0	11	11	11	1.0	11	11	22	22	11	1.0	22	22	22	22	0.9	0.9
Dobkovic, links	1.6	3.2	1.6	3.2	3274	3274	1.1	1.1	12	12	12	1.1	12	12	24	24	12	1.1	24	24	24	24	0.9	0.9
Bilinamündung	1.5	7.8	1.5	7.8	1362	1362	1.2	1.2	8.5	8.5	8.5	1.9	8.5	8.5	12	12	8.5	1.9	12	12	12	12	1.2	1.2
Ohremündung	1.2	2.8	1.2	2.8					14	14	14	1.5	14	14	19	19	14	1.5	19	19	19	19	0.9	0.9
Moldaumündung	1.6	4.5	1.6	4.5	2312	2312	1.0	1.0	9	9	9	1.0	9	9	15	15	9	1.0	15	15	15	15	0.8	0.8
Obristri	2.5	6.0	2.5	6.0	2618	2618	1.0	1.0	10	10	10	1.0	10	10	24	24	10	1.0	24	24	24	24	1.1	1.1
Jizeramündung	1.5	3.2	1.5	3.2					10	10	10	0.9	10	10	36	36	10	0.9	36	36	36	36	1.4	1.4
Lysa	1.1	4.6	1.1	4.6					5.0	5.0	5.0	0.9	5.0	5.0	15	15	5.0	0.9	15	15	15	15	1.2	1.2
Valy	7.4	18.2	7.4	18.2					8.6	8.6	8.6	0.9	8.6	8.6	26	26	8.6	0.9	26	26	26	26	1.2	1.2
Synthesis	6.7	17.0	6.7	17.0					9.5	9.5	9.5	1.0	9.5	9.5	25	25	9.5	1.0	25	25	25	25	1.2	1.2
Filtrovice Verdek	2.4	3.6	2.4	3.6	1901	1901	0.8	0.8	14	14	14	1.3	14	14	31	31	14	1.3	31	31	31	31	0.9	0.9
MULDE					5230	5230	1.3	1.3																
Vereinigte Mulde	2.3	4.7	2.3	4.7	3592	3592	1.2	1.2	12	12	12	1.0	12	12	27	27	12	1.0	27	27	27	27	1.0	1.0
Zwickauer Mulde	10.1	14.4	10.1	14.4	6551	6551	1.5	1.5	15	15	15	0.9	15	15	40	40	15	0.9	40	40	40	40	1.1	1.1

Berichtsanhang (BA) 1; BA-Tabelle 4: Bewertung der Elementgehalte in Schwebstoffen nach verschiedenen Verfahren - Fortsetzung

	Igeo		Prange		HGWnorm.		ARGE		AI-Norm.		Igeo		Prange		HGWnorm.		ARGE		AI-Norm.			
	Ni	(µg/g)	Ni	(µg/g)	Ni	(µg/g)	Ni	(µg/g)	AF	Ni	P	(µg/g)	P	(µg/g)	Pb	(µg/g)	Pb	(µg/g)	AF	Pb	AF	
Nordertill	33	33	33	33	33	33	33	33	0.9	1949	1949	1949	1949	82	82	82	82	82	4.4	82	82	4.2
Vogelsand	36	36	36	36	36	36	36	36	1.0	1545	1545	1545	1545	77	77	77	77	77	3.6	77	77	4.0
Tonne 5 (Außenelbe)	36	36	36	36	36	36	36	36	1.1	1825	1825	1825	1825	83	83	83	83	83	4.7	83	83	4.8
Tonne 13 (Scharhorn)	36	36	36	36	36	36	36	36	1.1	1671	1671	1671	1671	75	75	75	75	75	4.1	75	75	4.1
Schnackenburg, rechts	52	52	52	52	52	52	52	52	2.1	5172	5172	5172	5172	118	118	118	118	118	17.2	118	118	8.7
Schnackenburg, links	54	54	54	54	54	54	54	54	2.1	5292	5292	5292	5292	119	119	119	119	119	17.1	119	119	8.5
Havelmündung	31	31	31	31	31	31	31	31	7.8	6399	6399	6399	6399	76	76	76	76	76	132.5	76	76	34.9
Tangermünde, rechts	54	54	54	54	54	54	54	54	2.4	5333	5333	5333	5333	105	105	105	105	105	19.4	105	105	8.5
Tangermünde, links	57	57	57	57	57	57	57	57	2.3	5438	5438	5438	5438	117	117	117	117	117	17.8	117	117	8.6
Magdeburg, rechts	55	55	55	55	55	55	55	55	2.4	4698	4698	4698	4698	95	95	95	95	95	16.5	95	95	7.4
Saalemündung	66	66	66	66	66	66	66	66	2.0	4443	4443	4443	4443	290	290	290	290	290	11.1	290	290	16.2
Muldemündung	96	96	96	96	96	96	96	96	5.8	7664	7664	7664	7664	142	142	142	142	142	37.8	142	142	15.6
Wittenberg, rechts	50	50	50	50	50	50	50	50	1.9	4852	4852	4852	4852	101	101	101	101	101	15.2	101	101	7.1
Wittenberg, links	47	47	47	47	47	47	47	47	1.7	4599	4599	4599	4599	100	100	100	100	100	13.7	100	100	6.7
Schwarze Elster Mündung	80	80	80	80	80	80	80	80	6.4	7680	7680	7680	7680	69	69	69	69	69	50.8	69	69	10.2
Dommitzsch, rechts	46	46	46	46	46	46	46	46	1.6	4776	4776	4776	4776	109	109	109	109	109	13.9	109	109	7.0
Dommitzsch, links	47	47	47	47	47	47	47	47	1.7	4512	4512	4512	4512	109	109	109	109	109	13.2	109	109	7.1
Zehren, rechts	45	45	45	45	45	45	45	45	1.8	4574	4574	4574	4574	105	105	105	105	105	14.6	105	105	7.5
Zehren, links	103	103	103	103	103	103	103	103	1.8	9219	9219	9219	9219	213	213	213	213	213	13.6	213	213	7.0
Schmilka, rechts	57	57	57	57	57	57	57	57	2.1	5087	5087	5087	5087	114	114	114	114	114	15.2	114	114	7.6
Schmilka, links	49	49	49	49	49	49	49	49	1.7	4506	4506	4506	4506	109	109	109	109	109	13.0	109	109	7.0
Dobkovice, rechts	47	47	47	47	47	47	47	47	1.7	5342	5342	5342	5342	107	107	107	107	107	15.9	107	107	7.1
Dobkovice, links	46	46	46	46	46	46	46	46	1.6	5380	5380	5380	5380	113	113	113	113	113	15.1	113	113	7.1
Bilnamündung	34	34	34	34	34	34	34	34	3.1	4747	4747	4747	4747	398	398	398	398	398	35.0	398	398	65.5
Ohremündung	44	44	44	44	44	44	44	44	1.8	4567	4567	4567	4567	48	48	48	48	48	15.4	48	48	3.6
Moldaumündung	37	37	37	37	37	37	37	37	1.7	5780	5780	5780	5780	97	97	97	97	97	22.2	97	97	8.3
Obrstvi	46	46	46	46	46	46	46	46	1.9	6986	6986	6986	6986	160	160	160	160	160	23.4	160	160	11.9
Jizeramündung	62	62	62	62	62	62	62	62	2.2	5745	5745	5745	5745	163	163	163	163	163	16.6	163	163	10.5
Lysa	86	86	86	86	86	86	86	86	6.2	7237	7237	7237	7237	104	104	104	104	104	42.3	104	104	13.5
Valy	42	42	42	42	42	42	42	42	1.8	7841	7841	7841	7841	111	111	111	111	111	26.8	111	111	8.4
Synthesia	43	43	43	43	43	43	43	43	1.9	22054	22054	22054	22054	238	238	238	238	238	78.7	238	238	18.9
Filirovice Verdek MULDE	77	77	77	77	77	77	77	77	1.9	4576	4576	4576	4576	116	116	116	116	116	9.5	116	116	5.4
Vereinigte Mulde	62	62	62	62	62	62	62	62	2.1	6609	6609	6609	6609	191	191	191	191	191	18.5	191	191	11.9
Zwickauer Mulde	186	186	186	186	186	186	186	186	4.5	8885	8885	8885	8885	165	165	165	165	165	17.6	165	165	7.3

Berichtsanhang (BA) 1; BA-Tabelle 4: Bewertung der Elementgehalte in Schwebstoffen nach verschiedenen Verfahren - Fortsetzung

	Igeo		Prange		HGWnorm.		Al-Norm.		Igeo		Prange		HGWnorm.		Al-Norm.			
	Ta	(µg/g)	Ta	(µg/g)	Ta	(µg/g)	Ta	AF	Tb	(µg/g)	Tb	(µg/g)	Tb	AF	Ti	(µg/g)	Ti	AF
Nordertill	1.1	1.1	0.9	0.9	0.7	0.7	0.7	0.7	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	3090	3090	0.8	0.8
Vogelsand	0.9	0.9	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	3094	3094	0.8	0.8
Tonne 5 (Außenelbe)	0.8	0.8	0.9	0.9	0.6	0.6	0.6	0.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	2788	2788	1.0	1.0	0.8
Tonne 13 (Scharhörn)	0.9	0.9	0.9	0.9	0.6	0.6	0.6	0.6	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	3059	3059	0.8	0.8	0.8
Schnackenburg, rechts	0.9	0.9	0.9	0.9	0.6	0.6	0.6	0.6	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	2637	2637	1.1	1.1	1.0
Schnackenburg, links	0.8	0.8	0.8	0.8	0.5	0.5	0.5	0.5	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	2614	2614	1.0	1.0	0.9
Havelmündung	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	377	377	1.1	1.1	0.9
Tangermünde, rechts	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5	0.5	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	2574	2574	1.1	1.1	1.0
Tangermünde, links	0.8	0.8	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	2777	2777	1.1	1.1	1.0
Magdeburg, rechts	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5	0.5	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	2647	2647	1.1	1.1	1.0
Saalemündung	1.0	1.0	1.0	1.0	0.7	0.7	0.7	0.7	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	3255	3255	1.1	1.1	0.9
Muldemündung	1.4	1.4	1.4	1.4	0.6	0.6	0.6	0.6	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	1335	1335	1.3	1.3	0.7
Wittenberg, rechts	1.0	1.0	1.0	1.0	0.6	0.6	0.6	0.6	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	4507	4507	1.0	1.0	1.5
Wittenberg, links	0.9	0.9	0.9	0.9	0.6	0.6	0.6	0.6	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	3439	3439	1.1	1.1	1.1
Schwarze Elster Mündung	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	1334	1334	1.3	1.3	1.0
Domnitzsch, rechts	0.9	0.9	0.9	0.9	0.6	0.6	0.6	0.6	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	3154	3154	1.0	1.0	1.0
Domnitzsch, links	0.8	0.8	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	2931	2931	1.0	1.0	0.9
Zehren, rechts	1.1	1.1	1.1	1.1	0.5	0.5	0.5	0.5	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	3112	3112	0.9	0.9	1.1
Zehren, links	2.0	2.0	2.0	2.0	1.2	1.2	1.2	1.2	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	6747	6747	1.1	1.1	1.1
Schmilka, rechts	1.0	1.0	1.0	1.0	0.6	0.6	0.6	0.6	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	3231	3231	1.0	1.0	1.1
Schmilka, links	1.1	1.1	1.1	1.1	0.6	0.6	0.6	0.6	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	3121	3121	1.0	1.0	1.0
Dobkovic, rechts	0.9	0.9	0.9	0.9	0.5	0.5	0.5	0.5	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	2955	2955	1.0	1.0	1.0
Dobkovic, links	1.4	1.4	1.4	1.4	0.6	0.6	0.6	0.6	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	3135	3135	1.0	1.0	1.0
Bilnamündung	0.7	0.7	0.7	0.7	0.4	0.4	0.4	0.4	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	1519	1519	0.9	0.9	1.2
Ohremündung	1.1	1.1	1.1	1.1	0.5	0.5	0.5	0.5	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	3401	3401	0.9	0.9	1.3
Moldaumündung	0.7	0.7	0.7	0.7	0.4	0.4	0.4	0.4	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	2915	2915	0.9	0.9	1.2
Obristvi	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	2919	2919	1.0	1.0	1.1
Jizeramündung	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	2907	2907	1.4	1.4	0.9
Lysa	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	1268	1268	1.0	1.0	0.8
Valy	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	2308	2308	1.2	1.2	0.9
Synthesia	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	1905	1905	1.1	1.1	0.7
Filtrovice Verdek	2.4	2.4	2.4	2.4	0.8	0.8	0.8	0.8	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	3733	3733	1.2	1.2	0.8
MULDE																		
Vereinigte Mulde	1.0	1.0	1.0	1.0	0.7	0.7	0.7	0.7	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	3372	3372	1.1	1.1	1.0
Zwickauer Mulde	1.7	1.7	1.7	1.7	1.3	1.3	1.3	1.3	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	4137	4137	1.0	1.0	0.9

Berichtsanhang (BA) 1; BA-Tabelle 4: Bewertung der Elementgehalte in Schwebstoffen nach verschiedenen Verfahren - Fortsetzung

	Igeo		Prange		HGWNorm.		Al-Norm.		Igeo		Prange		HGWNorm.		Al-Norm.	
	TI	(µg/g)	TI	(µg/g)	TI	(µg/g)	TI	AF	Um	(µg/g)	Um	(µg/g)	Um	(µg/g)	U	AF
Nordertill	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	0.3	0.3	0.7	1.9	1.9	1.9	97	97	0.4	97	0.4
Vogelsand	0.6	0.6	0.6	0.6	0.9	0.3	0.3	0.7	1.9	1.9	1.9	93	93	0.4	93	0.4
Tonne 5 (Außenelbe)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.9	0.3	0.3	0.8	1.8	1.8	1.8	90	90	0.5	90	0.5
Tonne 13 (Scharhörn)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.8	0.3	0.3	0.8	1.8	1.8	1.8	92	92	0.4	92	0.4
Schnackenburg, rechts	0.7	0.7	0.7	0.7	1.5	0.2	0.2	0.9	2.2	2.2	2.2	57	57	0.7	57	0.7
Schnackenburg, links	0.7	0.7	0.7	0.7	1.5	0.3	0.3	0.9	2.3	2.3	2.3	61	61	0.7	61	0.7
Havelmündung	0.4	0.4	0.4	0.4	5.0	0.04	0.04	1.0	0.3	0.3	0.3	13	13	0.7	13	0.7
Tangermünde, rechts	0.6	0.6	0.6	0.6	1.5	0.2	0.2	0.9	2.6	2.6	2.6	60	60	0.9	60	0.9
Tangermünde, links	0.8	0.8	0.8	0.8	1.6	0.2	0.2	0.9	2.7	2.7	2.7	65	65	0.9	65	0.9
Magdeburg, rechts	0.7	0.7	0.7	0.7	1.5	0.2	0.2	0.9	2.8	2.8	2.8	57	57	1.0	57	1.0
Saalemündung	0.8	0.8	0.8	0.8	1.3	0.3	0.3	0.9	2.8	2.8	2.8	70	70	0.7	70	0.7
Muldemündung	0.9	0.9	0.9	0.9	2.9	0.2	0.2	1.2	45.5	45.5	45.5	74	74	22.3	74	1.8
Wittenberg, rechts	0.7	0.7	0.7	0.7	1.4	0.3	0.3	0.9	2.6	2.6	2.6	62	62	0.8	62	0.8
Wittenberg, links	0.7	0.7	0.7	0.7	1.3	0.3	0.3	0.9	2.8	2.8	2.8	63	63	0.8	63	0.9
Schwarze Elster Mündung	1.0	1.0	1.0	1.0	4.2	0.2	0.2	1.6	2.1	2.1	2.1	37	37	1.4	37	1.2
Dommitzsch, rechts	0.6	0.6	0.6	0.6	1.2	0.3	0.3	0.9	2.7	2.7	2.7	62	62	0.8	62	0.9
Dommitzsch, links	0.6	0.6	0.6	0.6	1.2	0.3	0.3	0.8	2.7	2.7	2.7	65	65	0.8	65	0.9
Zehren, rechts	0.6	0.6	0.6	0.6	1.3	0.2	0.2	0.7	3.0	3.0	3.0	63	63	1.0	63	1.0
Zehren, links	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	0.5	0.5	0.9	6.4	6.4	6.4	144	144	0.9	144	1.0
Schmilka, rechts	0.7	0.7	0.7	0.7	1.3	0.2	0.2	0.8	2.7	2.7	2.7	81	81	0.8	81	1.2
Schmilka, links	0.6	0.6	0.6	0.6	1.2	0.3	0.3	0.8	2.6	2.6	2.6	73	73	0.7	73	1.0
Dobkovice, rechts	0.7	0.7	0.7	0.7	1.3	0.2	0.2	0.8	2.5	2.5	2.5	70	70	0.7	70	1.0
Dobkovice, links	0.6	0.6	0.6	0.6	1.1	0.2	0.2	0.8	2.6	2.6	2.6	75	75	0.7	75	1.0
Bilnamündung	0.4	0.4	0.4	0.4	1.7	0.2	0.2	1.3	1.6	1.6	1.6	69	69	1.2	69	2.5
Ohremündung	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	0.2	0.2	0.7	3.0	3.0	3.0	61	61	1.0	61	1.0
Moldaumündung	0.5	0.5	0.5	0.5	1.1	0.2	0.2	0.8	4.7	4.7	4.7	56	56	1.8	56	1.1
Obristvi	0.7	0.7	0.7	0.7	1.4	0.3	0.3	1.0	2.1	2.1	2.1	70	70	0.7	70	1.2
Jizeramündung	0.8	0.8	0.8	0.8	1.5	0.5	0.5	1.5	3.2	3.2	3.2	59	59	0.9	59	0.8
Lysa	0.4	0.4	0.4	0.4	1.6	0.2	0.2	1.0	1.1	1.1	1.1	50	50	0.6	50	1.4
Valy	0.6	0.6	0.6	0.6	1.3	0.3	0.3	1.0	2.5	2.5	2.5	70	70	0.9	70	1.2
Synthesis	0.5	0.5	0.5	0.5	1.1	0.2	0.2	1.0	11.5	11.5	11.5	77	77	4.1	77	1.4
Filtrovice Verdek	1.1	1.1	1.1	1.1	1.4	0.4	0.4	0.9	4.8	4.8	4.8	116	116	1.0	116	1.2
MULDE																
Verenigte Mulde	1.0	1.0	1.0	1.0	1.8	0.3	0.3	1.0	22.5	22.5	22.5	65	65	6.3	65	0.9
Zwickauer Mulde	1.7	1.7	1.7	1.7	2.2	0.5	0.5	1.1	268.4	268.4	268.4	87	87	52.8	87	0.9

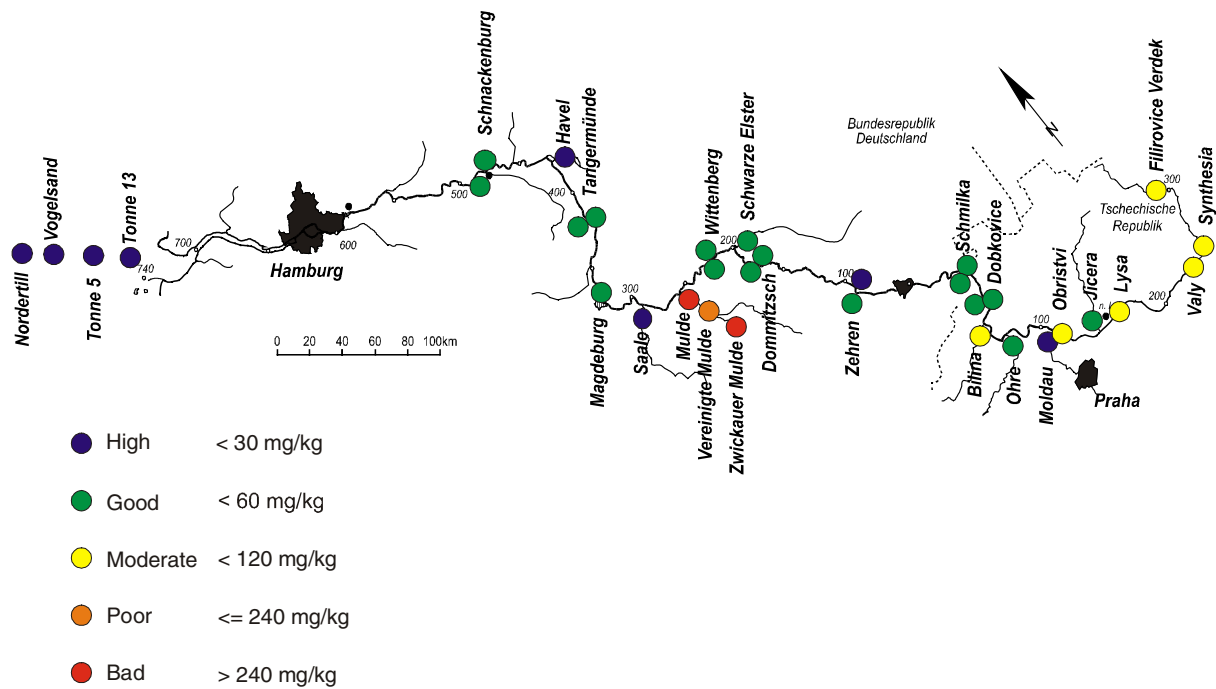
Berichtsanhang (BA) 1; BA-Tabelle 4: Bewertung der Elementgehalte in Schwebstoffen nach verschiedenen Verfahren - Fortsetzung

	Igeo		Prange		HGWNorm.		Al-Norm.		Igeo		Prange		HGWNorm.		Al-Norm.			
	W	(µg/g)	W	(µg/g)	W	(µg/g)	W	AF	Y	(µg/g)	Y	(µg/g)	Y	AF	Yb	(µg/g)	Yb	AF
Nordertill	1.7	1.7	1.7	1.7	0.7	19	19	0.7	19	19	19	1.9	1.9	1.9	1.9	0.6		
Vogelsand	1.9	1.9	1.9	1.9	0.8	18	18	0.7	19	18	18	1.9	1.9	1.9	1.9	0.6		
Tonne 5 (Außenelbe)	1.8	1.8	1.8	1.8	0.8	17	17	0.8	19	17	17	1.8	1.8	1.8	1.8	0.6		
Tonne 13 (Scharhörn)	1.8	1.8	1.8	1.8	0.8	19	19	0.8	19	19	19	1.9	1.9	1.9	1.9	0.7		
Schnackenburg, rechts	3.9	3.9	3.9	3.9	2.3	16	16	0.9	16	16	16	1.6	1.6	1.6	1.6	0.7		
Schnackenburg, links	3.9	3.9	3.9	3.9	2.2	17	17	0.9	17	17	17	1.7	1.7	1.7	1.7	0.8		
Havelmündung	3.2	3.2	3.2	3.2	11.7	3	3	1.0	3	3	3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.8		
Tangermünde, rechts	3.9	3.9	3.9	3.9	2.5	15	15	0.9	15	15	15	1.5	1.5	1.5	1.5	0.7		
Tangermünde, links	4.0	4.0	4.0	4.0	2.3	17	17	0.9	17	17	17	1.6	1.6	1.6	1.6	0.8		
Magdeburg, rechts	3.8	3.8	3.8	3.8	2.4	15	15	0.9	15	15	15	1.5	1.5	1.5	1.5	0.7		
Saalemündung	2.8	2.8	2.8	2.8	1.2	21	21	0.9	21	21	21	2.2	2.2	2.2	2.2	0.8		
Muldemündung	17.2	17.2	17.2	17.2	15.3	19	19	1.6	19	19	19	1.4	1.4	1.4	1.4	1.0		
Wittenberg, rechts	3.5	3.5	3.5	3.5	2.0	20	20	1.0	20	20	20	1.8	1.8	1.8	1.8	0.8		
Wittenberg, links	3.3	3.3	3.3	3.3	1.8	20	20	1.0	20	20	20	1.8	1.8	1.8	1.8	0.8		
Schwarze Elster Mündung	2.9	2.9	2.9	2.9	3.4	20	20	2.2	20	20	20	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3		
Domnitzsch, rechts	3.8	3.8	3.8	3.8	2.0	19	19	0.9	19	19	19	1.7	1.7	1.7	1.7	0.7		
Domnitzsch, links	5.0	5.0	5.0	5.0	2.6	18	18	0.9	18	18	18	1.7	1.7	1.7	1.7	0.7		
Zehren, rechts	3.5	3.5	3.5	3.5	2.0	16	16	0.8	16	16	16	1.4	1.4	1.4	1.4	0.6		
Zehren, links	8.7	8.7	8.7	8.7	2.3	40	40	1.0	40	40	40	3.6	3.6	3.6	3.6	0.7		
Schmilka, rechts	4.7	4.7	4.7	4.7	2.5	17	17	0.9	17	17	17	1.6	1.6	1.6	1.6	0.7		
Schmilka, links	4.9	4.9	4.9	4.9	2.5	18	18	0.9	18	18	18	1.7	1.7	1.7	1.7	0.7		
Dobkovic, rechts	4.1	4.1	4.1	4.1	2.2	16	16	0.8	16	16	16	1.6	1.6	1.6	1.6	0.7		
Dobkovic, links	3.9	3.9	3.9	3.9	2.0	18	18	0.9	18	18	18	1.6	1.6	1.6	1.6	0.6		
Bilnamündung	9.3	9.3	9.3	9.3	12.3	15	15	1.9	15	15	15	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		
Ohremündung	5.1	5.1	5.1	5.1	3.1	15	15	0.8	15	15	15	1.3	1.3	1.3	1.3	0.6		
Moldaumündung	2.5	2.5	2.5	2.5	1.7	13	13	0.9	13	13	13	1.3	1.3	1.3	1.3	0.7		
Obristvi	3.7	3.7	3.7	3.7	2.2	20	20	1.2	20	20	20	1.8	1.8	1.8	1.8	0.8		
Jizeramündung	2.9	2.9	2.9	2.9	1.5	37	37	1.8	37	37	37	3.0	3.0	3.0	3.0	1.2		
Lysa	2.4	2.4	2.4	2.4	2.5	12	12	1.2	12	12	12	1.1	1.1	1.1	1.1	0.9		
Valy	2.9	2.9	2.9	2.9	1.8	19	19	1.1	19	19	19	1.8	1.8	1.8	1.8	0.9		
Synthesis	2.8	2.8	2.8	2.8	1.8	17	17	1.1	17	17	17	1.7	1.7	1.7	1.7	0.8		
Filirovice Verdek	3.9	3.9	3.9	3.9	1.5	27	27	0.9	27	27	27	2.5	2.5	2.5	2.5	0.7		
MULDE																		
Vereinigte Mulde	9.5	9.5	9.5	9.5	4.7	23	23	1.1	23	23	23	2.1	2.1	2.1	2.1	0.8		
Zwickauer Mulde	30.2	30.2	30.2	30.2	10.7	48	48	1.6	48	48	48	3.2	3.2	3.2	3.2	0.9		

Berichtsanhang (BA) 1; BA-Tabelle 4: Bewertung der Elementgehalte in Schwebstoffen nach verschiedenen Verfahren - Fortsetzung

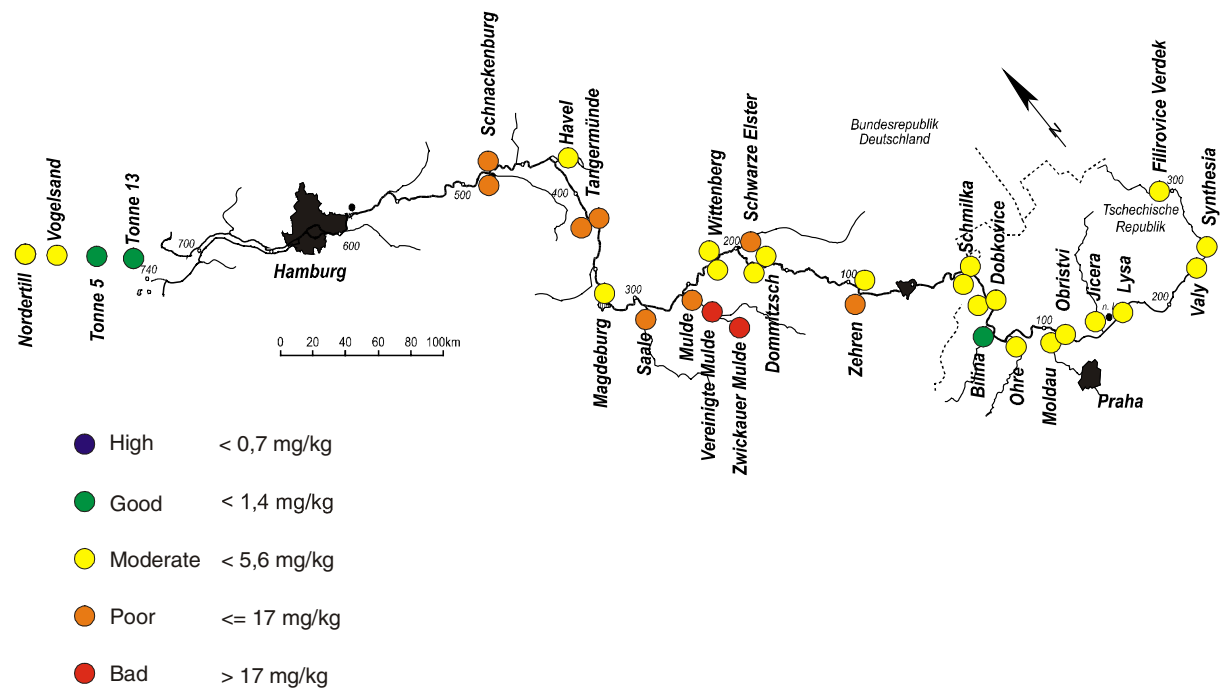
	Igeo		Prange		HGWnorm.		ARGE		AL-Norm.		Igeo		Prange		HGWnorm.		AL-Norm.	
	Zn	(µg/g)	Zn	(µg/g)	Zn	(µg/g)	Zn	(µg/g)	Zn	AF	Zr	(µg/g)	Zr	(µg/g)	Zr	(µg/g)	Zr	AF
Nordertill	176	176	176	176	176	176	176	176	1.7	99	99	99	99	99	99	99	0.5	0.5
Vogelsand	196	196	196	196	196	196	196	196	2.0	102	102	102	102	102	102	102	0.5	0.5
Tonne 5 (Außenelbe)	207	207	207	207	207	207	207	2.3	89	89	89	89	89	89	89	89	0.5	0.5
Tonne 13 (Scharhorn)	203	203	203	203	203	203	203	2.1	107	107	107	107	107	107	107	107	0.6	0.6
Schnackenburg, rechts	1167	1167	1167	1167	1167	1167	1167	16.7	93	93	93	93	93	93	93	93	0.7	0.7
Schnackenburg, links	1205	1205	1205	1205	1205	1205	1205	16.7	102	102	102	102	102	102	102	102	0.7	0.7
Havelmündung	657	657	657	657	657	657	657	58.6	15	15	15	15	15	15	15	15	0.7	0.7
Tangermünde, rechts	1145	1145	1145	1145	1145	1145	1145	18.0	85	85	85	85	85	85	85	85	0.7	0.7
Tangermünde, links	1034	1034	1034	1034	1034	1034	1034	14.6	100	100	100	100	100	100	100	100	0.7	0.7
Magdeburg, rechts	824	824	824	824	824	824	824	12.4	84	84	84	84	84	84	84	84	0.6	0.6
Saalemündung	2264	2264	2264	2264	2264	2264	2264	24.4	136	136	136	136	136	136	136	136	0.7	0.7
Muldemündung	1277	1277	1277	1277	1277	1277	1277	27.1	67	67	67	67	67	67	67	67	0.7	0.7
Wittenberg, rechts	846	846	846	846	846	846	846	11.4	137	137	137	137	137	137	137	137	0.9	0.9
Wittenberg, links	754	754	754	754	754	754	754	9.7	146	146	146	146	146	146	146	146	1.0	1.0
Schwarze Elster Mündung	909	909	909	909	909	909	909	25.9	48	48	48	48	48	48	48	48	0.7	0.7
Domnitzsch, rechts	836	836	836	836	836	836	836	10.5	112	112	112	112	112	112	112	112	0.7	0.7
Domnitzsch, links	829	829	829	829	829	829	829	10.5	93	93	93	93	93	93	93	93	0.6	0.6
Zehren, rechts	578	578	578	578	578	578	578	8.0	100	100	100	100	100	100	100	100	0.7	0.7
Zehren, links	2579	2579	2579	2579	2579	2579	2579	16.4	235	235	235	235	235	235	235	235	0.8	0.8
Schmilka, rechts	855	855	855	855	855	855	855	11.0	116	116	116	116	116	116	116	116	0.8	0.8
Schmilka, links	784	784	784	784	784	784	784	9.7	138	138	138	138	138	138	138	138	0.9	0.9
Dobkovic, rechts	877	877	877	877	877	877	877	11.2	92	92	92	92	92	92	92	92	0.6	0.6
Dobkovic, links	777	777	777	777	777	777	777	9.4	103	103	103	103	103	103	103	103	0.6	0.6
Bilinamündung	633	633	633	633	633	633	633	20.1	55	55	55	55	55	55	55	55	0.9	0.9
Ohremündung	295	295	295	295	295	295	295	4.3	88	88	88	88	88	88	88	88	0.7	0.7
Moldaumündung	320	320	320	320	320	320	320	5.3	91	91	91	91	91	91	91	91	0.8	0.8
Obristvi	812	812	812	812	812	812	812	11.7	71	71	71	71	71	71	71	71	0.5	0.5
Jizeramündung	415	415	415	415	415	415	415	5.1	103	103	103	103	103	103	103	103	0.6	0.6
Lysa	396	396	396	396	396	396	396	10.0	35	35	35	35	35	35	35	35	0.4	0.4
Valy	407	407	407	407	407	407	407	6.0	74	74	74	74	74	74	74	74	0.6	0.6
Synthesis	1589	1589	1589	1589	1589	1589	1589	24.4	63	63	63	63	63	63	63	63	0.5	0.5
Filirovice Verdek MULDE	505	505	505	505	505	505	505	4.5	105	105	105	105	105	105	105	105	0.5	0.5
Vereinigte Mulde	1208	1208	1208	1208	1208	1208	1208	14.5	123	123	123	123	123	123	123	123	0.8	0.8
Zwickauer Mulde	2353	2353	2353	2353	2353	2353	2353	20	142	142	142	142	142	142	142	142	0.6	0.6

Klassifizierung der Arsengehalte



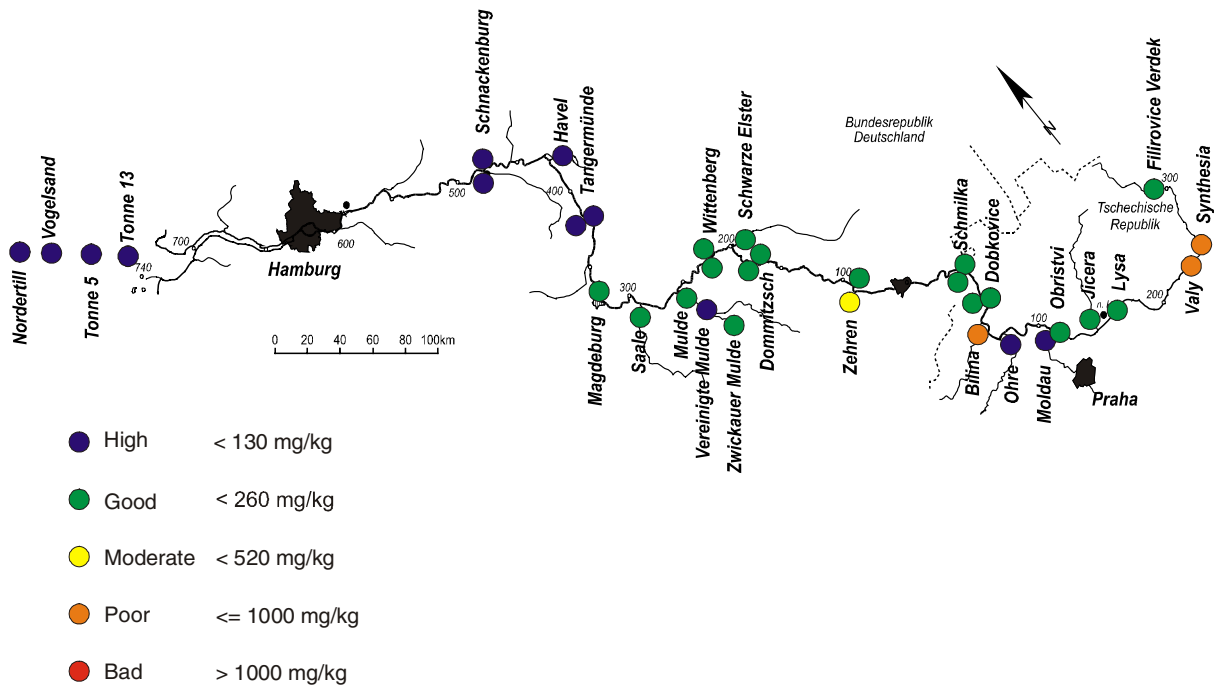
BA-Abb. 1: Bewertung der Arsengehalte nach fünfstufigem ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem

Klassifizierung der Kadmiumgehalte



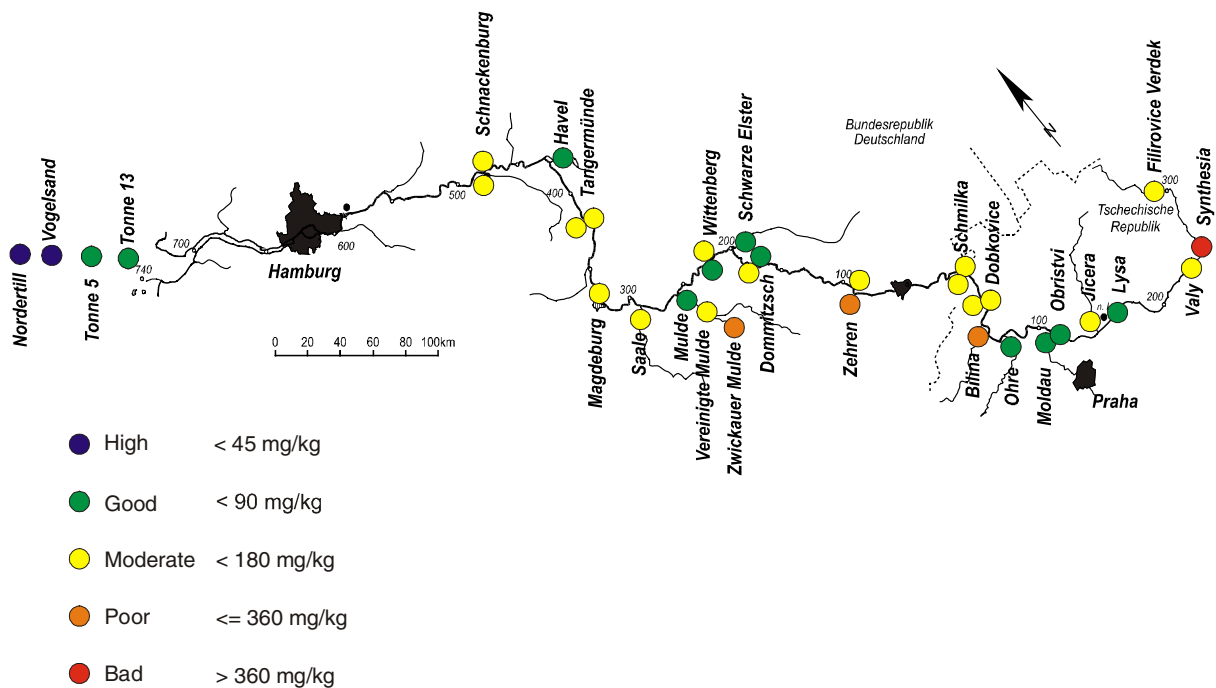
BA-Abb. 2: Bewertung der Kadmiumgehalte nach fünfstufigem ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem

Klassifizierung der Chromgehalte



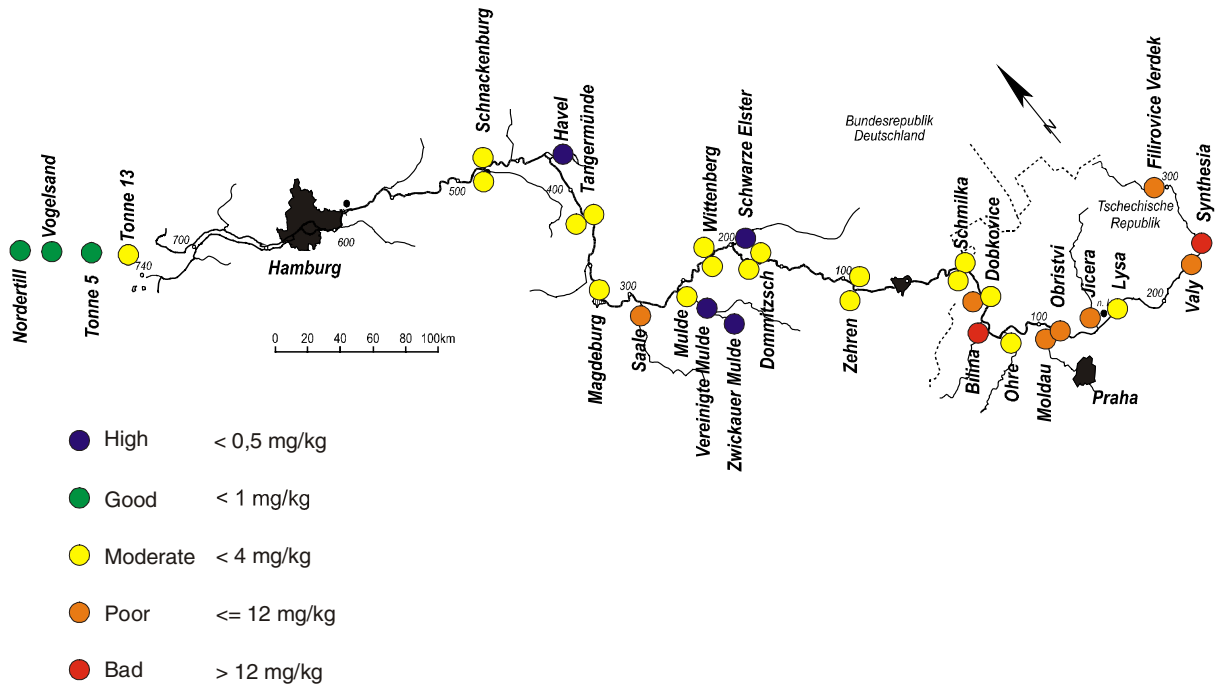
BA-Abb. 3: Bewertung der Chromgehalte nach fünfstufigem ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem

Klassifizierung der Kupfergehalte



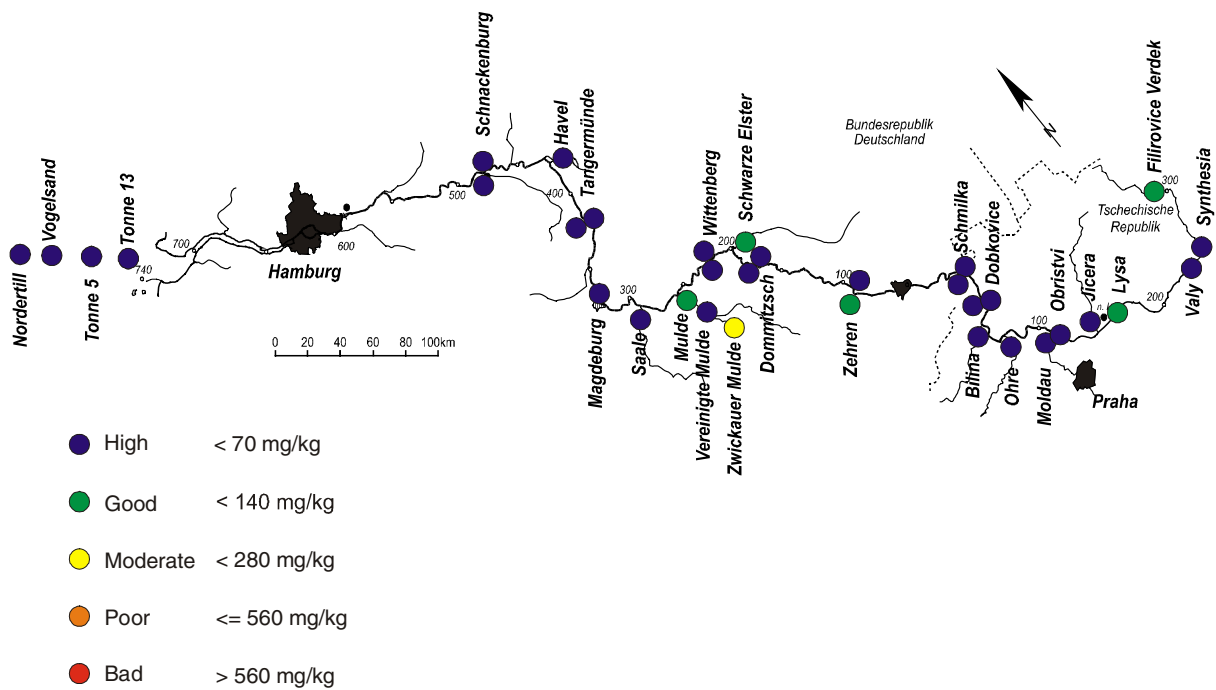
BA-Abb. 4: Bewertung der Kupfergehalte nach fünfstufigem ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem

Klassifizierung der Quecksilbergehalte



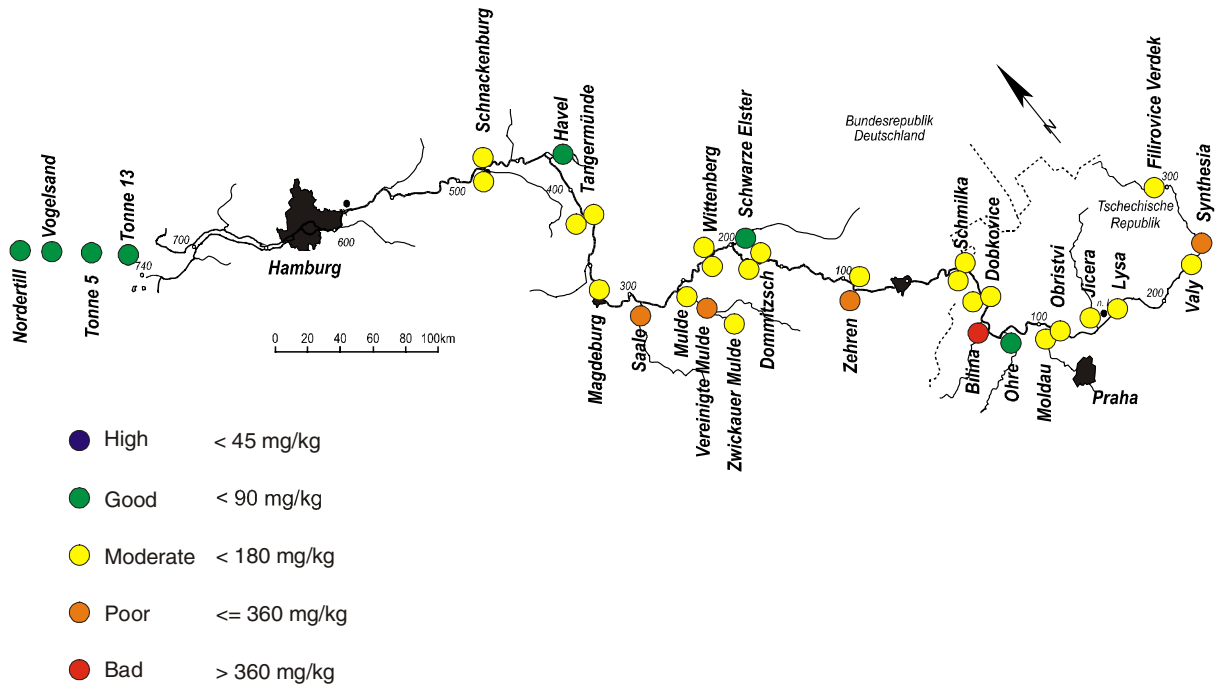
BA-Abb. 5: Bewertung der Quecksilbergehalte nach fünfstufigem ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem

Klassifizierung der Nickelgehalte



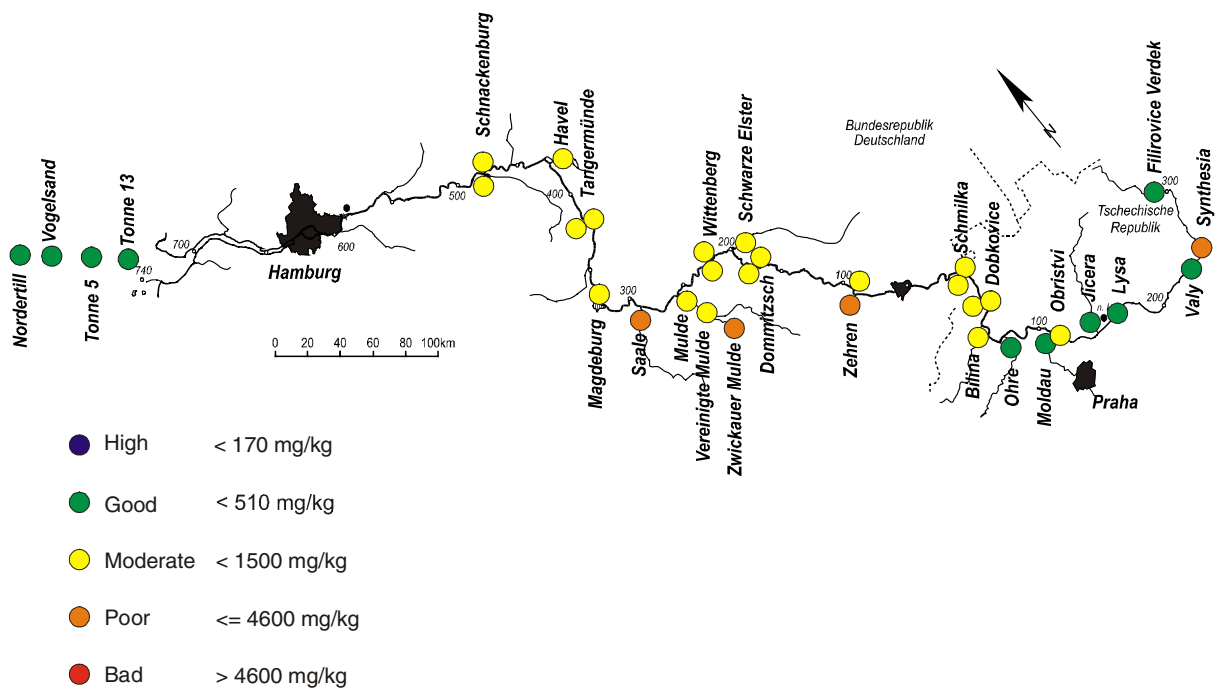
BA-Abb. 6: Bewertung der Nickelgehalte nach fünfstufigem ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem

Klassifizierung der Bleigehalte



BA-Abb. 7: Bewertung der Bleigehalte nach fünfstufigem ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem

Klassifizierung der Zinkgehalte



BA-Abb. 8: Bewertung der Zinkgehalte nach fünfstufigem ARGE-ELBE-Klassifizierungssystem

Hompage-Anhang

zum Bericht

Multielementanalysen von Wasserproben der Elbe und ausgewählter Nebenflüsse Längsprofilbeprobung vom September 1997

Inhalt

Fotos einiger Messstellen

HP-Anhang 1 (Experimentelles)

- HPA-Tab. 1: Schwebstoffmengen in mg Trockensubstanz, die für die Hg-Bestimmung und die Multielementanalyse nach der Teilung der Filter zur Verfügung standen
- HPA-Tab. 2: Messbedingungen der hochauflösenden Sektorfeld-ICP-MS (HR-ICP-MS)
- HPA-Tab. 3: Untere Arbeitsbereichsgrenzen (UAG) für 65 untersuchte Elemente
- HPA-Tab. 4: Analysenergebnisse für 1643d Trace Elements in Water (NIST), 5 Wiederholungen
- HPA-Tab. 5: Analysenergebnisse für SLRS-4 River Water (Nat. Res. Council Canada), 5 Wiederholungen
- HPA-Tab. 6: Analysenergebnisse für GWB07306 Stream Sediment (Nat. Res. Cent. China), 6 Wiederholungen
- HPA-Tab. 7: Vergleichsmessungen an Elbefiltraten zwischen HR-ICP-MS von der Umweltbehörde Hamburg (UB) und der ICP-MS von GALAB (GA), n.z.*, nicht zertifiziert

HP-Anhang 2 (Längsprofile)

- HPA-Abbildungen 8: Elementgehalte im Schwebstoff
- HPA-Tab. 9: Statistische Kennzahlen der Elementgehalte im Schwebstoff
- HPA- Abbildungen 10: Elementkonzentrationen im Filtrat
- HPA-Tab. 11: Statistische Kennzahlen der Elementkonzentrationen im Filtrat
- HPA- Abbildungen 12: Gelöste und partikuläre Anteile der Elemente an der Gesamtkonzentration
- HPA- Abbildungen 13: Verteilungskoeffizienten
- HPA-Tab. 14: Statistische Kennzahlen der Verteilungskoeffizienten

HP-Anhang 3 (Statistische Untersuchungen)

HPA-Abb. 15: Screeplot zur Festlegung der zu extrahierenden Faktoren auf der Grundlage von 31 Elementen und 30 Standorten (Schwebstoffe).

HPA-Tabelle 16: Eigenwerte der Faktorenanalyse (Schwebstoffe, 31 Elemente, 30 Standorte).

HPA-Tabelle 17: Faktorladungen der Analyse (Schwebstoffe, 31 Elemente und 30 Standorte, ohne Hot Spots), durch Fettdruck hervorgehobene Ladungen sind untereinander signifikant korreliert.

HPA-Abb. 18: Screeplot zur Festlegung der zu extrahierenden Faktoren auf der Grundlage von 21 Elementen der wässrigen Phase und 34 Messstellen.

HPA-Tabelle 19: Eigenwerte der Faktorenanalyse (Filtrat, 21 Elemente, 34 Standorte).

HPA-Tabelle 20: Faktorladungen der Analyse (Filtrat, 21 Elemente und 34 Standorte), signifikant korrelierte Ladungen der Faktoren sind fett gedruckt.

HPA-Abb. 21: Screeplot zur Festlegung der zu extrahierenden Faktoren auf der Grundlage von 34 Elementen und 30 Messstellen.

HPA-Tabelle 22: Eigenwerte der Faktorenanalyse (Filtrate, 34 Elemente, 30 Messstellen).

HPA-Tabelle 23: Faktorladungen der Analyse (Filtrat, 34 Elemente und 30 Standorte), signifikant korrelierte Ladungen der Faktoren sind fett gedruckt.

HPA-Abb. 24: Screeplot zur Festlegung der zu extrahierenden Faktoren auf der Grundlage von 34 Elementen und 16 Messstellen.

HPA. Tabelle 25: Eigenwerte der Faktorenanalyse (Filtrat, 34 Elemente, 16 Standorte, ohne Hot Spots).

HPA-Tabelle 26: Faktorladungen der Analyse (Filtrat, 34 Elementen und 24 Standorte ohne Hot Spots), signifikante korrelierte Ladungen der Faktoren sind fett gedruckt.



G. Burghardt

Einleitung der Synthesia Semtin



A. Prange

Mündung der Bilina in Usti nad Labem



Förderpumpe der automatischen Messstation Schmilka



Automatische Messstation Schmilka



Automatische Messstation Zehren



Automatische Messstation Dommitzsch bei der Gierfähre



Kläranlage Wittenberg/Lutherstadt



Mündung der Mulde bei Rosslau



Automatische Messstation Magdeburg



Schnackenburg



B. Erbslöh

Außenelbe bei Scharhörn

HP-Anhang 1 (Experimentelles)

Tab. 1: Schwebstoffmengen in mg Trockensubstanz, die für die Hg-Bestimmung und die Multielementanalyse nach der Teilung der Filter zur Verfügung standen

Ort	Schwebstoffmenge für die Multielementanalyse (mg)	Schwebstoffmenge für die Hg-Analyse (mg)
Nordertill	17.5	20.5
Vogelsand	10.5	10.5
Tonne 5 (Außenelbe)	7.3	6.5
Tonne 13 (Scharhörn)	9.4	9.2
Schnackenburg, rechts	20.8	15.7
Schnackenburg, links	18.6	19.9
Havelmündung	9.4	10.0
Tangermünde, rechts	13.1	12.4
Tangermünde, links	11.6	14.6
Magdeburg, rechts	11.4	13.7
Saalemündung	10.5	10.1
Muldemündung	4.3	4.2
Vereinigte Mulde	7.9	9.0
Zwickauer Mulde	4.5	4.0
Wittenberg, rechts	16.7	17.7
Wittenberg, links	24.2	22.1
Schwarze Elster Mündung	3.5	3.4
Dommitzsch	17.5	16.8
Dommitzsch	24.2	21.4
Zehren, rechts	12.5	12.9
Zehren, links	12.9	14.3
Schmilka, rechts	7.3	7.4
Schmilka, links	9.3	8.2
Dobkovice, rechts	7.8	8.5
Dobkovice, links	8.8	10.5
Bilinamündung	9.2	11.2
Ohremündung	6.0	6.7
Moldaumündung	6.6	5.8
Obristvi	6.7	5.9
Jizeramündung	2.5	2.1
Lysa	4.2	6.0
Valy	5.7	5.4
Synthesia	11.2	11.6
Filirovice Verdek	3.5	3.5

HP-Anhang 1 (Experimentelles) – Fortsetzung

Tab. 2: Meßbedingungen der hochauflösenden Sektorfeld-ICP-MS (HR-ICP-MS)

Leistung: 1300 W
Plasmagas: 13 l/min
Hilfsgas: 0,8 l/min
Zerstäubergas: 0,8-0,9 l/min (optimiert für ¹¹⁵In)
Konzentrischer Zerstäuber: Meinhard SB-30-A1
Probenzuführungsrate: 0,65 ml/min
Sprühkammerkühlung: 6 °C
Sampler-Konen: Nickel, 1,2 mm Öffnung
Skimmer-Konen: Nickel, 0,9 mm Öffnung
Scan-Modus: E-Scan mit 30% Hochspannungsscans
Runs: 3
Passes: 5
Samples/Peak: 20
Interne Standards: Rh oder In

HP-Anhang 1 (Experimentelles) – Fortsetzung

Tab. 3: Untere Arbeitsbereichsgrenzen (UAG) für 65 untersuchte Elemente

Element	UAG (µg/l)	Element	UAG (µg/l)
Ag	0.02	Nb	0.02
Al	2	Nd	0.005
As	0.50	Ni	0.05
Au	0.025	P	5
B	1	Pb	0.02
Ba	0.5	Pd	0.01
Be	0.020	Pr	0.005
Bi	0.01	Pt	0.005
Ca	250	Rb	0.1
Cd	0.02	Re	0.005
Ce	0.005	Rh	0.01
Co	0.05	Ru	0.005
Cr	0.05	S	50
Cs	0.01	Sb	0.01
Cu	0.1	Sc	0.01
Dy	0.005	Si	50
Er	0.005	Sm	0.005
Eu	0.005	Sn	0.05
Fe	1	Sr	0.5
Ga	0.01	Ta	0.01
Gd	0.005	Tb	0.005
Ge	0.01	Th	0.015
Ho	0.005	Ti	0.03
In	0.01	Tl	0.01
Ir	0.005	Tm	0.005
K	250	U	0.01
La	0.005	V	0.05
Li	1	W	0.01
Lu	0.005	Y	0.005
Mg	250	Yb	0.005
Mn	0.50	Zn	0.5
Mo	0.05	Zr	0.01
Na	250		

HP-Anhang 1 (Experimentelles) – Fortsetzung

Tab. 4: Analysenergebnisse für 1643d Trace Elements in Water (NIST), 5 Wiederholungen

	Einheit	Zertifiziert	Unsicherheit Zert.	Gemessen	RSD (%)	Wiederfindung (%)
Ag	µg/l	1.270	0.057	1.30	15.4	102
Al	µg/l	127.6	3.5	130	0.8	102
As	µg/l	56.02	0.73	54.5	10.1	97
B	µg/l	144.8	5.2	147	1.0	102
Ba	µg/l	506.5	8.9	518	3.9	102
Be	µg/l	12.53	0.28	12.4	7.3	99
Bi	µg/l	13		13.5	1.5	104
Ca	mg/l	31.04	0.5	32.7	8.3	105
Cd	µg/l	6.47	0.37	6.40	0.1	99
Co	µg/l	25.00	0.59	24.8	5.2	99
Cr	µg/l	18.53	0.2	18.7	4.3	101
Cu	µg/l	20.5	3.8	21.4	8.9	104
Fe	µg/l	91.2	3.9	93.4	5.8	102
K	mg/l	2.356	0.035	2.10	4.8	89
Li	µg/l	16.50	0.55	16.6	13.9	101
Mg	mg/l	7.989	0.035	9.70	4.1	121
Mn	µg/l	37.66	0.83	38.7	5.2	103
Mo	µg/l	112.9	1.7	116	2.5	103
Na	mg/l	22.07	0.64	21.8	7.3	99
Ni	µg/l	58.1	2.7	55.9	8.4	96
Pb	µg/l	18.15	0.64	19.1	2.1	105
Rb	µg/l	13		12.1	5.0	93
Sb	µg/l	54.1	1.1	53.4	1.0	99
Sr	µg/l	294.8	3.4	291	4.3	99
Tl	µg/l	7.28	0.25	7.70	2.6	106
V	µg/l	35.1	1.4	35.3	5.1	101
Zn	µg/l	72.48	0.64	71.3	8.1	98

HP-Anhang 1 (Experimentelles) – Fortsetzung

Tab. 5: Analysenergebnisse für SLRS-4 River Water (Nat. Res. Council Canada), 5 Wiederholungen

	Einheit	Zertifiziert	Unsicherheit Zert.	Gemessen	RSD (%)	Wiederfindung (%)
Al	µg/l	54	4	54.3	2.3	101
As	µg/l	0.68	0.06	0.753	13.3	111
Ba	µg/l	12.2	0.6	12.9	3.2	106
Be	µg/l	0.007	0.002	0.011	25.5	161
Cd	µg/l	0.012	0.002	0.014	10.1	117
Co	µg/l	0.033	0.006	0.030	2.7	92
Cr	µg/l	0.33	0.02	0.315	1.3	96
Cu	µg/l	1.81	0.08	1.86	3.1	103
Fe	µg/l	103	5	98.7	2.2	96
Mn	µg/l	3.37	0.18	3.40	2.6	101
Mo	µg/l	0.21	0.207	0.205	1.7	98
Ni	µg/l	0.67	0.08	0.636	4.7	95
Pb	µg/l	0.086	0.007	0.079	6.9	92
Sb	µg/l	0.23	0.04	0.256	5.2	111
Sr	µg/l	26.3	3.2	28.2	2.9	107
U	µg/l	0.05	0.003	0.046	5.1	93
V	µg/l	0.32	0.03	0.340	3.2	106
Zn	µg/l	0.93	0.1	0.982	4.2	106

HP-Anhang 1 (Experimentelles) – Fortsetzung

Tab. 6: Analysenergebnisse für GWB07306 Stream Sediment (Nat. Res. Cent. China),
6 Wiederholungen

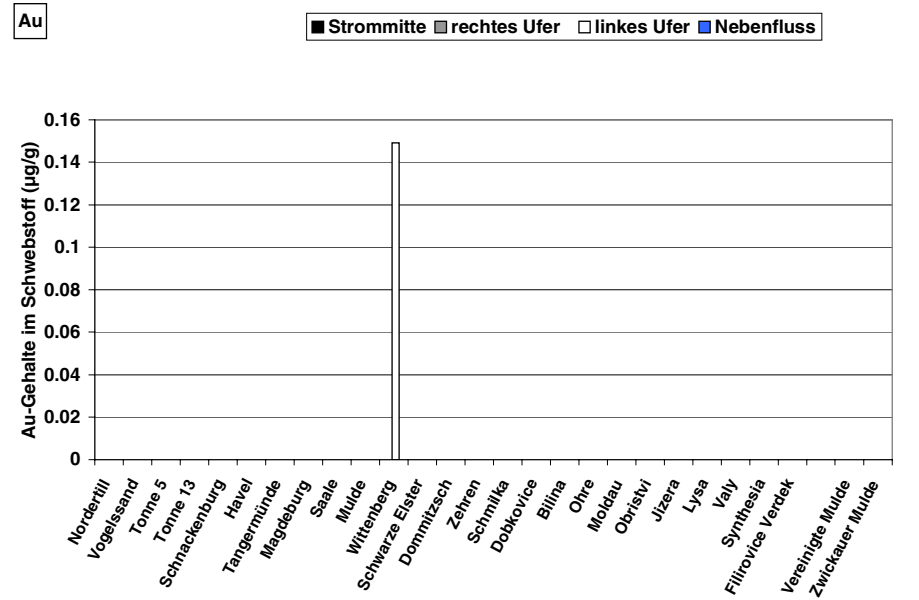
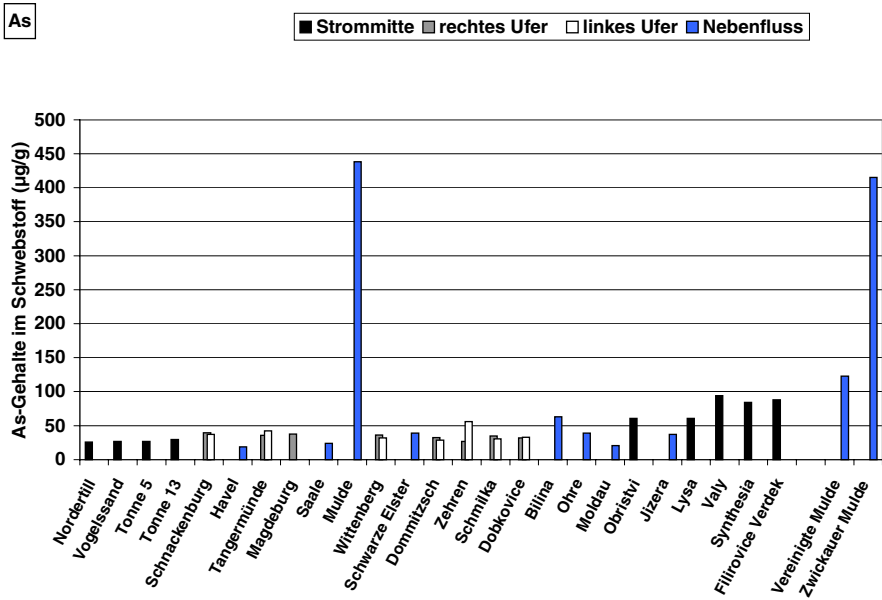
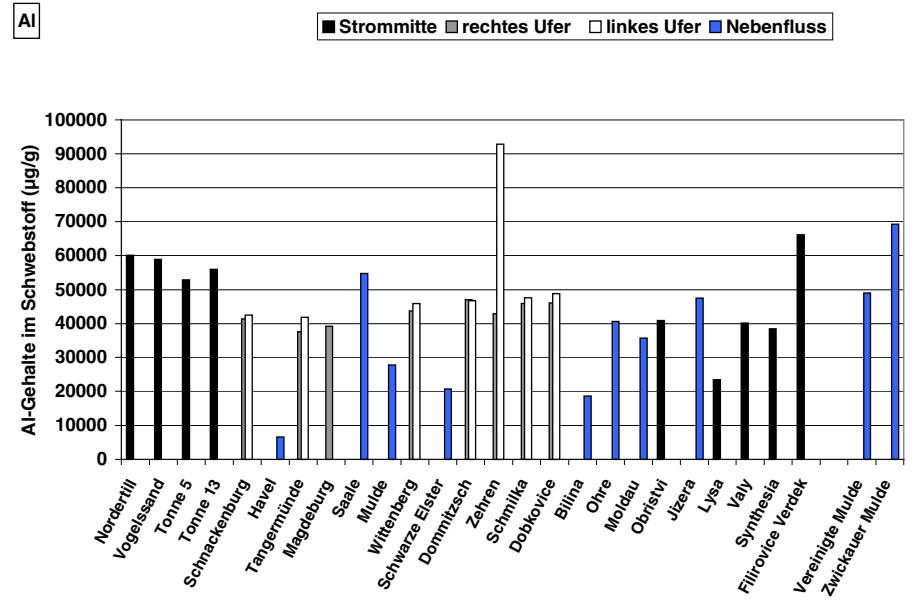
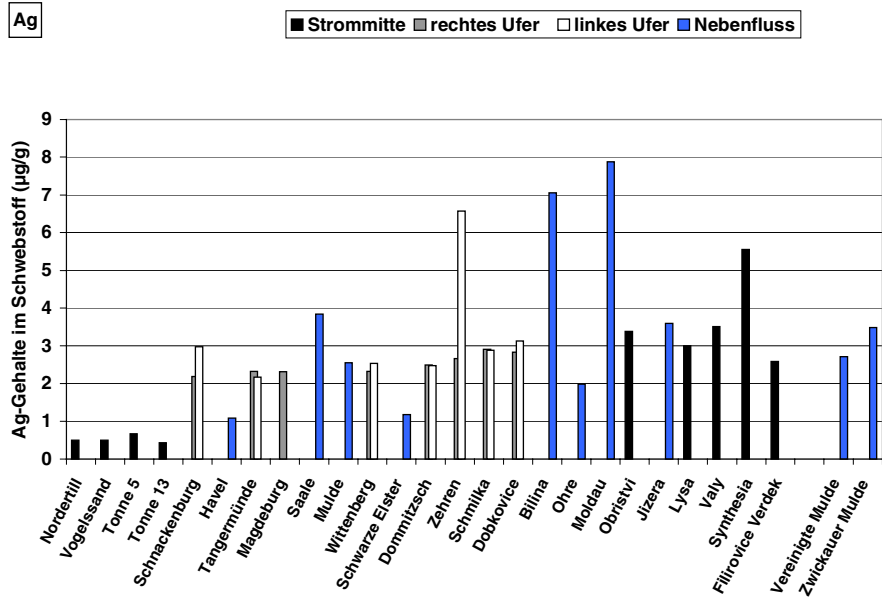
	Zertifiziert	Unsicherheit Zert.	Gemessen	RSD	Wiederfindung
Ag	0.36	0.02	0.33	3.6	91
Al	74114		76168	5.4	103
As	13.6	0.5	14.3	6.2	105
B	50	4	49.6	7.4	99
Ba	330	15	314	2.7	95
Be	1.7	0.2	1.80	4.0	106
Bi	5	0.3	4.91	5.6	98
Cd	0.43	0.02	0.45	4.6	105
Ce	68	4	70.8	3.7	104
Co	24.4	0.8	24.7	2.1	101
Cr	190	7	195	3.3	102
Cs	9.1	0.8	8.24	3.1	91
Cu	383	5	404	3.1	105
Dy	3.8	0.6	3.90	3.4	103
Er	2.1		2.09	4.2	100
Eu	1.5	0.1	1.52	2.5	101
Fe	41134		41481	4.0	101
Ga	16.7	0.4	16.4	3.9	98
Gd	5.5	0.5	5.18	13.1	94
Ge	1.3	0.2	1.51	2.7	116
Ho	0.78		0.73	3.8	94
In	0.14	0.01	0.15	2.9	109
La	39	3	35.8	1.4	92
Li	40	1	42.7	2.5	107
Lu	0.36		0.30	22.1	85
Mn	970	15	983	3.9	101
Mo	7.7	0.4	8.66	3.0	113
Nb	12	2	9.53	4.3	79
Nd	33	3	31.7	2.7	96
Ni	78	2	80.4	3.2	103
P	1020	20	1094	7.4	107
Pb	27	2	27.0	4.0	100
Pr	8.2		8.39	2.8	102
Rb	107	4	111	2.1	104
S	800		768	13.0	96
Sb	1.25	0.14	1.73	7.2	138
Sc	17	1	17.4	2.4	102
Sm	5.6	0.4	5.75	2.4	103
Sn	2.8	0.5	3.00	5.9	107
Sr	266	10	266	2.4	100
Ta	0.72		0.69	5.4	95
Tb	0.69	0.1	0.69	3.0	100
Th	9	0.9	9.59	5.9	107
Ti	4640	60	4708	5.9	101
Tl	1.08	0.1	0.97	5.7	89
Tm	0.38		0.31	7.7	83
U	2.4	0.2	2.42	7.4	101
V	142	4	149	4.2	105
W	25	1.2	25.5	5.4	102
Y	20.2	0.8	19.5	4.2	97
Yb	2.1	0.2	1.90	5.8	90
Zn	144	3	155	4.8	108
Zr	170	4	119	8.6	70

HP-Anhang 1 (Experimentelles) – Fortsetzung

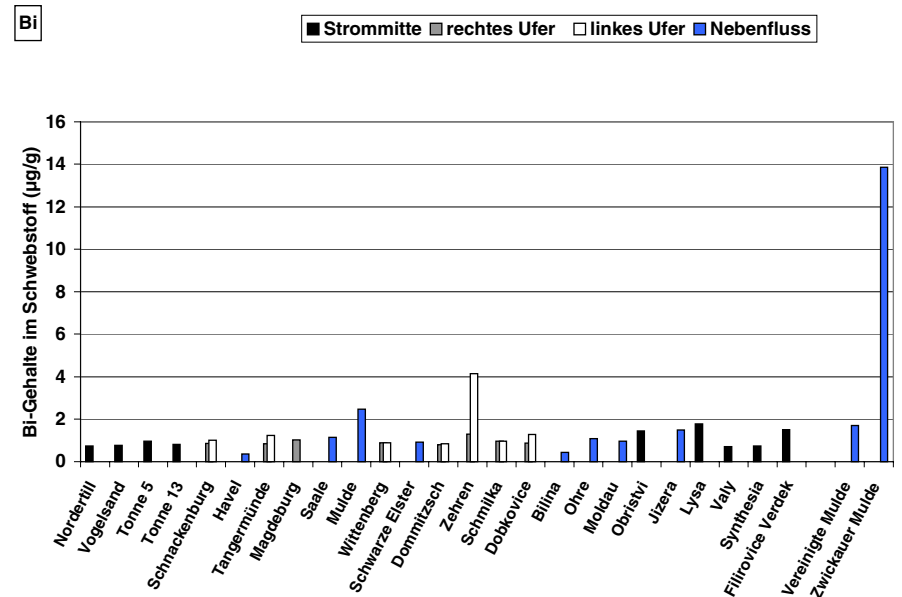
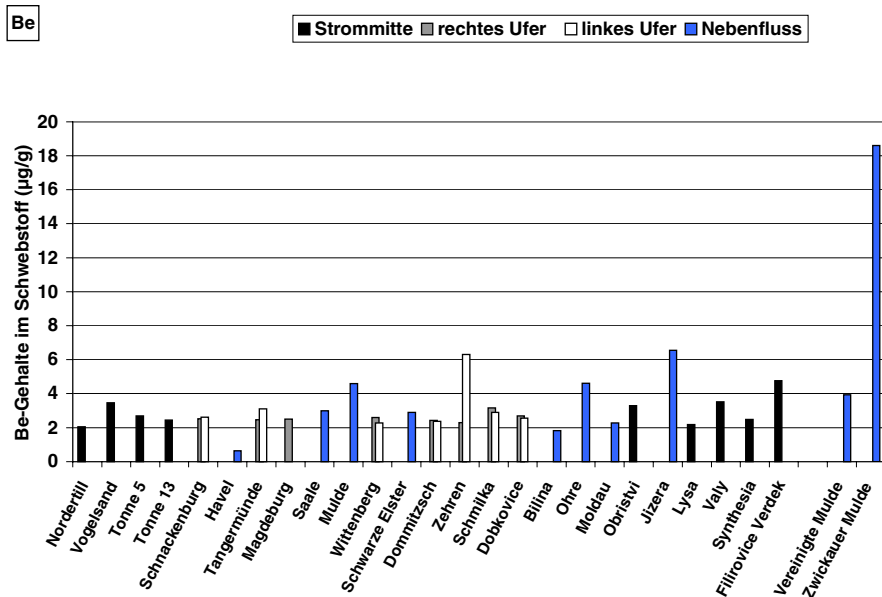
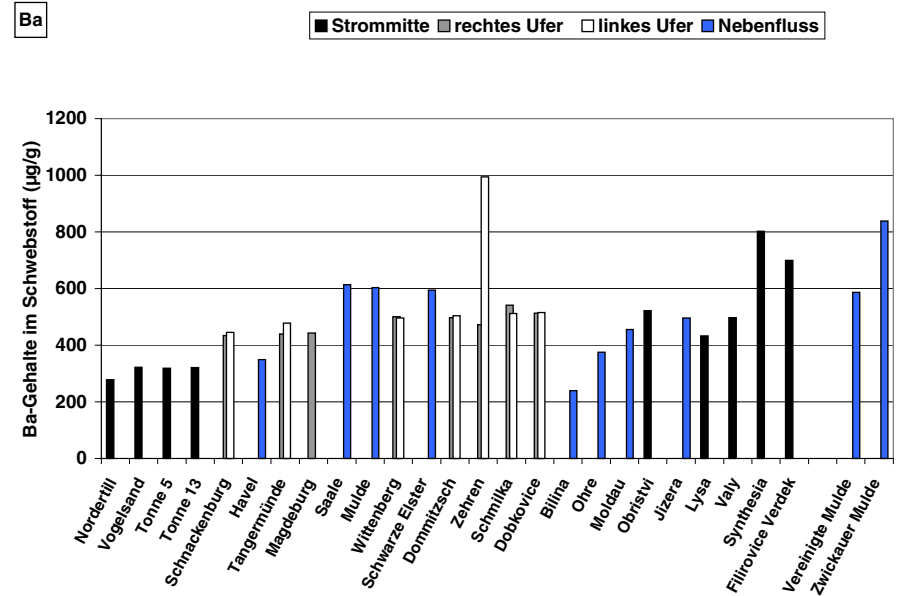
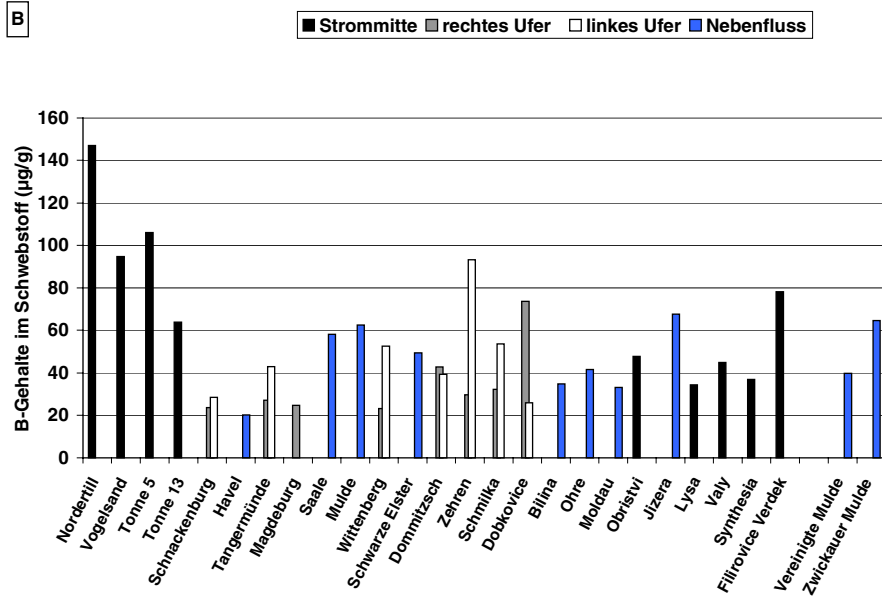
Tab. 7: Vergleichsmessungen an Elbefiltraten zwischen HR-ICP-MS von der Umweltbehörde Hamburg (UB) und der ICP-MS von GALAB (GA), n.z.*, nicht zertifiziert

Probe		GA	UB	GA	GA	UB	GA	UB	GA	UB	GA	UB	GA	Referenzmaterial
		Norder-till	Norder-till	Havel-mündung	Havel-mündung	Havel-mündung	Witten-berg, links	Witten-berg, links	Schmilka, rechts	Schmilka, rechts	Valy	Valy	NISTWas-ser, 1643d	NISTWas-ser, 1643d, zertifiziert
Al	(µg/l)	23,7	23,4	2,9	3,1	2,9	14,8	14,7	12,6	12,7	18,2	18,4	121,5	127,6
As	(µg/l)	9,1	8,6	3,1	3,4	2,9	4,3	4,1	4,1	3,6	5,4	4,5	49	56
Ba	(µg/l)	51,8	54,8	42,4	41,2	45	42,1	50,6	40,3	47,6	51,8	62,7	496	507
Cd	(µg/l)	0,2	0,2	<0,2	<0,2	0,04	<0,2	0,04	<0,2	0,04	<0,2	0,04	5,6	6,5
Co	(µg/l)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,18	<0,2	0,15	<0,2	0,16	<0,2	0,17	24,2	25
Cr	(µg/l)	<0,6	0,58	<0,6	<0,6	0,71	<0,6	0,51	<0,6	0,7	4,3	4,9	17,4	18,5
Cu	(µg/l)	2,9	2,9	3,8	3,8	3,5	4,2	4,2	4	4	2,4	2,4	19,2	20,5
Fe	(µg/l)	50,6	60	10,4	11,1	8	6,9	9,4	12,8	14,2	33,7	34,8	104,1	91,2
K	(µg/l)	5268	5640	8110	8733	10900	5790	7210	4928	5040	4073	4080	2283	2356
Li	(µg/l)	12,3	12,7	9,7	9,7	8	21,9	18,7	19	19,4	8,9	8,7	16,6	16,5
Mg	(µg/l)	13060	13100	13170	13170	12500	12650	11600	12820	10400	8103	7580	8777	7989
Mn	(µg/l)	30,7	34,7	1,8	1,8	2	1,3	1,5	8,4	8,8	37,1	36,9	36,7	37,7
Mo	(µg/l)	6,9	6,7	4	4	3,8	1,7	1,6	1,8	1,4	1,8	1,4	120	113
Ni	(µg/l)	3,7	4,2	2,8	2,9	2,6	2,5	2,5	2,7	2,4	2,1	1,6	54,2	58,1
Pb	(µg/l)	0,4	0,4	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,3	0,2	18,1	18,2
P	(µg/l)	133	158	200	208	234	135	165	180	212	171	184	14,1	n.z.*
Rb	(µg/l)	11,4	11	7,6	7,6	7,2	6,3	5,9	5,6	5,2	3,5	3,3	12,5	13
Sb	(µg/l)	1	1	0,7	0,7	0,7	0,6	0,5	0,6	0,5	0,5	0,4	52,5	54,1
Sn	(µg/l)	0,3	0,22	<0,3	<0,3	0,09	<0,3	0,07	<0,3	0,06	<0,3	0,06	3,9	n.z.*
Sr	(µg/l)	165	175	375	383	397	317	327	337	338	328	336	299	295
Tl	(µg/l)	<0,3	0,13	<0,3	<0,3	0,02	<0,3	0,05	<0,3	0,06	<0,3	0,03	7,6	7,3
U	(µg/l)	11,9	11,9	0,7	0,7	0,6	1,4	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	0,1	n.z.*
Zn	(µg/l)	12,1	12,2	1,7	1,8	1,8	4	3,3	6,5	6,8	5,8	5,7	68,6	72,5

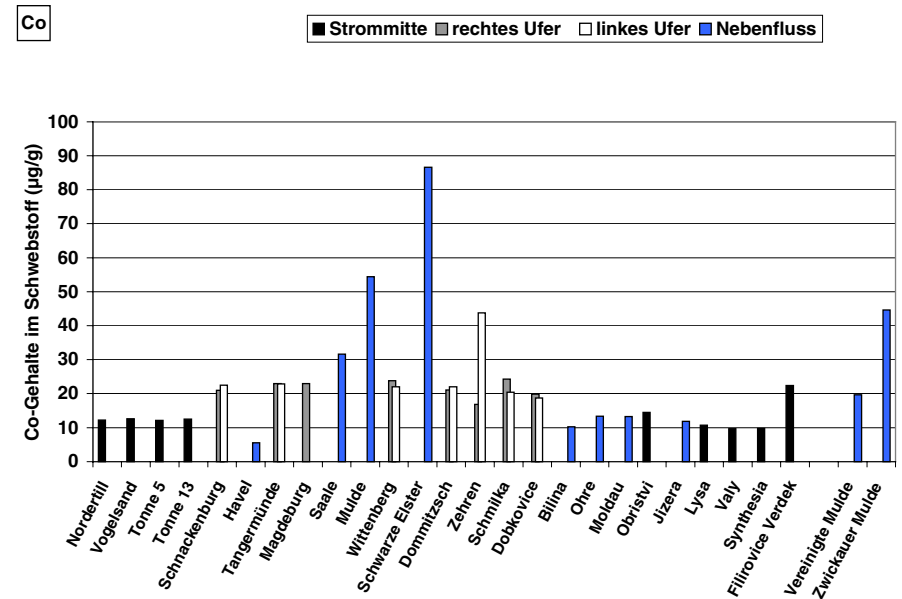
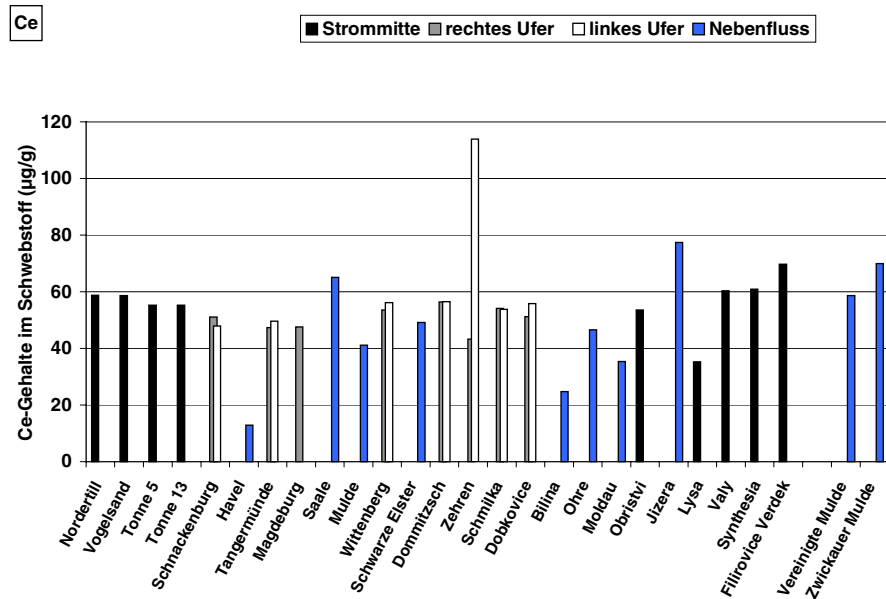
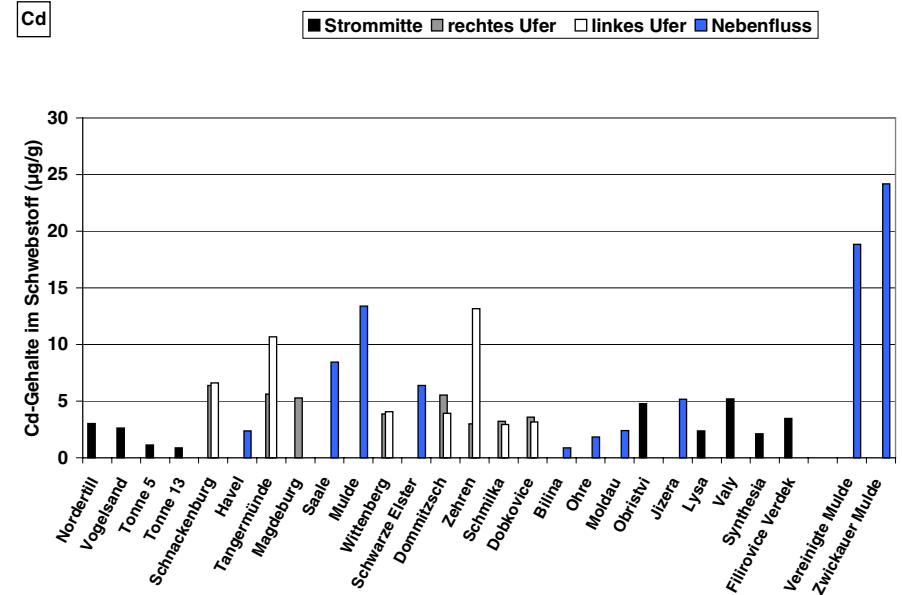
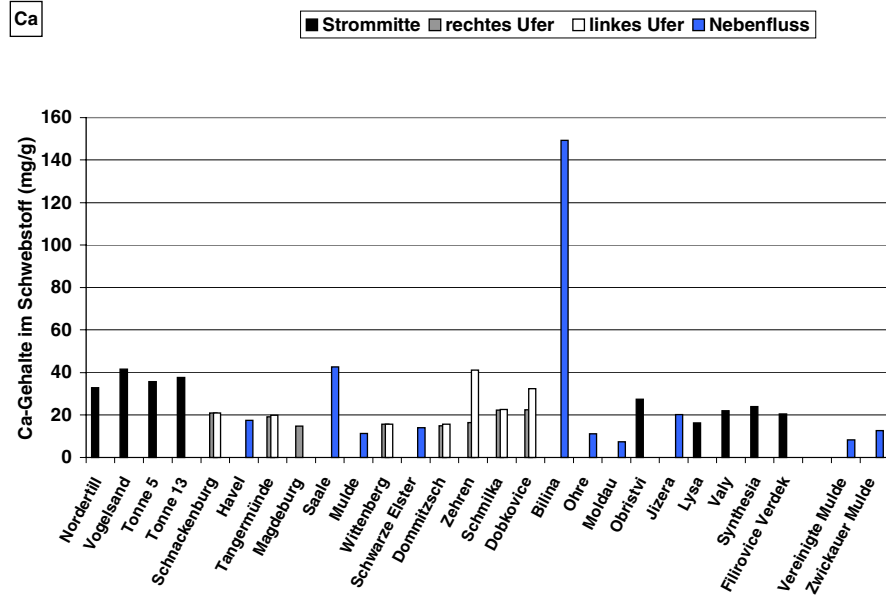
HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA-Abbildungen 8: Elementgehalte im Schwebstoff



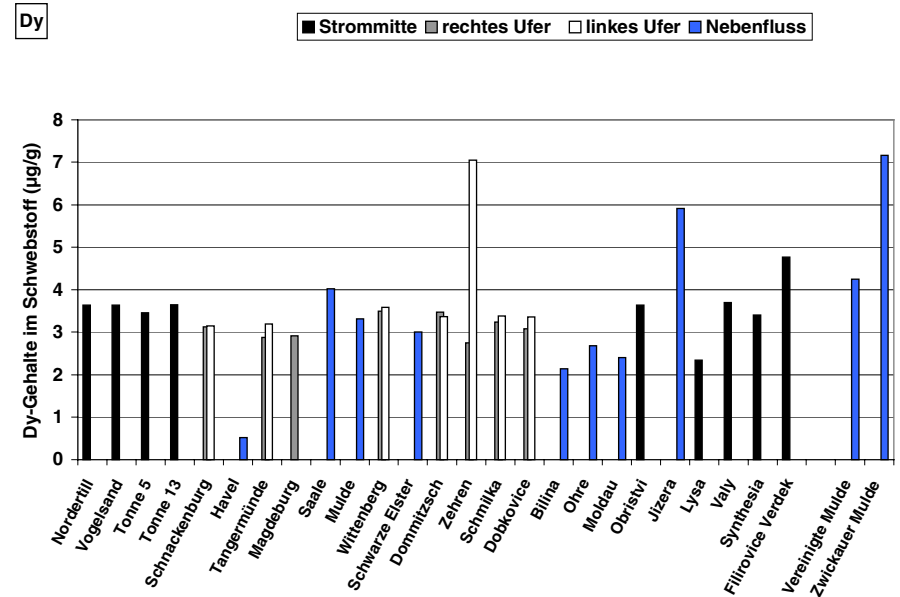
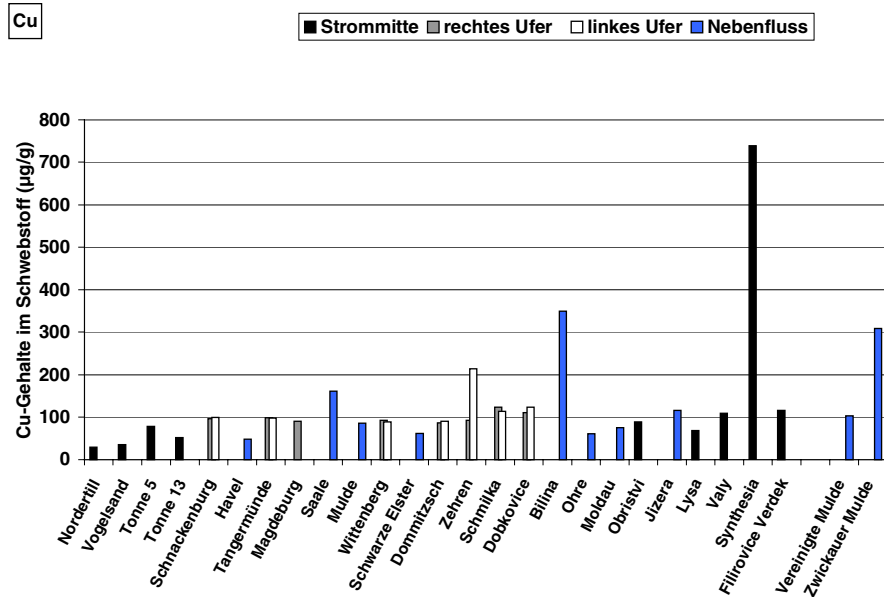
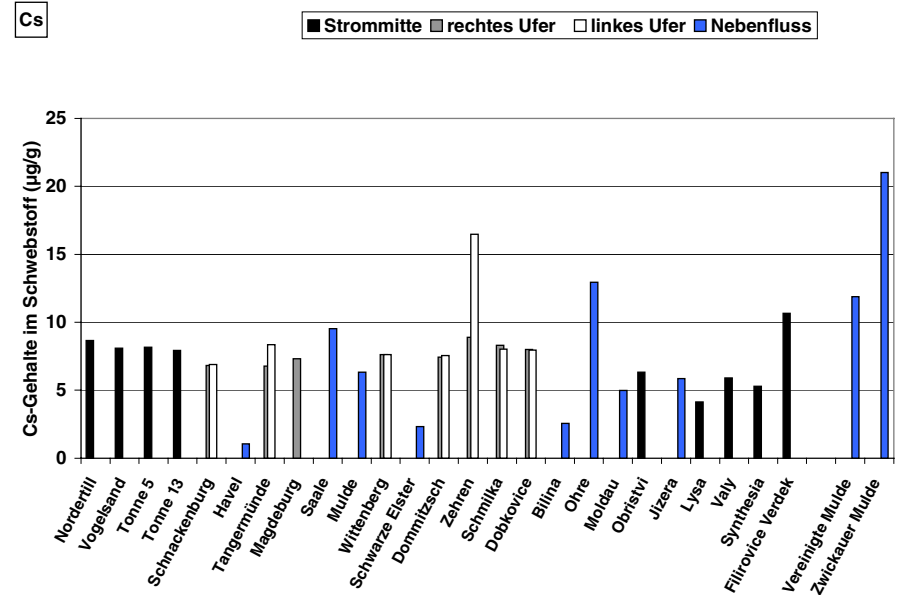
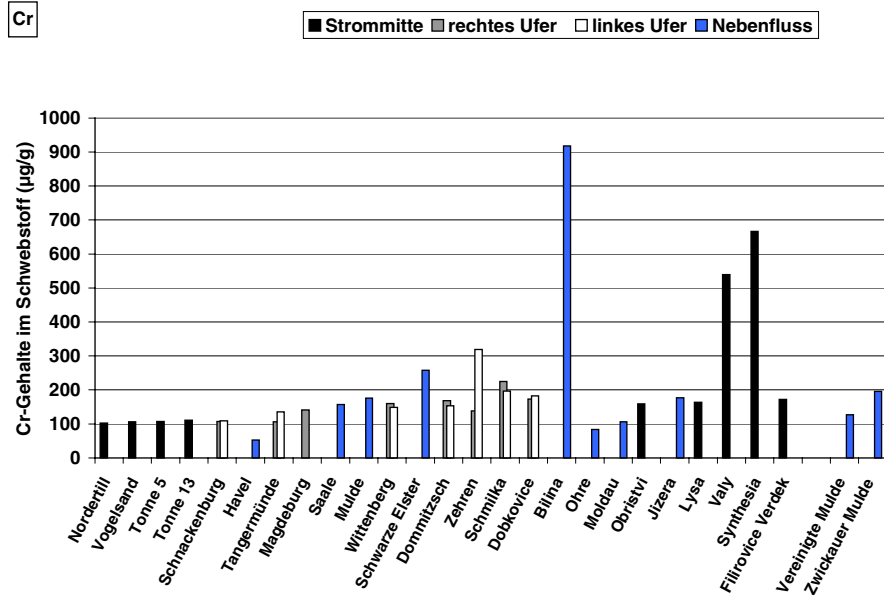
HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA-Abbildungen 8: Elementgehalte im Schwebstoff - Fortsetzung



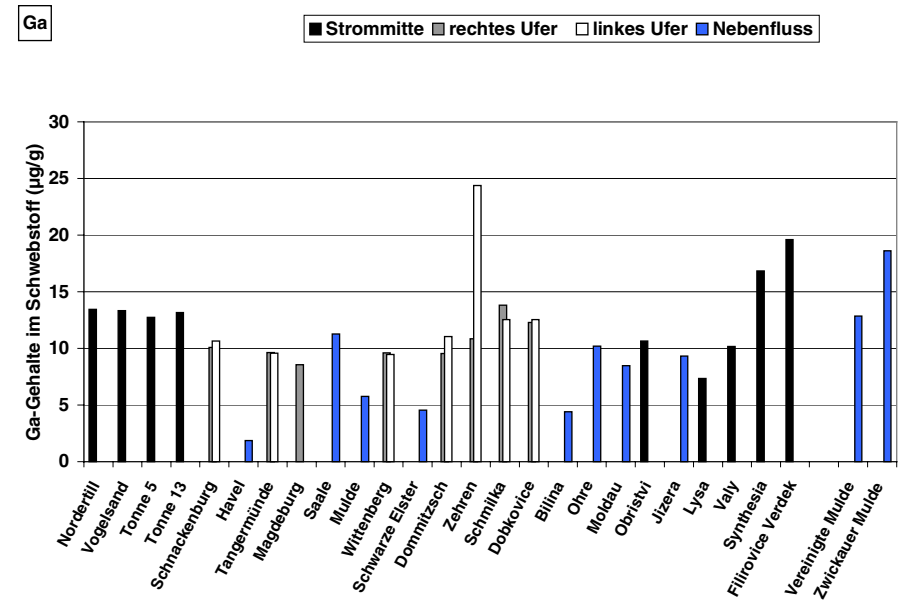
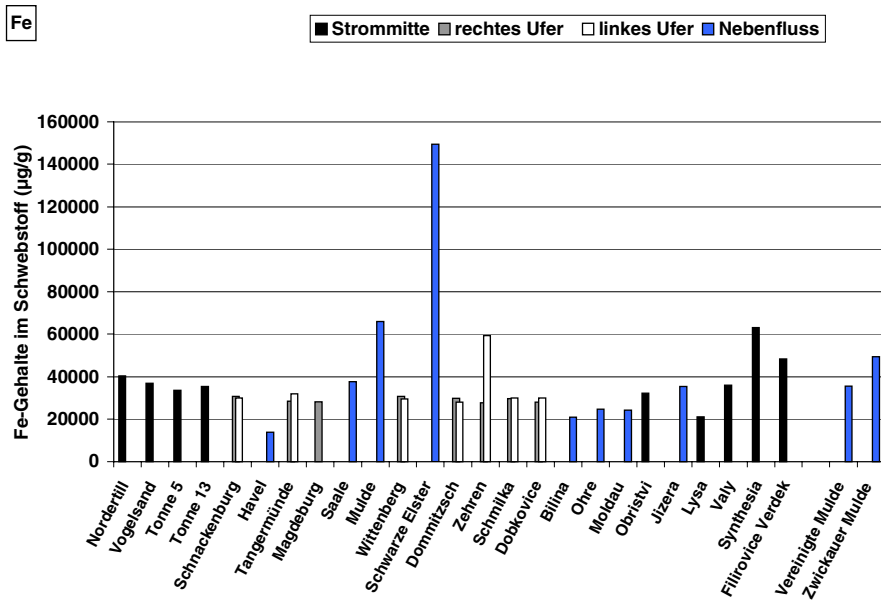
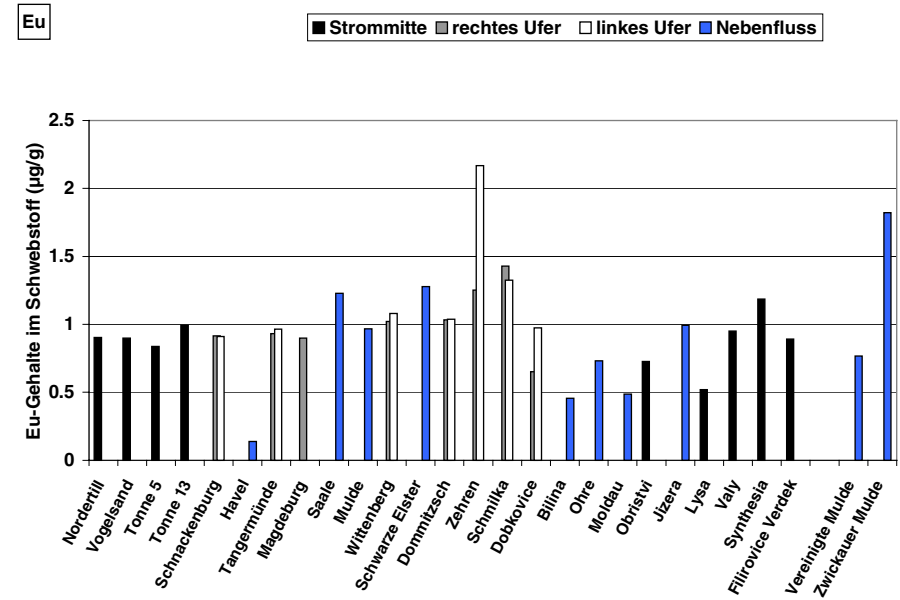
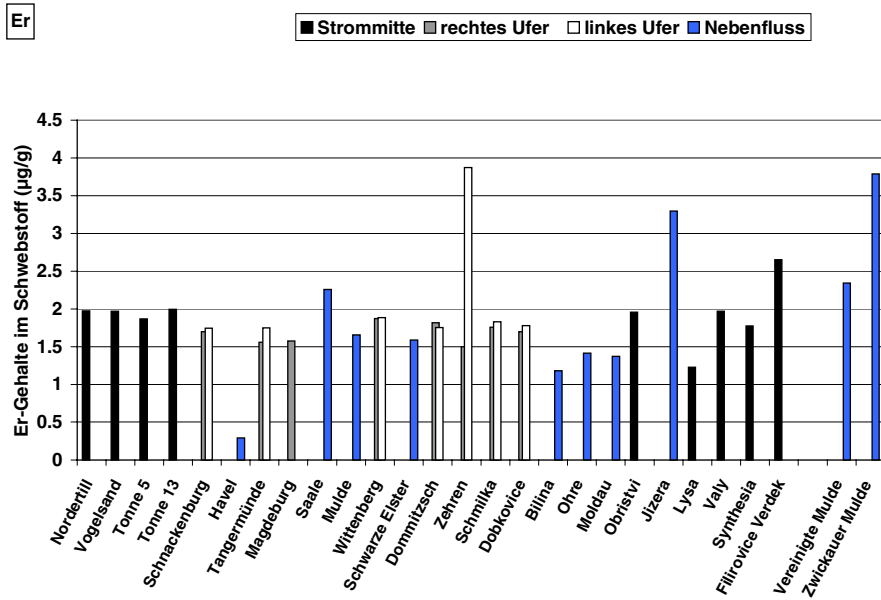
HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA-Abbildungen 8: Elementgehalte im Schwebstoff – Fortsetzung



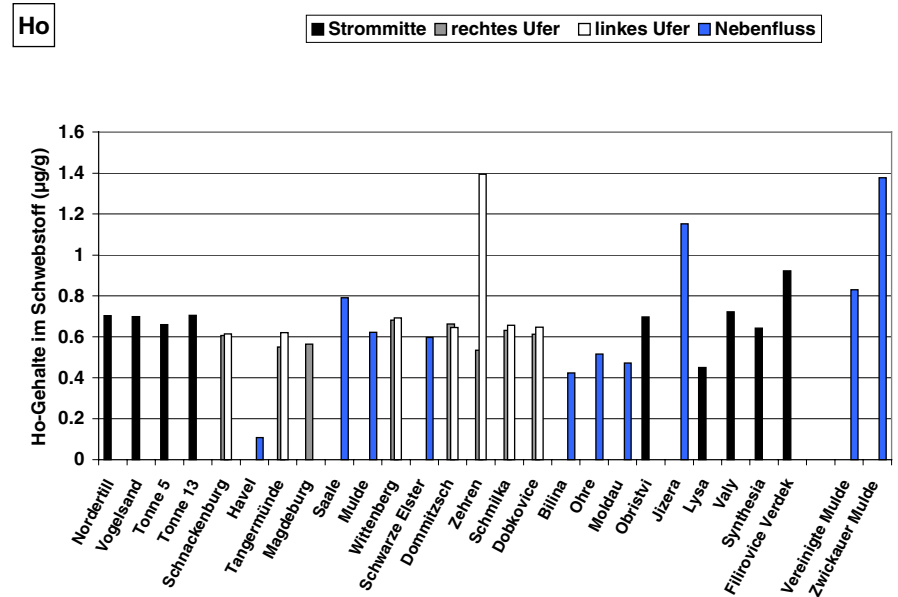
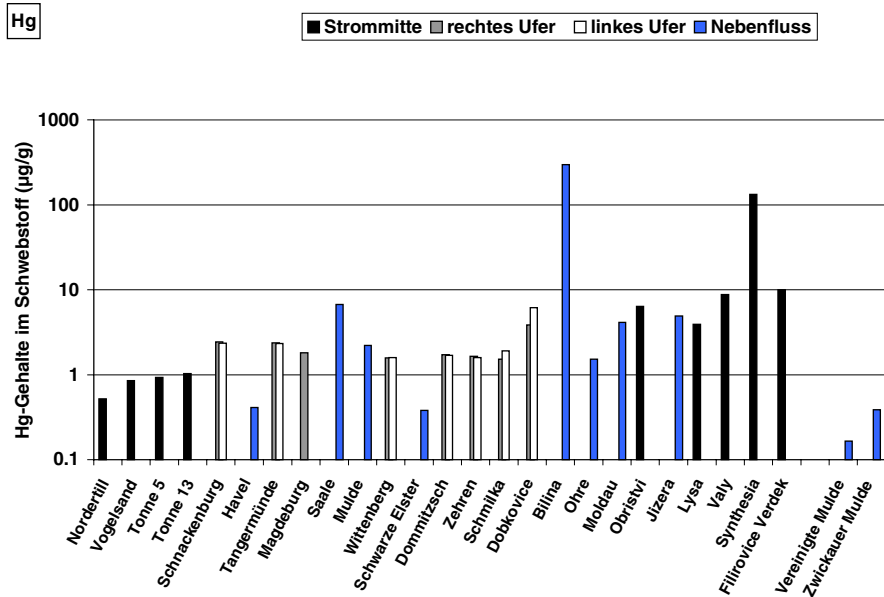
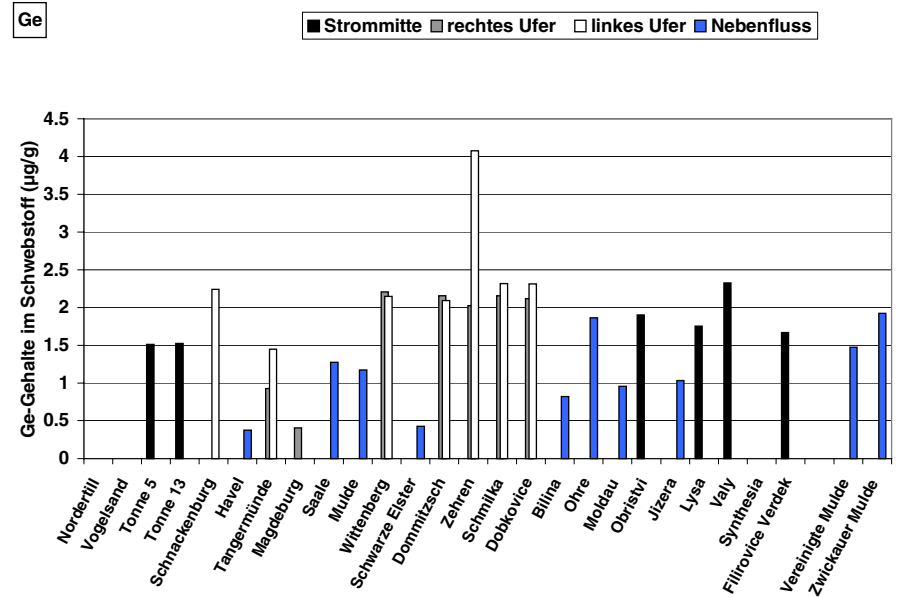
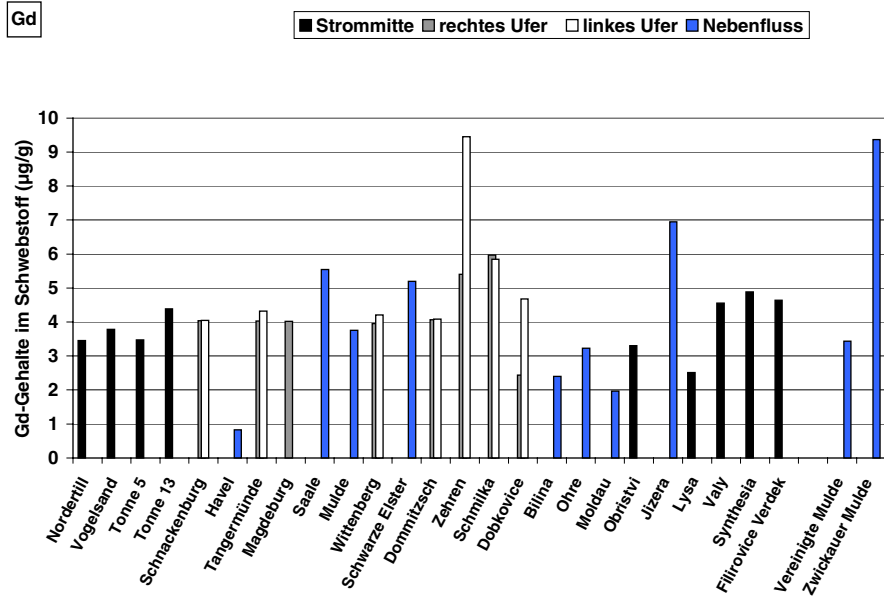
HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA-Abbildungen 8: Elementgehalte im Schwebstoff – Fortsetzung



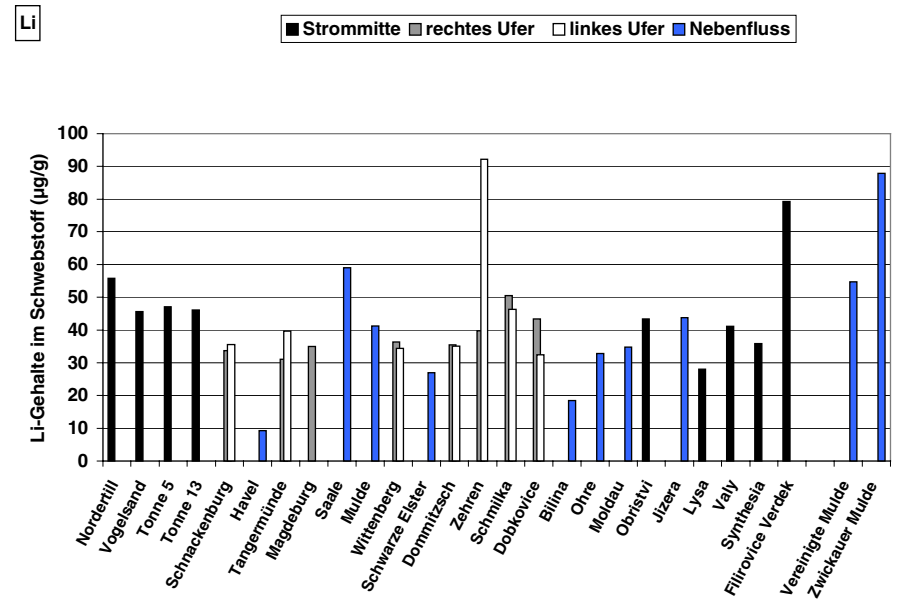
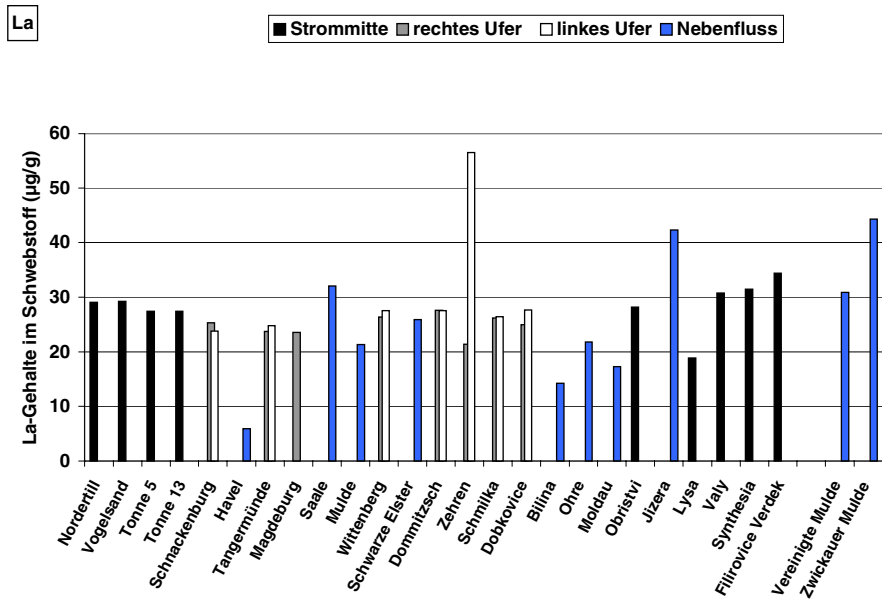
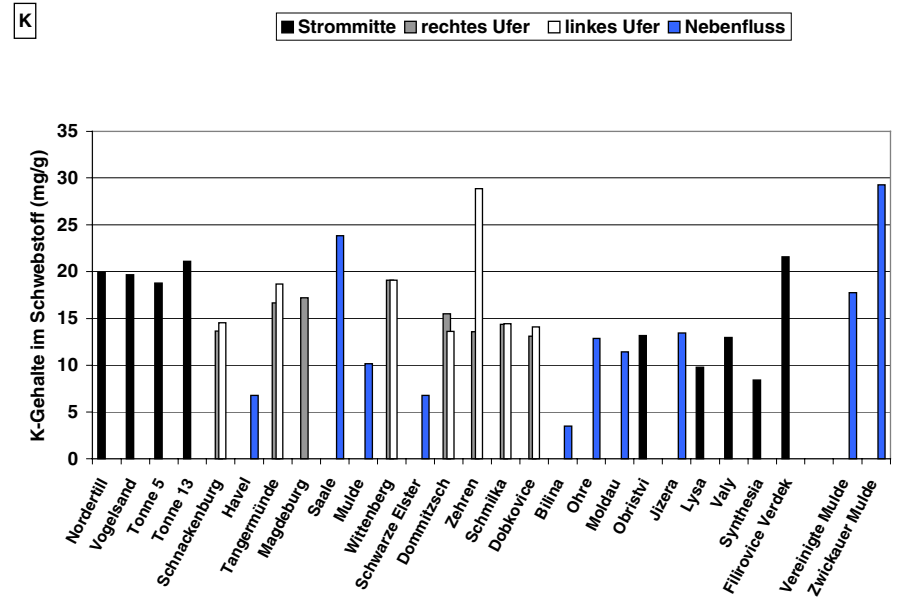
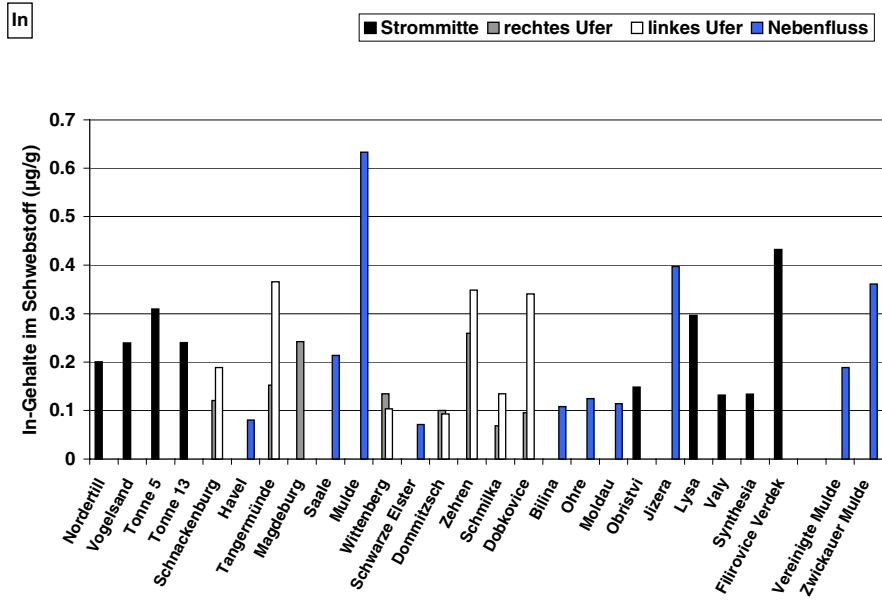
HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA-Abbildungen 8: Elementgehalte im Schwebstoff – Fortsetzung



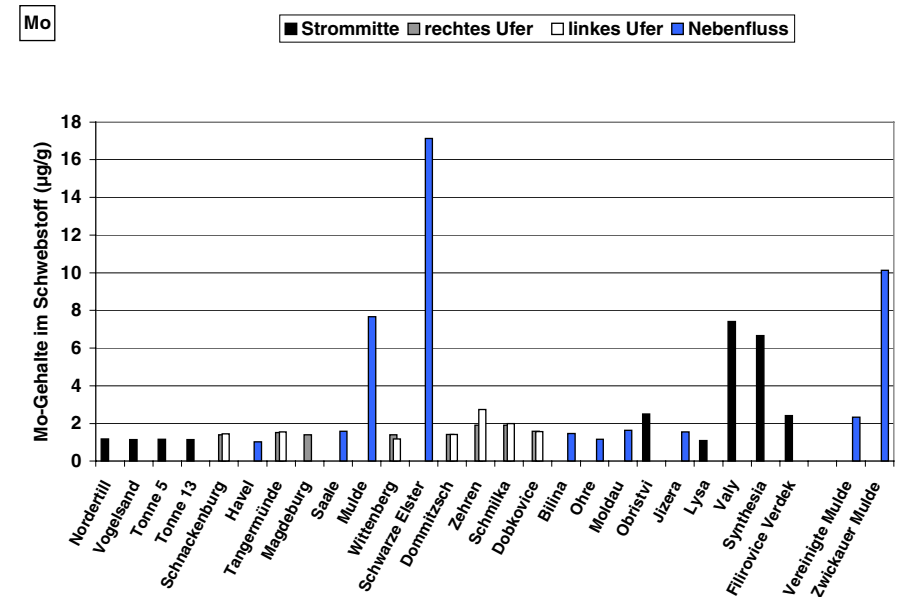
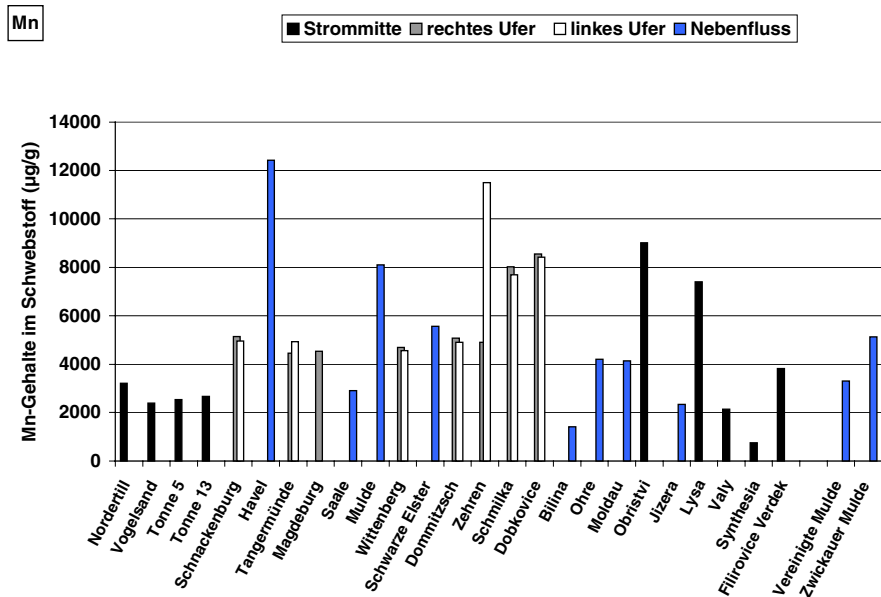
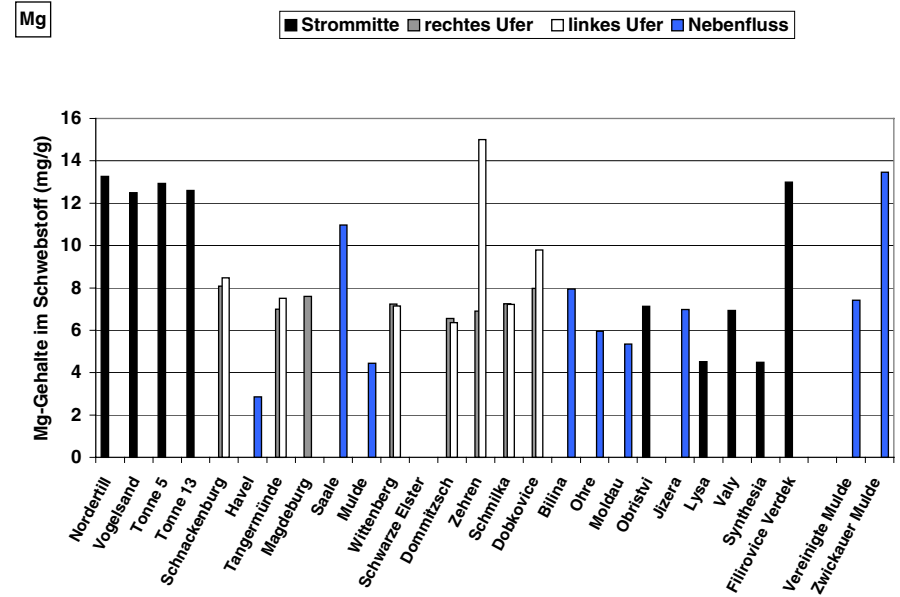
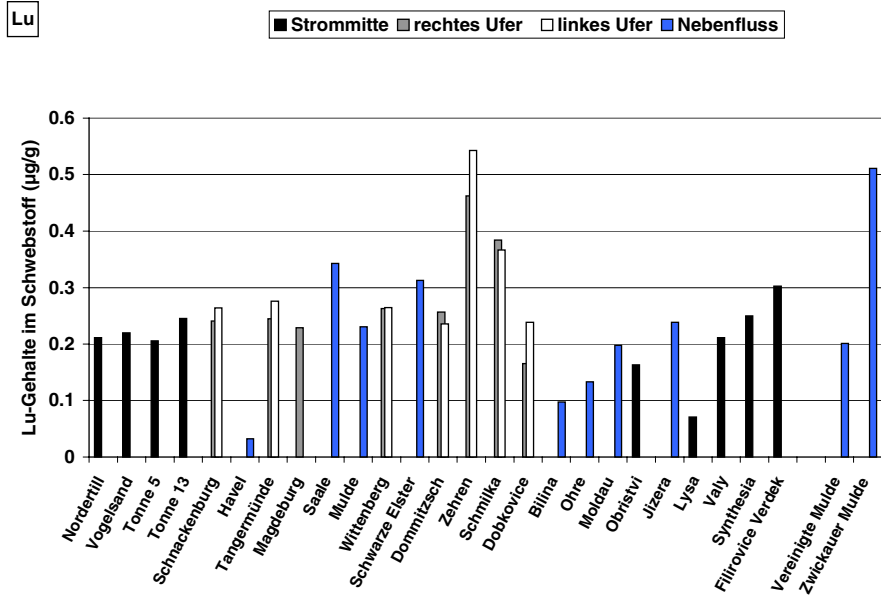
HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA-Abbildungen 8: Elementgehalte im Schwebstoff – Fortsetzung



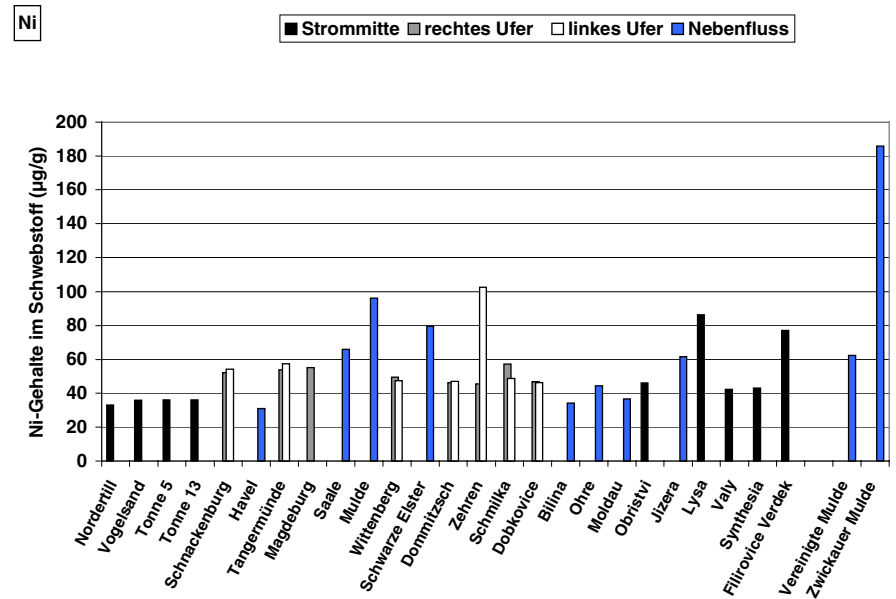
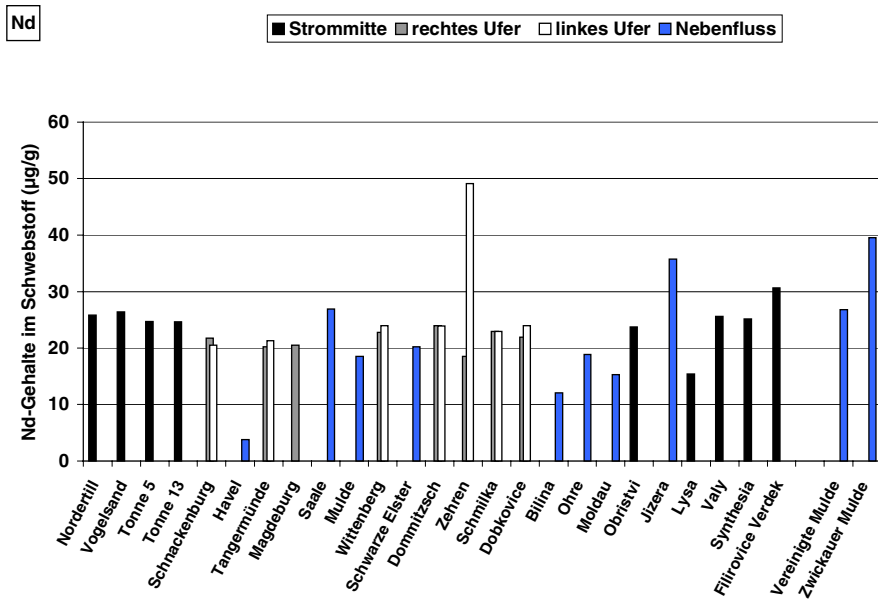
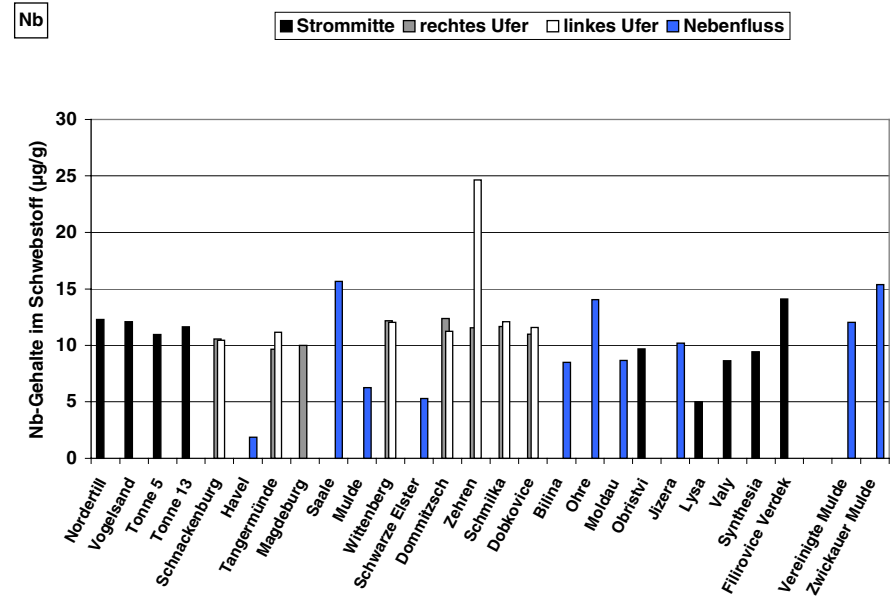
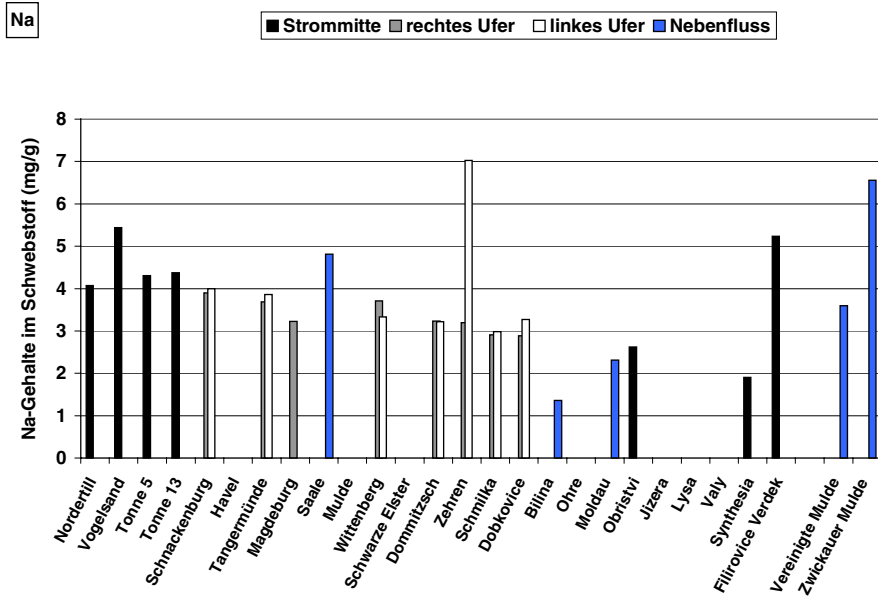
HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA-Abbildungen 8: Elementgehalte im Schwebstoff – Fortsetzung



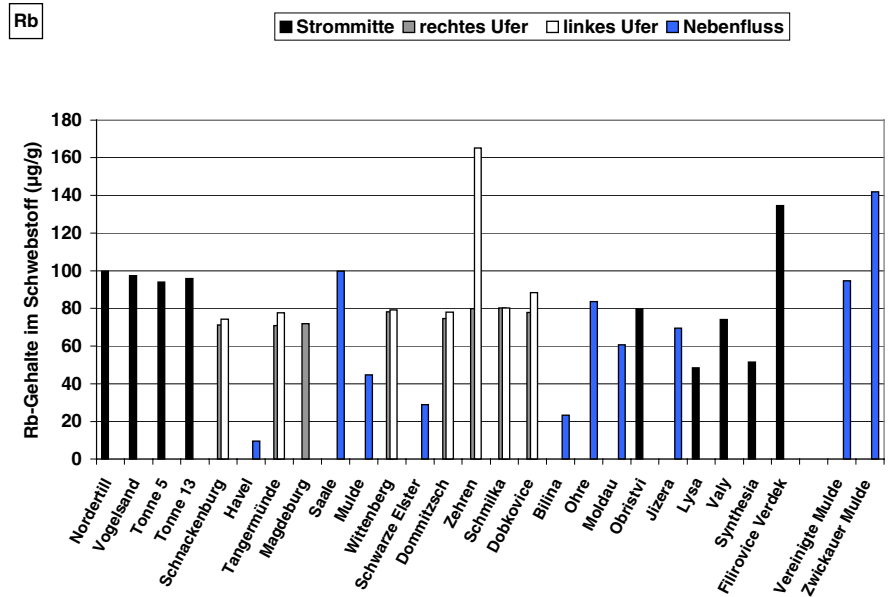
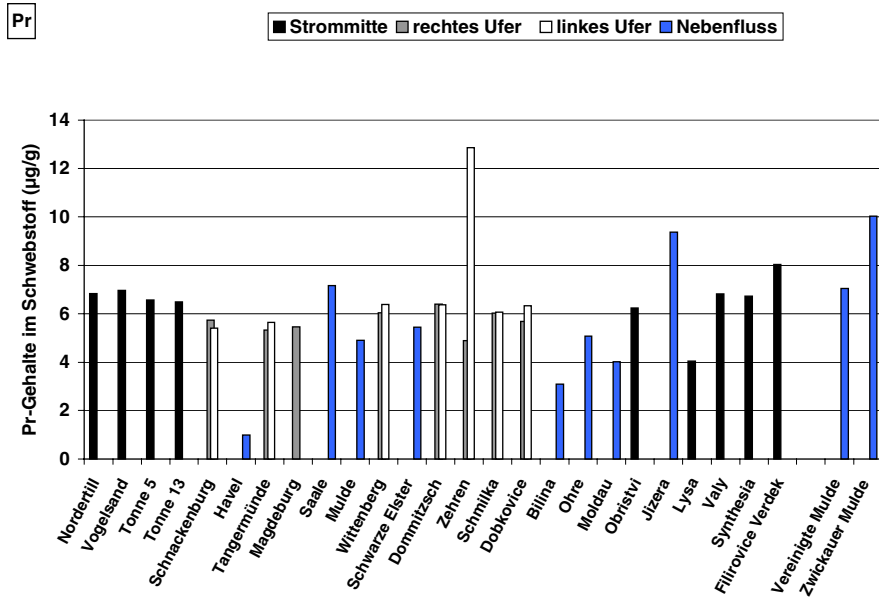
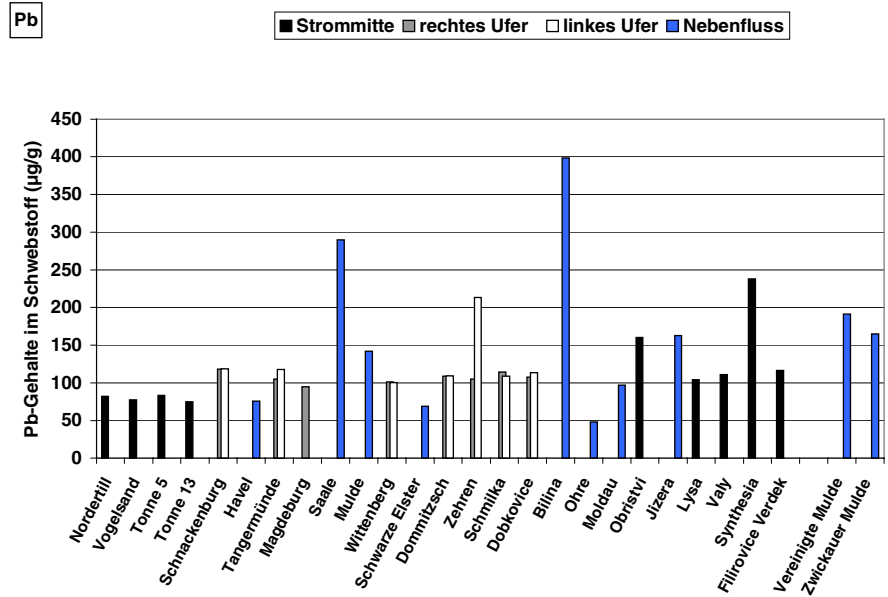
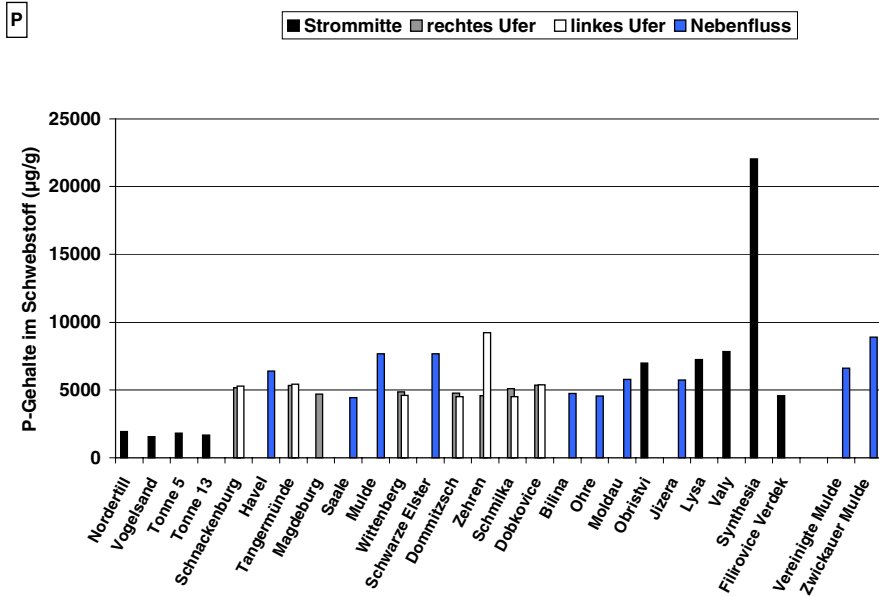
HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA-Abbildungen 8: Elementgehalte im Schwebstoff – Fortsetzung



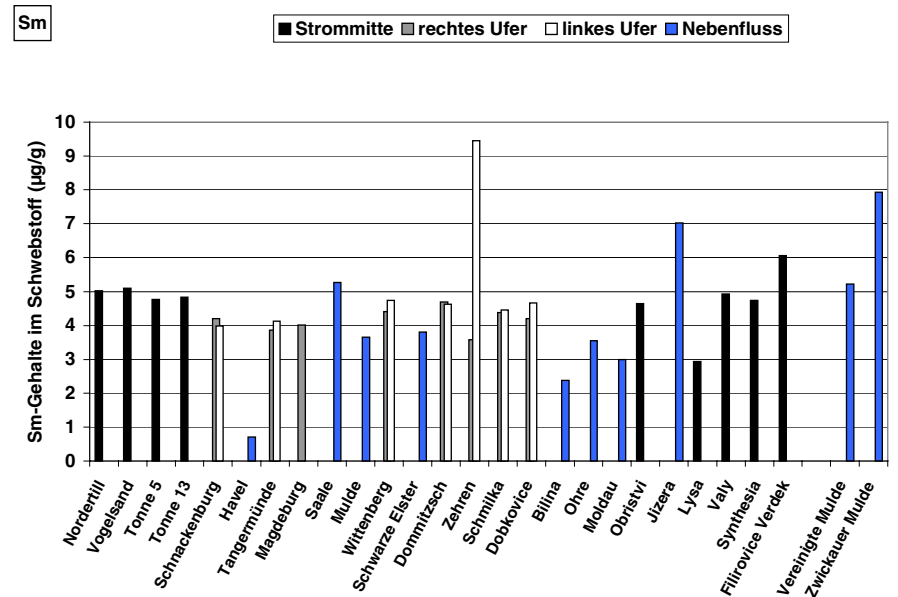
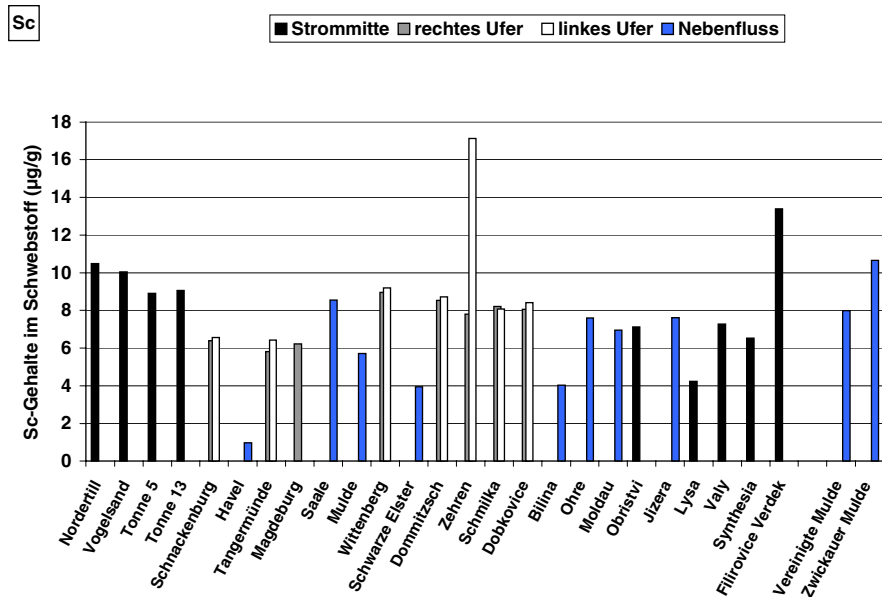
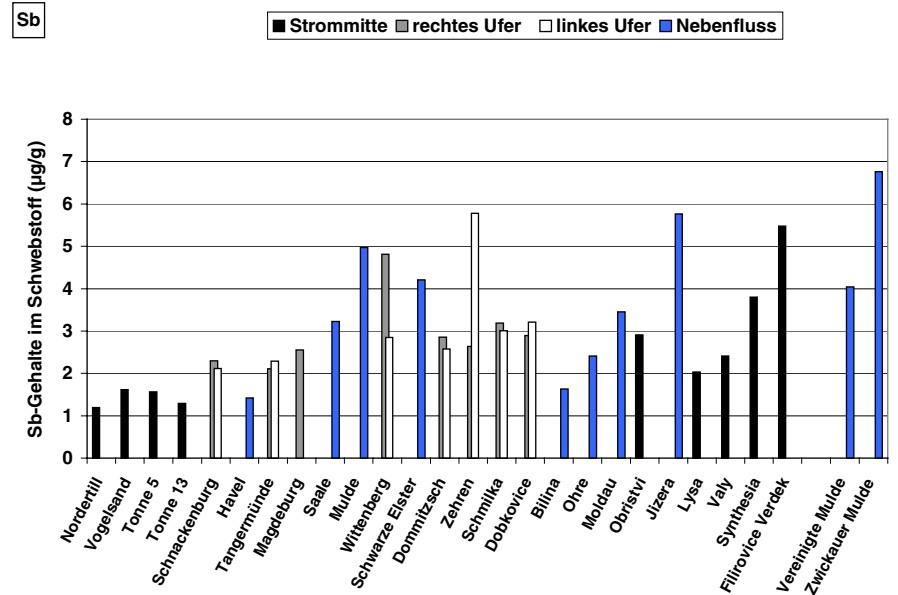
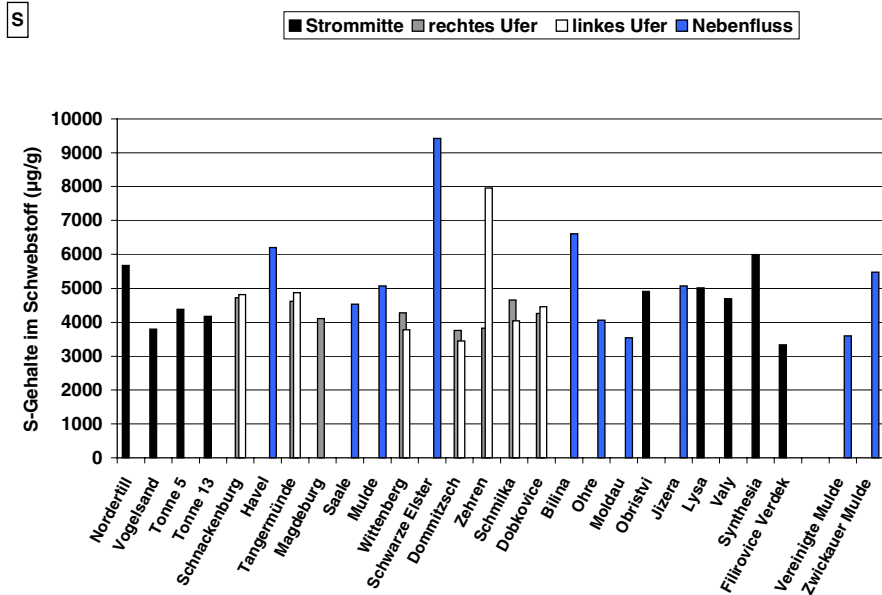
HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA-Abbildungen 8: Elementgehalte im Schwebstoff – Fortsetzung



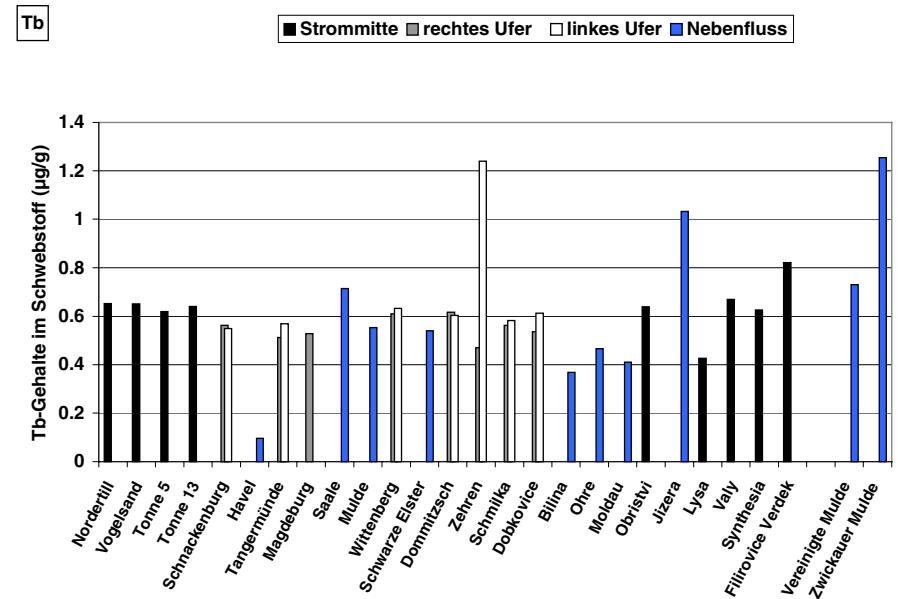
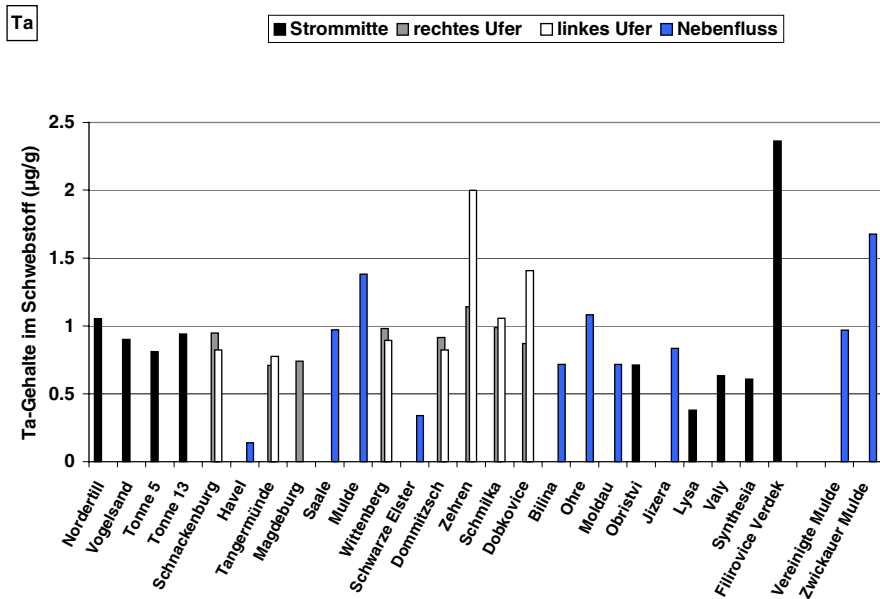
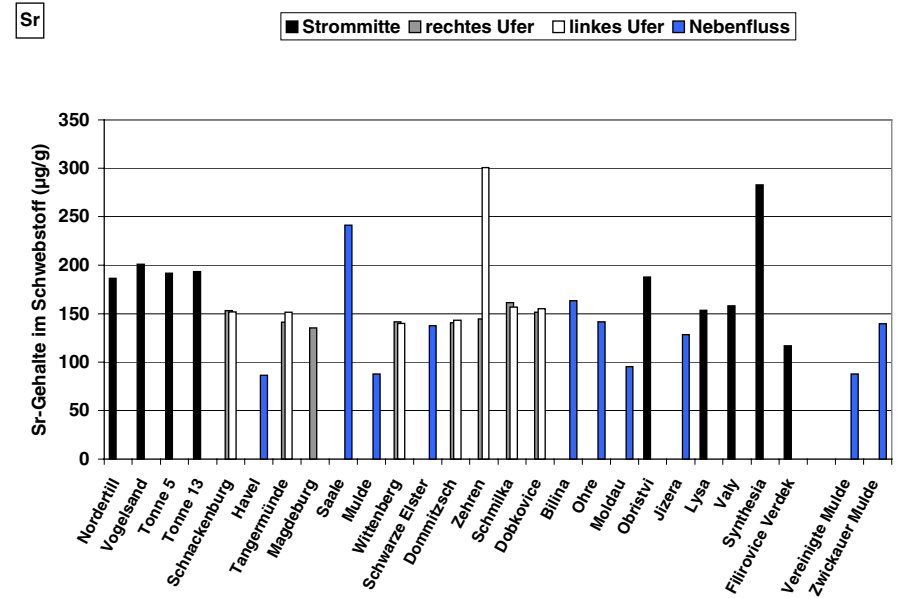
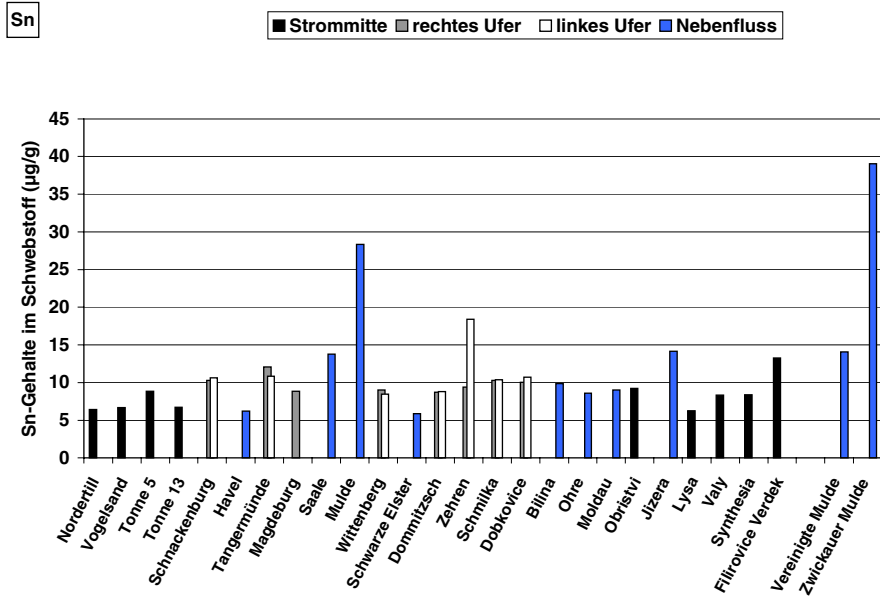
HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA-Abbildungen 8: Elementgehalte im Schwebstoff – Fortsetzung



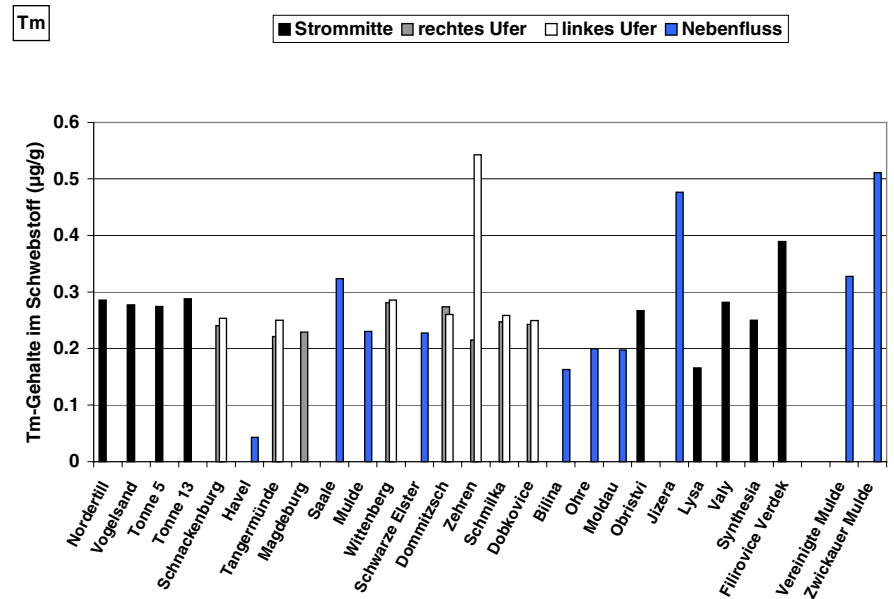
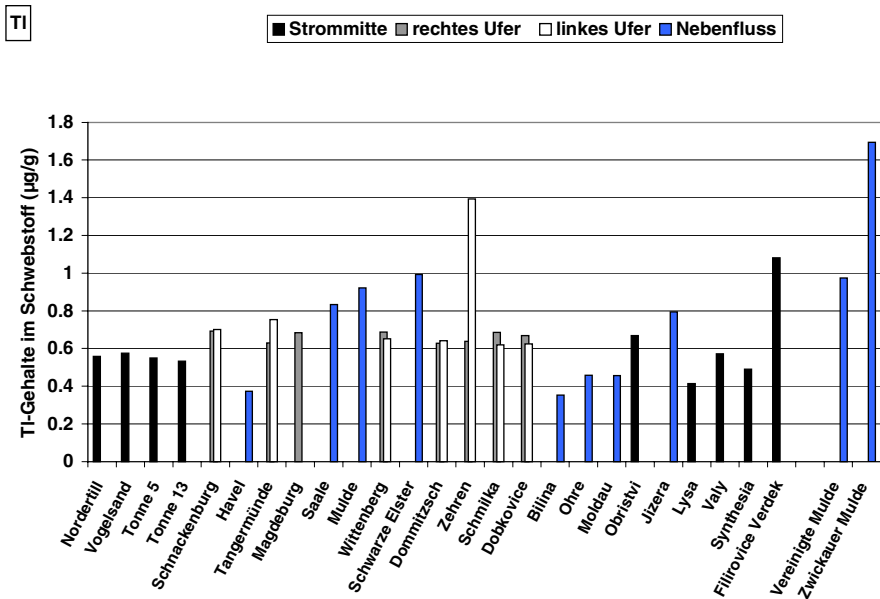
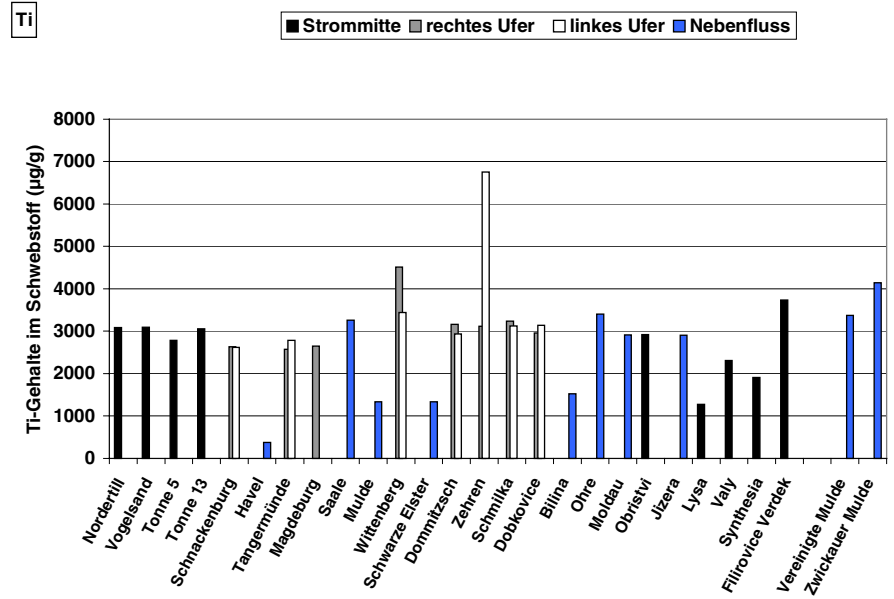
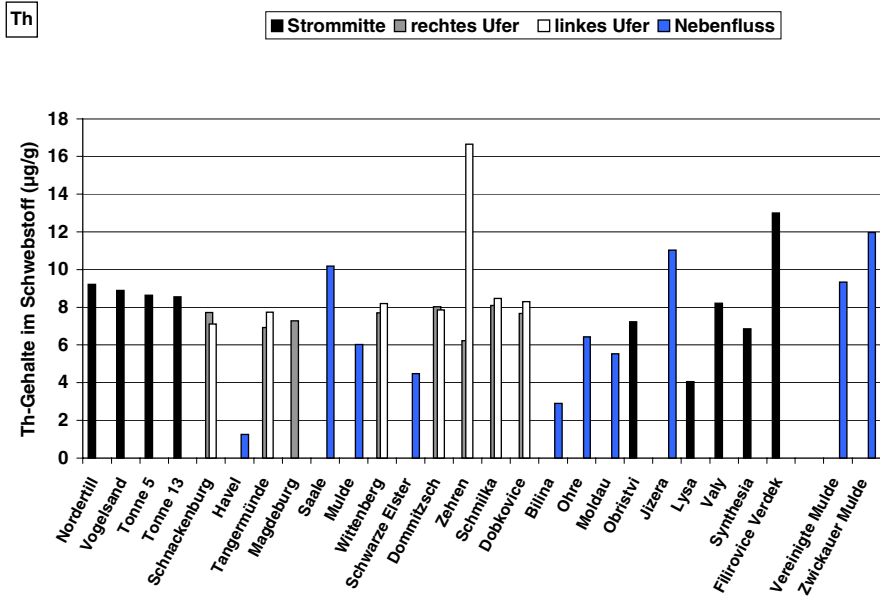
HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA-Abbildungen 8: Elementgehalte im Schwebstoff – Fortsetzung



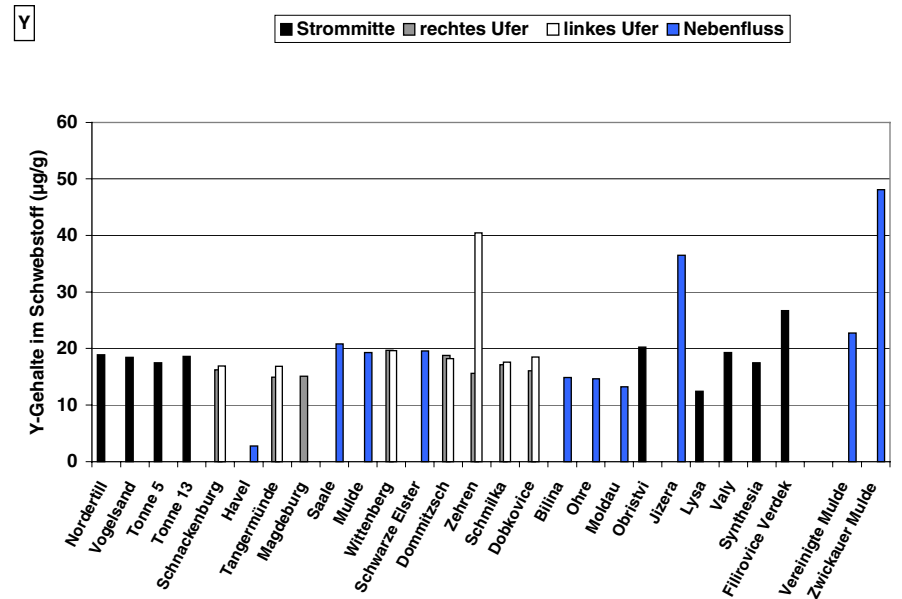
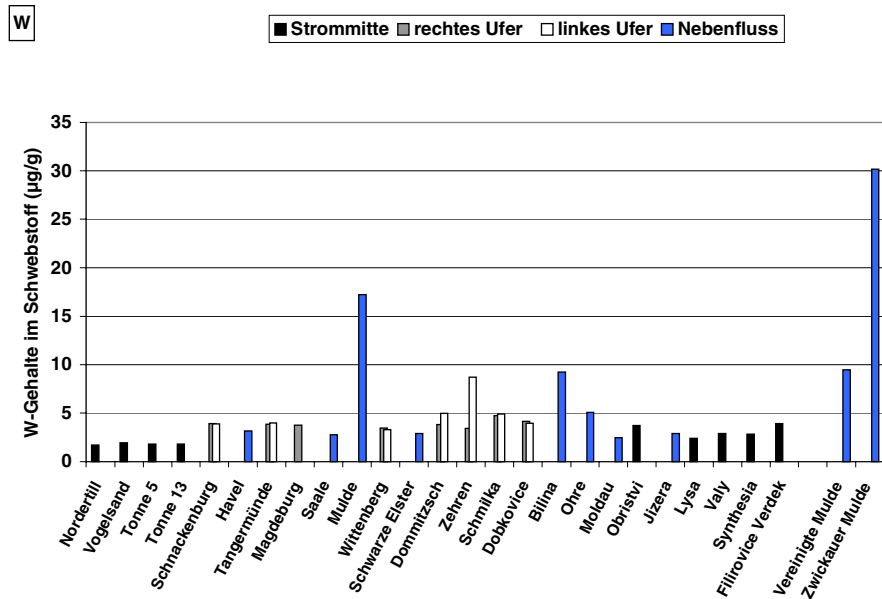
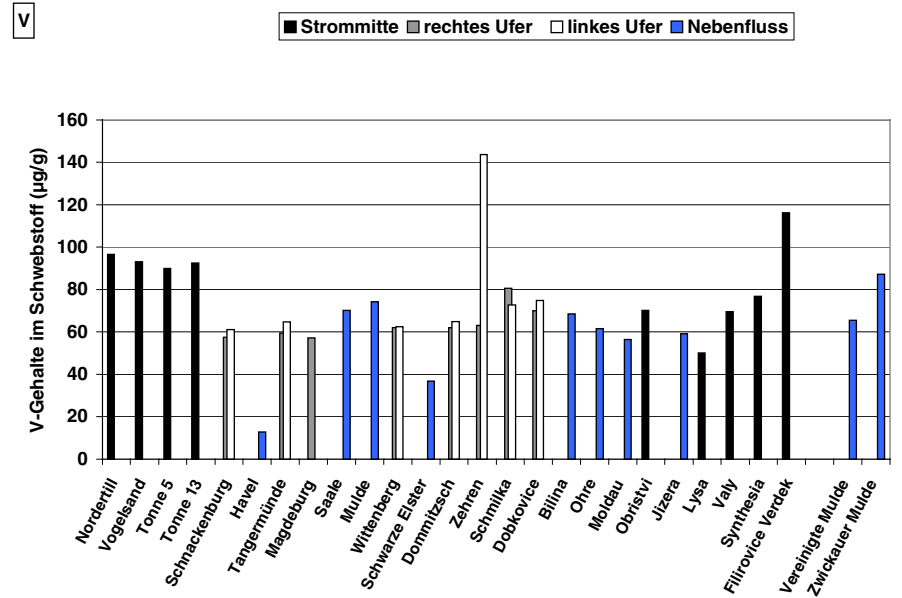
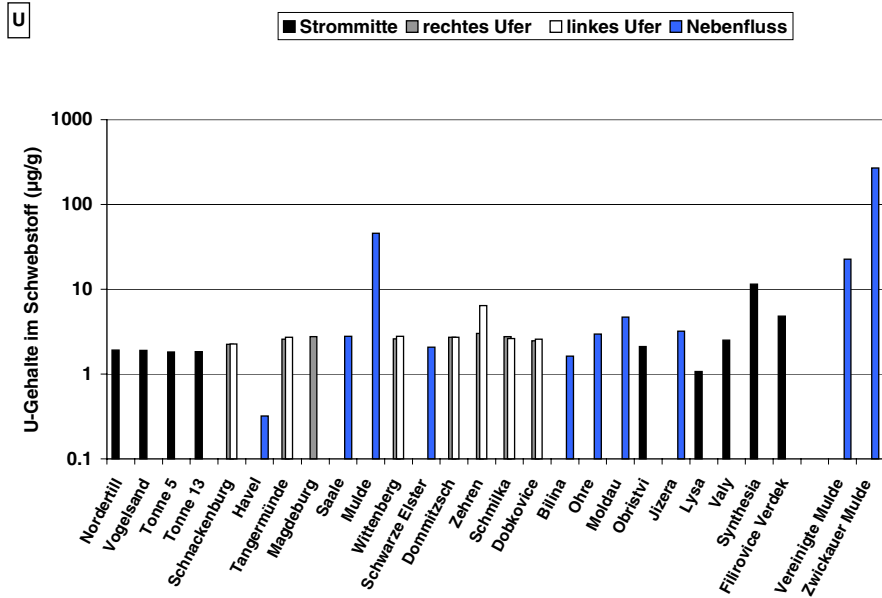
HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA-Abbildungen 8: Elementgehalte im Schwebstoff – Fortsetzung



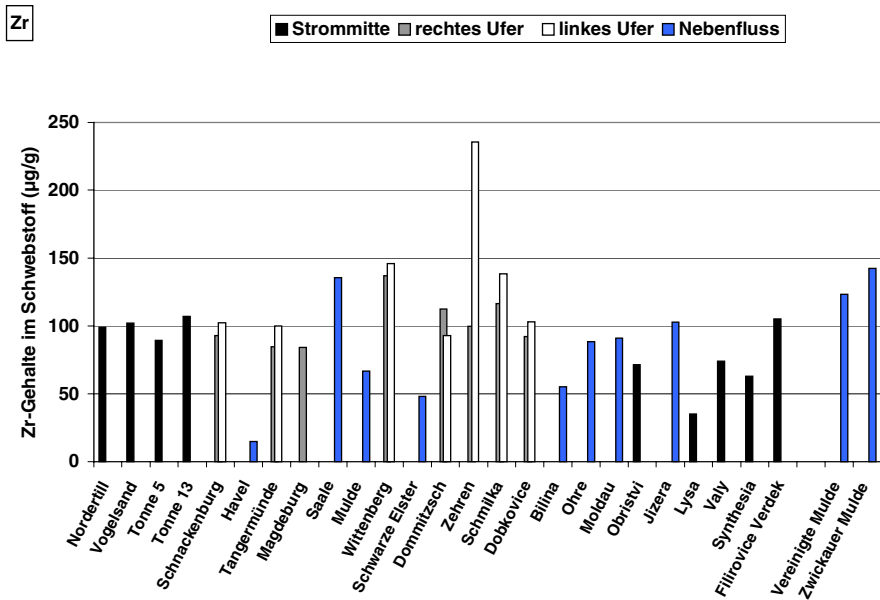
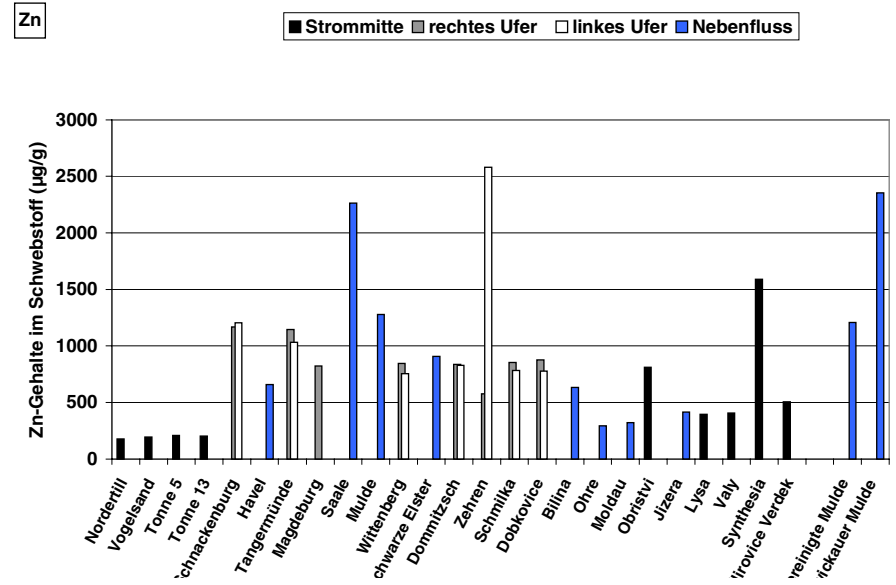
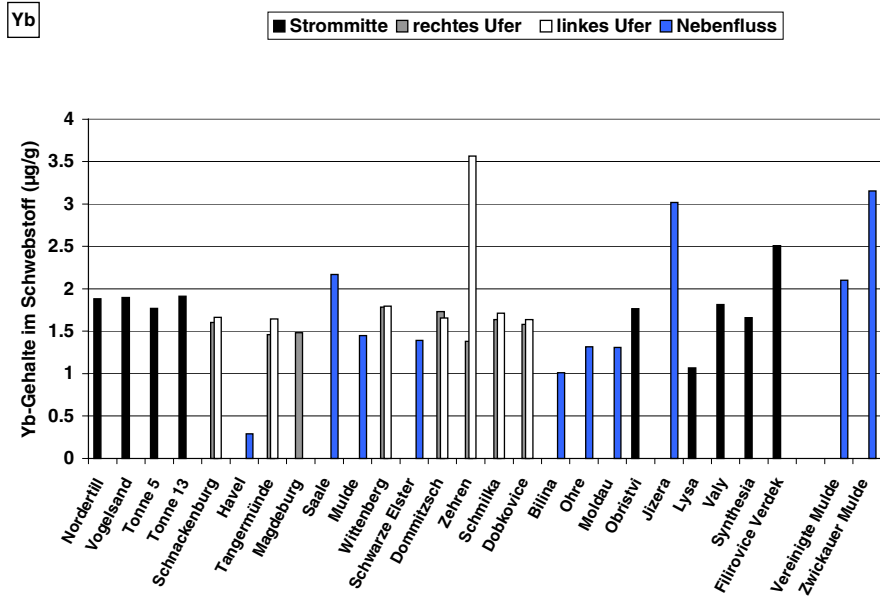
HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA-Abbildungen 8: Elementgehalte im Schwebstoff – Fortsetzung



HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA-Abbildungen 8: Elementgehalte im Schwebstoff – Fortsetzung



HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA-Abbildungen 8: Elementgehalte im Schwebstoff - Fortsetzung



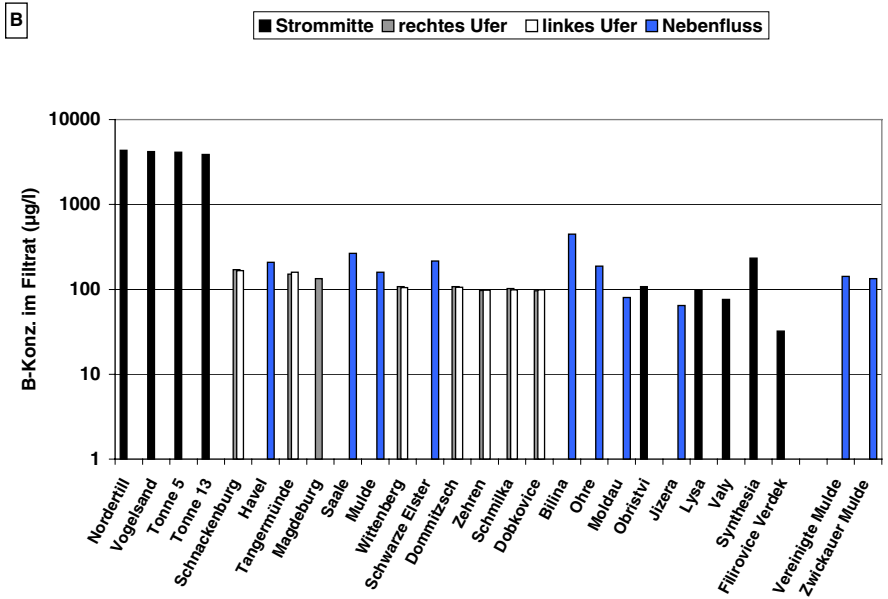
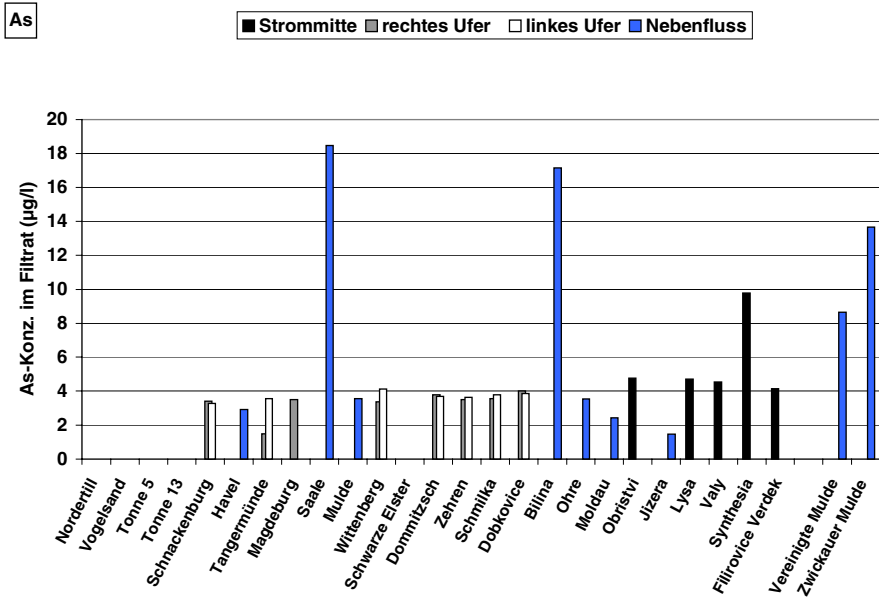
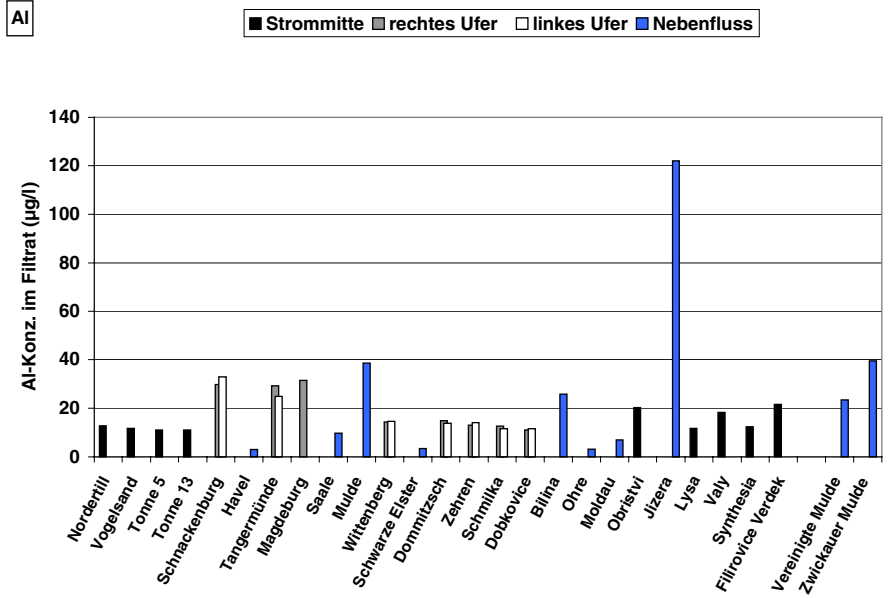
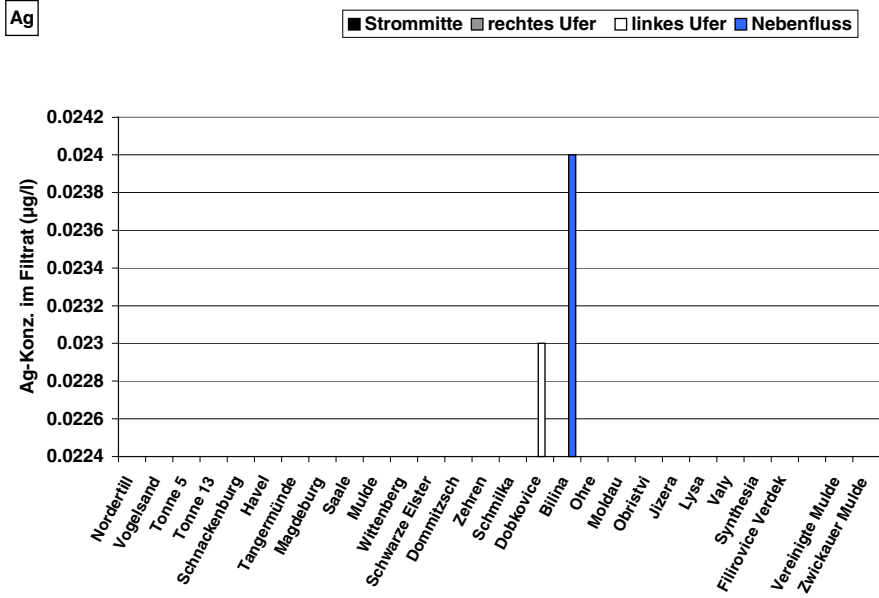
HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA-Tab. 9: Statistische Kennzahlen der Elementgehalte im Schwebstoff - Fortsetzung

	gült. N		Mittelw.	Median	Minimum	Maximum	10 % Perzent.	25 % Perzent.	75% Perzent.	90 % Perzent.	Standard- abweichung
Ag	34	(µg/g)	2.9	2.6	0.4	7.9	0.7	2.2	3.4	5.6	1.7
Al	34	(µg/g)	44644	44804	6624	92875	23492	39162	49039	60129	15485
As	34	(µg/g)	66	36	19	438	26	29	60	94	94
Au	1	(µg/g)	0.15		0.15	0.15					
B	34	(µg/g)	51	43	20	147	25	32	64	93	28
Ba	34	(µg/g)	504	497	239	994	321	433	542	698	156
Be	34	(µg/g)	3.5	2.6	0.6	18.6	2.2	2.4	3.5	4.8	2.9
Bi	34	(µg/g)	1.5	1.0	0.3	13.9	0.7	0.8	1.3	1.8	2.3
Ca	34	(mg/g)	25	20	7	149	11	16	27	41	24
Cd	34	(µg/g)	5.6	3.9	0.9	24.2	1.8	2.6	6.4	13.2	5.1
Ce	34	(µg/g)	53.7	54.0	12.8	113.9	35.3	47.5	58.7	69.7	16.2
Co	34	(µg/g)	22	20	6	87	10	12	23	44	15
Cr	34	(µg/g)	201	158	53	918	106	109	183	319	174
Cs	34	(µg/g)	7.9	7.6	1.1	21.0	4.1	6.3	8.4	11.9	3.7
Cu	34	(µg/g)	127	94	29	739	52	78	116	214	127
Dy	34	(µg/g)	3.5	3.4	0.5	7.2	2.4	3.0	3.6	4.8	1.2
Er	34	(µg/g)	1.9	1.8	0.3	3.9	1.4	1.6	2.0	2.7	0.7
Eu	34	(µg/g)	1.0	1.0	0.1	2.2	0.5	0.8	1.1	1.3	0.4
Fe	34	(µg/g)	37522	30732	13862	149493	24190	28127	36866	59257	22816
Ga	34	(µg/g)	11.1	10.6	1.9	24.4	5.8	9.5	12.9	16.8	4.3
GD	34	(µg/g)	4.4	4.1	0.8	9.5	2.4	3.4	4.9	6.0	1.8
Ge	31	(µg/g)	1.6	1.8	0.0	4.1	0.4	1.0	2.2	2.3	0.8
Hg	34	(µg/g)	15.2	1.9	0.2	295.8	0.4	1.5	4.1	8.8	54.4
Ho	34	(µg/g)	0.7	0.6	0.1	1.4	0.5	0.6	0.7	0.9	0.2
In	34	(µg/g)	0.2	0.2	0.1	0.6	0.1	0.1	0.3	0.4	0.1
K	34	(mg/g)	16	14	3	29	8	13	19	22	6
La	34	(µg/g)	27	27	6	57	19	24	29	34	9
Li	34	(µg/g)	43	40	9	92	28	34	46	59	17
Lu	34	(µg/g)	0.3	0.2	0.03	0.5	0.1	0.2	0.3	0.4	0.1
Mg	33	(mg/g)	8.3	7.3	2.9	15.0	4.7	6.9	9.8	13.0	3.0

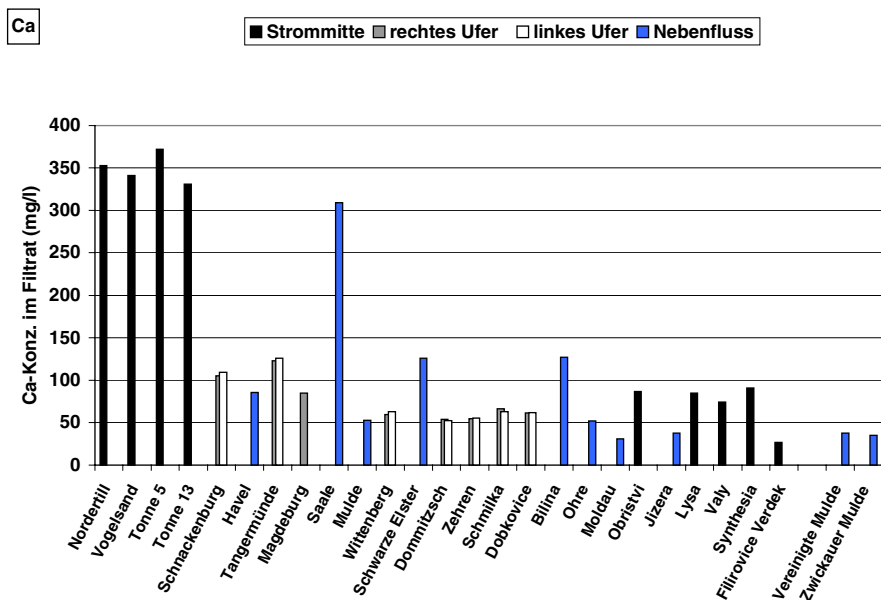
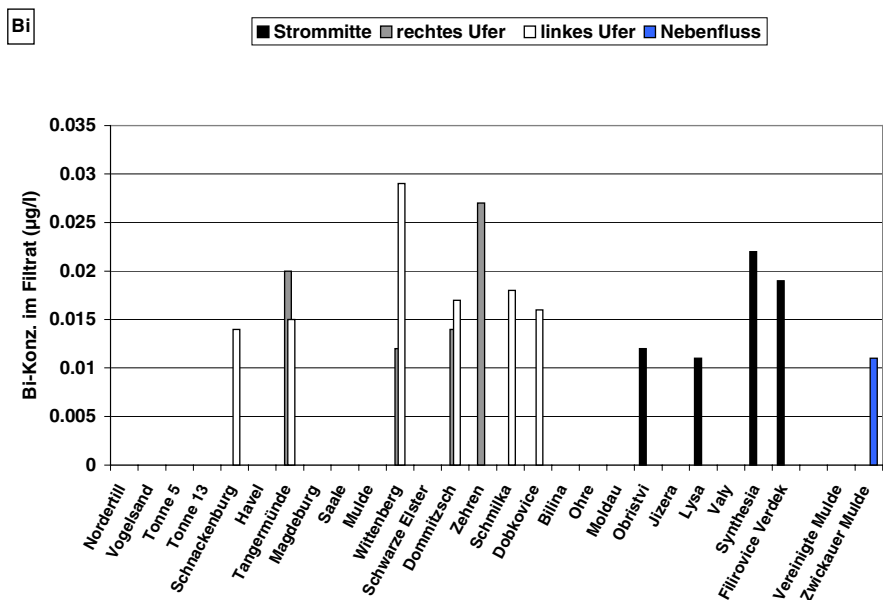
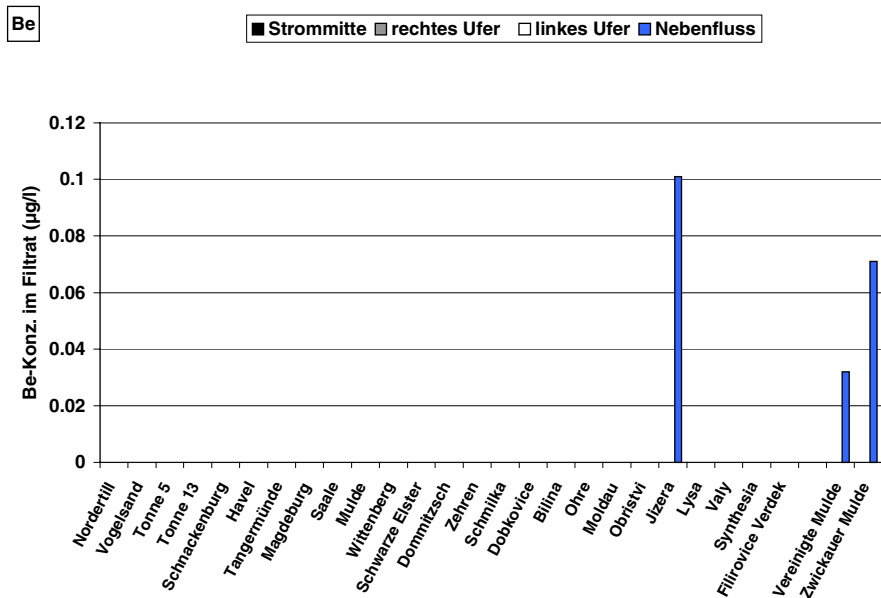
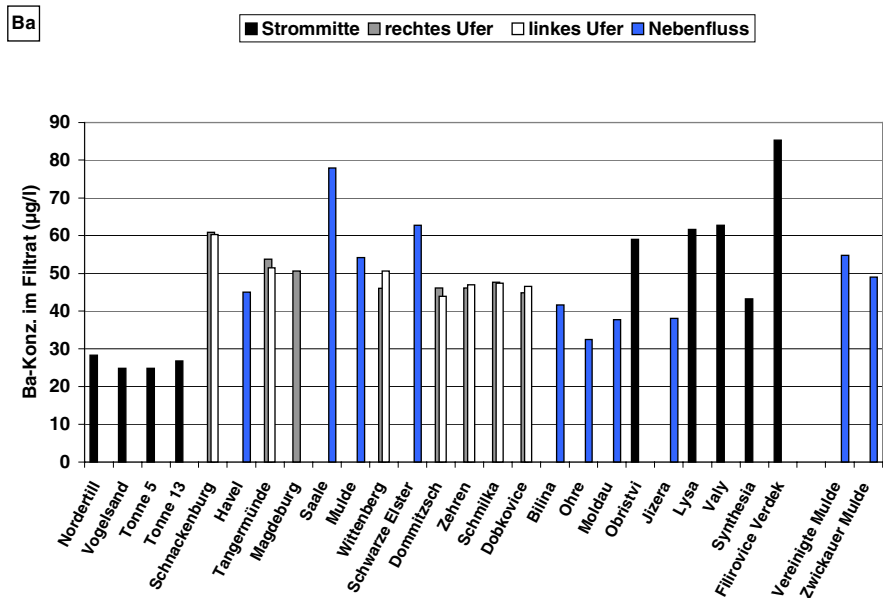
HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA-Tab. 9: Statistische Kennzahlen der Elementgehalte im Schwebstoff – Fortsetzung

	gült. N		Mittelw.	Median	Minimum	Maximum	10 % Perzent.	25 % Perzent.	75% Perzent.	90 % Perzent.	Standard- abweichung
Mn	34	(µg/g)	5173	4796	765	12420	2333	3218	7397	8551	2738
Mo	34	(µg/g)	2.8	1.5	1.0	17.1	1.2	1.4	2.3	7.4	3.3
Na	30	(mg/g)	3.4	3.3	0.0	7.0	0.7	2.9	4.1	5.3	1.7
Nb	34	(µg/g)	11.0	11.2	1.9	24.6	6.3	9.7	12.1	14.1	3.7
Nd	34	(µg/g)	23	23	4	49	15	20	26	31	8
Ni	34	(µg/g)	57	48	31	186	36	43	62	86	29
P	34	(µg/g)	5794	5232	1545	22054	1949	4574	6609	7841	3412
Pb	34	(µg/g)	130	109	48	398	76	97	142	213	69
Pr	34	(µg/g)	6.2	6.2	1.0	12.9	4.0	5.4	6.8	8.0	2.0
Rb	34	(µg/g)	79	78	10	165	45	71	94	100	30
S	34	(µg/g)	4799	4576	3337	9423	3593	4045	5065	6204	1273
Sb	34	(µg/g)	3.1	2.9	1.2	6.8	1.6	2.1	3.8	5.5	1.4
Sc	34	(µg/g)	7.8	7.9	1.0	17.1	4.2	6.4	8.9	10.5	2.8
Sm	34	(µg/g)	4.6	4.5	0.7	9.5	3.0	3.9	4.9	6.1	1.5
Sn	34	(µg/g)	11	9	6	39	6	8	11	14	6
Sr	34	(µg/g)	157	151	86	301	96	140	163	201	47
Ta	34	(µg/g)	0.9	0.9	0.1	2.4	0.6	0.7	1.1	1.4	0.4
Tb	34	(µg/g)	0.6	0.6	0.1	1.3	0.4	0.5	0.7	0.8	0.2
Th	34	(µg/g)	7.9	7.8	1.3	16.7	4.5	6.9	8.6	11.0	2.8
Ti	34	(µg/g)	2891	2943	377	6747	1335	2614	3231	3733	1079
Tl	34	(µg/g)	0.7	0.6	0.4	1.7	0.5	0.6	0.8	1.0	0.3
Tm	34	(µg/g)	0.3	0.3	0.0	0.5	0.2	0.2	0.3	0.4	0.1
U	34	(µg/g)	13	3	0	268	2	2	3	11	46
V	34	(µg/g)	71	67	13	144	56	61	77	93	22
W	34	(µg/g)	5	4	2	30	2	3	5	9	5
Y	34	(µg/g)	20	18	3	48	15	16	20	27	8
Yb	34	(µg/g)	1.8	1.7	0.3	3.6	1.3	1.5	1.9	2.5	0.6
Zn	34	(µg/g)	880	818	176	2579	207	415	1145	1589	593
Zr	34	(µg/g)	99	99	15	235	55	84	112	138	38

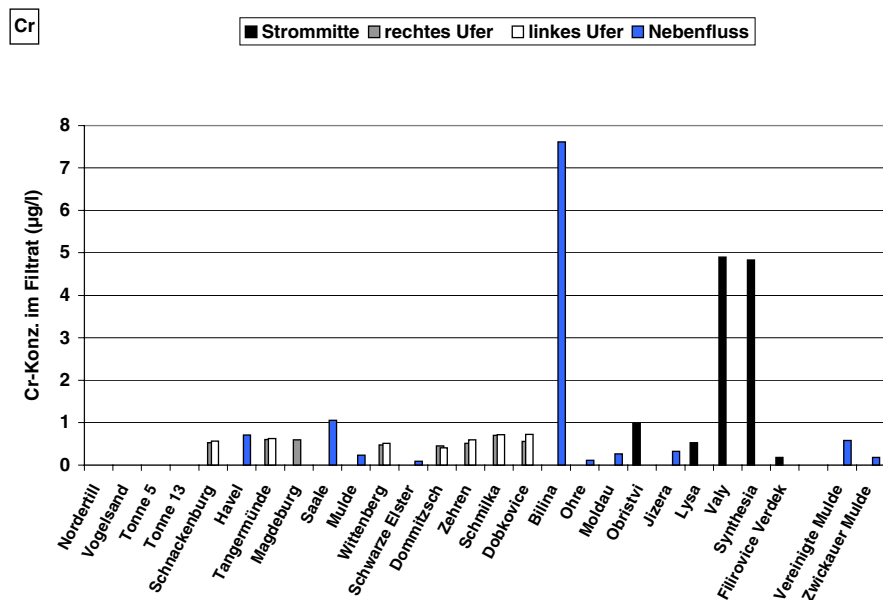
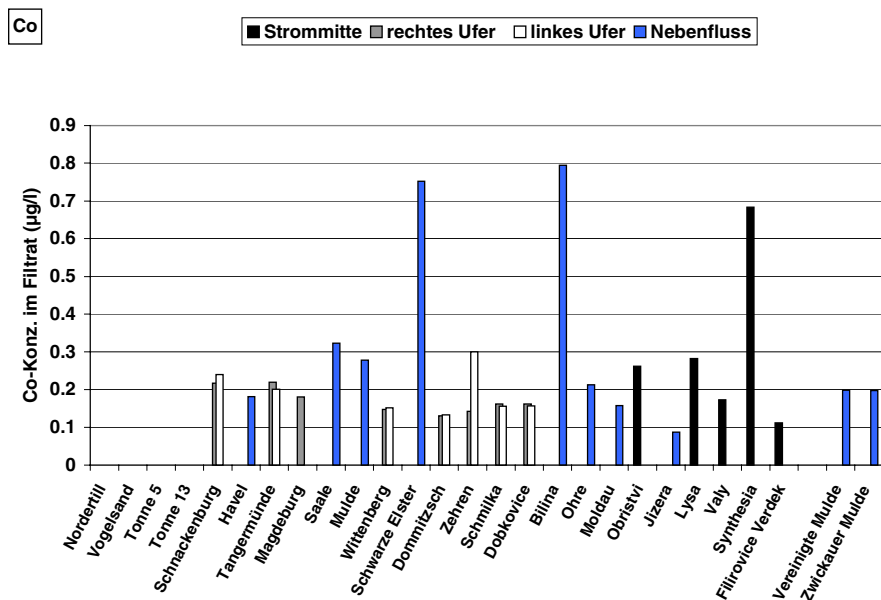
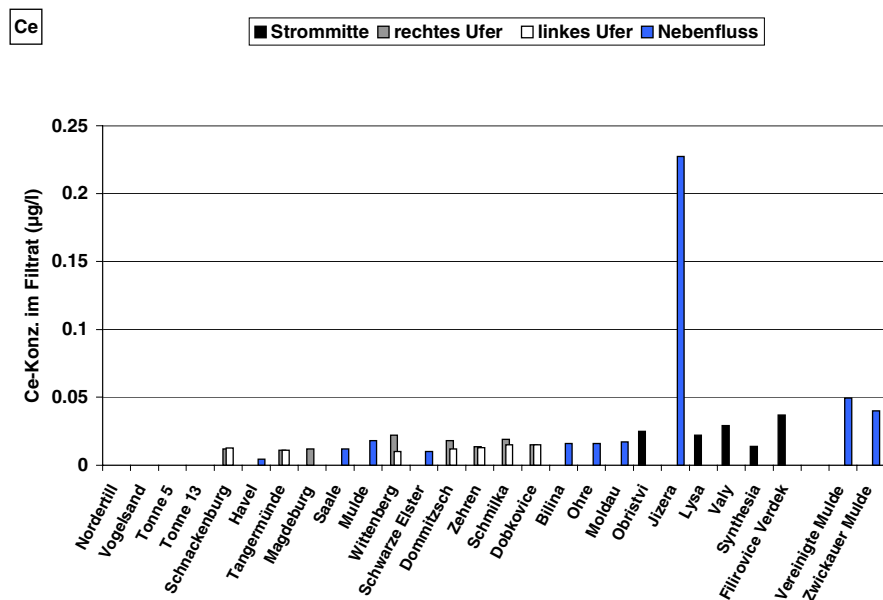
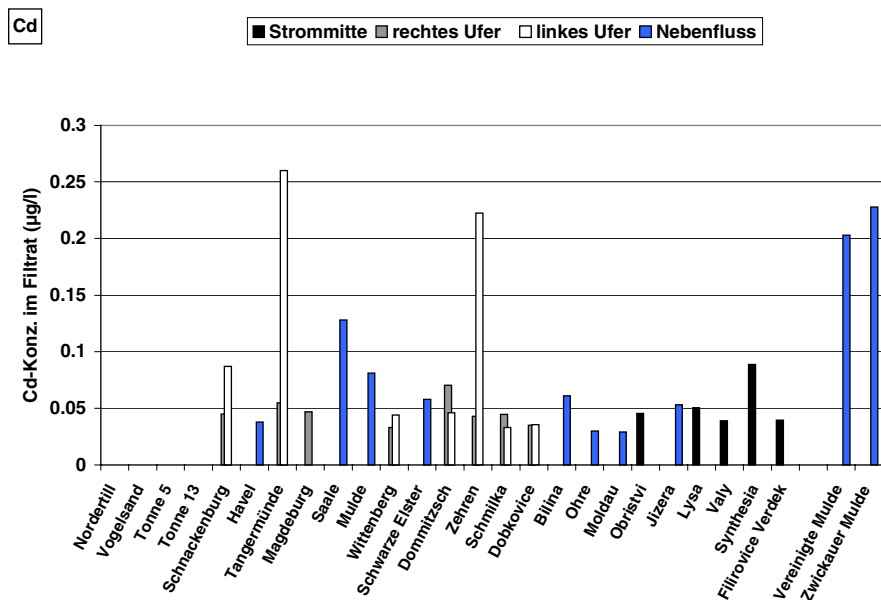
HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abbildungen 10: Elementkonzentrationen im Filtrat



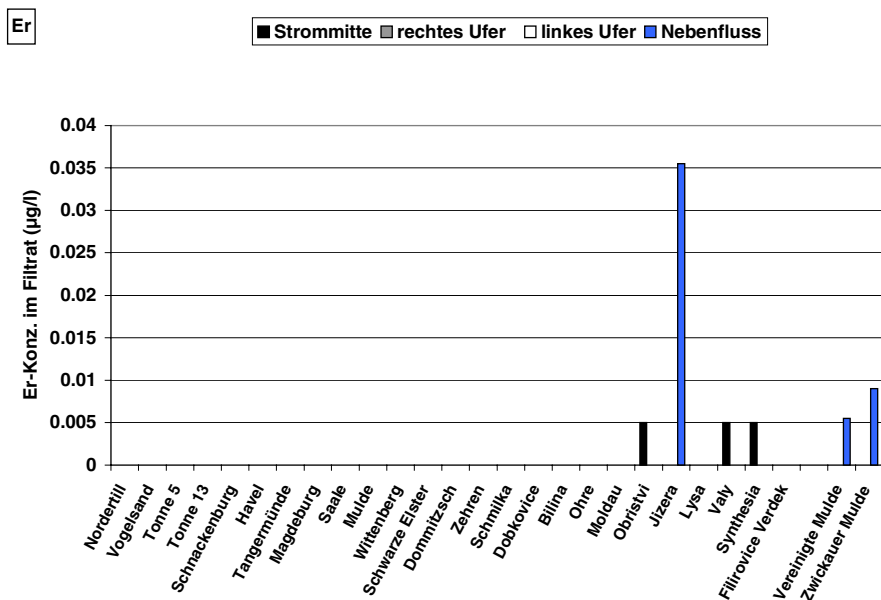
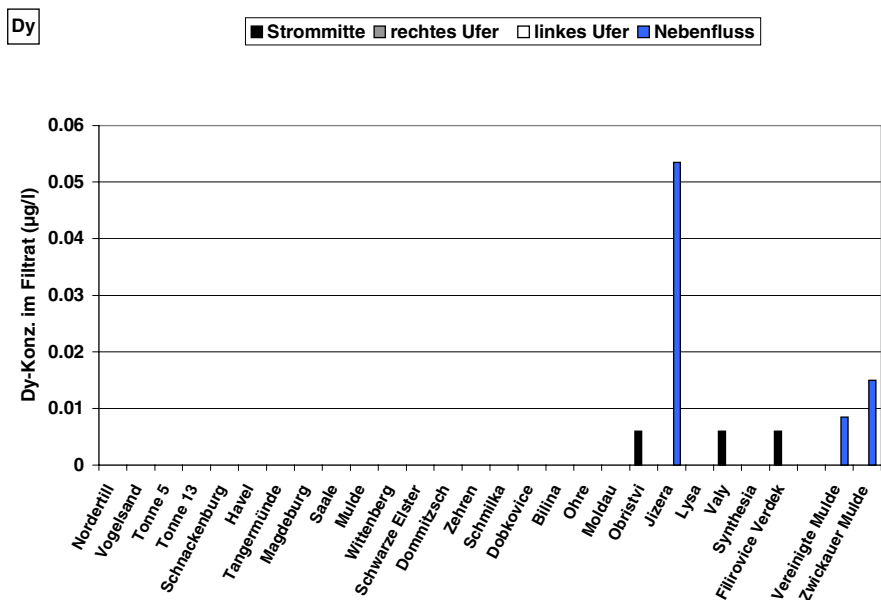
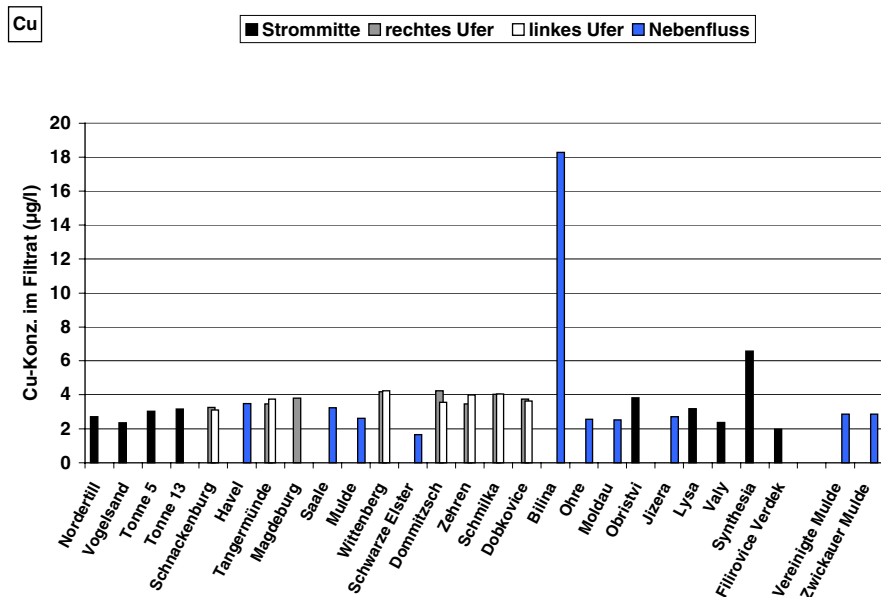
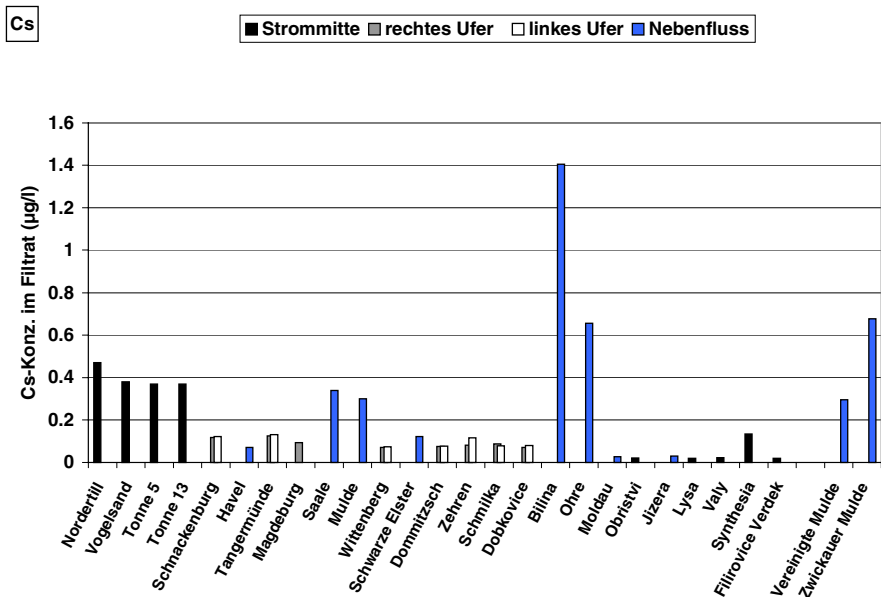
HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abbildungen 10: Elementkonzentrationen im Filtrat - Fortsetzung



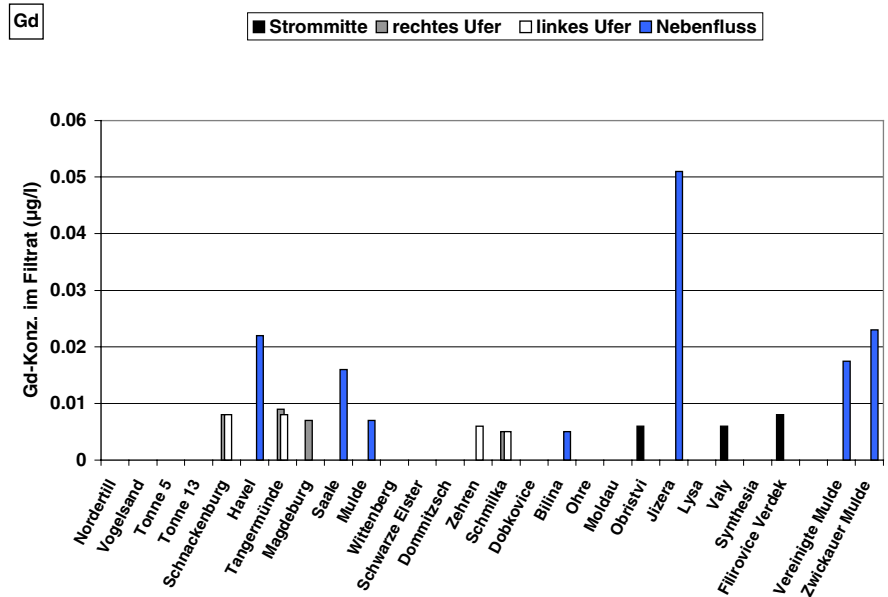
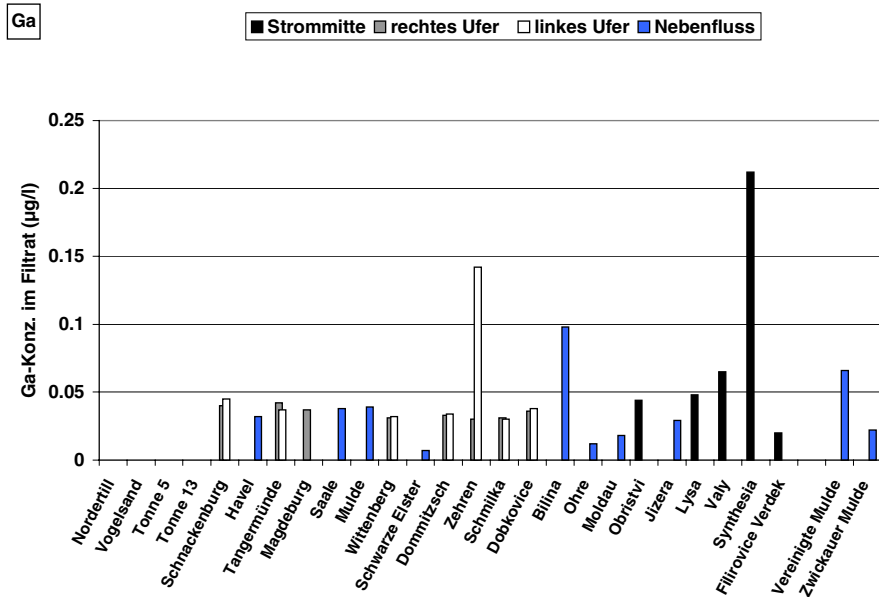
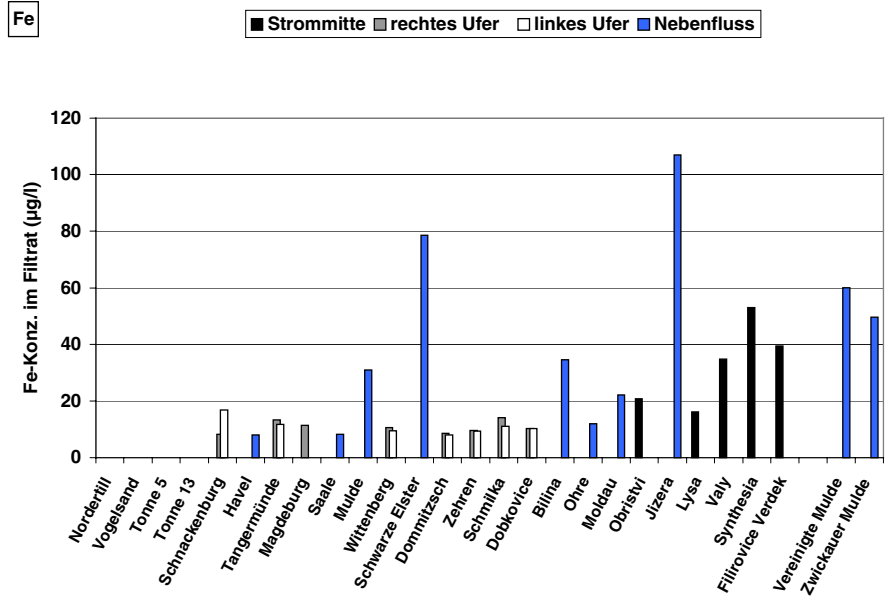
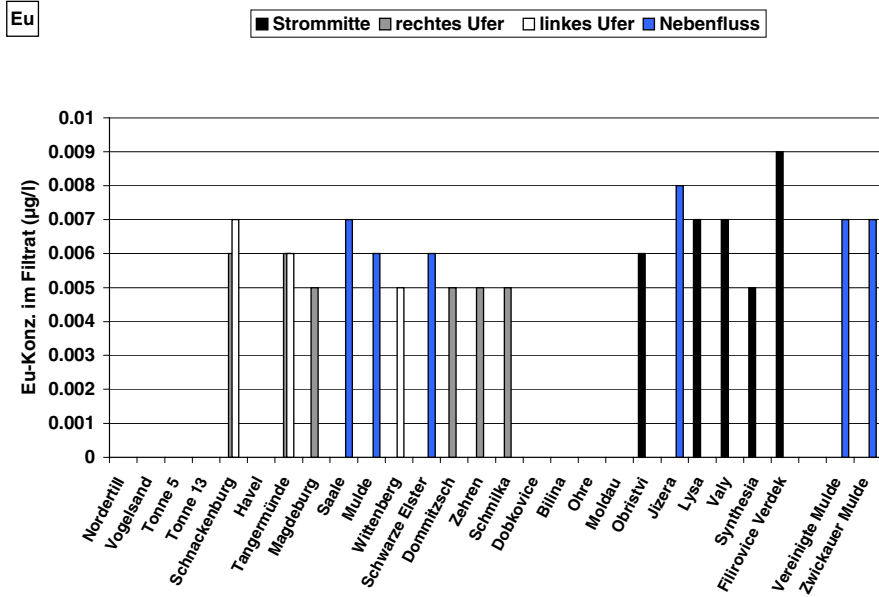
HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abbildungen 10: Elementkonzentrationen im Filtrat – Fortsetzung



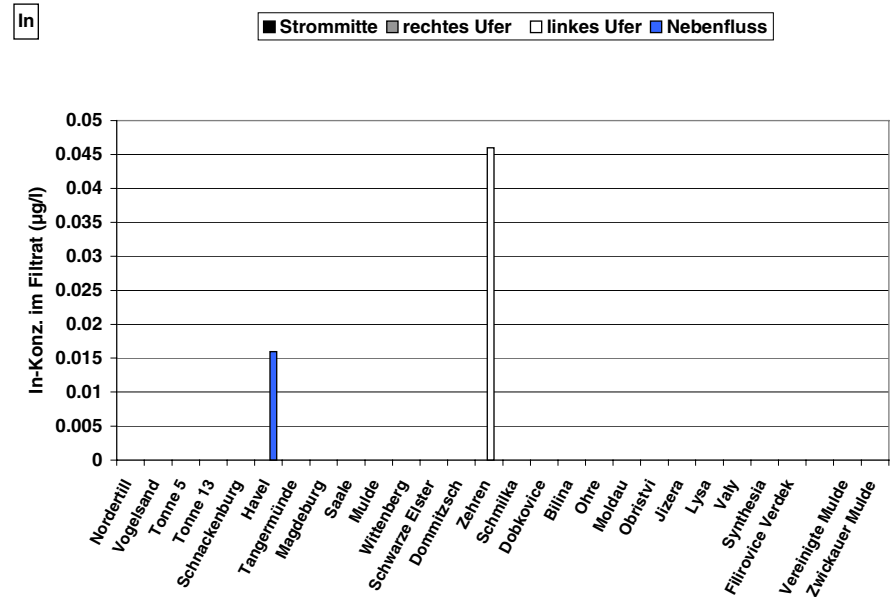
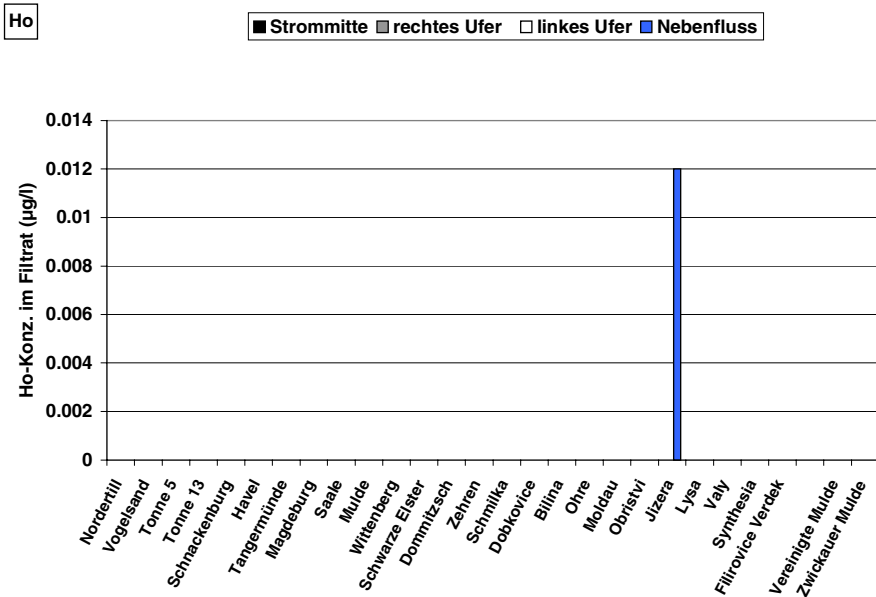
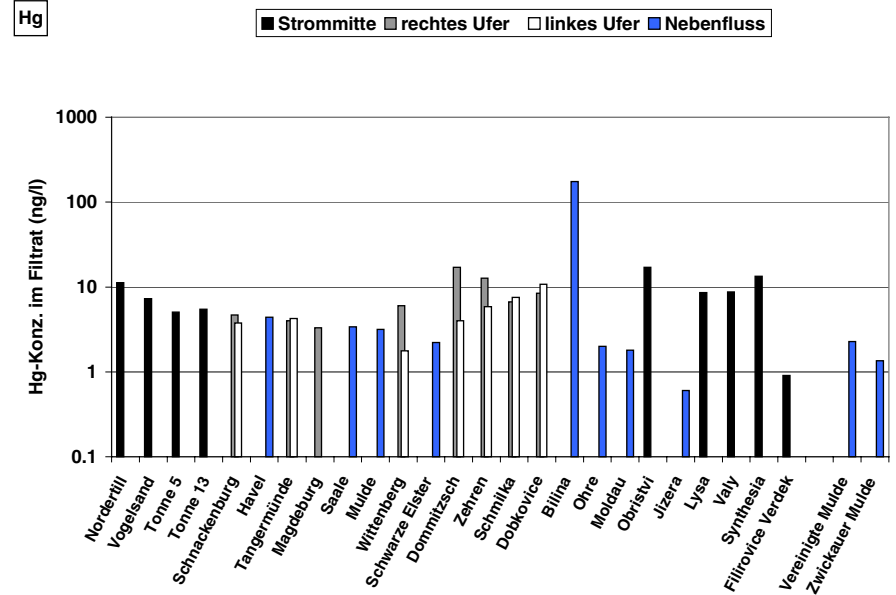
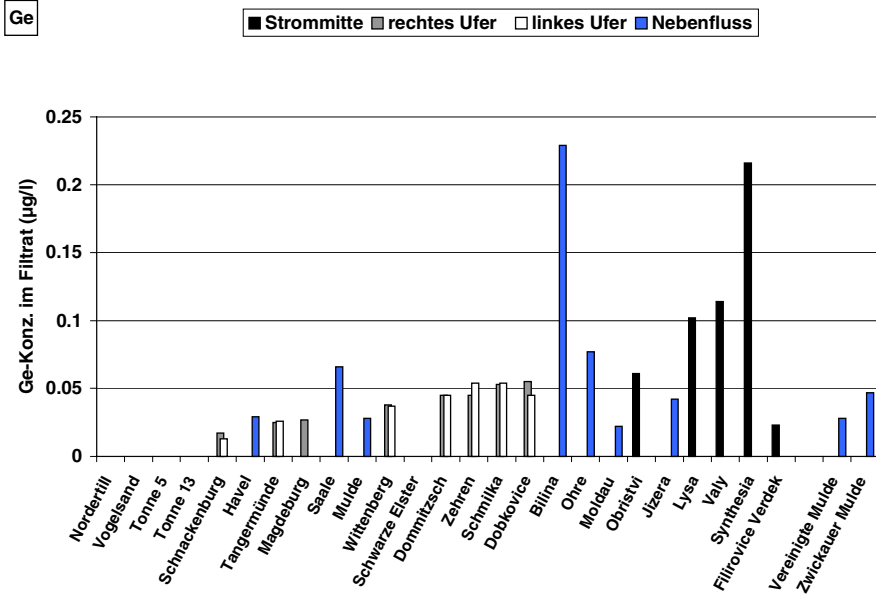
HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abbildungen 10: Elementkonzentrationen im Filtrat - Fortsetzung



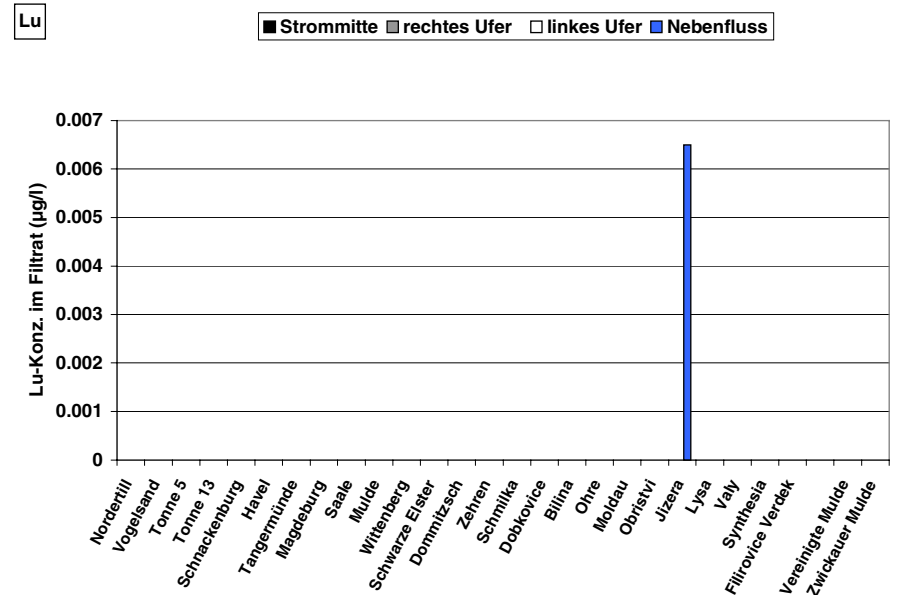
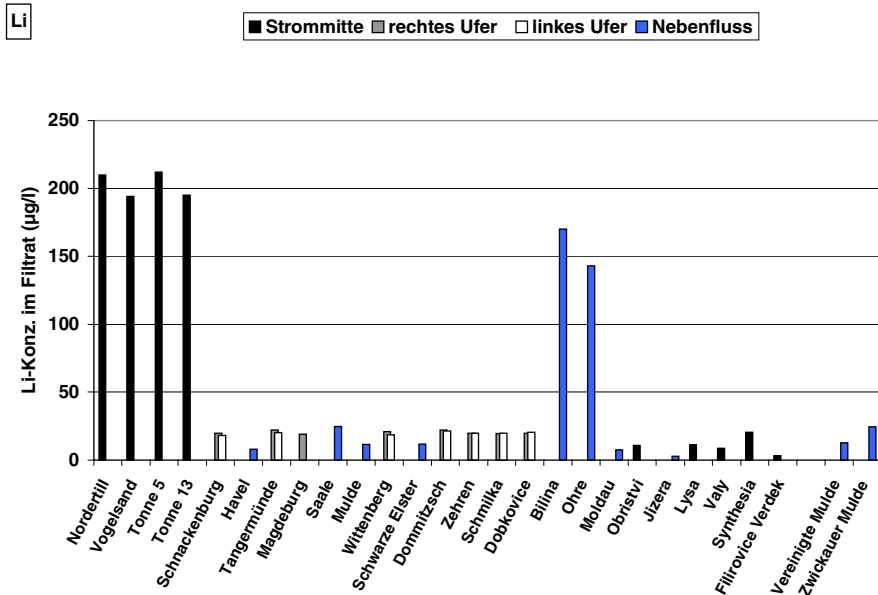
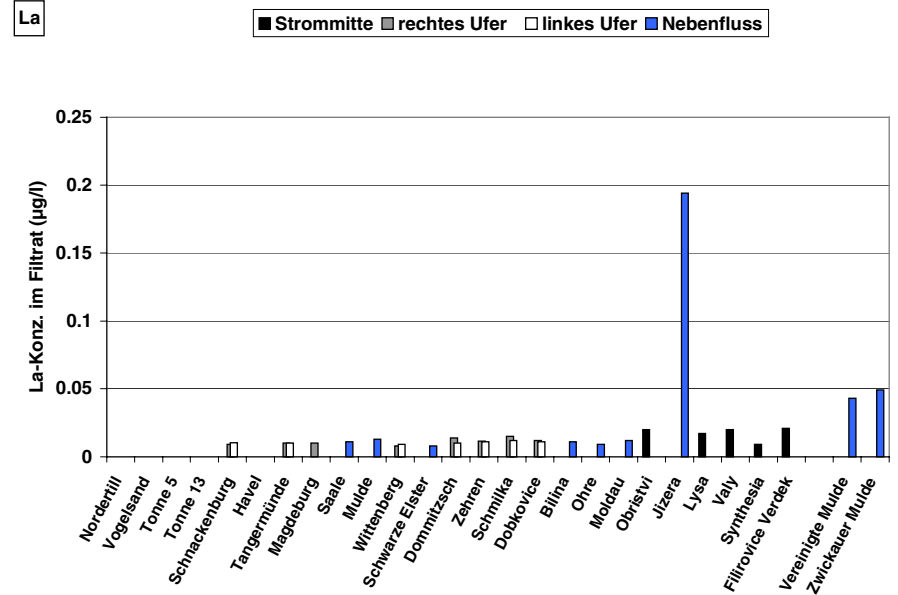
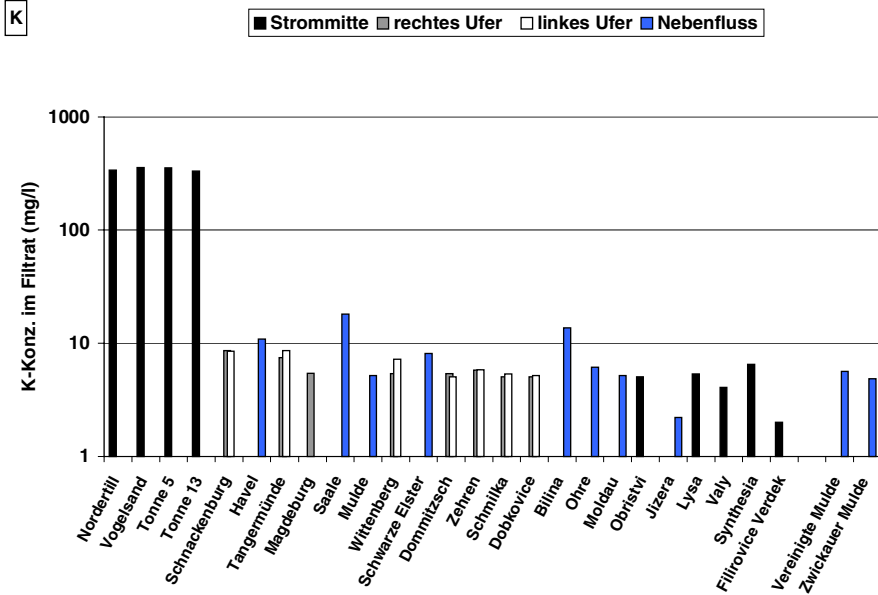
HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abbildungen 10: Elementkonzentrationen im Filtrat - Fortsetzung



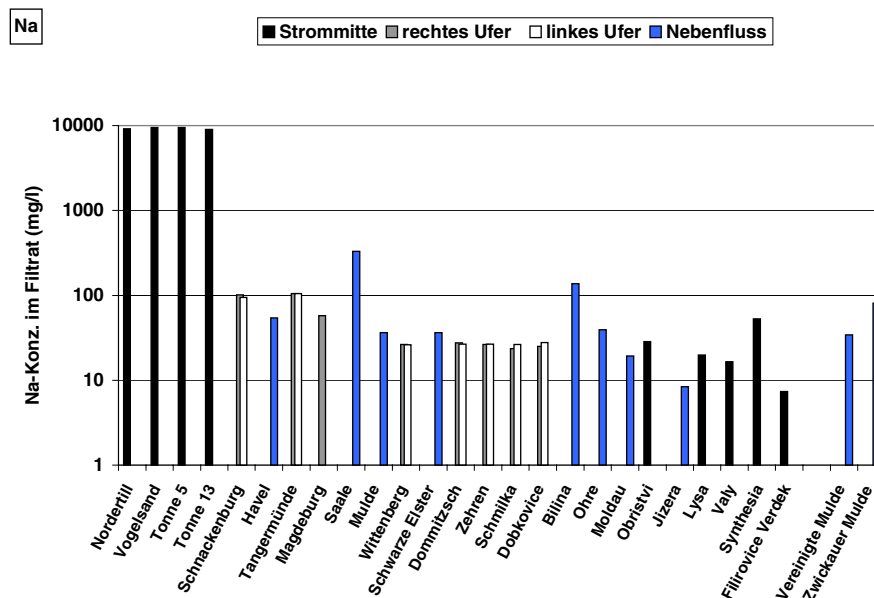
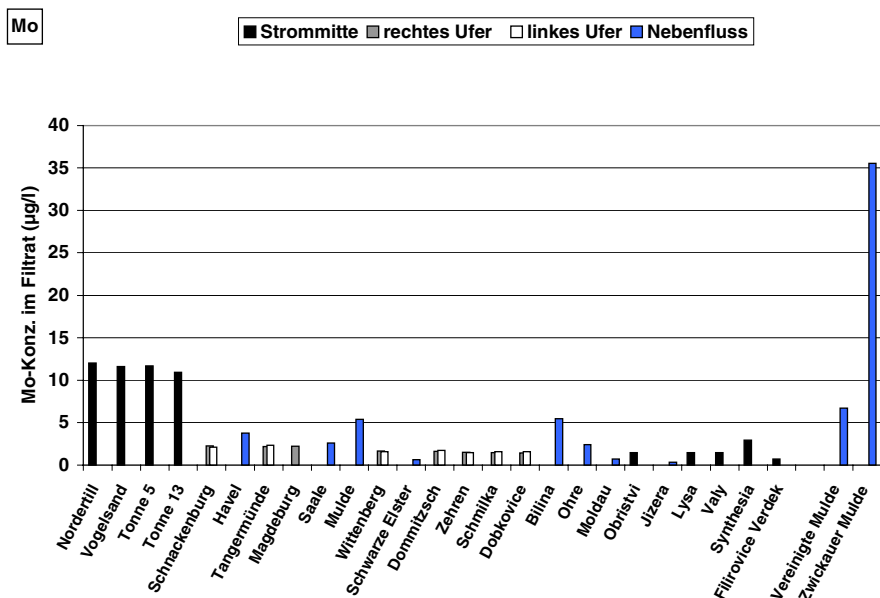
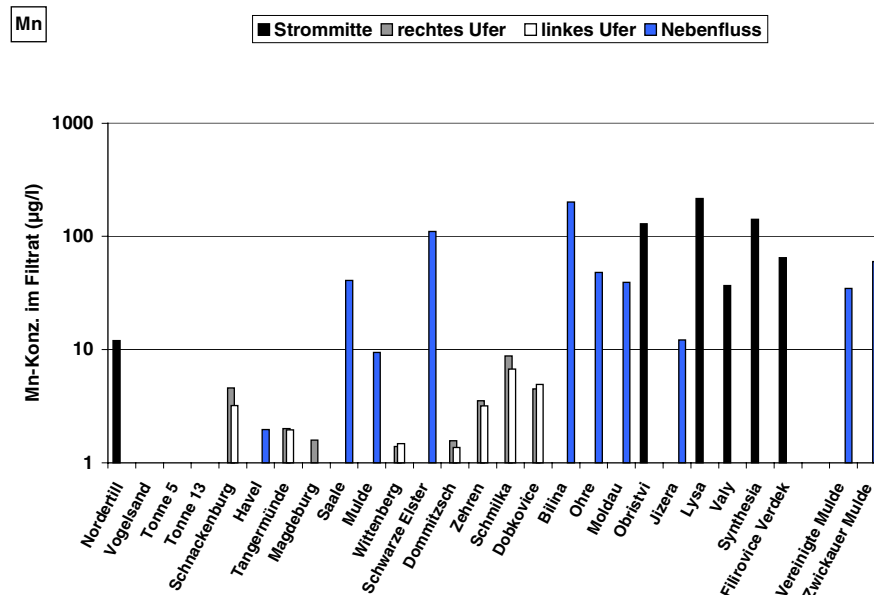
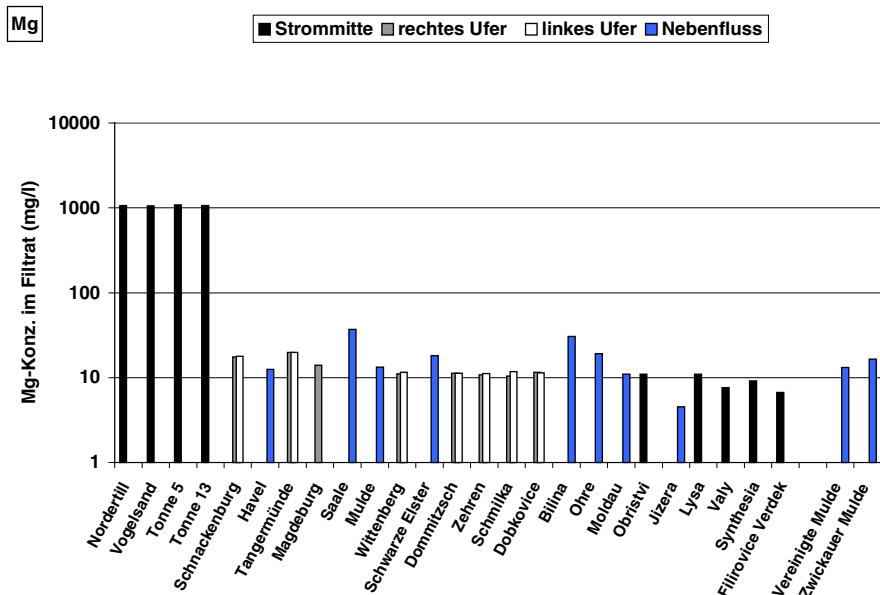
HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abbildungen 10: Elementkonzentrationen im Filtrat - Fortsetzung



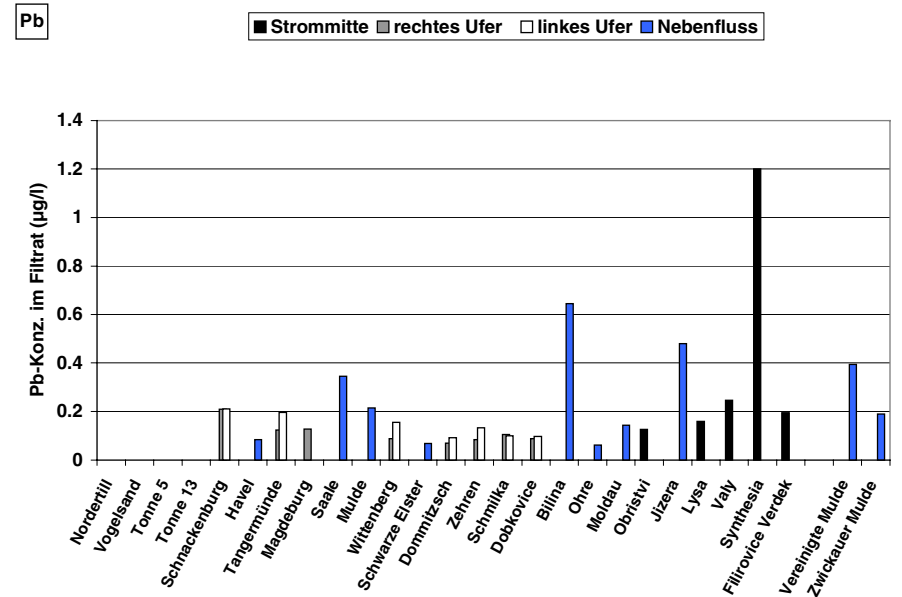
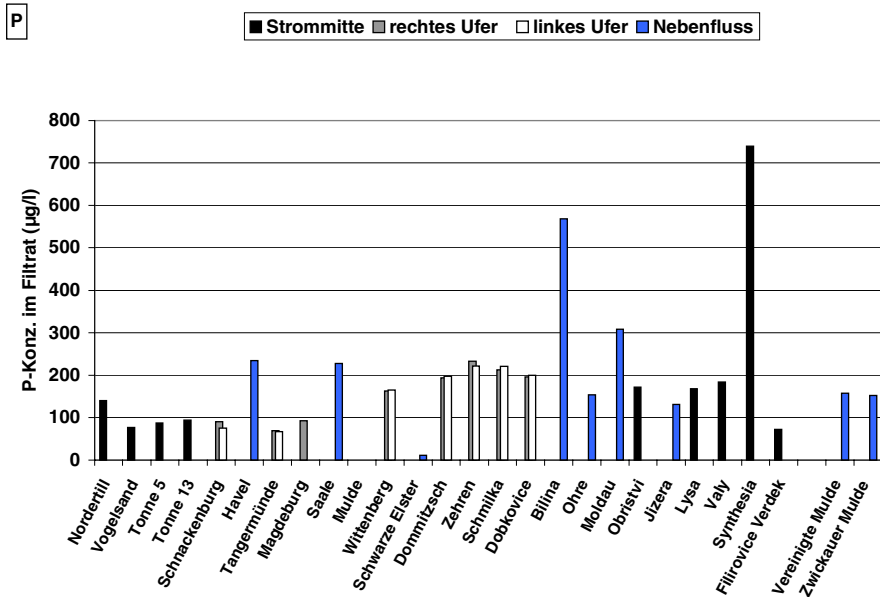
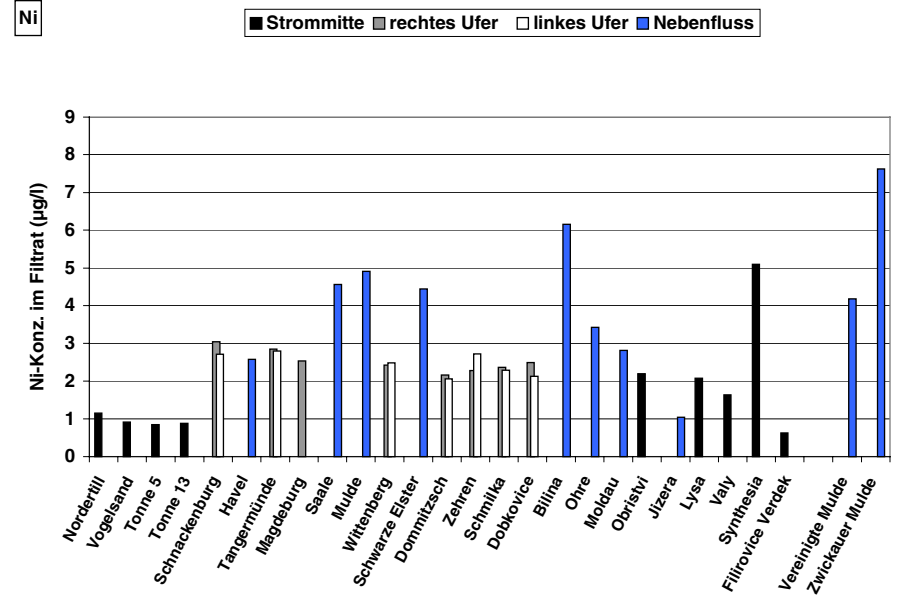
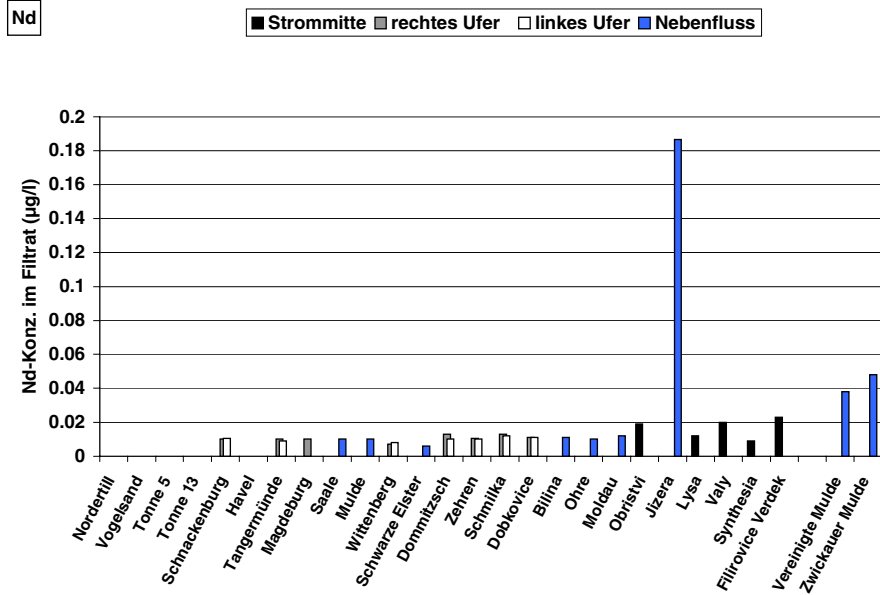
HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abbildungen 10: Elementkonzentrationen im Filtrat - Fortsetzung



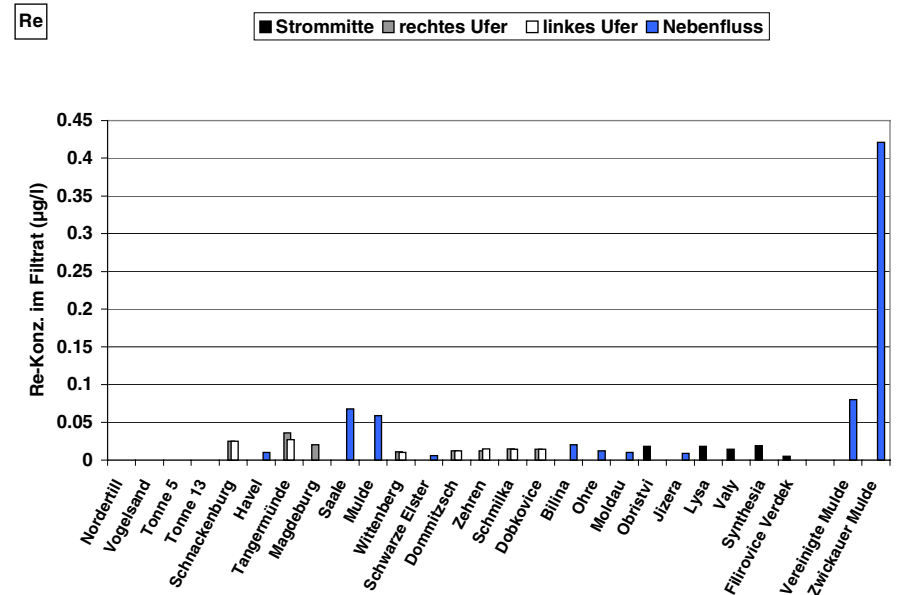
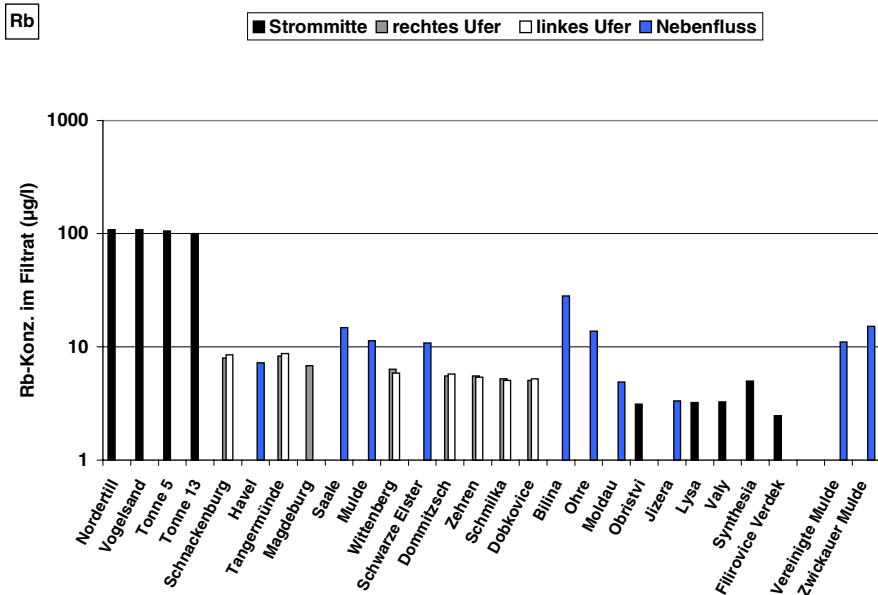
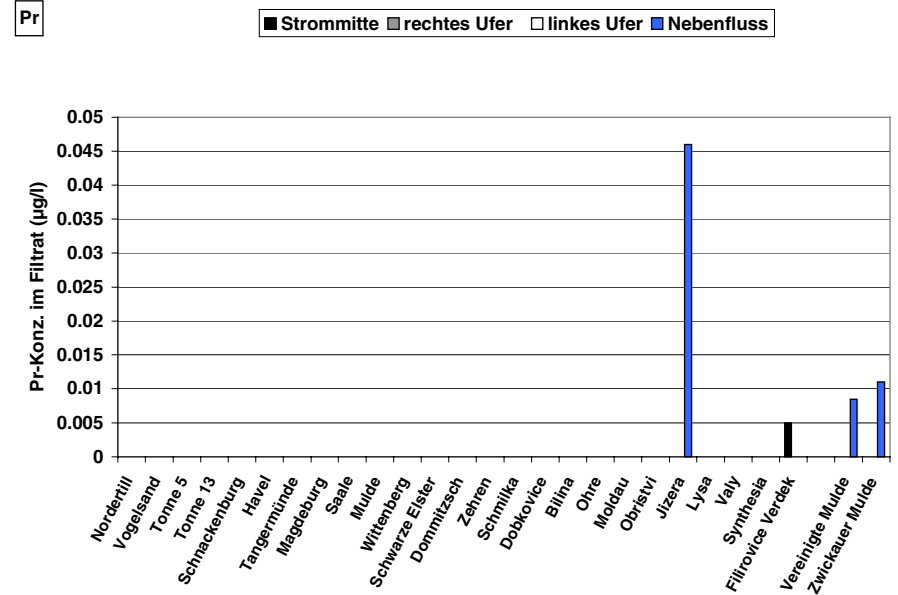
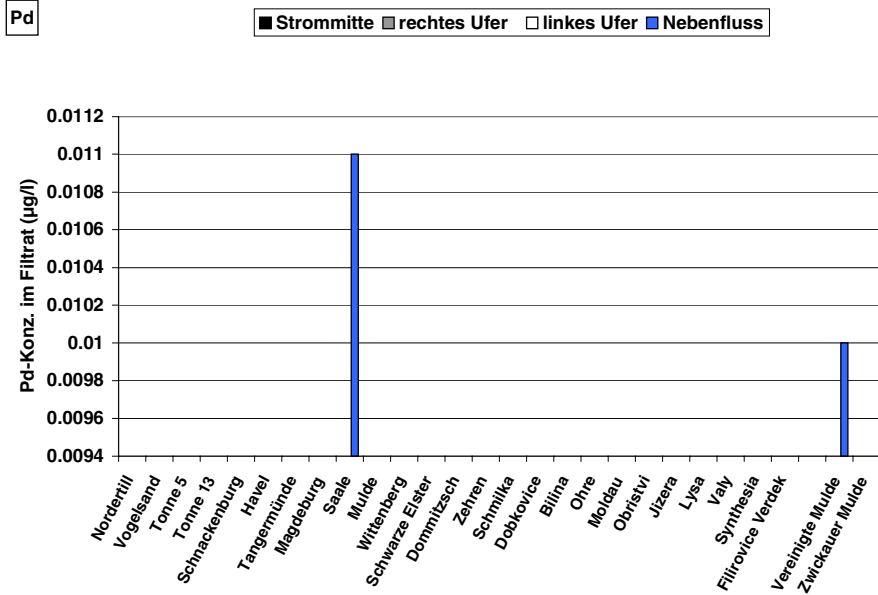
HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abbildungen 10: Elementkonzentrationen im Filtrat - Fortsetzung



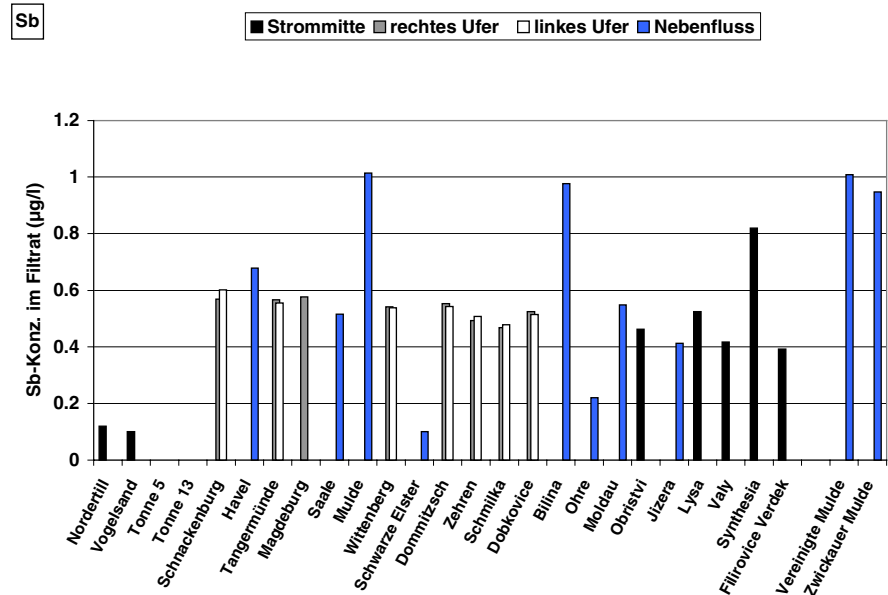
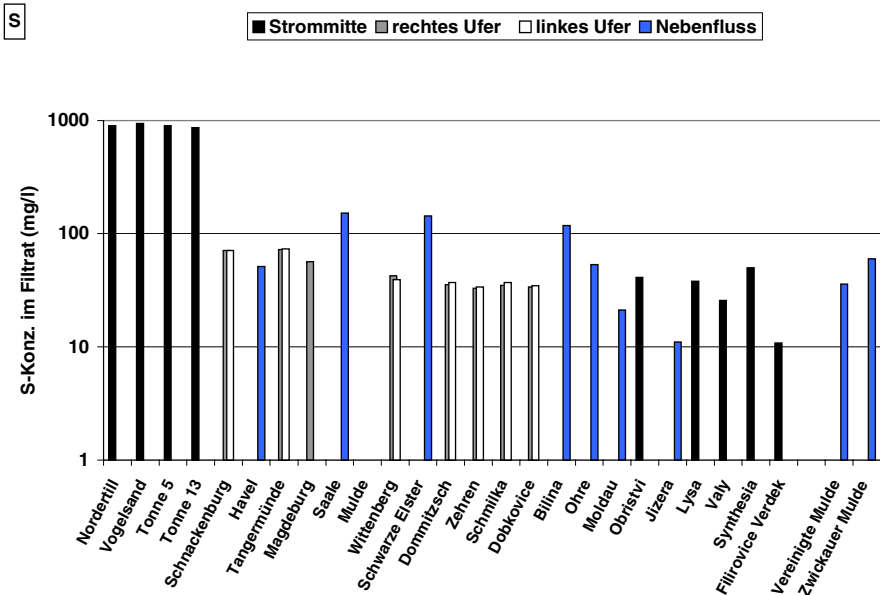
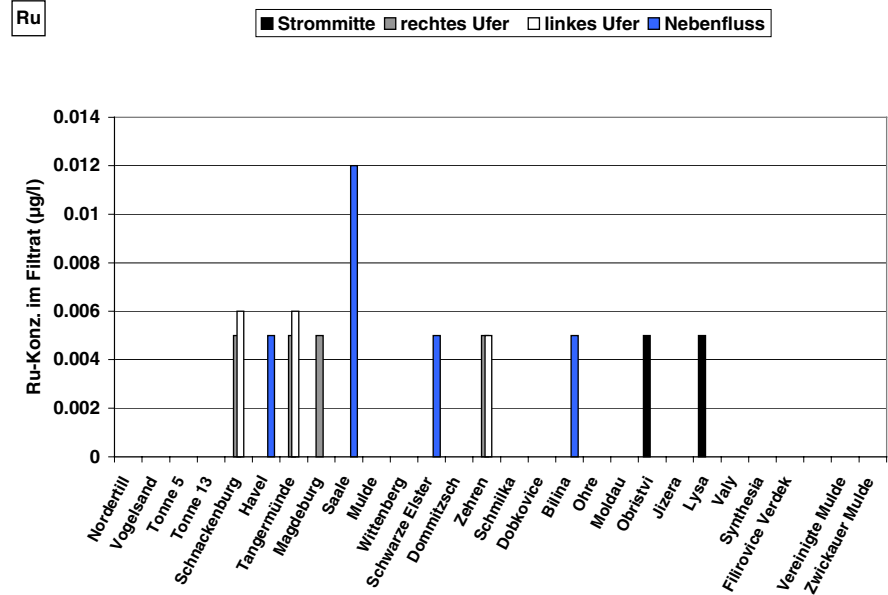
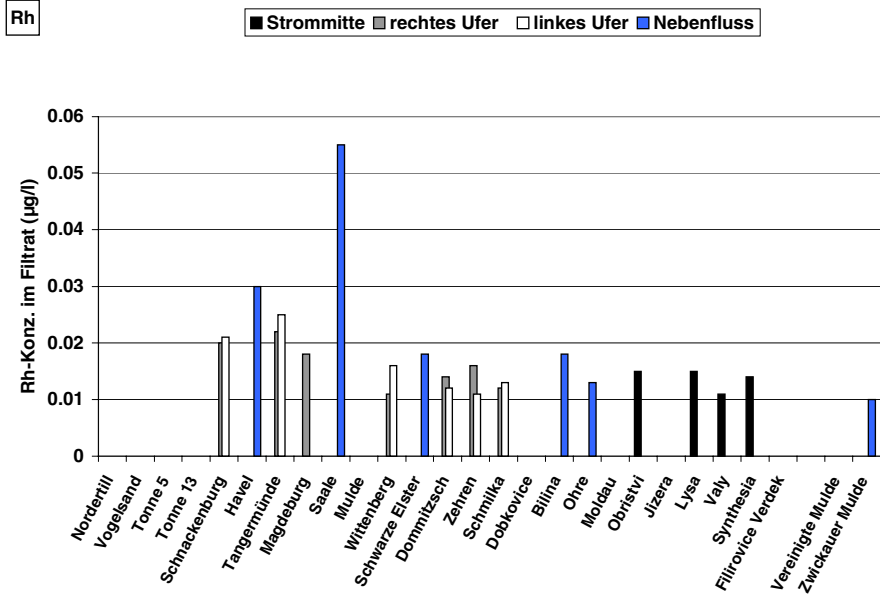
HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abbildungen 10: Elementkonzentrationen im Filtrat - Fortsetzung



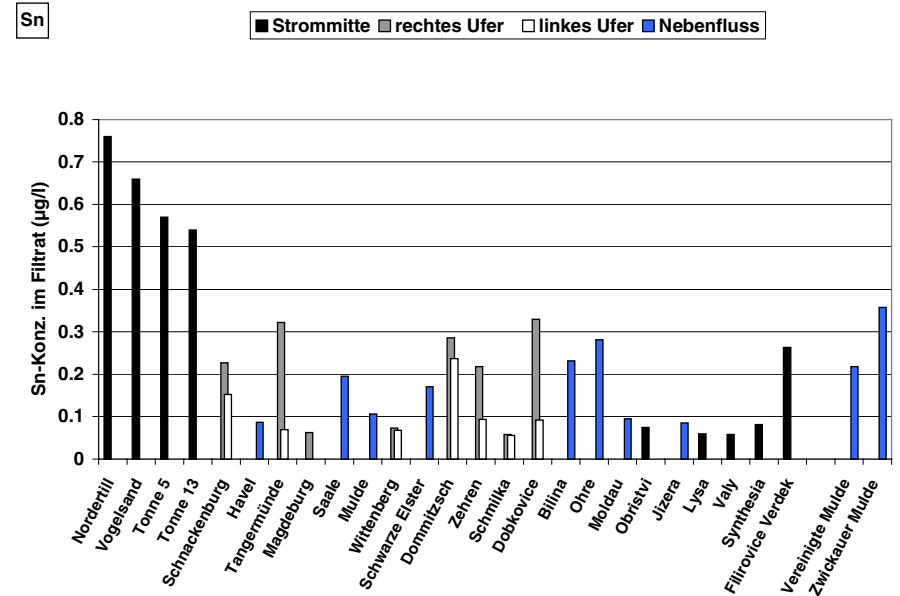
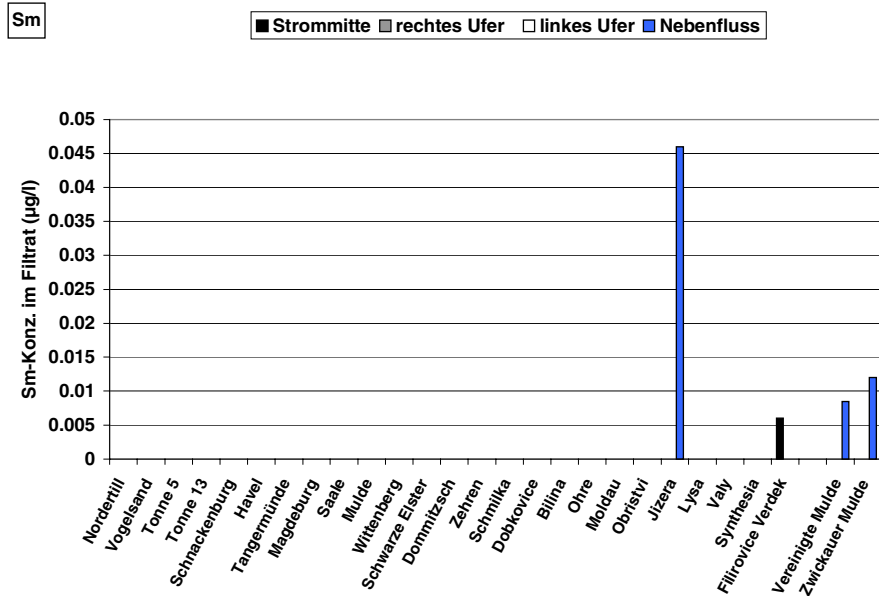
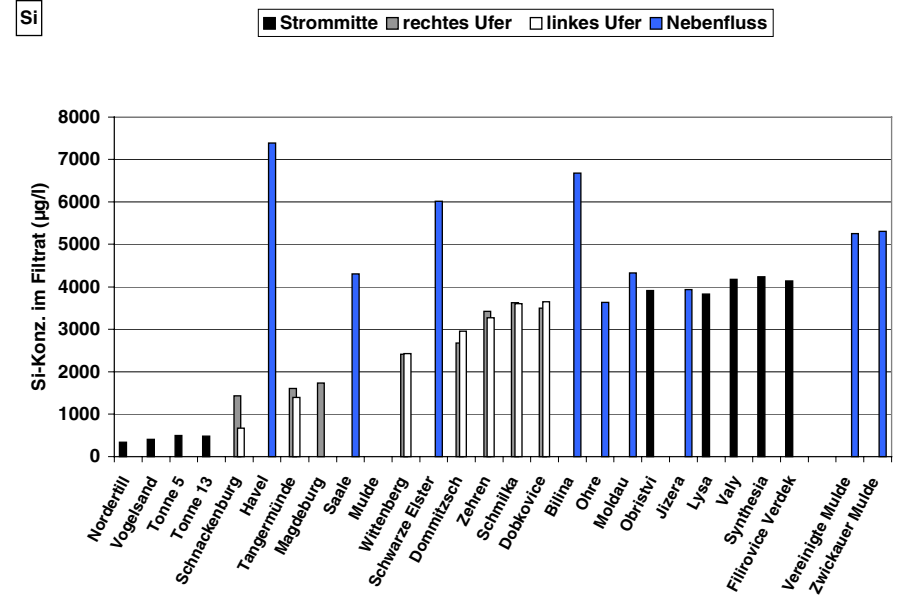
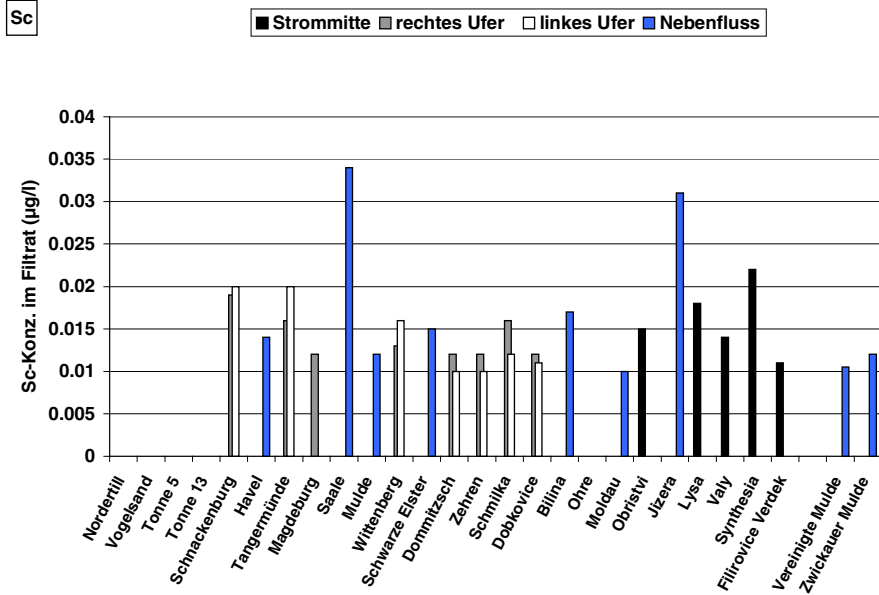
HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abbildungen 10: Elementkonzentrationen im Filtrat - Fortsetzung



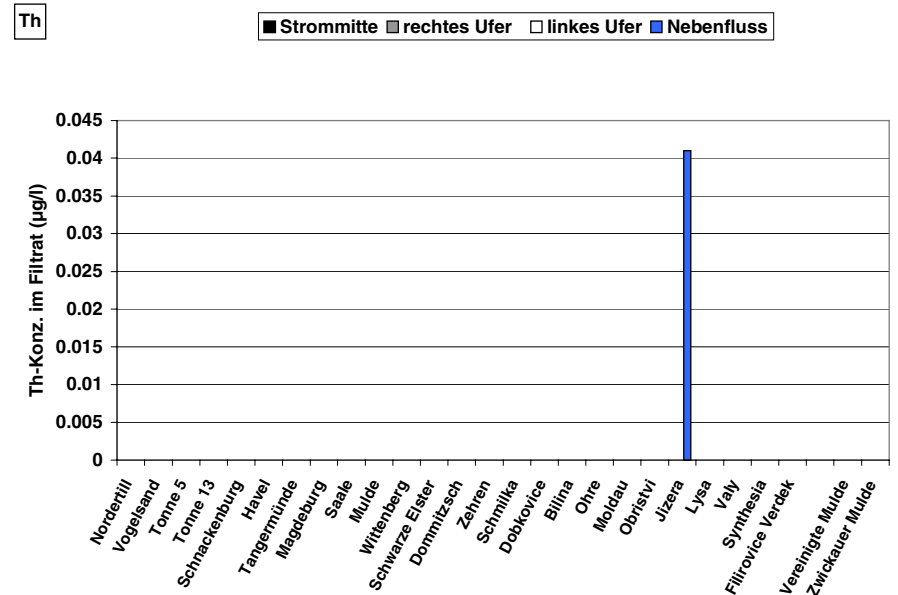
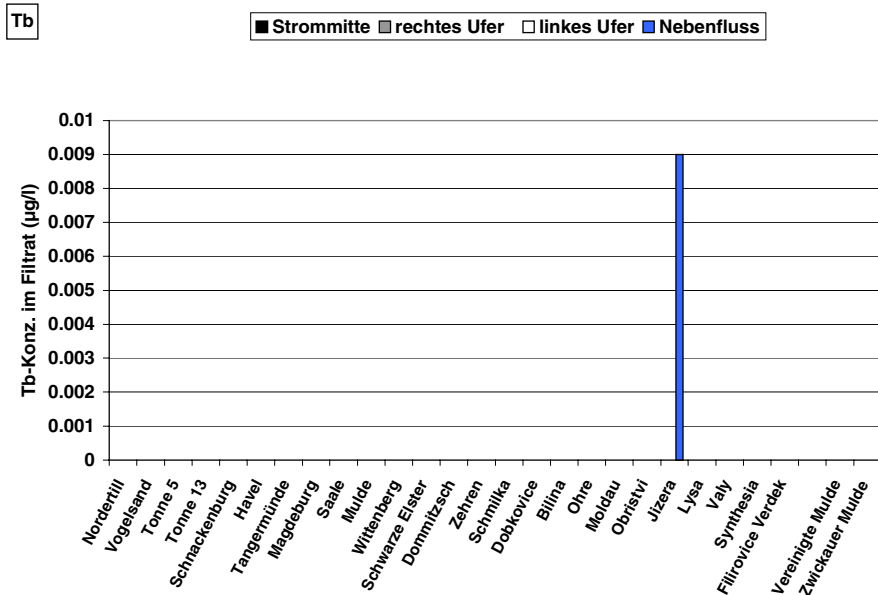
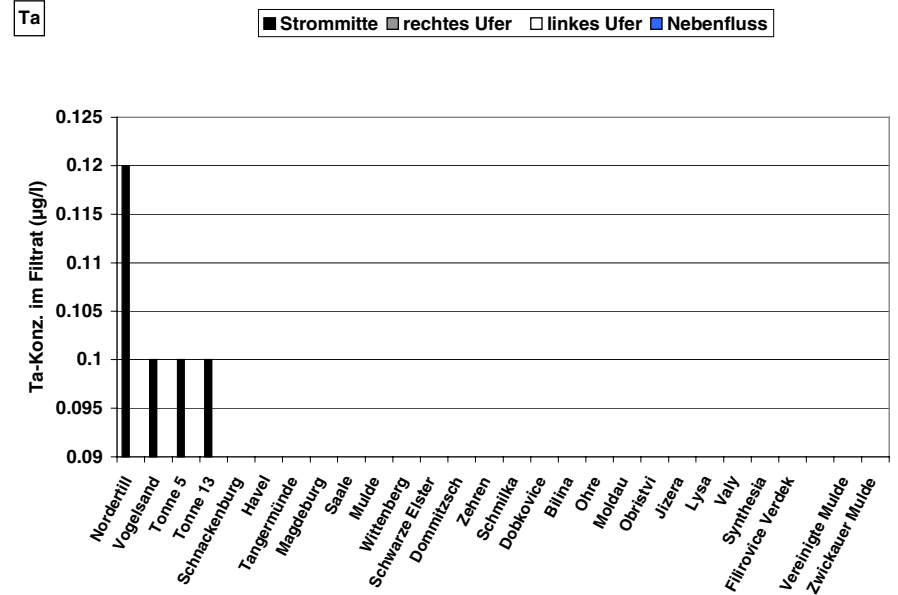
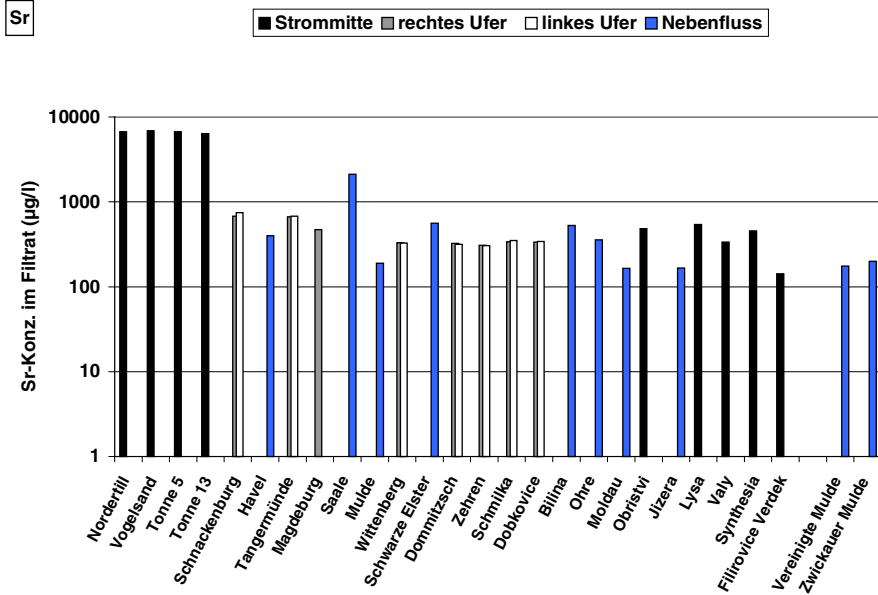
HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abbildungen 10: Elementkonzentrationen im Filtrat - Fortsetzung



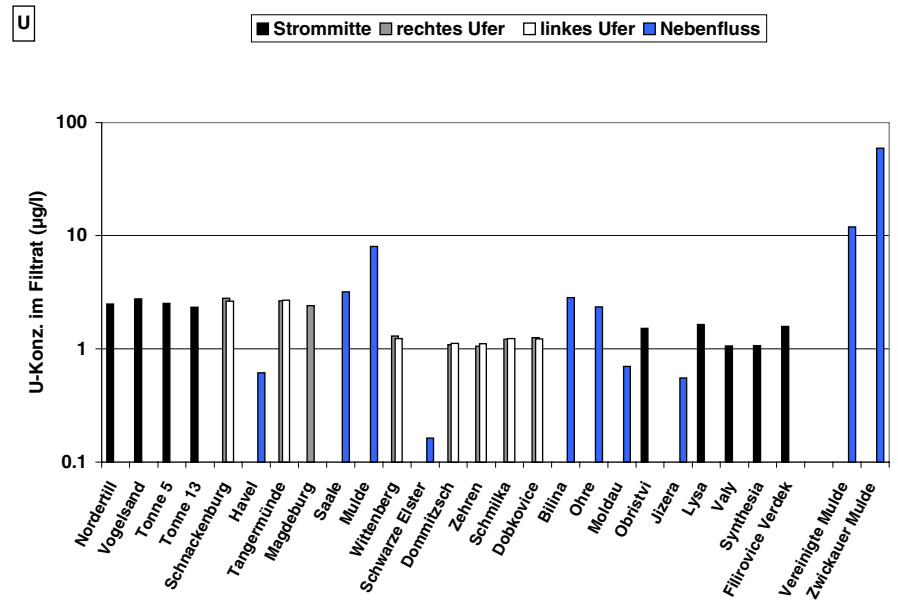
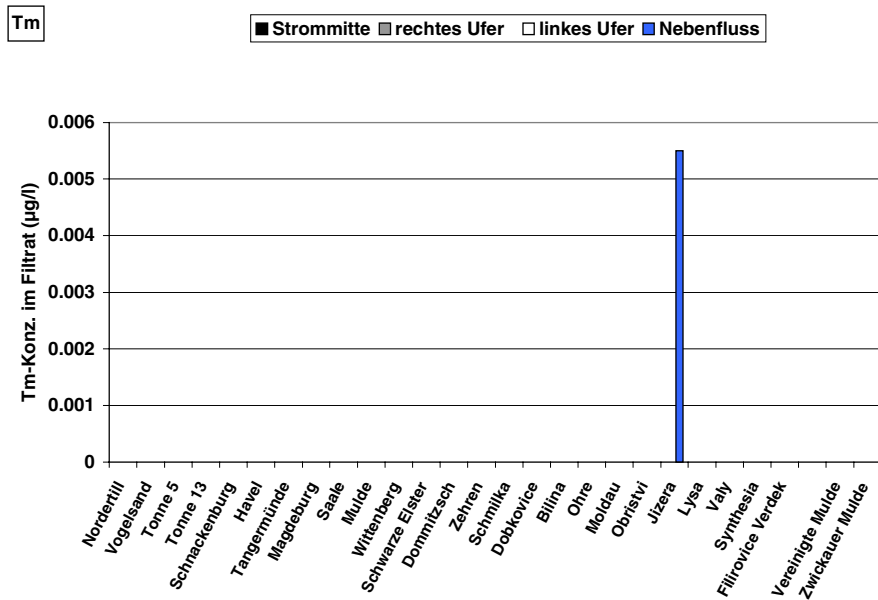
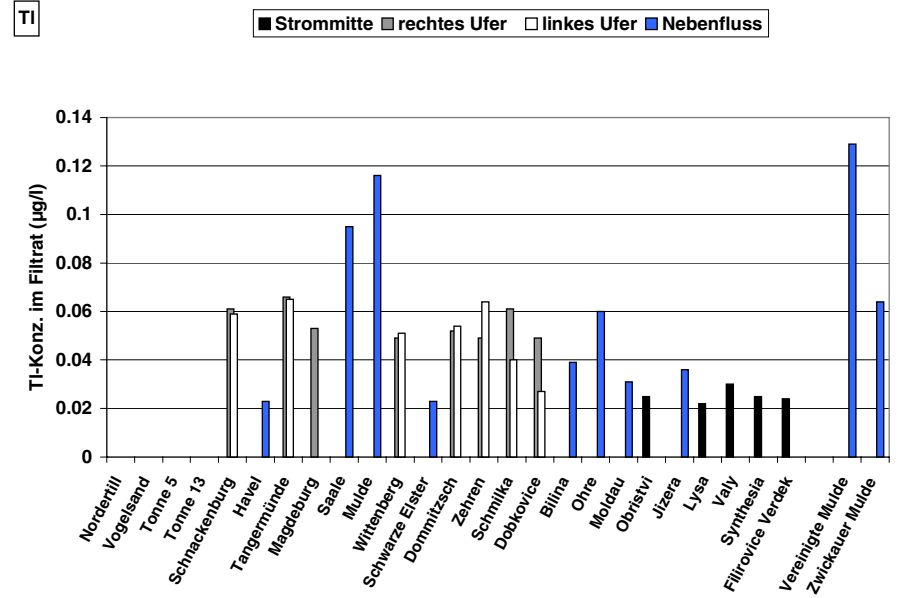
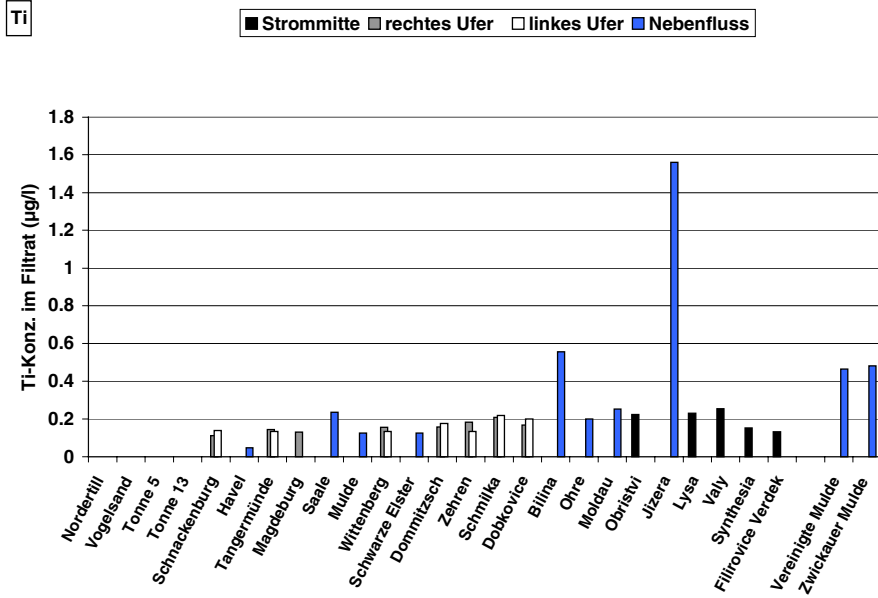
HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abbildungen 10: Elementkonzentrationen im Filtrat - Fortsetzung



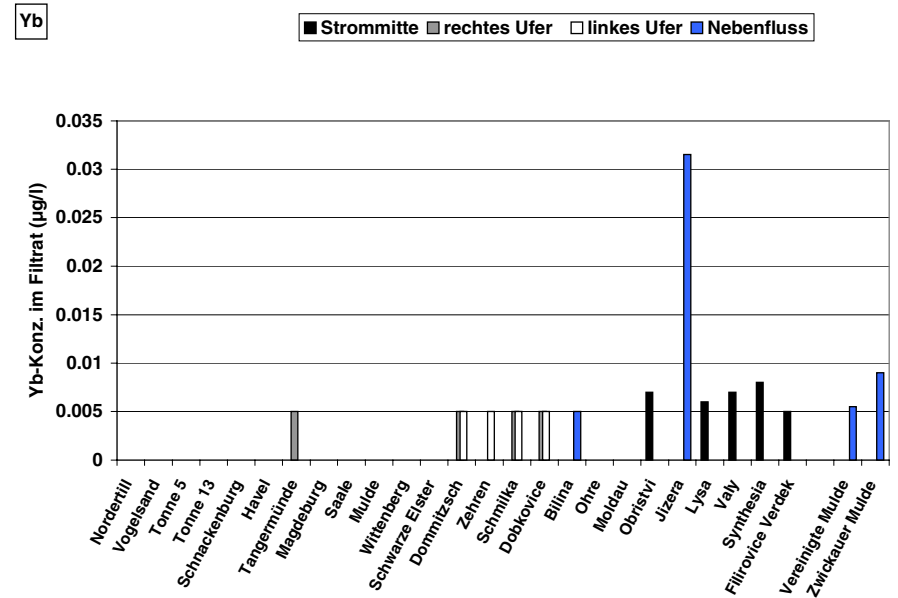
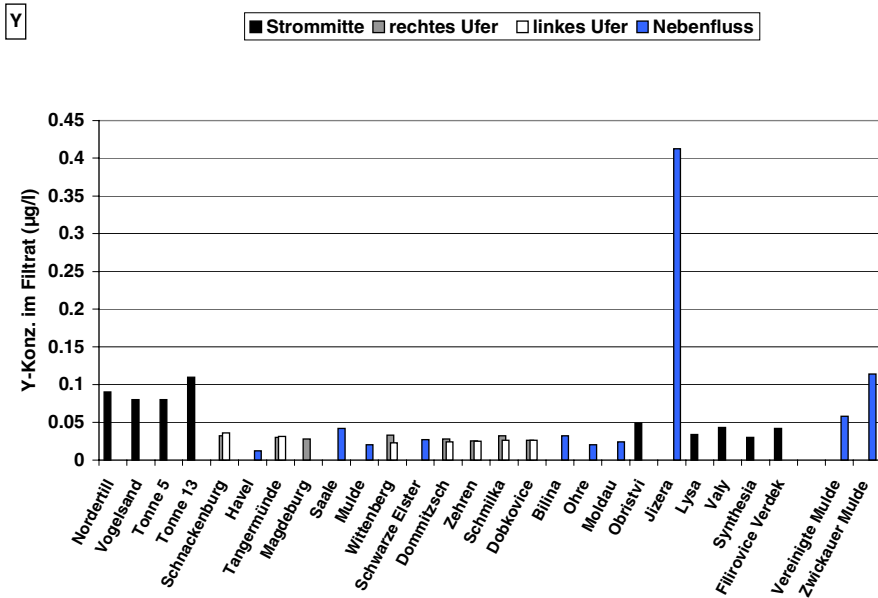
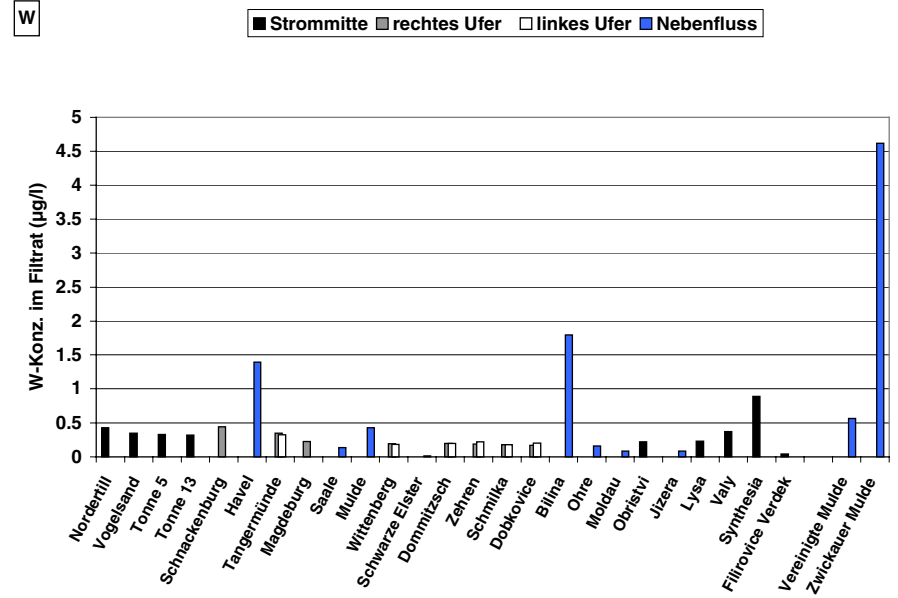
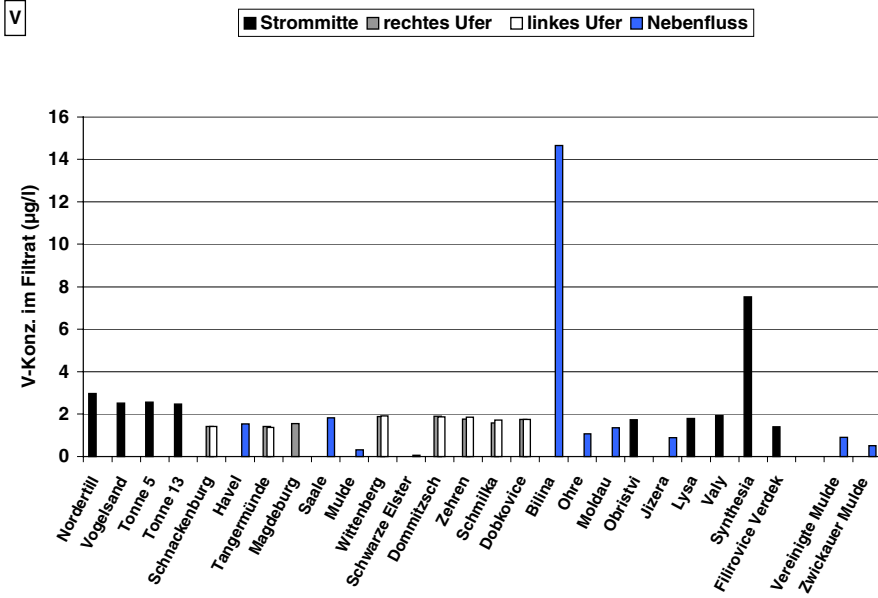
HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abbildungen 10: Elementkonzentrationen im Filtrat - Fortsetzung



HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abbildungen 10: Elementkonzentrationen im Filtrat - Fortsetzung

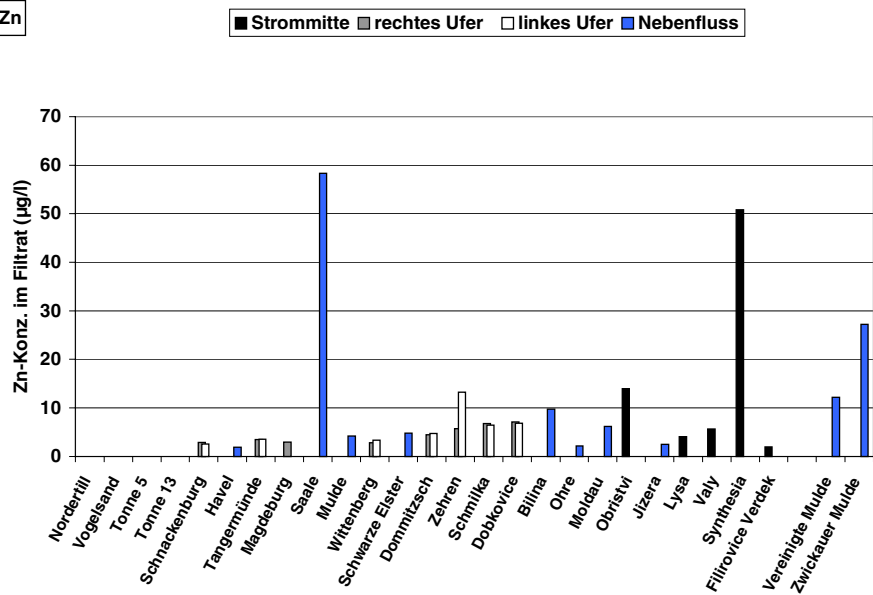


HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abbildungen 10: Elementkonzentrationen im Filtrat - Fortsetzung

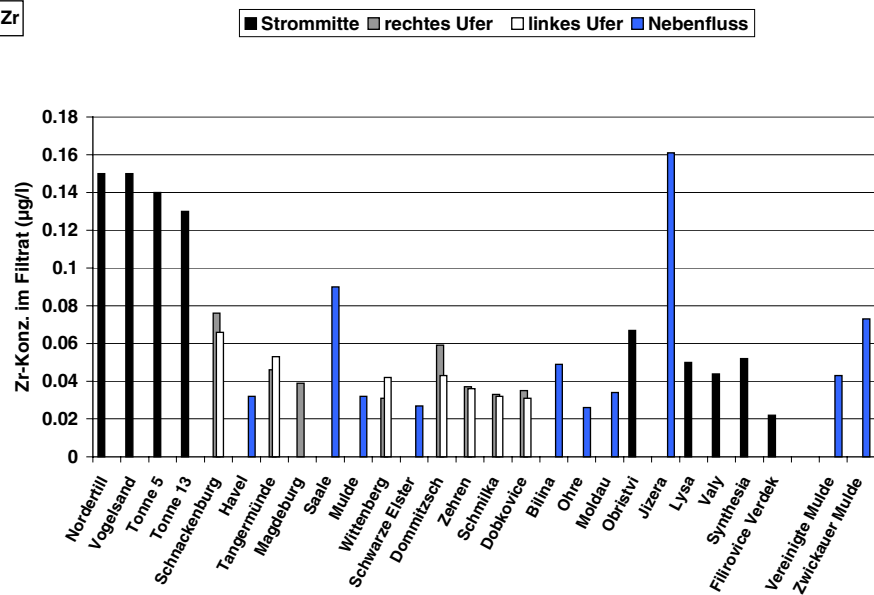


HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abbildungen 10: Elementkonzentrationen im Filtrat - Fortsetzung

Zn



Zr



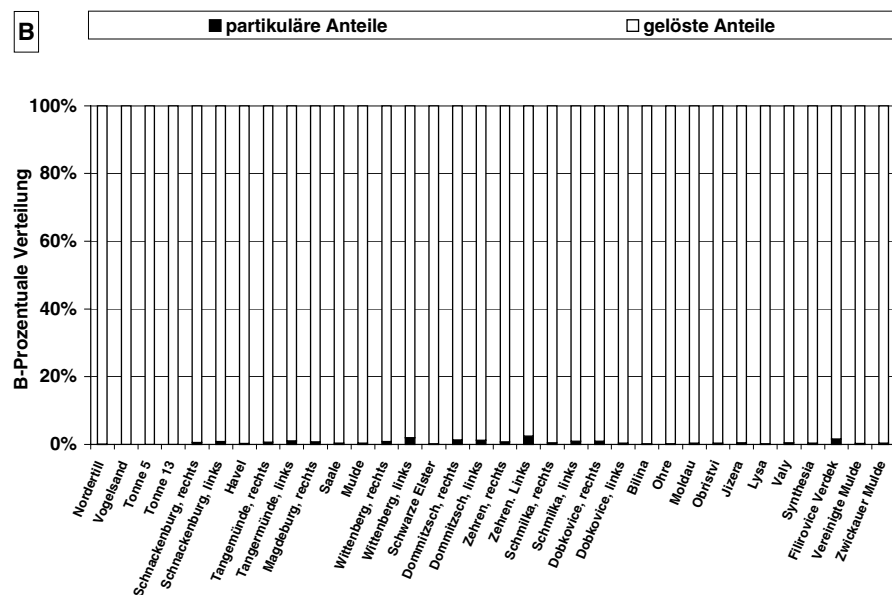
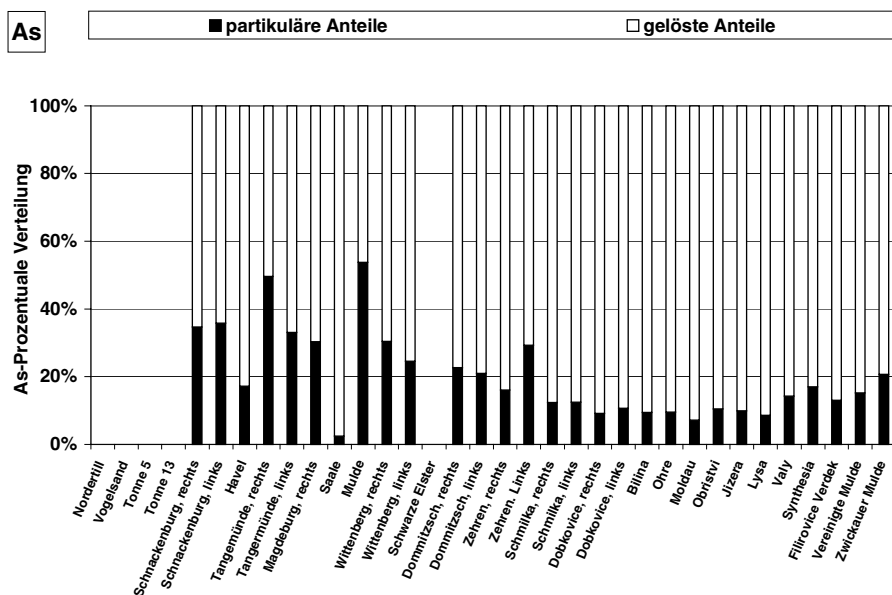
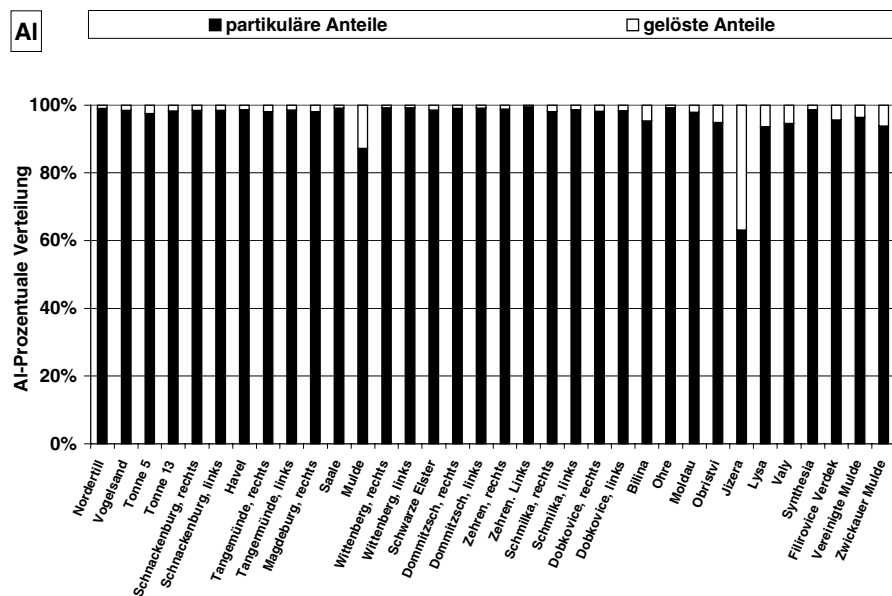
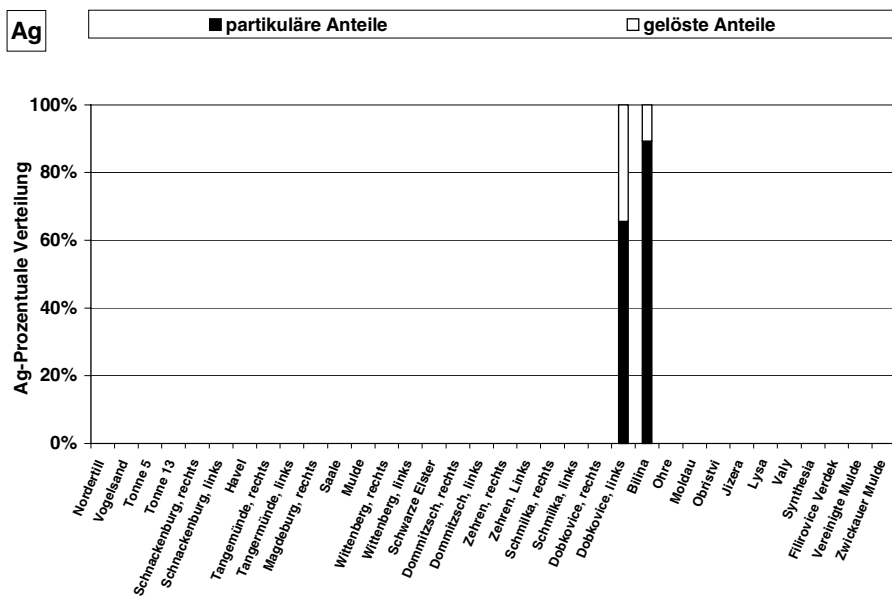
HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA-Tab. 11: Statistische Kennzahlen der Elementkonzentrationen im Filtrat

	gült. N		Mittelw.	Median	Minimum	Maximum	10 % Perzent.	25 % Perzent.	75 % Perzent.	90 % Perzent.	Standard- abweichung
Ag	2	(µg/l)	0.02		0.023	0.024					
Al	34	(µg/l)	20	14	3	122	7	12	25	33	20
As	29	(µg/l)	5.3	3.7	1.5	18.5	2.4	3.5	4.5	13.7	4.3
B	34	(µg/l)	611	133	32	4330	80	99	209	3881	1308
Ba	34	(µg/l)	49	47	25	85	28	43	55	63	13
Be	3	(µg/l)	0.07	0.07	0.03	0.10	0.03	0.03	0.10	0.10	0.03
Bi	15	(µg/l)	0.02	0.02	0.01	0.03	0.01	0.01	0.02	0.03	0.01
Ca	34	(mg/l)	112	70	27	372	38	54	123	331	101
Cd	30	(µg/l)	0.08	0.05	0.03	0.26	0.03	0.04	0.08	0.21	0.06
Ce	30	(µg/l)	0.02	0.01	0.00	0.23	0.01	0.01	0.02	0.04	0.04
Co	30	(µg/l)	0.2	0.2	0.1	0.8	0.1	0.2	0.3	0.5	0.2
Cr	30	(µg/l)	1.0	0.6	0.1	7.6	0.2	0.4	0.7	2.9	1.7
Cs	34	(µg/l)	0.21	0.10	0.02	1.40	0.02	0.07	0.30	0.47	0.27
Cu	34	(µg/l)	3.8	3.4	1.7	18	2.4	2.7	3.8	4.2	2.7
Dy	6	(µg/l)	0.02	0.007	0.006	0.05	0.006	0.006	0.015	0.05	0.02
Er	6	(µg/l)	0.01	0.01	0.005	0.04	0.005	0.005	0.01	0.04	0.01
Eu	20	(µg/l)	0.01	0.01	0.005	0.01	0.005	0.005	0.01	0.01	0.001
Fe	30	(µg/l)	25	13	8	107	8	10	35	56	24
Ga	30	(µg/l)	0.05	0.04	0.01	0.21	0.02	0.03	0.04	0.08	0.04
Gd	18	(µg/l)	0.01	0.01	0.00	0.05	0.00	0.01	0.02	0.02	0.01
Ge	29	(µg/l)	0.06	0.05	0.01	0.23	0.02	0.03	0.05	0.11	0.05
Hg	34	(ng/l)	11	5	1	175	2	3	9	13	29
Ho	1	(µg/l)	0.01								
In	2	(µg/l)	0.03		0.02	0.05					
K	34	(mg/l)	46	6	2	356	5	5	9	332	111
La	29	(µg/l)	0.02	0.01	0.01	0.19	0.009	0.01	0.015	0.04	0.03
Li	34	(µg/l)	47	20	3	212	8	12	22	194	67
Lu	1	(µg/l)	0.01								
Mg	34	(mg/l)	138	12	5	1088	9	11	19	1052	344
Mn	31	(µg/l)	39	9	1	216	2	2	48	129	59
Mo	34	(µg/l)	4.2	1.9	0.3	36	0.7	1.5	3.8	12	6.5

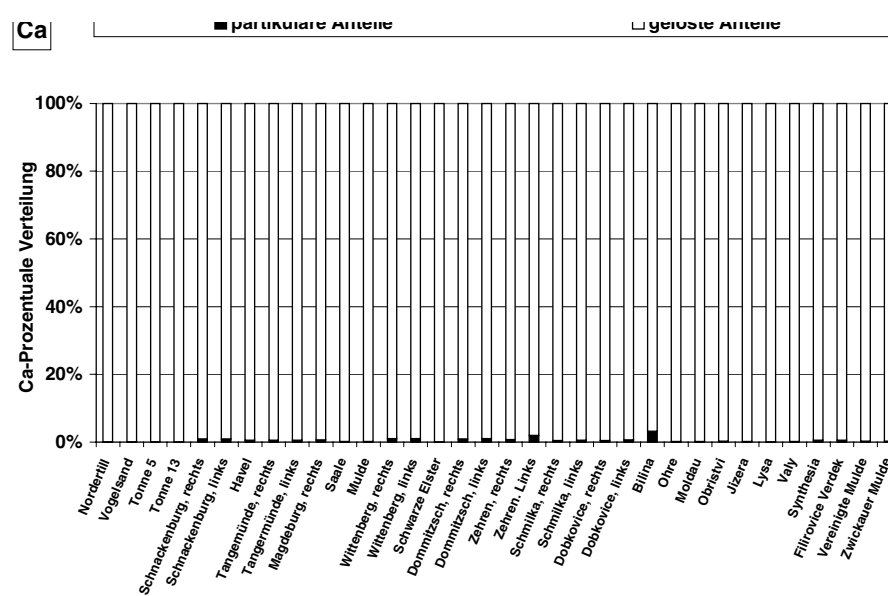
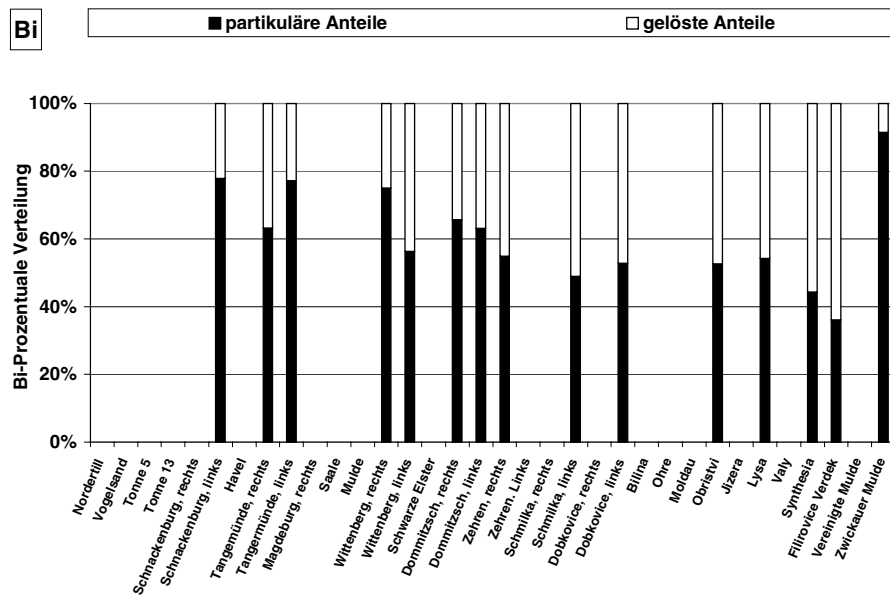
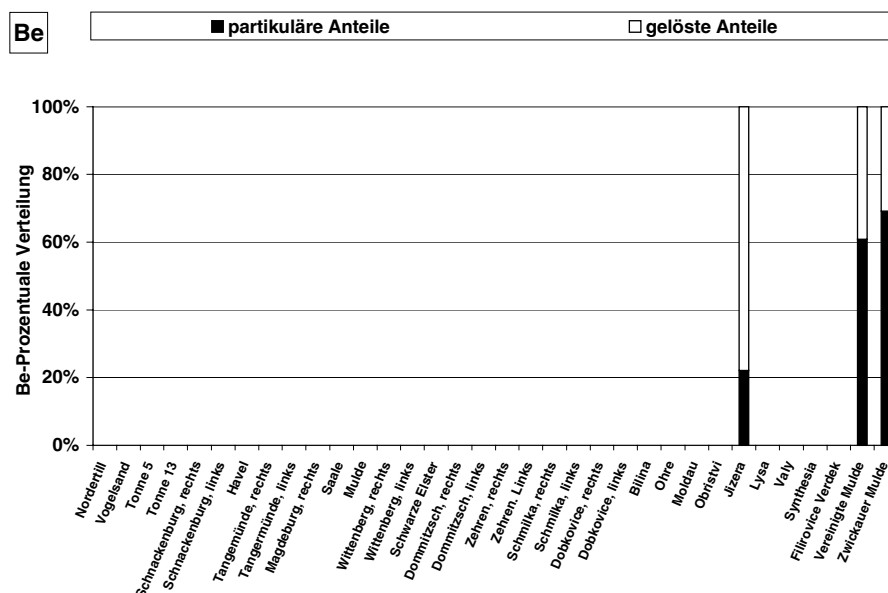
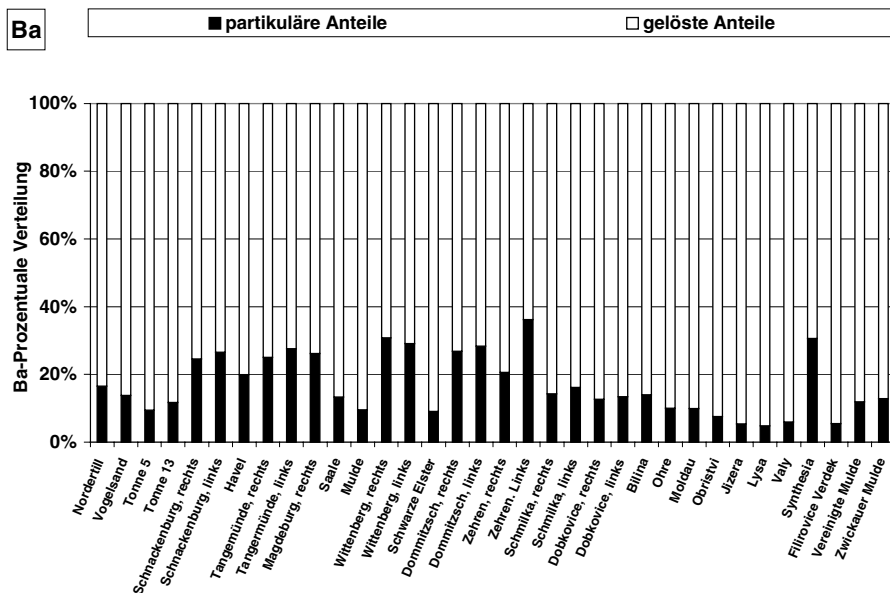
HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA-Tab. 11: Statistische Kennzahlen der Elementkonzentrationen im Filtrat - Fortsetzung

	gült. N		Mittelw.	Median	Minimum	Maximum	10 % Perzent.	25 % Perzent.	75 % Perzent.	90 % Perzent.	Standard- abweichung
Na	34	(mg/l)	1139	35	7	9520	19	26	101	8940	3019
Nd	29	(µg/l)	0.02	0.01	0.006	0.19	0.008	0.01	0.013	0.04	0.03
Ni	34	(µg/l)	2.78	2.49	0.63	7.62	0.91	2.08	3.04	4.91	1.55
P	33	(µg/l)	184	165	12	740	73	92	212	234	139
Pb	30	(µg/l)	0.21	0.14	0.06	1.20	0.08	0.09	0.21	0.44	0.23
Pd	2	(µg/l)	0.01		0.010	0.011					
Pr	4	(µg/l)	0.02	0.01	0.00	0.05	0.00	0.01	0.03	0.05	0.02
Rb	34	(µg/l)	19	7	2	108	3	5	11	100	32
Re	30	(µg/l)	0.03	0.01	0.005	0.42	0.009	0.012	0.03	0.06	0.08
Rh	23	(µg/l)	0.02	0.01	0.01	0.05	0.011	0.012	0.02	0.03	0.01
Ru	13	(µg/l)	0.006	0.005	0.005	0.01	0.005	0.005	0.005	0.006	0.002
S	33	(mg/l)	155	43	11	941	26	35	72	865	283
Sb	32	(µg/l)	0.5	0.5	0.1	1.0	0.2	0.5	0.6	0.9	0.2
Sc	29	(µg/l)	0.02	0.014	0.01	0.03	0.01	0.012	0.017	0.022	0.006
Si	33	(µg/l)	3248	3602	341	7385	498	1733	4175	5306	1800
Sm	4	(µg/l)	0.02	0.01	0.006	0.046	0.006	0.007	0.03	0.05	0.02
Sn	34	(µg/l)	0.2	0.2	0.1	0.8	0.1	0.1	0.3	0.5	0.2
Sr	34	(µg/l)	1170	353	142	6840	175	314	661	6340	2050
Ta	4	(µg/l)	0.11	0.10	0.10	0.12	0.10	0.10	0.11	0.12	0.01
Tb	1	(µg/l)	0.01								
Th	1	(µg/l)	0.04								
Ti	30	(µg/l)	0.25	0.17	0.05	1.56	0.13	0.13	0.23	0.47	0.27
Tl	30	(µg/l)	0.05	0.05	0.02	0.13	0.02	0.03	0.06	0.08	0.03
Tm	1	(µg/l)	0.01								
U	34	(µg/l)	3.9	1.5	0.2	59	0.7	1.1	2.7	3.2	10
V	34	(µg/l)	2.2	1.7	0.1	14.7	0.9	1.4	1.9	2.6	2.5
W	34	(µg/l)	0.5	0.2	0.0	4.6	0.1	0.2	0.4	0.9	0.8
Y	34	(µg/l)	0.05	0.03	0.01	0.41	0.02	0.03	0.04	0.09	0.07
Yb	18	(µg/l)	0.01	0.005	0.005	0.032	0.005	0.005	0.007	0.009	0.0062
Zn	30	(µg/l)	9.4	4.7	1.8	58.3	2.3	2.9	7.1	20.6	13.3
Zr	34	(µg/l)	0.06	0.04	0.02	0.16	0.03	0.03	0.07	0.14	0.04

HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abb. 12: Gelöste und partikuläre Anteile der Elemente an der Gesamtkonzentration

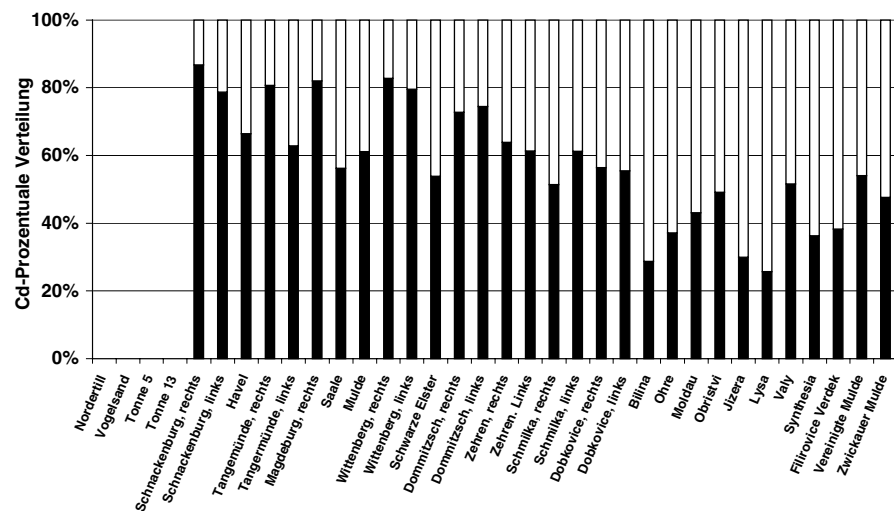


HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abb. 12: Gelöste und partikuläre Anteile der Elemente an der Gesamtkonzentration – Fortsetzung

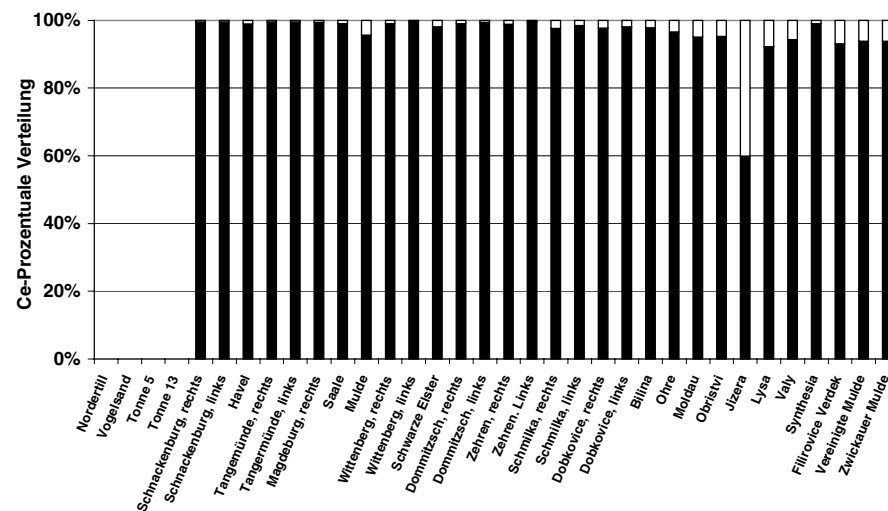


HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abb. 12: Gelöste und partikuläre Anteile der Elemente an der Gesamtkonzentration – Fortsetzung

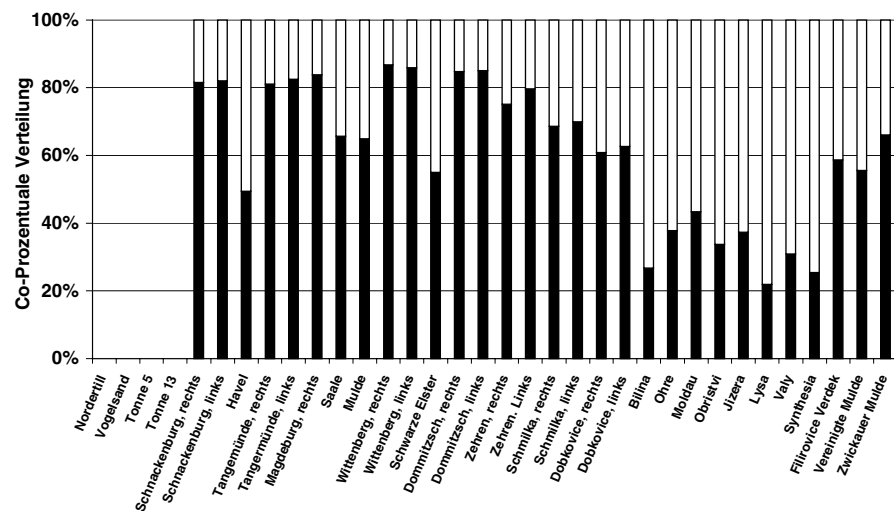
Cd ■ partikuläre Anteile □ gelöste Anteile



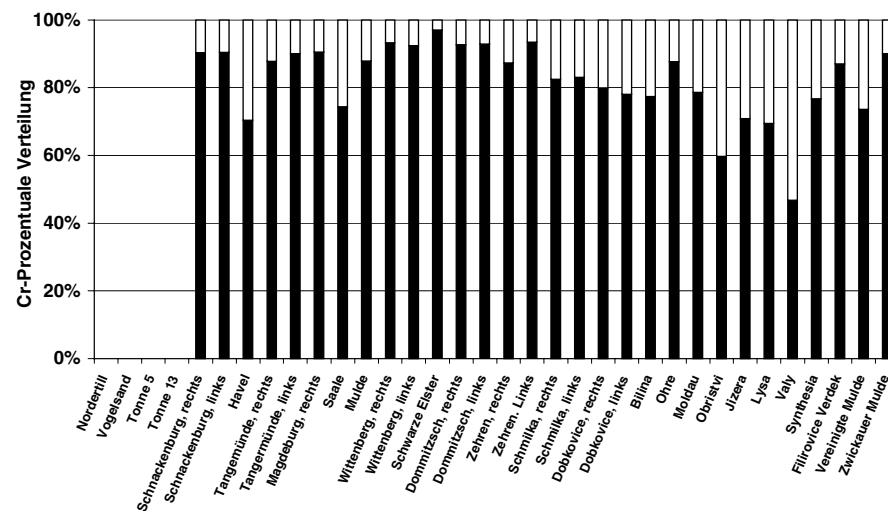
Ce ■ partikuläre Anteile □ gelöste Anteile



Co ■ partikuläre Anteile □ gelöste Anteile

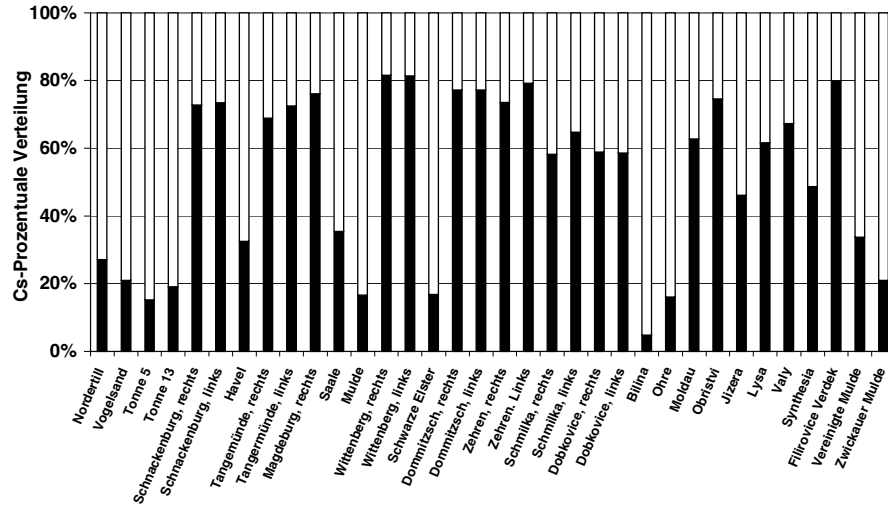


Cr ■ partikuläre Anteile □ gelöste Anteile

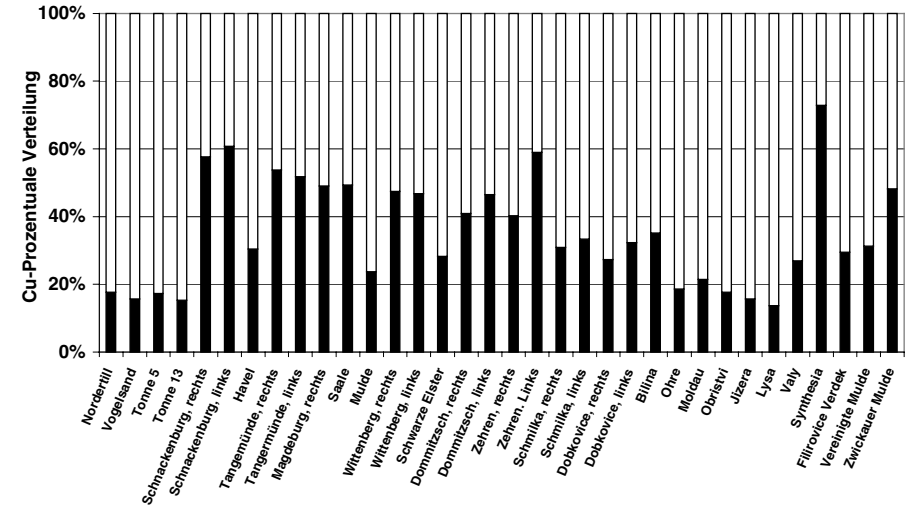


HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abb. 12: Gelöste und partikuläre Anteile der Elemente an der Gesamtkonzentration – Fortsetzung

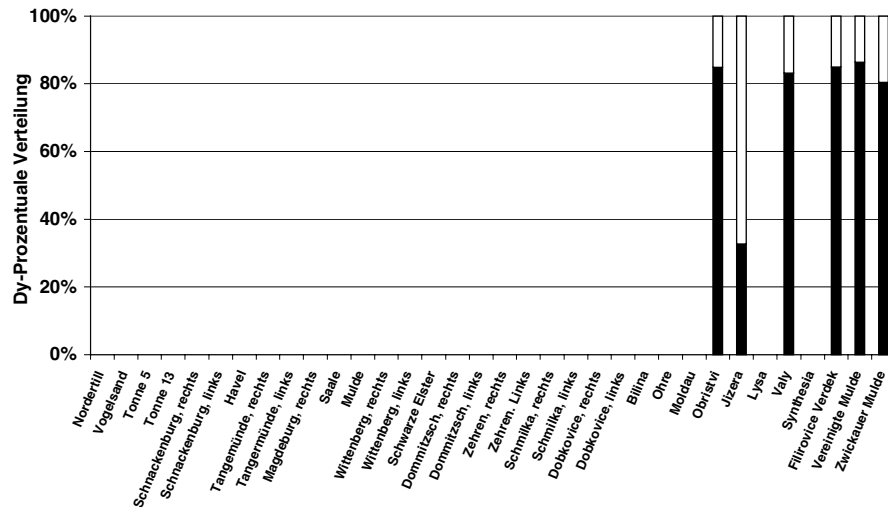
Cs ■ partikuläre Anteile □ gelöste Anteile



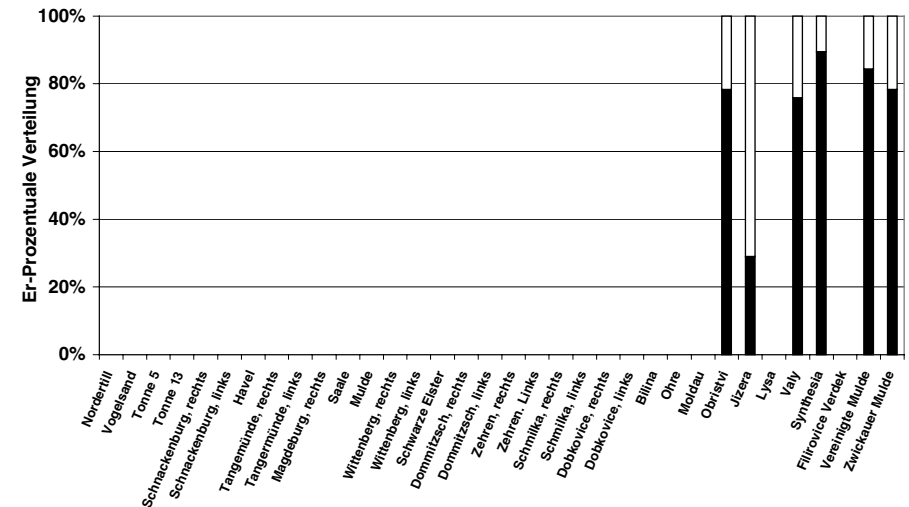
Cu ■ partikuläre Anteile □ gelöste Anteile



Dy ■ partikuläre Anteile □ gelöste Anteile

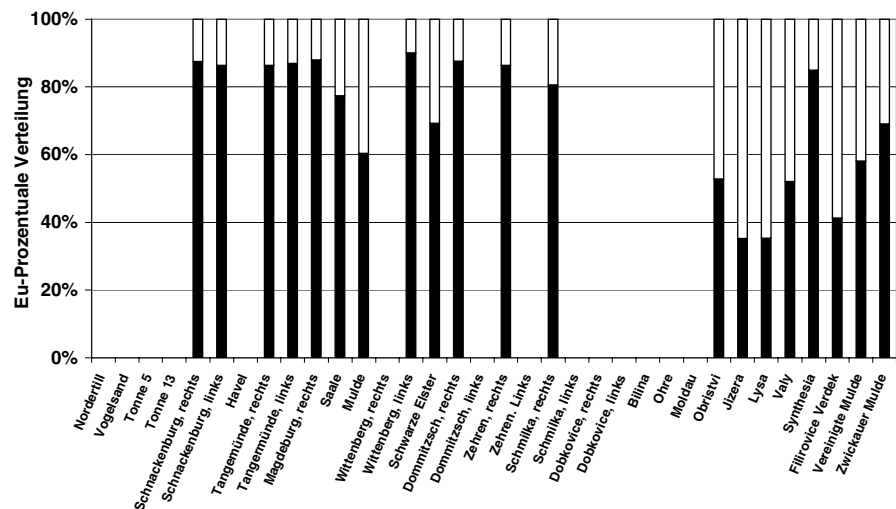


Er ■ partikuläre Anteile □ gelöste Anteile

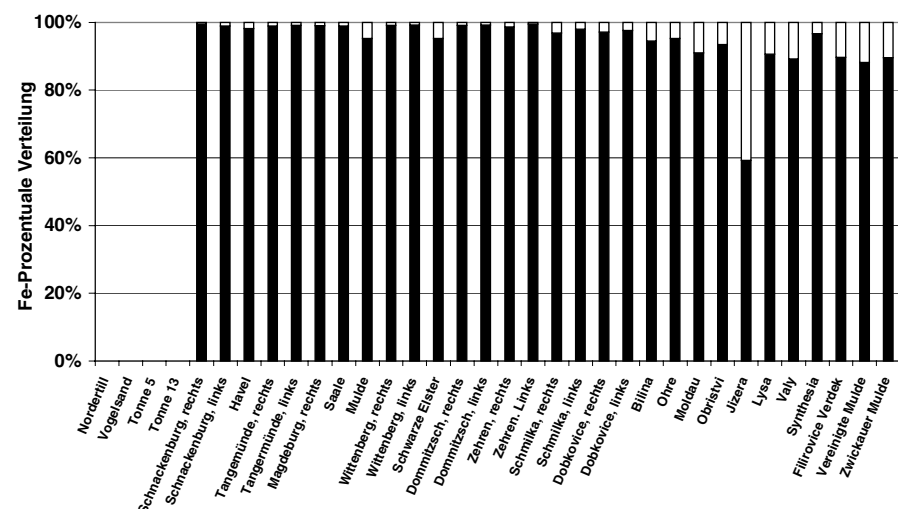


HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abb. 12: Gelöste und partikuläre Anteile der Elemente an der Gesamtkonzentration – Fortsetzung

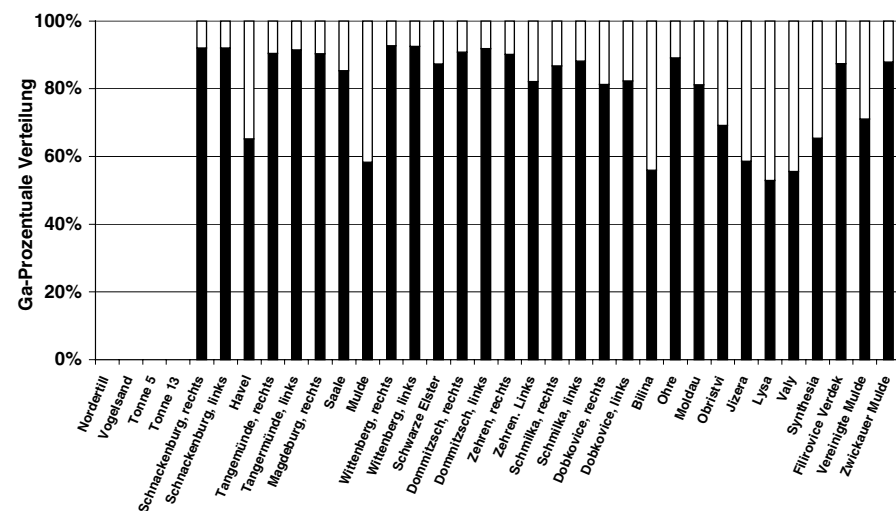
Eu ■ partikuläre Anteile □ gelöste Anteile



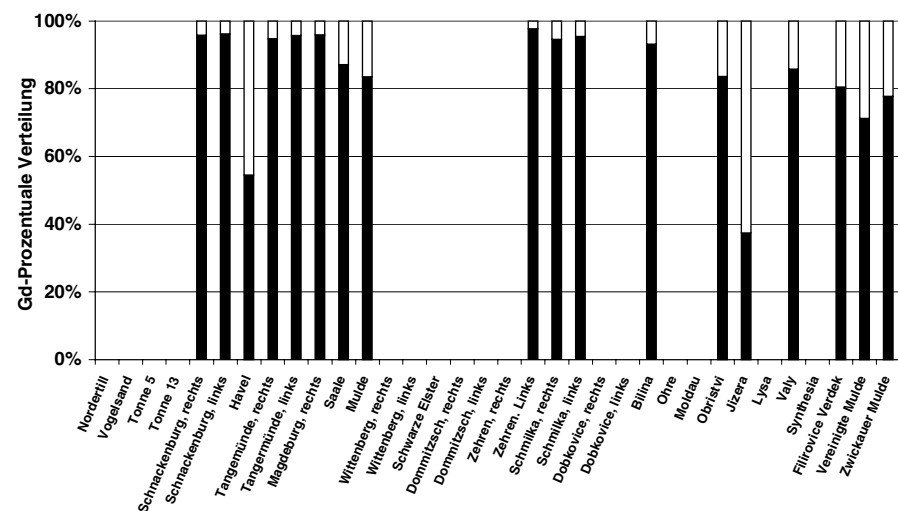
Fe ■ partikuläre Anteile □ gelöste Anteile



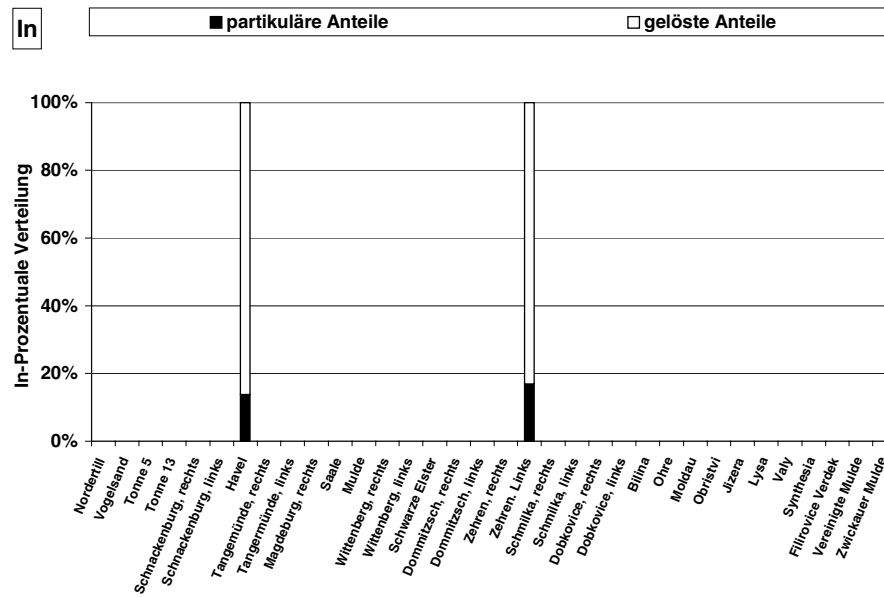
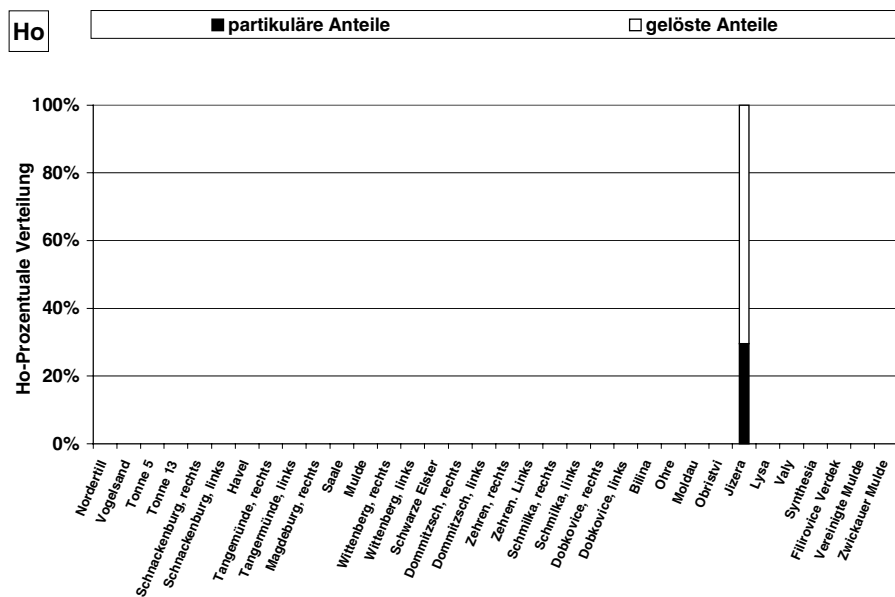
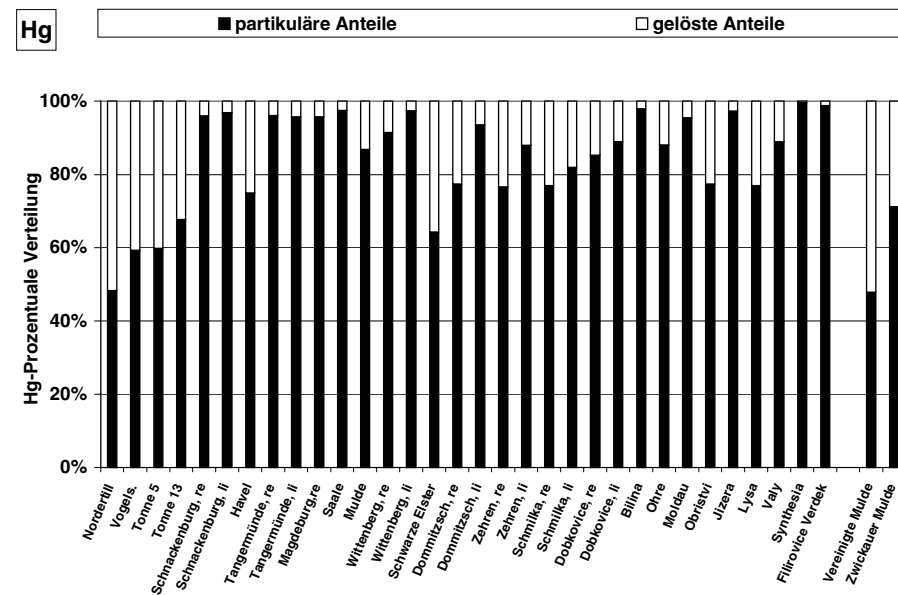
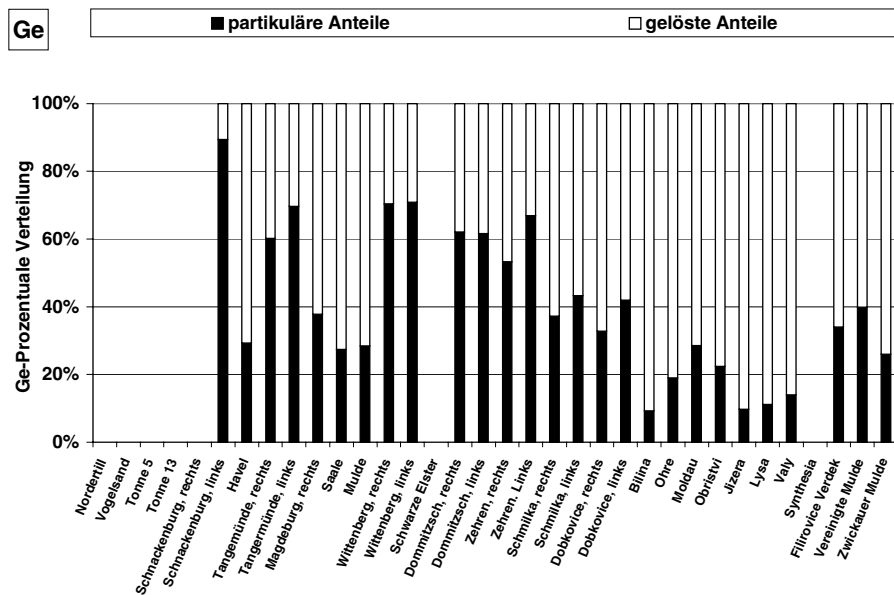
Ga ■ partikuläre Anteile □ gelöste Anteile



Gd ■ partikuläre Anteile □ gelöste Anteile

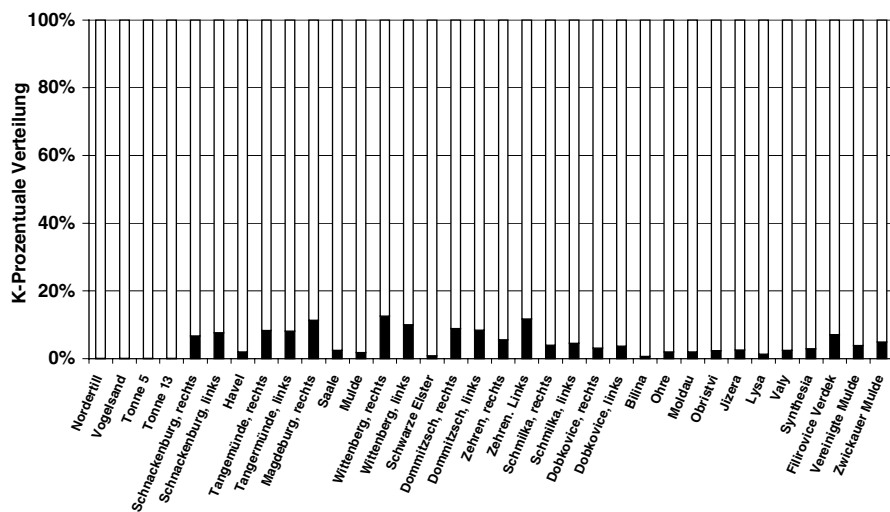


HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abb. 12: Gelöste und partikuläre Anteile der Elemente an der Gesamtkonzentration – Fortsetzung

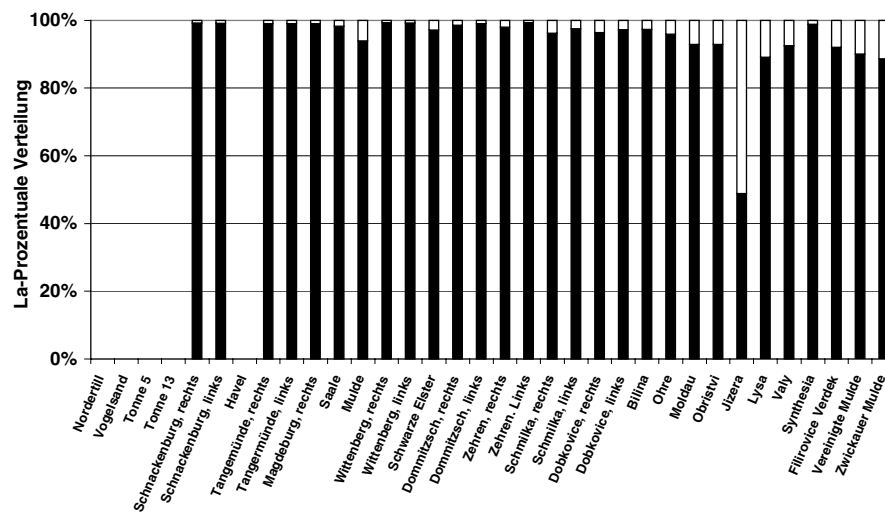


HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abb. 12: Gelöste und partikuläre Anteile der Elemente an der Gesamtkonzentration – Fortsetzung

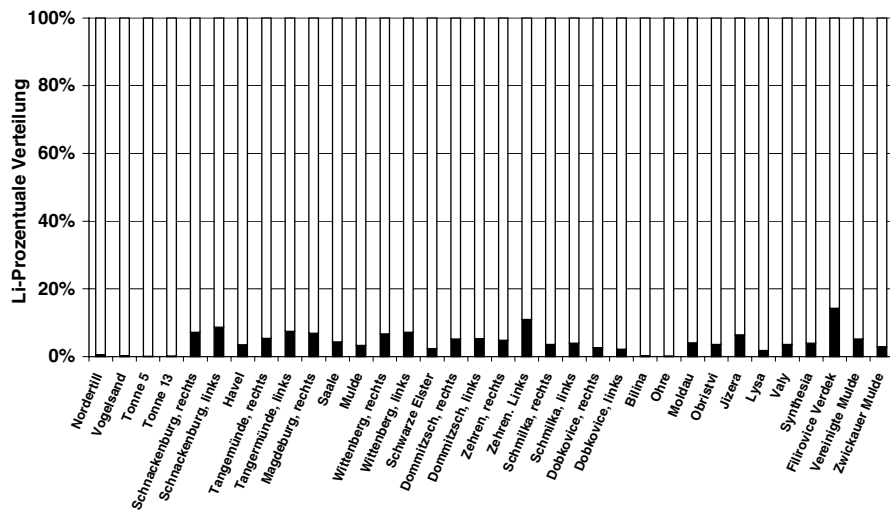
K ■ partikuläre Anteile □ gelöste Anteile



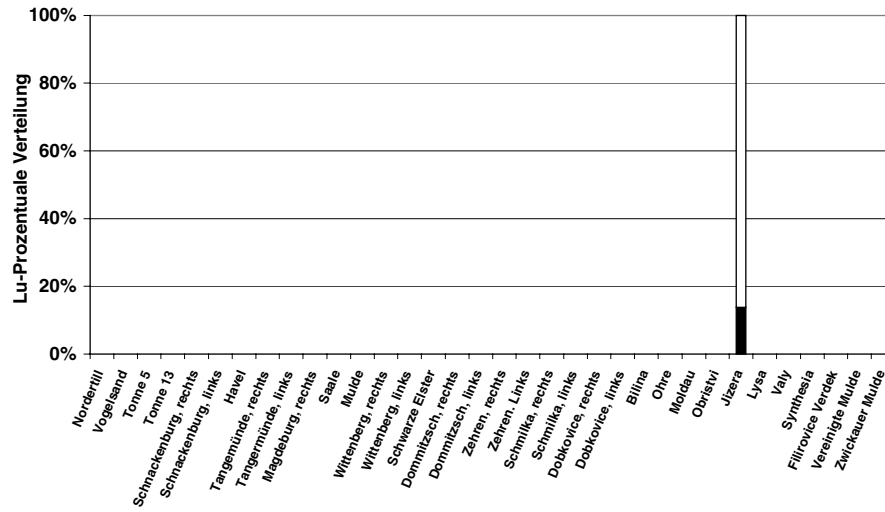
La ■ partikuläre Anteile □ gelöste Anteile



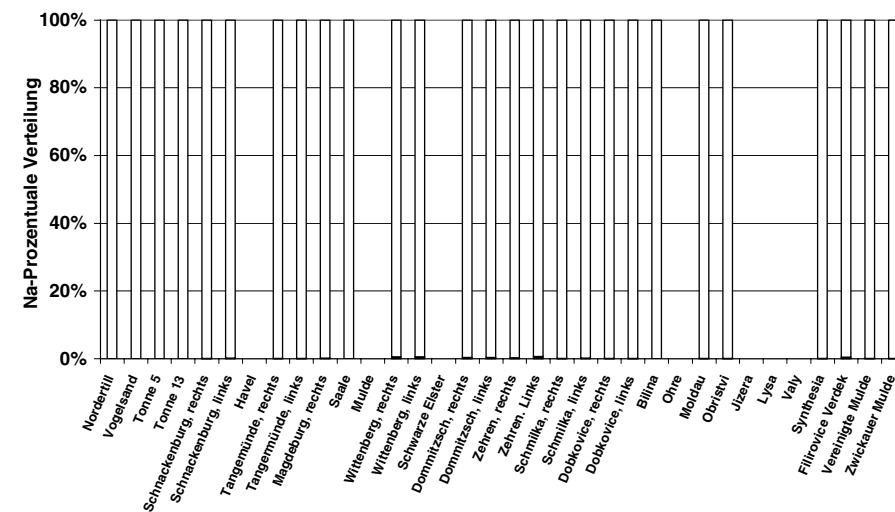
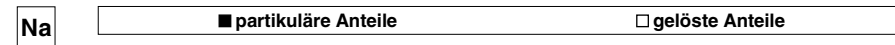
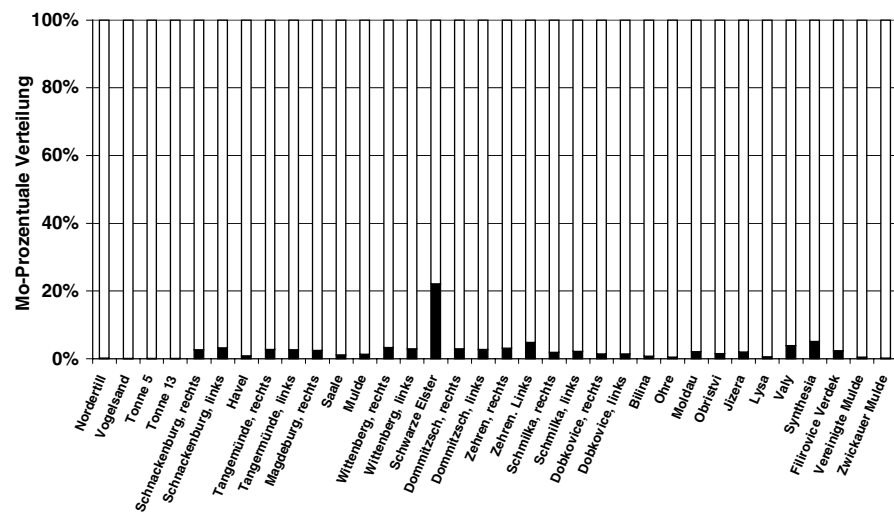
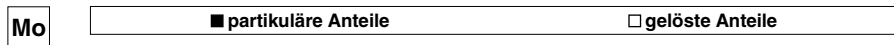
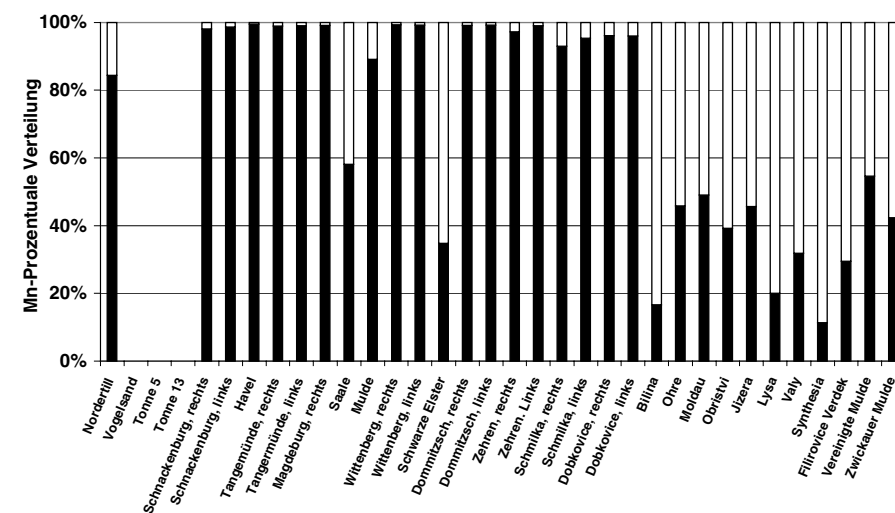
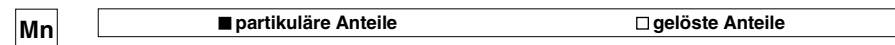
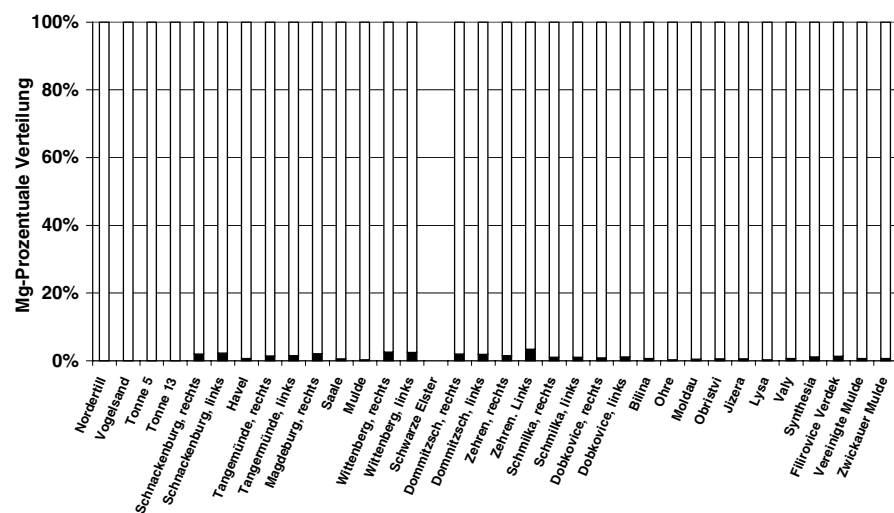
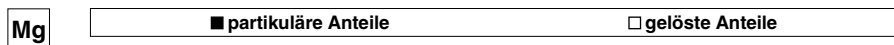
Li ■ partikuläre Anteile □ gelöste Anteile



Lu ■ partikuläre Anteile □ gelöste Anteile

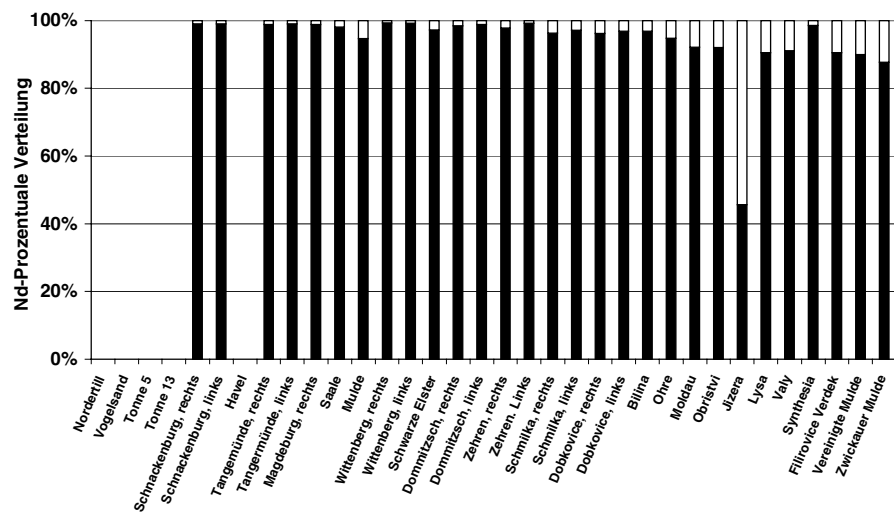


HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abb. 12: Gelöste und partikuläre Anteile der Elemente an der Gesamtkonzentration – Fortsetzung

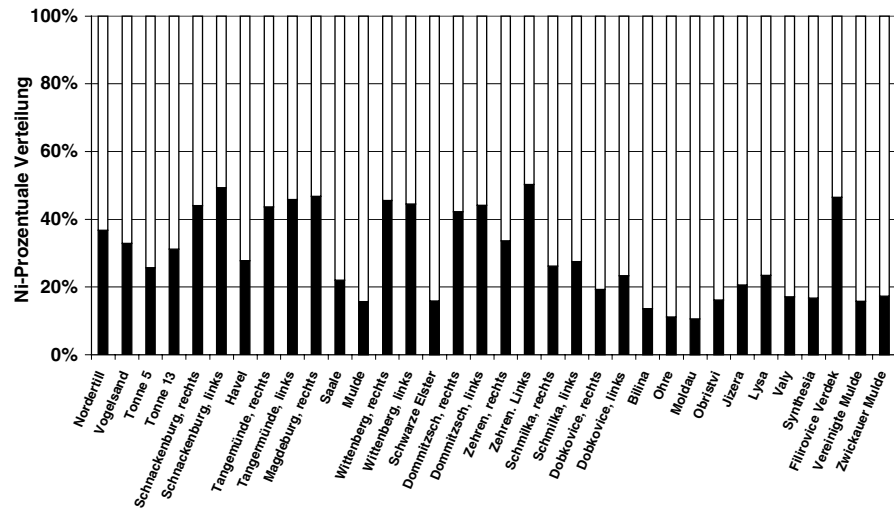


HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abb. 12: Gelöste und partikuläre Anteile der Elemente an der Gesamtkonzentration – Fortsetzung

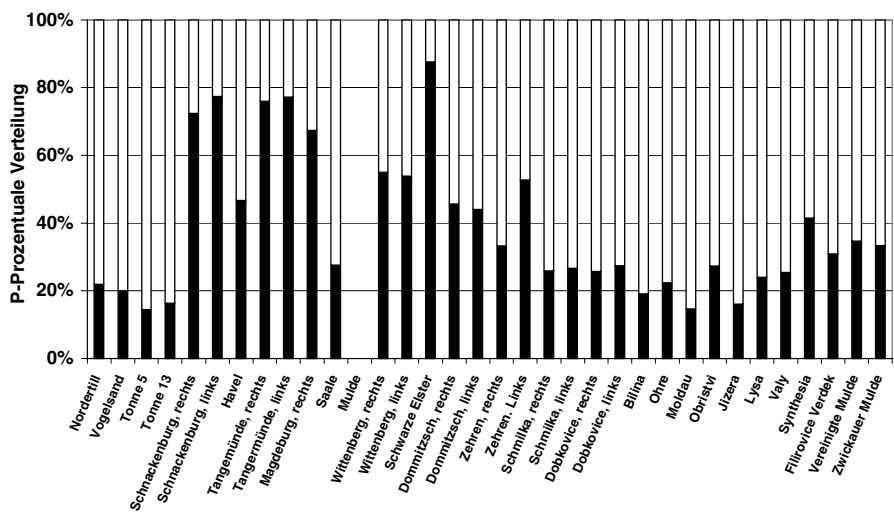
Nd ■ partikuläre Anteile □ gelöste Anteile



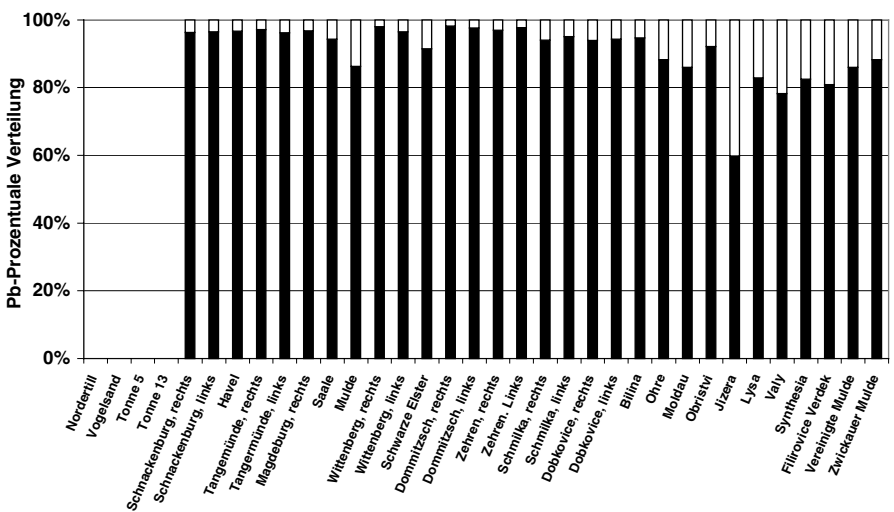
Ni ■ partikuläre Anteile □ gelöste Anteile



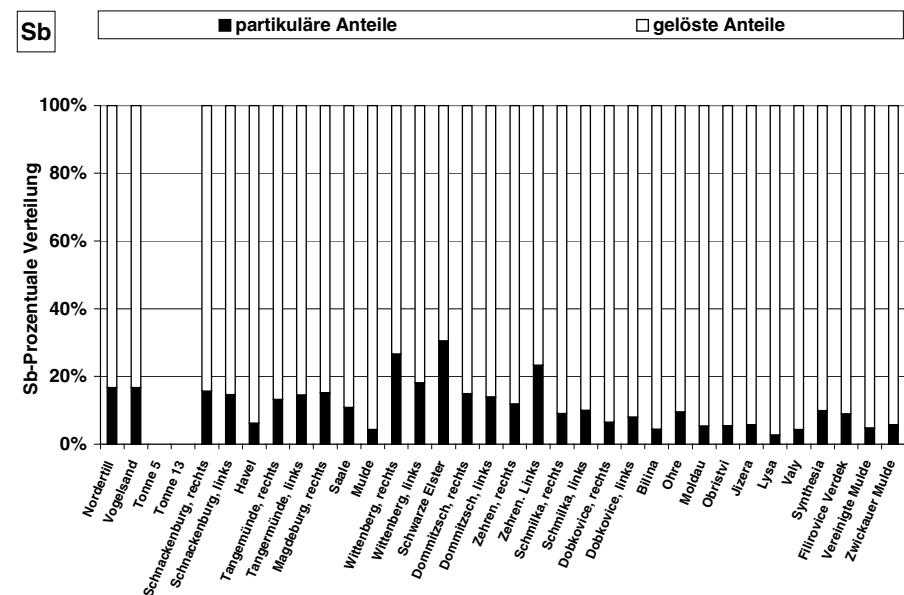
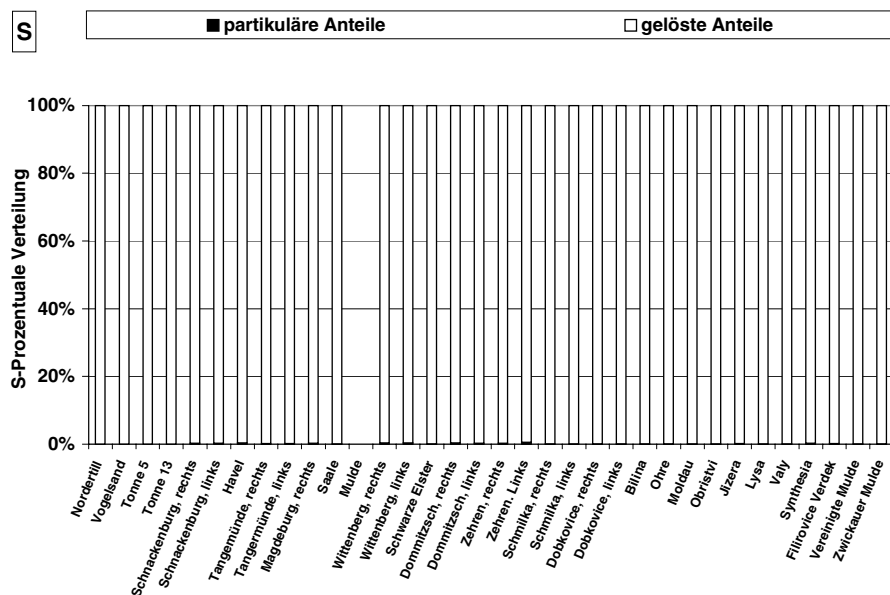
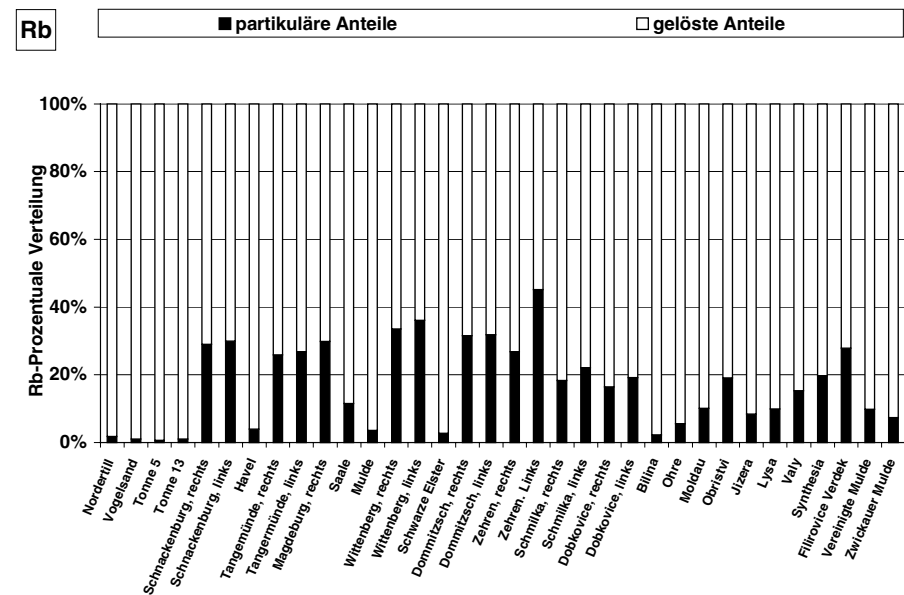
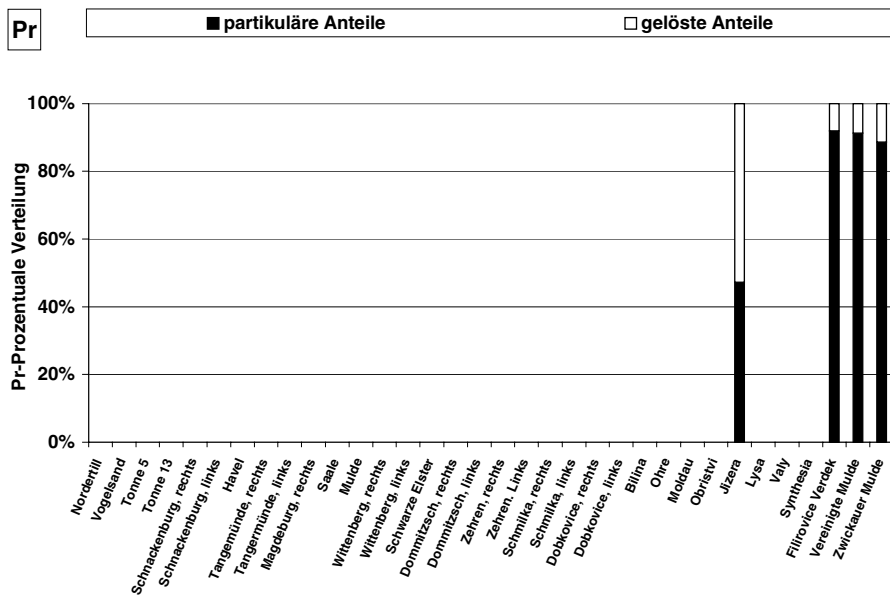
P ■ partikuläre Anteile □ gelöste Anteile



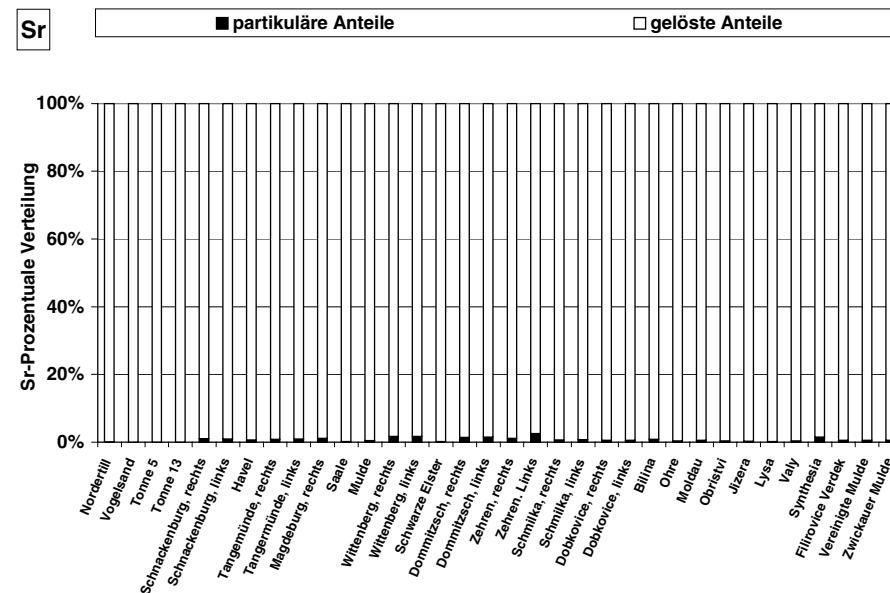
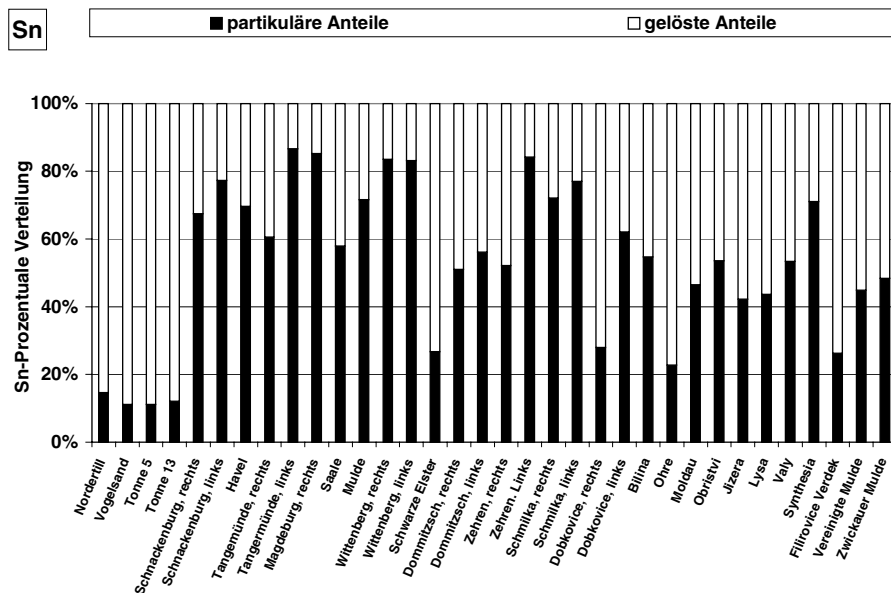
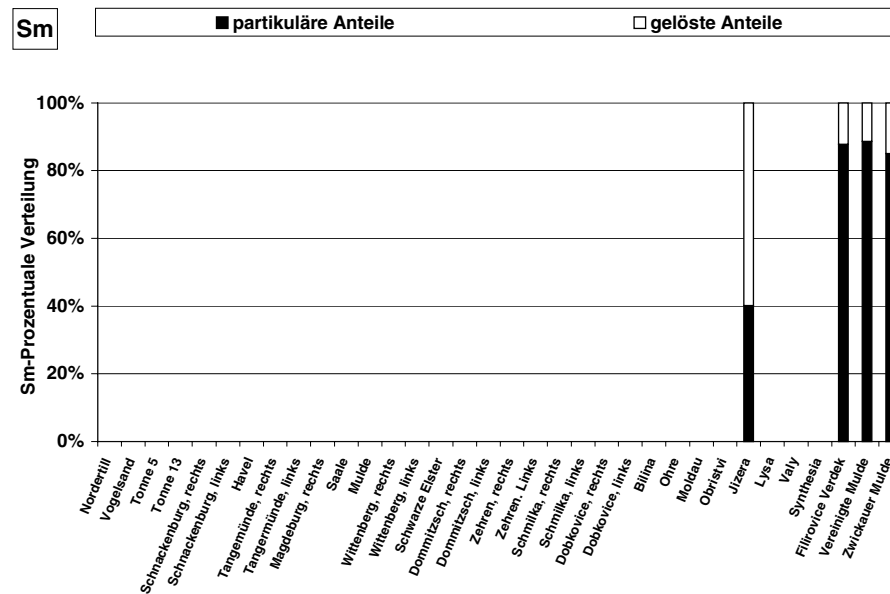
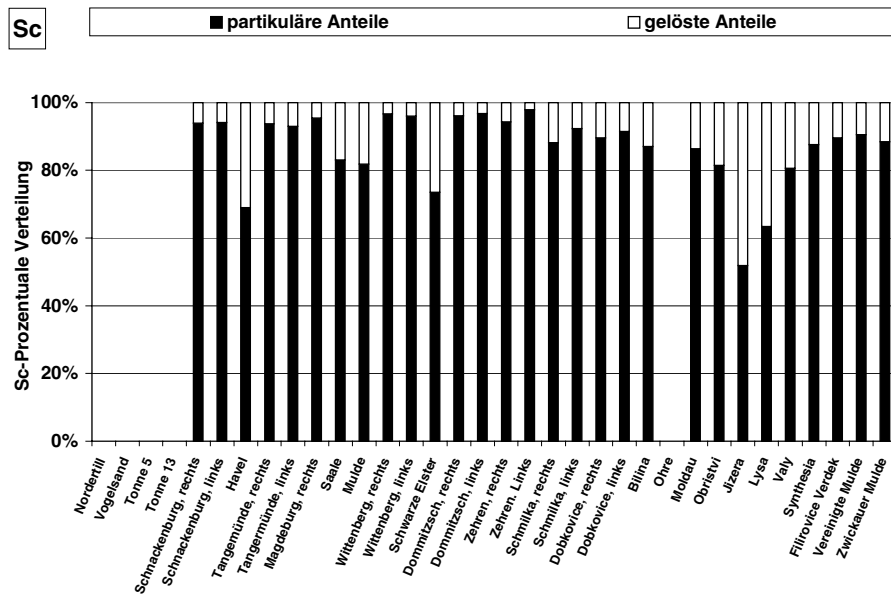
Pb ■ partikuläre Anteile □ gelöste Anteile



HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abb. 12: Gelöste und partikuläre Anteile der Elemente an der Gesamtkonzentration – Fortsetzung

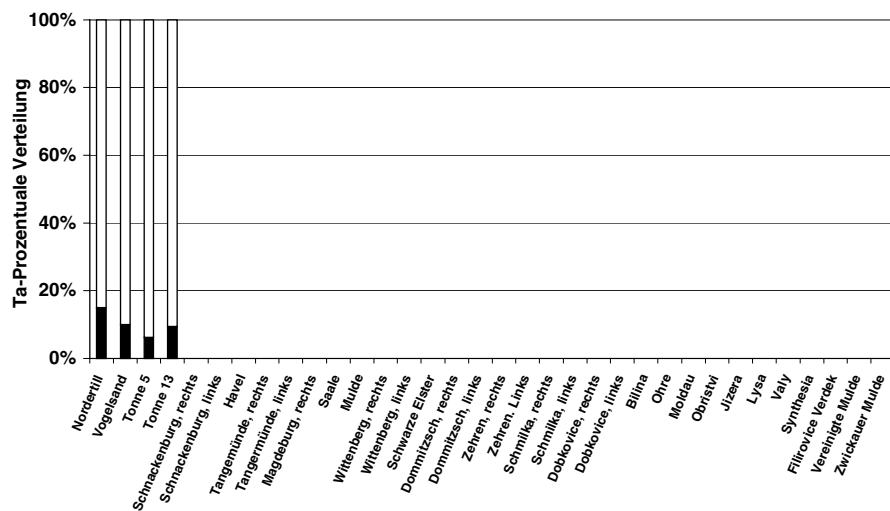


HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abb. 12: Gelöste und partikuläre Anteile der Elemente an der Gesamtkonzentration – Fortsetzung

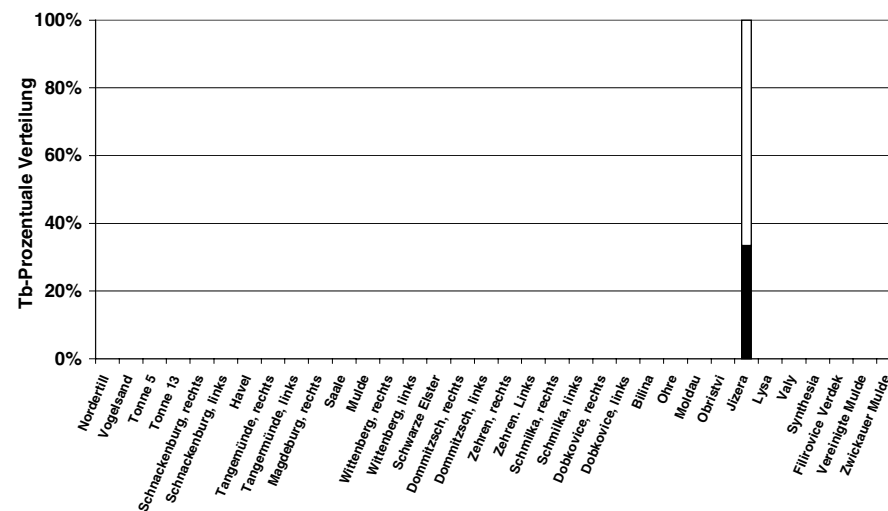


HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abb. 12: Gelöste und partikuläre Anteile der Elemente an der Gesamtkonzentration – Fortsetzung

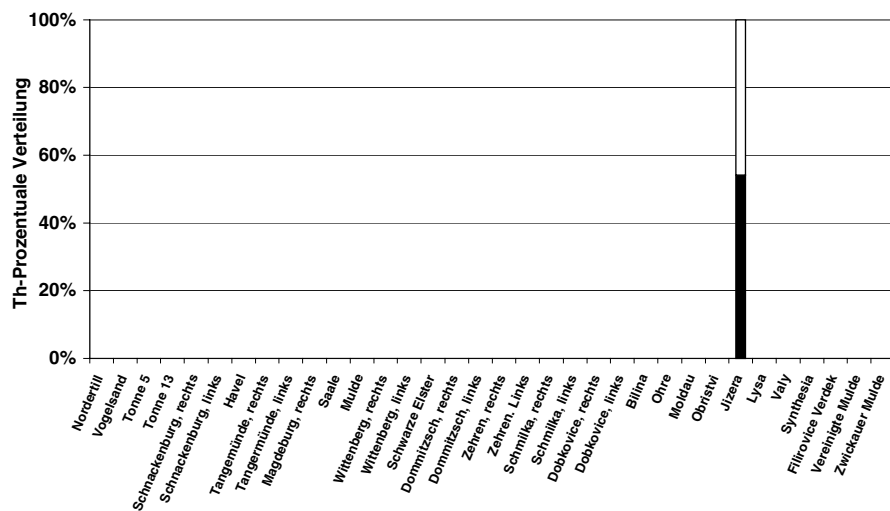
Ta ■ partikuläre Anteile □ gelöste Anteile



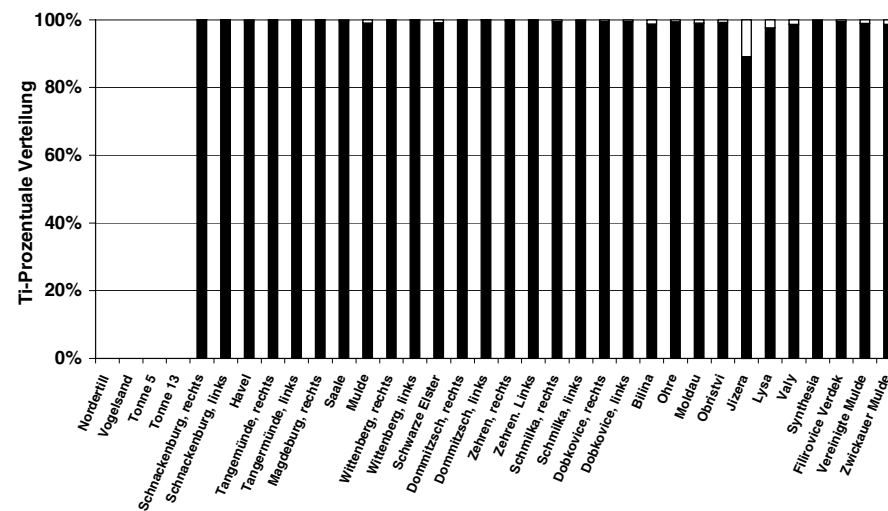
Tb ■ partikuläre Anteile □ gelöste Anteile



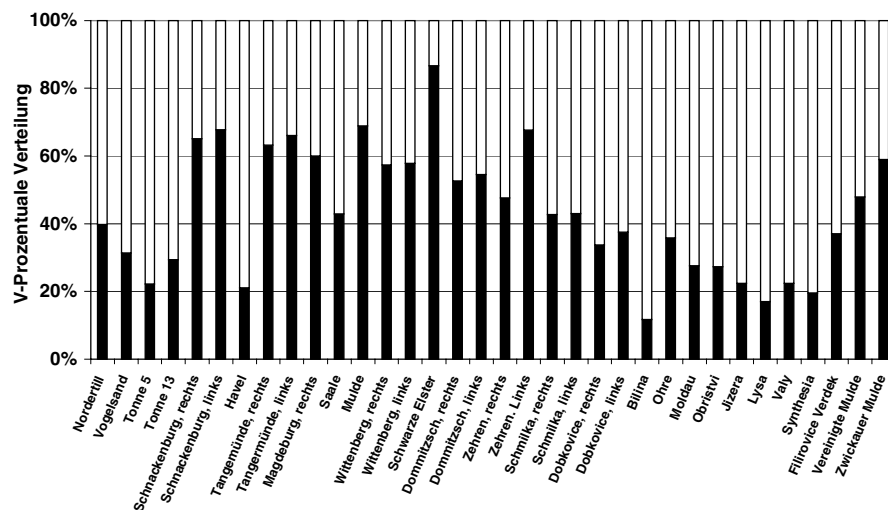
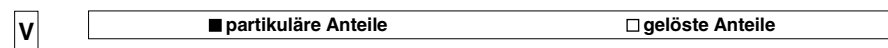
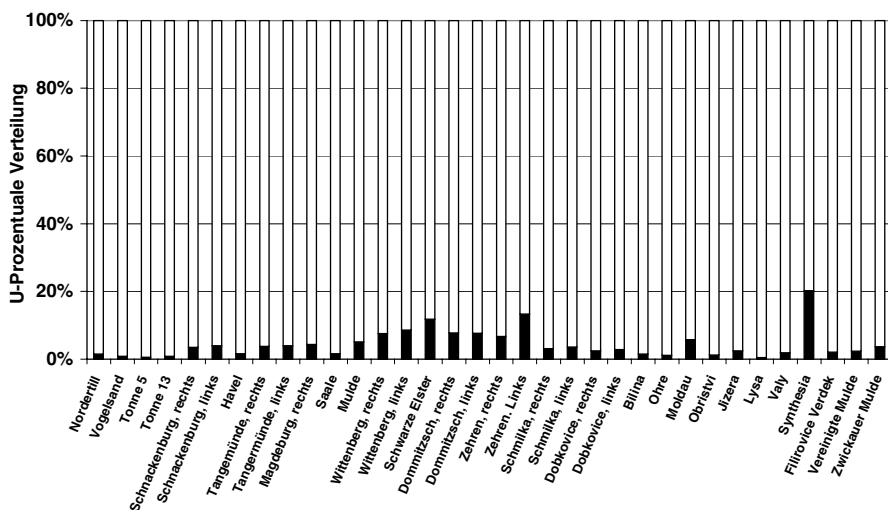
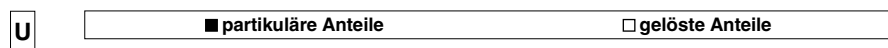
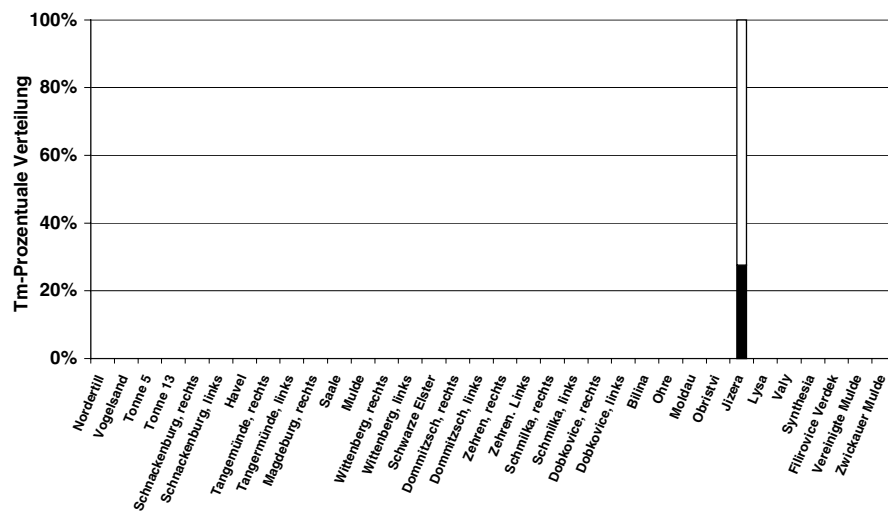
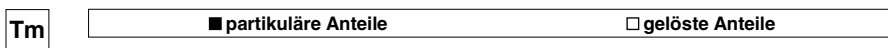
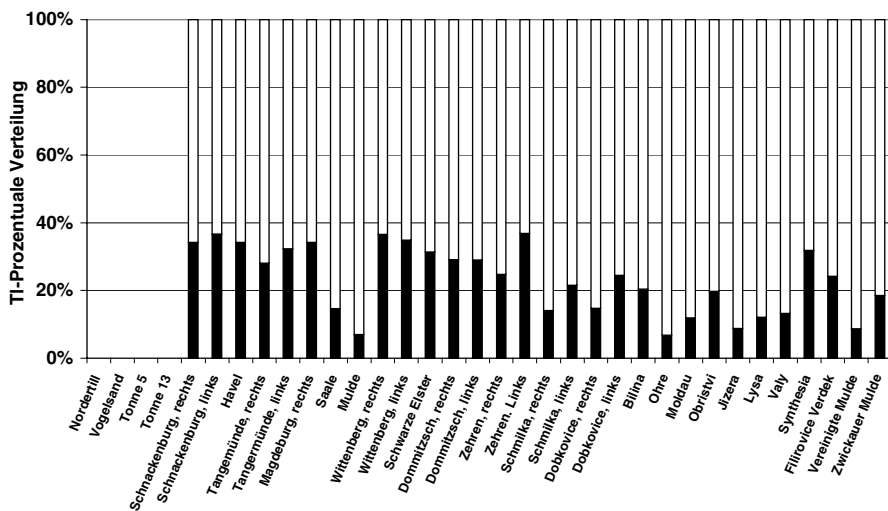
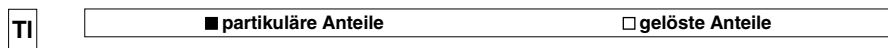
Th ■ partikuläre Anteile □ gelöste Anteile



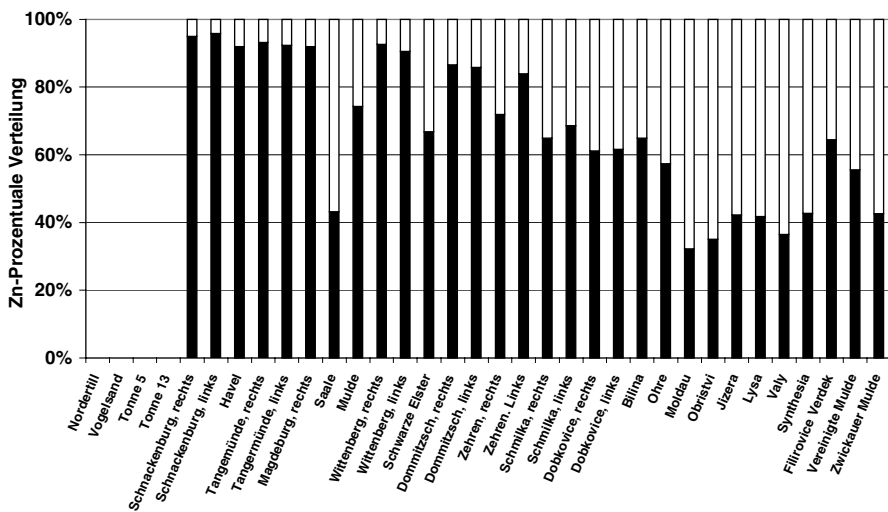
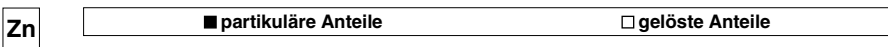
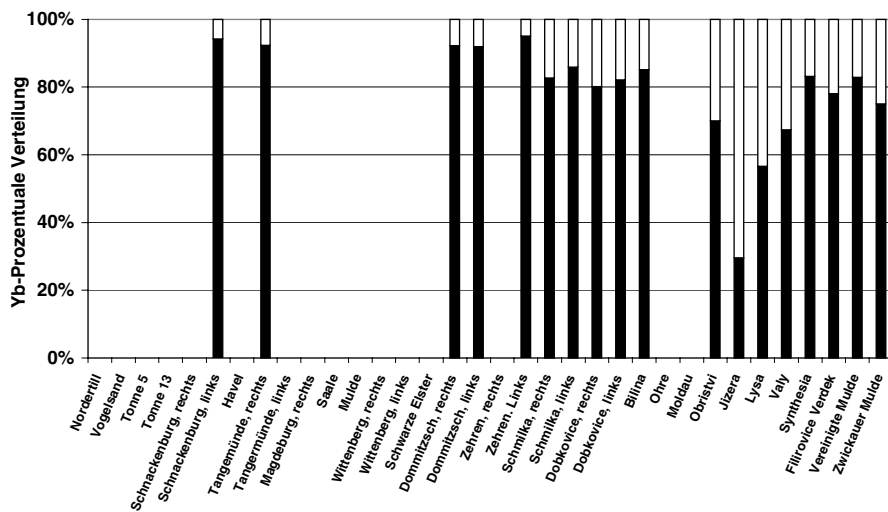
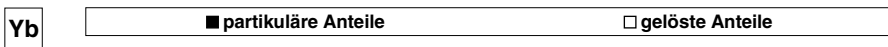
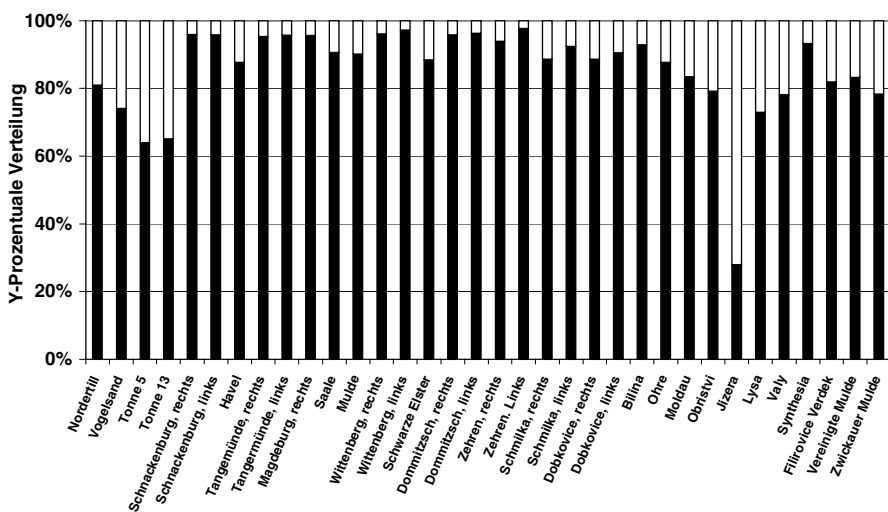
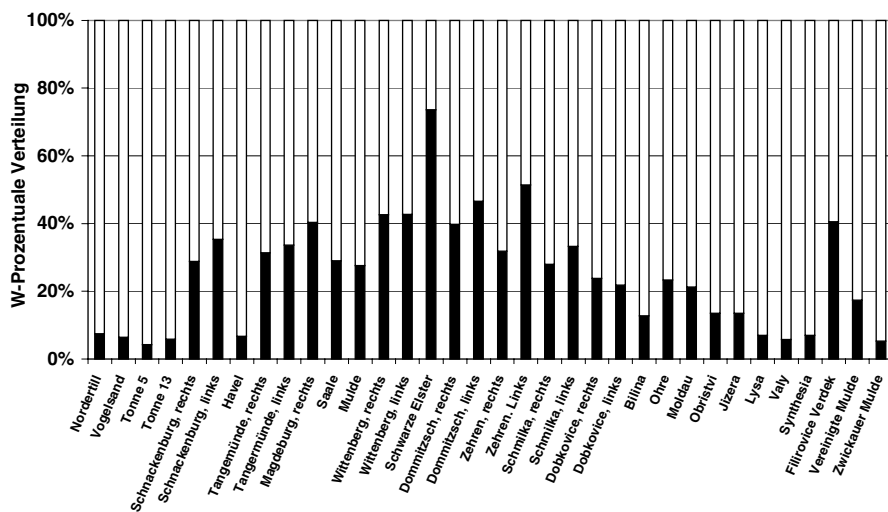
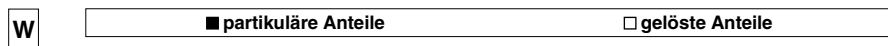
Ti ■ partikuläre Anteile □ gelöste Anteile



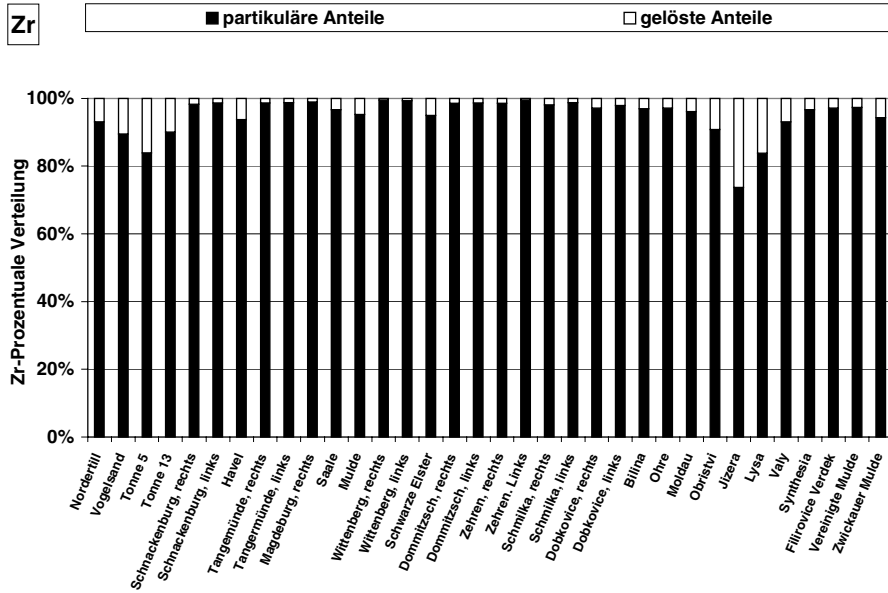
HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abb. 12: Gelöste und partikuläre Anteile der Elemente an der Gesamtkonzentration – Fortsetzung



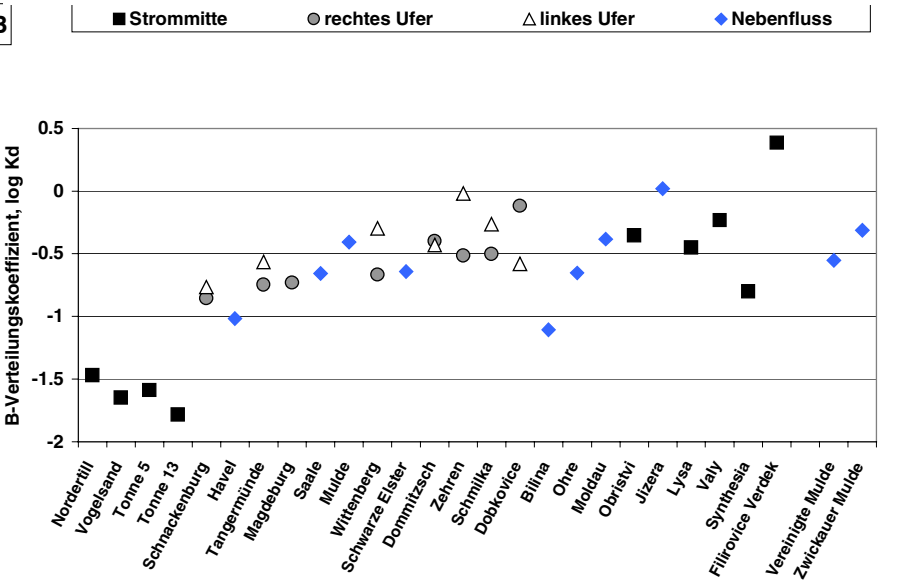
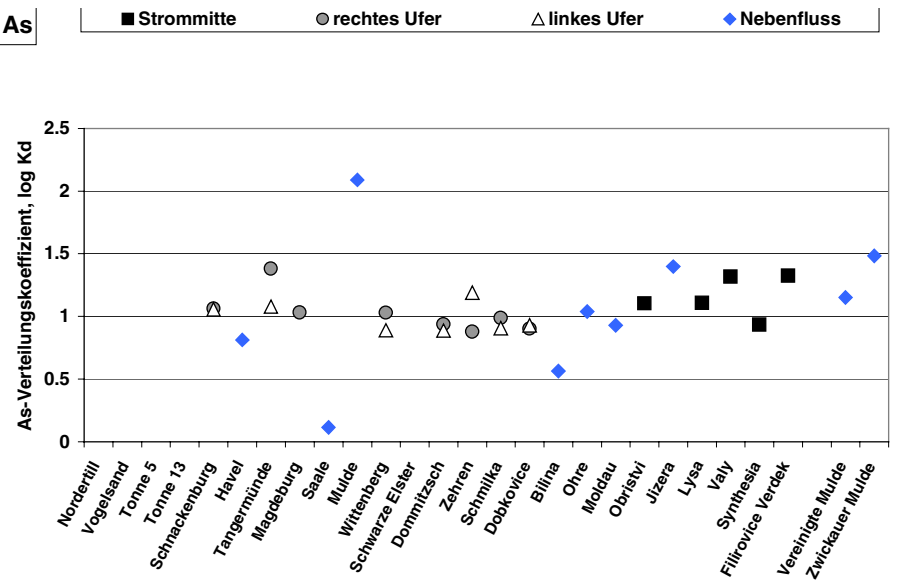
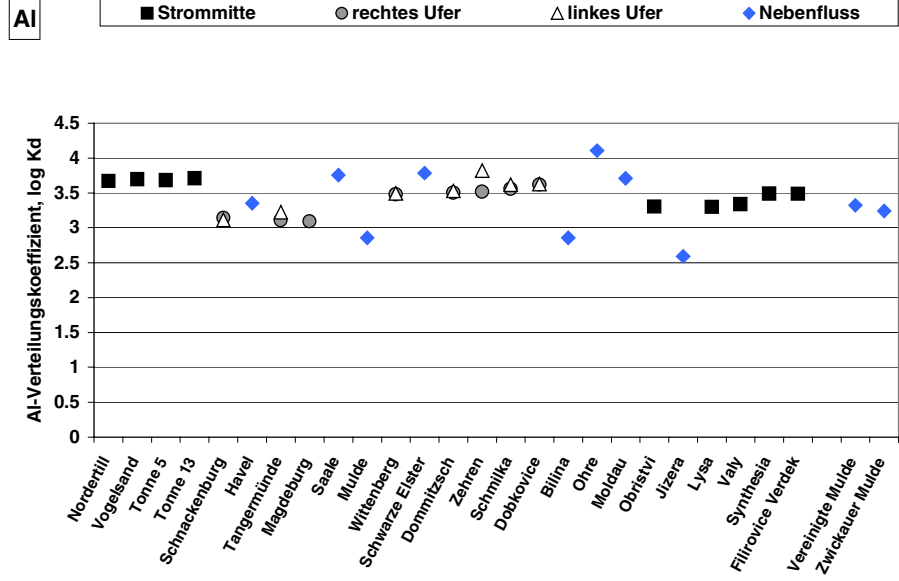
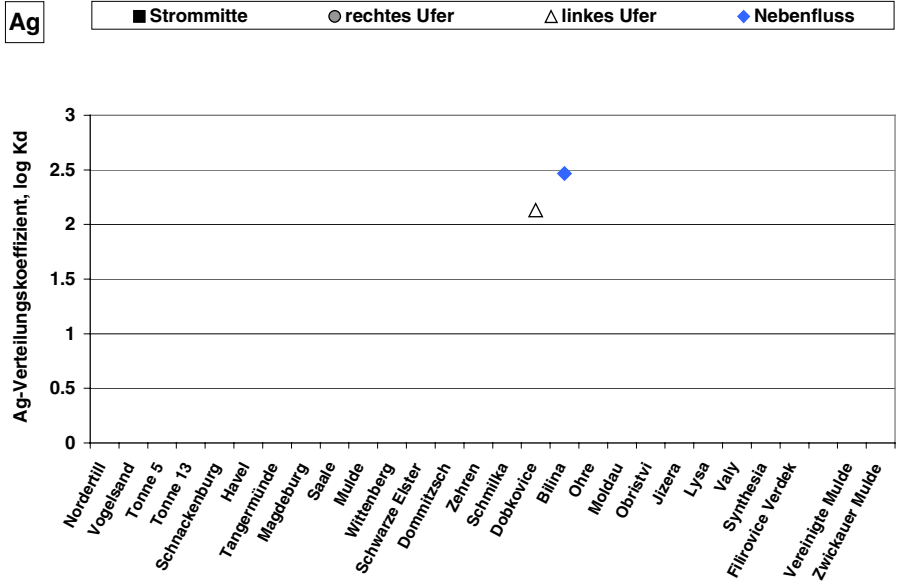
HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abb. 12: Gelöste und partikuläre Anteile der Elemente an der Gesamtkonzentration – Fortsetzung



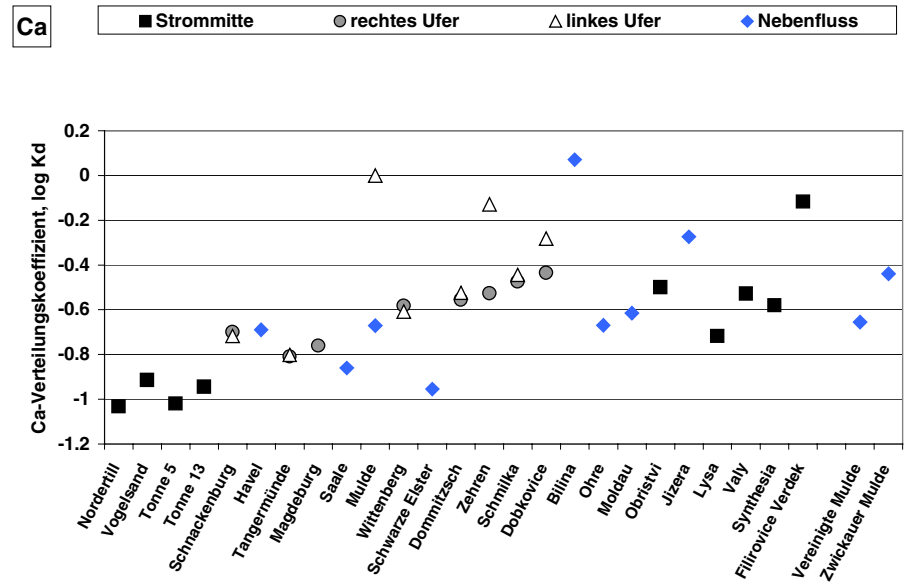
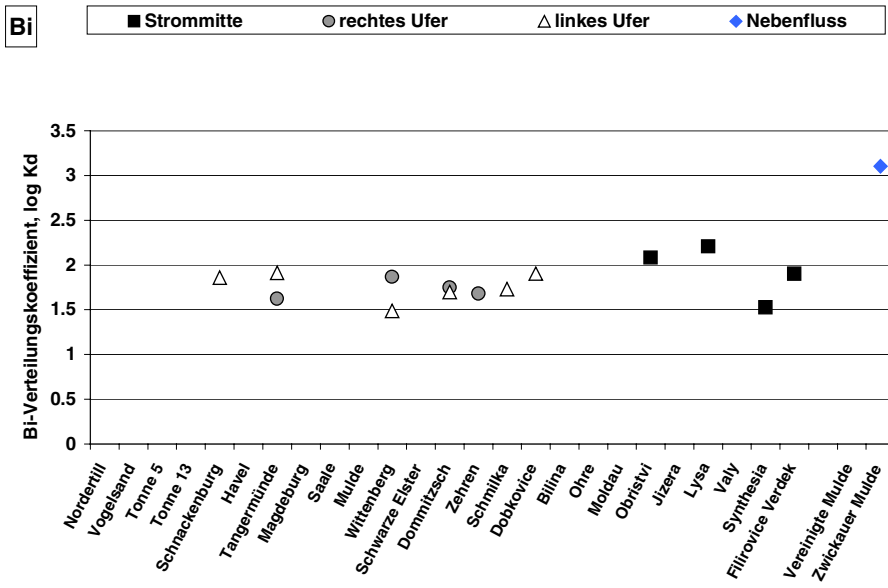
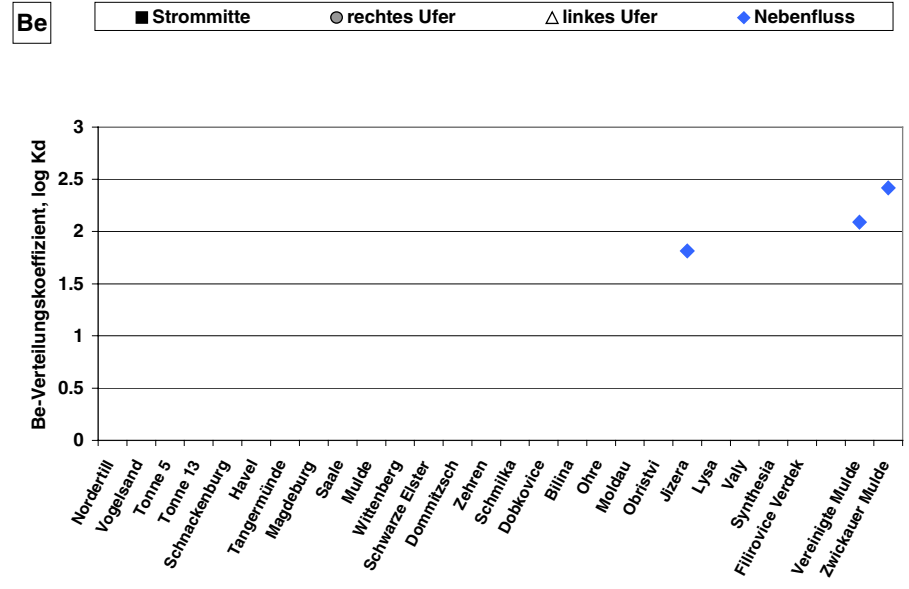
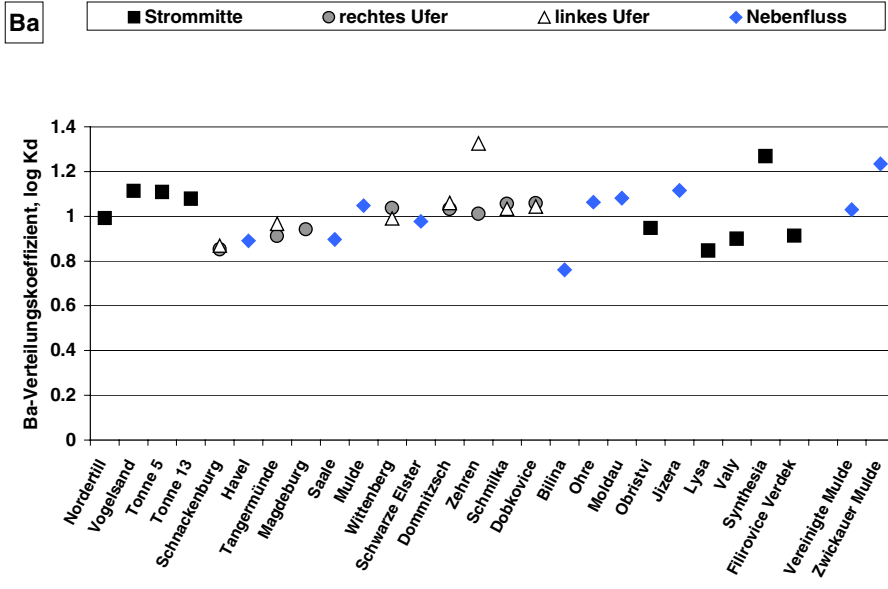
HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abb. 12: Gelöste und partikuläre Anteile der Elemente an der Gesamtkonzentration – Fortsetzung



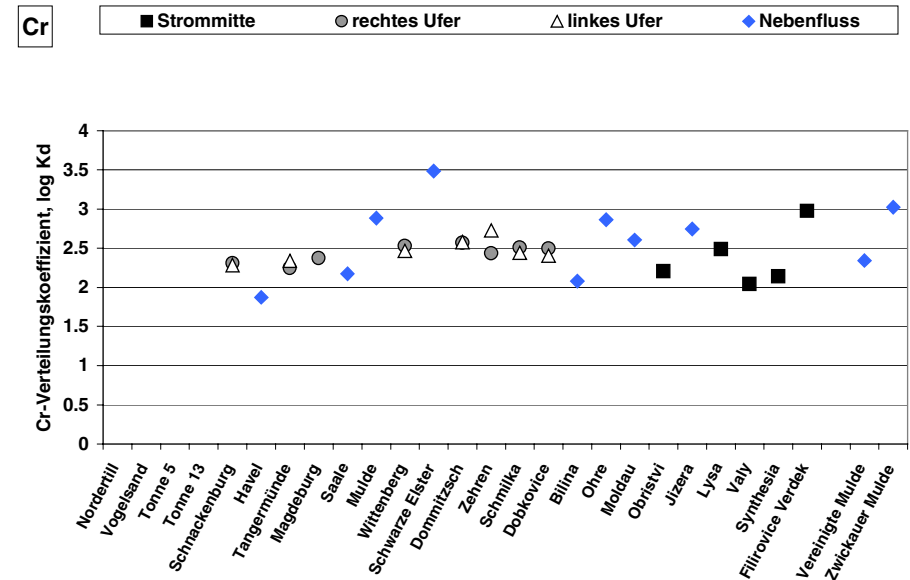
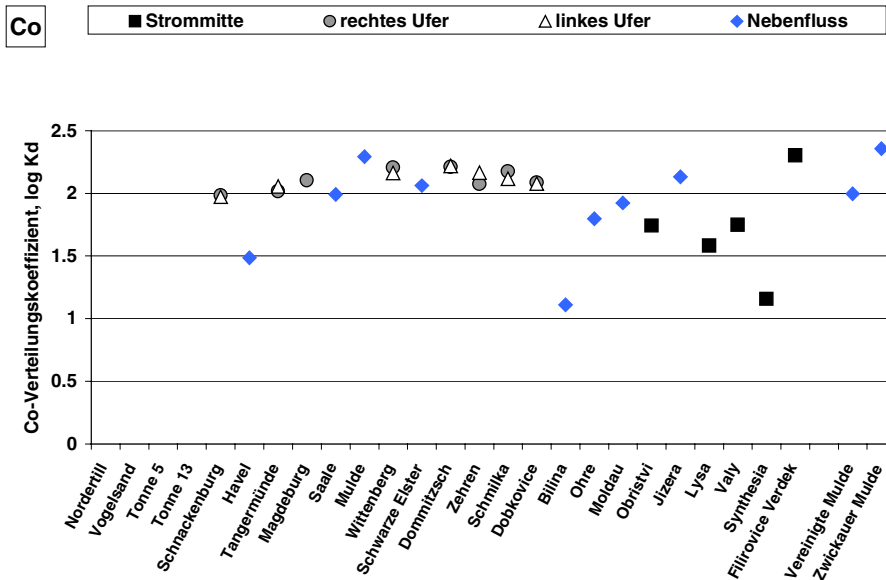
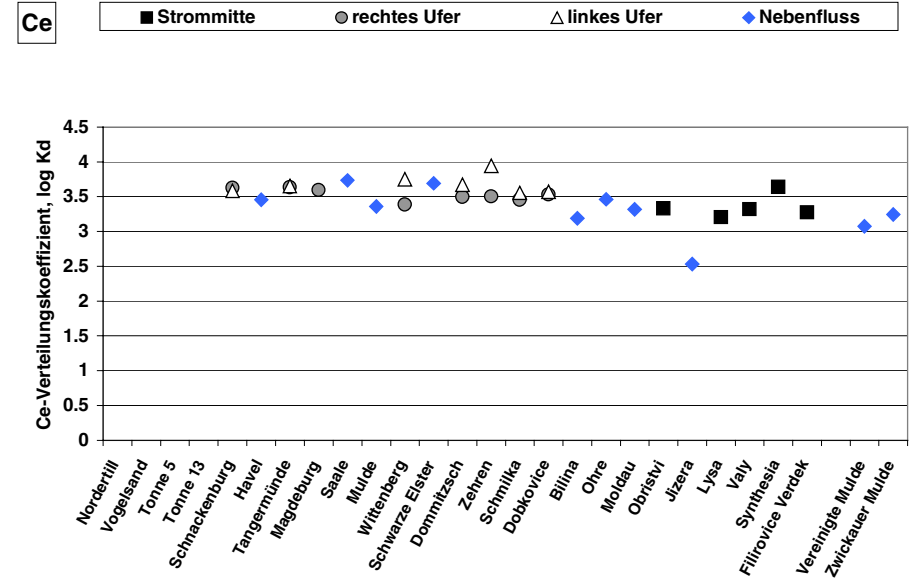
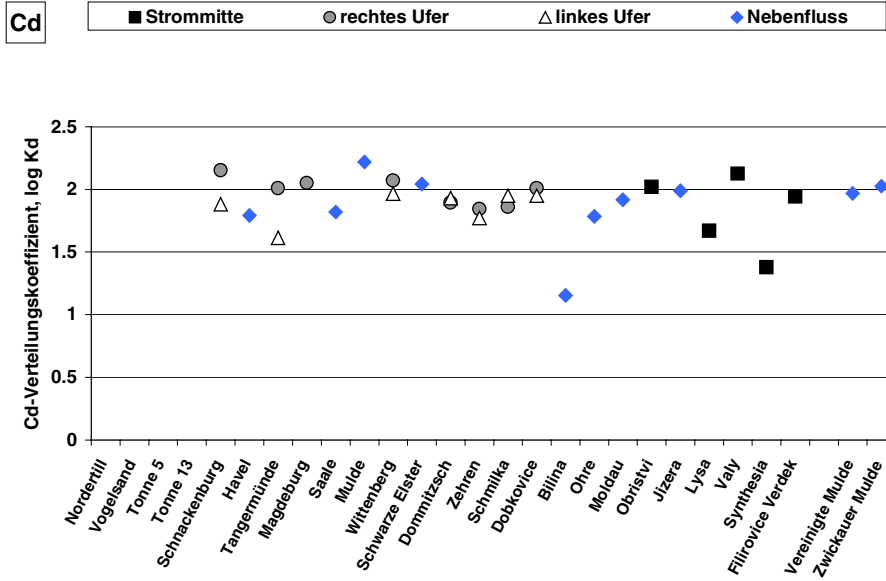
HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abbildungen 13: Verteilungskoeffizienten



HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abbildungen 13: Verteilungskoeffizienten – Fortsetzung

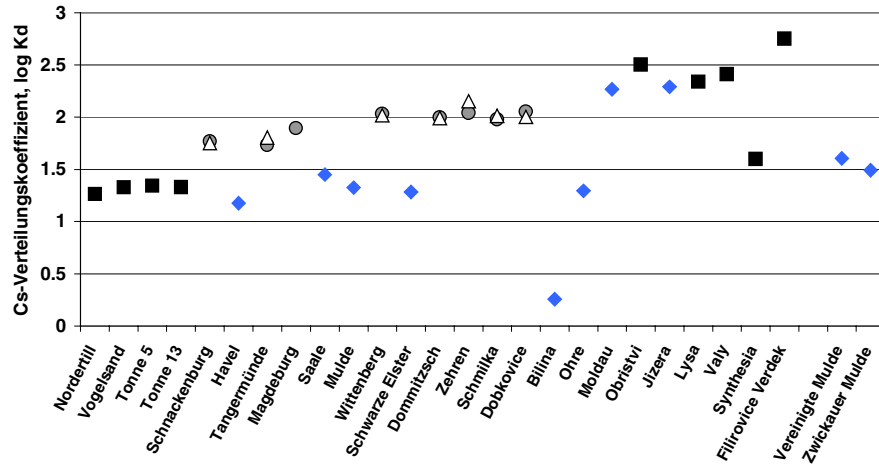


HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abbildungen 13: Verteilungskoeffizienten – Fortsetzung

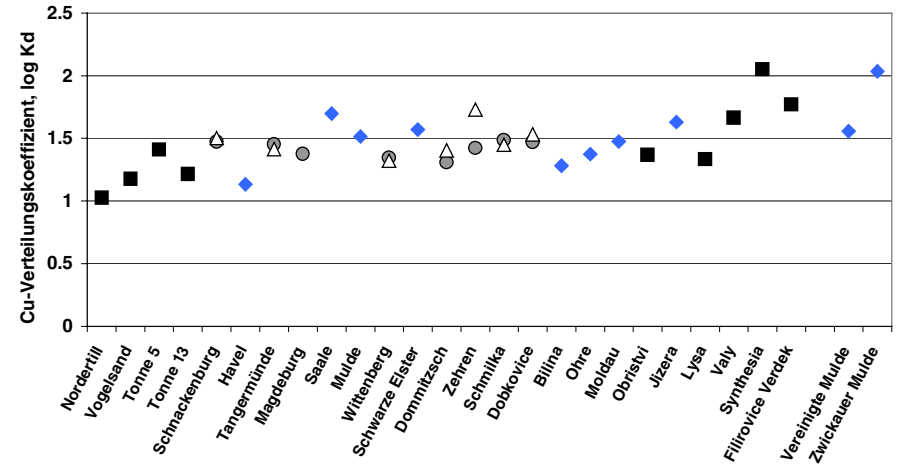


HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abbildungen 13: Verteilungskoeffizienten – Fortsetzung

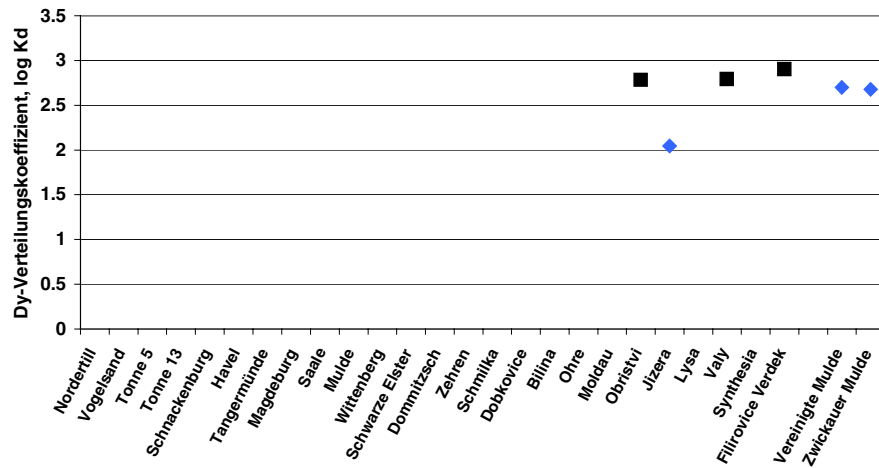
Cs ■ Strommitte ○ rechtes Ufer △ linkes Ufer ◆ Nebenfluss



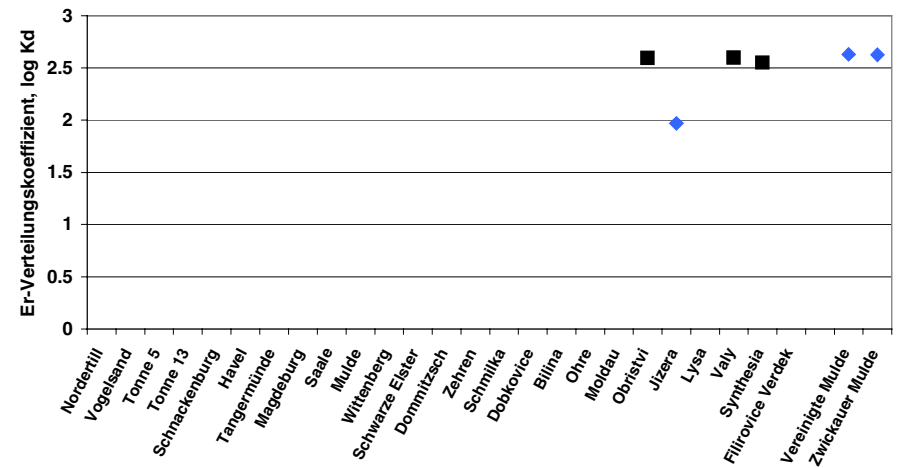
Cu ■ Strommitte ○ rechtes Ufer △ linkes Ufer ◆ Nebenfluss



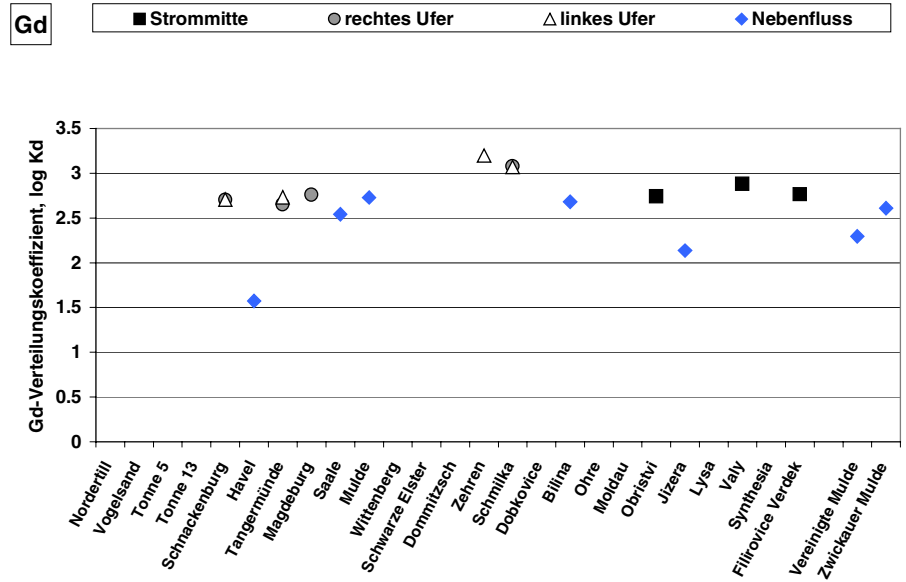
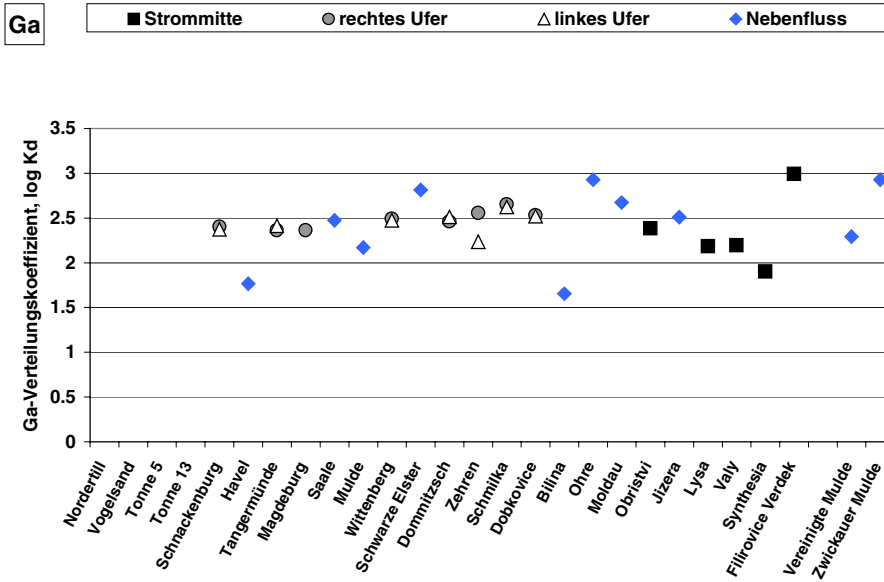
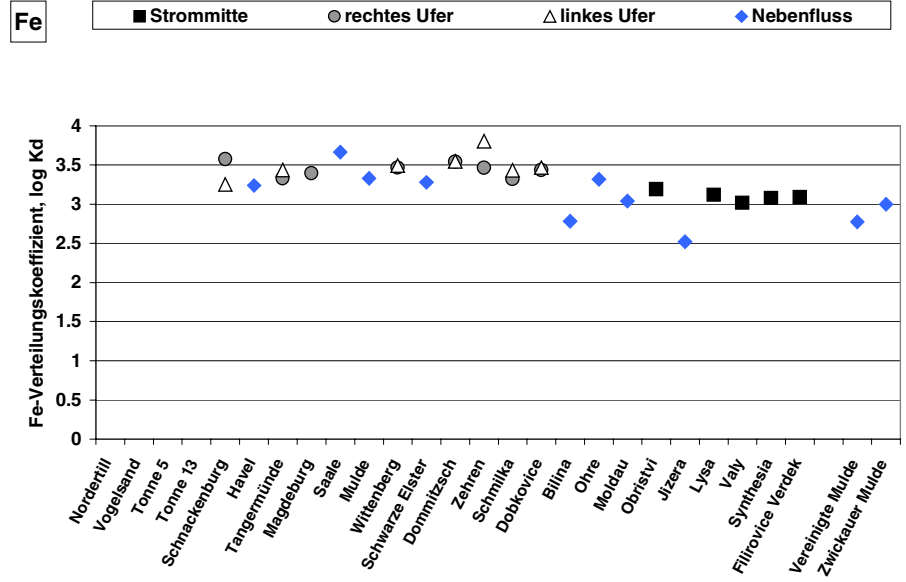
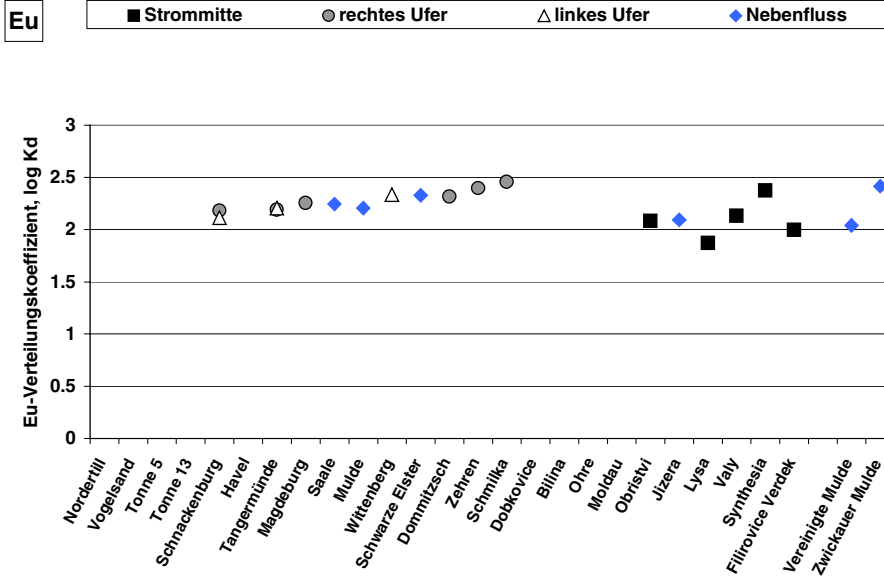
Dy ■ Strommitte ○ rechtes Ufer △ linkes Ufer ◆ Nebenfluss



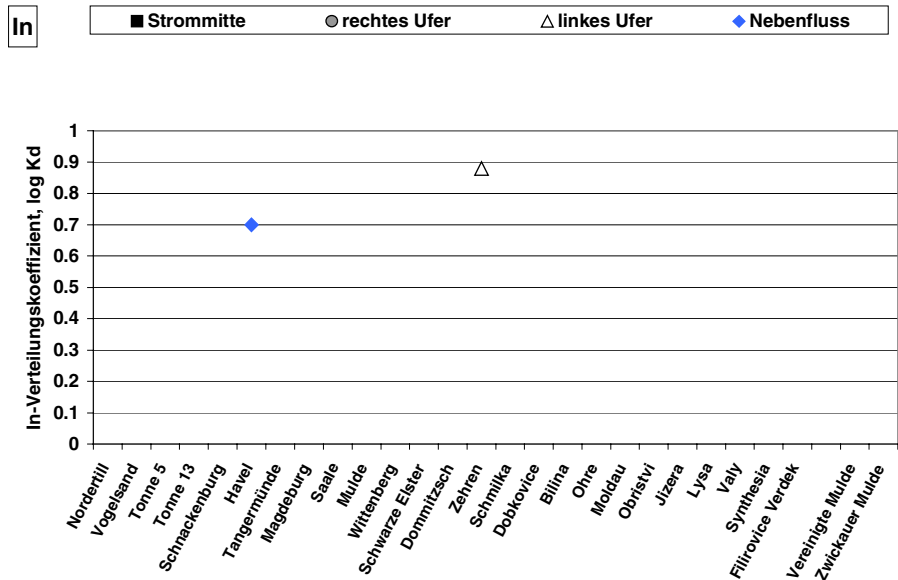
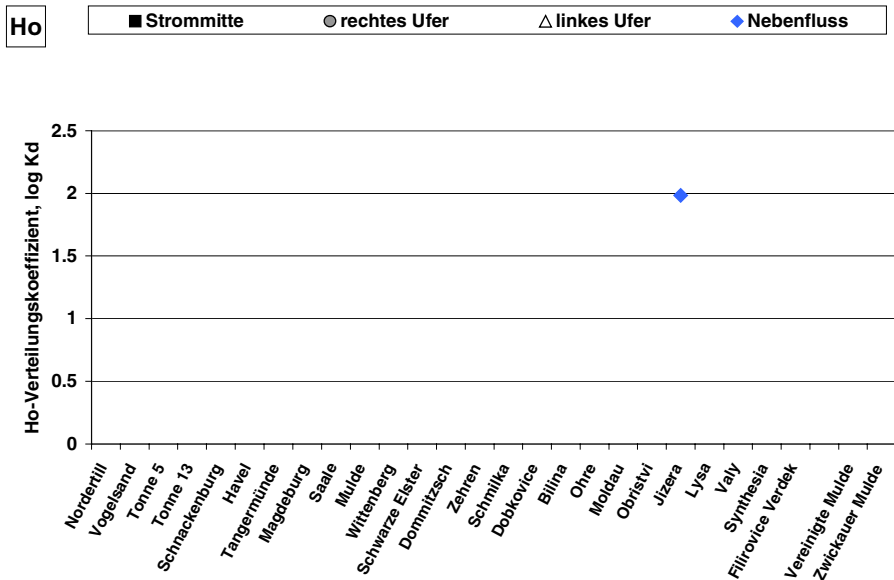
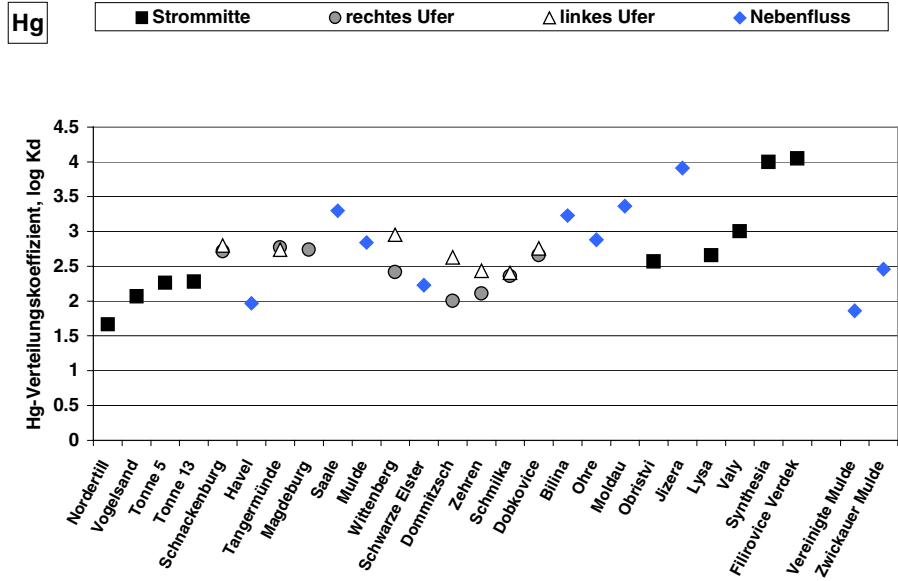
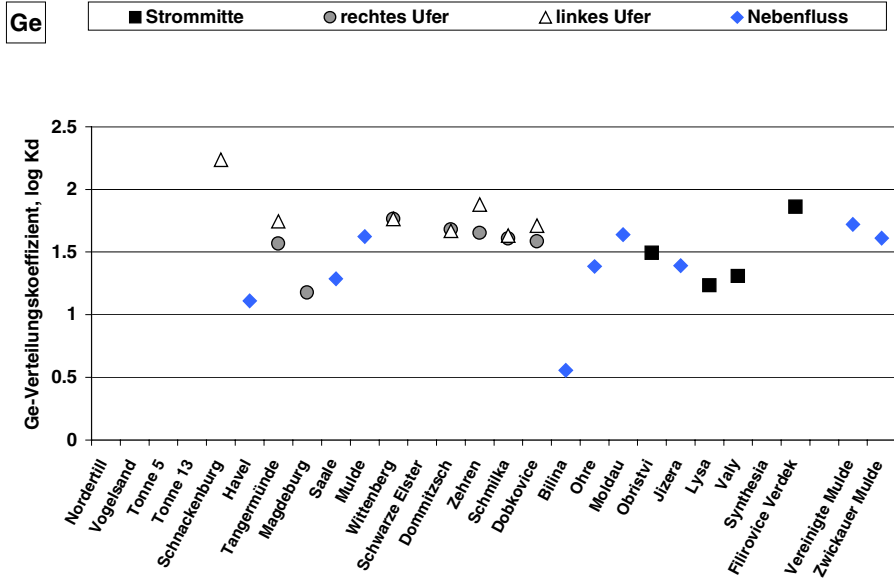
Er ■ Strommitte ○ rechtes Ufer △ linkes Ufer ◆ Nebenfluss



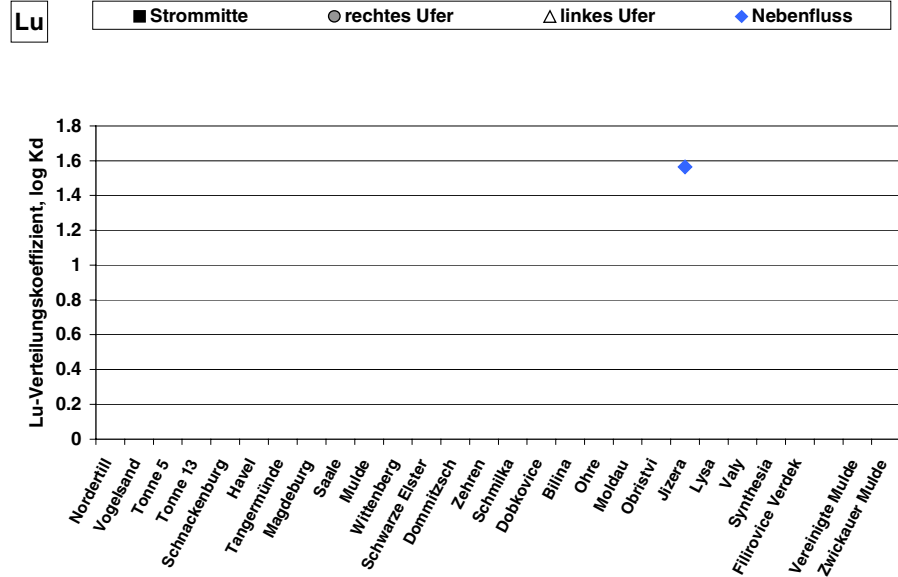
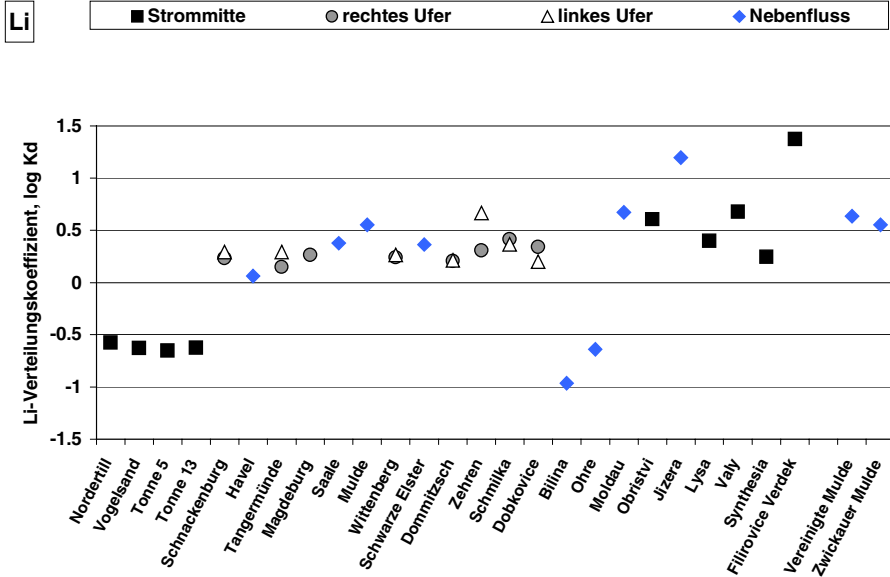
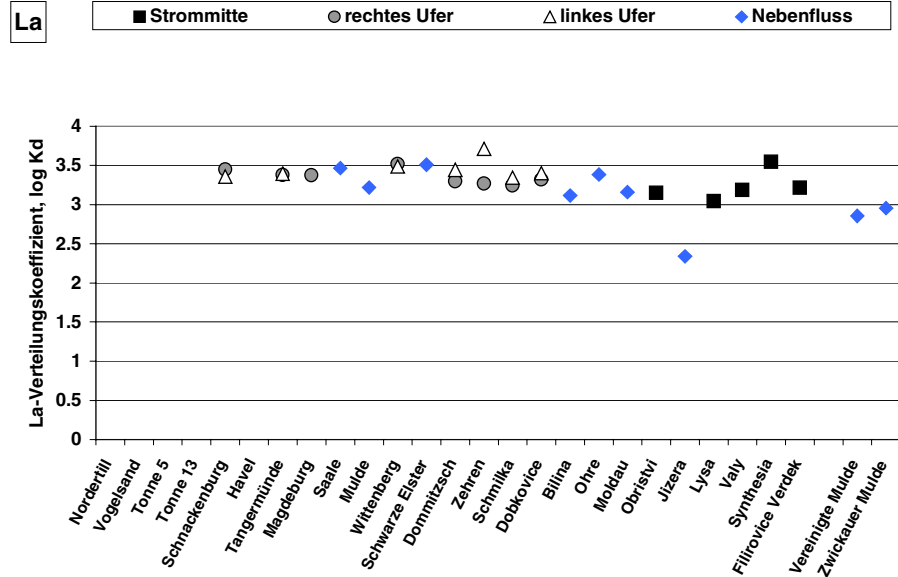
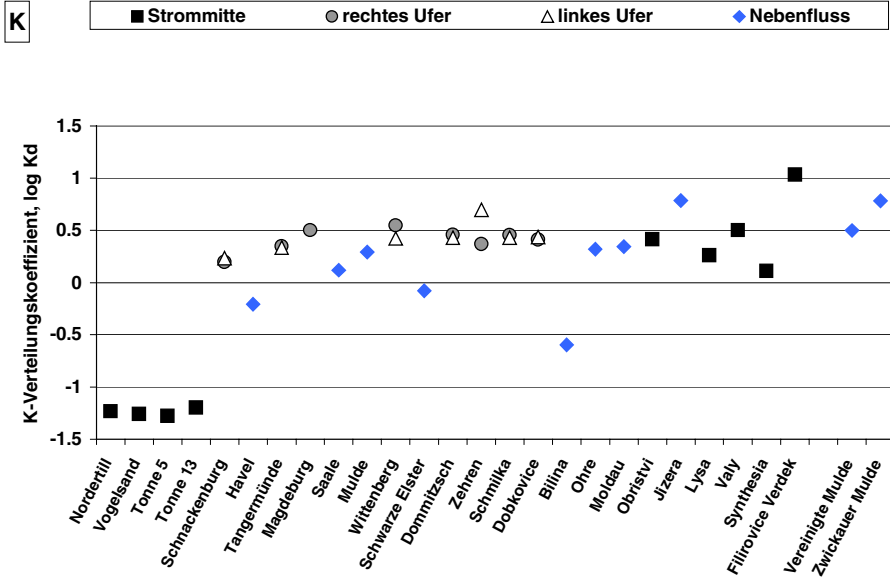
HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abbildungen 13: Verteilungskoeffizienten – Fortsetzung



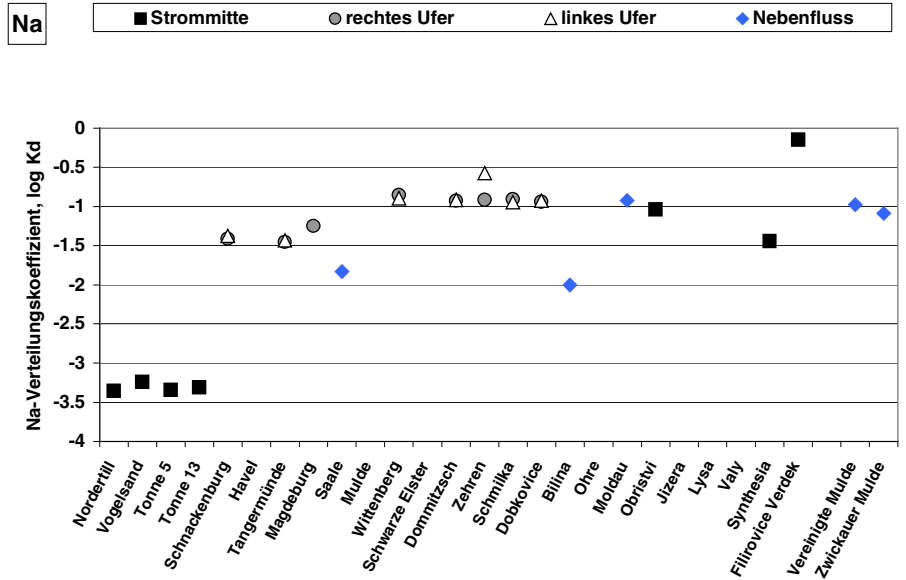
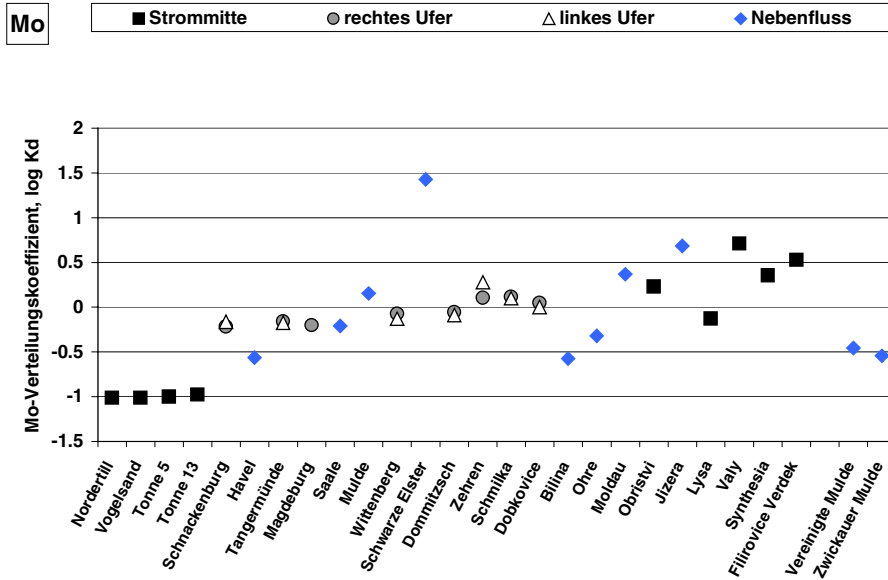
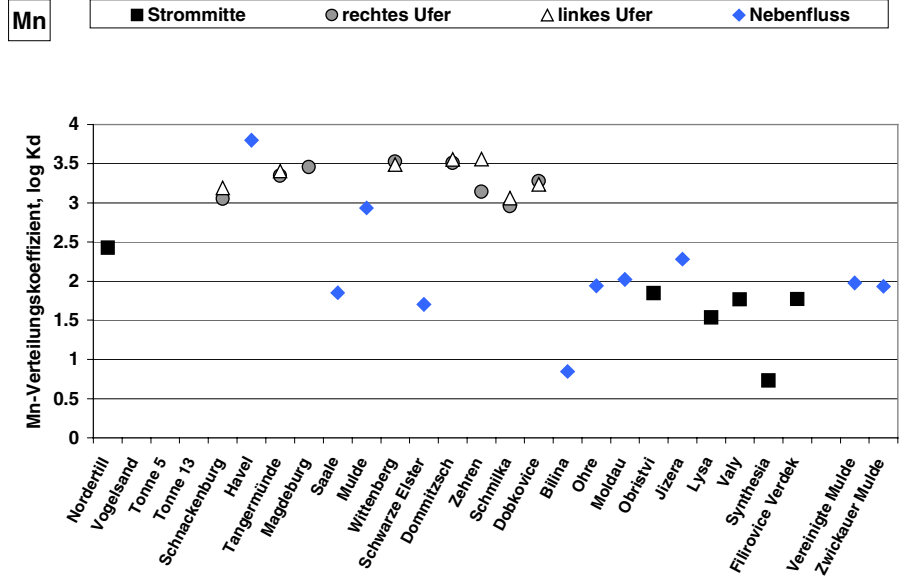
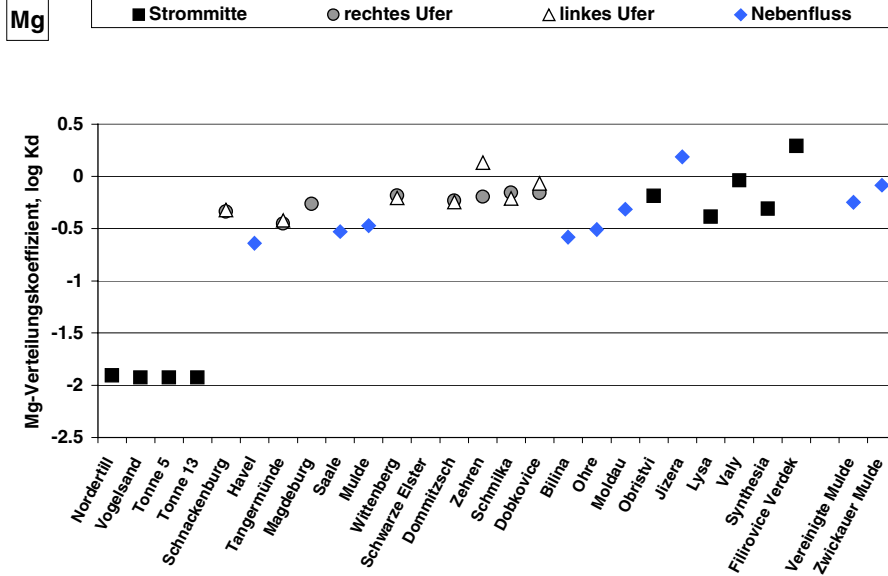
HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abbildungen 13: Verteilungskoeffizienten – Fortsetzung



HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abbildungen 13: Verteilungskoeffizienten – Fortsetzung

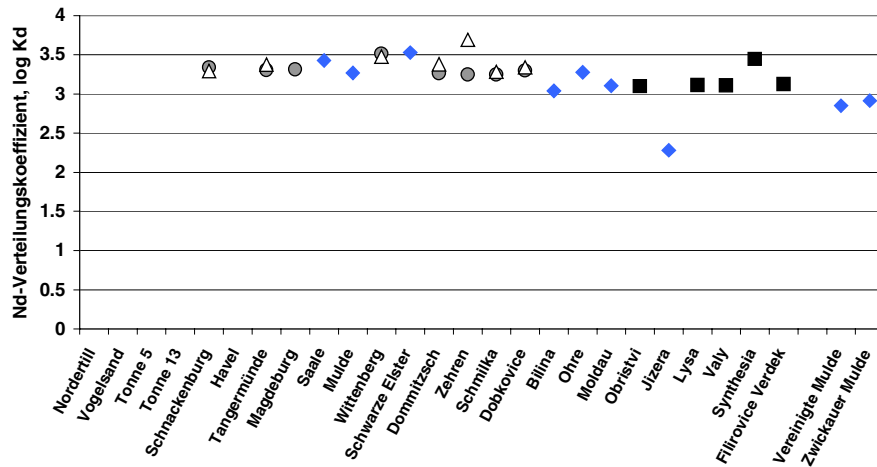


HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abbildungen 13: Verteilungskoeffizienten – Fortsetzung

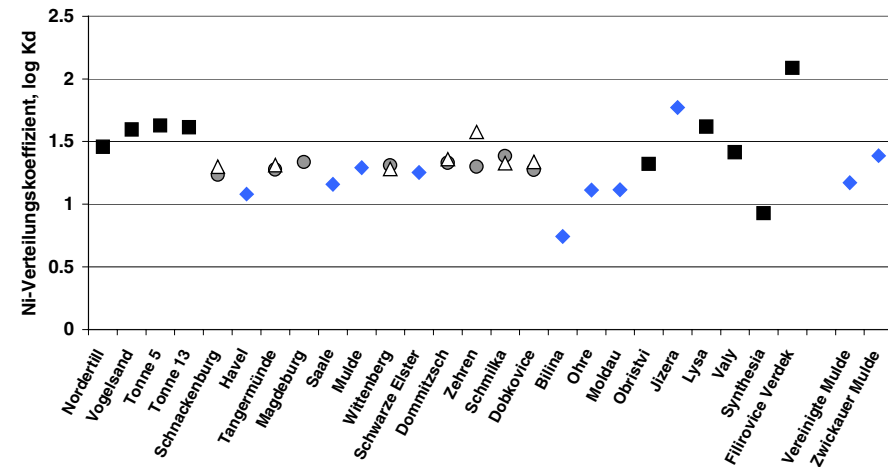


HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abbildungen 13: Verteilungskoeffizienten – Fortsetzung

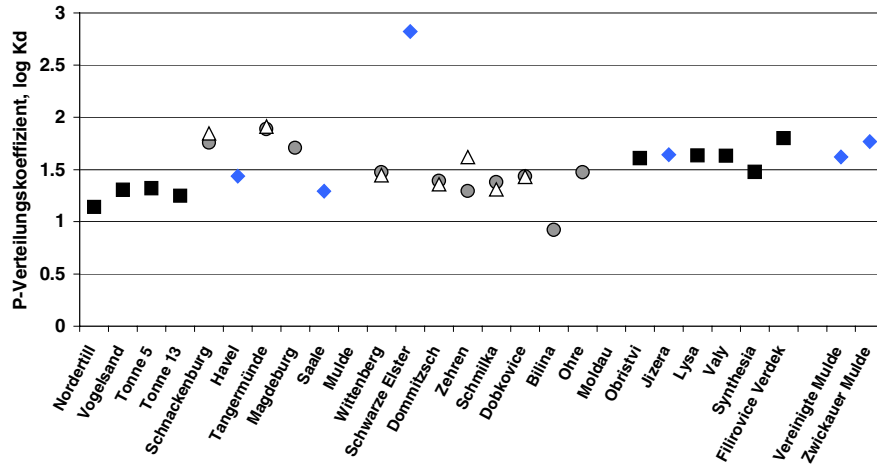
Nd ■ Strommitte ● rechtes Ufer △ linkes Ufer ◆ Nebenfluss



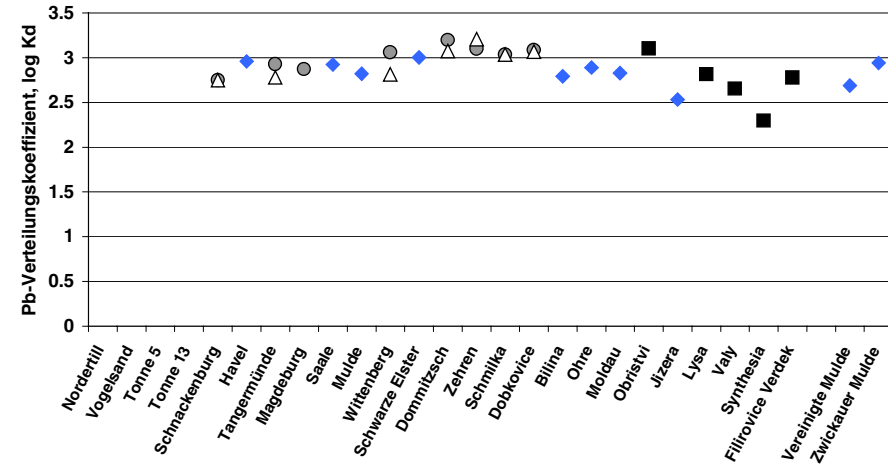
Ni ■ Strommitte ● rechtes Ufer △ linkes Ufer ◆ Nebenfluss



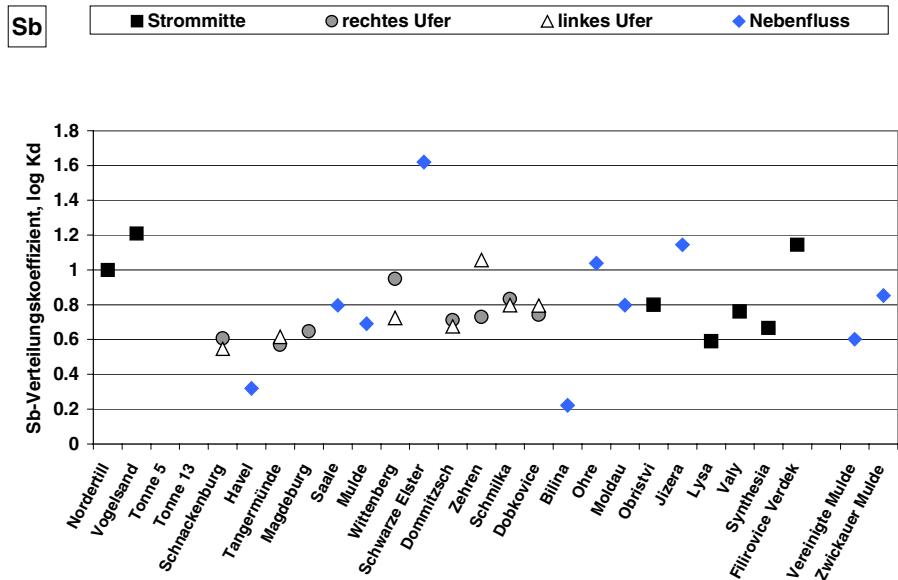
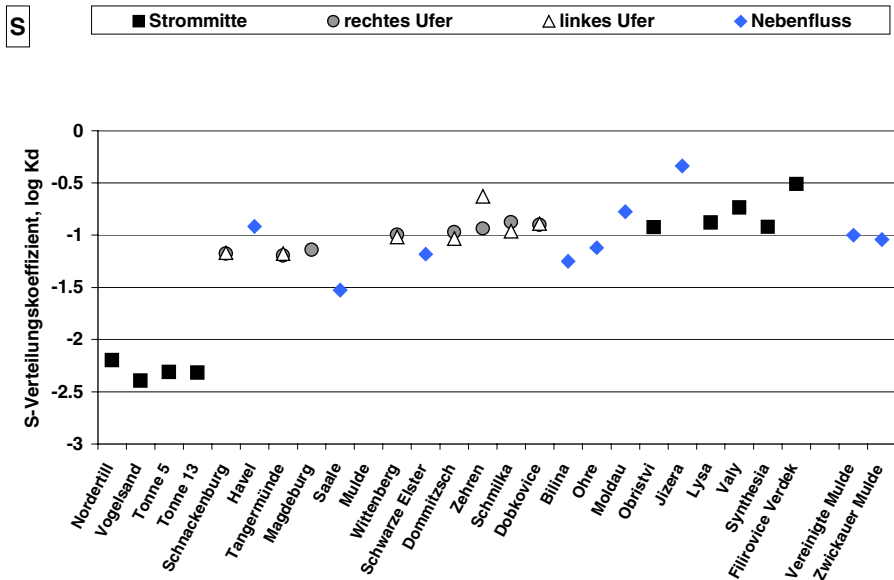
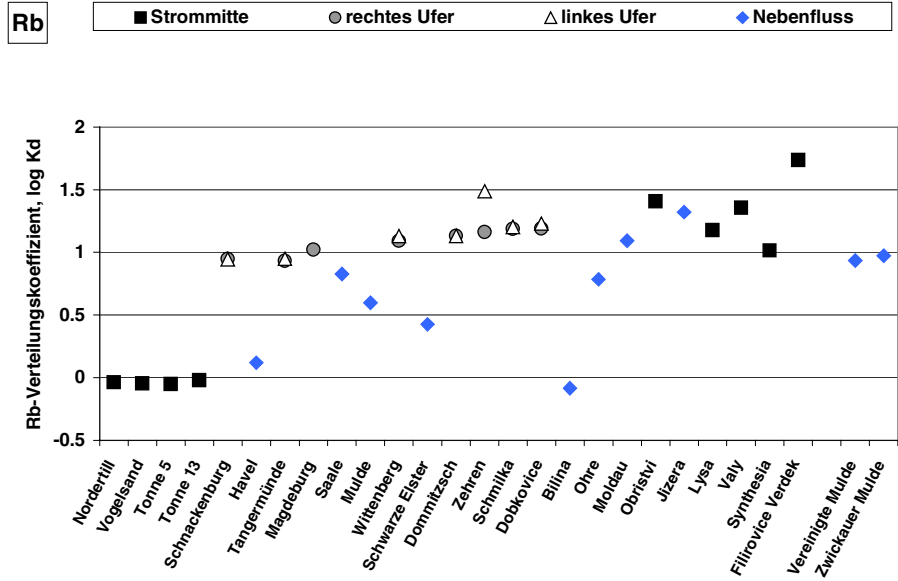
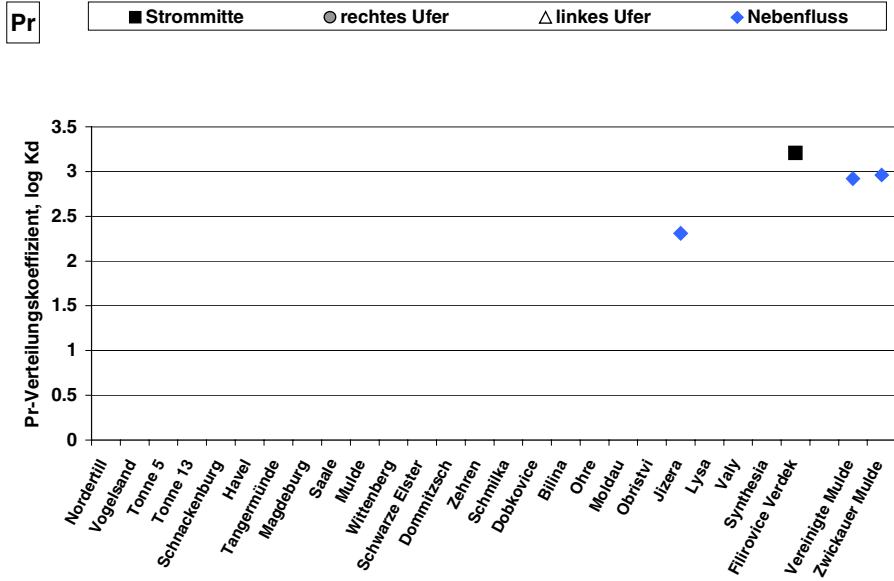
P ■ Strommitte ● rechtes Ufer △ linkes Ufer ◆ Nebenfluss



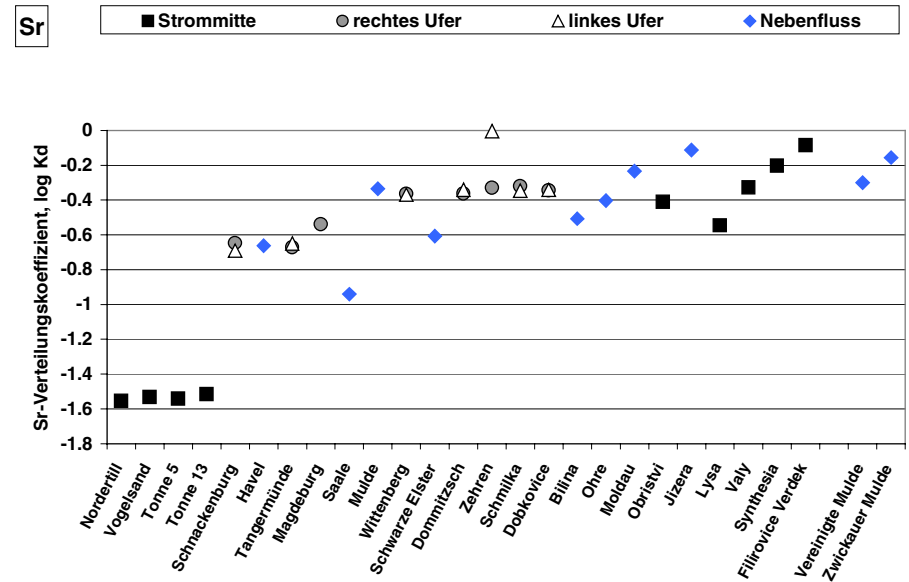
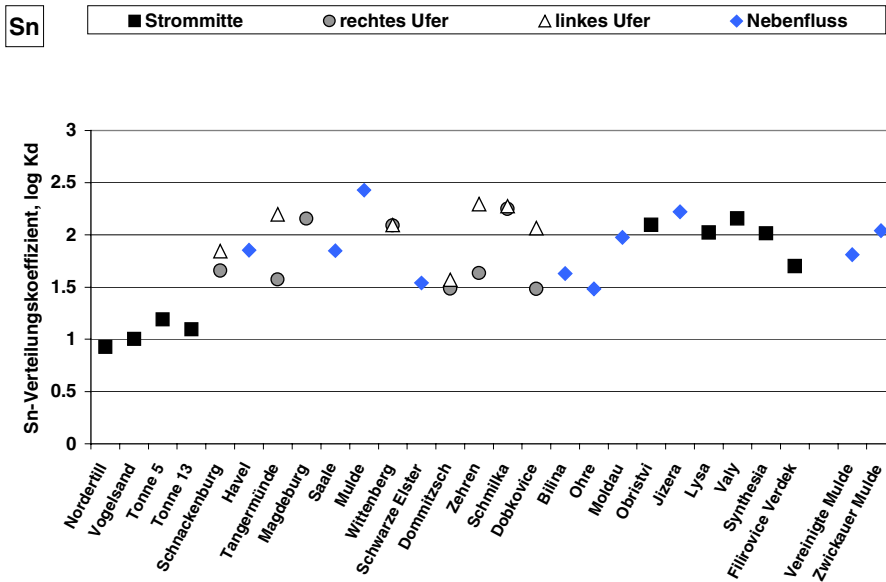
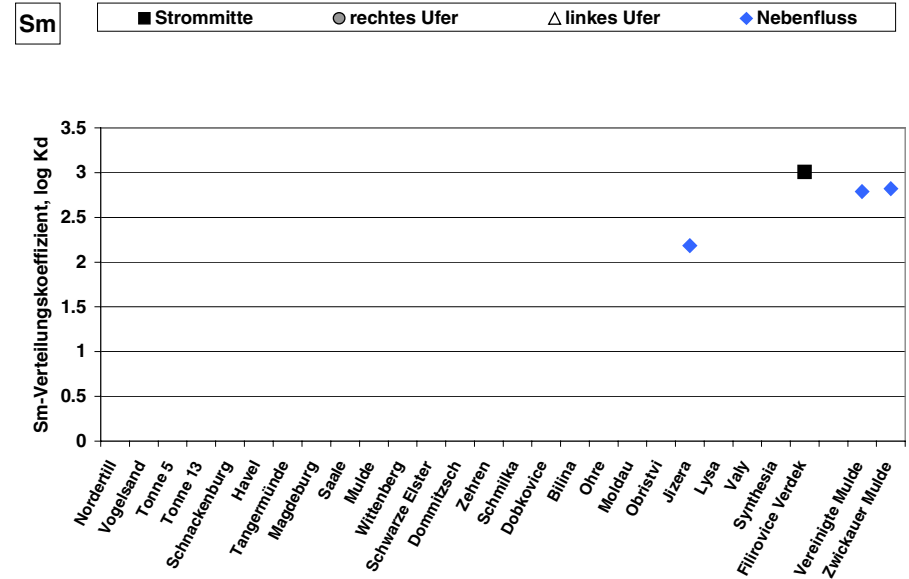
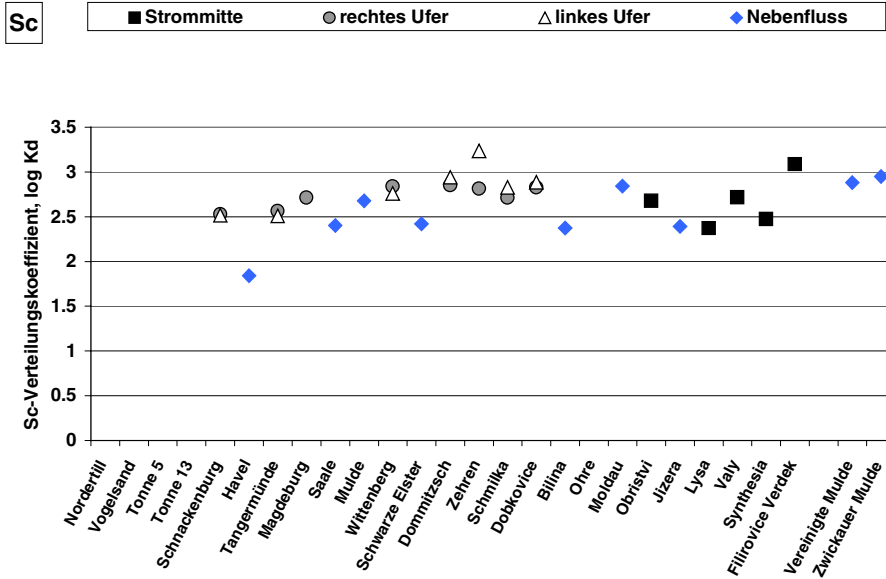
Pb ■ Strommitte ● rechtes Ufer △ linkes Ufer ◆ Nebenfluss



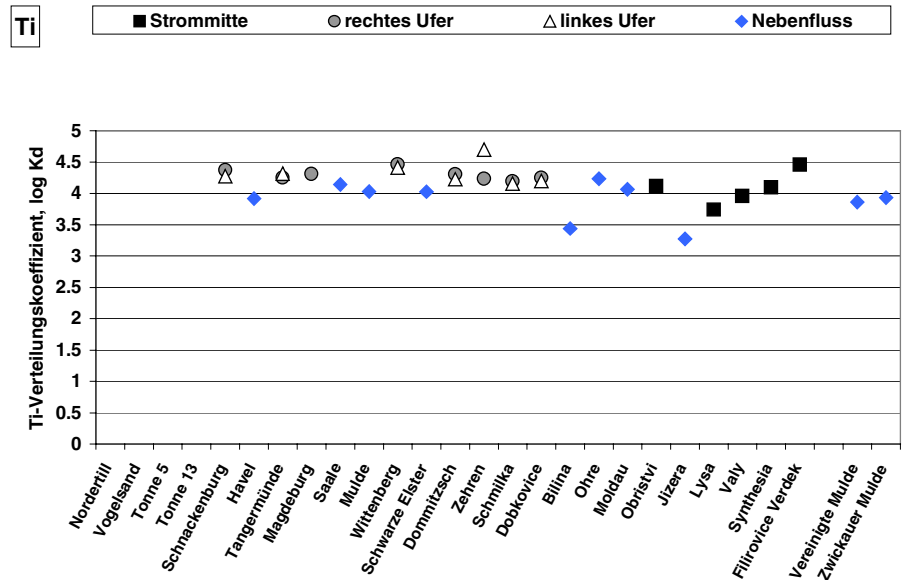
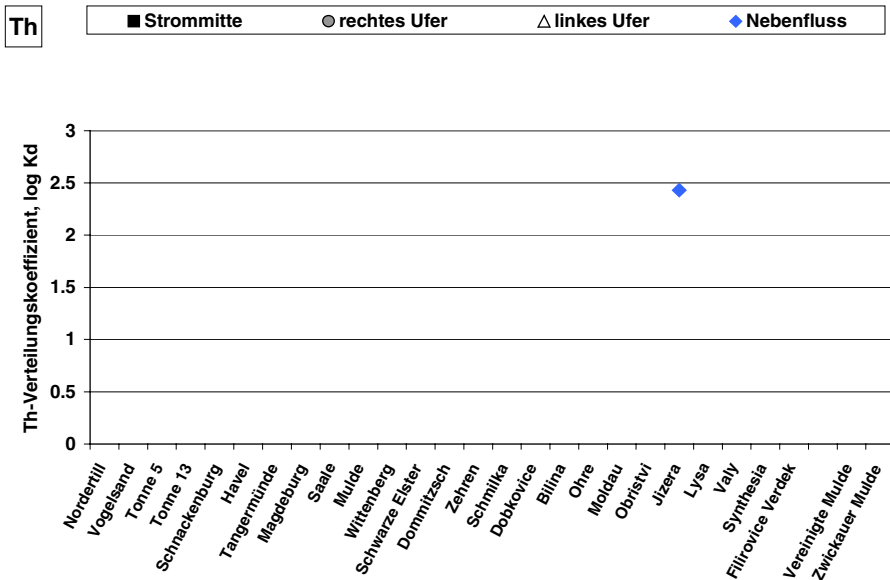
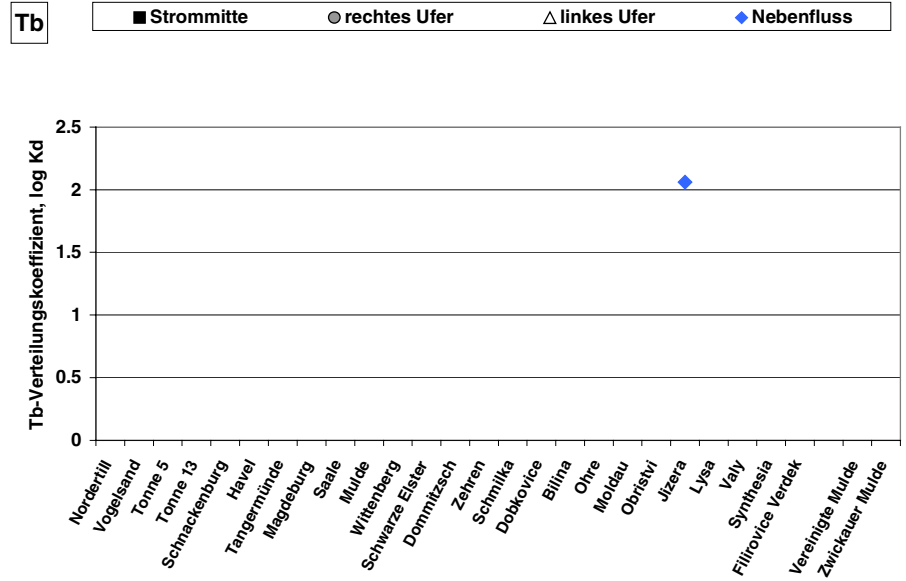
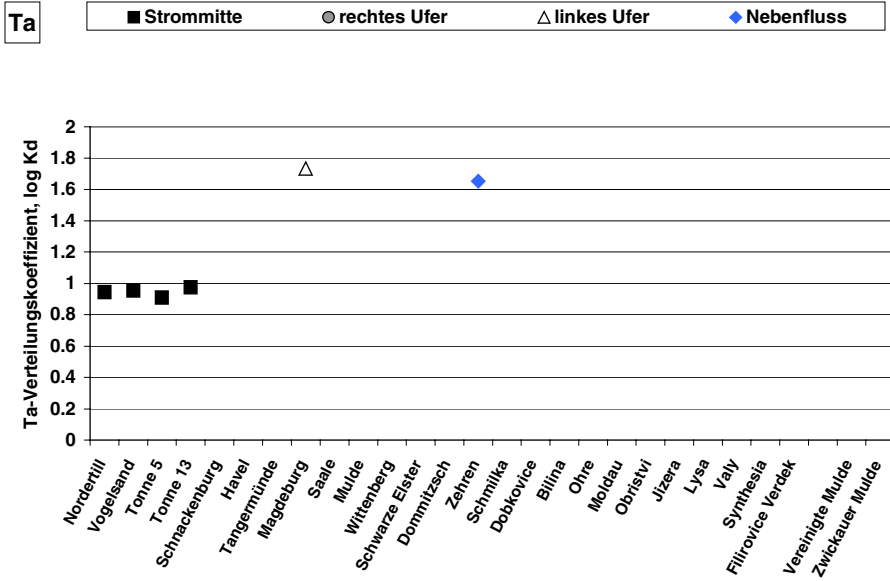
HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abbildungen 13: Verteilungskoeffizienten – Fortsetzung



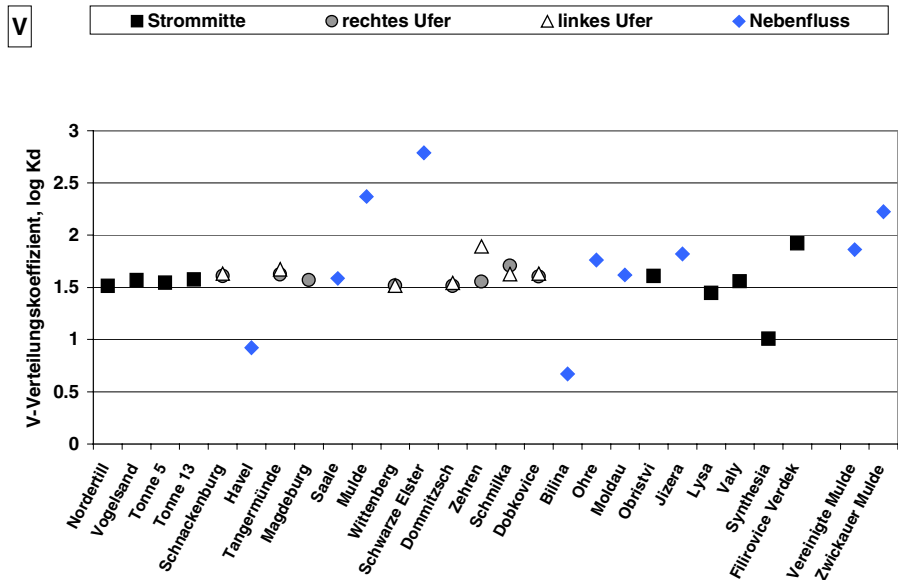
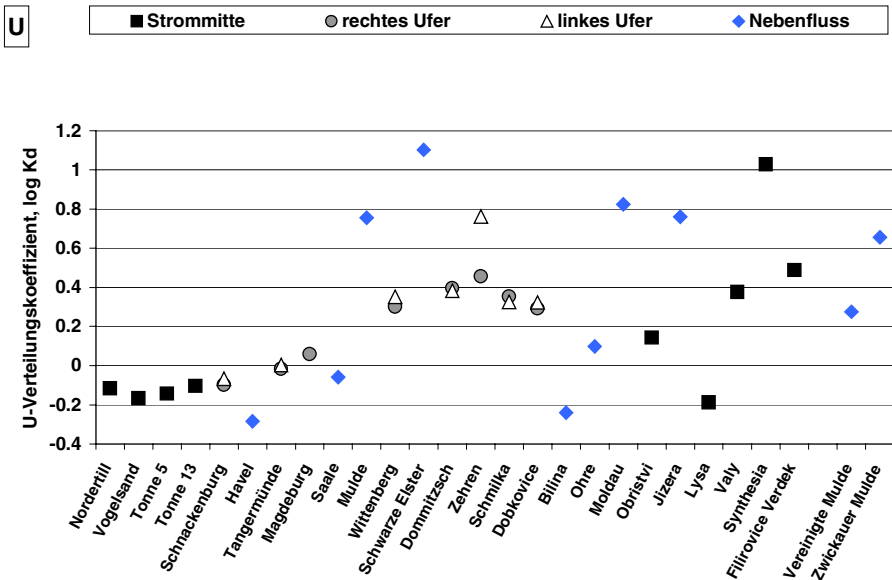
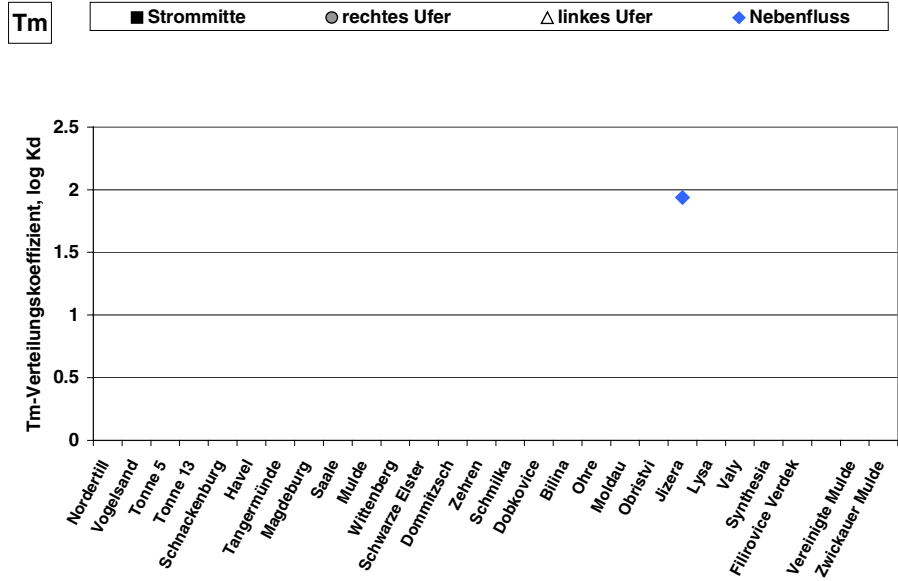
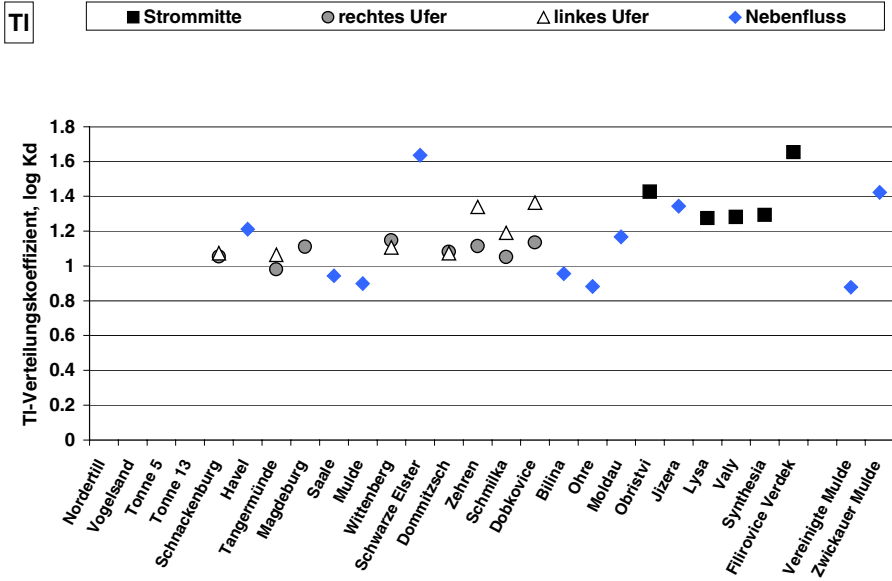
HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abbildungen 13: Verteilungskoeffizienten – Fortsetzung



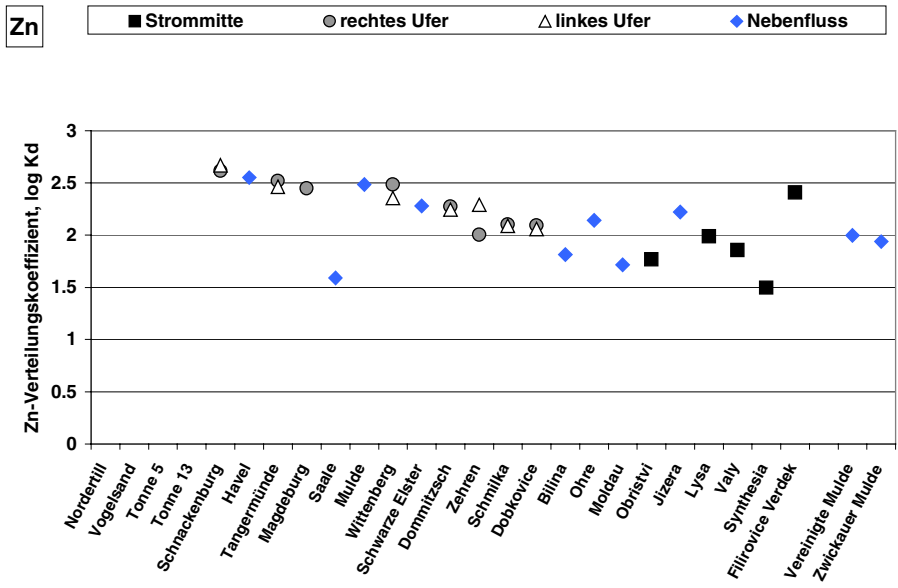
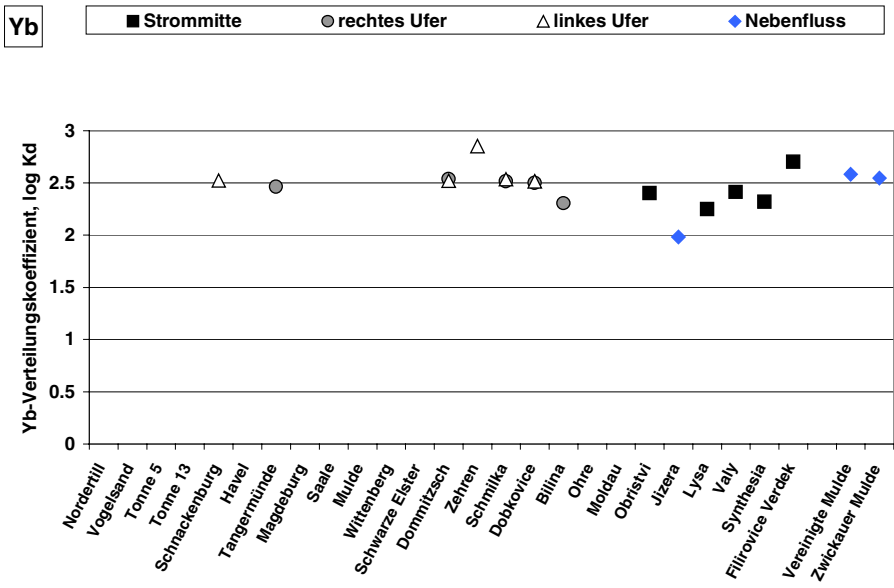
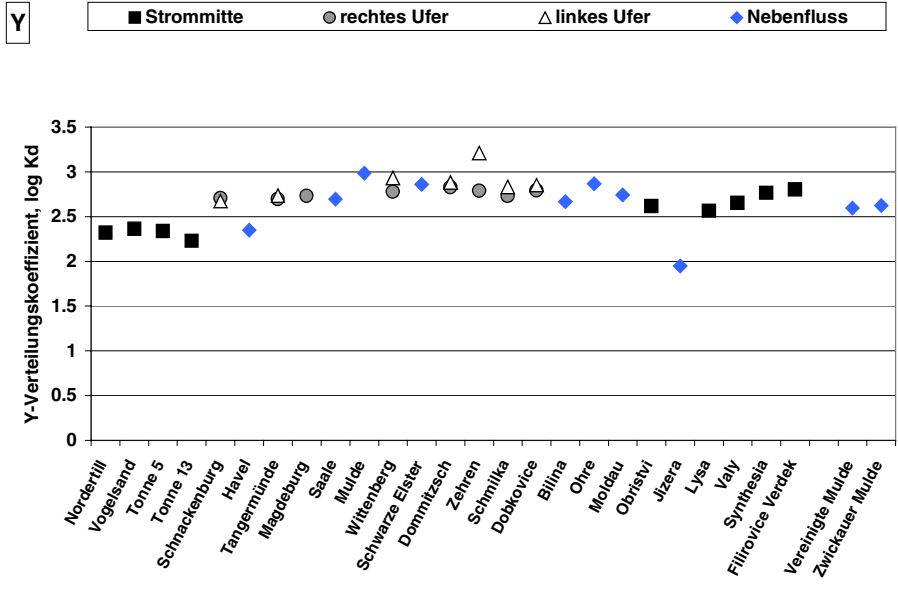
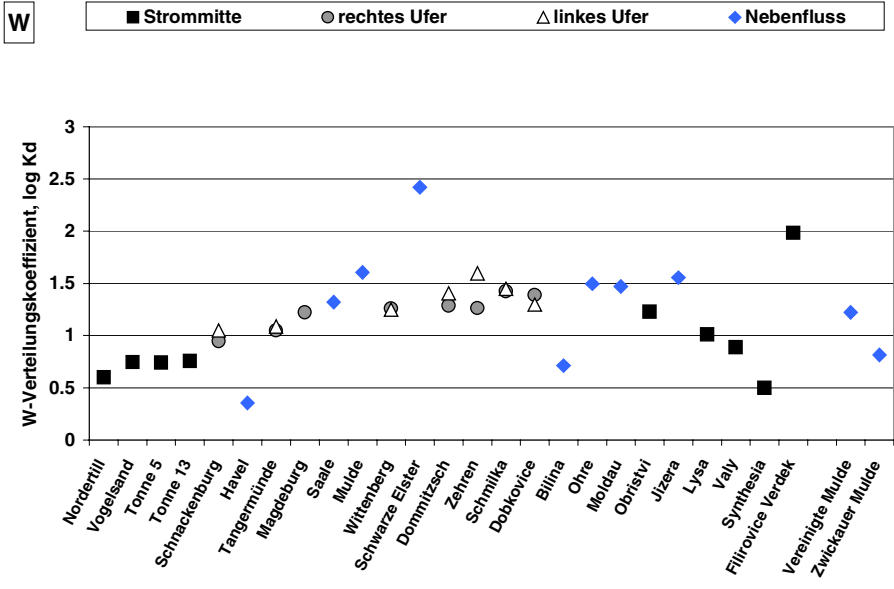
HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abbildungen 13: Verteilungskoeffizienten – Fortsetzung



HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abbildungen 13: Verteilungskoeffizienten – Fortsetzung

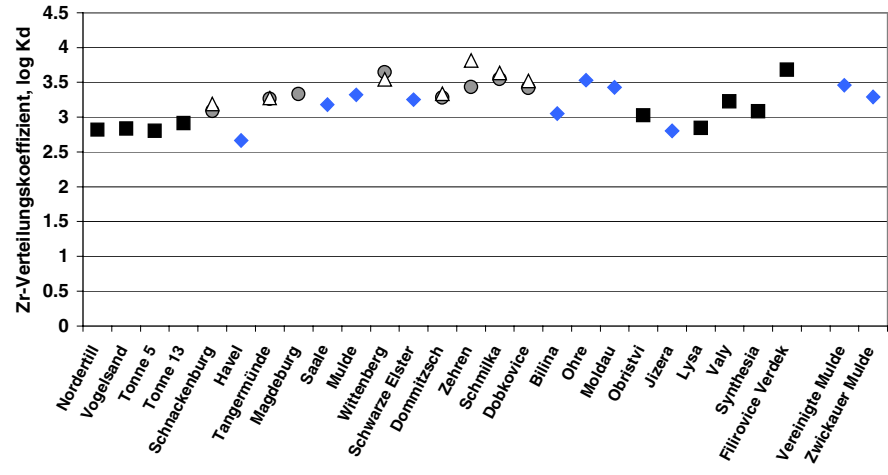


HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abbildungen 13: Verteilungskoeffizienten – Fortsetzung



HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA- Abbildungen 13: Verteilungskoeffizienten – Fortsetzung

Zr



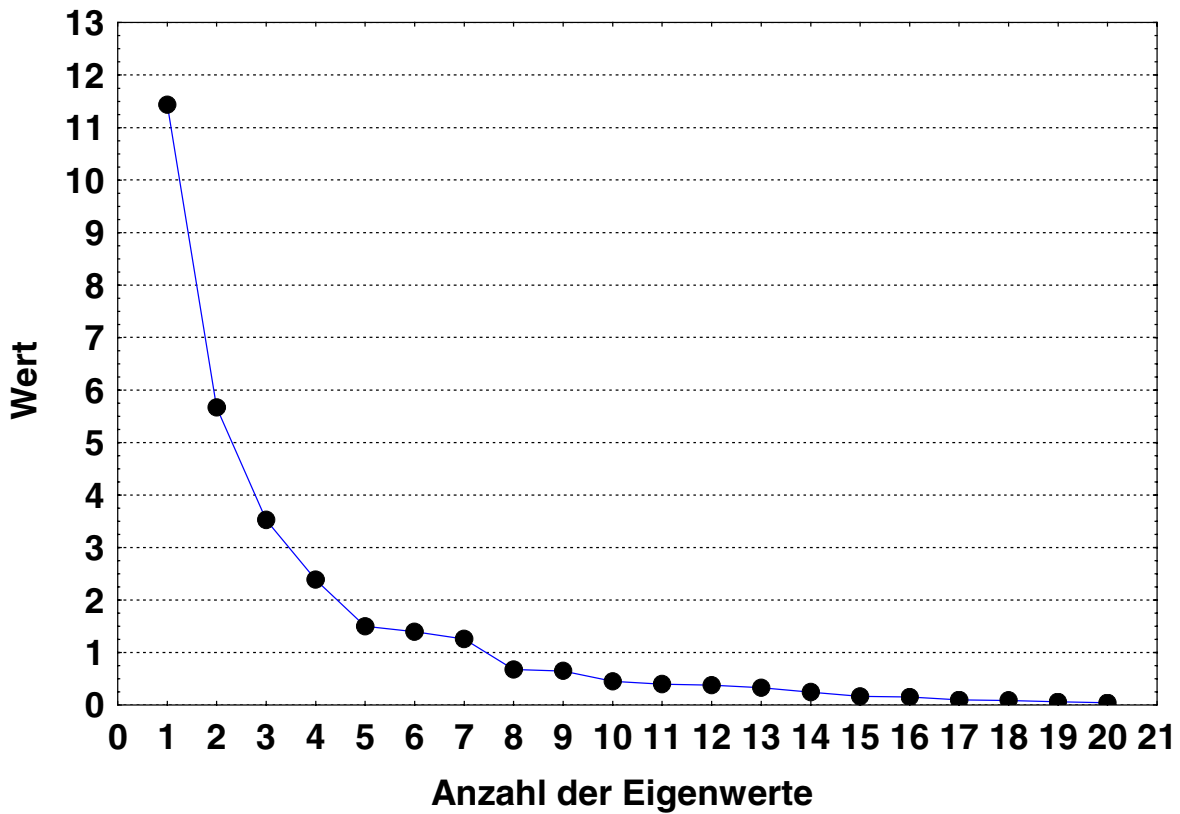
HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA-Tab. 14: Statistische Kennzahlen der Verteilungskoeffizienten (log Kd-Werte)

	gült. N	Mittelw.	Median	Minimum	Maximum	10 % Perzent.	25 % Perzent.	75 % Perzent.	90 % Perzent.	Standard- abweichung
Ag	2	2.30		2.13	2.47					
Al	34	3.43	3.49	2.59	4.11	3.10	3.26	3.66	3.74	0.31
As	29	1.05	1.03	0.11	2.09	0.86	0.91	1.15	1.38	0.33
B	34	-0.62	-0.56	-1.78	0.38	-1.36	-0.76	-0.36	-0.15	0.47
Ba	34	1.01	1.03	0.76	1.33	0.87	0.92	1.06	1.11	0.12
Be	3	2.11	2.09	1.81	2.42	1.87	1.95	2.25	2.35	0.30
Bi	15	1.89	1.86	1.49	3.10	1.56	1.69	1.91	2.16	0.39
Ca	34	-0.60	-0.61	-1.03	0.07	-0.94	-0.75	-0.48	-0.28	0.26
Cd	30	1.89	1.95	1.15	2.22	1.67	1.82	2.02	2.07	0.22
Ce	30	3.46	3.50	2.53	3.94	3.20	3.32	3.63	3.70	0.26
Co	30	1.98	2.07	1.11	2.36	1.57	1.94	2.16	2.23	0.30
Cr	30	2.49	2.45	1.87	3.48	2.13	2.29	2.60	2.89	0.33
Cs	34	1.78	1.85	0.26	2.75	1.29	1.37	2.04	2.32	0.49
Cu	34	1.47	1.45	1.03	2.05	1.23	1.35	1.55	1.72	0.22
Dy	6	2.65	2.74	2.04	2.90	2.36	2.68	2.79	2.85	0.31
Er	6	2.49	2.59	1.97	2.63	2.26	2.56	2.62	2.63	0.26
Eu	20	2.21	2.21	1.87	2.46	2.04	2.11	2.33	2.40	0.15
Fe	30	3.28	3.33	2.52	3.80	2.98	3.10	3.46	3.55	0.28
Ga	30	2.43	2.47	1.65	2.99	2.14	2.31	2.55	2.82	0.31
Gd	18	2.66	2.72	1.57	3.20	2.25	2.62	2.76	3.07	0.37
Ge	27	1.55	1.62	0.56	2.24	1.21	1.39	1.72	1.80	0.31
Hg	34	2.68	2.66	1.66	4.05	2.02	2.30	2.87	3.34	0.57
Ho	1	1.98								
In	2	0.79		0.70	0.88					
K	34	0.17	0.36	-1.27	1.03	-1.02	0.14	0.46	0.65	0.60
La	29	3.28	3.34	2.34	3.71	3.03	3.19	3.44	3.51	0.26
Li	34	0.24	0.29	-0.96	1.37	-0.63	0.20	0.52	0.67	0.51
Lu	1	1.56								
Mg	33	-0.45	-0.26	-1.93	0.29	-1.65	-0.47	-0.19	-0.04	0.59
Mn	31	2.62	2.96	0.73	3.80	1.70	1.89	3.38	3.53	0.87

HP-Anhang 2 (Längsprofile), HPA-Tab. 14: Statistische Kennzahlen der Verteilungskoeffizienten (log Kd-Werte) – Fortsetzung

	gült. N	Mittelw.	Median	Minimum	Maximum	10 % Perzent.	25 % Perzent.	75 % Perzent.	90 % Perzent.	Standard- abweichung
Mo	34	-0.09	-0.11	-1.01	1.43	-0.86	-0.29	0.15	0.48	0.52
Na	27	-1.42	-1.04	-3.35	-0.15	-3.27	-1.45	-0.92	-0.88	0.88
Nd	29	3.24	3.28	2.28	3.69	3.02	3.11	3.37	3.48	0.26
Ni	34	1.34	1.32	0.74	2.09	1.11	1.26	1.41	1.62	0.24
P	33	1.54	1.47	0.92	2.82	1.28	1.32	1.64	1.84	0.32
Pb	30	2.89	2.91	2.30	3.20	2.68	2.78	3.05	3.10	0.20
Pr	4	2.85	2.94	2.31	3.21	2.49	2.77	3.02	3.13	0.38
Rb	34	0.89	1.02	-0.08	1.74	-0.03	0.80	1.18	1.35	0.49
Rh	1	0.70								
S	33	-1.13	-1.00	-2.39	-0.34	-2.06	-1.18	-0.90	-0.74	0.49
Sb	32	0.79	0.75	0.22	1.62	0.57	0.64	0.88	1.14	0.27
Sc	29	2.68	2.71	1.84	3.23	2.39	2.51	2.84	2.94	0.27
Sm	4	2.70	2.80	2.18	3.00	2.37	2.64	2.87	2.95	0.36
Sn	34	1.81	1.85	0.93	2.43	1.28	1.57	2.10	2.24	0.39
Sr	34	-0.54	-0.37	-1.55	0.00	-1.34	-0.65	-0.33	-0.17	0.42
Ta	4	0.94	0.95	0.91	0.97	0.92	0.93	0.96	0.97	0.03
Tb	1	2.06								
Th	1	2.43								
Ti	30	4.13	4.19	3.27	4.70	3.85	4.03	4.30	4.42	0.29
Tl	30	1.17	1.13	0.88	1.65	0.94	1.06	1.29	1.42	0.20
Tm	1	1.94								
U	34	0.27	0.30	-0.28	1.10	-0.16	-0.06	0.44	0.76	0.37
V	34	1.63	1.61	0.67	2.79	1.47	1.54	1.70	1.91	0.37
W	34	1.19	1.24	0.35	2.42	0.72	0.90	1.42	1.58	0.42
Y	34	2.68	2.73	1.95	3.21	2.34	2.62	2.82	2.88	0.24
Yb	18	2.47	2.51	1.98	2.85	2.29	2.40	2.54	2.62	0.19
Zn	30	2.17	2.18	1.50	2.67	1.76	1.99	2.44	2.52	0.31
Zr	34	3.25	3.28	2.66	3.82	2.82	3.06	3.45	3.61	0.29

HP-Anhang 3 (Statistische Untersuchungen)



HPA-Abb. 15: Screeplot zur Festlegung der zu extrahierenden Faktoren auf der Grundlage von 31 Elementen und 30 Standorten (Schwebstoffe).

HPA-Tabelle 16: Eigenwerte der Faktorenanalyse (Schwebstoffe, 31 Elemente, 30 Standorte)

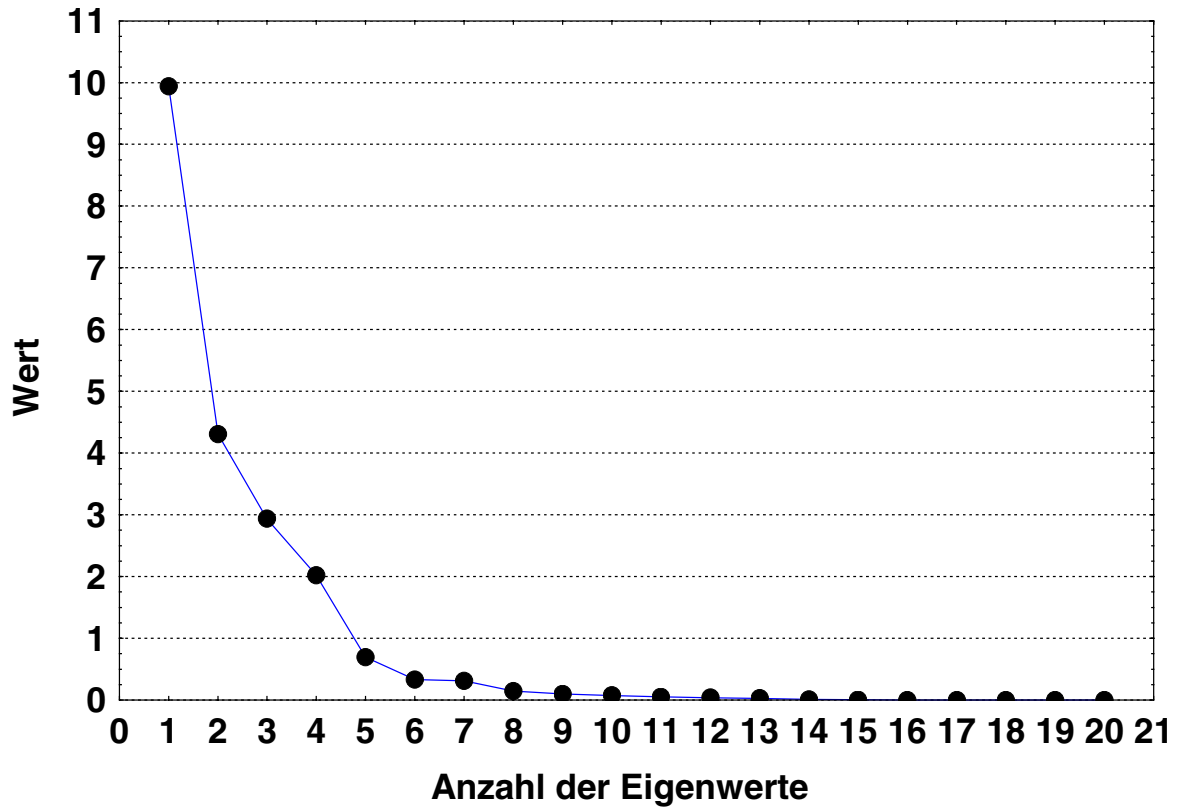
Faktor	Eigenwert	Gesamte Varianz (%)	Kumulierte Varianz (%)
1	11.43	36.88	36.88
2	5.67	18.29	55.17
3	3.53	11.38	66.55
4	2.39	7.70	74.25
5	1.50	4.85	79.09

HP-Anhang 3 (Statistische Untersuchungen) – Fortsetzung

HPA-Tabelle 17: Faktorladungen der Analyse (Schwebstoffe, 31 Elemente und 30 Standorte, ohne Hot Spots), durch Fettdruck hervorgehobene Ladungen sind untereinander signifikant korreliert

Element	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4	Faktor 5	Element	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4	Faktor 5
Ag	0.35	0.54	-0.35	0.19	-0.05	Mn	-0.01	-0.22	-0.17	0.84	-0.07
As	0.28	0.46	-0.07	-0.05	0.76	Mo	0.01	0.83	0.02	-0.05	0.24
B	0.21	-0.11	0.77	-0.14	0.00	Na	0.45	-0.31	0.66	0.16	0.14
Ba	0.47	0.57	-0.02	0.19	0.21	Ni	0.67	0.05	0.04	0.35	0.23
Be	0.80	0.08	0.17	-0.02	0.25	P	0.01	0.93	-0.15	0.21	0.14
Bi	0.66	0.05	0.21	0.44	0.25	Pb	0.21	0.53	0.17	0.00	0.24
Ca	0.04	0.04	0.89	0.05	-0.22	S	0.10	0.37	0.43	0.71	0.01
Cd	0.20	-0.07	0.03	0.10	0.78	Sb	0.76	0.30	-0.23	-0.03	0.13
Co	0.29	-0.15	0.09	0.11	0.08	Sn	0.63	0.03	0.04	0.05	0.30
Cr	0.04	0.92	0.07	0.02	0.09	Sr	0.02	0.52	0.70	0.13	-0.15
Cu	0.00	0.94	0.05	-0.05	0.01	Ta	0.66	-0.09	0.21	-0.17	0.05
Fe	0.38	0.63	0.52	-0.18	0.18	Tl	0.63	-0.04	0.21	0.04	0.38
Ge	0.17	0.16	0.24	0.26	0.07	U	0.12	0.33	-0.13	-0.21	0.80
Hg	-0.10	0.93	0.04	-0.13	-0.03	W	0.23	-0.05	-0.21	0.25	0.68
In	0.78	-0.09	0.37	-0.05	-0.02	Zn	0.07	0.32	0.13	0.27	0.21
Lu	0.32	0.09	0.19	-0.14	-0.10						

HP-Anhang 3 (Statistische Untersuchungen) – Fortsetzung



HPA-Abb. 18: Screeplot zur Festlegung der zu extrahierenden Faktoren auf der Grundlage von 21 Elementen der wässrigen Phase und 34 Messstellen.

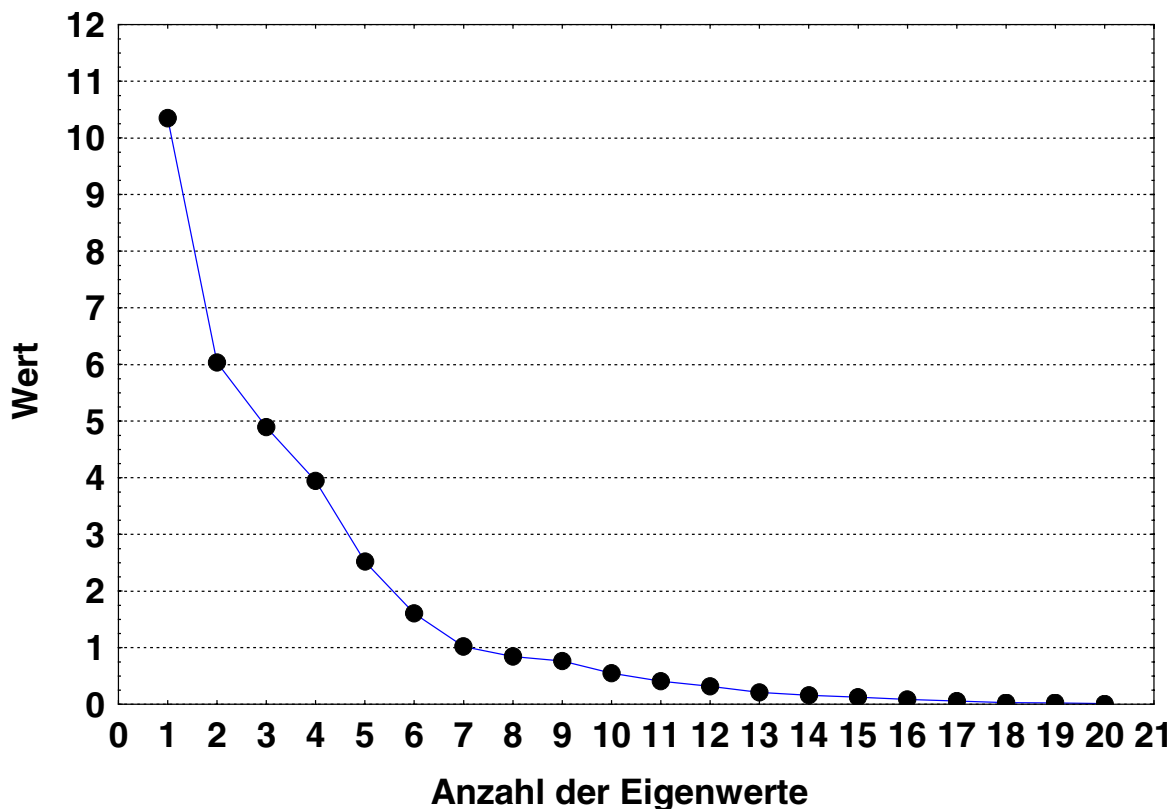
HPA-Tabelle 19: Eigenwerte der Faktorenanalyse (Filtrat, 21 Elemente, 34 Standorte)

Faktor	Eigenwert	Gesamte Varianz (%)	Kumulierte Varianz (%)
1	9.9	47.3	47.3
2	4.3	20.5	67.8
3	2.9	14.0	81.8
4	2.0	9.6	91.5

HP-Anhang 3 (Statistische Untersuchungen) – Fortsetzung

HPA-Tabelle 20: Faktorladungen der Analyse (Filtrat, 21 Elemente und 34 Standorte), signifikant korrelierte Ladungen der Faktoren sind fett gedruckt.

Element	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4	Element	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4
Al	-0.19	0.01	0.08	0.95	Na	0.99	-0.04	0.00	0.03
B	1.00	0.00	0.00	0.02	Ni	-0.40	0.38	0.69	-0.15
Ba	-0.63	-0.19	-0.02	-0.16	Rb	0.99	0.06	0.06	0.02
Ca	0.90	0.06	-0.04	-0.05	Sn	0.88	0.01	0.22	-0.02
Cs	0.31	0.75	0.47	-0.02	Sr	0.99	-0.03	-0.02	0.01
Cu	-0.10	0.98	0.03	-0.02	U	-0.05	-0.10	0.98	0.10
Hg	-0.01	0.97	0.03	-0.01	V	0.10	0.95	-0.02	-0.04
K	0.99	-0.03	-0.01	0.03	W	-0.05	0.23	0.93	0.06
Li	0.89	0.36	0.05	-0.04	Y	0.18	-0.07	0.06	0.96
Mg	0.99	-0.03	0.00	0.03	Zr	0.77	-0.03	0.05	0.57
Mo	0.42	-0.02	0.90	0.08					



HPA-Abbildung 21: Screeplot zur Festlegung der zu extrahierenden Faktoren auf der Grundlage von 34 Elementen und 30 Messstellen.

HP-Anhang 3 (Statistische Untersuchungen) – Fortsetzung

HPA-Tabelle 22: Eigenwerte der Faktorenanalyse (Filtrate, 34 Elemente, 30 Messstellen)

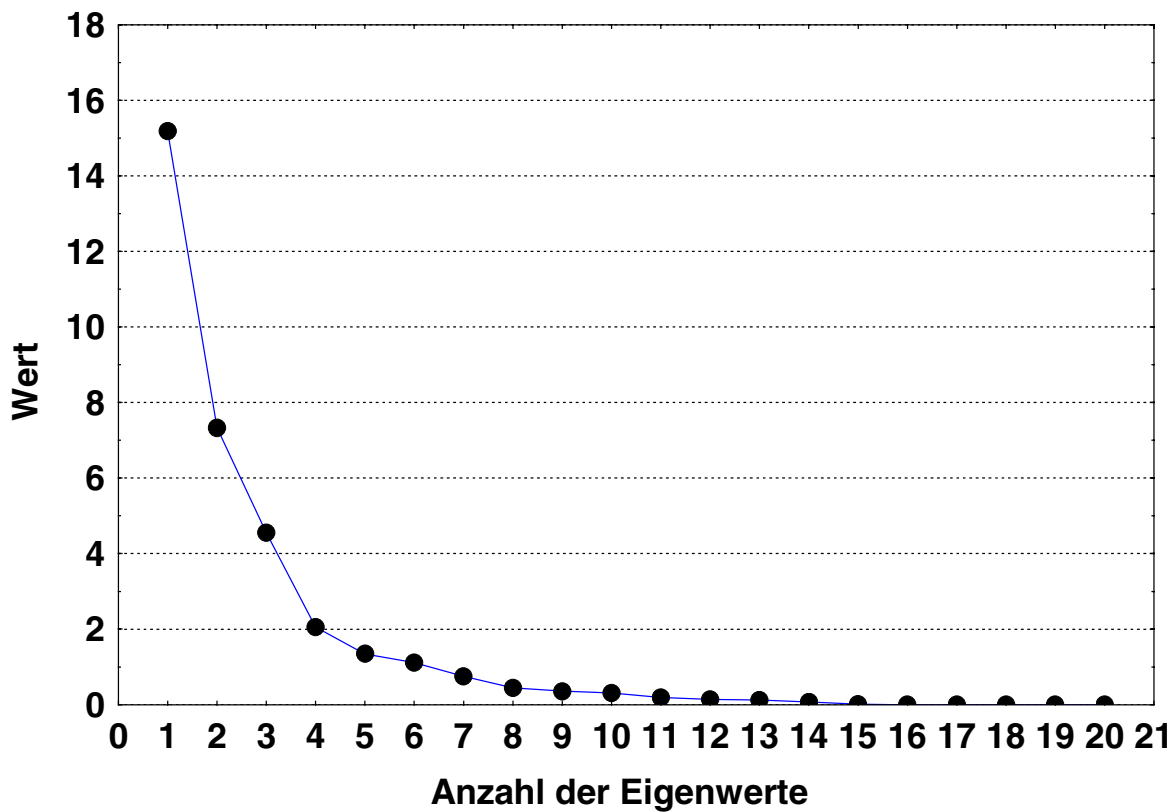
Faktor	Eigenwert	Gesamte Varianz (%)	Kumulierte Varianz (%)
1	10.35	30.44	30.44
2	6.04	17.75	48.19
3	4.89	14.39	62.58
4	3.95	11.60	74.18
5	2.52	7.42	81.60
6	1.61	4.73	86.33
7	1.02	3.00	89.33

HP-Anhang 3 (Statistische Untersuchungen) – Fortsetzung

HPA-Tabelle 23: Faktorladungen der Analyse (Filtrat, 34 Elemente und 30 Standorte),
signifikant korrelierte Ladungen der Faktoren sind fett gedruckt.

Element	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4	Faktor 5	Faktor 6	Faktor 7
Al	-0.02	0.93	0.07	-0.10	0.01	0.12	-0.07
B	0.77	-0.09	0.08	0.49	0.19	0.10	0.20
Ba	-0.39	-0.13	-0.01	0.48	-0.03	-0.12	0.38
Ca	0.09	-0.06	-0.11	0.97	0.08	-0.02	0.08
Cd	-0.11	0.05	0.49	0.18	0.27	0.52	0.06
Ce	-0.09	0.97	-0.03	-0.18	-0.01	-0.01	0.04
Co	0.56	-0.12	0.00	0.24	0.38	-0.08	0.61
Cr	0.68	0.00	-0.04	0.08	0.55	-0.24	0.06
Cs	0.86	0.04	0.39	0.16	-0.05	0.15	0.11
Cu	0.91	0.00	-0.01	0.07	0.30	-0.10	-0.10
Fe	0.02	0.70	0.14	-0.19	0.16	0.02	0.62
Ga	0.21	-0.07	-0.04	-0.02	0.91	0.05	0.07
Hg	0.93	0.02	-0.01	0.07	0.14	-0.13	0.01
K	0.40	-0.17	-0.01	0.85	0.06	0.09	-0.03
Li	0.89	-0.07	0.02	0.07	-0.17	0.04	0.03
Mg	0.46	-0.13	0.14	0.82	-0.15	0.20	0.07
Mn	0.43	-0.01	0.11	0.07	0.29	-0.43	0.56
Mo	0.06	0.07	0.99	-0.03	-0.02	0.06	0.01
Na	0.19	0.01	0.15	0.95	0.05	0.14	-0.07
Ni	0.44	-0.10	0.67	0.26	0.22	0.27	0.28
Pb	0.31	0.30	0.04	0.12	0.80	0.00	0.22
Rb	0.78	-0.01	0.35	0.37	-0.10	0.28	0.16
Re	-0.06	0.10	0.98	0.06	-0.03	0.08	0.02
Sb	0.32	0.00	0.49	-0.06	0.47	0.41	-0.19
Sn	0.22	-0.04	0.43	0.09	-0.40	0.16	0.12
Sr	-0.02	-0.05	-0.08	0.99	0.03	-0.01	0.00
Ti	0.17	0.96	0.08	-0.10	0.01	-0.01	0.02
Tl	-0.05	0.00	0.19	0.23	-0.03	0.90	-0.07
U	-0.03	0.10	0.98	-0.04	-0.06	0.09	0.03
V	0.85	-0.02	-0.05	0.08	0.45	-0.19	0.00
W	0.27	0.06	0.93	-0.02	0.10	-0.08	-0.04
Y	-0.09	0.98	0.06	-0.09	-0.02	-0.05	0.01
Zn	-0.05	0.01	0.32	0.59	0.58	-0.02	0.12
Zr	-0.07	0.88	0.10	0.32	0.10	-0.06	-0.12

HP-Anhang 3 (Statistische Untersuchungen) – Fortsetzung



HPA-Abb. 24: Screeplot zur Festlegung der zu extrahierenden Faktoren auf der Grundlage von 34 Elementen und 16 Messstellen.

HPA.-Tab. 25: Eigenwerte der Faktorenanalyse (Filtrat, 34 Elemente, 16 Standorte, ohne Hot Spots)

Faktor	Eigenwert	Gesamte Varianz (%)	Kumulierte Varianz (%)
1	15.18	44.65	44.65
2	7.33	21.56	66.21
3	4.56	13.40	79.62
4	2.06	6.05	85.67

HP-Anhang 3 (Statistische Untersuchungen) – Fortsetzung

HPA-Tab. 26: Faktorladungen der Analyse (Filtrat, 34 Elementen und 24 Standorte ohne Hot Spots), signifikante korrelierte Ladungen der Faktoren sind fett gedruckt.

Element	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4	Element	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4
Al	0.80	-0.11	-0.11	-0.47	Mo	0.31	0.18	0.91	0.04
B	0.56	0.11	0.78	0.20	Na	0.91	-0.11	0.37	0.00
Ba	0.15	-0.47	-0.06	-0.84	Ni	0.59	0.19	0.24	0.68
Ca	0.89	0.11	0.42	-0.01	Pb	0.47	-0.59	-0.08	-0.34
Cd	0.56	0.15	0.12	-0.25	Rb	0.79	0.18	0.49	0.20
Ce	-0.37	-0.34	-0.55	-0.58	Re	0.96	0.00	0.03	0.06
Co	0.90	-0.15	0.32	0.17	Sb	0.33	0.11	0.77	0.40
Cr	0.35	0.49	0.32	0.18	Sn	0.18	-0.12	-0.10	-0.16
Cs	0.88	0.40	0.20	0.01	Sr	0.94	0.09	0.30	-0.05
Cu	0.04	0.94	0.07	0.15	Ti	-0.15	0.02	-0.83	0.45
Fe	-0.22	-0.77	-0.33	-0.45	Tl	0.71	0.44	-0.22	0.00
Ga	0.79	0.43	0.26	-0.07	U	0.89	-0.11	-0.05	-0.36
Hg	-0.14	0.58	-0.11	0.13	V	-0.43	0.86	-0.07	0.01
K	0.45	0.06	0.79	0.30	W	0.03	-0.08	0.96	0.12
Li	0.46	0.83	-0.22	0.11	Y	0.31	-0.24	-0.56	-0.66
Mg	0.93	0.01	0.26	0.17	Zn	-0.19	0.22	-0.59	0.55
Mn	-0.40	-0.80	-0.32	-0.28	Zr	0.71	0.13	0.15	0.05