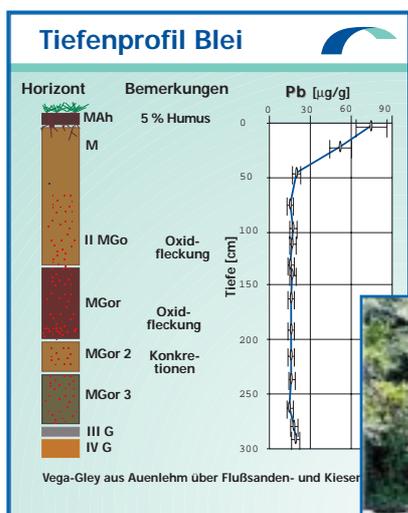


**ERFASSUNG UND BEURTEILUNG
 DER BELASTUNG DER ELBE MIT SCHADSTOFFEN**

**TEILPROJEKT 2:
 SCHWERMETALLE – SCHWERMETALLSPEZIES
 BMBF-FORSCHUNGSVORHABEN: 02-WT 9355/4**

***GEOGENE HINTERGRUNDWERTE
 UND ZEITLICHE BELASTUNGSENTWICKLUNG***

**Abschlußbericht
 Für den Zeitraum vom 1.9.1993 bis 30.9.1997**



ERFASSUNG UND BEURTEILUNG
DER BELASTUNG DER ELBE MIT SCHADSTOFFEN

TEILPROJEKT 2: SCHWERMETALLE – SCHWERMETALLSPEZIES

***GEOGENE HINTERGRUNDWERTE
UND ZEITLICHE BELASTUNGSENTWICKLUNG***

BMBF-FORSCHUNGSVORHABEN: 02-WT 9355/4

Abschlußbericht Dezember 1997

Band 3/3

Projektleiter: A. Prange

**unter
Mitarbeit von:**

E. Bössow	B. Erbslöh
R. Jablonski	E. Jantzen
P. Krause	F. Krüger
H. Lenart	P. Leonhard
J. Meyercordt	R. Niedergesäß
R. Pepelnik	W. v. Tümpling jr.

Institut für Physikalische und Chemische Analytik

GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH • Geesthacht

Dezember 1997

Inhalt	Seitenzahl
Bodenkundliches Abkürzungsverzeichnis.....	VI
Danksagung.....	VII
Vorwort.....	IX
Teil I: Geogene Hintergrundwerte in Elbesedimenten.....	1
1 Einleitung.....	3
2 Allgemeines über die Beurteilung von Flußsedimenten.....	5
3 Bodenkundliche und geologische Betrachtungen.....	7
3.1 Grundlagen der Flußdynamik zur Ermittlung geogener Hintergrundwerte.....	7
3.2 Geologie des Elbeeinzugsgebietes.....	9
3.3 Auenböden.....	9
3.4 Auenlehm	11
3.4.1 Entstehung und Alter des Auenlehms.....	11
3.4.2 Zusammensetzung des Auenlehms.....	11
3.5 Auswahl der Regionen - Kriterien.....	14
3.6 Beschreibung der Untersuchungsgebiete.....	18
3.6.1 Lage der Untersuchungsgebiete.....	18
3.6.2 Hochwasserschutz und Flußlaufregulierungen.....	23
3.6.3 Geologie und Böden der an die Auen angrenzenden Gebiete.....	24
3.6.4 Nutzung	26
4 Material und Methoden.....	27
4.1 Kartenmaterial und Vorarbeiten.....	27
4.2 Bodenkundliche Sondierungen.....	27
4.3 Analytik.....	29
4.3.1 Probennahme.....	29
4.3.2 ¹⁴ C-Datierungen.....	32
4.3.3 Begleitparameter	33
4.3.3.1 Fraktionierung und Korngrößenverteilung.....	33
4.3.3.2 pH-Wert.....	34
4.3.3.3 Kohlenstoff und Stickstoff.....	34
4.3.4 Elementanalytik	35
4.3.4.1 Methodenvergleich - Bestimmung von 62 Elementen in Sedimenten.....	35
4.3.4.2 Analytische Qualitätssicherung.....	43
4.4 Methode der Hintergrundwertermittlung.....	51

5	Ergebnisse und Diskussion.....	53
5.1.	Einfluß des Riesengebirges (Hradec Králové).....	53
5.1.1	Auswertung historischer Karten.....	53
5.1.2	Ergebnisse der bodenkundlichen Sondierungen.....	54
5.1.2.1	Charakterisierung der Böden.....	54
5.1.2.2	Auswahl der Probennahmepunkte.....	55
5.1.3	¹⁴ C -Datierungsergebnisse	59
5.1.4	Ausgewählte Parameter der Sedimentkerne	61
5.1.4.1	Bodenkundliche Beschreibung der Auenkern-Probennahmepprofile.....	61
5.1.4.2	Fraktionierungsdaten	62
5.1.4.3	Kohlenstoffgehalte	66
5.1.4.4	Stickstoffgehalte	67
5.1.4.5	pH-Werte.....	68
5.1.5	Ergebnisse und Diskussion der Elementanalysen	69
5.1.5.1	Einflußbereich des Riesengebirges (Hradec Králové) Tiefenprofile der Elementkonzentrationen Gruppierungen der Elemente und Probentiefen.....	71
5.1.5.1.1	Auenkern 7 (toter Mäander)	71
5.1.5.1.2	Auenkern 45 (rezenter Mäander)	77
5.1.5.1.3	Auenkern 87 (außerhalb aller Mäander)	83
5.1.6	Regionale geogene Hintergrundwerte im Einflußbereich des Riesengebirges (Hradec Králové).....	91
5.2.	Einfluß des Moldaueinzugsgebietes (Roudnice).....	93
5.2.1	Auswertung historischer Karten.....	93
5.2.2	Ergebnisse der bodenkundlichen Sondierungen.....	94
5.2.2.1	Charakterisierung der Böden.....	94
5.2.2.2	Auswahl der Probennahmepunkte.....	95
5.2.3	¹⁴ C -Datierungsergebnisse.....	98
5.2.4	Ausgewählte Parameter der Sedimentkerne	99
5.2.4.1	Bodenkundliche Beschreibung der Auenkern-Probennahmepprofile.....	99
5.2.4.2	Fraktionierungsdaten	100
5.2.4.3	Kohlenstoffgehalte	102
5.2.4.4	Stickstoffgehalte	103
5.2.4.5	pH-Werte.....	104
5.2.5	Ergebnisse und Diskussion der Elementanalysen	105
5.2.5.1	Einflußbereich des Moldaueinzugsgebietes (Roudnice) Tiefenprofile der Elementkonzentrationen Gruppierungen der Elemente und Probentiefen.....	105
5.2.5.1.1	Auenkern 108 (elbferner Standort).....	105
5.2.5.1.2	Auenkern 135 (elbnaher Standort)	114
5.2.6	Regionale geogene Hintergrundwerte im Einflußbereich des Moldaueinzugsgebietes (Roudnice).....	122

5.3.	Einfluß des Erzgebirges (Tangermünde).....	124
5.3.1	Auswertung historischer Karten.....	124
5.3.2	Ergebnisse der bodenkundlichen Sondierungen.....	124
5.3.2.1	Charakterisierung der Böden.....	124
5.3.2.2	Auswahl der Probennahmepunkte.....	125
5.3.3	¹⁴ C -Datierungsergebnisse.....	129
5.3.4	Ausgewählte Parameter der Sedimentkerne	130
5.3.4.1	Bodenkundliche Beschreibung der Auenkern-Probennahmepprofile.....	130
5.3.4.2	Fraktionierungsdaten	131
5.3.4.3	Kohlenstoffgehalte, Stickstoffgehalte, pH-Werte.....	132
5.3.5	Ergebnisse und Diskussion der Elementanalysen	133
5.3.5.1	Einflußbereich des Erzgebirges (Tangermünde) Tiefenprofile der Elementkonzentrationen Gruppierungen der Elemente und Probentiefen.....	133
5.3.5.1.1	Auenkern 155 (rezenter Überflutungsbereich).....	133
5.3.5.1.2	Auenkern 189 (luftseitig des Winterdeiches).....	139
5.3.6	Regionale geogene Hintergrundwerte im Einflußbereich des Erzgebirges (Tangermünde).....	145
5.4	Ermittlung von allgemein gültigen Hintergrundwerten für den Elbestrom.....	147
5.4.1	Beurteilung der gewonnenen Sedimentkerne für die Eignung zur Ableitung geogener Hintergrundwerte.....	147
5.4.2	Regionale Einflüsse.....	150
5.4.3	Geogene Hintergrundwerte für den gesamten Elbestrom.....	151
5.5	Ableitung von Zielvorgaben auf der Basis der geogenen Hintergrundwerte für ein Klassifizierungssystem von Sedimenten und Schwebstoffen in der Elbe.....	154
6	Zusammenfassung Teil I: Geogene Hintergrundwerte in Elbesedimenten.....	157

Teil II: Zeitliche Belastungsentwicklung verschiedener Elbeabschnitte.... 159

1	Einleitung.....	161
2	Allgemeines über die Ermittlung zeitlicher Belastungsentwicklungen... 162	
3	Untersuchungsgebiete - Altwässer.....	164
4	Material und Methoden.....	166
4.1	Probennahme von Unterwassersedimentkernen.....	166
4.2	Fraktionierung.....	168
4.3	¹³⁷ Cäsium- und ²¹⁰ Blei-Datierungen.....	168
4.3.1	Instrumentelle Voraussetzungen.....	168
4.3.2	¹³⁷ Cäsium-Datierungen.....	169
4.3.3	²¹⁰ Blei-Datierungen.....	171
4.4	Elementanalysen.....	172
5	Ergebnisse und Diskussion.....	173
5.1	Zeitliche Entwicklung im Einflußbereich des Riesengebirges	
	- Unterwasserkern Bereich "Jessipek" bei Hradec Králové.....	173
5.1.1	Fraktionierungsergebnisse.....	173
5.1.2	Datierung der Unterwassersedimente.....	174
5.1.2.1	Ergebnisse der ¹³⁷ Cäsium-Datierung.....	174
5.1.2.2	Ergebnisse der ²¹⁰ Blei-Datierung.....	174
5.1.3	Ergebnisse der Elementanalysen - Tiefenprofile und zeitliche Entwicklungen.....	175
5.2	Zeitliche Entwicklung im Einflußbereich des Moldaueinzugsgebietes	
	- Unterwasserkern Bereich "Litomerice" bei Roudnice	181
5.2.1	Fraktionierungsergebnisse.....	181
5.2.2	Datierung der Unterwassersedimente.....	182
5.2.2.1	Ergebnisse der ¹³⁷ Cäsium-Datierung	182
5.2.2.2	Ergebnisse der ²¹⁰ Blei-Datierung.....	183
5.2.3	Ergebnisse der Elementanalysen - Tiefenprofile und zeitliche Entwicklungen.....	184
5.3	Zeitliche Entwicklung im Einflußbereich des Erzgebirges	
	- Unterwasserkern Bereich "Bucher Brack" bei Tangermünde.....	191
5.3.1	Fraktionierungsergebnisse.....	191
5.3.2	Datierung der Unterwassersedimente.....	192
5.3.2.1	Ergebnisse der ¹³⁷ Cäsium-Datierung.....	192
5.3.2.2	Ergebnisse der ²¹⁰ Blei-Datierung.....	193
5.3.3	Ergebnisse der Elementanalysen - Tiefenprofile und zeitliche Entwicklungen.....	195
5.4	Bewertung der Belastung der Unterwassersedimente.....	204
6	Zusammenfassung Teil II - Zeitliche Belastungsentwicklung	
	verschiedener Elbeabschnitte.....	209
7	Schlußwort.....	211
8	Literatur.....	213

9	Anhang zu Teil I und Teil II	219
9.1	Anhang Teil I: Geogene Hintergrundwerte - Zahlentafeln und graphische Darstellungen.....	220
9.1.1	Sondierungsergebnisse der untersuchten Transekte.....	220
9.1.1.1	Einflußbereich des Riesengebirges (Hradec Králové).....	220
9.1.1.2	Einflußbereich des Moldaueinzugsgebietes (Roudnice).....	234
9.1.1.3	Einflußbereich des Erzgebirges (Tangermünde).....	242
9.1.2	Gruppierungen der Elemente und Tiefenprofile.....	253
9.1.2.1	Einflußbereich des Riesengebirges (Hradec Králové).....	253
9.1.2.1.1	Auenkern 7.....	253
9.1.2.1.2	Auenkern 45.....	267
9.1.2.1.3	Auenkern 87.....	283
9.1.2.2	Einflußbereich des Moldaueinzugsgebietes (Roudnice).....	299
9.1.2.2.1	Auenkern 108.....	299
9.1.2.2.2	Auenkern 135.....	315
9.1.2.3	Einflußbereich des Erzgebirges (Tangermünde).....	329
9.1.2.3.1	Auenkern 155.....	329
9.1.2.3.2	Auenkern 189.....	343
9.1.3	Zusammenstellung regionaler und allgemeingültiger geogener Hintergrundwerte für die Elbe.....	357
9.1.3.1	Vergleich der regionalen geogenen Hintergrundwerte (GHW) des Elbetals mit Angabe der jeweiligen Minima- und Maxima-Werte.....	358
9.1.3.2	Geogene Hintergrundwerte des Elbestroms: Angabe der Minima- und Maxima-Werte im Vergleich mit den regionalen GHW.....	359
9.1.3.3	Prozentuale Abweichung der geogenen Hintergrundwerte von den Turekian & Wedepohl-Werten.....	360
9.1.3.4	Einordnung der neuen geogenen Hintergrundwerte des Elbestroms (GHW Elbe) in das Klassifizierungssystem der ARGE-ELBE.....	361
9.1.3.5	Klassifizierungssystem mit neuen Hintergrundwerten.....	362
9.2	Anhang Teil II: Zeitliche Belastungsentwicklung verschiedener Elbabschnitte - graphische Darstellung der Tiefenprofile (Unterwassersedimente).....	363
9.2.1	Gruppierungen der Elemente und Tiefenprofile.....	363
9.2.1.1	Einflußbereich des Riesengebirges ("Jessipek" bei Hradec Králové).....	363
9.2.1.2	Einflußbereich des Moldaueinzugsgebietes ("Litomerice" bei Roudnice).....	379
9.2.1.3	Einflußbereich des Erzgebirges ("Bucher Brack" bei Tangermünde).....	391

Bodenkundliches Abkürzungsverzeichnis

Horizontbezeichnungen

- A-Horizont: Mineralischer Oberbodenhorizont mit Akkumulation von organischer Substanz
- Ah-Horizont: A-Horizont mit < 15 Masse-% organischer Substanz
- Aa-Horizont: A-Horizont mit 15 - 30 Masse-% organischer Substanz
- Ap-Horizont: A-Horizont, durch regelmäßige Bodenbearbeitung geprägt, Ackerkrume
- rAh-Horizont: reliktscher Ah-Horizont
- M-Horizont: Mineralbodenhorizont aus fortlaufend sedimentiertem holozänem Bodenmaterial, das vor der Ablagerung pedogen verändert und dann fluviatil oder äolisch transportiert wurde
- G-Horizont: Mineralbodenhorizont mit Grundwassereinfluß und in der Regel dadurch verursachten bestimmten hydromorphen Merkmalen
- Go-Horizont: G-Horizont, oxidiert, mit > 10% Rostflecken, im Grundwasserschwankungsbereich einschließlich Schwankungsbereich der Obergrenze des geschlossenen Kapillarraumes entstanden oder durch sauerstoffreiches Grundwasser gefüllt und mit Oxidationsmerkmalen
- Gr-Horizont: G-Horizont mit reduzierten Verhältnissen, < 5% Rostflecken an Wurzelbahnen, sonst keine Rostflecken
- Gro-Horizont: Go-Horizont, teilweise reduziert, mit 5 - 10% Rostflecken
- Gor-Horizont: Gr-Horizont mit < 5% Rostflecken, nicht an Wurzelbahnen gebunden
- C-Horizont: Mineralischer Untergrundhorizont; Gestein unter dem Solum, entspricht bei ungeschichteten Profilen dem Ausgangsgestein des Solums
- jY-Horizont: Auftragshorizont aus natürlichem Material

Bodenarten

- S Sand
- Sl lehmiger Sand
- L Lehm
- Ls sandiger Lehm
- Lu schluffiger Lehm
- Ltu schluffig-toniger Lehm
- Lt toniger Lehm
- U Schluff
- Uls sandig-lehmiger Schluff
- Ut toniger Schluff
- T Ton
- Ts sandiger Ton
- Tu schluffiger Ton
- F Mudde, mit organischer Substanz durchsetztes limnisches Sediment
- Fmu Schluffmudde mit 5 - 30 Masse-% organischer Substanz