

Umweltforschungsplan
des Bundesministers für Umwelt,
Naturschutz und Reaktorsicherheit

Umweltprobenbank einschließlich Human- und Biomonitoring

Förderkennzeichen (UFOPLAN) 200 64 218

**Untersuchungen von Schadstoffeinträgen anhand von Bioindikatoren -
Aus- und Bewertung der Ergebnisse aus dem Moos-Monitoring 1990/91,
1995/96 und 2000/01
- Abschlussbericht Teil II -**

von

Prof. Dr. Winfried Schröder
(Projektleiter)

Dipl.-Forst. Patrick Anhelm	Torsten Peronne
Dr. Holger Bau	Dipl.-Geogr. Roland Pesch
Dr. Yehia Matter	Dr. Abdul Hanan Roostai
Roland Mitze	Zakia Roostai
Dr. Karsten Mohr	Dipl.-Geol. Gunther Schmidt
Dr. Ludwig Peichl	Dr. Ulrich Siewers
Dipl.-Geogr. Anette Peiter	

(Bearbeiter/in)

Im Auftrag
des Umweltbundesamtes
Juli 2002

Berichts-Kennblatt

1. Berichtsnummer UBA-FB	2.	3.
4. Titel des Berichts Untersuchungen von Schadstoffeinträgen anhand von Bioindikatoren: Aus- und Bewertung der Ergebnisse aus dem Moos-Monitoring 1990/91, 1995/96 und 2000/01 - Abschlussbericht Teil II -		
5. Autoren SCHRÖDER, W.; ANHELM, P.; BAU, H., MATTER, Y.; MITZE, R.; MOHR, K.; PEITER, A.; PEICHL, L.; PERONNE, T.; PESCH, R.; ROOSTAI, H; ROOSTAI, Z.; SCHMIDT, G.; SIEWERS, U.	8. Abschlussdatum 31.07.2002	
6. Durchführende Institution (Name, Anschrift) Institut für Umweltwissenschaften Hochschule Vechta Postfach 15 53 D-49364 Vechta	9. Veröffentlichungsdatum	
	10. UFOPLAN-Nr. 200 64 218	
	11. Seitenzahl 185	
7. Fördernde Institution (Name, Anschrift) Umweltbundesamt Postfach 33 00 22 D-14191 Berlin	12. Literaturangaben 9	
	13. Tabellen 1	
	14. Abbildungen, Karten 204	
15. Zusätzliche Angaben		
16. Zusammenfassung Im Moos-Monitoring 2000 wurde mit Hilfe ausgewählter Moosarten der flächenhafte Eintrag von 20 Metall- und Schwermetallelementen in der Bundesrepublik Deutschland in terrestrische Ökosysteme quantitativ erfasst. Die Ergebnisse des Vorhabens werden in zwei Berichtsteilen vorgelegt. In dem hier vorliegenden Berichtsteil II wurde der atmosphärische Eintrag der Metall- und Schwermetallelemente Al, As, Ba, Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Na, Mg, Mn, Ni, Pb, Sb, V, Sr, Ti, Zn in einem methodenharmonisierten, qualitätskontrollierten chemisch-analytischen System auf dem Gebiet der BRD moosartenspezifisch ausgewertet. Ferner wurde ein Index für atmosphärische Metalleinträge erarbeitet.		
17. Schlagwörter Bioindikation, Umweltmonitoring, Moos-Monitoring, atmosphärische Schwermetalleinträge, Umweltdatenbanken, Umweltindikatoren, Umweltindizes		
18. Preis	19.	20.

Report Cover Sheet

1. Report No UBA-FB	2.	3.
4. Report Title Investigation of pollutant entries with the help of bioindicators: Evaluation of the results of the German Moss-Monitoring 1990/91, 1995/96 und 2000/01 - Final Report Part II -		
5. Authors SCHRÖDER, W.; ANHELM, P.; BAU, H., MATTER, Y.; MITZE, R.; MOHR, K.; PEITER, A.; PEICHL, L.; PERONNE, T.; PESCH, R.; ROOSTAI, H; ROOSTAI, Z.; SCHMIDT, G.; SIEWERS, U.	8. Report date 31.07.2002	
6. Performing Organisation Institut für Umweltwissenschaften Hochschule Vechta Postfach 15 53 D-49364 Vechta	9. Publication Date	
	10. UFOPLAN-Ref. No 200 64 218	
	11. No of Pages 185	
7. Funding Agency Umweltbundesamt Postfach 33 00 22 D-14191 Berlin	12. No of Reference 9	
	13. No of Tables 1	
	14. No of Figures, maps 204	
15. Supplementary Notes		
16. Abstract In the German Moss-Monitoring “ the atmospheric input of 20 metal and heavy metal elements in terrestrial ecosystems in the area of the Federal Republic of Germany was quantitatively seized in a method-harmonized, quality-controlled chemical-analytic system with the help of selected moss species. The results of the project are submitted in two report parts. In this report part I the atmospheric entry of the metal and heavy metal elements Al, As, Ba, Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Na, Mg, Mn, Ni, Pb, Sb, V, Sr, Ti, Zn in the area of the Federal Republic of Germany was examined for the moss species <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Scleropodium purum</i> and <i>Hypnum cupressiforme</i> . Furthermore an index for atmospheric metal entries was derived.		
17. Key Words bioindication, environmental monitoring, moss monitoring, atmospheric pollutant entry, heavy metals		
18. Price	19.	20.

Gliederung (Teil 1 von 2)

	Danksagung	17
	Abkürzungen	19
	Glossar	21
1	Projektziele und -randbedingungen	23
2	Moosartenspezifische Auswertung	26
2.1	Standardelemente	30
2.1.1	Arsen	30
2.1.2	Cadmium	36
2.1.3	Chrom	46
2.1.4	Kupfer	54
2.1.5	Eisen	61
2.1.6	Nickel	69
2.1.7	Blei	76
2.1.8	Titan	83
2.1.9	Vanadium	90
2.1.10	Zink	97
2.1.11	Quecksilber	104
2.1.12	Antimon	111
2.2	Zusatzelemente	117
2.2.1	Aluminium	117
2.2.2	Barium	123
2.2.3	Calcium	130
2.2.4	Kalium	136
2.2.5	Magnesium	142
2.2.6	Mangan	149
2.2.7	Natrium	155
2.2.8	Strontium	161
2.3	Zusammenfassung	167
2.3.1	Standardelemente	167

Gliederung (Teil 2 von 2)

2.3.2	Zusatzelemente	172
3	Schwermetallanreicherung in Moos als Umweltindikator	177
4	Zusammenfassung	182
5	Zitierte Literatur	184

Abbildungsverzeichnis (Teil 1 von 10)		Seite
Abbildung 1	Medianvergleich des Moos-Monitoring 1990, 1995 und 2000 für Arsen - moosartenunspezifisch	30
Abbildung 2	Mediane für Arsen im Moos-Monitoring 1990 – moosartenspezifisch	33
Abbildung 3	Mediane für Arsen im Moos-Monitoring 1995 - moosartenspezifisch	33
Abbildung 4	Mediane für Arsen im Moos-Monitoring 2000 - moosartenspezifisch	34
Abbildung 5	Mediane für Arsen im Moos-Monitoring 2000 – <i>P.s.</i>	35
Abbildung 6	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für - <i>P.s.</i>	35
Abbildung 7	Mediane für Arsen im Moos-Monitoring 2000 – <i>S.p.</i>	36
Abbildung 8	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für – <i>S.p.</i>	36
Abbildung 9	Mediane für Arsen im Moos-Monitoring 2000 – <i>H.c.</i>	37
Abbildung 10	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für – <i>H.c.</i>	37
Abbildung 11	Medianvergleich des Moos-Monitoring 1990, 1995 und 2000 für Cadmium - moosartenunspezifisch	38
Abbildung 12	Mediane für Cadmium im Moos-Monitoring 1990 – moosartenspezifisch	41
Abbildung 13	Mediane für Cadmium im Moos-Monitoring 1995 – moosartenspezifisch	41
Abbildung 14	Mediane für Cadmium im Moos-Monitoring 2000 – moosartenspezifisch	42
Abbildung 15	Mediane für Cadmium im Moos-Monitoring 2000 – <i>P.s.</i>	43
Abbildung 16	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für- <i>P.s.</i>	43
Abbildung 17	Mediane für Cadmium im Moos-Monitoring 2000 – <i>S.p.</i>	44
Abbildung 18	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für – <i>S.p.</i>	44
Abbildung 19	Mediane für Cadmium im Moos-Monitoring 2000 – <i>H.c.</i>	45
Abbildung 20	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für – <i>H.c.</i>	45
Abbildung 21	Medianvergleich des Moos-Monitoring 1990, 1995 und 2000 für Chrom - moosartenunspezifisch	46

Abbildungsverzeichnis (Teil 2 von 10)		Seite
Abbildung 22	Mediane für Chrom im Moos-Monitoring 1990 – moosartenspezifisch	49
Abbildung 23	Mediane für Chrom im Moos-Monitoring 1995 – moosartenspezifisch	49
Abbildung 24	Mediane für Chrom im Moos-Monitoring 2000 – moosartenspezifisch	50
Abbildung 25	Mediane für Chrom im Moos-Monitoring 2000 – <i>P.s.</i>	51
Abbildung 26	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für – <i>P.s.</i>	51
Abbildung 27	Mediane für Chrom im Moos-Monitoring 2000 – <i>S.p.</i>	52
Abbildung 28	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für – <i>S.p.</i>	52
Abbildung 29	Mediane für Chrom im Moos-Monitoring 2000 – <i>H.c.</i>	53
Abbildung 30	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für – <i>H.c.</i>	53
Abbildung 31	Medianvergleich des Moos-Monitoring 1990, 1995 und 2000 für Kupfer - moosartenunspezifisch	54
Abbildung 32	Mediane für Kupfer im Moos-Monitoring 1990 – moosartenspezifisch	57
Abbildung 33	Mediane für Kupfer im Moos-Monitoring 1995 – moosartenspezifisch	57
Abbildung 34	Mediane für Kupfer im Moos-Monitoring 2000 – moosartenspezifisch	58
Abbildung 35	Mediane für Kupfer im Moos-Monitoring 2000 - <i>P.s.</i>	59
Abbildung 36	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für - <i>P.s.</i>	59
Abbildung 37	Mediane für Kupfer im Moos-Monitoring 2000 – <i>S.p.</i>	60
Abbildung 338	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für - <i>S.p.</i>	60
Abbildung 39	Mediane für Kupfer im Moos-Monitoring 2000 – <i>H.c.</i>	61
Abbildung 40	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für - <i>H.c.</i>	61
Abbildung 41	Medianvergleich des Moos-Monitoring 1990, 1995 und 2000 für Eisen - moosartenunspezifisch	62
Abbildung 42	Mediane für Eisen im Moos-Monitoring 1990 - moosartenspezifisch	64
Abbildung 43	Mediane für Eisen im Moos-Monitoring 1995 - moosartenspezifisch	64
Abbildung 44	Mediane für Eisen im Moos-Monitoring 2000 – moosartenspezifisch	65

Abbildungsverzeichnis (Teil 3 von 10)		Seite
Abbildung 45	Mediane für Eisen im Moos-Monitoring 2000 – <i>P.s.</i>	66
Abbildung 46	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für - <i>P.s.</i>	66
Abbildung 47	Mediane für Eisen im Moos-Monitoring 2000 – <i>S.p.</i>	67
Abbildung 48	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für - <i>S.p.</i>	67
Abbildung 49	Mediane für Eisen im Moos-Monitoring 2000 – <i>H.c.</i>	68
Abbildung 50	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für - <i>H.c.</i>	68
Abbildung 51	Medianvergleich des Moos-Monitoring 1990, 1995 und 2000 für Nickel - moosartenunspezifisch	69
Abbildung 52	Mediane für Nickel im Moos-Monitoring 1990 – moosartenspezifisch	71
Abbildung 53	Mediane für Nickel im Moos-Monitoring 1995 – moosartenspezifisch	71
Abbildung 54	Mediane für Nickel im Moos-Monitoring 2000 – moosartenspezifisch	72
Abbildung 55	Mediane für Nickel im Moos-Monitoring 2000 – <i>P.s.</i>	73
Abbildung 56	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für - <i>P.s.</i>	73
Abbildung 57	Mediane für Nickel im Moos-Monitoring 2000 – <i>S.p.</i>	74
Abbildung 58	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für - <i>S.p.</i>	74
Abbildung 59	Mediane für Nickel im Moos-Monitoring 2000 – <i>H.c.</i>	75
Abbildung 60	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für - <i>H.c.</i>	75
Abbildung 61	Medianvergleich des Moos-Monitoring 1990, 1995 und 2000 für Blei - moosartenunspezifisch	76
Abbildung 62	Mediane für Blei im Moos-Monitoring 1990 – moosartenspezifisch	78
Abbildung 63	Mediane für Blei im Moos-Monitoring 1995 – moosartenspezifisch	78
Abbildung 64	Mediane für Blei im Moos-Monitoring 2000 – moosartenspezifisch	79
Abbildung 65	Mediane für Blei im Moos-Monitoring 2000 – <i>P.s.</i>	80
Abbildung 66	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für - <i>P.s.</i>	80
Abbildung 67	Mediane für Blei im Moos-Monitoring 2000 – <i>S.p.</i>	81

Abbildungsverzeichnis (Teil 4 von 10)		Seite
Abbildung 68	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für - <i>S.p.</i>	81
Abbildung 69	Mediane für Blei im Moos-Monitoring 2000 – <i>H.c.</i>	82
Abbildung 70	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für - <i>H.c.</i>	82
Abbildung 71	Medianvergleich des Moos-Monitoring 1990, 1995 und 2000 für Titan - moosartenunspezifisch	83
Abbildung 72	Mediane für Titan im Moos-Monitoring 1990 – moosartenspezifisch	85
Abbildung 73	Mediane für Titan im Moos-Monitoring 1995 – moosartenspezifisch	85
Abbildung 74	Mediane für Titan im Moos-Monitoring 2000 – moosartenspezifisch	86
Abbildung 75	Mediane für Titan im Moos-Monitoring 2000 – <i>P.s.</i>	87
Abbildung 76	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für – <i>P.s.</i>	87
Abbildung 77	Mediane für Titan im Moos-Monitoring 2000 – <i>S.p.</i>	88
Abbildung 78	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für - <i>S.p.</i>	88
Abbildung 79	Mediane für Titan im Moos-Monitoring 2000 – <i>H.c.</i>	89
Abbildung 80	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für - <i>H.c.</i>	89
Abbildung 81	Medianvergleich des Moos-Monitoring 1990, 1995 und 2000 für Vanadium - moosartenunspezifisch	90
Abbildung 82	Mediane für Vanadium im Moos-Monitoring 1990 – moosartenspezifisch	92
Abbildung 83	Mediane für Vanadium im Moos-Monitoring 1995 – moosartenspezifisch	92
Abbildung 84	Mediane für Vanadium im Moos-Monitoring 2000 – moosartenspezifisch	93
Abbildung 85	Mediane für Vanadium im Moos-Monitoring 2000 – <i>P.s.</i>	94
Abbildung 86	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für - <i>P.s.</i>	94
Abbildung 87	Mediane für Vanadium im Moos-Monitoring 2000 – <i>S.p.</i>	95
Abbildung 88	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für - <i>S.p.</i>	95
Abbildung 89	Mediane für Vanadium im Moos-Monitoring 2000 – <i>H.c.</i>	96

Abbildungsverzeichnis (Teil 5 von 10)		Seite
Abbildung 90	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für - <i>H.c.</i>	96
Abbildung 91	Medianvergleich des Moos-Monitoring 1990, 1995 und 2000 für Zink - moosartenunspezifisch	97
Abbildung 92	Mediane für Zink im Moos-Monitoring 1990 – moosartenspezifisch	99
Abbildung 93	Mediane für Zink im Moos-Monitoring 1995 – moosartenspezifisch	99
Abbildung 94	Mediane für Zink im Moos-Monitoring 2000 – moosartenspezifisch	100
Abbildung 95	Mediane für Zink im Moos-Monitoring 2000 – <i>P.s.</i>	101
Abbildung 96	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für - <i>P.s.</i>	101
Abbildung 97	Mediane für Zink im Moos-Monitoring 2000 – <i>S.p.</i>	102
Abbildung 98	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für - <i>S.p.</i>	102
Abbildung 99	Mediane für Zink im Moos-Monitoring 2000 – <i>H.c.</i>	103
Abbildung 100	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für - <i>H.c.</i>	103
Abbildung 101	Medianvergleich des Moos-Monitoring 1990, 1995 und 2000 für Quecksilber - moosartenunspezifisch	104
Abbildung 102	Mediane für Quecksilber im Moos-Monitoring 1995 – moosartenspezifisch	107
Abbildung 103	Mediane für Quecksilber im Moos-Monitoring 2000 – moosartenspezifisch	107
Abbildung 104	Mediane für Quecksilber im Moos-Monitoring 2000 – <i>P.s.</i>	108
Abbildung 105	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für - <i>P.s.</i>	108
Abbildung 106	Mediane für Quecksilber im Moos-Monitoring 2000 – <i>S.p.</i>	109
Abbildung 107	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für – <i>S.p.</i>	109
Abbildung 108	Mediane für Quecksilber im Moos-Monitoring 2000 – <i>H.c.</i>	110
Abbildung 109	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für - <i>H.c.</i>	110
Abbildung 110	Medianvergleich des Moos-Monitoring 1990, 1995 und 2000 für Antimon - moosartenunspezifisch	111

Abbildungsverzeichnis (Teil 6 von 10)		Seite
Abbildung 111	Mediane für Antimon im Moos-Monitoring 1995 – moosartenspezifisch	113
Abbildung 112	Mediane für Antimon im Moos-Monitoring 2000 – moosartenspezifisch	113
Abbildung 113	Mediane für Antimon im Moos-Monitoring 2000 – <i>P.s.</i>	114
Abbildung 114	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für - <i>P.s.</i>	114
Abbildung 115	Mediane für Antimon im Moos-Monitoring 2000 – <i>S.p.</i>	115
Abbildung 116	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für - <i>S.p.</i>	115
Abbildung 117	Mediane für Antimon im Moos-Monitoring 2000 – <i>H.c.</i>	116
Abbildung 118	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für – <i>H.c.</i>	116
Abbildung 119	Medianvergleich des Moos-Monitoring 1990, 1995 und 2000 für Aluminium - moosartenunspezifisch	117
Abbildung 120	Mediane für Aluminium im Moos-Monitoring 1995 – moosartenspezifisch	119
Abbildung 121	Mediane für Aluminium im Moos-Monitoring 2000 – moosartenspezifisch	119
Abbildung 122	Mediane für Aluminium im Moos-Monitoring 2000 – <i>P.s.</i>	120
Abbildung 123	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für – <i>P.s.</i>	120
Abbildung 124	Mediane für Aluminium im Moos-Monitoring 2000 – <i>S.p.</i>	121
Abbildung 125	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für - <i>S.p.</i>	121
Abbildung 126	Mediane für Aluminium im Moos-Monitoring 2000 – <i>H.c.</i>	122
Abbildung 127	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für - <i>H.c.</i>	122
Abbildung 128	Medianvergleich des Moos-Monitoring 1990, 1995 und 2000 für Barium - moosartenunspezifisch	123
Abbildung 129	Mediane für Barium im Moos-Monitoring 1995 – moosartenspezifisch	126
Abbildung 130	Mediane für Barium im Moos-Monitoring 2000 – moosartenspezifisch	126
Abbildung 131	Mediane für Barium im Moos-Monitoring 2000 – <i>P.s.</i>	127

Abbildungsverzeichnis (Teil 7 von 10)		Seite
Abbildung 132	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für – <i>P.s.</i>	127
Abbildung 133	Mediane für Barium im Moos-Monitoring 2000 – <i>S.p.</i>	128
Abbildung 134	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für – <i>S.p.</i>	128
Abbildung 135	Mediane für Barium im Moos-Monitoring 2000 – <i>H.c.</i> Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für – <i>S.p.</i>	129
Abbildung 136	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für – <i>H.c.</i>	129
Abbildung 137	Medianvergleich des Moos-Monitoring 1990, 1995 und 2000 für Calcium – moosartenunspezifisch	130
Abbildung 138	Mediane für Calcium im Moos-Monitoring 1995 – moosartenspezifisch	132
Abbildung 139	Mediane für Calcium im Moos-Monitoring 2000 – moosartenspezifisch	132
Abbildung 140	Mediane für Calcium im Moos-Monitoring 2000 – <i>P.s.</i>	133
Abbildung 141	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für – <i>P.s.</i>	133
Abbildung 142	Mediane für Calcium im Moos-Monitoring 2000 – <i>S.p.</i>	134
Abbildung 143	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für – <i>S.p.</i>	134
Abbildung 144	Mediane für Calcium im Moos-Monitoring 2000 – <i>H.c.</i>	135
Abbildung 145	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für – <i>H.c.</i>	135
Abbildung 146	Medianvergleich des Moos-Monitoring 1990, 1995 und 2000 für Kalium – moosartenunspezifisch	136
Abbildung 147	Mediane für Kalium im Moos-Monitoring 1995 – moosartenspezifisch	138
Abbildung 148	Mediane für Kalium im Moos-Monitoring 2000 – moosartenspezifisch	138
Abbildung 149	Mediane für Kalium im Moos-Monitoring 2000 – <i>P.s.</i>	139
Abbildung 150	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für – <i>P.s.</i>	139
Abbildung 151	Mediane für Kalium im Moos-Monitoring 2000 – <i>S.p.</i>	140
Abbildung 152	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für – <i>S.p.</i>	140
Abbildung 153	Mediane für Kalium im Moos-Monitoring 2000 – <i>H.c.</i>	141
Abbildung 154	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für – <i>H.c.</i>	141

Abbildungsverzeichnis (Teil 8 von 10)		Seite
Abbildung 155	Medianvergleich des Moos-Monitoring 1990, 1995 und 2000 für Magnesium - moosartenunspezifisch	142
Abbildung 156	Mediane für Magnesium im Moos-Monitoring 1995 – moosartenspezifisch	145
Abbildung 157	Mediane für Magnesium im Moos-Monitoring 2000 – moosartenspezifisch	145
Abbildung 158	Mediane für Magnesium im Moos-Monitoring 2000 – <i>P.s.</i>	146
Abbildung 159	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für – <i>P.s.</i>	146
Abbildung 160	Mediane für Magnesium im Moos-Monitoring 2000 – <i>S.p.</i>	147
Abbildung 161	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für - <i>S.p.</i>	147
Abbildung 162	Mediane für Magnesium im Moos-Monitoring 2000 – <i>H.c.</i>	148
Abbildung 163	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für - <i>H.c.</i>	148
Abbildung 164	Medianvergleich des Moos-Monitoring 1990, 1995 und 2000 für Mangan - moosartenunspezifisch	149
Abbildung 165	Mediane für Mangan im Moos-Monitoring 1995 – moosartenspezifisch	151
Abbildung 166	Mediane für Mangan im Moos-Monitoring 2000 – moosartenspezifisch	151
Abbildung 167	Mediane für Mangan im Moos-Monitoring 2000 – <i>P.s.</i>	152
Abbildung 168	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für – <i>P.s.</i>	152
Abbildung 169	Mediane für Mangan im Moos-Monitoring 2000 – <i>S.p.</i>	153
Abbildung 170	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für - <i>S.p.</i>	153
Abbildung 171	Mediane für Mangan im Moos-Monitoring 2000 – <i>H.c.</i>	154
Abbildung 172	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für - <i>H.c.</i>	154
Abbildung 173	Medianvergleich des Moos-Monitoring 1990, 1995 und 2000 für Natrium - moosartenunspezifisch	155
Abbildung 174	Mediane für Natrium im Moos-Monitoring 1995 – moosartenspezifisch	157
Abbildung 175	Mediane für Natrium im Moos-Monitoring 2000 – moosartenspezifisch	157

Abbildungsverzeichnis (Teil 9 von 10)		Seite
Abbildung 176	Mediane für Natrium im Moos-Monitoring 2000 – <i>P.s.</i>	158
Abbildung 177	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für – <i>P.s.</i>	158
Abbildung 178	Mediane für Natrium im Moos-Monitoring 2000 – <i>S.p.</i>	159
Abbildung 179	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für - <i>S.p.</i>	159
Abbildung 180	Mediane für Natrium im Moos-Monitoring 2000 – <i>H.c.</i>	160
Abbildung 181	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für - <i>H.c.</i>	160
Abbildung 182	Medianvergleich des Moos-Monitoring 1990, 1995 und 2000 für Strontium - moosartenunspezifisch	161
Abbildung 183	Mediane für Strontium im Moos-Monitoring 1995 – moosartenspezifisch	163
Abbildung 184	Mediane für Strontium im Moos-Monitoring 2000 - moosartenspezifisch	163
Abbildung 185	Mediane für Strontium im Moos-Monitoring 2000 - <i>P.s.</i>	164
Abbildung 186	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für – <i>P.s.</i>	164
Abbildung 187	Mediane für Strontium im Moos-Monitoring 2000 – <i>S.p.</i>	165
Abbildung 188	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für - <i>S.p.</i>	165
Abbildung 189	Mediane für Strontium im Moos-Monitoring 2000 – <i>H.c.</i>	166
Abbildung 190	Medianvergleich des Moos-Monitorings 1990, 1995 und 2000 für - <i>H.c.</i>	166
Abbildung 191	Standardelement-Mediane im Moos-Monitoring 1990 – moosartenspezifisch	168
Abbildung 192	Standardelement-Mediane im Moos-Monitoring 1995 – moosartenspezifisch	169
Abbildung 193	Standardelement-Mediane im Moos-Monitoring 2000 – moosartenspezifisch	169
Abbildung 194	Deutschlandweite Darstellung der Standardelement-Mediane für im Moos-Monitoring 1990, 1995 und 2000 – moosartenunspezifisch	170
Abbildung 195	Deutschlandweite Darstellung der Standardelement-Mediane für im Moos-Monitoring 1990, 1995 und 2000 – <i>P.s.</i>	171

Abbildungsverzeichnis (Teil 10 von 10)		Seite
Abbildung 196	Deutschlandweite Darstellung der Standardelement-Mediane für im Moos-Monitoring 1990, 1995 und 2000 – <i>S.p.</i>	171
Abbildung 197	Deutschlandweite Darstellung der Standardelement-Mediane für im Moos-Monitoring 1990, 1995 und 2000 – <i>H.c.</i>	172
Abbildung 198	Deutschlandweite Darstellung der Zusatzelement-Mediane für im Moos-Monitoring 1995 und 2000 – moosartenunspezifisch	173
Abbildung 199	Zusatzelement-Mediane im Moos-Monitoring 1995 - moosartenspezifisch	174
Abbildung 200	Zusatzelement-Mediane im Moos-Monitoring 2000 - moosartenspezifisch	174
Abbildung 201	Deutschlandweite Darstellung der Zusatzelement Mediane für im Moos-Monitoring 1995 und 2000 – <i>P.s.</i>	175
Abbildung 202	Deutschlandweite Darstellung der Zusatzelement-Mediane für im Moos-Monitoring 1995 und 2000 – <i>S.p.</i>	176
Abbildung 203	Deutschlandweite Darstellung der Zusatzelement-Mediane für im Moos-Monitoring 1995 und 2000 – <i>H.c.</i>	176
Abbildung 204	Umweltindikator Metalle Moos – Ländervergleich	181

	Tabellenverzeichnis	Seite
Tabelle 1	Indexberechnung am Beispiel Arsen	179

Danksagung

Das Projekt 200 64 218 „Untersuchungen von Schadstoffeinträgen anhand von Bioindikatoren - Aus- und Bewertung der Ergebnisse aus dem Moos-Monitoring 1990/91, 1995/96 und 2000/01“ wurde vom BMU finanziert und vom UBA fachlich begleitet. Die in den Abschlussberichten Teil I und II vorgestellten Ergebnisse sind durch die Zusammenarbeit vieler Beteiligten zustande gekommen. Den am Moos-Monitoring 2000 beteiligten Landesbehörden und ihren Mitarbeitern, die das Vorhaben im *Arbeitskreis Bioindikation und Wirkungsermittlung* fachlich begleiteten sei hiermit für die konstruktive Zusammenarbeit Dank ausgesprochen:

- Frau Dr. Zink, Herr Dr. Sattler (Landesanstalt für Umweltschutz und Natur, Mecklenburg-Vorpommern),
- Herr Mütterlein, Herr Küchler (Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie),
- Herr Dr. Peichl (Bayerisches Landesamt für Umweltschutz),
- Frau Dr. Rademacher (Landesumweltamt Brandenburg),
- Herr Dr. Schiller (Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt),
- Herr Dr. Wolf (Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie),
- Herr Radermacher (Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen),
- Herr Genssler, Herr Dr. Gehrman (Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten Nordrhein-Westfalen)
- Herr Dr. Wagner (Universität Trier),
- Herr Dr. Rammert (Landesamt für Natur und Umwelt, Schleswig-Holstein),
- Herr Reischl (Thüringer Landesanstalt für Umwelt),
- Herr Dr. Gebhardt, Herr Dr. Franke, Herr Broecker (Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg),

- Herr Dr. Wahl (Landesamt für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz),
- Herr Dr. Klaus-Peter Giesen (Niedersächsisches Landesamt für Ökologie),
- Herr Gustav-Adolf Engeli (Landesforstverwaltung Hamburg),
- Herr von Dewitz (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin),
- Herr Prof. Dr. Zimmermann (Fachhochschule Bingen),
- Herr Erhardt (UMEG, Karlsruhe).

Allen, die das Projekt finanziell und ideell unterstützt haben, sei herzlich gedankt. Dies gilt vor allem für die Projektbetreuung durch Herrn Dr. Schlüter (UBA) sowie die beteiligten Projektpartner Herr Dr. Bau, Herr Dr. Matter, Herr Cipra (LUFA Hameln), Zakia und Dr. Abdul Hanan Roostai sowie Dr. Mohr (LUFA Nord-West). Für die wissenschaftliche Begleitung und fachliche Unterstützung sei besonders Frau Knetsch (UBA) und Herrn Dr. Siewers (BGR) gedankt. Die an diesem Projekt beteiligten wissenschaftlichen Angestellten (Dipl.-Math. Heidrun Matejka, Dipl.-Geogr. Roland Pesch, Dipl.-Geol. Gunther Schmidt) sowie die studentischen Hilfskräfte (Dipl.-Forst. Patrick Anhelm, Roland Mitze, Dipl.-Geogr. Anette Peiter, Torsten Peronne) haben mich sehr gut unterstützt. Bleibt dennoch Anlass zu Fragen oder Kritik, so bin ich gerne zur Diskussion bereit.

Vechta, im Juli 2002

Prof. Dr. W. Schröder

Abkürzungen (Teil 1 von 2)

Abkürzung	Bedeutung
AAS	Atomabsorptions-Spektrometrie
ACCESS	Datenbank-Software der Firma MicroSoft
Al	Aluminium
APR	Dateiformat bzw. Dateierweiterung einer ArcView-Projekt-Datei
As	Arsen
ASCII	American Standard Code for International Interchange
ArcView GIS	GIS-Software der Firma Esri
Ba	Barium
BB	Brandenburg
BDF	Bodendauerbeobachtungsflächen
BE	Berlin
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BGR	Bundesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe
BRD	Bundesrepublik Deutschland
BW	Baden-Württemberg
BY	Bayern
Ca	Calcium
Cd	Cadmium
Cr	Chrom
Cu	Kupfer
dbf	Dateiformat bzw. Dateierweiterung für eine dBaseIV-Datenbank
EMEP	European Monitoring and Evaluation Programme
ECE	Electrical & Computer Engineering
Fe	Eisen
GIS	Geografisches Informationssystem bzw. Geo-Informationssystem
HE	Hessen
<i>H.c.</i>	<i>Hypnum cupressiforme</i>
<i>H.s.</i>	<i>Hylocomium splendens</i>
Hg	Quecksilber
HH	Hamburg
ICP-MS	Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometer
ICP-OES	Inductively Coupled Plasma – Optical Emission Spectrometer
ID	Identifikationsziffer bzw. –zahl
IDW	Inverse Distance Weighted
IUW	Institut für Umweltwissenschaften an der HS Vechta (→ FN)
K	Kalium
LUFA	Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt
mdb	Dateiformat bzw. Dateierweiterung für eine MS Access Datenbank
Mg	Magnesium

Abkürzungen (Teil 2 von 2)

Abkürzung	Bedeutung
Mn	Mangan
MS Access	Microsoft Access (Produktbezeichnung)
MS Excel	Microsoft Excel (Produktbezeichnung)
MV	Mecklenburg-Vorpommern
Na	Natrium
Ni	Nickel
NI	Niedersachsen
NW	Nordrhein-Westfalen
<i>P.s.</i>	<i>Pleurozium schreberi</i>
Pb	Blei
RP	Rheinland-Pfalz
Sb	Antimon
SH	Schleswig-Holstein
SL	Saarland
SN	Sachsen
<i>S.p.</i>	<i>Scleropodium purum</i>
Sr	Strontium
ST	Sachsen-Anhalt
TH	Thüringen
Ti	Titan
UBA	Umweltbundesamt
UMEG	Zentrum für Umweltmessungen, Umwelterhebungen und Gerätesicherheit (Baden-Württemberg)
V	Vanadium
Zn	Zink

Glossar (Teil 1 von 2)

Ausdruck	Bedeutung
98-Perzentile	Wert in einer nach der Größe geordneten Datenreihe, unterhalb dessen sich 98% aller Variablenwerte befinden
Ersatzmoosarten	Die Ersatzmoosarten im Moos-Monitoring sind diejenigen Moosarten, die erst bei Nicht-Auffinden der Hauptmoosart beprobt werden sollen. Im deutschen Moos-Monitoring 2000 sind <i>Scleropodium purum</i> und <i>Hypnum cupressiforme</i> die Ersatzmoosarten.
Extrapolation, räumliche	statistische Schätzung der flächenhaften Verteilung eines gemessenen Merkmals aus Punktmessungen
Fehlarten	Moosarten, die im deutschen Moos-Monitoring beprobt wurden, aber nicht zu den Haupt- und Ersatzmoosarten gehören.
Geo-Informationssystem / Geografisches Informationssystem (GIS)	Software zur Verwaltung, statistischen Auswertung und kartografischen Abbildung räumlich verorteter Daten
Geostatistik	statistische Verfahren zur Untersuchung der räumlichen Autokorrelation punktuell gemessener metrisch-kontinuierlicher Daten (Variogramm-Analyse) und zu ihrer räumlich gewichteten Extrapolation (Kriging)
Hauptmoosart	Die Hauptmoosart im Moos-Monitoring ist diejenige Moosart, die vor allen anderen Moosarten beprobt werden soll. Im deutschen Moos-Monitoring stellt <i>Pleurozium schreberi</i> die Hauptmoosart dar.
IDW-Verfahren	Das IDW-Verfahren ist ein räumliches Interpolations-Verfahren, das zur Berechnung des Wertes jeweils einer Rasterzelle die Messwerte aller innerhalb eines festzulegenden Suchradius befindlichen Standorte zuerst gewichtet und dann aufsummiert. Die Wichtung der Messwerte erfolgt gemäß des reziproken Quadrats der Entfernung zwischen Rasterzellenmittelpunkt und Standort.
Indikator	Beobachtbarer, messbarer Sachverhalt, der als Teil eines komplexeren, nicht oder nur mit hohem Aufwand direkt messbaren Sachverhalts (Indikandum) auf diesen verweist; kann auch Ergebnis von Aggregierungsprozessen sein.

Glossar (Teil 2 von 2)

Ausdruck	Bedeutung
Variogramm-Analyse	Statistisches Verfahren zur Quantifizierung des Raumausschnittes (range), in dem Messwerte autokorreliert sind und innerhalb dessen zwischen Messpunkten statistisch begründet und räumlich gewichtet z.B. mit → Kriging interpoliert werden kann
Variationskoeffizient	Der Variationskoeffizient ist ein auf den Mittelwert bezogenes Streuungsmaß, das die Standardabweichung am Mittelwert relativiert.