

BUNDESANSTALT für GEOWISSENSCHAFTEN und ROHSTOFFE

Hannover

**Moos – Monitoring 1995/96
Zeitabhängige und flächenhafte Untersuchungen
von Schwermetalleinträgen
in Deutschland**

Sachbearbeiter:	Dr. U. Siewers Dr. U. Herpin
Auftraggeber:	Umweltbundesamt
Datum	17.07.98
Archiv-Nr.:	117 527
Tagebuch-Nr.:	11290/98

Umweltforschungsplan
des Bundesministeriums für Umwelt,
Naturschutz und Reaktorsicherheit

Umweltmonitoring

Forschungsbericht 108 02 087 /01

Untersuchungen der Schwermetallgehalte in Moosen,
Harmonisierung des Verfahrens und Zusammenführung der Meßnetze
der alten und neuen Länder
im Rahmen des europaweiten Moos-Monitoringprogramms 1995

von

Dr. Ulrich Siewers
Dr. Uwe Herpin

Bundesanstalt für
Geowissenschaften und Rohstoffe
Hannover

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Juli 1998

Berichts- Kennblatt

Berichtsnummer 1. UBA - FB	2.	3.
4. Titel des Berichts Moos-Monitoring 1995/96: Zeitabhängige und flächenhafte Untersuchungen von Schwermetalleinträgen in Deutschland. Untersuchungen der Schwermetallgehalte in Moosen, Harmonisierung des Verfahrens und Zusammenführung der Meßnetze der alten und neuen Länder im Rahmen des europaweiten Moos-Monitoring-Programms 1995.		
5. Autor(en), Nam(en), Vornam(en) Siewers, Ulrich Herpin, Uwe	8. Abschlußdatum 21.7.1998 (Teil 1)	
	9. Veröffentlichungsdatum	
6. Durchführende Institution (Name, Anschrift) Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe Stilleweg 2 30655 Hannover	10. UFOPLAN - Nr. 108 02 087 / 01	
	11. Seitenzahl 183	
	12. Literaturangaben 50	
	13. Tabellen und Diagramme 32	
7. Fördernde Institution (Name, Anschrift) Umweltbundesamt, Bismarckplatz 1, 14193 Berlin	14. Abbildungen 66	
	15. Zusätzliche Angaben	
16. Kurzfassung <p>Diese Arbeit zeigt die flächenhaften Verteilungen von Arsen, Cadmium, Chrom, Kupfer, Eisen, Quecksilber, Nickel, Blei, Antimon, Titan, Vanadium und Zink in Deutschland in 1995/96 mit Hilfe von Moosen sowie den zeitlichen und flächenhaften Vergleich mit dem Vorläuferprojekt aus 1990/91 im Rahmen eines europaweiten Moos-Monitoring-Programms. An 1026 Standorten wurden Proben von <i>Pleurozium schreberi</i>, <i>Scleropodium purum</i>, <i>Hypnum cupressiforme</i> und <i>Hylocomium splendens</i> entnommen, wobei 95 % der alten Standorte wieder beprobt wurden.</p> <p>Generell wurden 1995/96 vereinzelt lokal auftretende erhöhte Werte sowie in vielen Fällen die Einflußbereiche bekannter Emissionsquellen von Schwermetallen aufgezeigt. So treten mit dem Moos-Monitoring 1995/96 die hoch industrialisierten und urbanen Standorte in Deutschland wie das Ruhrgebiet, Teile des Saarlandes und Baden-Württembergs sowie Gebiete in Ostdeutschland hervor. Niedrigere Werte bei vielen Elementen zeigen weiträumige Teile Niedersachsens und Bayerns.</p> <p>Der Vergleich der beiden Monitoring-Programme in 1990/91 und 1995/96 zeigt in den meisten Fällen (Ausnahmen: Cadmium, Kupfer, Zink) Abnahmen in den Elementgehalten. Insbesondere in den neuen Ländern wurden für die Elemente Chrom, Eisen, Titan und Vanadium auffällige Rückgänge ermittelt. In erster Linie ist diese Entwicklung vermutlich auf die Schließungen und Sanierungen von Großfeuerungsanlagen, den Einsatz verbesserter emissionsmindernder Technologien sowie auf die Umstellungen von Braunkohle auf andere Energieträger zurückzuführen. Für die typischen Erdölelemente Vanadium und Nickel zeigen sich die Tendenzen auch in den alten Ländern und deuten hier ebenfalls auf Umstellungen im Energiesektor hin.</p> <p>Der starke Rückgang der Bleigehalte in 1995/96 gegenüber 1990/91 in den alten und neuen Ländern ergibt sich aus der steigenden Verwendung von bleifreiem Benzin. Der Vergleich der Mediane von 1990/91 und 1995/96 in Moosen mit Emissionsdaten von Schwermetallen in Deutschland aus den Jahren 1990 und 1995 zeigt gleiche Tendenzen mit erheblichen Rückgängen für die Elemente Arsen, Chrom, Nickel und Blei.</p>		
17. Schlagwörter Metalle, Moos, Monitoring, Bioindikation, atmosphärische Deposition		
18. Preis	19.	20.

Report cover Sheet

Report No. 1. UBA - FB	2.	3.
4. Report Title Moss Monitoring 1995/96: Investigations of heavy - metal deposition in Germany in space and time. Determination of heavy metal concentrations in moss, standardization of the procedure and integration of the sampling grids of former east and west Germany within the European Moss-Monitoring Programme 1995.		
5. Author(s), Family Name(s), First Name(s) Siewers, Ulrich Herpin, Uwe		8. Report Date 21.07.1998 (part 1)
6. Performing Organisation (Name, Address) Federal Institute for Geosciences and Natural Resources (BGR) Stilleweg 2 30655 Hannover		9. Publication Date
7. Sponsoring Agency (Name, Address) Environmental Protection Agency (UBA) Bismarckplatz 1 14193 Berlin		10. UFOPLAN - Ref. No. 108 02 087 / 01
15. Supplementary Motes		11. Number of Pages 183
16. Abstract This paper shows the areal distribution in Germany of arsenic, cadmium, chromium, copper, iron, mercury, nickel, lead, antimony, titanium, vanadium and zinc analyzed in mosses in 1995/96 and compares them with the results of the 1990/91 pilot study within a European moss-monitoring programme. Samples of <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Scleropodium purum</i> , <i>Hypnum cupressiforme</i> and <i>Hylocomium splendens</i> were taken at a total of 1026 sites. In the 1995/96 monitoring campaign, 95 % of the original sites of the 1990/91 study were resampled. The results from 1995/96 display local elevated values and many cases of areas affected by known sources of heavy-metal emissions. The industrialized and urban regions of Germany are shown up clearly by the 1995/96 moss-monitoring results: the Ruhr area, parts of Saarland and Baden-Württemberg, as well as areas in eastern Germany. Relatively low values for many elements were found in large areas of Lower Saxony and Bavaria. Comparing the results of the 1990/91 and 1995/96 moss-monitoring programmes, most elements (except cadmium, copper and zinc) show a decrease in concentration over the relevant period. Especially in the former GDR, chromium, iron, titanium and vanadium decrease significantly. This is, firstly, a reflection of the closure of and/or technological improvements in large power plants and, secondly, due to the fact that lignite has given way to other fuels. Vanadium and nickel, typical constituents of crude oil, also show a decrease in the western part and thus document changes in type of fuel consumed. The significant decrease in lead concentration in 1995/96 in comparison with 1990/91 in former east and west Germany probably results from the increasing use of lead-free petrol. Comparison of the median values for 1990/91 and 1995/96 in mosses to rate of emission of heavy metals in Germany for 1990 and 1995 yield similar trends in the case of elements such as arsenic, chromium, nickel, and lead.		12. No. of References 50
17. Key Words metals, moss, monitoring, bioindication, atmospheric deposition		13. No. of Tables, Diag. 32
18. Price		14. No. of Figures 66
19.		20.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung / Summary	3/7
Abbildungen	11
Tabellen	14
Abkürzungen	16
Vorwort	17
1 Auftrag und Einleitung	19
2 Material und Methoden	20
2.1 Vorgaben	20
2.1.1 Verwendete Moosarten	20
2.1.2 Optimierung des Meßnetzes	20
2.1.3 Probenentnahme-Zeitrahmen	20
2.1.4 Vergleich verschiedener Moosarten an einem Standort	20
2.1.5 Standortvariabilität	21
2.1.6 Fortschreibung des Datenbestandes	21
2.1.7 Vergleich der Moosanalysen mit den Daten des UBA-Luft-Meßnetzes	21
2.2 Durchführung	21
2.2.1 Verwendete Moosarten	21
2.2.2 Optimierung des Meßnetzes	23
2.2.3 Probenentnahme-Zeitrahmen	26
2.2.4 Vergleich verschiedener Moosarten an einem Standort	26
2.2.5 Standortvariabilität	26
2.2.6 Aufnahme der Daten durch die Länder und das UBA in die „Moos-Datenbank“	27
2.3 Probenaufbereitung und Analytik	27
2.3.1 Säuberung der Proben und Homogenisierung	27
2.3.2 Probenaufschluß und Analytik	27
2.3.3 Qualitätskontrolle	28
2.4 Kartografische Darstellungen	28

3	Ergebnisse und Diskussion	32
3.1	Elementgehalte in den Moosen	33
3.1.1	Arsen	33
3.1.2	Cadmium	39
3.1.3	Chrom	44
3.1.4	Kupfer	49
3.1.5	Eisen	54
3.1.6	Nickel	59
3.1.7	Blei	64
3.1.8	Titan	69
3.1.9	Vanadium	74
3.1.10	Zink	79
3.1.11	Quecksilber	84
3.1.12	Antimon	89
3.2	Analysenvergleich von Rückstellproben aus 1990/91	94
3.3	Bundesweiter Vergleich Moos-Monitoring 1990/91 und 1995/96	103
3.4	Vergleich der Moos-Datensätze mit und ohne Fehlarten	107
3.5	Vergleich verschiedener Moosarten an einem Standort (Artenvergleich)	108
3.6	Bewertungsverfahren	120
3.6.1	Einzelbewertung der Metallverteilung (Teilmodell Blei)	121
3.6.2	Zusammenfassende Bewertung mehrerer Teilmodelle	124
4	Schlußfolgerungen	129
5	Anhang	134
5.1	Richtlinien zur Probenentnahme	135
5.2	Probenentnahmeprotokoll	136
5.3	Qualitätskontrolle	137
5.4	Schwermetallgehalte von allen deutschen Standorten	145
6	Literaturverzeichnis	179

Zusammenfassung

Moos-Monitoring 1995/96: Zeitabhängige und flächenhafte Untersuchungen von Schwermetalleinträgen in Deutschland

Der ausführliche Titel des UBA-Projekts

- F+E 108 02 087 / 01- lautet :

"Untersuchungen der Schwermetallgehalte in Moosen, Harmonisierung des Verfahrens und Zusammenführung der Meßnetze der alten und neuen Länder im Rahmen des europaweiten Moos-Monitoringprogramms 1995".

1 Einleitung

In Deutschland und weiteren mitteleuropäischen IStaaten wurde 1990/91 mit Hilfe von Moosen erstmalig eine flächendeckende Untersuchung von Schwermetall-Einträgen innerhalb eines europaweiten Monitoringprogramms durchgeführt. Die Initiative hierzu erfolgte von den skandinavischen Staaten, die 1985 ein erstes gemeinsames Monitoringprogramm mit Moosen realisierten.

Mit der Pilotstudie 1990/91 wurde für Deutschland der atmosphärische Eintrag von Schwermetallen flächendeckend aufgezeigt. Es konnten lokal und regional differierende Metalleinträge über den Luftpfad belegt und in vielen Fällen die Einflußbereiche bekannter Emissionsquellen mit Hilfe des Moos-Monitorings aufgezeigt werden.

Zur Erfassung der zu erwartenden Rückgänge der Schwermetall-Einträge aufgrund der Verbesserungen im Emissionsschutz und zur Optimierung des Meßnetzes wurde das Moos-Monitoring 1995/96 europaweit wiederholt.

Mit der Durchführung des deutschen Beitrages wurde die Bundesanstalt für Geowissenschaften

und Rohstoffe (BGR) in Hannover vom Umweltbundesamt im Rahmen eines F + E Vorhabens beauftragt. Die erforderlichen Abstimmungen zwischen Bund und Ländern erfolgte mit den zuständigen Landesämtern / -anstalten für Umweltschutz, dem Umweltbundesamt und der BGR im Rahmen des Ländergremiums "Arbeitskreis Bioindikation/Wirkungsermittlung".

Das vorliegende Moos-Monitoringprogramm 1995/96 bietet als Folgeprojekt zum Moos-Monitoring 1990/91 die Möglichkeit, zeitliche Änderungen in der Schwermetallsituation in Deutschland darzustellen und insbesondere die Entwicklung in den neuen Ländern aufzuzeigen.

Im Rahmen dieses Monitoringprogramms wurden folgende Ziele verfolgt (Berichtsteil I):

- Optimierung der Moosbeprobung und des Meßnetzes in den alten und neuen Ländern.
- Ermittlung der lokalen und regionalen atmosphärischen (Schwer-) Metalleinträge in Deutschland im Vergleich zum Vorläuferprojekt.
- Vergleich der Elementaufnahmen von verschiedenen Moosarten (Artenvergleich).
- Optimierung der Qualitätssicherung.
- Fortschreibung des Datenbestandes in einem UBA - Moos - Datenbanksystem.

Im Rahmen des F+E Vorhabens wurden darüber hinaus folgende Ziele verfolgt (Berichtsteil II)

- Darstellung der Standortvariabilität.
- Korrelation von Analysendaten der Moose mit Werten in Böden (Humusaufgabe).
- Abschätzung atmosphärischer Depositionsraten auf der Basis der Metall-Analysen in Moosen.
- Ausmaß der Belastung in Deutschland im Vergleich zu anderen europäischen Staaten.