

Untersuchungen zu den Element-Konzentrations-Katastern in der Schwemm bei Walchsee und dem benachbarten Kalkhang = Studies on element concentration cadasters in a peat bog near Walchsee and in a neighbouring mineral soil

Autor(en): **Lieth, Helmut / Markert, Bernd**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Tech. Hochschule, Stiftung Rübél, in Zürich**

Band (Jahr): **87 (1986)**

PDF erstellt am: **29.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-308790>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Untersuchungen zu den Element-Konzentrations-Katastern in der Schwemm bei Walchsee und dem benachbarten Kalkhang

Studies on element concentration cadasters in a peat bog near Walchsee and in a neighbouring mineral soil

von

Helmut LIETH und Bernd MARKERT

1. EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG

Versuche, sämtliche Elemente des periodischen Systems in unterschiedlichen Matrices zu bestimmen, wurden bisher ausschliesslich an Referenzmaterialien durchgeführt, etwa BOWEN's "kale powder" (1979). Ein komplettes Elementkataster für Oekosysteme existiert in dieser Vollkommenheit bisher nicht.

Für die moderne Oekosystemanalyse ist die Beschränkung auf die klassischen Mineralstoffe nicht mehr ausreichend. Wie aus unterschiedlichen Untersuchungsergebnissen hervorgeht (etwa BOWEN 1979), kommen wohl alle Elemente in der Erdkruste, im Boden, im Wasser und in tierischen und

pflanzlichen Organismen vor, nur die Konzentration ist verschieden. Jedes Element, jede Stoffklasse kann an einer Stelle des Oekosystems von Bedeutung sein und an anderer Stelle wirkungslos. Dabei ist es gleichgültig, ob die Elemente chemische Verbindungen eingehen oder durch ihre Gegenwart anderen reagierenden Stoffen den Platz wegnehmen. Viele Elemente zeigen bereits bei sehr geringen Konzentrationen eine Wirkung.

Der gegenwärtige Stand der Umweltverschmutzung durch anthropogene Aktivitäten und deren Veränderung im Lauf der Zeit sowie wachsende Beherrschung der analytischen Techniken für alle in den Oekosystemen vorkommenden chemischen Elemente eröffnen die Notwendigkeit und Möglichkeit neuartiger Elementkonzentrationsuntersuchungen im Oekosystem. Es ist heute schon möglich, für fast alle Elemente zu untersuchen, welche davon in welchen Pflanzen angereichert werden, welche Elemente dabei aus der unmittelbaren physikalischen Umgebung (Erde, Wasser, Luft, Staub etc.) stammen, und welche Elemente aus grösseren Entfernungen in die Oekosysteme eingeführt werden. Dabei ist es möglich, Schwellenwerte für die einzelnen Elemente in den unterschiedlichen biologischen Systemen zu bestimmen, in denen diese in aktiver Form vorliegen.

Für geoökologische Fragestellungen ist es erforderlich, mehr über die globale Zirkulation der Elemente zu erfahren (MARKERT und LIETH 1983). Das gegenwärtige Interesse ist nur auf diejenigen Elemente gerichtet, die in grösseren Konzentrationen in der Biosphäre vorkommen. Soweit es die analytischen Techniken erlauben, sollte das Interesse mit gleicher Intensität auf Elemente gerichtet sein, die in geringen Mengen vorkommen.

Das unmittelbare Anliegen unserer Arbeit liegt in der Frage, in welchem Masse verschiedene Elemente in der Nähe menschlicher Ortschaften bzw. industrieller Aktivität akkumulieren. Dies erfordert die Analyse derjenigen Elemente, die durch die unmittelbare Nachbarschaft in ein Oekosystem gelangen und welche durch den Transport über grosse geographische Räume hinweg. Daneben soll in unseren Arbeiten die sauberste Art der Probenentnahme und die beste Analysentechnik ermittelt werden. Die Analysetechniken müssen für die Spurenelemente erheblich verfeinert werden. In früheren Vorstudien, z.B. LIETH (1980), sind noch Aufschlussmethoden verwendet worden, die für die vorliegende Arbeit untragbar sind. Unter den erwähnten Gesichtspunkten wurde an der Universität Osnabrück ein Arbeitsprogramm mit folgender Zielsetzung entwickelt:

1. Komplette Elementkataster für vergleichbare Pflanzenarten in mehreren kontrastierenden Oekosystemen sollen erstellt werden.
2. Ein Sammelverfahren soll entwickelt werden, das für die Erfassung der Elemente die besten Ergebnisse liefert.
3. Die geeignetsten analytischen Methoden sollen gefunden werden.
4. Die unterschiedlichen Untersuchungs- und Anreicherungsverfahren sollen auf ihre Brauchbarkeit hin untersucht werden.
5. Basisdaten der Elementkonzentration in unterschiedlichen Oekosystemen sollen geschaffen werden.
6. Frequenzmuster einzelner Elemente für unterschiedliche Pflanzenarten auf unterschiedlichem Substrat sollen erarbeitet werden.
7. Es soll untersucht werden, welche Pflanzen welche Elemente unter welchen Umweltbedingungen anreichern oder ausschliessen und damit einen Indikatorwert besitzen bzw. genutzt werden können.

Um diese zahlreichen Ziele zu verfolgen, wurden die Oekosysteme gewählt, die es ermöglichen, einen Einblick in den Nah- und Ferntransport der Elemente zu gewähren. Für die ersten Voruntersuchungen eines solchen Programms haben wir Hochmoore gewählt, in deren Umgebung die gleichen Pflanzenarten vorkommen, die auch auf dem Hochmoor stehen (s. weitere Erläuterungen bei LIETH und MARKERT 1985, MARKERT und LIETH 1985). Eine der Lokalitäten, die wir für diese Vorstudien verwendet haben, ist das Hochtal bei Walchsee, in dem das Hochmoor "die Schwemm", liegt. In der vorliegenden Arbeit werden die ersten Ergebnisse aus den Elementbestimmungen vom Substrat und einigen Pflanzen von "der Schwemm" und von den anliegenden Mineralböden beschrieben.

2. UNTERSUCHUNGSGEBIET, MATERIAL UND METHODE

Das Untersuchungsgebiet liegt im Bezirk Kufstein in der nordöstlichen Landesecke Nordtirols am Fusse des Kaisergebirges, einem Teil der nördlichen Kalkalpen. Der Kaisergebirgsstock ist aus Wettersteinkalk auf einem Sockelgebirge aufgebaut und besteht aus zwei parallelen west-östlich streichenden Hauptkämmen von 20 km Länge und 14 km Gesamtbreite. Die höchste Erhebung erreicht 2344 NN. Am Nordfuss liegt das Hochmoor

"die Schwemm" bei Walchsee auf 644 NN (LEHMANN 1980); nördlich davon liegt ein Steilhang aus Kalk.

Das Klima im Untersuchungsgebiet ist je nach Höhenlage und Orographie sehr verschieden. Die nächstliegende Klimastation befindet sich in Kufstein. Abb. 1 zeigt das Klimadiagramm dieser Station nach der neuen Darstellungsweise von OSTENDORF et al. (1981) und OSTENDORF und LIETH (1982). Das Klima der Schwemm kann aus diesem Diagramm nur unzureichend abgeleitet werden, da sich über der Schwemm selbst häufig ein Kaltluftsee bilden dürfte, der den Kalkhangstandort viel weniger beeinflussen dürfte. Eine eingehende ökologische Studie des Tales, in dem die Schwemm liegt, ist nach Angaben von Prof. Dr. Bortenschlager, Innsbruck, geplant. Dabei sollen auch die erforderlichen Umweltdaten ermittelt werden.

An beiden Stellen wuchs Pinus mugo, eine der Pflanzen, die genau analysiert werden sollte. In der Laagzone um das Moor fanden wir Frangula alnus und Alnus glutinosa, die ebenfalls auf der Moorfläche wuchsen. Am Rande des Hochmoores stand ein breiter Uebergangsstreifen mit Molinia

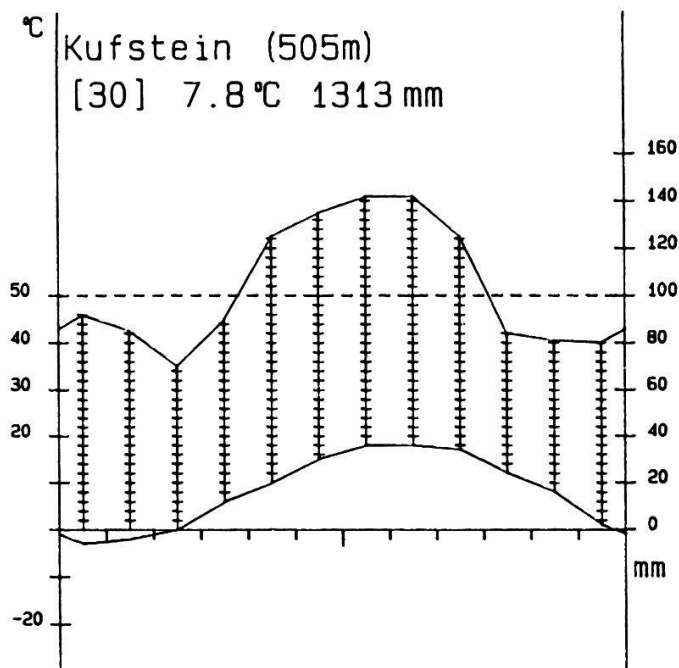


Abb. 1. Klimadiagramm von Kufstein (nach WALTER und LIETH 1960)
Fig. 1. Climatic diagram of Kufstein (after WALTER and LIETH 1960)

Tab. 1. Mitarbeitende Institute
Table 1. Cooperating institutes

Land	Ort	Institution	Analysen- methode	Analytiker	Elemente
Australien	Canberra	C.S.I.R.O. Div. of Plant Ind.	AAS	David	Sr
Canada	Alberta	Univ.Kern- forsch.Zen.	PIXE	Lam	einige Elemente
Canada	Alberta	Univ. Abt. Bodenkunde	AAS	Pawluk	Al
Chile	Santiago	Chil. Kern- chemie Kom.	Neutronen- aktivierung	Cortés-Toro	einige Elemente
Deutschland	Jülich	KFA-ICH-4	AAS	Stoepler	As, Hg, Se
Deutschland	München	Bayer.Lan- desanstalt für Wasser- forschung	ICP	Hoffmann	Ag, Be, Br, Cl, Co, F, J, Mg, Sb, Si, Sn, Sr, Te, I Tl, V
Deutschland	München	Univ. LMU	Elementar- analyse	Kroner	C, H, N
Deutschland	München	TU, Abt. Kernchemie	Neutronen- aktivierung	Lux	4 Proben
Deutschland	München	GSF, Abt. Chemie	ICP	Schramel	B, Ba, Ca, Cd Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, P Pb, Ti, V
Deutschland	Osnabrück	Univ. FB Biologie/ Chemie	AAS	Markert	Al, Ba, Ca, Cd, Cl, Cr, Cu, Fe, K, Li Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Sr, Ti, Zn
Dänemark	Roskilde	Ris Nat. Laborator.	Neutronen- aktivierung	Heydorn	V
England	Wolver- hampton	Polytechn. Institut	AAS	Birch	Al, Co, Cs, Li, Rb
England	Milton Keynes	Open Univ. Abt. Bodenk.	Neutronen- aktivierung	Potts	einige Elemente
Finnland	Helsinki	Univ., Abt. Chemie	Massenspek- troskopie	Yliruokanen	Ce, Dy, Er Eu, Gd, Hf, Ho, La, Lu, Nb, Nd, Pr, Sm, Tb, Th, Tm, U, W, Y, Yb

Tab. 1 (Forts. - continued)

Land	Ort	Institution	Analysen- methode	Analytiker	Elemente
Italien	Rom	Inst.sup.di sanita	Emissions- spektrosko- pie	Caroli	Ga, + ?
Japan	Chiba	Nat.Radio- chemie-	Neutronen- aktivierung	Ohno	Co, Cs
Japan	Osaka	Inst. Um- weltkon- trollzen- trum	Massenspek- troskopie	Sugimae	Ce, Dy, Er, Eu, Gd, Ho, La, Lu, Nd, Pm, Pr, Sc, Sm, Tb, Tm, Yb
Niederlande	Delft	Reaktor- zentrum	Neutronen- aktivierung	de Bruin	15 Elemen- te
Oesterreich	Innsbruck	Univ., FB Biologie	Gammaspек- trometrie	Türk	Rn, Axtiniden
Phillipinen	Manila	Geolog. Forsch.Zen.	AAS	Macalalad	Au, Pd
Schottland	Aberdeen	Macaulay Institute	Massenspek- troskopie	Ure	Ag, Au, Bi, Hf, Nb, Sb, Sn, Zr
Südafrika	Faure	CSIR, Nat. Accelerator Centre	PIXE	Peisach	Rb, Sb, Sc, Si, Sn, Sr, O?
U.S.A.	Florida Tallahassee	Univ. Inst. f. Physik	PIXE	Nelson	Au, Bi, Hf, Nb, Os, Pd, Pt, Re, Rh, Ru, Tc, Te, Tl, W
U.S.A.	Florida Gainesville	Univ. Inst. Agrarwiss.	AAS	Yuan	Al, Si
U.S.A.	Georgia Experiment	Univ. Inst. Agrarwiss.	AAS	Wilson	Mo
U.S.A.	Kentucky Lexington	Univ. Abt. Chemie	Neutronen- aktivierung	Ehmann/Tian	B, O, Rb, Sb, Si, Ta
U.S.A.	Missouri Columbia	Univ. Abt. Biochemie	Emissions- spektrosko- pie	Pickett	Ag, Ga, Ge, In, Sn, Zr
U.S.A.	Massachus- sets Woods Hole	Woods Hole Oceano- graph. In- stitution	RFA	Thompson	Ba, Co, Nb, Rb, Si, Sr, Ti, Y, Zr

coerulea zur Verfügung, von der ebenfalls Pflanzenmaterial gesammelt wurde.

Vom Bodensubstrat und den genannten Pflanzen wurden Mischproben entnommen. Die Bodenproben wurden bis 60 cm Tiefe ab Vegetationsdecke gezogen. Von Pinus mugo, Frangula alnus und Alnus glutinosa wurden die abgetrennten Nadeln und Blätter zerkleinert und in Polyäthylenflaschen gelagert. Von Molinia coerulea wurden die oberirdischen Teile der Horste abgeerntet.

Die ersten Proben wurden im Juli 1983 gezogen und ein zweites Mal im Juni 1984.

Die Proben wurden jeweils umgehend nach Osnabrück gebracht und dort sofort aufgearbeitet. Einzelheiten über die Probenaufbereitung, Lagerung, eigene Messungen und Versand an andere Laboratorien sind bei MARKERT und LIETH (1985) weiter beschrieben.

Um ein Messprogramm unserer Grössenordnung durchzuführen, sowie für den Methodenvergleich war es notwendig, auf die Mitarbeit auswärtiger Institute im In- und Ausland zurückzugreifen. Diese Zusammenarbeit diente zur Ueberprüfung sämtlicher Messdaten untereinander, da versucht wurde, möglichst viele Elemente doppelt bzw. mehrfach zu bestimmen. Ausserdem sind viele Elemente nur mit speziellen Anreicherungs- und Analyseverfahren bestimmbar, auf die weltweit nur wenige Institute spezialisiert sind.

Folgende Analysenmethoden wurden verwendet:

AAS = Atomabsorptionsspektrophotometrie
NAA = Neutronenaktivierungsanalyse
MAS = Massenspektroskopie
ICP = Emissionsspektroskopie mit induktiv gekoppeltem Plasma
RFA = Röntgenfluoreszenzanalyse
PIXE = Protoneninduzierte Röntgenfluoreszenzanalyse
FES = Flammenemissionsspektroskopie

Neben diesen Verfahren wurden verschiedene Formen der Emissionsspektroskopie, die C, H, N- Elementaranalyse und die Gammaskopie durchgeführt.

In Tabelle 1 sind die bei den chemischen Analysen mitarbeitenden Institute und Kollegen angeführt. Alle Kollegen haben sowohl die hier beschriebenen Proben bearbeitet als auch die aus Deutschland und Schweden, über die an anderem Orte geschrieben wurde, MARKERT und LIETH (1985), LIETH und MARKERT (1985). Die Weiterführung dieses Projektes wurde von uns als ein globales Untersuchungsprogramm für ICSU vorgeschlagen, LIETH und MARKERT (1985).

3. ERGEBNISSE UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die bisherigen Analysenergebnisse sind in den Tabellen 2-7 zusammengefasst. Die von den jeweiligen Analytikern mitgeteilten Untersuchungsergebnisse wurden in den Abbildungen in logarithmischen Klassen eingetragen, in denen beispielsweise die Klasse 10^0 bedeutet, dass das entsprechende Element im Konzentrationsbereich zwischen 1 und 10 ppm liegt. Die genauen Konzentrationsangaben werden demnächst in der Doktorarbeit von MARKERT veröffentlicht. Für die hier vorgestellte Arbeit genügt die Klasseneinteilung. Sie ist insofern besonders wünschenswert, weil für viele Elemente Abweichungen zwischen den Methoden und Bearbeitern gefunden wurden, die jedoch selten den Umfang einer Größenordnung erreichten.

Die Substratanalysenergebnisse werden in Tabelle 2 verglichen. Für beide Substrate wurden bis zu diesem Zeitpunkt 65 Elemente bestimmt. Wie zu erwarten, erscheinen im Kalkboden die Elemente Ca und Mg in der gleichen Größenordnung wie C oder O, die in der Torftrockenmasse allein diese Kategorie erreichen. H und N sind im Kalkboden wesentlich geringer vorhanden als im Torf. Das sehr weite C/N-Verhältnis im Kalkboden ist hier so zu verstehen, dass der gezogenen Mischprobe nur wenig Humus einbezogen werden konnte. Die horizontale Verteilung der Elemente im Boden soll in Zukunft eingehend untersucht werden.

Für die anderen Elemente kann insgesamt gesagt werden, dass im Mineralboden etwas höhere Konzentrationen vorliegen, dies jedoch für einzelne Elemente nicht zutrifft (z.B. Ba, Ti). Da wir im gegenwärtigen Zeitpunkt noch keine Ursachenanalyse für unterschiedliche Elementverteilungen betreiben, wollen wir uns mit der tabellarischen Vorstellung der Ergebnisse begnügen.

Von den untersuchten Böden haben wir bisher für 65 Elemente Analysendaten. Davon lagen unter der Nachweisgrenze Be, In, F, Ge im Torf und Be, F, In, Ge im Kalkboden. Geschätzte Konzentrationsangaben (nach BOWEN 1979) werden für 5 Elemente im Torf und 6 Elemente im Kalkboden angenommen. Diese Elemente sind in Tab. 2 mit einem "?" versehen. Für vollständige Element-Konzentrations-Kataster fehlen noch die Elemente Au, I, Ir, Li, Os, Pd, Pt, Re, Rh, Ru, Ta, Tc, Te, Ti, für die zur Zeit noch keine Angaben vorliegen.

Tab. 2. Element-Konzentrations-Kataster für Torf- und Kalkboden in Oesterreich, n=65

Table 2. Element concentration cadaster of peat and lime-soil in Austria, n=65

< vor dem Element bedeutet, dass dieses Element bei der verwendeten Methode unter der Nachweisgrenze liegt, die in die angegebene Klasse fällt

before an element indicates that it was not detected with the methods applied at the concentration in which the element is listed

? hinter dem Element bedeutet, dass die Bestimmung unsicher ist

behind an element indicates that the value for this element is not reliable

ppm-Bereich 10 ^x	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
Torf	Hg?	Ag	B	As?	Ba	Al	Ca	H	C
	Lu	Dy	<Be	Cd	Br?	Fe	S	N	O
		Er	Bi	Cr	Cl	K			
		Eu	Ce	Ga	Cu	Mg			
		Gd	Co	<Ge	Mn	Na			
		Ho	Cs	Ni	Pb	P			
		Mo	F?	Sb	Ti	Zn			
		Sm	Hf	Sn					
		Tb	<In	Sr					
		Tm	La	V?					
			Nb	<W					
			Nd	Zr					
			Pr						
			Rb?						
			Sc						
			Se						
			Si						
			Th						
			U						
			Y						
		Yb							
Kalk	Mo?	Hg	Ag	As?	Br?	Fe	Al		C
		Cu	<Be	Ba	B	K	H		Ca
		Se	Bi	Cd	Ce	N			Mg
		Tm	Co	Ga	Cl	Na			O
			Cs	<Ge	Cr	P			
			Dy	Nb	Cu				
			Er	Nd	Mn				
			Eu	Th	Ni				
			F?	Ti	Pb				
			Gd	Sb	S				
			Hf	Sn	Sr				
			Ho	U	Zn				
			<In	V?					
			La	W					
			Pr	Y					
			Rb?	Zr					
			Sc						
			Si						
			Sm						
			Tb						
		Yb							

Die Analyseergebnisse für die Elemente in den einzelnen Pflanzen sind in den Tabellen 3-6 zusammengestellt. Von diesen sind die Daten für Pinus mugo (Tabelle 3) mit den korrespondierenden Substratwerten vergleichbar, da die Böden direkt aus der Nähe der Wurzelräume entnommen wurden. Für die Arten Alnus glutinosa und Frangula alnus ist das nur für den angegebenen Torf möglich, da vom Laag-Substrat noch keine Messungen vorliegen. Für die untersuchten Pflanzenproben liegen bisher Daten für 60 Elemente vor. Von den im Boden schon bestimmten Elementen fehlen noch Br, F, Rb, Sb und V. Ausserdem blieben unter der Nachweisgrenze für

Tab. 3. Element-Konzentrations-Kataster für Pinus mugo auf Torf- und Kalkboden in Oesterreich, n=60
 Table 3. Element concentration cadaster of Pinus mugo growing on peat and lime-soil in Austria, n=60
 Zeichenerklärungen siehe Tab. 2 - for details see table 2

ppm-Bereich 10 ^x	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
<u>Pinus mugo</u> auf Torf	Tm	Er	As	Ag	Ba	B	Al	K	H	C
		Eu	Dy	<Be	Cr	Cu	Cl	Ca	N	O
		Hg?	Ga	Bi	<Ge	Zn	Fe			
		Ho	Gd	Cd	Ni		Mg			
		Lu	Mo	Ce	Pb		Mn			
		Tb	Nb	Co	<Sr		Na			
		Yb	Nd	Cs	Ti		P			
			Sc	<Hf			S			
			Se	<In						
			Si	La						
			Sm	Pr						
			<U	Sn						
			Y	Th						
				<W						
				Zr						
<u>Pinus mugo</u> auf Kalk		Er	Ag	As	B	Mn	Al	Ca	H	C
		Eu	Co	<Be	Ba	Zn	Cl	K	N	O
		Hg?	Cs	Bi	Cu		Fe	Mg		
		Ho	Dy	Cd	<Ge		Na			
		Lu	Ga	Ce	Ni		P			
		Tb	Gd	Cr	Pb		S			
		Tm	Pr	<Hf	<Sr					
		Yb	Sc	<In	Ti					
		<U	Se	La						
		Y	Si	Nb						
			Sm	Nd						
				Mo						
				Sn						
				Th						
				<W						
				Zr						

P. mugo auf Torf die Elemente U, Be, Hf, In, W, Ge, Sr; für P. mugo auf Kalkboden die Elemente U, Be, Hf, In, W. Sr. Von den Massenelementen C, O, H, N, Ca, K und Mg, ist lediglich Mg auf Kalk eine Potenz höher in P. mugo vorhanden. Für die Elemente mit geringerer Konzentration ist kein einheitliches Verhalten in der Aufnahme durch die Pflanzen festzustellen. Es gibt Elemente, die in P. mugo auf Torf in höherer Konzentration vorkommen und solche, die in P. mugo auf Kalk höher konzentriert sind. Eine genauere Besprechung dieses für uns unerwarteten Phänomens soll der Dissertation von Herrn MARKERT vorbehalten bleiben.

Tab. 4. Element-Konzentrations-Kataster für Frangula alnus auf Torf und Laag in Oesterreich, n=60

Table 4. Element concentration cataster of Frangula alnus growing on peat and "laag" in Austria, n=60
Zeichenerklärungen siehe Tab. 2 - for details see table 2

ppm-Bereich 10 ^x	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
<u>Frangula alnus</u> auf Torf	Lu	Er	Ag	As	Ba	B	Al	Ca	H	C
	Tm	Eu	Cd	<Be	<Ge	Cu	Cl	Mg	K	O?
		Hg?	Dy	Bi	Ni	Zn	Fe	Mn	N	
		Ho	<Ga	Ce	Sn		Na	P		
		Yb	Gd	Co	Sr?			S		
			Mo?	Cr	Ti					
			Nd	Cs	Zr					
			Pr	<Hf						
			Sc	<In						
			Se	La						
			Si?	Nb						
			Sm	Pb						
			Tb	<Th						
			Y	<U						
				<W						
<u>Frangula alnus</u> auf Laag	Tm?	Eu	<Ag	<Be	Ba	B	Al	Ca	H	C
		Er	As	Ce	Cr	Cu	Cl	Mg	K	O?
		Hg	<Bi	Co	<Ge	Zn	Fe	P	N	
		Ho	Cd	Cs	Ni		Mn	S		
		Lu	Dy	<Hf	Sr?		Na			
		Sm	<Ga	<In						
		Yb	Gd	La						
			Mo?	Nb						
			Pr	Nd						
			Sc	Pb						
			Se	<Sn						
			Si	<Th						
			Tb	Ti						
			Y	<U						
				<W						
				<Zr						

Wenn man die Anzahl der Elemente in jeder Klasse miteinander vergleicht, dann fällt auf, dass im Kalkboden mehr Elemente oberhalb der 10⁰-Klasse (= ppm) liegen als im Torf. In P. mugo sind die Elemente unter der 10⁰-Klasse deutlich zahlreicher als auf dem jeweiligen Substrat. Das ist für P. mugo auf Kalkboden ausgeprägter als für P. mugo auf Torf.

Für Alnus glutinosa und Frangula alnus sind die Element-Konzentrations-Kataster in den Tabellen 4 und 5 wiedergegeben. Diese Arten können für

Tab. 5. Element-Konzentrations-Kataster für Frangula glutinosa auf Torf und Laag in Oesterreich, n=60

Table 5. Element concentration cadaster of Frangula glutinosa growing on peat and "laag" in Austria, n=60

Zeichenerklärungen siehe Tab. 2 - for details see Table 2

ppm-Bereich 10 ^x	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
<u>Frangula glutinosa</u> auf Torf	Lu	Er Eu Hg? Ho Tb Tm Tb	Ag <Bi Cd Dy <Ga Gd Mo Nd Pr Sc Se Si? Sm Y	As <Be Ce Co Cr Cs <Hf <In La Nb <Sn <Th <U <W <Zr	<Ge Ni Pb Sr? Ti	B Ba Cu Na Zn	Al Cl Fe Mn	K Mg P S	Ca H N	C O?
<u>Alnus glutinosa</u> auf Laag		Er Eu Hg? Ho Lu Tm Yb	Ag Cd Dy <Ga Gd Nb Pr? Sc Se Si? Sm Tb <U Y	As <Be Bi Ce Co Cr Cs <Hf <In La Mo Nd Ni Pb Th Ti <W <Zr	Ba Cu <Ge Sn Sr?	B Na Zn	Al Cl Fe Mn	Mg P S	Ca H K N	C O?

den Torfstandort alle miteinander sowie P. mugo auf Torf in Tabelle 3 und mit den Angaben für Torf in Tabelle 2 verglichen werden. Weiterhin können die zwei Arten für ihr Vorkommen auf Laag miteinander verglichen und auf Unterschiede zwischen Vorkommen auf dem Hochmoortorf und dem Laagtorf hin untersucht werden. Für den Laagtorf haben wir bisher noch keine Analysendaten vorliegen. Die beiden Arten Alnus glutinosa und Frangula alnus standen in unmittelbarer Nähe zueinander auf dem Laag und zu Pinus mugo auf dem Hochmoor und sind deshalb gut vergleichbar. Molinia coerulea, deren Element-Konzentrations-Kataster in Tabelle 6 gezeigt

Tab. 6. Element-Konzentrations-Kataster für Molinia coerulea auf Torf und Laag in Oesterreich, n=60

Table 6. Element concentration cataster of Molinia coerulea growing on peat and "laag" in Austria, n=60
Zeichenerklärungen siehe Tab. 2 - for details see table 2

ppm-Bereich 10 ^x	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
<u>Molinia coerulea</u> auf Torf	Tm	Er	Ag	As	B	Al	Fe	Ca	H	C
		Eu	Cd	<Be	Cu	Ba	Mn	Cl	K	O
		Hg?	Co	Bi	<Ge	Na	P	Mg	N	
		Ho	Dy	Ce	Ni	Zn		S		
		Lu	<Ga	Cr	Pb					
		Sc	Gd	Cs	Sn					
		Tb	Nb	<Hf	Sr					
		Yb	Nd	<In						
			Se	La						
			Sm	Mo						
			<Th	Pr						
			<U	Si						
			Y	Ti						
				<W						
				Zr						
<u>Molinia coerulea</u> auf Laag	Lu	Er	Ag	<Be	B	Al	Mn	Ca	H	C
	Tm?	Eu?	As	Cr	Ba	Fe	S	Cl	K	O?
		Dy	<Bi	Ce	cu	Na		Mg	N	
		Gd	Cd	Cu	<Ge	Zn		P		
		Hg?	<Ga	Cs	Ni					
		Ho	Mo	<Hf	Pb					
		Sc	Nb	<In	Sr?					
		Tb	Nd	La	Zr					
		Yb	Pr	Si?						
			Se	<Sn						
			Sm	Ti						
			<Th	<W						
			<U							
			Y							

werden, wurde von einer anderen Stelle der Laagzone und dem Moor selbst entnommen. Diese Werte sind deshalb nur bedingt mit den anderen Pflanzenanalysen vergleichbar.

Wenn man alle Eintragungen in den Tabellen miteinander vergleicht, dann stellt man fest, dass die Pflanzen in der Laagzone ähnliche Konzentrationsverteilungen aufweisen wie im Torf. Für die einzelnen Elemente kann man jedoch unterschiedliche Konzentrationen bis zu 2 Größenordnungen feststellen. Auch hier soll die Detailbesprechung der Doktorarbeit von Herrn MARKERT vorbehalten bleiben.

Für alle untersuchten Arten und Substrate wurde in Tabelle 7 festgehalten, welche Elemente in welchen Pflanzen und Böden nicht nachweisbar waren. Für diese Elemente sind noch genauere Analysemethoden bzw. Probenaufbereitungen zu erarbeiten. Dies trifft vor allem für die Elemente Be, Ge und W zu, die in allen hier behandelten Proben unter der Nachweisgrenze lagen. Wir hoffen, dieses Problem im weiteren Verlauf unserer Arbeiten lösen zu können. Es fehlen noch eine Reihe von Rückläufen von Speziallaboratorien für ausgesandte Proben.

Tab. 7. Elemente, die in einer oder mehreren Proben nicht nachweisbar waren

Table 7. Elements not detected with the methods applied

A = Alnus glutinosa, B = Bodensubstrat, F = Frangula alnus
M = Molinia coerulea, P = Pinus mugo

Element	Torf	Laag	Kalk
1 Ag		F	
2 Be	M, A, F, P, B	M, A, F	P, B
3 Bi	A	M, F	
4 Ga	M, A, F	M, A, F	
5 Ge	M, A, F, P, B	M, A, F	P, B
6 Hf	M, A, F, P	M, A, F	P
7 In	M, A, F, P, B	M, A, F	P, B
8 Sn	A	M, F	
9 Sr	P		P
10 Th	M, A, F	M, F	
11 U	M, A, F, P	M, A, F	P
12 W	M, A, F, P, B	M, A, F	P
13 Zr	A	A, F	

ZUSAMMENFASSUNG

Mit Hilfe der AAS, FES, ICP-AES, MAS, NAA und PIXE wurden 65 bzw. 60 Elemente in einem österreichischen Torfboden in den Tiroler Alpen und in einem benachbarten Mineralboden quantitativ erfasst. Auch das Pflanzenmaterial, das auf beiden Böden wuchs, wurde untersucht. Die Ergebnisse werden in Element-Konzentrations-Katastern dargestellt und diskutiert.

SUMMARY

AAS, FES, ICP-AES, MAS, NAA and PIXE has been used to determine the concentrations of 65 chemical elements in a peat bog in the Tyrolian Alps in Austria and 60 in the mineral soil nearby, as well as about 60 in some plants growing in both habitats. The results are tabulated in element concentration cadasters. An attempt is made to discuss the results.

LITERATUR

- BOWEN H.J.M., 1979: Environmental chemistry of the elements. Acad.Press, London/New York, 333 S.
- LEHMANN G., 1980: "Die Schwemm" bei Walchsee - Nordtirols grösste erhaltene Moorlandschaft, 73. Jahresber. des Bundesgymnasiums Kufstein, Kufstein, Oesterreich, 161 S.
- LIETH H., 1980: Untersuchungen über den Mineralstoffspiegel im De la Howe Forest, McCormick County, South Carolina. Veröff.Geobot.Inst. ETH,Stiftung Rübel,Zürich, 69, 162-170.
- LIETH H. und MARKERT B., 1985: Concentration cadasters of chemical elements in contrasting ecosystems. Springer, Heidelberg. Naturwissenschaften 72, 322-324.
- MARKERT B., 1985: Aufstellung von Element Konzentrations-Katastern in unterschiedlichen Pflanzenarten und Bodentypen in Deutschland, Oesterreich und Schweden. Dissertation Univ. Osnabrück. 400 S.
- MARKERT B. und LIETH H., 1983: Vergleichende Elementbestimmung in einem ombrogenen und minerogenen System, Symposium über anorganische Analytik in Umweltforschung und Umweltschutz. Jülich. 103 S.
- MARKERT B. und LIETH H., 1985: Elementkonzentrationskataster für einige Pflanzen in kontrastierenden Oekosystemen. Veröff.Naturf.Ges. zu Emden vpn 1814, Ser. Jahresber. 5, 27-56.
- OSTENDORF B., LIETH H. und LEHKER H., 1981: Klimapot a computer routine to plot climate diagrams. Veröff.Geobot.Inst.ETH, Stiftung Rübel, Zürich, 77, 149-171.
- OSTENDORF B. und LIETH H., 1982: The computer drawn climate diagrams. In: MÜLLER M.J. (Hrsg.), Selected climatic data for a global set of standard stations for vegetation science. Junk, Den Haag. T:VS 5, 19-24.

Adresse der Autoren: Dr. B. Markert
Prof. Dr. H. Lieth
Fachgebiet Biologie im FB5
Universität Osnabrück
Postfach 4469
D-4500 Osnabrück