Fachinformationsdienst Biodiversitätsforschung

UB Universitätsbibliothek Frankfurt am Main

DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

FID Biodiversitätsforschung

Mitteilungen der Floristisch-Soziologischen Arbeitsgemeinschaft

Das Violetum calaminariae westfalicum, eine Schwermetallpflanzengesellschaft bei Blankenrode in Westfalen - aus dem Botanischen Institut der Universität Münster : vorgetragen auf der Tagung der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft am 2. Juni 1967 in Münster

Ernst, Wilfried H. O.

1968

Digitalisiert durch die *Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main* im Rahmen des DFG-geförderten Projekts *FID Biodiversitätsforschung (BIOfid)*

Weitere Informationen
Nähere Informationen zu diesem Werk finden Sie im:
Suchportal der Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main.

Bitte benutzen Sie beim Zitieren des vorliegenden Digitalisats den folgenden persistenten Identifikator:

urn:nbn:de:hebis:30:4-91337

Visual Library

Das Violetum calaminariae westfalicum, eine Schwermetallpflanzengesellschaft bei Blankenrode in Westfalen

von

WILFRIED ERNST, Münster

(Aus dem Botanischen Institut der Universität Münster)

Vorgetragen auf der Tagung der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft am 2. Juni 1967 in Münster

Es ist vornehmlich das Verdienst von SCHULZ (1912), auf die Existenz einer besonderen Flora auf den schwermetallreichen Böden eines alten Blei- und Zinkerztagebaues bei Blankenrode in Westfalen hingewiesen zu haben. Das Erzvorkommen sitzt auf dem nördlichen Teil des Westheimer Abbruches und ist an eine Verwerfung der Kreide gegen den Buntsandstein gebunden (SCHRIEL 1954). Die Vegetation, die sich aus schwermetallresistenten Arten zusammensetzt (BAUMEISTER 1967, GRIES 1966, RÜTHER 1966), ist soziologisch als Violetum calaminariae westfalicum gefaßt worden (ERNST 1964) und besiedelt hauptsächlich die anthropogen erweiterten schwermetallreichen Flächen, Halden und Pingen des Bergbaues. Ihr ursprünglicher Wuchsort dürfte der Hang des Wäschetales sein. Hier strich die Oxydationszone des blei- und zinkreichen Hauptganges am Steilhang zu Tage aus (SCHRIEL 1954). Die diagnostisch wichtigen Arten dieser Spezialistengesellschaft zeigt die folgende Zusammenstellung:

Kennarten der Ordnung und Klasse der Violetea calaminariae Br.-Bl. et Tx. 1943:
Minuartia verna ssp. *hercynica*
Silene cucubalus var. *humilis*

Kennart des Thlaspeion calaminariae-Verbandes Ernst 1965:
Thlaspi alpestre ssp. *calaminare*

Kennart des Violetum calaminariae westfalicum Ernst 1964:
Viola calaminaria ssp. *westfalica*

Methodik

Die Pflanzen- und Bodenanalysen wurden an Material durchgeführt, das bei 105 bzw. 110°C getrocknet wurde. Die Bestimmung von Zink, Kupfer, Blei und Phosphor erfolgte nach feuchter Veraschung kolorimetrisch (MUNK 1956, SCHAUMLÖFFEL 1960, RIEBARTSCH 1963, CHEN et al. 1956). Die osmotischen Werte wurden kryoskopisch mit dem Halbmikro-Osmoter von KNAUER ermittelt. Alle Untersuchungen stellen Mittelwerte aus drei Parallelen dar.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Ergebnisse

A. Physiologische Untersuchungen

Zum Verständnis dieser Schwermetallvegetation sind die ökophysiologischen Aspekte des Standortes von besonderem Interesse. Bereits eine Analyse des Rohbodens zeigt den hohen Schwermetallgehalt, insbesondere an Zinksalzen, der selbst im pflanzenverfügbaren, $MgCl_2$-löslichen Anteil und auch noch in der mit destilliertem Wasser extrahierbaren Fraktion Werte erreicht, die für die Vegetation im allgemeinen schädigend oder gar letal sind (Tab. 1).

Tab. 1. Schwermetallgehalt und leicht extrahierbares Zink im Boden der Blankenroder Bleikuhle (*Minuartia*-Stadium)

Schwermetall	mg/kg trockener Boden
Gesamtzink	65 400
Citronensäurelösliches Zink	19 210
$MgCl_2$-lösliches Zink	1 807
aqua dest.-extrahierbares Zink	290
Blei	462
Kupfer	49

Bereits bei der Keimung stellt sich den Arten dieses extremen Standortes das Problem, mit den hohen Zink-Konzentrationen fertig zu werden. Dabei haben keimphysiologische Untersuchungen zu dem Ergebnis geführt, daß

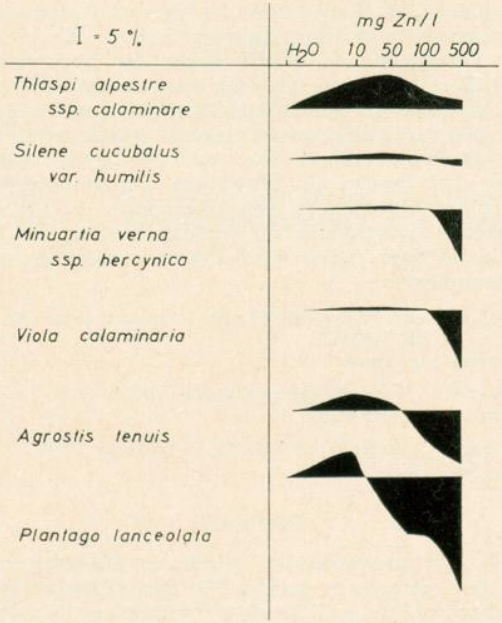

Abb. 1. Wirkung von $ZnSO_4$-Lösungen auf die Keimkapazität von Kennarten und einigen Begleitern des Violetum calaminariae. Über der Abszisse Förderung gegenüber der Kontrolle in Wasser, unter der Abszisse Hemmung (nach ERNST 1965b)

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

auch die oben angeführten Schwermetallpflanzen durch Zink-Konzentrationen von 1 g Zink/Liter in ihrer Keimungskapazität und Überlebensrate erheblich geschwächt werden (ERNST 1965b). Wie aus der Abb. 1 ersichtlich ist, liegen die keimphysiologischen Optima der Schwermetallpflanzen bei 50 mg Zn/l (geboten als Zinksulfat in einer KNOP'schen Nährlösung), während Begleitarten dieser Schwermetall-Pflanzengesellschaft wie *Agrostis tenuis* und *Plantago lanceolata* ihr Optimum bei 10 mg Zn/l haben und bei Zink-Konzentrationen von 100 mg Zn/l in ihrer Keimungskapazität erheblich beeinträchtigt werden. Auch innerhalb der Schwermetallpflanzen zeigt sich eine deutliche Abstufung der Zinkverträglichkeit. Lediglich die Akkumulator-Pflanze *Thlaspi alpestre* ssp. *calaminare* wird noch bei einer Konzentration von 500 mg Zn/l in der Keimung gefördert. Trotzdem übertreffen aber die Schwermetallpflanzen *Silene cucubalus* var. *humilis* und *Minuartia verna* ssp. *hercynica* wegen ihrer raschen Entwicklung bis zur generativen Phase (4 Monate) den in der Keimungskapazität günstigeren Pioniercharakter von *Thlaspi alpestre* ssp. *calaminare* erheblich, das bis zur Samenreife mindestens zwei Vegetationsperioden benötigt und außerdem vergleichsweise wesentlich weniger Samen produziert.

Ebenso bestehen zwischen den einzelnen Schwermetallarten signifikante Unterschiede hinsichtlich der Menge und der Geschwindigkeit der Zinkaufnahme (Abb. 2). In den ersten Tagen verlief die Aufnahme der angebotenen

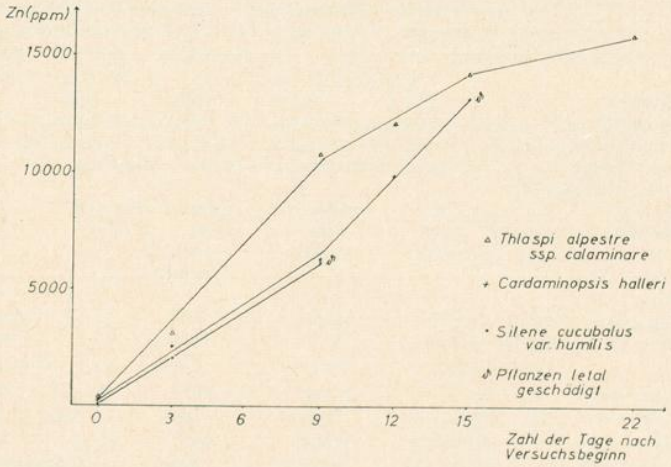

Abb. 2. Zeitlicher Verlauf der Zinkaufnahme in die Sprosse einiger Schwermetallpflanzen aus einer KNOP'schen Nährlösung mit 400 mg Zn/l (geboten als Zinksulfat)

Zinkmenge von 400 mg Zn/l bei den geprüften Arten ziemlich gleichmäßig, aber bereits nach neun Tagen zeigte sich eine artspezifische Differenzierung. Während bei *Silene cucubalus* var. *humilis*, die an allen bisher untersuchten Wuchsorten nur Zinkgehalte bis zu 4000 mg/kg Trockensubstanz in den oberirdischen Pflanzenteilen aufwies, die aufgenommene Zinkmenge von 6000 mg/kg rasch letal wirkte, wurden die gleichen Mengen von *Thlaspi alpestre* ssp. *calaminare* als typischer Akkumulator-Pflanze ohne sichtbare Schäden ertragen.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

B. Ökologische Untersuchungen

Für die Vegetationsentwicklung auf schwermetallreichen Böden sind zwei Faktoren besonders wichtig, der Schwermetallgehalt (Tab. 2) und der Wasserhaushalt. Betrachtet man die einzelnen Entwicklungsstadien und Subassoziationen des Violetum calaminariae westfalicum, so zeigt die Boden- und Pflanzenanalyse, daß der Schwermetallgehalt im *Minuartia*-Stadium, dem ersten Pionier-Stadium auf tonig-lehmigem Substrat, sehr hohe Werte aufweist, die für die Artenarmut dieses Initialstadiums verantwortlich sind. Durch den Anfall verrottender Substanz im Bereich der Polster von *Minuartia verna* ssp. *hercynica* wird zunächst kleinsträumig eine Bodenbildung eingeleitet, die dann allmählich auf größere schwermetallreiche Flächen übergreift. Aber erst mit fortschreitender Bodenbildung und stärkerer Reduktion des Gesamtzinks, gleichzeitig aber wegen des höheren Anteiles an organischer Substanz mit einer besseren Möglichkeit für eine Chelatisierung der Schwermetalle stellen sich weitere Pflanzenarten ein, die über das *Euphrasia*-Stadium zu den einzelnen Subassoziationen der Gesellschaft führen.

Tab. 2. Schwermetallgehalt der Böden sowie Zink- und Phosphatgehalt der Blätter der Schwermetallpflanzen in den einzelnen Stadien und Subassoziationen des Violetum calaminariae westfalicum

		Minuartia-Stadium	*Euphrasia*-Stadium	Violetum calaminariae typicum	cardaminopsidetosum	
Boden:						
Wasserkapazität		31,9 %	35,2 %	52,0 %	55,7 %	60,0 %
pH-Wert (H_2O)		6,7	6,9	6,5	6,7	6,8
pH-Wert (n/10 KCl)		6,2	6,3	5,8	6,2	6,3
Gesamtzink (ppm)		65 400	60 200	5 700	45 440	3 552
Zitronensäurelösliches Zink (ppm)		19 210	7 860	4 250	12 558	1 754
$MgCl_2$-lösliches Zink (ppm)		1 807	1 100	1 253	2 260	1 250
Blei		462	223	66	410	—
Pflanzen:						
Zinkgehalt (ppm) u. Phosphatgehalt (%) der Blätter von:						
Silene cucubalus var. *humilis*	Zn	—	1 540	1 495	865	649
	P	—	—	0,33	0,48	0,52
Minuartia verna ssp. *hercynica*	Zn	4 710	3 078	2 607	2 113	—
	P	0,17	0,15	0,22	0,22	—
Viola calaminaria ssp. *westfalica*	Zn	—	—	2 001	1 608	768
	P	—	—	0,30	0,30	0,32
Thlaspi alpestre ssp. *calaminare*	Zn	—	—	11 726	—	—
	P	—	—	0,18	—	—
Cardaminopsis halleri	Zn	—	—	—	13 622	7 760
	P	—	—	—	0,28	0,35

Auch im Zinkgehalt der Pflanzen zeigt sich eine allmähliche Zinkabnahme bei fortschreitender Entwicklung der einzelnen Stadien. Dabei sei darauf hingewiesen, daß die Unterschiede im Zinkgehalt innerhalb der Art nicht nur durch eine Verminderung des pflanzenverfügbaren Anteils des Gesamtzinks,

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

sondern wahrscheinlich auch durch eine Chelatisierung des Zinks bedingt werden, da das Zink aus der chelatisierten Form in wesentlich geringerem Maße aufgenommen wird als aus der ionisierten Form. Ferner kann in den Blättern der Schwermetallpflanzen eine Relation zwischen dem Zink- und Phosphatgehalt beobachtet werden, die dahingeht, daß mit steigendem Zinkgehalt der Phosphatgehalt fällt oder vice versa, wobei wieder eine Artspezifität deutlich wird.

Für die Beurteilung der Ökologie der Schwermetallpflanzen ist der Anteil an Schwermetallsalzen wichtig, der sich im Zellsaft der Pflanze befindet und damit osmotisch wirksam werden kann. Die erstmals für Schwermetallpflanzen durchgeführten Messungen des osmotischen Wertes und des Anteils des Zinks an den gesamten im Zellsaft gelösten Stoffen ergibt folgendes Bild (Tab. 3): Zu Beginn der Vegetationsperiode bewegt sich die Höhe des osmotischen Wertes bei den Schwermetallpflanzen im Bereich der von Halbtrockenrasenarten bekannten Größen. Hinsichtlich des Schwermetallanteiles am osmotischen Wert zeigt sich wieder die Tatsache, daß die Schwermetallpflanzen keine homogene Gruppe bilden*). Der Zinkgehalt im Preßsaft und der Zinkanteil am osmotischen Wert sind bei *Silene cucubalus* var. *humilis* und bei *Viola calaminaria* ssp. *westfalica* gering. Dagegen liegt der Zinkanteil bei *Thlaspi alpestre* ssp. *calaminare* und bei *Cardaminopsis halleri* mit etwa 7% zu Beginn der Vegetationsperiode bereits recht hoch und zeigt wieder einmal mehr die Sonderstellung von *Thlaspi* innerhalb der Gruppe der Schwermetallpflanzen. Ebenso besteht bei den einzelnen Schwermetallpflanzenarten zwischen dem Schwermetallgehalt des Bodens und dem des Zellsaftes und der Höhe des osmotischen Wertes eine Beziehung.

Tab. 3. Wassergehalt, osmotischer Wert und Zinkgehalt des Zellsaftes in den Blättern einiger Schwermetallpflanzen der westfälischen Rasse des Violetum calaminariae typicum (a) und des Violetum calaminariae cardaminopsidetosum (b)

		Wassergehalt in % der Trockensubstanz	Osmotischer Wert in atm	Zinkgehalt des Zellsaftes in mg/ml	in atm	Zinkanteil des osmotischen Wertes in %
Silene cucubalus	a)	764,6	12,05	0,315	0,11	0,89
var. *humilis*	b)	745,9	11,26	0,142	0,05	0,43
Viola calaminaria	a)	439,9	13,49	0,352	0,12	0,89
ssp. *westfalica*	b)	—	—	—	—	—
Minuartia verna	a)	156,0	13,37	0,659	0,22	1,68
ssp. *hercynica*	b)	174,0	13,12	0,580	0,20	1,50
Thlaspi alpestre	a)	434,9	14,38	2,748	0,93	6,50
ssp. *calaminare*	b)	—	—	—	—	—
Cardaminopsis	a)	—	—	—	—	—
halleri	b)	477,4	12,23	2,556	0,87	7,11

Die Untersuchungen lassen den Schluß zu, daß sich innerhalb der Schwermetallpflanzen eine starke ökophysiologische Differenzierung herausgebildet hat, die die Befunde des pflanzensoziologischen Verfahrens ergänzt und die soziologische Nuancierung bestätigt.

*) Hierbei muß die Unsicherheit in Kauf genommen werden, daß bei der Analyse auch Zinkmengen erfaßt werden, die an Enzymsysteme gebunden sind und osmotisch nicht wirksam sind (vgl. STEINER und ESCHRICH 1958).

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Zusammenfassung

Es wurden ökophysiologische Untersuchungen an Pflanzen und Entwicklungsstadien des Violetum calaminariae westfalicum durchgeführt. Dabei wurde festgestellt, daß die Zinkgehalte schwermetallreicher Böden bei weitem das physiologische Optimum der Schwermetallpflanzen überschreiten, das bei Zinksulfatgaben bei 50 mg Zn/l liegt. Hinsichtlich der Zinkverträglichkeit, des Zink- und Phosphatgehaltes und des Zinkanteiles am osmotischen Wert zeigen die Schwermetallpflanzen artspezifische Unterschiede, wobei *Thlaspi alpestre* ssp. *calaminare* eine Sonderstellung einnimmt. Für die Entwicklung der Schwermetallpflanzengesellschaft kann der Schwermetallgehalt des Bodens als ausschlaggebender Faktor wahrscheinlich gemacht werden.

Schriften

Baumeister, W. – 1967 – Schwermetallpflanzengesellschaften und Zinkresistenz einiger Schwermetallpflanzen. — Angew. Bot. **40:** 185—204. Berlin u. Hamburg.

Chen, P. S., Toribara, T. Y. a. Warner, H. – 1956 – Microdetermination of Phosphorus. — Analytical Chem. **28:** 1756—1758.

Ernst, W. – 1964 – Ökologisch-soziologische Untersuchungen der Schwermetallpflanzengesellschaften Mitteleuropas unter Einschluß der Alpen. — Inaug. Diss. Münster. — Idem: – 1965a – Abh. Landesmus. Naturkde. Münster **27** (1): 1—54. Münster.

— — – 1965b – Über den Einfluß des Zinks auf die Keimung von Schwermetallpflanzen und auf die Entwicklung der Schwermetallpflanzengesellschaft. — Ber. dtsch. bot. Ges. **78:** 205—212. Stuttgart.

Gries, B. – 1966 – Zellphysiologische Untersuchungen über die Resistenz gegen Zink an Galmeiökotypen und der Normalform von Silene cucubalus. — Flora, Teil B **156:** 271—290. Jena.

Munk, H. – 1956 – Die Bestimmung kleinster Mengen Zink in Böden sowie pflanzlichen und tierischen Substanzen. — Inaug. Diss. Gießen.

Riebartsch, K. – 1963 – Zur Bleibestimmung in pflanzlichen Substanzen mit Dithizon. — Landw. Forsch. **16:** 290—295. Frankfurt/M.

Rüther, F. – 1966 – Vergleichende physiologische Untersuchungen über die Zinkresistenz von Schwermetallpflanzen. — Inaug. Diss. Münster.

Schaumlöffel, E. – 1960 – Über die colorimetrische Bestimmung der Mikronährstoffe Kupfer, Zink, Kobalt, Mangan, Eisen und Molybdän aus einer Aschenlösung durch fraktionierte Extraktion. — Landw. Forsch. **13:** 278—286. Frankfurt/M.

Schriel, W. – 1954 – Alter und Vererzung des Westheimer Abbruches am Ostrand des Rheinischen Schiefergebirges. — Roemeriana (DAHLGRÜN-Festschrift) **1:** 241—272.

Schulz, A. – 1912 – Über die auf schwermetallhaltigem Boden wachsenden Phanerogamen Deutschlands. — Jber. westf. Prov. Ver. Wiss. Kunst **40:** 209—227. Münster.

Steiner, M. u. Eschrich, W. – 1958 – Die osmotische Bedeutung der Mineralstoffe. — Handb. Pflanzenphysiologie **4:** 334—354. Berlin, Göttingen, Heidelberg.

Anschrift des Verfassers: Dr. Wilfried Ernst, Botan. Institut der Universität, 44 Münster (Westf.), Schloßgarten 3.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft (alte Serie)

Jahr/Year: 1968

Band/Volume: NF_13

Autor(en)/Author(s): Ernst Wilfried H. O.

Artikel/Article: Das Violetum calaminariae westfalicum, eine Schwermetallpflanzengesellschaft bei Blankenrode in Westfalen - aus dem Botanischen Institut der Universität Münster : vorgetragen auf der Tagung der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft am 2. Juni 1967 in Münster 263-268