Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde **65:** 15-30. Münster 2003

Beitrag zur Vergesellschaftung und Bestandsentwicklung des Westfälischen Galmeiveilchens *Viola guestphalica* bei Blankenrode im Sauerland

Anika Poetschke, Maike Wilhelm und Fred J.A. Daniëls, Münster

1 Einleitung und Zielsetzung

Nahe des ostwestfälischen Ortes Blankenrode kommt eine Vegetation vor, die als Besonderheit das Westfälische Galmeiveilchen „*Viola calaminaria* var. *westfalica*" (cf. Ernst 1965) enthält. Das Veilchen wächst in einer durch Bergbau entstandenen Bleikuhle und auf deren Abraumhalden. Darüberhinaus hat sich durch Ablagerungen von Schwermetallen im Überschwemmungsbereich des südlich der Abraumhalden entspringenden Schwarzbaches auch die 1,5 km entfernte „Waldwiese im Wäschebachtal" zu einem geeigneten Standort entwickelt. Das Westfälische Galmeiveilchen ist in ihrer Verbreitung auf diese Gebiete beschränkt und ist damit als ein Lokalendemit zu betrachten.

Der taxonomische Status dieser Sippe wurde von Nauenburg (1986) untersucht. Er betrachtet die Sippe als eine eigenständige Art unter dem Namen *Viola guestphalica* (cf. auch Wisskirchen & Haeupler 1998) und vermutet, dass sie sich in der Nacheiszeit aus dem alpigenen *Viola tricolor*-Verwandschaftskreis gebildet hat. Nauenburg (1987) ändert auch den von Ernst (1965) etablierten Assoziationsnamen *Violetum calaminariae westfalicum* in *Violetum guestphalicae* Ernst 1965 corr. Nauenburg 1987 und bestimmt Aufnahme 33, Tabelle II (Ernst 1965) als Typusaufnahme der Assoziation.

Mehrere Arbeiten, u. a. von Ernst (1965, 1974) und Gries (1966, 1968), befassen sich mit ökophysiologischen Aspekten der Schwermetallsippen im Raum Blankenrode. Erstaunlicherweise gibt es jedoch kaum vegetationskundliche Arbeiten zu *Viola guestphalica*. Auch die Orginalbeschreibung der Assoziation durch Ernst (1965), mit den drei Subassoziationen *cardaminopsidetosum, typicum* und *cladonietosum*, basiert auf nur 9 Aufnahmen. Daher soll die vorliegende Publikation die aktuelle Vergesellschaftung des Westfälischen Galmeiveilchens und seine Bestandsdynamik über mehrere Jahre unter Berücksichtigung standortökologischer Aspekte dokumentieren.

2 Untersuchungsgebiet

Die beiden Untersuchungsgebiete NSG „Waldwiese im Wäschebachtal" und „NSG Bleikuhlen" liegen zwischen dem Weserbergland im Osten und der Westfälischen Bucht im Westen. Naturräumlich werden sie dem Warburger Wald des Eggegebirges zugeordnet (Meisel 1959, Bürgener 1963). Die Anhebung des Rheinischen Schiefergebirges und das Absinken der Hessischen Senke im Paläozän führten zu einem Nord-Süd verlaufenden Dehnungsbruch, dem Westheimer Abbruch (Farrenschon & Skupin 1991). Die Abbruchkante verläuft durch den unteren Teil des Westhanges des NSG „Bleikuhlen". Östlich der Abbruchkante werden die Böden von Schichten des Unteren Buntsandstein und westlich davon von denen der Oberkreide aufgebaut. Der Boden

des Naturschutzgebietes „Waldwiese im Wäschebachtal“ entstand aus Feinsanden des Unteren Buntsandsteins.

Der Westheimer Abbruch diente im Tertiär als Aufstiegsweg für Erzlösungen (SCHRIEL 1954, BREITKREUZ 1987). Die Blei- und Zinkerzlagerstätten sind an die Carbonatgesteine der Oberkreide gebunden; die Ablagerungen des Buntsandsteins weisen keinerlei Vererzungen auf. Die Erzminerale der „Bleikuhlen“ sind im wesentlichen Bleiglanz (PbS) und Galmei ($ZnCO_3$). Bergbauliche Tätigkeiten sind seit Anfang des 12. Jahrhunderts bekannt (GRIES 1968, SCHRIEL 1954). Die Grube wurde 1939 stillgelegt und 1969 als Naturschutzgebiet ausgewiesen (RUNGE 1982). Die „Waldwiese im Wäschebachtal“ wurde 1978 zum Naturschutzgebiet erklärt. Seit 1988 finden dort in unregelmäßigen Abständen Pflegemaßnahmen (Mahd) statt.

Die hohe Schwermetallbelastung durch Blei und Zink im Boden prägen diesen Standort. Die phytotoxische Wirkung geht v. a. vom Zink aus, da Blei stärker an die Bodenmatrix gebunden ist (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1992). Nach DAHMS-ARENS (1991) haben sich im NSG „Bleikuhlen“ und auf den Abraumhalden durch Verwitterung des Unteren Buntsandsteins basenarme Braunerden, auf dem Mergelkalkstein des Cenoman dagegen basenreiche Braunerden entwickelt. An einigen Stellen liegen Rohböden vor. Im NSG „Waldwiese im Wäschebachtal“ sind basenarme Braunerden und im Bereich der Bachablagerungen Gleye verbreitet. Im Allgemeinen ist der Schwermetallgehalt im NSG „Bleikuhlen“ und den Abraumhalden höher als im NSG „Waldwiese im Wäschebachtal“. Der Oberboden im NSG „Waldwiese im Wäschebachtal“ weist einen hohen Feinerdeanteil auf, ist tiefgründig und hat somit eine günstige Wasserversorgung, während er im NSG „Bleikuhlen“ und auf den Abraumhalden überwiegend einen deutlich trockenen Charakter aufweist und skelettreicher ist. Es treten hier aber auch Bereiche mit höherem Feinerdeanteil auf, wie z. B. am Rand der Bleikuhle oder an dem Fußbereich der Abraumhalden.

Der Raum Blankenrode wird durch ein subatlantisches Klima geprägt. Die mittlere Jahrestemperatur beträgt 7,5 °C, die jährliche Niederschlagsmenge 740 mm (FARRENSCHON & SKUPIN 1991).

3 Methode

Die vegetationskundlichen Untersuchungen nach der Methode von BRAUN-BLANQUET (1964) wurden 1994 im NSG „Waldwiese im Wäschebachtal“ (WILHELM 1995) und 1996 im NSG „Bleikuhlen“ und auf den Abraumhalden (POETSCHKE 1997) durchgeführt. Die Artmächtigkeitsskala richtet sich nach WILMANNS (1989). Im NSG „Waldwiese im Wäschebachtal“ wurde 1994, 1996, 1998 und 2000 die Artmächtigkeit von *Viola guestphalica, Cardaminopsis halleri, Arrhenatherum elatius* und *Carex acutiformis* über eine Fläche von 0,8 ha in Plots von 5 m x 5 m ermittelt und kartiert. Für die Darstellung in den Abbildungen 3-5 wurde die Artmächtigkeit in Prozentwerte transferiert: r, + = 1 %; 1a, 1b = 3 %; 2a = 8 %; 2b = 18 %; 3 = 37 %; 4 = 63 %; 5 = 87 %.

Die Nomenklatur der Phanerogamen folgt WISSKIRCHEN & HAEUPLER (1998), die der Flechten SANTESSON (1993) und der Moose FRAHM & FREY (1992); die Nomenklatur von *Festuca aquisgranensis* richtet sich nach PATZKE & BROWN (1990) und die von *Viola x preywischiana* nach NAUENBURG (1987).

Die Bodenanalysen beziehen sich auf die obere Bodenschicht (0-10 cm). Für alle Analysen wurde luftgetrocknetes, auf 2 mm gesiebtes Bodenmaterial verwendet. Der pH-Wert wurde elektrometrisch (0,01 M $CaCl_2$-Suspension) mit einem pH-Meter 192 (WTW) gemessen (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1992). Nach KÖSTER & MERKEL (1983)

wurde der Blei- und Zinkgehalt (0,01 M $CaCl_2$-Lösung) ermittelt und quantitativ mit einem Atomabsorptionsspektrometer (ATI UNICAM 939) in einer Luft-Acetylenflamme bestimmt. Zur Eichung des Spektrometers wurden die Kalibrationslösungen mit den Standardlösungen der Fa. Merck angesetzt.

Im NSG „Waldwiese im Wäschebachtal" wurde für jede Bodenprobe aus der Rasterkartierung der aktuelle Wassergehalt bestimmt. Das Frischgewicht wurde direkt nach der Probenentnahme ermittelt; dann wurde die Probe luftgetrocknet und anschließend 48 h bei 105 °C getrocknet. Der Gewichtsverlust entsprach dem Wassergehalt des Frischbodens und wurde in Gewichtsprozent (g/100g) bezogen auf das Trockengewicht angegeben.

4 Ergebnisse und Diskussion

4.1 Syntaxonomische Zuordnung und Standort

Die Vegetationsbestände mit der Assoziationscharakterart *Viola guestphalica* sind eindeutig dem *Violetum guestphalicae* Ernst 1965 corr. Nauenburg 1987 zuzuordnen. Die Einordnung in das *Thlaspion calaminariae* Ernst 1965 erfolgt auf Grund der geographischen Lage des Untersuchungsgebietes, da die Verbandscharakterart *Thlaspi alpestre* ssp. *calaminare* innerhalb des Untersuchungsgebietes (nur im NSG „Bleikuhlen") vorkommt. Die Zugehörigkeit zu der Ordnung *Violetalia calaminariae* Br.-Bl. et Tx. 1943 und der Klasse *Violetea calaminariae* Br.-Bl. et Tx. 1943 besteht aufgrund des Vorkommens der Ordnungs- und Klassencharakterarten *Minuartia verna* ssp. *hercynicum, Silene vulgaris* ssp. *humilis* und *Festuca aquisgranensis*. Die von Ernst (1965) in der Tabelle 2 des *Violetum calaminariae westfalicum* aufgeführte *Festuca ovina* ssp. *ovina* ist vermutlich *Festuca aquisgranensis*. Die Charakterarten sind schwerpunktmäßig in den trockeneren Ausprägungen des *Violetum* vertreten. Ein direkter Vergleich der Vegetation mit *Viola guestphalica* von damals und heute ist aufgrund der geringen Anzahl der Aufnahmen (9) und der unterschiedlichen Größe der Aufnahmeflächen (bis 100 m^2 bei Ernst 1965) leider sehr problematisch und wird deswegen nicht detailliert vorgenommen. Dennoch konnten die beiden Subassoziationen *typicum* und *cardaminopsidetosum* bestätigt werden, das *cladonietosum* dagegen nicht. Ein Vergleich der Artenzusammensetzung mit der in den Aufnahmen von Ernst (1965) zeigt ein verstärktes Auftreten von *Arrhenatherum elatius* v.a. in der Subassoziation *cardaminopsidetosum*, *Poa trivialis*-Variante. In den Aufnahmen von Ernst (1965) fehlt diese Art völlig.

Abschließend ist noch festzuhalten, dass die von Ernst (1965, Tab. 18) gemessenen Werte für pflanzenverfügbares Zink in den Subassoziationen *typicum* und *cardaminopsidetosum* (etwa 5000-6000 ppm) erheblich höher liegen als die von uns ermittelten Werte (etwa 200-4000 ppm). Über die Ursachen dieser Unterschiede kann nur spekuliert werden.

4.2 *Violetum guestphalicae* Ernst 1965 corr. Nauenburg 1987 (Tab. 1-3)

Die charakteristische Artenkombination besteht aus der Assoziationscharakterart *Viola guestphalica* (V^{+-3}) und den konstanten Begleitern *Rumex acetosa* (V^{r-2b}) und *Ranunculus acris* (V^{+-3}).

	1					2										
Laufende Nummer:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Laufende Nr. aus Quelle*:	30	26	31	29	24	17	8	13	9	14	21	7	3	4	5	6
Lokalität:	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
Aufnahmegröße (m²):	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	16	4	4	4	4
Exposition:	.	.	.	S	.	SO	.	.	S	.	.	.	.	.	.	.
Inklination (ø):	0	0	0	3	0	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
Zinkgehalt im Boden [ppm x 10]:	28	92	36	40	47	26	100	82	51	51	57	106	58	71	49	16
Bleigehalt im Boden [ppm]:	14	3	24	32	27	12	19	67	25	55	27	99	118	52	14	13
pH-Wert des Bodens	6,4	5,8	6	6,2	6	5,8	4,8	5,6	6,1	5,7	5,6	5,3	.	4,5	4,9	4
Gesamtdeckung (%):	98	98	98	99	99	99	98	99	99	98	98	94	97	95	98	99
Krautschicht:	75	98	80	95	99	99	98	99	99	98	96	94	97	95	98	98
Moosschicht:	70	10	65	40	3	45	50	15	60	5	5	7	30	50	45	40
Mittl.Höhe Krautschicht (cm):	30	60	70	30	90	40	30	55	35	55	30	40	40	25	35	30
Gesamt Artenzahl:	12	9	13	16	11	15	10	13	12	11	11	10	13	13	15	13
Artenzahl Krautschicht:	8	8	9	10	9	12	7	11	10	9	9	8	12	11	13	10
Artenzahl Moosschicht:	4	1	4	6	2	3	3	2	2	2	2	2	1	2	2	3
AC Violetum guestphalicae:																
Viola guestphalica	1a	+	1a	1a	2b	+	2b	+	2a	+	1a	2b	3	3	2a	2b
D Subass. cardaminopsidetosum:																
Cardaminopsis halleri	2a	3	3	2a	2b	2a	3	2a	.	2a	1b	3	2b	2a	2b	2b
Holcus lanatus	.	.	.	.	.	2b	1a	2b	2b	2b	.	2b	1b	2b	1b	3
D Poa trivialis-Variante:																
Poa trivialis	2a	.	2a	2a	.	.	1a	.	.	.	3	2b	2b	2b	2b	2b
Galium uliginosum	2m	1b	2m	2m	.	2a	.	2m	1b	1b	2m	.	.	.	.	.
Cirsium palustre	.	.	.	+	+	3	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
D Carex acutiformis-Subvariante:																
Carex acutiformis	4	4	4	4	5	1b	1a	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Equisetum palustre	.	1a	1a	1a	1a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Picea abies (Km)	+	.	+	1a	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Bryum pseudotriquetrum	2m	.	2b	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
D Thymus pulegioides-Variante:																
Thymus pulegioides	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Leontodon hispidus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Achillea millefolium	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Linum catharticum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Leucanthemum vulgare	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Helictotrichon pratense	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hieracium murorum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
KC / OC / VC:																
Festuca aquisgranensis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Silene vulgaris ssp. humilis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Minuartia verna ssp.hercynica	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Begleiter:																
Rumex acetosa	1a	2a	2a	1a	r	1a	1a	2a	+	2b	2b	1b	+	.	+	1a
Ranunculus acris	2b	.	1a	2b	1b	2b	.	2b	3	2b	2b	1b	.	1a	1a	2b
Rhytidiadelphus squarrosus	2m	.	.	2a	.	3	2m	2a	3	2m	.	2m	.	.	2b	2b
Brachythecium rutabulum	4	2a	3	3	2m	2a	2m	2a	.	2m	2m	2a	.	3	.	2a
Scleropodium purum	.	.	.	.	2m	2a	3	.	3	.	2m	.	3	3	2b	2a
Agrostis capillaris	.	1a	.	.	.	2a	3	2a	3	2a	.	3	3	3	3	3
Arrhenatherum elatius	.	.	.	.	2b	3	.	4	2b	4	2a	2b	1b	1b	1b	2a
Campanula rotundifolia	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	3	2b	2a	2b
Molinia caerulea	.	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1b	1b	1a	.
Carex hirta	.	.	.	.	.	2a	.	2b	r	1a	3	.	.	.	.	.
Equisetum arvense	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	1a	2a	2a	1a
Festuca rubra agg.	.	.	.	.	.	2m	.	2m	2b	.	.	.	2b	.	.	.
Pleurozium schreberi	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pimpinella saxifraga	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Plantago lanceolata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Genista tinctoria	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Potentilla erecta	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia furcata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lophocolea bidentata	.	.	2a	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Calliergonella cuspidata	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Deschampsia caespitosa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Anthoxanthum odoratum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Bryum spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Trifolium repens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Euphrasia stricta	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Amblystegium serpens	.	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia subrangiformis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Tab. 1: Vegetationstabelle zum *Violetum guestphalicae* Ernst 1965 corr. Nauenburg 1987

1: *V.g. cardaminopsidetosum, Poa trivialis*-Variante, *Carex acutiformis*-Subvariante, 2: *V.g. c., Poa trivialis*-Variante, typische Subvariante, 3: *V.g. c.*, typische Variante, 4: *V.g. typicum*, typische Variante, 5: V.g.t., *Thymus pulegioides*-Variante; Tabellenkopf: * Poetschke (1997) und Wilhelm (1995); W NSG „Waldwiese im Wäschebachtal", BK NSG „Bleikuhlen", GA Große Abraumhalde und KA Kleine Abraumhalde.

Außerdem in den Aufnahmen:

Dicranella heteromalla 2m, *Plagiomnium affine* 2m (4); *Equisetum arvense* + (9); *Equisetum arvense* 1a, *Poa pratense* 2b (3); *Equisetum arvense* 2a, *Scirpus sylvaticus* +, (14); *Equisetum arvense* 2a, *Galium palustre* + ,

			3							4							5					
17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
10	99	98	104	110	97	101	96	95	86	85	92	94	88	93	102	70	72	71	73	76	75
W	GA	BK	KA	GA	BK	GA	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	GA	BK	BK	BK
4	2	6	2	2	3	3	3	2	2	2,5	2	2	2	2	2	2,5	2	2	3	2	4
.	S	O	SW	O	W	.	.	O	O	.	NO	N	.	N	O	W	W	.	O	O	O
0	2	2	25	14	7	0	0	35	18	0	35	6	0	20	2	40	48	0	37	5	2
.	.	137	157	.	375	394	342	120	195	31	148	226	28	157	51	51	.	.	.	.	.
.	.	16	27	.	91	24	280	18	51	3	53	96	10	23	18	9	.	.	.	.	.
.	.	6,1	5,9	.	6	6,4	5,8	4,1	6,4	6,9	6,6	6,5	7	7,4	6,7	6,9	.	.	.	.	.
99	99	99	99	99	99	99	90	90	60	99	99	99	95	99	99	99	99	97	93	99	99
99	45	99	90	90	95	99	60	50	45	75	40	55	80	50	85	75	65	85	60	80	65
10	60	5	50	20	10	7	70	30	15	80	60	65	5	60	15	90	70	30	65	40	75
50	20	25	35	30	25	25	11	11	40	55	15	10	35	10	30	20	15	12	14	22	30
10	13	15	13	12	9	13	7	7	10	14	13	11	17	18	23	21	27	23	30	26	20
9	11	12	9	8	8	9	6	5	6	8	10	8	16	13	19	14	16	18	22	20	17
1	2	3	4	4	1	4	1	2	4	6	3	3	1	5	4	7	11	5	8	6	3
1b	2m	2m	2b	1a	2a	2b	1a	+	2a	1a	1a	1b	+	2m	+	2m	1a	1a	r	1a	1a
3	2m	1b	2b	2a	1a	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	1a	.	.	.	.	.	.
3	2m	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1b	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1a	2a	2a	+	2m	r
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	2m	.	2m	.	2m	.	2a	2a	+
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	2m	1a	r	+	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1a	2a	r	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	2a	.	.	.	2a	2a	2b
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1a	.	1a	.	.
.	2a	5	2b	.	2a	2b	3	4	.	.	2b	2b	2m	3	2a	3	2a	3	2b	.	2a
2b	1a	2b	.	.	.	1a	2a	.	.	.	2b	2b	.	2b	.	2a	.	.	1a	.	2m
.	.	.	.	.	.	1a	.	.	.	.	+	.	.	1a	.	.	.	.	.	.	.
1a	2m	1b	1a	1a	2m	2m	1a	1b	1b	2m	1a	2m	.	2m	2m	.	2m	1a	1b	2m	1b
2a	2m	2b	1a	1a	2m	1a	.	.	+	.	1a	2m	1a	2m	2m	1a	.	2m	1b	2m	1a
2a	3	.	2b		.	.	.	2a	2m	2b	.	2a	.	2m	2m	.	3	2m	.	2a	2m
.	.	.	2a	2a	2m	.	.	.	2a	2a	.	.	2m	.	.	.	2m	.	2m	2m	.
.	2a	.	.	2m	.	1b	.	.	2m	2a	4	4	.	2m	2m	2b	2m	2m	2a	2a	2a
3	2m	.	.	.	2m	1a	1a	2m	.	.	+	.	.	+	2a	.	.	2m	.	2m	.
2a	.	.	2a	5	.	.	.	.	3	4	.	.	2a	.	.	1b	1b	.	.	.	.
+	1b	1a	.	.	.	.	2m	.	.	1a	2m	2m	.	.	2m	1b	1a	2m	1b	1b	2m
.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	.	.	.	.	2a
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	.	2a	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	1b	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	.	.	.	.	2a	.
.	.	.	.	2m	.	.	4	2b	.	2m	2m	2m	.	3	.	.	3	.	3	.	4
.	.	.	2m	1a	.	.	.	.	.	1a	.	.	2m	1a	1b	.	2m	.	2m	2m	1a
.	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	r	+	.	1a	.	.	1a	2m	1a	1a	1a
.	.	.	3	.	3	3	.	.	+	.	.	.	.	.	2a	2m	2m	.	.	.	+
.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	1a	+	.	.	.	.	.	1a
.	.	.	.	.	.	1a	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	2a	.	.	1b	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	2m	.	.	.	.	.	2m	2m	2m	2m	2m	.
.	.	.	2m	2m	.	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	4	.	2m	.	2m	.
.	.	.	.	1a	.	.	.	.	.	.	.	.	1b	.	1b	.	.	.	.	+	.
.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1b	.	+	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	.	2m	2b	.	.	.
.	.	1a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	2m	1b
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	1b	.	r	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1b	.	.	.	.	1b	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1a	.	.	.	.	.	1b	.	1b	.	.

Poa pratense 2b, (5); *Equisetum arvense* 1a; (16): *Deschampsia flexuosa* 2a, *Poa compressa* 2m, *Rumex acetosella* 1b (18); *Dactylis glomerata* 2m, *Dicranella cf. varia* 2m (19); *Weissia controversa* 1b (20); *Galium aparine* 1a (21); *Vicia sepium* 2m (22); *Cladonia ciliata v. tenuis* 1a (23); *Viola x preywischiana* 1a (26); *Amblystegium juratzkanum* 2m, *Galeopsis tetrahit* 1a (27); *Galium mollugo* 2m, *Lathyrus pratensis* 1a, *Brachythecium albicans* +, *Elymus repens* 2m, *Plagiomnium affine* 3 (30); *Equisetum* x *litorale* + (31); *Deschampsia flexuosa* 2m, *Poa compressa* 1b (32); *Brachythecium glareosum* 1b, *Bryum flaccidum* 2m, *Myosotis arvensis* 1b (33), *Cladonia pyxidata* 1a, *Amblystegium juratzkanum* 2m, *Peltigera* cf *neckeri* 1a, *Fraxinus excelsior* + (34), *Taraxacum officinale* agg. +, *Barbula unguiculata* 1b, *Leontodon autumnalis* +, *Trifolium pratense* 1b (35); *Carex flacca* 1a, *Dicranella* cf *varia* 2m, *Galium mollugo* +, *Veronica chamaedrys* 1b (36); *Galium mollugo* 1a, *Taraxacum officinale* agg. 1a (37); *Amblystegium juratzkanum* 2m, *Galium aparine* 1b (38)

Die Artenzahl ist im *Violetum guestphalicae* vergleichsweise gering (mittlere Artenzahl 14), die Gesamtdeckung mit durchschnittlich 97% jedoch hoch. Die Bestände sind mit einer Kraut- und Kryptogamenschicht deutlich zweischichtig strukturiert. Die Physiognomie der Krautschicht (mittlere Deckung 82 %) wird v. a. von Gräsern wie *Agrostis capillaris, Arrhenatherum elatius, Festuca aquisgranensis* und *Holcus lanatus* bestimmt, welche zusammen mit den übrigen Begleitern den deutlichen Wiesencharakter der Assoziation ausmachen. Bryophyten wie *Brachythecium rutabulum, Scleropodium purum, Lophocolea bidentata, Pleurozium schreberi* und *Rhytidiadelphus squarrosus* prägen die Physiognomie der Kryptogamenschicht (mittlere Deckung 39 %).

Foto 1: Westfälisches Galmeiveilchen (*Viola guestphalica*) im NSG „Bleikuhlen".

4.2.1 *Violetum guestphalicae cardaminopsidetosum* Ernst 1965 corr. Nauenburg 1987 (Tab.1, 1-23; Tab. 2, 1-3; Tab. 3, 1-3)

Trennarten sind *Cardaminopsis halleri* (V^{1a-3}) und *Holcus lanatus* (III^{1a-3}). Die Gesamtartenzahl variiert von 9 bis 16 (durchschnittlich 12). Die Deckung der Krautschicht ist mit durchschnittlich 91 % hoch. Den Blühaspekt der Gesellschaft bilden im Frühsommer die weißen Blüten von *Cardaminopsis halleri*, zu denen sich die gelben bzw. violetten Blüten von *Ranunculus acris* und *Viola guestphalica* gesellen. Diese finden sich auch noch im Sommer- und Spätsommeraspekt, wenn *Silene vulgaris* ssp. *humilis* mit weißen sowie *Campanula rotundifolia* mit blauen Blüten hinzukommen. Die Kryptogamenschicht (mittlere Deckung 31%) wird ausschließlich von Moosen gebildet. Diese Subassoziation kommt auf relativ ebenen, feuchten Standorten vor und ist vor allem im NSG „Waldwiese im Wäschebachtal" verbreitet. Im NSG „Bleikuhlen" findet sie sich am Fuß der kleinen Abraumhalde und auf den Ebenen, wo der Boden tiefgründiger ist bzw. Fichten den Standort beschatten. Die gemessenen Schwermetallgehalte

liegen für Zink zwischen 160 ppm und 3940 ppm und für Blei zwischen 3 ppm und 118 ppm. Der pH-Wert variiert von 4,0 bis 6,4 (Mittelwert 5,8).

Innerhalb dieser Subassoziation werden zwei neue Varianten unterschieden: eine *Poa trivialis*-Variante (Tab. 1, 1-16) mit den Trennarten *Poa trivialis* (IV^{1a-3}), *Galium uliginosum* (IV^{1b-2a}) und *Cirsium palustre* (I^{+-3}), die beschränkt ist auf das NSG „Waldwiese im Wäschebachtal", und eine typische Variante (Tab. 1, 17-23), die schwerpunktmäßig im NSG „Bleikuhlen" verbreitet ist.

Die *Poa trivialis*-Variante unterteilt sich in zwei Subvarianten. Die *Carex acutiformis*-Subvariante (Tab. 1, 1-5) hat als aspektbestimmende Trennarten *Carex acutiformis* (V^{4-5}), *Equisetum palustre* (IV^{1a}) und *Bryum pseudotriquetrum* (III^{2m-2b}). Sie weisen auf sehr feuchte Standortbedingungen hin. Diese Subvariante ist dementsprechend entlang der Bäche zu finden. Die durchschnittlichen Schwermetallgehalte sind die niedrigsten innerhalb der Subassoziation (Mittelwerte 490 ppm für Zink und 20 ppm für Blei). Die typische Subvariante (Tab. 1, 6 -16) kommt auf etwas weniger feuchten Böden im NSG „Waldwiese im Wäschebachtal" vor. Die durchschnittlichen Schwermetallgehalte sind ein wenig höher (Mittelwerte 610 ppm für Zink und 46 ppm für Blei) als in der vorigen Subvariante. *Arrhenatherum elatius* kommt in dieser Subvariante vermehrt vor.

Die typische Variante (Tab. 1, 17-23) ist hauptsächlich im NSG „Bleikuhlen" auf etwas trockeneren Böden mit relativ hohem Zink-Gehalt (Mittelwert 2650 ppm) verbreitet. Die typischen Charakterarten der höheren Syntaxa wie *Festuca aquisgranensis, Silene vulgaris* ssp. *humilis* und *Minuartia verna* ssp. *hercynicum* sind hier vorhanden, was zeigt, dass die *Poa trivialis*-Variante und vor allem die *Carex acutiformis*-Subvariante eher eine Randposition innerhalb der Assoziation einnehmen.

4.2.2 *Violetum guestphalicae typicum* Ernst 1965 corr. Nauenburg 1987 (Tab.1, 24-38; Tab. 2, 4-5; Tab. 3, 4-5)

Die Subassoziation *typicum* (Tab. 1, 24-38) wird von den hochsteten Arten *Viola guestphalica* (V^{+-2a}), *Festuca aquisgranensis* (IV^{2a-5}), *Rumex acetosa* (V^{1a-2m}), *Ranunculus acris* (IV^{+-2m}), *Rhytidiadelphus squarrosus* (IV^{2m-2b}) und *Scleropodium purum* (IV^{2m-4}) geprägt. Die Deckung der Krautschicht ist geringer als in der vorigen Subassoziation und variiert von 40 %-85 % (Mittelwert 65 %). Die Subassoziation ist beschränkt auf das NSG „Bleikuhlen", wo sie vor allem auf stark geneigten Flächen unterschiedlicher Exposition vorkommt. Der Feinbodenanteil (< 2 mm) beträgt durchschnittlich nur 28 %, so dass die Böden im Sommer eine wesentlich geringere Wasserkapazität aufweisen als die Böden der Subassoziation *cardaminopsidetosum*. Der Zink-Gehalt variiert von 280 ppm-3420 ppm, der Blei-Gehalt von 3 ppm-280 ppm. Die pH-Werte (Mittelwert 6,6) liegen im Durchschnitt etwas höher als in der vorigen Subassoziation. Es werden zwei Varianten ausgegliedert.

Die typische Variante (Tab. 1, 24-31) hat eine relativ offene Krautschicht (mittlere Deckung 56 %). In den Beständen sind entweder *Festuca aquisgranensis* oder *Arrhenaterum elatius* aspektbildend. Sie sind auf Ebenen und Hangbereichen verbreitet. Der Zink-Gehalt des Bodens ist hier relativ hoch (280 ppm - 3420 ppm). Auch der pH-Wert ist mit durchschnittlich 6,6 vergleichsweise hoch.

Die *Thymus pulegioides*-Variante (Tab. 1, 32-38) hat als Trennarten *Thymus pulegioides* (V^{2m}), *Leontodon hispidus* (V^{r-2a}), *Achillea millefolium* (V^{+-2a}), *Linum catharticum* (IV^{r-2m}), *Leucanthemum vulgare* (III^{r-2a}), *Helictotrichon pratense* (III^{2a-2b}) und *Hieracium murorum* (III^{+-1a}). Sie ist mit einer mittleren Gesamtartenzahl von 24 die artenreichste

Tab. 2: Synoptische Tabelle zu Tabelle 1.

Vegetationstyp	1	2	3	4	5
AC Violetum guestphalicae:					
Viola guestphalica	V +/2b	V +/3	V 1a/2b	V +/2a	V +/2m
D Subass. cardaminopsidetosum:					
Cardaminopsis halleri	V 2a/3	V 1b/3	V 1a/3	.	I 1a
Holcus lanatus	.	V 1a/3	III 2m/3	.	I 1b
D Poa trivialis-Variante:					
Poa trivialis	III 2a	IV 1a/3	.	.	.
Galium uliginosum	IV 1b/2a	III 1b/2a	.	.	.
Cirsium palustre	II +	I +/3	.	I r	.
D Carex acutiformis-Subvariante:					
Carex acutiformis	V 4/5	I 1a/1b	.	.	.
Equisetum palustre	IV 1a	.	.	.	.
Bryum pseudotriquetrum	III 2m/2b	.	.	.	.
D Thymus pulegioides-Variante:					
Thymus pulegioides	.	.	.	.	V 2m
Leontodon hispidus hisp.	.	.	.	.	V r/2a
Achillea millefolium	.	.	.	II r/2m	V +/2a
Linum catharticum	.	.	.	.	IV r/2m
Leucanthemum vulgare	.	.	.	.	III r/2a
Helictotrichon pratense	.	.	.	I 2m	III 2a/2b
Hieracium murorum	.	.	.	.	III +/2a
KC/OC/VC					
Festuca aquisgranensis	.	.	IV 2a/5	IV 2m/4	V 2a/3
Silene vulgaris humilis	.	.	III 1a/2b	III 2a/2b	III 1a/2a
Minuartia verna hercynicum	.	.	I 1a	II +/la	.
Begleiter:					
Rumex acetosa	V r/2a	V +/2b	V 1a/2m	V 1a/2m	V 1a/2m
Ranunculus acris	IV 1a/2b	V 1a/3	V 1a/2b	IV +/2m	V 1a/2m
Rhytidiadelphus squarrosus	II 2m/2a	IV 2m/3	III 2a/3	IV 2m/2b	V 2m/3
Brachythecium rutabulum	V 2m/4	IV 2m/3	III 2m/2a	II 2m/2a	III 2m
Scleropodium purum	I 2m	IV 2m/3	III lb/2a	IV 2m/4	V 2m/2b
Agrostis capillaris	I 1a	V 2a/3	III 1a/3	III +/2m	III 2m/2a
Arrhenatherum elatius	I 2b	V 1b/4	III 2a/5	II 2a/4	II 1/b
Campanula rotundifolia	.	III +/3	III +/1b	III1a/2m	V 1a/2m
Molinia coerulea	I 2a	II 1a/1b	I 2m	.	II 2m/2a
Carex hirta	.	III r/2a	.	I 2a	I 2a
Equisetum arvense	.	III +/2a	.	I r	I 1b
Festuca rubra aggr.	.	II 2m/2b	.	.	II 2a
Pleurozium schreberi	.	.	I 2m	IV 2m/4	III 3/4
Pimpinella saxifraga	.	.	II 1a/2m	II 1a/2m	IV 1a/2m
Plantago lanceolata	.	.	I 2m	II r/1a	IV 1a/2m
Genista tinctoria	.	.	III 3	I +	III +/2a
Potentilla erecta	.	.	I +	II +/1a	II +/1a
Cladonia furcata	.	.	I 1a	I 2m	II 1b/2a
Lophocolea bidentata	II 2m/2a	.	.	II 2m	IV 2m
Calliergonella cuspidata	I 2m	.	III 2m/2a	.	III 2m/4
Deschampsia cespitosa	.	.	I 1a	I 1b	II +/1b
Anthoxantum odoratum	.	.	I +	I 1b	I +
Bryum spec.	.	.	.	I 2m	II 2m/2b
Trifolium repens	.	.	I 1a	.	III 1b/2m
Euphrasia stricta	.	.	.	.	II r/1b
Amblystegium serpens	I 2m	.	.	.	II 1b
Cladonia subrangiformis	.	.	.	I 1a	II 1b

Tab. 3: Bodendaten und Strukturmerkmale der Vegetationstypen des Violetum guestphalicae auf der Grundlage der Tabelle 1.

Vegetationstyp	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Anzahl der Aufnahmen	5	11	7	8	7
Anzahl der Bodenanalysen	5	11	4	8	2
Zn ($CaCl_2$) [ppm x 10]	28-92	16-106	137-394	28-342	51
Mittelwert	49	61	265	156	51
Pb ($CaCl_2$) [ppm]	46-447	12-118	16-91	3-280	9-18
Mittelwert	20	46	40	67	14
pH-Wert ($CaCl_2$)	5,8-6,4	4,0-5,8	5,9-6,4	4,1-7,4	6,7-6,9
Mittelwert	6,1	5,2	6,1	6,3	6,8
Inklination (ø)	0-3	0-3	0-25	0-35	0-48
Mittelwert	1	0	7	14	19
Deckung (%)	98-99	94-99	99	60-99	93-99
Mittelwert	98	98	99	91	98
Deckung Krautschicht	75-99	94-99	45-99	40-80	60-85
Mittelwert	89	97	88	56	73
Deckung Moosschicht	3-70	5-60	5-60	5-80	15-90
Mittelwert	37	32	23	48	55
Gesamt Artenzahl	9-16	10-15	9-15	7-18	20-30
Mittelwert	12	12	12	12	24

Variante. Die Bestände weisen mit durchschnittlich 98 % eine hohe Gesamtdeckung auf. Der Blühaspekt wird durch die gelben Blüten von *Genista tinctoria*, *Leontodon hispidus* und *Ranunculus acris* geprägt, dem die weißen Blüten von *Pimpinella saxifraga* und *Leucanthemum vulgare* beigemischt sind. *Thymus pulegoides* und *Campanula rotundifolia* treten im Sommer mit ihren blau-violetten Blühten hinzu. Die Kryptogamenschicht ist mit durchschnittlich 55 % gut entwickelt und wird von Moosen geprägt. Die Bestände kommen auf erosionsanfälligen Steilflächen oder auf ebenen Flächen mit antropogener Störung (Tritt) in den Randbereichen der Bleikuhlen vor. Die beiden vorliegenden Bodenproben zeigen einen relativ hohen pH-Wert (6,8) und weisen einen vergleichsweise geringen Schwermetallgehalt auf (Tab. 3, 5).

4.3 Bestandsentwicklung von *Viola guestphalica* im NSG „Waldwiese im Wäschebachtal“

Viola guestphalica, Cardaminopsis halleri, Carex acutiformis und *Arrhenatherum elatius* weisen innerhalb der Waldwiese unterschiedliche Verbreitungsmuster auf (Abb. 1). *Viola guestphalica* kommt entlang einer Nordwest-Südost-Erstreckung vor und erreicht ihren Verbreitungsschwerpunkt im Übergangsbereich zwischen den von *Carex acutiformis* bzw. *Arrhenatherum elatius* dominierten Bereichen. Unterirdische Ausläufer und Sprosshöhen bis zu 50 cm ermöglichen dieser Art, in der relativ hochwüchsigen Vegetation mit *Carex acutiformis* bzw. *Arrhenatherum elatius* zu bestehen.

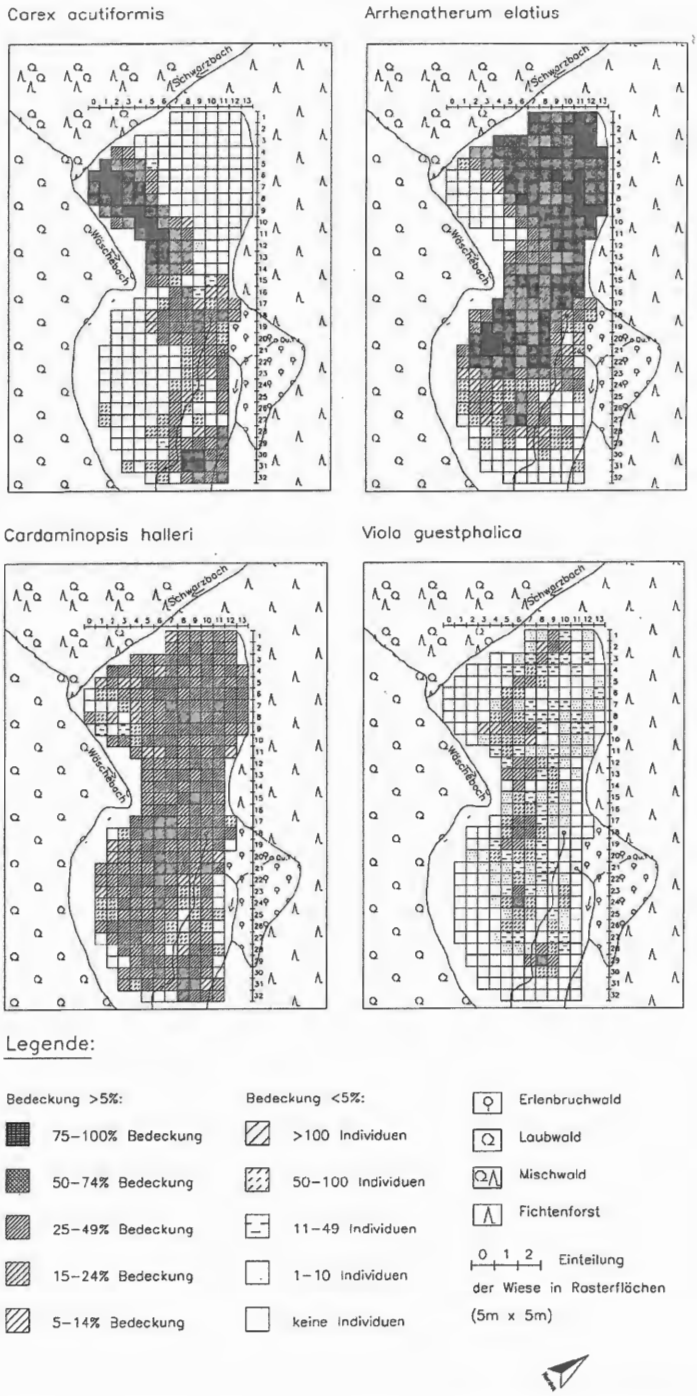

Abb. 1: Verbreitungsmuster einiger Pflanzenarten im NSG „Waldwiese im Wäschebachtal" im Jahr 1998: *Carex acutiformis, Arrhenatherum elatius, Cardaminopsis halleri* und *Viola guestphalica.*

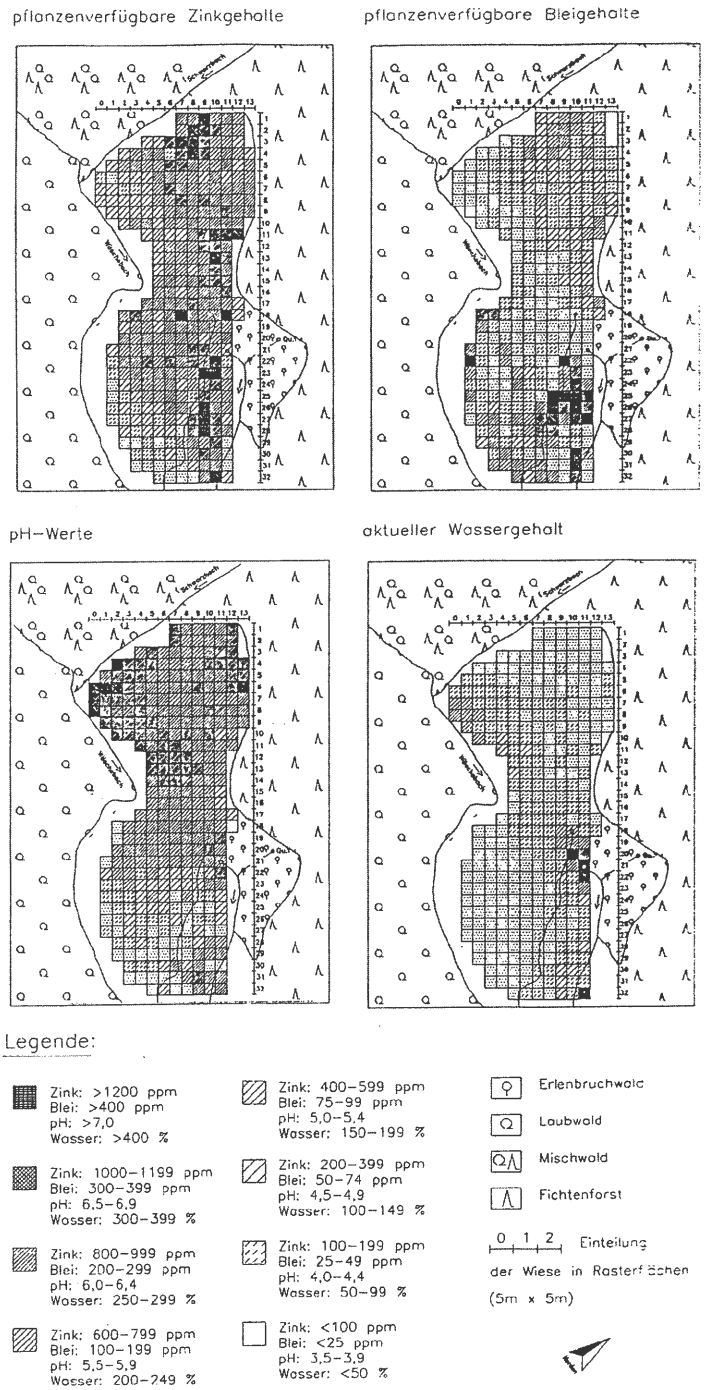

Abb. 2: Verbreitungsmuster der pflanzenverfügbaren Zink- und Bleigehalte, von pH-Wert und aktuellem Wassergehalt im Boden von 5 m x 5 m-Plots im NSG „Waldwiese im Wäschebachtal".

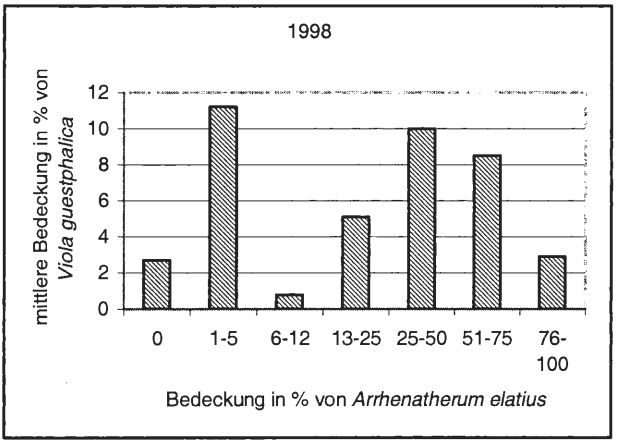

Abb. 3: Transformierte Bedeckung von *Viola guestphalica* bei unterschiedlichen Deckungsgraden von *Arrhenatherus elatius* im Jahr 1998 im NSG „Waldwiese Wäschebachtal".

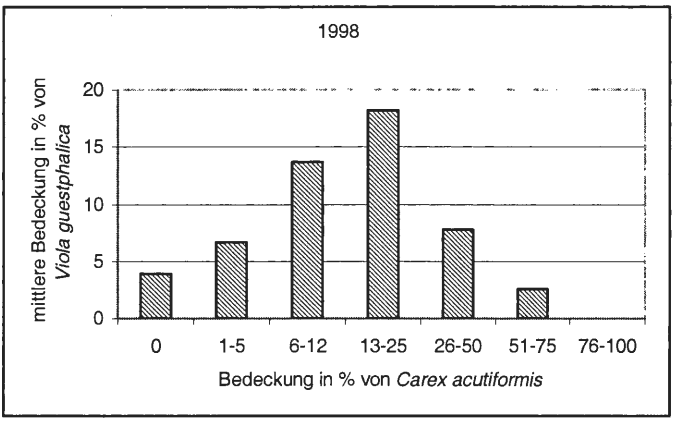

Abb. 4: Transformierte Bedeckung von *Viola guestphalica* bei unterschiedlichen Deckungsgraden von *Carex acutiformis* im Jahr 1998.

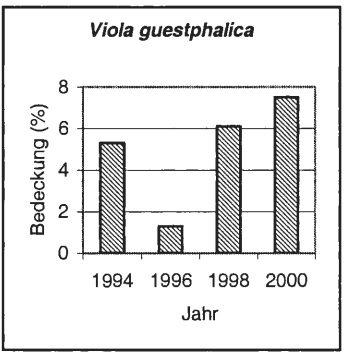

Abb. 5: Transformierte Bedeckung von *Viola guestphalica* im NSG „Waldwiese Wäschebachtal" in den Jahren 1994 – 2000.

Carex acutiformis bildet an nassen und wechselnassen Standorten dichte Bestände, während *Arrhenatherum elatius* in trockneren Bereichen aspektbestimmend ist. Die Verbreitungsschwerpunkte dieser beiden Arten spiegeln sich im Verbreitungsmuster des aktuellen Boden-Wassergehaltes (Abb. 1-2). Sowohl *Carex acutiformis* als auch *Arrhenatherum elatius* erreichen Bedeckungen bis zu 100 %. *Cardaminopsis halleri* ist mit einer Bedeckung von durchschnittlich 25 % mehr oder weniger gleichmäßig über die gesamte Wiese verbreitet. Ihr Verbreitungsmuster korreliert mehr oder weniger mit den Gehalten an pflanzenverfügbarem Zink.

Das Verbreitungsmuster von *Viola guestphalica* korreliert nicht mit dem gemessenen pH-Wert, Zink- und Bleigehalt (Abb. 1-2). Bezüglich des aktuellen Wassergehaltes hat *Viola guestphalica* ihr Optimum in den frischen bis trockneren Bereichen der Wiese. In den sehr nassen Bereichen am Bach, wo *Carex acutiformis* dominiert, ist das Veilchen nicht anzutreffen.

Die Verbreitung von *Viola guestphalica* innerhalb des Naturschutzgebietes hängt möglicherweise auch von dem Konkurrenzdruck anderer Arten ab, doch das Veilchen kommt auch bei Bedeckungen von *Arrhenaterum elatius* mit 25-75 % noch reichlich vor. Selbst bei sehr hoher Bedeckung von *Arrhenatherum* (> 75%) ist es noch vorhanden (Abb. 3). Bei hoher Bedeckung von *Carex acutiformis* tritt *Viola guestphalica* dagegen stark zurück, möglicherweise sind diese Stellen zu nass (Abb. 4).

Foto 2: *Viola guestphalica* im NSG „Waldwiese im Wäschebachtal".

Abbildung 5 zeigt die Dynamik des *Viola*-Bestandes während der Jahre 1994-2000: 1996 tritt gegenüber dem Jahr 1994 ein deutlicher Rückgang in der Bedeckung des Bestandes auf, der sich aber 1998 und 2000 wieder gänzlich erholt. Auffällig ist, dass V*iola guestphalica* in der Vegetationsperiode 1996 in dem *Carex acutiformis*-Bestand fast völlig fehlt. In den beiden Jahren vor der Kartierung von 1996 wurde die Wiese nicht gemäht, so dass im Sommer 1996 eine dicke Seggenstreuauflage vorhanden war,

die möglicherweise die Keimung von *Viola guestphalica* verhinderte. Des Weiteren sollte auch der außerordentlich kalte und trockene Winter 1995/96 als Ursache für den Rückgang des Veilchens in Betracht gezogen werden. Die Rasterkartierungen von 1998 und 2000 zeigen jedoch, dass sich der Bestand von *Viola guestphalica* wieder erholt hat. Sowohl in den Aufnahmen als auch bei der Rasterkartierung wurden hohe Deckungswerte von *Viola guestphalica* während unserer Geländearbeiten festgestellt. Sie liegen im Bereich der Deckungswerte, die Ernst (1965, Aufnahme 38 und 39, Tabelle II) in seinen beiden *Viola*-Aufnahmen in der Wiese ermittelte. Somit konnte bislang keine generell rückläufige Bestandsentwicklung beobachtet werden. Die veränderte Wasserführung des Schwarzbaches durch die neue Autobahn A44 scheint sich also nicht negativ auf das Vorkommen von *Viola guestphalica* ausgewirkt zu haben.

Zusammenfassung

Die aktuelle Vergesellschaftung und die Bestandsdynamik von *Viola guestphalica* im Raum Blankenrode werden unter Berücksichtigung standortökologischer Aspekte dargestellt. Die Vegetationsbestände mit *Viola guestphalica* werden als *Violetum guestphalicae* Ernst 1965 corr. Nauenburg 1987 klassifiziert. Die Assoziation lässt sich heute in zwei Subassoziationen gliedern: *typicum*, mit typischer Varante und *Thymus pulegioides*-Variante, und *cardaminopsidetosum halleri* mit typischer Variante und *Poa trivialis*-Variante mit zwei Subvarianten. Die Varianten und Subvarianten werden als neu beschrieben. Das Vorkommen der Subassoziation *cladonietosum* konnte nicht mehr bestätigt werden. Untersuchungen zu den Standortfaktoren zeigen eine breite Amplitude von *Viola guestphalica* gegenüber Schwermetallgehalt und pH-Wert. Das Veilchen fehlt in nassen Bereichen. Die Bestandsentwicklung in den Jahren 1994-2000 im NSG „Waldwiese im Wäschebachtal“ zeigt einen deutlichen Einbruch im Jahr 1996, doch der Bestand erholt sich wieder in den Jahren 1998 und 2000. Die Population scheint nicht gefährdet.

Literatur

Braun-Blanquet, J. J. (1964): Pflanzensoziologie. - 3. Aufl., Wien, New York.

Braun-Blanquet, J. J. & R. Tüxen (1943): Übersicht über die höheren Vegetationseinheiten Mitteleuropas. - Sigma Comm. **84:** 1-11.

Breitkreuz, H. (1987): Geochemische Charakteristik der Zechstein- und Oberkreide-Karbonate im Einflußbereich der Blei-Zink-Mineralisation des Westheimer Abbruches (NW-Hessen, E-Westfalen). - Braunschw. geol.-paläont. Dissertationen **6.**

Bürgener, M. (1963): Geographische Landesaufnahme 1 : 200.000. Natürliche Gliederung Deutschlands. Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 111 Arolsen. - Bundesanstalt f. Landeskunde u. Raumforschung). Bad Godesberg.

Dahm-Arens, H. (1991): Erläuterungen zu Blatt 4419 Kleinenberg. - Geolog. Landesamt NRW, 2. Aufl., Krefeld.

Ernst, W. (1965): Ökologisch-Soziologische Untersuchungen der Schwermetall-Pflanzengesellschaften Mitteleuropas unter Einschluß der Alpen. - Abh. Westf. Mus. f. Naturk. **27** (1).

Ernst, W. (1974): Schwermetallvegetation der Erde. - Stuttgart.

Farrenschon J. & K. Skupin (1991): Erläuterungen zu Blatt 4419 Kleinenberg. - Geolog. Landesamt NRW, 2. Aufl., Krefeld.

Frahm, J.-P. & W. Frey (1992): Moosflora. - 3. Aufl. Ulmer, Stuttgart.

GRIES, B. (1966): Zellphysiologische Untersuchungen über die Zinkresistenz bei Galmeiformen und Normalformen von *Silene cucubalus* WIB. - Flora B **156:** 271-290. Jena.

GRIES, B. (1968): Die „Bleikuhle" bei Blankenrode, Kr. Büren. - Natur u Heimat **28:** 78-82.

KÖSTER, W. & MERKEL, D. (1983): Beziehungen zwischen den Gehalten an Zn, Cd, Pb und Cu in Böden und Pflanzen bei Anwendung unterschiedlicher Bodenuntersuchungsmethoden. - Landwirtsch. Forsch. Sonderh. **39:** 245-254.

MEISEL, S. (1959): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 98 Detmold. - Geogr. Landesaufn. 1 : 2000. Naturr. Gliederung Deutschlands, Bl.98. Bundesanstalt Landeskunde. Remagen.

NAUENBURG, J.D. (1986): Untersuchungen zur Variabilität, Ökologie und Systematik der *Viola tricolor*-Gruppe in Mitteleuropa. - Dissertation, Göttingen.

NAUENBURG, J.D. (1987): *Viola x preywischiana* einzig bei Blankenrode (Westfalen). - Florist. Rundbr. (Göttingen) **21:** 2-7.

PATZKE, E. & G. BROWN (1990): *Festuca aquisgranensis* sp. *nova* ein neuer Vertreter der Kollektivart *Festuca ovina* L. (Poaceae). - Decheniana **143:** 194-195.

POETSCHKE, A. (1997): Vegetationskundliche Untersuchungen des NSG „Bleikuhlen" bei Blankenrode und der angrenzenden Abraumhalden. - Unveröff. Diplomarbeit, WWU, Münster.

RUNGE, F. (1982): Die Naturschutzgebiete Westfalens und des früheren Regierungsbezirks Osnabrück. - Aschendorf, Münster.

SANTESSON, R. (1993): The lichens and lichenicolous fungi of Sweden and Norway. - SBT, Lund. 240 S.

SCHEFFER, F. & P. SCHACHTSCHABEL (1992): Lehrbuch der Bodenkunde. - 13. Aufl., Stuttgart.

SCHRIEL, W. (1954): Alter und Vererzung des Westheimer Abbruches am Rande des Rheinischen Schiefergebirges. - Roemeriana **1:** 241-272. Clausthal-Zellerfeld.

WILHELM, M. (1995): Untersuchungen zur Ökologie von *Viola guestphalica* Nauenburg: Vergesellschaftung und Struktur der Vegetation. - Unveröff. Diplomarbeit, WWU, Münster.

WILMANNS, O. (1989): Ökologische Pflanzensoziologie. - 4. Aufl., Heidelberg, Wiesbaden.

WISSKIRCHEN, R. & H. HAEUPLER (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. - Ulmer, Stuttgart.

Anschriften der Verfasser:

Dipl.-Biol. Anika Poetschke
Dipl.-Biol. Maike Wilhelm
Prof. Dr. Fred J.A. Daniëls
Arbeitsgruppe Geobotanik, Institut für Ökologie der Pflanzen
Hindenburgplatz 55

D-48143 Münster

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Abhandlungen aus dem Westfälischen Provinzial-Museum für Naturkunde

Jahr/Year: 2003

Band/Volume: 65_1-2_2003

Autor(en)/Author(s): Poetschke Anika, Wilhelm Maike, Daniels Frederikus J. A.

Artikel/Article: Beitrag zur Vergesellschaftung und Bestandsentwicklung des Westfälischen Galmeiveilchens Viola guestphalica bei Blankenrode im Sauerland 15-29