

Untersuchungen zur Flora und Vegetation in bergbaubedingt salzbelasteten Feuchtgebieten

Beispiele aus dem ehemaligen ostthüringischen Uranbergbaurevier

HARTMUT SÄNGER; DIETMAR VOGEL

Abstract

SÄNGER, H.; VOGEL, D.: Flora and vegetation in salt loaded wetlands - examples from the former uranium mining district in Thuringia. - *Hercynia N.F.* **31** (1998): 201-227.

The results give a first survey to distribution of helophytes and halophytes in salt loaded wetlands in the former uranium mining district in Thuringia. Some species can exist as well in strong salt loaded areas as on extreme acidic sites. At nine different investigation areas (ditches for leakage waters near dumps, tailing ponds, large-sized wetlands like moistening meadows) altogether 205 species were found. 23 of it are indicators for oversalting. Some of the results are part of a study for treatment of neutral magnesium- and sulfate waters and selected sulfur acid waters in order of WISMUT GmbH. The present results are helpful to clear up geobotanical questions and beyond that in development of process engineering for treatment of typical mining waters (e.g. in form of "wetlands"). On the realization of such concepts WISMUT works actually. In connection therewith it must be note that the quantity of seepage waters and whose-concentrations in future will be retrograde.

Keywords: Flora, vegetation, uranium mining area, wetlands

1 Einleitung

Die von 1947 bis 1990 im sächsisch-thüringischen Uranerzbergbaurevier durchgeführte Gewinnung und Verarbeitung von Uranerzen verursachte bedeutende Eingriffe in Natur und Landschaft und hinterließ eine Vielzahl von Bergbaualtlasten. Hierzu zählen im ehemaligen ostthüringischen Uranerzbergbaurevier um Ronneburg (Krs. Greiz) u.a. Halden, industrielle Absetzanlagen und ein Tagebaurestloch (RUNGE et BÖTTCHER 1993). Aus ökologischer Sicht sind viele dieser Flächen als Extremstandorte zu bewerten und bieten Ansätze für vielfältige, u.a. geobotanische Untersuchungen. Einige vegetationskundliche Themen konnten in den letzten Jahren sowohl im Freistaat Thüringen als auch im Freistaat Sachsen bereits bearbeitet werden (SÄNGER 1993a, b; FALKENBERG et SÄNGER 1994/95, SÄNGER et WÖLLNER 1995, SÄNGER 1995, SÄNGER 1996, FRANK et SÄNGER 1996, FRANK et SÄNGER 1997, SÄNGER 1997). Im Rahmen der Bestandsaufnahme und Charakterisierung der stofflichen Auswirkungen des Uranerzbergbaus und der Uranerzaufbereitung wurde nachgewiesen, daß sowohl aus industriellen Absetzanlagen und Auflandebecken, als auch aus Bergehalden Sickerwässer mit erhöhten Salzgehalten austreten (WISMUT 1994 a, b). Die über Jahrzehnte ausgetretenen Sickerwässer (Daten zur Entstehung und Chemie der Wässer siehe Pkt. 3.2) führten zu einer allmählichen Versalzung und stellenweisen Dauervernässung der unmittelbar angrenzenden Flächen (Abb. 1). Aus dem geschilderten Sachverhalt ergibt sich die Frage, ob sich an nachweisbar salzbelasteten Stellen Halophyten ansiedeln. Im vorliegenden Beitrag werden erste Ergebnisse entsprechender floristisch/vegetationskundlicher Untersuchungen aus dem ehemaligen ostthüringischen Uranerzbergbaurevier vorgestellt.



Abb. 1 Die Halde Korbußen: Die aus den Bergbauhalden austretenden Sickerwässer führen zu einer allmählichen Vernässung und Versalzung der unmittelbar angrenzenden Flächen.

2. Methodik und Untersuchungsgebiet

Im Zeitraum von 1990 bis 1997 wurden während der Vegetationsperiode (April bis Oktober) an folgenden Orten floristische (Artenlisten) und vegetationskundliche (Vegetationsaufnahmen nach BRAUN-BLANQUET 1964) Untersuchungen durchgeführt (Abb. 2 und 3):

- Großflächiges Feuchtgebiet bei Zwirtzschen und Feuchtwiese an der Gauernhalde
- Feuchtgebiet unterhalb des Damms des Auflandebeckens Beerwalde
- Konturgräben im Bereich der Nordhalde, Absetzerhalde, Kegelhalden Reust, Kegelhalden Paitzdorf, Halde Beerwalde und Halde Korbußen

Nach der naturräumlichen Gliederung von HIEKEL et al. (1994) liegen alle Untersuchungsgebiete im Ronneburger Acker- und Bergbauggebiet, einem flachwelligen weitgehend waldfreien Ackerbauggebiet mit einem mittleren jährlichen Niederschlag um 650 mm und einer durchschnittlichen Jahrestemperatur von 7,9° C. Weiterführende Angaben zur naturräumlichen Lage, zum Klima und zur Geologie der Untersuchungsgebiete finden sich bei WISMUT (1994 a, b), SÄNGER (1993 a), FALKENBERG et SÄNGER (1994/95) sowie FRANK et SÄNGER (1996). In der Kartierung wurden vorerst die Gefäßpflanzen erfaßt, Kryptogamen werden zu einem späteren Zeitpunkt bearbeitet. Die Nomenklatur der vorgefundenen Arten richtet sich nach BENKERT et al. (1996) und ROTHMALER (1994). Die Auswertung der Daten erfolgte unter Nutzung der Software FLORA-D (FRANK 1991) in Anlehnung an ELLENBERG (1979).

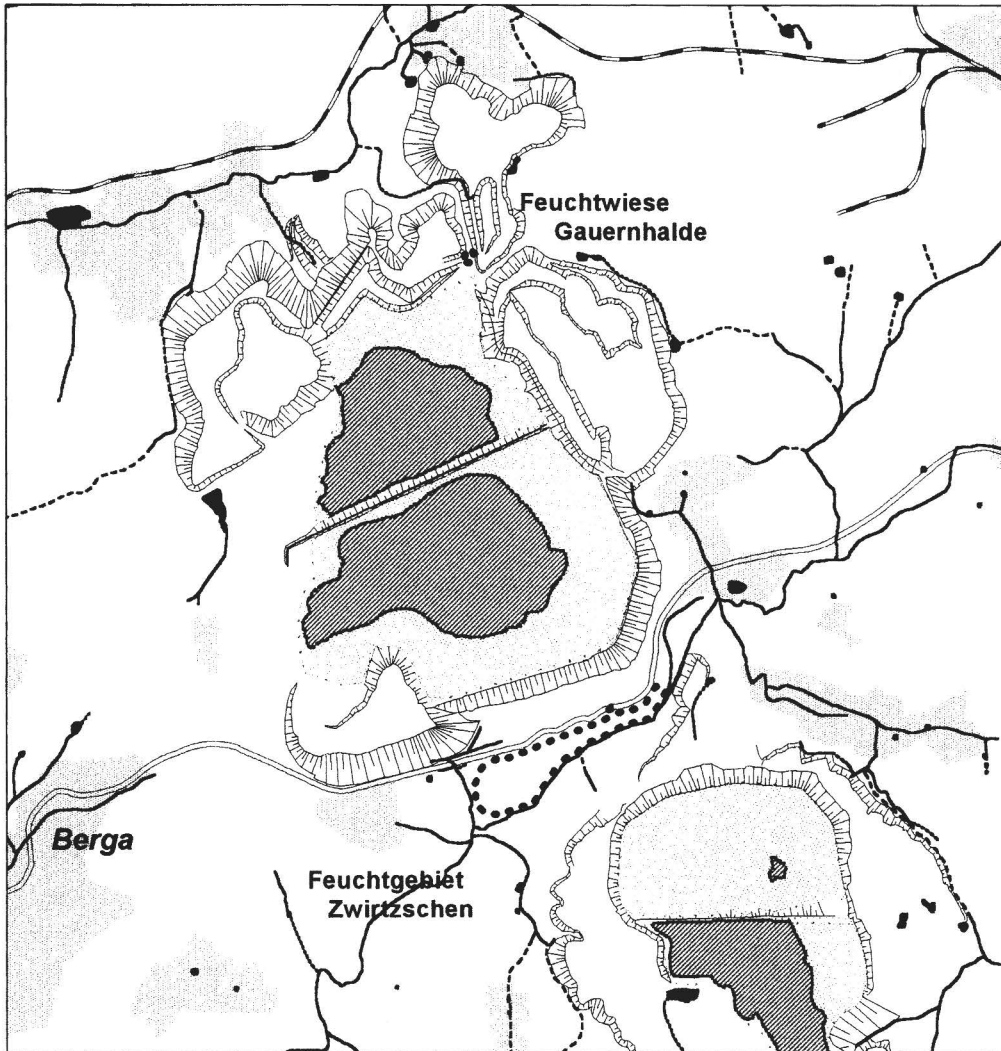


Abb. 2 Lage der Untersuchungsgebiete - Teil Seelingstädt

3 Charakterisierung der ausgewählten Untersuchungsgebiete

3.1 Allgemeine Angaben

Feuchtgebiet bei Zwirtzschen, Krs. Greiz

Das betrachtete Feuchtgebiet stellt einen Abschnitt des Lerchenbachtals südlich der B 175 (Berga-Zwickau) dar und reicht von der Ortslage Zwirtzschen in westliche Richtung bis zur querenden Straße nach Großkundorf. Im Süden wird das Tal vom Damm der industriellen Absetzanlage (IAA) Trünzig begrenzt.

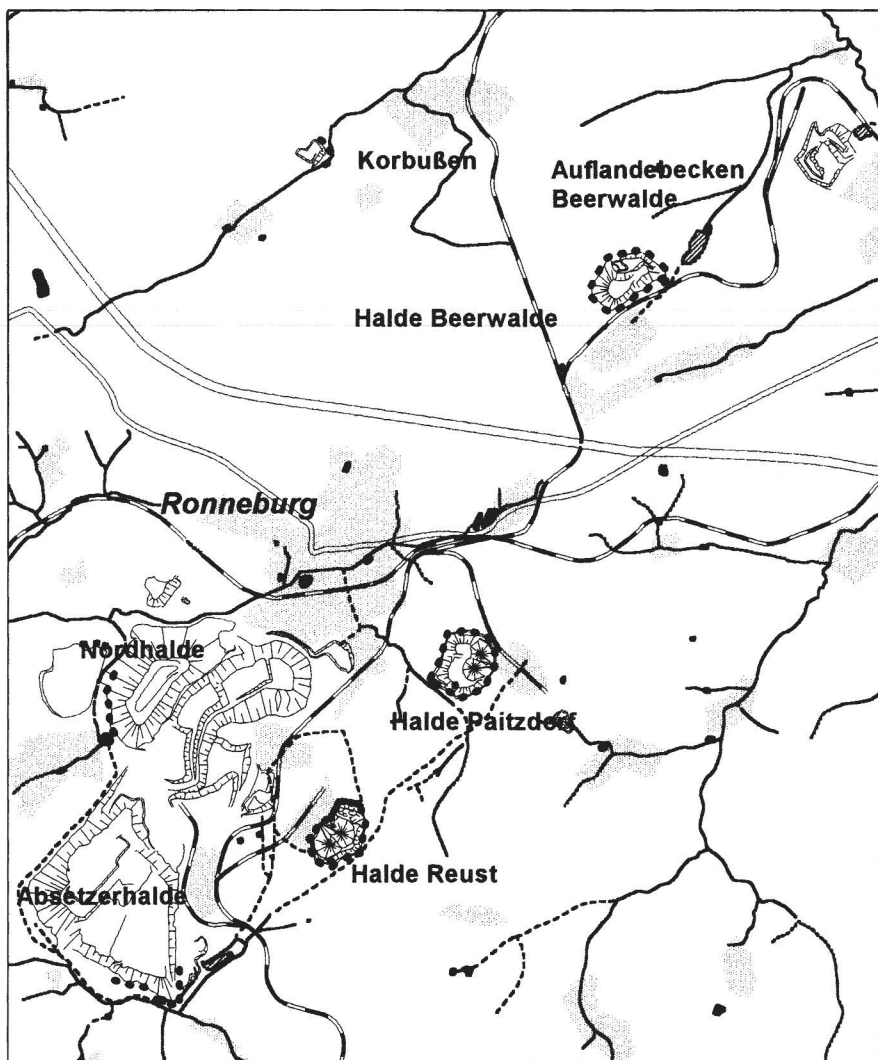


Abb. 3 Lage der Untersuchungsgebiete - Teil Ronneburg

Nördlich der Bundesstraße liegt der Absperrdamm der IAA Culmitzsch. Der untersuchte Bereich dieses Feuchtgebietes umfaßt eine Fläche von ca. 5. ha, namentlich die Stellen, die z.T. durch Sickerwässer aus der IAA Culmitzsch über Jahrzehnte beeinflusst wurden.

Feuchtwiese an der Gauernhalde

Eine im nordwestlichen Teil der Gauernhalde liegende, ganzjährig fließende Sickerwasserstelle hat in geringer Entfernung vom Haldenfuß zur Ausbildung einer kleinflächigen Feuchtwiese geführt.



Abb. 4 Haldenkonturgraben an den Kegelhalden Paitzdorf mit typischer Begleitflora

Feuchtgebiet unterhalb des Dammes des Auflandebeckens Beerwalde

Das im oberen Drosenbachtal gelegene Auflandebecken Beerwalde dient der Klärung von bergbaulichen Betriebswässern. Unterhalb des Dammes befinden sich Sickerwasseraustritte, die zur Vernässung großflächiger Bereiche führten.

Konturgräben

An Halden, wo regelmäßig Sickerwässer oberflächennah austreten, wurden Haldenkonturgräben angelegt (Abb. 4 und 5). Sie dienen zur Aufnahme der Haldensickerwässer. Die Sickerwässer werden gesammelt und behandelt. Entsprechend der lithologischen Zusammensetzung der aufgehaldeten Bergmassen schwanken die Salzgehalte in den Sickerwässern örtlich sehr stark (siehe Punkt 3.2).

Der permanente Salzeintrag in das Umfeld ist an allen untersuchten Bereichen nachweisbar. Zum besseren Verständnis folgen unter Verwendung von Daten der WISMUT (1994 a, b) einige kurzgefaßte Angaben (Tab.1) zu den in die Untersuchungen einbezogenen Halden (Abb.2 und 3).

3.2 Chemische Parameter

VOGEL et PAUL (1996) gehen detailliert auf die Probleme der Wasserbehandlung im Sanierungsbereich Ronneburg ein. Demnach enthalten die paläozoischen Gesteine des Ronneburger Horstes beträchtliche Mengen von Sulfiden, vor allem von Pyrit. In Oberflächennähe bzw. bedingt durch die Bergbautätigkeit kommt es

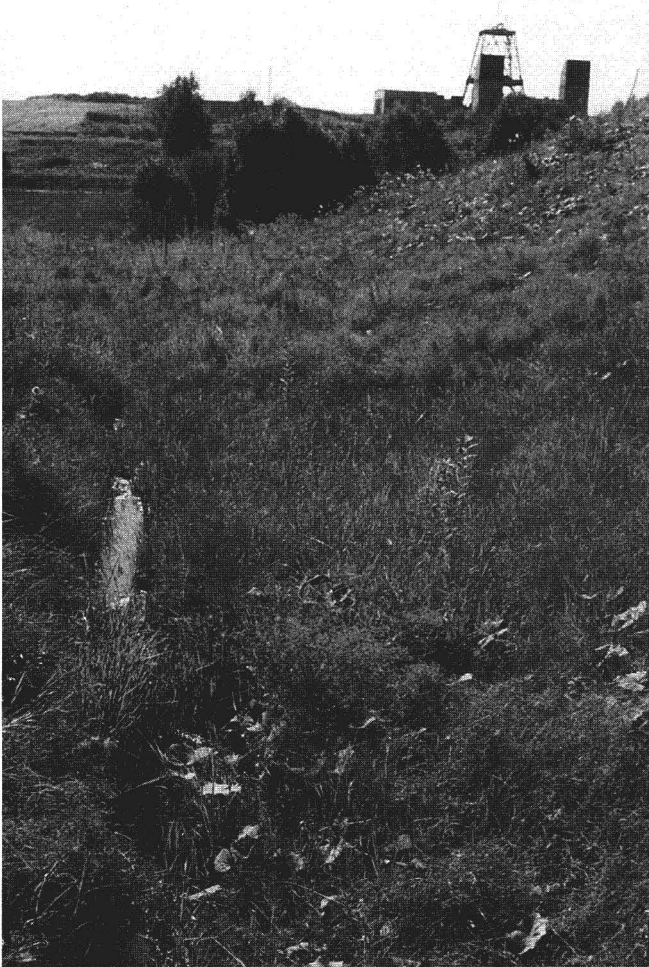
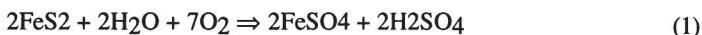
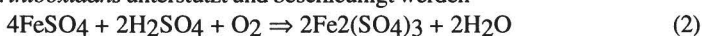


Abb. 5 Haldenkonturgraben an der Halde Beerwalde mit Dominanz von *Puccinella distans*, *Chenopodium rubrum*, *Tussilago farfara*, *Eleocharis palustris* und *Juncus effusus*

durch Luftzutritt zur Sulfidoxydation und zur Entstehung von Schwefelsäure. Die erste Stufe der Umwandlung von Pyrit und Markasit in lösliches Eisen und Schwefelsäure wird durch folgende Summenreaktion beschrieben:



Die Sulfidoxidation gemäß Gleichung (1) kann durch die bakterielle Oxidation durch *Thiobacillus ferrooxidans* und *Th. thiooxidans* unterstützt und beschleunigt werden



Ionen von dreiwertigem Eisen reagieren wiederum mit Eisensulfid, wodurch die Säureerzeugung verstärkt wird:

$$7\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{FeS}_2 + 8\text{H}_2\text{O} \Rightarrow 15\text{FeSO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 \quad (3)$$

Durch Hydrolyse wird ebenfalls unter bestimmten Bedingungen Schwefelsäure frei:

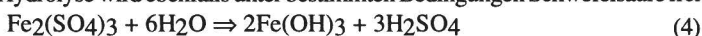


Tabelle 1 Angaben zu den in die Untersuchungen einbezogenen Halden

Halde	Entstehung	Fläche [ha]	Volumen [Mio. m ³]	lithologische Zusammensetzung
Kegelhalden Reust	1956-1960 Tafelhalde, ab 1961 Inbetriebnahme der beiden Kegelhalden	20,5	ca. 6,3	66 % Og32+3, 9 % S1, 8 % S2, 1 % S3, 2 % D1, 14 % Diabas
Kegelhalden Paitzdorf	Inbetriebnahme der tech- nischen Anlage (Terrako- nikanlage) erfolgte im Oktober 1966, ab 1970 Aufkipfung einer Lkw- Halde, ab 1975 Schüttung der Tafelhalde	24,9	7,6	45 % Og32+3, 9 % S1, 19 % S2, 4 % S3, 13 % D1, 10 % Diabas
Halde Beerwalde	1977 bis 1991	23,9	4,5	58 % Og32+3, 10 % S1, 11 % S2, 9 % D1 und 12 % Diabas
Halde Korbußen	1981 bis 1989	4,1	0,4	3 % Og1, 13 % Og2, 33 % Og3, 18 % S1, 14 % S2, 2 % S3, 3 % D131-2, 3 % D12, 1 % D2, 4 % D3, 6 % Diabas
Nordhalde	1962 bis 1972	83,9	27,2	13 % S12, 6 % S2, 13 % S3, 17 % D141-3, 25 % D1, 21 % Quartär, 5 % Diabas
Absetzerhalde	1959 bis 1970	224,7	65,8 (Stand 1.1.95)	39 % S1, 22 % S2 (5 % Almosili- kat), 17 % S3, 8 % D141-3, 14 % D1
Gauernhalde	1955 bis 1966	51,0	7,5	45 % Ton, Schluff, Tonsteinersatz, 30 % Sand, Sandsteinersatz 30 % Sandstein, Tonschiefer, Dolomit, Tonstein, Quarzgerölle

Legende:

D3	Grauwacken-Bänderschiefer und Kalk- knotenschiefer-Tonschiefer	S1	Untere Graptolithenschiefer
D2	Schwärzschiefer	Og33	Lederschiefer (obere oder schluffige Folge)
D1	Tentakulitenschichten	Og32	Lederschiefer (mittlere oder karbonatische Folge)
S3	Obere Graptolithenschiefer	Og2	Hauptquarzit
S2	Ockerkalkgruppe	Og1	Griffelschiefer

Das als Folge der obigen Reaktionen gebildete schwefelsaure Wasser löst sowohl weitere Spurenelemente, insbes. Schwermetalle, als auch Mineralstoffe, wie z.B. Calcium- und Magnesiumverbindungen. Typische Beispiele hierfür sind die Sickerwässer von Nord- und Absetzerhalde. Für diese Wässer sind neben erhöhten

Tabelle2 Angaben zu relevanten chemischen Parametern der Sickerwässer im Mittel der Jahre 1992-1996 (Quelle: Umweltdatenbank der Wismut GmbH mit Stand vom 10.02.1998)

Untersuchungs- gebiet	Meß- punkt	Mittelwerte-Labor (Zeitraum 1992-1996)												
		Q	pH	EH	O2	LF	Na	K	Mg	Ca	Mn	Cl	SO4	NO3
		[m³/h]		[mV]	[mg/l]	[mS/ cm]	[mg/l]							
Feuchtgebiete														
Zwartzschen	P 29	4,2	7,3	331		19,6	3267,4	66,6	1480,1	424,0	2,9	1650,3	11520,2	11,1
Gauernhalde	K- US31	0,36* 3,6**	7,5	375		1,1	15,8	8,5	84,2	110,5	0,1	13,0	355,0	4,2
Auflandebecken Beerwalde	s-6141	7,6	7,3	399	6,9	2,2	179,9	20,1	8,7	264,5	0,1	229,4	859,1	4,2
	s-6143	0,4	7,4	410	9,2	2,1	179,4	8,8	75,8	231,3	4,7	242,0	698,0	3,2
	s-6145	2,8	7,4	393	7,6	2,2	174,2	15,1	66,1	259,4	0,1	243,8	777,0	4,0
	s-6146	5,1	7,5	441	9,0	2,2	176,9	18,4	63,1	262,1	0,0	233,9	792,7	3,3
	s-6147	11,3	7,5	393	8,6	2,3	182,4	16,7	64,6	259,1	0,0	243,4	774,8	6,0
	s-6148	0,7	7,4	377	6,4	2,2	184,2	16,7	63,1	267,2	0,0	240,8	775,7	4,6
Haldenkontur- gräben														
Kegelhalden Reust	e-439	6,1	8,1	464	6,3	8,8	185,0	15,2	1797,1	356,5	0,1	222,2	7399,8	9,5
Kegelhalden Paitzdorf	e-508	1,8	7,9	481	5,9	12,2	54,0	16,9	2990,1	390,9	0,9	57,1	12591,1	7,8
Halde Beerwalde	s-611	3,0	7,6	335	7,3	23,5	211,6	29,2	7566,9	433,6	16,5	177,4	30361,4	5,9
Halde Korbußen	s-618	0,7	7,8	310	6,8	17,6	442,4	32,0	5074,4	405,2	29,3	371,3	20674,9	1,0
Nordhalde	e-443	0,7	2,7	621	3,1	9,7	29,1	1,0	1440,3	356,0	121,9	29,5	13392,5	3,3
	e-453	7,0	2,8	588	3,7	8,4	169,5	152,7	880,1	458,4	40,8	382,7	8286,6	2,7
Absetzerhalde	e-408	2,3	2,8	649	4,0	13,2	14,8	1,6	1826,1	440,7	218,0	80,2	18213,9	6,0

* geschätzter Wert 1991

** geschätzter Wert 1994

Schwermetall-, vor allem Eisenkonzentrationen, auch hohe Magnesium- und Sulfatgehalte charakteristisch. In Abhängigkeit vom Gehalt an säurebildenden und säureverbrauchenden Mineralen unterscheiden sich die Wässer hinsichtlich ihrer Acidität und Schwermetallkonzentration. So zeichnen sich beispielsweise die Wässer der Halde Beerwalde durch pH-Werte im Neutralbereich, niedrige Schwermetallkonzentrationen, aber sehr hohe Gehalte an Magnesium und Sulfat aus. Die Sickerwassermengen und deren Chemismus unterscheiden sich grundsätzlich von Halde zu Halde in Abhängigkeit des freisetzbaren Schadstoffpotentials, der Art der Wasserfassung (Untergrundabdichtung, Konturgraben u.a.) und der getroffenen Maßnahmen zur Verringerung der Auslaugungsprozesse (z.B. durch Haldenabdeckung). Die Kontrolle, Fassung, Sammlung und Reinigung der

Haldensickerwässer sind wesentliche Kriterien für die Vorortsanierung oder Abtragung einer Halde. Die Einleitung von bergbaubeeinfluften Wässern in die Vorfluter erfolgt auf der Grundlage von Genehmigungen, die sowohl Grenz- und Richtwerte für die abzuleitenden Wässer als auch Überwachungswerte für die beeinflussten Fließgewässer beinhalten. Tabelle 2 enthält Angaben zu relevanten chemischen Parametern der in den einzelnen Untersuchungsgebieten anfallenden Sickerwässer. Die Daten stammen aus Betriebsunterlagen der WISMUT GmbH und wurden für diese Veröffentlichung freundlicherweise zur Verfügung gestellt.

4 Floristische Daten

4.1 Artenlisten

Die folgenden Artenlisten (Tab.3) enthalten alle an den neun untersuchten Orten zwischen 1990 und 1997 vorgefundenen Gefäßpflanzenarten. Insgesamt wurden 205 Sippen nachgewiesen. Die Spalten F und S enthalten Hinweise zum Zeigerwert der Arten hinsichtlich Feuchte- und Salzgehalt. Eine Legende zu diesen Angaben befindet sich am Tabellenende.

4.2 Ökologische Zeigerwerte

Unter Nutzung des Computerprogrammes FLORA-D (FRANK 1991) wurden die in Tabelle 3 enthaltenen Artenlisten hinsichtlich für die Aufgabenstellung relevanter ökologischer Zeigerwerte nach ELLENBERG (1979) ausgewertet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4 zusammengefaßt.

4.3 Diskussion

Die Kartierung zeigt, daß auch extremste Bereiche (pH 2,7, Salzkonzentrationen >30000 mg/l Sulfat) von Pflanzen besiedelt werden. Unter den in den Untersuchungsgebieten nachgewiesenen 205 Gefäßpflanzenarten finden sich erwartungsgemäß Arten, die auf höhere Salzkonzentrationen im Boden oder der Bodenlösung hinweisen. Nach ELLENBERG (1979) können diese in zwei Gruppen

- salzertragend, aber an salzarmen Standorten häufiger als an salzreichen
 - meist salzertragend, aber auch auf salzarmen Böden vorkommend (fakultativer Halophyt)
- eingeteilt werden. Stets salzertragende Species (obligate Halophyten) wurden im Gebiet nicht nachgewiesen. Die Verteilung der Arten der Gruppen I (salzertragend, aber an salzarmen Standorten häufiger als an salzreichen) und II (meist salzertragend, aber auch auf salzarmen Böden vorkommend (fakultativer Halophyt) auf die untersuchten Örtlichkeiten wird in Tabelle 5 dargestellt.

Eine klare Zuordnung halophiler Pflanzen zu entsprechenden Salzkonzentrationen ergibt sich gemäß den in Tabelle 5 zusammengestellten Werten nicht. Es ist jedoch erkennbar, daß sich die meisten salzzeigenden Arten im neutralen pH-Bereich finden und mit sinkendem pH-Wert die Artenmannigfaltigkeit und -deckung abnimmt (Abb. 6). Hinsichtlich der relevanten abiotischen Faktoren besitzen einige Arten jedoch eine große Amplitude (Abb. 7). Das Feuchtgebiet Zwirtzschen beherbergt die meisten halophilen Arten. In den untersuchten Gebieten sind folgende Arten als höchst einzustufen: *Artemisia vulgaris*, *Calamagrostis epigejos*, *Cirsium arvense*, *Tripleurospermum maritimum* agg., *Puccinellia distans* und *Tussilago farfara*. Arten der Roten Liste der Farn- und Blütenpflanzen Thüringens (WESTHUS et ZÜNDORF 1993) wurden in keinem der untersuchten Gebiete nachgewiesen. Jedoch finden sich in den Feuchtgebieten erfreulicherweise eine Reihe von Arten, die im Mittleren Elstergebiet um Gera zu den seltener vorkommenden Sippen zu zählen sind (siehe Tabelle 3). Verallgemeinert man die Daten der Tabelle 4, so zeigt sich, daß in den untersuchten salzbelasteten

Tabelle 3 Artenliste der Gefäßpflanzen der einzelnen Untersuchungsgebiete
(Erfassungszeitraum 1990 bis 1996)

Untersuchungsgebiet 1: Konturgraben Halde Korbußen

Untersuchungsgebiet 2: Konturgraben Halde Beerwalde, NO-Flanke

Untersuchungsgebiet 3: Feuchtgebiet unterhalb des Auflandebeckens Beerwalde

Untersuchungsgebiet 4: Konturgraben Kegelhalden Paitzdorf

Untersuchungsgebiet 5: Konturgraben Kegelhalden Reust Nord-Ost

Untersuchungsgebiet 6: Konturgraben Absetzerhalde, Ostflanke

Untersuchungsgebiet 7: Konturgraben Nordhalde, Zulauf zum Pohlteich

Untersuchungsgebiet 8: Feuchtwiese an der Gauernhalde

Untersuchungsgebiet 9: Feuchtgebiet Zwirtzschen

Lfd. Nr.	Art	Untersuchungsgebiet									F	S	V
		1	2	3	4	5	6	7	8	9			
1	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.									x	6		v
2	<i>Achillea millefolium</i> L.		x							x	4		v
3	<i>Aegopodium podagraria</i> L.									x	6		v
4	<i>Agrostis canina</i> L.			x						x	9		z
5	<i>Agrostis stolonifera</i> agg.									x	6	I	v
6	<i>Alchemilla vulgaris</i> agg.									x	6		v
7	<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.		x		x						10		v
8	<i>Alnus glutinosa</i> (L.) GAERTN.								x	x	9=	I	v
9	<i>Alnus incana</i> (L.) MOENCH								x		7=		z
10	<i>Alopecurus geniculatus</i> L.		x				x				9=	I	v
11	<i>Alopecurus pratensis</i> L.								x		7		v
12	<i>Angelica sylvestris</i> L.			x					x	x	8		v
13	<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) HOFFM.		x	x					x		5		v
14	<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) J. & C. PRESL.			x			x		x		5		v
15	<i>Artemisia vulgaris</i> L.		x	x		x	x	x	x	x	6		v
16	<i>Aster novae-angliae</i> L.								x		7=		
17	<i>Atriplex patula</i> L.		x			x					5		v
18	<i>Atriplex prostrata</i> BOUCHER EX DC.		x	x		x			x				sz
19	<i>Atriplex sagittata</i> BORKH.		x	x		x			x				z
20	<i>Bellis perennis</i> L.								x		x		v
21	<i>Betula pendula</i> ROTH			x			x	x	x		x		v
22	<i>Betula pubescens</i> EHRH.			x					x		x		z
23	<i>Bromus hordeaceus</i> L.			x							x		v
24	<i>Bromus inermis</i> LEYSER								x		4~		z

Tabelle 3 (Fortsetzung)

Lfd. Nr.	Art	Untersuchungsgebiet									F	S	V
		1	2	3	4	5	6	7	8	9			
25	<i>Calamagrostis canescens</i> (WEBER EX WIGGERS) ROTH								x		9~		s
26	<i>Calamagrostis epigejos</i> (L.) ROTH		x		x	x	x	x	x	x	x~		v
27	<i>Calystegia sepium</i> (L.) R.BR.									x	6		v
28	<i>Campanula patula</i> L.									x	5		v
29	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) MED.									x	x		v
30	<i>Cardamine pratensis</i> L.									x	7		v
31	<i>Carex acuta</i> L. EM. REICHARD									x	9=		v
32	<i>Carex disticha</i> HUDS.									x	9=		sz
33	<i>Carex hirta</i> L.								x		6~		v
34	<i>Carum carvi</i> L.			x							5		v
35	<i>Centaurium erythraea</i> RAFN			x							5	I	v
36	<i>Chaerophyllum temulum</i> L.			x							5		v
37	<i>Chenopodium album</i> L.	x	x		x	x				x	4		v
38	<i>Chenopodium ficifolium</i> SM.		x										ss
39	<i>Chenopodium glaucum</i> L.	x			x	x				x	6	I	z
40	<i>Chenopodium polyspermum</i> L.	x									6		v
41	<i>Chenopodium rubrum</i> L.	x	x		x	x		x		x	6	I	z
42	<i>Cirsium arvense</i> (L.) SCOP.	x	x	x	x	x		x	x	x	x	I	v
43	<i>Cirsium oleraceum</i> (L.) SCOP.			x				x	x		7		v
44	<i>Cirsium palustre</i> (L.) SCOP.			x				x	x		8~		v
45	<i>Cirsium vulgare</i> (SAVI) TEN.	x			x	x		x	x		5		v
46	<i>Conyza canadensis</i> (L.) CRONQUIST							x			4		v
47	<i>Cornus sanguinea</i> L.								x	x			v
48	<i>Crataegus monogyna</i> JACQ.								x		4		v
49	<i>Crepis biennis</i> L.							x	x		5		v
50	<i>Crepis capillaris</i> (L.) WALLR.					x					4		v
51	<i>Crepis paludosa</i> (L.) MOENCH					x					8~		v
52	<i>Cuscuta europaea</i> L.								x		7		z
53	<i>Dactylis glomerata</i> L.			x				x	x		5		v
54	<i>Daucus carota</i> L.		x			x		x	x		4		v
55	<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) P.B.			x					x		7~		v
56	<i>Diplotaxis tenuifolia</i> (L.) DC		x										z
57	<i>Eleocharis palustris</i> (L.) R.et.SCH.	x	x						x		10~		v
58	<i>Elytrigia repens</i> (L.) DESV.	x	x						x		5~	I	v
59	<i>Epilobium adnatum</i> GRISEB.	x									5		sz
60	<i>Epilobium angustifolium</i> L.					x			x		5		v

Tabelle 3 (Fortsetzung)

Lfd. Nr.	Art	Untersuchungsgebiet									F	S	V	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9				
61	<i>Epilobium ciliatum</i> RAFIN.			x										z
62	<i>Epilobium hirsutum</i> L.			x	x				x		8=			v
63	<i>Epilobium palustre</i> L.		x	x	x				x		9			sz
64	<i>Epilobium parviflorum</i> SCHREBER									x	9=			z
65	<i>Epilobium roseum</i> SCHREBER			x					x		8=			v
66	<i>Equisetum arvense</i> L.									x	6~			v
67	<i>Equisetum palustre</i> L.				x				x	x	7			v
68	<i>Eupatorium cannabinum</i> L.				x				x		7			v
69	<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) A.LÖVE									x	x			v
70	<i>Festuca arundinacea</i> SCHREBER									x	7~	I		s
71	<i>Festuca ovina</i> L.									x	3			v
72	<i>Festuca rubra</i> L.									x	4			v
73	<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) MAXIM.			x					x	x	8			v
74	<i>Frangula alnus</i> MILL.						x			x	7~			v
75	<i>Galeopsis pubescens</i> BESSER									x	4			z
76	<i>Galeopsis speciosa</i> MILL.			x										v
77	<i>Galium aparine</i> L.								x	x	x			v
78	<i>Galium mollugo</i> L.								x	x	5			v
79	<i>Geranium palustre</i> L.									x	7~			v
80	<i>Geum urbanum</i> L.			x							5			v
81	<i>Glechoma hederacea</i> L.									x	6			v
82	<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. BR.			x							9=			v
83	<i>Heracleum sphondylium</i> L.								x	x	5			v
84	<i>Hieracium sabaudum</i> L.					x					4			v
85	<i>Holcus lanatus</i> L.			x		x	x		x	x	6			v
86	<i>Humulus lupulus</i> L.									x	8=			v
87	<i>Hypericum maculatum</i> CRANTZ								x	x	6~			v
88	<i>Hypericum perforatum</i> L.	x							x	x	4			v
89	<i>Hypericum tetrapterum</i> FRIES									x	8=			z
90	<i>Juncus acutiflorus</i> EHRH. EX HOFFM.								x		8			sz
91	<i>Juncus articulatus</i> L.								x		8~			v
92	<i>Juncus bufonius</i> agg.	x									7~			v
93	<i>Juncus compressus</i> JACQ.	x	x							x	7~	I		sz
94	<i>Juncus conglomeratus</i> L. EM. LEERS		x	x					x		7~			v
95	<i>Juncus effusus</i> L.		x	x	x				x	x	7~			v
96	<i>Juncus inflexus</i> L.								x	x	7~	I		z

Tabelle 3 (Fortsetzung)

Lfd. Nr.	Art	Untersuchungsgebiet									F	S	V
		1	2	3	4	5	6	7	8	9			
97	<i>Juncus squarrosus</i> L.									x	8~		SZ
98	<i>Juncus tenuis</i> WILLD.									x	6		Z
99	<i>Lactuca serriola</i> L.		x		x	x		x		x	4		V
100	<i>Lamium album</i> L.									x	5		V
101	<i>Lapsana communis</i> L.							x			5		V
102	<i>Lathyrus pratensis</i> L.								x	x	6		V
103	<i>Lemna minor</i> L.			x						x	11		V
104	<i>Leontodon autumnalis</i> L.			x							5	I	V
105*	<i>Lepidium latifolium</i> L.					x							?
106	<i>Lepidium ruderales</i> L.									x	4		V
107	<i>Leucanthemum vulgare</i> LAMK.								x	x	4		V
108	<i>Linaria vulgaris</i> MILL.									x	3		V
109	<i>Lotus corniculatus</i> L.								x	x	4		V
110	<i>Lotus uliginosus</i> SCHKUHR			x						x	8~		V
111	<i>Lychnis flos-cuculi</i> L.			x					x	x	6~		V
112	<i>Lycopus europaeus</i> L.									x	9=		V
113	<i>Lysimachia vulgaris</i> L.			x						x	8~		V
114	<i>Lythrum salicaria</i> L.			x					x	x	8=		V
115	<i>Matricaria discoidea</i> DC.									x	5		V
116	<i>Matricaria recutita</i> L.									x	6		V
117	<i>Medicago lupulina</i> L.									x	4		V
118	<i>Melilotus alba</i> MED.					x	x			x	3		V
119	<i>Melilotus officinalis</i> (L.) PALLAS									x	3		V
120	<i>Mentha aquatica</i> L.									x	9=		Z
121	<i>Myosotis palustris</i> (L.) NATTH.			x	x						8~		V
122	<i>Myosoton aquaticum</i> (L.) MOENCH									x	8=		V
123	<i>Odontites vernus</i> agg.									x			SZ
124	<i>Petasites hybridus</i> (L.) G.M.SCH.									x	8=		V
125	<i>Phalaris arundinacea</i> L.		x							x	8=		V
126	<i>Phragmites australis</i> (CAV.) STEUD.		x	x		x				x	10~	I	V
127	<i>Picris hieracioides</i> L.					x					4		Z
128	<i>Pimpinella major</i> (L.) HUDS.									x	6		V
129	<i>Plantago lanceolata</i> L.									x	x		V
130	<i>Plantago major</i> L.			x		x				x	5	I	V
131	<i>Plantago major</i> ssp. <i>intermedia</i> (GODR.) LANGE									x	7~		SZ
132	<i>Poa annua</i> L.									x	6		V

Tabelle 3 (Fortsetzung)

Lfd. Nr.	Art	Untersuchungsgebiet									F	S	V
		1	2	3	4	5	6	7	8	9			
133	<i>Poa angustifolia</i> L.									x			
134	<i>Poa palustris</i> L.									x	9=		sz
135	<i>Poa pratensis</i> L.									x	5		v
136	<i>Polygonum amphibium</i> L.									x	11		v
137	<i>Polygonum aviculare</i> L.		x					x		x	x		v
138	<i>Polygonum hydropiper</i> L.				x								v
139	<i>Polygonum lapathifolium</i> L.		x		x	x				x	7		v
140	<i>Polygonum persicaria</i> L.		x		x						3		v
141	<i>Potamogeton natans</i> L.				x						12		v
142	<i>Potentilla anserina</i> L.								x	x	6~	I	v
143	<i>Potentilla reptans</i> L.								x	x	6		v
144	<i>Prunella vulgaris</i> L.				x					x	x		v
145	<i>Puccinellia distans</i> (JACQ) PARL.	x	x		x	x			x	x	6~	II	v
146	<i>Ranunculus acris</i> L.									x	x		v
147	<i>Ranunculus aquatilis</i> L.				x						11		z
148	<i>Ranunculus repens</i> L.				x					x	x	7~	v
149	<i>Ranunculus sceleratus</i> L.	x	x		x	x					9=	I	v
150	<i>Roegneria canina</i> (L.) NEVSKI									x	6		z
151	<i>Rubus caesius</i> L.				x				x	x	7=		v
152	<i>Rubus plicatus</i> WEIHE et NEES									x	6		
153	<i>Rumex acetosa</i> L.				x					x	x		v
154	<i>Rumex acetosella</i> L.									x	5		v
155	<i>Rumex conglomeratus</i> MURRAY				x						7		v
156	<i>Rumex crispus</i> L.	x	x		x					x	x	6	I
157	<i>Rumex hydrolapathum</i> HUDS.	x			x						10		z
158	<i>Rumex obtusifolius</i> L.				x					x	6		v
159	<i>Salix alba</i> L.									x	8=		v
160	<i>Salix aurita</i> L.									x	8~		v
161	<i>Salix caprea</i> L.									x	6		v
162	<i>Salix cinerea</i> L.									x	9~		v
163	<i>Salix purpurea</i> L.									x	x=		z
164	<i>Salix viminalis</i> L.									x	8=		v
165	<i>Sambucus nigra</i> L.									x	5		v
166	<i>Sanguisorba officinalis</i> L.									x	7~		v
167	<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) PALLA				x						11		sz
168	<i>Scirpus sylvaticus</i> L.				x					x	x	9	v

Tabelle 3 (Fortsetzung)

* Fundmitteilung durch P.MEESE (Werdau), Beleg im Herbar HAUSKNECHT, Jena

Legende:

F = Feuchtezahl (nach Angaben bei ELLENBERG 1979)

(Vorkommen im Gefälle der Bodenfeuchtigkeit vom flachgründig-trockenen Felshang bis zum Sumpfboden sowie vom seichten bis zum tiefen Wasser)

- 1 Starktrockniszeiger, an oftmals austrocknenden Stellen lebensfähig und auf trockene Böden beschränkt
- 2 zwischen 1 und 3 stehend
- 3 Trockniszeiger, auf trockenen Böden häufiger vorkommend als auf frischen; auf feuchten Böden fehlend
- 4 zwischen 3 und 5 stehend
- 5 Frischezeiger, Schwergewicht auf mittelfeuchten Böden, auf nassen sowie öfters austrocknenden Böden fehlend
- 6 zwischen 5 und 7 stehend
- 7 Feuchtezeiger, Schwergewicht auf gut durchfeuchteten, aber nicht nassen Böden
- 8 zwischen 7 und 9 stehend
- 9 Nässezeiger, Schwergewicht auf oft durchnässen (luftarmen) Böden
- 10 Wechselwasserzeiger, Wasserpflanze, die längere Zeiten ohne Wasserbedeckung erträgt
- 11 Wasserpflanze, die unter Wasser wurzelt, aber zumindest zeitweilig über dessen Oberfläche aufragt, oder Schwimmpflanze, die an der Wasseroberfläche flottiert
- 12 Unterwasserpflanze, ständig oder fast dauernd untergetaucht
- ~ Wechselfeuchtezeiger (z.B. 3 Wechsel-trockenheit, 7 Wechselfeuchte oder 9 Wechselnässe zeigend)
- = Überschwemmungszeiger, auf mehr oder minder regelmäßig überschwemmten Böden
- x indifferentes Verhalten, d.h. weite Amplitude oder ungleiches Verhalten in verschiedenen Gegenden

S = Salzzahl (nach Angaben bei ELLENBERG 1979)

(Vorkommen im Gefälle des Salzgehaltes in der Bodenlösung bzw. im Wasser)

- (ohne Angabe) salzmeidend (Glykophyt)
- I salzertragend, aber an salzarmen Stellen häufiger, als an salzreichen
- II meist salzzeigend, aber auch auf salzarmen Böden vorkommend (fakultativer Halophyt)
- III stets salzzeigend (obligater Halophyt)

V = Verbreitung (im Mittleren Elstergebiet um Gera nach Angaben bei FALKENBERG et ZÜNDORF 1987)

- v verbreitet, d.h. in der Regel mehr als 100 Funde, in allen Teilgebieten vorkommend bzw. zu erwarten
- z zerstreut, d.h. 50 bis 100 Funde, nicht in allen Teilgebieten vorkommend
- sz sehr zerstreut, d.h. 20 bis 50 Funde, nicht in allen, meist nur in wenigen Teilgebieten vorkommend
- s selten, d.h. bis 20 Funde
- ss sehr selten, d.h. bis 5 Funde

Tabelle 5 Verteilung salzanzeigender Arten in den Untersuchungsgebieten

Untersuchungsgebiet	1	2	3	4	5	6	7	8	9
zugehöriger Meßpunkt	s-618	s-611	s-6141 bis s-6148	e-508	e-439	e-408	e-443 e-453	K- US31	P29
durchschnittliche Salzkonzentrationen und pH-Werte									
SO ₄ (mg/l)	20675	30361	995	12591	7400	18214	10839	355	11520
Cl (mg/l)	371	177	229	57	222	80	206	13	1650
pH	7,8	7,6	7,4	7,9	8,1	2,8	2,7	7,5	7,3
Arten der Gruppe I									
<i>Agrostis stolonifera</i> agg.									x
<i>Alnus glutinosa</i> (L.)								x	x
<i>Alopecurus geniculatus</i> L.		x				x			
<i>Centaureum erythraea</i> RAFN			x						
<i>Chenopodium glaucum</i> L.	x			x	x				x
<i>Chenopodium rubrum</i> L.	x	x		x	x		x		x
<i>Cirsium arvense</i> (L.) SCOP.	x	x	x	x	x			x	x
<i>Elytrigia repens</i> (L.) DESV.	x	x							x
<i>Festuca arundinacea</i> SCHREBER									x
<i>Juncus compressus</i> JACQ.	x	x							x
<i>Juncus inflexus</i> L.								x	x
Arten der Gruppe I									
<i>Leontodon autumnalis</i> L.			x						
<i>Phragmites australis</i> (CAV.) STEUD.	x	x			x				x
<i>Plantago major</i> L.		x			x				x
<i>Potentilla anserina</i> L.								x	x
<i>Ranunculus sceleratus</i> L.	x	x		x	x				
<i>Rumex crispus</i> L.	x	x		x				x	x
<i>Senecio vernalis</i> W. & K.					x				
<i>Sonchus arvensis</i> L.		x		x	x		x		x
<i>Taraxacum officinale</i> WIGGERS			x		x				x
<i>Trifolium repens</i> L.		x	x		x				x
<i>Typha angustifolia</i> L.				x	x			x	
Arten der Gruppe II									
<i>Puccinellia distans</i> (JACQ) PARL	x	x		x	x		x		x

Legende:

Untersuchungsgebiet 1 = Konturgraben Halde Korbußen

Untersuchungsgebiet 2 = Konturgraben Halde Beerwalde, NO-Flanke

Untersuchungsgebiet 3 = Feuchtgebiet unterhalb des Auflandebeckens Beerwalde

Untersuchungsgebiet 4 = Konturgraben Kegelhalden Paitzdorf

Untersuchungsgebiet 5 = Konturgraben Kegelhalden Reust Nord-Ost

Untersuchungsgebiet 6 = Konturgraben Absetzerhalde, Ostflanke

Untersuchungsgebiet 7 = Konturgraben Nordhalde, Zulauf zum Pohlteich

Untersuchungsgebiet 8 = Feuchtwiese an der Gauernhalde

Untersuchungsgebiet 9 = Feuchtgebiet Zwirtzsch



Abb. 6 In Konturgräben mit stark sauren Haldendrainagen, wie z. B. an der Absetzerhalde, nimmt die Artenvielfalt rapide ab

Feuchtgebieten die Asteraceen dominieren, örtlich aber auch die Süßgräser (Poaceae) und die Chenopodiceen stärker in den Vordergrund treten. Die Arten gelangen in erster Linie durch Windverbreitung (häufigste der möglichen Verbreitungsstrategien) in die Gebiete, werden stellenweise in großer Anzahl aber auch durch Tiere (Klettausbreitung, Ameisenausbreitung) und entsprechend der Standortverhältnisse durch das Wasser verbreitet. Andere Verbreitungsstrategien (Menschen-, Selbst- und Verdauungsausbreitung sowie Tierverschleppung) spielen nur eine untergeordnete oder keine Rolle. Bezüglich der Strategietypen setzen sich Konkurrenz- und Konkurrenz-Ruderalstrategen am ehesten durch. Auch Konkurrenz-Streß- und Konkur-



Abb. 7 *Betula pendula* und *Calamagrostis epigejos* siedeln auch an stark sauren und versalzten Bereichen, wie sie an der Absetzerhalde auftreten

renz-Streß-Ruderal Strategen bilden örtlich (vornehmlich in den Haldenkonturgräben) größere Anteile am Artenspektrum. Die Werte zur Hemerobie und Urbanität verdeutlichen die Nähe der Untersuchungsgebiete zu menschlichen Siedlungen bzw. deren anthropogene Beeinflussung. In den Pflanzengesellschaften der bergbaulich beeinflussten Feuchtgebiete finden sich Arten der Intensivweiden und -wiesen, Ackerfluren, des Ansaatgrünlandes, der Intensivforste aber auch der Sonderkulturen, was entsprechend der Lage der Untersuchungsgebiete (Ackerbaugesamt mit eingestreuten Feldgehölzen aber wenig zusammenhängenden Forstflächen) dem Artenpotential entspricht.

5 Vegetationskundliche Daten

Im Bereich der Haldenkonturgräben können nach dem derzeitigen Stand der Untersuchungen folgende Gesellschaften beschrieben werden:

Puccinellia distans - Gesellschaft

Aufnahme-Nr.	35-95	52-95	27-96	42-96	11-97	27-97
Ort	Halde Beerwalde	Nordhalde	Halde Korbußen	Kegelhalde Reust	Halde Beerwalde	Kegelhalde Reust
Datum	06.07.95	31.08.96	17.08.96	16.10.96	14.06.97	04.07.97
Fläche: m ²	60	30	30	10	30	20
Deckung: F (%)	70	50	80	40	80	40
Artenzahl	8	10	9	2	7	3
F:						
<i>Puccinellia distans</i>	3	2	4	3	4	3
<i>Tussilago farfara</i>	1	+	1		1	
<i>Matr. maritima</i>	1	1				
<i>Atriplex patula</i>			+	+		+
<i>Cirsium arvense</i>	+		+			
<i>Solid. canadensis</i>	+		+			
<i>Sonchus arvensis</i>		+			+	
<i>Lactuca serriola</i>		+			r	

Weiterhin je 1x in:

A 35-95: *Anthriscus sylvestris* (+), *Artemisia vulgaris* (+), *Daucus carota* (+)

A 52-95: *Chenopodium rubrum* (1), *Conyza canadensis* (+), *Polygonum aviculare* (+), *Senecio viscosus* (+), *Lapsana communis* (r)

A 27-96: *Juncus bufonius* (1), *Elytrigia repens* (+), *Phalaris arundinacea* (+), *Rumex crispus* (+)

A 11-97: *Calamagrostis epigejos* (1), *Eleocharis palustris* (+), *Juncus conglomeratus* (+)

A 27-97: *Phragmites australis* (+)

Typhetum angustifolio-latifoliae [ALLORGE 1922]

Aufnahme-Nr.	77-92	38-94	19-95	33-96
Ort	Kegelhalde Paitzdorf	Kegelhalde Paitzdorf	Kegelhalde Reust	Kegelhalde Reust
Datum	16.09.92	27.07.94	21.05.95	21.08.96
Fläche: m ²	40	40	30	40
Deckung: F (%)	90	80	90	80
Artenzahl	17	11	10	10
F:				
<i>Typha latifolia</i>	4	2	3	2
<i>Typha angustifolia</i>	1	3	1	2
<i>Puccinellia distans</i>	1	+	+	+
<i>Tussilago farfara</i>	+	+	+	+
<i>Artemisia vulgaris</i>	+	+	+	+
<i>Calamagrostis epigejos</i>	1	2		1
<i>Cirsium arvense</i>	+		+	+
<i>Tanacetum vulgare</i>		r	+	r
<i>Melilotus alba</i>	+		+	

Weiterhin je 1x in:

A 77-92: *Epilobium palustre* (1), *Cirsium vulgare* (+), *Potamogeton natans* (+), *Equisetum palustre* (r),
Juncus effusus (r), *Myosotis palustris* (r), *Ranunculus aquatilis* (+), *Rumex hydrolapathum* (r), *Sonchus asper* (r)

A 38-94: *Rumex crispus* (+), *Solanum dulcamara* (+), *Sonchus arvensis* (+), *Polygonum lapathifolium* (r)

A 19-95: *Atriplex patula* (+), *Cirsium rivulare* (+)

A 33-96: *Chenopodium album* (+), *Crepis capillaris* (+)

Phragmitetum australis (GAMS 1927) SCHMALE 1937

Aufnahme-Nr.	44-92	76-92	18-93	18-96
Ort	Kegelhalde	Halde	Kegelhalde	Kegelhalde
	Reust	Korbußen	Reust	Reust
Datum	10.08.92	16.09.92	17.06.93	02.07.96
Fläche: m ²	40	60	40	40
Deckung: F (%)	60	100	60	70
Artenzahl	15	15	16	23
F:				
<i>Phragmites australis</i>	3	2	3	3
<i>Puccinellia distans</i>	1	+	1	1
<i>Tussilago farfara</i>	1	1	1	1
<i>Chenopodium album</i>	+	1	1	+
<i>Artemisia vulgaris</i>	+	r	r	+
<i>Calamagrostis epigejos</i>	+		1	1
<i>Tripleurosp. maritim. agg.</i>	+		r	1
<i>Atriplex patula</i>	+		+	+
<i>Melilotus alba</i>	r		+	+
<i>Atriplex sagittata</i>		1	r	
<i>Cirsium arvense</i>		r		+
<i>Cirsium vulgare</i>		r	+	
<i>Picris hieracioides</i>	1		1	
<i>Lactuca serriola</i>	+		+	
<i>Taraxacum officinale</i>	r			+
<i>Sonchus arvensis</i>	r			+

Weiterhin je 1x in:

A 44-92: *Atriplex prostrata* (+), *Sonchus oleraceus* (r)

A 76-92: *Chenopodium rubrum* (1), *Epilobium adnatum* (+), *Scrophularia nodosa* (+), *Solidago canadensis* (+), *Chenopodium polyspermum* (r), *Hypericum perforatum* (r), *Rumex hydrolapathum* (r)

A 18-93: *Hieracium sabaudum* (r), *Senecio vernalis* (r), *Sonchus asper* (r)

A 18-96: *Daucus carota* (+), *Crepis paludosa* (+), *Holcus lanatus* (+), *Plantago major* (+), *Solanum dulcamara* (+), *Tanacetum vulgare* (+), *Trifolium dubium* (+), *Trifolium repens* (+), *Typha angustifolia* (+), *Typha latifolia* (+), *Epilobium angustifolium* (r)

Binsengesellschaften mit *Juncus conglomeratus* und *Juncus effusus*

Aufnahme-Nr.	13-94	56-95	38-96
Ort	Halde	Halde	Halde
	Beerwalde	Beerwalde	Beerwalde
Datum	18.07.94	11.09.95	04.09.96
Fläche: m ²	40	30	50
Deckung: F (%)	60	50	50

Artenzahl	11	7	9
F:			
<i>Juncus conglomeratus</i>	3	3	2
<i>Juncus effusus</i>	2	3	2
<i>Typha latifolia</i>	1	+	+
<i>Polygonum persicaria</i>	+	+	+
<i>Ranunculus sceleratus</i>	+	+	+
<i>Atriplex sagittata</i>	1		1
<i>Polygonum aviculare</i>	+		+
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	+		+
<i>Trifolium repens</i>	+	+	
<i>Alopecurus geniculatus</i>	+	+	
<i>Plantago major</i>	r		+

***Chenopodietum glauco-rubri* LOHM. 50**

Aufnahme-Nr.	25-94	18-95	31-95	26-96
Ort	Halde Beerwalde	Halde Korbußen	Kegelhalde Reust	Kegelhalde Paitzdorf
Datum	21.07.94	21.05.95	06.07.95	17.08.96
Fläche: m ²	10	15	10	10
Deckung: F (%)	100	80	50	70
Artenzahl	12	8	9	9
F:				
<i>Chenopodium rubrum</i>	4	3	2	3
<i>Ranunculus sceleratus</i>		r	3	1
<i>Chenopodium glaucum</i>		1	2	4
<i>Puccinellia distans</i>		r	2	3
<i>Tussilago farfara</i>	+	+	+	
<i>Polygonum lapathifolium</i>	+		+	+
<i>Phragmites australis</i>	1		+	
<i>Atriplex sagittata</i>	+		+	
<i>Cirsium arvense</i>			r	r
<i>Chenopodium album</i>	+			+
<i>Sonchus arvensis</i>	r			+
<i>Juncus compressus</i>	+	+		
<i>Atriplex prostrata</i>	r	r		

Weiterhin je 1x in:

A 25-94: *Chenopodium ficifolium* (+), *Senecio vulgaris* (+), *Diplotaxis tenuifolia* (r)

A 18-95: *Eleocharis palustris* (+)

A 26-96: *Polygonum hydropiper* (+)

Im Bereich der untersuchten großflächigen Feuchtgebiete, speziell im Feuchtgebiet Zwirtzchen, bilden die 139 nachgewiesenen Sippen oftmals kleinflächig ausgebildete Pflanzengesellschaften. Eine ausführliche Beschreibung dieser Gesellschaften u.a. in Form von Vegetationstabellen würde den Umfang dieses Beitrages sprengen. Aus diesem Grund sollen die großflächigen Feuchtgebiete in einer nachfolgenden Publikation gesondert vorgestellt werden. Für das Feuchtgebiet Zwirtzchen können an dieser Stelle [nach GÖL (1994)] jedoch schon folgende Pflanzengesellschaften mitgeteilt werden:

Ruderales Pionierstadium mit *Atriplex sagittata*

Im Feuchtgebiet Zwirtzschen werden von dieser Gesellschaft vornehmlich die Ufer der trockenfallenden Gewässer (Tümpel) besiedelt. Diesem Pionierstadium folgen in der Sukzession meist Seggen- und Binsenbestände.

Röhricht in der Ausbildung mit *Phragmites australis*

Die Verlandungspflanze steht hier in artenarmer Gemeinschaft auf schlammigen Boden. Da das Wurzelwerk bis zu tief gelegenen Stauwasserhorizonten vordringen kann, ist es möglich, daß *Phragmites australis* auch auf scheinbar trockenem Boden siedelt. Beide Standortausbildungen kommen im Feuchtgebiet Zwirtzschen vor.

Großseggenried, Entwicklungsstadium mit *Eleocharis palustris*

In flachen Wiesenmulden überzieht diese Pflanzengemeinschaft meist kleinflächig offenen Boden. Im Feuchtgebiet Zwirtzschen wird diese konkurrenzschwache Pioniergesellschaft an den wenigen Stellen ihres Vorkommens von den umgebenden Großseggen abgelöst.

Großseggenried, Entwicklungsstadium mit *Carex acuta*

Das Großseggen-Ried steht auf nährstoffreichen feuchten Standorten. Auf den großen Seggenflächen des Feuchtgebietes Zwirtzschen haben sich noch keine Gehölze eingestellt. Dies kann als Beleg gewertet werden, daß die Flächen erst seit jüngerer Zeit zur Ruhe kamen.

Großseggenried, Ausbildung mit *Carex disticha*

Innerhalb des Stadiums der Schlank-Segge (*Carex acuta*) kann das Stadium mit Vorkommen der Kamm-Segge (*Carex disticha*) abgetrennt werden.

Großseggenried, Entwicklungsstadium mit *Phalaris arundinacea*

Das nährstoffliebende Rohrglanzgras-Röhricht kann Wasserspiegelschwankungen ebenso wie oberflächliche Bodenaustrocknung gut ertragen und ist daher an den Randbereichen der Tümpel und der Wassergräben, die das Feuchtgebiet durchziehen, zu finden.

Hochstaudensaum, Entwicklungsstadium mit *Petasites hybridus*

Die Pestwurzbestände (*Petasites hybridus*) gedeihen am besten an voll besonnten Stellen mit hoher Luftfeuchte bandförmig entlang von Bachläufen. Von dort können sie in benachbarte Pflanzengemeinschaften eindringen. Beide Ausbildungen sind im Feuchtgebiet Zwirtzschen gegeben.

Flutrasen, Entwicklungsstadium mit *Ranunculus repens*

Die Pflanzengemeinschaft um den Kriechenden Hahnenfuß (*Ranunculus repens*) überzieht hier offene, feuchte Böden an Ufern der Tümpel, an Wegen und in Naßbereichen.

Flutrasen, Entwicklungsstadium mit *Juncus compressus*

Die Stadien mit der Plathalm-Binse (*Juncus compressus*) wachsen an Sekundärstandorten auf offenen feuchten und nährstoffreichen Böden. Nur wenige andere Arten können hier eindringen.

Grasland, Entwicklungsstadium mit *Filipendula ulmaria* und *Geranium palustre*

Der subkontinentale Sumpf-Storchschnabel (*Geranium palustre*) durchsetzt die Mädestiß-Bestände und bildet mit ihnen eine geographisch mehr östlich gelegene Pflanzengemeinschaft. Es werden nasse, nährstoff-

reiche Substrate primär an Bachrändern besiedelt. Sekundär dringt die Gesellschaft in Naßwiesen ein. Zwei größere Flächen beidseits eines Entwässerungsgrabens lassen sich dieser Artengruppe zuordnen. Die Stücke liegen bereits länger in Ruhe, es können einige junge Gehölze verzeichnet werden.

***Puccinellia distans* - Gesellschaft, artenarme Ausbildungsform**

Der Salzschwaden kommt im weiteren Umland des Feuchtgebietes Zwirtzschchen in Reinbeständen an Sekundärstandorten wie versalzten (Winterdienst) Straßenrändern vor. Im Feuchtgebiet Zwirtzschchen ist der Salzschwaden über die ganze Fläche verstreut. Er besiedelt die trockengefallenen Ufer der versalzten Kleingewässer (Gräben und Teiche), sowie jene Vertiefungen mit Kleingewässern, die im Sommer austrocknen.

6. Zusammenfassung

SÄNGER, H.; VOGEL, D.: Untersuchungen zur Flora und Vegetation in bergbaubedingt salzbelasteten Feuchtgebieten - Beispiele aus dem ehemaligen ostthüringischen Uranbergbaurevier. - *Hercynia N.F.* **31** (1998): 201-227.

Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse bieten einen ersten Überblick zum Vorkommen von Helophyten und Halophyten in bergbaubedingt salzbelasteten Feuchtgebieten im Ostthüringer Raum und verweisen auf eine Reihe von Sippen, die sowohl in stark versalzten Bereichen, als auch an extrem acidophilen Standorten siedeln können. An neun verschiedenen Orten (Haldenkonturgräben, Industrielle Absetzanlagen, großflächige Feuchtwiesen) wurden insgesamt 205 Sippen nachgewiesen. Davon sind 23 Zeigerarten für Versalzungen. Die Ergebnisse dieses Beitrages wurden zum Teil im Rahmen einer von der WISMUT GmbH in Auftrag gegebenen Studie zur Behandlung der neutralen magnesium- und sulfatreichen Wässer und ausgewählter schwefelsaurer Wässer gewonnen. Der praktische Nutzen solcher Untersuchungen ist neben der Klärung geobotanischer Fragestellungen in der Nachnutzung der Kartierungsdaten für die Konzipierung verfahrenstechnischer Lösungen zur Behandlung von Bergbauwässern (z.B. in Form von "Wetlands") zu sehen. An der Umsetzung solcher Konzepte wird zum gegenwärtigen Zeitpunkt gearbeitet. Anzumerken ist in diesem Zusammenhang, daß die Sanierung von Halden und Industriellen Absetzbecken stetig vorankommt. Damit im Zusammenhang stehend werden die Sickerwassermengen und -konzentrationen rückläufig sein.

7. Literatur

- BENKERT, D.; MEUSEL, H. (1996): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Ostdeutschlands. - Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3. Aufl. - Berlin, Wien, New York.
- ELLENBERG, H. (1979): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. *Scripta Geobotanica*, **9**: 1-122.
- FALKENBERG, H.; SÄNGER, H. (1994/95): Beitrag zur Flora und Vegetation auf ausgewählten Bergehalden des ehemaligen Uranbergbaugebietes Ronneburg im Hinblick auf deren Rekultivierungsmöglichkeiten. - Veröff. Museum Gera, Naturwiss. Reihe, **21/22**: 73-94.
- FALKENBERG, H.; ZÜNDORF, H.-J. (1987): Die Farn- und Blütenpflanzen des Mittleren Elstergebietes um Gera. - Veröff. Museum Gera, Naturwiss. Reihe, **14**: 2-208.
- FRANK, D. (1991): Ein vielseitiges Computerprogramm für die floristisch-vegetationskundliche Arbeit. - *Flora* **180**.
- FRANK, D.; SÄNGER, H. (1996): Beitrag zur Vegetationskunde und Sukzession an Absetzanlagen des Uranerzbergbaues. - Veröff. Museum Gera, Naturwiss. Reihe, **23**: 47-65.
- FRANK, D.; SÄNGER, H. (1997): Floristische Beobachtungen an Absetzanlagen des Uranerzbergbaues in Westsachsen. - *Sächs. Flor. Mitt.* **4**: 44-59.

- GÖL, GESELLSCHAFT FÜR ÖKOLOGIE UND LANDSCHAFTSPLANUNG (1994): Halden Seelingstädt-Pflanzensoziologische Untersuchungen im Rahmen des Biomonitoring. - Studie Weida, Mskr.
- HIEKEL, W.; FRITZLAR, F. (1994): Wissenschaftliche Beiträge zum Landschaftsprogramm Thüringens. - Schr. R. Thür. Landesanstalt für Umwelt, 2, Jena.
- ROTHMALER, W. (1994): Exkursionsflora von Deutschland Gefäßpflanzen: Kritischer Band. - Jena, Stuttgart.
- RUNGE, W.; BÖTTCHER, J. (1993): Die Altlasten des Uranbergbaus der Wismut. - Veröff. Museum Gera, Naturwiss. Reihe, 20: 4-6.
- SÄNGER, H. (1993 a): Die Flora und Vegetation im Uranbergbaurevier Ronneburg-Pflanzensoziologische Untersuchungen an Extremstandorten. Ökologie und Umweltsicherung 5, Gesamthochschule Kassel, Fachgebiet Ökologie und Naturschutz Witzenhausen.
- SÄNGER, H., (1993 b): Beitrag zum Vorkommen von Makromyceten auf ausgewählten Bergehalden des Uranerzbergbaues in Ostthüringen unter Beachtung ihrer Eignung als Bioindikatoren. - Veröff. Museum Gera, Naturwiss. Reihe, 20: 143-165.
- SÄNGER, H. (1995): Flora and vegetation on dumps of uranium mining in the southern part of the former GDR. Acta Societas Botanicorum Poloniae, 64 (4): 409-418.
- SÄNGER, H. (1996): Beitrag zur Flora und Vegetation auf Halden im Uranbergbaurevier Ronneburg. - Artenschutzreport, 6: 26-30.
- SÄNGER, H. (1997): Beitrag zum Informationsgehalt pflanzensoziologischer und ökologischer Zeigerwerte in Bezug auf die natürliche Besiedlung von Bergehalden des Uranbergbaues. - Artenschutzreport (im Druck).
- SÄNGER, H.; WÖLLNER, S. (1995): Beitrag zur Flora und Vegetation von Bergehalden des Uranerzbergbaues im Schlema-Alberodaer Revier. - Sächs. Florist. Mitt. Heft 3: 81-114.
- VOGEL, D.; PAUL, M. (1996): Probleme der Wasserbehandlung am Sanierungsstandort Ronneburg. Geowissenschaften 14(11): 486-489.
- WESTHUS, W.; ZÜNDORF, H.-J. (1993): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta et Spermatophyta) Thüringens. - Naturschutzreport, 5: 134-152.
- WISMUT GMBH (1994 a): Sanierungskonzept Standort Ronneburg Stand Dezember 1994. Chemnitz.
- WISMUT GMBH (1994 b): Sanierungskonzept Standort Seelingstädt Stand Dezember 1994. Chemnitz.

Manuskript angenommen: 17. August 1998

*Anschrift der Autoren: Dr. Hartmut Sänger, Berggasse 6, 08451 Crimmitschau;
Dr. Dietmar Vogel, Wismut - GmbH Abteilung T 1.2, Jagdschänkenstr. 29, 09117 Chemnitz*