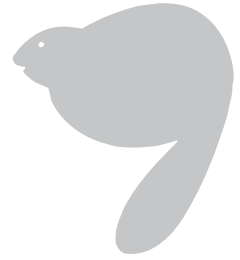


Zur Situation der Schwermetallrasen und ihrer Standorte im östlichen und südöstlichen Harzvorland

HENRYK BAUMBACH



1 Einleitung

Wegen ihres hohen Metallsalzgehaltes gehören die inselartig verstreuten und meist nur kleinflächig auftretenden Standorte der Schwermetallrasen, die durch Pflanzengesellschaften der Klasse *Violetea calaminariae* gekennzeichnet sind, zu den in ökologischer Hinsicht besonders interessanten Lebensräumen Mitteleuropas. Sie sind deshalb entsprechend der FFH-Richtlinie, Anhang I, als Lebensraumtyp (LRT) 6130 geschützt und gehören zu den nach § 30 BNatSchG und § 37 NatSchG LSA besonders geschützten Biotoptypen. Verbreitungsschwerpunkte von Schwermetallstandorten im außeralpinen Mitteleuropa sind in Deutschland Sachsen-Anhalt und Nordrhein-Westfalen (Aachen-Stolberger Raum, Mecherich, Siegerland, Sauerland, Blankenrode). Hinzu kommen Standorte in Niedersachsen (Westharz, Osnabrücker Land), Thüringen (Bottendorf), Sachsen (Freiberg) und Baden-Württemberg (Schwarzwald) sowie in Ostbelgien in den Regionen Liege, Theux, Ourthe und Vesdre. In den Niederlanden befindet sich der einzige (tertiäre) Standort am Ufer der Göhl (Südlimburg). In Polen gibt es wenige, aber zum Teil großflächige Standorte um Olkusz (Oberschlesien).

Aufgrund dieses Verbreitungsmusters kommt Sachsen-Anhalt eine besondere Verantwortung für den Erhalt der Schwermetallrasen zu. Neben kleineren Vorkommen im Oberharz (Oker-tal, Eckertal) konzentrieren sich die sekundären Wuchsorte von Schwermetallvegetation auf die zahlreichen Halden des ehemaligen Mansfelder und Sangerhäuser Kupferschieferreviers im östlichen und südöstlichen Harzvorland (Landkreis Mansfeld-Südharz). Verlässliche Angaben über die tatsächlich vorhandene Zahl von Haldenstandorten sowie deren Sukzessionszustand liegen aus neuerer Zeit nicht vor. Verschiedene

Schätzungen gehen von einigen hundert (BAUMBACH & SCHUBERT 2008) bis mehr als 2000 (JÄGER & STOLLE 2002) noch bestehenden Halden aus. Aufgrund gestiegener Rohstoffpreise auf dem Weltmarkt gibt es in jüngster Zeit Überlegungen privater Investoren, das Haldenmaterial metallurgisch aufzubereiten. Besonders interessant sind hierbei die Kleinhalden des Altbergbaus, die besonders hohe Metallkonzentrationen enthalten. Darüber hinaus besteht eine anhaltend hohe Nachfrage nach preisgünstigem Straßenschotter, den in noch stärkerem Maße als bisher die Großhalden liefern sollen. Vor diesem Hintergrund und der Tatsache, dass die Gesellschaft zur Verwahrung und Verwertung von stillgelegten Bergwerksbetrieben (GVV mbH) im März dieses Jahres alle Haldenobjekte in ihrem Eigentum (insgesamt 279 ha) zum Verkauf ausgeschrieben hat, ist zu befürchten, dass in wenigen Jahren mitsamt der einmaligen Kulturlandschaft ein Großteil der Schwermetallstandorte verschwunden sein könnte.

Ziel dieses Beitrages ist es, einen Überblick über die Gesamtzahl und den Zustand der potentiellen Schwermetallstandorte im ehemaligen Mansfelder und Sangerhäuser Kupferschieferrevier zu geben. Ausgehend von der Darstellung ihrer aktuellen Verbreitung und ihrer Gefährdungssituation soll eine Schutzkonzeption für die Schwermetallrasenstandorte der Region angeregt werden.

2 Methodik

Die Erfassung der im Offenland liegenden Halden erfolgte hauptsächlich durch die Auswertung von CIR-Luftbildern des Gebietes (Befliegung 2005), die vom Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt zur Verfügung gestellt wurden. Ergänzend herangezogen wurden die aktuelle Ausgabe der Topographischen Karten TK 10 sowie die Karten

des Bergmännischen Risswerkes der Mansfelder und der Sangerhäuser Mulde. Für jede Halde wurde der Rechts- und Hochwert des Mittelpunktes (Gauß-Krüger, Bessel-Ellipsoid, 3°-Streifen, Datum Rauenberg, Mittelmeridian 12° ö. L.) aufgenommen und die Verbuschung sowie vegetationslose Bereiche geschätzt. Vegetationsdaten wurden dem zwischen 1994 und 2001 erstellten Haldenkonzept der Landkreise Mansfelder Land und Sangerhausen (WEGE 2000, BAUMBACH 2000) entnommen sowie durch eigene Kartierungen seit 1991 erhoben. Daten zu Teilgebieten stellte auch Dr. HORST VOLKMANN zur Verfügung (VOLKMANN 2001, 2005). Ausgewertet wurden ebenfalls die Daten der FFH-Kartierung für die FFH-Gebiete 105, 107, 109 und 114. Fragliche Objekte wurden in den Vegetationsperioden 2006 bis 2008 gezielt aufgesucht. Die Flächenangaben für die Großhalden sind dem Haldenkonzept sowie der Haldenkonzeption des Mansfeld Kombines von 1981 und für die Kleinhalden der FFH-Kartierung entnommen. Zu berücksichtigen ist dabei, dass auch mit einer GIS-gestützten Karten- und Luftbilddauswertung immer nur die Grundfläche der Halden erfasst werden kann. Je höher die Halden sind, umso größer wird der Fehler der Oberflächen-schätzung, da die Hangflächen in der Aufsicht nicht adäquat berücksichtigt werden können. Die Gesamtbewertung des Erhaltungszustandes des LRT 6130 im Rahmen der FFH-Kartierung erfolgte in drei Abstufungen (LAU 2004):

A (hervorragend): Verbuschung ≤ 10 %, mindestens zwei LRT-kennzeichnende Arten, mindestens fünf weitere charakteristische Arten, keine Beeinträchtigungen vorhanden oder ohne erkennbare Auswirkungen auf die Funktionalität des LRT,

B (gut): Verbuschung $10 < 80$ %, mindestens eine LRT-kennzeichnende Art, mindestens drei weitere charakteristische Arten; Beeinträchtigungen mäßig ausgeprägt und ohne erhebliche Auswirkungen auf die Funktionalität des LRT, z. B. leicht eutrophiert (krautige Vegetation der offenen, nicht verbuschten Flächen, die nicht der *Violetalia calaminariae* zugeordnet werden kann mit < 10 % Deckung) bzw. geringe Trittschäden,

C (durchschnittlich/beschränkt): Verbuschung > 80 %, mindestens 50 % der nicht verbuschten Fläche muss der Ordnung *Violetalia calaminari-*

ae zugeordnet werden können, mindestens eine lebensraumtypische Art, Beeinträchtigungen stark ausgeprägt und mit z.T. deutlichen Auswirkungen, aber reversibel: z.B. starke Vergrasung, teilweise eutrophiert (krautige Vegetation, die nicht der *Violetalia calaminariae* zugeordnet werden kann mit 10-50 % Deckung) bzw. starker Tritt, teilweise Einbeziehung der Standorte in landwirtschaftliche Bodenbearbeitung, Gesteinsentnahme.

3 Flora und Vegetation der Schwermetallstandorte des östlichen und südöstlichen Harzvorlandes

Die Kupfer-Grasnelkenflur, das *Armerietum halleri* Libb. 1930, ist der typische Schwermetallrasen der Kupferschieferhalden des Mansfelder und Sangerhäuser Reviers. Er gehört wie das *Armerietum hornburgensis* Schub. 1974 und das *Armerietum bottendorfensis* Schub. 1953 zum Verband des *Armerion halleri* Ernst 1965. Zur Problematik neuer taxonomischer Erkenntnisse (HILDEBRANDT 2006, BAUMBACH 2005) zu den Charakterarten der *Violetea calaminariae* und deren mögliche Auswirkungen auf den Schutz von Schwermetallstandorten sei auf BAUMBACH & SCHUBERT (2008), zu syntaxonomischen Konsequenzen auf BECKER et al. (2007) sowie DIERSCHKE & BECKER (2008) verwiesen.

Mit dem Fehlen von *Viola calaminaria* und *Thlaspi caerulescens* ist der Verband des *Armerion halleri* gegenüber dem *Thlaspion calaminariae* Ernst 1965 mit der im Westen Deutschlands vorkommenden *Gameveilchen-Gesellschaft* (*Violetum calaminariae* Schwick. 1931) sowie der *Galmei-Hellerkraut-Gesellschaft* (*Minuartio-Thlaspietum caerulescens* K. Koch 1932) zwar floristisch verarmt, aber durch mehr Xerothermrassenarten gekennzeichnet (vgl. auch SCHUBERT 1953, ERNST 1974, PARDEY 1999, DIERSCHKE & BECKER 2008). Mit *Cardaminopsis halleri* fehlt im östlichen und südöstlichen Harzvorland ein weiterer typischer Vertreter der Schwermetallflora des Harzes und Westdeutschlands.

Die Assoziationscharakterart des *Armerietum halleri*, *Armeria maritima* subsp. *halleri*, sowie die Klassencharakterarten der *Violetea calaminariae*, *Minuartia verna* ssp. *hercynica* und *Silene vulgaris* (var. *humilis*), sind hochstet (Stetigkeits-

klasse V). Sehr häufig sind weiterhin *Festuca ovina* agg. und *Agrostis capillaris* (IV) sowie *Achillea millefolium*, *Asperula cynanchica*, *Carlina vulgaris*, *Campanula rotundifolia*, *Cirsium acaule*, *Dianthus carthusianorum*, *Euphorbia cyparissias*, *Euphrasia officinalis*, *Galium verum*, *Hieracium pilosella*, *Koeleria macrantha*, *Pimpinella saxifraga*, *Potentilla heptaphylla*, *Potentilla tabernaemontani*, *Scabiosa ochroleuca* und *Thymus praecox* (alle Stetigkeitsklasse III, SCHUBERT 2001). Charakteristische Moose und Flechten der Assoziation sind *Ceratodon purpureus*, *Bryum caespitium*, *Cladonia alcicornis*, *Cladonia chlorophaea* und *Peltigera rufescens* (alle Stetigkeitsklasse III). Weitere typische Flechtenarten der Schwermetallhalden sind *Acarospora bullata*, *A. sinopica*, *A. smaragdula*, *Lecanora stenotropa*, *L. subaurea*, *Lecidea inops*, *Rhizocarpon oederi* und *Stereocaulon nanodes* (HUNECK 2006).

Die Sukzessionsstadien des Armerietum halleri auf den Kupferschieferhalden (Minuartia-, Silene-, Euphrasia-, Cladonia-, Armeria-, Festuca- und Brachypodium-Stadium) wurden von SCHUBERT (1953) für das östliche Harzvorland grundlegend ausgearbeitet und später durch ERNST (1966, 1974) ergänzt. Aufgrund der geologischen und klimatischen Bedingungen aber auch der Haldenmorphologie geht die Bodenentwicklung auf den Haldenstandorten so langsam voran, dass die Initialstadien der natürlichen Sukzession über Jahrzehnte (bis Jahrhunderte) ohne eine erkennbare Entwicklung beobachtet werden können und somit den Charakter von Dauerpionierstadien haben.

Sowohl SCHUBERT als auch ERNST sind davon ausgegangen, dass die Schwermetallstandorte natürlich gehölzfrei sind und Gehölze nur infolge von Anpflanzungen vorkommen bzw. am Rand der Halden wachsen, wo sie Wasser- und Nährstoffe auch aus dem umliegenden Boden aufnehmen können. Der hohe Verbuschungsgrad der ältesten Halden der Mansfelder Mulde (insbesondere durch *Prunus spinosa*, *P. mahaleb*, *P. avium*, *Crataegus spec.*, *Rosa spec.*, *Cornus sanguinea*, *Evonymus europaea*, *Viburnum opulus*, *Ligustrum vulgare* und *Betula pendula*), die Vorwald- und Waldstadien auf zahlreichen jüngeren Halden des Sangerhäuser Reviers (u. a. mit *Carpinus betulus*, *Fagus sylvatica*, *Quercus robur* und *Acer spec.*) sowie die ausgedehnten, mit Hochwald bestockten Pingenfelder des Altbergbaus am Südharzrand

zeigen, dass diese Annahme nicht richtig ist. Langfristig besteht somit auf den meisten Halden die Gefahr des völligen Verschwindens der konkurrenzschwachen Schwermetallvegetation.

Verbreitung der Charakterarten

Die Charakterarten der Schwermetallrasen kommen nicht im gesamten Untersuchungsgebiet vor, sodass die Ausbildungsformen von einer Minimalvariante (Vorkommen von nur einer der Charakterarten, wenige stetige Begleiter) bis zur Optimalvariante (Vorkommen aller drei Charakterarten, viele stetige Begleiter) variieren können.

Silene vulgaris ist die häufigste und am weitesten verbreitete der Charakterarten und mit wenigen Ausnahmen auf allen Halden im Sangerhäuser und Mansfelder Revier anzutreffen. *Minuartia verna* ist im westlichen Mansfelder Revier auf den Halden des Altbergbaus am Ausgehenden des Kupferschieferflözes sowie der ersten Schachtreihe weit verbreitet. Auf den Halden der zweiten Schachtreihe tritt sie nur noch gelegentlich in kleineren Populationen auf und fehlt auf den Halden der dritten und vierten Schachtreihe völlig. Im Bereich des nördlichen Ausgehenden erreicht *M. verna* zwischen Welfesholz und Gerbstedt ihre östliche Verbreitungsgrenze. SCHUBERT (1954) gibt die Halde Neue Hoffnung (ca. 1,2 km östlich des ehemaligen Bahnhofs Welfesholz), VOLKMANN (2001) die Halde Karoline (700 m NE der Halde Neue Hoffnung) als östlichstes Vorkommen an. Auf den Halden östlich Friedeburgerhütte und östlich Piesdorf fehlt *M. verna* ebenso wie auf der östlichen Saaleseite um Golbitz und südlich von Dobis, wo sie durch *Alyssum montanum* ersetzt wird. Westlich von Könnern kommt *M. verna* auf der Halde Georgsburg in einer kleinen Population vor. Im Sangerhäuser Revier ist *M. verna* auf einige wenige Kleinhalden zwischen Obersdorf und Wettelrode sowie auf die Halde des Johannschachtes südöstlich von Morungen beschränkt, die das westlichste Vorkommen im Sangerhäuser Revier darstellt.

Armeria maritima zeigt ein ähnliches Verbreitungsmuster wie *Minuartia verna*, kommt aber sehr zerstreut auch östlich von Gerbstedt sowie auf der östlichen Saaleseite vor. Im Sangerhäuser Revier ist sie auf die Kleinhalden zwischen Obersdorf und Wettelrode beschränkt.

4 Zur Situation der Schwermetallstandorte im ehemaligen Mansfelder Kupferschieferrevier

4.1 Kleinhaldenlandschaft des Altbergbaus

Das ehemals den Ausstrich des Kupferschieferflözes vom Hornburger Sattel bis Friedeburg an der Saale auf einer Länge von etwa 30 km säumende Band der altbergbaulichen Haldenlandschaft ist heute an vielen Stellen unterbrochen. Um ein realistisches Bild von der Anzahl der historischen Bergbaurelikte zu bekommen, müssen nach OERTEL (2003) zu den heute noch bestehenden Klein- und Kleinsthalden im Offenland der Mansfelder Mulde, die als potentielle sekundäre Standorte von Schwermetallvegetation in Frage kommen, noch einmal etwa 50 % hinzugerechnet werden, die durch großflächige Haldenvergrabungen, Abtragung für Schottergewinnung und Hohlraumverfüllung sowie Umlagerung auf größere Halden weggefallen sind. Aus der Anfangszeit des Berg-

baus (1200 bis 1400) sind heute bis auf die Pingengfelder in den Waldgebieten des Blankenheimer Berges sowie des Mansfelder Schlossberges kaum noch Relikte vorhanden. Die heute noch das Landschaftsbild prägende und oft fälschlich als „mittelalterlich“ bezeichnete Haldenlandschaft geht in ihren ältesten erhaltenen Bereichen meist erst auf die erste Hälfte des 16. Jahrhunderts zurück (JANKOWSKI 1995, HEBESTEDT 2007).

Insgesamt wurden im Rahmen dieser Arbeit 996 Kleinhalden im Offenland der Mansfelder Mulde sowie östlich der Saale kartiert, die sich auf folgende Altbergbau-Gebiete konzentrieren (von Süd nach Nord; Abb. 1): südöstlich und westlich Helfta (1), südöstlich Wolferode (2), Holzmarken (3), westlich Wimmelburg (FFH-Gebiet 109), westlich Kreisfeld, Hergisdorf und Ahlsdorf (4), zwischen Helbra und Benndorf (FFH-Gebiet 107A), südwestlich (FFH-Gebiet 107B) und nordwestlich (FFH-Gebiet 107C) Klostermansfeld, der übrige, nicht zum FFH-Gebiet 107 gehörende Bereich zwischen Helbra und Leimbach (5), westlich Hettstedt (6), zwischen Hettstedt und Quenstedt (FFH-Gebiet

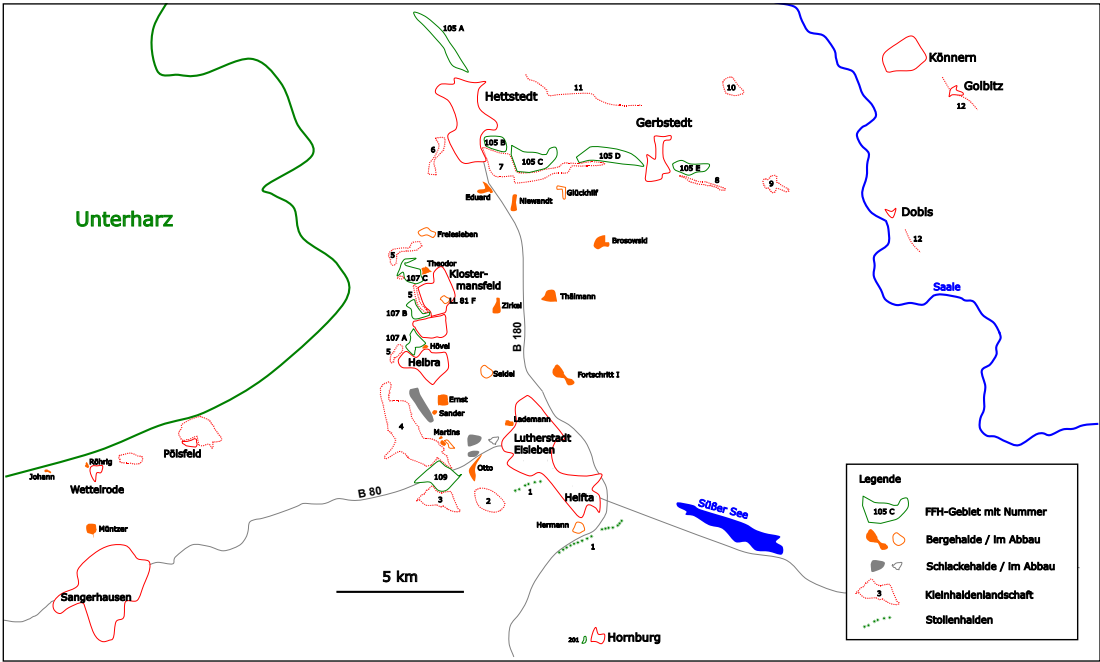


Abb. 1: Übersicht über die Haldenlandschaft des Mansfelder Reviers und des östlichen Teils des Sangerhäuser Reviers. Dargestellt sind die untersuchten Kleinhaldengebiete, die wichtigsten noch bestehenden Großhalden sowie die FFH-Gebiete. Kartengrundlage sind die CIR-Luftbilder der Befliegung 2005. Weitere Erläuterungen im Text.

Tab. 1: Altbergbaugebiete im ehemaligen Mansfelder Kupferschieferrevier außerhalb der FFH-Gebiete. Angegeben ist die Anzahl der kartierten Halden sowie deren prozentuale Verteilung auf die einzelnen Verbuschungsklassen: 0: 0 %, 1: 1<10 %, 2: 11-20 %, 3: 21-40 %, 4: 41-60 %, 5: 61-80 %, 6: 81-100 %, 7: 100 %. Weitere Erläuterungen im Text.

Gebiet	N	% Halden / Verbuschungsklasse							
		0	1	2	3	4	5	6	7
1) SE- und W-Helfta	38	0	0	0	5	3	8	32	53
2) südöstlich Wolferode	29	0	7	24	17	7	7	14	21
3) Holzmarken	44	2	2	0	5	0	2	27	61
4) westlich Kreisfeld, Hergisdorf, Ahlsdorf	113	2	7	8	14	8	17	24	13
5) Helbra bis Leimbach	88	10	23	14	19	10	6	9	9
6) westl. Hettstedt	26	4	19	23	19	8	23	4	0
7) Burgörner und Welfesholzer Revier	52	17	48	14	10	4	4	2	2
8) E-Gerbstedt bis W-Friedeburgerhütte	13	23	8	15	8	0	15	0	31
9) östlich Friedeburgerhütte	44	0	34	27	18	5	9	2	5
10) östlich Piesdorf	20	0	0	5	0	0	15	20	60
11) südlich Sandersleben	28	0	11	0	4	7	18	36	25
12) Ostsaale-Revier	36	0	8	6	19	11	19	11	25
Σ (ohne FFH-Gebiete)	531	5	16	11	13	6	11	16	21
gesamtes Mansfelder Revier (mit FFH-Geb.)	996	8	18	11	14	8	13	14	14

Tab. 2: FFH-Gebiete im östlichen Harzvorland, in denen der LRT 6130 (*Violetalia calaminariae*) primärer Schutzgegenstand ist. Angegeben sind die Fläche des LRT 6130 im Gebiet, die Anzahl der Halden im Gebiet sowie deren prozentuale Verteilung auf die Verbuschungsklassen (definiert wie in Tab. 1), Anzahl und Anteil der Halden mit LRT sowie deren Erhaltungszustand (A=hervorragend, B=gut, C=durchschnittlich/beschränkt). Weitere Erläuterungen im Text.

FFH-Gebiet	Fläche LRT (ha)	Anzahl Halden gesamt	Halden mit LRT		% Halden mit LRT im Erhaltungszustand			% Halden / Verbuschungsklasse							
			N	%	A	B	C	0	1	2	3	4	5	6	7
105A	1,61	94	45	48	13	56	31	9	14	16	15	13	20	11	3
105B	1,74	43	34	79	21	53	26	49	37	2	2	5	0	2	2
105C	4,71	91	64	70	11	64	23	19	34	12	16	3	7	7	2
105D	2,95	20	11	55	27	64	0	5	15	5	20	10	25	5	15
105E	1,36	25	16	64	0	44	56	4	16	12	24	16	12	8	8
Σ 105	12,37	273	170	62	14	58	28	18	25	11	15	8	12	7	4
107A	1,14	18	15	83	73	20	7	0	6	17	39	11	17	6	6
107B	0,91	19	16	84	19	38	44	5	11	32	32	11	11	0	0
107C	2,05	47	36	77	33	22	44	9	40	11	13	9	9	4	6
Σ 107	4,10	84	67	80	39	25	36	6	26	17	23	10	11	4	5
109	5,34	104	49	47	51	37	12	0	2	5	12	13	25	30	13
gesamt	21,81	461	286	62	104	120	76	11	20	11	15	10	15	12	6

105A), zwischen Hettstedt und Welfesholz (FFH-Gebiete 105B und C), die nicht zum FFH-Gebiet 105 gehörenden Teile des Burgörner und Welfesholzer Revieres (7), zwischen Welfesholz und Gerbstedt (FFH-Gebiet 105D), östlich Gerbstedt (FFH-Gebiet

105E), der übrige, nicht zum FFH-Gebiet 105 gehörende Bereich zwischen Gerbstedt und Friedeburgerhütte (8), östlich Friedeburgerhütte (9), östlich Piesdorf (10), südlich Sandersleben (11) sowie bei Golbitz, Könnern und südlich Dobis (12).



Abb. 2: Das FFH-Gebiet 109 westlich von Wimmelburg. Im Bild rechts befindet sich die Halde des Otto-schachtes, rechts oben eine der Schlackehalden der Liebknechthütte Eisleben (CIR-Luftbild, Befliegung 2005).

Die Anzahl der kartierten Halden und ihr Verbuschungszustand ist Tab. 1 sowie für die FFH-Gebiete Tab. 2 zu entnehmen. Die überwiegende Zahl der kartierten Kleinhalden des Altbergbaus sind Berge- und Ausschlägehalden. Von den Schlackehalden aus der Zeit des Altbergbaus sind nur noch wenige kleinflächige Reste vorhanden, so zum Beispiel im Goldgrund bei Wimmelburg die Lutherhalde (1495-1509) sowie die Halden der Neuen Hütte, an der ehemaligen Oberhütte (Eisleben) und an der Silberhütte in Mansfeld.

Mit 996 nachgewiesenen Klein- und Kleinsthalden ist die Zahl der potentiellen Schwermetallstandorte wesentlich geringer, als oft in der Literatur angegeben. Auf mindestens 113 (11 %) östlich von Gerbstedt gelegenen Halden ist aufgrund der Verbreitung der Charakterarten nur die Minimalausprägung der Schwermetallrasen mit einer Charakterart zu erwarten. Unter Berücksichtigung der Verbuschung, aber auch von Vergrasung und Ruderalisierung, muss davon ausgegangen werden, dass aktuell nur noch maximal 60 % der

Kleinhalden (etwa 600) überhaupt als Standorte für Schwermetallvegetation geeignet sind.

Die gut erhaltenen Halden konzentrieren sich im Norden auf das FFH-Gebiet 105, und hier besonders auf die Teilgebiete B und C, sowie das Gebiet östlich Friedeburgerhütte (9), im Westen auf die FFH-Gebiete 107 und 109 und im Süden auf das Haldengebiet SE-Wolferode (2). Am weitesten fortgeschritten ist die Sukzession auf den Halden in den Holzmarken westlich Wolferode (3), wo fast 90 % der Halden zu mehr als 80 % verbuscht sind.

Die ebenfalls stark verbuschten Halden südöstlich und westlich Helfta (1) sind Stollenhalden des Erdeborner-, Froschmühlen- und Reißdorferstollens. Ihr Gestein stammt vom Stollenvortrieb aus den hangenden und liegenden Schichten des Kupferschieferflözes und enthält somit keine erhöhten Metallgehalte. Unabhängig von ihrer aktuellen Verbuschung kommen diese Halden deshalb auch als potentielle Standorte für Schwermetallvegetation nicht in Frage.

Knapp die Hälfte der Klein- und Kleinsthalden liegt in einem der drei insgesamt 687 ha großen FFH-Gebiete des Mansfelder Landes, in denen der LRT 6130 primärer Schutzgegenstand ist. Die Gesamtfläche des LRT in den drei FFH-Gebieten beträgt 22,8 ha, die sich auf 286 Halden verteilen. Der Erhaltungszustand dieser Halden ist deutlich besser als der der außerhalb der FFH-Gebiete gelegenen (Tab. 1 und 2).

4.1.1 FFH-Gebiet 109

Das 125 ha große FFH-Gebiet 109 „Kupferschieferhalden bei Wimmelburg“ (Abb. 1 und 2) liegt südwestlich von Wimmelburg. Der nördliche Teil des Gebietes zwischen der B 80 und dem Pfaffengrund entspricht dem ehemaligen Schafbreiter Revier (Revier VIII), der südliche, durch den Saugrund begrenzte Teil, gehörte zum gleichnamigen Revier VII. In beiden Revieren wurde nachweislich bereits in der 1. Hälfte des 16. Jahrhunderts Kupferschiefer abgebaut (JANKOWSKI 1995). Die jüngsten, im Osten des Gebietes gelegenen Halden, gehen auf die Lichtlöcher 59, 60 und 61 F (geteuft um 1770) sowie auf den Schacht S (geteuft 1805) zurück. Die insgesamt 104 Kleinhalden, von denen auf 49 der LRT mit einer Fläche von 5,3 ha nachgewiesen werden konnte, befinden sich inmitten intensiv genutzter landwirtschaftlicher Flächen. Der Minimalabstand zwischen zwei benachbarten Halden beträgt 71 m (bezogen auf den Mittelpunkt). Die heute im Landschaftsbild als Halden erscheinenden Objekte sind in der

überwiegenden Zahl sogenannte Familienhalden, also Haldenkomplexe, an deren Bildung mehrere, jeweils nur durch wenige Bergleute beteiligte Schächte beteiligt waren. Die durch diesen Bergbau entstandenen Haldenkomplexe sind bei einer mittleren Fläche von 1800 m² flach (1-3 m) und weisen eine strukturreiche Oberfläche auf (Abb. 3). Die Lage der ehemaligen Schächte ist bei den meisten Halden heute noch durch trichterförmige Vertiefungen zu erkennen. Von diesen Vertiefungen, in denen sich Feinerde ansammeln kann, sowie vom Haldenfuß geht in der Regel die Verbuschung aus. Der Verbuschungsgrad der Halden im Gebiet ist vergleichsweise hoch und nimmt tendenziell vom Westen, wo sich näher am Ausgehenden die ältesten Halden befinden, nach Osten hin ab. Von den 104 Halden sind 42 % zu mehr als 80 % verbuscht, nur 2 % sind zu weniger als 10 % verbuscht.

4.1.2 FFH-Gebiet 107

Das FFH-Gebiet 107 „Kupferschieferhalden bei Klostermansfeld“ im Raum Benndorf-Klostermansfeld besteht aus 3 Teilgebieten und umfasst eine Fläche von 96 ha. Es umfasst große Teile des ehemaligen Reviers XIV (Heiliger Grund), das bereits zu Beginn des 16. Jahrhunderts intensiv erschlossen wurde, sowie im Nordwesten das ehemalige Hirschwinkler Revier (JANKOWSKI 1995). Der LRT wurde auf 67 von 84 Halden mit einer Fläche von 4 ha nachgewiesen. Der Erhaltungszustand der Halden mit LRT ist überwiegend sehr gut (39 %) bzw. gut (25 %). Das Teilgebiet A befindet sich nördlich von Helbra. Die Minimaldistanz zwischen zwei benachbarten Halden beträgt im Mittel 113 m. Der LRT wurde auf 15 der 18 Halden (83 %) mit einer Gesamtfläche von 1,1 ha kartiert, wobei der Erhaltungszustand auf der überwiegenden Zahl der Halden mit A bewertet wurde. Die meisten der bis 3,5 m hohen Halden zeigen eine moderate Verbuschung, an der Obstgehölze einen großen Anteil haben. Problematisch sind Müllablagerungen, vor allem von Gartenabfällen, in Dorfnähe.

Das Teilgebiet B befindet sich westlich von Klostermansfeld. Die Minimaldistanz zwischen zwei benachbarten Halden beträgt im Mittel 89 m. Auf 16 der 19 Kleinhalden wurde der LRT mit einer Gesamtfläche von 0,9 ha nachgewiesen. Der Erhaltungszustand wurde auch hier bei mehr als der Hälfte der Halden mit A oder B bewertet.



Abb. 3: Strukturreicher Kleinhaldenkomplex im Saugrund (FFH-Gebiet 109) aus dem 16. Jahrhundert mit Rohbodenaufschlüssen, unterschiedlichen Sukzessionsstadien des *Armerietum halleri* und verbuschten Bereichen. Foto: H. Baumbach.

Komplett verbuschte Halden gibt es in diesem Teilgebiet nicht, allerdings zeigt sich auf einigen Standorten im nördlichen Bereich eine stärkere, durch Eutrophierung bedingte Ruderalisierung. Zwischen den Teilgebieten B und C befinden sich keine Haldenstandorte mehr. In diesem Bereich östlich von Klostermansfeld und Benndorf sind auf den CIR-Luftbildern deutlich die Standorte ehemaliger Halden erkennbar, die überwiegend in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts vergraben wurden, um landwirtschaftliche Nutzfläche zurückzugewinnen. In einem Gebiet von 97 ha Größe sind von ehemals 238, in der Urgemarkungskarte von 1853 eingetragenen, Halden mit einer Gesamtfläche von 15 ha nur noch 16 mit einer Gesamtfläche von 1,3 ha übrig (OERTEL 2003). Das Teilgebiet C liegt nordwestlich von Klostermansfeld. Schwermetallstandorte befinden sich hier nicht nur auf den in der Ackerfläche liegenden Halden, sondern im westlichen und nördlichen Bereich des Teilgebietes auch an Talhängen, zum Teil im Komplex mit Xerothermrassen. Die Minimaldistanz zwischen zwei benachbarten Halden beträgt im Mittel 62 m. Von den 47 Halden konnte auf 36 der LRT mit einer Gesamtfläche von 2,1 ha nachgewiesen werden, wobei für mehr als die Hälfte der Standorte der Erhaltungszustand mit A oder B eingeschätzt wurde (Tab. 2). Der Verbuschungsgrad ist bei fast der Hälfte der Halden gering, bei 10 % liegt er über 80 %.

4.1.3 FFH-Gebiet 105 und Umgebung

Das FFH-Gebiet 105 „Kupferschieferhalden bei Hettstedt“ ist mit einer Gesamtfläche von 466 ha das größte der drei FFH-Gebiete. Es besteht aus 5 Teilgebieten mit insgesamt 273 Kleinhalden, von denen auf 170 der LRT mit einer Fläche von 12,4 ha kartiert wurde (Tab. 2).

Das Teilgebiet 105 A erstreckt sich vom Ölgrundteich im Nordwesten Hettstedts aus ca. 3 km in nordwestlicher Richtung. Die Halden sind im Mittel 800 m² groß. Die mittlere Minimaldistanz zwischen zwei benachbarten Halden beträgt 77 m. Im Vergleich zu den anderen Teilgebieten ist die Verbuschung und Ruderalisierung der Halden stärker vorangeschritten. So konnte der LRT nur noch auf knapp der Hälfte der 94 Halden mit einer Gesamtfläche von 1,6 ha nachgewiesen werden. Der Erhaltungszustand der Halden mit LRT ist überwiegend als gut bzw. durchschnittlich eingeschätzt worden. Aufgrund der oft nur sehr klein-

flächigen Ausbildung der Schwermetallrasen muss aber in absehbarer Zeit mit einer weiteren Qualitätsverschlechterung, eventuell auch mit dem völligen Verschwinden einiger Wuchsorte infolge zunehmender Verbuschung und Vergrasung gerechnet werden. Am besten erhalten sind die drei am nordwestlichen Ende des Teilgebietes gelegenen Halden des Wiederstedter Stollens.

Die Teilgebiete 105B-E sowie die Teile des Burgörner und Welfesholzer Reviers die außerhalb des FFH-Gebietes liegen, gehören seit 2001 zum 1149 ha großen Landschaftsschutzgebiet „Kleinhaldenareal im nördlichen Mansfelder Land“ (zur Bergbauhistorie des Gebietes vgl. HEBESTEDT (2007)).

Das Teilgebiet 105 B befindet sich östlich von Hettstedt-Burgörner. Die Halden sind inmitten von Äckern und Ackerbrachen die einzigen Strukturelemente mit einer mittleren Größe von 500 m². Die mittlere Minimaldistanz zwischen zwei benachbarten Halden beträgt nur 53 m. Der LRT wurde in überwiegend gutem bzw. sehr gutem Erhaltungszustand mit einer Fläche von 1,7 ha auf 34 von 43 Halden nachgewiesen. Die Charakterarten finden sich auf nahezu allen Standorten. Gebüsche sind oft am Haldenfuß ausgebildet, gehen aber selten auf die Halde über, so dass der Verbuschungsgrad vergleichsweise gering ist (Tab. 2).

Südlich des Teilgebietes 105 B liegt ein 38 Halden umfassender jüngerer Teil des Burgörner Reviers der durch die ehemalige Halle-Hettstedter Bahnlinie begrenzt wird und der nicht zum FFH-Gebiet gehört (Abb. 4). Die Sukzession ist auf diesen Halden noch in den Anfängen begriffen, der Verbuschungsgrad beträgt auf 73 % der Halden weniger als 10 % und nur auf 3 % über 80 % (Tab. 1). Die drei Charakterarten kommen hier auf nahezu allen Standorten vor. Flächige Schwermetallrasen sind vorwiegend auf den ebenen Haldenflächen aber zum Teil auch am Haldenfuß ausgebildet. Die 11 größten, zwischen 1771 und 1814 entstandenen Halden des Gebietes (Prinz Ludwig, Ernestine, Caroline, Charlotte, Morgenstern, Wagsford, Sonne, Mond, Henriette, Venus, Gerhard) mit einer Gesamtfläche von 3,1 ha und einer Höhe von 5 bis 10 m wurden im Rahmen der Haldenkonzeption hinsichtlich ihrer Biotoptypenausstattung, des Vorkommens von Schwermetallvegetation und ihres botanischen Artinventars untersucht und naturschutzfachlich alle als erhaltenswert eingestuft (BAUMBACH 2000).



Abb. 4: Südlicher Bereich der Halde des Otto-schachtes mit ausgedehnten Schwermetallrasen und beginnender Birken-Sukzession. Im Hintergrund rechts die Halde des Thälmannschachtes, im Hintergrund links die Schlackehalden der Liebknechthütte. Foto: H. Baumbach.

Das Teilgebiet 105 C enthält mit 4,7 ha den größten LRT-Anteil des gesamten FFH-Gebietes 105. Insgesamt liegen im Gebiet 91 Kleinhalden, von denen der LRT auf 64 kartiert wurde. Wie im Teilgebiet B befinden sich die ältesten Halden mit der am weitesten fortgeschrittenen Sukzession im Norden. Nach Süden hin werden die Halden größer und der Abstand zwischen ihnen vergrößert sich deutlich. Die mittlere Haldengröße beträgt wie im Teilgebiet A 800 m², die Minimaldistanz zwischen zwei benachbarten Halden 69 m. Der Erhaltungszustand des LRT wurde für 75 % der Halden mit A oder B eingeschätzt. 51 % der Halden sind gering, 8 % sehr stark verbuscht (Tab. 2). *Minuartia verna* ist auf deutlich weniger Halden vertreten als *Armeria halleri* und *Silene vulgaris* und nimmt von West nach Ost merklich ab. Die meisten Halden liegen im westlichen Teil des Gebietes inmitten intensiv genutzter landwirtschaftlicher Fläche bzw. mehrjähriger Ackerbrachen. Der Osten des Gebietes wird durch ein ausgedehntes, bis an den Ortsrand von Welfesholz reichendes Waldgebiet gebildet, in dem sich ebenfalls zahlreiche (nicht kartierte) Halden und Pingen befinden, auf denen jedoch aufgrund der Beschattung keine Schwermetallrasen mehr ausgebildet sind. Zu erwähnen ist die abseits liegende Halde des LL 26 Z (Veltheim-Schacht), mit ihrem charakteristischen Vorwald-Bewuchs, ausgedehnten Schwermetall-

rasen sowie einer großen Population von *Epipactis atrorubens*.

Das Teilgebiet 105 D liegt zwischen Welfesholz und Gerbstedt und umfasst nur 20 Halden, die aber deutlich großflächiger (im Mittel 3200 m²) und höher sind als in den Teilgebieten A, B und C. Sie sind überwiegend Halden der Lichtlochschrächte des Johann-Friedrich-Stollens (1778-1808), des Schlüsselstollens und des Zabenstedter Stollens, die zum Teil auch zur Kupferschieferförderung genutzt wurden und deshalb, vor allem im westlichen Teil des Gebietes, noch einen überwiegend offenen Charakter haben. Im östlichen Teil ist die Verbuschung stärker vorangeschritten, hier sind drei Halden komplett verbuscht. Der LRT wurde mit einer Gesamtfläche von 3 ha auf 11 Halden nachgewiesen, der Erhaltungszustand ist überwiegend gut. Die Minimaldistanz zwischen zwei benachbarten Halden beträgt im Mittel 165 m bzw. 238 m zwischen zwei Halden, auf denen der LRT vorkommt.

Südlich der Teilgebiete 105 C und 105 D sowie der ehemaligen Halle-Hettstedter Bahn liegen in der Feldflur mehrere größere (0,15-5,6 ha), aber vergleichsweise flache Halden, die zwischen 1832 und 1900 entstanden und zur 1. Schachtreihe gehörten. Mit Ausnahme des LL 26 Z (Veltheim-schacht) liegen diese Halden (von West nach Ost: Zimmermann, LL 29 Z – LL 24 Z, Ludwig) nicht im FFH-Gebiet. Schwermetallrasen sind auf den ebenen Haldenflächen ausgebildet, wobei von den drei Charakterarten *M. verna* auf der Halde LL 29 Z und *A. maritima* auf der Halde LL 26 Z fehlen.

Östlich von Gerbstedt liegt das Teilgebiet 105 E mit 25 Halden. Die mittlere Haldengröße im Gebiet beträgt 1800 m², die Minimaldistanz zwischen zwei benachbarten Halden 104 m. Der LRT wurde mit insgesamt 1,4 ha auf 16 Halden (64 %) nachgewiesen. Über die Hälfte der Halden wurde mit dem Erhaltungszustand C bewertet. 20 % der Halden sind gering oder gar nicht, 16 % sehr stark verbuscht (Tab. 2).

4.1.4 FFH-Gebiet 114 und Umgebung

Auf der östlichen Saaleseite, also außerhalb der Mansfelder Mulde, wurde kleinräumiger Kupferschieferbergbau um Golbitz, südwestlich Könnern und südlich Dobis betrieben. Insgesamt sind hier noch 36 Kleinhalden nachweisbar, von denen 18 im FFH-Gebiet 114 (Saaledurchbruch bei Rothenburg) liegen. Der LRT wurde hier mit insgesamt

0,24 ha auf acht Halden (jeweils 4 im Erhaltungszustand B und C) kartiert. Von den 19 Halden südlich Dobis (von denen 17 im FFH-Gebiet liegen) sind 2 gering verbuscht, nur eine ist sehr stark verbuscht (Tab. 1).

Nördlich von Golbitz sind Schwermetallrasen nur noch auf zwei der fünf Halden sehr kleinflächig anzutreffen, die übrigen Halden sind, ebenso wie die südlich des Dorfes gelegenen 11 komplett verbuscht, zum Teil auch mit vorwaldähnlichen Strukturen bestockt. Nur auf einer dieser Halden sind noch wenige Quadratmeter artenarmer Schwermetallrasen (nur *Silene vulgaris* als Charakterart, wenige stete Begleiter) ausgebildet.

4.2 Großhalden des Tiefbergbaus

Von 1829 bis zur Einstellung des Bergbaus im Jahr 1969 konzentrierten sich die Schachtanlagen auf vier Schachtreihen, die das Revier im Tiefbau von Westen nach Osten fortschreitend erschlossen. Eine ausführliche Darstellung der Flora und Vegetation sowie der abiotischen Standortfaktoren dieser Halden ist hier nicht möglich, verwiesen sei deshalb auf BAUMBACH (2000).

Die Tafelberghalden der ersten Schachtreihe (ab 1829) liegen noch relativ dicht am Ausgehenden des Kupferschieferflözes und damit der Haldenlandschaft des Altbergbaus, sodass hier in der Regel alle drei Charakterarten vorkommen.

Als bedeutende Standorte von Schwermetallrasen sind die bereits erwähnten Halden im südlichen Welfesholzer Revier anzusehen. Im Südwesten des Reviers sind vor allem aufgrund der Haldenmorphologie die Schwermetallrasen meist nur noch kleinflächig ausgebildet und – bis auf das Pionierstadium von *Silene vulgaris* – auf die ebenen Haldenflächen beschränkt. Die Halden der ersten Schachtreihe sind (bis auf die des Wassermannschachtes und die südliche Halde des Martinschachtes, die derzeit abgetragen wird) über die letzten Jahrzehnte zwar weitgehend erhalten geblieben, aber zum Teil so abgedeckt bzw. bebaut worden, dass sie nicht mehr als Standorte für Schwermetallrasen in Frage kommen (Erdmann: Hundesportplatz, Sander: Umspannwerk, illegale Müllablagerung, Hövel: rekultivierte Deponie, Theodor: ehem. Deponie, z. T. abgedeckt).

Auch die Halden der zweiten Schachtreihe (ab 1860) liegen räumlich noch nahe an der Haldenlandschaft des Altbergbaus, sodass auch hier in

der Regel alle drei Charakterarten vorkommen bzw. -kamen. Bereits größtenteils abgebaut wurden die Tafelberghalden des Freieslebenschachtes bei Großörner (trotz einer Empfehlung in der Haldenkonzeption wegen des naturschutzfachlichen Wertes der Halde), des LL 81 F (Klostermansfeld) und des Glückhilfschachtes (Welfesholz) mit einer Aufstandsfläche von 51 ha. Auf der Halde des Niewandtschachtes (nrdl. Siersleben) wurden in den 1980er Jahren Neutralisationsschlämme und Zinkoxidflugstäube deponiert. Die Halde des Walter-Schneider-Schachtes (Helbra) wird als Deponie für Löserückstände („Teich 10“) verwendet und ist größtenteils mit kulturfähigem Substrat abgedeckt.

Von den drei, zum Teil nur noch in Resten (Mittel- und Südhalde) vorhandenen Halden der Hoffnungschächte (Neckendorf) sind nur auf der nördlichen sowie der mittleren Halde artenarme Schwermetallrasen ausgebildet, *Minuartia verna* fehlt hier.

Besondere naturschutzfachliche Bedeutung hat die 17 ha große Halde der ehemaligen Ottoschächte (1865-1910) bei Wimmelburg, die direkt an den Fuß des NW-Hüneburghanges geschüttet worden ist. Hier finden sich alle Sukzessionsstadien des Armerietum halleri, besonders großflächig (mehrere hundert Quadratmeter) ausgebildet ist das *Minuartia*-Stadium sowohl auf dem nördlichen Ausschlägeteil als auch auf dem südlichen, durch hangende Zechsteinmassen gebildeten Teil (Abb. 4). Im mittleren Teil der Halde wurde vor 70 Jahren auf einer Fläche von 2500 m² ein Begrünungsversuch durchgeführt (WÖHLBIER 1937), dessen Ergebnis heute ein ausgedehnter Vorwaldbereich ist, in dem sich eine mehrere tausend Pflanzen große Population von *Epipactis atrorubens* befindet.

Ebenfalls besonders erhaltenswert ist die Halde des Eduardschachtes (1864-1905), auf der am Osthang sowie in einigen Bereichen des Haldenplateaus ausgedehnte Schwermetallrasen verschiedener Sukzessionsstadien ausgebildet sind (Abb. 5). Zwei größere Bereiche mit Vorwaldstadien gehen wie am Ottoschacht auf Begrünungsversuche der 1930er Jahre zurück. Auf die besondere Bedeutung der Halde als Flechtenstandort wies HUNECK (2007) hin. Beide Halden sind im Rahmen des Haldenkonzeptes als naturschutzfachlich besonders wertvoll eingestuft worden. Anträge zum Abbau der Halde Eduardschacht



Abb. 5: Blick von der Halde des Eduardschachtes auf das südliche Burgörner Revier.
Foto: H. Baumbach.

sind deshalb bisher von der Kreisverwaltung abgelehnt worden.

Von den ehemals fünf Halden der dritten Schachtreihe (ab 1879) sind die drei größten mit einer ursprünglichen Grundfläche von 48 ha komplett (Lademansschacht Nord) oder größtenteils (Hermannschacht, Seidelschacht) abgebaut. An der südlichen, in den 1970er Jahren rekultivierten Halde des Lademansschachtes erfolgte vor einigen Jahren ein Teilabbau. Nahezu unverändert erhalten ist nur noch die Halde des Zirkelschachtes (15 ha), die seit zwei Jahren für Besucher erschlossen ist, aber als Standort von Schwermetallrasen keine Bedeutung hat.

Von der vierten Schachtreihe (1900-1969) sind die drei Kegelhalden der Schächte Fortschritt I, Thälmann und Brosowski mit einem Gesamtvolumen von 23,8 Mio. m³ und einer Aufstandsfläche von 80 ha erhalten. Als potentielle Standorte für Schwermetallvegetation kommen bei diesen Halden nur die ausgedehnten Flachhaldenbereiche in Frage, die jedoch kaum metallhaltige Ausschlüge enthalten. Die einzige der bis jetzt dort nachgewiesenen Charakterarten ist *Silene vulgaris*.

4.3 Schlackehalden

Als Standorte für Schwermetallvegetation haben die großen, im 19. und 20. Jahrhundert entstandenen Schlackehalden an den ehemaligen Hüttenstandorten Eisleben, Helbra, Hettstedt und Leimbach nur eine geringe Bedeutung, auch wenn in der Regel alle drei Charakterarten auf

diesen Standorten zumindest punktuell vorkommen, soweit die Verwitterung bereits zur Ausbildung einer geringen Feinerdeschicht geführt hat (BAUMBACH 2000).

4.4 Primäre Schwermetallstandorte

In der naturschutzfachlichen Diskussion (vgl. PARDEY 2002) wurde bisher davon ausgegangen, dass die primären, also natürlichen, Wuchsorte von Schwermetallvegetation am Ausgehenden des Kupferschieferflözes mit Beginn des Bergbaus zerstört worden sind. Aktuelle Untersuchungen des Autors zeigten, dass es im Mansfelder Land mindestens zwei, vom Bergbau unbeeinflusste, Primärstandorte gibt, die bisher unbekannt waren. Es handelt sich hierbei zum einen um einen wenige Quadratmeter großen Standort über anstehenden Sanderzen ca. 3 km westlich von Wimmelburg. Hier wurde eine *Minuartia verna*-Population gefunden, deren Genotypen sowohl Merkmale der alpinen Form als auch der auf den Haldenstandorten weit verbreiteten Form besitzen (BAUMBACH 2005). Ein zweiter Standort befindet sich im südlichen Bereich des Mansfelder Schlossberges auf anstehenden Rotliegend-Konglomeraten. Der dritte Primärstandort ist der Galgenberg bei Hornburg (FFH-Gebiet 201), auf dem die von SCHULZ (1912) beschriebene endemische Sippe *Armeria hornburgensis* in ihrer einzigen Population vorkommt. Zur Situation dieses nur 170 m² großen Standortes sowie zu vorgeschlagenen Pflege- und Managementmaßnahmen sei auf BAUMBACH & VOLKMANN (2002, 2006) verwiesen.

4.5 Tertiäre Schwermetallstandorte

Tertiäre Schwermetallstandorte, wie sie an den Flüssen der Ober- und Westharzer Reviere (ERNST et al. 2004, KNOLLE 1989) sowie dem belgisch-holländischen Grenzgebiet durch die Fernverfrachtung von Pochsanden entstanden sind, gibt es im Untersuchungsgebiet nicht. Am Weinberg bei Hettstedt-Burgörner haben Flugstaubablagerungen der Kupferkammer- und späteren Bleihütte zur Ausbildung des größten geschlossenen Schwermetallrasens der Region auf einer Fläche von 3,5 ha geführt. Der gesamte kontaminierte Bereich ist ca. 11 ha groß und in weiten Teilen bereits durch Birken-Sukzessionswald charakterisiert (BAUMBACH et al. 2007).

Tab. 3: Altbergbaugebiete im ehemaligen Sangerhäuser Kupferschieferrevier. Angegeben ist die Anzahl der kartierten Halden sowie deren prozentuale Verteilung auf die einzelnen Verbuschungsklassen (definiert wie in Tab. 1). Weitere Erläuterungen im Text.

Gebiet	N	% Halden / Verbuschungsklasse							
Verbuschungsklasse		0	1	2	3	4	5	6	7
E- und NE-Pölsfeld	92	4	1	1	1	0	0	12	80
E-Wettelrode	36	6	6	0	8	0	0	36	44
E-Morungen bis W-Wettelrode	16	0	0	0	6	13	13	50	19
SW-Morungen	50	0	0	0	4	2	6	46	42
E-Hainrode	142	2	1	1	5	10	19	26	35
Agnesdorf bis Breitungen	9	0	11	11	11	11	0	22	33
W-Breitungen	6	0	0	0	17	0	17	33	33
Uftrungen	18	0	0	0	0	6	0	33	61
E-Rottleberode	36	3	3	3	0	0	8	47	36
Seegen-Gottes-Stollen	3	0	0	0	0	0	0	0	100
gesamtes SGH-Revier	408	2	2	1	4	5	9	29	48

5 Zur Situation der Schwermetallstandorte im ehemaligen Sangerhäuser Kupferschieferrevier

Im Sangerhäuser Kupferschieferrevier konzentrierte sich der Altbergbau auf den unmittelbaren Südharzrand im Bereich des ausgehenden Kupferschieferflözes. Eine Zählung in diesem Bereich von Pölsfeld über Wettelrode, Morungen bis Hainrode ergab die Anzahl von 3441 noch bestehenden Pingen und Schächten (SOMMER 1996). Allein östlich und nordöstlich von Pölsfeld wurden in fünf Altbergbau-Revieren 979 alte Pingen kartiert (SOMMER 1996). Die meisten der Halden und Pingen des Sangerhäuser Altbergbaus liegen jedoch in oder am Rand von Buchenwaldgebieten und sind zum größten Teil entweder selbst mit Gehölzen bestockt oder werden durch angrenzende Gehölze beschattet, sodass hier weder Schwermetall- noch Xerothermrassen ausgebildet sind. Im Offenland des Sangerhäuser Reviers wurden insgesamt 408 Klein- und Kleinsthalden kartiert, die sich auf die Altbergbau-Reviere östlich Pölsfeld, zwischen Obersdorf und Wettelrode, zwischen Wettelrode und Morungen, südwestlich Morungen, östlich Hainrode, zwischen Agnesdorf und Breitungen, westlich Breitungen, östlich Uftrungen sowie östlich Rottleberode konzentrieren (Tab. 3). Im Gegensatz zum Mansfelder Revier sind die im Offenland liegenden Halden des Sangerhäuser Reviers gene-

rell durch eine weit fortgeschrittene Sukzession gekennzeichnet, die größtenteils auf die höheren Niederschläge im Südharzbereich, aber auch auf ein - aufgrund der Nähe größerer Waldbestände - erhöhtes Diasporenangebot an Baumarten zurückzuführen sein dürfte. Von JANOWITZ (1996) wird der im Verhältnis zum Bodenskelett hohe Feinbodenanteil und eine damit möglicherweise geringere Schwermetalleinwirkung auf die Vegetation erwähnt. Obwohl die Ursachen noch nicht hinreichend geklärt sind, muss festgestellt werden, dass nahezu die Hälfte der Halden im Revier komplett verbuscht ist und bei insgesamt 77 % der Halden der Verbuschungsgrad über 80 % liegt. Noch am besten erhalten sind die Standorte östlich von Hainrode, die im FFH-Gebiet 101 liegen. Zwar sind die im nördlichen Bereich am Waldrand gelegenen Halden ebenfalls zum größten Teil verbuscht, die südlichen hingegen haben noch größere vegetationsfreie Bereiche sowie einen deutlich geringeren Verbuschungsgrad, was möglicherweise auf die Beweidung mit Rindern in diesem Bereich zurückzuführen ist (A. HOCH, pers. Mitt.). Allerdings sind in diesem Gebiet die Schwermetallrasen aufgrund des Fehlens von *Minuartia verna* und *Armeria maritima* nur minimal ausgeprägt. Im Altbergbaugebiet westlich von Obersdorf befinden sich die am besten ausgebildeten Bestände an Schwermetallvegetation des Sangerhäuser Reviers auf dem Gelände der Behinderteneinrich-



Abb. 6: Mit Vorwald bestockte Kleinhalde südwestlich von Morungen mit Resten von Schwermetallvegetation in Minimalausprägung.
Foto: H. Baumbach.

tung Villa Kunterbunt (Obersdorf, In den Halden) sowie daran südlich anschließend. Hier ist neben den drei Charakterarten auch eine Vielzahl weiterer steter Begleiter vertreten. Mindestens zwei weitere Standorte von *Minuartia verna* in gutem Erhaltungszustand befinden sich auf Kleinhalden im Bereich des Ausgehenden zwischen Obersdorf und Wettelrode.

Landschaftsbildprägende Tafelberghalden, wie sie für die Mansfelder Mulde typisch sind, fehlen im Sangerhäuser Revier. Die Brühlthalhalde des Müntzer-Schachtes im Stadtgebiet von Sangerhausen wird derzeit komplett abgebaut. Zum Teil abgebaut und für die Erfordernisse des Museumsbereiches umgestaltet wurde die Halde des Röhrichtschachtes (Wettelrode), auf der keine Schwermetallrasen mehr ausgebildet sind. Größere Halden gibt es noch bei Pölsfeld (Barbaraschacht, 1922-1926) sowie zwischen Wettelrode und Morungen (Johann-, Alexander-, Carolusschacht). Die Halde des Johannschachtes (1853-1874), die in weiten Bereichen durch einen lichten Birken-Pionierwald charakterisiert ist, stellt das westlichste Vorkommen von *Minuartia verna* im Sangerhäuser Revier dar.

Auf den Kegelhalden bei Sangerhausen, Allstedt und Nienstedt (bis 1990), denen ebene Bereiche fehlen, sind bis auf kleinflächige Vorkommen von *Silene vulgaris* keine Schwermetallrasen ausgebildet. Die beiden anderen Charakterarten fehlen dort ebenso wie die meisten der stetigen Beglei-

ter.

Die Verhüttung des Kupferschiefers hatte im Sangerhäuser Revier nur eine untergeordnete Bedeutung, sodass nur wenige kleinflächige Schlackehalden entstanden sind, die komplett oder zumindest zum Teil rückgebaut oder überdeckt wurden. Reste von Schlackehalden kleiner und mittlerer Größe, die als Standorte von Schwermetallvegetation jedoch zu vernachlässigen sind, finden sich heute noch in Großleinungen, Obersdorf, Wickerode und Sangerhausen.

Primäre und tertiäre Schwermetallstandorte gibt es nach derzeitigem Kenntnisstand im Sangerhäuser Revier nicht.

6 Gefährdung der Haldenlandschaft

Gefahren für die Kleinhaldenlandschaft gehen zum einen von der Landwirtschaft aus (Umpflügen der Haldenränder, Eintrag von Düngemitteln und Pestiziden), zum anderen, insbesondere in der Nähe von Ortschaften, von der illegalen Ablagerung von Müll und Gartenabfällen sowie Materialentnahmen. Ein großes und in den letzten Jahren stark zunehmendes Problem auf allen Großhalden und der Kleinhaldenlandschaft, vor allem im Hettstedter Raum, sind Motocross- und Quadfahrer, die in kürzester Zeit erhebliche Schäden an der spärlichen Vegetation anrichten und durch die tiefen Fahrspuren die Erosion nachhaltig fördern können. Die größte Bedrohung der nicht in den FFH-Gebieten oder in LSG liegenden Kleinhalden sowie aller noch verbliebenen Großhalden geht derzeit jedoch von den Abbauplänen zur Schotter- und Metallgewinnung aus.

7 Diskussion und Schlussfolgerungen

Prozessschutz oder Management?

Mit der vorliegenden aktuellen Erfassung der Haldenlandschaft im Mansfelder und Sangerhäuser Revier und ihrer Sukzession ist es erstmals möglich, die Gesamtsituation der Schwermetallrasen im Gebiet quantitativ und qualitativ abzuschätzen. Im Ergebnis dieser Bestandsaufnahme stellt sich die Frage, ob selbst bei einem Erhalt aller potentiellen Standorte deren Zahl mittel- und langfristig tatsächlich ausreichend ist, um ohne Managementmaßnahmen einen Erhalt des Lebensraumtyps zu gewährleisten.

Im Sangerhäuser Revier ist die Sukzession auf

den Kleinhalden soweit fortgeschritten, dass ohne Management mittelfristig mit dem völligen Verschwinden der Schwermetallrasen zu rechnen ist. Die wenigen noch vorhandenen Standorte könnten allerdings durch wenige punktuelle Maßnahmen mit geringem Aufwand (gelegentliche Entbuschungen, Mahd) bzw. durch die Beibehaltung der bisherigen Nutzung (Halden östlich Hainrode, Objekt Villa Kunterbunt bei Obersdorf) erhalten werden.

Im Mansfelder Revier sollten nach Auffassung des Autors auf den Halden trotz der zum Teil weit fortgeschrittenen Verbuschung die natürlichen Sukzessionsprozesse Vorrang vor steuernden Maßnahmen haben. Entbuschungen, wie sie für die Kleinhaldenlandschaft mit dem Ziel der Wiederherstellung früherer Sukzessionsstadien gefordert wurden (ORTLIEB 1994), sind bei fast 1000 Objekten eine praktisch kaum zu bewältigende Aufgabe. Zudem wird durch Entbuschungen die Bedeutung der Halden als Lebensraum für zahlreiche Vogel- und Kleinsäugerarten in der sonst ausgeräumten Agrarlandschaft stark beeinträchtigt. Berücksichtigt werden muss auch, dass mit der Schaffung offener Rohbodenflächen durch Pflegemaßnahmen eine erhöhte Gefahr der Freisetzung von Metallen über den Wasserpfad besteht und somit die umgebenden Ackerflächen sowie das Grundwasser verstärkt kontaminiert werden könnten. Eine Beweidung von Halden mit beginnender Ruderalisierung wäre aus naturschutzfachlicher Sicht zwar erfolgversprechend, ist aber aus ökotoxikologischen Gründen abzulehnen und wäre aufgrund der Insellage der Halden auch nicht praktikierbar. Die Altbergbaulandschaft der drei FFH-Gebiete kann bei dem derzeitigen Verbuschungs- und Ruderalisierungszustand allein nicht langfristig den Bestand des Lebensraumtyps in der Region sichern. Wenn allerdings auch die außerhalb der FFH-Gebiete liegenden Halden als realisierte oder potentielle Schwermetallstandorte erhalten bleiben, sollte die Fläche ausreichen um den Lebensraumtyp zu erhalten und trotzdem natürliche Sukzession zuzulassen.

Besondere Bedeutung kommt hierbei den bereits angesprochenen Kleinhalden im südlichen Burgörner Revier, den Halden der 1. Schachtreihe im Welfesholzer Revier, den Halden des Otto- und Eduardschachtes sowie der Nord- und der Südwesthalde des Martinsschachtes zu, die trotz der

Abbaubegehrlichkeiten als Standorte für Schwermetallvegetation erhalten werden sollten. Allein die Haldengrundfläche des Ottoschachtes ist mit 17 ha fast genauso groß wie die aller 104 Kleinhalden des benachbarten FFH-Gebietes 109 zusammen (19 ha).

Im Anschluss an die Schottergewinnung, die an derzeit sieben Großhalden erfolgt, sollten die im Falle eines unvollständigen Abbaus verbleibenden Haldenreste so gestaltet werden, dass zumindest ein Teil der Aufstandsflächen als Sukzessionsstandorte für die Schwermetallflora erhalten bleibt.

Der einzige tertiäre Standort der Region bei Hettstedt-Burgörner sollte der Sukzession überlassen werden, auch wenn damit bereits in den nächsten 10 bis 15 Jahren ein gravierender Rückgang der Schwermetallvegetation zu erwarten ist (BAUMBACH et al. 2007).

Anders sieht es bei den drei primären Standorten aus, die aufgrund ihrer geringen Fläche hochgradig durch Sukzession und Eutrophierung gefährdet sind. Deshalb sollten im Rahmen einer umfassenden naturschutzfachlichen Planung (s.u.) umgehend an die jeweilige Standortsituation angepasste Managementpläne erarbeitet und umgesetzt werden. Für den Standort westlich von Wimmelburg wird zudem die Ausweisung als geschützter Landschaftsbestandteil nach § 35 NatSchG LSA vorgeschlagen.

Notwendigkeit einer Schutzkonzeption für den mitteldeutschen Raum

Eine umfassende Fachplanung für den langfristigen Schutz der Schwermetallstandorte, wie sie vorbildhaft bereits vor fast zehn Jahren für die Nordrhein-Westfälischen Schwermetallstandorte veröffentlicht wurde (PARDEY 1999), gibt es für Sachsen-Anhalt bisher nicht. Eine solche Planung sollte seitens der zuständigen Naturschutzverwaltung kurzfristig in Angriff genommen werden und nicht nur auf die Schwermetallvegetation beschränkt sein, sondern auch die Fauna der Schwermetallbiozönosen sowie Biotopverbundplanungen für die einzelnen Schwerpunktgebiete einschließen. Um einen langfristigen Schutz zu gewährleisten, muss eine Schutzkonzeption die Geomorphologie der Bergbaufolgelandschaft besonders berücksichtigen. Da es größere zusammenhängende Gebiete, wie sie in NRW zum Beispiel durch Tagebaubetrieb entstanden sind,

nicht gibt, sind die meisten Objekte für sich allein deutlich zu klein, um auf Dauer überlebensfähige Populationen zu beherbergen. Nur wenn das gesamte noch bestehende Haldennetz des Altbergbaus dauerhaft gesichert wird, können sich überlebensfähige Metapopulationen erhalten. Das bedeutet auch, dass bei Einrichtung von Schutzgebieten und naturschutzfachlichen Planungen immer die meist agrarisch genutzten Zwischenbereiche einbezogen werden müssen. Die für eine solide Schutzkonzeption notwendigen naturschutzbiologischen Parameter sind allerdings für die meisten Arten bisher nur unzureichend bzw. überhaupt nicht bekannt. Dies betrifft vor allem die Mindestarealgröße, die Mindestgröße von überlebensfähigen Populationen und den maximalen Abstand der Populationen, um noch genetischen Austausch zwischen ihnen zu ermöglichen. Hierzu sind zukünftig neben populationsgenetischen vor allem ausbreitungsbiologische Untersuchungen gefordert, die auch die Frage klären müssen, inwieweit lokale Biotopverbundplanungen notwendig und Erfolg versprechend sind. So könnte es beispielsweise notwendig sein, durch Entbuschung und Wiederherstellung von Rohbodenstandorten auf einzelnen Halden zwischen isoliert liegenden Vorkommen von Schwermetallrasen wieder einen genetischen Austausch zu ermöglichen und somit Inzuchtdepression und genetischer Drift (insbesondere in Populationen der ausbreitungslimitierten *Minuartia verna*) vorzubeugen.

Im Rahmen der vorgeschlagenen Schutzkonzeption sollten die FFH-Gebiete 107, 109, 105A und 201 mittelfristig als Natur- oder Landschaftsschutzgebiete ausgewiesen werden. Besonders dringlich erscheint dies für den Schwermetallrasen bei Hornburg, der trotz eingeleiteter Pflegemaßnahmen (BAUMBACH & VOLKMANN 2002) einen stark gefährdeten, primären Schwermetallstandort darstellt.

Denkmalschützerische und montanhistorische Aspekte

Zwar ist der derzeit betriebene Abbau der Bergehalden der 1.-3. Schachtreihe sowie der Schlackehalden an den ehemaligen Rohhüttenstandorten hinsichtlich der Gefährdung der Schwermetallvegetation als unproblematisch einzuschätzen. Allerdings hat die Bergbaufolgelandschaft neben ihrem Wert als Lebensraum auch eine kultur- und

technikhistorische Bedeutung und prägt im östlichen Harzvorland wie in keiner anderen Region Mitteleuropas das Landschaftsbild. Auch wenn nicht wenige der Halden in den letzten Jahrzehnten und Jahrhunderten abgetragen worden sind, lässt sich an der noch bestehenden Haldenlandschaft der Mansfelder Mulde die technologische Entwicklung des Bergbaus über einen Zeitraum von fast 800 Jahren verfolgen (EINBECK 1932, WAGENBRETH 1973, PHILIPP 2000). Hier liegt – wie auch in anderen strukturschwachen postmontanen Regionen – eine Chance für den sanften Tourismus. Neben Bergbaulehrpfaden und dem Projekt „Kupferspuren“ (www.kupferspuren.eu) gibt es auf dem Gelände des Fortschrittschachtes (Volkstedt) seit Juni 2006 einen „Haldengarten“ in dem die Haldenflora der interessierten Öffentlichkeit näher gebracht wird. Mehrere Aussichtsplattformen machen inzwischen auch den Lebensraum Halde erlebbar. Die bisher nur an wenigen Terminen im Jahr angebotenen öffentlichen Besteigungen der Halden des Thälmann-, des Zirkel- und jüngst auch des Brosowskischachtes mobilisierten hunderte Interessierte aus der Region aber auch dem weiteren Umland. Diese positiven Ansätze sind noch deutlich ausbaufähig (vgl. auch SLOTTA 2003).

Sensibilisierung der Bevölkerung

Ein dauerhafter wirksamer Schutz der Schwermetallstandorte ist nach Auffassung des Autors nur möglich, wenn die Bevölkerung im Umfeld sensibilisiert und in Schutzkonzepte integriert wird. Im Gegensatz zu anderen Regionen (vgl. HAESE 1999) ist die Haldenlandschaft im Mansfelder Land nicht nur akzeptiert, sondern wird von der Mehrheit der Bevölkerung auch als Denkmal für die Arbeit der Berg- und Hüttenleute angesehen. Deren Traditionsvereine stellen (noch) eine starke Lobby für den Erhalt der Haldenlandschaft dar, die aktiv in die Schutzbemühungen einbezogen werden sollte.

Im ehemaligen Sangerhäuser und Mansfelder Kupferschieferrevier sollte nicht wie in anderen Regionen Europas (vgl. BARNATT & PENNY 2004, VAN DER ENT 2007) der Fehler gemacht werden, die einmalige Bergbaufolgelandschaft leichtfertig wirtschaftlichen Interessen zu opfern. Was einmal zerstört ist, ist unwiederbringlich verloren!

Zusammenfassung

Der Beitrag gibt einen Überblick über die aktuelle Situation der Schwermetallvegetation und ihrer primären, sekundären und tertiären Standorte im ehemaligen Mansfelder und Sangerhäuser Kupferschieferrevier. Im Mansfelder Revier wurden 996, im Sangerhäuser Revier 408 Klein- und Kleinsthalden durch eine Auswertung der aktuellen CIR-Luftbilder erfasst und der Verbuschungsgrad eingeschätzt. Von den Halden des Mansfelder Reviers sind 26 % nicht oder gering verbuscht (<10 %), 28 % sind sehr stark verbuscht (>80 %). Insgesamt liegen 461 Halden in einem der drei FFH-Gebiete, in denen der LRT 6130 primärer Schutzgegenstand ist. Auf 286 dieser Halden konnte der LRT im Rahmen der FFH-Kartierung mit einer Gesamtfläche von 21,8 ha nachgewiesen werden. Im Sangerhäuser Revier sind 77 % der Halden stark und nur 4 % leicht oder nicht verbuscht. Trotz der zum Teil weit fortgeschrittenen Verbuschung auf den Kleinhalden sollte die natürliche Sukzession Vorrang vor Pflegemaßnahmen haben. Hierzu ist es allerdings notwendig, dass die Kleinhaldenlandschaft auch außerhalb der FFH-Gebiete erhalten bleibt und ebenso die noch verbliebenen Tafelberghalden in die Schutzmaßnahmen einbezogen werden, damit auch mittel- und langfristig genügend große Flächen als potentielle Standorte für die Schwermetallvegetation zur Verfügung stehen. Die größte Bedrohung der nicht in den FFH-Gebieten oder im LSG liegenden Kleinhalden sowie aller noch verbliebenen Großhalden geht derzeit von den Abbauplänen zur Schotter- und Metallgewinnung aus. Ziel des Beitrages ist es, eine Schutzkonzeption für die Schwermetallrasenstandorte anzuregen sowie eine erste Datengrundlage dafür zu liefern.

Dank

Für die Bereitstellung von Daten und konstruktive Hinweise danke ich Herrn ARMIN HOCH (Biosphärenreservat Südharz i. G.), Dr. DIETER FRANK (Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt), Dr. HORST VOLKMANN (Lutherstadt Eisleben) und Dr. FRANZ W. WEGE (Mansfeld). An der Dateneingabe der Luftbilddauswertung war NATALIA CONOPLIOVA (Brandenburg/Havel) maßgeblich beteiligt.

Literatur

- BARNATT, J. & R. PENNY (2004): The Lead Legacy. The Prospects for the Peak District's Lead Mining Heritage. Hrsg.: Peak District National Park Authority, English Heritage and English Nature, 111 S.
- BAUMBACH, H. (2005): Genetische Differenzierung mitteleuropäischer Schwermetallsippen von *Silene vulgaris*, *Minuartia verna* und *Armeria maritima* unter Berücksichtigung biogeographischer, montan-historischer und physiologischer Aspekte. – Dissertationes Botanicae, Band 398, Cramer, Stuttgart.
- (2000): Beitrag zur Flora und Vegetation von Bergbau-, Hütten- und Stollenhalden im Mansfelder und Sangerhäuser Revier. – Schriftenreihe des Mansfeld-Museums (NF) 5: 105-118.
- BAUMBACH, H. & SCHUBERT, R. (2008): Neue taxonomische Erkenntnisse zu den Charakterarten der Schwermetallvegetation und mögliche Konsequenzen für den Schutz von Schwermetallstandorten. Feddes Repertorium 119: 543-555.
- & VOLKMANN, H. (2006): Zur Situation von *Armeria maritima* ssp. *hornburgensis* – aktuelle Daten zu Populationsgröße, Demographie und Taxonomie. – Mitt. florist. Kart. Sachsen-Anhalt 11: 41-50.
- & VOLKMANN, H. (2002): Dynamik, genetische Struktur und Schutz kleiner Populationen – das Beispiel von *Armeria maritima* ssp. *hornburgensis*. – Mitt. florist. Kart. Sachsen-Anhalt 7: 3-24.
- BAUMBACH, H., VOLKMANN, H. & C. WOLKERSDORFER (2007): Schwermetallrasen auf Hüttenstäuben am Weinberg bei Hettstedt-Burgörner (Mansfelder Land) – Ergebnis jahrhundertelanger Kontamination und Herausforderung für den Naturschutz. – Hercynia N. F. 40 (1): 87-109.
- BECKER, T., Brändel, M. & Dierschke, H. (2007): Trockenrasen auf schwermetall- und nicht schwermetallhaltigen Böden der Bottendorfer Hügel in Thüringen. – Tuexenia 27: 255-286.
- DIERSCHKE, H. & T. BECKER (2008): Die Schwermetall-Vegetation des Harzes – Gliederung, ökologische Bedingungen und syntaxonomische Einordnung. Tuexenia 28: 185-227.
- EINBECK, E. (1932): Die Gestaltung der Bergbaulandschaft im Gebiet des Mansfelder Kupferschieferbergbaus. Petermanns geografische Mitteilungen, Ergänzungsheft Nr. 214.
- ERNST, W. (1966): Ökologisch-soziologische Untersuchungen an Schwermetallpflanzengesellschaften Südfrankreichs und des östlichen Harzvorlandes. Flora, Abt. B, Bd. 156: 301-318.
- (1974): Schwermetallvegetation der Erde. Gustav Fischer, Stuttgart.
- ERNST, W., KNOLLE, F., KRATZ, S. & E. SCHNUG (2004): Aspects of ecotoxicology of heavy metals in the Harz region – a guided excursion. – Landbauforschung Völkenrode 54: 530-571.
- HAESE, U. (1999): Der Schutz der Stolberger Schwermetallvegetation im Lichte des öffentlichen Bewußtseins. Naturschutzrahmenkonzeption Galmeifluren NRW, LÖBF Schriftenreihe 16, 129-137.

- HEBESTEDT, E. (2007): Zum Kupferschieferbergbau um Welfesholz. In: Beiträge zur Regional- und Landeskultur Sachsen-Anhalts 44: 58-72.
- HILDEBRANDT, U., HOEF-EMDEN, K., BACKHAUSEN, S., BOTHE, H., BOZEK, M., SIUTA, A. & E. KUTA (2006): The rare, endemic zinc violets of Central Europe originate from *Viola lutea* Huds. Pl. Syst. Evol. 257: 205-222.
- HUNECK, S. (2006): Die Flechten der Kupferschieferhalden um Eisleben, Mansfeld und Sangerhausen. – Mitt. flor. Kart. Sachsen-Anhalt, Sonderheft 4.
- JANKOWSKI, G. (1995): Zur Geschichte des Mansfelder Kupferschieferbergbaus. GDMB, Clausthal-Zellerfeld, 366 S.
- JANOWITZ, H. (1996): Vegetationskundliche und geomorphologische Untersuchungen an schwermetallhaltigen Halden des Sangerhäuser Reviers und der Mansfelder Mulde. Naturschutz im Land Sachsen-Anhalt 33 (2): 15-23.
- JÄGER, U. & STOLLE, J. (2002): 6130 Schwermetallrasen (*Violetalia calamitariae*). In: Die Lebensraumtypen nach Anhang I der Fauna-Flora-Habitatrichtlinie im Land Sachsen-Anhalt. Naturschutz im Land Sachsen-Anhalt, Sonderheft: 86-90.
- KNOLLE, F. (1989): Harzbürtige Schwermetallkontaminationen in den Flußgebieten von Oker, Innerste, Leine und Aller. Beiträge zur Naturkunde Niedersachsens 42: 53-60.
- LAU LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ SACHSEN-ANHALT (2004): Kartieranleitung zur Kartierung und Bewertung der Offenlandlebensraumtypen nach Anhang I der FFH-Richtlinie im Land Sachsen-Anhalt. Stand 30.6.2004.
- ORTEL, T. (2003): Untersuchung und Bewertung geogener und anthropogener Bodenschwermetallanreicherungen als Basis einer geoökologischen Umweltanalyse im Raum Eisleben-Hettstedt. Diss. Univ. Halle-Wittenberg.
- ORTLIEB, R. (1994): Über die Schutzwürdigkeit der Mansfelder Bergbauhaldenlandschaft. – Naturschutz im Land Sachsen-Anhalt 31 (2): 3-10.
- PARDEY, A. (Hrsg.) (1999): Naturschutzrahmenkonzeption Galmeifluren NRW. – LÖBF-Schriftenreihe Band 16.
- (2002): Naturschutz auf Schwermetallstandorten. Überblick über die aktuelle Situation in Deutschland, Belgien und den Niederlanden. – Naturschutz und Landschaftsplanung 34 (5): 145-151.
- PHILIPP, R. (2000): Denkmalpflegerische Aspekte der Haldenlandschaft des Kupferschieferbergbaus in Sachsen-Anhalt. – Schriftenreihe des Mansfeld-Museums (NF) 5: 18-24.
- SCHUBERT, R. (1953): Die Schwermetallpflanzengesellschaften des östlichen Harzvorlandes. – Wiss. Z. Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg, Math.-Naturwiss. Reihe 3 (1): 51-70.
- (1954): Zur Systematik und Pflanzengeographie der Charakterpflanzen der Mitteldeutschen Schwermetallpflanzengesellschaften. – Wiss. Z. Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg, Math.-Naturwiss. Reihe 3 (4): 863-882.
- (2001): Prodrömus der Pflanzengesellschaften Sachsen-Anhalts. Mitteilungen zur floristischen Kartierung Sachsen-Anhalts, Sonderheft 2.
- SCHULZ, A. (1912): Über die auf schwermetallhaltigem Boden wachsenden Phanerogamen Deutschlands. Jahresber. Westfäl. Prov.-Verein Wiss. 40: 210-227, Münster.
- SLOTTA, R. (2003): Die Mansfelder Kupfer-Straße – Chance oder Utopie? – Der Anschnitt 55 (3-5): 224-235.
- SOMMER, F. (1996): Erfassung des historischen Bergbaugesbietes am Ausgehenden des Kupferschieferflözes im Raum Pölsfeld. In: LANDESHEIMATBUND SACHSEN-ANHALT E.V. (Hrsg.): Studien zum Altbergbau in der Sangerhäuser Mulde. Halle/S.: 32-40.
- VOLKMANN, H. (2001): Pflanzen und Pflanzengesellschaften des Schieferhaldenareals zwischen Welfesholz, Gerbstedt und Zabenstedt. Unver. Manuskript, Lutherstadt Eisleben, 44 S.
- (2005): Die Pflanzen und Pflanzengesellschaften des Haldenareals am Nordhang des Mühlberges bei Wolferode, Mansfelder Land. Unver. Manuskript, Lutherstadt Eisleben, 79 S.
- VAN DER ENT, A. (2007): Kansen voor herstel van zinkflora in het boven-Geuldal. – De Levende Natuur 108 (1): 14-19.
- WAGENBRETH, O. (1973): Zur landeskulturellen Erhaltung von Bergbauhalden. – Geographische Berichte 68 (3): 196-205.
- WEGE, F. W. (2000): Das Haldenkonzept der Landkreise Mansfelder Land und Sangerhausen. – Schriftenreihe des Mansfeld-Museums (NF) 5: 2-13.
- WÖHLBIER, F. (1937): Zur Begrünung der Ottoschächterhalde. Mein Mansfelder Land 12 (17): 134-136.
- BNatSchG: Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege, BGBI I 2002, 1193, zuletzt geändert durch Art. 40 G v. 21. 6. 2005 I 1818.
- FFH-Richtlinie: Richtlinie 92/43/EWG des Rates zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen vom 21. Mai 1992.
- NatSchG LSA: Naturschutzgesetz des Landes Sachsen-Anhalt vom 23. Juli 2004 (GVBl. LSA S. 454), geändert durch Gesetz vom 14.1.2005 (GVBl. LSA S. 14).
- Rechtsverordnung über das Landschaftsschutzgebiet „Kleinhaldenareal im nördlichen Mansfelder Land“ Landkreis Mansfelder Land vom 28.2.2001, Amtsblatt Mansfelder Land 03/01.

Adresse des Autors

DR. HENRYK BAUMBACH
 Institut für Spezielle Botanik,
 Herbarium Haussknecht und Botanischer Garten
 Friedrich-Schiller-Universität
 Philosophenweg 16 · 07743 Jena
 E-Mail: h.baumbach@uni-jena.de