

Die Vegetation der Abraumhalden des Steinkohlentiefbaues nördlich von Wettin (Saalkreis, Sachsen-Anhalt)

Anselm KRUMBIEGEL und Berit OTTO

4 Abbildungen und 3 Tabellen

ABSTRACT

KRUMBIEGEL, A.; OTTO, B.: The vegetation of coal mine spoils north of Wettin (Saalkreis, Sachsen-Anhalt). - *Hercynia N. F.* 32 (1999): 251–274.

65 of about 80 coal mine spoils north of Wettin were investigated and classified according to their vegetation in 1998. It was decided between woody vegetation and vegetation of open sites.

The woody vegetation was classified as following: stands of *Cerasus avium/C. mahaleb*, *Roso-Ulmetum*, *Fraxinus excelsior*- and *Quercus robur* stands, *Pruno-Sambucetum nigrae* and *Robinia pseudoacacia* stands. In several cases a certain classification into described syntaxa is not possible because of the dominance of one and/or the lack of characteristic species of certain communities. Because of a rather homogeneous age structure of the *Robinia* trees and their occurrence without or with even a few other woody tree species it can be concluded, that these stands were planted.

The vegetation of open sites can be classified into the following stand types: vegetation poor sites (steep slopes), cryptogame rich dry grassland communities, dominant stands of *Festuca rupicola*, *Arrhenatherum elatius*, *Elytrigia repens*, *Avenella flexuosa* and *Melica transsylvanica*.

153 species of vascular plants, 40 of them woody ones, as well as 16 moss, 1 liverwort and 16 lichen species were found on the coal mine spoiles investigated.

According to their ecologically preferred stands the following groups of vascular plants can be distinguished: woody species, weeds, ruderal, dry and semi dry grassland, and forest species.

The number of vascular species and the size of the coal mine spoils are positively correlated. *Robinia* stands contain less species despite their larger mean size. A correlation between species number and area does not exist in these cases.

Different old stages of vegetation succession are not obvious in principle on the spoil mines, excepting the *Robinia* stands. Moreover, there are no differences between the woody vegetation of the spoil mines and that of adjacent stands, which do not grow on spoil mines. Thus it is assumed, that the present vegetation represents the final succession stage under present human influence. It is difficult to calculate, how long this process took, because of only vague information about the end of the use of the tunnels and spoil mounds. However, 240 years is the maximum period.

The coal spoil mines are partly interesting concerning their floristic and vegetation inventory of cryptogams. Moreover they contribute to an enrichment of the countryside north of Wettin ecologically as well as seen from the aspect of landscape diversity and industry history.

Keywords: coal mine spoils, primary succession, woody vegetation, dry and semi dry grassland vegetation.

1 EINLEITUNG

Die Tatsache, daß im Raum Halle neben den großen Braunkohlenlagerstätten auch Steinkohle abgebaut wurde, ist kaum bekannt. Die Ursachen dafür sind sowohl die geringe Fördermenge, gemessen an der im

Halle-Bitterfeld-Leipziger Revier geförderten Braunkohle, als auch die ebenfalls geringe Lagerstättenkapazität im Vergleich zu den „klassischen“ Steinkohlenrevieren wie im Ruhr- und Saargebiet oder auch im Zwickauer Raum. Außerdem liegt der Steinkohlenabbau im Wettiner Revier bereits über einhundert Jahre zurück. Lediglich im benachbarten Löbejün-Plötzer Revier wurde bis 1960 Kohle gefördert.

Die Spuren der Kohleförderung im Wettiner Gebiet sind heute hauptsächlich in Form zahlreicher Abraumhalden und ehemaliger Stollen-Lichtlöcher erhalten. Im Unterschied zu vielen anderen Halden des mitteldeutschen Raumes (Kali- und Kupferschieferabraumhalden, Schlackehalden der Buntmetallverhüttung) sind fast alle Steinkohlenabraumhalden im Wettiner Gebiet vollständig mit Gehölzen bewachsen. Die Ursachen dafür sind vor allem ihre im Vergleich zu den o.g. anderen Halden nicht besiedlungsfeindlichen Substrate sowie ihre geringere Höhe und Hangneigung.

Während sich Untersuchungen über Möglichkeiten der Begrünung und die Rekultivierung von Abraum- und Bergehalden des Tiefbaues in Gebieten mit industrieller Förderung in den letzten Jahrzehnten teilweise zu einem eigenen Forschungs- und Wirtschaftszweig entwickelt haben (vgl. ELIAS 1982, HUTNIK 1982, PATRZALEK 1982, JOCHIMSEN 1986, 1996a, b, PÖSER et JOCHIMSEN 1989, ASH et al. 1994), spielten solche Fragen in der Vergangenheit, noch dazu in wenig ertragreichen Revieren und auf kleinen Halden kaum eine Rolle.

Bei der spontanen Vegetationsentwicklung von Tiefbauhalden handelt es sich um eines der vergleichsweise wenigen Beispiele von Primärsukzessionen, da hier eine Besiedlung von ursprünglich sterilem Substrat stattfindet. Kenntnisse über diese Besiedlungsprozesse spielen bei Fragen des Umweltschutzes zunehmend eine Rolle (vgl. JOCHIMSEN 1982, 1984, PETIT 1982, KRZAKLEWSKI 1982, FALKENBERG et SÄNGER 1994/95, HODGE et HARMER 1996), um daraus ableitend im Zusammenhang mit Rekultivierungszielen ggf. lenkend in die Sukzession einzugreifen (u.a. ASH et al. 1994) und diese möglicherweise zu beschleunigen. Abgesehen davon können Halden unerwartete und interessante Standorte für seltene Arten darstellen, die an die spezifischen Standortbedingungen gut angepaßt sind (vgl. SCHMITZ 1997) bzw. diese als Ersatzbiotope nutzen können. Auch die gleichzeitige Nutzung solcher Gebiete für Freizeit- und Erholungszwecke unter Beachtung der Naturschutzziele ist bei großflächigen Standorten verschiedentlich von Interesse (vgl. SCHULZ 1998).

Mit der vorliegenden Untersuchung soll das Ergebnis einer teilweise seit mehr als zweihundert Jahren spontan verlaufenden Sukzession auf Abraumhalden des Steinkohlentiefbaues bei Wettin dokumentiert werden. Darüber hinaus bieten Robinienpflanzungen auf verschiedenen Halden Vergleichsmöglichkeiten mit Standorten, auf denen nicht direkt in die Vegetationsentwicklung eingegriffen wurde. Interessante Vergleiche lassen sich anhand von Flächengröße und Artenzahlen außerdem mit den standörtlich teilweise ähnlichen Porphyrkuppen in der näheren Umgebung ziehen.

2 UNTERSUCHUNGSGEBIET

Das Untersuchungsgebiet liegt ca. 15 km nordwestlich von Halle zwischen Wettin und Döbel (Abb. 1). Naturräumlich gehört das Gebiet zum Östlichen Harzvorland und ist durch gemäßigt kontinentales Klima mit einem mittleren Jahresniederschlag von ca. 470 mm und einer durchschnittlichen Jahrestemperatur von ca. 9,0°C charakterisiert (Klimastation Halle, vgl. TREFFLICH 1997). Das Gelände steigt von Süden nach Norden und Osten von ca. 100 m ü.NN am Fuß des Schweizerlings, einem markanten Porphyrykegel (143 m ü. NN) in Wettin auf 150 m ü. NN bei Döbel an und ist insgesamt leicht wellig. Die ca. 80 Steinkohlen-Abraumhalden prägen zusätzlich zum natürlichen Relief die Landschaft. Sie treten als meist vollständig gehölzbestandene Kuppen innerhalb der Äcker deutlich hervor (Abb. 2). Ihre Grundfläche ist sehr unterschiedlich und schwankt bei den 65 untersuchten Halden zwischen ca. 200 m² und 5.200 m². Die überwiegende Zahl der Halden hat eine Grundfläche zwischen ca. 500 - 3.000 m². Die Höhe der Halden ist sehr unterschiedlich und beträgt teilweise nur einige Dezimeter über Geländeniveau bis maximal etwa 10 m. Insgesamt wirken die Halden in der Landschaft teilweise wesentlich höher, was auf den Baumbewuchs zurückzuführen ist. Die unterschiedliche Höhe der ein-

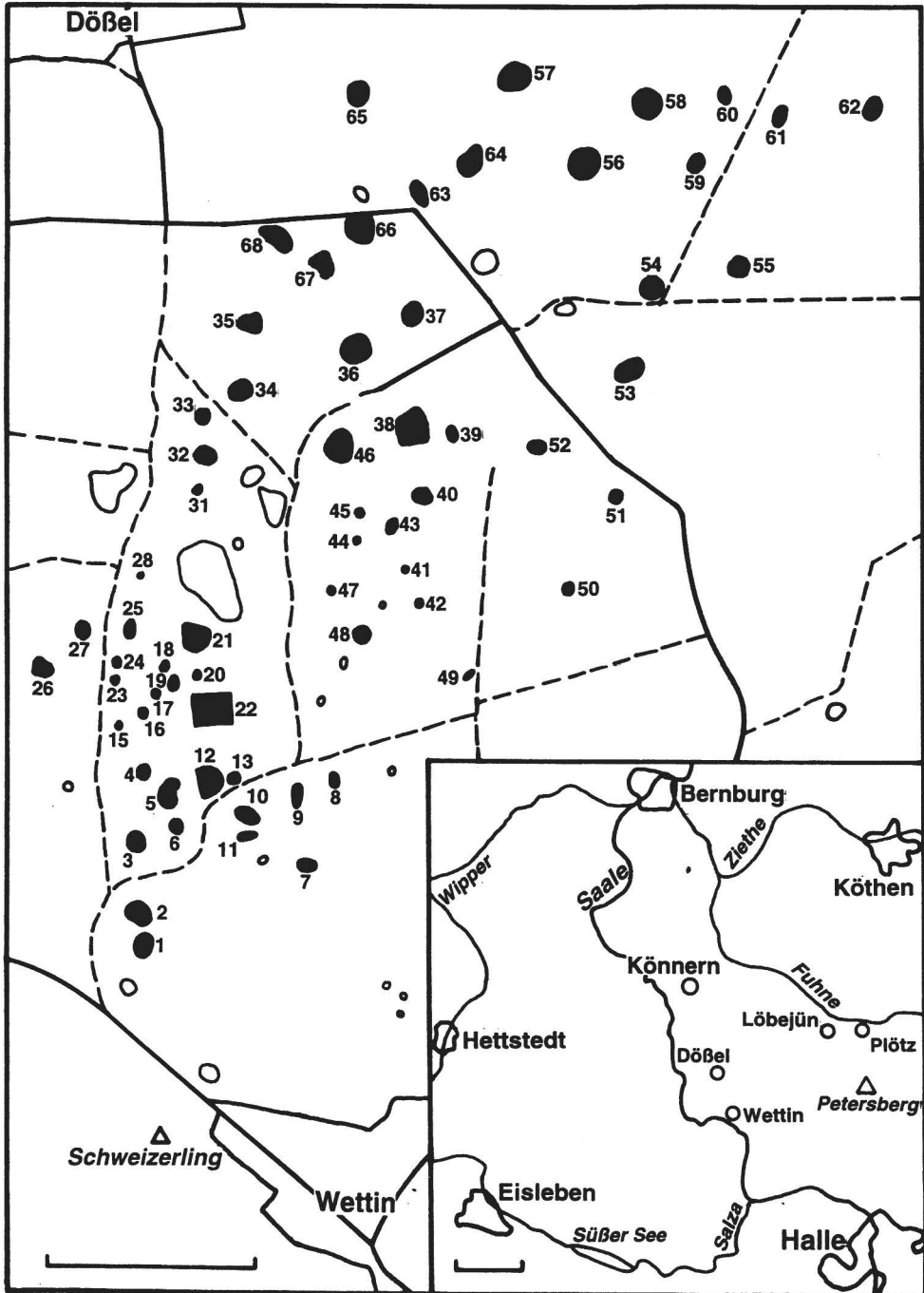


Abb. 1: Übersicht über die Lage des Untersuchungsgebietes. Die untersuchten Halden des Gebietes sind mit ihrer laufenden Nummer bezeichnet (Nr. 14, 29, 30 entfallen). Zur Orientierung im Gelände wurden auch die nicht untersuchten Halden (offene Flächen ohne Bezeichnung) berücksichtigt. (Maßstab links 0,5 km, rechts 5 km).



Abb. 2: Schlehen bilden oft einen geschlossenen Strauchmantel, was besonders gut während der Blüte im April zu erkennen ist. Im Unterschied zu den Beständen aus einheimischen Gehölzen belauben sich die Robinienbestände (im Hintergrund links) erst sehr spät.

zelen Halden steht z.T. in Zusammenhang mit deren Grundfläche, d.h. je höher sie sind, desto größer ist im Durchschnitt ihre Fläche.

Das Untersuchungsgebiet gehört geologisch zur Halle-Wittenberger Scholle. Nach Westen wird es durch die Hallesche Störung gegen die Mansfelder Mulde und den Rothenburg-Hettstedter Sattel abgegrenzt. Im Süden schließt sich der Hallesche Eruptivkomplex an und nach Osten die eigentliche Hallesche Mulde (KATZUNG et EHMKE 1993, GLA 1993). Das Untersuchungsgebiet liegt im Bereich der hier im Devon und Unterkarbon gelegenen Variszischen Geosynklinale, die im Karbon zum Variszischen Gebirge aufgefaltet wurde. Bei dem Abtragungsschutt (Molassen), der im Oberkarbon unter tropischen und im Rotliegenden unter wechselnden bis ariden Klimabedingungen entstand und sich in schnell einsinkenden intramontanen Becken und Trögen u.a. im Wettin-Löbejün-Plötzer Becken sammelte, handelt es sich um klastische Sedimente (Quarzite, Kieselschiefer, Sandsteine, metamorphe Gesteine und Milchquarze) (KRUMBIEGEL et SCHWAB 1974).

Bei den Halden handelt es sich um Material der Förder-, Erkundungs- und Hilfsschächte sowie um Lichtlöcher. In den meisten Schächten wurde nicht ununterbrochen gefördert, sondern sie wurden häufig mehrere Male stillgelegt und erneut aufgewältigt. 1695 wurde der erste im Untersuchungsgebiet befindliche Schacht in Betrieb genommen (Kuppe 32; Lerchenflug). Die Hauptförderzeit im Gebiet umfaßte das gesamte 18. Jahrhundert. Während dieser Zeit wurden auch die meisten Schächte abgeteuft. Als Ende der Förderung ist für zahlreiche Schächte das Jahr 1767 angegeben, was allerdings insofern nicht völlig gesichert ist, da in diesem Jahr eine Förderstatistik endet und daraus nicht hervorgeht, ob bereits zu diesem Zeitpunkt die Schächte tatsächlich stillgelegt wurden. Nur wenige Schächte wurden bis zur endgültigen Einstellung des Förderbetriebes im Jahr 1883 betrieben.

3 METHODEN

Insgesamt wurden 65 Abraumhalden des Steinkohlentiefbaues vegetationskundlich und floristisch erfaßt. Die Auswahl erfolgte vor allem danach, sowohl unterschiedlich große Halden als auch verschiedene Vegetationstypen zu berücksichtigen. Ein anderes entscheidendes Kriterium war das weitgehende Fehlen von anthropogenen Störungen der Standorte in Form von größeren Müllablagerungen (einschließlich Gartenabfälle), Zerschneidung durch Wege oder die unmittelbare Lage an Wegen. Fast alle Halden liegen vollständig inmitten von Ackerflächen.

Die Flächengröße der Halden wurde anhand von CIR-Luftbildern sowie durch Abschreiten im Gelände ermittelt.

Der pH-Wert (in KCl) des Substrates wurde entsprechend der Zonierung der Halden (Abb. 3) stichprobenhaft ermittelt. Hierfür wurden Proben der oberen Boden- bzw. Substratschicht (0–10 cm) entnommen.

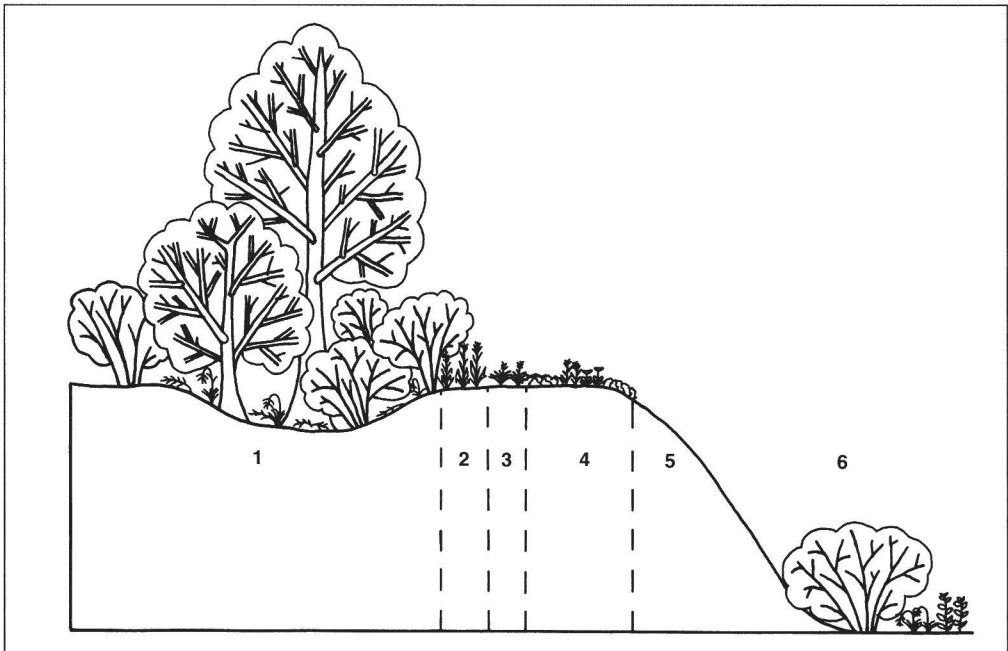


Abb. 3: Idealisierter Querschnitt durch eine Halde. Dargestellt ist die Vegetation der unterschiedlichen Standorte: 1. oberer Bereich mit zentraler Vertiefung (Bereich des ehemaligen Stollenloches), teilweise bis 10 cm mächtiger, humoser Bodenschicht und Gehölzvegetation aus Bäumen und Sträuchern mit krautigem Unterwuchs (es dominieren im Frühjahr u.a. *Veronica hederifolia* und im Frühsommer *Bromus sterilis*); 2. *Arrhenatherum elatius*-(Dominanz-)Bestand; 3. *Festuca rupicola*-(Dominanz-) Bestand; 4. Mischbestand aus Moosen, Flechten, *Agrostis capillaris* und *Hieracium pilosella* in wechselnder Dominanz auf sehr dünner Bodendecke; 5. weitgehend vegetationsfreier Hang mit Lockersubstrat; 6. Hangfuß an der Grenze zum Acker mit vorwiegend nitrophiler Strauch- und krautiger Vegetation (z.B. *Sambucus nigra*, *Bromus sterilis*, *Urtica dioica*).

Trotz der sehr unterschiedlichen Größe (215–5.200 m²) wurde für die Gehölzvegetation jeder Halde nur eine Vegetationsaufnahme nach BRAUN-BLANQUET (1964) angefertigt, da eine Trennung in unterschiedliche Gebüsch-Gesellschaften aufgrund der engen Verzahnung der Bestände bzw. des Auftretens von

lediglich einem oder wenigen Individuen einer Art (vor allem Bäume) nicht möglich ist. Die Vegetationsaufnahmen der Gehölzbestände umfassen die vom Kronentrauf der Bäume und Sträucher bedeckten Flächen. Auf mehreren Halden befinden sich unterschiedlich große Bereiche, die gehölzfrei und nur mit krautiger Vegetation bedeckt oder (fast) vegetationsfrei sind, vornehmlich an steileren Hängen sowie auf Plateaus. Die Vegetation solcher Standorte, die mehr oder weniger dem Charakter von Trocken- bzw. Halbtrockenrasen entspricht, wurde gesondert erfaßt.

Bei den Moosen und Flechten wurden im wesentlichen nur die Arten der gehölzfreien Standorte aufgenommen. Ein vollständiges Artenspektrum für alle Halden liegt daher für diese Artengruppen nicht vor. Lediglich auf den Flächen mit Halbtrocken- und Trockenrasenvegetation erschienen Studien zur Vergesellschaftung der Moose und Flechten sinnvoll. Die untersuchten Bereiche liegen alle innerhalb der Aufnahmeflächen der Gefäßpflanzenvegetation. Ihre Größe wurde in Abhängigkeit von Homogenität des Standortes und Artenzusammensetzung zwischen 400 cm² (20 x 20 cm) und 2.500 cm² (50 x 50 cm) gewählt.

Die Gehölzvegetation einschließlich des Unterwuchses wurde zwischen Anfang und Mitte April 1998 kartiert. Im Frühjahrsaspekt (vor dem Kronenschluß der Gehölze) ist einerseits die Krautschicht insgesamt am besten entwickelt, andererseits sind bereits Elemente des Sommeraspektes zu erkennen, so daß das Artenspektrum zu diesem Zeitpunkt vergleichsweise vollständig erfaßt werden kann. Die Dominanzverhältnisse der Gehölze lassen sich auch vor der Belaubung gut schätzen. Die Trocken- und Halbtrockenrasen auf gehölzfreien Standorten sind im Sommeraspekt am besten ausgeprägt und wurden im Juni/Juli 1998 aufgenommen.

Für die Ermittlung des Gesamtartenbestandes wurden neben den Vegetationsaufnahmen der Gehölz- und Offenstandorte auch Einzelbeobachtungen bei den mehrmaligen Begehungen während der gesamten Vegetationsperiode berücksichtigt.

Die soziologische Einordnung der Gefäßpflanzen stützt sich auf RAUSCHERT et al. (1990) und SCHUBERT et al. (1995), die der Moose auf DREHWALD et PREISING (1991). Bei den Flechten diente DREHWALD (1993) als Grundlage.

In der Vegetationstabelle der Gehölzgesellschaften wurden die krautigen Arten zu ökologischen Gruppen (z.B. Ackerunkräuter, Ruderalarten) zusammengefaßt (vgl. KOSMALE 1989). Entsprechend wurde auch bei der Vegetation der gehölzfreien Standorte (Tab. 2) verfahren, da eine Gruppierung nach Charakter- und Differentialarten im Sinne der klassischen Pflanzensoziologie hierbei nicht sinnvoll ist. Bei den Moosen und Flechten wurden in den Vegetationsaufnahmen lediglich terrestrische Arten berücksichtigt. Die vereinzelt nachgewiesenen saxicolen Arten werden nur im Text erwähnt.

Die Nomenklatur der Höheren Pflanzen entspricht ROTHMALER et al. (1996), bei den Flechten wurde WIRTH (1995) und bei den Moosen FRAHM et FREY (1992) zugrundegelegt.

4 ERGEBNISSE

4.1 Vegetation

Hinsichtlich der Gehölzvegetation kann zwischen strukturalmen Robinien- und strukturreicheren, aus weitgehend einheimischen Gehölzarten bestehenden Beständen unterschieden werden, wobei letztere eine recht deutliche Zonierung erkennen lassen, die im Zusammenhang mit Boden- und damit Nährstoff- und Wasserverhältnissen steht. Das Substrat der unterschiedlichen Standorte ist fast durchweg sauer bis schwach sauer. Dies betrifft vor allem die skelettreichen Lockersubstrathänge, die Plateaus sowie den teilweise mullartigen Auflagehorizont im Unterwuchs der Gehölze (pH-Wert 3,4-5,2). Am Haldenfuß, in direkter Nachbarschaft zu Ackerflächen liegt der pH-Wert (7,0) hingegen im neutralen Bereich, was im Zusammenhang mit dem Eintrag von Ackerboden steht.

Prinzipiell ist die Vegetation und ihre Verteilung auf den Halden trotz deren unterschiedlicher Größe und Form sehr ähnlich (Abb. 3). Die Lage inmitten von Äckern hat zu einer Nährstoffakkumulation im

Randbereich der Halden geführt, die eine entsprechende krautige Vegetation im Unterwuchs der Gehölze bedingt und sich auch in der Zusammensetzung der Gehölze widerspiegelt. Der Haldenfuß wird vielfach von einem mehr oder weniger geschlossenen Strauchmantel gebildet. Auf dem Abraummateriale hat sich eine weitgehend geschlossene Bodenschicht entwickelt, die bei lichtem Gehölzbewuchs mehr oder weniger vollständig von krautiger Vegetation bedeckt ist. Auf den bezogen auf das Geländeniveau höhergelegenen und gehölzfreien Teilen der Halde sind häufig gegenüber Nährstoffakkumulation weniger tolerante Trocken- und Halbtrockenrasen ausgebildet, wobei auf letzteren vor allem Frühjahrsephemere mit Moosen und Flechten vergesellschaftet vorkommen. Die geschilderte allgemeine Vegetationsstruktur trifft prinzipiell auch auf die Robinien-Gehölze zu, wobei dort die Strauchmäntel am Haldenfuß sowie die Strauchvegetation im Unterwuchs der Bäume insgesamt deutlich schütterer als in den aus einheimischen Gehölzarten bestehenden Beständen sind.

4.1.1 Gehölzvegetation

Als vorherrschende Gehölzbestände des Gebietes kommen Gesellschaften aus den Klassen der Nitrophilen sommergrünen Laubgebüsche (Urtico-Sambucetea) und der Kreuzdorn-Schlehen-Gebüsche (Rhamno-Prunetea spinosae) vor. Hauptarten der von Sträuchern dominierten Gehölze sind *Sambucus nigra*, *Prunus spinosa*, *Crataegus monogyna*, *Rosa canina* und *R. elliptica*. Die häufigsten Baum-Arten sind *Cerasus avium*, *C. mahaleb* und *Quercus robur*. Obwohl *Cerasus mahaleb* in Mitteldeutschland nicht einheimisch ist, werden ihre Bestände hier zusammen mit solchen aus einheimischen Arten genannt, da die Art im Unterschied zur Robinie auf spontane Ansiedlung zurückgeht und die Bestände sehr unterschiedliche Altersklassen aufweisen. Eine Trennung in Baum- und Strauchschicht ist aufgrund der Übergänge zwischen Strauch- und Baumwuchs bei zahlreichen Arten kaum möglich. Da die genannten Arten, vor allem die Sträucher, in fast allen Gebüschen vorkommen, wurde bei der soziologischen Zuordnung maßgeblich auf die Dominanzverhältnisse geachtet.

Steinweichsel-Vogelkirschen-Gehölze (Tab. 1, lfd. Nr. 1-16)

Auf verschiedenen Halden erreicht die Steinweichsel (*Cerasus mahaleb*) Deckungswerte von 4 und mehr, so daß in diesen Fällen eine Zuordnung zum Cerasietum mahaleb NEVOLE 1931 ex TH. MÜLLER 1986 corr. gerechtfertigt erscheint. Höchstet tritt *Cerasus avium* (sowohl die Wildform [ssp. *avium*] als auch die Kulturform [ssp. *juliana*]) auf und erreicht ebenfalls Deckungswerte bis 4. Obwohl das Spektrum der übrigen Gehölzarten weitgehend dem der anderen Bestände aus einheimischen Arten gleicht, bestehen Unterschiede hinsichtlich der durchschnittlich geringeren Deckungswerte von *Sambucus nigra* und *Prunus spinosa*. Auch in der Krautschicht lassen sich im Vergleich mit den übrigen Beständen keine Unterschiede erkennen. Aufgrund des Fehlens von Charakter- und Differentialarten erscheint die Einordnung der Bestände als Gesellschaft ohne Rang am zweckmäßigsten.

Feldulmen-Gehölze (Tab. 1, lfd. Nr. 17, 18)

Auf einer Halde (8) tritt *Ulmus campestris* mit Deckungswert 3 auf, außerdem ist *Berberis vulgaris* vertreten. Beide Arten kommen zusammen auch auf Halde Nr. 3 vor. Die Zuordnung zum Roso-Ulmetum campestris SCHUBERT et MAHN 1959 ist möglich. Der krautige Unterwuchs unterscheidet sich nicht von dem der übrigen Gebüsche.

Eschen-Gehölz (Tab. 1, lfd. Nr. 19)

Auf einer Halde dominiert *Fraxinus excelsior* in der Baumschicht. Die relativ homogene Bestandsstruktur läßt auf Anpflanzung der Eschen schließen. Die Strauchschicht ist relativ lückig und besteht aus den durchgängig verbreiteten Vertretern. An einer Stelle dominiert in der Krautschicht *Melica transsylvanica*. Darüber hinaus sind die nährstoffzeigenden Arten ebenfalls mit teilweise hohen Deckungswerten im Frühjahr vertreten.

Stieleichen-Gehölze (Tab. 1, lfd. Nr. 20-23)

Quercus robur dominiert auf einigen Halden in der Baumschicht mit Deckungswert 3, während *Cerasus mahaleb* und *C. avium* teils völlig fehlen oder deutlich geringer als in den vorangehend beschriebenen

Beständen auftreten. Im Unterwuchs einer Halde (1) kommen verschiedene Waldarten vor. Dies läßt sich möglicherweise auf die Nähe zum Wald am Schweizerling zurückführen.

Schlehen-Holunder-Gehölze (Tab. 1, lfd. Nr. 23-53)

Der größte Teil der Halden-Gehölze läßt sich dem *Pruno-Sambucetum nigrae* SCHUB. et KÖHL. 1964 nom. inv. zuordnen. Charakteristisch ist das Vorkommen der namensgebenden Arten sowie der auch in anderen Beständen steten Vertreter. Im Unterwuchs dominieren auch hier Nährstoffzeiger wie *Urtica dioica*, *Galium aparine*, *Alliaria petiolata* und *Bromus sterilis*. Arten der Rhamno-Prunetea wie *Ligustrum vulgare*, *Cornus sanguinea* oder *Berberis vulgaris* treten nur vereinzelt auf. Ob die Bestände durch Eutrophierung der Standorte aus dem Ligustro-Prunetum hervorgegangen sind (vgl. SCHUBERT et al. 1995) oder sich direkt von Beginn der Sukzession an entwickelt haben, läßt sich nicht mit Sicherheit sagen. Das spärliche Vorkommen von Arten der Rhamno-Prunetea spricht jedoch für letztere Annahme.

Robinien-Gehölze (Tab. 1, lfd. Nr. 54-65)

Die Robinien-Gehölze fallen von weitem bereits aufgrund ihres vergleichsweise homogenen Baumbestandes auf, der in den meisten Fällen ausschließlich aus *Robinia pseudoacacia* besteht. Auf einigen Halden sind *Quercus robur*, *Cerasus avium* oder *C. mahaleb* beigemischt. Die durchschnittliche Größe der Robinien-Bestände beträgt ca. 2.500 m² und liegt damit deutlich über dem Durchschnittswert aller Halden (ca. 1.600 m²). Die Flächengröße bedingt gleichzeitig eine relativ große Höhe der Halden, die ihrerseits Grund für die Trockenheit der Standorte ist. Abgesehen von *Robinia pseudoacacia* ist besonders *Cerasus mahaleb* gut an diese Standortbedingung angepaßt. Der Haldenfuß ist meist nur von einem lückigen Strauchmantel umgeben, der vor allem aus *Prunus spinosa*, *Sambucus nigra* und *Crataegus monogyna* besteht. Diese Arten bilden auch den Hauptanteil der insgesamt sehr lockeren Strauchschicht im Inneren der Robinienbestände. Die Krautschicht wird im Frühjahr von sehr wenigen Arten dominiert, ist aber zu diesem Zeitpunkt am dichtesten ausgebildet. Als blühende Art ist *Veronica hederifolia* bestandsbildend und wird im Laufe des Frühjahrs vor allem von *Bromus sterilis*, *Alliaria petiolata* und *Galium aparine* in ihrer Dominanz abgelöst. Weitere Nährstoffzeiger wie *Urtica dioica* und *Ballota nigra* treten zwar mit deutlich geringerer Deckung, jedoch relativ stetig auf. An ausdauernden Gräsern kommen vor allem *Arrhenatherum elatius*, *Poa nemoralis* und *Elytrigia repens* vor. Eine genaue pflanzensoziologische Zuordnung der Robiniengehölze wird aufgrund des allgemein umstrittenen Status solcher Bestände nicht vorgenommen. Aufgrund der optisch erkennbaren gleichmäßigen Altersstruktur ist davon auszugehen, daß die Robinien gepflanzt wurden, zumal sie sich auffällig auf einzelne Halden beschränken und auf anderen Halden auch nicht wenigstens vereinzelt vorkommen. Eine Ausnahme hiervon bildet lediglich eine Halde (2), auf der ein kleinflächiger Robinienbestand stockt. Die Gehölzvegetation des übrigen Teils der Halde ist jedoch ähnlich strukturiert wie die der nicht von Robinien bewachsenen Standorte.

4.1.2 Vegetation der Trocken- und Halbtrockenrasen

Vor allem im Norden des Untersuchungsgebietes befinden sich mehrere größere Halden, auf denen die Gehölzvegetation nicht flächendeckend ausgebildet ist. Hier kommen teilweise größere Halbtrocken- und Trockenrasenflächen vor. Vorwiegend handelt es sich um verhältnismäßig hohe Halden mit steilen Böschungen. Als Betriebsende dieser Halden wird zum großen Teil die Mitte des 18. Jahrhunderts angegeben.

Der pH-Wert an diesen Standorten schwankt zwischen 3,5 und 6,5. Sowohl bei den Gefäßpflanzen als auch bei den Moosen und Flechten handelt es sich bei vielen Arten um Säure- bis Schwachsäurezeiger.

Am Fuß gehölzfreier Böschungen sind meist Glatthafer- und/oder Brennesselsäume ausgebildet, in denen je nach angrenzender Vegetation auch Segetal- und weitere Ruderalarten vorkommen. Auf den Halden selbst lassen sich im wesentlichen vier unterschiedliche Nicht-Gehölzgesellschaften unterscheiden, die in Transekten in bestimmter Regelmäßigkeit angeordnet sind und die edaphischen Gegebenheiten widerspiegeln (Abb. 2): 1. Steile Böschungen mit Lockersubstrat sind entweder völlig vegetationsfrei

oder tragen einen nur äußerst spärlichen Bewuchs. 2. Auf den Oberkanten solcher Hänge kommen vielfach Bestände aus *Agrostis capillaris*, *Hieracium pilosella*, Frühjahrsephemeren sowie Flechten und Moose mit unterschiedlichen Dominanzverhältnissen vor. Meist gehen diese Bestände in 3. *Festuca rupicola*- und/oder 4. *Arrhenatherum elatius*-Bestände zu den Gebüschsäumen hin über.

Vegetationsarme steile Böschungen (Tab. 2, lfd. Nr. 1-7)

Als eine Ursache für das Vorhandensein teilweise völlig unbewachsener Böschungen kann das stellenweise wiederholte Graben nach Fossilien angesehen werden, wodurch der Wind- und Wassererosion an den Hängen zusätzlich Vorschub geleistet wird. Die häufigste Art auf solchen Flächen ist *Rumex acetosella*, der nach erfolgreicher Etablierung aus Samen aufgrund der Fähigkeit, Wurzelsprosse zu bilden, gegenüber sich ausschließlich generativ vermehrenden Arten im Vorteil ist. An den Standorten kann sich aufgrund des beweglichen Substrates und der fehlenden Bodenauflage außerdem kaum eine Diasporenbank entwickeln. Besonders vegetationsfeindlich wirkt das dunkle, sich stark aufheizende und rasch austrocknende Substrat. Gelegentlich wachsen auf kleineren Erdansammlungen akrokarpes Moos, wie *Bryum argenteum* und *Ceratodon purpureus*. Terrestrische Flechten wurden auf keiner der stark geneigten Böschungen nachgewiesen. An diesen Standorten können lediglich auf größeren Gesteinsbrocken Krustenflechten siedeln, wie *Lecanora muralis* oder die unscheinbaren *Lecidea fuscoatra* und *Lecanora polytrapa*.

Kryptogamenreiche Trockenrasen-Gesellschaften (Tab. 2, lfd. Nr. 8-22)

An die vegetationsarmen bzw. -freien Flächen schließen sich ab der Hangkante dicht mit Flechten und Moosen bewachsene Flächen an, auf denen als Höhere Pflanzen mit unterschiedlicher Deckung *Agrostis capillaris*, *Hieracium pilosella* und Frühjahrsephemere (vor allem *Erophila verna* und *Spergula morisonii*) dominieren. Die Deckung der Höheren Pflanzen beträgt durchschnittlich nur 25-40%. Die pflanzensoziologische Einordnung dieser Standorte ist problematisch. Es sind sowohl Elemente der Koelerio-Corynephoretea KLIKA ap. KLIKA et NOWAK 1941 (vor allem die zahlreichen Moos- und Flechtenarten) als auch der Sedo-Scleranthetea BR.-BL. 1955 vorhanden, während typische Charakterarten höherer Rangstufen fehlen und bei den Gefäßpflanzen unspezifische Vertreter wie *Hieracium pilosella* und *Agrostis capillaris* dominieren. Die Deckung der Flechten- und Moosschicht beträgt stellenweise bis 80%. Charakteristische Moose sind die akrokarpes Arten *Polytrichum piliferum* (Klassencharakterart der Ceratodonto-Polytrichetea piliferi MOHAN 1978 emend. DREHWALD 1993) und *Ceratodon purpureus*. Bei den Flechten dominieren auf den ebenen bis schwach geneigten Flächen *Cladonia furcata* ssp. *furcata* und *C. foliacea*. An einigen sehr trockenen, flachgründigen und kaum von Gefäßpflanzen bedeckten Standorten wird diese auf den Halden oft anzutreffende Vergesellschaftung durch verschiedene weitere *Cladonia*-Arten ergänzt. Daher ist in Abhängigkeit von Diasporendiversität und Standortbedingungen kleinflächig ein z.T. stark differenziertes Besiedlungsmuster ausgebildet. In lückigen Bereichen der Gefäßpflanzenvegetation kommt gelegentlich das zum Cladonion sylvaticae KLEMENT 1950 gehörende Cladonietum alcornis KLEMENT 1953 vor (Tab. 3, lfd. Nr. 1-5).

***Festuca rupicola*- (Tab. 2, lfd. Nr. 23-35) und *Arrhenatherum elatius*-Dominanzbestände** (Tab. 2, lfd. Nr. 36-50) **der Plateaus**

Auf etwas tiefergründigen Standorten geht die flechten- und moosreiche Vegetation in Gras-Dominanzbestände über und zwar von *Festuca rupicola*- zu *Arrhenatherum elatius*-Beständen. Die Deckung der Gefäßpflanzen ist hier deutlich höher als in der vorangehenden Gesellschaft, der Anteil der Flechten und Moose nimmt hingegen vor allem in den von *Arrhenatherum elatius* bestimmten Flächen ab. In den *Festuca rupicola*-Beständen ähneln die Moos- und Flechtengemeinschaften denen der kryptogamenreichen Trockenrasenbestände. Vor allem in den Übergängen dieser von Gräsern beherrschten Standorte tritt verstärkt *Brachythecium albicans*, z.T. mit *Tortula ruralis* vergesellschaftet, auf. Hier zeigen sich Übergänge zu dem ebenfalls zum Ceratodonto-Polytrichetea piliferi gehörenden Brachythecietum albicans GAMS ex NEUMAYR 1971 (z.T. in der Subassoziation Tortuletosum ruralis) (Tab. 3, lfd. Nr. 6-10) (vgl. DREHWALD et PREISING 1991). Dominierende Grasart ist *Festuca rupicola*, die jedoch häufig mit *Arrhenatherum elatius* Mischbestände bildet. Stellenweise kommen mit höherer Deckung auch *Eryngium campestre*, *Hieracium pilosella*, *Agrostis capillaris* und/oder *Rumex acetosella* vor.

[illegible]

Tab. 1: Vegetation der Gebüsche auf den Steinkohlenabraumhalden

zu Tab. 1: Arten mit geringer Stetigkeit

3: *Melica transsylvanica* +, *Solanum dulcamara* r

- 25: *Rumex thyrsiflorus* 1
26: *Eunomium europaeum* +, *Lonicera xylosteum* +, *Acer platanoides* r,
Cerastium semidecandrum r, *Dianthus carthusianorum* r
32: *Cirsium arvense* r
34: *Aesculus hippocastanum* 1, *Avenella flexuosa* +
37: *Dryopteris filix-mas* r, *Fumaria officinalis* r
39: *Rhannus fragula* 1, *Eunomium europaeus* r, *Glechoma hederacea* r
41: *Galium verum* +, *Humulus lupulus* +, *Falcaria vulgaris* r
42: *Myosotis stricta* r
43: *Viola alba* +, *Myosotis stricta* r,
45: *Galeopsis tetrahit* 1
48: *Falcaria vulgaris* r
49: *Galium verum* +, *Lamium purpureum* +, *Lapsana communis* +
50: *Galium verum* +, *Poa compressa* +
51: *Cornus sanguinea* +, *Chelidonium majus* +, *Lapsana communis* r
52: *Acer platanoides* 1, *Acer pseudoplatanus* 1; *Symphoricarpos*
albus 1

- 53: *Erodium cicutarium* r
54: *Mahonia aquifolium* +, *Silene vulgaris* +
58: *Tanacetum vulgare* +
59: *Fumaria officinalis* r
61: *Melica transsylvanica* +
62: *Fumaria officinalis* +
64: *Lamium amplexicaule* +
65: *Larix decidua* 1, *Galeobdolon luteum* +

Hd. Nr. 301 304 307 310 315 318 321 324 327 330 333 336 339 342 345 348 351 354 357 360 363 366 369 372 375 378 381 384 387 390 393 396 399 402 405 408 411 414 417 420 423 426 429 432 435 438 441 444 447 450 453 456 459 462 465 468 471 474 477 480 483 486 489 492 495 498 501 504 507 510 513 516 519 522 525 528 531 534 537 540 543 546 549 552 555 558 561 564 567 570 573 576 579 582 585 588 591 594 597 600 603 606 609 612 615 618 621 624 627 630 633 636 639 642 645 648 651 654 657 660 663 666 669 672 675 678 681 684 687 690 693 696 699 702 705 708 711 714 717 720 723 726 729 732 735 738 741 744 747 750 753 756 759 762 765 768 771 774 777 780 783 786 789 792 795 798 801 804 807 810 813 816 819 822 825 828 831 834 837 840 843 846 849 852 855 858 861 864 867 870 873 876 879 882 885 888 891 894 897 900 903 906 909 912 915 918 921 924 927 930 933 936 939 942 945 948 951 954 957 960 963 966 969 972 975 978 981 984 987 990 993 996 999 1002 1005 1008 1011 1014 1017 1020 1023 1026 1029 1032 1035 1038 1041 1044 1047 1050 1053 1056 1059 1062 1065 1068 1071 1074 1077 1080 1083 1086 1089 1092 1095 1098 1101 1104 1107 1110 1113 1116 1119 1122 1125 1128 1131 1134 1137 1140 1143 1146 1149 1152 1155 1158 1161 1164 1167 1170 1173 1176 1179 1182 1185 1188 1191 1194 1197 1200 1203 1206 1209 1212 1215 1218 1221 1224 1227 1230 1233 1236 1239 1242 1245 1248 1251 1254 1257 1260 1263 1266 1269 1272 1275 1278 1281 1284 1287 1290 1293 1296 1299 1302 1305 1308 1311 1314 1317 1320 1323 1326 1329 1332 1335 1338 1341 1344 1347 1350 1353 1356 1359 1362 1365 1368 1371 1374 1377 1380 1383 1386 1389 1392 1395 1398 1401 1404 1407 1410 1413 1416 1419 1422 1425 1428 1431 1434 1437 1440 1443 1446 1449 1452 1455 1458 1461 1464 1467 1470 1473 1476 1479 1482 1485 1488 1491 1494 1497 1500 1503 1506 1509 1512 1515 1518 1521 1524 1527 1530 1533 1536 1539 1542 1545 1548 1551 1554 1557 1560 1563 1566 1569 1572 1575 1578 1581 1584 1587 1590 1593 1596 1599 1602 1605 1608 1611 1614 1617 1620 1623 1626 1629 1632 1635 1638 1641 1644 1647 1650 1653 1656 1659 1662 1665 1668 1671 1674 1677 1680 1683 1686 1689 1692 1695 1698 1701 1704 1707 1710 1713 1716 1719 1722 1725 1728 1731 1734 1737 1740 1743 1746 1749 1752 1755 1758 1761 1764 1767 1770 1773 1776 1779 1782 1785 1788 1791 1794 1797 1800 1803 1806 1809 1812 1815 1818 1821 1824 1827 1830 1833 1836 1839 1842 1845 1848 1851 1854 1857 1860 1863 1866 1869 1872 1875 1878 1881 1884 1887 1890 1893 1896 1899 1902 1905 1908 1911 1914 1917 1920 1923 1926 1929 1932 1935 1938 1941 1944 1947 1950 1953 1956 1959 1962 1965 1968 1971 1974 1977 1980 1983 1986 1989 1992 1995 1998 2001 2004 2007 2010 2013 2016 2019 2022 2025 2028 2031 2034 2037 2040 2043 2046 2049 2052 2055 2058 2061 2064 2067 2070 2073 2076 2079 2082 2085 2088 2091 2094 2097 2100 2103 2106 2109 2112 2115 2118 2121 2124 2127 2130 2133 2136 2139 2142 2145 2148 2151 2154 2157 2160 2163 2166 2169 2172 2175 2178 2181 2184 2187 2190 2193 2196 2199 2202 2205 2208 2211 2214 2217 2220 2223 2226 2229 2232 2235 2238 2241 2244 2247 2250 2253 2256 2259 2262 2265 2268 2271 2274 2277 2280 2283 2286 2289 2292 2295 2298 2301 2304 2307 2310 2313 2316 2319 2322 2325 2328 2331 2334 2337 2340 2343 2346 2349 2352 2355 2358 2361 2364 2367 2370 2373 2376 2379 2382 2385 2388 2391 2394 2397 2400 2403 2406 2409 2412 2415 2418 2421 2424 2427 2430 2433 2436 2439 2442 2445 2448 2451 2454 2457 2460 2463 2466 2469 2472 2475 2478 2481 2484 2487 2490 2493 2496 2499 2502 2505 2508 2511 2514 2517 2520 2523 2526 2529 2532 2535 2538 2541 2544 2547 2550 2553 2556 2559 2562 2565 2568 2571 2574 2577 2580 2583 2586 2589 2592 2595 2598 2601 2604 2607 2610 2613 2616 2619 2622 2625 2628 2631 2634 2637 2640 2643 2646 2649 2652 2655 2658 2661 2664 2667 2670 2673 2676 2679 2682 2685 2688 2691 2694 2697 2700 2703 2706 2709 2712 2715 2718 2721 2724 2727 2730 2733 2736 2739 2742 2745 2748 2751 2754 2757 2760 2763 2766 2769 2772 2775 2778 2781 2784 2787 2790 2793 2796 2799 2802 2805 2808 2811 2814 2817 2820 2823 2826 2829 2832 2835 2838 2841 2844 2847 2850 2853 2856 2859 2862 2865 2868 2871 2874 2877 2880 2883 2886 2889 2892 2895 2898 2901 2904 2907 2910 2913 2916 2919 2922 2925 2928 2931 2934 2937 2940 2943 2946 2949 2952 2955 2958 2961 2964 2967 2970 2973 2976 2979 2982 2985 2988 2991 2994 2997 3000 3003 3006 3009 3012 3015 3018 3021 3024 3027 3030 3033 3036 3039 3042 3045 3048 3051 3054 3057 3060 3063 3066 3069 3072 3075 3078 3081 3084 3087 3090 3093 3096 3099 3102 3105 3108 3111 3114 3117 3120 3123 3126 3129 3132 3135 3138 3141 3144 3147 3150 3153 3156 3159 3162 3165 3168 3171 3174 3177 3180 3183 3186 3189 3192 3195 3198 3201 3204 3207 3210 3213 3216 3219 3222 3225 3228 3231 3234 3237 3240 3243 3246 3249 3252 3255 3258 3261 3264 3267 3270 3273 3276 3279 3282 3285 3288 3291 3294 3297 3300 3303 3306 3309 3312 3315 3318 3321 3324 3327 3330 3333 3336 3339 3342 3345 3348 3351 3354 3357 3360 3363 3366 3369 3372 3375 3378 3381 3384 3387 3390 3393 3396 3399 3402 3405 3408 3411 3414 3417 3420 3423 3426 3429 3432 3435 3438 3441 3444 3447 3450 3453 3456 3459 3462 3465 3468 3471 3474 3477 3480 3483 3486 3489 3492 3495 3498 3501 3504 3507 3510 3513 3516 3519 3522 3525 3528 3531 3534 3537 3540 3543 3546 3549 3552 3555 3558 3561 3564 3567 3570 3573 3576 3579 3582 3585 3588 3591 3594 3597 3600 3603 3606 3609 3612 3615 3618 3621 3624 3627 3630 3633 3636 3639 3642 3645 3648 3651 3654 3657 3660 3663 3666 3669 3672 3675 3678 3681 3684 3687 3690 3693 3696 3699 3702 3705 3708 3711 3714 3717 3720 3723 3726 3729 3732 3735 3738 3741 3744 3747 3750 3753 3756 3759 3762 3765 3768 3771 3774 3777 3780 3783 3786 3789 3792 3795 3798 3801 3804 3807 3810 3813 3816 3819 3822 3825 3828 3831 3834 3837 3840 3843 3846 3849 3852 3855 3858 3861 3864 3867 3870 3873 3876 3879 3882 3885 3888 3891 3894 3897 3900 3903 3906 3909 3912 3915 3918 3921 3924 3927 3930 3933 3936 3939 3942 3945 3948 3951 3954 3957 3960 3963 3966 3969 3972 3975 3978 3981 3984 3987 3990 3993 3996 3999 4002 4005 4008 4011 4014 4017 4020 4023 4026 4029 4032 4035 4038 4041 4044 4047 4050 4053 4056 4059 4062 4065 4068 4071 4074 4077 4080 4083 4086 4089 4092 4095 4098 4101 4104 4107 4110 4113 4116 4119 4122 4125 4128 4131 4134 4137 4140 4143 4146 4149 4152 4155 4158 4161 4164 4167 4170 4173 4176 4179 4182 4185 4188 4191 4194 4197 4200 4203 4206 4209 4212 4215 4218 4221 4224 4227 4230 4233 4236 4239 4242 4245 4248 4251 4254 4257 4260 4263 4266 4269 4272 4275 4278 4281 4284 4287 4290 4293 4296 4299 4302 4305 4308 4311 4314 4317 4320 4323 4326 4329 4332 4335 4338 4341 4344 4347 4350 4353 4356 4359 4362 4365 4368 4371 4374 4377 4380 4383 4386 4389 4392 4395 4398 4401 4404 4407 4410 4413 4416 4419 4422 4425 4428 4431 4434 4437 4440 4443 4446 4449 4452 4455 4458 4461 4464 4467 4470 4473 4476 4479 4482 4485 4488 4491 4494 4497 4500 4503 4506 4509 4512 4515 4518 4521 4524 4527 4530 4533 4536 4539 4542 4545 4548 4551 4554 4557 4560 4563 4566 4569 4572 4575 4578 4581 4584 4587 4590 4593 4596 4599 4602 4605 4608 4611 4614 4617 4620 4623 4626 4629 4632 4635 4638 4641 4644 4647 4650 4653 4656 4659 4662 4665 4668 4671 4674 4677 4680 4683 4686 4689 4692 4695 4698 4701 4704 4707 4710 4713 4716 4719 4722 4725 4728 4731 4734 4737 4740 4743 4746 4749 4752 4755 4758 4761 4764 4767 4770 4773 4776 4779 4782 4785 4788 4791 4794 4797 4800 4803 4806 4809 4812 4815 4818 4821 4824 4827 4830 4833 4836 4839 4842 4845 4848 4851 4854 4857 4860 4863 4866 4869 4872 4875 4878 4881 4884 4887 4890 4893 4896 4899 4902 4905 4908 4911 4914 4917 4920 4923 4926 4929 4932 4935 4938 4941 4944 4947 4950 4953 4956 4959 4962 4965 4968 4971 4974 4977 4980 4983 4986 4989 4992 4995 4998 5001 5004 5007 5010 5013 5016 5019 5022 5025 5028 5031 5034 5037 5040 5043 5046 5049 5052 5055 5058 5061 5064 5067 5070 5073 5076 5079 5082 5085 5088 5091 5094 5097 5100 5103 5106 5109 5112 5115 5118 5121 5124 5127 5130 5133 5136 5139 5142 5145 5148 5151 5154 5157 5160 5163 5166 5169 5172 5175 5178 5181 5184 5187 5190 5193 5196 5199 5202 5205 5208 5211 5214 5217 5220 5223 5226 5229 5232 5235 5238 5241 5244 5247 5250 5253 5256 5259 5262 5265 5268 5271 5274 5277 5280 5283 5286 5289 5292 5295 5298 5301 5304 5307 5310 5313 5316 5319 5322 5325 5328 5331 5334 5337 5340 5343 5346 5349 5352 5355 5358 5361 5364 5367 5370 5373 5376 5379 5382 5385 5388 5391 5394 5397 5400 5403 5406 5409 5412 5415 5418 5421 5424 5427 5430 5433 5436 5439 5442 5445 5448 5451 5454 5457 5460 5463 5466 5469 5472 5475 5478 5481 5484 5487 5490 5493 5496 5499 5502 5505 5508 5511 5514 5517 5520 5523 5526 5529 5532 5535 5538 5541 5544 5547 5550 5553 5556 5559 5562 5565 5568 5571 5574 5577 5580 5583 5586 5589 5592 5595 5598 5601 5604 5607 5610 5613 5616 5619 5622 5625 5628 5631 5634 5637 5640 5643 5646 5649 5652 5655 5658 5661 5664 5667 5670 5673 5676 5679 5682 5685 5688 5691 5694 5697 5700 5703 5706 5709 5712 5715 5718 5721 5724 5727 5730 5733 5736 5739 5742 5745 5748 5751 5754 5757 5760 5763 5766 5769 5772 5775 5778 5781 5784 5787 5790 5793 5796 5799 5802 5805 5808 5811 5814 5817 5820 5823 5826 5829 5832 5835 5838 5841 5844 5847 5850 5853 5856 5859 5862 5865 5868 5871 5874 5877 5880 5883 5886 5889 5892 5895 5898 5901 5904 5907 5910 5913 5916 5919 5922 5925 5928 5931 5934 5937 5940 5943 5946 5949 5952 5955 5958 5961 5964 5967 5970 5973 5976 5979 5982 5985 5988 5991 5994 5997 6000 6003 6006 6009 6012 6015 6018 6021 6024 6027 6030 6033 6036 6039 6042 6045 6048 6051 6054 6057 6060 6063 6066 6069 6072 6075 6078 6081 6084 6087 6090 6093 6096 6099 6102 6105 6108 6111 6114 6117 6120 6123 6126 6129 6132 6135 6138 6141 6144 6147 6150 6153 6156 6159 6162 6165 6168 6171 6174 6177 6180 6183 6186 6189 6192 6195 6198 6201 6204 6207 6210 6213 6216 6219 6222 6225 6228 6231 6234 6237 6240 6243 6246 6249 6252 6255 6258 6261 6264 6267 6270 6273 6276 6279 6282 6285 6288 6291 6294 6297 6300 6303 6306 6309 6312 6315 6318 6321 6324 6327 6330 6333 6336 6339 6342 6345 6348 6351 6354 6357 6360 6363 6366 6369 6372 6375 6378 6381 6384 6387 6390 6393 6396 6399 6402 6405 6408 6411 6414 6417 6420 6423 6426 6429 6432 6435 6438 6441 6444 6447 6450 6453 6456 6459 6462 6465 6468 6471 6474 6477 6480 6483 6486 6489 6492 6495 6498 6501 6504 6507 6510 6513 6516 6519 6522 6525 6528 6531 6534 6537 6540 6543 6546 6549 6552 6555 6558 6561 6564 6567 6570 6573 6576 6579 6582 6585 6588 6591 6594 6597 6600 6603 6606 6609 6612 6615 6618 6621 6624 6627 6630 6633 6636 6639 6642 6645 6648 6651 6654 6657 6660 6663 6666 6669 6672 6675 6678 6681 6684 6687 6690 6693 6696 6699 6702 6705 6708 6711 6714 6717 6720 6723 6726 6729 6732 6735 6738 6741 6744 6747 6750 6753 6756 6759 6762 6765 6768 6771 6774 6777 6780 6783 6786 6789 6792 6795 6798 6801 6804 6807 6810 6813 6816 6819 6822 6825 6828 6831 6834 6837 6840 6843 6846 6849 6852 6855 6858 6861 6864 6867 6870 6873 6876 6879 6882 6885 6888 6891 6894 6897 6900 6903 6906 6909 6912 6915 6918 6921 6924 6927 6930 6933 6936 6939 6942 6945 6948 6951 6954 6957 6960 6963 6966 6969 6972 6975 6978 6981 6984 6987 6990 6993 6996 6999 7002 7005 7008 7011 7014 7017 7020 7023 7026 7029 7032 7035 7038 7041 7044 7047 7050 7053 7056 7059 7062 7065 7068 7071 7074 7077 7080 7083 7086 7089 7092 7095 7098 7101 7104 7107 7110 7113 7116 7119 7122 7125 7128 7131 7134 7137 7140 7143 7146 7149 7152 7155 7158 7161 7164 7167 7170 7173 7176 7179 7182 7185 7188 7191 7194 7197 7200 7203 7206 7209 7212 7215 7218 7221 7224 7227 7230 7233 7236 7239 7242 7245 7248 7251 7254 7257 7260 7263 7266 7269 7272 7275 7278 7281 7284 7287 7290 7293 7296 7299 7302 7305 7308 7311 7314 7317 7320 7323 7326 7329 7332 7335 7338 7341 7344 7347 7350 7353 7356 7359 7362 7365 7368 7371 7374 7377 7380 7383 7386 7389 7392 7395 7398 7401 7404 7407 7410 7413 7416 7419 7422 7425 7428 7431 7434 7437 7440 7443 7446 7449 7452 7455 7458 7461 7464 7467 7470 7473 7476 7479 7482 7485 7488 7491 7494 7497 7500 7503 7506 7509 7512 7515 7518 7521 7524 7527 7530 7533 7536 7539 7542 7545 7548 7551 7554 7557 7560 7563 7566 7569 7572 7575 7578 7581 7584 7587 7590 7593 7596 7599 7602 7605 7608 7611 7614 7617 7620 7623 7626 7629 7632 7635 7638 7641 7644 7647 7650 7653 7656 7659 7662 7665 7668 7671 7674 7677 7680 7683 7686 7689 7692 7695 7698 7701 7704 7707 7710 7713 7716 7719 7722 7725 7728 7731 7734 7737 7740 7743 7746 7749 7752 7755 7758 7761 7764 7767 7770 7773 7776 7779 7782 7785 7788 7791 7794 7797 7800 7803 7806 7809
--

Tab. 2: Vegetation der gehölzfreien Standorte der Steinkohlenabraumhalden; Abkürzungen der ökologischen Artengruppen: a - Ackerunkraut, eph - Frühjahrsephemere, g - Gehölz, r - Ruderalart, s - Art der Saumstandorte, t - Art der Trocken- und Halbtrockenrasen, w - Wiesenart, wa - Waldart. Ein „t“ hinter den Artmächtigkeitswerten bedeutet, daß die Art zum Aufnahmezeitpunkt bereits abgestorben war

zu Tab. 2: Arten mit geringer Stetigkeit

zusätzlich in Aufnahme (lfd. Nr.):

- 6: *Spergularia rubra* r
- 9: *Arabidopsis thaliana* rt
- 10: *Cladonia* spec. r
- 11: *Linaria vulgaris* +, *Lecanora dispersa* r, *Lecidea fuscoatra* r
- 12: *Campanula rotundifolia* r, *Lecanora muralis* r
- 13: *Robinia pseudoacacia* 1, *Anthoxanthum odoratum* 1, *Pimpinella saxifraga* 1, *Hypochoeris radicata* r,
- 14: *Avenula pratensis* r
- 16: *Rosa elliptica* +, *Salvia pratensis* +
- 17: *Festuca pallens* r
- 18: *Amandinea punctata* 1
- 19: *Inula conyza* 1, *Senecio viscosus* r
- 20: *Cladonia macilenta* ssp. *floerkeana* r, *Cephaloziella divaricata* r, *Cladonia* spec. +
- 21: *Scleropodium purum* +
- 22: *Cladonia macilenta* ssp. *floerkeana* +
- 23: *Cladonia macilenta* ssp. *floerkeana* +, *Lecidea fuscoatra* r
- 28: *Hypochoeris radicata* +, *Amandinea punctata* r, *Lecanora dispersa* r, *Lecanora muralis* r, *Lecidea fuscoatra* r
- 29: *Prunus spinosa* +, *Rosa elliptica* r
- 30: *Candelariella vitellina* r, *Lecidea fuscoatra* r, *Lecanora polytropia* r
- 31: *Allium scorodoprasum* 2, *Bromus hordeaceus* +, *Medicago falcata* 1, *Trisetum flavescens* +, *Arenaria serpyllifolia* +, *Chenopodium album* +, *Bromus hordeaceus* +, *Carduus acanthoides* r
- 32: *Centaurea stoebe* +
- 33: *Urtica dioica* 1, *Rosa elliptica* +, *Arabidopsis thaliana* +t
- 34: *Asparagus officinalis* +, *Euphorbia esula* r
- 35: *Medicago falcata* 1, *Plantago lanceolata* 1, *Trifolium minus* +
- 37: *Scleropodium purum* r
- 38: *Crataegus monogyna* +, *Festuca ovina* +
- 39: *Prunus spinosa* 1, *Urtica dioica* 1, *Amblystegium serpens* +
- 40: *Urtica dioica* +, *Bryum capillare* r
- 41: *Verbascum densiflorum* 1, *Vulpia myuros* r, *Cladonia* spec. r, *Amblystegium serpens* r
- 43: *Prunus spinosa* +
- 44: *Pimpinella saxifraga* r
- 45: *Centaurea scabiosa* 2, *Rosa elliptica* +, *Agrimonia eupatoria* +, *Cynoglossum officinale* +, *Nonea pulla* +, *Salvia pratensis* +
- 46: *Centaurea stoebe* 1
- 48: *Atriplex oblongifolia* +, *Coronilla varia* +
- 51: *Urtica dioica* 2, *Chenopodium album* +, *Funaria hygrometrica* r
- 52: *Chenopodium album* +, *Funaria hygrometrica* r
- 53: *Atriplex oblongifolia* 1, *Nepeta cataria* +, *Rubus* spec. r
- 54: *Silene latifolia* 1, *Ballota nigra* +, *Campanula rotundifolia* r, *Lecidea fuscoatra* r
- 55: *Arabidopsis thaliana* +t, *Senecio viscosus* r, *Festuca ovina* r,
- 57: *Bromus hordeaceus* 1, *Asparagus officinalis* +, *Bryum capillare* 1, *Rhizomnium punctatum* 1, *Amblystegium serpens* +

Tab. 3: Kryptogamenvegetation auf gehölzfreien Standorten der Steinkohlenabraumhalden

lfd. Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Halden-Nr./Aufn.-Nr.	34/2	35/2	35/2	67/1	67/2	10/2	59/1	54/2	64/1	64/2
Fläche in cm ²	900	2500	2500	400	2000	2000	2000	1600	1600	2000
Deckung in %	80	90	80	70	70	60	70	80	60	60
Inklination	0	0	0	0	10	0	10	0	10	10
Exposition					O		NW		SO	O
Cladonietum alcornis										
<i>Cladonia foliacea</i>	2	3	2	3	2	.	.	.	.	.
Cladonion sylvaticae										
<i>Cladonia furcata</i> ssp. <i>furcata</i>	1	2	2	2	1	+	.	2	.	.
<i>Cetaria aculeata</i>	1	1	1	+	+	.	.	+	.	.
<i>Cladonia arbuscula</i>	r	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cladonia uncialis</i>	.	1	1	.	1	.	.	.	.	.
Brachythecietum albicans										
<i>Brachythecium albicans</i>	+	1	+	r	.	3	4	3	3	3
Subass. Tortuletosum ruralis										
<i>Tortula ruralis</i>	.	.	.	.	.	.	.	2	2	2
Ceratodonto-Polytrichetea										
<i>Polytrichum piliferum</i>	1	2	2	1	2	2	.	+	.	.
Begleiter										
<i>Ceratodon purpureus</i>	3	2	+	3	2	2	1	2	1	+
<i>Hypnum lacunosum</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	+	.
<i>Bryum</i> spec. (cf. <i>caespitium</i>)	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.
<i>Brachythecium rutabulum</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Brachythecium velutinum</i>	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.
<i>Hypnum cupressiforme</i>	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.
<i>Cladonia fimbriata</i>	r	.	.	.	+	.	1	.	.	.
<i>Bryum argenteum</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	r	1
<i>Cladonia rei</i>	+	+	+	r	.	.	.	.	.	.
<i>Cladonia coniocraea</i>	.	r	r	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cladonia pyxidata</i>	.	r	+	r	.	.	.	.	.	.
<i>Cladonia phyllophora</i>	+	r	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Cladonia macilenta</i> ssp. <i>floerkeana</i>	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.

Vor allem im Rand- und Traufbereich der Gehölze nimmt der Anteil von *Festuca rupicola* deutlich zugunsten von *Arrhenatherum elatius* ab. Dieser bildet dann meist artenarme Dominanzbestände. Hier ist ein starker Rückgang der für offene, trockene Standorte charakteristischen Moose und Flechten erkennbar. Entsprechend den schattigeren Standortbedingungen infolge der dichtereren Gefäßpflanzenvegetation treten hier konkurrenzkräftige, mehr oder weniger mesophile und relativ euryöke Laubmoose wie *Brachythecium rutabulum* und *Plagiomnium affine* auf. Filze von *Hypnum cupressiforme* kennzeichnen an mehreren Stellen den Übergang zu besonnten Flächen.

Weitere Gras-Dominanzbestände (Tab. 2, lfd. Nr. 51–58)

Elytrigia repens ist auf den Halden insgesamt mit verhältnismäßig geringer Stetigkeit vertreten. Meist kommt die Art nur zusammen mit *Arrhenatherum elatius* vergesellschaftet und in ähnlicher Dominanz wie dieser auf tiefergründigen Standorten vor (lfd. Nr. 51, 52). Lediglich an zwei Stellen konnten *Elytrigia repens*-Dominanzbestände nachgewiesen werden, in denen *Arrhenatherum elatius* von untergeordneter Bedeutung war (lfd. Nr. 53, 54). Die wenigen Begleiter sind relativ unspezifische Ruderal- und Grünlandarten.

Avenella flexuosa-Bestände konnten kleinflächig auf einer größeren Halde im Unterwuchs von *Quercus robur* an einer Hangkante nachgewiesen werden (lfd. Nr. 55, 56). Der Standort grenzt zum Hang hin an schütterere kryptogamenreiche Trockenrasenbestände. Das Vorkommen im Unterwuchs von *Quercus robur* und *Betula pendula* entspricht hierbei weitgehend der Vergesellschaftung in Birken-Eichenwäldern (*Quercetea robori-petreae*).

Auf einer Halde (65) dominiert an einem Abhang im Unterwuchs von *Fraxinus excelsior* *Melica transylvanica* (lfd. Nr. 57). Ein kleinerer und weniger dichter Bestand befindet sich auf einer offenen Fläche zusammen mit weiteren Trocken- und Halbtrockenrasenarten (Halde 7; lfd. Nr. 58). Beide Vorkommen entsprechen aufgrund des mehr oder weniger feinerdereichen Substrates gut den Standortansprüchen der hinsichtlich Lichtverhältnissen variablen Art. Darüber hinaus sind die pH-Werte von 6,1 und 6,6 auf Halde 65 die höchsten auf einer Halde ermittelten.

4.2 Artenbestand

Insgesamt wurden auf den Halden 153 Gefäßpflanzenarten, davon 40 Gehölze nachgewiesen. Neben den Gehölzen lassen sich entsprechend der standörtlich-soziologischen Präferenz der Vertreter außerdem Ackerunkräuter, Wiesen-, Saum-, Trocken- und Halbtrockenrasen-, Ruderal- und Waldarten nachweisen. Innerhalb eines Haldengebüsches befindet sich ein kleines permanentes Gewässer, so daß mit *Lemna minor* auch eine Wasserpflanzenart vorkommt. Im folgenden wird auf die bevorzugten Standorte der einzelnen Artengruppen und ihre Vertreter eingegangen.

Ackerunkräuter i.w.S. kommen einerseits im beschatteten Unterwuchs der Gehölze vor (besonders *Veronica hederifolia*, *Galium aparine*, *Stellaria media*, *Lamium purpureum*). Sie zeigen dort neben typischen ruderalen Stickstoffzeigern den teils hohen Nährstoffgehalt an. Andererseits siedeln sie auch an offeneren und trockeneren Standorten, die meist locker mit Gräsern bewachsen sind (vor allem *Arabidopsis thaliana*, *Erodium cicutarium*, *Valerianella locusta*, *Myosotis stricta* und *Veronica arvensis*). Stellenweise sind diese Arten auch mit den ebenfalls kleinwüchsigen, ausgesprochenen Trockenrasenarten wie *Erophila verna*, *Holosteum umbellatum* und *Spergula morisonii* vergesellschaftet. Bei den Ackerunkräutern handelt es sich fast ausschließlich um Winterannuelle bzw. Frühjahrsephemere, die ihre Entwicklung mit der vollen Laubentfaltung der Gehölze weitgehend abgeschlossen haben bzw. die Sommertrockenheit offener Standorte ausschließlich als generative Diasporen überdauern. Andere Ackerunkräuter, namentlich Sommerannuelle, kommen eher zwischen den Äckern und dem Haldenfuß und nur vereinzelt auf den Halden selbst vor. Dort sind sie meist kümmerlich entwickelt, was auf die starke Austrocknung des Substrates an Offenstellen und/oder die Konkurrenz durch Trocken- und Halbtrockenrasenarten zurückzuführen ist.

Die Ruderalarten lassen sich in zwei Gruppen untergliedern, von denen vor allem *Urtica dioica* und *Ballota nigra* aufgrund der Bevorzugung schattiger, nährstoffreicher Standorte enge Beziehungen zu

Saumarten wie *Alliaria petiolata* und *Torilis japonica* aufweisen. Ähnlich ist *Bromus sterilis* einzustufen, die auf vielen lichten bis halbschattigen und trockeneren Haldenstandorten dichte Bestände bildet. Arten mit soziologischem Schwerpunkt in Gesellschaften des Onopordion *acanthii* und des Dauco-Melilions kommen wiederum auf gehölzfreien mehr oder weniger grabbewachsenen Hängen und auf trockenen Plateaus vor. Hierher gehören vor allem *Hypericum perforatum*, *Silene vulgaris*, *S. latifolia* und *Inula conyza*. Außer *Hypericum perforatum* treten diese Arten jedoch nur vereinzelt und in geringer Individuenzahl auf.

Bei den meisten Saumarten handelt es sich um Stickstoffzeiger, die beschattete und nährstoffreiche Standorte bevorzugen und daher vor allem am Haldenfuß siedeln. *Alliaria petiolata* und *Anthriscus caucalis* kommen häufig auch an den Hängen und im Inneren der mit Robinien bewachsenen Halden vor. Dies sind auch die Standorte von *Allium oleraceum*, der im Untersuchungsgebiet nur in Robinienbeständen nachgewiesen werden konnte. Eine relativ stete Art mit geringem Deckungswert ist *Geum urbanum*.

Arten mit Verbreitungsschwerpunkt in Halbtrockenrasen kommen in den unmittelbaren Gehölzbeständen nur vereinzelt vor. Am verbreitetsten sind *Cynoglossum officinale*, *Eryngium campestre* und *Falcaria vulgaris*, die stellenweise auch an stärker beschatteten Stellen am Rand der Gehölze oder an Stellen mit lichterem Gehölzbewuchs vorkommen. Ähnlich wie *Poa angustifolia* reichen auch *Festuca ovina* und *F. rupicola* von weitgehend gehölzfreien Trocken- und Halbtrockenrasenstandorten bis an den Rand der geschlossenen Gehölzbestände. Die Arten kommen jedoch häufiger und in teilweise größeren Beständen auf offenen Hanganten und Plateaus vor und vermitteln zu den Trockenrasen auf offenen Standorten.

Bei den Arten der Trocken- und Halbtrockenrasen handelt es sich sowohl um typische Frühjahrsephemere wie *Spergula morisonii*, *Erophila verna*, *Cerastium semidecandrum* und *Holosteum umbellatum* als auch um ausdauernde bzw. zweijährige Vertreter, von denen *Hieracium pilosella*, *Rumex acetosella*, *Euphorbia cyparissias*, *Poa angustifolia* sowie *Erysimum crepidifolium* die häufigsten Arten sind. Auf manchen Halden bildet auch *Agrostis capillaris*, meist mit *Hieracium pilosella* vergesellschaftet, größere Bestände. *Rumex acetosella* tritt auf Lockersubstrat an Hängen teilweise als einzige Art auf. Die annuellen Vertreter siedeln entweder direkt auf stabilem Abraum oder auf Standorten mit sehr dünner Boden- und/oder Moosdecke. Im Schatten der Gehölze treten diese Arten nur vereinzelt auf.

Häufigste Wiesenarten sind *Arrhenatherum elatius*, *Dactylis glomerata*, *Achillea millefolium* und *Galium mollugo*. Verschiedene Arten wurden lediglich ein- oder wenige Male nachgewiesen wie z.B. *Salvia pratensis*, *Lotus corniculatus* oder *Coronilla varia*.

Waldarten treten nur sehr vereinzelt und in meist geringer Individuenzahl auf. Einzige Ausnahme ist *Poa nemoralis*, die jedoch in ihrem Vorkommensschwerpunkt deutliche Tendenzen zu den Saumstandorten zeigt. Ähnlich verhalten sich *Viola odorata* und *V. alba*, die den Saumarten zugerechnet werden und auf acht bzw. einer Halde nachgewiesen wurden. Lediglich in der Nähe des Schweizerlings traten drei Waldarten gemeinsam auf (*Convallaria majalis*, *Hedera helix*, *Ranunculus ficaria*). Die beiden letztgenannten Vertreter kamen vereinzelt auch auf anderen Halden vor.

Die Gehölze wurden bereits im Zusammenhang mit der Vegetationsdifferenzierung behandelt, so daß hier nicht weiter darauf eingegangen wird.

Auf den untersuchten Flächen mit Halbtrocken- und Trockenrasen konnten 16 Laubmoos-, 1 Lebermoos- und 18 Flechtenarten nachgewiesen werden. Bei den terrestrischen Flechten (Gattungen *Cladonia*, *Cetraria*) sowie der Mehrzahl der Moose handelt es sich um Besiedler trockener, nährstoffarmer, saurer bis neutraler Standorte. Die überwiegende Zahl der Flechten und akrokarpes Moos kommt nur in den gering mit Phanerogamen bewachsenen Bereichen (*Hieracium-Agrostis*-Ephemeren-Bestände) vor. Einige Moosarten, wie *Brachythecium albicans* und *Hypnum lacunosum* sowie die Flechte *Cladonia furcata* ssp. *furcata* gehen auch in die *Festuca rupicola*-Bestände über. Sechs der nachgewiesenen Flechten sind saxicole Arten.

4.3 Flächengröße und Artenzahl

Hinsichtlich der Flächengröße der Halden und der auf ihnen nachgewiesenen Gesamtzahl Höherer Pflanzen besteht ein signifikanter Zusammenhang ($p < 0,001$), d.h. je größer die Halden sind, desto höher ist die auf ihnen nachgewiesene Artenzahl (Abb. 4a, b). Dieser Zusammenhang wird noch deutlicher, wenn die mit Robinien bestandenen Halden unberücksichtigt bleiben (Abb. 4b). Aufgrund der Nährstoffanreicherung siedeln dort vor allem nitrophile (Ruderal- und Saum-)Arten, während Vertreter aus anderen Artengruppen deutlich unterrepräsentiert sind. Auf den Robinienstandorten (Abb. 4c) besteht kein Zusammenhang zwischen Artenzahl und Flächengröße.

Bei den Flechten und Moosen ist nicht in erster Linie die Haldengröße für die Artenzahl von Bedeutung. Wichtig für eine artenreiche Besiedlung durch diese konkurrenzschwachen Gruppen sind insbesondere eine geringe Bedeckung mit Gefäßpflanzen sowie Nährstoffarmut.

5 DISKUSSION

Die Abraumhalden des Steinkohlenbergbaues nördlich von Wettin sind als solche aufgrund ihres meist geschlossenen Gehölzbewuchses vielfach kaum zu erkennen, sondern fügen sich in das leicht bewegte Geländere relief harmonisch ein. Eine ähnliche Landschaftswirksamkeit besitzen die Halden des Kupferschieferabbaues im Eislebener und Sangerhäuser Gebiet (ORTLIEB 1994, JANOWITZ 1996). Die Kupferschiefer-Halden sind aufgrund ihrer Schwermetallkonzentrationen jedoch z.T. deutlich spärlicher bewachsen als die Steinkohlehalden. Sie können allerdings auch wie die aus dem 12.-14. Jahrhundert stammenden Halden bei Morungen hinsichtlich der Vegetationsbedeckung völlig in die Laubwaldvegetation integriert sein (vgl. JANOWITZ 1996). Vielfach stellen sie jedoch Sonderstandorte für Schwermetallarten dar (*Minuartia verna* ssp. *hercynica*, *Armeria maritima* ssp. *halleri*, *Silene vulgaris* ssp. *humilis*). Entsprechende Lokalendemiten kommen auf den untersuchten Steinkohleabraumhalden nicht vor. Auch anderweitige floristische Besonderheiten bzw. „Industriophyten“ wurden nicht festgestellt. Diese sind jedoch eher auf relativ jungen und rekultivierten Standorten zu erwarten, wo entsprechende Diasporen z.T. durch Ausbringen von Bodensubstraten unterschiedlicher Herkunft (teilweise Klärschlämme) oder über Verkehrswege eingetragen werden (vgl. DETTMAR et al. 1991, SCHMITZ 1997).

Vor allem auf den größeren Halden zeigt sich das für solche Standorte typische Phänomen des Vorkommens sehr unterschiedlicher edaphischer und hydrologischer Bedingungen auf engstem Raum (vgl. GIBSON 1982). Für die Primärbesiedelung von Standorten müssen vor allem Prozesse der Bodenbildung, die in starkem Maße von der chemischen und physikalischen Struktur des Haldensubstrates abhängen, ablaufen, um Voraussetzungen für die Besiedelbarkeit des Substrates zu bieten. Ebenso wichtig ist der Eintrag von Diasporen. Die Besiedelungsgeschwindigkeit ist abhängig vom gemeinsamen Wirken beider Faktoren sowie deren Quantität und Qualität. Aufgrund ihrer Lage inmitten von Acker- bzw. i.w.S. landwirtschaftlich genutzten Flächen kann angenommen werden, daß die Bodenbildung, -einwehung und Besiedelung der Halden von den Rändern her erfolgte. Zahlreiche Halden besitzen eine mehr oder weniger deutliche Kraterform, d.h. eine Aufwerfung des Abraumes um das ehemalige Stollenloch. Diese Vertiefungen sind besonders geeignet zur Akkumulation von Streu und bieten daher besonders für Gehölze günstige Etablierungsbedingungen (vgl. Abb. 3). Möglicherweise erfolgte daher die Besiedelung der Halden zusätzlich von oben her, d.h. aus solchen Vertiefungen heraus (vgl. JOHNSON et al. 1982).

Wie auch bei der Sekundärsukzession ist ein weiterer wichtiger Faktor die Diasporenverfügbarkeit, die ihrerseits stark von der umgebenden Vegetation (Artenpotential) bestimmt wird (vgl. ARCHIBOLD 1980, KRUMBIEGEL et al. 1996). In wieweit das Artenpotential ausgeschöpft werden kann, hängt wesentlich vom Vorhandensein geeigneter Standorte für Arten der angrenzenden Vegetation ab. Je einheitlicher die Standortbedingungen sind, desto artenärmer wird auch die sich dort einstellende Vegetation sein (vgl. TÜXEN 1959). Im umgekehrten Fall kann sich auf edaphisch abwechslungsreichen Standorten sowohl eine Vegetation entwickeln, die der Umgebung ähnelt oder ihr nahezu gleicht bzw. die mit der bisherigen aufgrund neuer Artenkombinationen floristisch und soziologisch nur entfernt übereinstimmt (vgl.

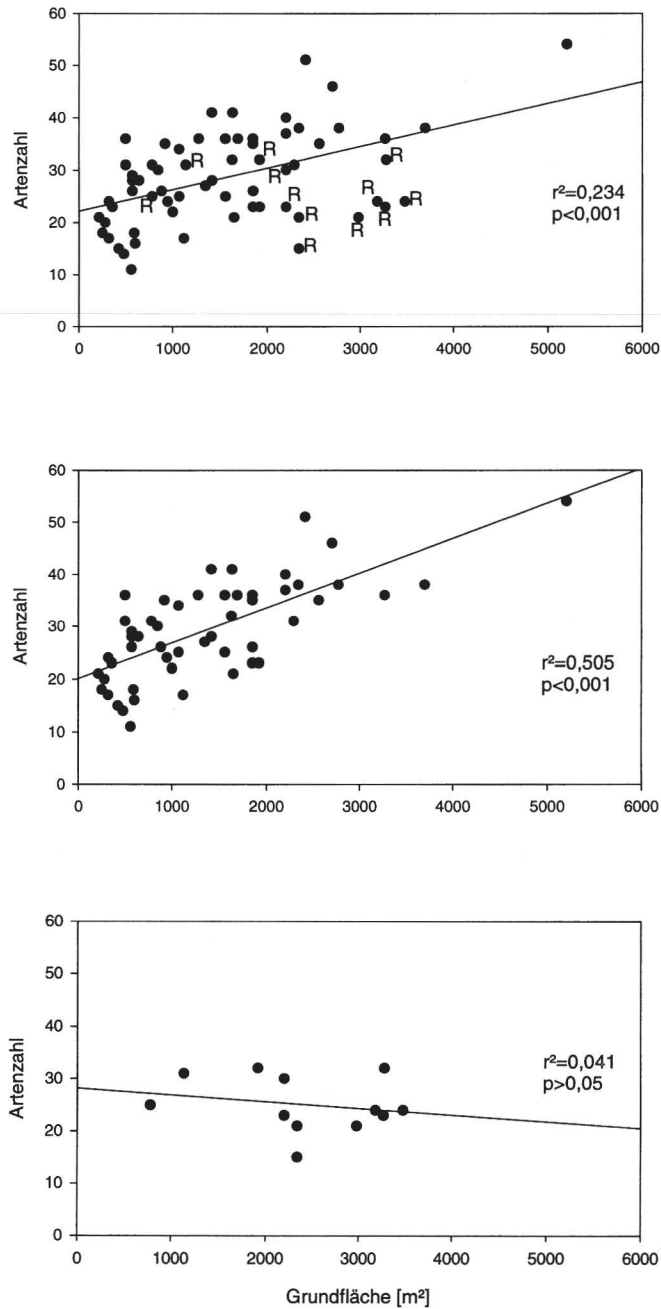


Abb. 4: Darstellung des Zusammenhanges zwischen Flächengröße und Gesamtzahl der Höheren Pflanzen auf den Steinkohleabraumhalden; oben alle untersuchten Halden (R – mit Robinien bestandenen Halden), Mitte Gehölzbestände aus einheimischen Arten, unten Robinienbestände.

KRUMBIEGEL et KLOTZ 1996). Für die Wettiner Halden trifft dies vor allem für die gehölzfreien Bereiche zu. Die Vegetation dort, wie auch die krautige Vegetation im Unterwuchs der Gehölze läßt sich nicht zu gut abgrenzbaren bzw. beschriebenen Pflanzengesellschaften zuordnen, sondern ist am anschaulichsten als „Dominanzbestand“ einer oder „Mischbestand“ weniger Arten zu charakterisieren. Entsprechend ihrer standörtlichen Hauptverbreitung wurden die Arten daher zu Artengruppen zusammengefaßt (vgl. KOSMALE 1989, RAUSCHERT et al. 1990).

Bei der Haldenbesiedelung spielt vor allem der Diasporeneintrag durch Wind- und Vögel eine Rolle, vor allem in der Initialphase. Zufällige Ereignisse wie beispielsweise die Verfrachtung einzelner großer Früchte (z.B. Eicheln, Nüsse durch Vögel) sind wie bei der Sekundär- auch bei der Primärsukzession bedeutsam, da durch sie die Vegetationsentwicklung entscheidend beeinflusst werden kann (first-comer-Effekt; vgl. EGLER 1954). Hierdurch kann eine zumindest kleinflächige Erstbesiedelung initiiert werden (sofern dies das Substrat zuläßt), von der aus die Vegetationsentwicklung u.U. weiter fortschreitet (Ansatz für Vögel und damit Eintrag weiterer ornithochorer Arten - vgl. MILTON et al. 1997; Saumeffekte). Bei den Gehölzen der untersuchten Steinkohlenhalden handelt es sich fast ausschließlich um ornithochore Arten, die auch in der Umgebung mehr oder weniger häufig sind. Anemochore Vertreter fehlen auch in der Umgebung fast vollständig. Sie kommen daher im Unterschied zu anderen Untersuchungsstandorten (MILLER 1977, SIMON 1978, HOLLIDAY et al. 1979) mit Ausnahme einiger weniger Birken nicht vor. Die im Untersuchungsgebiet vorkommenden Pappeln gehen mit Sicherheit auf Anpflanzungen zurück. Auch Eschen treten mit Ausnahme einer Halde, auf der sie angepflanzt zu sein scheinen, vergleichsweise selten und mit geringer Deckung auf. Rückschlüsse darauf, ob in der Initialphase der Besiedelung der Halden anemochore Arten eine Rolle gespielt haben oder ob die Standorte von Anfang an mit den auch heute dort vorkommenden ornithochoren Arten besiedelt wurden, lassen sich aufgrund fehlender Belege nicht ziehen. Auf der Halde in Plötz handelt es sich bei den ersten Gehölzen allerdings um windausgebreitete Arten, vor allem *Betula pendula*, *Fraxinus excelsior* und *Salix*-Arten. Besonders die Weiden, die auf den Wettiner Halden völlig fehlen, dürften in Plötz aus der Fuhne-Niederung angeweht worden sein.

Grundsätzlich unterschiedliche Sukzessionsstadien der Gehölzvegetation lassen sich bei den Wettiner Halden, abgesehen von den Robinienbeständen, nicht erkennen. Auch im Vergleich zu benachbarten „Nicht-Halden“-Gebüschern bestehen keine Unterschiede, so daß die gegenwärtige Vegetation als Endstadium der Sukzession unter den gegebenen anthropogenen Einflüssen auf die Kulturlandschaft anzusehen ist. So unterscheiden sich beispielsweise solche Halden, für die sichere Angaben für ein Förderende vor ca. 200 Jahren existieren (Halde 53, 1780 verfüllt), prinzipiell nicht von Standorten, die vor ca. 230 Jahren erneut aufgewältigt und bis 1893 zumindest als Lichtloch noch offen waren (Halde 27). Wie lange es gedauert hat, bis der heutige Zustand erreicht wurde, ist aufgrund der weitgehend unsicheren Angaben über das definitive Ende der Haldennutzung kaum möglich. Wird der Zeitraum um 1760 angenommen, würde dies eine Entwicklungszeit von ca. 240 Jahren bedeuten. Selbst bei Halden, die bis in die neunziger Jahre des 19. Jahrhunderts noch als Lichtloch für die Stollen dienten, ist von einer deutlich längeren Entwicklungszeit für die Vegetation auszugehen. Dort haben größere Substratbewegungen sehr wahrscheinlich nicht mehr stattgefunden, da lediglich das Lichtloch offengehalten und ggf. ausgemauert wurde. Untersuchungen im Ruhrgebiet (HURTIENNE 1990 in JOCHIMSEN et al. 1995) ergaben einen Zeitraum von 40-60 Jahren, innerhalb dessen sich ein Birken-Eichenwald entwickelt hat. Bei einem Vergleich mit den Standorten in Mitteldeutschland sind allerdings die hier deutlich geringeren Niederschläge zu berücksichtigen (Mitteldeutsches Trockengebiet), die sowohl die Besiedelung als auch den Aufwuchs der Gehölze erheblich verzögern.

Auch die kryptogamenreiche Vegetation der Trockenrasenstandorte kann als sehr stabil angesehen werden. Die extrem flachgründigen, sich daher stark aufheizenden und schnell austrocknenden Flächen bieten selbst bei Eintrag von Diasporen anderen Arten keine Etablierungsmöglichkeiten. Ähnliche Ergebnisse erbrachten auch Untersuchungen zur Stabilität von Trocken- und Halbtrockenrasengesellschaften in Nachbarschaft von Ackerbrachen in der Porphyrkuppenlandschaft südlich von Wettin (KRUMBIEGEL et al. 1998).

Im Unterschied zu der Hochhalde Plötz (vgl. KÄSTNER 1994) kommt auf den Wettiner Halden *Calamagrostis epigejos* nur kleinflächig auf zwei Halden vor. Dies überrascht insofern, da die Art gegenüber mehreren für die Primärbesiedelung von Standorten wichtigen abiotischen Faktoren eine breite Amplitude hat (Bodenreaktion, Art des Substrates) und auch aufgrund ihres klonalen Wachstums und der Guerilla-Strategie sehr konkurrenzstark ist (vgl. KLEMM 1966, REBELE 1996). KOSMALE (1989) charakterisierte die Art im Zwickauer Steinkohlenrevier als Pionierart auf durchgeglühtem Material der Abraumhalden, die sich innerhalb von ca. 25 Jahren sprunghaft ausgebreitet hat. Ursache für das weitgehende Fehlen auf den Wettiner Halden dürfte jedoch auch in diesem Fall die fehlende Diasporenverfügbarkeit in der Umgebung sein. Selbst bei zufälligem Diasporeneintrag würde die Art aufgrund der starken Verbuschung der tiefergründigen Standorte kaum Etablierungschancen haben (Ausschattung). Auf offenen, tiefergründigen Standorten der Halde Plötz ist die Art hingegen häufig, kann sich dort auf sehr flachgründigen, trockenen, offeneren Stellen jedoch nicht ansiedeln bzw. ausbreiten.

Interessant ist das Vorkommen von *Melica transsylvanica*, die auf einer Halde relativ großflächig als lockerer Reinbestand vorkommt. Auf der Halde Plötz tritt im Unterschied dazu *Melica ciliata* stellenweise in lockeren Reinbeständen auf (vgl. KÄSTNER 1994). Es ist anzunehmen, daß die Vorkommen von *Melica transsylvanica* auf nahegelegene Bestände der Halbtrocken- und Trockenrasen sowie der Saalehänge bei Wettin zurückzuführen sind. Natürliche Vorkommen von *Melica ciliata* sind hingegen in der näheren Umgebung von Plötz nicht vorhanden, zumal die Art stärker noch als *Melica transsylvanica* basische Standorte bevorzugt.

Hinsichtlich der Flechten- und Moosbesiedlung ist anzumerken, daß alle auf den Halden festgestellten Arten auch im Mittleren Saaletal zwischen Halle und Wettin, namentlich auf den Porphyrkuppen, nachgewiesen sind (MARSTALLER 1984, LITTERSKI et STORDEUR 1991, MÜLLER 1993). Es ist daher anzunehmen, daß die Besiedlung der Halden von dort aus erfolgte.

Im Gegensatz zu den Folgeflächen der Braunkohlenförderung im Tagebau liegen für Steinkohlenabraumhalden nur wenige oder ungenaue Angaben über die Kryptogamen vor. So werden bei ZEITZ (1965; Ruhrgebiet) und KÄSTNER (1994; Halde Plötz, Saalkreis) die allgemein verbreiteten Arten *Funaria hygrometrica*, *Ceratodon purpureus* bzw. *Pohlia nutans* genannt. Flechten sind z.T. nur als *Cladonia* spec. aufgeführt. Weitere Angaben stammen von der Halde Waltrop (Ruhrgebiet), wo insgesamt 15 Arten, davon drei Flechten, direkt auf Bergematerial nachgewiesen wurden (JOCHIMSEN; pers. Mitt.).

Von großer Bedeutung sind auch für Kryptogamen die Eigenschaften des Abraummaterials sowie das Relief der Halden. Aufgrund des niedrigen pH-Wertes, des schlechten Wasserhaltevermögens sowie der kaum ausgebildeten Feuchtbereiche fehlen auf den Wettiner Halden Arten basischer Standorte sowie Nässezeiger, die im Unterschied zu vielen Braunkohlenstandorten hier auch langfristig nicht zu erwarten sind.

Im Vergleich zu den oben erwähnten Steinkohlehalden ist der Anteil terrestrischer Flechten, vor allem vertreten durch die Gattung *Cladonia*, vergleichsweise hoch. Besonders bei dieser Gruppe wird bezüglich der Artenzahl und der Artenzusammensetzung der Einfluß der in der Nähe befindlichen Populationen auf den Porphyrkuppen deutlich.

Die Untersuchungen zeigen, daß bei den nicht mit Robinien bestandenen Halden eine positive Korrelation zwischen Flächen- bzw. Kuppengröße und Artenzahl der Gefäßpflanzen besteht. Ähnlich wie in der benachbarten Porphyrkuppenlandschaft bei Gimritz (südlich von Wettin) besteht jedoch darüber hinaus ein deutlicher Zusammenhang mit der Habitatvielfalt (vgl. PARTZSCH et MAHN 1997, 1998). Dies wird an den beiden Darstellungen in Abb. 3 deutlich: obwohl die mit Robinien bestandenen Halden im Durchschnitt deutlich größer als die Nicht-Robinien-Standorte sind, ist die Artenzahl aufgrund der standörtlichen Homogenität deutlich geringer.

Die Halden weisen in Hinblick auf den Artenbestand und die Vegetation Höherer Pflanzen keine Besonderheiten auf. Bei den Flechten sind jedoch zumindest *Cladonia uncialis* und *C. arbuscula* für den Wettiner Raum erwähnenswert. Vor allem die flachgründigen, nährstoffarmen Plateaus einiger Halden

bieten günstige Bedingungen für die Besiedlung durch artenreiche *Cladonia*-Bestände. Diese Vergesellschaftung des Cladonion sylvaticae sind stark an konkurrenzarme und lichtreiche Flächen gebunden. Unter gleichbleibenden Standortbedingungen können sie hier sehr langlebige Gemeinschaften bilden. Bei Humus- und Nährstoffanreicherung unterliegen sie jedoch bald dem Konkurrenzdruck der Phanerogamen. Ähnlich, wenn auch weniger drastisch gilt dies auch für die Vergesellschaftung von *Brachythecium albicans*, *Tortula ruralis* und Begleitarten (vgl. DREHWALD et PREISING 1991). Aufgrund der relativ kleinen Fläche der Steinkohlenhalden und ihrer Lage inmitten der Agrarlandschaft ist im Laufe der Zeit mit zunehmender Eutrophierung und damit mit einer Gefährdung dieser nährstoffarmen Bereiche zu rechnen. Der Einfluß der Nährstoffanreicherung durch Staub- und Erdimprägnierung wird vor allem auf exponiertem und in unmittelbarer Nähe zum Acker liegendem Abraummateriale deutlich. Hier dominieren die kalkliebenden Arten *Lecanora muralis*, *L. albescens* und *Caloplaca citrina*, während auf Schüttgut im Haldeninneren vorwiegend für Silikatgestein typische Arten siedeln wie *Lecanora polytrapa* und *Candelariella vitellina*.

Insgesamt stellen die Halden sowohl ökologisch als auch landschaftsästhetisch und industriegeschichtlich eine Bereicherung des Naturraumes nördlich von Wettin dar. Ebenso wie die ähnlich in der Landschaft verstreut liegenden und teilweise wesentlich isolierteren Kuppen in der Porphyrlandschaft südlich von Wettin erfüllen auch die Halden wichtige Habitatfunktionen. Es handelt sich jedoch im Gegensatz zu den Porphyrkuppen weniger um „Trittsteinfunktionen“ für gefährdete Gefäßpflanzenarten oder -gesellschaften (vgl. PARTZSCH et MAHN 1997, 1998) als eher um Lebens-, Nahrungs- und Bruthabitate für Tiere, vor allem Vögel und Insekten. Darüber hinaus dienen die Gebüsche dem Wild als Einstand. Die Bedeutung der Halden für diese Funktionen ist um so größer, je isolierter sie in der Agrarlandschaft und je weiter sie von naturnahen Habitatstrukturen entfernt liegen. Dies betrifft vor allem die Halden nördlich und nordöstlich von Döbel, wo sich sehr strukturarme, große Ackerflächen anschließen.

6 ZUSAMMENFASSUNG

KRUMBIEGEL, A.; OTTO, B.: Die Vegetation der Abraumhalden des Steinkohlentiefbaues nördlich von Wettin (Saalkreis, Sachsen-Anhalt). - *Hercynia N.F.* 32 (1999): 251–274.

Im Jahre 1998 wurden 65 der ca. 80 Abraumhalden des Steinkohlentiefbaues nördlich von Wettin vegetationskundlich untersucht und klassifiziert. Hierbei wurde zwischen der Gehölzvegetation einerseits und Gesellschaften auf gehölzfreien Standorten unterschieden.

Die Gehölzvegetation konnte in folgende Bestände untergliedert werden: Vogelkirschen-/Steinweichsel-, Rosen-Feldulmen-, Eschen-, Stieleichen-, Schlehen-Holunder- und Robinien-Gehölze. Teilweise handelt es sich um Dominanzbestände, bei denen eine Zuordnung zu beschriebenen Syntaxa nur bedingt möglich ist. Bei den Robinienbeständen kann aufgrund der einheitlichen Altersstruktur und dem auf einzelne Halden beschränkten Vorkommen auf Anpflanzungen geschlossen werden.

Die Vegetation der gehölzfreien Standorte läßt sich in folgende Bestände gliedern: vegetationsarme Standorte (steiler Böschungen), kryptogamenreiche Trockenrasengesellschaften, *Festuca rupicola*-, *Arrhenatherum elatius*-, *Elytrigia repens*-, *Avenella flexuosa*- und *Melica transsylvanica*-Dominanzbestände.

Auf den untersuchten Halden konnten insgesamt 153 Gefäßpflanzenarten, davon 40 Gehölze, sowie 16 Laub-, 1 Lebermoos- und 18 Flechtenarten nachgewiesen werden. Die Gefäßpflanzen lassen sich entsprechend ihrer bevorzugten Standorte in folgende Artengruppen unterteilen: Gehölze, Ackerunkräuter, Ruderal-, Trocken- und Halbtrockenrasen- sowie Waldarten.

Die Anzahl der Gefäßpflanzenarten und die Größe der Halden sind bei den Standorten mit spontanem Gehölzaufwuchs deutlich positiv korreliert. Halden mit Robiniengehölzen sind trotz ihrer Größe verhältnismäßig artenärmer. Hier besteht kein Zusammenhang zwischen Artenzahl und Flächengröße.

Auf den Halden lassen sich, abgesehen von den Robinienbeständen, keine grundsätzlich unterschiedlichen Stadien der Vegetationssukzession erkennen. Es bestehen auch keine Unterschiede im Vergleich zu

benachbarten nicht auf Halden wachsenden Gehölzbeständen. Daher wird angenommen, daß die Vegetation auf den Halden weitgehend das Endstadium der Sukzession unter den Bedingungen des gegenwärtigen anthropogenen Einflusses erreicht hat. Wie lange dieser Prozeß einer Primärsukzession gedauert hat, kann aufgrund der unsicheren Angaben über das Ende der Stollennutzung nicht mit Sicherheit gesagt werden. Als maximale Entwicklungszeit können jedoch ca. 240 Jahren angenommen werden.

Floristisch und vegetationskundlich sind die Halden teilweise bedeutsam in Hinblick auf die Kryptogamen. Darüber hinaus stellen sie sowohl ökologisch, landschaftsästhetisch und industriegeschichtlich eine Bereicherung der Landschaft dar.

7 DANKSAGUNG

Für freundliche Hinweise und Anregungen danken wir Frau Prof. M. Jochimsen (Essen) und Herrn Dr. S. Klotz (Halle). Herrn M. LATK (Uhldingen/Bodensee) sei an dieser Stelle vielmals für die Bereitstellung der Daten zur Fördergeschichte des Steinkohlebergbaues gedankt. Die Untersuchungen wurden teilweise durch das Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle unterstützt.

8 LITERATUR

- ASH, H. J.; GEMMELL, R. P.; BRADSHAW, A. D. (1994): The introduction of native plant species on industrial waste heaps: a test of immigration and other factors affecting primary succession. - J. Appl. Ecol. **31**: 74-84.
- BRUN-BLANQUET, J.: (1964): Pflanzensoziologie. 3. Aufl. - Wien.
- DETTMAR J.; SUKOPP, H. (1991): Vorkommen und Gesellschaftsanschluß von *Chenopodium botrys* L. und *Inula graveolens* (L.) DESF. im Ruhrgebiet (Westdeutschland) sowie im regionalen Vergleich. - Tuexenia **11**: 49-65.
- DREHWALD, U. (1993): Die Pflanzengesellschaften Niedersachsens - Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutzprobleme - Flechtengesellschaften. - Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen H. **20/10**: 1-122.
- DREHWALD, U.; PREISING, E. (1991): Die Pflanzengesellschaften Niedersachsens - Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutzprobleme - Moosgesellschaften. - Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen H. **20/9**: 1-202.
- EGLER, F. E. (1954): Vegetation science concepts. I: Initial floristic composition, a factor in old-field vegetation development. - Vegetatio **4**: 412-417.
- ELIAS, J. (1982): Probleme der Rekultivierung von Bergehalden in Wales, aus praktischer Sicht. - In: KOMMUNALVERBAND RUHRGEBIET (Hrsg.): Internationale Haldenfachtagung Essen, September 1982, S. 37-39.
- 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, Nat. R. **21/22**: 73-94.
- FRAHM, J.-P.; FREY, W. (1992): Moosflora. 3. Aufl. - Stuttgart.
- GIBSON, D. J. (1982): The natural revegetation of lead/zinc mine spoil in northwestern Oklahoma. - Southwestern Nat. **27**: 425-436.
- GLA (GEOLOGISCHES LANDESAMT SACHSEN-ANHALT) (1993): Geologische Übersichtskarte von Sachsen-Anhalt, 1:400.000. - Halle.
- HODGE, S. J.; HARMER, R. (1996): Woody colonization on unmanaged urban and ex-industrial sites. - Forestry **69**: 245-261.
- HUTNIK, R. J. (1982) Rekultivierung von Halden in den Vereinigten Staaten. - In: KOMMUNALVERBAND RUHRGEBIET (Hrsg.): Internationale Haldenfachtagung Essen, September 1982, S. 51-62.
- JANOWITZ, H. (1996): Vegetationskundliche und geomorphologische Untersuchungen an schwermetallhaltigen Halden des Sangerhäuser Reviers und der Mansfelder Mulde. - Naturschutz im Land Sachsen-Anhalt **33** (2): 15-24.
- JOCHIMSEN, M. (1982): Untersuchungen zur natürlichen Sukzession auf Bergehalden. - In: KOMMUNALVERBAND RUHRGEBIET (Hrsg.): Internationale Haldenfachtagung Essen, September 1982, S. 63-67.
- JOCHIMSEN, M. (1984): Natürliche Begrünung auf Bergehalden. - In: KOMMUNALVERBAND RUHRGEBIET (Hrsg.): Kolloquium über technisch-ökologische Untersuchungen zu Fragen der Rekultivierung von Bergehalden. Essen, September 1983, S. 85-109.
- JOCHIMSEN, M. (1986): Begrünungsversuche auf Bergematerial der Halde Ewald/Herten. - Verh. Ges. Ökol. **14**: 223-228.

- JOCHIMSEN, M. (1996a): Beschleunigung der Vegetationsentwicklung auf Bergematerial mit Hilfe eines Zuschlagstoffes aus der thermischen Reinigung. - Verh. Ges. Ökol. **26**: 387-397.
- JOCHIMSEN, M. (1996b): Reclamation of colliery mine spoil founded on natural succession. - Water, Air, and Soil Pollution **91**: 99-108.
- JOCHIMSEN, M.; HARTUNG, J.; FISCHER, I. (1995): Spontane und künstliche Begrünung der Abraumhalden des Stein- und Braunkohlenbergbaus. - Ber. Reinh.-Tüxen-Ges. **7**: 69-88.
- JOHNSON, R. L.; GIBSON, D. J.; RISSE, P. G. (1982): Revegetation of unreclaimed coal strip mine spoils in Oklahoma: I. Vegetation structure and soil properties. - J. Appl. Ecol. **19**: 453-464.
- KÄSTNER, T. (1994): Vegetation- und standortkundliche Untersuchungen auf der Steinkohlenbergbauhalde bei Plötz (Saalkreis). - Staatsexamensarb. Martin-Luther-Univ. Halle, Inst. für Geobotanik.
- KATZUNG, G.; EHMKE, G. (1993): Das Prätertiär in Ostdeutschland. - Köln, 189 S.
- KLEMM, G. (1966): Zur pflanzlichen Besiedlung von Abraumkippen und -halden des Braunkohlenbergbaus. - Hercynia N. F. **3**: 31-51.
- KOSMALE, S. (1989): Die Haldenvegetation im Steinkohlenbergbaurevier Zwickau - ein Beispiel für das Verhalten von Pflanzen an Extremstandorten, Rekultivierung und Flächennutzung. - Hercynia N. F. **26**: 253-274.
- KRUMBIEGEL, A.; KLOTZ, S. (1996): Bedeutung von Standort und Artenpotential der angrenzenden Landschaft für die Entwicklung von Dauerbrachen. - Arch. Naturschutz- u. Landschaftsforsch. **34**: 157-168.
- KRUMBIEGEL, A.; SCHMIDT, T.; KLOTZ, S. (1998): Artenverschiebung und Einwanderungsprozesse an einer Brache-Trockenrasen-Grenze im Mitteldeutschen Trockengebiet. - Tuexenia **18**: 313-330.
- KRUMBIEGEL, G.; SCHWAB, M. (1974): Saalestadt Halle und Umgebung. Ein geologischer Führer. 2 Bde. - Halle.
- KRZAKLEWSKI, W. (1982): Die Möglichkeit der Ausnutzung der natürlichen Vegetation in der Rekultivierung der Nachabbaugebiete (Abraum- oder Bergehalden). - In: KOMMUNALVERBAND RUHRGEBIET (Hrsg.): Internationale Haldenfachtagung Essen, September 1982, S. 79-84.
- LITTERSKI, B.; STORDEUR, R. (1991): Flechten (Lichenes). - In: EBEL, F.; SCHÖNBRODT, R. (Hrsg.): Pflanzen- und Tierarten der Naturschutzobjekte im Saalkreis. 1. Ergänzungsband. 72 S., Halle.
- MARSTALLER, R. (1984): Bemerkenswerte Moosgesellschaften im unteren Saaletal zwischen Halle und Könnern, Bezirk Halle. - Gletidschia **12**: 285-301.
- MILTON, S. J.; DEAN, W. R. J.; KLOTZ, S. (1997): Thicket formation in abandoned fruit orchards: processes and implications for the conservation of semi-dry grasslands in Central Germany. - Biodiversity and Conservation **6**: 275-290.
- MÜLLER, F. (1993): Studien zur Moos- und Flechtenflora der Stadt Halle/Saale. - Limprichtia **1**: 1-167.
- ORTLIEB, R. (1994): Über die Schutzwürdigkeit der Mansfelder Bergbauhaldenlandschaft. - Naturschutz im Land Sachsen-Anhalt **31** (2): 3-10.
- PARTZSCH, M.; MAHN, E.-G. (1997): Welchen Einfluß haben Flächengröße, Entwicklungszeit und standörtliche Vielfalt isolierter Offenstandorte auf die floristisch-phytozoologische Struktur xerothermer Vegetationskomplexe? - Verh. Ges. Ökol. **27**: 93-99.
- PARTZSCH, M.; MAHN, E.-G. (1998): Einfluß von Flächengröße, Entwicklungszeit und standörtlicher Vielfalt isolierter Offenstandorte auf die Struktur xerothermer Vegetationskomplexe. - Braunschweiger Geobotan. Arb. **5**: 95-112.
- PATRZALEK, A. (1982): Der Einfluß der Körnung von Rückständen und von Stickstoffdüngern auf die Anfangsphase des Wachstums eines Grasgemisches auf Halden des Steinkohlenbergbaus. - In: KOMMUNALVERBAND RUHRGEBIET (Hrsg.): Internationale Haldenfachtagung Essen, September 1982, S. 101-103.
- PETTIT, D. (1982): Natürliche Begrünung der Halden Nordfrankreichs: Zusammenhänge mit einigen chemo-edaphischen Parametern. - In: KOMMUNALVERBAND RUHRGEBIET (Hrsg.): Internationale Haldenfachtagung Essen, September 1982, S. 105-124.
- PÖSER, A.; JOCHIMSEN, M. (1989): Vegetationskundliche Analyse einer landespflegerisch begrünter Bergehalde (Halde Hoppenbruch, Herten). - Verh. Ges. Ökol. **18**: 93-99.
- RAUSCHERT, S.; HILBIG, W.; KLOTZ, S. (1990): Übersicht über die Pflanzengesellschaften des südlichen Teiles der DDR. XV. Die xerothermen Gebüschgesellschaften (Berberidion Br.-Bl. 52 und Prunion fruticosae Tx. 52). - Hercynia N. F. **27**: 195-258.
- REBELE, F. (1996): *Calamagrostis epigejos* (L.) ROTH auf anthropogenen Standorten - ein Überblick. - Verh. Ges. Ökol. **26**: 753-763.
- ROTHMALER, W.; BÄBLER, M.; JÄGER, E. J.; WERNER, K. (1996): Exkursionsflora von Deutschland. Bd. 2 - Jena, Stuttgart.
- SCHMITZ, J. (1997): Bemerkungen zur Flora von Halden und Zechenbrachen des Aachener Kohlreviers. - Decheniana **150**: 35-41.
- SCHUBERT, R.; HILBIG, W.; KLOTZ, S. (1995): Bestimmungsbuch der Pflanzengesellschaften Ostdeutschlands. - Jena, Stuttgart.
- SCHULZ, I. (1998): Strukturwandel im Steinkohlenrevier - „Haldenpark“ in Herzogenrath. - Landschaftsarchitekten, Sonderausgabe August 1998: 11.

- TREFFLICH, A. (1997): Klimatologische Kennzeichnung. - In: FELDMANN, R.; HENLE, K.; AUGE, H.; FLACHOWSKY, J.; KLOTZ, S.; KRÖNERT, R. (Hrsg.): Regeneration und nachhaltige Landnutzung. Konzepte für belastete Regionen. S. 13-17. - Berlin, Heidelberg, New York u.a.
- TÜXEN, R. (1959): Vegetations- und standortskundliche Grundlagen für die Rekultivierungsmaßnahmen in Tagebaugebieten. - Natur und Landschaft **34**:34-35.
- WIRTH, V. (1995): Flechtenflora: Bestimmung und ökologische Kennzeichnung der Flechten Südwestdeutschlands und angrenzender Gebiete. 2. Aufl. - Stuttgart.
- ZEITZ, W. D. (1965): Vegetationskundliche Erhebungen über den natürlichen Bewuchs und die künstliche Begrünung der Berghalden II/VI/IX und III/V des Steinkohlenbergwerkes Graf Bismarck in Gelsenkirchen-Buer. - Abh. Landesmus. Naturk. Münster **27** (2): 3-35.

Manuskript angenommen: 25. Juni 1999

Anschriften der Autoren:

Dr. Anselm KRUMBIEGEL
Clara-Zetkin-Str. 16
06114 Halle

Dipl.-Biol. Berit OTTO
Edvard-Grieg-Weg 9
06124 Halle.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Hercynia](#)

Jahr/Year: 1999

Band/Volume: [32](#)

Autor(en)/Author(s): Krumbiegel Anselm, Otto Berit

Artikel/Article: [Die Vegetation der Abraumhalden des Steinkohlentiefbaues nördlich von Wettin \(Saalkreis, Sachsen-Anhalt\) 251-274](#)