

## „Arche Noah“ für Pflanzen? Zur Bedeutung von Altwaldresten für die Wiederbesiedlungsprozesse im Tagebauggebiet Goitsche

Sandra BENKWITZ, Sabine TISCHEW und Andreas LEBENDER

8 Abbildungen und 15 Tabellen

### ABSTRACT

BENKWITZ, S.; TISCHEW, S.; LEBENDER, A.: „Noah's arc“ for plants? The importance of remaining woodlots for recolonization processes in the lignite mining area Goitsche. - *Hercynia N. F.* 35: 181-214.

Since 2000, the water level in the northern part of the former lignite mining area Goitsche (Sachsen-Anhalt, Germany) is rising. In this part of the mining area, three hills are situated, each approximately 1 km apart. Two are remnants of the former cultural landscape containing fragments of deciduous forests. They were surrounded by surface-mined land. In 1961, a tip site was built. On this site, a pioneer forest has developed spontaneously. With elapsing time, these three hill sites will become islands.

The persistence ability of the herb layer and the woody species of the remnants were analyzed. The depression of the groundwater table over decades led to a reduction of the vitality of woody species. On the other hand, the herb layer was only slightly affected by the withdrawal of the groundwater.

The vegetational composition of pioneer forests was used for conclusions about re-colonization processes and the dispersal abilities of selected species groups. The flora of the remnant woodlands was compared with pioneer forests. In a pioneer forest adjacent to one of the remnant woodlands, more wind-dispersed woody species of later successional stages (*Carpinus betulus*, *Acer* ssp.) could be observed. Whereas in the pioneer forest of the tip site, mostly bird-dispersed woody species of later successional stages (e.g. *Quercus* ssp., *Sorbus aucuparia*) immigrated. The efficiency of the dispersal mechanism is decisive for the colonization ability of woody species. A comparison of woodland species in the herb layer showed that 2/3 of this species group of the remnant woodland could be found in the adjacent pioneer forest. On the same site, adjacent grassland contained 1/3 of this species group. In the herb layer of the pioneer forest on the tip site only 1/5 of the woodland species from the remnant woodlands occurred. Forest herbs often lack long-distance dispersal mechanism. The combination of ineffective dispersal with unfavorable site conditions on the tip site hampered colonization and establishment of this species group.

Spontaneously colonized pioneer forests in surface-mined land are of high conservational value. In the course of succession, rare and endangered species found refuges and new colonization areas. A comparison between the spontaneously developed pioneer forest on the tip site and the surrounding landscape outside the mining area showed that the pioneer forest led to a distinctive increase of the species diversity.

In the paper, we further discuss the active introduction of forest herbs. The acceleration of the successional progress in mining areas should be restricted to recreational areas. Otherwise, the development of woodland should result from process conservation.

The preservation of remnant woodland in mining areas proved to be a successful strategy. Essential potentials of woodland ecosystems remained during the mining activities. The woodlands are able to regenerate. They act as seed sources for the re-colonization of the surrounding mining sites.

Long-term monitoring of the further development is necessary and can be based on our results.

**Keywords:** lignite mining area, relict woodlot, woody species, pre-forest, dispersal, Goitsche.

## 1 EINLEITUNG

Der Erhalt von Resten der Kultur- oder der Naturlandschaft bei Abbauprozessen bzw. in unmittelbarer Umgebung der Abbaufelder als wesentliche Lieferbiotope für Renaturierungsprozesse wird zwar vielfach gefordert (u.a. MÖCKEL 1998, BROZIO 1998, BAIRLEIN et al. 1989, BAIRLEIN 1998), konkrete Fallbeispiele sind aber bislang kaum untersucht worden. Das betrifft sowohl das Persistenzvermögen von naturnahen Strukturen unter den Randeinflüssen des Abbaus, als auch die Regenerationsprozesse nach dem Abbau und die Wirkung als Lieferbiotope für Besiedlungsprozesse auf den Folgeflächen des Abbaus.

Am Beispiel der Altwaldreste im Tagebaugebiet Goitsche, die über einen Zeitraum von ca. 50 Jahren als Biotopinseln in einem 60 km<sup>2</sup> großen Tagebau vom Abbau verschont wurden, soll deshalb der Frage nachgegangen werden, welches Artenpotential sich über diesen Zeitraum hinweg erhalten konnte. Da für Waldarten nur sehr langsame Ausbreitungsgeschwindigkeiten angegeben werden (WULF 1994, BONN et POSCHLOD 1998), soll außerdem der Frage nachgegangen werden, welche Rolle diesen Arten in den Besiedlungsprozessen der umgebenden Kippenflächen zukommt. Als differenzierende Faktoren werden dabei zusätzlich die Entfernung potentiell geeigneter Flächen und bereits entwickelte Vegetationsstrukturen betrachtet. Dazu werden zum einen ein Pionierwald auf verkippter Fläche in die Auswertungen einbezogen, als auch direkt angrenzende, abgeschobene Flächen unterschiedlich entwickelter Vegetationsstrukturen. Da der Entwicklung von vielfältigen Waldstrukturen in der Tagebaufolgelandschaft eine große Bedeutung beigemessen wird (WOLF 1989, 1998), sollen die Ergebnisse auch im Hinblick auf eine eventuelle Steuerung der Sukzessionsprozesse diskutiert werden.

Die vorliegende Arbeit basiert auf einer im Zeitraum 1999 bis 2001 angefertigten Diplomarbeit (BENKWITZ 2001).

## 2 UNTERSUCHUNGSRAUM UND UNTERSUCHUNGSGEBIETE

### 2.1 Einführung in den Untersuchungsraum

Der Untersuchungsraum umfaßt das ehemalige Tagebaugebiet Goitsche. Dieses ist Teil des Mitteldeutschen Braunkohlenreviers und befindet sich im Zentrum des Teilrevieres Gräfenhainichen-Bitterfeld-Delitzsch im westelbischen Fördergebiet (BERKNER 1998). Es umfaßt ein bergbaulich beanspruchtes Areal von 60 km<sup>2</sup> und stellt damit eines der größten zusammenhängenden Rekultivierungsgebiete der Region dar. Die Bergbaufolgelandschaft verteilt sich zu ca. zwei Drittel auf das Land Sachsen-Anhalt und zu einem Drittel auf die Fläche des Freistaates Sachsen. Naturräumlich ist das Gebiet dem Halleschen Ackerland zuzuordnen (Landschaftsprogramm des Landes Sachsen-Anhalt, MUNR 1995). Auf dem Gebiet der heutigen Goitsche wurde in drei Tagebauen seit 1908 Braunkohle abgebaut. Eine Absenkung des Grundwassers im Gebiet war unvermeidlich. Vor Beginn des Abbaus war das stark grundwasserbeeinflusste Wald- und Wiesengebiet geprägt durch die Flüsse Mulde, Lober und Leine. „Goitsche“ hieß damals ein vor den Toren der Stadt Bitterfeld gelegener 760 ha großer Auwald mit ausgeprägter botanischer Vielfalt (vgl. KLOTZ 1905). Von diesem sind heute nur noch kleinste Fragmente erhalten, die Gegenstand der Untersuchungen waren. Weiterhin führte die Inanspruchnahme von Auenbereichen der Mulde zum Verlust von natürlichen Hochwasserretentionsflächen.

Große Teile des Tagebaugeländes wurden vordergründig forstlich rekultiviert. Große Flächen wurden mit Monokulturen der Arten *Robinia pseudoacacia*, *Quercus rubra*, *Pinus nigra* und verschiedener Pappel-Hybriden aufgeforstet. Aufgrund ihrer Strukturarmut und der Baumartenwahl sind sie aus ökologischer Sicht von geringer Bedeutung (vgl. BERKNER 1998). Als potentiell natürliche Waldgesellschaften des Landschaftsraumes werden im Landschaftsprogramm des Landes Sachsen-Anhalt (MUNR 1995) winterlindenreiche Traubeneichen-Hainbuchenwälder angegeben.

Mit Stilllegung des Tagebaus 1991 begann noch im selben Jahr die Sanierung mit bergmännischen Arbeiten zur Böschungssicherung und Profilierung des zukünftigen Reliefs. Die Bergbausanierung wird von

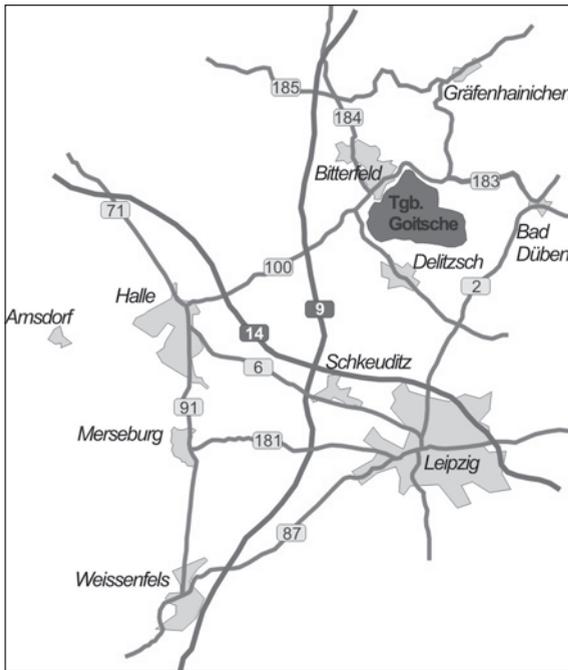


Abb. 1: Lage des Untersuchungsraumes

der Lausitzer und Mitteldeutschen Bergbau–Verwaltungsgesellschaft mbH (LMBV) als Projektträger durchgeführt, mit dem Ziel der Wiedernutzbarmachung der beanspruchten Flächen und Herstellung einer öffentlichen Sicherheit. Der Abschluß der Arbeiten wird mit dem Jahr 2005 angegeben.

## 2.2 Naturräumliche Gegebenheiten

### 2.2.1 Geologie

Den prätertiären Untergrund des Braunkohlentagebaugesbietes Goitsche bilden Sand- und Tonsteine des Oberkarbons, Rotliegendensedimente sowie Ablagerungen des marinen Zechsteins und der Trias (KNOTH et SCHWAB 1972 zit. in HARKE 1996). Die abbauwürdigen „Bitterfelder Flöze“ waren Teil einer 40 bis 60 m mächtigen Tertiärfolge (EISSMANN et LITT 1994). Die abgebaute Kohlelagerstätte entstand vor ca. 22 Millionen Jahren im Oligozän, einer Unterstufe des Tertiär. Um das 10 bis 12 m mächtige Kohleflöz zu gewinnen, mußten insgesamt 30 bis 40 m Deckgebirge abgetragen werden, das von 25 bis 30 m hohen Quartärschichten sowie einer ca. 1 m mächtigen, weichseleiszeitlichen Sandlößschicht gebildet wurde (LMBV 1999).

### 2.2.2 Klima

Der ehemalige Braunkohlentagebau befindet sich am Rand des Mitteldeutschen Trockengebietes und unterliegt noch dem Einfluß des Harzes. In vom Bergbau unbeeinflussten Gebieten liegen die Niederschläge bei 500 mm im Jahresmittel, die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt 9°C. Aufgrund der von der Umgebung abweichend gestalteten Landschaft sind Tagebauflächen indes häufig durch veränderte Klimaverhältnisse gekennzeichnet (vgl. ТОУКА 1993). Bedingt durch Reliefformen und Vegetationsarmut treten starke Luftbewegungen und extreme Temperaturschwankungen auf. Weiterhin wirken die

großen vegetationsarmen Gebiete als riesige Verdunstungsflächen (TOYKA 1993). Die großflächige Flutung der Restlöcher wird nochmalig Veränderungen im Lokalklima nach sich ziehen.

### 2.2.3 Wasserhaushalt

Bedingt durch den Kohleabbau im Großtagebau Goitsche war eine weiträumige und irreversible Störung des Wasserhaushaltes durch Absenkung des Grundwasserspiegels unvermeidlich. Die betroffene Gesamtfläche beträgt 250 km<sup>2</sup>. Die Absenkung für das Mitteldeutsche Revier beziffert BERKNER (1998) im Mittel zwischen 50 und 70, maximal bis 130 m. Die Entwässerung des Abbaubereiches wurde durch permanentes Abpumpen erreicht. In einigen Bereichen wurde diese Maßnahme auch nach Stilllegung der Abbautätigkeiten fortgeführt, um Sanierungsarbeiten durchführen zu können.

Die gegenwärtige Flutung der zahlreichen Tagebaurestlöcher verfolgt das Ziel der Wiederherstellung eines ausgeglichenen Wasserhaushaltes. Für das betroffene Restloch erfolgt seit 1999 die Flutung mittels Fremdwasserzufuhr aus der Mulde. Momentan wird ein Wasserstand von +71,5 m NN gehalten. Seitens der LMBV wird ein Endwasserstand von +75,0 m NN angestrebt.

## 2.3 Die Untersuchungsgebiete

Bei den Untersuchungsgebieten handelt es sich um drei Inseln am südlichen Rand des Restloches Bärenhof, das sich vom Zentrum bis in den nördlichen Teil der Goitsche zieht. Das Restloch wurde 1949 aufgeschlossen und bis 1991 ausgekohlt. Bei den Untersuchungsgebieten handelt es sich zum einen um die Bärenhof-Insel (25 ha) sowie die Halbinsel Tagesanlagen 2a (66 ha), beides gewachsene Standorte die vom Abbau verschont blieben. Dort stocken Reste des ehemals am alten Muldelauf vorhandenen Waldes, dem sogenannten „Bärenholz“. Die Waldreste weisen heute keine zusammenhängende Form mehr auf, die Teilstücke umfassen auf der Bärenhof-Insel eine Fläche von insgesamt 5 ha, auf den Tagesanlagen 2a von 7 ha. Sie wurden auch nach Abbaubeginn weiterhin forstlich genutzt. Es wurden v.a. auf den Tagesanlagen 2a stellenweise Gehölze gepflanzt und ein Teil des Waldrestes der Bärenhof-Insel als Niederwald bewirtschaftet. Mit Beginn der Sanierung im Tagebau wurde die Bewirtschaftung eingestellt und der Bestand ein letztes Mal beräumt. Ebenfalls zu diesem Zeitpunkt erfolgten neben dem Abriß sämtlicher Gebäude (Tagesanlagen) stellenweise Maßnahmen zur Böschungssicherung. Dabei wurde vor allem bei der Bärenhof-Insel die Schaffung zukünftiger Flachwasserbereiche erzielt. Des weiteren wurden die Offenlandbereiche der Inseln mit Baumarten der potentiell natürlichen Vegetation des Landschaftsraumes aufgeforstet. Bei dem dritten Untersuchungsgebiet handelt es sich um den Kippenstandort Halde 10/35, auch Tonberg genannt. Die 28 ha große Fläche entstand vor 41 Jahren durch die Verkippung stark tonhaltigen, quartären Substrates (Flächenschüttung 07/61). Der Standort wurde der Sukzession überlassen. Darauf konnte sich innerhalb eines relativ kurzen Zeitraumes ein Birken-Pionierwald entwickeln, der momentan eine Fläche von 12 ha umfaßt. Im Zuge der Sanierungstätigkeiten wurde 1998 ein Großteil der Böschungsbereiche gesichert, eingesät und stellenweise Gehölze (*Populus tremula* und *Alnus glutinosa*) eingebracht. Aus Abbildung 2 wird die Lage der drei untersuchten Standorte zueinander sowie Größe und Verteilung der Waldflächen deutlich.

## 3 METHODEN

### 3.1 Bodenanalysen

In drei Geländegängen mit geringem zeitlichen Abstand und unter ähnlichen Witterungsbedingungen wurden im Dezember 1999 Bodenproben auf allen Vegetationsaufnahmeflächen aus den Tiefen 0-10 cm und 10-20 cm entnommen. Anschließend wurden die Proben bis zur Gewichtskonstanz luftgetrocknet und auf ihren Gehalt an organischem Stickstoff und Kohlenstoff (Verbrennungsanalyse nach DUMAS), Kalium und Phosphat (Doppellaktatmethode nach EGNER/RIEHM) sowie ihren pH-Wert (elektrometrisch in CaCl<sub>2</sub>) untersucht. Die Bodenart wurden mittels üblicher Feldmethoden bestimmt.

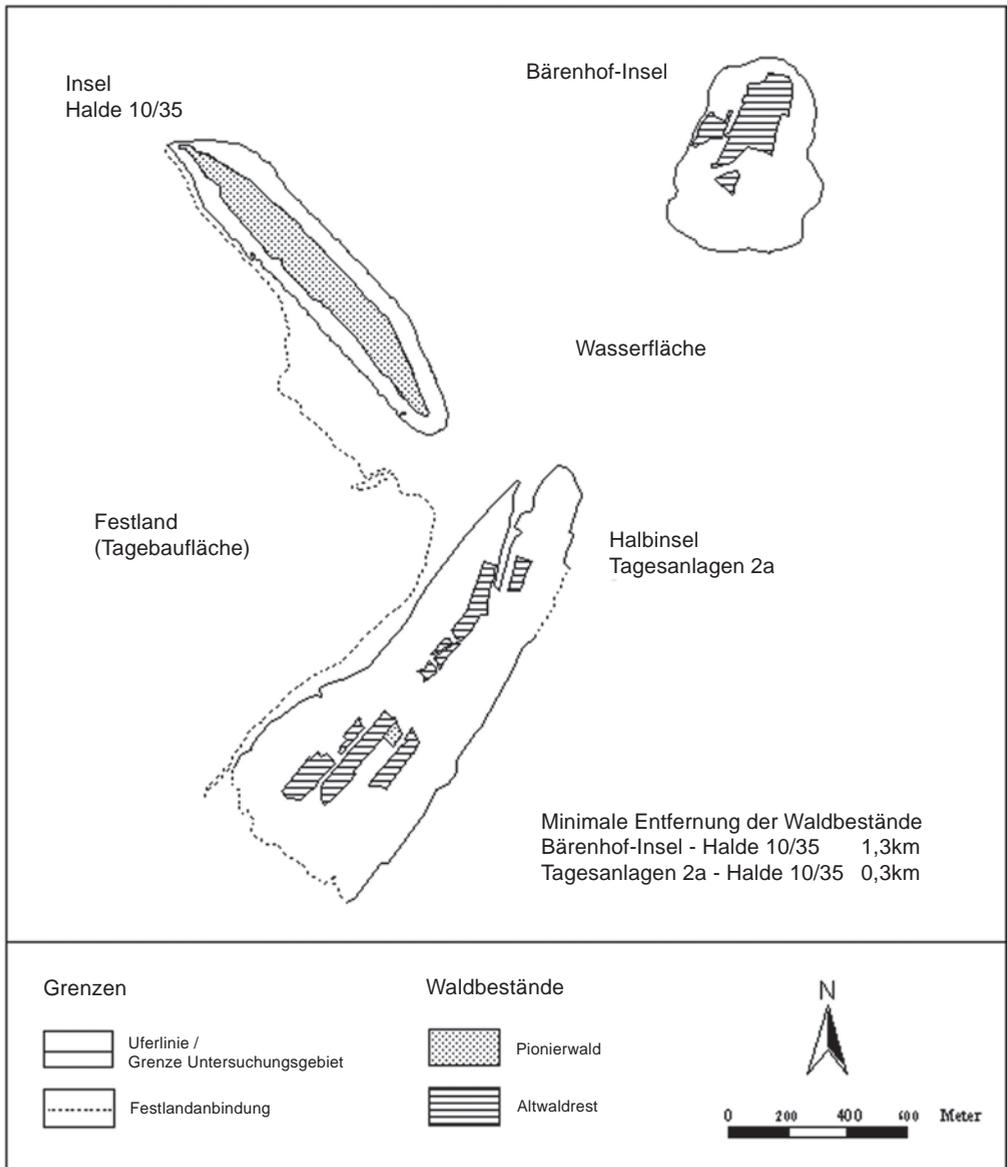


Abb. 2: Lage der Untersuchungsgebiete im Restloch Bärenhof und Verteilung der Waldbestände

### 3.2 Flora und Vegetation

Im Rahmen von Geländebegehungen in den Jahren 1999 und 2000 wurden vollständige Artenlisten für die Untersuchungsgebiete erstellt. In den zu charakterisierenden Waldstandorten wurden im Sommer 1999 Dauerbeobachtungsflächen zur Aufnahme der Vegetation eingerichtet. Insgesamt wurden 47 Flächen mit GPS eingemessen, davon 15 im Pionierwald der Halde 10/35, 12 im Waldrest der Bärenhof-Insel sowie 20 im Waldrest der Tagesanlagen 2a. Die Größe der gehölzbestandenen Aufnahmeflächen

lag zwischen 100 und 400 m<sup>2</sup>. Gehölzfreie Flächen (Lichtungen) wurden auf der Halde 10/35 nur beispielhaft in der Größe von 25 m<sup>2</sup> aufgenommen und nicht markiert.

Die Erfassung der Vegetation erfolgte entsprechend der Methode nach BRAUN-BLANQUET (1964, erweitert durch WILMANN 1989) in den Monaten Juli/August des Jahres 1999 und Mai sowie Juli/August des Jahres 2000. Dadurch wurden der Sommer- sowie vor allem der Frühjahrsaspekt der Altwaldbestände mit hohem Geophytenanteil erfaßt und dokumentiert. Die Nomenklatur der Pflanzenarten richtet sich nach ROTHMALER (1994), die Bezeichnung der Pflanzengesellschaften erfolgt nach SCHUBERT et al. (2001). Vegetationsstrukturen des Vorwaldes werden gesondert beschrieben.

### 3.3 Rasterkartierung

Auf den beiden gewachsenen Standorten wurde jeweils ein Raster mit Teilflächengrößen von 50 x 50 m eingerichtet (Abb. 3). Das Rasternetz umfaßte auf der Bärenhof-Insel 28, auf den Tagesanlagen 2a 73 Teilflächen und beinhaltete nahezu alle Restwaldflächen. Im Raster wurden 6 Gehölze sowie 28 Arten der Krautschicht erfaßt (Tab. 1). Die Datenerhebung erfolgte in den Monaten April und Mai sowie Juni und Juli 2000 und umfaßte die Parameter Deckungsgrad (bei Gehölzen je Höhenklasse: < 0,5 m / 0,5–3 m / > 3 m) und Fertilität. Die Deckungsgrade wurden ebenfalls entsprechend der Methode nach BRAUN-BLANQUET (1964, erweitert durch WILMANN 1989) vergeben. Für die erfaßten Arten wurde die Frequenz berechnet. Des weiteren wurde ein Teil des Rasters der Tagesanlagen 2a mit einem 25 x 25 m Raster unterlegt. Dieses Transekt dient der Untersuchung von Ausbreitungsprozessen von Waldbodenpflanzen und Gehölzen in angrenzende, bergbaulich beeinflusste Bereiche. Für die Auswertung der Ergebnisse des 25 x 25 m–Transektes wurden die jeweils nebeneinander liegenden Teilflächen zu einer 25 x 50 m–Teilerasterfläche zusammengefaßt.

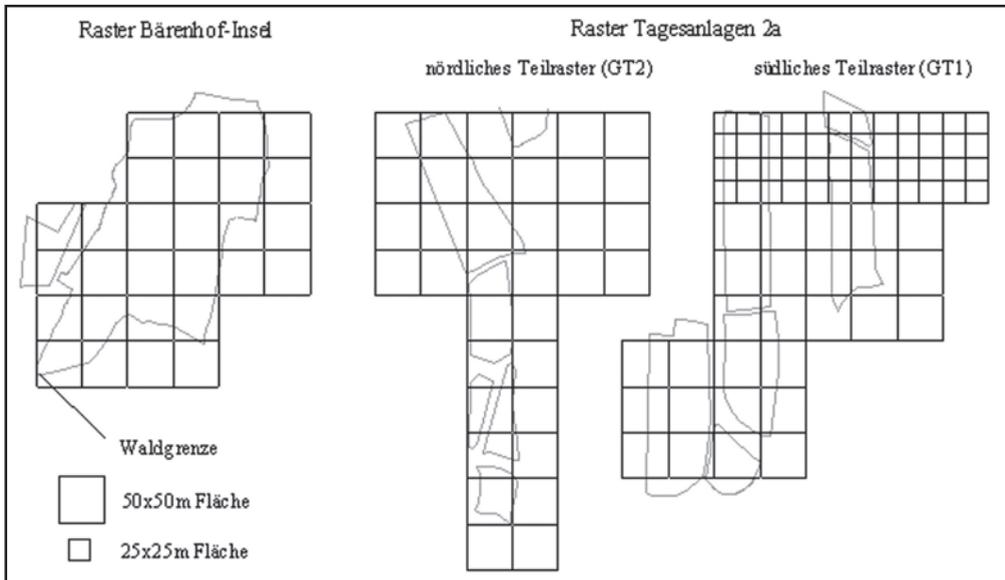


Abb. 3: Rasterflächen auf den gewachsenen Standorten

Tab. 1: Ausgewählte Arten der Kartierung im 50 x 50 m-Raster

Gehölze
<i>Betula pendula</i> , <i>Carpinus betulus</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Quercus petraea</i> , <i>Quercus robur</i> , <i>Tilia cordata</i>
Arten der Krautschicht
Waldarten: <i>Adoxa moschatellina</i> , <i>Allium ursinum</i> , <i>Anemone nemorosa</i> , <i>Anemone ranunculoides</i> , <i>Arum maculatum</i> , <i>Brachypodium sylvaticum</i> , <i>Convallaria majalis</i> , <i>Corydalis intermedia</i> , <i>Dactylis polygama</i> , <i>Galeobdolon luteum</i> , <i>Lilium martagon</i> , <i>Melampyrum nemorosum</i> , <i>Melica nutans</i> , <i>Mercurialis perennis</i> , <i>Milium effusum</i> , <i>Polygonatum multiflorum</i> , <i>Pulmonaria officinalis</i> , <i>Ranunculus ficaria</i> , <i>Stellaria holostea</i> , <i>Veronica hederifolia</i> , <i>Viola reichenbachiana</i> , <i>Viola riviniana</i>
Offenland- und Vorwaldarten: <i>Calamagrostis epigejos</i> , <i>Fragaria vesca</i> , <i>Hypericum perforatum</i> , <i>Inula conyza</i> , <i>Tanacetum vulgare</i>

### 3.4 Vergleichende Betrachtung der Artenzahlen mit der Umgebung

Für die Gesamtflora der Halde 10/35 erfolgt ein Vergleich der Artenzahlen mit der unverritzten Umgebung. Dabei wird zum einen die direkte Umgebung des Tagebaus Goitsche betrachtet. Hierfür wurden 10 direkt an das Abbaugelände grenzende Meßtischblatt-Quadranten ausgewählt. Zum anderen wurden 10 Meßtischblatt-Quadranten (MTB) der gesamten Landesfläche Sachsen-Anhalts ausgelost (Tab. 2). Die Daten entstammen der floristischen Kartierung Sachsen-Anhalts bzw. Sachsens. Für die Auswertung der seltenen und gefährdeten Arten der MTB-Kartierung fließen neben der BArtSchV ausschließlich die Arten der Roten Liste Deutschlands und Sachsen-Anhalts ein. Um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten, wurde auf eine separate Auswertung der Roten Liste Sachsens für die Quadranten der sächsischen Kartierung verzichtet.

Tab. 2: Ausgewählte Meßtischblatt-Quadranten (MTB) für den Vergleich des Arteninventars der Halde 10/35 mit dem unverritzten Umland

MTB direktes Tagebaumland	MTB gesamt Sachsen-Anhalt
Sachsen-Anhalt: 4239-4, 4338-4, 4339-1, 4341-1, 4341-3, 4438-2, 4439-3	4138-4, 4339-2, 4336-3, 4338-1, 4437-2, 4439-3, 4637-1, 4639-1, 4736-3, 4838-4
Sachsen: 4440-3, 4440-4, 4441-1	

## 4 ERGEBNISSE

### 4.1 Altwaldbestände

#### 4.1.1 Standortverhältnisse

Für die Waldflächen konnten überwiegend Lehmbodenarten mit unterschiedlich hohen Schluff- und Sandanteilen festgestellt werden. Die pH-Werte lagen überwiegend im mäßig bis sehr stark sauren Bereich. Für beide Waldstandorte wurde ein ausgeglichenes und relativ enges C/N-Verhältnis festgestellt (Tab. 3). Die Versorgung mit Nährstoffen gestaltete sich partiell als unzureichend. Während sich die Stickstoffwerte an der oberen Wertgrenze orientierten, wurden Defizite bei der Kaliumversorgung und teilweise extrem niedrige Phosphat-Werte festgestellt. Die Beeinträchtigung des Wasserhaushaltes durch Grundwasserabsenkung fällt aufgrund stauender Schichten (Toneinlagerungen) hier geringer aus. Dennoch zeigen insbesondere die in der Vitalität geschädigten Eichen (BENKWITZ 2001) Trockenstreußperioden an.

Tab. 3: Ergebnisse (Mittelwerte) der Bodenuntersuchungen für die Waldflächen der gewachsenen Standorte

Tiefe in cm	Stickstoff [%]		Kohlenstoff [%]		Kalium [mg/100g]		Phosphat [mg/100g]	
	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20
Bärenhof-Insel	0,52	0,2	8,23	2,75	21,1	8,8	3,3	2,5
Tagesanlagen 2a	0,46	0,24	7,09	3,25	13,4	4,7	0,8	0,4

#### 4.1.2 Floristische Ausstattung und vegetationskundliche Kartierung

Für die Bärenhof-Insel konnten insgesamt 246 Gefäßpflanzen nachgewiesen werden. Davon waren 96 Arten innerhalb des Altwaldrestes vorhanden. Auf der Halbinsel Tagesanlagen 2a konnte mit 279 Pflanzenarten eine ähnlich hohe Artenzahl erfaßt werden. Für das Gebiet des Altwaldrestes erfolgte der Nachweis für 135 Arten. Tab. 4 sind alle auf den Inseln vorhandenen Arten der Roten Liste des Landes sowie des Bundes zu entnehmen.

Tab. 4: Nachgewiesene gefährdete Pflanzenarten der gewachsenen Standorte (gesamte Inselfläche)  
(Häufigkeitsangaben s = selten, z = zerstreut, v = verbreitet)

RL LSA – Rote Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen des Landes Sachsen-Anhalt (KORNECK et al. 1998):  
2 – stark gefährdet, 3 – gefährdet

RL BRD – Rote Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands (KORNECK et al. 1998): 3 – gefährdet

Wissenschaftl. Artname	Deutscher Artname	RL LSA	RL BRD	Vorkommen im Altwaldrest
<b>Bärenhof-Insel</b>				
<i>Euphorbia dulcis</i> (s)	Süße Wolfsmilch	2	-	x
<i>Ulmus minor</i> (z)	Feld-Ulme	-	3	
<b>Tagesanlagen 2a</b>				
<i>Dianthus armeria</i> (s)	Rauhe Nelke	3	-	
<i>Euphorbia dulcis</i> (v)	Süße Wolfsmilch	2	-	x
<i>Leucojum vernum</i> (z)	Märzbecher	3	3	x
<i>Melampyrum nemorosum</i> (v)	Hain-Wachtelweizen	3	-	x
<i>Sanguisorba officinalis</i> (s)	Großer Wiesenknopf	3	-	
<i>Ulmus minor</i> (z)	Feld-Ulme	-	3	x

Trotz der lang andauernden forstlichen Beeinflussung kann für die Laubwaldreste eine pflanzensoziologische Charakterisierung erfolgen. Sie sind der dem Verband *Carpinion betuli* (Eichen-Hainbuchenwälder) untergeordneten (Zentral-)Assoziation des *Stellario holostae-Carpinetum betuli* (Sternmieren-Stieleichen-Hainbuchenwald) zuzuordnen. Die namensgebenden Arten *Carpinus betulus* und *Stellaria holostea* waren auf beiden Untersuchungsflächen vertreten. Ferner fanden sich fast alle Charakterarten der Assoziation (*Carpinus betulus*, *Quercus robur*, *Tilia cordata*, *Fraxinus excelsior*, *Corylus avellana*, *Stellaria holostea*, *Aegopodium podagraria*, *Deschampsia cespitosa*, *Stachys sylvatica* und *Ranunculus ficaria*).

Zu der vorgenommenen Charakterisierung ist anzumerken, daß vorrangig auf der Bärenhof-Insel in der Feldschicht vermehrt einige Kennarten des *Adoxo-Acerietum pseudoplatani* (Moschuskraut-Bergahornwald) vorhanden waren (*Arum maculatum*, *Adoxa moschatellina* und *Corydalis intermedia*), weiterhin waren die Kennarten *Sambucus nigra* in der Strauchschicht und *Acer pseudoplatanus* in der Baumschicht häufiger vertreten.

### 4.1.3 Bestandsschichten

Wie bereits erwähnt, unterlag die Baumschicht in der Vergangenheit forstlichen Eingriffen. Als häufigste Art der Baumschicht ist *Carpinus betulus* zu nennen. Dennoch dominierten v.a. auf den Tagesanlagen 2a stellenweise bestimmte Edellaubhölzer. Im Rahmen von Pflanzungen wurden in der Vergangenheit beispielsweise *Fraxinus excelsior* und *Quercus robur* vorzugsweise in den Bestand eingebracht. Eine naturnahe Durchmischung verschiedener Baumarten und die assoziationsstypische Aufteilung der Baumschicht in eine ober- und unterständige Schicht, wie für die vorliegende soziologische Einheit eigentlich kennzeichnend (vgl. OBERDORFER 1992, PFADENHAUER 1997), ist daher nicht überall zu finden. Im Rahmen von Vitalitätsuntersuchungen an *Quercus robur* wurde zudem deutlich, daß die Gehölze aufgrund jahrzehntelanger Beeinträchtigungen, hervorgerufen durch den gestörten Wasserhaushalt der Standorte, Schäden aufwiesen (BENKWITZ 2001). Die Strauchschicht wies zumeist eine spärliche Ausprägung auf. Zu nennen sind Arten bzw. Sippen wie *Crataegus spec.*, *Corylus avellana*, *Cornus sanguinea*, *Evonymus europaea* und *Sambucus nigra*.

Im Frühjahr waren die Waldreste durch eine sehr dichte und geophytenreiche Krautschicht gekennzeichnet, wobei auf der Bärenhof-Insel *Ranunculus ficaria*, auf den Tagesanlagen 2a *Mercurialis perennis* und *Allium ursinum* dominierten. Der Anteil von Waldbodenpflanzen an der Gesamtartenzahl der Waldreste betrug bei teilweise sehr hohen Deckungsgraden 61 % (Bärenhof-Insel) bzw. 49 % (Tagesanlagen 2a). Die insgesamt hohe Stetigkeit der Arten *Stellaria holostea* und *Ranunculus ficaria* in beiden Beständen unterstreichen die Zugehörigkeit zu der herausgestellten Assoziation. Weiterhin fanden sich auf den Tagesanlagen 2a häufiger die Kennarten *Stachys sylvatica*, *Deschampsia cespitosa* und *Aegopodium podagraria*, zudem soll noch das Vorkommen von *Lilium martagon* erwähnt werden. Neben den typischen Waldarten waren bereits zahlreiche Pflanzen anderer Standorte in den Waldresten vorhanden. Dabei handelte es sich um Arten folgender Gruppen: Vorwälder, frische Wiesen, Staudenfluren, Schlag- und Saumgesellschaften, Ruderal- und Segetalgesellschaften und Magerrasen (vgl. Tab. 12 und 13).

### 4.1.4 Ökologische Gruppen und ökologisches Verhalten (Zeigerwerte)

Für die Laubwaldreste wurde eine Zustandsanalyse über ökologische Gruppen (nach HOFMEISTER 1990) und Zeigerwertspektren (nach ELLENBERG et al. 1992) durchgeführt. Berücksichtigt wurden dabei alle über die Vegetationsaufnahmen erfaßten Arten. Im Laubwaldrest der Bärenhof-Insel dominierten bei insgesamt 10 ökologischen Gruppen insbesondere die Arten der Busch-Windröschen- und Brennessel-Gruppe. Im Laubwaldrest der Tagesanlagen konnten 12 ökologische Gruppen festgestellt werden, wobei besonders zahlreich die Arten der Busch-Windröschen- und Bingelkraut-Gruppe vertreten waren. Tab. 5 sind alle ökologischen Gruppen und die zugeordneten Arten der einzelnen Waldreste zu entnehmen. Die mittleren Zeigerwerte gestalteten sich für beide Laubwaldreste ähnlich (Tab. 6). Etwa gleich hohe Anteile nahmen in beiden Waldresten die Arten der dominierenden Lichtzahlen L4 - L7 (Halbschatten- und Halblichtpflanzen) ein. Für die Tagesanlagen 2a ist anzumerken, daß mit ca. 8 % Lichtpflanzen (L8) vertreten waren, die auf den Aufnahmeflächen im Waldrest der Bärenhof-Insel nicht vorkamen. Mit ca. 65 % fanden sich in gleich hohem Maß Frischezeiger (F4, F5). Das Reaktionsspektrum konzentrierte sich auf die Reaktionszahlen R5 - R8, kennzeichnend waren Schwachsäure- bis Schwachbasenzeiger. Ein breites Spektrum wiesen die Waldflächen bezüglich der Nährstoffsituation auf. Den Waldrest der Bärenhof-Insel prägten Arten mäßig bis sehr stickstoffreicher Standorte (N6 - N9). Diese Tendenz war auf den Tagesanlagen nicht auszumachen. Hier waren Arten stickstoffärmerer wie auch stickstoffreicher Standorte zu gleichen Teilen vertreten.

### 4.1.5 Rasterkartierung im 50 x 50 m-Raster

**Gehölze:** In den Rastern waren *Carpinus betulus* und *Fraxinus excelsior* die beiden häufigsten Gehölze in allen drei Höhenklassen, gefolgt von *Quercus robur*. Die Ergebnisdarstellung bezieht sich daher auch vorrangig auf diese 3 Arten. Die mittleren Deckungswerte (Abb. 4) gestalteten sich recht ähnlich, die

Tab. 5: Ökologische Gruppen des Artenspektrums der Vegetationsaufnahmen in den Altwaldresten

Altwaldrest Bärenhof-Insel	Altwaldrest Tagesanlagen 2a
<u>Convallaria majalis</u> -Gruppe	
Buchen-, Eichenmischwälder, Gebüsche, mäßig sauer bis schwach alkalisch, trocken bis mäßig trocken	
<i>Convallaria majalis</i>	<i>Convallaria majalis</i> , <i>Astragalus glycyphyllos</i>
<u>Anemone nemorosa</u> -Gruppe	
Laub- und Nadelmischwälder, auf nicht zu sauren Böden regelmäßig, weite ökologische Amplitude	
<i>Milium effusum</i> , <i>Anemone nemorosa</i> , <i>Stellaria holostea</i> , <i>Dactylis polygama</i> , <i>Poa nemoralis</i> , <i>Galeopsis tetrahit</i>	<i>Milium effusum</i> , <i>Anemone nemorosa</i> , <i>Stellaria holostea</i> , <i>Dactylis polygama</i> , <i>Poa nemoralis</i> , <i>Phyteuma spicatum</i>
<u>Lamiastrum galeobdolon</u> -Gruppe	
Laub- und Nadelmischwälder, nährstoffreich, schwach sauer bis alkalisch, trocken bis mäßig feucht	
<i>Galeobdolon luteum</i> , <i>Brachypodium sylvaticum</i> , <i>Viola reichenbachiana</i> , <i>Polygonatum multiflorum</i>	<i>Galeobdolon luteum</i> , <i>Brachypodium sylvaticum</i> , <i>Polygonatum multiflorum</i>
<u>Mercurialis perennis</u> -Gruppe	
Laub- und Nadelmischwälder, nährstoff- und basenreiche, mäßig trockene bis mäßig feuchte Böden	
<i>Melica nutans</i>	<i>Mercurialis perennis</i> , <i>Melica nutans</i> , <i>Campanula trachelium</i> , <i>Lilium martagon</i> , <i>Lathyrus vernus</i> , <i>Hepatica nobilis</i>
<u>Athyrium filix-femina</u> -Gruppe	
Laub- und Nadelmischwälder, frische bis feuchte Böden, meidet sauerste Standorte	
<i>Deschampsia cespitosa</i> , <i>Geum urbanum</i> , <i>Ajuga reptans</i> , <i>Geranium robertianum</i>	<i>Deschampsia cespitosa</i> , <i>Geum urbanum</i> , <i>Ajuga reptans</i>
<u>Circea lutetiana</u> -Gruppe	
Laub- und Nadelmischwälder, nährstoffreich, schwach sauer bis alkalisch, frisch bis feucht	
<i>Scrophularia nodosa</i> , <i>Ranunculus ficaria</i> , <i>Adoxa moschatellina</i> , <i>Arum maculatum</i>	<i>Scrophularia nodosa</i> , <i>Ranunculus ficaria</i> , <i>Arum maculatum</i>
<u>Corvallis cava</u> -Gruppe	
Laub- und Nadelmischwälder, nährstoff- und basenreich, frisch bis feucht, gut durchlüfteter Boden	
	<i>Allium ursinum</i>
<u>Carex remota</u> -Gruppe	
Auenwälder, feuchte Mischwälder, nährstoffreich, basenarm, sickerfeucht bis naß	
<i>Stellaria nemorum</i> , <i>Carex brizoides</i>	<i>Stellaria nemorum</i>
<u>Stachys sylvatica</u> -Gruppe	
Edellaubmischwälder, Mischwälder feuchter Ausprägung, nährstoff- und basenreich, feucht bis naß	
<i>Stachys sylvatica</i>	<i>Stachys sylvatica</i>
<u>Urtica dioica</u> -Gruppe	
Waldgesellschaften nährstoffreicher Ausbildung, mäßig sauer bis alkalisch, frisch bis feucht	
<i>Urtica dioica</i> , <i>Galium aparine</i> , <i>Alliaria petiolata</i> , <i>Glechoma hederacea</i> , <i>Chaerophyllum temulum</i>	<i>Urtica dioica</i> , <i>Galium aparine</i> , <i>Alliaria petiolata</i> , <i>Glechoma hederacea</i>
<u>Aegopodium podagraria</u> -Gruppe	
Auenwälder, nährstoff. Eichen-Hainbuchenwälder, schwach sauer bis basenreich, frisch bis feucht	
<i>Rubus caesius</i> , <i>Veronica hederifolia</i>	<i>Rubus caesius</i> , <i>Veronica hederifolia</i> , <i>Aegopodium podagraria</i>
<u>Epilobium angustifolium</u> -Gruppe	
v.a. Schlagfluren, basenreiche und bodensaure Standorte	
	<i>Calamagrostis epigejos</i> , <i>Torilis japonica</i> , <i>Fragaria vesca</i>

Verteilung der Arten im Raster (Frequenzen) dagegen unterschiedlich. Beispielsweise war *Quercus robur* in der Baumschicht auf den Tagesanlagen 2a mit einer geringeren Frequenz in den Rasterteilflächen vertreten als auf der Bärenhof-Insel, die beiden unteren Höhenklassen wiesen im Gegensatz eine we-

Tab. 6: Mittlere Zeigerwerte (nach ELLENBERG et al. 1992) des Artenspektrums der Vegetationsaufnahmen in den Waldresten der gewachsenen Standorte

Altwaldrest	Licht	Feuchte	Reaktion	Nährstoffe
Bärenhof-Insel	5,1	4,8	3,3	5,3
Tagesanlagen 2a	5,4	4,6	4,5	4,7

sentlich höhere Frequenz auf. *Quercus petraea* fehlte auf der Bärenhof-Insel vollständig. Für alle erfaßten Gehölzarten beider Raster konnte festgestellt werden, daß fertile Individuen ausschließlich in der Höhenklasse >3 m vorhanden waren. Zudem ist anzumerken, daß kaum Naturverjüngung stattfindet (vgl. Abb. 4). Zwar waren für *Carpinus betulus* und *Fraxinus excelsior* im Frühjahr ein hohes Aufkommen an Keimlingen und Juvenilen zu verzeichnen, jedoch wurde deutlich, daß die mittleren Deckungsgrade in der zweiten Höhenklasse (0,5-3 m) abnahmen. Die weiteren erfaßten Arten *Quercus robur*, *Q. petraea*, *Tilia cordata* und *Betula pendula* waren in den beiden unteren Höhenklassen kaum vertreten, eine Verjüngung findet bei diesen Arten praktisch nicht statt. Abschließend ist die relativ hohe Wilddichte im gesamten Untersuchungsraum zu erwähnen. Häufig war zu beobachten, daß Gehölze der mittleren Höhenklasse deutlich verbissen waren und teilweise Krüppelwuchs aufwiesen. *Betula pendula* wies als Pionierbaumart innerhalb der Waldreste nur geringe Frequenzen und Deckungen sowie eine niedrige Fertilitätsrate auf. Die Art wird vermutlich allmählich aus beiden Altwaldbeständen zurückgedrängt, oftmals waren nur ältere, sterile Bäume in schlechtem Vitalitätszustand zu beobachten.

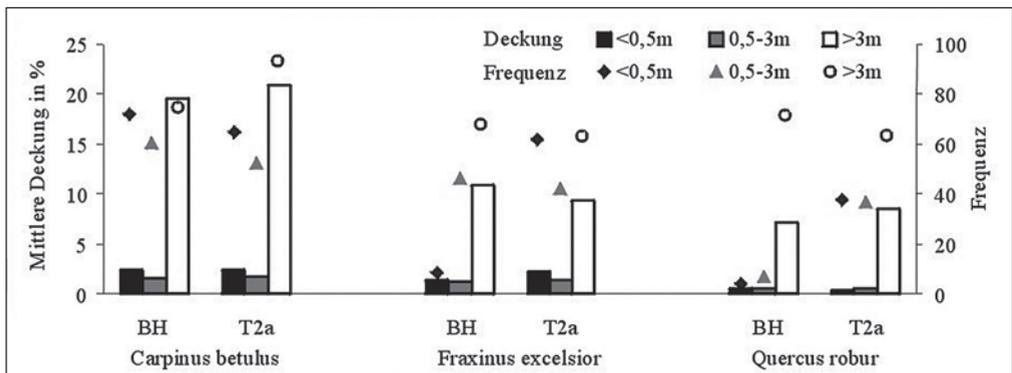


Abb. 4: Mittlere Deckungswerte und Frequenzen ausgewählter Gehölze in drei Höhenklassen (<0,5 m / 0,5-3 m / >3 m) im 50 x 50 m-Raster des jeweiligen Standortes  
BH = Bärenhofinsel, T2a = Tagesanlagen 2a

**Arten der Krautschicht:** Im Ergebnis der Rasterkartierung konnte festgestellt werden, daß bei vergleichender Betrachtung der Waldreste im Waldrest der Bärenhof-Insel folgende, die Krautschicht im Waldbestand der Tagesanlagen 2a besonders charakterisierende Waldbodenpflanzen, nicht vorhanden waren: *Allium ursinum*, *Mercurialis perennis* und *Melampyrum nemorosum*. Weiterhin waren unterschiedlich hohe Frequenz- und Deckungswerte bei vielen der rasterkartierten Arten festzustellen. Während beispielsweise im Waldrest der Bärenhof-Insel *Ranunculus ficaria*, *Veronica hederifolia*, *Adoxa moschatellina* und *Stellaria holostea* fast flächendeckend mit hoher Frequenz und Deckung vorkamen, gestaltete sich dieses Vorkommen auf den Tagesanlagen eher licht. Im Rahmen der Erfassung konnte festgestellt werden, daß auf beiden Standorten Waldarten wie beispielsweise *Ranunculus ficaria* und

*Anemone nemorosa* auch in angrenzende Offenlandbereiche (Wiesenflächen) eingewandert waren. Eine detaillierte Dokumentation auswandernder Arten ist dem Kapitel 4.1.6 zu entnehmen.

Die erfaßten Vorwald- und Offenlandarten waren fast ausschließlich außerhalb der Waldbestände und dort in hoher Stetigkeit zu finden, eine Einwanderung in diese war für die Bärenhof-Insel nicht, für die Tagesanlagen jedoch vereinzelt zu beobachten.

## 4.1.6 Ausbreitung von Waldbodenpflanzen und Gehölzen

### 4.1.6.1 Untersuchungen im 25 x 25 m-Raster (Transekt)

In den Altwaldteilbeständen mit partiell sehr hoher Deckung der Gehölzschicht wurden auf den einzelnen Rasterteilflächen zwischen 13 und 28 Arten gefunden, die den Waldarten zuzurechnen sind. In dem lichten angrenzenden Vorwaldbestand konnten sich auf den untersuchten Flächen bereits maximal 15 Waldbodenpflanzen ansiedeln, die alle auch in den Altwaldbeständen vorkommen. In die angrenzende offene Krautflur wanderten dagegen bislang nur sehr wenige Arten ein. Insgesamt waren dort 10 Waldbodenpflanzen zu finden, die nur sehr geringe Deckungen aufwiesen. Von insgesamt 19 in den Waldresten vorhandenen Gehölzarten waren bereits 12 im Vorwald wiederzufinden, maximal 8 siedelten sich in der offenen Krautflur an. Anzumerken ist, daß sich im Bereich der Krautflur direkt am Waldrand eine Kirschung (Anfütterungsstelle für Wildschweine) befand, wodurch sich die offensichtliche Lücke aufgrund des Fehlens von Waldbodenpflanzen und Gehölzen im Entfernungsbereich von 350 bis 400 m (vgl. Abb. 5) erklären läßt. Eine Übersicht zur Verteilung der Arten in den verschiedenen Biotopstrukturen und deren Deckungsgrade im Transekt bieten neben Abb. 5 auch die Tab. 14 und 15.

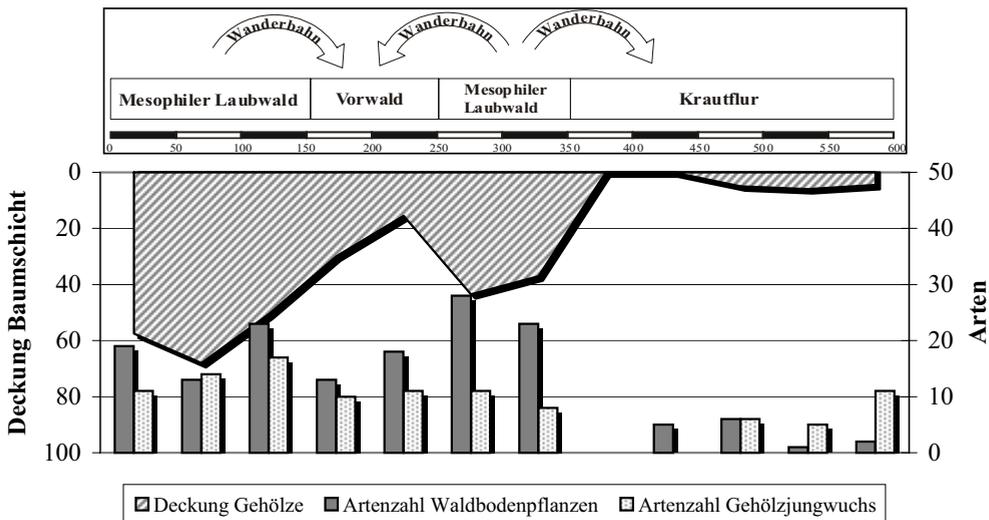


Abb. 5: Anzahl an Waldbodenpflanzen und Gehölzjungwuchs auf den jeweiligen Teilflächen des Transektes (25 x 25 m) in Abhängigkeit von der Deckung der Baumschicht

### 4.1.6.2 Ausbreitung über größere Distanz

Die Halde 10/35 mit ihrem Pionierwald ist von den Altwaldresten mindestens 300 m entfernt und es besteht keine Anbindung über gewachsenen Boden. In Abbildung 6 wird dargestellt, wie hoch der Anteil der in den Altwaldresten vorhandenen Gehölze und Waldbodenpflanzen ist, die bereits in den Pionier-

wald einwandern konnten. Deutlich wird, daß sich bereits ca. 50 bis 76 % der Gehölze der Waldreste im Pionierwald ansiedeln konnten. Für die Waldarten fiel der Anteil mit 19% bzw. 21 % wesentlich geringer aus.

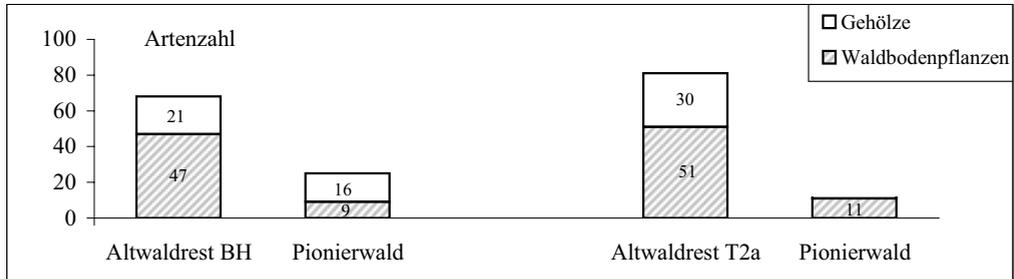


Abb. 6: Anzahl von Gehölzen und Waldbodenpflanzen der Altwaldreste und davon bereits im Pionierstadium der Halde 10/35 vorhandene Arten

## 4.2 Halde 10/35

### 4.2.1 Standortverhältnisse

Kippenböden unterscheiden sich wesentlich von den natürlichen Böden des Vorfeldes, sie besitzen weder ausgebildete Bodenhorizonte noch charakteristische substrat- und entwicklungsbedingte bodenphysikalische, -chemische und -biologische Merkmale (WÜNSCHE et al. 1998). Ihre Eigenschaften hängen stark von den verkippten Materialien ab. Kipp- bzw. Abraumssubstrate werden nach WÜNSCHE et al. (1998) in vier Gruppen unterteilt, wobei das Substrat der Halde zur Gruppe der quartär Bindigen zählt. Das Kippsubstrat stellte sich als relativ homogen heraus. Fast alle Proben konnten der Bodenart lehmiger Ton zugeordnet werden. Häufig war ein geringer Sandanteil, selten Kohleeinsprengungen vorhanden. Die Bodenacidität bewegte sich im stark bis sehr stark sauren Bereich. Ermittelt wurden Werte zwischen pH 3,0 und 5,0. Entsprechend der hohen Acidität gestaltete sich die Nährstoffversorgung. Die Pflanzenverfügbarkeit der untersuchten Nährstoffe ist stark herabgesetzt, ausschließlich mit Kalium scheint die Vegetation ausreichend versorgt. Der Wasserhaushalt ist vorrangig als trocken zu bezeichnen, wobei auch wechselfeuchte Bereiche vorhanden waren.

Tab. 7: Ergebnisse (Mittelwerte) der Bodenuntersuchungen für den Pionierwald der Halde 10/35

Stickstoff [%]		Kohlenstoff [%]		Kalium [mg/100g]		Phosphor [mg/100g]	
0-10 cm	10-20 cm	0-10 cm	10-20 cm	0-10 cm	10-20 cm	0-10 cm	10-20 cm
0,12	0,04	2,78	0,99	16	10,3	0,5	0,9

### 4.2.2 Floristische Ausstattung und vegetationskundliche Untersuchungen

Im gesamten Untersuchungsgebiet konnten 243 Gefäßpflanzenarten nachgewiesen werden. Der Pionierwald wies 169 Arten auf. 174 Arten wurden auf der Fläche außerhalb des Waldbestandes erfaßt. Insgesamt waren 14 Gefäßpflanzen in Kategorien der Roten Liste des Landes Sachsen-Anhalt bzw. der Bundesrepublik Deutschland eingestuft.

Tab. 8: Nachgewiesene gefährdete Pflanzenarten der Halde 10/35

(Häufigkeitsangaben: s = selten, z = zerstreut, v = verbreitet)

RL LSA – Rote Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen des Landes Sachsen-Anhalt (KORNECK et al. 1998): 0 – ausgestorben oder verschollen, 1 – vom Aussterben bedroht, 2 – stark gefährdet, 3 – gefährdet  
 RL BRD – Rote Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands (KORNECK et al. 1998): 2 – stark gefährdet, 3 – gefährdet

Wissenschaftl. Artname	Deutscher Artname	RL LSA	RL BRD	Vorkommen im Pionierwald
<i>Botrychium lunaria</i> (s)	Mond-Rautenfarn	3	3	x
<i>Botrychium matricariifolium</i> (s)	Ästiger Rautenfarn	0	2	x
<i>Carex vulpina</i> agg.	Fuchs-Segge	-	3	x
<i>Chimaphila umbellata</i> (s)	Dolden-Winterlieb	1	2	x
<i>Digitaria ischaemum</i> (s)	Kahle Fingerhirse	3	-	
<i>Filago arvensis</i> (s)	Acker-Filzkraut	2	3	x
<i>Helichrysum arenarium</i> (v)	Sand-Strohblume	-	3	x
<i>Hieracium fallax</i> (s)	Trügerisches	-	3	x
<i>Hieracium piloselloides</i> (v)	Florentiner Habichtskraut	3	-	x
<i>Juncus subnodulosus</i> (s)	Stumpfbblütige Binse	3	3	x
<i>Ophioglossum vulgatum</i> (z)	Gemeine Natterzunge	2	3	x
<i>Rumex patientia</i> (s)	Garten-Ampfer	3	-	
<i>Sanguisorba officinalis</i> (s)	Großer Wiesenknopf	3	-	x
<i>Trifolium fragiferum</i> (s)	Erdbeer-Klee	3	-	

Der auf der Halde 10/35 vorhandene Waldbestand ist ein aus Primärsukzession hervorgegangener Birken-Pionierwald mittleren Alters. Die pflanzensoziologische Zuordnung für Pionierwälder gilt als schwierig, in SCHUBERT et al. (2001) erfolgt diese überhaupt nicht. Eine klare vegetationskundliche Abgrenzung auf der Ebene einzelner Assoziationen wäre aufgrund der Vielfalt der ineinander übergehenden Entwicklungsstadien und daher sehr kleinräumig wechselnden Bestandsbilder ohnedies nicht praktikierbar. Daher wurden die erfaßten Arten in pflanzensoziologisch-ökologische Gruppen unterteilt (Abb. 7), die eine Beschreibung des Pionierwaldbestandes ermöglichen. Desweiteren wurden die innerhalb des Pionierwaldbestandes vorhandenen Vegetationsstrukturen herausgestellt. Die Grundlage zur Einteilung in Struktureinheiten bildete zunächst die Baumschicht, weiterführend wurden Gestalt und Zusammensetzung der Krautschicht herangezogen. Zu unterscheiden sind die in Tab. 9 beschriebenen Struktureinheiten.

#### 4.2.3 Bestandsschichten

Die Baumschicht des Pionierwaldes wurde vorrangig von *Betula pendula* bestimmt, als weitere häufig vertretene Gehölzarten sind *Pinus sylvestris* und *Populus tremula* zu nennen. Alle genannten Arten werden durch ihre leichten flugfähigen Diasporen durch Wind ausgebreitet. Die Bestandsdichte gestaltet sich sehr unterschiedlich und reicht von geringem über lockeren bis zu dichtem Kronenschluß. Dichtere Bereiche wurden dabei vorwiegend von jüngeren Bäumen gebildet. Die höchste in einer Vegetationsaufnahme erfaßte Deckung der Baumschicht lag bei 75 %. Die Strauchschicht war nur unregelmäßig und zugleich spärlich ausgebildet. Neben *Betula pendula* und *Populus tremula* waren Arten wie *Rosa canina* und *Crataegus monogyna* häufiger vertreten.

Gehölzarten möglicher Folgewaldstadien waren fast ausschließlich als Juvenile vorhanden, nur vereinzelt traten diese bereits in der Baumschicht auf. Vermehrt waren *Quercus robur* und *Q. rubra* vorhanden,

Tab. 9: Vegetationsstrukturen im Pionierwald der Halde 10/35

<p><b>Dominanzbestände</b></p> <p><input type="checkbox"/> <u>Dichter <i>Pinus sylvestris</i> -Bestand:</u> fast ausschließlich <i>Pinus sylvestris</i> in der Baumschicht, selten <i>Betula pendula</i> und <i>Populus tremula</i> eingemischt, Krautschicht artenarm und sehr spärlich, selten über 2-3 %, Sträucher oft nur im juvenilen Stadium, Boden vollständig mit einer Nadelschicht bedeckt, lichtarm</p> <p><input type="checkbox"/> <u>Dichter <i>Populus tremula</i> -Bestand:</u> fast ausschließlich <i>Populus tremula</i> in der Baumschicht, <i>Betula pendula</i> häufiger eingemischt als <i>Pinus sylvestris</i>, <i>Populus tremula</i> ausschließlich sehr junge Bäume, Bestände nur sehr kleinflächig, vorwiegend randlich zu finden</p> <p><input type="checkbox"/> <u>Dichter <i>Betula pendula</i> -Bestand:</u> fast ausschließlich <i>Betula pendula</i> in der Baumschicht, <i>Pinus sylvestris</i> und <i>Populus tremula</i> aber wenigstens in der Strauchschicht oder Baumschicht 2 stets vorhanden, <i>Betula pendula</i> zumeist junge bis sehr junge Bäume (Stangenholz), <i>Calamagrostis epigejos</i> meist mit einer Deckung unter 5 % in der Krautschicht vorhanden, Krautschicht insgesamt spärlich</p> <p><input type="checkbox"/> <u>Lichter <i>Betula pendula</i> -Bestand:</u> <i>Betula pendula</i> hier vorwiegend ältere Bäume, durch bessere Lichtverhältnisse stärkeres Aufkommen von Gräsern in der Krautschicht (v.a. <i>Calamagrostis epigejos</i>), Krautschicht insgesamt dichter oder <i>Betula pendula</i> vorwiegend jüngere Bäume und sehr spärliche Krautschicht, durch gute Lichtverhältnisse hier die Rote Liste-Arten <i>Opioglossum vulgatum</i>, <i>Botrychium lunaria</i> und <i>B. matricariifolium</i> zu finden</p>
<p><b>Mischbestände</b></p> <p><input type="checkbox"/> <u><i>Betula pendula</i>-<i>Pinus sylvestris</i>-<i>Populus tremula</i> -Mischbestand:</u> Mischbestände bestehen immer aus den drei Hauptbaumarten mit unterschiedlichen Deckungsanteilen, in dichteren Mischbeständen nimmt <i>Betula pendula</i> zumeist die höhere Deckung ein, <i>Populus tremula</i> und <i>Pinus sylvestris</i> zumeist untergeordnet, <i>Pinus sylvestris</i> oft wenige große Exemplare, bei zunehmendem <i>Pinus sylvestris</i> -Anteil Abnahme der Krautschicht</p> <p><input type="checkbox"/> <u><i>Betula pendula</i>-<i>Pinus sylvestris</i> -Mischbestand:</u> häufigste Variante im Untersuchungsgebiet, <i>Betula pendula</i> oft deckungsstärker, <i>Pinus sylvestris</i> vielfach wenige große Exemplare oder überwiegend in der Baumschicht 2 vertreten, bei besseren Lichtverhältnissen <i>Calamagrostis epigejos</i> etwas häufiger, sonst dominieren Xerothermrassenarten</p> <p><input type="checkbox"/> <u><i>Betula pendula</i> -<i>Populus tremula</i> -Mischbestand:</u> dichte Ausprägung, beide Arten überwiegend junge Bäume (Stangenholz), relativ ausgeglichene Deckungsgradanteile, seltene Arten wie <i>Orthilia secunda</i> und <i>Chimaphila umbellata</i> in der Krautschicht</p>

die vermutlich durch Tierausbreitung (Eichelhäher) in den Bestand gelangten. Weiterhin sind beispielsweise die ornithochor ausgebreiteten Arten *Prunus mahaleb* und *Sorbus aucuparia* zu nennen. Die in naher Umgebung auf den gewachsenen Standorten vorhandene Baumart *Carpinus betulus* konnte dage-

gen auf der gesamten Fläche der Halde 10/35 nicht festgestellt werden, *Fraxinus excelsior* war nur äußerst sporadisch vorhanden.

Die spärlich bis mäßig entwickelte Krautschicht wurde in hohem Maße von Arten des Offenlandes geprägt, die unterschiedlichen soziologischen Gruppen entstammen. Alle Arten der Krautschicht sind unterschiedlichen Artengruppen zugeordnet worden (vgl. Tab. 11, Abb. 7), von denen nachfolgend einige genannt und mit Beispielarten belegt werden. Einen hohen Anteil am Deckungsgrad der Krautschicht nahmen die Arten der Sandtrocken- und Magerrasen (z.B. *Hieracium pilosella*, *Helichrysum arenarium*) ein. Eine große Rolle spielten auch die Arten der Staudenfluren und frischen Wiesen, v.a. *Achillea millefolium* und *Hypericum perforatum* waren im Gebiet stetig vorhanden, sowie Ruderal- und Segetalarten. Aufgrund der wechselnden Feuchteverhältnisse durch offensichtlich kleinflächige Standortunterschiede bzw. aufgrund des Wasserhaltevermögens des Substrates waren stellenweise einige Arten feuchter Standorte vertreten, z.B. *Phragmites australis* und *Cirsium palustre*. Außerdem waren einige vorwaldtypische Arten, wie *Hieracium lachenalii*, und Arten möglicher Folgewaldstadien (z.B. *Hieracium murorum*) vorhanden, spielten aber eine eher untergeordnete Rolle. Höchstet waren *Calamagrostis epigejos* und *Hieracium pilosella* im Bestand vertreten, großflächige Dominanzbestände sowie Streu-Filzmatten von *Calamagrostis epigejos* wurden aber bisher durch die Nährstoffarmut des Standortes sowie den verringerten Lichtgenuß aufgrund der mehr oder weniger geschlossenen Baumschicht aus Pioniergehölzen verhindert. Ferner ist im Zusammenhang mit der Krautschicht die beobachtete Vielfalt an höheren Pilzen erwähnenswert.

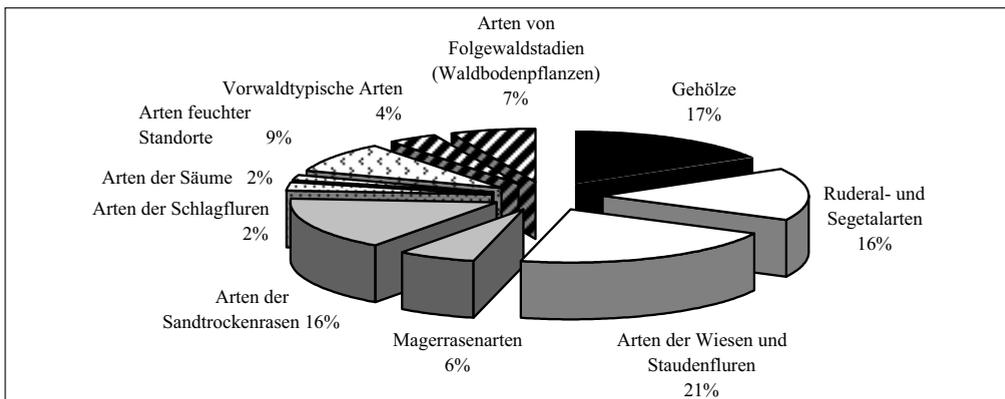


Abb. 7: Pflanzensoziologisch-ökologische Artengruppen des Pionierwaldes auf der Halde 10/35

Abschließend soll auf die unterschiedlich ausgeprägten Auflichtungen des Waldbestandes eingegangen werden. Häufig waren sehr vegetationsarme und kryptogamenreiche Lichtungen vorhanden, die sich vielfach am südwestlichen Rand des Pionierwaldes befanden. Weiterhin waren gras- und krautreiche Lichtungen mit einer dichten Vegetationsschicht (bis 65 %) zu finden, außerdem solche, die von Feuchte- und Nässezeigern bewachsen waren. Ausgenommen auf vegetationsarmen, kryptogamenreichen Stellen war die Art *Calamagrostis epigejos* meist mit höheren Deckungsgraden vertreten (bis zu 50 %), zudem waren stets aufkommende Gehölze zu verzeichnen (z.B. *Betula pendula*, *Pinus sylvestris* und *Rosa canina*).

#### 4.2.3 Ausbreitungsstrategien

Bei Betrachtung der Gesamtflora (Abb. 8) wird deutlich, daß neben Pflanzen die über Windausbreitung auf den Standort gelangten auch zoochore Arten eine große Rolle spielen. Zoochorie wird insgesamt als

eine sehr effektive Ausbreitungsform bezeichnet (z.B. KOLLMANN 1992, STIMM et BÖSWALD 1994, BONN et al. 2000). Sogar Arten, die überwiegend durch Selbstausbreitung wandern, wiesen einen Anteil von 16% auf. Der Anteil der in den Pionierwald eingewanderten Waldbodenpflanzen beträgt bei einer Anzahl von 19 Arten 11% der Gesamtflora. Die Ausbreitungsstrategien konzentrieren sich hier ebenfalls auf Wind und Tier.

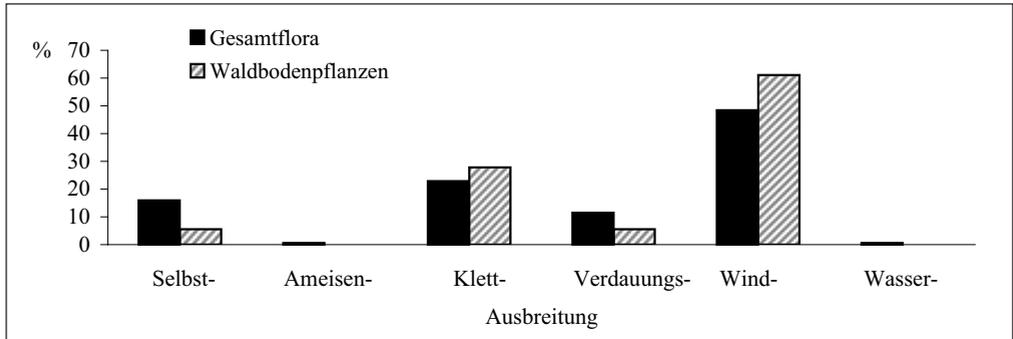


Abb. 8: Ausbreitungsstrategien der Gesamtflora und der Waldbodenpflanzen im Pionierwald der Halde 10/35

#### 4.2.4 Arten des Kippenstandortes Halde 10/35: Ubiquisten oder Spezialisten?

In Tab. 10 sind die jeweils zu den 10 Meßtischblatt-Quadranten des unverritzten Umlandes zusätzlichen Arten dargestellt. Es wird deutlich, daß der Kippenstandort durchschnittlich 62 bzw. 70 Arten aufweist, die nicht in den jeweils 10 ausgelosten Quadranten vorkommen, obwohl die Flächengröße mit 2,8 ha deutlich unter den Vergleichsflächen (MTB) liegt. Im Durchschnitt sind zusätzlich 10 geschützte und gefährdete Arten auf der Kippenfläche zu verzeichnen. Bei den zusätzlichen Arten handelt es sich insgesamt vorrangig um konkurrenzschwache und trockene Standorte bevorzugende Arten.

Tab. 10: Artenzahlen des Kippenstandortes Halde 10/35\* und Artenzahlen der ausgelosten Meßtischblatt-Quadranten (MTB) ohne Tagebauanteile sowie zusätzliche Arten des Kippenstandortes\* zu den Meßtischblatt-Quadranten (MTB) ohne Tagebauanteil

\* ohne Arten, die ausschließlich über Ansaat und Aufforstung auf den Standort gelangten

\*\* gefährdete und geschützte Arten (RL + BArtSchV)

GU – Goitsche-Umland; ST – Sachsen-Anhalt

	Kippenstandort Halde 10/35	10 MTB (GU) (MW mit 95% Konfid.)	10 MTB (ST) (MW mit 95% Konfid.)
Flächengröße (km <sup>2</sup> )	0.28	30.25	30.25
Gesamt-Artenzahl	239	524.0 ± 47.9	548.1 ± 107.6
Rote Liste-Arten **	15	57.5 ± 13.5	80.3 ± 32.8
Zusätzliche Arten der Halde zu den MTB		61.7 ± 12.8	69.6 ± 17.5
Zusätzliche RL-Arten** der Halde zu den MTB		10.4 ± 1.3	10.0 ± 1.4

## 5 DISKUSSION

### 5.1 Altwaldbestände

#### 5.1.1 Wertung des Zustandes

Die Vegetation der Altwaldreste unterlag in den letzten Jahrzehnten aufgrund der Abbautätigkeit zweifellos einer Veränderung. Bedauerlicherweise ist über den Zustand und die floristische Ausstattung des ehemaligen größeren Waldstückes „Bärenholz“ vor dem Aufschluß des Tagebaus nichts bekannt, so daß eine vergleichende Betrachtung nicht erfolgen kann. Aufgrund der Zustandsanalyse über ökologische Gruppen und ökologisches Verhalten kann herausgestellt werden, daß sich in der hohen Schattenverträglichkeit der Arten die Geschlossenheit und das reife Sukzessionsstadium der Laubwaldreste widerspiegelt. Einen deutlichen Hinweis auf eine Devastierung geben jedoch das Vorkommen von Lichtarten im Waldrest der Tagesanlagen 2a, die deutlich Randflächeneffekte des stark zerteilten Waldstückes widerspiegeln, sowie Arten der Brennessel- und Geißfuß-Gruppe. Anzumerken ist, daß *Urtica dioica* selbst nicht zwingend als Störzeiger zu werten ist. SCHUBERT (1972) führt diese Art als typischen Begleiter feuchter Eichen-Hainbuchenwälder und insbesondere für das *Stellario holosteae-Carpinetum betuli* an.

Der Feuchtehaushalt ist als wechsellustig zu bezeichnen und obwohl zahlreiche Frischezeiger den Bestand auszeichnen, muß doch ein alternierender Wasserhaushalt angenommen werden. Das reiche Vorkommen an Frischezeigern ist bei Kenntnis der veränderten Umweltbedingungen, die sich mit Beginn der Abbautätigkeit einstellten, differenzierter als auf ungestörten Standorten zu werten. ELLENBERG et al. (1992) konstatieren: Standortveränderungen werden selten sofort angezeigt, weil sich Relikte der früheren Artenkombinationen noch lange halten können. Als eben solches Relikt könnte der Reichtum an Frischezeigern betrachtet werden. Wahrscheinlicher ist aber anzunehmen, daß die Niederschläge in Kombination mit stauenden Schichten ausreichend waren, für insgesamt günstige Bedingungen für die Dauer der Grundwasserabsenkung zu sorgen.

Während die Krautschicht aufgrund der Vielzahl an Geophyten und anderen Waldbodenpflanzen als vermutlich wenig geschädigt bezeichnet werden kann, machen doch eingeschränkte Vitalitätszustände untersuchter Eichen (BENKWITZ 2001) Beeinträchtigungen der Flora deutlich. Für ihre geringe Größe wiesen die Waldreste hohe Artenzahlen auf, die für Waldflächen nicht unbedingt natürlich sind und eine Devastierung anzeigen können. Schon SCHERZINGER (1996) gibt den Hinweis, daß die Artenvielfalt im Wald nicht mit Naturnähe gleichzusetzen ist. Im Fall der untersuchten Laubwaldreste bedingt sich die Artenvielfalt teilweise durch eingewanderte Grünlandarten (z.B. *Cirsium arvense*, *Centaurea jacea* und *Hypericum perforatum*), die jedoch immer nur vereinzelt und stets steril auftraten. Maßgeblich waren Waldarten für die Bestände charakteristisch. Insbesondere soll auch darauf hingewiesen werden, daß Charakter- und diagnostisch wichtige Arten der Assoziation des *Stellario holosteae-Carpinetum betuli* (Sternmieren-Stieleichen-Hainbuchenwald) noch relativ häufig vertreten waren. Zudem weist der Reichtum an Geophyten im Frühjahr auf einen assoziationstypischen Charakter hin.

Im Rahmen des Grundwasserwiederanstieges ist infolge des hohen Artenpotentials und Diasporenvorrates unbedingt von einer Regeneration der Waldreste auszugehen. Zudem werden durch die angrenzend aufgeforsteten Offenlandbereiche insbesondere auf den Tagesanlagen 2a Randeinflüsse gemindert. Als problematisch ist lediglich die fehlende Verjüngung der assoziationstypischen Baumarten innerhalb der Waldreste zu sehen. Das Auftreten von Keimlingen und Jungpflanzen, wie über die Rasterkartierung dokumentiert, kann nach SEIDLING (1991) nicht mit einem wirklichen Verjüngungserfolg gleichgesetzt werden. Diese Aussage trifft insbesondere für die Gattung *Quercus* zu.

#### 5.1.2 Auswanderung von Waldbodenpflanzen und Gehölzen in angrenzende und entfernte Bereiche

Mit Zunahme der Vorwaldflächen in der Tagebaufolgelandschaft werden die Lebensgemeinschaften der Offenlandbereiche abgelöst. Im Gegenzug entstehen für angepasste Waldarten potentiell neue Lebensräume. Erste Ergebnisse hinsichtlich des Wanderungsverhaltens von Waldarten liefert die Untersuchung

des Transektes auf den Tagesanlagen 2a. Die Teilflächen des Transektes schließen sowohl Altwaldreste auf gewachsenem Boden mit einer artenreichen und ursprünglichen Waldvegetation als auch bergbaulich beeinflusste Flächen mit ein und bieten damit ideale Bedingungen das Wanderungsverhalten von Waldbodenpflanzen zu verfolgen. Die Untersuchungen haben gezeigt, daß bei Vorhandensein einer Diasporenquelle die Besiedlung von Vorwald- und Offenlandstrukturen auf verritztem Boden innerhalb relativ kurzer Zeitperioden möglich ist. Bedingungen, wie sie auf den Tagesanlagen vorliegen, sind relativ selten vorzufinden. Weitaus häufiger sind die Diasporenquellen räumlich von den zu besiedelnden Bereichen getrennt. Diasporen haben es dann erheblich schwerer, potentiell besiedelbare Bereiche auf den Tagebauflächen zu erreichen. Je weiter eine potentielle Diasporenquelle entfernt ist, desto langsamer werden die Flächen besiedelt (TISCHEW 1996). Das zeigt ein Vergleich der Artenzahlen mit dem Pionierwald der Halde 10/35. Dort fanden sich weit weniger Waldbodenpflanzen aus den Altwaldresten wieder. Das langsame Ausbreitungsverhalten von Arten der Krautschicht wird auch von DZWONKO (1993) und TISCHEW et KIRMER (i. Vorb.) beschrieben. ERTLE (1998) bemerkt in diesem Zusammenhang, daß sich die Entfernung von Diasporenquellen signifikant auf die Artenzusammensetzung auswirkt.

Im Gegensatz zur Etablierung von Waldbodenpflanzen, die eine mehr oder weniger geschlossene Deckung der Baumschicht voraussetzt, konnte bei der Untersuchung zur Etablierung von Gehölzarten hinsichtlich des Gehölzjungwuchses innerhalb verschiedener Biotoptypen kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Von den meisten samentragenden Gehölzen des Transektes wurden sowohl Jungpflanzen im Vorwald als auch innerhalb der offenen Krautflur gefunden. Bedingt durch die größere ökologische Amplitude ist es Gehölzen möglich, ein breiteres Spektrum an Biotoptypen zu besiedeln (vgl. Lyr et al. 1992).

Im Rahmen der Untersuchungen des Transektes konnte weiterhin festgestellt werden, daß mit zunehmender Entfernung zur Diasporenquelle der Keimlingsanteil an Gehölzarten mit geflügelten Samen ansteigt. Vor allem *Acer pseudoplatanus*, *Fraxinus excelsior* und *Carpinus betulus* werden durch den Wind von den Mutterpflanzen weiter weg verfrachtet und konnten so auch auf Flächen früher Sukzessionsstadien festgestellt werden. Arten mit schweren Samen bzw. Früchten, die hauptsächlich durch Tiere ausgebreitet werden, wie beispielsweise *Quercus robur*, *Quercus petraea* oder *Malus sylvestris*, können erst dann diese Flächen erreichen, wenn Tiere, wie z. B. der Eichelhäher, interessante Strukturen zum Verstecken der Früchte in der Krautflur vorfinden bzw. Gehölze als Attraktion für diasporenausbreitende Vögel vorhanden sind (TISCHEW 1996, WOLF 1998). Zum anderen siedelten sich innerhalb der Krautflur vorrangig Sträucher und baumförmige Gehölze mit Pioniercharakter an (z.B. *Salix caprea*, *Populus tremula*, *Rosa canina*). Obwohl die meisten Baumarten in allen Biotoptypen vertreten sind, konnten in den Rasterflächen mit Vorwald gegenüber denen mit Krautflur höhere Deckungen festgestellt werden. Vorwaldbestände bieten vor allem Intermediärbaumarten gute Etablierungsbedingungen, da die schattenverträglichen Jungpflanzen dieser Baumarten im Schutz von Pionierwäldern Extrembedingungen wie Trockenheit und starke Bestrahlung besser überstehen können (vgl. KRUMMSDORF 1998, PREUBNER 1998). Zusätzlich entstehen in Vorwäldern durch die abnehmende Deckung der Krautschicht günstigere Konkurrenz- und somit Etablierungsverhältnisse für diese Arten.

Um Ausbreitungsprozesse in weiter entfernt liegende Bereiche zu untersuchen, wurde der Anteil von Waldbodenpflanzen und Gehölzen bestimmt, der bereits im Pionierwald der Halde 10/35 wiederzufinden war. Die 0,3 bis 1,3 km entfernten Altwaldreste spielen bei der Besiedlung des Pionierwaldstandortes eine große Rolle. Es konnten bereits 19% bzw. 21% der Waldarten, die in den Altwaldresten vorkommen, im Pionierwald nachgewiesen werden. Für die Gehölzarten der Altwaldreste konnte eine weitaus positivere Aussage gemacht werden. Bereits 76% bzw. 53% der Gehölzarten waren im Pionierwald vorhanden, wobei aber nicht auszuschließen ist, daß v.a. strauchartige auch von anderen Standorten innerhalb der Goitsche eingewandert sein können.

Neben einer noch nicht ausreichend fortgeschrittenen Boden- und Standortgenese sind bei den Einwanderungs- und Etablierungsprozessen auch ausbreitungsbiologische Aspekte zu beachten (vgl. BEER 1956, TISCHEW 1996, WOLF 1998, DWORSCHAK 1998). Verschiedene Ursachen können eine Einwanderung bzw. Etablierung von Baumarten mittlerer und später Sukzessionsstadien sowie von Waldbodenpflanzen in den Pionierwäldern verhindern bzw. verzögern:

1. zu große Entfernungen zu potentiellen Diasporenquellen - nur anemochore und zoochore Verbreitungsstrategien wirken, begünstigt sind dadurch Gehölze wie *Betula pendula* und *Populus tremula* durch ihre leichten, flugfähigen Samen oder *Quercus robur* und *Q. rubra* aufgrund ihrer Verbreitung durch Vögel (vgl. WOLF 1985, DREBEL 1998), dabei wandern vor allem Waldbodenpflanzen, die oft durch Ameisen verbreitet werden, sehr langsam (BONN et POSCHLOD 1998);

2. ungünstige Standortverhältnisse (v.a. Wasser- und Nährstoffhaushalt, Bodenacidität und -art) verhindern die Keimung oder Etablierung über das juvenile Stadium hinaus (vgl. PRACH 1987, REBELE 1995, TISCHEW 1996) und

3. Wildverbiß. Die schädigende Wirkung von Rehwild in Waldbeständen ist dabei nicht zu unterschätzen. Im gesamten Untersuchungsraum hat sich eine beachtliche Population entwickelt. Rehe können durch selektives Verbeißen juveniler Gehölze deren Entwicklung und Ausbreitung stark beeinträchtigen bzw. verhindern (vgl. GERBER et SCHMIDT 1996).

### 5.1.3 Ausbreitungshilfe – ja oder nein?

Typische Waldbodenarten verfügen nur über eine geringe Ausbreitungsfähigkeit (BONN et POSCHLOD 1998), die Sterberate von Keimlingen und Jungpflanzen ist bei Waldbodenpflanzen meist außerordentlich hoch (FALINSKA 1979, INGHE et TAMM 1985, in WULF 1994). Zudem verfügen viele Waldarten über eine geringe Samenproduktion, fehlende bzw. ineffektive Einrichtungen der Diasporen zur Fernausbreitung und benötigen spezielle Keimbedingungen (WULF et KELM 1994). Das Ausbreitungspotential ist damit für die meisten Waldbodenpflanzen als gering einzuschätzen. Als mögliche Ausbreitungshilfe für Waldarten kann der Auftrag von Waldboden dienen. BAIRLEIN et al. (1989) bewerten diese Methode als sehr positiv. Untersuchungen auf bereits forstlich rekultivierten Flächen eines Kippenstandortes im Rheinischen Braunkohlenrevier (WOLF 1987, 1989) hatten zum Ergebnis, daß es möglich ist, mehr als 50 % des Arteninventars heimischer Waldpflanzen aus einem Altwald auf die Fläche zu übertragen. Die Waldbodenaufgabe trägt zudem wesentlich zur Anregung des Bodenlebens und einer Beschleunigung der Bodenbildung bei (DWORSCHAK 1998). Außerdem fördert sie die Ausbildung einer schattenspendenden Krautvegetation, was die Ansiedlung von Pflanzen- und Tierarten des Waldes begünstigt (BAIRLEIN et al. 1989). WOLF (2000) und SEIFFERT (2000) konnten über Versuche belegen, daß bereits im zweiten Jahr nach Verbringung von Waldoberboden Deckungsgrade von 50 - 90 % erreicht werden. Nach mehrjähriger Beobachtung stellt WOLF (2000) fest, daß Waldpflanzen von den geimpften Parzellen nur zögernd in angrenzende Bereiche einwandern, eine Ausbreitung sei nicht erkennbar.

Bei ausreichend nah liegenden Flächen kann, sofern Verbindungen zwischen ihrem bisherigen und dem neu zu besiedelnden Lebensraum bestehen (vgl. WULF et KELM 1994), auf eine Initialensetzung verzichtet werden. Die Untersuchungen im Transekt belegen Auswanderungsprozesse in angrenzende Bereiche, sobald günstige Etablierungsbedingungen vorliegen. Da zwischen dem Pionierwald der Halde 10/35 und den Altwaldresten keine Landverbindung mehr besteht, wäre ein Waldbodenauftrag denkbar, jedoch nicht zwingend notwendig. Wie beobachtet werden konnte, siedeln sich ja bereits Waldbodenpflanzen an. Auch die sich sukzessiv entwickelnde Humusaufgabe begünstigt die Keimung von Waldarten. Zudem sollte nicht vergessen werden, daß Kippenstandorte Sukzessionsstadien mit sehr wertvollen Arten durchlaufen, die durch Initialensetzung durchbrochen werden würden. Eine Beschleunigung der Entwicklung in Sukzessionswäldern in der Tagebaufolgelandschaft durch die gezielte Ansiedlung von Waldarten sollte daher nur in Ausnahmefällen erfolgen. Der Prozeßschutz für die Entwicklung von Kippenflächen ist stärker in den Vordergrund zu rücken. Eine aktive Verbringung von Waldarten wird für solche Flächen empfohlen, die zukünftig der Erholungsnutzung zur Verfügung stehen werden. Dort kann mit Hilfe des Waldbodenauftrags die Entwicklung optisch interessanter Strukturen beschleunigt werden.

Im Fall der untersuchten Altwaldreste spricht die geringe Größe gegen einen Oberbodenabtrag. Da WOLF (1987) empfiehlt, eine flächenhafte Ausbringung einer punktförmigen Impfung vorzuziehen, wäre die zu entnehmende Menge Altwaldboden sehr hoch und würde die Spenderflächen zu stark schädigen.

Diese Methode ist daher nur praktikabel, wenn Wälder in ausreichender Größe zur Verfügung stehen oder Waldflächen zum Abbau anstehen.

#### 5.1.4 Bedeutung der Altwaldreste im Abbau- und Besiedlungsprozeß

Die Waldreste erfüllen die Funktion eines Erhaltungsraumes für die Arten der ehemals im Untersuchungsraum vorhandenen Vegetation. Nach der Abgrabung großer Teile des ehemals grundwasserbeeinflußten Wald- und Wiesengebietes stellen die Waldreste der Inseln ein letztes Rudiment der ehemaligen Auenlandschaft dar. Innerhalb der Waldreste haben sich vor allem zahlreiche Waldbodenpflanzen ein letztes Refugium erhalten. Heute kommt den Standorten eine große Bedeutung als Diasporenquelle zu. Als Träger von Arten eines spätsukzessionalen Stadiums, mit Arten der potentiell natürlichen Vegetation des Landschaftsraumes, verfügen die Inseln über eine außerordentlich wichtige Funktion bei der Wiederbesiedlung von Kippenflächen. Zudem werden durch das zusätzliche Einbringen von Gehölzen der potentiell natürlichen Vegetation die Waldflächen vergrößert und damit der Diasporenvorrat erhöht. Da auf den Kippenflächen in Zukunft wieder Wälder entstehen, die wie vor Abbaubeginn stark grundwasserbeeinflußt sein werden, ist durch die Altwaldreste ein hohes Besiedlungspotential zur Entwicklung einer für feuchte Eichen-Hainbuchenwälder typischen Vegetation (vgl. SCHUBERT 1972) gegeben. Bei ungestörter Sukzession ermittelten HEYDE et al. (1998) für die südlichen Tagebauregionen mit überwiegend bindigen Substraten eine Entwicklungstendenz zum Stieleichen-Hainbuchenwald. THOMASIS et al. (1998) beschreiben die potentielle ökologische Waldgesellschaft auf Tonen als Stieleichen-Kiefern-Birkenwald.

### 5.2 Pionierwaldstadium auf der Halde 10/35

#### 5.2.1 Arteninventar, Strukturen und Ausbreitungsstrategien

Die Halde 10/35 ist insbesondere im Bereich des Pionierwaldes durch eine Vielfalt an Strukturen und Arten gekennzeichnet. Die Artenzusammensetzung der Krautschicht bestand überwiegend aus Xerothermrassen-, Grünland- und typischen Vorwaldarten. In Birkenpionierwäldern wandern prinzipiell zuerst Arten mit guten Fernausbreitungseigenschaften (u.a. Rautenfarn) und Pioniercharakter ein. Diese sind teilweise naturschutzfachlich sehr interessant. Die erfaßte Artenzahl ist als relativ hoch einzustufen. Der Reichtum an Arten im Bereich des Pionierwaldbestandes läßt sich mit dem fortgeschrittenen Entwicklungsstadium begründen. Zum einen können viele Grünlandarten in lichten Vorwaldbeständen für längere Zeit persistieren (vgl. WOLF 1985). Zum anderen sind durch den mosaikartigen Waldaufbau sowie unregelmäßiges Relief differenzierte Lebensbedingungen gegeben, die Nischen für unterschiedlichste Arten schaffen. Der Aufbau der Gehölzschichten (Baum- und Strauchschicht) basiert dagegen auf nur wenigen Pionier- oder Intermediärarten. ERTL (1998) beschreibt für Kippenstandorte im Braunkohlentagebau Goitsche für die ersten 20 bis 30 Jahre eine Dominanz windverbreiteter Pioniergehölze. Das Eintreffen und die Etablierung spätsukzessionaler Gehölzarten erfolgte auch hier verzögert. Verschiedene Ursachen unterbinden ein schnelles Aufkommen anspruchsvoller Gehölze (vgl. Kap. 5.1.3). Von fehlendem Diasporeneintrag kann nicht ausgegangen werden.

Für die weitere Entwicklung des Standortes Halde 10/35 spielen die stellenweise eingebrachten Baumarten im Böschungsbereich vermutlich eine eher untergeordnete Rolle. *Populus tremula*, eine der gepflanzten Gehölzarten, konnte sich bereits im Verlauf der Sukzession im Pionierwald etablieren, eine Selbstetablierung durch Diasporen ist damit bereits gegeben. Zudem konnte beobachtet werden, daß die eingebrachten Jungpflanzen stark verbissen werden bzw. abtrocknen. Die zweite im Böschungsbereich angepflanzte Baumart *Alnus glutinosa* hingegen weist eine gute Vitalität auf. Die Produktion von Diasporen wird in den nächsten Jahren einsetzen und könnte zur Selbstetablierung auf den Böschungen führen. Diese wird aber vermutlich wegen fehlender Keimungsvoraussetzungen nicht einsetzen. Weiterhin wird die Art aufgrund ihrer standortökologischen Ansprüche im Pionierwald kaum aufwachsen können.

Die Ausbreitungsstrategien der Pflanzen des Pionierwaldes konzentrierten sich hauptsächlich auf die Windausbreitung. Diese Beobachtung hinsichtlich der Besiedelung von Bergbauflächen durch höhere

Pflanzen konnten bereits von BEER (1956), KLEMM (1966) und KLOTZ et al. (2000) gemacht werden. Der Anteil der Arten mit Klett-, Verdauungs- und Selbstausbreitung lag jedoch im Vergleich zu den genannten Autoren im Pionierwald der Halde 10/35 wesentlich höher. BEER (1956) beschreibt für die damals ca. 15 Jahre alte Hochhalde Espenhain einen auffallend geringen Anteil an Selbstausbreitern, der im Pionierwald dagegen ungewöhnlich hoch ist. Mit diesem Beispiel wird gezeigt, welche langen Zeiträume Selbstausbreiter benötigen, um vermehrt auch Kippenstandorte zu besiedeln.

### 5.2.2 Vegetationskundliche Charakterisierung

Für den Pionierwald wurde keine pflanzensoziologische Charakterisierung vorgenommen. Da Pionierwälder frühsukzessionale Waldstadien darstellen, deren Zusammensetzung und Strukturen sich innerhalb kurzer Zeiträume ändern, wurde auf eine Einordnung in das pflanzensoziologische System bisher gänzlich verzichtet. Da der Pionierwald kleinflächig wechselnde und ineinander übergehende Bestandsbilder aufwies, erfolgte eine Differenzierung in verschiedene Struktureinheiten.

Nun bietet die Arbeit von KLEINKNECHT (2001a) erstmals eine vegetationskundliche Beschreibung und Klassifikation von natürlich aufgewachsenen Birken-Zitterpappel-Vorwäldern der Bergbaufolgelandschaft, allerdings ausschließlich für den Südraum Leipzig. Die Vorwälder trockener bis frischer Standorte auf Kippflächen des Braunkohlenbergbaus werden dort als eine neue Assoziation, das *Hieracio piloselloidis-Betuletum pendulae*, zusammengefaßt (KLEINKNECHT 2001a, b). Die beschriebene charakteristische Artenverbindung dieser Assoziation ist im Pionierwald der Halde 10/35 größtenteils wiederzufinden.

### 5.2.3 Bedeutung der Halde 10/35 hinsichtlich Naturschutz, Biodiversität und Forschung

Die im Zuge der Abbautätigkeit geschaffenen Lebensräume besitzen für den Naturschutz eine große Bedeutung, da sie Ersatzlebensräume für eine Reihe von Pflanzen- und Tierarten bilden, deren natürliche Biotop durch intensive Landnutzung zunehmend verschwinden (KLAUS 1998). Besonders Sukzessionsflächen wirken dabei als Akkumulationsraum für seltene und gefährdete Arten (u.a. KLAUS 1998, LEBENDER et al. 1999). Die Insel Halde 10/35 verfügt über nährstoffarme Bedingungen und eine natürliche Dynamik. Durch spontane Sukzession entstand ein Sekundärlebensraum, der als Ersatzlebensraum und Refugium für hochgradig gefährdete Arten und Lebensgemeinschaften dient. So lieferte die Halde die Voraussetzungen für eine ungestörte Primärsukzession zu einem strukturreichen und wertvollen Pionierwald, der auch weiterhin in einem natürlichen Sukzessionsverlauf folgen kann. Gewöhnlich werden Kippenflächen der Tagebaufolgelandschaft aufgeforstet, nicht selten werden dafür großflächig standortfremde Gehölze verwendet (vgl. SCHÖLMERICH 1998, WOLF 1998). Die vergleichbar jungen und strukturreichen Entwicklungsstadien der Halde bieten zahlreiche Nischen für konkurrenzschwache Arten. Im besonderen finden innerhalb des Birkenvorwaldes geschützte und gefährdete Arten einen neuen Lebensraum. Das einzige Vorkommen der in Sachsen-Anhalt bisher als ausgestorben geltenden Art *Botrychium matricariifolium* (Ästiger Rautenfarn) hebt ein weiteres mal die ausgesprochen hohe Bedeutung des Standortes hervor (vgl. LEBENDER et al. 1999). Die Art ist vor allem an den Strukturtyp des lichten *Betula pendula*-Bestandes gebunden.

Naturschutzfachlich weniger wertvoll sind die großflächigen Ansaaten und Aufforstungen auf den sanierten Böschungen der Halde. Hier wurde in den natürlichen Sukzessionsverlauf eingegriffen, zudem bieten die artenarmen Bestände nur gleichförmige Vegetationsstrukturen und wenig Nahrung für die Fauna.

Für den Kippenstandort konnte bei sehr geringer Größe eine hohe Gesamtartenzahl sowie ein hohes Maß an zusätzlichen Arten im Vergleich zu den Meßtischlatt-Quadranten festgestellt werden. Nach MACARTHUR et WILSON (1967) führt eine Verzehnfachung der Fläche zur Verdoppelung der Artenzahlen. Das Verhältnis stellt sich für die Halde 10/35 deutlich günstiger dar. Bei einer ca. 120fach größeren Fläche weisen die analysierten 10 MTB des unverritzten Geländes im Mittel nur wenig mehr als doppelt so viele Arten auf. Zudem sind sowohl im Vergleich zu den MTB des direkten Goitsche-Umlandes sowie zu den MTB aus ganz Sachsen-Anhalt durchschnittlich 10 zusätzliche gefährdete und geschützte Arten

vorhanden. Der Standort trägt damit wesentlich zur Erhöhung der floristischen Diversität im Landschaftsraum bei. Diese Aussage wird durch großräumige Untersuchungen innerhalb der Bergbaufolgelandschaft (TISCHEW et KIRMER i. Vorb.) bestätigt.

Weiterhin profitiert die Sukzessionsforschung von solchen Gebieten, da eine langfristig ungestörte Waldentwicklung in Mitteleuropa nur selten zu beobachten ist (BEER 1956, HEYDE et. al. 1998).

### 5.3 Fazit

Es erscheint sehr sinnvoll, naturnahe Waldbestände bei Abbauprozessen zu erhalten, selbst wenn diese die Abbautätigkeit in Insellage überdauern müssen. Für die Waldentwicklung auf Kippenflächen ist es von Vorteil, das Artenpotential zur Wiederbesiedlung mit Waldarten über Altwaldbestände zu erhalten. Durch die Lage im ehemaligen Abbaufeld und daher verkürzten Entfernungen können die Diasporen so mit wesentlich größerer Wahrscheinlichkeit die Kippenflächen erreichen (vgl. THOMASIUS et al. 1998). Des weiteren kann festgestellt werden, daß eine strukturreiche Waldentwicklung auf geeigneten Kippsubstraten relativ schnell erfolgen kann. Während jedoch Gehölze aufgrund ihrer Ausbreitungsstrategien und größeren ökologischen Amplitude teilweise recht schnell gekippte Bereiche besiedeln, wandern spätsukzessionale Arten der Krautschicht aufgrund unterschiedlicher Ursachen nur relativ langsam ein (vgl. WULF 1994). Dennoch bieten junge Sukzessionsstadien besonders seltenen und gefährdeten Arten eine Rückzugsnische (vgl. GEIBLER-STROBEL et al. 1997, LEBENDER et al. 1999) und weisen im Verhältnis zum Umland sehr hohe Artenzahlen auf.

Die durchgeführten Analysen bieten eine Grundlage für ein langfristiges Monitoring der drei „Goitsche-Inseln“. Ein solches Monitoring könnte beispielsweise folgende Aufgaben umfassen:

- Dokumentation von Besiedelungsprozessen und Diasporeneintrag im Bereich des Pionierwaldes der Halde 10/35,
- Dokumentation von Sukzessionsvorgängen im besonderen hinsichtlich der zu erwartenden strukturellen Veränderung der Altwaldreste im Zuge des Grundwasseranstieges,
- Beobachtung der Entwicklung der an die Altwaldreste grenzenden, aufgeforsteten Bereiche (Ausbreitung von Waldbodenpflanzen) sowie
- weitergehende Vitalitätsuntersuchungen an den Gehölzen.

## 6 ZUSAMMENFASSUNG

BENKWITZ, S.; TISCHEW, S.; LEBENDER, A.: „Arche Noah“ für Pflanzen? Zur Bedeutung von Altwaldresten für die Wiederbesiedlungsprozesse im Tagebaugebiet Goitsche. – *Hercynia N. F.* 35: 181-214.

Im Zuge der Sanierung des Tagebaugebietes Goitsche bei Bitterfeld wird der Nordteil seit Frühjahr 1999 geflutet. In diesem Bereich befinden sich drei Erhebungen, die etwa 1 km voneinander entfernt liegen. Zwei davon sind Reste gewachsener Kulturlandschaft mit Laubwaldbeständen, die inselartig im Abbaubetrieb stehengelassen wurden. Der dritte Hügel wurde 1961 aufgeschüttet. Im Zuge der Spontansukzession haben sich dort verschiedene Pionierwälder ausgebildet. Durch den Wasseranstieg im Restloch Bärenhof werden die drei Standorte allmählich zu Inseln.

Am Beispiel der beiden Altwaldreste wurde das Persistenzvermögen der Krautschicht- und Gehölzarten analysiert. Die jahrzehntelang andauernde Absenkung des Grundwassers führte bei den Gehölzen zu deutlichen Vitalitätsverlusten. Die Krautschicht dagegen zeigt einen naturnahen Charakter.

Ein weiteres Ziel der Untersuchungen war, aus dem aktuellen Entwicklungsstand der Vegetation in den Pionierwäldern Rückschlüsse auf die Wiederbesiedlungsprozesse und auf das Ausbreitungsverhalten ausgewählter Artengruppen zu ziehen. Dazu wurde die Vegetation der Altwaldreste mit einem unmittelbar angrenzenden Pionierwald und mit dem Pionierwald auf der untersuchten Halde verglichen. Wäh-

rend in dem direkt an einen Altwaldrest angrenzenden Birken-Pionierwald vorrangig windverbreitete Gehölzarten wiedergefunden wurden (z.B. *Carpinus betulus*, *Acer* ssp.), kamen im Pionierwald der Halde vorwiegend über Vögel ausgebreitete Gehölze (u.a. *Quercus* ssp., *Sorbus aucuparia*) vor. Die Fähigkeit zur Ansiedlung einer Art hängt entscheidend von der Effizienz der Ausbreitungsstrategie ab. Bei der Untersuchung von Waldbodenarten konnten bereits zwei Drittel des Artenbestandes des Altwaldrestes in einem direkt angrenzenden Pionierwald nachgewiesen werden. Gehölzfreie Standorte in unmittelbarer Nachbarschaft zum Altwaldrest wiesen dagegen nur ein Drittel der Waldbodenarten auf. Im Vergleich dazu konnten sich auf dem etwa 1 km von beiden Altwaldresten entfernten Pionierwald auf der Halde ca. ein Fünftel der Waldbodenarten etablieren. Dieser geringe Anteil kann mit unzureichenden Ausbreitungsmechanismen der untersuchten Artengruppe in Kombination mit ungünstigen Standortverhältnissen auf der Halde erklärt werden.

Über Spontansukzession entstandene Vorwälder auf Bergbaustandorten haben einen hohen naturschutzfachlichen Wert. Im Sukzessionsverlauf finden hier seltene und gefährdete Arten Rückzugsstandorte und neue Siedlungsplätze. Ein Vergleich des Pionierwaldes der Halde mit dem unverritzten Umland zeigte, daß spontan entstandene Vorwälder zu einer Erhöhung der Artenvielfalt des Landschaftsraumes beitragen.

Es werden Ausbreitungshilfen für Waldarten diskutiert. Eine Beschleunigung der Entwicklung in Sukzessionswäldern in der Tagebaufolgelandschaft durch die gezielte Ansiedlung von Waldarten sollte nur in Ausnahmefällen erfolgen. Auch im Hinblick auf die Waldentwicklung ist der Prozeßschutz stärker in den Vordergrund zu rücken.

Der Erhalt von Altwaldresten in Abbaugebieten erwies sich als eine erfolgreiche Strategie. Wesentliche Potentiale der Waldökosysteme bleiben trotz der Beeinträchtigung durch den Abbau erhalten, die Bestände sind regenerationsfähig und erfüllen eine wichtige Funktion als Lieferbiotope für die Wiederbesiedlungsprozesse auf den umgebenden Kippenflächen. Ein Monitoring der weiteren Entwicklung wird für notwendig erachtet. Die vorliegende Arbeit bietet dafür eine Grundlage.

## 7 LITERATUR

- AG BODEN (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung. – Hannover.
- BAIRLEIN, F. (1998): Die Vogelwelt rekultivierter Standorte. - In: PFLUG, W. (Ed.) Braunkohlentagebau und Rekultivierung: 318-324. – Heidelberg.
- BAIRLEIN, F.; FOLLMANN, G.; MÖHLENBRUCH, N.; WOLF, G. (1989): Aufgaben und Ziele der heutigen forstlichen Rekultivierung von Tagebauflächen. – Natur und Landschaft **64/10**: 462-464.
- BEER, W.-D. (1956): Beiträge zur Kenntnis der pflanzlichen Wiederbesiedlung von Halden des Braunkohlenbergbaus im nordwestsächsischen Raum. – Wiss. Zschr. Karl-Marx-Universität, Mathem.- naturwiss. Reihe **1/2**: 207-211.
- BENKWITZ, S. (2001): Struktur und Artenzusammensetzung von Pionier- und Altwaldbeständen im Braunkohlentagebau Goitsche am Beispiel der zukünftigen „Goitsche-Inseln“. - Dipl.-Arb. FH Anhalt Bernburg.
- BERKNER, A. (1998): Naturraum und ausgewählte Geofaktoren im Mitteldeutschen Förderraum – Ausgangszustand, bergbaubedingte Veränderungen, Zielvorstellungen. - In: PFLUG, W. (Ed.) Braunkohlentagebau und Rekultivierung: 767-779. – Heidelberg.
- BONN, S.; POSCHLOD, P. (1998): Ausbreitungsbiologie der Pflanzen Mitteleuropas: Grundlagen und kulturhistorische Aspekte. - Wiesbaden.
- BONN, S.; POSCHLOD, P.; TACKENBERG, O. (2000): Diasporus – a database for diaspore dispersal – concept and applications in case studies for risk assessment. – Ökol. u. Natursch. **9**: 85-97.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. – Wien.
- BRIZIO, F. (1998): Naturschutzarbeit in der Bergbauregion Weißwasser. - In: PFLUG, W. (Ed.) Braunkohlentagebau und Rekultivierung: 687-696. – Heidelberg.
- DREBEL, R. (1998): Untersuchungen zur Biologie der Roteiche (*Quercus rubra* L.) und zu ihrer Rolle bei der Waldentwicklung in der Hinteren Sächsischen Schweiz (Südost Sachsen). - Dipl.-Arb. Univ. Halle.
- DWORSCHAK, U. (1998): Zur Umsetzung der wissenschaftlichen Untersuchungsergebnisse. - In: PFLUG, W. (Ed.) Braunkohlentagebau und Rekultivierung: 347-357. – Heidelberg.
- DZWONKO, Z. (1993): Relations between the floristic composition of isolated young woods and their proximity to ancient woodland. – Journ. veget. science **4**, 5: 693-698.

- EISSMANN, L.; LITT, . (Ed.) (1994): Das Quartär Mitteldeutschlands. Ein Leitfaden und Exkursionsführer. - Altenbg. Nat. wiss. Forsch. **7**: 1-458.
- ELLENBERG, H.; WEBER, H. E.; DÜLL, R.; WIRTH, V.; WERNER, W.; PAULIß EN, D. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobotanica XVIII. - Göttingen.
- ERTLE, C. (1998) : Besiedlungsgeschichte der Gehölzvegetation auf Kippenböden im Braunkohlentagebau Goitsche im Raum Halle / Bitterfeld. - Dipl.-Arb. Univ. Göttingen.
- FALINSKA, K. (1979): Modifications of plant populations in forest ecosystems and their ecotones. – Polish Ecol. Studies **5** : 89-150.
- GEIBLER-STROBEL, S.; GRAS, J.; HERBST, F. (1997): Bergbaufolgelandschaft und Naturschutz in den östlichen Bundesländern – Defizite und Lösungsansätze, dargestellt am Beispiel der Tagebauregion Goitsche bei Bitterfeld. – Natur u. Landschaft **72/5**: 235-238.
- GERBER, R.; SCHMIDT, W. (1996): Einfluß des Rehwildes auf die Vegetation von Eichen-Hainbuchenwäldern im südlichen Steigerwald. - Verh. Ges. Ökologie **26**: 345-353.
- HARKE, H. (1996): Struktur und Dynamik der Birkenvorwälder im ehemaligen Tagebau Goitsche bei Delitzsch. - Dipl.-Arb. Univ. Halle.
- HEYDE, K., JAKOB, S., KÖCK, U.-V., OELERICH, H.-M. (1998): Biotoptypen der Braunkohlen-Bergbaufolgelandschaften Mitteldeutschlands. - Ed.: Forschungsverbund Braunkohlentagebau-landschaften Mitteldeutschlands (FBM).
- HOFMEISTER, H. (1990): Lebensraum Wald: ein Weg zum Kennenlernen von Pflanzengesellschaften und ihrer Ökologie. - Hamburg.
- INGHE, O.; TAMM, C. O. (1985): Survival and flowering of perennial herbs. IV. The behavior of *Hepatica nobilis* and *Sanicula europaea* on permanent plots during 1943-1981. – Oikos **45**: 400-420.
- KLAUS, D. (1998): Spezielle naturschutzfachliche Aspekte. - In: PFLUG, W. (Ed.): Braunkohlen-tagebau und Rekultivierung: 900-915. – Heidelberg.
- KLEINKNECHT, U. (2001a): Primäre Gehölzsukzession in der Bergbaufolgelandschaft des Leipziger Südraums. - Diss. Univ. Leipzig.
- KLEINKNECHT, U. (2001b): Vegetationskundliche Beschreibung und Einordnung der natürlich aufgewachsenen Birken-Zitterpappel-Vorwälder der Bergbaufolgelandschaft des Leipziger Südraumes – das *Hieracio piloselloidis-Betuletum pendulae* ass. nov. – Tuexenia **21**: 39-50.
- KLEMM, G. (1966): Zur pflanzlichen Besiedlung von Abraumkippen und –halden des Braunkohlenbergbaus. – Hercynia **3**: 31-51.
- KLOTZ (1905): Die Flora der Goitzsche. - Beilage zum Jahresbericht der Realschule zu Bitterfeld.
- KLOTZ, S.; DURKA, W.; SCHMIDT, T. (2000): Vegetationsstruktur und –dynamik auf ehemaligen Bergbaustandorten in Mitteldeutschland und ihre Bedeutung für die Renaturierung. - Rundgespräche Komm. Ökol. **20**: 43-51.
- KOLLMANN, J. (1992): Das Eindringen von Gehölzen in Brachflächen – Grundlagen und eine Fallstudie im Trespenrasen des Kaiserstuhls. – Laufener Seminarbeitr. **2**: 58-70.
- KORNECK, D., SCHNITTLER, M.; VOLLMER I. (1998): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta et Spermatophyta) Deutschlands. - In: Bundesamt für Naturschutz (Ed.): Rote Liste gefährdeter Pflanzen Deutschlands auf Diskette.
- KRUMMSDORF, A. (1998): Ökologische Standortverbesserung und Gestaltung einer Hochkippenfläche im Tagebau Nochten. - In: PFLUG, W. (Ed.): Braunkohlentagebau und Rekultivierung: 656-662. – Heidelberg.
- LEBENDER, A.; TISCHEW, S.; HEYDE, K. (1999): Populations- und standortökologische Untersuchungen an Ophioglossaceen in der mitteldeutschen Tagebaufolgelandschaft. – Natur u. Landschaft **74/12**: 523-529.
- LMBV (1999): Informationsbroschüre.
- LYR, H.; FIEDLER, H.J.; TRANQUILLINI W. (1992): Physiologie und Ökologie der Gehölze. – Jena.
- MACARTHUR, R. H.; WILSON, E. O. (1967): The theory of island biogeography. – Princeton.
- MÖCKEL, R. (1998): Naturschutz auf Kippen des Braunkohlenbergbaues in der Niederlausitz. - In: PFLUG, W. (Ed.) Braunkohlentagebau und Rekultivierung: 706-720. – Heidelberg.
- MUNR (Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung des Landes Sachsen-Anhalt ; 1995): Landschaftsprogramm des Landes Sachsen-Anhalt. Teil 2.
- OBERDORFER, E. (1992): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil IV: Wälder und Gebüsch. – Jena.
- PFADENHAUER, J. (1997): Vegetationsökologie. Ein Skriptum. - Eching.
- PRACH, K. (1987): Succession of vegetation on dumps from strip coal mining. – Fol. Geobot. Phytotaxon. **22**: 339-354.
- PREUBNER, K. (1998): Wälder und Forste auf Kippenstandorten. - In: PFLUG, W. (Ed.) Braunkohlentagebau und Rekultivierung: 600-609. – Heidelberg.
- REBELE, F. (1995): Primäre Vegetationssukzessionen auf Abgrabungen und Aufschüttungen. – Schr.-R. Vegetationskde. **27**: 183-192.
- ROTHMALER, W. (1994): Exkursionsflora von Deutschland. Band 4. Gefäßpflanzen: Kritischer Band. – Jena.

- SCHERZINGER, W. (1996): Naturschutz im Wald. Qualitätsziele einer dynamischen Waldentwicklung. Reihe: Praktischer Naturschutz. - Stuttgart.
- SCHÖLMERICH, U. (1998): 70 Jahre forstliche Rekultivierung – Erfahrungen und Folgerungen. - In: PFLUG, W. (Ed.): Braunkohlentagebau und Rekultivierung: 142-156. – Heidelberg.
- SCHUBERT, R. (1972): Übersicht über die Pflanzengesellschaften des südlichen Teiles der DDR. III. Wälder, Teil 2. – *Hercynia* **9**: 106-136.
- SCHUBERT, R.; HILBIG, W.; KLOTZ, S. (2001): Bestimmungsbuch der Pflanzengesellschaften Deutschlands. – Heidelberg.
- SEIDLING, W. (1991): Verteilungsmuster der Pflanzen am Waldboden und deren Ursachen. – In: SCHMIDT, B. (Ed.): Populationsbiologie der Pflanzen: 239-253.
- SEIFFERT, P. (2000): Sukzession auf unterschiedlich behandelten Rekultivierungs substraten: erste Ergebnisse eines Freilandversuches. – *Culterra* **26**:53-75.
- STIMM, B.; BÖSWALD, K. (1994): Die Häher im Visier. Zur Ökologie und waldbaulichen Bedeutung der Samenausbreitung durch Vögel. - *Forstw. Cbl.* **113**: 204-223.
- THOMASIIUS, H.; WÜNSCHE, M. (1997): Der Wald nach dem Bergbau. - Steine und Erden Planungsgesell. Dresden.
- THOMASIIUS, H.; WÜNSCHE, M.; SELENT, H.; BRÄUNING, A. (1998): Wald- und Forstökosysteme auf Kippen des Braunkohlentagebaus in Sachsen – ihre Entstehung, Dynamik und Bewirtschaftung. - Unveröff. Mskr.
- TISCHEW, S. (1996): Analyse von Mechanismen der Gehölzsukzession auf Braunkohlen-tagebaukippen. - *Verh. Ges. Ökologie* **26**: 407-417.
- TISCHEW, S.; KIRMER, A. (i. Vorb.): Entwicklung der Biodiversität in Tagebaufolgelandschaften: Spontane und initiierte Besiedlungsprozesse.
- TOYKA, R. (1993): Bitterfeld Braunkohle-Brachen. Probleme, Chancen, Visionen. – München.
- WILMANN, O. (1989): Ökologische Pflanzensoziologie. – Heidelberg.
- WOLF, G. (1985): Primäre Sukzession auf kiesig-sandigen Rohböden im Rheinischen Braunkohlenrevier. - *Schr.-R. Vegetationskde.* **16**: 46-81.
- WOLF, G. (1987): Untersuchungen zur Verbesserung der forstlichen Rekultivierung mit Altwaldböden im Rheinischen Braunkohlenrevier. – *Natur u. Landschaft* **62/9**: 364-368.
- WOLF, G. (1989): Probleme der Vegetationsentwicklung auf forstlichen Rekultivierungsflächen im Rheinischen Braunkohlenrevier. – *Natur u. Landschaft* **64/10**: 451-455.
- WOLF, G. (1998): Freie Sukzession und forstliche Rekultivierung. - In: PFLUG, W. (Ed.): Braunkohlentagebau und Rekultivierung: 289-301. – Heidelberg.
- WOLF, G. (2000): Der Einfluss des Diasporengehaltes im Boden auf die Vegetationsentwicklung forstlicher Rekultivierungsflächen. – *Culterra* **26**: 77-92.
- WULF, M. (1994): Überblick über die Bedeutung des Alters von Lebensgemeinschaften, dargestellt am Beispiel „historisch alter Wälder“. - *NNA-Ber.* **7/3**: Bedeutung historisch alter Wälder für den Naturschutz: 3-14.
- WULF, M.; KELM, H.-J. (1994): Zur Bedeutung „historisch alter Wälder“ für den Naturschutz – Untersuchungen naturnaher Wälder im Elbe-Weser-Dreieck. - *NNA-Ber.* **7/3**: Bedeutung historisch alter Wälder für den Naturschutz: 15-49.
- WÜNSCHE, M.; VOGLER, E.; KNAUF, K. (1998): Bodenkundliche Kennzeichnung der Abraums substrate und Bewertung der Kippenböden für die Rekultivierung. - In: PFLUG, W. (Ed.): Braunkohlentagebau und Rekultivierung: 790-791. – Heidelberg.

*Manuskript angenommen: 19. Juni 2002*

Anschrift der Autoren:

Dipl. Ing. Landespflege Sandra Benkwitz  
 Prof. Dr. Sabine Tischew  
 Dipl. Ing. Landespflege Andreas Lebender  
 Hochschule Anhalt (FH)  
 Fachbereich LOEL  
 Strenzfelder Allee 28  
 D-06406 Bernburg  
 e-mail: sandra.benkwitz@gmx.de  
 tischew@loel.hs-anhalt.de

Tab. 11: Vegetationstabelle Pionierwald 10/35 (2000)

Flächennummer im Gelände	9	7	10	1	2	13	6	4	5	12	3	11	8	14	15	Steilheit	
Flächengröße in m <sup>2</sup>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		
Artenzahl	23	20	24	20	27	25	21	28	19	25	27	29	27	24	18		
Vegetationsfreie Bereiche in %	0,5	1	0,1	1	1	1	0,5	0,1	0,5	2	2	1	3	0,5	1		
Streuschicht in %	90	90	95	95	95	90	95	98	98	85	75	90	95	90	85		
Deckung in %																	
Baumschicht 1	30	65	45	10	50	55	30	25	40	25	6	15	7	20	35		
Baumschicht 2	35	15	7	45	8	10	35	40	30	25	2	35	55	30	5		
Strauchschicht	3	5	3	20	2	5	1	2	2	4	2	4	1,5	5	6		
Krautschicht	6	7	10	10	40	5	3	5	10	10	20	20	15	10	8		
Krtyptogamen	10	3	5	10	5	10	4	2	1	13	35	10	2	12	15		
<b>BAUMSCHICHT 1</b>																	
<i>Betula pendula</i>	...	3	2a	2a	3	4	1	2b	3	3	2a	2b	2a	2b	3		V
<i>Pinus sylvestris</i>	...	2a	...	1	2a	1	3	1	1	...	...	1	...	...	1		III
<i>Populus tremula</i>	3	2b	3	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		II
<b>BAUMSCHICHT 2</b>																	
<i>Betula pendula</i>	...	2a	1	3	1	1	1	1	3	3	1	3	4	3	1	V	
<i>Pinus sylvestris</i>	1	1	...	...	1	2a	3	3	...	...	...	...	...	...	1	III	
<i>Populus tremula</i>	3	1	2a	2a	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	II	
<b>STRAUCHSCHICHT</b>																	
<i>Betula pendula</i>	1	1	1	2a	1	1	+	1	1	1	1	1	+	1	1	V	
<i>Populus tremula</i>	1	1	+	2b	1	...	...	...	...	1	+	...	1	1	1	IV	
<i>Padus serotina</i>	...	...	...	+	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	I	
<i>Crataegus monogyna</i>	...	...	...	...	+	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	I	
<i>Pinus sylvestris</i>	+	1	...	...	...	1	...	+	...	...	+	1	...	...	...	II	
<i>Rosa canina</i>	...	...	+	...	...	...	...	1	...	1	...	...	...	...	...	II	
<i>Rubus fruticosus</i> agg.	...	...	...	...	...	...	+	...	...	...	...	...	...	+	...	I	
<i>Quercus robur</i>	...	+	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	I	
<b>KRAUTSCHICHT</b>																	
<b>Gehölzarten</b>																	
<i>Rosa canina</i>	+	1	1	+	+	+	+	2m	+	+	+	+	+	+	+	V	
<i>Betula pendula</i>	+	1	+	1	...	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+	V	
<i>Crataegus monogyna</i>	+	+	2m	r	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	V	
<i>Pinus sylvestris</i>	+	...	...	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	V	
<i>Populus tremula</i>	1	+	+	1	+	...	...	...	...	1	+	+	1	1	1	IV	
<i>Cornus sanguinea</i>	...	...	+	r	r	r	...	+	...	r	r	...	...	...	...	III	
<i>Quercus robur</i>	+	+	+	1	+	...	+	+	+	...	+	...	...	...	...	III	
<i>Sorbus aucuparia</i>	r	+	...	+	r	...	r	+	...	...	+	...	...	...	r	III	
<i>Quercus rubra</i>	r	...	+	...	r	+	+	+	...	...	...	r	...	r	...	III	
<i>Prunus mahaleb</i>	+	+	+	...	r	...	...	r	...	...	...	...	...	+	...	II	
<i>Padus serotina</i>	...	...	...	...	...	r	...	...	...	...	...	...	...	...	+	I	
<i>Padus avium</i>	r	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	I	
<i>Ligustrum vulgare</i>	...	...	r	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	I	
<i>Prunus spinosa</i>	...	...	+	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	I	
<b>Vorwaldtypische Arten</b>																	
<i>Hieracium lachenalii</i>	+	1	+	1	1	+	...	+	1	+	1	+	+	+	...	V	
<i>Poa angustifolia</i>	...	2m	...	...	...	...	...	+	+	...	2m	+	2m	+	...	III	
<i>Fragaria vesca</i>	...	1	...	+	...	...	...	+	...	+	...	1	+	r	...	III	
<i>Sarothamnus scoparius</i>	+	...	...	+	+	...	...	...	...	...	r	...	r	...	...	II	
<i>Holcus lanatus</i>	...	...	...	...	...	+	...	...	...	...	...	+	...	...	...	II	
<i>Valeriana officinalis</i>	...	...	...	...	...	...	...	...	r	+	...	...	...	1	...	I	
<b>Magerrasenarten</b>																	
<i>Carlina vulgaris</i>	...	...	...	...	r	...	...	1	...	...	...	...	...	+	...	I	
<i>Inula conyza</i>	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	+	+	1	...	I	
<i>Gnaphalium sylvaticum</i>	...	...	...	...	...	...	...	...	...	+	...	+	...	...	...	I	
<b>Sandtrockenrasenarten</b>																	
<i>Hieracium pilosella</i>	...	...	1	2m	2m	2m	+	1	+	1	2a	2a	2m	...	2m	IV	
<i>Hieracium piloselloides</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	...	+	IV	
<i>Poa compressa</i>	+	...	...	...	+	2m	+	+	...	+	+	+	+	+	2m	IV	
<i>Festuca rubra</i>	+	...	+	1	2a	...	2m	+	+	...	1	...	2m	...	...	III	
<i>Helichrysum aranarium</i>	...	...	+	...	...	...	...	...	...	+	...	1	+	...	...	III	
<i>Hypochoeris radicata</i>	...	...	...	...	r	r	...	...	...	...	+	+	...	...	...	II	
<i>Carex hirta</i>	...	...	...	...	2m	...	...	+	...	...	...	...	+	...	...	I	
<i>Lotus corniculatus</i>	r	+	...	...	...	r	...	...	...	...	...	...	...	...	...	I	
<i>Centaurea jacea</i>	...	...	...	...	...	...	+	+	...	...	...	r	...	...	...	I	
<i>Leucanthemum vulgare</i>	...	+	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	+	...	...	I	
<i>Cerastium pumilum</i>	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	r	...	...	...	...	I	
<i>Centaureum erythraea</i>	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	r	...	...	...	...	I	



Tab. 12: Vegetationstabelle Waldrest Bärenhof-Insel (2000)

Flächennummer im Gelände	4	3	10	8	7	1	2	9	6	11	5	12	Stetigkeit
Flächengröße in m <sup>2</sup>	400	400	400	400	400	100	100	100	100	100	100	100	
Artenzahl	26	28	25	28	29	30	32	26	38	27	19	19	
Vegetationsfreie Bereiche in %	5	10	15	15	25	45	25	20	35	30	60	20	
Streuschicht in %	95	70	98	97	99	95	95	95	95	96	98	97	
Deckung in %													
Baumschicht 1	70	60	70	50	55	90	70	85	50	95	85	70	
Baumschicht 2	40	45	15	55	60	10	10	10	50	0	8	15	
Strauchschicht	5	5	3	5	6	5	7	4	3	5	1,5	3	
Krautschicht	95	90	85	85	75	55	75	80	65	70	40	80	
Kryptogamen	5	2	2	0,5	0,05	1,5	0,1	0	1	0,01	0,2	0,5	
<b>BAUMSCHICHT 1</b>													
Carpinus betulus	3	3	2b	2b	3	5	3	2b	2a	5	5	5	V
Acer pseudo-platanus	2a	2a	...	1	1	...	3	...	...	...	...	...	III
Quercus robur	...	+	1	2b	...	...	...	...	3	...	...	2a	III
Acer campestre	1	1	...	2a	1	...	...	...	...	...	1	...	III
Tilia cordata	...	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	I
Betula pendula	2a	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	I
Fraxinus excelsior *	2b	2b	4	1	2a	1	...	4	...	...	1	...	IV
<b>BAUMSCHICHT 2</b>													
Acer pseudoplatanus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	V
Carpinus betulus	3	3	...	2b	2a	1	2b	...	3	...	...	2b	IV
Acer campestre	1	1	...	2b	2b	...	...	2a	...	...	+	...	III
Crataegus monogyna	1	1	1	1	...	...	...	...	2a	...	...	...	III
Cornus sanguinea	...	...	...	...	1	2a	...	+	...	...	...	...	II
Sambucus nigra	+	1	...	+	...	...	...	+	...	...	...	...	II
Quercus robur	...	...	...	...	...	1	...	1	1	...	...	1	II
Tilia cordata	...	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	I
Fraxinus excelsior *	...	...	2a	2a	2a	...	...	1	2a	...	2a	...	III
<b>STRAUCHSCHICHT</b>													
Sambucus nigra	2a	2a	1	1	1	1	1	1	...	2a	...	1	V
Fraxinus excelsior	...	...	1	1	1	...	+	...	...	...	1	...	III
Carpinus betulus	...	...	...	1	1	1	2a	...	1	...	...	...	III
Acer campestre	...	...	1	1	1	...	...	1	...	...	...	...	II
Cornus sanguinea	...	...	...	...	1	...	+	...	...	...	...	...	I
Acer pseudoplatanus	...	...	...	...	...	2m	1	...	...	...	...	...	I
Quercus robur	...	...	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	I
Rosa canina	...	...	...	+	...	...	...	...	...	...	...	...	I
<b>KRAUTSCHICHT</b>													
<b>Kl. <i>Carpino-Fagetea</i> (Mesophilie, sommergrüne Laubmischwälder)</b>													
Galeobdolon luteum	1	2m	...	2m	2a	r	2m	1	+	...	...	...	IV
<b>Ord. <i>Carpino-Fagetalia</i> (Rotbuchen- und Hainbuchenwälder)</b>													
Polygonatum multiflorum	...	...	...	1	+	+	...	+	+	...	+	...	III
Scrophularia nodosa	...	...	...	...	...	...	...	...	r	...	...	...	I
<b>Verb. <i>Carpinion betuli</i> (Eichen-Hainbuchenwälder)</b>													
Viola reichenbachiana	1	2m	1	1	1	1	1	+	1	+	+	+	V
Dactylis polygama	+	+	2a	1	+	+	2a	2a	+	1	+	3	V
Anemone nemorosa	2m	2m	2m	2m	2m	2m	1	1	1	...	1	...	V
<b>Ass. <i>Stellario holostea-Carpinetum betuli</i> (Sternmieren-Stieleichen-Hainbuchenwald)</b>													
Stellaria holostea	2m	2m	2m	+	2m	2m	2m	1	2m	2m	2m	2m	V
Ranunculus ficaria	5	5	4	4	3	2b	2b	4	2m	2m	+	2m	V
Deschampsia cespitosa	...	...	...	...	...	...	1	...	1	...	...	...	I
Stachys sylvatica	...	...	...	...	+	...	...	...	...	...	...	...	I
<b>Übrige Arten</b>													
<b>Gehölze</b>													
Carpinus betulus	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	...	2m	2m	2m	2m	V
Fraxinus excelsior	2m	1	2m	+	+	+	1	+	+	...	+	...	V
Acer campestre	1	1	2m	1	1	...	...	1	+	...	+	r	IV
Sambucus nigra	2m	1	1	+	1	+	+	1	...	1	...	...	IV
Acer pseudoplatanus	1	2m	...	...	1	2a	2a	...	1	...	1	...	III
Crataegus monogyna	r	...	+	...	...	...	r	+	+	...	...	r	III
Rosa canina	+	...	+	...	+	r	+	...	+	+	...	...	III
Quercus robur	...	...	...	...	r	+	+	...	+	+	...	...	III
Euonymus europea	...	...	r	...	...	+	...	1	1	+	...	...	II
Betula pendula	...	...	...	...	...	...	+	...	...	...	...	...	I

Fortsetzung Tab. 12

Fächennummer im Gelände	4	3	10	8	7	1	2	9	6	11	5	12	
<b>Arten mesophiler Laubmischwälder</b>													
<i>Veronica hederifolia</i>	2a	2b	2m	2a	2m	2b	2m	2m	2b	2a	2a	2m	V
<i>Galium aparine</i>	2m	+	+	+	+	+	1	+	+	2m	1	2m	V
<i>Poa nemoralis</i>	+	+	3	+	...	2m	2a	2a	2a	2m	2b	2b	V
<i>Geum urbanum</i>	+	+	+	1	1	+	1	+	+	1	+	...	V
<i>Alliaria petiolata</i>	+	...	1	+	r	1	+	+	+	1	...	...	IV
<i>Adoxa moschatellina</i>	2a	2a	2m	2m	2a	1	1	1	1	...	...	...	IV
<i>Arum maculatum</i>	+	+	+	1	1	1	+	1	...	...	+	...	IV
<i>Chaerophyllum temulum</i>	1	+	+	+	+	2m	1	+	r	...	...	...	IV
<i>Stellaria neglecta</i>	...	...	+	...	+	2m	...	2m	...	2m	...	2m	III
<i>Pulmonaria officinalis</i>	+	+	+	1	+	+	1	...	...	...	...	...	III
<i>Milium effusum</i>	+	+	...	+	+	...	+	...	...	+	...	...	III
<i>Melica nutans</i>	+	+	...	+	+	+	+	...	...	...	...	...	III
<i>Stellaria nemorum</i>	...	+	...	...	...	...	+	+	+	...	+	...	III
<i>Corydalis intermedia</i>	...	+	...	+	+	...	+	+	...	...	...	...	II
<i>Carex brizoides</i>	...	...	...	...	...	...	2m	...	2a	...	...	...	I
<i>Ajuga reptans</i>	...	...	...	...	...	...	...	...	1	...	...	...	I
<i>Cornus sanguinea</i>	...	...	+	...	...	...	+	...	...	...	...	...	I
<i>Euphorbia dulcis</i>	...	...	...	...	...	...	...	...	+	...	...	...	I
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	+	...	...	...	...	...	...	...	...	...	+	...	I
<i>Convallaria majalis</i>	...	...	...	...	...	1	...	...	...	...	...	...	I
<i>Glechoma hederacea</i>	...	...	...	...	...	+	...	...	...	...	...	...	I
<i>Veronica chamaedrys</i>	...	...	...	...	...	...	...	...	+	...	...	...	I
<b>Arten frischer Wiesen</b>													
<i>Taraxacum officinale</i>	...	...	r	...	...	r	...	...	...	r	r	...	II
<i>Hypericum perforatum</i>	...	...	...	...	...	...	+	...	...	...	...	...	I
<i>Heracleum sphondylium</i>	...	...	...	r	...	...	...	...	...	...	...	...	I
<i>Anthriscus sylvestris</i>	...	...	...	...	...	...	...	...	...	+	...	+	I
<i>Lysimachia nummularia</i>	...	...	...	...	...	...	...	...	1	...	...	...	I
<i>Vicia cf. cracca</i>	...	...	...	...	...	...	...	...	1	...	...	...	I
<b>Arten der Staudenfluren, Schlag- und Saumgesellschaften</b>													
<i>Arctium lappa</i>	...	...	...	...	...	r	r	...	...	+	...	...	II
<i>Galeopsis tetrahit</i>	...	...	...	...	...	...	...	...	r	+	...	1	II
<i>Urtica dioica</i>	...	...	...	...	...	...	...	...	...	+	...	1	I
<i>Calamagrostis epigejos</i>	...	...	...	...	...	...	...	...	+	...	...	...	I
<i>Lapsana communis</i>	...	+	...	...	...	...	...	...	1	...	...	...	I
<i>Rubus fruticosus agg.</i>	...	...	...	...	+	...	...	...	r	...	...	...	I
<i>Torilis japonica</i>	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	+	...	I
<i>Geranium robertianum</i>	...	...	...	...	...	...	...	...	...	3	...	2m	I
<i>Lamium album</i>	...	...	...	...	...	...	...	...	...	+	...	+	I
<b>Ruderal- und Segetalarten</b>													
<i>Convolvulus arvensis</i>	...	...	...	...	...	...	+	...	+	r	...	+	II
<i>Myosotis arvensis</i>	...	...	...	...	...	...	...	...	1	...	...	...	I
<i>Chenopodium album</i>	...	...	...	...	...	...	...	...	...	+	...	...	I
<i>Lactuca serriola</i>	...	...	...	...	...	...	...	...	...	+	...	...	I
<b>Arten der Magerrasen</b>													
<i>Poa angustifolia</i>	...	...	...	...	...	...	...	...	+	...	...	...	I

\*) durch Forstwirtschaft stellenweise besonders gefördert

Tab. 13: Vegetationstabelle Waldrest Tagesanlagen 2a (2000)

Flächennr. im Gelände	9	16	12	11	13	19	18	5	6	17	4	2	20	10	15	14	3	8	7	1		
Flächengröße in m²	100	100	100	100	100	100	100	100	100	400	400	100	100	400	100	100	400	100	100	100		
Artenzahl	31	27	33	34	33	39	37	37	31	35	39	28	25	25	26	16	33	28	27	28		
Veg. freie Bereiche in %	1	15	1	10	2	15	45	15	3	20	20	5	10	10	10	25	50	5	2	50		
Streuschicht in %	98	75	90	95	95	99	97	97	98	97	98	97	90	98	98	99	95	98	95	97		
Deckung in %																						
Baumschicht 1	60	68	70	50	60	65	55	85	60	65	40	65	55	80	70	80	75	65	65	50		
Baumschicht 2	5	3	10	15	6	5	15	5	5	7	40	10	8	5	0	5	20	15	15	0		
Strauchschicht	25	1	8	5	15	2	3	15	10	2	12	6	6	4	45	3	2	15	6	35		
Krautschicht	99	85	99	90	98	85	55	85	97	80	80	95	90	90	90	75	50	95	98	50		
Kryptogamen	0,1	1	5	10	4	1	0,1	2	0,1	1	0,1	1	6	1	2	0,5	0,5	0,1	2	0,1		
																					Steiligkeit	
<b>BAUMSCHICHT 1</b>																						
Carpinus betulus	...	2b	...	...	...	...	...	3	...	2b	...	2a	...	5	3	5	4	...	3	...	III	
Acer pseudoplatanus	...	...	4	...	...	...	...	2a	...	3	1	...	2a	...	...	...	...	2a	...	...	II	
Acer platanoides	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	2a	...	...	I	
Tilia cordata	...	2a	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	I	
Quercus petraea	...	...	...	...	...	...	3	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	I	
Betula pendula	...	...	...	...	...	...	...	...	1	1	...	...	...	...	...	...	1	...	...	4	I	
Malus sylvestris	...	...	...	...	...	...	...	2a	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1	...	I	
Acer campestre	...	...	...	...	...	...	...	2b	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	I	
Quercus rubra	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	+	...	...	...	I	
Ulmus laevis	...	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	I	
Quercus robur <sup>a)</sup>	4	3	2b	1	...	...	...	2a	4	2a	2b	3	...	1	2b	...	1	4	3	...	IV	
Fraxinus excelsior <sup>a)</sup>	1	2b	...	3	4	4	2b	2a	1	2b	2a	2b	3	...	...	...	2a	...	...	...	IV	
<b>BAUMSCHICHT 2</b>																						
Acer pseudoplatanus	...	1	2b	1	1	...	...	2a	1	...	2a	...	1	1	...	...	1	2a	2b	...	III	
Carpinus betulus	...	...	...	2a	1	...	...	...	1	2b	2a	...	1	...	2a	2a	...	...	...	...	II	
Malus sylvestris	...	...	1	...	...	...	...	1	1	1	...	...	...	...	1	...	...	...	...	...	II	
Tilia cordata	...	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	I	
Acer platanoides	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1	...	...	...	I	
Quercus petraea	...	...	...	...	...	...	2b	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	I	
Corylus avellana	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1	...	...	...	...	...	...	...	...	I	
Crataegus monogyna	...	...	1	...	...	...	...	...	1	...	...	1	...	1	...	...	...	...	...	...	I	
Quercus robur <sup>a)</sup>	2a	...	...	...	...	...	...	1	...	2b	...	...	1	...	...	1	2a	...	...	...	II	
Fraxinus excelsior <sup>a)</sup>	...	...	...	1	2a	1	...	...	...	...	...	1	...	...	...	...	...	...	...	...	I	
<b>STRAUCHSCHICHT</b>																						
Acer pseudoplatanus	+	+	2a	1	1	...	r	+	1	1	1	1	1	...	+	+	1	1	...	...	IV	
Cornus sanguinea	1	...	...	...	+	+	1	1	1	1	1	1	1	3	1	...	...	1	...	...	IV	
Euonymus europea	+	...	+	+	...	...	+	...	+	...	+	...	+	...	...	...	1	+	...	...	III	
Fraxinus excelsior	1	...	1	...	...	+	...	1	...	1	...	...	...	+	...	...	1	1	...	...	II	
Rubus fruticosus agg.	2b	...	1	2a	...	+	...	...	+	...	...	...	1	1	...	...	...	...	...	2b	II	
Rubus caesius	...	1	1	1	+	...	1	1	+	1	1	+	...	...	...	...	2a	1	...	...	IV	
Crataegus monogyna	...	+	+	1	+	1	...	1	...	1	+	1	...	...	...	...	+	1	...	...	III	
Rosa canina	...	...	+	1	...	...	1	...	+	1	+	...	...	...	...	+	...	...	2a	...	II	
Corylus avellana	...	...	...	1	...	1	...	1	...	1	...	1	...	...	...	...	1	1	...	...	II	
Quercus robur	...	...	1	+	...	...	+	+	...	...	...	...	...	...	...	...	1	...	...	...	II	
Sambucus nigra	1	...	1	1	...	...	...	...	+	+	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	II	
Carpinus betulus	...	...	...	1	...	...	1	...	1	...	1	...	...	...	...	1	...	...	1	...	II	
Humulus lupulus	...	...	...	1	...	...	+	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	+	...	...	I	
Rubus ideaus	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1	I	
Betula pendula	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1	I	
Padus avium	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	r	...	I	
Quercus petraea	...	...	...	...	...	r	r	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	I	
Alnus incana	...	...	...	...	...	...	+	...	...	...	...	...	...	...	...	+	...	...	...	...	I	
Acer campestre	...	...	...	...	...	...	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	I	
Ribes uva-crispa	...	...	...	...	...	...	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	I	
Malus sylvestris	...	...	...	...	+	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	I	
<b>KRAUTSCHICHT</b>																						
<b>Kl. Carpino-Fagetea (Mesophile, sommergrüne laubmischwälder)</b>																						
<b>Ord. Carpino-Fagetalia (Rotbuchen- und Hainbuchenwälder)</b>																						
Polygonatum multiflorum	1	1	+	+	+	+	1	+	1	1	1	+	+	+	r	1	1	+	+	...	V	
Scrophularia nodosa	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	+	...	I
<b>Verb. Carpinion betuli (Eichen-Hainbuchenwälder)</b>																						
Dactylis polygama	2a	+	1	2a	2a	2a	1	2a	2b	1	2b	2b	2a	1	1	1	1	2a	1	...	V	
Anemone nemorosa	2m	1	1	2m	2m	2m	1	1	1	2m	2m	+	2m	2a	2m	2a	2m	1	1	+	V	
Stellaria holostea	...	...	...	...	...	2m	...	...	2m	...	...	2a	...	...	...	...	...	2m	...	...	I	

Fortsetzung Tab. 13

Flächennr. im Gelände	9	16	12	11	13	19	18	5	6	17	4	2	20	10	15	14	3	8	7	1		
<b>Ass. <i>Stellario holostea</i>-<i>Carpinetum betuli</i> (Stermieren-Stieleichen-Hainbuchenwald)</b>																						
<i>Deschampsia cespitosa</i>	...	...	...	1	1	...	1	+	...	+	1	...	...	...	+	+	r	...	...	2a	III	
<i>Stachys sylvatica</i>	1	...	2m	...	1	...	...	1	+	...	1	+	...	...	1	...	...	...	1	1	...	III
<i>Aegopodium podagraria</i>	...	...	2m	...	...	...	...	+	2m	2m	...	+	+	...	...	...	...	...	2a	2a	...	II
<i>Ranunculus ficaria</i>	+	...	...	...	+	...	...	...	+	...	...	...	...	...	...	...	...	1	1	...	...	II
<b>Übrige Arten</b>																						
<b>Gehölze</b>																						
<i>Fraxinus excelsior</i>	+	1	1	...	1	1	2m	1	2m	2m	2m	+	2m	2m	2m	1	2m	...	+	...	V	
<i>Carpinus betulus</i>	...	2m	+	2m	1	...	1	2m	+	2m	2m	...	...	2m	2m	2m	2m	...	...	...	IV	
<i>Crataegus monogyna</i>	+	1	...	1	...	+	+	+	1	1	1	+	...	+	...	+	...	1	...	...	IV	
<i>Rosa canina</i>	+	+	+	...	r	+	+	...	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	IV	
<i>Acer pseudoplatanus</i>	...	+	+	...	...	+	+	+	2m	1	...	+	1	+	1	1	1	1	+	+	IV	
<i>Cornus sanguinea</i>	1	...	...	+	...	+	...	1	1	1	+	1	1	1	1	1	+	...	...	...	IV	
<i>Rubus caesius</i>	...	+	1	+	+	1	...	1	1	+	...	1	1	+	...	...	1	1	...	...	IV	
<i>Euonymus europea</i>	...	+	+	...	...	...	...	+	1	...	+	1	+	+	...	...	1	1	...	...	III	
<i>Quercus robur</i>	+	...	+	...	...	...	...	...	+	...	+	...	+	...	...	...	...	1	...	r	II	
<i>Acer campestre</i>	...	...	...	...	...	...	...	1	...	...	...	...	...	...	+	...	...	...	...	...	I	
<i>Alnus incana</i>	...	...	...	...	...	...	...	+	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	I	
<i>Sambucus nigra</i>	...	...	...	+	...	...	...	+	...	...	...	...	...	...	...	+	...	...	...	...	I	
<i>Padus avium</i>	...	r	...	...	r	+	...	...	+	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	I	
<i>Quercus rubra</i>	...	...	...	...	...	...	...	...	r	+	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	I	
<i>Acer platanoides</i>	...	...	...	...	...	...	...	+	...	...	...	...	...	...	...	...	1	...	...	...	I	
<i>Betula pendula</i>	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	+	
<i>Quercus cf. petraea</i>	...	...	...	...	r	+	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	I	
<i>Ribes uva-crispa</i>	...	...	...	...	...	...	...	+	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	I	
<i>Rubus ideaus</i>	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1	I
<b>Arten mesophiler Laubmischwälder und deren Säume</b>																						
<i>Mercurialis perennis</i>	2b	3	3	2b	3	2b	2a	2b	2b	3	2b	2a	3	4	2a	3	2b	3	2b	...	V	
<i>Allium ursinum</i>	4	4	4	2b	3	2a	2a	3	3	3	1	3	3	2m	4	2a	2m	2m	4	...	V	
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	2a	...	1	2a	2a	1	+	2a	2a	+	2b	...	2a	1	1	1	1	3	1	...	V	
<i>Melica nutans</i>	1	1	2a	+	1	+	+	2m	1	1	2m	1	2a	1	1	1	1	...	...	+	V	
<i>Viola riviniana</i>	...	1	...	...	1	...	...	1	1	1	2m	1	...	1	1	1	+	2m	1	...	IV	
<i>Convallaria majalis</i>	...	...	...	+	...	1	+	...	...	2m	1	2a	1	2a	2a	2b	2a	...	...	1	III	
<i>Alliaria petiolata</i>	2m	...	+	1	...	1	1	+	2m	...	+	1	+	+	...	...	...	...	2m	...	III	
<i>Euphorbia dulcis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	...	...	...	+	...	...	...	...	IV	
<i>Stellaria nemorum</i>	2m	1	1	...	1	2m	...	+	1	1	2m	...	...	...	+	...	...	1	1	...	III	
<i>Poa nemoralis</i>	1	+	2a	2a	1	2a	1	1	1	1	2m	...	+	...	+	...	1	...	...	1	IV	
<i>Galium aparine</i>	2a	+	1	+	1	+	r	...	+	...	...	...	...	...	+	...	...	...	+	+	IV	
<i>Glecoma hederacea</i>	2m	...	1	1	1	+	+	+	1	...	...	+	...	...	...	...	...	1	+	...	III	
<i>Arum maculatum</i>	+	+	1	+	+	+	...	...	...	...	+	+	...	...	...	...	...	+	1	...	III	
<i>Melampyrum nemorosum</i>	1	1	...	...	...	+	...	+	+	1	...	...	...	...	...	...	1	1	...	...	II	
<i>Campanula trachelium</i>	...	...	+	...	...	...	...	+	...	+	1	...	...	...	...	...	+	...	...	...	II	
<i>Hedera helix</i>	...	...	...	...	...	...	...	1	...	+	...	...	...	+	...	...	+	...	...	...	I	
<i>Pulmonaria officinalis</i>	+	...	...	...	...	...	...	...	...	+	...	...	...	...	...	...	+	+	...	...	I	
<i>Milium effusum</i>	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	+	...	...	...	1	...	...	I	
<i>Phyteuma spicatum</i>	...	...	...	...	...	...	...	...	+	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	I	
<i>Humulus lupulus</i>	...	...	+	...	1	...	...	+	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	I	
<i>Ajuga reptans</i>	...	...	...	...	...	1	...	...	...	...	1	...	...	...	...	+	...	...	...	1	I	
<i>Lathyrus vernus</i>	...	...	...	...	...	...	...	+	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	+	...	I	
<i>Lilium martagon</i>	+	...	...	...	...	+	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	I	
<i>Stellaria neglecta</i>	...	+	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	I	
<i>Corydalis intermedia</i>	...	...	...	+	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	I	
<i>Veronica hederifolia</i>	...	...	+	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	I	
<i>Veronica chamaedrys</i>	...	...	...	+	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	I	
<i>Veronica montana</i>	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	+	I	
<i>Hypericum hirsutum</i>	...	...	...	...	...	...	...	...	+	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	I	
<i>Hepatica nobilis</i>	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	+	...	...	...	...	...	...	I	
<b>Arten der Vorwälder</b>																						
<i>Fragaria vesca</i>	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	+	I
<i>Hieracium lachenalii</i>	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1	...	...	...	I	
<b>Arten frischer Wiesen</b>																						
<i>Heracleum sphondylium</i>	r	...	+	r	...	r	...	...	r	+	r	...	...	...	...	...	...	...	...	+	III	
<i>Taraxacum officinale</i>	...	+	...	+	+	+	+	r	...	+	+	...	...	+	...	...	+	...	...	r	III	
<i>Hypericum perforatum</i>	...	+	...	...	...	+	+	+	...	+	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1	II	
<i>Galium mollugo</i>	...	...	...	...	...	1	...	...	...	...	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	I	
<i>Leucanthemum vulgare</i>	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	+	
<b>Arten der Staudenfluren, Schlag- und Saumgesellschaften</b>																						
<i>Arctium lappa</i>	...	...	...	...	r	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	I	
<i>Urtica dioica</i>	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	+	...	...	...	...	...	I	

Fortsetzung Tab. 13

Flächennr. im Gelände	9	16	12	11	13	19	18	5	6	17	4	2	20	10	15	14	3	8	7	1		
Calamagrostis epigejos	...	...	...	+	+	+	...	...	...	...	+	...	...	...	...	...	...	...	...	...	2a	II
Tanacetum vulgare	...	...	...	...	...	...	r	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1	I
Torilis japonica	...	...	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	I
Arabis glabra	...	...	...	...	+	+	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	I
Astragalus glycyphyllos	...	...	...	...	...	r	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	I
Rubus fruticosus agg.	1	...	...	...	1	...	+	...	...	...	...	...	...	...	1	...	...	...	...	...	1	I
<b>Ruderal- und Segetalarten</b>																						
Convolvulus arvensis	+	...	+	+	...	+	+	...	+	...	+	+	...	...	...	...	+	+	+	...	...	III
Arabis hirsuta	...	...	...	...	...	+	+	...	...	...	...	+	...	...	...	...	...	...	...	...	...	I
Mentha arvensis	...	...	...	...	...	+	1	...	...	...	...	...	+	+	...	...	...	...	...	...	...	I
Hieracium sabaudum	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1	I
Rumex cf. thyrsiflorus	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	r	I
<b>Arten der Magerrasen</b>																						
Viola hirta	...	...	...	1	...	1	1	...	...	+	...	...	1	...	...	...	...	...	...	...	...	II
Festuca rubra	...	...	...	...	...	+	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	I
Arenaria serpyllifolia	...	+	...	...	...	...	+	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	I
Sedum maximum	...	...	...	...	...	...	+	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	I
Agrimonia eupatoria	...	...	...	...	...	...	r	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	I
Poa compressa	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1	I
Carex pallescens	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	2a

\*) durch Forstwirtschaft stellenweise besonders gefördert

Tab. 14: Vorkommen von Gehölzen im 25 x 25 m-Raster (Transekt) auf den Tagesanlagen 2a

Biotyp	Fläche	Acer negundo	Acer platanoides	Acer pseudo-platanus	Betula pendula	Carpinus betulus	Cornus mas	Cornus sanguinea	Corylus avellana	Craegastus monogyna	Evonymus europaea	Fraxinus excelsior	Hedera helix	Malus sylvestris	Mespilus germanica	Pinus sylvestris	Populus tremula	Populus x canadensis	Prunus avium	Prunus padus	Prunus spinosa	Quercus petraea	Quercus robur	Quercus rubra	Rhamnus cathartica	Robinia pseudoacacia	Rosa canina	Rubus caesius	Rubus fruticosus agg.	Salix caprea	Sambucus nigra	Solanum dulcamara	Sorbus aucuparia	Ulmus laevis	Gesamtanzahl			
W	GT1 2-6/12																																				18	
W	GT1 2-7/11																																					18
W	GT1 2-6/22																																					19
W	GT1 2-7/21																																					19
W	GT1 3-6/12																																					23
W	GT1 3-7/11																																					23
V	GT1 3-6/22																																					12
V	GT1 3-7/21																																					12
V	GT1 4-6/12																																					13
V	GT1 4-7/11																																					13
W	GT1 4-6/22																																					15
W	GT1 4-7/21																																					15
W	GT1 5-6/12																																					16
W	GT1 5-7/11																																					16
K	GT1 6-6/22																																					8
K	GT1 6-7/21																																					8
K	GT1 7-6/12																																					6
K	GT1 7-7/11																																					6
K	GT1 7-6/22																																					13
K	GT1 7-7/21																																					13
K	GT1 7-7/21																																					0
K	GT1 7-6/22																																					0

W = Waldrest, V = Vorwald, K = Krautflur (trocken)

