

Aus der Sektion Biowissenschaften der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg  
Wissenschaftsbereich Geobotanik und Botanischer Garten  
(Leiter des Wissenschaftsbereiches: Prof. Dr. R. Schubert)

## **Die Haldenvegetation im Steinkohlenbergbaurevier Zwickau – ein Beispiel für das Verhalten von Pflanzen an Extremstandorten, Rekultivierung und Flächennutzung**

Von **Susanna Kosmale**

Mit 7 Abbildungen und 10 Tabellen

(Eingegangen am 29. März 1988)

### Historische Entwicklung

Als 1978 im Bergbaurevier von Zwickau die Förderung eingestellt wurde, erlosch in diesem Territorium ein Wirtschaftszweig, der mindestens 640 Jahre lang die Entwicklung des Landschaftsbildes, der Stadt und der weiteren Umgebung entscheidend geprägt hat. Seit der ersten urkundlichen Erwähnung der Verwendung von Steinkohlen im Jahre 1348 bis in die jüngste Vergangenheit wurden in mehr als 700 Schachtanlagen unterschiedlicher Größe die stellenweise 11 übereinanderliegenden Flöze genutzt, erst im Tagebau, zuletzt in mehr als 1000 m Tiefe.

Während heute kaum noch Spuren der mittelalterlichen Abbautätigkeit vorhanden sind, kam es mit der Intensivierung der Förderung seit der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts zur Ablagerung gewaltiger Mengen tauben Gesteins. Heute existieren in der Stadt Zwickau und der näheren Umgebung 34 Abraumberge mit einem Gesamtauflagegebiet von etwa 200 ha. Die Grundfläche der einzelnen Halden schwankt zwischen 1 100 m<sup>2</sup> und 143 000 m<sup>2</sup>, die Höhe zwischen zwei und 45 m (M. Wünsche 1963).



Abb. 1. Rekultivierte Halde des Großen Wilhelmschachtes, Fußweg nach Reinsdorf, 1986

Wenn jenes Gelände gegenwärtig nahezu vollständige Begrünung aufweist und sich für Ortsfremde kaum noch als Bergbaufolgelandschaft darbietet, so ist dies den Bemühungen und der Experimentierfreudigkeit der jeweils zuständigen Stellen zu verdanken (Abb. 1). Denn als vor etwa 65 Jahren mit der Rekultivierung begonnen wurde, gab es weder Vorbilder noch Erfahrungen auf diesem Gebiet.

Nicht allein landschaftsästhetische Gründe waren der Anlaß für die ersten Pflanzungen. Es sollte auch die enorme Belastung der Wohngebiete durch Feinmaterialabwehungen gemildert werden. Außerdem wiesen die Schüttungen sich ständig vertiefende Regenwassererosionsrinnen auf. Die ausgespülten Massen belasteten Gewässer und Verkehrswege (Abb. 2).

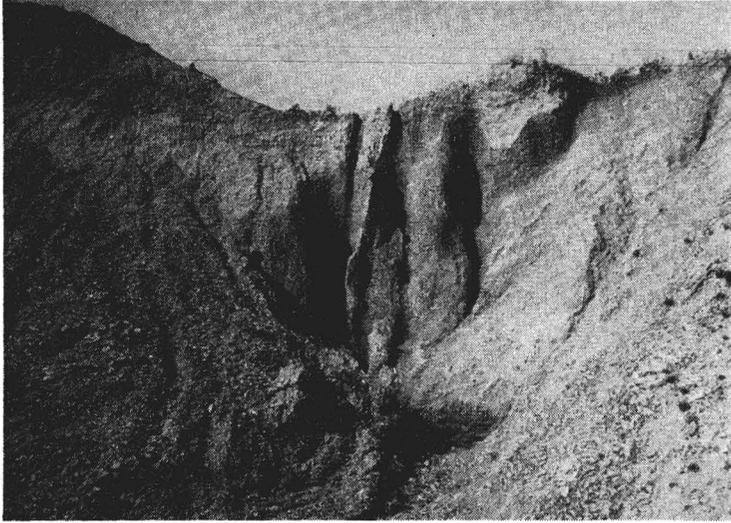


Abb. 2. Erosionsschäden an Halde 4, Pöhlauer Straße, 1960

Alle Begrünungsmaßnahmen, die nach dem ersten Weltkrieg begannen, erwiesen sich als außerordentlich schwierig. Das Haldenmaterial, meist karbonischer Schieferton, enthielt bei der Ablagerung noch bis zu 20 % kohlige Substanz und war reich an nicht oxydierten Schwefelverbindungen. Durch Veränderung der Druckverhältnisse kam es im Einwirkungsbereich von Luftsauerstoff zur Selbstentzündung. Diese Schwelbrände erfassen nach und nach den gesamten Haldenkörper und halten jahrzehntelang an. Dabei wird der spontane Pflanzenwuchs und, bei Nichtbeachtung dieser Besonderheit, auch jede Kultur vernichtet. Gegenwärtig gibt es noch auf sechs Halden aktive Brandherde, die stellenweise eine kontinuierliche Entwicklung der Vegetation verhindern.

Die ersten Aufforstungen nach Terrassierung der Flankenflächen und Aufbringen von Mutterboden (Wohlfahrt 1924) waren sehr erfolgreich. Als gewaltiger Rückschlag erwies sich jedoch die totale Abholzung aller bis dahin erfolgten Pflanzungen und des spontanen Aufwuchses in den Wintern 1945/46 und 1946/47 durch die Bevölkerung zur Brennholzgewinnung. Die unmittelbar danach erneut einsetzende Erosionstätigkeit war so stark, daß bei der ab 1953 wieder begonnenen Rekultivierung an den meisten Stellen am Ausgangsniveau angefangen werden mußte.

Seither ist auf allen vollständig durchgebrannten Halden eine ungestörte Entwicklung zu Bestandsgefügen zu beobachten, die nicht nur lufthygienische und landschaftsästhetische Funktionen haben und später der Holzproduktion dienen. Die Rekultivierungsgebiete gewinnen zunehmende Bedeutung für den Artenschutz. Sie stellen

inmitten intensivst genutzter Landschaft Nischen dar, in denen immer mehr Pflanzen Existenzmöglichkeiten finden, die in der Umgebung verschwinden. Veränderungen der chemischen und physikalischen Eigenschaften des Schüttungsmaterials ermöglichen heute nicht nur das Wachstum einer immer artenreicheren und interessanter werdenden Flora, sondern auch die Nutzung der Plateauflächen zu wirtschaftlichen Zwecken und als Sport- und Erholungsstätten.

### U n t e r s u c h u n g e n

Es verwundert, daß die meisten der in Zwickau tätigen Botaniker die Haldenvegetation völlig außer acht ließen. Als O. Wünsche zusammen mit 33 Mitgliedern des „Vereins für Naturkunde zu Zwickau“ die weitere Umgebung der Stadt untersuchte und die Angaben für die „Vorarbeiten für eine Flora von Zwickau“ (1874) zusammenstellte, blieben die Abraumberge als einzige Standorte unberücksichtigt. Dies trifft auch auf alle späteren Ergänzungen zu. Der Grund für solch ein Verhalten ist darin zu suchen, daß das Begehen der steilen Flankenflächen bei noch unverfestigtem Material mühsam und gefährlich ist, daß die Erstbesiedlung durch Brände wieder vernichtet wird und die Arten des Initialstadiums nicht zu den attraktiven gehören.

Eine erste Beschreibung der Haldenflora stammt von Wohlfahrt (1924). Die Artenliste ist jedoch unvollständig, denn er notiert: „Verzichtet man auf die Allerweltpflanzen, dann wären zu nennen: *Sarothamnus scoparius*, *Lysimachia vulgaris*, *Humulus lupulus*, *Melilotus officinalis*, *Tussilago farfara*, *Senecio viscosus*, *Silene inflata*, *Oenothera biennis*, *Solanum dulcamara*, *Tanacetum vulgare*, *Spergularia rubra*, *Epilobium angustifolium*, Quecke und Trespe büschelweise.

Ab 1956 untersuchte M. Wünsche die spontan aufwachsende Haldenflora, die chemischen und physikalischen Eigenschaften des Schüttungsmaterials und weitere Standortfaktoren, um die für den Anbau geeignetsten Arten zu ermitteln (M. Wünsche 1963).

Eigene Einzelbeobachtungen erfolgten bereits ab 1944 in unregelmäßigen Abständen. Von 1961 an wurde die Vegetationsentwicklung ausgewählter Halden kontinuierlich verfolgt. Eine Erfassung des Artenbestandes der zugänglichen Abraumberge in den Jahren 1971/72 diente als Vergleichsbasis für eine Wiederholungskartierung 1986/87. Außerdem wurde die Besiedlungsfolge an aktiven Brandherden dokumentiert (Kosmale 1983).

Alle Bearbeiter versuchten, aus der Sicht der Artenkombination zum Erfassungstermin Prognosen für eine Folgebesiedlung zu stellen. Manche Ansichten mußten inzwischen revidiert werden. Denn man kann Gesetzmäßigkeiten der Sukzession nur sehr allgemein ableiten, da sich auf jeder Halde ganz spezielle Verhältnisse herausbilden, die sich nicht ohne weiteres auf andere übertragen lassen. Sowohl das erstmalige Auftreten der einzelnen Arten als auch die Entwicklung ihres Deckungsgrades werden in hohem Maße durch die unmittelbare Umgebung bestimmt: Ruderalstellen, Straßenbäume, Gärten, Bauernwälder, Äcker, Industrie- und Wohnbauten. Selbst bei einheitlichem Schüttungsmaterial und gleicher Exposition kann die Flora nebeneinanderliegender Verkipnungen mehrfach stark differieren. Einige Arten sind nur auf einer oder wenigen Halden mit hohen Individuenzahlen bzw. in Reinbeständen vorhanden, fehlen aber sonst überall.

Die Vergesellschaftung der spontan auftretenden Spezies hat an anderen Standorten keine vergleichbaren Parallelen. Vegetationsaufnahmen können deshalb nur als Fundortdokumentation dienen. Ein Vergleich würde zu falschen Schlüssen führen. Daher kann der Versuch einer soziologischen Einordnung zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht unternommen werden. Weil sich aber mit zunehmender zeitlicher

Distanz zur Erstbesiedlung die Bestände ähnlicher werden, wird dies in einem späteren Entwicklungsstadium möglich sein.

Das Hauptaugenmerk muß heute und in den nächsten Jahren der Beobachtung des Konkurrenzverhaltens der Haldenbesiedler gelten, da sich in dieser Hinsicht unerwartete Entwicklungen abzeichnen. Es wurde deshalb im folgenden stets der Gesamtartenbestand einer Verkipfung erfasst. Mengenteile fanden in den Tabellen keine Berücksichtigung, die Haldengrößen sind nicht miteinander vergleichbar. Vielmehr erfolgte eine verbale Einschätzung der Haupteigenschaften der wichtigsten Pionier- und Folgepflanzen. Eine derartige Arbeitsweise wurde erforderlich, da sich herausstellte, daß die Anzahl der potentiellen Besiedler von Abraumbergen weit größer ist, als man früher annehmen konnte. Die Florenveränderung der Umgebung hatte starke Auswirkungen auf die Ausbildung der heutigen Haldenvegetation, die sich von der vor etwa 30 Jahren auch dann noch wesentlich unterscheidet, wenn gleiche Entwicklungsstadien verglichen werden.

Die genaue Kenntnis des Verhaltens der einzelnen Arten kann es in Zukunft ermöglichen, positive Entwicklungen durch Ansiedlungen zu beschleunigen, unerwünschte aber durch Elimination rechtzeitig zu steuern.

### Spontane Erstbesiedlung

Der größte Teil des verkippten Materials besteht aus grauem Schieferton. In geringerem Umfang wurde auch karbonischer Sandstein, Rotliegendes, Kesselschlacke und Flugasche abgelagert, stellenweise erfolgte eine Aufspülung von Kohlenschlamm. Diese Materialien weisen erhebliche Unterschiede ihrer physikalischen und chemischen Eigenschaften auf. Trotzdem vollzieht sich die Erstbesiedlung nahezu synchron. Pionierpflanzen treten auf Plateaus etwa zwei, an Flankenflächen fünf bis zwölf Jahre nach der Kippung auf. Sie können erst Fuß fassen, wenn das Material durch Oberflächenverwitterung etwas aufgeschlossen und verfestigt ist. Erstbesiedler müssen in der Lage sein, starke Temperaturunterschiede, geringes Wasserdargebot und Nährstoffarmut zu ertragen. Nordhänge werden zuerst angenommen, Südseiten bleiben lange völlig vegetationsfrei.

Obwohl im Initialstadium bis zu 66 Arten auf einer Halde angetroffen wurden, kann sich zunächst nur *Betula pendula* mehrere Jahre behaupten, außerdem treten an einigen geschützten Ausnahmestandorten folgende Moose auf: *Polytrichum attenuatum*, *Pohlia nutans*, *Dicranella heteromalla*, *Cephalozia bicuspidata*. Mit hoher Stetigkeit folgen *Deschampsia flexuosa* und *Agrostis tenuis*, später *Tussilago tartara*, in Einzel-exemplaren *Salix caprea* und seit etwa 25 Jahren *Calamagrostis epigejos*. Obwohl von den unterschiedlichsten Standorten aus einem Umkreis von etwa 300 m ständig Samen angeweht werden und keimen, können zunächst nur die genannten Vertreter kleine Vegetationsinseln bilden (Abb. 3), die zerstreut an den Flanken, etwas häufiger und größer auf den Plateaus anzutreffen sind. Lediglich am Haldenfuß entwickelt sich ein Saum, der in der Hauptsache aus den o. g. Gräsern gebildet wird. Diese halten eingeschwemmte Feuchtigkeit und Feinmaterial ab. Sind Bäume in der Nähe, kommt es zur Anwehung von Fallaub. Dadurch verbessern sich die Wachstumsbedingungen für weitere Arten. *Holcus mollis*, *H. lanatus*, *Dactylis glomerata*, *Epilobium angustifolium*, *Campanula rotundifolia*, *Hieracium umbellatum*, *H. laevigatum* und *H. sabaudum* können länger als eine Vegetationsperiode gedeihen. Birken bilden kleinere Bestände. Bei ungestörter Entwicklung wächst die Pflanzendecke in jedem Jahr geringfügig bergwärts. Ohne Brände oder menschliche Eingriffe würde die vollständige Begrünung mehrere Jahrzehnte dauern. Dies konnte jedoch in Zwickaus Umgebung niemals beobachtet werden.



Abb. 3. Erstbesiedlungsstadium an Halde 4, Pöhlauer StraÙe, 1961

#### Erstbesiedlung nach Haldenbränden

Oftmals bereits während der Schüttung, manchmal aber erst Jahrzehnte später, kommt es zur Selbstentzündung der kohligen Substanz. Durch den SchwelprozeÙ, der nach und nach den gesamten Haldenkörper erfaÙt, werden die zweiwertigen Eisenverbindungen zu dreiwertigen oxydiert. Die gesamte organische Komponente verglüht, aus ursprünglich stückigem grauem Schiefertone entsteht poröser rotgebrannter mit größerer Sorptionsfähigkeit, der einen pH-Wert von 3–3,5 aufweist. Auf diesem Substrat kann ein Pflanzenwachstum bereits einsetzen, wenn sich der Boden in fünf Zentimeter Tiefe auf 80–70 °C abgekühlt hat. Voraussetzungen dafür sind niedrige Außentemperaturen und ausreichende Feuchtigkeit. Diese Bedingungen sind nur im Winter gegeben. Es können *Ceratodon purpureus* und *Bryum argenteum* mehrere Monate lang gedeihen. Samenpflanzen überstehen das Keimungsstadium noch nicht. 70–60 °C ermöglichen *Rumex acetosella*, *Poa annua* und *Conyza canadensis* das Wachstum in den Moospolstern. Bei weiterer Abkühlung auf 50 °C können Birkensämlinge auch den Sommer überstehen, für *Agrostis tenuis*, *Amaranthus retroflexus*, *Berteroa incana*, *Digitaria sanguinalis*, *Prunella vulgaris*, *Scleranthus annuus*, *Spergularia rubra*, *Stellaria media*, *Matricaria maritima* und *Polytrichum attenuatum* bleibt die Vegetationsrhythmusverschiebung auf Herbst bis Frühjahr bestehen. Ganzjähriges Wachstum ist den oben genannten Arten erst bei Temperaturen um 40 °C möglich. Weniger als 30 °C bedingt eine verlängerte, aber normale Vegetationsperiode. Im Hochwinter sind die betreffenden Stellen zwar schneefrei, aber das Wachstum ruht.

Eine Besonderheit stellen einige Halden dar, auf denen zwischen 1960 und 1973 Spreuabfälle aus der ehemaligen Stadtmühle zur Humusanreicherung abgelagert wurden. Teilweise stammten diese aus Getreideimporten und enthielten keimfähige Samen. Dadurch wurden unbeabsichtigt folgende Arten auf den Stellen mit Bodenwärme angesiedelt: *Amaranthus lividus*, *A. albus*, *A. chlorostachys*, *Berteroa incana*, *Cyperus esculentus*, *Centaurea nigra*, *Corispermum leptopterum*, *Cochia scoparia*, *Consolida regalis*, *Cynodon dactylon*, *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa crus-gali*, *Eragrostis minor*, *Panicum capillare*, *Panicum miliaceum*, *Portulacca oleracea*, *Setaria italica*, *S. verticillata*, *S. viridis*, *Sisymbrium loeseli*, *Agrostemma githago*. Teilweise verschwanden diese Einwanderer mit der Abkühlung bzw. unter dem Konkurrenz-

druck der expansionsfähigsten Neusiedler wieder. Die heute noch relativ großen Bestände von *Digitaria sanguinalis* und *Setaria italica* werden mit Sicherheit nach dem Abklingen der Bodenwärme durch die dann aufwachsenden Gehölze unterdrückt.

Pflanzen über Brandstellen weisen z. T. verändertes Verhalten auf: einjährige Arten überwintern, zweijährige fruchten im ersten Jahr, und es kommt allgemein zu einer Verfrühung der Blütezeit. Außerdem treten häufig Nanismus und Rotfärbung auf, besonders bei Chenopodiaceen, Amaranthaceen und Polygonaceen.

Die Beobachtung dieser Sonderstandorte der Haldenvegetation ist deshalb von besonderem Interesse, da die Möglichkeit besteht, Grenzwerte limitierender Faktoren für einzelne Arten festzustellen und das Konkurrenzverhalten unter außergewöhnlichen Bedingungen zu untersuchen.

### Rekultivierung

Erste Begrünungsmaßnahmen wurden nach 1918 durch die Werke selbst eingeleitet. Wohlfahrt (1924) schrieb: „Neuerdings versucht man, die Halden zu bepflanzen.“ Er berichtet von der „Rekultivierung einer erheblichen Fläche“ durch Aufbringen von Mutterboden bzw. Terrassierung der Flanken. Als verwendete Arten werden genannt: *Alnus incana*, *Betula pendula*, *Sorbus aucuparia*, *Robinia pseudo-acacia* und *Hippophae rhamnoides*. Der Sanddorn erwies sich in der Folgezeit als ungeeignet. Die anderen Gehölze bildeten einen Vorwald, der eigenen Erinnerungen nach außer wenigen Horsten von *Deschampsia flexuosa* und *Agrostis tenuis* keine Krautschicht aufwies.

Um schnell eine Vegetationsdecke zu erreichen, testete man in den 30er Jahren an der Halde des ehemaligen Vereinsglückschachtes eine weitere Rekultivierungsvariante. Nach dem Auftragen einer Lehm- und Mutterbodendecke erfolgte die Aussaat von Sonnenblumen, die gut gediehen (Abb. 4).

Der Zweite Weltkrieg und die Folgeerscheinungen unterbrachen nicht nur die Aufforstungsarbeiten und andere Begrünungsversuche, sondern bereits Erreichtes wurde zum größten Teil wieder zerstört. Beim Neubeginn der Rekultivierung waren die Halden abermals fast vegetationsfrei.

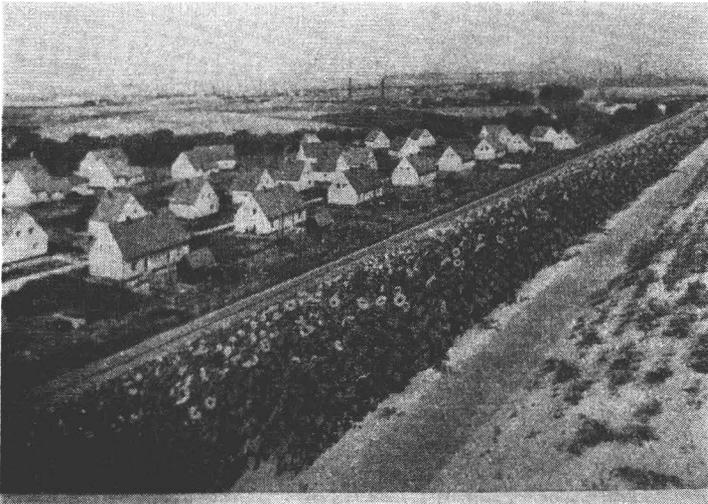


Abb. 4. Rekultivierungsversuche an der Halde des Vereinsglückschachtes 1937. Reproduktion aus: Zwickauer Kulturbilder aus acht Jahrhunderten (1939)

Die planmäßige Bepflanzung der Abraumberge des Reviers Zwickau erfolgte durch die Arbeitsgruppe Landeskultur Karl-Marx-Stadt in den Jahren 1953 bis 1958. Als Vorleistungen wurde das Material der Plateaus streifenweise durchgehackt, die Flankenflächen terrassiert und die Erosionsrinnen durch Faschinen verbaut. Dies waren außerordentlich aufwendige manuelle Arbeiten. Da nicht genügend Erfahrungswerte vorhanden waren, wurden bis 1956 versuchsweise 30 verschiedene Gehölzarten gepflanzt und auf Verwendungsfähigkeit getestet. Nach Wünsche (1963) waren es: „Robinie, Spitz- und Feldahorn, Eberesche, Roteiche, Grauesche, Birke, Roterle, Aspen und sonstige Pappelarten, Salweide und andere Weidenarten, Kiefer, Schwarzkiefer, Stieleiche, Weißbuche, Wildobst, Weichselkirsche, Weißdorn, Bocksdorn, Hartriegel, Erbsenstrauch, Hirschkolbenschumacher, Schlehdorn, Wildrose, Holunder, Besenginster, Goldregen, Liguster, Ölweide.“ Die Abstände der Pflanzung betragen auf den Plateaus ein mal ein Meter, auf den Terrassen 75 cm. Zur Anwendung kamen ein- bis dreijährige Sämlinge, seltener verschultes Material. Rot- und Stieleichen wurden angesät. Ehe Jungpflanzen aus eigener Anzucht zur Verfügung standen, mußten die Setzlinge aus 18 verschiedenen, teilweise sehr weit entfernten Betrieben bezogen werden. Lieferungen kamen aus Oederan, Tabarz, Friedersdorf, Oschatz, Altschillen, Wolfersgrün, Leubnitz, Rathenow, Rochlitz, Crimmitschau, Liebenwerda, Löbau, Karl-Marx-Stadt, Biesern und Cunersdorf (Abb. 5).



Abb. 5. Pflanzung nach Terrassierung, Halde 23, Oberhohndorfer Straße, 1963

Von 1953 bis 1959 wurden 130 675 Sämlinge, 27 460 verschulte Pflanzen, 25 895 Wildlinge und 12 880 Stecklinge gepflanzt sowie 118 700 Eicheln ausgesät. Außerdem erfolgte zwischen 1956 und 1959 eine Nachbesserung mit 14 000 Birken, 6 700 Roterlen, 4 150 Roteichen, 2 050 Weiden, 2 250 Graueschen, 3 450 Kiefern, 500 Weißdorn und 2 300 Robinien, dazu die Aussaat von weiteren 28 600 Roteichen (M. Wünsche 1963).

Damit war jedoch noch nicht die gesamte Fläche rekultiviert. Auf einigen Halden wurde noch geschüttet, große Flächen waren durch Brände beeinflusst. Bis zum Jahre 1987 setzte man abermals 234 724 Jungpflanzen, meist *Alnus glutinosa*. Durch Anwuchs-, Brand- und Wildverbissverluste mußte mit 208 000 Exemplaren nachgebessert werden, außerdem erfolgte die Aussaat von 17,30 dt Eicheln (*Quercus rubra*). Die

Arbeiten wurden bis 1968 durch die Haldenbrigade des Staatlichen Forstwirtschaftsbetriebes Zwickau durchgeführt, bis 1981 vom StFB Flöha, Revier Zwickau, und gegenwärtig auf den wichtigsten Verkippungen vom Revier Schönfels der Oberförsterei Trünzig.

### Verhalten der Arten

Im folgenden werden die Haupteigenschaften der für die Begrünung wichtig gewordenen Arten dargestellt. Bei der Numerierung der Halden wurde die Einteilung von M. Wünsche (1963) verwendet (Abb. 7). Lediglich die von ihm nicht erfaßte Schüttung an der Ortsgrenze Reinsdorf/Oberhohndorf, die durch die Bewohner des ehemaligen Schachthauses privat rekultiviert wurde, erhielt die Kennzeichnung „Pr“.

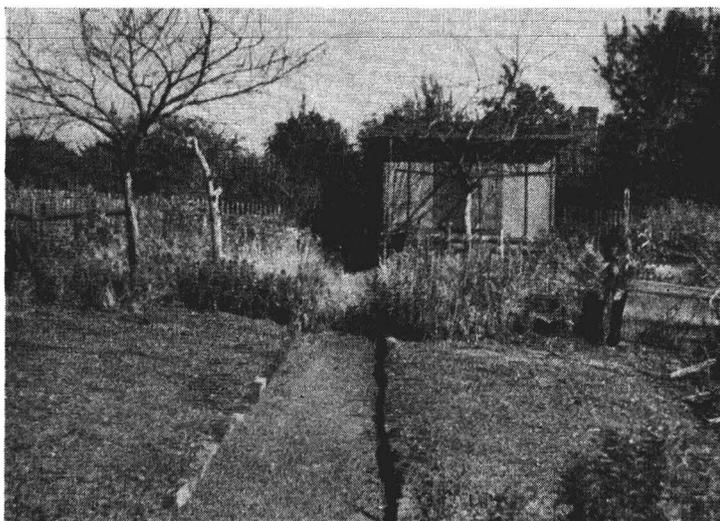


Abb. 6. Durch Schwelbrände zerstörter Kleingarten, Alexanderschachthalde Zwickau-Planitz, 1971

Die Gliederung der Tabellen erfolgte nach unterschiedlichen Gesichtspunkten. Es wurden jeweils die Arten zusammengefaßt, die aufgrund ihres Verhaltens bei der Ausbildung der Vegetationsdecke, der Bedeutung für die Rekultivierung, ihrer Wuchsform oder Herkunft von gleichen Ausgangsstandorten ähnliches Verhalten zeigen. Um Wiederholungen zu vermeiden, geschah die Zuordnung der Vertreter jeweils zu der Gruppe, in der sie die dominierende Rolle spielen.

### Baumpflanzungen

*Betula pendula* hat gegenüber allen anderen Gehölzarten den Vorteil, erhöhte Bodentemperaturen zu tolerieren. Deshalb gehört die Art zu den spontanen Erstbesiedlern, außerdem ist bereits eine Bepflanzung noch nicht völlig abgekühlter Halden möglich. Allerdings bleiben Birkenbestände bis zum Erreichen normaler Bodentemperaturen nahezu ohne Krautschicht, da von allen einheimischen Arten nur *Agrostis tenuis* und *Rumex acetosella* wärmeverträglich sind und zögernd einwandern können. Die Humusbildung erfolgt sehr langsam vom Haldenfuß aus, weil die kleinen Blätter im Herbst regelmäßig vom Winde verweht werden und für die Ausprägung einer organischen Bodenkomponente nicht zur Verfügung stehen. Auch bei bereits völlig

Tabelle 1. Baumpflanzungen

Art	Halde																	Pr
	2	3/4	6	8	9	10	13	14	15	17	18/	19	23	28	29	31	32	
<i>Betula pendula</i> ROTH.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) GAERTN.		+	+			+	+	+	+			+					+	+
<i>Alnus incana</i> (L.) MOENCH													+					
<i>Quercus rubra</i> L.			+	+	+		+	+		+	+			+	+	+	+	+
<i>Quercus petraea</i> (MATTUSCHKA) LIEBL.					+													
<i>Populus spec.</i>	+	+	+	+				+		+			+					+
<i>Robinia pseudoacacia</i>	+							+		+	+	+	+	+				
<i>Fraxinus excelsior</i> L.													+					
<i>Fraxinus pennsylvanica</i> MARSHALL										+								
<i>Pyrus spec.</i>											+							
<i>Picea abies</i> (L.) KARSTEN																		+
<i>Pinus sylvestris</i> L.												+	1 Ex.					+
<i>Cerasus avium</i> (L.) MOENCH												+						
<i>Rhus typhina</i> L.					+	+												
<i>Malus domestica</i> BORKH.							1 Ex.											+
<i>Aesculus hippocastanum</i> L.																		+
<i>Padus avium</i> MILL.																		+
<i>Cornus sanguinea</i> L.												+						
<i>Forsythia suspensa</i> (THUNB.) VAHL												+						
<i>Viburnum opulus</i> L.												+						
<i>Ligustrum vulgare</i> L.												+	+					
<i>Syringa vulgaris</i> L.													+					
<i>Symphoricarpos albus</i> (L.) BLAKE													+					+
<i>Spiraea douglasii</i> HOOK.															+	+		
<i>Vitis vinifera</i> L.								+										+

durchgebranntem Material kann es an den Südhängen Jahrzehnte dauern, bis sich eine Grasnarbe gebildet hat und das Eindringen anderer Arten gestattet. In älteren Rein- oder Mischkulturen, in denen *Betula* dominiert, ändern sich die Verhältnisse. Eine Einwanderungsphase vieler Vertreter der Umgebung beginnt, und es stellen sich Jungpflanzen mannigfaltiger Gehölze ein. Letztere entfalten sich gegenwärtig stellenweise unter dem Schirm der Birken so stark, daß in absehbarer Zeit eine natürliche Ablösung der Erstpflanzung erfolgt. Diese Umstellung des Artenbestandes wird dadurch begünstigt, daß *Betula pendula* relativ krankheitsanfällig ist und sich in manchen Jahren irreparable Schneedruckschäden einstellen. Etwa 25–30jährige aufgelockerte Birkenkulturen bieten heute die besten Voraussetzungen für die Ausbildung einer artenreichen Mischwaldflora.

*Robinia pseudoacacia* wurde nur in geringem Umfang angebaut. Auch bei dieser Art bleibt der Boden etwa 10 Jahre lang fast völlig ohne Krautschicht. Gegenüber Birkenbeständen erfolgt die Einwanderung von Gräsern noch zögernder. Die Stickstoffanreicherung durch die Symbionten ermöglicht jedoch sehr schnell einen geschlossenen Unterwuchs durch *Sambucus nigra* und *Sambucus racemosa*, der in der Folgezeit noch einmal durch *Rubus*-Arten unterwandert wird. Etwa 15–20 Jahre nach der Reaktivierung hat sich unter Robinien ein fast undurchdringlicher Brombeerteppich gebildet, der die Einwanderung von anderen Gehölzen und Vertretern der Krautschicht fast unmöglich macht. Lediglich *Senecio fuchsii* und *Solanum dulcamara* vermögen stellenweise einzudringen bzw. sich zu behaupten. Dieser dichte, in mehrere Etagen

gegliederte Bewuchs verhindert die Erosion völlig, schließt aber eine langsame Umwandlung des Holzartenbestandes nahezu aus.

Noch vor etwa 15 Jahren mußte angenommen werden, daß *Alnus glutinosa* und *Alnus incana* für die Ausbildung der Krautschicht am besten geeignet seien. Bereits sechs bis sieben Jahre nach der Rekultivierung hatte sich in den Beständen eine fast geschlossene Bodendeckung ausgebildet, und viele Arten wanderten ein. Nachdem die Pflanzungen jedoch größer wurden, veränderten sich die Beschattungsverhältnisse und die Gräser gingen stark zurück.

Gleiche Erscheinungen sind unter Pappelarten und -hybriden zu beobachten (u. a. *Populus robusta*, *P. canadensis*, *P. trichocarpa*, *P. berolinensis*). Sie wurden in ungefähr gleicher Menge wie Robinien gepflanzt und gedeihen nur im feuchtigkeitsbegünstigten unteren Hangdrittel gut. Erlen sind dagegen für den Anbau in jeder Höhe und Exposition geeignet.

Bei Aussaaten von *Quercus rubra* erfolgt durch die großen Blattspreiten sehr schnell eine Bodendeckung und Verhinderung der Erosion. Eine Krautschicht kann sich jedoch nicht ausbilden. Auch in den ältesten Reinbeständen ist bis heute kein Unterwuchs möglich.

Alle anderen Baumarten wurden in so geringer Menge gepflanzt, daß keine gültigen Aussagen über ihr Verhalten möglich sind, aber ihre Existenz signalisiert eine Duldung der Verhältnisse.

In der ersten Rekultivierungsphase wurde auf einigen Halden mit *Pinus sylvestris* und *Pinus strobus* gearbeitet. Die Pflanzen überstanden jedoch nur in Ausnahmefällen die ersten fünf Jahre. Heute ist noch ein einziges Exemplar vorhanden.

Gelungene Versuche einer Koniferenansiedlung gibt es im Raum Zwickau nur auf der Ostseite einer kleinen Schüttung, die in ein Privatgrundstück einbezogen ist. Offensichtlich wurden an der betreffenden Stelle mit Erde bzw. Haushaltsabfällen die Bodenverhältnisse verbessert.

#### Arten mit rankender, kriechender oder windender Spiefachse

Vertreter dieser Gruppe spielen eine besondere Rolle bei der Ausbildung der Krautschicht. Sie treten manchmal bereits in der Erstbesiedlungsphase auf, meist aber erst nach der Rekultivierung.

Mehrere Jahre lang werden die oberirdischen Teile nur gering entwickelt. Lediglich *Bryonia dioica* vermag schon im unaufgeschlossenen Rohboden meterlange Triebe zu bilden und die Umgebung zu stabilisieren, noch ehe eine geschlossene Grasnarbe besteht. Hat sich das Wurzelsystem aber genügend ausgeprägt, erfolgt während des Vorwaldstadiums, besonders unter Birken, eine gute Bodendeckung und damit die Möglichkeit, die Erosion zu verhindern sowie Fallaub und Feuchtigkeit festzuhalten. Die Wirkung dieses Effekts auf die Folgebesiedlung ist unterschiedlich.

Während im Verhalten der meisten Brombeer-Spezies keine Differenzen festzustellen sind, findet sich *Rubus pedemontanus* nur dort ein, wo Nährstoffeinwehungen die günstigsten Existenzbedingungen schufen. Haben sich *Rubus*-Arten einmal etabliert, hauptsächlich unter Robinien, gestatten sie nur selten einen Unterwuchs. Brombeerbestände erschweren das Eindringen von Gehölzjungpflanzen und damit die Umstellung zu wertvolleren Baumarten. Alle anderen Vertreter dieser Gruppe treten nicht so flächenhaft auf, daß starke Behinderungen zu beobachten wären.

*Solanum dulcamara* gehört zu den Erstbesiedlern fast jeder Schüttung und kann sich meist auch noch in älteren Pflanzungen behaupten. Gleiches gilt für *Humulus lupulus*.

Tabelle 2. Arten mit rankender, kriechender oder kletternder Sproßachse

Art	Halde														18/				Pr
	2	3	4	6	8	9	10	13	14	15	17	19	23	28	29	31	32		
<i>Rubus spec.</i>	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Solanum dulcamara</i> L.	+	+	+						+	+	+		+	+				+	
<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. BR.					+			+	+	+			+					+	
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	+								+				+						
<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) LÖVE						+				+			+		+			+	
<i>Humulus lupulus</i> L.							+		+		+								
<i>Bryonia dioica</i> JACO.					+								+		+				
<i>Parthenocissus inserta</i> (KERNER) FRITSCH							+	+		+									
<i>Vicia cracca</i> L.									+			+							
<i>Rubus pedemontanus</i> PINKWART					+					+									

*Parthenocissus inserta* gelangt nur durch Abfalldéponie auf Halden. Im Gegensatz zur guten Wachstumsfähigkeit am Fundort ist die Ausbreitungstendenz gering.

Winden und Wicken treten in der Regel in der ersten Zeit nach der Rekultivierung auf. Sie garantieren einige Jahre lang eine gute Bodendeckung, werden später aber durch Gehölze und Gräser unterdrückt.

### Gräser

Gräser dominieren bei der Ausbildung der Krautschicht. Sie kommen aus unterschiedlichen Vegetationseinheiten in der Umgebung und zeigen verschiedenes Verhalten.

Bodenwärmeverträglichkeit ermöglicht *Agrostis tenuis* bereits das Wachstum, wenn die Brandherde noch nicht völlig erloschen sind. In der Folgezeit können sich quadratmetergroße Bestände bilden, die, solange noch keine Bepflanzung erfolgt, bei Starkregen als Ganzes von den Flankenflächen abgespült werden und am Haldenfuß weiterwachsen. Bereits im Vorwaldstadium ist ein Rückgang der Art zu beobachten, der mit steigender Beschattung fortschreitet.

*Calamagrostis epigejos* gehört seit etwa 25 Jahren zu den Haldenbesiedlern, seitdem sich die Art im Gebiet sprunghaft ausbreitet. Sie kann als Pionierpflanze durchgeglühten Materials wesentlich zur Verfestigung der Flanken beitragen. Stabile Bestände verhindern jedoch Folgepflanzungen, besonders Aussaaten von *Quercus rubra*. Dringt das Land-Reitgras während des Vorwaldstadiums ein, bildet sich schnell eine Krautschicht und beseitigt die Erosionsgefahr. Die Einwanderung anderer Arten, besonders von Gehölzen, ist jedoch kaum möglich.

*Deschampsia flexuosa* tritt mit hoher Stetigkeit etwa zeitgleich mit den ersten Gehölzen auf. Ehe sich aber geschlossene Bestände ausbilden können, vergehen viele Vegetationsperioden. An den Flankenflächen ist jahrelang eine Horstbildung zu beobachten. In etwa 30jährigen Kulturen tritt die Drahtschmiele sehr zurück, da Boden- und Nährstoffverhältnisse inzwischen anderen Arten das Wachstum ermöglichen. Ähnliches Verhalten zeigen *Holcus mollis*, *Holcus lanatus* und *Festuca heterophylla*. Sie kommen jedoch in wesentlich geringerem Umfang vor.

*Dactylis glomerata* und *Arrhenatherum elatius* finden im unteren Drittel der Haldenkörper Existenzmöglichkeiten, sobald Fallaub eine Humusschicht bildete und durch Düngemittelabwehungen von den angrenzenden Wirtschaftsflächen ein Nährstoffeintrag erfolgte. Es können relativ große Bestände gebildet werden, die das Einwandern anderer Arten ermöglichen.

Tabelle 3. Gräser

Art	Halde																	18/			
	2	3	4	6	8	9	10	13	14	15	17	19	23	28	29	31	32	Pr			
<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) J. et C. PRESL	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
<i>Dactylis glomerata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) P. B.		+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
<i>Holcus mollis</i> L.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+			
<i>Holcus lanatus</i> L.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+		+			
<i>Agrostis tenuis</i> SIBTH.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
<i>Agrostis stolonifera</i> L.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
<i>Calamagrostis epigejos</i> (L.) ROTH	+	+	+		+	+	+						+		+		+	+			
<i>Poa annua</i> L.	+							+		+	+		+		+	+		+			
<i>Festuca gigantea</i> (L.) VILL.					+			+		+	+										
<i>Festuca heterophylla</i> LAMK.										+	+				+			+			
<i>Festuca rubra</i> L.															+						
<i>Festuca ovina</i> L. em. HACKEL																+					
<i>Deschampsia caespitosa</i> (L.) P. B.								+													
<i>Lolium perenne</i> L.													+		+						
<i>Puccinellia distans</i> (JACO.) PARL.															+		+				
<i>Phalaris arundinacea</i> L.															+						
<i>Molinia caerulea</i> (L.) MOENCH															+						
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) SCOP.														+							
<i>Setaria viridis</i> (L.) P. B.														+							
<i>Setaria verticillata</i> (L.) P. B.														+							
<i>Setaria italica</i> (L.) P. B.														+							
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. B.														+							
<i>Digitaria ischaemum</i> SCHREBER ex MUHL.														+							
<i>Eragrostis minor</i> HOST														+							
<i>Cyperus esculentus</i> L.														+							

*Agrostis stolonifera* wächst meist an den feuchtigkeitsbegünstigten Nordflanken, sobald ein geschlossener Vorwald vorhanden ist. Dies und zusätzliche Nährstoffanreicherung sind Voraussetzungen für das Eindringen von *Festuca gigantea*.

Eine Besonderheit ist das Auftreten wärmeliebender Arten auf Halden mit aktiven Brandherden. Die Samen wurden vor etwa 20–25 Jahren mit dem Auftragen von Mühlenabfällen eingeschleppt. Größe der Bestände und Vitalität sind von den jeweiligen Bodentemperaturen abhängig. Nach dem Erlöschen der Brände und dem Aufwachsen eines Vorwaldes haben sie jedoch keine Existenzmöglichkeiten mehr.

Auffällig ist, daß *Puccinellia distans*, obwohl erst seit etwa 10 Jahren in die Umgebung Zwickaus eingewandert, bereits auf zwei Halden übergreifen hat.

#### Spontan aufwachsende Gehölze

Durch ständiges Anwehen von Samen treten Keimlinge von Gehölzen bereits im Initialstadium auf. Sie überstehen jedoch meist die erste Vegetationsperiode nicht. Lediglich *Betula pendula* und einige Jahre später *Salix caprea* können existieren und mit der Zeit einen Vorwald bilden. Die Einwanderungsphase anderer Bäume und Sträucher beginnt, wenn Birkenpflanzungen oder Mischkulturen, in denen *Betula* dominiert, etwa 15–20 Jahre alt sind und sich teilweise eine Krautschicht gebildet hat. Diese ist Voraussetzung für die Folgebesiedlung. Fast alle Gehölzsämlinge wachsen in oder am Rande von Grasnarben. Durch die Rekultivierungsmaßnahmen wurden

Tabelle 4. Spontan aufwachsende Gehölze

Art	Halde													18/				Pr
	2	3/4	6	8	9	10	13	14	15	17	19	23	28	29	31	32		
<i>Betula pendula</i> ROTH.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Acer platanoides</i> L.	+	+	+	+	+	+	+		+		+	+		+				
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	+	+	+			+	+		+	+	+	+					+	
<i>Acer campestre</i> L.				+														
<i>Tilia cordata</i> MILL.	+	+	+	+						+	+	+		+	+		+	
<i>Tilia platyphyllos</i> SCOP.				+					+						+		+	
<i>Salix caprea</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				
<i>Salix fragilis</i> L.										+				+				
<i>Salix viminalis</i> L.																	+	
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+		+				
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.			+				+						+					
<i>Sorbus aucuparia</i> L.			+		+		+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	
<i>Quercus robur</i> L.	+		+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+		+	+	
<i>Quercus rubra</i> L.				+	+				+			+						
<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	+	+		+					+		+							
<i>Populus tremula</i> L.	+	+	+	+	+			+		+		+	+				+	
<i>Populus alba</i> L.																	+	
																	1 Ex.	
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) GAERTN.	+			+														
<i>Carpinus betulus</i> L.			+		+													
<i>Corylus avellana</i> L.				+				+		+								
<i>Cerasus avium</i> (L.) MOENCH	+		+	+				+								+		
<i>Padus avium</i> MILL.			+												+			
<i>Padus serotina</i> (EHRH.) BORKH.													+					
<i>Prunus spinosa</i> L.																		
<i>Crataegus</i> spec.	+	+	+	+						+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Pyrus</i> spec.									+									
<i>Sambucus nigra</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Sambucus racemosa</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	
<i>Frangula alnus</i> MILL.				+					+	+								
<i>Viburnum opulus</i> L.				+						+								
<i>Fagus sylvatica</i> L.									+	1 Ex.								
<i>Cornus sanguinea</i> L.										+						+		
<i>Rosa</i> spec.						+		+	+			+	+				+	
<i>Symphoricarpos albus</i> (L.) BLAKE								+	+									
<i>Ligustrum vulgare</i> L.															+			
<i>Ribes uva-crispa</i> L.	+	+						+	+	+	+	+	+		+			
<i>Ribes rubrum</i> L.										+								
<i>Mahonia aquifolium</i> (PURSH) NUTT.													+					
<i>Daphne mezereum</i> L.								+										
<i>Abies alba</i> MILL.													+					
																	1 Ex.	

also zu einem wesentlich früheren Zeitpunkt als bei natürlicher Sukzession die Voraussetzungen für eine größere Artenvielfalt geschaffen.

Was für Spezies in welcher Menge auftreten, hängt in hohem Maße von der Entfernung der Ausgangsexemplare zu den Halden, der Samenproduktion und der Art und Weise der Verbreitung ab. So ist z. B. die große Anzahl der Jungpflanzen von *Tilia cordata* auf Halde 17 durch unmittelbar angrenzende Straßenbäume bedingt.

Da die bisher spontan aufgewachsenen Gehölze selten älter als 15 Jahre sind, läßt sich bisher noch wenig über ihre Durchsetzungsfähigkeit sagen. Es zeichnet sich jedoch ab, daß in absehbarer Zeit die Birken dem Konkurrenzdruck der anderen Arten nicht standhalten werden. Auch ohne forstliche Eingriffe wird sich eine Umstellung zu Laubmischwäldern vollziehen. Dieser Prozeß braucht stellenweise nicht abgewartet zu werden, er läßt sich durch gezielte Ansiedlung beschleunigen.

Am vitalsten sind gegenwärtig die spontan eingewanderten Exemplare von *Fraxinus excelsior*. In Ausnahmefällen fruchten sie bereits, und es gibt Sämlinge der zweiten Generation. Auch *Acer pseudo-platanus* und *Acer platanoides* zeigen große Vitalität. Bemerkenswert ist, daß *Quercus robur*, offensichtlich durch Häher oder Eichhörnchen verschleppt, relativ gleichmäßig und in ziemlicher Menge auftaucht.

Durch die große Anzahl von Straucharten wird belegt, daß die gegenwärtigen Verhältnisse auf den Halden für weitere Ansiedlungen geeignet sind. Die Verbesserungen der Wachstumsbedingungen wurden nicht nur durch Veränderungen des Untergrundmaterials, der Humusbildung und der Beschattung bewirkt, sondern auch in hohem Maße durch die Eutrophierung der Umgebung. Letzteres wird am deutlichsten durch die sprunghafte Ausbreitung von *Sambucus nigra* und *Sambucus racemosa* belegt. Düngungen oder Kalkungen fanden nicht statt.

#### Gartenflüchtlinge, angepflanzte und gesäte Zier- und Nutzpflanzen

Die Anzahl von Kulturflüchtlingen unter den Erstbesiedlern ist relativ hoch. Sowohl aus Samenverbreitung als auch aus illegal abgelagerten Gartenabfällen stammende Pflanzen können sich meist nur kurze Zeit behaupten. Beim Einsetzen der Rekultivierungsmaßnahmen sind sie fast ausnahmslos wieder verschwunden.

Eine zweite Einwanderungsphase beginnt in mehr als 20jährigen Gehölzbeständen, besonders in Birken- oder Mischkulturen. In diesem Stadium werden durch den Schirm der Bäume die Temperaturunterschiede gemildert und es kommt nicht mehr zu so starken Austrocknungen. Aus Samenanflug und Kleingartenabfalldponien stammende Arten haben jetzt relativ günstige Startbedingungen und erweisen sich z. T. als außerordentlich vital und reproduktionsfähig. Möglicherweise haben sich durch einen viele Generationen währenden Kultivierungsprozeß genetische Veränderungen herausgebildet, so daß die Pflanzen größere Vitalität gegenüber den Ausgangsformen aufweisen und so die neuen Standorte ohne Schwierigkeiten besiedeln können. Dies betrifft besonders *Galium odoratum* und *Convallaria majalis*, die auf einzelnen Schüttungen binnen weniger Jahre sehr große Bestände bilden konnten. Auch *Lanium galeobdolon* cv. *Florentinum* kann sich gut vermehren, während die Wildform der Goldnessel, obwohl in der Nähe der Halden vorhanden, bisher noch nicht übergreifen konnte. Alle drei genannten Arten verbreiten sich stärker vegetativ als durch Samen. Es muß angenommen werden, daß noch wesentlich mehr Gartenpflanzen auf Rekultivierungsflächen wachsen könnten, wenn die Möglichkeit des Übergreifens bestünde. Der Einfluß der Nähe von Kleingärten wird auf den Halden 8, 9 und 13 besonders deutlich.

Als einer der ersten Kulturflüchtlinge erschien *Solidago canadensis* bereits ab 1960 auf den damals gerade urbar gemachten Flächen. Zu jener Zeit begann sich die Art sprunghaft auf allen ungenutzten Stellen in der Umgebung auszubreiten, z. B. an Bahndämmen, Straßen- und Wegrändern. Auf Halden wurden bevorzugt die durchgebrannten, aber bereits völlig abgekühlten Gebiete besiedelt. Mit dem Aufwachsen der Gehölze erfolgte ein Zurückdrängen an die lichtbegünstigten Basisflächen.

Obwohl *Digitalis purpurea* vor etwa 30 Jahren zur Erstbegrünung an einigen Stellen ausgesät wurde, stammen die heutigen Vorkommen zum größten Teil nicht aus

Tabelle 5. Gartenflüchtlinge bzw. angepflanzte oder gesäte Zier- und Nutzpflanzen

Art	Halde													18/					Pr
	2	3/4	6	8	9	10	13	14	15	17	19	23	28	29	31	32			
<i>Digitalis purpurea</i> L.	+	+		+	+	+		+	+		+	+							
<i>Reynoutria japonica</i> HOUTT.				+	+			+	+			+	+	+					
<i>Solidago canadensis</i> L.	+	+	+		+			+	+		+	+							
<i>Galium odoratum</i> (L.) SCOP.			+		+			+									+		
<i>Aster spec.</i>					+			+											
<i>Convallaria majalis</i> L.					+														
<i>Polygonatum commutatum</i> (SCHULT. f.) A. DIETR.									+								+		
<i>Galeobdolon luteum</i> HUDS. cv. Florentinum					+														
<i>Viola odorata</i> L.								+											
<i>Iris germanica</i> L.								+											
<i>Sedum spurium</i> M. BIEB.								+								+	+		
<i>Sedum reflexum</i> L.																+			
<i>Campanula persicifolia</i> L.									+										
<i>Impatiens glandulifera</i> ROYLE										+			+						
<i>Matteuccia struthiopteris</i> (L.) TOD.										+									
<i>Armoracia rusticana</i> G. M. SCH.										+					+		+		
<i>Malva moschata</i> L.										+									
<i>Euphorbia lathyris</i> L.										+									
<i>Heracleum mantegazzianum</i> SOMMIER et LEVIER											+			+					
<i>Aquilegia vulgaris</i> L.											+								
<i>Mentha suaveolens</i> EHRH.													+						
<i>Saponaria officinalis</i> L.																	+		
<i>Lupinus polyphyllus</i> LINDL.															+				
<i>Polemonium caeruleum</i> L.											+								

diesem eingebrachten Material. Die Art zeigte bei noch unaufgeschlossenem Boden geringe Vitalität und verschwand mit Ausnahme von wenigen Exemplaren wieder. Die Einwanderungsphase aus Gärten begann etwa 15 Jahre später. In lichten Birkenbeständen mit nicht vollständig geschlossener Grasnarbe kommt es heute zu großen Ansiedlungen.

*Reynoutria japonica* hat sich in der Umgebung Zwickaus seit dem Hochwasser von 1954 sprunghaft vermehrt. Aus den ersten größeren Vorkommen an der Mulde wurden bereits Ende der 50er Jahre Einzelexemplare auf der angrenzenden Halde 23 zur Befestigung der Flanken gepflanzt. In der Folgezeit wanderte die Art auch spontan auf anderen Schüttungen ein. Der erwünschte Effekt des Erosionsschutzes wird voll erreicht. Aber es ist weder möglich, in einem stabilisierten Bestand Rekultivierungen durchzuführen, noch können Gehölzsämlinge aufwachsen. Dadurch behindert der Staudenknöterich die Ausbildung künftiger Nutzholkulturen.

An Halde 28 wurde deutlich, mit welcher Intensität *Heracleum mantegazzianum* diesen Standort erobern kann, wenn die Möglichkeit des Übergreifens besteht. Nach 1960 bildeten sich Massenbestände an der Basis und im unteren Hangdrittel. Sie wurden nur zeitweilig durch den Einbau von Sportstätten ins Gelände in der Vitalität gemindert.

Auf zwei Schüttungen wurde bisher *Impatiens glandulifera* angetroffen. Auffällig ist, daß die Art trotz des geringen Feuchtigkeitsdargebotes bis zur Hangkrone im geschlossenen Gehölzbestand existieren kann. Mit zunehmender Höhe nimmt die

Größe der Pflanzen ab. Wachsen an der Basis fast mannshohe Exemplare, so wurden im oberen Hangdrittel Individuen von 20 cm Größe mit nur einer Blüte gefunden.

Der Gruppe der Gartenflüchtlinge sind auch eine Reihe in der Umgebung Zwickaus seltener, teilweise sogar geschützter Arten zuzuordnen. Sie konnten sich schon jahrelang behaupten bzw. ausbreiten. Aus Wildvorkommen im unmittelbaren Umkreis können sie nicht stammen, da die Entfernung zu möglichen Ausgangsexemplaren zu groß ist. In den nahen Kleingärten werden sie jedoch kultiviert. Dies betrifft *Aquilegia vulgaris*, *Campanula persicifolia*, *Daphne mezereum*, *Matteuccia struthiopteris* und *Polemonium caeruleum*. Auch *Saponaria officinalis* und *Malva moschata* (beide teilweise gefüllt blühend) sind Abkömmlinge von Kulturformen.

#### Arten der Wegränder, Felsspalten und Magerrasen

Es müßte angenommen werden, daß die anspruchslosen, lichtbedürftigen Arten dieser Standorte bevorzugte Erstbesiedler sind. Dies trifft jedoch nur auf *Rumex acetosella* und in geringerem Umfang auf *Epilobium collinum* zu. Der Kleine Ampfer kann Bodenwärme tolerieren und erscheint während des Abkühlungsprozesses oft in großen Mengen in den Moospolstern, besonders über Kohenschlamm. Mit zunehmender Begrünung wird die Art im Wachstum behindert, aber nicht total verdrängt.

*Epilobium collinum* wächst vor der Rekultivierung und im ersten Begrünungsstadium in dem oft noch sehr stückigen Schüttungsmaterial. Später gehen die Vorkommen rapid zurück.

*Campanula rotundifolia*, *Crepis capillaris* und *Silene vulgaris* wandern gleichzeitig mit den Gräsern ein, sind jedoch auf die Dauer wenig konkurrenzkräftig.

Das gehäufte Vorkommen von Vertretern dieser Gruppe auf Halde 13 ist auf die besonderen Bedingungen am Wuchsort zurückzuführen. An der betreffenden Stelle in der Nähe einer Sportanlage wurde nicht rekultiviert. Häufiges Begehen und Befahren verhindert den spontanen Aufwuchs der Gehölze. Dadurch haben die anspruchslosen Vertreter der Krautschicht Existenzmöglichkeiten.

Tabelle 6. Herkunft der Ausgangspflanzen: Wegränder, Felsspalten, Magerrasen

Art	Halde													18/				
	2	3	4	6	8	9	10	13	14	15	17	19	23	28	29	31	32	Pr
<i>Epilobium collinum</i> C. C. GMELIN			+						+				+	+	+		+	
<i>Rumex acetosella</i> L.					+	+	+	+	+			+	+	+	+		+	
<i>Campanula rotundifolia</i> L.					+			+				+						+
<i>Centaurea jacea</i> L.							+	+								+	+	
<i>Plantago major</i> L.						+	+	+								+		
<i>Crepis capillaris</i> (L.) WALLR.																+	+	+
<i>Silene vulgaris</i> (MOENCH) GARCKE									+				+					+
<i>Hieracium pilosella</i> L.																+	+	
<i>Potentilla argentea</i> L.									+									
<i>Linaria vulgaris</i> MILL.						+												
<i>Arenaria serpyllifolia</i> L.													+					
<i>Sedum telephium</i> L. S. str.																+		
<i>Hypericum perforatum</i> L.											+							
<i>Solidago virgaurea</i> L.											+							
<i>Stellaria graminea</i> L.											+							
<i>Cerastium arvense</i> L.											+							
<i>Leontodon autumnalis</i> L.											+							

## Arten der Bauernwälder und Gebüsche

Die Einwanderung von bodendeckenden Arten, die in den Gehölzen der Umgebung vorkommen, geschieht zu einem relativ späten Zeitpunkt der Ausbildung der Vegetationsdecke. Es muß bereits ein geschlossener Vorwald und wenigstens fragmentarisch eine Grasnarbe vorhanden sein, ehe als erste die Habichtskräuter erscheinen. Auch *Epilobium angustifolium* ist nicht in der Lage, im Freiland geschlossene Bestände zu bilden. Es wandert gemeinsam mit *Rubus idaeus* unter dem Schutz der Gehölze ein. Die anderen Arten sind bisher fast ausschließlich in Nord- bzw. Ostexposition, und dort meist im unteren Hangbereich anzutreffen. Das Auftreten von Farnen, *Senecio fuchsii* und *Aegopodium podagraria* zeigt zusammen mit *Festuca gigantea* die besten Verhältnisse an.

Tabelle 7. Herkunft der Ausgangspflanzen: Bauernwälder, Gebüsche

Art	Halde													18/				
	2	3/4	6	8	9	10	13	14	15	17	19	23	28	29	31	32	Pr	
<i>Rubus idaeus</i> L.	+	+		+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Epilobium angustifolium</i> L.	+	+		+	+		+	+		+	+	+		+		+	+	
<i>Hieracium umbellatum</i> L.	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Hieracium murorum</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	
<i>Hieracium lachenalii</i> C. C. GMELIN	+	+	+		+		+	+			+	+		+	+			
<i>Hieracium laevigatum</i> WILLD.				+			+		+									
<i>Hieracium sabaudum</i> L.								+										
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.		+							+									
<i>Senecio sylvaticus</i> L.		+				+	+					+		+				
<i>Senecio fuchsii</i> C. C. GMELIN					+					+	+							
<i>Aegopodium podagraria</i> L.			+	+					+	+								
<i>Galeopsis speciosa</i> MILL.		+								+	+							
<i>Viola reichenbachiana</i> JORDAN ex BOR.					+	+												
<i>Viola riviniana</i> RCHB.					+	+				+								
<i>Fragaria vesca</i> L.							+			+								
<i>Geum urbanum</i> L.									+									
<i>Valeriana officinalis</i> L.														+				
<i>Angelica sylvestris</i> L.														+				
<i>Stellaria nemorum</i> L.														+				
<i>Alliaria petiolata</i> (M. BIEB.) CAVARA et GRANDE															+			
<i>Chelidonium majus</i> L.																	+	
<i>Athyrium filix-temina</i> (L.) ROTM.		+		+	+	+		+		+							+	
<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) SCHOTT				+				+									+	
<i>Dryopteris carthusiana</i> (VILL.) H. P. FUCHS				+				+			+							
<i>Glechoma hederacea</i> L.																	+	

## Ruderalpflanzen

Ruderalpflanzen greifen in drei Phasen auf die Halden über. Im Erstbesiedlungsstadium treten sie relativ häufig auf. Aber außer *Tussilago farfara* überstehen sie den ersten Sommer nicht. Der Huflattich vermag bis zur Rekultivierung an Flanken zum Erosionsschutz beizutragen, wird dann aber durch die aufwachsenden Gehölze unterdrückt. Wenige Jahre nach *Tussilago farfara* treten auch *Oenothera biennis* und *Echium vulgare* auf und gedeihen, solange ausreichende Lichtverhältnisse vorhanden sind.

Tabelle 8. Herkunft der Ausgangspflanzen: Ruderalstellen

Art	Halde													18/				
	2	3/4	6	8	9	10	13	14	15	17	19	23	28	29	31	32	Pr	
<i>Urtica dioica</i> L.		+	+	+		+		+		+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Tussilago farfara</i> L.	+	+	+			+	+	+		+	+	+				+		
<i>Tanacetum vulgare</i> L.	+			+	+		+	+				+	+	+	+	+	+	
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	+				+		+			+		+		+		+	+	
<i>Daucus carota</i> L.	+	+	+		+		+			+		+	+				+	
<i>Cirsium vulgare</i> (SAVI) TEN.				+		+	+	+	+			+			+	+		
<i>Echium vulgare</i> L.					+	+	+					+				+		
<i>Oenothera biennis</i> L.		+												+		+		
<i>Senecio viscosus</i> L.		+										+		+	+	+		
<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) HOFFM.				+				+		+								
<i>Chaerophyllum aureum</i> L.				+								+						
<i>Chenopodium album</i> L.				+								+		+		+		
<i>Chenopodium rubrum</i> L.				+								+		+		+		
<i>Chenopodium polyspermum</i> L.														+		+		
<i>Melilotus alba</i> MED.							+							+				
<i>Conyza canadensis</i> (L.) CRON- QUIST								+				+						
<i>Sisymbrium loeselii</i> L.												+		+		+		
<i>Sisymbrium altissimum</i> L.														+			+	
<i>Sisymbrium officinale</i> (L.) SCOP.									+									
<i>Lamium album</i> L.									+								+	
<i>Verbascum nigrum</i> L.												+						
<i>Verbascum thapsus</i> L.																	+	
<i>Eupatorium cannabinum</i> L.				+								+					+	
<i>Berteroa incana</i> (L.) DC.												+						
<i>Ballota nigra</i> L.												+						
<i>Dipsacus sylvestris</i> HUDS.																	+	
<i>Conium maculatum</i> L.												+						
<i>Bidens frondosa</i> L.												+						
<i>Atriplex nitens</i> SCHKUHR																+		
<i>Atriplex patula</i> L.																+		
<i>Lactuca serriola</i> L.																+		
<i>Arctium minus</i> BERNH.														+				
<i>Impatiens parviflora</i> DC.										+							+	

Zu einer weiteren Besiedlungswelle kommt es, wenn noch nicht vollständig durchgeglühte Halden bepflanzt wurden und später fortschreitende Brandherde die Vegetation wieder vernichten. Nach dem Abkühlen erscheinen Ruderalpflanzen oft sprunghaft mit großen Individuenzahlen auf diesen gehölzfreien Inseln inmitten des Vorwaldes. Dies betrifft *Conyza canadensis*, *Sisymbrium loeselii*, *Berteroa incana*, *Senecio viscosus*, aber auch *Conium maculatum*.

Die bisher letzte Einwanderungsphase ist in älteren Kulturen zu beobachten. Dann ist die Stickstoffanreicherung so groß, daß *Urtica dioica* eindringen kann. Die Brennessel gedeiht gegenwärtig an den feuchten Nordhängen und verhält sich dort wie in Schluchtwäldern. Alle anderen Arten treten an den unteren Rändern der Schüttungen oder über wilden Müllablagerungen auf.

#### Wies en pflanzen

Wiesen, Weiden und eutrophierte Randstreifen, die noch genutzt werden, sind in großer Menge in der Nähe der Halden vorhanden. Die zweikeimblättrigen Arten



	2	3/4	6	8	9	10	13	14	15	17	18 <sup>f</sup>	19	23	28	29	31	32	Pr	
<i>Euphorbia peplus</i> L.											+								
<i>Thlaspi arvense</i> L.																			+
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) MED.																			+
<i>Matricaria maritima</i> (L.) KOCH																			+
<i>Anthemis arvensis</i> L.																			+
<i>Peplis portula</i> L.															+				
<i>Mentha arvensis</i> L.															+				
<i>Viola tricolor</i> L.															+				
<i>Silene noctiflora</i> L.															+				
<i>Aethusa cynapium</i> L.															+				
<i>Medicago lupulina</i> L.																			+
<i>Papaver argemone</i> L.																			+

### N u t z u n g

Im Mittelalter wurde das durch den Bergbau in Anspruch genommene Gelände bald wieder einer Nutzung zugeführt. Der relativ geringe Anfall von taubem Gestein erlaubte die flächige Verteilung des Materials und später eine landwirtschaftliche Bearbeitung. Außerdem wurden die kleinen Schächte wieder mit dem Abraum verfüllt.

Die erste konzipierte Folgenutzung einer Plateaufläche erfolgte ab 1926 auf der nur acht Meter hohen Alexanderschachthalde durch Überkippen mit Mutterboden und Gründung einer Kleingartenanlage. Nur wenige Jahre später entstand als Pionierleistung unmittelbar im Bergbaugelände unter Einbeziehung mehrerer Halden das Georgi-Dimitroff-Stadion. In beiden Fällen traten jedoch durch nachträglich einsetzende Schwelbrände später große Schäden auf (Abb. 7).

Das inzwischen auf den meisten Schüttungen durchgeglühte Material ermöglichte in den letzten 20 Jahren weitere Folgenutzungen. In Zwickau und der nächsten Umgebung befinden sich heute auf Haldengelände, meist auf den Plateaus:

- 1 Fußballstadion
- 4 Sportplätze
- 1 Schwimmhalle
- 1 Rennrodeltrainingsbahn
- 1 Schießplatz
- 1 Fahrübungsplatz
- 3 Parkanlagen
- 2 Pelztierfarmen
- 1 Kompostierungsanlage
- 1 Lagerplatz
- 3 Kleingartenanlagen
- 1 illegale Motocross-Übungsstrecke.

Der Bau einer weiteren Pelztierfarm wird gegenwärtig vorbereitet. Alle Objekte sind vollständig eingegrünt und teilweise von der Basis der Schüttung her nicht zu sehen.

In den ältesten Kulturen ist bei Pflegearbeiten bereits Rohholzgewinnung möglich. Dabei erfolgt eine Umstellung des Baumartenspektrums zugunsten anspruchsvollerer Gehölze. So wurden z. B. auf Halde 2 die Birken gefällt und Roteichen freigestellt.

Von der Bevölkerung werden die Rekultivierungsflächen als Pilzsammelgebiet genutzt.

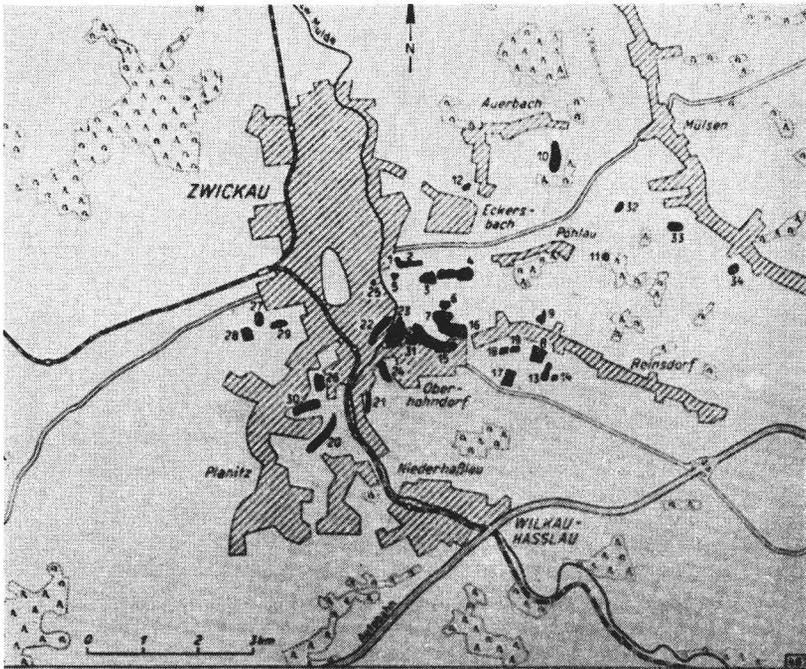


Bild 3. Haldenübersicht des Zwickauer Steinkohlenreviers

- |   |  |
|---|--|
| 1 An der Kokerei und Teerdestillation     | 18 Am ehem. Wilhelm-Schacht II         |
| 2 Am Schacht I des Karl-Marx-Werkes       | 19 Am ehem. Wilhelm-Schacht II         |
| 3 An der Pöhlauer Straße                  | 20 Am ehem. Arnim-Schacht              |
| 4 An der Pöhlauer Straße                  | 21 An den ehem. Allgemeinde-Schächten  |
| 5 Am Schacht III des Karl-Marx-Werkes     | 22 Am August-Bebel-Werk                |
| 6 Am Schacht IV des Karl-Marx-Werkes      | 23 Am ehem. Forst- und Schader-Schacht |
| 7 Am Schacht IV des Karl-Marx-Werkes      | 24 Am ehem. Wasserhaltungsschacht      |
| 8 Am Schacht I des Martin-Hoop-Werkes     | 25 Am ehem. Tierbau-Schacht            |
| 9 Am Schacht II des Martin-Hoop-Werkes    | 26 Am Dimitroffsindion                 |
| 10 Am Schacht III des Martin-Hoop-Werkes  | 27 Am ehem. Hilfe-Gottes-Schacht       |
| 11 Am Schacht V des Martin-Hoop-Werkes    | 28 Am ehem. Segen-Gottes-Schacht       |
| 12 Am Schacht VI des Martin-Hoop-Werkes   | 29 Am ehem. Bürger-Schacht I           |
| 13 Am Schacht VII des Martin-Hoop-Werkes  | 30 Am ehem. Alexander-Schacht          |
| 14 Am Schacht VIII des Martin-Hoop-Werkes | 31 Am ehem. Augustus-Schacht           |
| 15 Am ehem. Wilhelm-Schacht I             | 32 Am Martin-Hoop-Schacht IV           |
| 16 Am ehem. Wilhelm-Schacht I             | 33 Am Martin-Hoop-Schacht IX           |
| 17 Am ehem. Wilhelm-Schacht II            | 34 Am Martin-Hoop-Schacht X            |

Abb. 7. Lage und Benennung der Halden im Raum Zwickau. Reproduktion aus: Freiburger Forschungshefte C 153, M. Wünsche

Zusammenfassung

Mehr als 640 Jahre Steinkohlenförderung hinterließen in der Umgebung Zwickaus und im Stadtgebiet Halden mit etwa 200 ha Schüttungsgrundfläche. Die Rekultivierung begann in der Zeit zwischen den beiden Weltkriegen, wurde ab 1953 verstärkt fortgesetzt und ist heute mit Ausnahme des bis 1978 verkippten Gebietes abgeschlossen. Ein Teil des Geländes wird in unterschiedlicher Weise genutzt.

Bei der Ausbildung der Haldenvegetation lassen sich folgende Stadien unterscheiden:

- spontane Erstbesiedlung
- Besiedlung durchgebrannten Materials

- Rekultivierungsphase
- Vorwaldstadium
- Ausbildung der Krautschicht
- Ausbildung geschlossener Gehölzbestände mit Kraut- und Strauchschicht.

Für alle Stadien wurden am Beispiel der wichtigsten Arten die Bedingungen für die Einwanderung bzw. Ansiedlung, Anpassungsvermögen, Konkurrenzverhalten und Herkunft beschrieben.

Von den zur Rekultivierung verwendeten Gehölzen wachsen gegenwärtig 25 Arten auf Halden. 13 davon vermehrten sich spontan und weitere 27 wanderten ein. Die Krautschicht wurde 1986/87 aus 177 Arten gebildet.

### S c h r i f t t u m

- Dost, E.: Zwickauer Kulturbilder aus acht Jahrhunderten. Zwickau 1939.
- Kosmale, S.: Die Veränderung der Flora und der Vegetation in der Umgebung von Zwickau, hervorgerufen durch Industrialisierung und Intensivierung von Land- und Forstwirtschaft. Diss. Halle 1976.
- Kosmale, S.: Die Wechselbeziehungen zwischen Gärten, Parkanlagen und der Flora der Umgebung im westlichen Erzgebirgsvorland. *Hercynia N. F.* 18 (1981) 441–452.
- Kosmale, S.: Die Kohlenbrände bei Zwickau und ihr Einfluß auf die Vegetation. *Dresdner Floristische Mitteilungen* 2 (1983) 24–32.
- Wohlfahrt, M.: Botanisches. In: Eismann, K.: Wanderbuch für das Zwickauer Land. I. Nördlicher Teil. Dresden 1924. 72–73.
- Wünsche, M.: Die Standortverhältnisse und Rekultivierungsmöglichkeiten der Halden des Zwickau-Lugau-Oelsnitzer Steinkohlenreviers. *Freiberger Forschungshefte C* 153. Leipzig 1963.
- Wünsche, O.: Vorarbeiten zu einer Flora von Zwickau. Jahresber. d. Gymnasiums Zwickau über das Schuljahr 1883/84, Zwickau 1884, 1–38.

Dr. Susanna Kosmale  
Clara-Zetkin-Straße 19  
Zwickau  
DDR - 9550

Borchert, Jochen: **Hecken und Feldgehölze, ihre Funktion im Natur- und Landschaftshaushalt.** Dokumentation f. Umweltschutz u. Landespflege N. F. 28 (1988) Bibliographie Nr. 53, So.-H. 9, 59 S. 12,80 DM.

Vertrieb: Deutscher Gemeindeverlag, Max-Planck-Straße 12, 5000 Köln 40

Die von J. Borchert erarbeitete Bibliographie über Hecken und Feldgehölze, ihre Funktion im Natur- und Landschaftshaushalt umfaßt 624 Titel, die zu bestimmten Themenbereichen zusammengefaßt sind. Die entsprechend der funktionalen Betrachtungsweise gegliederte Literatur umfaßt Komplexe wie den Wind- und Erosionsschutz, Lärm- und Immissionsschutz, die Holzerzeugung, die Refugien für Flora und Fauna, die Biotopbildung bzw. -sicherung, die Stabilisierung des biologischen Gleichgewichtes und die Gliederung und Belebung des Landschaftsbildes.

Die Bibliographie umfaßt vor allem den deutschsprachigen Bereich und damit Mitteleuropa im weiten Sinn. Sie stellt eine außerordentlich wertvolle Hilfe für alle die dar, die sich mit der Anlage und Pflege von Hecken und Feldgehölzen sowie ihrer biologischen Funktion beschäftigen.

R. Schubert