

Aus dem Institut für Systematische Botanik und Pflanzengeographie
der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
(Direktor: Prof. Dr. H. Meusel)

Die natürliche Begrünung der erzgebirgischen Bergwerkshalden¹

Von
Wilfried Richter

Mit 19 Abbildungen und 3 Listen im Text
(Eingegangen am 19. Oktober 1965)

	Seite
1. Einleitung	114
2. Das Untersuchungsgebiet	116
2.1. Geologische Verhältnisse	116
2.2. Geomorphologische Verhältnisse	116
2.3. Bergbau und Erzlagerstätten	117
2.4. Die klimatischen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet	118
3. Die Vegetation der Bergwerkshalden und deren Entwicklung	119
3.1. Methodische Grundlagen	119
3.2. Die <i>Betula pendula-Salix caprea</i> -Gesellschaft	120
3.2.1. Standortverhältnisse	120
3.2.2. Soziologischer Aufbau der Pioniergesellschaft	122
3.2.3. Dynamik der Pioniergesellschaft	129
3.2.4. Die Besiedlung der Haldenböschungen	129
3.2.5. Die soziologische Stellung	133
3.3. Die <i>Pimpinella saxifraga-Carlina vulgaris</i> -Gesellschaft	133
3.3.1. Standortverhältnisse	134
3.3.2. Gesellschaftsaufbau	134
3.3.3. Soziologische Einordnung	137
3.4. Die Vegetationsdecke auf Halden der zweiten Silberzeit	137
3.4.1. Standörtliche Grundlagen	137
3.4.2. Die <i>Betula pendula-Sorbus aucuparia</i> -Gesellschaft	139
3.4.2.1. Soziologischer Aufbau	139
4. Zusammenfassung	144

1. Einleitung

Die Bergwerkshalden als auffallende Elemente mancher Kulturlandschaften haben seit jeher das Interesse der Menschen beansprucht. In ihnen bieten sich lohnende Forschungsobjekte an, vor allem für pedologische und biologische Untersuchungen. Über interessante floristische Verhältnisse auf den stärker kupferhaltigen Schiefen, die der Bergbau im Gebiet von Eisleben und Mansfeld ans Tageslicht förderte, berichtete schon Thalius (1588). Später

¹ Für Thema und Betreuung der Arbeit bin ich Herrn Prof. Dr. R. Schubert zu besonderem Dank verpflichtet.

wurden ähnliche Funde auf Galmeiböden bekannt, die Schwickerath (1931) untersuchte. Durch eine gründliche Bearbeitung, die 1953 von Schubert vorgelegt wurde, konnten die Sukzessionsverhältnisse und Standortbedingungen auf Kupferschieferhalden im südöstlichen Harzvorland geklärt werden. Besiedlungsstudien an den zahlreichen Halden des erzgebirgischen Bergbaues fanden jedoch erst in diesem Jahrhundert in nennenswertem Umfang ihren Niederschlag in der Literatur. In den Akten der Bergbauarchive und der Forstwirtschaft konnten vorher kaum Anhaltspunkte über die Pflanzendecke der Halden gefunden werden. Selbst Frisch (1897), der sich mit der Flora in der Umgebung der Silberstadt Annaberg beschäftigte, ließ die zahlreichen Halden unberücksichtigt. Erst Schade (1932) weist nach Abschluß gründlicher

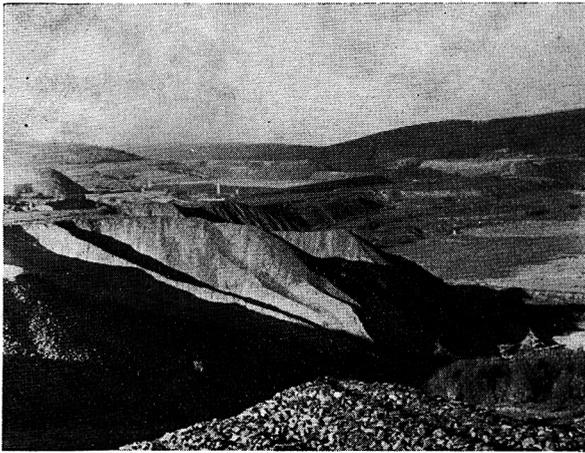


Abb. 1. Johanngeorgenstadt, Blick über die Halden der Erzwäschchen. Der trostlose Charakter der Landschaft wird hauptsächlich durch die Vegetationsarmut der Halden bedingt.

Sammelarbeiten auf Besonderheiten in der Besiedlung der Haldengesteine durch Krustenflechten hin. Die von ihm beschriebene Gesellschaft ferriphiler Arten stellt zugleich die einzige Pflanzengruppierung auf den Halden dar, wie sie auf natürlichen Standorten nicht beobachtet werden kann. Wenige Jahre später charakterisiert Lange (1938) die wärmeliebende Haldenvegetation in der floristisch armen Freiburger Bergbaulandschaft.

Nach 1945 setzte eine intensive Bergbautätigkeit auf radioaktive Minerale ein. In kurzer Zeit entstanden Halden, deren Größe in weniger als zwei Jahrzehnten schwerwiegende landeskulturelle Probleme für die Zentren des Uranbergbaus heraufbeschwor. Die Versuche einer künstlichen Begrünung setzten spärlich gegen Ende der 50er Jahre ein. Das findet seinen Niederschlag in einer Veröffentlichung von Haubold (1962) sowie unveröffentlichten bodenkundlichen Gutachten von Neuhofer und Wünsche (1964, 1959) und Haubold (1962).

Durch den Verfasser wurden regionale Untersuchungen im Sommer 1961/62 unternommen. Sie fanden ihren Niederschlag in einem unveröffentlichten Manuskript (1963) und wurden im Frühjahr 1965 abgeschlossen. Unter Be-

rücksichtigung neuer und bis 1963 nicht erreichbarer Literatur gelang es in mehreren Fällen, die Ausführungen im Manuskript 1963 zu präzisieren.

2. Das Untersuchungsgebiet

Die Besiedlungsverhältnisse der erzgebirgischen Halden wurden in den Bergbauzentren von Freiberg und Brand-Erbisdorf, Niederpöbel, Marienberg, Ehrenfriedersdorf, Annaberg, Hammer-Untermiesental, Aue und Schneeberg sowie Johanngeorgenstadt näher untersucht. Diese Orte liegen sämtlich im Erzgebirge, das wie folgt abgegrenzt wird. Im Osten ist ein geologischer Abschluß durch das Elbtalschiefergebirge, das Döhlener Rotliegendebcken und das Nossen-Wilsdruffer Schiefergebirge (siehe auch Pietzsch 1956) gegeben. Entlang der Linie Wildenfels-Karl-Marx-Stadt-Frankenbergr fällt es in einer Geländeschwelle zum Erzgebirgischen Becken ab. Im Westen wird es durch eine bis zu 200 m hohe Geländestufe bei Schöneck vom Vogtland getrennt.

2.1. Geologische Verhältnisse

„Der westliche Flügel der sächsischen Mittelgebirgszone stellt eine Pultscholle dar, die im Süden, fast überall jenseits der Landesgrenze, mit einer steilen Bruchstufe über dem Egertalgraben abbricht, nach Norden zu sich sanft und zum Teil in undeutlichen Stufen abdacht“ [Neef (1960, S. 59)]. Es handelt sich hierbei um eine weitgehend abgetragene Großfalte aus der varistischen Gebirgsbildungsphase, die im ausgehenden Tertiär durch Bruchtektonik in der beschriebenen Weise zum Gebirge herausgehoben wurde. An seinem Aufbau sind in erster Linie kristalline Schiefer (Gneise, Glimmerschiefer, Phyllite) und die darin eingebetteten Grauwacken, Marmor usw. sowie Granite beteiligt.

Para- (Graue) Gneise beherrschen den östlichen Gebirgstiel wesentlich und bauen mehrere Gneiskuppeln auf. Rot- oder Orthogneise und Schiefergneise kommen hauptsächlich im mittleren und westlichen Teil vor. Glimmerschiefer grenzen diese im Nordwesten gegen Phyllite und altpaläozoische Gesteine ab und ziehen nach Südwesten bis an den Rand des Eibenstocker Granitmassivs. Dieses und der Kirchberggranit beherrschen den westlichen Gebirgstiel in Verbindung mit ihren Kontakthöfen fast vollständig.

Widerstandsfähige Porphyre sind in Deckenergüssen und Spaltenfüllungen besonders im Osterzgebirge entwickelt und bilden dort die Härtlingsrücken.

Ablagerungen des Karbons und jüngerer Formationen treten stark zurück oder fehlen gänzlich.

2.2. Geomorphologische Verhältnisse

Vom Gebirgskamm dacht sich das Gelände sanft bei einer Neigung von durchschnittlich einem Grad ab. Mehrere Verebnungsflächen, die im Ostteil niedriger und einheitlich, im Westen dagegen höher liegen und stärker gegliedert sind, lösen einander ab.

Der Gebirgskamm streicht vom Elbtal kommend in WSW-Richtung und ist bei Höhen um 800 bis 900 m besonders ausgeprägt. Im westlichen Teil

ist er schwer erkennbar, weist Höhen um 1000 m auf und wird von dem über 1200 m hohen Keil- und Fichtelberggebiet überragt. Durch den geologischen Aufbau bedingt kann ein höherer westlicher und tieferer östlicher Teil unterschieden werden. Als Grenze wird allgemein das Flöhatal angenommen. Das Osterzgebirge ist eine charakteristische Rumpffläche, die aus feldspatreichen, günstig verwitternden Graugneisen aufgebaut wird. Das Gewässernetz ist im Vergleich zum Westerbirge einfach. Die Täler sind meist nicht tief eingeschnitten.

Der westliche Gebirgsteil besitzt dagegen durch eine tiefgreifende morphologische Gliederung der Rumpfflächen ausgesprochenen Mittelgebirgscharakter. Gesteine des Schiefermantels und Granite bestimmen die Fragen der Bodennutzung.

Neben der westöstlichen Differenzierung des Gebirges ist eine höhenmäßige Gliederung für das Verständnis der pflanzlichen Besiedlung bedeutsam. Heynert (1964) legt eine brauchbare Karte der arealmäßigen Trennung des Erzgebirges vor. Auf die zahlreichen älteren Bemühungen um eine Differenzierung des Gebietes soll hier nicht näher eingegangen werden. Unter Berücksichtigung klimatischer, siedlungsgeographischer und biologischer Kriterien ergibt sich folgendes Bild:

Die Obergrenze des Unteren Erzgebirges sollte man nach dem Vorschlag Neefs (1960) mit der Grenze der großen Waldhufendörfer verbinden. Die mittelalterlichen Rodungen erreichten allgemein 600 bis 700 m NN, durch ungünstige klimatische und Bodenverhältnisse liegt sie im Westteil stellenweise sogar nur bei 500 bis 600 m, während im Osten die agrarische Nutzung vielfach erst in der Kammregion endet.

Die höchsten Teile des Gebirges, die etwa mit dem Vorkommen natürlicher Fichtenwälder lokalisiert werden können, müßten als oberstes Erzgebirge, die tieferliegende Landschaft als Oberes Erzgebirge bezeichnet werden.

2.3. Bergbau und Erzlagerstätten

Der Erzreichtum gab dem Gebiet seinen Namen, der jedoch erst im 18. und besonders seit dem 19. Jahrhundert im heutigen Sinne gebraucht wurde. Als Erzbringer der zahlreichen Lagerstätten sind die im Westfal D intrudierten Granitschmelzen anzusehen. Die erstarrten Granite steigen im Westerbirge an die Oberfläche und fallen in Richtung Osten allmählich ein. Der Freiburger Granitpluton konnte jedoch noch nicht in Tiefbohrungen nachgewiesen werden.

Die Gewinnung von Zinnerz dürfte bis in frühgeschichtliche Zeiten zurückreichen. Sorgfältige chemische Analysen von entsprechend alten Gebrauchsgegenständen aus Zinn bestärken diese Annahme.

Anlaß zu einem intensiven Bergbau wurden reiche Silberfunde in der Umgebung Freibergs (1168), Schneeberg erlangte 1470, Annaberg 1492 Bedeutung. 1315 erschürfte man in Geyer Zinnerz, 1395 folgte Ehrenfriedersdorf und 1445 Altenberg. Eine wechselvolle und in den Bergbaublütezeiten außerordentlich rege Erzgewinnung kann bis zur Gegenwart verfolgt werden. Regional verbreitete Eisenerze schufen die Grundlagen für den Silberberg-

bau. Kupfer- und bleihaltige Erzmittel nutzte man neben Zinn schon frühzeitig. Kobalt-, Zink- und Wolframerze konnten dagegen erst seit dem letzten Jahrhundert stärkere wirtschaftliche Bedeutung erlangen. Radioaktive Erze blieben dem modernen Bergbau vorbehalten.

Heute konzentriert sich der Zinnbergbau in Altenberg und Ehrenfriedersdorf, im Freiburger und Brand-Erbisdorfer Bergrevier werden Zink- und Bleierze gebrochen, während sich der Uranbergbau im Gebiet Aue konzentriert hat.

Die hier zu beschreibenden wichtigsten Erzvorkommen wurden aus heißen Lösungen und Dämpfen beim Empordringen der glutflüssigen Granit-schmelze in deren obersten Teilen selbst, aber vor allem in Spalten des umgebenden Gesteins ausgeschieden.

1. Meist abgebaute kontaktmetasomatische Eisenerzlagerstätten befinden sich vor allem in der Umgebung der westerzgebirgischen Granite.
2. Gang-, stockförmig und in Imprägnationszonen sind pneumatolytische Zinn- und Wolframerzlagerstätten ausgebildet.
3. Gangförmige hydrothermale Erzlagerstätten meist sulfidischer Erze:
 - a) Blei — Zink — Silbererzgruppe (Typ Freiberg) mit mehreren Formationen und über 1100 bekanntgewordenen Erzgängen. Sie konnten teils bis auf 8 km Länge verfolgt werden und erstrecken sich in große Teufenbereiche. In Freiberg gewann man zwischen 1168 und 1913 etwa 54 000 dt Silber und 13 Mio dt Blei.
 - b) Wismut — Kobalt — Nickel — Uran — Silbererzgruppe (Typ Schneeberg). Sie ist im mittleren und westlichen Erzgebirge verbreitet. Uranpechblende wurde in mehreren Gangtypen abgelagert.

2.4. Die klimatischen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet

Von den Umweltfaktoren sind ganz besonders die klimatischen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet ausschlaggebend für die Lebensbedingungen auf den Bergwerkshalden. Durch die Lage in einem Mittelgebirgsgürtel und die Gestalt des Erzgebirges, insbesondere aber durch seine WSW-ENE-Erstreckung des Kammes trägt das Witterungsgeschehen einen eigenen Charakter.

Im Durchschnitt nehmen die Temperaturen mit 100 m Höhenzunahme um 0,6 °C ab, aber durch Föhnwirkung beim Stau südlicher Luftmassen ist für die gesamte Nordabdachung eine positive Wärmetönung nachweisbar.

Zur Verdeutlichung der klimatischen Verhältnisse werden die Temperaturen und Niederschläge (Werte von 1921 bis 1938) folgender Stationen aufgeführt:

Leipzig	132 m NN	9,7 °C	542 mm
Karl-Marx-Stadt	312 m NN	8,1 °C	720 mm
Freiberg	398 m NN	7,7 °C	746 mm
Annaberg	621 m NN	6,6 °C	n. b.
Oberwiesenthal	922 m NN	4,5 °C	1108 mm
Fichtelberg	1214 m NN	2,8 °C	n. b.

(Niederschläge auf den Hellmannschen Regenschirm umgerechnet).

Niederschläge und Bewölkung sind (Knopf 1930) in Abhängigkeit von der Richtung der Wetterfronten unterschiedlich über das Gebirge verteilt. Ausgesprochene Regengebiete kommen aus NNW-Richtung. Durch ihren Stau quer zum Kamm regnen sie gleichmäßig und mit der Höhe über das zu erwartende Maß hinaus ab. Bei Driften aus südwestlichen Richtungen verringert sich die Niederschlagsintensität nach Osten merklich. Auf Grund dieser Tatsache gibt es ausgesprochene Regenzentren zwischen Carlsfeld und dem Auersberg, Zwönitz — Karl-Marx-Stadt und Flöha bis Frankenberg und Hainichen sowie im Quellgebiet der Roten und Wilden Weißeritz. Zum Studium der entsprechenden klimatisch bedingten Phänologie wird auf Flößner (1955/56) und den Klimaatlas der DDR verwiesen.

Das Westerzgebirge ist allgemein niederschlagsreicher, kühler und sonnenscheinärmer als der östliche, kontinentalere, trocken-wärmere Gebirgsteil. Das kann auch durch die Verbreitung bestimmter Pflanzensippen (u. a. Heynert 1964) nachgewiesen werden, insbesondere ergeben sich interessante Relationen zum südöstlichen Unterharzgebiet. Es ergibt sich von selbst, daß die Änderung der Böden mit dem zunehmenden montanen Charakter konform gehen. Das findet auch in der Bodenwerdung der Haldengesteine und der damit unlösbar verbundenen Vegetationsveränderung seinen Ausdruck, obwohl die außerordentlich harten Standortverhältnisse die Entwicklungsvorgänge stark vereinfachen.

3. Die Vegetation der Bergwerkshalden und deren Entwicklung

In dem folgenden Teil soll nach der Beschreibung des Untersuchungsgebietes den wichtigsten Pflanzengesellschaften der Bergwerkshalden Aufmerksamkeit geschenkt werden. Zur Veranschaulichung der Vegetationsentwicklung wird mit der Erstbesiedlungsgesellschaft auf nacktem Haldengestein begonnen. Umfassende Studien konnten auf den zahlreichen Wismuthalden angestellt werden. Danach folgt eine Beschreibung der Haldenvegetation älterer Bergbauepochen.

3.1. Methodische Grundlagen

Die vegetationskundliche Untersuchung der Haldenflora erfolgte nach der allgemein üblichen Methode der kombinierten Schätzung von Abundanz und Dominanz nach Braun-Blanquet (1951). Bei spärlichen Erstbesiedlungen wurden floristische Analysen hinzugezogen. Eine regelmäßige Kryptogamenentwicklung fehlt über große Räume, weshalb diese Artengruppen nicht in den synthetischen Tabellen erscheinen. Zur Veranschaulichung der Besiedlungsdichte in der Pioniergesellschaft erwiesen sich Abbildungsformen vom Charakter der Dauerquadrate zweckmäßig. Vegetationsprofile veranschaulichen ergänzend die oberirdischen Konkurrenzverhältnisse. Die Profilbreite beträgt 0,5 bis 2 m. In Fragen der Sukzessionsforschung erfolgte eine weitgehende Anlehnung an Lüdi [in Abderhalden (1932)] und Ellenberg (1956).

Bei der Einschätzung der Soziologie und Ökologie der Arten wurde hauptsächlich auf Oberdorfer (1962) zurückgegriffen. Die Festlegung der Artnamen höherer Pflanzen erfolgte nach Rothmaler (1963), gebräuchliche Namen werden jedoch mit angefügt.

3.2. Die *Betula pendula* – *Salix caprea*-Gesellschaft

3.2.1. Standortverhältnisse

In den vergangenen zwei Jahrzehnten schuf der Uranerzbergbau zahlreiche Halden, die durch eine Vielzahl von Standortsfaktoren ideale Bedingungen zum Studium der pflanzlichen Erstbesiedlung bieten. Die Bestände waren zum Zeitpunkt ihrer Untersuchung maximal 16 Jahre alt. Sie stocken auf flachen, zu Beginn des Wismutbergbaues nach 1945 geschütteten Halden.

Meist wurde das vom Bergbau abgeworfene Gestein an den Talhängen verkippt und bildete langgezogene Halden mit unterschiedlich breiter Hochfläche und oftmals beträchtlichen Böschungen. Auf ebenem Untergrund schüttete man den anfallenden Abraum zu hohen Kegelstümpfen oder flachen,



Abb. 2. Terraconikhalden unterhalb Wolfsberg, östlich der Straße nach Wolkenstein. Scheinbar vegetationslos erscheinend, aber wichtig für die Frage der pflanzlichen Besiedlung der Böschungen.

tafelbergförmigen Körpern. Erstere leiten zu den Spitzhalden über, die im Volksmund als „Erzgebirgische Pyramiden“ bezeichnet werden. Sie können sich in Ausnahmefällen bis zu 150 m über die Landschaft erheben. Der Böschungswinkel aller Halden liegt je nach Schutzzusammensetzung (schiefrig oder unregelmäßig kantig) zwischen 30° und 45° .

Das Material setzt sich meist aus den weitverbreiteten Gneisen, Glimmerschiefern und Hüllschiefern der westerzgebirgischen Granite zusammen, während diese kaum aufgeföhren wurden.

Es handelt sich praktisch immer um saure Gesteine. Kalkhaltige Mineralien, die neben anderen in den Erzgängen verbreiteten Beimengungen vorkommen, beeinflussen kaum die Pflanzenwelt. In negativer Hinsicht besorgen das vor allem die Verwitterungsprodukte sulfidischer Erze, die durch ihre Metallionen toxisch wirken bzw. den Boden ansäuern. Während der Verkipfung wird der Schutt allgemein in gröbere und feinere Bestandteile geschieden. Letztere bauen die oberen Haldenteile auf, während sich der Grob-

schutt (Blöcke und Steine) am Haldenfuß häuft. Nach Haubold (1962), Wünsche und Neuhof (1964) sind etwa 75 % des Bodens Steine und Grus, 20 % gehören zur sandigen Fraktion, und der Rest ist feinstes Material.

Von Halden bei Annaberg wurden dem Verf. Radioaktivitätsmessungen mit dem Geiger-Müller-Zählrohr bekannt. Die Strahlungsintensität liegt im Durchschnitt bei 5 bis 8 Impulsen / Min. und damit nur unwesentlich über dem normalen Nulleffekt der erzgebirgischen Böden, kann jedoch vor allem im Blockschutt die beträchtliche Zahl von 110 000 Impulsen / Min. aufweisen. Nach mündlicher Mitteilung von Dr. Werner aus Halle sind die Spülhalden der Erzwäschen hingegen ausgesprochene Strahlungsherde, die besonders sorgfältig auf die Lebenserscheinungen der Tier- und Pflanzenwelt untersucht werden sollten.

Die bodenchemischen Verhältnisse¹⁾ können folgendermaßen charakterisiert werden: Die pH-Werte liegen bei Granithalden ausnahmsweise im stark sauren (3,5), sonst im mäßig bis schwach sauren und nur selten im neutralen Bereich. Durch das weitgehende Fehlen von Sorbitionsträgern besitzen jedoch Aziditätsmessungen keine hohe Aussagekraft, erweisen sich aber bei der Deutung vegetationsloser Stellen als wertvoll. Basensättigungsgrad und Sorptionskapazität schwanken in Abhängigkeit vom kleinflächigen Wechsel des verkippten Schuttes vielfach ziemlich stark. Zu Minimumsfaktoren für das pflanzliche Wachstum können in vielen Fällen die Hauptnährstoffe Calcium (CaO), Kalium (K₂O) und besonders Phosphorsäure (P₂O₅) werden.

Die Voraussetzung für das Wachstum von Pflanzen scheint vielfach kaum gegeben zu sein. Die Schneedecke verhüllt in den Wintermonaten die Halden und führt bei ihrer Schmelze zur oberflächigen Wassersättigung, die die innere Reibung des Schuttes herabsetzt und langgestreckte schmale Böschungsteile zum Rutschen bringen kann.

Bevor die Vegetationsperiode beginnt, ist die absolute Wassermenge im Feinboden schon wieder stark zurückgegangen. Durch Erwärmung der Haldenoberfläche bei Insolation und wesentlichen Unterschieden in der Wasserdampfsättigung der Luft und in den freien Porenräumen wird die Gaszirkulation im Haldenkörper angeregt. Welche Bedeutung dabei die innere Kondensation von Wasserdampf nach der nächtlichen Abkühlung erlangt, konnte nicht untersucht werden. Die experimentelle Verdunstungsmessung (Evaporation) weist durch die Wirkung von Sonnenstrahlung und Wind sehr hohe Werte auf, die aber nicht mit der wirklichen Verdunstung der Haldenoberfläche gleichgesetzt werden können [Jenny-Lips (1930)]. Die Werte der relativen Luftfeuchtigkeit liegen dabei sehr tief.

Frisch verkippter, bergfeuchter Schutt verliert sein Wasser ziemlich rasch im nachfolgenden Sommerhalbjahr. Die Möglichkeiten einer pflanzlichen Erstbesiedlung verschlechtern sich deshalb in wenigen Monaten außerordentlich. Die hohen Verdunstungswerte äußern sich dabei in der Abscheidung schwärzlicher manganhaltiger Krusten auf den Haldengesteinen. Ehemals von grauer Farbe verursachten sie eine intensive Lichtstreuung, der dann ein erhöhtes Wärmeaufnahmevermögen durch Dunkelfärbung folgt.

¹⁾ Mit freundlicher Genehmigung des VEB Geologische Erkundung Freiberg unveröffentlichten Manuskripten (Haubold, Wünsche, Neuhof) entnommene Angaben.

Der schroffe Temperaturwechsel im Tagesverlauf bei extremen Maxima und Minima und die austrocknenden Winde schränken die Möglichkeiten für eine pflanzliche Besiedlung weiterhin ein, obwohl die natürliche Samenstreuung durch die umgebende Natur relativ hoch ist. Die heranwachsenden Pflanzen müssen, um lebensfähig bleiben zu können, in kurzer Zeit ein ausgedehntes Wurzelnetz aufbauen, damit auch Wasserreserven in größerer Haldentiefe erschlossen werden können. Die Wurzelstränge folgen dabei vorzugsweise feinhodenreichen Schüttungsstreifen. Lockeres, unaufgeschlossenes und humusfreies Rohbodenmaterial und schattenloser, überaus sonniger und trockener Standort bewirken, „daß auch die Anfänge der Besiedlung auf Halden mit unterschiedlichem Haldenmaterial generell ziemlich gleichartig verlaufen“ (Wünsche 1961).

3.2.2. Soziologischer Aufbau der Pioniergesellschaft

Zur Beschreibung der Deckungs- und Stetigkeitsverhältnisse wurden acht typische Vegetationsaufnahmen herangezogen, die sich auf verschiedenen Halden mit einem Alter von 13 bis 16 Jahren zur Untersuchung eigneten.

S <i>Betula pendula</i>	V 1-2	<i>Agrostis tenuis</i>	V r-2
<i>Populus tremula</i>	V r-3	<i>Deschampsia flexuosa</i>	I 1
<i>Salix caprea</i>	V +-4	<i>Festuca rubra</i>	III r-+
<i>Picea abies</i>	IV r-+	<i>Campanula rotundifolia</i>	III r-+
<i>Pinus sylvestris</i>	II r-+	<i>Solidago virgaurea</i>	II r
<i>Sorbus aucuparia</i>	I r	<i>Hieracium silvaticum</i>	II +
<i>Acer pseudoplatanus</i>	I +	<i>Galium mollugo</i>	II r-+
<i>Fraxinus excelsior</i>	I r	<i>Hieracium laevigatum</i>	I +
<i>Acer platanoides</i>	I +	<i>Lotus corniculatus</i>	II +-1
		<i>Leontodon hispidus</i>	III r-+
F <i>Leontodon autumnale</i>	V r-1	<i>Hieracium pilosella</i>	I +
<i>Cerastium vulgatum</i>	V r-+	<i>Daucus carota</i>	II +
<i>Tussilago farfara</i>	V +	<i>Silene cucubalus</i>	III +-1
<i>Rumex acetosella</i>	IV +	<i>Hypericum perforatum</i>	II +
<i>Trifolium repens</i>	V r-2	<i>Poa compressa</i>	II r-+
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	V r-1	<i>Calamagrostis epigeios</i>	II +
<i>Taraxum officinale</i>	V r-+	<i>Cirsium arvense</i>	II r-+
<i>Epilobium collinum</i>	V +	<i>Hypochoeris radicata</i>	II r-+
<i>Chamaenerion angust.</i>	V r-1	<i>Plantago major</i>	II +
<i>Rumex acetosa</i>	V r-+	<i>Potentilla verna</i>	I 1
<i>Sagina procumbens</i>	III +	<i>Erigeron acer</i>	II +
<i>Rumex crispus</i>	III r-+	<i>Achillea millefolium</i>	II +
<i>Spergularia rubra</i>	III r-+	<i>Dactylis glomerata</i>	II +
<i>Tanacetum vulgare</i>	III +	<i>Rubus ideus</i>	II +

Bei einer Deckung zwischen 10 und 100 % und einer Höhe der Gehölze von 2 bis 40 dm können standortsbedingte Verschiedenheiten einzelner Ausbildungsformen beobachtet werden. Die Besiedlung setzt mit einer individuellen Entwicklung der Pioniergehölze kurz nach der Verkipfung ein. Im Herbst und Winter geschüttete Halden begünstigen das Keimen der Schneesaat von *Betula pendula*. Die Art verteilt sich anfangs gleichmäßig und in großer Zahl über die Halden. Nach 3 bis 4 Jahren sind dann nur noch

wenige Exemplare entlang der bodenphysikalisch günstigen Haldenteile (Schüttungslinien) anzutreffen. Frühzeitig legen die Pflanzen ein stark verzweigtes, besenförmiges und Feinbodenteilchen eng durchdringendes Wurzelgeflecht an. Wie übereinstimmend von verschiedenen Autoren betont wird, kommt es auf Grund der Licht- und Wasserverhältnisse erst sehr spät zur

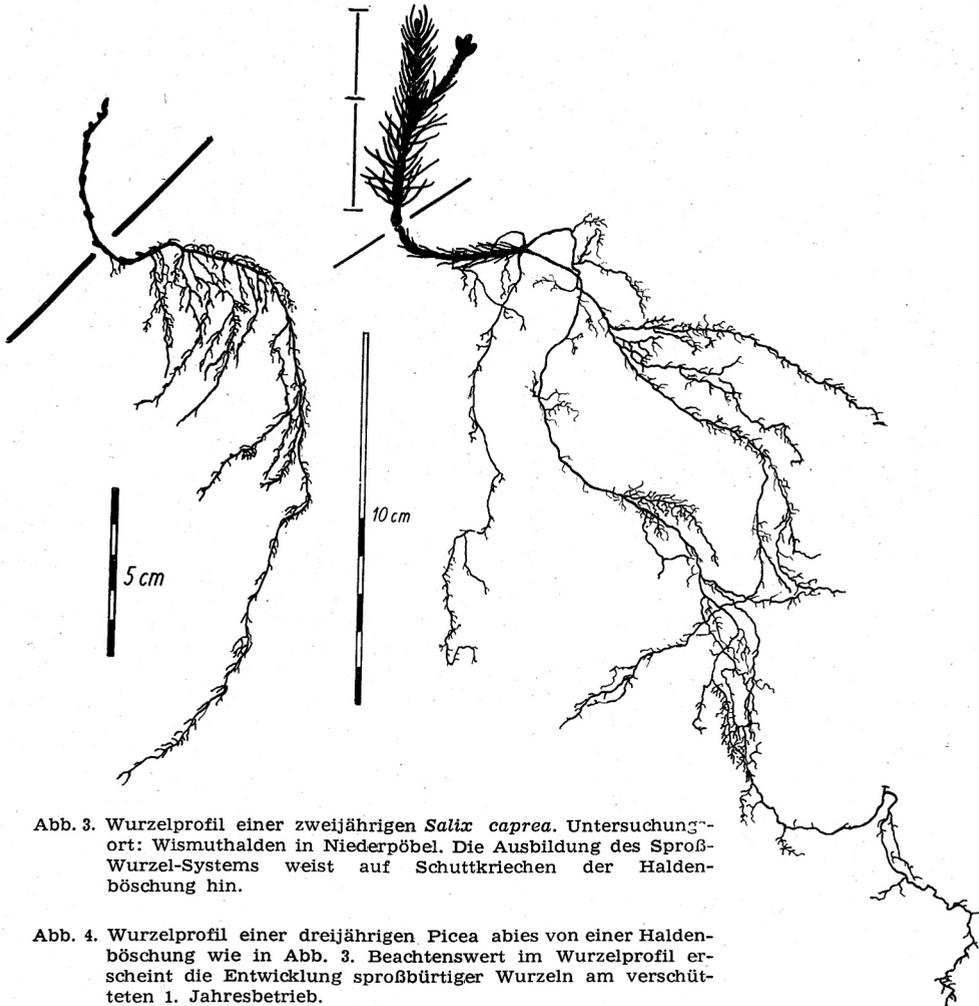


Abb. 3. Wurzelprofil einer zweijährigen *Salix caprea*. Untersuchungs-ort: Wismuthalden in Niederpöbel. Die Ausbildung des sproß-Wurzel-Systems weist auf Schuttkriechen der Haldenböschung hin.

Abb. 4. Wurzelprofil einer dreijährigen *Picea abies* von einer Haldenböschung wie in Abb. 3. Beachtenswert im Wurzelprofil erscheint die Entwicklung sproßbürtiger Wurzeln am verschütteten 1. Jahresbetrieb.

Ausbildung baumartiger Wuchsformen. *Salix caprea* folgt in der Häufigkeit der Birke und übertrifft sie gelegentlich auch, wird aber durch Wildverbiß (Hasenschnitt) meist unterdrückt. Die zweite ausgesprochene Weichholzart ist die stets weniger auffallende *Populus tremula*. Die prostrat wachsenden Pflanzen entwickeln sich im Alter von etwa 7 bis 10 Jahren sprunghaft zu hohen Sträuchern mit baumförmigem Habitus.

Neben diesen lichtliebenden und meist locker stehenden Weichhölzern sind in der Keimlingsschicht auch Gehölze älterer Besiedlungsstadien der Halden vertreten. Es handelt sich bei ihnen um anemo- oder zoochor verbreitete, aber überwiegend nährstoffreiche Samen. Als anspruchsvollere Arten unterliegen sie jedoch in wenigen Jahren den harten Lebensbedingungen.

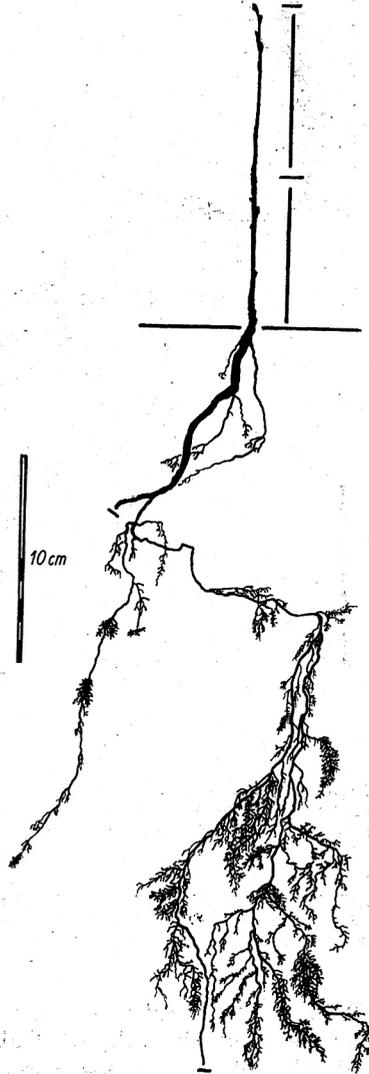


Abb. 5. Wurzelprofil einer zweijährigen *Betula pendula* vom Plateau einer Wismuthalde in Niederpöbel. Beachtenswert erscheint die besenartige Wurzelauflage in Feinbodenklümpchen.

Neben der typisch entwickelten Gesellschaft konnten noch mehrere Varianten nachgewiesen werden, die sonst im Artenbild mit der typischen Ausbildungsform der Gesellschaft übereinstimmen.

1: Die *Alnus glutinosa*-Variante:

Es handelt sich wohl um die üppigste Ausbildungsform der Pioniergesellschaft. Die Roterle erreicht Höhen zwischen 3 und 5 m. Die oberirdische Pflanzenmasse ist enorm entwickelt. Natürliche Standorte sind vor allem in Tälern zu finden. Die beste Entwicklung zeigt eine Halde im Sehma-Tal unterhalb von Annaberg. Die hohe Keimlingsmortalität, die durch Wünsche (1961) nachgewiesen wurde, ist mit Sicherheit die Hauptursache für die wenigen Erlenvorkommen auf den Bergwerkshalden.

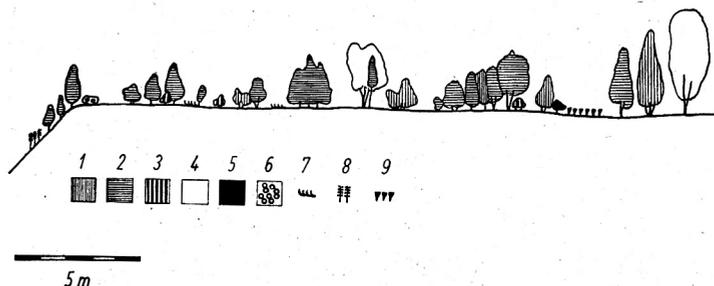


Abb. 6. Vegetationsprofil durch eine Wismuthalde bei Neustädtel. Haldengestein: blättrig verwitterter Gneis. Profilbreite etwa 2 m. Bei normal entwickelter Haldenvegetation bedecken in der Pioniergesellschaft Birken zu ungefähr 50 % die Fläche. Schnitt: NNE-SSW. Sept. 62

1 *Betula pendula*, 2 *Populus tremula*, 3 *Pinus sylvestris*, 4 *Salix caprea*, 5 *Picea abies*, 6 *Salix aurita*, 7 *Trifolium repens*, 8 *Rumex crispus*, 9 *Cladonia div. spec.*

2. Die *Picea abies*-Variante:

Der Artenbestand stimmt auch hier meist mit der typischen Ausbildung der Gesellschaft überein. Die wichtigsten Vorkommen sind in mittleren und oberen Gebirgslagen auf Gneis zu finden. Am Filzteich bei Schneeberg konnte eine moos- und flechtenreiche Feldschicht mit gut entwickelter Fichte darüber auf Granit angetroffen werden. Es liegt die Vermutung nahe, daß der saure, grusig verwitterte Granit der Fichte besonders zusagt. In den oberen Gebirgslagen bleiben in dieser Ausbildungsform die wärmeliebenden Arten der Niederung zurück und werden durch *Salix aurita*, *Sambucus racemosa* und horstige *Calamagrostis villosa* ersetzt.

Die Fichte ist wie vielfach bei Rohbodenbesiedlungen zahlenmäßig stark vertreten und kann 20 bis 75 % der gesamten Fläche bedecken. Ihre Vitalität erscheint stark herabgesetzt.

3. *Pinus sylvestris*-Variante

Auf grusig verwitterndem Granit kommt die Kiefer als einzige Holzart optimal entwickelt vor. Sie bildet nach Meinung des Verfassers keine eigene Variante im Erzgebirge im Gegensatz zu den Halden der Granitsteinbrüche in der Oberlausitz.

Die frisch geschütteten Halden in den wärmsten Gebirgsteilen bei Freiberg weisen sicher einige termophile Arten auf. Es standen jedoch nicht aus-

reichend große Haldenflächen zur Verfügung, weshalb auf die Zusammensetzung dieser Bestände nicht eingegangen wird.

Zur Beschreibung der Gesellschaft wurde der hochstete Artengruppenkomplex ausgeschieden. In ihm kommen nur zwei echte Pionierpflanzen (*Epilobium collinum* auf kalkfreiem Grobschutt und *Tussilago farfara* für rohe steinige Lehm Böden usw.) vor, weiterhin eine Kahlschlags- und Wald-

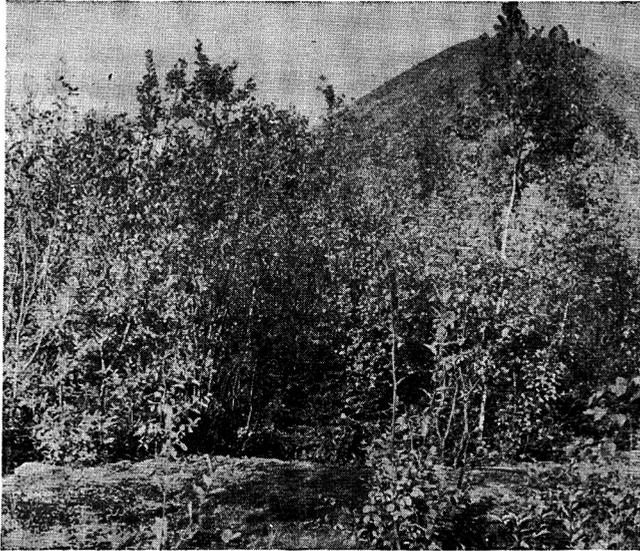


Abb. 7. Granithalde am Filzteich bei Schneeberg. Während die Pionierlaubhölzer ein fast undurchdringliches Dickicht mit Fichten bilden, scheint die Spitzhalde im Hintergrund unbewachsen zu sein. Gneis als Haldengestein.

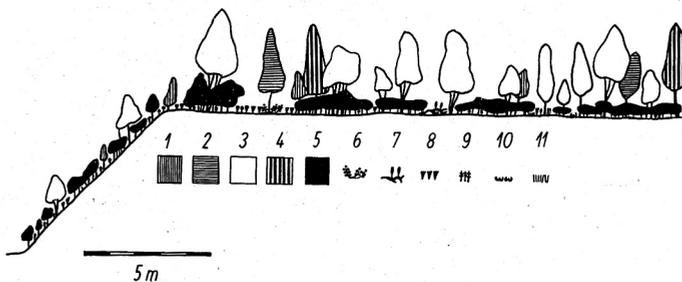


Abb. 8. Standorte wie bei Abb. 7. Auf dem grusigen Granitzersatz entwickelte sich eine ausgesprochene *Picea abies*-Variante der Pioniergesellschaft mit optimal entwickelter Kiefer, einer reichen Kryptogamenflora, (*Cladonia chlorophaea*, — *cornutoradiata* — *glauca*, — *coniocraea*, — *fimbriata*, — *gracilis*, — *cornuta*, — *furcata*, — *deformis*, — *macilenta*, — *bacillaris* und die sehr seltene — *impexa*; wichtig ist das Vorkommen von mehreren autochthonen, bis 60 cm langen Sprossen von *Lycopodium clavatum*. Zum Zeitpunkt der Untersuchungen war die Halde maximal 13 Jahre alt. Profilverlauf W-E, Breite 0,5 m, 1 *Betula pendula*, 2 *Populus tremula*, 3 *Salix caprea*, 4 *Pinus sylvestris*, 5 *Picea abies*, 6 *Lotus corniculatus*, 7 *Lycopodium clavatum*, 8 *Cladonia* sp., 9 *Polytrichum piliferum*, 10 *Parmelia physodes*, 11 *Deschampsia flexuosa*.

pflanze (*Chamaenerion*) und 7 Wiesen-, Ackerunkraut-, Magerrasen- und Weidepflanzen. In natürlichen Gesellschaften besiedeln sie gern \pm nährstoffreiche, frische und meist saure, gelegentlich stickstoffbeeinflusste, vielfach steinige Lehm Böden. Ganz anders sind dagegen die ökologischen Verhältnisse



Abb. 9. Dauerfläche:

Wismuthalde in Niederpöbel bei Schmiedeberg. Flächenbedeckung in einer Fichten-Variante mit Häufung der Pflanzen entlang der Schüttungslinien und in den Mulden der Grubenbahn-Schwellenlager, 28 m².

1 *Picea abies*, 2 *Betula pendula*, 3 *Salix caprea*, 4 *Populus tremula*, 5 *Tussilago farfara*, 6 *Deschampsia flexuosa*, 7 *Rubus idaeus*

auf den Halden. Das Nebeneinander der soziologisch sehr heterogenen Sippen kann nur durch die weitgehende Konkurrenzlosigkeit der Standorte erklärt werden. Auf älteren Halden sind diese Pflanzen praktisch nicht mehr anzutreffen.

Leontodon autumnale, *Cerastium vulgatum* (*caespitosum*) und *Tussilago* erscheinen als ausgesprochene Erstbesiedler. Der Huflattich bevorzugt feindbodenreichere und daher im Wasserhaushalt günstigere Haldenböschungen. *Trifolium repens* gedeiht vorzugsweise auf weniger bodensauren Halden in der Nähe von Brandstellen und Bauschutt. Wie bei den anderen Fabaceen befriedigt die Wuchsleistung der Pflanzen, während alle anderen Arten durch die Standortverhältnisse bedingt deutlichen Nanismus zeigen. Das äußert sich besonders in der Verschiebung der Massenanteile von Sproß- und Wurzelsystem. Die herabgesetzte Vitalität wird durch Pauciflorie, Spätblütigkeit und gelegentliche Sterilität der Samen sowie eine reichliche Einlagerung roter Schutzfarbstoffe augenscheinlich belegt.

Mit einer Stetigkeit von III folgen 4 Differentialarten, die älteren Halden mit Ausnahme vom Rainfarn vollkommen fehlen. In den Standortswünschen gehen sie weit auseinander. Die *Sagina* siedelt als Wasserkeimer gern an zeitweilig wassergefüllten Senken. *Rumex crispus* bevorzugt dagegen mehr die Spitzen von Kegelhalden, vielleicht eine gewisse Vorliebe für nitratreiche Standorte andeutend.

Die letzte Gruppe umfaßt soziologisch indifferente Arten (*Deschampsia flex.*, *Agrostis tenuis*), gesellschaftsabbauende (*Campanula rotundifolia*, *Solidago virgaurea*, *Hieracium silvaticum*, *Galium mollugo*, *Hieracium laevigatum*, *Lotus corniculatus*, *Leontodon hispidus*, *Hieracium pilosella*, *Daucus carota*, *Silene cucubalus*, *Hypericum perforatum*, *Poa compressa*) und zufällige Arten sowie solche, über deren Gesellschaftszugehörigkeit noch nichts ausgesagt werden kann. *Silene cucubalus* könnte u. U. bereits zum charakteristischen Artenverband in der Erstbesiedlung gerechnet werden, denn besonders an Böschungen kann die Art in üppigen Büschen entfaltet sein.

Kryptogamen, denen fälschlicherweise in der Literatur vielfach Pionierarbeit bei der Besiedlung unbewachsener Substrate zugeschrieben wird, sind für die Entwicklung der *Betula pendula*-*Salix caprea*-Gesellschaft völlig bedeutungslos. Moose entwickeln sich nur im geringen Maße und wurden wegen ihrer schwierigen Bestimmung (Stohr 1964) nicht näher untersucht. Laub- und Strauchflechten wachsen an den zusagenden Standorten. *Parmelia physodes* konnte öfter auf Steinen und größerem Schutt gefunden werden. Raschwüchsige *Cladonia*-Arten mit sorediösen Lagerstielen können namentlich auf Granithalden eine Massenentfaltung zeigen. Glattberindete Sippen erscheinen hingegen auf den jüngsten Halden noch nicht. Gesteins- und bodenbewohnende Flechten fehlen meist gänzlich.

In der Pilzflora überrascht der gelegentliche Artenreichtum. Der Kahle Krempling (*Paxillus involutus*) kommt oft in Exemplaren bis zu 20 cm Hutdurchmesser vor. Pezizaceen wurden selten angetroffen, auf der Halde bei Wolfgang Maßen (Neustädtel bei Schneeberg) auch eine Pustulina-Art. Die meisten Pilze dürften ihre Myzelien in den Resten der Grubenhölzer entwickeln. Allgemein scheinen dunkelblättrige Basidiomyceten vorzuherrschen, jedoch bedürfen die Halden in dieser Hinsicht noch eingehender Untersuchungen.

Die verschiedentlich nachweisbaren Luftalgen wurden nicht bestimmt.

3.2.3. Dynamik der Pioniergesellschaft

Nach der regellosen Erstbesiedlung stabilisiert sich in wenigen Jahren das Artenbild. Ausdauernde Pflanzen überwiegen völlig. Auf dicht bewachsenen Granithalden lockert sich die Feldschicht auf oder wird stärker unterdrückt. Entwicklungstendenzen werden durch den Wechsel der Wuchsformen insbesondere bei *Deschampsia flexuosa* veranschaulicht. In den gut entwickelten Beständen verbessert sich das Bodenklima merkbar. Durch Beschattung kann sich die Feldschicht bei ausreichender Lichtfülle (Streulicht) stärker entfalten. Im Tropfbereich der Gehölze neigen die Gräser zu Rasen-

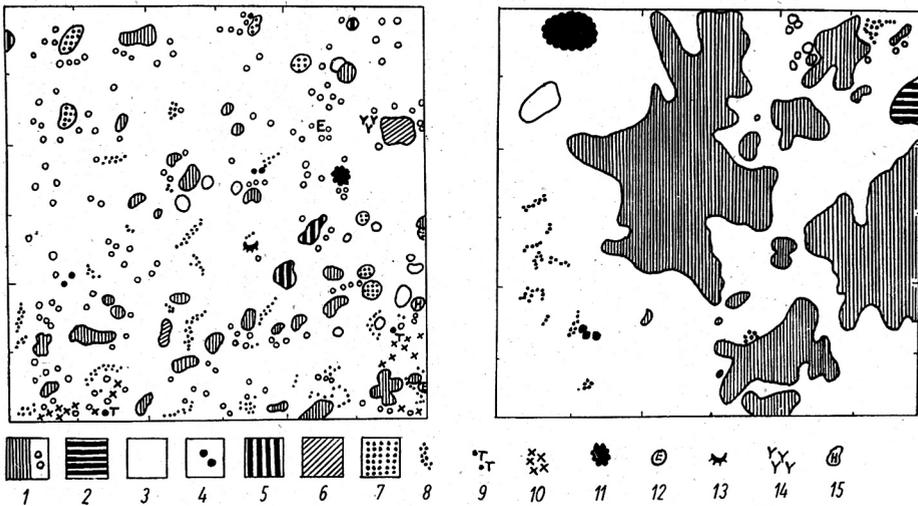


Abb. 10. Deckungsverhältnisse in der Pioniergesellschaft. Links: zweijähriges Entwicklungsstadium auf dem Konstantinschacht bei Zug; rechts: zwölfjähriges Stadium, Frohnau. Fläche je 12×12 dm.

1 *Betula pendula*, 2 *Pinus sylvestris*, 3 *Salix caprea*, 4 *Sorbus aucuparia*, 5 *Rumex acetosa*, 6 *Silene cucubalus*, 7 *Tussilago farfara*, 8 Moose, 9 *Taraxacum officinale*, 10 *Sagina procumbens*, 11 *Agrostis tenuis*, 12 *Epilobium collinum*, 13 ein Ascomycet (Pezizaceae), 14 *Senecio viscosus*, 15 *Hieracium silvaticum*

bildung. Die stärkere Verwitterung in den obersten Bereichen sowie deren Humifizierung bereiten allmählich die Grundlage für eine Ansiedlung anspruchsvoller Arten vor.

Mit einem Alter von 20 bis 30 Jahren wird die heliophile Pioniergesellschaft das Vorwaldstadium erreicht haben.

3.2.4. Die Besiedlung der Haldenböschungen

Die pflanzenliche Besiedlung der Böschungen im allgemeinen und die der Mantelflächen von kegelförmigen Halden insbesondere wird durch zahlreiche, auf den ebenen Haldenteilen nicht wirksame Faktoren eingeschränkt. Neben rein physikalischen Ursachen, wie Roll- und Rutschbewegungen des Schuttes durch Temperatur- und Feuchtigkeitseinfluß sind in zunehmendem Maße auch biologische und pedologische von Bedeutung. Erstere unterbinden eine

pflanzliche Besiedlung geneigter Flächen über Jahrzehnte, letztere verbessern die Standortverhältnisse ziemlich wesentlich. Obwohl im Untersuchungsgebiet die Böschungen flächenmäßig überwiegen, konnten nur wenige, aber dafür um so eindrucksvollere Beispiele eine Besiedlung von Mantelflächen

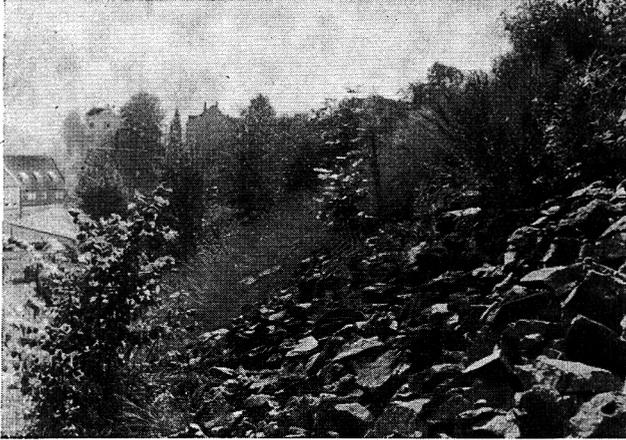


Abb. 11. Terrakonikhalde in Schneeberg. Vegetationsausschnitt vom mittleren Osthang, Blick nach Süden. Im Bild wachsen *Tilia platyphyllos*, *Poa nemoralis*, *Acer platanoides*, *Chamaenerion angustifolium*, *Athyrium filix-femina*, *Betula pendula*.



Abb. 12. Wie Abb. 11, aber Blick nach Westen. Erkennbar sind *Rumex crispus*, *Calamagrostis epigeios*, *Populus tremula*.

näher untersucht werden. Geradezu ideal erscheint eine zweispitzige mit Terrakonik- bzw. Haspelanlagen gekippte Halde im Stadtgebiet von Schneeberg, wenige 100 m von dessen Zentrum entfernt. An Hand einer ausführlichen Beschreibung und über entsprechende Abbildungen sollen im folgen-

den die potentiellen Möglichkeiten der pflanzlichen Besiedlung an Böschungen – stellvertretend für das gesamte Untersuchungsgebiet – gezeigt werden.

Wie zu erwarten, unterscheiden sich die Artengruppierungen wesentlich in ihrer Abhängigkeit von der Exposition. Die feinkbodenreicheren nach Süden und Westen orientierten Teile sind fast nur mit gut entwickelten Sträuchern von *Salix caprea* und *Betula pendula* bewachsen. An kahlen Stellen erscheint massenhaft *Tussilago farfara*, stellenweise von *Senecio viscosus* begleitet.

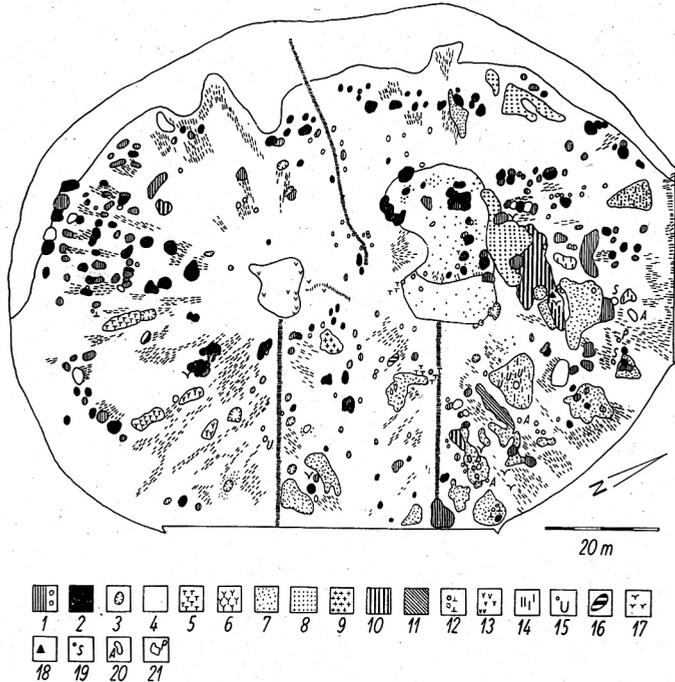


Abb. 13. Wismuthalde in Schneeberg, etwa 300 m westlich vom Rathaus. Sept. 62. Die Schraffen kennzeichnen die Schuttstreifen. An der Westseite der Halde befindet sich an der Basis ein Gebüschsaum mit 70–80 % Deckung. Die Birke überwiegt.

1 *Betula pendula*, 2 *Salix caprea*, 3 *Sambucus racemosa*, 4 *Populus tremula*, 5 *Tussilago farfara*, 6 *Senecio viscosus*, 7 *Poa nemoralis*, 8 *Agrostis tenuis*, 9 *Anthoxanthum odoratum*, 10 *Rubus idaeus*, 11 *Calamagrostis epigeios*, 12 *Tilia platyphyllos*, 13 *Poa annua*, 14 *Rumex crispus*, 15 *Urtica dioica*, 16 *Rumex obtusifolius*, 17 *Athyrium filix-femina*, 18 *Ribes grossularia*, 19 *Sorbus aucuparia*, 20 *Acer pseudoplatanus*, 21 *Acer platanoides*.

Wind- und Wassererosion ertragen die Pflanzen relativ gut. Die Gehölze wachsen bevorzugt am Rande und dem unteren Ende von Grobschuttstreifen. Sie sind oft über 2 m hoch und können beweglichen Schutt nachhaltig stauen. Auf der südlichen Haldenspitze siedeln deutlich nitrophile und teils kurzlebige Arten: *Poa annua*, *Polygonum aviculare*. Wesentlich günstiger sind die Standortverhältnisse auf den nordost- bis ostexponierten Haldenteilen. Der vielfach noch mobile Schutt (Verf. rutschte mehrmals bei der Begehung auf dem beweglichen Schutt stehend abwärts) wird besonders an seinen Rändern von Gehölzgruppen mit *Populus tremula*, *Salix caprea*, *Betula pendula*,

Tilia platyphyllos, *Acer pseudoplatanus*, *A. platanoides*, *Sambucus racemosa*, *Sorbus aucuparia*, *Ribes* (Kulturflüchter) usw. besiedelt. Die Salweide kann sich infolge Fehlens vom Hasenverbiß, was sicher auf die Hangneigung zurückzuführen ist, optimal entfalten.

Unter verschiedenen Gehölzen entwickelte sich auf Feinboden eine geschlossene Moosdecke mit mehreren fruktifizierenden Pilzen. Ein Charakteristikum der Osthänge dieser Halde sind grasreiche Vegetationsflecke folgender Artenkombinationen:

Standort: I Osthang, 40°, 50 m², unteres Drittel, 40 % Deckung.

II Osthang, 40°, 40 m², oberes Drittel, 25 % Deckung.

	I	II
<i>Poa nemoralis</i>	3	2
<i>Epilobium collinum</i>	+	+
<i>Rumex acetosa</i>	+	+
<i>Rumex crispus</i>	+	1
<i>Linaria vulgaris</i>	+ .2	1
<i>Urtica dioica</i>	+	+
<i>Chamaenerion angustif.</i>	+	
<i>Rumex obtusifolius</i>	+	
<i>Linaria cymbalaria</i>	+ .2	
<i>Sorbus aucuparia</i> juv.	+	
<i>Sambucus nigra</i>	r	
Moose	+	
<i>Calamagrostis villosus</i>		+ .3
<i>Plantago lanceolata</i>		r
<i>Leontodon autumnale</i>		+
<i>Tussilago farfara</i>		+
<i>Holcus lanatus</i>		1.2
<i>Senecio viscosus</i>		r
<i>Hypochoeris radicata</i>		r
<i>Agrostis tenuis</i>		+
<i>Poa pratensis</i>		+
<i>Anthoxanthum odoratum</i>		+
<i>Chrysanthemum parthenium</i>		+

Von den 18 Arten bei II sind 10 der typischen Ausbildung der Pioniergesellschaft der Hochflächen nachweisbar. *Chrysanthemum parthenium* und *Urtica dioica* deuten auf allernächste Nähe menschlicher Siedlungen hin; außerhalb der Aufnahmefläche *Daucus carota*, sonst mehr auf der südexponierten Haldenseite verbreitet, desgleichen *Hieracium lachenalii*. Das Vorkommen vom Kahlen Krempling verwundert in diesem Zusammenhang nicht. *Parmelia physodes* wies 1962 Lager bis zu 15 mm Durchmesser auf. Erwähnenswert ist die üppige Entwicklung von *Athyrium filix-femina*.

Der hohe Anteil ruderal-segetaler Pflanzen wird noch durch das randliche Vorkommen von der Ackerkratzdistel (*Cirsium arvense*) unterstrichen. Auffällig ist das häufige Hainrispengras, das in lockeren Horsten bei guter Entfaltung die Wuchseleistungen aller sonst auf gleichalten Halden vorkommen-

der Gräser überbietet. Die Art findet als Halbschattengras an der absonnigen Ostböschung zusagende Standortbedingungen.

Calamagrostis epigeios schließt sich in lockeren Bestand in einer nach oben führenden Schuttrinne an die Hainrispengrasbestände an. *Agrostis tenuis* und die *Deschampsia flexuosa* häufen sich in der Umgebung des niederen, größeren Haldenplateaus.

Rubus idaeus bildet auf lockerem, nicht zu grobem Schutt gern Reinbestände.

3.2.5. Die soziologische Stellung

Die beschriebene Gesellschaft ist in die Klasse der *Epilobietea angustifolii* Tx. et Prsg. 1950, und zwar der Ordnung des *Sambuco-Saliciom capreae* Tx. et Neumann 1950, einzuordnen. Es handelt sich um die mitteleuropäischen Vorwaldgesellschaften. Die Ordnung umfaßt die strauch- und weichholzreichen Pioniergesellschaften älterer Schlagflächen, besonders der *Fagetalia* im collinen und montanen Bereich. Ein Vergleich mit den Trümmergesellschaften ergab nur geringe Übereinstimmungen [Kreh (1951), Weber (1961) usw.]. Man müßte sich daher entschließen, den nitrophilen und gewöhnlich basiphilen Vorwaldgesellschaften eine Assoziationsgruppe acidiphiler Pioniergesellschaften auf Gesteinschutt ebenbürtig an die Seite zu stellen.

Zusammenfassung: Auf 2- bis max. 17jährigen Halden wurden die Vegetationsverhältnisse untersucht. Die Pflanzendecke der ebenen Hochflächen erwies sich über größere Entfernung als weitgehend im Artgefüge beständig. Auf die höhenmäßige Ausbildung von Fazies wurde eingegangen.

Große Hindernisse stellten sich bei der Untersuchung von Böschungen und Mantelflächen ein. Meist völlig unbewachsen, gelang es nur bei wenigen Halden, allgemein gültige Züge herauszuarbeiten. Dabei wurde eine deutliche Bevorzugung der Schattenseite nachgewiesen. Stickstoffliebende Arten kennzeichnen die Haldenspitzen als Vogelsitzplätze. Die wechselnde Artenzusammensetzung geschlossener Bestände unterstreicht die Zufälligkeit bei den Erstbesiedlungen. Die Nord- und Ostseiten sind offenbar für eine pflanzliche Besiedlung begünstigt. Über die Wirkung des Windes auf extrem herausragende Halden liegen keine Untersuchungen vor. Die Pflanzendecke der Spülhalden von Erzwäschen wurde nicht in die Beschreibung einbezogen.

3.3. Die *Pimpinella saxifraga-Carlina vulgaris*-Gesellschaft

Während die Pioniergesellschaft auf den zahlreichen jüngeren Halden praktisch für das gesamte Erzgebirge nachgewiesen werden konnte, beschränkte sich die Untersuchung der Folgegesellschaft durch die besonderen bergbaulichen Verhältnisse der dritten Silberzeit (Beginn gegen Mitte des 18. Jahrhunderts, Ende durch einen Beschluß des Sächsischen Landtages 1913) auf das Bergbauzentrum von Freiberg und Brand-Erbisdorf. Die Halden ruhen seit 1890 fast im gesamten Brander Revier, in Freiberg die letzten seit 1913. In den mittel- und westerzgebirgischen Bergbaugebieten konnte keine unbeeinflusste Haldenvegetation entsprechenden Alters angetroffen werden.

Die Gesellschaft muß als ein Folgestadium der *Betula pendula-Salix caprea*-Gesellschaft angesehen werden. Durch die geographische Lage und das Vorhandensein mehrerer wärmeliebender Arten (Stohr 1964, Lange 1938)

sowie die Physiognomie der Vegetation muß sie als eine wärmeliebende Ausbildungsform des klimatisch begünstigten Unterezgebirges betrachtet werden. Die Gehölze haben einen Entwicklungsstand erreicht, der die Bezeichnung *Vorwald* erlaubt. Die Ursachen sind einmal im progressiven Wachstum der Haldenbesiedler zu sehen, aber auch gleichzeitig Ausdruck ganz spezifischer Bodenbildungs- bzw. Schuttverwitterungsprozesse.

3.3.1. Standortverhältnisse

Stärker als in den mittleren und oberen Gebirgslagen bestimmen die hohen Sommertemperaturen und relativ geringe Niederschläge in dieser Zeit die Existenzmöglichkeiten der Pflanzen.

Das überwiegend grobe, durch Schießerarbeiten aus den Erzgängen und dem Gebirge gebrochene Gneis- und Ganggestein weist durch standortbedingtes Kleinklima vielfach schwärzliche Überzüge infolge oberflächlicher Manganausscheidungen auf. Mäßig hohe, meist tafelförmige Halden von gelegentlich mehreren 100 m Sohlenlänge umgeben größere Gruben.

Im Gegensatz zu den Wismuthalden sind im Schutt oft reichlich nicht verwertbare Erzmittel aus der kiesig-blendigen Bleierzformation enthalten, besonders Bleiglanz, Schwefelkies, Zinkblende und Arsenkies (Revier Freiberg); Karbonspäte (Kalkspat, Manganspat) üben eine fördernde Wirkung auf die Pflanzendecke der Halden im Brand-Erbisdorfer Gebiet aus.

Die Bodenbildungsprozesse werden durch das Standortklima entscheidend gehemmt. In oberflächennahen Bereichen neigt der Gesteinsschutt zu rein physikalischer Verwitterung. Scharfkantige, trockene Zerfallsprodukte bedecken die Halden. Eine hydrolytische Verwitterung der Silikate kommt nur untergeordnet vor. Die weiten, kommunizierenden Poren im Schutt gestatten keine stärkere Durchfeuchtung des Haldenkörpers, vielmehr scheinen sie mit für die mehrfach beobachtete stabile Zementation der anfangs lockeren Skeletteile durch Eisenoxide verantwortlich zu sein.

In lückigen Beständen und an den Böschungen können die klimatischen Faktoren noch voll wirksam werden, während bei früher extremen Standortverhältnissen durch eine gut entwickelte Gehölzschicht und eine gewisse Bodenhumifizierung spürbare Verbesserungen im Bestandesklima auftreten.

3.3.2. Gesellschaftsaufbau

Der qualitativ höhere Schritt in der Besiedlung sterilen Gesteinsschuttes findet in der floristischen [Lange (1930)] und soziologischen [Richter (1963), Stohr (1964)] Zusammensetzung einen unmittelbaren Niederschlag. Erstmals kann von einer Baumschicht gesprochen werden, die aus den lichtliebenden Weichhölzern der Pioniergesellschaft und einigen unbedeutenden Begleitern mit verbreitungsbiologisch anderem Charakter als Merkmal der Genese hervorgegangen ist. Stärker drückt sich die Entwicklung in der Strauchschicht aus.

Zur Ermittlung der Stetigkeit wurden wiederum 8 Vegetationsaufnahmen, die am besten den Entwicklungsstand widerspiegeln, herangezogen. Die Aufnahmefläche lag zwischen 150 und 200 m². Die Deckung in der Baumschicht erreichte selten 100 % (ϕ 70 %). Neben bis über 40° geneigten

Böschungen wurden vor allem die Hochflächen der Halden untersucht. Die Strauchschicht war bereits stark aufgelockert. In der Feldschicht liegt die Deckung zwischen 10 und fast 100 %.

B <i>Betula pendula</i>	II 3-4	<i>Echium vulgare</i>	IV r-+
<i>Populus tremula</i>	II 1	<i>Euphrasia stricta</i>	IV +-1
<i>Salix caprea</i>	II +-1	<i>Epipactus atrorubens</i>	III +
<i>Sorbus aucuparia</i>	I 2	<i>Ramischia secunda</i>	I 1
<i>Quercus robur</i>	I 1	<i>Potentilla verna</i>	III +-2
<i>Prunus avium</i>	I 1	<i>Poa compressa</i>	IV +-2
<i>Acer platanoides</i>	I 1	<i>Agrostis tenuis</i>	V r-3
		<i>Deschampsia flexuosa</i>	II +-1
S <i>Betula pendula</i>	V 1-4	<i>Festuca rubra</i>	IV +-2
<i>Salix caprea</i>	V i-3	<i>Leontodon autumnale</i>	I +
<i>Populus tremula</i>	III +-2	<i>Cerastium vulgatum</i>	I +
<i>Sorbus aucuparia</i>	V r-3	<i>Rumex acetosella</i>	II +
<i>Prunus avium</i>	III +-1	<i>Trifolium repens</i>	I r
<i>Quercus robur</i>	IV r-1	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	III +-1
<i>Rhamnus frangula</i>	III +-1	<i>Taraxacum officinale</i>	III r-+
<i>Pinus sylvestris</i>	IV r-+	<i>Epilobium collinum</i>	II +
<i>Fraxinus excelsior</i>	II r-+	<i>Chamaenerion augustifolium</i>	I +
		<i>Rumex acetosa</i>	III +
F <i>Campanula rotundifolia</i>	IV +	<i>Calamagrostis epigeios</i>	I +
<i>Solidago virgaurea</i>	V +-1	<i>Vicia cracca</i>	I +
<i>Hieracium sylvaticum</i>	IV +	<i>Euphrasia nemorosa</i>	I 2
<i>Galium mollugo</i>	V +-1	<i>Hypochaeris radicata</i>	I +
<i>Hieracium laevigatum</i>	V r-2	<i>Erigeron acer</i>	II +
<i>Lotus corniculatus</i>	V +-1	<i>Centaurea jacea</i>	II +-2
<i>Leontodon hispidus</i>	IV +-1	<i>Meililotus albus</i>	I +
<i>Pimpinella saxifraga</i>	IV r-+	<i>Chrysanthemum leucanth.</i>	II +
<i>Linum catharticum</i>	V +-2	<i>Hieracium lachenalii</i>	II +
<i>Carlina vulgaris</i>	IV +-2	<i>Achillea millefolium</i>	II +
<i>Silene cucubalus</i>	IV +	<i>Luzula campestris</i>	I +
<i>Hieracium pilosella</i>	IV +-1	<i>Dactylis glomerata</i>	II r-+
<i>Thymus pulegioides</i>	IV +-2	<i>Rubus idaeus</i>	II +-1
<i>Daucus carota</i>	IV +-1	<i>Calluna vulgaris</i>	II +
<i>Hypericum perforatum</i>	V +	<i>Antennaria dioica</i>	I 1.2

Die Tendenz zur Gruppenbildung bei den Gehölzen ist in diesem Stadium am ausgeprägtesten. Die Gehölze weisen Höhen von 2 bis 8 m auf. Meist zoochor verbreitete, anspruchsvollere Holzarten entwachsen langsam ihren Schattenstandorten in der unmittelbaren Nähe wohlentwickelter Pioniergehölze. *Quercus robur* und *Cerasus (Prunus) avium* sowie *Acer platanoides* verdienen besondere Erwähnung. Das gehäufte Auftreten von *Pinus sylvestris* ist im Zusammenhang mit der Förderung dieser Hölzart durch den Menschen zu sehen. Der Faulbaum gehört zu den ständigen Begleitern. Die Verschiebung des Holzartenspektrums zugunsten echter Waldarten findet in hier nicht wiedergegebenen Keimlingszahlen seinen wohl eindeutigsten Beweis. Lichtliebende Arten sind nicht mehr vertreten.

In der Feldschicht kommen vor allen Dingen termophile und im Gebiet durchaus selten zu beobachtende Arten (*Peucedanum oreoselinum* usw.) neu hinzu, andere aus der Initialgesellschaft erreichen ihr Optimum auf Haldenstandorten. Nanismus tritt nicht so ausgeprägt auf.

Entwicklungsstand und Artenkombination in der Feldschicht sind jetzt stärker standortsbedingt.

Die Vegetation meidet vor allem Stellen mit toxisch wirkenden Salzen aus der Erzverwitterung, zumindest fehlen ihr bei Entwicklung von grasreichen Vegetationsflächen die Gehölze. Die gesellschaftsindifferenten Arten *Agrostis*, *Festuca rubra* und *Deschampsia* sind allgemein verbreitet. In der artenreichen Halbtrockenrasen können *Antennaria*, *Hieracium pilosella* und *Carlina vulgaris* faziesbildend auftreten, besonders auf älteren Halden mit unterdrücktem Gehölzbestand.



Abb. 14. Reicheltshachthalde Brand-Erbisdorf. Verhagerter Bestand einer Blei-Zink-Silbererzgrube. Zu beachten sind Stieleichensämlinge im Tropfbereich der Bäume, desgl. *Deschampsia flexuosa*-Rasen auf der sonst nur durch Horstgräser, Moose und Flechten bewachsenen Halde.

Die artenreichen Bestände bevorzugen die Halden der Braunspat-Formation, während verarmte und stärker mit Kryptogamen durchsetzte Ausbildungsformen auf den Halden kiesig-blendiger und fluor-barytischer Erzgänge beschränkt sind. Unter lockerwachsenden, buschigen, 2 bis 6 m hohen Birken durchdringt sich teilweise eine ausgeprägte Moos- und Flechtenfazies, die einen tundrenartigen Eindruck vermittelt. Wichtige Arten sind *Polytrichum piliferum*, — *juniperinum*, *Bryum spec.*, *Cladonia Floerkeana*, — *pyxidata*, — *verticillata*, — *pleurota*, — *papillarea* usw. und *Baeomyces roseus*.

Floristische Besonderheiten sind *Epipactis atrorubens*, — *helleborine*, *Ramischia secunda* und *Pyrola minor*.

Die erste und dritte Art bildet mit *Euphrasia stricta* und *Poa compressa* eine gute Differentialartengruppe.

Die charakteristischen Arten sind vor allem neben den namengebenden *Linum catharticum* und die in der Tabelle bis zu *Echium vulgare* aufgezählten sowie einigen Kleinarten von *Festuca ovina* nach Stohr (1964). Die Häufung anspruchsloser und wärmebedürftiger Arten unterstreicht in der Feldschicht die genetischen Beziehungen zu Mager- und armen Halbtrockenrasen, es besteht also eine deutliche Diskrepanz zwischen der Entwicklungstendenz der Gehölze zum Wald und der Artenzusammensetzung in der Feldschicht, die in ihrer Kombination eher zu lichtliebenden, gehölzfreien Vegetationstypen gehören müßte. Das Vorkommen von *Peucedanum oreoselinum* an wärmsten Standorten unterstreicht das exklavenartige Vorkommen der wärmeliebenden Arten in der nicht annähernd so termophilen Vegetation auf gewachsenen Böden.

Das floristische Bild der Halden aus der dritten Silberzeit ist mit diesen Ausführungen noch lange nicht erschöpft, aber es kann hier auf die vorzüglichen Ausführungen bei Lange (1938) und Stohr verwiesen werden.

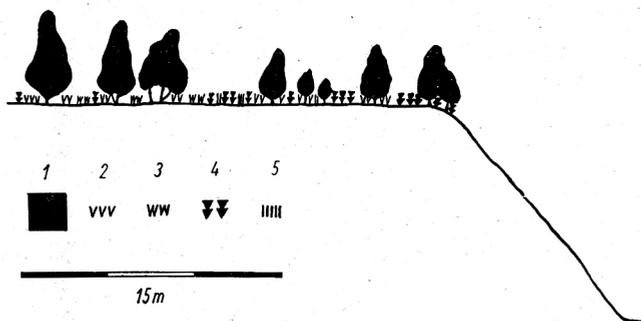


Abb. 15. Wie Abb. 14, Westteil des Haldenkomplexes. Profil SSE-NNW, 2 m breit. Im links anschließenden Haldenteil wachsen noch Aspe, Salweide und Eberesche sowie *Ramschia secunda* und *Epipactis atrorubens* in der Feldschicht.
1 *Betula pendula*, 2 *Deschampsia flexuosa* — rasig, 3 dgl. — horstig, 4 *Cladonia verticillata*, 5 *Polytrichum piliferum*.

Charakteristisch für diese Halden scheint das Vorkommen vom Erbsenstreuling (*Pisolithus tinctorius*) zu sein. Als Rohbodenbesiedler dominiert er auf den ärmeren Standorten, während verschiedene Röhrlinge (*Boletus scaber*) und Blätterpilze in einer geschlossenen Vegetationsdecke gesammelt wurden.

3.3.3. Soziologische Einordnung

Die Gesellschaft ist trotz spezifischer, vor allem bodenmäßig und klimatisch bedingter Eigenheiten an die Pioniergesellschaft anzureihen. Sie schließt die Vorwaldbildung auf den Halden ab. Ihr folgt später eine echte, wenn auch kleinflächig entwickelte Laubwaldvegetation in verschiedenen höhenstufigen abhängigen und stärker voneinander abweichenden Gesellschaften.

3.4. Die Vegetationsdecke auf Halden der zweiten Silberzeit

3.4.1. Standörtliche Grundlagen

Zeitlich lag die zweite große Bergbauperiode im Erzgebirge etwa zwischen 1500 und 1750. Endete die erste große Silberzeit auf Grund der unzuläng-

lichen technischen Entwicklung und dem wissenschaftlichen Stand, so muß die zweite Silberzeit durch Revolutionierung der Abbau-, Förder- und Aufbereitungstechnologie auf der Grundlage montanwissenschaftlicher Untersuchungen und Forschungsarbeiten als die Renaissance des damaligen Bergbaus angesehen werden. Neben der verbesserten Wasserlösung der Gruben durch sinnvolle Ausnutzung des Kraftpotentials fließenden Oberflächenwassers konnte ein wirtschaftliches Arbeiten durch Einführung der Bohr- und Schießtechnik erzielt werden. Es fielen dadurch erstmalig grobe Brechprodukte an, die zum großen Teil als Bergversatz entsprechend der Abbauweise im Firsten- und Strossenbau unter Tage verbaut wurden und nur ein geringer Teil zur Verkipfung auf Halden gelangte. Diese kennzeichnen in großer Zahl die Landschaft der erzgebirgischen Bergbaureviere, da entsprechend der wirtschaftlichen Struktur eine Vielzahl kleinerer Gruben auf den Erzgängen baute. Die ältesten Halden dieser Epoche sind meist nur wenige Meter hoch und von flachgewölbtem, schildförmigem Aufbau. Die jüngeren dagegen sind vielfach mit mehreren Bermen versehen, d. h. durch zeitlich nacheinander aufgestockte Hängebänke terrassierte Halden.

Wie bei jüngeren Halden durchziehen die weiten luffterfüllten Porenräume zwischen den Blöcken und Steinen das Schüttgut. Das bedingt, daß den Pflanzen noch nicht in ausreichender Menge Transpirationswasser zur Verfügung steht. Es darf allerdings nicht übersehen werden, daß der Oberboden, den man als einen steinigen Lehmboden im pedologischen Sinne bezeichnen müßte, für die Pflanzenwelt relativ günstige Standortbedingungen bieten kann.

Bei fehlendem oder geringem Erzgehalt entwickelten sich das Landschaftsbild angenehm belebende Gehölzgruppen, die zwar insgesamt nicht sonderlich artenreich, aber landeskulturell wichtig sind. Eine durch verschiedene alte Bäume und Sträucher in sich geschichtete Flora überzieht die Halden völlig. Ein Gebüschsaum verwehrt oft den direkten Zutritt. Die zentralen Einsturztrichter, durch Zubruchgehen der Schachteingänge entstanden, schaffen lokal günstige Bedingungen für schatten- und feuchtigkeitsliebende Pflanzen, besonders Wurmfarne, Frauenfarne, Eschen und Ahorne neben einigen Moosen (*Mnium hornum* usw.), die man sonst vergeblich auf den Halden sucht.

Ein größerer Gehalt an verwitterbaren und dann toxisch wirkenden Erzen scheint allgemein die Gehölzentwicklung zu bremsen (Halden um Schneeberg und Freiberg). Die Halden vergrasen dann ziemlich vollkommen und ebenen Zwergsträuchern (*Calluna*, *Vaccinium*) den Weg zur Ansiedlung. Eine intensive Bodendurchwurzelung führt zur restlosen Ausnutzung der freien Wassermengen. Bodenverfestigung, Verkittung und Verdichtung konnten, durch unterschiedlichste Faktoren bedingt, dann meist am Profil deutlich erkannt werden.

Allgemein zeichnen sich die Halden durch relativ günstige Standortverhältnisse aus. Demnach wäre eine entsprechend vielfältige Vegetation zu erwarten, wenn sich der menschliche Einfluß nicht degradierend auswirken würde. Von den nahezu 500 begangenen Halden eigneten sich aus diesem Grund nicht einmal 10 % für die Untersuchung.

3.4.2. Die *Betula pendula*-*Sorbus aucuparia*-Gesellschaft

3.4.2.1. Soziologischer Aufbau

Abweichungen im floristischen Aufbau höhenmäßig stärker getrennter Halden, besonders bei Vergleich des niederen mit dem mittleren und oberen Erzgebirge, rechtfertigen es nicht, eine synthetische Tabelle wiederzugeben. Es wurde hier deshalb der gesamte Artengrundstock von verschiedenen Vegetationsaufnahmen aufgezeichnet.

Aufn.-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Fläche in m	300	200	300	200	200	120	150	30	30
Neigung	—	5°	—	—	35°	30°	30°	30°	35°
Exposition	—	NNW	—	—	NW	NNE	NE	E	NE
Deckung in B	75 %	100 %	100 %	80 %	90 %	15 %	35 %	90 %	—
S	75 %	30 %	60 %	15 %	30 %	90 %	100 %	20 %	20 %
F	98 %	75 %	90 %	100 %	65 %	45 %	30 %	35 %	100 %

Aufnahme-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
B <i>Betula pendula</i>		2	2	—	2	1	2	2	—
<i>Populus tremula</i>	—	2	1	—	2	2	2	2	—
<i>Salix caprea</i>	—	1	—	—	2	—	—	1	—
<i>Sorbus aucuparia</i>	+	—	1	—	3	1	1	2	—
<i>Prunus avium</i>	—	2	1	—	2	—	—	3	—
<i>Quercus robur</i>		3	4	4	2	—	—	—	—
<i>Quercus petraea</i>		3	2	2	4	—	—	—	—
<i>Acer pseudoplatanus</i>	—	—	2	—	2	2	2	3	—
<i>Acer platanoides</i>	—	—	—	—	2	—	—	—	—
S <i>Betula pendula</i>	1	—	—	—	1	—	1	—	—
<i>Populus tremula</i>	—	—	1	—	—	+	1	1	—
<i>Salix caprea</i>	—	—	1	—	1	—	—	1	—
<i>Sorbus aucuparia</i>	+	—	2	1	2	2	—	2	+
<i>Prunus avium</i>	—	+	—	—	1	—	1	1	—
<i>Quercus robur</i>	—	2	1	—	—	—	—	—	—
<i>Rhamnus frangula</i>	1	—	—	+	2	1	1	—	1
<i>Acer pseudoplatanus</i>	—	—	+	—	—	1	1	1	1
<i>Acer platanoides</i>	—	—	—	—	1	+	1	—	—
<i>Fraxinus excelsior</i>	—	—	+	r	—	+	—	—	—
<i>Sambucus racemosa</i>	—	—	—	+	2	+	—	—	—
<i>Viburnum opulus</i>	—	—	+	1	1	1	+	1	+
<i>Quercus petraea</i>	1	+	1	1	—	—	—	—	—
<i>Crataegus monogyna</i>	—	+	—	+	—	1	2	—	1
<i>Sambucus nigra</i>	—	—	—	—	—	—	1	—	—
<i>Lonicera nigra</i>	—	—	—	—	—	2	1	—	—
<i>Daphne mezereum</i>	—	—	—	—	—	—	—	+	+
<i>Corylus avellana</i>	—	1	—	1	—	4	4	—	2
F <i>Agrostis tenuis</i>	r	3	3	2	—	—	—	1	2
<i>Deschampsia flexuosa</i>	3	2	1	4	2	1	1	1	—

Die Vegetationsaufnahmen verteilen sich auf folgende Halden:

- 1 Brand-Erbisdorf, 250 m ESE Gelobt-Land-Schacht, **B** —, **S** 5–60 dm
- 2 Brand-Erbisdorf, 200 m NE Gelobt-Land-Schacht, **B** 6–12 m, **S** 15–35 dm
- 3 Brand-Erbisdorf, 600 m SW zu W Gelobt-Land-Schacht, **B** 6–13 m, **S** 5–50 dm
- 4 Brand-Erbisdorf, 500 m NE zu E Gelobt-Land-Schacht, **B** 17–22 m, **S** 5–30 dm
- 5 Schneeberg, 300 m NW vom Neuen Teich, **B** 8 m, **S** 5–30 dm
- 6 Frohnau, 350 m NW Schreckenbergr, **B** 8 m, **S** 8–40 dm
- 7 Frohnau, Nähe Aufnahme 6, 120 m SW vom Pulverhäuschen,
B 4–9 m, **S** 5–40 dm
- 8 Frohnau, Halde südlich vom Wirtshaus zur Bäuerin, **B** 3–13 m, **S** 6–30 dm
- 9 Frohnau, Halde 400 m NW Schreckenbergr.

Auf diesen älteren Halden, die eine kaum in ihrer Entwicklung entscheidend gestörte Vegetation tragen, sind waldartige Formen ausgeprägt. Die

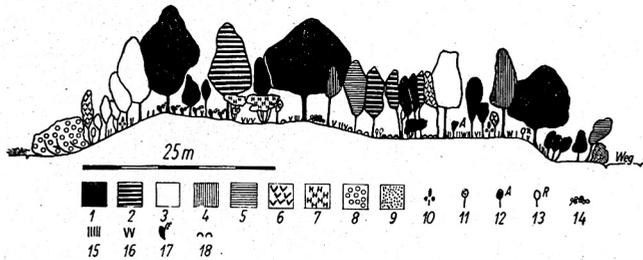


Abb. 16. Vegetationsprofil:

Brand-Erbisdorf, alte Halde 200 m NE Gelobt-Land-Schacht. Profil S-N, 1,5 m breit. August 62. Darstellung der Deckungsverhältnisse auf einer Halde der 2. Silberzeit.

1 *Quercus robur*, 2 *Quercus petraea*, 3 *Prunus avium*, 4 *Betula pendula*, 5 *Populus tremula*, 6 *Sorbus aucuparia*, 7 *Corylus avellana*, 8 *Prunus spinosa*, 9 *Rosa spec.*, 10 *Sambucus racemosa*, 11 *Crataegus monogyna*, 12 *Acer pseudoplatanus*, 13 *Rhamnus frangula*, 14 *Astragalus glycyphyllos*, 15 *Poa nemoralis*, 16 *Deschampsia flexuosa*, 17 *Convolvulus majalis*, 18 Laubstreu.

Pflanzen bevorzugen meist schwach sauren Boden und stellen höhere Ansprüche an die Nährstoffbereitstellung. Die stark steinigen Lehmböden vermögen erstmals ausreichend Wasser für die auf ihnen stockende Pflanzendecke bereitzustellen, das gilt vor allem für Halden im mittleren und höherem Erzgebirge.

Im Brand-Erbisdorfer Revier sind Arten ärmerer Eichen-Hainbuchenwälder und bodensaurer Eichenwälder verbreitet, in mittleren Gebirgslagen solche der Buchen-, Tannen-, Fichtenmischwälder in der Ausbildungsform des unteren montanen Bereichs. Auf den Halden im hohen Erzgebirge treten Fichtenbegleiter auf. Eine nähere Untersuchung erfolgte nicht, weil die stärker anthropogen beeinflussten Pflanzenbestände das natürliche Entwicklungsbild nicht hinreichend genau widerspiegeln.

Die 3 Hauptholzarten der Initialgesellschaft fehlen zwar auch in dieser Gesellschaft nicht — was mit Sicherheit als Anzeichen für eine gewisse menschliche Beeinflussung anzusehen ist —, jedoch prägen die besser entwickelten und konkurrenzstarken Wald-, insbesondere Edellaubhölzer wie Eichen, Ahorne, Eschen u. a., das Bild.

Die 4 Vegetationsaufnahmen von alten Halden bei Frohnau fallen durch die Häufung floristisch interessanter Arten sowie durch eine für Halden ungewöhnlich hohe Zahl auf. Die Ursachen dieser reichen Entwicklung können vor allem in den Bodenverhältnissen gesucht werden. Diese sind jedoch im Gebiet so starken Schwankungen unterworfen, daß nur wenige 100 m entfernte Halden wesentlich geringere Artenzahlen aufweisen. Die selektierende Wirkung einer unregelmäßigen Holznutzung durch die ansässigen bäuerlichen Bevölkerungskreise dürfte dabei nicht unwesentlich sein.



Abb. 17. Wie Abb. 16, aber Ansicht von Westen.

Mehrere Geophyten weisen durch ihre gute Entfaltung auf einen skelettarmen Oberboden hin. Ihr Vorhandensein kann — von wenigen Ausnahmen abgesehen (*Epipactis*) — parallel zum Vorkommen in ausgesprochenen Waldgesellschaften für die Differenzierung der Haldenvegetation aus der ersten und zweiten Silberzeit dienen. Die Zugehörigkeit der Arten zu verschiedenen Waldgesellschaften verdeutlicht die Unfertigkeit der entwickelten Bestände. Weiterhin war es nicht möglich, naturnahe Restwälder und Gebüschgruppen in der Nähe der Bergbauzentren auf ihre Zusammensetzung hin zu untersuchen. Für die ältesten Halden zwischen Freiberg und Brand-Erbisdorf wird ein Stieleichen-Traubeneichenwald als vorläufiges Schlußglied der Vegetationsentwicklung angenommen. Einige Halden rechtfertigen diese Vermutungen. Im mittleren und Westerzgebirge kann nicht mit dem Vorkommen einer Schlußgesellschaft gerechnet werden, weil die Halden das dazu notwendige Alter nicht besitzen.

Merkwürdig mutet das Fehlen von Buchen, Linden, Ulmen und Hainbuchen auf Halden an. Als Ursache ist hauptsächlich an deren Fehlen in der näheren Umgebung zu denken. Ob es der alleinige Grund ist, bleibt dahingestellt.

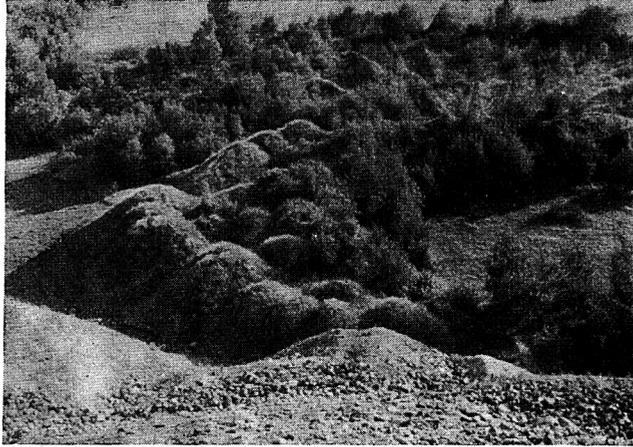


Abb. 18. Blick von einer Terrakonikhalden bei Frohnau auf durchgearbeitete Halden der späten 2. Silberzeit. Durch die säkularen Verwitterungsvorgänge wurde das Haldengestein so stark zersetzt, daß an Stelle der Pioniergesellschaft ein artenarmer Magerrasen zur Entwicklung gelangen konnte.

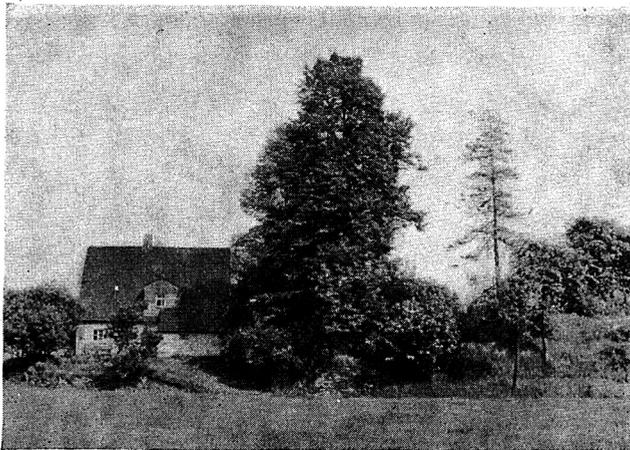


Abb. 19. Halde aus der frühen 2. Silberzeit in Brand-Erbisdorf. Das Huthaus trägt noch ziemlich unverfälscht den Charakter eines Grubengebäudes. Gleichzeitig wird der Einfluß des Menschen auf die Haldenvegetation dokumentiert. Der stattliche Baum rechts vom Haus ist eine Linde, davor wachsen Flieder und Eberesche, weiter rechts eine rauchgeschädigte Fichte. Die Roßkastanie im Hintergrund steht nicht mehr auf der Halde.

4. Zusammenfassung

Im Ergebnis mehrjähriger Vegetationsuntersuchungen auf den erzgebirgischen Bergwerkshalden konnten die Sukzessionsverhältnisse in den Hauptzügen geklärt werden. Auf den nach 1945 gekippten Halden hat sich eine durch die Umweltbedingungen geformte und über größere Gebiete im Aufbau gleichbleibende Pioniergesellschaft entwickelt. Sie wurde nach den häufigsten Gehölzen als *Betula pendula*-*Salix caprea*-Gesellschaft bezeichnet. Im Unteren Erzgebirge wurden einige wärmeliebende Arten in ihr beobachtet, die jedoch in den mittleren und vor allem oberen Gebirgslagen fehlen und montanen Elementen einen Platz einräumen. Eine Roterlen- und Fichtenvariante wurde näher beschrieben.

Die zum Vorwald entwickelte Pioniergesellschaft der nächstälteren Halden erfuhr am Beispiel der *Pimpinella saxifraga*-*Carlina vulgaris*-Gesellschaft eine nähere Erläuterung. Da die Vegetation der Halden aus der 3. Silberzeit betont bodenbedingt entwickelt ist, schien es sinnvoll, die pedologischen Verhältnisse eingehender zu behandeln.

Die wesentlich besseren Standortverhältnisse auf den Halden der 2. Silberzeit sind als ein Ergebnis jahrhundertelanger Bodenbildungsprozesse anzusehen. Waldartige, edellaubholzreiche Vegetationstypen, in denen die markreichen Weichhölzer keine Bedeutung mehr besitzen, charakterisieren die Vorstufe eines altersbedingten und nur selten bei Brand-Erbisdorf ausgeprägten Endstadiums.

Die natürliche Pflanzenwelt der ältesten Halden konnte nicht mit Sicherheit bearbeitet werden, weil die anthropogene Degradation zur Beseitigung des ungestörten Entwicklungsbildes führte.

Analog zu den Entwicklungstendenzen in der Gehölzschicht wandeln sich Artenbild und Wuchsformenspektrum im Laufe der säkularen Vegetationsgenese. In älteren Beständen häuft sich die Zahl der Geophyten, während die offenbar lichtliebenden Flechten auf den 50- bis 200jährigen Halden ein Optimum haben. Bei den Cladonien herrschen anfangs sorediöse, später glatt berindete Arten mit hohem ökologischem Zeigerwert auf. Die nähere Untersuchung der Moos- und Pilzvegetation mußte unterbleiben.

Schrifttum

- Agricola, G.: De re metallica libri XII 1556 (Deutsche Ausgabe Berlin 1928).
 Anders, J.: Die Strauch- und Laubflechten Mitteleuropas, Jena 1928.
 Bertsch, K.: Flechtenflora von Südwestdeutschland, Stuttgart 1955.
 Braun-Blanquet, J.: Pflanzensoziologie, 2. Aufl., Wien 1951.
 Ellenberg, H.: Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. In: Walter: Phytologie Bd. IV/1, Stuttgart 1956.
 Flössner, W.: Die Pflanzenwelt des Erzgebirges. Heimatkundliche Blätter f. d. Bez. Dresden, Karl-Marx-Stadt und Leipzig. Jgg. 1955/56, 12/13 (1955/56) 9-12; 14/15 (1955/56) 93.
 Frisch, A.: Die Vegetationsverhältnisse und die Flora des Pöhlberggebietes (Erzgeb.). Diss. Leipzig (1897).

- Gams, H.: Die Moos- und Farnpflanzen. In: Kleine Kryptogamenflora Bd. IV, Stuttgart 1957.
- Goldschmidt, J.: Das Klima Sachsens, Berlin 1950.
- Grohmann, E.: Das Klima im Königreich Sachsen. Dresden (ohne Jahr).
- Gründler, P.: Beiträge zur Ökologie und Soziologie der oberschlesischen Haldenflora. Mitt. d. Beuth. Geschichts- und Museumsvereins 13/14 (1930–31).
- Haubold, W.: Gutachten über die Wismuthalden im Raume Annaberg-Buchholz. Mskr. im Archiv des VEB Geologische Erkundung Süd, Freiberg 1962.
- Haubold, W.: Zum Problem der Rekultivierung der Halden der SDAG Wismut im Stadtgebiet Annaberg-Buchholz. Naturschutzarbeit und naturkundliche Heimatforschung in Sachsen 4 (1962) 79–87.
- Haubold, W.: Bodengeologisches Gutachten über die Rekultivierungsmöglichkeiten der Halden im Schlemaer Bergbauggebiet. Mskr. im Archiv des VEB Geologische Erkundung Süd, Freiberg 1962.
- Heynert, H.: Das Pflanzenleben des hohen Westergebirges. Dresden und Leipzig 1964.
- Horn, G.: Bodenkundliche Beobachtungen an Freiburger Bergwerkshalden. Mitt. Nat. wiss. Ver. Freiberg in Sachsen 3 (1938) 30–33.
- Jenny-Lips, H.: Vegetationsbedingungen der Felsschuttböden, Verh. d. Schweizer Naturf. Ges. 110 (1929) 158.
- Klement, O.: Prodrum der mitteleuropäischen Flechtengesellschaften. Feddes Repertorium Beih. 135, Beiträge zur Vegetationskunde I, Berlin 1955.
- Klement, O.: Bestimmungsschlüssel der mitteleuropäischen Cladonien, Wiss. Z. Univ. Halle, Math.-Nat. Reihe VI (1957) 917–926.
- Klimaatlas für das Gebiet der Deutschen Demokratischen Republik, Berlin 1953.
- Knopf, K.: Das Erzgebirge als Klimafaktor. Diss. Dresden (1927).
- Kohl, E.: Großdeutschlands Vorkommen natürlich radioaktiver Stoffe und deren Bedeutung für die Versorgung mit radioaktiver Substanz. Z. Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Dtsch. Reich 90 (1942) 153–177.
- Kraus: Über den Nanismus unserer Wellenkalkpflanzen. Verh. Phys.-Med. Ges. Würzburg NF 38 (1906) 103–134.
- Kreh, W.: Die Besiedlung des Trümmerschutts durch die Pflanzenwelt. Nat. wiss. Rdsch. 4 (1951) 298–303.
- Lange, E.: Die Pflanzen der Freiburger Halden. Mitt. Nat. wiss. Ver. Freiberg in Sachsen 3 (1938) 20–29.
- Leick, E.: Der Tau als Standortfaktor, Ber. d. DBG Bd. LI 409–442.
- Linstow, O. v.: Bodenanzeigende Pflanzen, Berlin 1929.
- Lüdi, W.: Die Methoden der Sukzessionsforschung in der Pflanzensoziologie. In: Abderhalden: Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, XI/5 Berlin und Wien 1932.
- Neef, E.: Die naturräumliche Gliederung Sachsens, Sächsische Heimatblätter 1960, 4–80.
- Neuhof: Bodengeologische Stellungnahme über Möglichkeiten einer Begrünung ruhender Haldenflächen als geeignete Maßnahme zur Staubbekämpfung der Halden des Schachtes 366 in Aue-Alberoda. Mskr. im Archiv des VEB Geologische Erkundung Süd, Freiberg 1964.
- Oberdorfer, E.: Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Jena 1957.

- Oberdorfer, E.: Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland und die angrenzenden Gebiete, Stuttgart 1962.
- Pietzsch, K.: Geologie von Sachsen, Berlin 1963.
- Richter, W.: Die natürliche Begrünung der Erzbergwerkshalden im Erzgebirge. Dipl.-Arb., Halle 1963.
- Sandstede, H.: Die Gattung *Cladonia*. In: Rabenhorsts Kryptogamenflora 9, IV. Abt., 2. Hälfte Leipzig 1931.
- Schade, A.: Das *Acarosporium sinopicae* als Charaktermerkmal der sächsischen Bergwerkshalden. Sitz.-Ber. ISIS Dresden 32 (1932) 131–160.
- Schade, A.: Ergänzende Beobachtungen über das *Acarosporium sinopicae* der sächsischen Bergwerkshalden. Sitz.-Ber. ISIS Dresden Jgg. (1933/34) 77–81.
- Schade, A.: *Cladonia furcata* (Huds.) Schrad. und die Ursachen ihrer schwierigen Taxonomie – Die Flechten Sachsens VIII. Abh. u. Ber. des Naturkundemus. Görlitz 39 (1964) 1–39.
- Schubert, R.: Die Schwermetallpflanzengesellschaften des östlichen Harzvorlandes. Wiss. Z. Univ. Halle, Math.-Nat. R. III, 1 (1953) 51–70.
- Schubert, R.: Die zwergstrauchreichen azidiphilen Pflanzengesellschaften Mitteldeutschlands. Pflanzensoziologie 11, Jena 1960.
- Schumann, R.: Das Bergbaugesamt von Niederpöbel. Mitt. Landesver. Sächs. Heimatschutz 19 (1930) 41–49.
- Schwickerath, M.: Das *Violetum calamariae* der Zinkböden Aachens. Beitr. z. Naturdenkmalspflege 14 (1931).
- Stohr, G.: Vegetation und Standortverhältnisse einiger Halden bei Freiberg und Brand-Erbisdorf. Festschr. z. 100jähr. Best. d. Naturk.mus. Freiberg. Freiberg 1964, 69–77.
- Tüxen, R.: Grundriß einer Systematik der nitrophilen Unkrautgesellschaften der eurosibirischen Region Europas. Mitt. Flor.-soz. Arbem. N. F. 2 (1952).
- Thalius, J.: Sylva Hercynia sive Catalogus plantarum sponte nascentium in montibus et locis vicinis Hercyniae, Frankfurt a. M. 1588.
- Voppel, K.: Das Landschaftsbild des Erzgebirges unter dem Einflusse des Bergbaues. Wiss. Veröff. Dtsch. Mus. Länderk. Leipzig NF 9 (1941) 3–80.
- Wilsdorf-Hermann-Löffler: Bergbau-Wald-Flöße, Berlin 1960.
- Weber, R.: Ruderalpflanzen und ihre Gesellschaften. Kleine Brehmbücherei, Wittenberg 1961.
- Wünsche, M.: Bodengeologisches Gutachten über die Standortverhältnisse von Spülhalden westlich Aue. Mskr. im Archiv dse VEB Geol. Erk. Süd, Freiberg 1959.
- Wünsche, M.: Standortverhältnisse und Rekultivierungsmöglichkeiten der Halden des Zwickau-Lugau-Ölsnitzer Steinkohlenreviers. Diss. Dresden (1961).
- Floren: Wünsche-Schorler: Die Pflanzen Sachsens, Berlin 1956.
- Rothmaler, W.: Exkursionsflora von Deutschland – Kritischer Ergänzungsband, Berlin 1963.