



# 125 Jahre Forstliche Rekultivierung im Lausitzer Braunkohlenrevier **Landschaftswandel & Neuer Wald**

Eberswalder Forstliche Schriftenreihe Band 76



125 Jahre Forstliche Rekultivierung  
im Lausitzer Braunkohlenrevier  
**Landschaftswandel & Neuer Wald**

Eberswalder Forstliche Schriftenreihe Band 76

**Impressum**

Herausgeber: Ministerium für Land- und Ernährungswirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz (MLEUV)  
 Henning-von-Tresckow-Straße 2 – 13, Haus S, 14467 Potsdam  
 Telefon: +49 (0) 331 866-7237

Redaktion: Landesbetrieb Forst Brandenburg  
 Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde  
 E-Mail: lfe@lfb.brandenburg.de  
 Internet: forst.brandenburg.de  
 Dr. Jan Engel

Autor: Dr. Dirk Knoche, Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften e. V. (FIB)

Titelbild: Eichenkiefermischbestand: Aufforstung auf der rekultivierten Fläche des Tagebaues Nochten, Foto: Dirk Knoche

Abbildungen: *Abb. 1: Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH; Abb. 5: Raul Köhler, FIB; Abb. 6: Fabian Schott, FIB; Abb. 13: Alexandra Kandler, FIB; Abb. 19: Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH; Abb. 21: Peter Radke, Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH; Abb. 32: Raul Köhler, FIB; Abb. 38: Peter Radke, Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH; Abb. 40: Thomas Heinkele, FIB; Abb. 41: Thomas Heinkele, FIB; Abb. 50: Peter Radke, Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH; Abb. 51: Peter Radke, Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH; Abb. 56: Michael Rösler, Lausitz Energie Bergbau AG; Abb. 58: Gerd Walther, FIB; Abb. 65: Raul Köhler, FIB; Abb. 70: Christoph Ertle, FIB; alle anderen Abbildungen: Dirk Knoche, FIB*

Satz und Druck: DRUCKZONE GmbH & Co. KG

Gedruckt auf PEFC-zertifiziertem Material, Holzrohstoff aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern

1. Auflage: 750 Exemplare, gedruckt auf PEFC-Papier, 2024, Potsdam



Potsdam, im Dezember 2024

Diese Veröffentlichung ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit des Ministeriums für Land- und Ernährungswirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg. Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Sie darf nicht für Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Unabhängig davon, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Broschüre dem Empfänger zugegangen ist, darf sie, auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl, nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner Gruppen verstanden werden könnte. Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers.

# Inhaltsverzeichnis

- I. Lausitzer Braunkohlenrevier – Wälder nach Kohle ..... 7**
- II. Der Landschaftsraum ..... 9**
  - II.1 Geomorphologie .....9
  - II.2 Klimageographische Einordnung..... 10
  - II.3 Landnutzung und Waldgeschichte..... 11
  - II.4 Das heutige Waldbild..... 16
- III. Eine kurze Bergbaugeschichte ..... 17**
  - III.1 Beginn der Industrialisierung ..... 17
  - III.2 Gründerzeit und „Braunkohlenfieber“ ..... 20
  - III.3 Großindustrielle Braunkohlenwirtschaft ..... 22
  - III.4 Vom Raubbau früherer Jahrzehnte ..... 26
  - III.5 Umwelt- und Landschaftsgestaltung ..... 28
  - III.6 Wende-Erfahrungen und Perspektiven ..... 31
- IV. Etappen der forstlichen Rekultivierung ..... 33**
  - IV.1 Mit wechselvoller Geschichte..... 33
  - IV.2 Von „Werksgärtnern“ zu „Kippenförstern“ ..... 33
  - IV.3 Planmäßige Rekultivierung ..... 38
  - IV.4 Sukzessions- und Pionierwälder ..... 42
  - IV.5 Standortgemäße Baumartenwahl ..... 46
  - IV.6 Sozialistische Forstwirtschaft..... 50
  - IV.7 Ökologischer Kippenwaldbau ..... 52
- V. Planungs- und genehmigungsrechtliche Grundlagen ..... 55**
  - V.1 Stellenwert der forstlichen Rekultivierung..... 55
  - V.2 Flächenausgleich – Ersatz und Kompensation..... 58
  - V.3 Wiederherstellung von Wald – Kriterien ..... 58
- VI. Kippsubstrate und Bodeneigenschaften ..... 61**
  - VI.1 Rohböden des Braunkohlenbergbaues .....61
  - VI.2 Kippsubstrate des quartären Deckgebirges ..... 62
  - VI.3 Schwefelsaure Kippsubstrate ..... 63
  - VI.4 Forstliche Trophie- und Wasserhaushaltsstufen..... 65
  - VI.5 Warum kein Waldbodenauftrag? ..... 66
  - VI.6 Entwicklung der Bodenfruchtbarkeit ..... 67
  - VI.7 NPK beschleunigt die Waldentwicklung ..... 67
- VII. Grundsätze der forstlichen Rekultivierung ..... 69**
- VIII. Richtungsweisende Baumartenwahl ..... 71**

VIII.1 Zuordnung von Standort und Baumart.....	71
VIII.2 Allgemeine Bestockungsempfehlungen .....	71
VIII.3 Mischbestandsbegründung .....	73
VIII.4 Zielbestockung ohne Vorwald.....	75
VIII.5 Instabile Kiefern-Monokulturen .....	76
VIII.6 Nicht gebietsheimische Gehölze .....	78
VIII.7 Aufforstung oder natürliche Wiederbewaldung? .....	79
VIII.8 Nichtwirtschaftswald .....	81
<b>IX. Entwicklungspotenzial von Kippenwäldern .....</b>	<b>83</b>
IX.1 Phasen der Ökosystementwicklung.....	83
IX.2 Bodenzustand & Humusdynamik .....	84
IX.3 Waldwachstum & Stoffhaushalt.....	85
IX.4 Biologische Vielfalt & Habitatqualität.....	87
<b>X. Vom Bergrecht zu neuen Kippenwäldern.....</b>	<b>91</b>
X.1 Multifunktionaler Dauerwald.....	91
X.2 Waldbauliche Herausforderungen .....	91
X.3 Forstliche Rekultivierung hat „Bestand“ .....	93
<b>XI. Literaturverzeichnis .....</b>	<b>95</b>
<b>XII. Zeittafeln .....</b>	<b>107</b>
XII.1 Braunkohlenbergbau.....	107
XII.2 Forstliche Rekultivierung .....	122
<b>XIII. Glossar .....</b>	<b>127</b>
<b>In der Eberswalder Forstlichen Schriftenreihe sind bisher erschienen .....</b>	<b>137</b>

# I. Lausitzer Braunkohlenrevier – Wälder nach Kohle

Liebe Leserinnen und Leser,

im Lausitzer Braunkohlenrevier haben 150 Jahre industrieller Bergbau und seine Folgen tiefe Spuren hinterlassen. Keine andere mitteleuropäische Region zeigt eine vergleichbare Metamorphose. Mit der Umgestaltung des ursprünglichen Gebietes hat sich das Landschaftsbild „von Grund auf“ gewandelt. Entstanden ist ein vom Mensch gemachter und einzigartiger Raum – die Bergbaufolgelandschaft.

Seit 125 Jahren geht die Lausitz in Sachen Rekultivierung, Revitalisierung und Folgenutzung voran – wenn „Werksgärtner“ und Forstleute immer wieder Neuland betreten. Zwar sprechen viele vom „Lausitzer Seenland“ gefluteter Tagebaue. Aber: Weit weniger beachtet, werden bis heute rund zwei Drittel aller Rückgabeflächen aufgeforstet. So ist die Wiederherstellung von Wald schon lange Kernanliegen der Bergbausanierung. Doch für jedes Grundverständnis des Landschaftswandels wie auch der forstlichen Rekultivierung bedarf es einer naturräumlichen, bergbauhistorischen und ökologischen Einordnung.

Dazu will dieses Buch beitragen: Ausgangspunkt ist die vorbergbauliche Landschaftsentwicklung, welche im Abbaufeld aprubt endet, aber auch einen „Neustart“ bedeutet. So spannt sich der Bogen vom frisch verkippten Substrat bis hin zur Bodenvorbereitung und eigentlichen Waldbegründung. Allerdings verläuft die Rekultivierungspraxis wechselvoll – hat historische Brüche und Fehlschläge, beweist aber auch Kontinuität. Indessen setzt die angewandte Waldforschung schon seit den 1950er Jahren zukunftsweisende Maßstäbe und Ziele. Im Ergebnis stehen Standards mit konkreten Handlungsempfehlungen nach bestem Wissen. Schließlich wird gezeigt, wie sich junge Kippenwälder etablieren, als Ökosysteme organisieren und mittel- bis langfristig entwickeln. Davon ausgehend wird die oft gestellte Frage beantwortet, inwieweit sie den Bestockungen des Tagebaulandes nahekommen.

Zwar können darin nicht alle Punkte so ausführlich behandelt werden, wie es sich manche wünschen. Dazu sei auf die zahlreichen Literaturquellen verwiesen. Und bekanntlich lässt sich vieles erst vor Ort – nämlich im Wald – erfahren, gehen Sie auf eigene Spurensuche.

Ein herzliches Glückauf!

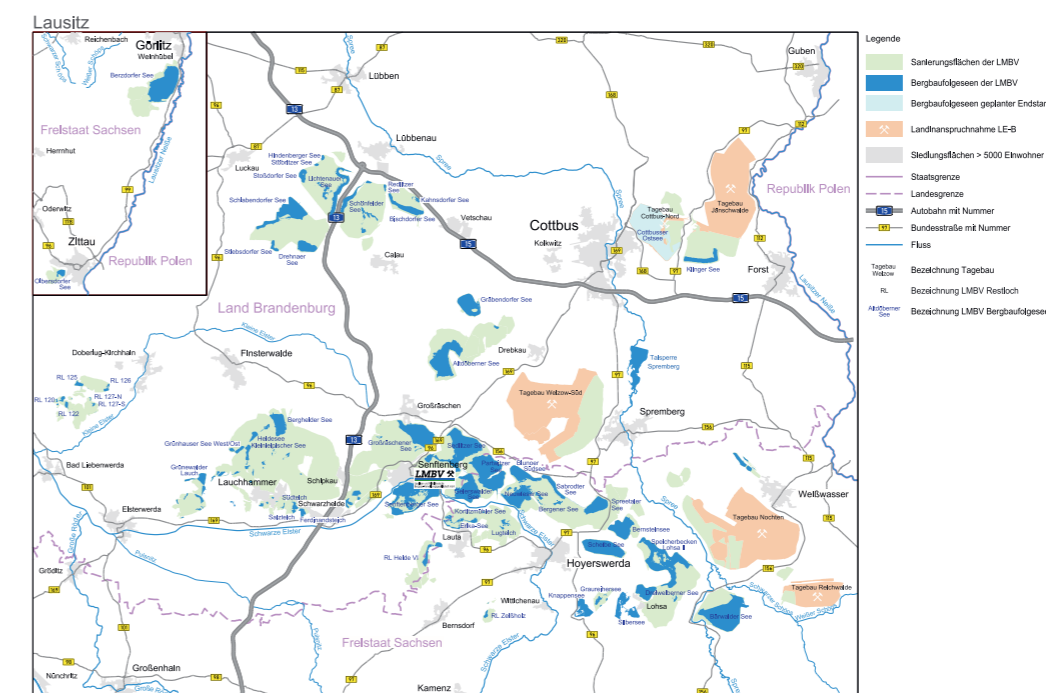


Abbildung 1: Das Lausitzer Braunkohlenrevier mit den aktiven Tagebauen im Jahr 2023: Welzow-Süd, Jänschwalde, Nochten und Reichwalde.

Bis heute ist die Braunkohle ein fester Bestandteil im nationalen Energiemix. Anfang der 2020er Jahre decken Stein- und Braunkohle noch knapp 30 Prozent des nationalen Strombedarfs. Wie schon 150 Jahre zuvor, ist Deutschland immer noch einer der weltweit größten Braunkohlenproduzenten. Rund ein Drittel der nationalen Fördermenge entfällt auf die Lausitz (DEBRIV 2024).

## II. Der Landschaftsraum

### II.1 Geomorphologie

Das Lausitzer Braunkohlenrevier liegt am südöstlichen Rand des Nordostdeutschen Tieflandes im Übergang zum Sächsischen Hügel- und Bergland. Die beiden letzten Eiszeiten bestimmen seine Topographie und Geomorphologie. Es handelt sich um eine typische Altmoränenlandschaft mit ihrem flachwelligen Relief. In erster Linie bilden verschiedene Substrate der Saale II- und Saale III-Inlandvereisung die heutige Landoberfläche, auch wenn spätere Umlagerungen stattfinden (NOWEL ET AL. 1994, GROSSER 1998, STACKEBRANDT & FRANKE 2015).

Während der letzten Eiszeit (Weichselvereisung) bleibt die mittlere und südliche Lausitz gletscherfrei, mit dem Landschaftscharakter einer Kältewüste oder Tundra. Die maximale Eisrandlage verläuft während des frühen Weichsel-Hochglazials vor rund 20.000 Jahren nördlich des heutigen Spreewaldes. Sie folgt entlang einer Linie Märkische Heide, Beeskow-Schwielochsee/Lieberose bis in das Gollgau-Baruther Urstromtal hinein (JUSCHUS 2010). Gegenüber den Jungmoränen-Landschaften im nördlichen Brandenburg fehlen südlich davon und damit im Lausitzer Braunkohlenrevier die Spuren einer späteren Eisbedeckung. Durch die intensiven periglazialen Prozesse – Verwitterung, Abtragung, Ausspülung, Verwehung, Sedimentation – verwischen ältere glaziale Formen, manchmal bis zur Unkenntlichkeit. Es kommt zur Einebnung der gesamten Landschaft. So werden alle geschlossenen Hohlformen (Toteiskessel, Seen) vollständig durch abgetragene Sande und Schluffe verfüllt. Binnendünen überlagern stellenweise die Grundmoränen, besonders im Sächsisch-Niederlausitzer Heideland zwischen Weißwasser und Hoyerswerda.

Im Süden begrenzt das Lausitzer Urstromtal die Region. Es ist Teil des Breslau-Magdeburg-Bremer Urstromtals und eine markante Abflussrinne der Eisschmelze am Rande des skandinavischen Inlandeis. Das bekanntere UNESCO-Biosphärenreservat Spreewald liegt nördlich im jüngeren weichselkaltzeitlichen Gollgau-Baruther Urstromtal. Dazwischen verläuft der „Niederlausitzer Grenzwall“, auch „Niederlausitzer Landrücken“ genannt – das Ergebnis einer über Jahrtausende relativ statischen Eisrandlage. Nach allgemeinem Sprachgebrauch bildet er – obwohl noch nicht so benannt – seit Ende des 15. Jahrhunderts die Grenze zwischen der Niederlausitz und Oberlausitz mit ihren angrenzenden Mittelgebirgslandschaften aus Granit und Sandstein.

#### Niederlausitzer Grenzwall

Der zumeist bewaldete Höhenzug erstreckt sich vom Niederen Fläming bis zum polnischen Żary über 180 Kilometer. Nach Abschmelzen der Gletscher vor rund 150.000 Jahren (Warthestadium der Saalevereisung) erhebt sich die markante Endmoräne rund 100 bis 250 Meter, heute sind es nur noch 50 Meter Höhenunterschied zum Umland. Kennzeichnend sind mehrere parallel verlaufende stark kuppige Rücken, Platten und eingeschnittene Erosionstäler, wobei die gesamte Breite zwischen 1,5 bis 15 Kilometern schwankt. Noch im Früh- bis Hochmittelalter ist das kaum bevölkerte Gebiet eine Siedlungsgrenze zwischen Slawen und deutschsprachigen Neusiedlern. In „DDR-Zeiten“ trennt die markante Hügelkette den „Nordraum“ vom „Südraum“ des Energiebezirkes Cottbus. Übrigens: Namensgebend ist Heinrich Berghaus, Geodät und Kartograph (1797-1884), der sich ab 1820 näher mit dieser besonderen Landschaftsform befasste.



Abbildung 2: Die Lausitz – ŁUŻICA – eine der waldreichsten Regionen im Nordostdeutschen Tiefland mit knapp 40 Prozent Waldbedeckung.

Das nacheiszeitliche Flusssystem verläuft entlang der breiten Urstromtäler. Kleine Nebenflüsse (Fließe), später vor allem Entwässerungsgräben der angrenzenden Becken oder eizeitlichen Platten speisen die mäandrierenden Flüsse Schwarze Elster, Große Röder, Spree und Neiße (KATZUR & BÖCKER 2010). Wegen des geringen Gefälles formt sich ein verzweigtes Gewässernetz mit Binnendeltas und Bruchwäldern. In der Nacheiszeit entstehen vermoorte Niederungen wie im Spreewald, nördlich von Peitz, in den Flusseinzugsgebieten der Schwarzen Elster, Kleinen Elster und entlang der Röderläufe.

Von Natur aus dominieren genügsame Trauben-Eichen-Kiefern-Birken-Mischwälder. Anspruchsvollere Edellaubhölzer, Rot- und Hain-Buche sowie Winter-Linde stocken vor allem auf mäßig nährstoffversorgten und bereits ziemlich frischen Böden, insbesondere in den grundwasserbeeinflussten Urstromtälern und Becken. Trotz aller Fortschritte im ökologischen Waldumbau ist die Gemeine Kiefer nach wie vor und mit großem Abstand die Hauptwirtschaftsbaumart, sie bedeckt rund drei Viertel der Lausitzer Waldfläche. Ihr Anbauerschwerpunkt liegt im Kleinprivatwald.

Aber nicht einmal die genaue Zahl aller Waldeigentümer\*innen ist bekannt. Noch bewirtschaften die meisten anfällige Monokulturen. Künftig streben sie allerdings mehr biologische Vielfalt, Stabilität und Naturnähe an. Da nur ein Viertel der Waldbesitzer in forstlichen Zusammenschlüssen organisiert ist, fällt es schwer anspruchsvolle waldbauliche Ziele umzusetzen.

Zu den letzten, noch weitgehend intakten Verlandungsmooren aus spät- bis nacheiszeitlichen Seen zählen der sagenumwobene Loben zwischen Gordden und Plessa und das Dubringer Moor („Dub“, sorbisch für Eiche) westlich Wittichenau. Beide Flachmoore sind rund 10.000 Jahre alt und aufgrund ihrer seltenen Vegetationseinheiten heute FFH-Gebiete.



Abbildung 3: NSG Gahroer Buchheide – artenreicher Buchen-/Trauben-Eichen-Mischwald im Naturpark Niederlausitzer Landrücken, hier mit Spuren des untertägigen Altbergbaues.



Abbildung 4: FFH-Gebiet „Loben“ im Naturpark Niederlausitzer Heide Landschaft mit neuzeitlichen Torfstichen.

Im Einflussbereich des Bergbaues machen Mineralböden aus eizeitlichen Schmelzwasser-, Tal- und Flugsanden rund 90 Prozent aller Waldstandorte aus. Die sorptionschwachen Substrate sind infolge der langen periglazialen Exposition und Mineralverwitterung weitgehend „ausgelaugt“. Manche Geschiebemergel weisen eine oberflächige Entkalkung bis 4 Meter Tiefe auf. Daher ist die Nähstoffnachlieferung wesentlich geringer als in den Jungmoränen-Landschaften des mittleren und nördlichen Brandenburgs (RIEK & RUSS 2020). Gleichzeitig fehlt eine für Mitteldeutschland so typische und ertragsbestimmende Lössabdeckung. Dennoch hat die Lausitz – trotz standörtlicher Nachteile – ein erstaunlich abwechslungsreiches Bodeninventar, vor allem entlang der saalekaltzeitlichen Gletscher-Rückzugsstadien und in den Becken sowie Niederungen. Dort dominieren hydromorph geprägte Böden bis hin zu besonders fruchtbaren Auenlehmen und Niedermooren.

## II.2 Klimageographische Einordnung

Das Lausitzer Braunkohlenrevier lässt sich dem pseudo-maritim beeinflussten sommertrockenen Klimabereich zuordnen (KOPP & SCHWANECKE 1994, ENDLICHER & HENDL 2003). Die Jahresmitteltemperatur liegt bei 8,0 bis 9,0 Grad Celsius. Von den 580 bis 660 Millimeter Jahresniederschlag fällt die Hälfte im Sommerhalbjahr. Schon in der Vergangenheit ist die Differenz aus Niederschlag und potenzieller Verdunstung über Gras negativ. Danach könnte je nach Witterungsverlauf 50 bis 250 Millimeter an Wasser mehr verdunsten als dargeboten.

In sehr trockenen Jahren wie 1982, 2003, 2018, 2019 oder 2022 erreicht die Niederschlagssumme keine 400 Millimeter. Gegenüber den 1960er Jahren lässt sich eine Zunahme der Mitteltemperatur um circa ein bis zwei Kelvin nachweisen, was dem europäischen Durchschnitt entspricht. Weltweit sind es im Schnitt 1,2 Kelvin mehr gegenüber dem vorindustriellen Zeitalter.

In manchen Jahren liegt die Tageshöchsttemperatur rund 30-mal über 30 Grad Celsius, vor 1960 nur an Null bis 12 Tagen. Selbst gemäßigte Klimaszenarien signalisieren eine weitere Temperaturerhöhung um mindestens 2 bis 3,5 Grad Celsius bis Ende des Jahrhunderts. Es droht eine regelrechte „Heißzeit“ (LFU 2019, DWD 2020). Im ungünstigsten Fall beträgt der mittlere Jahresniederschlag dann unter 450 Millimeter – rund ein Viertel weniger als heute (KNOCHÉ ET AL. 2012). Bereits messbar verschiebt sich die Niederschlagsmenge zunehmend vom Sommer in den Winter.

Schon heute überfordert die klimatische „Standortdrift“ das Anpassungsvermögen mancher Baumarten und Ökosysteme. Vor allem die durch wärmeliebende Schadinsekten stark bedrohte Gemeine Kiefer leidet (SCHRÖDER 2008, 2009, KNOCHÉ & ERTLE 2014). In vitalitätsgeschwächten Monokulturen haben Borkenkäfer, nadelfressende Raupen und pathogene Pilze leichtes Spiel. Schließlich offenbaren die verheerenden Großbrände im extremen Dürrejahr 2022 das ganze Ausmaß der Bedrohung.

<b>Naturraum und Landschaftseinheit</b>	Das Lausitzer Tiefland liegt zwischen den Flüssen Schwarze Elster, Spree und Neiße bei Höhenlagen von 90 bis 200 Meter über Normalnull. Höchste Erhebung ist der Kutschenberg in den Kmhleener Bergen mit 201 Meter über Normalnull. Landschaftsprägend sind die die glazialen Serien der Saale II- und Saale III-Inlandvereisung vor 304.000 bis 127.000 Jahren. Zwischen den in Nord-West/Süd-Ost-Richtung verlaufenden Urstromtälern liegen periglazial überformte Becken, Platten/Terrassen und Randhügel sowie Grund- und Endmoränen.
<b>Geomorphologie und Topographie</b>	Der Niederlausitzer Grenzwall ist eine markante Haupteisrandlage (Endmoräne), entstanden vor rund 150.000 Jahren im Warthestadium der Saale-Eiszeit (Saale II). Im südlichen Randbereich der Lausitz stehen Aufragungen des prätertiären Grundgebirges an, etwa am Koschenberg nahe Großthiemig oder beim Rothsteiner Felsen. Es handelt sich um ältere Festgesteine, wie präkambrische Lausitzer Grauwacken.
<b>Regionalklima</b>	Das Lausitzer Tieflands-/Übergangsklima ist pseudomaritim, kontinental getönt und sommertrocken. Die Durchschnittstemperatur in der früheren „Klimanormalperiode 1971-2000“ beträgt 8,0 bis 9,0 Grad Celsius. Aktuell liegt sie um rund 1,5 Kelvin höher.
<b>Wasserbilanz</b>	Der Jahresniederschlag beläuft sich in Summe auf 550 bis 650 Millimeter. Davon fällt knapp die Hälfte im Sommerhalbjahr. Nur 3 bis 4 Monate haben mehr als 50 Millimeter. Die mittlere klimatische Wasserbilanz (KWB – Niederschlagshöhe minus potenzielle Verdunstung) im Jahr liegt unter minus 150 Millimeter. Eine häufige Frühsommertrockenheit begrenzt das Waldwachstum, ausgenommen sind grundwasserernahe und stauwasserprägte Böden.
<b>Waldstandorte Bodenformen Nährkraft</b>	Standortprägend sind im Wald glaziale und fluviatile Sande bis Lehmsande und Dünenande. Aus der nacheiszeitlichen Bodenbildung entstehen Sandbraunerden, sandige Podsole und hydromorphe Bodenformen in den Niederungsbereichen/Becken. Die tertiären Hochflächen bei Calau, Welzow, Kletwitz und Tebendorf haben oft eine nur geringe eiszeitliche Überdeckung. Sie bestehen überwiegend aus kiesigen Sanden. Demnach sind über drei Viertel aller Waldflächen nur schwach nährstoffversorgt – Stammnährkraftstufe arm (A) und ziemlich arm (Z) gemäß SEA 95 Forstliche Standorterkundungsanweisung.
<b>Potenziell natürliche Vegetation Reliktwälder</b>	Es dominieren anspruchslose Trauben-Eichen-Kiefern-Birken-Mischwälder. Hinzu kommen Kiefern-Waldgesellschaften mit Gemeiner Birke, im Bereich von bindigen Endmoränen und bei Grundwassereinfluss auch artenreiche Typen, wie Trauben-Eiche-Hain-Buchen-Kiefern-Mischwälder oder Rot-Buchen-Eichen-Gesellschaften mit Winter-Linde und Edellaubhölzern. In den breiten Urstromtälern und nährstoffreichen Niederungen finden sich Reste seltener Auen- und Sumpfwälder: Schwarz-Erlen-Bruchwälder, fließgewässerbegleitende Erlen-Eschenstreifen, Weiden-Ulmen-Wälder sowie Weich- und Hartholzauen mit Stiel- und Trauben-Eiche, Rot-Buche, Hain-Buche, Winter-Linde, Flatter-Ulme, Gemeiner Esche, „Lausitzer Tieflandsfichte“, Schwarz-Pappel.

Eine detaillierte Beschreibung der Wald- und Forstgesellschaften findet sich bei GROßER (1998) und HOFMANN & POMMER (2013).



Abbildung 5: Waldbrandfläche mit „freilandähnlichen Verhältnissen“, hier bei Kölsa/Rehfeld (Stadt Falkenberg/Elster) – immer gehen wichtige Ökosystemleistungen verloren, zumindest vorübergehend.

Gleichzeitig erschweren Klimafolgen die laufende Walderneuerung: Vor allem in der für Forstpflanzen kritischen Anwuchsphase des Frühsommers steht immer weniger Wasser zur Verfügung während die Verdunstung zunimmt. Betroffen sind vor allem wasserbedürftige Laubbaumarten, austrocknungsgefährdete Sande bis Anlehmsande und Pflanzbestände auf exponierten Kahl- und Kippenflächen. Zwischenzeitliche Fortschritte im ökologischen Waldumbau relativieren sich, wenn Kulturen fehl-

schlagen oder die angestrebte Artenvielfalt nicht mehr realisierbar ist. Schon heute müssen die aktuellen Empfehlungen zum Waldumbau hinterfragt werden. Das betrifft die Anbauerspektiven wichtiger „Zielbaumarten“ wie Trauben-/Stiel-Eiche oder Rot-Buche, doch genauso „Alternativbaumarten“ anderer Klimazonen.

## II.3 Landnutzung und Waldgeschichte

### Fruchtbare Urstromtäler & Niederungen

Seit dem späten Hochmittelalter entwässern komplexe Grabensysteme die sumpfigen, aber schon in der Bronze- und Eisenzeit (2.200 bis 400 vor unserer Zeitrechnung) besiedelten Urstromtäler oder „Luchlandschaften“. Erst ihre systematische Trockenlegung ermöglicht die Gewinnung von fruchtbarem Ackerland. Den Anfang des Landesausbaues machen die Zisterziensermönche ab 1150. Der Orden führt neue Methoden in Moorkultivierung, Wasserbau, Landbau, Wald- und Teichwirtschaft sowie Viehzucht ein. Es beginnt eine wirtschaftliche Blütezeit. Neue Siedlungen entstehen, die landwirtschaftliche Produktion wird intensiviert – eisenbeschlagener Scharpflug, Räderpflug und Egge setzen sich durch, erste Windmühlen werden gebaut.

Nicht nur der Bergbau vernichtet große Waldflächen in der Region: Die Lausitz zählt mit ihrem sommertrockenen Klima und einem hohen Kiefernanteil zu den besonders gefährdeten Regionen in Deutschland. Auch wenn die Waldbrandfläche seit den 1990er Jahren stark rückläufig ist – dank verbesserter Vorsorge, Überwachung und Bekämpfung, kommt es immer wieder zu verheerenden Schäden. Bei der Waldbrandkatastrophe nahe der sächsischen Stadt Weißwasser im Mai/Juni 1992 brennen über drei Wochen rund 1.600 Hektar. Möglicherweise haben sich Munitionsreste entzündet. Zeitweise sind über 2.000 Feuerwehrleute im Einsatz. Zwei Großbränden im Dürresommer 2022 vernichteten in der Gohrischen Heide und südlich Kölsa/Rehfeld über 1.000 Hektar. Dort sind rund 100 Waldbesitzer\*innen betroffen. Die gesetzlich geregelte Wiederbewaldung innerhalb von üblicherweise 3 Jahren wird zwar vollumfänglich gefördert, verläuft aber im stark parzellierten Kleinprivatwald nur zögerlich. Kleinere Brandfläche können einer natürlichen Entwicklung überlassen werden. Grundsätzlich soll ein natürlich entstehender Vorwald aus gebietsheimischen Pionierbaumarten in die Waldentwicklung integriert werden.

Neusiedler und die alteingesessene slawische Bevölkerung benötigen für den vermehrten Getreideanbau weitere Nutzflächen. Auf wechselfeuchten Böden der entwässerten Niedermoore spielen Beweidung und Grünlandschnitt eine bedeutsame Rolle. Dabei macht Korn rund 70 Prozent der bäuerlichen Ernährung aus. Bemerkenswerterweise liegt der Pro-Kopf-Fleischkonsum bis Mitte des 13. Jahrhunderts deutlich höher als in der frühen Neuzeit zwischen 1450 und 1850 – bei ähnlichen Bevölkerungszahlen.

Der systematischen Urbarmachung und Grundwasserabsenkung weichen naturbelassene, relativ unberührte Ökosysteme, insbesondere artenreiche Laubholz-Mischwälder (KULIX 1957). Nach Pollenanalysen werden Rot-Buche, Winter-Linde, Hain-Buche, aber auch Weiß-Tanne und die „Lausitzer Tieflandsfichte“ schon ab 1150 zurückgedrängt.

Mit den zunehmenden Rodungen sinkt der Waldanteil in einigen Gemarkungen auf ein Zehntel des ursprünglichen Bewaldungsgrades (NICOLAY 2017). Davon ausgenommen sind lediglich hochwassergefährdete Niederungen und die grundwasserfernen Hochflächen (KRAUSCH 2008).

Von der Quelle bis zur Mündung – Die 59 Flusskilometer Kleine Elster stehen beispielhaft für eine veränderte Gewässerlandschaft. Wie ihre „große Schwester“ und viele andere Flüsse in Brandenburg, so ist auch sie durch den Wasserbau geprägt. Schon ab 1165 werden die fruchtbaren Auenböden des Kirchhain-Finsterwalder Beckens durch Zisterziensermönche urbar gemacht. Um 1830 entsteht der „Lug-Kanal“. Ein umfangreiches Grabensystem entwässert das sumpfige Quellgebiet. 1904 wird der Unterlauf neu trassiert und für den Hochwasserschutz ausgebaut. Inzwischen wandeln sich die Vorzeichen: Dort wo noch in den 1980er Jahren die Flächenentwässerung voranschreitet und überschüssiges Grubenwasser des Braunkohlentagebaues abfließt, herrscht heute Wassermangel. Dem entgegen stehen seit 2007 umfangreiche Maßnahmen zur Renaturierung und Verbesserung des Wasserrückhaltes. Erste Ergebnisse ermutigen bei der Wiederbelebung ehemaliger Flussschleifen. Leider drohen die akuten Klimafolgen manche Erfolge des Gewässerschutzes aufzuzehren.



Abbildung 6: Die Kleine Elster am Schönborner Mühlgraben – Reaktivierung des alten, zugeschütteten Flussverlaufes im FFH-Gebiet (links).

### Elster-Regulierung

Endgültig verändert der Hochwasserschutz das Landschafts- und Waldbild. Schon 1559 erfolgt eine erste Bereisung der Schwarzen Elster durch Kurfürst August von Sachsen. Drei Jahre später erscheint die „Verordnung von Mühlensachen“. Sie teilt den Fluss in 170 Abschnitte ein, mit genauen Vorschriften zur Wassereindämmung. Mit Bau des Grabens der Neuen Pulsnitz ab 1584 wandelt sich allmählich die Waldvegetation der Niederung, Eberesche und Stiel-Eiche profitieren zunächst. 1852 wird der Verband zur Regulierung der Schwarzen Elster gegründet und sogar ein eigenes Gesetz erlassen. Die großen wasserbaulichen Arbeiten zur Abtrennung, Begradigung und Eindeichung ihrer Seitenarme begannen. Damit geht der ursprünglich „spreewaldartige“ Charakter bis zur Jahrhundertwende verloren. Alleine im Schradenwald zwischen Bad Liebenwerda und Hirschfeld werden nach Melioration rund 20.000 Hektar Sumpfgelände mit natürlichen Erlen-Bruchwäldern landwirtschaftlich nutzbar gemacht. Heute existieren von den ehemals königlich-sächsischen Auerhuhn-Jagdrevieren entlang der Schwarzen Elster und ihren Zuflüssen nur noch Relikte, wie im Naturschutzgebiet Röderauwald bei Zabeltitz. Knapp die Hälfte des regionalen Gewässernetzes geht auf wasserbauliche Maßnahmen zurück.

Bis Ende des 19. Jahrhunderts werden im „Froschland“ der Elster-Niederung noch Flusskrebse als willkommene Fastenspeise gefangen. Aber die aufkommende Braunkohlenindustrie setzt dem ein rasches Ende. Rückstände der Ferro- und Aluminiumindustrie sowie organisch belastete Prozess- und Abwässer (Phenole, Mineralölkohlenwasserstoffe, polyzyklische Kohlenwasserstoffe) sind hochgiftig, insbesondere für Fische, Muscheln und Krebse. So verfügt beispielsweise das Hydrierwerk BRABAG Ruhland-Schwarzheide (1935-1954) über keine ausreichende Abwasserbehandlungsanlage. Dazu kommen Defekte an Abwasserleitungen und -becken. Auch in der Folge treten in den veralteten Produktionsanlagen des VEB Synthesewerkes (1954-1990) immer wieder Leckagen auf. Vor allem die Herbizidfabrik ist störungsanfällig.

Noch heute zeugen die Altsedimente der Schwarzen Elster von den eisenreichen Sumpfungswässern der Tagebaue und vielen anderen Schadstoffen. Zwar greifen ab 1990 im Zuge des Rückbaus der Braunkohlenindustrie umfangreiche Sanierungsmaßnahmen. Aber der chemische Gesamtzustand der Schwarzen Elster gilt noch immer als „nicht gut“, der ökologische Zustand ist „mäßig“ (LFU 2021).

### Bewaldete Hochflächen

Dagegen bleiben die grundwasserfernen Terrassen, Platten und Endmoränen mit ihren vorgelagerten Sanderflächen bis in die frühe Neuzeit überwiegend waldbedeckt. Von Natur aus dominieren hier Trauben-Eichen-Kiefernwälder, heute dagegen sekundäre Kiefernforste. Aber noch finden sich bedeutsame Relikt- oder Kernwaldgebiete, die zu keiner Zeit vollständig gerodet werden, wie in der Rochauer und Babbener Heide. Im Gegensatz zu den fruchtbaren Niederungen scheitert die mittelalterliche Landnahme (Kolonisation). Die kargen Hochflächen sind schnell „ausgezehrt“: Bodenfruchtbarkeit und Ertrag nehmen nach der Inkulturnahme stetig ab. Ohne Minereraldünger ist ein ergiebiger Ackerbau auf Dauer nicht möglich. Daneben fehlen Quellen, „Pfuhe“ (kleine Teiche) und Wasserläufe zur Versorgung des Viehs. So wird die Lebensmittelversorgung immer schwieriger („Nahrungsenge“). Nach den großen Pestepidemien im 14. und 15. Jahrhundert und während der „Kleinen Eiszeit“ werden massenweise Gehöfte aufgegeben (rund 20-50 Prozent, KRAUSCH 2008). Ortsnamen wie Sorge oder Wüstermarke erinnern im Naturpark Niederlausitzer Landrücken an den Wüstungsprozess. Bis heute ist der Landschaftsausschnitt mit weniger als 25 Einwohnern je Quadratkilometer sehr dünn besiedelt – das entspricht ein Zehntel der mittleren Bevölkerungsdichte in Deutschland.

### Siedlungsdruck & Landschaftsbeanspruchung

Mit den großen Verwüstungen und Seuchenzügen des Dreißigjährigen Kriegs (1618-1648) geht die Bevölkerungszahl in Deutschland (Heiliges Römisches Reich Deutscher Nationen) um mindestens 1/3 zurück. Danach nimmt die Einwohnerzahl ab Mitte des 17. Jahrhunderts allmählich wieder zu. Um 1750 wird das Niveau von 1618 mit 17 Millionen Menschen überschritten, schon 1800 beträgt die Einwohnerzahl rund 20 Millionen, 1815 sind es knapp 25 Millionen trotz der napoleonischen Kriege. Auch in der Lausitz machen sich der positive Bevölkerungstrend und eine bessere wirtschaftliche Entwicklung im Wald bemerkbar: Ausgehend von den Siedlungskammern im Urstromtal nimmt der Nutzungsdruck auf die bereits stark dezimierten Bestockungen zu.



Abbildung 7: Eisengrube „Am Wolfsdickicht“ – Ortsteinbank (Raseneisenstein, Raseneisenerz, Sumpferz) einer Kiesgrube im Lausitzer Grenzwall, gelegen zwischen Babben und Crinitz, Elbe-Elster.

Zwar stagniert die frühneuzeitliche Siedlungsdichte auf den Hochflächen entgegen dem allgemeinen Bevölkerungstrend. Aber eine intensive Weidewirtschaft (Schafe, Rinder, Schweinemast) und andere Nebennutzungen beeinträchtigen die Waldsubstanz. In den Agro-Forsten bestimmen landwirtschaftliche Motive, während die Holzproduktion das Nachsehen hat. „Höltzer“ überaltern, verlichten und veröden. Lichte und vergraste Wälder dienen als Weideland und die natürliche Waldverjüngung stockt (KRAUSCH 2008). Durch den geringen Anteil von abschlämmbaren Bestandteilen sind die meisten Böden nur schwach säuregepuffert und nutzungsempfindlich. Davon profitieren typische Degradationszeiger – als weniger verbleibende und schnell wachsende Rohbodenkeimer Gemeine Kiefer, Gemeine Birke und Aspe. Bei weiterer Auflichtung und höherem Viehbesatz bilden sich baumarme Zwergstrauch- und Sandheiden. Nach einer vollständigen Rodung liegt bei anhaltender Beweidung schnell der nackte Mineralboden frei. Weil windexponiert, entstehen dann großflächigen Sandverwehungen. Solche Binnendünen „begraben“ nachweislich gut entwickelte Böden (NICOLAY 2017).

Diese destruktive und nur durch Nutzungseinschränkungen umkehrbare Entwicklung greift zunehmend in ortsfremde Wälder ein. Sofern sie nicht als herrschaftliche Jagdreviere durch Forst- und Holznutzungsordnungen geschützt sind, wie schon seit 1566 im Schradenwald („Schradenordnung“). Dennoch kommt es auch hier immer wieder zu „Waldfrevel“ (Holzdiebstahl, Vieheintrieb, Streunutzung), so dass Forstpersonal zur Überwachung der frühen Waldgesetze eingestellt wird. Oft handelt es sich um ehemalige Militärangehörige – mehr oder weniger gut für die neue Aufgabe „gerüstet“.



Abbildung 8: Zeugnis einer veränderten Kulturlandschaft – hoch- bis spätmittelalterlicher Wölbäcker zwischen Schloss Sonnewalde und Ortslage Brenitz.

Kriegsnot und Walddevastierung verursachen ausgedehnte Heide Landschaften, günstig für die Schäferei und aufkommenden Tuchmanufakturen, aber auch andere bäuerliche Nutzungsformen (MÜLLER 1965, KRAUSCH 2008). Ab 1750 werden vermehrt Kartoffeln, Öl- und Faserpflanzen angebaut, so dass der Vieheintrieb im Wald genauso wie die Stallhaltung zunimmt. Besonders bodenzehrend ist die Gewinnung der Waldstreu als Ersatz für Dünger und Stroh-Einstreu (WIEDEMANN 1942). Dabei wird die Humusaufgabe in Kiefernbeständen bis zum nackten Mineralboden hin entfernt. Jetzt liegen die Hauptwurzeln frei.

Ortstein = verfestigtes Raseneisenerz wird ab dem Mittelalter und in Ermanglung anderer Materialien als Baustoff genutzt, vor allem bei Holzknappheit. Die Eisenverhüttung erfolgt in der Lausitz bereits seit 500 vor unserer Zeitrechnung. Noch bis 1970 wird Raseneisenerz für spezielle Anwendungen, wie Filtermaterial, gewonnen. Im Vorfeld des Braunkohlentagebaues Welzow-Süd sind am Wolkenberg über 100 spätkeltische Herdstellen (Rennöfen) zur Verhüttung nachgewiesen. Damit ist es die größte bekannte Ansammlung ihrer Art in Deutschland.

Bei Raseneisenerz handelt es sich um ein sedimentäres Eisenerz, welches in der Nachzeit ab 7.000 vor Zeitenwende auf ganzjährig grund- und stauwasserbeeinflussten Böden entsteht – in abgeschwächter Form noch bis heute. Ein komplexer biochemischer Verwitterungsprozess führt zur Mobilisierung und Ausfällung von Eisen(III)hydroxiden nahe der Bodenoberfläche im Grenzbereich zum wassergesättigten Untergrund.

„Am Wolfsdickicht“ ist die Schichtmächtigkeit des Ortsteins über 2 Meter, der Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Gehalt beträgt rund 14,5 Masse-Prozent. Besonders ergiebige Raseneisenerze in dauerfeuchten Niederungen weisen sogar einen Eisengehalt über 60 Prozent auf.

Wölbäcker, auch Hochäcker oder Ackerhochbeete genannt, stellen im Mittelalter die wichtigste Form der Bodenbearbeitung dar. Sie entstehen nach Einführung der Dreifelderwirtschaft durch Verwendung eiserner Pflüge, die von Ochsen oder Pferden gezogen werden. Im Gegensatz zum späteren Kehrpflug wird die Ackerkrume aber nur in einer Richtung gewendet. Um die Pfluggespanne selten zu wenden, sind Wölbäcker mitunter über Hundert Meter lang, aber nur wenige Meter breit. Oft liegen mehrere parallel verlaufende Langäcker nebeneinander und bilden eine wellenförmige Langstreifenflur.

Durch die einseitige Bodenbearbeitung in Richtung Ackermitte entsteht eine Aufwölbung, die eine Scheitelhöhe bis zu ein Meter erreicht. Die kleinräumige Veränderung der Geländemorphologie vergrößert die Anbaufläche, vermeidet Bodenverluste und verteilt Kulturrisiken: In feuchten Jahren wächst das Getreide in der aufgewölbten Ackermitte besser, in Trockenjahren profitieren die Randbereiche. So werden auch feuchte Böden in Niederungen drainiert und für den Ackerbau erschlossen. Auf lockeren, armen und geeigneten Böden kann es aber zu gegenteiligen Ertragsseffekten kommen, wenn das Regenwasser zu schnell abgeführt wird und in den Furchen versickert.

Schon 1501 wird diese Pechhütte/Pechsiederei im Mühelgrund erwähnt. Es ist jedoch anzunehmen, dass bereits seit slawischer Zeit eine Nutzung erfolgt, also noch vor 1150.

Dabei wird Waldholz vor Ort zu höherwertigen Produkten des alltäglichen Bedarfs und einer gewerblichen Verwendung umgewandelt: Beim Verschwelen der harzreichen Kiefer fallen im holzgefüllten Ofen ab 400 Grad Celsius und unter Sauerstoffmangel verschiedene Kondensate oder Trockendestillate an. Die Reaktionsprodukte sind vielfältig, grob skizziert zähflüssiger Holzteer („Baumpech“) und wässriger Holzessig („Schwelwasser“). Daneben werden flüchtige Holzgase nach ihrer Abkühlung unterhalb des Ofens in einer Stein- oder Blechwanne abgezogen („Pechöl“). Nach der thermochemischen Umwandlung bleiben Holzkohle und Pottasche (Kaliumcarbonat, „Laugensalz“) zurück. Beide sekundären Rohstoffe sind unentbehrlich für die Glasherstellung. Aber auch andere Gewerbe wie handwerkliche Färbereien und Seifenmanufakturen leben davon.

Für die Sächsische Lausitz sind zwei Ofenformen überliefert: Ein „ganzer Ofen“ ist 18 Fuß (5 Meter) hoch und hat 24 Fuder (= Ladungen eines „ordentlichen“ Bauernwagens) zerkleinertes Schwachholz oder harzreiche Baumstüben. Der „halbe Ofen“ benötigt nur 12 Fuder und bemisst 13 Fuß. Die Schweldauer des kegelförmigen Kuppelofens aus Lehmsteinen beträgt rund 3 bis 4 Tage.

Schon am 2. September 1544 meldet die Familie von Drauschwitz, damals Gutsbesitzer von Groß-Mehbow, dem zuständigen Landvogt der böhmischen Niederlausitz Albrecht von Schlick, Graf von Passum, das aussichtsreiche Vorkommen an Alaunerde. Es wird ein Schürftvertrag abgeschlossen. Zwei Jahre später entsteht in der Feldflur, gleich hinter den „Kohlhöfen“ (Köhlerlei), ein neues Alaunwerk.

„Kupferwasser“ ist ein alter Name für Eisenvitriol (Eisen(II)sulfat), also chemisch nicht mit Kupfer verwandt. Als Alaunerde bezeichnet man eine Mischung von Braunkohle, Ton und Schwefelkies. Die sehr eisenreichen Alaunerde werden zu Haufen geschüttet und über 2 bis 3 Jahre an der Luft ausgelagert. Aus dem Schwefelkies (Pyrit) entsteht Schwefelsäure und Eisenoxid. Bei extrem niedrigen pH-Werten zersetzt sich der Ton zu schwefelsaurer Tonerde, ähnlich, wie auf unmeliorierten Tertiärkippen des Braunkohlenbergbaues. In der eingedampften Sulfatlauge bleiben Eisenvitriol-„Kupferwasser“-Kristalle mit hellgrüner Farbe zurück. Das begehrte „Grünsalz“ oder wissenschaftlich Eisen(II)-sulfat-Heptahydrat ist ein essentieller Rohstoff für Farben, Lacke, Weißgerberei, Papierleime, fäulnis- und brandhemmende Anstriche („Schwedenrot“) bis hin zu Zahnpulver.

Mit der entzogenen organischen Substanz gehen wichtige Nährstoffe verloren. Gleichzeitig entkoppelt der ökosystemare Stoffumsatz, weil die kontinuierliche Nährstoffnachlieferung durch Mineralisierung verrotteter Blätter und Nadeln fehlt. Fruchtbarkeit und Ertragskraft lassen nach, Fachleute sprechen von Aushagerung oder Bodendegradation. Es ist davon auszugehen, dass deren ökologische Nachwirkungen noch mindestens 300 bis 500 Jahre andauern – also weit in die Zukunft reichen (HASEL & SCHWARTZ 2006).

Mit einer expansiven Finanz- und Wirtschaftspolitik der Landesherren entwickeln sich im frühen 18. Jahrhundert zunehmend energieintensive Gewerbe: Nach der landwirtschaftlichen Nutzung werden Glas- und Eisenhütten, Alaunsiedereien und vor allem die Pechgewinnung zu regelrechten „Waldfressern“ (NAWKA 1966, BAYERL & MAIER 2002, MÜLLER 2013). Alleine um Finsterwalde sind zeitweise über 40 Pechhütten („Teeröfen“) in Betrieb (ROTHE 2007). Neben der lokalen Eigenversorgung mit „Bauernöfen“ profitiert Elsterwerda als „Stadt der Pechmärkte“. Hier kaufen Großhändler das erzeugte Pech und seine rohen Nebenprodukte, wie Holzessig, Holzkohle, Pottasche, Ruß, Blasenharz.



Abbildung 9: Teilweise freigelegte Reste eines Pechofens/Teerofens in den „Pechofenbergen“ nordöstlich von Hohenleipisch (Elbe-Elster).



Abbildung 10: Bergbauhistorisch bedeutsam: Wiederbewaldetes Abbaufeld des historischen „Alaun- und Kupferwasserwerkes“ Groß Mehbow in Oberspreewald-Lausitz.

### Holzkrise und Paradigmenwechsel

Schon seit dem 16. Jahrhundert wird immer wieder eine regionale Holzverknappung beklagt. Die wenigen Initiativen zur Holzeinsparung bleiben wirkungslos, während der Nutzungsdruck weiter zunimmt. Nach den Verheerungen der napoleonischen Kriege kommt es zu einer allgemeinen „Holzkrise“. Alte Kartenwerke zeigen, dass der Waldanteil zu diesem Zeitpunkt weniger als 20 Prozent beträgt. Der Mangel zwingt zum Umdenken, leidet doch die gesamtwirtschaftliche Entwicklung. Eine öffentliche Holznot-Debatte wird entfacht, sie hilft Waldgewerbe und Nebennutzungen zurückzudrängen. Es folgen hoheitliche Maßnahmen: Mit der allgemeinen Agrarreform wird in Preußen 1821 die Gemeinheitsteilungsordnung erlassen, dann 1850 das Gesetz zur Ablösung der Reallasten. Althergebrachte, gemeinschaftliche Nutzungsrechte fallen weg – oft gegen großen Widerstand der betroffenen Bauern. Zwar kommt es bei der Flurbegradigung und Privatisierung entgegen ursprünglicher Absichten auch zu Waldrodungen. Aber die „Separation“ – strikte Trennung von Landwirtschaft und Wald – schafft Rechtssicherheit, verbessert die grundsätzliche Agrarstruktur und ebnet einer nachhaltigen Forstwirtschaft den Weg. Mehr noch: Gemeinsam mit anderen deutschen Ländern startet das Königreich Preußen ein ambitioniertes, geradezu radikales Aufforstungsprogramm, verbunden mit staatlichem Flächenerwerb.

### Braunkohlenlagerstätte

Im tropischen Miozäns (Tertiär) vor 23 bis 5,3 Millionen Jahren bildet die Lausitz den südlichen Rand eines flachen Schelfmeeres am Rande des Kontinentalsockels (Ur-Nordsee bzw. Paläo-Nordsee). Immer wieder verändert sich die Küstenlinie – ein fortlaufendes Wechselspiel entlang der Schnittstelle zwischen Land und Ozean. Nach Meeresrückzügen und einer allmählichen Absenkung der Landoberfläche entstehen hoch produktive, biomassereiche Küstenwälder und mächtige Verlandungsmoore – ähnlich wie im Amazonas- oder Kongo-Becken. Bei Wassertiefständen decken festländische Fluss-Ablagerungen (Deltas, gezeitenbeeinflusste Mündungsbereiche) die vormaligen Sumpfbereiche ab. Erneute Meeresvorstöße führen zur Überflutung und hinterlassen Lockersedimente: Sande, Schluffe, Tone und Kiese. Unter Sauerstoffabschluss und Druckeinwirkung beginnt die biochemische Inkohlung der torfigen Pflanzenrückstände – schon bei Temperaturen von 35 bis 80 Grad Celsius entstehen Weich- und Hartbraunkohle mit einer Massendichte zwischen 1,2 und 1,4 Gramm je Kubikzentimeter. Das Material komprimiert, sein Wassergehalt nimmt ab, Gase entweichen und die molekularen Strukturen verändern sich. Während des anschließenden Quartärs überfahren sechs Inlandeisvorstöße die tertiären Substrate mit ihren vier Hauptflözhorizonten. Die vordringenden Gletscherzungen sind 500 bis 1.000 Meter mächtig. Ihr gewaltiger Auflastdruck führt zur Quetschung des Untergrundes, während der Inkohlungsprozess weitergeht. Gleichzeitig kommt es zu tiefgreifenden Falten und bruchartigen Deformationen. In der Schichtenfolge eingebettete Kohlenflöze werden gestaucht, verzahnt oder zerschnitten, vor allem an den Endmoränen. Nach Abschmelzen der Eismassen bleiben Geschiebemergel, Schmelzwassersande, Kiese sowie glazilimnische Feinsande, Schluffe und Tone zurück. So formen die eiszeitlichen Ablagerungen das heutige Landschaftsbild. Die Mächtigkeit des Deckgebirges beträgt zwischen 10 und 150 Meter. Zurück bleibt eine flachwellige, weitgehend eingeebnete Alt-moränenlandschaft. Von den vier Braunkohlen-Lagerstätten wird heute der zweite, 10 bis 15 Meter starke Lausitzer Flözhorizont abgebaut. Dieses sogenannte Unterflöz steht in rund 50 bis 120 Meter Tiefe unter der Geländeoberfläche an. Schon in den 1930er Jahren ist das leicht zugängliche Oberflöz weitgehend ausgebeutet. Es ist nur auf den wenigen Hochflächen in größerer Mächtigkeit anzutreffen.

Eine detaillierte Beschreibung der geologischen Grundlagen und landschaftsformenden Prozesse findet sich bei NOWEL ET AL. (1994), DREBENSTEDT ET AL. (2014) und STACKEBRANDT & FRANKE (2015).

In der Lausitz werden ab 1820 nahezu vegetationsfreie Flugsandfelder und „öde“ Heide- sowie Moorflächen „von Amts wegen“ aufgeforstet – professionell und planmäßig nach Jahresscheiben. Insbesondere Gemeine Kiefer und Gemeine Birke sollen den bis zu mehreren Quadratkilometer großen Sandverwehungen („Sandschollen“) entgegenwirken, etwa nördlich des Spreewaldes (MILINK 2006, 2007, LIESEGANG 2011). Allerdings greifen diese landeskulturellen Maßnahmen zunächst nur auf den gesicherten Waldflächen des Staates. Dagegen stören in manchem Gemeinde- und Privatwald noch bis kurz nach dem Zweiten Weltkrieg Waldweide und „Streurechen“ die geregelte Waldbewirtschaftung. Erst allmählich werden immer mehr unwirtschaftliche Ackerflächen am Rande der Gemarkungen bestockt. Heute sind rund 60 Prozent der Lausitzer Wälder in Privateigentum.



Abbildung 11: Bad Liebenwerdaer Heide, früher auch Liebewerdaer Amtsheide genannt, hier im Schutzgebiet Forsthaus Präsa.

Unter dem Strich hat sich die Waldfläche seitdem fast verdoppelt wie auch in anderen Regionen (VOLK & SPATHELF 2023). Ohne Zweifel sind die großen Ödland-Aufforstungen im 19. und frühen 20. Jahrhundert eine beispiellose historische Aufbauleistung – sowohl in ihrem Umfang als auch der landschaftsökologischen Bedeutung. Binnen weniger Jahrzehnte hat sich die Wahrnehmung der Landschaft verändert. Damit einher geht die Entwicklung von der Lausitzer Agrar- zur Industriegesellschaft mit dem Bergbau als treibender Kraft.



Abbildung 12: „Dünenzug“ – entstanden im eisfreien und vegetationsarmen Gletschervorfeld (Periglazialgebiet) der Weichsel-Vereisung, hier bei Uyst im UNESCO-Biosphärenreservat Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft.

Bereits im 17. Jahrhundert betreiben die kursächsischen Kurfürsten hier der beliebten Auerwildjagd – ein Privileg des Hochadels. Ab 1960 beginnt die intensive militärische Nutzung des Geländes als Truppenübungsplatz. Fünf Jahre später sind nur noch 25 Stück Auerwild nachweisbar, schließlich stirbt der „Große Hahn“ aus. Seit 2017 läuft ein intensives Programm zur dauerhaften Wiederansiedlung.

Solche parabelförmigen Flugsandfelder entstehen im Spätglazial der letzten Eiszeit. Im Zuge der spätmittelalterlichen bis frühneuzeitlichen bis frühneuzeitlichen Walddestruktion bilden sich auf grundwasserfernen Platten und Terrassen erneut „wandernde“ Binnendünen aus. Erst die großen Heideaufforstungen mit Gemeiner Kiefer im 19. Jahrhundert legen sie wieder fest. Typisch für derart nährstoffarme, bodensaure und sehr trockene Standorte sind lichte Silbergras- oder Schafschwingel-Kiefernwälder mit bisweilen buschartigem Wuchs und spärlicher Bodenvegetation. Auf humusarmen Rohböden finden sich auch kleine Polster aus Strauchflechten und Bürstenmoos sowie vegetationsfreie Stellen.



### Brotbaum der Holzwirtschaft

Ab den 1870er Jahren steigt der Holzbedarf rapide. Gefordert wird eine planbare Bereitstellung von Holz. Zum Anbau kommt fast ausschließlich die Gemeine Kiefer. Sie lässt sich leicht kultivieren, besteht als robuste Pionierbaumart auf Ödland, ist anspruchslos, raschwüchsig und vielseitig nutzbar. Die Bestandesbegründung stellt keine größeren Anforderungen und erfolgt schon seit dem 14. Jahrhundert, sowohl durch Pflanzung als auch Freisaat. Die Kahlflächenwirtschaft erfordert zur Wiederaufforstung große Saatgutmengen. Bis 1945 sind Kiefersamen eine wichtige Einnahmequelle für die Grafenfamilie von Schulenburg in Lieberose. Für die schnellwüchsige Nadelholzbaumart sprechen gute Argumente, neben der Holztragservierung auch landeskulturelle Gesichtspunkte zum Erosionsschutz.

Aber auch andere, damals stark propagierte Exoten werden gefördert, wie Robinie, Douglasie, Rot-Eiche oder Schwarz-Kiefer. Zahlreiche Anbauversuche werden angelegt mit großen Erwartungen an Wuchsleistung und Holzqualität. Der Bestockungsanteil solcher Baumarten bleibt aber vernachlässigbar, denn schnell folgt Ernüchterung: Passendes Pflanz- und Saatgut, Anbauverfahren und Standortkenntnisse fehlen. Der Kulturaufwand ist deutlich höher als gedacht. Immer wieder kommt es zu Rückschlägen auch weil die Frosthärte der meisten Gehölze unzureichend ist. Weder Biomassebildung noch Holzqualität können überzeugen. Schließlich bewalden sich aufgelassene Heideflächen und Feldgemarkungen natürlicherweise mit Gemeiner Kiefer, Aspe sowie Gemeiner Birke.

### II.4 Das heutige Waldbild

Über drei Viertel aller Wälder der Lausitz stocken auf Nährstoffarmen, schwach gepufferten Sandböden mit einer sehr geringen Wasserspeicherung (ALLRICH & MÜLLER 1999). Dies sind vor allem ausgedehnte Sandflächen und Binnendünen-Gebiete. Ihre historische Übernutzung wirkt bis heute nach. Für solche „Kiefernzwangsstandorte“ bleiben allenfalls Gemeine

Birke und Aspe als ökologisch sinnvolle Beimischung. Sie versprechen aber bei knapper Wasserversorgung keine nennenswerte Ertragsleistung. Dagegen werden die ertragskräftigen, grundwasserbeeinflussten Böden der zwischen- und nachzeitlich geformten Niederungen weitgehend landwirtschaftlich genutzt. So beträgt der Anteil kräftiger (K) und reicher (R) Waldstandorte nur 2 Prozent der Holzbodenfläche. Damit lässt sich die Lausitz kaum mit den Ertragszahlen des jüngeren Pleistozäns im mittleren und nördlichen Brandenburg messen (RIEK ET AL. 2019). Auch das südwestlich angrenzende Mittelsächsische Löss-Hügelland hat größere waldbauliche Möglichkeiten, gerade im Laubholzanbau mit Rot-Buche, Trauben-/Stiel-Eiche und Edellaubhölzern.

Durch den bereits in der frühen Neuzeit geförderten Kiefern-Anbau halten die Ziele, Produktionsmethoden und Techniken der Landwirtschaft Einzug im Wald. In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts setzt sich die Betriebsart des schlagweisen Altersklassenwaldes durch: Pflanzung, Lägerung, Durchforstung, Ernte (Kahlschlag) und Wiederaufforstung bestimmen den Produktionszyklus von üblicherweise 80 bis 120 Jahren. Streng geregelt, entstehen strukturarme, in etwa gleich alte und räumlich getrennte Reinbestände. Solche Monokulturen sind zwar leicht zu bewirtschaften und massenreich, aber auch wegen ihrer Naturferne störungsanfällig. Ohne die historische Leistung insbesondere der Wiederbestockung großer Heide- und Ödlandflächen zu mindern, besteht heute die besondere Notwendigkeit für ökologische Waldumbaumaßnahmen. Das Leitmotiv sind gesunde und stabile Wälder mit einer standortgerechten Baumarten- beziehungsweise Strukturvielfalt (GRÜLL ET AL. 2020, MLUK 2022).

Trotz breiter Akzeptanz geht die Walderneuerung insgesamt eher schleppend voran und macht schnell an Grundstücksgrenzen halt (KNOCH ET AL. 2022). Gerade weil es vielen „kleinen“ Privatwaldbesitzer\*innen an handwerklichem Rüstzeug und Wissen fehlt, hat der Laubholzanteil in den letzten 10 Jahren nur um knapp ein Prozent zugenommen.



Abbildung 13: Ökologischer Waldumbau durch vollmechanisierte Direktsaat mit Saatbettvorbereitung.

## III. Eine kurze Bergbaugeschichte

### III.1 Beginn der Industrialisierung

#### Wirtschaftlicher Aufbruch

Preußische Kartenwerke um 1840 zeigen die wirtschaftlich rückständige Region dünn besiedelt. Fast unverändert lassen sich die Siedlungs- und Nutzungsmuster des frühen Mittelalters erkennen: Angerdörfer in Holzblockbauweise, eine angrenzende Feldflur, außerorts Pech- und Glashütten, zahlreiche Windmühlen, wasserkraftbetriebene Tuchfabriken, Kleinziegeleien, Hammer-, Mahl-, Öl-, und Schneidemühlen – abseits die „Scharfrichterei“, lichte Wälder, Heideflächen, Lehmgruben und Moore mit Torfstichen. Akribisch werden die neuen Ödlandaufforstungen („Anschonungen“) mit Jahreszahlen notiert.



Abbildung 14: Mittelalterliche bis frühneuzeitliche Kalksteingruben entlang einer Haupteisrandlage des Saale III-Glazials.

Landwirtschaft und Kleingewerbe bestimmen das dörfliche Alltagsleben. Die bäuerliche Wirtschaftsweise mit Roggen- oder Haferanbau dient primär der Selbstversorgung. Daneben lässt sich mit Wolle, Flachs und Hanf ein guter Nebenverdienst erzielen. In den kleinen Ackerbürgerstädten existieren aber nur wenige größere Manufakturen. Eine erste wirtschaftliche Blüte hat die Tuchindustrie in den damals sächsischen Städten Forst, Spremberg, Calau, Vetschau, Guben oder Finsterwalde. Schon zu Beginn des 18. Jahrhunderts sind Cottbusser Tuche in Dänemark, Schweden und selbst Nordamerika gefragt. Nach 1815 erlebt der Tuchhandel eine Blütezeit, was vor allem der wirtschaftlichen Liberalisierung zu verdanken ist. Staatliche Fördermaßnahmen und Vergünstigungen wirken dem anfänglichen Fachkräftemangel entgegen. So werden in der preußischen Oberfestung Peitz ab 1767/1768 gezielt 25 Tuchmacherfamilien auf einer nach Feuersbrunst wüsten Hofstellen angesiedelt. Schließlich fallen die Zollschranken. Am 1. Januar 1834 tritt der Zollvereinungsvertrag in Kraft, Preußen und Sachsen sind Gründungsmitglieder des Zollvereins. So wird der Warenverkehr innerhalb der Lausitz durchlässig. Immer mehr deutsche Staaten bilden eine Freihandelszone. Sie reicht von Ostpreußen bis Luxemburg und umfasst schließlich 425.000 Quadratkilometer. Österreich mit dem nahen Böhmen bleibt jedoch außen vor.



Abbildung 15: „Landwehr“ im Waldgebiet nahe des früheren Zollhauses Grünwalde, dort wo nach 1815 die Landesgrenze zwischen Sachsen und Preußen verläuft – als Bodendenkmal geschützt.

Verkehrstechnisch gesehen bleibt die Lausitz jedoch in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts wenig erschlossen. So ist der meiste Warenaustausch regional begrenzt, auch wenn schon seit dem frühen Mittelalter einige alte Handelsstraßen und -wege die Region durchqueren, wie die Pechofenstraße, Niedere/Hohe Salzstraße, Zuckerstraße, Dresdener und Berliner Straße. Schwere und nicht veredelte Massengüter (Getreide, Holz, Glassand, Rasenerz, Branntkalk) lassen sich aufgrund der unzureichenden Infrastruktur kaum gewinnbringend exportieren. Zwar existiert schon ein erstaunlich dichtes Netz unbefestigter, meist holpriger Sandpisten, in den Niederungen auch morastiger Wege und Knüppeldämme. Aber nur wenige Landstraßen (gepflasterte „Kunststraßen“, sprich Chausseen) sind ganzjährig mit schweren Fuhrwerken befahrbar. Mautpflichtige „Steinstraßen“ verbinden Cottbus und Bad Muskau oder Golßen mit Lübben. Bis zum Eisenbahnbau ab 1870 bietet sich für den großräumigen Warentransport im Wesentlichen nur der Wasserweg an – entweder Spree abwärts von Goyatz über den Kleinen Schwielowsee oder zur Schwarzen Elster und Elbe hin. Die größeren Flüsse verbinden die Region mit den Residenzstädten und Handelsmärkten, sind aber wegen der oft geringen Wasserführung, Treibholz und vieler Mäander nur sehr eingeschränkt und saisonal schiffbar.

Im FFH-Gebiet „Kalkgruben und Niederungen bei Sonnenwalde“ finden sich nordöstlich von Kleinbahren mehrere hundert Abbaustellen. Sie folgen einem Streifen von 50 bis 100 Meter, gleich einer lockeren Perlenschnur. Die einzelnen Schürfe sind kreisrund bis oval, zwischen 10 und 60 Meter lang und mehrere Meter tief. Hier lässt die Standesherrschaft Fürstlich Drehna kalkhaltige Gesteine des Ordoviziums (geologisch: 500 Millionen Jahre alter skandinavischer Orthocerenkalk) abbauen. Solche Frondienste ortsansässiger Bauern erfolgen vorwiegend im Winterhalbjahr, wenn in der Landwirtschaft weniger Arbeit anfällt. In Spitzenzeiten beträgt die Förderleistung immerhin 20 bis 100 Tonnen Kalkstein pro Jahr.

Die zerkleinerten, gelblich bis blaugrünen und fossilienreichen Gesteinsbrocken werden zu Löschkalk verarbeitet, für Düngemittel verwendet, aber auch als poröses Anstrichmittel und zur Aufkalkung von Karpenteichen gebraucht. Daneben nutzen regionale Gewerbe und Manufakturen diesen Kalkstein, insbesondere Eisenhütten, Glashütten, Gerbereien und Papiermühlen.

Solche Landwehren dienen als Siedlungs-/Landschutz bei kriegerischen oder räuberischen Übergriffen und sind eine wirksame Zoll-Grenze. Als Sperrwerke kontrollieren sie den Warentransport, nur an „Schlägen“ (Schlagbaum) ist ein Durchgang möglich. In der Regel bestehen Landwehren neben Erdwall und einfachem Wassergraben (Erdwerk) aus einem oder mehreren undurchdringlichen Gehölzstreifen. Dazu werden gerne untereinander in Mannshöhe verflochtenen Hain-Buchen („Gebück“) und dornige Sträucher („Gedörn“) beispielsweise Schwarz-Dorn, Weiß-Dorn, Hecken-Rose oder Brombeere verwendet.

### Wasserbau

Ein Musterbeispiel des neuzeitlichen Landesausbaus ist der Elsterwerda-Grödel-Floßkanal (1742-1748) mit seinen Zubringern: Schon unter dem sächsischen Kurfürsten Friedrich August I. („August der Starke“) nimmt die Bautätigkeit in Dresden, Meißen und andernorts rasant zu. Die Stadtbevölkerung wächst, Holz wird knapp und teuer, auch weil das Erzgebirge durch den intensiven Bergbau weitgehend ausgeplündert ist.

Bereits 1702 werden erste Planungen und Voruntersuchungen zur Mobilisierung bis dahin ungenutzter Holzreserven im Norden des Kurfürstentums Sachsen unternommen. Doch erst nach 1740 lassen sich die waldreichen Hochflächen zwischen Gohra und Grünhaus erschließen. Vor allem auf dem 26 Kilometer langen Hauptfloßgraben wird das begehrte Stamm-, Kohl- und Brennholz zum Holzof Elsterwerda gefloßt. Dort wird es, teilweise als Scheitholz gespalten, in Kähne verladen und über den gut ausgebauten Floßkanal zur Elbe getreidelt. Aber schon anfangs der 1820er Jahre können die schnell übernutzten Wälder kaum mehr den überregionalen Bedarf an Brenn- und Bauholz decken, zumal Pechhütten, Köhlereien und Pottaschenbrenner neben der ansässigen Landbevölkerung weiterhin große Nachfrage haben. Versorgungsengpässe lassen die Kosten ansteigen, was den wirtschaftlichen Aufschwung insgesamt hemmt. Im Jahr 1833 wird der Holztransport auf dem Floßkanal endgültig eingestellt, weil im Einzugsgebiet nicht mehr genug Holz anfällt, große Waldgebiete 1815 südlich von Finsterwalde bis Elsterwerda an Preußen fallen, die Zuwege immer länger sind und die Flößerei insgesamt unwirtschaftlich ist. Während der Floßgraben immer mehr verfällt, dient der Floßkanal bis zur Einstellung der Schifffahrt im Jahr 1942 noch als Transportweg für das Eisen- und Schmiedewerk Gröditz.

### Vom frühen Braunkohlenabbau ...

Im Lausitzer Braunkohlenrevier überlagern Saale-kaltzeitliche Deckgebirgssubstrate die kohleführenden Schichten des Tertiärs. An Bruchkanten der Hochflächen streicht das glazial gefaltete Oberflöz sogar nahe der Geländeoberfläche aus. Auch im Bad Muskauer Faltenbogen beträgt die Überdeckung des „Ausgehenden“ nur wenige Meter. Vermutlich erfolgt auch hier der erste Braunkohlenfund bereits 1597 beim Abbau von Alaunerde („Tonerde“). Amtlich verbürgt ist der Nachweis für das Jahr 1789 am Bockwitzer Butterberg, heute Lauchhammer-Mitte. Die getrocknete Rohkohle wird schon ab 1803 zum Beheizen der ersten Dampfmaschinen in der Eisengießerei des „Lauchhammerwerkes“ eingesetzt – Grundstein des heutigen Industriestandortes. Aber erst um 1830/1840 wird die Bedeutung als universeller Brennstoff für kleine Ziegeleien oder Brennereien erkannt.

Anfangs findet die Braunkohlenförderung noch in kleinen „Bauerngruben“ statt (FÖRSTER 1990). Angesichts der allgemeinen Holzknappheit entwickelt sich Braunkohle aber schnell zum nachgefragten Energieträger. Die Anfänge des Bergbaues liegen im Oberlausitzer Gebiet zwischen Zittau und Görlitz. Es beginnt die systematische Erkundung mit neuer Bohrtechnik (SCHULZ 2005). Gleich an mehreren Stellen werden jetzt in der Niederlausitz kleine Tief- und Tagebaue erschlossen – überall dort, wo die ausgedehnte Lagerstätte oberflächennah ausstreicht – beispielsweise bei Lauchhammer, Calau, Meuro, Walldrehna, Döbern, Schönborn, Döllingen, Zeißholz, Weißwasser oder in den Steinitzer Alpen nahe Drebkau.

Zunächst erfolgt die Kohlenförderung nur im Oberflöz, bei Döllingen-Plessa, Neupetershain, Grünswalde, Neu-/Alt-Welzow, Pulsberg-Heinrichsfeld, im Muskauer Faltenbogen zwischen Klein Köllzig, Döbern bis Weißwasser/Trebendorf. Weitere Abbaufelder befinden sich auf den Tertiärhochflächen im Raum Klettwitz, Kostebrau/Wischgrund, Annahütte-Poley und Rauno-Meuro. Der Flözhorizont ist bis zu 15 Meter mächtig. Es lässt sich bei einer maximalen Abbautiefe von rund 25 Meter unter Flur leicht gewinnen. Die künstliche Entwässerung der Stollen entfällt, wenn das abgeleitete Wasser einem natürlichen Gefälle folgen kann. Noch sind alle bergbaulichen Eingriffe punktuell und oberflächennah ohne große Abraumbewegung, also kaum landschaftsrelevant (KATZUR & BÖCKER 2010).



Abbildung 16: Altbergbau – Grube Gotthold (1912-1947) westlich von Hohenleipisch am Rande des FFH-Gebietes Forsthaus Präsa.



Abbildung 17: Bruchfeld der Grube Bismarck I (1881-1931) am Rand des späteren Großtagebaues Klettwitz (1949-1991).

So betragen die Abbaurechte mancher Gruben nur wenige Hundert Quadratmeter. Bei einer Förderleistung von einigen Tausend Hektolitern im Jahr finden sich in den Lohnlisten nur 3 bis 4 saisonal Beschäftigte.

### Torf stechen

Auch der Mitte des 18. Jahrhunderts intensivierte Torfabbau in den trockengelegten Niederungen der Urstromtäler und Becken kann die Energielücke nicht ansatzweise schließen. Neben der Nutzung als getrockneter Brikett wird Torf vor allem zur landwirtschaftlichen Bodenverbesserung und für den Gartenbau abgegeben: Das organische Sediment wirkt strukturverbessernd, lockert den Boden und ist als Humusersatzstoff sowohl Wasser- als auch Nährstoffspeicher. Anders als in Oberschwaben entsteht daraus aber kein eigener Industriezweig, weil die neuen Braunkohlevorkommen eine ausbaufähige Alternative bieten. „Turf“ gilt wegen der Geruchsbelästigung als Armeleute-Brennstoff. Schon um 1870 hat die Braunkohle längst den Torfabbau verdrängt. Eine kurze Wiederbelebung erfolgt nach dem Zweiten Weltkrieg als umliegenden Brikettfabriken demonitiert werden. Sehr vereinzelt wird „Brennbare Erde“ noch bis in die 1960er Jahre für Heizzwecke genutzt.

Gutsbesitzer und ein emanzipiertes städtisches Bürgertum erkennen in der Braunkohle erste Verwendungsmöglichkeiten. Zunächst dient die in mühseliger Handarbeit gewonnene Rohkohle der Versorgung eigener, besonders brennstoffintensiver Gewerbe, wie Glashütten, Dampfziegeleien und Sägewerke, Brennereien, Tuchmanufakturen, Verblendstein- und Terrakottafabriken. Braunkohle wird zum wichtigen Ersatzbrennstoff für die besonders „holzhungrige“ Alaunsiederei. So erhält der herrschaftliche Bergmeister Gottlieb Peukert vom Muskauer Alaunbergwerk im Jahr 1840 die Aufgabe weitere Braunkohlenlagerstätten zu erkunden. Mehr auf eigene Initiative denn im herrschaftlichen Auftrag werden mit einfachen Mitteln neue Vorkommen prospektiert und schon 1850 beginnt ein verstärkter Abbau. Eine stoffliche Veredelung der Rohkohle findet zunächst nicht statt, auch begrenzen die mangelhaften Transportwege den überregionalen Absatz. Wegen ihres hohen Wassergehaltes von rund 50 Prozent bleibt Braunkohle für die industrielle Glas- und Eisenindustrie zunächst zweite Wahl. Erst technologische Fortschritte eröffnen breite Absatzmöglichkeiten in der Industrie, noch bevor Stromerzeugung und Kohlenchemie zu Hauptabnehmern werden.

### ... zum Brennstoff der Industrialisierung

1856 meldet Friedrich Siemens ein Patent auf die Erfindung der Stein- und Braunkohlen-Regenerativfeuerung an. Mit dem Siemens-Martin-Regenerativofen lässt sich die Abgaswärme des Verbrennungsprozesses effektiv nutzen. Auch mit Rohbraunkohle können jetzt höchste Temperaturen von rund 1.500 Grad Celsius für die Glasschmelze/Verflüssigung (und Stahlerzeugung) erreicht werden. Es ist eine entscheidende Voraussetzung für den Brennstoffeinsatz in der sich ab 1860 rasant entwickelnden Lausitzer Glasindustrie, werden doch zeitgleich nahe Weißwasser größere Braunkohlevorkommen entdeckt. Parallel dazu nehmen zwischen Senftenberg und Hosena/Hohenbocka/Leippe/Guteborn zahlreiche Glassandwerke den Betrieb auf. Hohenbockaer Glassande weisen eine hohe Reinheit auf, sind begehrt und werden später weltbekannt (VULPIUS & BORSCHKE 2004).

Doch erst die Brikettierung mittels Exter-Stangenpressen bringt ab den 1870er Jahren den erhofften Durchbruch als universeller Industriebrennstoff: homogenisiert, leicht dosierbar und mit hoher Energiedichte. Jetzt kann die „veredelte“ Braunkohle als kostengünstiger Energieträger mit der schlesischen Steinkohle konkurrieren, auch qualitativ. Darüber hinaus zahlen sich kurze Transportwege und geringere Förderkosten aus. Binnen weniger Jahre entstehen zahlreiche Braunkohlenwerke, die aber zunächst nur regionale Abnehmer bedienen – mit bisweilen schwieriger Zahlungsmoral. Aber der Eisenbahnbau und ein allgemeiner Konjunkturaufschwung im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts erschließen neue, weiter aufnahmefähige Absatzmärkte. An den Produktionsziffern der Brikettfabriken lässt sich die wirtschaftliche Entwicklung ablesen.

Neue Braunkohlengruben werden erschlossen, die Mechanisierung im Abbaubetrieb ist atemberaubend. Mit den zugehörigen Brikettfabriken, anderen Gewerken und neuen Betriebsiedlungen entstehen erste industrielle Verdichtungsräume, westlich von Spremberg oder auf der Klettwitzer Hochfläche zwischen Gohra, Kostebrau und Annahütte. Das Landschaftsbild verändert sich in wenigen Jahrzehnten – von einem agrarisch geprägten Raum hin zur Industrie- und Bergbaulandschaft des 20. Jahrhunderts (BAYERL & MAIER 2002, SCHULZ 2005, STEINHUBER 2005).

Das Lausitzer Unterflöz liegt nahe der Geländeoberfläche, erreicht aber nur eine Mächtigkeit von 2,7 bis 4,0 Meter. Dessen Abbau erfolgt zunächst unternütig, dann ab 1914 auch im Tagebaubetrieb, mit Hacke und Schaufel. Erst seit 1920 wird zum Abtrag des Deckgebirges ein Eimerkettenbagger eingesetzt, bei einer maximalen Förderleistung von immerhin 150 Kubikmeter in der Stunde.

Besonders lukrativ ist der gleichzeitige Abbau von hochreinen Quarzsanden für die Glasherstellung. Zu Beginn der 1920er Jahre hat „Gotthold“ 23 Beschäftigte, aber nur noch eine Arbeitskraft für den Kohlenbetrieb. Zunächst befördert eine schmalspurige Grubenbahn die geförderten Rohstoffe zur Verladerrampe der Oberlausitzer Kies- und Sandwerke (OKS) im drei Kilometer entfernten Elsterwerda/Biehla. Ab 1922 folgt dann eine Drahtseilbahn, die aber angesichts von erheblichen Sicherheitsmängeln für Beschwerden sorgt. Schließlich vernichtet der große Waldbrand in der Bad Liebenwerdaer Amtsheide von 1947 alle Betriebsgebäude, was zur Stilllegung führt.

Bemerkenswert sind die verkieselten miozänen Quarzsande am nordöstlichen Rand des wassergefüllten Restlochs, sie sind ein gesetzlich geschütztes Geotop von nationaler Bedeutung.

Auf der Gemarkung Sallgast betreibt die Braunkohlen- und Brikett-Industrie AG (BU-BIAG) den Tagebau Bismarck I, vorwiegend zur Versorgung der eigenen Brikettfabrik Poley. Erst 1901 wird die Handarbeit durch Eimerkettenbagger, Kettenbahnen und einen Abraum-Zugbetrieb abgelöst. Allerdings nimmt die Mächtigkeit des Deckgebirges zu und beträgt schließlich über 30 Meter. Schon bald ist die Tagebautechnik überfordert, dazu kommen Probleme mit der Wasserhaltung. Aus wirtschaftlichen Gründen wird ab 1920 wieder Braunkohlentiefbau betrieben – entgegen der allgemeinen Entwicklung im Revier. In den 1970er Jahren überbaggert der Großtagebau Klettwitz fast alle Abbaufelder. Vom ehemaligen Tagebau I der Grube zeugt noch der „smaragdfarbene“ Poleysee. Er ist ein beliebter Angeltisch und wird schon in den späten 1930er Jahren von Badegästen genutzt. In DDR-Zeiten entsteht ein kleines Strandbad, davon zeugt noch das Betonrelikt einer Wasserrutschbahn.

In der Lausitz dominiert zunächst die witterungsunabhängige und weniger kapitalintensive Förderung unter Tage den Kohlenabbau. Alleine im Förderraum Domsdorf-Tröbitz, am westlichen Rand des Reviers, arbeiten zwischen 1875 und 1934 20 Gruben. Um den Einsturz des hangenden Deckgebirges zu verhindern, bleiben im Flöz quadratische Kohlenfeiler (2 bis 4 Meter Durchmesser) stehen. Die eigentliche Kohlegewinnung erfolgt dazwischen in abgestützten Abbaukammern. Aber die Abbauperluste des sogenannten Pfeilerbruchbaus sind hoch: Bis zu 60 Prozent der Kohlenvorräte bleiben ungenutzt. Dort wo aufgefahrene Nebenstecken und Kammern nach Ende der Förderung einstürzen („zu Bruch gehen“), zeugen übertägige Bruchfelder davon. Sie werden nur teilweise verfüllt und prägen bis heute die Waldlandschaft.

### III.2 Gründerzeit und „Braunkohlenfieber“

#### Wegweisende Weichenstellungen

Entscheidend für den wirtschaftlichen Aufschwung der Lausitzer Kohlenindustrie wird das Allgemeine Berggesetz für die Preußischen Staaten. Es gilt ab 1865 und schließt fortan auch die seit 1815 neu-preußischen Landesteile des ehemaligen Sachsens mit ein. Das ist umso bedeutsamer, als sie doch den weitaus größten Teil der bekannten Kohlenfelder bilden. Anders als im früheren kurfürstlich-sächsischen „Steinkohlenmandat“ zählt die Braunkohle jetzt zu den „bergfreien“ Bodenschätzen. Ihre Gewinnung ist losgelöst vom Grundeigentum. Es gilt die allgemeine Gewerbefreiheit, wonach sich jeder bei der zuständigen Bergbehörde um eine kostenpflichtige Berechtigung bewerben kann. Der streng geregelte Vorgang steht unter staatlicher Überwachung (Bergaufsicht). Dennoch kommt es immer wieder zu illegalem Abbau. Dieser wird soweit bekannt auch durch die zuständige Bergbehörde geahndet.

Anfänglich bestimmen noch Kleininvestoren das Geschehen. Vor allem Rittergutsbesitzer und verbundene Gewerbetreibende (Tuchfabrikanten, Kaufleute, Ziegelei-, Mühlenbesitzer, Schankwirte) treten auf den Plan; aber auch Lehrer, Förster, Beamte und Militärs sind darunter. Bergbaulicher Hintergrund ist nachrangig, weil der Mechanisierungsgrad gering ist und die günstigen Abbaubedingungen keine hohen Anforderungen stellen. Doch schon Mitte der 1870er Jahre verändert sich das Unternehmensumfeld schlagartig: In der Lausitzer „Gründerzeit“ wirken jetzt zunehmend finanzkräftige Großunternehmen mit hohem Kapitalbedarf. Entscheidend ist die Aktienrechtsnovelle vom Juni 1870, denn von nun an sind AGs im Innenverhältnis von staatlicher Einflussnahme befreit, es gelten privatrechtliche Kontrollmechanismen (Aufsichtsräte). Während in Preußen zwischen 1867 und 1870 immerhin 88 Aktiengesellschaften entstehen, sind dies bereits drei Jahre später 843 Neugründungen. Die andernorts im Bergbau erfahrenen Akteure nutzen ihre bestehenden Geschäftsverbindungen. Große Lagerstätten lassen sich schnell systematisch erkunden und mit neuer Bergbautechnik aufschließen.

In wenigen Jahren erfasst ein regelrechtes „Kohlenfieber“ die Region. Dort wo Kohle nachgewiesen wird, steht ihrer Gewinnung wenig entgegen. Immer leistungsfähigere Kohlenwerke entstehen, die auch Kies, Sand und Ton nutzen. So wird bereits 1871 die erste industrielle Großziegelei der später ausgegliederten Ilse Bergbau AG eröffnet, 1883 folgt eine zweite. Lausitzer „Ilse-Klinker“ sind deutschlandweit gefragt für die Verblendung von Wohn-, Industrie und Verwaltungsgebäuden, etwa dem berühmten „Chilehaus“ in Hamburg. Auch die Lausitzer Glasindustrie rund um die 1873 gegründete Glashütte im kleinen Heidedorf Weißwasser erlebt einen Boom. Der Ort entwickelt sich binnen weniger Jahrzehnte zum größten Glasstandort in Europa, schon Anfang des 20. Jahrhunderts sind hier 11 Betriebe ansässig.

Durch den wirtschaftlichen Aufschwung steigt die Nachfrage, aber Konkurrenz und technischer Fortschritt befeuern das Geschäft: Schnell fallen die Kohlenpreise. Kleine, saisonal in Handarbeit betriebene „Bauerngruben“ verschwinden von der Landkarte und ihre Abbaurechte werden aufgekauft.

#### Transportrevolution

Mit dem landesweiten Eisenbahnbau beginnt der moderne Massentransport. In Deutschland nimmt der Güterverkehr (Tonnenkilometer) zwischen 1850 und 1870 um das 25-fache zu. Das Bahnnetz wächst von 4.800 auf 30.000 Kilometer in 1878. Zunächst ist das Streckensystem noch weitmaschig, erst um 1870 hat auch die Lausitz endlich den überregionalen Schienenanschluss, welcher die industrielle Entwicklung im Revier ermöglicht.

In Preußen sind die neu trassierten und gut geschotterten „Kunststraßen“ (Staatsstraßen) bis 1875 mautpflichtig. Wenige Jahre später sind auch alle Kreischausseen kostenfrei. Das am Schlagbaum des Einnehmer- beziehungsweise Wärterhauses zu entrichtende Chausseegeld ist ein zusätzlicher Anreiz für die preiswertere Bahn.

Braunkohle ist langfristig verfügbar, ergiebig und als Brennstoff vergleichsweise kostengünstig. Meist liegen Kohlenabbau und Veredelung in gleicher Hand. Wie im Falle der Ilse Bergbau AG (I.B.A.), BUBIAG oder der Eintracht Braunkohlenwerke und Brikettfabriken AG erhöhen Synergien die Wettbewerbsfähigkeit, insbesondere durch Mehrfachnutzung des Heißdampfes. Das lockt weitere Gewerbe an, insbesondere aber energieintensive Industrien wie der Oxalsäure-Herstellung (für Farbstoffe, Bleich- und Beizmittel) in Großräschen. Spätestens um die Jahrhundertwende wird Braunkohle zum mit Abstand wichtigsten Energieträger in ganz Ost- und Mitteldeutschland. Schon 1900 existieren rund 60 Brikettfabriken. Anfangs beliefern die Braunkohlenwerke vor allem umliegende Ortschaften mit Strom und Briketts. Keine 20 Jahre später sind die elektrischen Kraftzentralen und neuen Großkraftwerke Trattendorf, Lauta und Plessa unverzichtbar für die Energieversorgung. Während beispielsweise 1914 nur 5 Prozent der Berliner Wohnungen über Strom verfügen, sind es Ende der 1920er Jahre 50 Prozent. Es entsteht eine Eigendynamik zwischen Braunkohlenbergbau und regionaler Wirtschaft, vor allem die energieintensive Lausitzer Glasindustrie profitiert davon. Bereits vor dem Ersten Weltkrieg siedeln sich neben der Kohlenchemie andere energieintensive Betriebe an, insbesondere der Metallurgie. Der wirtschaftliche Aufschwung lässt sich an den Bevölkerungszahlen ablesen. Beispielsweise hat Särchen (seit 1936 Annahütte) mit seinem Glaswerk im Jahr 1875 434 Einwohner. 1910 sind es bereits 2.757 – Stand heute nur noch 1.100.

#### Steine & Erden

Neben Braunkohle werden auch andere Rohstoffe in großem Maßstab gefördert. Außer dem Kies- und Tonabbau gewinnt vor allem die Förderung von hochreinen Glassanden schnell an Bedeutung (VULPIUS & BORSCHKE 2004): Schon ab Mitte 19. Jahrhundert werden hochreine miozäne Quarzsande im Liegenden

des 2. Lausitzer Flözes südlich von Senftenberg abgebaut. Zwischen Guteborn, Hohenbocka, Hosena und Lauta gelangen sie in einem 12 Kilometer langen elsterkaltzeitlichen Stauchmoränenzug (Elster II) nahe an die Tagesoberfläche. Ein erster Vertrag zur Gewinnung ist auf den 23. September 1857 datiert. Der Abbau erfolgt zunächst in Kleingruben – händisch mit Schaufel, Hacke, hölzerner Schiebekarre und Kipplore. In Schubkarren und Säcken wird der begehrte Rohstoff zu den nächstgelegenen Glashütten, wie Ruhland oder Bernsdorf, transportiert. Oder die Ware geht per Pferdegespann zum Bahnhof Hohenbocka und in den Welzower Raum. Erst um 1900 lösen dampfbetriebene Löffelbagger, Muldenkipper und Feldbahnen schrittweise die Handarbeit ab, genau wie im Kohlenbetrieb. Später wird auf elektrische Eimerketten- und Löffelbagger sowie Dampfloks umgestellt. Die Inbetriebnahme der Bahnstrecken Lübbenau-Kamenz und Ruhland-Hoyerswerda zwischen 1872 bis 1874 begünstigt die rasante Entwicklung. Zwar ist die Konkurrenz groß, doch bereits Mitte der 1920er Jahre erreicht die Jahresförderung 100.000 Tonnen. Im Braunkohlentagebau Erika der Ilse Bergbau AG werden schon bei den ersten Aufschlussarbeiten 1914 größere Lagerstätten freigelegt. „Hohenbockaer Glassande“ versorgen nicht nur Glashütten im Böhmerwald oder Erzgebirge, sondern werden selbst nach Übersee verschifft. Im Jahr 2023 beträgt die Gesamtförderung in der Lausitz rund 70 Millionen Tonnen. Jährliche kommen weitere 400.000 Tonnen dazu.

#### Rasantes Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum

Von der prosperierenden Braunkohlenindustrie gehen gesamtwirtschaftliche Impulse aus. Fachkräfte aus anderen Bergbauregionen werden angeworben. Die vergleichsweise dünn besiedelte Lausitz wird zum Einwanderungsland. Neue Mustersiedlungen entstehen, und die industrielle Lebenswelt schafft Nachfrage an Wohnraum, Konsumgütern und Dienstleistungen. Neben dem Baugewerbe profitieren vor allem der Industrie- und Metallbau, aber auch viele Zulieferer und der allgemeine Handel. Ab den 1920er Jahre ist die Lausitz dann „Schaltzentrale“ und ein Knoten des europäischen Stromverbundes. Vollmechanisierte Großtagebaue vermelden immer neue Produktionsrekorde (SCHULZ 2005).

Durch die Anwerbung erfahrener Bergleute, Maschinenisten und Bauarbeiter steigt die Bevölkerungszahl rapide: In manchen Industriegemeinden, wie Särchen/Annahütte, (Z)schickpau oder Großräschen verzehnfacht sich die Einwohnerzahl binnen weniger Jahrzehnte. Zählt die Ackerbürgerstadt Senftenberg im Jahr 1831 knapp 1.100 Einwohner, so sind es 1905 bereits 6.904 und 1925 stolze 17.471 (TELSCHOW 1933). Die überwiegend sorbische Landbevölkerung passt sich schnell den neuen Lebensgewohnheiten an. Aus Bauern und Tagelöhnern mit prekärer Lebenssituation werden fest angestellte Industriearbeiter.

Weil Fachkräfte knapp sind, ist die eine technisch versierte Stammebelegschaft von großem Interesse. Aus- und Fortbildung versprechen höhere Produktivität und einen reibungslosen, möglichst unfallfreien Arbeitsablauf.

Eine Zeit des Umbruchs: Hier eine althergebrachte Land- und Forstwirtschaft der Gutsbezirke, schon in Sichtweite die modernsten Anlagen der Kohlenindustrie. Innerhalb weniger Jahrzehnte verändern sich Landschaftsbild, Lebensgewohnheiten und Siedlungsstrukturen grundlegend. Gleich neben ursprünglichen Bauerndörfern, die noch das frühe Siedlungsmuster erkennen lassen, entstehen Wohngemeinden für Industriearbeiter – mit fast städtischer Infrastruktur, Gewerbe und neuer Freizeitkultur (BAYERL & MAIER 2002, KATZUR & BÖCKER 2010). Schon vor dem Ersten Weltkrieg werden Restlöcher als Fischteiche und sogar beliebte Badeanstalten genutzt, z. B. in Schickpau, Weißwasser (Jahn-Teich), Plessa, Kraupa (Bad Aegir) oder Henriette (Poleysee).

#### Werkssiedlungen

Bereits 1880 errichtet die Ilse Bergbau AG (I.B.A.) / Ilse-Bergbau Actiengesellschaft erste Arbeiter- und Beamtenhäuser in der später abgebagerten Ortslage Bückgen (Großräschen-Süd). „Kolonie Ilse“ hat, wie andere Werkssiedlungen, ihren Ursprung in der Straßenrandbebauung vorhandener Dörfer. Erst nach der Jahrhundertwende entstehen geschlossene Mustersiedlungen/Gesamtanlagen mit gehobenem Standard, wie in Brieske („Kolonie Marga“, 1907-1915), Laubusch („Werkssiedlung Erika“, 1914-1923/1938), Heide („Werkssiedlung Heye III, 1910-1925), Welzow („Reihensiedlung der Eintracht AG“, 1933-1939), Zerze („Arbeitersiedlung Brigittenhof“, 1918) oder Knappenrode („Bergarbeiterkolonie Werminghoff“, 1913-1922). Darin vereinen sich Dresdener Reformarchitektur, Elemente des späten Jugendstils und der soziale Wohnungsbau. Äußere Grünanlagen mit Obstgehölzen schirmen die Siedlungen zur umgebenden Bergbau- und Industrielandschaft ab. Bemerkenswert sind die hohe Bauqualität und viele gestalterische Details: Fabrikantenvilla, Kulturhaus mit Vereinszimmern, Werkgaststätte, Kauf- und Badehaus, Freibad, Post, Schule, Kindergarten, Bahnhof, Schrebergärten, selbst Kirchen und Friedhöfe dürfen nicht fehlen. Noch ist es unüblich, während der Planung von Arbeitersiedlungen an den Tod ihrer meist jungen Bewohner\*innen zu denken. Die für „Gartenstädte“ typischen genossenschaftlichen Elemente wie ein Mitbestimmungsrecht fehlen jedoch. Betrieblichen Hierarchien, insbesondere zwischen Verwaltungspersonal und Arbeiter\*innen, manifestieren sich auch hier, wenn der Zugang zu Gaststätten in getrennten Bereichen erfolgt.

In den Mustersiedlungen leben 1913 schätzungsweise 15 bis 20 Prozent der Werksangehörigen. Bis 1919 sind bereits 4.893 Werkswohnungen bezogen, vier Jahre später 6.159 (SCHULZ 2005). Während die Kernbelegschaft der Ilse Bergbau AG von betrieblichen Wohlfahrtsleistungen profitiert, bleibt die Lebenssituation für die meisten Beschäftigten im Revier prekär. Es herrscht allgemeiner Wohnungsmangel.

Diese schon einige Zeit funktionslosen Filterbrunnen aus den 1970er Jahren hat der spätere Abbau von Kiesen und Sanden freigelegt. Bisher sind in der Lausitz rund 20.000 solcher Bohrlöcher mit Tonen und Kraftwerksaschen verfüllt worden. Ungesicherte Filterbrunnen können zu Setzungen und spontanen Sackungen führen, es droht Einsturzgefahr.

So nehmen gering qualifizierte Hilfskräfte der umliegenden Dörfer lange Fußwege in Kauf. Beim Aufschluss neuer Tagebaue entstehen für angeworbene Fachkräfte notdürftig ausgestattete Barackenlager. Selbst Stallanlagen werden in einfachste Mietshäuser umgebaut. Und die Arbeitsbedingungen im Bergbau bleiben trotz fortschreitender Mechanisierung körperlich hart.

### Soziale Fragen

Nach 1918 bleiben große soziale Klassenunterschiede bestehen und sorgen für gesellschaftlichen Zündstoff in unruhigen politischen Zeiten. Die Arbeitnehmer\*innen fordern Mitsprache, es kommt immer wieder zu Arbeitskämpfen. Allerdings kann sich die betriebliche Teilhabe kaum durchsetzen, wenn vorübergehende Absatzkrisen zu betriebsbedingten Massenentlassungen führen. So verschärft sich die allgemeine soziale Situation während des Hyperinflationjahres 1923.

Schließlich führt die Weltwirtschaftskrise 1929 zu einer andauernden Schieflage und politische Radikalisierung. Der ausländische Kapitalstrom nach Deutschland versiegt. Dringend benötigte Kredite fallen weg und viele Firmen brechen zusammen. Die Industrieproduktion fällt binnen kurzer Zeit um rund 40 Prozent. Im Deutschen Reich sind Ende 1932 rund 5,8 Millionen Menschen = 30 Prozent aller Erwerbspersonen arbeitslos gemeldet, gleichzeitig wird die staatlichen Unterstützung massiv gekürzt. Dennoch bleibt die Beschäftigungslage im Lausitzer Braunkohlensektor vergleichsweise stabil. Aber auch dort müssen Bergleute und Industriearbeiter drastische Lohninbußen und längere Arbeitszeiten hinnehmen. Gleichzeitig werden Steuern und Abgaben erhöht, neue kommen hinzu, so dass das Realeinkommen der Beschäftigten um rund ein Drittel fällt. Die Wirtschaftskrise wird 1932/1933 zur existenziellen Staatskrise der Weimarer Republik.

### III.3 Großindustrielle Braunkohlenwirtschaft

#### Entwicklungsschub und Landschaftsveränderung

Anfangs verbinden nur kurze und recht behelfsmäßige Anschlussgleise die einzelnen Betriebsstätten. Meist wird die Rohkohle mit umlaufenden Kettenbahnen oder Drahtseilanlagen direkt zur Brikettfabrik befördert, dann zerkleinert, gesiebt, getrocknet und gepresst. Um die Jahrhundertwende setzt sich der Zugbetrieb durch, sowohl für die Abraumbewegung als auch den Transport der stückigen Rohkohle. Gleichzeitig gehen neue Werke mit überregionalem Eisenbahnanschluss in Betrieb – ein gewaltiger Modernisierungs- und Entwicklungsschub (SCHULZ 2005). Durch den Aufschluss immer größerer Abbaufelder nimmt der Landschaftsverbrauch rapide zu.



Abbildung 18: Filterbrunnenstecke des Tagebaues Klettwitz (1949-1991) zur Förderung („Sümpfung“) des Grundwassers mittels Pumpen.

Um 1900 zeigt das Messtischblatt/TK 25 Klettwitz (120 Quadratkilometer) eine durch Tief- und Tagebaue beanspruchte Fläche von rund 8 Quadratkilometer oder 6,5 Prozent des Kartenblattes. Kurz vor dem Zweiten Weltkrieg verzeichnet der gleiche Ausschnitt 43 Quadratkilometer (36 Prozent). Dazu kommen viele Werksanlagen und eine neue Wohnbebauung, so dass rund die Hälfte der physischen Landschaft durch Industriefolgen überformt ist. Für die Lausitz bedeutet der Braunkohlenbergbau die größte Umwälzung in ihrer Geschichte – naturräumlich, wirtschaftlich und gesellschaftlich. Mit der noch ungebremsten Technik- und Fortschrittsgläubigkeit einher geht die Überzeugung, man könne Natur und Umwelt beherrschen, sie den wirtschaftlichen Bedürfnissen folgenlos und nach Belieben unterordnen.

#### Rekultivierung wird eingefordert

In den 1920er Jahren erfassen technologische Fortschritte vor allem die Abraumbewegung, Kohlenförderung und -veredelung – somit den produktiven, gewinnreichen Unternehmensbereich. Die Kippenabdeckung mit humosem Oberboden lässt sich angesichts der ungenügenden Substratqualität in der Lausitz aber kaum umsetzen (KATZUR & BÖCKER 2010). Denn im Gegensatz zum Mitteldeutschen Revier verkaufen die Grundeigentümer nicht nur ihre Abbaurechte, sondern das Land. Mit Ausnahme der Staatsforste für die ein adäquater Flächenausgleich vorgesehen ist, besteht keine besondere Notwendigkeit kulturfähige Substrate aufzuhalten. Die Rekultivierung verursacht nachträgliche Kosten, so dass sie gerne auf unbestimmte Zeit verschoben wird. Auch finanzielle Rückstellungen für die spätere Sanierung fehlen. So bleiben große Bruchfelder des aufgegebenen Tiefbaues sich selbst überlassen; weil sich die „verlassenen“ Gruben noch in Besitz der Braunkohlenwerke befinden, andere Unternehmen bereits in Konkurs sind oder die Rechtsnachfolge ungeklärt ist.

#### Landwirtschaft kontra Bergbau

Dagegen formiert sich bei der „an die Scholle gebundenen“ Landbevölkerung und ostelbischen Großgrundbesitzern erster Widerstand. Es kommt zu Protesten, bei denjenigen, die direkt vom Bergbau betroffen sind, indem sie fruchtbares Ackerland verlieren und in ihrer wirtschaftlichen Existenz bedroht sind.

Nach Argumentation des Reichs-Landbundes\*) verschärft sich so die ohnehin schwierige agrarwirtschaftliche Situation weiter (MEYER 2022). Daher soll die land- und forstwirtschaftliche Rekultivierung ihren Beitrag zur Existenzsicherung der Agrarbetriebe leisten. Auf politischen Druck werden ab 1922 die gesetzlichen Regelungen schrittweise verschärft, vor allem was die Herstellung von kulturfähigen Ackerflächen betrifft. Insgesamt bleibt die Lobby-Initiative – im Gegensatz zum mitteldeutschen Revier und Rheinland – aber wirkungslos, wegen der Abtretung des Landes an den Bergbau. So erfolgt in der Lausitz keine nennenswerte Rückübertragung von Kippenflächen an Landwirte; anders nach dem Zweiten Weltkrieg, als bereits ein dramatischer Verlust eingetreten ist und die landwirtschaftliche Folgenutzung stark forciert wird (KATZUR & BÖCKER 2010).

\*) Reichs-Landbund: Die mit Abstand einflussreichste Bauernvereinigung während der Weimarer Republik, 1923 mit rund einer Million Mitglieder.

Für die Lausitzer Kohlenwerke bestehen große Spielräume, wenn gekippte Flächen ohne Rekultivierung für den weiteren Betrieb freigehalten werden. De facto liegen alle Maßnahmen zur Wiedernutzbarmachung in eigenem Ermessen. Aber um behördliche Auflage zu vermeiden, erfolgen schon frühe Aufforstungen, die über ingenieurbioökologische Maßnahmen hinausgehen. Der anfängliche Gehölzbestand bleibt zufällig und ist ohne begründeten Standortbezug. Es dominieren schnell wachsende Baumarten, welche eine rasche Begrünung des brach liegenden Geländes versprechen. Das sind Gemeine Birke, Gemeine Kiefer, Rot-Eiche, verschiedene Zuchtpappeln, Robinie und Weiß-Erle. Ohne Zweifel wird bereits die Erholungs- und Wohlfahrtsfunktion des „Industriewaldes“ erkannt.

#### Was dem Bergbau folgt

Schon in den 1930er Jahren weist keine andere Region Europas eine höhere Verdichtung der Kohlenindustrie auf. Im Kernrevier – zwischen Spremberg, Senftenberg und Lauchhammer – entsteht eine unregelmäßige „Zwischenlandschaft“. Hier bestimmen industrielle Anlage und technogene Elemente den Landschaftscharakter: Laufender Kohlenbetrieb und aufgelassene Gruben wechseln ab mit Sukzessionsflächen, Aufforstungen und „unverritzten“, zum Abbau vorgesehene Bereichen. Dazwischen: Werksbahnen und -straßen, Seilbahnen, kilometerlange Kabeltrassen, betriebseigene Beleuchtungsanlagen, Asche-/Schlacke-Deponien, Fabrikschlote und Schachtfördermaschinen. Den Großtagebauen folgen zahlreiche wasserbauliche Maßnahmen mit Flussverlegungen und Kanalisierung, ausgebauten Entwässerungs- und Vorflutgräben, Dammschüttungen, Klär- und Staubecken. Aber auch schematisch angelegte Werksiedlungen und „Gruben-Kolonien“ beeinflussen das Landschaftsbild und dessen Wahrnehmung. So weist SCHULTZE (1931) darauf hin, dass durch den Bergbau ein neuer Typ der Kulturlandschaft entsteht, die er nach verschiedener Ausprägung typisiert: Tagebau-, Stollenbau- und Schachtbau-Landschaft. Daneben verweist der spätere „Landschaftsanwalt“ MEYER-JUNGCLAUSSEN (1933) auf

die angeblich „wesenseigene Schönheit“ jeder Bergbau- und Haldenlandschaft, die in das „naturhafte Landschaftsbild“ einzufügen ist. Davon ausgehend erfolgt ein Ideenentwurf zur Gestaltung des 18 Hektar großen Strandbades Kleinleipisch im wassergefüllten Restloch der aufgelassenen BUBIAG-Grube Lauchhammer I/Marie-Anne (1910-1921) (KATZUR & BÖCKER 2010).

Es stellt sich eine bis heute aktuelle Frage: „Was wird aus dem Industriegebiet nach dem Abwandern der Braunkohlenwerke?“ (HEUSOHN 1933). Interessanterweise wird in der Rekultivierung von Braunkohlentagebauen noch kein größeres Tätigkeitsfeld für Landschafts- und Gartenarchitekten gesehen – im Gegensatz zu Renommierprojekten des NS-Staates, wie dem Autobahn- oder Kanalbau. Ohne Analyse sowohl des vorbergbaulichen Zustandes als auch der Umweltschäden fehlen Vorstellungen für die Zeit nach dem Bergbau. Das ändert sich erst in den frühen 1950er Jahren, als sich Regional- und Landschaftsplaner der Frage annähern, vor allem die „Linger-Gruppe“ mit ihrer „Landschaftsdiagnose der DDR“ (1950-1952, LINGER & CARL 1957) und Otto RINDT (1960, 1973, 1975) – dem „geistigen Vater des Lausitzer Seenlandes“.

#### Primat der Braunkohlenindustrie

Im Nationalsozialismus hat die Braunkohlenwirtschaft eine rüstungs- und industriepolitische Schlüsselrolle. Zwar steht sie durch ihre Landinanspruchnahme mit dem Reichsnährstand in Konflikt. So erschwert das Reichserbhofgesetz vom September 1933 den Verkauf bäuerlicher Höfe „von mindestens einer Ackeranbauung und von höchstens 125 Hektar“. „Der Erbhof ist grundsätzlich unveräußerlich und unbelastbar“ (Reichsgesetzblatt). Aber bei rechtlichen Streitigkeiten kann sich der Bergbau immer durchsetzen (KRETSCHMER 1998).

In den 1930er Jahren steigt die Kohlenförderung rapide: Großabnehmer für Braunkohlenstrom sind das Aluminiumwerk Lauta der Vereinigten Aluminium-Werke AG (seit 1918) und das Ferro- und Chemowerk Mückenberg der Wacker Gesellschaft für elektrochemische Industrie (Inbetriebnahme 1926/1938). Alleine das Synthese- und Hydrierwerk der Braunkohle-Benzin AG (BRABAG) in Schwarzeheide benötigt ab 1935 jährlich rund 1,3 Millionen Tonnen Rohbraunkohle. Damit zählt das Lausitzer (Senftenberger) Braunkohlenrevier zu den größten Industriebezirken in Deutschland (JURASKY 1936).

Im Arbeiter-und-Bauern-Staat DDR ist „Schwarzes Gold“ von Beginn an der mit Abstand wichtigste Energieträger, auch weil Oberschlesien und das Ruhrgebiet als Lieferanten ausfallen (WITTIG 1998). Auch das Hüttenwesen hängt in großen Teilen von Braunkohlen-Hochtemperaturkoks (BHT) ab. Steinkohle aus dem Zwickauer und Oelsnitzer Revier eignet sich zwar besser zur Roheisenherstellung (Reduktionsmittel und Brennstoff), reicht aber bei weitem nicht aus. 1952 geht die Großkokerei Lauchhammer auf dem Gelände des früheren Chemoworks Mückenberg in Betrieb.

So ist die Braunkohle im nahegelegenen Tagebau Klettwitz wegen ihres vergleichsweise geringen Schwefelgehaltes besonders geeignet. Drei der 7 Brikettfabriken in Lauchhammer produzieren ausschließlich Feinstkornbriketts zur Verkokung. Ab August 1964 folgt eine zusätzliche Kokserzeugung im VEB Gaskombinat „Schwarze Pumpe – Stammbetrieb“ (GSP, Brikettfabrik Mitte).

#### Kohlen- & Energieprogramm

Am 21. März 1957 verabschiedet der Ministerrat der DDR ein ehrgeiziges Kohlen- und Energieprogramm. Darin steht die Braunkohle stellvertretend für die ökonomischen Autarkiestrebungen in der Systemkonkurrenz zum Westen. Damit wird der sozialistische Arbeiter- und Bauern-Staat in diesem Punkt unabhängig von devisenzehrenden Lieferabhängigkeiten des kapitalistischen Auslandes. Von jetzt an heißt es: „In Berlin wird regiert, in Cottbus entschieden“. Eine allgemeine Betriebsamkeit erfasst den neuen Kohlen- und Energiebezirk. Schon 1951 wird das nach Kriegsende demontierte Kraftwerk II (64) in Lauchhammer reaktiviert, 1954 folgt die Wiederinbetriebnahme von Trattendorf. In Bau gehen die deutlich leistungsstärkeren Kraftwerke Berzdorf (1956), Lübbenau (1957), Vetschau (1960). Zwischen Hoyerswerda und Spremberg entsteht inmitten von Kiefernwäldern das Gaskombinat Schwarze Pumpe mit drei angeschlossenen Heizkraftwerken. Es entwickelt sich mit vielen Hilfs- und Nebenanlagen ab 1955 zum größten Braunkohlenveredelungsbetrieb der Welt. Parallel werden die Großtagebaue Klettwitz, Lohsa, Bluno, Koschen, Burghammer, See-West und Schlabendorf-Nord erschlossen.

In der Raumplanung hat die Braunkohlegewinnung absoluten Vorrang, die Förderzahlen steigen kontinuierlich. Zeitweise laufen im Lausitzer Revier über 60 Brikettfabriken „unter Volldampf.“ Dafür werden alle Umweltprobleme in Kauf genommen (BAUMERT 2020). Das Motto lautet: „Planüberfüllung und gezielte Überbietung der Planaufgaben“, während die Produktivität jedoch sinkt und der Landschaftsverbrauch zunimmt (STEINER 2004, WEHLER 2008). Der Bergbaubetrieb wird nicht hinterfragt, und seine Werktätigen sind privilegiert in Verdienst, Entwicklungsperspektive, Kleidungs- und Lebensmittelversorgung und Sonderzuteilungen. Ende der 1940er Jahre prägt Ministerpräsident Otto Grotewohl den bekannten Spruch: „Ich bin Bergmann, wer ist mehr“. Die WISMUT-Kumpel des Uranerzbergbaues machen daraus: „Ich bin Bergmann, wer isst (!) mehr“.

#### ..bei allen Umweltschäden

Ab den 1970er Jahren sollen Exporte von veredelten Erdölprodukten dringend benötigte Devisen für moderne Technologien und Güter erwirtschaften. Eine Rechnung, die spätestens mit dem sprunghaften Anstieg der Rohölpreise 1979/1980 innerhalb des RGW (Rat für gegenseitige Wirtschaftshilfe der sozialistischen Staaten) nicht mehr aufgeht (KASCHADE 2017). Damit ist die Mitte der 1960er Jahre eingeleitete Modernisierung des Energiesektors faktisch gescheitert: Schon 1975 kommt es zur schrittweisen Ablösung der vorübergehend propagierten Ölfeuerung.

Auch Erdgas und der forcierte Ausbau der Kernenergie können diese Versorgungslücke nicht mehr schließen. Was folgt: Ende der 1980er Jahre gewinnt und verbraucht die DDR – wie schon in den 1950er Jahren – mehr als 30 Prozent der weltweiten Braunkohle, jetzt allerdings bei der 3- bis 4-fach höheren Fördermenge. Sie deckt dadurch rund 80 Prozent ihres Eigenbedarfs an Primärenergie, über Strom, Brikett, Koks, Fernwärme, Dampfkraft und Stadtgas. Im Kohlen- und Energiebezirk Cottbus entfallen 1988 auf die Braunkohlenindustrie schließlich 79 Prozent des gesamten Anlagevermögens und 53 Prozent aller Beschäftigten, rund 100.000 Werkstätige. Rund die Hälfte des Güterverkehrs der DDR dient nur zum Kohlentransport (WITTING 1998).

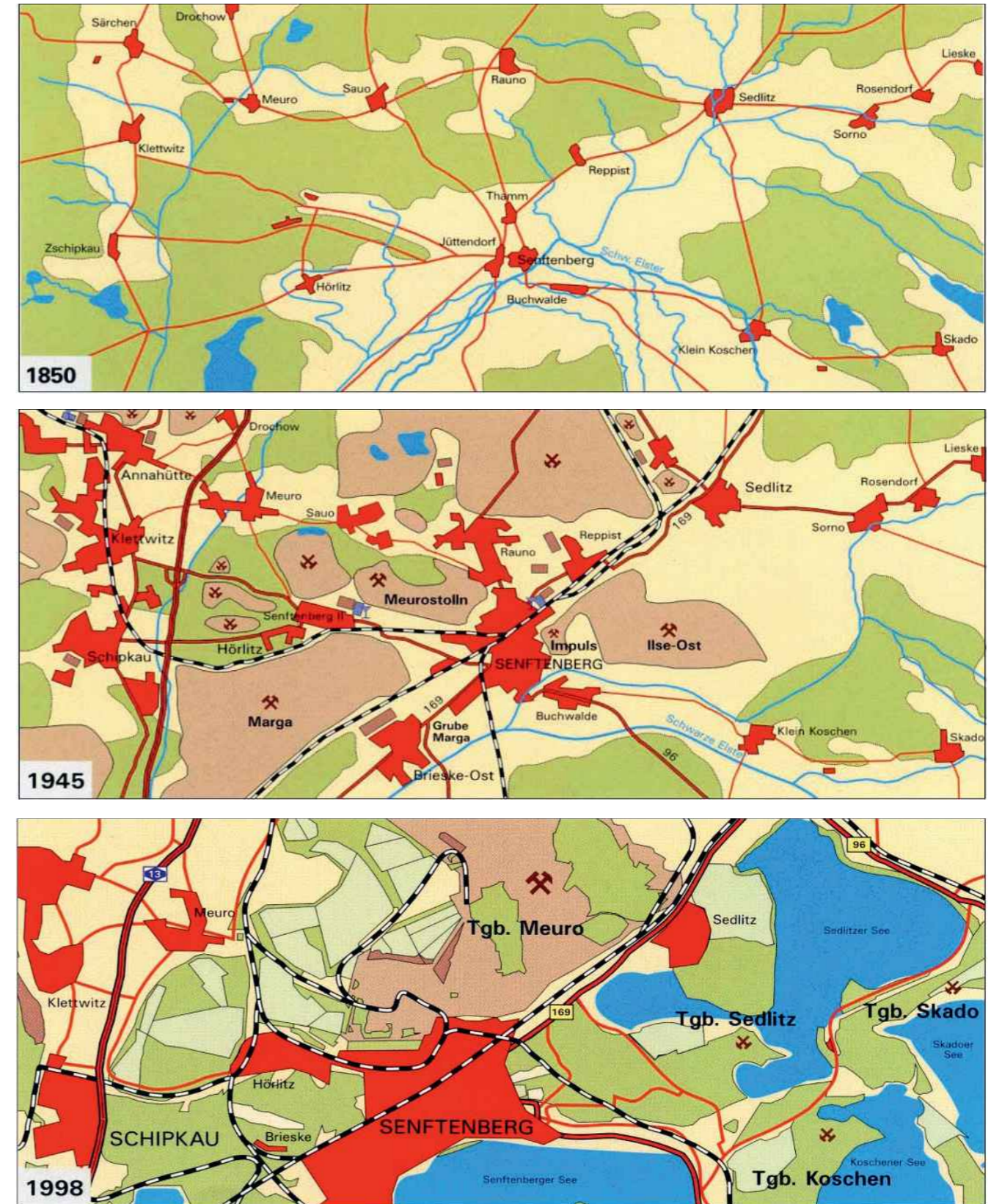


Abbildung 19: Landschaftswandel im Lausitzer Braunkohlenrevier – dargestellt für den Kernbereich rund um Senftenberg zwischen 1850 und 1998.

Bergbaufolgen sind komplex und beeinträchtigen auch das Tagebaumland. Ein folgenreiches Beispiel ist die „Elsterregulierung“: Schon ab dem Jahr 1921 wird die Schwarze Elster mit dem Aufschluss neuer Tagebaue mehrfach umverlegt, begradigt und eingedeicht. Durch die Kanalisierung erhöht sich ihre Strömungsgeschwindigkeit. Flachwasserbereiche gehen verloren. Die Tiefenerosion senkt den Grundwasserspiegel. Schwarze Elster und Kleine Elster zählen zu den am stärksten überformten Fließgewässern in Deutschland.

Zwar wähnt sich die DDR zum 30. Jahrestag der Republik unter den führenden Wirtschaftsmächten. Jedoch spricht die ökonomische Realität eine ganz andere Sprache. Laufende Budgetprobleme, chronischer Investitionsstau, eine sinkende Arbeitsproduktivität und der hohe Schuldendienst fordern Tribut (RITSCHL 1995, STEINER 1999). Manche sprechen von Agonie. Die Innovationsfähigkeit nimmt im letzten Jahrzehnt der DDR rapide ab. Was alle geschönten Planerfüllungszahlen außerdem verschweigen: Die allgemeine Umweltsituation spitzt sich zu. Bereits in den 1970er Jahren hat das Land die höchsten pro Kopf-Schadstoff-Emissionen Europas (BAUMERT 2023).

Gesundheitsschädliche Folgen, insbesondere Atemwegs- und Hauterkrankungen, häufen sich dramatisch. Auch wenn schon seit 1968 der Umweltschutz als Staatsziel verankert ist und 1970 das Landeskulturgesetz verabschiedet wird, droht den Braunkohlenregionen rund um Leipzig-Bitterfeld und in der Lausitz ein ökologischer Bankrott. Luft, Gewässer und Boden sind zu großen Teilen „katastrophal belastet“ (HUFF 2014, 2015). Hochgiftige Produktionsrückstände fallen in großer Menge an. Kohlenrübe, Filteraschen, arsen-, quecksilber- und phenolhaltige Schlämme, Teeröle und Schlacken werden einfach „verklappt“. Auch die Standorte der Veredlungsbetriebe (Kraftwerke, Siebanlagen, Brikettfabriken, Kokereien, Gaserzeugungs- und Destillationsanlagen) sind hochgradig kontaminiert. Bergbau- und Industrie-Altlasten gelten als „tickende Zeitbomben“ (ILLING ET AL. 2014) und gefährden das Grundwasser in Terpe/Zerre, Schwarze Pumpe, Lauta, Annahütte, Schwarzeheide, Lauchhammer oder Domsdorf/Tröbitz. Die meisten Abwässer fließen ungeklärt in die Vorflut oder füllen Tagebau-Restlöcher. Aus ehemaligen, nicht mehr verkippten Randschlüchen werden ungesicherte Mülldeponien mit industriellen und kommunalen Abfällen. Reste davon lassen sich noch heute finden.

### III.4 Vom Raubbau früherer Jahrzehnte

#### Landschaftszerstörung und andere Tagebaufolgen

In den 1920/1930er Jahren wird der Braunkohlentagebau in seiner ganzen Tragweite als Verlust erkannt, spätestens mit der Entsiedelung von ganzen Abbaufeldern. Die „Braunkohlenfrage“ wird für die kommenden 100 Jahre zur bestimmenden Triebkraft des Landschaftswandels in der Lausitz. Erst durch die industrielle Verdichtung werden viele Eingriffe für jeden sicht- und spürbar: So verändern sich Wesensmerkmale der Landschaft und damit deren Leistungen. Ganze geologisch-morphologische Strukturen werden in wenigen Jahren „überbaggert“. Mit dem Einsatz von Förderbrücken und anderen Großgeräten verschwinden weithin sichtbare Landmarken, Geländepunkte und landschaftsprägende Objekte, wie Einzelbäume und Alleen, mit ihren historischen Nutzungsbezügen (TELSCHOW 1933). Was der Bergbau hinterlässt, sind unbegrünte, sterile Abraumkippen, erodierte Halden, wassergefüllte Restlöcher, aufgelassene Klärteiche, stillgelegte Gleisanlagen und marode Anlagenreste. Die räumliche Orientierung

fällt schwer in einer eher abweisenden, stark technologisch geprägten und disharmonisch anmutenden Industrie(folge)landschaft.

Neben den unmittelbaren Einwirkungen beeinflussen Bergbauschäden jetzt das gesamte Tagebauland der Niederlausitz. Eingriffe in den oberflächennahen Grundwasserleiter und einer großräumigen Absenkung des Wasserstandes lassen Quellgebiete, Teiche und Bäche versiegen, beispielsweise auf der Hochfläche südlich von Finsterwalde, bei Crinitz-Groß Meßow, am Oberlauf der Kleinen Elster zwischen Lindthal und dem Lug-Becken oder im Lausitzer Urstromtal (GÜNTHER ET AL. 1949). Die Zerstörung von grundwasserstauenden Schichten führt zur Austrocknung angeschlossener Gewässer. Daneben gehen durch den Kohlenabbau kulturhistorisch und landschaftsökologisch bedeutsame Wasserbauwerke verloren, wie mittelalterliche bis frühneuzeitliche Teich- und Grabenanlagen.

Großflächige Grundwasserabsenkungen des Braunkohlenbergbaues führen zu einer massiven, häufig unumkehrbaren Beeinflussung der Landnutzung (PFLUG 1989). So kann bereits MICHAEL (1958) auf landwirtschaftlich genutzten Flächen des Senftenberger Raum Mindererträge von 40 Prozent nachweisen. Forstlich sind insbesondere Erlenbrüche und andere grundwasserabhängige Waldgesellschaften betroffen (RIPPL 1989). Mittels Jahrringanalysen lassen sich andauernde Vitalitäts- und Zuwachsverluste nachweisen (ADAM 1992). Umgekehrt kann die Ableitung von überschüssigen Grubenwässern zu höheren Abflüssen führen und im Winterhalbjahr die Hochwassergefahr verschärfen (KATZUR & BÖCKER 2010). Gleichzeitig wächst die Verschmutzung der Vorfluter, wenn Entwässerungsgräben immer mehr unzureichend geklärte Industrielwässer wie des VEB Synthesewerkes Schwarzeheide aufnehmen. So werden für das Lausitzer und Mitteldeutsche Braunkohlenrevier über 1.230 Altlastenverdachtsflächen an über 100 Standorten ermittelt. Alleine die „Benzolfahne“ im Grundwasserabstrom des Veredlungsstandortes Schwarze Pumpe beträgt bis zu 3 Kilometer Länge (ILLING ET AL. 2014).

#### Abhängigkeit, Stagnation und Agonie

Spätestens ab den 1950er Jahren verursacht die intensiverte Kohlenförderung einen regelrechten „Raubbau“ an Natur und Landschaft (KATZUR & BÖCKER 2010, KRÜMMELBEIN ET AL. 2012, SCHWARZER 2014). Schließlich liefern im Kohlen- und Energiezentrum der DDR beziehungsweise „Ruhrgebiet des Ostens“ 17 Tagebaue jährlich 200 Millionen Tonnen Rohbraunkohle – gegenüber 84 Millionen Tonnen im Jahr 1960 (KATZUR & BÖCKER 2010). Aufgrund des immer ungünstigeren Kohlen-/Abraum-Verhältnisses von unter 1:2 (1920) auf 1:8 (1990) steigt der Landschaftsverbrauch überproportional zur Förderleistung mit über 3.000 Hektar pro Jahr (DREBENSTEDT ET AL. 2014).

WITTIG (1998) nennt für das Jahr 1990 eine Rekultivierungsrate von lediglich 47 Prozent der beanspruchten Fläche. Immer mehr unbegrünte, brachliegende oder nur teilrekultivierte Abraumkippen bestimmen das Landschaftsbild (BESCHOW 2012).

Besonders einprägsame „Mondlandschaften“ hinterlassen die großen Abbaugelände Klettwitz-Kleinleipisch, Spreetal, Seese-Schlabendorf, Nochten, Welzow-Süd, Lohsa-Dreiweibern, Bärwalde und Jänschwalde.

Zwar wird auf den offensichtlichen Gegensatz zwischen Ökonomie und Ökologie bei der Bergbausanierung hingewiesen, den es im Sozialismus „eigentlich überhaupt nicht geben“ darf (KRUMMSDORF 2007). Dennoch spielen landeskulturelle Aspekte zur Gestaltung einer vielseitig nutzbaren Bergbaufolgelandschaft nur eine Nebenrolle (KATZUR & BÖCKER 2010). Nach RINDT (1962) ist der allgemeine Gebietsentwicklungsplan in landschaftsökologischer und gestalterischer Hinsicht unzureichend. Dabei stützt sich das DDR-Planungssystem maßgeblich auf die Bezirks- und Kreisplankommissionen. Es bestehen aber weitgehende Interventionsmöglichkeiten der zentralen Staatlichen Plankommission, was dem absoluten Machtanspruch der SED entspricht. Das führt zu Reibungsverlusten und Ineffizienz, wenn bei Planabweichungen immer wieder Rücksprache gehalten werden muss.

Was die staatliche Wirtschaftsplanung verschweigt: Wie viele Anlagen der Braunkohlenindustrie sind die technologischen Mittel zur Wiedernutzbarmachung veraltet und oft improvisiert. „Nicht nur Not, sondern auch Mangel macht erfinderisch“: Meist handelt sich um handwerkliche Unikate oder Kleinserien, was wiederum die Herstellungs- und Instandhaltungskosten erhöht. Ersatzteile bleiben Spezialanfertigungen. Solche strukturellen Mängel widersprechen dem sozialistischen Selbstverständnis, wonach (1) alle Gegensätze zwischen Kapital, Mensch und Umwelt durch eine gerechte Verteilung der Produktionsmittel aufgelöst werden sollen und (2) das Wirtschaftssystem automatisch dem freien Markt überlegen ist (BAUMERT 2020, 2023).

#### Bittere Wahrheiten

Hauptinstrument zur Lagerstättensicherung und Bergbauplanung ist seit den 1960er Jahren die Ausweisung von „Bergbauschutzgebieten“ durch die jeweiligen Bezirkstage. Hier werden – auch für die Lausitz – als geheime Verschlussache Abbaueinträgen von 100 bis 200 Jahren vorangetrieben bei Auskohlungsgraden von über 70 Prozent der Landschaft (BERKNER 2016). Gleichzeitig wächst der Energiehunger unaufhaltsam und damit die Umweltbelastung. Nach BRIER (1987) sind im Energiebezirk Cottbus rund 230.000 Hektar Braunkohlenlagerstätten erkundet. Etwa 55 Prozent der industriell verwertbaren Vorräte der DDR lagern hier (PÄTZ ET AL. 1989). 181.388 Hektar gelten als „Bergbauschutzgebiet“, davon 57.247 Hektar Landwirtschaftsfläche und 93.540 Hektar Wald. Hier hat der Braunkohlenbergbau absoluten Nutzungsvorrang (WITTIG 1991, STEINHUBER 2005). Umgekehrt werden alle Infrastruktur-Investitionen gestoppt, so dass die wirtschaftliche Entwicklung zum Erliegen kommt, das Wohnumfeld leidet und viele Einwohner – wie gewünscht – abwandern. Manche Orte wie Annahütte, das bereits 1968, dann 1984 und schließlich im Jahr 2000 abgerissen werden soll, verfallen zunehmend.

Bis zum Ende der DDR werden angesichts des prognostizierten Energiebedarfs sogenannte Zukunftstaugebaue bei Luckau, Schlabendorf, Calau oder Spremberg und Bagenz südlich von Cottbus mit Hochdruck geplant. Ihre Laufzeit soll die nationale Versorgungssicherheit bis in das Jahr 2075 gewährleisten (MATTHES 2000). Im Ergebnis würden 130.000 Hektar Fläche beansprucht – über die bis dahin schon ausgekohlten Felder hinaus. Bei Ausbeutung aller wirtschaftlich abbauwürdigen Vorräte entspricht dies rund 30 bis 40 Prozent der Niederlausitzer Landschaft.

### III.5 Umwelt- und Landschaftsgestaltung

#### „Wendezeit“

Wie verwundbar die bis dahin so unantastbare Braunkohlenindustrie ist, zeigt sich 1989/1990: Unter Marktbedingungen bricht die ausgelaugte Kohlewirtschaft „über Nacht“ zusammen.

Es beginnt eine „neue Zeitrechnung“ und auch für den Lausitzer Braunkohlenbergbau bleibt kaum etwas wie zuvor: Der „harte“ Strukturbruch verändert die Lebens- und Arbeitswelt eines bis dahin eng verflochtenen Wirtschaftsraumes von rund 2.400 Quadratkilometer. Was folgt, ist die massive Deindustrialisierung einer Region, welche sich lange Zeit über Kohle, Energie und stromintensive Kombinate definiert hat. Die meisten Tagebaue sind unrentabel und werden mit ihren Veredelungsanlagen bis 1993 stillgelegt. Damit sinkt die Förderzahl in der Lausitz rapide von noch rund 195 Millionen Tonnen Rohbraunkohle im Jahr 1989 auf 71 Millionen Tonnen 1995 – um minus 63 Prozent, was der Leistung von 1960 entspricht. In den 1990er Jahren beträgt der Landschaftsverbrauch durch den Bergbau weniger als ein Viertel früherer Jahrzehnte. Innerhalb von 4 Jahren stehen bis auf Schwarze Pumpe alle anderen, jetzt unrentablen Brikettfabriken still, genauso Altkraftwerke und davon abhängige Industrien. Rund 80.000 Beschäftigte verlieren ihre Arbeit.

Die Aufspaltung in den aktiven (heute: Lausitz Energie Bergbau AG) und Sanierungsbergbau (heute: Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH, LMBV) schafft für die Sanierung rechtliche, organisatorische und Planungssicherheit. Zur Bewältigung der unzähligen Altlasten schließt der Bund mit den betroffenen Braunkohlen-Ländern Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen Ende 1992 ein erstes Verwaltungsabkommen. Davon entbunden kann der laufende Bergbau marktwirtschaftlich handeln, im rechtlichen Rahmen und gemäß seiner eigenen Verantwortlichkeit zur Wiedernutzbarmachung.

#### Bergbaufolgelandschaft und Sanierung

Ein bereits in den 1960er Jahren entstandener Begriff wird zum Sprachgebrauch: Bergbaufolgelandschaft (BFL), laut Lexikon der Geographie „die in großräumigen Gebieten des Bergbaues während des Abbaus oder nach dessen Ende entstehende oder entwickelte Landschaft“. Damit handelt es sich um einen „künstlichen, vom Menschen geschaffenen Landschaftstyp“ in bisher unbekanntem Ausmaß (BAYERL & MAIER 2002). In der BFL durchlaufen Landschaftsausschnitte verschiedene Entwicklungsstadien: An einer Stelle läuft der Kohlenabbau gerade aus, es beginnt die Wiedernutzbarmachung. Gleich nebenan stocken schon ansehnliche Kippenwälder des Altbergbaues. Während manche Bereiche abschließend rekultiviert sind – zwischen Plessa und Grünwalde, oder bei Domsdorf/Tröbitz und Schwarzkollm, beanspruchen die laufenden Tagebaue jährlich mehrere hundert Hektar Landschaft. Bis heute sind rund 558 Quadratkilometer ehemaliger Betriebsflächen in eine reguläre Folgenutzung überführt (STATISTIK DER

KOHLEWIRTSCHAFT 2022) und fast alle geschlossenen Tagesanlage sowie Veredelungsbetriebe saniert (ILLING ET AL. 2014). Bis zum Jahr 2012 fließen rund 9,5 Milliarden Euro Steuergelder in die Bergbausanierung, im Jahr 2023 sind es über 13 Milliarden.



Abbildung 20: Lausitzer Bergbaufolgelandschaft: Innenkippe des ehemaligen Tagebaues Klettwitz.

#### Eine neue Landschaftsbaustelle

Nicht nur für viele Lausitzer\*innen ist „Kohle haben“ lange Zeit ein Wohlstandsgarant, identitätsstiftend und ein Zukunftsversprechen. In der Region sichert die Kohlenindustrie bis 2020 rund 15.000 Industriearbeitsplätze (Rosa-Luxemburg-Stiftung 2019), je nach Berechnungsgrundlage. Ihr Beitrag zum Volkseinkommen addiert sich auf 1,5 Milliarden Euro pro Jahr (BERTENRATH ET AL. 2018). Andere sehen vor allem einseitige Abhängigkeiten und gravierende Umweltfolgen. Wie sagt ein Sprichwort: „Gott hat die Lausitz geschaffen, aber der Teufel die Kohle darunter“. Stand 2023 haben die Tagebaue rund 900 Quadratkilometer beansprucht. Es ist die Hälfte der in Deutschland durch den Braunkohlenabbau genutzten Fläche – ein Areal, so groß wie Berlin.

Ein Ortsteil von Sauro nordwestlich von Senftenberg macht 1922 den Anfang. Dort werden für den Bau von Industrieanlagen die ersten 40 Bewohner\*innen bis 1925 umgesiedelt. 1924 fällt Neu-Laibusch Kolonie dem Tagebau Erika im Baufeld IIb zum Opfer, 125 Personen sind betroffen. Proteste gibt es nicht, da alle ihren Grund und Boden bereits an die Ilse Bergbau AG verkauft haben.

Die meisten finden Arbeit im Braunkohlenwerk und manche eine moderne Wohnung in der neuen Werkskolonie Erika/Laubusch. In der Folge weichen 135 Dörfer und Siedlungen dem Bergbau. Und mit ihnen das kollektive Gedächtnis einer verschwundenen Kulturlandschaft. Besonders in den 1970er Jahren kommt es im Nordraum des Reviers, vor allem in den Tageaufeldern Jänschwalde und Schlabendorf/Seese, zu großen Umsiedlungen. In keiner anderen Region Mitteleuropas sind die Landschafts- und Siedlungseingriffe so raumgreifend wie hier (STEINHUBER 2005). Mehr als 25.000 Betroffene, oft der sorbischen Bevölkerung, verlieren bis heute ihre Heimat. Die meisten bleiben jedoch in der Nähe, eben, weil sie beim Bergbau in Lohn und Brot stehen (FÖRSTER 2014).

Bei aller Wertschöpfung der Kohlenindustrie, so vernichtet die Landinanspruchnahme auch wirtschaftliche Existenzen, vor allem im Primärsektor. Schon in den 1920er Jahren thematisieren Interessenverbände den Verlust von fruchtbarem Ackerland und Hofstellen. Erstmals kommen Umwelt- und Gesundheitsgefahren zur Sprache wie massive Belastungen durch Flugaschen oder Industriestäube. Auf den Ausbau des Kohlensektors hat dies keinen spürbaren Einfluss. Zwar wird die Wiedernutzbarmachung ausgekohelter Gruben als notwendig angesehen und auf höchster Ebene thematisiert. Aber ohne politischen Auftrag lässt sich das ganze Ausmaß des Landschaftseingriffes beziehungsweise der Veränderung nicht bewerten. Daneben fehlen allgemeine Umweltstandards und nachprüfbare Qualitätskriterien für die praktische Rekultivierung.

Erst ab 1951 wird die Bergbausanierung unter dem Begriff „Wiederurbarmachung“ als eine Gesamtaufgabe der Territorientwicklung anerkannt. Es geht um eine umfassende Landschaftsgestaltung nach dem Bergbau, die bereits bei der Erkundung und pflanzenbaulichen Bewertung des Deckgebirges beginnt. Bemerkenswert ist die Einbeziehung der anwendungsbezogenen Agrar- und Landschaftsforschung mit einer vor- und nachbergbaulichen Landschaftsdiagnose für ausgewählte Bereiche. Alle Ablaufschritte des Tagebaues stehen auf dem Prüfstand – ausgehend vom Aufschluss der Lagerstätte über den Kohlen- und Abraumbetrieb bis hin zur Sanierung. Die Qualitätssicherung in der land- und forstwirtschaftlichen Rekultivierung gewährleisten technische Normen (TGL), Richtlinien und Zielkriterien. Es gelten bestimmte Rekultivierungsverfahren, letztlich entscheiden jedoch energiepolitische und ökonomische Zwänge über die Durchführung: Zwar macht die Wiedernutzbarmachung weniger als 5 Prozent des Gesamtbudgets aus, ähnlich wie heute. Dennoch wird die Bergbausanierung ab den frühen 1970er Jahren zunehmend vernachlässigt. Das betrifft vor allem die „bergmännische Rekultivierung“, also die Bereitstellung und Vorbereitung von Rückgabeflächen mit ausreichendem „Kulturwert“. Unter dem „Primat der Produktion“ nimmt der Anteil von unplanierten, nicht abgedeckten und gänzlich unrekultivierten Förderbrückenkippen bis zum Ende der DDR stetig zu.

All dies ändert sich grundlegend mit der Deutschen Einheit im Oktober 1990: Das Bundesbergrecht (BBergG 1980) nimmt die Bergbauunternehmen vollumfänglich in die Sanierungspflicht, von der Vorfelderschließung bis zur ordnungsgemäßen Wiedernutzbarmachung. In der Bergbauplanung gewinnen landeskulturelle Gesichtspunkte und Umweltschutzaspekte an Gewicht. Gleichzeitig stehen durch die einzigartige Bund-Länderaufgabe zur Bergbausanierung aller DDR-Altlasten (Alt- und Auslaufbergbau, nicht privatisierte Betriebe) großzügig Mittel bereit. Ab 1992 wird die ostdeutsche Braunkohlensanierung zum größten Umweltprojekt im vereinten Deutschland. Alleine bis 2012 fließen rund 9,5 Milliarden Euro, eine Vielzahl bundes- und drittmittelfinanzierter Forschungsprojekte kommt hinzu (DREBENSTEDT ET AL. 2014). Daneben werden bis in das Jahr 2027 auf Grundlage des laufenden Verwaltungsabkommens VA VII von 2022 weitere Maßnahmen zur Konversion, Rekultivierung und Schadensbeseitigung durchgeführt. Dabei sprechen manche sogar von Ewigkeitslasten. Der Abschluss der Sanierungsarbeiten in bergrechtlicher Verpflichtung der Lausitzer und Mitteldeutschen Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH (LMBV) ist gegenwärtig noch nicht absehbar, vor allem, was den „gestörten“ Landschaftswasserhaushalt und die Stabilisierung geotechnisch instabiler Kippen („Innenkippenematik“) betrifft, siehe § 1 der Vereinbarung. Weitere Bund-Länder-Regelungen zur Finanzierung der Altlastenbewältigung und Übertragung aller sanierten Objekte sind wahrscheinlich.

#### Instabile Kippen

Anfang der 1990er Jahre umfasst die Grundwasserabsenkung für den reibungslosen Tagebaubetrieb im Lausitzer Revier 2.000 Quadratkilometer. Mit der Stillsetzung der meisten Tagebaue verringert sich das Defizit von rund 7 auf weniger als 0,8 Milliarden Kubikmeter im Jahr 2025. Aktuell werden im aktiven Bergbau jährlich noch rund 300 Millionen Kubikmeter Sumpfungswasser gehoben. Aber: Ein erheblicher Anteil der bis 1990 gekippten Flächen sind nach dem Wasseranstieg instabil („Treibsand“) und müssen verdichtet werden. Insbesondere im Nordraum des Lausitzer Reviers bei Schlabendorf („Tornower Niederung“) und Seese („Schwarze Keute“) neigen Innenkippen und Randböschungen zur spontanen Verflüssigung (VOGT ET AL. 2014). Auch die Abbaufelder Sedlitz, Spreetal sowie der Altbergbau bei Knappenrode/Lohsa bis Laibusch/Lauta sind betroffen. Geotechnische Probleme sind immer komplex und sowohl von kippenspezifischen als auch externen Einflussfaktoren abhängig. Erfordern bereits Baugrunduntersuchungen einen hohen Aufwand, so lassen sich Schadensfälle in der Bergbaufolgelandschaft nur schwer modellieren. Zwar reagieren gleichförmige, locker gelagerte Sande bis Kiese besonders empfindlich. Oft fehlen aber Detailinformationen zum Kippenaufbau und den hydrologischen Verhältnissen, so dass die Eintrittswahrscheinlichkeit von konkreten Schadereignissen unsicher bleibt. Nach einer umfassenden Bewertung sind rund 200 Quadratkilometer Innenkippen gefährdet. Bis zur endgültigen Sicherung ist ihre land- oder forstwirtschaftliche Nutzung nicht mehr oder nur sehr eingeschränkt möglich.

Tabelle 1: Momentaufnahme zur Strukturentwicklung nach Landkreisen

Sozioökonomische Grundlagen (2021/2022)		
	Wirtschaftsregion Lausitz	Deutschland
Bevölkerungszahl	1.147.870 -2,2/-3,7 % seit 2015	83.762.239
Bruttoinlandsprodukt pro Kopf	25.538 - 35.833 EUR	42.839 EUR
Anteil der Industrie am BIP	30 %	26 %
Beschäftigte	413.666	44.716.583
Arbeitslosenrate	3,6 - 7,1 % (20,0 % in 2004)	5,7 %
Unternehmensgründungen	58,5 - 95,8	100 (Index)
Patente pro 100.000 Einwohner	5,2 - 75,2	111,4

Für Außenstehende gilt ein Betretungsverbot. Erst wenn keine Gefahr mehr besteht, können diese Kippenbereiche aus der Bergaufsicht entlassen werden. Allerdings sind Regelverfahren der Rüttel-druck- (RDV) und schonenden Sprengverdichtung (sSPV) langwierig und sehr kostspielig, noch ist kein Ende aller Sanierungsarbeiten absehbar. Im laufenden Betrieb wird diskutiert, ob zumindest einzelne, ortsferne Bereiche unsaniert und dauerhaft gesperrt bleiben sollen. Denn auch ohne abschließende Sanierung lassen sich elementare Infrastrukturleistungen des Waldes gewährleisten. Darüber hinaus haben „Wildnisgebiete“ große Bedeutung für den Artenschutz – weil unzerschnitten, großflächig und dem Zufall überlassen.

Daneben birgt ein sich selbstregulierender nachbergbaulicher Landschaftswasserhaushalt auch ganz neue Herausforderungen für die Wasserqualität: Die meisten Eigen- und Abwässer des Braunkohlenabbaues sind hoch mineralisiert sowie salzhaltig. Ihre Sulfat- und Eisen-Konzentrationen liegen weit oberhalb der Grenz- beziehungsweise Zielwerte

nach EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, NIXDORF ET AL. 2016). Auch bei anderen Metallionen entspricht die Wasserqualität vieler großer Tagebauseen nicht dem limnologischen „Idealzustand“. Eine biogene Entsäuerung durch Abbau von organischem Material, wie Falllaub, Schilfrohr oder Algen, findet kaum statt (NIXDORF ET AL. 2000).

Zwar können bestimmte Pufferprozesse initiiert werden. Aber was im Labormaßstab oder kleinen Feldversuchen schon funktioniert (NIXDORF & DENEKE 2004), lässt sich bisher nicht im Landschaftsmaßstab umsetzen. Tatsächlich ist die freigesetzte Säuremenge aus den mächtigen Kippenkörpern viel zu hoch, um biologisch gepuffert zu werden. Ohne eine fortlaufende Aufkalkung oder andere Konditionierung (Soda-Applikation, Aschesedimentumlagerung) der Restseen, fallen die pH-Werte schnell wieder in den stark sauren Bereich ab. Schließlich beeinträchtigt der Abstrom sulfatreicher Bergbauwässer die Gewässergüte ganzer Einzugsgebiete – Stichwort „Braune Spree“. Damit ist die Wasserbehandlung eine „Jahrhundertaufgabe“ (BENTHAUS ET AL. 2014, DREBENSTEDT & KUYUMCU 2014).



Abbildung 21: „Lausitzer Seenland“ – Panorama nach dem Bergbau – Landschaft „zwischen Kohle und Wasser“.

Ob aktive oder passive Flutung: Dem Sanierungsbergbau der LMBV folgen bis Mitte der 2030er Jahre über 150 Quadratkilometer Wasserfläche mit einem Volumen von 2,3 Milliarden Kubikmeter, darunter 32 große Bergbaufolgeseen. Zwischen Senftenberg, Großräschen und Spreetal verbinden schon jetzt schiffbare Kanäle die Seenkette – ein Anziehungspunkt für Wassersport, Freizeit & Tourismus. Doch auch der aktive Bergbau leistet seinen Beitrag, wenn es um Entwicklungsperspektive nach der Kohle geht: So entsteht etwas abseits, im ehemaligen LEAG-Tagebau Cottbus-Nord, der Cottbuser Ostsee. Seit 2019 wird die Grube am östlichen Stadtrand von Cottbus weit überwiegend mit überschüssigen Wasser der Spree geflutet, also vor allem im Winterhalbjahr und nach Extremniederschlägen. Dann fließen rund 1.500 Liter pro Sekunde in das aufgehende Gewässer. Noch fehlen hier 150 Millionen Kubikmeter Wasser von insgesamt 256, und es laufen abschließende Maßnahmen zur Böschungsstabilisierung. Aber schon 2030 wird hier nach Plan der größte Bergbaufolgensee Deutschlands entstanden sein mit voraussichtlich 19 Quadratkilometer Fläche und 26 Kilometer Uferlinie. In den Augen des Stadt- und Regionalmanagements ist der Cottbuser Ostsee eine ideale Ergänzung zu den Angeboten des Lausitzer Seenland aber auch dem angrenzenden UNESCO-Biosphärenreservat Spreewald.

Hypothek Strukturwandel: Nur 3 Prozent (12.500) aller Beschäftigten in der Lausitz sind im Braunkohlensektor und davon abhängig tätig, weniger als im Tourismus. Dagegen arbeiten 1990 rund 100.000 Personen unmittelbar im Bergbau und den angeschlossenen Zweigen. Der wirtschaftlichen Neuausrichtung fallen innerhalb eines Jahrzehnts 90 Prozent der Arbeitsplätze zum Opfer. Zu diesem Zeitpunkt fehlen Erwerbsalternativen, auch weil die Kohlenindustrie bis dahin sehr personalintensiv ist und einen hohen Grad der Spezialisierung aufweist wie in den Brikettfabriken. Die offizielle Arbeitslosenquote steigt auf über 20 Prozent, insgesamt sinkt die Erwerbsquote um über ein Drittel. Vorruhestandsregelungen, Teilzeitjobs und ABM-Maßnahmen kaschieren die tatsächlichen Auswirkungen. Zwischen 1995 und 2015 hat jede\*r fünften Bewohner\*in die Lausitz verlassen. Gebrochene Biographien, Verlustängste und ein beschädigtes Selbstwertgefühl graben sich tief in das kollektive Bewusstsein ein.

### III.6 Wende-Erfahrungen und Perspektiven

#### Nach dem Bergbau

Die politischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Folgen der Deutschen Einheit 1990 sind ohne historisches Beispiel. Nach dem Zusammenbruch der DDR erfindet sich ein ganzes Land neu. Der Preis für den Kohlen- und Energiebezirk Cottbus ist hoch: Die meisten Gruben und kohlenverarbeitenden Anlagen gehen bis 1993 außer Betrieb – in den Augen vieler überstürzt, aber letztlich wegen marktwirtschaftlichen Wettbewerbsnachteilen unvermeidbar (MATTHES 2000). Mit den neuen Stromverträgen wird der gesamte Energiesektor in kurzer Zeit privatisiert. Die „Energiepolitik für das vereinte Deutschland“ bedeutet freie Preisbildung und eine drastische Verringerung der Kapazitäten. Schließlich bleiben 5 Großtagebaue übrig, seit Januar 1994 unter Regie der Lausitzer Braunkohle Aktiengesellschaft (LAUBAG), einem Konsortium westdeutscher Energieversorger (DREBENSTEDT ET AL. 2014). Damit einher geht eine allgemeine Deindustrialisierung der veralteten Carbochemie, Metallurgie und Glasindustrie. Nur weniger als 5 Prozent aller Betriebe gelten als rentabel, immerhin ein Viertel ist sanierungsfähig. Zur wirtschaftlichen Einschätzung kommt die Umweltbilanz: Über 300 Altlasten und zerstörte Tagebaulandschaften benötigen Sanierungslösungen.

Eine „Herkulesaufgabe“, aber noch drei Jahrzehnte später profitiert die staatliche Umweltpolitik des vereinten Deutschlands vom industriellen Rück- und Umbau – ob bei der Einsparung von Treibhausgasen, der Sicherung wertvoller Lebensräume oder Verbesserung der Luftqualität in der Bergbauregion.

Es beginnt eine Zeit der umfassenden und noch nicht abgeschlossenen Transformation – gesellschaftlich, wirtschaftlich sowie in der Landschaft sichtbar. Doch bei allem Optimismus fehlt ein industriepolitisch schlüssiger Strukturentwicklungsplan. „Blühende Landschaften“ als pauschales Zukunftsversprechen reichen für den Erhalt von Industriearbeitsplätzen nicht. Eine länderübergreifende Raumentwicklungsplanung für den zuvor durch Kohle und Zentralverwaltung eng verflochtenen Wirtschaftsbezirk wird vermisst. Schon nach wenigen Jahren entfernen sich Erwartungen und Erfahrungen der Bevölkerung diametral (RÖDDER 2009). Noch müssen sich die neuen Bundesländer mit ihren Verwaltungsstrukturen etablieren. Das Zusammenspiel von Wirtschaft, Wissenschaft und Kreisen ist kaum erprobt. Dazu kommen unterschiedliche kommunale Interessen. „Kirchturmdenken“ umschreibt eine Politik, die sich nur auf den eigenen, kurzfristigen Vorteil beschränkt und schon die Nachbargemeinden ausblendet. Sinnbildlich dafür stehen viele großzügig geförderte und schnell überdimensionierte Gewerbegebiete.

Je stärker der politisch-gesellschaftliche Erwartungsdruck, umso eher die Anfälligkeit für Selbsttäuschungen: Manches Lausitzer Großprojekt will hoch hinaus, ist gut inszeniert, wird dann aber „in den Sand gesetzt“, wie der „Lausitzring“ auf dem Kippengelände zwischen Meuro und Hölritz oder die Luftschiffproduktion „Cargolifter“ in Briesen/Brand.

Schließlich wird der Strukturwandel in den 2000er Jahren von vielen eher als Verlust oder Belastung, denn Zukunftschance begriffen. Doch mit dem im Jahr 2020 beschlossenen „Kohlenausstieg“ geht auch hier das fossile Zeitalter unumkehrbar zu Ende. Spätestens 2038 schließen die drei noch verbliebenen Tagebaue Welzow-Süd, Nochten und Reichwalde.

#### Entwicklungsstrategie Lausitz 2050

Die regionale Wirtschaftsförderung in Sachsen und Brandenburg versucht gegenzusteuern. Schon bei der Leitbildfindung werden alle gesellschaftlich relevanten Gruppen einbezogen (WIRTSCHAFTSREGION LAUSITZ 2020). In über 30 Veranstaltungen der Zukunftswerkstatt Lausitz beteiligt sich die ganze Bandbreite der Zivilgesellschaft. Rund 2.500 Lausitzer\*innen aus 235 Gemeinden kommen zu Wort. Aus Workshops, „Werkstattgesprächen“ und Fokusgesprächen entsteht die „Entwicklungsstrategie Lausitz 2050“. Sie verortet die Region auch künftig als Energielandschaft und innovativen Wirtschaftsstandort: Darin sollen die historisch gewachsenen Technologie- und Kompetenzfelder weiterentwickelt werden, etwa der Glasindustrie, Textilbranche, Nahrungsmittelindustrie und im Maschinenbau. Weitere Schwerpunkte liegen in der wirtschaftlichen Diversifizierung. So finden sich gute Ansätze für neue Wertschöpfungsketten in „versteckten Potenzialen“ des Automobilbaus, der Kreativwirtschaft oder Bioökonomie (NAGEL & ZUNDEL 2021).

#### Energierregion Lausitz

Ein Pfeiler sind zukunftsfähige Energieträger, allen voran innovative Lithium- und Wasserstofftechnologien (Wasserstoffkraftwerk Schwarze Pumpe, Testzentrum Hydrogen Lab Görlitz, BASF-Prototypanlage für Batterierecycling in Schwarzheide). Ausgehend von der vorhandenen Infrastruktur lassen sich moderne Verfahren der Energiespeicherung („BigBattery Lausitz“) in den Regelbetrieb überführen. Gleichzeitig ist die Lausitzer Bergbaufolgelandschaft ein „Hotspot“ für „grünen“ Strom. Nach Heinbach et al. (2017) beträgt die installierte Leistung an Freiflächen-Photovoltaik im Jahr 2015 bereits 1.039 Megawattpeak, bis 2030 sollen mindestens 1.014 hinzukommen. Ähnlich ist das Ausbauziel bei Windenergie mit rund 2.500 Megawatt. Aber schon Stand 2022 sind rund 1.700 Megawattpeak Photovoltaik installiert, weil viele Kommunen und Landwirte den Ausbau konsequent fördern. So zählen die Wind- und Solarparks in den ehemaligen Tagebauen Meuro und Klettwitz-Nord seit den 2010er Jahren zu den leistungsstärksten Anlagen in Deutschland. Ein Ziel ist es, „grünen“ Strom industriell nutzbar zu machen wie in der Chemieindustrie (Schwarze Pumpe und Schwarzheide). Die Stadt Finsterwalde wiederum erschließt in den ehemaligen Tagebauen Kleinleipisch und Grünwalde brachliegende Agrarflächen durch PV, auch um perspektivisch Wasserstoff herzustellen, jährlich immerhin 3.000 Tonnen. Die Prozesswärme soll das Fernwärmenetz der Stadtwerke speisen. Die LEAG plant seit 2022 in ganz großem Stil: Bis 2030 soll hier das größte Zentrum für erneuerbare Energien in Deutschland entstehen, mit einer Leistung von 7 Gigawatt („GigawattFactory“) auf rund 330 Quadratkilometer eigener Betriebsflächen (LEAG 2022).



Das angepeilte Investitionsvolumen liegt bei rund 10 Milliarden Euro. Derzeit werden erste Großprojekte geplant und schon umgesetzt: PV-Park Deponie Jänschwalde I, Energiepark Bohrau, Solarpark Kraftwerk Boxberg, Windpark Forst-Briesnig I und II und „Floating-PV auf dem Cottbusser Ostsee. Ob sich die ambitionierten Ausbauziele des Unternehmens angesichts der anderen Nutzungsansprüche vollumfänglich realisieren lassen, ist fragwürdig. Letztlich entscheiden die genehmigten Braunkohlenpläne über die Landschaft nach dem Bergbau, viele Nutzungen, zum Beispiel die beplanten Waldflächen, sind bereits festgelegt.

Für Unternehmen sind preisstabiler „Ökostrom“ und „grüner Wasserstoff“ ausschlaggebende Standortvorteile. Aber noch reichen die öffentlichen Netze nicht, so dass immer wieder Anlagen vorübergehend abgeschaltet werden müssen. Es fehlen leistungsfähige Stromspeicher und eine Sektorenkopplung („Power-to-X“). Während der Kohlenausstieg deutschlandweit großen Zuspruch hat, bleiben viele Lausitzer\*innen eher verhalten (SETTON 2019).

#### Und nun? Milliarden schwere Strukturförderung

Das „Strukturstärkungsgesetz Kohleregionen“ (STARK) aus dem Jahr 2020 ist ein verlässlicher Rechts- und Ordnungsrahmen zur finanziellen Unterstützung der Lausitz. Rund 17,2 Milliarden Euro Bundesmitteln plus 1,2 Milliarden Euro aus dem europäischen Just Transition Fonds (JTF) sind für öffentliche und private Zukunftsinvestitionen verfügbar. Aber trotz großzügiger Förderung – rein rechnerisch pro Kopf der Bevölkerung 15.000 Euro, kann Strukturwandel nur gelingen, wenn alle Akteure abgestimmt über Länder- und Partikularinteressen hinaus handeln (GÜRTLER ET AL. 2020).

Allerdings haben sich Brandenburg und Sachsen bisher auf keine länderübergreifende Koordination des Mitteleinsatzes nach gleichen Vergabekriterien verständigt. Im sächsischen Teil des Lausitzer Revieres steuert seit 2019 die Sächsische Agentur für Strukturentwicklung GmbH (SAS) die Projektentwicklung und -förderung. Für Brandenburg ist die Wirtschaftsregion Lausitz GmbH (WRL) Ansprechpartner. Trotz regelmäßiger Gespräche zwischen den „Lausitz-Bauftragten“ der Länder, bleibt zu befürchten, dass bei Forschung & Innovation regionale Doppelstrukturen entstehen. Das bedeutet Konkurrenz, gerade bei strategischen Zukunftsthemen. Schon jetzt leiden ansässige Ingenieurbüros unter der Abwerbung von Spezialisten.

#### Wie Strukturwandel gelingt

Zwischen Brandenburg und Sachsen ist Schwarze Pumpe noch heute einer der wichtigsten Industriestandorte mit über 100 Unternehmen auf 720 Hektar Gewerbeflächen – bei einer Auslastung von über 85 Prozent und 5.400 Beschäftigten (Stand 2020). „Pumpe“ profitiert von gebündelten Förderprogrammen, Synergien bei der Energie- und Reststoffverwertung und seiner modernen Infrastruktur. Einmal getätigte Investitionen entfalten Eigendynamik und ziehen weitere Industrieansiedlungen,

mittelständische, Start-up-Unternehmen und Gründerinitiativen an. Schrittweise entsteht ein Netzwerk aus Industrie, Forschung, Wirtschaftsförderung und Unternehmensberatung. Arbeitnehmer\*innen in der Lausitz sind von jeher mobil und profitieren unabhängig davon, wo die Landesgrenze genau verläuft.

Doch ebenso bedeutsam wie wirtschaftliche, rechtliche und planerische Weichenstellungen bleibt ein lebenswertes Umfeld. Dafür steht beispielhaft die ostdeutsche Braunkohlensanierung: Seit über 30 Jahren geht sie in Sachen „nachhaltiger“ Regionalentwicklung voran, sei es bei regenerativen Energien auf Industriebrachen, der land- und forstwirtschaftlichen Wiedernutzbarmachung oder Konversion anderer Liegenschaften. So hat sich das Lausitzer Seenland zwischenzeitlich sogar zu einer Urlaubsregion entwickelt. Nicht nur Ferienwohnungen oder schwimmende Häuser, sondern auch gewässernahe Grundstücke und Immobilien sind begehrt.

Insgesamt hat die Lausitz eine Vorbildfunktion für andere europäische Kohlenregionen, welche erst am Beginn des Transformationsprozesses stehen und darin nur wenige Ergebnisse vorweisen können (MERGNER ET AL. 2021).

## IV. Etappen der forstlichen Rekultivierung

### IV.1 Mit wechsellösender Geschichte

#### Lausitzer Förster betreten Neuland

Anfang des 20. Jahrhunderts betreten die Kohlenwerke regelrechtes „Neuland“. Wegen der einzigartigen Substratverhältnisse sind jedoch die andernorts gemachten Erfahrungen bei Ödland-Aufforstungen unzureichend. Anstelle von „Patentrezepten“ müssen die Verantwortlichen immer wieder eigene, den spezifischen Standortbedingungen angepasste Lösungen finden. Die forstliche Rekultivierung durchläuft verschiedene Zeitabschnitte, gegliedert nach Baumartenwahl und waldbaulichem Konzept (KNOCH 2021b). Politische Ereignisse, wirtschaftliche Bedingungen, Besitzverhältnisse und die allgemeine Forstlehre bestimmen das Handeln (SCHWABE 1970, THOMASIU & HÄFKER 1998). Daneben stellen technologischen Fortschritte des Bergbaues, vor allem der Einsatz von Förderbrücken bei der Abraumbewegung, neue waldbauliche Anforderungen.

### IV.2 Von „Werksgärtner“ zu „Kippenförstern“

#### Bruchfelder des Tiefbaues

Bereits Ende des 19. Jahrhunderts erfolgen in der Lausitz erste Aufforstungen im „Bruchland“ des Tiefbaues (HEUSOHN 1929). Nach dem Kohlenabbau stürzen die Abbaukammern schnell ein. Loses Deckgebirge sackt nach und an der Oberfläche entstehen kraterähnliche Trichter (Pingen). Anfänglich werden sie noch in mühsamer Handarbeit eingeebnet oder mit Abraum der nahen Kleintagebaue aufgefüllt. Häufig gelangen dabei unbelebte geologische Substrate an die Oberfläche, während humoser, biologisch aktiver und nährstoffreicher Mutterboden überdeckt wird.

Zwar findet keine vollumfängliche Bodenzerstörung statt. Aber wegen allgemeiner „Kulturhemmnisse“ bleiben solche Bruchfelder sich selbst überlassen oder werden nach glückloser Landwirtschaftsnutzung schließlich aufgeforstet (PETERS 1930).

#### Minimumgesetz

Bis Anfang des 20. Jahrhunderts liegen keine eigenen Ergebnisse zur Wiederherstellung der Bodenfruchtbarkeit auf Kippenstandorten vor. Gleichzeitig behelfen sich die „Kippenförster“ mit allgemeinem Wissen der Land- und Forstwirtschaft – etwa zur Ertragssteigerung durch Mineraldünger und insbesondere von Stickstoffgaben. Erst 40 Jahre zuvor hat Justus von Liebig sein „Minimumgesetz“ zur Pflanzenernährung in erweiterter Form publiziert. Kurz nach der Jahrhundertwende erscheint dann Eilhard Alfred Mitscherlichs Beitrag „Das Gesetz des Minimums und das Gesetz des abnehmenden Bodenertrages“ (MITSCHERLICH 1909): So kann jeder Wachstumsfaktor für sich betrachtet zwar den Ertrag steigern. Mit zunehmender Annäherung an das standörtliche Maximum wird jedoch der Mehrertrag im Vergleich zum Aufwand immer geringer.

Aber noch zu diesem Zeitpunkt ist die Nährstoffausstattung von Bergbau-Rohböden völlig unklar und wird schnell fehlinterpretiert: Welches Nährelement limitiert im Verhältnis zum Pflanzenbedarf? Wie läuft die Boden- und Waldentwicklung ab, welche Faktoren sind ausschlaggebend? Werden Düngungsmaßnahmen erforderlich? Wie wirken sich Stoffeinträge aus?

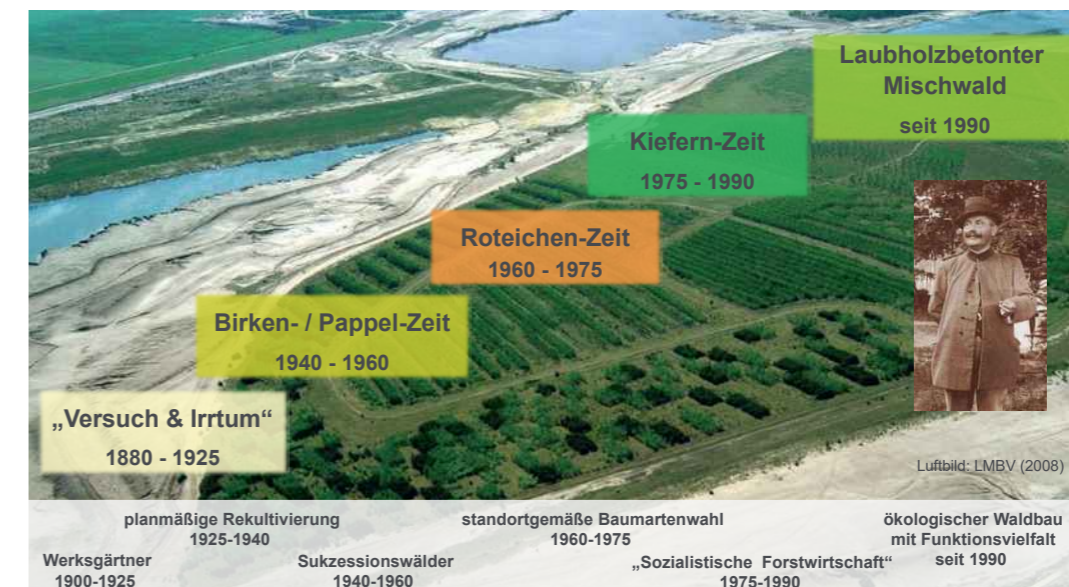


Abbildung 22: Fünf Etappen der forstlichen Rekultivierung im Lausitzer Braunkohlenrevier – Wege zur Landschaftsgestaltung.

Wie kaum ein anderer Landschaftsausschnitt unterliegen Bergbaufolgelandschaften einer sehr hohen Dynamik, ausgehend von unbelebten geologischen Substraten bis hin zu komplexen Ökosystemen. Allgemeingültige Lehrmeinungen und Beobachtungen reichen zur Abschätzung der langfristigen Entwicklung nicht aus, alleine schon wegen der besonderen Substratverhältnisse.

Die ackerbauliche Nutzung des brachliegenden, standörtlich kleinteiligen und anthropogen gestörten Reliefs scheitert. Offensichtlich erfolgt eine natürliche Wiederbewaldung wie 100-jährige Altkiefern zeigen. In den 1950er Jahren wird eine größere Teilfläche mit Rot-Eiche und Rot-Buche aufgeforstet. Unter dem heute stark gelichteten Kiefernschirm samen sich gebietsheimische Begleitbaumarten an, insbesondere Gemeine Birke, Trauben-Eiche, aber auch Berg-Ahorn, Eberesche, Wildapfel sowie verschiedene Straucharten. Seit einigen Jahren ist sogar die „Lausitzer Tieflandsfichte“ vertreten.

Bemerkenswert sind einzelne Gemeine Eiben – ein „Tertiärrelikt“; sie dürften von Gärten der angrenzenden Ortschaft ausgehen. Eibensamen werden vor allem durch Vögel verbreitet, hauptsächlich Drosseln. Das gleiche gilt für andere fruchttragende Ziergehölze und schnellwachsende Heckenpflanzen. So kommen Mahonie und Liguster in siedlungsnahen Altkippen relativ häufig vor. Beide sind robust, werden früher sogar gezielt zur Rekultivierung, genauer gesagt Landschaftsbegrünung, eingesetzt.

Die östliche Innenböschung des ehemaligen Tagebaues Heye II der F.C. Th. Heye Braunkohlenwerke AG Annahütte (1887-1944) besteht aus einem quartär-tertiären, stark kiesführenden Kippsand. Das im Zugbetrieb abgelagerte Material ist sehr locker gelagert, kaum verkittet und hat einen Schüttwinkel von rund 28 bis 35 Grad. Bis heute lösen Starkniederschläge einen erosiven Oberflächenabfluss aus. In der steilen Hanglage fehlt eine Humusauflage, und die Wurzelanläufe werden mit abgespültem Material überdeckt. Nach geotechnischer Bewertung bestehen aber keine Standsicherheitsprobleme. Im Gegensatz zu anderen Böschungsbereichen des Sanierungsbereiches ist eine nachträgliche Abflachung nicht notwendig.

Die ersten Ergebnisse zur Aufforstung von eingeebneten Bruchfeldern sind ambivalent, weshalb HEUSOHN (1929) sogar davon abrät. Andererseits sahen sich auf dem durch Pingen und Aufschüttungen zerfurchten Gelände in kurzer Zeit Kiefern, Birken oder Aspen an. Daraus erwachsen mit der Zeit locker bestockte Pionierwälder, unter deren Schirm sich allmählich Klimaxbaumarten einfinden, insbesondere Trauben-Eiche und Rot-Buche. Weil die Eingriffe kleinräumig sind und der industrielle Aufschwung außer Frage steht, bleiben forstliche Begleitschäden unbeachtet. Andererseits hat sich die Waldfläche durch große Heide- und Ödlandaufforstungen des 19. Jahrhunderts fast verdoppelt, was bergbaubedingte Waldverluste zunächst relativiert.

Dennoch bleiben viele Bruchfelder bis heute ohne regelmäßige Waldbewirtschaftung. Vom instabilen Gelände gehen anhaltende Gefahren aus, nicht alle Stollen- und Kammereinbrüche reichen bis zur Erdoberfläche. Der Einsatz schwerer Holzernemaschinen ist nicht möglich. Selbst Jahrzehnte nach Beendigung des Abbaues können spontane Nachsackungen auftreten. So markiert die auffällige Schiefstellung oder Krümmwüchsigkeit von Bäumen unterirdische Hohlräume und ein Erdreich in Bewegung.



Abbildung 23: Altbergbauegebiet bei Döllingen – eingeebnetes und aufgefülltes Bruchfeld des oberflächennahen Tiefbaues Louise-Anna aus dem späten 19. Jahrhundert, bestockt mit 66-jähriger Rot-Eiche (2021).

#### Ingenieurbioologische Böschungsbefestigung

Schon um die Jahrhundertwende werden erste Tagebaukippen zwischen Lauchhammer, Großräschen, Klettwitz und Senftenberg aufgeforstet (PREUBNER 2009, KATZUR & BÖCKER 2010). Ausgangspunkt ist die Gewährleistung der Bergsicherheit im laufenden Abbaubetrieb: Vor allem erosions- und rutschungsgefährdete Innenböschungen und Aufhaldungen (Hochkippen) gefährden den Produktionsablauf. Denn die innere Haftreibung (Scherfestigkeit) der locker geschütteten und eher gleichförmigen Sande ist gering. Böschungsbrüche treten vor allem bei größeren Hanglängen auf und wenn die Belastung oberhalb besonders hoch ist. Zwar haben die meisten Überflurkippen einen terrassenförmigen Aufbau, gegliedert durch horizontale Bermen. Aber oft sind die Neigungswinkel zwischen den einzelnen Absätzen zu steil. Immer wieder kommt es zu folgenschweren Havarien mit Todesopfern, wenn beispielsweise nach Starkregen Gleise der Abraumabfuhr abrutschen.

Für den Erosionsschutz ist die geordnete Wasserhaltung entscheidend. In der Regel erfolgt dazu eine Ableitung des überschüssigen Regenwassers entlang von Fanggräben und aufgeschütteten Dämmen. Aber noch fehlen mineralische Andeckungen, Erosionsschutzmatten, Beton- oder Stahlbewehrungen, Stützkörper oder Drainagesysteme. Auf schnellkeimende Böschungsansaaten, den Auftrag von Mulchmaterial oder eine flächige Düngung zur Beschleunigung der Vegetationsentwicklung wird verzichtet. Erst allmählich begrünen sich Rohboden-Böschungen im Zuge der natürlichen Sukzession.



Abbildung 24: „Kippenrandbefestigung“ – Böschungsbefestigung mit Trauben-Eiche und Rot-Eiche um 1950, nach vorherigen Rutschungen damals eine vorrangige Aufgabe der forstlichen Rekultivierung.

#### Die ersten Kippenaufforstungen

Für das Jahr 1903 wird im heutigen Lauchhammer eine erste Aufforstung mit Gemeiner Kiefer beschrieben. In den Folgejahren kommen Weiß-Erle und Gemeine Birke zum Anbau. Zwischen 1906 und 1908 bestockt „Werksgärtner“ Muschner die Halde des später überbaggerten Oberflöz-Tagebaues Wilhelminenglück (1889-1923) bei Klettwitz mit Rot-Eiche, Zuchtpappeln und Gemeiner Kiefer (KNABE 1961). Ihm dienen Weiß-Erle, Rot-Erle, Aspe sowie Gemeine Birke als „Füllhölzer“. Die Begrünung von exponierten Geländepunkten erfolgt, bevor über die Inkulturnahme der flächenmäßig weit bedeutsameren Innenkippen entschieden ist. Jedoch sind die Anwuchserfolge auf solchen unbefestigten, locker geschütteten Sonderstandorten unzureichend. Wie auf der vergrasteten Hochkippe Renate bei Freienhufen werden schlechtwüchsige Kiefernkulturen nachträglich im Erlen-Weitverband (3 x 3 Meter) „überpflanzt“, allerdings ohne Erfolg. Schon für das Jahr 1912 ist dort eine kleinflächige Aufforstung mit Rot-Eiche belegt. Zwar kann der Anwuchs zufriedenstellen, aber Jahrzehnte später zeigt sich eine unerwartete Zopftrocknis. Man spricht vom „noch nicht ergründeten Roteichensterben“.

Gerade wegen solcher Unwägbarkeiten sind Baumartenvielfalt und Mischbestandsbegründung in der Lausitz von Beginn an ein Leitmotiv, wie auch im Rheinland und Mitteldeutschen Revier. Es gibt keinerlei Einschränkungen oder Vorgaben zur Baumarten- und Herkunftswahl. Während der Anfangsjahre folgt die Braunkohlenwerke dem einfachen Prinzip von „Versuch & Irrtum“.

Selbststudium, Tatkraft und Improvisation sind gefordert. Bewusst wird die Möglichkeit von Misserfolgen in Kauf genommen. Noch gibt es keine erklärenden Bodeninformationen zur Anbaueignung der Gehölze. So lässt sich eigene, örtlich begrenzte Felderfahrung kaum auf andere Halden, Kippen und Substrate anwenden. Die physikalischen sowie chemischen Zustandseigenschaften sind unbekannt, es fehlen Daten, Bodenprofile, praxistaugliche Aufnahmeverfahren und feldbodenkundliches Know-how.

Neben gebietsheimischen Pionier- und Übergangsbaumarten werden in den Anfangsjahren auch etliche „Gastbaumarten“ getestet – inspiriert durch die vielen Anbauversuche der Königlich Preußischen Forstakademie in Eberswalde („Fremdländerversuchsanbauten“, BOOTH 1903). Zu nennen sind: Weymouths-, Banks-, Pech- und Schwarz-Kiefer, Japanische Lärche, Douglasie, Kanadische- und Silber-Pappel, Flaum-Eiche und Zerr-Eiche. Doch schon die ersten Anwuchsergebnisse enttäuschen. Auch später können sich diese Holzarten, trotz besserer Standortkenntnisse, nicht durchsetzen. Dagegen überzeugen Rot-Eiche und Robinie von Beginn an. Beide sind bekanntlich besonders anpassungsfähig, regenerationsfreudig und wurzelintensiv. Schon seit dem 19. Jahrhundert werden „Akazien“ zur Befestigung von Böschungen eingesetzt wie vorzugsweise im Festungswesen, Eisenbahn- und Kanalbau, dann auch bei der Begrünung aufgelassener Kies- oder Sandgruben. Vor allem im Altbergbauegebiet Annahütte-Poley finden sich heute noch bis zu 90-jährige Rein- und Mischbestände mit Wertholzerwartung. Allerdings wird schon früh bemängelt, dass ihre Wurzelaustriebe ein „Kulturhemmnis“ für andere Baumarten seien.

In Siedlungsnähe kommen Obst- und Ziergehölze hinzu. Einzelne Arten der eher beliebigen „Landschaftsgärtnerei“ verwildern wie die Gewöhnliche Mahonie aus Nordwestamerika oder der Tatarische Hartriegel. Sie gehören seit dem zum Arteninventar Lausitzer Kippenwälder, genauso wie die Spätblühende Trauben-Kirsche. Noch bis in die 1950er Jahre wird sie als Rekultivierungsbaumart verwendet. Ziel ist eine Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit, aber auch Motive zur „Landschaftsverschönerung“ spielen eine Rolle. Örtlich können solche Neophyten den Aufbau naturnaher Wälder verzögern, wenn nicht blockieren. Dabei verhindern vor allem Wurzelbrut und Stockauschlag das Aufkommen anderer Baumarten.

#### Rekultivierungsrückstände häufen sich

Von Beginn an hat die forstliche Rekultivierung herausragende Förderer und Autodidakten, wie Dr. Hugo August Gabelmann, seit 1910 Generaldirektor der Niederlausitzer Kohlenwerke AG (NKW). Für ihn spielen neben ästhetischen und ingenieurbioologischen Gesichtspunkten auch andere Motive eine Rolle, wie die Jagdausübung oder Förderung des Obstanbaus zur Selbstversorgung von Bergleuten. Insgesamt gesehen sind die frühen Kippenaufforstungen aber doch zaghaft, punktuell und wenig planvoll. Noch besteht keine gesetzliche Verpflichtung zur Wiedernutzbarmachung von Tief- und Tagebauflächen.

Die bergpolizeilichen Regelungen (Preußische Bergpolizeiverordnung von 1903 mit Nachträgen von 1907) geben nur den allgemeinen Ordnungsrahmen für den Rohstoffabbau vor. Die Bergsicherheit, also Vermeidung von Rutschungen, Grundbrüchen und anderen Gefahrensituationen, steht im Mittelpunkt. Hierbei geht es primär um die Arbeitssicherheit und den Schutz kritischer Infrastrukturen. Dazu zählen Gleisanlagen, Tagebauausrüstungen und Bauwerke wie Wasserhaltungsanlagen. Gegenüber dem laufenden Abbaubetrieb spielen Aspekte der nachbergbaulichen Landschaftsplanung noch keine Rolle. Wie sich die stillgelegten Tagebaue später einmal in ihre umgebende Landschaft einfügen, bleibt völlig unklar. Noch erfolgt keine Übertragung des Geländes an neue Landnutzer, und pflanzenbauliche Probleme bleiben unerkannt oder werden verneint. So ist GABELMANN (1929) der Meinung, dass „die Entwässerung durch den Bergbau keine nachteiligen Folgen der Landwirtschaft gebracht hat“. Auch sei der Kulturstand „gewachsener“ land- und forstwirtschaftlicher Böden eher tristlos, wonach die Umgestaltung durch den Bergbau eher Vorteile habe – eine ausreichende Kulturbodenschicht aus quartärem Deckgebirge vorausgesetzt (COPIEN 1942).

Um 1920 liegen bereits 100 Quadratkilometer ausgekohelter Tagebauflächen brach, die Landschaftszerstörung wird offensichtlich, obwohl noch keine Landschaftsbewertung erfolgt. Immerhin ergeht im Jahr 1922 eine erste ministeriale Vorgabe der Preußischen Regierung an alle Oberbergämter. Mehrere amtliche Verfügungen folgen, um die Unternehmen für eine geordnete Wiedernutzbarmachung zu verpflichten. Vor allem der Verlust an fruchtbarem Ackerland ist schmerzhaft und lässt sich beziffern – im Gegensatz zu den ökologischen Schäden. Für die betroffenen Kleinbauern bedeutet dies ein Totalverlust und ihre Existenzbedrohung wird spätestens mit dem „Inflationswinter 1923/1924“ zum agrarpolitischen Thema. Über einflussreiche Agrarverbände (RLB – Reichs-Landbund) und die erzkonservative Deutsche Volkspartei (DNVP) gerät die Wiedernutzbarmachung von aufgelassenen Bruchfeldern in den Fokus der Bergaufsicht. Dennoch häufen sich mit der sprunghaften Steigerung des Braunkohlenabbaues im Tagebaubetrieb die Rekultivierungsrückstände (TELSCHOW 1933), eben, weil die Wiedernutzbarmachung nachgeordnet ist. In aller Regel findet keine selektive, auf den Rekultivierungserfolg ausgerichtete Substratvorauswahl statt.

#### Revolutionäres Waldideal – Die Dauerwald-Idee

Gleichzeitig fließt neues ökologisches Gedankengut in die forstliche Rekultivierung. Besonders die von Professor Dr. Alfred Möller – von 1906 bis 1921 Direktor der Forstakademie Eberswalde und preußischer Oberforstmeister – ausgelöste „Dauerwaldbewegung“ fällt in der Lausitz auf „fruchtbaren“ Boden. Posthum erscheint sein Werk: „Der Dauerwaldgedanke, sein Sinn und seine Bedeutung“ (1922).

Darin betrachtet der praxisverbundene Forstwissenschaftler Wälder als sich selbst organisierende biologische Systeme. In seinem naturphilosophischen Ganzheitsbegriff spricht er von einer „Stetigkeit des Waldwesens als lebendem Organismus“ und „Stetigkeit des gesunden Waldwesens“.

#### Der Leitgedanke

„Für alle Wirtschaftenden, alle Betriebsarten, die unter dem gemeinsamen Grundgedanken ‚Stetigkeit des gesunden Waldwesens‘ ihr Handeln stellen, brauchte ich einen neuen Ausdruck, ich nannte solche Wirtschaften ‚Dauerwaldbetriebe‘ und stellte sie ausdrücklich allen anderen gegenüber, die jenen Leitgedanken nicht anerkannten, und die besondere Wirtschaftsart des Herrn von Kalitsch beschrieb ich unter der Überschrift ‚Kiefern-dauerwaldwirtschaft‘.“

Danach erbringen naturnah belassene Wälder höhere Holzerträge als Bestockungen in der bis dahin propagierten Wirtschaftsweise des schlagweisen „Holzackerbaus“. Kernelemente des „reformierten Waldbaus“ sind: Mischwald-Prinzip, kahl-schlagsfreie Einzelbaumnutzung, Vorratspflege, Bodenschutz und eine sich selbst regenerierende, ungleichaltrige Waldbestockung mit großer Baumartenvielfalt. Insofern muss die nachhaltige Holznutzung in Einklang mit den standörtlich-ökologischen Voraussetzungen stehen. So fordert Alfred Möller keinen romantisierten „Urwald“ mit Nutzungsverzicht. Für ihn zählen natürliche Prozesse, um Wälder strukturreich, widerstandskräftig und in jeder Beziehung leistungsfähig zu halten. Darin werden Wald und Boden als ein untrennbares Wirkungsgefüge angesehen.

Übertragen auf die pflanzenbaulichen Herausforderungen von Neulandböden soll ein gemischter Kippenwald den Rekultivierungserfolg verbessern. Als Prämisse gilt: Nur eine standortgemäße Baumartenvielfalt kann die „Bodengesundheit“ auf Dauer gewährleisten. Dafür richtungsweisend sind die praktischen Kulturvorschläge von Rudolf HEUSOHN (1926) zur Aufforstung im Bruchland und auf Halden. Ausgehend von einer Betrachtung älterer Anbau-beispiele (1908 und 1914) sowie den eigenen Erfahrungen bei der Kulturbegründung empfiehlt er die einzelstammweise Mischung. Bis zu 30 Gehölzarten kommen in Frage (HEUSOHN 1928A, B, 1929). Aufgeführt sind neben Pioniergehölzen (Gemeine Birke, Aspe, Weide) und Zuchtpappeln auch typische Klimaxbaumarten: Hain- und Rot-Buche, Spitz- und Berg-Ahorn, Rot-/Trauben-/Stiel-Eiche, Gemeine Esche oder Winter- und Sommer-Linde. Dazu kommen Ebereschen, Spätblühende Trauben-Kirsche, Vogel-Kirsche, andere Wildobstarten und Sträucher. Immer jedoch sind Weiß- (bis 1930 fast ausschließlich angebaut) oder Rot-Erle als stickstoffsmammelnde „Bodenverbesserer ersten Ranges“ und „Treibhölzer“ beigemischt (HEUSOHN 1947). Ein Grundgedanke: „Streben wir zum Beispiel einen Traubeneichenbestand an und wählen in Mischung Weißerle, Akazie, Birke, Pappel, Ahorn, Rotbuche, Vogelkirsche und Traubenkirsche, so fällt als erste schlagreife Holzart mit 20 Jahren die Weißerle an, danach folgt mit 30 Jahren die Akazie, mit 40-50 Jahren Birke, Pappel und Traubenkirsche, dann Ahorn

und Vogelkirsche, so daß wir als Altholz Traubeneiche und Rotbuche gemischt behalten.“ Die verlockende, aber letztlich unrealistische Aussicht auf frühe Holzerträge spielt für die Bergbauunternehmen allerdings keine Rolle.

#### „Jeder Anfänger

wird in den Kippenrevieren immer zuerst zur Kiefer greifen, ...“ (HEUSOHN 1929); Dagegen findet die Gemeine Kiefer weniger Beachtung, was neben ihrer ungünstigen Humusbildung auch mit der bekannten Empfindlichkeit gegenüber Rauchschäden zusammenhängt (ALBERT 1928). Außerdem ist die Brandgefahr hoch: Immer wieder löst der Funkenflug von Brikettfabriken und Werksbahnen Waldbrände aus und macht so die vorherige Kulturleistung zunichte. Zwar existieren bereits Werkfeuerwehren, die technischen Möglichkeiten der Waldbrandvorsorge und -bekämpfung sind aber in der Fläche unzureichend. Das Altkippengelände ist kaum erschlossen, es fehlen Wasserentnahmestellen. „Nach statistischen Angaben ist bei 50 Prozent aller (Kiefern-)Bestände mit einer Vernichtung durch Feuer zu rechnen.“ Dennoch bleiben rund 15 bis 20 Prozent der forstlichen Rekultivierungsfläche der Gemeine Kiefer vorbehalten, insbesondere schwefelsaure (alaunhaltige) Böden. Mehr oder weniger notgedrungen, weil dort fast alle anderen Gehölze versagen. Aber auch hier erfolgt ihr Anbau immer in gruppen- bis horstweiser Mischung mit Rot- und Weiß-Erle. Abschließend geht Heusohn davon aus, dass Kippenaufforstungen nur selten zu nutzbaren Nadelholzbeständen heranreifen (HEUSOHN 1942, 1947). Ähnlich ambivalent ist die Einstellung zu Robinien-Reinbeständen, die bei mangelnder Pflege oft sperrig und krummholzig erwachsen. Zur Böschungssicherung und als bodenverbessernder Mischungspartner ist sie aber willkommen. So kann ihr Mischungsflächenanteil bis zu 25 Prozent betragen.



Abbildung 25: „Kippenwälder“ mit Zukunft – Außenkippe IV (Weinberg, Nardt) des ehemaligen Tagebaues Erika (später Laubusch, 1914-1962) der Ilse Bergbau AG.

Was rückblickend und vom ökologischen Ansatz („Zurück zur Natur“) her zukunftsweisend erscheint und „ungemein sympathisch“ ist, gilt Pragmatikern, wie Privatforstmeister Hans Joachim Copien (Ilse Bergbau-Actiengesellschaft), als „uferloser Laubholzfirmel“. Bei ihm steht vor dem Hintergrund des „Dauerwaldstreits“ die recht „wilde“ Mischung der Laubgehölze von Beginn an in der Kritik, nicht nur, weil sie kostspielig, komplex und bei der Jungwuchspflege kaum durchzuhalten ist.

Vor allem die termingerechte Bereitstellung des geeigneten Pflanzmaterials bereitet große Probleme, so dass vor allem Laubholz- und Kiefern-Reinbestände entstehen. Aber weder VON STUERMER (1928) noch COPIEN (1942) bezweifeln die grundsätzlichen Vorteile einer Mischbestandsbegündung aus 2 bis 3 Hauptbaumarten plus Pflegegehölzen.

Allgemein kommt es bei einer wahllosen Einzel- oder „Buntmischung“ bereits im Anwuchsalter zur frühzeitigen Entmischung der Bestände. Zwar folgt die Baumartenkombination exakten Pflanzplänen – mit bis zu 15 Baumarten je Bestand. Aber weder die kleinteilige Standortheterogenität noch das unterschiedliche Wuchsverhalten der Gehölze lässt sich angemessen berücksichtigen. Die Mischbaumarten sind im Verband der hochwüchsigen Hauptbaumarten erster Ordnung verstreut. Nur wenige anspruchslose und in ihrer Jugend schnellwüchsige Gehölze behaupten sich, wie im Altkippengebiet Annahütte zu beobachten. Hier dominieren Gemeine Kiefer, Rot-Eiche, Gemeine Birke und Robinie. Vereinzelt kommt auch die Trauben-Eiche in Kultur. Noch fehlt Kippenförstern das pflanzenbaulich-ökologische Grundverständnis für eine Mischungssteuerung. An anderer Stelle blockieren verdämmende Kleingehölze und Sträucher, wie Faulbaum oder Spätblühende Trauben-Kirsche, die gewünschte Waldentwicklung.

#### Forstliche Rekultivierung im Spannungsfeld

Waldbaulich-ökologische Detailfragen interessieren Betriebsleitung, Revisoren und Bergbauingenieure eher wenig. „Naturgemäß“ und vom Selbstverständnis her gilt ihr Augenmerk vor allem dem Abraum-beziehungsweise Kohlenbetrieb. Ungünstigere Förderbedingungen müssen durch fortlaufende Produktivitätssteigerungen ausgeglichen werden. Zu den Maßnahmen zählen leistungsfähigere Abraumförderbrücken, Bandanlagen, höhere Baggerleistungen, Strossenlängen von mehreren Kilometer und die elektrische Großraumwagen-Förderung. In die technische Ausstattung des Rekultivierungsbetriebes wird kaum investiert, während die Flächenkulisse mit den neuen Abbaufeldern rapide zunimmt. Es fehlen geländegängige Zugmaschinen für leistungsstarke „Kippenpflüge“. Immerhin kommen für „die Wiedernutzbarmachung des vom Braunkohlenbergbau verlassenen Geländes“ erste Schubraupen zum Einsatz (MIDDENDORF 1939). Planieraupen sind technische Neuentwicklungen, wie ab 1937 der leistungsstarke HRK-55 Raupenbulldog: Ausreichend motorisiert, bewährt sich sein Brustschild bei der Einebnung von Abraumkippen. Die Nivellierung der Oberfläche erleichtert die Walderschließung – eine wichtige Voraussetzung für geordnete Aufforstungen in Pflanzverbänden. Im Zuge der Kriegswirtschaft und Nachkriegswirren kommt diese Technik größtenteils abhanden. So erfolgen auch die Aufforstungen mit Spaten oder geschmiedeter Pflanzhacke, ohne maschinelle Hilfsmittel – kaum anders als 100 Jahre zuvor bei den großen Heideaufforstungen. Die Photographien aus der Arbeitswelt täuschen nicht, sie zeigen „Kulturfrauen“, angelernte Hilfskräfte und Jugendliche. Noch mangelt es an ausgebildeten Waldfacharbeitern, auch weil die

Bezahlung in der eigentlichen Kohlenindustrie viel besser ist. Pflanzmaschinen für Setzlinge werden erst in den 1960er Jahren eingeführt.

#### Rekultivierungsquote schöngefärbt

Nach einer Aufstellung des Deutschen-Braunkohlen-Industrie-Vereins (DEBRIV) sind bis in das Jahr 1927 immerhin 40 Prozent der bergbaulich genutzten Fläche im Mitteldeutschen- und Lausitzer Revier wiederurbar gemacht. Jedoch lassen sich diese optimistischen Angaben heute kaum mehr überprüfen, und sie sagen nichts über die Qualität der Bestockungen aus. So gehören auch aufgelassene Flächen mit natürlicher Wiederbewaldung und lückiger Ansammlungen von Birken-Pionierwäldern dazu.

Größere Arbeitsfortschritte werden bei der Einebnung sowie Auffüllung des Bruchgeländes ehemaliger Tiefbaubetriebe erzielt. Dagegen verläuft die Aufforstung von Kippen und Halden eher schleppend. Im Raum Klettwitz sind laut Messtischblatt 1925 nur 13 Prozent der verzeichneten Kippen und Halden rekultiviert. Hier gehen die Ilse-Bergbau Actiengesellschaft (I.B.A.), die Braunkohlen- und Brikett-Industrie AG (BUBIAG) und die Niederlausitzer Kohlenwerke AG „im Interesse des Volksganzen“ und „zu den besten Hoffnungen“ mit gutem Beispiel voran. Dagegen können kleinere Braunkohlenwerke, mit geringer Kapitaldecke oder schwierigen Substratverhältnissen, bis Ende der 1920er Jahre keine nennenswerten Erfolge vorweisen. Nach wie vor fehlen konkrete Festlegungen für die Verkippung „kulturfreundlicher“ Substrate, sowohl was die pflanzenbauliche Qualität als auch ihre Auftragsmächtigkeit betrifft.

Viele Unternehmen wollen ihre Betriebsflächen einstweilen freihalten, insbesondere für den späteren Abbau des zweiten Lausitzer Flözhorizontes, bei einer geplanten Haldenvergrößerung oder zur Ablagerung von Produktionsrückständen (Brikettbruch, Kesselhaus- und Kraftwerksaschen, Schlacken). So wird die forstliche Rekultivierung gerne auf unbestimmte Zeit verschoben. Andere Kippenflächen begrünen sich allmählich von selbst, was wegen der mangelnden Abnahmekriterien für „Wald“ eine spätere Rekultivierung erübrigt – und so vermeintlich „unnötige“ Kosten einspart.

Die „kulturfreundlichen“ Aufschlussmassen des späteren Großtagebaues werden ab 1919 im Zugbetrieb verkippt. Mit den Laubholzdominierten Aufforstungen der frühen 1930er Jahren entsteht auch dieser beeindruckende Rot-Buchen-Bestand. Er ist im Lausitzer Revier einmalig, zeigt die waldbaulichen Möglichkeiten und zählt zu den ältesten noch erhaltenen Kippenwäldern.

Von den bis 1935 neu begründeten Wäldern aller ostdeutschen Braunkohlenreviere findet AL NAIMI (1989) noch 616 Hektar wieder – ein Bruchteil der damaligen Rekultivierungsfläche. Solche fast ausschließlich mit Gemeiner Kiefer (1/4) und Gemeiner Birke sowie Pappel (3/4) bestockten Relikte sind bedeutsam für die Forschung: Durch Jahrring- und Höhenwachstumsanalysen lässt sich die bisherige Waldentwicklung rekonstruieren. „Echte“ Zeitreihen geben Hinweise zur standortgerechten Baumartenwahl, vor allem wenn mehrere Gehölzarten nebeneinander und auf ähnlichem Substrat wachsen.

Seit 1918 ist der Tagebau Waidmannsheil mit seinen 179 Hektar Betriebsfläche im Besitz der Niederlausitzer Kohlenwerke (NKW). Die weithin auffällige Hochkippe aus kohlenfreien Deckgebirgsstraten des Oberflözes wird um 1919 im Zugbetrieb geschüttet: Nach ihrer Enebnung erfolgt die planmäßige Aufforstung, mutmaßlich 1935/1936. Noch heute lässt sich der weitständige Pflanzverband gut erkennen. Die zwischen den Rot-Eichen-Reihen abwechselnd eingefügten Begleit- und Hilfsbaumarten (insbesondere Weiß-Erle und Pappeln) sind jedoch längst verschwunden.



Abbildung 26: Rot-Eichen-Aufforstung auf der Hochkippe Annahütte des Tagebaues Waidmannsheil (1885-1944, „Notkohlenbergbau“ 1947-1949) aus den 1930er Jahren.

Das ursprüngliche Ziel eines gemischten Waldes wird schließlich verfehlt, denn zu sehr unterscheiden sich Standortansprüche und Wuchsdynamik aller beteiligten Baumarten. So ist die Rot-Eiche auf diesem tiefgründigen, locker gelagerten und durch Flugasche- und Staubeinträge der nahen Brikettfabriken „aufgewerteten“ Kipp-Kies-sand von Beginn im Wuchsvorteil; sie „überwächst“ alle Mischungspartner.

Heute erfolgt in solchen Dominanzbeständen ein Voranbau mit schattentoleranten Gehölzen wie Winter-Linde, Rot-Buche oder Hain-Buche. Noch dienen sie zur besseren Strukturierung des Waldgefüges, künftig kann daraus ein dauerhafter Mischbestand entstehen, sicherlich unter Beteiligung der Rot-Eiche. Allerdings ist der geschlossene Hauptbestand überdicht, was die weitere Entwicklung des Unterstandes beeinträchtigt. Notwendig sind lenkende Durchforstungseingriffe, um dem Lichtbedürfnis der Mischbaumarten zu genügen.

### IV.3 Planmäßige Rekultivierung

#### Kippenaufforstungskommission und Untersuchungsstelle

Rund um den Niederlausitzer Braunkohlenverein e. V. versammelt sich im Jahr 1928 bis zur kriegsbedingten Auflösung 1944 ein Fachkreis zur forstlichen Rekultivierung, dem Grubenbesitzer, Bergwerksdirektoren und „Privatforstmeister“ angehören. Er wird schnell zur offenen Bühne des Erfahrungsaustausches, aber auch für die Lobbyarbeit und Außendarstellung genutzt: Mehrmals jährlich erfolgen Fachexkursionen und andere Veranstaltungen. Externe Sachverständige kommen dazu, wie der namhafte Garten- und Landschaftsarchitekt Hinrich Meyer-Jungclaussen mit seinen Lichtbildvorträgen. Persönliche Kontakte zu forstlichen Lehranstalten, insbesondere der Forstakademie in Eberswalde, entstehen. Mandatsträger sind eingeladen, so machen sich 1930 Mitglieder des Preußischen Landtages ein Bild vom Rekultivierungsfortschritt. Ein Lobbyziel ist sicherlich die gute Selbstdarstellung um weiteren staatlichen Reglementierungen zuvorzukommen und Ausnahmeregelungen zu erreichen.

Aber im Tagesgeschäft berät die Aufforstungskommission vor allem Bergbauunternehmen in allen Fragen der praktischen Rekultivierung: Dazu zählen Aufforstungspläne, Kippengutachten und Meliorationsempfehlungen. Aus dem fachlichen Diskurs ergeben sich waldbaupraktische Lösungen, beispielsweise für die Vereinheitlichung von Pflanzverfahren. Auch aus heutiger Sicht kuriose Vorschläge gehören dazu, wie ein Versuchsanbau von Maulbeersträuchern zur Seidenraupenzucht auf der Grube Wermighoff I (Knappenrode). Er misslingt, genauso wie die Kultivierung von Naturfaserpflanzen (Yucca-Palme, Schön- oder Fasermalve). Dagegen motivieren gelungene Aufforstungen andere Braunkohlenwerke, auch wenn sich die tagesbauspezifischen Verhältnisse sehr unterscheiden. Ein gewisser Wettbewerb entsteht: Wie im Jahresbericht 1932 der Kippenaufforstungskommission nachzulesen, haben jetzt alle Braunkohlenwerke mit forstlichen Kulturmaßnahmen begonnen. Es wird empfohlen, Anpflanzungen gleich nach der Verkippung durchzuführen, um den günstigen Lagerungszustand des locker geschütteten Substrates auszunutzen.

Ein weiteres Argument ist die rasche Erosion und Verschlammung unbegrünter Rohböden. Längere Zeit brachliegende Abschlusskippen sowie Halden aus kohlen- und pyritfreiem Deckgebirge neigen bei Einwirkung eutrophierender (stickstoffreicher) Flugstaubeinträge schnell zur „Verunkrautung“.

Ein Schwerpunkt wird die Aufforstung „kulturfeindlicher“, tertiärer Kippsubstrate, nach damaliger Klassifikation der Bodengruppen 5, 8 und 10 (COPIEN 1942). In Senftenberg wird 1936 eine eigene Kippenuntersuchungsstelle unter Leitung des frisch promovierten Bodenkundlers Dr. C. Kraemer eingerichtet. Das Labor für Bodenuntersuchungen löst sich allerdings drei Jahre später wieder auf. Ob wegen Erfolgslosigkeit, Meinungsverschiedenheiten oder mangels Finanzierung, bleibt unklar.

#### Kostenfaktor

Die forstliche Rekultivierung hat ihren Preis. Nach PETERS (1930) betragen alleine die Kulturkosten bis zur gesicherten Anpflanzung zwischen 300 und 600 Reichsmark (RM) je Hektar, oder 21/2 Pfennig je Tonne Briketts. Dabei sind Kiefern-Aufforstungen nur halb so teuer wie eine Laubholzpflanzung. Zwecks Einordnung: Der durchschnittliche Monatslohn von Bergleuten beläuft sich auf 150 bis 200 RM. Heutzutage liegt das Verhältnis bei 5 zu 1. Wird eine Substratbehandlung (Melioration) notwendig, verdoppelt sich der Kostenaufwand – damals wie heute. Besonders kostspielig ist die vorgeschaltete „bergmännische“ Rekultivierung, alleine 12.000 RM pro Hektar bei einer vollflächigen Planierung von Bruchfeldern. Für eine landwirtschaftliche Rekultivierung mit selektiver Aushaltung und Verkippung der Ackerkrume werden 8.000 RM genannt.

Höhepunkte sind die jährlichen Flächenbereisungen und Erfahrungsberichte. Dabei stehen die Abraumhalden des Oberflöz-Bergbaus im Mittelpunkt. Hier liegen die ältesten Aufforstungsflächen, sie bestehen in der Regel aus „kulturfreundlichen“ Kippsubstraten des ezeitlichen Deckgebirges und zum Teil umgelagerten jungtertiäre Ablagerungen (Raunoer Folge). Weil solche Schüttungen nicht versauerungsgefährdet sind, erfordert ihre Aufforstung keine aufwändige Bodenbearbeitung oder meliorative „Aschestreuung“. Jedoch bereitet die Böschungsbefestigung nach wie vor Probleme. Neben vorzeigbaren Forstkulturen werden auch missglückte Bestockungen diskutiert. Standortlich handelt es sich zumeist um stark schwefelsaure und wasserabweisende „Kohleletten- und Alaunböden“ des zweiten Lausitzer Flözes, welche vorwiegend im Urstromtal auftreten.

Nach PETERS (1930) experimentiert die forstliche Rekultivierung schon vor dem Ersten Weltkrieg mit Pflanzloch-Kalkgaben und basischen Kesselhauschlacken. KATZUR & BÖCKER (2010) gehen davon aus, dass spätestens um 1930 Tertiärsubstrate fast immer in irgendeiner Weise „aufgebessert“ werden. Zum Standard zählen „ein bis zwei Schippen“ Mutterboden pro Pflanzloch, Düngekalk, Torf oder Kesselhausasche. Ab 1935 kommen auch verschiedene Salzbodengemische und humusähnliches Humunit (Kalkhumat) aus Torf

und nicht brikettierfähiger Rohbraunkohle (Schmierkohle) zum Einsatz (HEUSOHN 1929, PETERS 1930, KRAEMER 1935, COPIEN 1942). Experimente werden durch die Kippenuntersuchungsstelle durchgeführt – allerdings erfolglos, wie die Jahresberichte der Kippenaufforstungskommission und spätere Flächenbefahrungen in den 1950er Jahren belegen.

Trotz solcher Rückschläge steigt die Rekultivierungsquote in kurzer Zeit und übertrifft das Niveau späterer Jahrzehnte. Bis Ende der 1930er Jahre wird ein Großteil vorheriger Rückstände aufgeholt: Die jährliche Leistung steigt von 255 Hektar (1925-1929) auf 486 Hektar (1930-1938). Alleine die Eintracht Braunkohlenwerke und Brikettfabriken AG bestockt im ausgekohlten Tagebau Wermighoff I zwischen 1924 und 1934 knapp 1.200 Hektar. KATZUR & BÖCKER (2010) vergleichen Flächenstatistiken von SCHARF (1928) mit HIRZ (1936). Danach ergibt sich ab 1925 bis 1934 eine Flächenrückgabe von 91,7 Prozent des Flächenentzugs. Noch fehlen jedoch Kippbodenkarten, welche als forstliche Planungsgrundlage und für eine standortgerechte Baumartenauswahl unverzichtbar sind. Umso weniger sagen diese Zahlen über den tatsächlichen Bestockungszustand und die weitere Waldentwicklung aus.

#### Substratansprache, Klassifizierung und Baumartwahl

Ab den 1930er Jahren wird klar, dass nur eine bodengeologische Standortkartierung gesicherte Anbauempfehlungen ermöglichen kann (SCHARF 1928, PETERS 1930). Erkennbar ist das Bestreben um eine praktikable Substrat-Systematisierung auf geologischer Grundlage (KEILHACK 1913, 1924, 1938). Danach erfolgt die erste Gruppierung von Kippenböden nach grober geologischer Einordnung, Bodenfarbe – gelbbraun für quartäre Sedimente, aschgrau bis schwarz-rötlich/dunkelbraun bei Tertiärsubstraten, Textur und Kohlenanteil. Eine derart vereinfachte Substratansprache im Gelände gibt jedoch keinen Aufschluss über pflanzenbauliche Eigenschaften, Baumarteneignung oder Meliorationsbedürftigkeit.

„Die Anwendung der bodenkundlichen Untersuchungen ... [ ] noch in der Entwicklung begriffen“ (MIDDENDORF 1939). So sieht man den Hauptgrund für „kulturfeindliche“ Kippenböden vor allem im Benetzungswiderstand, weniger in der Säurefreisetzung durch Pyritverwitterung (KRAEMER 1935) – eine folgenschwere Fehleinschätzung. Viele der angepriesenen Bodenhilfsstoffe sind wirkungslos und verfehlen ihr Ziel. Immer schwieriger wird die Begrünung der „trostlosen Sandflächen“ (KRAEMER 1935, MIDDENDORF 1939). Wie PETERS (1930) sagt: „Kulturen haben hier bis heute nur eine geringe Aussicht auf Erfolg“. Denn es handelt sich um Standorte „mit denen ein Forstmann normalerweise nicht zu tun hat“. Schon Mitte der 1930er Jahre sind die meisten Aufforstungen auf kohlen- und schwefelhaltigen Kippsubstraten gescheitert oder wegen kümmerlichen Wuchses aussagefähig. Daneben bleibt auch die wuchslimitierende Mangelversorgung der Gehölze an Stickstoff, Phosphor und Kalium unerkannt. Ohne Boden-, Blatt- und Nadelanalysen lassen sich auch keine Richtwerte zur Pflanzenernährung von Waldbäumen festlegen.

#### Vegetationskunde

Zwar erscheint die erste Auflage von Braun-Blanquets Standardwerk „Pflanzensoziologie – Grundzüge der Vegetationskunde“ schon 1928. Sie findet aber erst ab den 1960/1970er Jahren allgemeine Verbreitung im Forst, vor allem bei der akademischen Ausbildung, für das Umweltmonitoring und zur Einschätzung der aktuellen Standorttrophie. Generell sind „Zeigerwerte“ von Waldbodenpflanzen und Artengruppen – zur Abschätzung der grundsätzlichen Baumarteneignung auf Neulandböden fragwürdig, weil stark gestörte Oberbodenverhältnisse und keine ausgereiften Humusformen vorliegen: Einerseits erwachsen Ruderalpflanzen oder „Allerweltsarten“ auf vegetationsfreundlichen Quartärsubstraten zunächst ohne nennenswerten Konkurrenzdruck. Ihre spezifische Weiserqualität leidet darunter. Daneben ändern sich die Zustandseigenschaften junger Kippenböden binnen kurzer Zeit, genauso das Mikroklima und die Lichtökologie. Schließlich bleiben Tertiärsubstrate in weiten Teilen ohne Vegetationsbedeckung, deren Typisierung ja erst Rückschlüsse auf die Substratqualität ermöglichen würde.

#### Meliorationsmaßnahmen und Anbauversuche

Nach HEUSOHN (1929) sollen „Giftböden“ vor ihrer Bepflanzung bis zu 10 Jahre „ruhen“, so dass der Oberboden entsauern kann und sein Benetzungswiderstand bricht. Was für schwach saure, mäßig kohlenhaltige Substrate funktioniert, aber intensiv versauerten Rohböden mit anhaltender Säurefreisetzung kaum hilft: Zwar findet eine sickerwassergebundene Säure- und Salzauswaschung statt. Aber einmal versauert, bleiben die pH-Werte auf Dauer im extrem sauren Bereich. Mineralverwitterung und Entsauerung sind weit fortgeschritten, Protonen sowie hohe Aluminium- und Eisen-Lösungskonzentrationen wirken pflanzentoxisch. Bekannt ist, dass eine Aufkalkung etwa durch basische Kraftwerksaschen den pH-Wert im Pflanzloch erhöhen kann – aber nur vorübergehend. Noch ist die Kalkbedarfsbemessung für pyritführende Substrate ungelöst. Die üblichen landwirtschaftlichen Schnellmethoden versagen aufgrund der lange anhaltenden Säurenachlieferung.

Dagegen plädiert PETERS (1930) für eine möglichst schnelle Rekultivierung, gegebenenfalls unter gezieltem Einsatz damals üblicher Bodenverbesserungsmittel. In seinem Beitrag über „Die Nutzbarmachung des bergbaulichen Ödlandes im Niederlausitzer Industriebezirk und ihre volkswirtschaftliche Bedeutung“ wird auf frühe Kalkungsmaßnahmen und die „Aschestreuung“ verwiesen. Aber die Ergebnisse solcher und anderer Pflanzlochbeigaben (Torf, Kalkhumat, Kiessand, „Bodensalzgemische“) sind heute nicht mehr greifbar.

### Blumentopfeffekt

Auf schwefelsauren Standorten besteht ein starker Kontrast zwischen den begünstigten Pflanzlochbeigaben und dem unbehandelten Kippenmaterial. Eine zur Gehölzentwicklung notwendige Durchwurzelung außerhalb des Pflanzloches bis in die Tiefe erfolgt nicht. Nach anfänglichen Kulturerfolgen kümmern die jungen Bestände und sterben schon im Dickungsalter ab – ein Trockenjahr genügt und die angespannte Wasserversorgung bricht zusammen. Dagegen werden im Tagebau Hansa (Tröbitz) einmalig basische Kesselhausaschen der nahen Brikkettfabrik vollflächig ausgebracht. Diese Kulturmaßnahme der Oberförsterei Doberlug ist ein Vorgriff auf alle späteren DDR-Meliorationsverfahren. Allerdings lässt sich das schlackenreiche Material mangels Bodenbearbeitungstechnik nicht einarbeiten, so dass der beabsichtigte pH-Effekt ausbleibt und die jungen Forstkulturen versagen.

Abgesehen davon gibt es in den 1920er Jahren überhaupt keine Vorstellung zur biologischen Bodenentwicklung. Beispielsweise werden Flugascheauflagen als natürliche Humusbildung interpretiert, was zur verzerrten Wahrnehmung des „Kulturwertes“ von Kippenböden beiträgt. Erst Hans JENNY (1941) durchdringt die grundlegenden Abläufe der Bodenbildung und -entwicklung. Die „*Factors of soil formation*“ sind: Klima, Organismen, Relief, Ausgangsmaterial und Zeit.

Gleichzeitig beschäftigt man sich mit der passenden Baumartenwahl für Kippenstandorte und andere Ödlandflächen. Ein erster systematischer Anbauversuch wird unter Privatforstmeister Rudolf Heusohn angelegt. Die Kulturanlage der Niederlausitzer Kohlenwerke AG nahe Schipkau (1926/1927) umfasst 40 Baum- und Straucharten. Sie bezieht sich jedoch nur auf den Oberflöz-Tagebau mit seinen überwiegend günstigen Deckgebirgseigenschaften. Leider wird diese Versuchsfläche beim Aufschluss des Großtagebaues Kletwitz (1949-1991) schon Mitte der 1950er Jahre „überbaggert“, ohne abschließende Auswertung. Mit anderen nicht archivierten oder vernichteten Unterlagen geht 1945 ein Großteil aller Vorarbeiten verloren. Sowohl Heusohn – weil politisch belastet – als auch sein „Gegenpart“ Privatforstmeister Copien verlassen die Region.

### „Die Kunst des Forstmanns“

Nach einem Bericht der Aufforstungskommission aus dem Jahr 1935 nehmen Kiefernbestände nur 20 Prozent der gesamten Kulturfläche ein, gerade umgekehrt wie im Tagebauumland. Der sehr hohe Laubholzanteil ist damals für Lausitzer Bergbaufolgelandschaft typisch (TELSCHOW 1933), genauso wie im Rheinland oder Mitteldeutschen Revier. Gleichzeitig gehen neue Großtagebaue in den Kohlenbetrieb, wie Ilse-Ost (1928), oder werden erweitert, zum Beispiel Grube Marga. Es folgt ein umfassender Modernisierungsschub. Binnen wenigen Jahre verdoppelt sich die Kohlenförderung. Damit wächst der Bedarf an geeignetem Pflanzmaterial, welches die ansässigen Baumschulen schon vorher kaum abdecken können. So errichtet die Ilse Bergbau AG Mitte der 1930er Jahre eine eigene Forstbaumschule.

Sie liegt inmitten des Abbaugebietes bei Großkoschen (Hammermühle) und soll vor allem die künftigen Aufforstungen absichern, was aber nur teilweise gelingt. Tatsächlich forcieren betriebswirtschaftliche Überlegungen den bis dahin eher zurückhaltenden Kiefern-Anbau, auch auf bindigeren, durchaus laubholzfähigen Substraten. Nadelhölzer lassen sich in Baumschulkultur leichter säen, bei der Anzucht einfacher kultivieren und beanspruchen weniger Fläche und Arbeitskraft.

Bei der Aufforstung erfolgt eine reihenweise Beimischung von „angeschonten“ Weichhölzern, vorzugsweise Zuchtpappeln und Rot- als auch Weiß-Erlen. Solche bodenverbessernden Hilfsbaumarten, „Am-mengehölze“ oder „Treibhölzer“ werden angesichts der knappen Wasserversorgung von der Gemeinen Kiefer schnell überwachsen. Schon im Dickungsalter entstehen instabile Reinbestände. Abgesehen davon ist die waldbauliche Entscheidungsfindung insgesamt sehr unsicher, und „es bleibt der Kunst des Forstmanns überlassen, im richtigen Augenblick den geeigneten Baum zur Anpflanzung zu bringen“, wie PETERS (1930) als Fazit festhält. Dennoch finden sich in Altbergbaugebieten des Oberflözes gute Beispiele für die pflanzenbaulichen Möglichkeiten. Besonders eindrucksvoll sind wüchsige Laubholz-Mischbestände der wenigen, noch erhaltenen Altkippen aus den 1930er Jahren, wie Waidmannsheil (Annahütte/Drochow), Mückenberg (Lauchhammer), die Außenkippen I-IV des Tagebaues Erika (Laubusch), das Altbergbaugelände Welzow (Grube Clara II) oder die Marga-Kippen bei Brieske.

### Ordnungsgemäße Forstliche Rekultivierung

Die wenigen Jahre bis zum Zweiten Weltkrieg werden für die forstliche Rekultivierung im Lausitzer Revier richtungsweisend, vor allem was die vielfältigen Waldbilder betrifft. Einflüsse des naturnahen Dauerwaldes treffen auf Bestrebungen einer möglichst rationellen, kostengünstigen Waldbewirtschaftung (DENGLER 1925, 1939). Gerade hinsichtlich der Gemeinen Kiefer gehen die Auffassungen, je nach Herangehensweise und eigenem Erfahrungshorizont, weit auseinander. Vereinfacht gesprochen: hier der laubholzbetonte Dauerwald zur maximalen biologischen Vielfalt (HEUSOHN 1926, 1928), dort wenige, nach geologischen Substraten gegliederte Wirtschaftsbaumarten, mit Untetrstützung durch Rot- und Weiß-Erle.

COPIEN (1942) unterscheidet 10 Bodengruppen (Standardböden) nach geologischer Einordnung, Lagerstätte (Oberflöz- und Unterflöztagebau), Textur, Schwefelkies- und Kohlenlettingehalt. Für die Bestandesbegründung empfiehlt er 13 Bestandestypen – von Kiefern- und Birken-Reinkultur über Pappel-Laubholz-Mischkultur bis Traubeneichen-Laubholz-Mischkultur – mit Angaben zu den Pflanzverbänden, Mischungsformen und Pflegehinweisen. Dabei stellt er fest, „dass für die großen Flächen der vorherrschenden Böden in allererster Linie die Kiefer in Frage kommt“. Es folgen Gemeine Birke und Pappel. Dagegen wird allen anderen Baumarten (Rot-Buche, Hain-Buche, Spitz-Ahorn, Gemeine Fichte, Douglasie, Robinie, Ulme, Vogelbeere, Gemeine Esche) ein geringerer Anbauerfolg eingeräumt.

Sie dienen als kleinflächige Beimischung im Hauptbestand und zur nachträglichen Auspflanzung oder für Feuerschutzstreifen.

Unabhängig dieses grundsätzlichen Richtungsstreites gelten jetzt alle forstlichen Anstrengungen der sicheren Bestandesbegründung. Mit der dauerhaften Begrünung wird das Aufforstungsziel erreicht. Trotz planmäßiger Herangehensweise bei der Anfertigung von Revierkarten und Festlegung von Maßnahmen-schwerpunkten wird die Situation zunehmend unüberschaubar, weil Substratvielfalt und Heterogenität stark zunehmen und die Inkulturnahme („elender“), schwefelsaurer Tertiärssubstrate nicht oder nur sehr eingeschränkt gelingt. Während insbesondere auf „kulturfreundlichen“ Deckgebirgssubstraten Rekultivierungsrückstände abgebaut werden, nehmen dort die Defizite zu. „Ein planloses Pflanzen – willkürlich hier und dort – verwirrt den Forstmann total.“ Andererseits entstehen zufallsbedingt recht abwechslungsreiche Waldbilder, wenn Pionierbaumarten Lücken ausfüllen. Gleichzeitig bleiben Fragen zum langfristigen Umgang mit Kippenwäldern unbeantwortet. Im Gegensatz zu heute sind Planungsträger, Kommunen, Interessensverbände und potenzielle Nachnutzer, wie Forstbetriebe oder Landwirte, weder in der Landschaftsgestaltung nach dem Bergbau noch am Rekultivierungsgeschehen selbst beteiligt.

### Landschaftspflege & Neugestaltung

Als Ausgleich des Bergbaueingriffes fordert BROMME (1935) erstmals landschaftspflegerische Maßnahmen zwecks „Verschönerung“, die auch ansatzweise umgesetzt werden – etwa bei der Gestaltung von gefluteten Gruben zu Badeseen. Dabei geht es Bergbauunternehmen und Kommunen primär um eine Verbesserung des unmittelbaren Wohnumfeldes und neue Freizeitangebote, nicht für die „Heilung“ landschaftsschädigender Eingriffe. Hier geht HEUSOHN\* (1933) einen Schritt weiter. Für ihn gilt: „Der Bergbau vernichtet im Durchschnitt nichts, sondern schafft neue Kulturwerte“.

\*) ab 1937 mit neuer Schreibweise, anstelle von „Heusohn“ jetzt „Heuson“

Noch wird die Bergbaufolgelandschaft nicht als eigener Landschaftstyp begriffen, beschrieben und planmäßig-vorausschauend entwickelt. Das raumplanerische Interesse gilt kaum dem Landschaftshaushalt als vor allem der Erschließung neuer Braunkohlenfelder. So folgt beispielsweise die Trassenführung der beiden Reichsautobahnen Berlin-Breslau und Berlin-Dresden glazialen Ausschleifungsrinnen ohne Kohlenvorkommen. Beim praktischen Landschaftsbau – einer jungen Fachdisziplin – stehen in den Vorkriegsjahren andere Projekte zur Landschaftsgestaltung beziehungsweise Landschaftspflege im Fokus. Neben der Begrünung von repräsentativen Verkehrswegen und Parkanlagen in der Stadtlandschaft gewinnt insbesondere die Grüntandung von Militärkomplexen an kriegswichtiger Bedeutung.

Außer Heusohn und Copien publizieren erstaunlich viele Praktiker ihre Erfahrungen, wie von STUERMER (1928), MAMPEL (1929) oder HIRZ (1935). Mittlerweile ist die forstliche Rekultivierung zu einem eigenen Arbeitsgebiet der Bergbausanierung gereift und hat „den Charakter einer planmäßigen Forstwirtschaft“ (HEUSOHN 1929). In den meisten Unternehmen sind jetzt forstlich gebildete Fachleute für die praktische Umsetzung verantwortlich. Mit dem angeregten Wissensaustausch erfahren die Aufforstungsmaßnahmen eine allgemeine Normierung und Routine, was Pflanzverbände, Sortiment, Qualität des Pflanzmaterials oder die Kulturtechnik betrifft. Noch heute lässt sich erkennen, dass zum Beispiel die Rot-Eichen-Aufforstungen auf den Halden bei Annahütte und Nardt (Außenkippe IV) dem gleichen Pflanzschema folgen, obwohl es sich um verschiedene Bergbauunternehmen handelt: In beiden Fällen wird die Hauptbaumart Rot-Eiche im Weitverband kultiviert. Ihr standardmäßiger Reihenabstand beträgt 4 Meter. Alle Begleitbaumarten in den Zwischenreihen sind längst ausgefallen oder nur in wenigen Einzelexemplaren am Bestandesrand vorhanden.

### Ausbesserung

In den 1950er Jahren werden lückige und stark vergraste Aufforstungen (Birke, Pappel) der Vorkriegszeit mit bestandesbildenden Hauptbaumarten erster Ordnung ergänzt, insbesondere Rot-Eiche, Trauben-Eiche, Winter-Linde, Robinie und Gemeiner Kiefer, manchmal auch Douglasie, Rot- und Hain-Buche. Neben den großwüchsigen Gehölzen kommen zahlreiche Straucharten oder Kleinbäume mit Wuchshöhen zwischen 2 und 15 Meter hinzu, wie Eingriffeliger Weiß-Dorn, Faulbaum, Wolliger Schneeball, Tatarischer Hartriegel oder Spätblühende Trauben-Kirsche. Daneben können sich natürlich ansammlende Pioniergehölze (Eberesche, Aspe, Gemeine Birke) etablieren. Im Gegensatz zur üblichen Praxis eines radikalen Aushiebes von Weichlaubhölzern bleiben sie auf dem unerschlossenen und unübersichtlichen Kippengelände des Altbergbaues meist erhalten. Es entstehen vergleichsweise artenreiche Mischwälder aus standortheimischen Baumarten. Deren Holzertragswert kann jedoch wegen struktureller Defizite, einiger Lücken und mangelnder Pflege kaum überzeugen. Aber sie bieten Entwicklungsmöglichkeiten für die kommende Waldgeneration.

Jahringanalysen im Kippengelände zwischen Poley und Annahütte geben näheren Aufschluss: Zumeist wird das individuelle Baumalter überschätzt. Dort wo man auf den ersten Blick 90-jährige Trauben-Eichen vermutet, sind die heute herrschenden Bäume erst in den 1950er Jahren gepflanzt worden. Auf zuvor locker bestockten Sukzessionsflächen ist zu diesem Zeitpunkt bereits eine initiale Bodenbildung erfolgt. Auch haben sich bis dahin größere Mengen basischer, eutrophierend wirkender Flugaschen abgelagert. Wegen besonders günstiger Startbedingungen sind die meisten Bäume auffällig frohwüchsig, stark dimensioniert und breit bekrönt.

## Rationalisierung im Kippenwaldbau

Im Ergebnis aller bis dahin gemachten Anbauerfahrungen, dem Bestreben um Rationalisierung und angesichts immer größerer Rekultivierungsflächen werden ab den 1930er Jahren wenige, vergleichsweise robuste Hauptbaumarten favorisiert. Das bedeutet eine frühe Abkehr von besonders artenreichen, aber letztlich unpraktikablen „Buntmischungen“ (einzelstammweise Mischungsformen). Dennoch hat der durch Rudolf Heusohn begründete standortökologische Kippenwaldbau auch weiterhin Bestand: Bemerkenswert ist, dass für besser wasser- und nährstoffversorgte Substrate nach wie vor anspruchsvollere Wirtschaftsbaumarten in Kultur kommen, wie Stiel-/Trauben-Eiche, Winter-Linde, Sommer-Linde, Berg-, Spitz-Ahorn oder Rot- und Hain-Buche. Auf nährstoffarmen und sauren Sanden dominiert aber jetzt die besonders robuste Gemeine Kiefer, zumeist in reihenweiser Beimischung mit bodenverbessernden Rot- oder Weiß-Erlen.

### „So klein wie möglich, so groß wie nötig“

Noch bis in die frühen 1950er Jahre werden mehrjährige, mindestens zweimal verpflanzte Heister (1,25 bis 2,5 Meter hoch) im 4 x 4 Meter-Weitverband bevorzugt. Dagegen empfiehlt bereits COPIEN (1942) bei allen Laubgehölzen ausgenommen Pappel nur 2-jährig verschulte Pflanzen mit 50 Zentimeter Sprosslänge und engem Pflanzverband (1,6 x 1,6 und 1,3 x 0,7 Meter).

Die Anzucht von Großpflanzen kostet Zeit, ist verhältnismäßig aufwändig, flächenintensiv und dementsprechend teuer. Zwar lässt sich durch „starke Pflanzen“ ein schneller Begrünungseffekt erzielen. Aber trotz sorgfältiger Lochpflanzung reagieren sie verhältnismäßig stressempfindlich, gerade auf humusfreien, nährstoffarmen und versauerten Kippprohböden. Viel Blattfläche bei zu wenig Wurzelmasse: Derart „kopflastig“ wirken sich insbesondere Frühsommertrockenheit und Stickstoffmangel verhängnisvoll aus. Oft kümmern die Kulturen nach einigen Jahren. Schließlich überleben nur wenige, kleinstandörtlich begünstigte Solitärbäume. Zudem sind störungsarme Altkippen „ein recht beliebter Zufluchtsort“ für Rehwild und Hasen, was den Kulturerfolg weiter schmälert.

## Umweltschäden und Ausgleichsmaßnahmen

Schon in den 1920er Jahren leiden junge Kippenwälder unter gasförmigen Verbrennungsrückständen (Rauchschäden) der nahen Braunkohlenindustrie. Spätestens ab dem Dickungsschluss werden massive Nadel- und Blattschäden bis zu flächigen Absterbeerscheinungen beschrieben (HEUSOHN 1929). Nicht immer kann die Diagnose eindeutig sein, weil sicherlich auch Nährstoffmangel besteht. Mit der Rauchgasforschung beschäftigt sich schon früh die Forsthochschule Tharandt. So kann Julius Adolph Stöckhardt bereits in den 1860er Jahren bei „Beräucherungsversuchen“ einen Zusammenhang zwischen Verbrennungsgasen und Vegetationsschäden herstellen. Im Lausitzer Braunkohlenrevier sind davon insbesondere Kiefernbestände betroffen.

## Luftreinhaltung

Zwar weisen bereits einige Brikettfabriken, wie in Laubusch und Knappenrode, elektrostatische Filter auf und können so den gewonnen Feinstaub wiederverwenden. Ökonomische Überlegungen geben den Ausschlag, wie bei der Böschungssicherung. So sind die Unternehmen weder zur Luftreinhaltung noch geregelten Abwasserbehandlung verpflichtet. Vorrang hat die Rohstoffgewinnung und -veredelung. Ein allgemeines Verantwortungsbewusstsein für den Schutz der Umwelt besteht nicht, bleibt unausgesprochen oder wird nur anerkannt, wenn dem keine anderen betrieblichen Belange entgegenstehen.

Gleichzeitig tritt eine massive Staubbelastung auf, die wahrscheinlich noch schwerwiegendere Auswirkungen hat. So beträgt die jährliche Deposition in den windberuhigten Waldbeständen nahe der Braunkohlenwerke mehrere Zentimeter pro Jahr. Das lässt sich noch heute an manchen Bodenprofilen zeigen, besonders eindrucksvoll auf der Hochkippe Waidmannsheil bei Annahütte/Särchen. Bis zur Schließung der nahen Brikettfabriken Heye II und Waidmannsheil 1947 hat sich in nur 25 Jahren eine rund 20 bis 25 Zentimeter mächtige Asche- und Staubschicht abgelagert, was einer partikelgebundenen Deposition von 300 bis 400 Tonnen/Hektar entspricht – die Abschätzung erfolgt auf Grundlage der persistenten mineralischen Bestandteile (HARTMANN ET AL. 2009). Der Durchmischungshorizont aus Humusaufgabe und Stoffeintrag ist heute standortprägend und aufgrund seines Basenreichtums sowie der guten Wasserspeicherung intensiv durchwurzelt.

## IV.4 Sukzessions- und Pionierwälder

### Erste Richtlinien zur Wiederurbarmachung

Bis Ende der 1920er Jahre bestehen die Kippenflächen zu rund 85 Prozent aus „gutartigen“ Abraumbsubstraten (HEUSOHN 1928A, B). Nach einer absehbaren Auskohlung des oberflächennahen Flözhorizontes verlagert sich die bergbauliche Aktivität in den 1930er Jahre jedoch schnell auf das ergiebige Unterflöz, mit insgesamt rund 12,1 Milliarden Tonnen Vorrat, davon 3,6 Milliarden gewinnbar. Durch den tiefgreifenden Lagerstätten-Aufschluss gelangen jetzt über der Kohle lagernde, schwefelsaure und pflanzentoxische Tertiärsande in den Baggerschnitt und auf die Abraumbhalden sowie Innenkippen. Schwefelkieshaltige „Giftböden“ mit pH-Werten unter 3,5 bestimmen fortan Charakter und Nutzungsmöglichkeiten der Lausitzer Bergbaufolgelandschaft. Vor allem die extrem sauren Kohlenschlufflagen im Hangenden des Unterflözes der Briesker Folge (pH 1,0 bis 2,0) stellen die forstliche Rekultivierung vor neue, seinerzeit noch unlösbare Herausforderungen.

Als Reaktion auf die unbefriedigenden Rekultivierungsergebnisse wird parallel zur selbstverpflichtenden Eigeninitiative der Bergwerksunternehmen 1932 eine erste Richtlinie zur Wiederurbarmachung erlassen, gefolgt von der Richtlinie für die Urbarmachung der Tagebaue des Reichs- und Preußischen

Wirtschaftsministeriums von 1939 mit dem Erlass von 1940. Darin stehen planungs- und genehmigungsrechtliche Fragen der Bergbausanierung im Mittelpunkt. Es werden nunmehr gesonderte Betriebspläne zur Einebnung und Wiedernutzbarmachung von Kippenflächen verlangt. Ziel ist eine möglichst unverzügliche Inkulturnahme, um so Versäumnissen von Beginn an entgegenzuwirken. Die ursprünglich geforderte Gewinnung von humosem „Mutterboden“ zur Herstellung landwirtschaftlicher Flächen wird allerdings mangels geeigneter Substrate und sehr hoher Kosten nicht weiterverfolgt. Schon in den 1920er Jahren passt sich die Rekultivierung frühzeitig dem vollmechanisierten Abraumbetrieb der Kohlengewinnung an. Damit sollen vorrangig „kulturfreundliche“ Quartärsubstrate die Abschlusskippen bilden und umgekehrt vegetationsfeindliche Tertiärsubstrate überdecken (PETERS 1930, MIDDENDORF 1939), was aber bei den ab 1930 rasch fortschreitenden und großen Unterflöztagebauen im Lausitzer Urstromtal kaum mehr gelingt.

### Teilerfolge

Eine hoch mechanisierte Abraumbewegung kennt immer neue Superlative (Förderbrückentechnologie, Eimerketten-/Schaufelradbagger, Zwischen- und Beladebänder, E-Loks). Das hält die Kohlenwerke im umkämpften Markt trotz des immer weiteren Abraum-Kohlenverhältnisses profitabel. Aber die schärferen bergrechtlichen Maßnahmen zeigen Wirkung: Vorübergehend steigt die jährliche Rekultivierungsleistung auf einen erst in den 1960er Jahren wieder erreichten Stand. Bis 1939 lässt sich für den Raum Klettwitz eine Wiederbestockung von rund 50 Prozent der beanspruchten Fläche nachweisen. Dazu kommen lückige und großteils natürlich wiederbewaldete Bruchfelder des Tiefbaues, insbesondere bei Schipkau-Kostebrau, Mückenberg, Großbräschen, Sallgast und Poley.

Wie schon zuvor setzen die Braunkohlenunternehmen aber auf möglichst kostengünstige Zugeständnisse, um so den formalrechtlichen Anforderungen zu genügen. Dadurch sollen weitere behördliche Auflagen, wie im Rheinland gelten, vermieden werden. Denn detaillierte Festlegungen zur Substratqualität der Abschlusskippen bedeuten Mehrkosten und würden den Abbaubetrieb in seiner Flexibilität einschränken.

Von Beginn an hebt die rigide Wehr- und Kriegswirtschaft das Regelwerk aus. Es steht zwar auf dem Papier, bleibt aber eher appellativ denn zwingende Vorgabe und hat für die praktische Rekultivierung wenig Bedeutung. Im Betriebsablauf hat die Kohlengewinnung uneingeschränkter Vorrang. Weil für den Abraumbetrieb und zur Abdeckung der Kippen gemeinsame Gleisanlagen benutzt werden, erfolgt in den späten 1930er Jahren keine separate Aushaltung und oberflächige Verkipfung jener für die Waldbeurkundung besonders geeigneten Quartärsubstrate. Gleichzeitig nimmt der Anteil von Gemengesubstraten zu. So bewältigt der Eimerkettenbagger D 1400 im 1936 aufgeschlossenen Tagebau Greifenhain – damals der leistungsfähigste Großbagger in Europa – das gesamte Deckgebirge über der Kohle in einem Schnitt. Die unregelmäßige Durchmischung des Ab-

raums lässt sich noch heute im Wuchsbild der aufstoc-kenden Waldbestände erkennen. Aber auch andere Sanierungsarbeiten werden mit Beginn des Zweiten Weltkrieges 1939 einstweilen zurückgestellt, wie die Böschungssicherung oder Gewässergestaltung.

## Kriegsfolgen

Während der ersten Nachkriegsjahre verbleiben weite, zur Aufforstung vorgesehene Rohkippen unbegrünt. Das ausgekohlte Gelände wird weitgehend sich selbst überlassen. Es entstehen „abenteuerliche“ Zwischenlandschaften, noch ohne eindeutige Nutzungsbestimmung wie auf der Raunoer Hochebene zwischen Senftenberg und Großbräschen, bei Kostebrau oder rund um Annahütte und Schipkau. Das Landschaftsbild ist kontrastreich: Reguläre Kippenaufforstungen früherer Jahre wechseln mit Bruchfeldern, Altlasten, ehemaligen Betriebsanlagen, Sukzessionsflächen und Ödland. Dazu kommen die aufgelassenen Betriebsflächen der laufenden Großtagebaue mit den un- beziehungsweise teilrekultivierten Außenkippen, wie in Marga (Brieske-Hörlitz), Niemtsch (Senftenberg), Domsdorf, Kleinleipisch, Greifenhain, Agnes (Plessa) oder Erika (Laubusch).

Mittlerweile sind in der Lausitz 168 Quadratkilometer Waldflächen durch den Bergbau beansprucht (LEHMANN 1951). Dabei ist zu beachten, dass auch bereits aufgeforstete Tagebauareale des früheren Oberflöztagebaues schon Mitte der 1930er Jahre erneut „überbaggert“ werden. Wie zuvor in Krisenzeiten hat der Kohlenbetrieb unbedingten Vorrang. Bei der Rekultivierung herrscht dagegen eklatanter Mangel an (männlichen) Arbeitskräften, die Entlohnung solcher Hilfstätigkeiten ist schlecht. Gleichzeitig fehlt passendes Pflanzmaterial, weil der Baumschulbetrieb zunächst stillsteht. Andererseits entziehen bis 1953 umfangreiche Entschädigungsleistungen an die Sowjetunion und Volksrepublik Polen der Rekultivierung technische Betriebsmittel – gleisgebundene Kippenspflüge, „pferdestarke“ Planiertrauen, selbstfahrende Schürfkübel. Betroffen sind vor allem die leistungsfähigsten, am besten ausgestatteten Betriebe.

Noch bis in die 1960er Jahre kommen in der forstlichen Rekultivierung kaum technische Hilfsmittel zur Anwendung und die Versorgung mit passendem Pflanzmaterial bleibt knapp, gemessen an der Rekultivierungsfläche. Unter derart schwierigen Vorzeichen können noch am ehesten angeflogene Birken, Kiefern, Rot-Eichen, Robinien sowie Rot-Erlen den extremen Standortbedingungen trotzen. Dort wo eine Mindestfruchtbarkeit des Rohbodens gegeben ist, entstehen überwiegend Sukzessionswälder – auf bewegtem Relief eher zufällig und ohne Bewirtschaftungsziele (BALLASCHK 1955, SCHWABE & BRIER 1963).

Das Bild zeigt die zerklüftete, stark erodierte Ost-Böschung der Hochkippe Annahütte mit Blickrichtung zum Restloch 6, Endstellung des Tagebaues, heute Drochower See. Nach endgültiger Auskohlung in den 1940er Jahren erfolgt eine natürliche Wiederbewaldung der aufgelassenen Betriebsflächen, vorwiegend mit Gemeiner Birke, Aspe, Gemeiner Kiefer und manchen Straucharten. Bis heute fehlen auf den stark schwefelsauren Tertiärsubstraten aber Trauben-Eichen und andere, etwas anspruchsvollere Klimaxbaumarten. Dagegen können sich auf den „kulturfreundlichen“ Deckgebirgssubstraten der angrenzenden Hochkippe sogar Edellaubhölzer etablieren.

### Die „Birken-/Pappel-Zeit“ .. Sukzessionswälder

„Stunde Null“: Für den forstlichen Neuanfang wird die Gemeine Birke nach Kriegsende über 10 Jahre zur wichtigsten Rekultivierungsbaumart. Als robuste, durch Saat leicht zu vermehrende und regenerationskräftige „Grundholzart“ übernimmt sie rund 50 Prozent der neu bestockten Waldfläche (KATZUR & BÖCKER 2010); auf die Gemeine Kiefer entfallen rund 40 Prozent. Birken-Pionierwälder aus Pflanzung, Direktsaat oder natürliche Ansammlungen mildern Rekultivierungsdefizite, vor allem, was die bis dahin unmögliche Inkulturnahme großer Förderbrückenkippen betrifft. Das spiegelt auch die damaligen Kenntnisse zur grundsätzlichen Nutzungseignung wider, die für stark saure Abraumsubstrate des Unterflöztagebaues den Kiefern- und Birkenanbau favorisieren (COPIEN 1942, 1956, Jahresberichte der Aufforstungskommission des Niederlausitzer Braunkohlenvereines 1929-1944). Gleichzeitig verdrängt die angeflogene Gemeine Birke andere minder konkurrenzfähige Bestandesmitglieder.

Inwieweit die damaligen Forstleute von den praktischen Vorarbeiten der 1920er und 30er Jahre profitieren können, bleibt unklar. Aufzeichnungen über Bodenbearbeitung, Kulturverfahren, Pflanzmaterial, Mischungsform, Kosten oder die genaue Lage gehen in den Nachkriegswirren verloren. Alle bisherigen Versuchsflächen bei Klettwitz-Schipkau und in der Zwischenlandschaft Großbräschen-Meuro werden erneut überbaggert. Für andere durch die Kippenaufforstungskommission in den 1930er Jahren initiierte Anbauversuche fehlen Unterlagen. Erst Mitte der 1950er Jahre kommen experimentelle Blockversuche mit wissenschaftlicher Methodik hinzu. Bis dahin bleiben den „Kippenförstern“ nur die älteren Publikationen auf unsicherer Datenbasis.



Abbildung 27: Lückiger Pionierwald auf der Innenkippe des ehemaligen Tagebaues Waidmannsheil der Niederlausitzer Kohlenwerke AG nahe der Ortslage Drochow.

Bei den sogenannten „Flächenbereisungen“ wird meist nur der vorgefundene Bestockungszustand beschrieben: „missglückte Kiefern- und Erlenkultur, gutwüchsige Lärchen mit Birkenbestand, Erle ausgefallen, gutgelungene Bepflanzung der Kippenhänge mit Roteiche, Birke, Roterle, Traubenkirsche, Linden-Reinbestand aus missglückter Kiefern- und Erlenkultur, Aufforstung mit Laubmischwald durch Heusohn mit gutem Erfolg“. Dabei wird empfohlen, „bei allen wissenschaftlichen Arbeiten scharf gesicherte Ergebnisse, Halbgesichertes und ungesicherte Vermutungen voneinander zu trennen“ (Protokollnotizen) – was aber ohne qualifizierte Substrat- und Waldinformationen unrealistisch ist.

### Ernüchterung und Zweifel

Wie COPIEN (1956) feststellt, sind die bis dahin gewachsenen Kippenwälder maximal 20 bis 40 Jahre alt – je nachdem, ob es sich um Rekultivierungsflächen des Unterflöz- oder Oberflöztagbaues handelt. Sie bleiben noch weit entfernt von der strukturellen und funktionalen Vielfalt „gereifter“ Waldökosysteme mit ihren stattlichen Altbäumen. Angesichts der besonderen Standorteigenschaften und kurzen Zeit seien Irrtümer bei der Anbauplanung nicht auszuschließen. Unabhängig der Baumartenwahl ist fraglich, ob sich frohwüchsige Jungbestände zu stabilen und dauerhaft leistungsfähigen Wäldern entwickeln. Sowohl HEUSOHN (1929) als auch COPIEN (1950) meinen, dass Kippenwälder insgesamt kein so hohes Nutzungsalter erwartet wie baumartengleiche Bestockungen im Tagebaumland. Vor allem versauerungsgefährdete Tertiärsubstrate machen die forstlichen Praktiker ratlos, weil die meisten Bestände schlecht wüchsig sind oder bereits im Anwuchs ausfallen. Angesichts vieler Hilfs- und Pionierbaumarten mit eher kurzer Lebensspanne hat die erste Waldgeneration nur Übergangscharakter. Birken, Pappeln und Erlen können im günstigen Fall den rohen Boden biologisch erschließen und für kommende Bestockungen vorbereiten (COPIEN 1942, 1956, BALLASCHK 1955).

Bereits in den 1930er Jahren werden mit der Gewinnung des zweiten Lausitzer Flözhorizontes bereits bestockte Kippenbereiche und Bruchfelder erneut überbaggert, so zwischen Gohra, Schipkau und Kostebrau. „Wälder auf Abruf“ begünstigen anspruchslose und raschwüchsige Gehölze, mit der Aussicht auf frühe Holzerträge, neben der Gemeinen Kiefer vor allem Birken und Zuchtpappeln. Umgekehrt zur wachsenden Substratdurchmischung und Verkippung schwefelsauer Tertiärsubstrate sinkt die Baumartenvielfalt. Pflanzenbaulich unproblematische quartäre Deckgebirgssubstrate, wie noch zu den Anfängen des Bergbaues, treten kaum mehr auf. So häufen sich Misserfolge, insbesondere bei der Begrünung nicht abgedeckter Förderbrückenkippen (Kleinleipisch, Plessa, Laubusch, Domsdorf). In den frühen 1950er Jahren gilt die Begrünung von „Mondlandschaften“ an sich schon als Erfolg. Dass selbst mit mehrjährigen, winterharten Stauden experimentiert wird, wie dem Sachalin-Knöterich zur Böschungssicherung, zeigt die besonderen Herausforderungen. Außerdem: Die meisten Akteure der Nachkriegsjahre fangen wieder bei „Null“ an und müssen sich – bei aller Schaffenskraft – erst eigenes Erfahrungswissen erarbeiten. Bildlich gesprochen: Die forstliche Rekultivierung steht „auf der Kippe“.



Abbildung 28: „Birkenzeit“ – Waldbegründung unter schwierigen Verhältnissen der Nachkriegszeit, am Beispiel des etwa 75-jährigen „Märchenwaldes“ im Tagebau Agnes/Plessa (1894-1958).

### Verordnung zur Wiedernutzbarmachung

Auch in der DDR sind die Braunkohlenbetriebe zur bergmännischen Rekultivierung verpflichtet, was alle Maßnahmen der Flächenvorbereitung einbezieht: Einebnung, Planierung, Melioration und Grunddüngung. Dafür werden die ursprünglichen Bestimmungen der Verordnung zur Wiedernutzbarmachung von 1951 durch weitere verwaltungstechnische Anordnungen in den Jahren 1958 und 1964 präzisiert (MÜCKE 2007).

### Eckpunkt einer neuen Etappe

Noch im Dezember 1951 wird die „Verordnung über die Wiedernutzbarmachung der für Abbau- und Kippenzwecke des Bergbaus in Anspruch genommenen Grundstücksflächen“ verabschiedet, eine Durchführungsbestimmung folgt 1952. Sie verpflichtet den Bergbau zur Wiederherstellung eines land- und forstwirtschaftlich nutzbaren Geländes. Schäden für die umliegende Landschaft sind auszuschließen. „Bei der Gewinnung von Bodenschätzen ist der Abbaubetrieb verpflichtet, alle geeigneten Vorkehrungen zu treffen, um die spätere Wiedernutzbarmachung der in Anspruch genommenen Grundstücke zu gewährleisten“ (§ 1). Trotz der schwierigen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen müssen die Braunkohlenkombinate fortan Betriebspläne für die Landschaftsgestaltung und Rekultivierung aufstellen, deren Einhaltung behördlich kontrolliert wird. Angefangen bei der geologischen Erkundung über die Abraumbewegung und Substratbewertung werden alle Schritte in Hinblick auf ihre Konsequenzen für die Nachnutzung des Kippengeländes hinterfragt. Über den Ausgleich des Eingriffes hinaus, geht es um „nachhaltige“, landschaftsgerechte Entwicklungsmöglichkeiten nach dem Bergbau. Gefordert sind Angaben zur pflanzenbaulichen Eignung der Deckgebirgssubstrate und Lösungen für die land-

und forstwirtschaftliche Wiederurbarmachung. „Bei Tagebaubetrieben sind die kulturfähigen Abraumsschichten in einem Umfang auszuhalten, der ein ausreichendes Überziehen der für Abbau und Kippenzwecke mit Kulturboden ermöglicht“ (§ 2). Darüber hinaus wird die Nutzung von Tagebaurestlöchern und Wasserfanggräben sowie das Wegesystem geregelt.

Planträger für die umfangreichen Sanierungsmaßnahmen des stillgelegten Altbergbaues wird der Rat des Bezirkes Cottbus. Wie der Schriftverkehr zeigt, kommt es aber immer wieder zu Abstimmungsproblemen und Reibungsverlusten zwischen den Beteiligten – Bezirk Cottbus, Kreisverwaltung, Kommission für Wiederurbarmachung, Braunkohlenwerke, Braunkohlenverwaltung, Forstwirtschaftsbetriebe. Der bürokratische Aufwand nimmt zu, vor allem wenn es um Anzuchtverträge mit hiesigen Baumschulen und die Bereitstellung „brauchbarer“ (verschulter, mindestens 2-jähriger) Pflanzen geht. Häufig wird die Kostenübernahme zum Streitpunkt, umso mehr als Rekultivierungsmaßnahmen unterfinanziert sind.

### Neue Zuständigkeiten

Von Vorteil ist, dass jetzt die allgemeine staatliche Forstverwaltung mit der praktischen Rekultivierung betraut wird, sowohl im aktiven als auch Sanierungsbergbau. Feste territoriale Zuständigkeiten, fachliche Kompetenz und institutionelle Abläufe sind für die schnelle Umsetzung von Vorteil. Eingebunden in die bestehenden Strukturen sollen die knappen Betriebsmittel effektiv eingesetzt werden. So entstehen Schwerpunktbereiche der forstlichen Rekultivierung, zunächst in stillgelegten Tagebauen bei Annahütte, Domsdorf und Plessa. Die praktische Durchführung aller Aufforstungsmaßnahmen liegt im Lausitzer Revier zunächst bei den Kreisforstämtern (insbesondere Senftenberg), dann mit der großen Verwaltungsreform ab 1952 in Hand der Staatlichen Forstwirtschaftsbetriebe, wie StFB Hoyerswerda, StFB Finsterwalde oder StFB Lübben. Fachlich gefordert sind vor allem deren Oberförstereien – von der Beschaffung des knappen Pflanzmaterials über Pflanzung, Kulturpflege, Schädlingsbekämpfung bis zur NPK-Ergänzungsdüngung. Damit wächst die persönliche Verantwortung innerhalb des eigenen Forstbezirkes. Besonders hervorzuheben ist das große Engagement von Oberförster Willi Schälicke (Oppelhain) und Kippensachbearbeiter/Revierförster Alfred Ballaschk (Schipkau und Wormlage) und Revierförster Wolfgang Bühler (Hochkippe Greifenhain-Illmersdorf).

Für die Baumartenwahl spielt jetzt der erwartete Holzertrag eine wichtige Rolle – im Gegensatz zur Vorkriegszeit und den Anfängen der Rekultivierung. Nachweis zur Planerfüllung der Rekultivierung ist jedoch die geleistete Pflanzfläche, über Mängel beziehungsweise notwendige Nachbesserungen wird kaum berichtet. Die für die Jungwuchs- und Jungbestandspflege von Kippenwäldern dringend benötigten Ressourcen sind andernorts in der Forstwirtschaft gebunden. Bis in die 1990er Jahre finden keine planmäßigen Waldentwicklungsmaßnahmen statt.

Die fast allgegenwärtige und in ihrer Jugend besonders robuste Pionier- und Übergangsbaumart Gemeine Birke gewinnt an großer Bedeutung für die forstliche Rekultivierung, wenn andere Gehölze versagen. So entstehen während der 1940er bis 1950er Jahre auf Rohkippen großflächige Birken-Rein- und Dominanzbestände, entweder aus „Schneesaat“ oder durch natürlichen Wiederbewaldung ohne planmäßige Rekultivierung.

Die Gemeine Birke hat hier im Nordostdeutschen Tiefland einen ihrer mitteleuropäischen Verbreitungsschwerpunkte. Für Brandenburg und Sachsen ist sie heute die flächenmäßig bedeutsamste Laubholzbaumart, mit rund 7 Prozent Bestockungsanteil. Auf den Kippen erreicht sie sogar 15 Prozent, ähnlich wie in den Forsten des unmittelbaren Tagebaumlandes.

Ohne steuernde Eingriffe erwachsen viele der oft zu eng gepflanzten Forstkulturen überbestockt, instabil und unterdimensioniert. Bestände zeigen Qualitätsverluste, wenn keine rechtzeitige Freistellung von gut veranlagten Zukunftsbäumen erfolgt. In Mischung fallen konkurrenzschwächere Begleitbaumarten frühzeitig aus, weil deren rechtzeitige Förderung unterbleibt. Dazu kommen selektiver Wildverbiss und Versäumnisse bei der notwendigen NPK-Startdüngung. Bereits im Dickungsalter dominieren dann raschwüchsige und eher anspruchslose Baumarten, insbesondere Rot-Eiche und Gemeine Kiefer, mit der Tendenz zum ökologisch fragwürdigen Reinbestand. Solche Fehlentwicklungen begründen ein bis heute nachwirkendes „Negativimage“ von Kippenwäldern. Es steht im eklatanten Widerspruch zur Ertragsfähigkeit und waldbaulichen Perspektive von Neulandböden (KNOCHÉ 2001, 2021b, ERTLE ET AL. 2012), wie sie noch heute unter dem Begriff „Konversionsflächen“ pflanzenbaulich unterbewertet sind.

#### IV.5 Standortgemäße Baumartenwahl

##### Große Herausforderungen

Der Wiederaufbau der ostdeutschen Braunkohlenwirtschaft ist Mitte der 1950er Jahre abgeschlossen. Trotz umfangreicher Reparationsleistungen bis hin zur Demontage ganzer Betriebe wird schon 1953 das Förderniveau der letzten Kriegsjahre erreicht und in der Folge schnell übertroffen. Mit dem umfassenden Ausbau der Kohlenveredlung nehmen die Umweltprobleme und Gesundheitsgefahren rapide zu – sowohl was Abprodukte, Rückstände, Immissionen aber vor allem die Flächenkulisse betrifft: „Wüste“ Hochkippen mit „regelrecht alpinem Charakter“ werden zum Politikum. Das „Unland“ (Kippen, Tagebaurestlöcher) macht laut einer Flächenstatistik der Bergbehörde aus dem Jahr 1950 rund 20 Prozent der beanspruchten Fläche von rund 200 Quadratkilometer ein, allerdings sind die Zahlen recht unsicher.

Öffentlicher Unmut entsteht, wenn nach Starkniederschlägen wie im August 1951 auf der Außenhalde Hochkippe Greifenhain-Ilmersdorf herabströmende Wassermassen angrenzendes Kulturland mehrere Meter überdecken. Solche Havarien zerstören Infrastrukturen, und der Grubenbetrieb ruht teilweise für mehrere Monate. Immer wieder verdunkeln Sandstürme den Himmel. Die Anliegergemeinden Schwarzkollm, Drebkau und Schönborn/Tröbitz beklagen sich beim Rat des Kreises. Landwirtschaftliche Betriebe haben spürbare Ertragseinbußen, was im Widerspruch zum sozialistischen Leitbild steht. Demnach hätte die Vergesellschaftung der Produktionsmittel zwangsläufig ein ausgewogenes Verhältnis von Mensch und Umwelt zur Folge (BAUMERT 2020).

##### Allgemeine Landschaftsdiagnose

Um ihrem Gestaltungsanspruch zu genügen, wird die Landschaftsplanung erstmals als eine territoriale Querschnittsaufgabe organisiert. Hier gilt die 1952 verfasste „Landschaftsdiagnose der DDR (1950-1952) „als „weltweit erster Versuch eines gesamtstaatlichen Umweltmonitorings“. Ein Schwerpunkt liegt auf der umfassenden Bewertung von Bergbau- und Industriefolgen. Andere Aufgaben betreffen Wasserverschmutzung, Entwaldung, Landnutzungsintensivierung, Bodenerosion und entblößte Kulturlächen (HILLER 2002, BAUMERT 2023). Über die differenzierte Analyse der Landschaftselemente und Umweltrisiken hinaus, sollen „nachhaltige“ Maßnahmen zum Landschaftsschutz abgeleitet werden, was natürlich im staatlichen Selbstverständnis politisch brisant ist. Noch wird das Mensch-Natur-Verhältnis vom Versprechen einer neuen Gesellschaft geprägt, im Einklang mit multifunktionalen, den Bedürfnissen des Menschen angepassten „Landschaften nicht ohne Reiz“ (KÜCHLER 2002, BAUMERT 2020). Oder in anderen Worten: „Der Braunkohlenbergbau bietet aber ebenso die einmalige Chance, neue Landschaften nach menschlichen Wertvorstellungen entstehen zu lassen“ (KATZUR & BÖCKER 2010). Was bemerkenswert ist: Zwar findet sogar eine öffentliche Diskussion um die Landschaftsgestaltung nach dem Bergbau statt. Vorrang hat jedoch immer die Ressourcengewinnung zum Aufbau des Sozialismus. Damit steht die Notwendigkeit des damit verbundenen Landschaftseingriffes zu keinem Zeitpunkt außer Frage (ILLNER & SCHMIDT-THEILE 1954).

##### Fortschrittlich aber unliebsam

Rund um den Garten- und Landschaftsarchitekten Reinhold Linger findet sich eine interdisziplinäre, rund 90-köpfige Arbeitsgruppe, vorwiegend aus Geographen. Sie behandelt alle relevanten naturwissenschaftlichen Themenfelder etwa Siedlungswesen, Forst- und Landwirtschaft, Gewässer- und Bodenzustand, Rohstoffabbau, Überdüngung, industrielle Abgasbelastung. Ausgangspunkt sind Vorarbeiten im Herbst 1948 zur Erforschung von Landschaftsschäden in der Sowjetischen Besatzungszone. Für das Lausitzer Revier erfolgt eine räumlich-zeitliche Betrachtung des Landschaftswandels am Beispiel des Messtischblattes 4449 Klettwitz. Ausgehend von der preußischen Landesaufnahme um 1850 werden sichtbare Veränderungen bewertet. Mittlerweile ist rund die Hälfte des betrachteten Landschaftsraumes im Kern des Revieres durch den Bergbau zerstört oder zumindest überprägt. Politisch brisant, dürfen die Arbeitsmaterialien der „Linger-Gruppe“ nur zum eigenen Dienstgebrauch genutzt werden. Seitens der Saatsicherheit bestehen Bedenken, dass die Informationen nicht „nur für die Zwecke des Aufbaues“ benutzt werden. So finden die Ergebnisse keine größere Verbreitung, sie werden nur in wenigen, unkritischen Auszügen und Jahre später in Fachjournalen publiziert (LINGER & CARL 1957). Fragen der land- und forstwirtschaftlichen Rekultivierung werden fortan an verschiedenen Einrichtungen bearbeitet. Eine ganzheitliche Bilanzierung der Umweltschäden wird vermieden. Gewollt sind vor allem technologische Verfahrenslösungen für die praktische Wiederurbarmachung

und den Pflanzenbau. Aber in manchen Prestigeprojekten der sozialistischen Landeskultur wirkt der landschaftsökologische Forschungsansatz bis heute nach (RINDT 1960, 1962, 1970). Dazu zählen der Senftenberger See (1973) oder die beliebten Naherholungsgebiete Knappensee (1955), Silbersee (1974) und Grünwalder Lauch (1978).

Nach BAUMERT (2020) ist „die Forschung über die Wiedernutzbarmachung bergbaulicher Kippen, Halden und Restlöcher gerade in den 1950er Jahren vorbildlich und wegweisend. Tatsächlich erfolgte der Wissenstransfer in den 1950er Jahren von Ost nach West“. Allerdings bemängelt SEIDELBACH (1960), dass der Rekultivierung bis dahin in den Industriebezirken zu wenig Beachtung geschenkt wird.

##### Forstliche Rekultivierungsforschung .. mit Anwendungsorientierung

Zu Beginn der 1950er Jahre erstellt das Institut für Forstliche Standortskartierung Eberswalde aussagekräftige Bodengutachten, beispielsweise zur Bepflanzung der Abraumkippe Greifenhain und „Schwarzkollmer Kippe“. Denn: „Bei der oft von Meter zu Meter wechselnden Bodenart muss jede Chance wahrgenommen werden, alle zur Verwendung kommenden Holzarten einen möglichst geeigneten Standort zu geben“. Hier dient die Bergbausanierung der Gefahrenabwehr, vorrangig zur Vermeidung von Böschungsschäden und Reduzierung der Staubbelastung (BRÜNING 2007). Holzwirtschaftliche Gesichtspunkte sind in der öffentlichen Wahrnehmung zweitrangig, auch wenn sich die Frage einer standortangepassten Nachnutzung bereits mit der Baumartenwahl stellt. Bei den jungen Wissenschaftlern herrscht Aufbruch in neuer Zeit, verbunden mit einem Drang nach positiver Veränderung – wie schon in den 1920er Jahren. Dem marxistischen Fortschrittsglauben entsprechend sollen Wissenschaft und Technik die Produktivkräfte stärken, um so den Aufbau des Sozialismus zu beschleunigen. 1964 wird die Wissenschaft zur „vierten Produktivkraft“ der „wissenschaftlich-technischen Revolution“ (WTR) erklärt, neben Kapital, Arbeit und Boden. Darin „wird der Mensch unter sozialistischen und kommunistischen Verhältnissen immer mehr zum schöpferischen Gestalter und Kontrolleur seiner Arbeits- und Lebensweise“ (BANSE & HÖRZ 1984).

Jetzt kommen moderne wissenschaftliche Methoden zur Anwendung, einschließlich Literaturstudium, Fehlerrechnung und Kontrollvarianten. In kurzer Zeit gelangen praxiswirksame Ergebnisse (KATZUR & BÖCKER 2010, BAUMERT 2023), obwohl die Arbeitsbedingungen für Wissenschaftler und Ingenieure im Vergleich zu Westdeutschland deutlich ungünstiger sind: Es herrschen Akademikermangel, knappe Forschungsmittel und politische Kontrolle. Die Bezahlung bleibt vergleichsweise schlecht, und häufig wird improvisiert. Andererseits werden junge (parteitreue) Studierende besonders gefördert, bevorzugt aus dem Arbeiter- und Bauernmilieu. Allerdings orientiert sich deren Gesamtzahl am allgemeinen Wirtschaftsplan, wobei Landschaftsökologie keinen Stellenwert hat. Trotz aller Einschränkungen ist die Rekultivierungs- und Landschaftsforschung der DDR zwischen 1950 und

1970 ihrer Zeit voraus. Bis zum „Tag des Mauerbaues“ am 13. August 1961 findet ein regelrechter Wissenstransfer von Ost nach West statt (MEYER 2022). Danach können gut ausgebildete Fachleute kaum mehr reisen oder das Land für immer verlassen.

- Zunächst geht es in der praktischen Feldforschung um grundsätzliche methodische Fragen zur Standorterkundung und -kartierung. Vor allem für „nicht kulturfähigen“ Tertiärkippen fehlt eine pflanzenbauliche Bewertung. Grundlage ist die systematische Erfassung relevanter Substrateigenschaften nach einheitlichen Kriterien, insbesondere: Textur (daraus abgeleitet Wasserspeichervermögen, Luftkapazität), pH-Wert, Kohlenstoff-, Makronährstoff-, Calciumcarbonat- und Sulphid-Gehalt. Bereits drei Jahre nach Beginn der Forschungsanstrengungen gibt KNABE (1954) erste fundierte Handlungsempfehlungen in „Vorläufige Richtlinie für die Bepflanzung und Melioration forstlicher Kippenstandorte in der Niederlausitz“. Das zeigt den großen Handlungsdruck, aber auch Schaffenskraft, Anwendungsbezug und die eingeforderte technologische Unterstützung der Braunkohlenkombinate.
- „Kippen- und Ödlandrekultivierung“ werden zu einem eigenen Forschungsfeld, wobei verschiedene Hochschulen und Institute beteiligt sind, siehe HOFMANN (2021). Der Entwicklungsschwerpunkt liegt auf Verfahren zur Bodenmelioration und Düngung (KNABE 1957, 1959, BRÜNING 1959, 1962). Ab 1954 folgen normierte Anbauversuche. Federführend ist zunächst das Institut für Garten- und Landeskultur der Humboldt-Universität zu Berlin (HUG). Insgesamt 36 Baumarten und zahlreiche Straucharten kommen auf den Abschlusskippen Domsdorf, Plessa (Agnes), Tatkraft (Ilse-Ost), Laubusch (Erika), Koyne und Tröbitz in Bestockung. Die Favoriten sind: Gemeine Birke, Aspe, Robinie, Zuchtpappel, Europäische Lärche, Trauben-Eiche, Rot-Eiche, Winter-Linde, Berg-Ahorn, Douglasie und Weymouths-Kiefer. Dazu kommen Exoten, wie Gewöhnlicher Bocksdorn oder der Luftstickstoff fixierende Bastardindigo. Die oft beigemischte Rot-Erle scheidet dagegen als Prüfvariante aus, da es sich um eine reine „Pflegehölzart“ handelt. Das Versuchsdesign ist mit einem damals üblichen Pflanzverband von 1 x 1 Meter (außer Pappel) einheitlich, während Substrate und Flächenvorbereitung kontrastieren. Alle Ergebnisse zum Anwuchsverhalten lassen sich statistisch auswerten und miteinander vergleichen. Ursprünglich soll in den Versuchen von 1954/1955 nur „das Anwuchs- und das 1. Jugendwachstum beobachtet werden“. „Die Versuche sind jedoch noch zu jung, um schon etwas Endgültiges sagen zu können“ (Protokollnotiz).



- Im Rahmen des „DDR-Pappelprogrammes“ führt die Abteilung Pappel und forstliche Sonderkulturen in Graupa (Instiut für Forstpflanzenzüchtung IFG) von 1951 bis in die 1970er Jahre hinein Anbau- und Sortenversuche mit Stechhölzern durch, wie auf der meliorationsbedürftigen Kippe Schwarzkollm. Ziel ist es auch forstliche Sonderstandorte für die Industrieholzproduktion zu erschließen. Auf der Förderbrückenhochkippe Domsdorf experimentiert das Institut für Forstwissenschaften Tharandt (IFT) sogar mit Hausmüll („Aschetonne“) als Bodenverbesserungsmittel („Graupaer Müllmeliorationsverfahren“, LORENZ 1966) – eine aus heutiger Sicht kuriose Methode zur Sekundärrohstoffverwertung. Allerdings enttäuschen die meisten Anbauversuche. Noch während der Anwuchsphase kommt es zu erheblichen Ausfällen und anhaltenden Wuchsstockungen. Anders im Mitteldeutschen Revier, wo Zuchtpappeln auf bindigen Quarzsubstraten noch heute zu den anbauwürdigen Misch- und Vorwaldbaumarten zählen.
- Weitere Demonstrationsflächen zur forstlichen Rekultivierung werden angelegt, auch wenn sie später in Vergessenheit geraten. So erfolgen in den 1950er/1960er Jahren bereits erste Waldumbaumaßnahmen zur Aufwertung, Strukturierung und Sicherung vorhandener Bestockungen. In Altkippenbereichen, etwa bei Freienhufen (Hochkippe Eva und Renate) und Schwarzheide (Hochkippe Mexico), werden gelichtete Kiefern-, Pappeln- und Birkenbeständen mit ausreichend schattentoleranten Baumarten unterbaut, allen voran Trauben-Eiche, Rot-Eiche, Winter-Linde, Hain-Buche sowie Douglasie, ergänzt durch Rot-Erle und einige Straucharten.
- Wissenschaftlich begleitete Untersuchungen zum Vor- und Mitbanbau landwirtschaftlicher Hilfspflanzen zeigen, dass „Standortvorbereiter“ zur Windberuhigung beitragen, die Evapotranspiration verringern und aufgewirbelte Sandpartikel festlegen (DARMER 1955). Primäre Bodenteilchen können sich verbinden, eine zusammenhängende biologische Bodenkruste aus Bakterien, Algen, Amöben, Pilzen und Moosen entsteht. Solche „Mikroökosysteme“ begünstigen die Anreicherung organischer Substanz und leiten den Bodenbildungsprozess ein (BRÜNING 1955). In den damaligen Feldversuchen kommen 26 Pflanzenarten zum Anbau, darunter Winter- und Sommerroggen, Waldstaudenroggen, Rotschwingel, Knautgras, Senf und *Phacelia*. Gut geeignet sind auch mehrjährige, niedrigwüchsige Horst-, Rosetten- und Ausläuferpflanzen, insbesondere Saatgutmischungen mit Luftstickstoff bindenden Leguminosen (SIMON & BRÜNING 1964, REINECKE 1997).

Kippenrekultivierung im Raum Tröbitz-Schönborn: Kurz nach Stilllegung des Tagebaues im Jahr 1955 beginnen die Sanierungsarbeiten. Die rund 800 Hektar umfassende Brückenhochkippe ist weitgehend vegetationsfeindlich und ein „Hauptgefahrenherd“ für das Umland. Ihre forstliche Rekultivierung ist nur nach vorheriger Bodenverbesserung möglich. Dazu wird das extrem saure Tertiär-Substrat ( $pH_{KCl} < 2,0$ ) mit grobstückigen Kesselhausaschen der nahen Brikettfabrik Louise/Domsdorf aufgekalkt. Nach verschiedenen Vorexperimenten werden schließlich rund 500 Kubikmeter/Hektar verabreicht, was einer bodenwirksamen Kalkgabe ( $CaO$ -Äquivalent) von 60 Tonnen/Hektar entspricht. Die Einarbeitungstiefe des Meliorationsmittels beträgt nur 20 bis 30 Zentimeter, den begrenzten technologischen Möglichkeiten geschuldet. So entstehen physiologisch flachgründige Waldstandorte, was insbesondere trockenheits- und säureempfindlichen Pappelbestockungen schadet. Obwohl der tiefere Untergrund bis heute extrem sauer ist, wurzelt die vergleichsweise säuretolerante Rot-Eiche weit über 1,5 Meter. Eine gute und über die Vegetationszeit ausgeglichene Wasserversorgung erklärt die erstaunlich hohe Gesamtwuchsleistung.

### Säure-Basen-Bilanz (SBB)

Ausgangspunkt ist die schwierige Inkulturnahme schwefelsaurer Kippenböden. Dazu werden geeignete Praxisverfahren entwickelt, sowohl zur treffsicheren Kalkbedarfsbestimmung als auch ausreichenden Bodenbearbeitung. Den laborativen Durchbruch bringt die Säure-Basen-Bilanz, eine eigens dafür entwickelte Analyse-methode. Mit ihr lässt sich die erforderliche Kalkmenge unter Anrechnung der Säurefreisetzung bei vollständiger Pyritverwitterung bemessen (ILLNER & KATZUR 1964c, ILLNER & RASCH 1966, LORENZ 1967, KATZUR 1971, 1977). Im Gegensatz zu den üblichen landwirtschaftlichen Methoden wird das gesamte Versauerungspotenzial bestimmt, so dass eine dauerhafte Einstellung des Boden-pH-Wertes möglich ist. Die als wuchsoptimal eingeschätzten und bei der Rekultivierung angestrebten pH-Zielwerte im Hauptwurzelraum von 5,5 (forstliche Rekultivierung) bis >6,5 (landwirtschaftliche Rekultivierung) gelten bis heute.

### Technikoptimismus

Daneben entstehen Meliorationsverfahren und robuste Technologien, angefangen bei Scheibeneggen und dem sogenannten Schälcke-Gerät zur streifenweisen Vertiefung der Bodenbearbeitung („Domsdorfer Verfahren“) im Jahr 1961. Die Entwicklung des Moorpfluges B 185 und Tiefkulturpfluges B 175 ermöglicht eine Zwei-Schichten-Melioration auf 100 Zentimeter Tiefe. Man spricht vom „Kleinleipischer Verfahren“, welches eine geteilte Kalk-/Aschegabe und P-/K-Grunddüngung vorsieht (KATZUR & HEISKE 1974). Den vorläufigen Abschluss bilden moderne Tiefspatenfräsen, die eine vergleichsweise homogene Einarbeitung ermöglichen (KNOCH & HAUBOLD-ROSAR 2004). Es zeigt sich, dass Meliorationstiefen von 100 Zentimeter bei einer landwirtschaftlichen Folgenutzung deutlich höhere Erträgen ermöglichen (KATZUR & HERBERT 1980). Aber der Verfahrensaufbau bleibt aufwändig, und die Ergebnisse können angesichts der Substratheterogenität nicht immer befriedigen. Selbst heute wird mitunter ein zweiter Arbeitsgang oder eine komplette Nachmelioration erforderlich.



Abbildung 29: „Domsdorfer Verfahren“ – richtungsweisendes Meliorationsexperiment der frühen 1960er Jahre mit wüchsigem Rot-Eichen/Winter-Linden-Mischbestand (Bestandesalter: 59 Jahre), begründet auf einem nur flach aschemeliorierten Kipp-Kohlelehmsand.

### Standortangepasste Bestockungstypen – „Rot-Eichen-Zeit“

Nach den wertvollen Vorarbeiten von KNABE (1955a, 1957) und KOPP (1957) entwickeln WÜNSCHE ET AL. (1966, 1972, 1981) schrittweise ein praktikables Verfahren zur bodengeologischen Kippen-Erstkartierung des gesamten ostdeutschen Braunkohlenbergbaues. Unter Berücksichtigung der Systematik land- und forstwirtschaftlich genutzter Böden (Haupt- und Lokalbodenformen) lassen sich die substratspezifischen Besonderheiten, wie beispielsweise Kohlenbeimengungen zumindest grob nach den üblichen forstlichen Nährkraft- und Feuchtestufen einordnen. Die Kartierungseinheiten betragen mindestens 0,5 Hektar. Kleinere stark kontrastierende Bodenareale werden lagemäßig vermerkt, wenn sie über 1.000 Quadratmeter einnehmen.

Alle Kippenböden werden in Bodenformenkarten und Bodenformenlisten zusammengefasst. Dafür definieren LORENZ ET AL. (1968), LORENZ & KOPP (1968) und SCHWABE (1970) 15 als standort- und produktionsgerecht eingeschätzte Bestockungstypen. Nach Baumarten und Mischungsanteilen charakterisiert, wird erstmals das gesamte Spektrum forstlicher Rekultivierungsflächen im Lausitzer und Mitteldeutschen Revier abgebildet. Die Bestandespflege soll so erfolgen, dass produktions-sichere und leistungsfähige Waldbestände entstehen können, auch wenn zunächst noch keine Holzerträge anfallen. Erst Jahrzehnte später findet eine Waldfunktionenkartierung statt, welche die besonderen, über das normale Maß hinausgehenden Schutz- und Erholungsleistungen von Kippenwäldern flächendeckend erfasst.

### Vorausschauend und ökologisch

Der wissenschaftlich gut begründete Ansatz ist ein Vorgriff auf den „modernen Kippenwaldbau“ nach 1990, obwohl damals noch keine Modellierung der Ökosystementwicklung erfolgen kann. Was auffällt: Die seinerzeit begründeten Laubholz-Mischbestände auf anlehmgigen bis lehmigen Kippsanden und Kippkohlelehmsanden sind – bei ausreichender Flächenvorbereitung – erstaunlich wüchsig. Auch die überwiegend guten Zustandseigenschaften von Auflagehumus und oberem Mineralboden bekräftigen 50 Jahre später die bodengeologische Herangehensweise. Was jedoch fehlt, ist eine nachvollziehbare Beurteilung der Meliorationsqualität als maßgeblichem Faktor für die langfristige Waldentwicklung auf schwefelsauren Kippen. Dabei bestimmt vor allem die potenzielle Durchwurzelungstiefe das stark unterschiedliche Waldwachstum bei ansonsten gleichem Ausgangssubstrat.

Auf besser nährstoffversorgten Substraten kommen vorrangig Pappel- und Edellaubholztypen mit Winter-Linde zum Anbau. Ärmere Sande und Lehmsande werden mit Gemeiner Kiefer, Trauben-Eiche, Rot-Eiche sowie Robinie bestockt. Als bodenpflegliche Begleitbaumarten mit „dienender“ Funktion kommt die Rot-Erle hinzu. Ihr Anbau erfolgt in Zwischenreihen. Allerdings bleibt sie geringwüchsig oder stirbt früh ab – ohne einen messbaren standortmeliorativen Effekt zu leisten.

Bemerkenswert ist, dass LORENZ & KOPP (1968) auf den nun vorherrschenden schwefelsauren Kippenböden die säure- und trockenheitstolerantere Rot-Eiche anstelle der gebietsheimischen Trauben-Eiche bevorzugen. Eine bis heute waldbaulich nachwirkende Richtungsentscheidung: Auf den Brückenkuppen der Tagebaue Plessa, Grünwalde, Kleinleipisch, Schla-bendorf-Nord oder Seese-Ost entstehen großflächige Reinbestände. Es sind naturferne, sehr stammzahlreiche und artenarme Bestockungen ohne nennenswerte Bodenvegetation.

Die ursprünglich vorgesehenen Mischbestände mit mindestens einer schattentoleranten Pflegebaumart, meist der Winter-Linde, lassen sich nur selten realisieren, vor allem, weil Baumschulure fehlt. Anspruchsvollere Begleitgehölze versagen bei unzureichender Flächenvorbereitung oder weil sie besonders unter Wildverbiss leiden. Kleine Lücken im Waldgefüge schließen sich zumeist durch Birkenanflug; ungewollt entstehen Rot-Eichen/Birken-Mischwälder. Allerdings verliert die Gemeine Birke in Trockenjahren vorzeitig an Vitalität und wird schon im frühen Baumholzalter verdrängt – einige Jahrzehnte vor ihrem biologisch möglichen Höchstalter.

### Pflanzmethoden

In den 1950er Jahren ersetzen kleinere Sortiment die sehr aufwändige Loch-Heisterpflanzung, was den Anbauerfolg deutlich verbessert (>90 Prozent Anwuchs): Für Laubgehölze empfiehlt KNABE (1955b) handelsübliche Größen von 65 bis 100 Zentimeter Sprosslänge. Bei der Gemeinen Kiefer sind bis heute einjährige Sämlinge und zweijährig verschulte Pflanzen üblich. Bis zur Einführung von traktorgezogener Pflanzmaschinen in den frühen 1970er Jahren (GRÜNER 2011) dominieren die Klemm- und Lochpflanzung mit Pflanzlöchern von 20 bis 40 Zentimeter Tiefe. Bei der Gemeinen Kiefer entstehen Engverbände mit Pflanzzahlen von 20.000 bis 30.000 Stück/Hektar. Für Laubgehölze sind Abstände zwischen 1 x 1 Meter und 2 x 2 Meter praxisüblich, je nach Pflanzengröße. Daneben erfolgen großflächige Rot-Eichen-Saaten, wie auf den Brückenkuppen Kleinleipisch, Plessa und Grünwalde.



Abbildung 30: Qualitativ überzeugender Trauben-Eichen-Reinbestand im Tagebau Hansa/Tröbitz Südfeld (1947-1957).

Bei konsequenter Jungbestandespflege erwächst ein Eichen-Baumholz mit hoher Wertholzerwartung. Noch fehlen die zur Schaftpflege dienenden und ökologisch bedeutsamen Mischbaumarten. Ein standortgeeigneter Unterbau mit Winter-Linde, Hain-Buche oder Rot-Buche verringert das Betriebsrisiko und erhöht den waldbaulichen Spielraum.

Solche sehr stammzahlreich begründeten Rot-Eichen-Jungbestände sind wenig strukturiert, dicht, und es fehlen die ursprünglich angedachten Mischbaumarten. Ähnlich wie in gleichaltrigen Kiefern-Stangenholzern gelangt zu wenig Licht an die Bodenoberfläche, so dass sich keine flächige Bodenvegetation ausbilden kann. Neben der maschinellen Pflanzung werden ab 1970 auch großflächige Rot-Eichen-Saaten durchgeführt – so auf Rekultivierungsflächen der ehemaligen Tagebaue Grünwalde oder Kleinleipisch. Zwar wird das Verjüngungsziel erreicht. Aber bei einer oft unzureichenden Aschemelioration kann die weitere Bestandesentwicklung nicht überzeugen. Die Gesamtwuchsleistung bleibt weit hinter den Erwartungen, ganz anders als auf den „kulturfreundlichen“ und tiefgründig durchwurzelbaren Altkippen des Oberflözes.



Abbildung 31: „Rot-Eichen-Zeit“ – typischer Reinbestand der frühen 1970er Jahre auf der grundmeliorierten Förderbrückenkippe des ehemaligen Tagebaues Agnes/Plessa.

#### IV.6 Sozialistische Forstwirtschaft

##### „Durchrationalisierung“ des Forstbetriebes

Die intensive Rekultivierungsforschung der 1950er bis 60er Jahre verankert wissenschaftliche Maßstäbe in der ostdeutschen Bergbausanierung und schafft die fachliche Voraussetzungen für eine laubholzbetonte Waldbewirtschaftung auf Kippenflächen. Ihre standortökologische Ausrichtung knüpft an den Dauerwaldgedanken der 1920er Jahre und betont die landeskulturellen Leistungen der jungen Wälder, insbesondere zur Wiederherstellung der Bodenfruchtbarkeit.

Aber schon 1970 hat sich das forstliche „Koordinatensystem“ grundlegend verändert: Auf dem Weg zur „Sozialistischen Forstwirtschaft“ geht es nicht nur indirekt um ökologische Entwicklungsziele oder andere immaterielle Leistungen des Waldes. Was zählt ist die rationelle Rohholzerzeugung nach genormtem Produktionsmuster zwecks einer Grundversorgung der devisenknappen Volkswirtschaft. Die „sozialistische Intensivierung“ will die Anwendung wissenschaftlich-technischer Erkenntnisse beschleunigen, wird aber eindimensional. Sie begünstigt den industriemäßigen Kiefern-Anbau, selbst auf pflanzenbaulich schwierigen Sonderstandorten des Bergbaues. Die Ziele heißen Produktivitäts- und Holztragssteigerung. Durch bessere Produktionsplanung, Vereinfachung und Mechanisierung aller Arbeitsabläufe soll auch einer seit den 1950er Jahren spürbaren Abwanderung von Beschäftigten entgegengewirkt werden. Von Schlabendorf Nord/Süd und Seese-West/Ost über Klettwitz bis Spreetal/Bluno bestimmen fortan monotone „Holzäcker“ das Waldbild.

Die „Durchrationalisierung“ des Forstbetriebes macht schon bei der Kulturbegründung alle Bemühungen um einen kleinräumigen, standort- und baumartendifferenzierten Waldbau zunichte. Durch die Reduzierung auf eine plantagenartige Massenholzproduktion in kurzen Umtriebszeiten gehen forstliches Fachwissen, Ideen und Engagement verloren. Obwohl das Waldbausystem einfach und leicht anzuwenden ist, genügt die Rekultivierung immer weniger ihren selbst gesteckten Zielen. Vor allem die Flächenvorbereitung leidet – trotz detaillierter Fachbereichsstandards (TGL-Normen) zur Qualitätssicherung. Gegenüber dem Bergbau haben die Staatsforstbetriebe oft das Nachsehen, indem sie sich mit zunehmend ungünstigen Standortver-

hältnissen abfinden müssen. Kippengestaltung und Aufforstung sind entkoppelt – anders als heute, wo der Bergbautreibende ein waldbauliches Eigeninteresse hat. Gleichzeitig häufen sich Meliorationsmängel, was neben technologischen Defiziten auch an den oft ungenügenden Bodenverbesserungsmitteln liegt. Wie schon zu Beginn der forstlichen Rekultivierung und kurz nach dem Zweiten Weltkrieg ist die Bewaldung an sich ein Erfolg.

##### Meliorationsmängel

Auf schwefelsauren Kippsubstraten ist die Einarbeitung des ausgebrachten Meliorationsmittels meist zu ungleichmäßig. Entweder wird der Ziel-pH-Wert im tieferen Unterboden (60 bis 100 Zentimeter Tiefe) nicht erreicht oder es tritt eine spätere Rückversauerung auf. Umgekehrt liegt die Bodenreaktion im Oberboden (0 bis 30 Zentimeter Tiefe) dann bisweilen oberhalb des waldböologischen Optimalbereiches. Insbesondere die Verwendung von grobbröckigen Kesselhausaschen und -schlacken erscheint im Rückblick problematisch, nicht nur wegen ihrer Schwermetallbelastung. Zwar lässt sich wertvoller Naturkalk einsparen. Aber der Anteil basenwirksamer Bestandteile schwankt in einem weiten Bereich, je nach Herkunft. Wegen des fehlenden Feinkornes ist die Reaktivität zu gering, so dass die pH-Werte schnell in den stark sauren Bereich abfallen und später nicht mehr ansteigen. Auf solchen aschemeliorierten Aufforstungsflächen stockt die Boden- und Waldentwicklung. Selbst bei mäßiger Hangneigung kommt es zur Ausbildung tiefer Erosionsrinnen. Anspruchsvolle Produktionsziele, wie die Bau- und Wertholzerzeugung, lassen sich angesichts der ungünstigen Wuchsbedingungen kaum realisieren.

##### Die „Kiefern-Zeit“ – Monokulturen ...

Zwischen 1970 und 1990 nimmt die Gemeine Kiefer drei Viertel der jährlichen Kulturflächen ein, schon zuvor liegt ihr Anteil über 50 Prozent (PREUBNER & KILIAS 1992). Das entspricht zwar dem Zeitgeist, unterschätzt aber die standörtlichen Möglichkeiten vieler Kippenstandorte. Es entstehen eintönige Aufforstungsblöcke, insgesamt rund 21.300 Hektar (STEINHUBER 2005). Selbst besser nährstoffversorgte und uneingeschränkt laubholzfähige Kippbodenformen werden – soweit nicht landwirtschaftlich genutzt – mit Gemeiner Kiefer bestockt. Diese heute 30- bis 60-jährigen Reinbestände entsprechen einer „industriellen“, auf maximalen Bodenreinertrag ausgerichteten Forstwirtschaft. Nur an wenigen Stellen durchbrechen bis zu 300 Meter tiefe Brandriegel das ansonsten eintönige Waldgefüge. Darin kommen vorzugsweise Rot-Eichen zum Anbau, die keine nennenswerte Bodenvegetation zulassen, aber auch Gemeine Birken, Zuchtpappeln, Rot-Erlen und in geringem Umfang die Robinie.

Bei Siedlungsnähe, Kippenauffahrten, entlang von öffentlichen Verbindungswegen und in Naherholungsgebieten finden sich streifenförmige Kulissen- oder lockere Randbepflanzungen von rund 10 bis 30 Meter. Es sind zwar forstliche Ertragsflächen, aber die Baumartenwahl entspricht eher gestalterischen Absichten des Landschaftsbaues.

Auch exotische, in der Blüte oder Herbstfärbung auffällige Ziergehölze werden verwendet. Zaun-Rose, Bastardindigo, Gemeiner Boxdorn, Sanddorn, Eberesche, Kriech-Weide, Schwarze Johannisbeere und manche Obstgehölze kontrastieren stark mit den dichten Kiefern-Reinbeständen. Sie verstärken eher den künstlichen, von Menschenhand gemachten Charakter der Kippenwälder dahinter.

##### Institut für Landschaftsforschung Halle (ILN)

Trotz großer Flächen- und landeskultureller Relevanz verliert die forstliche Rekultivierungsforschung rapide an Stellenwert. Alle offenen Fragen zur Wiedernutzbarmachung scheinen geklärt. Die guten standortökologischen Ansätze der 1950er bis 1970er Jahre werden kaum mehr umgesetzt. Bestehende Forschungskapazitäten, wie das 1953 gegründete Institut für Landschaftsforschung Halle (ILN) und die 1967 angegliederte Forschungsgruppe Finsterwalde („Arbeitsgemeinschaft Wiedernutzbarmachung – Lausitz“), widmen sich jetzt fast ausschließlich der Rückgewinnung landwirtschaftlicher Produktionsflächen. Rekultivierungsprozessen sollen standardisiert, rationalisiert und beschleunigt werden, um mit weniger Mitteln bessere Ergebnisse zu erzielen. Im Fokus stehen geräte- und verfahrenstechnische Entwicklungen/Prüfungen der Bodenmelioration.

Die umfassenden Arbeiten von SCHWABE (1970) zur forstlichen Rekultivierung auf vorwiegend „kulturfreundlichen“ Abraummateriale des Vorkriegsbergbaues bilden einen vorläufigen Abschluss der forstlichen Rekultivierungsforschung. Weitergeführt werden nurmehr Düngeexperimente zur Ertragsverbesserung, in Anlehnung der landwirtschaftlichen Rekultivierungsmethoden. Das entspricht dem allgemeinen forstlichen Leitbild. Zwischen 1972 und 1980 entstehen systematische Nährstoffmangel- und Steigerungsversuche, einschließlich industrieller Abprodukte. Die am Institut für Forstwissenschaften Eberswalde (IFE) abgeleiteten 5 Ernährungsstufen mit Düngeempfehlungen für wichtige Rekultivierungsbaumarten und flächenrelevante Kippsubstrate gelten bis heute (HEINSDORF 1976, 1981, 1983, 1992).

Unbeantwortet bleiben jedoch grundsätzliche pflanzenbauliche, biologische und standortökologische Fragen. Rund zwei Drittel aller Kippenwälder bestocken meliorationsbedürftige Substrate, und die mit Abstand meisten Bestände sind jünger als 20 Jahre. Ist die forstliche Rekultivierung auf solchen, technologisch stark beeinflussten Sonderstandorten überhaupt von Dauer?



Abbildung 32: Großflächige Kiefern-Aufforstungen der 1980er Jahre im Tagebau Seese-West (1962-1978) südwestlich des Autobahndreiecks Spreewald.



Abbildung 33: Dichtes Kiefern-Stangenholz im rückwärtigen Sanierungsbereich des Tagebaues Welzow-Süd (ab 1959).

##### ...mit waldbaulichen Defiziten

Als besonders robuste Pionierbaumart überwächst die Gemeine Kiefer bereits im Dickungsalter regelmäßig alle Begleitgehölze. Schon im Anwuchs überlegen, reagiert sie weniger empfindlich auf eine unzureichende Kalkmelioration und NPK-Düngung. Dort wo anspruchsvollere Laubgehölze und bodenvorbereitende Holzarten vorgesehen sind, entmischen sich die Bestände spätestens im frühen Stangenholzalter mit 20 bis 40 Jahren. Aber auch natürlich verjüngte Gemeine Birken und Aspen haben bei einzelstammweiser Beimischung wenig Chancen. Hinzu kommt: Kaum erschlossene Kiefern-Dickungen bieten einen störungsarmen Wildeinstand. In abgelegenen Arealen überschreitet die Populationsdichte bei weitem das waldbaulich verträgliche Maß, auch weil es neben wenigen Flechten und Moosen an proteinreicher Äsung mangelt. Obwohl der Wilddruck groß ist – wie schon zuvor, erfolgt in aller Regel weder ein Verbiss- noch Schälenschutz. Das führt zu weiteren Rückschlägen bei der Aufforstung. Vor allem die besonders verbissempfindlichen Laubgehölze sind betroffen. Trotz industrieller Anbaumethoden spielt die Holznutzung auf Kippen bis zum Ende der DDR keine nennenswerte Rolle. Einfach, weil die meisten maschinell leicht zugänglichen Wälder, insbesondere der eingeebneten Förderbrückenkippen noch keine industriell attraktiven Holzsortimente abwerfen.

Die Innenkippe ist durch Setzungsfließen gefährdet und noch in der Sanierung. Nach einem Erdbeben im Januar 2009 wird das Gelände großräumig abgesperrt. 2015 kommt es zu weiteren Geländeabsenkungen. Seesande sind gleichförmig und neigen bei aufsteigendem Grundwasser zur spontanen Verflüssigung. Für ihre Stabilisierung wird die schonende Sprengverdichtung (sSPV) in bis dahin geschlossenen Waldbestände erprobt: Der Kippenkörper verdichtet und stabilisiert sich durch großflächige Setzung. Oberboden und aufstockende Bäume werden durch die Sprengwirkung kaum beeinflusst. Jedoch entstehen Waldverluste durch die zur Baustelleneinrichtung notwendigen Trassenaufhiebe. Sie destabilisieren das Bestandesgefüge.

Einen sehr treffenden Eindruck von der hohen Stammzahlhaltung und verarmten Ökologie vermitteln die ehemaligen Tagebaue Schlabendorf-Süd, Seese-West, Klettwitz und Spreetal. Dieser 28-jährige Reinbestand (2021) ist trotz einer vorherigen Lässerung erheblich überbestockt und dringend pflegebedürftig. Noch ist keine Feinerschließung mit Rückegassen erfolgt. Die akute Gefährdung solcher Erstdurchforstungsbestände durch den Kiefern-Wurzelschwamm verunsichert manche Praktiker. Dringend notwendige Eingriffe werden aufgeschoben, auch wenn eine Behandlung frischer Fällstubben mit pilzantagonistischen Präparaten die Primärfäule verhindert.

#### IV.7 Ökologischer Kippenwaldbau

##### Forstliches Leitbild im Wandel

In DDR-Zeiten und schon davor zielt die Baumartenwahl fast ausschließlich auf den Anwuchserfolg. Rekultivierungsziel sind anbausichere Forstkulturen mit der Aussicht auf frühe Holzträge. Darin ist die Wiederbewaldung von Bergbauflächen auch ein Spiegelbild der ostdeutschen Forstgeschichte im Allgemeinen. Gleichzeitig fordert das zentrale Planerfüllungsprinzip eine möglichst hohe Flächenleistung bei der Pflanzung, wobei die gesicherte (dauerhaft etablierte) Forstkultur als ordnungsgemäße Wiederurbarmachung gilt. Allerdings gehen Einsparungs- und Rationalisierungsmaßnahmen im Bergbau seit den 1970er Jahre vor allem zu Lasten der Rekultivierungsqualität (KATZUR & BÖCKER 2010). Schon einfache, aus nur zwei Baumarten bestehende Laubholz-Mischbestände (Rot-Eiche mit Winter-Linde) bilden die Ausnahme. Es folgen große Aufforstungskomplexe mit monotonen, gleichartigen und ökologisch fragwürdigen Kiefern-, Rot-Eichen- und Birken-Reinbeständen. Der „Faktor Zeit“ und die daran geknüpften Bodenentwicklungsprozesse bleiben in dieser verkürzten Sichtweise unberücksichtigt.

Veränderte gesellschaftliche Anforderungen und neue bergrechtliche Vorgaben stellen auch die forstliche Rekultivierung auf den Prüfstand: Bis dahin ohne ökologische Bewertung und sich selbst genügend, zählen jetzt alle Leistungen des Waldes im Sinne einer nachhaltigen Landschaftsentwicklung und Bewältigung von Bergbaufolgen. Schon in den frühen 1990er Jahren kommt es daher zu einer Rückbesinnung auf bekannte Zusammenhänge des standortgemäßen und vielfältigen Kippenwaldbaus (LORENZ 1967, LORENZ ET AL. 1968, SCHWABE 1970). Gleichzeitig finden zeitgemäße Methoden der ganzheitlichen Ökosystem- und Landschaftsforschung Berücksichtigung. Komplexe Wechselbeziehungen zwischen Substrat, Bodenzustand und Vegetationsentwicklung werden interdisziplinär erforscht. Zunächst wird der Vergleich zum vorbergbaulichen Zustand oder Tagebaumland gesucht. Neu sind Zeitreihenuntersuchungen, Trendanalysen, Prozess-, Ökosystem- und Landschaftsmodellierung (BILKENROTH ET AL. 1996, KATZUR & RAUHUT 1998, HÜTTL ET AL. 2000).

##### Naturnahe und multifunktionale Wälder

Wie schon ansatzweise in den 1920er Jahren, strebt die forstliche Rekultivierung eine möglichst dauerhafte Waldbedeckung an, um so die besonderen Schutzfunktionen stetig zu gewährleisten (PFLUG 1998, KNOCH 2001). Gemäß diesem Anspruch müssen Kippenwälder die Fähigkeit zur Selbstregulation und Regeneration haben. Das setzt ökologisch stabile, vielseitige und anpassungsfähige Waldaufbauformen voraus (BÖCKER ET AL. 1999, PREUßNER 2009, HAUBOLD-ROSAR & KNOCH 2010).

Zwar sind wegen der besonderen Situation einfache Analogieschlüsse, ausgehend vom Tagebaumland, fragwürdig: Dennoch kann die Baumartenzusammensetzung im Wesentlichen den klimabedingten Leitwaldgesellschaften sickerwasserbestimmter Sandböden des Umlandes folgen (RÖSLER & PREUßNER 2008), in denen Gemeine Kiefer, Trauben-Eiche und Gemeine Birke dominieren (HOFMANN & POMMER 2013, SUCK ET AL. 2014). Auf gebietsfremde Rekultivierungsbaumarten wird heute weitgehend verzichtet, selbst bei Standorteignung und überlegener Holztragsleistung. Eine Ausnahme bilden Rot-Eiche und Robinie, welche schon frühzeitig ein fester Bestandteil der forstlichen Rekultivierung sind (HEUSOHN 1929, COPIEN 1942). Deren Anbaueignung ist unter schwierigen Substratverhältnissen bewiesen, gerade auf sauren Kippenböden, wenn anspruchsvollere Laubholzbaumarten versagen. Aber im Vergleich zu früheren Jahrzehnte ist die jährliche Anbaufläche stark reduziert und beträgt weniger als 10 Prozent des Baumartenanteiles.

##### Bestandesbegründung

Herkünfte, Pflanzensortimente und praktische Kulturmaßnahmen entsprechen im Wesentlichen den Empfehlungen der Landesforstbetriebe für Waldlandschaften des Tagebaumlandes. Wie die Anbaupraxis zeigt, sind höhere Pflanzenzahlen zum Kulturerfolg auf Kippen nicht erforderlich. Gleichzeitig gelten in der Bergbausanierung konkrete Abnahmekriterien für anbaugesicherte Bestockungen, und bei Nichterfüllung müssen Nachpflanzungen erfolgen. Ein lockerer Schirm von schnellwüchsigen Pioniergehölzen (Gemeine Birke, Aspe, Eberesche) ist zwar möglich, genauso wie die reihenweise Beimischung von „Pflegebaumarten“ (Rot-Erle, Weiß-Erle). Zur pflanzenökologischen Wirksamkeit, insbesondere was die eine Beschleunigung und Absicherung des Rekultivierungsprozesses betrifft, fehlen aber systematische Untersuchungen. Es ist unklar, ob überhaupt ein messbarer Mehrwert für den Holztrag oder die Humus- und Bodenbildung entsteht.

##### Waldentwicklungsmaßnahmen – Steuernde Eingriffe

Neben der Waldbegründung ist die Entwicklung junger Aufforstungen hin zu stabilen Bestockungen eine erweiterte Daueraufgabe. Kippenwälder sind biologisch junge und anfangs naturferne Systeme. Noch kann das forstliche Ziel einer stabilen und gleichermaßen funktionsgerechten Waldbedeckung nachträglich verfehlt werden. So bereiten schlecht wüchsige, früh abgängige und vernachlässigte Birken- sowie Pappelbestände der 1940er bis 50er Jahre waldbauliche Probleme, haben aber auch Entwicklungsperspektiven, wenn sich unter ihrem Schirm langlebige Zielbaumarten verjüngen.

Örtlich, etwa im Altbergbaugebiet zwischen Lohsa und Knappenrode (Wermighoff I-III) oder Domsdorf, wird in gelichteten Beständen eine spontane Ansiedlung von Stiel- und Trauben-Eiche durch natürliche „Hähersaat“ beobachtet. Basenreiche Stoffeinträge der ehemaligen Brikettfabriken begünstigen zunächst die Ansamung anspruchsvoller Edellaubhölzer, wie Berg-, Spitz-Ahorn oder Gemeine Esche. Ob sie aber langfristig konkurrieren können, ist offen. Im Gegensatz dazu entsprechen weder Gemeine Kiefer noch Reinbestände typischer Pionierbaumarten – Gemeine Birke, Aspe, verschiedene Zuchtpappeln – den pflanzenbaulichen Möglichkeiten.

##### Pflegebedarf

Kohlenhaltige Kippsubstrate begünstigen die Ausbreitung von verdämmenden Langgräsern. Oft hemmt Landreitgras die natürliche Waldverjüngung. Nach Abgang der Erstbestockung aus lockeren Pionierwäldern droht eine „Verstepfung“ mit Artenverarmung – sofern noch kein Unterstand aus langlebigen Mischbaumarten vorhanden ist. Ebenso behindern manche, bei früheren Rekultivierungsmaßnahmen angebaute Neophyten eine natürliche Ansamung von regionaltypischen Gehölzen. Betroffen sind vor allem durch Flugaschen und Stäube eutrophierte und ortsnahe Altkippen. Anggeführt seien die als invasiv eingestufte Spätblühende Trauben-Kirsche oder der Sachalin-Staudenknöterich. Solche durch Wurzelaustritt und Stockausschlag begünstigte Arten sind eben eine „Dauerbestockung der anderen Art“. Sie blockieren biologische Nischen für standörtlich gut geeignete Zielbaumarten, die gewünschte Waldentwicklung stockt. Unter Umständen wird der bisherige Humus- und Bodenaufbau beeinträchtigt, wenn auf verlichteten Flächen ein Kohlenstoff-Vorratsabbau stattfindet. Um einer Bodenverschlechterung entgegen zu wirken, sind proaktive Maßnahmen zur Walderneuerung erforderlich; noch bevor sich das labile Bestockungsgefüge auflöst und die Ruderalflora zum „Kulturhemmnis“ wird.

Einen ähnlichen Handlungsbedarf haben naturferne Monokulturen: Derart uniforme Aufforstungen zementieren die jährlichen Rekultivierungsscheiben des Bergbaues im Sinne eines räumlich streng abgestuften Altersklassenwaldes. Im Fokus stehen vor allem standörtlich unpassende, dysfunktionale und schadanfällige Kiefern-Reinbestände. Aber auch die in den 1960er bis 1970er Jahren favorisierte Rot-Eichen-Wälder oder labilen Birken-/Pappel-Bestockungen zählen dazu. Ökologisch gravierender als deren Strukturmängel ist ihr eingegengtes Artenspektrum, weshalb eine rechtzeitige Vorausverjüngung von standortgeeigneten Laubgehölzen empfohlen wird.

Andererseits: Soweit das Kronendach geschlossen bleibt, kommen unter Gemeiner Kiefer und Rot-Eiche kaum Gehölze der nächsten Waldgeneration an. Noch haben die beiden dominanten Baumarten mit aktuell höchstens 90 Jahren ihren mittleren Zieldurchmesser nicht erreicht – was aus ertragswirtschaftlichen Gründen gegen einen vor-schnellen Bestockungswechsel spricht. Gefordert sind dann werterhaltende, eher behutsame und in der Intensität gestaffelte Durchforstungsmaßnahmen. Im Vordergrund steht die Stabilität des Einzelbaumes. So können herrschende, gut bekronte Bestandesglieder bis ins höhere Alter und durch Lichtungszuwachs weiter an Dimension sowie Wert gewinnen. Ziel ist die Starkholzerzeugung mit gleichzeitiger Vorausverjüngung unter Schirm, auch zur vorausschauenden Strukturierung der nachfolgenden Bestockung. Schon bei einer moderaten Absenkung des Kronenschlussgrades auf 0,7 bis 0,8 samen sich in kleinere Kippenkomplexen und ausgehend von der Abbaugrenze passende Laubholz-Mischbaumarten an.



Abbildung 34: Zweite Waldgeneration „auf dem Sprung“: etwa 60-jähriger und bereits abgängiger Birken-/Pappel-Erlen-Pionierwald im Oberstand, darunter ein Zwischenstand aus natürlich verjüngter Winter-Linde, Trauben-Eiche, Rot-Eiche und Berg-Ahorn.



Abbildung 35: Ein „Sanierungsfall“ – Dringend notwendige Waldumbaumaßnahme eines durch Wurzelschwammbefall („Ackersterbe“) und Windwurf stark aufgelichteten, heute 70-jährigen Kiefern-Reinbestandes.

„Kippen-Dschungel“: Auf dieser Waldumbaufläche erfolgt vor 10 Jahren ein Voranbau mit Douglasie. Trotz mehrfacher Freistellung droht die wenig standortgerechte Nadelbaumart von der üppigen Naturverjüngung überwachsen zu werden. Tatsächlich ermöglicht die zwischenzeitliche Bodenbildung den Anbau von anspruchsvolleren Begleitbaumarten öfter als zunächst gedacht. Zu berücksichtigen ist, dass Flugasche-Einträge ausgehend von den nahe gelegenen Brikettfabriken Louise, Wildgrube und Hansa/Tröbitz bis 1990 zu einer erheblichen Eutrophierung des Oberbodens führen, was die anspruchsvolleren Laubgehölze eindeutig bevorzugen.

Dieser 15-jährige Trauben-Eichen-Voranbau sichert Waldfunktionen bei einer vorzeitig abgängigen Wirtschaftsbaumart. Ohne rechtzeitige Einbringung der forstlichen Zielbaumart „veröden“ solche Kalamitätsflächen bei ungebremsten Schadensfortschritt schnell. Unduldsames Landreitgras und die Spätblühende Trauben-Kirsche sind ein ernst zu nehmendes Kulturhemmnis, vor allem auf kohlenhaltigen Kippsubstraten.

Ein anderes Beispiel sind Maßnahmen der schonenden Sprengverdichtung. Hier gilt es die breiten Trassenaufhiebe für die Sprengpunkte rasch wiederzubestocken, sind sie doch Angriffspunkte für Sturmschäden und biotische Gefahren. Neue entstandene Waldinnenränder in zuvor geschlossenen Reinbeständen müssen stabilisiert oder geschlossen werden. Randbepflanzung sowie Voranbau mit passenden Laubgehölzen vermeiden Untersonnung, Erosion und Aushagerung.

# V. Planungs- und genehmigungsrechtliche Grundlagen

## V.1 Stellenwert der forstlichen Rekultivierung

### Raumordnungsrecht und Braunkohlenplanung

Im Lausitzer Braunkohlenrevier findet seit den frühen 1920er Jahren eine planmäßige Aufforstung stillgelegter Tagebaue und Abraumhalden statt. Doch erst die Richtlinie des Preußischen Ministers für Handel und Gewerbe zur „Einebnung und Urbarmachung im Braunkohlentagebau“ von 1932 verpflichtet alle Bergwerksunternehmen zur Rekultivierung, auch wenn die praktische Umsetzung mangels politischem Willen und wegen anderer Prioritäten unzureichend bleibt. Angesichts des rasanten Landschaftsverbrauches und der zwischenzeitlichen Rückstände folgen ab den 1950er Jahren weitere rechtliche Vorschriften, bis hin zu TGL-Fachbereichstandards nach allgemein bekanntem Stand der Technik in der DDR („Mindestgüte“, TGL 26157/02 Wiedernutzbarmachung von Kippen und Halden – Grundmelioration tertiärer schwefelhaltiger Kippsubstrate, verbindlich zum 1.12.1985). Die Bestimmungen finden ihren vorläufigen Abschluss mit dem modernen Raumordnungs- und Bergrecht. Zur vorausschauende Schadensabwehr gilt in der heutigen Braunkohlenplanung das „Prinzip der nachsorgenden Vorsorge“, schon bei der Projektierung erfolgt eine Abschätzung aller Bergbaufolgen (DEGENHART ET AL. 2003). Braunkohlenpläne regeln Abbaugrenzen, Maßnahmen zur Umsiedlung und Infrastruktursicherung, die Gefahrenabwehr und Grundzüge zur Wiedernutzbarmachung. Voraussetzung ist eine umfassende Bewertung der Schutzgüter Wasser, Boden, Luft, Lebensräume, Fauna und Flora mit allen relevanten Bergbauschäden und -folgen. Die gravierenden Eingriffe sind nur dann zulässig, wenn in allen Betriebsphasen die notwendigen Ersatz- und Ausgleichsmaßnahmen erfolgen (STEINHUBER 2005). Dabei bestehen enge Verknüpfungen zu wasserrechtlichen Bestimmungen entsprechend Wasserhaushaltsgesetz (WHG), insbesondere bei Planfeststellung und Umweltverträglichkeitsprüfungen (UVP). Die Erarbeitung und Genehmigung von Braunkohlenplänen erfordert ein förmliches Braunkohlenplanverfahren. Das Ziel ist eine geordnete räumliche Entwicklung durch Interessenausgleich. Braunkohlenpläne sind darin Grundlage für alle nachgeordneten Planungsebenen und Fachplanungen.

Heute behandelt die Raumordnungsplanung der Bundesländer alle Grundsatzfragen des Rohstoffabbaues. Spezifische Landesentwicklungs-, Braunkohlen- und Sanierungspläne klären die Rahmenbedingungen bis hin zur Gestaltung der Bergbaufolgelandschaft. Innerhalb der allgemeinen Landes- und Regionalplanung hat die Braunkohlenplanung eine Sonderstellung (BERKNER 2016): (1) Als tagebaubezogene und fachübergreifende „Inselplanung“ ist sie maximal gültig für den Umrang der sumpfungsbedingten Grundwasserabsenkung im oberen Grundwasserleiter. (2) Im Gegensatz zu sonstigen Planungshorizonten von rund 10 Jahren wird hier die projektierte Laufzeit eines Tagebaues bis zur abgeschlossenen Sanierung betrachtet.

Das sind Zeiträume von 40 bis 60 Jahren bei regelmäßiger Planfortschreibung. Besondere Zielabweichungsverfahren ergeben sich bei veränderten Rahmenbedingungen. So wird die Planung der Tagebaue Jänschwalde, Welzow-Süd, Nochten und Reichwalde dem vorgezogenen Kohlenausstieg 2038 angepasst.

Zur Änderung der Rohstoffgewinnung kommen neue Anforderungen für die Landnutzung nach dem Bergbau. Ein forcierter Ausbau regenerativer Energie auf Konversionsflächen ist politisch gewollt. Manche sprechen von „Energiewald“ und gehen davon aus, dass sich die Folgelandschaft nur so gewinnbringend in den Wirtschaftskreislauf einfügt. Schon jetzt nutzen EEG-privilegierte Freiflächen-Photovoltaik-Anlagen in großem Maßstab rekultivierte Landwirtschaftsflächen. Damit stellt sich natürlich die Frage, warum in Vergangenheit die Bodenfruchtbarkeit so aufwändig wiederhergestellt worden ist. Selbst die in Sanierungs- und Betriebsplänen verbindlich festgelegten Landnutzungsmuster können nachträglich verändert werden.

Braunkohlenbetrieb und bergrechtliche Regelungen bestimmen den Handlungsspielraum. Nicht immer verläuft die Wiedernutzbarmachung konfliktfrei, denn die Motivlage von Bergbau und Folgenutzern unterscheidet sich. Die Braunkohlenplanung ist sehr detailliert. So beträgt die Maßstabebene zwischen 1:25.000 und 1:50.000, liegt also in der räumlichen Auflösung zwischen Regional- und kommunaler Bauleitplanung.

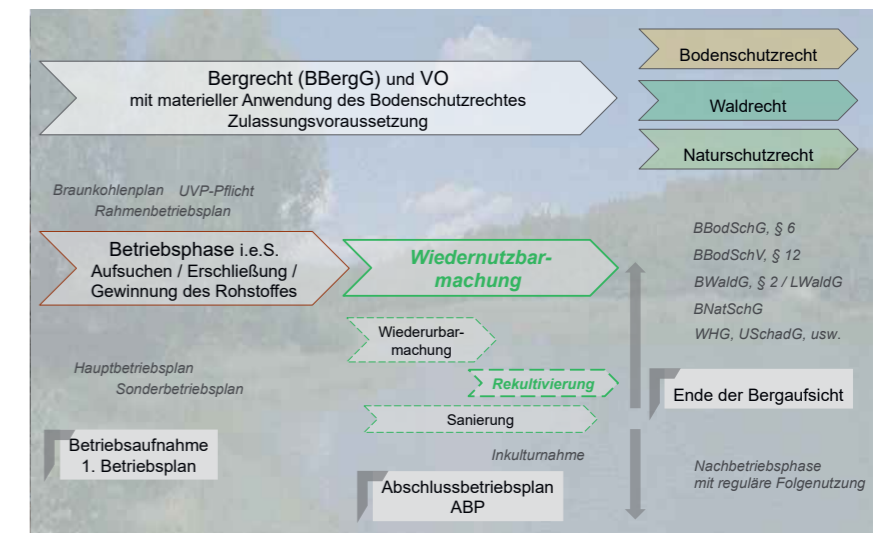


Abbildung 36: Planungs- und genehmigungsrechtliche Einordnung der forstlichen Rekultivierung, hier am Beispiel des aktiven Tagebaues – vom Braunkohlenplan bis zur Nachbetriebsphase.

### Zuständigkeiten in Brandenburg (2024)

Hier werden die einzelnen Braunkohlenpläne durch das Ministerium für Infrastruktur und Landesplanung (ML), Abteilung 4 Gemeinsame Landesplanung Berlin/Brandenburg erarbeitet und durch den Landtag als Rechtsverordnung verabschiedet. Träger der Braunkohlen- und Sanierungsplanung ist seit 1992 der Braunkohlenausschuss (BKA) mit Sitz in Cottbus. Der BKA bildet kraft Verordnung ein öffentliches Gremium zur Raumordnung und entwirft die Pläne.

Er setzt sich aus 23 gewählten und berufenen ehrenamtlichen Mitgliedern sowie 28 Teilnehmenden mit beratender Funktion (Landesfachbehörden, Bergbauunternehmen, Planungsgemeinschaften) zusammen. Dabei nimmt der BKA eine vermittelnde Stellung zwischen allgemeiner Raumordnung, Landesplanung, Regionalplanung, Braunkohle und kommunaler Entwicklung ein. Ein demokratisches Grundprinzip ist die aktive Bürgerbeteiligung durch Einbindung von 12 Körperschaften, Kirchen und Verbänden, unter anderem der Industrie- und Handelskammer Cottbus, dem Landesbauernverband, der IG Bergbau, Chemie und Energie und dem sorbischen Dachverband Domowina. Sachsen und Nordrhein-Westfalen haben vergleichbare Braunkohlenschüsse. Auch sie erfüllen eine Mittlerfunktion zwischen Bergbautreibenden und Kommunen. Schon im Vorfeld lassen sich widersprüchliche Interessen in der nachbergbaulichen Landschaftsgestaltung und Nutzung entschärfen.

#### Rekultivierung – ist eine bergrechtliche Verpflichtung

Nach Bundesberggesetz (BBergG (1980) § 69, Abs. 1) unterliegt jeder Bergbau der Aufsicht durch die zuständige Behörde, ausgehend von einer Prüfung und Genehmigung der eingereichten Betriebspläne bis hin zur laufenden Überwachung, die auch den Nachbarschaftsschutz und abfallrechtliche Fragen beinhaltet. In Brandenburg ist das Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe (LBGR) ausführende Verfahrensbehörde, für Sachsen das Sächsische Oberbergamt (OBA) Freiberg. Weitere Fachbehörden (Boden, Wasser, Naturschutz) werden einbezogen. Im Sanierungsbergbau gelten die spezifischen Regelungen und Verwaltungsvorschriften der Länder, welche die Sanierungsrahmenpläne (Sachsen) und Sanierungspläne (Brandenburg) definieren. Die land- und forstwirtschaftliche Rekultivierung ist ein fester Bestandteil des bergrechtlichen Planverfahrens, schon die Betriebsplanzulassung fordert entsprechende Aussagen.

Grundsätzlich gilt: BBergG § 4 verpflichtet alle Bergbautreibenden zum Ausgleich des Eingriffes. Es gilt die Wiedernutzbarmachung der ausgekohlten Bergbauflächen mit allen Hinterlassenschaften bergbaulicher Tätigkeit. Die damit einhergehende land- und forstwirtschaftliche Rekultivierung zielt auf ausreichend produktive Pflanzenstandorte für eine geordnete Folgenutzung (WITTIG 1998). Im Lausitzer Braunkohlenrevier tragen Verantwortung: das Unternehmen Lausitz Energie Bergbau AG für den aktiven Bergbau und die bundeseigene Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft im Sanierungsbergbau. Zweite ist zuständig für alle nach 1990 ehemaligen staatseigenen, nicht privatisierten DDR-Braunkohlenkombinate mit allen Tagebauen, Kraftwerken und Veredelungsanlagen. Daneben übernimmt sie Sonderaufgaben im Altbergbau vor 1945 etwa die Sicherung von Tiefbaustrecken, kontaminierten Böden oder Deponien.

- Die konkrete Ausgestaltung von Sanierungs-, Rekultivierungs- und Renaturierungsmaßnahmen unterliegt den Bestimmungen des Bergrechtes (BBergG 1980), genehmigungsrechtlich zuständig sind die angeführten Landesbergämter.
- Schon in der Projektierungsphase eines Tagebaues definiert der obligatorische Rahmenbetriebsplan die verbindlichen Ziele zur späteren Landschaftsgestaltung (BBergG § 52, SCHMIDT 2009).
- Die darauf abgestimmten bergrechtlichen Betriebsplanverfahren (BBergG § 52, § 53) sind komplex und mehrstufig. Darin erfolgt eine schrittweise Zuschreibung der Landnutzung bis in die finale Ausführungsreife aller notwendigen Maßnahmen.
- Unter Wiedernutzbarmachung versteht sich nach BBergG § 4, Abs. 4 eine ordnungsgemäße Gestaltung der beanspruchten Oberfläche unter Beachtung des öffentlichen Interesses (ZÜSCHER 1998, VON BISMARCK ET AL. 2014).
- Die Entlassung aus der Bergaufsicht ist nach BBergG § 69, Abs. 2 an eine ordnungsgemäße Durchführung des Abschlussbetriebsplanes in allen Punkten geknüpft.

Zwar entfalten Braunkohlen- und Sanierungspläne keine unmittelbare Rechtswirkung gegenüber einzelnen Beteiligten. Aber die Verpflichtung zur Bergbausanierung greift weit in das alltägliche Betriebsgeschehen ein, von der Tagebauführung bis zur endgültigen Flächenausformung und Landnutzung (SCHMIDT 2009, DREBENSTEDT ET AL. 2014). Ausführungsbestimmungen konkretisieren die Anforderungen, wie beispielsweise die „Richtlinie des Landesbergamtes Brandenburg für die Wiedernutzbarmachung bergbaulich in Anspruch genommener Bodenflächen“ vom 15.6.2001 (LBGR 2001). Hier knüpft die forstliche Fachplanung an, sie verbindet bergmännisch-technologische und biologische Rekultivierungsmaßnahmen. Aufforstungspläne sind immer parzellenscharf, so dass die festgelegten Bestockungsziele sicher und nachvollziehbar erreicht werden können – beginnend mit der NPK-Grunddüngung, über eine mögliche Vorkultur, die Baumartenwahl und Pflanzung bis zur Kulturpflege (SCHLENSTEDT ET AL. 2014).

#### Entlassung aus der Bergaufsicht

Dagegen erfolgt die formale Beendigung der Bergaufsicht für den gesamten Abbaubereich oft Jahrzehnte später mit Abschluss aller Sanierungsmaßnahmen – lange nachdem sich die jungen Wälder etabliert haben. Voraussetzung ist, dass keine allgemeinschädlichen Umweltrisiken oder Gefahren für Leib und Leben mehr zu befürchten sind. Im Braunkohlentagebau betrifft dies insbesondere die geotechnische Sicherung von setzungs- und rutschungsgefährdeten Innenkippen, Halden und Böschungssystemen. Endgültig lässt sich ihre Stabilität erst nach Ende des nachbergbaulichen Grundwasserwiederanstiegs nachweisen. Ähnliches gilt für Schadstoffausträge: Erst wenn alle Restseen gefüllt sind und ein nennenswerter Abstrom von Bergbau-

wässern in das Tagebaumland erfolgt – sei es diffus mit dem Grundwasser oder gut abgrenzbar in Fließgewässern – erschließt sich die ganze Tragweite der hydrologischen Auswirkungen.

Mit dem 475 Hektar umfassenden Gräbendorfer See südlich von Vetschau wird 2018 erstmals seit 1990 ein größerer Tagebau-See in Brandenburg aus der Bergaufsicht entlassen. Damit eröffnen sich neue Perspektiven für eine umfassende touristische Entwicklung der gesamten Region.

#### Kippenwälder dominieren

Im Lausitzer Braunkohlenrevier machen Reinsande und schwach lehmige Sande rund zwei Drittel der Abschlusskippen aus. Sowohl ihr Wasserspeichervermögen als auch die Nährstoffverfügbarkeit sind gering. Dementsprechend niedrig fällt das „natürliche“ Ertragsvermögen aus – selbst bei ansonsten optimalen Wuchsbedingungen. Von solchen Einschränkungen profitiert die forstliche Rekultivierung indirekt. Im Vergleich zur Landwirtschaft stellt sie wesentlich geringere Anforderungen sowohl an die Substratqualität und Flächenvorbereitung, den Entwicklungszustand der Böden als auch die laufende Bewirtschaftung.

Schon 1929 nehmen Kippenwälder rund drei Viertel der Rückgabeflächen ein. Die öffentlich festgelegte Planung sieht Anfang 1990 die Wiederherstellung von 47.000 Hektar Wald vor (WITTIG 1991). Bis heute sind über 33.000 Hektar forstlich rekultiviert und Wald im formalrechtlichen Sinn. Das entspricht etwa 60 Prozent des wiedernutzbargemachten Areales und dem vorbergbaulichen Flächenanteil. Hinzu kommen rund 4.000 Hektar Jungbestände im Betriebsfeld des aktiven Tagebaues. Sie unterliegen noch dem Bergrecht, auch wenn ihre Waldeigenschaft teilweise schon bestätigt ist. Jährlich werden weitere 130 bis 200 Hektar aufgeforstet, um die laufenden Bestockungsverluste im Tagebauvorfeld flächenmäßig auszugleichen.

#### Forstlicher Eigenbetrieb

Mit rund 7.500 Hektar Waldfläche insgesamt (Tagebauvorfeld plus Rekultivierungsflächen, Stand 2023) zählt der aktive Bergbau zu den größten Waldbesitzern in Brandenburg und Sachsen. Zwar lassen sich erst nach rund 30 bis 40 Jahren positive Deckungsbeiträge bei der Holznutzung erzielen. Aber alleine die Inanspruchnahme der aktuellen Bundeswaldprämie („Nachhaltigkeitsprämie Wald“) für zertifizierte Betriebe, Einnahmen aus der Jagd und forstliche Dienstleistungen lohnen sich für das Bergbauunternehmen. Bei der Investitionsanalyse wäre zu beachten, dass forstliche Rekultivierung eine bergrechtliche Pflichtaufgabe ist und die anfallenden Kosten damit bereits abgegolten sind (ERTLE ET AL. 2018). Zur Berechnung der „Bodenbruttorente“ (Verzinsung des Grundkapitals) werden alle bis dahin aufgelaufenen Zahlungen ausgeblendet, da sie rückwirkend nicht beeinflussbar sind.

#### Landwirtschaft in der Defensive

Zwar werden schon in den 1920er Jahren die ertragskräftigsten Kippsubstrate dem Ackerbau vorbehalten. Dennoch reicht die Substratbeschaffenheit in den meisten Fällen für eine auskömmliche Bewirtschaftung nicht aus. Aus ackerbaulicher Sicht handelt es sich überwiegend um Grenzertragsböden nach Schätzrahmen (Ackerzahl unter 25). Solche Sonderstandorte lassen sich unter aktuellen Marktbedingungen nicht gewinnbringend bewirtschaften. Auch intensive Düngungsmaßnahmen führen zu keiner dauerhaften Aufwertung der Ertragsfähigkeit. Einerseits weil die applizierten, zumeist leicht löslichen Nährstoffe auf sorptionschwachen Rohböden schnell umgesetzt oder ausgewaschen werden. Vor allem aber limitiert die knappe Wasserversorgung eine ertragreiche Bewirtschaftung. Das gilt insbesondere für unzureichend meliorierte und physiologisch flachgründige Tertiärssubstrate. Auf Förderbrückenkippen erschwert zudem eine hohe Substratheterogenität die Abgrenzung von gleichwertigen Behandlungseinheiten (GUNSCHERA 1998, SCHLENSTEDT ET AL. 2014). Anders als im Mitteldeutschen Revier erfolgt in der Lausitz nur selten eine Abdeckung mit ackerbaulich geeignetem Lehm oder Lehmsand (MAMPEL 1929, HIRZ 1936, COPIEN 1942). Solche Flächen werden im Rahmen der „Kulturbodenwirtschaft“ aus „gutartigen“ quartären Substraten (PETERS 1930, MIDDENDORF 1939) sofort in eine landwirtschaftliche Nutzung überführt und in der Regel an Kleinbauern sowie Werksangehörige abgegeben (MAMPEL 1929, COPIEN 1950). Auch marginale Sandböden und Mischsubstrate zählen dazu, so dass die Erträge wirtschaftlich ungenügend sind und viele Flächen später aufgeforstet werden. Interessant ist, dass manche Kippenböden sogar über das Zwischenstadium einer humusfördernden Aufforstung für die spätere landwirtschaftliche Dauernutzung vorbereitet werden sollen. Nach KATZUR & BÖCKER (2010) schöpft der Bergbau nicht alle vorhandenen Möglichkeiten aus, was sich vor allem auf die Substratqualität der Abschlusskippen bezieht: „Letztlich ist festzustellen, dass zwar ... Interesse für die Rückgewinnung von landwirtschaftlichen Nutzflächen vorhanden war, aber die hierfür erforderlichen gesetzlichen Regelungen fehlten“. Gleichzeitig „ging man dazu über, die tertiären Sedimente für nicht kulturfähig zu halten“. So wehrt sich Hirz (1936) vehement gegen die Vorstellung, dass „unter allen Umständen ohne Rücksicht auf die Kosten eine Wiedernutzbarmachung der abgebauten Flächen erfolgen ... muss“.

Wegen einer oft fehlenden „Kulturbodenschicht“ verschiebt sich das Flächenverhältnis in der Lausitz schon früh zu Gunsten der Wiederbewaldung (WAGNER 1969). Obwohl die landwirtschaftliche Rekultivierung schon Mitte der 1950er Jahre eine agrarpolitische Schwerpunktaufgabe ist (LEUTHIER 1955) und bis heute hohen Stellenwert hat (SCHLENSTEDT ET AL. 2014), wächst der Negativsaldo. Stand 2023 halbiert sich die landwirtschaftliche Nutzfläche im beanspruchten Gebiet auf rund 18 Prozent, gemessen am Vorbergbau.

### Neue Begehrlichkeiten

Nach 1990 werden viele der zuvor aufwändig rekultivierten Landwirtschaftsflächen mangels Rentabilität stillgelegt oder nur extensiv als Dauergrünland oder Schafweide genutzt. Wirtschaftliche Grenzertragsböden wecken Begehrlichkeiten für ganz andere Nutzungsarten: In DDR-Zeiten noch intensiv ackerbaulich genutzte Flächen, selbst mit Abwasser-Landbehandlung, werden jetzt als Standorte für Windkraft- und Photovoltaik-Anlagen ausgewiesen. Die Erschließung fällt im Rahmen der Bauleitplanung leicht und wird von den Kommunen forciert. Es besteht kaum öffentlicher Gegenwind, die notwendige Infrastruktur zur Einspeisung in das Stromnetz ist vorhanden. Eine Win-win-Situation, alle Beteiligten profitieren: Anstelle von negativen Deckungsbeiträgen können Landwirte großzügige Pachteinahmen realisieren. Zwar macht die Lausitzer Bergbaufolgelandschaft nur knapp 2 Prozent der Landesfläche von Brandenburg aus, aber rund ein Drittel der gesamten Photovoltaik-Leistung. Und gleich nebenan werden Agrarflächen aufgeforstet, als ökologische Kompensation für den Landschaftseingriff.



Abbildung 37: „Solarkraftwerk Finsterwalde“ mit den neuen Teilfeldern IV und V (2022) auf der landwirtschaftlich rekultivierten Kippe des Tagebaues Koyné (1919-1955).

Gleichzeitig werden landwirtschaftlich rekultivierte Flächen stillgelegt oder bei ungeklärter Standsicherheit nur noch extensiv als Dauergrünland genutzt. In einigen Kippenbereichen wie Schlabendorf-Nord, Seese-West oder Spreetal entstehen daraus neue Offenlandflächen mit Naturschutzvorrang. Ohne Ertragsabsicht lassen sich langfristige Entwicklungsziele zur Biodiversitätssicherung umsetzen (HILDMANN ET AL. 2018). Neue „Leuchtturmprojekte“ von europäischer Bedeutung entstehen auch außerhalb staatlicher Förderung. Signalwirkung haben insbesondere: das Naturparadies Grünhaus (NABU-Stiftung Nationales Naturerbe, 1.945 Hektar), die Bergbaufolgelandschaft Wanninchen (Heinz Sielmann Stiftung, 3.300 Hektar) und das Lausitzer Seenland (Lausitzer Seenland GmbH, 5.780 Hektar).

### V.2 Flächenausgleich . Ersatz und Kompensation

#### Walderhaltung und -vermehrung

Bergbausanierung umfasst neben der Gefahrenabwehr einen möglichst raschen Ausgleich oder mindestens die Abmilderung von Eingriffsfolgen. Ein identischer Ersatz für verloren gegangene Wälder am gleichen Ort ist aber wegen der besonderen Substrateigenschaften, des Zeitfaktors und bei veränderten Umweltbedingungen unmöglich. Damit ist die Sicherung des ursprünglichen Waldanteils eine Mindestanforderung. Idealerweise wird die Waldflächenvermehrung angestrebt, wie im waldarmen Mitteldeutschen Revier rund um Leipzig/Halle. Perspektivisch sollen von Natur aus funktional gleichwertige Ökosysteme entstehen. Wichtig ist, dass dafür ein nachvollziehbares und Schutzgut bezogenes Bewertungsschema vorliegt, wie zur Eingriffs-Ausgleichs-Ermittlung – mit rechnerischer Bilanzierung, textlich-argumentativer Erläuterung und kartenmäßiger Darstellung.

Über einen Flächenausgleich der Waldverluste im Tagebauvorfeld hinaus zählen vor allem die ökologischen und Wohlfahrtsleistungen der neuen Wälder (KNOCHÉ 2001, SCHLENSTEDT ET AL. 2014). Selbstverständlich haben junge Aufforstungsflächen nicht die besonderen Eigenschaften eines strukturreichen Altbestandes. Andererseits versprechen artenreiche Kippenwälder sicherlich einen besseren ökologischen Zustand als Kiefern-Monokulturen des Umlandes. Für die forstliche Rekultivierung ist entscheidend, dass die Bestockungen ihre gesetzlich bestimmten Waldfunktionen entwickeln können (PREUBNER 2009, HAUBOLD-ROSAR & KNOCHÉ 2010, SCHWARZER 2014). So haben die künftigen Waldbesitzer Anspruch auf standortangepasste, leistungsfähige und stabile Bestockungen, auch ohne rechtliche Bindung im Einzelfall. Denn erst mit der späteren Eigentumsübertragung können sie selbst Einfluss auf die Waldentwicklung nehmen. Vorherige Versäumnisse bei der Flächenvorbereitung und Baumartenwahl lassen sich dann kaum mehr korrigieren.

### V.3 Wiederherstellung von Wald . Kriterien

#### Forstliche Rekultivierung im Planverfahren

Die forstliche Rekultivierung ist ein Teil des bergrechtlichen Planungs- und Genehmigungsverfahrens. Damit entscheidet das Bergrecht mit seinen daraus abgeleiteten Planungsinstrumenten über die forstliche Landschaftsgestaltung (DREBENSTEDT 1998, SCHLENSTEDT & KNOCHÉ 2021). Unter dem dehnbaren Oberbegriff „Wiedernutzbarmachung“ genügen streng genommen schon Reinbestände und natürlich angesamte Pionierwälder mit Kronenschluss den Mindestanforderungen. Formal wird „Wald“ im Bundeswaldgesetz (BWaldG 1975) definiert, nämlich als „jede mit Forstpflanzen bestockte Grundfläche. Als Wald gelten auch kahlgeschlagene oder verlichtete Grundflächen, Waldwege und Lichtungen“. Eine weitere Konkretisierung erfolgt in den Landeswaldgesetzen: So bedeutet nach Landeswaldgesetz Brandenburg (LWaldG BB) § 2 ein „Wald“ im enge-

ren Sinn das Vorhandensein von Waldbäumen und Waldstrüchern auf einer zusammenhängenden Fläche größer als 2.000 Quadratmeter. Danach ist die Waldeigenschaft unabhängig von Verjüngungsart, Bewirtschaftung und losgelöst von Flurstücksgrenzen. Laut Artikel 3 der VO (EG) Nr. 2152/2003 sind wiederum Wälder alle Flächen von mehr als 0,5 Hektar und einer Baumkronenbedeckung über 10 Prozent.

Ökologische Deutungskriterien wie die Ausbildung eines waldtypischen Klimas oder Stoffhaushaltes bleiben außen vor. Anders in der forstwissenschaftlichen Definition, wonach Wald „im Wesentlichen aus Bäumen aufgebaut ist und eine so große Fläche bedeckt, dass sich darauf ein charakteristisches Waldklima entwickeln kann“ (BURSCHEL & HUSS 2003). Landwirtschaftliche Kurzumtriebsplantagen (KUP, Agrarholz) gehören nicht dazu, weder nach ihrer Entstehung, Zielsetzung, maximalen Nutzungsdauer noch ökologischen Relevanz. Hier schafft die Novellierung des Bundeswaldgesetzes 2010 Klarheit. Danach ist auch eine stillschweigende Umwandlung von Wald zu Agrarholz gesetzlich ausgeschlossen.

#### Wiederherstellung von Wald . Kriterien

Faktisch bedeutet die Wiederbewaldung, dass eine Aufforstungsfläche mit Waldbaumarten bestockt wird – unabhängig der Verjüngungsform, auch Waldsaaten und Naturverjüngung sind möglich. Damit erfüllt der aktive Bergbau eine Nebenbestimmung der Flächeninanspruchnahme: In aller Regel dürfen Waldbestände des Tagebauvorfeldes nur im Gegenzug für als „Wald“ anerkannte und flächenmäßig mindestens entsprechende Aufforstungen gerodet werden. Das Waldgesetz fordert die Waldeigenschaft an sich – eine Grundvoraussetzung zur vollumfänglichen Anwendung der Waldgesetze: Ist eine gehölzbestockte Rekultivierungsfläche überhaupt Wald? Jenseits der forstgesetzlichen Mindestanforderungen zur Waldpflege und Bewirtschaftung resultieren weitere waldbaulich bedeutsame, aber nicht rechtsverbindliche Fragen:

Entspricht die Ausgangsbestockung ihrer langfristigen Zweckbestimmung? Lässt sich eine gewinnbringende Holznutzung erreichen? Werden alle anderen Waldfunktionen angemessen adressiert?

#### Feststellung der Waldeigenschaft

Üblicherweise wird der Waldcharakter bei einer forstbehördlichen Begutachtung im Dickungsalter von 10 bis 20 Jahren – je nach Standortqualität und Baumart – bescheinigt. Zwar sind die vorhandenen bodengeologischen Gutachten mit ihren empfohlenen Maßnahmen zur Flächenvorbereitung ein Bestandteil der Abnahme. Vorrangig gilt jedoch der erreichte Waldzustand als Nachweis einer mangelfreien Rekultivierung, was im Falle langlebiger Ökosysteme biologisch plausibel und praktikabel ist. Die Forstbehörden der Bundesländer Brandenburg, Sachsen und Sachsen-Anhalt haben dafür verbindliche Abnahmekriterien und Formulare. Eine „gesicherten Kultur“ definiert sich über Wuchshöhe, Gesundheit, Pflanzenzahl und überhaupt das Vorhandensein der festgelegten Baumarten. Eine Bewirtschaftung oder die Absicht zur Holznutzung sind dafür unerheblich.

Im Gegensatz zur landwirtschaftlichen Rekultivierung liegen außer dem angestrebten  $pH_{kCl}$ -Wert im Hauptwurzelraum keine Bodenrichtwerte zu Grunde, die innerhalb eines bestimmten Zeitraumes erreicht werden sollen, wie substratabhängige Humus- oder Nährstoffgehalte (KATZUR & BÖCKER 2010). Es wird angenommen, dass sich von da an das Waldwachstum ähnlich wie im Tagebaumland vollzieht (KNOCHÉ & SCHLENSTEDT 2018). Nacharbeiten zur Anwuchssicherung wie Ergänzungsdüngungen oder zusätzliche Pflanzungen sollten entfallen.

Inhaltlicher Bezug	Bewertungskriterien
Flächenvorbereitung	Angaben zur erforderlichen Qualität des geologischen Substrates – „kulturfreundlich“, $pH_{kCl}$ -Wert im Hauptwurzelraum von 5,0 bis 6,5. Möglichst schonende Oberflächenausformung mit Vermeidung von Schadverdichtungen, ggfl. sind zusätzliche Meliorationsmaßnahmen notwendig.
Baumartenwahl	Standortgerechte Baumartenwahl entsprechend den Bestockungsempfehlungen der bodengeologischen Kippengutachten (Bodenkartierung). Auch gebietsfremde Gehölze sind geeignet, sofern sie für die Kippenrekultivierung als anbausicher und standortgerecht eingestuft werden.
Bestockungszustand	Pflanzenzahlen zum Zeitpunkt des Bestandesschlusses (Dickungsalter), beispielsweise: Trauben-/Stiel-Eiche 6.000 Stück/Hektar, andere Laubbaumarten 2.500-4.000 Stück/Hektar, Gemeine Kiefer 8.000 Stück/Hektar. Kronenschlussgrad (Flächenbesetzung) von >90 Prozent, keine großflächigen Pflanzenausfälle (Blößen >1.000 Quadratmeter).

Tabelle 2: Kriterienkatalog für die Prüfung forstlicher Rekultivierungsflächen und zur gutachterlichen Beurteilung der Waldeigenschaft – „Waldfeststellung“.

Für den aktiven Bergbau sind die zugrundeliegenden Mindestanforderungen in öffentlich-rechtlichen Verträgen mit den zuständigen Ländern festgelegt.

## Dauerhafte Lösungen

Ungeachtet einer formalen Erfüllung sind jedoch forstliche Maßnahmen, die nur eine schnelle Begrünung bezwecken, kaum dauerhaft. Negativbeispiele liefern Birken- und Pappel-Bestockungen der Nachkriegsjahre oder instabile Kiefern-Monokulturen. Das gleiche gilt für Baumartenempfehlungen der umgebenden „Normallandschaft“, wenn sie ungeprüft und ohne genaue Kenntnis der ökologischen Zusammenhänge auf Bergbauflächen übertragen werden.

Im Lausitzer Revier ist sich die forstliche Rekultivierung früh der spezifischen Standortverhältnisse bewusst: Schon Mitte der 1920er Jahre erfolgt eine erste Substrateinschätzung mit Baumartenzuordnung. Heute orientieren sich Kippenaufforstungen an langfristigen Waldentwicklungszielen, wobei Gehölze mit ähnlichen ökologischen Ansprüchen gruppiert werden. Zumeist erfolgt die Bestandesbegründung in einem Grundgerüst standortgerechter Ziel- und Klimaxbaumarten mit vergleichsweise weiter ökologischer Amplitude (Bandbreite), insbesondere Trauben-, Stiel-Eiche oder Gemeine Kiefer. Sie haben die Fähigkeit, auch größere Gradienten der einwirkenden Standort- und Umweltfaktoren zu tolerieren. Dazu passende Mischbaumarten erhöhen die Resilienz gegenüber Störungen und sichern Biodiversität (KNOCHEN 2001).

## Landschaftsbezug und Wahrnehmung

Ohne die Waldverluste im Tagebau vorfeld zu verschweigen, leisten Kippenwälder einen maßgeblichen Beitrag zur Revitalisierung des Landschaftsraumes nach dem Bergbau. Zugleich unterstützen sie das landeskulturelle Anliegen zum ökologischen Waldumbau in der Region (RÖSLER & PREUBNER 2009). Schon in den 2000er Jahren beträgt der Kiefernanteil auf forstlichen Rekultivierungsflächen nur noch 40 Prozent (GAIER ET AL. 2009). Durch Gehölzvielfalt lässt sich dem künstlichen Charakter eines „schematischen“ und nach Kipp-Jahresscheiben gegliederten Altersklassenwaldes entgegenwirken (SCHLENSTEDT ET AL. 2014) – wenn Baumarten unterschiedlicher Wuchsdynamik einander abwechseln. So bedeuten vorwüchsige Robinie- oder Gemeine Birken-Streifen und Erlenreihen eine höhere Strukturvielfalt. Gleichzeitig suggerieren raschwüchsige Pionierbaumarten ein höheres Bestandesalter als benachbarte Trauben-Eichen- oder Rot-Buchenkulturen. Neben der selektiven und kleinstandörtlichen Bestockungswahl tragen gezielte Biotop- und Artenschutzmaßnahmen zur Diversifizierung bei: durch Waldrandgestaltung, inselartig eingestreute Brachflächen, Trocken- und Feuchtbiootope oder Stubbenwälder aus zuvor gerodeten Wurzelstöcken.

## Schönheit einer Landschaft

– liegt im Auge des Betrachters, ist gefühlsbetont und schwierig zu erfassen: In Bergbaufolgelandschaften des Braunkohlentagebaues bestimmen geomorphologische und standortökologische Voraussetzungen die Flächenplanung und den Waldaufbau. Dabei zeigen empirisch abgesicherte Fotobewertungen und Befragungen zur Landschaftsbildanalyse („Deutschlandkarte der Schönheit“), dass insbesondere Naturnähe, Nutzungsvielfalt, Eigenart, Relief/Topographie, Gehölze und Wasserflächen entscheidende Erlebnisfaktoren sind (ROTH 2012, NOHL 2015, KÜHNE ET AL. 2017). So bieten weiträumige und kontrastreiche Bergbaufolgelandschaften ein im dicht besiedelten Mitteleuropa einzigartiges Landschaftserlebnis, trotz ihres künstlichen Ursprungs (IBA FÜRST-PÜCKLER-LAND 2010, BRIE & SCHNIPPEL 2011). Auch, weil zunächst alle baulichen Elemente des technisch-urbanen Siedlungs- und Arbeitsumfeldes fehlen und andererseits die Sinneseindrücke schnell wechseln. Allerdings ist offensichtlich, dass dieses imposante naturästhetische Schutzgut mit der Beanspruchung durch großflächige Windkraft- und PV-Anlagen verloren geht. Doch genauso ist jede nur auf touristische und Erholungsaspekte ausgelegte „Landschaftsgärtneri“ und freizeitgerechte Erschließung mit Marinas, Campingplätzen oder ufernaher Wohnbebauung konfliktbeladen. Bisher fehlt jedoch ein öffentlicher, politischer und wissenschaftlicher Diskurs über die ästhetische Wahrnehmung von Bergbaufolgelandschaften.

Neben ihrer Nutzungs- und ökologischen Funktion haben Bergbauflächen kulturhistorische Bedeutung, weil sie die radikale Landschaftsveränderung thematisieren und zum Nachdenken über Umwelteingriffe anregen. Neben einer Darstellung des früheren Abbaubetriebes (Inszenierung/Choreographie von Bergbaugeräten) und der Rekultivierung lassen sich Bezüge zur vorbergbaulichen Ausgangslage herstellen, selbst wenn Kippenböden keine Archivfunktion haben und ursprüngliche Landschaftselemente (Wege, Bebauung, Nutzflächen, Alleen) fehlen. Ein gutes Beispiel ist die lagetreue Markierung früherer, durch den Bergbau abgetragener Ortslagen, beispielsweise mit Informationstafeln.

# VI. Kippsubstrate und Bodeneigenschaften

## VI.1 Rohböden des Braunkohlenbergbaues

### Außerordentliche Substratvielfalt

Schon seit 120 Jahren wird im Lausitzer Revier das zweite Kohlenflöz (Unterflöz) abgebaut, ausgehend vom Lausitzer Urstromtal zwischen Domsdorf, Mückenberg/Kleinleipisch (Lauchhammer) über den Senftenberger Raum bis Laubusch. Nach fast vollständiger Auskohlung des Oberflözes in den 1930er Jahren stellen sich alle Großtagebaue darauf ein, wobei in den tertiären Hochflächen (Klettwitz, Meuro, Welzow) und nördlich des Lausitzer Grenzwalles (Greifenhain) ab 1936 auch immer wieder stillgelegte Tief- und Tagebaue erneut beansprucht werden.

Das Unterflöz liegt verbreitet inmitten einer feingliedrigen Schichtenfolge von tertiären Sanden bis Tonen, abgedeckt durch eiszeitliche Lockersedimente (NOWEL ET AL. 1994). Die Freilegung der 10 bis 15 Meter mächtigen Lagerstätte erfolgt von Beginn an überwiegend im kombinierten Förderbrücken- und Baggerbetrieb. Eine kontinuierliche und großräumige Abraumbewegung löst die ursprüngliche geologische Schichtung vollständig auf. Mit der Umlagerung des Deckgebirges entstehen großflächige Mischsubstratkippen aus säurelastigen tertiären und kohlenfreien quartären Materialien. Dazu kommen atypische Rückstandsflächen – ausgekohlte Flächen werden beispielsweise für die Ablagerung von Kesselhausaschen und Kraftwerksfilteraschen genutzt. Dort begrenzen wiederum extreme alkalische Verhältnisse das Pflanzenwachstum durch Zementierung, Bor-Toxizität und Eisen- sowie Mangan-Mangel (KATZUR & ILLNER 1976, KATZUR & ENDERS 1977).

Somit ist die Substratvielfalt von Bergbaukippen gemessen an der Rekultivierungsfläche außerordentlich groß: Über 200 Kippbodenformen bilden ein differenziertes Standortmosaik von kiesigen Reinsanden bis hin zu Kohlentonen, besonders ertragswirksamen Kipp-Kalklehm- und vielschichtigen Substratgemengen (ABO-RADY ET AL. 1998, KATZUR & BÖCKER 2010, ARBEITSGRUPPE BODEN DES JAHRES 2019). Im Vergleich zur reinen Anzahl der rund 1.000 auskartierte Feinbodenformen gewachsener Waldböden im Nordostdeutschen Tiefland liegt die flächengewichtete Diversität auf Kippen um den Faktor 20 höher. Ihre bisweilen sehr unregelmäßig und kleinräumige Durchmischung erschwert die Abgrenzung von forstlichen Standort- und Bewirtschaftungseinheiten. Besonders stark ist der Flächenkontrast bezogen auf pflanzenbaulich relevante Merkmale, wenn quartäre und extrem schwefelsaure Kippsubstrate unmittelbar aneinandergrenzen (KATZUR & BÖCKER 2010). Andererseits ergeben sich daraus Gestaltungsspielräume für arten- und strukturreiche Laubmischwälder (KNOCHEN & SCHLENSTEDT 2018).

Heute werden Förderbrückenkippen soweit als möglich mit selektiv gewonnenen, relativ homogenen und vergleichsweise „kulturfreundlichen“ quartären Materialien abgedeckt (DREBENSTEDT ET AL. 2014).

Bei einer Auftragsmächtigkeit von mindestens zwei Meter lassen sich im späteren Hauptwurzelraum der Gehölze extreme physikochemische Kontraste vermeiden, insbesondere was die Bodenreaktion betrifft – anders als bei meliorierten Tertiärsubstraten mit pH-Gradient. Aber aus technologischen, organisatorischen oder geologischen Gründen ist diese pflanzenbauliche Vorzugsvariante nicht immer möglich. So gelangen im Band-Absetzer-Betrieb auch kalkungsbedürftige quartär-tertiäre Gemengesubstrate an die Kippenoberfläche. Etwa dann, wenn die Schichtmächtigkeit des Deckgebirges für eine getrennte Aushaltung mit großen Tagebaugeräten zu gering ausfällt, mehrere Eimerketten- und Schaufelradbagger gleichzeitig die Bandstrecke bedienen oder Altkippen des Oberflözabbaus angeschnitten werden (KATZUR & BÖCKER 2010).



Abbildung 38: Förderbrücke F60 im Tagebau Welzow-Süd (2005), seit 1972 in Betrieb: kontinuierliche Beräumung des Deckgebirges, darunter die Arbeitsebene mit dem freigelegten Flöz.

### Strukturlabilität mit Langzeitfolgen

Trotz aller physikalischen und pedochemischen Unterschiede sind locker geschüttete Kippsubstrate im Lausitzer Revier zumeist kohäsionsarm bis strukturlabil. Es fehlt ein typisches Aggregatgefüge mit Verklebung der mineralischen und organischen Partikel. Weder durch biologische noch physikalische Prozesse ist ein Gefügeeinheit entstanden. Die Primärteilchen sind ungegliedert und meist ohne Zusammenhalt. Eine feste Bodenstruktur mit stabilem Porenvolumen fehlt.

Gegenüber nacheiszeitlichen Böden gleicher Korngröße ist das Porensystem voluminöser, vor allem der Grobporenanteil nimmt mehr Raum ein (HEINKELE 2012). So bleibt auch die mittlere Lagerungsdichte von Kippenböden im allgemeinen geringer, und ihre Gefügestabilität ist unzureichend. Zudem wirken feinveteilte Kohlenbeimengungen wasserabweisend, was wiederum einer Verkittung der mineralischen Bestandteile entgegenstrebt.

Abraumförderbrücke mit der Serienkennzeichnung Typ F 60: ein „Technikgigant“ mit über 500 Meter Länge, 11.000 Tonnen Stahl und 60 Meter Abtragshöhe, dazu kommen die beiden Vorschritt-Bagger SRs 6300 – Schaufelradbagger auf Raupen, schwenkbar mit 6.300 Liter Schaufelinhalt (9.000 Tonnen, 50 Meter Abtragshöhe) und Es 3150 – schienengebundener Eimerkettenbagger, schwenkbar mit einem Fassungsvermögen von 3.150 Liter je Schaufel (4.500 Tonnen, 27 Meter Abtragshöhe).

„Der Tagebau wandert“: Grundwasserabsenkung – Umsiedlung, Beseitigung von Infrastrukturen, Waldrodung, Kampfmittelbergung, Altlastensanierung – Gewinnung des quartären Deckgebirges im selektiven Vorschritt – Direktverkipfung tertiärer Sedimente durch die Förderbrücke – unplanierete Rohkippe – Abdeckung mit „kulturfreundlichen“ Substraten im Absetzerbetrieb – Nivellierung mit Planiererraupen – Flächenvorbereitung, ggf. Melioration, Grunddüngung – Aufforstung, landwirtschaftliche Rekultivierung oder Renaturierung – reguläre Folgenutzung – Wegebau, neue Infrastrukturen – Grundwasserwiederanstieg.

Seit 1924 gehen im Lausitzer Revier insgesamt 32 Abraumbörderbrücken in Betrieb. 1991 nimmt die letzte F 60 des VEB TAKRAF Lauchhammer (Schwermaschinenbau Lauchhammerwerk) im Tagebau Klettwitz-Nord den Betrieb auf, nach nur zweieinhalbjähriger Bauzeit. Sie arbeitet bis zum März des Folgejahres und fördert immerhin 27 Millionen Kubikmeter Abraumbau, dann schließt der Tagebau Ostern 2000 öffnet das Besucherbergwerk F 60, ein Projekt der Internationalen Bauausstellung Fürst-Pückler-Land (2000-2010). Der „liegende Eifelturn der Lausitz“ ist ein Symbol für die bewegte Industriegeschichte.

Auf unbegrünten Tertiärkippen folgt das Niederschlagswasser linienförmigen Abflussbahnen, bevorzugt in den „Erosionstätern“ zwischen den Schüttrippen. Über solchen unbegrünten „Miniatur-Einzugsgebieten“ kommt es zu einer fortschreitenden Massenverlagerung. Starkniederschläge können sogar Schlammströme und Rutschungen auslösen.

So entstehen am Kippenrand aus zusammenfließenden Rinnen tiefe Furchen und mehrere Meter breite, stark eingeschnittene Schluchten. Während die Erosion hangaufwärts voranschreitet, lagern sich unterhalb – bei verlangsamer Fließgeschwindigkeit – Korngrößensortierte „Schwemmkegel“ ab.



Abbildung 39: Rohstoffbau in der Lausitz – immer eine geologische Zeitreise: Kies- und Tongrube bei Plessa.

## VI.2 Kippsubstrate des quartären Deckgebirges

### „Kulturfreundliche“ Abschlusskippen ...

Im Regelbetrieb eines Lausitzer Braunkohletagebaues werden alle im Anschnitt abgeräumten Lockersedimente systematisch auf Innenkippen der ausgekohlten Baufelder verstrützt. Idealerweise bilden dabei Sedimente der Saale-Kaltzeit die spätere Geländeoberfläche (Abschlusskippe) und damit den Hauptwurzelraum. Unverwitterte Quartärsubstrate sind frei an instabilen Säurebildnern, kaum verwittert und vergleichsweise basenreich. Ihre Basensättigung – vor allem Calcium und Magnesium – am Bodenaustauscher der Tonminerale beträgt meist über 60 Prozent (KNOCHÉ 1999). Dementsprechend liegen die  $pH_{KCl}$ -Werte in einem zur forstlichen Nutzung optimalen Bereich zwischen 4,5 (entkalkt) und 7,5 (kalkführend).



Abbildung 40: Quartärer Kipp-Sand im Tagebau Schlabendorf-Nord (1959-1977).

### ...mit Einschränkungen

Trotz dieser vorteilhaften Eigenschaften können bodenverbessernde Maßnahmen notwendig sein, vor allem bei dicht gelagerten Ton- und Geschiebelehm: Sie gelten ab wuchskritischen Trockenrohdichten von  $>1,75$  Gramm/Kubikzentimeter und Luftkapazitäten  $<5$  Volumen-Prozent als lockerungsbedürftig (HAUBOLD-ROSAR 1994).

Maßgeblich für die dauerhafte Wirkung von Lockerungsmaßnahmen ist die physikochemische Zusammenballung von Substratteilchen wie durch Quellen und Schwinden. Parallel zur allmählichen biogenen Gefügebildung im Oberboden erschließen sich tiefwurzelnde Baumarten sukzessive den tieferen Unterboden. Dabei lockern sie das Substrat entlang von bevorzugten Wurzelbahnen wie sie Frost-, Trocken- oder Schrumpfrissen folgen.

Hochtourige Schnellläufer-Fräsmaschinen mit Umlaufgeschwindigkeiten über 300 Umdrehungen/Minute sind zur Bodenlockerung bauartbedingt wenig geeignet. Sie ermöglichen zwar eine intensive Durchmischung bis in 60 Zentimeter Tiefe. Allerdings ist das Substratgefüge dann sehr instabil. Nach einem vorübergehenden Lockerungseffekt kommt es zur ungewollten Setzungsverdichtung. Im ungünstigen Fall übertrifft die anschließende Dichtlagerung sogar das Ausgangsniveau, wenn Aggregatstrukturen – aus beigemengten Tonklumpen oder Kohle- und Lignitstücken – einfach „pulverisiert“ werden (KNOCHÉ 2004). Im Gegensatz dazu haben gezogene und langsam rotierende Tiefspatenmaschinen ( $<20$  Umdrehungen/Minute) einen dauerhaften Struktureffekt. Sie folgen dem Prinzip der Abbruchlockerung, indem sie den Boden abbrechen und schonend durchmischen.



Abbildung 41: Kiesführender Kipp-Sand – kohlenfreies quartär-tertiäres Gemengesubstrat auf der Hochkippe Annahütte (bis 1936 Särchen); die Verkippung erfolgt um 1930 im Zugbetrieb.

## VI.3 Schwefelsaure Kippsubstrate

### Extreme Standortverhältnisse – „kulturfeindlich“

Immer schon eine große Herausforderung für die land- und forstwirtschaftliche Rekultivierung: Knapp zwei Drittel aller Lausitzer Kippen bestehen aus feinkörnigen Substraten der tertiären Schichtenfolge mit bewuchsfeindlichen Eigenschaften (KATZUR 1998). Zu ihren meist feinverteilten kohligen Beimengungen kommen hohe Gehalte an Pyrit oder Markasit ( $FeS_2$ , Eisen(II)-disulfid, Schwefelkies). Bisweilen beträgt der Schwefelgehalt über 1,5 Masse-Prozent. Unter atmosphärischen Normalbedingungen ist „Narregold“ instabil. Es zerfällt schon im belüfteten Deckgebirge und die Pyritersetzung beginnt. In Kontakt mit Sickerwasser bildet sich Schwefelsäure. Spätestens nach der Verkippung fallen die pH-Werte in den extrem sauren Reaktionsbereich ab, bei wenig gepufferten Kipp-Kohlensanden schon binnen weniger Monate.  $pH_{KCl}$ -Werte unter 2,5 lösen eine rasante Silikatverwitterung aus, die zur weitgehenden Tonmineralzerstörung führen kann. Saure Verwitterungsprodukte und sekundäre Sulfatsalze bestimmen den Sickerwasserchemismus. Aus den komplexen Lösungs- und Fällungsreaktionen entstehen auch kippenspezifische Mineralneubildungen (HEINKELE ET AL. 1999, KNOCHÉ ET AL. 1999, 2000A).



Abbildung 42: „Geigersche Alpen“ zwischen Lauchhammer und Kostebrau – tertiäre Schüttrippen des Förderbrückenbetriebes im Tagebau Friedländer (1921-1946), seit den 1930er Jahren vegetationsfrei.

Die extremen Protonen-, Aluminium- und Eisen-Lösungskonzentrationen wirken für höhere Pflanzen und insbesondere Gehölze toxisch. Stark schwefelsaure Substrate bleiben auf Jahrzehnte hinaus weitgehend bewuchsfrei (KNABE 1959, PIETSCH 1996). Ohne eine Verminderung der Acidität durch Grundmelioration beziehungsweise Aufkalkung ist keine pflanzenbauliche Nutzung möglich. Solche Kippenböden weisen eine besondere Dynamik von tiefgründiger Verwitterung, Mineralneubildung und Salzauswaschung auf (HEINKELE ET AL. 1997, 1999, NEUMANN 1999). Ihre Eisen- und Aluminium-Mobilität ist ohne Aufkalkung um einige Zehnerpotenzen höher als im Vergleich zu tiefgründig podsolierten Waldstandorten des Tagebaumlandes. Isoliert betrachtet, ein „K.o.-Kriterium“ für das Baumwachstum. Allerdings sind die vorherrschenden Al- und Fe-Sulfat- und Hydroxidkomplexe weniger wurzeltoxisch als Aluminium-Kationen ( $Al^{3+}$ ).

Für eine dauerhafte pH-Stabilisierung muss sich die Kalkdosierung am Versauerungspotenzial bemessen – bei vollständiger Pyrit- und Markasit-Verwitterung (ILLNER & KATZUR 1964). Weil Lausitzer Abschlusskippen sehr heterogen sind, ist eine pauschale Zuordnung von Substrattyp und Kalkbedarf nicht möglich. Eine Bestimmung des mittleren Ausmaßes der Pyritoxidation durch numerische Modelle reicht für pflanzenbauliche Fragestellungen nicht aus. So erfolgt auch keine direkte Beaufschlagung des gefördert Abraumes vor seiner Verkippung durch Zugabe von Kalksteinmehl, Kraftwerksaschen oder carbonatreicher Eisenhydroxidschlämme aus der Grubenwasserbehandlung (UHLMANN ET AL. 2013).

### Kalkmelioration (Grundkalkung)

Der wuchsoptimale Ziel- $pH_{KCl}$ -Wert beträgt für die meisten Rekultivierungsbaumarten zwischen 5,0 und 6,0, vergleichbar zum Austauscher- bis Silikatpufferbereich natürlicher Waldböden. Seit Anfang der 1970er Jahre belegen Praxisversuche, dass eine Meliorationstiefe von 0,6 bis 1,0 Meter technologisch realisierbar und für Aufforstungen ausreichend ist (KATZUR & BÖCKER 2010). Extrem saure Kipp-Kohlelehmsande und Kipp-Kohlelehmen erfordern sogar bis zu 500 Tonnen bodenwirksames Calciumoxid/Hektar.

Die Humusaufgabe lässt sich als feinhumusreicher, typischer Moder klassifizieren. Atypisch ist ein rund 20 Zentimeter mächtiger Ah-Mineralboden-Horizont, der sich nicht durch natürliche Bodenbildung erklärt. Diese „Sonderhumusform“ ist durch Flugstaub- und Asche-Einträge der nahegelegenen Briekettfabriken in Annahütte/Särchen innerhalb von knapp 30 Jahren entstanden. Während das Werk Heye I bereits 1937 planmäßig außer Betrieb geht, laufen Heye II und Waidmannsheil noch bis 1947. Ihre Anlagen werden anschließend als Entschädigung für Kriegsfolgen demontiert. Zu diesem Zeitpunkt wird auch der Kohlenabbau im Gebiet Poley-Annahütte beendet.

Das Bergbaurelik ist ein technisches Denkmal und geschützter Landschaftsbestandteil. Heute gehören die sechs Hektar „Geigersche Alpen“ der Stiftung NaturSchutzFonds Brandenburg. Es handelt sich um stark kohlenhaltige und schwefelsaure Kippsande, in ursprünglicher Verkippung der Förderbrücke – die Schüttrippen lassen sich deutlich erkennen. Der mittlere  $pH_{KCl}$ -Wert liegt bei 2,5, was konzentrierter Essigsäure entspricht. Obwohl die ursächliche Pyritverwitterung in den oberen Schichten schon lange abgeschlossen ist, bleibt das Substrat extrem sauer und vegetationsfeindlich.

Solche Kipp-Schüttrippen sind extreme Lebensräume, wie sie sonst eher in Halb- und Trockenwüsten oder auf Salzböden vorkommen: Anders als auf quartären oder weniger sauren Tertiärsubstraten entsteht keine biologische Bodenkruste, welche den lockeren Sand „verklebt“, belebt und überhaupt erst die initiale Bodenbildung ermöglicht. Selbst Cyanobakterien, Moose, Flechten, Bodenalgeln und Mikropilze siedeln sich nur sehr zögerlich an. Damit fehlt der bodenbesiedelnden Mesofauna eine stabile Nahrungsgrundlage. Wegen der hohen Acidität etablieren sich auch keine Gefäßpflanzen.



Mit 1.000 Tonnen Kalkware liegen die Kosten dann bei rund 20.000 bis 30.000 Euro/Hektar (Stand 2024) – betragen also das Zwei- bis Dreifache der eigentlichen Kulturbegründung. Im Vergleich: Bei einer üblichen Erhaltungskalkung im Ackerbau werden maximal 10 Tonnen CaO/Hektar/Jahr benötigt. Das sind 2 bis 6 Tonnen Kalkware, je nach Bodenart, Versorgungszustand, pH-Wert und Humusgehalt (DLG 2022).



Abbildung 43: Meliorationsversuch Kleinleipisch aus dem Jahr 1974 (Absetzerkippe AS 987).

#### Meliorationsmittel

Bis in die 1990er Jahre hinein werden vorzugsweise basische Rückstandsaschen der Braunkohlenkraftwerke genutzt, neben kostengünstigen Hütten-, Konverter-, Carbokalken und mahlfeine Branntkalken auch kostbare Kalkmergel. Im pflanzenbaulich eher ungünstigen Szenario liegen die  $pH_{KCl}$ -Werte im Meliorationshorizont deutlich über 7,0 (Neutralpunkt), während wenige Dezimeter tiefer unter 2,5 (extrem sauer). Vor allem bei Kraftwerksaschen schwanken der Anteil basenwirksamer Bestandteile und ihre Löslichkeit stark. Auch um Waldbäumen physiologisch unverträglich hohe pH-Werte im Oberboden zu ersparen, werden heute weniger reaktionsfreudige Kalkmergel und kohlensäure Naturkalk verwendet. Produktdatenblätter nach EU-Verordnung sowie nationalem Düngemittelrecht informieren über Zusammensetzung, Reaktivität und eine sachgerechte Anwendung. Dennoch: Ungeachtet aller Umsicht bei der Bedarfsermittlung und Ausbringung, mitunter erfordert der anschließende Meliorationsnachweis eine Nachkalkung.



Abbildung 44: Kremer-Tiefspatenfräse KF 120 zur Einarbeitung des Meliorationskalkes auf einer forstlichen Rekultivierungsfläche im Tagebau Jänschwalde (1971-2023).

Auf zu flach meliorierten Substraten – unter 30 bis 60 Zentimeter Einarbeitungstiefe – stockt die Bestandentwicklung säureempfindlicher Baumarten schon im frühen Stangeholzalter, wenn der knappe Wurzelraum ausgeschöpft ist. Die Wasserversorgung gibt den Ausschlag: Nach Trockenjahren kommt es zu flächigen Absterbeerscheinungen, gerade in „kopflastigen“ Pappelaufforstungen mit anfänglich hoher oberirdischer Biomassebildung und Transpiration. Dagegen erschließen sich eher säuretolerante, insgesamt robustere Baumarten schrittweise den unbehandelten Unterboden (KATZUR ET AL. 1999, SCHUBERT 2009, KNOCH 2010). Rot-Eiche, Trauben-/Stiel-Eiche, Gemeine Kiefer und Gemeine Birke können nach 30 bis 50 Jahren weit über 1,5 Meter Tiefe wurzeln, trotz der wuchsfeindlichen Ausgangssituation. Die Ergebnisse belegen eine bis dahin für unmöglich gehaltene Anpassungsfähigkeit von Gehölzen: Denn obwohl die Pyritoxidation im durchwurzelten Unterboden abgeschlossen ist (HEINKELE ET AL. 1999) bleibt der pH-Wert im extrem sauren Bereich unter 3,3, mit entsprechend erhöhten Aluminium- und Eisen-Sickerwasserkonzentrationen (SCHAAF ET AL. 1999, KNOCH & EMBACHER 1999). Andererseits ergibt die Aufkalkung eines sorptionsschwachen Kipp-Kohlenreinsandes über 60-100 Zentimeter Tiefe hinaus keinen nennenswerten Mehrertrag (KATZUR ET AL. 1998, KATZUR & BÖCKER 2001) – anders als bei landwirtschaftlichen Kulturen (KATZUR & HERBERT 1980).

#### Rückversauerung

Selbst bei gleichmäßiger Kalkeinbringung ist eine Rückversauerung vormals pH-stabiler Substratschichten möglich (HEINKELE 2019). Solche Prozesse sind nicht auf die ersten Jahre nach Anwendung begrenzt, wenn die Säurefreisetzung besonders hoch ist. Bei einer insgesamt zu knapp bemessenen Kalkdosierung oder unzureichenden Lösungsrate entscheiden manchmal Nuancen. Der forstliche „Meliorationsversuch Kleinleipisch“ zeigt: Noch fünf Jahrzehnte später können die pH-Werte in 30 bis 100 Zentimeter Tiefe langsam abfallen. Die Konsequenzen für die weitere Boden- und Bestandentwicklung sind unklar, grundsätzlich aber kaum vorteilhaft. Bisher reagieren die aufstockenden Trauben-, Rot-Eichen und Kiefern nicht mit Minderzuwachs oder Mangelsymptomen, unabhängig der Meliorationstiefe. Der Anbau besonders säureempfindlicher Baumarten wie beispielsweise von Edellaubhölzern oder Schwarz- und Zuchtpappeln ist auf meliorationsbedürftigen Tertiärs substraten nicht empfehlenswert. So kann auch die mitangebaute Winter-Linde in Kleinleipisch nicht überzeugen.



Abbildung 45: Tagebau Domsdorf/Louise 3, Schadewitzer Feld (1937-1955) – um 1965 Aufforstung der eingeebneten Förderbrückenkippe mit Gemeiner Birke, im Randschlauch davor ein rund 15-jähriger Birken-Sukzessionswald.



Abbildung 46: Kohlenführender Kipp-Sand im Sanierungsbereich des Tagebaues Spreetal-Nordost (Innenkippe, 1980-1991).

#### VI.4 Forstliche Trophie- und Wasserhaushaltsstufen

##### Arm und speichertrocken

Rund zwei Drittel aller Aufforstungsflächen im Lausitzer Braunkohlenrevier sind nach forstlicher Standortkartierung (SEA 95) nährstoffarm (A) bis ziemlich arm (Z), was auch den Trophieverhältnissen der umgebenden Waldlandschaft entspricht (ALLRICH & MÜLLER 1999). Unabhängig von dieser Einstufung bleiben Bergbauflächen auf Dauer pflanzenbauliche Sonderstandorte mit spezifischen Eigenschaften. Das gilt insbesondere für ihren bodenchemischen Zustand, die Sickerwasserqualität und Stoffflüsse (KNOCH & EMBACHER 1999, KNOCH ET AL. 2002A, HEINKELE 2012, HEINKELE ET AL. 2011).

Zwischen den Bodeneigenschaften – pH-Wert, Wasserspeicherung, Nährstoffversorgung, Kohlenstoffgehalt, physiologische Gründigkeit/Durchwurzelbarkeit, Durchlüftung, Verwitterungsprozesse, Stoffdynamik – und dem Waldwachstum bestehen komplexe Beziehungen. Analogieschlüsse des Tagebauumlandes rein über die Bodentextur oder Geologie verfehlen schnell ihr Ziel, weil sich sowohl Mineralbestandteile, Verwitterungszustand als auch Lagerungsverhältnisse unterscheiden. Umso schwieriger ist die Einordnung von jungen Bergbauböden in das bestehende, für eiszeitliche Substratreihen entwickelte System (KOPP & SCHWANECKE 1994).

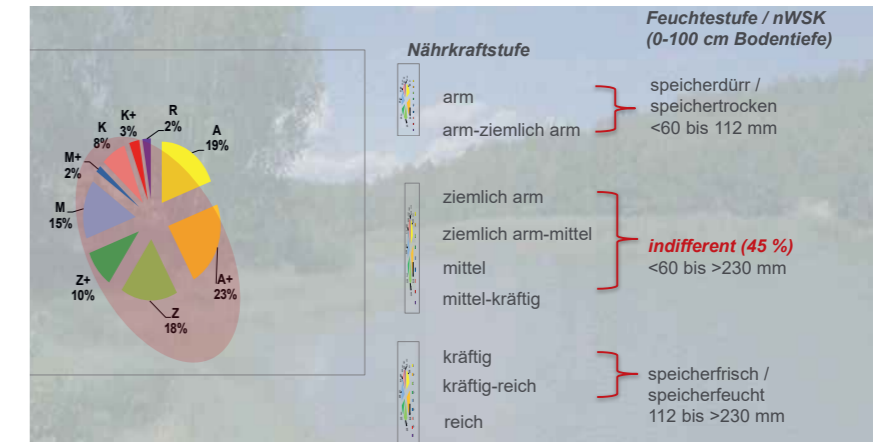


Abbildung 47: Zuordnung der forstlichen Rekultivierungsflächen des Braunkohlenbergbaus nach Trophie und Wasserhaushaltsstufen.

#### Häufige Disharmonien

Über die Korngrößenverteilung lassen sich rund 80 Prozent der flächenmäßig dominanten armen (A) Standorte als speichertrocken klassifizieren. Eindeutig ist auch das Ergebnis für bindige, gut nährstoffversorgte kräftige (K) und reiche (R) Substrate. In aller Regel entsprechen sie der Feuchtestufe speicherfrisch. Dagegen zeigen mäßig nährstoffversorgte Z (ziemlich arme) und M (mittleren) tertiär-quartäre Gemengesubstrate auffällige Disharmonien zwischen Bodentextur, Nährkraft und Standortfeuchte. Deren überwiegend guter Wasserspeicherung entspricht nicht zwangsläufig eine ausgewogene Nährstoffverfügbarkeit. Zwar verbessern tertiäre Flaschentone oder fein verteilte Braunkohle die Wasserspeicherung – gerade bei sandig-kiesigen Substraten (ILLNER & THOMAS 1970, 1971). Sie tragen aber kaum zur Nährstoffnachlieferung bei. Tatsächlich tritt eine gewisse mikrobielle „Verstoffwechslung“ von Braunkohlen-C auf, so dass die Restkohle zum Humifizierungsprozess junger Kippenböden beiträgt (RUMPEL & KÖGEL-KNABNER 2000). Jedoch stellt die rezente organische Bodensubstanz eine wesentlich attraktivere Kohlenstoffquelle dar und bestimmt im wesentlichen die biologische Aktivität (WASCHKIES & HÜTTL 1999). Gleichzeitig führen versauernd wirkende Substratbestandteile (Pyrit, Markasit) zur pflanzenbaulichen Abwertung – vor allem dann, wenn die Tonmineralzerstörung schon weit fortgeschritten ist.

Nach Beendigung des Tagebaues bleibt eine vegetationsfreie Rohkippe zurück. Wegen ihrer extremen Versauerung scheitern in den 1950er Jahren erste Kulturmaßnahmen. Häufige Staubstürme beeinträchtigen angrenzende Siedlungen und Nutzflächen. Anfang der 1960er Jahre entsteht eine Feld-Versuchsstation der Humboldt-Universität zu Berlin, mit dem Ziel neue Rekultivierungsverfahren zu entwickeln. Neben der Technologieerprobung erfolgen Meliorations- und forstliche Anbauversuche. Durch das „Domsdorfer Verfahren“ – eine 20 bis 30 Zentimeter Tiefe Aschemelioration – und seine spätere Fortentwicklung gelingt die Aufforstung großer Förderbrückenkippen.

Nach rund 25 Jahren forstlicher Rekultivierung mit Gemeiner Kiefer hat sich aus diesem kalkmeliorierten Tertiärs substrat ein Norm-Lockersysem entwickelt. Es handelt sich um den initialen Bodentyp bei kalkfreiem Ausgangssubstrat. Charakteristisch ist der noch geringmächtige humose Mineralbodenhorizont (Ai <2 Zentimeter). Die effektive Einarbeitungstiefe des Meliorationsmittels beträgt nur 30 bis 60 Zentimeter, darunter fallen die  $pH_{KCl}$ -Werte in den stark sauren Bereich ab (<3,3).

Hier ist eine Neubewertung der pflanzenbaulichen Eigenschaften und des Standort-Leistungsbezuges notwendig. Auf physiologisch flachgründigen Böden können die Gehölze nur einen geringen Anteil des Substrates durchwurzeln. Auch wenn die Basenversorgung im Prinzip ausreicht, so begrenzt eine allzu geringe Wasserspeicherung die Wachstumsleistung. Vor allem in Trockenjahren leidet die Vitalität der Gehölze.

Bei der Vielzahl an Bodeninformationen entscheiden vor allem zwei integrierende Faktoren über die pflanzenbauliche „Grundwertigkeit“ der Substrate und ihre Baumartenzuordnung, nämlich Nährkraft (Nährstoffpotenzial) und Feuchtestufe (Wasserkapazität).

nWSK = nutzbare Wasserspeicherkapazität, hier bemessen für 100 Zentimeter Bodentiefe

## Flugaschen und Stäube werten auf

Viele Kippenwälder des Altbergbaugesbietes stocken in unmittelbarer Nähe zu ehemaligen Kraftwerken, Brikettfabriken und anderen Veredelungsanlagen. Über Jahrzehnte und noch bis in die 1980er Jahre erfolgen dort hohe Flugstaub- und Asche-Einträge. Denn bei der Braunkohlenverbrennung entsteht pro erzeugter Kilowattstunde dreimal so viel Asche wie durch Steinkohlenfeuerung, rund 60 Gramm.

Abgelagerte mineralische Partikel und Restkohlenstoff im Mikrometerbereich können Blätter beziehungsweise Nadeln unmittelbar schädigen, wenn die Lichtabsorption abnimmt oder sich Spaltöffnungen nach hoher Exposition und Windruhe zusetzen. Anders die stofflichen Langzeitwirkungen bei mäßiger, aber kontinuierlicher Belastung: Vor allem im Altbergbaugesbiet werden Humuseigenschaften durch Flugasche- und Staubeinträge der Kohlenverbrennung beziehungsweise -verarbeitung überprägt. Nahe ehemaliger Kraftwerksstandorte und Brikettfabriken bilden sich immissionsbedingte „Sonderhumusformen“ (STÄHR ET AL. 2000): Charakteristisch ist deren beträchtliche Kohlenstoff- und Stickstoff-Anreicherung im unmittelbaren Einwirkungsbereich. Vor allem auf armen Sanden begünstigen Flugaschen das Baum- und Waldwachstum. Ihre bis zu mehreren Zentimeter mächtige Ablagerung verbessert das Speichervermögen für Nährstoffe und erhöht die nutzbare Feldkapazität – ganz ähnlich wie im Tagebauumland (FRITZ & MAKESCHIN 2007, HARTMANN ET AL. 2009). Weite Kohlenstoff/Stickstoff- und Kohlenstoff/Phosphor-Verhältnisse hemmen aber den mikrobiellen Abbau der organischen Substanz und ihre Einarbeitung in den Mineralboden. Die  $pH_{KCl}$ -Werte liegen mit 5 bis 7 im waldökologischen Optimalbereich (Silikatpuffer). Luxuriös ist die hohe Basensättigung, wobei Calcium und Magnesium rund 80 Prozent der Austauschplätze belegen (KNOCHE 1999, RUMPEL 1999).

Zwar lässt sich eine erhebliche Anreicherung von potenziell pflanzentoxischen Metallen nachweisen – gegenüber emittententfernten Standorten um 20 bis 400 Prozent bei den Gesamtgehalten (FRITZ 2010). Aber deren Bioverfügbarkeit ist angesichts der hohen pH-Werte und einer starken Sorption an organische Verbindungen auf ein Mindestmaß eingeschränkt. Jedoch ist die weitere Entwicklung unklar: Mit Stilllegung der veralteten Produktionsstätten, haben sich ab 1990 die Stoffeinträge in Kippenwälder schlagartig und um mindestens den Faktor 10 verringert (DEUTSCH-POLNISCHE KOMMISSION 1995). Dennoch entfallen bis Mitte der 2010er Jahre alleine 70 Prozent der emittierten Quecksilber-Fracht in Deutschland auf Braunkohlenkraftwerke (UBA 2017). Hinzu kommt: Seit nunmehr über 30 Jahren wirkt das überregional geprägte Depositionsgeschehen überwiegend versauernd (KNOCHE ET AL. 2002B). Demzufolge wird eine Mobilisierung von Aluminium, Eisen, Arsen und Schwermetallen (Cadmium, Kupfer, Nickel, Chrom, Quecksilber, Blei, Zink) in den angereicherten Humusaufgaben langfristig nicht auszuschließen sein. Für die kommenden 50 Jahre ist aber nach Szenarienbetrachtungen davon auszugehen, dass solche Standorte noch basenreich bleiben (FRITZ 2010).

## VI.5 Warum kein Waldbodenauftrag?

### „Mutterbodenwirtschaft“ – im Wald früh verworfen

Schon in den 1920er Jahren erweist sich die Aushaltung von humoser Muttererde als technologisch schwierig bis unmöglich. Auch ist die pflanzenbauliche Wertigkeit vieler Waldböden in der typischen Altmoränenlandschaft sehr gering. COPIEN (1942) vertritt die Ansicht, dass der allgemeine Kulturzustand von forstwirtschaftlich genutzten Böden im Tagebauvorfeld „trotzlos“ sei. Im Gegensatz zu fruchtbarem Ackerland finden sich dort meist nur oberflächlich entbastete, ausgehagerte und ausgelaugte Sandbraunerden bis Podsole mit eher ungünstigen bodenchemischen Eigenschaften. Anfang der 1930er Jahre ist auch klar, dass die bis dahin ungelösten Probleme zur Inkulturnahme schwefelsaurer Brückenkippen durch Auftrag von Muttererde alleine nicht gelöst werden können (MAMPEL 1929, PETERS 1930). Dagegen haben die noch unverwitterten geologischen Schichten des quartären Deckgebirges vergleichsweise günstige physikochemische Eigenschaften. Der „rohe Mineralboden“ ist aber frei an rezenter organischer Substanz und weitgehend unbelebt. Damit wird der konstante Humusaufbau durch biologische Streuzersetzung schon früh zu einem erklärten Ziel der forstlichen Rekultivierung, was für Laubgehölze mit leicht mineralisierbarer Blattstreu spricht (HEUSOHN 1929).

Heute bewegen Schaufelradbagger im Lausitzer Braunkohlentagebau stündlich bis zu 14.000 Kubikmeter Abraum. Sie erfassen dabei pro Schnitt über 15 Meter mächtige Schichten, während der humusreiche Kulturboden nur wenige Dezimeter beträgt (DREBENSTEDT ET AL. 2014). Zwar existieren auch hier selektive Verfahren, wie mit dem Einsatz von Radladern im rückwärtigen Sanierungsbereich. Solche Maßnahmen lassen sich aber nur schwer in den Regelbetrieb eines durch fortlaufende Abraumbewegung charakterisierten Großtagebaues integrieren (STEINHUBER 2005, DREBENSTEDT & NIEMANN-DELIUS 2009).

### Organische Bodenverbesserungsmittel

Daneben ist der Mehraufwand einer separaten Verkippung zur Waldbegründung pflanzenbaulich fragwürdig. Wie verschiedene Untersuchungen zeigen, kann die einmalige Abdeckung mit humosem Material sogar den forstlichen Anwuchserfolg beeinträchtigen. Ähnliches gilt für organische Bodenverbesserungsmittel, wie Biogrünkomposte: Zwar sind sie zur biologischen Humusanreicherung und Revitalisierung sinnvoll, insbesondere bei landwirtschaftlicher Nutzung (EMMERLING & LIEBNER 1997, EMMERLING ET AL. 2000). Leider profitieren junge Forstgehölze kaum davon. Die nährstoffzehrende Biomassebildung ist unzureichend, ihr schwaches Wurzelsystem kann anfänglich weder die Zwischenräume der Pflanzreihen noch den Untergrund erschließen. Das kurzfristige Nährstoffüberangebot begünstigt vor allem Ruderalpflanzen, die sich aus dem ruhenden Diasporenvorrat der eingebrachten organischen Substanz heraus schnell ansiedeln (DAGEFÖRDE 1998).

Später besetzen konkurrenzüberlegene Großgräser den Wurzelraum. Wegen seiner großen Stresstoleranz wird dann vor allem Landreitgras zum Pflegeproblem, speziell auf kohlenhaltigen und versauerten Kippenböden.

## VI.6 Entwicklung der Bodenfruchtbarkeit

### Biologische Selbstorganisation

Junge Kippenwälder sind „künstliche“ Waldökosysteme – nicht natürlichen Ursprungs oder vom Mensch geschaffener „Neuwald“ auf anthropogenen Böden. Gleichaltrig, relativ artenarm und einfach aufgebaut, ist ihr Organisationsgrad noch weit entfernt vom komplexen Struktur- und Wirkungsgefüge älterer Wälder. Idealerweise sollen sie sich selbst organisieren und schnell stabilisieren, so dass keine weiteren Maßnahmen zur Waldsicherung (insbesondere Düngung) notwendig sind. Bereits mit der Substratauswahl, Verkippung und Melioration wird das pflanzenbauliche Potential von Kippenstandorten weitgehend festgelegt, ähnlich wie bei anderen umgelagerten geologischen Materialien (HÜTTL & WEBER 2001, KNOCHE & SCHLENSTEDT 2018). Davon ausgehend bestimmen jedoch biologisch bestimmte Entwicklungsprozesse die effektive Bodenfruchtbarkeit und das tatsächliche Waldbild. Humusanreicherung und Gefügeaufbau fördern den Nährstoffumsatz, was wiederum Gehölzen zugutekommt, die dann ihrerseits durch oberirdische Biomassebildung, Streufall, Durchwurzelung, vernetzte Kreisläufe und verschiedene Symbiosen den Gesamtprozess antreiben (KNOCHE 2001).

### Nährstofflücke

Zu Beginn verzögert sich das Waldwachstum (HÜTTL & WEBER 2001, KNOCHE ET AL. 2002A), denn weder atmosphärische Nährstoffeinträge von 10-15 Kilogramm Stickstoff/(N)/Hektar/Jahr (Freilandniederschlag) noch die geringe Phosphor/(P)- und Kalium/(K)-Nachlieferung aus der Mineralverwitterung können die anfängliche „Nährstofflücke“ decken. Die im Aufbau befindlichen Ökosysteme sind diesbezüglich besonders „untersättigt“. Allen voran die biologische Verfügbarkeit des Schlüsselementes Stickstoff ist an die Umsetzung der abgestorbenen organischen Substanz gebunden. Dagegen sind Calcium, Magnesium und Natrium meist überschüssig, anders als im Tagebauumland mit den oftmals stark degradierten Sandböden. Schließlich weisen schwefelsaure Böden hohe Schwefel/(S)- und Eisen/(Fe)-Konzentrationen im Sickerwasser auf, was sich – ähnlich wie bei den säurelöslichen Spurenelementen – in überschüssigen Nadel- und Blattgehalten der Gehölze spiegelt.

## Standortpotenzial .. Langfristige Waldentwicklungsziele

Mit dem waldökologischen Wissen von heute, einer flächendeckenden Kippbodenkartierung und ausgereiften Meliorationsverfahren lässt sich das Bestockungsrisiko neu bewerten. Danach kann sich die Baumartenwahl am langfristigen Waldentwicklungsziel für den jeweiligen Standort orientieren, wenn eine anfängliche „Mindestfruchtbarkeit“ gewährleistet wird und insbesondere die Stickstoff-, Phosphor- und Kalium-Versorgung abgesichert ist (KNOCHE 2021). Schwieriger bleibt eine Abschätzung des Waldwachstums, wenn Weiserbestände, Ertragsdaten und angepasste Wachstumsmodelle für Mischbestände fehlen oder sich die Umweltbedingungen, Substrate und Rekultivierungsmethoden innerhalb einer Baumgeneration grundsätzlich verändern.

Wenn auch die grundsätzliche Baumartenzuordnung nach Nährstoff- und Wasserhaushaltsstufen bleibt, so ist doch wahrscheinlich, dass Anpflanzungen der letzten 30 Jahre einen anderen Zuwachsverlauf nehmen. Dies gilt umso mehr, als seit der Jahrtausendwende zunehmend Klimaextreme die kippenspezifischen Momente überlagern und wachstumsbestimmend werden. So ist anzunehmen, dass sich die langfristige Konkurrenzdynamik in Mischbeständen zugunsten trockenheitstoleranter, bisher weniger begünstigter Nebenbaumarten verschiebt (KNOCHE & ERTL 2020).

## VI.7 NPK beschleunigt die Waldentwicklung

### Forstliche Grunddüngung – „Mindestfruchtbarkeit“

Anfänglich sind Kippsubstrate als Grundmaterial humusfrei und biologisch weitgehend inaktiv. Während der primäre Bodenbildungsprozess anläuft, ist die Pflanzenverfügbarkeit an organisch gebundenen Nährelementen noch sehr gering. Insbesondere Stickstoff und Phosphor liegen im Bedarfsminimum, gelegentlich auch Kalium (SCHWABE 1970, WÜNSCHE ET AL. 1972). Für die Rekultivierungspraxis wird daher eine das Baumwachstum stimulierende NP(K)-Grunddüngung als unverzichtbar angesehen (HEINSDORF 1976, 1996, KATZUR & HAUBOLD-ROSAR 1996). Sie bedient in erster Linie die auf Neuland schnell „unterernährten“ beziehungsweise düngedürftigen Baumarten, nutzt aber genauso Schutzpflanzendecken, der Humusbildung und aktiviert das Bodenleben. Je nach Substrat (Textur, allgemeine Nährkraft, Kohlengehalt), Zielbaumart und Nährelement werden zwischen 50 bis 150 Kilogramm Reinnährstoff/Hektar empfohlen. Meist erfolgt eine 20 bis 30 Zentimeter tiefe Einarbeitung mit Scheibeneggen oder Grubber (KATZUR 1998, DREBENSTEDT 2001, SCHLENSTEDT ET AL. 2014). Heute werden physiologisch neutral wirkende und leicht wasserlösliche Mineraldünger verwendet, wie Kalkammonsalpeter 27 (+4), Trippelsuperphosphat 46 und Korn-Kali 40 (+6). Zur Erläuterung: Die Ziffern bemessen den Reinnährstoff-Gehalt in Prozent (Haupt- und Nebenelement), woraus sich die Düngermenge leicht ableiten lässt.

Zwischenzeitlich haben sich die waldbaulichen Koordinaten verändert, und die generelle Umweltverträglichkeit von Rekultivierungsmaßnahmen wird hinterfragt. Auch die Waldzertifizierung untersagt Düngemaßnahmen, welche der Zuwachssteigerung dienen. Danach ist zu prüfen, ob für zunächst biologisch inaktive Rohböden geringere Nährstoffgaben möglich und bedarfsgerecht sind. Seit dem Jahr 2019 werden in den Tagebaubereichen Jänschwalde und Nochten neue Langzeitexperimente durchgeführt, wobei insbesondere die Stickstoffdosierung variiert.

Eine Substratdüngung vor Bestandesbegründung sichert die anfängliche Nährstoffversorgung der Gehölze, allerdings nur für kurze Zeit: So wird der leicht wasserlösliche Nitrat-Stickstoff binnen ein bis zwei Jahren aus dem noch kaum durchwurzelten Oberboden ausgewaschen und ist dann nicht mehr bioverfügbar (KNOCHE ET AL. 2002A).

### Nachdüngung sichert Waldentwicklung

Fest steht: Unabhängig der Flächenvorbereitung leiden gerade anspruchsvolle Laubgehölze (Winter-Linde, Edellaubhölzer, Pappel) ab dem dritten Standjahr empfindlich unter Nährstoffengpässen. Noch ist die Effektivität der Feinwurzeln unzureichend, auch wegen ihres geringen Mykorrhizierungsgrades (GEBHARDT ET AL. 2007). So kommt es zu Ungleichgewichten zwischen Biomassebildung, Nährstoffbedarf, Verfügbarkeit und Aufnahme. Gleichzeitig verschiebt sich das Konkurrenzverhältnis bei Mischbeständen zugunsten weniger anspruchsvoller Pionier- und Übergangsbaumarten, wie Gemeine Kiefer, Aspe oder Gemeine Birke. Allgemeine Anzeichen für Nährstoffdefizite sind: Chlorosen (Stickstoff - N, Magnesium - Mg, Kalium - K), Violettfärbung (Phosphor - P), Nekrosen (Mg, P, K), gekräuselte Blätter (P), Kleinblättrigkeit (N) oder Welkeerscheinungen (K). Aber erst Nadel- und Blattanalen geben Klarheit über den aktuellen Ernährungszustand und Düngbedarf.

Bis zur Herausbildung gut funktionierender Stoffumwandlungsprozesse sind mehrmalige NPK-Mineraldüngergaben mit schnell aufnahmefähigen Stoffen notwendig und praxisüblich. Als zwei- bis viermalige Kopfdüngung im Abstand von drei Jahren gewährleisten sie eine stetige Bestandesentwicklung, mit ausreichender Streubildung und bedarfsgerechter Mineralisation (HEINSDORF 1992). Das heutige Düngeregime fußt jedoch immer noch auf systematischen Nährstoffsteigerungsversuchen der 1960er bis 1980er Jahre. Damals wird vor allem eine anhaltende Holzertragssteigerung angestrebt. Junge Kippenwälder sollen möglichst schnell erste Industrieholzsortimente liefern und dementsprechend durch luxuriöse Düngemittelgaben stimuliert werden. Waldökologische Aspekte wie ein ausgewogenes

Bodenleben finden keine Beachtung: Weder erfolgt eine umfassende ökonomische Analyse der Maßnahmen noch Abschätzung ihrer Umweltfolgen. So bleiben die sickerwassergebundenen Auswaschungsverluste und möglichen Risiken für das Grundwasser ausgeblendet.

### Bemessung des Düngedarfes

Die Herleitung des flächenkonkreten Düngedarfes basiert auf dem bekannten, für Ostdeutschland entwickelten Klassifikationssystem der Versorgungsstufen im Wald (KRAUSS & HEINSDORF 2005). Im praktischen Leitfaden für die Rekultivierung (HEINSDORF 1999) sind alle Kippbodenformen – mit ihrer Nährstoffgrundausstattung – und die wichtigsten Rekultivierungsbaumarten genannt. Regressionsgleichungen verbinden die Nährstoffgehalte in Blättern und Nadeln mit den für eine wuchsoptimale Versorgung notwendigen Düngermengen. Dabei bewegen sich die bedarfsgerechten Einzelgaben für Kippenaufforstungen in einer Größenordnung von rund 100 Kilogramm Stickstoff/Hektar beziehungsweise 30 bis 100 Kilogramm für Phosphor und Kalium.

Idealer Düngzeitpunkt ist die frühe Vegetationsperiode – vom Austrieb der Gehölze bis Ende Mai, wenn Biomassebildung und Nährstoffnachfrage anlaufen. Frühsommertrockenheit und geringe Sickerwasserflüsse wirken Auswaschungsverlust entgegen, genauso wie eine intensive Durchwurzelung der Zwischenreihen. Die Begleitvegetation kann ihrerseits überschüssige Nährstoffe abschöpfen, um sie dann über mineralisierte Pflanzenrückstände dosiert freizusetzen. Eine verspätete Stickstoffdüngung im Hochsommer erhöht die Gefahr für Frostschäden, weil die jungen, wuchsstimulierten Austriebe im Herbst nicht rechtzeitig verholzen.

Eine „Normalisierung“ des NPK-Ernährungszustandes ist mitunter erst nach 2- bis 4-maliger Wiederholung der Gaben in einem dreijährigen Abstand erreichbar. Mit dem Dickungsalter sind dann in aller Regel keine weiteren Ergänzungen mehr notwendig. Es entsteht ein „selbsttragender“, in sich geschlossener und zur Waldernährung auskömmlicher Stoffkreislauf. Der atmogene Nährstoffeintrag wird jetzt biologisch umgesetzt, verwertet und als Stoffmasse gebunden, typisch für Wälder im biologischen Aufbau (KNOCHE ET AL. 2000B). Selbst bei hohen Niederschlägen treten keine NPK-Verluste mehr auf, auch wegen der ab dem Dickungsalter stark rückläufigen Tiefensickerung (SCHAAF ET AL. 1999, KNOCHE 2002A). Die Biomassebildung ist wiederum Ergebnis der Nährstoff- und Wasserverfügbarkeit (STÄHR 2003).

Baumart	kohlenfreie Kippsubstrate	kohlenhaltige Kippsubstrate
Gemeine Kiefer	3N <sub>100</sub> 1P <sub>70</sub>	3N <sub>100</sub> 1P <sub>90</sub>
Gemeine Birke	3N <sub>90</sub>	3N <sub>80</sub> 1P <sub>90</sub>
Rot-Eiche	3N <sub>100</sub> 1P <sub>50</sub> 1K <sub>40</sub>	3N <sub>100</sub> 1P <sub>100</sub> 1K <sub>40</sub>
Trauben-/Stiel-Eiche	3N <sub>100</sub> 1P <sub>50</sub> 1K <sub>40</sub>	3N <sub>100</sub> 1P <sub>100</sub> 1K <sub>40</sub>
Winter-Linde	3N <sub>100</sub> 1P <sub>100</sub> 1K <sub>40</sub>	3N <sub>100</sub> 1P <sub>100</sub> 1K <sub>40</sub>
Edellaubhölzer	3N <sub>100</sub> 1P <sub>100</sub> 1K <sub>40</sub>	2N <sub>100</sub> 1P <sub>100</sub> 1K <sub>40</sub>

3N<sub>100</sub> 1P<sub>50</sub> 1K<sub>40</sub> = dreimalige Düngung von jeweils 100 kg N je ha, im ersten Düngjahr zusätzlich 50 kg P je ha und 40 kg K je ha

Tabelle 3: Düngempfehlungen für die Hauptwirtschaftsbaumarten auf Kippböden des Lausitzer Braunkohlenreviers, nach HEINSDORF (1999).

## VII. Grundsätze der forstlichen Rekultivierung

### Naturnaher und multifunktionaler Waldbau

Wälder sind langlebige Ökosysteme, und schon mit der Bestandesbegründung stellt sich die Frage ihrer Entwicklungsperspektive. Im Idealfall entstehen aus standortgerechten Kippenaufforstungen binnen einer Waldgeneration ökologisch stabile Sekundärwälder, die externe Störungen abpuffern können und sich von alleine regenerieren (SCHLENSTEDT ET AL. 2014). Dabei nimmt der naturgemäße „Funktionswaldbau“ alle Ökosystemleistungen in den Blick (SCHLENSTEDT & KNOCHE 2021). Kippenwälder sollen: (1) die Bodenfruchtbarkeit entwickeln, (2) vielfältige Schutz-, Ausgleichs- und Erholungsfunktionen garantieren, (3) als Lebensraum dienen und zur Erhöhung der biologischen Vielfalt beitragen, aber auch (4) auf Dauer und stetig nutzbar sein.

Zwar ist die Holzproduktion aufgrund der noch nicht ausgereiften Ökosystemfunktionen und besonderen Schutzziele nachgeordnet. Gleichwohl zeigen Ertragsprognosen, dass eine auf Dauer lohnende und ökologisch verträgliche Waldbewirtschaftung möglich ist (ERTLE ET AL. 2018). Schon in Erst- und Zweitdurchforstungen lassen sich auf durchschnittlich produktiven Standorten positive Deckungsbeiträge erwirtschaften – ohne, dass es zu einer Übernutzung kommt oder die Boden- und Waldentwicklung gefährdet wird (KÖHLER ET AL. 2016).

Umgekehrt sind einseitig ertrags- und renditeorientierte oder nur auf den „Begrünungseffekt“ gerichtete Zwischenlösungen unzureichend (PREUBNER & KILIAS 1992, KNOCHE & SCHLENSTEDT 2018). Zwar gelten anspruchslose Pionierbaumarten als vergleichsweise anbausicher und liefern früh Brennholz. Aber allen voran die Gemeine Birke altert schnell und unterschätzt das biologische Leistungsvermögen der meisten Kippenböden (ERTLE ET AL. 2018). Außerdem: Entgegen einer verbreiteten Meinung entwickeln sich störungsanfällige Vorwälder nicht zwangsläufig in Richtung des mutmaßlichen Schlusswaldes. Spätestens nach 60 bis 80 Jahren stellt sich die Frage zur Waldzukunft, wenn langlebige Zielbaumarten fehlen.



Abbildung 49: Laubholz-Mischwälder in der Bergbaufolgelandschaft – waldbaulicher Kompass für die forstliche Rekultivierung.

Das Waldentwicklungsziel in der Bergbaurekultivierung geht weit über die gesetzlichen Mindestanforderungen zur Begründung von Wäldern hinaus. Ausgehend von einer standortgerechten und klimaresilienten Baumartenwahl sollen die biologischen Prozesse gefördert werden. Es gilt waldbauliche Ziele sicher und mit minimalem Bewirtschaftungsaufwand zu erreichen. Die neuen Wälder müssen vom Bestockungsaufbau her in der Lage sein sich selbst zu regenerieren, so dass alle Waldfunktion dauerhaft-stetig erfüllt werden können, grundsätzlich unabhängig von der Waldbesitzart – aber mit unterschiedlicher Gewichtung im Detail.

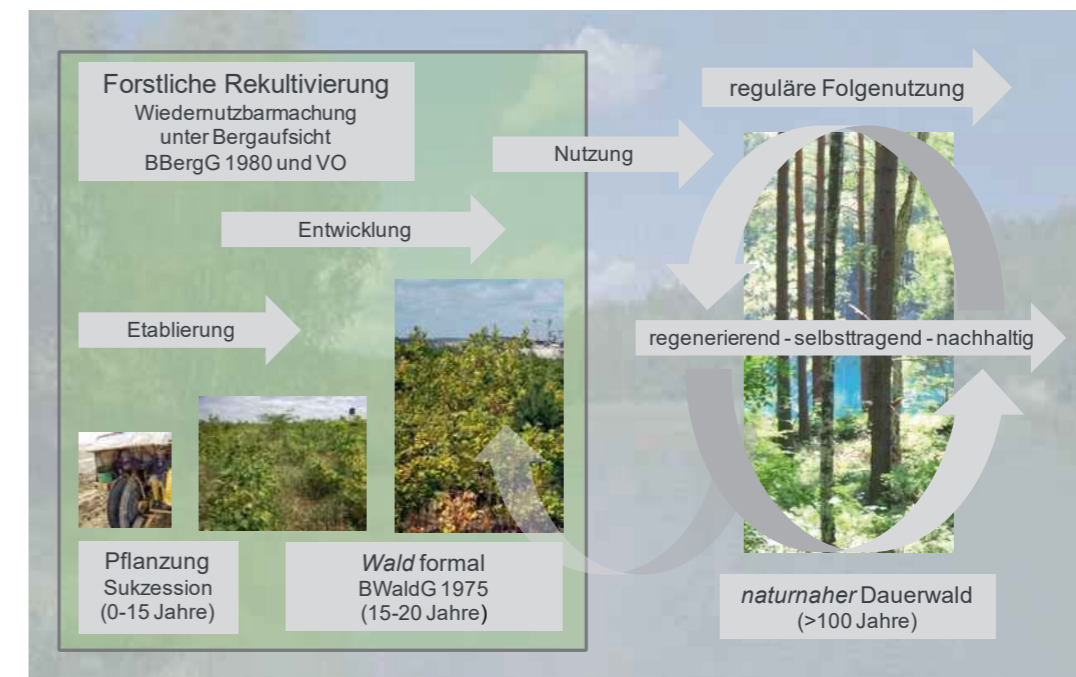


Abbildung 48: Wiedernutzbarmachung als berggesetzliche Mindestanforderung und das darüber hinausgehende Waldentwicklungsziel.

Panoramablick vom Aussichtspunkt Wolkenberg im rückwärtigen Rekultivierungsbereich des Tagebaues Welzow-Süd: Dort wo sich einst die sorbischen Dörfer Dolan (Dollan) und Klěšnik (Wolkenberg) befanden, stocken heute (2024) 15- bis 25-jährige Laubholz-Mischwälder mit Trauben-, Stiel-, Rot-Eiche, Rot-Buche, Robinie und Edellaubhölzern. Auf nährstoffarmen, schwach wasserversorgten Sanden ist die Gemeine Kiefer standortgeeignet, oft in reihenweiser Mischung mit Gemeiner Birke und Rot-Erle.

Die Aufschüttung erfolgt zwischen 1988 und 1993, sie ist die jüngste Halde im Abbaugelände. Der 2007/2008 errichtete Aussichtsturm Neuberzdorfer Höhe südöstlich der Stadtgrenze von Görlitz ist eine weithin sichtbare „Landmarke“. Seine Aussichtsplattform bietet auf 330 Meter über Normalnull einen großartigen Rundblick über das Lausitzer Bergland und Zittauer Gebirge bis zum Riesengebirge. Im Feriengebiet rund um den 950 Hektar umfassenden Berzdorfer See hat die Erholungsfunktion besonderes Gewicht.

Die Substratvielfalt und damit das Baumartenspektrum sind besonders groß. Auf der in Absetzerschüttung entstandenen Haldenoberfläche finden sich Kohlentone, quartär-tertiäre Gemengesande bis hin zu kräftigen Kieslehmen, oft mit Melioration zur Gewährleistung einer „Mindestfruchtbarkeit“ für die forstliche Wiedernutzbarmachung. Es dominieren Zuchtpappeln, Gemeine Kiefer, Stiel-Eiche, Gemeine Birke, Europäische Lärche, Rot-Erle, Berg-Ahorn und Winter-Linde.



Abbildung 50: Sanierungstagebau Berzdorf/Außenhalde (1946-1997) – Erholungswald im Bereich der Neuberzdorfer Höhe/Oberlausitz.

Ein vielfältiges Landschaftsmosaik: Zwischen artenreichen Aufforstungsbeständen verbleiben Sukzessionsbereiche zur natürlichen Wiederbewaldung. Es können biomassereiche Bestockungen erwachsen, deren allgemeines Ertragsniveau (Biomasseentwicklung) sogar über demjenigen gleichaltriger Reinbestände des Tagebaumlandes liegt.



Abbildung 51: Abwechslungsreiche Laubholz-Mischbestände entstehen im Tagebau Greifenhain (1935-1994).

## VIII. Richtungsweisende Baumartenwahl

### VIII.1 Zuordnung von Standort und Baumart

Die Baumartenwahl ist eine grundsätzliche Richtungsentscheidung für den künftigen Kippenwald, zumindest die erste Waldgeneration. Maßgeblich sind die spezifischen Zustandseigenschaften der Substrate, wie sie bei der Kippenkartierung festgestellt werden. Dann erfolgt eine grobe Einschätzung des standörtlichen Potenziales unter Berücksichtigung der auf älteren Rekultivierungsflächen leicht ablesbaren Boden- und Waldentwicklung. Insofern enthält die waldbauliche Festlegung immer eine wissenschaftlich oder durch Erfahrung begründete Zukunftsannahme (KATZUR & BÖCKER 2010, KNOCH & SCHLENSTEDT 2021). Es bestehen waldbauliche Spielräume, gerade weil die Lausitz im Übergang vom gemäßigt atlantischen zum kontinentalen Klimabereich liegt. Hier überschneiden sich die natürlichen Areale vieler mitteleuropäischer Baumarten – von der Rot-Buche, Weiß-Tanne und „Lausitzer Tieflandsfichte“ über verschiedene Edellaubhölzer bis zu den allgegenwärtigen Gemeinen Kiefern, Gemeinen Birken und Trauben-/Stiel-Eichen.

#### Kippbodenkartierung

Am Rekultivierungsbeginn steht die Eingruppierung der Kippsubstrate nach abgrenzbaren Einheiten mit einer bestimmten pflanzenbaulichen Qualität. Darin wird aus physikalischen und chemischen Substratmerkmalen die für das Baumwachstum relevante Trophie (Stamm-Nährkraftstufe) und Wasserspeicherfähigkeit (Stamm-Feuchtestufe) eingeschätzt. Die geologische Kippbodenkartierung bleibt ein Kompromiss. Obgleich engmaschige (50 x 50 Meter

bis 100 x 100 Meter) Bohrstocksondierungen erfolgen, wird aber nur ein Leitbodenprofil für mehrere Hektar oder die angenommene Kartierungseinheit geöffnet und analysiert. Falls Meliorationsbedarf besteht, kann die dafür bemessene Aufkalkung nicht alle standörtlichen Feinheiten abbilden. Selbst wenn eine zusätzliche Kalkreserve, bemessen anhand der Streuung mehrerer Einzelwerte, einkalkuliert wird, bleiben kleinräumige Unterkalkungen. Dazu kommt eine inhomogene Kalkverteilung im Profil, selbst bei intensiver Durchmischung. Technologisch bedingt nimmt die eingearbeitete Kalkmenge mit der Bearbeitungstiefe in aller Regel ab.

### VIII.2 Allgemeine Bestockungsempfehlungen

#### Die waldbauliche Entscheidung

Bei einer sorgfältigen Flächenvorbereitung und darauf abgestimmten, standortgerechten Holzartenwahl lassen sich schon in der ersten Waldgeneration leistungsfähige oder zumindest ökologisch „entwicklungsfähige“ Bestockungen realisieren (SCHLENSTEDT ET AL. 2014, KNOCH & SCHLENSTEDT 2018). Dabei orientiert sich die forstliche Rekultivierung an der allgemeinen forstlichen Standortkartierung in Ostdeutschland für sickerwassergeprägte Böden, welche bewirtschaftungsrelevante, aber nur schwer veränderbare Zustandseigenschaften in den Vordergrund stellt (PETZOLD ET AL. 2016).



Abbildung 52: Vereinfachtes Ökogramm der Waldentwicklungsziele für Rekultivierungsflächen des Lausitzer Braunkohlenbergbaues.

Diese Darstellung berücksichtigt die ökologische Amplitude der Gehölze und das abschätzbare Konkurrenzverhalten nach bisherigem Wachstumsverlauf, speziell auf Kippenflächen. In die waldbauliche Entscheidungsfindung fließen Annahmen und Szenarien zur Klimaveränderungen ein, gerade was die Anbaueignung von wärmeempfindlichen Baumarten, wie der Gemeinen Kiefer, betrifft. Im Ergebnis steht ein „laubholzbetonter“ Waldbau.

Solche Bestandestypen im Tagebau Welzow-Süd passen für ziemlich arme (Z) bis mäßig (M) nährstoffversorgte Kipp-Lehmsande und Kohlenlehmsande. Verwendet werden hochwertige Sonderherkünfte aus gebietsheimischen Saatgutbeständen, im Bild gerad- und wipfelschäftige „Tauersche Eichen“ aus dem FFH-Gebiet Pinnower Läuche und Tauersche Eichen. Zur Sicherung ihres wertvollen Genpools dienen Erhaltungssamenplantagen auf Rekultivierungsflächen. Die dort aus Pflanzung erwachsenen Bäume sind ein genetisches Archiv der im Tagebau vorfeld verlorenen Wälder.



Abbildung 53: „Goldener Oktober“ – 15-jährige Trauben-Eichen-Aufforstung mit Winter-Linde und lückenföhlendem Birkenanflug sowie einzelnen Waldkiefern.

### Kippsubstrattyp und Waldentwicklungsziel

Der kartierte Kippsubstrattyp (= Kippbodenform, Substratart) ist die kleinste Bezugseinheit zur Kennzeichnung des forstlichen Standortes. Jeder nach bodengeologischen Merkmalen und Entstehungsweise definierte Bergbauboden lässt sich hinsichtlich seines Nährstoff- und Wasserangebotes einordnen (WÜNSCHE ET AL. 1981, ABO-RADY ET AL. 1998, SCHLENSTEDT ET AL. 2014). Mehrere chemisch-physikalisch, ökologisch und pflanzenbaulich einander ähnliche Kippböden bilden eine Standorteinheit, für die sich spezifische Bestockungstypen ableiten.

Stamm-Nährkraft- und Stamm-Feuchtestufe nach Anleitung für die forstliche Standorterkundung im Nordostdeutschen Tiefland (SEA 95), (+) = in Kombination mit, (/) = optional

Die Hauptbestockung entspricht der maßlichen Baumartenkombination, wie sie sich nach heutigem Wissensstand bei freier Sukzession schlussendlich einstellen sollte. Bei einer standörtlich passenden Baumartenwahl decken sich die spezifischen Ansprüche der Gehölze mit den langfristig verfügbaren Ressourcen.

Kippsubstrat	Nährkraftstufe	Feuchtestufe	Standortgerechte Bestockungstypen beziehungsweise empfohlene Baumartenkombination (Haupt- und Mischbaumarten)
Kalklehm, Kieskalklehm, Kalkschluff, Kieskalkschluff, Schluff, Kalkkohlenlehm	reich (R)	feucht	(1) Trauben-/Stiel-Eiche + Hain-Buche/Winter-Linde, (2) Edellaubhölzer + Trauben-/Stiel-Eiche + Winter-Linde / Hain-Buche, (3) Edellaubhölzer/Trauben-/Stiel-Eiche + Rot-Buche
		frisch	(1) Trauben-/Stiel-Eiche + Rot-Buche, (2) Trauben-/Stiel-Eiche + Winter-Linde/Hain-Buche, (3) Trauben-Eiche + Gemeine Kiefer
Lehm, Lehmsand, Schluff, Kalkkohlenlehm	kräftig (K)	frisch	(1) Trauben-/Stiel-Eiche + Winter-Linde/Hain-Buche, (2) Trauben-/Stiel-Eiche + Edellaubhölzer, (3) Rot-Buche + Edellaubhölzer
		mäßig frisch	(1) Trauben-/Stiel-Eiche + WinterLinde, (2) Trauben-/Stiel-Eiche + Gemeine Kiefer/Gemeine Birke
Lehm, Ton, Lehmsand, Kohlenlehm, Kohlenlehmsand, Kohlen-schluff, Kohlenton, Kalkkohlen-sand	mäßig nährstoffhaltig (M)	mäßig frisch	(1) Trauben-/Stiel-Eiche + WinterLinde/Hain-Buche, (2) Trauben-/Stiel-Eiche + Rot-Buche, (3) Trauben/Stiel-Eiche + Berg-Ahorn
		mäßig trocken	(1) Trauben-/Stiel-Eiche/Rot-Eiche + Gemeine Kiefer, (2) Trauben-/Stiel-Eiche + Gemeine Birke / Aspe
Lehmsand, Kieskohlenlehm, Mittelsand, Feinsand, Kohlensand, Kieskohlenlehm, Kiessand	ziemlich arm (Z)	mäßig trocken	(1) Trauben-/Stiel-Eiche + Gemeine Kiefer/Gemeine Birke/Aspe, (2) Gemeine Kiefer + Gemeine Birke/Rot-/Weiß-Erle
		trocken	(1) Trauben-/Stiel-Eiche / Rot-Eiche + Gemeine Kiefer/Gemeine Birke, (2) Trauben-/Stiel-Eiche + Gemeine Birke, (3) Gemeine Kiefer + Gemeine Birke/Aspe
Grobsand, Kohlensand, Kiessand, Kies	Arm (A)	trocken	(1) Gemeine Kiefer + Gemeine Birke/Aspe, (2) Gemeine Kiefer + Rot-/Weiß-Erle
		dürr	(1) Gemeine Kiefer, (2) Gemeine Kiefer + Gemeine Birke, (3) Trockenwald

Tabelle 4: Bestockungstypen für terrestrische Standorte mit einem Grundwasserflurabstand von über 2 Meter.

- **Besonders nährstoffkräftige und speicherfeuchte Kipp-Lehme und -Schluffe** – In Frage kommen struktureichere Bestandestypen mit Trauben- und Stiel-Eiche, anspruchsvolle Edellaubhölzer (Berg-/Spitz-Ahorn, Gemeine Esche, Berg-Ulme), Winter-Linde, Hain-Buche, Rot-Buche und Vogel-Kirsche. Anspruchsvolle Produktionsziele verbinden sich mit einer besonderen ökologischen Qualität der Baumartenvielfalt.
- **Mäßig nährstoffhaltige und noch speicherfrische Sandlehme bis Lehmsande** – Dies sind ertragskräftige Eichenstandorte. Bei passender Herkunftswahl und konsequenter Bestandespflege ist eine Wertholzerzeugung aussichtsreich. Neben dienender Winter-Linde kommen Hain-Buche und Rot-Buche zum Anbau. Die trupp- bis gruppenweise Beimischung von wirtschaftlich relevanten Laubholz-Begleitbaumarten bleibt möglich, etwa der schnellwüchsigen Vogel-Kirsche.
- **Schwach bindige, anlehmige Sande** – Diese weit verbreiteten Kippenböden, ob kohlenführend oder nicht, sind für Eichen-Mischwälder vorbestimmt. Genügsame und wirtschaftlich interessante Mischungspartner sind insbesondere Gemeine Kiefer und Gemeine Birke. Die im Kern dreigliedrige Baumartenkombination entspricht der heute potenziell-natürlichen Vegetation vieler Waldstandorte im Tagebauumland.

- **Sehr nährstoffarme und speichertrockene bis -dürre Kipp-Reinsande** – Forstlich schwierige Standorte mit geringster Sorptionskraft bleiben der Gemeinen Kiefer vorbehalten. Es fehlen geeignete Anbauoptionen mit Laubholz-Wirtschaftsbaumarten. Vorrangiges Sicherungsziel ist die dauerhafte Waldbedeckung aus nicht-wirtschaftlichen Motiven. Alle sich natürlich ansammlenden Pioniergehölze (Aspe, Gemeine Birke) sind bei der Bestandespflege zu erhalten.

Wie schon bei der pflanzenbaulichen Bewertung „gewachsener“ Waldböden, lassen sich dadurch aber nicht alle Standortnuancen abbilden. Das gilt umso mehr für schwefelsaure Tertiärsubstrate, wie sie andernfalls in Mitteleuropa nicht an die Erdoberfläche gelangen. Oft zeichnen sich Meliorationsmängel noch Jahrzehnte später im Waldbild ab, vor allem wenn Einarbeitungstiefe und/oder Dosierung zu gering ausfallen. Ein spezifisches Problem sind mit grobkörnigen Kesselhausaschen behandelten Förderbrückenkippen. Manche schlechtwüchsigen Kiefern- und Rot-Eichen-Bestände der 1960er und 1970er Jahre zeugen davon, stehen sie doch im auffälligen Gegensatz zur ansonsten guten Wachstumsleistung von Kippenwäldern.

Nach den jährlichen Rückgabeflächen des Bergbaues oder „Jahresscheiben“ entsteht zwangsläufig ein schematisch-gestaffelter Altersklassenwald. Auch wenn ökologisch sehr unterschiedliche Baumarten gemischt vorkommen, so kennzeichnen doch zumeist einschichtige Jungbestände den Waldaufbau. Meist sind die jeweiligen Aufforstungsflächen geometrisch angeordnet und linienhaft abgegrenzt. Planungsabläufe und forstpraktische Maßnahmen fordern übersichtliche Unterlagen mit kartennäßig eindeutiger Darstellung. Auch der Anspruch „gesicherter Kulturen“ führt zu eher abgezielten und gleichförmigen Bestockungen.

Umso abwechslungsreicher ist dagegen das Inventar nur teilweise und nach heutigen Maßstäben unzureichend rekultivierter „Altkippenwälder“. Wie bei Anahütte/Poley, im Stadtgebiet Lauchhammer oder Domsdorf treffen dort unberührte Sukzessionsbereiche, dem Zufall überlassene Pflanzbestände und gezielte waldbaulichen Maßnahmen aufeinander. Nicht immer kann ihr aktueller Bestockungszustand holzwirtschaftlich überzeugen, umso größer sind die biologische Vielfalt und der Erlebniswert.

### VIII.3 Mischbestandsbegründung

#### Die Mischung macht . s

Bereits seit den 1920er Jahren strebt die Rekultivierung im Lausitzer Braunkohlenrevier struktureiche Mischbestockungen an, soweit dies die Standortverhältnisse und allgemeinen Umstände, insbesondere die Bereitstellung von ausreichendem Pflanzmaterial, ermöglichen. Biodiverse Wälder sind durch ihre genotypische Vielfalt gut an dynamische Standort- und Umweltveränderungen angepasst

(VON LÜPKE 2004, 2009, KÖLLING ET AL. 2010, ROTHKEGEL ET AL. 2011, RUHM 2017). Gerade weil die Wuchsbedingungen auf Neulandböden stark kontrastieren, verteilen sich Anbaurisiken. Waldbauliche Flexibilität zahlt sich langfristig im Holzertrag aus, selbst wenn Individuen oder einzelne Arten an Konkurrenzkräften verlieren. Dazu kommen ökologische Pluspunkte: So lässt sich bei 30-prozentiger Laubholzbeimischung in größeren Kiefernkomplexen das Risiko eines bedrohlichen Kahlfraßes durch Schadinsekten spürbar verringern. Ähnlich positive Rückwirkungen auf die waldschutzrelevanten Organismen sind für andere wärme- und trockenheitsaffine Großschädlinge anzunehmen.

Baumartenmischungstabellen geben eine Orientierung zu den standörtlich passenden Gehölz- und Straucharten und ihrem Mischungsverhältnis (MLUK 2022). Danach sollen Hauptbaumarten 50 bis 75 Flächenprozent der jeweiligen Bestockung einnehmen. Zwischenständige, zur Bodenverbesserung oder Schaftpflege „dienende“ und ökonomisch bedeutsame Mischbaumarten machen 25 bis 50 Prozent aus. Der Bestockungsanteil ökologisch bedeutsamer, aber wirtschaftlich meist uninteressanter Neben- und Begleitbaumarten liegt unter 10 Prozent. Hinzu kommen sich natürlich ansammelnde Weichhölzer. Saal-Weide, Aspe oder Eberesche tragen zur Vielfalt bei und fördern mit ihrer besonders leicht zersetzbaren Blattstreu die frühe Bodenentwicklung (LEDER 1996). Erst bei Gefährdung der Zielbestockung durch Lichtkonkurrenz sollten sie entfernt werden, jedoch nie vollständig.

Vielfältige, funktionsgerechte Waldinnen- und -außenränder sind nicht nur Kulisse und landschaftsprägendes Element der Habitatvernetzung. Vielmehr haben sie eine herausragende landschaftsökologische Bedeutung als Lebensraum – Grenzbiootope mit großem Artenreichtum auf kleinstem Raum (AID 1993). Daneben stabilisieren und schützen gestufte Waldränder die angrenzenden Aufforstungen vor Untersonnung, Austrocknung wie auch starkem Wind (COCH 1995, OTT & HELBLING 2013). Entgegen der ansonsten gültigen Grundsätze bei der Mischwuchsregulierung werden dort wuchsunterlegene Einzelbäume seltener gebietsheimischer Arten (beispielsweise *Sorbus*-Arten, Wildbirne) gefördert. Waldtypische Sträucher mit biologischer Funktion (Weiß-Dorn, Schlehe, Hunds-Rose, Schneeball), Schutzbedürftigkeit (Europäischer Hartriegel, Gewöhnliches Pfaffenhütchen, auf feuchten Böden auch Gewöhnliche Trauben-Kirsche) oder landschaftshistorischem Bezug (Gemeiner Wacholder) ergänzen das Spektrum. Gerade an Aussichtspunkten oder in Ortsnähe bereichern farben- und blühfreudige Gehölze das Landschaftsbild und -erlebnis.

Die jährliche Förderung im Tagebau Nochten beträgt bis zu 19 Millionen Tonnen Rohbraunkohle. Das Braunkohlekraftwerk Boxberg hat eine installierte Leistung von 2.575 Megawatt im Jahr 2020. Die Grundsteinlegung erfolgt im Herbst 1968, Anfang der 1970er Jahre gehen die Werke I-III in Betrieb. Während seiner maximalen Ausbaustufe beträgt die Nennleistung der zwölf 210-Megawatt- und zwei 500-Megawatt-Blöcke 3.520 Megawatt – in den 1980er Jahren das größte Kraftwerk in der DDR. Kraftwerksblock R (Werk IV), seit 2012 in Betrieb, erreicht mit seinen 675 Megawatt einen Wirkungsgrad von 44 Prozent.



Abbildung 54: Aufforstung mit Stiel-Eiche und Gemeiner Kiefer auf der Innenkippe des Tagebaues Nochten (ab 1960).

Die nährstoffkräftigen (K) bis reichen (R) und sehr gut mit Wasser versorgten Kippenböden im Silikat- bis Kohlsäure-Carbonat-Pufferbereich (pHKCl 5,0 bis 8,6) lässt kaum waldbauliche Wünsche offen: Als besonders raschwüchsig erweist sich die Hain-Buche. Daneben überzeugen Winter-Linde, Berg-Ahorn, Stiel-Eiche, Rot-Buche und Vogel-Kirsche. Solche besonders produktiven Laubholzstandorte machen nur knapp 15 Prozent der Aufforstungsfläche im Sanierungsbereich aus. Sie sind alleine schon wegen ihrer Artenvielfalt von großer waldböologischer Bedeutung. Darüber hinaus lässt die komplementäre Bestockung aus schattentoleranten bis eher lichtbedürftigen Gehölzen einen strukturellen Waldaufbau erwarten.

### Natürliche Dynamik nutzen

Sofern das Bestockungsziel nicht gefährdet wird, kann auf Aufforstungsflächen ein lockerer Birken-, Pappel-, und Weidenanflug als Vorwaldschirm toleriert werden. Dessen ökologischer Mehrwert äußert sich nicht nur im Beitrag zur biologischen Vielfalt, sondern auch in einer vertikalen Bestandesstrukturierung, vor allem auf wuchskräftigen Standorten. Zudem beschleunigt der rasche Umsatz einer leicht mineralisierbaren Blattstreu die Humusanreicherung und Bodenbildung.

Weil Braunkohlentagebaue im Einzelfall auch besonders geschützte Wälder nach Naturschutzrecht zerstören, hat die forstlichen Rekultivierung eine besondere Verpflichtung zwecks Ersatz und Ausgleich des landschaftsökologischen Verlustes. Dazu zählt insbesondere die Erhaltung seltener Baumarten und Herkünfte auf Nassstandorten, wie der „Lausitzer Tieflandsfichte“ (TRÖBER ET AL. 2009). Über Samenplantagen und Mutterquartiere hinaus steht dabei die Schaffung geeigneter Ausweichbiotope im Mittelpunkt. Dafür werden insbesondere wasserstauende Flaschentone der tertiären Schichtenfolge oberflächennah verkippt, wie im Tagebau Nochten. Sie ersetzen ökologisch wertvolle Zweischichtböden und schaffen Ersatzlebensräume – auch für andere seltene Arten, wie Moor-Birke oder den streng geschützten Königsfarn. Ein anderes Beispiel ist die Erhaltung hochwertiger Eichen-Provenienzen aus dem Tagebauvorfeld Jänschwalde, indem sie zur Wiederbestockung von Kippenflächen kultiviert werden.



Abbildung 55: Junger Edellaubholz-Mischbestand auf Geschiebemergel im rückwärtigen Rekultivierungsbereich des Tagebaues Welzow-Süd.

### Bestandesbegründung durch Pflanzung

Bei guter forstlicher Rekultivierungspraxis sind die Pflanzausfälle in der Anwuchsphase kaum größer als im Tagebauumland. Daher können sich Baumzahlen und Pflanzverbände an allgemeinen Richtwerten orientieren. Aus Gewährleistungsgünden wird mitunter eine Sicherheitsreserve von plus 25 Prozent der üblichen Pflanzanzahl kalkuliert, was den späteren Pflegeaufwand aber kaum beeinflusst.

### Pflegegehölzer

Durch den Mitbau von Pflegegehölzen, wie der Stickstoff fixierenden Weiß- und Rot-Erle, lassen sich Düngegaben einsparen (ERTLE 2005). Vor allem auf mittleren bis reichen Standorten mit besserer Wasserversorgung kann die Erle in der Jugend überzeugen. Darüber hinaus äußert sich die ökologische Vorteilswirkung in einer stärkeren Bestandesstrukturierung (PREUBNER 2005). Unklar ist dagegen, ob die Hauptbaumarten von der Stickstoff-Anreicherung profitieren können. Anbauerfahrungen zeigen aber, dass auf sorptionsschwachen Kippbodenformen die Wasserversorgung das Wachstum von unter- und zwischenständigen Begleitbaumarten limitiert. Häufig fallen sie früh aus oder bleiben nur schwach wüchsig. Danach leisten sie weder einen nennenswerten Beitrag zur Bodenentwicklung noch für die Bestandesausformung.

Waldbaulich gewollt sind trupp-, gruppen- bis horstweise Mischungen, die sich auf die Kronenausbildung im ausdifferenzierten Altbestand einstellen. In der Rekultivierungspraxis wird aber eine reihenweise Mischung bevorzugt, aus arbeitsorganisatorischen Gründen, wegen des Einsatzes moderner Pflanzmaschinen und der leichteren Ergebniskontrolle. Die wesentlich kostspieligere Handpflanzung bleibt für nicht befahrbare Waldflächen, Steilböschungen oder Uferzonen bestehen. Dort bildet die Waldsaat eine kostengünstige Alternative, vor allem bei Gemeiner Kiefer, Gemeiner Birke und Trauben- und Rot-Eiche. Allerdings stehen dem nicht nur Vergabe- und Gewährleistungsgründe entgegen. So können auf besseren Kippsubstraten konkurrenzstarke Langgräser sowie unduldsame Kräuter schnell die Ansaat überwachsen. Daher lässt sich der Kulturerfolg nur schwer einschätzen, anders als bei leicht überschaubaren Pflanzverbänden. Schließlich ist herkunftsgesichertes Saatgut in Deutschland chronisch knapp und oft an Baumschulen vergeben. Die großen Walderneuerungsprogramme verschärfen die Situation. Gerade bei selteneren Laubholzbaumarten mit unsicherer Fruchtifikation wie Winter-Linde oder Hain-Buche treten immer wieder Lieferengpässe auf.

Baumart	Pflanzanzahl je Hektar	Mischbaumart	Pflanzanzahl je Hektar
Gemeine Kiefer	6.000 - 8.000 (10.000 - 12.500)1)	Gemeine Birke, Trauben-Eiche, Aspe	2.000 - 4.000
Rot-Eiche	5.000 - 7.000 (6.000 - 8.000)	Winter-Linde, Hain-Buche	3.000
Trauben-/Stiel-Eiche	5.000 - 7.000 (8.000 - 10.000)	Winter-Linde, Hain-Buche	3.000
Edellaubhölzer	6.000 - 8.000	Edellaubhölzer, Rot-Buche	2.000
Rot-Erle	2.500 - 3.500	Gemeine Esche	1.000
Gemeine Birke	2.500 - 3.000 (3.500 - 5.500)	Trauben-Eiche, Gemeine Kiefer	2.000 - 2.500

Tabelle 5: Rahmenvorgaben der Pflanzanzahlen und Mischungsverhältnisse für die Kippenaufforstung. <sup>1)</sup> Angaben in Klammern beziehen sich auf Reinbestände.



Abbildung 56: Neustart – Frühjahrspflanzung mit einjährigen Kiefern sämlingen im praxisüblichen Pflanzverband von 2,0 x 0,5 Meter.

Zur Waldbegründung auf Kippenflächen empfehlen sich handelsübliche Baumschulsortimente (1+0/2+0 (unterschnitten), 20/40, 30/50 oder 40/60) aus zugelassenem Vermehrungsgut regionaler Herkunft. Von nicht gebietsheimischen „Ersatzherkünften“ – etwa aus anderen trocken-warmen Regionen Süd- und Osteuropas – ist vor allem wegen der geringen Frosttoleranz abzuraten.

Aufgrund der Spätfrostgefahr und häufigen Frühjahrstrockenheit wird die Herbstpflanzung (November/Dezember) genau wie im Tagebauumland favorisiert. Bei grundmeliorierten Flächen verschiebt sich die Aufforstung in das Folgejahr. Eine zwischenzeitliche Testsaat mit Gräsern oder annuellen Kräutern zur Kontrolle des Meliorationsergebnisses ist zweckmäßig. Bei größeren Fehlstellen wird eine Nachbegutachtung notwendig. Nach Bodenanalysen entscheidet sich, ob punktuelle Ergänzungskalkungen ausreichen oder eine wiederholte Melioration der gesamten Behandlungseinheit erfolgen muss.



Abbildung 57: Jagd und Wildtiermanagement in der Lausitzer Bergbaufolgelandschaft – Tagebau Welzow-Süd.

Mit gleichzeitiger Einbringung von Mischbaumarten sind die angegebenen Stückzahlen den Mischungsverhältnissen anzupassen. Die Mischungsform folgt der potenziellen Kronenfläche erntereifer Bäume. Nach bewährter Rekultivierungspraxis betragen die Pflanzverbände 2,0 (1,8) x 1,0 Meter bis 1,5 x 0,7 Meter oder 2,0 x 0,5 Meter.

Knospen und Triebe junger Laubgehölze sind für Rot- und Rehwild besonders schmackhaft, proteinreich und leicht verdaulich. Um artenreiche Laubholz-Mischwälder ohne kostspielige Wildschutzzäune zu etablieren, bedarf es einer artgerechten Bejagung. Angepasste Schalenwildrichten sind für die forstliche Rekultivierung unabdingbar und eine Dienstaufgabe der „Kippenförster“. Über die Notwendigkeit und Art von zusätzlichen Wildschadensverhütungsmaßnahmen, wie Zaunbau oder Wuchshülle, entscheiden dann die örtlichen Gegebenheiten. Übrigens: Dort wo das „Welzower Wolfsrudel“ auf Pirsch geht, nimmt es spürbaren Einfluss auf die Wildichte.



Abbildung 58: Junger Forstwissenschaftler – der Autor – kontrolliert den Aufwuchs einer Trauben-Eichen-Kultur im ehemaligen Tagebau Jänschwalde.

Im Rahmen eines praxisnahen Meliorationsversuches werden unterschiedliche Technikvarianten zur Grundkalkung geprüft. Die mittleren Einarbeitungstiefen des Kalkmergels betragen zwischen 60 und 100 Zentimeter, je nach Verfahren. Zur dauerhaften Aufkalkung des stark schwefelsauren Kipp-Kohle-Lehmsandes werden bis zu bis zu 300 Tonnen Kalk je Hektar benötigt. Allerdings bleibt die Kalkverteilung ungleichmäßig, und jenseits von 60 Zentimeter Tiefe wird die potenzielle Acidität aus vollständiger Pyritverwitterung nicht mehr vollständig kompensiert. Dennoch kann die gut wüchsige Trauben-Eiche diesen Bereich in wenigen Jahren durchwurzeln, so dass die Bestockung von Beginn an stabil aufwächst.

### VIII.4 Zielbestockung ohne Vorwald

#### Schutzpflanzendecke

Im Gegensatz zur landwirtschaftlichen Rekultivierung erfolgt bei der Waldbegründung kein Anbau bodenverbessernder Vorkulturen, bis auf einjährige Testsaaten zum Meliorationsnachweis. Die bestandesbildenden Zielbaumarten werden heute unmittelbar nach Abschluss der Flächenvorbereitung gepflanzt. Neben der obligaten NPK-Grunddüngung wird aber üblicherweise eine Schutzpflanzendecke eingesät. Standortangepasste Saatgutmischungen sollen den Anwuchsprozess der Gehölze verbessern und die Bodenentwicklung beschleunigen (WOLF 1989, REINECKE 1997).

Auf ärmeren, trockenen Sandböden hat sich die Ein- und Aussaat von anspruchslosen Untergräsern, mit rund 5 bis 10 Gramm Saatgut/Quadratmeter bewährt. Für mittlere bis reiche Standorte sind Luftstickstoff bindende Leguminosen (perennierende Lupine, verschiedene Kleearten) möglich. Höhere Einsaatstärken können zwar durch mehr Biomasse die anfängliche Bodenbildung fördern, wirken sich aber bisweilen nachteilig auf das Baumwachstum aus. Erfahrungsberichte weisen auf Wasser- und Lichtkonkurrenz hin, sind aber nur schwer interpretierbar. Vieles bleibt spekulativ, es fehlen Felddaten und systematische Anbauversuche.

Bei der Sortenwahl werden trockenheitsverträgliche Arten bevorzugt, insbesondere der anspruchslose Waldstaudenroggen – eine typische Pflanze historischer Brandrodungskultur und Niederwaldnutzung, auch „Uroggen“ oder „Johannisroggen“ genannt. Auf sorptionskräftigen Substraten kann er durch den typischen Kulturfolger ausdauernden Wiesen-Goldhafer oder eher anspruchsvollen Sommerweizen ersetzt werden.

Allerdings besteht bei handelsüblichem Saatgut die Gefahr einer dauerhaften Florenverfälschung. Regel-Saatgutmischungen enthalten gebietsfremde Arten und Sorten mit geringer Standorteignung. Deshalb ist auch bei Kompensations- und anderen Begrünungsmaßnahmen in der „freien Natur“ seit dem Jahr 2020 nur noch gebietseigenes Saatgut zugelassen (Thews & Werk 2014). Diese Regelung nach Bundesnaturschutzrecht gilt jedoch nicht für den Anbau in der Land- und Forstwirtschaft.

Artbezeichnung	Anteil in der Saatgutmischung für Trophiestufe Z
Schafschwingel ( <i>Festuca ovina</i> )	30 %
Rotschwingel ( <i>Festuca rubra</i> , var.)	30 %
Waldstaudenroggen ( <i>Secale multicaule</i> )	15 %
Wiesenrispe ( <i>Poa pratensis</i> )	10 %
Ausdauerndes Weidelgras ( <i>Lolium perenne</i> )	5 %
Wehrlose Trespe ( <i>Bromus inermis</i> )	5 %
Weißklee ( <i>Trifolium repens</i> )	5 %

Tabelle 6: Beispiel eine standortangepassten Saatgutmischung für kieshaltige und kohlenführende Lehmsande (Trophiestufe Z).

Jede spontane Begleitvegetation ist vom Grundsatz her positiv zu beurteilen, sowohl aus bodenkundlicher, waldökologischer als auch naturschutzfachlicher Sicht. So können mehrjährige, krautige Horst-, Rosetten- oder Ausläuferpflanzen den Standort langfristig besiedeln (DAGEFÖRDE 1998A). Insbesondere niedrigwüchsige Kräuter wirken sich vorteilhaft aus – durch Nährstoffspeicherung, Akkumulation rezenter organischer Substanz sowie die Gefüge bildende Erschließung des Mineralbodens. Allerdings können aufkommende Langgräser (Landreitgras) und nitrophile Ruderalpflanzen, wie die besonders aggressive Brombeere, Verjüngungsziele gefährden – entweder unmittelbar durch Konkurrenz oder indirekt als ideales Mäusebiotop.

Vor allem auf kräftigeren Standorten ist dann eine frühzeitige Kulturpflege notwendig, manchmal bereits im Pflanzjahr: Selbstverständlich soll heute aus ökologischen Gründen auf den Einsatz von Herbiziden verzichtet werden. Viele Kippenaufforstungen sind bereits waldzertifiziert, was entweder den flächigen Einsatz von Bioziden untersagt (FSC) oder an große Hürden knüpft (PEFC). Jedoch ist die mechanisierte Streifenmahd in den Zwischenreihen fragwürdig. Eher zur Förderung der biologischen Vielfalt geeignet, so fehlen jedoch experimentelle Belege eines pflanzenbaulichen Vorteiles. Zu empfehlen ist die motormanuelle und händische Kulturpflege („Freischneiden“) innerhalb der Pflanzreihen.



Abbildung 59: Frohwüchsige Trauben-Eichen/Rot-Buchen-Kultur im fünften Standjahr ohne Vorwaldschirm.

Oft wird die Anbaueignung der gebietsheimischen Rot-Buche auf Kippenstandorten unterschätzt. Bereits seit der vorrömischen Eisenzeit (ab 800 vor unserer Zeitrechnung) ist sie in der Lausitz nachweisbar, genauso wie die Hain-Buche. Beide bestocken überwiegend frische und grundwassernahe Bodenformen mittlerer Nährstoffversorgung. Solche vergleichsweise „wärmeliebende“ Holzarten der subozeanischen Klimazone und vertagen warme Sommer. Die Rot-Buche zählt zu den wenigen Gehölzen Mitteleuropas, die vom rasanten Klimawandel profitieren, kann sie doch ihr Wuchsareal beständig nach Osten und Norden erweitern, jährlich um einige Kilometer.

### VIII.5 Instabile Kiefern-Monokulturen

#### Waldbauliche Hypothek

Rund zwei Drittel der forstlichen Rekultivierungsfläche im Lausitzer Braunkohlenrevier sind nährstoffarme bis ziemliche arme, meist speichertrockene Standorte. Sie fallen damit in das typische Anbauspektrum der Gemeinen Kiefer. Vor allem die geringe nutzbare Wasserspeicherkapazität macht es anspruchsvolleren Laubbaumarten schwer. Gerade in den 1970er und 1980er Jahren sind große Aufforstungskomplexe, meist als Kiefer-Reinbestände entstanden. Noch heute liegt ihr Flächenanteil in der Rekultivierung bei rund 40 Prozent.

Ihre Holzertragsleistung kann überzeugen: Aktuell beträgt der laufende Flächenzuwachs über alle Kiefernstandorte rund 10 Kubikmeter/Hektar/Jahr (ERTLE ET AL. 2012). Dabei lassen sich auf durchschnittlichen Standorten bereits mit dem Aufschluss der Rückegassen positive Deckungsbeiträge erwirtschaften (KÖHLER ET AL. 2016). Solche Altersklassenwälder zwischen 30 bis 60 Jahren sind zwar sehr produktiv, allerdings auch zunehmend störungsanfällig. Was dazu kommt: Nach wie vor haben überdicht begründete Kiefern-Reinbestände der 1970er und 1980er Jahre mit Pflanzzahlen bis 30.000 Stück/Hektar nachwirkende Stabilitätsprobleme und strukturelle Pflegedefizite. Gleichzeitig besteht ein nutzungsabhängiges Bewirtschaftungsrisiko, insbesondere durch wärmeliebende Schwächeparasiten, die von längeren Vegetationszeiten und trockenen Sommern profitieren.

#### Kiefern-Wurzelfäule erfordert ...

Bekanntlich leiden Kippen-Erstaufforstungen mit Gemeiner Kiefer unter Wurzelschwammbefall (EMMRRICH ET AL. 2001, KNOCHÉ & ERTLE 2007, 2008). Davon besonders betroffen sind asche- und kalkmeliorierte Rekultivierungsflächen mit pH<sub>KCl</sub>-Werten im Oberboden >5,5. In jungen Aufforstungen ist der aggressive Weißfäulepilz zunächst noch nicht vertreten. Die primäre Sporeninfektion erfolgt frühestens mit den ersten Lägerungs- und Durchforstungsmaßnahmen. Seine allgegenwärtigen Sporen besiedeln frische Durchforstungsstubben ab 10 Zentimeter Durchmesser, was einem Bestandesalter zwischen 15 und 20 Jahren entspricht.

Zwar stoppt die Freisetzung von Wurzelschwammsporen bei Frosttemperaturen. Allerdings sind stabile winterliche Hochdruck-Wetterlagen eher selten, und die frischen Schnittflächen bleiben mehrere Tage lang infektiös.

Noch fehlen natürliche Gegenspieler (Antagonisten), die ihrerseits Baumstümpfe besiedeln, insbesondere der Riesenrindenpilz (*Phlebiopsis gigantea*). Über Wurzelkontakte geht das Wurzelschwamm-Myzel auf bis dahin gesunde Nachbarbäume über. Mit dem Verschluss ihrer wasserführenden Leitbahnen – eine Abwehrreaktion – sterben sie innerhalb von 2 bis 3 Jahren ab. Von jetzt an ist die Sekundärinfektion nicht mehr kontrollierbar. Rund um die ursprüngliche Eintrittspforte bilden sich typische, nahezu konzentrische Befallsherde, welche schließlich ineinander übergehen.



Abbildung 60: „Fehlentwicklung“ – flächige Absterbeerscheinungen in einem 50-jährigen Kiefern-Reinbestand, verursacht durch den Kiefern-Wurzelschwamm.

Weitere Sekundärschäden (Windwurf, Käferbefall) schwächen das Waldgefüge, vor allem warm-trockene Sommer begünstigen den rasanten Schadensfortschritt. Erst im Baumholzalter von 60 bis 80 Jahren lässt die Vitalität des Krankheitserregers spürbar nach. Das Infektionsgeschehen kommt zum Stillstand, auch weil jetzt genügend pilzliche Widersacher vorhanden sind. Für die kommende Waldgeneration bildet der jetzt endemische Kiefern-Wurzelschwamm als primärer Störfaktor keine Bedrohung mehr.

#### ..Risikobewertung und rechtzeitige Gegenmaßnahmen

Die gefürchtete Primärinfektion lässt sich jedoch durch geeignete Präventionsmaßnahmen verhindern oder hinauszögern: Seit Ende der 1950er Jahre werden chemische Substanzen, insbesondere Harnstoff, sowie pilzliche Konkurrenten zur Stubbenbehandlung eingesetzt, vor allem in Großbritannien, Skandinavien und Osteuropa. Als effektiv erwiesen sich hochwirksame Sporen- und Myzelsuspensionen des Riesenrindenpilzes, wie sie auch auf Rekultivierungsflächen zur Anwendung kommen (KNOCHÉ ET AL. 2010, HEYDECK ET AL. 2010). Handelsüblichen Präparate werden durch Aufsprühen oder Bestreichen appliziert, seit Mitte der 2010er Jahre vollmechanisiert beim Fällschnitt des Harvesters (HEYDECK ET AL. 2015). Erfolg verspricht die Behandlung jedoch nur in gesunden oder zumindest wenig betroffenen Bestän-

den. Denn Antagonisten können zwar vorbeugen, haben aber hier keine kurative Wirkung.

#### „Gra(d)twanderung“ ..Die Lausitz im Klimawandel

Seit den 1960er Jahren lässt sich auf Lausitzer Kippenstandorten – wie in anderen Regionen Deutschlands – eine stetige Zunahme des laufenden Höhen-, Grundflächen- und Volumenzuwachses beobachten, vor allem auf armen, nährstofflimitierten Sandböden (ERTLE ET AL. 2012). Begleituntersuchungen weisen auf positive Witterungseinflüsse, angestiegene CO<sub>2</sub>-Konzentrationen und eutrophierende beziehungsweise wuchssteigernde Stickstoff-Einträge hin. Alleine in den letzten 40 Jahren ist der atmosphärische CO<sub>2</sub>-Gehalt um rund 20 Prozent angestiegen. Gerade die 1980er/1990er Jahre gelten gemeinhin als besonders leistungsstark – begünstigt durch überdurchschnittliche Niederschläge und milde Winter. Spätestens mit den trocken-heißen Jahren 2003 und 2006 ist auf Lausitzer Kippenstandorten jedoch der „Kipp-Punkt“ überschritten (KÜCHENMEISTER 2014). Alle Hauptbaumarten leiden, besonders betroffen ist die Gemeine Kiefer. Es mehren sich Hinweise für eine Umkehrung des bis dahin positiven Wachstumstrends (KÄTZEL ET AL. 2017, SCHARNWEBER ET AL. 2020). So lassen sich auffällige Zuwachsrückgänge nachweisen, verschärft durch die „Jahrhundertssommer“ 2018-2022. Nach realistischen Szenarien wird das südliche Brandenburg dann Ende des Jahrhunderts außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes der Gemeinen Kiefer liegen (BOMBI ET AL. 2017, ENGEL ET AL. 2022).

Dabei reagiert sie besonders empfindlich auf Hitzestress. Bereits einmalige Tages-Spitzentemperaturen von über 35 Grad Celsius (Schatten) im Frühsommer verursachen nachwirkende Vitalitätseinbußen (KNOCHÉ & ERTLE 2020). Eine herabgesetzte Abwehrkraft erhöht wiederum die Anfälligkeit für biotische Schadfaktoren. So schreitet der Wurzelschwammbefall in und nach trocken-heißen Jahren außergewöhnlich schnell voran (KNOCHÉ & ERTLE 2015). Auf der anderen Seite profitieren jedoch die gebietsheimische Trauben- und Stiel-Eiche prinzipiell von höheren Jahrestemperaturen, einer längeren Vegetationszeit und weniger Spätfrösten – aber nur dann, wenn die Wasserversorgung im Sommer ausreicht. Beide sind vergleichsweise „wärmeliebend“ und haben eine große ökophysiologische Bandbreite (MICHELIS 2014). Zwar liegt ihre natürliche Nische in der Bergbaufolgelandschaft auf mäßig feuchten Standorten, wo sie von ansonsten konkurrenzstärkeren Schattenbaumarten – Rot-, Hain-Buche oder Winter-Linde – nicht überwachsen wird. Aber gerade dort besteht eben schon heute ein verschärftes Trockenstressrisiko (KNOCHÉ ET AL. 2012b, KNOCHÉ & ERTLE 2014).

Auf Neulandböden und Meliorationsflächen ist der „kalkliebende“ Erreger im Vorteil. Häufig kommt es technologisch bedingt zu einer ungleichmäßigen Einarbeitung des Meliorationsmittels. Während der Unterboden nur unzureichend behandelt wird, ist der Oberboden überkalkt. Dabei begünstigen pH<sub>KCl</sub>-Werte über 5,5 den Wurzelschwamm-Befall. Auch dichtgelagerte, flachgründige, wechselfeuchte sowie sandige Böden fördern den Erreger. Grundsätzlich reagieren Kiefernreinbestände wesentlich empfindlicher als Laub-/Nadel-Mischbestockungen. Insbesondere fördert eine unzureichende Melioration die Ausbreitung, weil sich die Wurzelmasse dann auf den Oberboden konzentriert, was wiederum die Anzahl infektiöser Wurzelkontakte erhöht.

## VIII.6 Nicht gebietsheimische Gehölze

### Zum Rot-Eichen-Anbau

Die nordamerikanische Rot-Eiche (*Northern Red Oak*) ist mit Abstand die am weitesten verbreitete gebietsfremde Rekultivierungsbaumart. Schon vor 100 Jahren wird ihr Anbau als Waldbrandschutzstreifen in Kiefernmonokulturen systematisch gefördert (HEUSOHN 1929, KATZUR & BÖCKER 2010). Durch die Monographie von GÖHRE & WAGENKNECHT (1955) erfährt sie eine allgemeine waldbauliche Aufwertung in Ostdeutschland, was sich ebenfalls bei der Kippenaufforstung bemerkbar macht. Nach den Anbauerfahrungen der Vorkriegszeit wird sie in den 1960er Jahren zur wichtigsten Rekultivierungsbaumart („Roteichen-Zeit“), neben der Gemeinen Kiefer. *Quercus rubra* verfügt über eine höhere Trockenheits- und Säuretoleranz als beispielsweise Trauben- oder Stiel-Eiche, was den Anbauerfolg im kritischen Bereich ziemlich armer Böden (Z) und bei „äußerst schwierigen Bodenverhältnissen“ verbessert. Das betrifft flach kalk- oder aschemelierte Tertiärsubstrate. Hier erfolgt eine Tiefendurchwurzelung unterhalb der Bearbeitungssohle nur sehr langsam (KATZUR ET AL. 1999). Beispiele dafür finden sich in den zwischen 1960 bis 1980 rekultivierten Altkippenbereichen Plessa, Grünwalde, Kleinleipisch und Domsdorf.

Mit ihrer flächenmäßigen Bedeutung bei der forstlichen Rekultivierung (Bestockungsanteil rund 5 Prozent) und den vorzeigbaren Anbauergebnissen, wird die Rot-Eiche heute aus ökologischen Gründen zwar skeptisch beurteilt, aber nicht mehr als invasiv eingestuft. Ganz objektiv spricht gegen sie eine vergleichsweise schwer zersetzbare Streu, auch wenn bisher keine negativen Auswirkungen auf den Mineralboden nachweisbar sind (NAGEL 2015). Zumeist sind Rot-Eichen bis in das Baumwuchsalter wuchsüberlegen, so dass aus anfänglicher Mischung und nach Ausfall der Begleitbaumarten häufig einschichtige, grob- bis abholzige Reinbestände entstehen. Darunter bildet sie eine arteigene, wegen der gute Fruktifikation recht dichte Verjüngungsschicht aus. Insgesamt ist ihre floristische und faunistische Bedeutung gegenüber gebietsheimischen Eichen wesentlich geringer.

So ist anzunehmen, dass sich Rot-Eichen-Forste nur sehr zögerlich in Richtung naturnaher Bestockungsformen entwickeln. Gleichwohl bestehen waldbauliche Steuerungsmöglichkeiten, insbesondere durch Voranbau von schattentoleranten Baumarten: Rot-Buche, Winter-Linde und Hain-Buche. Vor allem wegen ihrer besonderen „Klimahärte“ kann die Baumart ihrerseits aber ein wertvoller Mischungspartner sein, wenn hervorgehobene Zielbaumarten vorzeitig ausfallen. Dort wo sie gut wächst, leistet die Rot-Eiche auf jeden Fall einen Beitrag zur langfristigen Ertragssicherung im Sinne der Massen- und Wertleistung.

### Sonderfall Robinie – anbausicher & klimatolerant

Aktuell liegt der Robinien-Flächenanteil in der Aufforstungsplanung bei knapp 5 Prozent, womit die Lausitzer Bergbaufolgelandschaft seit den 1920er Jahren einen mitteleuropäischen Anbauswerpunkt darstellt. Schon früh beweist der robuste Rohbodenpionier sein ingenieurbioökologisches Potenzial zur Begrünung von aufgelassenen Kies- und Mergelgruben (HAUSENDORFF 1951). Eine bevorzugte Anwendung im Bergbau ist die Befestigung erosionsgefährdeter Steilböschungen, wie seit den 1920er Jahren im Lausitzer Revier üblich (HEUSOHN 1929). Hier, wie im Altkippebereich Annahütte oder auf der Außenhalde Nardt, ist die intensive, an anderer Stelle eher unerwünschte Wurzelbrutbildung sogar von Vorteil. Darüber hinaus wird ihre bodenverbessernde Wirkung geschätzt. Deshalb empfiehlt Heusohn ihren Anbau als Mischungspartner für andere Hauptbaumarten mit maximal 25 Prozent Bestockungsanteil.

Die Robinie gilt in ihrer 350-jährigen Anbaugeschichte außerhalb der Bergbaufolgelandschaft als „naturalisiert“ und verjüngt sich vor allem im mittleren und südöstlichen Brandenburg mit gutem Erfolg (KNOCHÉ 2021A). So hat die besonders hitze- und trockenheitstolerante Baumart schnell einen bemerkenswerten Konkurrenzvorteil auf Rohböden des Bergbaues – auch wegen ihrer Fähigkeit zur Luft-Stickstoff-Bindung. Vor allem in großen Aufforstungskomplexen tragen vorwüchsige Robinien-Gehölzstreifen zur vertikalen Strukturierung bei. Damit fördert sie das Waldinnenklima, was wiederum den in ihrer Jugend stressempfindlicheren Laubholz-Zielbaumarten nutzt. Auch die Aussicht auf frühe Deckungsbeiträge bei der Holznutzung zählt: So wird die höchste Rendite im Schnellwuchsbetrieb erzielt. Optimal ist ein 60- bis 80-jähriger Nutzungszeitraum, mit wenigen, aber gezielten Pflegeeingriffen (KNOCHÉ ET AL. 2014).



Abbildung 61: Die Robinie – „Baum des Jahres 2020“ – ein Anwendungsbeispiel zur frühen Waldstrukturierung im Tagebau Welzow-Süd.

Allerdings sind ökologische Gegenargumente ernst zu nehmen (MEYER-MÜNZER ET AL. 2015): Zwar begünstigt die Robinie initiale Bodenentwicklungsprozesse – alleine durch ihre leicht mineralisierbare Streu, intensive Durchwurzelung und die Stickstoffassimilation in Wurzelknöllchen. Aber wie die Rot-Eiche ist sie sehr unduldsam und neigt zur Ausbildung artenarmer Dominanzbestände. Darüber hinaus nivelliert die Stickstoffanreicherung das Artenspektrum der Bodenvegetation. Wenn überhaupt, etablieren sich ruderales „Allerweltsarten“, welche ihrerseits typische „Waldarten“ ausschließen oder verdrängen.

### Neue Baumarten & Pioniergehölze

Von nicht gebietsheimischen Gehölzen, wie sie vielerorts im Landschafts- und Deponiebau verwendet werden, ist in der forstlichen Rekultivierung abzurufen, ganz abgesehen von einer Zurückdrängung gebietsheimischer Baumarten. Zwar haben Douglasie, Schwarz-Kiefer oder Europäische Lärche bei entsprechender Herkunftswahl einen durchaus akzeptablen Anwuchserfolg. Ihre weitere Bestandentwicklung bleibt jedoch unkalkulierbar: So leidet etwa die Douglasie auf vielen Standorten ganz erheblich unter biotischen Schäden wie Wurzelschwammbefall oder Rußiger- und Rostiger Douglasienschütte. Wie sich auf manchen Waldumbauflächen des Altbergbaues in Annahütte oder Knappenrode/Lohsa beobachten lässt, verliert sie schon in der Jugend an Konkurrenzfähigkeit gegenüber beigemischten Laubgehölzen.

Generell sind bei neuen Baumarten Rückschlüsse aus dem Tagebauumland kaum möglich, alleine wegen der vernachlässigbaren Anbaufläche auf Bergbaukippen und den spezifischen Substratverhältnissen. Gleichzeitig wird in der laufenden Rekultivierung bereits eine Beimischung von anderen, als besonders klimatolerant eingestuften Gastbaumarten erprobt. Dazu gehören Zerr-Eiche, Flaum-Eiche, Orient-Buche, Baumhasel oder Ess-Kastanie – bisher eher in einzelbaumweiser bis kleinflächiger Pflanzung um Erfahrungen zu sammeln. Für ihre systematische Einbringung in Laubholz-Mischbestände ist die Zeit noch nicht reif; auch, weil im kontinental getönten Klima immer wieder strenge Minusgrade auftreten können, wenngleich deutlich seltener, als noch vor 30 Jahren. Züchtungsergebnisse und praktische Anbauerfahrungen müssen noch abgewartet werden.

Eine völlig unzureichende Standorteignung haben anspruchsvollere Schwarzpappelhybride und andere Zuchtpappeln. Oft wird die kritische Wasserversorgung im Sommer zum Verhängnis, und bis dahin wüchsige Bäume vertrocknen schlagartig. Auf flach meliorierte Kippsubstrate können ihre besonders säureempfindlichen Wurzeln den Meliorationshorizont nicht durchstoßen. Schon LORENZ (1967) rät daher vom großflächigen Pappelanbau ab. Dafür seien in der Lausitz allenfalls bindige Kippsubstrate und grundwassernahe Rekultivierungsflächen geeignet, ähnlich wie im Mitteldeutschen Revier. Heute sind nur noch wenige Pappel-Relikte aus den 1960er Jahren erhalten. Damit ist der Anbau von Zuchtpappeln gescheitert und bleibt allenfalls zur anfänglichen Überschilderung von Laubholz-Zielbestockungen – Trauben-/Stiel-Eiche, Rot-Buche, Edellaubhölzer – sinnvoll.

Auch kurzlebige Pionierbaumarten, wie sie Kalamitätsflächen außerhalb der Lausitzer Bergbaufolgelandschaft und Kippenböden natürlich besiedeln, sind nur eine Übergangslösung und ersetzen kein waldbauliches Gesamtkonzept. So altern Aspe und Gemeine Birke entsprechend ihres wenig dauerhaften Holzes allzu früh, um eine langfristig-stetige Waldentwicklung zu gewährleisten. Bereits mit rund 60 bis 80 Jahren lösen sich Sukzessionswälder auf oft ohne ausreichendes Verjüngungspotenzial an Zukunftsbaumarten.

### VIII.7 Aufforstung oder natürliche Wiederbewaldung?

#### Facettenreiche Wälder entstehen

Mit dem Dickungsschluss nimmt die biologische Vielfalt im Vegetationsaspekt dann rapide ab – genau wie im vollbestockten Altersklassenwald des Tagebauumlandes. Aus großflächigen Erstaufforstungen entstehen gleichaltrige, recht homogene und dadurch strukturalarme Waldkomplexe. Zwar steigern „naturbelassene“ Waldinnenränder und gezielte Biotopverbundmaßnahmen die Biodiversität. Allerdings ist der naturschutzfachliche Wert junger Aufforstungen insgesamt deutlich geringer als bei kleinteiligen Sukzessionsflächen (KÖCK 2001): So beträgt die Anzahl an Wirbeltierarten in gleichförmigen Kiefernstangenwäldern lediglich 40 bis 60 Prozent derjenigen strukturreicher Pionierwälder der gleichen Altersstufe (WIEDEMANN 1998). Noch weitaus größer sind die Unterschiede bei totholzbewohnenden Insektenarten und Baumpilzen.

Aus landschaftsökologischer Sicht gilt es daher schematische Aufforstungsstrategien zu überdenken. Gewollt ist eine stärkere Einbeziehung walddynamischer Prozesse (ABRESCH ET AL. 2000, LORENZ ET AL. 2009), ähnlich wie bei der Wiederbewaldung großer Waldbrandflächen. So lässt sich auch die quasi-natürliche Sukzession auf Bergbaufolgeflecken für eine beabsichtigte Bewaldung nutzen (KNOCHÉ 2001, TISCHEW & KIRMER 2003, TISCHEW & LORENZ 2005). Dabei entwickeln sich auf grundsätzlich „kulturfähigen“ Standorten innerhalb von 20 bis 40 Jahren geschlossene Bestockungen (LANDECK ET AL. 2017). Im Lausitzer Revier samten sich insbesondere Gemeine Kiefer, Gemeine Birke und Aspe an, mitunter auch Robinie sowie Eberesche. Frühe, noch NP(K)-limitierte Sukzessionsstadien haben mit ihrer Arten- und Strukturvielfalt einen besonderen, kaum ersetzbaren immateriellen Wert. Die Ausweisung großer FFH- und EU-Vogelschutz-Gebieten bestätigt dies, wie in den Folgelandschaften Grünhaus, Spreetal-Bluno, Laubusch, Seese oder Schlabendorf.

Ihre Anbaugeschichte verläuft recht wechselvoll: Von Beginn an als Landschafts- und Rekultivierungsgehölz geschätzt, so bleibt sie im Wald bis heute umstritten. Nach wie vor bildet das Lausitzer Braunkohlenrevier einen Anbauswerpunkt. Denn in ihrem Jugendwachstum übertrifft die „Eiche des kleinen Mannes“ alle anderen Rekultivierungsbaumarten. Je nach Standort und Herkunftswahl ist bereits nach 5 bis 10 Jahren ein durchschnittlicher Gesamtzuwachs an Biomasse (dGZ<sub>7</sub>) zwischen 5 und 10 Tonnen Trockenmasse/Hektar möglich.

Im Klimawandel stellt sich die Frage zur Mischbestandsverträglichkeit neu, wenn Hauptwirtschaftsbaumarten an Vitalität verlieren oder versagen. Dort wo Robinien gut wachsen, leisten sie einen Beitrag zur Klimaanpassung, Ertragssicherung und biologischen Vielfalt.



Seit abschließender Sanierung des Kippenkomplexes Mitte der 2010er Jahre etabliert sich auf dem mäßig sauren quartär-tertiären Gemengesubstrat ein lockerer Pionierwald aus Gemeiner Kiefer, Gemeiner Birke und Aspe. Für solche „unkultivierten“ Lebensräume werden keine forstlichen Produktionsziele verfolgt, im Mittelpunkt steht die Biodiversitätssicherung. Es finden keine initialen Verjüngungs- oder Revitalisierungsmaßnahmen statt. Umso neugieriger macht die erstaunlich rasche Waldentwicklung. Binnen weniger Jahre verändert sich das Landschaftsbild.



Abbildung 62: Natürliche Wiederbewaldung – Renaturierungsfläche des ehemaligen Tagebaues Friedländer bei Lauchhammer nach geotechnischer Sicherung und Einebnung.

#### Prozessschutzflächen für den Naturschutz

Aller Regel nach kommt eine Waldbegründung durch Sukzession aber nur für den Prozessschutz in Frage, also Flächen, die sich mittel- bis langfristig zu Wald entwickeln können oder sollen – nicht aber für festgelegte Aufforstungen. In solchen beplanten Renaturierungsbereichen, vorwiegend im extremen Standortspektrum (nährstoffarm (A), nass und trocken), besteht für den Bergbautreibenden keine Verpflichtung zur Waldbegründung. Was unstrittig ist: Auf schwefelsauren Kippsubstraten mit einem  $pH_{KCl}$ -Wert unter 3,0 bleibt die Grundmelioration für das Entwicklungsziel „Wald“ unverzichtbar. Andernfalls erfolgt eine natürliche Wiederbewaldung nicht, unvollständig oder erst Jahrzehnte später, selbst bei ansonsten guter Nährstoff- und Wasserversorgung. Nicht immer existiert jedoch ein Schutzstatus, was die langfristige Flächennutzung und -entwicklung in der rechtlichen Schwebe lässt.

Der gewerbsmäßige Anbau von Tafelobst findet in der Region seit 130 Jahren statt. Bei den umfangreichen Sanierungsmaßnahmen des Tagebaues werden auch Kirschplantagen angelegt. Allerdings mit mäßiger Ertragsersparnis – umso größer ist ihre heutige ökologische Bedeutung. Auch in anderen Tagebaubereichen, wie in Domsdorf/Tröbitz, wird in den 1960er und 70er Jahren mit Sonderkulturen (Spargel, Sanddorn und andere) experimentiert.

Der Naturpark Niederlausitzer Heide Landschaft hat das größte zusammenhängende Streuobstgebiet Brandenburgs, mit rund 300 Hektar Fläche.



Abbildung 63: „Biotop im Kippenwald“ – Streuobstwiese auf der Geschiebemergel-Halde des ehemaligen Tagebaues Agnes/Plessa.

#### Biologischer Hotspot

Bemerkenswert ist, dass die Lausitzer Bergbaufolgelandschaft nur knapp 2 Prozent der Landesfläche in Brandenburg und Sachsen einnimmt, aber immerhin 2/3 aller Amphibien- und Reptilienarten beherbergt. Das gleiche gilt für Libellen, Heuschrecken und Laufkäfer – ein echter Landschaftswert an sich (LANDECK ET AL. 2018). Heute werden daher rund 10 bis 20 Prozent der Kippenareale als Renaturierungsbereiche ausgeschieden. Hierbei handelt es sich um störungs- und nährstoffarme Rohboden- und Sukzessionsbereiche mit zunächst spärlicher Vegetation. Sie dienen sowohl dem Erhalt seltener Biotope des Offen- und Halboffenlandes, aber auch zur Entwicklung naturnaher Wälder ohne weitere Biotop-Pflegemaßnahmen. Nach der geotechnischen Grundsicherung (obligatorisch) und nur flachgründigen Grundmelioration (substratabhängig, nur im Bedarfsfall) bleiben solche Flächen meist sich selbst überlassen. Sukzessions-Prognosen setzen jedoch eine genaue Kenntnis der abiotischen Standortfaktoren voraus. Insbesondere muss geklärt werden, ob sich bei der besonderen Substratsituation langfristig stabile Waldaufbauformen etablieren können.

Feuchtestufe	aquatisch (7)	Bewaldung nicht möglich				
	nass (6)					
grundfeucht (5)						
frisch (4)						
mäßig frisch (3)						
mäßig trocken (2)						
trocken (1)						
		arm (A)	ziemlich arm (Z)	mittel (M)	kräftig (K)	reich (R)
		Nährkraftstufe				
	Renaturierung		Aufforstung		Renaturierung oder Aufforstung	

Abbildung 64: Aufforstung oder Sukzession? Möglichkeiten zur Wiederbewaldung von Kippenstandorten in Abhängigkeit von Trophie und Feuchtestufe, nach SELENT ET AL. (1999).

Für produktive Kippenstandorte (Z, M, K) wird grundsätzlich die Aufforstung erwogen. Dabei spielen neben der guten Ertragsersparnis auch kurzfristige Erfordernisse eine Rolle. Beispielsweise können auf gut nährstoffversorgten Standorten ausdauernde und konkurrenzstarke Langgräser eine gewünschte Waldentwicklung über Jahrzehnte hinaus blockieren. So besiedelt das Land-Reitgras kohlenhaltige Kippenböden sehr erfolgreich. Es genügen nur wenige Initiale. Aber auch ungünstige Keim- und Anwuchsbedingungen wirken sich nachteilig auf die natürliche Waldentstehung aus. Schließlich verhindert ein fehlendes Diasporeangebot die Ausbreitung von schweremägen Zielbaumarten durch Tiere.

#### VIII.8 Nichtwirtschaftswald

##### Mit bedeutsamen Schutzfunktionen

Der Anteil von Kippenwäldern ohne regelmäßige Bewirtschaftung (Nichtwirtschaftswald) liegt bei rund 10 Prozent und ist damit doppelt so hoch wie nach nationaler Biodiversitätsstrategie angestrebt. Überdurchschnittlich vertreten sind sie in den kleinstrukturierten und wenig erschlossenen Kippen und Tiefbaugebieten des Altbergbaues vor 1945, etwa im Raum Domsdorf, Laubusch, Annahütte/Poley, Zeißholz/Heide oder im Muskauer Faltenbogen zwischen Klein Kölzig und Weißkeisel. Dagegen sind bundesweit nur knapp zwei Prozent der Waldfläche rechtsverbindlich außer Nutzung. Solche Kippenwälder bieten sich zur Biodiversitätssicherung im Sinne der europäischen und nationalen Strategie 2030 an.

Zum Nichtwirtschaftswald ohne nennenswerten Holzeinschlag zählen insbesondere Standorte mit besonders ungünstigen Wuchsbedingungen (Versauerung, Nährstoffarmut, Flachgründigkeit, Wasserüberschuss). Dazu kommen steilhängige, schwer zugängliche, unprofilerte Böschungen sowie Bruchfelder des früheren Tiefbaues (SELENT ET AL. 1999). Ihr monetärer Bestockungswert bleibt zumeist gering – wie im Fall schlechtwüchsiger, ungepflegter Robinien oder Erlen. Die Schutzfunktion ist aber umso bedeutsamer als Erosionsschutz oder zur Biotopsicherung. Während die Nutzungsmöglichkeiten stark eingeschränkt sind, haben solche Standorte oft eine herausragende naturschutzfachliche Bedeutung.

In aller Regel erfolgen keine Bewirtschaftungsmaßnahmen, und falls doch, ist der besonderen Schutzfunktion Priorität einzuräumen. Bei unvorhergesehenen Schadereignissen, die einen Funktionsverlust bedeuten, können aber gezielte Waldschutz-, Sanierungs- und Erneuerungsmaßnahmen notwendig werden. Die Rechtsprechung zur Verkehrssicherungspflicht ist zu beachten, insbesondere im Umgang mit stehendem Totholz entlang von öffentlichen Wegen, bei Nachbarbebauung und Erholungseinrichtungen (Regelkontrolle).



Abbildung 65: Nichtwirtschaftswald – Sukzessionsflächen mit Gemeiner Birke, Aspe und Kiefer im Tagebau Seese-West (1962-1978).

Lückige Waldflächen im Niederungsbereich „Schwarze Keute“: Bei einem oberflächennahen Grundwasser und Standsicherheitsproblemen ist der Naturschutz vorrangig. Über die letzten 40 Jahre nach Beendigung des Tagebaues entsteht ein ökologisch besonders hochwertiges Biotopmosaik. Gesperrte Kippenbereiche sind störungsarm und unzerschnitten. Vom Biotopverbund profitieren selten, bedrohte Vogelarten wie Ziegenmelker, Ortolan oder Wiedehopf.

# IX. Entwicklungspotenzial von Kippenwäldern

## Von der Aufforstung zum Wald

Über die Laufzeit eines Braunkohlentagebaues lässt sich verfolgen, wie innerhalb von 20 bis 50 Jahren Waldlandschaften verschwinden, neu entstehen und ihr Gesicht verändern. Beabsichtigt ist nicht die vollumfängliche Wiederherstellung eines vorbergbaulichen Zustandes, was auch angesichts der veränderten Landschaftsqualität unrealistisch wäre (VON BISMARCK ET AL. 2014). In der forstlichen Rekultivierung geht es zumindest um einen Flächenausgleich für alle beanspruchten Bestockungen. Dementsprechend nimmt die forstliche Rekultivierung im Lausitzer Revier rund zwei Drittel der Rückgabeflächen ein. Darüber hinaus wird für waldarme Agrarlandschaften mit landschaftsökologischen Defiziten eine Waldflächenvermehrung angestrebt. So sind im Mitteldeutschen Revier rund um Leipzig-Halle rund 40 Prozent der Kippenflächen bewaldet, während der Bestockungsanteil im Tagebauumland unter 15 Prozent liegt. Im Verdichtungsraum ist besonders die Erholungsfunktion gefragt.

### Ökologische Einordnung

Kippenwälder sind junge, noch im Aufbau befindliche und daher hoch dynamische Systeme. So gesehen ist die Etablierung stabiler Wälder auf Neuland ein langfristiger Reifeprozess, der mehrere Jahrzehnte bis Jahrhunderte beansprucht, bis schließlich ein stoffliches Gleichgewicht entsteht und sich der Zustand großer Waldflächen kaum mehr verändert (JORDAN ET AL. 1987, SER 2004, PIETRZYKOWSKI 2015). Nach bergrechtlicher Bestimmung des Begriffes „Wiedernutzbarmachung“ wird die Wiederherstellung von Wald schon erfüllt, wenn die Ökosysteme in eine reguläre Folgenutzung übergehen und sich wie Wälder des Tagebauumlandes bewirtschaften lassen (DREBENSTEDT 1998, 2001, OLSCHOWY 1993).

Schon in den 1950er Jahren wird gefragt, inwieweit sich neue Wälder in ihren grundlegenden Systemeigenschaften – Strukturen, Arten und Prozesse – vergleichbaren Bestockungen des Tagebauumlandes „angleichen“. Oder ob sie wegen der besonderen Substratverhältnisse davon abweichen und eigenen Gesetzmäßigkeiten folgen. Eine fehlgeleitete Baumartenwahl kann gravierende Auswirkungen haben, vor allem wenn die Gehölzvitalität frühzeitig nachlässt oder die Nutzungsmöglichkeit nicht den Erwartungen entspricht. Im ungünstigsten Fall sterben ganze Bestände schon im Stangen- bis frühen Baumholzalter ab. Besonders gefährdet sind Kippenaufforstungen mit Wurzelschwamm-Befallsherden und durch Trockenstress abgängigen, kaum mehr verwertbaren Pappeln (KNOCHE & SCHLENSTEDT 2018).

### IX.1 Phasen der Ökosystementwicklung

#### Anfangs limitiert, ..dann „normalisiert“

Bereits BÖCKER ET AL. (2007) beziehungsweise KATZUR & BÖCKER (2010) verweisen darauf, dass Kippenstandorte des Braunkohlentagebaues in ihrem langfristigen Holztragsvermögen natürlichen Waldböden ebenbürtig sind. Gleichzeitig stellen sich bei vielen Kriterien – wie Biomassezuwachs, Stoffkreislauf oder Pflanzenernährung – binnen weniger Jahrzehnte ähnliche Kennwerte wie im Tagebauumland ein. Dennoch und bei allen Ähnlichkeiten des Bestockungsbildes, so unterscheiden sich andere Zustandseigenschaften auf lange Zeit voneinander. Das gilt insbesondere für den Bodenchemismus und die Biodiversität (KNOCHE 2001, LANDECK ET AL. 2017).

Dabei durchlaufen Kippenwälder charakteristische Entwicklungsstadien (KATZUR ET AL. 2000, STÄHR 2003, ERTLE ET AL. 2008, 2012), welche für eine ökologische Bewertung des Gesamtzustandes relevant sind. So lässt sich von der Momentaufnahme einer anfänglichen Wuchsstagnation nicht auf eine unzureichende Baumarteneignung schließen. Aussagekräftiger ist die rückblickende Betrachtung: Wie organisieren sich Ökosysteme, sind sie in Struktur und Funktion stabil, anpassungs- und entwicklungsfähig, welche Faktoren entscheiden?

- „Limitierung“ & „Etablierung“ (0-15 Jahre), Bodentyp: Lockersyrosem – Oft zeigen junge Kippenaufforstungen eine durch Nährstoffmangel gekennzeichnete Anwuchsdepression, welche die ungünstige Rohboden- und Freiflächensituation wiedergibt. Unter extremen Standortbedingungen investieren die jungen Gehölze zunächst in ihr Wurzelsystem. Damit erschließen sie sich ihre überlebensnotwendigen Wasser- und Nährstoffressourcen.
- „Konsolidierung“ (15-40 Jahre), Bodentyp: Übergangsform vom Lockersyrosem zum Regosol – Ab dem Bestandesschluss etablieren sich die ökosystemaren Nährstoffkreisläufe, es kommt zur Humusanreicherung und initialen Bodenbildung. Die Pflanzenernährung verbessert sich, jetzt durchlaufen die Bestockungen eine progressive Wachstumsperiode. Ihre Wasser- und Nährstoffnutzungseffizienz nimmt zu, aber auch die Konkurrenz um Standortraum, Licht und pflanzenverfügbares Wasser.

- „Normalisierung“ (>40 Jahre), Bodentyp: Regosol – Im frühen Baumholzalter nähert sich die Höhenentwicklung dem bekannten, in Waldwachstumsmodellen hinterlegten Wuchsgang unverritzter Waldstandorte an, bei ähnlicher Differenzierung. Der interne Stoffumsatz ist vergleichbar, qualitativ und mengenmäßig. Wegen der anfänglichen Zuwachsstockungen wird das Ertragsvermögen vieler Kippenwälder vorschnell unterschätzt.

## IX.2 Bodenzustand & Humusdynamik

### Lockersyrosem, Regosol und Pararendzina

Land- und forstwirtschaftliche Rekultivierungsflächen des Lausitzer Braunkohlenbergbaues sind bis auf wenige Bruchfelder des Tiefbaues jünger als 100 Jahre. Was dazu kommt: Rund 90 Prozent der vor 1945 geschütteten Altkippen gehen durch spätere Bergbauaktivitäten verloren (STEINHUBER 2005). Im Vergleich zur Nacheiszeit ist die Dauer der Bodenbildung sehr kurz – nur ein Prozent des Zeitfensters typischer Waldböden. So finden sich auf Kippen ausschließlich unverwitterte Rohböden, ganz ähnlich wie zu Beginn des Präboreals vor 10.000 Jahren, welches eine schnelle Wiederbewaldung mit Gemeiner Kiefer und Gemeiner Birke einleitet. Anfänglich unterscheiden sich die Kippbodeneigenschaften kaum vom geologischen Ausgangssubstrat (KNOCHE ET AL. 2019). Wie Chronosequenzuntersuchungen zeigen, folgt die frühe Bodenbildung auf Lausitzer Kippenstandorten einem allgemeinen Grundmuster, unabhängig um welches geologische Material es sich handelt:

- Eine wesentliche Initialkraft der Bodenentwicklung mit ihren stofflichen Veränderungen ist die Humusanreicherung (Humifizierung), ausgehend von Pflanzenrückständen (KOLK ET AL. 1997, KEPLIN ET AL. 1999). Mit deren Abbau entwickelt sich eine zunehmend komplexe Lebensgemeinschaft aus Regen- und Ringelwürmern, Springschwänzen, Mikroorganismen und Pilzen. Der Humusgehalt im Boden nimmt stetig zu. In 10 bis 20 Jahren entstehen aus den abgelagerten Lockermaterialien Syrosem mit einem lückigen und geringmächtigen Humushorizont (<2 Zentimeter, Ai-IC-Horizontabfolge).
- Im Zuge der Humus- und Nährstoffakkumulation sowie Stoffverlagerung entwickeln sich dann Regosole oder Rigosol-Regosole, auf kalkhaltigen Ausgangssubstraten auch Pararendzinen (KATZUR & HAUBOLD-ROSAR 1997, KATZUR ET AL. 1999, THOMASIU ET AL. 1999, WÜNSCHE & THOMASIU 2007). Sichtbar ist ein humoser Oberbodenhorizont mit krümeligem Aufbaugefüge (>2 Zentimeter, Ah-IC-Horizontabfolge, WEIB 2005, STOCK ET AL. 2007). Gleichzeitig lässt sich im Oberboden eine biologische Gefügebildung durch Aggregation von primären Substratbestandteilen nachweisen.
- Profilmorphologische Merkmale der fortgeschrittenen Mineralverwitterung und Stoffverlagerung, wie Verbraunung, Entkalkung, Tonumlagerung oder Podsolierung, lassen sich bisher nicht nachweisen. Noch hat sich kein Gleichgewicht zwischen Auf- und Abbau (Mineralisierung) der bodenorganischen Substanz eingestellt. Auch sind „gereifte“ Bodentypen, insbesondere Braunerde und Parabraunerde, auf Bergbaukippen frühestens in 100 bis 200 Jahren zu erwarten (KATZUR & HAUBOLD-ROSAR 1997, SCHLENSTEDT ET AL. 2014).

Zeitraum bis zur „Angleichung“ an Wälder des Tagebaumlandes	Merkmale und Besonderheiten
<b>Bodentyp</b> >50 Jahre bis voraussichtlich mehrere hundert Jahre	Bisher lassen sich nur Initialstadien der Bodenentwicklung nachweisen mit Ausbildung eines humosen Ai-beziehungsweise Ah-Horizontes und biologischen Aufbau- und Krümelgefüges (Boden-Humus-Komplexe) im Oberboden: Lockersyrosem, Regosol oder Pararendzina. Auf schwach gepufferten, mäßig bis stark versauerten Sanden treten erste Anzeichen einer Krypto-Podsolierung. Es gibt keine in ihrer Entwicklung darüber hinausgehende Bodentypen.
<b>Zustandseigenschaft</b> <100 Jahre im humosen Oberboden >100 Jahre bis mehrere hundert Jahre im Unterboden	Schwefelsaure Kippsubstrate unterliegen einer intensiven Verwitterungs- und Stoffauswaschungsdynamik. Im kalkmeliorierten Oberboden gleicht sich die Bodenlösung in wenigen Jahrzehnten derjenigen natürlicher Waldstandorte an. Der unbehandelte Untergrund bleibt schwefelsauer, er weist zwar stetig abnehmende aber immer noch sehr hohe Salzkonzentrationen auf, Fällungs- und Lösungsreaktionen bestimmen den Sicherwasserchemismus. Kippsubstrate sind oft locker gelagert, ihre gleichförmige Textur und hohe Sandanteile verursachen ein instabiles Bodengefüge.
<b>Humusform</b> in 40 bis 80 Jahren	Aufbauhumusformen sind abhängig von Baumart, Bestandesstruktur und -alter sowie den bodenbildenden Substraten, von F-Mull (Laubholz, basenreich, Jungwuchs) bis Rohhumus (Nadelholz, basenarm, Altbestand). Dementsprechend differenzieren die Humus-Kennwerte, wie das C/N- oder C/P-Verhältnis, Nährstoffgehalte und die Sorptionseigenschaften. Auffällig sind immissionsbedingte Sonderhumusformen im Umfeld der früheren Braunkohlenindustrie, mit bis zu 30 Zentimeter mächtigen Flugstaub- und Ascheauflagen.

Tabelle 7: Boden- und Humusentwicklung – vom geologischen Substrat zur biologischen Bodenfruchtbarkeit.

Davon abgesehen, bleiben Kippenflächen auf Dauer pflanzenbauliche Sonderstandorte, wegen ihrer technogenen Bodenentstehung, besonderen Substratverhältnisse und bis dahin (nicht) vollzogenen Bodenbildungsprozesse. Sie unterscheiden in einigen, für die pflanzenbauliche Einordnung bedeutsamen Merkmalen grundlegend von typischen Lockersyrosem und Regosolen, etwa auf Küstendünen und anderen erosionsanfälligen Standorten (ARBEITSGRUPPE BODEN DES JAHRES 2019). Das gilt im Besonderen für schwefelsaure Substrate (HÜTTL & WEBER 2001).

### Näher betrachtet: Initiale Humus- und Bodenbildung

Kippsubstrate aus Lockergesteinen des Braunkohlenbergbaues sind in aller Regel frei an rezenter organischer Substanz (RUMPEL ET AL. 1996). Die initiale Humusbildung trägt maßgeblich zur Bodenfruchtbarkeit bei und ist daher ein Kernanliegen der land- und forstwirtschaftlichen Rekultivierung (KNOCHE 2001, KNOCHE ET AL. 2019). Huminstoffe und ihre Vorstufen sind reversibler Nährstoffspeicher und universelle Ernährungsgrundlage (HEINSDORF 1992, 2000). Neben der Substratqualität nimmt vor allem die aufstockende Baumart Einfluss auf den Humusaufbau: So weisen Laubhölzer mit ihrer leicht zersetzbaren Blattstreu überwiegend pflanzenbaulich günstige und geringmächtige Zustandsformen auf (L-, F-Mull, mullartiger Moder). Dagegen herrschen bei älteren Kiefern-Reinbeständen Moder bis rohhumusartiger Moder vor. Ähnlich wie im Tagebaumland fällt die Mächtigkeit der organischen Auflage dann in der Reihenfolge Gemeine Kiefer und Gemeine Birke > Rot-Eiche > Robinie > Lärche > Trauben-Eiche > Pappel > Rot-Erle > Winter-Linde ab. Schon nach 80 Jahren entspricht die Humusqualität in etwa „gewachsenen“ Waldstandorten.

Bei gleicher Baumart haben nährstoffreiche Ausgangssubstrate meist bessere Humusformen – weil die Blatt- und Nadelstreu dann höhere Mineralstoffgehalte hat und das Bodenleben aktiver ist. Während beispielsweise kräftige, bodenbiologisch aktive Kippenböden vorwiegend L- und F-Mull aufweisen – mit Ausnahme von Rot-Buche und Europäischer Lärche, dominiert bei geringen Standorten Moder. Über alle Baumarten hinweg stockt bereits der initiale Abbau rezenter organischer Substanz aus Blatt- und Nadelstreu, mit nachteiligen Auswirkungen auf den Nährstoffumsatz und die anfängliche Stickstoff-, Phosphor- und Kalium-Versorgung der Bäume. Enge Kohlenstoff/Stickstoff-Verhältnisse im Humus von unter 20 (Pappel, Rot- und Weiß-Erle, Winter-Linde, Robinie) bis 30 (Kiefer > Birke > Rot-Eiche) belegen dagegen eine hohe bis mittelmäßige mikrobiologische Aktivität (KATZUR ET AL. 1999).

Daneben können andere Bestockungsaspekte, wie Mischung, Bodenvegetation und Stammzahlhaltung (Dichte), den Baumarteneinfluss nivellieren: So besitzen edellaubholzreiche Mischbestände regelmäßig günstigere Humusformen als Monokulturen der einzelnen Baumarten. Ebenso wirkt sich in Kiefern-Baumhölzern ein geringerer Bestockungsgrad mit leichter zersetzbarer Krautschicht positiv auf den Streuabbau und die daran geknüpften Humusform aus (KEPLIN ET AL. 1999).

## IX.3 Waldwachstum & Stoffhaushalt

### Überzeugende Holzertragsleistung

Bei Kippenaufforstungen nimmt die Beurteilung des Waldwachstums eine Schlüsselstellung ein, und steht seither für den Nachweis einer gelungenen, das heißt „mängelfreien“ Rekultivierung entsprechend den Sanierungszielen. Wichtige Weiser der Waldentwicklung sind klassische Ertragsgröße, insbesondere: Höhenentwicklung (Bonität), Durchmesser- und Volumenzuwachs, Bestockungsdichte und Bestandesvorrat.

Spätestens ab dem Dickungsalter verläuft das Bestandeswachstum von Kiefern- und Trauben-Eichen, Birken- und Rot-Eichen-Reinbeständen ähnlich wie auf natürlichen Waldstandorten der Region. Oftmals übertreffen Kippenwälder sogar das allgemeine Ertragsniveau des Tagebaumlandes (KHALDOUN 1989, KATZUR ET AL. 1995, SELENT ET AL. 1999, STÄHR & KATZUR 2005, ERTL ET AL. 2012). So schwankt die relative Kiefernbonität meist zwischen einer I.0 und II.5 forstlichen Ertragsklasse. Der durchschnittliche Derbholzzuwachs beträgt rund 7 bis 10 Kubikmeter(Festmeter)/Hektar/Jahr (BÖCKER ET AL. 1998, BUNGART & HÜTTL 1999, ENDE ET AL. 1999). Vor allem im armen, stärker limitierten Standortsspektrum können die vergleichsweise massenreichen Bestände überzeugen (ERTLE ET AL. 2012). Gerade wuchskräftige Bestände erwachsen besonders feinastig und wipfelschäftig, so dass selbst eine Wertholzerzeugung möglich erscheint. Mit der Boden- und Biomassebildung gewinnt die klimawirksame Kohlenstofffestlegung schnell an Bedeutung: Bei Gemeiner Kiefer beträgt die jährliche Speicherrate (Biomasse) 1,0 bis 2,7 Tonnen Kohlenstoff/Hektar, für Trauben-Eiche zwischen 1,0 und 2,2 Tonnen Kohlenstoff/Hektar (KÖHLER 2015, KÖHLER & KNOCHE 2019). Spitzenwerte werden im besonders zuwachskräftigen Stangenholzalter in der zweiten Altersklasse von 21 bis 40 Jahren verzeichnet.

Nicht selten liegt jedoch die Stammzahl- und Grundflächenhaltung weit oberhalb der betriebswirtschaftlich und ökologisch optimalen Werte. Bestockungsgrade von 1,2 (Gemeine Kiefer) bis 1,5 (Rot-Eiche) belegen zwar das gute Ertragsvermögen, offenbaren aber auch Pflegedefizite und Strukturdefizite. Dem übermäßigen Dichtstand geschuldet, existiert weder ein Unter- noch Zwischenstand, die lichtbedürftige Bodenvegetation ist kaum ausgeprägt. Im Gegensatz hierzu sind Reinbestände der Pionierbaumarten Gemeine Birke, Aspe, Rot- sowie Weiß-Erle häufig schon im Stangenholzalter (30 bis 50 Jahre) lückig bis gelichtet, selbst auf reichen und gut wasserversorgten, tief durchwurzelbaren Kippsubstraten. Gleiches gilt für Anpflanzungen von zumeist standortwidrigen Zuchtpappeln.

Solche eiszeitlich umgelagerten Substrate gelangen auf der Klettwitzer Hochfläche zwischen Sallgast, Saalhausen und Annahütte an die Geländeoberfläche. Der einschichtige Bestand überzeugt durch seine Wuchsleistung: Die Oberhöhe beträgt 30 Meter, der Bestandesvorrat an Derbholz knapp 400 Kubikmeter/Hektar. Bei einem Bestockungsgrad von 0,8 erreicht der laufende Zuwachs 11 Kubikmeter/Hektar/Jahr. Aufgrund des anfänglichen Dichtstandes ist die natürliche Astreinigung weit fortgeschritten, so dass Wertholz erzeugt werden kann. Auch die zweite, unter Schirm verjüngte Waldgeneration entwickelt sich ähnlich frohwüchsig (BARTELT 2006).



Abbildung 66: 82-jähriger Kiefern-Reinbestand (2018) auf einem typischen Kipp-Gemengesubstrat saalekaltzeitlicher Ablagerungen mit jungtertiären Terrassenschottern des Urelbe-Laufes (Altbergbau des Oberflözes).

#### Nachhaltige Nutzungsfähigkeit

Insgesamt liegen die nachhaltigen Hiabsansätze von Kippen-Erstaufforstungen höher als im Tagebaumland, was neben der allgemeinen Wüchsigkeit auch der hohen Bestockungsdichte geschuldet ist. Dagegen erreichen Landwirtschaftsflächen erst nach 70 bis 80 Jahren ihre volle Ertragsfähigkeit (HAUBOLD-ROSSAR & GUNSCHERA 2009). Die vergleichsweise geringe Durchmesserdifferenzierung fordert jedoch waldbaulich-steuernde Eingriffe (SCHLENSTEDT ET AL. 2014). Schon in der regulären Erst- und Zweit-Durchforstung wird eine wertoptimierte Förderung des aussichtsreichen Einzelbaumes angestrebt.

Damit lassen sich bereits ab dem frühen Baumholzalter positive Deckungsbeiträge erwirtschaften (ERTLE ET AL. 2019). Zwar erhöhen selektive Pflegeeingriffe den Bewirtschaftungsaufwand. Das finanzielle Ergebnis fällt aber deutlich günstiger aus als bei schematischen Maßnahmen und reinen Massensortimenten zur industriellen Verwertung (KÖHLER ET AL. 2016).

Im Dickungsalter schließen sich die Nährstoffkreisläufe. So findet ab 15 bis 20 Jahren keine sickerwassergebundene Auswaschung an wuchsbegrenzenden Nährelementen mehr statt (KNOCHÉ ET AL. 2000b). Im Allgemeinen ist die Mineralstoffversorgung der Gehölze abgesichert (STÄHR ET AL. 2000, STÄHR 2003). Damit entfallen weitere Düngungsmaßnahmen. Nach KNOCHÉ ET AL. (2002) entsprechen die biologischen Stoffflüsse – Kronenauswaschung – Streufall – Humusmineralisation – Nährstoffaufnahme – den Zahlen vergleichbar bestockter Waldbestände im Tagebaumland. Auch die Nährstoff-Nachhaltigkeit von Holzerntemaßnahmen, also eine Bilanz zwischen Entzug und nachschaffender Kraft aus Mineralverwitterung, ist ähnlich einzuschätzen wie im Tagebaumland. Demnach bleibt die regelmäßige Derbholznutzung bei üblichen Durchforstungsintervallen und Produktionszeiträumen von 100 bis 140 Jahren unkritisch (KÖHLER ET AL. 2016). Vollbaumnutzungen zur Energieholzgewinnung sind dagegen grenzwertig, weil sich Kippenwälder noch im Aufbau befinden und die Humusanreicherung gefördert werden soll. Auf armen Standorten können dann über den Entzug von Kronematerial sowie Grob- und Feinästen bis zu drei Viertel der biologisch schnell pflanzenverfügbaren Nährstoffe verloren gehen.

Zeitraum bis zur „Angleichung“ an Wälder des Tagebaumlandes	Merkmale und Besonderheiten
<b>Bestandeswachstum</b> 15 bis 30 Jahre	Ab dem Dickungsalter vergleichbare Biomassebildung und Wuchsdynamik, häufig sind Kippenwälder aber überdicht bestockt. Dabei ist eine ähnliche Nutzungsintensität wie auf natürlichen Waldstandorten möglich. Angepasste Durchforstungs- und Nutzungskonzepte zur nachhaltigen Bewirtschaftung liegen vor.
<b>Wasser- und Stoffhaushalt</b> 15 bis 30 Jahre	Die Bilanzgrößen des ökosystemaren Wasserhaushalts folgen dem Bestockungsaufbau. In geschlossenen Stangenwäldern beträgt die mittlere Grundwasserneubildung in 20 Prozent des Freilandniederschlags. Die im Aufbau befindlichen Ökosysteme sind NPK-„untersättigt“. Damit verbleibt die gesamte atmogene Nährstoffdeposition im System (Senke). Ab dem Dickungsalter entspricht der Nährstoffumsatz über Streufall – Mineralisierung – Nährstoffaufnahme den Beständen des Tagebaumlandes.
<b>Ernährungszustand</b> 10 bis 30 Jahre	Anfängliche NP(K)-Limitierung der Systeme, bedarfsgerechte Düngungsmaßnahmen in der Anwuchsphase sichern die Nährstoffversorgung und beschleunigen das Waldwachstum. Mit Ausbildung des ökosystemaren Nährstoffkreislaufes gleichen sich die Blatt- und Nadelspiegelwerte von gedüngten und nicht behandelten Waldbeständen an. Von da ab besteht eine meist gute bis ausreichende Nährstoffversorgung.

Tabelle 8: Kriterien, Faktoren und Schlüsselprozesse der Bestockungsentwicklung auf Kippenstandorten.

#### Klimafolgen erschweren Baumartenwahl

Die Lausitz ist sommertrocken und in allen Prognosen ausgesprochen „klimaempfindlich“ (LINKE ET AL. 2010, KALLWEIT 2016, LFU 2019, DWD 2020), was gerade die Wiederbewaldung von ehemaligen Tagebauen vor besondere Herausforderungen stellt. In der Region laufen walddökologische Anpassungsprozesse ab, wie sie andernorts noch bevorstehen. Fast alle Wirtschaftsbaumarten des Altersklassenwaldes zeigen auffällige Vitalitätseinbußen (MLUK 2023).

Auf speicherdürren und nährstoffarmen Kipp-Reinsanden sind die waldbaulichen Spielräume ohnehin gering. Gleichzeitig reagiert aber die dafür standörtlich prädestinierte Gemeine Kiefer auf eine weitere Erwärmung des Landschaftsraumes mit erheblichen Vitalitätsverlusten (KNOCHÉ ET AL. 2012, ERTLE & KNOCHÉ 2014, KÜCHENMEISTER 2024, KNOCHÉ & ERTLE 2020). Zwar profitieren gebietsheimische Laubgehölze von längeren Vegetationszeiten und höheren Wintertemperaturen – aber nur dann, wenn die Wasserspeicherung über den Sommer ausreicht, also auf bindigen, mittleren (M) und kräftigen (K) Standorten. Dagegen verlieren Trauben- / Stiel-Eiche, Winter-Linde, Rot-Buche und Hain-Buche auf armen „Kiefern-Zwangsstandorten“. Sie sind dort schon heute wenig konkurrenzfähig – eine Frage des Überlebens bei weiter rückläufigen Sommerniederschlägen.

Nach MARTENS ET AL. (2015) existieren dafür keine natürlichen Leitbilder oder ähnliche Waldgesellschaften. Es bleibt abzuwarten, wie sich die Baumartenzusammensetzung entwickelt – in Richtung locker bestockter, stark vergraster „Kiefern-Steppenwälder“ mit Robinie, Zerr- oder Flaum-Eiche oder doch eher kurzlebiger Pionier- und Sukzessionswälder? Schon jetzt erweist sich die labile Übergangsphase als schwierig, stellt sie doch bisherige Anbauverfahren und Ergebnisse in Frage. Gerade Laubholz-Aufforstungen leiden unter Wasserstress, bis hin zum Totalausfall – wie mancherorts im Dürrejahr 2022. Deshalb gewinnen besonders „klimaharte“ Baumarten“ an Beachtung, allen voran die zuvor genannte Robinie. Sie überlebt selbst extreme Trockenperioden, wenn sie im äßersten Fall ihr Laub vorzeitig abwirft und die Transpiration weitgehend einstellt. Im Folgejahr erfolgt der Wiederaustrieb.

Gerade wegen solcher Unwägbarkeiten bilden Sukzessionsprozesse ein wichtiges Element der forstlichen Rekultivierung. Besonders wirksam ist dies, wenn abgesehen von einer Luftfracht auch bei schwersamigen Baumarten Mutterbäume in der Nähe sind. So beträgt die effektive Transportdistanz bei „Eichen-Hähersaat“ 250 bis 600 Meter, maximal rund anderthalb Kilometer (WAGNER 2013). Damit lässt sich das natürliche Anpassungsvermögen bestimmter Genotypen an kritische Standortverhältnisse nutzen. Auch ist der Verjüngungszeitraum „gestreckt“, wobei immer wieder neue Initiale entstehen. Gleichzeitig sind Ansammlungen nach dem ersten Standjahr weniger trockenisempfindlich. Ein artspezifisch ausgewogenes Wurzel-Spross-Verhältnis von  $\geq 1 : 2$  und ein hoher Feinwurzelbesatz begünstigen das Anwachsen der Sämlinge.

#### IX.4 Biologische Vielfalt & Habitatqualität

##### Floristische Wiederbesiedlung

Rekultivierungsflächen des Bergbaues sind Neuland, ohne jegliche Habitat- und Biotopkontinuität. Zufällige Ereignisse wie Witterungsextreme und das örtliche Diasporenangebot entscheiden über die Erstbesiedlung (FELINKS 2000, HILDMANN ET AL. 2018). Unter den Gefäßpflanzen etablieren sich typische Ruderalarten. Anfangs besteht noch kein Konkurrenzdruck, weder um Standraum, Licht, oder Wasser. Die geringe NPK-Verfügbarkeit ist aber ein allgemeines Ausscheidungskriterium, so dass diesbezüglich anspruchslose (oligotrophe) Pflanzen klar im Vorteil sind. Dennoch können verschiedene Lebensformen und Verbreitungstypen ökologische Nischen besetzen (DAGEFÖRDE 1998b).

Davon ausgehend wird die weitere Vegetationsdynamik im Wald aber zunehmend durch die Lichtkonkurrenz der Gehölze bestimmt (WULF ET AL. 1999): Während im Kulturstadium noch ein- und zweijährige Pflanzenarten des Offenlandes die „lichtliebende“ Bodenvegetation dominieren, nimmt der Anteil ausdauernder, schattentoleranter und hygromorpher Waldarten stetig zu. Schon im Stangen- und frühen Baumholzalter (30 bis 50 Jahre) nehmen sie über 50 Prozent ein (LANDECK ET AL. 2000, DAGEFÖRDE ET AL. 2000). Die hohe Artenfluktuation in der frühen Waldentwicklung ist typisch für biologisch instabile Systeme.



Abbildung 67: „Aller Anfang ist schwer“. Initialstadium der natürlichen Wiederbewaldung eines quartären Kipp-Reinsandes nahe des Abbaubereiches.

Kippprohböden sind ein extremer Lebensraum, gleich in mehrfacher Hinsicht: Neben Nährstoffdefiziten und großen Temperaturschwankungen an der Bodenoberfläche, beeinträchtigt vor allem die Winderosion („Sandstrahlgebläse“) den Aufwuchs. Unter den Rohbodenpionieren samen sich robuste Gräser, wie Silbergras, aber auch Gemeine Kiefer, Aspe und Gemeine Birke an.

##### Biodiversität im Boden

Eine beherrschende Schlüsselposition für die Wasser- und Nährstoffaufnahme von Gehölzen haben symbiotische Wurzelpilze (Mykorrhiza), gerade auf Neulandböden mit schwierigen Standortbedingungen und anfänglichem NPK-Mangel. Ihre biologische Vielfalt entscheidet von Beginn an mit über die Stabilität, Funktionalität und Regenerationsfähigkeit der Ökosysteme. So wäre auch die erste Landbesiedlung höhere Pflanzen im Devon vor 400 Millionen Jahren nicht denkbar gewesen.

Leider beschränken sich Untersuchungen zur Mykorrhizierung Lausitzer Kippenwälder nur auf Kiefern- und Rot-Eichenbestände.

Aufgrund des bewegten Reliefs und einer hohen Standortvielfalt ist ein kleinteiliges Biotopmosaik entstanden. Solche totholzreichen Lebensräume sind ein besonderer Zufluchtsort für zahlreiche, ansonsten nur in Altholzbeständen und Urwäldern vorkommende Spezies. So sind in dem von Birken, Weiß- und Schwarz-Erlen dominierten Waldstück von nur 64 Hektar über 200 holzbewohnende Käferarten nachgewiesen – ein echter „Hotspot“ der biologischen Vielfalt. Auch der lange in Brandenburg verschollene Bockkäfer *Pachytodes cerambyciformis* lebt hier – neben 62 anderen „Rote-Liste-Käfern“.

Hier beträgt die Kolonisierungsrate der Feinwurzeln bei jungen Aufforstungen nur 15 Prozent (GEBHARDT ET AL. 2007). Aber die Mykorrhizierung nimmt schnell zu, genauso wie die Zahl an Morphotypen unterscheidbaren Einheiten. Schon im frühen Stangenholz- bis Baumholzalter entspricht der Mykorrhizierungsgrad mit über 95 Prozent den Bedingungen unverritzter „Normalstandorte“ im Tagebauumland, selbst auf kohlenhaltigen Substraten. Der Anteil vitaler Mykorrhizen liegt sogar höher, auch wenn die Anzahl an morphologisch unterscheidbaren Einheiten insgesamt geringer ausfällt (MÜNZENBERGER ET AL. 1995, 2000, 2004).

#### Bewertung der Habitatqualität

Wie zuvor geschildert, ist die Abgrenzung spezifischer Weiserartengruppen wegen variabler Randbedingungen (Bestandesklima, Depositionsregime) und einer dynamischen Bestandesentwicklung schwierig. In jungen Kippenwäldern besteht kein ökologischer Gleichgewichtszustand mit einer stabilen Artenkombination. Zwar können die gewichteten mittleren Feuchte-, Reaktions- und Nährstoffzahlen der Bodenvegetation zur indirekten Abschätzung der Substrateigenschaften genutzt werden (LANDECK ET AL. 2000). Jedoch gibt dies nur ein ungenaues Lagebild der aktuellen und variablen Standortbedingungen, was für die Baumartenauswahl nicht genügt. Außerdem passen die Zeigerwerte der Nährstoff- und Wasserversorgung nur für Ökosysteme, in denen sich schon eine mehr oder weniger stabile Konkurrenzsituation zwischen den Arten eingestellt hat. Beides ist auf Rohböden und Waldentwicklungsflächen nicht der Fall (DAGEFÖRDE ET AL. 2000, WULF ET AL. 1999). Auch wegen der standörtlichen Besonderheiten von kohlenhaltigen Böden laufen pflanzensoziologische Instrumente zur Zielwaldabschätzung oder standörtlichen Leistungsbewertung schnell ins Leere. Hinzu kommt: Bei stärkerer Immissionsprägung gewinnen walddatypische und Eutrophie anzeigende Arten an Gewicht, zum Beispiel Landreitgras, Wald-Erdbeere, Echter Ehrenpreis, Wald-Zwenke und Wintergrün (LANDECK ET AL. 2017). Umso bedeutsamer ist jede auf Bodendaten basierende Standorterkundung.

#### Totholzanteil und Biotopbäume

Weil Lausitzer Kippenwälder noch im vitalen Aufbau sind, fehlt das an Alters- und Zerfallsphasen gebundene Arteninventar. Denn erst, wenn Gehölze größerer Dimension absterben, können sich darauf spezialisierte Arten einstellen. Ein wichtiger und leicht messbarer Indikator zur Habitatqualität ist das stehende Totholz. Hier gehen schnellwüchsige Pionierbaumarten mit geringer natürlicher Lebenserwartung und einem zumeist wenig beständigen Holz voran. So nennen LANDECK ET AL. (2006) für eine mit 56-jähriger Birke vollbestockte Altkippe immerhin 33 Kubikmeter Totholz/Hektar. Solche frühen Zerfallsstadien lassen einen besonders strukturreichen Lebensraum entstehen.

Damit korrespondiert die Häufigkeit xylobionter (im Holz lebender) Arten. Dies sind vor allem Käfer und Baumpilze. Ihre Besiedlungsabfolge ist primär zeitabhängig und bestockungsspezifisch. Dazu liegt umfangreiches, wenn auch nicht allumfassendes Datenmaterial vor (LANDECK ET AL. 2006, LANDECK & ERTLE 2009, LANDECK ET AL. 2017). Andere Einflussfaktoren sind: Verjüngungsform (Pflanzung, Saat, Sukzession), Bestandesstruktur und Bewirtschaftungsintensität.



Abbildung 68: Altbergbaugesamt „Revier 55“ nahe Lauchhammer-Nord, Aufforstungen und Sukzessionsbereiche der 1950er Jahre – bis heute ohne größeren Bewirtschaftungseinfluss.

Bisher lassen sich rund 200 holzbewohnende Käferarten nachweisen, obwohl Altholz fehlt und Mulmhöhlen bewohnende Arten noch eher selten sind (LANDECK ET AL. 2017). In Sukzessionsbeständen mit hohem Birkenanteil entspricht die in 60 Jahren erreichte Biodiversität bereits den niedrigsten für Naturwaldzellen der Region angegebenen Werten. Dagegen weisen gleichaltrige, aber totholzarme (<5 Kubikmeter/Hektar) Kiefern-Reinbestände gleichen Alters knapp 60 Holzkäferarten auf, ähnlich wie im Umland. Über die Habitatsignung entscheidet also nicht das einfache Prädikat „Kippenwald“. Vielmehr bemessen Bestockungs- und Strukturmerkmale den ökologischen Wert jedes Ökosystemes, wie beispielsweise die Anzahl von Horst- und Höhlenbäume oder Biotopbaumgruppen je Hektar (LANDECK ET AL. 2017). Bisher existiert allerdings keine umfassende Kartierung gesetzlich geschützter Biotope oder ökologisch besonders wertvoller Wälder. Fehlende Flächeninformationen stehen im Widerspruch zur großen artenschutzfachlichen Bedeutung von Bergbaufolgelandschaften.

#### Die Bodenfauna etabliert sich

Zur Entwicklung der Bodenfauna sei hier auf wenige ausgewählte Artengruppen mit bekannten Lebensraumansprüchen eingegangen: Am Anfang der Wiederbesiedelung von Neuland stehen mobile, oberflächlich lebende Arten mit geringen Lebensraum-Ansprüchen. So werden Aufforstungsflächen binnen kürzester Zeit von zahlreichen trockenheitstoleranten Laufkäfern (*Carabidae*) des Offenlandes besiedelt (KIELHORN & KEPLIN 1999).

Typisch sind „Steppenarten“, die in der Kulturlandschaft als stark gefährdet gelten. Mit dem Dickungsschluss nehmen aber sowohl die Gesamtartenzahlen als auch deren Aktivität spürbar ab (DAGEFÖRDE ET AL. 2000). Eine geschlossene Humusaufgabe und die Beschattung nivellieren die ökologischen Bedingungen. Gleichwohl entsprechen Arten- und Individuenzahl aber weitgehend den Verhältnissen „unverritzter“ Waldstandorte des Tagebauumlandes (VOGEL & DUNGER 1991, TIETZE & EPPERT 1993, DURKA ET AL. 1997). Im Bestandesalter von 30 Jahre nehmen dann waldbewohnende Laufkäfer-Arten rund 90 Prozent des Gesamtfangs ein (KEPLIN ET AL. 2000).

Im Vergleich zu den Laufkäfern findet sich die streuabbauende Mesofauna nur allmählich ein. Ihre Anzahl nimmt jedoch mit der Rekultivierungsdauer und Komplexität des Ökosystemes stetig zu. Einzelne Vertreter von Springschwänzen und Milben treten bereits kurz nach der Verkippung auf (WÄNNER ET AL. 1998) – vermutlich durch Wind verfrachtet. Nach einem Jahr finden sich erste Ringelwürmer, obwohl sich noch keine Steuschicht ausgebildet hat (DUNGER 1967, 1968). Dennoch benötigt die Entwicklung hin zu einer ähnlichen Population und Artendichte wie auf Waldböden des Tagebauumlandes mehrere Jahrzehnte (DÜKER ET AL. 1999, KEPLIN ET AL. 2000, DUNGER & VOIGTLÄNDER 2009). Besiedlungshemmende Faktoren für grabende Arten sind: (1) die fehlende Nahrungsbasis in Form von bodenorganischer Substanz sowie eine unzureichende Durchmischung mit dem Mineralboden, (2) ihre im Vergleich zu oberflächlich lebenden Tieren geringe Mobilität (DUNGER 1998a, b) und (3) niedrige pH-Werte und hohe Salzgehalte (SCHRADER ET AL. 1997, KEPLIN ET AL. 2000).

Besonders zögerlich ist die Wiederbesiedlung mit streubewohnenden und tiefer grabenden Regenwürmern (LANDECK ET AL. 2017), die andernorts bis zu 90 Prozent der Bodenfauna (Biomasse) ausmachen. Sie spielen frühestens nach 20 bis 30 Jahren eine nennenswerte Rolle in der Zersetzerkette (STÖHR & DUNGER 1997, DAGEFÖRDE ET AL. 2000). Noch bleibt die Populationsdichte geringer als auf unverritzten Standorten (WERMBTER ET AL. 1997). Im Lausitzer und Mitteldeutschen Braunkohlenrevier lassen sich bisher nur – oder immerhin schon – 12 Spezies von 47 in Deutschland insgesamt nachweisen. Es handelt sich fast ausschließlich um säuretolerante Vertreter, eher typisch für arme Ökosysteme (DUNGER ET AL. 2004). Nach 50 Jahren entspricht das Arteninventar nicht den Verhältnissen gewachsener Waldstandorte des Tagebauumlandes (GRÖNGRÖFT 1983, HECK & RÖMBKE 1992). Aufgrund der großen Bandbreite an stark kontrastierenden Boden- und Bestockungsformen ist aber langfristig von einer höheren Biodiversität auszugehen, gemessen am Flächenmaß.



Abbildung 69: „Naturparadies Grünhaus“ der NABU-Stiftung Nationales Naturerbe – Sukzessionsfläche für den Prozessschutz im Tagebau Kleinleipisch (1911-1980).

Das „Naturparadies Grünhaus“ ist eine wahre „Schatzkammer“ und gesetzlich geschütztes Habitat für über 3.000 Pflanzen- und Tierarten – von der seltenen Blauflügeligen Ödlandschrecke, den Wiedehopf oder die Gottesanbeterin zum Wolfsrudel Grünhaus. Ohne eine flachgründige Kalkmelioration wäre dieses Areal noch heute vegetationsfrei. Zu sehen ist die natürliche Wiederbewaldung mit Gemeiner Kiefer und Gemeiner Birke: Darin eingebettet sind künstlich angelegte Feldgehölze. Frühe Trittsteinbiotope beschleunigen die Einwanderung von Arten aus dem Tagebauumland.

Zeitraum bis zur „Angleichung“ an Wälder des Tagebauumlandes	Merkmale und Besonderheiten
<b>Biotop</b> 10 bis 30 Jahre	Ab dem Dickungsalter vergleichbare Leistungs- und Funktionsfähigkeit, die Entwicklungsdynamik ähnelt anderen Erstaufforstungen. Die Biotopqualität ist abhängig von der Bestandesstruktur (prägende Baumarten, Lebensgemeinschaft, Rein- oder Mischbestand) und Bewirtschaftung (Totholzanteil).
<b>Lebensgemeinschaft</b> 50 bis >100 Jahre	Die Artenvielfalt ist substrat- und bestockungsabhängig, artenreiche Sukzessionswälder haben eine besonders große ökologische Wertigkeit. Jede Primärsukzession wird durch Zufallsfaktoren bestimmt, wie Witterungsextremen oder den Transport von Diasporen (Samen, Sporen, Wurzelbrut) auf die Fläche. Das Artenspektrum entspricht in seiner Komplexität nicht den Wäldern des Umlandes bei gleichem Baumalter, was zu Entwicklungsstörungen führen kann. Ein bekanntes Beispiel ist die hohe Anfälligkeit von Kiefern-Durchforstungsbeständen gegenüber dem Kiefern-Wurzelschwamm, anfänglich fehlen „Gegenspieler“.
<b>Nahrungskette</b> 20 bis >100 Jahre	Frühzeitig etabliert sich eine leistungsfähige Zersetzerkette, die mikrobiologische Aktivität des Oberbodens, Mykorrhiza-Häufigkeiten und Mykorrhizierungsgrad entsprechen in etwa vergleichbaren Bestockungen im Tagebauumland. Manche Schlüsselarten wie Regenwürmer stellen sich aber nur mit Verzögerung ein. Die Entwicklung der vielschichtigen Nahrungsbeziehungen zwischen Primärproduzenten, Konsumenten und Zersetzern bildet einen langfristigen „Reifungsprozess“, der noch unzureichend erforscht ist.

Tabelle 9: Parameter der Biotopentwicklung – große Bandbreite in Abhängigkeit von Substrat, Bestockungssituation und Alter.

# X. Vom Bergrecht zu neuen Kippenwäldern

## X.1 Multifunktionaler Dauerwald

### Waldentwicklungsziele in Bergbaufolgelandschaften

Die Wiederherstellung des vorbergbaulichen Landschafts- und Waldzustandes ist schon alleine wegen der spezifischen Substratverhältnisse von Kippenböden nicht möglich. Zwar sprechen manche Sanierungspläne von „lausitztypischen Wäldern“. Unklar, was damit gemeint ist: Etwa die großen Kiefernmonokulturen, persönliche Vorstellungen, oder sind es doch eher Annahmen zur potenziell-natürlichen Vegetation? Andererseits ist auch die umgebende Kulturlandschaft seit Jahrtausenden anthropogen geprägt und nie statisch (POSCHLOD 2017, BEHRENS & HOFFMANN 2019), sei es durch Eingriffe in den Landschaftswasserhaushalt oder industrielle Stoffeinträge (LMBV 2009). Der vorbergbauliche Zustand bietet zwar allgemeine Orientierung. Eine bloße Nachahmung des „Originals“ oder „Ideals“ muss jedoch immer scheitern, vor allem, weil sich die Substrateigenschaften so grundlegend verändern.

- Forstliches Rekultivierungsziel ist heute die Begründung langfristig stabiler, multifunktionaler und sich selbst regenerierender Dauerwälder. Die Maßnahmen folgen damit allgemein anerkannten Grundsätzen eines ökologischen Waldbaus (BARTSCH ET AL. 2020, GREGER 2021). Umso beständiger ihre Entwicklung ohne größere Störungen verläuft, desto harmonischer und schneller fügen sich neue Wälder in den Naturraum ein.
- Die formulierten Anforderungen gehen weit über die berggesetzlichen Mindeststandards zur Herstellung von Waldflächen hinaus. Insofern muss die Baumartenwahl das pflanzenbauliche Potenzial berücksichtigen (KNOCHÉ & SCHLENSTEDT 2018). Dafür sind Wachstumsprognosen notwendig – durch Analyse älterer Kippenwälder oder eine vorausschauende Modellierung der Zuwachsbeziehungen.
- Noch mehr als auf natürlichen Standorten entscheidet auf Tagebauflächen das geologische Substrat über die grundlegende Boden- und Waldentwicklung. Hier erfolgt die Weichenstellung bereits mit der Tagebauführung, Kippenmodellierung und Substratschüttung. Es gilt: „Das Beste (Substrat) nach oben“! Im Idealzustand entsprechen sich Standorteigenschaften und Baumartenansprüche von Beginn an und auf Dauer.

Der mit Abstand größte Flächenanteil an Lausitzer Kippenwäldern kann bei ausreichender Standsicherheit des Geländes ohne größere Einschränkungen bewirtschaftet werden. Für oft stark reliefierte Altkippen mit artenreichen Sukzessionswäldern ist eine Intensivierung der Waldwirtschaft abzulehnen. Sie eignen sich als Naturentwicklungsflächen („Wildnisgebiete“) und haben einen besonderen kulturhistorischen Wert.

### Vom Nullpunkt zur stetigen Waldentwicklung

Die jüngere Rekultivierungspraxis zeigt auf beeindruckende Weise, wie sich heute bei guter Flächenvorbereitung und einer standortgerechten Baumartenwahl geplante Waldbestände sicher etablieren lassen. Das kleinräumige Standortmosaik ermöglicht abwechslungsreiche Laubmischwälder mit großer biologischer Vielfalt. Zwar bedeutet die Abkehr von leicht zu etablierenden Kiefern-Monokulturen und Pionierwäldern zunächst einen finanziellen Mehraufwand, der sich aber rechnet und ohnedies in keinem Verhältnis zur aufwändigen Flächenvorbereitung steht.

So machen Trauben- / Stiel-Eiche, Winter-Linde, Hain-Buche und Gemeine Birke heute über die Hälfte der jährlichen Kulturfläche aus. Solche Kippenmischwälder trotzen – bei angepasster NPK-Düngung – den schwierigen Startbedingungen. Mit ihrer ökologischen Bandbreite können sie sich den hoch dynamischen Substrateigenschaften anpassen und die kostbaren Standortressourcen bestmöglich nutzen. Nachträgliche Sanierungsmaßnahmen, wie im Falle der durch Kiefern-Wurzelschwamm beschädigten Bestockungen, sind dann vermeidbar.

## X.2 Waldbauliche Herausforderungen

### Junge Kippenwälder im Aufbau

Wälder sind komplexe biologische Systeme – einzigartig, vielfältig und multifunktional. Sie lassen sich nur schwer durch abstrakte Regeln und formaljuristische Kriterien beschreiben. Rekultivierungsziel ist weder die einseitige Maximierung des Holzertrages, noch gilt die Waldbegründung an sich schon als Nachweis für forstliche Nachhaltigkeit. Im Gegenteil, Verjüngungsmaßnahmen, die nur eine schnelle Begrünung bezwecken, sind kontraproduktiv. Daraus erwachsen meist instabile, kurzlebige Bestockungen, die im Widerspruch zu den heutigen Sanierungszielen stehen (KNOCHÉ & SCHLENSTEDT 2018).

Daher sollen Kippenwälder auf Dauer alle walddgesetzlich genannten Funktionen erfüllen. Entscheidend ist die grundsätzliche Baumarteneignung. Angesichts mancher Unsicherheiten zur künftigen Klimaentwicklung geht es künftig um eine noch stärkere Risikoverteilung. Weil sich der Landschaftsraum spürbar erwärmt und Sommeriederschläge öfter ausbleiben, gewinnt die Standortfeuchte immer mehr an Bedeutung – insbesondere für den Kulturerfolg.

- Mehr denn je wird eine differenzierte Waldbewirtschaftung mit einer hohen, dem Standort gut angepassten Baumartenvielfalt gefordert. Gegen eine sich abzeichnende „quasi-natürliche“ Wuchsdynamik auf Kippen zu wirtschaften, macht auf Dauer keinen Sinn.
- Auf „Kiefern-Zwangsstandorten“ wie kies- und kohleführenden Reinsanden ist der waldbauliche Handlungsspielraum stark eingeschränkt. Bei wenigen Anbaumöglichkeiten steht die Walderhaltung im Vordergrund, auch durch natürliche Sukzession.
- Für produktions sichere und laubholzfähige Standorte mittlerer bis guter Wasser- und Nährstoffversorgung lässt sich ein höherer Aufwand bei der Waldpflege rechtfertigen. Hier liegt das Gewicht auf einer Vitalitätssteigerung und Zuwachsoptimierung des Einzelbaumes.

#### Keine voreiligen, unbedachten Maßnahmen

Stetig verschieben sich die forstlichen Aufgaben auf Kippenflächen von der Wiederaufforstung hin zur Bestandessicherung und -entwicklung. Im Mittelpunkt steht dabei die schrittweise Überführung von gleichaltrigen und häufig noch einschichtigen Aufforstungen in strukturreiche Dauerwälder. Junge, reaktionsfähige Laubholz-Mischbestände aus Licht- und Schattbaumarten bieten Steuerungs- und Anpassungsmöglichkeiten. Auf jeden Fall ist eine vorzeitige Entmischung solcher Bestockungen wie bei unterlassenen Pflegemaßnahmen entgegen zu wirken. Grundsätzlich wird für Kippenwälder eine gewissermaßen „organische“, dauerhaft-stetige Waldentwicklung ohne Unterbrechungen und Ausfälle angestrebt. Handlungsbedarf besteht, wenn eine sich natürlich ansamende Gemeine Kiefer die standörtlich passenden und gewollten Laubhölzer in der Anwuchphase verdrängt. Schon eine unzureichende NPK-Ergänzungsdüngung im Jungwuchs- bis Dickungsalter gibt den Ausschlag. Insbesondere akuter Stickstoffmangel beschränkt das Höhenwachstum der meisten Laubbaumarten schon nach 2 bis 3 Jahren, während Kiefern trotz vergilbter Nadeln weiterzuwachsen. Anschließende Düngemaßnahmen verstärken diesen spannungsgeladenen Wuchsvorsprung.

Hier stocken die ältesten Kippenwälder im Lausitzer Braunkohlenrevier, sie sind heute 90 Jahre alt. Solche Mischwälder aus natürlicher Wiederbewaldung belegen eine früher oft unterschätzte Leistungsfähigkeit von Bergbauflächen.



Abbildung 70: Der Kreis schließt sich: Kippenwälder mit Zukunft – Beeindruckender Kiefern-Mischbestand auf Rekultivierungsfläche im UNESCO-Geopark Muskauer Faltenbogen.

Doch radikale Eingriffe oder einseitige Maßnahmen etwa durch flächige Beseitigung bestimmter Baumarten sind zu vermeiden. Substanzerhaltung und Stabilisierung der vorhandenen Bestockung stehen im Vordergrund – selbst bei einer aus heutiger Sicht fehlgeleiteten oder unausgewogenen Baumartenwahl und Kombination. Andererseits sind reine Kiefernstangenhölzer jetzt in ihrer produktivsten Entwicklungsphase – auch was Humusbildung, Bodenaufbau und Kohlenstoff-Sequestrierung betrifft. Dagegen können Hiebseingriffe zur Beschleunigung des angestrebten Waldumbaus den umfassenden Rekultivierungserfolg sogar gefährden, wenn die Bestände dadurch destabilisieren und kollabieren.

Ein schneller Bestockungswechsel ist nur dann unaufschiebbar, wenn Überalterung, Entwaldung und „Versteppung“ drohen oder eingetreten sind. Das betrifft insbesondere durch Wurzelschwammbefall geschädigte sowie bereits in Auflösung befindliche Kiefern-Reinbeständen ohne Laubholzinitiale.

#### Weiterer Forschungsbedarf

Die neu begründeten Kippenwälder erwachsen unter anderen Umweltbedingungen als noch vor wenigen Jahrzehnten, vor allem was das vormals industriell geprägte Depositionsgeschehen und die neue Klimasituation betrifft. Zwischen 1960 und 1990 lässt sich – wie in Brandenburg und anderen Regionen (KEIL 2015, POLLEY ET AL. 2018) – eine Zunahme des laufenden Höhen-, Grundflächen- und Volumenzuwachses beobachten (ERTLE ET AL. 2012). Danach widerlegt die bisherige Waldentwicklung auf Kippenstandorten das Negativeimage besonders risikoreicher, schlecht wüchsiger und nur eingeschränkt nutzbarer Bestockungen. Auch wenn Kippenwälder in manchen ökologischen Punkten „unausgereift“ bleiben, vor allem was die Humus- und Bodenentwicklung betrifft (HÜTTL ET AL. 2000).

Nur wenige Landschaftsräume werden derart intensiv erforscht, gleichwohl bestehen Erkenntnislücken: Unabhängig der Baumartenwahl sind in der Vergangenheit meist Reinbestände des schlagweisen Altersklassenwaldes entstanden. Infolgedessen werden räumlich getrennte Einheiten von gleichförmigen Bestockungen bewirtschaftet. Struktureiche, biodiverse oder ungleichaltrige Laubholz-Mischbestände im Baumholzalder bilden seltene Ausnahmen. Noch ist die Datengrundlage zur Abschätzung der künftigen Wuchs- und Konkurrenzdynamik unzureichend, gerade, wenn sich fundamentale Beziehungen im Klimawandel verändern (MARTENS ET AL. 2015, KNOCH & ERTLE 2020).



Abbildung 71: Untersuchungen des Wasserhaushaltes in einem Trauben-Eichen/Birken-Mischbestand im ehemaligen Tagebau Friedländer der BUBIAG.



Abbildung 72: Forstliche Versuchsfläche des FIB e. V. auf der eingeebneten Innenkippe des ehemaligen Tagebaues Waidmannsheil.

Auf dieser walddökologischen Messfläche des Forschungsinstitutes für Bergbaufolgelandschaften e. V. (FIB) interessiert das Konkurrenzverhalten der Gehölze im Klimastress. Ein Ergebnis: Nach den extremen Trockenjahren 2018 bis 2020 fällt die Gemeine Birke aus, aber schon Jahre zuvor lässt ihre Vitalität im Vergleich zur Eiche nach, sie ist also vorgeschwächt. Die Aufnahme zeigt neben der Klimastation ein bodenhydrologisches Messfeld, Niederschlags-sammler sowie Auffangmanschetten für den Stammabfluss. Solche Daten dienen vor allem zur Modellierung des Bestandeswasserhaushaltes. Damit ist auch die Grundwasserneubildungsrate unter Wald abschätzbar.

Seit den 1990er Jahren erfährt die Lausitzer Bergbaufolgelandschaft internationale Beachtung, auch in Wissenschaft und Forschung. Unter realen Bedingungen lassen sich grundlegende ökologische Prozesse studieren, ausgehend vom „Punkt Null“ des unbelebten Rohbodens. Diese Aufnahme weist bereits auf die zweite Waldgeneration nach erfolgreicher Aufforstung mit Gemeiner Kiefer: Sie zeigt einen 25-jährigen Voranbau aus Trauben-Eiche ( $h_{100} = 10,0$  Meter) und Rot-Buche ( $h_{100} = 13,2$  Meter). Daneben kommen unter dem gelichteten Kronendach des 84-jährigen Hauptbestandes auch Berg-Ahorn, Hain-Buche und Winter-Linde in Kultur. Auf solchen flugaschebeeinflussten Kippsubstraten kann die Gemeine Kiefer nicht den funktionalen Ansprüchen einer modernen Waldwirtschaft genügen. Trotz bester Holz-ertragsleistung und hoher Kohlenstoffspeicherung wird das standörtlich-waldbauliche Potenzial nicht ausgeschöpft.

### X.3 Forstliche Rekultivierung hat „Bestand“

#### Ein Rück- und Ausblick

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts betreten Lausitzer "Werksgärtner" und "Kippenförster" regelrechtes Neuland. Die vegetationsfreien Rohböden vor Augen, können sie auf keinerlei Erfahrungen zurückgreifen. Heute ist die forstliche Rekultivierung methodisch ausgereift und ein fester Bestandteil des bergbaulichen Planungs- und Genehmigungsverfahrens. Dabei geht sie in ihren Zielen weit über die gesetzlichen Mindestanforderungen zur ordnungsgemäßen Wiedernutzbarmachung von Rohkippen hinaus:

- Trotz schwieriger Ausgangsbedingungen und mancher Unwägbarkeiten zeigt die forstliche Rekultivierungspraxis, wie innerhalb einer Waldgeneration anpassungsfähige und nach menschlichen Maßstäben produktive Lebensräume entstehen können.
- Sicherlich gibt es in 125 Jahren aktiver Landschaftsgestaltung auch historisch bedingte Brüche mit Fehlentwicklungen. Nicht immer genügt das Bestockungsergebnis den ursprünglichen Zielen, pflanzenbaulichen Möglichkeiten beziehungsweise heutigen Vorstellungen, wie manche Kiefern-Monokulturen oder instabile Pionierwälder verdeutlichen.
- Gerade Defizite in der früheren Substratverkipfung oder Melioration schwefelsaurer Kippenböden wirken lange nach und können das Waldwachstum dauerhaft beeinträchtigen. Mitunter fordert eine standortwidrige Baumartenwahl sogar den frühzeitigen Bestockungswechsel, wenn andernfalls großflächige Bestockungs- und damit Funktionsverluste drohen. Umso wichtiger ist die sorgfältige Flächenvorbereitung.
- Aber rund 400 Quadratkilometer neue Waldflächen auf vormalig vegetationsfreien Rohböden sprechen für sich. Sie widerlegen, dass Kippenwälder der ersten Generation nur eine Zwischenlösung sind. So fällt es schwer, Kippenwälder von Bestockungen des Tagebaumlandes zu unterscheiden.
- Auch wenn die meisten Jungbestände erstaunlich wüchsig sind, so bleiben Tagebaukippen doch auf Dauer pflanzenbauliche Sonderstandorte – mit manchen Unwägbarkeiten. Umso mehr setzt der moderne Kippenwaldbau auf eine standörtlich passende Baumartenvielfalt.
- Die ökologisch gut begründete und auf Erfahrungen gestützte Herangehensweise sei eine „Blaupause“ für andere europäische Kohlenregionen. Ähnlich gelagerte „Landschaftsbauustellen“ können vom einzigartigen Erfahrungsschatz der Lausitz profitieren.

Aber erst, wenn im Jahr 2060 die letzten Aufforstungsflächen bestockt sind, endet die Rekultivierung. Andere Bergbaufolgen bleiben dagegen Ewigkeitslasten, insbesondere im Landschaftswasserhaushalt. Insgesamt ist die forstliche Rekultivierung eine historische Aufbauleistung, wie sie sich mit den großen Ödland-Aufforstungen des 19. Jahrhunderts messen kann.

## XI. Literaturverzeichnis

ABO-RADY, M., WEISE, A., OEHME W.-D., HAUBOLD, W., MÖBES, A., VOGEL, H., NEUMANN, E. E., KÜHN, D., BRANDTNER, W., 1998: Substratansprache auf Kippen und Halden des Braunkohlenbergbaus. Schriftenr. Angew. Geowiss. 3, 21-34.

ABRESCH, J.-P., GASSNER, E., VON KORFF, J., 2000: Naturschutz und Braunkohlesanierung. Angewandte Landschaftsökologie 27, 1-428.

ADAM, C., GLÄSSER, W., HÖLTING, B., 2002: Hydrogeologisches Wörterbuch. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.

ADAM, S.-U., 1992: Untersuchungen über die Auswirkungen der Grundwasserabsenkung durch den Großtagebau Welzow-Süd auf die Bewirtschaftung der Forstbestände in der Oberförsterei Drebkau. Diplomarbeit, FHS für Forstwirtschaft Schwarzburg, Schwarzburg.

AID – AUSWERTUNGS- UND INFORMATIONSDIENST FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN E.V., 1993: Waldränder gestalten und pflegen, Eigenverlag, Bonn.

ALBERT, R., 1928: Naturverjüngung der Kiefer als Folge von Rauchschäden. Der Deutsche Forstwirt 10, 109, 697-698.

AL NAIMI, K., 1989: Die forstlich genutzten Kippen des Braunkohlenbergbaues der DDR und ihre nachhaltige Bewirtschaftung. Dissertation, Technische Universität Dresden, Dresden.

ALLRICH, P., MÜLLER, M., 1999: Möglichkeiten und Grenzen des Waldumbaus in Südbrandenburg. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 7, 24-35.

ARBEITSGRUPPE BODEN DES JAHRES 2019 (HOFFMANN, R., BRÄUNIG, A., BENNING, R., KNOCHE, D., HEINKELE, T., JACOB, F., ANDREAE, H.), FRIELINGHAUS, M., MILBERT, G., 2019: Boden des Jahres 2019 – Kippenboden (Kipp-Regosol, Kipp-Pararendzina) – Fünftehnter Boden des Jahres in Deutschland. Bodenschutz 1, 4-15.

BALLASCHK, W., 1955: Forstliche Rekultivierung im Senftenberger Raum. In: Rat des Bezirkes Cottbus, AG Bergbau und Energiewirtschaft (Hrsg.): Die Wiederurbarmachung der Kippen und Halden im Senftenberger Braunkohlenrevier, 40-47.

BANSE, G., HÖRZ, H., 1984: Wissenschaftlich-technische Revolution – Schöpfung – Verantwortung. Deutsche Zeitschrift für Philosophie. 8-9/1984, 785-795.

BARTELT, D., 2006: Ökologischer Waldumbau nicht standortgerechter Erstaufforstungen auf Kippenstandorten des ostsächsischen Braunkohlenreviers als Beitrag zur Sicherung der Waldfunktionen unter Berücksichtigung des Anstieges von Kippgrundwässern. Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften e. V. (FIB), Abschlussbericht, unveröffentlicht.

BARTSCH, N., VON LÜPKE, B., RÖHRIG, E., 2020: Waldbau auf ökologischer Grundlage. 8. vollständig überarbeitete Auflage. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

BAUMERT, M., 2020: „In der Landschaft eine klare Ordnung setzen“ oder „die Verunstaltung der Umwelt“? – Konjunkturen der Braunkohlenbergbaus- anierung im Lausitzer Revier 1949 bis 1990. Der Anschnitt 72, 3-4, 75-83.

BAUMERT, M., 2023: „Das Beste nach oben!“ – Forschung und Praxis der Wiedernutzbarmachung von Braunkohlenfolgelandschaften in der DDR. De Gruyter Oldenbourg, München.

BAYERL, G., MAIER, D. (HRSG.), 2002: Die Niederlausitz vom 18. Jahrhundert bis heute: Eine gestörte Kulturlandschaft. Cottbuser Studien zur Geschichte von Technik, Arbeit und Umwelt 19, 1-360.

BEHRENS, H., HOFFMANN, J., 2019: Landschaft im Wandel – Erfassung – Bewertung – Wahrnehmung. Steffen Verlag, Berlin.

BENTHAUS, F.-C., GOCKEL, G., UHLMANN, W., GELLER, W., MANSEL, H., NITSCH, C., GRÜNEWALD, U., 2014: Wasserwirtschaftliche Sanierung. In: Drebenstedt, C., Kuyumcu, M. (Hrsg.): Braunkohlesanierung – Grundlagen, Geotechnik, Wasserwirtschaft, Brachflächen, Rekultivierung, Vermarktung. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 265-381.

BERKNER, A., 2016: Braunkohlenplanung. In: ARL – Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.): Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung, 307-323.

BERTENRATH, R., BÄHR, C., KLEISSNER, A., SCHAEFFER, T., 2018: IW-Gutachten – Folgenabschätzung Klimaschutzplan und Strukturwandel in den Braunkohleregionen.

BESCHOW, R., 2012: Übersicht zur Entwicklung Landinanspruchnahme/Wiedernutzbarmachung im Lausitzer Braunkohlenrevier nach 1945. Vattenfall Europe Mining AG (PL-PRN3), Cottbus.

BILKENROTH, K.-D., HILDMANN, E., JOLAS, P., 1996: Forschungsstrategie des Sanierungsbergbaus Braunkohle. Braunkohle 1, 73-75.

BISMARCK VON, F., ANDRICH, A., BERKNER, A., BOLDORF, K., DALLHAMMER, W.-D., DREBENSTEDT, C., FREYTAG, K., KADLER, A., MEYER, H.-D., SCHLENSTEDT, J., SCHMIDT, R., STRZODKA, M., WEYMANN, K.-O., 2014: Rechtliche, finanzielle und organisatorische Grundlagen. In: Drebenstedt, C., Kuyumcu, M. (Hrsg.): Braunkohlesanierung – Grundlagen, Geotechnik, Wasserwirtschaft, Brachflächen, Rekultivierung, Vermarktung. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 73-129.

BÖCKER, L., ERTLE, C., STÄHR, F., PREUBNER, K., KATZUR, J., 2007: Rekultivierung mit Gemeiner Kiefer in der Bergbaufolgelandschaft des Lausitzer Braunkohlenreviers. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 32, 440-445.

BÖCKER, L., STÄHR, F., KATZUR, J., 1998: Waldwachstum auf Kippenstandorten des Lausitzer Braunkohlenreviers. AFZ-Der Wald 13/1998, 691-694.

BOMBI, P., D'ANDREA, E., REZAI, N., CAMMARANO, M., MATTEUCCI, G., 2017: Which climate change path are we following? Bad news from Scots pine. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189468>.

BOOTH, J. C., 1903: Die Einführung ausländischer Holzarten in die Preußischen Staatsforsten unter Bismarck und Anderes. Springer-Verlag, Berlin.

BRANDT, D., WIEDEMANN, D., LANDECK, I., 2006: Sukzession der Laufkäferfauna (*Coleoptera*, *Carabidae*) in der Bergbaufolgelandschaft Grünhaus. Märk. Ent. Nachr. 8, 1, 81-112.

BRANG, P., BUGMANN, H., BÜRGI, A., MÜHLETHALER, U., RIGLING, A., SCHWITTER, R., 2008: Klimawandel als waldbauliche Herausforderung. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 159, 362-373.

BRAUN-BLANQUET, J., 1928: Pflanzensoziologie – Grundzüge der Vegetationskunde. Springer-Verlag GmbH, Berlin, Heidelberg



- BRIE, A., SCHNIPPEL, A., 2011: Lausitz – Landschaft mit neuem Gesicht. Imhof Verlag, Petersberg.
- BRIER, E., 1987: Entwicklung des Braunkohlenbergbaus unter besonderer Berücksichtigung des Bezirkes Cottbus. Vorträge aus dem Bereich der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften (AdL) 6, 5, 35-42.
- BROMME, M., 1935: Landschaftspflege und Gartengestaltung im Dienste von Städtebau, Landesplanung und Siedlungswesen. Gartenkunst 48, 8, 148-155.
- BRÜNING, E., 1955: Rekultivierungsmaßnahmen mit landwirtschaftlichen Pionierpflanzen auf Rohkippen. In: Rat des Bezirkes Cottbus, AG Bergbau und Energiewirtschaft (Hrsg.): Die Wiederurbarmachung der Kippen und Halden im Senftenberger Braunkohlenrevier, 47-52.
- BRÜNING, E., 1959: Untersuchungen zur Frage der Begrünung tertiärer Rohbodenkippen des Braunkohletagebaus, dargestellt am Beispiel der Hochabsetzerkippe Böhlen. Dissertation, Universität Leipzig, Leipzig.
- BRÜNING, E., 1962: Frage der Rekultivierbarkeit tertiärer Rohbodenkippen des Braunkohletagebaus. Wiss. Z. Karl-Marx-Univ. Leipzig 11, 325-329.
- BRÜNING, E., 2007: Wiedernutzbarmachung von Kippen und Halden des Braunkohlenbergbaus. Zielstellungen, Ergebnisse aus Sicht des Zeitraumes 1952 bis 1972. In: Krummsdorf, A. (Hrsg.): Ökologie in Landschaftsgestaltung, Tagebau-Rekultivierung und Landeskultur/Umweltschutz. Sax-Verlag, Beucha, 83-92.
- BUNGART, R., HÜTTL, R. F., 1999: Standort und Produktivität von Kiefernökosystemen auf kohlefreien Kippsubstraten. AFZ-Der Wald 25/1999, 1328-1330.
- BURSCHEL, P., HUSS, J., 2003: Grundriss des Waldbaus. 3. unveränderte Auflage. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- COCH, S. T., 1995: Waldrandpflege. Grundlagen und Konzepte. Praktischer Naturschutz, Neuman Verlag, Radebeul.
- COPIEN, J. H., 1942: Über die Nutzbarmachung der Abraumkippen von Braunkohlewerken und die dabei gewonnenen Erfahrungen insbesondere bei Forstkulturen in der Niederlausitz. Z. Forst u. Jagdwesen 74, 43-77, 81-126, 192, 409-410.
- COPIEN, J. H., 1950: Über Möglichkeiten einer landwirtschaftlichen Nutzung der Abraumhalden und -kippen im Braunkohletagebau, Braunkohle, Wärme und Energie 23/24, 414-420.
- COPIEN, J. H., 1956: Rekultivierung von Abraumkippen. Braunkohle, Wärme und Energie 19/20, 383-389.
- DAGEFÖRDE, A., 1998A: Vegetationsentwicklung nach Waldbodenauftrag im Tagebau Reichwalde. In: Bungart, R., Hüttl, R. F. (Hrsg.): Landnutzung auf Kippenflächen – Erkenntnisse aus einem anwendungsorientierten Forschungsvorhaben im Lausitzer Braunkohlerevier. Cottbuser Schriften zu Bodenschutz und Rekultivierung 2, 141-152.
- DAGEFÖRDE, A., 1998B: Spontane Vegetationsentwicklung auf nicht meliorierten Kippen. In: Bungart, R., Hüttl, R. F. (Hrsg.): Landnutzung auf Kippenflächen – Erkenntnisse aus einem anwendungsorientierten Forschungsvorhaben im Lausitzer Braunkohlerevier. Cottbuser Schriften zu Bodenschutz und Rekultivierung 2, 207-225.
- DAGEFÖRDE, A., DÜKER, C., KEPLIN, B., KIELHORN, K.-H., WAGNER, A., WULF, M., 2000: Eintrag und Abbau organischer Substanz und Reaktion der Bodenfauna (*Carabidae* und *Enchytraeidae*) in forstlich rekultivierten Kippsubstraten im Lausitzer Braunkohlenrevier. In: Broll, G., Dunger, W., Keplin, B., Topp, W. (Hrsg.): Rekultivierung in Bergbaufolgelandschaften. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 101-130.
- DARMER, G., 1955: Biologische Grundlagen zur Wiederurbarmachung von Kippen und Halden. In: Rat des Bezirkes Cottbus, AG Bergbau und Energiewirtschaft, Petzold, H. (Hrsg.): Die Wiederurbarmachung der Kippen und Halden im Senftenberger Braunkohlenrevier, 30-34.
- DEBRIV, BUNDESVERBAND KOHLE, 2024: <http://www.braunkohle.de>.
- DEGENHART, C., DAMMERT, B., HEGGEMANN, B., 2003: Bergrecht in der Entwicklung – Braunkohlenplanung, Betriebsplanzulassung, Grundabtretungsverfahren, Bergschadensrecht, FFH-Richtlinie. Leipziger Schriften zum Umwelt- und Planungsrecht 3, 1-41.
- DENGLER, A., 1925: Die Dauerwaldfrage in Theorie und Praxis. In: Jahresbericht Deutscher Forstverein, 129-144, 149-152.
- DENGLER, A., 1939: Zu Lemmel's Kritik an meiner Stellung zum Dauerwaldgedanken. Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 71, 553-561.
- DEUTSCH-POLNISCHE KOMMISSION FÜR NACHBARSCHAFTLICHE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES UMWELTSCHUTZES, 1995: Kraftwerke und Tagebaue beiderseits der deutsch-polnischen Grenze. Berlin, 1-98.
- DLG – DEUTSCHE LANDWIRTSCHAFTS-GESELLSCHAFT E. V., 2022: Hinweise zur Kalkdüngung. DLG-Merkblatt 456, 1-27.
- DREBENSTEDT, C., 1998: Planungsgrundlagen der Wiedernutzbarmachung. In: Pflug, W. (Hrsg.): Braunkohletagebau und Rekultivierung. Landschaftsökologie – Folgenutzung – Naturschutz. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 487-512.
- DREBENSTEDT, C., 2001: Boden: In: Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH (Hrsg.): Wissenschaftliche Begleitung der ostdeutschen Braunkohlesanierung. Eigenverlag der LMBV, 81-104.
- DREBENSTEDT, C., KUYUMCU, M. (HRSG.), 2014: Braunkohlesanierung – Grundlagen, Geotechnik, Wasserwirtschaft, Brachflächen, Rekultivierung, Vermarktung. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- DREBENSTEDT, C., KUYUMCU, M., PIETSCH, T., 2014: Gesellschaftliche, natürliche und technische Rahmenbedingungen der Braunkohlesanierung. In: Drebenstedt, C., Kuyumcu, M. (Hrsg.): Braunkohlesanierung – Grundlagen, Geotechnik, Wasserwirtschaft, Brachflächen, Rekultivierung, Vermarktung. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 7-72.
- DREBENSTEDT, C., NIEMANN-DELIUS, C., 2009: Diskontinuierliche Abbausysteme im Tagebaubetrieb. In: Stoll, R. D., Niemann-Delius, C., Drebenstedt, C., Müllensiefen, K. (Hrsg.): Der Braunkohletagebau, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 263-288.
- DÜKER, C., KEPLIN, B., HÜTTL, R. F., 1999: Development of Enchytraeid communities in reclaimed lignite mine spoil. Newsletter on Enchytraeidae 6, 77-89.
- DUNGER, W., 1967: Die Entwicklung der Makro- und Megafauna in rekultivierten Haldenböden. In: Graff, O., Satchell, E. J. (Hrsg.): Progress in Soil Biology. North Holland Publ. Amsterdam, 340-352.
- DUNGER, W., 1968: Die Entwicklung der Bodenfauna auf rekultivierten Kippen und Halden des Braunkohletagebaues. Ein Beitrag zur pedozologischen Standortdiagnose. Abhandl. Ber. Naturkundemuseum Görlitz 43, 2, 1-256.
- DUNGER, W., 1998A: Ergebnisse langjähriger Untersuchungen zur faunistischen Besiedlung von Kippböden. In: Pflug, W. (Hrsg.): Braunkohletagebau und Rekultivierung. Landschaftsökologie – Folgenutzung – Naturschutz. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 625-634.
- DUNGER, W., 1998B: Immigration, Ansiedlung und Primärsukzession der Bodenfauna auf jungen Kippenböden. In: Pflug, W. (Hrsg.): Braunkohletagebau und Rekultivierung. Landschaftsökologie – Folgenutzung – Naturschutz. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 635-644.
- DUNGER, W., VOIGTLÄNDER, K., 2009: Soil fauna (*Lumbricidae*, *Collembola*, *Diplopoda* and *Chilopoda*) as indicators of soil eco-subsystem development in post-mining sites of eastern Germany – a review. Soil Organisms 81, 1-51.
- DUNGER, W., VOIGTLÄNDER, K., ZIMDARS, B., 2004: Die Entwicklung der Regenwurmfauna (*Lumbricidae*) auf den Berzdorfer Halden – repräsentativ für europäische Bergbaugebiete? Ber. Naturforsch Ges. Oberlausitz 11, 99-110.
- DURKA, W., BRÄNDLE, M., ALTMOOS, M., 1997: Sukzession, Habitate und Schutz von Laufkäfern (*Carabidae*) in Braunkohletagebauen. Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Entomol. 11, 11-114.
- DWD – DEUTSCHER WETTERDIENST, 2020: Klimaprojektionen für Deutschland. [https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaforschung/klimaprojektionen/fuer\\_deutschland/fuer\\_tdtld\\_homenode.html](https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaforschung/klimaprojektionen/fuer_deutschland/fuer_tdtld_homenode.html).
- EMMERLING, C., LIEBNER, C., 1997: Förderung bodenmikrobiologischer Eigenschaften von Kippenböden durch den Einsatz organischer Reststoffe. Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Ges. 83, 145-148.
- EMMERLING, C., LIEBNER, C., HAUBOLD-ROSAR, M., KATZUR, J., SCHRÖDER, D., 2000: Impact of application of organic waste materials on microbial and enzyme activities of mine soils in the Lusation coal mining region. Plant and Soil 220, 129-138.
- EMMICH, W.-D., HEYDECK, P., HEINSDORF, D., 2001: Absterbeerscheinungen in Kiefernstangenhölzern auf Kippsubstraten. AFZ-Der Wald 24/2001, 1296-1299.
- ENDE, H. P., BUNGART, R., HÜTTL, R. F., 1999: Standort und Produktivität von Kiefernökosystemen auf kohlefreien Kippsubstraten. AFZ-Der Wald 25/1999, 1331-1332.
- ENDLICHER, W., HENDL, M., 2003: Klimaspektrum zwischen Zugspitze und Rügen. In: Leibniz-Institut für Länderkunde (Hrsg.): Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland, Bd. Klima, Pflanzen- und Tierwelt. Elsevier, Heidelberg, Berlin, 32-33.
- ENGEL, M., METTE, T., FALK, W., 2022: Spatial species distribution models: Using Bayes inference with INLA and SPDE to improve the tree species choice for important European tree species. Forest Ecology and Management 507, 6, DOI:10.1016/j.foreco.2021.119983.
- ERTLE, C., KNOCHE, D., WENK, G., 2012: Ertragstafel der Gemeinen Kiefer (*Pinus sylvestris* L.) für Kippenstandorte des Lausitzer Braunkohlenreviers. Schriftenreihe des Forschungsinstituts für Bergbaufolgelandschaften e. V. (FIB) 2, 1-90.
- ERTLE, C., KÖHLER, R., KNOCHE, D., 2019: Holzernteverfahren für Kiefernbestände. Forst & Technik 1/2019, 33-37.
- ERTLE, C., KÜCHENMEISTER, H., KNOCHE, D., 2018: Zum künftigen Umgang der Lausitz Energie Bergbau AG mit den Waldbeständen auf Rekultivierungsflächen. Wertermittlung nach dem Bestandeswertverfahren für die forstlichen Rekultivierungsflächen der LEAG in den Tagebaubereichen Nochten, Reichwalde, Jänschwalde, Welzow Süd und Cottbus Nord. Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften e. V. (FIB), Abschlussbericht, unveröffentlicht.
- ESFELD, K., HENSEN, I., WESCHE, K., JAKOB, S., TISCHEW, S., BLATTNER, F. R., 2008: Molecular data indicate multiple independent colonizations of former lignite mining areas in Eastern Germany by *Epipactis palustris* (*Orchidaceae*). Biodivers. Conserv. 17, 2441-2453.
- FELINKS, B., 2000: Primärsukzession von Phytozönosen in der Niederlausitzer Bergbaufolgelandschaft. Dissertation, Brandenburgische Technische Universität Cottbus, Cottbus.
- FÖRSTER, F., 1990: Um Lausitzer Braunkohle. VEB Domowina-Verlag, Bautzen.
- FÖRSTER, F., 2014: Verschwundene Dörfer im Lausitzer Braunkohlenrevier. 3. bearb. und erweiterte Auflage. Domowina-Verlag GmbH, Bautzen.
- FRIITZ, H., MAKESCHIN, F., 2007: Chemische Eigenschaften flugaschebeeinflusster Böden der Dübener Heide. Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung 46, 105-120.
- FRIITZ, H., 2010: Nähr- und Schadstoffdynamik flugaschebeeinflusster Waldböden der Dübener Heide: Ist-Zustand und Prognosen. Dissertation, Technische Universität Dresden, Dresden.
- GABELMANN, H., 1929: Diskussionsbeitrag zum Vortrag von Mampel. Braunkohle – Zeitschrift für Gewinnung und Verwertung der Braunkohle 28, 605-607.
- GAIER, C., ERTLE, C., SPATHELF, P., 2009: Voranbau von Laubholz auf Kippstandorten der Niederlausitz. AFZ-Der Wald 5/2009, 226-228.
- GEHARDT, S., NEUBERT, K., WÖLLECKE, J., MÜNZENBERGER, B., HÜTTL, R. F., 2007: Ectomycorrhiza communities of red oak (*Quercus rubra* L.) of different age in the Lusatian lignite mining district, eastern Germany. Mycorrhiza 17, 279-290.
- GÖHRE, K., WAGENKNECHT, E., 1955: Die Roteiche und ihr Holz, Deutscher Bauerverlag, Berlin.
- GREGER, O., 2021: Waldbau auf standortgerechter Grundlage am Beispiel Bärenthoren und Hoher Fläming. cw Nordwest Media Verlagsgesellschaft mbH, Grevesmühlen.
- GRÖNGRÖFT, A., 1983: Bedeutung der Bodenfeuchte für die Populationsdynamik von *Enchytraeidae* (*Oligochaeta*) und *Orbatei* (*Acar*). Untersuchungen in der Rohhumusaufgabe im Kiefernforst Gartow (Kreis Lüchow-Dannenberg). Abh. Naturwiss. Verlag Hamburg (NF) 25, 115-131.
- GROBER, K. H., 1998: Der Naturraum und seine Umgestaltung. In: Pflug, W. (Hrsg.): Braunkohletagebau und Rekultivierung. Landschaftsökologie – Folgenutzung – Naturschutz. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 461-474.
- GRÜLL, M., DEGENHARDT, A., KEIL, D., KINDERMANN, T., MEISSNER, R., 2020: WUP: Zahlen und Karten zum Waldumbaupotenzial. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 69, 39-48.
- GRUNER, R., 2011: Technik für den Wald – Eine Retrospektive zur Entwicklung der forstlichen Verfahrenstechnik und Mechanisierung in der DDR. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 48, 1-248.
- GÜNTHER, R., BOBEK, R., HOFFMANN, A., 1949: Landschaftsveränderungen und Landschaftszerstörungen unter dem Einfluss des Braunkohlenbergbaus und der Industrie, untersucht im Gebiet des Mestischblattes Klettwitz bei Senftenberg, Manuskript, Berlin.
- GÜRTLER, K., LUH, V., STAEMMLER, J., 2020: Strukturwandel als Gelegenheit für die Lausitz. <https://www.bpb.de/shop/zeitschriften/apuz/304334/strukturwandel-als-gelegenheit-fuer-die-lausitz/>.
- GÜNSCHERA, G., 1998: Das Lausitzer Braunkohlenrevier. Verwirklichung der Ansprüche. Landwirtschaftliche Rekultivierung. In: Pflug, W. (Hrsg.): Braunkohletagebau und Rekultivierung. Landschaftsökologie – Folgenutzung – Naturschutz. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 589-599.

- HASEL, K., SCHWARTZ, E., 2006: Forstgeschichte. Ein Grundriss für Studium und Praxis. 3. Auflage. Verlag Kessel, Remagen.
- HARTMANN, P., FLEIGE, H., HORN, R., 2009: Veränderung bodenphysikalischer Eigenschaften von Humusaufgaben auf ehemals flugaschebeeinflussten Waldstandorten der Oberlausitz. *Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz* 8, 41-52.
- HAUBOLD-ROSAR, M., 1994: Bodenphysikalische und -mechanische Eigenschaften landwirtschaftlich rekultivierter Böden aus Löß und Geschiebemergel/-lehm sowie Möglichkeiten ihrer Melioration. Dissertation, Universität Trier, Trier.
- HAUBOLD-ROSAR, M., 2018: Methods of agricultural recultivation of post-mining landscapes in Northeastern Germany. In: Sychev, V. G., Mueller, L. (eds.): Novel methods and results of landscape research in Europe, Central Asia and Siberia, Vol. V. Landscape planning, management and rehabilitation, 178-183.
- HAUBOLD-ROSAR, M., GUNSCHERA, G., 2009: Düngeempfehlungen für die landwirtschaftliche Rekultivierung von Kippenflächen. Schriftenreihe des Forschungsinstituts für Bergbaufolgelandschaften e. V. (FIB) 1, 1-97.
- HAUBOLD-ROSAR, M., KNOCHE, D., 2010: Forstliche Rekultivierung im Lausitzer Braunkohlenrevier – Neue Wälder in der Bergbaufolgelandschaft. *proWALD* 3, 22-23.
- HAUSENDORFF, E., 1951: Für und wider die Robinie. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 70, 4, 235-247.
- HECK, M., RÖMBKE, J., 1992: Struktur von Enchytraeengemeinschaften (*Oligochaeta: Enchytraeidae*) verschiedener Forsten und Grünflächen in Berlin. *Verh. Ges. Ökol.* 21, 149-153.
- HEINBACH, K., RUPP, J., HIRSCHL, B., KNOEFEL, J., 2017: Mehrwert einer regionalen Energiewende im Lausitzer und im Rheinischen Revier – Wertschöpfungs- und Beschäftigungspotenziale durch den Ausbau von Photovoltaik und Windenergie. Kurzstudie Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW).
- HEINKELE, T., 2012: Kippenböden in der Forstlichen Standortklassifikation. Einordnung der Kippenböden des Braunkohlenbergbaus in das System der Forstlichen Standortklassifikation (SEA 95) und Ableitung standortgerechter Bestandeszieltypen. Teil 2: Bewertung der Stamm-Nährkraft von Kippsubstraten und Ableitung kartierbarer Merkmale, Empfehlungen zu standortgerechten Bestandeszieltypen in Abhängigkeit der Nährstoffverfügbarkeit. Schriftenreihe des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfLUG), unveröffentlicht.
- HEINKELE, T., 2019: Überprüfung der Tiefenverlagerung von Basen nach der Grundkalkung von Kippsubstraten. Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften e. V. (FIB), Abschlussbericht, unveröffentlicht.
- HEINKELE, T., KNOCHE, D., HAUBOLD-ROSAR, M., 2011: Überprüfung von Pedotransferfunktionen (PTF) zur Ableitung der nutzbaren Feldkapazität (nFK) forstlich genutzter Kippenböden in Ostdeutschland. In: Böden verstehen – Böden nutzen – Böden fit machen, 3.-9. September 2011, Berlin.
- HEINKELE, T., NEUMANN, C., RUMPEL, C., STRZYSCZ, Z., KÖGEL-KNABNER, I., HÜTTL, R. F., 1999: Zur Pedogenese pyrit- und kohlehaltiger Kippsubstrate im Lausitzer Braunkohlenrevier. In: Hüttl, R. F., Klem, D., Weber, E., (Hrsg.): Rekultivierung von Bergbaufolgelandschaften. Das Beispiel des Lausitzer Braunkohlenreviers. Verlag Walter de Gruyter, Berlin, New York, 25-44.
- HEINKELE, T., NEUMANN, C., HÜTTL, R. F. 1997: Soil formation on sulfidic mine soils in the Lignite Mining District of Lower Lusatia. *International Symposium on Soil System Behaviour in Time and Space. Mittlg. Österreichische Bodenkundl. Ges.* 55, 107-110.
- HEINSDORF, D., 1976: Untersuchungen über die Wirkung mineralischer Düngung auf das Wachstum und den Ernährungszustand von Kiefernulturen auf verbreiteten Kippbodenformen der Niederlausitz. *Beitr. f. d. Forstw.* 10, 185-198.
- HEINSDORF, D., 1981: C-, N-, P-, K-Vorräte forstlich genutzter sandiger Kippprohböden der Niederlausitz und deren Beziehung zum Ernährungszustand junger Kiefern. *Beitr. f. d. Forstw.* 1, 1, 37-43.
- HEINSDORF, D., 1983: Wirkung der Mineraldüngung auf Ernährung und Wachstum von Roteichen (*Quercus rubra* L.) auf unterschiedlichen Kippbodenformen der Niederlausitz. *Beitr. f. d. Forstw.* 17, 2, 75-83.
- HEINSDORF, D., 1992: Untersuchungen zur Düngebedürftigkeit von Forstkulturen auf Kippprohböden in der Niederlausitz. Habilitation, Technische Universität Dresden, Dresden.
- HEINSDORF, D., 1996: Development of forest stands in the Lusatian lignite mining district after mineral fertilization adapted to site and tree species. *Water, Air, and Soil Pollution* 91, 33-42.
- HEINSDORF, D., 2000: Langjährige Auswirkungen mineralischer Düngungen in jungen Kiefernbeständen auf Kippsanden. *AFZ-Der Wald* 21/2000, 1138-1143.
- HEUSOHN, R., 1926: Aufforstung von Halden und Bruchland im Kohlegebiet der Niederlausitz. *Deutsche Forstzeitung* 41, 52, 1346-1366.
- HEUSOHN, R., 1928a: Aufforstung von Halden im Industriegebiet. *Der deutsche Forstwirt* 10, 86, 519-520.
- HEUSOHN, R., 1928b: Das Kultivieren von Kippen und Halden. *Braunkohle* 27, 44, 985-992.
- HEUSOHN, R., 1929: Praktische Kulturvorschläge für Kippen, Bruchfelder, Dünen und Ödländereien. Verlag Neumann, Berlin.
- HEUSOHN, R., 1933: Was wird aus dem Industriegebiet nach dem Abwandern der Braunkohlenwerke? *Heimatkalendar für die Niederlausitz. Kreiskalendar für die Kreise Cottbus, Calau und Spremberg*, 34-26.
- HEUSON, R., 1942: Zu den Kippenaufforstungen in der Niederlausitz. *Erwiderung zur Arbeit Copien: „Nutzbarmachung der Abraumkippen“*. *Z. f. Forst- und Jagdwesen* 74, 10/11, 405-409.
- HEUSON, R., 1947: Kultivierung roher Mineralböden. 3. Auflage, Siebeneicher Verlag, Berlin.
- HEYDECK, P., KNOCHE, D., DAHMS, C., RAKEL, T., BIELER, T., SAUERMAN, J., DUHR, M., 2010: Prophylaktische Maßnahmen zur Abwehr des Kiefern-Wurzelschwammes (*Heterobasidion annosum* [Fr.] Bref.) in Erstaufforstungen auf Kippenstandorten im südlichen Brandenburg (Lausitz). *Archiv. f. Forstwesen u. Landsch.ökol.* 44, 3, 107-115.
- HILDMANN, C., LANDECK, I., SCHLENSTEDT, J., 2018: Arten- und Lebensräume der Bergbaufolgelandschaft – Lausitz und Mitteldeutschland mit vielfältiger Flora und Fauna *Stadt+Grün* 12, 11-15.
- HILLER, O. (HRSG.), 2002: Die Landschaftsdiagnose der DDR. *Zeitsgeschichte und Wirkung eines Forschungsprojekts aus der Gründungsphase der DDR*. Technische Universität Berlin. Materialien zur Geschichte der Gartenkunst. Berlin 2002.
- HIRZ, (?), 1936: Zur Frage der Wiedernutzbarmachung abgebauter Braunkohlenflächen. *Braunkohle* 35, 150-154.
- HOFMANN, G., 2021: Das Forstliche Versuchswesen Eberswalde 1946 bis 1991 – im Spiegel unveröffentlichter Berichte aus Forschung und Entwicklung. Brandenburgische Universitätsdruckerei und Verlagsgesellschaft Potsdam mbH, Potsdam (Golm).
- HOFMANN, G., POMMER, U., 2013: Die Waldvegetation Nordostdeutschlands. *Eberswalder Forstliche Schriftenreihe* 54, 1-596.
- HÜTTL, R. F., WEBER, E., 2001: Forest ecosystem development in post-mining landscapes. A case study of the Lusatian lignite district. *Naturwissenschaften* 88, 322-329.
- HÜTTL, R. F., KLEM, D., WEBER, E. (HRSG.), 2000: Ökologisches Entwicklungspotenzial der Bergbaufolgelandschaften im Lausitzer Braunkohlenrevier. Verlag Teubner, Stuttgart, Leipzig, Wiesbaden.
- HUFF, T., 2014: Über die Umweltpolitik der DDR. *Konzepte, Strukturen, Versagen*. *Geschichte und Gesellschaft* 40, 523-554.
- HUFF, T., 2015: Natur und Industrie im Sozialismus – Eine Umweltgeschichte der DDR. *Vandenhoeck & Ruprecht GmbH & Co. KG*, Göttingen.
- IBA FÜRST-PÜCKLER-LAND (HRSG.), 2010: *Neue Landschaft Lausitz*. Jovis Verlag GmbH, Berlin.
- ILLING, M., HOFMANN, W., BEERBALK, H.-D., REUSSNER, S., LUCKNER, L., RÜGER, M., DAFFNER, T., KOLBA, M., MASNICA, J., MORSZECK, G., RADOI, B., THOMAS, A., 2014: Wiedernutzbarmachung der Flächen von Tages- und Veredlungsanlagen. In: Drebenstedt, C., Kuyumcu, M. (Hrsg.): *Braunkohlensanierung – Grundlagen, Geotechnik, Wasserwirtschaft, Brachflächen, Rekultivierung, Vermarktung*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 425-486.
- ILLNER, K., KATZUR, J., 1964a: Über die Verwendung von industriellen Produktabfällen bei der Rekultivierung von kulturfeindlichen Tertiärkippen. *Wiss. Z. Humboldt-Universität zu Berlin, Math.-Nat.-R.* XIII, 6, 485-490.
- ILLNER, K., KATZUR, J., 1964b: Zur Nachhaltigkeit der Melioration schwefelhaltiger Kippgesteine bei Einsatz von phenolhaltigen Industrieabwässern. *Wiss. Z. Humboldt-Universität zu Berlin, Math.-Nat.-R.* XIII, 6, 823-826.
- ILLNER, K., KATZUR, J., 1964c: Betrachtungen zur Bemessung der Kalkgaben auf schwefelhaltigen Tertiärkippen. *Z. f. Landeskultur* 5, 287-295.
- ILLNER, K., RAASCH, H., 1966: Zur Bestimmung des Kalkbedarfes für die Melioration von schwefelhaltigen Tertiärkippen. *Z. f. Landeskultur* 7, 4, 285-290.
- ILLNER, K., THOMAS, S., 1970: Beziehung zwischen Wassergehalt bei bestimmter Saugspannung und Texturdaten sowie Kohlenstoffgehalt für Kippprohböden des Braunkohlenbergbaues der Niederlausitz. *Albrecht-Thaer-Archiv* 14, 6, 507-514.
- ILLNER, K., THOMAS, S., 1971: Der Bodenfeuchtegang in verschiedenen Kippprohböden des Braunkohlenbergbaues der Niederlausitz. *Zeitschrift für Meteorologie* 21, 11/12, 350-358.
- ILLNER, W. D., SCHMIDT-THEILE, E., 1954: Die Seenplatte im Leipziger Hügelland – *Das Magazin* 10/1954, 43-48.
- JENNY, H., 1941: *Factors of soil formation: A system of quantitative pedology*. McGraw-Hill, New York.
- JORDAN, W. R., GILPIN, M. E., ABER, J. D. (HRSG.), 1987: *Restoration Ecology: A Synthetic Approach to Ecological Research*. Cambridge University Press, Cambridge.
- JURASKY, K. A., 1936: *Deutscher Boden: Band II: Deutschlands Braunkohlen und ihre Entstehung*. Gebrüder Borntraeger, Berlin.
- JUSCHUS, O., 2010: Der maximale Vorstoß des weichselzeitlichen Inlandeises am Nordrand des Lausitzer Grenzwalls und des Fläming. *Brandenburg. Geowiss. Beitr.* 17, 1/2, 63-73.
- KÄTZEL, R., FLECK, M., ALBERT, M., 2017: Die Wälder des norddeutschen Tieflandes unter dem Einfluss aktueller und zukünftiger Risikofaktoren – Beispiele für eine Gefährdungsanalyse. *Eberswalder Forstliche Schriftenreihe* 64, 45-54.
- KALLWEIT, R., 2016: Klimaänderungen und Witterungsdynamik in Brandenburg. *AFZ-Der Wald* 3/2016, 15-18.
- KASCHADE, H., 2017: *Kohle- und Energiewirtschaft in der DDR 1949 bis 1960*. Edition Bodoni, Buskow.
- KATZUR, J., 1971: *Die Bodenmelioration extrem saurer Kippsandböden*. Dissertation, Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin.
- KATZUR, J., 1977: Die Wiedernutzbarmachung von Filteraschenflächen und der Einsatz von Braunkohlensaschen als Bodenverbesserungsmittel auf den Kippenflächen des Braunkohlenbergbaus. *Technik und Umweltschutz* 17, 113-118.
- KATZUR, J., 1997: *Bergbaufolgelandschaften in der Lausitz – Naturraumpotenziale und Naturressourcen im Braunkohlenrevier*. *Naturschutz u. Landschaftsplanung* 29, 4, 114-121.
- KATZUR, J., 1998: Melioration schwefelhaltiger Kippböden. In: Pflug, W. (Hrsg.): *Braunkohlentagebau und Rekultivierung. Landschaftsökologie – Folgenutzung – Naturschutz*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 559-572.
- KATZUR, J., BÖCKER, L., 2001: Auswirkungen von Meliorationstiefe, Substrattyp und Baumart auf die Humus- und Bodenentwicklung sowie Blatt- und Nadelspiegelwerte von Jungbeständen schwefelsaurer Kippenböden. *Beitr. f. Forstw. u. Landsch.ökol.* 35, 2, 69-76.
- KATZUR, J., BÖCKER, L., 2010: *Chronik der Rekultivierungsforschung und Landschaftsgestaltung im Lausitzer Braunkohlenrevier bis 1990*. Verlag Weißensee, Berlin.
- KATZUR, J., BÖCKER, L., KNOCHE, D., MERTZIG, C.-C., 1999: Untersuchungen zur Optimierung der Meliorationstiefe für die forstliche Rekultivierung schwefelsaurer Kippenböden. *Beitr. f. Forstw. u. Landsch.ökol.* 33, 4, 172-179.
- KATZUR, J., BÖCKER, STÄHR, F., MERTZIG, C.-C., 1998: Zu den Auswirkungen der Meliorationstiefe auf das Wachstum der Kippen-Erstaufforstungen. *Beitr. f. Forstw. u. Landsch.ökol.* 32, 4, 170-178.
- KATZUR, J., ENDERS, I., 1977: Zur Wiedernutzbarmachung der Filterascheflächen des VEB Kraftwerk Boxberg. *Neue Bergbautechnik* 7, 3, 200-204.
- KATZUR, J., HAUBOLD-ROSAR, M., 1997: Zum Kulturwert der Deckgebirgsschichten und zur Bodentypenentwicklung auf den Kippenstandorten der Lausitz. *Braunkohle* 49, 6, 587-594.
- KATZUR, J., HEISE, F.-K., 1974: Das Kleinleipziger Meliorationsverfahren. *Neue Bergbautechnik* 4, 9, 690-694.
- KATZUR, J., HERBERT, P., 1980: Die Bedeutung der Meliorationstiefe für die Fruchtbarkeit der meliorierten schwefelhaltigen Kippböden, dargestellt am Beispiel praktischer Großversuche. *Arch. Acker-Pflanzenbau Bodenkd.* 24, 6, 335-342.

KATZUR, J., ILLNER, K., 1976: Die Wiedernutzbarmachung von Halden aus Filteraschen, dargestellt am Beispiel der Außenhalde Buckow, Kreis Calau. *Neue Bergbautechnik* 6, 2, 153-159.

KATZUR, J., RAUHUT, H., 1998: Neue Forschungsansätze. In: Pflug, W. (Hrsg.): Braunkohlentagebau und Rekultivierung. *Landschaftsökologie – Folgenutzung – Naturschutz*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 1021-1027.

KEIL, D., 2015: Der schnelle Überblick – Walddaten für die Region Brandenburg und Berlin im Ländervergleich. *Eberswalder Forstliche Schriftenreihe* 59, 19-24.

KEILHACK, K., 1913: Geologische Geschichte der Niederlausitz: unter Anlehnung an den am 9. und 10. März 1905 im Volksbildungsheim Cottbus gehaltenen Vortrag. 2. vermehrte und verbesserte Auflage, Albert Heine, Cottbus.

KEILHACK, K., 1924: Geologische Übersichtskarten von Deutschland: Abteilung Preußen und Nachbarstaaten.

KEILHACK, K., 1938: Die geologischen Verhältnisse in der Niederlausitz mit besonderer Berücksichtigung der alten und neuen Tagebaue der ILSE Bergbau Actiengesellschaft. Eigenverlag, Berlin-Wilmersdorf.

KEPLIN, B., DAGEFÖRDE, A., DÜKER, C., 1999: Untersuchungen zum Abbau von organischer Substanz und zur Bodenbiozönose auf forstlich rekultivierten Kippstandorten. In: Hüttel, R. F., Klem, D., Weber, E. (Hrsg.): *Rekultivierung von Bergbaufolgelandschaften – Das Beispiel des Lausitzer Braunkohlereviere*. Verlag De Gruyter, Berlin, New York, 73-87.

KEPLIN, B., DÜKER, C., KIELHORN, K.-H., HÜTTL, R. F., 2000: Bodenorganismen als Bioindikatoren für Veränderungen in der Habitatqualität von Kippenstandorten. In: Hüttel, R. F., Weber, E., Klem, D. (Hrsg.): *Ökologisches Entwicklungspotential der Bergbaufolgelandschaften im Niederlausitzer Braunkohlerevier*. Teubner Verlag, Stuttgart, Leipzig, Wiesbaden, 319-327.

KHALDOUN, A.-N., 1989: Die forstlich genutzten Kippen des Braunkohlenbergbaues der DDR und ihre nachhaltige Bewirtschaftung. *Dissertation*, Technische Universität Dresden, Dresden.

KIELHORN, K.-H., KEPLIN, B., 1999: Carabidenzönosen unterschiedlich alter Kiefernaufrüstungen auf rekultivierten Kippböden: Struktur der Fauna, regionale Charakteristika und Aspekte des Artenschutzes. In: Hüttel, R. F., Klem, D., Weber, E. (Hrsg.): *Rekultivierung von Bergbaufolgelandschaften – Das Beispiel des Lausitzer Braunkohlereviere*. Verlag De Gruyter, Berlin, New York, 119-130.

KIRMER, A., TISCHEW, S., 2009: Spontane Besiedelung von Bergbaufolgelandschaften. *Chancen und Perspektiven für den Naturschutz*. *Artenschutzreport* 25, 38-41.

KLIX, W., 1957: Beiträge zur Wald- und Forstgeschichte des Finsterwalder-Kirchhainer Beckens. *Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz* 35, 2, 183-267.

KNABE, W., 1954: Vorläufige Richtlinie für die Bepflanzung und Melioration forstlicher Kippenstandorte in der Niederlausitz. *Forst und Jagd* 5, 229-234.

KNABE, W., 1955A: Bodenkundliche Beurteilung der Kippe Mortka, BKW Glückauf Oberlausitz mit Vorschlägen zur Rekultivierung. Humboldt-Universität zu Berlin, Abschlussbericht, unveröffentlicht.

KNABE, W., 1955B: Pflanzqualität und Pflanzmethode für Kippenaufrostungen. *Forst und Jagd*. Ausgabe A, 5, 4, 162-164, 5, 205-207.

KNABE, W., 1957: Untersuchungen über die Voraussetzungen der Rekultivierung von Kippen im Braunkohlenbergbau. *Dissertation*, Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin.

KNABE, W., 1959: Möglichkeiten zur Wiedernutzbarmachung der vom Braunkohlentagebau beanspruchten Flächen. *Bergbautechnik* 9, 4, 173-182.

KNABE, W., 1961: Die Rekultivierung im Rheinischen und Lausitzer Braunkohlerevier. *Festschrift zum XXXIII Deutschen Geographentag*, vom 22. bis 26. Mai 1961 in Köln, Steiner, 353-374.

KNOCHÉ, D., 1999: Entwicklung der bodenchemischen Eigenschaften forstlich rekultivierter Kipp-Sande des Lausitzer Braunkohlereviere – Erste Ergebnisse einer Chronosequenzstudie. *Arch. Acker-Pflanzenbau Bodenkd.* 44, 175-195.

KNOCHÉ, D., 2001: Forstliche Rekultivierung: In: Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH (Hrsg.): *Wissenschaftliche Begleitung der ostdeutschen Braunkohlesanierung*. Eigenverlag der LMBV, 105-131.

KNOCHÉ, D., 2004: Langzeitmonitoring zur Grundmelioration flaschentontaliger Gemengesubstrate im Tagebau Nochten der Vattenfall Europe Mining AG, Cottbus. *Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften e. V. (FIB)*, Abschlussbericht, unveröffentlicht.

KNOCHÉ, D., 2010: Langzeitmonitoring zur Kalkmelioration schwefelsaurer Kippsubstrate im Tagebau Jänschwalde. *Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften e. V. (FIB)*, Abschlussbericht, unveröffentlicht.

KNOCHÉ, D., 2021A: Zur Anbaugeschichte der Robinie in Brandenburg. *AFZ-Der Wald* 2/2021, 20-23.

KNOCHÉ, D., 2021B: 125 Jahre forstliche Rekultivierung. *AFZ-Der Wald* 17/2021, 16-21.

KNOCHÉ, D., EMBACHER, A., 1999: Wasser- und Stoffdynamik einer Eichenchronosequenz auf schwefelsauren Kippböden des Lausitzer Braunkohlereviere. Teil 2: Sickerwasserchemismus und Stoffausträge. *Wasser & Boden* 51, 1/2, 67-70.

KNOCHÉ, D., EMBACHER, A., KATZUR, J., 2000A: Wasser- und Stoffhaushaltsdynamik einer Eichenchronosequenz auf stark kohle- und schwefelhaltigen Kippsubstraten des Braunkohlenbergbaus der Niederlausitz. In: Hüttel, R. F., Weber, E., Klem, D. (Hrsg.): *Ökologisches Entwicklungspotential der Bergbaufolgelandschaften im Niederlausitzer Braunkohlerevier*. Verlag Teubner, Stuttgart, Leipzig, Wiesbaden, 55-72.

KNOCHÉ, D., EMBACHER, A., KATZUR, J., 2000B: Entwicklung des N-, P- und K-Umsatzes von Eichenökosystemen auf Kippenstandorten des Lausitzer Braunkohlereviere. *AFZ-Der Wald* 21/2000, 1147-1151.

KNOCHÉ, D., EMBACHER, A., KATZUR, J., 2002A: Water and element fluxes of red oak ecosystems during stand development on post-mining sites (Lusatian lignite district). *Water, Air, and Soil Pollution* 141, 219-231.

KNOCHÉ, D., EMBACHER, A., KATZUR, J., 2002B: Atmogene Stoffeinträge in Kippenwäldern des Niederlausitzer Braunkohlereviere. *Beitr. f. Forstw. u. Landsch.ökol.* 36, 1, 1-5.

KNOCHÉ, D., ERTLE, C., 2007: Zum Auftreten des Kiefernwurzelchwamms (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) auf Kippenflächen des Lausitzer Braunkohlereviere. *Archiv. f. Forstwesen u. Landsch.ökol.* 41, 3, 105-112.

KNOCHÉ, D., ERTLE, C., 2008: Wurzelschwamm bedroht Kiefern-Erstaufrostungen. *AFZ-Der Wald* 5/2008, 239-242.

KNOCHÉ, D., ERTLE, C., 2010: Infection of Scots pine afforestations (*Pinus sylvestris* L.) by Annosum root rot (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) in the Eastern German Lignite District. *Civil and Environmental Engineering Reports* 4/2010, 35-45.

KNOCHÉ, D., ERTLE, C., 2014: Klima- und standortangepasste Waldentwicklungstypen. *AFZ-Der Wald* 14/2014, 20-23.

KNOCHÉ, D., ERTLE, C., 2015: Bestandesbedrohlicher Wurzelschwammbefall in Lausitzer Kippenwäldern – zur Prädisposition der Gemeinen Kiefer. *Eberswalder Forstliche Schriftenreihe* 61, 31-36.

KNOCHÉ, D., ERTLE, C., 2020: Die Lausitz als Klimarisikoregion – Anpassungsstrategien in der Forstwirtschaft. In: *Wasser – Lebensgrundlage für Landschaften*. *Schriftenreihe des Forschungsinstituts für Bergbaufolgelandschaften e. V. (FIB)* 3, 53-66.

KNOCHÉ, D., ERTLE, C., KÖHLER, R., 2022: Klimastabile Wälder für Elbe-Elster – Der Wald-Dialog. *Schriftenreihe des Forschungsinstituts für Bergbaufolgelandschaften e. V. (FIB)* 4, 1-101.

KNOCHÉ, D., ERTE, C., SCHERZER, J., SCHULTZE, B., 2012: Kippenwälder des Lausitzer Braunkohlereviere im Klimawandel. Teil I: Klimaszenarien der fernen Zukunft und Baumarteneignung. *Archiv f. Forstwesen u. Landsch.ökol.* 46, 4, 145-151.

KNOCHÉ, D., HAUBOLD-ROSAR, M., 2004: Grundkalkung stark schwefelsaurer Kippsubstrate des Braunkohlereviere – Ein praxisnaher Technikversuch. *Archives Agronomy Soil Science* 50, 4/5, 377-387.

KNOCHÉ, D., HEYDECK, P., ERTLE, C., RAKEL, T., GOTTSCHALK, J., DUHR, M., 2010: Biologische Bekämpfung des Kiefern-Wurzelschwamms. *AFZ-Der Wald* 24/2010, 4-7.

KNOCHÉ, D., RADEMACHER, A., SCHLEPPHORST, R., 2019: Best practice report on environmental protection and post-mining land reclamation. *TRACER: Smart strategies for the transition in coal intensive regions* (Project No: 836819), [http://tracer-h2020.eu/wp-content/uploads/2019/12/TRACER\\_D-2.5\\_Best\\_practice\\_environmental\\_protection\\_FIB-2.pdf](http://tracer-h2020.eu/wp-content/uploads/2019/12/TRACER_D-2.5_Best_practice_environmental_protection_FIB-2.pdf).

KNOCHÉ, D., RUPPRECHT, S., ENGEL, J., LANGE, C., 2014: Bewirtschaftung der Robinie in Brandenburg – eine finanzmathematische Analyse. *AFZ-Der Wald* 2/2014, 40-43.

KNOCHÉ, D., SCHAAF, W., EMBACHER, A., FASS, H.-J., GAST, M., SCHERZER, J., WILDEN, R., 1999: Wasser- und Stoffdynamik von Waldökosystemen auf schwefelsauren Kippsubstraten des Braunkohlenbergbaus im Lausitzer Revier. In: Hüttel, R. F., Klem, D., Weber, E., (Hrsg.): *Rekultivierung von Bergbaufolgelandschaften*. Das Beispiel des Lausitzer Braunkohlereviere. Verlag Walter de Gruyter, Berlin, New York, 45-71.

KNOCHÉ, D., SCHLENSTEDT, J., 2018: Forest reclamation in the Lusatian Lignite District – A wounded landscape heading for new horizons. *Proceedings of the 12th International Conference on Mine Closure*, 03.-07.09.2018, Leipzig, (digital version), 677-688.

KNOCHÉ, D., SCHLENSTEDT, J., 2021: Von der Baumartenwahl zur Wiederbewaldung. *AFZ-Der Wald* 17/2021, 32-35.

KOCK, U.-V., 2001: Naturschutz. In: *Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH* (Hrsg.): *Wissenschaftliche Begleitung der ostdeutschen Braunkohlesanierung*. Eigenverlag der LMBV, 155-192.

KÖHLER, R., 2015: Kohlenstoffstudie Tagebau Welzow-Süd. *Kohlenstoff-Bilanzierung für den Zeitraum 1962 (Aufschluss) bis 2100 („ferne Zukunft“)*. *Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften e. V. (FIB)*, Abschlussbericht, unveröffentlicht.

KÖHLER, R., ERTLE, C., KNOCHÉ, D., 2016: Holzernteverfahren für die Kiefern-Jungbestandspflege – Ein Praxisversuch im Lausitzer Braunkohlerevier. *Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg*.

KÖHLER, R., KNOCHÉ, D., 2019: Biogenic carbon sequestration on reclaimed land. *Current challenges in Forest Reclamation*. II. *International Conference and Workshop of the Faculty of Forestry, University of Agriculture in Krakow*, 26-28 June 2019, Krakow, Poland.

KÖLLING, C., BEINHOFFER, B., HAHN, A., KNOKE, T., 2010: Wie soll die Forstwirtschaft auf neue Risiken im Klimawandel reagieren? *AFZ-Der Wald*, 5/2010, 18-22.

KOLK, A., KEPLIN, B., HÜTTL, R. F., 1997: Untersuchungen zum Streuabbau, zur Mikrobiologie und zur Bodenmesofauna auf ausgewählten, forstlich rekultivierten Standorten einer Kiefernchronosequenz. *Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Ges.* 85, 537-540.

KOPP, D., 1957: Gutachten über die Bodenverhältnisse und Nutzungsmöglichkeiten der Innenkippe des Tagebaues „Impuls“ bei Senftenberg. *Arch. D. Staatl. Geol. Komm.*, Berlin.

KOPP, D., SCHWANECHE, W., 1994: *Standörtlich-naturräumliche Grundlagen ökologiegerechter Forstwirtschaft*. *Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin GmbH*, Berlin.

KRAEMER, C., 1935: Kultivierung von Abraumkippen der Braunkohlengruben in der Niederlausitz. *Dissertation*, Schlesische Friedrich-Wilhelms-Universität zu Breslau, Breslau.

KRAUSCH, H.D. (HRSG.), 2008: *Beiträge zur Wald-, Forst- und Landschaftsgeschichte Brandenburgs*, Verlag Kessel, Remagen.

KRAUSS, H.-H., HEINSDORF, D., 2005: Ernährungsstufen für wichtige Wirtschaftsbaumarten. *Beitr. Forstwirtsch. u. Landsch.ökol.* 39, 4, 172-179.

KRETSCHMER, K., 1998: *Braunkohle und Umwelt. Zur Geschichte des nordwestsächsischen Kohlereviere (1900-1945)*. Peter Lang Verlag, Frankfurt/Main, Berlin, Bern, New York, Paris, Wien.

KRÜMMELBEIN, J., BENS, O., RAAB, T., NAETH, A., 2012: *A history of lignite coal mining and reclamation practices in Lusatia, Eastern Germany*. *Can. J. Soil Sci.* 92, 53-66.

KRUMMSDORF, A. (HRSG.), 2007: *Ökologie in Landschaftsgestaltung, Tagebau-Rekultivierung und Landeskultur/Umweltschutz*. Sax-Verlag, Beucha.

KÜCHENMEISTER, H., 2014: *Zusammenhang von Witterung und Radialzuwachs bei typischen Traubeneichen- und Kiefernbeständen Südbraunschweig*. *Masterarbeit*, Technische Universität Dresden, Dresden.

KÜCHLER, J., 2002: Zum historischen Kontext der Landschaftsdiagnose. In: Hiller, O. (Hrsg.): *Die Landschaftsdiagnose der DDR. Zeitgeschichte und Wirkung eines Forschungsprojektes aus der Gründungsphase der DDR*, Universitätsverlag der TU Berlin, Berlin, Materialien zur Geschichte der Gartenkunst 6, 15-26.

KÜHNE, O., MEGERLE, H., WEBER, F. (HRSG.), 2017: *Landschaftsästhetik und Landschaftswandel*. Springer VS, Wiesbaden.

LANDECK, I., KATZUR, J., BÖCKER, L., 2000: Untersuchungen zur Waldbodenvegetation ostsächsischer Kippenforsten. *Beitr. f. Forstw. u. Landsch.ökol.* 34, 1, 21-28.

LANDECK, I., KIRMER, A., HILDMANN, C., SCHLENSTEDT, J. (HRSG.), 2017: Arten und Lebensräume der Bergbaufolgelandschaften – Chancen der Braunkohlensanierung für den Naturschutz im Osten Deutschlands. Shaker Verlag GmbH, Aachen.

LEAG – LAUSITZ ENERGIE BERGBAU AG, 2022: Pressemitteilung vom 29.09.2022: Die Lausitz wird Deutschlands grünes Powerhouse. <https://www.leag.de/de/news/details/die-lausitz-wird-deutschlands-gruenes-powerhouse/>.

LEDER, B., 1996: Weichlaubhölzer in Eichen- und Buchen-Jungwuchsbeständen. Forst und Holz 51, 340-344.

LEHMANN, H., 1951: Die Wiederbarmachung der Tagebaue im Rahmen des Fünfjahresplanes. Bergbautechnik 1, 6, 257-263.

LEMBCKE, G., KNAPP, E., DITTMAR, O., 1976: DDR-Kiefern-Ertragstafel 1975, Eberswalde.

LEUTHIER, 1955: Welche Möglichkeiten bestehen, um die Kippen und Halden des Niederlausitzer Raumes landwirtschaftlich zu nutzen? In: Rat des Bezirkes Cottbus, AG Bergbau und Energiewirtschaft, Petzold, H. (Hrsg.): Die Wiederbarmachung der Kippen und Halden im Senftenberger Braunkohlenrevier, 53-58.

LFU – LANDESAMT FÜR UMWELT DES LANDES BRANDENBURG, 2019: Klimawandel in Brandenburg – aktuelle Entwicklungen. <https://lfu.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c465968.de>.

LFU – LANDESAMT FÜR UMWELT DES LANDES BRANDENBURG, 2021: WRRL-Steckbrief für den Oberflächenwasserkörper Schwarze Elster-31. [https://mluk.brandenburg.de/w/Steckbriefe/WRRL2021/RWBODY/DERW\\_DEBB538\\_31.pdf](https://mluk.brandenburg.de/w/Steckbriefe/WRRL2021/RWBODY/DERW_DEBB538_31.pdf).

LIESEGANG, P., 2011: Zur Wald- und Forstgeschichte der Marienberge bei Lübben. Selbstverlag, Lübben.

LINGNER, R., CARL, F. E., 1957: Landschaftsdiagnose der DDR, Deutsche Bauakademie. Schriften des Forschungsinstituts für Gebiets-, Stadt- und Dorfplanung, Berlin.

LINKE, C., GRIMMERT, S., HARTMANN, I., REINHARDT, K., 2010: Auswertung regionaler Klimamodelle für das Land Brandenburg, Darstellung klimatologischer Parameter mit Hilfe vier regionaler Klimamodelle (CLM, REMO10, WETTREG, STAR2) für das 21. Jahrhundert. Fachbeiträge des Landesumweltamtes, Titelreihe Heft-Nr. 113, <http://www.mugv.brandenburg.de/info/lu-a-publikationen>.

LMBV – LAUSITZER UND MITTELDEUTSCHE BERGBAU-VERWALTUNGSGESELLSCHAFT MBH (HRSG.), 2009: Landschaften nach dem Bergbau – Von Tagebauen zu Seen. Eigenverlag der LMBV.

LORENZ, A., TISCHEW, S., MAHN, E.-G., 2009: Analyse der Sukzessionsdynamik spontan entwickelter Wälder auf Kippenflächen der ehemaligen ostdeutschen Braunkohlengebiete als Grundlage für Renaturierungskonzepte. Forstarchiv 80, 151-162.

LORENZ, W.-D., 1966: Untersuchungen und Versuche zur Wiederbarmachung von Kippen und Halden unter der besonderen Berücksichtigung vergleichender Untersuchungen und Versuche zur Prüfung und Beurteilung unterschiedlicher Meliorations- und Rekultivierungsverfahren. Humboldt Universität zu Berlin, Abschlussbericht, unveröffentlicht.

LORENZ, W.-D., 1967: Zum Pappelanbau auf Kippen und Halden des Braunkohlenbergbaus in der Niederlausitz. Veröffentl. Inst. f. Landschaftspflege d. Humboldt-Univ. zu Berlin 1, 44-85.

LORENZ, W.-D., KOPP, D., KILIAS, G., SCHÄLICHE, W., ZITZWITZ, J., 1968: Zur Bildung von Standortgruppen und zur Baumartenwahl auf Kippstandorten in der Niederlausitz. Veröffentl. Inst. f. Landschaftspflege d. Humboldt Univ. zu Berlin 2, 1-29.

MAMPEL, W., 1929: Wiedernutzbarmachung von Kippen und Halden. Braunkohle 28, 27, 596-607.

MARTENS, S., GEMBALLA, R., PETZOLD, R., OTTO, L.-F., EISENHAEUER, D.-R., 2015: Wald, Forstwirtschaft und Klimawandel: In: Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (Hrsg.): Klimawandel in Sachsen – wir passen uns an!, Eigenverlag des SMUL, Dresden, 56-79.

MATTHES, F. C., 2000: Stromwirtschaft und deutsche Einheit – Eine Fallstudie zur Transformation der Elektrizitätswirtschaft in Ost-Deutschland. Edition Energie + Umwelt, Band 1. LIBRI Book on Demand.

MERGNER, R., JANSSEN, R., RUTZ, D., MALAMATENIOS, C., VEZIRYANN, G., KNOCH, D., RADEMACHER, A., SCHLEPPHORST, R., FONSECA, L., MICHIE, R., NIKOLAEV, A., DOCZEKAL, C., ARROWSMITH, G., DE LA VEGA, N., POPESCU, G., DOBRIN, M., LUKIC, J. M., MESAROVIC, M., VOLCHYIN, I., BONDZYK, D., PIETRZYKOWSKI, M., WOS, B., CHODAK, M., LIKUS-CIESLIK, J., PHILLIPS, R., PALMER, K., FROUZ, J., HENDRYCHOVA, M., IRIME, S. 2021: Smart strategies for the transition in coal intensive regions. 38th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, Session 7EO.1.3, Proceedings, 1645-1649, <https://doi.10.4229/EUPVSEC2021-7EO.1.3>.

MEYER, T., 2019: 1922 – Ein „turning point“ in der Geschichte der Rekultivierung von Bergbaufolgelandschaften? Der Anschnitt 71, 5/6, 206-222.

MEYER, T., 2022: Begriffe und Gesetze. In: Farrenkopf, M., Göschl, R. (Hrsg.): Gras drüber ... Bergbau und Umwelt im deutsch-deutschen Vergleich. Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum 251, 111-121.

MEYER-JUNGCCLAUSSEN, H., 1933: Landschaftliche Gestaltungsfragen im Braunkohlenbergbau-Gelände. Gedanken über Waldbau und Landschaftsbild. Braunkohle 33, 14, 224-234.

MEYER-MÜNZER, B., GROTEHUSMANN, H., VOR, T., 2015: Robinie (*Robinia pseudoacacia* L.). In: Vor, T., Spellmann, H., Bolte, A., Ammer, C. (Hrsg.): Potenziale und Risiken eingeführter Baumarten – Baumartenportraits mit naturschutzfachlicher Bewertung, 277-296.

MICHAEL, H.-U., 1958: Die Wirkung der Grundwasserabsenkung in der Niederlausitz auf den Wasserhaushalt und die Ertragsbildung landwirtschaftlich genutzter Flächen sowie Maßnahmen zur Behebung bzw. Abschwächung vorhandener Grundwasserentzugsschäden. Dissertation, Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin.

MICHELIS, H.-G., 2014: Die Standorte der Traubeneiche. Beiträge zur Traubeneiche. LWF Wissen 75, 25-29.

MIDDENDORF, H., 1939: Die Wiedernutzbarmachung des vom Braunkohlenbergbau verlassenen Geländes im Bezirk des Oberbergamtes Halle. Braunkohle 38, 29, 489-495.

MILINK, A., 2006: Im Dienst am Wald – Lebenswege und Leistungen brandenburgischer Forstleute. Verlag Kessel, Remagen.

MILINK, A., 2007: Sandschollen – zerstörte Lebensräume. Ein Beitrag zur Umweltgeschichte Norddeutschlands. Archiv f. Forstwesen u. Landsch.ökol. 41, 2, 91-96.

MITSCHELICH, E. A., 1909: Das Gesetz des Minimums und das Gesetz des abnehmenden Bodenertrages. Landwirtschaftliche Jahrbücher 38, 1909, 537-552.

MLUK – MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, UMWELT UND KLIMASCHUTZ DES LANDES BRANDENBURG, 2022: Empfehlungen zur Mischung von Baum- und Straucharten im Wald – Die Baumartenmischungstabelle. Eberswalde.

MLUK – MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, UMWELT UND KLIMASCHUTZ DES LANDES BRANDENBURG, 2023: Waldzustandsbericht 2023 des Landes Brandenburg. [https://mluk.brandenburg.de/sixcms/media.php/9/Waldzustandsbericht\\_2023.pdf](https://mluk.brandenburg.de/sixcms/media.php/9/Waldzustandsbericht_2023.pdf).

MÖLLER, A., 1921: Dauerwaldwirtschaft. Springer-Verlag, Berlin.

MÖLLER, A., 1922: Der Dauerwaldgedanke – Sein Sinn und seine Bedeutung, Springer-Verlag, Berlin.

MÜCKE, M., 2007: Umweltschutz durch Bergrecht. In Behrens, H., Hoffmann, J. (Hrsg.): Umweltschutz in der DDR. Analysen und Zeitzeugenberichte, Band 2: Mediale und sektorale Aspekte, oekom verlag, München, 371-394.

MÜNZENBERGER, B., GOLLDACK, J., ULLRICH, A., SCHMICKE, B., HÜTTL, R. F., 2000: Abundance, diversity, and vitality of mycorrhizae of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in lignite ecultivation sites. Mycorrhiza 14, 193-202.

MÜNZENBERGER, B., GOLLDACK, J., WÖLLECKE, J., HÜTTL, R. F., 2000: Mykorrhizierung der Kiefer auf Standorten mit natürlich gelagerten und stark veränderten Böden. AFZ-Der Wald 21/2000, 1144-1146.

MÜNZENBERGER, B., SCHMINKE, B., STRUBELT, F., HÜTTL, R. F., 1995: Reaction of mycorrhizal and non-mycorrhizal Scots pine roots along a deposition gradient of air pollutants in Eastern Germany. Water, Air, and Soil Pollution 85, 1191-1196.

MÜLLER, F., 2013: Die Peritzer Hütte und das Holz. Der Einfluss eines vorindustriellen Eisenproduzenten auf die Kulturlandschaft im Raum Peitz. In Raab, T, Hirsch, F., Schopper, F., Freytag, K. (Hrsg.): Tagungsband und Exkursionsführer Geopedology and Landscape Development Research Series 2, 98-102.

MÜLLER, H.-H., 1965: Die Bodennutzungssysteme und die Separation in Brandenburg vor den Agrarreformen von 1807. Jahrbuch der Wirtschaftsgeschichte 3, 82-126.

NAGEL, R.-V., 2015: Roteiche (*Quercus rubra* L.). In: Vor, T., Spellmann, H., Bolte, A., Ammer, C. (Hrsg.): Potenziale und Risiken eingeführter Baumarten – Baumartenportraits mit naturschutzfachlicher Bewertung, 219-267.

NAGEL, M., ZUNDEL, S., 2021: Eine Region unter der Lupe – Versteckte Wirtschaftspotentiale in der Lausitz. Schriftenreihe Fachgebiet Allgemeine VWL mit dem Schwerpunkt Energie- und Umweltökonomie, Brandenburgisch Technische Universität Cottbus-Senftenberg 4, 1-38.

NAWKA, B., 1966: Meilereien und Eisenhämmer in der Niederlausitz. Letopis – Jahresschriften des Institutes für sorbische Volksforschung. VEB Domowina-Verlag, Bautzen.

NEUMANN, C. 1999: Zur Pedogenese kohle- und pyrithaltiger Kippsubstrate im Lausitzer Braunkohlenrevier. Cottbuser Schriften zu Bodenschutz und Rekultivierung 8, 1-138.

NOHL, W., 2015: Landschaftsästhetik heute – Auf dem Weg zu einer Landschaftsästhetik des guten Lebens. Oekom-Verlag, München.

NOWEL, W., BÖNISCH, R., SCHNEIDER, W., SCHULZE, H., 1994: Geologie des Lausitzer Braunkohlenreviers. Lausitzer Braunkohle Aktiengesellschaft (Hrsg.), 18-38.

NICOLAY, A., 2017: Untersuchungen zur (prä-)historischen Relief-, Boden- und Landschaftsentwicklung im südlichen Brandenburg (Niederlausitz). Dissertation, Brandenburgisch Technische Universität Cottbus-Senftenberg, Cottbus.

NIXDORF, B., DENEKE, R., 2004: Grundlagen und Maßnahmen zur biogenen Alkalinisierung von sauren Tagebauseen. Verlag Weißensee, Berlin, 1-271.

NIXDORF, B., HEMM, M., SCHLUNDT, A., KAPFER, M., KRUMBECK, H., 2000: Braunkohlentagebauseen in Deutschland – Gegenwärtiger Kenntnisstand über wasserwirtschaftliche Belange von Braunkohlentagebauseenrestlöchern. Umweltbundesamt, Abschlussbericht.

NIXDORF, B., RAMM, J., VAN DE WEYER, K., BECKER, E., 2016: Übersicht zur ökologischen Situation ausgewählter Tagebauseen des Braunkohlebergbaus in Deutschland. UBA Texte 68/2016, 1-56 zzgl. Seensteckbriefe.

OLSCHOWY, G., 1993: Bergbau und Landschaft. Verlag Paul Parey, Hamburg, Berlin.

OTT, M., HELBLING, L., 2013: Waldränder ökologisch aufwerten. Leitfaden für die Praxis. Beiträge zum Naturschutz in der Schweiz 33, Pro Natura, Basel, 1-43.

PÄTZ, H., SEIFERT, A., RASCHER, J., 1989: Kohle – ein Kapitel aus dem Tagebau der Erde, 2. Auflage, Vieweg & Teubner, Leipzig.

PETERS, (?), 1930: Die Nutzbarmachung des bergbaulichen Ödlands im Niederlausitzer Industriebezirk und ihre volkswirtschaftliche Bedeutung. Ztschr. für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Deutschen Reich 78, 191-219.

PETZOLD, R., BENNING, R., GAUER, J., 2016: Bodeninformationen in den verschiedenen Standortserkundungssystemen Deutschlands: Gegenwärtiger Stand und Perspektiven. Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz 16/2016, 7-17.

PFLUG, W. (HRSG.), 1998: Braunkohlentagebau und Rekultivierung. Landschaftsökologie – Folgenutzung – Naturschutz. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.

PIETRZYKOWSKI, M., 2015: Reclamation and reconstruction of terrestrial ecosystems on mine sites – ecological effectiveness assessment. In: Sivakumar, S., Sharma, U. C., Prasad, R. (eds.): Energy Science and Technology, Volume 2, Coal Energy. Studium Press LLC, New Dehli, Houston, 121-151.

PIETSCH, W., 1996: Recolonization and development of vegetation on mine spoils following brown coal mining in Lusatia. Water, Air, and Soil Pollution 91, 1-15.

POLLEY, H., KEIL, D., KLATT, S., MÜLLER, J., ROSE, B., 2018: Ergebnisse der ersten Landesweiten Waldinventur 2013 im Land Brandenburg. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 66, 1-181.

POSCHLOD, P., 2017: Geschichte der Kulturlandschaft: Entstehungsrursachen und Steuerungsfaktoren der Entwicklung der Kulturlandschaft, Lebensraum- und Artenvielfalt in Mitteleuropa. 2. aktualisierte Auflage, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

PREUBNER, K., 1997: Der Beitrag der forstlichen Rekultivierung zur Verringerung der Waldbrandgefahr in der Lausitz. In: Lausitzer Braunkohle Aktiengesellschaft (Hrsg.): Jahrestagung der Schutzgemeinschaft Deutscher Wald, Regionalverband „Lausitz“, Senftenberg, 18-30.

PREUBNER, K., 2009: Forstliche Rekultivierung als Beitrag zum Waldumbau. In: Schutzgemeinschaft Deutscher Wald (SDW) (Hrsg.): Neuer Wald – Forstliche Rekultivierung im Lausitzer Braunkohlenrevier, 31-39.

PREUBNER, K., 2009: Die Rolle der Kiefer in der Geschichte der forstlichen Rekultivierung in der Lausitz. In: Die Kiefer in der Rekultivierung. Jahrestagung 2007 des Regionalverbandes Lausitz der Schutzgemeinschaft Deutscher Wald am 07.07.2007, Vorträge und Exkursion, 56-66.

PREUBNER, K., KILIAS, G., 1992: Erfahrungen bei der forstlichen Rekultivierung in der Lausitz. Allgemeine Forst Zeitschrift 18, 982-985.

RIEK, W., RUSS, A., KRÜGER, C., SCHWOY, M., HANNEMANN, J., 2019: Waldbodenbericht Brandenburg – Zustand und Entwicklung der brandenburgischen Waldböden. Weitere Ergebnisse der landesweiten Bodenzustandserhebung und Folgerungen für die nachhaltige Waldnutzung, Band 2. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 68, 1-235.

RIEK, W., RUSS, A., 2020: Zustand der Waldböden im Land Brandenburg – Praxisempfehlungen für die nachhaltige und bodenpflegliche Bewirtschaftung der Wälder. Brandenburgische Universitätsdruckerei und Verlagsgesellschaft Potsdam mbH, Potsdam.

RINDT, O., 1960: Der Knappensee als Erholungsgebiet. Dt. Gartenarchitektur 1, 113-117.

RINDT, O., 1962: Die künftige Nutzung der in den Jahren 1960 bis 1980 entstehenden Tagebaurestlöcher im Gebiet der Schwarzen Elster für Land- und Forstwirtschaft und für die Erholung. Freiburger Forschungshefte 223, 59-65.

RINDT, O., 1973: Industriefolgenlandschaft. Wissenschaft und Fortschritt 23, 5, 201-207.

RINDT, O., 1970: Restlöcher im Bezirk Cottbus als neue Erholungslandschaft (aufgezeigt an Beispielen des bestehenden Knappensees und des zukünftigen Senftenberger Sees). In: IV. Symposium über die Wiedernutzbarmachung der durch die Industrie devastierten Territorien. Referaten-Sammlung, Teil II, 24-30.

RINDT, O., 1975: Bergbaufolgelandschaft. In: Lohs, K. (Hrsg.): Im Mittelpunkt der Mensch. Umweltgestaltung – Umweltschutz, Berlin (Ost), 335-352.

RIPPL, H., 1989: Verhalten der Bäume in Grundwasserabsenkungsgebieten des Braunkohlenbergbaus der Niederlausitz. Landschaftsarchitektur 18, 2, 52-55.

RITSCHL, A., 1995: Aufstieg und Niedergang der Wirtschaft der DDR. Ein Zahlenbild 1945-1989. Jahrbuch für Wirtschaftsgeschichte 2/1995, 11-46.

RÖDDER, A., 2009: Deutschland einig Vaterland – Die Geschichte der Wiedervereinigung. Verlag C.H.Beck oHG, München.

RÖSLER, M., PREUBNER, K., 2009: Forest recultivation – A contribution to forest recultivation in Lusatia. World of Mining – Surface & Underground 61, 5, 308-316.

ROSA-LUXEMBURG-STIFTUNG (HRSG.), 2019: Nach der Kohle – Alternativen für einen Strukturwandel in der Lausitz. Studien 4/2019, 1-136.

ROTH, M., 2012: Landschaftsbildbewertung in der Landschaftsplanung. Rhombos-Verlag, Berlin.

ROTHER, M., 2007: Die Pechhütten der Region um Finsterwalde. Sonderheft Finsterwalder Heimatkalender, 1-36.

ROTHKEGEL, W., RUPPERT, O., PETER, J., 2011: LWF-Merkblatt Nr. 26 – Vorrangbau von Mischbaumarten.

RUHM, W., 2017: Waldbauliche Möglichkeiten in Zeiten des Klimawandels. BFW-Praxisinformation 44, 14-18.

RUMPEL, C., 1999: Differenzierung und Charakterisierung pedogener und geogener organischer Substanz in forstlich rekultivierten Kippböden. Cottbuser Schriften zu Bodenschutz und Rekultivierung 5, 1-125.

RUMPEL, C., KÖGEL-KNABNER, I., 2000: Mikrobielle Abbaubarkeit von geogenem Kohlenstoff in braunkohlehaltigen Kippböden. In: Hüttl, R. F., Weber, E., Klem, D. (Hrsg.): Ökologisches Entwicklungspotential der Bergbaufolgelandschaften im Niederlausitzer Braunkohlerevier. Verlag Teubner, Stuttgart, Leipzig, Wiesbaden, 19-37.

RUMPEL, C., KÖGEL-KNABNER, I., HÜTTL, R. F., 1999: Organic matter composition and degree of humification in lignite-rich mine soils under a chronosequence of pine. Plant and Soil 213, 161-168.

SCHAAF, W., GAST, M., WILDEN, R., SCHERZER, J., BLECHSCHMIDT, R., HÜTTL, R. F., 1999: Temporal and spatial development of soil solution chemistry and element budgets in different mine soils of the Lusatian lignite mining area. Plant and Soil 213, 169-179.

SCHARF, W., 1928: Die Wiedernutzbarmachung von eingeebneten Tagebauflächen und Halden des Braunkohlenbergbaus unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse im Bitterfelder Bezirk. Zeitschr. für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Deutschen Reich 76, 411-436.

SCHARNWEBER, T., SMILJANIC, M., CRUZ-GARCÍA, R., MANTHEY, M., WILMKING, M., 2020: Tree growth at the end of the 21st century – the extreme years 2018/19 as template for future growth conditions. Environmental Research Letters 15:074022. Doi: 10.1088/1748-9326/ab865d.

SCHLENSTEDT, J., BRINCKMANN, A., HÄFKER, U., HAUBOLD-ROSAR, M., KIRMER, A., KNOCHE, D., LANDECK, I., LORENZ, A., RÜMMLER, F., STÄRKE, M., TISCHEW, S., WIEDEMANN, D., 2014: Rekultivierung. In: Drebenstedt, C., Kuyumcu, M. (Hrsg.): Braunkohlensanierung – Grundlagen, Geotechnik, Wasserwirtschaft, Brachflächen, Rekultivierung, Vermarktung. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 487-578.

SCHLENSTEDT, J., KNOCHE, D., 2021: Planungsschritte und Wiedernutzbarmachung. AFZ-Der Wald 17/2021, 22-26.

SCHMIDT, R., 2009: Rechtsgrundlagen und Genehmigungsverfahren als Rahmen bergbaulicher Tätigkeit. In: Stoll, R. D., Niemann-Delius, C., Drebenstedt, C., Müllensiefen, K. (Hrsg.): Der Braunkohlentagebau – Bedeutung, Planung, Betrieb, Technik, Umwelt. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 429-438.

SCHRADER, G., KEPLIN, B., LARINK, O., HÜTTL, R. F., 1997: Rekultivierung von stark sulfathaltigen Kippenstandorten unter Betrachten der Besiedelbarkeit durch Collembolen. Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Ges. 85/II, 1603-1606.

SCHRÖDER, J., 2008: Wachstum von Traubeneiche und Kiefer in Mischbeständen des nordostdeutschen Tieflandes. In: Nagel, J. (Hrsg.): Beiträge zur Jahrestagung 5.-8. Mai 2008 Trippstadt, Sektion Ertragskunde, Deutscher Verband Forstlicher Forschungsanstalten, 53-62.

SCHRÖDER, J., 2009: Risiken durch Witterungsextreme für Kiefer und Eiche in Nordostdeutschland: Ansätze zur Schätzung des Gefährdungspotentials. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 42, 35-44.

SCHUBERT, F., 2009: Wurzeluntersuchungen junger Traubeneichen (*Quercus pertaeta*) und Gemeiner Kiefern (*Pinus sylvestris*) auf melioriertem tertiärem Kippsubstrat. Bachelorarbeit, Universität Dresden, Dresden.

SCHULTZE, J. H., 1931: Die landschaftlichen Wirkungen des Bergbaus. Geographischer Anzeiger 32, 9, 257-271.

SCHULZ, F., 2005: Drei Jahrhunderte Lausitzer Braunkohlenbergbau. Lusatia Verlag, Bautzen, 2. Auflage.

SCHWABE, H., 1970: Ergebnisse der forstlichen Rekultivierung auf vorwiegend kulturfreundlichen Abraummateriale der Braunkohlentagebaue in der Niederlausitz. Dargestellt an älteren Kippenbestockungen. Dissertation, Universität Dresden, Dresden.

SCHWABE, H., BRIER, E., 1963: Zu Fragen der forstlichen Rekultivierung im Kohleabbaugebiet der Niederlausitz – Vorläufige Mitteilungen. In: Institut für Meliorationswesen des Landwirtschaftsrates beim Ministerrat der DDR (Hrsg.): Probleme der Wiedernutzbarmachung ehemals bergbaulich genutzter Flächen, 48-58.

SCHWARZER, M., 2014: Von Mondlandschaften zur Vision eines neuen Seenlandes. Der Diskurs über die Gestaltung von Tagebaubrachen in Ostdeutschland. Verlag Springer VS, Wiesbaden.

SEIDELBACH, G., 1960: Rekultivierung – eine wichtige volkswirtschaftliche Aufgabe der Braunkohlenindustrie. Neue Bergbautechnik 10, 7, 332-335.

SELENT, H., THOMASIAS, H., WÜNSCHE, M., BRÄUNIG, A., 1999: Wald- und Forstökosysteme auf Kippen des Braunkohlenbergbaus in Mitteldeutschland – ihre Entstehung, Dynamik, Produktivität und Bewirtschaftung. Forst und Holz 54, 231-236.

SER – SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL SCIENCE & POLICY WORKING GROUP, 2004. The SER Primer on Ecological Restoration, Version 2. Society for Ecological Restoration Science and Policy Working Group. [http://www.ser.org/reading\\_resources.asp](http://www.ser.org/reading_resources.asp).

SETTON, D., 2019: Soziales Nachhaltigkeitsbarometer der Energiewende 2018. Kernaussagen und Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse. IASS Study, Potsdam.

SIMON, W., BRÜNING, E., 1964: Über Anbaumöglichkeiten von Gräser- und Kleearten als Pionierpflanzen bei der Kippenrekultivierung im Bereich des Braunkohlenwerkes Finkenherd bei Frankfurt (Oder). Zeitschrift für Landeskultur 5, 2, 133-150.

STACKEBRANDT, W., FRANKE, D. (HRSG.), 2015: Geologie von Brandenburg. Verlag E. Schweizerbart, Stuttgart.

STÄHR, F., 2003: Interaktion zwischen Boden und Bestockung auf Kippenstandorten des Niederlausitzer Braunkohlenrevieres am Beispiel der Rekultivierungsbaumarten Gemeine Kiefer, Gemeine Birke und Traubeneiche – Wachstums-, ernährungs- und bodenkundliche Untersuchungen. Dissertation, Technische Universität Dresden, Dresden.

STÄHR, F., KATZUR, J., 2005: Ertragsleistung und Wuchsgang von Traubeneichen-Erstaufforstungen auf Kippenstandorten des Lausitzer Braunkohlenrevieres. Beitr. f. Forstwirtsch. u. Landsch.ökol. 39, 4, 180-188.

STÄHR, F., KATZUR, J., BÖCKER, L., 2000: Untersuchungen zur Nährstoffversorgung der Kiefernforsten auf Kippenstandorten des Lausitzer Braunkohlenrevieres. Beitr. f. Forstwirtsch. u. Landsch.ökol. 34, 2, 56-62.

STATISTIK DER KOHLEWIRTSCHAFT E.V., 2024: <http://www.kohlenstatistik.de>.

STEINER, A., 1999: Zwischen Konsumversprechen und Innovationszwang. Zum wirtschaftlichen Niedergang der DDR. In: Jarausch, K. H., Sabrow, M. (Hrsg.): Weg in den Untergang. Der innere Zerfall der DDR, 153-192.

STEINER, A., 2004: Von Plan zu Plan. Eine Wirtschaftsgeschichte der DDR. Deutsche Verlagsanstalt, München.

STEINHUBER, U., 2005: Einhundert Jahre bergbauliche Rekultivierung in der Lausitz – Ein historischer Abriss der Rekultivierung und Sanierung im Lausitzer Braunkohlenrevier. Dissertation Philosophische Fakultät der Palacky-Universität Olomouc, Olomouc.

STOCK, O., 2005: Untersuchungen zum Verfestigungsverhalten saalezeitlichen Geschiebemergels am Beispiel landwirtschaftlicher Rekultivierungsstandorte der Niederlausitzer Bergbaufolgelandschaft. Dissertation, Brandenburgische Technische Universität Cottbus, Cottbus.

STÖHR, H., DUNGER, W., 1997: Lumbriciden. In: Dunger, W. (Hrsg.): Untersuchungen zur Fauna 35jähriger aschemeliorierter Kippböden. BTUC Innovationskolleg „Ökologisches Entwicklungspotential der Bergbaufolgelandschaften im Lausitzer Braunkohlerevier“. Abschlussbericht der Arbeitsgruppe Görlitz, 50-52.

STUERMER, VON, (?), 1928: Aufforstung von Tagebauhalden im Braunkohlengbiet. Der Deutsche Forstwirt 10, 43, 235-237.

SUCK, R., BUSHART, M., HOFMANN, G., SCHRÖDER, L., 2014: Karte der potentiellen natürlichen Vegetation Deutschlands, Band I, II und III, BfN-Skripten 348, 349 und 377.

TELSCHOW, A., 1933: Der Einfluss des Braunkohlenbergbaus auf das Landschaftsbild der Niederlausitz. Schriften des Geograph. Inst. d. Univ. Kiel 1, 3, 1-63.

THEWS, K., WERK, K., 2014: Verwendung gebietseigenen Saatgutes nach § 40(4) BNatG - Konzepte und Maßnahmen zur Etablierung von Regioaatgut und Vergleich bestehender Zertifizierungsmodelle. Natur und Landschaft 46, 10, 315-319.

THOMASIAS, H., HÄFKER, U., 1998: Forstwirtschaftliche Rekultivierung. In: Pflug, W. (Hrsg.): Braunkohlentagebau und Rekultivierung. Landschaftsökologie – Folgenutzung – Naturschutz. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 839-872.

THOMASIAS, H., WÜNSCHE, M., SELENT, H., BRÄUNIG, A., 1999: Wald- und Forstökosysteme auf Kippen des Braunkohlentagebaus in Sachsen – ihre Entstehung, Dynamik und Bewirtschaftung. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Forsten 17, 1-71.

THUM, J., 1975: Boden-Pflanze-Beziehungen auf forstlich genutzten Kippen des Braunkohlenreviers südlich von Leipzig. Dissertation, Akad. d. Landwirtschaftswiss. DDR, Berlin.

TIETZE, F., EPPERT, F., 1993: Zur Habitatnutzung von Carabiden-Gemeinschaften in verschiedenartigen Rekultivierungsbiotopen des Halle-Bitterfelder-Braunkohlenreviers (*Coleoptera* – *Carabidae*). Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Entomol. 8, 537-543.

TISCHEW, S., KIRMER, A., 2003: Entwicklung der Biodiversität in Tagebaufolgelandschaften: Spontane und initiale Besiedlungsprozesse. Nova Acta Leopoldina N. F. 87, 328, 249-286.

TISCHEW, S., LORENZ, A., 2005: Spontaneous development of peri-urban woodlands in lignite mining areas of Eastern Germany. In: Kowarik, I., Körner, S. (eds.): Urban Wild Woodlands. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 163-180.

TRÖBER, U., WOLF, H., RÖSLER, M., 2009: Charakterisierung und Erhaltung der Lausitzer Tieflandsfichte im Vorfeld des Tagebaus Nachten. Staatsbetrieb Sachsenforst – Kompetenzzentrum Wald und Forstwirtschaft. Abschlussbericht, unveröffentlicht.

UBA – UMWELTBUNDESAMT (HRSG.), 2017: Hintergrund // Dezember 2017 – Daten und Fakten zu Braun- und Steinkohle. 1-56.

UHLMANN, W., LINDIG, Y., SEILER, D., NESTLER, W., 2013: Maßnahmen gegen die Kippenversauerung in Bergbaufolgelandschaften der Braunkohle. Institut für Wasser und Boden, Dr. Uhlmann, Dresden, Abschlussbericht, unveröffentlicht.

VOGEL, J., DUNGER, W., 1991: Carabiden und Staphyliniden als Besiedler rekultivierter Tagebau-Halden in Ostdeutschland. Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz 65, 3, 1-31.

VOGT, A., FÖRSTER, W., DREBENSTEDT, C., DORN, H., KESSLER, J., FAHLE, W., REICHEL, G., GRIESSL, D., KATZENBACH, R., WERNER, A., GESS, S., BENNEWITZ, T., 2014: Wiedernutzbarmachung von Tagebauen und Kippe. In: Drebenedt, C., Kuyumcu, M. (Hrsg.): Braunkohlensanierung – Grundlagen, Geotechnik, Wasserwirtschaft, Brachflächen, Rekultivierung, Vermarktung. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 131-266.

VOLK, H., SPATHELF, P., 2023: Kulturwald in Mitteleuropa – Schwarzwald und Choriner Wald. AFZ-Der Wald 23/2023, 48-51.

VULPIUS, R., BORSCHKE, M., 2004: Die Glassande von Hohenbocka – seit 150 Jahren ein Grundstoff für die Lausitzer Glasindustrie. Pressglas-Korrespondenz 2/2004, Anhang 16, 1-11.

VON LÜPKE, B., 2004: Risikominderung durch Mischwälder und naturnaher Waldbau: ein Spannungsfeld. Forstarchiv 75, 43-50.

VON LÜPKE, B., 2009: Überlegungen zu Baumartenwahl und Verjüngungsverfahren bei fortschreitender Klimaänderung in Deutschland. Forstarchiv 80, 67-75.

WAGNER, F., 1969: Wiederurbarmachung – eine gesellschaftlich und volkswirtschaftlich wichtige Aufgabe des Bergbaus. Bergbautechnik 19, 6, 313-317.

WAGNER, S., 2013: Die Eiche – von der Charakterbaumart zum unakzeptablen Risiko? Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 53, 7-10.

WANNER, M., DUNGER W., SCHULZ, H.-J., VOIGTLÄNDER, K., 1998: Primary immigration of soil organisms on coal mined areas in Eastern Germany. In: Pizl, V., Tajovský, K. (eds.): Soil Zoological Problems in Central Europe. Tisk Josef Posekaný České Budejovice, 267-275.

WASCHKIES, C., HÜTTL, R. F., 1999: Microbial degradation of geogenic organic C and N in mine spoils. Plant and Soil 213, 221-230.

WEHLER, H.-U., 2008: Deutsche Gesellschaftsgeschichte (5: Bundesrepublik und DDR 1949-1990), 2. Auflage, Verlag C. H. Beck, München.

WEIS, U. A. E., 2005: Pedogenese von forstlich genutzten Kippenböden unter Berücksichtigung des Einsatzes von Klärschlamm und Kompost im Lausitzer Braunkohlenrevier. Cottbuser Schriften zu Bodenschutz und Rekultivierung 33, 1-179.

WERMBTER, N. C., EMMERLING, C., SCHRÖDER, D., 1997: Charakterisierung bodenbiologischer Eigenschaften von Kippenböden im Lausitzer und Leipziger Braunkohlenrevier im Hinblick auf eine standortgerechte Folgenutzung. Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Ges. 85/III, 1607-1610.

WIEDEMANN, D., 1998: Gestaltung eines Kippenstandortes für den Naturschutz. In: Pflug, W. (Hrsg.): Braunkohlentagebau und Rekultivierung. Landschaftsökologie – Folgenutzung – Naturschutz. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 697-705.

WIEDEMANN, E., 1942: Die schlechtesten ostdeutschen Kiefernbestände. Reichsnährstand Verlags-Gesellschaft, Berlin.

WIEDEMANN, D., HAUBOLD-ROSAR, M., KATZUR, J., LANDECK, I., MÜLLER, L., 1995: Schaffung ökologischer Vorranggebiete bei der Gestaltung der Bergbaufolgelandschaft. Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften. e. V. (FIB), Abschlussbericht, unveröffentlicht.

WIEDEMANN, D., LANDECK, I., PLATEN, R., 2005: Sukzession der Spinnenfauna (Arach.: *Araneae*) in der Bergbaufolgelandschaft Grünhaus. Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 14, 2, 52-60.

WIRTSCHAFTSREGION LAUSITZ GMBH (HRSG.), 2020: Projekt Zukunftswerkstatt Lausitz – Entwicklungsstrategie Lausitz 2050, Cottbus.

WITTIG, H., 1991: Räumliche Auswirkungen der Braunkohlenwirtschaft in der Lausitz. In: Energiestrukturveränderungen und ihre Raumwirksamkeit in den beiden deutschen Staaten. In: Eckart, K., Gerloff, J. U. (Hrsg.): Schriftenreihe der Gesellschaft für Deutschlandforschung 32, 43-54.

WITTIG, H., 1998: Braunkohlen- und Sanierungsplanung im Land Brandenburg. In: Pflug, W. (Hrsg.): Braunkohlentagebau und Rekultivierung. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 475-486.

WÜNSCHE, M., LORENZ, W.-D., OEHME, W.-D., HAUBOLD, W., 1972: Die Bodenformen der Kippen und Halden im Niederlausitzer Braunkohlenrevier. Mitteilg. Nr. 15/72 aus dem VEB GFE Halle, BT Freiberg.

WÜNSCHE, M., OEHME, W.-D., HAUBOLD, W., KNAUF, C., SCHMIDT, K.-J., FROBENIUS, A., ALTERMANN, M., 1981: Die Klassifikation der Böden auf Kippen und Halden in den Braunkohlerevieren der Deutschen Demokratischen Republik. Neue Bergbautechnik 11, 42-48.

WÜNSCHE, M., SCHUBERT, A., 1966: Untersuchungen über das Leistungsvermögen quartärer sowie tertiärer Abraummassen und den Erfolg der Aufforstung auf der Kippe Plateka, Kr. Borna. Bergbautechnik 16, 12, 648-656.

WÜNSCHE, M., SELENT, H., 2000: Waldökosysteme und Waldbau auf Kippen und Halden im Mitteldeutschen Braunkohlenrevier. Forstwiss. Beiträge Tharandt, Beiheft 1, 96-111.

WÜNSCHE, M., THOMASIU, H., 2007: Kippenböden und forstliche Rekultivierung im Mitteldeutschen Braunkohlenrevier. In: Kummersdorf, A. (Hrsg.): Ökologie in Landschaftsgestaltung, Tagebau-Rekultivierung und Landeskultur/Umweltschutz. Sax-Verlag, Beucha, 101-118.

WULF, M., SCHMINKE, B., WEBER, E., 1999: Entwicklung der Bodenvegetation in Kippenforsten. In: Hüttl, R. F., Klem, D., Weber, E. (Hrsg.): Rekultivierung von Bergbaufolgelandschaften – Das Beispiel des Lausitzer Braunkohlenreviers. Verlag De Gruyter, Berlin, New York, 89-100.

ZÜSCHER, A.-L., 1998: Die Wiedernutzbarmachung im Bergrecht und die Umsetzung im Betrieb. In Pflug, W. (Hrsg.): Braunkohlentagebau und Rekultivierung. Landschaftsökologie – Folgenutzung – Naturschutz. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 42-58.

## XII. Zeittafeln

### XII.1 Braunkohlenbergbau

#### Geschichte des Braunkohlenbergbaus

Schriftliche Quellen aus der Oberlausitz berichten über „Bodenfeuer“ während des Dreißigjährigen Krieges (1618-1648).

1734 – Die Stadt Zittau beauftragt die gezielte Braunkohlensuche, nachdem bereits 1709 bei einem abgeteuften Brunnenschacht in 23 Meter Tiefe „alte Bäume“ entdeckt werden.

1789 – Ein erster Braunkohlenfund im ehemaligen Kirchdorf Bockwitz (heute Lauchhammer-Mitte) erfolgt eher zufällig bei einer Brunnenbohrung mit "englischem Erdbohrer", aber noch kein Abbau.

Ursprünglich wird die oberflächlich ausstreichende Braunkohle von Kleinbauern als Dünger verwendet – aber ohne Erfolg, sie wird fälschlich noch „Turf“ (Torf) oder „unterirdisches Holz“ genannt. Ab 1830 wird der luftgetrocknete Torfersatz als Heizmaterial genutzt.

In der Preußischen Uraufnahme (Maßstab 1:25.000) von 1830 bis 1865 sind noch keine Braunkohlengruben verzeichnet, jedoch zahlreiche Sand- und Tongruben, Ziegeleien, Pechhütten sowie Torfstiche. Örtliche Bedeutung hat der Abbau von Raseneisenerz und Kalkmergel.

Seit 1810 – Zwischen Görlitz und Zittau (Oberlausitz) wird gewerbsmäßiger Braunkohlenabbau unter Tage und in kleinen Tagebauen betrieben.

Ab 1840 – Sporadische Braunkohlenförderung in kleinen und kaum ergiebigen „Bauerngruben“, abgebaut wird das nahe der Geländeoberfläche anstehende „Oberflöz“. Werkzeuge (Gezähe) sind Keilhaue, Schippe, Bühneisen und Schubkarre.

Der Bergbau verläuft saisonal, überwiegend im Winterhalbjahr, wenn die Landwirtschaft wenig Arbeit hat. Ausgebildete Bergleute wie in den Alaunwerken von Bad Muskau sind rar. Meist handelt es sich um kleine Gewerke mit weniger als 10 Arbeitskräften und manchmal nur ein bis 3 Beschäftigten.

Es erfolgt keine nennenswerte Abraumbewegung, der Kapitalbedarf ist gering. Eine Ausnahme bildet der früh florierende Braunkohlenbergbau im Zittauer Becken und Muskauer Faltenbogen, der aber isoliert ist und später nur regionale Bedeutung erlangt. Noch bis 1852 wird die Fördermenge in der sächsischen Oberlausitz mit Dresdner Scheffel bemessen.

Geld wird seit dem späten 18. Jahrhundert im Volksmund auch als „Kohle“ bezeichnet: „Her mit der Kohle!“

#### Industrie-, Wirtschafts- und Gesellschaftsgeschichte

Französische Revolution – „Sturm auf die Bastille“ – Aufklärung & Zeitenwende – Europas überfälliger Aufbruch in die neue Zeit, für die breite Bevölkerung in der sorbischen Lausitz ändert sich wenig, das Patronat von Gutsherrschaften und Kirche hat Bestand.

Abseits der großen Residenzstädte ist die wirtschaftlich rückständige Region im Wesentlichen auf Einkünfte der Land- und Forstwirtschaft begrenzt.

Neben der Rivalität zwischen Preußen und Sachsen ist besonders die kleinteilige Besitzstreue zahlreicher Standesherrschaften von Nachteil.

Zoll- und Wirtschaftsbarrieren behindern den freien Warenaustausch.

Die verkehrstechnische Erschließung ist mangelhaft, nur kleine Abschnitte der Oder, Spree und Neiße sind schiffbar.

Allgemeine „Holznot“ – Durch eine historisch einmalige Übernutzung und Verödung der Wälder.

Die Energielücke führt in den Niederungsgebieten der Lausitz zur Ausweitung des Torfabbaues.

1815 – Mit der Niederlage Napoleons und dem Wiener Kongress fallen die vormals sächsische Niederlausitz und große Teile der Oberlausitz an Preußen.

Die Lausitz liegt jetzt zwischen zwei verfeindeten Königreichen. Das hemmt den Handel und damit die wirtschaftliche Entwicklung auf Jahrzehnte.

1815/1830-1848 – „Vormärz“, noch ist die in weiten Teilen sorbische Lausitz in der ostelbischen Feudalgesellschaft verhaftet, sie liegt abseits der industriellen Zentren und traditionellen Bergbaureviere.

Größere Manufakturen und erste Industriebetriebe wie das schon 1725 gegründete „Lauchhammerwerk“ (heute Kunstgießerei Lauchhammer KG) sind die Ausnahme, aber schon eine Keimzelle der Industrialisierung. Bereits 1685 wird in Peitz der erste Hochofen in der Mark Brandenburg errichtet. Weitere Hüttenwerke (Burghammer, Gröditz, Riesa) entstehen und bilden eine frühe Wertschöpfungskette.

Land- und Forstwirtschaft bestimmen den dörflichen Alltag. Mehr als 3/4 der Bevölkerung arbeiten im Primärsektor. Daneben etabliert sich die ländliche Leinweberei (Nebenerwerb). Nach Missernten herrschen immer wieder Hungersnöte.

Ab 1830/1840 – In Forst, Cottbus, Spremberg und Finsterwalde erfolgen frühe Industrieansiedlungen.

1734/1789

1800

1848 – Die Nassformerei Schönborn bei Doberlug geht in Betrieb – ein Vorläufer des Braunkohlen-Briketts, aber noch stehen die möglichen Abnehmer dem unveredelten Rohstoff sehr skeptisch gegenüber.

Somit importiert das „Lauchhammerwerk“ lange Zeit Steinkohle. Sie hat einen wesentlich höheren Brennwert als die wasserreiche Rohbraunkohle.

1857 – Erfindung der Brikettpresse durch Carl Exter (1816-1870), Exter-Stangenpresse, Preußisches Patent Nr. 6015) bringt den Durchbruch: jetzt ist ein stückiger, wirtschaftlich rentabler und der Steinkohle vergleichbarer Brennstoff verfügbar. Ein Jahr später geht die erste dampfbetriebene Exter-Brikettpresse im Revier Ammendorf bei Halle in Betrieb.

## 1850

Der Lausitzer Braunkohlenbergbau verdankt seine Entstehung dem industriellen Fortschritt. Dabei erfolgt ein schrittweiser Übergang von kleinen, saisonal betriebenen Tagebauen zur kontinuierlichen Förderung im Tiefbaubetrieb. Gleichzeitig werden die bis dahin gebräuchlichen Heizmaterialien Holz und Torf knapp und immer teurer.

Ab 1850 – Nach einem zögerlichen Beginn entstehen zahlreiche Privatgruben, sie fördern auf eigene Rechnung. Noch ist der Kohlenabbau kleinteilig und kaum koordiniert. Die Arbeitskräfte kommen aus den umliegenden Dörfern und Kleinstädten.

Vor allem der rasch zunehmende Brennstoffbedarf von Tuchfabriken, Glasindustrie und Ziegeleien fördert den Braunkohlenabbau. Der leicht verfügbare und preisgünstige Brennstoff führt nach 1871 zur Ansiedlung von neuen und energieintensiven Fabriken.

Die Braunkohlenwerke versorgen zunächst regionale Industriebetriebe und das produzierende Gewerbe. Für Gutsbesitzer, kleine Gewerbetreibende und Honoratioren ist das neue Geschäftsfeld eine zusätzliche, manchmal notwendige Einnahmequelle.

24. Juni 1865 – Allgemeines Berggesetz für die Preußischen Staaten, jetzt besteht in der gesamten Lausitz die uneingeschränkte Bergbaufreiheit. Die Bergbautreibenden unterliegen der staatlichen Bergaufsicht.

Die Einführung von Dampf- und Wollspinnmaschinen in der Tucherzeugung geht einher mit einem wirtschaftlichen Aufschwung.

Bauernbefreiung und die preußische Gewerbeordnung fördern nach 1815 privatwirtschaftliche Aktivitäten.

März 1848 bis Juli 1849 – Aber erst im Ergebnis der bürgerlichen Revolution fällt der Zunftzwang. Jetzt gilt Gewerbefreiheit: Mit der uneingeschränkten Berufswahl entstehen Handwerksvereinigungen und eine frühe Arbeiterbewegung.

Nach Preußischem Allgemeinem Landrecht wird das politische und wirtschaftliche Leben auf dem „flachen Land“ durch die Gutsherren bestimmt. Sie sind Mittler der landesherrlichen Gewalt. Die Patrimonialgerichtsbarkeit wird zwar unter Eindruck der letztlich gescheiterten Revolution von 1848/1849 aufgehoben, während die Polizeigewalt in Preußen noch bis 1872 in ihren Händen liegt

Der schrittweise Abbau feudaler Vorrechte wird durch beträchtliche Landabtretungen „erkauft“. Das stärkt zumindest vorübergehend die wirtschaftliche Stellung des Großgrundbesitzes. Denn viele Kleinstellenbesitzer (Kossäten, Gärtner, Häusler) sind verschuldet und durch Abarbeitung, Pacht und Schuldendienst weiter an den Gutshof gebunden. Sie können keine eigene landwirtschaftliche Existenz aufbauen.

Das andernorts bereits angebrochene Industriezeitalter erfasst die Lausitz. In Cottbus steigt die Anzahl der Dampfmaschinen zwischen 1853 und 1870 von 7 auf 37, die installierte Leistung von 94 auf 668 Pferdestärken, und dementsprechend die Nachfrage an Braunkohle.

„Gründerzeit“ – Deutschland entwickelt sich in wenigen Jahrzehnten vom Agrar- zum Industriestaat. Die Massenfabrikation von Gebrauchs- und Industriegütern durchbricht die bis dahin dominante Stellung des Landadels und der ortsansässigen Rittergüter.

Neue Investoren und kapitalkräftige Aktiengesellschaften treten auf den Plan. Von den Reinvestitionen der Industriezweige profitiert die allgemeine wirtschaftliche Entwicklung.

Aus den industriellen Kernen des Bergbaues im Lausiter Urstromtal entsteht zwischen Senftenberg, Großräschen und Mückenberg (heute Lauchhammer-West) schrittweise ein verflochtener Wirtschaftsraum: das Lausitzer Braunkohlenrevier. Es wird zunächst „Ostelbisches Braunkohlenrevier“ genannt.

Anbindung an den überregionalen Bahnverkehr ab Mitte der 1860er Jahre – bereits 1848 geht die erste Bahnlinie zwischen Dresden und Berlin in Betrieb.

In Deutschland umfasst das Eisenbahnnetz im Jahr 1849 schon 5.543 Kilometer, 1875 sind es bereits 27.970 Kilometer.

Das Lausitzer Kernrevier beschränkt sich auf den Lausitzer Grenzwall und den Raum um Annahütte/Poley, Lauchhammer, Großräschen, Welzow und Senftenberg bis Zeißholz. Ein eigenständiges Wirtschaftsgebiet entsteht ab 1867 im Westflügel des Muskauer Faltenbogens, zwischen Großkölzig, Döbern, Friedrichshain und Weißwasser.

1866 – In Skaska südlich von Hoyerswerda wird die erste Brikettfabrik der Lausitz errichtet. 1872 nimmt Anna I in Zschipkau (Schipkau) den Betrieb auf. In den kommenden einhundert Jahren folgen 120 weitere Anlagen.

Die Brikettierung ist revolutionär und verdoppelt den Heizwert der Kohle auf rund 4.500 Kilokalorien je Kilogramm, weil sich der Wassergehalt von 50 auf 20 Prozent verringert. Das Produkt sind versandfertige Briketts mit normierten Qualitätseigenschaften.

In wenigen Jahren hat Senftenberg-Lauchhammer die höchste Dichte an Brikettfabriken in Deutschland. Neue Chausseen begünstigen den Absatz vor allem in verkehrsgünstiger Lage zu den Textilstädten der Region. Aber erst mit der Eisenbahnbindung lassen sich neue Absatzmärkte erschließen. Jetzt werden unter anderem die Kohलगroßhandlungen in Berlin und Dresden beliefert.

In den 1860er Jahren stellt sich die Lausitzer Glasindustrie von Holz- auf Kohlenfeuerung um, so dass die Nachfrage schnell zunimmt.

1850-1870 – Zahlreiche Braunkohlengruben nehmen den Betrieb auf, das oberflächlich austreichende erste Lausitzer Flöz (Oberflöz) verursacht zwar geringe Förderkosten im Tiefbau. Aber die Abbauverluste unter Tage sind hoch (30-50 Prozent). Durch Absiebung erfolgt eine gewinnsteigernde Kohlensortierung – von stückreicher Rohkohle bis fein gemahlener Staubkohle.

Ab 1860 – Die erste große Mechanisierungswelle im Lausitzer Bergbau rollt: Dampfmaschinen zur untertägigen Wasserhaltung (Pulsometer) werden eingeführt. Insgesamt ist die Mechanisierung noch verhalten, Dampfmaschinen zur Schachtförderung bilden die Ausnahme.

Der gefährvolle Untertagebau erfordert die Anwerbung von Fachpersonal anderer Bergbaureviere, und die Instandhaltung der Entwässerungsanlagen ist ein neuralgischer Punkt.

Immer wieder kommt es zu Betriebsstörungen, vor allem bei mangelhafter Entwässerung der Strecken oder nach Grubenbränden. Wie Unfallberichte der aufsichtsführenden Bergbehörde aufzeigen, wird die Arbeitssicherheit sträflich vernachlässigt.

## 1870

Das „Kohlenzeitalter“ beginnt, in kurzer Zeit etabliert sich die Braunkohle zum regionalen Energieträger. Zu Brikett gepresst ist der Rohstoff attraktiv für die energieintensive Industrie wie Ziegeleien, Glaswerke, Spiritusbrennereien, chemische Fabriken.

Um 1870 – Im Lausitzer Revier öffnen erste Brikettfabriken. Briketts werden innerhalb eines Jahrzehnts zum „Brot der Industrie“. Die Betriebsstätten entstehen in unmittelbarer Nähe zu den Gruben. Dampfgetriebene Kettenbahnen fördern die Kohle aus den Tagebauen zu den Werken. Um 1900 sind schon 60 Brikettfabriken aktiv.

Der Lausitzer Braunkohlenbergbau ist auf dem Weg zur überregionalen Großindustrie. Unter dem Wettbewerbsdruck setzen sich einige große Kohlenwerke durch, sie bestimmen für die nächsten Jahrzehnte das Geschehen.

Schrittweise Marktberingung und Monopolbildung – Große Aktiengesellschaften beherrschen das Revier. 1887 wird die Eintracht Braunkohlenwerke und Brikettfabriken AG gegründet. Ein Jahr später folgt die „Ilse Bergbau-Actiengesellschaft“/Ilse Bergbau AG (I.B.A., Großbräschen, Gemarkung Bückgen), die um die Jahrhundertwende zum größten Wirtschaftsunternehmen im Revier heranwächst. Andere große Braunkohlenwerke entstehen: Anhaltische Kohlenwerke (AKW)/1867, Niederlausitzer Kohlenwerke AG (NKW)/1892, Eintracht Braunkohlen und Brikettfabriken AG/1881, Plessaer Braunkohlenwerke GmbH/1897, Beutersitzer Kohlenwerke GmbH/1899, Braunkohlen- und Brikettindustrie AG (BUBIAG)/1900.

1890 – Der Anteil des untertägigen Kohlenabbaues an der Gesamtförderung beträgt 95 Prozent. Von da ab erfolgt jedoch eine schrittweise Rückkehr zum Tagebaubetrieb, bei einer umfassenden Mechanisierung und Rationalisierung des gesamten Produktionsablaufes. Bereits 1910 dominiert die ober-tägige Kohlenförderung in Großtagebauen, damit wandelt sich das Landschaftsbild grundlegend.

Kohlegewinnung und Veredelung liegen in einer Hand: Wertschöpfung und Produktivität steigen schnell, die verkehrstechnische Erschließung ermöglicht eine überregionale Brikettvermarktung.

Im Kohlentransport lösen ab 1885 Ketten- und Drahtseilbahnen die um 1860 eingerichteten Pferdeeisenbahnen ab. Gleisgebundene Hochlöffel-Dampfbagger kommen zum Einsatz. Sie sind die ersten leistungsfähigen Baumaschinen und können das Deckgebirge auf mehreren Arbeitsebenen abtragen.

## 1890

Ein Meilenstein der technologischen Entwicklung – 1890 nimmt der erste dampfbetriebene Eimerkettenbagger im Lausitzer Revier seinen Betrieb auf. Dampflokomotiven und der Zugbetrieb gewinnen im Abraumbetrieb an Bedeutung. Dagegen bleibt die Mechanisierung der Kohlenförderung noch zurück.

1903 – Eine erste aktenkundige Kippenrekultivierung durch Aufforstung erfolgt. In Anspruch genommene Waldflächen des Tiefbaues werden dagegen sich selbst überlassen, noch heute sind einige Bruchfelder erhalten.

1871 – Gründung des Deutschen Reiches – es kommt zu einem rasanten Wirtschaftsaufschwung ausgelöst durch Reparationszahlungen Frankreichs nach dem gewonnenen Krieg 1870/1871. Die „Wiedergutmachung“ beträgt insgesamt 5 Milliarden Goldfranc. „Made in Germany“, ursprünglich zur Kennzeichnung der als minderwertig angesehenen Waren in Großbritannien eingeführt, wird ab 1887 zum Gütesiegel. Deutschland ist um 1900 die exportstärkste Nation in Europa.

Es herrscht eine regelrechte „Goldgräberstimmung“. Zunehmend fließt Großkapital in die Region. Das Anlagevermögen wächst rapide, ob in Betriebsstätten oder Abbaurechten.

Im Gegensatz zu den großen Steinkohlenrevieren an Rhein und Ruhr sowie in Oberschlesien kommt es zu keiner flächendeckenden Urbanisierung, auch weil die Kohlenfelder weit verstreut sind. Im Kerngebiet um Senftenberg beansprucht der besonders flächige Kohlenabbau immer wieder Ackerland. Auf der anderen Seite zeigen viele Landgemeinden bzw. Industriedörfer ein ungewöhnliches Wachstum.

Mit der Fertigstellung der Eisenbahnstrecke zwischen Berlin und Cottbus (1866) und Kohlfurt (Niederschlesien, heute Wegliniec) über Hoyerswerda bis Falkenberg (1874) beginnt auch in der Lausitz das „Eiserne Zeitalter“. Der Bahnschnittpunkt Senftenberg wird ab 1870 zum logistischen Drehkreuz für die Produktionsversorgung und den Absatz der Braunkohlenindustrie.

Erste Privat- und Werksbahnen verknüpfen die einzelnen Betriebe. Knapp hundert Jahre später ist das Netz auf rund 1.150 Kilometer Streckenlänge angewachsen – im Normal- und 900 Millimeter Schmalspurbetrieb. Bereits 1898 wird die erste Kohlenbahn elektrifiziert.

1873 geht die erste Glashütte in Weißwasser in Betrieb. Dank reicher Vorkommen feiner Sande und günstiger Braunkohle boomt die Glasindustrie. Schon Anfang des 20. Jahrhunderts produzieren alleine im Muskauer Faltenbogen 32 „energiehungrige“ Glasbetriebe, im nahen Umfeld sogar bis zu 47.

Die elektrischen Zentralen der Braunkohlenwerke werden mit Generatoren von AEG (Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, 1883/1888), Siemens-Schuckert (1903) und Brown Boveri & Cie (BBC, 1891) ausgebaut und speisen überschüssigen Strom in das öffentliche Netz.

12. Januar 1912 – Die Lauchhammer AG schreibt Energiegeschichte: zwischen dem Industriekraftwerk der Brikettfabrik Lauchhammer/Oberhammer und dem Stahlwerk Riesa geht die weltweit erste 110-kV-Hochspannungsfreileitung in Betrieb. Sie ist 53 Kilometer lang, ein Abschnitt wird noch bis 1964 betrieben.

1904 – Auf der Senftenberger Stadtgrube kommt es zu einem ersten gewerkschaftlich organisierten Streik für bessere Arbeitsbedingungen und Löhne.

1906 – Die Ilse Bergbau AG schließt den Tagebau Marga im wasserreichen Lausitzer Urstromtal westlich von Senftenberg auf. Das über der Kohle lagernde Deckgebirge wird schichtweise im Staffelfverfahren entwässert. Eine gewaltige Leistung, hat doch die Abraumschicht einen Wassergehalt von rund 40 Prozent.

Nachdem die Entwässerungsfrage gelöst ist, verlagert sich der Kohlenabbau auf die ausgedehnten Lagerstätten im Hauptflöz (Unterflöz). In schneller Abfolge werden neue Abbaufelder erschlossen. Mechanisierung und Elektrifizierung des Tagebaubetriebes gehen Hand in Hand.

1912 – Der erste elektrische Kohlenbagger wird in Betrieb genommen. Schnell verdrängt der Bagger-Zug-Betrieb die bis dahin üblichen Ketten- und Seilbahnen. Das führt zu einer beachtlichen Leistungssteigerung bei der Kohlenförderung.

Neben der Braunkohle werden in der Lausitz jetzt in industriellem Maßstab Glas- und Gießereisande, Kies und Ton gefördert, häufig nacheinander oder parallel in der gleichen Grube, etwa in Annahütte, Plessa/Döllingen, Meuro oder im Muskauer Faltenbogen bei Weißwasser. Meist erfolgt die Verarbeitung der Rohstoffe in den unmittelbar angeschlossenen Betriebsteilen.

1913 – Die Kohlenförderung im Tagebaubetrieb macht bereits 70 Prozent der gesamten Jahresproduktion aus. Der Übergang vom Tief- zum Tagebaubetrieb und die Ausweitung der Brikettfabrikation führt zu einem großen Arbeitskräftemangel. Besonders arbeitsintensiv ist die manuelle Kohlegewinnung. Aber auch das Rücken der Gleise von Hand, Frauen- und Kinderarbeit sind bei Hilfstätigkeiten üblich. „Kohlenputzerinnen“ säubern das freigelegte Flöz von Resten des Deckgebirges, denn alle mineralischen Beimengungen verschleifen die Brikettpressen.

Das Lausitzer Revier wird zum Einwanderungsgebiet: Vor allem aus dem oberschlesischen Steinkohlenrevier, den preußischen Ostprovinzen und landwirtschaftlich geprägten Gebieten in Sachsen, Brandenburg und Böhmen strömen junge Menschen in die Lausitz. Aber auch Glasbläser und italienische Bauarbeiter finden ihren Weg.

Der Maschinentakt bestimmt das neue Leben. Ziel ist eine möglichst profitable Ausnutzung der Kapazitäten. Die tägliche Arbeitszeit in der Braunkohlenindustrie beträgt 11 bis 16 Stunden. Deshalb wird in der Lausitz zunächst kein 12-Stunden Schichtsystem mit Nacharbeit eingeführt.

1914 – Im Lausitzer Kernrevier sind rund um Senftenberg 14.000 Bergleute beschäftigt. Ihre Zahl verdoppelt sich bis in die 1920er Jahre, genauso wie die Wohnbevölkerung insgesamt.

Erste Werkssiedlungen mit Wohnhäusern für Beamte und Arbeiter entstehen wie in Annahütte, Großbräschen, Brieske, Heide/Wiednitz oder (Z)Schipkau.

## 1906

1907 – „Großer Revierstreik“, 9 Braunkohlenwerke stellen ihre Produktion vorübergehend ein. Als Gegenmaßnahme erfolgt die fristlose Kündigung von „sozialdemokratischen Agitatoren“ und „frechen Aufwieglern“. Über Senftenberg und die Umgebung wird der Ausnahmezustand verhängt.

Nach Monaten kommt es zur Einigung: erste Arbeitsschutzgesetze werden eingeführt, Lohnerhöhung, aber kein Mindestlohn, Verbesserungen beim Unfallschutz und in den hygienischen Verhältnissen, volle Bewegungsfreiheit der Bergleute in den Werksunterkünften.

1914-1918 – Erster Weltkrieg – Unter den Bedingungen der angespannten Kriegswirtschaft vollzieht sich eine Modernisierung bzw. Rationalisierung der industriellen Produktion.

Die wirtschaftlichen Folgen des verlorenen Krieges durch den Wegfall von Absatzmärkten werden deshalb in der Kohlenindustrie erstaunlich rasch überwunden.

Die Besitzverhältnisse bleiben auch nach der Revolution von 1918 unangetastet. Der Braunkohlensektor kann ohne größere Einschränkungen weiter produzieren und sogar expandieren.

## 1913



Meist handelt es sich bei der Wohnbebauung um gleichförmige Mehrfamilienhäuser, davon „standesgemäß“ abgesetzt die großzügigen Wohngebäude und Villen der Betriebsleitung.

Markenzeichen der neuen „Gartenstädte“ Marga in Brieske und Lauta sind großzügige Grünflächen, Werkgaststätten, Badhäuser, Kinos, Grundschulen, Apotheken, eine ärztliche Versorgung, Einkaufsmöglichkeiten, sogar Theater und Freibad vor Ort. Alleine in der Kolonie Marga entstehen zwischen 1907 und 1937 rund 750 Werkswohnungen und 200 Bergwerksheimstätten.

Eine besondere gestalterische und architektonische Note spiegelt den wirtschaftlichen Unternehmenserfolg. Nicht nur Unternehmer und deren Aktionäre profitieren vom Braunkohlenbergbau.

Das Wohnumfeld „im Grünen“ mildert die beschwerliche und gefährvolle Arbeitswelt. Die Mieten bleiben erschwinglich und der Arbeitsweg ist kurz. Werkswohnungen sind begehrt und knapp, aber viele haben nur das Ledigenwohnheim und einfachste Holzbaracken. Die Vermietung von Werkswohnungen wird häufig durch die Verpachtung von angrenzenden Gärten und Äckern zur Selbstversorgung ergänzt.

1914-1918 – Trotz Kriegswirtschaft wächst die Braunkohlenförderung. Dividenden von über 25 Prozent auf Aktien sprechen für sich. Die Ilse Bergbau AG und Eintracht Braunkohlenwerke und Brikettfabriken AG erwerben ausgedehnte Kohlenfelder im Lausitzer Urstromtal. Noch in den Kriegsjahren kommt es zur Gründung neuer Betriebsstätten zwischen Senftenberg und Hoyerswerda.

Ab Oktober 1916 erfolgen dann Zwangsrekrutierungen bzw. Dienstverpflichtungen aus den von Deutschland besetzten Gebieten in Osteuropa. Mit rund 170.000 Kriegsgefangenen beschäftigt der Bergbau die meisten Zwangsarbeiter im Deutschen Reich. In der Lausitz werden vor allem russische Gefangene eingesetzt. Die hygienische Bedingungen und Lebensmittelversorgung sind unwürdig.

## 1918

Noch bis 1907 beschränkt sich der Braunkohlenbergbau im Wesentlichen auf die Hochflächen. Mit der neuen Filterbrunnenentwässerung werden im Lausitzer Urstromtal binnen kurzer Zeit weitere Großtaugebaue erschlossen: Grube Marga bei Brieske der Ilse Bergbau AG macht den Anfang.

Das Kohlen-/Abraumverhältnis wird in der Folge zwar ungünstiger, aber der rasante technologische Fortschritt hält die Kohlenförderung rentabel. Andere wichtige Rohstoff-Lieferketten brechen ab, etwa zum jetzt polnischen Teil des oberschlesischen Steinkohlenrevieres oder in die neu gegründete Tschechoslowakei. Damit fehlt die Konkurrenz.

1912 – Die Braunkohlen- und Brikett-Industrie AG (BUBIAG) führt die Großraumförderung ein. Jetzt befüllen 400 PS-Elektrolöke mit Großraumsattelwagen

1918/1919-1933 – Weimarer Republik, erste parlamentarische Demokratie in Deutschland – Mit der Ausrufung am 9. November 1918 beginnt eine neue Zeitepoche. Von der großen gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Transformation profitiert die Lausitz als Energie- und Wirtschaftsregion.

Manche kriegswichtigen Investitionen im Rahmen des „Hindenburgprogramms“ zahlen sich jetzt aus und machen Profit. Vorzeigebetrieb ist das noch im Oktober 1918 in Betrieb genommene Aluminiumwerk Lauta („Lautawerk“). Keine andere Produktion ist so energieintensiv – langfristige Lieferverträge mit der Ilse Bergbau AG garantieren die Stromversorgung.

Mitte 1919 – Die Lausitz wird durch massive Arbeitskämpfe erschüttert (Streiks, Aussperrungen).

die Kohlenbunker sowie Mahl- und Sortieranlagen der nahegelegenen Brikettfabriken.

Weitere technologische Innovationen, wie Absetzer (1915-1918), elektrische Schaufelradbagger (1920-1925) und Gurtbandförderer kommen hinzu.

Meilensteine der Lausitzer Braunkohlenindustriege-schichte:

1915 – Der Baubeginn des Großkraftwerks Tratten-dorf erfolgt.

1917 – Das Lautawerkes der Vereinigten Aluminium-werke AG wird gegründet.

1924 – Es wird die erste Abraumförderbrücke im Ta-gebau Agnes/Plessa errichtet.

1927 – Das Kraftwerk Plessa des Gröbaer Elektrizitätsverbandes geht an das öffentliche Stromnetz.

1928 – Die erste Förderbrücke mit 30 Meter Abtragshö-he im Tagebau Erika (Laubusch) nimmt den Betrieb auf.

1938 – Jetzt zählt das Lausitzer Revier schon 11 Förder-brücken.

Unmittelbar nach dem Ersten Weltkrieg herrscht Ar-beits- und vor allem Fachkräftemangel. Ein Grund dafür, dass die technologische Modernisierung vor-angetrieben wird. Durch die rasante Mechanisierung nimmt der Bedarf an ungelerten Saisonarbeitskräf-ten aus der Umgebung ab. Für die Bedienung und Instandhaltung der Anlagen ist eine technisch ver-sierte Stammebelegschaft gefragt.

Als Ergebnis des Versailler Friedensvertrages fällt ein Teil des Oberschlesischen Steinkohlenreviers für das Deutsche Reich weg. Seit 1922 kommen von dort verstärkt Fachleute in die Lausitz. Gleichzeitig erhält die Braunkohle neue volkswirtschaftliche Bedeutung, welche die französisch-belgische Besetzung des Ruhr-gebietes 1923 und der „Ruhrkampf“ noch verstärken.

Durch die Einführung des Achtstundentages in der Braunkohlenindustrie 1919 verdoppelt sich in kur-zer Zeit die zur Aufrechterhaltung der Produktion notwendige Anzahl von Beschäftigten. Die massive Anwerbung von Arbeitskräften löst einen regelrech-ten Bauboom aus.

Abseits von bestehenden Orten entstehen weitere Siedlungen, beispielsweise die Werkskolonien Erika bei Laubusch und Wermighoff (1950 umbenannt in Knap-penrode) nahe Mortka. Hier erfolgt der erste Spaten-stich noch vor Aufnahme der Brikettproduktion. Auch diese Werkskolonien bleiben bis zu ihrer Ausgliederung aus dem Braunkohlenwerk Anfang der 1950er Jahre fast ausschließlich von Betriebsangehörigen bewohnt.

Der Lausitzer Braunkohlenbergbau ist eine privile-gierte, neuralgische und expandierende Schlüssel-industrie. Angesichts des zunehmenden „Energie-hungers“ erweist sie sich als krisensicher. Schnell wird das Vorkriegsniveau in der Förderung und -verarbeitung übertroffen.

März 1920 – Ausgelöst durch den konterrevolutio-nären „Kapp-Lüttwitz-Putsch“ gegen die Weimarer Republik kommt es zum Generalstreik. Es folgen be-waffneten Auseinandersetzungen zwischen Reichs-wehr-Einheiten und Arbeitern des „Lautawerks“ so-wie Bergleuten der Grube Erika.

Auch danach erschüttern immer wieder Arbeits-kämpfe das Revier. Zwar wird auch Schutzpolizei eingesetzt. Bürgerkriegsähnliche Unruhen wie an der Ruhr, in Sachsen oder Mitteldeutschland blei-ben aber aus.

Die Lausitz ist Keimzelle und Schnittpunkt für das europäische Hochspannungs-Verbundnetz. Durch die neuen Leitungsnetze ist eine verlustar-me Stromübertragung über große Distanzen mög-lich. Was auch notwendig ist, denn in den 1920er Jahren erreicht die Elektrifizierung das Alltagsleben der Menschen. Alle großen Städte in Deutschland stehen jetzt „unter Spannung“. So verfügen im Jahr 1914 nur 5 Prozent der Berliner Wohnungen über einen Elektrizitätsanschluss. 1930 sind dies über die Hälfte. Straßenbeleuchtungen mit Gaslaternen ge-hören der Vergangenheit an, jetzt lockt Leuchtre-klame „Nachtschwärmer“.

„Zweite Moderne“ – Der gesellschaftliche Umbruch weckt Lebenshoffnungen und setzt kreative Energien frei. Wissenschaft, Forschung, Technik und Kultur ent-wickeln sich in einem bis dahin ungeahnten Ausmaß.

Damit einher gehen soziale Fortschritte. Leistungen des modernen Sozialstaates sind: Wohnungsbaupro-gramm, Einführung der Arbeitslosenversicherung, Arbeitnehmerschutz, Streikrecht, Sozial-fürsorge, Betriebsrätegesetz, Einführung des Acht-stundentages mit Sonderregelungen für Bergleute.

Aber einige Errungenschaften fallen auf Druck der Arbeitgeber schnell weg. Schon Ende des wirt-schaftlichen Krisenjahres 1923 wird die Achtstun-denschicht im Bergbau durch ein Zweischichtsystem mit 10-stündigen Arbeitszeiten ersetzt. Die neue Arbeitszeitverordnung führt zu Entlassungen von zuvor eilig angeworbenen Arbeitskräfte. Es findet ein weiterer Sozialabbau statt (Gesundheitswesen, Mieterschutz, Wohnungsbau).

1924-1929 – Nach Überwindung der Hyperinflation konsolidiert sich die Weimarer Republik politisch, wirtschaftlich und sozial. Die Reallöhne steigen und das allgemeine Lebensniveau verbessert sich.

Dennoch, auch in den „Goldenen 20'ern“ bleiben große Klassenunterschiede bestehen. Im Lausitzer Revier herrscht Wohnungsnot, nur wenige Arbeiter-familien profitieren von den modernen Mustersied-lungen. Die meisten Beschäftigten leben in prekären Verhältnissen. Der Wirtschaftsaufschwung wie die politischen und Klassenverhältnisse sind labil.

24. Oktober 1929 – Der „schwarze Donnerstag“ wird zum folgenreichsten Börsenkrach. Es kommt zur Weltwirtschaftskrise, betroffen sind vor allem die USA und das hoch verschuldete Deutschland – Kre-dite werden in kurzer Zeit aufgekündigt.

## 1924

Braunkohle wird zum wichtigsten Energieträger Deutschlands. Mit den endgültigen Gebietsabtrennungen nach dem ersten Weltkrieg geht rund 26 Prozent der bis dahin vorhandenen Produktionskapazität an (Stein)Kohle verloren.

Ab 1910 – Ausgehend von den altglazialen und tertiären Hochflächen mit einem besonders günstigen Abraum-Kohlen-Verhältnis von <1:1 greift der Braunkohlenbergbau zunehmend auf das Unterflöz im Lausitzer Urstromtal aus. In der Folge wird das Abraumverhältnis immer ungünstiger und beträgt im Jahr 2023 etwa 8:1. Das initiiert weitere technologische Innovationen. Immer leistungsfähigere Maschinen werden zur Abraumbewegung eingesetzt. Der Wettbewerbsdruck der Unternehmen nimmt zu.

Weil der Bergbau durch die Landschaft „wandert“, müssen zwangsläufig neue Abbaufelder erschlossen werden. So vernichtet die Kohlegewinnung vorhandene Infrastrukturen. Zwischen Großräschen und Senftenberg kommt zu den ersten Umsiedlungen. Immer mehr fruchtbares Ackerland wird überbaggert.

Im Gegenzug gewinnt die planmäßige Rekultivierung von verödeten Kippenflächen an Bedeutung, wird aber wegen unzureichender bzw. unklarer bergrechtlicher Regelungen und eines industriefreundlichen Agierens der Bergbehörden vernachlässigt.

## 1933

Mitte der 1930er Jahre – Die letzten, vergleichsweise leicht zugänglichen Braunkohlenvorkommen des Oberflöz sind nahezu erschöpft. 1943 macht der Tiefbau nur noch 5 Prozent der Gesamtförderung an Braunkohle aus.

Mit der Erschließung neuer Tagebaufelder im Unterflöz erfolgt die endgültige Umstellung auf den Förderbrückenbetrieb. Ein dichtes Netz an Kohlenbahnen bedient die verarbeitenden Betriebe.

1934/1935 – Es erfolgt eine Leistungssteigerung durch eine Umstellung der Grubenbahnen von Schmal- auf Normalspur und die Einführung von 25 Kubikmeter-Abraumwagen. Die neuen E-Loks haben bis zu 100 Tonnen Dienstgewicht.

Weitere Lagerstätten mit relativ schwefelreicher Kohle werden erkundet. Es erschließen sich neue chemische Verwertungsmöglichkeiten für Braunkohle:

Großindustrie und Braunkohlenbergbau sind strukturell eng miteinander verknüpft. Alleine das ab 1936 stufenweise in Betrieb genommene Hydrierwerk der Braunkohlen-Benzin AG (BRABAG) in Schwarzheide bezieht im Jahr 1943 rund 1,3 Millionen Tonnen Rohbraunkohle, vorwiegend aus den nahe gelegenen Tagebauen der Ilse Bergbau AG bei Brieske, Hörlitz, Sedlitz, Senftenberg und Meuro.

Dazu kommen zwei elektrotechnische Werke in Großräschen und Guben. Bis dahin befindet sich das Zentrum der karbochemischen Industrie im Mitteldeutschen Revier (Leuna), während in der Lausitz die

Eine Insolvenzwelle überfährt das Land. Während die Arbeitslosenquote 1922 etwa 2 Prozent und 1928 6 Prozent beträgt, sind dies 1930 schon 22 Prozent aller Erwerbspersonen. Die harte Sparpolitik der Reichsregierung sichert zwar die Staatsfinanzen, aber zu welchem Preis: Deflation und Absatzeinbrüche verschärfen die Situation am Arbeitsmarkt.

Ab 1929 verschlechtert sich auch die soziale Lage breiter Bevölkerungskreise in der Lausitz: Viele Kleinanleger verlieren ihre Ersparnisse. Es kommt zu konjunkturbedingten Entlassungswellen. Insbesondere der Mittelstand und Kleinbauern sind betroffen. Das Vertrauen in das politische und wirtschaftliche System wird erschüttert.

Demokratie und politische Mitte verlieren immer mehr an Rückhalt. Das stärkt die extremistischen Ränder im Parteigefüge. Bei den kommenden Reichstagswahlen hat die NSDAP großen Zulauf, vor allem in den noch ländlich bzw. kleinbürgerlich geprägten Gemeinden. Dennoch bleiben SPD und KPD bis zum Ende der Weimarer Republik die stärksten politischen Kräfte im Lausitzer Revier.

30. Januar 1933 – Nach Machtübernahme durch die Nationalsozialisten (in deren Propaganda „Machtergreifung“) wird der Reichstag am 1. Februar aufgelöst. Den Weg zur Willkür- und Terrorherrschaft ebnet die sogenannte Reichstagsbrandverordnung vom 28. Februar 1933. Angehörige von SA, SS und des Stahlhelms bilden eine Hilfspolizei (HiPo): „Dem Treiben staatsfeindlicher Organisationen ist mit schärfsten Mitteln entgegenzutreten“ – ein Freibrief: erste „wilde“ Konzentrationslager entstehen. Es kommt zu Razzien und Massenverhaftungen. Politische Gegner werden verschleppt und ermordet.

24. März 1933 – Das Ermächtigungsgesetz bricht die Gewaltenteilung, der Reichstag verliert alle Entscheidungskompetenz: Gesetze, Verordnungen und Verträge können durch die Regierung beschlossen werden, auch wenn diese nicht verfassungsgemäß sind.

Die gesamte Gewerkschafts- und Arbeiterbewegung wird im Mai 1933 zerschlagen.

1933/1934 – „Gleichschaltung“ aller unabhängigen Organisationen im Staat – entweder folgt deren Ausrichtung den politischen Zielen der NSDAP. Oder sie werden aufgelöst und ihr Vermögen geht an die neue Volksgemeinschaft beziehungsweise den Staat.

Planwirtschaft und unrechtmäßige Verstaatlichungen bzw. Enteignung von jüdischem Besitz („Arisierungen“) hebeln den Wettbewerb aus. Löhne und Preise werden eingefroren. In den Betrieben gilt das „Führerprinzip“: An die Stelle einer betrieblichen Mitbestimmung der Arbeitnehmer\*innen

Brikettierung und Verstromung den Vorrang haben.

1938 werden die Niederlausitzer Kohlenwerke verpflichtet, dass Deckgebirge auf kulturfähige und speziell für den Ackerbau geeignete Substrate zu untersuchen. Mit negativem Ergebnis, so dass sich für die Rekultivierung vorerst nichts ändert.

Auch weiterhin fehlen die zur Rückgewinnung landwirtschaftlicher Nutzflächen erforderlichen gesetzliche Regelungen. Der Bergbau hat daran aus Kostengründen wenig Interesse.

Ab 1939 – Massiver Einsatz von Kriegsgefangenen und Deportierten in der Braunkohlenindustrie – die ausländischen Zwangsarbeiter werden in KZ-ähnlichen Arbeitslagern auf dem Betriebsgelände untergebracht. Hygienische Verhältnisse und die Lebensmittelversorgung sind katastrophal. Es erfolgt keine nennenswerte medizinische Versorgung. Geringste Verstöße etwa gegen die Arbeitsordnung werden mit drakonischen Strafen geahndet. Die Situation verschärft sich seit dem Überfall auf die Sowjetunion im Sommer 1941.

Mai 1944 – Im Lausitzer Revier häufen sich alliierte Luftangriffe (Codename Operation „Frantic“, „Treibstoff-Offensive“). Im Visier sind die kriegswichtigen Anlagen („Achillesferse der Rüstungsindustrie“), insbesondere der Treibstoffsynthese- und Aluminiumindustrie. Trotz intensiver Luftabwehr und vieler Behelfsflugplätze werden kriegswichtige Betriebsanlagen beschädigt, wie in Wermighoff, Lautau und Schwarzheide. Vor allem das Hydrierwerk der BRABAG Ruhland-Schwarzheide ist schwer getroffen und schließlich zu 75 Prozent zerstört. Bei den Aufräumarbeiten kommen auch 1.000 KZ-Häftlinge aus Sachsenhausen und Ravensbrück zum Einsatz.

tritt eine streng hierarchische Arbeitsgefolgschaft. Die im Mai 1933 gegründete Deutsche Arbeitsfront (DAF) ersetzt unabhängige Gewerkschaften. Sie ist als Einheitsverband von Arbeitgebern und Arbeitnehmern die mit Abstand größte Massenorganisation des NS-Regimes. Dagegen können Unternehmerverbände ihre organisierte Selbständigkeit bewahren und eigene wirtschaftliche Interessen durchsetzen.

Schnell kontrolliert die Diktatur fast alle Lebensbereiche. Es kommt zu politisch-weltanschaulicher Rechtsbeugung, Einschüchterung und Verfolgung der politischen Opposition, institutionalisiertem und alltäglichem Terror. Erste Konzentrationslager entstehen wie das Sammellager Lichtenburg/Prettin nahe Torgau (Juni 1933). Dagegen organisieren sich antifaschistische Widerstandsgruppen, in der Lausitz vor allem aus dem Arbeitermilieu. Bereits 1934 wird das Kriegs- bzw. Militärstrafrecht verschärft und auf Hoch- bzw. Landesverrat ausgeweitet, die Einschüchterungen wirken.

In der Lausitz wird die chemische Großindustrie im Rahmen des Vierjahresplanes zur Kriegsvorbereitung ausgebaut. Energiesicherheit und Braunkohlenveredelung sind besonders rüstungsrelevant („Wehrwirtschaft“, „Wehrhaftmachung“). Zwischen 1933 und 1939 verzehnfacht sich die reichsweite Aluminiumproduktion, dennoch fordert das Reichswirtschaftsministerium einen weiteren Ausbau.

Die BRABAG, als „Pflichtgemeinschaft der deutschen Braunkohlenwirtschaft“ gegründet, umfasst insgesamt 15 Hydrierwerke zur Kohlenverflüssigung. Das Werk Schwarzheide entsteht 1935. Bis 1954 erfolgt die Benzin-, Dieselöl und Schmierstoff-Herstellung aus Braunkohle nach dem Fischer-Tropsch-Verfahren. So wird die Luftwaffe ausschließlich mit synthetischem Flugbenzin beliefert.

Ab 1938 – Im „Chemowerk Mückenberg“ (heute Lauchhammer-West) betreibt die Wacker-Chemie den „größten Karbidofen Europas“. Hier werden wichtige chemische Grund- bzw. Ersatzstoffe produziert. Das „Ferrowerk Mückenberg“ (1926) liefert rund 2/3 aller Ferrolegierungen im Stahlsektor. Für den Standort sprechen „billige Rohstoffe, sehr niedrige Löhne und eine günstige Frachtlage für das Fertigerzeugnis“.

Während der Kriegsjahre fallen die meisten Arbeitszeit-Schutzvorschriften. In vielen Lausitzer Wirtschaftsbetrieben kommt es zum Einsatz von Zwangsarbeiter\*innen, Kriegsgefangenen und KZ-Häftlingen. Weitere Außen- bzw. Nebenlager entstehen in Jamlitz bei Lieberose, Schwarzheide oder Schlieben-Berga.

Der Anteil von Zwangsarbeiter\*innen liegt deutlich über dem Reichsdurchschnitt. Alleine im „Lautawerk“ der Vereinigten Aluminium-Werke AG – einem der nationalsozialistischen Musterbetriebe der Lausitz – arbeiten 5.400 Deportierte. Die meisten kommen aus der Ukraine und werden auf dem Werksgelände in mehreren Gefangenenlagern untergebracht. Bei Luftangriffen auf das Lautawerk kommen wie

## 1935/1938

## 1945

Mitte April rückt die Rote Armee vor. Die Bevölkerung wird zum Teil evakuiert. In den Braunkohlenbetrieben und Tagebauen bleiben Notbelegschaften, sie halten die Energieversorgung und Wassersümpfung aufrecht.

Anders als in den großen Industriezentren an Rhein und Ruhr sind in der Lausitz weniger die direkten Kriegsschäden relevant. Nach Kampfeinwirkung und Beschädigung der Entwässerungspumpen „saufen“ zwar einzelne Gruben „ab“ (Brigitta, Niemtsch und Greifenhain). Die meisten Tagebaue und Brikettfabriken gehen aber nach kurzem Stillstand bereits Ende April 1945 wieder in Betrieb. Daneben sichern kommunale „Notkohlenruben“ den lokalen Brennstoffbedarf in den ersten Nachkriegsjahren unter anderem bei Bornsdorf, Annahütte und im Muskauer Faltenbogen.

Im Rahmen der durch die SMAD festgesetzten Reparationsleistungen erfolgt ab 1947 die Demontage von zahlreichen Produktionsstätten der Braunkohlenindustrie und angeschlossener Industriezweige.

Diese einschneidenden Reparationsleistungen hemmen den Wiederaufbau. Noch bis 1953 erfasst der Transfer ganze Brikettfabriken und andere Infrastruktur. Vor allem das gut ausgebaute Werksbahnnetz ist betroffen. Selbst komplette Abraumförderbrücken wie im Tagebau Wermighoff II und das Inventar unbeschädigter Brikettfabriken gehen in die Sowjetunion und werden dort neu aufgebaut. Um die Produktion aufrecht zu erhalten, werden in der Folge aus anderen Braunkohlenrevieren stillgesetzte Altanlagen in die Lausitz verbracht. Manche Substanzverluste lassen sich bis zur erneuten Zeitenwende 1989/1990 nicht mehr ausgleichen.

Auch innerhalb des Reviers gehen Großmaschinen auf Wanderschaft, wenn etwa die Förderbrücke F 32 „Clara“ aus dem Ersteininsatz im Tagebau Welzow nach Wermighoff II umgesetzt wird.

1946/1947 – Verstaatlichung des gesamten Rohstoff- und Energiesektors – die volkseigenen Braunkohlenkombinate (BKK) werden gegründet. Im Lausitzer Revier nehmen das BKK Brieske/Senftenberg und Schwarze Pumpe eine führende Stellung ein. Die BRABAG Schwarzheide wird zu einer Sowjetischen Aktiengesellschaft (SAG) und erzeugt Produkte für Entschä-

auch im Hydrierwerk der BRABAG viele Zwangsarbeiter ums Leben, da sie die Luftschutzstollen nicht betreten dürfen.

1944/1945 – Im KZ-Außenlager Schwarzheide der BRABAG sterben 529 Zwangsarbeiter. Den „Todesmarsch“ nach Auflösung des Lagers im Mitte April 1945 überleben nur 200 der 1.000 Häftlinge.

Direkte Kampfhandlungen finden in der Lausitz zwischen dem 16. und 25. April 1945 statt. Die Kämpfe sind kurz, aber heftig, wie im „Kessel von Kausche“. Weitere Schäden richtet die zurückweichende Wehrmacht an. Infrastrukturen und Versorgungsanlagen werden gesprengt („Nerobefehl“ vom März 1945).

7./9. Mai 1945 – bedingungslose Kapitulation und Befreiung Deutschlands („Stunde Null“), dem Einmarsch der Roten Armee folgt ein politischer, gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Neubeginn. Auf Befehl der „Sowjetischen Militäradministration in Deutschland“ (SMAD) werden ab 1945 alle Großindustriellen, Großgrundbesitzer\*innen, Nazi- und Kriegsverbrecher\*innen entschädigungslos enteignet.

Bereits kurz nach Ende des Zweiten Weltkrieges verschärfen sich die Spannungen zwischen den Westmächten und der Sowjetunion. Ein deutscher Nachkriegsstaat ist spätestens seit der Londoner Außenministerkonferenz Ende 1947 hinfällig. Am 7. Oktober 1949 wird schließlich die Sowjetische Besatzungszone zur DDR, viereinhalb Monate nach Gründung der BRD. Damit ist die staatliche Teilung Deutschlands besiegelt. Hauptstadt der DDR wird Ostberlin, und der „Kalte Krieg“ beginnt.

Zwischen 1946 und bis zum Volksaufstand vom 17. Juni 1953 betragen die jährlichen Entschädigungsleistungen im Durchschnitt 22 Prozent des jährlichen Bruttosozialproduktes. Alleine das Schienennetz wird auf 48 Prozent des Standes von 1938 reduziert.

1952 – Es erfolgt der Beschluss zum Aufbau des Sozialismus nach marxistisch-leninistischen Prinzipien. Mit dem Zweijahresplan 1949/1950 und den dann folgenden Fünfjahresplänen wird die wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklung konsequent vorangetrieben. Aber dies bleibt nicht ohne Widersprüche und Widerstände wie die Ereignisse des Volksaufstandes 1953 zeigen. Auch in der Lausitz kommt es zu Protesten und spontanen Streiks, etwa im Reichsbahnausbesserungswerk Cottbus. Die drei Kernforderungen der Arbeiter\*innen sind: (1) Absetzung der Regierung, Senkung von (2) Arbeitsnormen und (3) Lebensmittelpreisen.

Reorganisation der Volkswirtschaft unter sozialistischen Vorzeichen – die Lausitz wird zum Energiebezirk Cottbus und ist für das Land unverzichtbar. Das zunehmende Energiedefizit hemmt jedoch die allgemeine volkswirtschaftliche Entwicklung.

Wie schon nach dem Ersten Weltkrieg finden zahlreiche Flüchtlinge aus Nieder- und Oberschlesien aber auch dem böhmischen Braunkohlenrevier eine neue Heimat in der Lausitz.

digungsleistungen. Ab 1954 in DDR-Staatseigentum, wird sich das VEB Synthesewerk Schwarzheide auf die Kunstharz-Produktion (Polyurethan) spezialisieren, sie erreicht im Jahr 1989 rund 170.000 Tonnen.

Die Versorgungssicherheit der Kraftwerke und Aufrechterhaltung der Industrieproduktion haben Vorrang. Das führt zu Engpässen in der Brikettversorgung großer Städte und vieler Betriebe wie im Hungerwinter 1946/1947.

Der Wiederaufbau des Braunkohlensektors ist bereits Mitte der 1950er Jahre abgeschlossen. Trotz herber Substanzverluste durch Demontage wird schon 1953 das hohe Förderniveau der letzten Kriegsjahre erreicht.

1952 geht die erste von insgesamt 24 Ofeneinheiten der Großkokerei Lauchhammer in Betrieb. Ihr weltweit erster Braunkohlen-Hochtemperatur-Koks (BHT) dient zur Roheisenerzeugung, denn die besser geeignete Steinkohle ist seit der innerdeutschen Teilung nicht mehr ausreichend verfügbar. Von den 7 Brikettfabriken in Lauchhammer beliefern 3 ausschließlich das Werk mit Feinstkornbriketts. In den kommenden 40 Jahren bestimmen die Kokerei und ihre Zulieferer den Alltag. Aber mit der Öffnung des Energiemarktes 1990 entfällt die wirtschaftliche Existenzgrundlage. Alle Anlagen werden in wenigen Jahren abgerissen und sind ein Sanierungsfall. Heute erinnern noch die „Biotürme“ zur Vorreinigung phenolbelasteter Abwässer an den großen Industriestandort.

Bergleute sind privilegiert: Bergmänner gehen mit 60 Jahren in Rente, Bergfrauen mit 55 Jahren. Sie genießen materielle Vorteile, neben einem Deputat an Briketts seit 1945 auch einen Liter steuerfreien Trinkbranntwein je Monat, „Kumpeltod“ genannt.

21. März 1957 – Der Ministerrat der DDR beschließt ein umfassendes „Kohle- und Energieprogramm“. Daraufhin werden neue Tagebau erschlossen, vor allem im Nordraum des Reviers: Schlabendorf Nord/Süd, Seese West/Ost, gefolgt von Jänschwalde, Cottbus-Nord und Welzow-Süd.

Modernisierung von Brikettfabriken – Die heutigen Großkraftwerke gehen schrittweise in Betrieb. Infrastrukturen, Arbeitskräfte und technologische Fähigkeiten sind vorhanden.

1958 – Es beginnt die Produktion von sogenannten „Einheitsförderbrücken“. Zuvor sind Förderbrücken noch maßgeschneiderte Anfertigungen einzelner Tagebaue. Eine serielle Mehrfachfertigung nach gleichen Konstruktionsplänen spart Kosten und beschleunigt den Bau: Typ F 34, F 45 und F 60, der Zahlenwert bezeichnet die Abraumabtragshöhe in Meter.

Parallel zum öffentlichen Bahnnetz der Deutschen Reichsbahn (DR) entsteht ein autarkes Werksbahnnetz - der "Lausitzer Kohlenring" aus Abraum-, Kohlen- und Anschlussbahnen. Seine Kohlenverbindungsbahnen ermöglichen auch die Brikettproduktion an abgelegenen Standorten, wenn dort bereits

## 1952

## 1957

Sozialistische Planwirtschaft und Aufbauperiode im Rhythmus der Fünf-Jahres-Pläne – die Investitionen in die Energie- und Brennstoffindustrie werden forciert. Sie erreichen in den 1960er Jahren ein Niveau von rund 40 Prozent aller Gesamtinvestitionen in der Industrie.

Es erfolgt der schrittweise Ausbau des Synthesewerkes Schwarzheide zu einem führenden Carbochemiestandort in Ostdeutschland.

Das VEB Kombinat Schwarze Pumpe nimmt im Juli 1956 seinen Betrieb auf, bis 1963 mit weiteren Ausbaustufen.

„Pumpe“ beschäftigt im Jahr 1980 rund 15.000 Mitarbeiter\*innen. Die Einwohnerzahl der nahe gelegenen „sozialistischen Wohnstadt“ Hoyerswerda steigt von 7.700 auf 70.700 in 25 Jahren.

Dennoch nimmt die Wohnungsknappheit im Kernrevier zu. So zählt Lauchhammer im Jahr 1946 rund 6.400 Einwohner. Zwanzig Jahre später leben hier rund 28.000 Menschen.

Jenseits der industriellen Wachstumskerne (Cottbus,

alle Kohlenvorräte erschöpft sind, etwa in Domsdorf oder Zeißholz.

Ab Mitte der 1960er Jahre setzt jedoch die staatliche Energiepolitik vermehrt auf Erdöl. In der „Kohlenkrise“ werden kleinere und abgelegene Gruben stillgelegt. Etwa im Muskauer Faltenbogen und selbst wenn noch abbauwürdige Vorräte vorhanden sind.

Umweltpolitischer Aufbruch mit kurzer Halbwertszeit: 1969 – Die Bergbausanierung wird im neuen Berggesetz der DDR verankert. Es folgen die Wiederurbarmachungsanordnung (1970) und eine Rekultivierungsanordnung (1971). 1972 wird das Ministerium für Umweltschutz und Wasserwirtschaft gegründet.

Schon Mitte der 1960er Jahre werden unter Federführung des Büros für Territorialplanung Cottbus erste Konzepte einer planmäßigen Landschaftsgestaltung nach dem Bergbau erarbeitet. Im Mittelpunkt stehen wasserwirtschaftliche Fragen und die Erholungsnutzung.

Aber auch erste Vorrangflächen für den Naturschutz entstehen wie geotechnisch nicht zu sichernde Inseln in Restseen. In der Rekultivierung erscheint die Kategorie „Sonstige Nutzung“. Darunter fallen auch Areale der natürlichen Sukzession. Sie gelten als abschließend rekultiviert und werden nach DDR-Recht aus der Bergaufsicht entlassen. Bei der Flächenübergabe erfolgt ein Rechtsträgerwechsel, keine Eigentumsübertragung.

Im Mai 1970 wird das Landeskulturgesetz der DDR verabschiedet. Dadurch werden Initiativen zur Entwicklung habitatreicher Bergbaufolgelandschaften ergriffen, zunächst für landwirtschaftliche Vorranggebiete, unter anderem: Verkleinerung der Schlaggrößen, Windschutzpflanzungen entlang von Hauptwirtschaftswegen, Gehölzgruppen in erosionsgefährdeten Kuppenlagen, unbestellte Randflächen, fast ausschließlich pestizidfreier Pflanzenbau mit hohem Feldfutteranteil >70 Prozent der Anlauf- und Folgerotation.

Spremberg-Hoyerswerda, Senftenberg, Lauchhammer, Lübbenau-Vetschau) bleibt die Region aber weiterhin land- und forstwirtschaftlich geprägt und ist dünn besiedelt.

In den Randbereichen liegt die Bevölkerungsdichte unter 50 Einwohner je Quadratkilometer. Daneben sind einmal „entsiedelte“ Bergbauflächen kein neues Bauland. Es bleiben „weiße Flecken“ auf der Landkarte. Die schon vor 1945 begonnene Abwanderung junger Menschen aus Ostdeutschland setzt sich bis etwa 2020 fort. Selbst die vielen Umsiedler\*innen und Flüchtlinge nach dem Zweiten Weltkrieg können den langfristigen Trend nicht umkehren.

Vor allem das Elbe-Elster-Land, der nördliche Spreewald und periphere Gemeinden entlang der Neiße oder Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft verlieren Einwohner\*innen.

Nach der inneren Logik des sozialistischen Wirtschaftssystems erfolgt eine weitere Zentralisierung der Braunkohlenindustrie. Der schwerfällige Planungs- und Leitungsapparat wird zum „Wasserkopf“ und verhindert technische Fortschritte. Sowohl Ersatzinvestitionen als auch Neuerungen sind zunehmend rückläufig.

Marode und mitunter schon denkmalgeschützte Altanlagen bleiben zur Abdeckung von Versorgungslücken in Betrieb wie das Kraftwerk Plessa, die Brikkettfabriken Louise/Domsdorf, Morgenrot (Victoria II), Kausche (Mariannensglück) oder die Fabriken 62-70 in Lauchhammer.

Die allgemeine Materialknappheit zehrt Rationalisierungserfolge auf und bestimmt zunehmend den Betriebsalltag. Verschleiß von Altanlagen, Investitionsstau in allen Bereichen – die Unfallgefahr nimmt zu.

Der Knappensee und die danach gefluteten Tagebaurestlöcher Senftenberger See und Günewalder Lauch entwickeln sich seit den 1960er Jahren zu beliebten Naherholungsgebieten. Mit rund 1.300 Hektar Wasserfläche ist der Senftenberger See in den 1970er Jahren das bedeutendste Beispiel für eine touristische und wasserwirtschaftliche Nachnutzung in der Berbaufolgelandschaft. Andere Beispiele für eine gezielte Landschaftsgestaltung sind die Kippe Plessa und die Hochhalde Bärenbrücker Höhe des Tagebaues Cottbus-Nord.

Unabhängig von der begrenzten touristischen Erschließung ehemaliger Tagebaue und manchen ökologischen Erfolgen wie der aufwändigen wasserwirtschaftlichen Gestaltung der 235 Hektar umfassenden „Lohsaer Fischteiche“ im Tagebaufeld Werminghoff III zwischen 1976 und 1990 spitzt die allgemeine Umweltsituation in der Bergbauregion zu. So erlöschen die letzten Auerhuhn-Vorkommen im Norddeutschen Tiefland. Es fehlen die ökonomischen Voraussetzungen für die Erreichung selbstgesteckter ökologischer Entwicklungsziele.

Auf der anderen Seite bleibt die 1980 gegründete Gesellschaft für Natur und Umwelt (GNU) mit ihren Arbeitsgruppen unpolitisch. Zu den praktischen Aktivitäten zählen vor allem Biotop verbessernde Maßnahmen.

Es entstehen auch Bürgerinitiativen außerhalb staatlicher Kontrolle etwa zur Erhaltung des Schlosses mit Landschaftspark in Fürstlich Drehna. Im Gegensatz zum Mitteldeutschen Revier formiert sich jedoch keine politische Umweltbewegung, die maßgeblich zur „Friedlichen Revolution“ beiträgt. In der eher „linientreuen“ Lausitz organisiert sich offener Widerstand im Oktober 1989 – 3 Wochen vor dem Mauerfall – gehen die Menschen auf die Straße.

1971 – Die „Einheit von Wirtschafts- und Sozialpolitik“ verkündet eine politische Neuorientierung mit dem Ziel zur Verbesserung des Lebensstandards. Das bedeutet insbesondere eine Steigerung der Konsumgüterproduktion und Ausweitung des Wohnungsbaus. In der „Ära Honecker“ erreicht die DDR unter den sozialistischen Ländern den höchsten Lebensstandard.

Das am 1. Januar 1972 gegründete Ministerium für Umweltschutz und Wasserwirtschaft bleibt in der real existierenden Wirtschaftsordnung der DDR weitgehend machtlos. Gleichwohl wird eine umfassende Umweltgesetzgebung verabschiedet. Was die DDR angesichts einer desaströsen Situation in den Braunkohlenregionen innenpolitisch unter Druck bringt. Ab den 1980er Jahren formiert sich lokaler Widerstand.

Nach Einstellung der Benzinproduktion entwickelt sich das VEB Synthesewerk Schwarzheide ab 1972 zum größten Polyurethanhersteller Osteuropas

Von einer Phase der Konsolidierung und internationalen Anerkennung hin zur wirtschaftlichen Stagnation bzw. „Überanstrengung“ – die erste Ölkrise 1973 verschärft die ökonomischen Schwierigkeiten, eine zweite Ölkrise im kalten Winter 1979/1980 führt zu landesweiten Versorgungsengpässen. Fortan muss die DDR das Dreizehnfache des Ölpreises von 1970 an die Sowjetunion bezahlen. Damit ist das ehrgeizige Programm zur Modernisierung der Volkswirtschaft auf Grundlage von Erdöl und Erdgas gescheitert.

Devisenknappheit verhindert die dringend notwendigen Reinvestitionen in zentrale volkswirtschaftliche Bereiche. Angesichts einer prekären Finanzsituation droht sogar die Zahlungsunfähigkeit und damit ein Verlust internationaler Reputation – trotz Milliardenkrediten der Bundesrepublik im Jahr 1983 und 1984. Schon zu dieser Zeit ist die DDR im Westen hoch verschuldet, alleine die Schuldentilgung benötigt jährlich 5 bis 6 Milliarden D-Mark. Damit werden die aus dem Exportgeschäft erzielten Gewinne aufgezehrt, was sich wiederum nachteilig auf die Lebensverhältnisse auswirkt. Tauschhandel und „Schattenwirtschaft“ sind alltäglich.

Die „kommunistische Zukunft“ ist ein gebrochenes Versprechen. In den 1980er Jahren herrschen gesellschaftliche Ernüchterung, Apathie und Desillusion.

1971

1979/1980

**1989**

„Zeitenwende & Neuanfang“ – Binnen weniger Jahre erfolgt die Stillsetzung der meisten Tagebaue und kohlenverarbeitenden Betriebe. Dem begeisterten Beitritt der DDR zur BRD folgt ein harter „Strukturbruch“.

Von den mehr als 60 aktiven Brikettfabriken bleibt nur Schwarze Pumpe Mitte in Betrieb. Werminghoff/Knappenrode (1914-1993) und Domsdorf/Louise (1881-1991) werden, ebenso wie das Kraftwerk Plessa (1927-1992), als technische Denkmäler („Zeitkapself“) erhalten.

Mit der wirtschaftlichen Neuausrichtung fallen innerhalb eines Jahrzehntes 90 Prozent der Arbeitsplätze im Braunkohlensektor weg. Es fehlen angemessene Erwerbsalternativen, auch weil der Bergbau bis dahin sehr personalintensiv ist und einen hohen Grad der Spezialisierung aufweist.

Die desolate Braunkohlenwirtschaft hinterlässt eine „Industriewüste“ – Startschuss für die umfassende Braunkohlen- und Altlastensanierung in der Lausitz. Mit gängigen arbeitsmarktpolitischen Instrumenten lassen sich aber die gewaltigen Umweltprobleme kaum bewältigen. Ab 1993 werden daher bis heute Bund-Länder-Verwaltungsabkommen über die Finanzierung der Altlastensanierung geschlossen. Anfänglich fließen auch Privatisierungserlöse in die Gegenfinanzierung. Dazu kommen seit 1998 auch Mittel des Europäischen Sozialfonds und ELER-Mittel.

**1995**

In der Frühphase der Bergbausanierung stellt das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) Fördermittel für den Forschungsschwerpunkt „Sanierung und Rekultivierung der Landschaften des Braunkohlenbergbaus in den neuen Bundesländern“ zur Verfügung (1995-2002), nur so wird eine umfassende waldökologische Forschung ermöglicht.

Schon 1994 startet das „Ökologische Altlasten-großprojekt Lautawerk“. Die gravierenden Umweltfolgen der Boden- und Grundwasserkontamination sind bis heute nicht vollständig behoben.

Auf sanierten Konversionsflächen siedeln sich neue Unternehmen an, insbesondere die Windkraft- und Solarindustrie sowie verschiedene Sparten des Anlagen- und Maschinenbaus oder Zulieferer der Automobilindustrie („versteckte Wirtschaftspotenziale“).

Nach Tagesanlagen, Betriebswerkstätten oder Veredelungsanlagen entstehen jetzt moderne Industrieparks wie in Schwarze Pumpe, Schwarzheide, Jänschwalde, Senftenberg, Brieske oder Boxberg. Was auffällt: Im Gegensatz zu anderen Montanregionen in Deutschland fällt der Abriss an industriehistorisch bedeutsamer Bausubstanz leicht – auch eine Frage der regionalen Identität?

Einen Schub für die Wahrnehmung und touristische Erschließung der Region bringt die Internationale Bauausstellung (IBA) Fürst-Pückler-Land von 2000 bis 2010. Geschickt in Szene gesetzt, lockt die lebendige Industriekultur zahlreiche Besucher\*innen an und wirbt für die Lausitz.

9. November 1989 – Der „Mauerfall“ öffnet das Tor zur Deutsche Einheit am 3. Oktober 1990. Was folgt ist eine vollständige Reorganisation des Wirtschafts- und Gesellschaftssystems.

Die Übernahme des ehemaligen VEB Synthesewerk Schwarzheide (zuvor Hydrierwerk Schwarzheide/Ruhland, BRABAG Schwarzheide) durch die BASF AG im Jahr 1990 ist eine gelungene Privatisierung. Nach Ludwigshafen zählt der Lausitzer Produktionsstandort mit 15 Großanlagen heute zu den größten europäischen Standorten innerhalb der BASF-Gruppe. Rund 2.000 Menschen sind hier beschäftigt.

Insgesamt kommt es jedoch zu einer Deindustrialisierung. Dies löst eine massive Abwanderung von qualifizierten Arbeitskräften aus, vor allem wegen des höheren Lohnniveaus in den westlichen Bundesländern und aufstrebenden Metropolregionen Ostdeutschlands.

Die Abwanderung betrifft vor allem die ländlichen, dünn besiedelten Randregionen. So verlieren die von der Kohlenindustrie besonders abhängigen Orte zwischen Zeißholz und Hohenbocka die Hälfte ihrer Einwohner. Hier beträgt der Anteil von über 65-Jährigen jetzt mehr als 30 Prozent der Bevölkerung.

Aber auch die industriellen Kerne des Revieres leiden mit zeitlicher Verzögerung. Denn viele ABM- und Umschulungsmaßnahmen laufen ins Leere, schlicht, weil Investitionen fehlen und der Arbeitskräftebedarf entfällt. Symbolisch dafür stehen in den 1990er und 2000er Jahren viele gut erschlossene aber unbeliebte Gewerbegebiete.

In manchen Städten wie Lauchhammer fällt die Bevölkerungszahl bis 2020 um rund 40 Prozent – eine der größten Herausforderungen für die zukünftige Entwicklung der Region. Verschiedene lokale „Comeback“-Initiativen werben für die Region.

Noch im Jahr 2020 beschäftigen die Kohlenindustrie und ihre davon abhängigen Gewerbe im Lausitzer Braunkohlenrevier 12.500 Arbeitskräfte, mit einer volkswirtschaftlichen Wertschöpfung von 1,5 Milliarden Euro.

Die Umstellung auf eine kohlenstoffarme Wirtschaftsweise wird politische Agenda und nimmt Fahrt auf. Dieser Transformationsprozess ist einmalig und richtungsweisend, trifft aber auch das Selbstwertgefühl vieler Menschen im früheren Energiebezirk.

Gleichzeitig eröffnet das Lausitzer Seenland touristische Entwicklungsperspektiven. Mediale Aufmerksamkeit und Imagegewinn sind spürbar. Rund eine halbe Million Gäste-Übernachtungen im Jahr sprechen für sich. Alleine die Tourismusbranche zählt mittlerweile über 15.000 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte.

„Wildnisgebiet“ – Die Lausitzer Bergbaufolgelandschaft wird zum Musterbeispiel für den Biotop- und Artenschutz in Deutschland. Hauptakteure sind: Sielmanns Naturlandschaft Wanninchen, die NABU-Stiftung Nationales Naturerbe Grünhaus und das Naturschutzgroßprojekt Lausitzer Seenland. Aber „Landschaft ist endlich.“ Und Nutzungskonflikte in der Bergbaufolgelandschaft nehmen zu, insbesondere zwischen Naturschutz, Landwirtschaft und grünen Energien.

**2020**

Beschlossener „Kohlenausstieg“ und Strukturwandel – vom „Strukturstärkungsgesetz“ und seinen Milliardenhilfen für die Bergbauregionen in Deutschland geht ein starkes politisches Signal aus:

26 Milliarden Euro setzt alleine der Bund für eigene Vorhaben in den drei Kohlenregionen ein. Dazu gehören Straßen- und Schienenprojekte und die Ansiedlung von Bundesbehörden.

Mit der Bund-Länder-Vereinbarung zur Umsetzung des Strukturwandels (Förderrahmen) fließen bis 2038 weitere 10,3 Milliarden Euro in die Brandenburgische Lausitz, auf den sächsischen Teil entfallen 2,4 Milliarden Euro. Die Mittel dienen gezielten Investitionen in Infrastruktur, Forschungseinrichtungen und innovativen Unternehmen.

Regenerative Energien „mit Aufwind“: Im Jahr 2020 decken sie erstmals über die Hälfte der nationalen Stromproduktion. In den Stadtwerken mancher Lausitzer Kommune mit langer Bergbautradition dominiert bereits „grüner“ Strom aus eigener Erzeugung.

Wichtige Investitionen zur Erhaltung des Industriestandortes werden angeschoben. Dabei haben Infrastrukturmaßnahmen und klimaneutrale Technologien Vorrang wie Power-to-X (Wasserstoff), moderne Energiespeichersysteme („BigBattery Lausitz) oder die Erzeugung von „grünem Kerosin“ (SAF) an den Standorten Jänschwalde und Schwarze Pumpe.

Imagewechsel: Alleine das neue Bahnbetriebswerk Cottbus hält ab 2026 rund 1.200 hochqualifizierte Arbeitsplätze in der Region: „Die Kohle geht – die Bahn kommt“.

## XII.2 Forstliche Rekultivierung

### Forstliche Rekultivierung im Lausitzer Braunkohlenrevier

**1890/1900**

Die forstliche Rekultivierung liegt „in Hand des Bergbaues“, was zunächst eine freiwillige Selbstverpflichtung ist und Eigeninteressen dient.

„Versuch & Irrtum“ – Erste Gehölzpflanzungen auf Bergbaukippen erfolgen. Die spontane Renaturierung von Bruchfeldern und Kippenflächen überwiegt.

„Werksgärtner“ haben keinen forstlichen Sachverstand, so dass die anfängliche Rekultivierung eher Motiven des Garten- und Landschaftsbaues entspricht und ohne einen Bezug zum Standort bleibt. Die Auswahl der Gehölze ist zufällig, das gleiche gilt für die Gestaltungsabsichten.

Es wird eine überraschende Zahl, auch von fremdländischen Baumarten ausprobiert – dem damaligen Zeitgeist entsprechend. Doch die Ergebnisse sind sehr ernüchternd, weil pflanzenbauliches Basiswissen und grundlegende Standortinformationen fehlen. Es ergeben sich keine übertragbaren und schriftlich niedergelegten Anbauempfehlungen

**1925**

„Lernkurve“ oder Lernen durch praktische Erfahrung – nach dem Ersten Weltkrieg wird die planmäßige Rekultivierung in einigen Braunkohlenbetrieben sogar zur „Chefsache“. Um 1925 sollen bereits einige tausend Morgen (1 Morgen = 0,25 Hektar) aufgeforstet sein, wohl vorwiegend Bruchfelder des Tiefbaues. Aber mit der schnellen Umstellung auf den Tagebaubetrieb im Unterflöz entstehen große Rekultivierungsrückstände. Die Inkulturnahme schwefelsaurer Abraumsabstrate bleibt ungelöst.

Der rege Wissensaustausch zwischen den Rekultivierungsverantwortlichen der einzelnen Unternehmen beflügelt die Rekultivierung. Dafür stehen die Jahresberichte 1929-1944 der Aufforstungskommission des Niederlausitzer Braunkohlenvereines e. V. Sie zeigen den Fortschritt, aber auch Fehlschläge und ungelöste Herausforderungen.

Das preußische Bergrecht setzt anfänglich keine konkreten Qualitätsstandards zur Wiederherstellung von Wald (Substrate, Baumarten). Es fehlen planungsrechtliche Flächenvorgaben zur jährlichen Wiedernutzbarmachung.

Gleichzeitig etabliert sich eine Heimat- und Naturschutzbewegung. Große Braunkohlentagebaue und deren Betriebsanlagen werden als Störung der vertrauten Kulturlandschaft empfunden. Die „Landschaftsverschönerung“ ist Thema, allerdings mit einem national-völkischen Unterton.

Im Jahr 1927 gelten 90 Prozent aller erfassten Kippenflächen als kulturfähig. Diese Zahl ist sicherlich zu optimistisch, weil die pflanzenbauliche Einschätzung der Substrate unzureichend ist und keine Kontrolle der Aufforstungsergebnisse erfolgt.

### Forstgeschichte in Ostdeutschland

Dominanz des schlagweisen Hochwald-Systems, Altersklassenwald Bodenreinertragslehre – dem Zeitgeist entsprechend erfolgt eine Intensivierung und Rationalisierung der Waldbewirtschaftung. Die Methoden der Landwirtschaft werden kopiert. Kernelemente sind: Bodenbearbeitung, Kulturbegründung mit standardisiertem Pflanzgut, Unkrautbekämpfung, normierte Monokulturen, hiebsweise Endnutzung und Verjüngung in einer Arbeitsabfolge.

Die Kahlschlagswirtschaft entwickelt sich seit Einführung der ordnungsgemäßen Waldwirtschaft im 19. Jahrhundert zur vorherrschenden Bewirtschaftungsform. Sie begünstigt wenige rasch wachsende Lichtbaumarten – im Altersklassenwald des Nordostdeutschen Tieflandes vor allem die Gemeine Kiefer.

Dauerwaldbewegung („Stetigkeit des Waldwesens als lebendem Organismus“) – Ihr Ziel ist ein dauerhaft bestocktes Produktionssystem, was in besonderer Weise humus- und bodenpfleglich sein soll.

Im Mittelpunkt steht eine naturnahe Waldpflege und Nutzung von mehrschichtigen, ungleichaltrigen und sich natürlich verjüngenden Bestockungen. Es erfolgt eine konsequente Einzelstammnutzung nach Zieldurchmessern. Die Wiederherstellung und Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit wird zum zentralen Thema.

Damit entbrennt ein Richtungsstreit zwischen den Befürwortern des schlagweisen Hochwaldes und Dauerwaldes.

Erste größere Aufforstungen mit zahlreichen Baum- und Straucharten entstehen. Alleine zwischen 1925 und 1938 werden im Lausitzer Revier rund 5.160 Hektar Kippenflächen und Abraumhalden planmäßig aufgeforstet. Der Rekultivierungsfortschritt in den einzelnen Gruben fällt sehr unterschiedlich aus.

Anbauversuche sollen eine standortgerechte Baumartenwahl ermöglichen, sind aber unzureichend dokumentiert. Zur schlüssigen Interpretation der Anbaueignung fehlen grundlegende Standortinformationen.

Viele Ergebnisse werden allzu schnell verallgemeinert. So kommt es in der Folge zu vielen Fehlschlägen, deren Ursachen unklar sind. Oft bleibt es bei der Problembeschreibung, auch weil sich die Kulturreigenschaften der verkippten Substrate verändern.

Durch individuelle Erfahrungen des jeweiligen Arbeitsfeldes geprägte Positionen nähern sich an. Auch weil die Ergebnisse zur forstlichen Rekultivierung publiziert beziehungsweise diskutiert werden.

Es entstehen Empfehlungen zur Erstaufforstung von Kippen und Halden nach allgemeinen Bodengruppen differenziert. Aber noch fehlt ein konsensfähiges waldbauliches Leitbild. Persönliche Meinungen treffen aufeinander, gerade weil es an anerkannten wissenschaftlichen Grundlagen mangelt.

Bekannt ist, dass kohlen- und schwefelhaltige Kippenböden ausgesprochen „kulturfeindlich“ sind. Dafür werden Pflanzlochbeigaben an basischen Kesselhausaschen, Torf, Düngekalk, Kalkhumat, Kiessand oder Bodensalzgemischen empfohlen. Allerdings sind die bodenkundlichen Methoden unzureichend.

Trotz einseitiger Ausrichtung auf den Kohlenbetrieb erfolgt zunächst noch eine geordnete Wiedernutzbarmachung. Diese wird jedoch schon in der Kriegsvorbereitung zurückgefahren und kommt in den ersten beiden Kriegsjahren vollständig zum Erliegen.

Es erfolgt eine spontane Renaturierung der brachliegenden, aber vergleichsweise „kulturfreundlichen“ Kippenflächen des Oberflözes. In der Folge entstehen Sukzessionswälder. Dagegen bleiben schwefelsaure Förderbrückenkippen vegetationsfeindlich und weitgehend unbegrünt etwa in Koyn/Kleinleipisch oder in Schwarzkollm und Laubusch.

Vorherrschend sind schnellwüchsige Pionierbaumarten. De ungepflegten Bestände erwachsen jedoch qualitativ unbefriedigend.

Rückblickend wird diese durch Unterlassen gekennzeichnete Periode als „Birken-Pappel-Zeit“ bezeichnet. Oft verdrängt die Gemeine Birke andere minder konkurrenzfähige Weichhölzer wie Rot-Erle oder Pappel. Die Hartholz-Baumarten Trauben- und Rot-Eiche, kommen in dieser Phase kaum mehr zum Anbau.

Erste Ära der standortgemäßen und naturnahen Forstwirtschaft – es ist ein praxisnaher Waldbau auf standortökologischer Grundlage bzw. naturwissenschaftlicher Basis.

**1935**

Kriegs- und Nachkriegsforstwirtschaft – Die Forstwirtschaft sieht sich mit Waldzerstörungen durch Kriegshandlungen und vor allem großflächigen Reparationshieben konfrontiert.

**1940**

Damit einher gehen Kalamitäten. Eine unregelmäßige Übernutzung („Ausplünderung“) bedroht die Waldsubstanz. Bis Anfang der 1950er Jahre wird der nachhaltige Hiebssatz um das 2- bis 3-fache überschritten.

Wichtige Infrastrukturleistungen des Waldes sind bedroht. Eine zunehmende Holzknappeit beeinträchtigt den Wiederaufbau der großen Städte. Es fehlt vor allem stark dimensioniertes und langschäftiges Bauholz.

Zur Wiederbestockung von zerstörten Waldflächen sind „Kulturfrauen“ in den ersten Nachkriegsjahren unverzichtbar.

In den Kriegs- und Nachkriegswirren gehen die meisten Aufforstungsunterlagen verloren. Um sich dennoch einen Überblick zu verschaffen, werden ab 1953 in den Sanierungsgebieten regelmäßige Flächenbereisungen durchgeführt. Beteiligt sind wissenschaftliche Einrichtungen, Mitarbeitende der staatlichen Forstbetriebe und Vertreter\*innen der Kommission für Wiederurbarmachung beim Rat des Bezirkes Cottbus und der Landkreise.

## 1955

Anklang finden vor allem raschwüchsige und regenerationsfreudige Pionierbaumarten mit der Aussicht auf frühe Holzserträge. Zunächst werden die brachliegenden Altkippen des Oberflötzagebaues aufgeforstet und schon vorhandene, aber lückige Bestockungen ergänzt. Dabei kommen wie im Bereich Annahütte/Poley auch in geringem Umfang Trauben-Eiche, Rot-Buche, Winter-Linde und Edellaubhölzer (Gemeine Esche, Berg-/Spitz-Ahorn) zum Anbau.

Noch wird die allgemeine Waldentwicklung und Ertragsfähigkeit von Kippenwäldern skeptisch beurteilt. Die erste Waldgeneration hat eher den Charakter einer „Übergangsbestockung“.

Neuanfang: Gleichzeitig beginnt die systematische Waldforschung auf Kippen. Ab dem Jahr 1952 werden mehrere Anbauversuche sowie Meliorations- bzw. Düngeexperimente nach wissenschaftlichen Maßstäben und im gleichen Versuchsdesign angelegt. Über 50 Baum- und Straucharten sind im „Härtetest“.

Auf der aschemelierten Förderbrücken-Kippe in Domsdorf entsteht 1952 eine forstliche Versuchsstation der Humboldt-Universität zu Berlin. 1955 folgt im ehemaligen Tagebau Koyné die heute durch das FIB e. V. Finsterwalde betriebene Lysimeterstation Grünewalde zur landwirtschaftlichen Rekultivierung.

Diese anwendungsbezogene Feldforschung bildet den Ausgangspunkt für die wissenschaftlich begründete Herleitung von Bestockungstypen und landwirtschaftlichen Behandlungseinheiten.

Es erscheint die „Richtlinie für die Bepflanzung und Melioration forstlicher Kippenstandorte in der Niederlausitz“.

Es erfolgt eine bodenkundliche Erstkartierung von Kippenflächen. Aber ohne einheitliches Kartierungsverfahren fehlt eine konsistente und allgemein gültige Bodenformengliederung. Erst Anfang der 1980er Jahre sind die Kartierungsgrundsätze im Mitteldeutschen und Lausitzer Braunkohlenrevier harmonisiert, so dass die Ergebnisse vergleichbar werden.

## 1960

Die boden- und forstökologische Rekultivierungsforschung wird intensiviert mit dem Ziel einer optimalen Ausnutzung der standörtlichen Ressourcen für die Holzproduktion.

Dabei erweist sich die nordamerikanische Rot-Eiche neben der Gemeinen Kiefer als besonders robust. Sie ist verhältnismäßig anbausicher und ertragreich.

1952 – Bildung der Staatlichen Forstwirtschaftsbetriebe (StFB) – Zur Bewältigung der Kriegsfolgen erfolgt jetzt eine planmäßige Vorratsanreicherung und Normalisierung des Altersklassenaufbaus.

Intensive Pflegemaßnahmen verbessern die Wert- und Volumenentwicklung der Bestockungen. Dazu zählt die einzelbaumbezogene Auslesedurchforstung.

Anfang der 1950er Jahre erreichen die jährlichen Wieder- und Neuaufforstungen einen Höhepunkt. Massenreiche Nadelwälder (Fichte, Kiefer) sollen Bauholz für den Wiederaufbau liefern.

1956 – 2. Forstkonzferenz – Es erfolgt der Aufbau eines forstlichen Maschinenparks. Waldbaurichtlinien und allgemeine Bewirtschaftungsgrundsätze werden verabschiedet. Die Intensivierung der forstlichen Produktion wird auf allen Gebieten vorangetrieben und betrifft: natürliche Produktionsgrundlagen, Technikeinsatz, Holzsortierung bzw. -verwertung, Arbeitskräfte und andere Produktionsmittel.

Zweite Ära einer standortgemäßen und naturnahen Forstwirtschaft in der DDR, „Hochzeit des ökologischen Waldbaues“ mit Erlass des Ministeriums für Land- und Forstwirtschaft vom 18. Oktober 1961 über „Grundsätze zur waldbaulichen Behandlung der Forsten in der Deutschen Demokratischen Republik“ – In den 1960er Jahre erfolgt die allmähliche Ablösung der besonders arbeitsintensiven „vorratspfleglichen Wald-

Während der „Rot-Eichen-Zeit“ entstehen wissenschaftlich fundierte Rekultivierungsrichtlinien. Sie umfassen Substratsprache, Melioration, Düngung und präzisierten Bestockungsempfehlungen entsprechend den kartierten Kippbodenformen.

Allerdings beziehen sich alle Aussagen zwangsläufig nur auf das erreichte Jugendwachstum der Rekultivierungsbaumarten. Denn es fehlen ältere Weisbestände beziehungsweise Versuchsanlagen anhand derer sich die langfristige Baumarteneignung ableiten ließe.

Mit dem Übergang zur „Sozialistische Forstwirtschaft“ wird auch für Kippenwälder eine Maximierung der Holzproduktion angestrebt. So entstehen großflächige, oft standortwidrige Monokulturen mit besonders anbausicheren und raschwüchsigen Baumarten: Gemeine Kiefer, Rot-Eiche, Hybrid- bzw. Zuchtpappeln.

In der „Kiefern-Zeit“ wird das standörtlich-waldbauliche Potenzial bzw. Ertragsvermögen vieler Rekultivierungsflächen unterbewertet.

Die forstliche Rekultivierungsforschung wird weitgehend eingestellt. Das Primat liegt jetzt auf der landwirtschaftlichen Inkulturnahme tertiärer Förderbrückenkippen.

Angesichts der kritischen Umweltsituation erfolgt zumindest in Lehre und Forschung eine Rückbesinnung auf ökologische Zusammenhänge. Die Funktionenvielfalt des Waldes wird betont. Jede Waldbewirtschaftung soll in Einklang mit den standörtlichen Voraussetzungen und biologischen Gesetzmäßigkeiten erfolgen – eine Abkehr vom schlagweisen Hochwald hin zu dauerhaften, sich selbst verjüngenden Waldstrukturen. Noch findet dieser ganzheitliche Ansatz keinen Eingang in die Forstpraxis.

Jetzt findet ein forstlicher Neubeginn statt; auch im Lausitzer Braunkohlenrevier werden die Chancen genutzt. Der ökologische Waldbau auf natürlicher Grundlage wird durch eine interdisziplinäre Rekultivierungsforschung unterstützt.

Aber noch ist die forstliche Rekultivierung von Sonderstandorten in Deutschland kein universitärer Ausbildungsgegenstand. Sie wird trotz zunehmender Bedeutung auch in internationalen Studiengängen nur am Rande behandelt, etwa bei Qualifikationsarbeiten, Exkursionen und in manchen Gastvorlesungen.

wirtschaft“ durch einen standortgerechten Waldbau mit definierten Produktionszielen, was eine demgemäße Bestandespflege voraussetzt. Zugleich verschärft sich der schon Mitte der 1950er Jahre spürbare Mangel an Arbeitskräften – viele wandern zur Industrie ab. Daraus entsteht ein Rationalisierungszwang.

Der VII. Parteitag der SED und X. Deutsche Bauernkongress beschließen 1967 die „sozialistische Intensivierung“ der Agrarproduktion. Dem hat sich auch die Forstwirtschaft unterzuordnen. Die kurze Periode des standortökologischen Waldbaues wird zu Gunsten der Rohholzerzeugung beendet. Jetzt dominieren kurze Umtriebszeiten und große Kahlschläge. Die Bestandespflege verliert an Bedeutung.

Ab 1970/1971 wird die Forstwirtschaft vollständig in die zentrale Volkswirtschaftsplanung einbezogen. Es folgt die einseitige Produktivitätsorientierung mit industriemäßigen Methoden und Großtechnik, in wenigen Worten: Motorsägenbrigaden, Komplexbrigaden, strikte organisatorische Trennung der Arbeitsbereiche im Forstbetrieb, großflächiger Einsatz von Insektiziden aus der Luft: „Chemisierung und Mechanisierung“.

Die Produktion verschiebt sich von Stark- zu Schwach- bzw. industriellem „Dünnholz“. Damit verbunden ist eine Absenkung der forstlichen Nutzungszeiträume. Das Stückvolumen sinkt, der Arbeitsaufwand je Kubikmeter steigt. Als Reaktion darauf erfolgt eine weitere Mechanisierung aller Arbeitsabläufe. Bestandespflege und langfristige Waldentwicklungsziele spielen eine untergeordnete Rolle.

Vorgaben zur Konsumgüterproduktion und sonstige Aufgaben etwa der eigene Busbetrieb für Arbeitskräfte zehren Finanzmittel und mindern die forstbetriebliche Schlagkraft.

Vor allem die großflächigen Kiefern-Monokulturen fordern Tribut: Immer häufiger treten außergewöhnliche Schadsituationen auf, insbesondere Waldbrände, Windbruchkatastrophen, Massenvermehrungen von Schadinsekten und Rauchschiaden. Dazu kommen stark überhöhte Wildbestände, die Trophäen-Jagd wird aufgewertet und als Teil des „entwickelten gesellschaftlichen Systems des Sozialismus“ betrachtet.

## 1970

## 1985

## 1990

Stand zum Ende des Jahres	Land-inanspruchnahme	Betriebsfläche	Wieder nutzbar gemacht				
			Insgesamt	Forstwirtschaft	Landwirtschaft	Wasserflächen	Sonstige Nutzung
	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha
1965	30.390	20.695	9.696	8.184	408	-	1.104
1966	31.772	21.780	9.992	8.464	485	-	1.043
1967	33.376	22.202	11.174	9.435	643	-	1.096
1968	34.737	22.552	12.185	10.341	725	-	1.119
1969	36.243	22.363	13.881	11.220	1.249	-	1.412
1970	37.578	21.964	15.614	12.237	1.587	-	1.790
1971	38.788	21.729	17.059	13.073	1.879	-	2.107
1972	39.476	21.265	18.211	13.269	2.098	1.634	1.211
1973	40.944	21.419	19.525	13.820	2.701	1.672	1.332
1974	42.360	21.652	20.708	14.265	2.993	1.963	1.487
1975	43.979	22.325	21.654	14.765	3.214	1.661	2.014
1976	45.732	22.148	23.584	15.685	3.681	1.911	2.308
1977	47.139	22.681	24.459	16.063	3.896	1.966	2.533
1978	48.497	22.894	25.603	16.539	4.112	2.182	2.770
1979	50.227	22.878	27.349	17.471	4.426	2.309	3.144
1980	51.817	23.207	28.610	18.092	4.907	2.421	3.190
1981	53.506	23.456	30.050	18.842	5.181	2.392	3.635
1982	54.857	23.934	30.923	19.366	5.270	2.392	3.895
1983	56.529	24.745	31.784	19.726	5.688	2.392	3.979
1984	58.232	25.707	32.525	20.044	5.997	2.356	4.128
1985	60.203	26.949	33.255	20.400	6.529	2.356	3.970
1986	62.305	28.480	33.825	20.575	6.873	2.356	4.020
1987	64.693	30.005	34.688	21.015	7.481	2.356	3.836
1988	66.791	31.044	35.748	21.460	7.646	2.916	3.725
1989	68.671	31.891	36.780	22.027	7.849	3.259	3.645
1990	70.578	32.881	37.697	22.594	8.358	3.259	3.485

Flächenbilanz im Lausitzer Braunkohlenrevier zwischen 1965 und 1990 – von der Landinanspruchnahme zur Wiedernutzbarmachung

Datenquelle: Statistik der Kohlenwirtschaft e. V. (2024), <https://kohlenstatistik.de/downloads/braunkohle/>.

### XIII. Glossar – Bergbau und Forstliche Rekultivierung

<b>Abschlussbetriebsplan</b>	Nach Bundesberggesetz (BBergG 1980) dürfen Bergbaubetriebe nur auf Grundlage von genehmigten Betriebsplänen arbeiten. Für die Einstellung eines Bergbaubetriebes ist ein Abschlussbetriebsplan notwendig. Darin wird die Wiedernutzbarmachung (Inkulturnahme) im Detail geregelt.
<b>Abholzig</b>	Wenn ein Baumstamm zur Krone hin stark kegelförmig zuläuft („sich verjüngt“). Die Durchmesserabnahme je laufenden Meter beträgt mehr als ein Zentimeter. Meist bei Rand- oder freistehenden Solitärbäumen anzutreffen. Der Verschnitt im Sägewerk ist sehr hoch, und das Holz lässt sich nur eingeschränkt für gewerbliche Zwecke verwenden – im Gegensatz zu „vollholzig“.
<b>Äsung</b>	In der Jägersprache die Nahrung des Wildes, bei Nahrungsmangel an Gräsern und Kräutern kommt es an Gehölzen zu Verbiss- und Schälschäden vor allem im Winterhalbjahr.
<b>Ah-Horizont</b>	Humoser (h) oberer Mineralbodenhorizont (von Kippenflächen) mit >2 Zentimeter Mächtigkeit und bis zu 30 Masse-Prozent akkumuliertem Humus. Der Mindestgehalt beträgt zwischen 0,6 bis 1,2 Masse-Prozent je nach Bodenart, darüber lagert die Humusaufgabe.
<b>Ai-Horizont</b>	Humoser A-Horizont im Initialstadium, bereits belebt aber kaum sichtbar („Krypto-A“), weniger als 2 Zentimeter mächtig und lückig entwickelt.
<b>Alaun</b>	Metallsulfat – Kalium-Aluminium-Doppelsalz (KAl(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ), historisch insbesondere in der Gerberei verwendet beim „Weißgarmachen“ der Häute, daneben auch zur Tuchfärberei, Druckerei, als Grundierung bzw. Kalkanstrichzusatz und in der frühzeitlichen Papierherstellung sowie Pharmazie genutzt.
<b>Altbergbau</b>	Stillgelegter Bergbau, welcher nicht mehr der Bergaufsicht nach Bundesberggesetz (BBergG 1980) unterliegt. In der Lausitz sind das Betriebsflächen vor 1945.
<b>Altbestand</b>	Auch Altholz genannt, natürliche Altersstufe eines Waldes bzw. Waldbestandes. In dieser späten Entwicklungsphase weisen die einzelnen Bäume ihre gewünschte Dimension auf. Man spricht in der Fachsprache von Hieb(s)reife, gleichzeitig verjüngt sich der Altbestand.
<b>Altersklasse</b>	Einteilung von Waldbeständen nach dem Baumalter, eine Altersklasse, umfasst 20 Wuchsjahre: I = 1-19 Jahre, II = 20-39 Jahre, III = 40-59 Jahre und so weiter.
<b>Altersklassenverteilung</b>	Aufteilung der Bestände auf die Altersklassen, häufig als Balkendiagramm dargestellt.
<b>Altersklassenwald</b>	Hochwald aus (fast) gleichaltrigen Beständen mit einer bestimmten räumlichen Anordnung. Wird in der Braunkohlenrekultivierung meist nach Jahresscheiben (jährlichen Rekultivierungsflächen) gegliedert. Nach Erreichen der Hiebsreife erfolgt die Nutzung schlagweise in einem Hieb oder mit mehreren Maßnahmen in kurzer Abfolge.
<b>Altmoränenlandschaft</b>	Gebiet der eiszeitlichen Gletscherablagerungen beziehungsweise Grund- und Endmoränen, in der Lausitz: Elster-Glazial, (vor 400.000 bis 320.000 Jahren) und insbesondere Saale-Glazial (vor 300.000 bis 130.000 Jahren). Während der letzten Kaltzeit (Weichsel-Glazial, vor 115.000 bis 11.600 Jahren) unterliegt die nicht-eisbedeckte Tundrenlandschaft einer periglazialen Dynamik. Im baumfreien Eisvorland sind Frost, Schnee, fließendes Wasser und Wind die geomorphologisch prägenden Prozesse. Der Unterboden bleibt ganzjährig gefroren. Die Vegetation ist spärlich und eine starke Wind- und Wassererosion nivelliert das Landschaftsrelief.
<b>Anflug</b>	Eine natürliche Verjüngung, die aus flugfähigen, sprich durch Wind verbreiteten Baumsamen entsteht, unter anderem bei Fichte, Kiefer, Birke, Pappel, Weide, Erle, Linde, Ulme oder Ahorn.
<b>Anwuchs oder Aufwuchs</b>	Frühe Waldentwicklungsphase, von der künstlichen (Kultur) oder natürlichen Verjüngung bis zum Dickungsschluss mit beginnender Astreinigung (natürlicher Astabwurf).
<b>Aufbau- oder Krümelgefüge</b>	Bodenkundlich: Strukturbildendes Aggregatgefüge eines Bodens, durch biologische Aktivität geprägt. Einzelne Krümel der mineralischen Bodenteilechen werden durch Humus, Algen, Bakterien und Pilzfäden zusammengehalten.
<b>Aufforstung</b>	Pflanzung von Gehölzen auf einer freien, im forstlichen Jargon „unbestockten“ Fläche, künstliche Neubegründung eines Waldbestandes.
<b>Aushagerung</b>	Bezeichnet in der Bodenkunde eine Verminderung des Nährstoffgehaltes in Boden und Humusaufgabe, etwa durch Biomasseentzug oder Erosion.
<b>Außenkippe</b>	Kippe zur Ablagerung des Abraums außerhalb des Tagebaues auf „gewachsenem Boden“, über Flur.
<b>Bandabsetzer</b>	Bei der kontinuierlichen Abraumförderung im Tagebaubetrieb das letzte Glied der Förderkette. Sein kranartiger Ausleger ermöglicht eine selektive Verkippung des über der Kohle abgetragenen Materials.
<b>Basensättigungsgrad</b>	Prozentualer Anteil von basisch-wirkenden Nährkationen (Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , K <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup> ) an der Kationen-Austausch-Kapazität (KAK) des Bodens (Bodenaustauscher). Die kurz BS, früher auch V-Wert genannt, hat für die Kennzeichnung der Bodenfruchtbarkeit große Bedeutung. Sie ist insbesondere abhängig vom pH-Wert (Protonen-Lösungskonzentration). Es besteht eine Selektivität des Austauschers gegenüber den unterschiedlichen Kationen, wobei höherwertigen Ionen (z. B. Al <sup>3+</sup> ) gegenüber niederwertigen (z. B. K <sup>+</sup> ) bevorzugt adsorbiert werden.
<b>Baumholz</b>	Forstliche Wuchsklasse beziehungsweise natürliche Altersstufe eines Waldbestandes mit einem mittleren Brusthöhen-durchmesser (BHD) von größer 20 Zentimeter, im Einzelnen: schwaches Baumholz 21-35 Zentimeter, mittleres Baumholz 36-50 Zentimeter und starkes Baumholz >50 Zentimeter.



<b>Bergaufsicht</b>	Nach Bundesberggesetz (BBergG 1980) § 69, Abs. 1 unterliegt der laufende Bergbau einer Aufsicht durch die zuständige Bergbehörde (Bergamt). Zu den Kontrollen zählen regelmäßige Befahrungen, Auditierungen und die Untersuchung von besonderen Betriebsereignissen etwa Havarien oder Unfällen.
<b>Bergbaufolgelandschaft</b>	Eigener Landschaftstyp, wie er nach Beendigung des Bergbaues entsteht. Der Begriff bezieht sich ursprünglich auf den Zustand vor Rekultivierung bzw. Renaturierung, wird heute aber generell für die Landschaftsentwicklung nach dem Bergbau verwendet.
<b>Berme</b>	Horizontaler Absatz in einer Haldenböschung. Das verleiht zusätzliche Standsicherheit und teilt die ansonsten durchgehende Böschung in mehrere Abschnitte geringerer Länge.
<b>Bestand</b>	Waldteil, in der Forstwirtschaft kleinste Befund-, Planungs- und Bewirtschaftungseinheit, nach Baumarten, Alter und Struktur gleich und abgrenzbar von benachbarten Waldbeständen.
<b>Bestandesbegründung</b>	Anlage eines Waldbestandes durch künstliche Verjüngung (Saat oder Pflanzung). Dazu zählt die Wiederaufforstung oder Neu- bzw. Erst-Aufforstung einer bisher nicht bewaldeten Fläche.
<b>Bestandesdichte</b>	Beschreibt einen Waldbestand hinsichtlich seiner Baumzahl, der Grundfläche oder des Holzvolumens.
<b>Bestandespflege</b>	„Bestandeserziehung“. Es sind Eingriffe zur Qualitätsverbesserung, Wertsteigerung Mischungsregulierung, Stabilisierung und Vitalitätssteigerung von Waldbeständen: Kultur-, Jungwuchs- und Jungbestandspflege, aber auch regelmäßige und letztlich „bestandesausformende“ Durchforstungen im Stangen- und Baumholzalter.
<b>Bestandesstruktur</b>	Zusammensetzung eines Waldbestandes, vertikale und horizontale Differenzierung, Ober-, Zwischen- und Unterstand sowie die Mischungsform beschreibend.
<b>Bestandestyp</b>	Zusammenfassung von Waldbeständen mit gleicher oder ähnlicher Baumartenkombination, synonym: Bestockungstyp.
<b>Bestandeszieltyp (BZT)</b>	Festgelegtes Ziel für die Bestandesentwicklung. Bezieht sich auf den ausgewachsenen bzw. ausgereiften Waldbestand.
<b>Bestockung</b>	Im Forstbetrieb der aktuelle Bewuchs einer Grundfläche mit Waldbäumen, oft synonym für Bestand bzw. Baumbestand. „Bestockt“ meint: mit Waldbäumen bewachsen, im Gegensatz zu „unbestockt“ bzw. „bestockungsfrei“. Das Verb „bestocken“ wird auch für „aufforsten“ verwendet.
<b>Bestockungsziel</b>	Technisches Produktionsziel oder Bestandeszieltyp (BZT) genannt. Das Bestockungsziel (BZ) definiert die Erwartungen hinsichtlich des Bestockungsaufbaues im Altbestand. Es betrifft die angestrebte Baumartenmischung und -verteilung, den Altersaufbau sowie die Bestandesstruktur.
<b>Biologische Vielfalt</b>	Auch Biodiversität genannt: Oberbegriff für die Verschiedenheit bzw. Vielzahl innerhalb von Ökosystemen. Es betrifft insbesondere Pflanzen- und Tierarten, aber auch Lebensräume, Lebensgemeinschaften und die genetische Vielfalt innerhalb einer Spezies.
<b>Blöße</b>	Derzeit „unterbestockte“ (lückige) oder vorübergehend „unbestockte“ (baumfreie) Holzbodenfläche von mindestens 0,1 Hektar. Meist handelt es sich um eine Schädfläche, die wiederzubewalden ist, entweder durch Naturverjüngung, Saat oder Pflanzung.
<b>Bodenaustauscher</b>	Tonminerale und die bodenorganische Substanz tragen negative Oberflächenladungen. Dadurch können sich Kationen anlagern, die zu einem großen Teil pflanzliche Nährstoffe sind (Ca, Mg, K, Na, Fe, essentielle Schwermetalle). Durch den Kationenaustausch (z. B. gegen Protonen/H-Ionen) gelangen sie in die Bodenlösung und sind dann pflanzenverfügbar.
<b>Bodenform</b>	Gesamtbild eines Bodens, bestehend aus Bodentyp, Bodenart und Ausgangsgestein der Bodenbildung. Sie dient zur Beschreibung, Kennzeichnung und Klassifikation. Eine Bodenform verknüpft die Boden- und Substratsystematik. Im Lausitzer Braunkohlenrevier sind der bodengeologische Aspekt bzw. die Substratqualität ausschlaggebend.
<b>Bodenfruchtbarkeit</b>	Ist ein in der Bodenkunde geläufiger Ausdruck für alle das Pflanzenwachstum beeinflussenden Bodeneigenschaften – mineralogisch, physikalisch, chemisch und biologisch, synonym: Produktivität, Ertragsfähigkeit oder Ertragspotenzial. Tragenden Säulen sind: Humusgehalt, pH-Wert, Nährstoffverfügbarkeit, Porengefüge (Luft- und Wasserhaushalt), Bodendichte und Durchwurzelbarkeit.
<b>Bodengefüge</b>	Auch Bodenstruktur genannt, beschreibt die räumliche Anordnung der festen Bodenbestandteile.
<b>Bodenlösung</b>	Flüssige Phase des Bodens = Bodenwasser mit den darin gelösten mineralischen und organischen Bestandteilen.
<b>Bodentextur</b>	Korngrößenzusammensetzung (Größenklassen) der mineralischen Bodensubstanz: Ton ( $\emptyset < 0,002$ Millimeter) – Schluff ( $\emptyset 0,002-0,063$ Millimeter) – Sand ( $\emptyset 0,063-2,00$ Millimeter). Esw erfolgt eine weitere Differenzierung innerhalb der Sand- und Schlufffraktion in grob, mittel und fein. Die Bodenart definiert sich durch die Gemengeanteile der verschiedenen Korngrößen, zum Beispiel toniger Feinschluff, schluffiger Mittelsand. Der bekannte „Lehm“ ist ein Gemisch von Sand, Schluff und Ton zu etwa gleichen Masseprozenten.
<b>Bonität</b>	Einstufung der Wuchsleistung einer Baumart oder eines Waldbestandes in ein Bezugssystem wie der Höhenentwicklung. Heute wird damit meist die Leistungsstufe eines Ertragstafelmodells beschrieben.
<b>Bruchfeld</b>	Geländeoberfläche über einem ehemaligen Tiefbaugebiet. Durch Nachsackungen entsteht nach üblichem Pfeiler-Bruch- und Kammerpfeiler-Abbauverfahren eine trichterförmige Kraterlandschaft mit Pingn. Nach Entfernung („Raubung“) der Stützhölzer fallen die Hohlräume zusammen und das Deckgebirge sackt.
<b>Buntmischung</b>	Unregelmäßige Verteilung der Mischbaumarten im Pflanzverband. Die zufällige und meist einzelstammweise Gehölzmischung führt zu intensiver Wuchskonkurrenz zwischen den Arten. Die konkurrenzunterlegenen Gehölze scheiden frühzeitig aus.
<b>Dauerwald</b>	Die Idee geht auf den deutschen Forstwissenschaftler Alfred Möller zurück – Vordenker der ökologischen Waldwirtschaft („Der Dauerwaldgedanke – Sein Sinn und seine Bedeutung“, Eberswalde 1922, posthum veröffentlicht), wonach der Wald als ein komplexes ökologisches Wirkungsgefüge verstanden wird. Im „Waldorganismus“ sind verschiedene Entwicklungsstadien des Waldes zeitlich und räumlich neben- sowie übereinander anzutreffen. Es handelt sich eine schlagfreie Form der Waldbewirtschaftung ohne Kahlschlag. Die Nutzung der Bäume erfolgt einzelstammweise oder in kleinen Gruppen bei Erreichung eines angestrebten Ziel-Durchmessers (BHD).
<b>Deckgebirge</b>	Alle über dem abgebauten Kohlenflöz lagernden Gesteinsschichten, in der Lausitz vor allem quartäre und tertiäre Lockersedimente (Sande, Schluffe, Tone). Bergmännlich auch als Liegendes oder Abraum bezeichnet.

<b>Deckungsbeitrag</b>	Begriff der Kosten- und Leistungsrechnung. Bezeichnet die Differenz zwischen Erlösen und variablen Bewirtschaftungskosten. Der Deckungsbeitrag bezieht sich nicht auf Fixkosten, das heißt beschäftigungsunabhängige (permanente) Kosten wie Abschreibungen, Anlagevermögen, Zinsaufwand, Steuern.
<b>Degradation</b>	Boden- oder Walddegradation. Es ist eine zumeist schleichende Verschlechterung des Waldzustandes, ausgelöst durch Übernutzung, standortwidrige Bestockung oder Stoffeinträge (Säure, Schwermetalle, organische Schadstoffe).
<b>Derbholz</b>	Oberirdische Holzmasse mit einem Mindestdurchmesser von 7 Zentimeter mit Rinde am schwächeren Ende. Unterteilt wird in Schaft(Stamm)derbholz, Astderbholz und Kronenderbholz. Davon unterscheidet sich das Nichtderbholz (<7 Zentimeter mit Rinde).
<b>Diaspore</b>	Botanischer Sammelbegriff für alle verbreitungsfähigen Einheiten einer Pflanze: Samen, Früchte, Sporen, Brutknospen, vegetative Brutkörper.
<b>Dickung</b>	Forstliche Wuchsklasse beziehungsweise natürliche Altersstufe, vom Bestandes- bzw. Kronenschluss bis zu einer Mittelhöhe von 5 bis 7 Meter.
<b>Durchforstung</b>	Maßnahme der Waldpflege zur Bestandeserziehung, Standraumregulierung und Qualitätsverbesserung im schlagweisen Hochwald ab dem Stangenholzalter. Dabei fällt immer verwertbares Derbholz an.
<b>Epigenetisch</b>	„Nachträglich entstehend“. Die Epigenetik beschäftigt sich mit der Vererbung aller nicht durch Gene fixierten Merkmale. Eine solche Lebensraumprägung hat Auswirkungen auf den Phänotyp, zum Beispiel durch eine Veränderung der Genaktivität.
<b>Erstaufforstung</b>	Gehölzpflanzung auf einer zuvor unbestockten, bis dahin (lange Zeit) waldfreien Fläche, wie den Rohböden des Bergbaues oder landwirtschaftlich bewirtschafteten Flächen.
<b>Ertragsklasse (EKL)</b>	In der Forstpraxis ein relativer Maßstab für die standort(s)gebundene Wuchsleistung eines Waldbestandes. Die EKL wird abgeleitet aus der Bestandeshöhe und dem Alter. Sie lässt sich aus Ertragstafeln ablesen. Deren Datensammlung ist das Ergebnis von ein- bis mehrmaligen Inventuren vieler repräsentativer Probe-, Weiser- und Versuchsflächen.
<b>Ertragstafel (ET)</b>	Tafelwerk der Forsteinrichtung (mittelfristige Betriebsplanung) mit modellhafter Darstellung durchschnittlicher wirtschaftlicher Kenngrößen eines Reinbestandes im schlagweisen Hochwald. Dazu zählen Holzvorrat, Zuwachs, Stammzahl, Grundfläche, Höhe und Durchmesser. ET basieren auf einfachen empirischen Wachstumsmodellen. Sie gelten nur für ein bestimmtes Produktionsmodell wie zum Beispiel starke Hochdurchforstung oder gestaffelte Durchforstung.
<b>Eutrophie</b>	Ökologischer Begriff – (Übermäßige) Anreicherung eines Lebensraumes mit Nährstoffen, insbesondere durch Fremdstoffeinträge und Organismen. Eine Eutrophierung verbessert oft die Wuchsmöglichkeiten, kann aber auch zu unerwünschten Nebenwirkungen führen, indem beispielsweise oligotrophe Arten („Hungerkünstler“) verschwinden.
<b>Festmeter (fm)</b>	Raummaß für einen Kubikmeter fester Holzmasse ohne Zwischenräume. Der Festmeter wird üblicherweise als Maßeinheit für Rundholz verwendet, ebenso zur Kennzeichnung des stehenden Holzvorrates sowie laufenden Zuwachses.
<b>Feuchtestufe</b>	Begriff der forstlichen Standort(s)kartierung – Verknüpft die nutzbare Wasserspeicherung des Bodens mit der effektiven Durchwurzelungstiefe von Gehölzen = nutzbare Wasserspeicherkapazität (nWSK), synonym: Wasserhaushaltsstufe.
<b>FFH-Gebiet</b>	Nach Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie der Europäischen Union (92/43/EWG) geschützte Fläche, Bestandteil des europäischen Schutzgebietssystems „Natura 2000“. Es dient der Biotopvernetzung und Sicherung der Artenvielfalt und von natürlichen Lebensräumen.
<b>Filterasche</b>	Meist über Elektrofilter gewonnener Verbrennungsrückstand der Braunkohle. Filteraschen wurden früher in ausgekohnten Tagebaue verfüllt oder zur Grundmelioration saurer Böden eingesetzt. Heute erfolgt die Deponierung beziehungsweise untertägige Entsorgung als Sondermüll.
<b>Filterbrunnen</b>	Vertikales Bohrloch zur Hebung des Grundwassers mit Pumpen.
<b>Flaschenton</b>	Miozäner Lausitzer Flaschenton aus der sogenannten Raunoer Folge. Die Tonminerale liegen überwiegend als Kaolinit vor. Das Zweischicht-Tonmineral wird neben der Porzellanherstellung für industrielle Zwecke und Deponieabdichtungen verwendet.
<b>Flöz</b>	Geologische Schicht mit nutzbarem Rohstoff, in der Lausitz eingebettet in Lockersedimente (Begleiter, „taubes Gestein“).
<b>Flugasche</b>	Fester, teilchen-, staub- oder partikelförmiger Verbrennungsrückstand, hier der Braunkohle.
<b>Flugstaub</b>	Staub aus Verbrennungs-, Verarbeitungs- oder metallurgischen Prozessen, in Braunkohlenrevieren vorwiegend Kohlenstaub aus der Briкетierung, soweit nicht wiederverwertbar.
<b>FN-Fläche</b>	Forstwirtschaftliche Nutzfläche, ein Begriff der Raum- und Bergbauplanung.
<b>Förderbrücke</b>	Tagebaugroßgerät zur Bewegung der Abraummassen. Eine Förderbrücke transportiert das Deckgebirge auf kürzestem Weg über den offenen Tagebau zur „Kippenseite“, sie überspannt die Grube. Synonym Abrauförderbrücke (AFB), zum Beispiel F 60: deren Bezeichnung gibt die Abtragsmächtigkeit der begleitenden Bagger im Hoch- und Tiefschnitt an. In diesem Fall sind es 60 Meter. Diese AFB selbst hat eine Höhe von 80 Meter.
<b>Förderbrückenkippe</b>	Durch Direktschüttung bzw. Direktversturzkomination der AFB entstandene Innenkippe des Tagebaues. Andere Kippentypen sind: Pflugkippe und Spülkippe (beide mit Zugbetrieb), Absetzerkippe (Förderband).
<b>Forstbetrieb</b>	Forstwirtschaftliche Einheit beziehungsweise Unternehmen im Besitz einer natürlichen oder juristischen Person. Hauptziel ist es Holz oder andere Forstprodukte zu erzeugen und wirtschaftlich zu verwerten.
<b>Forstwirtschaft</b>	Die Forst- oder Waldwirtschaft ist Bestandteil der Volkswirtschaft. Sie bezeichnet das planmäßige Handeln des im Wald wirtschaftenden Menschen. Hier geht es primär um Holzerzeugung aber auch die Bereitstellung vieler anderer, nicht marktgängiger Leistungen, insbesondere für den Ressourcenschutz und die Klimawirksamkeit. Ein in der Forstwirtschaft aktives Unternehmen heißt Forstbetrieb.
<b>Füllholz oder „Treibholz“</b>	Als vorübergehende „Zeitmischung“ eingebrachtes Gehölz, zwecks schnellem Dicht-/Kronenschluss, häufig mit bodenverbessernder Wirkung etwa durch Luftstickstoff-Bindung oder intensive Durchwurzelung.
<b>Genotyp</b>	Gesamtheit aller Erbfaktoren eines Individuums, davon unterscheidet sich der Phänotyp bzw. Habitus = äußeres Erscheinungsbild

<b>Geschiebemergel</b>	Material, das vom Gletscher an dessen Grund unsortiert abgelagert wird. Er zählt neben den Schmelzwassersanden und -kiesen zu den häufigsten eiszeitlichen Ablagerungen. Geschiebemergel ist nicht entkalkt und verwittert zu Geschiebelehm. Der Boden ist besonders fruchtbar und wird vorzugsweise für die Landwirtschaft genutzt.
<b>„Gewachsener“ Standort</b>	In seiner Struktur ungestörter Boden des Tagebauumlandes, auch „unverritz“, nicht durch den Bergbau verändert.
<b>Grenzertragsstandort</b>	Land- oder forstwirtschaftliche Fläche mit erschwerten Produktionsbedingungen. Ertrag und Aufwand halten sich in die Waage. Schon kleine Veränderungen der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen entscheiden über die Rentabilität und ob die Bewirtschaftung überhaupt Sinn macht.
<b>Grundmelioration</b>	Kulturtechnische Maßnahme. Sie bezieht sich in der Lausitzer Bergbaurekultivierung vor allem auf die Aufkalkung der sauren Tertiärsubstrate, synonym: Grundkalkung.
<b>Grundwasserwiederanstieg</b>	Erhöhung des Grundwasserstandes nach Stillsetzung der Entwässerungsanlagen eines Tagebaues (Wasserhaltung), entweder durch Niederschlagswasser, Zustrom aus der Umgebung (aufgehendes Grundwasser) oder Fremdfutung (kontrollierte Einleitung von Oberflächenwasser).
<b>Gruppe</b>	Mischungsform in der gleichen Bestandesschicht. Darin ist nur eine Baumart vertreten. Eine waldbauliche Gruppe unterscheidet sich von der umgebenden Bestockung. Ihre Fläche bemisst in der Regel zwischen 0,05 und 0,1 Hektar (bis 20 x 20 Meter). Weitere Mischungsformen sind: Trupp (bis 10 x 10 Meter), Horst (bis 40 x 40 Meter). Daneben stehen einzelstamm-, reihen- und streifenweise Baumartenmischungen.
<b>Habitat</b>	Lebensraum einer bestimmten Pflanzen- oder Tierart. Häufig wird auch die Lebensstätte einer Gemeinschaft so bezeichnet. Bisweilen wird Habitat auch mit Standort gleich gesetzt, synonym: Biotop.
<b>Hähersaat</b>	Eichel- und seltener Tannenhäher unterstützen als „Waldhelfer“ die natürliche Verjüngung und den ökologischen Waldbau. Während des Herbstes gesammelte Eicheln und Bucheckern werden im Boden „vergessen“. Sie keimen dann im Frühjahr des Folgejahres. Das fördert die zufällige Gehölzausbreitung in angrenzende Bestockungen, etwa in aufgelichtete Kieferreinbestände. Auch Eichhörnchen, Siebenschläfer und Mäuse tragen zur „Gratis“-Verjüngung selbst über größere Entfernungen bei.
<b>Hangendes</b>	Bergmännisch: Alle Boden- und geologischen Substratschichten oberhalb des abgebauten Flözhorizontes, überlagernd.
<b>Hauptbaumart</b>	Auch Hauptwirtschaftsbaumart. Auf ihr liegt das Schwergewicht der Waldbewirtschaftung. Sie ist „bestandesbildend“, bestimmt das Waldbild, den Produktionszeitraum und die waldbaulichen Ziele sowie praktischen Maßnahmen.
<b>Herkunft</b>	Auch Herkunftsgebiet. Sie bezeichnet das forstliche Vermehrungsgut (Saatgut, Pflanzenteile, Pflanzgut) einer Baumart aus einer bestimmten Region. Eine Herkunft wird heute definiert nach Forstvermehrungsgut-Herkunftsgebietsverordnung – FoVHGv.
<b>Hieb</b>	Forstlich: Jeder Nutzungseingriff in einem Waldbestand.
<b>Hochkippe</b>	Auch Abraumhalde. Sie entsteht durch Aufschüttung von Abraum (abgetragenes Deckgebirge oberhalb der Kohle) und liegt über dem ursprünglichen Geländeneiveau.
<b>Hochwald</b>	Vorherrschende Betriebsart in Wirtschaftswäldern. Die Bäume werden aus Samen oder Stecklingen gezogen. Man unterscheidet schlagweisen (mit Kahlschlag bzw. Endnutzung) und schlagfreien Hochwald. Im Gegensatz dazu stehen Nieder- und Mittelwald mit vegetativer Regeneration aus Stockaustrieben und Wurzelschösslingen.
<b>Horst</b>	Forstlich: Holzbodenfläche mit einem üblichen Flächendurchmesser von rund zwei Baumängen im Altbestand. Das entspricht etwa 0,1 bis 0,5 Hektar.
<b>Hybrid- oder Zuchtpappel</b>	Aus Kreuzung verschiedener Pappelarten entstandene, genetisch identische Klone. Diese werden durch Stecklinge bzw. Steckhölzer vermehrt – geschnittene Sprossstiele.
<b>Innenkippe</b>	Kippe zur Ablagerung des Abraumes innerhalb eines ausgekohlten Tagebaues.
<b>Jungmoränenlandschaft</b>	Gebiet der Moränen aus der letzten Eiszeit (Weichsel-Glazial). Im Gegensatz zur typischen Altmoränenlandschaft der Lausitz eisbedeckt und nicht periglazial überformt. Daraus resultiert nach Abschmelzen der Gletscher eine hohe Reliefdynamik mit wassergefüllten Toteiskesseln und -löchern (Hohlformen aus geröllüberdeckten und später aufgetaute Eisblöcken). Die fehlende Überformung erklärt auch die vielen Seen und Verlandungs- beziehungsweise Versumpfungsmoore im nördlichen- und mittleren Brandenburg.
<b>Jungwuchs</b>	Natürliche Altersstufe eines Waldes oder Bestandes, von der Kultur bis zur Dickung, wenn sich die Äste bzw. Kronen benachbarter Bäume berühren.
<b>Kesselhausasche</b>	Meist grobkörniger bzw. schlackenreicher Verbrennungsrückstand der Kohle. Dank ihrer basischen/alkalischen Eigenschaften wird sie bis 1990 zur Aschemelioration schwefelsaurer Kippsubstrate verwendet.
<b>Kippenboden</b>	Junger Boden (Rohboden) aus abgelagertem geologischen Substrat des Tagebaues, in Deutschland und Österreich „Boden des Jahres 2019“.
<b>Kippenwald</b>	Synonym für Aufforstungs- und Waldsukzessionsflächen auf Tagebaukippen und Abraumhalden.
<b>Kippenwaldbau</b>	Zentrale Aufgabe des Waldbaus auf einer Rekultivierungsfläche ist die Verjüngung und Pflege der Waldbestände. Maßnahmenswerpunkte sind Kulturbegründung und Jungbestandspflege.
<b>Klimaxbaumart</b>	Baumart, die im Endstadium einer (natürlichen) Waldentwicklung wächst. Sie entspricht zumeist dem Wirtschaftsziel. Der Schlusswald ist ein ökologisch relativ stabiler Endzustand der Vegetationsentwicklung.
<b>Komplexmeliolation</b>	Kulturtechnische Maßnahmen zur Ertragssteigerung in der Landwirtschaft durch Entwässerung, Bodenverbesserung und Flurgestaltung. In der DDR kommt es vor allem in den 1960er bis 1980er Jahren zur Trockenlegung großer, bis dahin unwirtschaftlicher Moore („Nutzung jeden Quadratmeter Bodens“).
<b>Kultur</b>	Forstlich: Durch Saat oder Pflanzung künstlich begründeter Waldbestand, vom Zeitpunkt der Etablierung bis 1,5 Meter Wuchshöhe. Dann gilt die Kultur als „gesichert“, es folgen Jungwuchs und Dickung.
<b>Kulturfreundlich</b>	Das sind in der Lausitz vor allem schwefelsaure Kippsubstrate mit pflanzentoxischen Zustandseigenschaften. Zur Wiedernutzbarmachung ist eine Meliorationskalkung notwendig.

<b>Kulturfreundlich</b>	Solche fruchtbaren Kippsubstrate sind bereits ohne aufwändige Bodenverbesserungsmaßnahmen für eine land- und forstwirtschaftliche Nutzung geeignet.
<b>Kulturlandschaft</b>	Eine dauerhaft vom Menschen willentlich umgestaltete und dauerhaft geprägte Landschaft (wertneutral). Ihr gegenüber steht die wenig bis unbeeinflusste Naturlandschaft oder Urfeldlandschaft. Je nach Definition zählen zu den Kulturlandschaften auch: Stadtlandschaft, Industrielandschaft, Wirtschaftslandschaft und Bergbaufolgelandschaft.
<b>Läuterung</b>	Forstliche Pflegemaßnahme in jungen Waldbeständen mit (1) Ausrieb von Konkurrenten und geschädigten, schlecht-wüchsigen Bäumen, (2) Mischungsregulierung und (3) Standraumerweiterung („Auskeßeln“, Freistellung) für besonders vielversprechende Exemplare.
<b>Landschaft</b>	Geographischer Landschaftsbegriff – Ein Gebiet oder Bereich der Erdoberfläche, der sich anhand seiner erfassbaren Merkmale und des äußeren Erscheinungsbildes von anderen unterscheidet. Bis heute fehlt eine einheitliche Definition.
<b>Landschaftselement</b>	Punkthafter, räumlich oder strukturell eindeutig von seiner Umgebung abgrenzbarer Bestandteil der Landschaft. Dazu zählen: Baumreihen, Hecken, Gebüsche, Kleingewässer, Lesesteinhaufen, große Findlinge.
<b>Liegendes</b>	Bergmännisch: Alle geologischen Substratschichten unterhalb des abgebauten Flözhorizontes, unterlagernd.
<b>LN-Fläche</b>	Landwirtschaftliche Nutzfläche, Begriff der Raum- und Bergbauplanung.
<b>Lücke</b>	Forstlich: Eine nicht bestockte, kleine Freifläche innerhalb eines Waldbestandes. Sie kann mit der Zeit durch die Baumkronen angrenzender Randbäume erneut überschattet und dann geschlossen werden.
<b>Markscheide</b>	Bergmännisch: Bezeichnet die Grenze des Gebietes in dem ein Bergwerk den Abbau betreiben darf. Der Begriff entstammt dem mittelalterlichen Bergbau in Sachsen, Böhmen und Tirol.
<b>Meliolation</b>	Umfasst alle Kulturmaßnahmen von Substraten und Böden zur dauerhaften Verbesserung ihres Wasser-, Luft- und Nährstoffhaushaltes. Meliolation betrifft im Lausitzer Braunkohlenbergbau vor allem die Aufkalkung schwefelsaurer Kippsubstrate. Dabei werden die Bodenverbesserungsmittel (Naturkalk, basische Kraftwerksaschen, sonstige industrielle Abprodukte) in das Substrat eingearbeitet. Anschließend erfolgt die Aufforstung oder eine landwirtschaftliche Nutzung.
<b>Mesofauna oder Meiofauna</b>	Bodenlebende Tiere zwischen 0,3 und 1,0 Millimeter Größe. Sie sind für die Zerkleinerung der losen Blatt- und Nadelstreu bedeutsam. Größere Bodentiere zählen zur Makrofauna, kleinere bilden die Mikrofauna.
<b>Mischbaumart</b>	Ein der wirtschaftlichen und bestandesbildenden Hauptbaumart beigemischt Holz. Auch seltene Nebenbaumarten zählen dazu, wie Wildobst.
<b>Mischbestand</b>	Waldbestand aus Mischbaumarten, die einen ökologisch relevanten Flächenanteil (>5 bis 10 Prozent Beimischung je Baumart) einnehmen.
<b>Mischungsregulierung</b>	Beeinflussung des Mischungsverhältnisses verschiedener Baumarten innerhalb eines abgrenzbaren Waldbestandes. Die Mischungssteuerung erfolgt durch eine gezielte, meist einzelstammweise Entnahme.
<b>Mischwald</b>	Umgangssprachlich ein Wald mit Mischbeständen aus mindestens zwei, häufig mehreren Baumarten – der „gemischte Wald“. Es gibt Laub- und Nadelmischwälder, je nachdem welche Baumarten dominieren.
<b>Moder</b>	Humusform, zwischen Mull und Rohhumus einzuordnen. Moder ist biologisch minder aktiv, die Zersetzungsprozesse sind bereits gehemmt (C/N-Verhältnis >15).
<b>Monokultur</b>	In Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwirtschaft auch Reinkultur genannt. Es wird über längere Zeit nur eine Nutzpflanze kultiviert, im Gegensatz zur Mischkultur und landwirtschaftlichen Fruchtfolge (Fruchtwechsel). Im forstlichen Sprachgebrauch umschreibt Monokultur einen künstlich entstandenen Wirtschaftswald durch Anbau einer Baumart auf großer Fläche und im gleichen Alter. Solche Waldbestände sind strukturalarm beziehungsweise monoton. Sie sind zwar leicht und effizient zu pflegen, aber sehr anfällig für abiotische sowie biotische Schäden oder Störungen.
<b>Moräne</b>	Morphologisch: Die nach Abschmelzen der Gletscher zurückbleibende Landschaftsform. Ist der Eisrand über längere Zeit ortsfest, so bildet sich aus dem Gesteinsschutt eine aufgeschüttete Endmoräne. Die Stauendmoräne wiederum entsteht durch eine auflastbedingte plastische Verformung des Untergrundes bis tief in das darunterliegende präquartäre Gebirge hinein. Typisch sind Schuppen und Falten. Sedimentologisch bedeutet Moräne: das gesamte von einem Gletscher transportierte Sediment, meist wenig sortiert, auch „Till“ genannt.
<b>Mull</b>	Günstige Humusform nährstoffreicher und biologisch aktiver Böden mit einem C-/N-Verhältnis von 10-15.
<b>Mutterboden</b>	Auch „Muttererde“, humoser, besonders fruchtbarer, biologisch aktiver Oberboden, in der Landwirtschaft als „Ackerkrume“ bezeichnet.
<b>Nachbesserung</b>	Ausbesserung, Ersatz „ausgefallener“ (abgestorbener) Gehölze oder lückiger Naturverjüngung (Ergänzung) durch Nachpflanzung.
<b>Nachhaltigkeit</b>	Dauerhaftigkeit und Stetigkeit aller Leistungen des Waldes. Früher nur auf die Holzherzeugung und den Holzerntrag bezogen, gilt sie heute für alle Waldfunktionen und -ressourcen. Der Begriff geht auf den sächsischen Oberberghauptmann des Erzgebirges Hans Carl von Carlowitz zurück (Silvicultura oeconomica 1713) und ist seit über 350 Jahren ein Markenkern der ordnungsgemäßen Waldwirtschaft.
<b>Nährkraft(stufe)</b>	Auch Stamm-Nährkraftstufe oder Trophie – Begriff der forstlichen Standort(s)kartierung. Die Nährkraft umschreibt die Pflanzenverfügbarkeit an Hauptnährelementen (Stickstoff, Calcium, Magnesium, Kalium, Phosphor, Schwefel) im Oberboden bezogen auf die ausreichende Versorgung einer Waldgeneration, von arm (A) über ziemlich arm (Z), mittel (M), kräftig (K) bis reich (R).
<b>Naturnähe</b>	Forstlich: Eine der natürliche Waldentwicklung entlehnte Zielvorstellung zur Waldbewirtschaftung.
<b>Naturnahe Waldwirtschaft</b>	Auch naturgemäße Waldwirtschaft. Sie folgt dem Leitgedanken eines artenreichen und altersgemischten Waldes. Alle natürlichen Prozesse werden im Sinne der „biologischen Automation“ soweit möglich zur Bestandesbewirtschaftung genutzt, insbesondere die Verjüngung. Die Holznutzung erfolgt einzelbaumweise ohne Kahlschläge.
<b>Naturverjüngung</b>	Natürliche Verjüngung eines Waldbestandes durch „Ansamung“ leichtsamiger Gehölze und „Aufschlag“ schersamiger Gehölze, aber auch durch Stockausschlag und Wurzelbrut sowie den Samentransport von Tieren.

<b>Nebenbaumart</b>	Sporadisch vorkommende Mischbaumart. Sie ist kein Bewirtschaftungsziel und übernimmt meist dienende Funktionen, wie Schaffpflege. Nebenbaumarten tragen zur biologischen Vielfalt im Wald bei. Oft verbessern sie die Humusqualität und Bodenfruchtbarkeit.
<b>Nebenbestand</b>	Alle Bestandesschichten, auf denen kein wirtschaftliches Hauptgewicht liegt, gleich Unter- und Zwischenstand.
<b>Nichtwirtschaftswald</b>	Wald im rechtlichen Sinn, der aber ohne regelmäßige Bewirtschaftung unterliegt, zum Beispiel wegen ungünstiger Standort(s)verhältnisse, zu geringer Produktivität oder mangelhafter Holzqualität. Auch wissenschaftliche Gründe (Naturwaldzelle) und umweltschutzbedingte Auflagen (Naturschutzgebiet, Nationalpark-Kernzone) können eine Rolle spielen.
<b>Nitrophil</b>	„Stickstoff liebend“. Zu den nitrophilen Zeigerpflanzen zählen Große Brennnessel, Himbeere, Brombeere und Schwarzer Holunder. Sie bevorzugen stickstoffreiche Böden.
<b>Oberflöz</b>	1. Lausitzer Flözhorizont, von der Geländeoberfläche aus gesehen das oberste abbauwürdige Kohlenflöz. In den Hochflächen und eiszeitlichen Stauchendmoränen streicht das Oberflöz an Hängen nahe der Oberfläche aus.
<b>Ökogramm</b>	Graphische Darstellung zum Einfluss der Standorteigenschaften- und Umweltfaktoren auf eine biologische Art, Artengemeinschaft oder Pflanzengesellschaft. Meist erfolgt die Darstellung in einem Diagramm.
<b>Pararendzina</b>	Frühes Stadium der Bodenbildung auf kalkhaltigem Ausgangsmaterial. Der Kalkgehalt beträgt >2 Masse-Prozent. Auch kalkreiche Lockersedimente, wie kräftige Geschiebelehme bilden Pararendzinen.
<b>Periglazia</b>	„In der Umgebung von Eisgebieten“. Der Begriff beschreibt alle Prozesse, Landformen, Ökosysteme und Klimabedingungen von kalten, aber nicht gletscherbedeckten Räumen.
<b>Pflanzung</b>	Ausbringung von Forstpflanzen: Wurzelack (kein mit Erde anhaftender Wurzelballen), mit Pflanzcontainern oder Kleinballen. Es wird unterschieden in Herbst- und Frühjahrspflanzung, manuelle oder maschinelle Pflanzung.
<b>Pflanzverband</b>	Anordnung der Forstpflanzen bei der Bestandesbegründung. Der Pflanzverband markiert den Abstand von Bäumen und Sträuchern untereinander beziehungsweise den Reihen oder Pflanzplätzen, beispielsweise Reihenverband, Quadratverband, Dreiecksverband.
<b>Pflegerrückstand</b>	Wenn der Waldestand bestimmte Pflegemängel aufweist, meist ein zu hoher Dichtstand mit eingeebten, schwach entwickelten Baumkronen. Bei „Überbestockung“ drohen Gefahren für die Bestandesstabilität sowie Zuwachs- und Wertverluste.
<b>Pinge</b>	Trichter-, keil- oder grabenartige Vertiefung der Geländeoberfläche, als Folge von unterirdischen Bergbauaktivitäten. Im Braunkohlenbergbau entstehen Pingens durch Einsturz alter Tiefbaugruben (Stollen, Abbaukammern). Dann bilden sich Bruchfelder.
<b>Pionierbaumart</b>	Sehr lichtbedürftige Baumart, die sich vorzugsweise auf Freiflächen und nach Katastrophen etabliert. Pionierbaumarten wie Gemeine Birke, Eberesche oder Aspe bilden einen schützenden Vorwald für die später ankommenden, frostempfindlichen und eher schattentoleranten Baumarten des Klimaxwaldes.
<b>Pionierwald</b>	Durch natürliche Verjüngung erwachsener Baumbestand auf einer zuvor waldfreien oder entwaldeten Fläche. Häufig bleiben Pionierwälder noch ohne forstliche Nutzung. Sie ermöglichen jedoch eine kostengünstige und ökologisch bedeutungsvolle Renaturierung von Kippenflächen durch quasi-natürliche Wiederbewaldung.
<b>PNV</b>	Abkürzung für „Potenziell Natürliche Vegetation“. Es ist die Vegetationsform, welche sich „von Natur aus“ in dem jeweiligen Gebiet einstellen würde, ohne den Einfluss des Menschen und bezogen auf die aktuellen Umweltbedingungen. Deutschland wäre natürlicherweise ein „Waldland“ mit über 95 Prozent Waldbedeckung. Immer öfter wird von einer standortgemäßen und zukünftig klimagemäßen potenziellen Vegetation gesprochen, wenn Klimaszenarien in die Betrachtung einfließen.
<b>Podsolierung</b>	Auch Sauerbleichung. Prozess der Umlagerung von metallorganischen Verbindungen (Eisen, Aluminium, lösliche Huminstoffe) mit dem Sickerwasser aus dem Oberboden in den Unterboden, in der Regel nach Versauerung.
<b>Produktionsziel</b>	Ziel der forstlichen Produktion eines Waldbestandes beziehungsweise -baumes. Das sind vorrangig Furnierholz. Konstruktions- und Bauholz. Im kleinen Privatwald ist es oft geringwertiges Brennholz für die Eigenversorgung.
<b>Prozessschutzfläche</b>	Auch „Wildnisgebiet“. Hier bleibt die Natur sich selbst überlassen. Nach der Verkipfung des Abraumes und ergänzender Flächenvorbereitung (Profilierung, Melioration) erfolgen keine weiteren Kultur- und Pflegemaßnahmen.
<b>Pyrit</b>	Häufig vorkommendes Mineral aus der Klasse der „Sulfide und Sulfatsalze“, auch Schwefelkies oder „Katzengold“ bzw. „Narregold“ genannt. Eisendisulfid (FeS <sub>2</sub> ) oxidiert bei Belüftung. In Verbindung mit Sickerwasser entsteht Schwefelsäure. Eine andere, noch instabilere Kristallisationsform gleicher chemischer Zusammensetzung ist Markasit.
<b>Quartärsubstrat</b>	Zusammenfassung für alle Kippsubstrate quartären Ursprunges.
<b>Regosol</b>	Bodentyp im frühen Entwicklungsstadium mit einem deutlich erkennbaren humosen Ah-Horizont (>2 Zentimeter mächtig) unter der Oberfläche. Der Regosol entsteht aus einem kalkfreien oder kalkarmen Lockermaterial (<2 Masse-Prozent CaCO <sub>3</sub> ).
<b>Reinbestand</b>	Waldbestand aus nur einer Baumart oder Baumarten der gleichen Gattung. Streng genommen bilden etwa Trauben-, Stiel-, Rot-, Flaum- und Zerr-Eichen einen Reinbestand trotz biologischer Vielfalt.
<b>Reinnährstoff</b>	Ist der im Massenanteil ausgedrückte Nährstoffgehalt eines Düngemittels.
<b>Rekultivierung</b>	Begriff der Agrarökonomie – wirtschaftliche Wiedererschließung und/oder land- und forstwirtschaftliche Neugestaltung eines durch menschlichen Eingriff zerstörten oder beeinträchtigten Geländes.
<b>Reliktisch</b>	Bodenkundlich: Ein Boden, der unter heutigen Umweltbedingungen nicht mehr entstehen würde, wie nach endgültiger Grundwasserabsenkung oder Trockenlegung von Mooren und feuchten Niederungen. Er wird auch als Paläoboden bezeichnet im Gegensatz zum rezenten Boden.
<b>Renaturierung</b>	Wiederherstellung eines möglichst naturnahen Zustandes beziehungsweise naturnaher Lebensräume und Landschaften. Ausgangspunkt ist eine durch den Menschen zerstörte, überprägte oder genutzte Fläche.
<b>Restloch oder Restsee</b>	Tagebaurestloch, Bergbaufolgesee. Eine aufgelassene Grube (Hohlfom), die sich nach Ende des Bergbaues dauerhaft mit Grund- und Oberflächenwasser füllt.

<b>Rezent</b>	Gegenwärtig oder kürzlich vergangen. Die rezente (pedogene) organische Substanz von Kippenböden wird aus der neuen Biomasse gebildet. Ihr gegenüber steht die fossile organische Substanz der kohligen Substratbestandteile.
<b>Rigosol</b>	Anthropogener Bodentyp, vorwiegend auf landwirtschaftlichen Nutzflächen (Äckern). Er entsteht durch ein tiefgreifende Umschichtung von Bodenmaterial, etwa durch regelmäßiges Tiefpflügen (Rigolen).
<b>Rohboden</b>	Bodenkundlich: Ein Boden, dessen Ausgangsmaterial nicht oder noch kaum verwittert ist. Zu den terrestrischen Rohböden gehören auch der Syrosem beziehungsweise Lockersyrosem. Neben dem geologischen Ausgangsmaterial findet sich kein oder nur ein sehr schwach entwickelter humoser Horizont.
<b>Rohhumus</b>	Humusform aus unvollständig zersetzter Streuschicht mit sehr weitem C/N-Verhältnis. Huminstoffe wie Fulvosäuren und Huminsäuren entstehen. Der Rohhumus ist biologisch wenig aktiv. Es fehlen größere und säureempfindliche Bodenbewohner wie Regenwürmer. Der Streuabbau läuft nur sehr langsam ab und die organische Substanz aus Blatt- oder Nadelstreu wird kaum in den Mineralboden eingearbeitet.
<b>Ruderalpflanze</b>	Sammelbegriff für Gehölze, Kräuter und Gräser, die vorzugsweise Rohböden, Schutt- und Trümmerplätze sowie ungenutzte Flächen besiedeln. Die Ruderalvegetation kennzeichnet vom Menschen überprägte Standorte.
<b>Rückegasse oder Rückeweg</b>	Unbefestigte Schneise im Waldbestand zur dauerhaften Befahrung mit Holzrntemaschinen, üblicherweise in 4 Meter Breite und 20 bis 60 Meter Abstand, optimal rechtwinklig zu den befestigten Forststraßen. Ihre Anlage heißt Feinerschließung.
<b>Rütteldruckverdichtung</b>	Ein bereits in den 1930er Jahren entwickeltes Verfahren zur Baugrundverbesserung von nicht bis schwach bindigen Substraten. Dabei werden strukturlabile, kohäsionslose Böden mit einem Tiefenrüttler verdichtet, kurz: RDV.
<b>Sägeholz</b>	Hochwertiges Stammholz für Sägewerke, oft stark dimensioniert und ein vorrangiges Produktionsziel im Wirtschaftswald.
<b>Schältschaden</b>	Sommer- und Winterschälung. Ursache ist das Abnagen und Abziehen von Rindenstücken, insbesondere durch Rot- und Muffelwild. Das führt oft zur Holzentwertung als Folge eindringender Weiß- und Rotfäule-Pilze. Bei Schältschäden können Waldbesitzer*innen vom Jagdausübungsberechtigten eine Ausgleichzahlung verlangen (Anspruch auf Wildschadenersatz).
<b>Schlusswald</b>	Auch Klimaxwald genannt. Der Schlusswald ist das Klimaxstadium einer natürlichen Waldsukzession. Wenn die langlebigen und schattenverträglichen Klimaxbaumarten altersbedingt oder nach Schädereignisse absterben, beginnt die Waldentwicklung von neuem.
<b>Schutzpflanzendecke</b>	Lockere Einsaat einer Begleitvegetation bei Aufforstungen zwecks Erosionsschutz, Verringerung der Einstrahlung und Verdunstung und zur Vermeidung von Hitzeschäden.
<b>Setzung</b>	Absenkung und Verdichtung des Untergrundes, auch durch Eigensetzung des Substrates bzw. Konsolidierung des geschütteten Materials unter dem eigenen Gewicht, synonym: Rückverdichtung.
<b>Setzungsfließen</b>	Rutschung durch spontane Verflüssigung locker geschütteter, gleichförmiger Kipp-Sande bei Wassersättigung. Das führt zum irreversiblen Gefüge-Zusammenbruch („Treibsand“), die Abraumkippe wird instabil.
<b>Sickerwasser</b>	Das Bodenwasser, welches sich der Schwerkraft folgend in den weiten Poren (Groporen) fließend nach unten bewegt – versickert, hauptsächlich im Saugspannungsbereich von 20 bis 300 Hektopascal.
<b>Silikat-Pufferbereich</b>	Pufferbereich im Boden (chemisches Puffersystem) mit einem pH <sub>ca</sub> -Wert zwischen 5,0 und 6,2 (schwach sauer). Die Verwitterung von Silikatmineralien puffert Säureinträge und ökosysteminterne Versauerungsprozesse. Dadurch erfolgt eine wuchsoptimale Freisetzung von Nährkationen.
<b>SPA-Gebiet</b>	SPA (Special Protection Area) – Europäisches Vogelschutzgebiet gemäß der EU-Richtlinie zur Erhaltung von Wildvögeln.
<b>Sprengverdichtung</b>	Verdichtungsverfahren zur Stabilisierung von Bergbaukippen und anderen Aufschüttungen, kurz: SPV. In dem mit Stützflüssigkeit gefüllten Bohrlöchern werden in unterschiedlichen Ladungszonen vorgegebene Sprengladungen (5 bis 10 Kilogramm) systematisch gezündet. Besonders wirksam ist die Maßnahme bei Substraten mit geringem Feinkorn(Ton)anteil und bei Wassersättigung.
<b>Stabilität</b>	Forstlich: Die Widerstandsfähigkeit eines Baumes oder Waldbestandes gegenüber Störungen, auch Resilienz genannt.
<b>Stammzahlhaltung</b>	Anzahl der Bäume je Flächeneinheit, meist bezogen auf einen Hektar. Sie dient zur Beschreibung der Bestandesdichte.
<b>Standort</b>	Im forstlichen Sprachgebrauch ein Ort, an dem Wald wächst. Er wird gekennzeichnet durch die Gesamtheit aller abiotischen Standort(s)faktoren. Im erweiterten ökologischen Sinn zählen dazu auch biotische Faktoren aus der Wechselwirkung zwischen Standort und einzelnen Tier- und Pflanzenarten.
<b>Standort(s)faktor</b>	Einflussgröße, welche die pflanzenbaulichen Eigenschaften und Möglichkeiten eines Waldstandortes bestimmen, maßgebliche Standort(s)faktoren sind: Klimaausprägung, Geländeform, Exposition, Depositionseinfluss, Boden, Wasserhaushalt, Humusform
<b>Standort(s)gerecht</b>	Standort(s)gerechte Baumartenwahl: Die passende Baumart für den jeweiligen forstlichen Standort. Hier decken sich die Lebensansprüche der Gehölze mit den verfügbaren Ressourcen (Nährstoffe, Wasser) und Umweltbedingungen (Klima), im Gegensatz zu standort(s)widrig.
<b>Standort(s)kartierung</b>	Standort(s)aufnahme. Sie ist die systematische Erfassung aller für das Waldwachstum relevanten Standort(s)- und Umweltbedingungen und liefert wichtige Information für die Baumartenwahl. Verschiedene Einzelstandorte werden zusammengefasst, in abgrenzbaren Standort(s)typen bzw. Standort(s)einheiten gruppiert und kartographisch dargestellt.
<b>Stangenholz</b>	Forstliche Wuchsklasse oder natürliche Altersstufe eines Waldes, von der Astreinigung bzw. Derbholzgrenze bis zu einem mittleren Brusthöhendurchmesser des Bestandes von 20 Zentimeter. Eine andere Definition nennt eine Wuchsmittelhöhe von 7 bis 15 Meter. Es wird unterschieden zwischen schwachem (7 bis 12 Meter) und starkem (12 bis 15 Meter) Stangenholz.
<b>Stoffhaushalt</b>	Landschaftsökologisch: Austausch von anorganischen und organischen Substanzen in einem Ökosystem. Es können unterschiedlichen Bezugsebenen (Skalen) sein: vom einzelnen Standort bzw. Waldbestand über ganze Landschaften bzw. hydrologischen Einzugsgebieten bis zum globalen Stoffkreislauf.
<b>Stratifizierung oder Stratifikation</b>	Kältebehandlung von Saatgut, so dass es keimfähig wird. Der Begriff stammt vom lateinischen stratum = „Decke“ beziehungsweise Schichtung. Die Kalt-Stratifizierung bricht die natürliche Keimhemmung. Manche Baumarten benötigen eine mehrwöchige Warm-kalt-Behandlung.

<b>Strecke</b>	Bergmännisch: Unterirdischer Grubenbau, meist horizontal verlaufend zu einem Schacht. Im historischen Braunkohlenabbau werden Strecken vor allem für den Entwässerungsbetrieb genutzt.
<b>Strosse</b>	Haupt-Arbeitsebene des Tagebaues. Darauf bewegen sich die Gewinnungs- und Verkippsgeräte. Hier verlaufen die Fahrtstrecken.
<b>Stützgefüge</b>	Forstlich: Baumindividuelles und kollektives Stabilitätsverhalten eines Waldbestandes. Es lässt sich durch passende Baumartenwahl und Wuchsraumgestaltung des Einzelbaumes steuern.
<b>Sümpfung</b>	Heben und Ableiten von Grundwasser zur Trockenhaltung des Tagebaues, entweder durch Filterbrunnen, untertägige Entwässerungstrecken oder Tauchpumpen.
<b>Sukzession</b>	Gesetzmäßige Abfolge von Lebensgemeinschaften innerhalb eines Lebensraumes. Sie beschreibt die natürliche Besiedlung mit Pflanzen- und Tierarten.
<b>Syrosem</b>	Terrestrischer, humusarmer Rohboden. Ein Syrosem steht am Anfang der natürlichen Bodenentwicklung. In der Lausitz sind es Lockersyrosem aus eiszeitlichen und tertiären Lockermaterialien/Sedimenten.
<b>Tagebau</b>	Oberflächennahe Gewinnung von Bodenschätzen in offenen Gruben. Der Tagebau steht im Gegensatz zum untertägigen Tiefbau.
<b>Tagebauumland</b>	Die einen Tagebau umgebende (Kultur)Landschaft mit Wechselwirkungen zum Bergbau, beispielsweise was die Einwanderung von Pflanzen- und Tierarten auf Renaturierungs- und Rekultivierungsflächen betrifft.
<b>Territorialplanung</b>	Begriff für die Raumplanung in der DDR.
<b>Tertiär</b>	Epoche der Erdgeschichte, auch Braunkohlenzeitalter genannt. Das Tertiär beginnt nach Ende der Kreidezeit vor 66 Millionen Jahren und endet vor 2,6 Millionen Jahren. Daran schließt das Quartär (Eiszeitalter) an. Die im Lausitzer Revier abgebauten Braunkohlen entstammen überwiegend dem mittleren Tertiär (Miozän). Sie kommen in 4 Hauptflözen vor und sind zwischen 23 bis 5,3 Millionen Jahren alt. Wirtschaftlich abbaubar sind das Erste und Zweite Lausitzer Flöz.
<b>Tertiärsubstrat</b>	Zusammenfassung für alle Kippsubstrate tertiären Ursprunges.
<b>Testsaat</b>	Einsaat mit einjährigen Gräsern und Kräutern zur Abschätzung des Meliorationsergebnisses, insbesondere auf schwefelsauren Substraten. Vegetationsfreie oder nur spärlich begrünte Fehlstellen weisen auf eine unzureichende Kalkgabe hin. Dann erfolgen eine Nachmelioration oder andere bodenverbessernde Maßnahmen.
<b>TGL</b>	„Technische Normen, Gütevorschriften und Lieferbedingungen“. Es sind von 1955 bis 1990 in der DDR verbindliche Standards für materielle und immaterielle Gegenstände. Im Gegensatz zu den bundesdeutschen DIN-Normen haben TGL Gesetzescharakter. Sie spiegeln den allgemein bekannten, neuesten Stand der technischen Entwicklung in der DDR.
<b>Tiefbau</b>	Auch Untertagebau genannt. Ein Tiefbau bezeichnet die Lagerstättenschließung unter der Erdoberfläche durch Stollen und Schächte. In der Regel muss das zuströmende Grund- und Sickerwasser mit Pumpen an die Erdoberfläche befördert („gehoben“) werden.
<b>Tiefspatenfräse</b>	Spatenmaschine mit rotierenden Werkzeugen zur tiefgründigen (0,6 bis 1,0 Meter) Bodenlockerung und Einarbeitung von Meliorationsmitteln und anderen Bodenhilfsstoffen. Meist werden Schlepper-Anbaugerät oder Nachläufer verwendet.
<b>Totholz</b>	Abgestorbene Bäume eines Waldbestandes, von großem biologischen und ökologischen Wert. Es gibt stehendes („Biotoptäume“) und liegendes Totholz.
<b>Trophie</b>	Begriff aus der forstlichen Standort(s)kartierung. Sie kennzeichnet die Nährstoffausstattung eines Bodens oder geologischen Ausgangssubstrates.
<b>Trupp</b>	Forstlich: Holzbodenfläche mit einem Flächendurchmesser von weniger als einer halben Baumlänge. Das sind rund 0,01 bis 0,3 Hektar. Ein Trupp ist die kleinste homogene Bestockungseinheit mit Bäumen, die sich von ihren Nachbarn unterscheiden.
<b>Über- und Unterkalkung</b>	Nicht bedarfsgerechte Aufkalkung eines sauren oder versauerungsgefährdeten Substrats oder Bodens. Zu hohe oder niedrige pH-Werte, gemessen an den Ansprüchen der Kulturpflanzen, führen zu unerwünschten pflanzenbaulichen Folgeerscheinungen wie Nährstoffengpässen oder direkten Wurzelschäden.
<b>Umtriebsalter bzw. Umtriebszeit</b>	Im Altersklassenwald der Nutzungszeitpunkt. Es ist die durchschnittliche Dauer von der Bestandesbegründung bis zur Ernte eines Waldbestandes oder Einzelbaumes.
<b>Unterbau</b>	Künstliche Begründung eines Baumbestandes unter dem Kronenschirm einer älteren Bestockung. Ein Unterbau dient insbesondere der Boden- und Stammpflege. Er wird auch zur frühzeitigen Einbringung von ökologisch wertvollen Mischbaumarten genutzt. Im Gegensatz zum Voranbau ist die Bestandesverjüngung nicht das Hauptziel der Maßnahme.
<b>Unterflöz</b>	2. Lausitzer Flözhorizont, noch heute im Abbau stehendes Braunkohlenflöz mit einer Mächtigkeit von 10 bis 20 Meter.
<b>Unterschnitten</b>	Begriff aus dem Baumschulwesen: Entfernung der tief reichenden und äußeren Wurzeln, so dass die Pflanzen verkaufsfähig sind. Die Abtrennung erfolgt mit einem Unterscheidmesser. Ein maßvoller Wurzelschnitt regt die Wurzelnneubildung an.
<b>Untersonnung</b>	Bei fehlendem Waldrand kann es durch vermehrte Sonneneinstrahlung zu einer verstärkten Austrocknung des Oberbodens kommen. Auch Überhitzungsschäden an der Rinde von Randbäumen sind möglich.
<b>Unverritz</b>	Durch den Bergbau (noch) nicht beansprucht, das können sein: eine Landschaft, der Boden, das bergmännische Gebirge oder die zum Abbau vorgesehene Lagerstätte.
<b>VEB</b>	Offizielle Abkürzung für „Volkseigener Betrieb“ (DDR), VEB´s sind staatlichen Betriebe, die damals weit überwiegende Betriebsform. Die „Landwirtschaftliche Produktionsgenossenschaft“ (LPG) ist eine Sonderform.
<b>Vegetationsperiode</b>	Auch Vegetationszeit genannt, ist die rhythmisch wiederkehrende Jahreszeit innerhalb der Pflanzen photosynthetisch aktiv sind und wachsen. In der gemäßigten Zone wird so das Sommerhalbjahr von April bis Anfang Oktober (circa 250 Tage) bezeichnet. Mit zunehmender Geländehöhe verringert sich die Vegetationszeit. Im Bereich der Waldgrenze beträgt sie lediglich 180 Tage.

<b>Verbiss</b>	Fraßschäden an Trieben und Knospen von Bäumen sowie Sträuchern durch jagdbares Wild. Insbesondere Rot- und Rehwild beeinträchtigen das Heranwachsen der jungen Bäume. Verbisempfindlich sind vor allem Laubgehölze, was den Aufbau klimastabiler Laub-Mischwälder erschwert.
<b>Verjüngung</b>	Natürliche (Naturverjüngung) oder künstliche (Saat, Pflanzung) Begründung eines Waldbestandes.
<b>Verjüngungsziel</b>	Beschreibt die Bestandesform (Baumartenverteilung und Struktur) einer „gesicherten“, fest etablierten Verjüngung vor ihrem Eintritt in die Dickungsphase mit Kronenschluss.
<b>Verkipfung</b>	Ablagerung von Abraum, je nach Technologie: Förderbrücken-, Pflug-, Spül-, Absetzerkippe.
<b>Verschulen</b>	Forstlich: Das Umsetzen/Verpflanzen junger Bäume in ein anderes Beet. Weitere Abstände fördern die Wurzelbildung und die Stufigkeit. Bei der üblichen Sortimentsbezeichnung ist das Qualitätsmerkmal ersichtlich: zum Beispiel 2+0 (zweijähriger Sämling, nicht verschult), 1+1 (zweijährige Pflanze, einmal verschult)
<b>Voranbau</b>	Forstlich: Begründung eines Folgebestandes unter dem schützenden Schirm der schon vorhandenen Bestockung. Die gepflanzte Vorausverjüngung hat einen Alters- und Wuchsvorsprung vor einer natürlichen Verjüngung.
<b>Vorfeld</b>	Das für den Abbau vorbereitete Gelände. Dort werden verschiedene Maßnahme zur Beräumung durchgeführt wie Munitionsbergung, Altlastenbeseitigung, archäologische Vorfeldderkundung, Demontage von Infrastrukturen.
<b>Vorflut</b>	„Vor der Flut“, wasserwirtschaftlicher Begriff. Es handelt sich um ein oberirdisches Gewässer zur Wasserableitung und Entwässerung. Die natürliche Vorflut folgt dem Gefälle. Eine künstliche Vorflut erfordert die vorherige Hebung oder Förderung des überschüssigen Wassers.
<b>Vorschritt</b>	Eine dem Kohlenabbau vorausliegende Abraumgewinnung mit Eimerketten- und Schaufelradbaggern. Im Lausitzer Braunkohlenbergbau erfolgt heute ein selektiver Abtrag des quartären Deckgebirges, welches nicht durch die Förderbrücke erfasst werden kann oder soll. Die „kulturfreundlichen“ Substrate werden über Bandtransport und Absetzerschüttung auf die „Kippenseite“ befördert und bilden die Abschlusskippe mit der späteren Geländeoberfläche.
<b>Vorwald</b>	Durch Pionierbaumarten begründeter Waldgefügetyp – Auf bestockungsfreien Flächen gezielt angelegt oder zufällig entstanden. Unter dem Kronenschirm von schnellwachsenden Gehölzen wie Birke, Pappel, Aspe oder Erle können sich anspruchsvollere und langlebige Zielbaumarten des Schlusswaldes verjüngen.
<b>VSG</b>	Vogelschutzgebiet, eine gebräuchliche und auch amtlich verwendete Kurzbezeichnung für ein Europäisches Vogelschutzgebiet.
<b>Wald</b>	Nach Bundeswaldgesetz (BWaldG) § 2 jede mit Forstpflanzen bestockte Fläche („Holzboden“). Dazu zählen auch unbe-stockte „Nichtholzboden-Flächen“, die in dauerhafter Verbindung mit dem Wald (Blößen, Lücken, Baumschulen) stehen. Im botanischen Sinn ist Wald ein von Bäumen geprägter Vegetationstyp mit Ausbildung eines besonderen Innenklimas.
<b>Waldaußenrand</b>	Grenzbereich zu anderen Nutzungsarten außerhalb des Waldes.
<b>Waldbau</b>	Umfasst alle Maßnahmen zur Bewirtschaftung des Waldes, von der Pflanzenanzucht über die Bestandesbegründung und -pflege bis zur Holznutzung. Dabei gilt das Grundprinzip der forstlichen Nachhaltigkeit.
<b>Waldentwicklungsziel</b>	Festgelegtes Ziel für die langfristige Waldentwicklung, auch Zielwald genannt.
<b>Walderneuerung</b>	Allgemein für Verjüngung, im erweiterten Sinn für die Ablösung einer standortwidrigen und risikoanfälligen Bestockung durch den standortgerechten, artenreich-gemischten und klimaangepassten Wald.
<b>Walderschließung</b>	Sie gewährleistet den dauerhaften Zugang auf die bewirtschaftete Waldfläche durch Anlage von befestigten (geschotterten) Forststraßen und unbefestigten Rückegassen oder Rückewegen. Letztere dienen der Bestandeserschließung (Feinerschließung). Darauf wird das eingeschlagene Holz vom Hieb(s)ort zum Aufarbeitungs- und Verladeplatz einer LKW-fähigen Forststraße transportiert. Auch Trassen für mobile Seilkrane zählen zur Walderschließung.
<b>Waldfunktion</b>	Zweck, den ein Wald erfüllen soll: Vereinfacht nach Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktionen. Heute sind vor allem Vielfachfunktionen gefragt. Idealerweise besteht ein harmonischer Dreiklang von ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Leistungen des Waldes.
<b>Waldgeneration</b>	Bezieht sich auf Waldbestände in ein und demselben Lebenszyklus, hier von der Aufforstung bis zum „gereiften“ Altholz. Auf Rekultivierungsflächen entsteht die zweite Waldgeneration aus Naturverjüngung oder künstlicher Bestandesbegründung.
<b>Waldgesellschaft</b>	Auch Waldtyp. Jede Waldgesellschaft lässt sich anhand ihrer Standort(s)situation und charakteristischen Artenkombination abgrenzen wie Sand-Kiefernwald, Reitgras-Fichtenwald, Mooreggen-Erlenwald, Birken-Eichenwald oder Sternmieren-Eiche-Hainbuchenwald.
<b>Waldinnenrand</b>	Grenzbereich des Waldes zu dauerhaft bestockungsfreien „Nichtholzboden-Flächen“.
<b>Waldökosystem</b>	Jeder Waldtyp – ob natürlich oder künstliche Monokultur – ist ein Waldökosystem. Im geläufigen Sprachgebrauch wird selten zwischen Waldökosystem (naturbelassen) und Forstökosystem (künstlich) unterschieden. Wälder sind offene Systeme beziehungsweise durchlässige für Energie- und Stoffflüsse. Sie sind durch zahlreiche abiotische und biotische Elemente/Strukturen gekennzeichnet Ihre hochauftragenden Gehölze sind ein Wesensmerkmal, damit unterscheiden sich Wälder von allen anderen Ökosystemen.
<b>Waldpflege</b>	Alle Bewirtschaftungsmaßnahmen zur Ausgestaltung der Waldbestände im Sinne des waldbaulichen Zieles wie Jungwuchs- und Jungbestandspflege oder die verschiedenen Durchforstungseingriffe.
<b>Waldumbau</b>	Planmäßige Maßnahmen zur Entwicklung bzw. Ausformung zielkonformer Waldbestände ausgehend von einer vorhandenen Bestockung. Oft wird so der Umbau von instabilen Nadelholz-Monokulturen des Altersklassenwaldes hin zum mehrschichtigen, ungleichaltrigen und gemischten Dauerwald bzw. Laubmischwald bezeichnet.
<b>Waldzertifizierung</b>	Sie belegt die umfänglich nachhaltige Bewirtschaftung eines Forstbetriebes. Das schließt die Einhaltung von Gesetzen, Arbeitnehmerrechten, besondere Schutzwerte und die Umweltauswirkungen mit ein. In Deutschland gibt es derzeit drei Zertifizierungssysteme: PEFC, FSC und Naturland mit unterschiedlichen Mindeststandards an die Waldbewirtschaftung: Bei FSC gelten 10 Prinzipien und insgesamt 70 Kriterien. Diese werden durch unabhängige Zertifizierer regelmäßig überprüft. Eine wichtige Anforderung ist der Produktionskettennachweis. Damit haben Endverbraucher die Gewissheit, einen Rohstoff aus gesicherter Herkunft zu erwerben.

<b>Weichholz</b>	Im Unterschied zum Hartholz sind dies Hölzer mit einer Darrdichte unter 0,55 Gramm/Kubikzentimeter – Pappel, Weide oder Linde und fast alle Nadelhölzer. Die Gemeine Birke wird fälschlicherweise oft als Weichholz bezeichnet.
<b>Weiserart</b>	Standort(s)zeigerpflanze. Pflanzenart mit besonderer Indikator(Weiser)funktion zur Einschätzung der Nährstoff- und Wasserversorgung, Humusform oder Naturnähe eines Waldbestandes. Solche Weiserarten haben nur eine geringe Toleranz, ihre Standort(s)ansprüche sind sehr speziell. Daher geben Zeigerwerte gute Hinweise auf den Bodenzustand und die standörtliche Baumarteneignung.
<b>Weiserbestand oder Weiserfläche</b>	Ausgewählter, repräsentativer und ortsüblich bewirtschafteter Waldbestand. Seine Entwicklung ermöglicht Rückschlüsse auf das Wachstum ähnlicher Bestockungen und die optimale Waldpflege. Weiserbestände dienen der Erfolgskontrolle forstlicher Maßnahmen und dem Umweltmonitoring.
<b>Wertholz</b>	Nutz- beziehungsweise Stammholz mit herausragenden Qualitätseigenschaften wie Astreinheit (frei von Ästen, im Gegensatz zu astig), Geradschaftigkeit und ohne Wuchsfehler. Wertholz ist – wie der Name sagt – das hochwertigste Holzsortiment und damit ein forstliches Produktionsziel für edle Furniere, Möbel, Werkzeuge und Musikinstrumente („Klangholz“).
<b>Wiedernutzbarmachung</b>	Bergrechtlich: Bezeichnet die ordnungsgemäße Gestaltung und Entwicklung der vom Bergbau hinterlassenen Flächen auf standörtlicher Grundlage und im öffentlichen Interesse.
<b>Wirtschaftswald</b>	Wald in forstwirtschaftlicher Nutzung = Nutzwald, im Gegensatz zum Nichtwirtschaftswald mit Holzertragsziel.
<b>Wurzelbrut</b>	Auch Wurzelschössling, Wurzeltrieb oder Bodentrieb. Es sind Triebknospen oberflächlich wachsender Wurzeln. Sie dienen der vegetativen Ausbreitung, etwa bei Robinie, Trauben-Kirsche, Aspe, Schlehe, Weiß-Dorn und Wildobst.
<b>Zeitmischung</b>	Die zeitlich befristete Beimischung einer Baumart, wie Gemeine Birke, Rot- und Weiß-Erle, dient vor allem der Bodenfruchtbarkeit und zur Ausfüllung von anfänglichen Bestandeslücken. Eine Zeitmischung fällt aber in aller Regel nach wenigen Jahrzehnten aus. Sie wird von den Hauptbaumarten „überwachsen“ und ist kein Bestandteil des Zielwaldes.
<b>Zersetzerkette</b>	Grundtyp einer Nahrungskette, ausgehend vom biologischen Abbau des abgestorbenen Pflanzenmaterials = Detritus: Blatt-/Nadelstreu, Äste, Baumstümpfe, Restholz) in Humusaufgabe und Mineralboden. Hauptakteure sind: Schnecken, Käfer Tausendfüßler und Regenwürmer. Eine wichtige Rolle spielen die sogenannten Destruenten (Pilze und Bakterien). Ihre chemische Aktivität führt zur vollständigen Mineralisierung der vorzerkleinerten organischen Substanz. Die freigesetzten anorganischen Nährstoffe können dann erneut von den Waldbäumen aufgenommen und verwertet werden. Man spricht vom internen Stoffkreislauf eines Waldökosystemes.
<b>Zielbaumart</b>	Forstliche Hauptwirtschaftsbaumart im ausgereiften Waldbestand mit dem Potenzial zur natürlichen Verjüngung.
<b>Zielwald</b>	Synonym für Waldentwicklungsziel: Prognostizierter und angestrebter Waldzustand, die standort(s)gemäße Waldgesellschaft.
<b>Zukunftsbaum</b>	Der ausgewählte Z-Baum ist idealerweise ein Wertholzträger. Er wird bei der Waldpflege besonders gefördert. es ist anzunehmen, dass ein solcher „Elitebaum“ aufgrund seiner vorherrschenden Stellung und bei guter Gesundheit die angestrebte Dimension im vorgesehenen Produktionszeitraum erreicht. Ihm gilt die besondere Aufmerksamkeit der forstlichen Maßnahmen.
<b>Zukunftsbaumart</b>	Standörtlich passende und klimastabile Baumart. Es ist eine auch bei allen Prognoseunsicherheiten langfristig anbautable und ertragreiche Holzart. Die Festlegung von Zukunftsbaumarten basiert auf wissenschaftlichen Grundlagen und Standort(s)informationen. Alle daraus abgeleiteten Entscheidungen sind von großer Tragweite für den Forstbetrieb – in allen Planungsebenen und im alltäglichen Geschäft.
<b>Zwangsstandort</b>	Im forstlichen Sprachgebrauch ein Waldstandort mit stark eingeschränktem Baumartenspektrum. Häufig werden Kiefern-Zwangsstandorte genannt. Wegen der sehr geringen Wasser- und Nährstoffverfügbarkeit ist nur die sehr anspruchslose Gemeine Kiefer für den Anbau geeignet. Das sind alleine in Brandenburg rund 10 Prozent der Waldfläche – immerhin 111.000 Hektar, auf Rekultivierungsflächen des Lausitzer Braunkohlenbergbaus 20 Prozent, circa 12.000 Hektar.

## In der Eberswalder Forstlichen Schriftenreihe sind bisher erschienen:

SCHULZ, P.M.: Biographie Walter Pfalzgraf, des ersten Leiters des Zentralforstamtes in der Sowjetischen Besatzungszone von 1945–1948. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 1. ISBN 3-933352-02-9

MILDNER, H.; SCHWARTZ, E.: Waldumbau in der Schorfheide, zum Andenken an Oberlandforstmeister Dr. phil. Erhard Hausendorff. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 2. ISBN 3-933352-06-1

HEINSDORF, D. et al.: Forstliche Forschung im Nordostdeutschen Tiefland (1992–1997). Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 3. ISBN 3-933352-07-X

HOLLENDER, H. et al.: Planung der Waldentwicklung im Land Brandenburg, Vorträge zur Fachtagung am 4. November 1998 in Eberswalde. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 4. ISBN 3-933352-10-X

KÄTZEL, R. et al.: Forstsaatgutprüfung in Eberswalde 1899–1999, Grundlage für eine nachhaltige Forstwirtschaft. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 5. ISBN 3-933352-12-6

HEINSDORF, D.: Das Revier Sauen – Beispiel für erfolgreichen Waldumbau. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 6. ISBN 3-933352-22-3

HÖPPNER, K. et al.: Ökologische und ökonomische Gesichtspunkte der Waldbewirtschaftung im südlichen Brandenburg. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 7. ISBN 3-933352-24-X

KRAUT, H.; MÖCKEL, R.: Forstwirtschaft im Lebensraum des Auerhuhns, ein Leitfaden für die Waldbewirtschaftung in den Einstandsgebieten im Lausitzer Flachland. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 8. ISBN 3-933352-23-1

KÄTZEL, R. et al.: Die Birke im Nordostdeutschen Tiefland; Eberswalder Forschungsergebnisse zum Baum des Jahres 2000. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 9. ISBN 3-933352-30-4

Abteilung Forstwirtschaft des Ministeriums für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg: Landeswaldbericht 1997 und 1998, mit einem Sonderkapitel zur Naturalplanung in Brandenburg. (Sonderband) Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 10. ISBN 3-933352-31-2

JOACHIM, H.F.: Die Schwarzpappel (*Populus nigra* L.) in Brandenburg. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 11. ISBN 3-933352-32-0

BRUECK, C.: Zertifizierung von Forstbetrieben. Beiträge zur Tagung vom 5. November 1999 in Fürstenwalde/Spree (Brandenburg). Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 12. ISBN 3-933352-34-7

HEINSDORF, D.; BERGMANN, J.H.: Sauen 1994 – ein gelungener Waldumbau ... . Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 13. ISBN 3-933352-35-5

Abteilung Forstwirtschaft des Ministeriums für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg: Landeswaldbericht 1999 mit einem Sonderkapitel „Regionaler Waldbericht für die Zertifizierung der Waldbewirtschaftung in Brandenburg. (Sonderband) Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 14. ISBN 3-933352-37-1

RIEK, W. et al.: Funktionen des Waldes und Aufgaben der Forstwirtschaft in Verbindung mit dem Landschaftswasserhaushalt. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 15. ISBN 3-933352-47-9

MÜLLER, J. et al.: Privatwald in Brandenburg – Entwicklung, Rahmenbedingungen und aktuelle Situation. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 16. ISBN 3-933352-48-7

AUTORENKOLLEKTIV: Die Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa* [L.] GAERTN.) im nordostdeutschen Tiefland. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 17. ISBN 3-933352-52-5

AUTORENKOLLEKTIV: Zertifizierung nachhaltiger Waldbewirtschaftung in Brandenburg. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 18. ISBN 3-933352-53-3

RIEK, W.; STÄHR, F. et al.: Eigenschaften typischer Waldböden im Nordostdeutschen Tiefland unter besonderer Berücksichtigung des Landes Brandenburg – Hinweise für die Waldbewirtschaftung. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 19. ISBN 3-933352-56-8

AUTORENKOLLEKTIV: Kommunalwald in Brandenburg – Entwicklung, Rahmenbedingungen und aktuelle Situation. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 20. ISBN 3-933352-57-6

AUTORENKOLLEKTIV: Naturverjüngung der Kiefer – Erfahrungen, Probleme, Perspektiven. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 21. ISBN 3-933352-58-4

MÜLLER, J. et al.: Die zweite Bundeswaldinventur (BW12) – Ergebnisse für Brandenburg und Berlin. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 22. ISBN 3-933352-59-2

AUTORENKOLLEKTIV: Zukunftsorientierte Waldwirtschaft: Ökologischer Waldumbau im nordostdeutschen Tiefland. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 23.

HOFMANN, G.; POMMER, U.: Potentielle Natürliche Vegetation von Brandenburg und Berlin mit Karte im Maßstab 1 : 200 000. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 24. ISBN 3-933352-62-2

AUTORENKOLLEKTIV: Aktuelle Ergebnisse und Fragen zur Situation der Eiche und ihrer Bewirtschaftung in Brandenburg. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 25. ISBN 3-933352-63-0

Wissenstransfer in die Praxis, Tagungsband zum 1. Eberswalder Winterkolloquium am 2. März 2006. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 26. ISBN 3-933352-64-9

Die Schwarz-Pappel, Fachtagung zum Baum des Jahres 2006. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 27. ISBN 3-933352-63-0

Naturschutz in den Wäldern Brandenburgs Beiträge der Naturschutztagung vom 2. November 2006 in Eberswalde. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 28. ISBN 3-933352-97-8

Wissenstransfer in die Praxis-Beiträge zum zweiten Winterkolloquium am 1. März 2007 in Eberswalde. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 29.

AUTORENKOLLEKTIV: Waldwachstumskundliche Grundlagen für eine effektive Waldbewirtschaftung, Zum 100. Geburtstag von Professor Dr. habil. Werner Erteld. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 30.

AUTORENKOLLEKTIV: 100 Jahre Naturschutzgebiet Plagefenn. Ein Beispiel für erfolgreiches Zusammenwirken von Forstwirtschaft und Naturschutz. Tagungsband zur Tagungs- und Exkursionsveranstaltung vom 11. – 12. Mai 2007 in Chorin. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 31.

AUTORENKOLLEKTIV: Die Kiefer im Nordostdeutschen Tiefland. Ökologie und Bewirtschaftung. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 32.

Wald, Forstwirtschaft, Förster und Gesellschaft - Wälder schaffen Wachstum und sichern Lebensgrundlagen. Tagungsbericht der gemeinsamen Forstpolitischen Jahrestagung vom 14. Juni 2007 in Paaren/Glien. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 33.

GROSS, J.: Waldfunktionen im Land Brandenburg. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 34.

Wissenstransfer in die Praxis-Beiträge zum dritten Winterkolloquium am 28. Februar 2008 in Eberswalde. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 35.

Biodiversität-Lebensversicherung des Waldes–Tagungsband zur gemeinsamen Jahrestagung des Ministeriums für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz und des Brandenburgischen Forstvereins e. V. am 24.04.2008. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 36.

Hohenlubbichow: Naturgemäße Waldwirtschaft zwischen Verklärung und Realität– Natur- und Landschaftsschutz im Gebiet um Bellinchen/Bielinek und Hohenlubbichow/ Lubiechów Górny. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 37.

HEINSDORF, D.; KRAUSS, H.H.: Herleitung von Trockenmassen und Nährstoffspeicherungen in Buchenbeständen. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 38.

HOFMANN, G. et al.: Wildökologische Lebensraumbewertung für die Bewirtschaftung des wiederkäuenden Schalenwildes im nordostdeutschen Tiefland. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 39.

Wissenstransfer in die Praxis-Beiträge zum vierten Winterkolloquium am 26. Februar 2009 in Eberswalde. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 40.

LOCKOW, K.W. : Die Hainbuche im nordostdeutschen Tiefland- Wuchsverhalten und Bewirtschaftungshinweise. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 41.

AUTORENKOLLEKTIV: Risikomanagement im Forstbetrieb. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 42.

AUTORENKOLLEKTIV: Die Douglasie im nordostdeutschen Tiefland. Chancen und Risiken in Klimawandel. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 43.

Wissenstransfer in die Praxis-Beiträge zum fünften Winterkolloquium am 25. Februar 2010 in Eberswalde. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 44.

AUTORENKOLLEKTIV: Aktuelle Beiträge zur Wildökologie und Jagdwirtschaft in Brandenburg. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 45.

AUTORENKOLLEKTIV: Naturnahe Waldwirtschaft-Dauerwald heute? Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 46.

Wissenstransfer in die Praxis-Beiträge zum sechsten Winterkolloquium am 24. Februar 2011 in Eberswalde. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 47.

AUTORENKOLLEKTIV: Technik für den Wald–Eine Retrospektive zur Entwicklung der forstlichen Verfahrenstechnik und Mechanisierung in der DDR. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 48.

Wissenstransfer in die Praxis-Beiträge zum siebten Winterkolloquium am 23. Februar 2012 in Eberswalde. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 49.

Nachhaltige Waldbewirtschaftung – Realität oder visionärer Anspruch? Tagungsband zur gemeinsamen Jahrestagung mit dem Brandenburgischen Forstverein e. V. am 10. Mai 2012 in Rangsdorf. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 50.

Wissenstransfer in die Praxis-Beiträge zum achten Winterkolloquium am 21. Februar 2013 in Eberswalde. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 51.

HEINSDORF, D.: Zur Entwicklung und waldökologischen Bedeutung von neun Baumarten bei unterschiedlicher Nährstoffversorgung auf trockenen Sandstandorten Ergebnisse einer Langzeitstudie (1968-2012) im Süden Brandenburgs (Forstrevier Preschen). Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 52.

Die Eiche – Chancen und Risiken einer Charakterbaumart im nordostdeutschen Tiefland. Tagungsband zur gemeinsamen Vortrags- und Exkursionsveranstaltung mit dem Brandenburgischen Forstverein am 23. Mai 2013 in Eberswalde. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 53.

HOFMANN, G. et al.: Die Waldvegetation Nordostdeutschlands. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 54.

Wissenstransfer in die Praxis-Beiträge zum neunten Winterkolloquium am 27. Februar 2014 in Eberswalde. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 55.

Biomasseschätzung für Wälder mittels Fernerkundung und Modellierung - Ergebnisse des deutsch-polnischen Verbundprojekts „ForseenPOMERANIA“ Szacowanie biomasy leśnej za pomocą teledetekcji i modelunku - Wyniki projektu zrealizowanego w ramach współpracy polsko-niemieckiej „ForseenPOMERANIA“. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 56.

Wald-Monitoring-Konzeption des Landes Brandenburg. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 57.

Erhaltung und nachhaltige Nutzung forstlicher Genressourcen. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 58.

Wissenstransfer in die Praxis-Beiträge zum 10. Winterkolloquium am 19. Februar 2015 in Eberswalde. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 59.

Waldbodenbericht Brandenburg. Ergebnisse der landesweiten Bodenzustandserhebungen BZE-2 und BZE-2a (Band 1). Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 60.

Maßnahmen zur Abwehr des Kiefern-Wurzelschwammes (*Heterobasidion annosum*) in der Bergbaufolgelandschaft Südbrandenburgs. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 61.

Wissenstransfer in die Praxis-Beiträge zum 11. Winterkolloquium am 25. Februar 2016 in Eberswalde. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 62.

30 Jahre forstliches Umweltmonitoring in Brandenburg. Beiträge zur Fachtagung am 6. und 7. Juli 2016 in Eberswalde. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 63.

Wissenstransfer in die Praxis-Beiträge zum 12. Winterkolloquium am 23. Februar 2017 in Eberswalde. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 64.

Wissenstransfer in die Praxis-Beiträge zum 13. Winterkolloquium am 22. Februar 2018 in Eberswalde. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 65.

Ergebnisse der ersten Landeswaldinventur 2013 im Land Brandenburg im Kontext mit der dritten Bundeswaldinventur 2012 und der Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung 2012-2052. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 66.

Wissenstransfer in die Praxis-Beiträge zum 14. Winterkolloquium am 21. Februar 2019 in Eberswalde. Die Auswirkungen des Dürrejahres 2018 auf den Wald in Brandenburg. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 67.

Waldbodenbericht Brandenburg. Zustand und Entwicklung der brandenburgischen Waldböden. Weitere Ergebnisse der landesweiten Bodenzustandserhebung und Folgerungen für die nachhaltige Waldnutzung (Band 2). Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 68.

Wissenstransfer in die Praxis-Beiträge zum 15. Winterkolloquium am 20. Februar 2020 in Eberswalde. „Wald im Wandel – Risiken und Lösungsansätze.“ Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 69.

Wissenstransfer in die Praxis-Tagungsband zum Jubiläumskolloquium „150 Jahre Waldforschung in Brandenburg“ am 9. Juni 2021. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 70.

Zustand und Entwicklung der Rot-Buche in den Wäldern Brandenburgs unter den Bedingungen des Klimawandels. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 71.

Wissenstransfer in die Praxis-Beiträge zum 17. Winterkolloquium am 7. Juli 2022 in Eberswalde. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 72.

Wissenstransfer in die Praxis: „Waldbrand – Katastrophe, Störung oder Chance?“ Tagungsband zum 18. Eberswalder Waldkolloquium am 16. Februar 2023 in Eberswalde. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 73.

LUTHARDT, M. E.: UNESCO-Weltnaturerbe Grumsin. Zustands- und Entwicklungsbeschreibung auf der Grundlage wissenschaftlicher Untersuchungen. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 74.

Wissenstransfer in die Praxis: „Waldverjüngung & Wiederbewaldung“ Tagungsband zum 19. Eberswalder Waldkolloquium am 29. Februar 2024. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 75.

KNOCHE, D.: 125 Jahre Forstliche Rekultivierung im Lausitzer Braunkohlenrevier. Landschaftswandel & Neuer Wald. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 76.

**Ministerium für Land- und Ernährungswirtschaft,  
Umwelt und Verbraucherschutz (MLEUV)  
des Landes Brandenburg**

Landesbetrieb Forst Brandenburg  
Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde

Alfred-Möller-Straße 1  
16225 Eberswalde  
Telefon: 0 33 34 / 2759-203  
Telefax: 0 33 34 / 2759-206  
E-Mail: lfe@lfb.brandenburg.de  
Internet: [www.forst.brandenburg.de](http://www.forst.brandenburg.de)