

Einfluß spontaner und gelenkter Sukzessionsprozesse in Braunkohlentagebaulandschaften auf die Entwicklung einer ressourcenangepaßten Vegetationsstruktur

ERNST-GERHARD MAHN

Abstract

MAHN, E.G.: Influence of spontaneous and managed successional processes in brown coal open-cast mining areas on the development of resource adapted vegetation structures . - Hercynia N.F. **30** (1996): 5-12.

Extensive areas of central Germany have been submitted to open-cast brown coal mining activities within the last decennia. To reintegrate these areas into its natural environment new concepts have been developed based on processes and structures determining the course of spontaneous primary successions.

By our investigations could be shown that there exist special relations between spontaneous settlements of invading populations and parameters characterizing the course of successional stages. The knowledge of these dependences has provided first promising results to be essential for developing integrated concepts and to derive initial steps for recultivating these areas under resource sustainable aspects.

Keywords: open-cast brown coal mining, ecological recultivation, concepts, population dynamics, primary succession, successional stages, managed succession

1. Einleitung

Im Ergebnis des sich in Mitteleuropa seit Beginn dieses Jahrhunderts flächenhaft rasch ausbreitenden Braunkohlentagebaues entstanden in den zurückliegenden Jahrzehnten auch in Mitteldeutschland ausgedehnte Bergbaufolgelandschaften. Diese stellen zugleich Räume dar, die ihre ursprünglichen Ökosysteme ganz oder bis auf geringe Reste verloren haben. Welchen Ökosystemen, Phytozönosen und Pflanzenpopulationen es gelingt, sich ohne anthropogene Unterstützung auf den neu geschaffenen Flächen erfolgreich zu etablieren, zu behaupten und auszubreiten ist - vor allem kausal gesehen - bisher nur in Ansätzen bekannt (BEER 1955/56, KLEMM 1965, WOLF 1985, PRACH 1987, JOCHIMSEN et al. 1995).

Die bisher nach Abschluß des Kohleabbaus üblichen Rekultivierungsverfahren verfolgten weder das Ziel noch waren bzw. sind sie in der Lage, die ehemals vorhandenen naturräumlichen Strukturen wiederherzustellen und den unbedingt erforderlichen Grad an Biodiversität als Voraussetzung für eine ökologisch adäquate wie ökonomisch vertretbare ausgewogene Gestaltung derartiger Großräume erfolgversprechend zu initiieren.

Bei den an bergbautechnischen Vorgaben orientierten, auf die Gestaltung von Großflächen ausgerichteten Rekultivierungsmaßnahmen (vgl. WOLF 1989, WÜNSCHE et al. 1990) blieben die vor allem in den Randbereichen vorhandenen biotischen Ressourcen dieser Naturraumpotentiale außer Betracht. Die den Verlauf autogener Entwicklungsvorgänge kennzeichnenden spezifischen Sukzessionsprozesse waren wenig bekannt und wurden bei der Gestaltung der Bergbaufolgelandschaften in der Regel weder bewußt noch unbewußt mit einbezogen.

2. Aufgabenstellung

Im Rahmen zweier Projekte (getragen von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt bzw. dem Kultusministerium des Landes Sachsen-Anhalt) stellten wir uns das Ziel, durch komplexe vegetationsökologische Untersuchungen an ausgewählten Modellen für den Bereich charakteristischer mitteldeutscher Braunkohlentagebaugebiete quantitative Kriterien zur Kennzeichnung des Verlaufs der für sie spezifischen Sukzessionen zu erarbeiten.

Dies bedeutet im einzelnen:

- Erfassung der bestimmenden Vegetationsstrukturen und Versuch der Kennzeichnung ihrer Abhängigkeit von Standortparametern und Entwicklungszeitraum
- Kennzeichnung der Rolle einzelner Arten bzw. ihrer Populationen für den Verlauf der Sukzession auf der Grundlage populationsbiologischer (demographischer) bzw. populationsökologischer Parameter
- Experimentelle Prüfung der Möglichkeiten aus der Kenntnis spezifischer Standortabhängigkeiten einzelner Arten wie zönotischer Strukturen gezielt Einfluß auf den Verlauf der spontan ablaufenden Sukzessionsvorgänge zu nehmen, um eine dem natürlichen Ressourcenpotential des entsprechenden Landschaftsraumes angepaßte, d.h. sich selbst tragende Entwicklung zu fördern.

3. Ergebnisse

3.1. Spontane Sukzessionen

Zu den determinierenden Voraussetzungen für die Analyse und Quantifizierung von Sukzessionsverläufen gehört die Kennzeichnung der für sie aus territorialer und lokaler Sicht spezifischen Standortverhältnisse.

3.1.1. Territoriale und lokale (kleinräumige) Kriterien

Zwischen den Teilräumen des Mitteldeutschen Braunkohlenreviers bestehen erhebliche Unterschiede in der Standortbeschaffenheit. Sie ergeben sich vor allem auf Grund der unterschiedlichen geologischen Deckschichten. Diese können überwiegend arme altpleistozäne Schichten mit fehlender Lößdecke sein (Raum Bitterfeld), aus starken, verdichteten Lößdecken oder Geschiebelehmen bestehen

(Raum südlich Leipzig), oder kalkhaltige Löß- und Lehmdecken darstellen (Geiseltal, westlich Merseburg).

Hinzu kommen einige großklimatische, aber für die Vegetationsentwicklung im betrachteten Raum als weniger entscheidend einzuschätzende Unterschiede (Jahressummen der Niederschläge liegen zwischen 500-550 mm).

Neben der Spezifik des territorial bedingt unterschiedlichen Ausgangsmaterials der Bodensubstrate in den einzelnen Teilräumen ergibt sich für die einzelnen Tagebaue zudem die Problematik einer sehr stark durch die Art der vorgenommenen Rekultivierungstechnologien bestimmten standörtlichen Differenzierung. Sieht man von den anstehenden Böschungen im Randbereich der Tagebaue aus \pm unveränderten Schichtfolgen des Ausgangsmaterials ab, so zeichnen sich die im Zuge der Rekultivierung entstandenen Schüttungsflächen durch eine hohe Heterogenität ihrer Substrate oft auf kleinstem Raum aus. Dies zeigt sich sehr deutlich bei kleinflächigen Rasteruntersuchungen. Sie lassen auf den grundwasserfernen Standorten vor allem die starken Schwankungen bei den Parametern des Basenhaushaltes und der Nährstoffverfügbarkeit über geringe Distanzen erkennen, wie pH-Rasterkarten ausweisen (JANASEK et al. 1995).

Hinzu kommen meliorative Maßnahmen im Sinne nach der Schüttung vorgenommener Düngungen, die im einzelnen kaum konkret zu belegen bzw. zu quantifizieren sind. An dieser Stelle sei nur auf den Einfluß schwankender Wasserstände im Sohlenbereich der Tagebaue verwiesen. Dies gilt besonders bezüglich der Rolle ansteigenden Wassers nach Beendigung der Abpumpmaßnahmen.

3.1.2. Spezifische Vegetationskriterien

Die spontane Vegetationsentwicklung in den Bergbaufolgelandschaften stellt einen raum/zeitlichen Prozeß dar, in dessen Verlauf sich folgende strukturelle Wandlungen auf Populations- bzw. Phytozönoseebene vollziehen (MAHN & TISCHEW 1995).

3.1.2.1. Populationsebene

Immigration

Einwanderung vegetativer und/oder generativer Diasporen auf die unbesiedelten Flächen

- Einwanderung erfolgt aktiv aus den unveränderten Randbereichen
- Einwanderung erfolgt zunächst passiv über die im Gefolge der Schüttungsprozesse eingebrachten Diasporen („Restpool“)

Erfolgreiche Keimungsphase der Diasporen

Etablierung

- Erfolgreiche ontogenetische Entwicklung der betreffenden Individuen mit reproduktivem Abschluß bzw. vegetativer Erneuerung
- Bildung von zumindest temporär existierenden Kleinpopulationen

Persistenz

Aufbau einer sich selbst längerfristig erhaltenden Teilpopulation durch regelmäßige Erneuerung über generative bzw. vegetative Erhaltungsmechanismen.

Voraussetzung ist: weitgehende Konstanz der determinierenden Umweltvariablen über mittel-bis längerfristige Zeiträume. Dies gilt gleichermaßen für abiotische wie biotische Variable.

Ausbreitung (als quantitativer, längerfristiger Prozeß)

Die Ausbreitung einer Population ist vor allem von folgenden Einflußgrößen bestimmt:

- Großflächigkeit eines bestimmten Standorttyps
- Anpassungsfähigkeit an unterschiedliche Parameterbereiche von Umweltvariablen (Amplituden) (NOBLE et al. 1979)
- Schnelligkeit der Ausbreitungsmöglichkeit über generative oder vegetative Diasporen
- Höhere Konkurrenzfähigkeit gegenüber bereits etablierten Populationen oder Zönosen (und damit Voraussetzung für deren allmähliche Verdrängung).

Rückzug/Ortswechsel

- Der Rückzug einer Population von einem erfolgreich besetzten Standort (vgl. BOHNE et al. 1995) kann durch deren Ausbreitungstyp bestimmt sein (horizontales Wachstum), stellt also in diesem Falle keine Abnahme der Vitalität dar. Es handelt sich vielmehr wie bei *Calamagrostis epigejos* um eine Suchstrategie, die zu unterschiedlich optimierten Ergebnissen (Persistenz, Dominanz) führt.
- Der Rückzug kann durch im Verlauf der Sukzession veränderte Standortparameter oder Verdrängung durch konkurrenzkräftigere Arten bedingt sein (HEYDE et al. 1995).

3.1.2.2. Phytozönoseebene

Vegetationsökologisch gesehen finden in den Bergbaufolgelandschaften Sukzessionen statt, die in der Regel dem Typ von Primärsukzessionen entsprechen. Sie lassen nach unseren Untersuchungen vor allem auf grundwasserfernen Standorten folgendes Grundschema erkennen (Abb. 1):

Pionierstadium

- Kriterien:
- geringe Vegetationsdichte
 - sehr unausgeglichenes Bestandsgefüge („Zufälle“ des Diasporeneintrags)
 - hoher Anteil kurzlebiger Arten (vor allem mit ruderal/segetaler Verbreitung) bzw. hoher Anteil an Spezialisten

Zu unterscheiden sind:

temporäres Pionierstadium: Die Entwicklung führt innerhalb weniger Jahre zu einem Folgestadium

permanentes Pionierstadium: Die Entwicklung bleibt über einen längeren Zeitraum (Jahrzehnte) auf einem Pionierstadium stehen. Ursache: extreme Standortbedingungen (vgl. auch TÜXEN 1975).

Rasenstadium

Kriterien: - lockere bis dichte von Arten der Krautschicht bestimmte Vegetationsstrukturen

- Überwiegen mehrjähriger bis ausdauernder Arten, je nach Feuchtestufe Trockenrasen oder feuchteanspruchsvollere Staudenfluren bildend

- Auftreten von Gehölzkeimlingen

- permanentes Rasenstadium möglich bei erschwelter Immigration/Etablierung von Gehölzen

Gehölzstadium (Vorwald/Folgewald)

Kriterien: - Lockere bis dichte Bestände von Pioniergehölzen (bes. Birke), teils strauch-, teils baumförmig entwickelt

- Zurückdrängung lichtanspruchsvoller Arten

- Auftreten erster Keimlinge von Folgewäldern (Eiche)

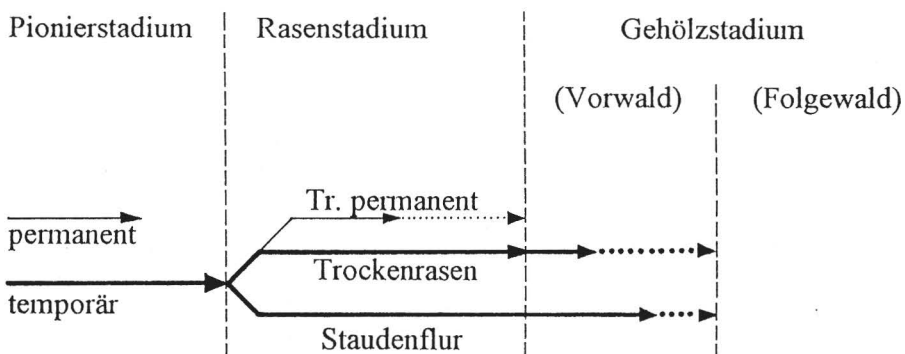


Abb. 1: Schema des möglichen Verlaufs von Spontansukzessionen in mitteldeutschen Braunkohle-tagebauen

3.2. Gelenkte Sukzessionen

Die Kenntnis des Verlaufs spontaner Sukzessionsprozesse ist Voraussetzung für eine gelenkte Einflußnahme auf das Erreichen gewünschter Vegetationsstrukturen. Aus bergbautechnischer Sicht (Hanglagen mit Erosionsgefahr) oder bei Entwicklung von Umweltbelastungen (Staubstürme) ist eine rasche Fixierung der neu geschaffenen Kippen durch eine Vegetationsdecke gewünscht oder erforderlich. Hieraus resultiert die Anforderung, den Prozeß der zum Teil sehr langsam anlaufenden Spontan-sukzession im Sinne einer ökologisch wünschenswerten Strukturentwicklung zu unterstützen.

Im Rahmen unserer Untersuchungen wurde von uns eine Reihe von Transplantationsverfahren erprobt (JANASEK 1995, KIRMER 1995). Sie sollen über den Erfolg von verschiedenen Typen der Initialensetzung als Voraussetzung verbesserter Startbedingungen für die rasche Etablierung eines Rasenstadiums durch Abkürzung des Pionierstadiums Aufschluß geben. Dabei kommt entsprechend den jeweiligen Standortsbedingungen einzelnen Arten (Artengruppen) bzw. der Kenntnis ihrer spezifischen Ausbreitungsstrategien nach erfolgreicher Etablierung eine entscheidende Bedeutung zu.

Am Beispiel von *Hieracium pilosella* läßt sich zeigen (JANASEK et al. 1995), wie sich die nach vorgenommener Rasensodensetzung erfolgreich etablierte Art durch ihre spezifischen Ausbreitungsstrategien, besonders durch Ausläuferbildung, rasch über die primär besetzte Fläche hinaus ausbreiten kann und damit ihren Konkurrenten deutlich überlegen ist.

Erkenntnisse, wie diese, lassen sich in einer spezifischen Matrix einbringen, mit deren Hilfe es möglich ist, je nach Standortsbedingungen das jeweils erfolgversprechende Initiierungsverfahren (Aussaat, Auspflanzung, Rasensoden) auszuwählen und die Etablierung der gewünschten zönotischen Strukturen zu begünstigen. Im Gegensatz zu mit gleicher Absicht unternommenen Anpflanzungen standortsfremder Arten, besonders von Gehölzen, wird dabei durch unser Verfahren der Weg für eine dem spontanen Sukzessionsverlauf entsprechende Entwicklung nicht verbaut sondern offen gehalten.

4. Diskussion und Schlußfolgerungen

Für die Sukzessionsabläufe auf grundwasserfernen Standorten in den mitteldeutschen Bergbaufolgelandschaften des Braunkohlentagebaus wurden Charakteristika erarbeitet, die es gestatten, sie spezifischen Entwicklungstypen zuzuordnen. Kennzeichnend ist dabei besonders das Auftreten permanenter früher Entwicklungsstadien, die durch spezifische (extreme) abiotische Faktoren bestimmt werden.

Der Sukzessionsverlauf wird in seinen einzelnen Abschnitten davon geprägt, inwieweit es den einzelnen Arten bzw. ihren Populationen gelingt, entscheidende Stufen des Etablierungsprozesses erfolgreich zu erreichen und dieses Niveau dauerhaft zu besetzen.

Es lassen sich hinsichtlich vegetativer/generativer Vermehrung keine generellen Vorteile eines Typs feststellen. Dabei gibt es bei beiden Typen mit vorwiegend bzw. ausschließlicher vegetativer/generativer Vermehrung Vertreter, die sich hinsichtlich ihrer Populationsdynamik als sehr erfolgreich bzw. solche, die sich als kaum erhaltungsfähig einstufen lassen (MAHN 1995). Daraus resultiert zugleich die Notwendigkeit des Schutzes und der Förderung für den Sukzessionsverlauf wichtiger, interessanter und seltener Arten.

Die mit unseren Untersuchungen gewonnenen grundlegenden Erkenntnisse zum Verlauf der Spontan-

sukzessionen gestatten es, diese bei gelenkten Sukzessionen entsprechend einzusetzen. Der Prozeß der spontanen Sukzessionsentwicklung läßt sich dadurch ökologisch maßvoll bei gleichzeitiger Offenhaltung für autogene Entwicklungsprozesse beeinflussen.

6. Zusammenfassung

MAHN, E.G.: Einfluß spontaner und gelenkter Sukzessionsprozesse in Braunkohlentagebaulandschaften auf die Entwicklung einer ressourcenangepaßten Vegetationsstruktur. - *Hercynia N.F.* 30 (1996): 5-12.

Ausgedehnte Flächen Mitteldeutschlands unterlagen in den letzten Jahrzehnten der Nutzung durch den Braunkohlentagebau. Zur Wiedereingliederung dieser Flächen nach Tagebaustilllegung wurden neue Ansätze entwickelt, die auf Prozessen und Strukturen basieren, wie sie den Verlauf spontan ablaufender Primärsukzessionen bestimmen.

Durch unsere Untersuchungen konnte das Vorhandensein spezifischer Beziehungen zwischen dem spontanen Auftreten der sich neu etablierenden Populationen und dem Ablauf der Sukzessionsstadien nachgewiesen werden. Die auf experimenteller Basis gewonnenen Erkenntnisse bilden Grundlagen für die Entwicklung integrierter Konzepte zur Rekultivierung dieser Flächen unter Einbeziehung der natürlichen Ressourcen ihrer Umgebung.

7. Literatur

- BEER, W.D. (1955/56): Beiträge zur Kenntnis der pflanzlichen Wiederbesiedlung von Halden des Braunkohlentagebaus im nordwestsächsischen Raum. - *Wiss. Z. Univ. Leipzig* 5: 207-211.
- BOHNE, S.; MAHN, E.G.; TISCHEW, S. (1995): Zur Rolle von *Calamagrostis epigejos* in den Sandtrockenrasen des Braunkohlentagebaus Goitsche. - 25. Jahrestagung Ges. Ökol. Dresden/Tharandt (Abstractband): 125.
- HEYDE, K.; MAHN, E.G.; TISCHEW, S. (1995): Etablierungs-, Ausbreitungs- und Persistenzvermögen von Orchideenarten auf Braunkohlekippen im Südraum von Leipzig. - 25. Jahrestagung Ges. Ökol. Dresden/Tharandt (Abstractband): 146.
- JANASEK, E. (1995): Untersuchungen zur gezielten Beeinflussung der Sukzession durch Aussaat- und Auspflanzversuche auf Böschungsstandorten im Braunkohlentagebau „Goitsche“ bei Delitzsch. - Dipl.arb. Halle. Mskr.
- JANASEK, E.; MAHN, E.G.; TISCHEW, S. (1995): Initiierte Entwicklung von Sandtrockenrasen auf Böschungsstandorten am „Restloch Holzweißig-West“ im Trockengebiet „Goitsche“. - 25. Jahrestagung Ges. Ökol. Dresden/Tharandt. (Abstractband): 151.
- JOCHIMSEN, M.; HARTUNG, J.; FISCHER, I. (1995): Spontane und künstliche Begrünung der Abraumhalden des Stein- und Braunkohlenbergbaus. - *Ber. Reinh.-Tüxen-Ges.* 7: 69-88.
- KIRMER, A. (1995): Methodische Grundlagen zur initiierten Entwicklung von naturnaher Vegetation auf unterschiedlichen Böschungsstandorten im Tagebau Goitsche (Sachsen, Sachsen-Anhalt). - 25. Jahrestagung Ges. Ökol. Dresden/Tharandt (Abstractband): 73.

- KLEMM, G., (1965): Zur pflanzlichen Besiedlung von Abraumkippen und -halden des Braunkohlenbergbaus. - *Hercynia N.F.* **3**: 31-51.
- MAHN, E.G. (1995): Etablierung und Ausbreitung von Populationen standortsspezifischer sowie seltener Pflanzenarten. In: Tagungsband zum Workshop „Naturschutzziele in der Bergbaufolgelandschaft“ Cottbus BTUC - UW **95**: 86-89.
- MAHN, E.G. ; TISCHEW, S. (1995): Spontane und gelenkte Sukzessionen in Braunkohlentagebauen - eine Alternative zu traditionellsten Rekultivierungsmaßnahmen ? - *Verh. Ges. Ökol.* **24**: 585-592.
- NOBLE, J.C.; BELL, A.D.; HARPER, J.L. (1979): The population biology of plants with clonal growth. I. The morphology and structural demography of *Carex arenaria*. - *J. Ecol.* **67**: 983-1008.
- PRACH, K., (1987): Succession of vegetation on dumps from strip coal mining. N.W. Bohemia, Czechoslovakia. - *Folia Geobot. Phytotax.* **22**: 339-354.
- TÜXEN, R. (1975): Dauer-Pioniergesellschaften als Grenzfall der Initialgesellschaften. In: Schmidt, W. (Red.): Sukzessionsforschung. Ber. Internat. Sympos. Internat. Ver. Vegetationskunde. - J. Cramer Vaduz: 13-30.
- WOLF, G. (1989): Probleme der Vegetationsentwicklung auf forstlichen Rekultivierungsflächen im Rheinischen Braunkohlenrevier. - *Natur und Landschaft* **64**: 451-455.
- WOLF, G. (ed.) (1985): Primäre Sukzessionen auf kiesig-sandigen Rohböden im Rheinischen Braunkohlenrevier. - BNL Schriftenreihe Vegetationskunde **16**: 203 S. Bonn - Bad Godesberg.
- WÜNSCHE, M.; FIEDLER, H.J.; WERNER, K. (1990): Wiedernutzbarmachung von Rückgabeflächen des Braunkohlenbergbaus. - In: FIEDLER, H.J. (ed.): Bodennutzung und Bodenschutz - Jena.

Manuskript angenommen: 21. Mai 1996

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. Ernst-Gerhard Mahn, Martin-Luther-Universität Halle, Institut für Geobotanik und Botanischer Garten, Neuwerk 21, 06108 Halle