

## 14. Beobachtungen zur Vegetationsentwicklung eines Transekts in der Niederlausitzer Bergbaufolgelandschaft

PESCHEL, T.

### Observations of vegetation dynamics of a transect in post-mining landscapes in Lower-Lusatia

The vegetation of a 400 m linear transect of 200 contiguous quadrates was studied in 2006 for the second time since 2004 in order to analyse vegetation dynamics in a post-mining site of Lower Lusatia, East Germany. Only minor changes in the number of species of the whole transect were observed. In comparison with 43 taxa determined in the first observation period in 2004, 39 taxa could be confirmed in 2006.

Contrary to the constancy of the entire transect the situation in single quadrates is much more dynamic. On two-thirds of all quadrates considerable fluctuations of species number were determined. Site conditions do neither explain the observed dynamics of species number nor vegetative morphological characters of species.

**Keywords:** Post-mining site, transect, succession, vegetation dynamics

**Schlüsselbegriffe:** Bergbaufolgelandschaft, Transekt, Sukzession, Vegetationsentwicklung

#### 14.1. Einleitung

Im August 2004 wurde ein 400 Meter langes Transekt mit 200 Aufnahme­flächen dauerhaft eingerichtet und erstmalig vegetationskundlich untersucht (vgl. Peschel 2007). Im August 2006 wurde die Vegetation zum zweiten Mal erfasst.

Ziel der Untersuchungen ist es, die Vegetationsentwicklung eines ehemaligen Braunkohlentagebaus der Niederlausitzer Bergbaufolgelandschaft zu analysieren. Durch die in regelmäßigen Abständen erfolgenden Untersuchungen sollen Erkenntnisse darüber gewonnen werden, in welcher Weise sich die Vegetation verändert und welches die wesentlichen Parameter sind, die zu dieser Entwicklung beitragen. Damit führen die Untersuchungen einen Schwerpunkt der Forschung am Lehrstuhl Allgemeine Ökologie fort (vgl. Felinks & Wieg­leb 1998, Felinks et al. 1997, 1998, 1999, 2000, Wieg­leb & Felinks 2001 a, b, Felinks 2000, Denking­er et al. 2003).

Forschungsergebnisse von Felinks (2000) zeigen, dass gerade in der Anfangsphase der Besiedlung akzidentelle Ereignisse wie z.B. der regionale Artenpool und das daraus resultierende Diasporenpotential eine wichtige Rolle spielen. Ein Charakteristikum der von ihr untersuchten Vegetationsbestände der Niederlausitzer Bergbaufolgelandschaft sind die individualistischen Eigenschaften, aufgrund derer sich die Vegetationsbestände nur sehr unzureichend pflanzensoziologisch typisieren lassen.

Durch die hohe räumliche Heterogenität und zeitliche Variabilität wurden deshalb zur schematischen Darstellung der Vegetationsentwicklung an Stelle von linearen Sukzessionsreihen Sukzessionsnetze vorgeschlagen, die sowohl mehrere Initialstadien als auch verschiedenartige Übergänge in den Folgestadien zulassen. Weiterhin lässt diese Art der Darstellung den Ablauf einer reversen Vegetationsentwicklung zu (Felinks 2000).

Insgesamt ist die Vorhersage der Vegetationsentwicklung mit großen Unsicherheiten behaftet, da sowohl zufällige Ereignisse als auch kontinuierliche Prozesse auftreten können. Dabei kommt insbesondere nach Etablierung der Arten kleinräumigen Störungen eine nicht unwesentliche Rolle zu (vgl. Wiegleb & Felinks 2001b, Denkinger & Wiegleb in diesem Buch).

## 14.2. Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden im August 2004 und 2006 im ehemaligen Braunkohlentagebau Schlabendorf-Süd (Niederlausitz) durchgeführt. Der Tagebau wurde 1991 beendet und die Flächen anschließend melioriert. Ziel der Meliorationsmaßnahmen waren eine Verbesserung der Nährstoffverfügbarkeit sowie eine Erhöhung des pH-Wertes und der Basensättigung des Bodens. Dies erschien unter sanierungstechnischen Aspekten notwendig, da bedingt durch die Umlagerung des über und zwischen den tertiären Braunkohlenflözen anstehenden Deckgebirges Kipprohböden entstanden. Diese unterscheiden sich vor allem hinsichtlich ihrer Substratheterogenität, des höheren Kohle- und Schwefelgehaltes und der damit verbundenen sehr niedrigen pH-Werte, sowie des niedrigen Anteils pflanzenverfügbarer Nährstoffe stark von natürlichen Böden. Da diese Böden zudem stark erosionsanfällig sind, wurden zur Festlegung des Bodens verschiedene Saatgutmischungen aufgebracht.

Seit 1995 unterliegen die Flächen einer natürlichen Sukzession. Die Vegetation des Untersuchungsgebietes ist vor allem durch artenarme, lückige Silbergrasfluren (*Corynephorus canescens*), dichte, artenarme Landreitgrasbestände (*Calamagrostis epigejos*) und artenreichere Flächen mit verschiedenen Kraut- und Grasarten charakterisiert. Stellenweise ist das Aufwachsen von Kiefern (*Pinus sylvestris*) zu beobachten. Im gesamten Untersuchungsgebiet kommen Arten der vermutlich im Rahmen der Melioration verwendeten Ansaatmischungen vor.

Die Vegetationserfassung erfolgte im Bereich eines 400 m langen linienförmigen Transekts, das in jeweils 4 m<sup>2</sup> große aneinandergrenzende Probeflächen unterteilt wurde (Abb. 14.1). Daraus ergaben sich 200 Untersuchungsflächen, auf denen jeweils die vorkommenden Blütenpflanzen („presence/absence Erfassung“) sowie ihre prozentuale Gesamtdeckung (Deckung der Krautschicht) erfasst wurden. Ergänzend wurde die Deckung der Kryptogamenschicht erfasst.

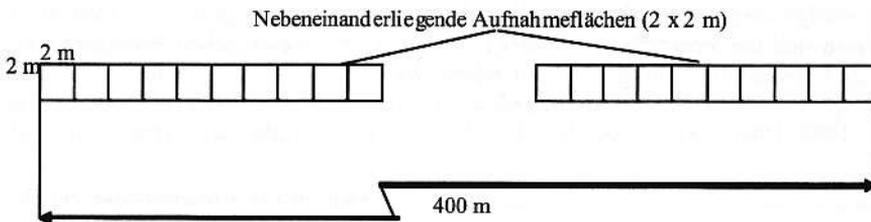


Abb. 14.1: Aufbau des Transekts.

Die Erfassung der bodenkundlichen Parameter erfolgte einmalig 2004 und konnte aus finanziellen Gründen 2006 nicht wiederholt werden. Die Methodik der Bodenprobenauswertung ist in Peschel (2007) beschrieben. Die Eingabe der Daten erfolgte im EXCEL 2003 Format.

### 14.3. Ergebnisse

Im Rahmen der im Jahr 2006 vorgenommenen Untersuchungen konnten von den im Jahr 2004 gefundenen 43 Taxa 5 Arten und 1 Gattung nicht wieder nachgewiesen werden (Tab. 14.1).

Tab. 14.1: Liste der im Transekt erfassten Blütenpflanzen-taxa mit ihren in Abb. 14.2 verwendeten Abkürzungen. Kursiv geschriebene Taxa wurden 2006 nicht wieder nachgewiesen.

| Taxa                           | Im Text verwendete Abkürzung | Taxa                                    | Im Text verwendete Abkürzung |
|--------------------------------|------------------------------|---|------------------------------|
| <i>Achillea millefolium</i>    | Ach mil                      | Gattung Tragopogon                      |                              |
| <i>Apera spica-venti</i>       | Ape spi                      | Gattung Trifolium                       |                              |
| <i>Arenaria serpyllifolia</i>  | Are ser                      | <i>Helichrysum arenarium</i>            | Hel are                      |
| <i>Calamagrostis epigejos</i>  | Cal epi                      | <i>Hieracium pilosella</i>              | Hie pil                      |
| <i>Cerastium semidecandrum</i> | Cer sem                      | <i>Hypochoeris radicata</i>             | Hyp rad                      |
| <i>Cirsium arvense</i>         | Cir arv                      | <i>Jasione montana</i>                  | Jas mon                      |
| <i>Conyza canadensis</i>       | Con can                      | <i>Lotus corniculatus</i>               | Lot cor                      |
| <i>Corynephorus canescens</i>  | Cor can                      | <i>Medicago lupulina</i>                | Med lup                      |
| <i>Crepis tectorum</i>         | Cre tec                      | <i>Medicago x varia</i>                 | Med x var                    |
| <i>Dactylis glomerata</i>      | Dac glo                      | <i>Melilotus officinalis</i>            | Mel off 2006                 |
| <i>Epilobium tetragonum</i>    | Epi tet                      | <i>Pinus sylvestris</i>                 | Pin syl                      |
| <i>Erigeron acris</i>          | Eri acr                      | <i>Poa angustifolia</i>                 | Poa ang                      |
| Familie Compositae             |                              | <i>Poa pratensis</i>                    | Poa pra                      |
| <i>Festuca filiformis</i>      | Fes fil                      | <i>Rubus fruticosus</i><br>Aggregat     | Rub fru agg                  |
| <i>Festuca ovina</i> Aggregat  | Fes ovi agg                  | <i>Rumex acetosella</i>                 | Rum ase                      |
| <i>Festuca rubra</i>           | Fes rub                      | <i>Senecio vernalis</i>                 | Sen ver                      |
| <i>Filago arvensis</i>         | Fil arv                      | <i>Taraxacum officinale</i><br>Aggregat | Tar off agg                  |
| <i>Filago minima</i>           | Fil min                      | <i>Teesdalia nudicaulis</i>             | Tee nud                      |
| <i>Filago spec.</i> 2006       |                              | <i>Tragopogon pratensis</i>             | Tra pra                      |
| Gattung <i>Betula</i>          |                              | <i>Trifolium arvense</i>                | Tri arv                      |
| Gattung <i>Medicago</i>        |                              | <i>Trifolium hybridum</i>               | Tri hyb                      |
| Gattung <i>Melilotus</i>       |                              | <i>Trifolium pratense</i>               | Tri pra                      |
| Gattung <i>Salix</i>           |                              |   |                              |

Abb. 14.2 zeigt die Veränderungen der Häufigkeiten der Arten. Die 2006 nicht wieder erfassten Arten waren bei der ersten Untersuchung mit Stetigkeiten von 0,5%–4% aufgetreten. Im Gegensatz dazu ist 1 Art (*Melilotus officinalis*) neu vertreten. Einige Exemplare der Gattung *Filago* konnten im Gegensatz zur ersten Untersuchung nicht genauer bestimmt werden, so dass die Gattung *Filago* als neues Taxon hinzukommt. Somit wurden auf dem Transekt im Jahr 2006 insgesamt 39 Taxa nachgewiesen, von denen 7 nur bis zur Gattung bestimmt werden konnten.

Die Stetigkeiten der beiden häufigsten Arten des Jahres 2004, *Festuca filiformis* und *Corynephorus canescens*, haben sich 2006 nur unwesentlich verändert. Eine Zunahme von mindestens 10% im Jahr 2006 ist dagegen bei folgenden 5 Arten festzustellen: *Helichrysum arenarium* (25,5%), *Calamagrostis epigejos* (20%), *Poa pratensis* (17,5%), *Medicago x varia* (16%) und *Jasione montana* (12%). Folgende 4 Arten zeigten eine Abnahme von mindestens 10%: *Poa angustifolia* (-27%), *Conyza canadensis* (-20,7%), *Festuca rubra* (-12%) und *Medicago lupulina* (-11%).

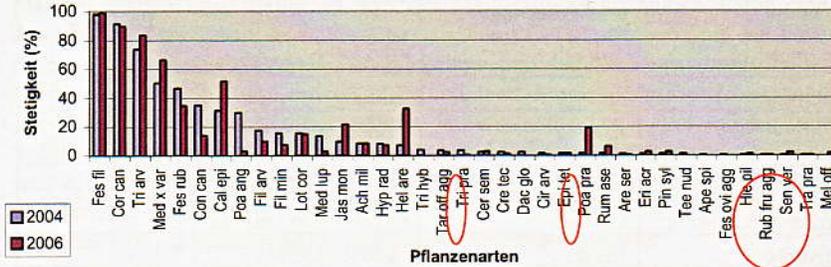


Abb. 14.2: Vergleich der Stetigkeiten der auf den Untersuchungsflächen des Transekts erfassten Arten (n=37). Taxa oberhalb der Artebene (n=8) sind nicht aufgeführt. Erklärung der verwendeten Abkürzungen in Tab. 14.1. Rot umrandet: Fehlende Arten 2006.

Ein Vergleich der Artenzahlen in den Aufnahmeflächen des Transekts zeigt, dass die Kategorien der minimalen (2 Arten) und maximalen (16 Arten) Artenzahlen/Aufnahmefläche unverändert auftreten. Im Gegensatz dazu sind die Kategorien 13, 14, 15 Arten im Jahr 2006 nicht mehr vertreten. Die Zahl der Flächen mit 6 bzw. 7 Arten hat um 10,5 % bzw. 2,5% zugenommen. Bei der Anzahl der Flächen mit 2 bzw. 3 Arten ist hingegen eine Abnahme um je 2,5% zu beobachten. Die mittlere Artenzahl (mAZ) hat sich insgesamt nur unwesentlich von 6,08 auf 6,03 verändert.

Die Dynamik auf den einzelnen Untersuchungsflächen zeigt Abb. 14.3.

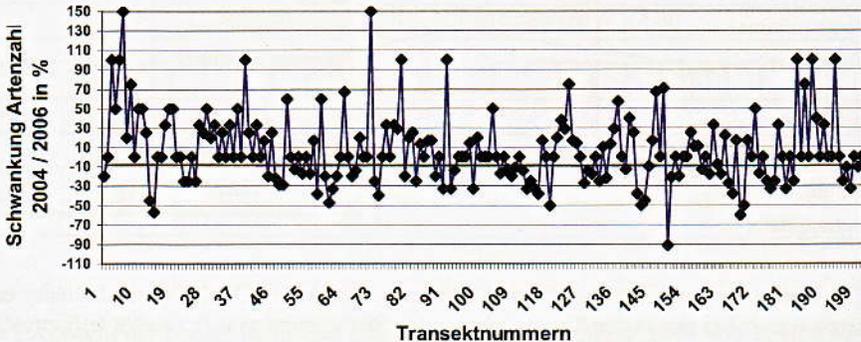


Abb. 14.3: Vergleich der prozentualen Veränderungen der Artenzahlen der Jahre 2004 und 2006 der 200 Aufnahmeflächen des Transekts.

Die Schwankungen sind teilweise erheblich. Auf einzelnen Flächen hat sich die Artenzahl 2006 um bis zu 150% erhöht bzw. um bis zu 60% verringert. Insgesamt ist die Artenzahl auf

knapp einem Drittel (27,5%) der Flächen konstant geblieben, auf etwa einem Drittel (34,5%) hat sie abgenommen und auf 38% der Flächen hat sie zugenommen.

Die Arten, welche auf den Flächen (n=28) zu einer Artenzunahme von  $\geq 50\%$  bzw. -abnahme (n=5) von  $\leq 50\%$  besonders stark beitragen sind in Abb. 14.4 dargestellt. Mit Ausnahme von *Festuca rubra* zeigten diese Arten auch schon in Abb. 14.2 bei dem Vergleich der Häufigkeiten der auf allen 200 Flächen im Transekt vorkommenden Arten starke Zuwächse bzw. Abnahmen, allerdings in einer etwas anderen Rangfolge. Es fällt auf, dass die Art *Festuca rubra* sowohl in der Kategorie der Artenzunahme als auch -abnahme auftaucht.

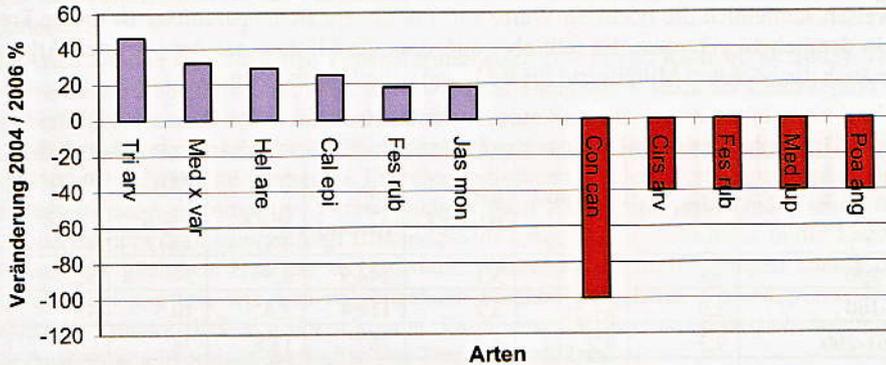


Abb. 14.4: Vergleich der Häufigkeiten von Arten in ausgewählten Aufnahmeflächen des Transekts (in %). Blaue Balken: Flächen mit Artenzunahme  $\geq 50\%$  in 2006 (n=28). Rote Balken: Flächen mit Artenabnahme  $\geq 50\%$  in 2006 (n=5).

Die Veränderungen der mittleren Deckungswerte der Kraut- und Kryptogamenschicht unterschiedlicher Bereiche des Transekts zeigt Tab. 14.2.

Tab. 14.2: Veränderung der mittleren Deckung und Artenzahl (mAZ) in unterschiedlichen Bereichen des Transekts (F= Faktor Zunahme).

|                                     | 2004       | 2006                          |
|-------------------------------------|------------|-------------------------------|
| <b>Mittlere Deckung (%):</b>        |            |                               |
| Krautschicht / Kryptogamen (n=200)  | 15,3 / 2,1 | 25,5 / 6,1<br>(F 1,7 / 2,9)   |
| bei Artenzunahme $\geq 50\%$ (n=28) | 12,3 / 2,0 | 19,1 / 4,1<br>(F 1,55 / 2,1)  |
| bei Artenabnahme $\leq 50\%$ (n=5)  | 24,6 / 2,2 | 33,0 / 7,1<br>(F 1,34 / 3,23) |
| <b>Mittlere Artenzahl (mAZ):</b>    | 6,08       | 6,03                          |
| bei Artenzunahme $\geq 50\%$ (n=28) | 3,4        | 5,9                           |
| bei Artenabnahme $\geq 50\%$ (n=5)  | 9,2        | 4,4                           |

Im Vergleich zum Untersuchungsjahr 2004 hat sowohl die mittlere Deckung der Krautschicht als auch der Kryptogamenschicht des gesamten Transekts um den Faktor 1,7 bzw. 2,9 zugenommen. Die Flächen mit einer Artenzunahme von  $\geq 50\%$  lassen ebenfalls für beide Schichten eine Zunahme der mittleren Deckung erkennen, wobei der Faktor wie auch die absoluten Werte deutlich geringer sind. Die höchsten mittleren Deckungswerte in beiden Untersu-

chungsjahren weisen die Flächen mit einer Artenabnahme von  $\geq 50\%$  auf. In dieser Kategorie fällt allerdings die Zunahme mit dem Faktor 1,3 für die Krautschicht im Vergleich zum Jahr 2004 am geringsten aus. Die Kryptogamenschicht hingegen weist sowohl bei der Zunahme als auch im Vergleich mit den anderen Transektbereichen die höchsten mittleren Deckungswerte auf.

Betrachtet man die in Tab. 14.3 für das Jahr 2004 aufgeführten Mittelwerte der in diesen Bereichen untersuchten Bodenwerte, so fällt die Zunahme der Werte für  $\text{NO}_3$  und  $\text{NH}_4^+$  auf. Die Werte für alle 200 Flächen weisen die niedrigsten Werte auf, die für die Flächen mit der stärksten Artenzunahme sind etwas höher. Die Flächen mit der stärksten Abnahme der Artenzahl weisen schließlich die höchsten Werte auf. Für andere Bodenparameter ist dieser Trend nicht so deutlich zu erkennen. Es fällt aber auf, dass die Flächen mit der stärksten Artenabnahme auch die höchsten Mittelwerte für  $\text{P}_2\text{O}_5$  und den pH aufweisen.

Tab. 14.3: Mittelwerte der 2004 untersuchten Bodenparameter verschiedener Transektabschnitte.

|                                 | WG (%) | WKmax (%) | pH (CaCl <sub>2</sub> ) | LF (µs/cm) | NO <sub>3</sub> (µg/g TS) | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (µg/g TS) | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (µg/g TS) |
|---------------------------------|--------|-----------|-------------------------|------------|---------------------------|--|---|
| 1-200                           | 3,8    | 21,4      | 5,1                     | 244,9      | 5,5                       | 24                                     | 52,5                                    |
| 1-160                           | 2,9    | 24,5      | 5,2                     | 114,4      | 3,5                       | 10,5                                   | 43                                      |
| 161-200                         | 7,3    | 9,2       | 4,9                     | 767        | 13,8                      | 78                                     | 90,8                                    |
| Artenzunahme $\geq 50\%$ (n=28) | 3,1    | 22,9      | 4,7                     | 316,7      | 7,4                       | 35,8                                   | 48,1                                    |
| Artenabnahme $\geq 50\%$ (n=5)  | 10,1   | 19,8      | 5,3                     | 161,3      | 7,6                       | 43,5                                   | 132                                     |

#### 14.4. Diskussion

Zusammenfassend stellen sich die Ergebnisse der Untersuchungen 2006 wie folgt dar: Die Artenzahl im gesamten Transekt ist relativ konstant geblieben. Von den im Rahmen der ersten Untersuchungen nachgewiesenen 43 Taxa wurden 2006 noch 39 Taxa bestätigt. Die einzige neue Art *Melilotus officinalis* war möglicherweise schon 2004 auf den Untersuchungsflächen, konnte aber aufgrund des damaligen unzureichenden Entwicklungszustandes nicht bis zur Art determiniert werden.

5 Arten konnten 2006 nicht wieder nachgewiesen werden. Diese Arten kamen 2004 nur mit geringer Stetigkeit vor. Als eine dieser Arten konnte der früh blühende Therophyt *Teesdalia nudicaulis* möglicherweise aufgrund der fortgeschrittenen Jahreszeit nicht wieder aufgefunden werden. Aus dem gleichen Grund konnten einige Exemplare der Gattung *Filago* nicht genauer bestimmt werden, da ihr schlechter Erhaltungszustand nach dem Verblühen das Erkennen wichtiger Bestimmungsmerkmale nicht erlaubte.

Von den 32 nachgewiesenen Arten zeigten je 14 eine Zu- bzw. Abnahme der Häufigkeit im Vergleich zu 2004, der Rest ist konstant geblieben. Eine Zunahme von  $>10\%$  zeigten 5 Arten, eine Abnahme von  $>10\%$  zeigten 4 Arten.

Im Gegensatz zur Konstanz des gesamten Transekts stellt sich die Situation auf den einzelnen Untersuchungsflächen sehr viel dynamischer dar. Auf zwei Dritteln der Flächen sind teilweise erheblich Schwankungen der Artenzahlen zu beobachten. Um herauszufinden, welche Arten besonders stark für die Zu- bzw. Abnahme der Artenzahlen auf einzelnen Flächen beitrugen, wurden die Flächen mit besonders starkem ( $\geq 50\%$ ) Artenzuwachs bzw. -rückgang ( $\geq 50\%$ ) hinsichtlich des Vorkommens der dafür maßgeblichen Arten untersucht.

Die festgestellten Arten gleichen im Wesentlichen den Arten, die auf dem gesamten Transekt die stärksten Zuwächse bzw. Einbußen zeigten. Allerdings zeigen sie auf den Flächen mit besonders starken Schwankungen eine andere Gewichtung. Die dritt- und vierthäufigsten Arten des gesamten Transekts, *Trifolium arvense* und *Medicago x varia*, tragen hier besonders stark zur Artenzunahme bei. Dies lässt sich möglicherweise durch ihre ohnehin schon starke Verbreitung erklären, die dazu beiträgt, dass die Arten sich weiter ausbreiten bzw. etablieren können. Voraussetzung sind allerdings geeignete Ausbreitungsmöglichkeiten und Lebensbedingungen, da dieses Phänomen keinesfalls für alle Arten mit hoher Stetigkeit gilt. So ist z.B. bei der zweithäufigsten Art des Transekts, *Corynephorus canescens*, ein leichter Rückgang festzustellen.

Beide Arten werden verschiedenen Lebensformen zugeordnet (vgl. Klotz et. al. 2002). *Trifolium arvense* wird als Therophyt eingestuft, während *Medicago x varia* als Chamaephyt gilt. Somit verfolgen sie auch völlig unterschiedliche Ausbreitungsstrategien. Erfolgt die Verbreitung von *Trifolium arvense* ausschließlich über Samen, so ist *Medicago x varia* in der Lage, sich zusätzlich vegetativ zu verbreiten. Einzelne Individuen können horstartige Trupps bilden, deren unterirdische rhizomartige Verzweigungen nach Abtrennung selbständig lebensfähig sind. Eine ähnliche Strategie verfolgt *Calamagrostis epigejos*, die noch mehr in der Lage ist, über Ausläufer geeignete Habitate zu besiedeln. Während der Untersuchungen konnte deutlich beobachtet werden, wie von angrenzenden Flächen ausgehend, *Calamagrostis* bisher unbesiedelte Transektflächen erobern konnte. Zumindest für diese Art lässt sich dadurch die starke Ausbreitung in einigen Bereichen des Transekts erklären.

Bei den beiden anderen Arten mit stark gesteigener Häufigkeit, *Jasione montana* und *Helichrysum arenarium*, erfolgt die Ausbreitung ebenfalls auf unterschiedliche Weise. Während die plurienn-hapaxanthe *Jasione* sich ausschließlich über Samen ausbreitet, kann sich *Helichrysum* sowohl generativ als auch vegetativ über Wurzeläusläufer verbreiten. Es lassen sich also bei allen Arten mit starker Ausbreitungstendenz keine vegetativ-morphologischen Merkmale erkennen, die die starke Zunahme der Arten hinreichend erklären könnten. Das Arten auf einzelnen Flächen sowohl einer Zunahme als auch Abnahme der Häufigkeit unterliegen, zeigt *Festuca rubra*. Diese Art taucht deshalb in beiden Kategorien auf. Einzige Gemeinsamkeit aller dieser Arten ist der Schwerpunkt ihres Auftretens in (ruderalisierten) Mager- bzw. Trockenrasen.

Gerade *Trifolium arvense*, *Helichrysum arenarium* und *Jasione montana* sind typische Magerrasenvertreter in Brandenburg und könnten eine Entwicklung der Vegetation von Teilen des Transekts in diese Richtung andeuten. Darauf deuten auch andere Arten wie z.B. die schon sehr stark vertretenen Gräser *Corynephorus canescens* und *Festuca filiformis* sowie die beiden *Filago* Arten hin.

Die Vorkommen einer ganzen Reihe von typischen Magerrasenarten wie z.B. *Filago arvensis* et *minima*, *Helichrysum arenarium* und *Hieracium pilosella* zeigen eine eindeutigen Schwerpunkt ihres Auftretens in den ersten 160 Aufnahmequadraten des Transekts. Diese Tendenz wurde schon im Jahr 2004 festgestellt (vgl. Peschel 2007) und mit den in diesem Abschnitt auftretenden weniger extremen Stickstoff- und Phosphatwerten in Zusammenhang gebracht (s. Tab. 14.3). Aufgrund der nicht wieder vorgenommenen Bodenproben kann diese Vermutung nicht überprüft werden. Möglicherweise handelt es sich bei diesem Phänomen lediglich um eine Verstärkung vorhandener Vegetationsmuster bzw. dem Vorkommen bestimmter Arten. Dort, wo diese Arten vorhanden sind, können sie sich verstärkt etablieren („internal colonization“). Dafür spricht die nahezu exklusive Ausbreitung der o.g. Arten in den ersten Dreivierteln des Transekts.

Auch die Arten mit starker Rückgangstendenz setzten sich aus verschiedenen Lebensformen zusammen. Während *Conyza canadensis* ein sich ausschließlich über Samen verbreitender anueller Therophyt ist, sind *Medicago lupulina* und *Cirsium arvense* plurienn-pollakanth. Sie

können sich sowohl vegetativ über Ausläufer als auch generativ über Samen verbreiten. Der starke Rückgang von *Poa angustifolia* beruht möglicherweise zum Teil auf Fehlbestimmungen. So wurden die beiden Arten *P. angustifolia* und *P. pratensis* wahrscheinlich in einigen Fällen verwechselt. Es fällt auf, dass erstere Art um 27% abgenommen hat, während letztere um 17,5% zugenommen hat. Bei genauer Betrachtung der einzelnen Transektflächen ist festzustellen, dass auf den Flächen, die 2004 Vorkommen von *P. angustifolia* aufwiesen diese Art 2006 fehlte und durch *P. pratensis* quasi ersetzt wurde. Da diese Art bei den ersten Untersuchungen nur sehr spärlich vertreten war (1,5%), liegt zumindest der Verdacht einer Fehlbestimmung nahe. Aus diesem Grund ist auch der starke Anstieg (17,5%) von *P. pratensis* zu relativieren.

Die mittleren Deckungswerte der Kraut- und Kryptogamenschicht aller Flächen zeigen im Vergleich zum Jahr 2004 eine Zunahme um den Faktor 1,7 bzw. 2,9. Werden dabei die Flächen mit starker Artenzunahme bzw. -abnahme mit allen 200 Untersuchungsflächen verglichen, so zeigen die Flächen mit der stärksten Artenabnahme die geringste Zunahme der mittleren Deckung der Krautschicht (Faktor 1,34), aber die stärkste Zunahme in der Kryptogamenschicht (Faktor 3,23). Absolut haben sie aber in beiden Schichten die höchsten Deckungswerte.

Die Flächen mit dem stärksten Artenzuwachs zeigen in beiden Schichten die geringste Zunahme der mittleren Deckungswerte (Faktor 1,55/2,1). Auch absolut ist hier die mittlere Deckung die niedrigste. Ein Erklärungsansatz für diese Ergebnisse könnte darin liegen, dass die sehr starke Artenzunahme mit den relativ geringen Deckungswerten zusammenhängt. Die Werte stehen gewissermaßen für relativ magere, konkurrenzarme Standorte, auf denen sich deshalb besonders leicht neue Arten anzusiedeln vermochten. Werden allerdings die absoluten Deckungswerte betrachtet, so erscheint ein solcher Zusammenhang wenig plausibel. Die Deckungswerte bewegen sich zwischen maximal 50% bzw. minimal 4% in der Kraut- bzw. 25% und 0,25% in der Kryptogamenschicht, so dass alle Standorten als spärlich bis schütter bewachsen charakterisiert werden können.

Interessant ist deshalb ein Vergleich der Bodenwerte dieser Standorte. Dies geschieht unter der Annahme, dass diese sich seit 2004 auf den einzelnen Flächen nicht grundsätzlich verändert haben.

Es ist klar zu erkennen, dass die höchsten mittleren Stickstoff-, Phosphat und pH-Werte die Flächen aufweisen, auf denen die stärksten Artenabnahmen und die höchsten mittleren Deckungswerte auftreten. Diese Werte bieten einen guten Erklärungsansatz für die höheren Deckungswerte. Allerdings ist einschränkend zu berücksichtigen, dass es sich hierbei lediglich um fünf Flächen handelt, die diese Entwicklung aufweisen. Auch konnten 2006 aus zeitlichen und finanziellen Gründen nicht erneut Bodenproben genommen werden, weshalb diese Vermutung nur eine Spekulation sein kann. Im Vergleich dazu zeigen die Flächen der überproportionalen Artenzunahme geringere Werte, die aber immer noch höher sind als die restlichen Flächen des Transekts.

Insgesamt bieten die Bodenparameter ebenso wenig wie die vegetativ-morphologischen Merkmale plausible Erklärungsansätze für die beobachteten Veränderungen der Transektflächen. Weitere Untersuchungen unter Einbeziehung der Geländemorphologie sowie erneuter Bodenprobenahmen können dazu beitragen, die beobachteten Veränderungen weit reichender aufzuklären.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die 2006 wiederholten Untersuchungen erkennen lassen, dass sich einige Arten weiter etablieren und auszubreiten vermochten. Ursächlich scheint hierbei die einsetzende Diasporenproduktion wie auch vegetative Ausbreitung vorhandener Pflanzen zu sein. Auffallend ist das auch schon 2004 beobachtete schwerpunktmäßige Auftreten von Magerrasenpflanzen in den ersten Dreivierteln des Transekts. Dieses hat sich 2006 weiter verstärkt.

## 14.5. Danksagung

Für die Unterstützung bei der Erfassung der Pflanzentaxa danke ich ganz besonders Frau Petra Denkinger. Die Auswertung der Bodenproben erfolgte zum Teil aus Mitteln des SUBICON Verbundprojektes (BMBF, Förderkennzeichen 01LC0018A).

## 14.6. Literatur

- Denkinger, P., Peschel, T. & Wiegleb, G. 2003. Die Vegetation der Bergbaufolgelandschaften. Forum der Forschung 15: 38-42.
- Felinks, B. 2000. Primärsukzession von Phytozönosen in der Niederlausitzer Bergbaufolgelandschaft. Dissertation BTU Cottbus, 195 S. + Anhang.
- Felinks, B. & Wiegleb, G. 1998. Welche Dynamik schützt der Prozeßschutz? Aspekte unterschiedlicher Maßstabsebenen - dargestellt am Beispiel der Niederlausitzer Bergbaufolgelandschaft. Naturschutz u. Landschaftsplanung 30: 298-303.
- Felinks, B., Pilarski, M. & Wiegleb, G. 1997. A hierarchical classification of vegetation of the former brown coal mining areas of Eastern Germany (Lower Lusatia, Brandenburg). Conference Abstracts, IAVS Symposium, Ceske Budejovice, August 1997: 32-33.
- Felinks, B., Pilarski, M. & Wiegleb, G. 1998. Vegetation survey in the former brown coal mining area of eastern Germany by integrating remote sensing and groundbased methods. Appl. Veget. Sci. 1: 233-240.
- Felinks, B., Hahn, B. & Wiegleb, G. 1999. Vegetationstypen der terrestrischen Bereiche in der Niederlausitzer Bergbaufolgelandschaft. Arch. f. Natursch. u. Landschaftsforschung 38: 43-84.
- Felinks, B., Mrzljak, J. & Pilarski, M. 2000. Generalisierung vegetationskundlicher und zoologischer Daten "vom Punkt in die Fläche" – empirische Analyse. In: Wiegleb, G., Bröring, U., Mrzljak, J. & Schulz, F. (Hrsg.). Naturschutz in Bergbaufolgelandschaften - Landschaftsanalyse und Leitbildentwicklung, Heidelberg: 264-283.
- Klotz, S., Kühn, I. & Durka, W. 2002. BIOFLOR – Eine Datenbank mit biologisch-ökologischen Merkmalen zur Flora von Deutschland. Schriftenreihe für Vegetationskunde 38: 333 S.
- Peschel, T. 2007. Transektuntersuchungen zur Vegetationsentwicklung in der Niederlausitzer Bergbaufolgelandschaft. In: Bröring, U. & Wanner, M. (Hrsg.). Entwicklung der Biodiversität im Gefüge von Ökologie und Sozioökonomie. Aktuelle Reihe BTU Cottbus 2/2007: 64-74.
- Wiegleb, G. & Felinks, B. 2001a. Primary succession in post-mining landscapes – chance or necessity? Ecological Engineering 17: 199-217.
- Wiegleb, G. & Felinks, B. 2001b. Predictability of early stages of primary succession in post-mining landscapes of Lower Lusatia. Appl. Veget. Sci. 4: 5-18.