

HAUPTTEIL

Fallstudien und Übersichten zur
Biodiversität in Kulturlandschaften

Wie selektiv derartige Fraßbeziehungen im Boden sein können, zeigt Abbildung 40: In Nahrungswahlexperimenten bevorzugten Springschwänze der Art *Folsomia candida* Willem 1902 signifikant dunkel pigmentierte Pilze. Gemieden wurden dagegen Pilze, die giftige Substanzen enthielten oder Kristalle auf der Hyphenoberfläche ausgebildet hatten (Böllmann et al. 2010).

Diese differenzierte Nahrungswahl kann im Boden die Konkurrenzverhältnisse zwischen den Pilzarten verändern. Dies wiederum hätte einen wichtigen Einfluss auf die für Bäume verfügbaren Symbiosepartner und die von ihnen zur Verfügung gestellten Funktionen.

2.2.8 Dynamik und Konstanz pflanzlicher Biodiversität in der Niederlausitzer Bergbaufolgelandschaft

Tim Peschel, Petra Denking

Die Niederlausitzer Bergbaufolgelandschaft

Anfang des 19. Jahrhunderts wurde die erste Niederlausitzer Braunkohlengrube im Kreis Guben in der Gemeinde Germersdorf betrieben (Sperling 2005). Seit dieser Zeit entwickelte sich die Lausitz zum flächenmäßig größten Braunkohlenrevier Deutschlands. Mit dieser Entwicklung waren und sind großflächige Umgestaltungen und Zerstörungen der dadurch in Anspruch genommenen (Kultur-)Landschaft verbunden. Die ursprüngliche, vor dem Braunkohleabbau existierende Vegetation wurde dabei restlos vernichtet.

Erste Untersuchungen zur Vegetationsentwicklung nach Beendigung des Braunkohleabbaus fanden im Mitteldeutschen und Lausitzer Revier in den 30er Jahren des vorigen Jahrhunderts statt (Hanf 1937, 1939). Schon seit dieser Zeit ist bekannt, dass die Vegetation der Kippenflächen durch das Vorkommen von Arten der Umgebung, also von nicht durch den Bergbau in Anspruch genommenen Flächen, beeinflusst wird. Ein Teil dieser Arten wird auf die ehemaligen Bergbauflächen eingetragen und kann sich dort etablieren. Weitere Arten werden im Rahmen von Sanierungstätigkeiten bewusst durch Ansaat und Pflanzung in die Bergbaufolgelandschaft eingebracht. Dabei können die rekultivierten Flächen wiederum als Ausbreitungszentren für die Besiedelung noch vegetationsfreier Flächen dienen. Hierbei kommt es zu Durchdringungen und Beeinflussungen von künstlich begründeter sowie ohne Zutun des Menschen eingetragener Vegetation.

Entscheidend für den Verlauf der Besiedlung ist auch die standörtliche Vielgestaltigkeit der ehemaligen Tagebauflächen mit ihren teilweise extremen Eigenschaften. Anders als auf dem gewachsenen Land ist auf den Kippen trotz aufwändiger Sanierungsmaßnahmen kein einheitliches geologisches Ausgangssubstrat anzutreffen. Im

Lausitzer Braunkohlenrevier haben quartäre und tertiäre Sande bis lehmige Sande und ihre Gemengeformen die größte Verbreitung. Die sandigen Substrate weisen ein geringes Wasser- und Nährstoffhaltevermögen auf. Zudem zeigen sie teilweise eine extrem saure Bodenreaktion. Damit verbunden ist eine geringe biologische Aktivität.

Für den weiteren Entwicklungsverlauf können neben den standörtlichen Verhältnissen die Eigenschaften der Pflanzenarten selbst Einfluss auf die Ansiedlung weiterer Arten haben. Störungsereignisse wie zum Beispiel Erosion oder tierische Aktivitäten (z. B. Wühltätigkeiten) sind ebenfalls von Bedeutung. Im Gegensatz zu den Vegetationstypen des gewachsenen Landes ist es in der Bergbaufolgelandschaft kaum möglich, homogene Einheiten (Pflanzengesellschaften) im Sinne des pflanzensoziologischen Systems auszuscheiden. Vielmehr sind die Offenlandbereiche durch ein kleinflächiges Mosaik verschiedener, sehr individueller Vegetationsbestände charakterisiert (Felinks 2000b; Huth et al. 2004). Prägnant sind die oftmals sehr großen Unterschiede des pflanzlichen Inventars einzelner Tagebaue in Bezug auf ihre Artenzusammensetzungen und -diversität.

Die zwei im Folgenden vorgestellten Untersuchungen befassen sich unter verschiedenen Aspekten mit der Vegetationsentwicklung der Offenlandbereiche von Bergbaufolgelandschaften.

Menschliche Wildschweine und Linien in der Landschaft – zwei Wege, die Vegetationsentwicklung in der Bergbaufolgelandschaft zu untersuchen

Das erste Projekt untersuchte die Auswirkungen experimenteller Störungen auf die Vegetation. Um Hinweise zur Entwicklung und Veränderung der Vegetation in Raum und Zeit zu erhalten, wurde im zweiten Projekt ein Transekt dauerhaft angelegt und über mehrere Jahre untersucht. Die Ergebnisse beider Untersuchungen werden zunächst getrennt präsentiert. In der Diskussion werden sie zueinander in Beziehung gesetzt, um einen breiteren Erklärungsansatz für die beobachtete Vegetationsentwicklung der untersuchten Flächen zu erhalten.

Die experimentellen Störungsversuche wurden von 2001 bis 2004 im Rahmen des SUBICON-Verbundprojektes in den drei ehemaligen Braunkohletagebauen Schlabendorf-Süd (Abbauende: 1991), Schlabendorf-Nord (Abbauende: 1977) und Plessa (Abbauende: 1958) durchgeführt. Ziel war es, die Sekundärsukzession und die Entwicklung der Artenvielfalt nach kleinräumigen Störungen zu untersuchen. Durch das Umgraben des Oberbodens wurde die Wühltätigkeit von Wildschweinen imitiert, wodurch künstlich Störflächen geschaffen wurden (Denkinger et al. 2003). Je Probe-stelle wurden sechs Störflächen (Parallelen) und sechs Referenzflächen angelegt. Untersucht wurden je drei Sandtrockenrasen, Landreitgras-Bestände und Roteichen-Aufforstungen. Letztere werden zur besseren Vergleichbarkeit mit den Transektuntersuchungen nicht in die Auswertung einbezogen.

Der Störungseingriff fand im März 2002 statt. Die Deckungen der Gefäßpflanzenarten wurden auf den Störflächen von 2001 bis 2004, auf den Referenzflächen von 2002 bis 2004 prozentgenau erfasst. Auf allen Probestellen fanden ergänzend zu den Störungsexperimenten und Vegetationsaufnahmen Untersuchungen zur Diasporenbank und zum Diasporenanflug statt (Denkinger et al. 2003).

Die Transektuntersuchungen begannen im August 2004 in der Bergbaufolgelandschaft Schlabendorf-Süd. Die Untersuchungsflächen unterlagen seit 1995 einer natürlichen Sukzession. Zuvor wurde zur Verbesserung der Bodeneigenschaften Kalk und Dünger aufgebracht. Um die stark erosionsanfälligen Böden festzulegen, wurden abschließend Ansaatmischungen aufgebracht.

Zur Untersuchung der Vegetationsentwicklung wurde ein linienförmiges Transekt mit einer Gesamtlänge von 400 Metern angelegt. Durch die Unterteilung in jeweils 4 Quadratmeter große aneinandergrenzende Probestellen ergaben sich 200 Untersuchungsflächen. Auf diesen wurden in den Jahren 2004, 2006 und 2007 die Blütenpflanzen anhand ihres Vorkommens dokumentiert und ihre prozentuale Gesamtdeckung abgeschätzt. Außerdem wurde die Deckung der Moose und Flechten aufgezeichnet, ohne aber dabei die einzelnen Arten zu bestimmen. Durch Auswertung der erhobenen Daten wurde die Entwicklung der Vegetation verfolgt (Peschel 2007a, b).

Die Vegetation des Untersuchungsgebietes war vor allem durch artenarme, lückige Silbergrasfluren (*Corynephorus canescens*), dichte, artenarme Landreitgrasbestände (*Calamagrostis epigejos*) und artenreichere Flächen mit verschiedenen Kraut- und Grasarten charakterisiert. Einige der vorkommenden Arten stellten vermutlich Relikte der im Rahmen der Melioration aufgebrachten Ansaatmischungen dar. In einigen Bereichen des Transekts konnte das Aufwachsen von Kiefern (*Pinus sylvestris*) beobachtet werden.

Im Frühjahr 2008 fanden im Bereich des Transekts unerwartet Rutschungen und Setzungen statt, die eine vollständige Zerstörung der Dauerflächen zur Folge hatten.

Die Entwicklung der pflanzlichen Biodiversität

In der experimentellen Untersuchung betrug die mittlere Artenzahl vor dem Störungseingriff auf Probestellen der Sandtrockenrasen 11,3 Arten, in den *Calamagrostis*-Beständen 10,3 Arten. Abbildung 41 zeigt, dass es nach dem Störungseingriff auf fünf der sechs Probestellen zu einer Erhöhung der mittleren Artenzahl kam. Diese Erhöhung betrug 2004 gegenüber 2001 zwischen 4,0% im Sandtrockenrasen in Schlabendorf-Nord und 85,7% im *Calamagrostis*-Bestand von Plessa. In den *Calamagrostis*-Beständen nahm die mittlere Artenzahl stärker zu als in den untersuchten Sandtrockenrasen. Eine Abnahme der mittleren Artenzahl ergab sich nur an der Sandtrockenrasenprobestelle in Schlabendorf-Süd. Auf den ungestörten Referenzflä-

chen wurde auf fünf der sechs Probestellen eine Abnahme festgestellt. Eine Zunahme ergab sich nur im *Calamagrostis*-Bestand von Plessa.

Die für die jeweiligen Vegetationstypen zusammengefassten prozentualen Veränderungen der mittleren Artenzahlen zeigen die Dynamik hinsichtlich des Arteninventars. Nach einer Störung ist diese Dynamik – auch unter Berücksichtigung der unterschiedlich langen Untersuchungszeiträume – größer als ohne Störung. Eine Störung wirkt sich auch nach einigen Jahren noch deutlich positiv auf die Artenvielfalt aus.

Bei der Transektuntersuchung wurde im Verlauf einer teilweise hochdynamischen Entwicklung tendenziell eine Artenzunahme auf den Einzelflächen des Transekts festgestellt. Die mittlere Artenzahl hat im Verlauf der Untersuchungsjahre zugenommen. Tabelle 9 zeigt aber auch, dass die Gesamtartenzahl zurückgegangen ist.

Im Untersuchungszeitraum 2004 bis 2007 wurden insgesamt 39 Arten auf den Untersuchungsflächen des Transekts festgestellt. Von diesen konnten sechs Arten im letzten Untersuchungsjahr 2007 nicht wieder nachgewiesen werden. Drei Arten

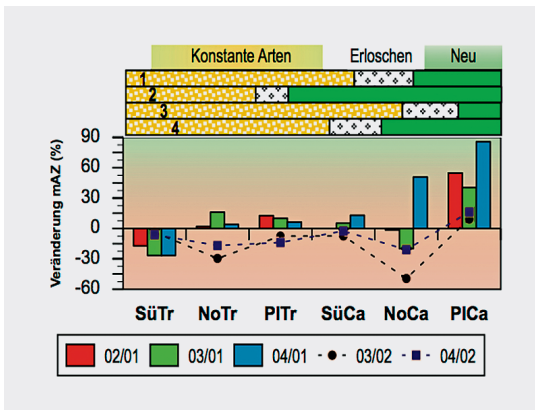


Abb. 41: Prozentuale Veränderung der mittleren Artenzahlen (mAZ) der Störf Flächen (Balken) und Referenzflächen (zur Verdeutlichung mit unterbrochener Linie verbunden) in den Untersuchungs Jahren im Vergleich zum Referenzjahr vor der Störung bzw. zum ersten Untersuchungs Jahr. Kopf der Grafik: Zusammenfassende Darstellung der prozentualen Veränderungen der Artenzahlen (Vergleich der Mittelwerte zu Beginn und Ende der Untersuchungen).

1: Störf Flächen Trockenrasen (Tr), 2: Störf Flächen Calamagrostis-Bestand (Ca), 3: Referenzflächen Tr, 4: Referenzflächen Ca. Sü = Schlabendorf-Süd, No = Schlabendorf-Nord, Pl = Plessa. Datengrundlage: Vegetationsaufnahmen der Jahre 2001–2004.

Tab. 9: Entwicklung der Artenzahlen des Transekts im Untersuchungszeitraum 2004–2007.

	2004	2006	2007
Artenzahl	36	31	33
Neue Arten*	0	1	2
Erlöschene Arten*	0	6	6
Konstante Arten*	0	30	30
Mittlere Artenzahl*	5,8	5,8	7,2
* bezogen auf 2004.			

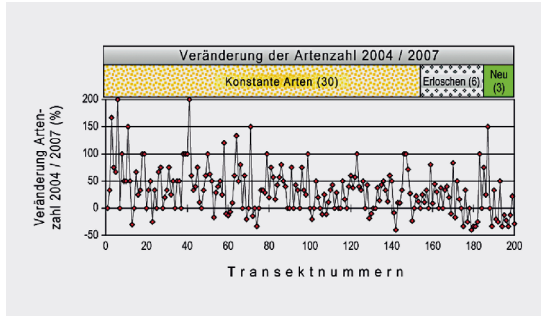


Abb. 42: Darstellung der Entwicklung der Artenzahlen des Transekts während der Untersuchungszeitraumes 2004 – 2007 und Vergleich der prozentualen Veränderungen der Artenzahlen der Jahre 2004 und 2007 der 200 Aufnahmeflächen des Transekts.

sind neu hinzugekommen. Von 36 der im Jahr 2004 erfassten Arten konnten noch 30 Arten im Jahr 2007 nachgewiesen werden. 83,33 % des Artenbestandes sind noch immer auf den Flächen vorhanden. Ein Sechstel der Arten (16,66 %) konnte nicht wieder nachgewiesen werden.

Abbildung 42 zeigt, dass die Dynamik der Artenzahlen auf den einzelnen Untersuchungsflächen im Vergleich zu der Gesamtartenzahl des Transektes hoch war. Im Vergleich zur ersten Untersuchung der Flächen im Jahr 2004 stiegen die Artenzahlen im Jahr 2007 auf zwei Dritteln der Flächen (67,5 %) um bis zu 200 % an, auf einem Sechstel (16,5 %) der Flächen war eine Abnahme zu verzeichnen. Auf einem Sechstel der Flächen (16 %) blieben die Zahlen seit 2004 unverändert.

Aufschlussreich ist die Betrachtung jener Flächen, die schon 2006 im Vergleich zu den Untersuchungen des Jahres 2004 (= 23,5 %) keine Änderungen aufwiesen. Hier zeigt sich, dass im Jahr 2007 lediglich zehn Flächen über die gesamte Dauer der Untersuchungen seit dem Jahr 2004 in Bezug auf ihre Artenzahl unverändert geblieben sind. Werden die Arten im Einzelnen verglichen, ist festzustellen, dass nur auf vier Flächen die Artenzusammensetzung seit Beginn der Untersuchungen unverändert geblieben ist. Bezogen auf alle 200 Flächen entspricht dies einem Anteil von 2 %. Alle vier Flächen sind mit zwei bis drei Arten ausnahmslos sehr artenarm.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass bei einer insgesamt relativ konstanten Gesamtartenzahl die Schwankungen bei einer tendenziellen Zunahme der Artenzahlen auf den einzelnen Untersuchungsflächen sehr hoch sind.

Dynamik und Konstanz: die scheinbar widersprüchliche Entwicklung der Schlabendorfer Vegetation

Dynamik und Konstanz pflanzlicher Biodiversität sind in der Niederlausitzer Bergbaufolgelandschaft eine Frage der räumlichen Skala. Die Transektuntersuchungen zeigen eine hohe Dynamik auf den einzelnen Flächen. Nur wenige Flächen sind im Hinblick auf ihre Artenzahl und -zusammensetzung im Laufe der Untersuchungsjahre unverändert geblieben. Demgegenüber steht eine geringe Dynamik der Artenzahlen

und -zusammensetzung aller Untersuchungsflächen. Untersuchungen (Jentsch, mündliche Mitteilung) zeigen zudem, dass die wenigen neuen Arten aus der näheren Umgebung des Transekts stammen. Es lassen sich zwei gegenläufige Entwicklungen erkennen.

Bei hoher Dynamik findet auf den einzelnen Flächen eine fortlaufende Etablierung aus dem vorhandenen Artenpool der näheren Umgebung statt. Dies zeigt sich auch daran, dass auf über der Hälfte der Flächen seit Beginn der Untersuchungen eine Zunahme der Arten zu verzeichnen ist. Die Sukzession schreitet also in Form der Besiedlung weiterer Flächen des Transekts durch Arten aus dem vorhandenen Pool fort. Über die Gründe dafür, dass diese Entwicklung nicht auf allen Flächen gleichermaßen stattfindet, kann im Rahmen der vorgenommenen Untersuchungen nur spekuliert werden.

Auf Grundlage der Untersuchungen werden in Abbildung 43 die wesentlichen Besiedlungswege der Bergbaufolgelandschaft schematisch dargestellt. Die großen Pfeile symbolisieren den Eintrag von Diasporen aus der Umgebung und durch Rekultivierungsmaßnahmen. Aus ihnen rekrutiert sich der Artenpool, aus dem heraus einzelne Flächen besiedelt werden können. Diese sind im Verlauf von vier Jahren (1–4) dargestellt. Es ist zu erkennen, dass es immer wieder zu Veränderungen der quantitativen und qualitativen Artenzusammensetzung kommt. Die Flächen können sich sowohl untereinander beeinflussen als auch auf den Artenpool zurückwirken.

Hinweise auf mögliche Ursachen der hohen Dynamik in der Entwicklung der Artenzusammensetzung auf den Einzelflächen können die Störungsversuche geben. Hier zeigte sich, dass es nach der Störung überwiegend zu einer Erhöhung der mittleren Artenzahl kam. Auf den Referenzflächen, die frei von experimentellen Störungen blieben, konnte an den meisten Probestellen hingegen eine Abnahme der mittleren Artenzahl beobachtet werden. Eine mechanische Störung, wie sie in dem beschrie-

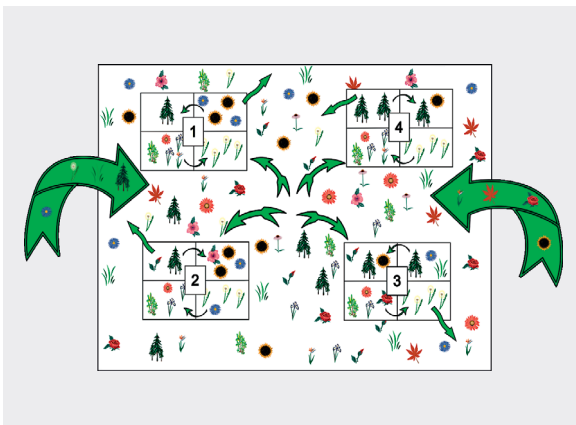


Abb. 43: Schematische Darstellung der Besiedlungswege im Offenland der Schlabendorfer Bergbaufolgelandschaft. Die Zahlen stellen die Entwicklungen einzelner Flächen im Verlauf von vier Jahren dar. Nähere Erläuterungen im Text.

benen Versuch durchgeführt wurde, führt in den meisten Fällen also zu einer – mindestens vorübergehenden – Artenzunahme. Ebenso wie für das Transekt konnte auch für die Störungsflächen keine Erhöhung der Gesamtartenzahl des jeweils untersuchten Vegetationstyps festgestellt werden, da sich die neu in die Störflächen einwandernden Arten ausschließlich aus dem Artenpool der Umgebungsvegetation rekrutierten (Denkinger & Wiegler 2007). Dies deckt sich mit Untersuchungsergebnissen aus der mitteldeutschen Bergbaufolgelandschaft. Hier wurde festgestellt, dass der größte Teil der auf vegetationsfreien Flächen nachgewiesenen Diasporen aus einer Distanz von weniger als zehn Metern Entfernung stammt (FBM 1999). Fernausbreitungsprozesse sind selten, und auf außergewöhnliche Ereignisse wie Stürme oder die Verschleppung durch Tiere oder Menschen angewiesen (Tischew 2004). Sie sind bei kleinflächigen Untersuchungen schwer nachzuweisen (Jensch 2004).

Wenngleich es durch Störungen zu keiner Artenzunahme auf der Ebene der Vegetationseinheit kam, so trugen sie dennoch zu einer Vegetationsdynamik auf den einzelnen Flächen bei. Dies bestätigen auch weitere Untersuchungen in Sandlebensräumen (z. B. Treiber 1997; Felinks 2000a; Jensch 2004; Friedrich 2006). Dabei kann sich eine Störung auf verschiedene Vegetationseinheiten sehr unterschiedlich auswirken. Vor allem in den untersuchten *Calamagrostis*-Beständen führte sie zu einer Zunahme der Artenzahl auf der Einzelfläche. Parallele Diasporenbankuntersuchungen ergaben hier größere Mengen an Diasporen und höhere Taxazahlen als in benachbarten Sandtrockenrasen. Dies deutet darauf hin, dass *Calamagrostis*-Bestände durch ihre Struktur, das heißt die im Vergleich mit Sandtrockenrasen höher aufwachsende Vegetation, in der Lage sind, mit dem Wind angewehrte Diasporen »einzufangen«. Zusätzlich sind in *Calamagrostis*-Beständen die Keimungs- und Etablierungsbedingungen durch bessere Bodenbedingungen (Nährstoffverfügbarkeit, Wasserversorgung) und durch ein besseres Mikroklima günstiger als in Sandtrockenrasen (Jakob et al. 1996), so dass eine mechanische Störung des Oberbodens tendenziell für mehr Diasporen bessere Keimungs- und Etablierungsmöglichkeiten als in Sandtrockenrasen bietet.

Obwohl Störungsereignisse auf den Transektflächen nicht unmittelbar beobachtet werden konnten, können sie trotzdem einen Erklärungsansatz für die beobachteten Entwicklungen bieten. Außer »harten« Ereignissen, wie sie in den Störversuchen simuliert wurden, gibt es auch weniger drastisch wirkende »weiche« Störungsparameter. Dies können zum Beispiel Wind- und Wassererosion, Kleintieraktivitäten oder auch subtil wirkende meteorologische Phänomene wie ein kurzzeitiges Starkregenereignis sein. Störungen können sich deshalb auch in Form von sehr viel schwerer nachzuweisenden Konkurrenzverschiebungen auswirken, die bereits auf der Fläche vorkommenden Arten Vorteile verschaffen. In allen Fällen kommt es zu einer Änderung der qualitativen und quantitativen Zusammensetzung der Vegetation.