

## **Vegetationsentwicklung in der Offenlandschaft des Lausitzer Braunkohlenreviers am Beispiel der Außenkippe Bärwalde**

Werner Pietsch

Im Jahre 1993 fand ein Geländepraktikum des Institutes für Landschafts- und Pflanzenökologie der Universität Hohenheim im Biosphärenreservat „Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft“ unter Leitung von Herrn Professor Böcker statt. Dabei wurden auch Flächen einer Bergbaufolgelandschaft im Bereich Lohsa gemeinsam mit Herrn Prof. Böcker und mir aufgesucht. Fünf Jahre später wurde dieses Gebiet der Außenkippe Bärwalde des Tagebaues Lohsa IV als Totalreservat in das Areal des Biosphärenreservates einbezogen.

Ziel ist das Studium der Vegetationsentwicklung auf der Grundlage von Dauerbeobachtungsflächen in Abhängigkeit von der Beschaffenheit der Kippsubstrate und deren Alter als Grundlage für ein zukünftiges Monitoring.

Diesem gemeinsamen Besuch der Offenlandschaft wird vorliegender Beitrag gewidmet.

### **Abstract**

Vegetation development in the open landscape of the Lusatian lignite mining district, demonstrated by example of the external overburden dump Bearwalde

The external overburden dump Baerwalde of the opencoal mine Lohsa II originates from a conveying bridge dump (1968 to 1974) which, between 1977 and 1981, was covered with overburden of quaternary origin from the open pit Bearwalde.

Until 1989 the area was used for military purposes as a shooting range. Consequently, it was exposed to different influences. In dependence on the degree of utilisation, distinct succession stages developed on the dump substrate of equal quality. According to a primary progressive succession on dump substrates of mainly quaternary origin, the vegetation development includes pioneer stands with *Corynephorus canescens*, extended heathland with *Calluna vulgaris* and finally birch-pine coppices surrounding with *Calluna*.

The vegetation development is described for selected permanent plots (observation areas) on the basis of 108 plant-sociological records, where the physico-chemical quality of the dump substrates of the respective succession stages are taken into account.

Die Außenkippe Bärwalde des Tagebaus Lohsa II ist aus einer Förderbrückenkippe, zwischen 1968 und 1974 angelegt, hervorgegangen und wurde im Zeitraum 1977 bis 1981 mit Abraum quartärer Herkunft aus dem Tagebau Bärwalde überdeckt.

Das Gebiet wurde bis 1989 militärisch als Schießplatz genutzt und unterlag so einer unterschiedlichen Beeinflussung. Je nach dem Nutzungsgrad haben sich auf dem Kippsubstrat gleicher Beschaffenheit unterschiedliche Sukzes-

sionsstadien entwickelt. Die Vegetationsentwicklung verläuft im Sinne einer primären progressiven Sukzession auf den Kippsubstraten überwiegend quartärer Herkunft von *Corynephorus canescens*-Pionierfluren über ausgedehnte Heideflächen mit *Calluna vulgaris* bis hin zu *Calluna*-reichen Birken-Kieferngehölzen.

An ausgewählten Dauerbeobachtungsflächen wird die Vegetationsentwicklung auf der Grundlage von 108 pflanzensoziologischen Aufnahmen und die physikalisch-chemische Beschaffenheit der Kippsubstrate der jeweiligen Sukzessionsstadien beschrieben.

## 1. Einleitung

Seit 4 Jahrzehnten werden umfangreiche Untersuchungen über die pflanzliche Besiedlung und die Vegetationsentwicklung auf unterschiedlichen Rohboden- und Kippsubstraten des Braunkohlenabbaus in den Bergbaufolgelandschaften der Lausitzer und Mitteldeutschen Braunkohlenreviere durchgeführt. Zusammenfassende Darstellungen des Lausitzer Reviers finden sich bei PIETSCH (1998, 1999) und PIETSCH & SCHÖTZ (1999).

Am Beispiel der Bergbaufolgelandschaft des Tagebaus Lohsa, Außenkippe Bärwalde wird die Vegetationsentwicklung der Offenlandschaft untersucht und beschrieben.

Einmal handelt es sich um Flächen, die bereits 1981 angelegt wurden, deren zentraler Bereich durch eine militärische Nutzung ständig offen gehalten wurde, während die Randbereiche kaum oder nur einer geringen Beeinflussung unterlagen [6].

Zum anderen handelt es sich um eine Fläche, die als Böschung für die zukünftige Gestaltung des Speicherbeckens Lohsa II erst seit 1991 geschaffen wurde. Es lassen sich hier Flächen mit Kippsubstraten unterschiedlichen Alters von 1 bis 5 (7) Jahren unterscheiden [1].

Bei den Flächen des ersten Standortes handelt es sich um Kippsubstrate gleichen Alters, die aber einer unterschiedlichen Beeinflussung durch den Menschen ausgesetzt waren. So haben wir es einmal mit einer Erstbesiedlungsvegetation auf den bisher ständig offen gehaltenen Sandflächen des zentralen Bereichs zu tun, die von lockeren Silbergras-Pionierfluren bewachsen werden.

Zum anderen waren die nicht ständig genutzten weniger beeinflussten Flächen bereits von Sand-Pionierfluren bewachsen und zeichnen sich durch ausgedehnte *Helichrysum arenarium*- und *Jasione montana*-Fluren aus.

Die Randbereiche des Gebietes, die keinerlei Nutzung unterlagen, haben sich in den zurückliegenden Jahren zu ausgedehnten dichten Heidekraut-Beständen entwickelt oder werden bereits von einem lockeren Birken-Kiefernwald mit *Calluna vulgaris* im Unterwuchs bewachsen.

Während der letzten 4 Jahre kam es zu einer auffälligen Veränderung der Vegetationsstruktur im Sinne einer primären progressiven Sukzession in Richtung des nächst höher organisierten Sukzessionsstadiums.

Die Westböschung der Außenkippe Bärwalde stellt den zukünftigen Uferbereich des geplanten Speicherbeckens Lohsa II dar. Aus diesem Grund erfolgte in den Jahren 1991 bis 1995 eine Abflachung auf eine Neigung von 1:9 bis 1:11 von Süd nach Nord statt.

Die Substrate weisen so ein unterschiedliches Alter von 1 Jahr im nördlichen Teil der Böschung und 5 Jahren im südlichen Bereich auf. In diesem Zeitraum haben sich neben den vegetationsfreien Flächen tertiärer Herkunft Silbergras-Pionierfluren, Sand-Pionierfluren und Besenginster-Heiden entwickelt.

## 2. Material und Methoden

Lage des Untersuchungsgebietes: Biosphärenreservat „Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft“, Tagebau Lohsa IV, Außenkippe Bärwalde, Niederschlesischer Oberlausitz kreis, Wartha, Freistaat Sachsen. Die Erfassung der Vegetationsverhältnisse erfolgte nach der Schätzmethode von BRAUN-BLANQUET und wurde an ausgewählten Dauerbeobachtungsflächen vorgenommen. Die pflanzensoziologischen Aufnahmen werden in Einzeltabellen sowie in einer Stetigkeitstabelle zusammengefasst. Die taxonomische Bezeichnung der Arten erfolgt nach ROTHMALER (10. Auflage). Gleichzeitig wurde die physikalisch-chemische Beschaffenheit der Kippsubstrate der verschiedenen Sukzessionsstadien der Dauerbeobachtungsflächen untersucht. Zur Beurteilung der physikalischen Beschaffenheit wurden die wichtigsten Kornfraktionen bestimmt, wie Skelettanteil (>2 mm), Grobsand (2-0,63 mm), Mittelsand (0,63 mm) sowie Schluff- und Tonfraktion (<0,063 mm).

Außerdem wurden folgende Kenngrößen untersucht, wie pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Kationenaustauschkapazität (KAK, T- und S-Wert), C, N, Gesamt-S sowie Glühverlust.

Die wichtigsten Bodenparameter wurden nach folgenden Methoden untersucht:

Parameter	Untersuchungsmethode
Korngrößenfraktionen	Ermittlung der Sandfraktionen durch Nasssiebung bzw. der Schluff- und Tonfraktionen mittels Sedimentation
pH-Wert, Elektrische Leitfähigkeit (EC)	Extraktion mit destilliertem Wasser (1:2,5), Messung mit pH Messgerät bzw. Konduktometer der Fa. WTW
Sulfatgehalt	Extraktion mit destilliertem Wasser (1:5), Messung am IC
Gesamtgehalte an C,N,S	Messung am CHN-Analysator bzw. SC-Analysator
Gehalt an organischer Substanz	Bestimmung des Glühverlustes im Muffelofen bei 550° C
Gehalte an Ca, Mg, K, Al, Fe und Mn	Bestimmung für K am AAS, für alle anderen Elemente am ICP

### 3. Vegetationsentwicklung

Die wichtigsten Sukzessionsstadien werden am Beispiel von soziologischen Aufnahmen mit Angabe der Artmächtigkeit und der Soziabilität dargestellt (Tab. 1 bis 3).

Tab. 4 gibt eine Übersicht der wichtigsten Sukzessionsstadien der Vegetationsentwicklung in Form von Stetigkeitsangaben.

Die Erstbesiedlung beginnt mit den Pionierarten der Silbergras- und Sandpionierfluren, wie *Corynephorus canescens*, *Festuca rubra*, *F. ovina* [3, 4, 5].

Sand Strohblumen - Berg Jasionen-Flur (Tab. 1) (*Helichrysum arenarium-Jasione montana*-Ges.)

Die Sand-Pionierflur ist als Pioniervegetation der zentralen Hochfläche großflächig entwickelt und ist zunächst aus der artenarmen Silbergras-Pionierflur hervorgegangen (Aufn. 1-3). Es lassen sich eine *Hieracium pilosella*-reiche Ausbildung (Aufn. 4-5), eine *Rumex acetosella*-reiche Ausbildung (Aufn. 6 und 7) und eine typische Ausbildung unterscheiden (Aufn. 8-12). *Helichrysum arenarium* und *Jasione montana* bestimmen den Blühaspekt der Flächen während der Sommermonate. Arten der Schlagfluren und der Heidekraut-Ginsterheiden sind nur sporadisch vertreten.

Die Sand-Pionierflur ist als Pioniervegetation der zentralen Hochfläche großflächig entwickelt und aus der artenärmeren Silbergras-Pionierflur hervorgegangen.

Heidekraut-Ginsterheiden (Tab. 2) (*Calluna vulgaris-Sarothamnus scoparius*-Heide)

Die vorangegangene Vegetation der Silbergras- und Sand-Pionierfluren wurde im Verlaufe der primären progressiven Sukzession allmählich von phanerophytischen Arten der Calluno-Ulicetea durchdrungen. Wir unterscheiden Durchdringungsstadien mit Arten der Sand-Pionierfluren (Aufn. 1 u. 2) von einer typischen Ausbildung (Aufn. 3 bis 7) durch dichte *Calluna vulgaris*-Bestände und dem steten Auftreten von *Festuca rubra* charakterisiert. Weiterhin lassen sich eine Ausbildung mit *Cytisus scoparius* (Aufn. 8 bis 10) und stetem Vorkommen von *Calamagrostis epigejos* sowie eine artenärmere Ausbildung mit *Molinia caerulea* (Aufn. 11 u. 12), der jegliche Vertreter der Silbergras- und Sand-Pionierfluren fehlen, unterscheiden.

Birken-Kieferngehölze (Tab. 3)

Neben der vorherrschenden Birke und Kiefer (*Betula pendula-Pinus sylvestris*-Gehölze) sind auch Stieleiche (*Quercus robur*) und Zitterpappel (*Populus tremula*) beigemischt. Sie bilden ein lockeres Gehölz auf den ältesten Flächen bzw. den Flächen, die der geringsten Nutzung unterlagen.

Es handelt sich um das am höchsten organisierte Sukzessionsstadium, das sich bereits durch eine Schichtung der Vegetation auszeichnet und fast ausschließ-

lich Hemikryptophyten (überwiegend ausdauernde Gräser) und Phanerophyten (Zwergsträucher, Sträucher und Bäume) zusammengesetzt wird.

Je nach der vorherrschenden Artenstruktur der Krautschicht lassen sich eine Ausbildung mit *Corynephorus canescens* (Aufn. 1 bis 4) mit vorherrschenden Arten der Silbergras- und Sand-Pionierfluren von einer *Calluna vulgaris*-reichen Ausbildung (Aufn. 5 bis 8) durch dominantes Auftreten von *Calluna vulgaris* und einer hohen Gesamtartenzahl gekennzeichnet und einer Ausbildung von *Calamagrostis epigejos* (Aufn. 9 bis 12) mit Adlerfarn (*Pteridium aquilinum*) und Behaarter Segge (*Carex hirta*) als weitere typische Arten unterscheiden.

Für die zentrale Hochfläche sind die großflächig entwickelten Heidekraut-reichen Ausbildungen der Randbereiche des ehemaligen Schießplatzes, die der geringsten Beeinflussung unterlagen, besonders wertvoll und schutzwürdig.

Das Heidekraut-reiche Birken-Kieferngehölz ist das hier am weitesten entwickelte Vegetationsstadium.

Unabhängig von den Sukzessionsstadien der Vollserie gibt es Arten, die nach ihrer Etablierung artenarme Dominanzbestände bilden. Im Zeitraum seit 1981 bzw. 1989 hat sich deren Vegetationsstruktur kaum verändert. Die Vegetationsentwicklung ist in dem Stadium der Erstbesiedlung stehen geblieben. Es handelt sich um Standorte mit einem hohen Anteil an Kippsubstraten tertiärer Herkunft, die sich durch hohe Azidität (pH 1,9 - 2,8), extrem hohe Leitfähigkeit, Trockenheit und extrem wasserabweisende Beschaffenheit auszeichnen [2, 3, 4, 5].

Es sind Dauerpionierstadien mit dominierenden Arten wie Silbergras (*Corynephorus canescens*), Land-Reitgras (*Calamagrostis epigejos*), Pfeifengras (*Molinia caerulea*), Rauhblatt-Schwengel (*Festuca brevipila*), Sand-Segge (*Carex arenaria*), Kleinblütige Nachtkerze (*Oenothera parviflora*), Sand-Nachtkerze (*Oenothera ammophila*), Rotstengelige Nachtkerze (*Oenothera rubricaulis*) und Bereifte Brombeere (*Rubus caesius*).

#### **4. Beschaffenheit der Kippsubstrate**

Bei den Substraten des Ausgangsmaterials handelt es sich um Mittelsande quartärer Herkunft mit unterschiedlichen Anteilen an Grob- und Feinsand.

Aufgrund der Hangneigung der Westböschung findet hier eine Erosion im Sinne einer Auswaschung des Feinsandes statt. Diese führt auf den darunter sich anschließenden Flächen zu einer Bodenverdichtung und gleichzeitigen Anreicherung an organischer Substanz.

Die Verteilung ausgewählter physikalisch-chemischer Kenngrößen wird für die wichtigsten Sukzessionsstadien der Kippsubstrate der Hochfläche (Abb. 1) und der Westböschung (Abb. 2) dargestellt. In beiden Untersuchungsgebieten besitzen die vegetationsfreien Standorte die niedrigsten pH-Werte aber die höheren Leitfähigkeiten als die bewachsenen.

Die Silbergras- und Sand-Pionierfluren zeichnen sich durch niedrigere Werte der organischen Substanz sowie Kohlen- und Stickstoff als die Kippsubstrate der *Calluna*-Heiden aus.

Besonders auffällig ist der höhere Anteil der Schluff- und Tonfraktion bei den Flächen der Heidekraut-Besenginster-Heiden. Die *Calluna* bewachsenen Flächen zeichnen sich durch erhöhte staunasse Verhältnisse, sowie pH-Werte im sauren Bereich als auch höhere Werte für organische Substanz und an Gesamt C aus.

Mit der Zunahme des Schluff- und Tonanteils sind höhere Gehalte an organischer Substanz zu verzeichnen. Mit zunehmendem Alter der Substrate läßt sich auf den Flächen der Westböschung eine größere Artenvielfalt feststellen (Abb. 3). Es besteht ein Zusammenhang zwischen dem Alter der Kippsubstrate, der Gesamtartenzahl und dem Humusgehalt [1].

## **5. Schlussfolgerung**

Der Verlauf der Vegetationsentwicklung auf der Hochfläche der Außenkippe Bärwalde von Pionierstadien zu ausgedehnten Heideflächen und Heidekrautreichen Birken-Kieferngehölzen läßt sich mit der Sukzession auf dem ehemaligen Schieß- und Truppenübungsplatz Prösa im Naturpark Niederlausitzer Heidelandschaft vergleichen.

Im Zentrum dieses ehemaligen Übungsgebietes haben sich ebenfalls je nach dem Grad der militärischen Nutzung der Flächen unterschiedliche Sukzessionsstadien bis hin zu ausgedehnten Heideflächen entwickelt. Die natürliche Sukzession zum Wald wurde durch das ständige Offenhalten bestimmter Flächen unterbunden, während sich in den Randbereichen *Calluna*-reiche Birken-Kieferngehölze entwickelt haben.

Die jüngsten, etwa 2-3 Jahre alten Flächen werden von Silbergras- und Sand-Pionierfluren bewachsen, auf den 5 bis 7 Jahre alten Flächen haben sich bereits ausgedehnte, teilweise sehr dichte Besenginster-Bestände entwickelt, die aus den Sand-Pionierfluren hervorgegangen sind.

## 6. Literaturhinweise

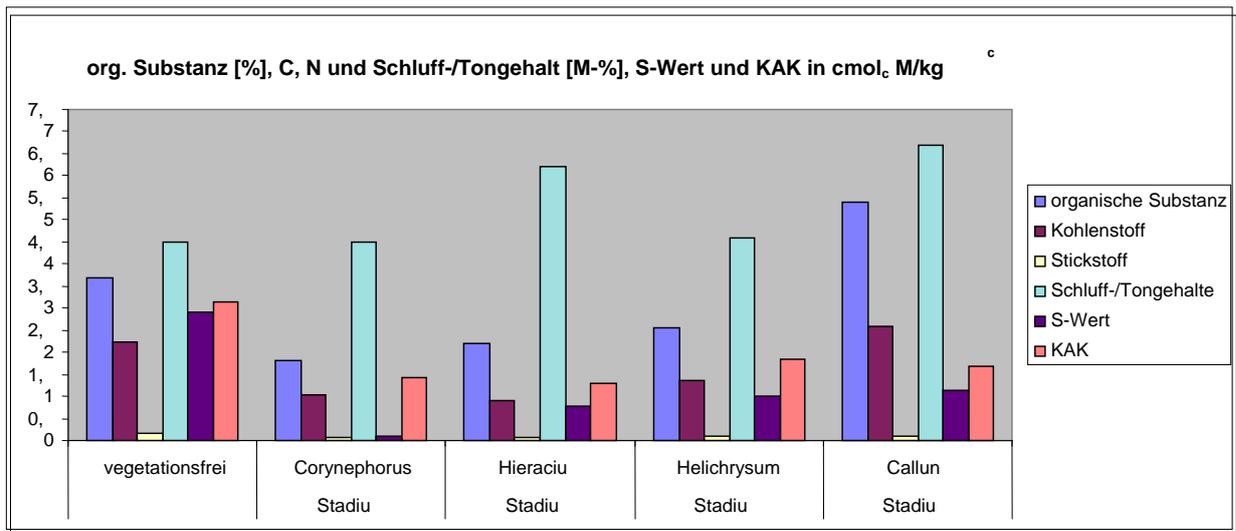
- DIETRICH, F. (1997): Untersuchungen über die physikalisch-chemische Beschaffenheit quartärer Kippsubstrate in Beziehung zur Sukzession von Silbergrasfluren, Sandtrockenrasen und Besenginsterheiden am Beispiel der Bergbaufolgelandschaft im Tagebau Lohsa, Außenkippe Bärwalde. Diplom-Arbeit, BTU Cottbus. [1]
- PIETSCH, W. (1965): Die Erstbesiedlungs-Vegetation eines Tagebau-Sees. Synökologische Untersuchungen im Lausitzer Braunkohlen-Revier. - *Limnologica* (Berlin), 3 (2): 177-222. [2]
- PIETSCH, W. (1998): Sukzession der Vegetation im NSG „Insel im Senftenberger See“ (1970-1996). - *Ber. Inst. Landschafts-Pflanzenökologie, Univ. Hohenheim, Beih.* 5: 54-68. [3]
- PIETSCH, W. & SCHÖTZ, A. (1999): Vegetationsentwicklung auf Kippprohböden der Offenlandschaft - Rolle für die Bodenindikation. In: R. F. HÜTTL, D. KLEM u. E. WEBER: *Rekultivierung von Bergbaufolgelandschaften*. Walter de Gruyter GmbH & Co KG: 101-117. [4]
- PIETSCH, W. (1999): Ausgewählte Sukzessionsstadien der Vegetationsentwicklung in der Bergbaufolgelandschaft des Lausitzer Braunkohlenreviers. *Abh. Naturw. Verein Bremen* 44/2. [5]
- RÄTZE, T. (1997): Untersuchung über die physikalisch-chemische Beschaffenheit von Kippsubstraten reicher Standorte am Beispiel der Bergbaufolgelandschaft im Tagebau Lohsa IV, Außenkippe Bärwalde. Diplom-Arbeit, BTU Cottbus 1997. [6]
- WOLF, G. (1985): Primäre Sukzession auf kiesig-sandigen Rohböden im Rheinischen Braunkohlenrevier. *Schr. für Vegetationskunde* 16, Bonn-Bad Godesberg. [7]

### **Anschrift des Autors:**

Prof. Dr. Werner Pietsch  
Am Tälchen 16  
D - 01159 Dresden

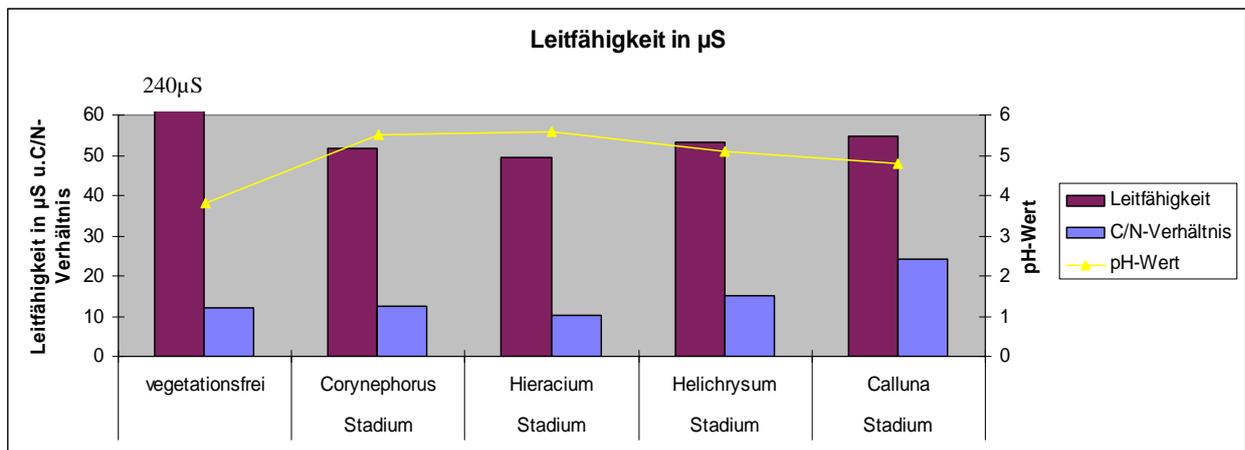
**Abb.1a:** Verteilung ausgewählter physikalisch-chemischer Kenngrößen der Kippsubstrate unterschiedlicher Sukzessionsstadien der Hochfläche

	vegetationsfrei	Stadium Corynephorus	Stadium Hieracium	Stadium Helichrysum	Stadium Calluna
organische Substanz	3,7	1,8	2,2	2,55	5,4
Kohlenstoff	2,23	1,03	0,91	1,36	2,6
Stickstoff	0,17	0,08	0,08	0,11	0,11
Schluff-/Tongehalte	4,5	4,5	6,2	4,6	6,7
S-Wert	2,905	0,0943	0,789	1,01	1,126
KAK	3,137	1,437	1,29	1,843	1,672



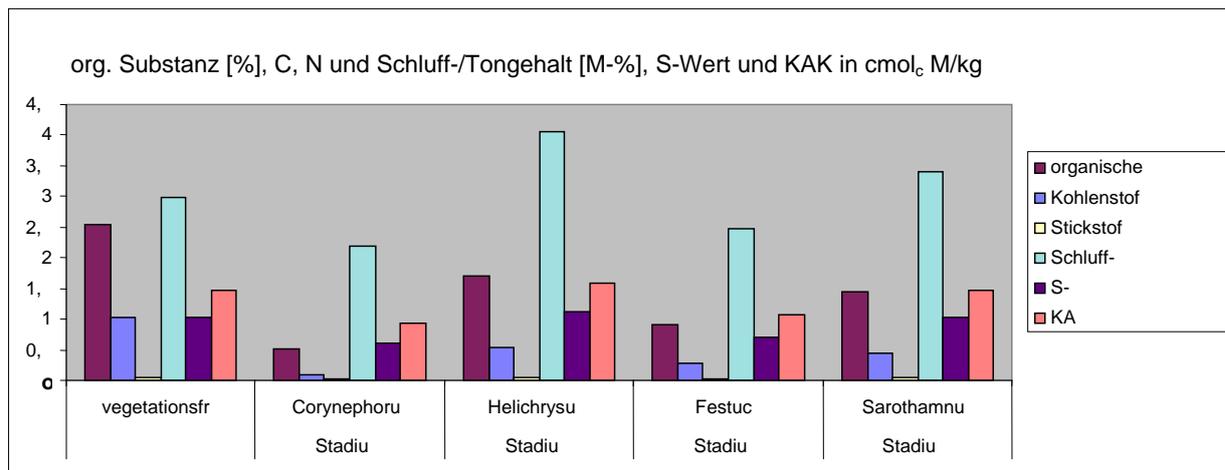
**Abb. 1b:** Verteilung der Leitfähigkeit, des C/N-Verhältnisses und des pH-Wertes

	vegetationsfrei	Stadium Corynephorus	Stadium Hieracium	Stadium Helichrysum	Stadium Calluna
Leitfähigkeit	240	51,8	49,6	53,1	54,6
C/N-Verhältnis	12,2	12,4	10,2	15,1	24,1
pH-Wert	3,8	5,5	5,6	5,1	4,8



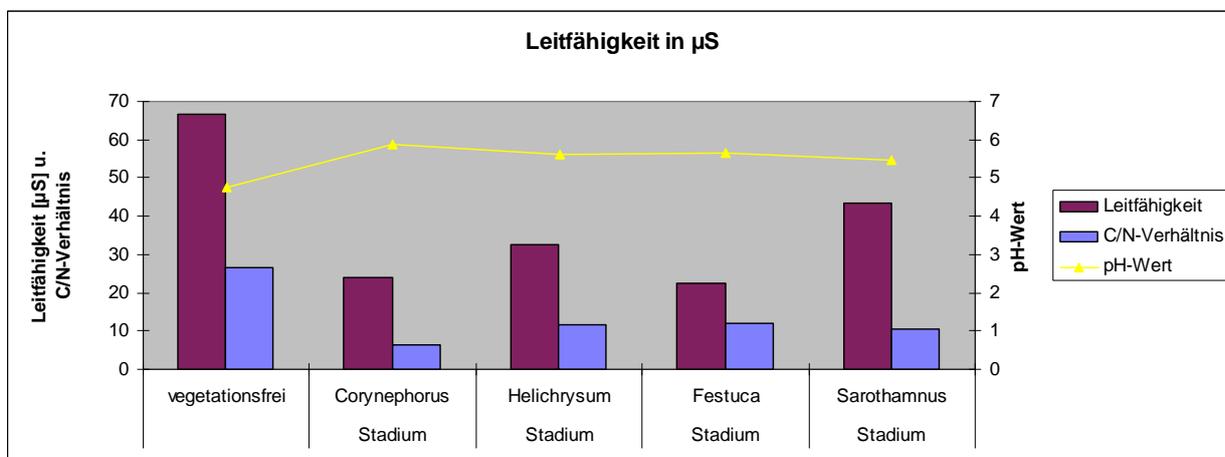
**Abb. 2a:** Verteilung ausgewählter physikalisch-chemischer Kenngrößen der Kippsubstrate der Westfläche unterschiedlicher Sukzessionsstadien

	vegetationsfrei	Stadium Corynephorus	Stadium Helichrysum	Stadium Festuca	Stadium Sarrothamnus
organische Substanz	2,541	0,52167	1,70533	0,916	1,445
Kohlenstoff	1,0325	0,0833	0,5367	0,28	0,4525
Stickstoff	0,03875	0,0133	0,0467	0,0233	0,0425
Schluff-/Tonengehalte	2,975	2,2	4,067	2,467	3,4
S-Wert	1,01775	0,6033	1,12367	0,69733	1,022
KAK	1,458	0,9433	1,58067	1,08367	1,458



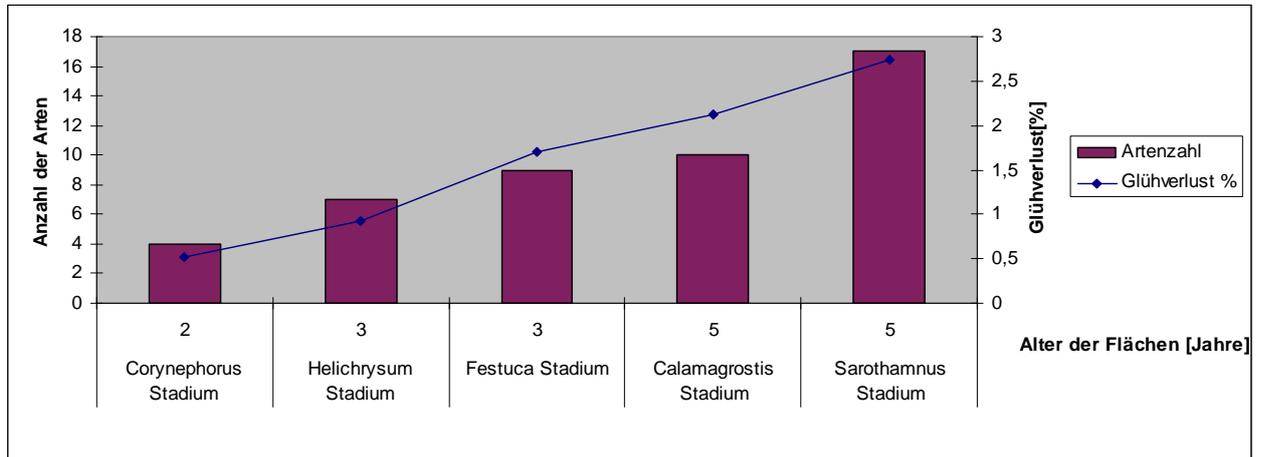
**Abb. 2b:** Verteilung der Leitfähigkeit, des C/N-Verhältnisses und des pH-Wertes

	vegetationsfrei	Stadium Corynephorus	Stadium Helichrysum	Stadium Festuca	Stadium Sarrothamnus
Leitfähigkeit	66,775	24,067	32,533	22,567	43,4
C/N-Verhältnis	26,6452	6,25	11,5	12	10,6471
pH-Wert	4,755	5,8623	5,61	5,65	5,4775



**Abb.3:** Zusammenhang zwischen Artenvielfalt, Alter der Kippsubstrate und Humusgehalt

	Stadium Corynephorus Stadium	Stadium Helichrysum Stadium	Stadium Festuca Sta- dium	Stadium Calamagrostis Stadium	Stadium Sarothamnus Stadium
Alter	2	3	3	5	5
Artenzahl	4	7	9	10	17
Glühverlust %	0,52	0,92	1,71	2,12	2,74



**Tab. 1:** Sand-Strohblumen - Berg-Jasionen-Flur

a) Aufn. 1 bis 3: artenarme Silbergrasflur

b) Aufn. 4 bis 5: *Hieracium pilosella*-Ausbildungc) Aufn. 6 und 7: *Rumex acetosella*-Ausbildungd) Aufn. 8 bis 12: typische Ausbildung der *Helichrysum arenarium*-*Jasione montana* Ges.

	a		b			c			d			
Nr. der Aufnahmen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Größe der Aufnahme­fläche in m <sup>2</sup>	40	60	40	12	12	20	16	8	40	40	8	4
Gesamtdeckung in %	45	60	80	45	65	70	75	70	85	90	80	90
Gesamtartenzahl	2	4	9	8	7	8	6	11	11	6	8	5
Alter der Fläche in Jahren	3	4	4	4	5	5	6	6	6	5	6	6
<b>Arten der Sandboden-Pionierfluren (Sedo-Scleranthetea):</b>												
<i>Helichrysum arenarium</i>			+1	1.1	1.3	+1	+1	3.4	4.5	4.5	3.4	2.3
<i>Jasione montana</i>		+1	+1		+1				+1	2.3	3.4	4.5
<i>Hieracium pilosella</i>		+1	1.1	3.4	4.5	2.3	2.3	1.3	1.1	1.1	+1	+1
<i>Rumex acetosella</i>					+1	3.4	3.4	1.1			+1	
<i>Festuca brevipila</i>			1.2	+2		2.3	3.4					
<i>Achillea millefolium</i>				+1					+1			
<i>Festuca rubra</i>				+2		+2	1.2				+2	
<i>Taraxacum laevigatum</i>					+2							
<i>Artemisia campestris</i>				+1							+1	
<i>Centaurea stoebe</i>									+1			+1
<b>Arten der Silbergras-Pionierfluren (Corynephoretea):</b>												
<i>Corynephorus canescens</i>	3.4	4.5	5.5	+1		+1		1.2				
<i>Teesdalia nudicaulis</i>			1.1		1.3			2.3	1.1	2.1	+1	
<i>Omithopus perpusillus</i>			+1						+3	+3		
<i>Oenothera parviflora</i>						4			2.3	1.1	+1	2.3
<i>Oenothera ammophila</i>												
<i>Spergula morisonii</i>	+1	+1										
<i>Filago minima</i>			+1									
<b>Arten der Schlagfluren (Epilobietea):</b>												
<i>Calamagrostis epigejos</i>			+2		+2							
<i>Epilobium angustifolium</i>								+1				
<i>Conyza canadensis</i>								+1	+1			
<b>Arten der Heidekraut-Ginster-Heiden (Calluno-Ulicetea):</b>												
<i>Calluna vulgaris</i>						+1	+1	+1				
<i>Rubus caesius</i>									+1			
<i>Betula pendula juv.</i>								+1				
<i>Hypochaeris radicata</i>				+1		+1		1.2				
<i>Agrostis capillaris</i>								+2	1.2			

**Tab. 2:** Heidekraut-Ginsterheiden

- a) Aufn. 1 u. 2: Durchdringungsstadien von Sand-Pionierfluren  
 b) Aufn. 3 bis 7: typische Ausbildungen  
 c) Aufn. 8 bis 10: *Sarothamnus*-reiche Ausbildungen  
 d) Aufn. 11 u. 12: *Molinia*-reiche Ausbildungen

	a				b				c		d	
Nr. der Aufnahmen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Größe der Aufnahmefläche in m <sup>2</sup>	10 0	12 0	10 0	12 0	80	80	12 0	80	60	80	60	40
Gesamtdeckung in %	70	70	80	80	95	95	10 0	95	10 0	10 0	90	90
Gesamtartenzahl	4	7	8	9	8	11	10	7	9	7	7	5
Alter der Fläche in Jahren	6	6	8	8	8	8	8	10	10	9	10	10
<b>Arten der Heidekraut-Ginster-Heiden</b> ( <i>Calluno-Ulicetea</i> ):												
<i>Calluna vulgaris</i>	3.4	3.4	4.5	4.5	5.5	5.5	5.5	3.4	2.3	2.3	3.4	4.5
<i>Hypochaeris radicata</i>			1.2	+1		+2	1.2	+2	+1		+1	
<i>Cytisus scoparius</i>						+1	+1	3.4	4.5	5.5		+1
<i>Rubus caesius</i>				+1	+1					+3		
<i>Genista pilosa</i>					+1	+1						
<i>Hieracium laevigatum</i>											1.1	+1
<b>Arten der Silbergras-und Sand-Pionierfluren</b> ( <i>Corynephoretea, Sedo-Scleranthetea</i> ):												
<i>Festuca rubra</i>			1.2	1.2	1.2	+2	+2	+2	1.2	1.2		
<i>Hieracium pilosella</i>		+1	2.1	+1	+1	2.1	+1	+1				
<i>Agrostis capillaris</i>					1.2	+2			+2	+2	+2	
<i>Filago minima</i>	2.1	1.1	+1									
<i>Corynephorus canescens</i>	3.4	2.3		+2								
<i>Teesdalia nudicaulis</i>		2.3				2.1	2.1					
<i>Ornithopus perpusillus</i>		1.2		+2		+2						
<i>Jasione montana</i>			+1				+1	+1				
<i>Helichrysum arenarium</i>				1.1	+1	+1						
<i>Artemisia campestris</i>				+1			+1		1.1			
<i>Centaurea stoebe</i>							+1		1.1	+1		
<i>Rumex acetosella</i>	1.1	2.1										
<i>Achillea millefolium</i>			+1			+1						
<b>Arten der Schlagfluren (Epilobietea):</b>												
<i>Calamagrostis epigejos</i>					+2			1.2	2.3	+2	+2	
<i>Holcus mollis</i>							+2					+2
<i>Conyza canadensis</i>			+1									
<b>weitere Arten:</b>												
<i>Betula pendula juv.</i>									+1		+1	
<i>Molinia caerulea</i>											3.4	2.3

**Tab. 3:** Ausbildungen der Birken-Kieferngehölze

Aufn. 1 - 4: *Corynephorus canescens*-reiche Ausbildung

Aufn. 5 - 8: *Calluna vulgaris*-reiche Ausbildung

Aufn. 9 - 12: *Calamagrostis epigejos*-reiche Ausbildung

		a				b				c		
Nr. der Aufnahmen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Aufnahmefläche in m <sup>2</sup>	160	120	120	120	120	120	140	120	100	180	200	200
Gesamtdeckung in %	65	70	75	80	75	90	90	95	80	80	95	95
Gesamtartenzahl	10	11	17	15	8	15	15	15	14	11	13	9
Alter der Fläche in Jahren	8	8	8	10	6	6	8	8	10	9	10	10
Baumschicht-Deckung in %	45	45	45	60	30	45	30	45	40	55	50	30
Baumschicht-Wuchshöhe in m	4	4	3-4	4	3-5	3-5	3-5	4-5	4-5	4-5	4-5	3-5
Strauchschicht-Deckung in %	1-2	1-2	1-2	2	1-2	2,5	1-2	2,5	1-2	1-2	2,5	1-2
Strauchschicht-Wuchshöhe in m	1,8	1,5	1,5	1-2	0,5-1	1-2	1-2	1,5	1,4	1,5	2	2
Krautschicht-Deckung in %	60	65	70	75	60	90	90	90	75	75	85	85
<b>Arten der Birken-Kieferngehölze</b>												
(Vaccinio-Piceetea, Quercetea robori-petraeae):												
<b>Bäume:</b>												
<i>Betula pendula</i>	2.1	2.3	1.1	2.1	2.3	3.3	2.1	3.4	2.1	3.3	3.4	1.1
<i>Pinus sylvestris</i>		+1	2.3	3.4	+1		+1	+1	1.1	+1	+1	2.1
<i>Populus tremula</i>	+1					+1					+1	
<b>Sträucher:</b>												
<i>Betula pendula</i>	+1	+1	+1	1.1	+1	1.1	+1	1.1	+1	+1	+1	+1
<i>Sorbus aucuparia</i>		+1					+1	+1	+1		+1	
<i>Quercus robur</i>	+1					+1	+1			+1		
<i>Pinus sylvestris</i>		+1	+1				+1				+1	
<i>Rubus caesius</i>					2.3	+1						+1
<b>Krautschicht:</b>												
<i>Hypochaeris radicata</i>	+1		+1		+1	+1	+1	+1	+1		+1	
<i>Deschampsia flexuosa</i>		+2	+2	+2	2.3		1.2	+2		1.2	+2	
<i>Hieracium umbellatum</i>	+1		+1			+1	+1	+1	+1			+1
<i>Holcus mollis</i>		+1		+1			+2	+2	+2	+2		+1
<i>Carex hirta</i>			+2			+2			+2		+2	
<i>Pteridium aquilinum</i>						1.1				+1		+1

<b>Arten der Silbergras- und Sand-Pionierfluren (Corynepheretea, Sedo-Scleranthetea):</b>													
<i>Festuca rubra</i>			1.3	3.4	2.3	1.3	+3	+2		+2			
<i>Hieracium pilosella</i>		+1	2.3	1.1			+1						
<i>Rumex acetosella</i>	1.1	+1	1.1	1.1				+1	+1				
<i>Corynephorus canescens</i>	3.4	3.4	2.3	2.3		+1							
<i>Carex arenaria</i>	+2		3.4	1.2			1.2			+2			
<i>Agrostis capillaris</i>						1.2	+2			+2			
<i>Achillea millefolium</i>		+1		+1			+1						
<i>Helichrysum arenarium</i>			+1	1.1				+1					
<i>Festuca brevipila</i>	1.3					+2							
<i>Cerastium semidecandrum</i>			+1	+1									
<i>Gnaphalium sylvaticum</i>		1.1	+1	+1									
<i>Oenothera biennis</i>													
<i>Oenothera parviflora</i>		2.3	1.1	+3				+1	2.1				+1
<i>Oenothera ammophila</i>	1.1		1.1	+1									
<b>Arten der Heidekraut- und Ginster-Heiden (Calluno-Ulicetea):</b>													
<i>Calluna vulgaris</i>					2.3	3.4	4.5	4.5					
<i>Cytisus scoparius</i>						3.4	1.1	+1					
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>						1.1							
<b>Arten der Schlagfluren (Epilobietea):</b>													
<i>Calamagrostis epigejos</i>			+3					+2	+1	3.4	3.4	4.5	4.5
<i>Epilobium angustifolium</i>										+1	1.1	+1	
<i>Solidago virgaurea</i>											+1	+1	+1
<i>Tanacetum vulgare</i>										+1		+1	
<i>Conyza canadensis</i>										+1	+1		
<b>weitere Arten:</b>													
<i>Leontodon autumnalis</i>					+1				+1				
<i>Cirsium arvense</i>										+1		+1	

**Tab. 4:** Übersicht der wichtigsten Sukzessionsstadien der Vegetationsentwicklung in der Offenlandschaft des Tagebaues Lohsa IV, Außenkippe Bärwalde

Spalte I: Spontanvegetation      Spalte II: Silbergras-Pionierfluren  
 Spalte III: Sand-Pionierfluren      Spalte IV: Heidekraut-Heiden  
 Spalte V: Ginster-Heiden      Spalte VI: Birken-Kieferngehölze

Nr. der Spalten-Vegetationsstadien	I	II	III	IV	V	VI
Anzahl der Aufnahmen:	8	16	24	32	16	12
mittlere Artenzahl:	4,8	3,2	9,1	10,6	10,2	14,5
mittleres Alter der Flächen:	1-2	2-4(5)	4-6	6-8	8	>8
<b>Arten der Spontanvegetation (Chenopodietea, Artemisietea):</b>						
<i>Corispermum leptopterum</i>	V + -4	II + -1				
<i>Artemisia vulgaris</i>	IV + -3	I +				
<i>Echium vulgare</i>	IV + -2	I +				
<i>Melilotus albus</i>	III + -1	+				
<b>Arten der Silbergras-Pionierfluren (Corynephoretea):</b>						
<i>Corynephorus canescens</i>		V + -3	III +1	II + -3	I + -1	III + -3
<i>Carex arenaria</i>		III + -4	II + -1	I + -1	I + -1	II + -3
<i>Ornithopus perpusillus</i>		II + -1	I +	II +1	I +	
<i>Teesdalia nudicaulis</i>		III + -3	III + -2	II + -2		
<i>Filago minima</i>		III + -1	I +	I + -2		
<i>Rumex tenuifolia</i>		III + -3				
<i>Spergula morisonii</i>		IV + -3				
<b>Arten der Sand-Pionierfluren (Sedo-Scleranthetea):</b>						
<i>Helichrysum arenarium</i>		I +	V + -4	III +1	I +	II +
<i>Oenothera parviflora</i>		I +	II + -3	I +		II + -2
<i>Oenothera ammophila</i>		I +	II + -3	I +		I + -1
<i>Hieracium pilosella</i>			V + -5	III +2	I +	III + -2
<i>Festuca rubra</i>			I + -1	IV + -2	IV + -2	III + -3
<i>Agrostis capillaris</i>			III + -3	III + -1	II + -1	II + -2
<i>Achillea millefolium</i>			II +	II +1	I +	II +
<i>Centaurea stoebe</i>			I +	I +1	I +	I + -1
<i>Jasione montana</i>			III + -4	II +	I +	
<i>Rumex acetosella</i>			III + -3	II + -1		II + -1
<i>Taraxacum laevigatum</i>			II +	I +		I +
<i>Gnaphalium sylvaticum</i>			II + -1	I +		

<i>Artemisia campestris</i>				I + -1	I +		
<i>Festuca brevipila</i>				II+ -4		I + -1	I+ -1
<b>Arten der Heidekraut-Ginster-Heiden (Calluno-Ulicetea):</b>							
<i>Calluna vulgaris</i>					V 2-5	IV 2-3	IV + -5
<i>Cytisus scoparius</i>					I + -1	V + -5	III + -5
<i>Hypochaeris radicata</i>					III +1	II + -1	IV + -1
<i>Rubus caesius</i>					I + -1	II + -1	II + -4
<i>Hieracium laevigatum</i>					I + -1	I +	III + -1
<i>Genista pilosa</i>					I + -1	I +	I +
<b>Arten der Birken- Kieferngehölze (Vaccinio-Piceetea, Quercetea robori petraeae):</b>							
<i>Betula pendula</i>					I + -1	I + -1	V + -4
<i>Pinus sylvestris</i>					I +	I + -1	IV + -3
<i>Deschampsia flexuosa</i>					I + -1	I + -1	III + -3
<i>Quercus robur</i>						I +	II + -1
<i>Holcus mollis</i>							III + -1
<i>Populus tremula</i>							II + -2
<i>Pteridium aquilinum</i>							II + -1
<i>Carex hirta</i>							II + -1
<i>Sorbus aucuparia</i>							II +
<b>Arten der Schlagfluren (Epilobietea):</b>							
<i>Calamagrostis epigejos</i>			I + -3	II + -1	II + -1	IV + -3	IV + -5
<i>Epilobium angustifolium</i>	I +			I +	I +	I + -1	II + -1
<i>Solidago virgaurea</i>	I +				I +	I +	II + -1
<i>Holcus mollis</i>					I +	I +	II + -2
<i>Conyza canadensis</i>				I +	I +		I +
<i>Tanacetum vulgare</i>	I +				I +		I +
<b>weitere Arten:</b>							
<i>Crepis tectorum</i>	II + -1			I +	I + -1		
<i>Cerastium semidecandrum</i>	III +1						
<i>Bromus tectorum</i>	II + -3						
<i>Molinia caerulea</i>					II + -3		I + -3
<i>Cirsium arvense</i>	II + -1						I +
<i>Leontodon autumnalis</i>							I +