

**Veränderungen der Zersetzergesellschaften im Immissionsbereich eines Zementwerkes**

von

Graefe, U.

**Vorbemerkung**

Im Rahmen einer Umweltverträglichkeitsuntersuchung wurden bodenzoologische Erhebungen in der Umgebung der Zement- und Kalkwerke bei Lägerdorf (Schleswig-Holstein) durchgeführt. Die Ergebnisse können hier nicht im Detail vorgestellt werden. Die Bewertungsmethodik soll aber beschrieben werden, weil sie über den konkreten Fall hinaus für die bodenzoologische Indikation von Umweltveränderungen anwendbar ist.

**Zersetzergesellschaft als integraler Teilkomplex des Landschaftsökosystems**

Eine Zersetzergesellschaft ist eine typische, von Umweltbedingungen abhängige Artenkombination streuzersetzender Mikroorganismen und Tiere, die aufeinander angewiesen sind und miteinander konkurrieren (GRAEFE 1993). Wie die Pflanzengesellschaft, die Humusform und die Bodenform gehört die Zersetzergesellschaft zu den komplexen Strukturelementen, die insgesamt geeignet sind, die horizontalen Grenzen des Ökosystems in der Landschaft zu finden (ULRICH 1981). In der Landschaftsökologie wird von *integralen Teilkomplexen* gesprochen. Sie sind als Zeiger für den systemaren Zusammenhang einer Vielzahl beteiligter Elemente anzusehen (FINKE 1986).

**Zersetzergesellschaft und Humusform**

Besonders eng ist der Zusammenhang zwischen Zersetzergesellschaft und Humusform, die den gleichen Ökosystemausschnitt von der biotischen bzw. abiotischen Seite beschreiben (Abb. 1). Die Zersetzer sind die organismischen Leistungsträger. Die Humusform ist das Produkt ihrer Tätigkeit. Bei einer Erweiterung der Humusformtypologie auf andere Ökosysteme als Wald wird auch darauf zu achten sein, daß diese die organischemische Ausstattung widerspiegelt.

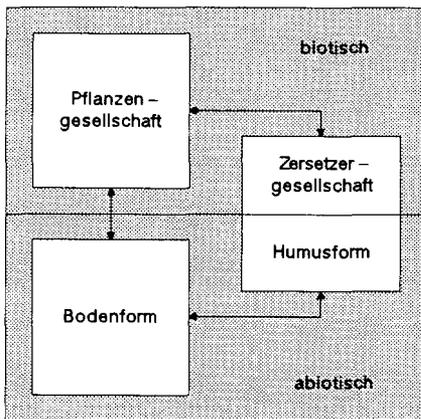


Abb. 1: Komplexe Strukturelemente eines Ökosystems

**Bestimmung der Zersetzergesellschaft**

Die Zersetzergesellschaft muß auf indikatorischem Wege bestimmt werden, weil eine vollständige Aufnahme aller beteiligten Organismen nicht möglich ist. Geeignete Indikatoren (Charakterarten) finden sich insbesondere bei den Ringelwürmern (Anneliden), zu denen die Regenwürmer als die wichtigsten Gestalter der Humusform gehören. Die Entstehung der Mull-Formen ist in der Regel an das Vorhandensein *mineralbodenbewohnender* Regenwurmart gebunden. Die sehr viel zahlreicheren Kleinringelwürmer (Enchyträen, Tubificiden, terrestrische Polychäten) ergänzen das Bild im Bereich der Mesofauna. Sie sind mit einer Reihe von Charakterarten auch dort vertreten, wo Regenwürmer keine Rolle spielen. Die bodenzoologische Aufnahme kann deshalb auf die Annelidenzönose eingeschränkt und mit einfachen Standardmethoden durchgeführt werden.

<sup>\*)</sup> IFAB Institut für Angewandte Bodenbiologie GmbH, Sodenkamp 62, D-22337 Hamburg

Tab. 1: Wandlung der Annelidenzönose waldbeständener Podsol- und Hochmoorböden unter dem Einfluß von Kalkstaubeinträgen

	F	R	P0	P1	P2	P3	P4	P5	H1	H2
<b>MAKROFAUNA</b>										
Dendrobaena octaedra	x	x		++	+++	+++	++	+	+	++
Dendrodrilus rubidus	x	x			+++	+	++	++		+
Lumbricus rubellus	x	x				++	++	++	+	+++
Dendrobaena auriculata	x	8						+		
Lumbricus castaneus	x	7						++		
Lumbricus terrestris	5	7					++	++		
Allolobophora chlorotica	x	7				+	+++	++		
Aporrectodea caliginosa	x	7				++	+++	+		++
Aporrectodea rosea	x	7				+	+	++		+
Aporrectodea limicola	7	7								
Octolasion tyrtaeum	9	7								+++
Eiseniella tetraedra	9	7								+++
<b>MESOFAUNA</b>										
Achaeta brevivasa	5	1	+++							
Marionina clavata	5	1	++++	++++	++				++	
Cognettia sphagnetorum	x	2	++++	+++					++++	
Mesenchytraeus sanguineus	9	3							+	
Achaeta danica	5	3		++						
Marionina cambrensis	5	4			+++	++				
Achaeta affinoides	5	4		++++	++++	++++		++++		
Achaeta abulba	5	5		++++	++	+++	+++			
Enchytraeus norvegicus	5	5		+		++				
Mesenchytraeus glandulosus	5	5				++				
Hrabeiella periglandulata	5	6		+		++	+++			
Marionina bifera	5	6			++	+++		+++		
Enchytronia parva	5	6				++	++	+++		
Enchytronia sp. (sept)	5	7					++			
Enchytronia sp. (plic)	5	7					+			
Enchytronia minor	5	7				+	+++	++		
Stercutus niveus	5	7				+++				
Achaeta pannonica	5	8						+		
Buchholzia appendiculata	x	7				++		++		
Henlea perpusilla	x	7						+		
Enchytraeus buchholzi agg.	x	7				+		++		
Enchytraeus minutus agg.	x	7				+	+	++		
Fridericia-Arten gesamt	x	7				+	++	+++		+
Marionina argentea	8	7								+
Mesenchytraeus armatus	9	7								++
Marionina sp. (tris)								+++		
Artenzahl			3	8	7	21	21	24	5	10
mittlere Reaktionszahl <sup>1)</sup>			1,4	3,3	4,0	5,8	6,6	6,6	1,9	7,0
Zersetzer-gesellschaft			2.11	2.11	2.11	1.11	1.1	1.1	2.21	1.31

**Erläuterung der Standortkürzel**

P0-5 Podsol-Standorte

P0 unbeeinflusste Vergleichsfläche: Teilbereich der Boden-Dauerbeobachtungsfläche Süderlügum/Nordfriesland, Nadelforst mit Tanne und Fichte

P1-3 Waldbestand im 3 km-Radius des Emittenten (Breitenburger Holz): Fichte (P1), Buche (P2), Buche mit Edellaubhölzern (P3)

P4 Feldgehölz im 3 km-Radius des Emittenten

P5 Gehölz am Rand der Kreidegruben

H1-2 Hochmoor-Standorte

H1 Moorbirkenwald, 4,25 km in Lee des Emittenten (Winselmoor)

H2 Moorbirkenwald mit Erle, 2 km in Lee des Emittenten (Breitenburger Moor)

Zeichenerklärung

**F Feuchtezahl** - Vorkommen im Gefälle der Bodenfeuchtigkeit

- 5 *Frischezeiger*, Schwergewicht in mittelfeuchten Böden, in nassen Böden fehlend
- 7 *Feuchtezeiger*, Schwergewicht in gut durchfeuchteten, aber nicht nassen Böden
- 9 *Nässezeiger*, Schwergewicht in oft durchnässten (luftarmen) Böden

**R Reaktionszahl** - Vorkommen im Gefälle der Bodenreaktion

- 1 *Starksäurezeiger*, niemals in schwachsauren bis alkalischen Böden vorkommend
- 3 *Säurezeiger*, Schwergewicht in sauren Böden, aber bis in den neutralen Bereich
- 5 *Mäßigsäurezeiger*, in stark sauren wie in neutralen bis alkalischen Böden selten
- 7 *Schwachsäure- bis Schwachbasenzeiger*, niemals in stark sauren Böden
- 9 *Basen- und Kalkzeiger*, stets in kalkreichen Böden

(gerade Zahlen für Zwischenstufen; x = indifferentes Verhalten)

**Makrofauna-Abundanzklassen**

- + < 10
- ++ 10 - 30
- +++ 30 - 100
- ++++ 100 - 300
- +++++ > 300 Individuen/m<sup>2</sup>

**Mesofauna-Abundanzklassen**

- + < 1.000
- ++ 1.000 - 3.000
- +++ 3.000 - 10.000
- ++++ 10.000 - 30.000
- +++++ > 30.000 Individuen/m<sup>2</sup>

**Zersetzergesellschaften**

- 2.11 *Achaeto-Cognettietum*
- 2.21 *Cognettietum sphagnetorum*

- 1.11 *Stercuto-Lumbricetum*
- 1.12 *Fridericio-Lumbricetum*
- 1.31 *Octolasetum tyrtaei*

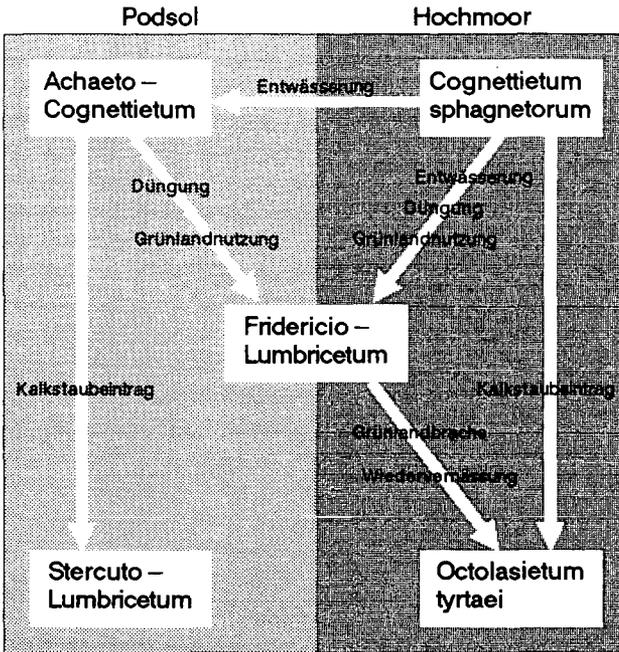


Abb. 2: Veränderungen der Zersetzergesellschaften in Podsol- und Hochmoorböden unter dem Einfluß der Zementwerks-Immissionen und der Bodennutzung

## Naturräumliche Lage des Zementwerks

Das Zementwerk liegt in einer Landschaft, in der Bodengesellschaften der Geest, der Marsch und der Moore aneinandergrenzen. In der näheren Umgebung dominieren Podsol- und Hochmoorböden. Die Humusformen dieser Standorte waren ursprünglich Rohhumus bzw. Hochmoortorf. Starke Veränderungen erfolgten durch landwirtschaftliche Nutzung, Siedlungstätigkeit, Abbau von Kreidelagerstätten, Torfabbau sowie damit verbundene Eingriffe in den Wasserhaushalt des Gebiets. Die naturnahen Restflächen sind außerdem durch Kalkstaubeinträge aus dem Zementwerk beeinflusst, das seit über hundert Jahren in Betrieb ist.

## Zersetzergesellschaften im Untersuchungsraum

Tabelle 1 zeigt Aufnahmen der Annelidenzönose bewaldeter Flächen auf Podsol- bzw. Hochmoorböden. Ein Beispiel für einen von Kalkstaub unbeeinflussten Podsol konnte im Untersuchungsraum nicht gefunden werden. Als Vergleich dient deshalb eine Aufnahme von der Boden-Dauerbeobachtungsfläche Süderlügum/Nordfriesland (P0), die das für Rohhumus typische artenarme *Achaeto-Cognettietum* aufweist. In der Tabelle sind die Arten nach ökologischen Zeigerwerten angeordnet, deren Definition in Anlehnung an ELLENBERG (1979) erfolgt. An der Verschiebung der Zeigerwertspektren für Reaktionszahlen ist der zunehmende Kalkeinfluß erkennbar. Unter den Kleinringelwürmern dominieren fast überall Mäßigsäurezeiger. Mit dem Auftreten mineralbodenbewohnender Regenwürmer (P3-P5) wird eine neue Qualität erreicht. Im ehemaligen Rohhumusprofil hat sich eine für Mull typische Zersetzergesellschaft eingestellt.

Auf Hochmoorflächen finden vergleichbare Änderungen im Bereich nässeliebender Gesellschaften statt. Das hochmoortypische *Cognettietum sphagnetorum* (H1) wandelt sich unter dem Einfluß der Kalkstaub-Immissionen zum *Ocrolasietum tyrtaei* der basenreichen Niedermoore (H2).

## Diskussion

In Abbildung 2 sind die im Untersuchungsraum beobachteten Veränderungen der Zersetzergesellschaften und das Wirkungsgefüge aus Immission und Bodennutzung dargestellt. Sie müssen nicht immer bis zu den typischen Ausbildungen führen, die durch Namen gekennzeichnet sind: Die Lage im Kontinuum läßt sich mit Zeigerwertspektren und mittleren Zeigerzahlen am besten ausdrücken. Zersetzergesellschaften in typischer Ausbildung kennzeichnen relativ stabile Phasen, in denen die Teilkomplexzustände miteinander verkoppelt sind. Zum Bodentyp *Podsol* unter Wald gehören die Humusform *Rohhumus* und die Zersetzergesellschaft *Achaeto-Cognettietum*. Auf veränderte Umweltbedingungen reagieren die Teilkomplexe mit unterschiedlicher Geschwindigkeit. Die Zersetzergesellschaft entwickelt sich im Zeitraum von Jahren, die Humusform in Jahrzehnten, der Bodentyp in Jahrtausenden (vgl. ARNOLD et al., 1990, zit. in SAUERBECK, 1993). Die Entkopplung der Teilkomplexzustände deutet auf eine rasche Veränderung und eine Destabilisierung des Ökosystems. Für die ökologische Bewertung bietet sich der stabile Zustand als Leitbild an.

Die Untersuchung der Boden-Dauerbeobachtungsfläche Süderlügum wurde im Auftrag des Geologischen Landesamts Schleswig-Holstein durchgeführt.

## Literatur

- ELLENBERG, H. (1979): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. 2. Aufl. Scripta Geobotanica 9: 122 S.
- FINKE, L. (1986): Landschaftsökologie. Braunschweig: Westermann/Höller und Zwick (Das Geographische Seminar) 206 S.
- GRAEFE, U. (1993): Die Gliederung von Zersetzergesellschaften für die standortsökologische Ansprache. Mitteilungen Dt. Bodenkundl. Gesellsch. 69: 95-98.
- SAUERBECK, D. (1993): Wechselseitige Beeinflussung von Klima und Boden: Probleme - Bereiche - Prozesse. Mitteilungen Dt. Bodenkundl. Gesellsch. 69: 193-200.
- ULRICH, B. (1981): Zur Stabilität von Waldökosystemen. Forstarchiv 52: 165-170.