

Bodenzoologisches Monitoring an Waldmessstationen

von Ulfert Graefe, IFAB Hamburg,
Dr. Joachim Gehrman, LÖBF Recklinghausen
und Ingrid Stempelmann, LUA Essen

Im Rahmen des forstlichen Umweltmonitorings verfolgen die Untersuchungen auf Dauerbeobachtungsflächen (Level II) das Ziel, den Zustand und die Entwicklung von Waldökosystemen unter dem Einfluss von Luftverunreinigungen und klimatischen Faktoren darzustellen und kausal zu erklären (Haußmann und Lux, 1998). Das Untersuchungsprogramm in Nordrhein-Westfalen umfasst auch eine Erhebung der Bodenfauna, die als Steuergröße für die Prozesse der Zersetzung eine ökosystemare Schlüsselfunktion besitzt (Gehrman et al., 1990). Seit 1995 erfolgt dies auch im Rahmen der Bodendauerbeobachtung. Methodisch orientieren sich die bodenzoologischen Untersuchungen an den Empfehlungen der Ad-hoc-AG der LABO (2000). Als Indikatorgruppen werden Regenwürmer und Kleinringelwürmer erfasst, die stellvertretend für die Makro- und die Mesofauna stehen. Tab. 1 gibt eine Übersicht über die Untersuchungsparameter und ihre indikatorische Bedeutung. Im Folgenden werden einige ausgewählte Ergebnisse vorgestellt.

Tab. 1: Bodenzoologische Untersuchungsparameter auf Dauerbeobachtungsflächen in NRW

Parameter	Indikatorfunktion
Gesamtabundanz der Regenwürmer (Ind./m ²), Gesamtbiomasse der Regenwürmer (g/m ²), Gesamtabundanz der Kleinringelwürmer (Ind./m ²)	Bodenzoologische Indikatoren der biologischen Aktivität im Boden
Artenzusammensetzung und Artenzahl, Abundanz, Dominanz und Frequenz der Arten	Bodenzoologische Indikatoren der Biodiversität im Boden
Vertikalverteilung der Kleinringelwürmer: insgesamt sowie auf Gattungs- und Artebene	Zeiger für die vertikale Ausdehnung und Stärke der biologischen Aktivität
Biomasse und Biomassedominanz der Regenwurmart	Zeiger für die ökologische Bedeutung der Arten
Qualitative und aggregierte Parameter: Lebensformtypen- und Strategietypen-Spektren, Zeigerwert-Spektren und mittlere Zeigerwerte, Zersetzergesellschaftstyp	Indikatoren für die integrale Wirkung ökologischer Faktoren auf den biologischen Bodenzustand bzw. die Bodenbiozönose

Tab. 2 zeigt die Artenzusammensetzung der Annelidenzönose an den 7 Level II-Flächen. Mineralbodenbewohnende Regenwürmer sind mit einer Ausnahme (*A. caliginosa* bei Glindfeld) nicht vertreten. Die Zönosen werden überwiegend von starksäure- und säurezeigenden (R 1 – R 3) Kleinringelwürmern dominiert. Als Zersetzergesellschaftstyp ist auf 5 Flächen ein Achaeto-Cognettietum ausgebildet. Nur zwei Flächen weisen eine artenreichere Zönose auf, die den Übergangsbereich zum Stercuto-Lumbricetum darstellt (Graefe, 1993).

Tab. 2: Bodenzoologische Kennwerte, pH-Werte im Oberboden und atmosphärische Säureeinträge an den 7 Level II-Flächen in Nordrhein-Westfalen

Dauerbeobachtungsfläche	504		501		506		503		502		507		505	
	Velmerst.		Klev.		Elberndorf		Haard		Tannenb.		Mon.		Glin.	
Untersuchungsjahr	1995	2000	1997	1995	2000	1995	2000	1995	2000	1995	2000	1997	1997	1996
Bestockung	Fichte		Ki		Fichte		Buche		Eiche		Bu		Bu	
Regenwürmer	F	R	Makrofauna-Abundanzklasse											
<i>Dendrobaena octaedra</i>	x	4	2	2	2	2	2	1	1	1				2
<i>Lumbricus rubellus</i>	x	x	1	1					1			1		1
<i>Dendrodrius rubidus</i>	x	x						1		1		2		
<i>Aporrectodea caliginosa</i>	x	7												1
Kleinringelwürmer	F	R	Mesofauna-Abundanzklasse											
<i>Marionina clavata</i>	5	1	5	5	4	5	4	5	4	3	4			4
<i>Achaeta brevivasa</i>	5	1	3	3		4	2							
<i>Cognettia sphagnetorum</i>	x	2	4	4	2	5	5	3	4	3	3			3
<i>Achaeta sp. (amel)</i>	5	2						2						
<i>Achaeta camerani</i>	5	3			2	5	5	5	4	4	4			5
<i>Achaeta aberrans</i>	5	3				1	2	1		1	3			2
<i>Mesenchytraeus pelicensis</i>	5	3	1			1	1		1					
<i>Achaeta danica</i>	5	3												1
<i>Oconnorella cambrensis</i>	5	4						4	4	2	3			3
<i>Achaeta affinoides</i>	5	4						1						3
<i>Cognettia cognettii</i>	x	4												1
<i>Mesenchytraeus glandulosus</i>	5	5				1	1	1	1					1
<i>Mesenchytraeus flavus</i>	5	5				1								1
<i>Achaeta sp. (glin)</i>	5	5												3
<i>Enchytraeus norvegicus</i>	5	5								1				1
<i>Marionina similima</i>	6	5												2
<i>Fridericia striata</i>	x	6								1	1			1
<i>Enchytronia parva</i>	5	6												3
<i>Enchytronia sp. (sept)</i>	5	6												3
<i>Hrabeiella periglandulata</i>	5	6												1
<i>Stercutus niveus</i>	5	7												3
<i>Enchytraeus minutus</i> agq.	x	7								1	1			1
<i>Cermosvitoviella atrata</i>	8	x												1
<i>Bryodrilus ehlersi</i>	x	x												1
Artenzahl der Anneliden			6	5	4	9	8	6	10	9	10	19	18	
Abundanz der Regenwürmer (Ind./m²)			18	18	12	18	20	0	8	4	8	22	26	
Biomasse der Regenwürmer (g/m²)			1,9	0,8	0,6	1,4	0,9	0	1,0	0,1	0,6	1,2	4,8	
Kleinringelwürmer (Tausend Ind./m²)			132	94	21	161	98	85	67	31	61	83	48	
gewichtete mittlere Feuchtezahl			5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,1	5,1	
gewichtete mittlere Reaktionszahl			1,8	1,7	2,2	2,3	2,4	2,6	2,7	3,1	3,1	3,9	4,6	
Zersetzergesellschaftstyp	Achaeto-Cognettietum												Übergang	
pH-Wert (CaCl₂) in Auflage/Oberboden			2,8	2,8	2,9	3,2	3,2	3,3	3,3	3,7	3,8			
atmosphärische Säureeinträge in den Jahren 1996 und 1997 (keq / ha * a)			4,3	2,4	3,2	2,8	3,0	2,0	1,8					

Die mittleren Reaktionszahlen der Annelidenzönose zeigen eine lineare Beziehung mit hohem Bestimmtheitsmaß ($R^2 = 0,98$) zu den gemittelten pH-Werten in der Auflage und im Ah-Horizont (Abb. 1). Eine deutliche, aber stärker streuende Beziehung besteht auch zwischen der Säure-Gesamtdeposition (keq / ha * a) und den mittleren Reaktionszahlen. Die Streuung ergibt sich dadurch, dass die atmosphärischen Säureeinträge auf unterschiedlich stark gepufferte Böden treffen.

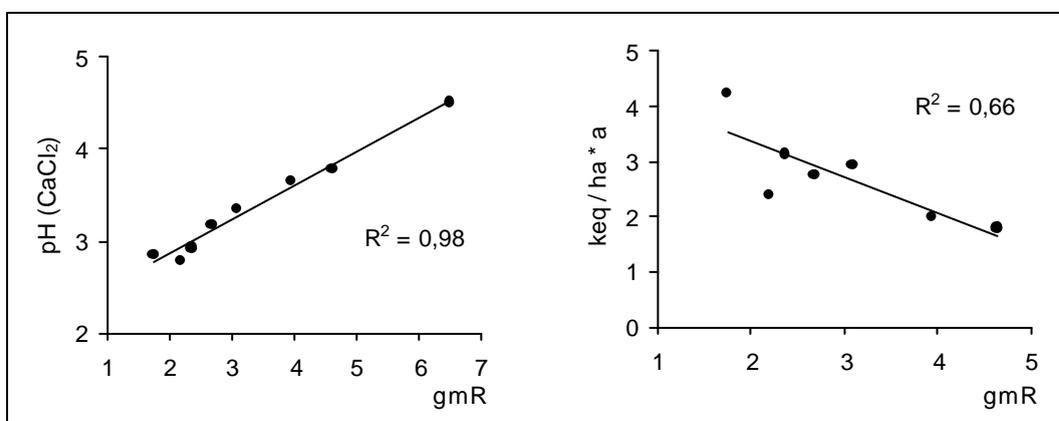


Abb. 1: Beziehungen zwischen der gewichteten mittleren Reaktionszahl (Anneliden), dem pH-Wert im Oberboden (links) und dem atmosphärischen Säureeintrag (rechts) an den 7 Level II-Flächen

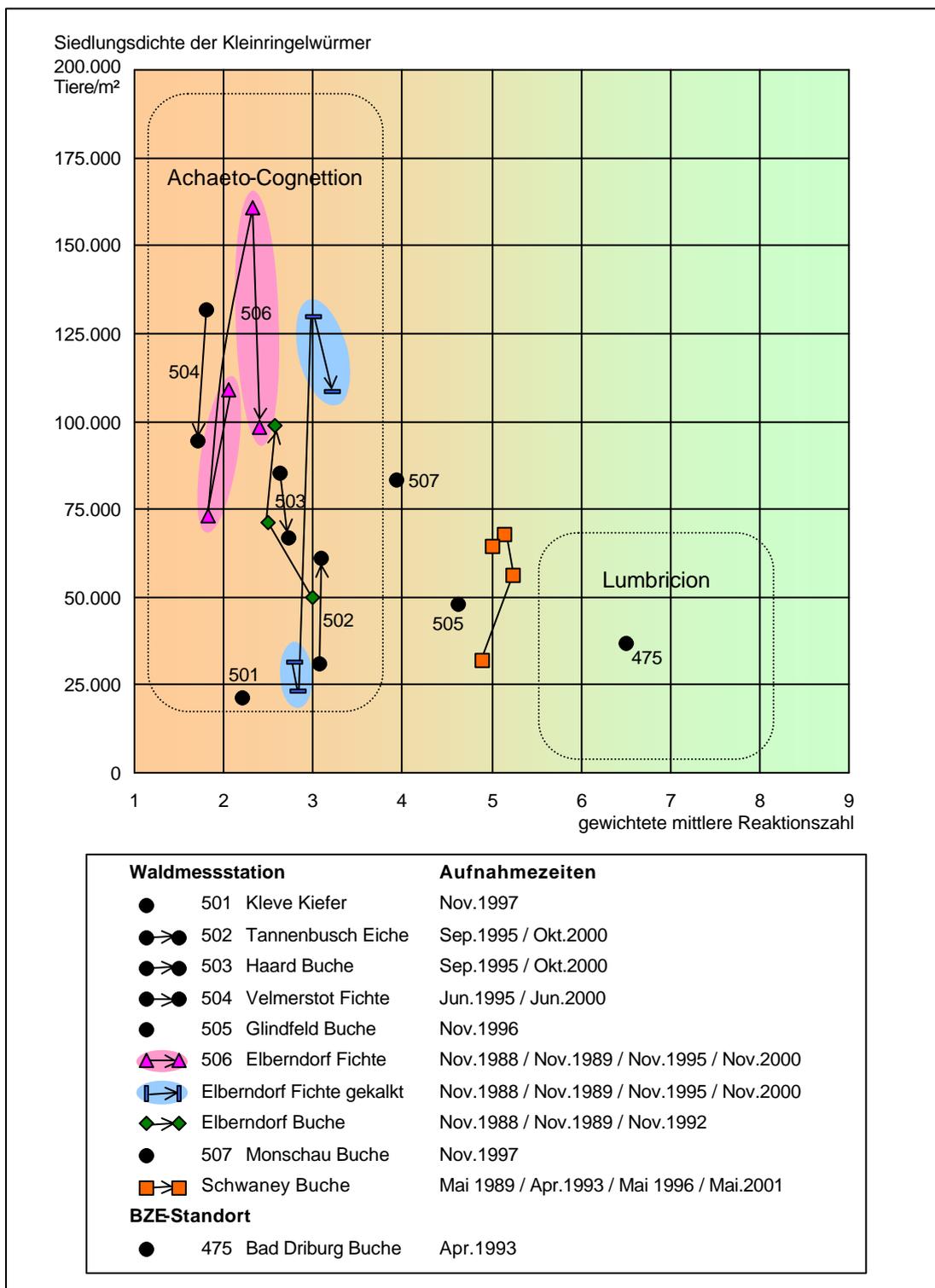


Abb. 2: Kennwerte und Entwicklung des biologischen Bodenzustands auf Dauerbeobachtungsflächen in Nordrhein-Westfalen. Ökogrammdarstellung mit den Koordinaten Siedlungsdichte der Kleinringelwürmer und mittlere Reaktionszahl der Ringelwurmzönose

Die Darstellung in Abb. 2 kombiniert die beiden hochdifferenzierenden Parameter Siedlungsdichte der Kleinringelwürmer und gewichtete mittlere Reaktionszahl der Annelidenzönose in der Form eines Zustandsdiagramms. Neben den 7 Level II-Flächen, die sich mehr oder weniger alle auf der sauren Seite befinden, sind noch weitere Untersuchungsflächen eingetragen. Der BZE-Standort 475 Bad Driburg Buche liegt am

Leehang des Eggegebirges auf besser gepuffertem Kalkverwitterungslehm. Die Artenzusammensetzung der Bodenbiozönose wird hier von mineralbodenbewohnenden Regenwürmern geprägt, die den Zersetzergesellschaftstyp Stercuto-Lumbricetum kennzeichnen. Der Standort kann als Referenz für den wenig veränderten Ausgangszustand angesehen werden. Auf vergleichbarem Substrat befindet sich auch die Waldmessstation Schwaney am Luvhang des Eggegebirges. Die 12-jährige Zeitreihe belegt eine deutliche Abweichung vom angenommenen Ausgangszustand, die auf höhere Säureinträge an diesem Standort zurückzuführen ist. Auch der Zustand der Level II-Fläche 505 Glindfeld, auf der noch eine Restpopulation von mineralbodenbewohnenden Regenwürmern vorkommt, kann als versauerungsbedingte Abweichung vom Lumbricion verstanden werden.

Vor dem Hintergrund zurückgehender und sich in der Zusammensetzung wandelnder Stoffeinträge interessiert auch die Aktivität der Bodenfauna, die als Siedlungsdichte in Erscheinung tritt. Die 12-jährigen Zeitreihen von der Waldmessstation Elberndorf zeigen tendenziell eine ansteigende Siedlungsdichte der Kleinringelwürmer und eine leichte Verschiebung der mittleren Reaktionszahlen, was mit einer durch Stickstoffeinträge ausgelösten Verengung des C/N-Verhältnisses zusammenhängen kann.

Besonders deutlich sind die Veränderungen auf der gekalkten Fichtenfläche. Die Kalkung mit 4 t Magnesiumkalk / ha erfolgte 1984. Nach einem anfänglich starken Rückgang liegt die Siedlungsdichte 11 Jahre später wieder im Bereich der Kontrolle. Artenzusammensetzung und Vertikalverteilung der Kleinringelwürmer geben aber Hinweise auf verbesserte Lebensbedingungen im Mineralboden.

Literatur

- Ad-hoc-AG der LABO (2000): Boden-Dauerbeobachtung – Einrichtung und Betrieb von Boden-Dauerbeobachtungsflächen. In: Rosenkranz, D., Bachmann, G, König, W., Einsele, G. (Hrsg.): Bodenschutz. Kennziffer 9152, Erich Schmidt Verlag, Berlin.
- Gehrmann, J. et al. (1990): Umweltkontrolle am Waldökosystem. Forschung. und Beratung, Reihe C, Heft 48, Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup.
- Graefe, U. (1993): Die Gliederung von Zersetzergesellschaften für die standortsökologische Ansprache. Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 69: 95-98.
- Haußmann, T. und W. Lux (1998): Level II: Ein europaweites Monitoringprogramm in Wäldern. In: Schaefer, W. (Hrsg.): Integriertes Monitoring: Ergebnisse, Programme, Konzepte. EcoSys 7: 59-68.