

Strukturmerkmale der Bodenbiozönose als Grundlage für ein natürliches System der Humusformen

von

GRAEFE, U., BELOTTI, E.

Die forstliche Standortskunde verwendet die Humusform zur Kennzeichnung des Oberbodenzustands in bodenbiologischer und bodenchemischer Hinsicht (KOPP et al. 1996). Auch außerhalb des Forsts steht der biologische Oberbodenzustand vielfach im Zentrum des Interesses z.B. bei der ökologischen Beurteilung von Böden oder im Rahmen des Umweltmonitoring (GRAEFE et al. 1998). Vor diesem Hintergrund gewinnen Überlegungen an Bedeutung, das Humusformenkonzept allgemeiner zu fassen und auf andere Ökosystemtypen und Bodennutzungsformen auszuweiten (BEYER 1996, MILBERT & BROLL 1998). Die Bodenbiologie ist davon insofern betroffen, als ein erweitertes System der Humusformen die Ähnlichkeitsbeziehungen der Bodenbiozönose berücksichtigen muss (GRAEFE 1994). Die von Dunger (1998) formulierte Aufgabe, "Böden hinsichtlich ihrer Umweltkapazität für Bodenorganismen zu klassifizieren und damit ein echtes Pendant für die Ausprägung des Edaphon zu schaffen", bedeutet eine Herausforderung vor allem für die Humusformensystematik.

Die im Folgenden vorgestellte Humusformengliederung orientiert sich einerseits an Strukturmerkmalen der Bodenbiozönose und andererseits an morphologischen Kennzeichen des Humuskörpers, die das Resultat profildifferenzierender Prozesse sind. Dagegen bleiben Substratmerkmale und Kriterien der Bodennutzung ausdrücklich unberücksichtigt. Dies hat zur Folge, dass so unterschiedliche Standorte, wie ein entwässertes und als Grünland genutztes Hochmoor und ein Kalkbuchenwald, die eine ähnliche Bodenbiozönose aufweisen (GRAEFE 1993), in die gleiche Humusformengruppe gestellt werden können. Tabelle 1 zeigt den Zusammenhang zwischen den Standortmerkmalen Substrat, Bodentyp, Humusform und Bodenbiozönose. Substrattyp und Bodentyp werden zur Bodenform verknüpft oder bilden in Anlehnung an KOPP et al. (1996) die Bodenstammform. Die Humusform und der Strukturtyp der Bodenbiozönose bilden gemeinsam den biologischen Bodenzustand bzw. die Bodenzustandsform. Die Veränderungsdynamik nimmt vom Substrat in Richtung Bodenbiozönose zu.

Tab. 1: Aggregierte Standortmerkmale

Substrattyp	Bodentyp	Humusform	Strukturtyp der Bodenbiozönose
Bodenform (Bodenstammform)		Biologischer Bodenzustand (Bodenzustandsform)	

→ → → zunehmend leicht veränderlich → → →

Da angestrebt wird, den Strukturtyp der Bodenbiozönose aus der Humusform abzuleiten, müssen beide Klassifikationen aufeinander abgestimmt werden. Ein wichtiges Kriterium ist die Zusammensetzung der Regenwurmzönose (GRAEFE 1993, 1998). Regenwürmer können als Habitatgestalter (Modulatoren) wirken. Das Vorhandensein oder Fehlen endogäischer und anecischer (tiefgrabender) Arten

* IFAB Institut für Angewandte Bodenbiologie GmbH, Sodenkamp 62, D-22337 Hamburg

** IFAB Institut für Angewandte Bodenbiologie GmbH, Winterlinger Weg 11, D-70567 Stuttgart

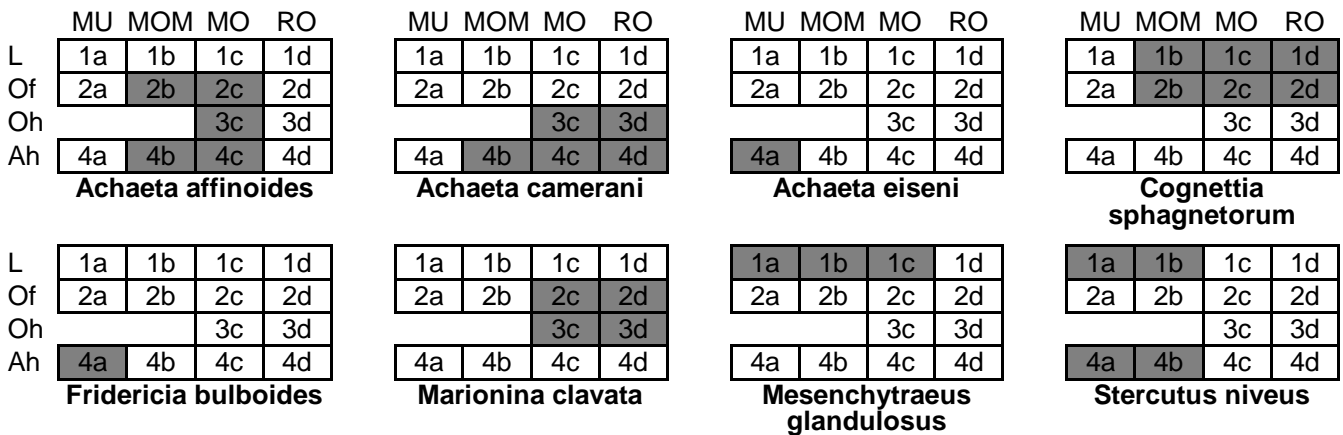


Abb. 1: Schwergewicht des Vorkommens (schattiert) ausgewählter Kleinringelwurmartarten im Kontinuum der Humushorizonte und Humusformen

beeinflusst sowohl die Humusform als auch die gesamte Bodenbiozönose. Weitere Differenzierungen sind mit Hilfe ökologischer Artengruppen der Mesofauna möglich. Abbildung 1 zeigt, wie diese Artengruppen gebildet werden können. Jede Art bevorzugt einen bestimmten Bereich auf dem Gradienten von Mull (MU) über mullartigen Moder (MOM) und Moder (MO) bis zu Rohhumus (RO). Ein zweiter Gradient entsteht durch die vertikale Horizontfolge von der Streu (L) bis zum humosen Mineralboden (Ah). Arten, die den gleichen Bereich im Kontinuum der Humushorizonte und der Humusformen einnehmen, lassen sich zu ökologischen Artengruppen zusammenfassen. Durch die kombinierte Erfassung der Regenwürmer und einer Mesofaunagruppe ist bereits eine sehr differenzierte Strukturbeschreibung der Bodenbiozönose möglich (GRAEFE 1997).

Die Dreiteilung in Mull, Moder und Rohhumus findet in der Struktur der Bodenbiozönose keine Entsprechung. Es fehlen durchgängig anwendbare Kriterien für die Abgrenzung zwischen Moder und Rohhumus. Auch die Zweiteilung in Mineralboden-Humusformen und Auflage-Humusformen (v. ZEJSCHWITZ 1976) ist problematisch, weil sie mitten durch den Moder verläuft und die organischen Böden ausschließt. Als Alternative schlagen wir eine Gliederung in zwei Abteilungen vor, die wir Mull-Humusformen und Moder-Humusformen nennen. Sie folgt dem Gradienten der Basensättigung und ist nicht nur morphologisch sondern auch zöonologisch begründet. Das entscheidende Kriterium aus der Bodenbiozönose ist das Auftreten oder Fehlen endogäischer bzw. anecischer Regenwürmer. In zweiter Linie schlagen wir die Unterscheidung in aeromorphe, aerohydromorphe und hydromorphe Humusformen vor. Eine weitere Unterteilung erfolgt dann nach diagnostischen Horizonten und Horizontkombinationen (Tab. 2).

Zu den aeromorphen Humusformen gehören auch alle Ackerhumusformen und viele des Grünlands. Als A-Mull bezeichnen wir nach einem Vorschlag von MILBERT (1998) die technogen entstandenen Humusformen ohne organische Auflage auf Äckern und auf Wechselgrünland. L-Mull und F-Mull entsprechen weitgehend den bisherigen Definitionen, umfassen aber auch Standorte im Grünland und auf organischen Böden. Bei den Moder-Humusformen schlagen wir vor, auf die Bezeichnungen mullartiger Moder und Rohhumus zu verzichten und die Benennung wie bei den Mull-Humusformen nach diagnostischen Horizonten vorzunehmen.

Der A-Moder entspricht dem mullartigen Moder. Ansatzweise ist ein Oh-Horizont vorhanden, der aber nicht durchgängig entwickelt sein muss. Der Ah-Horizont erfährt aktuell keine bioturbative Prägung durch Regenwürmer. Er kann aber, wenn es sich um einen degradierten Mull handelt, früher durch Bioturbation entstanden sein. *Lumbricus rubellus* kommt in der Regel vor, endogäische Arten jedoch fehlen. Dennoch ist der Ah-Horizont stark belebt. Die Vertikalverteilung der Kleinringelwürmer und anderer Gruppen der Mesofauna kann hier einen Schwerpunkt haben, ebenso die Durchwurzelung, weil ein Großteil der Nährstoffe in diesem Horizont frei wird.

Tab. 2: Übersicht der Humusformen

	Mull-Humusformen			Moder-Humusformen		
Aeromorphe Humusformen	A-Mull Ap/- oder Hp/-	L-Mull L/Ah/- oder L/Hm/-	F-Mull L/Of/Ah/- oder L/Of/Hm/-	A-Moder L/Of/(Oh)/Ah/- Durchwurzelungsschwergewicht im <u>Ah</u>	H-Moder L/Of/Oh/A(e)h/- Durchwurzelungsschwergewicht im <u>Oh</u> Oh/A(e)h schlecht trennbar	F-Moder L/Of/Oh/Ahe/- Durchwurzelungsschwergewicht im <u>Of</u>
	Kryptomull, Wurmmull, Sandmull, Ackermoder (Blume & Beyer 1996) Integrierter bis Disintegrierter Ackermull (Wiechmann 1996)	L-Mull, Sandmull, Kalkmull (KA4) (part.) Vermimull, (part.) Rhizomull (Green et al. 1993) Eumull, Mésomull (Jabiol et al. 1995)	F-Mull (KA4) (part.) Vermimull, (part.) Rhizomull (Green et al. 1993) Oligomull, Dysmull (Jabiol et al. 1995)	Mullartiger Moder (KA4) Mullmoder (Green et al. 1993) Hémimoder (Jabiol et al. 1995)	Typischer Moder, (part.) Rohhumusartiger Moder (KA4) Graswurzelfilz-Moder, Typischer Tangelhumus (FS5) Leptomoder, Lignomoder, Mormoder (Green et al. 1993) Eumoder, Dysmoder (Jabiol et al. 1995)	Rohhumus, (part.) Rohhumusartiger Moder (KA4) Magerhumus, Mächtiger Tangelhumus (FS5) Hemimor, Humimor, Resimor, Lignomor (Green et al. 1993) Mor (Jabiol et al. 1995)
Aerohydromorphe Humusformen	A-Feuchtmull Ah/Go/- oder Ah/Sd/-	L-Feuchtmull L/Ah/Go/- oder L/Ah/Sd/-	F-Feuchtmull L/Of/Ah/Go/- oder L/Of/Ah/Sd/-	A-Feuchtmoder L/Of/(Oh)/Ah/Go/- od. L/Of/(Oh)/Ah/Sd/- Ah > L+Of+(Oh)	H-Feuchtmoder L/Of/Oh/Ah/Go/- od. L/Of/Oh/Ah/Sd/- L+Of+Oh < 10 cm	F-Feuchtmoder L/Of/Oh/Ah/Go/- od. L/Of/Oh/Ah/Sd/- L+Of+Oh > 10 cm
	(part.) Hydromull (Jabiol et al. 1995)	(part.) Hydromull (Green et al. 1993) (part.) Hydromull (Jabiol et al. 1995)	(part.) Hydromull (Green et al. 1993) (part.) Hydromull (Jabiol et al. 1995)	(part.) Hydromull (Green et al. 1993) (part.) Hydromoder (Jabiol et al. 1995)	Hydromoder (Green et al. 1993) (part.) Hydromoder (Jabiol et al. 1995)	Hydromor (Green et al. 1993) Hydromor (Jabiol et al. 1995)
Hydromorphe Humusformen	Anmoor Aa/-	Niedermoor basenreich nHr/-	Niedermoor mäßig basenhaltig nHr/-	Niedermoor basenarm nHr/-	Übergangsmoor uHr/-	Hochmoor hHr/-
	Anmoor (KA4) Anmoor (Jabiol et al. 1995)	(part.) Niedermoor-torf (FS5) (part.) Saprimoder (Green et al. 1993)	(part.) Niedermoor-torf (FS5) (part.) Saprimoder (Green et al. 1993)	(part.) Niedermoor-torf (FS5) (part.) Mesimor (Green et al. 1993)	Übergangsmoortorf (FS5) (part.) Mesimor (Green et al. 1993)	Hochmoortorf (FS5) Fibrimor (Green et al. 1993)

Der H-Moder entspricht dem typischen Moder. Außerdem gehören der Graswurzelfilz-Moder und der typische Tangelhumus hierher. Der Oh-Horizont ist stets vollständig entwickelt, stark belebt und von Feinwurzeln durchzogen. Charakteristisch ist auch der unscharfe Übergang zum Mineralboden. Der F-Moder schließlich umfasst den Rohhumus, Teile des rohhumusartigen Moder, den Magerhumus und den mächtigen Tangelhumus. Auch der F-Moder kann einen mächtigen Oh-Horizont aufweisen, doch ist dieser wenig belebt und nicht sehr stark durchwurzelt.

Der Begriff aerohydromorphe Humusformen ist neu. Wir schlagen ihn vor, um damit auszudrücken, dass das Humusprofil eine noch überwiegend aeromorphe Prägung hat, obwohl die tieferen Horizonte Hydromorphiemerkmale aufweisen. Aerohydromorphe Humusformen kommen vor allem an wechselfeuchten Standorten vor. Ihre Biozönosen ähneln weitgehend denen der aeromorphen, auch wenn sich Feuchte- und Nässezeiger hinzugesellen. Bei den aerohydromorphen Mull-Humusformen fehlen die tiefgrabenden Regenwürmer.

Davon abzugrenzen sind die hydromorphen Humusformen an dauerhaft nassen Standorten. Wir verwenden nicht die Namen der Torfe, weil es sich dabei um Substrate handelt, sondern benutzen die Bodentyp-Bezeichnungen Niedermoor und Hochmoor auch zur Benennung der Humusform. Die Grenze zwischen Mull und Moder liegt innerhalb der Niedermoorgruppe und wird vom Basengehalt bestimmt. Basenreiche Niedermoore können einen hohen Regenwurmbesatz aufweisen, wobei die Nässezeiger *Octolasion tyrtaeum* und *Eiseniella tetraedra* eine besondere Rolle spielen.

Tabelle 2 zeigt eine Gesamtübersicht, auf der auch die Bezeichnungen der kanadischen (GREEN et al. 1993) und der französischen Humusformensystematik (JABIOL et al. 1995) eingetragen sind, um zu verdeutlichen, wie wir diese synonymisieren und in das vorgeschlagene Klassifikationssystem einbetten würden. Dadurch werden die bisherigen Bezeichnungen nicht überflüssig. Sie behalten ihre Bedeutung vor allem für die weitere Feindifferenzierung der Humusformen.

Literatur

- AG Boden (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung. - 4. Auflage (KA4). Hannover.
- AK Standortskartierung (1996): Forstliche Standortsaufnahme. - 5. Auflage (FS5). Eching.
- BEYER, L. (1996): Humusformen und -typen. In: BLUME, H.-P. et al. (Hrsg): Handbuch der Bodenkunde, Kap. 2.2.1. ecomed, Landsberg. 20 S.
- BLUME, H.-P., BEYER, L. (1996): Zur Definition von Humusformen ackerbaulich genutzter Böden I. Diagnostische Merkmale. *Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch.* 80: 183-185.
- DUNGER, W. (1998): Die Bindung zwischen Bodenorganismen und Böden und die biologische Beurteilung von Böden. *Bodenschutz* 3: 62-68.
- GRAEFE, U. (1993): Die Gliederung von Zersetzergesellschaften für die standortsökologische Ansprache. *Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch.* 69: 95-98.
- GRAEFE, U. (1994): Humusformengliederung aus bodenzoologischer Sicht. *Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch.* 74: 41-44.
- GRAEFE, U. (1997): Von der Spezies zum Ökosystem: der Bewertungsschritt bei der bodenbiologischen Diagnose. *Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz* 69, 2: 45-53.
- GRAEFE, U., ELSNER, D.-C., NECKER, U. (1998): Monitoring auf Boden-Dauerbeobachtungsflächen: Bodenzoologische Parameter zur Kennzeichnung des biologischen Bodenzustandes. *Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch.* 87: 343-346.
- GRAEFE, U. (1998): Annelidenzönosen nasser Böden und ihre Einordnung in Zersetzergesellschaften. *Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch.* 88: 109-112.
- GREEN, R. N., TROWBRIDGE, R. L., KLINKA, K. (1993): Towards a taxonomic classification of humus forms. *Forest Science Monograph* 29, 1-49.
- JABIOL, B., BRÊTHES, A., PONGE, J.-F., TOUTAIN, F., BRUN, J.-J. (1995): L'Humus sous toutes ses formes. *ENGREF, Nancy.* 63 S.
- KOPP, D., DIECKMANN, O., KONOPATZKY, A. (1996): Methode der Humusformenansprache bei der forstlichen Standortserkundung im nordostdeutschen Tiefland. *Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch.* 80: 205-216.
- MILBERT, G., BROLL, G. (1998): Diskussionsvorschlag zur Gliederung der Humusformen unter Berücksichtigung von Bodenwasserhaushalt und Nutzung. *Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch.* 88: 133-136.
- WIECHMANN, H. (1996): Sinn und Möglichkeiten der Klassifizierung von Ackerhumusformen. *Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch.* 80: 197-200.
- ZEZSCHWITZ, E. v. (1976): Ansprachemerkmale der terrestrischen Waldhumusformen des nordwestdeutschen Mittelgebirgsraumes. *Geol. Jb. F3:* 53-105.