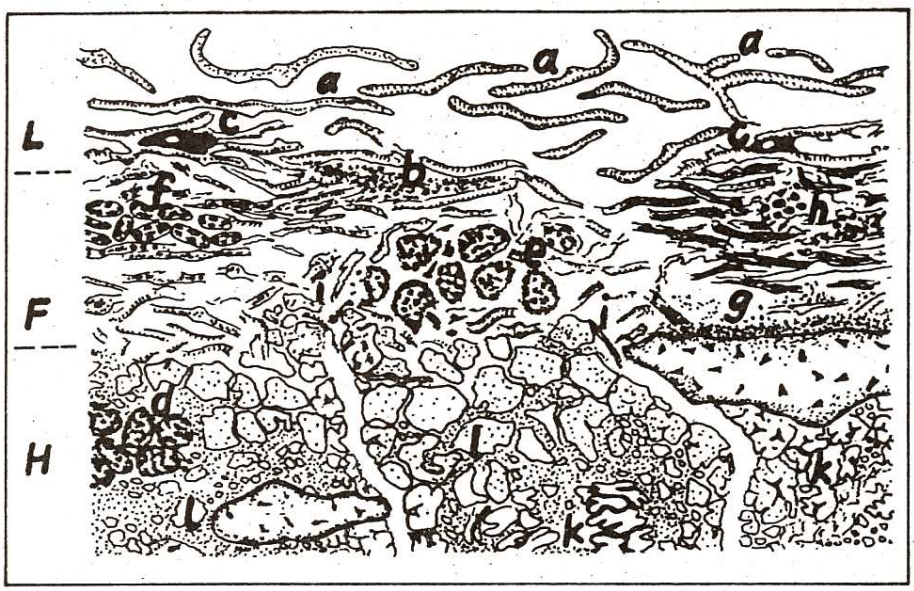
Naturschutzverband Niedersachsen
Biologische Schutzgemeinschaft Hunte Weser–Ems
Beilage zu *natur*, München, April 1987
ISSN 0724-8504

BSH 28
Extrablatt



1 Profil eines Buchenwaldbodens der terrestrischen Humusform ‚Moder', leicht schematisiert, untergliedert in L-Schicht (Lage/Horizont, kaum veränderte faserreiche Streu), F-Schicht (deutlich veränderte, in Zersetzung befindliche Auflagen-Streu), H-Schicht (stark zersetzte Humusschicht des Mineralbodens) mit Blatt-Querschnitten, behaftet von Springschwanz-Losung (a), Losung und Fraßresten von Fliegenlarven (b), Losung und Kotröhren eines Regenwurms (c), Losung von Schnakenlarven (d), großem Doppelfüßler (e), Ringelwurm-Kot, aus Gliederfüßler-Kot und Blattrümmern (f, g), Fraßspuren und Losung von Milben (h), Gangmündungen eines Regenwurms mit Kotansammlung (i, k), links locker, rechts gepreßt mit Trockenrissen; Bohrgänge mit Losung von Ringelwürmern (Enchytraeiden) in älteren Regenwurmexkrementen (l-mitte) und angereicherter Enchytraeidenlosung (l-links) über Steinen. Nach Zacharias, veränd., aus Dunger.

Die Bodenphase zwischen organischer Substanz und pflanzenverfügbaren Mineralien:

HUMUS

(rar wie der Japanische Ibis)

Wenn etwas rar wird, kommt es auch ins Gerede – ob Vögel, Blumen, Wasser, Gesundheit oder Humus, um den es hier geht. Humus ist rar, so rar, daß wir ihn fast übersehen können. Wenn man vom Gegenteil liest, so wird er mit organischer Substanz oder mit Kohlenstoff gleichgesetzt. Und das ist falsch. Das hängt aber zusammen mit den gängigen Untersuchungsmethoden. Mit ihnen wird chemisch oder thermisch der Kohlenstoffgehalt einer Bodenprobe bestimmt. Das Ergebnis ist genauso wenig Humus wie Ofenruß.

Humus ist die Phase der organischen Substanz auf ihrem Weg zur Mineralisation, die chemisch, physikalisch und biologisch wirksam ist. Humus stellt also eine spezielle organische Fraktion im Boden dar (Abb. 1, 2). Chemisch ist sie wirksam durch ihre Fähigkeit zum Ionenaustausch (Abb. 3, 5), physikalisch durch ihr Druckverhalten infolge der freigelegten Pflanzenfasern und biologisch als Nährstoffpotential für tierisches Bodenleben (Edaphon) und Pflanze. Etwas wissenschaftlicher ausgedrückt sind Humusstoffe amorphe organische *Kolloide*, die stets Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff enthalten. Ihr Grundgerüst besteht aus aliphatischen Teilstrukturen. Die sauerstoffhaltigen Gruppen sind aliphatische Ester. Jede zweite kohlenstoffhaltige Gruppe ist an einer Esterbindung beteiligt. Die Struktur der Humusstoffe unterscheidet sich nach ihrem Alter und, was wesentlich ist, auch nach der Herkunft der Ausgangssubstanz. Letztere Feststellung ist wichtig: Es gibt pflanzenarteigenen Humus, eine Feststellung übrigens, die schon der Dichter Fontane traf: *‚Es scheint, daß Rosen mit Kompost aus Rosenabfällen besser gedeihen als mit irgendeinem Kompost.'*

Geschätzte Menge an organischem Material, prozentualer Anteil, Trockengewicht und Zahl lebender Organismen in 1 Hektar Boden bis zu einer Tiefe von 15 cm in humid-gemäßigter Klimaregion.

Organisches Material, Organismengruppen	Trockengewicht %	Trockengewicht kg/ha	geschätzte Zahl an Individuen
Organisches Material, lebend/tot	6	120.000	
Totes organisches Material	5,28	105.400	
Wurzeln höherer Pflanzen	0,5	10.000	
Mikroorganismen (Protisten)			
Bakterien (ohne Strahlenpilze)	0,10	2.600	2×10^{18}
Strahlenpilze	0,01	220	6×10^{17}
Pilze	0,10	2.000	8×10^{16}
Algen	0,0005	10	3×10^{14}
Protozoen	0,005	100	7×10^{16}
Wirbellose (ohne Gliederfüßler)			
Nematoden	0,001	20	$2{,}5\times10^{9}$
Wenig-/Vielborster	0,005	100	7×10^{3}
Gliederfüßer			
Springschwänze (Collembolen)	0,0001	2	4×10^{5}
Milben (Acarinen)	0,0001	2	4×10^{5}
Vielfüßer (Myriapoden)	0,001	20	1×10^{3}
Weberknechte (Opiliones)	0,00005	1	$2{,}5\times10^{4}$
Hautflügler (Hymenoptera)	0,0002	5	5×10^{6}
Diplopoden (Doppelfüßer), Hundertfüßer (Chilopoden), Zwergfüßer (Symphylen)	0,0011	25	$3{,}8\times10^{7}$
Zweiflügler (Dipteren), Käfer (Coleopteren), Schmetterlinge (Lepidopteren)	0,0015	35	5×10^{7}
Krebse (Crustaceen, Isopoden)	0,0005	10	4×10^{17}
Wirbeltiere			
Mäuse, Wühlmäuse, Maulwürfe	0,0005	10	4×10^{5}
Kaninchen, Erdhörnchen	0,0006	12	10
Füchse, Dachse, Bären, Rotwild	0,0005	10	$\langle 1$
Vögel	0,0005	10	100

Aus: S. W. BUOL u. a. (1972), Soil Genesis and Classification: Iowa State Univ. Press.

Die Humuswirkungen

1. Humus ist die **Lebensgrundlage für den überwiegenden Teil des Bodenlebens aus Mikroorganismen (Protisten) und Mesofauna (Makroedaphon)** (vgl. Tab. 1). Eine Ausnahme machen nur relativ wenige Arten, sogenannte Lithobionten, d.h. gesteinsbewohnende Mikroben. Genaugenommen benötigen jedoch auch diese die Leistungen anderer Mikroben, um leben zu können. Denn die meisten Arten sind in sogenannten Zoogloen zusammengeschlossen. Das sind kleinste Siedlungseinheiten einer großen Arten- und Vielzahl von Mikroben, die von Gallerthüllen umschlossen sind. In diese Zoogloen wachsen die Haarwurzeln hinein und versorgen sich hier mit Nährstoffen. Interessant ist beispielsweise, daß in einem humusreichen Boden, der nicht mit Faulstoffen (z.B. Gülle) überschwemmt wird, keiner Art des Bodenlebens gestattet wird, auszubrechen, sich über Gebühr zu vermehren und damit zum Schädling zu werden. Ein Beispiel dazu: Die wurzelbewohnenden *Nematoden*, die Schädlinge sind, werden gleich von drei Mikrobenarten in Schach gehalten: einer räuberischen Nematode (*Diploscapter*), einem Fadenpilz (*Arthrobothrys oligospora*) und einer räuberischen Schnabelmilbe (*Bdellodes longirostris*). Humusgehalt und Artenreichtum der Bodenbiozönose korrelieren ganz eng. Das heißt auch, daß ein Humusaufbau (wie auch sein notwendiger Abbau) nur mit Hilfe eines artenreichen Bodenlebens, zu dem auch die *Bodenfauna* notwendigerweise gehört, aufgebaut werden kann.

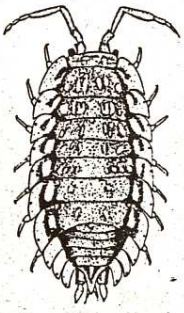
2. Humus **verbessert die Bodenstruktur.** Humose Böden weisen ein für die Pflanzenwurzel optimales Luft-/Wasserporenvolumen auf. Grob- und Feinporen stehen in einem ausgeglichenen Verhältnis zueinander. Das erlaubt der Pflanze, ein weit- und feinverzweigtes Wurzelnetz aufzubauen, was seinerseits das Bodenleben fördert (durch Nahrung und Enzyme) und Humusrohstoffe liefert. Nichts hilft mehr, Dünger zu sparen, als ein großes Wurzelvolumen. Böden dieser vom Humus bestimmten Struktur speichern mehr Wasser und halten es lange Zeit pflanzenverfügbar, d.h., selbst eine geringe Bodenfeuchte nützt der Pflanze.

3. Humus **verhindert das Verschlämmen der Oberfläche.** Die Böden sind dann wie mit einem guten Pelz gegen die Witterungseinflüsse geschützt. Sie behalten stets eine offene Oberfläche.

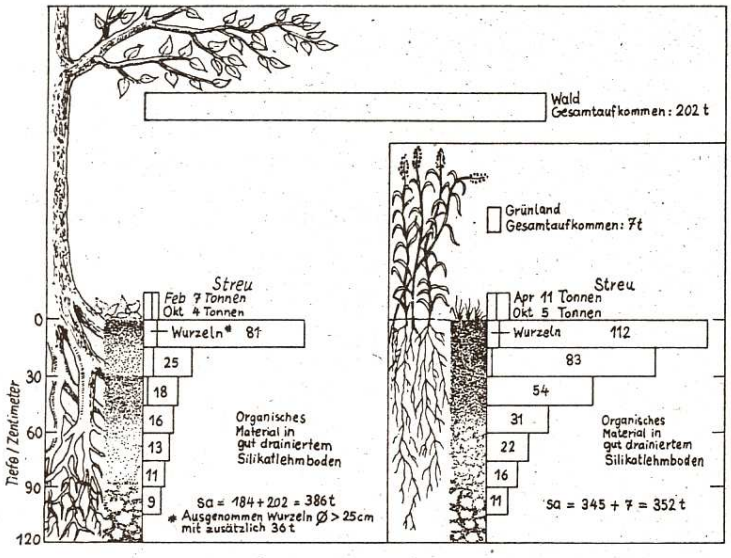
4. Humus **erhöht die Sorptionsfähigkeit des Bodens.** Das bedeutet, daß gedüngte Mineralstoffe an den Humuskörper angelagert und verzögert abgegeben werden. Dadurch wird der Düngeeffekt zwar nicht so sichtbar, dafür wird aber die Auswaschung von Nährstoffen stark reduziert. Dem Sorptionseffekt unterliegen auch Pflanzenschutzmittel und deren Abbauprodukte. Mit der Bodenlockerung steht ein gewisses Mittel zur Verfügung, den Humusabbau, also die Mineralisation zu lenken. Verstärkte oder häufige Lockerung fördert den Abbau und damit die Freisetzung der gedüngten und der humuseigenen Mineralstoffe. Der Humus selbst ist ein mächtiges Reservat an Nährstoffen. In der Vegetationszone des tropischen Regenwaldes reicht seine Produktion und sein Umsatz aus, ungewöhnliche Biomasse-Erträge zu erzeugen, im geschlossenen Kreislauf.

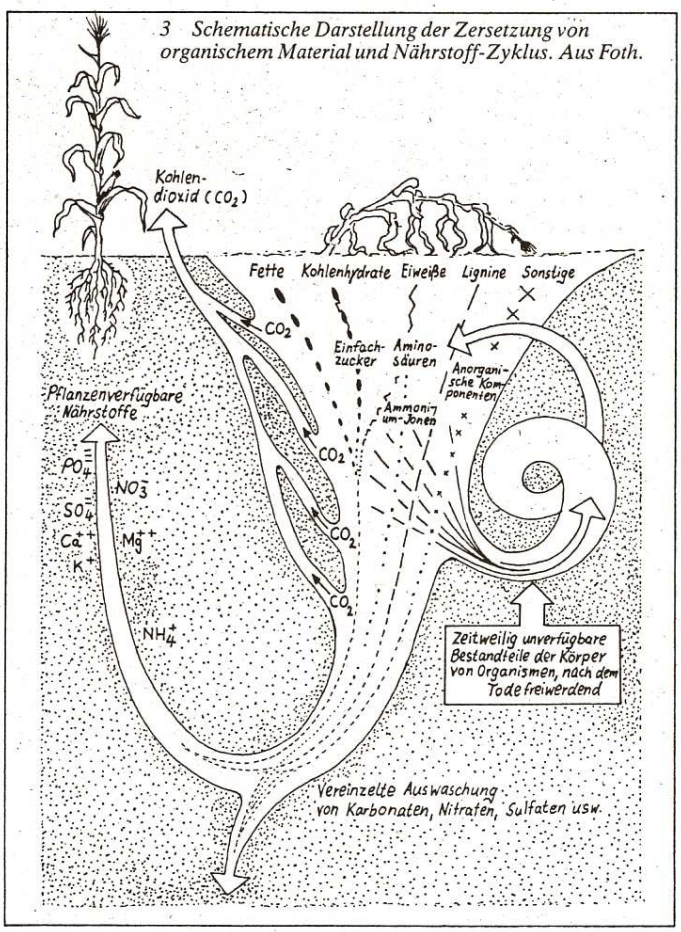
5. Humus ist **die maßgebende Kohlendioxidquelle (CO_2).** Pflanzensubstanz wird aus Kohlendioxid und Wasser gebildet. Beide Produkte bezieht die Pflanze aus dem Boden (bzw. sollte sie beziehen), nicht nur das Wasser (Abb. 3). Das bodenbürtige ist weit ertragswirksamer als das atmosphärische. Es strömt direkt zu den Spaltöffnungen der Blätter hin und ist der Ertragsmotor für den Aufbau der Biomasse.

6. Humus ist **notwendig für die Ausbildung einer Mykorrhiza.** Mykorrhizen werden von Pilzen gebildet, die überwiegend in Wurzelsymbiose mit den meisten Pflanzenarten leben, welche die Nährstoffaufnahme der Wurzeln verstärken und in der Lage sind, auch organische Verbindungen, Moleküle also wie Aminosäuren und Wuchsstoffe, aus dem Boden in die Pflanzenwurzel zu schleusen, unter anderem auch organische Phosphorverbindungen (Abb. 6). Amerikanische Forscher haben festge-



2 Unten: Verteilung des organischen Materials auf Waldböden (Eichen) und Grünland im zentralen Süd-Wisconsin (USA). Nach versch. Autoren aus Foth. Oben: Pflanzenrestzerleger – Hornmilbe, Springschwanz, Assel





3 Schematische Darstellung der Zersetzung von organischem Material und Nährstoff-Zyklus. Aus Foth.

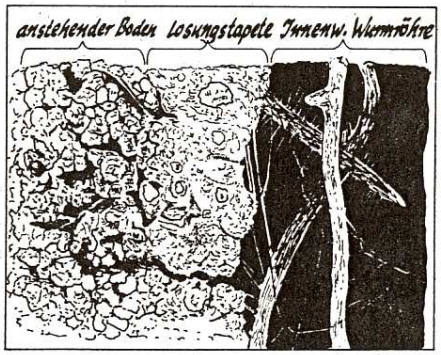
stellt, daß bestimmte freilebende Pilze Immunstoffe für Pflanzen produzieren. Man könnte durchaus vermuten, daß auch diese molekularen Verbindungen über die Mykorrhiza in die Pflanzen gelangen.
Übrigens wird als einer der Gründe für das Waldsterben die Schädigung dieses Wurzelpilzes vermutet. Da sich die Nadeln in der Laubstreu nur langsam zersetzen, sind die Koniferen in besonderem Maße auf die Mykorrhiza angewiesen, denn diese Wurzelpilze verkürzen den Nährstoffkreislauf. Sie gestatten, wie bereits erwähnt, organische Verbindungen und nicht allein Nährionen aufzunehmen. Landwirtschaftliche Versuche haben ergeben, daß Phosphordüngung die Mykorrhizaentwicklung verkümmern läßt. Auch die Knöllchenbakterien unsere Leguminosen sind auf Humus angewiesen.
7. Im Humus wird, da er Träger des Bodenlebens ist, alles organische wieder in die Kreisläufe zurückgeführt. Von dieser Warte aus gesehen ist der Humus die **Nahtstelle der Kreisläufe.** Daraus ergibt sich seine große Bedeutung, aber auch unsere Verantwortung dem Boden gegenüber.
Kurz zusammengefaßt also: Humus ist die Formation im Boden, die gleichermaßen physikalisch, chemisch und biologisch wirksam ist. Oder: Humus ist das Leben des Bodens. Also müßte Landwirtschaft gleich Humuswirtschaft sein.

Humusschwund

Wäre Humus so einfach zu vermehren, wie ihn auszugeben, wäre er – wenigstens hierzulande – kein Problemgut. Denn wir führen unseren Äckern in der Regel genügend oder gar zu viel organisches Ausgangsmaterial zu. Trotzdem: Humus ist zur Rarität geworden.
Woran liegt das?
An einer falschen, aber auch so lieb gewordenen (da alten) Lehrmeinung: Humus wird aus organischer Substanz im Boden gebildet. Falsch! Richtig ist, **Humus wird auf dem Boden gebildet.** Die Humusaufbauer unter dem Edaphon leben wegen ihres Sauerstoffbedarfs *auf dem Boden* oder unmittelbar unter der Oberfläche und gehören zum überwiegenden Teil zum Makroedaphon wie zum Beispiel Enchytraeiden, Diplopoden (Tausendfüßer), Collembolen (Springschwänze), Hornmilben, Spinnen, andere Vielfüßer, Käfer, Zweiflüglerlarven. Dieses sichtbare Bodenleben produziert in seinem Darm aus dem organischen Fraßgut Humusstoffe. *Im Boden* ist der Arbeitsbereich der Mikroben und damit der Humusabbauer. Denn auch Humusabbau muß sein, sonst blieben ja die Stoffkreisläufe stehen.
An einer **falschen Bodenbearbeitung.** Das jährliche Wenden des Bodens zerstört das Zuhause des Edaphons, vor allem des erwähnten Makroedaphons oder der Humusaufbauer. Übrig bleiben die Mikroben oder Abbauer und von ihnen speziell sehr kosmopolitische Bakterien. (‚Allerweltsarten').
An einer ebenso falschen und ebenso liebgewordenen Tradition: dem **Fruchtwechsel.***
Das Bodenleben ist pflanzenartspezifisch, d. h., jede Pflanzenart hat ihre speziellen Aufbereiter von Rückständen (von Ernterückständen wie von Wurzelausscheidungen). Wird die Fruchtart jedoch jedes Jahr gewechselt, muß auch das Bodenleben ausgetauscht werden. In unserer Vegetationszone (nemoraler, winterkahler Laubwald mit Niederschlägen zu allen Jahreszeiten) hat das Bodenleben mangels ausreichender Wärmedauer nur wenig Zeit, sich aufzubauen und aktiv zu sein. Der Fruchtwechsel verstärkt das Dilemma wegen kleiner Ausgangspopulationen, von denen die meisten erst aus ihrer Dauerform herausmüssen. Nochmals also: Fruchtwechsel ist alt und ehrwürdig, aber falsch.
Den **modernen Anbauverfahren** überhaupt: an dem Einsatz von Insektiziden, Fungiziden, Herbiziden u. s. f., an Dichtsaaten, die wenig Lichtenergie auf den Boden lassen, an großen Parzellen, die die Fluchtdistanzen der Bodenbewohner weit, weit überschreiten, an mineralischer Düngung (unter Umständen), die die Hydraturwerte vieler empfindlicher Bodenbewohner beschneiden, an organischer Düngung, die auf Kosten pflanzenbezogener Organismen Saprophyten auf den Plan rufen – um nur die wichtigsten Aspekte zu nennen.
An einer **falschen Tierernährung.**
Dazu ein Beispiel: Das Rind ist ein „Strohtier". Das heißt, Stroh kehrt auf richtige Weise in die Kreisläufe zurück über den Rinder- (und auch Pferde-)magen. Frißt das Rind Stroh, produziert es einen festen Kot. Nur ein solcher wird von Kotkäfern weiterverarbeitet. Ist hingegen Grünfutter seine überwiegende Nahrung, wird der Kot dünn und bleibt – auf der Weide abgesetzt – jahrelang liegen, allenfalls besiedelt von Humariaceae (Vertreter einer Pilzgruppe), durchlöchert von den Gängen des Dungkäfers *Aphodius merdarius* und umsiedelt von Ruderalpflanzen. Ebenso werden Schwein und Huhn unnatürlich ernährt,

Tab. 2 Dreiteilige Formel einer exakten Bodenanalyse für Edaphonhumus

■ Physikalische Analyse	
Feuchtigkeit	32–50%
Struktur	locker, gut durchkrumelt
Kapillargröße	1–3 mm
■ Chemische Analyse	
pH	8
Stickstoff	0,40–1 %
Phosphor	1–1,5 %
Kalium	1,8–2 %
Calcium	0,2–3 %
Silikate	60–65 %
Eisen	0,5–5 %
Kristall- und saugdruckfreies Wasser	ca. 5 %
in Organismen und organischer Substanz	ca. 20 %
freizirkulierend	ca. 20 %
Verhältnis der Makro- zu den Mikrokristallen	ca. 40:60
■ Biologische Analyse	
Organische Substanz	ca. 10–25 %
Zoogloeenbildung	ca. 40–50 %
Organismengehalt	ca. 300 Mill. pro 1 g Humus
Organismengruppen	
Mikroalgen	20 %
Fungi	7 %
Protozoen	7 %
Amoeben	15 %
Nematoden	2 %
Bakterien	27 %
Autochthone Mikroflora	13 %
Rotatorien	2 %
Cysten und Sporen	7 %
Unaufgeschlossene Materie	ca. 10–12 %



4 Röhre eines Regenwurms im Ausschnitt. Zu sehen sind der anstehende Boden (links) sowie die Losungstapete (Mitte), die Innenwand der Wurmröhre (rechts) ummantelnd (vgl. 1c). Einwandernde pflanzliche Feinwurzeln kommen besser voran und verfügen über ein zusätzliches Nährstoffangebot. Hensen aus Graff 1984.

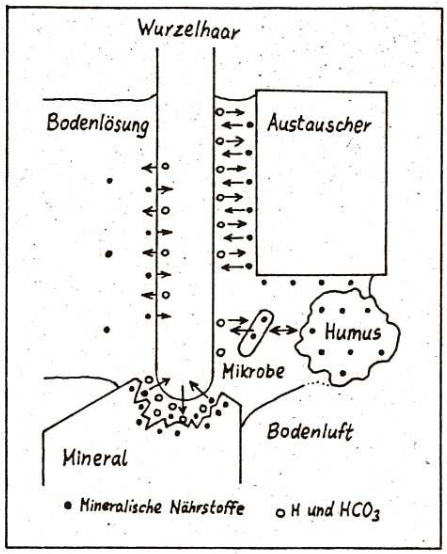
* *Anmerkung des Verf. (briefl., redak. bearb. u. erg.):* Der biologische Landbau geht von einer 5- bis 7-, z. T. bis zu 12feldrigen Fruchtfolge aus: ‚Das fördert den Humusersatz sowie Struktur und Leben der Böden'. Die landwirtschaftliche Monokultur funktioniert (auch in parasitologischer Hinsicht) nur bei den ursprünglichen Ackerkulturen Getreide, Bohnen und Linsen. Alle übrigen Kulturen, die wir heute in der Landwirtschaft anbauen, sind im herkömmlichen Sinne keine Ackerkulturen oder alte, für die menschliche Ernährung bestimmte Pflanzen, sondern Züchtungen aus wildwachsenden Formen. Diese Wildpflanzen wachsen in der Natur weder in Reihen noch auf Beeten in großen Artkolonien zusammen. Vielmehr stehen sie als *Einzelpflanzen* unter anderen Arten. In einer solch bunten Gesellschaft sind die einzelnen Pflanzen vor Schädlingen weitgehend geschützt und wachsen in Mischkultur gesund heran. Acker-Ökosysteme werden durch Mais, Zuckerrüben, Feldgemüse und andere über Gebühr belastet, da sie keine traditionellen Ackerkulturen sind. Diese kennen wir vom hundertjährigen Roggenanbau, Weizen- und Gerstenanbau in fortdauernder Monokultur, dauerhaft leistungsfähig jedoch nur dann, wenn das ganze Anbausystem darauf bezogen wird. Das Problem des zu geringen Ertrages ist u. a. darin zu sehen, daß gezüchtete Pflanzen mit hoher Leistungsfähigkeit von Naturmikroorganismen mit geringer Leistungsfähigkeit versorgt werden müssen. Daraus ist abzuleiten, daß alle mikro- und mesofauna-beeinträchtigenden Eingriffe des Menschen so gering wie möglich zu halten sind. (Aus: KOEPF 1976; LWK Rheinld. Pf.-Öko-Blatt: Der ganz andere Garten; KOCH: Der Weg zum Kulturökosystem, bioland 6/7 o. J.)

d mit Futtermitteln versorgt, die sie in der Natur nicht aufnehmen. Infolgedessen ist der Kot, den sie ausscheiden, ebenso wenig ein Naturprodukt und für das Ökosystem schwer zu verdauen, erst recht nicht zu Humus aufzubauen. Zudem entziehen alle Stallhaltungen die Tiere der direkten Flora und bringen damit das Verhältnis Pflanze/Tier aus dem Trott. Das Prinzip der Natur lautet: **Jede Pflanze muß von einem Tier gefressen werden, soll sie schadlos in die Kreisläufe zurück.**
Für den Humus also – leere Kassen!

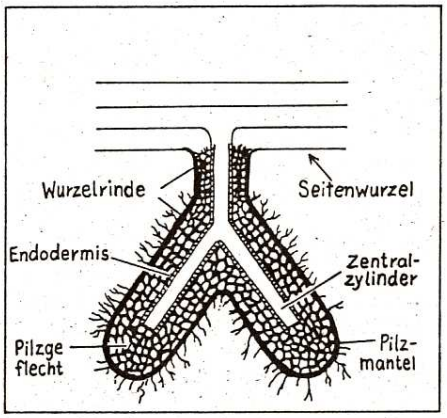
Humusproduktion

Wenn Landwirtschaft Humuswirtschaft sein will, muß sie anders aussehen als heute, nicht ein wenig anders, sondern ziemlich anders.
Sie muß nämlich

- unsere **Vegetationszone** (wie überhaupt weltweit) anerkennen. Bei uns ist der Laubwald zu Hause, der Ackerbau sekundär hinzugekommen. Hohe Mineralisationsraten sind nicht zu erwarten. Dazu fehlt es vor allem an Wärme. Die Zufuhr an organischer Substanz muß das berücksichtigen.
- eine **Destruentenschicht** auf dem Acker oder ein beständiges Zuhause für das Makroedaphon einführen. Im Wald besteht eine solche, wenn auch unsere Wälder heute – leider – ökonomische Einheiten sind, d. h. viel zu viel organisches Material bei zu wenig Lichteinstrahlung anfällt. Diese Destruentenschicht kann und darf nur aus Ernterückständen, Unkraut und Ausfallpflanzen bestehen. Ganze Strohernten sind einfach zu viel.
- auf den **Fruchtwechsel** verzichten und damit ein aktives pflanzenartspezifisches Edaphon aufbauen, das auch in der Lage ist, die kurze Zeit der Aktivität auszunutzen, im Frühjahr gleich anzulaufen. Wir haben genug Pflanzenarten, um jedem Boden und Standort gerecht zu werden.
- eine bodenschonende, d. h. lockernde **Bearbeitung** einführen und dem Boden möglichst viel Ruhe gönnen.
- die **Düngung** nach anderen Parametern bemessen z. B. nach dem Wasserangebot (der Hydraturwerte zuliebe) und der Bodenzahl (Ertragspotential), die Breitsaat statt der Drillsaat (Lichtwerte am Boden) üben, Streifenanbau in 20 Meter breiten Streifen (Fluchtdistanzen des ortsbeweglichen Edaphons) praktizieren, auf artgerechte Fütterung umstellen (was auch das Gülleproblem lösen würde).



5 Feinwurzel (Wurzelhaar) – schematisch und ihre chemischen Beziehungen im kolloidalen Bereich des Boden-Lückensystems: Mobilisierung mineralischer Nährstoffe und Mineralstoffaufnahme durch die Wurzel. Aus Larcher (1980), Ökologie der Pflanzen, UTB 232, n. Finck.



6 Ektomykorrhiza (Wurzelpilz) im Schema. Infizierte Feinwurzel einer Kiefer, umschlossen von einem Pilzgeflecht (Hartigsches Netz).

Faßt man die empfohlenen Maßnahmen zusammen, so heißt das Endergebnis schließlich: **kleine Betriebseinheiten mit strenger Koppelung der Tierhaltung an die futterarteigene Fläche!**
Eine Erziehung zu Humuswirtschaft könnte es sein, exakte und aussagekräftige Humusanalysen einzuführen. Die Humusforscherin Francé-Harrar hat solche bereits in den 50er Jahren entwickelt (Buchtitel „Humus", vergr.). Die Analyse hatte den Aufbau wie in Tab. 2, wobei sich die Werte zwar auf eine spezielle, aber auch richtungweisende Probe beziehen.
Die angegebene Analyse zeigt unter der Rubrik ‚Organismengruppen' direkte Humusbewohner. Ausgespart sind die eigentlichen Humusproduzenten, das Makroedaphon (vgl. Tab. 1). Seine Erforschung kann nur auf Versuchsflächen erfolgen. Dabei müssen wir gewärtig sein, auf etliche Mitglieder dieser Gemeinschaft verzichten zu müssen. Es nützt wenig, die genaue Struktur des Humus zu kennen, wenn wir seine Produktion nicht in den Griff bekommen. Und die können wir nur mit Hilfe der „Krabbeltiere" *auf* dem Boden ankurbeln. Infolgedessen müssen wir diese nicht nur kennenlernen, sondern auch verstehen lernen, sie zu fördern – im wesentlichen über die erwähnte Destruentenschicht, über schonende Bearbeitung, Streifenanbau, flächenbezogene Stoffkreisläufe...
Fazit (nochmals): die Landwirtschaft ist Humuswirtschaft oder sie geht zu Ende.

LITERATUR (Kurztitel)

Akkermann, R. (1984): Gülle-Mais-Bodenfruchtbarkeit. – Tagungsbericht u. Materialien, 144 S., BSH-Verlag Wardenburg.
Aubert, C. (1981): Organischer Landbau; I mer Verlag
Brown, A. (1980): Ecology of Soil Organisms. – 116 S., Heinemann Educ. Books, London
Brown, L. u. a. (1985): Erosion. Der Tod der Böden oder die schleichende Gefahr für die Weltwirtschaft. – 48 S., BSH Wardenburg
Dunger, W. (1983): Tiere im Boden. – 280 S., Ziemsen Wittenberg
Ehrnsberger, R. u. Akkermann, R. (1986): Der Boden lebt. Farbposter, BSH Wardenburg
France, Raoul H.: Das Leben im Boden. Das Edaphone. – Edition Siebeneicher, Volkswirtschaftlicher Verlag München
Gottschall, R. (1985): Kompostierung. – 282 S., C. F. Müller Karlsruhe
Hanken, K.-H. (1984): Die Industrialisierung der landwirtschaftlichen Produktion. – 23 S., BSH Wardenburg
Fuller, Witt u. a. **(1985):** Soils in Wasle Treatment and Utilization. – 2 Bde., CRC Press, Boca Raton, Florida
Kuntze, H. u. a. (1983): Bodenkunde. – 3. A., 407 S., UTB 1106, Stuttgart
Laatsch, W.: „Erhaltung und Steigerung der Bodenfruchtbarkeit" und „Der Gärtnerhof". – Verlag Boden und Gesundheit
Mückenhausen, E. (1977): Entstehung, n- schaften u. Systematik der Böden der BRD. – 299 S., DLG-Verlag Ffm
Nieschlag, F.: Der fruchtbare Boden. – DLG Verlag Frankfurt
Pfeiffer, E.: Die Fruchtbarkeit der Erde. – Geering Verlag, Dornach–Schweiz
Quirbach, K.H. (1978): a. Grenzertragsstandort, 9/281, b. Das Problem Humus, 11/354, Natur und Landschaft 53, Stuttgart
Böhlmann (1976): Bodenbiologie II
Sauerlandt, W. u. Tietjen, C.: Humuswirtschaft des Ackerbaus. – DLG Verlag Frankfurt
Schubert, R. (1985): Bioindikation in terrestrischen Ökosystemen. – 327 S., G. Fischer, Stuttgart
Seifert, A.: (1973): Gärtnern, Ackern ohne Gift. – 210 S., Biedenstein München.

BSH/NVN-Friedrichstraße 43, D-2906 Wardenburg. *Text:* Landw. Oberrat Dr. K.-H. Quirbach. *Zeichnerische Grafik*-Reproduktion: Gerrit Poppenga. *Manuskript-Übertragung:* Brigitte Oltmann. *Redaktion:* Remmer Akkermann. *Bezug:* BSH-Info-Versand, In den Heidbergen 5, D-2813 Eystrup/Weser Einzelpreis: –,50 DM (in Briefmarken zuzügl. adress. A5-Briefumschlag mit –,80 Porto). Unterrichtssätze verbilligt, soweit der Vorrat reicht. Der Druck dieses Merkblatts wurde ermöglicht durch den Beitrag der Mitglieder. Jeder, der Natur- und Artenschutz fördern möchte, ist darum zu einer *Mitgliedschaft* aufgerufen, auch eine *Spende* ist möglich (steuerlich abzugsfähig) auf das Sonderkonto: Raiffeisenbank Wardenburg (BLZ 28069 Nr. 1000600. Für den Inhalt von Merkblättern sind die Verfasser allein verantwortlich. 1. Auflage: 5300

© BSH 1987.