

Der Biogarten

Der Boden

Lebendige Erde, dreißig Zentimeter, von denen wir leben

1. Allgemeines
2. Bodenarten
3. Aufbau und Stärkung eines organischen Bodenlebens
4. Bodenuntersuchung
5. Bodenerhaltung

1. Allgemeines

Boden ist ein wertvolles und knappes Gut auf dem Planeten Erde. Es ist genauso knapp wie Wasser und in seiner Bedeutung nicht weniger entscheidend wie dieses wichtige Lebenselixier für unsere Existenz. Boden ist nicht beliebig vermehrbar. Im Gegenteil nimmt der jährliche Bodenverlust durch Erosion von Wind und Wasser, durch menschlichen Einfluss (Flächennutzung für Wohnen, Verkehr, wirtschaftliche Tätigkeiten und in deren Folge Versiegelung, Verseuchung etc.) immense Ausmaße an. Weltweit sind die Halbwüsten und Wüsten in ständiger Ausbreitung begriffen. Wegen des rapiden Anstiegs der Weltbevölkerung sinkt seit Jahren kontinuierlich die durchschnittliche pro Kopf für die Erzeugung von Nahrungsmitteln zur Verfügung stehende Fläche. Lag diese 1950 noch bei 0,23 ha/Kopf sind es derzeit gerade noch etwas über 0,1 ha. Boden ist nicht der Dreck unter unseren Füßen, mit dem wir einen sorglosen Umgang pflegen können. Boden ist lebendige Erde, eine hauchdünne, kleine Schicht zwischen festem Untergrund und Atmosphäre, von der unser Leben abhängt.

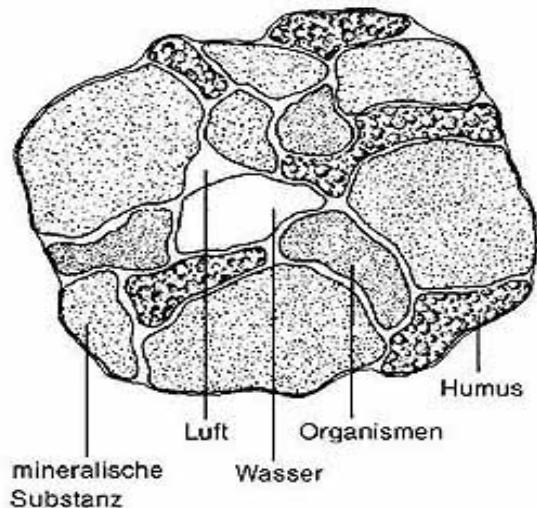
Die Hauptsorge eines Biogärtners gilt daher dem Boden. Sein Denken und Handeln zielen auf die Gesundheit, Erhaltung und Mehrung der Fruchtbarkeit des Bodens. Doch betrachten wir den Boden zunächst aus der nüchternen Sicht der Wissenschaft, so greift folgende Definition:

"Boden stellt das unter dem Einfluss zahlreicher Umweltfaktoren entstandene Umwandlungsprodukt aus mineralischen und organischen Substanzen dar, das mit Wasser und Lebewesen durchsetzt ist und höheren Pflanzen als Standort dient."
(Hofmeister & Garve 1986)

Sind die Gesteine der obersten Erdschichten Witterungseinflüssen ausgesetzt, werden Prozesse initiiert, die zur Zerkleinerung, Umformung und Auflösung der Gesteine führen. Durch diese, als physikalisch-chemische Verwitterung bezeichneten Vorgänge entsteht ein Substrat, das verschiedensten Mikroorganismen, Flechten, Moosen und höheren Pflanzen als Lebensraum und Standort dienen kann. Mit der Besiedlung durch Pflanzen entwickelt sich ein reiches Bodenleben, das Edaphon ["edaphos" = das im Boden Lebende nach Raoul Francé (1923)] welches den sog. biologischen Verwitterungs(Bodenbildungs)prozess bewirkt.

Die Menge dieser Bodenorganismen im sogenannten „Humuskörper“ ist kaum vorstellbar groß. So enthält nur ein Gramm landwirtschaftlich nutzbaren Bodens ca. 600 Millionen Bakterien, 400.000 Pilze und 100.000 Algen. Bezogen auf einen Hektar entspricht dies - für die

15cm mächtige, oberste Bodenschicht - einer Mikroorganismenmasse von mehr als 20.000kg. Hinzu kommen 370kg tierischer Einzeller, 50kg Fadenwürmer, 10kg Springschwänze und Milben, 15kg kleiner Borstenwürmer, 50kg Tausendfüßler, 17kg Insekten, Käfer und Spinnen sowie 40kg Weichtiere und die ungeheure Masse von 4.000kg Regenwürmern pro Hektar. (Angaben nach Boguslawski 1981 aus Hofmeister & Garve 1986)



Diese Organismen verarbeiten organische Überreste wie abgestorbene Pflanzen, Kadaver und Tierkot zu einem stabilen, und dabei lockerkrümeligen Humus. Wird tote organische Substanz bis hin zu den chemischen Elementen abgebaut, entsteht Nährhumus, der den Pflanzen als Ernährungsgrundlage dient; Dauerhumus besteht demgegenüber in stabilen strukturbildenden Huminstoffen, die durch das Edaphon aus Zwischen- und Endprodukten des Abbaues organischer Substanz entstehen.

Abb.1: Zusammensetzung eines "Bodenkrümelns"

Vor allem durch die Aktivitäten der Regenwürmer, Asseln und Tausendfüßer werden Humusbestandteile mit anorganischen (mineralischen) Teilchen vermischt, an die Tonmineraloberflächen gebunden. Der entstehende Ton-Humus-Komplex zeichnet sich durch die für das Pflanzenleben notwendige Eigenschaft aus, Nährsalze und Wasser binden und damit verfügbar halten zu können. Einerseits wird so die Auswaschung von Mineralstoffen (Nährsalzen und Spurenelementen) gemindert, andererseits dienen die Ton-Humus-Komplexe, neben der Lebendverbauung durch Wurzeln, Pilzhyphen und Bakterienkolonien, als Brücken zwischen Bodenteilchen und geben dem Boden Struktur.

2. Bodenarten

Im Wechselspiel aller physikalischen, chemischen und biologischen Faktoren entstehen ent-

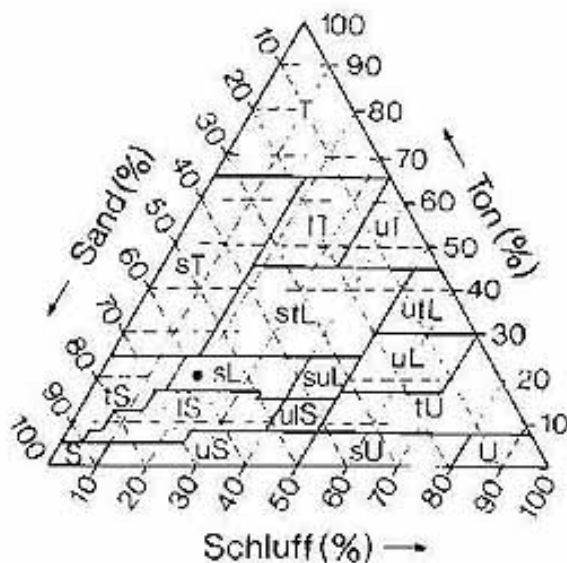


Abb.2: Dreiecksdiagramm der Bodenarten.

S = Sand, s = sandig,
U = Schluff, u = schluffig;
L = Lehm, l = lehmig;
T = Ton, t = tonig.

Beispiel:
Der Punkt entspricht einem Gehalt des Bodens von 50% Sand-, 20% Schluff- und 30% Tonanteil.

(Nach Schachtschabel u.a. 1984 aus Hofmeister & Garve 1986)

sprechend den jeweiligen lokalen Gegebenheiten unterschiedliche Bodenarten: "leichte" Sandböden, "schwere" Tonböden oder die im klassischen Landbau besonders geschätzten "mittleren" Lehm- und Lößböden. Bodenkundler unterscheiden neben den genannten Bodentypen eine große Zahl von Zwischenformen, charakterisiert durch

unterschiedliche Anteile von Sand, Ton und Lehm ebenso wie durch Unterschiede bezüglich des Kalk- und Humusgehaltes sowie des Säuregrades. Jede Bodenart zeigt ihr eigene Reak-

tionsweisen, die im verantwortungsvollen, Ressourcen erhaltenden Landbau - ob im eigenen Garten oder auf den Feldern - beachtet werden müssen.

Leicht zu bearbeitende Sandböden, in denen Wurzeln sich gut ausbreiten können, besitzen aufgrund der Kugelstruktur der Sandkörner ein großes Porenvolumen bei einem geringen Vermögen, Wasser und Nährsalze zu binden. Vor allem durch den Mangel an Ton-Humus-Komplexen werden bis zu 60% durch Düngung zugeführter Nährsalze (z.B. Nitrate) ausgewaschen. Die intensive landwirtschaftliche Nutzung dieser Böden trägt so massiv zum Nitratproblem bei.

Tonböden stellen das gegenteilige Extrem dar. Die feinen, blättchenförmigen Tonpartikel - mit dem bloßen Auge nicht zu erkennen - lagern sich so dicht, dass nur ein minimales Porenvolumen bleibt. Das Bodenleben findet hier kaum Raum, Wurzeln können sich nur schwer ausbreiten. Tonböden binden Wasser und Nährsalze teilweise so fest, dass Wurzeln der meisten Pflanzen weder Wasser noch Nährsalze aufzunehmen vermögen. In solchen Böden wurzelnde Pflanzen können Welkeerscheinungen zeigen, obwohl die Erde offenkundig noch feucht ist.

Bodenarten mit gemischter Korngrößen-Zusammensetzung, sog. "mittlere" Lehm- oder Lößböden, sind dagegen geeignete, gut zu bearbeitende Gartenböden. Die Fähigkeit, Wasser und Nährsalze zu speichern, ist zufriedenstellend ebenso sind das Porenvolumen und damit die Durchlüftung wie die Bodenstruktur (entscheidend für das Wurzelwachstum) günstig für die meisten Kulturpflanzen.

3. Aufbau und Stärkung eines organischen Bodenlebens

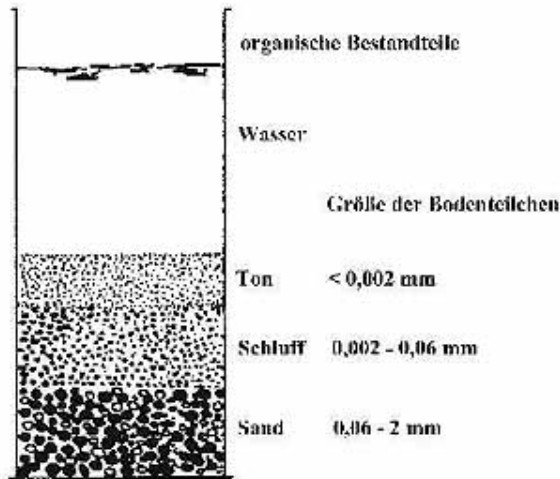
Sand- oder Tonboden bieten zwar nicht die idealen Voraussetzungen, sind aber keineswegs als schicksalhafte Fügungen, die man akzeptieren und mit denen man leben muss, anzusehen. Ist der Zustand des Bodens, die Bodenart, bekannt, so kann - wenn auch unter einiger Mühe - der Zustand der Bodengare hergestellt werden. Der Begriff Gare ist von zentraler Bedeutung und charakterisiert mit einem Wort die das Ergebnis der Bemühung zur Gesundung, Mehrung und Erhaltung des Bodenlebens. Er beschreibt den von Bauern, die täglich mit Boden arbeiteten, - nicht industriell wirtschaftenden Landwirten -, beobachteten Zustand eines optimalen, feinkrümeligen, lebendverbauten Ackerbodens. Heute weiß man, dass in einem solchen Boden Ton-Humus-Komplexe wertvolle Nährsalze und Dauerhumus binden und ein aktives edaphisches Leben existiert. Bei "guten" Böden gilt es, diesen Zustand zu erhalten.

4. Bodenuntersuchung

Den Ausgangszustand eines Bodens zu bestimmen, dienen einfache Tests, die mit wenig Aufwand ausgeführt werden können. Solche Tests geben Auskunft über: die Korngrößen-Zusammensetzung des Bodens, den Humusgehalt, den Säuregrad, den Kalkgehalt und den Gehalt unterschiedlichster Nährsalze (Beschreibungen der unterschiedlichen Tests finden sich in vielen themenbezogenen Sachbüchern, z.B. Buch 1989).

· Schlammprobe - Analyse der Korngrößen-Zusammensetzung eines Bodens

Um die Anteile von Sand, Schluff, Ton und Rohhumus einer Bodenprobe zu ermitteln, entnimmt man der oberen Bodenschicht (bis zu einer Tiefe von 20 cm) eine Bodenprobe von ca. 50 ml. Die Bodenprobe wird mit Wasser auf ein Volumen von 500 ml aufgefüllt. Durch kräftiges Schütteln suspendiert man die Bodenprobe und gibt das Gemisch in ein möglichst schmales, hohes Glas (einen Standzylinder).



Aufgrund der unterschiedlichen Sedimentationsgeschwindigkeiten lagern sich in den ersten Minuten die relativ groben Sandpartikel am Boden des Glaszylinders ab. Schluff, Ton und Humusbestandteile folgen. Der Versuch ist beendet, wenn sich das überstehende Wasser geklärt hat. Aus der Höhe der Ablagerungen kann man auf die Anteile der verschiedenen Bodenkomponenten schließen. Mit Hilfe des Dreiecksdiagramms [Abb. 2] und der im Versuch erschlossenen Prozentanteile lässt sich Boden charakterisieren.

Abb. 3: Schlämmanalyse

· Die Spatenprobe – Untersuchung der Bodengare

Lassen sich mit dem Schläm-Test die Bestandteile des Bodens erschließen, so kann durch eine zweite Untersuchung, die sog. "Spatenprobe" (vgl. hierzu: Markl. & Hampl 1996) das Bodengefüge, der Zustand der Gare des Bodens erfasst werden.

In den dreißiger Jahren dieses Jahrhunderts entwickelte der Apotheker Johannes Görbing in Norddeutschland eine standardisierte Methode zur Untersuchung von Ackerböden. Er war von Bauern aufgefordert worden, eine Erklärung für das Phänomen zu suchen, dass sie manchmal mit ungewöhnlich schlechtem Pflanzenwachstum zu kämpfen hatten. Bei seinen Untersuchungen mittels der Spatendiagnose zeigten sich dann bald Fehler in der Bodenbearbeitung als Ursache für das schlechte Wachstum. Gezielte Maßnahmen ermöglichten dann auf Grundlage der Bodenuntersuchung die Wiederherstellung respektive Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit. Die Methode der "Spatenprobe" ging in der Folgezeit mit Entwicklung der industriellen Landwirtschaft und ihren Möglichkeiten der chemischen Düngung und des "Pflanzenschutzes" eitgehend verloren.

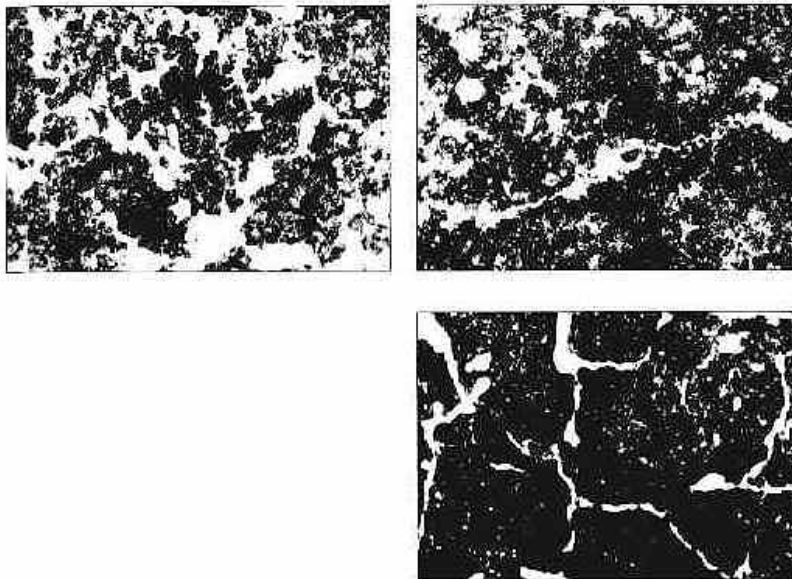


Abb. 4: Spatenprobe

Oben links: Optimale Bodenstruktur;
oben rechts: Übergang vom garen zum verdichteten Boden;
unten: Bodenverdichtung.

Heute erlangt die Spatenprobe bei all denen, die nachhaltigen Garten- oder Ackerbau - ohne den Einsatz von Kunstdünger - betreiben wollen, wieder zunehmend an Bedeutung.

Der geeignete Zeitpunkt für die Probenentnahme

ist ein Frühsommertag, wenn die Pflanzen optimale Wachstumsbedingungen haben. Nach einem leichten, nächtlichen Regen ist eine Probe gut zu entnehmen und zu begutachten. Bodenproben sollten dann an verschiedenen Orten, z.B. an solchen, wo ein besonders gutes

und wo ein besonders schlechtes Pflanzenwachstum zu beobachten ist, entnommen werden.

Die Probenentnahme

Nach Ausheben eines kurzen Grabens wird mit einem möglichst flach geschmiedeten Spaten eine Grabenwand gegen ein Holzbrettchen (etwa so groß wie das Spatenblatt) geklappt. Zusammen mit dem Holzbrettchen lässt sich der Bodenblock - seitlich glatt abgestochen - leicht aus der Grube herausheben und anschließend begutachten. Ist durch den Einstich des Spatens die Bodenstruktur nicht mehr im ursprünglichen Zustand zu erkennen, kann z.B. mit einer Gärtnerkralle die natürliche Struktur eröffnet werden.

Die Begutachtung Die Spatenprobe erlaubt Einsichten in die wichtigsten Faktoren, die ausschlaggebend für die Fruchtbarkeit eines Bodens sind:

- Bodenstruktur (Sauerstoffversorgung des Edaphons)
- Durchwurzelung und
- Verteilung der Feuchte im Boden

Abb. 4 zeigt drei Zustandsformen eines Bodens mit optimaler, mittlerer und verdichteter Struktur.

Erstere, die im Garten- und Ackerbau anzustrebende, gute Zustandsform, basiert auf einer lebendverbauten, feinen Krümelstruktur. "Je tiefer im Boden Krümel anzutreffen sind, desto fruchtbarer ist der Boden." Die Krümelstruktur bedingt das Porenvolumen eines Bodens, das in lockeren, guten Böden 50% des Gesamtvolumens übersteigt.

Grobporen ($d > 10\text{mm}$) vermitteln die Durchlüftung, die Sauerstoffversorgung für das edaphische Leben; sie wirken stabilisierend, erhöhen den Bodenwiderstand, Trittfestigkeit und -wichtig für den Ackerbau - die Befahrbarkeit, wenn sie durchgängig, z.B. durch Regenwurmgänge, entwickelt sind. Sie sind von entscheidender Bedeutung für die Wasserableitung bei großen Regenmengen.

Mittelporen ($d > 10 - 0,2\text{mm}$) enthalten das den Pflanzen zugängliche Wasser gebunden an Ton-Humus-Kolloide (Ton-Humus-Komplex).

Feinporen ($d < 0,2\text{mm}$) binden Wasser (Adsorptionswasser) so fest, dass es für Pflanzen nicht zugänglich ist.

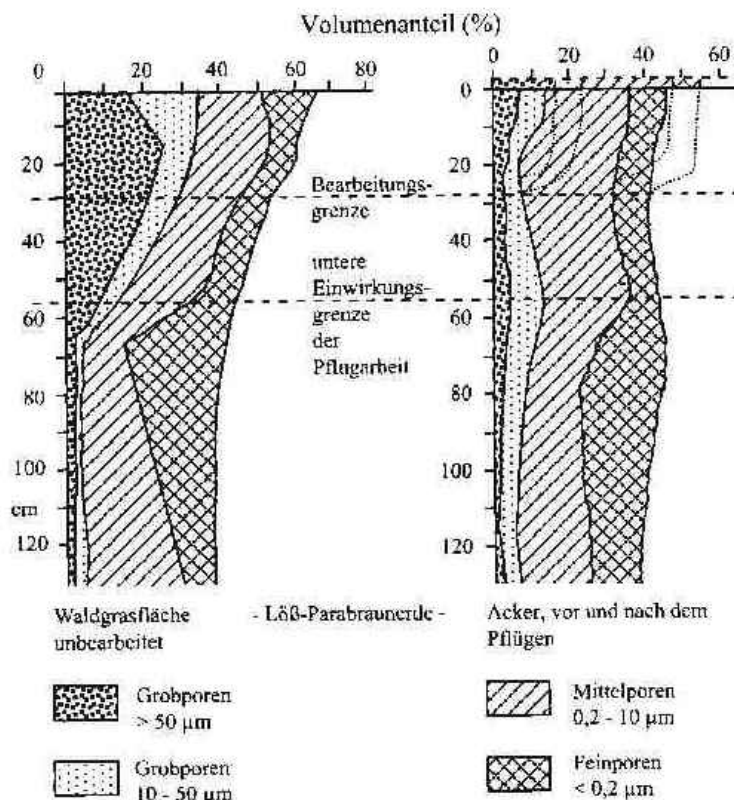


Abb. 5: Auswirkungen der Pflugarbeit auf Bodenstruktur und Bodenleben.

Im Vergleich zu grasbewachsenen Waldböden zeigen konventionell bewirtschaftete Äcker meist eine ungünstige Verdichtung für das Pflanzenwachstum (vgl. Terbrügge 1986). Die

intensive Lockerung der oberen Bodenschichten durch Bearbeitung mit dem Pflug führt nur kurzfristig zu einer Vergrößerung des Porenvolumens. Es ist sehr instabil, da keine durchgängigen Grobporen gebildet werden können. Unter dem Eigengewicht und durch das Befahren mit Ackergerät verdichtet sich der Boden erneut. Durch Verdichtung werden Ackerböden in 30 Jahren um etwa 10cm tiefergelegt. Der Mangel an dauerhaften Grobporen beeinträchtigt die Wasser- und Sauerstoffversorgung der im Boden lebenden Mikroorganismen. Da diese Bodenorganismen jedoch für die Nährstoffversorgung der Kulturpflanzen notwendig sind, kommt es in der Folge zur Mangelversorgung und es ergibt sich die Notwendigkeit zusätzlicher Düngung. Bei schlechter Bodenstruktur findet man insbesondere in den unteren Teilen des Spatenprofils größere "Bröckel" oder "Blöcke", die nur von wenigen Rissen durchzogen sind. Solch kompakte Schichten zeigen in der Regel kaum Durchwurzlung (insbesondere wenig Feinwurzeln) und damit kaum Leben. Wo immer jedoch der Boden Krümelstruktur in der Spatenprobe zeigt, kann davon ausgegangen werden, dass der Boden fruchtbar, aktiv und lebendig ist.

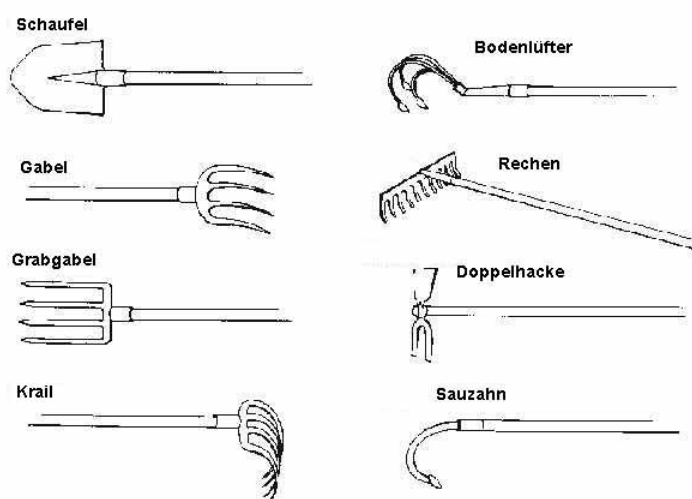
Bodenerhaltung

Den Boden auch in der tieferen Schicht der Unterkrume möglichst "gar", also krümelig zu machen beziehungsweise zu erhalten, muß Ziel des nachhaltigen Wirtschaftens eines jeden Biogärtners sein. Das intensive Bemühen zielt auf geeignete Maßnahmen zur Erhaltung und Mehrung der Bodenfruchtbarkeit. Verschiedene Methoden leisten hierzu einen Beitrag. Diese sind vielfach in der Fachliteratur detailliert beschrieben. Eine umfängliche Darstellung kann an dieser Stelle nicht gegeben werden. Zwei wesentliche Unterlassungen und Grundvoraussetzungen für die aufbauende und erhaltende Bodenpflege seien aber an dieser Stelle mit aller Deutlichkeit genannt:

- der Verzicht auf "Kunst"dünger
- der Verzicht auf Pflanzenschutz mit "synthetisch-chemischen" Mitteln!

Ansonsten greift ein Bündel verschiedener Maßnahmen, die Bodengare und in Folge die dauernde Bodenfruchtbarkeit zu erreichen und zu erhalten. Von grundsätzlicher Bedeutung ist die Kompostwirtschaft. Regenwürmer sind als Helfer auf dem Weg zum garen Boden unentbehrlich und bei gutem Besatz ein sicheres Zeichen für die erreichte Bodengüte. Mischkulturanbau, Bodenbedeckung mit Mulch, die Verwendung von Pflanzenjauchen und –brühen wirken zusammen und führen im Ergebnis zu garer, krümeliger, gesunder Gartenerde. Abschließend seien noch zwei Aspekte ausgeführt, die insbesondere der Bodenerhaltung dienen.

Bodenlockerung und Schutz der Bodenstruktur und des Edaphons



Garten- und ackerbauliche Nutzung bedingt unumgänglich schon durch die Begehung negative Verdichtung der Böden. Das oben beschriebene Ideal der "grasbewachsenen Waldböden" (Abb. 5) zu erreichen bzw. sich diesem anzunähern erfordert den bedachten, gärtnerischen Einsatz.

Abb. 6:
Geräte zur Bodenpflege im Biogarten

Ein tiefgreifender Umbruch des Bodens, mittels Spaten oder Pflug, verbietet sich jedoch in den meisten Fällen, da die natürliche Schichtung des Bodenlebens zerstört würde. Die Auflockerung, insbesondere vor der Einsaat, muss auf die Erhaltung dieser Bodenschichtung bedacht sein. Als Werkzeuge, mit deren Hilfe dies zu erreichen ist, bieten sich insbesondere die "Grabgabel" und der "Sauzahn" an. Vorhandene Verdichtungen lassen sich hiermit aufbrechen, so daß der Boden wieder gut durchlüftet wird, Regenwasser speichern kann und eine ungehinderte, tiefe Durchwurzelung erlaubt.

· *Gründüngung und Mineralsalzversorgung – "Futter" für das Edaphon*

Der Anbau von Nutzpflanzen ist auch im bewusst ökologischen Garten- und Ackerbau ertragsorientiert. Eine Prämisse, die keineswegs im Gegensatz zum verantwortlichen Umgang mit Natur stehen muss. Mit der Ernte entziehen wir dem "Organismus Boden" große Mengen an Nährsalzen und Spurenelementen, ein Verlust, der ausgeglichen werden muss. Durch Kompostierung der "Gartenabfälle" und Verbringung des reifen Kompostes auf den Boden gelangt zumindest ein Teil der organischen Masse wieder zurück. Intaktes, "gut gepflegtes", unter verschiedenartigster Bedeckung geschütztes Bodenleben zersetzt dieses Material und erschließt in einem Recyclingprozess Humus und Nährsalze für die nächsten Pflanzengenerationen.

Gründüngung im Zwischenfruchtbau ist als Ergänzung der Kompostdüngung (Humusersatz) die natürlichste Möglichkeit, der Verarmung des Bodens zusätzlich entgegen zu wirken. Insbesondere Schmetterlingsblütler (Platterbsen, Wicken und Klee) werden ausgesät, nur um später untergearbeitet zu werden. Sie nehmen Kohlenstoff(dioxid) und Stickstoff aus der Atmosphäre auf und bauen diese Stoffe u.a. mit Hilfe symbiotischer 'Knöllchenbakterien' in den Pflanzenkörper ein. Vom Gärtner untergearbeitet wird die Pflanzenmasse wiederum von Bodenlebewesen wie Kompost zersetzt, Nährsalze in pflanzenverfügbarer Form im Boden freigesetzt und so angereichert.

Unabhängig von der Herkunft laufen Humusstoffe (insbesondere der Nährhumus) Gefahr, in tiefe, von den Pflanzen nicht erreichbare Schichten ausgewaschen zu werden. Der Einsatz von Tonmineralen wie Bentonit und Montmorillonit, deren Namen abgeleitet sind von Ortschaften in Frankreich und den Vereinigten Staaten, in denen größere Lagerstätten dieser Tone zu finden sind, kann hier insbesondere für leichte Sandböden hilfreich sein (vgl. die herausragende Bedeutung der Ton-Humus-Komplexe). Einerseits sind die feinen Tonplättchen geeignet, Humus zu binden, andererseits dienen sie im Ton-Humus-Komplex als Quelle für Mineralstoffe und Spurenelemente, an denen die Böden, insbesondere bei einseitig, intensiver Nutzung, verarmen. Tonminerale entsprechend feiner Qualität (kleiner als 2mm = 0,002mm) - Produkte langwieriger geologischer Prozesse - sind selten, im Abbau relativ teuer und als Ressourcen nur begrenzt verfügbar.

Steinmehle unterschiedlichster mineralischer Zusammensetzung (gewonnen aus der Verarbeitung von Kalk- und Urgestein) entsprechend fein zermahlen können hingegen leicht verfügbar gemacht werden. Besitzen sie auch nicht die Quellfähigkeit wie die nativen Tonminerale, so enthalten Gesteinsmehle jedoch viele Mineralstoffe und Spurenelemente in ausgewogenem Verhältnis. In den Boden eingebracht, werden diese langsam durch die Ionen austauschaktivität der Wurzeln für die Pflanzen verfügbar gemacht. Nebenbei sei angemerkt, dass Steinmehl auch zur Schädlingsabwehr eingesetzt werden kann. Zu diesem Zweck bestäubt man die Pflanzen an den befallenen Stellen, was Läuse und anderen Pflanzensaugern die Mundwerkzeuge und Tracheen derart verklebt, dass sie von den Pflanzen ablassen oder gar eingehen. Ein günstiger Nebeneffekt ist der, dass beim nächsten Regen Schädlinge und Gesteinsmehl von den Pflanzen abgewaschen und in den Boden eingespült werden, wo sie von den Bodenlebewesen weiterverarbeitet werden und diese nähren. Wie durch den mineralstoffreichen Nilschlamm, der in früheren Zeiten regelmäßig die Felder des Niltales und -deltas überschwemmte, kann durch die Ausbringung von Gesteinsmehlen in Verbindung mit Kompost und Gründüngung die Fruchtbarkeit unserer Gärten und Felder nachhaltig gesichert werden.