



Aqua Alimenta
Make it flow Let it grow



2024

Grundlegendokument zum Thema

HUMUSBEWIRTSCHAFTUNG

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
2	Funktionen von Humus.....	1
3	Massnahmen zum Erhalt und Aufbau von Humus.....	1
3.1	Dauerhaften Bewuchs fördern	1
3.2	Zwischenfrüchte als Gründüngung anbauen.....	2
3.3	Effekte von Leguminosen nutzen	2
3.4	Humusmehrer und Humuzehrer kombinieren	2
3.5	Böden schonend bearbeiten	2
3.6	Wurzeln unterstützen	2
3.7	Erntereste auf dem Feld belassen	3
3.8	Boden gezielt untersuchen	3
3.9	Organisch düngen.....	3
3.10	pH-Wert richtig einstellen	3
3.11	Boden Hilfsstoffe testen.....	3
3.12	Keine mineralischen Stickstoffdünger verwenden.....	3

1 Einleitung

Weltweit sind 33% der Böden degradiert, wobei die Ursachen biologischer, chemischer oder physikalischer Natur sind. 40% der degradierten Böden befinden sich in Afrika. Auch die übrigen degradierten Böden sind grösstenteils in Gebieten, die von Armut und Ernährungsunsicherheit betroffen sind. Die enge Relation zwischen Armut/Ernährungsunsicherheit und Kationenaustauschkapazität¹, was bedeutet, dass ihre Fruchtbarkeit weitgehend vom Humus abhängt. Da unter den klimatischen Bedingungen der Tropen und Subtropen (Wärme und Feuchtigkeit) die Mineralisierung der organischen Substanzen beschleunigt ist, steigt der Humusgehalt der Böden kaum über 3% (gemäßigte Zonen: 3.5 – 6%) an. Eine Ausnahme dieser Regel bildet die sogenannte «Terra Preta»².

Um gute Erträge in der Landwirtschaft zu erzielen und die Bodenfruchtbarkeit zu bewahren, kommt der Humusbewirtschaftung eine besondere Bedeutung zu. Die kritische Grenze des Humusgehaltes für die meisten tropischen und subtropischen Böden liegt bei 1.1%. Unterhalb dieser Grenze nimmt die Wasserspeicherkapazität der Böden stark ab, wodurch das Potential der Pflanzen, längere Trockenperioden zu überstehen, deutlich sinkt. Ebenso rasch sinkt die Nährstoffspeicherkapazität der Böden, was degradierten Böden erfordert dringliche Taten³.

Abgesehen von vulkanischen Böden und Schwemmland sind die meisten Böden in den Tropen und Subtropen alte Böden. Diese Böden sind stark verwittert und das Muttergestein liefert kaum mehr Nährstoffe. Zudem besitzen sie eine geringe

bedeutet, dass Düngemittel schneller ausgewaschen werden oder vergasen und den Pflanzen und symbiotischen Mikroorganismen nicht mehr in ausreichendem Masse zur Verfügung stehen. Mit sinkendem Humusgehalt sinkt zudem die Kapazität des Bodens, sich gegen Schädlinge zu wehren und Schadstoffe abzubauen, womit auch die Krankheitsanfälligkeit der Pflanzen steigt⁴.

2 Funktionen von Humus

Humus fördert die Bodenfruchtbarkeit und hat wichtige Funktionen:

1. Humus erhöht das Bodenporenvolumen (Verfügbarkeit des Bodenwassers für die Pflanzen)
2. Humus verbessert die Wasserspeicherung des Bodens (wichtig bei sandigen Böden)
3. Humus verbessert die Wasserinfiltration in den Boden und mindert die Erosions-anfälligkeit
4. Humus führt zu günstiger Bodenstruktur und erhöht die Aggregatstabilität (Vermischung und Verbindung der mineralischen Bodenteilchen)
5. Humus hat Filter- und Pufferfunktion (z.B. in salzhaltigen Böden)

3 Massnahmen zum Erhalt und Aufbau von Humus

3.1 Dauerhaften Bewuchs fördern

Der Schlüssel für ein funktionierendes Bodennahrungsnetz und für den Humusaufbau ist ein dauerhafter Bewuchs. Die Zeit ohne grüne Pflanzen sollte so kurz wie möglich gehalten werden. Das Ziel ist eine maximale Fotosyntheseleistung. Die Pflanzen geben über die Wurzeln Kohlenstoff (C) in Form einfacher Zucker ab, immerhin rund 20% der gesamten Fotosyntheseleistung. Mikroorganismen beziehen ihre Energie aus diesen Zuckern. Dazu gehören Mykorrhiza Pilze sowie stickstofffixierende und phosphorlösende Bakterien – wichtige Helfer bei der Humusbildung.

¹ Die Kationenaustauschkapazität gibt Auskunft über das Kationenaustauschvermögen des Bodens, d.h. die Fähigkeit, Kationen festzuhalten und bei Bedarf wieder abgeben zu können.

² «Terra Preta» ist die Bezeichnung für einen fruchtbaren, im Amazonasbecken anzutreffenden, anthropogenen Boden. Der Boden besteht aus einer Mischung von Holz- und Pflanzenkohle, menschlichen Fäkalien, Dung und Kompost, durchsetzt mit Tonscherben und gelegentlich auch Knochen sowie Fischgräten.

³ Quelle: FAO (2015): Agroecology to reverse soil degradation and achieve food security

⁴ Quelle: Schmidt HP (2011): Humusaufbau statt Hungersnot. Ithaka Journal 1/2011: 53–56

3.2 Zwischenfrüchte⁵ als Gründüngung anbauen

Zwischenfrüchte sind für die Mikroorganismen leicht abbaubares Material. Wie schnell die Zwischenfrucht abstirbt und die notwendigen Nährstoffe für das Bodenleben und die Kulturpflanze freigibt, hängt vom C:N-Verhältnis der Pflanze ab. Je enger es ist, desto schneller verrottet das Material. Bei Leguminosen liegt das C:N Verhältnis bei 7:1 bis 8:1, bei Kreuzblütlern etwas höher bei 10:1 und bei Gräsern bei 12:1. Zwischenfruchtmischungen mit verschiedenen Wurzeltypen tragen zur Lockerung des Bodens bei und fördern die Wasseraufnahme.

3.3 Effekte von Leguminosen nutzen

Leguminosen fixieren über ihre Wurzelknöllchen in der Symbiose mit Rhizobien Luftstickstoff. Darüber hinaus können sie schwer verfügbare Phosphorverbindungen im Boden aufschliessen und in den Unterboden verlagerte Nährstoffe aufnehmen, bevor sie ausgewaschen werden.

3.4 Humusmehrer und Humuszehrer⁶ kombinieren

In der Fruchtfolge sollte ein ausgeglichenes Verhältnis von Humuszehrern (z.B. Hackfrüchte) und Humusmehrern (unter anderem Klee) zugunsten des Humusgehalts geschaffen werden. Mit alternativen Pflanzenbausystemen und einer ganzjährigen Pflanzendecke gelingt es, beispielsweise Mykorrhiza Pilze⁷ über die Fruchtfolge hinweg im Boden zu halten. Alternative Anbausysteme sind unter anderem: Untersaaten⁸, Permakultur, Begleitpflanzen (etwa Senf und Leguminosen), Multiple oder Dual Cropping (zwei resp. mehrere Früchte auf demselben Stück Land – nicht gemischt), Relay Cropping (Anbau von zwei und mehr Früchten in abwechselnden Reihen) oder Agroforstsysteme.

3.5 Böden schonend bearbeiten

Nicht wendende Bodenbearbeitung⁹ und Direktsaat können die Humusgehalte in der oberen Krume erhöhen. Mulch verbleibt an der Bodenoberfläche, das Bodenleben wird geschont und langfristig kann sich eine gute Bodenstruktur entwickeln. Stabile Bodenkrümel ermöglichen eine rasche Wasseraufnahme und schützen vor Erosion. Eine intensive Bodenbearbeitung – Pflügen/Eggen mineralisiert die Bodennährstoffe und zerstört das Bodengefüge und das Geflecht der Mykorrhiza Pilze. Eine optimale Porenverteilung sichert die Sauerstoffversorgung der Wurzeln und des Bodenlebens und fördert die Durchwurzelung und die Wasseraufnahme. In verdichteten Böden¹⁰ ist Humusaufbau nur schwer möglich.

3.6 Wurzeln unterstützen

Wurzeln tragen 2- bis 3-mal mehr zum organischen Kohlenstoffgehalt im Boden bei als die gleiche Menge oberirdischer Biomasse. Ein höherer Kohlenstoffeintrag über Wurzeln, etwa mit Zwischenfrüchten, ist effizienter als ein Eintrag über den Boden, beispielsweise mit Stroh. Die Wurzelausscheidungen von Kulturpflanzen machen etwa 30 Prozent der unterirdischen

⁵ Z.B. Leguminosen: Cassia, Crotalaria, Pueraria; Gräser: Panicum, Setaria, etc.

⁶ Humusmehrer sind Pflanzen, die dem Boden Nährstoffe zuführen; Humuszehrer sind Pflanzen, die dem Boden Nährstoffe entziehen. In der Humusbewirtschaftung geht es zusätzlich um die Intensität der Bodenbearbeitung. Humusmehrer sind Leguminosen, Humuszehrer sind Hackfrüchte wie Mais und Kartoffeln.

⁷ Als Mykorrhiza wird eine Form der Symbiose von Pilzen und Pflanzen bezeichnet, bei der ein Pilz mit dem Feinwurzelsystem einer Pflanze in Kontakt ist. Die Mykorrhiza Pilze verfügen über ein im Vergleich zur Pflanze erheblich grösseres Vermögen, Mineralstoffe und Wasser zu spalten und aus dem Boden zu lösen. Weiter bietet die Mykorrhiza einen gewissen Schutz vor Wurzelpathogenen und oberirdischen Schädlingen, wie beispielsweise Blattläusen oder schädlichen Pilzinfektionen. Zudem erhöht sie auch die Trockenresistenz der Pflanzen.

⁸ Untersaat bezeichnet das Aussäen von Saatgut einer zweiten Frucht zusammen mit dem Saatgut der Hauptfrucht auf dem Acker. Die Aussaat von Untersaaten kann gleichzeitig mit der Hauptfrucht oder später in den bereits bestehenden Hauptfruchtbestand hinein erfolgen.

⁹ Es gilt wühlen statt graben, Hacke statt Pflug.

¹⁰ Leichte, sandige Böden verdichten weniger schnell als lehmige Böden; trockene Böden weniger schnell als durchnässte.

Kohlenstoffmenge aus. Gleichzeitig ist eine tiefe Durchwurzelung¹¹ ein Garant, um Pflanzen resistenter gegenüber Trockenheit zu machen.

3.7 Erntereste auf dem Feld belassen

Neben der unterirdischen Biomasse spielen organische Reststoffe wie Stroh und Pflanzenreste eine wichtige Rolle. Sie schützen als Mulchdecke und bilden einen nährstoff- und strukturaufbauenden Mix. Die Bodenorganismen benötigen Mulchmaterial an der Bodenoberfläche als Futter. Mit der Bildung stabiler Ton-Humus-Komplexe tragen sie zur Humusproduktion bei.

3.8 Boden gezielt untersuchen

Die Humusbilanz¹² dient dazu, die Humuswirkung der angebauten Früchte und der organischen Dünger abzuschätzen. Diese Berechnung sagt allerdings wenig über den tatsächlichen Humusgehalt aus. Deshalb lohnt es sich, ihn alle fünf bis sechs Jahre durch Probenahme zu bestimmen. Schnelle Analysewerkzeuge wie die Nahinfrarot-(NIR)-Spektroskopie¹³ eröffnen neue Möglichkeiten zur Quantifizierung des Bodenkohlenstoffs und dessen Dynamik. Erste Handgeräte sind auf dem Markt, um Humus in Echtzeitmessung zu bestimmen, beispielsweise können XLab oder die Smartphone-Software CarboCheck die zeitliche Entwicklung des Bodenkohlenstoffs prognostizieren.

3.9 Organisch düngen

Hofdünger versorgen den Boden mit organischer Substanz und basisch wirksamen Stoffen und die Pflanzen mit notwendigen Nährstoffen. Ein hoher Anteil an organisch gebundenem Stickstoff fördert die mikrobielle Biomasse im Boden. Mykorrhiza und Mikroben können die Pflanze nahezu vollständig mit Stickstoff und Phosphor versorgen. Eine durchschnittliche Kompostgabe von 30 t/ha Trockenmasse liefert dem Acker rund 1.2 t/ha basisch wirksame Bestandteile und wirkt damit wie eine Kalkung. Es entsteht zusätzliches Porenvolumen mit mehr Stabilität.

3.10 pH-Wert richtig einstellen

Bodenmikroorganismen benötigen einen neutralen pH-Wert. Saure Böden verringern das bakterielle Bodenleben und damit die Bodenfruchtbarkeit. Damit unterstützt eine bedarfsgerechte Kalkversorgung z.B. mit Muschelkalk den Humusaufbau.

3.11 Boden Hilfsstoffe testen

Mit zunehmendem Fokus auf die Bodenbiologie kommen immer mehr Biodünger auf den Markt. Mikroorganismenpräparate enthalten Mykorrhiza Pilze, phosphormobilisierende Bakterien oder freilebende Stickstofffixierer. Sie sollen das Pflanzenwachstum anregen und die Bodenfruchtbarkeit verbessern. Internationale Studien¹⁴ zeigen bis zu 16% Ertragssteigerung, 85% dieser Studien kommen aus den Tropen und Subtropen.

3.12 Keine mineralischen Stickstoffdünger verwenden

Die negativen ökologischen Folgen der mineralischen Düngung haben ein bedrohliches Ausmass erreicht. Das betrifft vor allem die Düngung mit Stickstoff. Die Folgen sind Humusabbau, Verlust von Biodiversität, Bodenversauerung und Lachgas-Emissionen, mit negativen Auswirkungen auf die zukünftige Nahrungsproduktion. Die zunehmende Bodenversauerung verringert die Phosphat-Aufnahme, erhöht die Konzentration toxischer Ionen im Boden und hemmt das Pflanzenwachstum.

¹¹ Alle Leguminosen sind Tiefwurzler, zudem auch Senfsorten und z.B. Sonnenblumen.

¹² In der Humusbilanz werden Zufuhr und Abbau der organischen Substanz einander gegenübergestellt. Die Humusbilanz darf nicht unter einen durchschnittlichen Wert von minus 75 kg Humuskohlenstoff (Humus-C) pro Hektar und Jahr absinken.

¹³ NIRS hilft die Gehalte an organischem Kohlenstoff (Corg) und Gesamtstickstoff (Nt) sowie den pH-Wert zu bestimmen.

¹⁴ Quelle: agrarheute Ausgabe 4/2020

Verstärkter Humusabbau im Boden verringert sein Nährstoff-Speichervermögen und Treibhausgase aus überschüssigem Stickstoff belasten das Klima. So zerstört synthetischer Stickstoff zentrale Produktionsgrundlagen der Landwirtschaft und gefährdet zukünftige Ernährungssicherung. Zudem kann zu viel stickstoffhaltiger Dünger zu einem hohen Nitratgehalt im Boden führen und sich in den Pflanzen anreichern. Nitrat wird in Nitrit umgewandelt und kann dann gesundheitsschädlich wirken. Über das Grundwasser und den Verzehr der Pflanzen kann auch der Mensch geschädigt werden¹⁵.

¹⁵ Quelle: AGRECOL – Association for AgriCulture and Ecology (2013): Bodenlos – Negative Auswirkungen von Mineraldüngern in der tropischen Landwirtschaft

Aqua Alimenta
Stauffacherstrasse 28
8004 Zürich

+41 43 243 04 70
info@aqua-alimenta.ch
www.aqua-alimenta.ch



Spendenkonto
PC 25-543543-9
IBAN CH51 0900 0000 2554 3543 9