

10 2024  
2. Fassung

# HUMUS- LEITFADEN 2.0

AUS DEM  
HUMUSREICH  
NETZWERK  
SCHLESWIG-  
HOLSTEIN  
- zweite Auflage  
mit Gastbeiträgen

# Linkübersicht als Download



Damit du ganz bequem die Links für die weiterführenden Infos aufrufen kannst, haben wir dir ein PDF gebaut in der alle Links einmal gebündelt sind!



# Grußwort für den Humusleitfaden

von Dr. Marie von Meyer-Höfer  
Thünen Institut für Marktanalyse



Liebe Leserinnen und Leser,

für jeden landwirtschaftlichen Betrieb ist der Boden DIE Grundlage.

Ein gesunder Boden bildet die Basis für alle sich anschließenden Produktionsschritte und vor allem ermöglicht er es uns eine Reihe der aktuell größten Herausforderungen für die Land- und Ernährungswirtschaft anzugehen, wie beispielsweise die Kohlenstoffspeicherkapazität, die Wasseraufnahmefähigkeit oder das Artensterben im Boden.

Seit einigen Jahren engagiert sich Boben Op e.V. mit viel Herzblut für die humusaufbauende Landwirtschaft, die sowohl unter konventioneller als auch unter biologischer Bewirtschaftung, egal ob mit oder ohne Tierhaltung, umgesetzt werden kann. Ein inzwischen breites Netzwerk konnte zwischen interessierten Landwirtinnen und Landwirten zur gegenseitigen Inspiration und zum praktischen Austausch auf- und ausgebaut werden. Wissenstransfer wird hier real gelebt.

Für die zukünftige Ausrichtung der Land- und Ernährungswirtschaft wird es von entscheidender Bedeutung sein sich den drängendsten Nachhaltigkeitsherausforderungen mit praktisch erprobten Konzepten entgegenzustellen. Der Humusleitfaden liefert dafür eine anschauliche Anleitung.

Mit herzlichen Grüßen,  
Marie Meyer-Höfer

*Dr. Marie Meyer-Höfer arbeitet am Thünen Institut für Marktanalyse in Braunschweig. Dort forscht sie zu den gesellschaftlichen Erwartungen an landwirtschaftliche Produktionssysteme und zum Konsumverhalten. Aktuell ist sie Teil des EU geförderten Projektes SoilValues, in dem Geschäftsmodelle für Bodengesundheit gemeinsam mit Praktikern entwickelt werden. Im Rahmen dieses Projektes ist eine Zusammenarbeit mit dem Verein Boben Op entstanden.*

Mehr zum Projekt  
SoilValues auf  
[soilvalues.eu](http://soilvalues.eu)

# HUMUSLEITFADEN

## REDAKTION UND DANKSAGUNG

Boben op Klima- und Energiewende e. V.  
Mühlenstraße 14, 24975 Hürup

### Wir sagen DANKE!

Ohne die Mitwirkung von vielen Expert\*innen, die bei uns im Netzwerk referiert und ihr Wissen mit uns geteilt haben, wäre dieser Leitfaden nicht möglich gewesen. Vielen herzlichen Dank an euch!

Ein herzlicher Dank geht auch an alle, die uns bei der Konzeption des Leitfadens und den Korrekturschleifen unterstützt haben. Vielen Dank an die Gastbeiträge, die den Humusleitfaden nun noch bereichern! Vielen Dank für die ehrlichen Interviews. Vielen herzlichen Dank auch an Urs Mauk, der uns einige Bilder bereitgestellt hat!

Vielen herzlichen Dank an das Netzwerk, mit dem es großen Spaß macht, sich mit den unterschiedlichen Ansätzen auseinanderzusetzen und über Fehler und Lösungen zu diskutieren!



#### ARTIKEL

Henning Knutzen  
Nicole Maack  
Sandra Winther

#### GESTALTUNG

Nicole Maack  
Ann-Christin Lange

#### BILDER

Alle verwendeten Bilder sind eigene Aufnahmen oder wurden entsprechend des Urheberrechts gekennzeichnet. Einige Bilder, Grafiken sind Lizenz freie Stockfotos von Canva.



# Inhaltsverzeichnis



<b>Vorwort vom Humusreich Team</b>	<b>3-4</b>
<b>Einleitung - die Bedeutung von Humus und Bodenfruchtbarkeit</b>	<b>5-8</b>
<b>Das Bodennahrungsnetz</b>	<b>9-11</b>
<b>Kompostextrakt Anleitung</b>	<b>12</b>
<b>Der flüssige Kohlenstoffweg</b>	<b>13-16</b>
<b>Rhizophagenkreislauf - wie die Pflanze "frisst"</b>	<b>17-18</b>
<b>Die Rolle der Bodenpilze</b>	<b>19-24</b>
<b>Interviews aus dem Humusreich Netzwerk</b>	<b>25-40</b>
<b>Mob Grazing als Beweidungstechnik</b>	<b>41-44</b>
<b>Was leisten Mikroorganismen?</b>	<b>45-46</b>
<b>Blick ins Mikroskop</b>	<b>47-48</b>
<b>Pyramide der Pflanzengesundheit</b>	<b>49-50</b>
<b>Brix-Messungen</b>	<b>51-52</b>
<b>Boden selbst bewerten</b>	<b>53-54</b>
<b>Huminsäure</b>	<b>55-56</b>
<b>Die kleinen Wasserkreisläufe</b>	<b>57-59</b>
<b>Klimalandschaften</b>	<b>60-66</b>
<b>Zwischenfrüchte und Untersaaten</b>	<b>67-72</b>
<b>Was ist Agroforst?</b>	<b>73-76</b>
<b>Food Forest</b>	<b>77-79</b>
<b>Zeigerpflanzen</b>	<b>80-82</b>
<b>Erweiterte Bodenanalyse</b>	<b>83-88</b>
<b>Pflanzenkohle</b>	<b>89-90</b>
<b>Konservierende Bodenbearbeitung</b>	<b>91-94</b>
<b>Wege des Komposts – Wirtschaftsdünger</b>	<b>95-96</b>
<b>Übersicht Mistkompostierung</b>	<b>97-98</b>

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>Kaskadennutzung</b>	<b>99-100</b>
<b>Johnson-Su-Kompost</b>	<b>101</b>
<b>Biomeiler</b>	<b>102</b>
<b>Beispielrezept Rindergülle Aufbereitung</b>	<b>103</b>
<b>Tipps für die Umsetzung</b>	<b>104</b>
<b>Übersicht &amp; Kritik “Humuszertifikate”</b>	<b>105-110</b>
<b>Fazit und Abschluss</b>	<b>111</b>
<b>Bodendichtung von Henning</b>	<b>112</b>
<b>Linkverzeichnis</b>	<b>113</b>



# VORWORT VOM HUMUSREICH NETZWERK SCHLESWIG-HOLSTEIN

Unser Ziel ist es, die Bodenfruchtbarkeit in Schleswig-Holstein zu verbessern, indem wir mit Landwirt\*innen und Praktiker\*innen praktische Lösungen zur Stabilisierung und Steigerung der Humusgehalte in ihren Böden suchen und aufzeigen. Dabei arbeiten wir mit einem Netzwerk aus Expert\*innen und Partnerorganisationen zusammen.

Gemeinsam möchten wir Best-Practice-Beispiele erzeugen und den Wissensaustausch fördern. Auch der regionale Klimaschutz-Zertifikate-Handel und die Herausgabe eines Humusleitfadens stehen auf unserer Agenda. Denn Humusaufbau ist Klimaschutz und sollte aus unserer Sicht gesellschaftlich und finanziell honoriert werden. Im Rahmen unseres Projekts führen wir verschiedene Aktivitäten durch, wie Bodenansprachen, Vernetzungstreffen und Schulungen mit **Pionier\*innen** aus dem deutschsprachigen Raum.

Wir stellen Methoden und Praktiken vor, die an anderen Standorten zur Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit funktionieren. Damit möchten wir Landwirt\*innen bei der Umsetzung von Maßnahmen zur Bodenverbesserung unterstützen. Zu den empfohlenen Maßnahmen im HumusReich-Projekt gehören die Anwendung von organischen Düngemitteln, die reduzierte Bodenbearbeitung, die Einführung von Zwischenfrüchten und Gründüngungen sowie die Förderung von Agroforstsystemen. Wir bieten Schulungen und Workshops an, um Landwirt\*innen über diese Systeme zu informieren und ihnen bei der Umsetzung zu helfen. Der Humusleitfaden gibt einen Überblick über wesentliche Inhalte der Netzwerkveranstaltungen. Er zeigt Ansätze, mit verschiedenen Herausforderungen umzugehen und mögliche Wege hin zu einem gesunden Boden.

Die humusaufbauende Landwirtschaft ist eine nachhaltige Praxis, die in konventionellen als auch biologisch wirtschaftenden Betrieben darauf abzielt:

- die Bodenqualität zu verbessern,
- die Biodiversität zu fördern,
- den ökologischen Fußabdruck der Landwirtschaft zu verringern
- und das Klima zu schützen.



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit  
und Verbraucherschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

In unserem Leitfaden erklären wir dir, wie du als Landwirtin und Landwirt den Boden in deinem Betrieb beurteilen kannst. Wir legen Wert auf eine leicht verständliche Sprache und praxisnahe Tipps, damit du die Methoden der humusaufbauenden Landwirtschaft erfolgreich umsetzen kannst.

Dabei verweisen wir auf die verschiedensten Erfahrungen von Praktiker\*innen und versuchen, wo es möglich ist, neueste wissenschaftliche Erkenntnisse einzubeziehen.

Das HumusReich-Netzwerk Schleswig-Holstein ist eine Initiative des Vereins "Boben op Klima- und Energiewende e. V." und der Gemeinde Ausacker, die sich für das Bodenleben und die Regeneration unserer Böden einsetzt.

Gemeinsam schaffen wir eine nachhaltige und fruchtbare Zukunft für die Landwirtschaft!

Bei Fragen und Anregungen könnt ihr das HumusReich-Team unter [Humusreich@bobenop.de](mailto:Humusreich@bobenop.de) jederzeit erreichen.

Viel Spaß beim Lesen des Humusleitfadens!

Wünscht das HumusReich-Team

Sandra Winther,  
Nicole Maack,  
Henning Knutzen  
und Christoph Thomsen

(von rechts nach links)





# Neben der Kohlenstoffspeicherung erfüllt ein humusreicher, lebendiger Boden noch viel mehr Funktionen.



“ Jede Form der Bodennutzung sollte eine Aufrechterhaltung dieser Bodenfunktionen (Lebensraum für Tiere und Pflanzen, Regelungsfunktion als Filter, Puffer, Speicher, Transformator für Wasser und anorganische und organische Stoffe) [bieten]. Die Entwicklung humusreicher Böden ist eine der zentralen Fragen in der Landwirtschaft. Viele wichtige Bodenfunktionen stehen im direkten Zusammenhang mit dem Humusgehalt. “

(angelehnt an IG gesunder Boden Positionspapier 2023)

# Bedeutung von Humus und Bodenfruchtbarkeit

Was sind die Ziele hinter dem Humusaufbau? Wofür sollte ich die Umstellung machen? Darüber sprechen wir in den folgenden Kapiteln, denn der Weg zu gesunden Nahrungsmitteln führt immer über gesunden Boden und gesunde Pflanzen.

**Vereinfacht sprechen wir im Leitfaden oft von Humus, auch wenn es heute wissenschaftlich richtig ist, von organischer Substanz/Kohlenstoff (Corg) zu sprechen. Das machen wir, um die Komplexität etwas herunterzubrechen (siehe auch flüssiger Kohlenstoffweg für mehr Info).**

Boden ist das natürliche Kapital eines Landwirts. Das Interesse der Landwirte liegt in der Erhaltung und Förderung der Bodenfruchtbarkeit. Dabei kann ein gesunder, fruchtbarer Boden zum einen bei ungünstigen Wetterbedingungen die Erträge stabilisieren, zum anderen zumindest zum Teil, Kosten der Landwirte senken. Eine gute Bodenfruchtbarkeit kann unter anderem durch eine Erhöhung des Humusgehalts erreicht werden. Dabei rücken auch klimapolitische Ziele in den Fokus. Ein humusreicher, lebendiger Boden ist fruchtbar, bringt hohe stabile Erträge und ist resilient hinsichtlich extremer Wetterereignisse.

Der Ausstoß von CO<sub>2</sub> in der Landwirtschaft ist ein aktuelles und vielseitig diskutiertes Thema. Durch die intensive Bewirtschaftung landwirtschaftlich genutzter Böden kommt es zur Freisetzung von CO<sub>2</sub>-Emissionen und anderen Treibhausgasen.

In der oberen Bodenschicht ist in Form von Humus der wesentliche Teil an Kohlenstoff im Boden gebunden. Eine humusaufbauende Bewirtschaftung birgt somit ein hohes Potenzial für eine zukunftsgerichtete Landwirtschaft.

Neben der Kohlenstoffspeicherung erfüllt ein humusreicher, lebendiger Boden noch viel mehr Funktionen.

Der Humusaufbau – zumindest aber sein Erhalt – sollte daher zukünftig ein gesamtgesellschaftliches Thema höchster Priorität sein. Insbesondere durch den starken Humusabbau der letzten Jahre ist der Humusaufbau umso wichtiger. Genauso wichtig, wie stabile Huminstoffe, sind dabei aber auch die Nährstoffe für das Bodenleben und genauso wichtig, wie die Menge an Humus, ist seine Zusammensetzung und Qualität (IG gesunder Boden Positionspapier 2023).

Im Folgenden wird Humus definiert als:

**“Die Gesamtheit der toten organischen Substanz aus tierischer, pflanzlicher und mikrobieller Herkunft, die im Boden integriert ist”.**  
(Kolbe & Zimmer, 2015, S. 5)

Humus im eigentlichen Sinne ist der Anteil der organischen Substanz im Boden, der weder mikroskopisch noch makroskopisch Zellstrukturen aufweist, also z. B. keine Strohmatte. Diese Zellstrukturen werden bei der Bestimmung von Humus manchmal fälschlicherweise mit zum Humusanteil gezählt. Ein gesunder, humusreicher Boden ist biologisch hochaktiv. Wenn die Nährstoffe ausbalanciert sind und ein günstiges C/N-Verhältnis vorhanden ist, entsteht ein krümelstabilisierter Boden mit runden lebend verbauten Krümeln.

## Grundlegend wurde Humus früher in zwei Arten - Nährhumus und Dauerhumus - unterschieden:



Nährhumus versorgt die Pflanzen im Boden mit wichtigen Nährstoffen, wie z. B. Stickstoff und Phosphor. Die überwiegend instabilen organischen Verbindungen werden oft von Mikroorganismen angegriffen und demzufolge ist er nicht so langlebig wie der Dauerhumus. Je nach Bodenart hat der Nährhumus einen Anteil von 20-50 % (Dunst, 2011, S. 32). Vom Nährhumus im Boden folgt ein fließender Übergang zum Dauerhumus (Schleswig-Holsteins Böden als CO<sub>2</sub>-Senke, 2017).

Im idealen Boden herrscht ein gutes Porenvolumen ohne Verdichtungen, mit möglichst 5 oder mehr Volumenprozent Humus. Der Boden kann seine Bodenschwammstruktur erfüllen, das heißt, er zerfließt nicht bei Starkregen, kann Dürreperioden über längere Zeiträume überstehen und reagiert resilient gegen alle Erosionsereignisse. Er riecht angenehm, ohne Fäulnisgeruch.

In der landwirtschaftlichen Praxis findet man häufig Böden, die diese Merkmale nicht vollständig erfüllen und zu Degradationserscheinungen neigen. Erst in den letzten Jahren wird das Augenmerk innerhalb der Landwirtschaft auf diese Bodenfunktionen, Bodenfruchtbarkeit und Herstellung einer Bodengare (Idealzustand der Ackerkrume) vermehrt gelenkt und auch in Bodenkursen, Workshops und Seminaren gelehrt. Zurzeit entwickeln sich weltweit verschiedene Bewegungen unter den Namen regenerative Landwirtschaft, Carbon-Farming oder auch enkeltaugliche Landwirtschaft. Dabei vereint diese, das Ziel, zukunftsfähige Landwirtschaft über eine natürliche Bodenfruchtbarkeit zu gewährleisten. Ein gesunder, humusreicher Boden ist die Antwort der Landwirtschaft auf die zu erwartende Verstärkung der Extremwetterereignisse, die seit den 80er Jahren deutlich zugenommen haben.

**“Hier seht ihr ein Beispiel für einen gesunden, humusreichen und krümelstabilisierten Boden. Die Pflanzenwurzeln (Sommergerste/Erbsen) sind schon kurz nach der Keimung sehr gut in Verbindung mit dem Boden und bilden ein eigenes Mikrobiom in der Bodenwurzelzone. Die Wurzeln bilden eine Art „Tasche“ um die Wurzel herum. Das ist ein sichtbares Zeichen für einen gesunden Boden.“**

Henning Knutzen



Foto Henning Knutzen



## Bodenschwammfunktion



Teller A

Teller B

Sinnbildlich für

**Bodenschwammstruktur:**

**Teller A symbolisiert einen garen Boden mit guter Struktur und hoher Wasseraufnahmekapazität.**

**Teller B symbolisiert einen toten Boden, der durch Zugabe von Wasser in kurzer Zeit zerfließt.**

Neben dem enormen Kohlenstoffspeicher kann ein gesunder, humusreicher Boden noch weitere Ökosystemleistungen hervorbringen. Dazu gehören Biodiversitätsleistungen nicht nur durch Pflanzenvielfalt, sondern auch im Bodennahrungsnetz. Zum Beispiel wird die Insektenvielfalt gefördert, da viele Insekten von einem aktiven Bodenleben abhängig sind. Hinsichtlich der zu erwartenden Klimaveränderungen ist eine intakte Bodenschwammstruktur enorm wichtig, um die normalen Wasserkreisläufe wieder herzustellen. Wenn die Bodenschwammstruktur funktioniert, dann entwickelt sich mehr Wasserdampf in der Atmosphäre und dadurch kommt es zu einer vermehrten Wolkenbildung. Der zusätzliche Wasserdampf hat einen direkten Abkühlungseffekt und zusätzliche Wolken haben einen zusätzlichen Abstrahlungseffekt. Der australische Boden-Wissenschaftler Walter Jehne hat errechnet, dass 10 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche mit einer funktionierenden Bodenschwammstruktur ausreichen würden, um die meisten Extremwetterereignisse auszugleichen und die natürlichen regionalen Wasserkreisläufe wiederherzustellen.

### Weitere Infos zu dem Thema findet ihr hier:



#### **Bodenschwammfunktion**

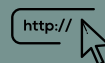
The Soil Carbon Sponge, Climate Solutions and Healthy Water Cycles with Walter Jehne\_



#### **Interessengemeinschaft (IG) Gesunder Boden**

Website für mehr Infos zu den Aktionen und Veranstaltungen

<https://www.ig-gesunder-boden.de>



#### **Humuschecker vom Thüneninstitut**

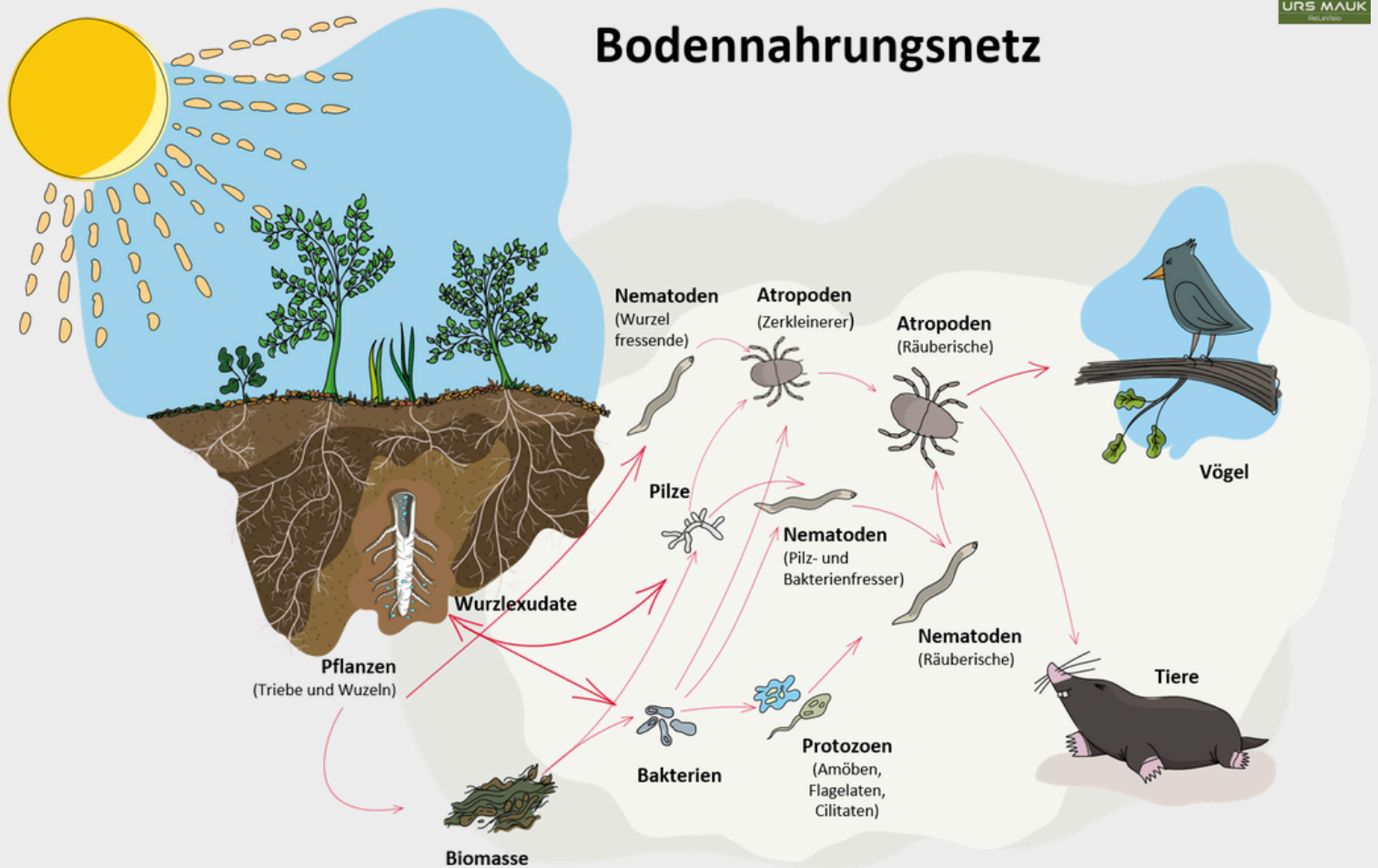
[https://humuscheck.thuenen.de/get\\_carbon/](https://humuscheck.thuenen.de/get_carbon/)

# Das Bodennahrungsnetz

nach Elaine Ingham



## Bodennahrungsnetz



Grafik bereitgestellt von Urs Mauk, Relvisio

**In einer Handvoll lebendiger Erde sind  
mehr Mikroorganismen als Menschen auf  
dem Planeten!**

# Das Bodennahrungsnetz

War dir eigentlich klar, dass im Boden sehr, sehr viele Organismen leben? Die Masse des Bodenlebens kann auf 1 ha mehr als 10 t erreichen ([www.diezukunftsbauern.de](http://www.diezukunftsbauern.de)).

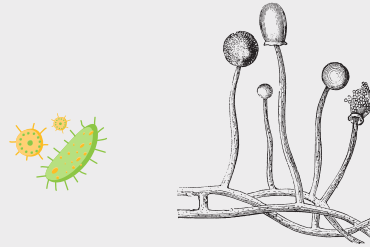
Diese Organismen sind auf verschiedenste Weisen miteinander vernetzt. Ein starkes Bodennahrungsnetz ist für uns die Grundlage für einen gesunden Boden.

## Doch was ist nun dieses Bodennahrungsnetz?

Das Bodennahrungsnetz ist die Gemeinschaft aller lebenden Organismen, die ihr Leben oder wenigstens Teile ihres Lebens im Boden verbringen. Der Kreislauf, der durch Fressen und gefressen werden entsteht, setzt im Boden Nährstoffe und Energie frei, die ausgetauscht, gespeichert oder umgewandelt werden. Die Organismen des Bodens leben in enger Wechselbeziehung miteinander. Die kleinsten Lebewesen im Boden sind mit bloßem Auge nicht zu erkennen. In einem gesunden Boden stellt sich ein Gleichgewicht zwischen den kleinsten Organismen und den höheren Organismen ein. Dies führt zu einer höheren Biodiversität.

In einem kranken Boden ist dieses Gleichgewicht gestört. Krankheiten sind die Folge. Vermutlich haben alle schon von den schlechten Nematoden gehört. Doch es gibt auch Nematoden, die nützlich für den Boden sind, und das ist sogar die Mehrzahl der Nematodenarten! In einem gesunden Gleichgewicht sind die Schädlingspopulationen meist so klein, verglichen mit denen der anderen Arten, dass sie keine Rolle spielen.

Im Bodennahrungsnetz gibt es also ein Geben und Nehmen. Vereinfacht dargestellt gibt es also Konsumenten und Produzenten. Unter die Kategorie der Produzenten fallen alle Organismen, die Photosynthese betreiben, also z. B. Pflanzen, Algen und Cyanobakterien.



Die Konsumenten sind diejenigen, die keine Photosynthese betreiben und sich direkt oder indirekt von z. B. Pflanzen oder anderen Organismen ernähren.

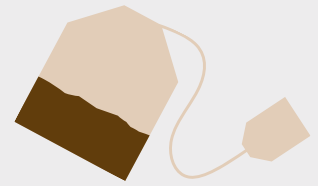
Ein großer Teil der Nahrung der Bodenorganismen besteht aus Wurzelexsudaten – also kohlenstoffreichen, zuckrigen Wurzelausscheidungen der Pflanze. Der Kreislauf ist allerdings erst perfekt, wenn die Konsumenten auch etwas zurückgeben. Nimmt also z. B. ein Konsument Pflanzenteile oder ein anderes Lebewesen auf, werden durch ihn wiederum auch Nährstoffe ausgeschieden oder in verfügbare Formen umgewandelt. Am Beispiel von den Exsudaten bedeutet dies, dass einige Mikroorganismen sich von diesen ernähren. Im Tausch bekommt die Pflanze notwendige Nährstoffe in pflanzenverfügbarer Form. Pflanzenverfügbar werden die Nährstoffe durch Stoffwechselprozesse der Mikrobiologie – und so schließt sich der Kreis.

**Biodiversität der Bodenlebewesen:** verschiedene Bodenlebewesen erfüllen einzelne Bodenfunktionen (bspw. Sauerstoff produzieren, Lignin abbauen etc.) – hier braucht es aber immer mehrere Arten, denn so kann eine Art einspringen, wenn eine andere Art ausfällt. Jede Art hat nämlich ihr Spezialgebiet und arbeitet besser bei kleinem pH-Wert oder Trockenheit und erfüllt trotzdem die gleiche Funktion wie eine Art, die besser bei Nässe arbeitet. **Mindestens genauso wichtig sind die Pilze – jeder Pilz hat eigene Enzyme zum Herauslösen von Nährstoffen** aus der Mineralphase. Auch jede Regenwurmart hat ihr Lieblingsfutter. Deswegen kommt es auf die Vielzahl der Arten an, auch wenn sie vermeintlich gleiche Funktionen erfüllen!

## Maßnahmen zur Verbesserung des Mikrobioms im Boden

Nach dieser Theorie ist es wichtig, die Artenvielfalt an „guten“ Mikroorganismen, Pilze, Bakterien, Protozoen und Nematoden, die dem Boden fehlen, wieder im Boden zu fördern und anzusiedeln. Ein bekanntes Vitalisierungsmittel ist der Komposttee oder auch Kompostextrakte. Der Komposttee ist vor allem als Blattapplikation gedacht, die Extrakte auch als Bodenhilfsstoffe. Es gibt allerdings extreme Unterschiede in der mikrobiellen Vielfalt unterschiedlicher Komposte. Deshalb ist hier auf eine besonders gute Qualität wie bspw. Wurmkomposte zu achten. Und auch während des Vermehrungszyklus im Komposttee variieren die Populationen der Mikroorganismen. Dies lässt sich am besten mit dem Mikroskop überprüfen.

Um sicherzugehen, kann man sich inzwischen auch schon fertige, gut getestete Präparate kaufen. Ein Vorreiter für Komposttees im deutschsprachigen Raum ist Gerhard Weishäupl aus Österreich.



### Dr. Elaine Ingham

Dr. Elaine Ingham, renommierte Bodenmikrobiologin, hat durch ihre wegweisenden Forschungen maßgeblich zum Verständnis der komplexen mikrobiellen Gemeinschaften im Boden beigetragen. Als Gründerin des Soil Foodweb Institute hat sie bahnbrechende Methoden entwickelt, um die Gesundheit von Böden zu verbessern und nachhaltige landwirtschaftliche Praktiken zu fördern. Ihre Arbeit hebt die Bedeutung von Mikroorganismen hervor, die für die Nährstoffverfügbarkeit und Pflanzengesundheit entscheidend sind. Dr. Inghams lebenslange Hingabe an die Erforschung und Förderung eines nachhaltigen Bodenmanagements macht sie zu einer Schlüsselfigur im Bereich der Bodenbiologie und ökologisch verträglichen Landwirtschaft.



**WICHTIG:** Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln hat in der Regel eine desinfizierende Wirkung auf den Boden und schadet dem Bodenleben! Wer also Humusaufbauen möchte, sollte auf Dauer Pflanzenschutzmittel stark reduzieren (bzw. darauf verzichten).

### Weiterführende Infos findet ihr hier (verlinkt):



[Youtube Video mit Dr. Elaine Ingham - Soil Food Web](#)



[Soil Food Web Website](#)



[Bodennahrungsnetz mit Ingrid Hörner](#)



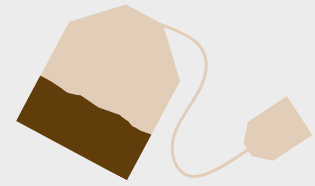
[Komposttee mit Gerhard Weißhäupl](#)



[Das Bodennahrungsnetz von den Zukunftsbauern erklärt](#)

# Kompostextrakte

Empfehlung nach Dr. Ingrid Hörner



**Komposttee ist als Vitalisierungsmittel der Pflanzen und für den Anschub des richtigen Mikrobioms gedacht.**

**Und so wird es gemacht..**

1. Der Behälter wird mit 100 l Regenwasser (chlorfreiem Wasser) gefüllt (Stadtwasser über Nacht stehen lassen und zusätzlich 4 Stunden vor Ansatz belüften, damit alles Chlor entweichen kann; zusätzlich 2 Eßl. gebrannten Kalk zugeben).
2. Die Temperatur auf 25°C (+/-3°C) regeln und kontrollieren.

3. Die Leistung der Teichbelüftungspumpe in l/min sollte der Wassermenge entsprechen, um eine ausreichende Sauerstoffversorgung zu gewährleisten (je mehr Sauerstoff, umso besser).

**Empfehlung:** für 100 l Wasser wäre eine Leistung von ca. 80 bis 100 l/min zu wählen.

4. BioAktiv, Kompost und die Gesteinsmehlmischung, sowie Zuckersirup dem Wasser zugeben.
5. 24 bis 36 h blubbern lassen, nach dem Ausschalten der Luftzufuhr das Konzentrat innerhalb von 4 Stunden verwenden.

**Wichtig:** Die Kompostextrakt-Bereitung ist ein aerober Prozess, daher immer ausreichend Sauerstoff in das Wasser bringen.



- Sollte der Komposttee mit einer Pflanzenschutzspritze ausgebracht werden, kann der Kompost und das Gesteinsmehl in einen „Teebeutel“ gegeben werden (Damenstrümpfe, Wäschenetze, Wasserfilter, Leinensäckchen), um eine Verstopfung der Düsen zu vermeiden.
- Alternativ dazu wird der Komposttee vor der Ausbringung gefiltert.
- **Wichtig: Ein Mikroskopieren vor der Ausbringung von Komposttee hilft, die mikrobielle Zusammensetzung im Tee besser einzuschätzen! Der Zeitpunkt ist hier entscheidend.**

## Grundrezept für 100 Liter Komposttee :

- 100 l Regenwasser oder chlorfreies Wasser
- 300 g Wurmkompost oder gut verrotteter Kompost
- ~~(400 ml Zuckerrübensirupmelasse)~~ Melasse kann Fäulnis bewirken - Zugabe evtl, direkt vor Ausbringung

Bewährt hat sich die Zugabe von:

- 250 g Gesteinsmehl
- 50 g BioAktiv Pflanze Pflanzenstärkungsmittel als Katalysator und Stabilisator

*Kompost ist nicht gleich Kompost!*

 [Komposttee selbst brauen im 200 L Fass](#)



[Kompostteeforschung zusammengefasst von Ingrid Hörner](#)

 [Selbstbuanlage im IBC Container von Reber \(Innovative Landwirtschaft\)](#)

 [Bodenbiologie: Komposttee ist nicht gleich Komposttee](#)

Seit neustem gibt es auch ein Online Seminar von Urs Mauk zu dem Thema (siehe Relavisio)



# Der flüssige Kohlenstoffweg oder liquid carbon pathway

nach Dr. Christine Jones

Die landwirtschaftliche Wissenschaft erlebt mit Dr. Christine Jones' Entdeckung des "Flüssigen Kohlenstoffwegs" eine bahnbrechende Entwicklung. Diese innovative Theorie revolutioniert unser Verständnis davon, wie Pflanzen nicht nur Kohlenstoff absorbieren, sondern auch in den Boden abgeben und somit aktiv zur Bildung von fruchtbarem Humus beitragen können.

## Was macht den "Flüssigen Kohlenstoffweg" aus?

Im Kern beschreibt der "Flüssige Kohlenstoffweg" die Fähigkeit von Pflanzen, Kohlenstoffe wie Zucker und Glomalin über ihre Wurzeln in den Boden abzugeben. Diese Substanzen werden von Bakterien und Pilzen verstoffwechselt und für ihren eigenen Energiehaushalt benutzt. Wie nebenbei bauen sie dabei Teile der Wurzelausscheidungen in stabile Bodenkrümel und in Ton-Humus-Komplexe ein und bauen so Dauerhumus. Die Pflanze bekommt wertvolle Nährstoffe und Wasser zurück.



Dieser Prozess fördert nicht nur die Bodenfruchtbarkeit, sondern auch das Mikrobiom, das die Gesundheit der Pflanzen unterstützt.

Gut zu wissen :

Studien im Wald-Kontext von Merlin Sheldrake, einem britischen Mykologen und Peter Wohlleben, einem Förster und Autor, haben gezeigt, dass 70 - 80 % des C, das in Humus gespeichert ist, aus Wurzelexsudaten stammt und nicht aus Laub-Verrottung. Studien dazu fehlen bisher im Agrarkontext, doch dieses Wissen zeigt: Ständig lebende Pflanzenwurzeln auf dem Acker zu haben ist noch wichtiger, als die organische Düngung.

# Der flüssige Kohlenstoffweg

## Wie funktioniert der Prozess genau?

Um den "Flüssigen Kohlenstoffweg" optimal zu nutzen, ist eine maximale Photosyntheseleistung der Pflanzen entscheidend. Hierbei spielen Faktoren wie Mischkulturen, vielfältige Zwischenfrüchte und eine ausgewogene Nährstoffversorgung eine zentrale Rolle. Die kontinuierliche Bedeckung des Ackers mit grünen Pflanzen fördert ebenfalls eine effiziente Photosynthese. Bei der Photosynthese geben die Pflanzen 30-40 % der Energie in Form von Zuckern über ihre Wurzeln an den Boden ab und ernähren damit Pilze, Bakterien und weitere Organismen in ihrer Rhizosphäre. Ohne diese helfenden Organismen müssten die Pflanzen auf die Dienste bei Nährstoffversorgung, Wasserversorgung oder Schädlingsbekämpfung verzichten. Den Pflanzen ist deshalb viel daran gelegen, durch eine gute Zuckierzufuhr in den Boden stets ein gutes Bodenbiom in ihrem Wurzelraum zu erhalten.

## Mehr über Dr. Christine Jones:

Dr. Christine Jones ist eine renommierte Bodenwissenschaftlerin und Pionierin im Bereich nachhaltige Landwirtschaft. Mit einem beeindruckenden Hintergrund in der Agrarwissenschaft und Bodenbiologie.

## Maßnahmen zur Verbesserung des "Flüssigen Kohlenstoffwegs":

- **Vielfältige Anbaustrategien:** Der Anbau von Mischkulturen und die Integration verschiedener Pflanzenarten erhöhen die Biodiversität und fördern so die Effizienz des "Flüssigen Kohlenstoffwegs".
- **Ausgewogene Düngung:** Eine gezielte Düngung ohne den Einsatz von mineralischem Stickstoff und schnellen Phosphaten optimiert die Photosyntheseleistung der Pflanzen.
- **Beweidung mit Bedacht:** Das Mobgrazingsystem, bei dem Tiere in hoher Besatzdichte nur kurz grasen und nur einen Teil des Bewuchses entfernen, fördert drastisch die Kohlenstoffgehalte im Boden.
- **Reduzierung der mechanischen Bearbeitung:** Minimierung von Bodenbearbeitung zur Erhaltung der Bodenstruktur.
- **Biostimulanzien nutzen:** Der Einsatz von Biostimulanzien wie Komposttee und Wurmkompostextrakten trägt zur Verbesserung des "Flüssigen Kohlenstoffwegs" bei.

### Weiterführende Infos findet ihr hier (verlinkt):



[Dr. Christine Jones - Biologische Wege für einen kohlenstoffreichen Boden](#)



[Dr. Christine Jones' Blog - Amazing Carbon mit weiteren Veröffentlichungen](#)



[Vortrag in live übersetzt ins Deutsche von Christine Jones](#)



[Building new Topsoil with the carbon pathway](#)

**Das Jena-Experiment:** Das Jena-Experiment ist eine Langzeitstudie, die im Jahr 2002 am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) in Jena, Deutschland, begonnen hat. Die Studie erstreckt sich über einen längeren Zeitraum, um langfristige Effekte und Entwicklungen in Bezug auf Biodiversität und Ökosystemdynamik zu untersuchen.

Die Studie zeigte, dass der Anbau von bis zu 16 verschiedenen Pflanzenarten zu einem deutlichen Anstieg des Kohlenstoffgehalts und des Biomasseertrags führt. Dies verdeutlicht die positive Auswirkung von vielfältigen Pflanzen auf die Gesundheit und Produktivität des Ökosystems.

Die Erhöhung der Biodiversität führte zu einer verbesserten Stabilität des gesamten Ökosystems, da unterschiedliche Pflanzenarten verschiedene ökologische Nischen besetzten und somit das gesamte System widerstandsfähiger gegenüber Störungen machten. Dies unterstreicht die Bedeutung der biologischen Vielfalt für die Funktionalität und Resilienz von Ökosystemen.

**Arbeitsgruppe Catchy:** Die Arbeitsgruppe Catchy hat im Forschungsprojekt CATCHY verschiedene Zwischenfruchtmischungen untersucht, insbesondere deren Auswirkungen auf den Boden, die Bodenbiologie und die Erträge der Hauptfrüchte. Die untersuchten Fruchtfolgen umfassten Weizen-Mais und Weizen-Ackerbohnen.

### **Wichtige Ergebnisse der Catchy-Gruppe im Zusammenhang mit Humusaufbau:**

- Artenreiche Zwischenfruchtmischungen haben positive Effekte auf den Humusaufbau im Boden.
- Die Wurzelbiomasse steigt mit der Artenvielfalt der Zwischenfrüchte, was zu einer optimalen Nährstoffaufnahme und -speicherung führt.
- Artenreiche Mischungen fördern die Mineralisation der Zwischenfruchtstreu, was die Nachlieferung von Stickstoff, Phosphor, Kalium und Magnesium erhöht.
- Höherer Blattflächenindex in artenreichen Mischungen ermöglicht eine höhere Photosyntheseleistung, was die mikrobielle Aktivität steigert.

### **Weitere Erkenntnisse:**

- Die Artenvielfalt beeinflusst den Kohlenstoff- und Stickstoffkreislauf im Boden positiv.
- Artenreiche Mischungen verbessern die Nährstofffreisetzung und mobilisieren mehr Stickstoff, Phosphor, Kalium und Magnesium für die Nachfrucht.
- Artenreiche Zwischenfruchtmischungen können Stressbedingungen wie Trockenheit, Krankheitserreger oder Schädlinge abpuffern, was zu stabilen Erträgen führt und die Stressresistenz des Anbausystems erhöht.
- Die Vielfalt der Artenmischung verbessert Ökosystemdienstleistungen wie natürliche Filtration, Kohlenstoffanreicherung, Nährstoffflüsse und Bodenleben.

### **Weiterführende Infos findet ihr hier (verlinkt):**



[Das Jena-Experiment: Erkenntnisse – alles ist mit allem verbunden](#)



[Vorteile von Zwischenfruchtmischungen – Catchy-Ergebnisse zusammengefasst](#)

**Warum sind Bodenaggregate so wichtig?** Hauptverantwortlich für eine gute Krümeligkeit im Boden und entsprechend mitverantwortlich für eine gute Bodengare und Porosität sind die Bodenaggregate. Im Boden können diese ausschließlich von Bodenorganismen gebildet werden – also von Bakterien, Pilzen, Pflanzenwurzeln und im Darm von Würmern – eine mechanische Bearbeitung kann das nicht erreichen. In den feinen Poren der Aggregate kann der mineralisch geschützte Kohlenstoff hunderte von Jahre alt werden.

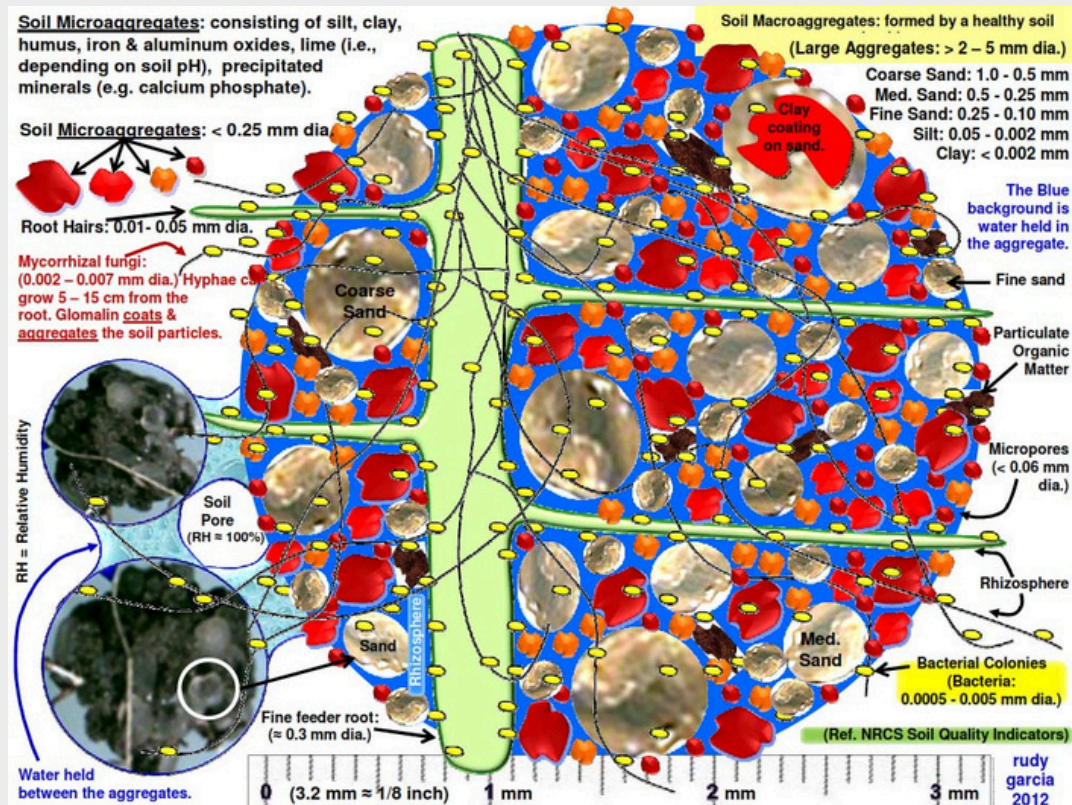


Abbildung von Rudy Garcia, USDA - NRCS

**Das Diagramm zeigt ein Bodenmakroaggregat mit feinen Wurzeln, Wurzelhaaren, Mikroaggregaten, organischem Material, Sandkörnern, bakteriellen Kolonien, Mykorrhizapilz-Hyphen und Wasser im Hintergrund. Die Mykorrhizapilze sind entscheidend für das Verbinden der Bodenpartikel und die Versorgung von Mikroorganismen mit Kohlenstoff. Der Boden kann auch ausgefallene Minerale wie Eisenphosphat oder Calciumphosphat enthalten, abhängig vom pH-Wert.**

**Weiterführende Infos findet ihr hier (verlinkt):**

**Kohlenstoffweg & Bodenfruchtbarkeit ab S. 12 (Freistaat Sachsen).**

PDF

http://

**Stickstoff, das zweischneidige Schwert (Englisch).**

# Rhizophagen Kreislauf oder wie die Pflanze Mikroben frisst.

in Anlehnung an James White, 2018

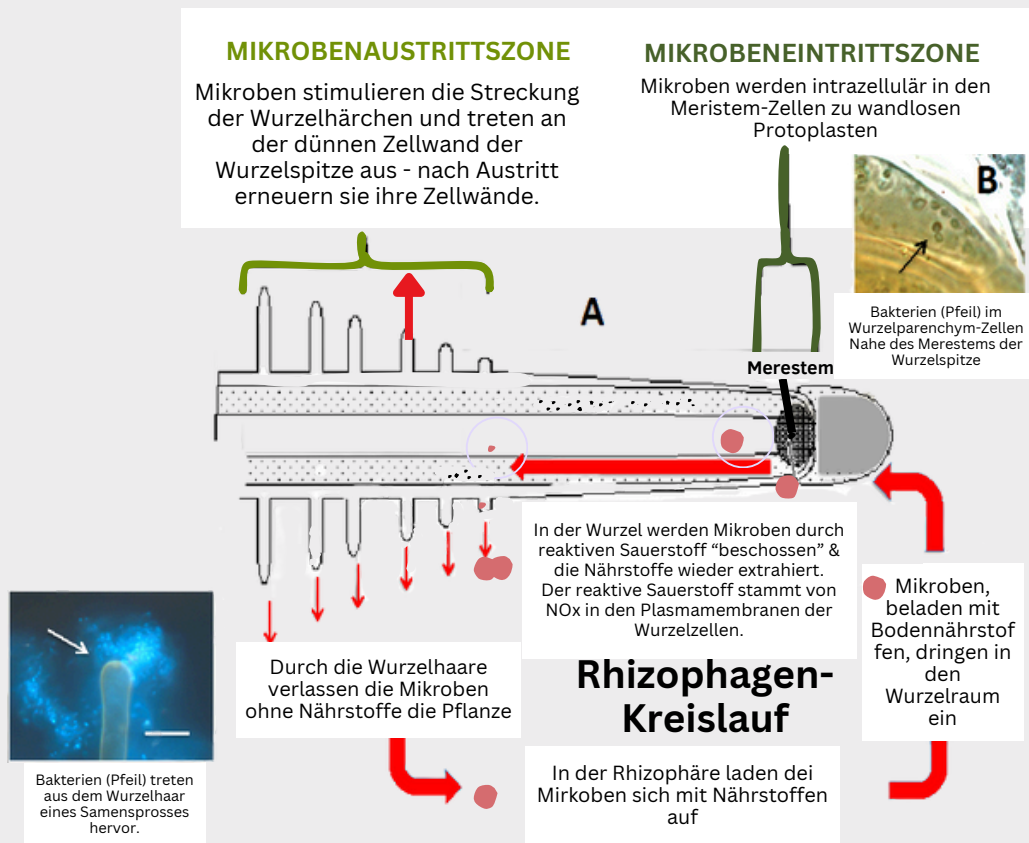


Abb. in Anlehnung an James White, Rutgers University, 2018.

**“ Die Bakterien wechseln also zwischen innerhalb und außerhalb der Pflanze. Innen werden sie “ausgezogen” und außen laden sie sich wieder voll.”**

Dr. Harriet Mella

## Hast du schonmal von dem Rhizophagen-Kreislauf gehört?

Dieser faszinierende Zyklus wurde von dem Forscher James White an der Rutgers Universität in New Brunswick, USA, entdeckt. Zusammen mit seinen Kolleginnen und Kollegen erforschte er diesen Zyklus, der einen einzigartigen Blick in die Wurzelbiologie von Pflanzen wirft.

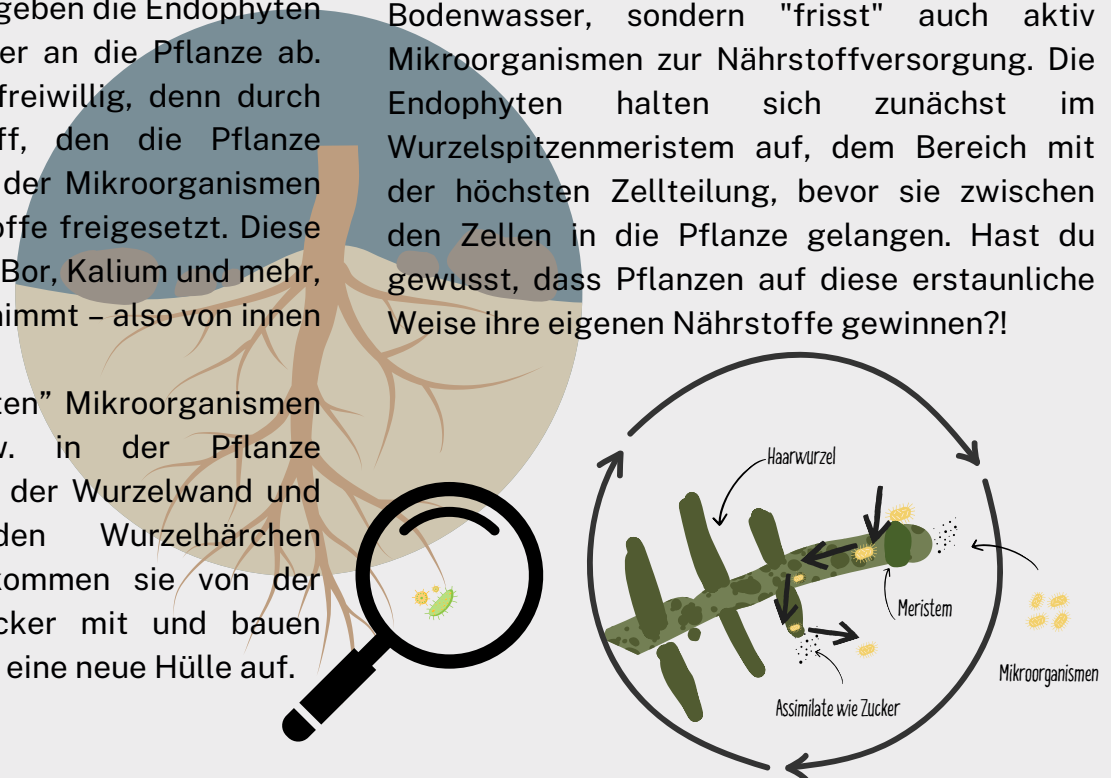
Alles beginnt in der Wurzelzone, wo die Pflanze, über ihre Wurzelausscheidungen ihre eigene Mikrofauna anlockt. Die Ausscheidungen enthalten Zucker und andere Stoffe, die jeweils spezifisch für die jeweilige Pflanze bestimmte Mikroorganismen, sogenannte Endophyten anlockt. Über die Wurzelspitze, um genauer zu sein im Meristem, schlüpfen die kleinen Mikroorganismen in die Wurzel rein. Einmal in der Wurzel angekommen, geben die Endophyten wichtige Nährstoffe wieder an die Pflanze ab. Das passiert nicht ganz freiwillig, denn durch den reaktiven Sauerstoff, den die Pflanze aufsprüht, wird die Hülle der Mikroorganismen aufgelöst und die Nährstoffe freigesetzt. Diese beinhalten viel Stickstoff, Bor, Kalium und mehr, das die Pflanze gerne aufnimmt – also von innen heraus gedüngt wird.

Danach sitzen die "nackten" Mikroorganismen (auch Endophyten bzw. in der Pflanze Protoplasten genannt) an der Wurzelwand und werden dann an den Wurzelhärchen ausgeschieden. Hier bekommen sie von der Pflanze noch etwas Zucker mit und bauen mithilfe von Luftstickstoff eine neue Hülle auf.

Anschließend versuchen sie wieder zur Wurzelspitze zu kommen, und der Kreislauf startet von vorn.

Diese Wechselwirkung zwischen Pflanze und Mikroorganismen ist eine Symbiose, die es der Pflanze ermöglicht, sich eigenständig mit den notwendigen Nährstoffen zu versorgen. Symbiosen sind Beziehungen zwischen zwei Organismen, in diesem Fall Pflanzen und Mikroorganismen, von denen beide Partner profitieren.

**Wichtig zu beachten** ist, dass dieser Zyklus nur in nicht verdichteten Böden funktioniert, in denen ausreichend Luft vorhanden ist. Die Pflanze bezieht also nicht nur Ionen über das Bodenwasser, sondern "frisst" auch aktiv Mikroorganismen zur Nährstoffversorgung. Die Endophyten halten sich zunächst im Wurzelspitzenmeristem auf, dem Bereich mit der höchsten Zellteilung, bevor sie zwischen den Zellen in die Pflanze gelangen. Hast du gewusst, dass Pflanzen auf diese erstaunliche Weise ihre eigenen Nährstoffe gewinnen?!



## Weiterführende wissenschaftliche Veröffentlichungen von James White findest du hier (verlinkt):

James F. White et al (2018): [Rhizophagy Cycle: An Oxidative Process in Plants for Nutrient Extraction from Symbiotic Microbes](#)

James F. White et al (2021): [Chemical Interactions at the Interface of Plant Root Hair Cells and Intracellular Bacteria](#)

http://

http://

# Die Rolle der Bodenpilze

Gastbeitrag von René Lux Permakulturdesigner und Co-Founder von MyPilz



Foto von MyPilz

***Aktuelle Studien zeigen, dass fast 60 Prozent aller Arten auf der Erde in der Humusschicht leben (1), was den Schutz dieses Lebensraums zu einem unserer größten Hebel im Umwelt- und Artenschutz macht.***

## Über die Rolle der Bodenpilze

Mit der Verbreitung der Mikroskopie im 17. Jahrhundert wurde es erstmals möglich, in die Welt der Mikroorganismen einzutauchen und sie zu erforschen. Diese Erfindung veränderte nachhaltig unseren Blick auf die Natur und prägte die Wissenschaft der Mikrobiologie für viele Jahrhunderte. Moderne Methoden der DNS-Analyse ermöglichen heute einen noch tieferen Einblick in die Vielfalt und Evolution des Lebens unter unseren Füßen. Die Komplexität des Mikrokosmos in unseren Böden ist überwältigend und wir stehen auch jetzt noch am Anfang, diese meist für uns unsichtbare Welt zu begreifen.

Aktuelle Studien zeigen, dass fast 60 Prozent aller Arten auf der Erde in der Humusschicht leben (1), was den Schutz dieses Lebensraums zu einem unserer größten Hebel im Umwelt- und Artenschutz macht.

Eine bedeutende Erkenntnis der Forschung ist auch die wichtige Rolle der Pilze bei der Entstehung des Lebens an Land, ihrer Rolle im Aufbau von Humus und in den natürlichen Nährstoffkreisläufen unserer Böden. Noch im letzten Jahrhundert wurden Pilze in der Biologie zum Reich der Pflanzen gezählt. Heute wissen wir auch durch die Analyse des Erbguts, dass Pilze ein eigenes biologisches Reich bilden und evolutionär den Tieren näher stehen als den Pflanzen.

## Die „Pilzwurzel“ oder „Mykorrhiza“ ist eine spezielle Symbiose zwischen Pflanzenwurzeln und Pilzen.

## Evolution auf Partnersuche: Die Entwicklung der Mykorrhiza

Die Entwicklung der Tiere, Pflanzen und Pilze geht auf einen gemeinsamen Vorfahren in der frühen Evolutionsgeschichte zurück. Pflanzen entwickelten die Fähigkeit, CO<sub>2</sub> mithilfe von Sonnenenergie in Zucker umzuwandeln – eine Fähigkeit, die weder Pilze noch Tiere besitzen. Mit etwa 80 Prozent der globalen Biomasse zählen Pflanzen zu den erfolgreichsten Landlebewesen und sind die primäre Nahrungsgrundlage für Tiere und Pilze. Der Übergang vom Wasser zum Leben an Land war den noch wurzellosen Vorfahren der Landpflanzen nur durch eine enge Kooperation mit frühen Vertretern der Pilze möglich. Diese Symbiose bildete vor mehr als 600 Millionen Jahren die Grundlage für den Siegeszug der Pflanzen und ist noch älter als die Entwicklung von echten Wurzeln oder Blättern. Die vielen Vorteile, die diese Entwicklung für beide Partner brachte, führten dazu, dass heute mehr als 90 Prozent aller Landpflanzen in Symbiose mit unterschiedlichen Pilz-Partnern leben. (2)

Die „Pilzwurzel“ oder „Mykorrhiza“ ist eine spezielle Symbiose zwischen Pflanzenwurzeln und Pilzen. Die Pilze leben dabei in engstem Kontakt mit den Wurzeln, wachsen um sie herum und in sie hinein. Durch diese Nähe ist ein fein abgestimmter Austausch von wichtigen Nährstoffen möglich. Dabei zeigen die Pilze verblüffende Parallelen zu menschlichem Verhalten. Sie handeln strategisch, opportunistisch und manchmal stehen sie sogar. Ein Tauschsystem, das über hunderte Millionen Jahre Evolution perfektioniert wurde. Der TED-Talk der Evolutionsbiologin Toby Kiers (3) ist eine spannende Reise in diese Welt.

### Weiterführende Infos und Quellen findet ihr hier (verlinkt):



Anthony, M.A., Bender, S.F., von der Heijden, M.G.A. Enumerating soil biodiversity. PNAS. 2023 (1)



Lessons from fungi on markets and economics (2)



Mycorrhizal Fungi: The Roots of Life on Land (3)



## Die Bedeutung der Mykorrhiza für die Landwirtschaft und den Boden

Es war die Entwicklung der Kunstdünger, die durch eine erhebliche Ertragssteigerung in der Landwirtschaft die Ernährungssicherheit nach den Weltkriegen sicherstellte. Trotz dieser beeindruckenden Leistung wird die Verwendung von großen Mengen dieser Düngemittel heute zunehmend kritisch betrachtet, da sie unsere Böden auslaugt und die Vielfalt der Bodenorganismen nachhaltig negativ beeinflusst.

Durch die übermäßige Einbringung von Phosphor und Stickstoff wird der Bedarf der Pflanzen an die natürliche Kooperation mit Pilzen reduziert, wodurch auch die essenzielle Zusammenarbeit im Aufbau und Erhalt eines gesunden Bodens gestört wird. Heute wissen wir, dass das Netzwerk aus hauchdünnen Zellfäden, das Myzel der Pilze, in gesunden Böden essenzielle Funktionen erfüllt. In einem Esslöffel Humus finden sich mehrere hundert Meter dieser Pilzfäden. Durch dieses Netzwerk können sie Nährstoffe und Wasser über große Strecken exakt dahin transportieren, wo sie gebraucht werden. Diese Vernetzung des Bodens führt zudem zu einer guten Durchlüftung und steigert erheblich dessen Wasserhaltekapazität.

Neueste Forschungsergebnisse zeigen, dass die Symbiose zwischen Pflanzen und Pilzen auch einen wesentlichen Beitrag zum Kohlenstoffkreislauf unserer Ökosysteme leistet und somit unerlässlich für den Humusaufbau und gesunde Böden ist.

Dabei speichern Mykorrhiza-Pilze durch den Zucker, den sie von den Pflanzen im Austausch gegen Nährstoffe und Wasser erhalten, mehr als 30 Prozent des weltweiten CO<sub>2</sub>-Ausstoßes aus der Nutzung fossiler Rohstoffe wieder im Boden. (4)

## Die größte Lebensgemeinschaft der Erde

Ein weiteres Beispiel für die atemberaubende Komplexität der Interaktionen von Bodenlebewesen zeigt eine Studie über Bakterien und deren Verteidigungsstrategien gegen Fressfeinde: Viele Bakterienarten stehen auf dem Speiseplan von Nematoden. Forscher haben eine erstaunliche Verteidigungsstrategie dieser Bakterien entdeckt: Sie setzen Harnstoff frei, eine Substanz, die den Pilz *Arthrobotrys oligospora* anlockt. Normalerweise lebt dieser Pilz als Saprophyt, der sich von totem organischem Material ernährt. Die Abbauprodukte des Harnstoffs bringen den Pilz dazu, spezielle Strukturen zu bilden, mit denen er Nematoden fangen und als Nahrung nutzen kann. (5)

Diese und viele weitere Erkenntnisse lassen uns staunen und zeigen uns ganz klar: Die dünne Humusschicht unter unseren Füßen ist die größte Lebensgemeinschaft auf unserer Erde, und auch wenn wir noch viel zu erforschen haben, liegt es jetzt in unserer Verantwortung, sie zu erhalten und zu schützen, um auch für zukünftige Generationen eine gesunde Ernährung zu ermöglichen.

### Weiterführende Infos und Quellen findet ihr hier (verlinkt):

Hawkins, H.-J., Cargill, R.I.M., Van Nuland, M.E., Soudzilovskaia, N.A., Kiers, E.T. Mycorrhizal mycelium as a global carbon pool. *Current Biology*. 2023. 33(11): R560–R573. (4)

Wang, X., Li, G.H., Zou, C.G., et al. Bacteria can mobilize nematode-trapping fungi to kill nematodes. *Nature Communications*. 2014. 5:5776. (5)



# Einheimische Recyclingspezialisten

Gastbeitrag von Dr. Wolfgang Hinterdobler, Co-Founder und wissenschaftlicher Leiter von MyPilz

Erschienen im PermakulturMAGAZIN 2023

## Ein Plädoyer für unsere lokalen Bodenpilze

Ein lebendiger und gesunder Boden ist die Grundlage für eine nachhaltige Landwirtschaft. Aktuell bedroht die Übernutzung unserer Böden die Biodiversität der darin lebenden Mikroorganismen, wie Pilze und Bakterien. Mit ihnen verlieren wir die vielfältigsten und ältesten Architekten unserer Ökosysteme. Um das Ökosystem Boden auch für zukünftige Generationen zu erhalten, braucht es neue und starke Lösungen.

Bodenpilze sind die Recyclingspezialisten in der Natur. Sie spielen eine Schlüsselrolle für die Kohlenstoff- und Nährstoffkreisläufe unseres Planeten, indem sie durch den Abbau von Biomasse dauerhaft CO<sub>2</sub> binden und wichtige Nährstoffe für die Pflanzen liefern, mit denen sie in Symbiose leben. Die fein verzweigten Pilzfäden lockern den Boden auf, steigern dessen Wasserhaltefähigkeit und sind erheblich am Aufbau von Humus beteiligt.

## Wir verlieren den Boden unter unseren Füßen

Gesunde Böden werden eine Seltenheit. Wir nutzen weltweit etwa die Hälfte der uns zur Verfügung stehenden Flächen für Landwirtschaft und Holzproduktion. Die Modernisierung der Landwirtschaft ist daher einer unserer größten Hebel, um die Biodiversitätskrise aufzuhalten und unsere Ökosysteme zu erhalten.

Für den Wiederaufbau von gesunden Böden braucht es eine bodenschonende Bewirtschaftung und die Unterstützung von Pilzen. Pilze werden bereits seit geraumer Zeit in der Landwirtschaft eingesetzt. Dazu werden Pilzsporen auf dem Acker ausgebracht, wo sie sich ansiedeln und für uns arbeiten sollen.

Wir erhoffen uns, durch deren Fähigkeiten das Pflanzenwachstum zu steigern und den Einsatz von Düngemitteln und Pestiziden zu reduzieren. Bisher kommen dabei nur wenige Pilz-Individuen zum Einsatz und werden über Kontinente hinweg verbreitet. In vielen Fällen ist eine Rückverfolgung deren Herkunft nur schwer möglich. Deutlich wird bereits heute, dass sich eingeschleppte Arten aufgrund des Klimawandels besser in neuen Gebieten behaupten können und sich rasant ausbreiten.



Foto von MyPilz

Bei Tieren und Pflanzen ist diese Entwicklung teils sehr gut dokumentiert. Bei Bodenpilzen hingegen sind solche Beobachtungen schwierig, da es bisher zu wenige wissenschaftliche Daten zu deren Verbreitung gibt.

Gebietsfremde Pilze sind oft schlecht an lokale Bedingungen angepasst und können so auch meist nicht halten, was wir von ihrem Einsatz erwarten. Eher stellen sie eine Gefahr für das vorhandene Ökosystem im Boden dar. So wie Pestizide in unserem Grundwasser und auf unseren Tellern landen, so können auch auf dem Feld ausgebrachte Pilze nicht davon abgehalten werden, sich zu verbreiten. Wir können aktuell nicht abschätzen, welche Konsequenzen die Verwendung von gebietsfremden Mikroorganismen auf unsere Ökosysteme hat. Basierend auf den verfügbaren Daten zur aktuellen Ausbringung von Mykorrhiza-Pilzen kamen Forschende zu dem Schluss, dass die derzeitige Praxis bestenfalls ein Glücksspiel und schlimmstenfalls eine ökologische Bedrohung ist. (1)

## **Regionale Bodenpilze als Nützlinge auf dem Feld**

Dennoch steckt in der Förderung von Bodenpilzen das Potenzial für den Erhalt eines lebendigen Bodens. Nach dem Motto ‚global denken und lokal handeln‘ kann der Einsatz von einheimischen Pilzen als Nützlinge auf dem Feld das gegenwärtige System revolutionieren.

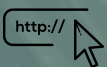
## **Die „Pilzwurzel“ .**

Zur Lösung des Problems ist es notwendig, individuell Pilze aus dem Boden zu isolieren, mit wissenschaftlichen Methoden zu charakterisieren und lokal auszubringen.

Der Einsatz dieser Pilze erhöht die Menge an Myzel im Boden. Neben dem Erhalt eines intakten Lebensraums, haben regional vorkommende Pilze den Vorteil, dass sie bereits ideal an vorherrschende Bodenbeschaffenheiten und das lokale Klima angepasst sind. So sollen diese Pilze nicht nur kurzfristig Pflanzen in der Wachstumsperiode unterstützen, sondern auch über den Winter hinaus in großer Menge auf dem Feld erhalten bleiben.

Es liegt an uns, das Bewusstsein für die Rolle der Pilze zu stärken. Für viele Probleme unserer Zeit gibt es bereits einen Pilz da draußen, der eine Lösung bereithält. Angefangen bei der Regenerierung unserer Böden bis hin zur Entwicklung von umweltschonenden Baumaterialien oder modernen Biokraftstoffen, hat der Einsatz von Pilzen großes Potenzial. Durch eine nachhaltige Bewirtschaftung und die bewusste Förderung regionaler Arten, ob Pflanzen, Tiere, Bakterien oder Pilze, können wir gemeinsam zum Schutz der für uns unsichtbaren Welt in unseren Böden beitragen, um auch in Zukunft noch von ihr lernen zu können.


### **Weiterführende Infos aus den Quellen findet ihr hier:**



Hart, M.M., Antunes, P.M., Chaudhary, V.B., Abbott, L.K. Fungal inoculants in the field: Is the reward greater than the risk?. *Functional Ecology*. 2018. 32:126–135.(1)

Averill, C., Anthony, M.A., Baldrian, P. et al. Defending Earth's terrestrial microbiome. *Nature Microbiology*. 2022. 7:1717–1725.(2)

Cavicchioli, R., Ripple, W.J., Timmis, K.N. et al. Scientists' warning to humanity: microorganisms and climate change. 2019. *Nature Reviews Microbiology*. 17:569–586. (3)

A close-up photograph of a petri dish containing a dark green agar medium. A thin, brown root is placed horizontally across the center. From the root, a dense, white, fuzzy mass of mold grows outwards, spreading across the agar surface. Numerous small, white, spherical bacterial colonies are scattered around the mold and on the agar. The petri dish is set against a black background.

*Pilze und Bakterien  
wachsen aus der Wurzel  
auf einer Petrischale*

# Interview's aus dem Humusreich Netzwerk



Mit den Interviews aus dem Humusreich Netzwerk wollen wir eine Perspektive aus der Praxis in den Leitfaden einbringen. Unsere Interview Partner kommen aus der Landwirtschaft und beschäftigen sich seit einiger Zeit mit humusmehrenden Maßnahmen aus unterschiedlichen Bereichen. Dabei sind Landwirte aus dem Netzwerk, aber auch Beratende, die wir in den letzten Jahren kennen gelernt haben. Es ist uns wichtig, dass es sehr unterschiedliche Wege und Herangehensweisen gibt. Es gibt leider kein Rezept das für jeden gültig ist und das heißt immer wieder testen, beobachten und eigene Rückschlüsse ziehen.

# Unsere Interview Partner...



Hier wollen wir nochmal Danke sagen, dass ihr euch alle die Zeit genommen habt mit uns zu sprechen. Danke, dass ihr so wertvolle Einblicke in euren Alltag gegeben habt!

# Interview aus dem Humusreich Netzwerk

mit Maren & Sebastian  
Kellermann

*Maren und Sebastian sind seit 2022, also von Anfang an, im Humusreich Netzwerk und haben mit dem ersten Kurs im Netzwerk gestartet. Mit den Gesprächen möchten wir unterschiedliche Geschichten und Herangehensweisen aufzeigen.*

**Danke, dass ihr euch die Zeit genommen habt. Fangen wir an mit wer bist du bzw. wer seid ihr?**

**Maren:** Ich bin Maren Kellermann und komme hier vom Hof. Ich habe Landwirtschaft gelernt und meine Fachhochschulreife nachgemacht und dann studiert. Im Studium haben Sebastian und ich uns dann kennengelernt und schnell gemerkt, dass es sehr gut passt mit uns. Nach dem Studium wollten wir ein bisschen was von der Welt sehen und waren sieben Monate im Ausland. Danach sind wir hier auf den Hof und haben angefangen, alles gelernte, hier umzusetzen. Und das machen wir jetzt seit 2012.

**Sebastian:** Ich komme nicht aus der Landwirtschaft, aber habe nach dem Abitur eine Landwirtschaftslehre gemacht. Dann kam danach noch das Studium und jetzt bin ich hier.

**Und was macht ihr hier auf eurem Betrieb?**

**S:** Wir haben momentan ein bisschen mehr als 200 Kühe und sind ein Milchviehbetrieb in der Marsch mit dem dazugehörigen Futterbau. Also alles an Ackerbau, was wir für die Versorgung unserer Tiere brauchen, bauen wir selbst an. Arbeitstechnisch sind wir zu zweit und für uns ist Arbeitsproduktivität dadurch sehr wichtig. Eigentlich sind wir ein Grünlandbetrieb und haben unsere Bewirtschaftung auf Grünland aufgebaut.

Seit 2012 säen wir unser Grünland im No-till Verfahren neu an. Und dann haben wir gedacht: wieso machen wir das eigentlich im Ackerbau nicht auch? Wir wussten ja, dass es geht.



**Gab es für euch einen Schlüsselmoment für euren Umstieg zur Direktsaat oder wie war euer Anfang mit dem regenerativen Ansatz? Womit habt ihr euch beschäftigt?**

**M:** Wir hatten um 2021 einmal Untersaaten im Mais ausprobiert und die haben gut funktioniert. Doch dann kam das Frühjahr und das Spiel ging von vorn los – alles umdrehen, der Boden trocknet nicht und hält die Feuchtigkeit. Also nicht so ideal.

Kurz danach lese ich zufällig einen Artikel über Benedikt Bösel und regenerative Landwirtschaft. Beim Lesen kamen dann Begriffe wie Holistic Management, Mob Grazing, zig Namen vor und ich dachte “Wow, damit kann ich gar nichts anfangen.” Dann wurde erst mal gegoogelt und als Erstes kam das Bild von Gabe Brown in zwei Meter hohem Gras mit den Rindern im Mob Grazing System. Und ich dachte – “Wie geil ist das denn?” Das hat mich gecatcht!

**S:** Dann haben wir beide angefangen, uns damit auseinanderzusetzen und wir wussten, wir müssen noch viel dazu lernen. Als wir uns mehr mit Direktsaat und Co beschäftigt haben, wurde uns auch bewusst, dass es hier oben nichts an Technik gab, um das mal auszuprobieren. Und gefühlt alle aus dem Bereich Direktsaat sagten uns: Marsch und Direktsaat, das ist eigentlich das Letzte, womit man startet und geht nicht.

**M:** Dann waren wir kurz verunsichert, weil wir auf keine Expertise hoffen konnten. Aber die Motivation und Neugier, etwas Neues auszuprobieren, waren größer! Also entschlossen wir uns, es jetzt einfach mal auszuprobieren!

S: Wir wollten immer zum Hätt-ich-mal-bloß-nicht-Club gehören, anstatt zum Was-wäre-wenn-Club. Lieber etwas machen und scheitern, als nix gemacht haben und sich dann das ganze Leben fragen, ob es nicht hätte besser laufen können. Und ob es nicht doch hätte klappen können.

Vor knapp zwei Jahren haben wir uns dann dazu entschieden, komplett in Richtung No-till zu gehen und ins kalte Wasser zu springen. Das Ganze begann mit dem Kauf einer Direktsaatmaschine, um dann den Ackerbau nach und nach komplett auf No-till umzustellen. Das klingt vielleicht etwas leichtsinnig, hat für uns aber nur funktioniert, weil wir wissen, dass wir bei den Milchtieren kein Risiko eingehen. Wir haben sehr viel Spaß daran, Neues umzusetzen, auszuprobieren und auch die kleinen Misserfolge zu sehen und sich daraus weiterzuentwickeln.

**Wenn ihr jetzt zurückblickt: Was wäre euer Rat für jemanden, der sein oder ihren Betrieb umstrukturieren möchte zum Regenerativen oder zur Direktsaat und womit sollte er oder sie anfangen?**

S: Wichtig ist, dass man selbst hinter dem steht, was man macht und sich nicht verunsichern lässt, von kleinen Rückschlägen oder wenn andere hinter dem Rücken über den „schlecht aussehenden Bestand z.B. dem Mais“ reden. Diese psychologische Perspektive ist meiner Meinung nach echt nicht zu unterschätzen. Wir haben den Vorteil, dass wir uns gegenseitig haben und beide volle Pulle dahinterstehen. Uns ist relativ egal, was die anderen von uns halten, und wir können uns gegenseitig befruchten und motivieren mit neuen Ideen. Wenn der eine sagt „der Bestand ist schlecht“, sagt der andere, „ach, gib ihm noch eine Woche Zeit“. Man unterstützt sich selber gegenseitig und das hilft! Es gibt die verschiedensten Möglichkeiten, auch kleine Maßnahmen umzusetzen.

M: Eine Idee wäre auch, mit kleinen Steps anzufangen, so wie es sich für einen richtig anfühlt. Wir haben im Grunde auch mit kleinen Schritten angefangen bei der Düngung. Erst etwas Mineraldünger weniger ausgebracht und stattdessen eine Pflanzenanalyse machen, um dann gezielt mit Spurenelementen nach zu düngen.

Ich glaube, das ist so ein Step, der tut nicht weh, aber man kann sich mal ein bisschen ausprobieren - ohne großes Risiko. Ohne direkt eine Maschine oder irgendwas anschaffen zu müssen. Für uns hat die Blattdüngung im Getreide für große Aha-Erlebnisse gesorgt. Also was durch die Vitalisierung mit Spurenelementen erreicht werden kann.

**“ Wir wollten immer zum Hätt-ich-mal-bloß-nicht-Club anstatt zum Was-wäre-wenn-Club gehören. ”**

Nicht zu verdenken ist, dass wir die Umstellungen aus einer sicheren Situation heraus machen können. Wir wissen, wie Grünland funktioniert. Wir leben von dem gut funktionierenden Grünland. Wir haben in der Kuhration im Grundfutter momentan einen Anteil von fast 90 Prozent Gras zu Mais. Von daher ist alles, was wir im Ackerbau ausprobieren, möglich, ohne dass der Betriebserfolg davon entscheidend beeinflusst wird.

**Was wären die idealen Schritte vor dem Start mit der Direktsaat gewesen?**

Es hätten noch viel mehr kleine Schritte für eine bessere Bodenbiologie und Bodenchemie mitgedacht werden müssen. Das heißt, sich mit den ganzen Spurenelementen mehr auseinandersetzen und die Düngung dahingehend optimieren. Auch bei der Gülleaufbereitung die Rotteförderung steigern und andere Einarbeitungsverfahren testen.

Eine Option wäre auch gewesen, erst auf Strip-Till umzusteigen, um den Boden vorzubereiten auf weniger Bodenbewegung. Dann wäre es wichtig, eine Fruchtfolge zu etablieren mit mehr Diversität, anstatt Mono-Mais nach Mono-Mais zu nutzen.

Solche Geschichten kann man aber nicht in zwei Monaten machen. Da braucht man ein, zwei Jahre für. Und nicht zu verdenken ist auch die Zeit für das Lernen. Lernen, wie arbeite ich mit Blattsaftanalysen und wie arbeite ich mit Pflanzenanalysen.

Das System zu kennen und einen Faktor nach dem anderen umzustellen, damit man auch sieht, welche Faktoren einen Einfluss haben, ist wichtig.

Wir hätten noch mal zwei Jahre gebraucht, um mehr reinzukommen, in das Thema, bevor der richtige Zeitpunkt für die Maschine gekommen wäre und bis der Boden bereit ist für keine Bodenbewegung, natürlich noch viel länger.

Und vernetzt euch z.B. über die Soilevolution oder ähnliche Formate und lernt Menschen aus der Szene kennen. Die meisten Menschen, die sich damit auseinandersetzen, sind hoch motiviert und lösungsorientiert. Da wird einfach weniger gemeckert und mehr ausprobiert!

*Danke für den Einblick und dass ihr eure Erfahrungen geteilt habt. Viel Erfolg und Spaß euch weiterhin beim Ausprobieren!*



# Interview aus dem Humusreich Netzwerk

mit Urs Mauk



Foto © Urs Mauk, Syntropischer Agroforst im 2. Jahr

## Starten wir doch mit der Frage über dich. Wer bist du und was machst du?

Urs Mauk, ich bin gelernter Gemüsegärtner und habe ökologische Landwirtschaft studiert. Danach habe ich als Betriebsleiter für etwa fünf Jahre in der Gärtnerei Schloss Tempelhof gearbeitet und mittlerweile bin ich in Vollzeit freier Berater für regenerative Landwirtschaft und Gemüsebau. Meine Leidenschaften sind Bodenfruchtbarkeit und lebendige Agrarökosysteme bzw. eigentlich lebendige Ökosysteme. Ich produziere Onlinekurse und habe über die letzten Jahre den YouTube-Kanal ReLavisio aufgebaut. Dafür besuche ich Betriebe und versuche die Geschichte dahinter, öffentlich zugänglich zu machen. Mit den Videos möchte ich Menschen inspirieren, anders zu wirtschaften. Darüber hinaus bin ich auch bei der Unternehmung Soil-DiagnostiX Gesellschafter im IT-Bereich.

## Gab es für dich einen Schlüsselmoment, der dich auf die Reise zur regenerativen humusmehrenden Landwirtschaft gebracht hat?

Ja, das war im Studium. Da lernten wir relativ viel Symptombehandlung, also den ganzen Pflanzenschutz und was wir alles tun, um gute Erträge zu haben. Und ich habe mich dann schnell gefragt, „was ist denn die Ursache? Was ist die Grundlage dessen und warum müssen wir Symptome behandeln?“

Dann habe ich mich auf die Suche gemacht, was die Grundlage für Pflanzenwachstum ist. Und bin dabei auf die regenerative Landwirtschaft gestoßen. Damals sind die meisten Beispiele hauptsächlich in Amerika, Australien, Kanada, Südamerika und noch wenige in Europa zu finden gewesen. Und da ging es dann immer um Bodenfruchtbarkeit. Auch damals habe ich mir schon die Frage gestellt: "Warum haben wir denn so viele Schwierigkeiten auf der Erde?" Ich meine jetzt nicht sozialer Natur, sondern warum haben wir Umweltprobleme. Warum haben wir so großen Artenschwund? Und da geht es immer um Ökosysteme. Und ich bin jemand, der schaut in ganz vielen Bereichen und guckt, wo sind die Schnittmengen der einzelnen Philosophien, der einzelnen Ansätze. Und da kommen wir immer wieder zu den fruchtbaren Böden. Es geht also darum, Ökosysteme zu schaffen, bei denen es um Vielfalt geht, um Strukturvielfalt, also Baumintegration und die ganzen Geschichten. Das hat mich seitdem immer mehr begeistert und nicht mehr losgelassen. Damals habe ich auch angefangen, Publikationen und Bücher zu lesen aus den Anfängen des 19. Jahrhunderts. Da steht ganz viel drin. Das wurde zu Teilen vom Ökolandbau oder auch in der Agrarökologie Bewegung wieder aufgegriffen. Vieles von dem sind sozusagen alte Hüte.

**Was wäre dein Rat für jemanden, der seinen Betrieb jetzt umstrukturieren möchte? Womit sollte er oder sie anfangen? Was würdest du sagen?**

Ja, das ist eine schwere Frage auf eine Art. Meine Antwort ist als Momentaufnahme zu sehen, mit dem Stand von heute, weil auch da habe ich eine Entwicklung über die letzten zehn Jahre gemacht. Denn man entwickelt sich ja immer weiter und bestimmte Grundannahmen ändern sich auch. Aber womit würde ich anfangen? Ich würde als Erstes eine Bodenanalyse nach Albrecht machen, also eine Kinsey-Bodenanalyse (oder vergleichbares) machen, um meinen Status quo zu haben. Dann würde ich mir mal anschauen, was sind meine Leitkräuter und würde meinen Boden anschauen mit der Gefügeansprache. Also erst mal den Status quo erheben, damit wir wissen, wo starten wir. Dann kann ich überlegen, wie ich meine Fruchtfolge diversifizieren kann - gerade wenn ich eine sehr einseitige habe.

Dann wären die nächsten Überlegungen: Welche weiteren Cash Crops kann ich noch wertschöpfend anbauen? Was kann ich noch integrieren? Und überlegen: wo sind Lücken in der Fruchtfolge? Vielleicht auch nochmal umstellen, dass größere Lücken entstehen, in denen ich Zwischenfrüchte einbauen kann. Auch die Integration von Untersaaten wäre eine Überlegung wert, also die grüne Brücke versuchen zu schließen und daraufhin arbeiten. Und ansonsten bin ich aktuell der Meinung, dass wir Bodendüngung erst mal auf Calcium-Magnesium-Verhältnis, Schwefel und die richtige Kalkung konzentrieren sollten. Zurzeit komme ich immer mehr davon weg, nur den Boden zu düngen, sondern erst mal Blattsaftanalysen zu machen und dann über die Blätter eine Spurennährstoffdüngung im Mangelfall geben oder anhand dessen eine langfristige Düngestrategie entwickeln.

#### **Empfehlungen:**

Keyline Design, also P.A. Yeomans, Alan Savory mit Holistic Management und die ganzen Geschichten haben mich eigentlich sofort überzeugt.

**Wo siehst du den größten Hebel in der Umsetzung? Also für die Landwirte und Landwirtinnen in die Umsetzung zu kommen.**

Der größte Hebel ist eigentlich in der Diversifizierung, und da ist es egal, ob es jetzt Mischkulturen sind oder eine weitere Fruchtfolge. Bei der Fruchtfolge bin ich mir nicht sicher, ob wir diese wirklich brauchen, aber wir brauchen Diversität. Ob über Streifenkulturen oder Fruchtwechsel. Dann sollten noch Baumstrukturen und/oder Heckenstrukturen mitgedacht werden, die die Vielfalt in der Struktur schaffen. Wir müssen also Grenzzonen schaffen, um ein vielfältiges, lebendiges Ökosystem zu kreieren. Die grüne Brücke und die Bodenbiologie zu stärken, dass ist, denke ich, der größte Hebel, um die Photosyntheserate zu erhöhen.

**“Der größte Hebel liegt eigentlich in der Diversifizierung und da ist es egal, ob es jetzt Mischkulturen sind oder eine weitere Fruchtfolge.”**



#### **Was ist das Motto deiner Arbeit?**

Menschen inspirieren, Menschen befähigen, den Planeten zum Paradies zu machen & vielfältige lebendige Ökosysteme zu erschaffen.

# Interview aus dem Humusreich Netzwerk

mit Felix Riecken



Foto credits: Fátima Gonzáles-Torres

## **Fangen wir erst mal an mit, wer bist du und was machst du?**

Felix Riecken, geboren und aufgewachsen in der Nähe von Kiel auf einem landwirtschaftlichen Betrieb, der jetzt in die fünfte Generation übergeben wird. Nach dem Abi habe ich zwei Jahre Lehre gemacht, einmal auf dem konventionellen Betrieb, auf dem zweiten Lehrjahr habe ich mir das andere Extrem ausgesucht auf einem Demeterbetrieb. In der Ausbildung habe ich gelernt, wie man Kühe melkt, was da alles dazu gehört und wie man Legehennen hält, wie man Getreide kultiviert und Mutterkuhhaltung betreibt. Auf dem Ökobetrieb- bzw. Biodynamischen Betrieb habe ich eine große Passion zur Landwirtschaft mit der Natur entwickelt und war fasziniert davon, was wir als Mensch an Veränderungen schaffen können, die nicht nur uns Menschen irgendwie dazu in die Lage versetzt, ernten zu können, uns ernähren zu können, sondern auch die Natur bereichern können mit unserem Eingriff. Das war höchst spannend. Dieser Betrieb hat mich dann auch zum Studium der ökologischen Agrarwissenschaften gebracht. In Witzenhausen war ich drei Jahre. Ich habe schnell gemerkt, dass ich keinen Bachelor machen werde, weil es für mich nicht zielführend war. Ich habe mich dann darauf fokussiert, die Sachen mitzunehmen, die mich hier auf meine Rolle auf dem Betrieb vorbereiten und jene auszulassen, wo ich nicht der Überzeugung war, dass sie mir hilfreich sind in meinem Leben.

Nachhaltigkeitsbilanzierung ist ein ganz großes Thema, von dem ich sehr fasziniert bin und mich mit beschäftige. Auch um Greenwashing ein Ende zu setzen und Unternehmen auf ganzheitlich nachhaltige Philosophien zu bringen und Ökologie,

Ökonomie und Soziales miteinander zu kombinieren, beziehungsweise gleichwertig zu betrachten. Das ist so die philosophische Basis, auf der ich mein Leben aufbaue und den Betrieb weiterentwickeln möchte. Seither sind wir hier im Gange, auf allen drei Ebenen vorbildlich und innovativ bis pionierhaft voranzuschreiten.

## **Du hast dich in den letzten Jahren viel mit Agroforst auseinandergesetzt und ausprobiert. Würdest du dich als spezialisiert auf Agroforst bezeichnen?**

Ich sehe mich nicht als spezialisiert auf Agroforst, wobei das ja viele Möglichkeiten lässt, aber Spezialisierung ist eindeutig das falsche Wort für meine Herangehensweise.

Ich möchte diesen Betrieb diversifizieren. Da kann man dann den Bogen ziehen zum Storytelling, wie das hier alles so entstanden ist. Und zwar haben wir 2018 diese große Dürrekatastrophe gehabt, während ich im Studium für ökologische Agrarwissenschaft gewesen bin. Diese Dürresituation hat hier dafür gesorgt, dass das Gras absolut nicht wächst. Und weil wir spezialisiert auf Milchvieh sind und das Gras wachsen muss, damit die was zu fressen haben, sind wir in dem Jahr hier deutlich an unsere Grenzen gekommen. Sowohl was die finanzielle als auch die psychische Belastbarkeit dieses Betriebes hier anbelangt und denjenigen, die darin arbeiten. Da haben wir so ein bisschen festgestellt, dass alles auf ein Pferd zu setzen in vielerlei Hinsicht nicht so sinnvoll ist.

Als ich 2018 auf den Flächen unterwegs gewesen bin und gesehen habe, dass es direkt neben den Knicks als Erstes wieder grün wurde. Das hat mir so ein bisschen die Frage bereitet, was denn jetzt die

Bäume damit zu tun haben. Dadurch bin ich zur Agroforstwirtschaft gekommen und über die Agroforstwirtschaft zur regenerativen Landwirtschaft. Und in der regenerativen Landwirtschaft bin ich auch der Meinung, dass eines der Prinzipien ist, Vielfalt und Strukturen zu schaffen, um Boden aufzubauen. Biodiversität bildet also eine Grundlage. Also ja, ich bin dafür bekannt und der Betrieb ist dafür bekannt, dass wir einen sehr großen Fokus auf der Agroforstwirtschaft haben. Ich würde aber behaupten, dass das ein wenig betriebsstrategischer Natur ist. Ich bin davon überzeugt, dass es sinnig ist, mit Bäumen zu beginnen, weil die am längsten brauchen, um sich zu entwickeln und den größten Impact auf Ökosysteme haben. Deswegen schnell anfangen, Bäume zu pflanzen, um dann Ökosysteme zu generieren und mit ihrer Pflege Boden aufzubauen.

**Jetzt hast du schon ein bisschen vorweggenommen. Die nächste Frage war, seit wann bist du aktiv in der humusaufbauenden/regenerativen Szene und setzt dich damit auseinander? Aber das hast du ja jetzt schon beantwortet. Dann war 2018 so ein bisschen der Schlüsselmoment für dich?**

Genau, dann kam 2018 und das Schlüsselereignis, was mich zur regenerativen Landwirtschaft gebracht hat und mir sehr, sehr viele Fragen beantwortet hat, die ich nicht mit der konventionellen oder der ökologischen Landwirtschaft hätte beantworten können. Das sind auch gesellschaftliche Probleme, die wir mit der Landwirtschaft adressieren können, wenn wir es schaffen, Ökosysteme zu regenerieren. Ich bin seit vier Jahren zurück auf dem Betrieb, habe mit der Agroforstpflanzung gestartet und seither viele Sachen in Gang gebracht und umgesetzt.

**Was habt ihr bisher für Agroforstsysteme im Betrieb integriert? Also welche Systeme der Agroforst - es gibt ja sehr viele unterschiedliche Möglichkeiten.**

Wir haben auf der Weide angefangen mit einem kleinen Projekt zur Esskastanie, um mal zu schauen, ob die hier funktioniert. Dafür haben wir verschiedene Sorten aus dem Süden gepflanzt. Außerdem ist eine Futterlaubhecke für unsere Rinder entstanden, entlang der Weidetriebwege und eine Streuobstweide mit etwa 70 Bäumen, die für Mostobstgeschichten gedacht sind. Obwohl man damit (noch) kein Geld verdient, sehe ich große Vorteile in diesem System.

**“ Ich bin davon überzeugt das wir Agroforstsysteme nutzen können, um eine Resilienz zu schaffen für die stärker werdenden Wetterextreme. ”**

Wir lassen unsere Mutterkühe mit ihren Kälbern dort auf kleinen, parzellierten Strukturen weiden. Und außen drumherum können die Tiere, die keine Kälber bei sich haben auf sehr viel arrondiertem Grünland laufen. Auf den Flächen haben wir jetzt ganz frisch, also 2024 im Frühjahr, ein Pappel-System gepflanzt. Mit 1300 Hybridpappeln, die uns, als eine Erkenntnis aus den letzten Jahren, den Wind aus der Fläche rausnehmen sollen. Sodass wir später mit Gehölzen kommen können, die nicht so diesen Wind vertragen in ihrer Jugendphase. Also wenn auch wir hier oben sehr, sehr viel Niederschläge und Feuchtigkeit zur Verfügung haben, ist der Wind definitiv ein begrenzender Faktor, der woanders eventuell nicht so das Problem ist. Über die silvopastoralen Systeme (Baum-Weidesysteme) hinaus, haben wir ein silvoarables System (Baum- Ackersysteme), wo wir an den Rändern der Fläche auf schnell wachsende Gehölze, also Weiden und Pappeln, gesetzt haben, um den Wind aus der Fläche weitestgehend rauszuholen oder so eine erste Art Wellenbrecher für den Wind zu schaffen. Die Baumreihen im Feld sind wie auf der Weide ein Alleycropping-System (Alleenanbau auf dem Feld). Die Reihen auf dem Acker zeichnen sich aus durch einen mehrstufigen Anbau von verschiedenen Gehölzen. Wir fangen auf der ersten Ebene mit Himbeeren an. Die sind noch nicht gepflanzt, aber geplant und warten aktuell in der Baumschule darauf, in die Fläche umgesetzt zu werden. Was dort bereits wächst sind Walnussbäume, die die zweite Ebene über der Landwirtschaft die Nutzkultur sein sollen. Über die Walnussbäume sollen letztendlich Werthölzer die dritte Ebene unserer Kultur einnehmen.

**Was wäre dein Rat für jemanden, der auf dem Betrieb jetzt Agroforst planen möchte oder mit regenerativer Landwirtschaft anfangen will? Vorhin sagtest du, dass als erstes Bäume gepflanzt werden sollten, damit man Ökosysteme aufbauen kann. Würdest du bei der Antwort bleiben oder noch ergänzen wollen?**

Also es gehört einen Haufen Zeug dazu, Bäume pflanzen zu können und letztendlich diese auch langfristig pflegen zu können, sodass die Systeme sich entwickeln wie man das gerne möchte.

Es gehören Finanzen dazu und es gehört Passion dazu. Also ja, eine Planung sollte man von vornherein mitdenken und ich würde als allererstes eine ganzheitliche, strukturelle und von vorne bis hinten durchdachte Planung für den Gesamtbetrieb in Angriff nehmen. Also macht euch einen Plan mit allen Flächen, mit der kompletten Infrastruktur und den sozialen Komponenten plus den finanziellen Komponenten, um auf allen verschiedenen Ebenen einen holistischen Ansatz zu haben. Was ich auch sehr empfehlen kann sind die Regrarians, ein Netzwerk die viel zu Agrarökologie, Keyline Design etc. veröffentlicht haben. Und dann ist da noch Yeomans der die "Scale of permanance" geprägt hat – also die Ebenen der Schwierigkeitsgrade, Dinge zu verändern, beschreibt. Mein Betriebswirtschaftlicher Ansatz ist philosophiegebunden. Ich möchte mit besonders lukrativen Betriebszweigen weniger lukrative ausgleichen, die wiederum der Betriebsphilosophie dienen. Die Frage muss man sich stellen in welcher Hinsicht der Agroforst ein Businesscase sein muss, oder Ökosystemleistungen und Gemeinwohlleistungen ausreichend wichtige Elemente in der Betrachtung des Gesamtbetriebes sind. Langfristig soll das natürlich von Steuern getragen werden.

Sich darüber Gedanken zu machen und realistisch zu planen, was es braucht, um glücklich zu sein, was es braucht, um stabil zu bleiben, was das Finanzielle anbelangt und was es braucht, einen ökologischen Mehrwert zu leisten für unsere Zukunft, ist in meinen Augen sinnvoll.

### **Welche Fehler hast du gemacht, die du anderen ersparen möchtest oder kannst? Besonders in Bezug auf Agroforst?**

Das sind schon einige. Adäquater Baumschutz, holt euch die Agroforstplanenden, die Bescheid wissen, welcher Baum, wo welchen Baumschutz braucht. Damit nicht teure Bäume leiden müssen und einen schlechten Start in ihr Dasein haben. Die Pflege der Baumscheibe ist ein Punkt, also die Konkurrenzsituation im Blick zu haben in den Etablierungsjahren, ist wichtig für die Entwicklung des Baumes. Die Finanzierung sollte von vornherein fest und 100%ig sein. Wenn man da die Bäume gepflanzt hat und dann von der einen Förderstelle, gesagt bekommt, dass das mit dem Förderprojekt doch nichts wird, dann ist das Grütze und führt dazu, dass ein System nicht so aussieht, wie es aussehen könnte.



Arbeitseffizienz sollte man in der Planung auf jeden Fall berücksichtigen, dass man Bäume auf eine solche Art und Weise pflanzt, sodass weniger Arbeit nötig ist. Als Beispiel haben wir unsere Futterlaubhecke zweireihig mit einem Meter Abstand zwischen den Reihen gepflanzt, was dafür gesorgt hat, dass wir insgesamt einen anderthalb Meter breiten Streifen im ersten Jahr viermal hacken mussten, auf 650 laufenden Metern. Das hat sehr, sehr viel Arbeit in Anspruch genommen. Ich würde die Futterlaubhecke, wenn ich nochmal eine anlegen würde, einreihig pflanzen und dann schauen, dass ich die Bäume auseinander erziehe, sodass ich nur einen kleinen Baumstreifen pflegen muss. Außerdem wichtig ist, dass eine Standortanalyse gemacht werden sollte, wo alle Faktoren mit berücksichtigt werden. Hier haben wir teilweise den Wind nicht berücksichtigt. Das ist, wie gesagt, in Schleswig-Holstein der begrenzende Faktor in meinen Augen. Weitere Punkte, die zu berücksichtigen sind, sind das Bodenprofil bzw. vor dem Pflanzen einmal tiefen lockern. Wenn man eine Investition macht, dann ist es kein großer Aufwand mal ein Bodenprofil zu graben und zu schauen, ob eine Fläche irgendwo einen Verdichtungshorizont hat..

### **Hast du noch etwas, das du den Lesenden mitgeben willst?**

Alle möglichen Infos dazu, was bei Pflege, Planung oder dem Baumschutz etc. zu berücksichtigen ist, findet ihr im fitfarmers.de Kurs mit kleinen Videos, die man sich häppchenweise auf der Couch reinziehen kann. Und auf der Verbandsseite vom DeFAF gibt es eine Infothek mit noch mehr Infos.

# Interview aus dem Humusreich Netzwerk

mit Valentin Seiringer

**Meine erste Frage wäre, was darf ich über dich schreiben? Wer bist du und was machst du?**

Valentin Seiringer, aus dem österreichischen Wieselburg. Meine Kurzbiografie ist Bauernhofkind, wir waren immer ein Bio-Ackerbaubetrieb, hatten früher mal Schweine. Aus den Schweinen wurde durch meinen Vater eine Kompostanlage, und bis zu meinem Einstieg in den Betrieb war die Landwirtschaft im Herzen immer wichtig. Von der wirtschaftlichen Relevanz, 30 ha Landwirtschaft gegenüber einem Kompostanlagenbetrieb mit 12 Mitarbeitern, Lohngewerbe, technologischer Entwicklung und anderen Dingen, war sie eher unbedeutend. Als ich in den Betrieb eingestiegen bin, ergab sich die einmalige Gelegenheit, einen Gutsbetrieb zu pachten, der so knapp 200 ha Ackerfläche hat. Das ist für unsere Region total untypisch, noch dazu beinahe zusammenhängend an einem Stück. Also bei uns ist die durchschnittliche Betriebsgröße 25 ha, durchschnittliche Schlaggröße 1,5 ha.

Das Manko an dem Betrieb waren die Böden. Diese waren total heruntergewirtschaftet, hatten 1,5 % Humus, extreme Erosionsprobleme, wenig Versickerung, so nach 20 cm eine harte Pflugsohle, aber auch im Oberboden wenig Belebung, wenig Infiltrationsleistung.

Das war so die Basis und wir haben uns immer mit Bodenaufbau beschäftigt, darum kamen wir auch zur Kompostierung mit



Foto: ©CeresAward

Kreislaufwirtschaft und haben immer mit Mulchsaaten gespielt - immer nur so versuchsweise.

Der Gutsbetrieb hat uns einfach gezwungen, etwas zu wagen. Wenn du jetzt konventionell bist und du hast so eine Fläche, dann weißt du, die liefert nicht viel nach. Da muss ich halt helfen mit irgendetwas, was weiß ist und mit einem Schleuderstreuer gestreut werden kann und pflanzenschutzmäßig wahrscheinlich auch entsprechend. Als Biobetrieb ist es so, dass die erste Erkenntnis ist: Alles, was keine Leguminosen ist, tut sich richtig hart auf dem Standort

**Das heißt, du hast versucht, den Boden wieder in Ordnung zu bringen. Wo hast du da angesetzt?**

Das hat uns einfach gezwungen, im ersten Schritt mal den Oberboden zu beleben - es muss in den ersten 15 cm passen, wenn du mit dem Spaten reinstichst. Das bringt dir am Anfang viel mehr, wie wenn du jetzt irgendeine Zwischenfruchtmischung oder Klee gras anbaust, das jetzt wahnsinnig tief runterkommt. Gräseruntersaaten, vor allem in Getreidebeständen, wo die gut mit anwachsen können, sind hier unser zentrales Element.

Zusätzlich haben wir eine Bodenlockerung mit einem Grubber gemacht. Lockern bedeutet bei mir wirklich immer, Grubber mit 30-40 cm Abstand der Zinken. Der Zinken ist max. 2 cm breit. Es geht mir um lockern und brechen und nicht wenden und nicht mischen.

**Das ist wirklich sehr interessant! Du hast wahrscheinlich schon immer sehr bodenschonend gearbeitet, aber gibt es einen Schlüsselmoment für dich, der dich besonders beschäftigt hat?**

Das stimmt, das wurde mir sehr in die Wiege gelegt. Es gab einen Moment, da haben wir mit unserer Kammer einen Zwischenfruchtversuch gemacht. Im Herbst gab es einen tollen Feldtag, und wir haben überall Bodenprofile ausgehoben. Alle Zwischenfrüchte hatten ein gutes Gefüge, außer der Senf, das war quasi die Kontrollvariante.

Damals war unser System im Sommer einmal den Boden schonend lockern. Dann eine Zwischenfrucht anbauen und bei Frost im Winter seicht pflügen, quasi komplett sauberen Tisch zu machen. Im Frühjahr wurde Mais ausgesät.

Wir haben da immer im Herbst brav unsere Spatenproben gezogen. Und dann weiß ich noch, dann bin ich mit dem Papa mal im Frühjahr auf die Felder raus, und da war es so Februar, und dann haben wir bei diesem Zwischenfruchtversuch in alle Varianten reingestochen.

An dem Punkt wusste ich schon, dass mir Bodenaufbau, jetzt von der wirtschaftlichen Beständigkeit abgesehen, das Wichtigste ist und dass er auch die langfristige wirtschaftliche Beständigkeit meines Betriebes sichert.

Aber das war für mich so der Moment, wo ich gemerkt habe, „Okay, wenn eine Zwischenfrucht nicht winterhart ist, kann sie noch so schön im Oktober aussehen.“ Es muss jetzt nicht immer eine völlig winterharte Zwischenfrucht sein. Das haben wir auch gesehen über die Jahre, wenn ein Anteil winterharter Dinge drinnen ist, dann reicht das, es quasi so über die Zeit zu retten.

Das ist bei uns jetzt nicht so relevant, weil wir im Herbst ja sowieso keine nicht winterharten Komponenten mehr so richtig etablieren können und Herbstanbau der Zwischenfrüchte unser Hauptanbau ist. Aber da haben wir einfach auch gesehen, okay, das müssen wir irgendwie technisch hinbekommen, in winterharten Zwischenfruchtssystemen zu säen, zu hacken und zu striegeln.

Eine der Hauptherausforderungen war dann: Mit welcher Bodenbearbeitung davor können wir das denn schaffen?

**Da kommt mir eine ungeplante Zwischenfrage in den Sinn: Wie oft nimmst du dir die Zeit und machst eine Bodenansprache?**

Einmal im Jahr so richtig akribisch, und das ist im Frühjahr, wenn es das erste Mal abtrocknet. Wenn es zu nass ist, bringt auch die Bodenansprache nicht viel. Du riechst nichts, du siehst nichts, es ist halt nur ein nasser Klumpen. Und irgendwie musst du immer nachher das Auto putzen. Das ist der einzige Zeitpunkt im Jahr, wo ich konsequent auf jedem Acker mehrere Spatendiagnosen nehme, die ich oft auch mit Fotos festhalte.

Zusätzlich mache ich manchmal Spatendiagnosen, weil es mir Spaß macht. Aber wirklich immer konsequent, wenn ich eine Entscheidung treffen muss. Das heißt, ich geh' nicht immer auf jeden Schlag, aber zumindest auf 1-2 Schlägen, die in dem System sind. Da nehme ich mir die Zeit, fahre hin und schaue mir nicht nur den Bestand an, sondern steche auch in den Boden rein, habe auch die Sonde dabei und manchmal auch einen Versickerungstest, aber meistens reicht der Spaten. Ich mache da auch keine Wissenschaft draus.

**Danke für den spannenden Einblick. Gibt es einen Fehler, den du gemacht hast und jemand anderem ersparen möchtest?**

Ganz schön viele... ist jetzt schwierig, über irgendwelche Ereignisse am Feld zu berichten, aber einer meiner größten Fehler war, ich bin aus der Schule raus, hab' den Betrieb übernommen, hab' mir gedacht, so und so werden wir das machen und haben für acht Jahre eine Fruchtfolge vorausgeplant. Das war ein wichtiger Schritt, mich mal einen halben Winter damit zu beschäftigen und wirklich

“Mein größter Fehler dabei war nicht die notwendige Flexibilität nach der Planung zu behalten”

Kostenrechnung zu machen, Fruchtfolgesysteme aufzustellen, was kostet das Fruchtfolgesystem, auch Kulturen vergleichen zu können. Ich finde es total wichtig, mal so zu planen. Mein größter Fehler dabei war nicht die notwendige Flexibilität nach der Planung zu behalten und zu sagen: „Okay, das System, das du mal am Papier geplant hast, es ist schon durchdacht, aber wenn man einen Plan macht, dann ist es in der Landwirtschaft so, dass wir von ganz viele Faktoren beeinflusst werden und wenn aber nur ein Faktor in dem System nicht passt, dann hast du ein Problem.“

Dann dauert es ein Jahr und dann passt alles andere im System auch nicht mehr. Und drum muss man sich irgendwo diese Flexibilität erhalten zu sagen, okay, was ich mir überlegt habe, war eine gute Überlegung und ich habe auch dabei gelernt, die Überlegung zu machen. Diese Arbeit ist auf keinen Fall unnötig, aber die Wahrscheinlichkeit, dass der Plan, den ich habe, genau so aufgeht, wie er aufgehen soll, liegt weit unter 10 %.

### **Wie hat sich deine Arbeit auf dem Betrieb dadurch verändert?**

Ich glaube, wenn ich jetzt mittlerweile plane, und das Betriebssystem passt sich ja immer jedes Jahr bei jedem Betrieb an, aber je weniger du an radikalen Eingriffen in das Ökosystem machst, umso eher musst du an kleinen Schrauben das System dort und da anpassen. In vielen Systemen wird alles an die Kulturpflanze angepasst. Das heißt, das klingt jetzt fast irgendwie biblisch und das meine ich jetzt nicht zu übertrieben, aber vom System her knechte ich die Natur. Was ja jeder irgendwo ein bisschen macht.

Je mehr ich jetzt davon wegkomme und je mehr ich sage: Ich will eigentlich so gutes Gefüge wie möglich haben im Boden. Ich will, dass der Boden selbst so viel wie möglich für die Pflanze nachliefert, sodass ich mit der Düngung zurückfahren kann. Je mehr ich da in eine symbiotische Beziehung komme, umso mehr muss mir auch klar sein, dass sich nicht mehr die Natur mir anpasst, sondern

ich mich auf der Natur oder meinem Boden oder den Umweltbedingungen anpassen muss.

Diese Anpassungen mache ich ja auch heute noch und ich glaube schon, dass es heute im Vergleich zu vor fünf Jahren wesentlich besser funktioniert und auch ich drin besser geworden bin. Aber dass nur 10 % der Pläne so aufgehen, wie man es sich vornimmt, ist ziemlich gleich geblieben. Was sich verändert hat, ist, dass ich früher in einem Plan erkenne, dass sich noch etwas ändern muss, bevor grobe Schnitzer passieren. Und dass vielleicht mehr Dinge gut aufgehen, aber immer, wenn man was Neues macht, bleibt es irgendwie bei unter 10%.

**Schön von dieser Entwicklung zu hören, du berichtest immer mit viel Leidenschaft. Kannst du mir 3 Stichpunkte geben, die dich beschreiben oder gut zu dir passen?**

**Ich fand Bauernkind sehr cool.**

Bauernkind ist schon nicht schlecht. Ich glaube, was bei mir auf jeden Fall dabei sein muss, ist Bodenpraktiker. Jetzt bräuchten wir noch was Drittes mit B. Was man nie außer Acht lassen darf, bei aller Faszination für den Boden, ist die Betriebswirtschaft. Darum muss ich Betriebswirtschaft als dritten Stichpunkt nehmen.



Foto: © CeresAward

**“Bauernkind,  
Bodenpraktiker,  
Betriebswirt“**



# Interview aus dem Humusreich Netzwerk

mit Lars Hollesen



**Seit wann machst du Humusaufbau oder regenerative Landwirtschaft? Ab wann hast du erste Erfolge gesehen?**

Wir machen das schon seit vielen Jahren. Das Humusreich Netzwerk hat uns bestätigt, auf dem richtigen Weg zu sein und die Maßnahmen nicht nur halbherzig zu machen. Die Natur zeigt uns, dass der Boden immer bedeckt sein sollte. Wir haben das durch Zwischenfrüchte und intensiven Ackergrasanbau auch nach Mais mit einer Schnittnutzung im Frühjahr umgesetzt. Die Kalkung ist auch wichtig. Wir streben auch auf der Geest einen pH-Wert von über 6 an. Wir haben Algenkalk von der Firma Timac eingesetzt, die nach einigen Jahren Bodenproben gezogen haben. Mit Werten von mehr als 4 % Humus und pH-Werten über 6 war ich positiv überrascht. Wir möchten auch die Beweidung der Flächen verbessern.

**Was sind die drei Sachen, die deinen Betrieb ausmachen?**

Ich versuche möglichst viel Kreislaufwirtschaft in meinem Betrieb umzusetzen. Dafür bräuchte ich allerdings mehr Fläche. Dann würde der Strohkauf wegfallen und im eigenen Betrieb produziert. In naher Zukunft wollen wir in eine kleine Biogasanlage investieren, um Nährstoffe zu veredeln und Transporte zu optimieren. Die Methode Immergrün und Vielfalt sind 2 weitere wichtige Maßnahmen, die ich versuche umzusetzen. Daher baue ich auch Zuckerrüben an, die mit Mais zusammen siliert werden.

Wir bewirtschaften den Betrieb mit 240 ha und erzeugen mit ca. 275 Milchkühen ca. 2,5 Millionen Liter Milch im Jahr. Insgesamt werden bis zu 800 Rinder auf dem Betrieb gehalten. So ca. 100 ha zusätzlich wären schön, um auch mehr Ganzpflanzensilage und Zwischenfruchtanbau und ca. 1/3 Ackergras zu integrieren. Als Zwischenfrucht setze ich gern Lundsgarder Gemenge ein, weil man sie auch gut in der Milchviehfütterung einsetzen kann. Ich habe den Eindruck, dass sich das in der Milchleistung widerspiegelt.

**Wie wendest du Humusaufbau und regenerative Landwirtschaft an?**

Neben dem immergrünen Acker, erweiterten Fruchtfolgen und vielfältigen Zwischenfruchtanbau nutze ich für die Kalkung Physiomax, ein Algenkalk der Firma Timac und probiere auch andere Produkte dieser Firma aus. Ich habe auch Produkte der Firma Sobac und Herbali eingesetzt. Außerdem setze ich Pflanzenbiokohle im Betrieb ein, und zwar in der Einstreu. So wird die Kohle mit Nährstoffen aufgeladen und ich habe einen Doppelnutzen.

### **Was hat dich an der oder jener Sache überzeugt?**

Mich hat das ganze System der regenerativen Landwirtschaft überzeugt. Mit kleinen Stellschrauben kann man, wenn man kontinuierlich daran arbeitet, schon viel erreichen. Auch das, was wir im Humusreichkurs gelernt haben, etwas, was nicht unbedingt in der Berufsschule gelehrt wurde, wie Tagungen mit Ingrid Hörner oder Urs Mauk, haben mich weiterdenken lassen. Ich war schon sehr ärgerlich, wenn ich aus terminlichen Gründen eine Tagung verpasst habe.

### **Was hättest du denn gern anders gemacht, wenn du die Zeit zurückdrehen könntest?**

Ich hätte das Ganze gerne schon früher gelernt. Bis heute steht das nicht in den Lehrbüchern und in den Lehrplänen. Auch dass Ökobetriebe und Konventionelle in der regenerativen Bewegung an einem Strang ziehen und ihre Böden verbessern wollen, finde ich gut. In der konventionellen Landwirtschaft haben wir etwas mehr Spielraum, aber wir haben das gleiche Zepter in der Hand.

### **Was bedeutet regenerative Landwirtschaft und Humusaufbau für dich persönlich für dich?**

Energie, Nährstoffe und Wasser speichern sowie in Kreisläufen zu denken haben die meiste Bedeutung.

Humus ist der ausschlaggebende Punkt für das große Ganze.

Das gilt nicht nur auf der Geest, sondern auch für die Marsch. Der Boden wird geschmeidig.

### **Was sind denn die wichtigsten Punkte, die du im Humusreichprojekt gelernt hast?**

Immergrün und Vielfalt sind die wichtigsten Punkte. Monokulturen, wie der Mais, werden in meinem Betrieb gebraucht, weil es einfach für die Kühe auch schmackhaft ist. Ich versuche aber, das in vielfältige Fruchtfolgen mit Zwischenfruchtanbau zu verbessern.

Wichtig ist für mich auch der rechtzeitige Erntezeitpunkt bei Mais, sodass die volle Winterperiode auch für Humusaufbau nutzen kann. Meistens sind das mehr als 6 Monate. Dann wird der Mais eigentlich zur Zweitfrucht.

“Mit kleinen Stellschrauben kann man, wenn man kontinuierlich daran arbeitet, schon viel erreichen.”

### **Was sind denn für die anderen Praktiker die Sachen, die man am besten umsetzen kann?**

Das Wichtigste ist, den Boden grün zu halten. Das funktioniert auch kostengünstig. Man kann an der Aussaatmenge sparen oder auch Futterroggen einsetzen. Das sollte es als Möglichkeit, ohne Züchter bezahlen zu müssen, geben. Wenn man im Herbst alles tot spritzt, um im Frühjahr Mais anzubauen, dann passiert im Boden gar nichts.



# Interview aus dem Humusreich Netzwerk

mit Thomas Hellmann



**Wer bist du und was machst du? Was darf ich da über dich schreiben?**

Ich bin Thomas Hellmann. Ich habe mal angefangen mit einer Ausbildung als Schlosser und dann Landwirtschaft. Nun bin ich landwirtschaftlicher Berater beim VRS Nordfriesland. In der Beratung habe ich viele Fortbildungen in die Richtung regenerative Landwirtschaft gemacht.

**Gab es für dich einen besonderen Moment, der dich auf den Weg der regenerativen Landwirtschaft gebracht hat?**

Ich hab' da ein bisschen drüber spekuliert, wo das eigentlich angefangen hat. Die Kollegen, ich glaube vom VRS Schleswig, hatten einen Vortrag mit Dietmar Näser.

Der hat mir so gut gefallen, dass ich Dietmar Näser auch bei uns für einen Vortrag haben wollte. Das war dann der Moment, wo ich gesagt habe: Das ist es, auf dem Klavier müssen wir spielen.

Daraufhin habe ich mich zu den Seminaren von ihm angemeldet.

Ich habe das nicht so klassisch Zuhause selbst gemerkt, wie viele Landwirte. Wir haben Zuhause schwere Marsch und überwiegend Weideland. Mittlerweile merken wir auch, dass wir was machen können, aber zu dem Zeitpunkt war das noch nicht so.

**Was empfehlst du als ersten Schritt, um sein bestehendes System umzustrukturieren?**

Tendenziell muss man erst mal die Nase in die Erde stecken, einfach um zu merken, dass ich da irgendwas tun muss. Ich muss wahrnehmen, dass mein Boden, meine Pflanzen, meine Tiere nicht den Zustand haben, den sie vielleicht haben könnten und nicht etwas ändern, nur weil mein Nachbar oder Berater das gesagt haben. Solange ich das für mich nicht wahrnehme, bin ich nicht mit Herzblut dabei und versuche das wirklich aufzunehmen, sondern dann ist das wie mit jedem anderen Seminar, zu dem ich hingehere, höre mir das an und mache dann mein Tagesgeschäft weiter.

Ich muss verstanden haben, dass ich da ein Bedürfnis oder Problem habe. Danach sind die Schritte sehr individuell. Der eine macht gerne Bodenproben, um was Schriftliches zu haben, der andere versucht als Erstes ein Seminar zu besuchen und Informationen zu sammeln.

**Hast du in deinem Beraterleben oder auch als praktischer Landwirt Fehler gemacht, von denen du berichten magst?**

Ein bekannter Fehler ist, wenn ich versuche, an zu vielen Fronten etwas zu bewegen. Das ist so das Typische, die Leute kommen vom Seminar, sind voll mit neuen Informationen und wollen alles anwenden. Nur irgendwann stellen sie fest, Mist, das hat alles nichts gebracht. Das Problem ist, ich habe nichts kontrolliert, weil ich nichts wirklich zu Ende gemacht habe.

“Ich muss verstanden haben, dass ich da ein Bedürfnis oder Problem habe.”  
39

Das Tagesgeschäft geht weiter und dann hat man keine Zeit und man kann nicht an allen Fronten gleichzeitig arbeiten. Man muss sich auf eine Sache fokussieren, bei der ich merke, das ist meine größte Baustelle. Da sollte ich mir auch einen Spezialisten dazunehmen und gemeinsam schauen, was umsetzbar ist. So kommt man dann zu einem Erfolgserlebnis.

Darauf kann man aufbauen. Es ist das Gleiche, wenn die Leute bei mir mit EM anfangen. Du kannst natürlich den ganzen Betrieb auf einmal in EM ertränken, kostet viel Geld, bringt auch was, aber ist eben nicht bezahlbar. Also muss ich gucken, wo kann ich mit ganz wenig erst mal was erreichen und dann kann ich weiterarbeiten. Schritt für Schritt.

### **Das klingt vernünftig. Wo siehst du den größten Hebel, um mit kleinen Schritten am meisten zu erreichen?**

Für mich wird immer deutlicher, dass das Mikrobiom eine entscheidende Rolle spielt. Für viehhaltende Betriebe ist es wichtig zu wissen, wohin das Milieu des Betriebs driftet.

Dieses Jahr z.B. hatten wir viele Überflutungen. Dadurch stirbt Bodenleben und Pflanzenmaterial ab, was zu Fäulnisprozessen führt und damit das Mikrobiom verschiebt. Dadurch können z.B. verschiedene Clostridienarten auf die Pflanzen gelangen und mit der Silage Ernte ins Futter kommen.

Ich möchte gerne ganz früh wissen, wo mein Milieu hinwandert. Ich habe einen Betrieb in der Beratung, der vom gesamten Grundfutter das Mikrobiom untersuchen lässt. Das ist für ihn sogar die wichtigste Analyse vor den Inhaltsstoffen. Er ist der Meinung, die Inhaltsstoffe können zwar da sein, aber wenn das Mikrobiom nicht passt, kann die Kuh das Futter nicht gut verdauen oder wird sogar belastet.

Je nach Problem muss ich verschiedene Bereiche ansehen, z.B. Futter, Tiere, Flächen, Gülle. Aber erst, wenn das Problem bekannt ist, kann ich gezielt eingreifen. Für mich sind EM's und Gesteinsmehl die zwei Werkzeuge, mit denen ich effektiv arbeiten kann.



Ein zweiter, sehr wichtiger Hebel ist die Wasserbelebung. Die Erfahrung zeigt, dass z.B. Biofilm in den Leitungen und Tränken den Geruch und Geschmack des Wassers verändern. Durch die Wasserbelebung bekomme ich den Biofilm mit sofortiger Wirkung aus allen Leitungen heraus und erreiche damit eine viel, viel höhere Tränkehygiene und eine höhere Wasseraufnahme. Die Wasseraufnahme kann so um bis zu 30 % gesteigert werden. Das entscheidet in schwierigen Situationen darüber, ob ein Tier gesund bleibt oder krank wird.

### **Das sind zwei wirklich spannende Themenfelder, aber ich habe noch eine letzte Frage: Kannst du mir drei Schlagworte geben, die dir wichtig sind?**

Mikrobiomuntersuchung, also Milieubestimmung meines Betriebes, ist das erste Schlagwort. Der zweite Punkt ist für mich ganz entscheidend, Güllebelebung, weil wir unsere Böden mit sehr großen Mengen Gülle beimpfen. Wenn ich mit der Gülle ein schlechtes Milieu auf den Boden rausfahre, dann kann ich auch Goldstaub ausdrillen, dann wird die Fläche trotzdem nicht gut werden.

Als drittes Schlagwort würde ich „Lust an Beobachtung“ nennen.

Wir machen viel Automatisierung, mit Computern und Robotern, und wenn das zum Ziel hat, dass der Landwirt nur noch drinnen hinter dem Bildschirm sitzt, dann werden wir nicht weiterkommen. Wenn es mir die Möglichkeit gibt, dem Betriebsleiter Zeit freizuschauen, die er für die Kontrolle und das Beobachten nutzt, dann wird es ihn weiterbringen.

# Beweidungstechniken im Blick: Was ist Mob Grazing?

## Alan Savory und holistische Weidewirtschaft

Der Biologe Alan Savory prägte die moderne Form der Rotationsbeweidung. Ursprünglich nahm er an, dass Überweidung zur Wüstenbildung beiträgt. Später erkannte er jedoch, dass das Gegenteil der Fall ist: Große Herden von Wiederkäuern, die sich in natürlicher Weise über Graslandschaften bewegen, fördern den Humusaufbau und stabilisieren die Wasserkreisläufe. Das Prinzip der Rotationsbeweidung, das Savory entwickelte, simuliert das natürliche Verhalten von Wildherden und trägt zur Regeneration von degradierten Landschaften bei.

### Zahlen aus Schleswig-Holstein:

Rund ein Drittel der landwirtschaftlichen Nutzfläche in Deutschland ist Grünland. In Schleswig-Holstein wurden laut Bodennutzungserhebung 2024 auf 657.100 ha Ackerfläche rund 29.900 ha Gras angebaut. Daneben gibt es noch 315.700 ha Dauergrünland.

### Das Prinzip hinter Mob Grazing

Mob Grazing basiert auf dem Nachahmen des Räuber-Beute-Verhältnisses in der Natur. Große Herden von Wiederkäuern ziehen in enger Formation über Graslandschaften, ohne das gesamte Pflanzenmaterial abzufressen. Sie hinterlassen Dung und trampeln den Großteil des Pflanzenmaterials in den Boden, was das Bodenleben fördert und den Humusaufbau unterstützt. Nach der Beweidung folgt eine Ruhephase, in der sich die Weideflächen regenerieren können.



Die zurückgelassenen Misthaufen und der Klauentritt der Tiere fördern die Freisetzung von Nährstoffen und Mikroorganismen im Boden, was das Bodennahrungsnetz stärkt. Dies schafft ein stabiles, biodiverses Ökosystem, das klimatische Extremereignisse besser abfedern kann.

## **Bedeutung von Grünland für den Humusaufbau**

Grünland spielt eine wesentliche Rolle im landwirtschaftlichen System Deutschlands und speichert durch sein Wurzelwerk und die dauerhafte Begrünung mehr Kohlenstoff als Ackerland. Studien zeigen, dass Ackerböden bis zu 31 % weniger Bodenkohlenstoff in der 0-30 cm Schicht aufweisen als Grünlandböden. Diese Fähigkeit zur Kohlenstoffspeicherung macht Grünland zu einem wertvollen Element für den Humusaufbau.

## **Effiziente Beweidung: Mob Grazing und Rotationsweide**

Die Rotationsbeweidung, insbesondere das Mob Grazing, hat sich als eine der effektivsten Maßnahmen zur Steigerung des Humusgehalts erwiesen. Untersuchungen zeigen, dass durch diese Methode ein jährlicher Humuszuwachs von bis zu 1 % erreicht werden kann. In Kombination mit Agroforstsystemen, wie z. B. Silvopasture, können diese Werte sogar noch gesteigert werden. Praktische Beispiele aus der Landwirtschaft, wie die von Gabe Brown, belegen, dass sich durch Mob Grazing nicht nur der Humusgehalt, sondern auch die Dicke des Mutterbodens erhöhen kann.

## **Holistisches Beweidungsmanagement**

Alan Savory entwickelte basierend auf diesen Erkenntnissen das holistische Weidemanagement und gründete das Savory-Institut, das weltweit über 4 Millionen ha nach diesen Prinzipien bewirtschaftet. In Deutschland ist beispielsweise Vivian Theby als zertifizierte Expertin aktiv. Sie plant das Weidemanagement so, dass die Gräser mindestens im 3,5-Blattstadium genutzt werden und 50 % des Aufwuchses für das Bodenleben erhalten bleiben. Dadurch beweiden die Tiere eine Parzelle nur 2- bis 3-mal pro Jahr.

In der Praxis erfordert Mob Grazing eine sorgfältige Planung und Anpassung. So nutzt Theby z.B. 40 Parzellen und passt Wege zur Wasserversorgung jährlich an, um Bodenverdichtungen zu vermeiden.

## **Praxisbeispiele und Forschungsergebnisse**

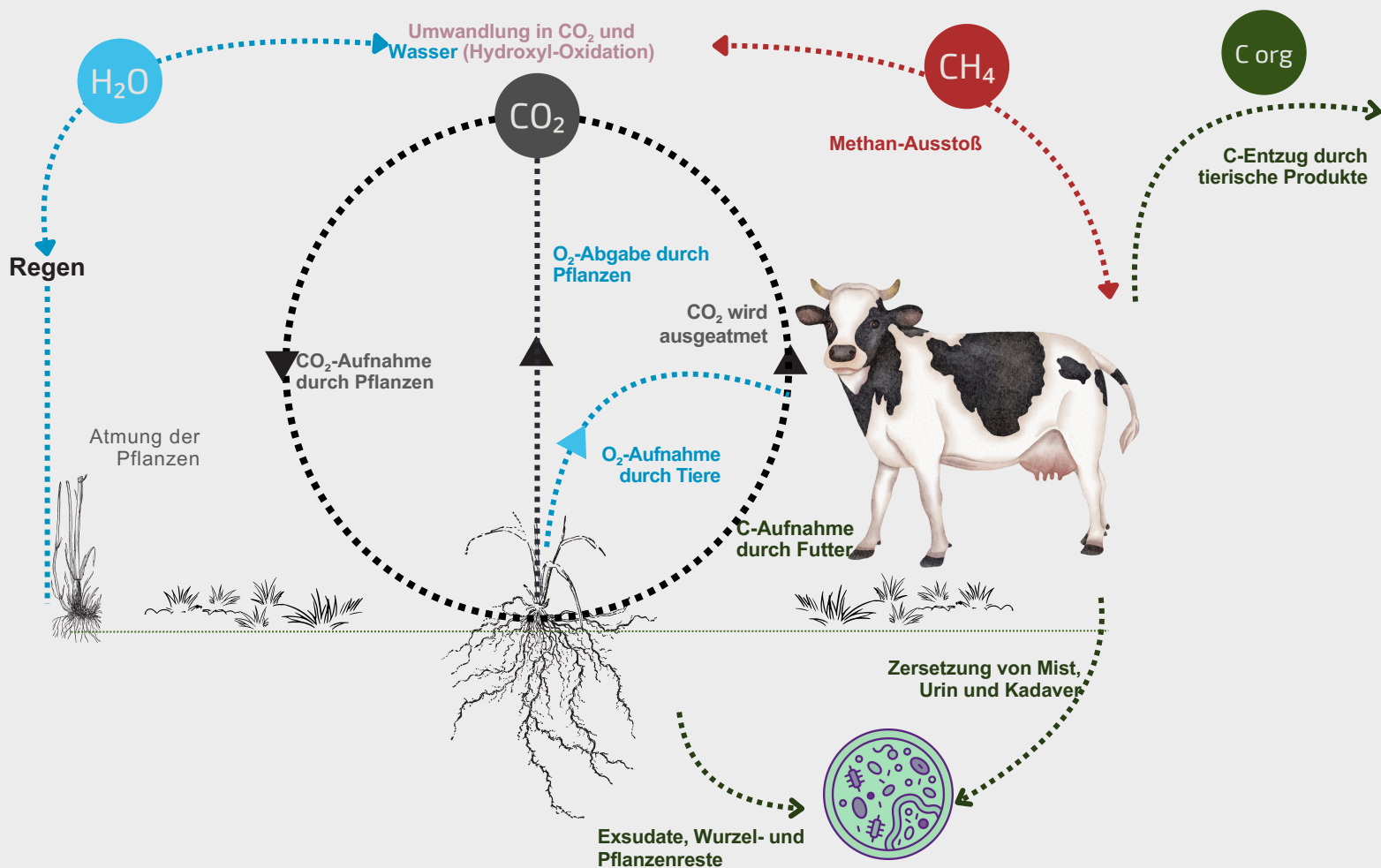
Ein bekanntes Beispiel für Mob Grazing stammt von Rob Richmond aus den Cotswolds in Großbritannien. Hier konnte der Humusgehalt (SOC) auf verschiedenen Feldern zwischen 2007 und 2015 signifikant gesteigert werden. Ähnliche Studien bestätigen diese Ergebnisse weltweit. Eric Toensmeier von der Yale Universität quantifizierte die Kohlenstoffbindung in verschiedenen landwirtschaftlichen Praktiken und hob Mob Grazing als besonders effektiv hervor. Die Kohlenstoffspeicherung pro Hektar und Jahr kann durch intensive Rotationsbeweidung in Verbindung mit Agroforstsystemen auf bis zu 20 t Kohlenstoff gesteigert werden.

Gleichzeitig gibt es Studien, die zeigen, dass Mob Grazing nicht immer erfolgreich ist. Beispielsweise wurden in manchen Fällen Bodendichtungen beobachtet. Eine entscheidende Frage dabei ist, ob bei diesen Untersuchungen ausreichend Pflanzenreste für das Bodenleben übrig blieben, um den gewünschten Effekt zu erzielen.

## **Weitere Forschung und lokale Beispiele**

Das EIP-Projekt KUHproKLIMA hat die Prinzipien des Mob Grazing in Deutschland getestet und einen Leitfaden für die Praxis erstellt. Zudem wurde die Maia-Grazing-App verwendet, um das Weidemanagement zu optimieren. Die Ergebnisse zeigen, dass Rinderherden als Werkzeug genutzt werden können, um gewollte Ökosystemleistungen zu erzielen. Dazu gehören die Biodiversitätssteigerung und Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit.

In Schleswig-Holstein werden auf dem Lindhof der Universität Kiel umfangreiche Versuche zur Rotationsweide durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass dieses Weidemanagement nicht nur die CO<sub>2</sub>-Bilanz von Milchproduktionen verbessern kann, sondern auch die Resilienz des Ökosystems stärkt. Dabei wurden Versuche mit vielen Weidetagen auf kräuterreichen Klee grasweiden nach dem irischen Prinzip der Rotationsweide angelegt und ausgewertet.



### Update der IPCC Berechnung vom CO<sub>2</sub> Fußabdruck Milch

Vom IPCC wurde inzwischen eine neue Methode zur Berechnung des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks von Weidemilch vorgeschlagen. Demnach muss die kürzere Verweildauer von Methan gegenüber CO<sub>2</sub> in den Berechnungen berücksichtigt werden. Die Berechnungen hinsichtlich THG basieren bisher auf einer 100-jährigen Verweildauer von THG-Gasen in der Atmosphäre. Tatsächlich wird Methan durchschnittlich in 15 Jahren abgebaut.

### Fazit und Ausblick

Festzustellen bleibt, dass es noch in Deutschland an praxisnahen Systemforschungen auf möglichst ebenen Flächen fehlt. Das EIP-Projekt KUHplusKLIMA in Bayern, das bundesweite Humusklimanetzprojekt, die Untersuchungen der Landwirtschaftskammer in Nordrhein-Westfalen, Haus Rieswick oder auch das Klimafarmprojekt in Schleswig-Holstein mit Teilnahme des Lindhofs bieten sehr gute Möglichkeiten zur weiteren Untersuchung dieser Effekte.



# Erfahrungsbericht von Henning

## Knutzen mit Mob Grazing

„Ich habe auf meinem Betrieb das Mobgrazing auf 5 ha mit einem Besatz von 20 Tieren (ca. 2-jährigem Jungvieh) ausprobiert. Es wurde eine artenreiche Mischung im Herbst gesät mit mehreren Kleearten und verschiedenen Gräsern, Getreide sowie Wicke. Ich habe den Schlag mit stabilen Eisenpfählen mit 2 Metalldrähten umzäunt und einen 8 m breiten Weg zur Tränke geschaffen. Die Unterteilung der Weide habe ich mit der Gallagher Zaunspinne geschaffen und die DDR-Zaunlitze genutzt. Die Zaunspinne ermöglicht es, jeweils nur eine Seite weiterzuziehen. Da die DDR-Zaunlitze außen den stromführenden Draht in Form einer Spirale hat, ist der Draht immer stramm. Selbst, wenn das Vieh einmal durchbricht, zieht sich der Draht wieder zurück und der Rest der Herde bleibt im eingezäunten Bereich. Der Schlag ist zu 80 % lehmiger Sand und zu 20 % Lehm. Beiden Bodenarten hat die Beweidung gutgetan. Besonders der Lehm war in den Folgejahren leichter zu bearbeiten.









Der Bewuchs entwickelte sich zu einem Insektenparadies. Nach 42 Tagen waren die Tiere zum 2. Mal an der gleichen Stelle. Es wurde nicht nach gemäht, allerdings abgezäunt. Problematisch empfand ich, dass bei jedem Wetter täglich neu gezäunt werden musste. Auch dass einige Mischungspartner gegen die Litze wuchsen und Strom ableiteten, war problematisch. Ich musste dann manchmal den Bewuchs an der gesamten Litze niedertrampeln, sodass der Zaun noch Strom führen konnte.

Frau Theby zäunt nur einmal im Jahr und hebt den Zaun täglich mit einem PVC-Rohr als Durchschlupf an. Bei meinem Versuch zeigte die Weide kaum noch Verdichtungen an und rein optisch bin ich der Meinung, dass sich der Mutterbodenhorizont vergrößert hat. Leider ließ sich das nicht nachweisen, weil es durch die Hangneigung fast immer Verlagerungen im Boden gibt, die auf natürliche Weise entstehen. Auch wenn personal bedingt im zweiten Jahr das Mobgrazing nicht umsetzen konnte, habe ich Effekte in den Folgejahren feststellen können. Gegenüber Kleegrasmahflächen ohne Beweidung war der Boden viel leichter zu bearbeiten und keine Verdichtungen feststellbar. Messbare Humusvermehrungen (mehr als 0,4 %) konnte ich nach nur 1 Jahr nicht feststellen.“

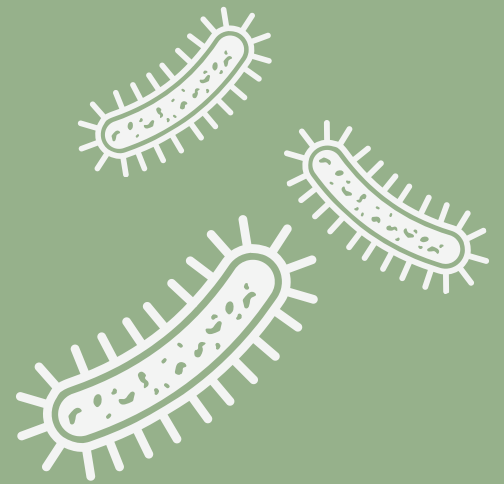


### Weiterführende Infos findet ihr hier (verlinkt):

-  Projekt KuhPROKlima (EIP Projekt - Leitfaden)
-  Forschungsergebnisse Wiedemilch Acker, Lindhof
-  TED Talk mit Allen Savory - Die Wüste begrünen
-  Weidemanager Schleswig-Holstein
-  Netzwerk Mob Grazing (mob-grazing.de)
-  <https://www.klimafarm.stiftungsland.de/>



# Was leisten die Mikroben?



1

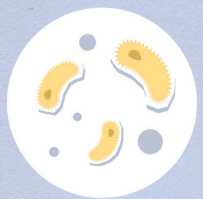
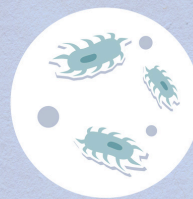
## VERBESSERN STRESSTOLERANZ

Sie verbessern die oxidative Stresstoleranz ihrer Wirtspflanze, z. B. bei Wasser- und Hitzestress sowie bei klimatischem Stress, indem sie Ethylen ausscheiden.

2

## NÄHRSTOFFLIEFERANT

Sie versorgen ihre Wirtspflanze mit Nährstoffen, z. B. Stickstoff und Spurenelementen.



*Mikroben - die kleinsten und doch mächtigsten Wesen, die uns umgeben! Sie sind so winzig, dass wir sie kaum sehen können, aber sie sind überall – in der Luft, im Wasser, im Boden und sogar in unserem Körper. Einige der kleinen Racker können uns krank machen, aber andere sind unsere treuen Wächter und Helfer, die unsere Gesundheit aufrechterhalten. Eine winzige Welt voller Überraschungen!*

3

## WACHSTUMSFÖRDERND ODER HEMMEND

Diese kleinen Kerle sind die Cheerleader ihrer Gastgeberpflanzen, die das Wachstum ihrer Freunde unterstützen! Aber, wenn sie sich in neuen Pflanzen durch menschliche Eingriffe einschleichen, können sie böse Störenfriede werden, die das Wachstum der ahnungslosen Pflanze hemmen oder sogar zu ihrem Tod führen.



## 4 SCHUTZ VOR INSEKTEN

Sie schützen die Wirtspflanzen vor Pflanzenfressern, indem sie Stoffe wie z. B. Alkaloide entwickeln lassen, die Insekten fernhalten.



5

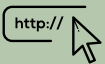
## SCHUTZ VOR SCHÄDLICHEN PILZEN

Sie unterdrücken krank machende Pilze, indem sie diese kolonisieren, schwächen und je nach Fall sogar zu Endophyten umfunktionieren.

6

Zu guter Letzt fördern sie die Wurzelentwicklung ihrer Wirtspflanze.

## Weiterführende wissenschaftliche Veröffentlichungen und Infos findest du hier (verlinkt):



[James F. White et al \(2019\): Review - Endophytic microbes and their potential applications in crop management](#)



[James F. White \(2021\) : Fort Wayne Agricultural Presentation-The Role of Soil Microbes in Plant Health and Nutrient Uptake](#)



[Regenerative Agriculture Podcast \(2020\): How Plants Absorb Living Microbes and Convert Soil Pathogens into Beneficials with James White](#)

# Blick ins Mikroskop - auf der Spur der Mikroorganismen

Gastbeitrag von Nico Schmidt von symbi

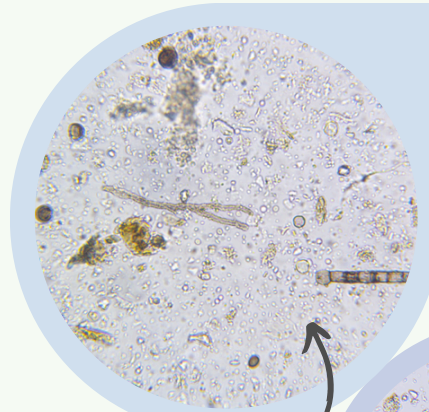
Neben chemischen Bodenanalysen, welche leider nichts über die mikrobielle Aktivität und das Gleichgewicht des Nahrungsnetzes im Boden aussagen können, gibt es die Möglichkeit von mikroskopischen Bodenuntersuchungen. Von der Soil Food Web School ausgebildete Labortechniker\*innen können die unterschiedlichen funktionellen Gruppen der Mikroorganismen in der Probe identifizieren und quantifizieren.

## Wie läuft so eine mikrobielle Analyse ab?

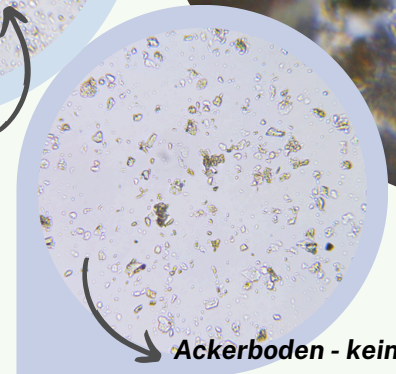
Hierzu werden nach einem standardisierten Verfahren, gemäß dem Protokoll der amerikanischen Mikrobiologin Dr. Elaine Ingham, Proben aus mehreren Stellen der ersten 5 cm des Ackers entnommen, mit Wasser aufbereitet und anschließend unter dem Mikroskop analysiert.

## Was sagt das Ergebnis aus?

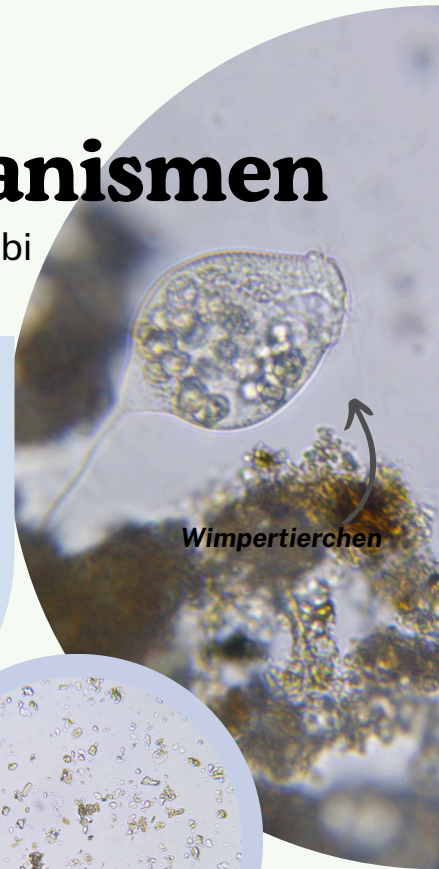
Die Resultate der mikrobiellen Biomassen und deren Verhältnisse zueinander (Bakterien zu Pilzen, Schädlinge zu Nützlingen) liefern entscheidende Hinweise auf die Funktionsfähigkeit des Bodens, welche direkten Einfluss auf die Pflanzengesundheit und den Ertrag hat. Diese Werte werden mit Daten gesunder Ackerkulturen aus ihren natürlichen Ökosystemen verglichen, um fundierte Handlungsempfehlungen für biologische Anwendungen abzuleiten.



**Gesunder Kompost**  
- voll mit nützlichen  
Mikroben

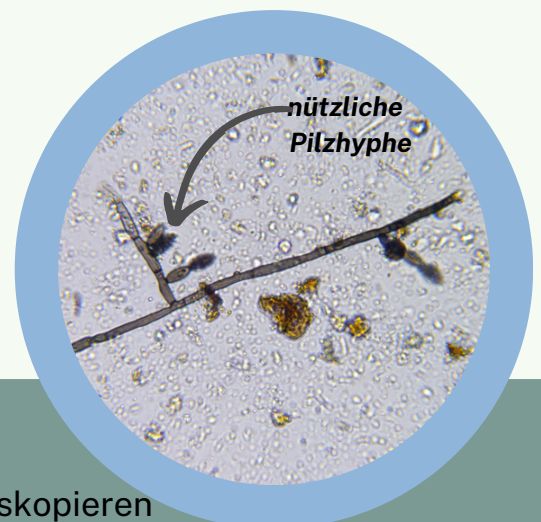


**Ackerboden - keine Biologie**  
erkennbar



**Wimpertierchen**

Das Mikroskop erlaubt uns ebenfalls, den Faktor des „Ungewissen“ auszuschließen. Eigene und fremde Komposte, Extrakte und Fermente können auf ihre biologische Diversität und Qualität untersucht werden, und es ist nun möglich, die Effektivität von biologischen Anwendungen als auch die Entwicklung des Ackerbodens in Echtzeit zu verfolgen.



**nützliche**  
Pilzhyphe

Fotos: © Nico Schmidt (symbilab.de)

## Weiterführende Infos findet ihr hier (verlinkt):



http://

[Soil Food Web School](#) - Lernen selbst zu Mikroskopieren



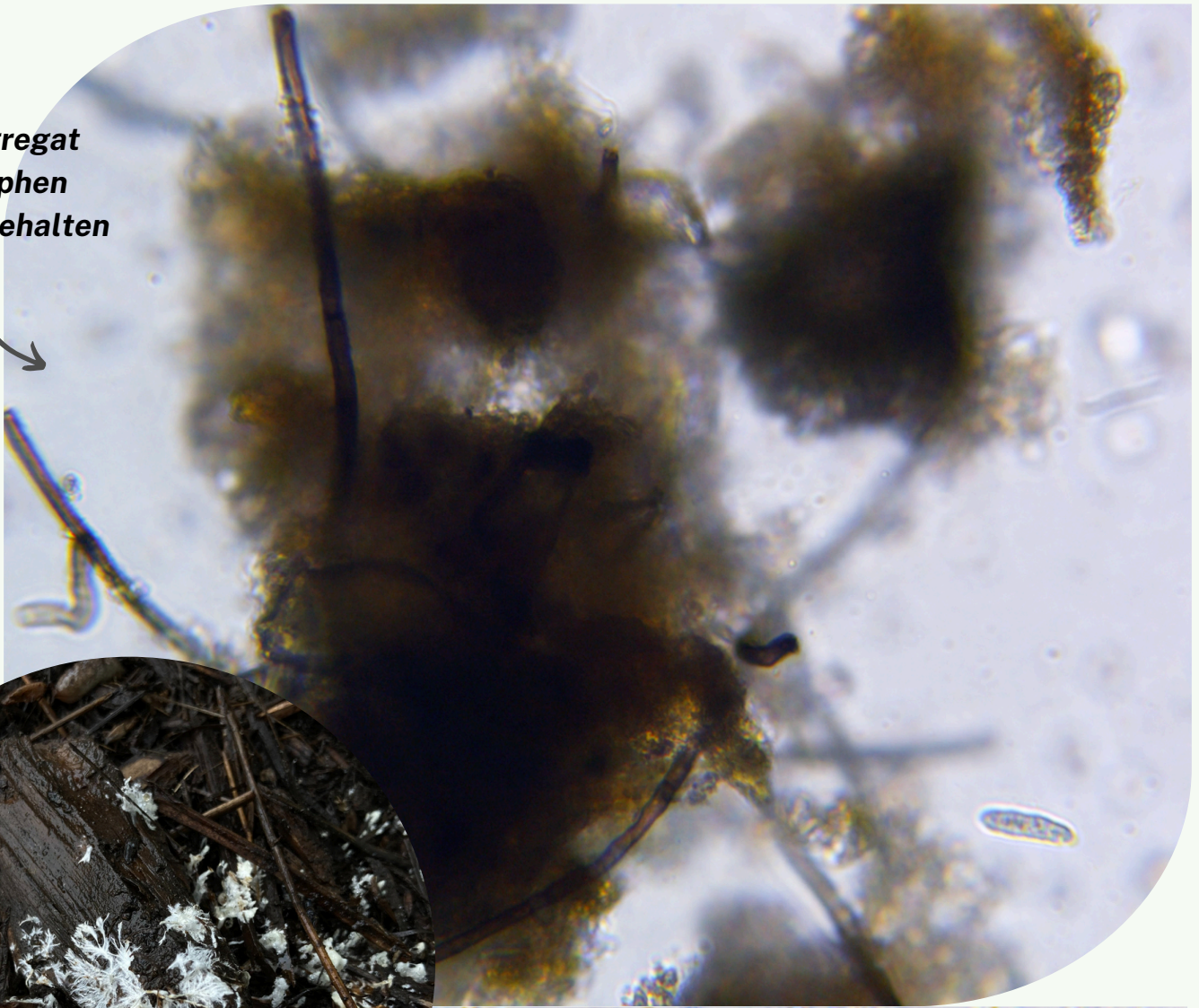
http://

[Komposte oder Proben von Äckern analysieren lassen bei Symbilab.de](#)



Eine Anleitung zum Mikroskopieren findet ihr hier!

**Makroaggregat  
durch Hyphen  
zusammengehalten**



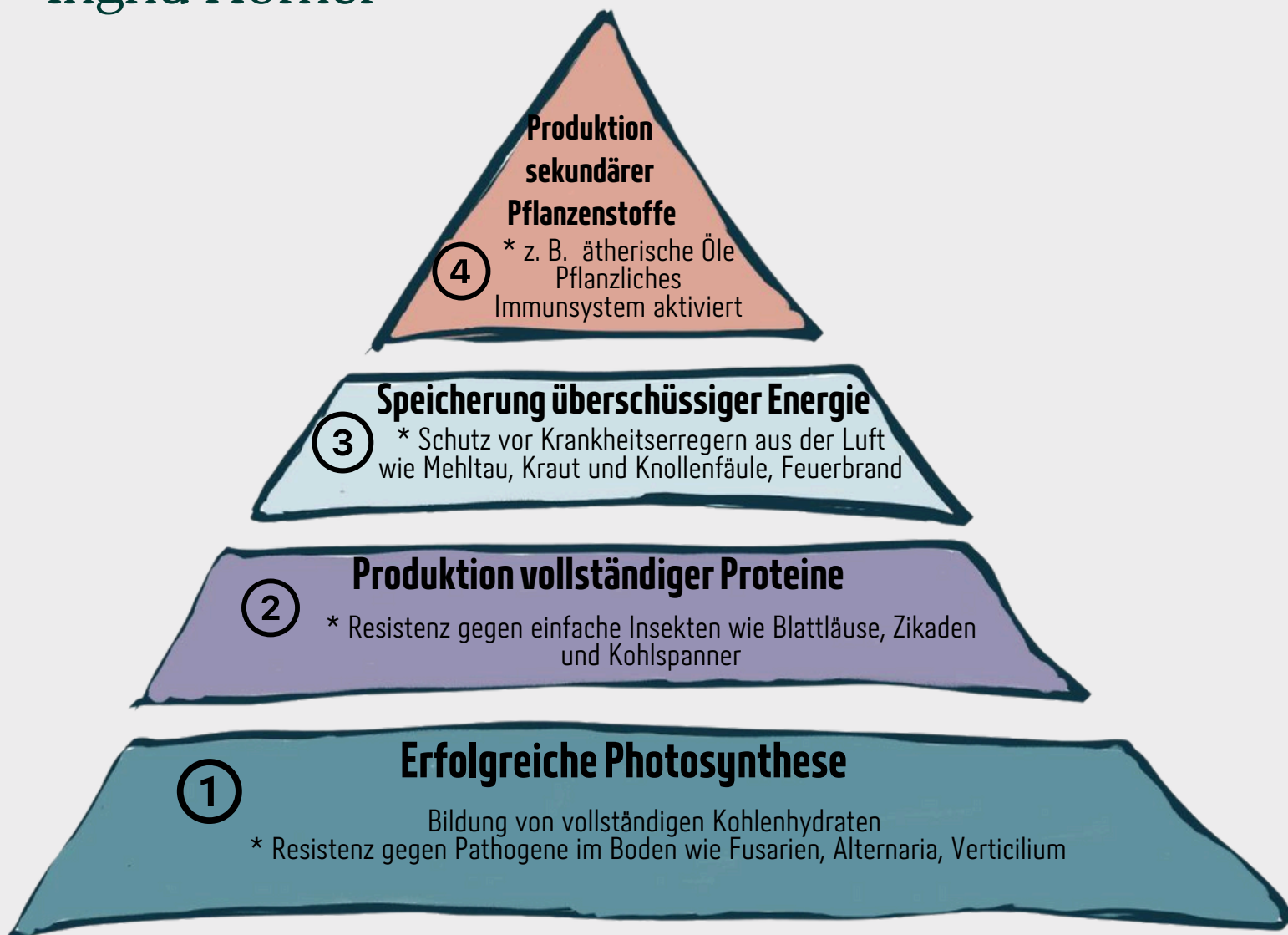
**Myzel in Pilz-  
dominantem  
Kompost**



**Wurzelfressender Nematode**

# Pyramide der Pflanzengesundheit

nach John Kempf und Ingrid Hörner



Eigene Zeichnung - Abbildung angelehnt an John Kempf - The plant health pyramid

**„Wenn du die Photosynthese steigerst, kannst du nicht verhindern, dass die Erträge steigen.“**

**John Kempf**

John Kempf ist ein Landwirt aus den Reihen der Amish People. Er hat Strategien entwickelt, die Pflanzen zu Spitzen-Photosyntheseleistungen zu bringen. Mit seinen Methoden werden die Pflanzen in die Lage versetzt, möglichst einen hohen Anteil der Photosyntheseleistung (bis 50%) an den Boden abzugeben. Dazu gehört vor allem die Messung der Nährstoffe und die Zugabe der Nährstoffe und Spurenelemente im richtigen Verhältnis. Dazu werden unter anderem Blattsaft-messungen gemacht und Blattdüngung, um Mängel auszugleichen. Eine gesunde Pflanze ist resilient gegen Krankheiten und Schädlinge und macht einen gesunden Boden und gesunde Lebensmittel. Der Vitamingehalt der Lebensmittel steigt und lässt sich entsprechend durch erhöhte Brix-Werte messen. Er arbeitet eng mit Dr. Arden Anderson und auch Dr. Harriet Mella zusammen, die wir auch schon als Referentin in unserem Netzwerk begrüßen konnten. Dr. Anderson ist Mediziner und setzt sich auseinander mit dem Immunsystem im Zusammenhang mit vollwertiger Nahrung und gesundem Boden.

## Vier Stufen der Pflanzengesundheit

**Stufe 1: Die effiziente Photosyntheseleistung,** sprich die Pflanze kann genug Zucker in den Wurzelbereich abgeben. Bestimmte Mineralien (Mg, Fe, Mn + N, Si, B, Ca) sorgen dafür, dass vollständige Kohlenhydrate, Lignine und vollständiges Pektin entstehen.

Wenn Stufe 1 erreicht ist, wird eine Resistenz gegen pathogene Keime (wie pathogene Fusarien, Alternaria oder Verticillium) aus dem Boden aufgebaut. Ab dieser Stufe werden Wurzelexsudate an den Boden abgegeben.

**Stufe 2: Vollständige Proteine erzeugen** bietet Schutz vor Insekten. Aus dem produzierten Zucker werden hier mit Stickstoff Aminosäuren aufgebaut, die dann weiter zu hochwertigen Eiweißverbindungen aufgebaut werden. Wichtig hierfür sind die Versorgung mit Mineralien (Mg, S) und Spurenelemente (Mo, B) wie bspw. in Bittersalz vorhanden.

**Stufe 3: Überschüssige Energie als Lipide speichern.** Die Pflanzen beginnen zu glänzen. Dies bietet Schutz vor Krankheitserregern aus der Luft, wie Mehltau, Kraut- und Knollenfäule, Feuerbrand etc. Diese höheren Stufen basieren auf intakter Bodenbiologie. Erst wenn Lipide auch an den Boden abgegeben werden, dann wachsen die Pilze im Boden. Bodenkrümel entstehen durch Hyphen und Glomalin. Sogar bei Wassermangel kann dieser durch die Lipide gepuffert werden.

**Stufe 4:** Erzeugung sekundärer Pflanzenstoffe wie ätherischer Öle. Geruch und Geschmack werden intensiviert und das pflanzliche Immunsystem ist nun vollständig aktiviert. Es entsteht ein vollständiger Schutz, bei Höchstserträgen und höchster Qualität an Inhaltsstoffen, Geruch und Geschmack.

Gesunde Pflanzen haben ein intaktes Immunsystem, bilden einen gesunden Boden. Es kommt auf die Nährstoffverhältnisse an.

### Weiterführende Infos findet ihr hier (verlinkt):



http://

[Arden Andersen, Experte für Landwirtschaftsgeheimnisse | Experte für nachhaltige Landwirtschaft \(farmingsecrets.com\)](http://www.farmingsecrets.com)



http://

[John Kempf bietet auch Online-Seminar an und hat einige Bücher geschrieben.](#)



[Gesunde Pflanzen sind immun gegen Schädlinge und Krankheiten](#)

## Wie kann ich die Photosyntheseleistung meiner Pflanzen überprüfen? Was sind Brix-Werte und wie kann ich diese messen?

Im Humusreich Netzwerk hat Dr. Ingrid Hörner uns in die Brix-Wert-Messung eingeführt. Die Methode ist ein einfaches Tool, um selbst Blattsaftmessungen durchzuführen. Benötigt werden: eine Knoblauchpresse, Blätter von der entsprechenden Pflanze und ein Refraktometer.

Das Refraktometer misst die Lichtbrechung der gelösten Feststoffe in %Brix. Zucker und Kohlenhydrate sind mit 90 % der größte Anteil im Pflanzensaft. Enzyme, Hormone und organisch gebundene Mineralien sowie Aminosäuren sind die übrigen Anteile und somit kann die Messung Aufschluss über die gebundenen Nährstoffe in der Pflanze geben. Das gibt erste Anhaltspunkte zur Photosyntheseleistung und wie das Energieniveau der Pflanze ist. Dafür gibt es auch Vergleichswerte je nach Kultur, um die Messwerte besser einzuordnen.

Weiteres findet ihr von Ingrid Hörner auf Ihrer Website *Grüne Beratung* und in den Links unten.

## Brix Pflanzenreaktion

0 - 6	Anfällig für Erreger und Krankheiten
≥ 7	pathogene Schimmelpilze, Algen und Pilze können auf der Pflanze nicht wachsen
≥ 10	Früchte und Futtermittel erreichen ein höheres Qualitätsniveau. <ul style="list-style-type: none"><li>• Pflanze kann die Mikroorganismen im Boden versorgen</li><li>• gleichzeitig das eigene Wachstum und die Immunität fördern (keine Alternanz)</li></ul>
≥ 14	Insekten können den Saft aufgrund des hohen Zuckergehalts nicht mehr vertragen. Hier beginnt nährstoffreiche Nahrung

**“Hohe Brix-Werte sind vergleichbar mit einer vollen Tankanzeige.”**

**Ingrid Hörner**

### Weiterführende Infos findet ihr hier (verlinkt):



[Brixwertmessung für die Testung vor der Blattdüngung von Ingrid Hörner](#)



[Anwendung der Brixsaftmessung](#)



[Brix-Messung: Vorteile, die sie kennen sollten von Ingrid Hörner](#)

**Refraktometer als Brixmesser,  
mit dem man die  
Photosyntheseleistung  
überprüfen kann**

**Probeflüssigkeit der  
Pflanze/Blattsafte**



**Skala der  
Abmessung  
(temperatur-  
geeicht)**





# Den Boden selbst bewerten – mit einfachen Tests

Spatenprobe, Versickerung und Co.



**„Den Spaten sollte ein Landwirt immer mit dabei haben, um einen Blick in den Boden werfen zu können“.**

Axel Vohwinkel

# Boden selbst bewerten - Tipps

Es gibt einige Möglichkeiten für die Bodenbewertung zuhause.

Eine davon ist die visuelle Bewertung der Bodenstruktur im Feld. Auch die Beikräuter als Zeigerpflanzen können einen guten Hinweis auf die Stickstoff-, Kalk- und Wasserversorgung oder auch Bodenverdichtungen geben (Hierfür gibt es ein spannendes Tutorial mit Ingrid Hörner bei der aufbauenden Landwirtschaft).

**BASIS  
TERRA  
TEST**

Wir empfehlen allen in Schleswig-Holstein lebenden Menschen die Basis-Terra-Box, die beim LLUR (entwickelt von INGUS) bestellt werden kann. Hier sind zusammengefasst alle visuellen Bewertungstechniken aufgelistet, mit denen sehr gut auf dem Feld gearbeitet werden kann. Dazu sind die einzelnen Proben in kleinen Videos erklärt und es gibt eine handliche Box mit allen wichtigen Utensilien und Bewertungsbögen für den Vergleich zu später.



Für die erweiterte Bewertung gibt es noch weitere Anbieter wie die Mein Bodenbox vom Maschinenring Schleswig-Holstein. Hier werden die verschiedenen Tests übers Jahr in Paketen zugeschickt.

VESS <sub>2003</sub> Version 08.06.2020	in der ganzen Schicht: Grösse und Form der Aggregate	ganze Aggregate bzw. Klumpen		Festigkeit nur bei günstiger Bodenfeuchte beurteilbar; sonst weiter mit "Aufbrechen".	Aufbrechen der Aggregate bzw. Klumpen	Aufbau und Porosität der aufgebrochenen Aggregate bzw. Klumpen	Eigenschaften der aufgebrochenen Aggregate bzw. Klumpen		Wurzeln, Bodenfarbe (Wurzeln kann man nur bei etablierten Kulturen beobachten)	cm
		Grösse kurz nach Bodenbearbeitung nicht beurteilen (nur Aggregatform)	Form				Bruchflächen	Porosität		
Sq1 sehr gut (bröckelig)		meistens < 6 mm	Krümelig. Kleine runde Aggregate	mit Fingern einfach zu zerdrücken		 1.5 cm	grössere Aggregate bestehen aus kleineren Aggregaten, die oft von Wurzeln zusammengehalten werden	Sehr porös	Wurzeln bis in Aggregate wachsend	0-1
Sq2 gut (stark)		meistens 2 mm bis 7 cm	runde Aggregate, teilweise abgerundete Kanten, keine kohärenten Klumpen	Aggregate können mit einer Hand einfach zerdrückt werden		 6 cm	beim Aufbrechen werden raue, poröse Bruchflächen sichtbar	Porös	Wurzeln bis in Aggregate wachsend	1-5
Sq3 mittel-mässig (best)		2 mm bis 10 cm weniger als 30% sind < 1 cm	verschiedene Formen von eher kantig, einige kohärente Klumpen sind möglich	die meisten Aggregate können mit einer Hand zerdrückt werden		 raue Bruchfläche	beim Aufbrechen werden raue, poröse, teilweise aber auch glatte Bruchflächen sichtbar	Wenig porös, Makroporen und Risse möglich	nur noch einzelne Wurzeln in Aggregaten	5-10
Sq4 schlecht (dicht)		meistens > 10 cm weniger als 30% sind < 7 cm	meist kohärente Klumpen; scharfe Kanten, Risse und Lamellenbildung möglich	Klumpen können nur mit viel Kraft zerbrochen werden		 13 cm deutlich sichtbare Makroporen glatte Bruchfläche	beim Aufbrechen werden meist glatte, wenig poröse Bruchflächen sichtbar	sehr wenig porös; wenige erkennbare Makroporen	Wurzeln wachsen meist nur noch in Makroporen und Rissen oder auf der Oberfläche von Klumpen	10-15
Sq5 sehr schlecht (sehr dicht)		meistens > 10 cm	kohärente, scharfkantige Klumpen	Klumpen sind kaum aufzubrechen		 15 cm scharfe Kanten Wurzelschstum	beim Aufbrechen werden glatte, porenfreie Bruchflächen sichtbar; kleine scharfkantige Würfel können herausgebrochen werden	nicht porös; wenn Poren vorhanden, dann als einzelne Makroporen oder Risse	Wurzeln nur noch in Rissen oder auf der Oberfläche von Klumpen; anaerobe Zonen mit blaugrauer Färbung möglich	15-20



Vollständige Version kann [hier heruntergeladen](#) werden.

Grafik: Agroscope Anpassung und Übersetzung der VESS Tabelle (Ball et al., 2007 ; Guimaraes et al. 2011) ([https://www.sruc.ac.uk/info/120625/visual\\_evaluation\\_of\\_soil\\_structure](https://www.sruc.ac.uk/info/120625/visual_evaluation_of_soil_structure))  
Anpassung und Übersetzung gemacht im Ramen des STRUDEL-Projekts ([www.strudel.agroscope.ch](http://www.strudel.agroscope.ch))



Gute begleitete Kurse zum Thema Bodenbiologie & Bodenansprache werden unter anderem regelmäßig von Sonja Dreyman Agrar und Dietmar Näser (Grüne Brücke) im Norden angeboten. Auch Axel Vohwinkel - NBL (Schwerpunkt Ökologischer Landbau) und Rene Rempt sind im Norden aktiv als Beratende.

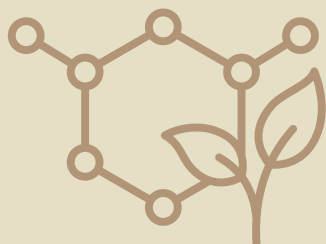
Das Bindeglied zwischen Leben und Tod

# Huminsäure

## Was sind Huminsäuren?

Huminsäuren sind natürliche Stoffe, die im Boden, in Pflanzen und in organischem Material wie abgestorbenen Blättern oder Holz vorkommen. Sie entstehen, wenn Pflanzenreste über lange Zeit zersetzt werden. Huminsäuren sind wichtig für die Gesundheit des Bodens und der Pflanzen, da sie Nährstoffe binden und verfügbar machen. Sie sind essentiell das, was das Leben erst möglich macht.

Es gibt verschiedene Arten: Huminsäuren, Fulvosäuren und Humine (die nicht löslich sind).



Organisches  
Dünger-  
Humingranulat  
zur Anreicherung  
des Bodens.



Huminsäuren und Fulvosäuren enthalten über 80 wichtige Nährstoffe, wie zum Beispiel:

- Elektrolyte
- Antioxidantien
- Präbiotika und Probiotika
- Enzyme
- Aminosäuren
- Natürliche Stoffe, die den Körper entgiften

## Wie entstehen Huminsäuren in der Natur?

Huminsäuren entstehen, wenn Lignine (der „verholzte“ Stoff in Pflanzen) von Pilzen und Mikroorganismen zersetzt werden. Lignine werden abgebaut und hinterlassen Huminsäuren. Es gibt verschiedene Theorien darüber, wie Huminsäuren entstehen, aber viele Wissenschaftler glauben, dass sie aus Lignin stammen. Man gewinnt Huminsäuren aus Materialien wie Braunkohle oder Torf. Neue Methoden können sie auch aus Holz herstellen, ohne schädliche Schwermetalle zu enthalten. Diese Huminsäuren können von Pflanzen über die Blätter aufgenommen werden und helfen, die richtigen Nährstoffe in der Pflanze zu verteilen. Sie können auch schädliche Stoffe neutralisieren und die Pflanze gesünder machen. Huminsäuren haben besondere Eigenschaften: Sie können mit Metallen (Oxiden und Hydroxiden) interagieren und anderen Stoffen reagieren und dadurch in Verbindungen festsetzen bzw. in unlösliche Verbindungen umwandeln. Sie können dadurch helfen, giftige Metalle wie Aluminium oder Chrom festzusetzen. Freies Aluminium kann oft schädlich für Pflanzen, Tiere und Menschen sein, Huminsäuren können helfen, es zu binden und unschädlich zu machen.

# Was können Huminsäuren bewirken?

- fördern das Leben im Boden.
- verbessern die Bodenstruktur und helfen, neuen Humus zu bilden.
- Nährstoffe leichter verfügbar und erhöhen deren Speicherfähigkeit.
- Sie verbessern die Wasserhaltefähigkeit des Bodens.
- Sie helfen, den pH-Wert im Boden auszugleichen.
- Sie verbessern die Toleranz gegenüber Salz und Giftstoffen.
- Sie schützen vor UV-Strahlung.
- Sie fördern die Bildung von Chlorophyll in Pflanzen.
- Sie steigern das Wurzelwachstum und die Aufnahme von Nährstoffen.
- Sie erhöhen die Widerstandsfähigkeit der Pflanzen bei Stress wie Dürre, Hitze, Frost oder Überdüngung.



## Wie wendet man Huminsäuren am besten an?

Huminsäuren in Blattsprays helfen den Pflanzen, auch bei abiotischem Stress besser zu wachsen. Kleinere Huminsäuren können in die Wurzelzellen eindringen und dort positive Effekte auslösen.

Die beste Methode zur Anwendung ist eine Kombination aus Blattapplikation und Bodenapplikation.

## Wie werden Huminsäuren hergestellt?

Huminsäuren werden meistens aus speziellen Gesteinen wie Leonardit, Braunkohle oder aus Torf gewonnen (z.B. Humitech). Es gibt auch neue Methoden, bei denen Huminsäuren aus Holzstücken hergestellt werden. Diese Methode nennt man "hydrothermale Karbonisierung". Mit dieser Technik kann man Huminsäuren in gleichbleibender Qualität produzieren, ohne dass sie mit schädlichen Metallen verschmutzt sind (z.B. Humiverse, Terra Optima).

## Fazit




Huminsäuren sind im Laufe der Evolution das Bindeglied zwischen Leben und Tod geworden. Sie sind der Puffer im Boden und daher könnten Huminsäuren ein Element für das Pflanzenwachstum sein, insbesondere, wenn es darum geht, das optimale Nährstoffverhältnis auszubalancieren.

## Kritik

Doch die Herstellung der Huminsäuren ist mittels Torf, Braunkohle bzw. Leonardit kritisch zu betrachten. Momentan gibt es neuere Entwicklungen zur Herstellung von Huminsäuren, die viel Hoffnung versprechen.

Es wird daran gearbeitet, Huminsäure direkt aus Holz, ggf. auch mittels des Einsatzes von Pilzkulturen, herzustellen. Huminsäuren sollten deswegen derzeit eher sparsam und mit Bedacht verwendet werden.

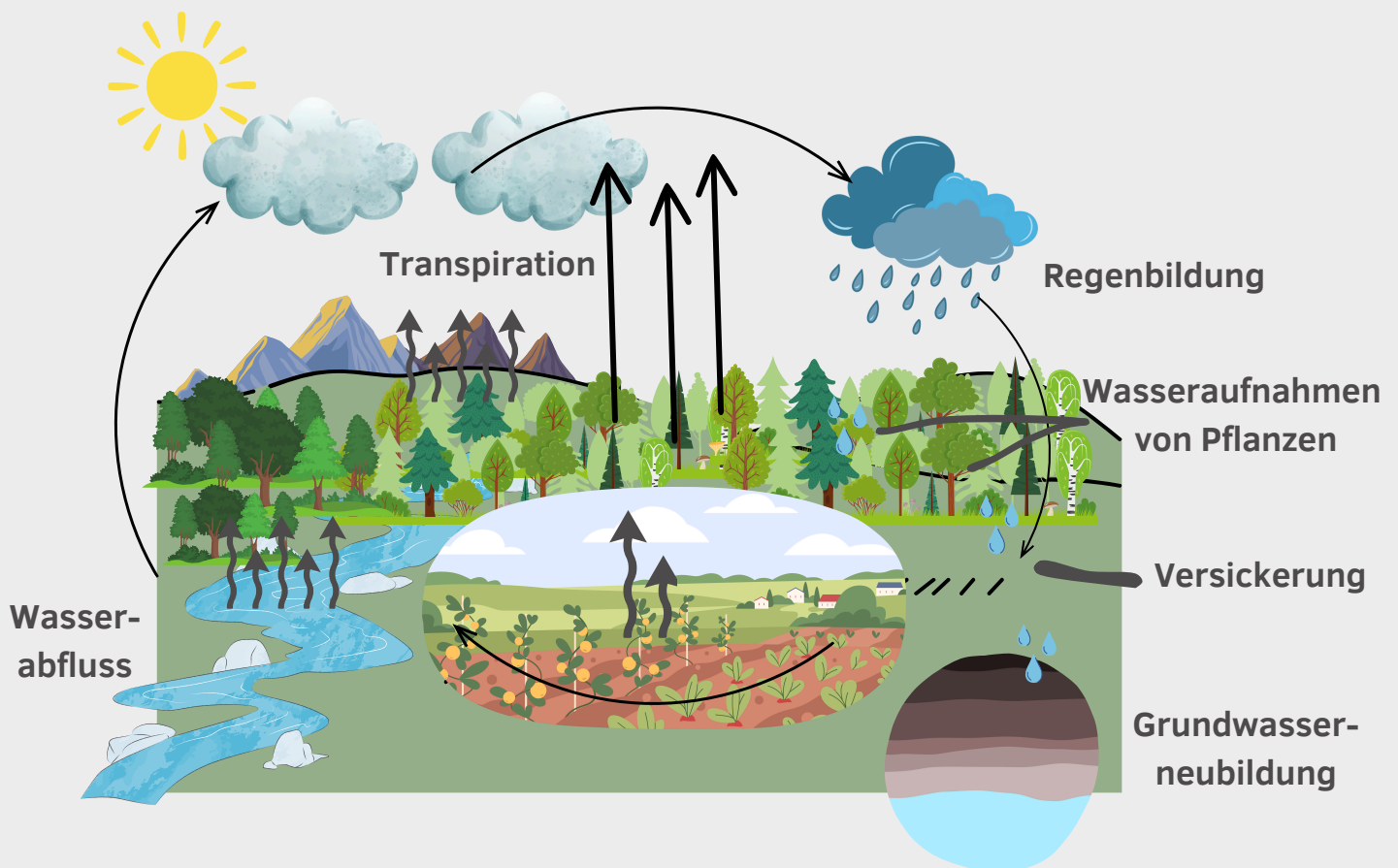
### Weiterführende Informationen

- <http://>  Erstmalig Nachgewiesen: Pilze gewinnen Kohlenstoff aus dem Holzbestandteil Lignin
- <http://>  Präsentation Dr. Ingrid Hörner - „Pflanzengesundheit verstehen, messen und fördern“
- <http://>  A History of humic Acid research, 2001, Michael Susic

# Die kleinen Wasserkreisläufe



Wo kommt das Wasser her und wie können wir es beeinflussen?



**Die kleinen Wasserkreisläufe sind für 70 % unseres Regens aus dem Land verantwortlich – kommen also nicht direkt vom Meer sondern aus der Vegetation und Landschaft.**

## Lokale (regionale) Wasserkreisläufe

Wasserkreisläufe sind komplexe Prozesse, die sich innerhalb von Kilometern zwischen geografischen Gebieten abspielen und Wasser zwischen Boden, Atmosphäre, Pflanzen und Gewässern beeinflussen. Der lokale Wasserkreislauf ist ein faszinierender Prozess, der die Natur in ständiger Bewegung hält und eine entscheidende Rolle für das ökologische Gleichgewicht und die Wasserversorgung in Regionen spielt.

1

Die uns bekannteste Form von Wasser ist der **Niederschlag**, der auf Böden, Blätter und anderen Oberflächen tropft. Sagen wir, hier startet die Reise des Wasserkreislaufs, dann ist der nächste Schritt die **Infiltration** in den Boden.

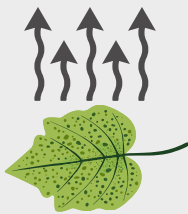


2

Im Wald wird er von Bäumen und Pflanzen an den Wurzeln aufgenommen. Im Oberboden wird ein Teil gespeichert und ein Teil sickert in noch tiefere Bodenschichten Richtung Grundwasser. Dann transportieren die Bäume das Wasser bis zu den Blättern.



3



Dort verdunstet das Wasser durch winzige Poren, die sogenannten Spaltöffnungen. Dieser Prozess wird **Transpiration** genannt. Das durch Transpiration freigesetzte Wasser steigt als Wasserdampf in die Atmosphäre auf. Neben dem Wasser werden hier noch **Aromastoffe als Kristillationskeime mit abgegeben. Dadurch wird die Wolkenbildung angeregt**, die dann durch atmosphärische Zirkulation weiter transportiert werden. Ein wichtiger Schritt - der bei Oberflächen Verdunstung nicht passiert.

**Das heißt, dass Niederschlagsereignisse heutzutage immer unregelmäßiger kommen, ist nicht nur eine Folge des Klimawandels, sondern auch von Landnutzungsänderungen, Bodendegradation und Verlust von Vegetation in der Landschaft!**



4



Wind kann diese Wolken über verschiedene Regionen tragen. Die Wolken kondensieren und fallen erneut als **Niederschlag**, sei es Regen, Schnee oder Hagel. Dieser Niederschlag kann an einem anderen Ort wieder auf die Erde treffen. Wenn der Boden bereits gesättigt ist oder nicht genug Zeit hatte, das Wasser zu absorbieren, fließt es oberirdisch als **Oberflächenabfluss** ab.

5



Dies kann zu Bächen, Flüssen und Seen führen. Ein Teil des Regenwassers, das den Boden infiltriert hat, kann als **Grundwasser** gespeichert werden. Dieses Grundwasser bildet dann die Quellen von Bächen und Flüssen oder speist in das Grundwassersystem ein. **Pflanzen nehmen das Grundwasser über ihre Wurzeln auf, und der Wasserkreislauf beginnt von neuem.** Dieser kontinuierliche Kreislauf sorgt für eine ständige Verfügbarkeit von Wasser für Pflanzen, Tiere und den Boden.

**Wenn Boden eine funktionierende Bodenschwammstruktur hat, funktionieren diese Wasserkreisläufe. Es gibt gleichmäßigen Regen und nur wenig Dürrezeiten. Durch Transpiration entstehen Mikrowassertröpfchen.**

## Bodenschwammfunktion

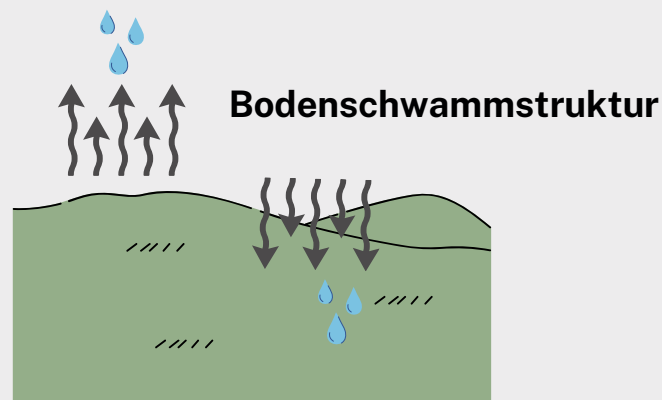
Auf der Erde gibt es viele regionale Wasserkreis-läufe, die durch Bodendegeneration und Humusabbau gestört sind. Die Auswirkungen sehen wir in Extremregenereignisse und Trockenheit. Wenn Boden eine funktionierende Bodenschwammstruktur hat, funktionieren diese Wasserkreisläufe. Es gibt gleichmäßigen Regen und nur wenig Dürrezeiten. Durch Transpiration entstehen Mikrowassertröpfchen – durch diese gelangen Aerobakterien von den grünen Pflanzen bis in die Wolken. Diese Bakterien sorgen dafür, dass die Wassermikrotropfen sich zu Tropfen verdichten, die zu Regen werden.

Walther Jene, ein australischer Forscher, hat sich viel mit der Bodenschwammfunktion und den Auswirkungen auf die gestörten Wasserkreis-läufe beschäftigt. Nur mit dem Aufbau der Schwammfunktion des Bodens durch Humusaufbau ist es möglich den Planeten zu kühlen.

Der eigentliche Schlüssel liegt in der Regeneration der Schwammfunktion des Bodens. Nur wenn die Regeninfiltration in die Böden funktioniert, kann durch Transpiration der grünen Pflanzen Wolkenbildung und Regen entstehen. Vor etwa 9000 Jahren wurden Prärieböden durch Rinder geschaffen mit ca. 8 % Humusgehalt, teilweise meterdick.

### Waldverluste in den letzten dreihundert Jahren

Von ursprünglich 8 Mrd. ha Wald wurden 6,3 Mrd. ha gerodet, so dass heute inklusive Regeneration noch 3,5 Mrd. ha Wald vorhanden sind. Davon werden jährlich 3,5 Mio. ha gerodet und zusätzlich 2 Mrd. ha Gras und Stoppelreste verbrannt.



Natürliche Produktivität steigt exponentiell durch intaktes Bodenleben an. Das funktioniert nur mit einem fruchtbaren Boden mit Schwammfunktion. Dabei entsteht über den grünen Pflanzen Wasserdampf (Transpiration). Wenn Wasser verdampft, werden 590 Kalorien pro g benötigt. Das führt zusätzlich zu einem natürlichen Abkühlungseffekt in der Atmosphäre.

**Eine Option für die Wiederherstellung der Bodenschwammfunktion wäre** die intensive Beweidungsform wie die Portions- und Rotationsweidesysteme mit Bodenruhe. Hierbei werden "Pflanzenabfälle" wie beispielsweise Zwischenfrüchte beweidet, damit sie nicht oxidieren. Beim Weiden der Kuh – auf bewachsenen Flächen – wird das ausgestoßene Methan wieder zu  $\text{CO}$  und Wasser umgesetzt, da aufsteigende Wassermikrotropfen durch Fotooxidation zu  $\text{OH}$ - und  $\text{HCO}_3$  - umgesetzt werden. Diese Moleküle wirken als Radikale und zersetzen Methan dann rapide zu  $\text{CO}_2$  und Wasser. Dabei produziert das grüne Gras etwa 100 mal soviel von den Radikalen, die gebraucht werden, um das Methan der Rinder umzusetzen.



[Walter Jene über die Bodenschwammfunktion, Klimälösungen und gesunde Wasserzyklen](#)



[Aufbäumen gegen die Dürre mit Stefan Schwarzer](#) (auch gleichnamiges Buch ist sehr empfehlenswert!)

# Klimalandschaften - Aufbäumen gegen die Dürre

Gastbeitrag von Stefan Schwarzer und Ute Scheub

Erschienen in Oya 2022

**Stefan Schwarzer** ist Physischer Geograf und Permakulturdesigner im Ökodorf Schloss Tempelhof, hat lange für das Umweltprogramm der UNO gearbeitet und dort einen Fachartikel zum Thema dieses Beitrags veröffentlicht ([kurzelinks.de/Klimakuehlung](https://kurzelinks.de/Klimakuehlung)). [aufbauende-landwirtschaft.de](https://aufbauende-landwirtschaft.de), [lebensraum-permakultur.de](https://lebensraum-permakultur.de)

**Ute Scheub** ist freie Autorin in Berlin. Gemeinsam mit Stefan Schwarzer hat sie das 2017 erschienene Buch »Die Humusrevolution – Wie wir den Boden heilen, das Klima retten und die Ernährungswende schaffen« verfasst. [utescheub.de](https://utescheub.de)

**Die neuere Forschung zeigt, dass das grüne Kleid der Erde enorm zur Kühlung und Befeuchtung beiträgt.**

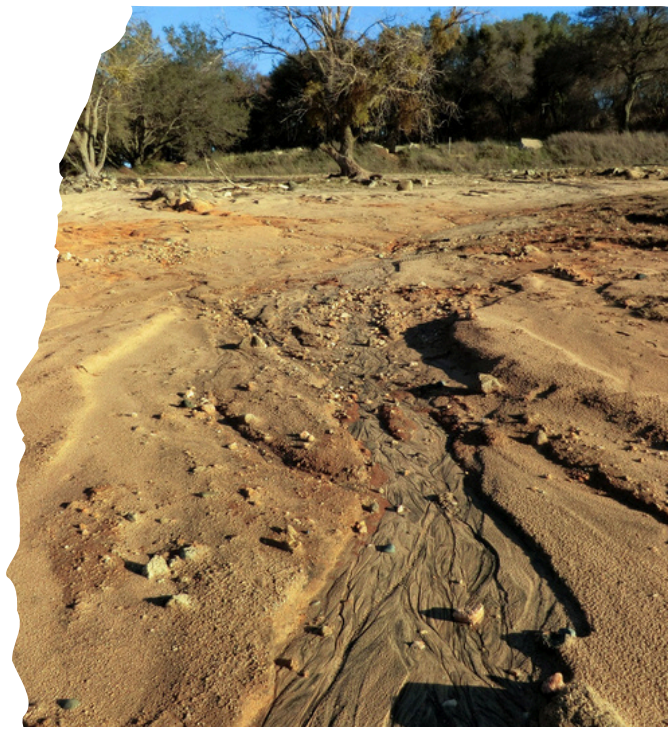


Wasser kühlt, das wissen wir alle. Und dennoch wird dieser Umstand in der Klimadebatte massiv unterschätzt. Viele glauben, es reiche, den CO<sub>2</sub>-Gehalt in der Atmosphäre zu reduzieren. Dabei sind die Dinge viel komplexer, denn es gibt weitere, biophysikalisch sehr unterschiedlich wirkende Treibhausgase, zu denen auch Wasserdampf gehört. Neuere wissenschaftliche Studien legen nahe: Eine konsequente Wiederbegrünung und Wiederaufforstung unserer Erdkugel könnte die Klimakatastrophe entscheidend abmildern, Städte und Landschaften bodennah kühlen. Regional könnte das einen Unterschied von mindestens 1°C ausmachen, lokal sind an heißen Tagen Unterschiede bis zu 20 °C messbar (siehe unten). Bis vor kurzem erschien Wasserknappheit in Deutschland undenkbar.

Doch die Dürresommer von 2018 bis 2020 ließen Unterböden so austrocknen, dass nun im Harz und anderswo der Wald stirbt, vor allem in Ostdeutschland, weil es von Westwinden und Tiefdruckgebieten weiter entfernt liegt.

In Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen und Sachsen-Anhalt ist die Situation laut Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UfZ) anhaltend besorgniserregend, daran ändern auch die Niederschläge von 2021 nichts. In manchen Gebieten fehle die Hälfte des Jahresniederschlags, so UfZ-Forscher Dietrich Borchardt. Angesichts sinkender Grundwasserpegel warnte sogar das Bundesamt für Bevölkerungsschutz im Mai 2021 vor längerfristig drohender Knappheit von Trinkwasser. Wie erklärt sich der Wassermangel im regenreichen Deutschland? Klimaforscherinnen und Meteorologen sagen, die wegen der Erderwärmung früher beginnende Vegetationsperiode verbräuche das Wasser im Boden schneller, so dass es im Sommer fehlte. Aber neue Studien zeigen, dass auch Abholzungen und Bodenversiegelungen enorm zur Zerstörung der Wasserkreisläufe beitragen.

*Wissenschaftler aus Polen haben anhand von Wärmebildern aus der Luft große Temperaturunterschiede von bis zu 20 °C auf engem Raum festgestellt: Am heißesten ist die Oberfläche der Asphaltstraße (49 °C), gefolgt von einem gemähten Rasen (40°C); der Wald misst – trotz dunkler Oberfläche – vergleichsweise kühle 29 °C und das Wasser des Sees 26 °C.*



## Wasserkreisläufe – die natürliche Klimaanlage der Erde

Scheint die Sonne auf eine mit Vegetation bedeckte Fläche, werden über 70 Prozent der Sonnenenergie für die Verdunstung über die Blätter (»Transpiration«) verwendet. Auf einem unbedeckt liegenden Acker sind es nur 10 bis 20 Prozent – ein entscheidender Unterschied! Pflanzen nehmen Wasser über ihre Wurzeln auf, nutzen es als Transportmittel für Nährstoffe sowie als Kühlmittel und geben es über Spaltöffnungen ihrer Blätter an ihre Umgebung ab. Der Übergang von flüssigem Wasser zu Wasserdampf ist ein energieintensiver Prozess, der erdnah für Verdunstungskühlung sorgt. Die dabei aufgewandte Energie steigt als »latente Wärme« mit den Luftströmungen in die höhere Atmosphäre auf. Ein Teil der bei der Kondensation wiederum frei werdenden Energie diffundiert dann ins All. Wenn der Boden nicht oder kaum von Vegetation bedeckt ist – was auf sorglos bewirtschafteten Äckern über mehrere Monate im Jahr der Fall sein kann –, entsteht statt der latenten Wärme »fühlbare Wärme«: Der Boden und die bodennahen Schichten heizen sich auf und strahlen in der Folge deutlich erhöht (langwellige) Wärmeenergie in die Atmosphäre. Pflanzen leisten also einen entscheidenden Beitrag zum vertikalen Transfer von bodennaher Wärme und damit zur Kühlung des Planeten. Wir wissen alle, welchen Unterschied es macht, ob wir einen Hitzetag auf glühendem Asphalt in der Großstadt erleben oder im Wald. Auch ist starke Hitze unter einem Baum wesentlich erträglicher als unter einem Sonnenschirm, der zwar Schatten produziert, aber keine Verdunstungskühle. An einem heißen Tag kann ein einziger Baum mehrere hundert Liter Wasser transpirieren und seine Umgebung mit 70 Kilowattstunden pro 100 Liter kühlen, was der Leistung zweier 24 Stunden lang laufender Klimaanlage entspricht. In Tschechien wurden laut einer in »Ecological Engineering« erschienenen Studie an einem Hitzetag in einem Wald 28 °C gemessen, während die Temperaturen auf einem nahen abgeernteten Feld 42 °C und über Asphalt 49 °C betragen – eine Differenz von gut 20 °C auf engem Raum (siehe Grafik rechts). Ein anderes Beispiel aus einer slowakischen Stadt: Auf einem Dach wurden an einem Sonnentag 30 °C gemessen, an Parkbaum-Wipfeln nur 17°C – ein Unterschied von 13 °C, der für ältere und empfindliche Menschen über Leben und Tod entscheiden kann. Laut einer Studie der spanischen Gesundheitswissenschaftlerin Ana Maria Vicedo-



Cabrera gab es 2018 in Deutschland rund 20 000 Hitzetote, vor allem in Großstädten. Durch aufgeheizten Asphalt und Beton werden diese im wahrsten Wortsinn zu »Hot Spots«. Fast die Hälfte der Niederschläge über den Kontinenten werden durch Verdunstungsprozesse über dem Land bedingt, davon 60 bis 80 Prozent durch die Transpiration von Pflanzen. Das bedeutet, dass Abholzungen, Versiegelungen sowie Änderungen der Landnutzung Wasser- und Energieströme verändern. Schwindende Wälder und nackte Böden führen zu höheren Bodentemperaturen, zu weniger Niederschlag und längeren Trockenzeiten, zu weniger Grundwasser und mehr Bodenerosion. Starkregen ändern nichts an der Gesamtsituation einer zunehmenden globalen Dürre, weil das Wasser – meist von Pflanzen ungenutzt – über Äcker, Gräben und Kanalisation in die Flüsse und Meere abfließt. Seit Beginn der Landwirtschaft haben Menschen Wälder gerodet, um Platz für Äcker zu schaffen. Dadurch hat die Erde ungefähr die Hälfte ihrer Wälder verloren. Das hat laut einer 2017 von Aadrian Teuling et al. verfassten Studie zur Folge, dass die lokale Wolkenbedeckung und Niederschläge abnehmen. Zum Beispiel führte die Entwaldung auf dem indischen Subkontinent zwischen 1700 und 1850 zur Verringerung der Monsunregenfälle dort und im südöstlichen China. Nach 1945 begann weltweit eine zweite intensive Phase der Waldrodung. Auf Borneo führten die Abholzungen des Urwalds für Palmölplantagen zu signifikant weniger Regen. In Indonesien stieg die Temperatur über gerodeten Flächen um 10 °C, gleichzeitig wurden 15 Prozent weniger Niederschläge gemessen. Global ist die Verdunstung zwischen 1950 und 2010 um knapp 5 Prozent zurückgegangen.



*»Fliegende Flüsse«: Die Hauptquelle für die Niederschläge im Kongobecken ist die über Ostafrika verdunstete Feuchtigkeit, diese ist zugleich eine wichtige Quelle für die Niederschläge in der Sahelzone. Der westafrikanische Regenwald sorgt für Wasser im Nil. Das Amazonasgebiet lässt Regen über dem Nordwesten der USA entstehen. Die über Eurasien aufsteigende Feuchtigkeit ist hauptverantwortlich für die Niederschläge im Osten Chinas. und verändert globale Luftströmungen.*

Die Veränderungen der Bodenbedeckung führten zeitgleich, aufgrund der reduzierten Verdunstung, zu einem weltweiten Anstieg der Temperatur um  $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$  – insgesamt lassen sich dadurch 18 bis 40 Prozent der bis 2015 verzeichneten globalen Erderwärmung erklären. Warum die Verdunstungskühlung in den Berichten des UNKlimarats (IPCC) dennoch so wenig diskutiert wird, wissen wir nicht. Vermutlich liegt es daran, dass das Verhalten von Wasserdampf und die Wolkenbildung ungeheuer komplexe geophysikalische Phänomene sind, die wissenschaftlich immer noch nicht ausreichend verstanden werden, wie der Klimarat selbst zugibt. Der IPCC ist aber wohl mehrheitlich der Ansicht, dass der durch industrielle Prozesse verursachte Einfluss des Menschen auf den Wasserdampfgehalt in der Atmosphäre vernachlässigbar sei.

### **Fliegende Flüsse und fliegende Dürren**

Große Wälder scheinen wahre biochemische Reaktoren zu sein. Sie lassen Bakterien, Pilzsporen und Pollen hoch in die Luft steigen, wo diese als Kondensations- und Eiskerne für die Bildung von Wolken und Niederschlag dienen. Ohne diese Partikelchen würde das Wasser in den Wolken erst ab etwa minus  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  gefrieren – mit diesen Eiskernen bereits bei nahe  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Das begünstigt Wolkenbildung und lokalen Regen. Umgekehrt aber lässt sich etwa von Nahost bis China immer öfter eine Feuchte in der Atmosphäre beobachten, die nicht mehr abregnet – anscheinend, weil die biologischen Kondensationskerne fehlen. Stattdessen befinden sich menschenverursachte Staub- und Schwefelpartikel in der Luft, die die Bildung großer Regentropfen verhindern.

Wälder produzieren somit ihren Regen selbst. Sie dienen womöglich auch als globale Wind- und Wettermacher, als »biotische Pumpen«, die das Nass über die Kontinente transportieren, sagt die russische Klimaforscherin Anastassia Makarieva. Millionen von Bäumen erzeugen in Form von Wasserdampf und Wolken riesige Wasserflüsse in der Luft, »fliegende Flüsse«. und verändert globale Luftströmungen. Der von Bäumen erzeugte Wasserdampf kann dabei in acht bis zehn Tagen 500 bis 5000 Kilometer zurücklegen, wobei etwa die über Eurasien aufsteigende Feuchtigkeit hauptverantwortlich ist für die Niederschläge im Osten Chinas (siehe Grafik oben). Umgekehrt führt Entwaldung zu stärkeren Aufwinden und höheren Wolken, die Niederschläge geringerer Menge, aber stärkerer Intensität produzieren. Mancherorts gibt es sogar »fliegende Dürren«. Im brasilianischen Pantanal, einem der größten Feuchtgebiete der Erde, herrscht seit 2019 historische Trockenheit. Wahrscheinliche Ursache: Der Pazifik westlich der USA hat sich in den letzten Jahren stark erwärmt und verändert globale Luftströmungen.

Deshalb ist es so wichtig, Wälder, Vegetation und Wasserkreisläufe als globales »Kühlsystem des Planeten« zu erhalten. Die globale Abholzung sollte gestoppt, der Holz- und Papierhunger der reichen Nationen verringert und naturnahe Wiederaufforstung gefördert werden. Große Waldökosysteme wie am Amazonas oder am Kongobecken sollten unter Schutz gestellt und als globale Commons behandelt werden. Die besten Naturschützer sind erwiesenermaßen indigene Gemeinschaften.



### **Das »neue Wasserparadigma«**

Der slowakische Hydrologe Michal Kravčík formulierte 2007 ein »neues Wasserparadigma«: Wasser werde zu sehr auf Gewässer reduziert, dabei sei es überall – in Böden, Pflanzen, Tieren. Kravčík vergleicht die globalen Wassersysteme mit »Blutbahnen des Lebens«, weil das Wohlergehen aller Lebewesen von ihnen abhängt. Wetterextreme würden vor allem durch die Störung der großen und kleinen Wasserkreisläufe verursacht. Durch Wassermanagement und Begrünung könnten sie aber regeneriert werden. Kontinente würden Kravčík zufolge auf Dauer regelrecht austrocknen – durch Entwaldung, Monokulturen, Bodenversiegelungen, denaturierte Feuchtgebiete, Stauungen und Begradigungen von Flüssen sowie durch städtische Kanalisationssysteme. In der Folge könnten Böden nicht mehr genug Feuchte aufnehmen. Zu viel Wasser verdunste nicht mehr an Ort und Stelle, um dann wieder abzuregnen, sondern gelange über Kanalisation und Flüsse in die Ozeane. Europa habe dadurch in den vergangenen 50 Jahren ungefähr eine Billion Kubikmeter Wasser verloren, das früher Böden und Grundwasser speiste. Der Meeresspiegel steigt laut Kravčík nicht nur wegen der Eisschmelze, sondern vor allem aufgrund dieser schleichenden Entwässerung der Landmassen – in 100 Jahren um schätzungsweise 10 Zentimeter. Die in die Ozeane fließenden Mengen fehlten dann immer dramatischer in den »kleinen Wasserkreisläufen« über den Kontinenten. Aus dem Gleichgewicht geraten, produzierten sie Dürren oder Überflutungen. Doch mit strikt dezentralen Auffang- und Speichermaßnahmen könne man dem entgegenwirken.

### **Von Baumfeldwirtschaft ...**

Wenn Pflanzen und Bäume so existenziell wichtig für das lokale, regionale und globale Klima sind, dann beinhaltet das die frohe Botschaft: Klimaschutz durch Wiederbegrünung ist hochwirksam! Konkret bedeutet das, dass Entwaldung auf allen Ebenen gestoppt und Wiederaufforstung – mit natürlich wachsenden Mischwäldern – betrieben werden sollte. Auch ist es unabdingbar, die Landwirtschaft auf regenerative Praktiken umzustellen. Der Boden sollte mit Mulch, Zwischenfrüchten und Untersaaten immer bedeckt und begrünt werden. Ausgeräumte Agrarlandschaften – wie vielfach in Ostdeutschland anzutreffen – sollte es nicht länger geben dürfen. Hecken, Baum- und Blühstreifen sollten Pflicht werden, damit die Feuchte im Boden erhalten, von den Pflanzen transpiriert und wieder zu Niederschlag umgewandelt werden kann. In dem Dorf Alt-Madlitz im Odervorland demonstriert etwa der nach seinem Geschäftsführer Benedikt Bösel benannte Biohof »Gut und Bösel«, dass sich dadurch selbst im trockensten Flecken Brandenburgs die Böden noch feucht und fruchtbar halten lassen.



Foto: Tom Köhn/ Rechte Felix Riecken

### (Von Baumfeldwirtschaft ...)

Maßnahmen zur Wasserrückhaltung wie das »Keyline Design« sind ebenfalls hochwirksam. Der Permakulturist Sepp Holzer hat in Österreich, in Kasachstan, im portugiesischen Ökodorf Tamera und anderswo gezeigt, wie man in verdorrten Landschaften wieder Teiche und Seen entstehen lassen kann. Ebenso zukunftssträftig sind Agroforstsysteme. Sie halten Feuchte in der Landschaft, speichern CO<sub>2</sub> in Form von Holz und Humus und bringen Landwirten und Bäuerinnen Mehrerträge durch Holz, Nüsse, Erosionsschutz und positives Kleinklima. Patrick Worms vom EU-Agroforstverband schwärmte in einem Webinar von »WeMoveEU«, Baumäcker erwirtschafteten rund 30 Prozent mehr als herkömmliche Äcker. Und Ivo Degn von den »Climate Farmers« ergänzte optimistisch, Agroforstsysteme besäßen das Potenzial, global rund eine Tonne CO<sub>2</sub> pro Hektar und Jahr zu speichern. Angenommen, auf sämtlichen landwirtschaftlich genutzten Flächen würden von heute auf morgen große Bäume gepflanzt, dann würde das – rein rechnerisch – bedeuten, die Klimakrise in fünf Jahren erledigen zu können. sind wichtige Faktoren, die sich positiv aufs Klima auswirken.

Auch der Kühleffekt ist beachtlich. Laut der Modellierung eines Wissenschaftsteams um die Meteorologin Merja Toelle aus dem Jahr 2014 könnte die Bepflanzung von nur 9 Prozent der Ackerflächen Norddeutschlands mit simplen Pappelstreifen die regionale Landschaft um 1°C herunterkühlen. Die Temperaturmessung zum Nachweis der globalen Erderwärmung wird zwei Meter über dem Boden durchgeführt – und wenn es dort durch Bepflanzung kühler ist, macht das für diese Durchschnittstemperatur wie auch für das Wohlergehen der Menschen einen beträchtlichen Unterschied aus. Zudem entstehen durch die erhöhte Verdunstung mehr Wolken. Ein Teil der durch die Kondensation des Wasserdampfs freiwerdenden Energie entschwindet wie beschrieben ins Weltall. Zudem werden eintreffende Sonnenstrahlen durch mehr Wolken stärker zurück ins All reflektiert. Dies sind wichtige Faktoren, die sich positiv aufs Klima auswirken. Die Studie eines Teams um David Ellison von 2017 zeigte, dass die höchste Neubildung von Grundwasser in Landschaften mit lichtem Gehölzbestand stattfindet, wie er in der Baumfeldwirtschaft üblich ist. Die Wasserbildung ist dort sogar noch größer als in dichten Waldlandschaften. Allerdings sind Baumstreifen in Deutschland bisher nur sehr eingeschränkt in Form einer »Dauerkultur« möglich. Bauern stöhnen über die enormen Schwierigkeiten, dafür EU-Subventionen zu erhalten, denn hierzulande packen die Ämter Äcker und Wälder in völlig verschiedene Schubladen und Zuständigkeiten. Ein von der Großen Koalition verabschiedeter Bundestagsbeschluss vom Januar 2021 sieht zwar vor, das ab Anfang 2023 zu ändern, aber die Details sind noch unklar.

# ... und Schwammstädten

Auch Stadtregierungen und zivilgesellschaftliche Gruppen können sehr viel tun. Berlin, Hamburg, Leipzig und andere Metropolen haben begonnen, sich in »Schwammstädte« zu verwandeln, auch wenn das Tempo der Umsetzung noch zu wünschen übrig lässt. Das Konzept beinhaltet, kostbaren Regen nicht länger in die Kanalisation abzuleiten, sondern zu speichern – mittels Auffangbecken, Flächenentsiegelungen, Ausweitung von Parks und Grünflächen, flutbaren Plätzen oder Mulden unter jedem einzelnen Stadtbaum. Dadurch kann Starkregen für Dürreperioden genutzt und der Grundwasserspeicher wieder aufgefüllt werden. In einem Leipziger Neubauviertel wird das Konzept derzeit unter den scharfen Augen des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung umgesetzt. Auf 25 Hektar entsteht hier das Stadtviertel »Leipzig 416« mit rund 2100 Wohnungen und viel Grünflächen. Im Berliner Bezirk Mitte plant die neue grünrote Bezirksverwaltung »coole Straßen«, die mit Pflanzen, Wassersprinklern und Verweilmöglichkeiten im Sommer für Abkühlung sorgen. In Berlin und überall können Häuser zudem grundsätzlich mit Gründächern und Grünfassaden ausgestattet, Terrassen mit Pergolas gekühlt werden. Urban Gardeners auf jeder Brache und in jeder Straße können dafür sorgen, dass diese begrünt und begärtnert werden. Hier gibt es noch unendlich viel zu tun. Kleine Gruppen sind zwar nicht in der Lage, den CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre messbar sinken zu lassen, aber sie können Beispiele setzen, die anderswo Nachahmung finden, und das lokale Klima deutlich abkühlen. Das heißt: Weniger Hitzetote, mehr Gesundheit und gutes Leben für menschliche und viele mehrals-menschliche Wesen. Jede einzelne Pflanze und jeder einzelne Baum zählen! //





## **IMMERGRÜN - dauerhafte Vegetation schafft dauerhafte Photosynthese & dauerhaft Futter für den Boden**

Ein Ansatz, der als der wichtigste für die Förderung von Humus angesehen wird und viel Potenzial birgt, sind dauergrüne Böden.

Eine vollständige Begrünung auf den Äckern ist das Ziel des Prinzips *Immergrün*. Dahinter steht die Versorgung des Bodenlebens und der Schutz des Bodens vor Erosion, Verdunstung und Überhitzung.

Mit einer Gründüngung oder Zwischenfruchtbeständen können diese folgenden Funktionen erfüllt werden:

- durchgängige Fütterung des Bodenlebens
- Strukturbildung
- Bodenbedeckung & Erosionsschutz
- Nährstoffspeicher
- Aufbau von organischer Masse
- Düngung durch das Bodenleben

# Zwischenfrüchte und Untersaaten



Genau für das Prinzip Immergrün sind die Zwischenfrüchte und Untersaaten so wichtig. Aber welche Zwischenfrucht ist jetzt die Richtige? Und warum ist der Senf alleine nicht mehr gut genug?

## Warum sind Zwischenfrüchte wichtig?

Im Frühjahr und Herbst können Zwischenfrüchte helfen, den Boden zu beleben, aufzulockern und wichtige Nährstoffe bereitzustellen. Das Bodenleben bleibt lebendig und wird gefördert. Mykorrhizapilze beispielsweise können eine positive Symbiose zwischen Pflanzen und Boden eingehen und die Pflanze direkt mit wichtigen Nährstoffen versorgen. Während lange Zeit noch der Senf eine sehr beliebte Zwischenfrucht war, hat sich in der Forschung viel getan. Inzwischen wurde er von artenreichen Mischungen mit mindestens fünf Mischungspartnern abgelöst. Mehr Vielfalt in der Zwischenfruchtmischung hilft nicht nur als Risikoversicherung für verschiedene Böden, sondern ist auch hilfreich für unterschiedliche Standorte und Wetterbedingungen (die nicht immer vorhersehbar sind..). Neueste Studien der letzten 10 Jahre (insbesondere die Forschungsgruppe Catchy), zeigen die immensen Vorteile, die mehr Diversität für die Photosyntheseleistung, die Wurzeleistung und somit eine Anregung der Humusbildung bedeuten.

## Warum sind Zwischenfrüchte besser als Brache?

Zwischenfrüchte sollen auch über den Winter die Bodenlebewesen ernähren, damit sie die Photosyntheseleistung auf den Flächen aufrechterhalten und einen Abfluss an

Nährstoffen verhindern. Gleichzeitig zeigen Versuche bei abfrierenden Zwischenfrüchten, dass diese auch durch Ausgasung Kohlenstoffverbindungen oder Stickstoffverbindungen freisetzen können. Außerdem hilft die Begrünung vor Erosion im Boden im Vergleich zur Brache und beugt dadurch der Abtragung von Humus vor.

Dazu kommt im Sommer und Spätsommer die Funktion der Abkühlung des Bodens, mit steigenden Temperaturen sind auch auf dem Feld die Unterschiede deutlich zu sehen zwischen begrünter Fläche und Brache. Bei hohen Temperaturen können auf bewachsenen Flächen 20-30°C kühlere Werte im Vergleich zur Brache gemessen wurden. Das hat einen erheblichen Einfluss auf das Kleinklima. Aber ist auch besonders wichtig für das Bodenleben, denn zu hohe Temperaturen auf dem nackten Feld können diese nicht ab. Die dauerhafte Begrünung hilft also auch ein langfristig gesundes Mikrobiom im Boden zu pflegen, das die Kulturpflanzen mit Nährstoffen versorgen kann.



Foto Nicole Maack





# Vielfalt an Pflanzen bringt Vielfalt & mehr Stressresistenz im Boden!

## Der Mix macht's!

Die Auswahl der Zwischenfrüchte und Mischungen ist groß! Hier sind die regionalen Saatgutproduzent\*Innen in der Regel gute Ansprechpartner\*Innen für die richtige Zusammensetzung. Ein guter Mix besteht aus mindestens fünf Pflanzenkomponenten: aus einer Leguminosen und Nicht-Leguminosenkomponente, verschiedenen Gräsern, Kleearten und Retticharten. Das Erschaffen von neuen Wasserwegen im Boden – sogenannte "Wurzelautoabahn" wird von tiefwurzeln Pflanzen wie Ölrettich oder Rübsen übernommen. Die Wurzeln dieser Pflanzen können gleichzeitig den Boden bei kleinen Verdichtungen natürlich aufbrechen und dadurch neue Kanäle für die Folgekultur schaffen. Der Rettich kann tief in den Boden eindringen und die Feuchtigkeit in unteren Bodenschichten gut nutzen, wohingegen Phacelia oder Rauhafer als Flachwurzler gut kleine Niederschläge aufnehmen und verwerten können.

Wichtig sind auch die verschiedenen Funktionen, die verschiedene Pflanzenfamilien mit in den Mix bringen. In der Natur gibt es keine Monokultur und jede Pflanzenart nimmt eine andere ökologische Funktion ein. Die Leguminosen, wie Wicke und Lupine, können mit ihren Knöllchenbakterien vermehrt Stickstoff im Boden speichern. Damit wird für die nächste Kultur der Dünger schon organisch bereitgestellt. Auch Hafer und Gräser können

durch größere Wurzelmassen den Boden gut zusammenhalten und vor Erosion schützen. Als Strukturbildner können sie für die nächste Saison helfen den Boden vorzubereiten und unterstützen durch natürliche Bodenauflockerung im Frühjahr. Statt abfrierende werden inzwischen halb-abfrierende Mischungen empfohlen, die auch als erster Futterschnitt im Frühjahr genutzt werden können. Somit hat der Mix aus verschiedenen Pflanzenfamilien den Vorteil einer großen Abdeckung an Ökosystemleistungen während der Ruhephase auf dem Feld.

Einen guten Vergleich bildet das Kronendach eines strukturreichen Mischwaldes, z.B. dem tropischen Regenwald. Das vielschichtige Kronendach bildet vielfältige Lebensräume mit vielen verschiedenen ökologischen Nischen. Vielfältiger Wurzelraum ist genauso: Er wächst nur in die entgegengesetzte Richtung

**Definition Liquid carbon pathway – Zucker wird durch die Pflanze in den Boden eingebunden und durch das Mikrobiom als organische Kohlenstoffverbindungen an der Wurzel eingelagert.**





# „Der Senf gehört nicht aufs Feld, sondern auf die Wurst.“

Felgentreu (DSV Berater)

## Was haben alle gegen den Senf?

Die wohl bekannteste und noch immer beliebteste Zwischenfrucht ist der Senf, der im Spätsommer ausgebracht wird und dann über den Winter abfrieren soll. Denn dieser bildet schnell einen guten Bestand aus und deckt den Boden. Lange Zeit wurde dabei übersehen, dass der Senf keine mykorrhizierende Pflanze ist, also keine partnerschaftliche Beziehung mit wichtigen Pilzen im Boden eingeht und auch eine schlechte Durchwurzelung hat. Dadurch ist der Boden trotz Bestands erosionsgefährdet. In einigen Studien wurde die Bodenstruktur und das Bodenleben untersucht wobei Senf und einem Gründungs-Mix im Vergleich standen, dabei war der Mix der eindeutige Gewinner mit einer höheren biologischen Aktivität im Boden und einer runderen Bodenkrümelstruktur. Das liegt auch daran, dass jede Pflanze mit unterschiedlichen Bodenlebewesen und Pilzen Symbiosen eingeht. Und bei einem entsprechend höheren Anteil an verschiedenen Pflanzenfamilien im Mix, können auch mehr Wurzeln das Bodenleben anregen. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die „Risikoversicherung“, die bei einer Zwischenfrucht-Mix mit ausgebracht wird. Jedes Jahr und auf jedem Boden setzen sich je nach Wetterbedingungen andere Pflanzen durch. Mit einem Mix von minimal sechs unterschiedlichen Komponenten, kann das Risiko des Nicht-Auflaufens von Saat verkleinert und der Boden begrünt werden.

## Nimmt die Gründung das Wasser für meine Nachfolgekulturen weg?

Eine schwierige Frage, die nur mit „es kommt darauf an“ beantwortet werden kann. Studien zeigen, dass sich durch die Pflanzen Tau bildet (bis zu 1 l pro m<sup>2</sup>) und somit der kleine Wasserkreislauf besser geschlossen werden kann als auf einer brachliegenden Fläche (siehe Bodner et al 2007). Im Gegensatz zu der Brachfläche geben die Pflanzen auch durch den Schatten Verdunstungsschutz und helfen, das Wasser im Boden zu halten. Außerdem werden Nährstoffe mit Hilfe des Bodenlebens weiter aufgeschlossen, eingebunden und können so auch für die nächste Kultur bereitgestellt werden. Auch ist die Bodenschwammfunktion, die durch vielfältige Zwischenfrüchte gefördert wird, ein Speicher für mehr Wasser als die Zwischenfrüchte verbrauchen und unterstützt die Krümelstruktur herzustellen.


Anders sieht es bei abfrierenden Kulturen, bei denen Nährstoffe über den Winter ausgasen oder auswaschen können.

## Allerdings kommt es wie immer auf den Kontext an:

- Welchen Standort betrachte ich? Ist es ein schwerer Boden, der im Frühjahr nur langsam erwärmt oder einen sandiger Boden?
- Wann ist die Aussaat geplant und welche Zwischenfruchtmischung soll gesät werden?
- Und in welcher Fruchtfolge?




All das kann einen Einfluss auf die positive Entwicklung der Bodenfauna haben.

**Bei unterschiedlichen Böden gibt es auch unterschiedliche Voraussetzung für die Bewirtschaftung!**








Mit möglichst großer  
Sortenvielfalt gibt es die höchste  
Photosyntheseleistung und damit  
am meisten Wurzelaktivität.

**Weitere Infos, Links und spannende Videos zu  
Zwischenfrüchten, Gründüngung und Untersaaten findet ihr  
hier:**

-  [Das einzigartige Mikrobiom der Pflanzen mit Dr. Norman Gentsch](#)
-  [Das Potenzial von Zwischenfrüchten und worauf man achten sollte](#)
-  [The Soil Carbon Sponge, Climate Solutions and Healthy Water Cycles with Walter Jehne](#)

**Weiterführende Infos findet ihr hier (verlinkt):**

-  [Das Jena-Experiment: Erkenntnisse – alles ist mit allem verbunden](#)
-  [Vorteile von Zwischenfruchtmischungen - Catchy-Ergebnisse zusammengefasst](#)
-  [IG Gesunder Boden: Website für mehr Infos zu den Aktionen und Veranstaltungen](#)  
<https://www.ig-gesunder-boden.de>
-  [Wassermanagement durch Zwischenfrüchte \(Forschungsergebnisse\)](#)
-  [Vorteile der Zwischenfruchtmischungen](#)



Oft unterschätzen wir was wir nicht sehen können. Das ist bei den Pflanzen genauso - denn ohne die Wurzeln könnten sie weder im Boden stehen, sich mit Nährstoffen und Wasser versorgen, noch mit dem Bodenleben zusammen arbeiten. Insbesondere hier ist die Diversität der Wurzeln entscheidend. Wusstest du, dass eine blühende Rapspflanze bis zu 160 cm tief wurzeln kann? Dies geschieht jedoch nur in einem gut durchlüfteten, lockeren Boden – so, wie Kutschera es in Wien gezeigt hat, als sie mit ihrem Team diese ausgrub.



Die Wurzeln (inklusive der Wurzelexudate) sind für bis zu zwei drittel der Biomasse verantwortlich die Kohlenstoff im Boden aufbaut.

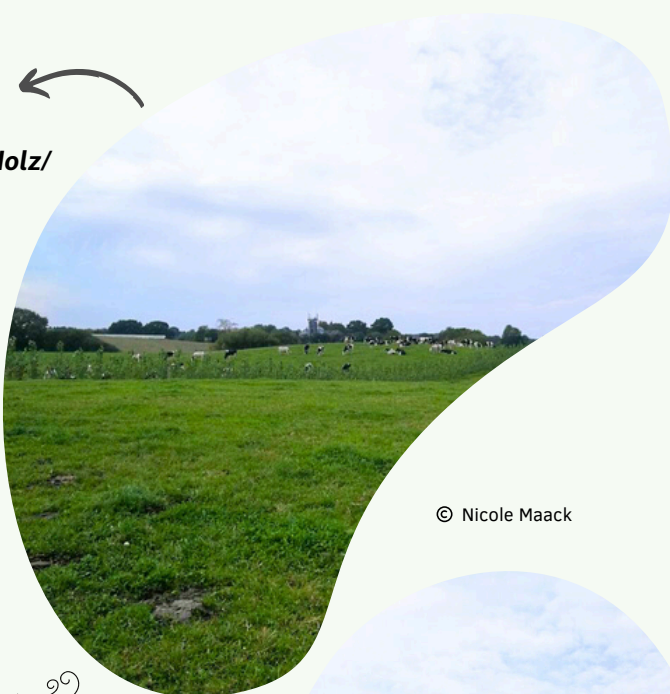
(Kätterer et al., 2011)

# Was sind Agroforstsysteme?

Das Landnutzungssystem gibt es in verschiedensten Formen und auch schon seit langer Zeit. Aber funktioniert das auch auf großer Fläche?

**Kombination von Pappelstreifen & Weide als doppelte Nutzung der Fläche für Holz/ Brennholz & Futterweide mit breiten Bearbeitungsreihen**

© Oscar Oliveras



© Nicole Maack

**Besonderer Vorteil für uns in Schleswig-Holstein der Windschutz**

**Kombination von Pappelstreifen & Acker als doppelte Nutzung der Fläche für Holz/ Brennholz & Ackerfrüchten mit breiten Bearbeitungsreihen**



**Futterlaubhecke am Rande der Triebwege als Befestigung, Futter & Windschutz**

Agroforstsysteme sind ein innovativer Ansatz zur Landnutzung, der Bäume oder Sträucher mit landwirtschaftlichen Nutzpflanzen oder Tierhaltung kombiniert. Diese Systeme bieten eine Vielzahl von ökologischen, ökonomischen und sozialen Vorteilen, indem sie nicht nur die landwirtschaftliche Produktivität steigern, sondern auch zum Schutz der Biodiversität, zur Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit und zur Kohlenstoffbindung beitragen.

### Was sind Agroforstsysteme?

Agroforstsysteme kombinieren landwirtschaftliche Nutzpflanzen, Weideland und Forstwirtschaft in einem ganzheitlichen, integrativen Ansatz.

Es gibt verschiedene Formen von Agroforstwirtschaft. Die Streuobstwiese ist bei uns die älteste und bekannteste Urform. Moderne Agroforstsysteme kombinieren Bäume mit Ackerflächen oder Tierhaltung, manchmal sogar beides gleichzeitig. Dabei wird die Bearbeitungsbreite an die Maschinenbreite individuell angepasst und geplant, dass die Bäume und Kulturpflanzen auf einander abgepasst sind. So ist eine moderne Landwirtschaft ohne große Einschränkungen gut möglich.

Die Nutzungsmöglichkeiten von Agroforst sind vielfältig und reichen von Kurzumtriebsplantagen für Energieholz bis zu langfristig geplanten Werthölzern, Edelnuss- oder Fruchtbäumen. Die Bäume können auch auf Wiesen als Schattenspender für Nutztiere integriert werden. Diese Diversität fördert natürliche Bestäubung, reduziert Schädlinge und stärkt die Widerstandsfähigkeit gegenüber Krankheiten.



### Funktionen der Agroforstsysteme:

Die Bäume und Sträucher, die in Agroforstsystemen angepflanzt werden, erfüllen verschiedene Funktionen:

- **Erosionsschutz:** Wurzeln stabilisieren den Boden, verhindern Erosion und verbessern die Wasserspeicherfähigkeit.
- **Bodenverbesserung:** Durch die Blattstreu und Wurzelabsonderungen reichern Bäume den Boden mit organischer Substanz an, was langfristig den Humusgehalt erhöht.
- **Nährstoffrückgewinnung:** Tief wurzelnde Bäume und Sträucher nehmen Nährstoffe aus tieferen Bodenschichten auf und stellen sie für flach wurzelnde Pflanzen zur Verfügung.
- **Kohlenstoffbindung:** Agroforstsysteme sind eine natürliche Kohlenstoffsенке. Die Bäume speichern CO<sub>2</sub> und tragen so zum Klimaschutz bei.
- **Erhöhung der Biodiversität:** Agroforstsysteme bieten Lebensräume für eine Vielzahl von Tieren und Pflanzen und tragen so zum Erhalt der Biodiversität bei.

Die Integration von Bäumen in landwirtschaftliche Systeme kann die Klimaanpassung und Klimaschutzmaßnahmen stärken, indem sie Mikroklimata schaffen, die Bodentemperaturen stabilisieren, Windschutz bieten und Dürreperioden überbrücken.

Auch spannend: Die Initiative Heckenretter e.V. setzt sich für Wildhecken und übernehmen auch Knickpatenschaften.

## Agroforst in Deutschland

Beispiele von Agroforstprojekten in Deutschland zeigen, dass eine kluge Kombination von Pflanzen- und Tierproduktion das wirtschaftliche Risiko diversifizieren und die Widerstandsfähigkeit gegenüber extremen Wetterbedingungen stärken kann.

Trotz dieser Potenziale sind Agroforstsysteme in Deutschland noch kein weit verbreiteter Bestandteil der landwirtschaftlichen Praxis. Eine der größten Hürden war bisher die fehlende Anerkennung im Rahmen der Agrarförderung und der Finanzierung der Etablierung.

## Politische Entwicklungen und Förderungen

In den letzten Jahren hat sich jedoch ein Wandel vollzogen. Die Europäische Agrarpolitik (GAP), die entscheidend für die Förderung der Landwirtschaft in Deutschland ist, hat Agroforstsysteme zunehmend in den Fokus gerückt. Im Rahmen der GAP-Reform 2023 wurden Agroforstsysteme erstmals explizit als förderfähige Maßnahme anerkannt. Dies ermöglicht Landwirt\*innen, direkte Fördermittel für die Einrichtung und Pflege von Agroforstsystemen zu erhalten.

Die deutsche Bundesregierung und die Bundesländer haben ebenfalls begonnen, Programme zur Förderung von Agroforstsystemen zu entwickeln.

Einige Bundesländer haben spezielle Investitionsförderungen ins Leben gerufen, um die Praxistauglichkeit und den ökologischen Nutzen von Agroforstsystemen zu fördern. In Schleswig-Holstein hat dieses Jahr ein Modell- und Demonstrationsvorhaben für Agroforst gestartet.

## DeFAF (Deutscher Fachverband für Agroforstwirtschaft e.V.)

Eine zentrale Rolle in der Entwicklung und Verbreitung von Agroforstsystemen in Deutschland spielt der Deutsche Fachverband für Agroforstwirtschaft (DeFAF), der 2019 gegründet wurde. Der DeFAF setzt sich für die Verbreitung und Förderung von Agroforstsystemen in Deutschland ein, indem er Forschung und Praxis vernetzt, politische Entwicklungen vorantreibt und Landwirte berät. Zu den Hauptaufgaben des DeFAF zählen:

- **Lobbyarbeit:** Der Verband hat sich erfolgreich für die Anerkennung von Agroforstsystemen in der europäischen Agrarpolitik eingesetzt und trägt zur politischen Debatte über die ökologische und ökonomische Bedeutung von Agroforstwirtschaft bei.
- **Bildung und Weiterbildung:** Der DeFAF bietet Fortbildungen und Schulungen für Landwirte, Berater und politische Entscheidungsträger an, um das Wissen über Agroforstsysteme zu verbreiten.
- **Vernetzung und Austausch:** Der Verband unterstützt den Austausch zwischen Landwirten, Wissenschaftlern und politischen Akteuren durch Konferenzen, Workshops und Netzwerke.
- **Forschung und Innovation:** Der DeFAF initiiert und fördert Forschungsprojekte, die die Effizienz und die ökologischen Vorteile von Agroforstsystemen weiter untersuchen.

Der Verband setzt sich auch aktiv für die Anpassung von rechtlichen Rahmenbedingungen ein.



[http://](http://www.defaf.de) DeFAF - Deutscher Fachverband für Agroforstwirtschaft

[http://](http://www.defaf.de) Beratung zur Planung von Agroforstsystemen (Triebwerk)



[http://](http://www.defaf.de) Beratung zur Planung von Agroforstsystemen  
(Baumfeldwirtschaft -Philipp Gerhard)



[http://](http://www.defaf.de) Beratung zur Planung von Agroforstsystemen (Burkard  
Kayser & Team)

**Agroforstsysteme und Keyline Design sind nachhaltige Landnutzungspraktiken, die ökologische und ökonomische Vorteile bieten. Mit langfristigen Ertragsstrategien werden diese Systeme in Kombination immer beliebter.**

### **Perspektive für Agroforst?**

Mit der steigenden Akzeptanz und Förderung von Agroforstsystemen wird erwartet, dass deren Verbreitung in den kommenden Jahren deutlich zunimmt. Die Kohlenstoffbindungspotenziale von Agroforstsystemen, ihre positiven Auswirkungen auf die Biodiversität und die Anpassungsfähigkeit an den Klimawandel machen sie zu einem wichtigen Baustein für eine nachhaltige Landwirtschaft in Deutschland.

Neben der ökologischen Dimension ist auch die ökonomische Rentabilität von Agroforstsystemen ein wichtiges Thema. Erste Studien zeigen, dass Agroforstsysteme langfristig zu einer Stabilisierung der Erträge führen können, insbesondere in Regionen, die zunehmend von Klimaveränderungen betroffen sind. Durch die Diversifizierung der Anbaukulturen und die Nutzung von Bäumen als zusätzliche Einkommensquelle, z.B. für Holz, Früchte oder Biomasse, können Landwirte ihre Einnahmen streuen und wetterbedingte Verluste abfedern.

Jedoch bleibt die Implementierung von Agroforstsystemen eine Herausforderung, da sie Planung, Wissen und oft auch höhere Anfangsinvestitionen erfordert. Hier sind weitere Schulungen und finanzielle Anreize notwendig, um die breite Einführung zu unterstützen.

Langfristig bieten diese Systeme einige Vorteile für die Betriebe:

- Diversifizierung des Betriebs,
- verbesserte flächenbezogene Energiebilanzen,
- höhere Ertragsstabilitäten durch verbessertes Mikroklima,
- Verteilung der Arbeitsspitzen
- Reduzierung von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln.

Allerdings sind die Startfinanzierung und die politischen Förderbedingungen momentan noch eine Herausforderung.

### **Was versteht man unter Keyline Design?**

Entwickelt von P.A. Yeomans, basiert sie auf der Identifikation und Nutzung von Schlüssellinien - also natürlichen Hanglinien, um Wasser zu lenken und zu verlangsamen. Die Grundidee besteht darin Wasser aus höheren Gebieten entlang dieser Linien zu sammeln und effizient zu verteilen.

Wodurch Erosion reduziert und Wasserreserven optimiert werden können. Gleichzeitig wird die Bodenstruktur verbessert und die Resilienz von Agrarökosystemen gestärkt.



# Waldgarten | Nahrungswald | Artenreicher Agroforst

# Was ist ein Food Forest?

ein Gastbeitrag von Ramos Strzygowski  
Kontakt: ramos@waldgartenprojekt.de

## Menschengemachte Systeme, die die Natur imitieren

Ein Food Forest oder Waldgarten ist eine Form der nachhaltigen Landwirtschaft, die die Natur nachahmt. Verschiedene Pflanzenarten, wie Bäume, Sträucher, Gemüse, Kräuter und Pilze, werden zusammen in mehreren Schichten und dicht beieinander angebaut, ähnlich wie an einem Waldrand. Diese Pflanzen arbeiten zusammen und bilden ein stabiles und gesundes Ökosystem. Wichtig dabei sind vor allem mehrjährige Pflanzen, also solche, die jedes Jahr wieder wachsen.

## Altes Wissen neu entdeckt

Waldgartensysteme werden seit Tausenden von Jahren genutzt, um Nahrung im Einklang mit der Natur anzubauen. Sie helfen, die Probleme der industriellen Landwirtschaft zu vermeiden. Zum Beispiel wird Humus aufgebaut, CO<sub>2</sub> gespeichert, die Artenvielfalt gefördert, und seltene Tiere finden hier einen Lebensraum. Gleichzeitig wachsen gesunde Lebensmittel, ohne chemische Dünger oder Spritzmittel zu verwenden. Waldgärten haben auch positive soziale Effekte und sind besonders gut für kleine Betriebe und Privatgärten geeignet.



## Potential für naturnahe Produktivität

Ein Waldgarten ist ein vom Menschen geschaffenes Ökosystem, das nach dem Vorbild eines natürlichen Waldrandes funktioniert. Es gibt viele Arten von Waldgartensystemen, je nach Anzahl der Pflanzen, Betriebsgröße und Ausrichtung der Landwirtschaft werden sie „Waldgarten“, „Nahrungswald“ oder „artenreiches Agroforstsystem“ genannt, aber oft auch synonym verwendet. Es gibt keine festgelegte Form; jede Anlage ist unterschiedlich. Das Umweltbundesamt sieht in Waldgartensystemen viel Potenzial, um naturnah und gleichzeitig produktiv zu wirtschaften und die Region mit Nahrung zu versorgen.

## Waldgartensysteme aus verschiedenen Blickwinkeln

Ein Waldgartensystem kann aus vielen Bereichen bestehen, die unterschiedlich bewirtschaftet werden, und dabei als Ganzes zusammenwirken. Die Pflanzen wachsen in Schichten übereinander, ähnlich wie bei einem natürlichen Waldrand. In den Tropen gibt es bis zu sieben Schichten; in Europa sind drei bis fünf realistisch. Diese Anordnung sorgt dafür, dass die Pflanzen sich gegenseitig beim Wachsen unterstützen, zum Beispiel, indem Bäume Schatten spenden und andere Pflanzen vor Sonnenbrand schützen oder durch den Abwurf von Blättern den Boden düngen. So entsteht ein nachhaltiges und ertragreiches System. Die Staffelung von mehreren Schichten bringt mehr Ertrag pro Fläche.



## Vielfalt schätzen und nutzen

Ein Waldgarten besteht aus verschiedenen Elementen, zum Beispiel Streifen von mehrjährigen Pflanzen, Hecken, Obstbäumen, Gemüsebeeten oder Flächen für die Pilzzucht. Diese Elemente können miteinander und auch mit traditionellen Anbaumethoden wie Gemüseanbau oder Grünland kombiniert werden. Es ist auch möglich, Tiere in das System zu integrieren, was die Gestaltung allerdings beeinflusst.

Die meisten Pflanzen im Waldgarten haben mehrere Funktionen. Sie spenden Schatten, ziehen Bestäuber an, speichern Wasser, schützen den Boden vor Erosion und lockern ihn auf. Alle Pflanzen tragen dazu bei, den Boden fruchtbarer zu machen, indem sie das Bodenleben fördern, das Humus aufbaut und die Pflanzen mit Nahrung versorgt.

## Nutzen von Waldgartensystemen:

Waldgärten bieten viele Vorteile im ökologischen, ökonomischen und sozialen Bereich. Sie tragen zum Klimaschutz bei, helfen bei der Anpassung an den Klimawandel und fördern eine nachhaltige Landwirtschaft. Sie verringern die Abhängigkeit von Fossilenergie und bringen Stadt und Landwirtschaft wieder zusammen. Sie verbessern das Mikroklima, halten Wasser im Boden, bauen Humus auf, schützen vor Erosion und Dürre und fördern die Artenvielfalt durch hohe Strukturvielfalt. Auch für die Landschaft haben sie positive Auswirkungen, zum Beispiel auf die Erholungsqualität.

Das kürzlich gestartete Projekt „Pflückwald in Harrislee“ eröffnet eine neue Sparte, die es sich zum Ziel gemacht hat, Waldgärten bekannter und zugänglicher zu machen. Die ehemalige Schafwiese wird im Laufe der nächsten Jahre zum öffentlichen Waldgarten umgestaltet.

Besonders für kleine landwirtschaftliche Betriebe bieten Waldgärten eine Chance, wirtschaftlich zu überleben. Bei geschickter Kombination der Elemente können die Betriebskosten bereits ab dem zweiten Jahr durch die Erträge gedeckt werden, sofern genug Arbeitskraft vorhanden ist. Auch für größere Betriebe kann es sinnvoll sein, Teile des Betriebs in Form von Waldgärten oder Agroforstsystemen zu bewirtschaften, zum Beispiel durch den kombinierten Anbau von Obst und Beeren oder die Nutzung von Wertholz.



Das Permakulturzentrum Kiel e.V. hat mit dem Lifegarten Kiel gemeinsam einen Waldgarten angelegt. Hier sind unter den Bäumen während der Etablierungsphase besonders viele Beerensträucher zu sehen. Interessierte sind herzlich zum reinschnuppern & mitmachen eingeladen.

Waldgärten wurden in Europa durch die Konzepte „Permakultur“ und „Agrarökologie“ bekannt. Permakultur ist ein Konzept, bei dem die Landwirtschaft als Kreislauf betrachtet wird, wo alle Elemente miteinander verbunden sind, uns sich gegenseitig beeinflussen.

Auch auf mittleren Flächen kann Nahrungswald hohe Erträge und Gewinn bringen. Die verschiedenen Ansätze und viele Infos zu diesem Themenbereich finden sich auf [www.waldgartenkongress.de](http://www.waldgartenkongress.de)

# Kräuter als Zeigerpflanzen: Was verraten sie über den Boden?



Oft stellt man sich die Frage, warum bestimmte Unkräuter auf dem einen Acker so gut gedeihen, während andere Flächen von ganz anderen Pflanzenarten dominiert werden. Warum wächst auf dem Nachbargrundstück Distel, während man sich auf dem eigenen Acker mit Ampfer herumschlägt? Die Antwort liegt in der Beschaffenheit des Bodens – und Beikräuter spielen dabei eine entscheidende Rolle.

## Die Rolle von Beikräutern im Ökosystem

Beikräuter erfüllen in der Natur wichtige Aufgaben. Ihre Wurzelexsudate – also die Ausscheidungen ihrer Wurzeln – fördern das Bodenleben. Dabei „füttern“ sie andere Bodenorganismen als Kulturpflanzen, was zu einer höheren biologischen Vielfalt führt, sowohl ober- als auch unterirdisch. Ihre tiefen Wurzeln lockern den Boden auf, verbessern die Struktur und bewahren wichtige Nährstoffe vor der Auswaschung. Außerdem bieten sie Schutz vor Erosion. Einige Unkräuter sind sogar nahrhaft und heilkräftig für Mensch und Tier.



## Unkräuter als Indikator für Nährstoffungleichgewichte



Ein wesentlicher Punkt ist, dass jede Unkrautart bestimmte Nährstoffmängel im Boden ausgleicht. Carey Reams, ein bekannter Agrarwissenschaftler, entdeckte, dass breitblättrige Unkräuter auf ein unausgewogenes Verhältnis zwischen Phosphat und Kali hinweisen. Im Ackerbau und bei Reihenkulturen sollte das Verhältnis 2:1, bei Gräsern 4:1 betragen.

## Albrecht-Bodenanalyse: Der Schlüssel zu gesundem Boden

Um Nährstoffungleichgewichte zu erkennen, ist eine Albrecht-Bodenanalyse von Vorteil (mehr dazu ab S. 83). Auf Grundlage der Analyseergebnisse kannst du gezielte Maßnahmen ergreifen, um den Boden wieder ins Gleichgewicht zu bringen. Beispielsweise sollte die Kaliumzufuhr reduziert werden, bis ein tatsächlicher Bedarf der Pflanzen besteht – etwa zur Frucht- und Kornfüllung. Zudem ist die Aufbereitung von Wirtschaftsdüngern, die häufig viel Kalium enthalten, sinnvoll.



## Pilz-Bakterien-Verhältnis: Ein entscheidender Faktor

Die Wissenschaftlerin Elaine Ingham hebt das Pilz-Bakterien-Verhältnis als Schlüsselfaktor bei der Unkrautkontrolle hervor. Dieses Verhältnis muss im Gleichgewicht sein, damit auch das Nitrat-Ammonium-Verhältnis im Boden stabil bleibt. Die Förderung von Pilzen im Boden ist entscheidend, um gesunde Böden zu erhalten (weitere Infos dazu ab S. 19).



## Unkräuter als Weidezeigerpflanzen

Auf Weiden können Unkräuter auf eine Über- oder Unterweidung hinweisen. Pflanzen wie Disteln, Quecke oder Ampfer deuten auf eine Unterweidung hin. Hier kann eine höhere Besatzdichte von Tieren oder eine Verlängerung der Fresszeiten helfen. Pflanzen wie Vogelknöterich, Breitwegerich oder Löwenzahn sind dagegen Anzeichen für Überweidung.



Anzeiger für Unterweidung



Anzeiger für Überweidung



## Unkräuter als Schadstoffindikatoren

Einige Unkräuter zeigen sogar Schadstoffe, wie Schwermetalle, im Boden an. Bestimmte Pflanzen, die auf belasteten Böden gut gedeihen, können Schwermetalle wie Zink, Blei, Cadmium oder Nickel aufnehmen und akkumulieren. Diese Pflanzen werden als Metallophyten bezeichnet.

Einige Beispiele solcher Pflanzen sind:

- Ackerschachtelhalm: Er kann auf einen hohen Gehalt an Schwermetallen wie Nickel hinweisen.
- Huflattich: Deutet auf Böden mit einem erhöhten Bleigehalt hin.
- Löwenzahn: Obwohl er oft in vielen Böden wächst, kann er in stark belasteten Böden ein Indikator für hohe Gehalte an Schwermetallen sein.
- Schafgarbe: Diese Pflanze ist in der Lage, auf Böden mit Schwermetallen wie Zink und Blei zu wachsen.

Allerdings ist es wichtig, eine genaue Bodenanalyse durchzuführen, um festzustellen, welche spezifischen Schadstoffe im Boden vorhanden sind, da die bloße Präsenz eines Unkrauts allein kein vollständiges Bild liefern kann.

## Fazit

Die Fähigkeit dieser Pflanzen, unter solchen Bedingungen zu überleben, rührt daher, dass sie entweder die Schadstoffe in ihren Geweben speichern oder Mechanismen entwickelt haben, die es ihnen ermöglichen, diese zu tolerieren. Dadurch sind sie nützliche Zeigerpflanzen, um potenzielle Umweltprobleme zu identifizieren.

Diese Fähigkeit wird in der Phytoremediation genutzt, um kontaminierte Böden zu reinigen. Unkräuter könnten wichtige Indikatoren für Umweltbelastungen darstellen und werden deshalb weltweit erforscht, um ihre Rolle in der Bodensanierung zu optimieren. Auch Pilze gelten als vielversprechende Hoffnungsträger auf diesem Gebiet.

## Weiterführende Informationen



- [Zeigerpflanzen: Erklärung & Übersicht der wichtigsten Beispiele](#)
- [Metallophyten](#)
- [Dr. Ingrid Hörner, Die Aufgabe der Unkräuter inkl. Indikatorentabelle, Seite 64 ff.](#)

# ERWEITERTE BODENANALYSE NACH ALBRECHT & KINSEY

Neben der einfachen Bodenprobe gibt es noch ein paar weitere Analyseverfahren auf dem Markt. Doch wo liegen die Unterschiede? Und was kann man selbst mit einfachen Mitteln testen?



## Was ist die Albrecht-Analyse und was bringt sie mir?

Die Albrecht- oder auch Kinsey-Analyse sind zwei Bodenanalysearten, bei denen neben den Nährstoffgehalten, die Nährstoffverhältnisse betrachtet und auf Kationenaustauschkapazitäten geschaut wird. Mit der Analyse erhältst du so eine Übersicht über den Gehalt und die Pflanzen-verfügbarkeit der Nährstoffe im Boden. Die sind wichtig, denn durch eine chemische Wechsel-wirkung zwischen positiv (Kationen) und negativ (Anionen) geladenen Stoffen, wird ebenfalls die Verfügbarkeit der Makro- und Mikronährstoffe beeinflusst. Eine Düngeempfehlung, auf der Albrecht-Analyse basierend, ermöglicht dir somit eine differenzierte Düngung. Sie geht über die reine Düngung von pflanzenverfügbaren Nährstoffen (z. B. wie bei Phosphatdüngung Unterfuß zu Mais) hinaus. Denn mit einer Düngung, die die Verhältnisse und Verfügbarkeit der vorhanden Nährstoffe beachtet, kann langfristig der Boden in einen chemisch ausbalancierten Zustand gebracht werden. Ist der Boden ausbalanciert, werden die natürlichen Nährstoffressourcen des Bodens nutzbar.

## Exkurs 1: Die natürlichen Nährstoff-Ressourcen des Bodens nutzen

In einem idealen Bodengefüge arbeiten die Bakterien und Pilze zusammen und sorgen für die Nährstoffversorgung der Pflanze. Sie erschließen die schon vorhandenen Nährstoffe im Boden und versorgen die Pflanze über die Wurzeln mit allem wichtigen (machen die vorhanden Nährstoffe pflanzenverfügbar) und bekommen dafür zuckerhaltige Lösungen im Austausch (Symbiose – Stichwort: Liquid Carbon Pathway Glossar). Mehr darüber findet ihr bei den Grundlagen Bodenbiologie (Verweis). Mineralisch große Zugaben sind durch ein ausgeglichenes Nährstoffverhältnis nicht mehr notwendig.

## Expertenbeitrag im Netzwerk

Für einen besseren Überblick der Albrecht-Analyse bzw. Kinsey-Analyse haben wir den Bodenkundler Dr. Christophel als kompetenten Ansprechpartner mit viel Praxiserfahrung für unser Netzwerk eingeladen. Neben der Wichtigkeit der Zusammenhänge im Boden erklärte er die Einflüsse von geologischen Verhältnissen, dem Klima, Reliefs, der Organik vor Ort.



[http:// Albrecht-Analyse: Nährstoffverhältnisse und Nährstoffverfügbarkeit](#)



[Was sagt die KAK bei der Bodenuntersuchung? Mit Farm2Farm.](#)



### Was wird mit der Albrecht-Analyse angeschaut?

Neben den bei der LUFA standardmäßig untersuchten Werten für P, K, Mg und pH, werden die Nährstoffverhältnisse zueinander und die Mikronährstoffe mit analysiert.

Oftmals sind die Nährstoffe im Boden schon ausreichend vorhanden, können jedoch von den Pflanzen nur teilweise aufgenommen werden, da sie nicht pflanzenverfügbar sind. Deswegen müssen die Nährstoffe erst einmal pflanzenverfügbar gemacht werden. Die Düngung nach der Albrecht-Analyse fördert das chemische Gleichgewicht und damit die Wiederansiedelung von gewünschten Mikroorganismen. Abhängig vom Nährstoff ist der richtige pH-Wert entscheidend. Dann kommen noch Mikroorganismen und Mykorrhizapilze als Helfer ins Spiel.

### Kationenaustauschkapazität

Die Kationenaustauschkapazität ist die Summe der austauschbaren Kationen (positiv geladene Teilchen). Man kann die KAK bildlich als Kühlschrank mit verschiedenen Nährstoffen beschreiben. Die KAK gibt die Größe des Kühlschranks an. (KAK 10 mittelgroß, 5 klein, 20 groß). Neben der Bodenart hat der Humusgehalt einen entscheidenden Einfluss auf den Wert der KAK. Ein kleiner Kühlschrank wäre bspw. Sand, ein mittlerer sandiger Lehm und ein großer toniger Lehm.



Mittel



Klein



Groß

Humus spielt eine wichtige Rolle bei der Regulierung der Kationenaustauschkapazitäten im Boden. Es ist ein Teil des organischen Bodenmaterials und fungiert als Reservoir für positive Ionen wie Kalium, Calcium und Magnesium. Durch den Austausch dieser Ionen mit negativ geladenen Teilen des Bodens, wie Aluminium- und Eisen-Ionen, reguliert Humus die Kapazität des Bodens, Nährstoffe zu halten und zu verteilen. Ein guter Humusgehalt im Boden führt zu einer höheren Kationenaustauschkapazität und einer besseren Nährstoffversorgung für Pflanzen.

### Basensättigung

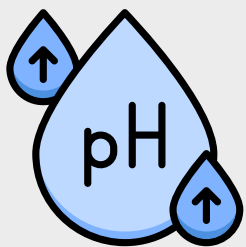
Die Basensättigung zeigt, was der Inhalt des „Kühlschranks“ ist und in welchem Verhältnis sie zur Gesamtmenge vorkommen. Das wird mit der „Normalverteilung“ verglichen: 70 % Ca, 15 % Mg, 5 % K und 1 % Na (ergeben 90 %). Vergleicht man die Verhältnisse mengenmäßig von dem Kühlschrank-Bild der Nährstoffe mit den Zutaten für ein Gericht, z. B. einen Gemüsehackauflauf ergibt sich sinnbildlich 40 % Gemüse, 20 % Nudeln, 20 % Hack, etwas Käse 5 % und eine Soße für den Geschmack 10 %. Die Soße macht dabei nur einen kleinen Anteil von der Gesamtmenge aus. Sie steht symbolisch für die Spurenelemente. Die Spurenelemente nehmen nur einen kleinen Raum ein, wie z. B. eine kleine Schale mit Soße, die auf das Geschmackserlebnis aber einen erheblichen Einfluss hat. Ein Spurenelement ist Bor, das nur mit 1 ppm im Boden vorgesehen ist. Auch wenn ein „großer Kühlschrank“ länger vorhält, gilt hier im übertragenen Sinne: **Besser in kleinen Mengen düngen als zu viel!**

Die Verhältnisse der Nährstoffe sind essentiell wichtig und zu hohe Nährstoffgehalte können andere Nährstoffe wiederum unverfügbar machen oder Auswaschung und Versauerung begünstigen.



# ERWEITERTE BODENANALYSE

## AUSWERTUNG & AUSSAGEN



**Wie können welche Werte interpretiert werden bzw. worauf ist zu achten?**

**Der pH-Wert ist von mehr abhängig als nur der Menge Calcium!**

**1. pH-Wert:** Hierfür gibt es verschiedene Weisen, diesen zu bestimmen:  $H_2O$  (meist am höchsten),  $CaCl_2$ , **und/oder KCl**. Je nachdem welche Methode verwendet wird, entsteht ein anderes Ergebnis, das sich um ca. 0,3-0,8 pH von den anderen unterscheidet. Also ist auch hier schon Vorsicht geboten, für die Rückschlüsse auf Kalkung oder andere Bodenbehandlungen.

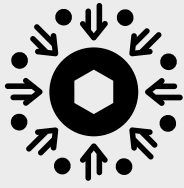
**Der pH-Wert** des Bodens wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst und damit auch die Verfügbarkeit bzw. Aufnahme bestimmter Nährstoffe durch die Pflanzen.

Die wichtigsten Nährstoffe, die den pH-Wert des Bodens beeinflussen können, sind:

- **Calcium (Ca):** Ein hoher Ca-Gehalt im Boden kann den pH-Wert erhöhen, während ein niedriger Ca-Gehalt den pH-Wert senken kann.
- **Magnesium (Mg):** Ähnlich wie Calcium kann auch Magnesium den pH-Wert des Bodens beeinflussen. Ein hoher Mg-Gehalt kann den pH-Wert erhöhen, während ein niedriger Mg-Gehalt den pH-Wert senken kann.
- **Kalium (K):** Ein hoher K-Gehalt im Boden kann den pH-Wert hochhalten (es gehört neben Calcium, Magnesium und Magnesium zu den basischen Kationen).
- **Aluminium (Al):** Ein hoher Al-Gehalt im Boden kann den pH-Wert senken bzw. ist oft die Folge von niedrigem pH Werten im Boden.
- **Schwefel (S):** Ein hoher S-Gehalt im Boden kann den pH-Wert senken.

Es ist wichtig zu beachten, dass die Auswirkungen dieser Nährstoffe auf den pH-Wert des Bodens von anderen Faktoren wie dem Bodentyp und dem Klima abhängen können.

Die Körnung des Bodens (Anteile an Sand, Schluff, Lehm, Ton) und die Bodenart spielen daher eine wesentliche Rolle.



## 2. Antagonisten und Synergisten

Bei der Nährstoffverfügbarkeit gibt es Antagonismen z. B. K-Mg (Rioetra et al. 2015) oder P-Zn (Zang et al. 2012) und Synergismen, die von Watts 1990 in einem Kreisdiagramm mit Pfeilen dargestellt wurde. Hier gilt je nach Konzentration und Verhältnis der verschiedenen Nährstoffe, können Konkurrenzsituationen auftreten. Zu viel von dem einen Nährstoff blockiert/erschwert die Aufnahme eines anderen (mit ähnlichen atomaren Eigenschaften). Oder aber bei den Synergisten kann die Aufnahme des einen Nährstoffes die Aufnahme des anderen begünstigen.

## 3. Zielbereiche für die Basenkationen:

Für die Austauschkapazitäten bzw. die Basensättigung werden Zielbereiche der einzelnen Basen angegeben.

Ca 60-70 %, Mg 10-20 %, K 2-7,5 %, Na 0,5-3 %

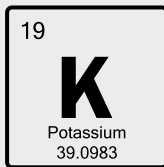
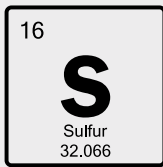
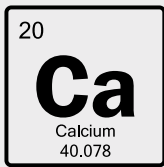
Und auch die Verhältnisse werden in einen Rahmen gesetzt, damit die Abweichungen zu dem „idealen“ Zustand leicht zu erkennen sind.

Bspw. Ca:Mg mit 68:12

Denn auch bei einem ausreichenden Gehalt eines bestimmten Elements kann es zu Überschuss oder Mangel und möglichen Schadsymptomen kommen, wenn die Nährstoffverhältnisse von den „Normalwerten“ abweichen.

### Die wichtigsten Antagonisten und Synergismen

Ursache	Wirkung	
<i>Hohe Konzentration</i>	<i>Erschwert die Aufnahme (Antagonismus)</i>	<i>Fördert die Aufnahme (Synergismus)</i>
NH <sub>4</sub> -N	Ca, Mg, K	P und Sulfat
NO <sub>3</sub> -N	P	Ca, Mg, Mn, K
Ca	Mg, Fe, B, Mn	
K	Ca, Mg, NH <sub>4</sub> -N, B	NO <sub>3</sub> -N
Mg	Ca	P



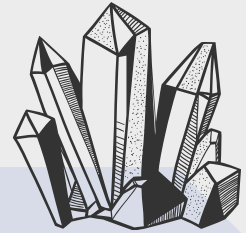
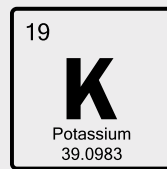
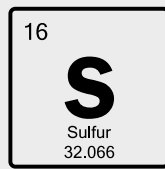
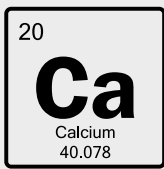
### Die wichtigsten Antagonisten und Synergismen (Fortsetzung)

Ursache	Wirkung	
	<i>Erschwert die Aufnahme (Antagonismus)</i>	<i>Fördert die Aufnahme (Synergismus)</i>
Hohe Konzentration		
Mn	Mg, Fe, Zn, NH <sub>4</sub> -N	
Cl	P, NO <sub>3</sub>	Ca
Na	Ca	P
P	Fe (Ca, B, Cu)	Zn
Cu	Fe, B	
SO <sub>4</sub> -S	Mo	Ca
Zn	P	
Optimale Versorgung: B		K, Ca, P
Mangel: B	K, Mg, P	“Kohlenhydratstau”



**Wie kommt eigentlich das freie Aluminium in die Pflanze?** Das ist vielleicht bei einer Blattsaftanalyse oder ähnlichem mal aufgefallen, obwohl der pH-Wert in Ordnung ist. Der Grund kann hier bei der Mineralisierung des Bodens, also dem Abbau von Humus liegen, bei der gebundene Ionen wieder frei werden. Das freie Aluminium kann toxisch auf Pflanzen und Bodenleben wirken.

Als hilfreiche Maßnahme dagegen hat sich eine Siliziumspritung mit organischem Silizium (nur 1-2 kg/ha) gezeigt (nach Dr. Ingrid Hörner).



## Was solltest du vor der Kalkung beachten?

Bei niedrigen Humusgehalten und einer geringen Basenkonzentration ist auf Grundkalkungen angewiesen (Eine Grundkalkung von 1 t/ha sollte pro Jahr auf den Flächen durchgeführt werden). Bei hohen Humusgehalten, die regelmäßig mit Mist organisch nachdüngt werden, sollte auf die Grundkalkung verzichtet und nur bei Bedarf gekalkt werden. Aber auch hier sollten vor der Kalkung des Bodens einige wichtige Punkte beachtet werden, um eine optimale Düngung zu gewährleisten.

**1. Bodenanalyse:** Bevor man mit der Kalkung beginnt, sollte eine Bodenanalyse durchgeführt werden, um den aktuellen pH-Wert und den Gehalt an Calcium (Ca) und Magnesium (Mg) im Boden zu bestimmen. Mg<sup>+</sup> wirkt bspw. 1,4-mal stärker auf den pH-Wert ein als Ca<sup>+</sup>. Dies ist wichtig, um den richtigen Kalk für die Fläche herauszufinden.

**2. Berücksichtigung der Nährstoffverhältnisse:** Die Nährstoffverhältnisse im Boden sollten berücksichtigt werden, da sie einen unterschiedlichen Einfluss auf den pH-Wert haben können. So kann beispielsweise eine hohe Konzentration an Magnesium den pH-Wert erhöhen, während eine hohe Konzentration an Kalium den pH-Wert senken kann.

**3. Entscheidung zwischen verschiedenen Ausgangsmaterialien:** Bei der Kalkung des Bodens stehen verschiedene Ausgangsmaterialien zur Auswahl, wie zum Beispiel Dolomit, Gips oder Algenkalk. Dolomit enthält sowohl Calcium als auch Magnesium, während Gips nur Calcium, aber auch Schwefel enthält. Die Wahl des Ausgangsmaterials hängt von den Bedürfnissen des Bodens ab.

**4. Calciumdefizit:** Wenn ein Calciumdefizit im Boden vorliegt, kann eine Kopfkalkung/Spritzkalkung mit Gips/Kristallkalk als Calciumdünger durchgeführt werden. Dabei wird zum Beispiel Gips auf die Bodenoberfläche aufgebracht und anschließend eingearbeitet oder Kristallkalk auf den Bestand gespritzt.

**5. In welcher Form wird ausgebracht:** Willst du eine Kopfkalkung (200 kg/ha) machen oder eine Spritzkalkung (1-2 kg/ha)? Hier liegen die Ausbringmengen stark auseinander.

Idealerweise ist der pH-Wert zwischen 6 -7 (Wassermessung). Falls er über 7,5 oder unter 5,5 pH liegt, werden einzelne/verschiedene Nährstoffe festgelegt und sind nicht mehr pflanzenverfügbar. Pilze gedeihen lieber im sauren Mileu.



**TIPP:** Ob der Kalk, der in der Bodenprobe angezeigt wurde, auch verfügbar ist, kannst du einfach auf dem Feld überprüfen mit der HCl-Probe (**Karbonatetest**), siehe Bodentestübersicht. Wenn es schäumt, ist noch Kalk verfügbar.

**Eine Kinsey/Albrecht-Standardanalyse kostet ca. 85,-€ pro Probe und sollte alle 2 bis 4 Jahre wiederholt werden. Große Mengeneempfehlungen sollten in Teilgaben aufgespalten werden.**



[Ca:Mg-Verhältnis im Boden und warum das wichtig ist](#)



[http://](#)

[Bodenanalyse nach Nährstoffverhältnissen von Geobüro Christophel](#)



[http://](#)

[Bodenanalyse nach Nährstoffverhältnissen von Bodenbalance](#)

# VORTEILE FÜR BODEN UND KLIMA DURCH PFLANZENKOHLE

Ein Gastbeitrag von Malena Rohwer & Christoph Thomsen  
Kontakt: [malena@schierbecker.org](mailto:malena@schierbecker.org)

## Was ist Pflanzenkohle?

Pflanzenkohle ist ein Material, das aus organischem Material, wie Pflanzenresten wie Holzschnitt, bei sehr hohen Temperaturen (400-700°C) unter Luftabschluss, durch einen Prozess namens Pyrolyse, hergestellt wird. Dabei entsteht in der Pflanzenkohle eine extrem große Oberfläche, die für die guten Eigenschaften der Nährstoff- und Wasserspeicherung verantwortlich ist. Sie besteht hauptsächlich aus Kohlenstoff (40-90 %) und enthält auch Spurenelemente und Mineralien, je nachdem welche Ausgangsmaterialien benutzt wurden. Wenn Pflanzenkohle in den Boden eingebracht wird, bleibt sie dort sehr lange stabil – zwischen 100 und 1000 Jahren. 1 Tonne Pflanzenkohle kann etwa 2,2 Tonnen CO<sub>2</sub> binden.

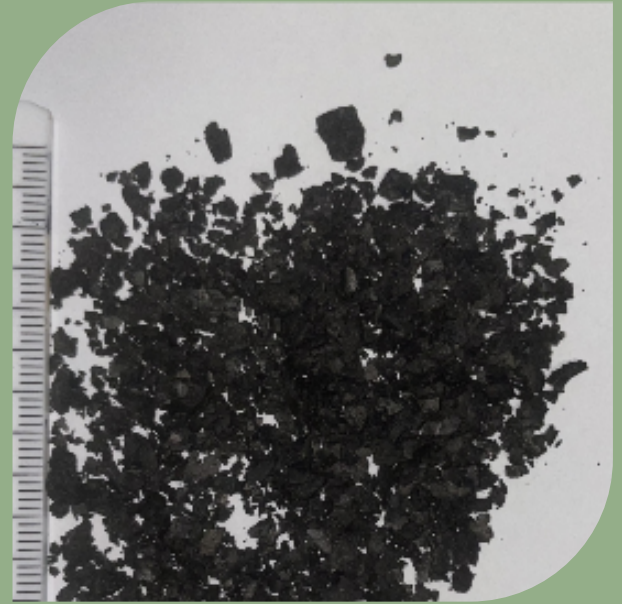
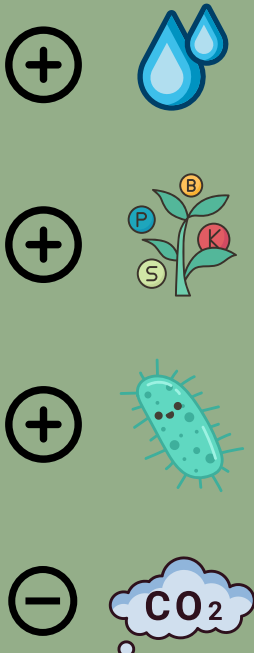


Foto credits: Malena Rohwer

## Wie hilft Pflanzenkohle dem Boden? Ein Schwamm für den Boden



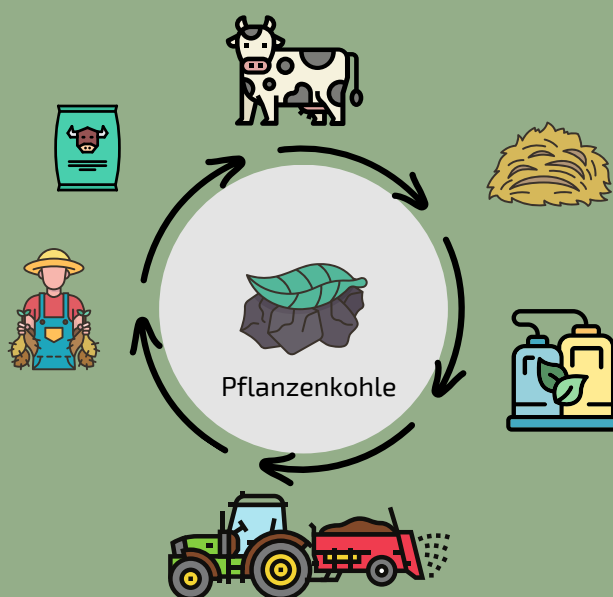
Die hohe Oberfläche der Pflanzenkohle, im speziellen ihre Porengröße, ist abhängig vom Ausgangsmaterial. 1 Gramm Pflanzenkohle hat eine Oberfläche von 300 bis 500 m<sup>2</sup> und kann damit viel Wasser und Nährstoffe aufnehmen und langsam wieder an die Pflanzen abgeben, ähnlich wie ein Schwamm.

Pflanzenkohle bietet außerdem einen Lebensraum für Mikroorganismen im Boden und hilft, die Aktivität der Mikroben zu steigern. Zudem erhöht Pflanzenkohle die Kationenaustauschkapazität des Bodens. Das bedeutet, dass der Boden fruchtbarer wird und mehr Nährstoffe halten kann.

## Wie verwendet man Pflanzenkohle?

Wichtig: Pflanzenkohle ist **kein** Dünger! Bevor sie in den Boden eingebracht wird, muss sie mit Nährstoffen „aufgeladen“ werden. Wenn sie direkt in den Boden kommt, könnte sie den Pflanzen zunächst Nährstoffe entziehen und das Wachstum verlangsamen. Das „Aufladen“ kann durch die Zugabe von Pflanzenkohle in Gülle oder Mist erfolgen, oder indem sie den Tieren als Futter gegeben wird (0,1-1 % des Futters, der Gülle oder des Mists). Die Pflanzenkohle sollte am besten direkt im Wurzelbereich der Pflanzen angewendet werden.

**Wo hilft Pflanzenkohle?** Die größten Erfolge mit Pflanzenkohle lassen sich v.a. auf sandigen, humusarmen Böden erzielen. Auf sehr guten Standorten sind die Effekte als gering einzuordnen.






Landwirtschaftlicher Kreislauf – Mögliche Einsatzbereiche der Pflanzenkohle

## Fazit

Pflanzenkohle kann auf vielen Ebenen positive Effekte für die Landwirtschaft haben. Je früher sie in das landwirtschaftliche System eingebracht wird, desto mehr positive Auswirkungen lassen sich erzielen.

## Weiterführende Informationen

- [http://](http://agrarforschungschweiz.ch)  Agroscope Studie, 2021: Pflanzenkohle in der Landwirtschaft ([agrarforschungschweiz.ch](http://agrarforschungschweiz.ch))
- [http://](http://infratrace.ch)  Infratrace: Tutorial zur Unterstützung von Nährstoffkreisläufen mit Pflanzenkohle ([infratrace.ch](http://infratrace.ch))
-  Terra Preta: Mit Pflanzenkohle die Welt retten – Teil 4 „Das Wunder Terra Preta“ ([youtube.com](http://youtube.com))



## Was ist bei der Qualität von Pflanzenkohle wichtig?

Nur Pflanzenkohle von guter Qualität sollte verwendet werden. Ein Zertifikat wie das European Biochar Certificate (EBC) kann die Qualität bestätigen. Minderwertige Pflanzenkohle kann schädliche Stoffe wie PAKs (polyaromatische Kohlenwasserstoffe) enthalten, die den Boden belasten können.



## Wo wirkt Pflanzenkohle am besten?

Besonders auf sandigen und humusarmen Böden zeigt Pflanzenkohle die besten Ergebnisse. Auf sehr fruchtbaren Böden sind die Effekte kleiner.

# Konservierende Bodenbearbeitung

Weniger Bodenbearbeitung und insbesondere weniger tiefes Pflügen bringen erstmal eine große Herausforderung.

Was gibt es für Möglichkeiten?

Die konservierende Bodenbearbeitung, auch als reduzierte oder minimal-invasive Bodenbearbeitung bekannt, ist ein landwirtschaftliches Anbausystem, das darauf abzielt, die Bodenstruktur, den Humusgehalt und die biologische Aktivität im Boden zu erhalten oder zu verbessern. Dabei wird der Boden weniger intensiv bearbeitet als bei herkömmlichen Pflugverfahren. Es gibt verschiedene Methoden der konservierenden Bodenbearbeitung, darunter:

1

**Mulchsaat (No-Till):** Bei der Mulchsaat wird auf jegliche Bodenbearbeitung verzichtet, und die Saat wird direkt in den Boden eingebracht, ohne den Boden vorher umzubrechen oder zu pflügen. Dies hilft, die Bodenerosion zu reduzieren, den Humusgehalt zu erhöhen und die Bodenbiologie zu fördern.

**Streifenbearbeitung (Strip-Till):** Hierbei wird der Boden nur in schmalen Streifen bearbeitet, in denen die Saatgutablage erfolgt. Die Flächen zwischen den Streifen bleiben ungestört, wodurch der Schutz vor Erosion und der Erhalt der Bodenstruktur verbessert werden.

2

**Grubberbearbeitung (Chisel Plowing):** Bei der Grubberbearbeitung wird der Boden mit speziellen Grubbern gelockert, die den Boden weniger intensiv bearbeiten als herkömmliche Pflüge. Dies führt zu einer weniger tiefen Bodenumwälzung und hilft, die Bodenstruktur und die biologische Aktivität zu erhalten.

3

**Pflugloses Pflanzen (Minimum Tillage):** Hier wird der Boden nur in geringem Maße bearbeitet, meist durch flaches Lockern der oberen Bodenschicht, bevor die Saat eingebracht wird. Dies hilft, die Bodenstruktur und den Humusgehalt zu erhalten.

4

## Die konservierende Bodenbearbeitung bietet mehrere Vorteile gegenüber herkömmlichen Pflugverfahren, darunter:

- Reduzierung der Bodenerosion
- Verbesserung der Bodenstruktur und des Humusgehalts
- Erhöhung der biologischen Aktivität im Boden
- Verringerung des Energie- und Arbeitsaufwands bei der Bodenbearbeitung
- Schutz der Wasserressourcen durch reduzierte Nährstoffauswaschung

Allerdings bringt die konservierende Bodenbearbeitung auch Herausforderungen mit sich, wie die Kontrolle von Unkraut und Schädlingen oder die Anpassung an lokale Klima- und Bodenbedingungen. Daher ist es wichtig, das passende System der konservierenden Bodenbearbeitung für die spezifischen Bedingungen und Anforderungen des landwirtschaftlichen Betriebs auszuwählen und gegebenenfalls Anpassungen vorzunehmen.

## Möglichkeiten der Unkrautkontrolle bei konservierender Bearbeitung

- **Mulchen:** Durch das Aufbringen von organischem Mulch wie Stroh wird Unkrautwachstum unterdrückt, Bodenfeuchtigkeit bewahrt und Bodenstruktur verbessert.
- **Mechanische Unkrautbekämpfung:** Durch Hacken oder Striegeln können Unkrautpflanzen entfernt oder ihr Wachstum unterdrückt werden, wobei auf sorgfältige Anwendung geachtet werden muss.
- **Falsche Saatbettvorbereitung:** Unkrautsamen werden durch Lockern des Bodens vor der Hauptkultur ausgesät und dann durch flaches Lockern oder Hacken entfernt.
- **Flächenrotte mit Hackfräse:** Flache Bearbeitung der oberen Bodenschichten mit Hackfräse zur Unkrautbekämpfung, ohne den Boden zu stark umzuwälzen.
- **Fruchtfolge:** Durch Planung und Rotation von Kulturpflanzen können Unkrautpopulationen reduziert und die Unkrautdynamik gestört werden.
- **Untersaaten und Zwischenfrüchte:** Durch Untersaaten oder Zwischenfrüchte wird der Unkrautdruck reduziert und gleichzeitig Boden vor Erosion geschützt.
- **Optimale Pflanzdichte und Saatbettvorbereitung:** Höhere Pflanzdichte und gute Saatbettvorbereitung verschieben die Konkurrenz zugunsten der Kulturpflanzen.
- **Flache Stoppelbearbeitung:** Flaches Bearbeiten der Stoppeln nach der Ernte, um Unkraut und Samen zu zerkleinern und schnelle Zersetzung zu fördern.
- **Robotik und Präzisionstechnik:** sind auch immer mehr im Einsatz für gezielte Unkrautbekämpfung, ob mit Laser (Hitze) oder Einsatz von Minimalstoffen.



[Kunst des Ackerbaus mit Direktsaat \(soilify\).](#)

[Gesellschaft für konservierende Bodenbearbeitung](#)

[Direktsaat bei 400mm Niederschlag Reto Stocker](#)



# Direktsaat und flache Bodenbearbeitung - welche Maschinen kommen in Frage?

Die passenden Maschinen für die flache Bearbeitung sind das A und O, deshalb haben wir hier einen kleinen Überblick zusammengestellt.

**Im regenerativen Landbausystem steht die Förderung der Bodengesundheit und die Bewahrung der Bodenstruktur im Mittelpunkt. Deshalb sind Geräte zur Bodenbearbeitung, die den Boden weniger stören und die Bodenbiologie unterstützen, von Vorteil.**

**Hier sind einige empfohlene Bodenbearbeitungsgeräte für regenerative Landwirtschaftssysteme:**



1

**Direktsaatmaschinen:** Diese ermöglichen das direkte Säen von Saatgut in den Boden ohne vorherige Bearbeitung. Dadurch wird die Bodenstörung minimiert und die Bodenstruktur bleibt erhalten. Direktsaat fördert auch die Bodenfeuchtigkeit und die Bodenbiologie, indem organische Rückstände an der Bodenoberfläche belassen werden.



2

**Strip-Till-Geräte:** Strip-Till-Systeme bearbeiten nur einen schmalen Streifen im Boden, in dem das Saatgut platziert wird, während der Rest des Bodens ungestört bleibt. Dies reduziert Bodenerosion und fördert die Bodenbiologie durch das Belassen von organischen Rückständen an der Bodenoberfläche.

3

**Flachgrubber für ultraflache Bearbeitung:** Diese Geräte bearbeiten den Boden in geringer Tiefe (normalerweise 4-5 bis max. 10 cm), um Unkraut zu kontrollieren und die Bodenoberfläche leicht zu lockern. Sie sind weniger störend als herkömmliche Pflüge und tragen zur Erhaltung von Bodenstruktur und -biologie bei.

**Mulchgeräte:** Diese werden verwendet, um Pflanzenrückstände und organisches Material auf der Bodenoberfläche zu zerkleinern und zu verteilen. Dies fördert die Bodenbiologie und trägt zur Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit und Wasserhaltefähigkeit bei.

4

**Kettenscheibeneggen:** Diese bestehen aus schweren Schrubbscheiben, die in den Boden eindringen und die Oberfläche auflockern und eine glatte Stoppelbearbeitung bei hoher Arbeitsleistung ermöglichen. Sie sind nützlich, um Pflanzenrückstände einzuarbeiten und eine gute Stoppelbearbeitung zu gewährleisten, während die Bodenstörung minimiert wird.



5

**Mulchgeräte:** Bei der Mulchstrategie nach Gerhard Weishäupl/Geohobel von Rath wird zunächst die Flächenrotte mit einem flachen Hackschnitt mit einer Hackfräse (rechtwinklige Messer) eingeleitet. Hier wird ein Fermentationsmittel wie EM oder Sauerkrautsaft mit ausgespritzt. Nach 10-14 Tagen erfolgt dann eine zweite Fräsung auf 8 cm mit gleichzeitiger Saatgut-ablegung auf gleicher Höhe. Wichtig ist, dass der Boden offen (ohne Anwalzen) bleibt und das Saatgut auf dem wasserführenden Bodenabschluss aufliegt (Es sollte nach der Saat nicht regnen).

6

**Rollwalzen:** Unterschiedliche Strategien erfordern unterschiedliche Bearbeitungen – nach Witte würde die Walze direkt im Anschluss der Aussaat helfen eine leichte Grenzfläche (bspw. 30 cm Walze) zu erschaffen. Hier soll das CO<sub>2</sub> unter der Grenzfläche gehalten werden, bis das aktive Bodenleben dies wieder auflöst. Sie tragen dazu bei Bodenfeuchtigkeit zu erhalten und Bodenerosion zu reduzieren.

Kettenscheibenegge, Hackfräse, Geohobel, Kvik, Busa, Saphier, Kreiselegge mit Querschneide. Diese Beispiele sind Maschinen, die in der Praxis für ultraflache Bodenbearbeitung eingesetzt werden. Wichtig ist ein sauberes Abschneiden im Wachstumshorizont der Pflanzen, ca. 2 bis 4 cm tief. Eine Enterdung der Wurzeln und Vermischung der Pflanzenreste mit Erde und Luft ist von Vorteil. Eine Zumischung von Fermenten (EM, Sauerkrautsaft, Molke oder Ähnliches) wird zur Förderung einer Flächenrotte empfohlen.

Bei der Auswahl von Bodenbearbeitungsgeräten für regenerative Landwirtschaftssysteme ist es wichtig, die spezifischen Bedürfnisse und Ziele des Betriebs zu berücksichtigen. Dabei sollten Geräte ausgewählt werden, die die Bodenstruktur, Bodenbiologie und das Mikrobiom erhalten und fördern.

*Die Auswahl hier erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern soll nur Möglichkeiten aufzeigen.*



[Eine regenerative Reise mit Alexander Klümper](#)



[Flache Bodenbearbeitung – 15 Grubber im Vergleich](#)



# WEGE DES KOMPOSTS

# Wirtschaftsdünger



**Wirtschaftsdünger sind wichtige Quellen für Nährstoffe und organische Substanz in der Landwirtschaft. Um das Potenzial dieser Dünger zu maximieren und Umweltbelastungen zu minimieren, gibt es verschiedene Methoden zur Aufbereitung. Die Aufbereitung von Wirtschaftsdüngern kann folgende Vorteile bieten:**

- **Vermeidung von Fäulnis**
- **Verbesserung der Nährstoffverfügbarkeit**
- **Hygienisierung von Schadorganismen**
- **Reduktion von Geruchs- und Schadstoffemissionen**
- **Verbesserung der Bodenstruktur**

**Im Folgenden wird ein Überblick über die wichtigsten Aufbereitungsmethoden für Wirtschaftsdünger gegeben.**

Was verstehen wir unter Wirtschaftsdüngern? Wirtschaftsdünger, wie Gülle, Mist und Biogasgärreste, sind wichtige Quellen für Nährstoffe und organische Substanz, die in landwirtschaftlichen Betrieben verwendet werden können.

Um das Potenzial dieser Dünger zu maximieren und Umweltbelastungen zu minimieren, gibt es verschiedene Methoden zur Aufbereitung von Wirtschaftsdüngern.

Beim Aufbereiten von Wirtschaftsdüngern werden oft Hilfsstoffe verwendet, um die Rotte zu begünstigen und die Nährstoffe zu binden. Folgende Hilfsmittel oder Hilfsstoffe können für Wirtschaftsdünger und deren Aufbereitung verwendet werden:

- Einsatz von Steinmehlen (Biolith, Zeolith, Klinoptilolith)
- Einsatz von Pflanzenkohle und/oder huminstoffreichen Stoffen aus Braunkohle (Leonardit, Fir Humic Clay)
- Einsatz von Mikroorganismen (EM, Kanne, AM plus, Sauerkrautsaft, Sobac, Molke)
- Einsatz von technischer Homöopathie (Plocher, Inwaquarz, Bioaktiv)
- Belüftung (BioReco, Agrosolution, Kläranlagentechnik)
- Muttererde als Zuschlagstoff (v. a. in Kompostierung)



## Rotte vs. Fäulnis

Frei nach Dr. Gustav Rhode Humuswirtschaft und Kompostierung 1950

Fäulnis und Rotte sind zwei unterschiedliche Abbauprozesse organischer Substanz.

**Fäulnis** findet ohne Luftsauerstoff statt (anaerob) und ist gekennzeichnet durch:

- Fäulnisbakterien und Fliegenmaden als Hauptbeteiligte
- Geringere Wärmeentwicklung
- Freisetzung von Methan, Schwefelwasserstoff, Ammoniak, Indol und Skatol
- Gestank (schlechter Geruch)
- Schädigung der Pflanzenqualität

**Rotte** findet mit Luftsauerstoff statt (aerob) und ist gekennzeichnet durch:

- Schimmelpilze, Schimmelhefen, sauerstoffliebende Bakterien, Strahlenpilze, Hutpilze sowie Regenwürmer und andere Bodentiere als Hauptbeteiligte
- Höhere Wärmeentwicklung
- Freisetzung von Stickstoff, Kohlendioxid und Wasser
- Kein unangenehmer Geruch
- Verbesserung der Pflanzenqualität

**Gärung bzw. Fermentierung** ist auch ein Stabilisierungsprozess, der bspw. auch in Silierung oder Bokaschierung angewendet wird. Bei der Fermentierung werden Nährstoffe konserviert bspw. in der Milchsäurefermentierung (Rottelenkung), um erst später im Boden verstoffwechselt zu werden.

**Fäulnis ist ein unerwünschter Prozess, der zu Umweltbelastungen und Qualitätsverlusten führen kann.**

**Rotte hingegen ist ein wünschenswerter Prozess, der zu einem hochwertigen Dünger führt.**

### Was nehmen wir davon mit?

- ➔ **Fäulnis sollte vermieden werden, da sie negative Auswirkungen auf die Bodenfruchtbarkeit hat.**
- ➔ **Rotte/Fermentierung ist der gewünschte Abbauprozess, da er Humus bildet und die Bodenfruchtbarkeit fördert.**

Um Fäulnis zu vermeiden, sollte Wirtschaftsdünger mit Luftsauerstoff in Kontakt gebracht werden. Dies kann durch Kompostierung, Belüftung oder andere Verfahren erreicht werden.



# Kleine Übersicht über Wege der Mistkompostierung

## Fest-Flüssig-Trennung

Durch diese Methode wird der feste von dem flüssigen Teil des Wirtschaftsdüngers getrennt. Dies kann durch mechanische Verfahren wie Schneckenpressen, Siebtrommeln oder Zentrifugen erfolgen. Diese Praxis findet vor allem in Biogasanlagen oder teilweise in Rindergülle statt. In Festmistverfahren entstehen Mist und Jauche, die aufgefangen und getrennt werden durch Jaucherinnen.

**Feststoffe** können zur Kompostierung verwendet werden, während der flüssige Teil nach Aufbereitung als Dünger eingesetzt werden kann.

## Anaerobe Vergärung

Anaerobe Vergärung ist ein biologischer Prozess, bei dem Mikroorganismen organische Substanz unter anaeroben Bedingungen abbauen und umbauen können. Das wird z. B. auch bei der Silierung genutzt. Beim Einsatz von EM (effektiven Mikroorganismen) nennt man dies Bokaschierung. Auch Mist lässt sich bokaschieren.

## Kompostierung

Kompostierung ist ein biologischer Prozess, bei dem Mikroorganismen organische Substanz unter aeroben Bedingungen abbauen und in Humus umwandeln. Mist und feste Güllebestandteile können kompostiert werden, um stabile, humusreiche Dünger zu erzeugen. Dies verbessert die Nährstoffverfügbarkeit und reduziert Geruchs- und Schadstoffemissionen.\* In der Praxis laufen anaerobe Prozesse neben aeroben Prozessen ab. In einem Krümel herrschen anaerobe Verhältnisse. Obwohl in der Kompostierung fäulnisfähige Stoffe entstehen, sollte Fäulnis möglichst verhindert werden.



Foto: Sandra Winther

## Anaerobe Faulung

Anaerobe Faulung wird zur Biogasherstellung (Methan und Kohlendioxid) genutzt. Gülle und andere organische Abfälle können in Biogasanlagen fermentiert werden, um erneuerbare Energie zu erzeugen und gleichzeitig die organische Substanz für die Düngung aufzubereiten.

## Pelletierung oder Granulierung

Feste Wirtschaftsdünger können auch pelletiert oder granuliert werden, um die Handhabung, Lagerung und Anwendung zu erleichtern. Durch die Pelletierung oder Granulierung entstehen gleichmäßige, leicht streubare Produkte, die besser auf den Feldern verteilt werden können. Die Mikrobiologie kann durch Presshitze verloren gehen.

## Aufbereitung durch Separation und Trocknung

Gülle kann durch Separationsverfahren wie Dekanter-Zentrifugen oder Filterpressen weiter aufbereitet werden, um den Trocken-substanzgehalt zu erhöhen und Nährstoffkonzentrationen zu optimieren. Die getrockneten Feststoffe können als organische Düngemittel oder Stall-Einstreu (Hygiene beachten, aus Nawaro-Anlagen!, also nicht aus Exkrementen) verwendet werden, während die flüssige Fraktion als Flüssigdünger eingesetzt wird. Bei Fäulnisprozessen oder auch im frischen Material gibt es oft Krankheits-erreger und/oder auch toxische Stoffe (Putrescin, Kadaverin), die durch eine weitere Aufbereitung beseitigt werden können.

Es gibt viele  
Unterschiedliche  
Methoden der  
Mistkompostierung.  
Ob Trennung,  
Kompostierung oder  
Vergärung!

Fäulnisfähige  
Stoffe sind im  
Ausgangsmaterial  
meist vorhanden.  
Werden dann aber  
während des  
Kompostierungs-  
prozesses  
umgesetzt.

## Aufbereitung durch chemische Verfahren

Verschiedene chemische Verfahren können zur Aufbereitung von Wirtschaftsdüngern eingesetzt werden, um Nährstoffkonzentrationen zu ändern, Schadstoffemissionen zu reduzieren oder die Düngerqualität zu verbessern. Zum Beispiel kann die Zugabe von Schwefelsäure zur Gülle die Ammoniakemissionen reduzieren – dann wird allerdings die Mikrobiologie geschädigt.



[Kleegraskompostierung von Profis erklärt](#)



[Auf der Suche nach dem besten Kompost](#)



[Wurmkompostierung: das kontinuierliche System bei Vermigrand](#)



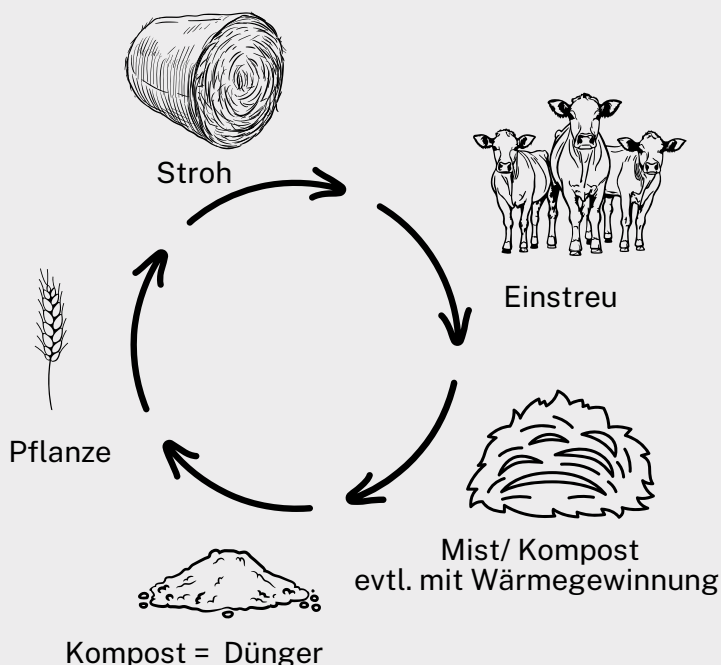
# Kaskadennutzung

Was versteht man unter Kaskadennutzung? Wie können damit Ressourcen geschont werden? Und wie kann der Wirkungsgrad von Zusatzstoffen erhöht werden?

## Was bedeutet Kaskadennutzung?

Die Kaskadennutzung wird auch als „Mehrfachnutzung“ bezeichnet. Dabei ist gemeint, dass ein Rohstoff oder Zusatzstoff über mehrere zeitlich aufeinanderfolgende Stufen genutzt wird und sich möglichst lange in einem Wirtschaftssystem befindet. Das Ziel ist es, den Rohstoff/ Zusatzstoff so häufig und so effizient wie möglich zu nutzen und einen schnellen Kapitalrückfluss zu gewährleisten.

Es gibt unzählige Möglichkeiten der Kaskadennutzung in einem Betrieb. Der Rohstoff Stroh kann z.B. direkt in den Boden eingearbeitet werden oder das Stroh wird zunächst als Einstreu verwendet, dann der Mist in einem Biomeiler zur Wärmeengewinnung genutzt (siehe S. 102) und somit zu einem hochwertigem Dünger kompostiert, der wiederum für gesundes Pflanzenwachstum sorgt.



## Praktische Beispiele für die Kaskadennutzung von Zusatzstoffen:

Ähnlich wie Rohstoffe, lassen sich auch Zusatzstoffe mehrfach nutzen. Die **Wirtschaftsdüngeraufbereitung** ist ein passendes Beispiel. Zur Verhinderung von Fäulnis, dem Binden von Schadstoffen und das Speichern von Nährstoffen im Boden, ist die Aufbereitung von unseren Wirtschaftsdüngern wichtig.

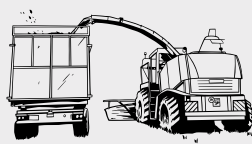
Dazu stehen uns, wie in Kapitel Wirtschaftsdüngeraufbereitung (ab S. 95) erwähnt, einige Mittel zur Verfügung:

- Effektive Mikroorganismen (EM) , Heutee
- Zeolith
- Biolith
- Pflanzenkohle
- Leonardit
- Energetische Komponenten z.B. INWA-Quarz, Huminstoffe
- Wasserbelebung
- Huminsäuren
- Eine Kombination aus allem

Die Zusatzstoffe können überwiegend direkt in dem Wirtschaftsdünger eingesetzt werden. Viele der genannten Zusatzstoffe finden schon bei der Futterernte, bei der Fütterung oder im Stall Anwendung. Dabei können die Zusatzstoffe in allen Bereichen eine positive Wirkung erzielen. Schon bei dem Nutztier können sich so positive Wirkungen erzeugen, die im späteren Wirtschaftsdünger weiterhin vorhanden sind. Auf der nächsten Seite sind einige Beispiele aufgeführt.

1

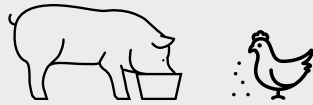
## Futterernte



Schon bei der Futterernte lassen sich Prozesse verändern, sodass wir die genannten Mittel mit einbringen können. Gerade in der Rinderhaltung besteht die Möglichkeit durch Siliermittel auf EM-Basis (Alternativen zu EM sind AM plus, Kanne Brottrunk, Sauerkrautsaft oder spezielle Siliermittel von anderen Anbietern) das Futter zu verbessern. Auch Heu und Stroh können mit EM's beimpft werden, sodass die Bildung von Hefen und Schimmelpilzen im Lager verhindert wird. Natürlich muss vor allem auf die Vermeidung von Verschmutzung und Verhinderung von Lagerverlusten geachtet werden. Ein Zaubermittel ist ein Siliermittel nicht.

2

## Fütterung



Bei der Fütterung können viele Produkte schon im Tier wirken. Dazu benötigen Futtermittel in Deutschland eine Futtermittelzulassung. Auf dem Markt sind vor allem EM's, Zeolith und Pflanzenkohle, sowie Huminsäuren mit einer solchen Futtermittelzulassung ausgestattet. Selbstredend steht für jede Tierart eine ausgeglichene und bedarfsgerechte Ration im Vordergrund. EM's wirken milieusteuernd und somit positiv z.B. auf das Verdauungssystem und helfen so Nährstoffe aufzuschlüsseln. Urgesteinsmehl wie Zeolith ist nicht nur eine Siliziumquelle, sondern hat auch eine besonders große Oberfläche, die Giftstoffe binden kann. Ähnliche Eigenschaften hat auch die Pflanzenkohle. Die eingesetzten Produkte gelangen so durch das Tier in den Wirtschaftsdünger. Die guten Eigenschaften sind hier nicht „aufgebraucht“, sie entfalten auch hier die gewünschte Wirkung.

3

## Im Stall



Auch im Stall lassen sich die Produkte zur Wirtschaftsdüngerzubereitung bereits verwenden, z.B. für ein besseres Stallklima. EM's lassen sich wunderbar im Stall vernebeln. Sie bewirken, dass die Luft quasi gewaschen wird. Gute Erfahrungen wurden z.B. bei der Bekämpfung von Kälberflechten gemacht. Auch im Legehennen Bereich gibt es Berichte aus dem Netzwerk, dass die Vernebelung von EM's gegen Milben hilft. In den Liegeboxen von Rindern oder auch in der Einstreu von Schweinen, Schafen, Ziegen oder Hühnern kann man EM's, Zeolith, Biolith und Pflanzenkohle einsetzen. Der Vorteil ist nicht nur, dass die Produkte Ammoniak binden und so die Luft besser wird, sondern auch noch für ein gesundes Milieu in der Einstreu sorgen. Während gerade Kalk in den Liegeboxen häufig die Haut der Tiere angreift, sind Urgesteinsmehle pH-Wert neutral. Pflanzenkohle hat den weiteren Vorteil, dass sie viel Wasser aufnehmen kann und so für trockene Liegeflächen sorgt. EM's sollten allerdings nicht in Tiefstreuboxen eingesetzt werden, da die Mistmatte durchlässig werden kann und die Tiere bis zum Bauch versinken könnten. Auch bei der Verwendung von EM's, Urgesteinsmehlen und Pflanzenkohle in Klauenbädern wurden gute Erfahrungen gemacht. Gerade gegenüber Desinfektionsmittel, die sonst häufig in Klauenbädern verwendet werden, und einen negativen Einfluss auf die Mikrobiologie der Gülle hat. Nach oder während der Anwendung im Stall gelangen die Produkte in den Wirtschaftsdünger.





# Kompostsysteme

## Johnson-Su-Kompost

Für einen pilzdominierten Kompost

Beispiel aus dem Netzwerk



### Was macht den Johnson-Su-Kompost aus?

- nur einmalige Anlage, dann keine Wendung
- einfache Konstruktion ohne extra Geräte
- pilzdominiertes Endergebnis
- nur wenig Ausbringungsmenge nötig als Inokulat oder in Saatloch
- Stärkung des Bodenmikrobioms



[Johnson-Su-Kompost: Der Bau](#)



[Johnson-Su-Kompost: Selbst herstellen](#)



[Mikrobiom im Boden aufbauen](#)



[Johnson-Su-Bioreaktor](#)

# Kompostsystem Der Biomeiler

## Nutzung der Wärme im Kompost

Beispiel aus  
dem Netzwerk

### Was macht den Biomeiler aus?

- nur einmalige Anlage, dann keine Wendung nötig
- Nutzung der Wärme über Wärmetauscher im Winter möglich (ca.1-2 Winter)
- Temperaturen von 50-60°C
- Holzbasierte Materialien (hier: ca. 80 % Hackschnitzel, 15 % Hühnermist, 5 % Gärreste, Steinmehl, sowie Dinkelspelzen)
- neben der Wärmeerzeugung hat man nach 2 Jahren sehr guten Kompost



Ausführliche Erklärung zum Aufbau des Biomeilers



[Biomeiler und Kompostheizung - Energiegewinnung mit dem Kompost](#)



Kompostheizung im Winter - Der Biomeiler erklärt



[Native Power sind Spezialisten zum Biomeiler-Bau und geben auch Workshops](#)

# Gesunde Pflanzen – gesundes Tier – gesunde Gülle

## Beispielrezept für Rindergülle Aufbereitung mit Mikroorganismen und Gesteinsmehl – von Thomas Hellmann

Über den Kaskadeneinsatz kann schon an verschiedenen Stellen geschraubt werden für gesunde Gülle. Beim Futtermittel, also beim Erstellen der Silage, als Futterzusatz, als Einstreu, als Direktzugabe. Am sinnvollsten ist der Einsatz natürlich möglichst früh.

Hier ein paar Rezeptbeispiele:

### im Siliermittel:

- EmikoSilan: 400 ml/t FM Gras, 600–800 ml/t FM MS

### Futterzusatz:

- Ferment: EmikoEFM 25 ml/Tier/Tag
- Gesteinsmehl: Zeolith CeoBellfürs Tier 250 g/Tier/Tag

### Liegeflächeneinstreu:

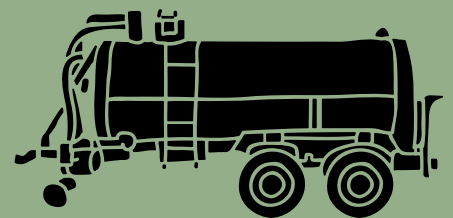
- Ferment: Emiko Güllezusatz 2 l/100m<sup>2</sup> 2-3 mal pro Woche
- Gesteinsmehl: Zeolith CeoBellDust 30 g/m<sup>2</sup> 2-3 mal pro Woche

### Direkt in die Gülle (mind. 4 Wochen vor Ausbringung):

- Pflanzenkohle: 2–6 l/m<sup>3</sup> Gülle oder Leonardit 10 l/m<sup>3</sup> Gülle oder
- Zeolith mind. 3 kg/m<sup>3</sup>, Biolit 25–30 kg/m<sup>3</sup>
- zusätzl. InWaQuarz Pflanze: 0,4 l/ha (wenn die Gülle nicht in die Biogasanlage geht)
- weitere Mittel sind betriebsbedingt zu entscheiden

### Vorteile:

- Fließfähigere Gülle
- weniger Gestank
- Kompostierung statt Verfaulung



*“Gülle, die stinkt  
ist scheiße”  
Thomas Hellmann*



Empfehlung: Um rauszufinden was Einzelbetrieblich gut passt können Güllebelebungsversuche in kleinen Gefäßen angesetzt werden zu optimalen Mittelwahl! Auch dafür sind Mikrobiomuntersuchungen (bspw. bei Frau Dr. Schwagerick) hilfreich!

Kontakt zu Thomas Hellmann findet ihr [hier](#) (Einzelbetriebliche Beratung).  
Weiteres zu EM und Emiko [hier](#).

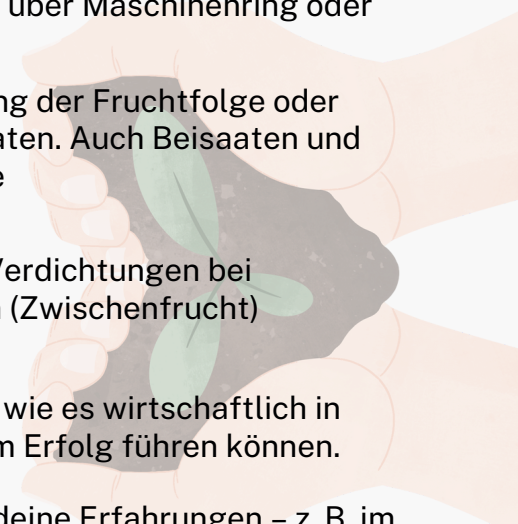


# Tipps für die praktische Umsetzung

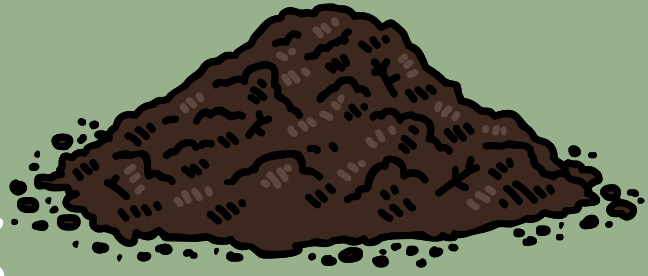
**Bevor du jetzt mit allen Sachen direkt gleichzeitig anfangen willst, haben wir hier ein paar Tipps um das Ganze etwas für dich zu ordnen.**

Am Besten du suchst aus dem Ansätzen einen Punkt raus, der zu deinem Betrieb gut passt und umsetzbar ist. Erst wenn du damit erfolgreich warst, solltest du dich an die nächsten Maßnahmen machen. Denn nichts ist frustrierender als auf zehn Baustellen ohne Erfolgserlebnis gleichzeitig unterwegs zu sein. Denn eine Umstellung kostet Zeit und jeder Betrieb ist anders.

- 1 Status quo festhalten:** Wo steht der Betrieb? Beginne mit einer Bestandsaufnahme deiner einzelnen Flächen. Nur wenn du weißt, wie es war, kannst du einschätzen, ob es besser wird. Der Basisterratest bietet dir eine gute kostenfreie Grundlage auch für die Dokumentation.
- 2** Nimm **erweiterte Bodenproben** (insbesondere die aufwendigeren) zunächst auf einer repräsentativen Fläche, bevor du auf allen gleichzeitig startest.
- 3** Vermeide es sofort und komplett auf neue Bodenbearbeitungssysteme umzustellen. Schau erstmal: Was ist im Betrieb vorhanden, was kann ich über Maschinenring oder Lohnunternehmen leisten?
- 4** **Fruchtfolgen und Untersaaten:** Überlege welche Erweiterung der Fruchtfolge oder welche Untersaaten passen können oder lass dich dazu beraten. Auch Beisaaten und Streifenanbau sind Alternativen. Je nach Betrieb müssen die Vermarktungsmöglichkeiten mit gedacht werden.
- 5** **Verdichtungen:** Einmalige mechanische Auflockerung von Verdichtungen bei trockenen Wetter sollten anschließend mit Pflanzenwurzeln (Zwischenfrucht) stabilisiert werden.
- 6** **Wirtschaftsdünger:** Behandle deinen Wirtschaftsdünger so wie es wirtschaftlich in deinen Betrieb passt. Es gibt unterschiedliche Wege, die zum Erfolg führen können.
- 7** **Netzwerke:** Schließe dich mit anderen zusammen und teile deine Erfahrungen – z. B. im Netzwerk von Boben Op. Berichte über Erfolge und auch Fehler. Wissen wird mehr, wenn es geteilt wird.
- 8** **Pflanzenvitalisierung:** Vitalisiere die Pflanzen mehrfach im Jahr. Teste Produkte. Nutze eigene Systeme, z. B. Komposttee, Johnson Su, Humusmühle etc.
- 9** **Regelmäßige Evaluierung der Maßnahmen:** Prüfe deine Maßnahmen hinsichtlich Ausbringungsmenge, Praktikabilität etc. beispielsweise mit einem Spritzkreis und den Brix-Werten. Auch an deinem Boden kannst du sehen, wie es sich verändert (Punkte 1-3).
- 10** **Kreisläufe schließen:** Versuche Nährstoffkreisläufe auf deinem Betrieb zu schließen (hohe Anteile Eigenfutter, Mist wieder ausbringen, Kompost aus Ernteresten/Schnittpflege wieder integrieren und mineralsichem Dünger vorziehen)



# Humus- Zertifikate und Carbon Farming



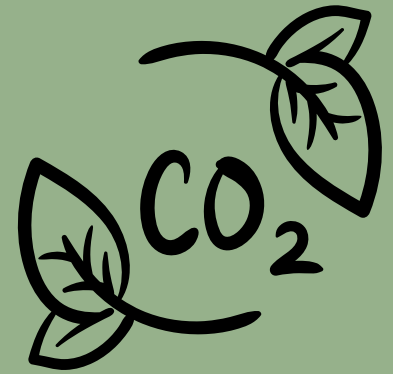
**„Der größte Trade-off [humusaufbauender Maßnahmen] ist unter derzeitigen Marktbedingungen die verringerte Wirtschaftlichkeit. Fast alle diskutierten Maßnahmen zur Erhöhung der Corg-Vorräte verringern bei dem derzeitigen Preissystem landwirtschaftlicher Produkte die Wirtschaftlichkeit des Anbaus. Genau hier können Zertifikate ansetzen.“**

(Quelle [Wiesmeier-et-al-2020-BonaRes-Series-Vol1-p1-24.pdf](https://www.orgprints.org/handle/document/11111/1) (orgprints.org))



**Was braucht es für den Humusaufbau?** Um den Humusaufbau strukturell voranzubringen, braucht es neben dem Wissen um humusaufbauende Maßnahmen auch finanzielle Rahmenbedingungen, die eine hohe Übertragbarkeit bieten. Vereinfacht gesagt: Es soll sich für Landwirte wirtschaftlich gesehen lohnen, „Klima-Landwirt“ zu werden. Erst dann wird Humusaufbau „massentauglich“ werden.

# Erstmal höhere Kosten...



Humusaufbau rentiert sich durch die bessere Anpassung an Extremwetterereignisse und die höhere Bodenfruchtbarkeit zwar mittel- bis langfristig. Viele Betriebe sind jedoch gezwungen, markt- oder liquiditätsbedingt oft kurzfristig zu planen.

**Und bei der Umstellung auf eine humusaufbauende Bewirtschaftung muss der Landwirt häufig zunächst einmal Geld oder zusätzliche Zeit investieren:**

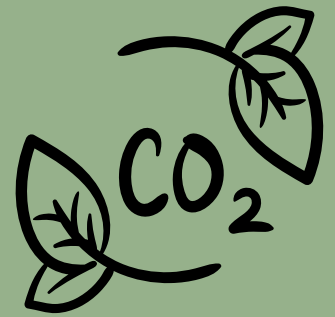
- Die mit der Umstellung der Bewirtschaftungsweise verbundene Anschaffung neuer Maschinen. Zum Beispiel flachmischende Bodenbearbeitungsgeräte (wie die Hackfräse) oder spezielle Maschinen (wie der Tiefenlockerer mit Einsprühvorrichtung für Mikroorganismen)
- Kosten für den Anbau von Zwischenfrüchten und Untersaaten
- Einsatz von Mikroorganismen
- Zusatzkosten durch Düngung nach Nährstoffverhältnissen
- Substratkosten für Spurenelemente
- Zusätzlicher Arbeitsaufwand (z. B. für eine eigene Kompostierung oder die Herstellung von Komposttee)
- ...

## Was spricht dafür mitzumachen?

- Wertschätzung
- du willst fruchtbaren Boden für dich und die Generationen nach dir aufbauen und halten.
- mehr Resilienz im Boden durch organische Masse bei Starkregen oder Trockenheit
- eine Unterstützung bei der Transformation zu bodenaufbauenden Maßnahmen

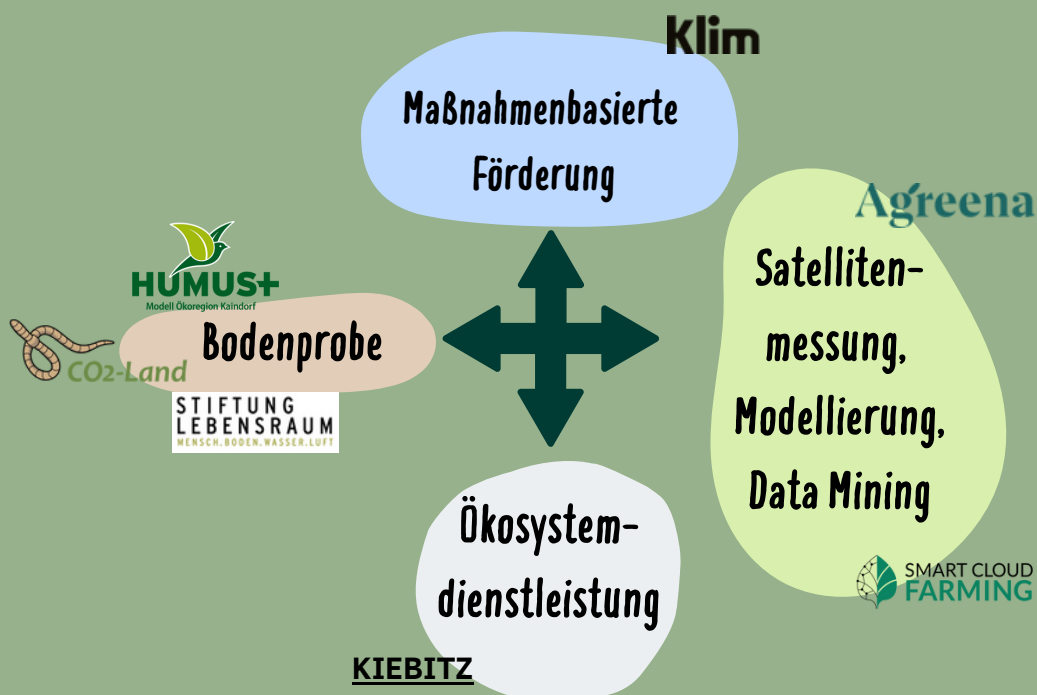


# Honorierung von Humusaufbau, aber wie?



Über den im Humus gespeicherten Kohlenstoff ist Humusaufbau eine „Klimaschutz-Dienstleistung“, die – genauso wie beispielsweise Greening-Maßnahmen oder andere ökologische Maßnahmen – finanziell honoriert werden sollte.

Grundlegend gibt es vier verschiedene Wege, wie der Aufbau von Humus belohnt werden könnte. Hier aufgelistet mit beispielhaften Anbietern im jeweiligen Bereich:



Die „Spielregeln“ hierfür werden in den kommenden Jahren (Ziel: bis 2025) auf europäischer Ebene definiert. (Quelle: [Kommission schlägt Zertifizierung der CO<sub>2</sub>-Entnahm \(europa.eu\)](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip19_1887)).

Trotzdem kannst du heute schon anfangen und dich durch einen Anbieter finanziell bei der Transformation unterstützen lassen! Reich wirst du damit nicht werden, aber dennoch kann es eine Hilfe sein, um erste Maßnahmen umzusetzen. Und du willst deinen Boden aufbauen, um langfristig fruchtbaren Boden zu erhalten!

# Humuszertifikate: Kritik und Perspektiven für einen funktionierenden Handel



Humuszertifikate bieten die Möglichkeit, die Landwirtschaft nachhaltiger zu gestalten, indem sie Anreize für den Humusaufbau schaffen. Doch es gibt zahlreiche Kritikpunkte, die die Effektivität und Umsetzbarkeit dieser Zertifikate infrage stellen. Im Folgenden werden die Hauptkritikpunkte diskutiert und Vorschläge gemacht, wie ein regionaler Handel mit Humuszertifikaten dennoch erfolgreich umgesetzt werden kann.

## Herausforderungen bei Humuszertifikaten für den Klimaschutz

Es wird kritisiert, dass Humuszertifikate drei Hauptprobleme haben: die Frage der Dauerhaftigkeit, mögliche Verschiebungseffekte und das Fehlen zusätzlicher Maßnahmen. Es ist schwer festzustellen, welche Maßnahmen Landwirte auch ohne diese Zertifikate ergriffen hätten (z.B. durch geänderte gesetzliche Vorgaben).

Die Methodik zur Messung wird ebenfalls hinterfragt. Wiesmeier hat Mindeststandards vorgeschlagen, die in der Praxis oft nicht eingehalten werden. Neben Messungen werden auch Modellrechnungen oder indirekte Zahlungen auf Basis von Maßnahmen angeboten, manchmal auch eine Kombination aller Optionen.

Das Deutsche Zentrum für Bodenforschung (Bonares) kommt zu dem Ergebnis, dass **Humuszertifikate in ihrer aktuellen Form nicht zum Klimaschutz beitragen und nur mit einheitlichen Standards wirksam sein können.**



## Kritikpunkte an Humuszertifikaten

- 1. Rechtliche Vorgaben:** Das Bundes-Bodenschutzgesetz (§ 17) schreibt vor, dass der standorttypische Humusgehalt durch organische Substanz und reduzierte Bodenbearbeitung erhalten werden muss. Dies stellt eine gesetzliche Verpflichtung dar, die bereits auf die Praxis des Humusaufbaus abzielt.
- 2. Permanenz der Kohlenstoffbindung:** Es gibt keine Garantie für eine dauerhafte Speicherung von Kohlenstoff. Der Humusgehalt in Böden kann nicht unbegrenzt erhöht werden.
- 3. Leakage-Effekte:** Der Humusaufbau auf einer Fläche könnte dazu führen, dass auf anderen Böden humuszehrende Praktiken verstärkt werden.
- 4. Doppelförderung:** Die Gefahr besteht, dass Landwirte sowohl staatliche Unterstützung als auch Humuszertifikate erhalten, was zu einer ungewollten Doppelvergütung führen könnte.
- 5. Benachteiligung von Pionieren:** Frühzeitige Umsteller auf humusaufbauende Praktiken könnten benachteiligt werden, während Nachzügler von bereits etablierten Methoden profitieren.
- 6. Rechtliche Unsicherheit:** Landwirte tragen das Risiko, dass Humusaufbauleistungen möglicherweise nicht erbracht werden können. Rechtliche Sicherheiten fehlen.
- 7. Greenwashing-Risiko:** Der Handel mit CO<sub>2</sub>-Kompensationen könnte die Bemühungen im europäischen Klimaschutz untergraben.
- 8. Fehlende Zusätzlichkeit:** Es ist schwer nachzuweisen, ob Maßnahmen ohne die Zertifikate ebenfalls durchgeführt worden wären. Es muss sichergestellt werden, dass der eingebrachte Kohlenstoff tatsächlich zusätzlich ist.
- 9. Methodische Herausforderungen:** Die Messmethoden für die Kohlenstoffbindung werden häufig kritisiert, da vorgeschlagene Mindeststandards in der Praxis oft nicht eingehalten werden.
- 10. Übertragbarkeit von Maßnahmen:** Nicht alle Maßnahmen zur Humusverbesserung sind auf jeden Boden übertragbar, was die Wirksamkeit in der Praxis einschränken kann.



# Herausforderungen bei Humuszertifikaten für den Klimaschutz

Es wird kritisiert, dass Humuszertifikate drei Hauptprobleme haben: die Frage der Dauerhaftigkeit, mögliche Verschiebungseffekte und das Fehlen zusätzlicher Maßnahmen. Es ist schwer festzustellen, welche Maßnahmen Landwirte auch ohne diese Zertifikate ergriffen hätten (z.B. durch geänderte gesetzliche Vorgaben).

Die Methodik zur Messung wird ebenfalls hinterfragt. Wiesmeier hat Mindeststandards vorgeschlagen, die in der Praxis oft nicht eingehalten werden. Neben Messungen werden auch Modellrechnungen oder indirekte Zahlungen auf Basis von Maßnahmen angeboten, manchmal auch eine Kombination aller Optionen.

Das Deutsche Zentrum für Bodenforschung (Bonares) kommt zu dem Ergebnis, dass **Humuszertifikate in ihrer aktuellen Form nicht zum Klimaschutz beitragen und nur mit einheitlichen Standards wirksam sein können.**

## Die Rechnung muss aufgehen..



Es wird davon ausgegangen, dass sich immer ein Gleichgewicht zwischen dem Eintrag und dem Abbau von organischer Substanz einstellt.

Der Einsatz von organischen Düngern von außen führt nicht zu zusätzlicher Kohlenstoffspeicherung im Boden.

Um den Kohlenstoffgehalt dauerhaft zu erhöhen, muss die jährliche Zufuhr von organischem Material erhöht werden. Der Anstieg des Kohlenstoffspeichers wird im Laufe der Zeit langsamer. Um das höhere Niveau zu halten, ist langfristig ein höherer Eintrag notwendig als vor der Maßnahme.

Messungen erfolgen nach VDLUFA-Standard: Mit mindestens 15 Einstichen pro Hektar, unter Berücksichtigung des Skelettanteils und der Lagerungsdichte, und das im Frühjahr vor der Düngung und Bodenbearbeitung bis zu einer Tiefe von 25 cm.

### Weitere Informationen und Quellen zu den Kritikpunkten:

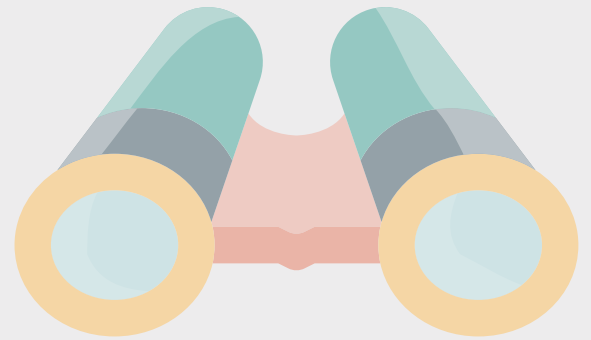
- [Positionspapier zur Festlegung von Kohlenstoff in Böden und ihrer möglichen Honorierung mittels CO<sub>2</sub>-Zertifikaten.](#) (WWF, BUND, NABU, ABL, Bonares, GKB, IG Boden et al.)
- [Bonares Fact Sheet z.T. Humuszertifikate](#)
- [BonRes Studie: CO<sub>2</sub>-Zertifikate für die Festlegung atmosphärischen Kohlenstoffs in Böden: Methoden, Maßnahmen und Grenzen](#)

# Fazit und Ausblick

Bisher haben wir den Schlüssel, um Humus in großen messbaren Mengen schnell im Boden aufzubauen, noch nicht gefunden. Bei manchen Landwirten funktionieren manche Maßnahmen sehr gut, bei anderen nur teilweise. Trotzdem müssen wir weiter probieren und in die Handlung kommen, um den bestmöglichen Weg zu finden und die bestmögliche Strategie für den jeweiligen Betrieb zu finden. Wir brauchen Antworten, um die Zukunft meistern zu können. Dabei wird es immer wieder neue Ideen und Ansätze geben. Robotik, verbunden mit künstlicher Intelligenz wird Einzug in die Landwirtschaft halten. Systeme wie Nexat werden die Praxis vollkommen verändern. Vertical Farming ohne Boden wird auch ein Teil der zukünftigen Ernährungsstrategie sein. Trotzdem ist es unsere Aufgabe, unser aller Lebensgrundlage – den Boden und die Wasserkreisläufe – nachhaltig und enkeltauglich zu bewirtschaften.

Danke, dass du dir die Zeit genommen hast dich mit dem Humusleitfaden zu beschäftigen. Falls du Anregungen, Feedback oder Ideen für die nächste Ausgabe hast, melde dich gerne bei uns! Erreichen könnt ihr uns unter [humusreich@bodenop.de](mailto:humusreich@bodenop.de).

Viel Erfolg bei der Umsetzung wünscht das Humusreich-Team



# BODENVERDICHTUNG

## Ein Gedicht über den Boden

– von Henning Knutzen



Boden verstehen,  
das muss doch gehen.  
Bei Sturm und Wind, geschwind,  
wegwehen gesehen,  
bei Regen abgeschwemmt  
vom Leben getrennt  
ohne Gare  
die letzten Jahre,  
da wächst nur schlechte Ware.

Ohne Leben, Humus und Edaphon  
Entsteht nur harter Beton  
Von Küste zur Küste  
Nur noch Wüste  
Dürre und starker Niederschlag  
Wechseln Monat für Monat, Tag für Tag,  
aber Hilfe naht, ab der nächsten Saat.

Zwischenfrucht, Untersaat und  
Leguminosen,  
da kann man ruhig mal losen.  
Dazu Verrottungstest mit  
Unterhosen.  
Natürlich richtige  
Nährstoffverhältnisse  
Verhindern Trockenheit und  
Bodenrisse.  
Mutter Erde sagt:  
Ich mag es niemals nackt  
Und brauche ein immergrünes  
Kleid.  
Lacht sie voller Heiterkeit.



Dann kommen Mikroorganismen, Pilze  
und Insekten in großer Zahl,  
nichts bleibt kahl  
und in diesem Getümmel und Gewimmel  
entsteht Wasserdampf bis zum Himmel

kühlt die Atmosphäre  
und diese Heere  
knacken die große Nuss  
es entsteht Humus.

Diese kleinen runden Krümel sind braun  
Und voller Leben, aber man sieht es  
kaum.

Und in diesem Raum  
Entstehen Wolken und gleichmäßiger  
Regen

Was für ein Segen  
Und ganz nebenbei  
Speichert Humus CO<sub>2</sub>.  
Dazu noch etwas kompostierter Mist,  
wie gut das ist.

Oft reicht eine kleine Prise  
So verhindern wir die Klimakrise.  
Und die Moral von der Geschichte.  
Wie Dreck behandelt man seinen Boden  
nicht.

Ich wünsche heute viel Spaß  
Gebt ruhig Gas  
Vielen Dank, das war's.





# HUMUSLEITFADEN


## LINK-ÜBERSICHT

### DIE BEDEUTUNG VON HUMUS UND BODENFRUCHTBARKEIT

8


 [Bodenschwammfunktion - The Soil Carbon Sponge, Climate Solutions and Healthy Water Cycles with Walter Jehne](#)


 [Interessengemeinschaft \(IG\) Gesunder Boden](#)


 [Humuschecker vom Thüneninstitut](#)

### DAS BODENNAHRUNGSGESETZ

11

 [Youtube Video mit Dr. Elaine Ingham - Soil Food Web](#)

 [Soil Food Web Website](#)

 [Bodennahrungsnetz mit Ingrid Hörner](#)


 [Komposttee mit Gerhard Weißhäupl](#)


 [Das Bodennahrungsnetz von den Zukunftsbauern erklärt](#)

### KOMPOST TEE

12

 [Komposttee selbst brauen im 200 L Fass](#)

 [Kompostteeforschung zusammengefasst von Ingrid Hörner](#)


 [Selbstbauanlage im IBC Container von Reber \(Innovative Landwirtschaft\)](#)


 [Bodenbiologie: Komposttee ist nicht gleich Komposttee](#)


### DER FLÜSSIGE KOHLENSTOFFWEG

14

 [Dr. Chrstine Jones - Biologische Wege für einen kohlenstoffreichen Boden](#)

 [Dr. Christine Jones' Blog - Amazing Carbon mit weiteren Veröffentlichungen](#)


 [Vortrag in live übersetzt ins Deutsche von Christine Jones](#)

 [Building new Topsoil with the carbon pathway](#)

*Damit du ganz bequem die Links für die weiterführenden Infos aufrufen kannst, haben wir dir ein PDF gebaut in der alle Links einmal gebündelt sind!*

### DAS JENA EXPERIMENT

 [Das Jena-Experiment: Erkenntnisse – alles ist mit allem verbunden](#)

 [Vorteile von Zwischenfruchtmischungen – Catchy-Ergebnisse zusammengefasst](#)

15





# HUMUSLEITFADEN

## LINK-ÜBERSICHT

### KOHLENSTOFF WEG UND BODENFRUCHTBARKEIT

16



[Kohlenstoffweg & Bodenfruchtbarkeit ab S. 12 \(Freistaat Sachsen\).](#)



[Stickstoff, das zweischneidige Schwert \(Englisch\)](#)

### RHIZOPHAGEN KREISLAUF

18



James F. White et al (2018): [Rhizophagy Cycle: An Oxidative Process in Plants for Nutrient Extraction from Symbiotic Microbes](#)



James F. White et al (2021) : [Chemical Interactions at the Interface of Plant Root Hair Cells and Intracellular Bacteria](#)

### PILZE

19-24



Anthony, M.A., Bender, S.F., von der Heijden, M.G.A. [Enumerating soil biodiversity. PNAS. 2023 \(1\)](#)



[Mycorrhizal Fungi: The Roots of Life on Land](#)



[Lessons from fungi on markets and economics \(2\)](#)



Hawkins, H.-J., Cargill, R.I.M., Van Nuland, M.E., Soudzilovskaia, N.A., Kiers, E.T. [Mycorrhizal mycelium as a global carbon pool. Current Biology. 2023. 33\(11\): R560–R573.](#)



Wang, X., Li, G.H., Zou, C.G., et al. [Bacteria can mobilize nematode-trapping fungi to kill nematodes. Nature Communications. 2014. 5:5776.](#)

### MOBGRAZING



[Projekt KuhPROKlima \(EIP Projekt - Leitfaden\)](#)



[Forschungsergebnisse Wiedemilch Acker, Lindhof](#)



[TED Talk mit Allen Savory - Die Wüste begrünen](#)



[Weidemanager Schleswig-Holstein](#)



[Netzwerk Mob Grazing \(mob-grazing.de\)](#)



<https://www.klimafarm.stiftungsland.de/>

Damit du ganz bequem die Links für die weiterführenden Infos aufrufen kannst, haben wir dir ein PDF gebaut in der alle Links einmal gebündelt sind!





# HUMUSLEITFADEN

## LINK-ÜBERSICHT

### WAS LEISTEN DIE MIKROORGANISMEN?

46



[James F. White et al \(2019\): Review - Endophytic microbes and their potential applications in crop management](#)



[James F. White \(2021\) : Fort Wayne Agricultural Presentation-The Role of Soil Microbes in Plant Health and Nutrient Uptake](#)



[Regenerative Agriculture Podcast \(2020\): How Plants Absorb Living Microbes and Convert Soil Pathogens into Beneficials with James White](#)

### SELBST MIKROSKOPIEREN

47



[Soil Food Web School - Lernen selbst zu Mikroskopieren](#)



[Komposte oder Proben von Äckern analysieren lassen bei Symbilab.de](#)

### PYRAMIDE DER PFLANZENGESUNDHEIT

50



[Arden Andersen, Experte für Landwirtschaftsgeheimnisse | Experte für nachhaltige Landwirtschaft \(farmingsecrets.com\)](#)

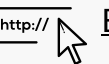


[John Kempf bietet auch Online-Seminar an und hat einige Bücher geschrieben.](#)



[Gesunde Pflanzen sind immun gegen Schädlinge und Krankheiten](#)

### BRIXWERTMESSUNG



[Brixwertmessung für die Testung vor der Blattdüngung von Ingrid Hörner](#)



[Anwendung der Brixsaftmessung](#)



[Brix-Messung: Vorteile, die sie kennen sollten von Ingrid Hörner](#)

Damit du ganz bequem die Links für die weiterführenden Infos aufrufen kannst, haben wir dir ein PDF gebaut in der alle Links einmal gebündelt sind!

51-52








# HUMUSLEITFADEN

## LINK-ÜBERSICHT



### HUMINSÄUREN

56

-  [Zeigerpflanzen: Erklärung & Übersicht der wichtigsten Beispiele](#)
-  [Metallophyten](#)
-  [Dr. Ingrid Hörner, Die Aufgabe der Unkräuter inkl. Indikatorentabelle, Seite 64 ff.](#)




### DIE KLEINEN WASSERKREISLÄUFE

59






-  [Walter Jene über die Bodenschwammfunktion, Klimalösungen und gesunde Wasserzyklen](#)
-  [Aufbäumen gegen die Dürre mit Stefan Schwarzer \(auch gleichnamiges Buch ist sehr empfehlenswert!\)](#)

### ZWISCHENFRÜCHTE, GRÜNDÜNGUNG UND UNTERSAAATEN

71

-  [Das einzigartige Mikrobiom der Pflanzen mit Dr. Norman Gentsch](#)
-  [Das Potenzial von Zwischenfrüchten und worauf man achten sollte](#)
-  [The Soil Carbon Sponge, Climate Solutions and Healthy Water Cycles with Walter Jehne](#)

#### Weiterführende Infos findet ihr hier (verlinkt):

-  [Das Jena-Experiment: Erkenntnisse – alles ist mit allem verbunden](#)
-  [Vorteile von Zwischenfruchtmischungen - Catchy-Ergebnisse zusammengefasst](#)
-  [IG Gesunder Boden: Website für mehr Infos zu den Aktionen und Veranstaltungen <https://www.ig-gesunder-boden.de>](#)
-  [Wassermanagement durch Zwischenfrüchte \(Forschungsergebnisse\)](#)
-  [Vorteile der Zwischenfruchtmischungen](#)

*Damit du ganz bequem die Links für die weiterführenden Infos aufrufen kannst, haben wir dir ein PDF gebaut in der alle Links einmal gebündelt sind!*








# HUMUSLEITFADEN


## LINK-ÜBERSICHT

### AGROFORSTSYSTEME & KEYLINE DESIGN

75

[http://](#)  Mehr Infos: Defaf - Deutscher Fachverband für Agroforstwirtschaft


[http://](#)  Beratung zur Planung von Agroforstsystemen (Triebwerk)

[http://](#)  Beratung zur Planung von Agroforstsystemen  
(Baumfeldwirtschaft -Philipp Gerhard)

### FOOD FOREST / WALDGARTEN

79


[http://](#)  Permakulturzentrum Kiel e.V.

[http://](#)  Projekt Pflückwald Gemeinde (Harrislee & BobenOp e.V.)

[http://](#)  www.waldgartenkongress.de

### UNKRÄUTER ALS ZEIGERPFLANZEN

82


[http://](#)  Zeigerpflanzen: Erklärung & Übersicht der wichtigsten Beispiele  
Metallophyten


Dr. Ingrid Hörner, Die Aufgabe der Unkräuter inkl. Indikatorentabelle,  
Seite 64 ff.

### ERWEITERTE BODENANALYSE NACH ALBRECHT & KINSEY

83,88

[http://](#)  Albrecht-Analyse: Nährstoffverhältnisse und Nährstoffverfügbarkeit

 Was sagt die KAK bei der Bodenuntersuchung? Mit Farm2Farm.

 Ca:Mg-Verhältnis im Boden und warum das wichtig ist

[http://](#)  Bodenanalyse nach Nährstoffverhältnissen von Geobüro Christophel

[http://](#)  Bodenanalyse nach Nährstoffverhältnissen von Bodenbalance

*Damit du ganz bequem die Links für die weiterführenden Infos aufrufen kannst, haben wir dir ein PDF gebaut in der alle Links einmal gebündelt sind!*





# HUMUSLEITFADEN

## LINK-ÜBERSICHT

### PFLANZENKOHLE

90



[http://](http://agroscope.ch) Agroscope Studie, 2021: Pflanzenkohle in der Landwirtschaft (agrarforschungschweiz.ch)



[http://](http://infratrace.ch) Infratrace: Tutorial zur Unterstützung von Nährstoffkreisläufen mit Pflanzenkohle (infratrace.ch)



Terra Preta: Mit Pflanzenkohle die Welt retten – Teil 4 „Das Wunder Terra Preta“ (youtube.com)

### KONSERVIERENDE BODENBEARBEITUNG

92



[http://](http://soilify.com) Kunst des Ackerbaus mit Direktsaat (soilify)



[http://](http://soilify.com) Gesellschaft für konservierende Bodenbearbeitung



[http://](http://soilify.com) Direktsaat bei 400mm Niederschlag Reto Stocker

### DIREKTSAAIT UND FLACHE BODENBEARBEITUNG - WELCHE MASCHINEN KOMMEN IN FRAGE?

94



[Eine regenerative Reise mit Alexander Klümper](http://www.youtube.com/watch?v=...)



[Flache Bodenbearbeitung – 15 Grubber im Vergleich](http://www.youtube.com/watch?v=...)

### MISTKOMPOSTIERUNG

98



[Kleegraskompostierung von Profis erklärt](http://www.youtube.com/watch?v=...)



[Auf der Suche nach dem besten Kompost](http://www.youtube.com/watch?v=...)



[Wurmkompostierung: das kontinuierliche System bei Vermigrand](http://www.youtube.com/watch?v=...)

### KOMPOSTSYSTEME JOHNSON-SU-KOMPOST

101



[Johnson-Su-Kompost: Der Bau](http://www.youtube.com/watch?v=...)



[Johnson-Su-Kompost: Selbst herstellen](http://www.youtube.com/watch?v=...)



[Mikrobiom im Boden aufbauen](http://www.youtube.com/watch?v=...)



[Johnson-Su-Bioreaktor](http://www.youtube.com/watch?v=...)

Damit du ganz bequem die Links für die weiterführenden Infos aufrufen kannst, haben wir dir ein PDF gebaut in der alle Links einmal gebündelt sind!





# HUMUSLEITFADEN

## LINK-ÜBERSICHT

### KOMPOSTSYSTEM DER BIOMEILER

102



Ausführliche Erklärung zum Aufbau des Biomeilers



[Biomeiler und Kompostheizung - Energiegewinnung mit dem Kompost](#)



Kompostheizung im Winter - Der Biomeiler erklärt



[Native Power sind Spezialisten zum Biomeiler-Bau und geben auch Workshops](#)

### ZERTIFIKATE

110



[Positionspapier zur Festlegung von Kohlenstoff in Böden und ihrer möglichen Honorierung mittels CO<sub>2</sub>-Zertifikaten. \(WWF, BUND, NABU, ABL, Bonares, GKB, IG Boden et al.\)](#)



[Bonares Fact Sheet z.T. Humuszertifikate](#)



[BonRes Studie: CO<sub>2</sub>-Zertifikate für die Festlegung atmosphärischen Kohlenstoffs in Böden: Methoden, Maßnahmen und Grenzen](#)

Damit du ganz bequem die Links für die weiterführenden Infos aufrufen kannst, haben wir dir ein PDF gebaut in der alle Links einmal gebündelt sind!











Projekttitle: "Verbundvorhaben: DAS: Im Netzwerk Strukturen für Humusaufbau in der Landwirtschaft in Schleswig-Holstein schaffen"

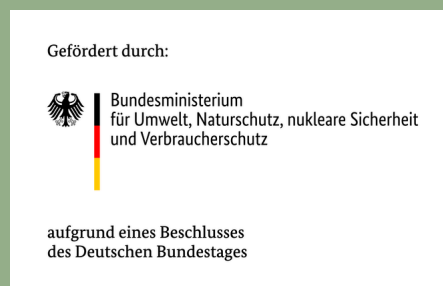
Laufzeit: 01.01.2022 - 31.12.2024

Förderkennzeichen: 67DAS245A/B

Beteiligte Partner: Gemeinde Ausacker und Boben op Klima- und Energiewende e. V.

Förderprogramm "Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel" des BMUV  
Projektträger Z-U-G

**Vielen Dank an das Bundesumweltministerium für die Unterstützung  
des Projekts!**



**Ein ganz besonderer Dank gilt den Unterstützenden, ohne die wir das  
Projekt nicht in diesem Umfang umsetzen könnten.**



Humusreich Netzwerk SH ist ein Projekt von der Gemeinde  
Ausacker und Boben op Klima- und Energiewende e. V.





**HUMUSLEITFADEN**  
VOM HUMUSREICH  
NETZWERK SCHLESWIG  
HOLSTEIN VON BOBEN OP  
KLIMA- UND ENERGIE-  
WENDE E. V.

