



Eine Handvoll fruchtbarer Ackerboden enthält Millionen nützlicher Lebewesen - von Bakterien über Pilze bis Springschwänze und Regenwürmer.

# Den Boden beleben

**Bodenleben** Wenn die Grenzen bei der Düngung immer enger gezogen werden, gewinnt die Nährstoffeffizienz an Bedeutung. Ein Schlüssel ist, wieder stärker auf den Boden und seine Bewohner zu achten: Pilze und Mikroben mobilisieren neue Nährstoffquellen.

**E**in Großteil der weltweiten Böden hat in den letzten 150 Jahren an Fruchtbarkeit eingebüßt, weil er hohe Mengen seines Kohlenstoffs verloren hat. Aber auch in den Pflanzen selbst gehen die Nährstoffe zurück. Eine britische Studie untersuchte von 1940 bis 1991 den Mineralgehalt von Gemüse. Das Ergebnis: Über 27 Arten hinweg reduzierten sich wichtige Spurenelemente um bis zu 76 Prozent. Um das auszugleichen, müsste man heute viermal so viel Gemüse verzehren wie damals.

Wie lässt sich das erklären? In den meisten Fällen sind ausreichend hohe Mengen an Mineralien im Boden vorhanden, aber

## SCHNELLER ÜBERBLICK

- Mikroorganismen, vor allem Mykorrhizapilze, verbessern die Aufnahme wichtiger Nährstoffe deutlich.
- Artenreiche Bestände fördern ein vielfältiges Bodenleben.
- Die unterschiedlichen Wurzelsysteme der verschiedenen Arten durchziehen den gesamten Boden und schaffen Lebensraum für Pilze.
- Rasche Effekte zeigen sich am verbesserten Wasserhaltevermögen, vor allem auf Trockenstandorten.

häufig verhindert der Bodenzustand die volle Aufnahme. In der Praxis passt man die Düngung an, ändert aber die biologischen Ursachen nicht.

## Pilze füttern Pflanzen

Rund 85 bis 90 Prozent der Nährstoffaufnahme der Pflanzen erfolgt mithilfe von Mikroorganismen. Je nach Pflanzenart unterscheiden sich die beteiligten Organismen, die mit der Kultur eine Symbiose bilden.

Besonders wichtig ist eine Mykorrhiza genannte Symbiose. Spezielle Pilze stehen mit den Feinwurzeln der Pflanzen in Verbindung. Sie vergrößern den Wurzelraum um ein Vielfaches und verbessern die Auf-

nahme von Nährstoffen. Darüber hinaus sind sie in der Lage, Mineralien aus dem Boden zu lösen, die für die Pflanze zunächst nicht zugänglich sind. Hierzu zählen Phosphor und zahlreiche Mikronährstoffe, aber auch Wasser in Tonkomplexen. Mykorrhizapilze versorgen außerdem Bodenbakterien mit Wasser. Als Gegenleistung unterstützt die Pflanze den Pilz mit Kohlenhydraten, die dieser nicht selbst bilden kann.

Diese Symbiose kann leicht durch Eingriffe gestört oder gar zerstört werden. Wird die Pflanze gedüngt, besteht für sie kein Anreiz, eine Verbindung mit dem Pilz einzugehen und diesen zu versorgen. Direkt geschädigt wird die Mykorrhiza durch Pflanzenschutzmittel und Bodenbearbeitung. Die zerstört das Netz der feinen Wurzeln.

Nur Pflanzen, die Fotosynthese betreiben, können die Bodenpilze versorgen. Blanke Äcker und Stoppelfelder lassen die Mykorrhiza verkümmern.

### Sonnenenergie voll ausnutzen

Ziel muss es sein, die Sonnenenergie zum Erzeugen von Ernteprodukten und zur Bodenverbesserung bestmöglich zu nutzen, und das am besten an 365 Tagen im Jahr. Erhöhte Fotosynthesekapazität und -rate sind dabei wichtige Faktoren.

Die Kapazität ist die Lichtmenge pro Fläche, die auf Blätter trifft. Artenreiche Zwischenfrüchte und Untersaaten helfen, die aufgenommene Lichtmenge durch volle Beschattung der Fläche zu erhöhen.

**1** Ein Beispiel aus Australien: Auf dem mitbewirtschafteten Randstreifen stand früher ein Zaun. Darunter hat sich ein äußerst fruchtbarer Boden gebildet.

**2** Diese Haferwurzeln sind von Mykorrhizapilzen umhüllt, die im Austausch mit der Pflanze leben. Der Pilz durchzieht den Boden und bindet ihn.

**3** Untersaaten, etwa in Mais, können dazu beitragen, den kompletten Wurzelraum zu erschließen.



Die Fotosyntheserate beschreibt den Anteil der Lichtenergie, den die Pflanze als Zucker speichert. Mykorrhiza steigert die Rate deutlich. Die Pflanzen sind vitaler, weniger anfällig für Krankheiten und Schädlinge und schmackhafter für Weidetiere.

## Technik allein macht es nicht

Die Betriebsführung beeinflusst sowohl die Fotosyntheserate als auch die -kapazität:

**Ackerbau:** Der Fortschritt in der Technik und der Pflanzenschutz haben in den letzten Jahrzehnten Möglichkeiten geschaffen, die schnell wachsende Weltbevölkerung zu ernähren. Dabei wurde jedoch oft die Biologie vernachlässigt, kritisiert Christine Jones, australische Bodenexpertin ([www.amazing-carbon.com](http://www.amazing-carbon.com)). Äcker sind nach der Ernte ohne Bewuchs und es findet keine Fotosynthese statt. Der Kohlenstofffluss ist reduziert, wichtige Funktionen des Bodens gehen zurück oder gar verloren. Ausgeglichen wird das durch technischen Fortschritt.

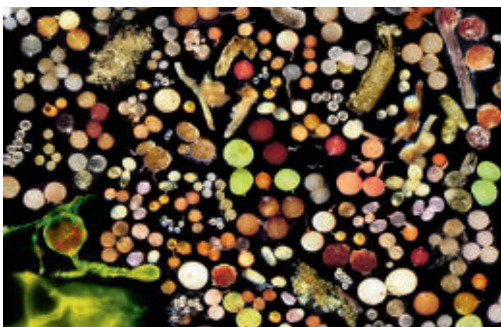
Eine sinnvolle Ergänzung ist, das Bodenleben wieder zu fördern. Zwischenfrüchte speichern das Sonnenlicht und versorgen die Mikroorganismen. Sie lockern den Boden, verhindern Winderosion und fördern die Wasseraufnahme.

**Weidehaltung:** Oft grasen Tiere den Grünlandbewuchs auf wenige Zentimeter ab, bevor sie umgetrieben werden. Das hat gravierende Folgen: Der Wiederaustrieb erfolgt stark verzögert. Es fehlt eine ausreichende Blattmasse für Fotosynthese und die Pflanze reduziert ihre Wurzelmasse.

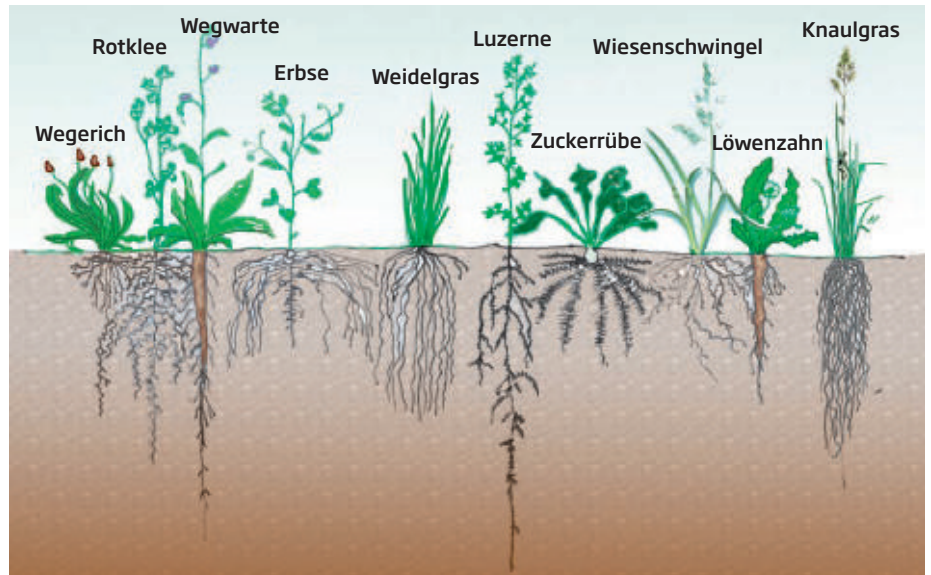
## Mikroben fördern

95 Prozent des Lebens an Land findet im Oberboden statt. Wichtigste Grundlage ist die von den Pflanzen gelieferte Energie. Mikroben und Pilze unterstützen sie im Gegenzug bei der Aufnahme von Nährstoffen, Spurenelementen und Wasser.

Eine gute Bodenstruktur wirkt sich positiv auf das Bodenleben aus. Bodenpartikel verbinden sich zu erbsengroßen Klümpchen, sogenannten Aggregaten. Niederschlag dringt in dieser Krümelstruktur



Sporen von Mykorrhizapilzen unter dem Mikroskop. Die Vielfalt an Pilzarten ist enorm.



Ober- und unterirdische Biomasse hängen eng zusammen: Wird beispielsweise die Grünlandnarbe zu stark beweidet, geht das Wurzelwerk schnell und deutlich zurück.

schnell in die Hohlräume ein und wird vor Verdunstung geschützt. Außerdem verschlämmen diese Böden weniger; Erosions- und Verdichtungsgefahr sind reduziert.

## Artenreichtum ist wichtig

Eine Kultur allein schafft kein vielfältiges Bodenleben. Ganz individuell sondert jede Pflanze unterschiedliche Formen und Mengen an Stoffen über die Wurzel an das Erdreich ab. Diese variieren sogar je nach Anforderung: So kann die Pflanze gezielt spezielle Mikroben oder Pilze fördern. Beispielsweise sind Wurzelabscheidungen bekannt, mit denen Pflanzen bestimmte Bakterien anlocken und sich vermehren lassen, die den Mehltau bekämpfen.

Ein weiterer Vorteil vielfältiger Bestände sind die unterschiedlichen Wurzelsysteme. Manche Arten, wie Luzerne, wachsen gezielt in die Tiefe. Mais hingegen verzweigt sich stark in die Breite. Artenreiche Mischungen im Grünland und Untersaaten in Getreide ermöglichen ein weiträumiges Wurzelwachstum, ohne bekannte Erntesysteme ändern zu müssen. Neben verbesserten Bodenfunktionen sorgen die Begleitpflanzen für eine Vielfalt an Insekten. Nützlinge werden gefördert und Schädlinge auf natürliche Weise bekämpft.

## Eingriffe vermeiden

Eine intensive Bodenbearbeitung mineralisiert die Bodennährstoffe und zerstört das Gefüge und die Mykorrhiza. Kurzfristig sorgt der freigesetzte Stickstoff für Wachstum; langfristig führt er zum Mangel. Direktsaat reduziert den Eingriff auf ein Minimum. Mit der Zeit steigt die Zahl an Würmern und Rückstände verrotten schneller. Bei konventionellen Direktsaat-

betrieben ist mehr Mykorrhiza festzustellen als bei Biobetrieben, die grubbern.

## Nährstoffe effizienter nutzen

Werden Mykorrhiza und Mikroben erfolgreich gefördert, versorgen sie die Pflanze nahezu vollständig mit Stickstoff und Phosphor, stellt die Bodenexpertin Christine Jones fest. Bisher nicht pflanzenverfügbare Nährstoffquellen lassen sich so erschließen. Die Zwischenfrüchte binden zusätzlichen Stickstoff für die Kulturpflanze. Damit lässt sich der Einsatz zusätzlicher Düngergaben stark reduzieren:

**Stickstoff:** Leguminosen binden Luftstickstoff mithilfe von Knöllchenbakterien direkt in ihren Wurzeln. Auch Bodenbakterien wie *Azotobacter* und der Boden selbst können Stickstoff sammeln und speichern. Eine stetige Reduktion der Düngermenge bewirkt eine Stickstoffentwöhnung.

**Phosphor:** Phosphate binden sich sehr stark an Aluminium- und Eisenoxide. Für Pflanzen sind sie kaum zu lösen. Pilze helfen, die Verbindungen zu lösen und sie den Pflanzen verfügbar zu machen. Das steigert den Bodenvorrat an wirksamem Phosphor.

## Fazit

Bis ein vielfältiges und stabiles Bodenleben aufgebaut ist, dauert es mehrere Jahre. Aber schon relativ schnell zeigen sich erste positive Effekte: Die Trockenheitstoleranz erhöht sich und die Düngermenge kann reduziert werden. Aber die Umstellung ist mehr als nur Direktsaat mit Zwischenfrüchten; sie muss als System gesehen werden. *mr/ks*

Mehr zum Thema bei der Gesellschaft für konvertierende Bodenbearbeitung e. V.: [www.gkb-ev.de](http://www.gkb-ev.de)

## „MIT DIREKTSAT WASSER HALTEN UND UNKRAUT BEKÄMPFEN“



Alexander Klümper baut eine achtegliedrige Fruchtfolge mit Erbsen an und setzt aufgrund regelmäßiger Trockenheit auf Direktsaat.

**E**in starker Trespenbefall hat mich vor drei Jahren dazu veranlasst, auf Direktsaat umzustellen“, berichtet **Alexander Klümper**. Der Betriebsleiter befasste sich schon lange mit Minimalbodenbearbeitung. „Berater empfahlen mir, regelmäßig in der Fruchtfolge zu pflügen, aber das wollte ich nicht.“ Seit 1993 wurden die Flächen im sachsenanhaltischen Bias, eine Region mit ausgeprägter Frühsommertrockenheit, in Mulchsaat bestellt. Gerade 450 mm Regen fallen jährlich im Schnitt. „Mein Bruder hatte Probleme

mit multiresistentem Ackerfuchsschwanz.“ Er hatte ihn mit einer Kombination aus Mulch- und Direktsaat erfolgreich bekämpft.

Neue Technik war für die Umstellung nötig, jedoch fand sich auf dem Markt nicht das gewünschte Objekt. Der Agraringenieur baute sich so seine eigene Sämaschine. Für den Tank und die Vereinzlung bediente man sich bei Horsch; die Säaggregate kommen vom neuseeländischen Hersteller Cross Slot. Besonderheit dieser Sämaschinen ist die Ablage. Links und rechts befinden sich an jeder Scheibe kleine Flügel. Über sie wird der Boden aufgeklappt, getrennt Saatgut auf der einen und Dünger auf der anderen Seite ausgebracht und anschließend der Boden wieder zugeklappt. Samen und Nährstoffe liegen auf unbearbeitetem Boden, mit natürlichem Gefüge ohne Pflanzenreste. Die senkrechten Scheiben

der Cross Slot sollen die Mykorrhiza sogar fördern. Heute werden alle Kulturen mit dieser Maschine bestellt. Klümper sagt: „Echte Direktsaat oder besser gesagt ‚No-till‘ ist dann, wenn man nach der Saat kaum sieht, wo die Sämaschine schon war und wo nicht.“

### Zwischenfrüchte und feste Fahrgassen

Klümper stellte seit 2014 jährlich ein Drittel seiner 750 ha auf Minimalbodenbearbeitung um. „Bisher sind die Erfahrungen positiv.“ Flächen, die nicht mehr bearbeitet werden, zeigen bereits einen Anstieg im Humusgehalt und einen reduzierten Pflanzenschutzbedarf.

Großen Wert legt der Betrieb auf Zwischenfrüchte, die sich aus bis zu 15 Kulturen zusammensetzen und an die jeweilige Folgefrucht angepasst sind. „Gemeinsam mit der Direktsaat stellten wir auf Controlled Traffic Farming um, also das Bewirtschaften mit festen Fahrschienen. Damit befahren wir so wenig wie möglich der Ackerfläche.“ Außerdem nutzt man die RTK-Lenkung konsequent. „Vor Körnermais säe ich eine Mischung mit Lupinen. Den Mais lege ich im Frühjahr genau in die Reihe, in der zuvor die Lupine stand, und nutze deren gelockerten Wurzelraum.“

### Stickstoff kommt jetzt später

Generell werden bei mehr als sechs Wochen zwischen Ernte und Aussaat Zwischenfrüchte ausgebracht. Zudem erhalten alle Kulturen eine Unterfußdüngung als Startgabe. „Zwischen 7 und 20 kg N/ha bringe ich bei der Saat aus.“ Spürbar ist die fehlende Mineralisation aufgrund ausbleibender Bodenbearbeitung. „Dafür wird im späten Frühjahr und Sommer nun vermehrt Stickstoff freigesetzt, dann wenn es die Hauptfrucht benötigt oder die Zwischenfrüchte auf dem Feld sind“, erklärt der 34-Jährige.

Alexander Klümper bereut den Wechsel von Mulch- auf Direktsaat nicht. „Jeder Gewinn an Humus erhöht die Wassermenge im Boden.“ Die Pflanzen können Trockenphasen länger überstehen. „Manchmal entscheiden wenige Tage, ob eine Pflanze im Frühsommer bis zum nächsten Regen überlebt oder abstirbt.“ Ertragsunterschiede von fast 40 dt/ha Gerste hat der junge Landwirt in diesem Jahr zwischen Parzellen festgestellt, die vor dem Regen Mitte Juni abgestorben sind, und denen, die noch ausreichend Bodenwasser hatten. Ob er seine derzeitige achtjährige Fruchtfolge weiterführen wird, kann der Betriebsleiter noch nicht beurteilen.

mr/ks



**1** Unmittelbar nach der Ernte sät Alexander Klümper in die Getreidestoppel die Zwischenfrüchte mit 15 Komponenten. Bei frühem Gerstendrusch wird auch vor der Rapsaussaat noch eine Mischung ausgesät. **2** Ohne ein zusätzliches Zerkleinern wird die Folgekultur direkt in die stehende Zwischenfrucht gesät. **3** Bereits oberirdisch lässt sich an den zahlreichen Regenwurmhaufen die hohe biologische Aktivität des Bodens erkennen. **4** Nicht nur die Anzahl an Würmern nimmt zu, sondern auch die Artenvielfalt.