

# Die Bodenfruchtbarkeit fördern

Mit der Verschärfung von Gesetzen und Auflagen auch im Bereich Düngung wird immer häufiger über die Bodenfruchtbarkeit gesprochen. Im Diskussionspapier der Bundesregierung »Ackerbaustrategie 2035« steht der Humusaufbau im Schwerpunkt zur Förderung der Bodenfruchtbarkeit. Doch damit allein ist es nicht getan. Welche Faktoren und Maßnahmen die Bodenfruchtbarkeit noch beeinflussen, soll der folgende Artikel aufzeigen.



Kalk wird als Dünger für den Boden ausgebracht.

Foto: Voit

Nach der Definition ist Bodenfruchtbarkeit »die Fähigkeit des Bodens, Pflanzen als Standort zu dienen und Pflanzenerträge hervorzubringen. Sie wird am Ertrag und an der Qualität der Ernte sowie an deren Schwankungen (Ertragssicherheit) gemessen.«

Grundsätzlich sollte die natürliche Bodenfruchtbarkeit von der erworbenen Bodenfruchtbarkeit unterschieden werden. Die natürliche Bodenfruchtbarkeit hängt allein von den Standortfaktoren ab, welche die Bodenentwicklung steuern. Dazu zählen ohne den Einfluss des wirtschaftenden Menschen das Ausgangsmaterial der Bodenentwicklung, das Klima, das Relief, die natürliche Flora und Fauna sowie die Zeit. Faktoren, die die Bodenfruchtbarkeit beeinflussen, sind:

- der Humus- und Nährstoffzustand
- die Tiefgründigkeit und Durchwurzelbarkeit

- die Zusammensetzung der mineralischen Bodensubstanz
- das Bodengefüge
- die biologische Aktivität (Bodenleben)

Die natürliche Bodenfruchtbarkeit kann durch die Bewirtschaftung positiv oder auch negativ verändert werden (s. Abb.). Es ist bekannt, dass beispielsweise durch den Einsatz schwerer Maschinen und hoher Radlasten auf wenig tragfähigem Boden die Bodenfruchtbarkeit dauerhaft geschädigt wird.

## Humusgehalt und Nährstoffverfügbarkeit

Obwohl dem Humusgehalt der Böden in der Ackerbaustrategie höchste Priorität eingeräumt wird, gibt es in Deutschland bislang keine experimentellen Belege aus Dauerfeldversuchen, die auf eine Verringerung der Humus-

### In aller Kürze

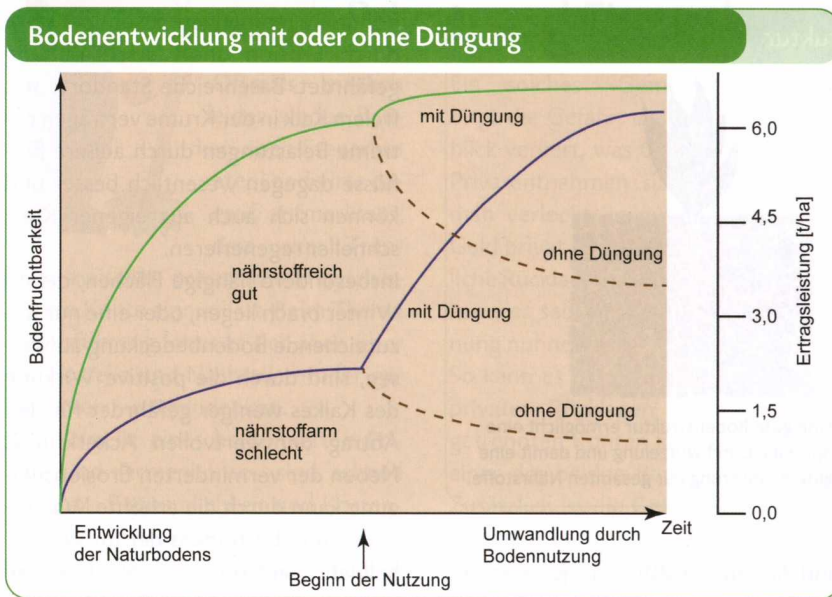
- Mit geeigneten Maßnahmen wie Fruchtfolge, Bodenbearbeitung und Düngung soll die Bodenfruchtbarkeit gefördert werden.
- Ein elementarer Faktor ist dabei der Aufbau einer stabilen und für Pflanzenwurzeln, das Bodenleben und den Luft- und Wasserhaushalt günstigen Bodenstruktur.
- Die Kalkversorgung bietet hierfür ein wichtiges Werkzeug, um die gedüngten Nährstoffe verfügbar zu halten, die Verteilung der Bodenporen zu verbessern und den Bodenlebewesen ein ideales Umfeld zu bieten.

gehalte in den Ackerböden als Folge der Klimaveränderung oder des Bewirtschaftungsregimes hinweisen.

Umfangreiche Humusbilanzierungen zeigen im Gegenteil positive Humusalden, die den Erhalt der organischen Bodensubstanz belegen. Die Humusgehalte differieren je nach Standort und Nutzung und unterliegen, in Abhängigkeit von der Bewirtschaftung, nur sehr geringen Veränderungen. Selbst extreme Wechsel der Bewirtschaftung verändern die Corg-Gehalte nur um jährlich ca. 0,01 %. Die Aufklärung der Beziehungen zwischen Boden, Klima, Biomasseproduktion setzt demzufolge weitere Dauerfeldversuche voraus. Die Erhöhung des organischen Anteils im Boden ist also eine langwierige aber lohnende Aufgabe. Die Verbesserung des Kalkversorgungszustandes und damit die Einstellung des für den jeweiligen Boden optimalen pH-Wertes kann dagegen relativ kurzfristig bewältigt werden.

Die meisten Pflanzennährstoffe sind je nach Bodenart im Bereich von pH 5,5 bis pH 7,0 optimal pflanzenverfügbar. Für die Hauptnährstoffe Stickstoff, Kalium, Schwefel aber auch Calcium, Magnesium und das Spurenelement





Abtrocknen des Bodens das carbonathaltige Wasser in die Porenwinkel der Kartenhäuser zurückzieht und dadurch die Aggregate stabilisiert. Fehlt freies, ungebundenes Carbonat (nachweisbar mit dem Salzsäuretest) im tonhaltigen Boden, bleibt die beschriebene nachhaltige Struktur stabilisierung aus und die labile Kartenhausstruktur bricht wieder zusammen. Die Bodenkrume verschlämmt in der Folge wieder und verkrustet.

Zusammen mit Tonmineralen und Humusteilchen bilden Calcium und Magnesium zusätzlich die Brücke zu sogenannten Ton-Humus-Komplexen und verbinden die organischen und mineralischen Stoffe zu wertvollen Bodenkrümel.

Molybdän nimmt die Verfügbarkeit mit steigendem pH-Wert zu. Bei den Mikronährstoffen Eisen, Mangan, Kupfer und Zink hingegen nimmt die Pflanzenverfügbarkeit mit steigendem pH-Wert ab, sodass es oberhalb von pH 7,2 zu Festlegungen kommen kann. Besonders die Phosphatverfügbarkeit reagiert deutlich auf zu geringe (kleiner pH 5,5) und zu hohe (größer pH 7,5) pH-Werte. Der Optimalbereich für Phosphat liegt im Bereich zwischen pH 6 und pH 7,5. In zahlreichen Feldversuchen wurde nachgewiesen, dass durch eine regelmäßige bedarfsgerechte Kalkung die vorhandenen Nährstoffe besser genutzt werden und die Düngereffizienz gesteigert wird.

## Bodenstruktur und Durchwurzelbarkeit

Eine gute Bodenstruktur gehört zu den wichtigsten Bodeneigenschaften und kennzeichnet eine gute Bodenfruchtbarkeit. Justus von Liebig, der Begründer der wissenschaftlichen Pflanzenernährung, prägte 1840 den Satz: »Der Landwirt muss die größte Sorgfalt darauf verwenden, dass die physikalische Beschaffenheit seines Bodens auch den feinsten Wurzeln gestattet, an die Orte zu gelangen, wo sich die Nahrung befindet.«

Bei der Strukturbildung kommt dem zweiwertigen Kation Calcium ( $Ca^{2+}$ ) als Kittsubstanz für stabile Bodenkrümel eine besondere Bedeutung zu.

Durch die Anlagerung von  $Ca^{2+}$  an die Tonteilchen bildet sich eine lockere Kartenhausstruktur mit steigender Calcium-Konzentration in der Bodenlösung und ausreichender Calcium-Sättigung der Bodenaustauscher von 70 bis 80 %. Diesem als Flockung bezeichneten Prozess folgt die Porenwinkel-Vermörtelung, indem sich beim

## Die Porenverteilung ist entscheidend

Niederschlagswasser wird im Boden durch weite Grobporen aufgenommen und in den kleineren Grobporen gespeichert. Umfangreiche, mehrjährige Versuche der TU München und der Humboldt-Universität Berlin haben gezeigt, dass durch eine optimale

## Ich streue Kalk,

weil zu sauer nicht lustig ist.

**DüKa**  
Düngelkalkgesellschaft mbH

Fraunhoferstraße 2  
93092 Barbing

Tel 0 9401 / 9299 0  
Fax 0 9401 / 9299 50  
dueka@dueka.de

[www.dueka.de](http://www.dueka.de)

**Wir sind für den Boden da!**

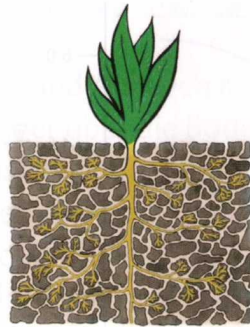
- BRANNTKALK  
der Strukturförderer
- SCHWARZKALK  
der reaktive Kalk mit Stickstoff
- DOLOPHOS® 6  
das neue Thomasphosphat
- CINICAL®  
mit der natürlichen Kraft aus Pflanzenasche
- KOHLENSAURE KALKE  
die Klassiker mit oder ohne Magnesium
- FEMIKAL®  
der Feuchtkalk mit Branntkalkwirkung



## Nährstoffverfügbarkeit und Bodenstruktur



Bei schlechter Struktur ist die Nährstoffaufnahme auf wenige Bereiche beschränkt, sodass ein insgesamt höheres Nährstoffpotenzial vorhanden sein muss.



Eine gute Bodenstruktur ermöglicht eine optimale Durchwurzelung und damit eine gute Ausnutzung der gesamten Nährstoffe.

Kalkversorgung die Porengrößenverteilung positiv beeinflusst wird. Der Anteil der weiten Grobporen hat im Bearbeitungshorizont um 7 % und die der engen Grobporen unterhalb des Bearbeitungshorizontes um 6,2 % durch die Kalkung zugenommen. Dies entspricht einer Menge an pflanzenverfügbarem Wasser bei Sättigung von 30 l pro m<sup>2</sup>. Eine stabile Bodenstruktur ist auf mittleren und schweren Böden nur dann gegeben, wenn die Bodenaustauscher zu 60 bis 80 % mit Calcium und zu 10 bis 15 % mit Magnesium belegt sind. Dieser Zustand kann unter unseren klimatischen Verhältnissen, den Fruchtfolgen und Düngungssystemen auf Standorten, die sich bereits im Bereich der pH-Klasse C befinden, nur durch eine regelmäßige Erhaltungskalkung gewährleistet werden. Böden im Versorgungszustand »niedrig« (pH-Klasse A + B) müssen dagegen, um wirtschaftlich Pflanzenbau betreiben zu können, unbedingt gesund- bzw. aufgekalkt werden.

### Biologische Aktivität des Bodens

Der Anteil der Bodenlebewesen an den organischen Bestandteilen im Boden liegt bei lediglich 5 %. Zur Bodenfauna mit einem Gewichtsanteil von ca. 5000 kg je ha sind neben den Kleinstlebewesen (Einzeller und Wimpertierchen) auch im Boden lebende Insekten, Nematoden, Milben, Springschwänze und vor allem Regenwürmer zu zählen. Mengen- und zahlenmäßig wesentlich bedeutender sind jedoch die Bakterien

und Pilze mit ca. 20000 kg je ha, sodass sich insgesamt die Bodenlebewesen in einem fruchtbaren Boden auf eine Gesamtmenge von ca. 50 Großvieheinheiten je ha aufsummieren.

Eine Vielzahl von wissenschaftlichen Untersuchungen zeigt einen deutlich positiven Zusammenhang zwischen dem pH-Wert des Bodens und der Bakterienmenge. Gegenüber einem Boden mit pH-Wert 5 steigt die mikrobielle Biomasse bei pH-Wert 7 um ca. 200 % an. Dadurch versechsfacht sich die Nitrifikationsleistung und deutlich mehr Nährstoffe aus dem Boden stehen der Pflanze zur Verfügung. Die Einstellung bzw. Erhaltung eines an den Standort angepassten pH-Wertes im Boden schafft optimale Bedingungen für eine bessere Nährstoffmineralisation, einen rascheren Abbau von Ernterückständen und verbesserten Humusaufbau.

### Kalken gegen Bodenerosion

Bodenerosion (Abtragung des Bodens) erfolgt insbesondere durch Wasser und Wind bei meist vegetationsloser Bodenoberfläche. Die Erodierbarkeit beschreibt die Anfälligkeit oder den Widerstand eines Bodens gegen Ablösung und Transport durch Wasser und Wind. Sie ist von verschiedenen Bodeneigenschaften abhängig: Bodenart, Aggregatstabilität, Scherwiderstand, Konsistenz, Infiltrationskapazität, Humus- und Carbonatgehalt. Kalkarme Böden mit niedrigen Humusgehalten befinden sich in einem labilen Strukturzustand und sind deshalb bei

hohen Regenmengen besonders stark durch Erosion und Verschlammung gefährdet. Basenreiche Standorte mit freiem Kalk in der Krume vertragen extreme Belastungen durch äußere Einflüsse dagegen wesentlich besser und können sich auch aus eigener Kraft schneller regenerieren.

Insbesondere hängige Flächen, die im Winter brach liegen, oder eine nur unzureichende Bodenbedeckung aufweisen, sind durch die positive Wirkung des Kalkes weniger gefährdet für den Abtrag der wertvollen Ackerkrume. Neben der verminderten Erosionsneigung kann durch die erhöhte Wasseraufnahme des Bodens der im Winterhalbjahr auftretende Niederschlag besser genutzt werden. Somit können die negativen Auswirkungen von gegebenenfalls auftretender Frühjahrstrockenheit deutlich abgemildert werden.

### Schwermetalle immobilisieren

In zahlreichen wissenschaftlichen Untersuchungen ist nachgewiesen, dass zwischen dem pH-Wert des Bodens und der Schwermetallaufnahme über die Pflanzenwurzel eine enge Beziehung besteht. Eine Bodenversauerung, also eine Abnahme des pH-Wertes, hat die Folge, dass vor allem positiv geladene Schwermetallkationen wie Cadmium, Zink und Blei schlechter an die Oberflächen der Bodenkolloide (Ton und Humusteilchen) gebunden werden. Folglich steigt bereits bei leichter Versauerung unterhalb von pH 6 bis 6,5 der pflanzenverfügbare Anteil für Cadmium und Zink an. Blei steigt bei starker Versauerung unter pH 4 deutlich an. Auf schwermetallbelasteten Böden sind neben der Kalkung zusätzliche Maßnahmen einzubeziehen um eine Schadstoffbelastung zu reduzieren. Auch eine gute Humusversorgung trägt zur Immobilisierung von Schwermetallen bei.

Alexander Voit, LAD BW

Weitere Informationen zur Kalkdüngung bietet das neu erschienene DLG-Merkblatt 456 »Hinweise zur Kalkdüngung«.

