top agrar-Serie
FACHWISSEN PFLANZENBAU

• Bodeneingriff
► Wurzelraum

Bodenbearbeitung schafft Wurzelraum

Damit der Boden den Pflanzen ausreichend Wurzelraum bieten kann, ist eine Bearbeitung nötig. Doch wie sieht der Idealzustand aus?

Fotos: Kropf

△ Fruchtbare Bodenkrümel sind 1 bis 20 mm groß, abgerundet, humos, porös und haben eine hohe Stabilität durch die Lebendverbauung.

UNSERE AUTOREN
Dr. Ute Kropf, FH Kiel und
Prof. Dr. Hansgeorg Schönberger,
N.U. Agrar GmbH

Was wäre, wenn man auf Bodenbearbeitung verzichten würde? Das zeigt sich unter Dauergrünland: Dort finden wir einen nahezu idealen Wurzelraum. Langjährige Wurzelbildung hat die Krume stabilisiert und mit dem Unterboden verzahnt. Ständig wachsende, neue Wurzeln und absterbende, ältere Wurzeln liefern Wurzelexsudate und lassen stabile Poren zurück. So ist über die gesamte Vegetationszeit eine intensive und ungestörte mikrobielle Aktivität möglich.

Und doch gibt es einen Haken: Der Wurzelraum ist unter Grünland auf die oberen 10 bis 20 cm begrenzt. Die Ackerkrume kann hingegen 30 cm oder tiefer reichen – abhängig von der Bearbeitungstiefe. Das ist der Grund dafür, dass das Grünland bei gleichem Boden bei Trockenheit schneller „ausbrennt" als der danebenliegende Acker.

Ohne Bodenbearbeitung geht es auf dem Acker meist nicht. Die häufig einjährigen Ackerkulturen werden im reifen oder abgestorbenen Zustand geerntet und danach wieder ausgesät. Dadurch sind anfallende Ernterückstände zu verarbeiten; der kompakte und oft ausgetrocknete Wurzelraum muss für die Aufnahme von Wasser und Nährstoffen für die Folgekultur vorbereitet werden. Befahrung und Arbeitsgeräte „kompaktieren" den Boden, der durch Bearbeitung wieder gelockert, aber danach wieder rückverfestigt werden muss. Die Wurzeln der Kulturen haben dabei unterschiedliche Ansprüche an die Tiefe des bearbeiteten Bodens und die Intensität der Bearbeitung. Daraus ergeben sich folgende Ziele der Bodenbearbeitung:

- Ernterückstände, aber auch Nährstoffe einmischen,
- verdichtete Böden lockern – also den Wurzelraum vertiefen, um die Wasseraufnahme des Bodens zu ermöglichen,
- grobe Brocken zerkleinern und damit genug Krümel schaffen, die für den Keimprozess und die Wurzelbildung notwendig sind,
- Hohlräume zerstören und den Boden für Wurzelwachstum und Kapillarität rückverfestigen (kompaktieren), was zudem die Rückzugsmöglichkeiten von Schädlingen wie Mäuse oder Laufkäfer einschränkt,
- durch wendende Bodenbearbeitung der Verlagerung von Feinerde (Ton, Feinschluff) und Nährstoffen vorbeugen sowie
- das Durchlüften des Bodens fördern und die Wasseraufnahme und -ableitung begünstigen.

Nachfolgend lesen Sie, wie wir für unsere Kulturen einen möglichst optimalen Bodenzustand erreichen – denn dazu braucht es mehr als nur Standardverfahren.

@ *friederike.mund@topagrar.com*

Die Autoren der Serie „Fachwissen Pflanzenbau" rufen zeitloses Fachwissen in Erinnerung und stellen Zusammenhänge im Pflanzenbau kurz und knackig (wieder) her. Der aktuelle Themenblock ist „Bodeneingriff". Es folgen: „Pflanzenphysiologie", „Fruchtfolge, Zwischenfrüchte, Kulturen" sowie „Pflanzenschutz und Wachstumsregler". Schon erschienen ist das Thema „Boden". Alle Beiträge sammeln wir für Sie online unter: www.topagrar.com/wissen-pflanzenbau ►

SCHNELL GELESEN

Der ideale Bodenzustand ist ein Krümelgefüge mit vertikaler Porenkontinuität.

Sind Ernterückstände zu groß oder unzureichend verteilt, muss man mit Mulcher, Striegel oder Scheibenegge nacharbeiten.

Krumentiefes Grubbern kann den Wurzelraum für die Folgekultur erschließen. Wichtig ist dabei, den Boden nicht zu trocken und nicht zu nass zu bearbeiten.

Vor dem Pflügen den Boden zu lockern und zu mischen, verhindert Matten- und Haufenbildung von Ernterückständen.

Ein Ringpacker nach dem Pflug oder nach tiefem Grubbern hilft, den Boden ausreichend rückzuverfestigen.

△ 1) Bearbeitet man sehr trockene und wenig bindige Böden (wenig Ton, Humus und Kalzium) intensiv, zerfallen die meisten Krümel in ein Einzelkorngefüge. So hat dieser Boden viele Hohlräume und grobe Poren. 2) Zu viel Feinerde erodiert und kann zu einer Kruste verschlämmen.

DER IDEALE BODENZUSTAND

Wichtig: Krümelstruktur und Porenkontinuität

Pflanzenwurzeln benötigen ein Kontinuum aus luft- und wasserdampfgefüllten Grobporen (über 0,05 mm), um darin wachsen zu können und mit den feinen Seitenwurzeln und Wurzelhaaren in die Mittelporen und engen Grobporen (0,0002 – 0,05 mm) vorzudringen. Diese speichern das pflanzenverfügbare Wasser und können über den kapillaren Aufstieg mit Wasser aus tieferen Schichten versorgt werden (siehe Übersicht).

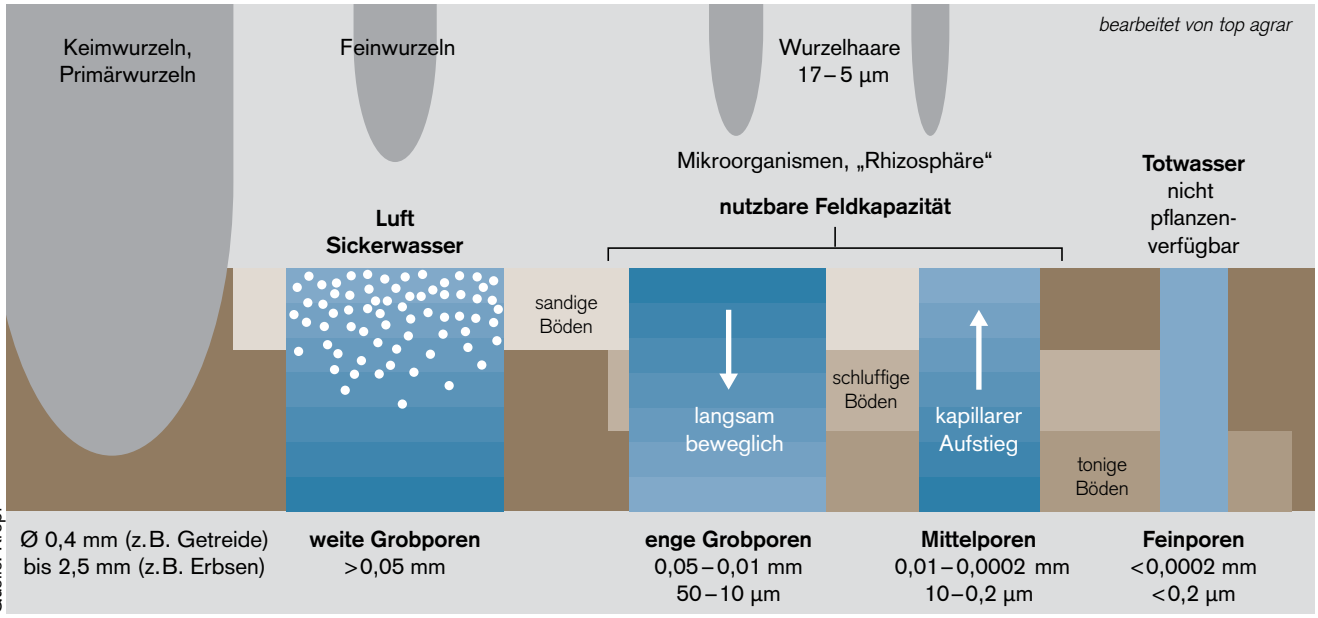
Die vertikale Kontinuität von Grob-, Mittel- und Feinporen stellt sich erst nach mehreren Monaten des Wachstums ein, wenn sich der Boden durch biogene Prozesse stabilisiert hat. Die Bodenbearbeitung nach der Ernte zerstört das Porengerüst. Es bleibt nur in den Bodenkrümeln bestehen. Im Idealfall sollte die Krümelstruktur durch die Bearbeitung erhalten bleiben. Durch Rückverfestigung wird der Kontakt von Krümel zu Krümel gefördert und die Porenkontinuität durch das Wurzelwachstum der Folgekultur schnell wieder hergestellt. Ob und wie gut die Krümelstruktur erhalten bleibt, hängt von der Bodenart, der Bodenfeuchte sowie von der Durchwurzelungsintensität und von der Basenversorgung (v.a. mit Kalzium, Magnesium, einwertigen Kationen) ab. Mit der Spatenprobe und durch das Zerdrücken des Bodens in der Hand lässt sich die Reaktion des Bodens testen. Lassen sich die Brocken nur schwer zerdrücken oder zerfallen sie zu pulvrigem Boden, ist er zu trocken. Lässt er sich kneten oder rollen, ist er zu nass. Krümelt er in der Hand, ist der Zustand perfekt.

Der Idealzustand bleibt meist die Ausnahme. Deshalb sind Anpassungen und Kompromisse bei der Wahl des Arbeitsganges, der Geräteausstattung und bei der Arbeitstiefe sowie der Fahrgeschwindigkeit erforderlich, um einen störungsarmen Wurzelraum zu bereiten, dessen Porenkontinuität sich schnell wieder aufbaut. Sandige und schluffige Böden sind generell wenig bindig und zerfallen schnell in ein Einzelkorngefüge, das sich schlecht rückverfestigen lässt. Diese Böden eignen sich für den pfluglosen Anbau nur bei intensiver Zufuhr organischer Substanz.

Foto: Kropf

◁ Bindige, zu trocken oder zu nass bearbeitete Böden zerfallen nicht in ein Krümelgefüge, sondern bilden gröbere Bröckel (> 10 mm) und Klumpen (> 50 mm), in die eine Pflanze nicht hineinwurzeln kann.

BODENPOREN ALS LEBENSRAUM



Quelle: Kropf

△ Während Keim- und Primärwurzeln in groben Poren und Rissen wachsen, nutzen Wurzelhaare enge Grobporen und Mittelporen zur Wasser- und Nährstoffaufnahme.

So managen Sie Stoppeln und Co.

Ernterückstände sind die wichtigste Quelle, um dem Boden organische Substanz für den Humuserhalt zurückzuliefern. Die Rückstände speichern Wasser, liefern und binden Nährstoffe und belüften den Boden, nachdem Regenwürmer sie verarbeitet haben. Grüne Pflanzenrückstände wie z. B. von Zwischenfrüchten werden schnell mineralisiert, die darin enthaltenen Nährstoffe sind für die Folgekultur verfügbar. Zur mikrobiellen Zersetzung müssen Ernterückstände mit ihrer gesamten Oberfläche mit dem Boden in intensiven Kontakt kommen.

Dass die Ernterückstände zerkleinert und gleichmäßig verteilt sind, ist notwendig, um sie gut einmischen zu können. Als Haufen und Matten verrotten die Rückstände zu langsam und behindern so die Aussaat, die Wurzelbildung der Kultur sowie die Wasser- und Nährstoffversorgung. Zusätzlich übertragen Ernterückstände auch Krankheiten und sind eine Futter- und Vermehrungsgrundlage für Schädlinge wie z. B. Schnecken und Mäuse.

VIELE GERÄTE ZUR AUSWAHL

Sind Ernterückstände durch die Erntemaschine unzureichend zerkleinert und verteilt, muss man nacharbeiten. Mulcher z. B. zerkleinern Stoppeln und Stroh von Getreide, Raps und Mais. Striegel und Stoppelgrubber verteilen das Stroh nur in schräger Fahrt zur Ernterichtung nach. Generell gilt: Je schlechter die Verteilung, desto eher eignet sich häufiges Striegeln. Ist der Boden zum Bearbeiten zu trocken oder zu nass, können mehrfache Striegelgänge im wöchentlichen Abstand helfen. Durch UV-Strahlung zersetzt sich das Stroh nach fünf bis sechs Wochen bis zum völligen Zerfall. Anders als beim Stoppelsturz ergrünt der Acker durch die kurzen Striegelfolgen nicht. Die angekeimten Ausfallsamen wachsen nicht mehr an und werden weitgehend beseitigt.

Gröbere Ernterückstände wie Maiswurzeln und Rübenreste lassen sich durch Scheibeneggen anschneiden oder zerteilen. Maiswurzeln sollten dazu im Bodenverbund stehen, damit sie nicht ausweichen können, dürfen also vorher nicht herausgegrubbert werden. Je steiler das Scheibenschar steht, desto besser ist die Schneidwirkung. Schräge Scharstellung hat einen höheren Schäleffekt. ►

MISCHEN UND LOCKERN

Grubbern – auf die Schare kommt es an

Foto: Kropf

◁ Ist der Boden zu trocken (Kluten) oder wie hier zu feucht (Striemen), arbeiten Sie lieber flacher und stufenweise.

Ausfallsamen kann man durch flaches Einmischen auf 3 bis 5 cm zum Auflaufen bringen. Ein zu tiefes Einmischen kann sie hingegen in eine sekundäre Keimruhe versetzen. Weil durch das Mischen zudem die Restfeuchte der festen Krume in die lockere Deckschicht verdunstet, fördert dies die Quellung und Keimung der Samen. Wichtig ist dabei eine gute Krümelung und Rückverfestigung, damit das aufsteigende Wasser im Krümelhorizont verbleibt und Niederschläge gut infiltrieren können. Die aufliegenden Ernterückstände schützen vor Verdunstung.

Fallen keine Ausfallsamen an, kann man im ersten Stoppelgang 10 bis 15 cm tief lockern und mischen. Dabei dürfen keine Kluten (Boden zu trocken) oder Striemen (Boden zu nass) entstehen. Ist der Boden durch eine zu hohe Arbeitsintensität und durch die Bearbeitung stark ausgetrocknet, pulverisiert oder zertrümmert, bilden sich weder Aggregate, noch kann sich zügig eine Kapillarität aufbauen. Optimal ist ein Krümelgefüge, das sich gut rückverdichten lässt.

Je Dezitonne einzumischendes Stroh benötigt man 2 cm Lockerungstiefe. Je mehr Stroh auf der Bodenoberfläche als Erosions- oder Verdunstungsschutz verbleiben soll, desto schmaler muss das Schar sein. Flügelschare verbessern nicht die Einmischung, Wurzelunkräuter können mit scharfen Gänsefußscharen abgeschnitten werden.

Das Lockern und Mischen der oberen Krume erfolgt meist ganzflächig. Damit kann man auch tiefe Erntespuren beseitigen und organische Dünger einarbeiten. Die krumentiefe Lockerung ist meist ein separater Arbeitsschritt und erschließt den Wurzelraum für die Folgekultur.

Möglich ist aber auch, mit einem schmalen Grubberschar in Streifen und schräg zur Drillrichtung zu arbeiten. So ist nur ein Teil des Bodens gelockert und es verbleibt ein festerer Steg bzw. es wird der Boden durch die Seitenkräfte des Lockerungsschars nur gebrochen. Die Krume bleibt dadurch tragfähiger. So finden Wurzeln und Wasser bei nasser Folgewitterung in den lockeren Bereichen bessere Voraussetzungen, bei Trockenheit hingegen in den festeren Stegen.

WANN WENDEN?

Pflügen oder nicht?

Ein wesentlicher Vorteil der wendenden Bodenbearbeitung mit dem Pflug ist der „reine Tisch“ für eine störungsfreie Aussaat. Ein übernasser, durch die Ernte verdichteter Boden, Wirtschaftsdünger, unerwünschter Aufwuchs oder störende Ernterückstände lassen sich durch den Pflug krumentief wegdrehen. Wird dadurch trockener Boden hochgeholt, verbessern sich die Bestellbedingungen.

Damit aber Pflanzenrückstände und Strukturschäden nicht die Wurzelbildung der Folgekultur stören, sollte möglichst vor der Pflugfurche ein brechender, auch mischender Arbeitsgang erfolgen. Bei schweren und feuchten Böden oder sehr trockenem Boden muss man vor dem Pflügen in zwei Schritten lüften, brechen und lockern. So lassen sich Klumpen vermeiden. Durch Niederschläge verlagerte Feinerde (Ton, Feinschluff) und Nährstoffe werden durch das Pflügen wieder in der Krume verteilt.

Eine Pflugfurche bietet sich vor allem vor Kulturen an, die einen gut durchwurzelbaren Raum benötigen, weil sie selbst nur ein wenig konkurrenzfähiges Wurzelsystem haben. Dazu zählen großkörnige Leguminosen wie z. B. Ackerbohnen, Erbsen oder Sojabohnen. Erbsen oder auch Sojabohnen brauchen für eine reibungslose Ernte zudem eine Bodenoberfläche ohne Ernterückstände, die durch den Pflug am besten gewährleistet ist. Das gilt auch für den Anbau von Getreide nach Getreide. Auch nach (Körner-)Mais ist eine Pflugfurche angebracht, um neben dem Maiszünsler auch Fusarien Einhalt zu gebieten.

Die Beschränkung der N-Düngung im Herbst wird dazu führen, dass vor Raps wieder häufiger gepflügt werden muss, um die höhere N-Freisetzung im Herbst nutzen zu können.

RICHTIG RÜCKVERDICHTEN

Nicht ohne Packer!

Jede Lockerung vergrößert den Anteil von Hohlräumen – eine Pflugfurche z. B. schafft 30 % mehr Krumenvolumen. Durch den besseren Luftzutritt erwärmt sich der Boden schneller. Zudem trocknet der Horizont schneller ab, was unter (zu) feuchten Bedingungen positiv sein kann, um z. B. im Frühjahr trocken bestellen zu können. Eine rauere Oberfläche nimmt Niederschläge besser auf, auch Frost dringt schneller und tiefer in eine Winterfurche ein (Frostgare).

Die Nachteile von Hohlräumen sind eine schnellere Austrocknung des Bodens, Erosion von Feinerde (Ton,

Schluff) bei Regen, eine geringe Tragfähigkeit und damit eine höhere Verdichtungsgefahr durch Lasten sowie eine schlechte Wurzelbildung durch fehlenden Bodenkontakt. Weil Hohlräume die Porenkontinuität unterbrechen, können Wasser und Nährstoffe weder kapillar aufsteigen, noch aus einer darüber liegenden krümeligen Schicht infiltrieren.

Um den Anteil an Hohlräumen zu minimieren, muss man gelockerten und gepflügten Boden so tief rückverfestigen, wie er vorher gelockert wurde. Aus pflanzenbaulicher Sicht muss der Pflugfurche oder dem tiefen Lockern mit dem Grubber ein Ringpacker folgen. Dieser schneidet bei ausreichend großem Durchmesser und scharfen Ringen tief genug ein, um den Boden von unten fest nach oben locker werdend rückzuverdichten. Bei größeren Drillbreiten, die keinen Frontpacker vor dem Schlepper zulassen, muss der Packer am Pflug oder hinter dem Grubber hängen. Nach einer krumentiefen, ganzflächigen Lockerung lassen sich reine Sandböden, aber auch tonige Böden schlecht rückverfestigen.

Tief gelockerte Fahrgassen oder Untergrundverdichtungen können nicht ausreichend rückverfestigt werden. Es bleiben luftgefüllte Hohlräume, in die Feinerde durch Niederschläge erodieren kann. Das verschlechtert die Kationenaustauschkapazität (KAK) im oberen Krumenbereich und schränkt die nutzbare Feldkapazität (nFK) ein. Durch erneutes Befahren können neue und auch tiefere Schadverdichtungen entstehen. Untergrundverdichtungen sollte man nur in schmalen Streifen vor einer tief wurzelnden Kultur aufbrechen. Um nicht immer wieder die gleichen Probleme mit schlechten Kompromissen lösen zu müssen, empfiehlt es sich, die Ursachen von Schadverdichtungen so gut es geht zu beseitigen.

Das häufig praktizierte tiefe Aufreißen von Fahrgassen ist eher kontraproduktiv – insbesondere, wenn diese danach austrocknen und Ausfallgetreide sowie Ausfallraps nicht auflaufen können. Sinnvoller ist es, nur die Fahrgassen in zwei Schritten bis auf Krumentiefe mit dem Grubber zu lockern und dabei einen Packer mitlaufen zu lassen.

DIREKTSAAT

Geht es auch ohne Bodenbearbeitung?

Durch Direktsaat wird die Porenkontinuität des Wurzelraumes nicht gestört und muss daher auch nicht wiederhergestellt werden. Doch Ernterückstände und Dünger werden dadurch nicht eingearbeitet. Zudem bleiben Strukturprobleme bestehen. Durch Niederschläge verlagerte Nährstoffe und Feinerde gehen verloren. Direktsaat hat daher spezielle Ansprüche an die Fruchtfolge und die technische Ausstattung. Sie funktioniert am besten in einem Klimaraum mit geringen Winterniederschlägen.

TR 2/2021-Z
Treso®*
syngenta
*Zulassung wird erwartet
Bonusland®
Pflanzenschutzmittel vorsichtig verwenden.
Vor Verwendung stets Etikett und Produktinformationen lesen.
www.syngenta.de
BeratungsCenter **0800/32 40 275** (gebührenfrei)
Jetzt auch per WhatsApp: 0173-46 91 328
®