top agrar SERIE

FACHWISSEN PFLANZENBAU

Teil 16 von 24
▶ Wurzeln in der Fruchtfolge

Die Wurzel Ihrer Wahl

Krankheiten zu vermeiden und hohe Erträge zu sichern sind gute Gründe für bestimmte Kulturen in der Fruchtfolge. Ein anderer, bislang unterschätzter Faktor, ist die Wurzel. Ein Plädoyer für die richtige Wahl.

Foto: Kropf

△ Knöllchenbakterien, hier an Ackerbohnen, wirken auch für nachfolgende Kulturen.

UNSERE AUTOREN
Dr. U. Kropf, Fachhochschule Kiel,
Prof. Dr. H. Schönberger, N.U. Agrar

Was Wurzeln in der Kulturfolge leisten, bildet die Basis des Fruchtfolgeertrages. Gut verzweigte Wurzeln strukturieren den Boden und erschließen die pflanzenverfügbaren Nährstoffe. Tief wachsende Wurzeln folgen dem abziehenden Wasser und stabilisieren das Porengefüge, in denen später überschüssiges Wasser in die Tiefe abgeleitet wird. Das Dickenwachstum von Rüben oder Rettichen verdrängt und komprimiert den Boden zwischen den Rüben. In die Hohlräume, die sich durch das Wachstum gebildet haben, fällt bei der Bodenbearbeitung lockere Erde. So entstehen nebeneinander verdichtete und lockere Kompartimente, die unter der nachfolgenden Kultur erst wieder eine tragfähige und kapillarfähige Krume bilden müssen. Berücksichtigen Sie also Bedürfnisse und Folgen des Wurzelwachstums in der Fruchtfolge.

Die Autoren der Serie „Fachwissen Pflanzenbau“ stellen Zusammenhänge im Pflanzenbau kurz und knackig (wieder) her. Der aktuelle Themenblock heißt „Fruchtfolge, Zwischenfrüchte, Kulturen“. Danach folgt „Pflanzenschutz und Wachstumsregler“. Schon erschienen sind „Boden“, „Bodeneingriff“ und „Pflanzenphysiologie“. Alle Beiträge sammeln wir online unter www.topagrar.com/wissen-pflanzenbau

WURZELTIEFGANG

Wer wurzelt tief?

Zweikeimblättrige Kulturen mit einer zentralen Pfahlwurzel dringen ohne Störhorizont (Verdichtungen, Brocken, Strohmatten, Überlockerungszonen) in tiefere Bodenschichten vor. Mehrjährige Kulturen sind in dieser Hinsicht besser zu beurteilen als einjährige, bestandesbildende (Ackerbohnen, Winterraps) besser als Reihenkulturen (Rüben, Sojabohnen). Ein tiefreichendes Wurzelsystem bildet z.B. mehrjährige Luzerne. Nach einer ausreichend tiefen Lockerung und über Schrumpfungsrisse (Austrocknung, Sommergare) stabilisiert und erschließt Luzerne den Unterboden bis zu 2 m tief. Die so geschaffenen Wurzelkanäle und Kapillarität können Folgefrüchte nutzen. Tief und strukturverbessernd wurzeln auch Lupinen und Ackerbohnen als Hauptfrucht durch die verholzte Pfahlwurzel und die teils kräftigen Seitenwurzeln (Lupine).

Raps hat mit dem züchterisch verkürzten Sprosswachstum und infolge von Unterbodenverdichtungen durch schwere Lasten etwas an Wurzeltiefgang eingebüßt. Die Tiefendurchwurzelung des Raps fördert man am besten durch eine angepasste Bodenbearbeitung (mit vertikal arbeitenden Werkzeugen), kom-

biniert mit Einzelkornsaat und Tiefendüngung. Lange Zentralwurzeln bilden auch Zuckerrüben und Sonnenblumen. Durch die weite Reihe und geringe Pflanzendichte wirken diese aber weniger strukturverbessernd.

WURZELDICHTE

Mehr Wurzeln im Kurztag

Einkeimblättrige Gräser (Getreide, Mais, Sorghum, Ackergras) haben ein System aus mehreren gleichrangigen (allorhizen) Hauptwurzeln, die in verschiedene Richtungen wachsen, sich verzweigen können und damit eine intensive Durchwurzelung der Krume erreichen. Schadverdichtungen und lokal hohe Nährstoffkonzentrationen beeinflussen die Wurzelmorphologie stark und können zu flachen, tellerartigen Wurzelballen führen, die Trocken- und Hitzestress verstärken.

Kleinkörnige Leguminosen (Klee-Arten) und Phacelia können selbst in der kurzen Zeitspanne als Zwischenfrucht die gesamte Krume mit einem dichten Wurzelgeflecht durchziehen. Die Wurzelbildung der Zwischenfrüchte profitiert durch den Kurztag ab Ende September. Im Langtag werden Spross- und Blütenbildung begünstigt. Die im Juli/August gesäten und im Langtag aufgelaufenen Zwischenfrüchte blühen oft noch im Herbst – sie bilden dann aber mehr oberirdische Masse und im Vergleich dazu weniger Wurzeln. Ab Ende September im Kurztag gesäte Zwischenfrüchte bilden dagegen mehr Wurzeln und weniger oberirdische Masse. Wintergetreide hat deshalb auch ein besseres Wurzelsystem als Sommergetreide.

Während man den wasserhaltigen oberirdischen Aufwuchs einarbeiten muss, gilt das nicht für Seiten- und Feinwurzeln. Bezogen auf die Trockenmasse ist die Stickstoffkonzentration der Wurzeln mit 1 % doppelt so hoch wie die der oberirdischen Masse (0,5 %), bei Leguminosenwurzeln sogar viermal so hoch (2 %). Da die Wurzeln der nachfolgenden Kultur bevorzugt in den Wurzelgängen der Vorfrucht wachsen, profitiert diese von den in den Wurzeln akkumulierten Nährstoffreserven.

WURZELWACHSTUM

Strukturschäden durch Wurzeln?

Die komplexe Wechselwirkung von Witterung, Wurzelbildung und Produktionstechnik wird am Beispiel von Zuckerrüben und Kartoffeln deutlich. Der konisch zulaufende Rübenkörper verdrängt durch die hohen Erträge sehr viel Boden. Bei 1 000 dt/ha Ertrag sind das ca. 10 l/m² Boden oder 50 % der Grobporen (in den oberen 20 cm des Bodens bezogen auf die Gesamtfläche). Durch die Reihensaat der Rüben im Abstand von 45 oder 50 cm werden die Grobporen in der Reihe auf 1/10 zusammengedrückt. Das behindert wiederum im nassen Boden den Gasaustausch. Bleibt der Boden trocken, ist er nach dem Roden durch die Hohlräume der Rübenkörper stark überlockert. Im nassen, bindigen Boden bilden sich zudem Kluten und Brocken zwischen den Rüben. Dazu kommen Strukturschäden durch das Roden und Abfahren. Auch nach Kartoffeln ist der Boden überlockert und wird durch das Sieben bei einem hohem Anteil an Feinerde zudem nahezu strukturlos. ►

SCHNELL GELESEN

Wurzelvielfalt (flach, tief, mit Knöllchenbakterien) ist besonders in Fruchtfolgen mit reduzierter Bodenbearbeitung oder in extensiven Direktsaatsystemen wichtig.

Auch Wurzeln können Strukturschäden verursachen. Vorsicht gilt vor allem bei überlockerten Böden nach Rüben oder Kartoffeln.

Wurzelausscheidungen beeinflussen andere Kulturen mehr oder weniger stark – sie können sogar herbizide Wirkungen haben.

Verschiedene Kulturen im Misch- und Zwischenfruchtanbau und mit Untersaaten zu kombinieren, hat Vor- und Nachteile.

EXKURS

So wachsen Wurzeln

Mit ihren konischen Spitzen dringen Wurzeln in Poren, Trocknungs- oder Frostrisse im Boden ein und arbeiten sich durch wechselndes Längen- und Dickenwachstum weiter vor. Je feiner die Wurzel, umso feiner können die Poren oder Risse sein. Dicke Wurzeln können feine Risse nicht nutzen. Daher ist Ackerfuchsschwanz mit seinen sehr feinen Wurzeln auf Tonböden der Marsch gegenüber Getreide im Vorteil.

Mit 5 (bis 8) bar Druckkraft verdrängen und strukturieren die Wurzeln den Boden, schaffen eine vertikale Porenstruktur und erhöhen die Tragfähigkeit der Krume. Trotz des hohen Drucks, den Wurzeln ausüben, können sie nicht in verschlossene Poren (Schmierschichten, Arbeitshorizonte, Pflugsohlen) dringen.

Bei 60 bis 70 % nutzbarer Feldkapazität wachsen Wurzeln optimal. Durch die Luftporen erwärmen sich die Böden schneller und Nährstoffe mineralisieren besser. Sauerstoff für die Wurzelatmung (Nährstoffaufnahme) und kapillar aufsteigendes Wasser versorgen die Pflanzen. Wurzeln gelangen über Regenwurmröhren oder Wurzelgänge ohne Störhorizonte in eine Tiefe von 2 m und mehr. In Rissen oder in Hohlräumen wachsen sie nur, wenn diese mit feuchter Luft gefüllt sind. Hat eine intensiv wurzelnde Vorfrucht eine tragfähige Krümelstruktur geschaffen, sollte man diese durch eine minimalinvasive (extensive) Bodenbearbeitung und Bestellung erhalten.

Foto: Klingel

△ Rüben verdrängen Boden, der dadurch überlockert (trocken) oder verdichtet (nass).

WASSERVERBRAUCH

Die Menge machts

Je höher die Aufwuchsleistung, umso größer ist der Wasserbedarf der Kultur. Durch den hohen Wasserverbrauch von 1 000 dt Rüben/ha wird inzwischen auf Standorten mit Frühjahrstrockenheit nachfolgend kein Winterweizen mehr angebaut, sondern Sommerkulturen mit spätem Wasserbedarf. Auch Zwischenfrüchte verbrauchen Wasser, das der Folgefrucht fehlt, wenn nicht genug Niederschläge in der vegetationsarmen Zeit fallen. Je 10 cm Aufwuchshöhe werden 10 bis 12 mm Wasser benötigt. Ein 1 m hoher Zwischenfruchtbestand hat demnach etwa 100 mm Wasser verbraucht. Allerdings verringert die Bodenbedeckung auch die Evaporation (Verdunstung des Bodens). Bei 60 Tagen mit Evaporation im Herbst sind das etwa 30 mm. Somit sollte eine Zwischenfrucht auf Trockenstandorten nicht höher als 30 cm werden.

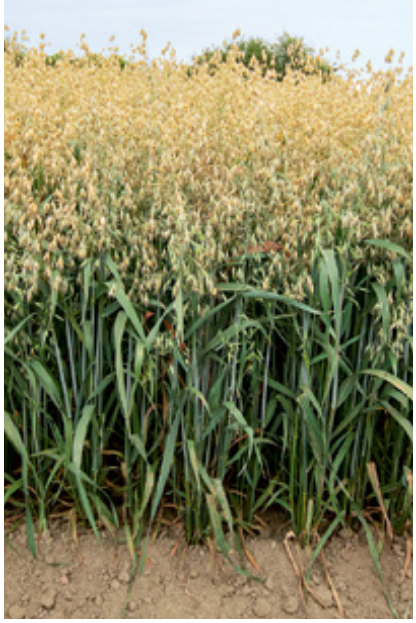
Wasser ist auch der begrenzende Faktor für den Anbau einer Zweitfrucht, so bricht z. B. Mais nach Getreide-GPS im Ertrag häufig ein. Auch Untersaaten verbrauchen Wasser. Die Konkurrenz einer Gras-Untersaat im Mais kostet selbst auf maritimen Standorten ca. 10 % Ertrag, auf Trockenstandorten deutlich mehr. In diesem Fall stehen der erosionsmindernde Aspekt und die spätere Nutzung des Grases nach der Maisernte auf der Positivseite.

WURZELAUSSCHEIDUNGEN

Das Wurzelpotenzial

Mit Wurzelausscheidungen oder infolge des Abbaus von Ernterückständen werden sogenannte allelopathische Substanzen freigesetzt. Diese können Organismen und Pflanzen der gleichen oder einer anderen Art stimulieren oder hemmen – z. B. keimhemmend auf Unkräuter oder Begleit- und Folgekulturen wirken oder bodenbürtige Pilze und Schadorganismen zurückdrängen.

Ein hohes, insbesondere herbizid wirksames allelopathisches Potenzial weisen laut Literatur Reis, Roggen, Hafer, Sorghum und Sonnenblumen auf – das wohl sehr stark sortenabhängig ist. Noch ausgeprägter ist Allelopathie bei Kreuzblütlern. Diese scheiden Glukosinolate aus,



Fotos: Kropf

△ Hafer wirkt allelopathisch durch Wurzelausscheidungen und sich zersetzendes Stroh.

sofern sie nicht – wie beim Raps – herausgezüchtet wurden. Kreuzblütler gleichen auf diese Weise und durch weitere intensive Rhizosphärenaktivität die fehlende Mykorrhizierung der Wurzel aus. Bekannt sind dabei eine Reihe von Substanzen aus den Gruppen der Phenole, Fettsäuren, Flavonoiden, Terpenoiden und Alkaloiden. Viele Verbindungen haben herbizides, insektizides und wachstumsregulatorisches Potenzial, an dem intensiv geforscht wird. In der Literatur wird vielen allelopathischen Substanzen ein gutes Umweltverhalten ohne toxische Begleiteffekte zugeschrieben.

ALLELOPATHIE FÜR DIE PRAXIS?

Aktuelle praktische Bedeutung hat z. B. das Scopoletin, das beim Zersetzen von Haferstroh entsteht. Es behindert die Keimung und Nährstoffaufnahme nachfolgender Gräser (Ungräser, Wintergetreide (Gerste), Gräser in Zwischenfrüchten). Die Wurzelausscheidungen des Hafers (Avenacin) hemmen den Erreger der Schwarzbeinigkeit (*Gaeumannomyces graminis*). Deshalb gilt Hafer als Gesundungsfrucht. Auch Roggenstroh wirkt keimhemmend auf unerwünschten Fremdaufwuchs und wird in organisch wirtschaftenden Systemen als Mulchdecke in Reihenkulturen und auch in Baumplantagen genutzt. Im kommerziellen Reisanbau stehen Sorten mit einem anerkannt hohen Unterdrückungspotenzial von Ungräsern und Unkräutern zur Verfügung.

Wildkräuter haben meist ein höheres allelopathisches Potenzial als Kulturpflanzen. So ist zu erklären, dass verunkrauteter Raps ohne Herbizidanwendung oft deutlich schlechter wächst als es durch die alleinige Unkrautkonkurrenz zu erklären ist. Im Spitzwegerich

◁ Die Grasuntersaat in Sommergerste ermöglicht eine längere Nutzung des guten Porengefüges.

wurden allelopathische Verbindungen gefunden, die die N-Mineralisation im Boden behindern.

Der Preis für allelopathische Eigenschaften ist bislang ein verminderter Ertrag. Ob man künftig unkraut- und pilzunterdrückende oder insektizide Eigenschaften von Kulturen und Sorten einzüchten kann, wird von der Nutzung moderner Züchtungsmethoden abhängen.

WEITERE WURZELEXSUDATE

Weitere wichtige Ausscheidungsprodukte von Wurzeln sind kurzkettige Kohlenstoffverbindungen (z.B. Glukose, Fruktose), Stickstoffverbindungen (Aminosäuren, Proteine), Enzyme und organische Säuren. Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen bilden die Nahrungsgrundlage einiger Rhizosphärenbakterien, die nützlich oder schädlich wirken können. Positiv zu werten sind symbiontische Reaktionen mit Mykorrhizapilzen oder Rhizobienbakterien, die Leguminosen besiedeln und biologisch Stickstoff fixieren.

Nährstoffmangel induziert dagegen die Bildung von Wurzelexsudaten, die die bessere Aufnahme nicht ausreichend vorhandener Nährstoffe ermöglichen. Manche Kulturen haben dadurch ein besseres Aufschlussvermögen, z.B. Lupinen sowie generell Leguminosen für Phosphor. Auf sauren Böden können organische Säuren aus den Wurzelausscheidungen von Aluminium-toleranten Sorten (u.a. Mais, Weizen, Roggen, Buchweizen) die toxischen Aluminium-Ionen durch Chelatisierung entgiften. Je aktiver Wurzeln wachsen, desto mehr Wurzelexsudate werden gebildet.

Ihr Kontakt zur Redaktion:
friederike.mund@topagrar.com

Verben™

FUNGIZID

Das neue Universalfungizid im Getreide

- Mit dem Wirkungsplus gegen Mehltau, Halmbruch und viele mehr
- Ideale Wirkstoffkombination für den perfekten Start
- Günstiges Anwendungsprofil

CORTEVA™ agriscience

corteva.de

™ ® Markenrechtlich geschützt von Corteva Agriscience und Tochtergesellschaften. © 2022 Corteva.