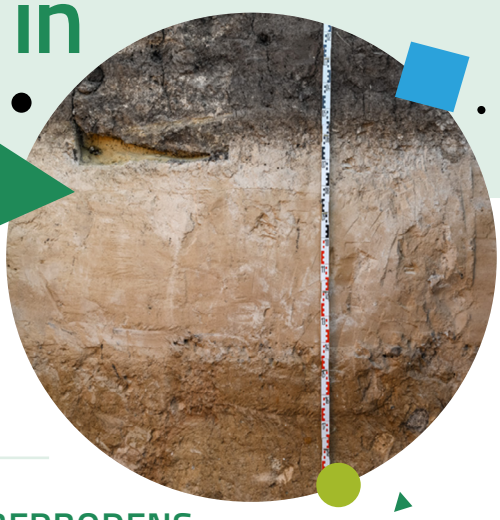
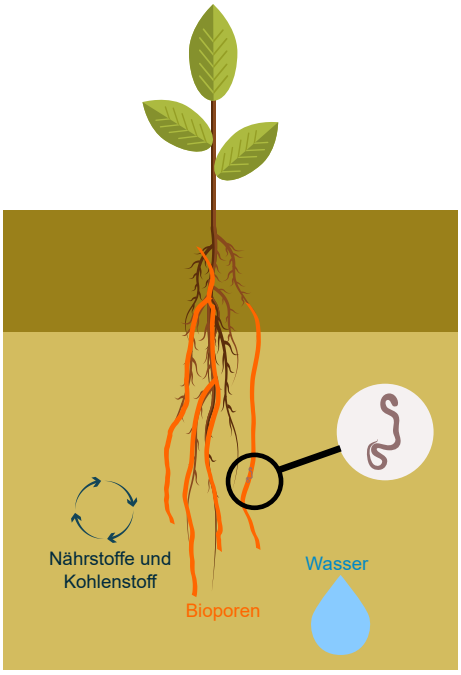
Version 1 - Stand 05.02.2025

Ober- und Unterboden in der Landwirtschaft



Ackerböden werden von Landwirten angepasst, um ihn in einem optimalen Zustand für das Pflanzenwachstum zu halten. Dabei werden häufig Düngemittel ausgebracht und der Boden bearbeitet. Durch diese Prozesse unterscheidet sich der oberste Boden (Oberboden) von den darunterliegenden Schichten des Unterbodens.



Schematische Darstellung von Bodeneigenschaften.

EIGENSCHAFTEN DES OBERBODENS

Oberböden beginnen an der Bodenoberfläche und reichen im Falle von Ackerland in der Regel bis in eine Tiefe von 20 bis 30 cm - so tief dringt der Pflug bei der Bodenbearbeitung ein. Sie sind reich an organischen Substanzen, da die Abbauprodukte von Blättern und Wurzeln der Pflanzen hauptsächlich im Oberboden abgelagert und angereichert werden. Die Landwirte achten sehr darauf, dass die chemischen und physikalischen Bedingungen im Oberboden für das Wurzelwachstum und somit für die Entwicklung der Pflanzen optimal sind. Der Oberboden enthält in der Regel eine höhere Konzentration an Nährstoffen als der Unterboden, kann aber nur begrenzt Wasser speichern.

EIGENSCHAFTEN DES UNTERBODENS

Der Unterboden enthält große Nährstoffvorräte. Da es für die Pflanzenwurzeln schwieriger ist, dort zu wachsen, sind diese Nährstoffe für die Pflanzen schwerer erreichbar. Der Unterboden bietet im Allgemeinen zusätzlich einen guten Wasserrückhalt. Dadurch bleiben die Wasservorräte in tiefen Bodenschichten länger erhalten als im Oberboden.

BILDUNG UND FUNKTION VON BIOPOREN

Bioporen im Boden sind wie Tunnel, die von Pflanzenwurzeln oder Regenwürmern angelegt werden. Pflanzen können in diesen Tunneln Wurzeln bilden, um in den Untergrund einzudringen und Wasser zu erreichen (#5.3, #5.4). Für die Pflanzen ist es sehr wichtig, dieses Wasser zu erreichen, wenn der Sommer heiß und trocken ist. Im Gegenzug bringen die Pflanzen Nährstoffe und Kohlenstoff in den Untergrund.

INFO

AUSBLICK NACHHALTIGE LANDWIRTSCHAFT

Der Unterboden kann die landwirtschaftliche Produktivität fördern, insbesondere bei heißem Wetter mit wenig Regen, indem er die Pflanzen mit Wasser versorgt. Im Gegenzug können Pflanzen die Eigenschaften des Unterbodens verbessern, indem sie die Nährstoffe umverteilen und den Kohlenstoff im Unterboden freisetzen. Bioporen sind für diese Verbindung zu den Ressourcen des Unterbodens von entscheidender Bedeutung, und die Landwirte sollten versuchen, Praktiken anzuwenden, die die Bildung von Bioporen fördern.

Autor:innen:
Julien Guigue (Bodenkunde, Technische Universität München)

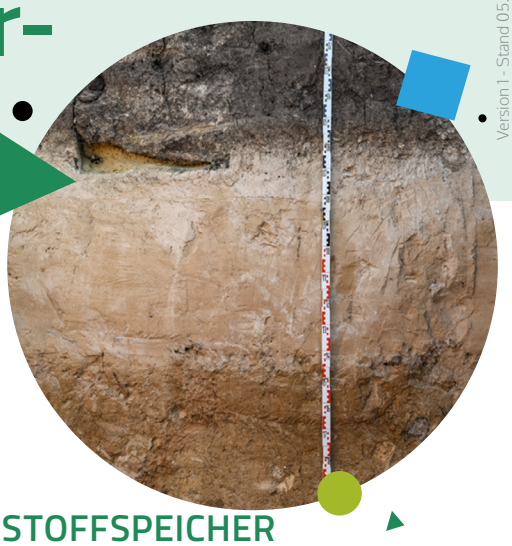
Bildnachweise:
Bodenprofil: André Künzelmann (UFZ)
Infografik: Julien Guigue mit Adobe Illustrator

Layout:
Luise Ohmann (UFZ)
Miriam Hantzko (UFZ)

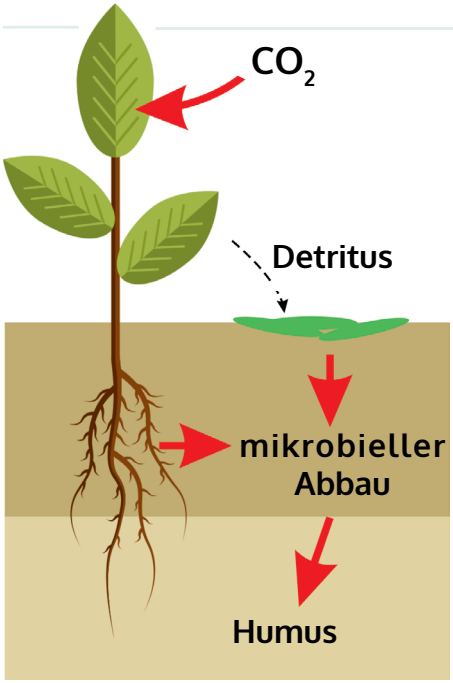
Das Soil³-Projekt wird gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Förderkennzeichen 031B1066A.

Version 1 - Stand 05.02.2025

Einfluss des Ackerunterbodens auf das Klima



Der Unterboden kann, ebenso wie der Oberboden, Kohlendioxid (CO_2) aus der Atmosphäre in Form von Kohlenstoff speichern und dadurch einen wichtigen Beitrag zur Eindämmung des Klimawandels leisten. Dabei hängen der Umfang und die Dauer der Kohlenstoffspeicherung u.a. von Landnutzung und Bodeneigenschaften ab.



Der Weg des Kohlenstoffs in den Boden.

DER BODEN ALS KOHLENSTOFFSPEICHER

Wenn Pflanzenreste absterben und von Bodentieren und -mikroorganismen umgesetzt werden, entsteht Humus. Im globalen Mittel speichern Böden mehr Kohlenstoff im Humus als Vegetation und Atmosphäre zusammen. Dadurch erfüllen Böden eine wichtige Funktion bei der Eindämmung des Klimawandels, da der Kohlenstoff im Humus nun in der Atmosphäre fehlt, was den Anstieg der Konzentration des Treibhausgases CO_2 abmildert.

KOHLENSTOFFVORRÄTE DES UNTERBODENS

Nicht nur Oberböden speichern Kohlenstoff, sondern auch tiefere Bereiche des Bodenprofils. In deutschen Ackerböden lagern im Schnitt rund 40% des Kohlenstoffes unterhalb des Pflughorizontes in 30 bis 100 cm Tiefe (#5.1). Dieser Kohlenstoff gelangt durch Auswaschung von gelöster organischer Substanz und durch Wühlprozesse z.B. von Regenwürmern, zum größten Teil aber durch tiefwurzelnde Pflanzen (#5.3) und deren Wurzelsekrete in den Unterboden.

EINFLUSSFAKTOREN FÜR DIE KOHLENSTOFFSPEICHERUNG

Die Kohlenstoffvorräte im Unterboden sind sehr stabil, da sie deutlich weniger mikrobiellen Abbauprozessen ausgesetzt sind (#5.8) als die organische Substanz im Oberboden. Wie lange der Kohlenstoff gespeichert wird, hängt von der Art der Landnutzung, verschiedenen Eigenschaften des Bodens wie Korngrößenverteilung oder Wassergehalt und der Zusammensetzung der organischen Substanz ab. Auch landwirtschaftliche Praktiken wie mineralische und organische Düngung, Strohdüngung oder Beregnung können positive Auswirkungen auf die Kohlenstoffvorräte im Unterboden bis 50 cm Tiefe haben.

STICKSTOFFEMISSIONEN

Neben ihrer Funktion als potenzielle CO_2-Speicher spielen Böden auch eine Rolle für andere Treibhausgase wie z.B. Lachgas (N_2O). Lachgas ist für die globale Erwärmung viel wirksamer als CO_2 und entsteht z.B. wenn ammoniumhaltige Stickstoffdünger umgesetzt werden (Nitrifikation) oder wenn aufgrund von Sauerstoffmangel Nitrat reduziert wird (Denitrifikation). Bodenverdichtung verschlechtert oft die Versorgung mit Sauerstoff und fördert dadurch Lachgasemissionen. Es ist daher aus Klimaschutzgründen wichtig, dass auch Unterböden nicht verdichtet sondern gut belüftet sind.

Autor:innen:
Martina I. Gocke, Wulf Amelung, Sara Bauke (INRES, Bodenkunde, Univ. Bonn)
Julien Guigue (Bodenkunde TU München)

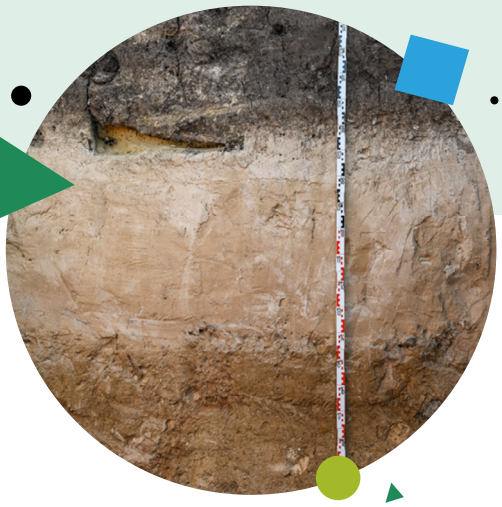
Bildnachweise:
Bodenprofil: André Künzelmann (UFZ)
Infografik: Martina Gocke mit Adobe Illustrator

Layout:
Luise Ohmann (UFZ)
Miriam Hantzko (UFZ)

Das Soil³-Projekt wird gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Förderkennzeichen 031B1066A.

Wurzelwachstum und Nährstoffaufnahme

Version 1 - Stand 05.02.2025



Wurzeln wachsen verborgen im Boden, doch die Biomasse der "versteckten Hälfte" der Pflanzen kann sogar größer sein als die der oberirdischen Pflanzenorgane. Über die Wurzeln nehmen Pflanzen Wasser und mineralische Nährstoffe auf. Um auch bei zunehmenden Dürrezeiten stabile Erträge erzielen zu können, ist die Optimierung von Wurzelsystemen ein Schlüsselfaktor.

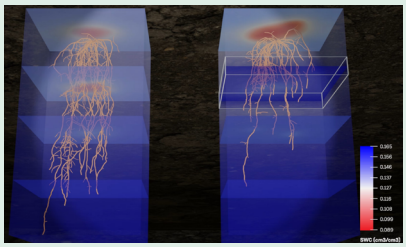
INFO

UNTERBODEN

Unterboden beginnt unter der Ackerkrume (> 30 cm Tiefe) und verfügt über enorme Wasser- und Nährstoffreserven (#5.1). Die Durchwurzelbarkeit des Unterbodens ist durch Bodenverdichtungen jedoch häufig stark eingeschränkt.

Bodenverdichtungen können durch Pflügen, Überfahrten mit schweren Maschinen oder auf natürliche Weise (z.B. in Sandböden) entstehen.

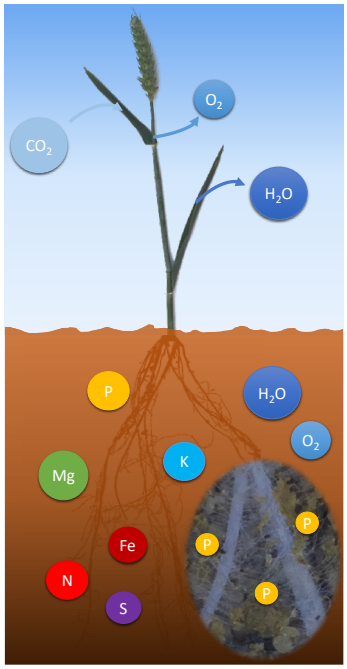
Die Förderung von Bioporenbildung (#5.4) und spezielle Tiefenlockerungsverfahren (#5.6) können dabei helfen, den Zugang der Pflanzen zu Ressourcen im Unterboden zu verbessern.



Wurzelwachstum und Wasseraufnahme in einem Boden mit (links) und ohne Unterbodenverdichtung (rechts). Ein Video der Simulation ist unter dem QR-Code abrufbar.

NÄHRSTOFFAUFNAHME

Der Verdunstungssog durch die Pflanze (Transpiration) ist die treibende Kraft der Wasseraufnahme durch die Wurzeln. Um die Wurzeln herum trocknet der Boden aus, was zu einem Nachströmen von Wasser und darin gelösten Nährstoffen führt. Zusätzlich senkt die aktive Aufnahme von Nährstoffen deren Konzentration im wurzelnahen Bereich ab. Als Folge diffundieren Nährstoffe in Richtung Wurzel.



WURZELWACHSTUM...

ist notwendig um die Pflanzen im Boden zu verankern und ihren Nährstoffbedarf zu decken. Da Wurzeln den Boden auszehren, müssen sie kontinuierlich neue Bereiche des Bodenprofils erschließen. Tiefenwachstum, Erhöhung des Verzweigungsgrades und Bildung von Wurzelhaaren sind hierfür zentrale Mechanismen.

WURZELARCHITEKTUR...

beschreibt Verteilung, Verzweigung, Länge und Wurzelarten, die das Wurzelsystem bilden. Da sich die Architektur aus der Wechselwirkung von genetischen Faktoren mit der Umwelt ergibt, ist eine standortangepasste Sortenwahl bei Nutzpflanzen wichtig (z.B. flach- oder tiefwurzelnde Pflanzen).

BODENEIGENSCHAFTEN...

haben starken Einfluss auf Wurzelwachstum und Nährstoffaufnahme. Neben den Wasser- und Nährstoffgehalten sind pH-Wert, organische Substanz, Bodengefüge und Porenanteil wichtige Faktoren.

Autor:innen:
Tobias Selzner, Andrea Schnepf, Anne E. Berns, Sonja Habbinga (Forschungszentrum Jülich)

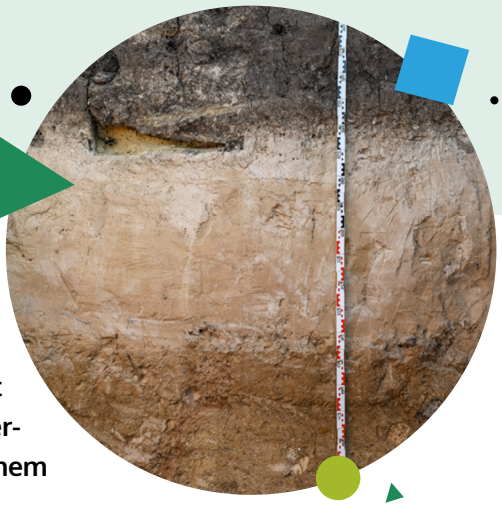
Bildnachweise:
Bodenschnprofil:
André Künzelmann (UFZ)
Infografik: Tobias Selzner
Ausschnitt Video: s. QR-Code

Layout:
Luise Ohmann (UFZ)
Miriam Hantzko (UFZ)

Das Soil³-Projekt wird gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Förderkennzeichen 031B1066A.

Bioporen als Zugang in den Unterboden

Version 1 - Stand 05.02.2025



Im Vergleich zum Oberboden, der durch Bodenbearbeitung regelmäßig homogenisiert wird, hat der Unterboden (#5.1) eine über lange Zeiträume gewachsene, heterogene Struktur. Eine besondere Bedeutung haben vertikale Bioporen, die durch biologische Aktivität entstanden sind und bis in über 1 m Bodentiefe reichen können. In Ackerböden können bis zu 800 vertikale Röhren pro Quadratmeter mit einem Durchmesser von bis zu 5 mm vorkommen.

Nach Anbau von Luzerne bleiben Bioporen im Boden zurück. Tiefgrabende Regenwürmer kleiden die Poren mit nährstoffreicher Losung aus.

ENTSTEHUNG VON BIOPOREN

Pflanzen mit Pfahlwurzeln (#5.7), beispielsweise die Luzerne, sind in der Lage, auch kompakte Bodenschichten zu durchdringen. Nach dem Absterben der Pfahlwurzel bleibt im Boden ein Hohlraum zurück: Eine Biopore ist entstanden.

Tiefgrabende Regenwürmer, z.B. der Tauwurm, können ebenfalls neue Bioporen schaffen. Viel häufiger aber besiedeln sie bereits vorhandene Poren, erweitern diese und kleiden die Porenwände mit ihren Exkrementen aus.

Durch Wurzeln entstandene Hohlräume im Boden werden von Regenwürmern besiedelt. Die Wände dieser Bioporen werden mit ihren Exkrementen ausgekleidet.

ZUGANGSWEGE UND AKTIVITÄTSHOTSPOTS

Bioporen sind Wege für den Gastransport und können so die Belüftung des Bodens verbessern. Außerdem können Bioporen Wasser beschleunigt in den (Unter)Boden leiten und auf diese Weise dem Oberflächenabfluss und der Erosion vorbeugen. Durch die Einträge von organischer Substanz und Nährstoffen in die Porenwand sind Bioporen Hotspots der mikrobiellen Aktivität (#5.8). Für unsere Nutzpflanzen können Bioporen eine besondere Rolle für die Durchwurzelung des Bodens spielen (#5.3): Wurzeln, die in Bioporen wachsen, können leichter in größere Bodentiefen vordringen und so im Unterboden gespeichertes Wasser und Nährstoffe besser nutzen. Das ist vor allem in trockenen Jahren wichtig, wenn die oberen Bodenschichten die Pflanzen nicht ausreichend mit Wasser versorgen können.

Autor:innen:
Timo Kautz (Pflanzenbau, HU Berlin),
Miriam Athmann (Ökol. Land- und Pflanzenbau, Univ. Kassel)

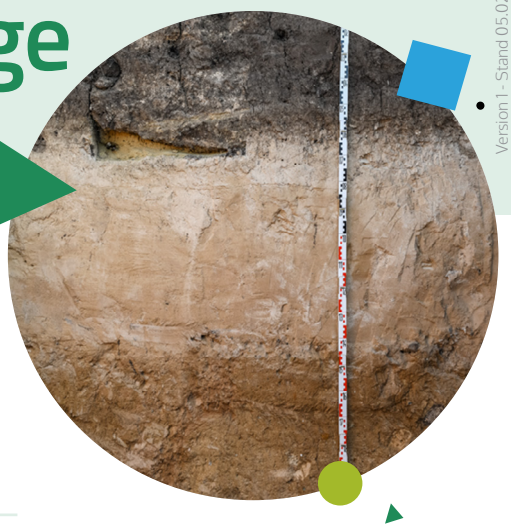
Bildnachweise:
Bodenprofil: André Künzelmann (UFZ)
Fotos: Timo Kautz

Layout:
Luise Ohmann (UFZ)
Miriam Hantzko (UFZ)

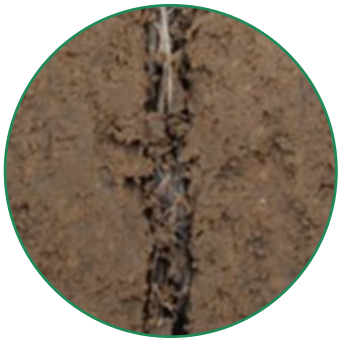
Das Soil³-Projekt wird gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Förderkennzeichen 031B1066A.

Bioporen sichern Erträge in Trockenphasen

Version 1 - Stand 05.02.2025



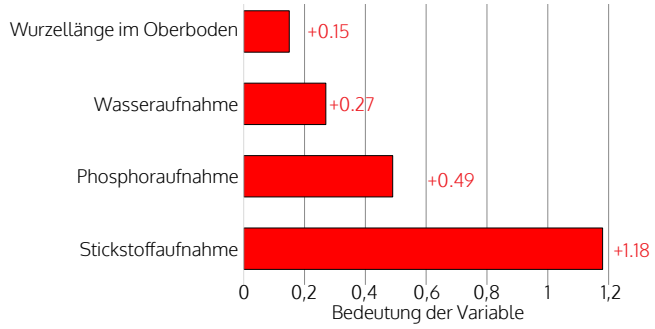
Vor allem vor dem Hintergrund des Klimawandels spielen von Pflanzenwurzeln und Regenwürmern erzeugte Bioporen (#5.4) eine entscheidende Rolle für die Produktivität und Nachhaltigkeit unserer Landwirtschaft. Sie helfen den Kulturpflanzen, mit ihren Wurzeln rascher in tiefere, wasserführende Bodenschichten vorzudringen (#5.1) – dies wirkt sich in trockenen Jahren messbar auf den Ertrag aus.



Kulturpflanzen wie z.B. Roggen nutzen Bioporen zur Erschließung des Unterbodens.

EIGENSCHAFTEN VON BIOPOREN

Bioporen sind zumindest in einigen Bodentypen über Jahrzehnte stabil. In mehrjährigen Feldversuchen im Rheinland steigerten zusätzliche durch Pfahlwurzelpflanzen geschaffene Bioporen die Erträge von Getreide und Raps um bis zu 30%. Dabei waren die Ertragssteigerungen umso ausgeprägter, je trockener das Jahr war. In niederschlagsreichen Jahren hatten die zusätzlichen Bioporen dagegen keinen oder sogar einen leicht negativen Effekt auf den Ertrag - in solchen Jahren lohnt sich die Erschließung tiefer Bodenschichten für die Pflanze nicht. Mit dem Klimawandel gibt es aber immer mehr trockene Jahre in Deutschland. Darum ist zu erwarten, dass sich die Schaffung von Bioporen im Mittel positiv auf Erträge auswirkt. Auch modellgestützte Simulationsstudien zeigen, dass Bioporen Erträge steigern können. Zusätzlich zeigen die Modelle auch die wichtigsten Gründe für die Ertragszunahme bei erhöhter Bioporendichte: erhöhte Stickstoff-, Phosphor- und Wasseraufnahme der Pflanzen.



Beitrag einzelner Faktoren zur Erklärung der positiven Effekte von Bioporen auf Erträge von Sommerweizen und Wintergerste.

INFO

NUTZUNG VON BIOPOREN

Bioporen verbessern die Bodenfruchtbarkeit und spielen dadurch eine wichtige Rolle bei der Optimierung des Pflanzenwachstums und der Nährstoff- und Wasseraufnahme. Wenn Landwirte die Bedeutung von Bioporen kennen, können sie Maßnahmen anwenden, um diese zu fördern und somit die Nachhaltigkeit der Landwirtschaft erhöhen.

Autor:innen:
Amit Srivastava, Sabine Seidel (Pflanzenbau, Univ. Bonn)
Miriam Athmann (Ökol. Land- und Pflanzenbau, Univ. Kassel)

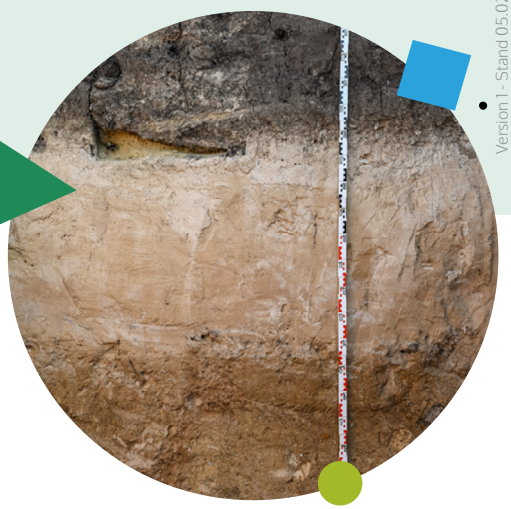
Bildnachweise:
Bodenprofil: André Künzelmann (UFZ)
Fotos: Miriam Athmann
Diagramm: Amit Srivastava

Layout:
Luise Ohmann (UFZ)
Miriam Hantzko (UFZ)

Das Soil³-Projekt wird gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Förderkennzeichen 031B1066A.

Unterböden nutzbar machen - aber wie?

Version 1 - Stand 05.02.2025



Verdichtete Böden verhindern, dass Pflanzenwurzeln in Unterböden (> 30 cm Tiefe) hinein wurzeln können. In dieser Bodentiefe ist jedoch ein Großteil der Wasser- und Nährstoffvorräte gespeichert (#5.1). Unterbodenressourcen nutzbar zu machen ist daher eine Maßnahme zur Klimaanpassung wenn Sommertrockenheit zunimmt. Technische Verfahren können Unterböden verbessern und Verdichtung reduzieren oder rückgängig machen.

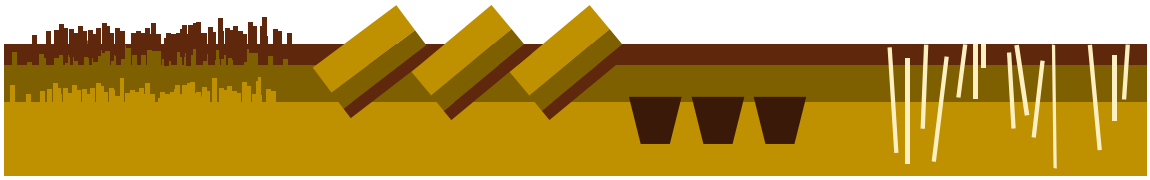
TIEFENLOCKERUNG

Mechanische Maßnahme mit speziellen Tiefenlockerungsgeräten (z.B. Stechhublockerer, Tiefenmeißel), die bis in 60 cm Tiefe durch den Boden gezogen werden. Anschließend muss die gelockerte Struktur durch Wurzelaktivität stabilisiert werden, z.B. mit Luzerne oder Klee.

Eine tiefe Durchwurzelung ist ein wichtiger Beitrag zur Anpassung der Landwirtschaft an Klimaveränderungen mit mehr Sommertrockenheit.

TIEFPFLÜGEN

Wendende, einmalige Bodenbearbeitung, die bis in mindestens 50 cm Tiefe reicht und meist zur Durchbrechung von Verhärtungshorizonten eingesetzt wird. Dazu drehen einscharige Tiefpflüge den Boden um 270° und pflügen Unterbodenmaterial in den Oberboden. Anschließend muss eine neue Ackerkrume, also ein neuer Oberboden, aufgebaut werden. Dieses Verfahren sollte nur auf sandigen Böden zum Einsatz kommen, da auf lehmigen Böden die Bodenstruktur - und damit die Bodenfruchtbarkeit - durch dieses Verfahren leicht und irreversibel geschädigt werden kann.



Tiefenlockerung | Tiefpflügen | Soil³-Technik | Bioporen

Es gibt mechanische und biologische (pflanzenbauliche) Verfahren, die wurzelundurchlässige, schadverdichtete Unterböden wieder durchwurzelbar machen.

SOIL³-TECHNIK

Neu entwickeltes Verfahren, um streifenweise Kompost oder andere organische Düngemittel bis in 50 bis 60 cm Tiefe einzumischen. Dazu wird auf den Streifen zunächst der Oberboden zur Seite geschoben, der nach der Komposteinmischung wieder aufgebracht wird. Die Streifen sind 30 cm breit und haben einen Abstand von 70 cm zueinander. Wie beim Tiefpflügen handelt es sich hier um eine einmalig durchgeführte Maßnahme.

BIOPORENBILDUNG

Anbau von Kulturen, die ein tiefes Wurzelsystem mit kräftigen Pfahlwurzeln ausbilden (z.B. Luzerne, Wegwarte). Diese Kulturen bilden Poren im Ober- und Unterboden, die den Wurzeln der Folgefrüchte zur Verfügung stehen (#5.3, #5.4). In lehmigen und schluffigen Böden können diese Bioporen langfristig stabil sein und einen Zugang zu den Unterbodenressourcen (Wasser, Nährstoffe) ermöglichen bzw. verbessern.

Autor:innen:
Laura Skadell (Thünen-Institut für Agrarklimaschutz)
Oliver Schmittmann (Institut für Landtechnik, Univ. Bonn)

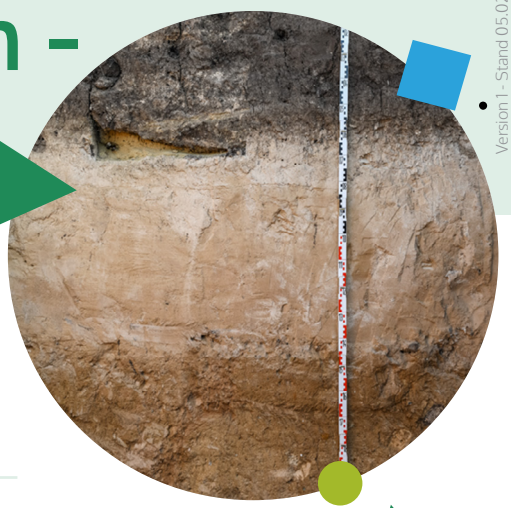
Bildnachweise:
Bodenprofil: André Künzelmann (UFZ)
Infografik: verändert nach Schneider et. al 2017

Layout:
Luise Ohmann (UFZ)
Miriam Hantzko (UFZ)

Das Soil³-Projekt wird gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Förderkennzeichen 031B1066A.

Version 1 - Stand 05.02.2025

Unterböden verbessern - Chancen und Risiken



Etwa 60% der Ackerböden in Deutschland sind im Unterboden (> 30 cm Tiefe) verdichtet. Das hat negative Auswirkungen auf die Erträge, da die Pflanzen nicht mehr an die dort vorhandenen Wasser- und Nährstoffressourcen gelangen können (#5.1, #5.3). Um Verdichtungen rückgängig zu machen, gibt es verschiedene Techniken.

TIEFENLOCKERUNG

Die Tiefenlockerung (#5.6) führt dazu, dass die Lagerungsdichte des Bodens reduziert wird, ohne dass die verschiedenen Bodenhorizonte durchmischt werden. Die Effekte sind aber oft nur kurzfristig. Daher muss die Maßnahme regelmäßig wiederholt werden. Damit die Bodenstruktur nicht zerstört wird, darf die Tiefenlockerung nur auf trockenen Böden durchgeführt werden.

SOIL³-TECHNIK

Die Soil³-Technik ist eine neuartige Methode zur Verbesserung des Unterbodens. Dabei wird streifenweise Kompost in 50 bis 60 cm Tiefe eingebracht. Wie beim Tiefpflügen führt das zu einer Erhöhung des Kohlenstoffgehalts im Unterboden. Die Maschine, die dafür notwendig ist, ist jedoch noch nicht kommerziell verfügbar und es ist fraglich, ob die aktuelle Gesetzeslage diese Methode erlaubt. Denn Kompost in den Unterboden einzubringen birgt die Gefahr der Nitratauswaschung in das Grundwasser.

TIEFPFLÜGEN

Tiefpflügen erhöht die Kohlenstoffgehalte im Unterboden, da kohlenstoffreicheres Oberbodenmaterial durch den Pflug in den Unterboden eingebracht wird. Das kann dazu führen, dass mehr pflanzenverfügbares Wasser vorhanden ist. Ein Nachteil ist, dass es sich um eine nicht umkehrbare Maßnahme handelt, die die Bodenhorizonte nachhaltig zerstört. Tiefpflügen sollte nur auf sandigen Böden durchgeführt werden.

BIOPOREN

Ein weniger invasives Verfahren ist der Anbau von Pfahlwurzlern (Futterpflanzen / Leguminosen), die Bioporen schaffen (#5.4, #5.5). Zusätzlich können sie die Erosionsanfälligkeit mindern und Stickstoff fixieren. Bioporen sind jedoch nur in bestimmten Böden (z.B. Lössböden) langfristig stabil und der zur Verfügung stehende Betrag für die Fixkostendeckung (Deckungsbeitrag) ist niedriger ist als bei anderen Kulturen.

INFO

ZUSAMMENGEFASST

Unterböden für die Pflanzen besser nutzbar zu machen ist in jedem Fall kosten- und energieintensiv und es gibt keine Technik, die überall funktioniert (#5.6). Um Verdichtungsschäden zu vermeiden sollte deshalb vor dem Ergreifen von Maßnahmen eine individuelle Betrachtung der Nutzen und Risiken durchgeführt werden.

Autor:innen:
Laura Skadell, Axel Don (Thünen-Institut für Agrarklimaschutz)
Oliver Schmittmann (Institut für Landtechnik, Univ. Bonn)

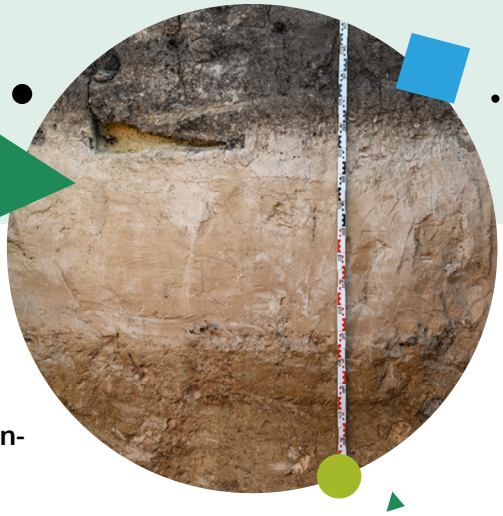
Bildnachweise:
Bodenprofil: André Künzelmann (UFZ)
Foto: Oliver Schmittmann

Layout:
Luise Ohmann (UFZ)
Miriam Hantzko (UFZ)

Das Soil³-Projekt wird gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Förderkennzeichen 031B1066A.

Das Mikrobiom von Unterböden

Version 1 - Stand 05.02.2025



Böden sind eine Quelle mikrobieller Vielfalt, welche die Eigenschaften von Böden und deren Funktionen bestimmt. Im Oberboden (oder Pflughorizont) wird das Mikrobiom stark durch die Bewirtschaftung beeinflusst. Dies führt zu einem Verlust an Biodiversität. Im Unterboden ist der Einfluss der Bewirtschaftung auf die Mikroorganismen geringer. Unterböden gelten daher als Reservoir für Biodiversität.

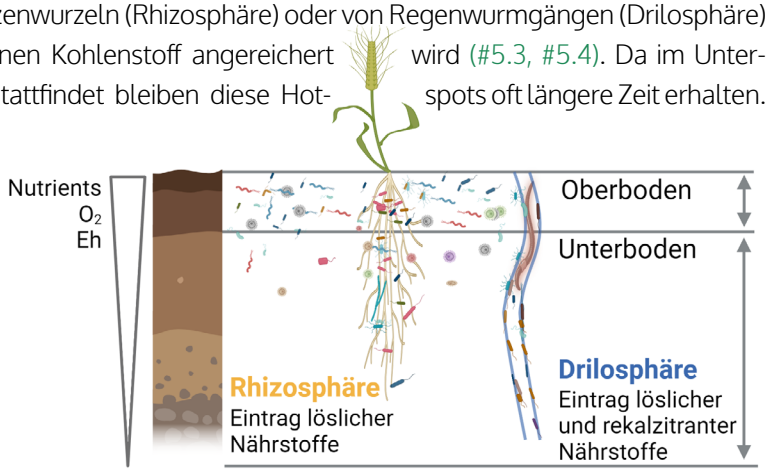
DAS UNTERBODENMIKROBIOM

Nährstoff- und Sauerstoffkonzentrationen sowie Wurzel- und mikrobielle Biomasse nehmen mit der Bodentiefe ab. Dies fördert ein ganz spezielles Mikrobiom im Unterboden, das zum Beispiel komplexe organische Verbindungen abbaut (z.B. auch Pflanzenschutzmittel), oder Nährstoffe recycelt (z.B. durch die Umwandlung von Nitrat zu Ammonium). Insbesondere bei Pilzen weiß man, dass es bestimmte Arten gibt, die auf die tieferen Bodenschichten spezialisiert sind und im Oberboden nicht überleben können.

In einem Gramm Boden findet man mehr Mikroorganismen als Menschen auf der Erde.

MIKROBIELLE HOTSPOTS IM UNTERBODEN

Die mikrobiellen Aktivitäten im Unterboden konzentrieren sich auf sogenannte „Hotspots". Dies sind Regionen in denen sich leicht verfügbare Nährstoffe und Sauerstoff anreichern. Dazu zählen zum Beispiel die Umgebung von Pflanzenwurzeln (Rhizosphäre) oder von Regenwurmgängen (Drilosphäre) und die entsprechenden Bioporen, in denen Kohlenstoff angereichert wird (#5.3, #5.4). Da im Unterboden meist keine Durchmischung durch Pflügen stattfindet bleiben diese Hotspots oft längere Zeit erhalten.



MANAGEMENT VON UNTERBÖDEN

Bedingt durch den Klimawandel gewinnen tiefwurzelnde Pflanzen immer mehr an Bedeutung, um die Wasserreserven des Unterbodens zu erschließen. Für diese Pflanzen muss eine optimale Nährstoffversorgung in tieferen Bodenschichten gewährleistet sein. Daher nimmt die Bedeutung der Bearbeitung von Unterböden in der landwirtschaftlichen Praxis zu. Diese Bearbeitung geht oftmals mit einem Nährstoffeintrag einher z.B. durch Kompostapplikationen in den Unterboden. Dabei ist es wichtig die natürliche Vielfalt und Funktionalität des Unterbodenmikrobioms mit seinen spezifischen Spezialisten (z.B. Pilzen) zu erhalten. Der erste Schritt hierfür ist die genaue Untersuchung von Bewirtschaftungseffekten auf das Unterbodenmikrobiom.

MIKROBIELLE AKTIVITÄTEN IM UNTERBODEN

Mikrobielle Aktivitäten im Unterboden tragen maßgeblich zur Filterfunktion von Böden bei und helfen, unser Grundwasser von Schadstoffen frei zu halten. Ferner dient das Mikrobiom des Unterbodens oft als eine Art „Biodiversitäts-Speicher". Vor allem auf degenerierten Flächen kann es nach Nutzungsänderungen zur Regeneration der Flächen beitragen.

Autor:innen:
Stefanie Schulz (Vergl. Mikrobiomanalysen, Helmholtz München)
Michael Schloter (Environmental Microbiology, TU München)
Matthias Rillig (Pflanzenökologie, FU Berlin)

Bildnachweise:
Bodenprofil: André Künzelmann (UFZ)
Infografik: Stefanie Schulz mit BioRender

Layout:
Luise Ohmann (UFZ)
Miriam Hantzko (UFZ)

Das Soil³-Projekt wird gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Förderkennzeichen 031B1066A.