

# UNSERE BÖDEN

lk Landwirtschaftskammer  
Steiermark

AUSGABE 01 – BODENSCHUTZ & BODENFRUCHTBARKEIT

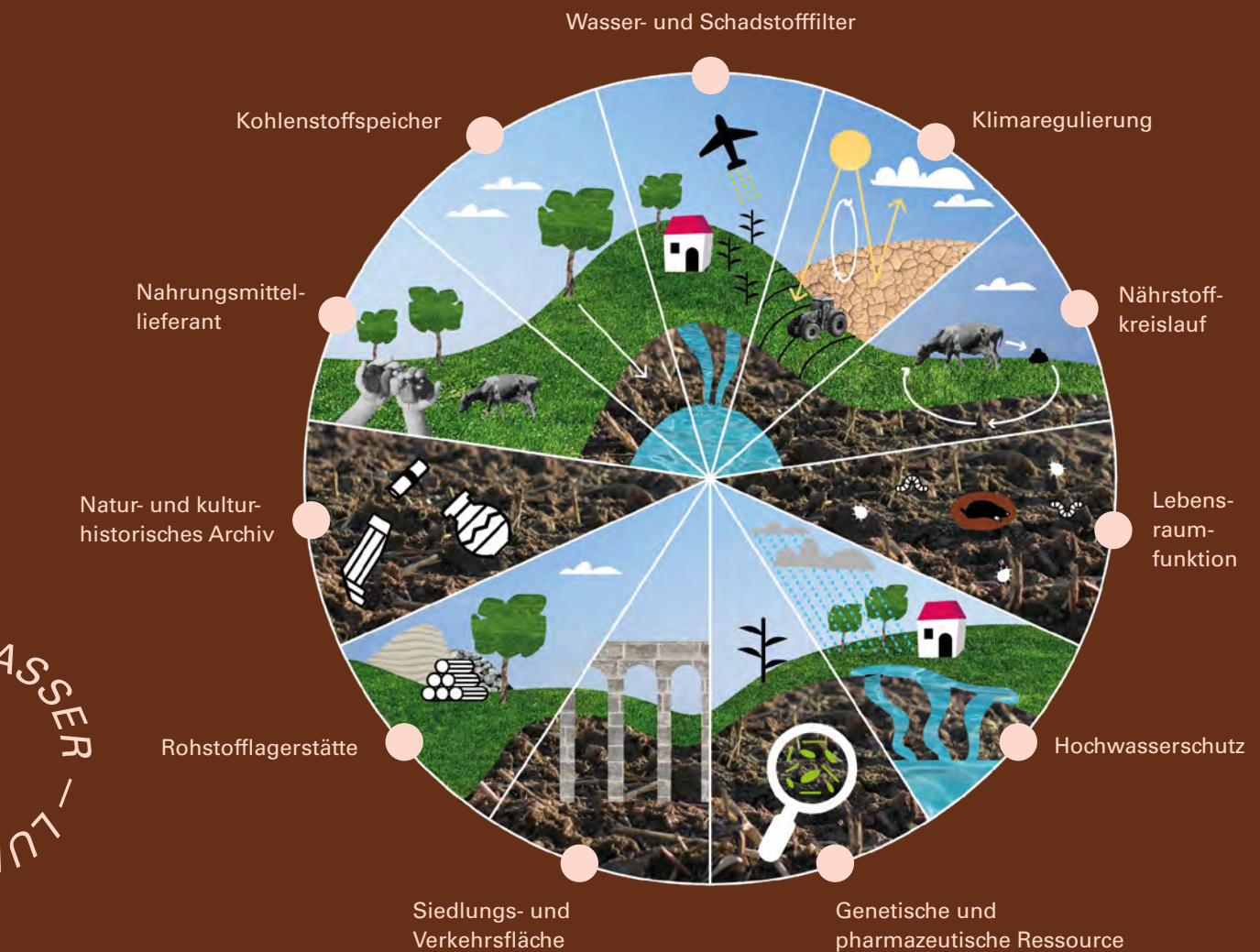


BODEN – WA  
FT –

BODENEROSION (SEITE 12) VERDICHTUNG (SEITE 20)

VERSCHLÄMMUNG (SEITE 26) HUMUSAUFBAU (SEITE 28)

# FUNKTIONEN DES BODENS

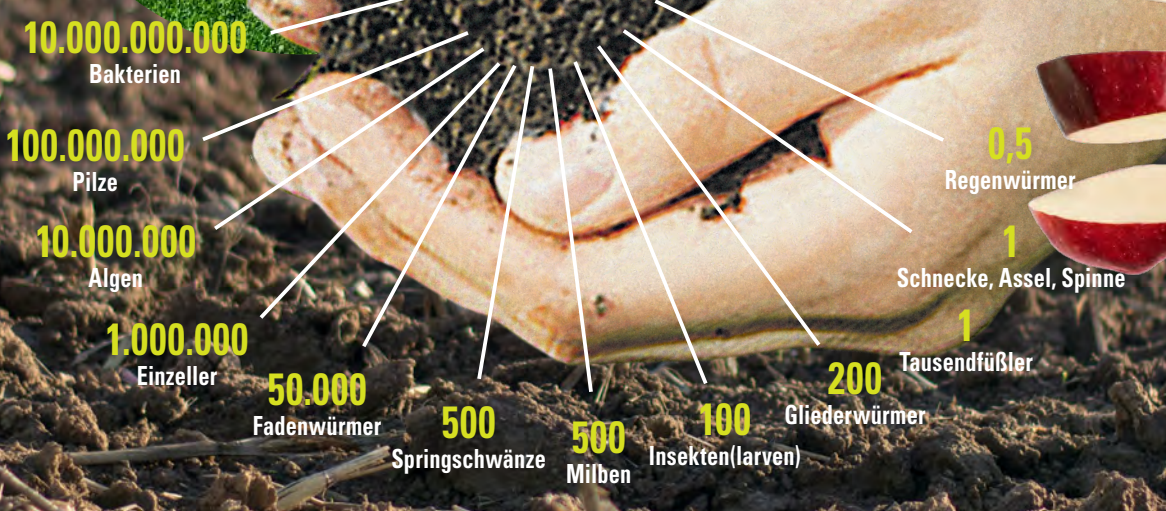


**QUELLE** Nach FAO 2015, [www.forschungsstellerekulturierung.de](http://www.forschungsstellerekulturierung.de)

Foto Cover: © Roman Schmidt; Fotos Collage: Cottonbro/pexels, Sharon McCutcheon/pexels, Markus Spiske/pexels, flaticon

# IN EINER HAND VOLL ERDE LEBEN

Ein Hektar Wiese enthält ca. 25 Tonnen kleinster Bodenlebewesen, davon wiederum 2.000 bis 3.000 kg Regenwürmer. Alleine das Gewicht der Regenwürmer entspricht einer Masse von vier bis sechs Kühen.



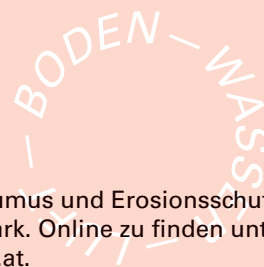
## INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort	— <b>2</b>
Was ist Boden?	— <b>4</b>
Boden Basics	— <b>6</b>
Bodenerosion	— <b>12</b>
Verdichtung	— <b>20</b>
Verschlämmung	— <b>26</b>
Humusaufbau	— <b>28</b>
Best Practice Beispiele	— <b>38</b>
Boden- und Humusaktivitäten in der Steiermark	— <b>42</b>
Zusammenfassende Betrachtung	— <b>50</b>

# UNSERE BÖDEN

AUSGABE 01    BODENSCHUTZ & BODENFRUCHTBARKEIT

Eine Information des Kompetenzzentrums für Acker, Humus und Erosionsschutz  
und der Landwirtschaftlichen Umweltberatung Steiermark. Online zu finden unter  
[www.myhumus.at](http://www.myhumus.at) und [www.lub.at](http://www.lub.at).



# „OHNE GESUNDEN BODEN KEIN TÄGLICH BROT!“

## Der fortschreitende Klimawandel ver- stärkt die Witterungs- Extremereignisse.

Starkregen, Hagel und Stürme werden nicht nur die landwirtschaftliche Produktion, sondern auch die Infrastruktur für die Energie- und Lebensmittelversorgung häufiger und stärker bedrohen. In Krisenzeiten kann die Landwirtschaft ihre Stärken in der regionalen Versorgung zeigen. Umso notwendiger ist es, rechtzeitig in der Ackerbewirtschaftung die Weichen zu stellen, damit auch unter diesen verschärften Bedingungen die Produktionssicherheit für Futter und Lebensmittel gegeben ist.

Humus ist mit seinen wasser-, luft- und nährstoffspeichernden Eigenschaften der optimale Puffer gegen die Unbill der Witterung. Boden und Humus stehen deshalb im Zentrum aller pflanzenbaulichen Beratungen. Immer mehr Bauern sehen Humusaufbau und Bodenschutz als betriebliche Überlebensversicherung. Sie betreiben, mit fachlicher Unterstützung des Kompetenzzentrums für Acker, Humus und Erosionsschutz und dem Pflanzenbau-Versuchsreferat, klimafitten Ackerbau und machen ihre Böden zukunftsfähig. Darüber hinaus sorgen sie mit neuen Kulturen wie Hirse, Speiseleguminosen und Kleinsämereien sowie Zwischenfrüchten und Blühmischungen für mehr Artenvielfalt und fördern Bienen, Wildinsekten und den Regenwurm. Als Nebenprodukt dieser klimafitten Be-



*Johann Seitingner*  
ÖK.-RAT JOHANN SEITINGER  
Landesrat

wirtschaftung wird mehr Kohlendioxid aus der Luft aufgenommen und im Humus gespeichert.

Die Landwirtschaftskammer bearbeitet derzeit an 25 Versuchsstandorten auf rund 1.200 Versuchspartnern steiermarkweit gemeinsam mit engagierten Praktikern Fragen der klimafitten Bodenbewirtschaftung, der Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit, des Wasserrückhalts, des Humusaufbaus, der verbesserten Nährstoffeffizienz und gesteigerten Ertragssicherheit zur Erhöhung der Versorgungssicherheit. Ziel ist es, die bestgeeigneten Verfahren für die steirischen Bedingungen zu finden und damit das Risiko von Rückschlägen bei der Einführung neuer Techniken und Kulturen für die Landwirte zu verringern.

Der Boden ist sowohl die Lebensgrundlage des Menschen als auch wichtigster Produktionsfaktor in der Landwirtschaft. Der Schutz landwirtschaftlicher Böden wurde daher sehr bewusst in den Zielformulierungen des Steirischen Bodenschutzgesetzes verankert. An rund 1.000 Standorten werden in der gesamten Steiermark regelmäßig Bodenuntersuchungen durchgeführt und routinemäßig auf je 29 Parameter bzw. Parametergruppen untersucht. Die jährlichen Bodenschutzberichte des Landes Steiermark sind der Öffentlichkeit frei zugänglich und können am Agrarserver des Landes Steiermark nachgelesen werden.



Mit dieser Bodenbroschüre und unter [www.myhumus.at](http://www.myhumus.at) finden Interessierte ab sofort die aktuellste Fachinformation rund um die Zukunftsthemen Bodenfruchtbarkeit und Humusaufbau.

*Franz Titschenbacher*  
ÖK.-RAT FRANZ TITSCHENBACHER  
Präsident LK Steiermark

Foto: © Dammer (Titschenbacher), beige stellt (Seitingner)

Foto: © gettyimages

# STEIRISCHE INNOVATION: KLIMAFITTER ACKERBAU

Für eine gesicherte Versorgung der heimischen Bevölkerung mit gesunden Lebensmitteln dient der Produktionsfaktor Boden als zentraler Baustein. Die Corona-Pandemie führte uns vor Augen, wie wichtig eine eigenständige krisensichere Landwirtschaft samt ihrer vor- und nachgelagerten Bereiche für Österreich und Europa ist. Die Deckung der lebensnotwendigen Bedürfnisse steht dabei an erster Stelle. Die Erhaltung von fruchtbaren Böden zur Lebensmittelerzeugung in ausreichendem Umfang ist ein zentrales Element unserer Zukunftsstrategie. Der Ausstieg aus der fossilen Ressourcennutzung führt zu einer verstärkten Nachfrage nach Agrarland für die nachhaltige Erzeugung von erneuerbaren Energien und Rohstoffen.

Die Landwirtschaftskammer Steiermark weist seit Jahren auf die großflächige Verbauung und Versiegelung unserer wertvollen Böden hin. Österreichweit werden aktuell rund 13 Hektar Ackerfläche pro Tag (jährlich 0,5 Prozent der Agrarfläche) verbaut. Das ist eine Verbesserung zum Höchstwert von 24,8 Hektar täglicher Flächeninanspruchnahme im Jahr 2004. Es handelt sich dabei aber trotzdem um das Fünffache des Zielwertes von 2,5 Hektar pro Tag, der bereits 2002 in der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung festgeschrieben wurde. In der Steiermark liegt der Verlust der Bodenfläche bei 3,9 Hektar pro Tag und nimmt dabei noch vor Oberösterreich mit 2,1 und Niederösterreich mit 1,9 Hektar den bundesweiten Spitzenwert ein.

Aktuell verlieren wir in der Steiermark also jährlich rund ein Prozent unserer Ackerfläche durch Versiegelung und Verbauung. Betroffen sind vor allem ebene Talböden und damit die produktivsten Flächen. Im Zuge der diesjährigen Anbausaison rutschen wir Steirer unter den kritischen Wert von 1000 m<sup>2</sup> verfügbarem Ackerland pro Einwohner. Umso wichtiger ist es, auf den verbliebenen Ackerflächen Erosion durch Abschwemmung zu verhindern und durch Begrünungen und Zwischenfrüchte die Bodenfruchtbarkeit zu erhöhen.

Fruchtbarer und klimafitter Boden ist eine Überlebensversicherung in Zeiten des Klimawandels. Er speichert Kohlendioxid, filtert unser Wasser und erfüllt zahllose Pufferfunktionen. Seit Charles Darwin wissen wir, dass die Zukunft der sich verändernden Ökosysteme langfristig nicht den Größten und Stärksten, sondern den „Fittesten“ gehört. Bodenschutz ist zugleich Klimaschutz und damit eine zentrale gesellschaftliche Verpflichtung.

Diese Broschüre soll einen Beitrag dazu leisten, die Bereiche Bodenschutz und Bodenfruchtbarkeit in den Mittelpunkt zu rücken. Dieser unwiederbringlichen Ressource des Lebens und Wirtschaftens gilt es ab sofort die ungeteilte Aufmerksamkeit zu schenken.

**MAG. FRANZ GRIESSER**  
Leiter der Agrarabteilung  
Land Steiermark

**DIPL.-ING. ARNO MAYER**  
Leiter der Abteilung Pflanzen  
Landwirtschaftskammer Steiermark





# WAS IST BODEN?

4

**Böden sind die Grundlage für unsere Lebensmittelproduktion und damit der wichtigste Produktionsfaktor in der Landwirtschaft. Anhand von kurzen Erläuterungen werden nachfolgend fünf Fakten zum Thema Boden vorgestellt.**

## 2.1 Grundlage für die Ernährung

Böden sind die Grundlage für unsere Lebensmittelproduktion. Sie versorgen die Pflanzen mit Nährstoffen und Wasser. In jeder Kartoffel, jedem Brot, aber auch in jedem Schnitzel und jedem Brathähnchen stecken Nährstoffe aus dem Boden. Ohne gesunde Böden kann keine gesunde Nahrung produziert werden.

## 2.2 Weltbevölkerung und Flächennutzung

Weltweit nimmt die Konkurrenz um landwirtschaftliche Flächen zu, denn Böden bilden die Grundlage für über 90 Prozent der insgesamt produzierten Nahrung. 2.100 Quadratmeter Ackerfläche stehen für jeden Weltbürger zur Verfügung, um Nahrungs- und Futtermittel sowie nachwachsende Rohstoffe zu erzeugen. In der Steiermark sind es aktuell rund 1.000 Quadratmeter, die pro Kopf für die regionale Versorgung mit Lebensmitteln genutzt werden. Während der Bedarf an landwirtschaftlichen Produkten für eine bis zum Jahr 2050 auf 9 Milliarden Menschen anwachsende Weltbevölkerung stetig zunimmt, gehen landwirtschaftliche Nutzflächen durch Versiegelung (Verbauung) und Degradierung (Wüstenbildung, Versalzung, Bodenabtrag etc.) verloren.

## 2.3 Flächennutzung in der Steiermark

Die landwirtschaftliche Flächennutzung schrumpft beständig. Von 2016 bis 2018 wurden in Österreich im Schnitt 13 ha pro Tag versiegelt, was etwa der Fläche von 17 Fußballfeldern entspricht. 2016 betrug die landwirtschaftliche Nutzfläche der Steiermark rund 375.070 ha, die forstwirtschaftlich genutzte Fläche 856.848 ha. Während die Forstfläche in den letzten 20 Jahren konstant blieb, hat sich die landwirtschaftliche Nutzfläche um rund ein Viertel verringert (Quelle: Statistik Austria, Agrarstrukturerhebung). Aus landwirtschaftlich genutzten oder nutzbaren Böden werden Bau- und Verkehrsflächen.

## 2.4 Bodenfunktionen

Böden erfüllen wichtige Funktionen. Landwirtschaftliche Böden sind in erster Linie Produktionsfaktor für die Lebensmittelerzeugung. Sie filtern aber auch Regenwasser und schaffen so neues, sauberes Trinkwasser. Sie beeinflussen das Klima nachhaltig als Kohlenstoff- und Wasserspeicher. Und Böden sind höchst lebendig! In einer Hand voll Erde leben mehr Organismen als Menschen auf unserem Planeten. Die Bodenlebewesen zersetzen abgestorbene Pflanzenteile, bauen sie in Humus um und verteilen diese fruchtbare Substanz im Boden.

## 2.5 Gefährdungen im Besonderen

Eine Europäische Bodenschutzstrategie wurde bereits am 22. September 2006 vorgelegt. In der Mitteilung „Hin zu einer spezifischen Bodenschutzstrategie“ wurden acht Hauptgefahren für den Boden genannt. Diese betreffen u.a. die Erosion, den Verlust organischer Substanz (Humus), die Verdichtung der Böden, den Rückgang der biologischen Vielfalt und insbesondere die Versiegelung der Flächen.

Die neuen Vorgaben der Europäischen Kommission beinhalten den Schutz der natürlichen Ressourcen und sind die Basis für sichere und qualitätsvolle Lebensmittel.

# BODEN



Foto: ©LK Steiermark

## BODEN IST NICHT GLEICH BODEN.

Kaum ein Boden gleicht einem anderen. Um Böden bewerten zu können, wurde eine Einteilung nach Korngrößen entwickelt. Diese Einteilung nennt man Bodenart (auch Bodentextur oder Körnung). Sie beschreibt die Eigenschaft eines Bodens in Bezug auf die Korngrößenzusammensetzung der mineralischen Bodensubstanz.



Die Bodenart ist ein wichtiges Bodenmerkmal zur Ableitung von Bodeneigenschaften. Die verschiedenen Korngrößen bestimmen das Nährstoff-, Wasser- und Schadstoffspeichervermögen. Wenn man die Bodenart kennt, kann man auf einen Teil des Porenvolumens und damit auf die Wasserspeicher- und Wasserleitfähigkeit schließen. Der Anteil an Schluff und Feinsand gibt Hinweise zur Anfälligkeit des unbedeckten Bodens für Erosion. Des Weiteren hat die Bodenart, speziell des Oberbodens, Auswirkungen auf die ackerbauliche Bearbeitbarkeit. So bezeichnet man sandige Böden als leichte Böden, während tonige Böden mit schlechter Durchlüftung und Durchwurzelbarkeit sowie hohem Nährstoffgehalt als

schwere Böden bezeichnet werden. Die Bestimmung der Bodenart ist deshalb Voraussetzung für eine richtige Bodenbewertung und Bodennutzung.

Man kann die Böden in Sandböden (S), Schluffböden (U), Lehm Böden (L) und Tonböden (T) einteilen. Sie liegen meistens nicht in reiner Form vor, sondern bilden je nach Anteil der jeweiligen Korngröße Übergänge, wobei der Großbuchstabe die Hauptbodenart definiert (siehe Texturdreieck). Lehm Böden nehmen eine Mittelstellung zwischen den anderen drei Körnungsklassen ein. Dem Texturdreieck folgend lassen sich die Bodenarten nach den Körnungsklassen bewerten (siehe Abbildung).

**BEISPIELE FÜR DIE BODENARTEN:**

- lT lehmiger Ton
- sL sandiger Lehm
- sU sandiger Schluff
- lS lehmiger sand

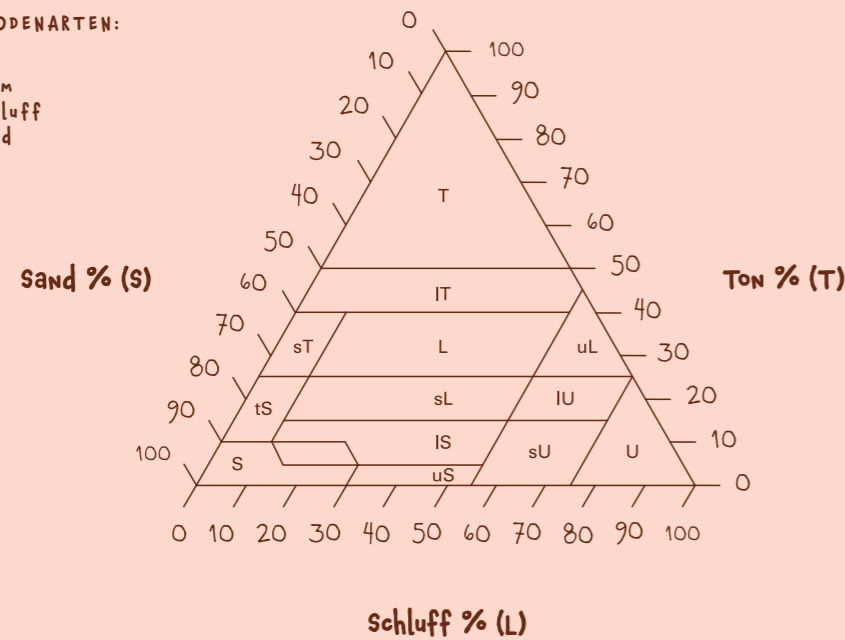


ABBILDUNG Texturdreieck zur Bestimmung der Bodenart

### 3.1 BODENART IM GELÄNDE SCHÄTZEN

Zur Schätzung der Bodenart im Gelände kann die sogenannte Fingerprobe verwendet werden. Dabei wird eine walnussgroße Bodenprobe im weichen Zustand, also ausreichend feucht, in den Händen und zwischen den Fingern geknetet, geformt und gerieben. Anhand verschiedener Beobachtungskriterien lässt sich die Bodenart so näherungsweise ermitteln.

### 3.2 KRITERIEN DER FINGERPROBE

- Sichtbarkeit und Fühlbarkeit der Einzelkörner sowie Rauheit beim Reiben: Je deutlicher diese Eigenschaften ausgeprägt sind, desto höher ist der Sandgehalt und umso niedriger der Tongehalt.
- Formbarkeit: Die Bodenprobe lässt sich zu einer bleistiftdicken Rolle formen. Sandreiche Böden sind nicht formbar; lehmige und tonreiche Böden sind gut formbar, wobei mit steigendem Tongehalt die Formbarkeit zunimmt.
- Wiederholbarkeit der Verformung: Dient vor allem zur Abgrenzung des Schluff- und Tonanteils. Nur bei hohem Tonanteil kann die Verformung wiederholt werden.
- Haften in den Hautrillen und Klebrigkeit: Die Schluff-Fraktion haftet in den Hautrillen, ist aber nicht klebrig, sondern fühlt sich samtig-mehlig an.



FOTO Fingerprobe; © LK Steiermark

**EINFLUSS DER KORNGRÖSSEN IN DER PRAXIS:**

	Hoher Sandanteil	Hoher Schluffanteil	Hoher Tonanteil	Anmerkungen
DURCHLÜFTUNG	++	+	-	
DURCHWURZELUNG	++	+	-	
BEARBEITBARKEIT/BEFAHRBARKEIT	++	+	-	
RASCHE ERWÄRMUNG	++	+	-	
STABILITÄT GEGEN EROSION	-	--	+	Insbesondere Schluffböden sind anfällig für Wassererosion
WASSERHALTEVERMÖGEN	-	+	++	Gefahr der Auswaschung ist bei Sandböden am höchsten
NÄHRSTOFFSPEICHERVERMÖGEN	-	+	++	
WIDERSTANDSFÄHIGKEIT GEGEN BODENVERDICHTUNG	++	--	-	Sandböden neigen kaum zu Bodenverdichtung

++ Sehr gut    + gut    -- Sehr schlecht    - schlecht

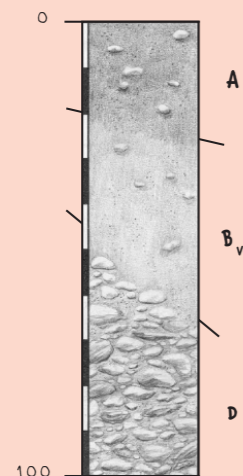
TABELLE Durch Humusaufbau können die Bodeneigenschaften gezielt verbessert werden!

### 3.3 BODENTYPEN

Boden ist der oberste Bereich der Erdkruste, der durch Verwitterung, Um- und Neubildung (natürlich oder vom Menschen verursacht) entstanden ist und immer weiter verändert wird. Unter einem Bodentyp werden Böden zusammengefasst, die durch charakteristische Bodenhorizonte und deren Abfolge gekennzeichnet sind. Diese Böden haben somit einen ähnlichen Entwicklungsstand.

Die Böden in Österreich können ein Alter von mehreren tausend Jahren aufweisen. Verunreinigte, erodierte oder abgetragene Böden benötigen eine sehr lange Zeit, um sich zu regenerieren (falls dies überhaupt möglich ist). Dem Bodenschutz kommt deshalb im Sinne der Erhaltung der Fruchtbarkeit und der Landschaft eine große Bedeutung zu.

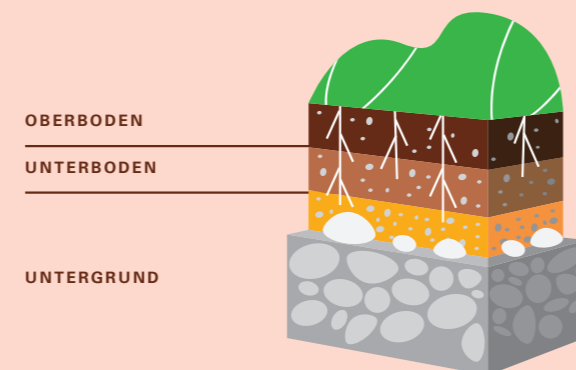
Der Bodenhorizont ist ein Bereich im Boden, der anhand seiner speziellen Eigenschaften von darüber- und darunterliegenden Bereichen unterschieden werden kann. Die Horizonte eines Bodens sind in einem sogenannten Bodenprofil erkennbar. Die Horizontabfolge eines Bodens ist das maßgebliche Kriterium für die Ermittlung des vorliegenden Bodentyps (siehe Abbildung unten links).



**ABBILDUNG** Kalkfreie Lockersediment-Braunerde über Mur-Schotter

*In Österreich gibt es viele verschiedene Bodentypen, die sehr kleinräumig wechseln. Grund hierfür sind die unterschiedlichen Gesteins-, Klima- und Reliefverhältnisse. Die häufigsten ackerbaulich genutzten Bodentypen in der Steiermark sind die Braunerde, der Pseudogley und der Gley.*

Nähere Details zu den Böden in Österreich finden Sie in der „Digitalen Bodenkarte“ unter folgendem Link: [www.bodenkarte.at](http://www.bodenkarte.at)



**ABBILDUNG** Querschnittboden

### BODENTYPEN IN DER STEIERMARK

#### Braunerde

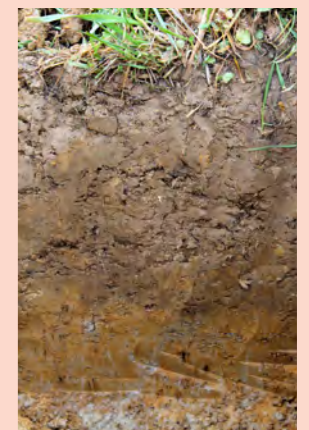
Braunerden weisen unter dem dunklen humosen Oberboden (A-Horizont) einen durch Eisenoxide und Eisenhydroxide braun gefärbten Verwitterungshorizont (B-Horizont) auf. Bei Braunerden variieren das Ausgangsmaterial, die Gründigkeit, die Bodenart, der Steingehalt und die Wasserverhältnisse stark. Braunerden sind die häufigsten Bodentypen in der Steiermark.



**FOTO** Lockersediment-Braunerde, Tillmitsch; © LK Steiermark

#### Pseudogley (Stauwasserboden)

Ein Pseudogley hat im Unterboden einen Staukörper, der das Sickerwasser nicht oder nur wenig durchlässt. Der Bereich des Bodens, der über dem Staukörper liegt, ist in Abhängigkeit des Niederschlags entweder vernässt, weil das Wasser nicht weitersickert, oder sehr trocken, weil in Trockenzeiten aus dem Grundwasser keine Feuchtigkeit aufsteigen kann. Durch diese Wechselfeuchte kommt es zur typischen Verfärbung („Marmorierung“). Dieser Boden kommt häufig im Südoststeirischen Hügelland vor.



**FOTO** Pseudogley, Fehring; © LK Steiermark

#### Gley (Grundwasserboden)

Der Gley ist ein Boden, in dem durch hochstehendes, stagnierendes oder nur ganz langsam ziehendes Grundwasser wesentliche physikalische und chemische Veränderungen eingetreten sind.

In den vernässten Horizonten eines Gleys entstehen durch Sauerstoffentzug hellgraue, blaugraue, bläuliche und grünliche Verfärbungen.

Sinkt das Grundwasser zeitweise oder ständig ab, so tritt dort, wo das reduzierte Material mit Luft in Berührung kommt, durch Oxidation eine rostbraune Verfärbung (meist in Form von Flecken) ein.



**FOTO** Gley, Ilz; © LK Steiermark

*Wenn wir in der Steiermark von Bodenerosion auf Ackerflächen sprechen, meinen wir Bodenverlust bedingt durch Wasser. Über die Jahre hinweg werden kontinuierlich einige Zentimeter des nährstoffreichen Oberbodens weggeschwemmt. Wir müssen davon ausgehen, dass die Starkregenereignisse deutlich zunehmen werden. Bleiben entsprechende Maßnahmen aus, verliert der Acker seine fruchtbarste Zone.*

# BODEN- EROSION

## 12

Die Bodenerosion ist zwar ein natürlicher Vorgang, den es schon immer gegeben hat, aber erst durch die intensive Nutzung der Flächen wurde sie zum Problem. In der Landwirtschaft sind die Folgen der Bodenerosion deutlich spürbar. So kommt es durch den Verlust von nährstoffreichem Oberboden zu Mindererträgen. Außerdem verschlammte das verloren gegangene Erdmaterial Straßen, Gräben und Bauwerke bzw. kommt es aufgrund von verstopften Abflüssen zu Überflutungen. Die Schäden, die dadurch entstehen, sind meist um ein Vielfaches höher als jene auf dem Acker. Die Kosten dafür wurden bis jetzt

oft von der öffentlichen Hand getragen. Auf Dauer wird dies wahrscheinlich nicht mehr der Fall sein.

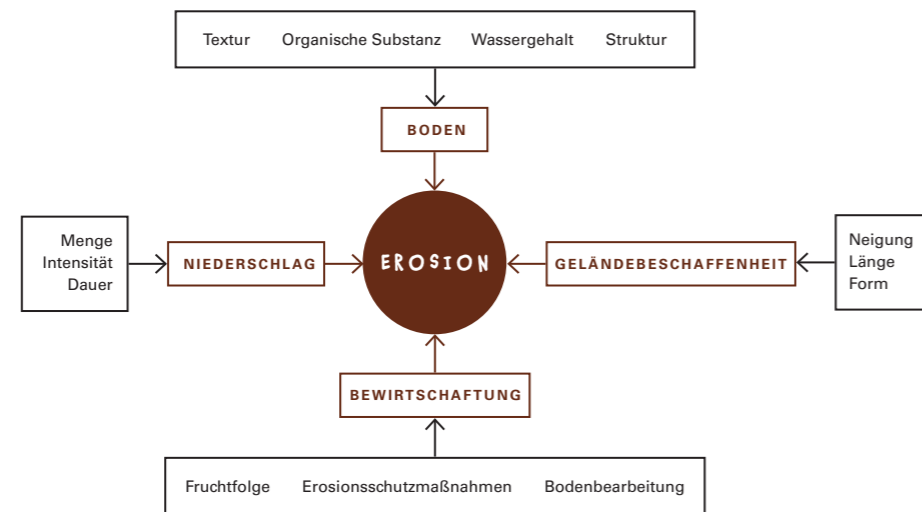
Bodenerosion passiert nicht einfach so, sondern es gibt eine Vielzahl an Einflussfaktoren, von denen sie abhängt. Die meisten davon können wir nicht beeinflussen. Ein wichtiger Faktor, der Niederschlag (insbesondere Starkregen), häuft sich bedingt durch den Klimawandel bereits. Es ist anzunehmen, dass dieser weiter zunehmen und die Situation verschärfen wird. Auch die Geländebeschaffenheit ist von der Natur bestimmt. Besonders



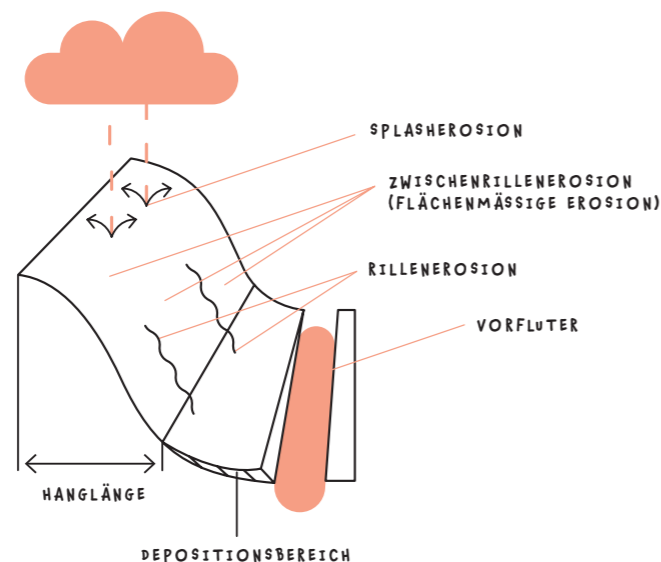
Foto: © LK Steiermark

die Hangneigung spielt eine wichtige Rolle. Je steiler die Fläche ist, desto schneller beginnt Oberflächenwasser abzufließen. Nicht jeder Boden ist gleich anfällig für Erosion – hier gibt es aufgrund der Textur und des Humusgehalts Unterschiede. In unseren Hügelländern kommen allerdings sehr häufig schluffreiche Böden vor, die besonders gefährdet sind. Natürlich hat auch unsere

Bewirtschaftung einen großen Einfluss auf das Entstehen von Erosion. Jedem Landwirt muss bewusst sein, dass die Bewirtschaftung einer Hangfläche aufwendiger ist als die einer ebenen Fläche. Mit gezielten Maßnahmen kann hier jedoch entgegengesteuert werden. Wir müssen den Bodenverlust also nicht einfach hinnehmen.



SKIZZE ZUM PROZESS DER BODENEROSION



#### 4.1 WIE ENTSTEHT BODENEROSION?

Bei Starkregen fallen besonders große Regentropfen zu Boden. Diese Tropfen besitzen so viel Energie, dass sie beim Aufprallen Bodenaggregate zerschlagen und Bodenteilchen wegspritzen können (Spritzerosion). Diese kleinen Teilchen verstopfen Bodenporen, sodass weniger Wasser in den Boden eindringt und der Boden an der Oberfläche verschlämmt. Infolgedessen rinnt das Regenwasser oberflächlich weg: Erst beginnt nur ein dünner Wasserfilm flächig zu fließen, bis auch die kleinen Bodenteilchen mitgenommen werden (Flächenerosion). Erhöht sich dieser kaum sichtbare Abfluss, bilden sich Rillen, in denen sich wiederum der Abfluss konzentriert. Durch die Scherkräfte des Abflusses werden schließlich auch zusätzliche Bodenteilchen mitgenommen und die Rillen werden größer (Rillenerosion). Am Hangfuß, wo die Neigung wieder abnimmt und das Wasser dadurch langsamer fließt, können nicht mehr ganz so viele Bodenteilchen transportiert werden.. Es kommt zur Ablagerung von Bodenpartikeln (Deposition).

Über einen längeren Zeitraum betrachtet verschlimmert sich die Situation, da die nährstoff- und humusreiche Oberschicht des Bodens am Hang ständig abnimmt. Eine zusätzliche Verschlechterung tritt dadurch ein, dass damit auch die Stabilität der Bodenaggregate abnimmt und der Boden dem Aufprall der großen Tropfen weniger lange standhalten kann.

## 4.2 EROSIONSSCHUTZ

Eine ständige Bodenbedeckung von 30-50 Prozent reicht schon aus, um den Boden vor Erosion zu schützen. Die Bedeckung verhindert den Aufprall der Regentropfen auf dem Boden. Sie muss jedoch nicht dauernd vorhanden sein, sondern vor allem dann, wenn erosive Niederschläge (Starkregen) auftreten. Zu Starkregen kommt es in der Regel in der warmen Jahreshälfte, weil die warme Luft dann mehr Wasser aufnehmen kann. Beginnend ab Mitte April bis Ende September müssen wir mit Starkregen rechnen. Obwohl die meisten Starkregen im Juli und August stattfinden, treten hier nicht die größten Probleme auf. Die meisten Erosionsereignisse gibt es im Frühjahr, weil in den ersten Wochen nach dem Anbau unserer häufigsten Feldfrüchte (Mais und Kürbis) die Bodenbedeckung fehlt. Durch den Anbau von Kulturen, die zu diesem Zeitpunkt eine bessere Bodenbedeckung erreichen, kann sehr einfach ein Erosionsschutz ermöglicht werden. Bei einem Anbau von Kulturen auf Hangflächen mit einer hohen Erosionsgefahr sind Erosionsschutzmaßnahmen hingegen auf jeden Fall in Betracht zu ziehen.

Durch Erosionsschutzmaßnahmen soll gewährleistet werden, dass bei üblichem Starkregen kein oder nur wenig Boden abgetragen wird. Problematisch wird die Situation immer dann, wenn die Ackerfläche nicht nur das

Regenwasser, sondern auch das Oberflächenwasser, welches von versiegelten Flächen (Parkplätzen, Hausdächern oder Straßen) stammt, aufnehmen soll, oder gar Gräben direkt auf die Fläche geleitet werden. Hier ist meist eine ganzjährig lebende Pflanzenbedeckung notwendig.



ABBILDUNG Erosionsgefahr verschiedener Kulturen

Handelt es sich bei der Vorfrucht um Körnermais, ist es nach der Ernte oft schon zu spät, um noch eine Begrünung anzubauen, die sich gut entwickeln kann. Hier kann das Maisstroh, das am Feld zurückbleibt, als Mulch genutzt werden, indem man statt zu pflügen den Grubber verwendet. Dabei sollte so tief wie nötig gearbeitet werden. Um eine gute Strohdurchmischung und eine gleichmäßige Bodenlockerung zu erreichen, sollten Grubber mit engem Strichabstand und schmalen Scharen eingesetzt werden (max. 8 cm breit). Auch hier können im Frühjahr gute Bodenbedeckungsgrade erreicht werden.

Auch bei Maismulchsaaten können Probleme entstehen, auf die reagiert werden sollte. Für einen sicheren Feldaufgang kann man bspw. die Ablagetiefe entsprechend ändern bzw. bei höherem Schneckendruck Molluskizide einsetzen oder durch sorgfältige Sortenwahl einer Kolbenverpilzung vorbeugen.

### Direktsaat

Von einer Direktsaat spricht man dann, wenn der Anbau ohne vorherige Bodenbearbeitung erfolgt. Hier wird mit dem Sägerät lediglich ein Schlitz für die Saatgutablage geöffnet. Bei dieser Methode können noch weit höhere Bodenbedeckungsgrade erreicht werden als bei der Mulchsaat. Aufgrund von möglichen Ertragseinbußen ist diese Methode jedoch nicht auf jedem Acker gleich umsetzbar und muss erst langsam vorbereitet werden.

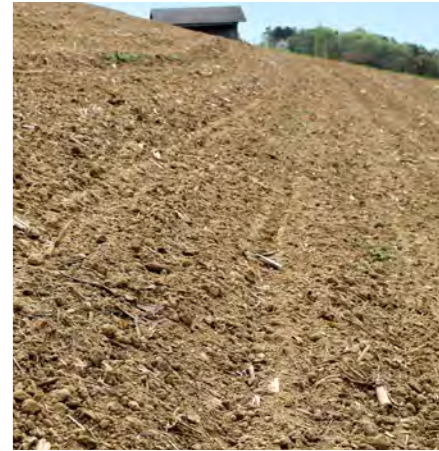


FOTO Mulchsaat mit Maisstroh;  
© LK Steiermark



FOTO Mulchsaat nach Zwischenfrucht;  
© LK Steiermark

## 4.3 EROSIONSSCHUTZMASSNAHMEN

### Mulchsaat

Eine sehr effektive Erosionsschutzmethode ist die Mulchsaat. Dabei werden Pflanzenreste der Vor- oder Zwischenfrucht in die oberste Schicht des Bodens eingearbeitet, während ein anderer Teil an der Oberfläche bleibt. Blatt- und vor allem Stängelteile bedecken den Boden zu etwa 30 Prozent.

Nach Getreide können Zwischenfrüchte, wie z.B. Ackerbohne, Mungo, Ölrettich oder Senf, angebaut werden. Diese wachsen im Sommer und Herbst noch gut an und frieren über den Winter ab. Die Pflanzen-

reste, bei denen vor allem die hinterlassenen Stängel wichtig sind, werden im Frühjahr mit Scheiben- oder Kreiseleggen bei der Saatbeetbereitung nur seicht in den Boden eingemischt. Zum Teil kommen auch Flächenfräsen oder Strip-Till-Geräte zum Einsatz.

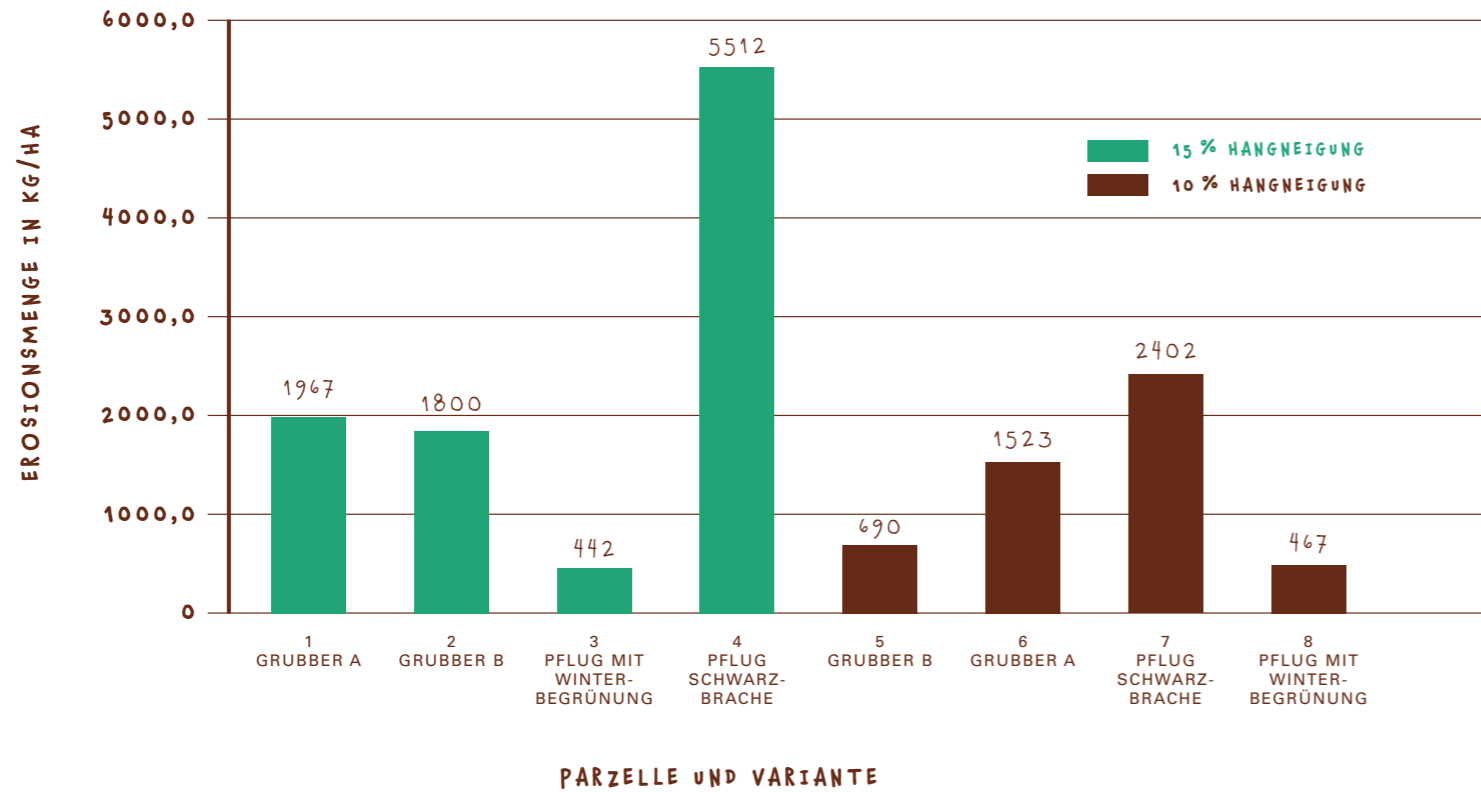
Der Anbau kann mit einem Sägerät, das auch mulchsaattauglich ist, erfolgen. Idealerweise sind diese Sägeräte mit Scheibenscharen und Kluten- bzw. Sternräumern ausgestattet, um einen sicheren und gleichmäßigen Feldaufgang zu gewährleisten.

## 4.4 EROSIONSSCHUTZVERSUCH OBERGNAS

Dass die Erosionsschutzmaßnahme Mulchsaat auch bei Körnermais wirkt, hat ein Versuch in Obergnas (Karl-Franzens-Universität Graz und LK Steiermark) deutlich gezeigt. In den Jahren 2013 und 2014 wurden zwei Grubbervarianten (unterschiedliche Hersteller) und zwei Pflugvarianten verglichen. Eine Pflugvariante wurde dabei im Herbst mit einer winterharten Gründücke bestellt. Die Parzellen 1 bis 4 hatten eine Hangneigung von 15 Prozent, jene von 5 bis 8 wiesen eine Neigung von 10 Prozent auf (siehe nachfolgende Abbildung).

Bei den gemessenen Abtragsmengen war deutlich zu sehen, dass die Parzellen der Schwarzbrachen den größten Bodenverlust aufwiesen. Besonders hoch war jene mit 15 Prozent Hangneigung. Alle Mulchsaatvarianten verringerten den Bodenabtrag deutlich. Am besten schnitten die Mulchsaatvarianten mit vorheriger Begrünung ab.

### DURCHSCHNITTLICHE GESAMTEROSIONSMENGE DER JAHRE 2013-2014 (kg/ha)



QUELLE Karl-Franzens-Universität Graz, R. Kasinger

## 4.5 SONSTIGE EROSIONSMINDERNDE MASSNAHMEN

### Schlagteilung

Auch die Hanglänge ist ein entscheidender Faktor für die Erosion. Mit zunehmender Länge nehmen die Wassermassen und die Fließgeschwindigkeit zu, sodass mehr Bodenteilchen mitgerissen werden. Durch Schlagteilung und den Anbau verschiedener Kulturen kann die Hanglänge jedoch verkürzt und Bodenverluste wesentlich vermindert werden.



FOTO Schlagteilung, Anbau quer zur Falllinie und Mulchsaat; © LK Steiermark

### Anbau quer zur Falllinie

Erfolgt der Anbau sowie die Bodenbearbeitung quer zur Falllinie des Hangs, kann dies bei geringer Hangneigung ein wirksames Mittel für weniger Bodenverlust sein. Durch die Querrillen, die dabei entstehen, kann das Oberflächenwasser nicht so schnell abfließen und Bodenteilchen werden nur kurz transportiert.

### Querfurchen

Eine ähnliche Funktion haben auch Querfurchen. Sie sollen den Wasserfluss stoppen, damit sich die mittransportierte Erde absetzt. Wichtig ist dabei, dass die Furchen tatsächlich quer zur Falllinie verlaufen. Bei zunehmender Hangneigung bzw. Hanglänge müssen auch genügend Furchen gezogen werden.

### Raues Saatbeet

Ein grobes Saatbeet verbessert die Versickerung von Niederschlagswasser, weil die Bodenoberfläche nicht so rasch verschlämmt. Dessen Installation kann unterstützend zu anderen Maßnahmen erfolgen. Eine intensive Bearbeitung des Saathorizonts durch mehrere Überfahrten bzw. rotierende Geräte, wie Kreiseleggen oder Fräsen, sollte wohlüberlegt sein.



FOTO Furche quer zur Falllinie; © LK Steiermark

### Grünstreifen

Die Anlage von Grünstreifen hin zu Gewässern oder Straßen bewirkt, dass sich durch den Oberflächenabfluss mitgeführte Bodenteile in diesen absetzen und dadurch möglichst wenig Erde von der Ackerfläche abtransportiert wird. Sie können bei entsprechender Breite sogenannte „Off-Site-Schäden“ verhindern. Ein Bodenverlust des Oberhangs wird dabei allerdings nicht unterbunden.

### Vermeidung von Fahrspuren

Fahrspuren in Falllinie stellen ein erhebliches Risiko für den Bodenabtrag dar. Niederschlagswasser kann aufgrund der Verdichtung nicht in den Boden eindringen und beginnt sofort abzufließen. Mit erhöhter Fließgeschwindigkeit des Wassers bilden sich regelrechte Abflussschneisen. Das Befahren quer zum Hang, ein kombinierter Anbau (Kreiselegge und Sämaschine) und die Verwendung von Spurlockern kann die Bildung von Fahrspuren verhindern.

# VERDICHUNG

*Der Boden als Grundlage für Nahrungsmittel dient ebenfalls als Lebensraum für Pflanzen, Tiere und Bodenorganismen sowie als Speicher für Wasser, Nährstoffe und Kohlenstoff. Der physikalische Bodenzustand (Gefüge) beeinflusst dabei maßgeblich sowohl die erwähnten Funktionen als auch das Pflanzenwachstum.*

Bei Bodenverdichtungen wird das Porenverhältnis zu Ungunsten der Grob- und Mittelporen verschoben, welche für die Wasser- und Luftführung im Boden zuständig sind.

Durch diese Veränderung wird das Wurzelwachstum sowie die Nährstofferschließung und -verfügbarkeit der Pflanzen erschwert, wodurch wiederum das Wachstum der Pflanzen und somit auch die Ertragsbildung beeinträchtigt wird. Nicht verdichtete Böden mit entsprechender Ackerkrume sind die Grundlage der Wirtschaftlichkeit landwirtschaftlicher Betriebe.

Foto: © LK Steiermark

## 5.1 AUSWIRKUNGEN VON BODENVERDICHUNGEN

### Infiltration und Gasaustausch

Bodenverdichtungen beeinträchtigen die Wasserinfiltration, wodurch es zu einer Überstauung der über den Verdichtungen liegenden Schichten kommt. Diese Überstauung kann wiederum zu Sauerstoffmangel an den Wurzeln führen. Hinzu kommt, dass die dadurch beeinträchtigte Bodenbelüftung (Gasaustausch) die Verfügbarkeit von Pflanzennährstoffen, z.B. von Stickstoff, einschränkt. Unter anaeroben Bedingungen kann Denitrifikation zu großen Stickstoffverlusten in Form von Stickoxid oder Lachgas führen. Aufgrund von Bodenverdichtungen besteht die Gefahr, dass Stickstoff im Boden verloren geht.

### Wasserspeicher- und Wasserleitfähigkeit

Durch das verringerte Porenvolumen ist auch die Wasserspeicherfähigkeit des Bodens herabgesetzt. Dies kann sich in Trockenperioden negativ auf das Pflanzenwachstum auswirken.

Ein besonders schwerwiegendes Problem ist die Bodenverdichtung unterhalb des Bearbeitungshorizonts (Pflugsohle). Durch diese eingeschränkte Wasserspeicherkapazität kommt es nicht nur zu einer verminderten Wasserversorgung der Pflanzen und Mikroorganismen, sondern auch zu einem erhöhten Eindringwiderstand für die Pflanzenwurzeln, was sich oft an der Verformung der Wurzeln erkennen lässt. Diese „Sperrschichten“ verhindern den kapillaren Wasseraufstieg aus tieferen Bodenschichten.

### Erosion

Eine weitere Folge von Bodenverdichtungen sind Erosionserscheinungen, da aufgrund des verringerten bzw. veränderten Porenvolumens auch die Infiltrationsrate herabgesetzt wird. Bei größeren Regenmengen – vor allem in kurzer Zeit – kommt es zu einem vermehrten Oberflächenabfluss, welcher dann, je nach Hanglage, zu mehr oder weniger Erosion (Bodenabtrag) führt. Durch den oberflächlichen Abfluss wird außerdem der Eintrag von Regenwasser in den Grundwasserkörper verringert. Oft kommt es auch zu einer Absenkung des Grundwasserspiegels. Zudem werden Hochwasserereignisse (Überschwemmung) durch eine verringerte Infiltration und Speicherkapazität des Bodens begünstigt.

### Erhöhte Zugkraft bei der Bodenbearbeitung

Nicht zu unterschätzen ist der erhöhte Zugkraftbedarf bei der Bodenbearbeitung verdichteter Böden und der dadurch verursachte erhöhte Zeitaufwand und Treibstoffverbrauch.

### ZUR ÜBERPRÜFUNG



Zur Überprüfung einer Bodenverdichtung oder deren Ursachen eignet sich die Methode der Spatendiagnose besonders gut. Auch mit der Bodensonde oder einem Penetrometer lässt sich eine Verdichtung feststellen.



**FOTO** Mit einer Spatenprobe lassen sich Verdichtungen sehr gut erkennen; © LK Steiermark

## 5.2 URSACHEN VON BODENVERDICHTUNGEN UND DEREN VERMEIDUNG BZW. BEHEBUNG

*Für Bodenverdichtungen gibt es mehrere Ursachen, die durchaus miteinander zusammenhängen bzw. sich gegenseitig beeinflussen können.*

### Bodenverhältnisse

Die Bodenfeuchte entscheidet über die Befahrbarkeit des Bodens. Erfolgt eine Bearbeitung oder Überfahrt bei zu feuchten Verhältnissen, so kommt es schnell zu Verdichtungen, da durch den erhöhten Wassergehalt die Aggregatstabilität herabgesetzt ist. Darüber hinaus kann es bei Überfahrten bei zu feuchten Bodenverhältnissen durch Schlupf zu Verschmierungen der Poren der obersten Schichten kommen.

Um das Ertragspotenzial von landwirtschaftlichen Böden voll ausschöpfen zu können, gilt es, Bodenverdichtungen unbedingt zu vermeiden. Das heißt, dass die Tragfähigkeit des Bodens beim Befahren nicht überschritten werden darf, um das Bodengefüge in einem guten bzw. optimalen Zustand zu belassen. Das heißt: Je feuchter der Boden bei der Bearbeitung ist, desto eher kommt es zu Verdichtungen. Aber auch starke Lockerung („Überlockerung“) verringert die Tragfähigkeit.

Als Folge muss bei jeder tiefergreifenden Lockerung (z.B. beim Aufbrechen von Verdichtungen) der Boden mit pflanzenbaulichen Maßnahmen stabilisiert werden. Nur eine darauffolgende gute Durchwurzelung kann einen so gelockerten Boden stabilisieren und gleichzeitig das Bodenleben für die Lebendverbauung fördern.



**FOTO** Wenn der Boden nicht zu nass befahren wird, kann sich ein gutes Bodengefüge ausbilden; © LK Steiermark



**FOTO** Bodenschäden durch schwere Erntemaschinen auf nassem Boden; © LK Steiermark

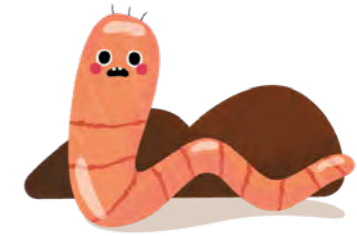
### Rad-/Achslasten

Zu einer Verformung des Bodens und Veränderung des Porenvolumens und der Porenverhältnisse kommt es auch durch hohe Radlasten oder mehrfache „spurtreue“ Überfahrten – auch bei nicht so feuchten Verhältnissen. Durch diese Veränderung (Störung der Bodenstruktur) kann es zu einer Abnahme der Luft- und Wasserleitfähigkeit, einer Zunahme der Lagerungsdichte im Boden und in weiterer Folge zu Sauerstoffmangel kommen. Diese Zerstörung, vor allem der Grobporen (Makroporen), behindert das Wurzelwachstum und somit die Nährstoffaufnahme, was schließlich massive Ertragseinbußen zur Folge haben kann.

Jede eingesparte Fahrt über das Feld vermeidet mechanische Bodenbeanspruchung und unnötige Verdichtungen. Entscheidend dabei sind unter anderem die Anzahl der Überfahrten, die Radlast, der Radschlupf sowie der Reifeninnendruck. Auf dem Markt existiert bereits eine Vielzahl an Radialreifen, mit denen man mit geringem Reifeninnendruck auf dem Acker fahren kann. Bei niedriger Geschwindigkeit ermöglichen sie eine hohe Tragfähigkeit bei großer Kontaktfläche. Im Zuge eines häufigen Fahrwechsels zwischen Acker und Straße kann eine Reifendruckregelanlage zusätzlich hilfreich sein. Aber auch bei den übrigen Landmaschinen, wie z.B. Güllefässern oder Kompoststreuern, ist eine bodenschonende Bereifung notwendig.

Bei Transportfahrzeugen bringen Tandem- oder Tridemachsen nur dann einen Vorteil, wenn der Reifeninnendruck durch deren Verwendung deutlich gesenkt werden kann. Ansonsten führt die Mehrfachüberrollung zu negativen Effekten.

**EINFACH, ABER EFFEKTIV:**  
Achslasten und Reifendruck sowie Überfahrten auf ein Mindestmaß reduzieren!



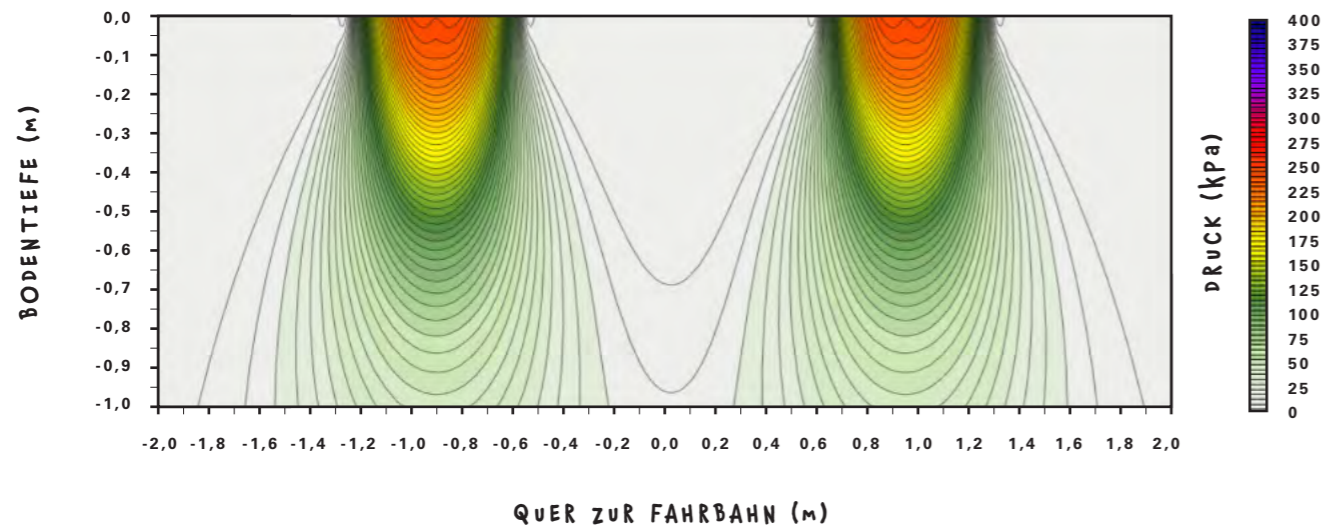
Für größere Erntemaschinen aber auch für Großtraktoren werden inzwischen Bandlaufwerke angeboten, welche große Aufstandsflächen und dadurch einen verminderten Bodendruck ermöglichen.

Die Entwicklungen der letzten Jahrzehnte haben dazu geführt, dass die Maschinen und Fahrzeuge für die landwirtschaftliche Produktion immer größer, schwerer und leistungsfähiger geworden sind. Durch den höheren Bodendruck muss besonders auf die Tragfähigkeit und Stabilität des Bodens geachtet werden. Je höher der Wassergehalt des Bodens, umso niedriger ist die Bodenfestigkeit. Die Stabilität unter nassen Bedingungen leidet besonders an Standorten mit hohem Feinanteil. Bei gegebenen Parametern für Reifendruck, Achslasten und Bodenbeschaffenheit lassen sich mithilfe des Wassergehalts Empfehlungen zur Befahrbarkeit des Bodens ableiten.

Zur Berechnung des Bodendrucks sind entsprechende Anwendungen (z.B. Terranimo®) verfügbar.

Terranimo® ([www.terranimo.world](http://www.terranimo.world)) ist ein Simulationsmodell zur Berechnung des Bodenverdichtungsrisikos beim Einsatz von landwirtschaftlichen Fahrzeugen. Mithilfe derartiger Simulationsprogramme kann unter den Landwirten ein Bewusstsein für die Problematik von Bodenverdichtungen geschaffen werden. Die einfache und aussagekräftige grafische Aufarbeitung unterstützt die Landwirte bei der Bewirtschaftung ihrer Böden. Bei Arbeiten mit schweren Geräten, die nicht termingebunden sind, sollte man den Bodenwassergehalt mitberücksichtigen.



**BODENDRUCK**

**ABBILDUNG** Bodendruck in unterschiedlichen Tiefen

**Humusgehalt**

Eine weitere Ursache für die zunehmende Verdichtung in Ackerböden ist ein abnehmender Humusgehalt und ein stark reduziertes Bodenleben aufgrund von engen Fruchtfolgen, fehlenden Zwischenfrüchten und/oder fehlender organischer Substanz bzw. Düngung (Ernterückstände, Mist, Kompost, Gülle).

Daher zeigen erweiterte Fruchtfolgen mit Mulch- und Untersaaten sowie der Anbau von Zwischenfrüchten und Zweitfrüchten großes Potenzial, um Verdichtungen entgegenzuwirken. Im Sommer lässt sich bspw. nach Getreide und bei entsprechend trockenen Verhältnissen auch einmal eine tiefere Bodenbearbeitung durchführen, um mögliche Verdichtungshorizonte aufzubrechen und mit einer Zwischenfrucht mit entsprechender Wurzelbildung den so gelockerten Boden im Anschluss zu stabilisieren.

**Versauerung**

Oft ist auch eine Versauerung durch Wurzel- und Ausscheidungen und Düngung die Ursache für Bodenverdichtung. Durch diese Versauerung nimmt die Krümelstabilität ab und das Bodengefüge zerfällt, wodurch sich letztlich auch die Porenverhältnisse verändern.

Eine entsprechende Maßnahme zur Verhinderung von Bodenversauerung ist eine regelmäßige Kalkung, welche den pH-Wert anhebt. Eine ausreichende Kalkversorgung ist somit für die Gefügestabilität (Calcium als Kittsubstanz für den Ton-Humus-Komplex) von Ackerböden entscheidend.

**Bodenbearbeitungstiefe und -intensität**

Darüber hinaus ist die Reduzierung der Bodenbearbeitungstiefe und -intensität ein wesentlicher Aspekt zur Verbesserung der Tragfähigkeit von Böden. Vorhandene Strukturen und Regenwurmgänge, aber auch Röhren von abgestorbenen Wurzelgängen werden dadurch weniger häufig zerstört und stellen ein entsprechendes Dränvermögen der Böden sicher.

Eine reduzierte Bearbeitungsintensität fördert den Regenwurm- und Regenwurmbesatz und die Regenwurmaktivität. Durch die erhöhte Regenwurmaktivität wird in Folge das Porenvolumen im Boden gesteigert und dadurch der Gasaustausch, die Wasserdurchlässigkeit und Wasseraufnahmekapazität erhöht. Auf diese Weise tragen Regenwürmer zur Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit und zum Schutz vor Bodenerosion und Überschwemmungen bei. Gleichzeitig können die Wurmröhren von den Pflanzen für das Wurzelwachstum genutzt werden. Das Vorkommen von Regenwürmern auf landwirtschaftlicher Nutzfläche steht sowohl mit der organischen Substanz im Boden sowie der Bodendichte in einem engen Zusammenhang.



**FOTO** Durch konservierende Bearbeitung entstandenes natürliches und tragfähiges Bodengefüge; © LK Steiermark

### 5.3 NACHHALTIGE BODENBEARBEITUNG ZUR VERMEIDUNG VON BODENVERDICHTUNGEN

Damit der Boden gesund bleibt, ist eine möglichst schonende Bearbeitung unerlässlich. Die konservierende Bodenbearbeitung schützt das Bodengefüge und ist inzwischen weit verbreitet. Damit ein Boden ein gutes Gefüge ausbilden kann, ist ein wichtiger Grundsatz einzuhalten:

**BÖDEN SIND NUR IM OPTIMALEN FEUCHTIGKEITZUSTAND ZU BEARBEITEN ODER ZU BEFAHREN.**

Mit zunehmendem Wassergehalt nimmt die Tragfähigkeit eines jeden Bodens stark ab – so entstandene Strukturschäden sind jahrelang erkennbar. Bodenschonender Landtechnikereinsatz schafft die Voraussetzungen, um das Ertragspotenzial am Standort ausschöpfen und Ertragsdepressionen vermeiden zu können.

# VERSCHLÄMMUNG

## 26

### 6.1 WIE ENTSTEHEN VERSCHLÄMMUNGEN?

Bei Stark- und Dauerregen werden die Bodenaggregate durch den Aufprall der Regentropfen mechanisch zerkleinert und Bodenfeinteile bzw. Einzelkörner herausgelöst. Die im Wasser gelösten Teilchen werden verfrachtet und setzen sich im stehenden oder durch Oberflächenabfluss leicht fließenden Wasser ab und verschlämmen den Boden.

#### DAS AUSMASS DER VERSCHLÄMMUNG IST ABHÄNGIG VON:

- der Stabilität der Bodenaggregate an der Oberfläche
- der Kornverteilung – schluffreiche Böden neigen eher zu Verschlämmung
- der vorausgehenden Bodenbearbeitung – ein zu feines Saatbeet ist nachteilig
- dem Zeitraum zwischen Bodenbearbeitung und Niederschlagsereignis
- der Bodenfeuchte
- der Intensität und Dauer des Regens

#### DIE FOLGEN DER BODENVERSCHLÄMMUNG SIND WEITREICHEND.

Durch die Zerstörung der Bodenaggregate kommt es zu einem Verschluss der Grob- und Mittelporen im Boden und zu einer Verminderung der Wasseraufnahmefähigkeit des

Bodens. Der Niederschlag kann aufgrund dieser Infiltrationshemmung nicht mehr schnell genug versickern und fließt oberflächlich ab. Dabei können feinste Bodenteilchen und Nährstoffe abtransportiert werden.

Der Gasaustausch zwischen Boden und Atmosphäre wird aufgrund von Bodenverschlämmungen zudem deutlich reduziert. Dadurch kommt weniger Sauerstoff in den Boden, was zu einer Einschränkung der Wurzelatmung führt. Bodenverschlämmungen

können einen zeitweiligen Wachstumsstillstand der jungen Bestände verursachen.

Nach dem Abtrocknen des Bodens bildet sich an der Oberfläche eine Kruste aus, die das Auflaufen keimender Pflanzen verhindert. Nach starken Verschlämmungen und Krustenbildungen kann ein neuerlicher Anbau notwendig sein. Das mechanische Aufbrechen der oberflächlichen Bodenkruste ist meist dann vorteilhaft, wenn sich die Keimpflanzen noch nicht zu nahe an der Oberfläche befinden und dabei nicht geschädigt werden können.



### 6.2 WIE KANN MAN VERSCHLÄMMUNGEN VERHINDERN?

Der wirksamste Schutz vor Verschlämmung ist eine gute Bodenstruktur und eine Pflanzen- oder Mulchdecke auf der Bodenoberfläche. Eine reduzierte Bodenbearbeitung und die Anlage von Zwischenfrüchten oder Untersaaten sind ebenfalls wesentliche Punkte, um Erfolge zu erzielen. Untersaaten, die bei einem Hack- oder Striegelgang in Ölkürbis, Getreide oder Silomais ausgebracht werden, funktionieren besonders gut. Die langen Bodenruhezeiten (10 bis 11 Monate) begünstigen dabei die Infiltrationsrate, die ungestörte Entwicklung der Bodenlebewesen und die Stabilität der Krümelstruktur des Bodens.

**FOTO** Die Verfrachtung der Feinteile bei Starkregen findet auch auf ebenen Flächen statt; © LK Steiermark



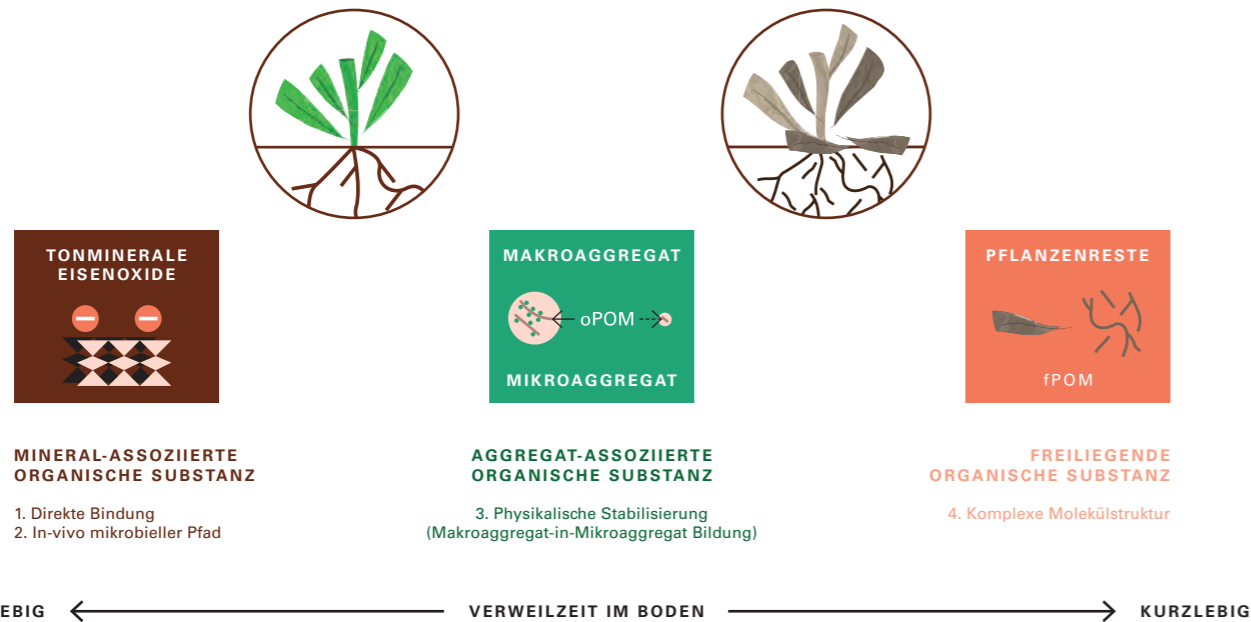
*Humus ist per Definition die Gesamtheit der organischen Stoffe im Boden, die beim Ab- und Umbau pflanzlicher und tierischer Überreste entstehen. Gemessen wird der Humusgehalt, indem man den organischen Kohlenstoff im Boden misst. Dieser Wert wird mit dem Faktor 1,72 multipliziert, da Humus neben Kohlenstoff aus Sauerstoff, Wasserstoff, Schwefel und Stickstoff besteht.*

# AUFBAU

Eine Einteilung von Humus nach Dauer- und Nährhumus scheint überholt. Eine neue Humustheorie vertritt daher die Meinung, dass der Humus im Wesentlichen in 3 Pools im Boden vorliegt. Das sind der Mineral-assoziierte (Schluff/Ton-gebundene) Humuspool, der Aggregat-assoziierte (in Bodenaggregaten gebundene) Humuspool und der ungeschützte Humuspool (frei im Boden vorliegende, schwer abbaubare organische Substanz). Die Stabilität des Humus nimmt dabei vom Mineral-assoziierten (mehr als 1000 Jahre) über den Aggregat-assoziierten (10 bis 500 Jahre) bis zum ungeschützten Pool (weniger als 10 Jahre) ab.

Die Funktionen und Leistungsdaten des Humus sind beeindruckend. Humus kann große Mengen an Nährstoffen und Wasser speichern. Die spezifische Oberfläche von 1 g Humus beträgt 800–1000 m<sup>2</sup>, woraus sich das enorme Nährstoffspeichervermögen ableitet. Humus kann demnach das 3- bis 5-Fache seines Gewichts an Wasser aufnehmen. Bei 3 Prozent Humus im Boden können somit mehr als 500 m<sup>3</sup> Wasser/ha gespeichert werden. Humus ist auch wesentlich am Aufbau des stabilen Krümelgefüges im Boden beteiligt, in dem der Ton-Humuskomplex eine zentrale Rolle einnimmt.

### VERWEILZEIT IM BODEN



**ABBILDUNG** Neue Humustheorie, Kohlenstoffpools, deren Bildungspfade und Lebensdauer; ©Katharina Keiblinger

Der Humus unserer Böden ist in Gefahr. Bodenerosion durch Wind und Wasser kann in sehr kurzer Zeit große Mengen an Humus von unseren Böden abtragen. Bodenverdichtungen hemmen das Wurzelwachstum und das Bodenleben, indem sie durch ein schlechtes Luft-Wasser-Verhältnis und durch die Begrenzung der Durchwurzelungstiefe die Wachstumsbedingungen für Wurzeln und das Bodenleben massiv verschlechtern. Häufige Bodenbearbeitung, Nährstoffungleichgewichte und fehlende organische Düngung (Wirtschaftsdünger, Kompost, Zwischenfrüchte, Ernterückstände) führen ebenfalls zu Humusabbau. Schlussendlich begünstigt auch der Klimawandel durch erhöhte Bodentemperaturen und einem gesteigerten Umsatz der organischen Substanz den Abbau von Humus.

Es gibt unterschiedliche Ansätze mit dem Ziel, den Humusgehalt zu erhöhen bzw. zu erhalten. Pflug vs. Grubber und Mulchsaat oder sofortige Direktsaat sind unterschiedliche Strategien im Themenkomplex der Bodenbearbeitung.

Fruchtfolgegestaltung, Zwischenfruchtanbau, Untersaaten oder gar die Rückkehr zur Dreifelderwirtschaft dienen als Schlagworte im Bereich des Pflanzenbaus. Wirtschaftsdünger, Kompost, organische Handelsdünger oder sogar „Cut and Carry“-Systeme zielen auf die Zufuhr organischer Substanz ab. Damit ist aber noch nicht Schluss: Unterschiedliche Bodenuntersuchungssysteme mit unterschiedlichen Empfehlungen bzw. die Impfung des Bodens mit Bakterien- oder Pilzpräparaten oder die Zufuhr von Pflanzenkohle machen die Entscheidungsfindung für die betrieblichen humusaufbauenden Maßnahmen nicht einfach.

All jenen, die mit humusaufbauenden Maßnahmen beginnen wollen, sei eines geraten: Machen Sie einen Schritt nach dem anderen und lassen Sie sich durch kleine Misserfolge nicht von humusaufbauenden Maßnahmen abbringen, denn diese Misserfolge wird es bei der Umstellung der Böden immer geben.

## 7.1 GRUNDSÄTZE ZUM HUMUSAUFBAU

### Informieren Sie sich gründlich über Ihre Böden!

- Dazu wird die frei verfügbare digitale Bodenkarte ([www.bodenkarte.at](http://www.bodenkarte.at)) wertvolle Hinweise liefern.
- Machen Sie eine erweiterte Bodenuntersuchung. Diese sollte neben der Grunduntersuchung (P, K, pH-Wert) auch die Parameter Humus, C:N-Verhältnis und Kationenaustauschkapazität enthalten. Die Bestimmung der Bodenart (Sand, Schluff, Ton) ist in jedem Fall nützlich.
- Bringen Sie eine Spatenhalterung auf Ihrem Traktor an und kontrollieren Sie mit dem mitgeführten Spaten immer wieder den Erfolg Ihrer Bodenbearbeitungsmaßnahme sowie den Zustand Ihrer Böden. Graben Sie dabei durchaus auch bis in eine Tiefe von 40 cm, um Pflugsohlenverdichtungen festzustellen oder um sich ein Bild von der Aktivität Ihrer Bodenbiologie oder des Wurzelwachstums zu machen.

### Überdenken Sie Ihre Fruchtfolge.

- Wenn Sie humuszehrende Kulturen (Kürbis, Silomais, Kartoffel, Kren, Gemüse, Zuckerrübe etc.) in Ihrer Fruchtfolge haben, versuchen Sie diese Kulturen zu reduzieren und durch humusmehrnde Kulturen (Körnerleguminosen, Zwischenfrüchte und mehrjähriges Feldfutter) zu ersetzen.
- Betrachten Sie Zwischenfrüchte (winterhart oder abfrostend) in der Kulturführung wie Hauptfrüchte.

### Optimieren Sie die Nährstoffverhältnisse und den pH-Wert.

- Eine optimale Nährstoffversorgung und günstige pH-Werte im Bereich zwischen 6 und 6,5 (je nach Bodenart) begünstigen das Pflanzen- und Wurzelwachstum. Es entsteht mehr organische Substanz im Boden und die Bodenbiologie wird dadurch ebenfalls gefördert.

### Führen Sie Ihren Böden organische Substanz zu.

- Wirtschaftsdünger, Komposte, Begrünungen, Untersaaten, Ernterückstände und Feldfutterbau bringen organische Substanz in den Boden und sind unverzichtbar für den Humusaufbau. Mit Einschränkungen sind auch organische Handelsdünger (Kostenfrage) und Klärschlammprodukte (Schadstoffproblematik) möglich.

### Reduzieren Sie Ihre Bodenbearbeitung.

- Reduzieren Sie die Anzahl der Bodenbearbeitungen, soweit es die betriebliche Ausrichtung der Ackerkulturen zulässt. Jede zusätzliche Bodenbearbeitung steigert den Umsatz der organischen Substanz und zerstört das Krümelgefüge bzw. erhöht die Gefahr, dass Verdichtungen durch die zusätzlichen Überfahrten entstehen. Hier sind dem Gemüsebau oder der biologischen Landwirtschaft oftmals Grenzen gesetzt.

### Halten Sie Ihren Boden bedeckt.

- Über den Anbau von Zwischenfrüchten und winterharten Hauptkulturen können Sie Ihre Böden ganzjährig bedeckt halten. Das System „Immergrün“ schützt Ihren Boden an der Oberfläche und verhindert Erosionen, fördert das Bodenleben und die Bildung des Krümelgefüges.
- Die Umsetzung des Systems „Immergrün“ im Betrieb ist allerdings keine einfache Sache. Späte Maissorten, Kren, Käferbohne oder andere sehr spät räumende Kulturen können den Anbau von Zwischenfrüchten verhindern. Tasten Sie sich daher Schritt für Schritt an das System heran.

### Versuchen Sie alle Faktoren auszuschalten, die den Humusaufbau hemmen oder zerstören.

- Verhindern Sie bestmöglich Erosionen. In der Steiermark wird hauptsächlich der Schutz vor Wassererosionen im Mittelpunkt stehen, aber auch Winderosionen sollten nicht unbeachtet bleiben.
- Brechen Sie Verdichtungen im Boden auf bzw. versuchen Sie das Befahren des Ackers nur bei guten Feuchtebedingungen durchzuführen, um keine neuen Verdichtungshorizonte zu produzieren.

### Fragen Sie nach Rat.

- Scheuen Sie sich nicht, zu uns in die Beratung zu kommen oder Ihre Berufskollegen mit Humuserfahrung um Rat zu fragen. In dieser Broschüre finden Sie Best Practice Beispiele von Landwirten mit viel Erfahrung im Humusaufbau aus Ihrer Region, die ihr Wissen auch gerne weitergeben.

## 7.2 NÄHRSTOFFEFFIZIENZ UND NÄHRSTOFFGLEICHGEWICHT

Das Thema Nährstoffeffizienz ist das zentrale Thema der Versuchstätigkeit der Landwirtschaftskammer Steiermark. Durch ein verbessertes Nährstoffmanagement soll ermöglicht werden, den Einsatz von Düngemitteln zu reduzieren und die Emissionen aus der Pflanzenproduktion zu verringern.

Justus von Liebig plädierte in diesem Zusammenhang bereits vor rund 100 Jahren dafür, dass die Nährstoffzufuhr in einem für die Pflanze und den Boden optimalen System ausgewogen sein muss.

Nährstoffe lassen sich grundsätzlich in Haupt- und Spurennährstoffe einteilen. Zu den Hauptnährstoffen zählen Stickstoff (N), Phosphor (P), Kalium (K), Magnesium (Mg), Calcium (Ca) und Schwefel (S). Wichtige Spurennährstoffe sind Eisen (Fe), Kupfer (Cu), Bor (B), Molybdän

(Mo), Zink (Zn) und Mangan (Mn). Die Nährstoffe liegen im Boden in unterschiedlichen Bindungs- und Zustandsformen vor und werden von der Pflanze aus der Bodenlösung aufgenommen.

Je nach Bindungsform sind die Nährstoffe im Boden unterschiedlich mobil bzw. für die Pflanzen verfügbar. Dem pH-Wert des Bodens kommt hierbei ein entscheidender Einfluss zu. Bei pH-Werten zwischen 5,5 und 6,5 sind alle Nährstoffe gut verfügbar und in Lösung. Liegen im Boden zu hohe pH-Werte vor, kommt es z.B. bei den Spurenelementen Mn, Zn, Cu und beim Hauptnährstoff P zu einer Festlegung im Boden. Sind die pH-Werte zu niedrig (< 5), kommt es zu einer Auswaschung wertvoller Kationen (Ca, Mg, K), nachdem sie vom Sorptionskomplex des Bodens (Ton und Humus) durch Wasserstoff

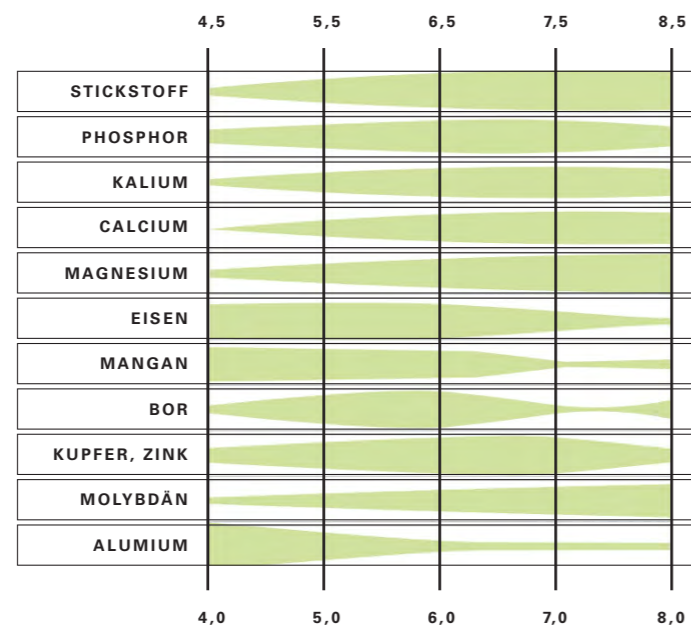
(H<sup>+</sup> Ionen) ausgetauscht wurden. Bei sehr niedrigen pH-Werten (< 4) gehen Schwermetalle, Eisen und Aluminium verstärkt in Lösung und wirken negativ auf das Pflanzenwachstum, die Bodenbiologie und die Umwelt.

Um ein ausgeglichenes Nährstoffangebot und eine günstige Bodenstruktur zu gewährleisten, sollte der Sorptionskomplex folgendermaßen belegt sein: 75-90 Prozent mit Ca, 5-15 Prozent mit Mg, 2-5 Prozent mit K und

weniger als 1 Prozent Na (Quelle: Richtlinien für die sachgerechte Düngung, 7. Auflage, 2017).

Im Zuge der Aufnahme von Nährstoffen durch die Pflanze gibt es vielfache Wechselwirkungen zwischen einzelnen Nährelementen. Die Wechselwirkungen können in einer gegenseitigen Förderung (Synergismus) aber auch in einer Behinderung (Antagonismus) bestehen.

**NÄHRSTOFFVERFÜGBARKEIT IN ABHÄNGIGKEIT VOM PH-WERT DES BODENS** (in Wasser, CH-Methode)



**PH-WERT DES BODENS (IN CaCl<sub>2</sub>, D-METHODE)**

Je dicker der Balken, desto besser die Nährstoffverfügbarkeit.

DIAGRAMM über die Nährstoffverfügbarkeit in Abhängigkeit vom pH-Wert des Bodens. Quelle: www.hauert.com

### BEISPIEL 1 NÄHRSTOFF-ANTAGONISMUS: KALIUM UND MAGNESIUM

Die Aufnahme von Magnesium kann durch außergewöhnlich hohe Mengen an Kalium verringert oder gar verhindert werden. Denn extreme Mengendifferenzen dieser beiden Nährstoffe im Boden, d.h. wenn Kalium um ein Vielfaches höher vorliegt als Magnesium, führen dazu, dass Pflanzen kein Magnesium aufnehmen können. Dies kann ebenfalls vorkommen, wenn die Bodenanalyse eigentlich eine gute Versorgung mit Magnesium bescheinigt. Die Kaliumversorgung sollte somit immer im Auge behalten werden. Nur ein ausgewogenes Gleichgewicht zwischen Kalium und Magnesium von 3:1 bis 4:1 stellt die Magnesiumverfügbarkeit für Pflanzen sicher.

**WICHTIG: Höhere Magnesiumgehalte haben keinen Einfluss auf die Kaliumaufnahme. Der Antagonismus ist einseitig.**

### BEISPIEL 2 AUS DER PRAXIS: KALIUM-AMMONIUM-MAGNESIUM

Mais wird in der Regel mit höheren Mengen Wirtschaftsdünger – vor allem durch Biogasgärreste und Rindergülle – zusätzlich zur Unterfußdüngung versorgt. Hier ergeben sich häufig Probleme unzureichender Magnesium-Ernährung durch aufnahmehemmende Nährstoffantagonismen. Dabei spielen vor allem Ammonium-Magnesium- aber auch Kalium-Magnesium-Antagonismen eine Rolle.

### BEISPIEL 3 NÄHRSTOFF-SYNERGISMUS: STICKSTOFF UND SCHWEFEL

Damit Pflanzen Stickstoff optimal nutzen können, benötigen sie vor allem Schwefel. Denn liegt Schwefelmangel vor, kommt es zur Anreicherung von Stickstoffverbindungen wie Nitrat, welche so nicht verwertet werden können. Doch auch bei der Stickstoffumwandlung wird Schwefel benötigt, da er Bestandteil der Umwandlungsenzyme Nitrat- und Nitritreduktase ist. Findet die Nitratumwandlung nicht statt, kommt es zum sogenannten Nitratstau und die Aufnahme weiteren Stickstoffs wird blockiert. Deshalb ist auch hier das optimale Verhältnis zu beachten und bei Bedarf per Pflanzenanalyse zu prüfen. Dieses liegt normalerweise zwischen 10:1 und 15:1.

QUELLE: www.ks-minerals-and-agriculture.com

### 7.3 STICKSTOFFVERFÜGBARKEIT ORGANISCHER DÜNGER

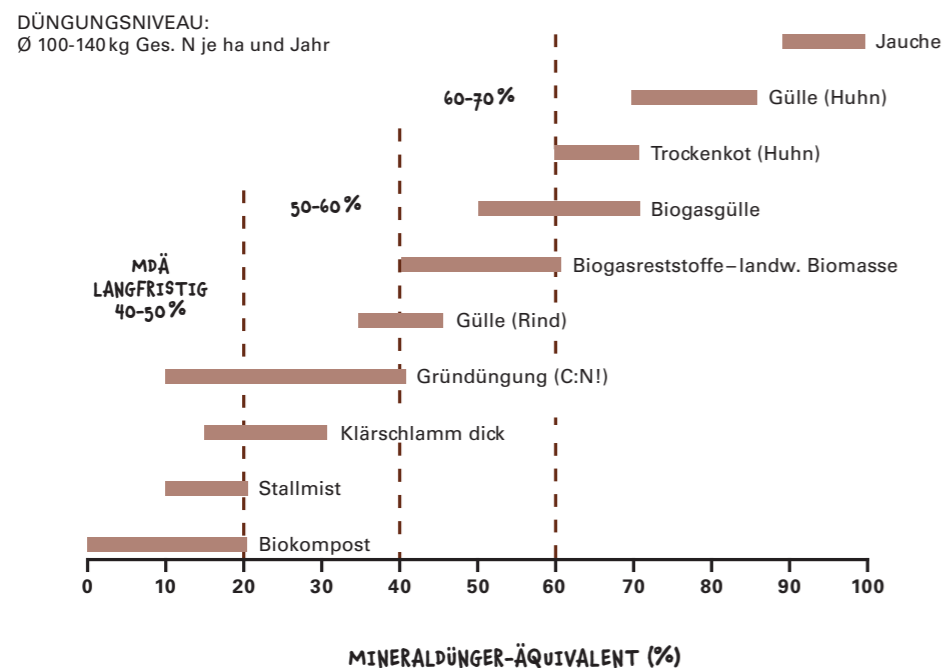
Für eine Optimierung der N-Düngung im landwirtschaftlichen Betrieb (organische Düngung plus ergänzende mineralische Düngung) sind Kenntnisse über die düngerspezifischen Eigenschaften, welche die Stickstoffverfügbarkeit von organischen Düngern betreffen, erforderlich. In den Forschungsarbeiten wird hierzu u.a. die N-Verfügbarkeit organischer Dünger auf Basis von kurz- und mittelfristigen Mineräldüngeräquivalenten (MDÄ) bewertet (siehe nachfolgende Abbildung).

Mit dem Parameter Mineräldüngeräquivalent kann die Menge an Mineräldünger-Stickstoff (Ertrag oder N-Abfuhr) ermittelt werden. Diese Menge kann durch den zugeführten organischen Dünger kurzfristig (im Jahr der Anwendung oder nach häufigerer Anwendung auch langfristig) und stets gleichwertig ersetzt werden.

Bei einem MDÄ von 80 Prozent können demnach durch die Zufuhr von 100 kg N über den organischen Dünger 80 kg N eines mineralischen Düngers ersetzt werden. Die kurzfristige N-Verfügbarkeit organischer Dünger schwankt zwischen einem MDÄ von 0 Prozent (Biokompost) und 100 Prozent (Jauche). Je nach kurzfristiger Wirkung (MDÄ 0–60 Prozent) beträgt deren langfristiges MDÄ 40 bis 70 Prozent.

Diese Bewertung der N-Verfügbarkeit organischer Dünger stellt ein wertvolles Hilfsmittel dar, um die Langzeitwirkungen für die Düngeplanung zu berücksichtigen. Sie gelten für Ackerflächen, sind aber auch in Grünlandssystemen trotz des erhöhten Risikos für Ammoniakverluste mit den gleichen Wirkungsäquivalenten zu rechnen.

#### N-VERFÜGBARKEIT ORGANISCHER DÜNGERSTOFFE IM JAHR DER ANWENDUNG (BASIS: MINERALDÜNGER-ÄQUIVALENTE (IN PROZENT))



QUELLE: in Anlehnung an R. Gutser, TU München: Stickstoffeffizienz und umweltschonende organische Düngung

### 7.4 ZWISCHENFRÜCHTE UND BEGRÜNUNGEN

Zwischenfrüchten, Begrünungen und Untersaaten kommt eine zentrale Bedeutung beim Humusaufbau zu. Deshalb wollen wir ihnen hier einen besonderen Raum einräumen: Sie bringen nicht nur organische Substanz in die Böden, sondern schützen sie auch vor Starkniederschlägen, schließen mit ihrem Wurzelsystem den Boden auf, helfen bei der Beseitigung von Verdichtungen und sind Nahrung für die Bodenbiologie – alles Eigenschaften, die direkt oder indirekt den Humusaufbau fördern und die Bodenstruktur verbessern.

#### GRUNDLEGENDE TIPPS ZUM ANBAU VON BEGRÜNMUNGSMISCHUNGEN

##### Anbauzeitpunkt so früh wie möglich

Der beste Tag für die Anlage der Begrünungen ist der Tag nach der Ernte der Hauptkultur. Das gilt auch für frühe Begrünungen nach Getreide oder Raps. Je länger die Wachstumszeit der Begrünungen ist, umso stärker wird sich das Wurzelsystem entwickeln und umso mehr organische Substanz kann für das Bodenleben und den Humusaufbau gebildet werden.

##### Rasche Jugendentwicklung sicherstellen

Um eine möglichst schnelle Deckung des Bodens zu erreichen, braucht man Pflanzen in einer Begrünungsmischung, die auch unter nicht-optimalen Bedingungen eine schnelle Keimung und Jugendentwicklung zeigen. Die rasche Bedeckung des Bodens ist sowohl wichtig, um Unkräuter frühzeitig zu unterdrücken, als auch, um den Boden wieder zu beschatten. Zu diesen Pflanzen gehören etwa der Buchweizen, Pflanzen aus der Familie der Kreuzblütler (Senf, Sareptasenf, Örettich, Meliorationsrettich), Mungo, die Sonnenblume und der Sandhafer.

##### Artenreiche Mischungen bevorzugen

Vielfältige Mischungen durchwurzeln alle Bodenschichten, entwickeln sich auch bei extremeren Witterungsbedingungen gut, sind weniger anfällig für Schädlinge und erhöhen die Biodiversität. Effektive Sommerbegrünungen sollten zumindest 4 bis 5 Mischungspartner enthalten. Begrünungsmischungen mit bis zu 20 Mischungspartnern erfordern entsprechende Erfahrung.

##### Leguminosen haben einen hohen Stellenwert als Zwischenfruchtpflanzen

Leguminosen binden Luftstickstoff, weswegen ihnen ein hoher Vorfruchtwert für stickstoffzehrende Folgefrüchte zukommt. Ihre Wurzelsysteme durchwurzeln den Boden intensiv. Während Luzerne und Lupinen ein ausgeprägtes tiefes Wurzelsystem haben, bilden kleinkörnige Leguminosen, wie z.B. Alexandriner- und Perserklee, ein flacheres, aber sehr feines Wurzelgeflecht aus. Großkörnige Leguminosen, wie die Saaterbse, Sommerwicke oder Ackerbohne, zeigen ein dichtes, mitteltiefes Wurzelsystem, das den Boden gut strukturiert hinterlässt.

##### Auswahl der Pflanzenarten

Das Sortiment an Begrünungspflanzen ist sehr vielfältig. Diese Vielfalt macht es aber auch schwierig eine betriebsspezifische Mischung zu finden. Eine Einheitsmischung gibt es nicht. Zu unterschiedlich sind Betriebstyp, Fruchtfolge, Bodenverhältnisse, Klimagebiet, Vorfruchtwirkung oder die gesetzlichen Vorgaben. Schauen Sie sich deshalb auch Fertigmischungen der Saatgutfirmen an.



FOTO: Artenreiche Begrünungsmischung im November © LK Steiermark

## 7.5 30 UNTERIRDISCHE KÜHE – MIKROSKOPISCHES LEBEN IM ACKERBODEN

Bei einem näheren Blick auf das Feld oder in den Wald erwarten wir Erdboden vorzufinden – doch ein funktioneller Boden entsteht nicht von alleine. Während Wind, Regen, Jahreszeiten und sogar das Sonnenlicht Sand und Tonminerale aus Gestein entstehen lassen, ist alles das, was diese feinen Minerale zu einem Boden verbindet, von Organismen gemacht. Und den größten Anteil daran haben die Mikroorganismen.

Wenn wir von rund zwei Prozent Organik in den oberen 10 cm des Erdbodens und einem weiteren Prozent in den nächsten 10 cm darunter ausgehen, so sind das rund 4,5 kg Organik je Quadratmeter Boden. Die Hälfte davon ist organischer Kohlenstoff, ein Viertel davon befindet sich in lebenden Mikroorganismen, die ihrerseits wiederum zu 75 Prozent aus Wasser bestehen; so ergibt das rund 2,25 kg je Quadratmeter oder 22,5 Tonnen lebender mikrobieller Biomasse je Hektar.

Wie alle Lebewesen, so brauchen auch Bakterien, Pilze, Algen und Protozoen lebenswerte Umweltbedingungen, durch die sie aktiv und vermehrungsfähig sein können. Unter bestmöglichen Bedingungen verzehren sie in etwa ihr eigenes Gewicht an organischer Nahrung je Stunde – das wären dann rund 197.000 Tonnen im Jahr. Andere wichtige Voraussetzungen sind: Wasser, Mineralstoffe, lebensfreundliche Temperaturen und das Vorhandensein von Luftsauerstoff. Unter diesen Bedingungen bilden sie, neben anderen Stoffwechselprodukten, auch Huminstoffe, die mit der Zeit zum dunkel gefärbten Humus polymerisieren und als Kleber für die feinen mineralischen Partikel fungieren. Diese idealen Bedingungen gibt es aber nur äußerst selten. Die meiste Zeit verbringen die Mikroorganismen hungrig und verhalten sich entweder abwartend oder sind aktiv auf Nahrungssuche im Boden unterwegs. Besser haben es jene Bakterien und Pilze, die sich in unmittelbarer Nähe der Wurzeln wachsender Pflanzen befinden, von denen sie aktiv mit Nahrung versorgt werden. Bis zu 30 Prozent ihrer Photosyntheseleistung geben die Pflanzen freiwillig an die Mikroorganismen im Boden ab.

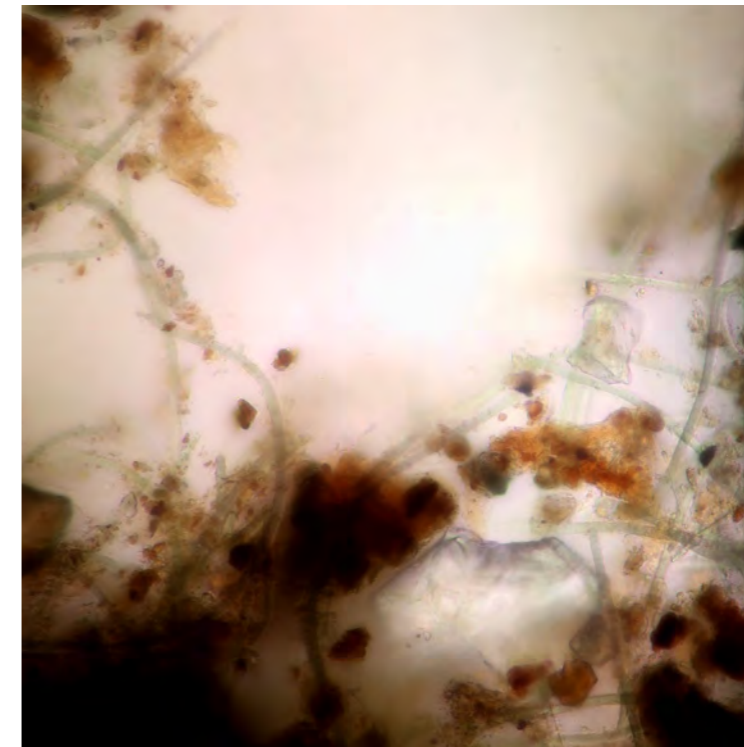
Diese knappen und ungleich verteilten Ressourcen sind äußerst begehrt – unsichtbar für uns Menschen tobt

im Boden ein ständiger Kampf ums Überleben, bei dem das Äquivalent von 30 Kühen, jede gegen jede, aufeinanderprallt.

Letztlich ist die Bildung von Humus das sichtbare Zeichen für die Absicht der Mikroorganismen, den Lebensraum Boden für sich selbst zu gestalten und zu verbessern. Humus hat zudem die Eigenschaft, die Bodenfruchtbarkeit zu fördern, vor allem, indem er Wasser und Nährstoffe zurückhält, aber auch, indem er durch seine Kleberwirkung die Erosion durch Wind und Wasser verringert. Die Folge der Humusbildung ist also eine Win-Win-Situation; denn wachsen die Pflanzen besser, steht den Mikroorganismen mehr organische Nahrung (sowohl über die Wurzel-exsudate als auch in Form toter Pflanzenbiomasse) zur Verfügung. Enthält der Boden mehr Humus, so profitiert das Pflanzenwachstum.

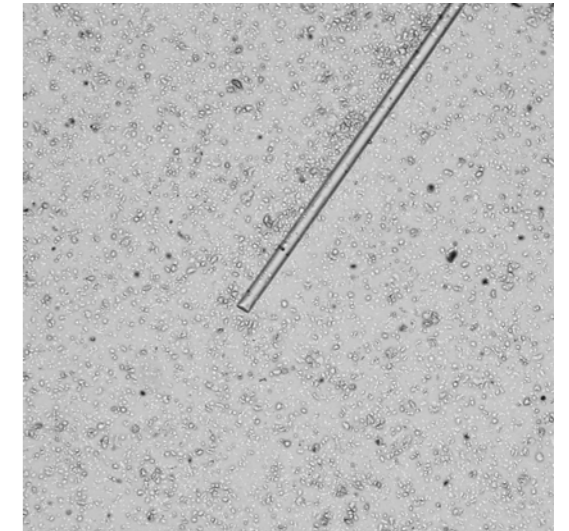
Es ist nicht notwendig und wahrscheinlich auch gar nicht möglich, alle an der Humusbildung beteiligten Mikroorganismen mit Namen zu benennen. Auch hilft es nicht, im Labor gezüchtete Bakterien oder Pilze großflächig auf dem Boden auszubringen; im Überlebenskampf sind sie die ersten, die vertilgt werden.

Es ist vielmehr in unserem Interesse, die natürlich im Ackerboden vorkommenden Mikroorganismen zu fördern, sie aber auf jeden Fall nicht an der Humusbildung zu hindern. So können wir entweder möglichst wenig Pflanzenbiomasse vom Feld entfernen oder wir bringen sie in Form von Kompost zurück. Auch sollten wir das Bodenleben möglichst wenig stören, indem wir einerseits die Bodenbearbeitung und die Bodenverdichtung so gering wie möglich halten, um den Wasser- und Luftzutritt nicht zu behindern, und indem wir andererseits möglichst keine Bakterizide und Fungizide so ausbringen, dass diese in den Boden gelangen können – es würde uns ja auch nicht einfallen, unsere 30 Kühe dreimal jährlich zu vergiften.

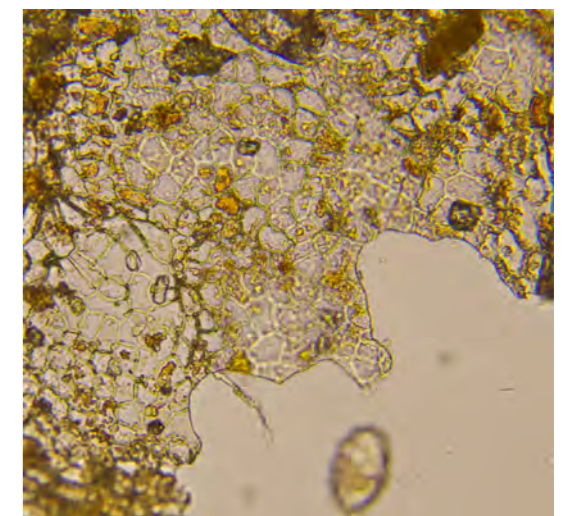


**BILD** Mikroskopische Aufnahme eines Ackerbodens, der unter idealen Bedingungen eine Vielfalt an Mikroorganismen hervorgebracht und besonders viel Humus angereichert hat. Mineralische Partikel (weiß) eingebettet zwischen Algen und Cyanobakterien (grün) und Humusflocken (braun). Quelle: I. Fritz 2017.

**BILD** Mikroskopische Aufnahme eines Teils eines Pflanzenblattes in mikrobieller Zersetzung. Während die schwer abbaubaren Zellwände noch vorhanden sind, sind die Inhaltsstoffe bereits verwertet und die Bildung von Huminstoffen hat eingesetzt. Quelle: I. Fritz 2018.



**BILD** Mikroskopische Aufnahme des Bodens aus einem Maisfeld. Der Boden ist dominiert von feinen mineralischen Partikeln, zwischen denen es Bakterien, aber weder andere Mikroorganismen noch nennenswerte Mengen Humus gibt. Quer über das Bild liegt eine Polyesterfaser. Quelle: I. Fritz 2019.



## BETRIEB PAZEK FRANZ

8342 GNAS  
GLATZENTAL 21

**BEST  
PRACTICE**

### KURZBESCHREIBUNG DES BETRIEBS

Circa 50ha Ackerbau konventionell, 4.500 Legehennen, Zukauf von Biogasgülle zum Vermischen mit Hühnermist, Ausbringung mit Schleppschlauch

### FRUCHTFOLGE

75 Prozent Mais, 20 Prozent Getreide, 5 Prozent Kürbis oder Soja

### BESONDERHEITEN DES BETRIEBS

Nach abforstender Begrünung (2 kg Gelbsenf, 1 kg Phacelia, 1 kg Mungo, 1 kg Ölrettich, 15kg Buchweizen) wird darauffolgend Mais in Mulchsaat angebaut. Die abgeernteten Maisfelder werden zum Großteil gegrubbert und winterhart (Perko) eingesät.



© Pazek

Bei abschwemmungsgefährdeten Flächen werden mit dem Düngerstreuer 60kg Wintergerste ganzflächig vor dem Maisanbau ausgesät. Gerste deswegen, weil sie am schnellsten bestockt und sehr gut zu bekämpfen ist. Wichtig ist dabei mit der Spritzung so lange wie möglich zu warten, um einen guten Anwuchs der Gerste zu ermöglichen.

Vor dem Getreideanbau werden nur die oberen Randstreifen der Felder nach oben gepflügt, um zu verhindern, dass am oberen Rand der Felder die fruchtbare Erde immer weiter nach unten wandert. Der Rest wird gegrubbert.

## BETRIEB KOWALD JOSEF

8412 ALLERHEILIGEN  
BEI WILDON 73

**BEST  
PRACTICE**

### KURZBESCHREIBUNG DES BETRIEBS

Circa 60ha Ackerbau konventionell, Schweinezucht- und Schweinemastbetrieb

### FRUCHTFOLGE

Mais, Kürbis, Soja, Raps  
Diese Kulturen werden selten angebaut: Winterweizen, Sonnenblume, Klee gras, Lupine

### BESONDERHEITEN DES BETRIEBS

Nachdem der Betrieb 2013 übernommen wurde, haben wir schrittweise versucht, die intensive Bodenbearbeitung mit dem Pflug umzustellen und so minimal wie möglich durchzuführen. Da-

für wurden notwendige Geräte, wie Grubber und Scheibenegge sowie für die Mulchsaat eine geeignete Sätechnik angeschafft. Des Weiteren wurde mehr Wert auf den Zwischenfruchtanbau gelegt. Wir haben sowohl in Aussaattechnik als auch in artenreiche Zwischenfruchtvarianten investiert. Seit drei Jahren werden alle Kulturen als Mulchsaat angesät und auf der gesamten Ackerfläche wird entweder eine Winterkultur oder eine Zwischenfrucht (abforstend oder winterhart) angelegt. Um Bodenverdichtungen vorzubeugen, versuchen wir die Arbeitsabläufe dem Boden-zustand und der Witterung anzupassen. Darüber hinaus werden Techniken wie Niederdruckreifen und Gülleverschlachtung eingesetzt.

Ein Beispiel für den Arbeitsablauf Mais nach Raps: Nach der Rapsernte wird tief gegrubbert und im gleichen Arbeitsschritt eine Begrünungsmischung angelegt. Im Frühjahr wird Gülle verschlachtet und sofort mit der Scheibenegge seicht eingearbeitet. Nach einigen Tagen wird mit der Kreiselegge kombiniert der Mais angebaut.

Herausforderungen sind die Beikrautbekämpfung und teilweise auch ein höheres Schädlingsaufkommen.



© Kowald

## BETRIEB MACH INGRID & REITER ANDREAS

**BEST  
PRACTICE**

8077 GÖSSENDORF  
BUNDESSTRASSE 25

### KURZBESCHREIBUNG DES BETRIEBS

Feldgemüseanbau im Rahmen der landwirtschaftlichen Fruchtfolge. Dazu steht uns eine Fläche von knapp 20 ha zur Verfügung, auf denen sich folgende Bodenarten befinden: Sandiger Lehm, lehmiger Sand und lehmiger Schluff. Unsere Hauptkulturen sind Salat, Weißkraut, Karotten, Ölkürbis und Getreide.

### FRUCHTFOLGE 1

Gemüse (Salat/Weißkraut), Ölkürbis, Wintergetreide (WG)

### FRUCHTFOLGE 2

Gemüse, Ölkürbis, Wintergetreide, Zwischenfruchtanbau – sobald die Hauptkultur abgeerntet ist; in jedem zweiten Zyklus ein Jahr Klee gras-mischung sowie verschiedenste Gemüsearten auf kleineren Flächen

### BESONDERHEITEN DES BETRIEBS

Eines unserer wichtigsten Kriterien besteht darin, den Boden möglichst durchgängig bewachsen zu





© Mach

halten. Dies gilt einerseits für den Sommer, in dem wir nach den ersten Gemüsefrühsätzen bzw. dem Wintergetreide mit angepassten Mischungen, die zumeist aus Einzelkomponenten selbst zusammengestellt werden, begrünen. Andererseits gilt dies für die lange Zeit der Wintermonate, welche es unumgänglich macht, den Boden entweder mit einer Mulchschicht abzudecken oder „grün“ über den Winter zu führen. Gute Erfahrungen machten wir dabei mit Grünschnittroggen, den wir, ebenso wie Sandhafer, immer wieder selbst vermehren. Das Ausbringen von Kompost, den wir in die Begrünungen einwachsen lassen, ist ebenfalls ein wichtiger Bestandteil unseres Systems geworden.

Darüber hinaus haben wir unsere maschinelle Bearbeitung dahingehend verändert, dass wir auf den Einsatz eines Pflugs verzichten und sich stattdessen ein selbstgebauter Grubber, der mit sehr schmalen Zinken arbeitet, bewährt hat.

Da wir unsere Begrünungen nicht chemisch eliminieren wollten, waren wir lange auf der Suche nach geeigneter Technik und

haben diese nun vor einigen Jahren in Form eines Geohobels gefunden. Die Aussaat sämtlicher Zwischenfrüchte wird ausschließlich mit einer Drillmaschine erledigt, welche einen weitaus gleichmäßigeren Aufgang, vor allem in Trockenzeiten, gewährleistet. Hinzu kommt der Vorteil, dass sie auch bei vorhandenen Resten der Vorfrucht gut einsetzbar ist. Gute Flächenleistungen erzielen wir mit einer Kurzscheibenegge.

#### EIN BEISPIEL FÜR DEN ARBEITS- ABLAUF MAIS NACH RAPS

Nach der Rapsernte wird tief gegrubbert und im gleichen Arbeitsschritt eine Begrünungsmischung angelegt. Im Frühjahr wird Gülle verschlaucht und sofort mit der Scheibenegge seicht eingearbeitet. Nach einigen Tagen wird mit der Kreiselegge kombiniert der Mais angebaut.

Herausforderungen sind die Beikrautbekämpfung und teilweise auch ein höheres Schädlingsaufkommen.

## BETRIEB PENDL WERNER

LANDWIRTSCHAFTLICHER  
MEISTER

8264 GROSSHART-  
MANNSDORF 41

BEST  
PRACTICE

#### FRUCHTFOLGE

50 Prozent Mais, 25 Prozent Wintergerste  
Rest: Ölkürbis, Sorghum, Soja, Hirse (abhängig von Marktlage und Nachfrage)

#### BESONDERHEITEN DES BETRIEBS

Unser Betrieb, welcher bereits Mitte des 17. Jahrhunderts erstmals urkundlich erwähnt wurde, wird derzeit von meinem Vater und mir im Vollerwerb konventionell bewirtschaftet. Auf rund 54 ha Ackerland produzieren wir vorwiegend Mais

und Gerste, welche die Grundlage des Futters für unsere etwa 100 Muttersauen und 400 Mastschweine bilden. Auch die Kürbisse für das hofeigene Kürbiskernöl sowie Sorghum, Hirse und Soja werden bei uns angebaut. Einige Hektar Wald gehören ebenfalls zum Betrieb. Diese werden jedoch lediglich für den Eigenbedarf an Brenn- bzw. Bauholz genutzt.

Das Ziel bei der Feldarbeit ist – neben guten Erträgen – der Aufbau von Humus auf unseren Feldern. Hier setzen wir insbesondere auf erosionschonenden Getreideanbau mit dem Grubber sowie auf das Anlegen von Begrünungen nach dem Abernten des Getreides. Derzeit lassen wir diese noch abfrosten. In Zukunft sollen jedoch vermehrt winterharte Begrünungen zum Einsatz kommen, um durch den ganzjährigen Bewuchs eine Verbesserung der Krümelstruktur sowie das Auffangen von Restnährstoffen im Boden zu gewährleisten. Einen weiteren Beitrag zum Humusaufbau leisten wir durch die Einarbeitung des Stroh in den Boden, wodurch eine solide Nahrungsgrundlage für die Bodenlebewesen geschaffen wird. Beim Maisanbau wird die abgefrostete Begrünung nur leicht mit der Scheibenegge eingearbeitet und der Mais direkt danach im Direktsaatverfahren angebaut.

© Pendl



# BODEN- UND HUMUSAKTIVITÄTEN IN DER STEIERMARK

## 8.1 LANDWIRTSCHAFTSKAMMER STEIERMARK

Die Landwirtschaftskammer bearbeitet derzeit an 25 Versuchsstandorten steiermarkweit gemeinsam mit engagierten Praktikern auf rund 1.200 Versuchspartzellen Fragen der klimafitten Bodenbewirtschaftung, der Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit, des Humusaufbaus, der verbesserten Nährstoffeffizienz und der gesteigerten Ertragssicherheit zur Erhöhung der Versorgungssicherheit. Ziel ist es, die bestgeeigneten Verfahren für die steirischen Bedingungen zu finden und damit das Risiko von Rückschlägen bei der Einführung neuer Techniken und Kulturen für die Landwirte zu verringern.



FOTO Bodenverdichtungsmessung (Penetrologger); © LK Steiermark

## AUSGEWÄHLTE BEISPIELE DER AKTUELLEN BODENSCHUTZAKTIVITÄTEN

### Projekt Krümelstar

Krümelstar ist ein Projekt des Kompetenzzentrums Acker, Humus und Erosionsschutz. Im Zuge dieses Projekts wurden von über 100 Feldstücken (hauptsächlich Getreide und Raps nach der Ernte) in der gesamten Steiermark Bodenproben entnommen und analysiert. Die Auswertung erfolgte im Labor in Haidegg und wird vom Land Steiermark finanziell unterstützt.

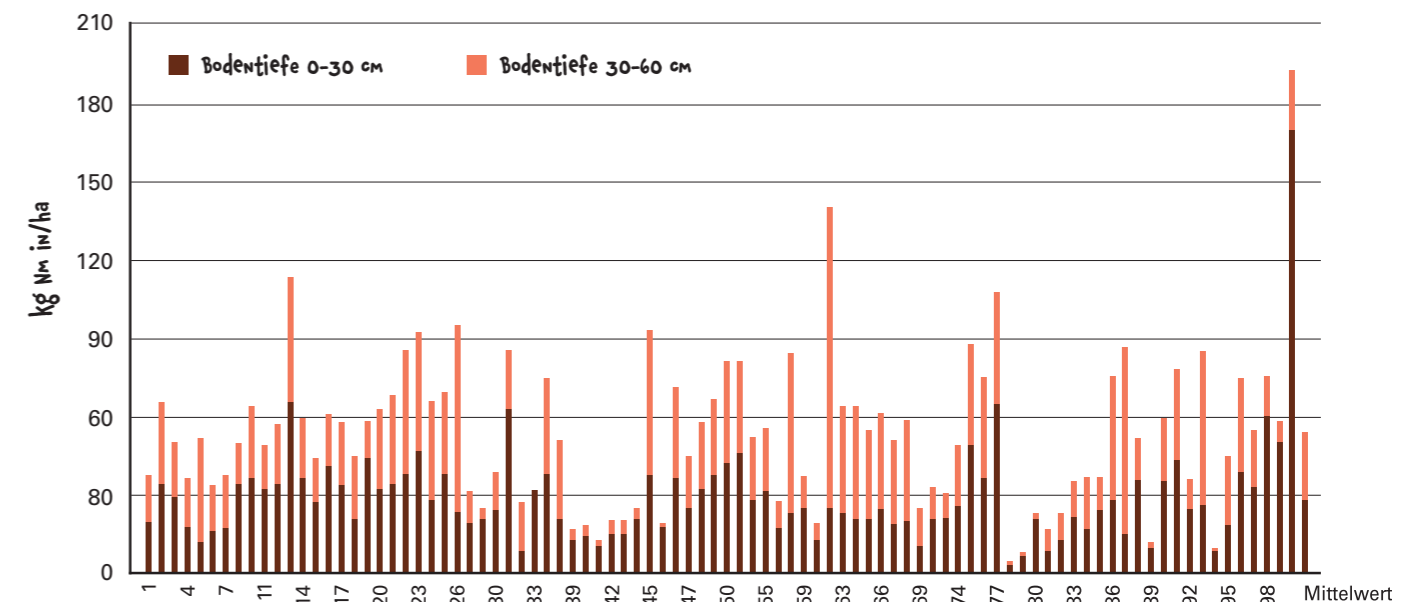
Untersucht wurde eine Vielzahl an Parametern. Diese umfassten neben den Hauptnährstoffen, Spurenelementen, dem Humus und pH-Wert auch die Kationenaustauschkapazität und C:N-Verhältnisse. Die Humusgehalte liegen zwischen 1,4 und 5,4 Prozent, das Mittel bei 2,8 Prozent. Das Mittel des Kohlenstoff-Stickstoff-/C:N-Verhältnisses liegt bei 9,4:1. Optimale C:N-Verhältnisse von Ackerböden sollten bei 10:1 liegen.

Zusätzlich wurden auch die Nmin-Gehalte in der Bodentiefe 0–30 cm und 30–60 cm ausgewertet. Auffallend waren hier die teilweise relativ hohen Ammoniumgehalte, die in Zusammenhang mit den sehr nassen Bodenbedingungen zur Zeit der Ernte im Versuchsjahr 2020 gemessen wurden.



FOTO Infiltrrometer; © LK Steiermark

### NMIN-GEHALTE IM SOMMER 2020 NACH GETREIDE UND RAPS



Die physikalischen Parameter Porenvolumen, Verdichtungshorizont, Infiltrationsvermögen und absolute Bodendichte stehen kurz vor dem Abschluss.

### Erosionsschutzversuch Jagerberg

Mittels Erosionsfallen wird der tatsächliche Bodenabtrag von unterschiedlichen Bodenbearbeitungsmethoden gemessen. Im Rahmen der Versuchstätigkeit wird hierbei – in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Kulturtechnik und Wasserwirtschaft Petzenkirchen – die Erosion erhoben.

Durch die reduzierte Bodenbearbeitung und erhöhte Bodenbedeckung konnte der Bodenabtrag wesentlich reduziert werden: Die Bodenteilchen sind stabiler, je weniger intensiv die Bodenbearbeitung ist. Die höhere Bedeckung schützt den Boden vor der zerstörenden Energie des Niederschlags. Im ersten Versuchsjahr 2018 konnten die Varianten „Grubber“ und „Untersaat“ eine beträchtliche Reduktion von etwa 90 Prozent des Bodenabtrags gegenüber der Pflugvariante erzielen, ohne deshalb Ertragseinbußen zu erleiden.



**FOTO** Messung des Bodenabtrags mittels Erosionsfallen; © LK Steiermark

### Humusprojekt „Unser Boden – Unser Leben“

In der Steiermark erbringen viele Bauern schon seit Langem wichtige Leistungen zum Boden- und Grundwasserschutz. Der neu gegründete Verein „DIE WASSERSCHUTZBAUERN“ macht diese Leistungen in der Öffentlichkeit sichtbar. Vorrangiges Ziel der WASSERSCHUTZBAUERN ist die Unterstützung der Betriebe beim Humusaufbau und der Förderung der Bodenfrucht-



**FOTO** Präsident Titschenbacher und LKR Hillebrand bei der Vorstellung des Projekts; © LK Steiermark

barkeit. Damit soll auch eine weitere Verbesserung der Wasserqualität sichergestellt werden. Der Erfahrungsaustausch wird durch die Fachberatung der Landwirtschaftskammer unterstützt, um die Mitgliedsbetriebe aus Acker- und Gemüsebau auf künftige Herausforderungen vorzubereiten. In Zusammenarbeit mit Schulen und Gemeinden wird die Öffentlichkeit für die Themen Boden- und Wasserschutz sensibilisiert. Weitere Informationen finden Sie unter [www.wasserschutzbauern.at](http://www.wasserschutzbauern.at).

### Erosionsschutzprojekt mit KLAR! Stiefingtal

Durch den Klimawandel haben Starkregenereignisse in den letzten Jahren spürbar zugenommen. Ackerflächen am Hang sind dadurch in Zukunft stärker von Bodenerosion betroffen. Eine wirkungsvolle Maßnahme gegen die Erosion ist die Mulchsaat. Besondere Herausforderungen ergeben sich bei der Kultur Ölkürbis, da diese besonders empfindlich ist.

In der Klimawandel-Anpassungsmodellregion KLAR! Stiefingtal erfolgt eine enge Zusammenarbeit aller Beteiligten, damit der Boden vor Abschwemmung geschützt wird.



**FOTO** Mulchsaat bei Ölkürbis, Betrieb Hannes Obendrauf, Lappach; © LK Steiermark

### Kooperation Ökoregion Kaindorf

Eine Zusammenarbeit mit der Ökoregion Kaindorf erfolgt in Form von regelmäßigen Treffen zum gegenseitigen Informationsaustausch. Eine weitere Kooperation mit der Ökoregion betrifft die Erarbeitung und Durchführung von verschiedenen Feldversuchen, Feldtagen und sonstigen Veranstaltungen.

### Zusammenarbeit mit der Versuchsstation Pflanzenbau Hatzendorf

Bewährt hat sich seit vielen Jahren die gute Zusammenarbeit mit der Versuchsstation Pflanzenbau in Hatzendorf. Die fachliche Diskussion erfolgt insbesondere bei den Pflanzenbautagen. Dort werden die über mehrere Jahre gemeinsam angelegten Versuche im Zusammenhang mit der Bodenbearbeitung (Pflug/Grubber) in maisbetonten Fruchtfolgen verglichen und ihre Auswirkungen auf Ertrag, Qualität und Erosion untersucht.

### Begrünungsversuch nach Wintergetreide in Feiting

Der Begrünungsversuch in Feiting (Gemeindegebiet Allerheiligen bei Wildon) wurde im Sommer 2019 gestartet. Dabei stand insbesondere der Nutzen von Begrünungen hinsichtlich der Stickstoffaufnahme und ihrer Auswirkungen auf den Bodenstickstoff im Mittelpunkt. Im darauffolgenden Frühjahr wurden die Begrünungen mittels Scheibenegge oder Leichtgrubber seicht in den Boden eingearbeitet. Fazit: Durch die frühe Ernte der Wintergerste bleibt noch viel Zeit, um Begrünungen anzubauen und so für eine gute Entwicklung und Produktion von viel Masse für den Humusaufbau zu sorgen.

### Kooperation Steirisches Vulkanland

Zum Schutz des Bodens im Steirischen Vulkanland wurde die Bodencharta ins Leben gerufen. Die Landwirtschaftskammer ist Teil dieser Initiative.

Mit Unterzeichnung der Bodencharta im April 2013 haben sich die Gemeinden im Steirischen Vulkanland und 13 weitere Institutionen dem Schutz unseres Bodens angenommen. In der Bodencharta wurden gemeinsam Ziele für einen zukunftsfähigen Boden gesetzt. Diese beinhalten u.a. die Erhaltung fruchtbarer und gesunder Böden sowie den Wasserrückhalt auf Flächen. Darüber hi-



naus sind die Sensibilisierung und verbesserte Wahrnehmung für unsere Böden ein wesentlicher Schwerpunkt in der Bewusstseinsbildung.

In enger Zusammenarbeit mit dem Steirischen Vulkanland sowie den Modellregionen KLAR! Mittleres Raabtal und KEM Hügelland östlich von Graz sind weitere Bodenschutzaktivitäten geplant.

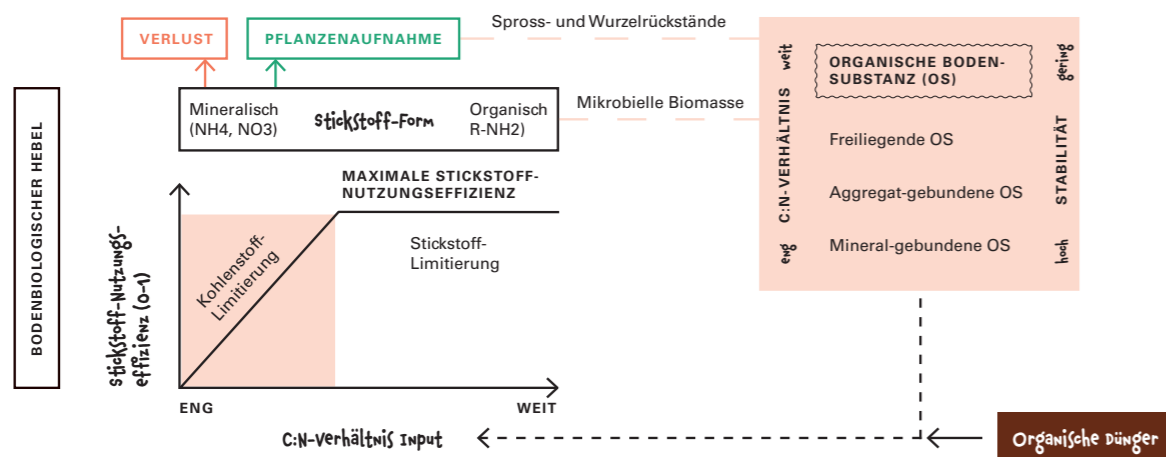
**FOTO** Programmpäsentation Bodenschutzaktivitäten; © KLAR! Mittleres Raabtal

### INITIATIVE BODENBIOLOGISCHE POTENTIALE ZUR OPTIMIERUNG DER STICKSTOFFEFFIZIENZ

Die inhaltliche Ausrichtung des Projekts zielt auf das optimale Management der Bodenmikrobiologie als biologischer Stickstoffspeicher. Projektziel ist die Entwicklung von standort- und betriebstypangepassten Systemen zur Minimierung des Stickstoffaustrags ins Grundwasser durch humusaufbauende Maßnahmen.

Der innovative Ansatz, welcher in diesem Projekt verfolgt wird (siehe nachfolgende Abbildung), beinhaltet die Steigerung der biologischen Stickstoffspeicherung in der mikrobiellen Biomasse über den Hebel humusaufbauender Maßnahmen.

Humusaufbau erhöht das Wachstum des Bodenlebens durch mehr organischen Kohlenstoff. Wenn die „Kohlenstoff-Limitierung“ aufgehoben wird, erhöht sich die mikrobielle Stickstoffnutzungseffizienz. Der damit organisch gebundene Stickstoff fließt über den Pfad der mikrobiellen Biomasse vor allem in stabile Humuspools. Durch das Management des C:N-Verhältnisses im Input (organische Dünger, Zwischenfrüchte) sowie der Dauer des pflanzlichen Bewuchses werden die biologischen Speicher „Pflanze, Wurzel und Bodenleben“ optimiert und die Verluste in Begleitökosysteme (Grundwasser und Atmosphäre) minimiert.



## 8.2 LAND STEIERMARK ABTEILUNG 10 LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT

Der Boden ist die Grundlage für Landwirtschaft. Zum Schutz landwirtschaftlicher Böden sind im Bodenschutzgesetz Ziele verankert, wie bspw. die Minimierung des Schadstoffeintrags, die Erhaltung einer nachhaltigen Bodenfruchtbarkeit und die Verhinderung der Erosion und Bodenverdichtung.

Die Bedeutung von Böden für Pflanzen, Tiere, Mikroorganismen und Menschen sowie für den Energie-, Wasser- und Stoffhaushalt liegt in der Lebensraumfunktion (Lebensraum für Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen), der Regelungsfunktion (Transport, Umwandlung und Anreicherung von Stoffen) und der Nutzungsfunktion (land- und forstwirtschaftliche Produktion, Rohstofflagerstätten, Siedlungstätigkeit, Verkehrswege und wirtschaftliche Nutzung). Darüber hinaus haben Böden ein „Gedächtnis“, in das sich natur- und kulturgeschichtliche Veränderungen unwiderruflich einprägen.

Der Bodenschutz ist im Bundesverfassungsgesetz über den umfassenden Umweltschutz (BGBl. Nr. 491/1984) verankert. Der Boden ist verfassungsrechtlich ein Umwelt(schutz)gut. Die Bodenschutzgesetzgebung fällt in den Zuständigkeitsbereich der Länder.

Im Jahr 1987 erließ die steiermärkische Landesregierung als erstes Bundesland in Österreich ein

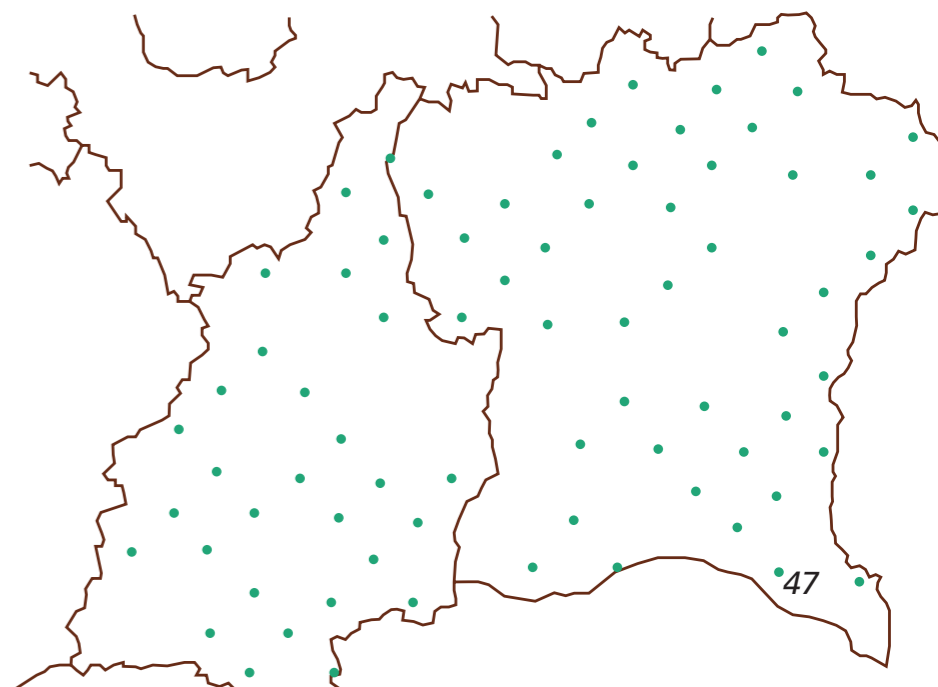
Bodenschutzgesetz und eine Bodenschutzprogramm-Verordnung zum Schutz der landwirtschaftlichen Böden, im Zuge derer in der gesamten Steiermark bis zum Jahr 2006 1.000 Untersuchungsstandorte zur Kontrolle des Bodens eingerichtet wurden.

Die Analyseergebnisse der untersuchten Parameter (ca. 40) inklusive einer bodenkundlichen Profilbeschreibung wurden dem Besitzer und/oder Pächter kostenlos schriftlich mitgeteilt.

Des Weiteren werden die Ergebnisse des Bodenschutzprogramms in periodischen Abständen und in Form eines Bodenschutzberichts veröffentlicht, wobei die Anonymität des Besitzers gewahrt wird.

Um Bodenveränderungen im Laufe der Zeit feststellen und gegebenenfalls entsprechend reagieren zu können, werden seit 1996 alle Standorte des Bodenschutzprogramms in 10-Jahres-Abständen einer Kontrolluntersuchung unterzogen. Da Bodenveränderungen unter normalen Umständen sehr langsam vor sich gehen, sind Trends (Zu- oder Abnahme von Bodengehalten) frühestens nach zwei bis drei Untersuchungsdekaden zu erwarten.

### UNTERSUCHUNGSSTANDORTE DER SÜDOSTSTEIERMARK



### Tätigkeitsbereiche des Referats Boden- und Pflanzenanalytik der A10

- Vollzug des steiermärkischen landwirtschaftlichen Bodenschutzgesetzes
- Bodenuntersuchungen für eine sachgerechte Düngung
- Stickstoffuntersuchungen in Böden, Düngern und Pflanzen
- Untersuchung von betriebseigenen Düngern und Komposten
- Untersuchung von Komposten gemäß Kompostverordnung 2001
- Blatt- und Fruchtanalysen auf Nährstoff- und Spurenelementgehalt
- Diverse Untersuchungen zu umweltanalytischen Fragestellungen

### Bilddokumentation Bodenprobenanalyse



**FOTO** Proben auspacken; © Land Steiermark



**FOTO** Labor Haidegg, Ragnitzstraße;  
© Land Steiermark



**FOTO** Korngrößen bestimmen;  
© Land Steiermark

### 8.3 DAS HUMUS-KOMPETENZZENTRUM

Das Kompetenzzentrum für Acker, Humus und Erosionsschutz wurde im November 2019 seitens der Landeskammer für Land- und Forstwirtschaft gegründet.

Ziel ist es, die Bodenfruchtbarkeit durch entsprechende Maßnahmen zu erhalten bzw. zu fördern. Dazu zählen insbesondere ein ausgewogenes Nährstoffverhältnis, die Vermeidung von Bodenverdichtungen, Humusanreicherung, standortangepasste Bodenbearbeitung und Erosionsschutz – im Wesentlichen also klimafitter Ackerbau.

Gemeinsam mit dem Praktikerforum erfolgt ein intensiver Erfahrungsaustausch. Entsprechende Lösungsansätze sollen über dieses Forum auch anderen interessierten Landwirten zur Verfügung gestellt werden.



**FOTO** Der „Humusbus“ des Kompetenzzentrums für Acker, Humus und Erosionsschutz; © LK Steiermark



**FOTO** Flurbegehung KLARI Stiefingtal; © Isabella Kolb-Stögerer

# FAZIT

*Humusaufbauende Maßnahmen wirken ausnahmslos positiv auf die Bereiche Bodenschutz und Bodenfruchtbarkeit.*

- Höhere Humusgehalte speichern mehr Nährstoffe. Die Nährstoffe im Boden sind somit entweder anorganisch (Anlagerung) oder organisch (in Mikroorganismen oder Huminstoffen) gebunden und werden so vor einer Auswaschung oder vor gasförmigen Verlusten geschützt.
- Begrünungen, als zentrales Element im Humusaufbau, schützen den Boden vor Erosion und beseitigen Verdichtungen im Boden.
- Humusreiche Böden speichern mehr Wasser, das den Pflanzen in Trockenperioden länger zur Verfügung steht und somit auch die Erträge unserer Kulturpflanzen absichert. Dieses Wasserspeichervermögen wird nicht nur über die Humussubstanz

selbst erreicht, sondern vor allem auch durch die Entstehung eines günstigen Krümelgefüges. Dieses Gefüge ist reich an Mittel- und Grobporen, stellt einen ausgeglichenen Wasser-Lufthaushalt im Boden sicher und ermöglicht hohe Infiltrationsraten. Hohe Infiltrationsraten können Starkniederschläge wesentlich besser in den Boden aufnehmen und schützen als passive Hochwasserschutzmaßnahme vor Überschwemmungen.

- Humusaufbauende Maßnahmen schaffen Lebensraum und stellen Nahrung für die Bodenbiologie zur Verfügung. Eine vielfältige und aktive Bodenbiologie wirkt auf viele bodenchemische und bodenphysikalische Prozesse des Bodens positiv.



## EINFLUSSFAKTOREN AUF DIE BODENFRUCHTBARKEIT BEI BEWIRTSCHAFTUNG OHNE ENTSPRECHENDE GEGENMASSNAHMEN

KULTUR/ MASSNAHME	EROSION	HUMUS- GEHALT	VERDICHUNG/ BODENGEFÜGE	SCHADSTOFFE/ PESTIZIDE IM BODEN	ANMERKUNGEN
SILOMAIS	-	-	--	+	Intensives Befahren bei der Ernte mit schweren Geräten, keine Ernterückstände als Humuslieferant
KÖRNERMAIS	-	+	-	+	Humusneutral bis -positiv durch Strohrückstände
KÖRNERHIRSE	--	+	-	+	Trockenresistenter als Mais, für Veredelungsbetriebe
KARTOFFEL	-	--	--	-	Häufiges Bearbeiten des Bodens bewirkt Humusabbau, intensives Befahren mit schweren Geräten bei der Ernte
ÖLKÜRBIS	--	--	-	+	Später Anbau und lange Zeit offener Boden
MAIS/KÄFERBOHNE	-	+	-	+	Später Anbau und sehr späte Ernte – Erntezwang oft auch bei sehr ungünstigen Bodenbedingungen
GRÜNLAND/ FELDFUTTERBAU	++	++	+	++	Andauernde Bodenbedeckung
GETREIDE	+	+	+	-	Humusgehalt je nach Strohabfuhr und Begrünung, Möglichkeit zur Bodenansanierung
ZWISCHENFRÜCHTE	++	++	++	++	„++“ bei gut zusammengestellten Begrünungsmischungen
SOJA	-	+	-	+	Als Leguminose ist eine positive Wirkung auf die Fruchtfolge gegeben (Knöllchenbildner)
WINTERRAPS	+	+	+	-	Gute Durchwurzelung durch Pfahlwurzel und Vorfruchtwirkung
KALKDÜNGUNG	+	+	++	++	Zu hohe Kalkgaben wirken sich negativ auf den Humus und auf die Nährstoffverfügbarkeit aus
HARNSTOFFDÜNGUNG	-	-	-	+	Harnstoff wirkt versauernd; positiv auf kalkiges Ausgangsmaterial
ORGANISCHE DÜNGUNG	+	+	+	+	Teilweise hohe Kalk-Gehalte (Geflügelmist); auch Spurenelemente sind enthalten

++ POSITIV    + EHER POSITIV    - EHER NEGATIV    -- NEGATIV

# KONTAKT



© Alexander Dörner

*In einer Geschichte von Peter Rosegger fragt ein Bauernsohn seinen Vater, wo denn eigentlich ihr Vermögen liegt. Da zeigt der Vater seinem Sohn eine Handvoll Erde: „Das ist unser Tausender. Der kann nicht zerreißen und nicht verbrennen. Wenn ihn der Mensch pflegt, ist er ein sicheres Gut und bringt alle Jahre seine Zinsen.“*

*Peter Rosegger*

## **LK STEIERMARK**

### **KOMPETENZZENTRUM FÜR ACKER, HUMUS UND EROSIONSSCHUTZ**

Franz-Josef-Straße 4, 8330 Feldbach

KAHE@lk-stmk.at

[www.myhumus.at](http://www.myhumus.at)

DI Johannes Maßwohl  
Tel.: 0664/602596-4343

DI Anton Holzerbauer  
Tel.: 0664/602596-4344

DI Maria-Luise Schlögl  
Tel.: 0664/602596-6429

DI Josef Michael Pollhammer  
Tel.: 0664/602596-4323

## **ABTEILUNG 10 — LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT**

### **AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG**

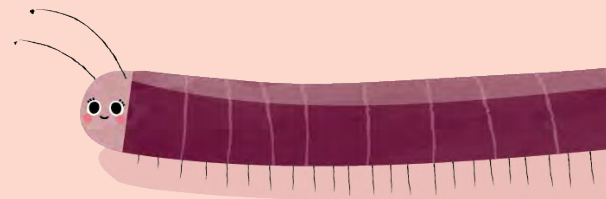
A 10 Referat Boden- und Pflanzenanalytik

Akkreditierte Prüfstelle nach EN ISO/IEC 17025

Ragnitzstraße 193, 8047 Graz

<https://www.haidegg.at/>

+43 316 877 6635





Wir, die Teams des Kompetenzzentrums Acker, Humus und Erosionsschutz und der Landwirtschaftlichen Umweltberatung, liefern individuelle Problemlösungen. Wir schaffen durch Beratung und Information Bewusstsein für nachhaltige Bewirtschaftung, um den Schadstoffeintrag in die Umwelt (Wasser, Boden, Luft) zu reduzieren. Wir stehen für verantwortungsbewusste Nutzung.



Foto: © Dominik Wiefler