

Vorbeugender Grundwasserschutz Acker im ÖPUL 2023 (Modul 2)

Seminarunterlage

LFI Oberösterreich

Mit Unterstützung von Bund, Land und Europäischer Union

Herausgeber:

Ländliches Fortbildungsinstitut der Landwirtschaftskammer OÖ
Auf der Gugl 3, A-4021 Linz,
Telefon 050/6902-1500, Fax 050/6902-91500,
E-Mail: info@lfi-ooe.at, Internet: ooe.lfi.at

Kurs: Vorbeugender Grundwasserschutz Acker im ÖPUL 2023 (Modul 2)

Bildnachweis: Sofern nicht anders angegeben beim Verfasser

© Ländliches Fortbildungsinstitut – Eigenverlag
Nachdruck nur mit schriftlicher Genehmigung

Alle Rechte sind vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie oder einem anderen Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Diese Unterlage wurde mit Sorgfalt erstellt und geprüft. Trotzdem können Fehler nicht ausgeschlossen werden. Verlag, Herausgeber und Autor/-innen können für fehlerhafte Angaben und deren Folgen weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernehmen.

Für Verbesserungsvorschläge und Hinweise auf Fehler sind die Verfasser dankbar.

Einige Produkt-, Hardware- und Softwarebezeichnungen, die in dieser Unterlage verwendet werden, sind gleichzeitig auch eingetragene Warenzeichen oder sollten als solche betrachtet werden.

Hinweis im Sinne des Gleichbehandlungsgesetzes: Im Sinne einer leichteren Lesbarkeit sind die verwendeten Begriffe, Bezeichnungen und Funktionstitel zum Teil nur in einer geschlechtsspezifischen Formulierung ausgeführt. Selbstverständlich richten sich die Formulierungen jedoch an Frauen und Männer gleichermaßen.

GRUNDWasser-Kurs

Modul 2: Boden

3 UE

Boden.Wasser.Schutz.Beratung, LK OÖ



Inhalt



- **Bodenkunde**
Bodenbildung, Bodenaufbau, Bodentypen, Bodenarten
- **Bodenfruchtbarkeit steigern**
- **Erosion vermeiden**
- **Bodenbeurteilungsmethoden**
Spatenprobe, ...
- **Interpretation der chemischen Bodenuntersuchung mit Handlungsempfehlungen**

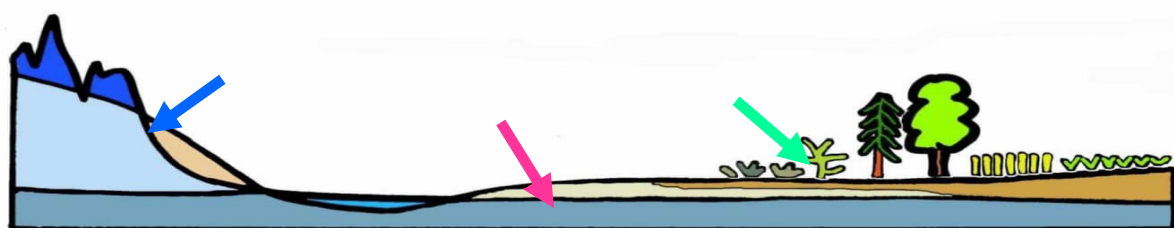
Ausgangsmaterial – geologische Herkunft

- Kalkalpen (Süden) – Molassemeer – Granit und Gneis (Norden)
- Verlandung des Meeres – Modellierung durch Gletscher und Flüsse
- Flyschzonen (fließen > ehemaliger Uferbereich d. Meeres entlang der Kalkalpen) aus Sandstein und Mergel (Gschlifgraben in Gmunden, Schlierbach, usw.)
- Löss – Ablagerungen durch Wind oder Wasser

Bodentypen

- A-C Böden: Ranker, Rendzina und Pararendzina geprägt durch Ausgangsgestein, wie zB Granit oder Kalkalpen
- Braunerde und Parabraunerde (Tonverlagerung) – geprägt durch feuchtes Klima und pH-Wert unter 7
- Schwarzerde in den Trockengebieten vom Weinviertel bis Ukraine
- Au-, Gley- u. Pseudogleyböden – geprägt durch Wassereinfluss Grund-, oder Hang- und Stauwasser

Bodenbildung



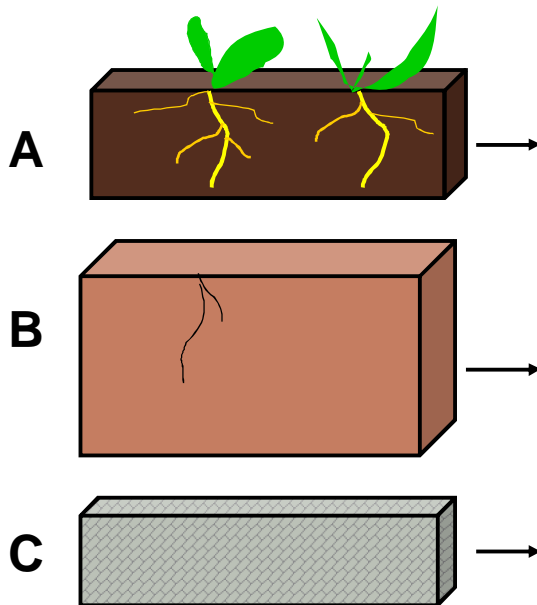
Entstehungszeit: 8.000 v. Chr. bis 2.000 n. Chr.

Die Mechanismen der Bodenbildung sind:

1. Physikalische Verwitterung
2. Chemische Verwitterung
3. Biologische „Verwitterung“

Die Bodenbildung unserer Böden begann nach der letzten Eiszeit vor ca. 10.000 Jahren und hält bis heute an.

Für 1 cm Boden braucht es etwa 100 Jahre.



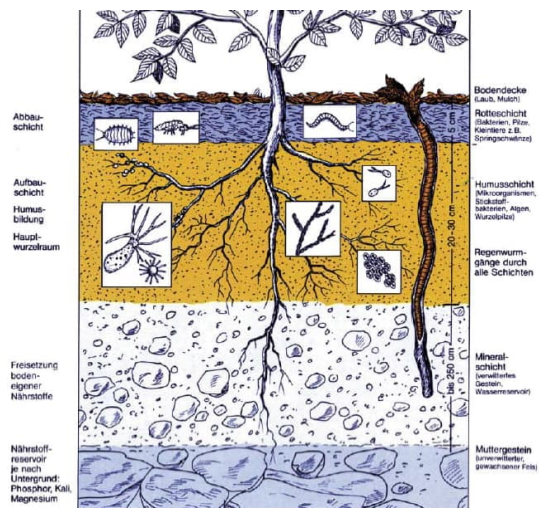
Oberboden (Krume): lebende und tote organische Substanz sowie Mineralbodenteile, bis 10 - 30 cm tief: Lebensraum der meisten Bodenorganismen > Abbau u. Umbau der Streu > Humusaufbau

Unterboden: verwittertes, mineralische Ausgangsmaterial; kann meterdick sein!

Ausgangsmaterial/Muttergestein z.B. Schotter, Fels

Folie von Renate Leitinger Land OÖ

■ Bodenhorizonte



■ Bodengründigkeit

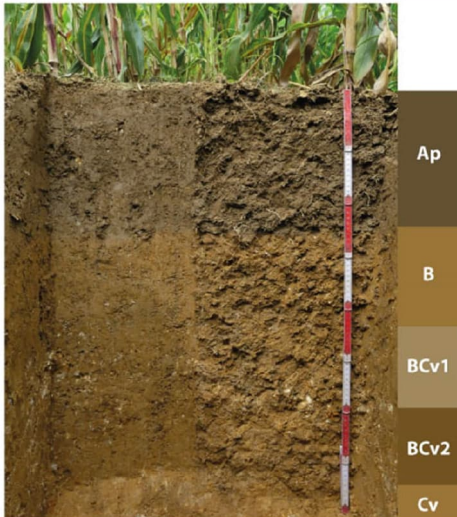
- = Mächtigkeit der Bodenhorizonte A und B über dem Ausgangsmaterial
- bis 25 cm = **seichtgründig**
- bis 70 cm = **mittelgründig**
- tiefer als 70 cm = **tiefgründig**

Quelle: Der Bio Garten, Marie-Luise Kreuter, 1988

Bodentyp: Braunerde

Index 9 Typische Braunerde (aus Lockergestein)

Typische Horizontfolge: A-B-C; A-(AB)-B-(BC)-C



Quelle: BFW, Institut für Waldökologie und Boden

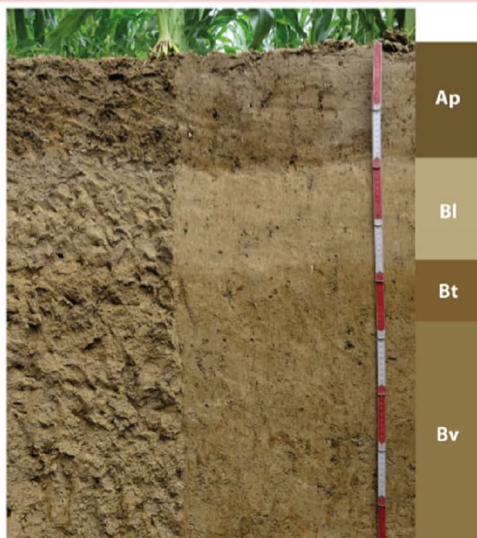
Beschreibung:

- aus Lockersedimenten oder Festgestein, carbonathältig oder carbonatfrei, seicht bis tiefgründig, Bodenprofil A-B-C,
- häufigste Bodenart in Österreich, nur im pannonischen Raum wegen geringen Niederschlägen wenig verbreitet
- Je nach Gründigkeit und Ausgangsmaterial überwiegend hochwertige Ackerstandorte

Bodentyp: Parabraunerde

Index 15 Parabraunerde

Typische Horizontfolge: A1-Bt-C; Ap/A1-(B1)-Bt-(Bv)-C



Quelle: BFW, Institut für Waldökologie und Boden

Beschreibung:

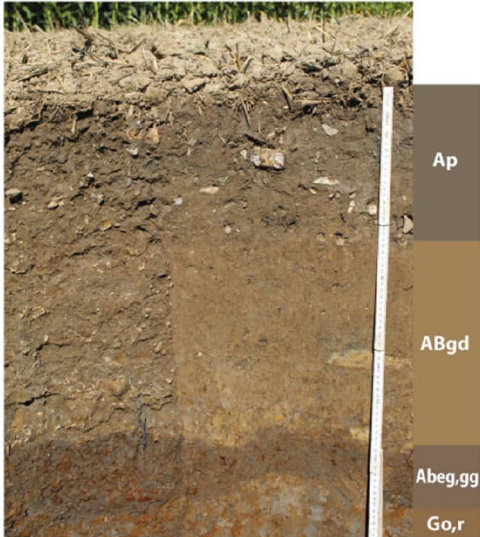
- aus feinen Lockersedimenten, Bodenprofil A1-Bt-C, Ton-Auswaschung vom A- in den B-Horizont
- vorwiegend im nördlichen Alpenvorland, Inn- und Hausruckviertel, östliches Waldviertel
- mittel- bis hochwertige Ackerstandorte; Neigung zu Vernässung

Bodentyp: Gley

Index
16

(entwässerter) Gley

Typische Horizontfolge: A-Go-Gr; A-(A)Bgd-Go-Gr



Quelle: BFW, Institut für Waldökologie und Boden

Beschreibung:

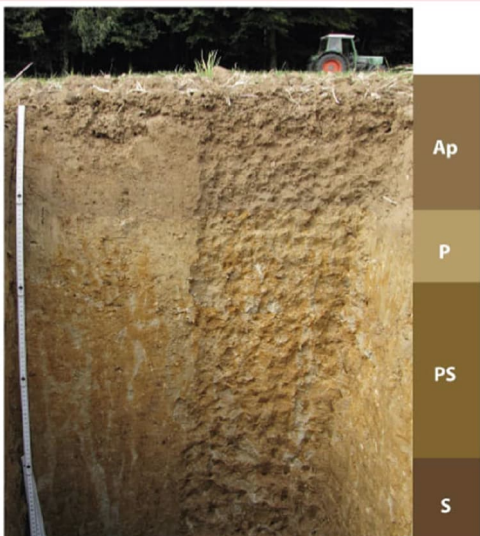
- Entsteht durch hochstehendes Grundwasser mit schwankendem Wasserstand, typisch sind fleckige, rostbraune Oxidationszone und eine (bläulich-) grau gefärbte Reduktionszone
- Vorkommen: in Tälern, Senken sowie im Nahbereich von Gewässern
- meist gering bis mittelwertiges Ackerland; nach Drainage → Entwicklung zu Pseudogley

Bodentyp: Pseudogley

Index
17

Pseudogley

Typische Horizontfolge: A-P-S; A(gd)-P/PB-(PS)-S



Quelle: BFW, Institut für Waldökologie und Boden

Beschreibung:

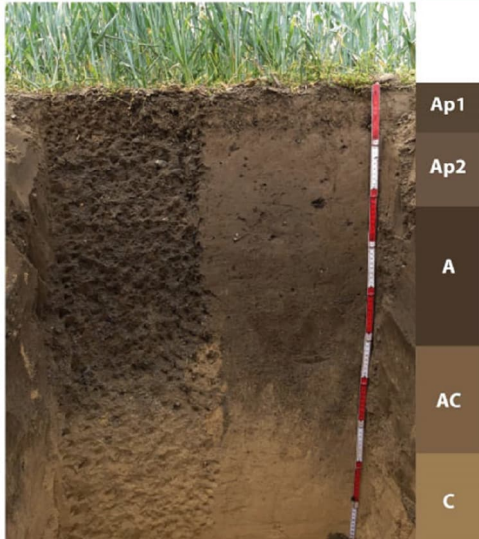
- aus schluff- und tonreichen Lockersedimenten, carbonathaltig oder carbonatfrei, Profil: A-P-S; Niederschlagswasser staut sich über Staukörper (S)
- Vorkommen: Nördliches Alpenvorland, Flyschzone, tertiären Hügelland, Inn- und Hausruckviertel
- meist mittelwertige Ackerstandorte, Neigung zu Vernässung, „Stundenböden“

Bodentyp: Tschernosem

Index
5

Tschernosem

Typische Horizontfolge: A-C; A-(AC)-C-(Cu)



Quelle: BFW, Institut für Waldökologie und Boden

Beschreibung:

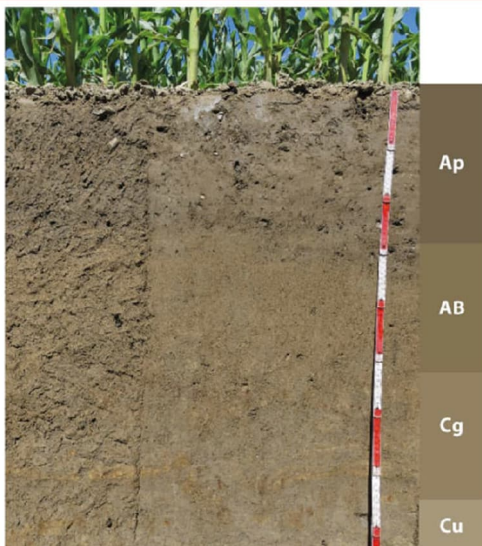
- aus Feinmaterial (Löß, Sand, Tegel, Schwemmmaterial), klimabedingt entwickelt sich kein B-Horizont (A-C), schwarz gefärbt, meist tiefgründig
- typisch im Weinviertel, Marchfeld, Nord- und Mittelburgenland entlang
- überwiegend hochwertige Ackerstandorte mit hoher nutzbarer Feldkapazität (v.a. auf Löß)

Bodentyp: Auboden

Index
4

Auboden

Typische Horizontfolge: A-C-(Cg); A-(AB)-(Abeg)-(BC)-C(g)-Cu



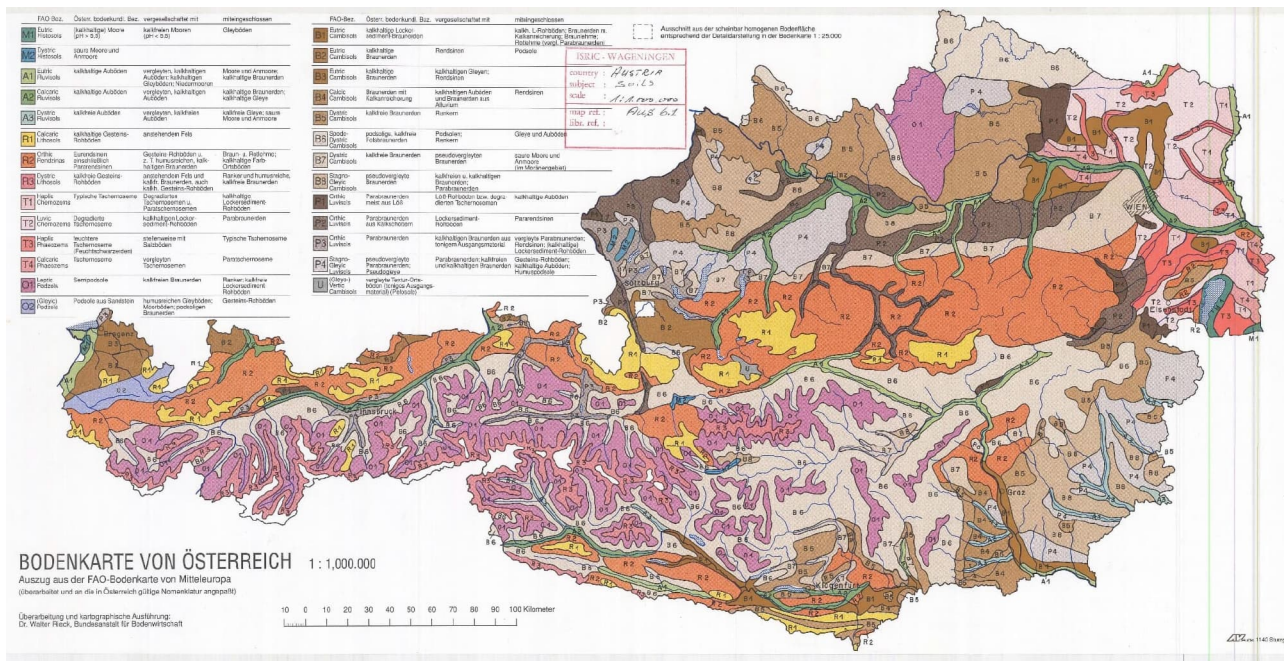
Quelle: BFW, Institut für Waldökologie und Boden

Beschreibung:

- aus Flusssedimenten entstanden, häufig von Kies oder Schotter unterlagert, seicht- bis tiefgründig, ev. mit Wassereinfluss
- typisch entlang von größeren Flüssen (Donau, Traun, Mur...)
- wenn Grundwassereinfluss nicht mehr gegeben → allmähliche Entwicklung zu Braunerden
- in der Regel hochwertige Ackerböden

Bodentypenkarte Österreich

Quelle: National Soil Maps (EUDASM), Rieck, W.; Bundesanstalt für Bodenkultur



Bodenarten – Einteilung nach Korngrößenzusammensetzung

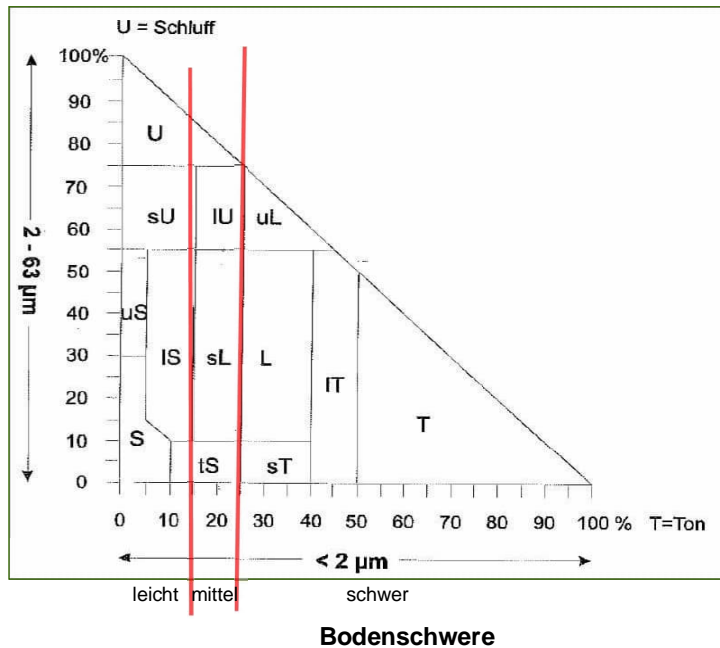
- Steine, Kies**
(ab 2 mm)

- Sand**
(2mm - 0,063 mm)
 grobkörnig bis feinkörnig, rau, kratzend
haftet nicht in den Fingerrillen

- Schluff**
(0,063 - 0,002 mm)
 samtig-mehlig, kaum bindig, stumpfe Schmierflächen
haftet stark in den Fingerrillen

- Ton**
(< 0,002 mm)
 bindig-klebrig, gut formbar, glänzende Schmierflächen

Bodenarten - Texturdreieck



Bodenarten

S	Sand
uS	schluffiger Sand
IS	lehmiger Sand
tS	toniger Sand
sU	sandiger Schluff
U	Schluff
IU	lehmiger Schluff
sL	sandiger Lehm
L	Lehm
uL	schluffiger Lehm
sT	sandiger Ton
IT	lehmiger Ton
T	Ton

Quelle: Texturdreieck nach ÖNORM L 1061

Bodenarten – Einfluss auf die Bewirtschaftung

■ Sandige Böden

- warme, leichte Böden
- leicht bearbeitbar
- gute Durchwurzelbarkeit
- geringe Nährstoffbindung → „arme Böden“
- geringe Wasserspeicherfähigkeit, gute Wasserführung, → Austrocknungsgefahr
- geringe Humusgehalte
- Bewirtschaftung:
 - reduzierte Bodenbearbeitung
 - kein Branntkalk
 - Gründüngung, Wirtschaftsdünger, Kompost

Bodenarten – Einfluss auf die Bewirtschaftung

▪ Tonige Böden

- kalte, schwere Böden, schwer bearbeitbar
- erwärmen sich nur langsam
- schlechte Durchwurzelbarkeit
- höhere Humusgehalte
- hohe Wasserspeicherung, schlechte Wasserführung, neigen zur Staunässe
- hohes Nährstoffbindungsvermögen
- Quell- und Schrumpfungsprozesse für Bodenstruktur vorteilhaft
- Bewirtschaftung:
 - Kalkung (Brannt- oder Mischkalk)
 - tiefere Bodenbearbeitung (Luft, Wärme)
 - Gründüngung, Kompost, organische Dünger

Bodenarten – Einfluss auf die Bewirtschaftung

▪ Schluffige Böden

- hohe Speicherkapazität für pflanzenverfügbares Wasser
- neigt zu Dichtlagerung, Verschlammung
- anfällig gegenüber Wind- und Wassererosion
- Bewirtschaftung:
 - Kompost, Gründüngung, organische Dünger
 - Mulch- bzw. Direktsaaten,
 - reduzierte Bodenbearbeitung
 - Vermeidung von Hackfrüchten



Bodenarten – Einfluss auf die Bewirtschaftung

▪ lehmige Böden

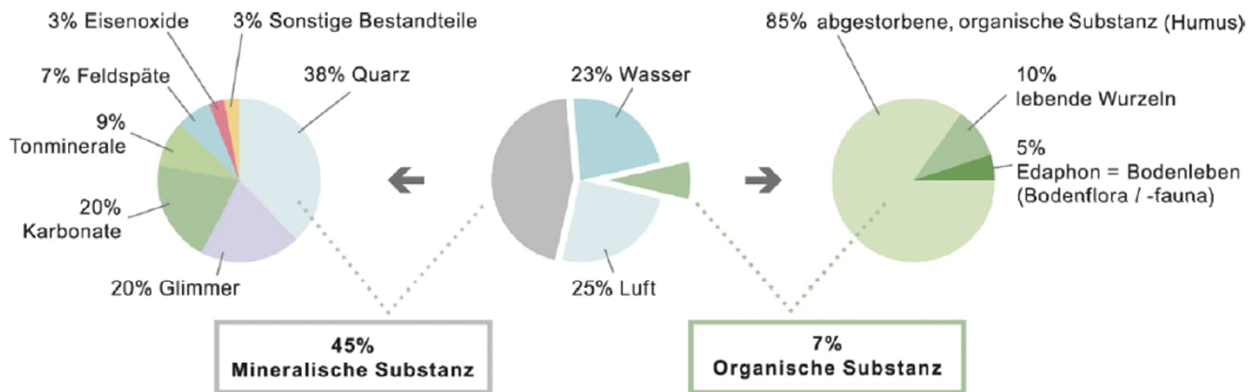
- weisen günstigste Eigenschaften für den Ackerbau auf
- mittlere Erwärmbarkeit
- sehr gutes Nährstoff- und Wasserspeichervermögen mit guter Pflanzenverfügbarkeit
- meist stabile Struktur
- Bewirtschaftung:
 - Gründüngung, Organische Dünger
 - Kalkung

Pflanzenverfügbares Bodenwasser

Tabelle 3: Effektiver Wurzelraum und pflanzenverfügbare Bodenwassermenge in Abhängigkeit von der Bodenart (Blume et al., 2010)

Bodenart	mittlerer effektiver Wurzelraum bei Getreide (dm)	pflanzenverfügbare Bodenwassermenge (mm)
Grobsande	5	30
Mittelsande	6	55
Feinsande	7	80
lehmiger Sand	7	115
schluffiger Sand	8	140
lemiger Schluff	11	220
sandiger Lehm	9	155
schluffiger Lehm	10	190
toniger Lehm	10	165
lehmiger und schluffiger Ton	10	140

50 % feste Bestandteile / 50 % Hohlräume



Quelle: Schröder, D, 1992, verändert

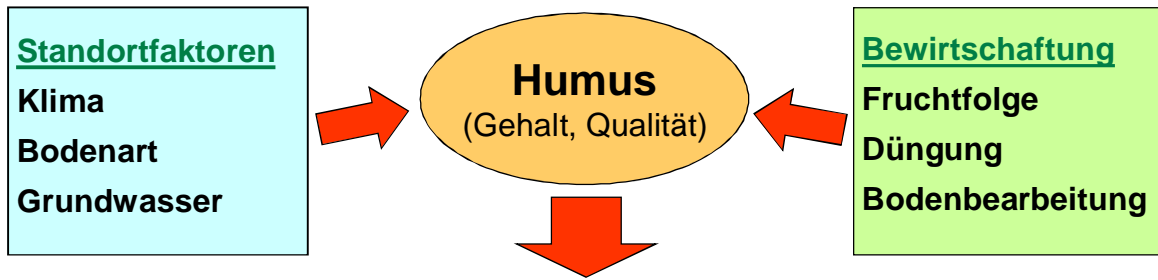
Humus - Arten

- **Nährhumus**
 - leicht zersetzbare Pflanzenteile
 - Nahrungsquelle für Bodenleben und Pflanzen (Mineralisation)
 - liefert die Bausteine für den Dauerhumus
- **Dauerhumus**
 - langsam ab- und aufgebaut
 - dunkle Farbe
 - maßgebend für Bodenfruchtbarkeit



Humusgehalt - Einflussfaktoren

Quelle: Dr. M. Mokry, LUFA Augustenberg



Bodeneigenschaften

Nährstoffspeicherfähigkeit, Nährstoffverfügbarkeit,
Aggregatstabilität, Wasserhaltevermögen, Biologische Aktivität,
Filter- und Pufferfunktionen

Je nach Standort- und Bewirtschaftungsfaktoren stellt sich auf jedem Boden ein spezifischer Humusgehalt ein!

Humusgehalte

Tab.: Einstufung des Humusgehaltes (lt. SGD 8)

	niedrig Gehaltskl. A	mittel Gehaltskl. C	hoch Gehaltskl. E
Ackerland	< 2 %	2 - 4,5 %	> 4,5 %
Grünland	< 4,5 %	4,5 - 9 %	> 9 %

Tab.: Anzustrebende Humusgehalte auf Ackerböden je nach Bodenart (lt. SGD)

Bodenschwere	Tongehalt	Bodenart	Humusgehalt
leicht	< 15 %	S, uS, IS, sU,	> 2,0 %
mittel	15 - 25 %	tS, U, IU, sL	> 2,5 %
schwer	> 25 %	L, uL, sT, IT, T	> 3,0 %

▪ Nährstoffspeicher

- langsam fließende Nährstoffquelle für Pflanzen und Bodenlebewesen
→ Stickstoff, Phosphor, Schwefel,...
- Nährstoffbindung - pflanzenverfügbar:
→ Kationen: Calcium, Magnesium, Kalium
→ Anionen: Phosphat, Sulfat, Nitrat

▪ Schafft und stabilisiert Bodenstruktur

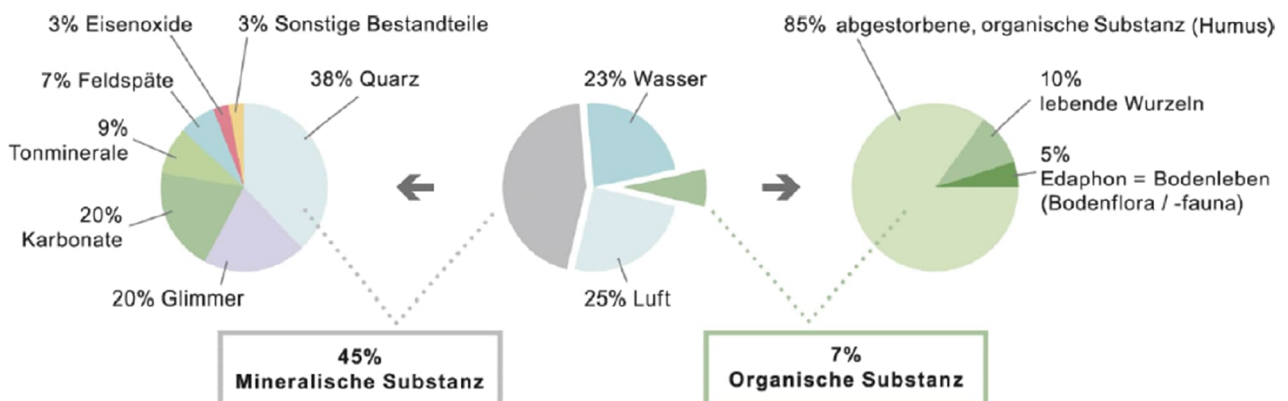
- verklebt die Mineralteilchen zu einem hohlräumreichen Bodenverband
→ Luft- und Wasserhaushalt! → positiv für Pflanzen und Bodenleben
- höhere mechanische Belastbarkeit des Bodens
→ weniger Schadverdichtungen und Erosion
- Verbessert Bearbeitbarkeit

▪ Wasserspeicher

- Bis zum 20-fachen seines Gewichtes!

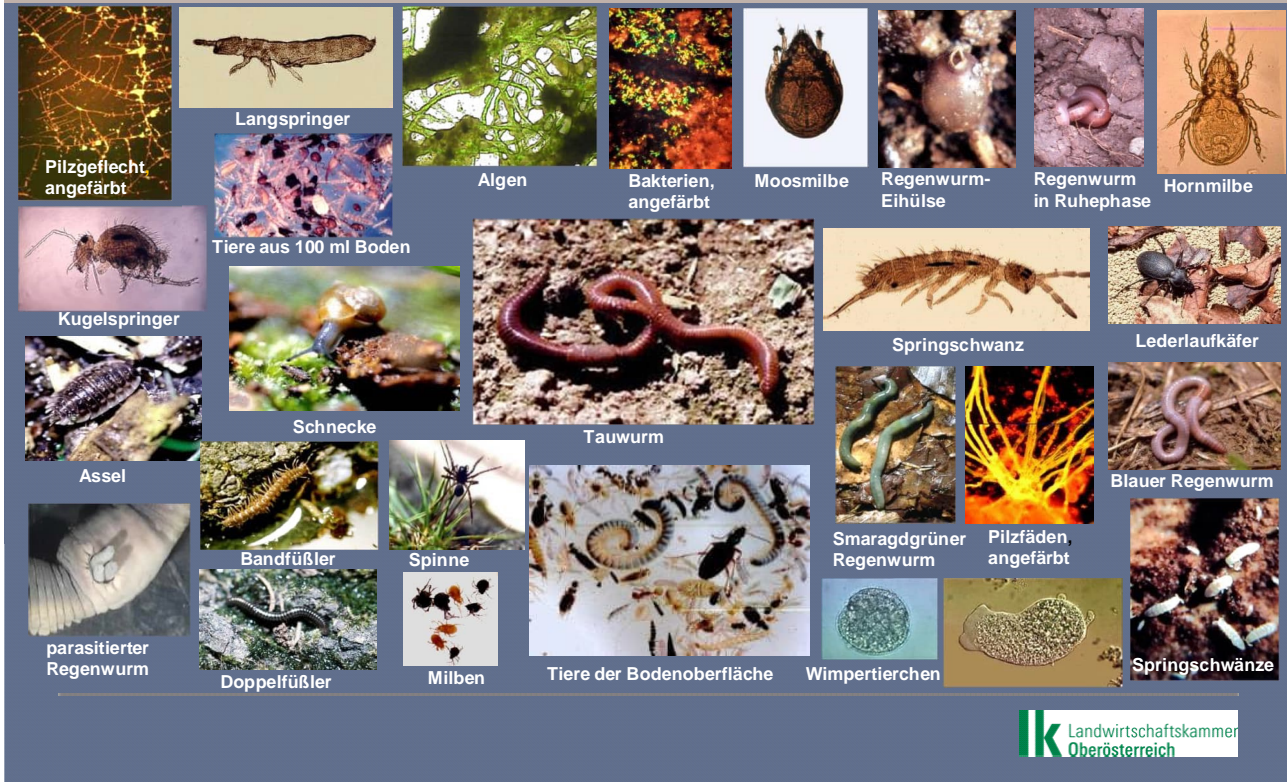
Boden – Bestandteile

Bodenlebewesen



Bodenleben

Quelle: Bauchhenß 2005



Arten – Überblick

Quelle: Bauchhenß 2005

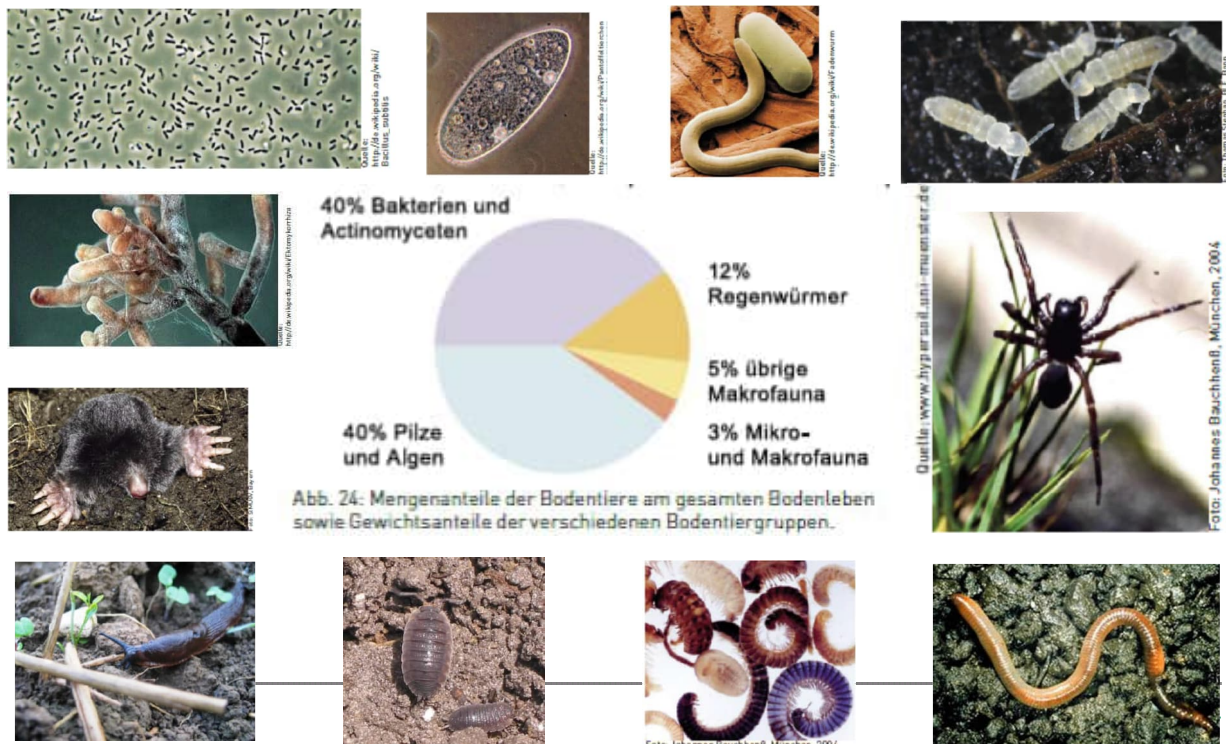


Abb. 24: Mengenanteile der Bodentiere am gesamten Bodenleben sowie Gewichtsanteile der verschiedenen Bodentiergruppen.

Bodenlebewesen im Oberboden:

- Bakterien, Pilze, Algen 200 – 600 g/m²
 - Insekten 30 – 200 g/m²
 - Regenwürmer 40 – 200 g/m²
 - Summe 270 – 1.000 g/m²**
- 2.700 – 10.000 kg/ha = **5,4 bis 20 GVE/ha**

Bodenlebewesen brauchen Futter und Lebensraum:

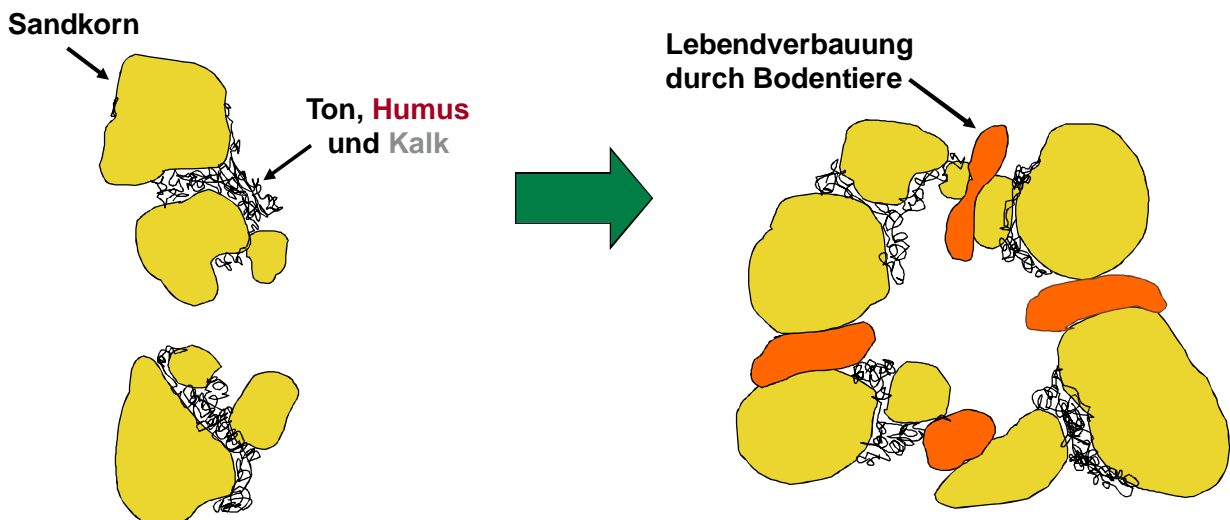
- Ernterückstände
- Zwischenfrüchte
- Organische Düngung
- Verdichtungen vermeiden
- stabile Struktur schaffen
- reduzierte Bodenbearbeitung

Quelle: Dr. Bauchhenß

Bodenleben schafft Bodenstruktur

einzelne
Ausgangsteilchen

fertiger, wasserbeständiger
Bodenkrümel



Zeichnung: DI Renate Leitinger

Regenwurm

- 30 - 40 Arten in Österreich
- aktiv grabend!
- Futter auf Bodenoberfläche
- Sommerschlaf: Juli – August
- empfindlich gegenüber Sonnenlicht, Gülle, Bodenbearbeitung



Regenwurmröhren

stabile, mit Regenwurmkot ausgekleidete Hohlräume

wichtig für:

- Bodendurchlüftung
- Bodenlockerung
- Pflanzenwurzeln (nährstoffreiche Tunnel)
- Raum für andere Bodenlebewesen
- Wasseraufnahme- und Wasserspeicherfähigkeit



Pause

Als fruchtbar wird ein Boden bezeichnet, wenn er in der Lage ist, anhaltend stabile Erträge auf hohem Niveau hervorzubringen.

Kennzeichen eines fruchtbaren Bodens:

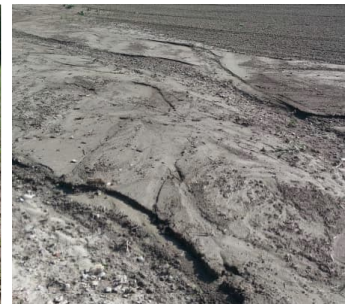
- krümelige, stabile Bodenstruktur
- gute Durchwurzelung
- aktives und vielseitiges Bodenleben
- hoher Humusgehalt
- pH-Wert im optimalen Bereich



Gruppenarbeit:

„Maßnahmen zur Steigerung der Bodenfruchtbarkeit“

Verlust von Bodenfruchtbarkeit Erosionsschäden



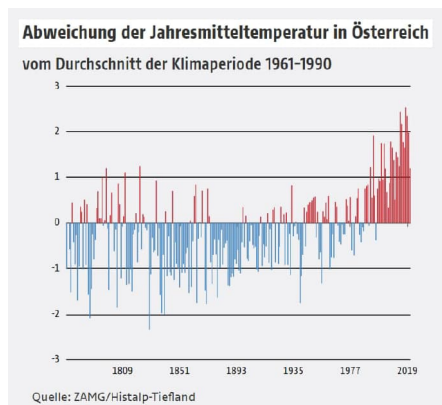
Bodenerosion

Nachhaltige Standortverschlechterung

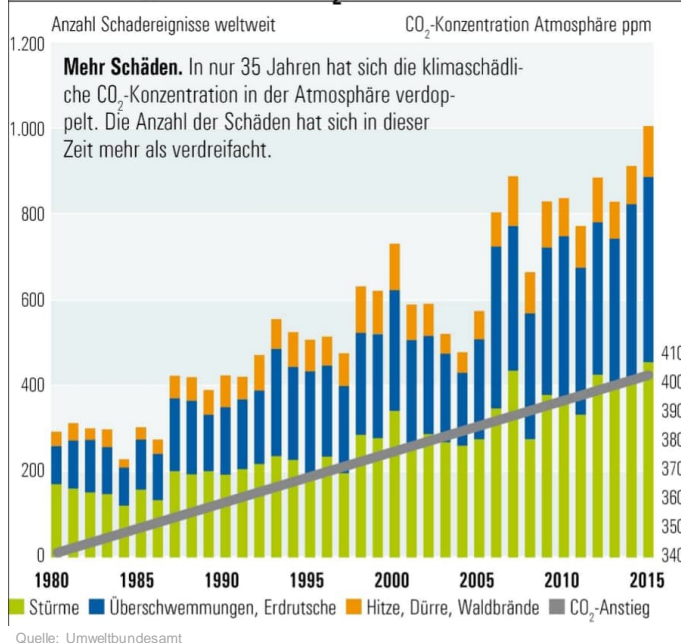


Wetterextreme nehmen zu

- Hitze- und Trockenperioden häufiger und länger
- Niederschläge heftiger → mehr Überschwemmungen
- Hagelunwetter häufiger



Schadereignisse und CO₂-Konzentration



Schäden durch Bodenerosion außerhalb der Landwirtschaft



Straßen, -gräben; Kanal



Häuser, Gärten



Gewässer



Den Bodenabtrag bestimmende Faktoren

- Bodenart *nicht beeinflussbar*
- Niederschlagsfaktor *nicht beeinflussbar*
- Hangneigung *nicht beeinflussbar (Terrassierung)*
- Hanglänge *beeinflussbar*
- Bedeckungs- und Bearbeitungsfaktor *beeinflussbar*
- Boden- bzw. Erosionsschutzfaktor *beeinflussbar*

Hanglänge verringern

- **Schlagteilung und Querbewirtschaftung**
- **Fruchtfolgeabsprache in Einzugsgebieten**



Erosionsrisiko von Kulturen beachten

Grünland

Ackerland

▪ Winterungen

- Wintergerste
- Winterroggen, Wintertriticale
- Winterraps, Zwischenfrüchte
- Winterweizen

▪ Sommerungen

- Sommergetreide (wie Sommergerste, Hafer)
- Körnererbse, Ackerbohne, Sojabohne
- Sonnenblume, Zuckerrübe, Kartoffel, Mais

**Niedriges
Erosionsrisiko**

Ackerböden mit der Kulturart Mais → im Durchschnitt niedrigste Aggregatstabilität und somit höhere Erosionsgefährdung

**Hohes
Erosionsrisiko**

Anbauverfahren entscheidend!

Mulchsaat



Direktsaat



Folie 42

Keine Schwarzbrache !



Folie 43

Exkurs: Dammkultur

■ Dammkultursystem nach Turiel

- Gerät mit einbalkigem, grubberartigem Aufbau
- Grundrahmen wird mit unterschiedlichen Aufsätzen modifiziert (Sämaschiene, Hackdrähte, etc.)



Exkurs: Dammkultur



Grobes Saatbett



Folie 46

Vermeidung von Fahrspuren



Intakte Bodenstruktur → hohe Infiltrationsrate!

- **Bodenverdichtung vermeiden**
- **Bodenleben fördern**
- **Humus aufbauen**
- **Kalken**
- **schonende Bodenbearbeitung**

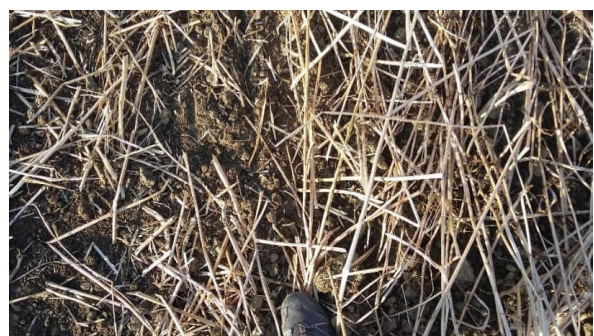


Bodenbedeckung durch Zwischenfruchtbau

Spätsommer / Herbst



Frühjahr



Erosionsschutz Strategien im Zwischenfruchtbau

- möglichst langer Begrünungszeitraum / frühzeitiger Anbau
- vielseitige Begrünungsmischung
- 30 % Bodenbedeckungsgrad nach der Mulchsaat im Frühjahr



Begrünungskultur	Empfohlener Anbauzeitraum
Kleearten, Ackerbohnen, Erbse, Sommerwicke, Ölrettich, Meliorationsrettich, Mungo, Phacelia, Sonnenblume, Sandhafer, Hafer	Juli – Mitte August
Senf, Kresse, Buchweizen, Phacelia, Meliorationsrettich, Sommerraps, Hafer	Anfang August – Ende August
Senf, Buchweizen, Sommerraps	Ende August – Mitte September
winterharte Kulturen wie Winterrübsen, Winterwicke, Grünschnittroggen, Roggen, Winterfutterraps, Wintererbse	ab September

Exkurs: Begrünungseinsaaten – perfekter Erosionsschutz!!

- **Früher Saattermin / verlängerter Begrünungszeitraum / Bodenruhe**
 - Vorteil für Begrünungsentwicklung
 - intensivere Durchwurzelung
 - positiv für Humus, Bodenleben und Bodenstruktur
 - mehr Mulchmasse im Frühjahr zur Bodenabdeckung
- **auch in Trockenjahren sehr erfolgreich**
- **keine Probleme mit Ausfallgetreide**
- **spart Arbeitszeit und Kosten**

Nicht empfohlen bei:

- Wurzelunkräutern
- Mäuseproblemen
- vorherigem Einsatz von bodenwirksamen Getreideherbiziden



Exkurs:
Begrünungseinsaaten – Ausbringung
kurz vor / während / kurz nach der Ernte

**Einsaat mit
Feinsamenstreuer**



**Empfohlene
Saatstärke:
130 %**

Mähdruschsaat



Exkurs:
Begrünungseinsaaten – Entwicklung



Anlegen von dauerhaft begrüntem Erosionsschutzstreifen



Folie 54

Begrünung von Abflussbahnen



Versickerungsmulden /
Retentionsbecken

Folie 55

- +++ Aufweitung von einseitigen Fruchtfolgen
- +++ Einschaltung von Begrünungen (System Immergrün)
- +++ Mulch- oder Direktsaat
- +++ Untersaaten
- +++ Vermeidung bzw. Verminderung der Bodenverdichtung
- ++ Bearbeitung und Anbau quer zum Hang / Hangteilung
- ++ Grobes Saatbett
- ++ Vermeidung von Fahrspuren in Falllinie
- + Aufbringung von Mist oder Stroh nach dem Anbau
- + Kalkung
- + Streifeneinsaat, Randstreifen, Hecken

Pause

Boden – Möglichkeiten der Beurteilung

- **Bodensonde**
- **Fingerprobe**
- **Spatenprobe**
- **Krümeltest**
- **Bodenkarten** – www.bodenkarte.at
- **Chemische Bodenuntersuchung**



Gesetz vom Minimum (nach Justus Liebig)

Das Pflanzenwachstum wird von dem Stoff beschränkt, der minimal vorhanden ist.

Limitierende Stoffe können Nährstoffe sein (z.B. Stickstoff, Phosphor, etc.), aber auch

- **Bodenluft**
- **Bodenwasser**
- **Bodenstruktur**



Bodenstruktur	N-Nachlieferungspotential
optimal	100 %
klutig	70 %
verschlämmt	60 %
klutig und verschlämmt	40 %

Bodensonde

Feststellen von Verdichtungshorizonten



Fingerprobe – Beurteilung der Bodenschwere / Bodenart

Ausrollbarkeit	Formbarkeit	Bodenschwere
nicht oder höchstens auf Bleistiftstärke (> 7 mm Durchmesser) ausrollbar	schlecht bis mäßig	leicht
auf halbe Bleistiftstärke ausrollbar (2 - 7 mm Durchmesser)	mäßig bis gut	mittel
sehr dünn ausrollbar (< 2 mm Durchmesser)	sehr gut	schwer

Quelle: SGD 8

Bodenschwere	Bodenart
leicht	S, uS, IS, sU,
mittel	tS, U, IU, sL
schwer	L, uL, sT, IT, T



Beurteilungskriterien



Merkmale	günstig	ungünstig
Größenverteilung der Aggregate	gleichmäßig kleine Aggregate (< 5 mm)	inhomogene grobe Klumpen
Gefügestruktur	porös, locker, krümelig (runde Aggregate)	fest, dicht, plattig, scharfkantig
Übergang	allmählich	abrupt - von locker zu dicht
Farbe	gleichmäßig braun bzw. dunkel	graue/blau Flecken (Reduktionszonen)
Geruch	erdig	faulig
Ernterückstände	in Abbau, gleichmäßig verteilt	frisch „einzementiert“, verpilzt, ungleichmäßig verteilt (Matte)
Durchwurzelung	gleichmäßig, hohe Dichte, gerade Pfahlwurzel	ungleichmäßig, Wurzelfilz auf Kluftflächen, wurzelleere Zonen, horizontales Ausweichen von Pfahlwurzeln
Poren	zahlreiche Wurm- und Wurzelröhren (Grobporen)	wenig porös
Regenwürmer*	> 8	< 4

*bei einer Beurteilung im Sommer können trotz hohen Besatzes in der oberen Bodenschicht keine Würmer gefunden werden.

Spatenprobe



fein verzweigte Wurzeln weisen auf eine gute Bodenstruktur hin

Spatenprobe



Blaue Flecken entstehen durch Sauerstoffmangel, fauliger Geruch

Scharfkantige, plattenartige Bruchlinien zeigen Verdichtungen



Spatenprobe



Scharfkantiges Gefüge im Oberboden
– schlechte Bodenstruktur

„Strohmatte“ sind ein Hinweis auf geringe biologische Aktivität und Luftmangel – Geruch faulig oder nach Silage



Krümelttest



Quelle: SGD 8, Fotos
Winkovitsch

Bild links: Echte Krümel sind wasser-beständig. Der Boden verschlämmt nicht.
Bild mitte: Unechte, instabile Krümel zerfallen bei leichter Wassereinwirkung.
Bild rechts: Der Boden verschlämmt, lagert dicht und neigt zu Erosion.

Digitale Bodenkarten im Internet:

<http://www.bodenkarte.at>

b w BODEN.WASSER.SCHUTZ
BERATUNG
Im Auftrag des Landes OÖ

eBod Digitale Bodenkarte

Sipbachzeller Straße, 4642 Sattledt, Oberösterreich

Legende

Bodenart:

- lehmiger Sand
- sandiger Schluff
- Schluff
- sandiger Lehm
- lehmiger Schluff
- Lehm
- schluffiger Lehm

Ziehen zum Vergrößern

Kartensteuerung

- Österreichische Bodenkarte
- Bodentyp und Ausgangsmaterial
- Bodeneigenschaften
- Bodenkennwerte (oberster Horizont)
- Bodenart**
Die in einem Boden oder in einer Bodenschicht (Horizont) vorliegende Korngrößenzusammensetzung
- Humusgehalt
- Kalkgehalt
- Bodenreaktion
- Sonstige Flächen
- Bodenwertigkeiten
- Karten-Applikationen

ik Landwirtschaftskammer
Oberösterreich

Digitale Bodenkarten im Internet:

<http://www.bodenkarte.at>

b w BODEN.WASSER.SCHUTZ
BERATUNG
Im Auftrag des Landes OÖ

eBod Digitale Bodenkarte

Adresse oder Koordinaten

Legende

Bodentypengruppe:

- Braunerde
- Bodenformkomplex
- Gley
- Auöden
- Pseudogley
- Pendolina + Ranker
- Untypischer Boden
- Dünzstätte

Ziehen zum Vergrößern

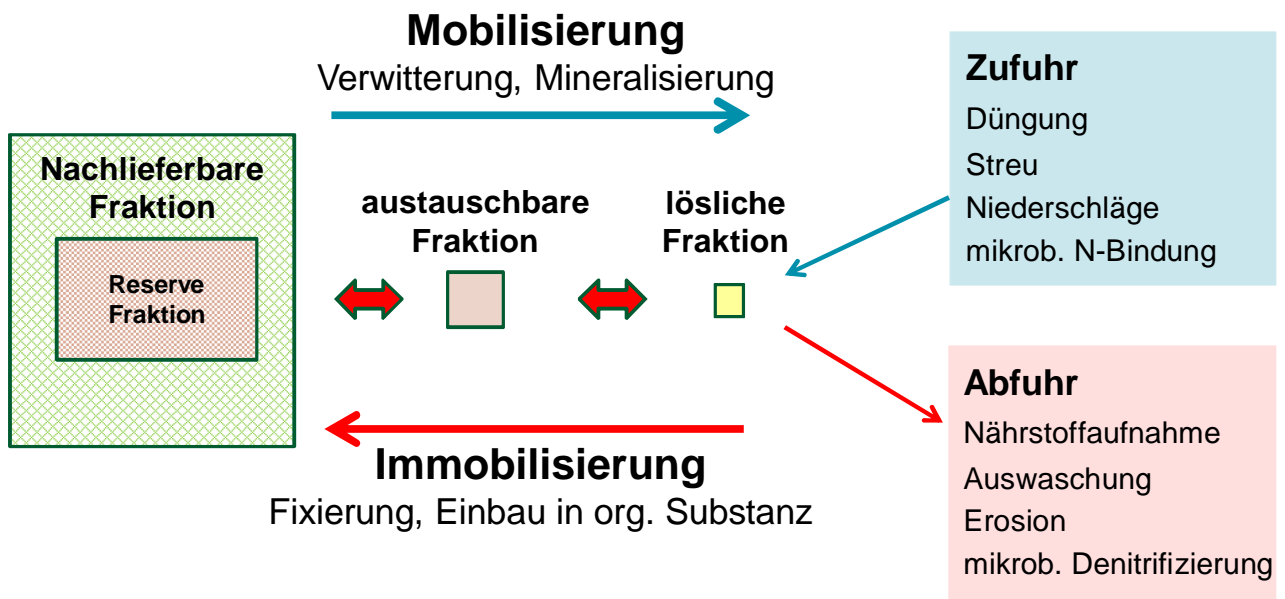
Kartensteuerung

- Österreichische Bodenkarte
- Bodentyp und Ausgangsmaterial
- Bodentypengruppe**
Gruppierung der Bodentypen (siehe untenstehend) zu Einheiten ähnlicher Bodeneigenschaften
- Bodentypen
- Ausgangsmaterial
- Sonstige Flächen
- Bodeneigenschaften
- Bodenkennwerte (oberster Horizont)
- Bodenwertigkeiten
- Karten-Applikationen

Automatisch

ik Landwirtschaftskammer
Oberösterreich

Chemische Bodenuntersuchung Was wird untersucht?



Chemische Bodenuntersuchung ÖPUL „Vorbeugender Grundwasserschutz – Acker“

- **Probenziehung von 1.1.2022 bis 31.12.2026**
 - **pro angefangene 5 ha Ackerfläche eine Probe**
 - **Zu untersuchende Parameter / erlaubte Untersuchungsmethode:**
 - pH-Wert
 - Phosphor
 - Kalium
 - Humus
 - Stickstoff
 - Anaerobe Bebrütung *oder*
 - EUF – Methode *oder*
 - N min - Methode
- Grundbodenuntersuchung im Labor
lt. ÖNORM

Chemische Bodenuntersuchung ÖPUL „Humuserhalt und Bodenschutz auf umbruchsfähigem Grünland“

- **Probenziehung von 1.1.2022 bis 31.12.2025**
 - **eine Bodenprobe pro angefangene 5 ha Grünlandfläche**
(Basis: förderfähige Grünlandflächen lt. MFA 2025)
 - **Zu untersuchende Parameter / erlaubte Untersuchungsmethode:**
 - pH-Wert
 - Phosphor
 - Kalium
 - Humus
- } Grundbodenuntersuchung im Labor
lt. ÖNORM

Chemische Bodenuntersuchung Humusgehalt - Interpretation

Tab.: Einstufung des Humusgehaltes (lt. SGD)

	niedrig	mittel	hoch
Ackerland	< 2 %	2 - 4,5 %	> 4,5 %
Grünland	< 4,5 %	4,5 - 9 %	> 9 %

Tab.: Anzustrebende Humusgehalte auf Ackerböden je nach Bodenart (lt. SGD)

Bodenschwere	Tongehalt	Bodenart	Humusgehalt
leicht	< 15 %	S, uS, IS, sU,	> 2,0 %
mittel	15 - 25 %	tS, U, IU, sL	> 2,5 %
schwer	> 25 %	L, uL, sT, IT, T	> 3,0 %

Chemische Bodenuntersuchung Humusgehalt - Interpretation

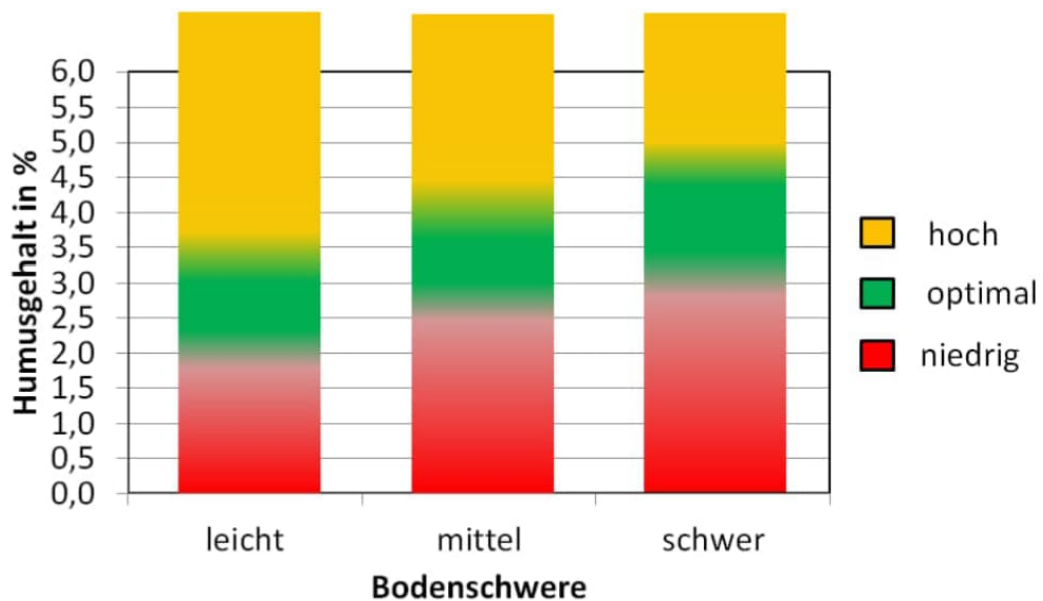
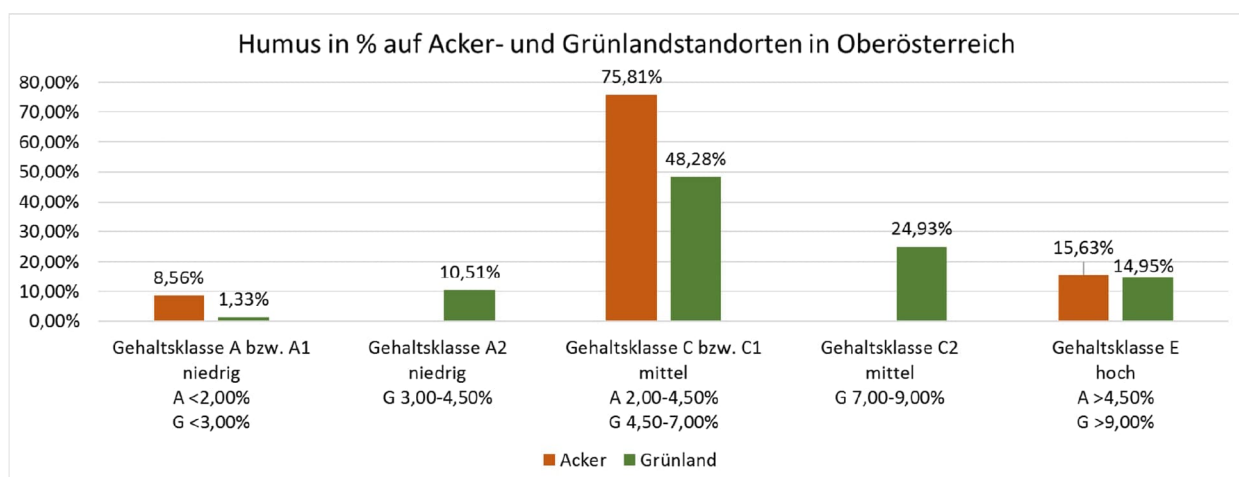


Abbildung 3: Orientierungsbereiche für Humusgehalte in Abhängigkeit von der Bodenschwere sandiger und lehmiger, grundwasserferner Ackerböden (nach Körschens, mod.)

Quelle: SGD

Ergebnis chemische Bodenuntersuchung (2019) Humusgehalte in OÖ

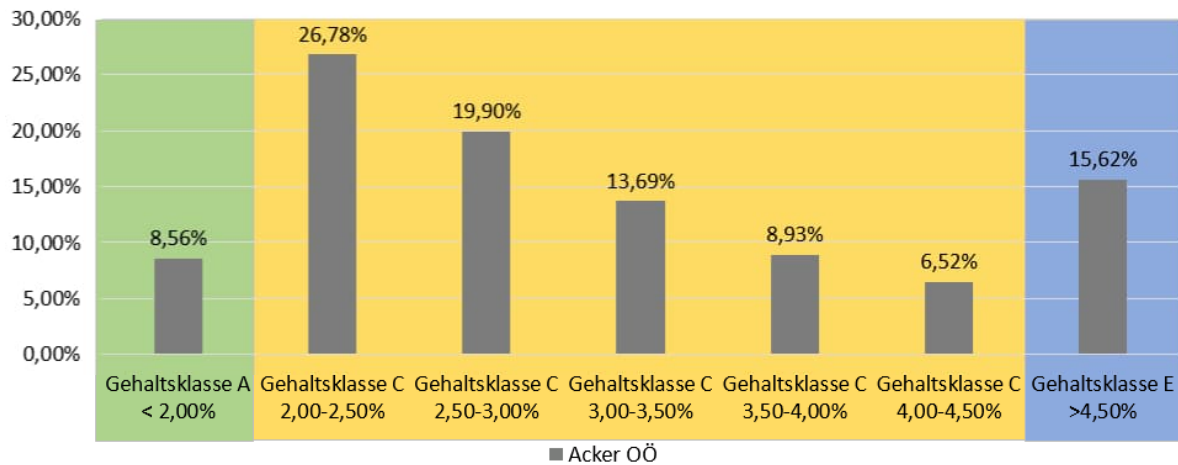


Einfluss:

- Bodenart, Kulturarten, klimatischen Unterschiede (Höhenlage etc.), Bewirtschaftung, Nutzungsintensität, Düngung...

Ergebnis chemische Bodenuntersuchung (2019) Humusgehalte am Ackerland in OÖ

Humusgehalt Acker OÖ (genauere Abstufung)



Humusgehalt erhalten / steigern

- **Zufuhr organischer Substanz**
 - Wirtschaftsdünger, Kompost,...
- **Fruchtfolge**
 - Humuszehrer
z.B. Silomais, Kartoffeln, Zuckerrübe
 - Humusmehrer
z.B. Feldfutterbau, Leguminosen, Zwischenfrüchte, Untersaaten, ev. Körnermais
- **Bodenleben fördern**
 - Org. Düngung, Futter für den Regenwurm an Bodenoberfläche, möglichst ganzjährige Durchwurzelung, Bodenverdichtung vermeiden, reduzierte Bodenbearbeitung
- **Reduzierte Bodenbearbeitung**

Chemische Bodenuntersuchung pH-Wert

- pH-Wert: ist ein Maß für die Bodenreaktion
- Der Boden kann sauer, basisch oder neutral reagieren



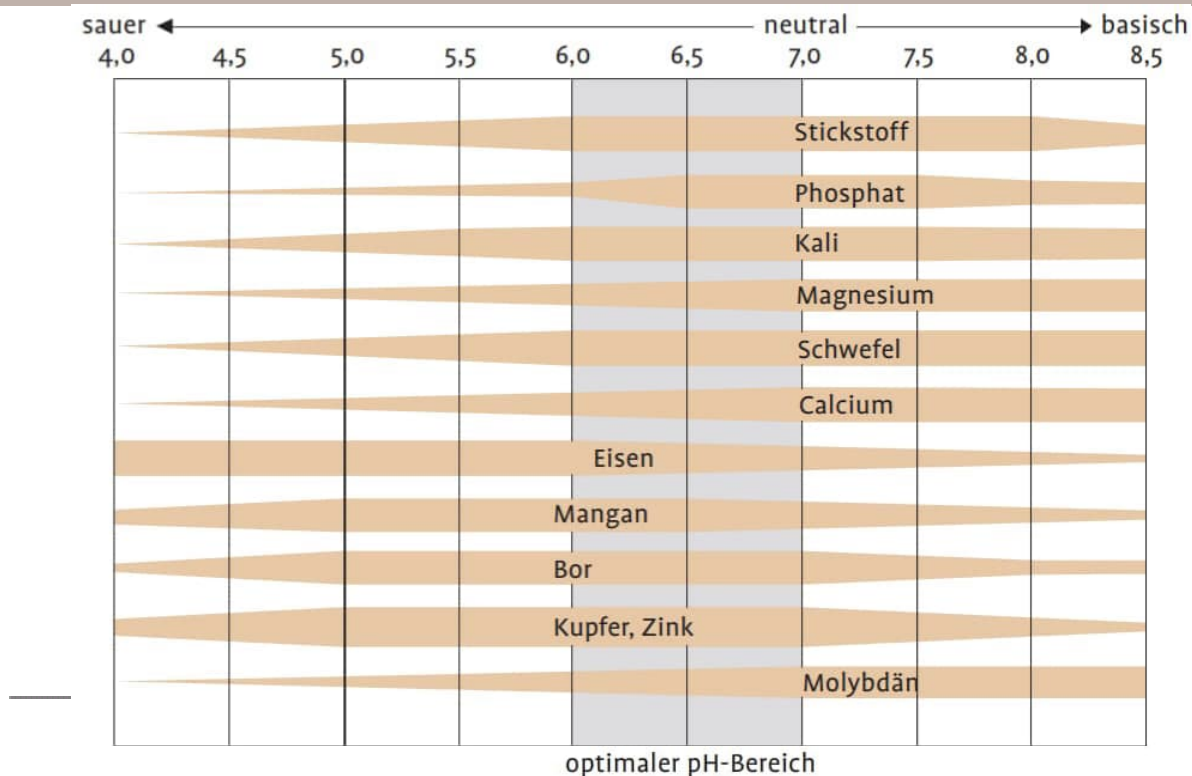
Chemische Bodenuntersuchung „Freier Kalk“ – Untersuchung am Feld



Quelle: www.bodenkalk.at

Chemische Bodenuntersuchung pH-Wert und Verfügbarkeit von Pflanzennährstoffen

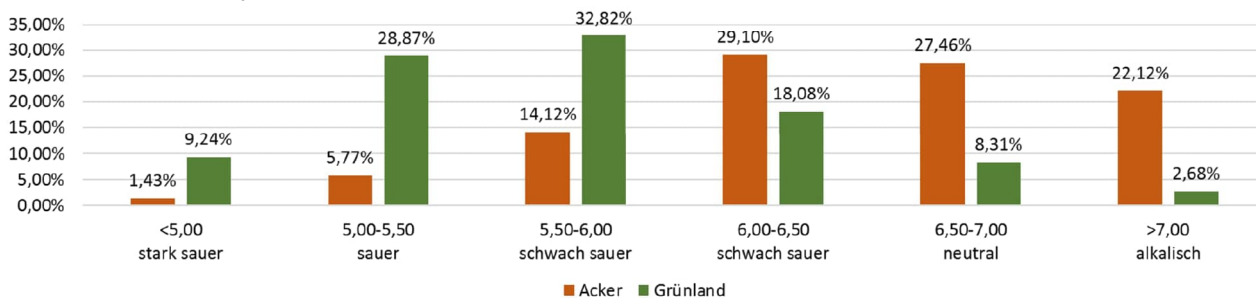
Quelle: SGD, 6. Auflage



Ergebnis chemische Bodenuntersuchung (2019) pH-Wert - Acker- und Grünland OÖ



pH-Wert auf Acker- und Grünlandstandorten in Oberösterreich



	<5,00 stark sauer	5,00-5,50 sauer	5,50-6,00 schwach sauer	6,00-6,50 schwach sauer	6,50-7,00 neutral	>7,00 alkalisch	N
Acker	1,43%	5,77%	14,12%	29,10%	27,46%	22,12%	10533
Grünland	9,24%	28,87%	32,82%	18,08%	8,31%	2,68%	25508

■ Erhaltungskalkung

- zum Ausgleich der natürlichen Versauerung
- Alle 4 - 6 Jahre

Bodenschwere	pH-Wert kleiner als	Kalkbedarf (t/ha CaO)
Ackerland		
Leicht	5,75	0,50
Mittel	6,25	1,25
Schwer	6,75	2,00
Grünland		
Leicht	5,25	0,50
Mittel	5,75	0,75
Schwer	6,25	1,00

Quelle: SGD 8

■ CaO-Gehalt verschiedener Kalkdünger

Erhaltungskalkung	Produktmenge
1.000 kg Ca O	ca. 1.100 kg Branntkalk
	ca. 1.500 kg Mischkalk (65)
	ca. 1.700 kg Mischkalk (58)
	ca. 2.500 kg Schwarzkalk
	ca. 1.900 kg Kohlensäurer Kalk
	ca. 2.200 kg Konverterkalk
	ca. 3.300 kg Carbokalk
	ca. 1.900 kg Algenkalk

■ CaO-Gehalt verschiedener Kalkdünger

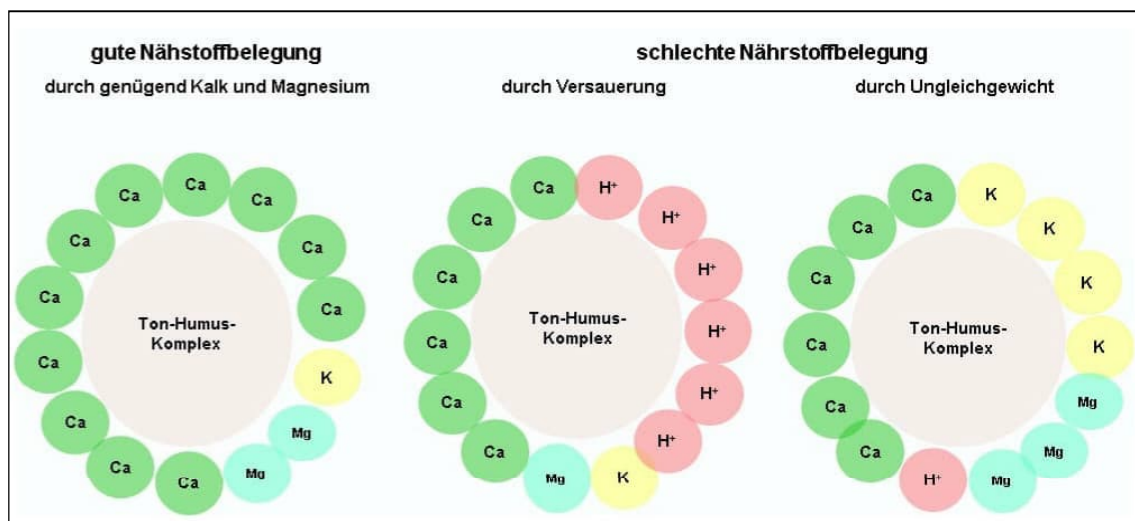
Bezeichnung	Chemische Zusammensetzung	"CaO"-Gehalt in%
Brantkalk	CaO	92
Mischkalk 65	CaO (50%) + CaCO ₃ (50%)	65
Mischkalk 58	CaO (20%) + CaCO ₃ (80%)	58
Kohlensaurer Kalk	CaCO ₃	53
Kohlensaurer K. feucht	CaCO ₃	48
Konverterkalk	Ca ₂ SiO ₄	45
Schwarzkalk	CaCO ₃ + Ca(OH) ₂	40
Carbokalk (Fa. Agrana)	CaCO ₃ + Ca(OH) ₂	30

Kalkausbringung – optimaler Zeitpunkt

- grundsätzlich im ganzen Jahr möglich
- auf trockenem, gut befahrbarem Boden (z.B. Stoppeldüngung)
- Kalk soll mischend eingearbeitet werden
(kein Pflug unmittelbar nach Kalkdüngung)
- Ideal vor kalk-liebenden Kulturen wie z.B.
Klee(gras), Raps, Gerste, Mais,
Körnerleguminosen (außer Lupine!)



Chemische Bodenuntersuchung Kationenaustauschkapazität (KAK)



Empfehlung: Ca: 60 - 90% K: 2 - 5%
Mg: 5 - 15% N: < 1%

Chemische Bodenuntersuchung Nährstoffgehalte in Böden

Gehalte der Hauptnährstoffe (in kg bis etwa 25-30 cm)

	Gesamtgehalte (KW-Aufschluss)	Leicht nachl. Mengen (CAL)	Menge in der Bodenlösung	Konz.in Boden- lösung (mg/l)
N	3000 – 9000	(30 – 180)	2 - 80	5 – 200
P ₂ O ₅	1000 – 7000	150 – 700	0,04 - 2	0,1 – 5
K ₂ O	4500 - 15000	150 – 900	1 - 12	3 - 30

Ausnutzungsgrad mineral. Dünger im Jahr der Anwendung:

N-Dünger: 50 - 80 % P₂O₅-Dünger: 10 - 25 % K₂O-Dünger: 40 - 60 %



- **Verschiedene Stickstofffraktionen im Boden:**
 N_{\min} , NO_3 , NH_4 , N_{ges} , N_{org}
- **Verschiedene Stickstoff-Untersuchungsmethoden:**
 - Anaerobe Bebrütung → Mineralisierungspotential von N_{org} → NH_4
 - EUF-Methode → aktuell pflanzenverfügbare Stickstoff (NO_3) + mineralisierbarer N_{org}
 - N_{\min} -Methode → aktuell pflanzenverfügbare Stickstoff ($NO_3 + NH_4$)
- **Stickstoff unterliegt Umwandlungs- und Verlustprozessen**
Mineralisierung, Ammonifikation, Nitrifikation, Denitrifikation, Humifizierung, Auswaschung, ...
 - **N-Mineralisierung abhängig von:**
 - Standort: Boden, Temperatur, Feuchtigkeit
 - Boden: Humusgehalt, Tongehalt, pH-Wert, Gefügeform, Porenvolumen
 - Bewirtschaftung: Bodenbearbeitung, stickstoffhaltige Düngemittel, Fruchtfolge

Nitrifikation: Umwandlungsgeschwindigkeit von Ammonium (NH_4) zu Nitrat (NO_3) in Abhängigkeit von der Temperatur:

Bodentemperatur	Umwandlungszeit
5° C	6 Wochen
8° C	4 Wochen
10° C	2 Wochen
20° C	1 Woche

Chemische Bodenuntersuchung Stickstoff - Anaerobe Bebrütung

(Quelle: SGD 6)

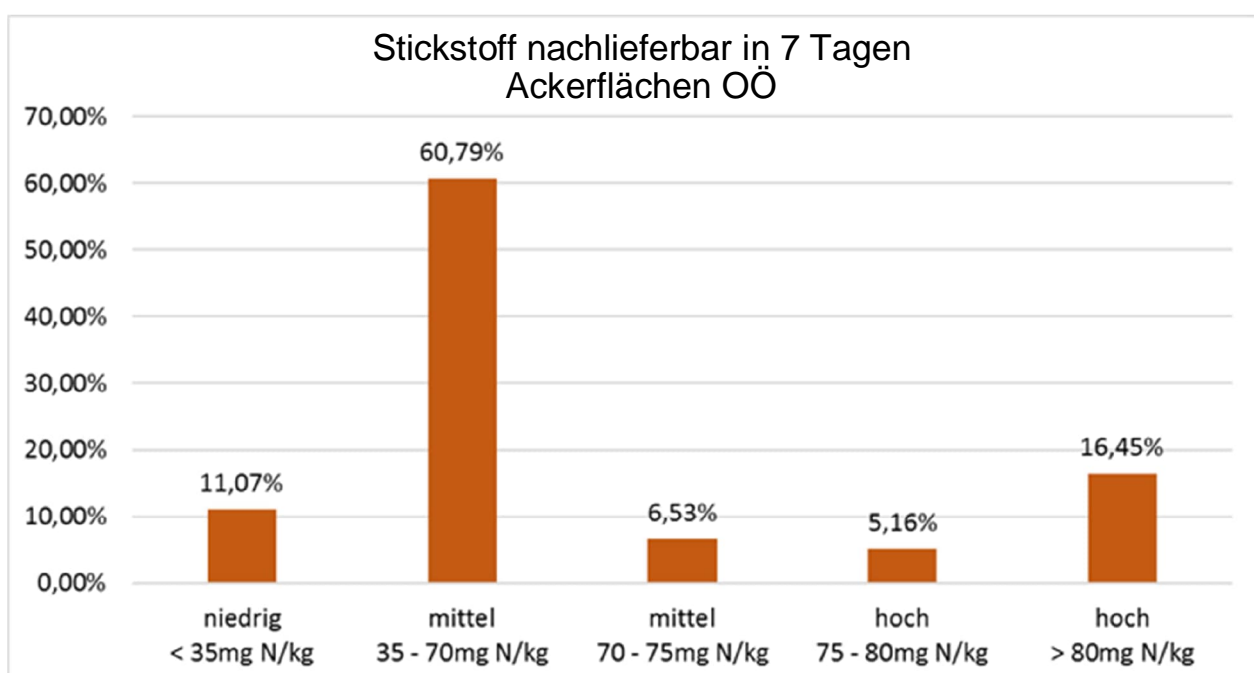


- **Methode:** Boden wird 7 Tage bei 40 °C bebrütet
- **Ermittlung der NH₄-Konzentration**
- **Einstufung des N-Mineralisierungspotenzials** aufgrund des anaeroben Brutversuchs,
- **Beurteilung des Stickstoffnachlieferungsvermögens**

Einstufung	Anaerobe N-Mineralisation mg N/1000g Feinboden und Woche	Zu- Abschlag N-Düngung
niedrig	< 35	+ 10 %
mittel	35 – 70 mg	+/- 0 %
hoch	> 75	-15 %



Ergebnis chemische Bodenuntersuchung (2019) Stickstoff - Anaerobe Bebrütung

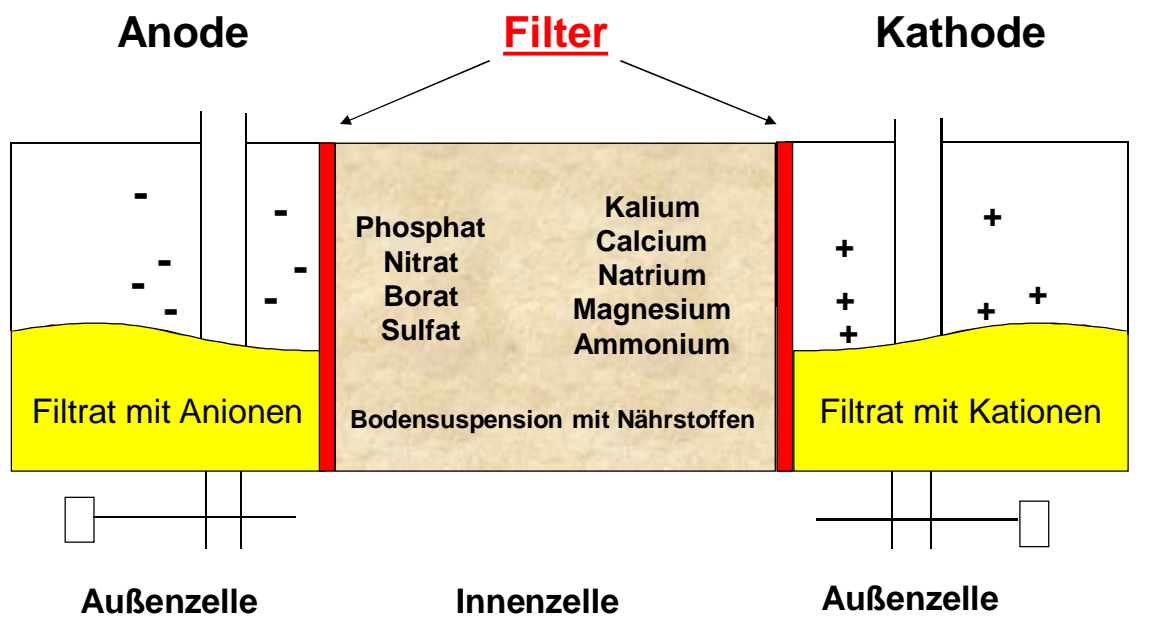


Chemische Bodenuntersuchung Stickstoff – EUF-ElektroUltraFiltration

(Quelle: AGRANA)



Aufbau einer EUF Zelle



Chemische Bodenuntersuchung Stickstoff – EUF-ElektroUltraFiltration

(Quelle: AGRANA)



Düngeempfehlung zur EUF-Bodenuntersuchung für Zuckerrüben

Max. Rübenproduzent

Zuckerstraße 5
1234 Rübendorf

Werk: Enns
Tel. Nr.: 07223/82161-220
Produzenten Nr.: 12345
Feld: Rübenaeker
Größe: 2,0 ha Anbaujahr: 2005

Probenummer	Natrium Na	Stickstoff NO ₃ -N / NO ₂ -N	Phosphor P1 / P2	Kalium K1 / K2	Kalk Ca1 / Ca2	Magnesium Mg	Bor B (ppm)
92123456	0,6	1,2 / 1,7	1,8 / 1,0	9 / 6	45 / 62	3,6	0,5
Nährstoffversorgung		niedrig	C	C	E	E	A
Aufdüngungsbedarf (kg/ha) auf Grund der Bodenuntersuchung		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	B
		130	40	120	0	0	2

Einstufung der Nährstoffversorgung in Gehaltsklassen von **A bis E** mit der herkömmlichen Grunduntersuchung vergleichbar!

Bei den Hauptnährstoffen werden immer 2 Fraktionen gemessen

- 1. Fraktion: der Wert für den pflanzenverfügbaren Nährstoff
- 2. Fraktion: der Wert für den nachlieferbaren Nährstoff

Der **Düngerbedarf** wird in Abhängigkeit vom pH-Wert aus den 2 Fraktionen berechnet



Chemische Bodenuntersuchung

Stickstoff - N_{\min} -Sollwertmethode

1. **Feststellung des pflanzenverfügbaren, mineralisierten Stickstoff ($NO_3 + NH_4$) im Boden**
2. **Ermittlung des Düngerbedarfes = Sollwert**
zB bei Mais, Ertragslage hoch1 (180 kg N)
3. **Düngeempfehlung ergibt sich aus Sollwert abzüglich N_{\min} -Wert**
Beispiel:
Sollwert 180 kg N abzüglich 60 kg N_{\min} -Wert
→ Düngerempfehlung: 110 - 130 kg N/ha



Stickstoffdüngung - Empfehlungen

- **Bedarfsgerecht**
 - Zeitpunkt und N-Menge an Aufnahmemöglichkeit des Pflanzenbestandes anpassen
- **Einhaltung gesetzlicher Regelungen zur Stickstoffdüngung:**
 - Gabenteilung ab 100 kg N_{al} /ha
 - Herstdüngungsobergrenze von 60 kg N_{al} /ha
 - N_{jw} -Düngungsbedarf Obergrenzen nach Ertragslage
 - Gesamtbetriebliche N-Düngungsobergrenzen (170 kg / 210 kg / Saldo) – Aufzeichnungen!
 - Verstärkte Regelungen in Nitratrisikogebieten
 - Abstandsauflagen zu Gewässern
 - Ausbringverbotszeiträume
 - Ausbringung nur auf lebende Pflanzendecke bzw. unmittelbar vor Anbau
 - Rasche Einarbeitung von Wirtschaftsdüngern
 - Vorgaben zur N-Düngung auf Hanglagen mit Gewässer
 - Ausbringverbot auf wassergesättigten, überschwemmten, gefrorenen und schneebedeckten Böden

Chemische Bodenuntersuchung Phosphor - Interpretation

Phosphor		Ackerland	Grünland	Düngungsempfehlung lt. SGD 8*
Gehalts- klasse	Nährstoff- versorgung	mg P/1000 g		
A	sehr niedrig	unter 26	unter 26	50 % Zuschlag zum Tabellenwert
B	niedrig	26 – 46	26 – 46	25 % Zuschlag zum Tabellenwert
C	ausreichend	47 – 111	47 – 68	lt. Tabellenwert
D	hoch	112 – 174	69 – 174	grundsätzlich keine mineralische Düngung (event. die Hälfte des Tabellenwertes bei P-bedürftigen Kulturen z.B. Hackfrüchte)
E	sehr hoch	über 174	über 174	keine mineralische Düngung

* SGD 8: Richtwerte für die Düngung mit Phosphor und Kalium bei Gehaltsklasse C

Chemische Bodenuntersuchung Phosphor - Interpretation

	Kultur	P ₂ O ₅	K ₂ O
Getreide (Weizen, Durum - Weizen, Roggen, Wintergerste, Dinkel, Triticale, Hafer, Sommergerste)		55	80
	Hackfrüchte		
	Mais (CCM, Körnermais)	85	200
	Silomais	90	225
	Zuckerrübe	85	320
	Futtermübe	85	320
	Speise- und Industriekartoffel	65	200
	Früh- und Pflanzkartoffel	60	180
	Körnerhirse/-sorghum	85	210
	Silohirse/-sorghum	95	375
Öl- und Eiweißpflanzen	Körnererbse	65	100
Zwischenfruchtfrutterbau	Ackerbohne	65	120
	Sojabohne	65	90
	Körnerraps	75	200
	Sonnenblume	65	200
	Ölkürbis	50	180
	mit und ohne Leguminosen	25	80
Sonderkulturen	Mohn	55	100
	Kümmel	60	80

SGD 8, Tabelle 41:
Richtwerte für die
Düngung mit Phosphor
und Kalium
bei Gehaltsklasse C
(Ertragslage mittel)
bei Ackerkulturen
(Angaben in kg/ P₂O₅
bzw. K₂O/ha und Jahr)

Chemische Bodenuntersuchung Phosphor Interpretation

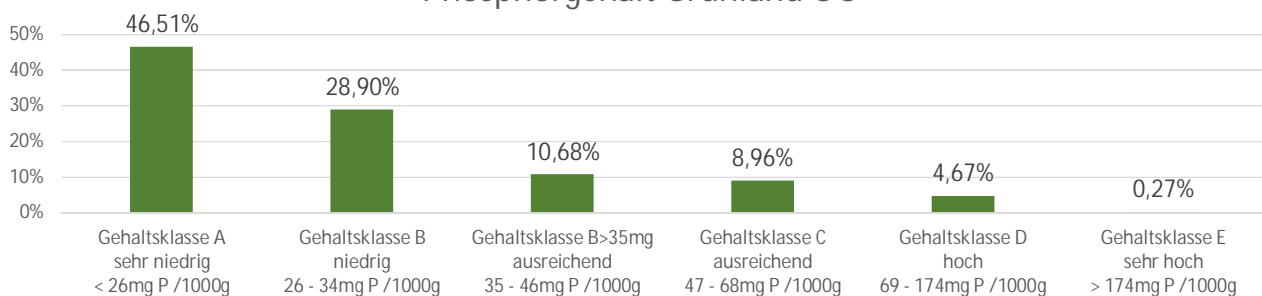
SGD 8, Tabelle 44:
**Empfehlungen für die
Düngung des Grünlandes
mit Phosphor und Kalium**
bei einer Nährstoffversorgung
der Gehaltsklasse C im
Boden
(Angaben in kg P₂O₅ und K₂O
pro ha und Jahr)

Nutzungsformen	Ertragslage					
	niedrig		mittel		hoch	
	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
Dauer- und Wechselwiesen						
1 Schnitt	15	45	30	80	-	-
2 Schnitte	30	80	45	120	-	-
3 Schnitte	45	130	65	170	80	215
4 Schnitte	-	-	80	205	90	260
5 Schnitte	-	-	85	230	105	300
6 Schnitte	-	-	-	-	120	340
Mähweiden						
1 Schnitt + 1 bis 2 Weidegänge	40	120	50	140		
2 Schnitte + 1 bis 2 Weidegänge	-	-	60	190	80	225
2 Schnitte + 2 oder mehr Weidegänge	-	-	80	215	100	290
Dauerweiden, Kulturweiden						
Ganztagsweide (> 12 Stunden)	30	80	55	145	80	215
Halbtagsweide (6 - 12 Stunden)	35	105	60	160	90	260
Stundenweide (2 - 6 Stunden)	45	130	70	190	100	290
Hutweiden						
Hutweiden	10	20	20	40	-	-
Feldfutter						
kleebetont (über 40 % der Fläche)	50	155	65	190	95	310
gräserbetont	50	145	70	205	125	365
Gräserreinbestände	-	-	70	225	135	390

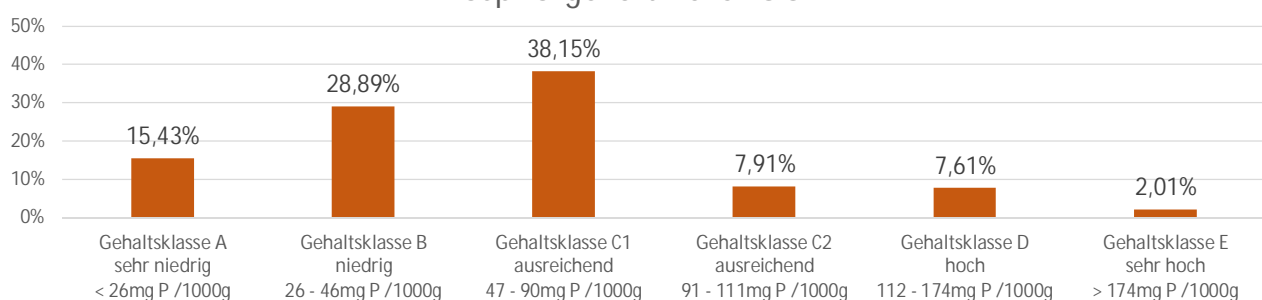
Ergebnis chemische Bodenuntersuchung (2019) Phosphorgehalte in OÖ



Phosphorgehalt Grünland OÖ



Phosphorgehalt Acker OÖ



Chemische Bodenuntersuchung Phosphor-Düngung

- **P-Mineraldünger**
(Hyperphosphat, Superphosphat, NPK, DAP, etc.)
 - Bei pH-Wert über 6,0 kommt weicherdiges Phosphat (zB Hyperphosphat) nicht mehr zur Wirkung.
Empfehlung: Einsatz von aufgeschlossenen Phosphaten (zB Superphosphat)
- **besonders P-reiche Wirtschaftsdünger:**
Mist, Kompost, Klärschlamm, Geflügelmist!
- **Kulturen mit hohem P-Bedarf:**
Mais, Zuckerrübe, Kartoffel, Hirse, Feldgemüse
- **P-Mobilisierung** durch Kulturen mit besonderem P-Aufschließungsvermögen
z.B. Luzerne, Erbsen, Lupinen, Buchweizen, Phacelia



Gesetzliche Regelungen GLÖZ 10 Phosphor-Düngung

- **Gilt für alle landwirtschaftlichen Flächen.**
- **Erfolgt kein Phosphor-Mineraldüngereinsatz, wird davon ausgegangen, dass die Empfehlungen bezüglich die Phosphor-Düngung eingehalten werden**, solange die Vorgaben für die Stickstoff-Düngung aus Wirtschaftsdüngern aus dem Nitrat-Aktionsprogramm eingehalten werden.
- **Wenn bei Einsatz von P-Mineraldüngern in Summe mehr als 100 kg P_2O_5 /ha gedüngt werden**, ist der erhöhte P-Bedarf mittels Bodenuntersuchungsbeleg (maximal 5 Jahre alt) nachzuweisen und der P-Einsatz zu dokumentieren.
- **Die Empfehlungen zur P-Düngung lt. SGD 8 sind einzuhalten.**

Dringende Empfehlung:
Planung und Kalkulation eines P-Mineraldünger-Einsatzes im Voraus
z.B. mittels ÖDüPlan / LK-Düngerrechner

Chemische Bodenuntersuchung Kalium-Düngung

- **Kali-Mineraldünger**
 - Kalichloriddünger
 - Kalisulfatdünger
für chloempfindliche Sonderkulturen, Garten,-
und Zierpflanzen sowie im Kartoffelanbau
- **besonders K-reiche Wirtschaftsdünger:**
Mist, Kompost, Klärschlamm, Jauche, Rindergülle
- **Düngerzeitpunkt:**
 - Im Herbst zur Steigerung der Winterfestigkeit
 - Im Frühjahr zur Halmstärkung
und Verbesserung der Trockenresistenz
- **Kulturen mit hohem P-Bedarf:**
Mais, Zuckerrübe, Kartoffel, Hirse, Feldgemüse



Chemische Bodenuntersuchung Kalium

- **Kalium**
 - reguliert Wasserhaushaltes in der Pflanze
 - erhöht die Widerstandskraft gegen Lager, Trockenheit und Krankheiten
 - fördert die Winterfestigkeit



Chemische Bodenuntersuchung Kalium - Interpretation

		mg K/1000 g			
		Ackerland			Grünland
		Bodenschwere			
Gehaltsklasse	Nährstoffversorgung	leicht	mittel	schwer	
A	sehr niedrig	unter 50	unter 66	unter 83	unter 50
B	niedrig	50 – 87	66 – 112	83 – 137	50 – 87
C	ausreichend	88 – 178	113 – 212	138 – 245	88 – 170
D	hoch	179 – 291	213 – 332	246 – 374	171 – 332
E	sehr hoch	über 291	über 332	über 374	über 332

Chemische Bodenuntersuchung Kalium - Interpretation

	Kultur	P ₂ O ₅	K ₂ O
Getreide (Weizen, Durum - Weizen, Roggen, Wintergerste, Dinkel, Triticale, Hafer, Sommergerste)		55	80
Hackfrüchte	Mais (CCM, Körnermais)	85	200
	Silomais	90	225
	Zuckerrübe	85	320
	Futtermübe	85	320
	Speise- und Industriekartoffel	65	200
	Früh- und Pflanzkartoffel	60	180
	Körnerhirse/-sorghum	85	210
	Silohirse/-sorghum	95	375
	Öl- und Eiweißpflanzen	Körnererbse	65
	Ackerbohne	65	120
	Sojabohne	65	90
	Körnerraps	75	200
	Sonnenblume	65	200
	Ölkürbis	50	180
	Zwischenfruchtfrutterbau	mit und ohne Leguminosen	25
Sonderkulturen	Mohn	55	100
	Kümmel	60	80

SGD 8, Tabelle 41:
**Richtwerte für die
Düngung mit Phosphor
und Kalium**
bei Gehaltsklasse C
(Ertragslage mittel)
bei Ackerkulturen
(Angaben in kg/ P₂O₅
bzw. K₂O/ha und Jahr)

Chemische Bodenuntersuchung Kalium Interpretation

SGD 8, Tabelle 44:
**Empfehlungen für die
Düngung des Grünlandes
mit Phosphor und Kalium**
bei einer Nährstoffversorgung
der Gehaltsklasse C im
Boden
(Angaben in kg P₂O₅ und K₂O
pro ha und Jahr)

Nutzungsformen	niedrig		mittel		Ertragslage hoch	
	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
Dauer- und Wechselwiesen						
1 Schnitt	15	45	30	80	-	-
2 Schnitte	30	80	45	120	-	-
3 Schnitte	45	130	65	170	80	215
4 Schnitte	-	-	80	205	90	260
5 Schnitte	-	-	85	230	105	300
6 Schnitte	-	-	-	-	120	340
Mähweiden						
1 Schnitt + 1 bis 2 Weidegänge	40	120	50	140	-	-
2 Schnitte + 1 bis 2 Weidegänge	-	-	60	190	80	225
2 Schnitte + 2 oder mehr Weidegänge	-	-	80	215	100	290
Dauerweiden, Kulturweiden						
Ganztagsweide (> 12 Stunden)	30	80	55	145	80	215
Halbtagsweide (6 - 12 Stunden)	35	105	60	160	90	260
Stundenweide (2 - 6 Stunden)	45	130	70	190	100	290
Hutweiden						
Hutweiden	10	20	20	40	-	-
Feldfutter						
kleebetont (über 40 % der Fläche)	50	155	65	190	95	310
gräserbetont	50	145	70	205	125	365
Gräserreinbestände	-	-	70	225	135	390

Ergebnis chemische Bodenuntersuchung (2019) Kaliumgehalte in OÖ

