

Umweltschonender und nachhaltiger Ackerbau

DI Sima Dominik

Im Kreislauf wirtschaften

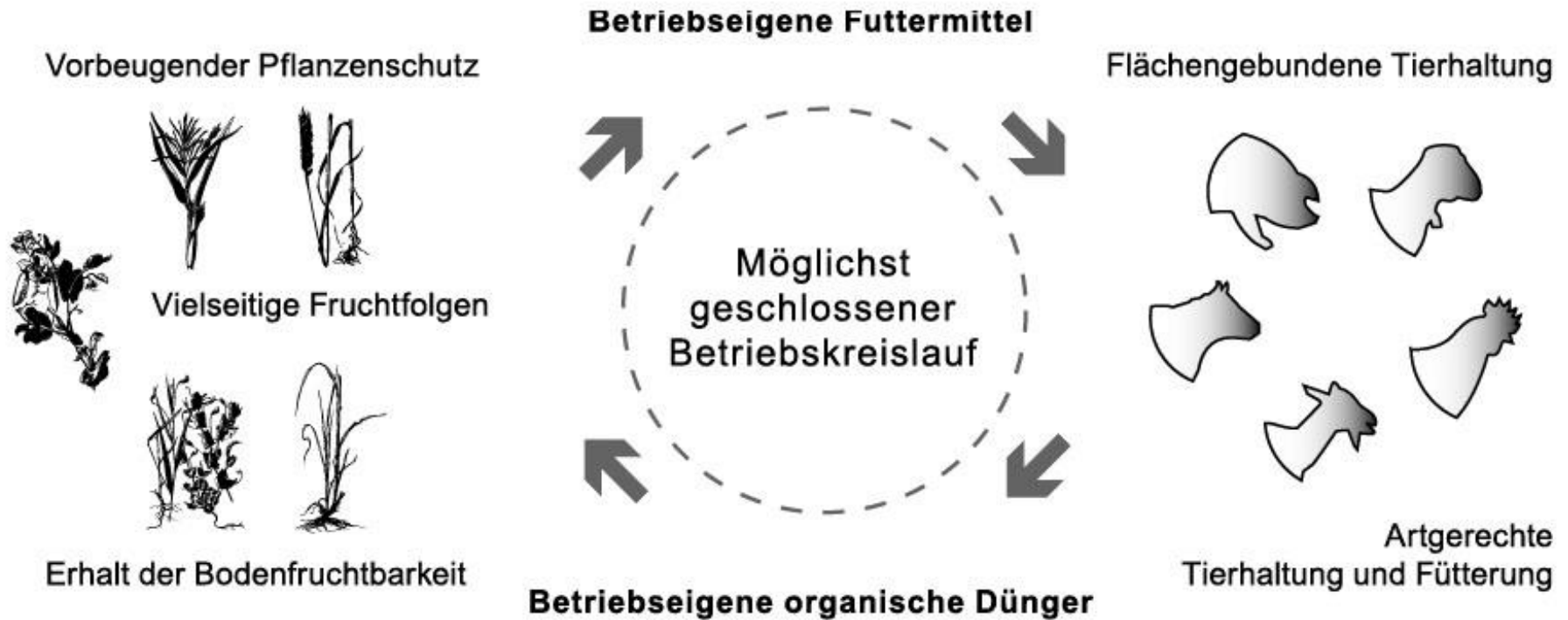


ABB.: KREISLAUFPRINZIP IM BIO-LANDBAU, NACHBILDUNG

Im Kreislauf wirtschaften

Gesunde Böden für gesunde Lebensmittel

„Man muss den Boden heilen, um nicht die Krankheiten der Tiere und Menschen kurieren zu müssen.“

(André Voisin)

„Wir können nicht gesünder sein als die Tiere und die Pflanzen von denen wir uns ernähren“

(Rusch)

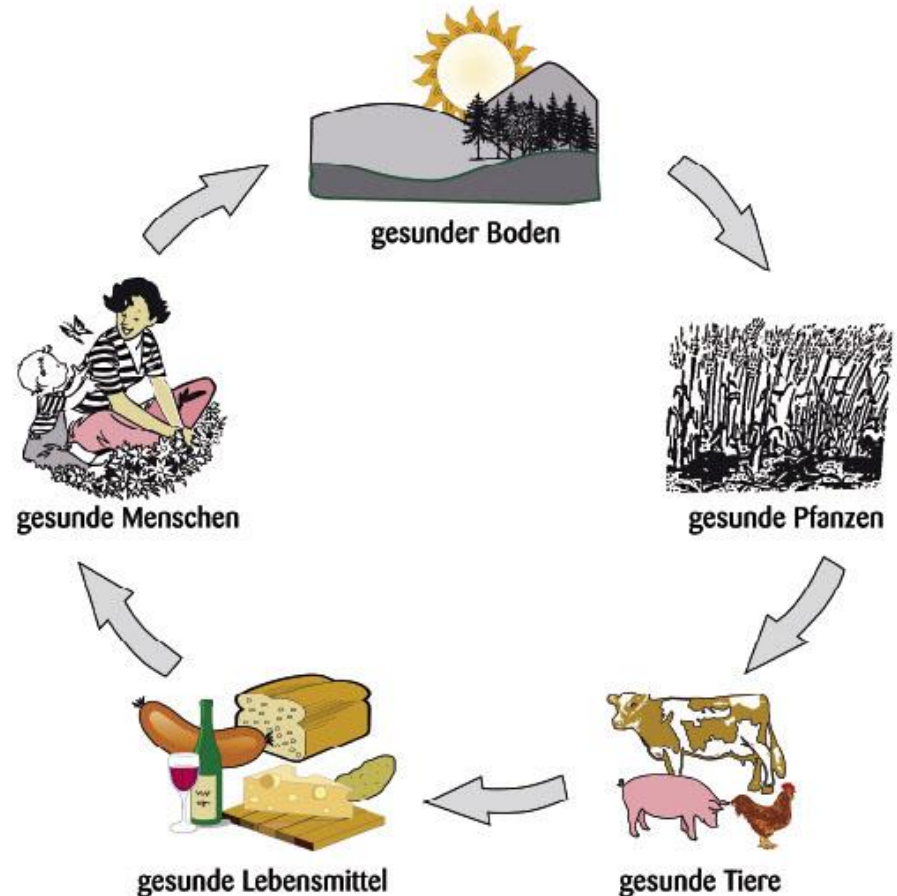


ABB.: GESUND DURCH GESUNDE BÖDEN

Der StellenWERT des Bodens

Erfolgreich durch fruchtbare Böden

- Nachhaltig gute Erträge und gesunde Pflanzen sind nur über eine hohe Bodenfruchtbarkeit erreichbar.
- Die Steigerung der Bodenfruchtbarkeit steht im Mittelpunkt aller betrieblichen Überlegungen.

Lebendige Böden als Ziel

- Nur lebendige Böden sind fruchtbare Böden.
- Die Bodenlebewesen sind auf gute Lebensbedingungen im Boden angewiesen.
- Das Bodenleben ist ein wichtiger Partner des Landwirts.

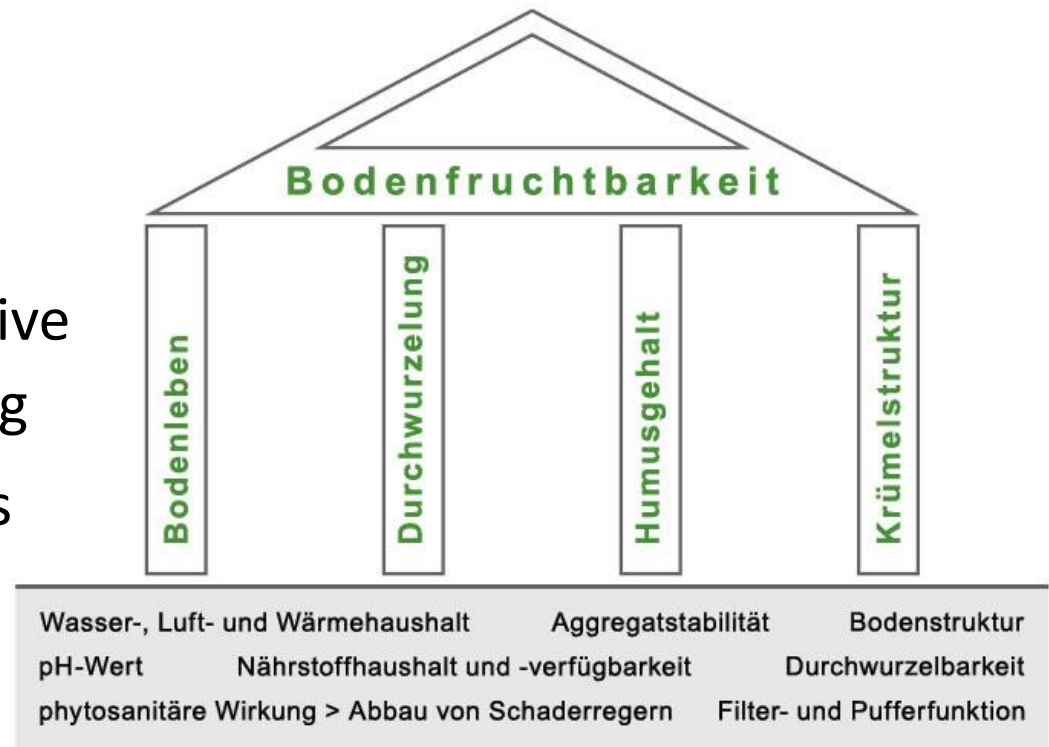
Definitionen – Bodenfruchtbarkeit

- Bodenfruchtbarkeit ist die Ertragsfähigkeit des Bodens in Zusammenwirken mit dem jeweiligen Standortklima, den angebauten Kulturpflanzen und allen Kulturmaßnahmen.
- Als fruchtbar wird ein Boden dann bezeichnet, wenn er in der Lage ist, anhaltend stabile Erträge auf hohem Niveau hervorzubringen.

Die Säulen der Bodenfruchtbarkeit

Böden können fruchtbarer gemacht werden durch:

- Förderung des Bodenlebens
- Förderung einer stabilen Krümelstruktur
- möglichst ganzjährige, intensive und vielfältige Durchwurzelung
- Steigerung des Humusgehalts



Humus ...

- ist die tote organische Substanz im Boden
zB abgestorbene Wurzel- und Blattmassen, Bodenlebewesen, Tierexkreme,...
- ist ein wichtiger Nährstoff- und Wasserspeicher
- ist porenreich > lockert den Boden
- ist Grundlage für Ton-Humus-Komplexe und stabile Bodenkrümel
- aktiviert das Bodenleben
- färbt den Boden dunkel > bessere Erwärmung
- hat Puffer- und Filterwirkung
- ist eine bedeutende CO₂-Senke

Nährhumus ist Futter für das Bodenleben

- leicht abbaubare organische Stoffe
- Voraussetzung für einen belebten Boden
- beim Abbau werden Nährstoffe, Wasser, CO₂ und Energie frei
- ligninreiche, schwer abbaubare Verbindungen des Nährhumus sind die Grundlage für den Aufbau von Dauerhumus

Dauerhumus steigert die Bodenfruchtbarkeit

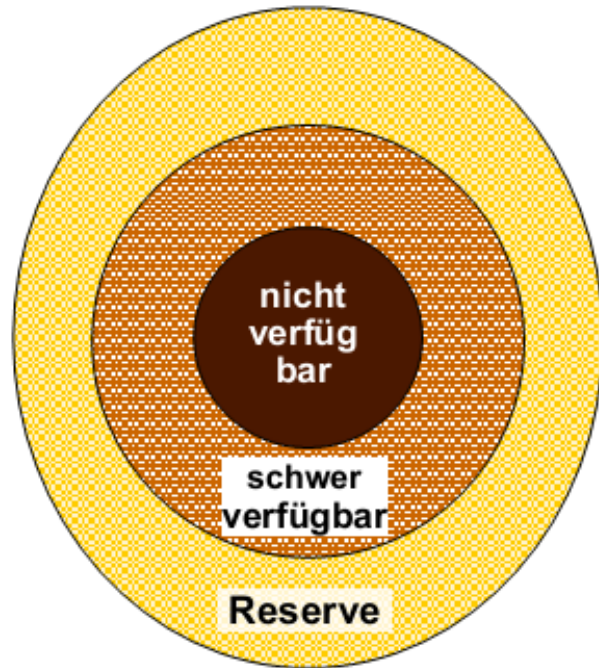
- schwer abbaubare, stabile Humusfraktion
- verbessert nahezu alle Bodeneigenschaften, wie zB Nährstoff-, Wasser- und Wärmehaushalt, Strukturstabilität,...
- wichtige langfristige Nährstoffquelle für Pflanzen

Prinzip der Nährstoffdynamik, Nährstoffspeicher

Freisetzung, Mobilisierung



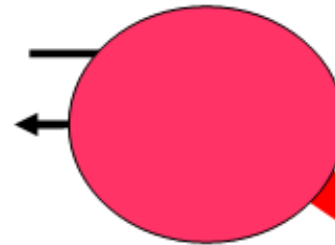
Abbau, Mineralisation, Auflösung, Desorption



Austauschbar



Wasser löslich



Einbau in organische Moleküle, Ausfällung, Adsorption

Festlegung, Fixierung



Dünger
Niederschlag
Aerosole
Ernterückstände
Wurzelexudate
N-Fixierung

Ernte-Entzug

Auswaschung
Erosion
Denitrifikation

Wilfried Hartl, 2001,
verändert nach Wilfried Wenzl, 1982

Stark humusfördernde Maßnahmen

- Düngung mit Kompost, aufbereiteter Stallmist
- reduzierte Bodenbearbeitung (weniger tief, weniger oft)
- mehrjähriger Feldfutterbau (zB Luzerne, Klee gras), Anlegen von Wechselwiesen
- Grünbrache
- Belassen von Ernterückständen am Feld (zB Stroh)

Humusfördernde Maßnahmen

- Untersaaten, Zwischenfruchtbau, Winterbegrünungen
- Körnerleguminosen

Stickstoffnachlieferung - Humusgehalt

Humusgehalt in %	Stickstoff mobilisiert kg/ha	entspricht Stallmistgabe dt/ha	oder Gründüngung (Gemisch)
1,5	20 - 40	100	Erbse/Wicken Gemenge
3	40 - 80	200	Klee Gras Untersaat
4,5	80 - 160	400	Bohnen Erbsen Gemisch GD

Krümelfüge – Beispiel

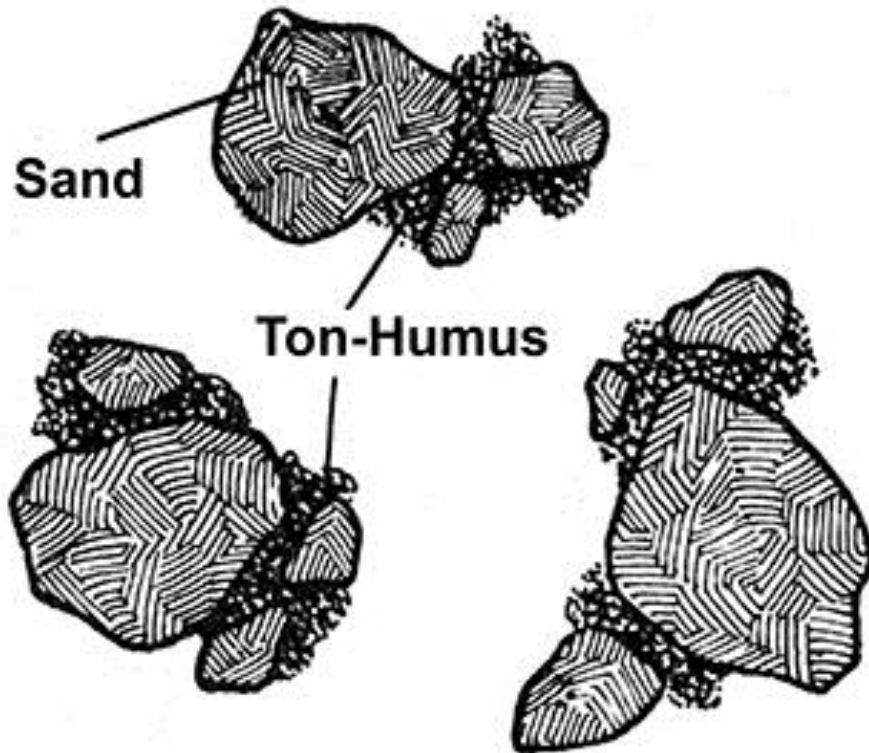


ABB.:KRÜMELGEFÜGE – KRÜMEL SIND RUNDLICH, SEHR PORÖS UND WEISEN EINE DEUTLICHE HUMUSHÜLLE AUF.

QUELLE : FIBL/SRVA

Krümelfüge – Bauplan

Aggregate 1. Ordnung



Aggregat 2. Ordnung





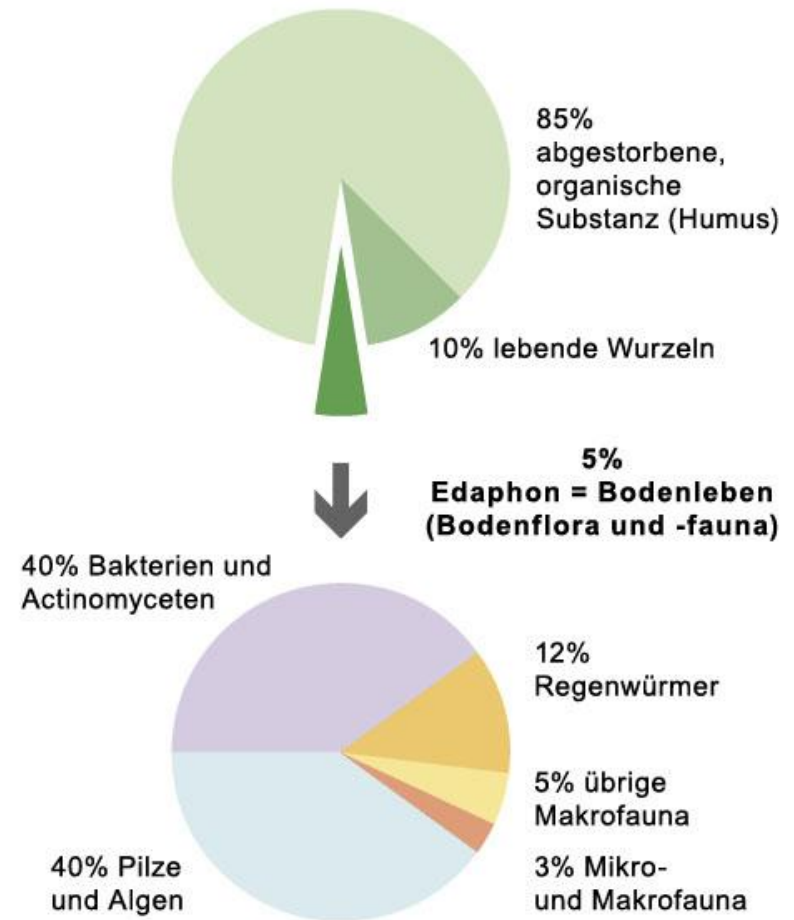


Krümelfüge fördern

- Bodenleben fördern
- organische Düngung, zB Ernterückstände, aufbereiteter Mist, Kompost
- intensive, vielseitige und möglichst ganzjährige Durchwurzelung des Bodens
- mehrjähriger Feldfutterbau mit Klee-Grasgemenge
- Untersaaten, Zwischenfrüchten, Grünbrachen
- bodenschonende Bearbeitung
- Verdichtungen vermeiden
- Einsatz von (basisch wirkendem) Steinmehl
- eventuell Kalkung

Das Bodenleben

In einer Handvoll fruchtbarem Boden leben weitaus mehr Lebewesen als es Menschen auf der Erde gibt.



Das Bodenleben

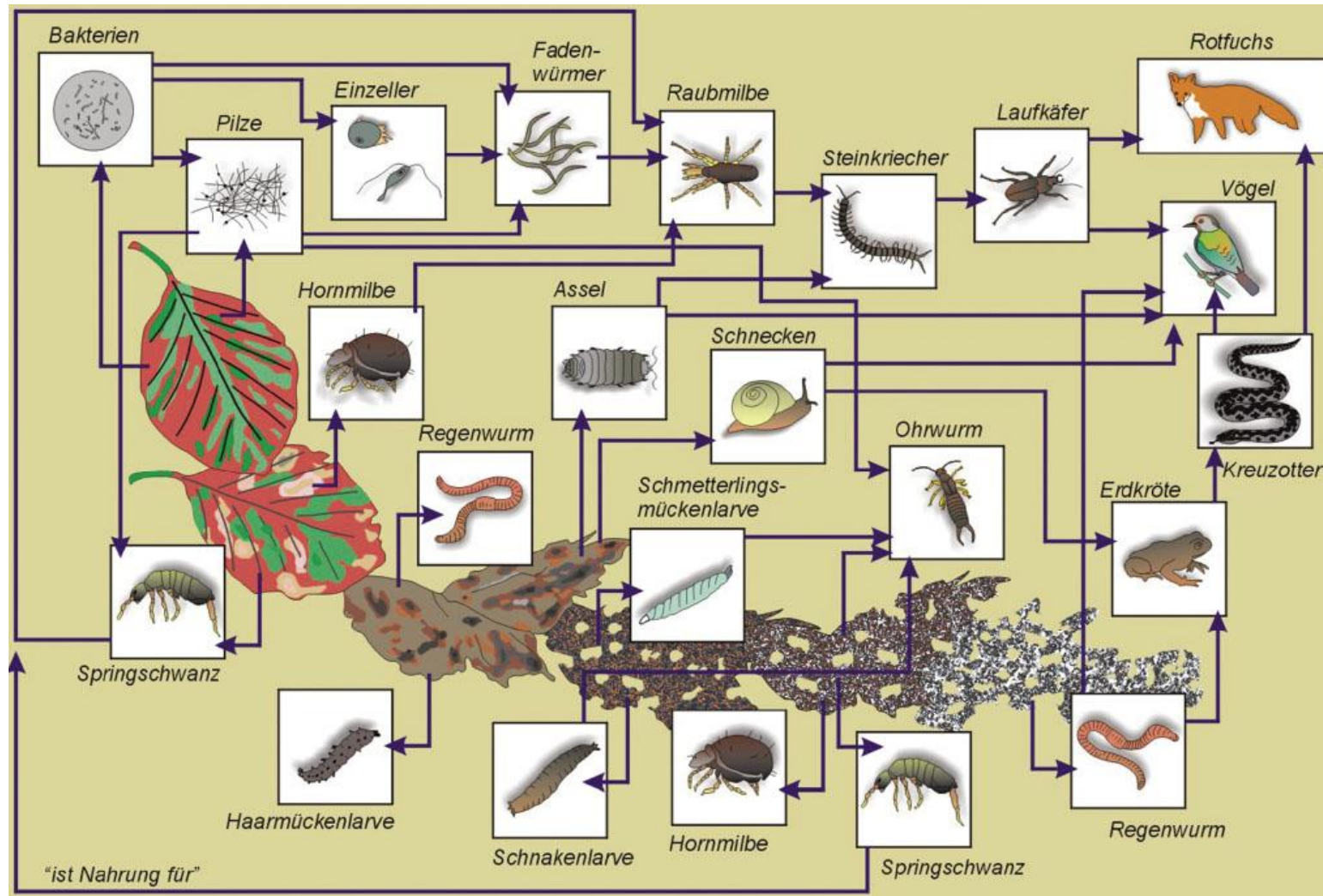


ABB.: BODENLEBEN – NAHRUNGSNETZE IM BODEN
 QUELLE: LEBEN IN DER UNTERWELT, BUND ARGUMENTE, 2001

Regenwürmer ...

- produzieren fruchtbare Erde (Regenwurmkompost) – jährlich bis zu 100 Tonnen/ha
- schaffen Hohlräume – jährlich entstehen Gänge bis zu 5000 km/ha Gesamtlänge
 - > Lockerung und Belüftung des Bodens
 - > rasches Versickern von Oberflächenwasser
 - > Raum für Pflanzenwurzeln – „nährstoffreiche Tunnel“
 - > Raum für andere Bodenlebewesen
- durchmischen den Boden und können nach unten verlagerte Nährstoffe wieder an die Oberfläche holen



„Der liebe Gott weiß, wie man fruchtbare Erde macht, und er hat sein Geheimnis den Regenwürmern anvertraut.“
(französisches Sprichwort)

Bodenleben fördern in der Praxis

- organisch düngen, zB Ernterückstände, aufbereitete Wirtschaftsdünger
- Bodenbearbeitung reduzieren: nicht tief, nicht oft
- mehrjähriger Feldfutterbau
- vielseitige Fruchtfolgen, Zwischenfrüchte, Mischkulturen
- möglichst ganzjährig, intensiv durchwurzelter Boden
- Bodenstruktur verbessern
- Humus aufbauen
- Steinmehl einsetzen
- eventuell kalken (pH-Wert)

Natürlicher Schichtenaufbau

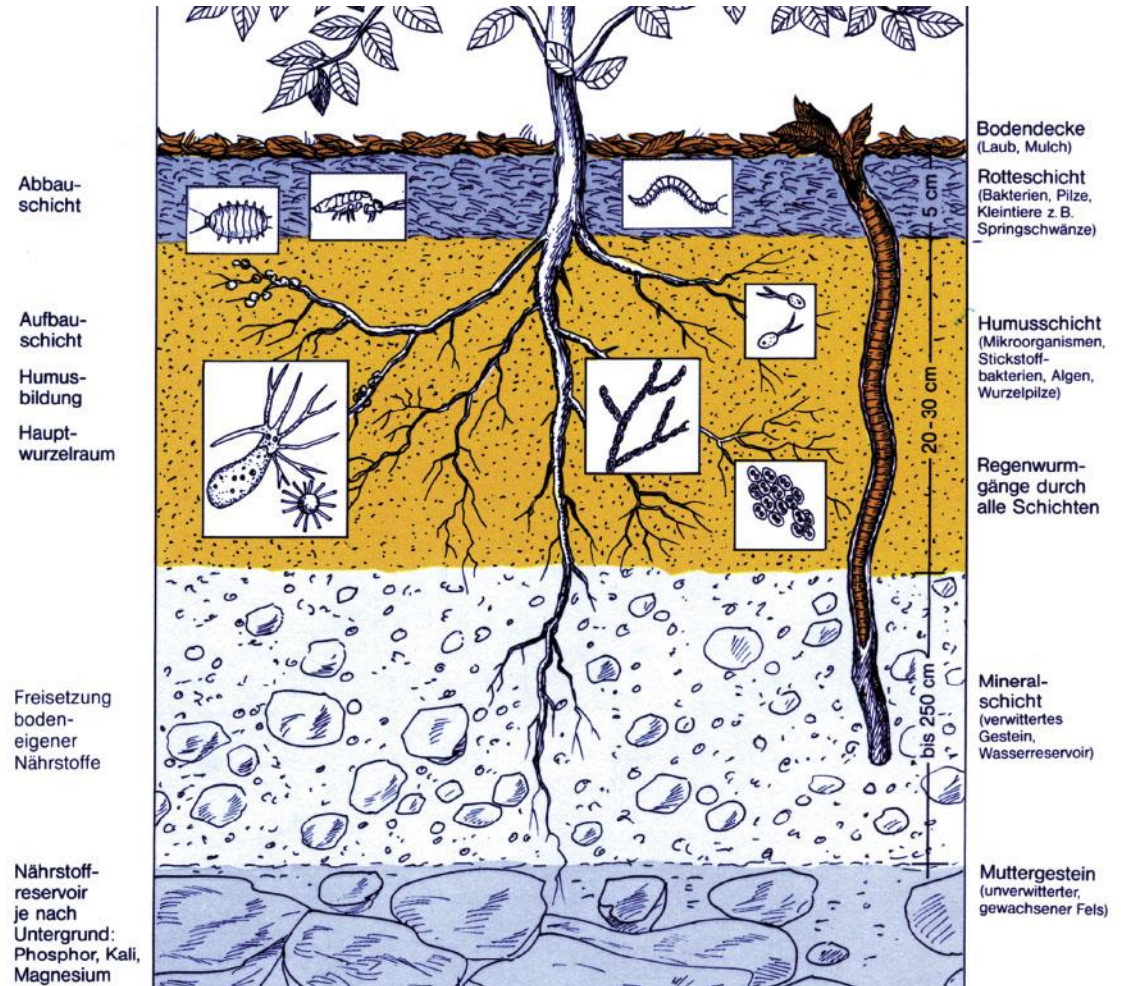


ABB.:
JEDE ETAGE HAT UNTERSCHIEDLICHE
EIGENSCHAFTEN UND SPEZIALISIERTE
BEWOHNER. REGENWURMGÄNGE UND
WURZELN DURCHDRINGEN MEHRERE
BODENSCHICHTEN.

QUELLE:
DER BIO GARTEN, MARIE-LUISE
KREUTER; 1988

Bodenschichtung im Ackerboden

- Die Bodenschichten werden durch Bodenbearbeitung durchmischt.
- Neue Horizonte können entstehen, zB Pflugsohle, Bearbeitungshorizont.
- Eine tiefgehende und wendende Bodenbearbeitung wirkt sich negativ auf Strukturstabilität, Bodengare und Bodenlebewesen aus.
- Die konservierende Bodenbearbeitung ist bodenschonender und erhält weitgehend die natürliche Bodenschichtung.

Bodenbearbeitung

Aufgaben, Grundsätze, Ziele

- Erhalt bzw. Steigerung der Bodenfruchtbarkeit
- Förderung der Lebensvorgänge im Boden
- Behebung vorhandener Bodenschäden, zB Aufbrechen von Verdichtungen
- Schaffen optimaler Wachstumsbedingungen für die Kulturpflanzen
- Beikrautregulierung durch Verschütten, Vergraben, Abschneiden, usw.

i

Bei Auswahl und Einsatz der Bodenbearbeitungsgeräte geht es darum, die gewünschten Effekte zu erreichen, ohne den Boden nachhaltig zu stören oder zu schädigen.

Grundsätze in der Bodenbearbeitung

- Der Boden soll an seinen natürlichen Risslinien brechen können.
- Zapfwellenbetriebe, rotierende Geräte sind für eine schonende Bodenbearbeitung nur bedingt geeignet.
- Die Geräte und Werkzeuge sollen den Boden keinesfalls verdichten oder verschmieren.
- (Tief) gelockerte Böden sind verdichtungsgefährdet und sollten daher rasch begrünt und mit Hilfe der Pflanzenwurzeln stabilisiert werden.

Tiefe Bodenbearbeitung



Vorteile der reduzierten BB

- Erhaltung des Schichtaufbaus
- Geringere Beeinträchtigung des Bodenlebens
- Kein tiefes Vergraben der pfl. Biomasse und weniger Fäulnisprozesse
- Bessere Bodenstruktur
- Bessere Durchwurzelung
- Geringerer Energieverbrauch
- Geringerer Zeitaufwand

Unterschiedliche Scharttypen



Arbeitstiefe

- **Arbeitstiefe = Zinkenabstand – Scharbreite**
- Flügelscharen
 - für flache, Boden durchschneidende Bearbeitung
 - Bekämpfung von Wurzelunkräutern
 - Keimung von Ausfallgetreide
 - Stoppelbearbeitung
- Schmalschar für tiefe, Verdichtung brechende Bodenbearbeitung
 - Anbau der Hauptkultur
- Gänsefußschar hohes Risiko für Schmierschicht bzw. Pflugsohlenbildung

Spatenprobe

- wichtigste Bodenbeurteilungsmethode für den Praktiker
- einfach und billig
- bietet guten Gesamteindruck über Bodenfruchtbarkeit und Bodenzustand

Vorgangsweise:

- Zeitpunkt und Probestelle richtig auswählen
- Bodenoberfläche beurteilen
- Ausheben des Erdziegels
- Boden beurteilen auf:
- Feuchte, Geruch, Farbe, Struktur, Verdichtung, Schichtenbildung, Wurzelwachstum, Abbau von organischem Material, Regenwurm-Aktivität

Spatenprobe



Erosion



BEIDE ABB.:
DURCH BODENEROSION GEHT FRUCHTBARE ERDE VERLOREN.
ES ENTSTEHEN RINNEN UND GRÄBEN AM FELD.

QUELLE.:
JOHANNES RECHEIS, LK OÖ

Erosionsschutz bei Mais



Erosion vermeiden

- Nutzungsänderung
- Hang-, Flur- oder Schlaggestaltung
- Konservierende Bodenbearbeitung
- Boden ganzjährig mit Pflanzen bedecken
- Verdichtungen vermeiden
- Boden quer zum Hang bearbeiten
- Windschutzhecken anlegen

Bodenverdichtung



ABB. LINKS:
BODENVERDICHUNGEN IN DEN
FAHRSPUREN VERHINDERN DAS
VERSICKERN VON NIEDERSCHLAGSWASSER
QUELLE:
JOHANNES RECHEIS, LK OÖ



ABB. RECHTS.:
VERDICHTETER BODEN BRICHT IN
SCHOLLEN ODER PLATTEN UND IST KAUM
DURCHWURZELT.

QUELLE:
GEORG DOPPLER, BIO-BAUER

Bodenverdichtung

- Tragfähigkeit des Bodens überschritten
- Dichtlagerung
- Geringe Durchwurzelung
- Wasseraufnahme und Weiterleitung reduziert
- Starke Reduzierung der Bodenporen
- Verringerter Gasaustausch
- Schlechtere Lebensbedingungen für das Bodenleben
- Geringere Organismenaktivität
- Schlechte Nährstoffbereitstellung

Bodenverdichtung



Quelle: Dietmar Näser

Bodenverdichtung



Quelle: Dietmar Näser

Bodenverdichtung



Quelle: Dietmar Näser

Bodenverdichtung



Nach herkömmlicher Praxis bewirtschaftetes
Feld nach unten dicht!

16/11/2010

Bodenfeuchte und Verdichtung



Vergleich der Verdichtung eines feuchten
und eines trockenen Bodens bei gleicher Last
BMVEL, 2002

Reifeninnendruck und Verdichtung



(Foto: Prof. Volk)

Bild 45 Einfluß der Radlast auf die Tiefenwirkung des Bodendrucks, dargestellt durch die Linien gleicher Hauptdruckspannungen (in bar) für mittlere Bodenbedingungen [37]. Luftdruck in allen Fällen 0,82 bar.

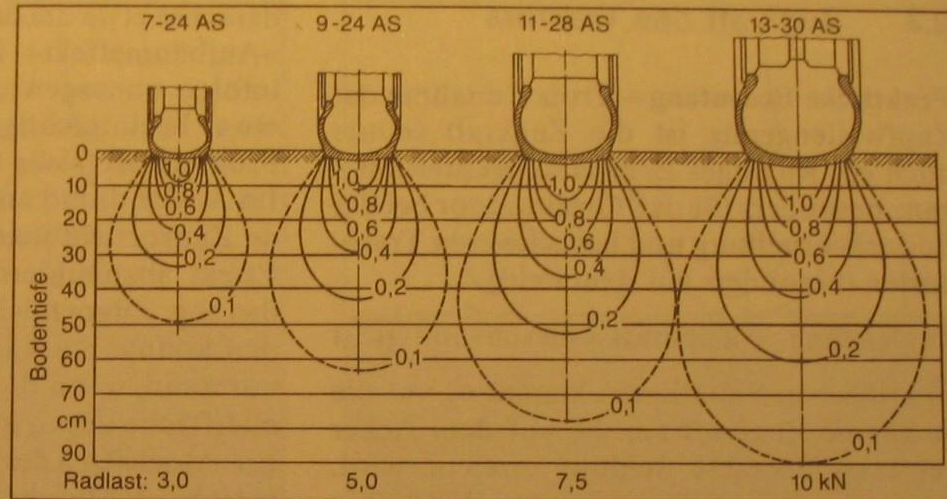
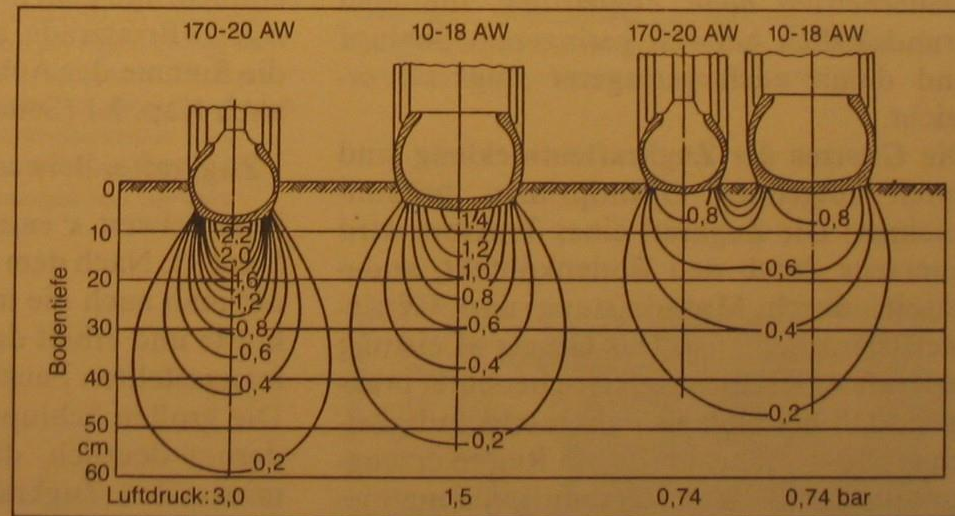


Bild 46 Einfluß eines verminderten Kontaktflächen-druckes auf die Tiefenwirkung des Bodendrucks [38]. Linien gleicher Hauptdruckspannungen mit Werten in bar. Radlast in allen Fällen 7 kN.



Reifendruck - Aufstandsfläche



Reifendruck - Anhänger

Reifendruck – Anhänger

Möglichst geringer Reifendruck am Acker →

- Geringerer Bodendruck
- Zugkraftbedarf sinkt

Beispiel FH Soest –
Güllefass (VOLK 2004)

Reifendruck		Zugleistung
4,0 bar	→	135 kW
1,0 bar	→	110 kW
	→	- 19 %



Spurtiefe bei 1 bar: 8 cm

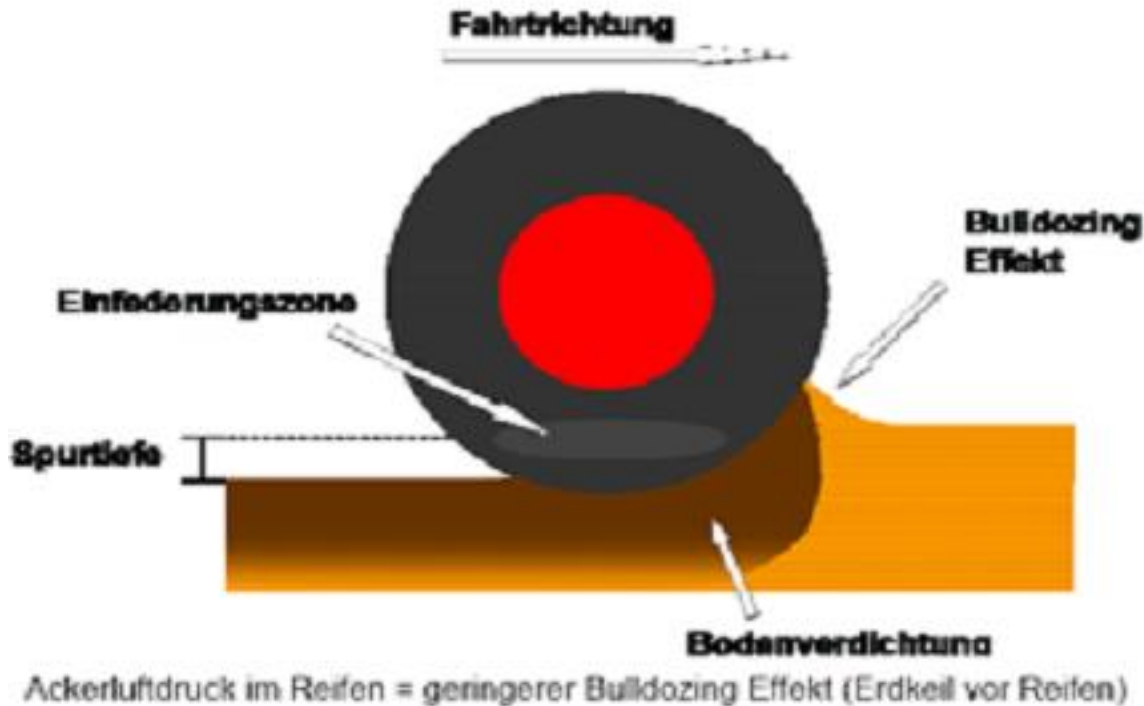
Spurtiefe bei 4 bar: 15 cm

→ Die Senkung des Reifendrucks am Acker vermindert den Zugleistungsbedarf und die Spurtiefe

Folie 4



Bulldozing Effekt



Boden wirkt
wie Bremsklotz
„Bulldozing Effekt“

1cm Spurtiefe kostet
ca. 10 % mehr Diesel

Quelle: Volk, FH Südwestfalen

**1 cm Spurtiefe entspricht
1 % Steigung**

Bodenverdichtung vermeiden

- Radlast verringern
- Überfahrten reduzieren
- Strukturstabilität erhöhen
- Bodenzustand beachten
- Konservierende Bodenbearbeitung
- Fruchtfolge anpassen

Grubber 4,2 m , 18 cm tief



- Laut Anzeige 9,5 km/h
- 200m Schlaglänge
- 800 m² Fläche incl. ein Wendevorgang

BD Johann Sedlmeier
Landmaschinenschule Tresdorf

Ergebnisse bei 2,0 bar Reifeninnendruck

Verbrauch	1,3 ltr
Schlupf	21 %
Zeit	111 sec
Geschwindigkeit	7,5 km/h
Bodendruck	ca. 2 kg/cm ²

Ergebnisse bei 0,8 bar Reifeninnendruck

Verbrauch	1,08 ltr
Schlupf	12 %
Zeit	102 sec
Geschwindigkeit	8,2 km/h
Bodendruck	ca. 0,8 kg/cm ²

Ergebnisse von Messungen umgerechnet

	bei 2,0 bar		bei 0,8 bar
Fahrgeschwindigkeit	7,5 kmh		8,2 kmh
Arbeitszeit/ha	24 Min.	-10%	22 Min.
Dieserverbrauch/ha	16,9 l	-20,4%	14,04 l

Begrünung / Gründüngung

- Formen: Zwischenfruchtbau, Grünbrache und Untersaat
- Gründüngungen ermöglichen eine weitgehend ganzjährige Pflanzendecke und eine intensive Durchwurzelung des Bodens.
- Gemengesaaten erhöhen die Vielfalt und Stabilität des Agrar-Ökosystems.
- Gründüngungen fördern das Bodenleben, verbessern den Nährstoffhaushalt und die Struktur des Bodens.

ABB.: BLÜHENDE GRÜNDÜNGUNGSBESTÄNDE
SIND AUGEN- UND BIENENWEIDEN.
QUELLE: JOHANNES RECHEIS, LK OÖ

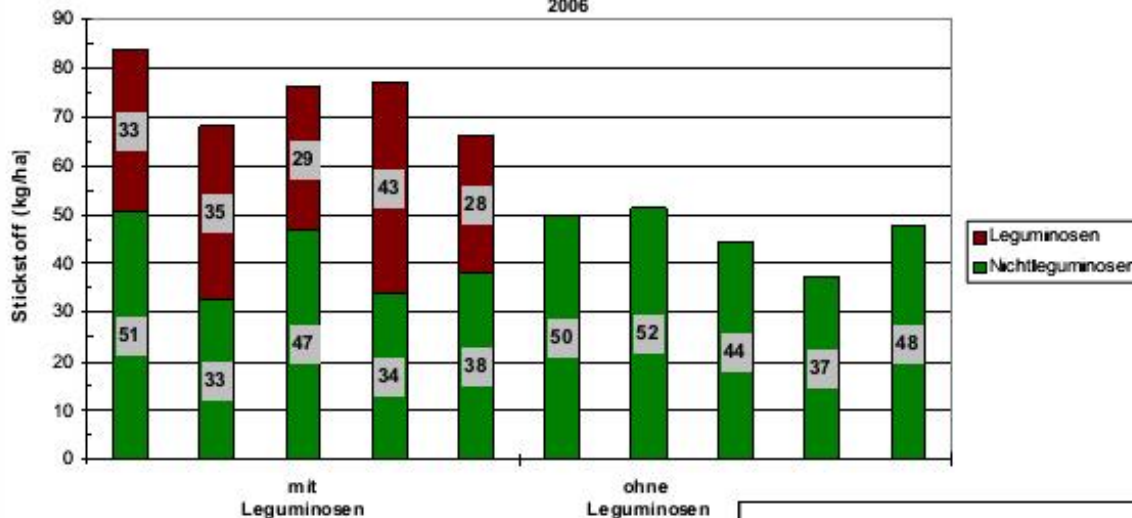


Zwischenfrüchte und Begrünungen

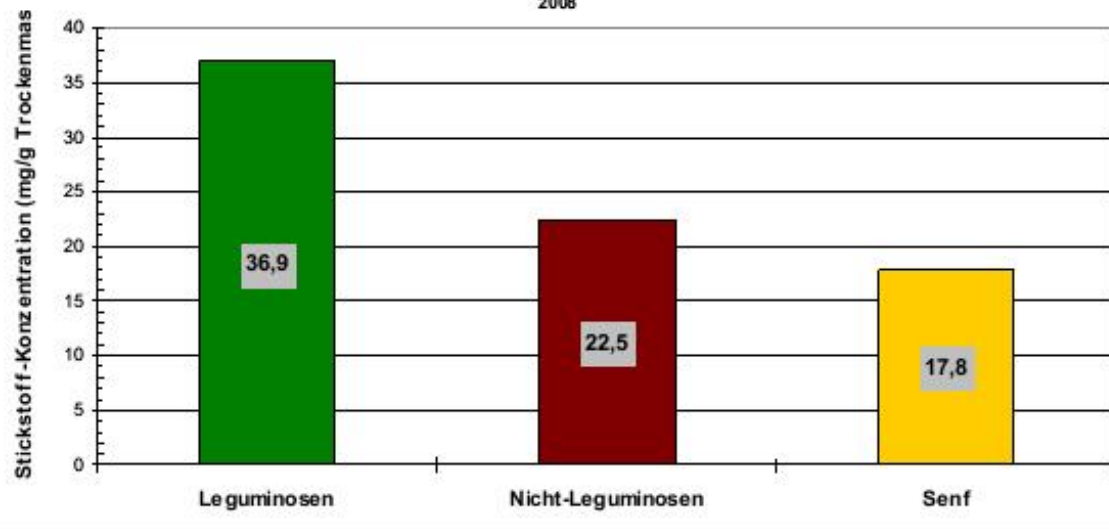
- Erosionsschutz durch Bodenbedeckung
- Gemengesaaten fördern Vielfalt
- Fruchtfolge wird aufgelockert
- Nahrung für das Bodenleben
- Durchwurzelung und Lockerung des Bodens
- vorübergehende Nährstoffkonservierung über die Pflanzenmasse
- verstärkte Nährstoffmobilisierung im Boden

Jahresübergreifende Ergebnisse – Saatgut, Mischungen

Stickstoffmenge in der Biomasse
2006



Stickstoff-Konzentration in der Biomasse
2008





Gemengeanbau

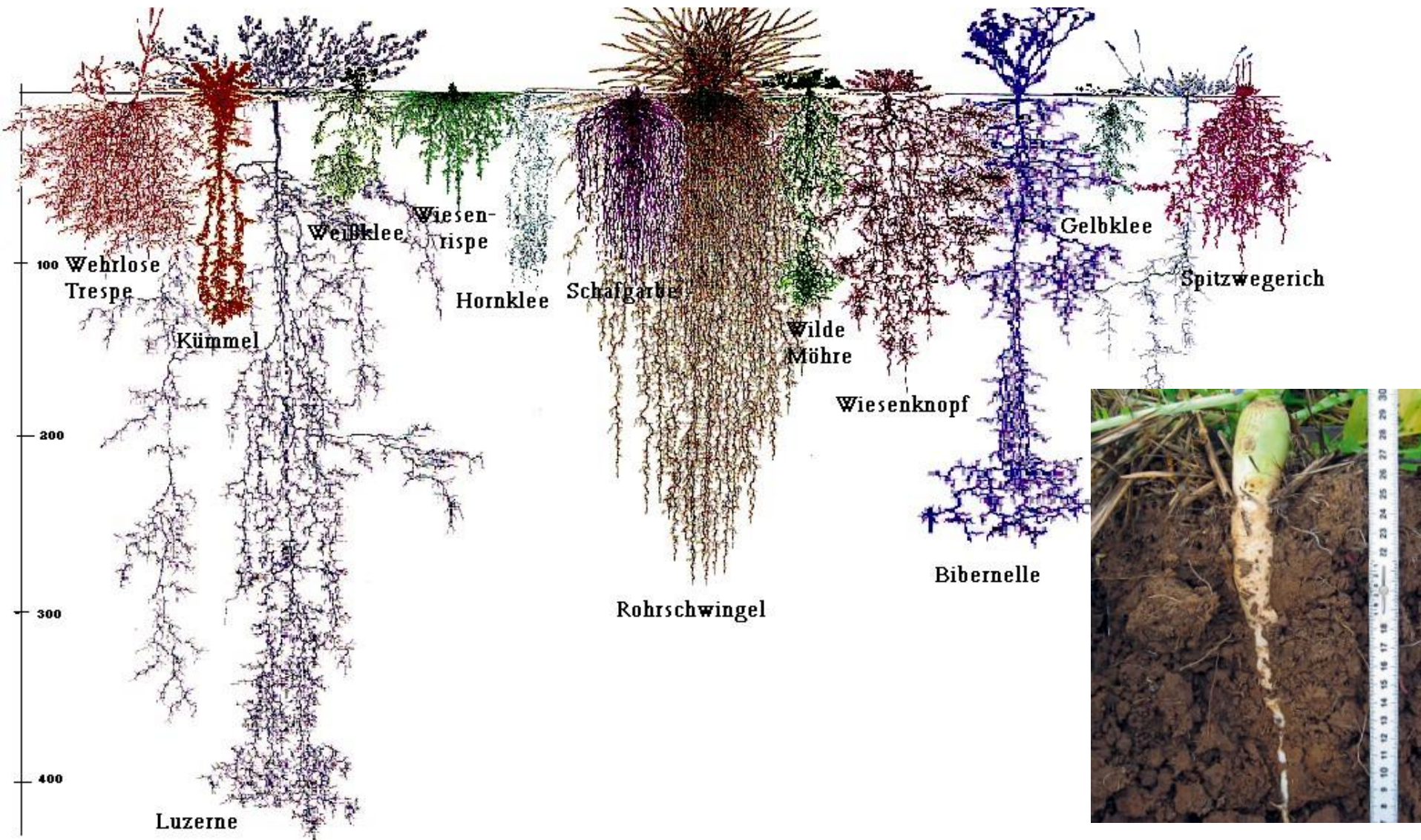


Foto: Harald Schelander



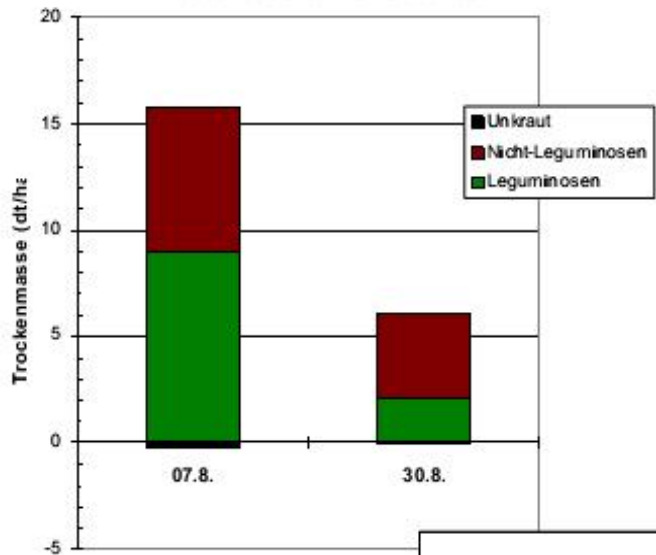
Foto: Harald Schelander

Gemengeanbau

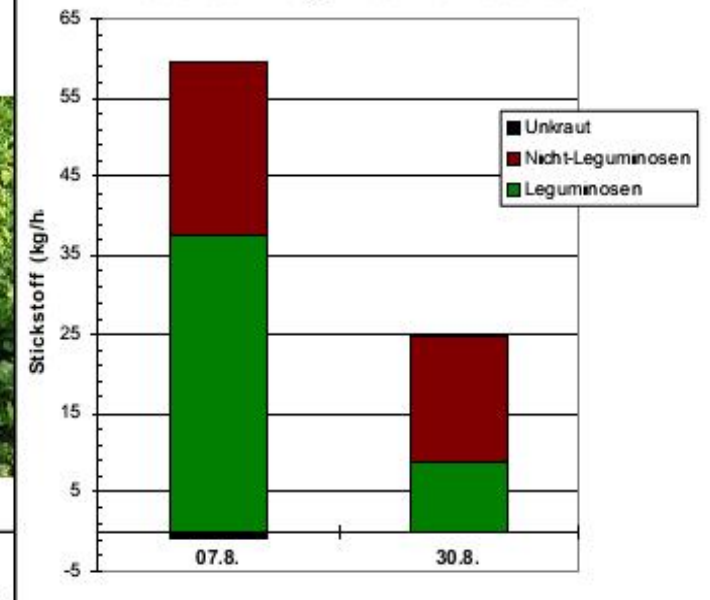


Jahresübergreifende Ergebnisse - Anbauertermin

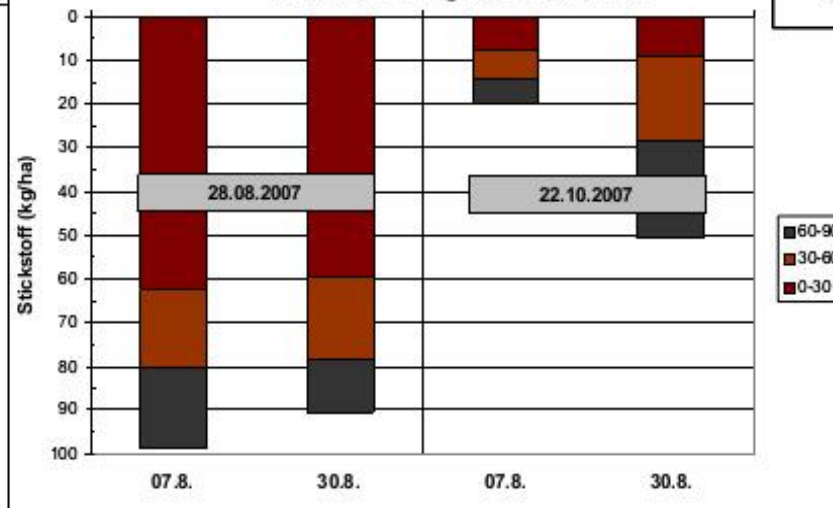
oberirdische Biomasse 2007



Stickstoffmenge in der Biomasse 2007



Stickstoffmenge im Boden 2007



Wurzelbiomasse

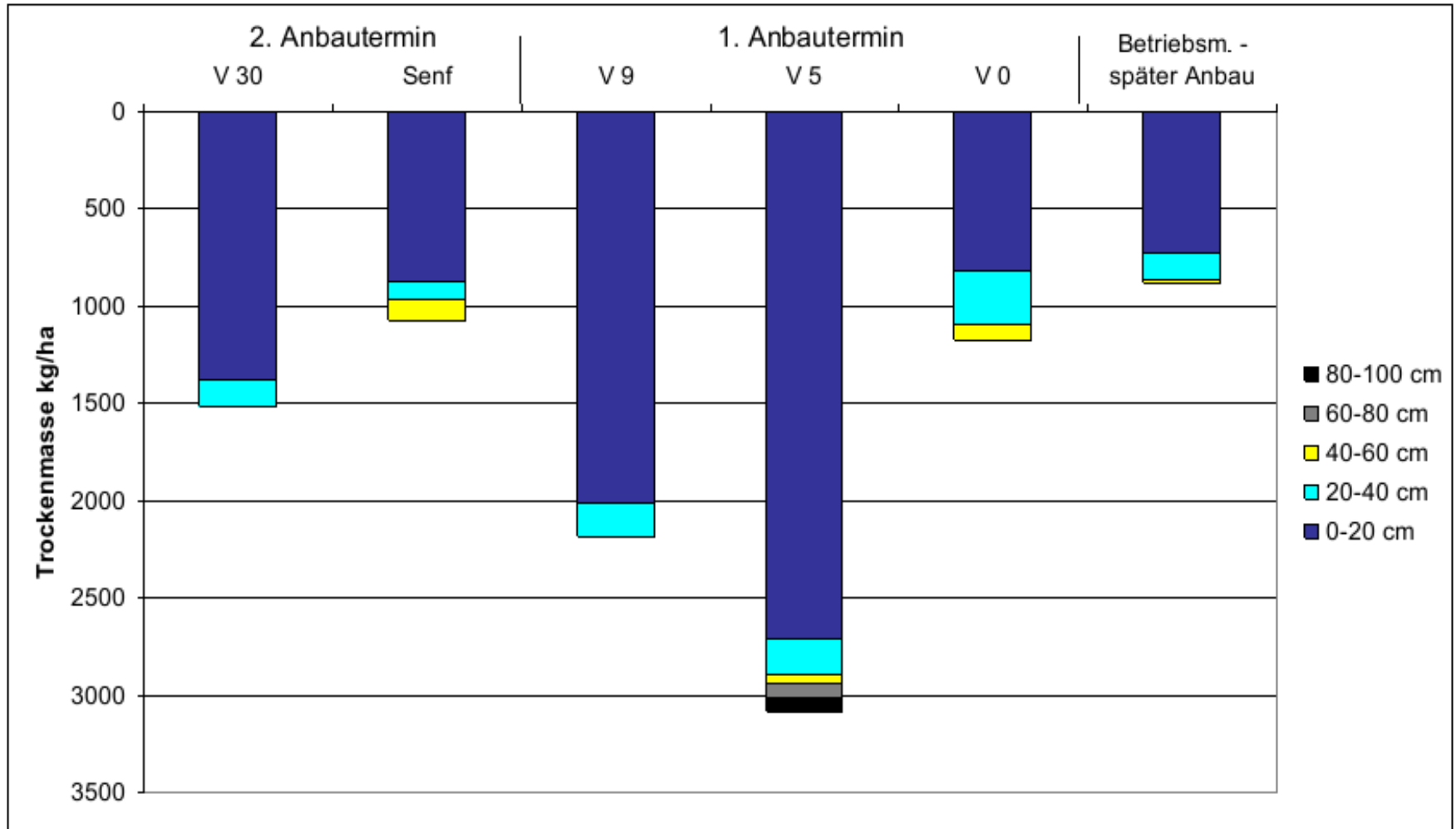


Abb. 11: Wurzelbiomasse am 18. 11. 2010 in unterschiedlichen Tiefen, Trockenmasse (kg/ha).



Ergebnisse:

Kohlenstoff (%)

	C (%) Versuchsprobe 27.10.2008	C (%) Auswaschung	C (%) Versuchsprobe 04.03.2009	C (%) Ausgasung
S	100	6,0	51,6	42,3
N	100	8,6	43,5	47,9
L	100	8,7	43,4	47,8

Stickstoff (%)

	N (%) Versuchsprobe 27.10.2008	N (%) Auswaschung	N (%) Versuchsprobe 04.03.2009	N (%) Ausgasung
S	100	24,5	38,3	37,2
N	100	32,9	48,6	18,5
L	100	32,1	49,7	18,2

„Bodennah bringen“



Beikrautregulierung

Nutzen von Beikräutern

Ein gewisser Besatz an Beikräutern mit hoher Artenvielfalt hat viele Vorteile:

- Konkurrenz zwischen den Arten verhindert ein Überhandnehmen einzelner
- bessere Bodenbedeckung
- intensivere Durchwurzelung des Bodens
- Förderung der Bodenstruktur
- Nahrung und Unterschlupf für verschiedene Nützlinge
- positive Mischkulturwirkung auf Kulturpflanzen

Vorbeugende Regulierungsmaßnahmen

Vorbeugende Maßnahmen

- vielfältige Fruchtfolge
- Förderung einer guten Bodenstruktur
- Vielfalt in der Bodenbearbeitung
- Förderung der Konkurrenzkraft des Kulturpflanzenbestandes
- Verschleppung von Unkrautsamen vermeiden

Direkte Maßnahmen

- Striegeln (Blindstriegeln)
- Hacken

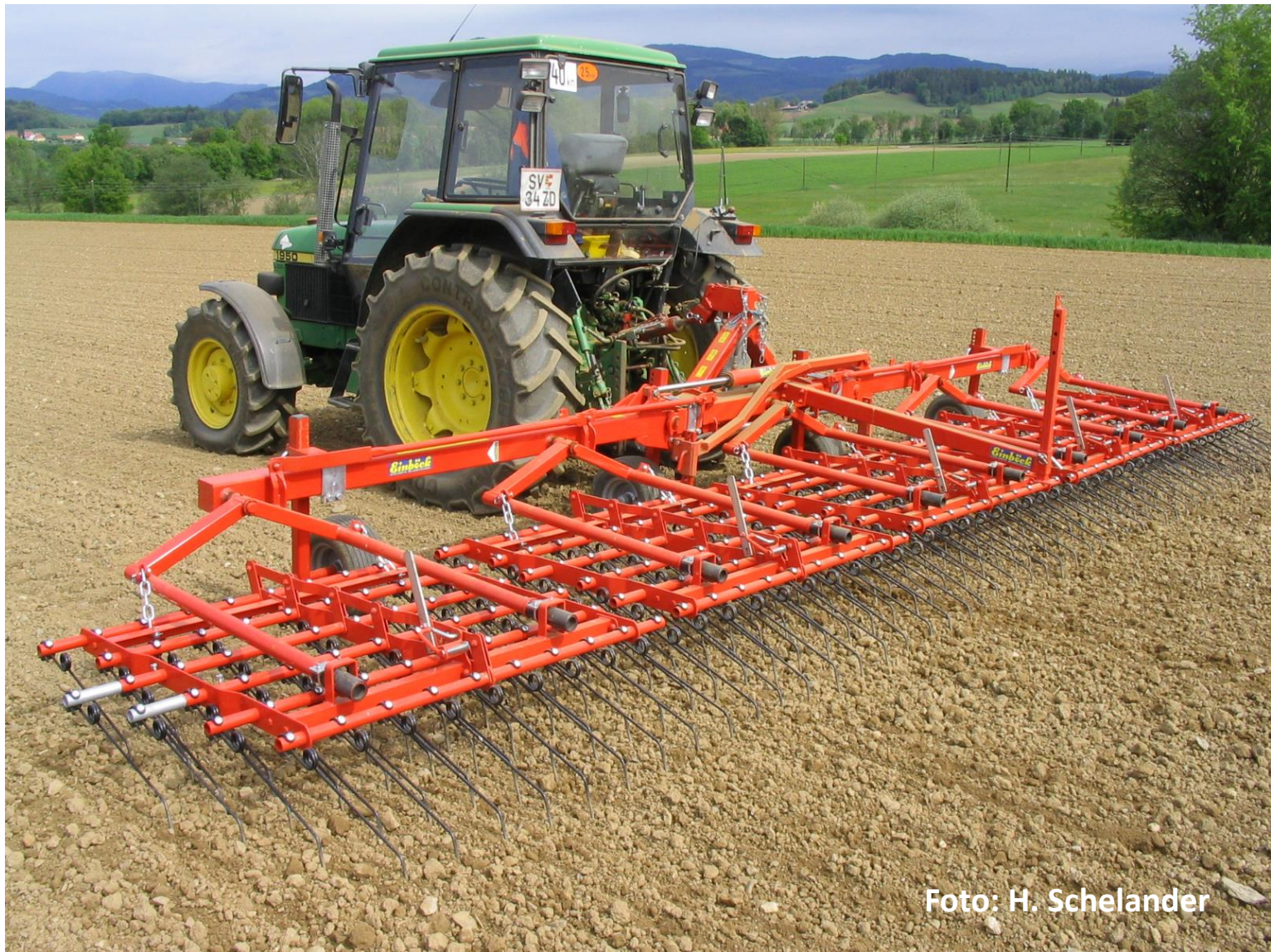


Foto: H. Schelander



Foto: H. Schelander



Foto: H. Schelander



Foto: H. Schelander



Foto: H. Schelander



Foto: H. Schelander



Foto: H. Schelander



Foto: H. Schelander



Foto: H. Schelander



Foto: H. Schelander



Foto: H. Schelander

Fruchtfolge

Ziele

- Bodenfruchtbarkeit (Humusgehalt, Bodenstruktur und Garezustand,..)
- Stickstoffbindung (Leguminosenanbau > 25 Fl.%)
- Unkrautregulierung
- Vorbeugung gegen Krankheiten und Schädlinge (Anbaupausen,..)
- Nährstoffmobilisierung (Durchwurzelung,..)

Fruchtfolge

Auswahlkriterien

- Standorteignung
- Marktverhältnisse
- Futterbedarf
- Arbeitskapazität und Mechanisierungsbedarf
(Spezialkulturen, Anbau, Ernte, Aufbereitung)
- Rahmenbedingungen (ÖPUL,..)

Fruchtfolge

Grundsätze

- Futterleguminosen (Motor der Fruchtfolge)
- Körnerleguminosen als Überbrückung (Anbaupausen)
- Starkzehrer nach Leguminosen
- Schwachzehrer am Ende der Fruchtfolge
- Zwischenfrüchte vor allen Sommerungen
- Wechsel von konkurrenzstarken und –schwachen Kulturen, Sommerungen und Winterungen, usw.

Grundsätze bei der Planung

- **Leguminosenanteil:** optimal 20 – 25 %
- **Getreideanteil:** maximal 50 – 60 %
- **Hackfruchtanteil:** maximal 5 – 25 %

- **Kulturarten abwechseln**

Tief- und Flachwurzler, Blatt- und Halmfrüchte, Humuszehrer und -mehrer, usw.

- **ganzjährige Pflanzendecke**

durch Zwischenfrüchte, Untersaaten, Begrünungen

- **Anbaupausen einhalten**

um Fruchtfolgekrankheiten zu vermeiden

- **hohe Vielfalt**

durch Mischkulturen, Gemenge, Zwischenfrüchte, Untersaaten, usw.

Sortenwahl



Foto: H. Schelander

Sortenwahl



Leguminosen

Leguminosen können in Symbiosen mit Knöllchenbakterien große Mengen an Luftstickstoff binden.

Über- oder mehrjähriger Leguminosenanbau

- kann den Stickstoffbedarf nachfolgender Kulturen decken
- führt zu einer besonders intensiven Durchwurzelung des Bodens
- trägt zum Humusaufbau und zur Krümelbildung bei
- unterdrückt und reguliert Unkräuter effektiv

Leguminosen

- Spielen zentrale Rolle im Bio-Ackerbau
- Fähigkeit zur Luft-N-Bindung
 - Symbiose zwischen Pflanzen und Bakterien
- empfindlich auf Bodenverdichtungen
 - luftgefüllte Poren
- N-Fixierung nur bei N-freien Böden
 - N-Fixierung ist energieintensiver Prozess
 - freier N wird bevorzugt aufgenommen
 - Humusmehrer → Humuszehrer

Knöllchenbesatz kontrollieren





**Runter vom Traktor
und ran an den Spaten**