

Ganzheitliche Betrachtung

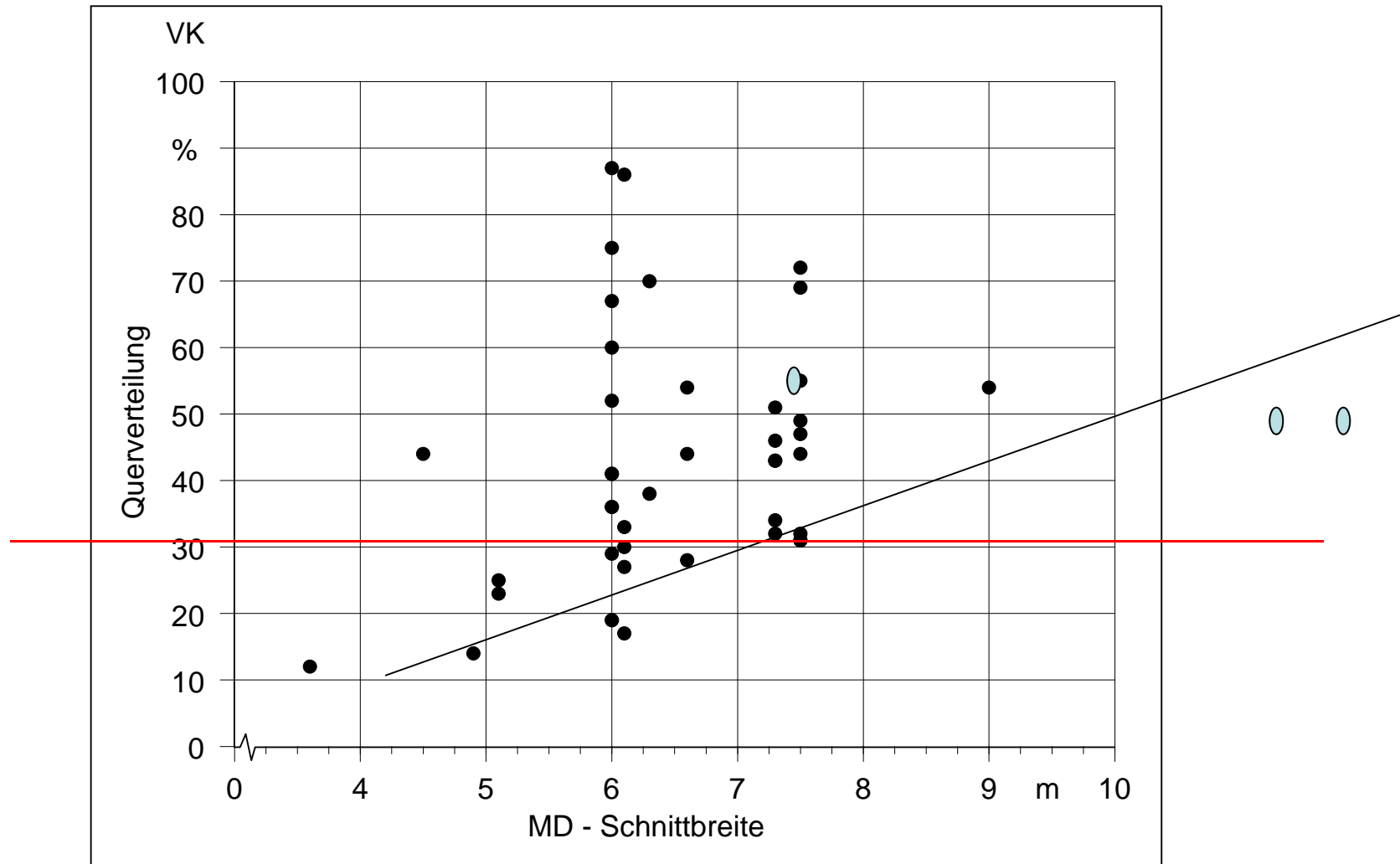
- Ernte
- Stroh
- Bodenbearbeitung
- Saat
- Boden schonendes Befahren
- Neuentwicklungen
- Bewertung

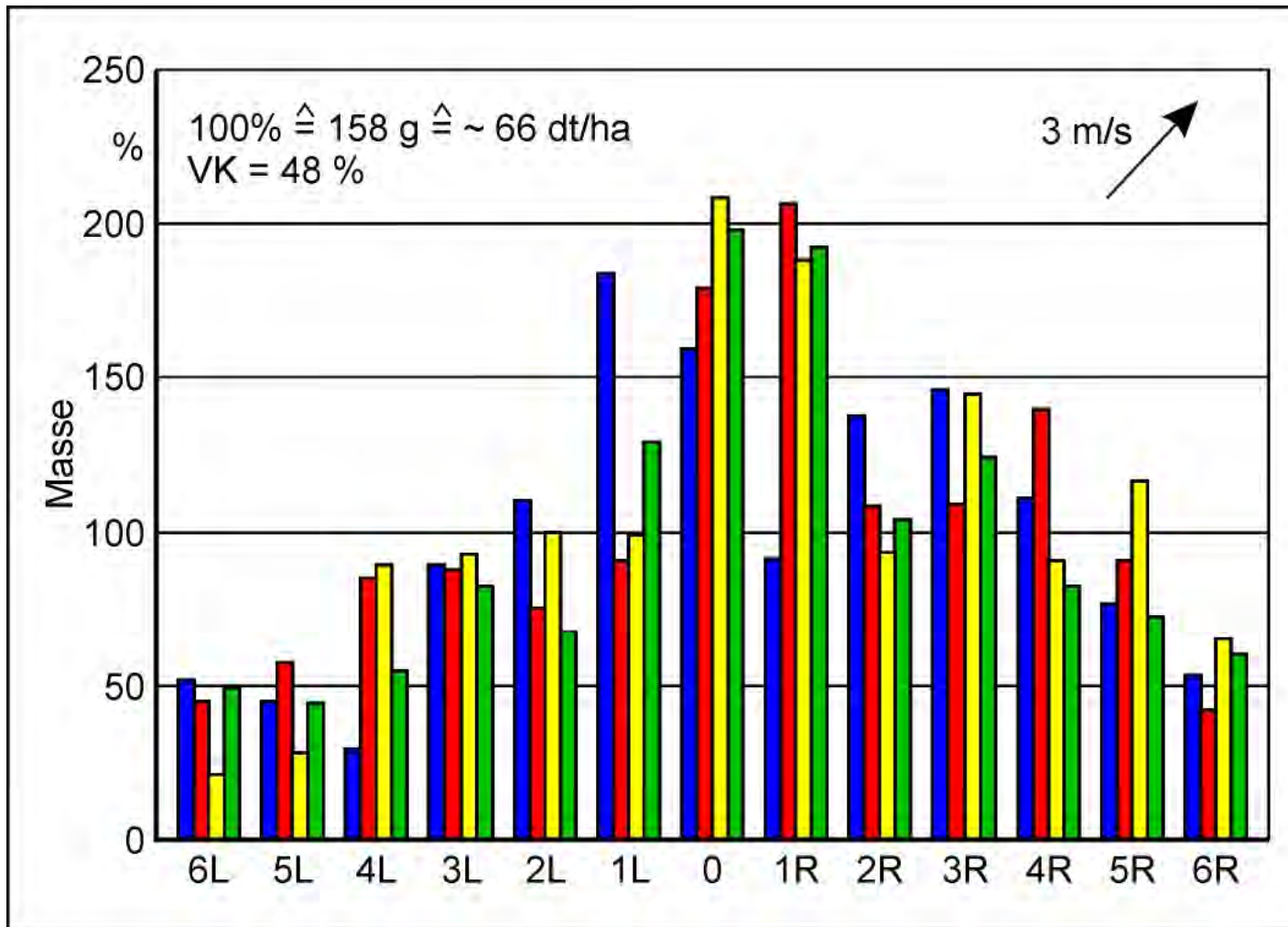
MD - Arbeitsbreiten > 10m



CR 9090, Lex770

Variationskoeffizient (%) von 38 Mähdrescher in Abhängigkeit von der Arbeitsbreite



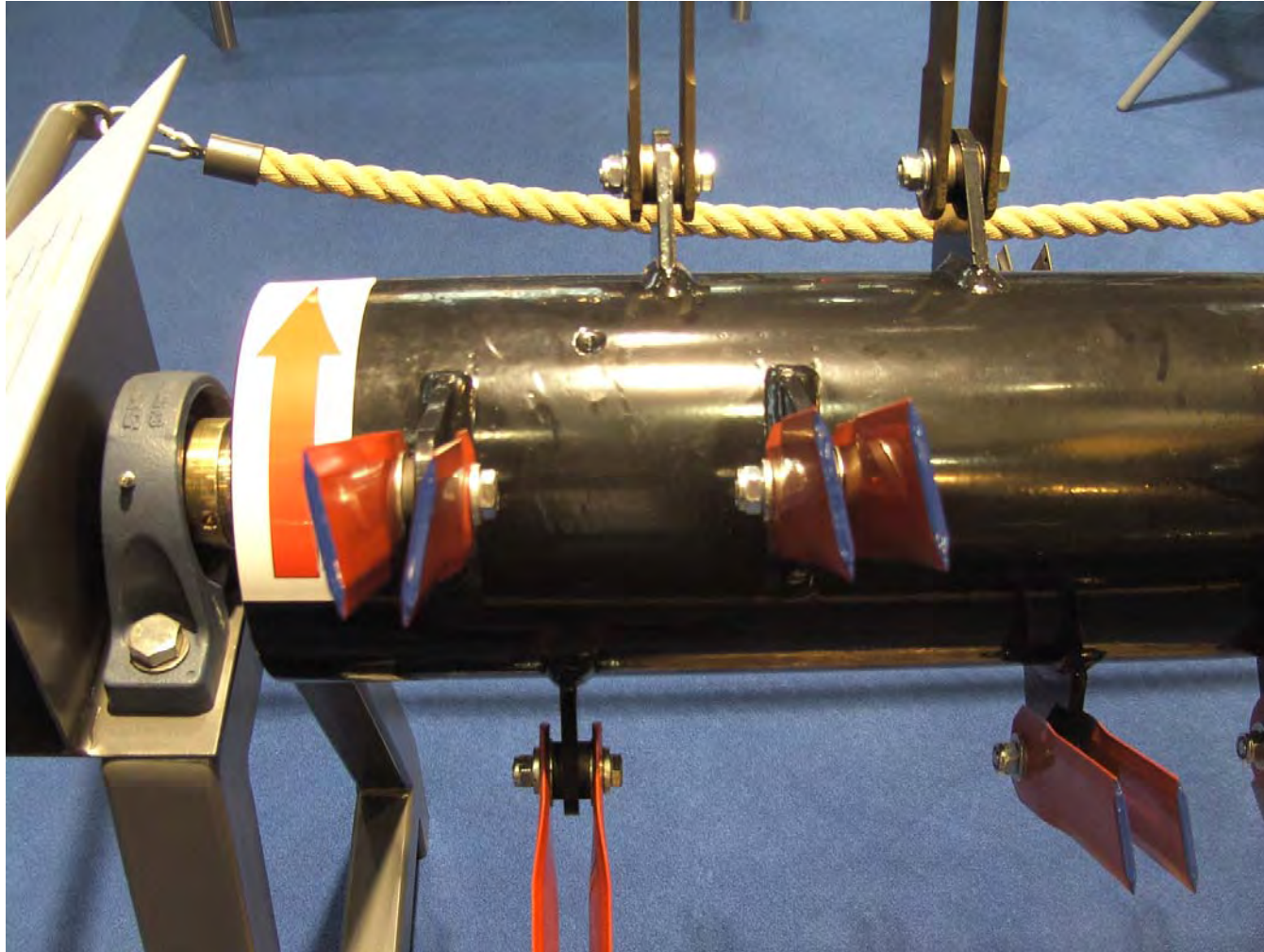


Strohquerverteilung nach dem Mähdrusch

Voßhenrich, Brunotte

Lösungsansatz durch Spezialklingen

Muster Fa.Raspe



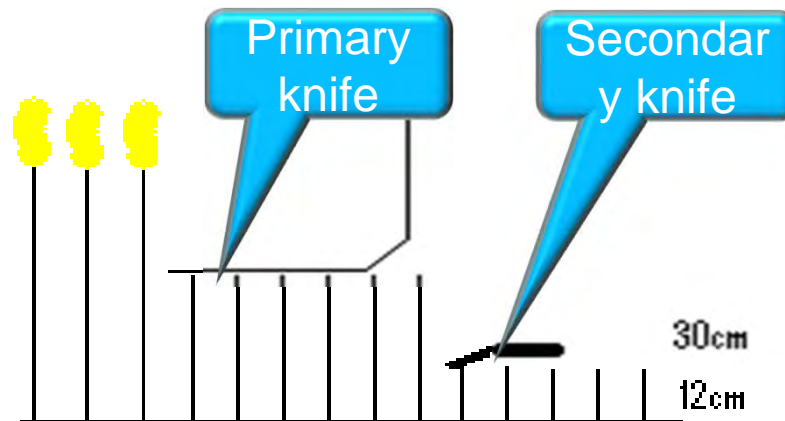
Strohverteilung 2007 – Versuch mit Fa. Raspe



Lösungsansatz durch zweite
Schnittebene

DUALSTREAM HEADER

Function



Jonas Groß

New Holland

Strawdistribution-Test



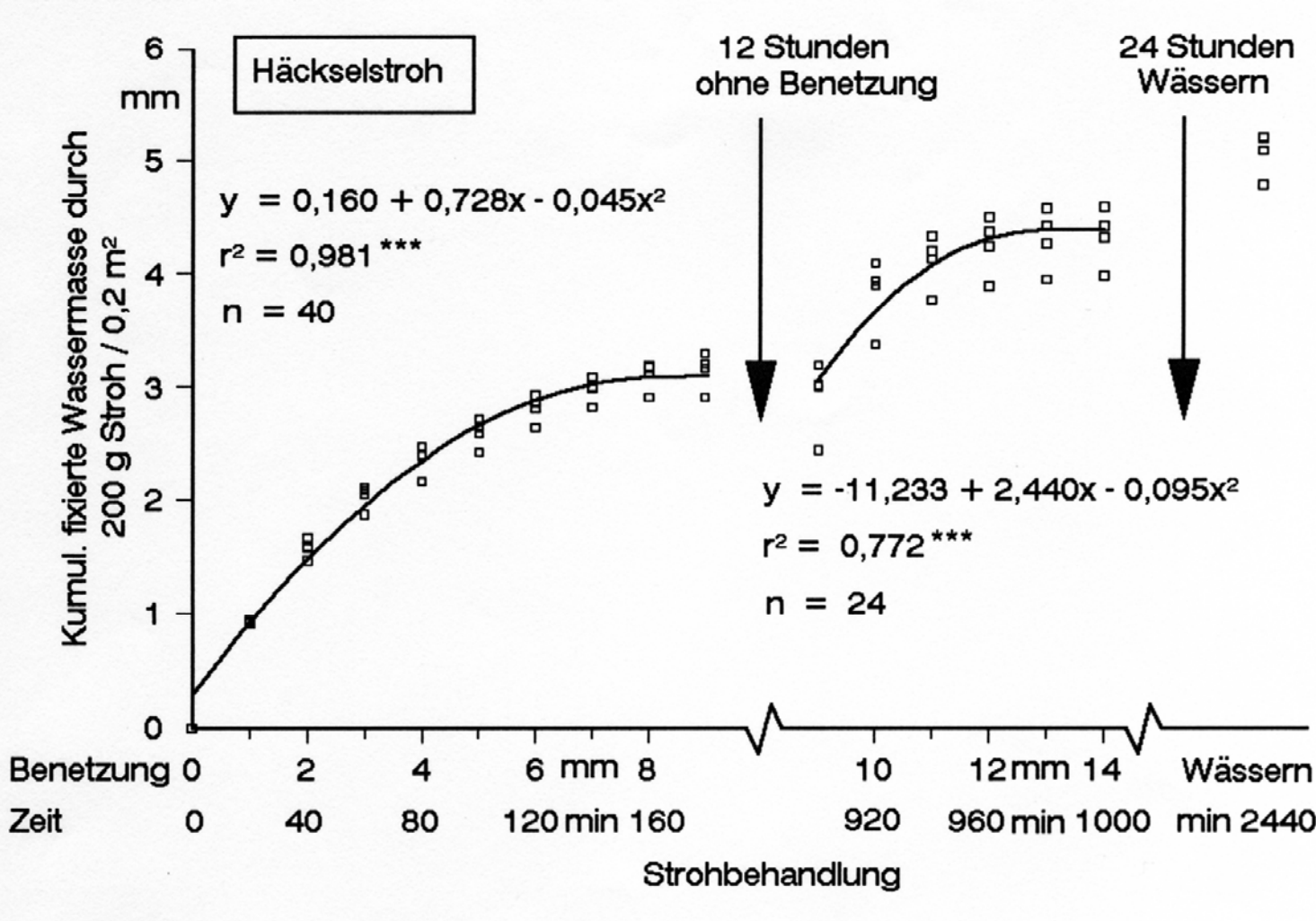
Wirkung von Stroh an der Bodenoberfläche

Stroh als Isolierschicht

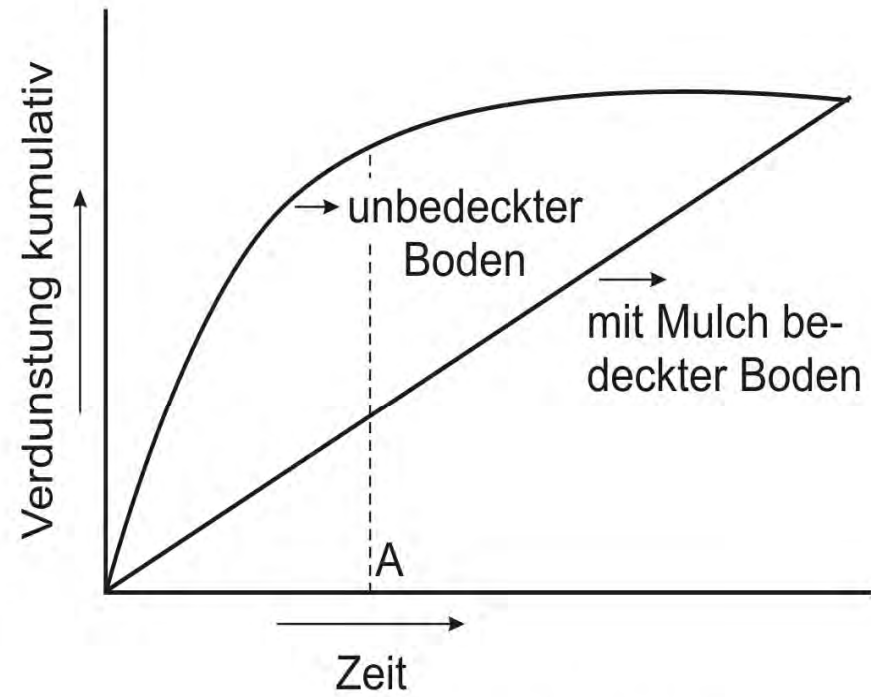
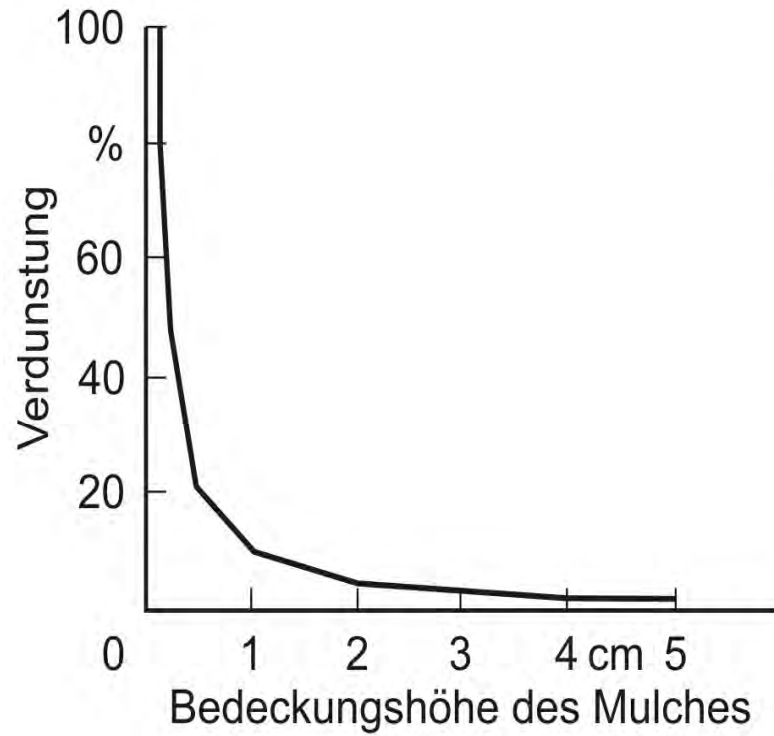
-Niederschlag

-Verdunstung

Wasseraufnahme durch Stroh



Literatur: Verdunstung



nach Phillips, R. E., 1984, geändert

Stroh als Isolierschicht Praxisversuch









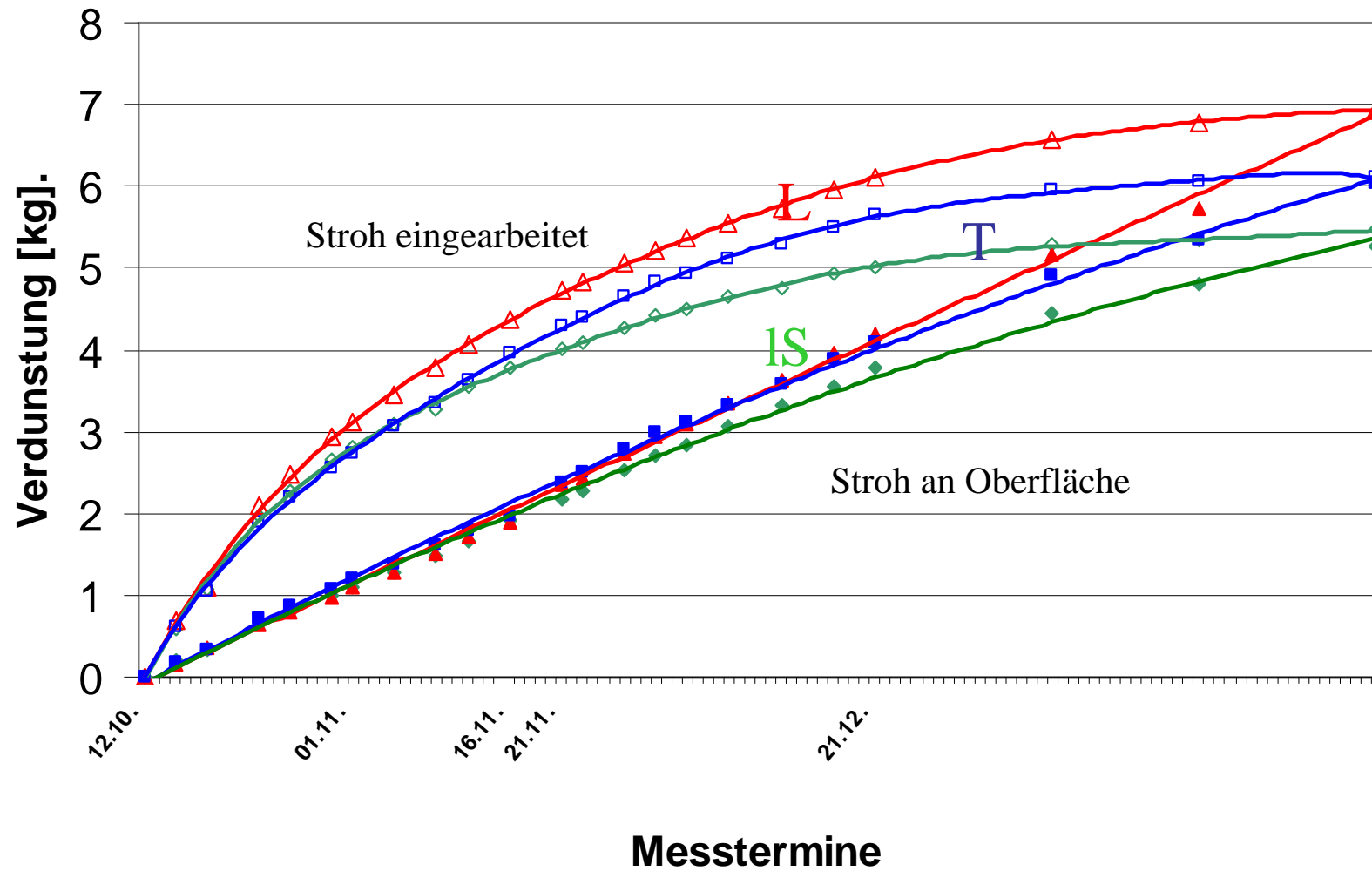
Fazit: Stroh an der
Bodenoberfläche beeinflusst die
Bodenfeuchte und kann
limitierend sein!

Stroh als Isolierschicht Laborversuch





Verdunstung in Abhängigkeit von der Bodenart und der Stroheinarbeitung

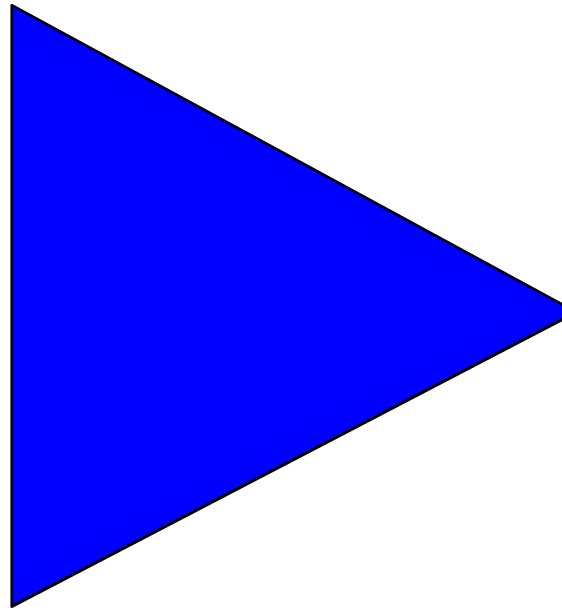


Keimhemmende Wirkungen durch **Stroh**

Verteilung

Zerkleinerung

Ertragsniveau

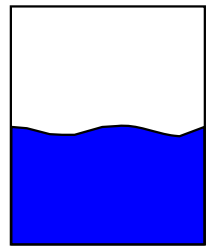


Ausmaß

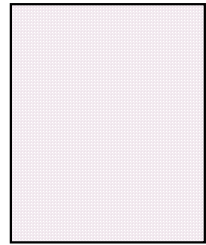
physikalischer
und chemischer

Wirkungen

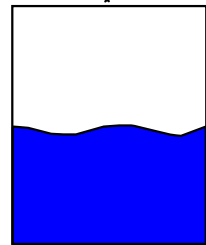
Wirkungen durch Stroh im Saatbett



Keimhemmendes Extrakt
aus Stroh



Bodensubstrat (sL)



Filtrat nicht mehr
keimhemmend

Stroheinarbeitung:
Häckselqualität
Stoppellänge

Stoppellänge:

10 cm

30 cm



1. AG: flache Stoppelbearbeitung

10 cm Stoppel: flache Bearbeitung (4-6 cm)



20 cm Stoppel: flache Bearbeitung (6-8 cm)



30 cm Stoppel: flache Bearbeitung (8 cm)



40 cm Stoppel: **Schlegelhäcksler** + flache Bearbeitung (4-6 cm)



Arbeitstiefe:
Flach oder tief ?
Was ist möglich?

Begrenzender Einfluss

- Sauerstoffversorgung (Luftporen $< 10\%$)
- Dichtlagerung

Sand, Schluff, Ton $> 10\%$,

Grundwasser, Stauwasser, trockener Boden

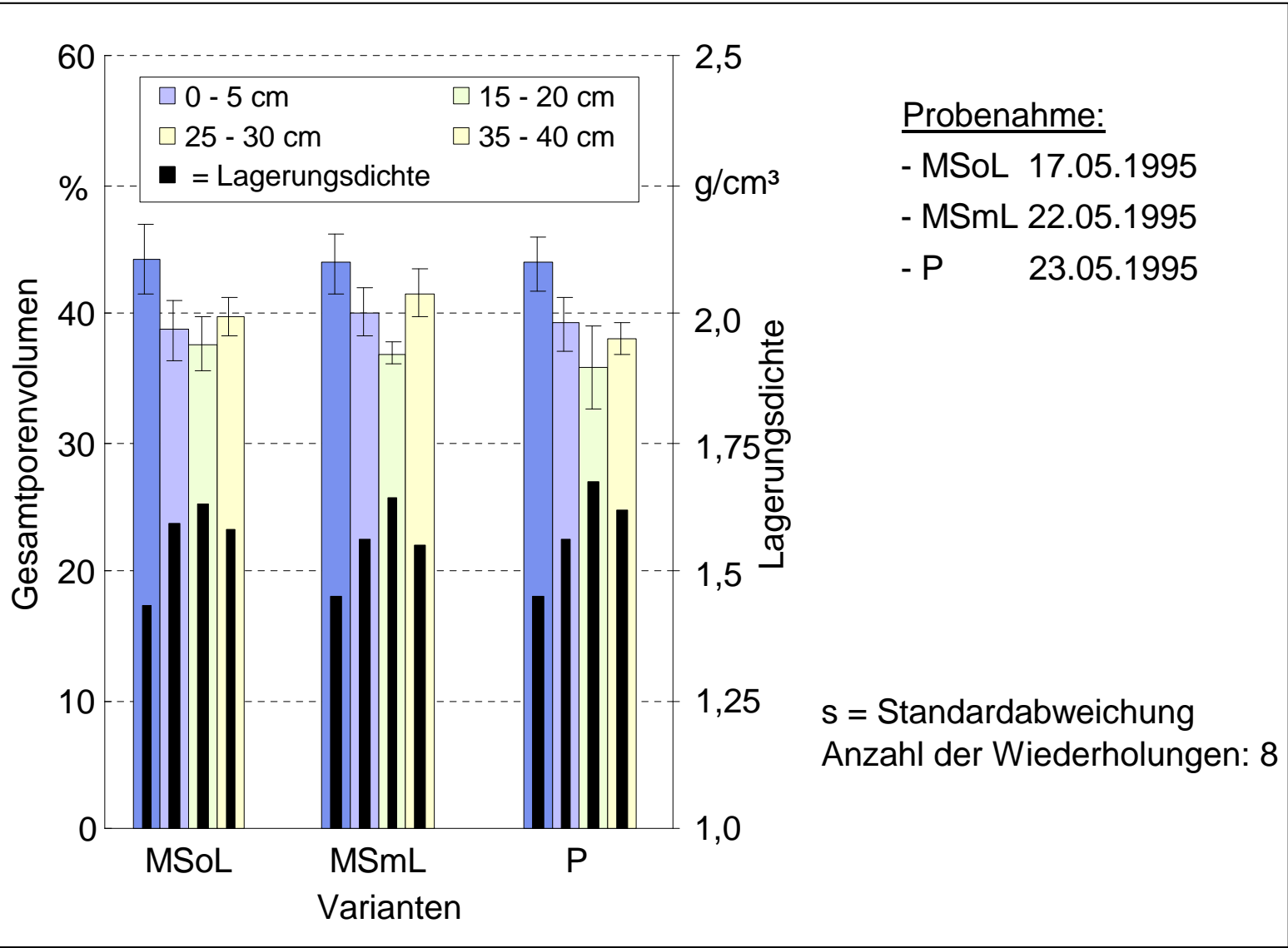
Henne, Dez. 2004



Pseudogley

Bodenverdichtung

Eine Pflugsohle ist auf lehmig-sandigem Standort nach 10 Jahren pflugloser Bearbeitung noch erkennbar!



Voßhenrich

Gesamtporenvolumen (%) und Lagerungsdichte (g/cm³)





Umstellung von Pflug auf Grubber vor 12 Jahren

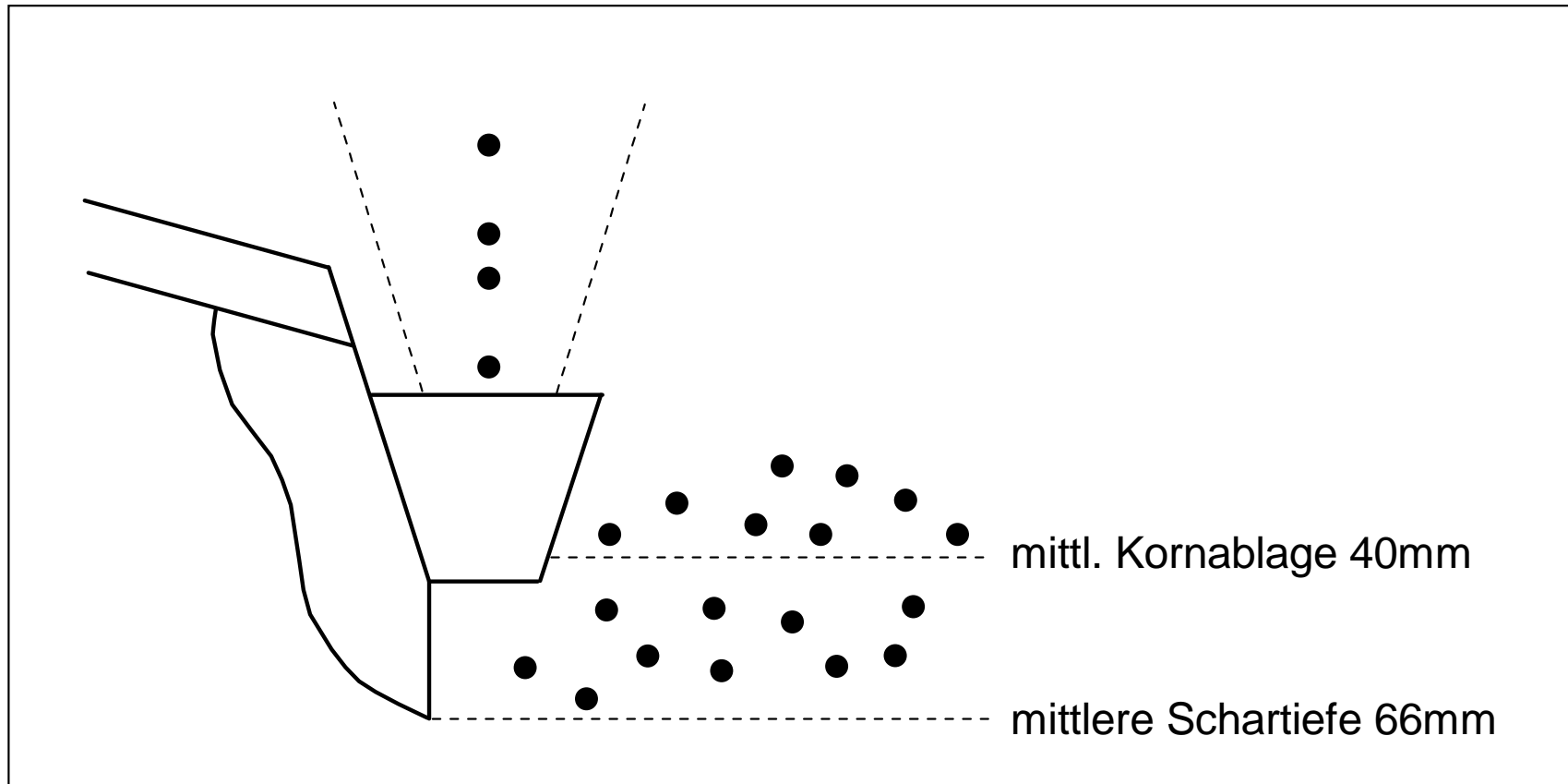


weiche Übergänge

Grundregel bei Übergang zu weniger Lockerung

- Für verdichtungsfreie Flächen vorsorgen.
- Letzte tiefe Grundbodenbearbeitung unter trockenen Bedingungen durchführen.
- Einstieg muss geplant sein.

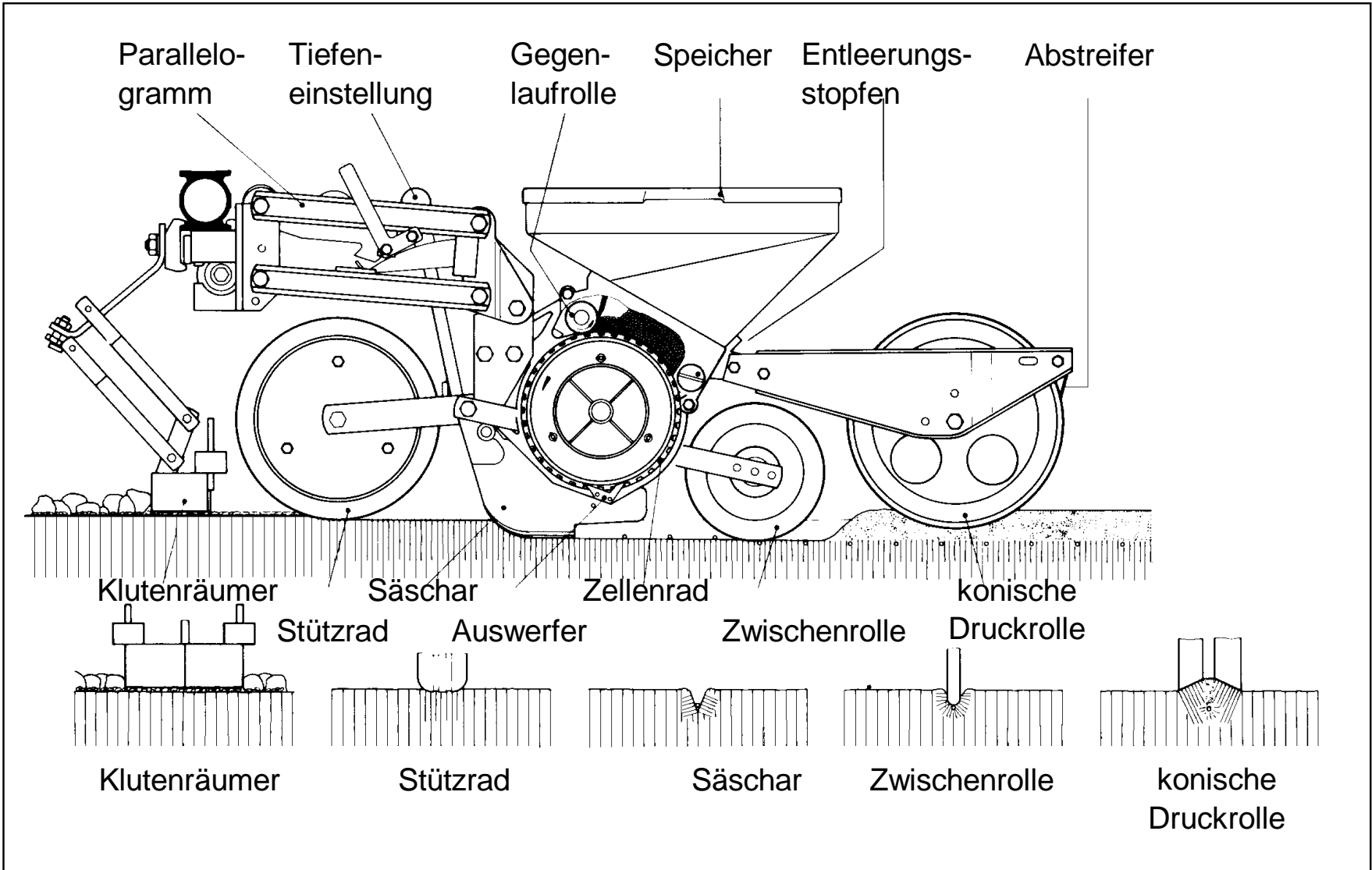
Sätechnik



Voßhenrich

Verlauf der Tiefe von Schar und Kornablage
(nach Boll und Isensee, geändert)





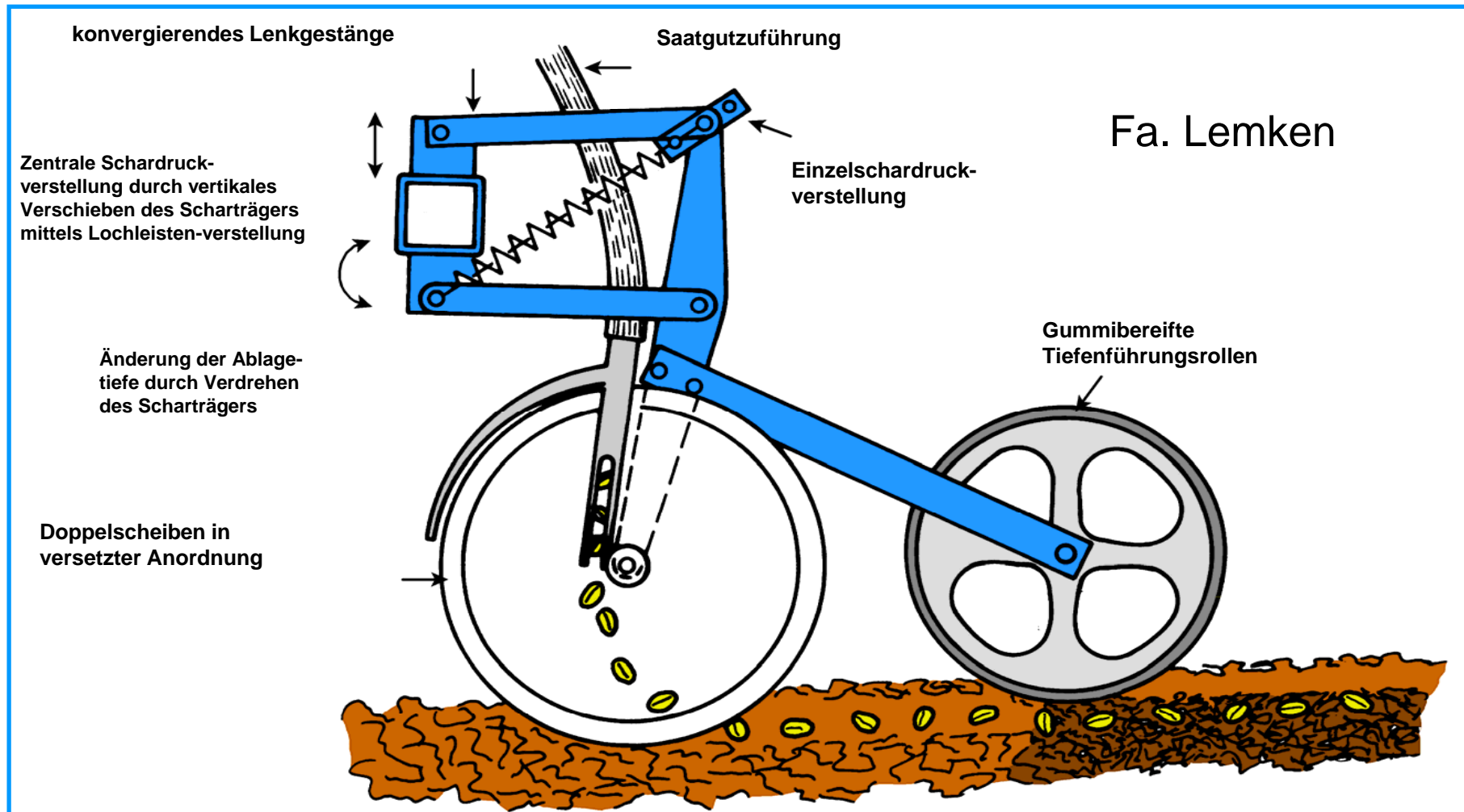
Voßhenrich

Einzelkornsäegerät (FA. FÄHSE)



Beispiel für moderne Getreide-Ablagetechnik

-mulchsaattauglich durch kontrollierte Scharführung-



Saat: RA für Getreide, Raps, ZR, Mais

12,5 25 37,5 50 75 cm



Getreide



Raps, (Erbsen, Bohnen)



ZR



Mais

Technik → Häcksler/Mulcher

- Mais: Mykotoxine, Zünsler
- Raps: Ausfallraps, Phoma
- Getreide: Langstoppel

- Allgemein:
 - Rottebeschleunigung
 - Abtöten von Schaderreger
 - optimale Bedingungen für BB+Saat

- Größter limitierender Faktor: siehe Maisernte

Technische Systeme zur Zerkleinerung von Stroh

schneidend



schlagend



Überfahren langer Stoppeln bei Mais ist Realität in der Praxis und limitiert den Erfolg!



Erst dann, wenn dieses Problem gelöst ist, macht der Einsatz von Schlegelmulchern wirklich Sinn!







Amergau 2013

Neuentwicklungen

Neuentwicklung



Schlagleiste verstellbar



Schlagleiste weit



Schlagleiste eng

Neuentwicklung



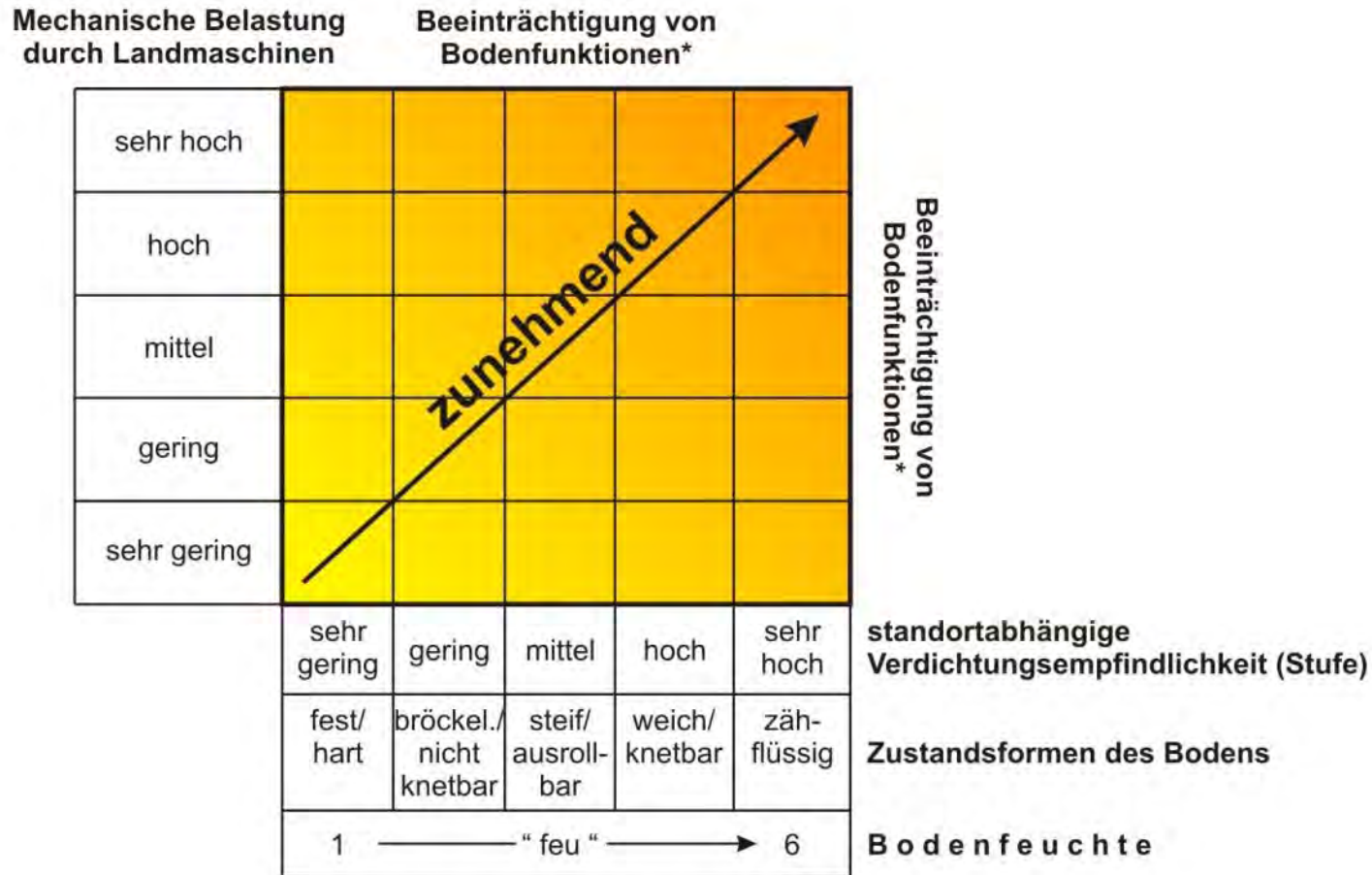




Kontrolliertes Befahren

- Planungsebene:
 - Investition
 - Einsatz im Erntejahr
- Schlagebene:
 - Befahrbarkeitssensor
(Aufstandsfläche maximieren)
 - Gefügeansprache

Entscheidungsmatrix für den standortangepassten Maschineneinsatz als Planungsinstrument

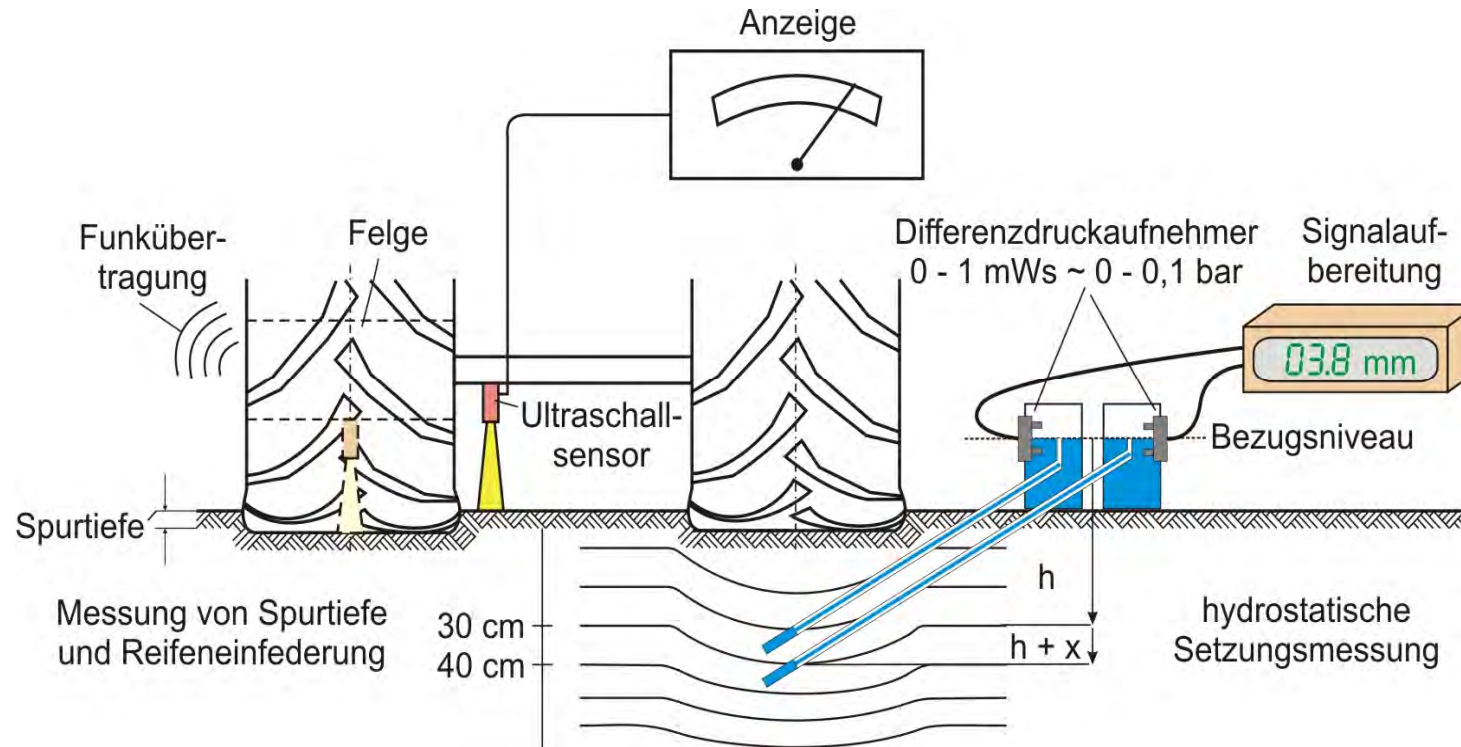


* (LK, kf, TRD, Bestimmung gemäß Feldgefügeansprache)



Brunotte

Kontrolliertes Befahren: Befahrbarkeitssensor: Messung von Reifeneinfederung Spurtiefe und Bodensetzung (Brunotte et al. 2011)



1. **Setzungsmessung (Prinzip Schlauchwaage) an ausgewählter sensibler Stelle im Feld informiert über elastische/plastische Verformung im Boden (Auflösung: 0,1 mm)**
2. **Ultraschallsensor unter Achse erfasst zugehörige Spurtiefe (cm) auf Maschine online**
3. **Wenn bleibende Setzung → Verringerung von Radlast und Reifeninnendruck und Überwachung der Reifeneinfederung mithilfe Sensor in der Felge**

Bodenansprache für den Praktiker

Bewertung

Einfache Feldgefügeansprache für den Praktiker



Dr. Brunotte

Dr. Heyn

Frau M. Senger

Dr. Voßhenrich

Einfache Feldgefügeansprache für den Praktiker

Ziel:

Diese Anleitung soll helfen aus dem aktuellen Zustand des Gefüges Schlussfolgerungen für ein bodenschonendes Bearbeiten und Befahren abzuleiten

Einfache Feldgefügeansprache für den Praktiker (2. Auflage)

1. Analyse des Gefüge-Zustands
2. Planung der geeigneten Vorgehensweise für die Bodenbearbeitung



6 PARAMETER vorrangig an Profilwand zusätzlich am Aushub durchführbar		erwünscht	EIGENSCHAFTEN	unerwünscht		
1 Struktur der Oberfläche	<ul style="list-style-type: none"> intakte stabile Aggregate organische Reststoffe: Länge, Durchmesser, Verteilung optimal für Rotte Bedeckungsgrad (Fächer zur Bestimmung) Reststoffe in RW-Gänge hineingezogen RW-Losung vorhanden Rissbildung zur Regeneration 	++	+	0	-	--
2 Durchwurzelung des Bodens	<ul style="list-style-type: none"> durchgängig über alle Horizonte Wurzeldichte-Verteilung gleichmäßig Wurzeln in Schrumprissen und RW-Gängen vorhanden 	++	+	0	-	--
3 Makroporen/ Bioporen	<ul style="list-style-type: none"> RW-Losung an der Oberfläche / im Profil Regenwurmgänge im Profilboden und in der Profilwand vorhanden RW-Gänge durchzogen mit Wurzeln Risse, Röhren, Hohlräume vorhanden und vertikal orientiert 	++	+	0	-	--
4 Gefüge und Verfestigung	<ul style="list-style-type: none"> Gefüge: porös, locker, fein aggregiert bei Druck zwischen Fingern zerfallend zerfällt bei Abwurfprobe und zerkrümelt Messereinstich ohne Widerstand möglich 	++	+	0	-	--
5 Organische Reststoffe	<ul style="list-style-type: none"> nach Saat gleichmäßig an der Oberfläche verteilt gleichmäßig in die Krume eingearbeitet Vorfruchtreste in der Krume gut verrottet gleichmäßige Wurzelentwicklung 	++	+	0	-	--
6 Farbe und Geruch	<ul style="list-style-type: none"> Farbe kann Hinweis für Horizontbeschreibung sein gleichmäßig braune Farbe Boden riecht angenehm erdig 	++	+	0	-	--

Bewertung der Analyse

Beurteilung nach Addition der Einstufungen aus den 6 Parametern

- + Gefüge in Ordnung, Vorsorge erfüllt (max. 12 mal +)
- 0 Gefüge noch zufriedenstellend, Vorsorge intensivieren
- Gefüge kritisch, Sanierung ggf. erforderlich (max. 12 mal -)



Einfache Feldgefügeansprache

für den Praktiker (2. Auflage)

Grundsätzliches

Ziel:

Diese Anleitung zu einer einfachen Feldgefügeansprache soll helfen, aus dem aktuellen Zustand des Gefüges Schlussfolgerungen für ein **Boden schonendes Bearbeiten und Befahren** abzuleiten. Jeder Standort (Sand, Lehm, Ton) ist in seiner Eigenart und Vollkommenheit zu betrachten und kann bei optimalem Gefügezustand die Höchstbewertung erreichen – es geht nicht um eine Abstufung der Bodenarten zueinander.

Günstiger Zeitpunkt:

1. Ende April / Anfang Mai, da Bodenfeuchte optimal und Bestandesentwicklung zu sehen
2. generell auf Stoppelacker im September / Oktober nach Aberntung der Vorrüchte bei günstiger Bodenfeuchte

Material:

- stabiler Spaten (scharfkantig)
- Hacke ohne Stiel (scharfkantig), ca. 5-10 cm breit
- stabiles Messer, Zollstock
- 1 Stunde Zeit, Motivation

Anlegen der Profilgrube:

- Es wird ein Kompromiss gewählt zwischen dem „Bodenziegel“ bei einer Spatendiagnose und einer begehbareren Profilgrube durch Minibagger angelegt.
- Mit dem Spaten wird ein Loch an einer oder mehreren **repräsentativen Stellen** im Acker ausgehoben (gute und kritische Stellen vergleichen).
- Maße: 100 cm Länge / 50 cm Breite / 50 cm Tiefe (ca. 2 Spaten tief)
- Über diese Tiefe können die wichtigsten Parameter / Kenngrößen betrachtet werden. Die farbliche Veränderung des Bodens hilft, die Schichten voneinander abzugrenzen, z.B. **Oberfläche / bearbeitete Krume / Krumbasis / krumennaher Unterboden**.
- Am günstigsten kann die Feldgefügeansprache und die Feinpräparation erfolgen, wenn sich die Person nach Aushub der Grube auf den Acker legt – so sind Abstand und Blickwinkel zur Profilwand für eine genaue Ansprache optimal.

Bilder Vorderseite:
Dr. Heiner Voßhenrich, GKB | links: 1, 2, 3 | rechts: 1, 2, 3
FAO, Rom | links: 4 | rechts: 4
Berthold Ortmeier, vTI | links: 5, 6
Dr. Joachim Brunotte, vTI | rechts: 5
UL, Freising | rechts: 6

Vorgehensweise

1. Aushub der Grube (Spaten, Zollstock):

Einen ersten Eindruck über den Bodenzustand bekommt man bereits beim Einstechen mit dem Spaten (vgl. Spatendiagnose). In Abhängigkeit von der Bodenfeuchte kann der Eindringwiderstand variieren. Hierdurch wird die Schichtung des Bodens deutlich und sagt etwas über die Eigenart und Lagerung der Bodenpartikel aus.

Beim Aushub der Grube sollten „**Bodenziegel**“ (=Spatendiagnose) aus unterschiedlichen Tiefen / Horizonten (Krume, Krumbasis, naher Unterboden) für eine Abwurfprobe aus 1 m Höhe (bei Sand < 50 cm) genutzt werden (eine Fahrgasse ohne Stroh eignet sich gut als harter Untergrund für die Abwurfprobe). So kann der Verfestigungsgrad (Abb. 4 re) bzw. der Zusammenhalt der Aggregate überprüft werden.

2. Feinpräparation des Profilgrubenbodens:

Die Verbindung und Verzahnung von Krumbasis und nahem Unterboden wird am Profilboden deutlich und weist auf die **Kontinuität der Bodenfunktionen** in den Horizonten hin. Das Vorhandensein von Regenwurm (RW)-Gängen und Wurzeln lässt Rückschlüsse auf den mechanischen Widerstand, die Luft- und Wasserdurchlässigkeit der Horizonte zu.

3. Ansprache der Profilwand (Hacke, Messer):

Zunächst erfolgt ein Glattziehen der Profilwand mit der Hacke (der lose Boden kann nach erfolgter Bonitur des Profilbodens am Grund verbleiben).

Die Profilwand wird anschließend mit dem Messer in 2 Hälften unterteilt:

- Wird mit dem Messer im Sinne eines Horizontalpenetrometers von oben nach unten in die **rechte Profilwand** eingestochen (Achtung! Änderung von Bodenfeuchte, Humusgehalt und Substrat beeinflussen den Eindringwiderstand), sind Aussagen möglich:
 - zum mechanischen Bodenwiderstand / **Verfestigungsgrad** mit evtl. verdichteten Zonen, wie z.B. „verlassene Krume“, wenn die Arbeitstiefe zurückgenommen wurde
 - zur Durchwurzelbarkeit, Luft- und Wasserdurchlässigkeit

Der Bodenwiderstand hat großen Einfluss auf den Energiebedarf bei der Bodenbearbeitung und entscheidet über die Auswahl der Geräte, die Bearbeitungstiefe, -intensität und -häufigkeit.

- An der **linken Hälfte** erfolgt eine Feinpräparation mit dem Messer, indem kleine Bruchstücke herausgebrochen werden. Die 6 Bodenparameter (siehe Vorderseite) werden für alle Bodenhorizonte von oben nach unten abgearbeitet. Die nachfolgend beschriebene Beurteilung bezieht sich auf das gesamte Profil:
 - Vornehmlich ist in Unterkrume und Krumbasis nach **Plattengefüge** zu sehen, da es die Durchlässigkeit für Regenwürmer, Wurzeln, Luft und Wasser beeinträchtigen kann (Abb. 4 re). Die genaue Bestimmung der Gefügeformen, wie Krümel-, Bröckel-, Polyeder- oder Prismengefüge interessiert bei dieser Ansprache weniger.
 - Die Beschaffenheit der Aggregatzwischenräume, des Quellzustandes und der Grenzflächen benachbarter **Aggregate** wird auf die Wurzelentwicklung hin angesehen. Wurzeln als Wurzelfilz auf Aggregaten weisen deutlich auf eine Verdichtung hin (Abb. 4 re).
 - Vertikal orientierte **RW-Gänge mit hoher Kontinuität** nutzen die Wurzeln als Leitbahnen in den Unterboden.

Die Wurzelverteilung in einer Bodenschicht ist abhängig von Pflanzenart, Gefüge, Zeitpunkt der Bestimmung, Witterung und Bodenart. Sie gibt Hinweise auf die Lagerungsdichte, den Grad der Kompaktheit / Lockerheit des Bodens.

Beispiel A: LEHMIGER SAND

(Wintergerste mit Pflug nach Winterweizen, Profilsprache nach Gerstenernte)

(1) Oberfläche

- Stoppeln 10 cm lang und Stroh kurz (< 5 cm), gleichmäßig verteilt
- wenig Regenwurmlösung
- keine Verschlammung

Einstufung: +

(2) Durchwurzelung des Bodens

- gleichmäßige Durchwurzelung von Krume und nahem Unterboden
- z.T. abgeknickte Wurzeln horizontal über der Krumbasis
- Wurzeln in RW-Röhren bis in den Unterboden reichend

Einstufung: 0

(3) Makroporen / Bioporen

- wenige Makroporen mit RW-Lösung an der Oberfläche sichtbar, da gepflügt
- Makroporen durchsetzt mit Wurzeln bis in den Unterboden
- RW-Gänge auch an der Grubensohle

Einstufung: +

(4) Gefüge und Verfestigung

- Gefüge porös, locker, fein aggregiert
- unter der Bearbeitungszone (28-30 cm) fester gelagert, grobes Gefüge

Einstufung: +

(5) Organische Reststoffe

- z.T. unverrottete Reststoffe in der Krume

Einstufung: 0

(6) Farbe und Geruch

- gleichmäßig braune Farbe, die die Schichten klar abgrenzt
- keine Verfärbungen, die auf Reduktionszonen hinweisen
- keine Fäulnisgerüche

Einstufung: ++

Gesamtbeurteilung: 5 mal +

> Gefüge in Ordnung, Vorsorge erfüllt

Beispiel B: LÖSS-LEHM

(Winterweizen pfluglos nach Zuckerrüben, Profilsprache nach Weizenernte)

(1) Oberfläche

- Stoppeln 10 cm lang und Stroh kurz (< 5 cm), gleichmäßig verteilt
- wenig Regenwurmlösung
- keine Verschlammung, keine Rissbildung

Einstufung: +

(2) Durchwurzelung des Bodens

- gleichmäßige Durchwurzelung bei WW von Krume bis zum nahen Unterboden
- keine abgeknickten Wurzeln über Krumbasis
- viele Wurzeln in RW-Röhren bis in den Unterboden reichend

Einstufung: ++

(3) Makroporen / Bioporen

- nur wenige Makroporen mit RW-Lösung an der Oberfläche sichtbar, da ZR-Reststoffe keine nachhaltige Nahrungsquelle bieten
- Makroporen durchsetzt mit Wurzeln bis in den Unterboden
- zahlreiche RW-Gänge auch a. d. Grubensohle

Einstufung: +

(4) Gefüge und Verfestigung

- intaktes Gefüge, porös, locker, fein aggregiert
- unter der Bearbeitungszone in ca. 12-15 cm Tiefe etwas fester gelagert, da Bearbeitungszone, schwach plattig, aber durchlässig

Einstufung: +

(5) Organische Reststoffe

- an Oberfläche nur wenig vorhanden, da ZR-Blatt schnell verrottet

- keine unverrotteten Reststoffe in der Krume, da durch Mulchsaat gleichmäßig eingearbeitet

Einstufung: ++

(6) Farbe und Geruch

- gleichmäßig braune Farbe, die die Schichten klar abgrenzt
- keine Verfärbungen, die auf Reduktionszonen hinweisen
- keine Fäulnisgerüche

Einstufung: ++

Gesamtbeurteilung: 9 mal +

> Gefüge in Ordnung, Vorsorge erfüllt

Beispiel C: TON

(Winterweizen pfluglos nach Winterweizen, Profilsprache nach Weizenernte)

(1) Oberfläche

- Stoppeln 10 cm lang und Stroh kurz (< 5 cm), gleichmäßig verteilt
- wenig altes Stroh vorhanden, da hohe Aktivität der Regenwürmer, viel Regenwurmlösung
- keine Verschlammung

- keine Verkrustung / Rissbildung, da Boden feucht und gequollen zum Zeitpunkt der Ansprache

Einstufung: +

(2) Durchwurzelung des Bodens

- Wurzeln in ehemaligen Schrumpfrissen, aber auch vereinzelt durch Aggregate hindurch
- Wurzeln reichen in diesen Leitbahnen bis in den Unterboden

Einstufung: +

(3) Makroporen / Bioporen

- durch Regenwürmer erzeugte Bioporen mit hoher Kontinuität
- Schrumpfrisse durch Quellung verschwunden

Einstufung: +

(4) Gefüge und Verfestigung

- Aggregate im Bereich der Oberkrume (0-12 cm) krümelig
- in 12-27 cm Tiefe: kleine scharfkantige Aggregate, aber durchlässig
- Messerprobe: oben locker, in unterer Krume fester

- ab 27 cm bis in den Unterboden noch fester, aber RW-Gänge und Wurzeln vorhanden

Einstufung: +

(5) Organische Reststoffe

- die Reststoffe sind gleichmäßig in der Krume verteilt und verrottet, da ausreichend Sauerstoff und Feuchtigkeit vorhanden

Einstufung: ++

(6) Farbe und Geruch

- deutliche Farbtrennung von bearbeitetem Horizont und Unterboden
- Geruch erdig, nicht faul

Einstufung: ++

Gesamtbeurteilung: 8 mal +

> Gefüge in Ordnung, Vorsorge erfüllt



Graben der Profigrube



**Größe 100 x 50 x 50 cm
(2 Spaten tief)**

**Zur Untersuchung
der Oberfläche
der Krume
der Krumenbasis
und des nahen Unterbodens**



Abwurfprobe

Aushub aus der Profilgrube

Abwurfhöhe ca. 1m
bei Sand max. 10 cm

Harter, strohfreier
Untergrund

Gefüge und
Verfestigungsgrades





Foto: M. Senger, LWK Niedersachsen; Fachbereich Pflanzenbau, Saatgut



Präparieren der Profilwand

Glattstreichen der Profilwand mit der Hacke

- Farbübergänge/Schichten Ober- und Unterboden
- graue Verfärbungen mit wenig Sauerstoff
- Regenwurmgänge
- Strohreste

Aufrauen einer Seite der Profilwand mit dem Messer

- Aggregatformen und -größe
- Durchwurzelung

Prüfen der des Eindringwiderstandes mit dem Messer

- Hinweis auf Verdichtungen



Glattstreichen Profilbodens

Hierbei werden die Regenwurmgänge sichtbar die vertikal in den Boden gehen.

Es wird dabei geprüft, ob vorhanden oder nicht vorhanden.

Einfache Feldgefügeansprache für den Praktiker

- **Struktur der Bodenoberfläche**
- **Durchwurzelung des Bodens**
- **Makroporen, Bioporen**
- **Gefüge und Verfestigung**
- **Organische Reststoffe**
- **Farbe und Geruch**

Bewertungsmatrix

- (+) Gefüge in Ordnung, Vorsorge erfüllt**
- (0) Gefüge noch zufrieden stellend, Vorsorge intensivieren**
- (-) Gefüge kritisch, Sanierung ggf. erforderlich**

Die Kennwerte werden anhand der Skala eingestuft und ergeben nach der Addition eine Gesamtbewertung des Ackerschlages.

Ganzheitliche Betrachtung

- Ernte
- Stroh
- Bodenbearbeitung
- Saat
- Boden schonendes Befahren
- Neuentwicklungen
- Bewertung