



Rheinland-Pfalz

Dienstleistungszentrum  
Ländlicher Raum (DLR)  
Rheinhesse-Nahe-  
Hunsrück

# Nährstoffmanagement im Ökologischen Landbau – Grundnährstoffe im Focus



Tagungsband

11. Fachtag zum  
Ökologischen Landbau

Dienstag,  
07. Dezember 2010



## Programm

- 09:30 Uhr **Eröffnung und Begrüßung**  
N.N. Leiter Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinhessen-Nahe-Hunsrück, Bad Kreuznach
- 09:45 Uhr **Grußwort**  
PETRA HÄUBLING, Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau, Mainz
- Nährstoffmanagement im Ökologischen Landbau – Grundnährstoffe im Focus**  
Moderation: HERMANN BÖCKER, DLR Rheinhessen-Nahe-Hunsrück, Bad Kreuznach
- 10:00 Uhr **Öko-Marktentwicklungen und Regionalvermarktungspotenziale**  
MARKUS RIPPIN, AgroMilagro research, Bornheim
- 11:00 Uhr **Essentielle Elemente und künftige Perspektiven des Nährstoffmanagements im ökologischen Landbau**  
PROF. ULRICH KÖPKE, Institut für Organischen Landbau, Bonn
- 12:00 Uhr **Mittagspause**
- 13:30 Uhr **Praxisbericht: Nährstoffmanagement eines südniedersächsischen Bio-Betriebes**  
WILHELM BOHNSACK, Kreiensen
- 15:00 Uhr **Untersuchungsmethoden zur Bodenfruchtbarkeit im ökologischen Landbau**  
DR. HARTMUT KOLBE, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG), Leipzig
- 16:00 Uhr **Schlusswort**  
und Ende der Veranstaltung  
HERMANN BÖCKER, DLR Rheinhessen-Nahe-Hunsrück, Bad Kreuznach

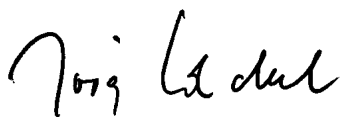
## Vorwort

### Nährstoffmanagement im Ökologischen Landbau – Grundnährstoffe im Focus

Ein an die natürlichen Bedingungen angepasstes Nährstoffmanagement ist wichtig für gute wirtschaftliche Einkommens- und Entwicklungsmöglichkeiten im ökologischen Landbau. Dieses Nährstoffmanagement versucht die begrenzten Nährstoffe über den Umsatz der organischen Substanz für das pflanzliche Wachstum möglichst betriebsintern bereitzustellen, um eine gute Bodenfruchtbarkeit zu erhalten und weiterzuentwickeln. Mobilisiert werden die Nährstoffe dann durch das Bodenleben, den betriebsintern erhaltenen Wirtschaftsdünger und eine möglichst weit gefasste Fruchtfolge mit Leguminosen und Nichtleguminosen. Bei der Fruchtfolgegestaltung ist daher darauf zu achten, dass die positiven Effekte der angebauten Fruchtart auch auf nachfolgende Fruchtarten einen Einfluss haben und das Bodenleben durch diese Fruchtfolgegestaltung angeregt wird.

Die meisten Pflanzennährstoffe werden durch mikrobielle Aktivität, Bodenbearbeitung und die Wurzelsysteme der Kulturen erschlossen. Der Versorgungsgrad des Bodens mit Nährstoffen (Stickstoff, Phosphor, Kalium, Magnesium) sollte regelmäßig durch eine Nährstoffbilanzierung (z.B. Schlagbilanz) ermittelt werden. Außerdem sollte regelmäßig der pH-Wert des Bodens gemessen werden, damit ein angepasstes Nährstoffmanagement möglich ist.

Das KÖL nutzt daher den 11. Fachtag um die Stärken des Ökologischen Landbaus beim Nährstoffmanagement aufzuzeigen und die verschiedenen Untersuchungsmethoden zur Bodenfruchtbarkeit darzustellen.



(Jörg Weickel)  
Abteilungsleiter Landwirtschaft, DLR RNH Bad Kreuznach

## Grußwort

MR'in Petra Häußling,  
Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und  
Weinbau

anlässlich des

11.Fachtags Ökologischer Landbau  
in der AULA des DLR R-N-H  
in Bad Kreuznach  
am 07.12.2009 um 9.30 Uhr

Nährstoffmanagement im Ökologischen Landbau -  
Grundnährstoffe im Focus



---

*Es gilt das gesprochene Wort!*

Sehr geehrte Damen und Herren,

ich freue mich, Sie auch in diesem Jahr zum „Fachtag Ökologischer Landbau“ im DLR Rheinhessen-Nahe-Hunsrück begrüßen zu können.

Der ökologische Landbau hat sich in Rheinland-Pfalz im vergangenen Jahr weiter positiv entwickelt.

Von 2008 auf 2009 erhöhte sich die Anzahl der Betriebe von 798 auf 851 und die ökologisch bewirtschaftete Fläche wurde von 28.697 ha auf 32.154 ha ausgedehnt. D.h. der relative Zuwachs bei den Betrieben betrug 6,6 %. Bei der ökologisch bewirtschafteten Fläche umfasste er 12 %.

2009 betrug der Anteil der Ökobetriebe in Rheinland-Pfalz rund 3,6 % und der Anteil der Ökofläche etwa 4,6 % im Vergleich zu der Grundgesamtheit aller landwirtschaftlichen Betriebe (23.826) und Flächen (704.846 ha).

Damit liegt Rheinland-Pfalz zwar absolut unter dem Bundesdurchschnitt (5,6 % der Betriebe; 5,6 % der LF), beim relativen Zuwachs haben wir im Vergleich zu anderen Bundesländern jedoch sehr gut abgeschnitten.

Dass die steigende Tendenz bei der Ausdehnung des ökologischen Landbaus in Rheinland-Pfalz auch weiterhin anhält, bestätigen die Auswertungen aus dem diesjährigen Antragsverfahren für das Agrarumweltprogramm PAULa (Programm-Agrar-Umwelt-Landschaft). Danach rechnen wir bis zum Jahresende 2010 mit über 900 Betrieben und einer Fläche von mehr als 36.000 Hektar, die ökologisch bewirtschaftet werden.

Meine Damen und Herren,

Erklärtes Ziel der Landesregierung ist es, die Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbsfähigkeit unserer Betriebe weiter zu verbessern.

Die Landesregierung hat dem ökologischen Landbau eine hohe Priorität bei der Mittelvergabe im Rahmen des Agrarumweltprogramms PAULa zugewiesen.

In Bezug auf die Wettbewerbskraft unserer Betriebe hatten wir Ihnen beim Ökoforum 2008 eine Studie vorgestellt, in der die Entwicklungschancen für den ökologischen Landbau in Rheinland-Pfalz aufgezeigt und Empfehlungen für eine bessere Teilhabe unserer Landwirte am Ökomarkt erarbeitet wurden.

---

Ich möchte hier die Gelegenheit nutzen all denjenigen zu danken, die seitdem weiter zu einer positiven Entwicklung des ökologischen Landbaus beigetragen und durch Vorträge, Arbeitssitzungen, Diskussionsbeiträge und sonstige Initiativen und Aktionen im vergangenen Jahr unser gemeinsame Anliegen unterstützt haben.

Damit unsere Ökobetriebe sich mit Produktivität und Effizienz am Markt behaupten können, wollen wir den Weg zu mehr „Erkenntnis“ weiter beschreiten.

Der Fachtag ökologischer Landbau ist ein Baustein dazu.

Laut einem abgeschlossenen Forschungsvorhaben der Universität Kassel gibt es keinen typischen Öko-Käufer. Nahezu alle Haushalte kaufen heutzutage einen Teil ihrer Lebensmittel in Ökoqualität. Dabei stehen laut Untersuchung bei der Kaufentscheidung nicht der Bildungsstand oder das Einkommen im Vordergrund, sondern vielmehr egoistische Motive wie „besserer Geschmack“, „weniger Rückstände“, „vermeintlich gesündere Produkte“.

Am DLR Rheinpfalz läuft derzeit, in Zusammenarbeit mit dem KÖL und der Universität Kassel (Prof. Hamm), eine Untersuchung über das Verbraucherverhalten bei Ökowein. Dies ist ein weiterer Baustein zu mehr Erkenntnis und ich gehe davon aus dass er für künftige Vermarktungsstrategien hilfreich sein wird.

In diesem Zusammenhang möchte ich erwähnen, dass sowohl für das abgeschlossene Forschungsvorhaben als auch die Untersuchung am DLR Rheinpfalz Mittel aus dem „Bundesprogramm Ökologischer Landbau“(BÖL) bereitgestellt wurden.

Meine Damen und Herren,

sicherlich ist Ihnen aus der Presse bekannt, dass von der Bundesregierung am 12.11.2010 eine Öffnung des Bundesprogramm Ökologischer Landbau (BÖL) BÖL für „nachhaltige Formen der Landwirtschaft“ beschlossen wurde. Auch künftig sollten die Mittel aus dem Bundesprogramm für Forschungsfragen zur Unterstützung der Beratung im ökologischen Landbau eingesetzt werden und nicht in andere Bereiche abfließen.

Meine Damen und Herren,

lassen Sie mich nun noch einige Worte zur künftigen Agrarpolitik der Europäischen Kommission sagen.

Zwar werden die konkreten Vorschläge der EU-Kommission zur Agrarreform voraussichtlich erst Mitte 2011 vorgelegt.

---

In einer Mitteilung hat die Kommission aber bereits ihre grundsätzlichen Vorstellungen für die Agrarpolitik 2014 bis 2020 dargestellt.

Die EU-Kommission stellt drei Optionen zur Diskussion.

Ich habe nachfolgend die von der Kommission bevorzugte Option herausgegriffen und möchte dazu einige Anmerkungen machen:

1. Künftig soll es in der ersten Säule eine Basisprämie als Einkommenssicherung geben, die um weitere Bausteine aufgestockt werden soll. Dabei handelt es sich z.B. um eine zusätzliche Hilfe, die an bestimmte Pflichtleistungen für die Umwelt (sog. Greening) gekoppelt ist. Darauf soll eine freiwillige, national mitfinanzierte Ausgleichszahlung für natürliche Benachteiligungen aufgesattelt werden.  
Das erscheint mir sehr verwirrend. Die bisher bekannte Ausgleichszulage für benachteiligte Gebiete kann demnach auch in der 1. und 2. Säule gefördert werden. Grundsätzlich halte ich die vorgesehene Mehrstufigkeit bei den Basiszahlungen für verwirrend und ich befürchte, dass sie zu zusätzlicher Bürokratie führen wird.
2. In der zweiten Säule ist eine stärkere Schwerpunktsetzung auf Umweltthemen vorgesehen. Über die bisherigen Ziele hinaus sind zusätzliche Instrumente zum Risikomanagement geplant. Aus Sicht des ökologischen Landbaus ist der Fokus auf Umweltthemen sicher zu begrüßen. Allerdings könnten damit auch Mittelumschichtungen verbunden sein, die - je nach Ausstattung des Agrarbudgets - auch zu Einschränkungen beim Ökolandbau führen können.
3. Grundsätzlich will die EU- Kommission die Agrargelder zwischen den Mitgliedstaaten gerechter verteilen. Dies hätte auch Auswirkungen auf unsere Ökobetriebe, denn eine stärkere Angleichung der direkten Einkommenstransfers könnte eine Reduzierung der Basisprämien zur Folge haben.
4. Weitgehend unangetastet sollen bei der Reform die Marktordnungsinstrumente bleiben. Stärkere Aktivitäten werden z.B. bei der privaten Lagerhaltung vorgeschlagen.

Meine Damen und Herrn,

---

Zahlen über mögliche Kappungsgrenzen für Direktzahlungen, das Ausmaß der Prämienangleichung zwischen den Ländern und die Höhe des zukünftigen Agrarbudgets sind bisher nicht bekannt. Weitere wichtige Zukunftsfragen wie z.B. die Bioenergie werden in dem Papier sehr vage dargestellt.

Für die Landesregierung steht jedoch außer Frage, dass der ökologische Landbau auch von der EU weiterhin mit ausreichenden Mitteln unterstützt werden soll. Voraussetzung für die Beibehaltung der bisherigen Zahlungen ist daher ein ausreichendes EU-Agrarbudgets.

In den weiteren Diskussionen werden wir aus rheinland-pfälzischer Sicht deshalb die folgenden wesentlichen Eckpunkte vertreten:

- Das EU-Agrarbudget muss auf möglichst hohem Niveau abgesichert werden!
- Die nationalen Plafonds der einzelnen Mitgliedstaaten sind weitgehend zu erhalten.
- Innerhalb Deutschlands ist ab 2014 eine bundesweit einheitliche Flächenprämie einzuführen.
- Für wichtige Agrarmärkte ist ein Sicherheitsnetz zu erhalten!
- größere Umschichtungen von der 1. in die 2. Säule sind möglichst zu vermeiden.

Ich hoffe, dass es durch die Neuausrichtung auch zu Erleichterungen und einem Abbau von überzogenen Anforderungen für alle Beteiligten kommen wird.

Wir werden uns dafür weiterhin einsetzen.

Auch kann ich Ihnen versichern, dass wir mit Nachdruck für eine ausreichende finanzielle Ausstattung zur Honorierung besonders umwelt- und ressourcenschonender Wirtschaftsweisen eintreten werden.

Denn der ökologische Landbau ist die landwirtschaftliche Produktionsform, die bereits jetzt den von der Kommission beschriebenen Zielen zu mehr Nachhaltigkeit, Klimawandel, CO<sub>2</sub>-Einsparung und Biodiversität weitgehend entspricht.

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.



Rheinland-Pfalz

Dienstleistungszentrum  
Ländlicher Raum (DLR)  
Rheinhessen-Nahe-  
Hunsrück

# Öko-Marktentwicklungen und Regionalvermarktungspotenziale

MARKUS RIPPIN  
AgroMilagro research  
Bornheim





# Der Öko-Markt



## Marktentwicklung und Vermarktungspotenziale

DLR / KÖL 11. Fachtag – 7. Dezember 2010

Dipl.-Ing. agr. Markus Rippin

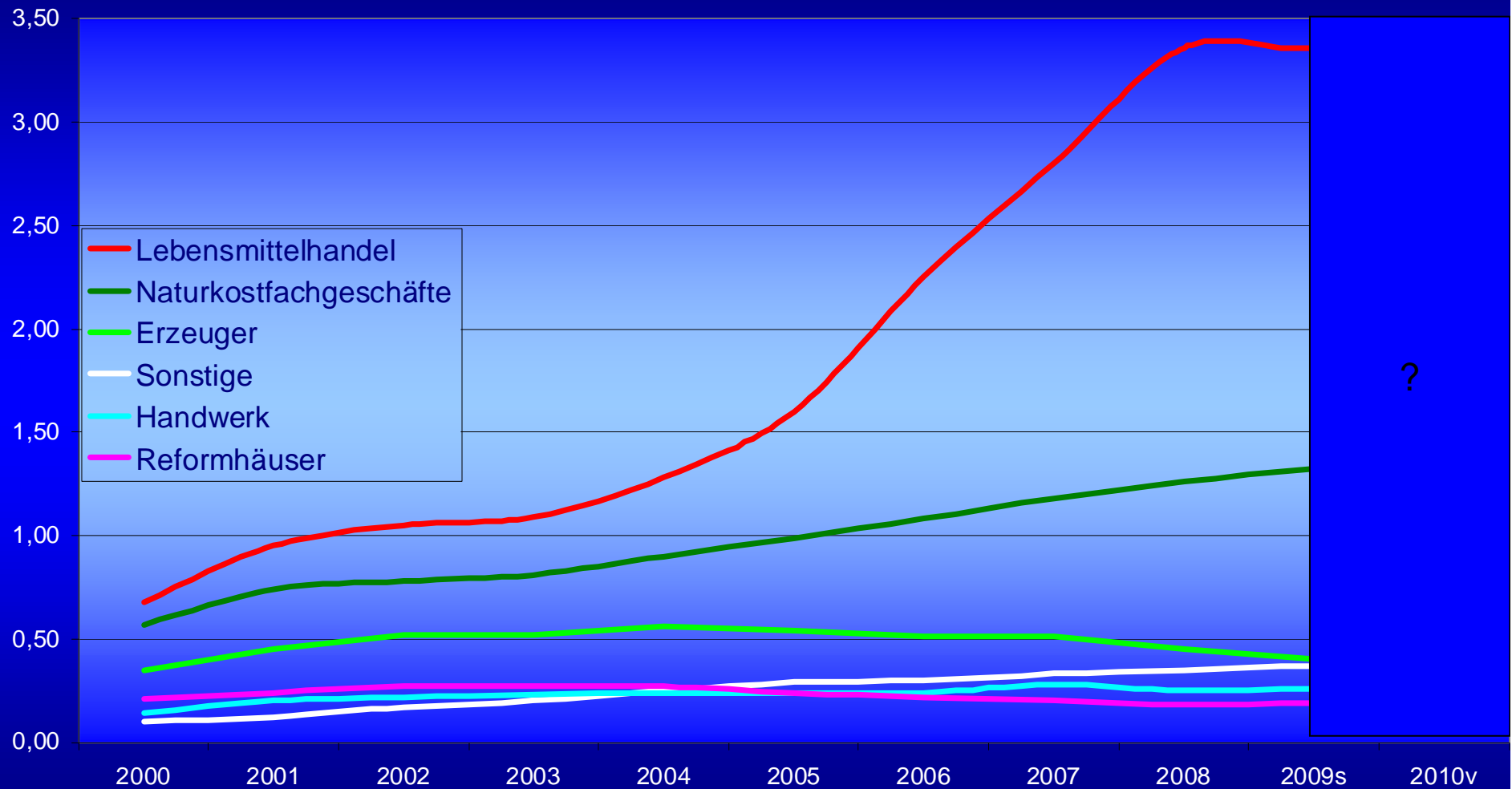
Marktforschung - Analysen  
und Unternehmensberatung

[www.agromilagro.de](http://www.agromilagro.de)

**AgroMilagro**  
research

# Öko-Umsatzentwicklung in Deutschland 2000 - 2010

Mrd. Euro



Quelle: Agromilagro research 2010 auf Basis Prof. U. Hamm, FG Agrar- und Lebensmittelmarketing, Uni Kassel u. M. Rippin bis 2008

Dipl.-Ing. agr. Markus Rippin

Marktforschung - Analysen  
und Unternehmensberatung

[www.agromilagro.de](http://www.agromilagro.de)

AgroMilagro  
research

# Öko-Umsätze nach WG

6.000

5.000

4.000

3.000

2.000

1.000

Mio. €



- Würzmittel/Gewürze
- Brotaufstriche
- Kartoffeln
- TK/Konserven
- Andere
- Eier
- Beilagen/Mehl/Getreideprodukte
- Süßwaren
- Baby
- Fleisch/Wurstwaren
- Obst
- Gemüse, Salat
- Brot/Backwaren
- Getränke
- Milch-/Molkereiprodukte



# Entwicklungen in 2010

Dipl.-Ing. agr. Markus Rippin

Marktforschung - Analysen  
und Unternehmensberatung

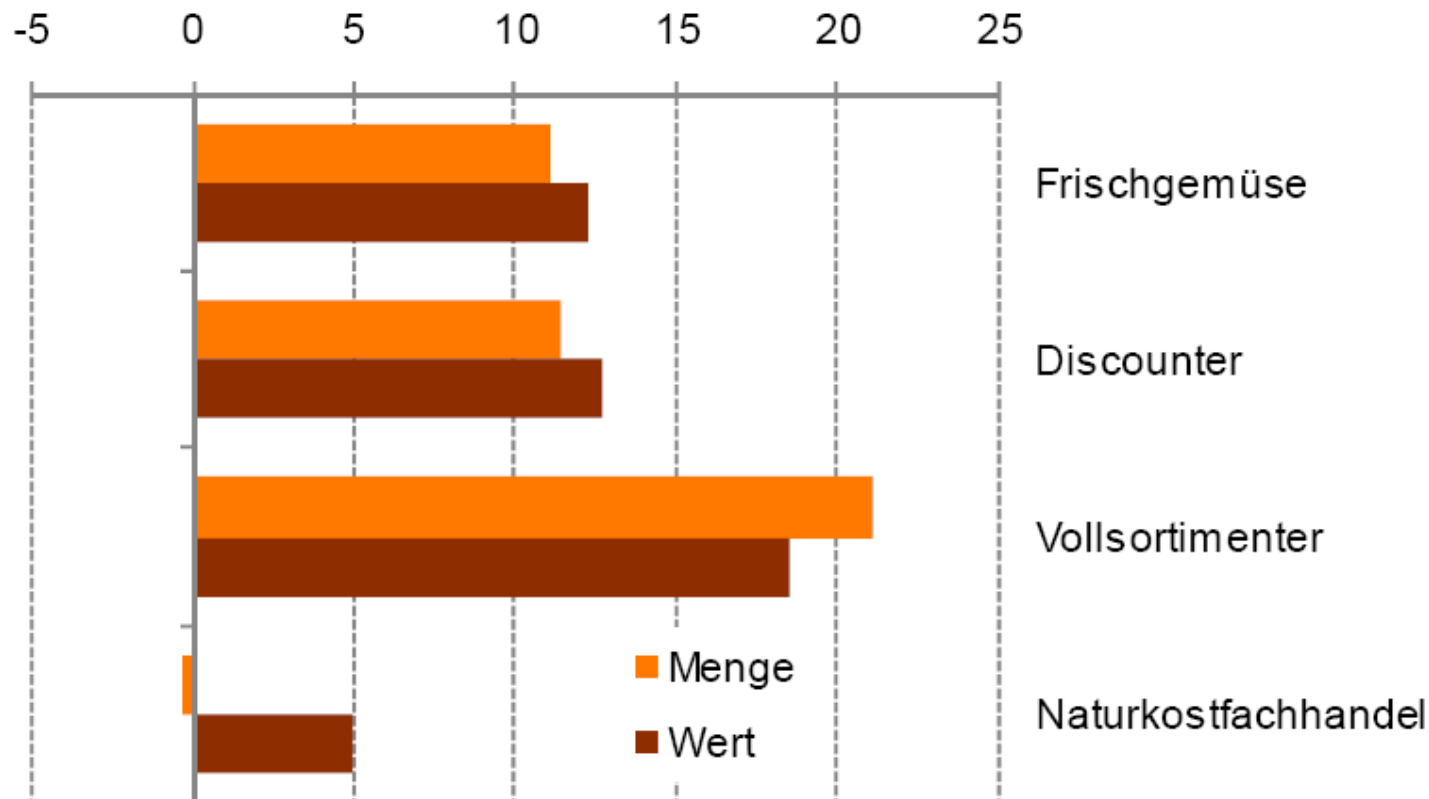
[www.agromilagro.de](http://www.agromilagro.de)

AgroMilagro  
research

## Nachfrage nach Bio-Gemüse: Entwicklung der Einkaufsstätten

© AMI

Jan-Sep 2010 gg. Jan-Sep 2009, Veränderung in %)

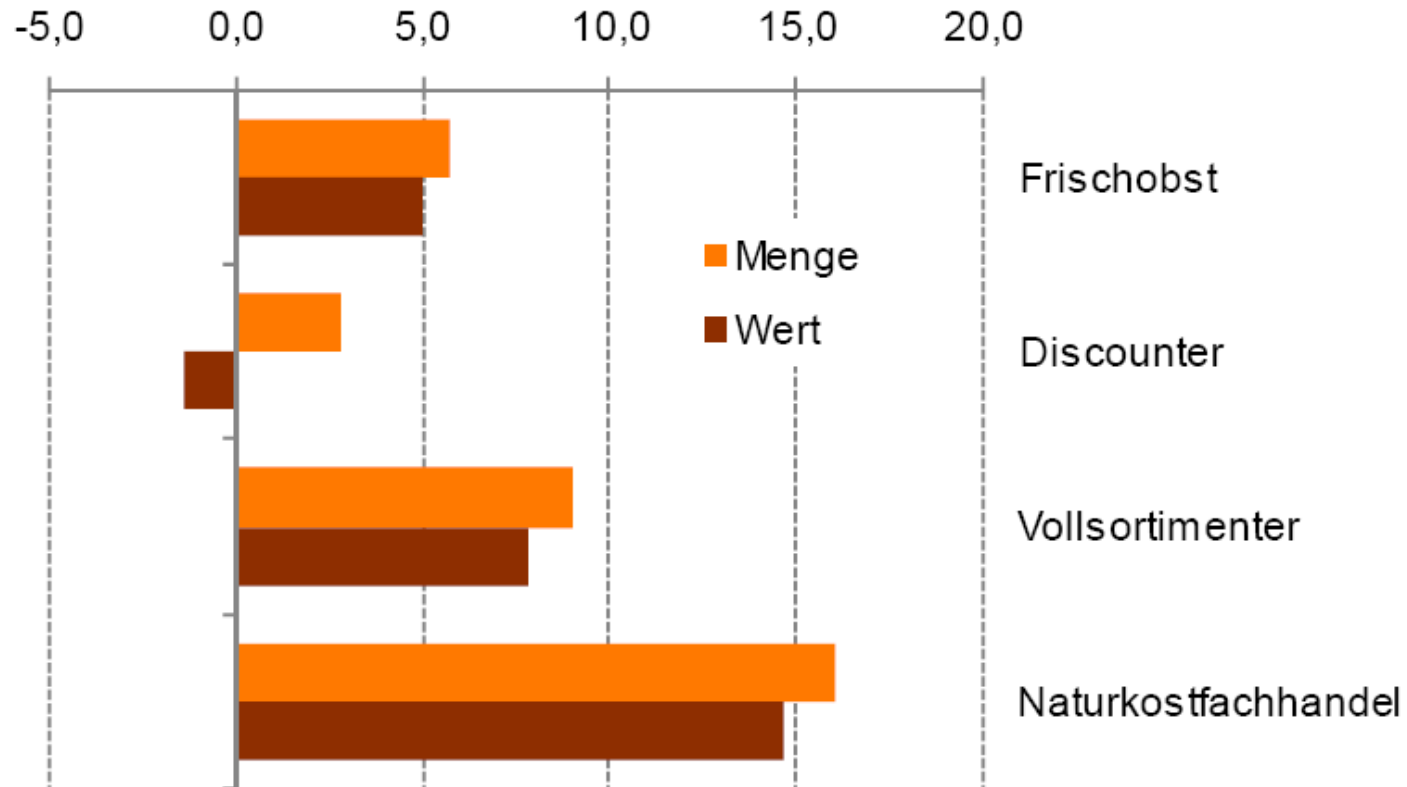


Quelle: AMI-Analyse auf Basis des GfK-Haushaltspanels

## Nachfrage nach Bio-Obst: Entwicklung der Einkaufsstätten

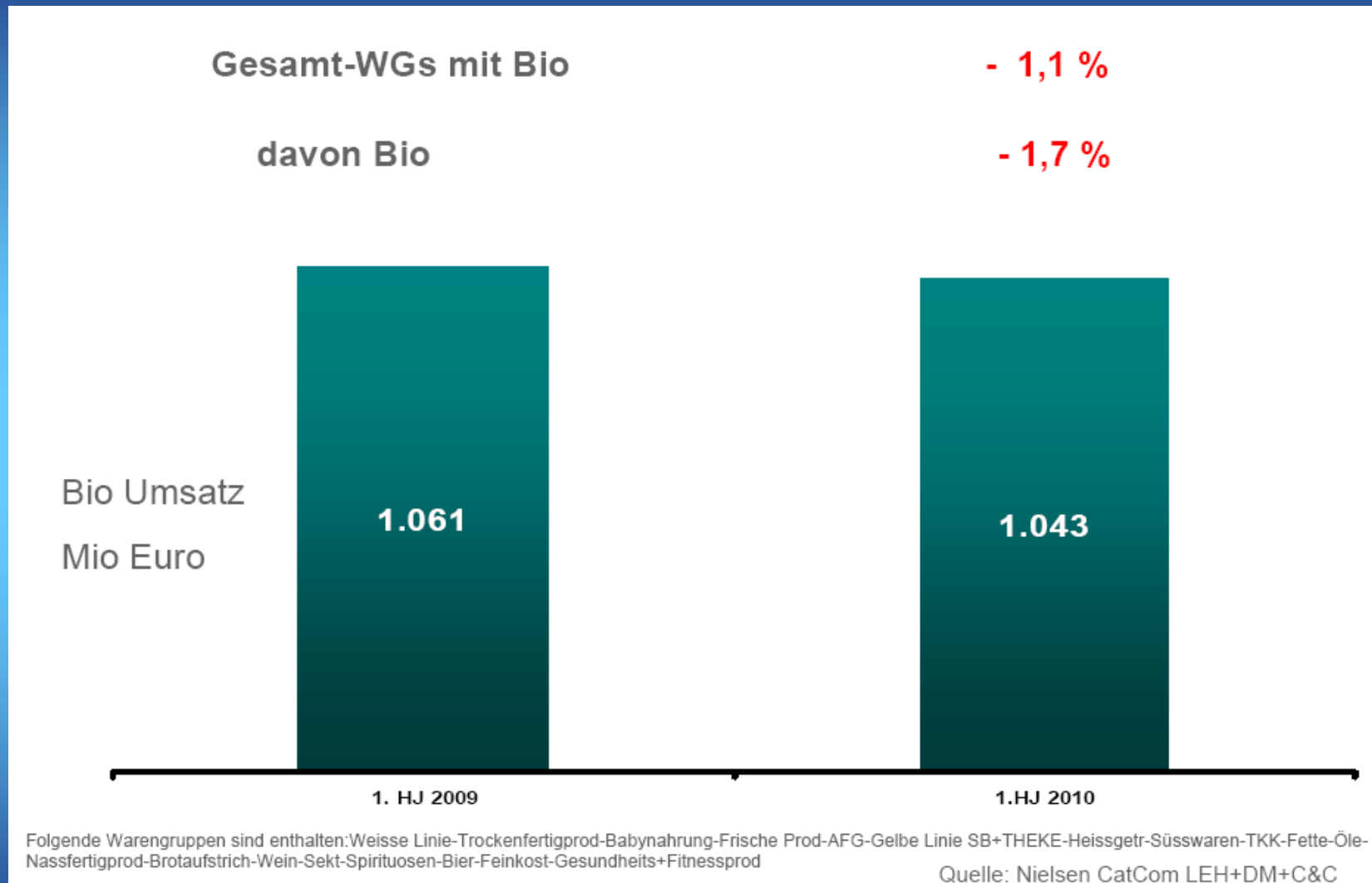
© AMI

Jan-Sep 2010 gg. Jan-Sep 2009, Veränderung in %)



Quelle: AMI-Analyse auf Basis des GfK-Haushaltspanels

# Bio-Trockensortiment im LEH stagniert



Dipl.-Ing. agr. Markus Rippin

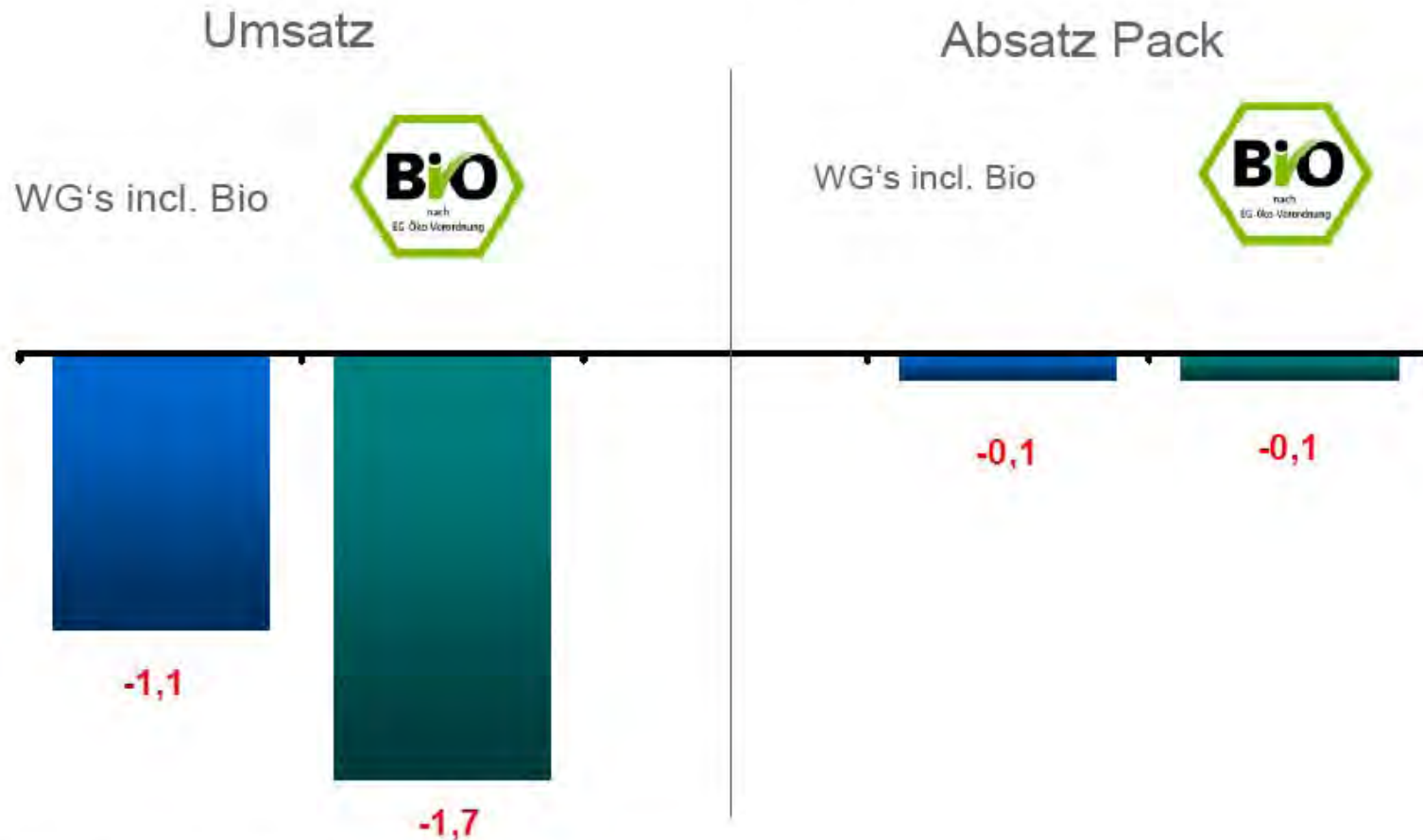
Marktforschung - Analysen  
und Unternehmensberatung

[www.agromilagro.de](http://www.agromilagro.de)

**AgroMilagro**  
research

# Bio im LEH: Preise sinken

%-Veränderung 1. HJ 10:09



Quelle: Nielsen CatCom LEH+DM+C&C

Dipl.-Ing. agr. Markus Rippin

Marktforschung - Analysen  
und Unternehmensberatung

[www.agromilagro.de](http://www.agromilagro.de)

AgroMilagro  
research

# Bio im LEH: Vollsortimenter wachsen

Absatzentwicklung Packungen in % 1. HJ 2010:2009



Quelle: Nielsen CatCom Food LEH+DM

Dipl.-Ing. agr. Markus Rippin

Marktforschung - Analysen  
und Unternehmensberatung

[www.agromilagro.de](http://www.agromilagro.de)

AgroMilagro  
research

# Bio im LEH: Discounter verlieren

Umsatzentwicklung Euro % 1. HJ 2010:2009



Quelle: Nielsen CatCom Food LEH+DM

Dipl.-Ing. agr. Markus Rippin

Marktforschung - Analysen  
und Unternehmensberatung

[www.agromilagro.de](http://www.agromilagro.de)

AgroMilagro  
research

|                   | Absatz t P | %-Ver. Absatz Pack. |
|-------------------|------------|---------------------|
|                   | 1.HJ10     | 1.HJ10 zu 09        |
| GEMUESESAFT       | 15.706     | 43                  |
| DIVERSE PHARMA    | 1.366      | 28                  |
| WUERSTCHENKONSE   | 1.244      | 26                  |
| MOZZARELLA        | 7.884      | 23                  |
| NATURJOGHURT      | 54.161     | 19                  |
| BIENENHONIG       | 4.734      | 16                  |
| PASSIERTE TOMATEN | 3.621      | 16                  |
| OBSTKONSERVEN     | 7.745      | 15                  |
| KRAEUTERTEE       | 9.173      | 14                  |
| HAFERFLOCKEN      | 3.756      | 11                  |
| NATURQUARK        | 15.769     | 11                  |
| WEISSWEIN         | 2.603      | 11                  |
| NAEHRMITTEL       | 1.946      | 9                   |
| GEWUERZE          | 2.965      | 8                   |
| MEHL              | 4.864      | 8                   |
| NUSS MANDEL SPEZI | 2.222      | 8                   |
| SNACK-PRODUKTE    | 2.312      | 8                   |
| MUESLI            | 10.277     | 7                   |
| TK KRAEUTER       | 4.826      | 7                   |
| SAURE SAHNE       | 7.665      | 7                   |
| MILCH             | 79.915     | 6                   |
| CRAECKER          | 1.100      | 6                   |
| ROTWEIN           | 5.263      | 6                   |
| BOHNENKAFFEE ABG  | 5.692      | 6                   |
| BUTTER            | 8.680      | 5                   |

Source: Nielsen  
 CatCom Bio-Artikel  
 Absatz 1.HJ 10  
 mindestens 1 Mio  
 Pack

Dipl.-Ing. agr. Markus Rippin

Marktforschung - Analysen  
 und Unternehmensberatung

[www.agromilagro.de](http://www.agromilagro.de)





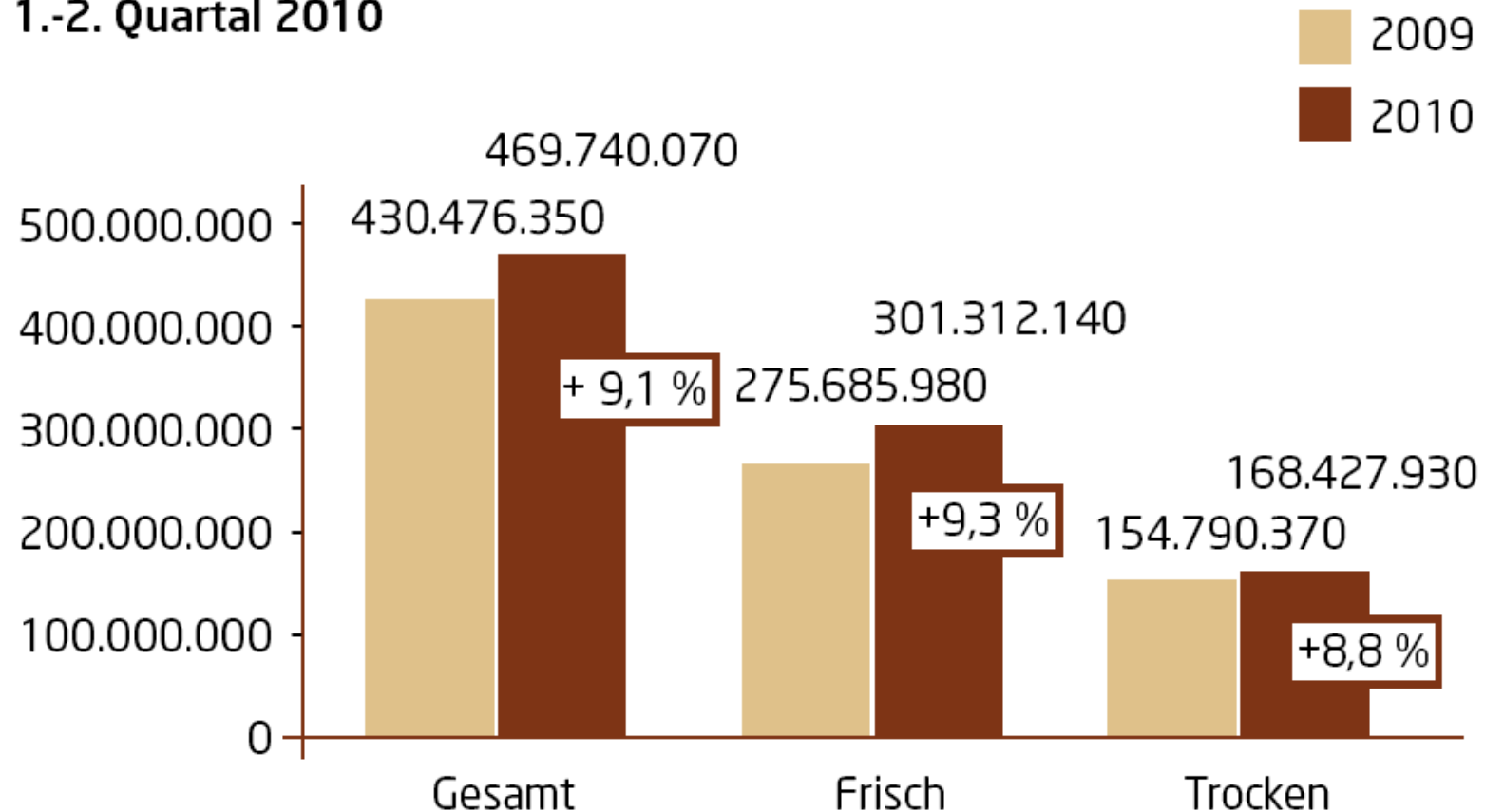


# Bio im NKH wächst dynamisch

Diagramm 1:

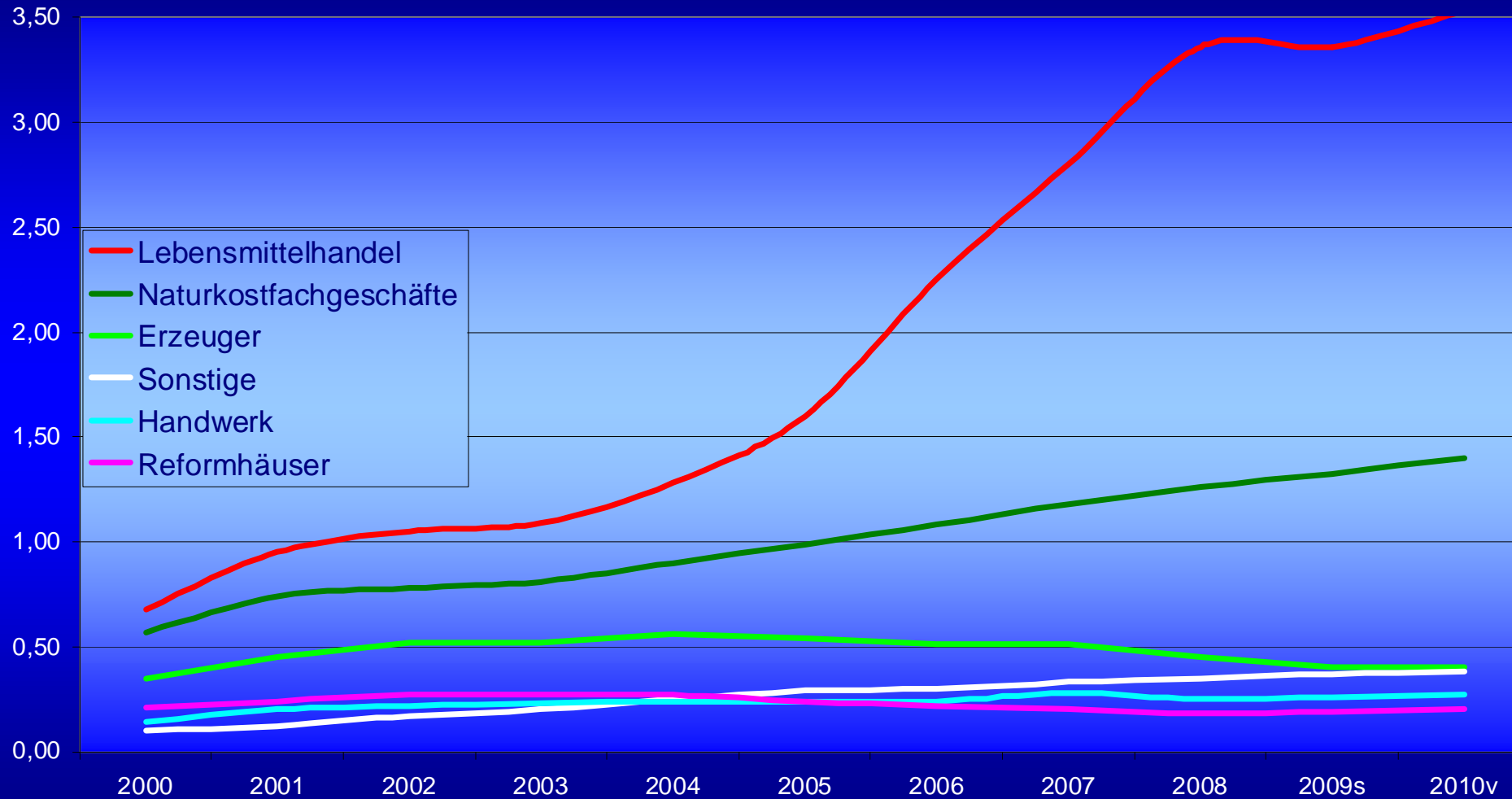
Klassischer Großhandelsumsatz getrennt nach Frisch und Trocken

1.-2. Quartal 2010



Mrd. Euro

# Öko-Umsatzentwicklung in Deutschland 2000 - 2010



Quelle: AgroMilagro research 2010 auf Basis Prof. U. Hamm, FG Agrar- und Lebensmittelmarketing, Uni Kassel u. M. Rippin bis 2008

Dipl.-Ing. agr. Markus Rippin

Marktforschung - Analysen  
und Unternehmensberatung

[www.agromilagro.de](http://www.agromilagro.de)

AgroMilagro  
research

# Resumee

- Öko-Markt wächst mit einstelligen Zuwachsraten
- Nachfrage wächst vor allem im NKH und bei Vollsortimentern
- Discounter schränken Angebot ein -> Absatz- und Umsatzrückgang
- Mißtrauen in No-Name-Bio-Marken wächst
- qualitätsorientierte Vollsortimenter wachsen mit 5%
- Naturkostfachhandel wächst ebenfalls mit 5%
- Direktabsatz stabilisiert sich auf erniedrigtem Niveau
- Erfolgsfaktoren:
  - Qualität
  - Vertrauen
  - Glaubwürdigkeit
  - Transparenz
- Regionalität + Herstellermarken sind starke Kaufargumente

# Marktlage

- Schweinefleisch: Nachfrage > Angebot
- Öko-Ferkel fehlen
- Steigende Erzeugungskosten -> Erzeugerpreiserhöhung
- Geflügelfleisch: Nachfrage > Angebot
- Eier: Nachfrage > Angebot (2012 Überschuss!!)
- Obst (Äpfel): Situation ausgeglichen. +7% gg. Vj.
- Gemüse: Nachfrage > Angebot
- Milch: Situation ausgeglichen, Preise ziehen an
- Kartoffeln: Nachfrageschwäche wg. Qualitätsproblemen
- Getreide: Ertragseinbußen und Qualitätsprobleme sorgen für Preiserholung. Futtermittelpreise steigen ebenfalls deutlich.  
-> Backtests wichtig um Vermarktungschancen zu ermitteln



# Marktchancen 2011

- Vertrauensbasis stärken – Transparenz verbessern
- Regionaltrend nutzen
- Qualitätsorientierten Handel als Partner gewinnen
- Verbraucherbedürfnisse bedienen
  - Bedarf untersuchen (Angebotslücken)
  - Produktentwicklung an Bedarf orientieren (Qualität!!)
  - Rückverfolgbarkeit sicherstellen
  - fernsehtaugliche Produktion garantieren
  - > Verbraucherwartungen nicht enttäuschen
- Differenzierungsmöglichkeiten offensiv nutzen
  - > Vorsicht vor industriellen Produktionsstrukturen
  - > Bio-Image-Verlust frühzeitig vorbeugen

# Vermarktungsstrategien

- 1. Landmarktkonzept
  - > Landwirtschaftskammer Frau Dr. Seemer
- 2. Regionale Vermarktungsstrukturen aufbauen
  - > Partner in der Region finden
  - > Bündelung der Ware organisieren
  - > effiziente Logistik konzipieren
  - > verbindliche Abnahmeverträge vereinbaren
- 3. Verschiedene Standbeine pflegen
  - NKH
  - LEH
  - Direktabsatz
  - Großverbraucher



# 1. Landmarkt



Dipl.-Ing. agr. Markus Rippin

Marktforschung - Analysen  
und Unternehmensberatung

[www.agromilagro.de](http://www.agromilagro.de)

AgroMilagro  
research





# Direktvermarktungsdefinition als Basis

## Kernelemente der Definition

### „Landwirtschaftliche Direktvermarktung“

- Prozessbeschreibung Direktvermarktung
- Voraussetzung landw. Betrieb, der erzeugt verarbeitet und vermarktet
- Verzicht auf Einsatz gentechnisch verändertes Saat- und Pflanzgut und den Einsatz gentechnisch veränderter Futtermittel (Grundlage GVO-Kennzeichnungsverordnung, ohne Gentechnik-Kennzeichnung))
- Nachweis Kontrolle durch Lebensmittelüberwachung
- Wertschöpfung muss beim landw. Betrieb liegen



# Umsetzung von LANDMARKT

## Kontrolle

- Neutral und unabhängig
- **LANDMARKT-Kontrolle** als Modul an bestehende Kontrollen/Qualitätssicherungssysteme (Öko, QS, Qualitätsmarke Hessen usw.) angedockt
- **LANDMARKT-Betriebe, die an REWE liefern** müssen – je nach Produkt unterschiedlich - ein anerkanntes Qualitätssicherungssystem (Öko, Q+S, Q+S-GAP, EU-Zulassung etc.) nachweisen
- Bei Produkten ohne (bundesweite) Qualitätssicherungssysteme wird gute fachliche Praxis geprüft (hierunter wird von REWE auch Qualitätsmarke Hessen eingestuft)
- Zusätzlich obligatorisch im Verarbeitungsbereich: **HACCP-Kontrolle**





## Erfolgsfaktoren für LANDMARKT

- 160 LANDMARKT-Betriebe seit 2005 gewonnen
- 82 REWE-Märkte in ganz Hessen, Schwerpunkt Rhein-Main-Gebiet und Raum Wiesbaden
- Zwischen 8 und 30 Lieferanten pro Markt
- Ca. 1.600 Lieferbeziehungen
- Allgemein gültige Festlegung von Lieferkonditionen (Listungsprocedere etc.) durch VHD und REWE gemeinsam
- Direktbelieferung und direkte Abrechnung stärkt persönliche Beziehung Lieferant/Markt
- Festlegung eines verbindlichen Korridors für die Marge des Marktes, wird zwischen REWE und VHD einheitlich ausgehandelt

# Jeder Betrieb hat ein Gesicht und eine „Story“



## Unser Partner aus der Region:



### Spargel- & Erdbeerhof Hirsch

Spargel und Erdbeeren aus dem Hessischen Ried

Rund um das südhessische Trebur, der mittelalterlichen Reichspfalz und Stätte einiger Reichstage, sind Spargel- und Erdbeerbelder markante Zeichen der dortigen Landwirtschaft. Klimagünstig im Rheintal gelegen, hat die Familie Hirsch bereits 1959 ihren Aussiedlungshof errichtet. Auf dem traditionsreichen bäuerlichen Familienbetrieb wird bereits in 4. Generation Spargel angebaut. Heute führen Dora und Peter Hirsch mit Sohn Jörg und Schwiegertochter Christine einen Betrieb mit 75 Hektar, davon 35 Hektar Spargel und 12 Hektar Erdbeeren.

Über die Jahre haben sie sich zu einem Spezialisten für die Kulturen Spargel und Erdbeeren entwickelt. Der höhere Lehmenteil der Böden verleiht dem königlichen Gemüse Spargel seinen feinen und milden Geschmack. Neben dem weißen Spargel erfreut sich auch der Grünspargel einer zunehmenden Beliebtheit. Für die Erdbeeren steht ein besonders umweltschonendes Bewässerungssystem zur Verfügung. Pro Hektar sind 5.500 m Tropfschlauch verlegt. Über dieses Schlauchsystem erhalten die Erdbeerpflanzen dosiert genau so viel Wasser, wie sie benötigen. Agraringenieur Jörg Hirsch ist für die Außenwirtschaft zuständig und hat stets ein wachsames Auge auf die Entwicklung und Qualität von Spargel und Erdbeeren.

Wenn Sie das Besondere lieben!



**Hirsch**  
Spargel & Erdbeeren

**Spargel- & Erdbeerhof Hirsch**  
Dora, Peter und Jörg Hirsch GbR  
95468 Trebur, Oberach 2  
Tel.: 09347/23103, Fax: 09347/23445  
E-Mail: info@spargelhof-hirsch.de  
www.spargelhof-hirsch.de





# LANDMARKT-Produktpräsentation im Markt in Frankfurt auf der Zeil





# LANDMARKT-Produktpräsentation im Markt in Frankfurt auf der Zeil





# LANDMARKT-Produktpräsentation im REWE-Markt in Rosbach

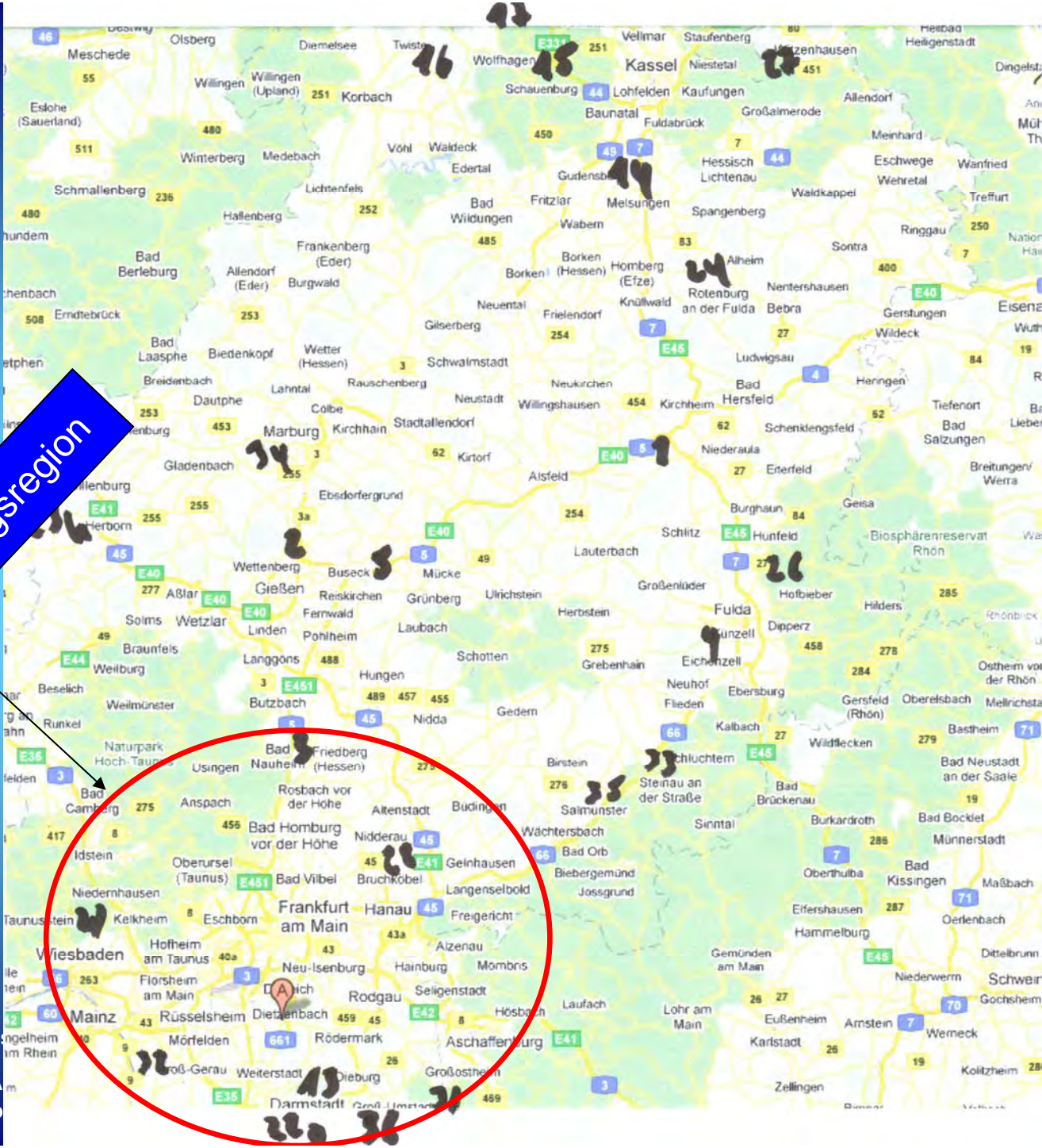


## 2. Regionalvermarktungskonzepte

- Höchste Produktqualität (Handwerk)
- Verbot von industrielle Produktionsstrukturen
- Fernsehtaugliche Produktionsprozesse
- Loyalität der Erzeuger und Verarbeiter
- Transparente Warenströme (Erzeugeridentifizierung)
- Lückenlose Rückverfolgbarkeit
- Effiziente Logistik
- Leistungsfähiger Großhändler
- Verlässliche + engagierte Abnehmer (SEH ??)
- Schlüssiges Marketingkonzept
- Faires Partnerschaftskonzept



Vermarkungsregion



Dipl.-Ing. agr. Markus  
Marktforschung - A  
und Unternehmensb

# Unternehmens- & Marketingkonzept

Gesund<sup>1</sup>

Genuss<sup>1</sup>

Gerecht<sup>1</sup>

# GLAUBWÜRDIGKEIT

<sup>1</sup>3-G-Modell der ÖkoStrategieBeratung

Dipl.-Ing. agr. Markus Rippin

Marktforschung - Analysen  
und Unternehmensberatung

[www.agromilagro.de](http://www.agromilagro.de)

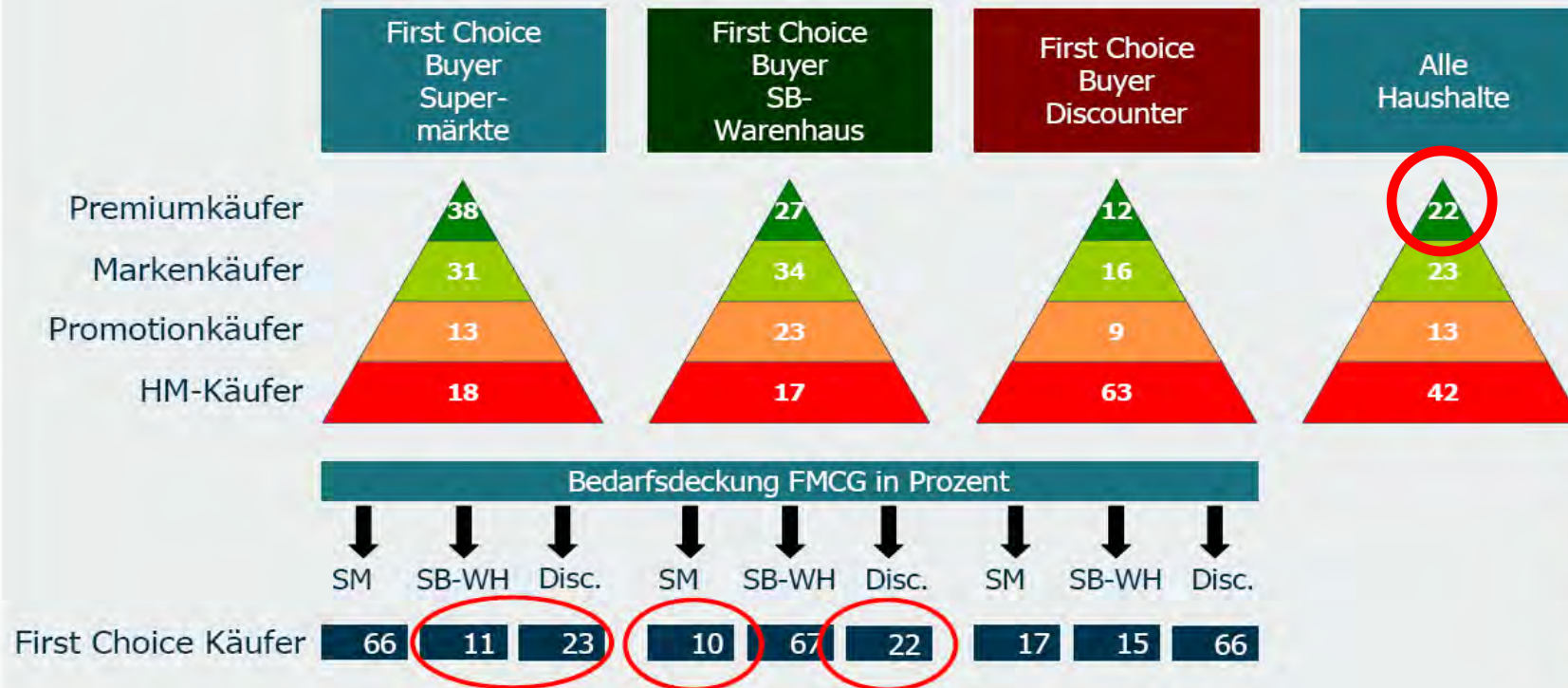
AgroMilagro  
research

Die Kunden wollen mehr Informationen über das Produkt, damit sie sich für oder gegen eine Variante entscheiden können!





# First Choice Buyer der Supermärkte haben den höchsten Anteil an Premiumkäufern aller drei Formate



**Premiumkäufer mit Kaufargumenten für Bio gewinnen !**

Quelle: GfK Panel Services, ConsumerScan, FMCG, LEH inkl. Drogeriemärkte, Angaben in %, 1. HJ 2007







Dipl.-Ing. agr. Markus Rippin

Marktforschung - Analysen  
und Unternehmensberatung

[www.agromilagro.de](http://www.agromilagro.de)

**AgroMilagro**  
research









Dipl.-Ing. agr. Markus Rippin

Marktforschung - Analysen  
und Unternehmensberatung

[www.agromilagro.de](http://www.agromilagro.de)

**AgroMilagro**  
research





Rheinland-Pfalz

DIENSTLEISTUNGSZENTRUM  
LÄNDLICHER RAUM (DLR)  
RHEINHESSEN-NAHE-  
HUNSRÜCK

# Essentielle Elemente und künftige Perspektiven des Nährstoffmanagements im ökologischen Landbau

PROF. ULRICH KÖPKE

Institut für Organischen Landbau

Bonn



# Essentiale Elemente und künftige Perspektiven des Nährstoffmanagements im Ökologischen Landbau

Prof. Dr. Ulrich Köpke



# Bodenfruchtbarkeit

## Produktionsfunktionen

Effiziente dauerfähige  
Nettoproduktion aller  
Kulturpflanzen in  
diversifizierter  
Fruchtfolge bei  
optimierter Qualität

## Ökologische Funktionen

Filter  
Puffer  
Biodiversität  
Selbstregulation  
Systemstabilität

Boden-  
leben

Boden-  
nährstoffe

Boden-  
gefüge

Frucht-  
folge

Düngung

Boden-  
bearbei-  
tung

## VEREINBARUNGEN:

- **ORGANISCHER LANDBAU** verfolgt das **Prinzip einer zielgerichteten Organisation des landwirtschaftlichen, weitgehend in sich geschlossenen, "wohlproportionierten" (A. YOUNG, 1770) Betriebsorganismus. (KÖPKE 1990)**

- **NÄHRSTOFFMANAGEMENT** im ORGANISCHEN LANDBAU ist bestimmt durch:

- Knappheit der Güter (hier Nährstoffe)
- Begrenzung von Möglichkeiten / Potentialen (z. B. Wurzeldichte, Durchwurzelungstiefe, etc.)

**Ziele:** => Optimierte Zusammenführung begrenzter und zu erschließender Ressourcen mit dem Ziel der Optimierung des Nutzens.

=> Entwicklung von Strategien, wie Nährstoffe dem pflanzlichen Wachstum vornehmlich betriebsintern verfügbar gemacht werden können und langfristig verfügbar bleiben.

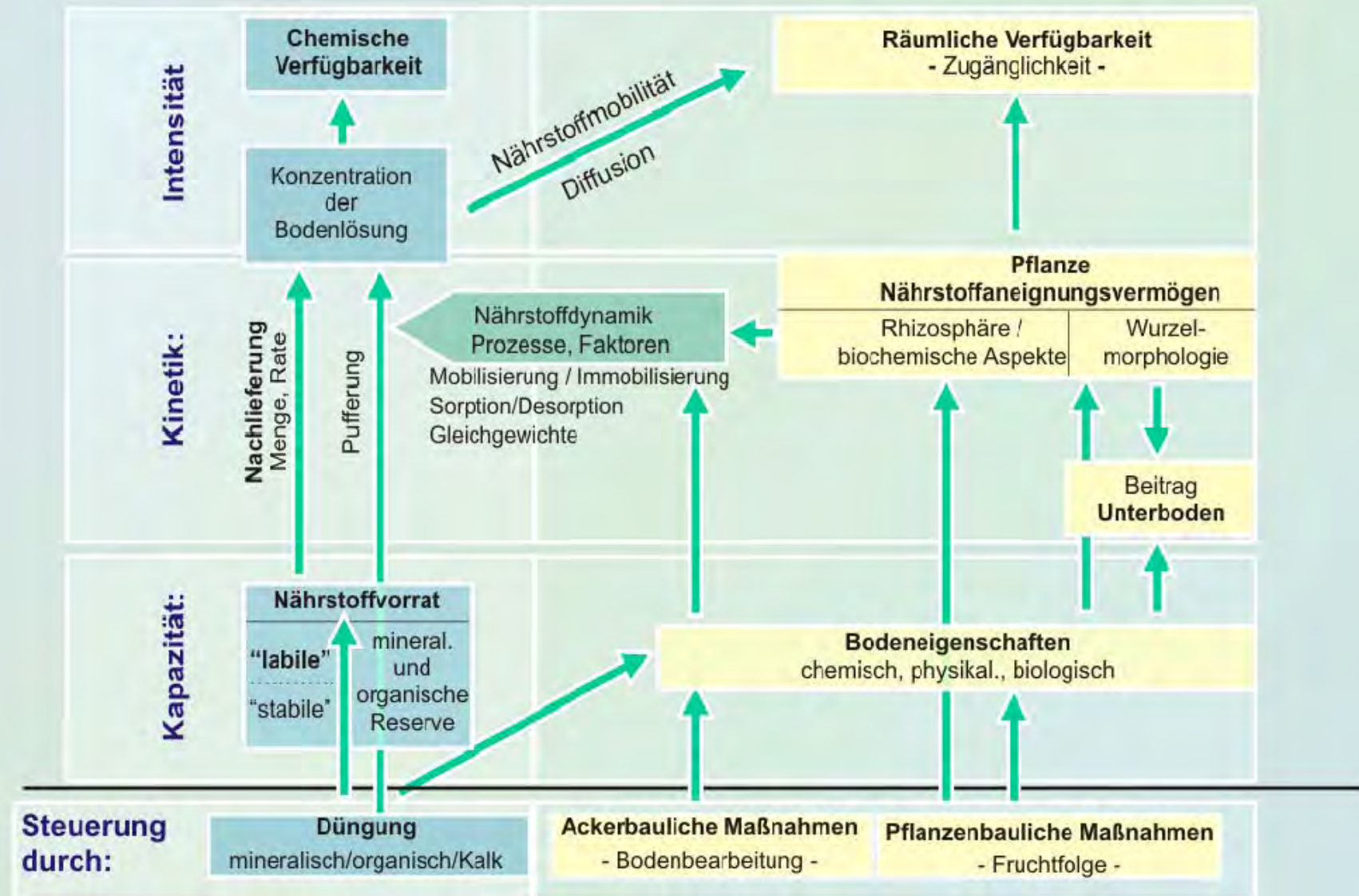
Vermeidungsstrategien für Nährstoffverluste/ -austräge sind dabei eingeschlossen.

"Nährstoffmanagement wird als zielgerichtete Organisation von Nährstoffflüssen verstanden." (KÖPKE 1994)



# Bodenfruchtbarkeit: Nährstoffdynamik und -verfügbarkeit

(n. WERNER 1994)



## Konventioneller Landbau

## Ökologischer Landbau

### *Bodenfruchtbarkeit*

*Importiert*

*Innerbetrieblich produziert*

*Chemische Verfügbarkeit*

*Räumliche Verfügbarkeit*

**Stoffzufuhr ersetzt Prozesse**

**Prozesse ersetzen Stoffzufuhr**

Mineralischer Dünger

Gesteigerte biologische und  
mikrobiologische Prozesse

→ Flüssigphase

→ Festphase

“quasi statisch“

“dynamisch“

„Bedarfsgerechte Düngung“

Optimierte Abstimmung von  
Fruchtfolge, Bodenbearbeitung,  
Düngung & Anbautechniken



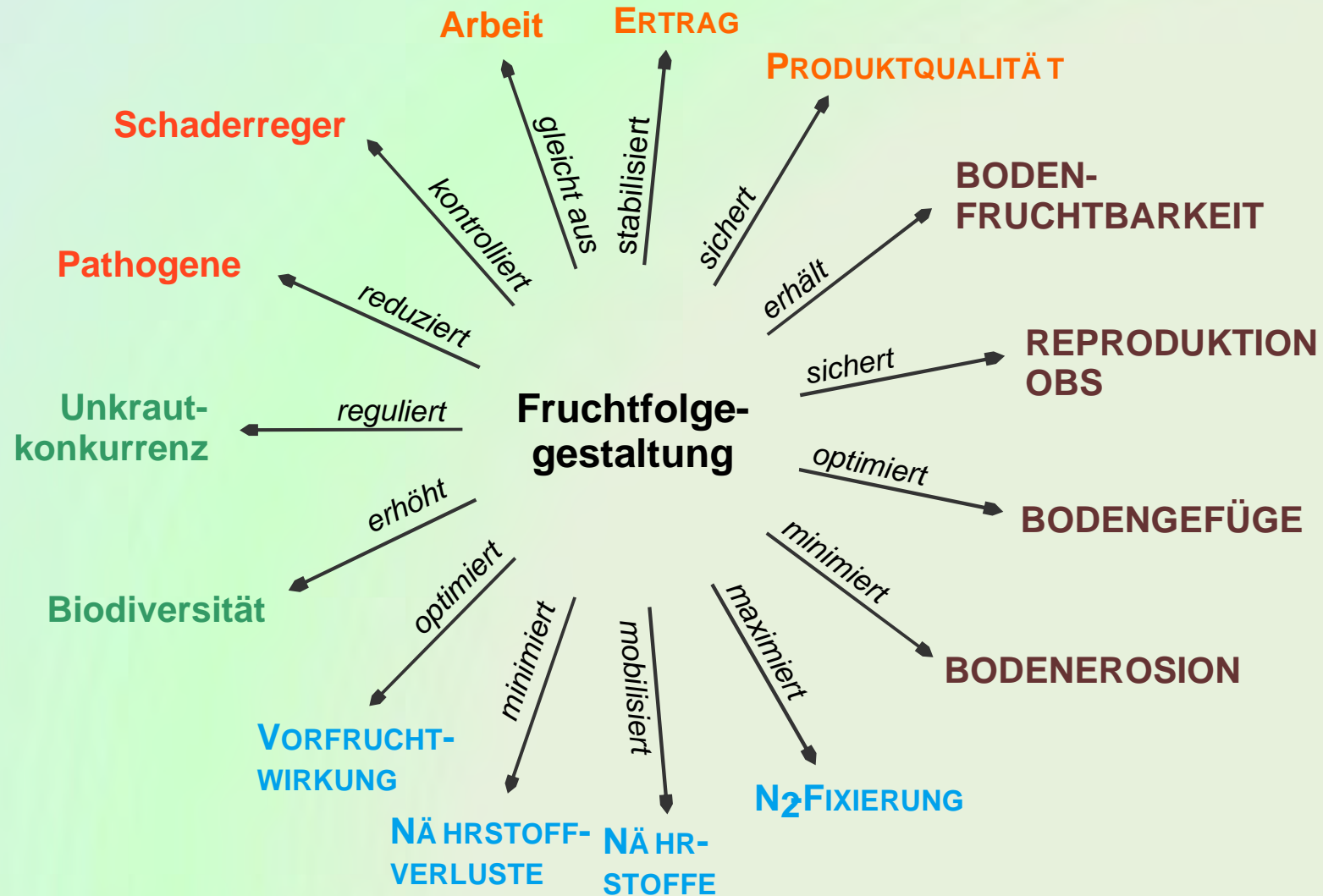
## 0. Präludium

# Drei Hauptströme bestimmen Nährstoffmanagement und Düngung im Ökologischen Landbau:

- Nährstoffmanagement durch Fruchtfolgegestaltung;
- Nährstoffflüsse durch innerbetrieblich erzeugte organische Düngemittel;
- Nährstoffzuflüsse durch nicht innerbetrieblich erzeugte Düngemittel.

- ➔ Fruchtfolgegestaltung organisiert Nährstoffflüsse die ihren Ursprung ortsgebunden im Betrieb bzw. auf der jeweiligen Feldfläche haben,
- ➔ Auswirkungen auf die Ertragsbildung der Feldfrüchte ortsgebunden im zeitlichen Nacheinander der Feldfrüchte entfaltet
- ➔ Mit Ausnahme des symbiotisch fixierten Stickstoffs findet zunächst keine oder nur eine geringe Netto-Zufuhr von Nährstoffen statt.

## Fruchtfolgegestaltung und Nährstoffmanagement

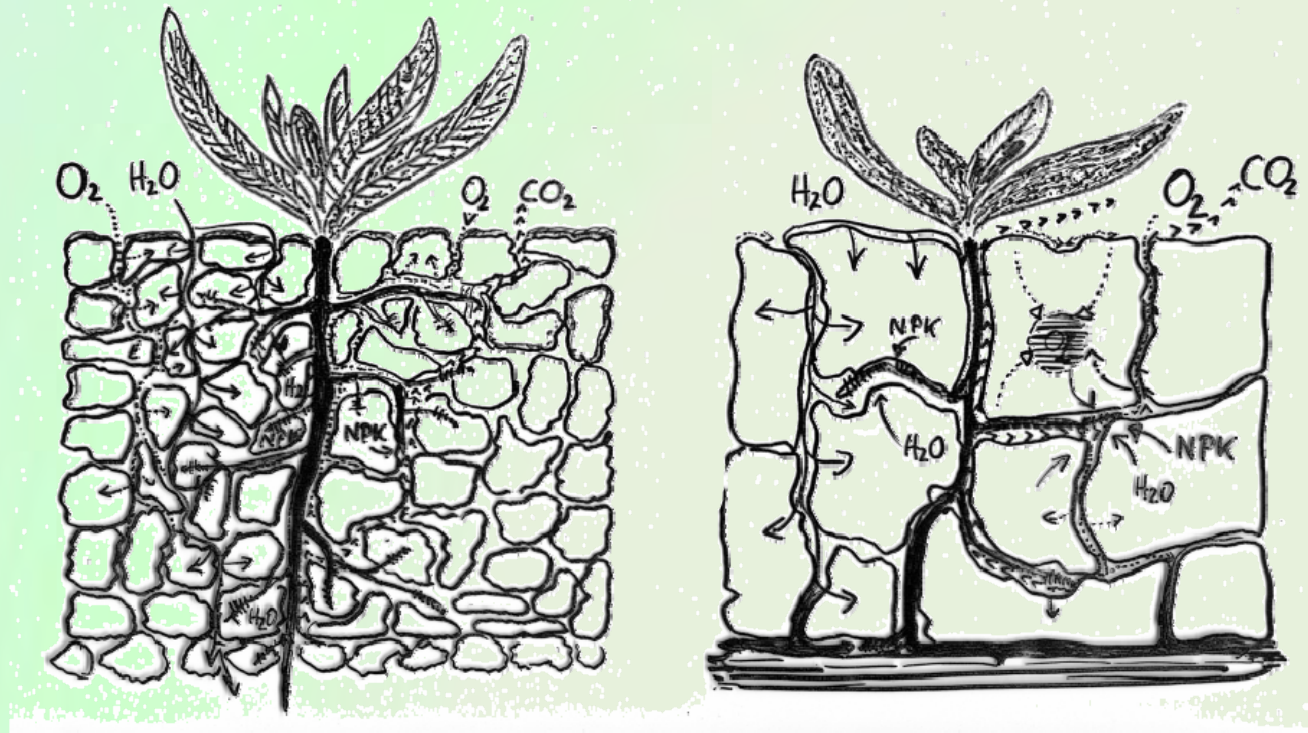


# Nährstoffakquisition

Auswahl geeigneter Pflanzenarten und Sorten mit

- hoher Wurzelichte und Durchwurzelungstiefe
- hohem Nährstoffaufschlussvermögen
- langer Vegetationszeit und Bodenbedeckung
- Zweitfrüchte
- Unter- bzw. Stoppelsaaten mit Kenntnis der Rhizosphäreneigenschaften

## Zusammenklang von Fruchtfolgeoptimierung und Bodenbearbeitungsintensität kann Mobilisierung, Mineralisierung und Aufnahme der Bodennährstoffe ertragswirksam beeinflussen



Handskizze: Kord Baeumer in den 1980 er Jahren



**Tradierter Düngungsbegriff, der zunehmend aus dem Bewusstsein gelangt:**

Zufuhr und Einarbeitung von Düngern und Ernteresten auf die Festphase des Bodens - **nicht primär auf die Kulturpflanze orientiert**

Die Wirtschaftsdünger werden umgehend in den Boden eingearbeitet

**Wendende Bodenbearbeitung dominiert**





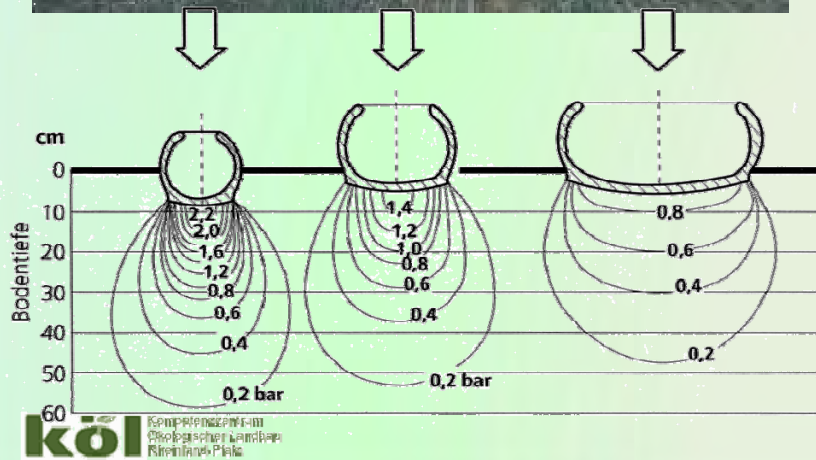
## Bodendruck organisieren

# Wendepflug?: ja – aber onland !



Einarbeitung von Spinat- Ernteresten  
Betrieb Bolten, Niederkrüchten, NRW

## Bodendruck organisieren: heterogene Bodendichte nutzen- *controlled traffic*: GPS gestütztes Walzen und Striegeln





## Wendepflug (LBS) im Ökologischen Landbau: i.d.R. unverzichtbar für

- effizientes Nährstoffmanagement,
- Einarbeitung organischer Dünger,
- Umbruch/ Einarbeitung von Klee gras/Feldfutter,
- Erhöhung der Wurzeldichte und Verteilung,
- Stickstoffmineralisation und
- Nährstoffaufnahme

**Wendende Bodenbearbeitung dominiert**

**Wendepflug: Standardgerät der Grundbodenbearbeitung** →



**Künftig vermehrt:  
Zwei-Schichtenpflug** →





## Varianten und Terminierung der Grundbodenbearbeitung - Fallstudie

Wendepflug [P]



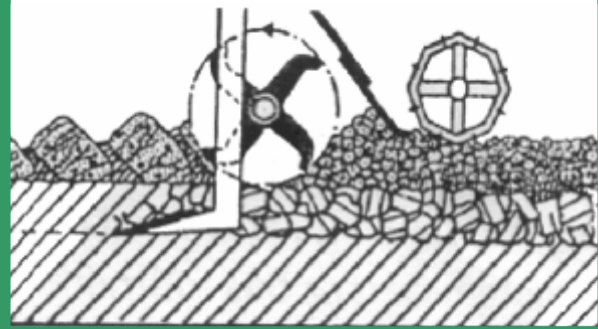
Krummentief wendend in 30 cm Tiefe

Zweischichtenpflug [SP]




Flach wendend bis 15cm, tief lockernd  
in 30cm Tiefe


Schichtengrubber [SG]



Nichtwendend, lockernd in 30cm Tiefe

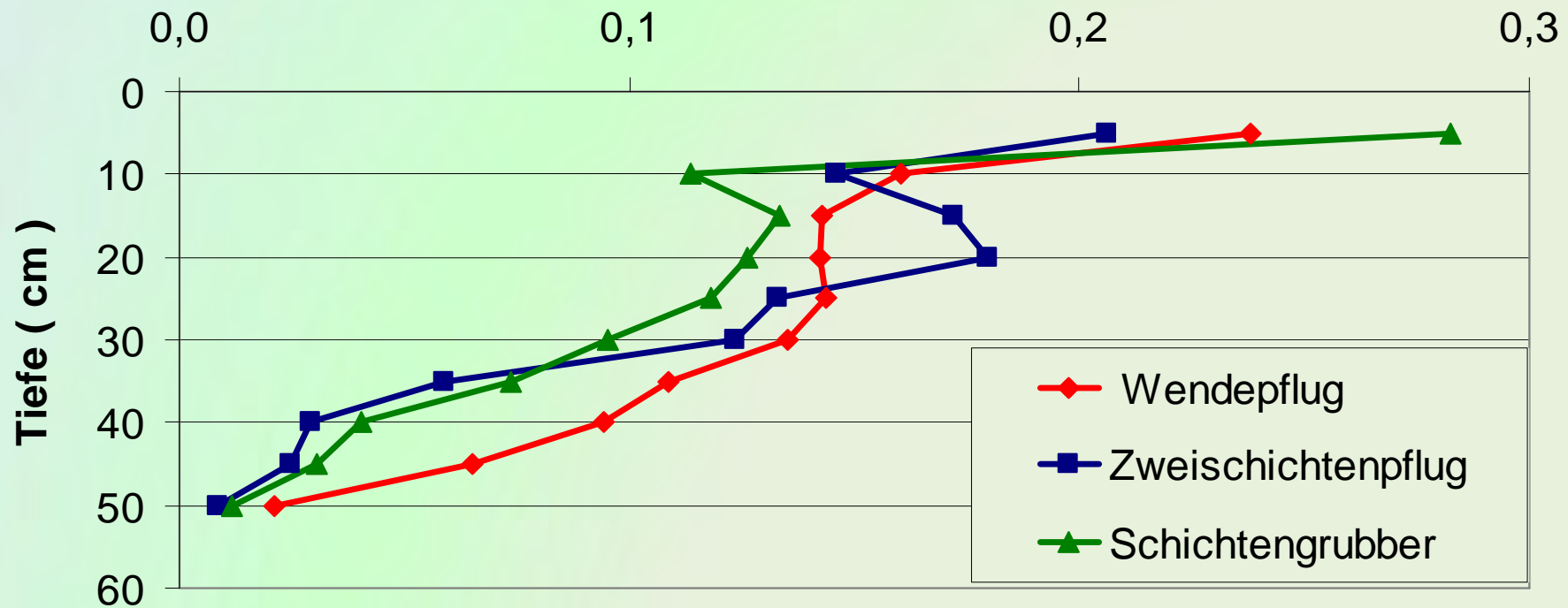
Fruchtfolge:

- Grünbrache 
- Winterweizen
- Erbsen
- Winterroggen
- Sommergerste

 = Bodenbearbeitung  
nach jeder Getreideernte

## Wurzelwachstum der Braugerste ( 5 Wochen n. d. Aussaat, Jahr 2000)

cm Wurzeln / cm<sup>3</sup> Boden



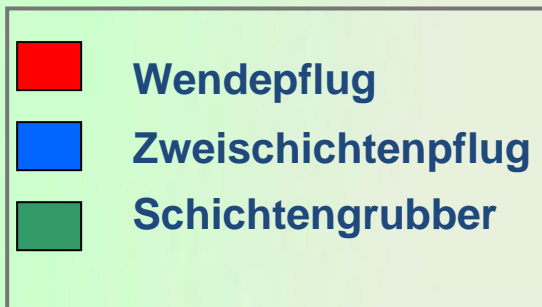
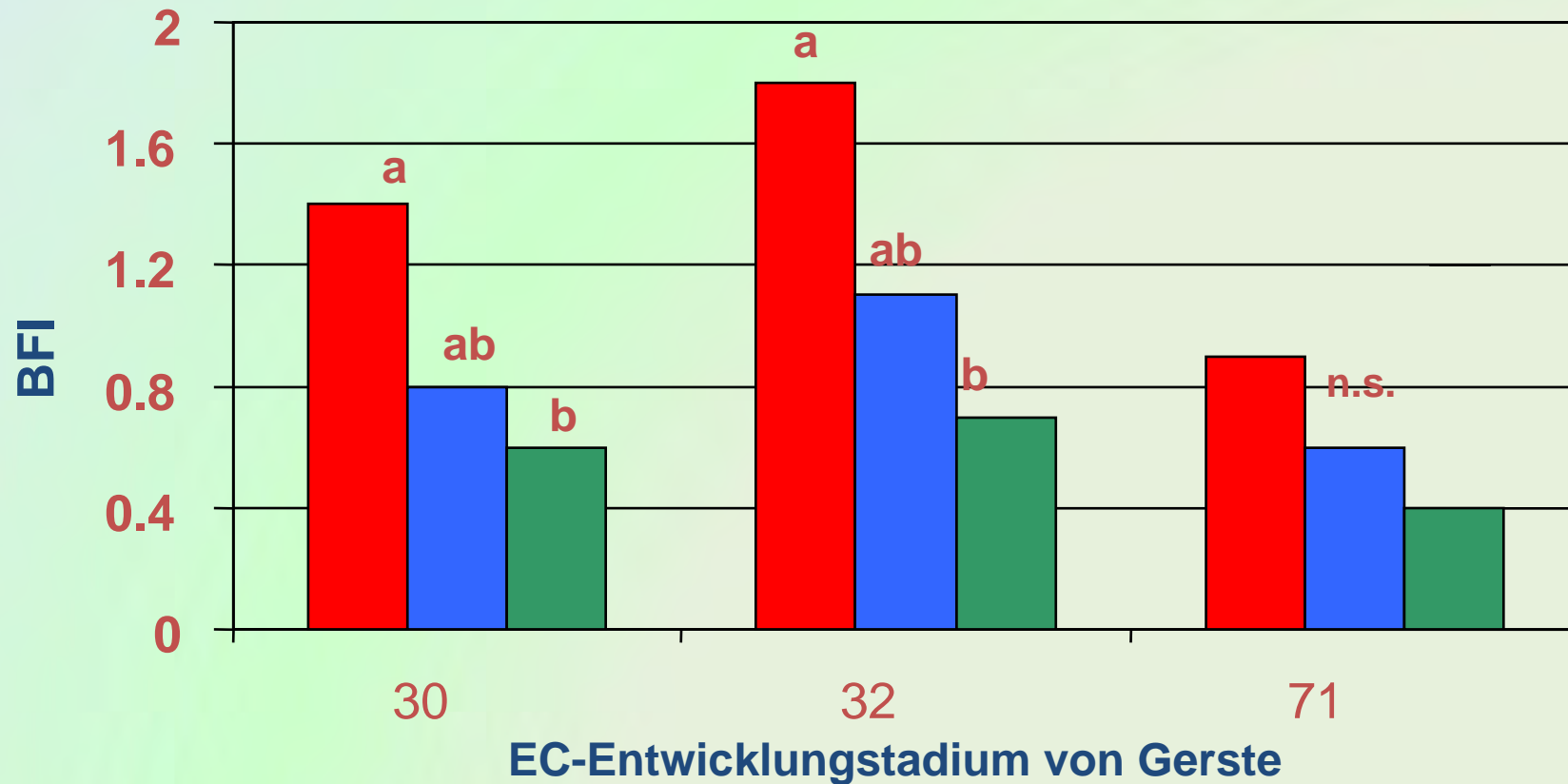
### Hypothese

bei abnehmender Bearbeitungsintensität wird die Wurzel - Längen - Dichte geringer

IOL

# Blattflächenindex

## Jahr 2001, Deutschland

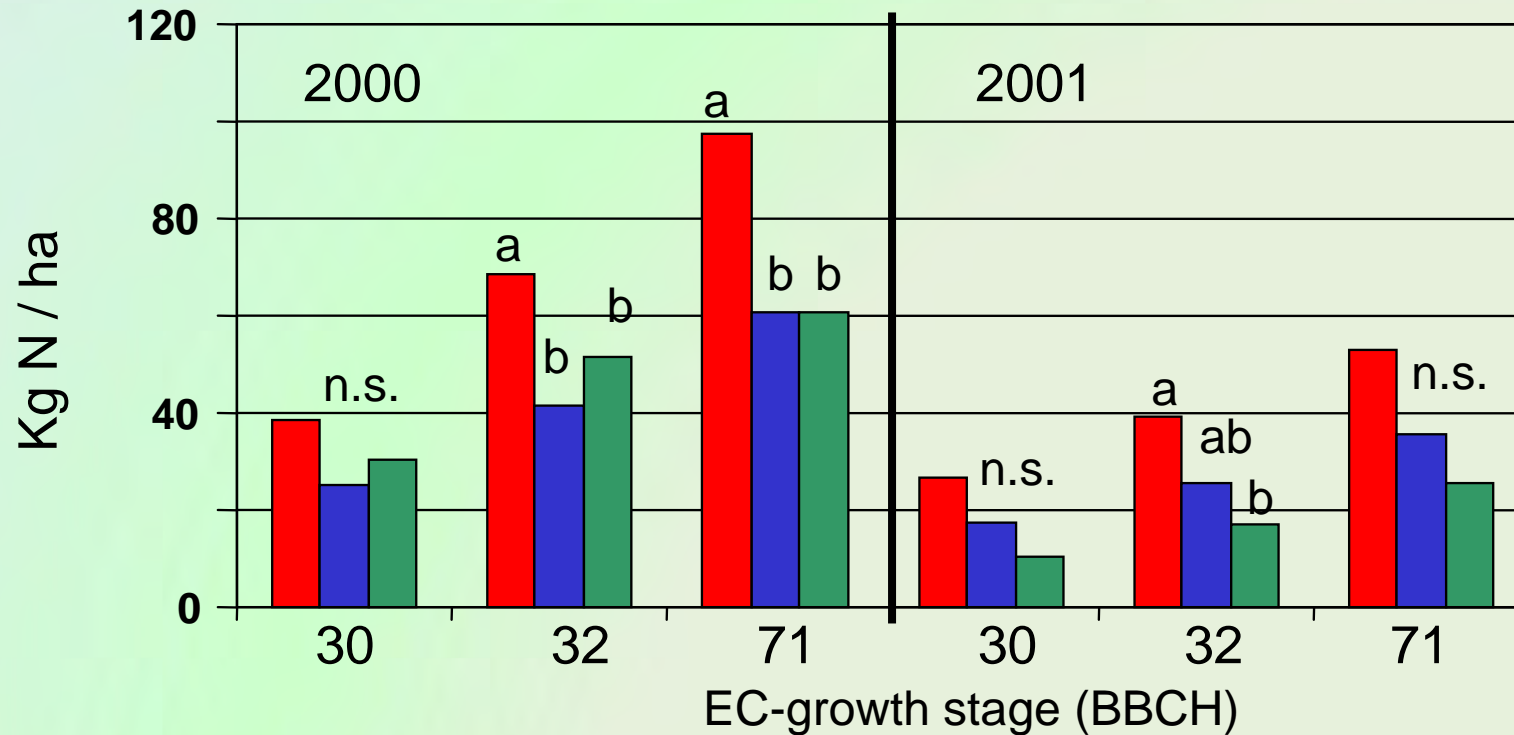


**Hypothese**

✓ Reduzierte Bodenbearbeitung reduziert den Blattflächenindex von Gerste



## N Aufnahme von Sommergerste Germany



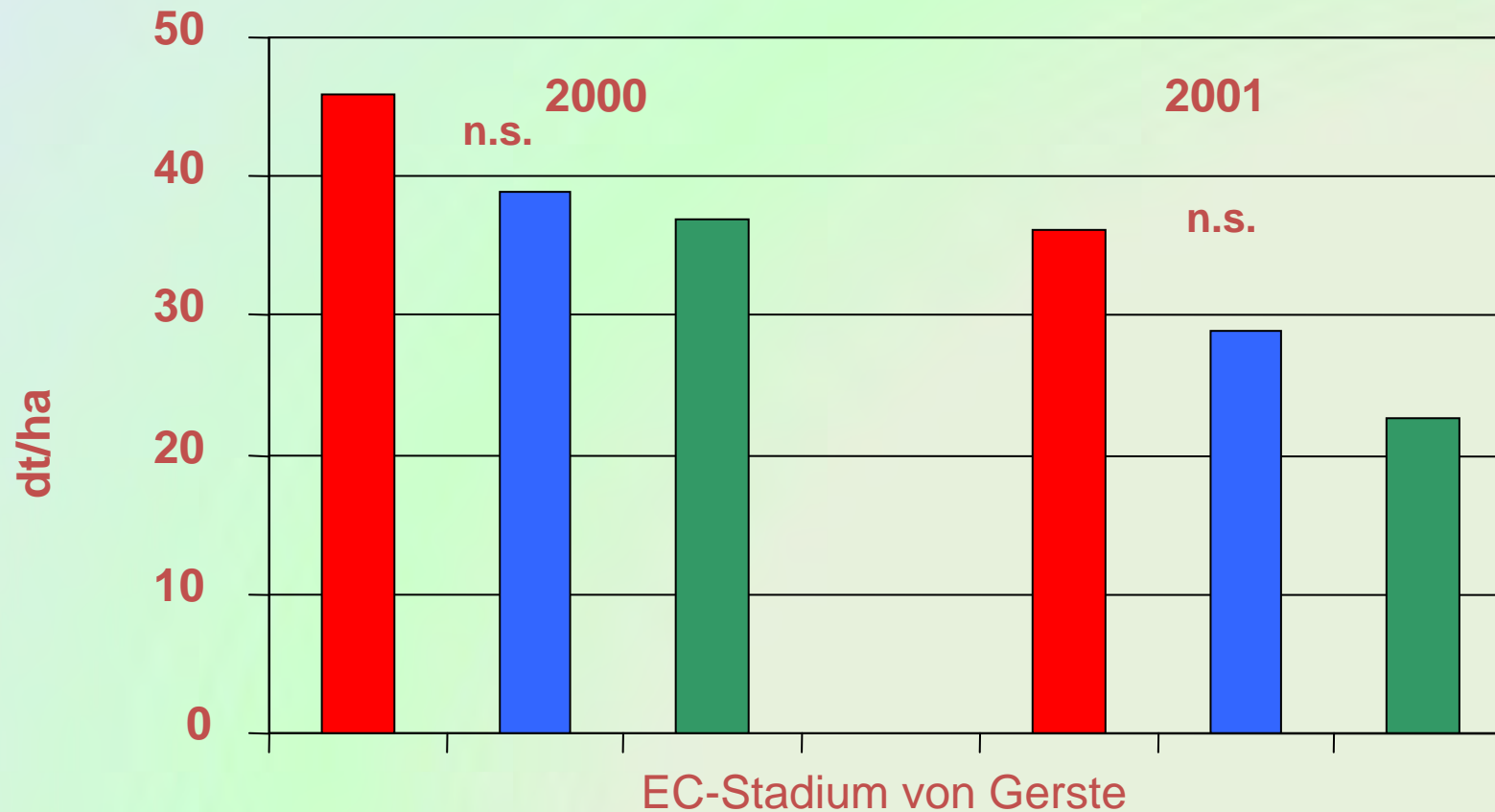
- Wendepflug
- Zweischichtenpflug
- Schichtengrubber







### Hypothese:

Reduzierte  
Bodenbearbeitung reduziert  
N Aufnahme











## Kornertrag von Sommergerste



|  |  |
|--|--|
|  Wendepflug         |  <b>Hypothese</b><br>Reduzierte Bodenbearbeitung vermindert den Kornertrag von Gerste |
|  Zweischichtenpflug |  |
|  Schichtengrubber   |  |

## Zwischen-Resümee I

### Intensive Grundbodenbearbeitung erhöht

-  **Porenvolumen**
-  **Anteil luftführender Poren**
-  **Bodentemperatur im Frühjahr**
-  **Bodenbiologische Aktivität**
-  **Stickstoffmineralisation - Nitrifikation**
  
-  **Jugendentwicklung im Frühjahr gefördert**
  
-  **Positive Konsequenzen für :**
  -  **Wasserhaushalt**
  -  **Konkurrenzkraft**
  -  **Ertragsbildung**

Wendende und  
mischende  
Bodenbearbeitung sind  
für eine effiziente  
Nutzung bodenbürtiger  
Nährstoffe,  
insbesondere bei  
niedrigen  
Nährstoffgehalten,  
i.d.R. unverzichtbar.



...und dennoch: Direktsaat -  
temporär



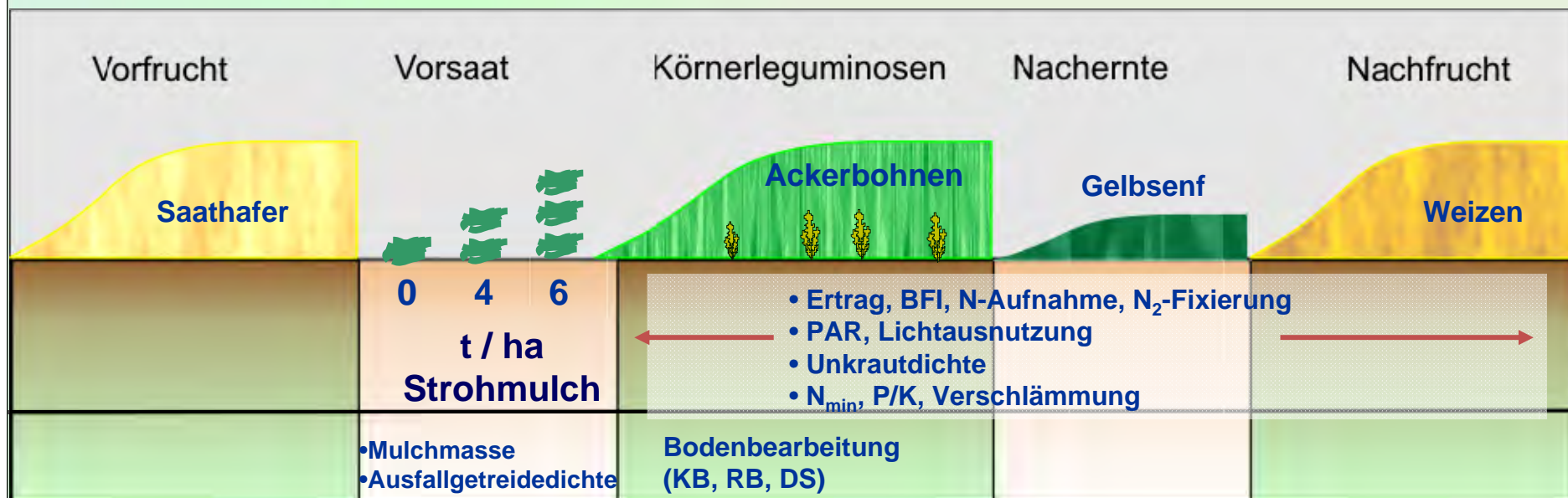
.... zu Körnerleguminosen !



## Fallbeispiel: Temporäre Direktsaat von Ackerbohnen, *Vicia faba* L.



→ **Unkrautunterdrückung als Funktion von Mulchmasse bzw. Bodenbedeckungsgrad, sowie temporärer N-Immobilisation.**





**Direktsaat: Standort Frankenforst 2007**



**Hafer - Herbst 2006**



**Haferstroh - Februar 2007**



**John Deere 1730 MaxEmerge  
6-reihige Einzelsaatmaschine, März 2007**



**Direktsaat März 2007**



## Direktsaat im Schnee

7. März 2010



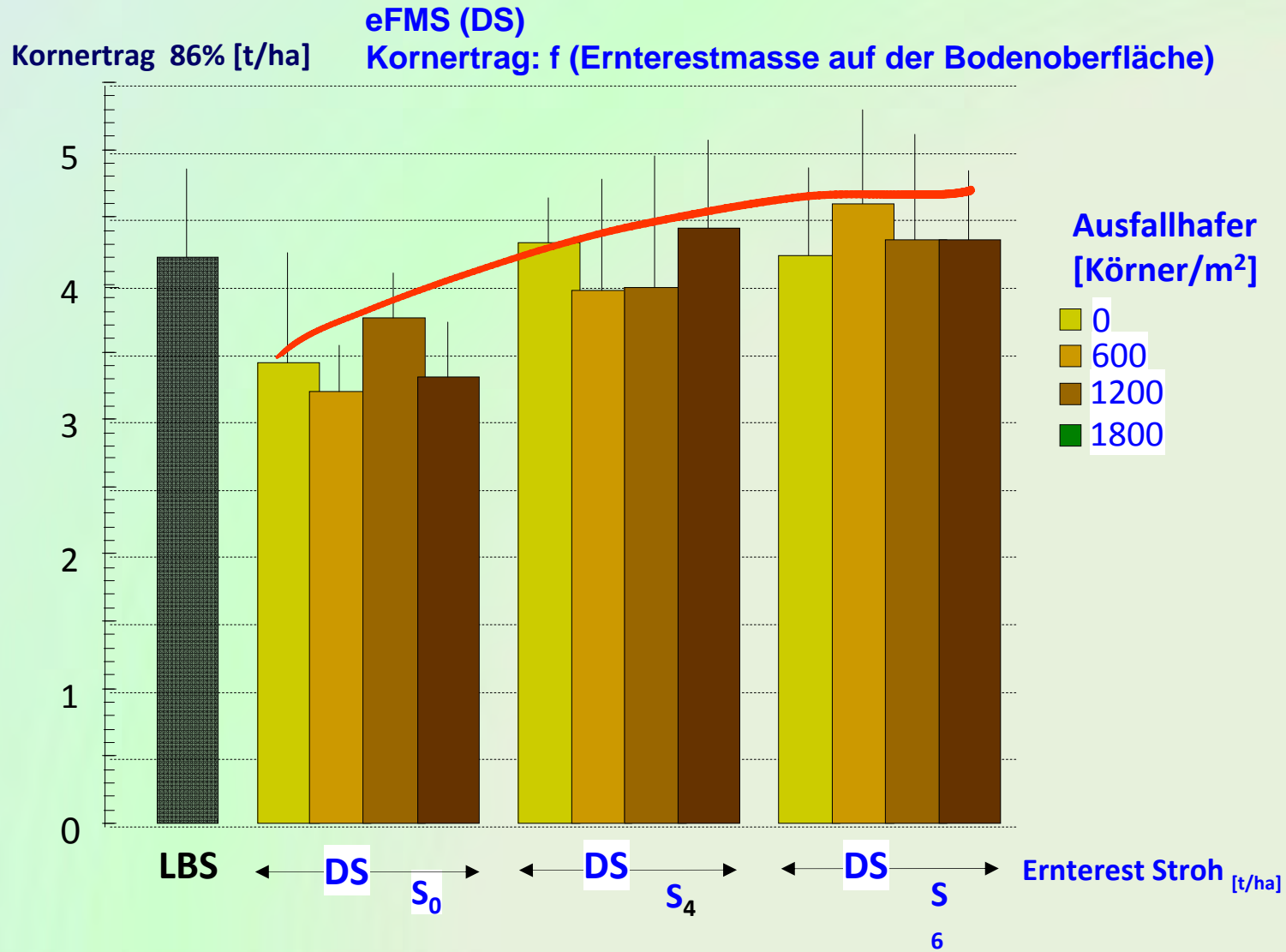


2007

Stand G 42a

Direktsaat, Strohrückstände 6 t / ha





## Temporäre Direktsaat in der Umstellungsphase

In bislang 7 ausgewerteten Feldversuchen  
keine signifikanten Ertragsunterschiede

Direktsaat ohne Strohmulch  
3,83 t / ha

Wendepflug  
3,40 t / ha



## Temporäre Direktsaat von Ackerbohnen vs. Wendepflug

| Bodenbearbeitungssystem  | Aufwendungen |        |                 |      |                 |               |
|--------------------------|--------------|--------|-----------------|------|-----------------|---------------|
|                          | Zeit         | Diesel | CO <sub>2</sub> |      | Maschinenkosten |               |
|                          | Ak/h         | l/ha   | kg/ha           | kg/t | Fix €/ha        | Variabel €/ha |
| Wendepflug <sup>1)</sup> | 4,9          | 64,3   | 170,4           | 44,6 | 67,7            | 133,8         |
| Direktsaat <sup>2)</sup> | 0,6          | 6,4    | 17,0            | 5,7  | 16,8            | 22,0          |

<sup>1)</sup> Winterzwischenfrucht Ölrettich: Schwergrubber, 3 m, 83 kW-Schlepper; Grundbodenbearbeitung zu Ackerbohnen mit 5-Schar Wendepflug, Saat jeweils Kreiseleggensäkombination 3 m, 83 kW; Ackerbohnenhacke 3 m, 67kW.

<sup>2)</sup> Direktsaat von Ackerbohnen in Strohmulch der Vorfrucht Hafer (3 m, 67 kW).  
Schulte, H. (2007) ( ergänzt).

## Verfahrenskosten

**System 1:** Pflug 275 €/ha

**System 2:** DS - 48 €/ha

---

**227 €/ha**

Ackerbohnen-Preis  
(2006): ca. 24 €/dt

### Fazit:

Bis zu einem Minderertrag von **ca. 9,5 dt/ha** bietet die Ackerbohnen-Direktsaat Kostenvorteile !

# Schwefel

## Bundesweit verbreiteter **Schwefelmangel**

- ➔ Zufuhr elementaren Schwefels (Schwefellinsen):
- ➔ an die Direktsaatreihen bei Ackerbohnen?
- ➔ P-Aufschluss gefördert?





## **Zwischen - Resümee II**

Temporäre Mulch/ -Direktsaat zu Körnerleguminosen:

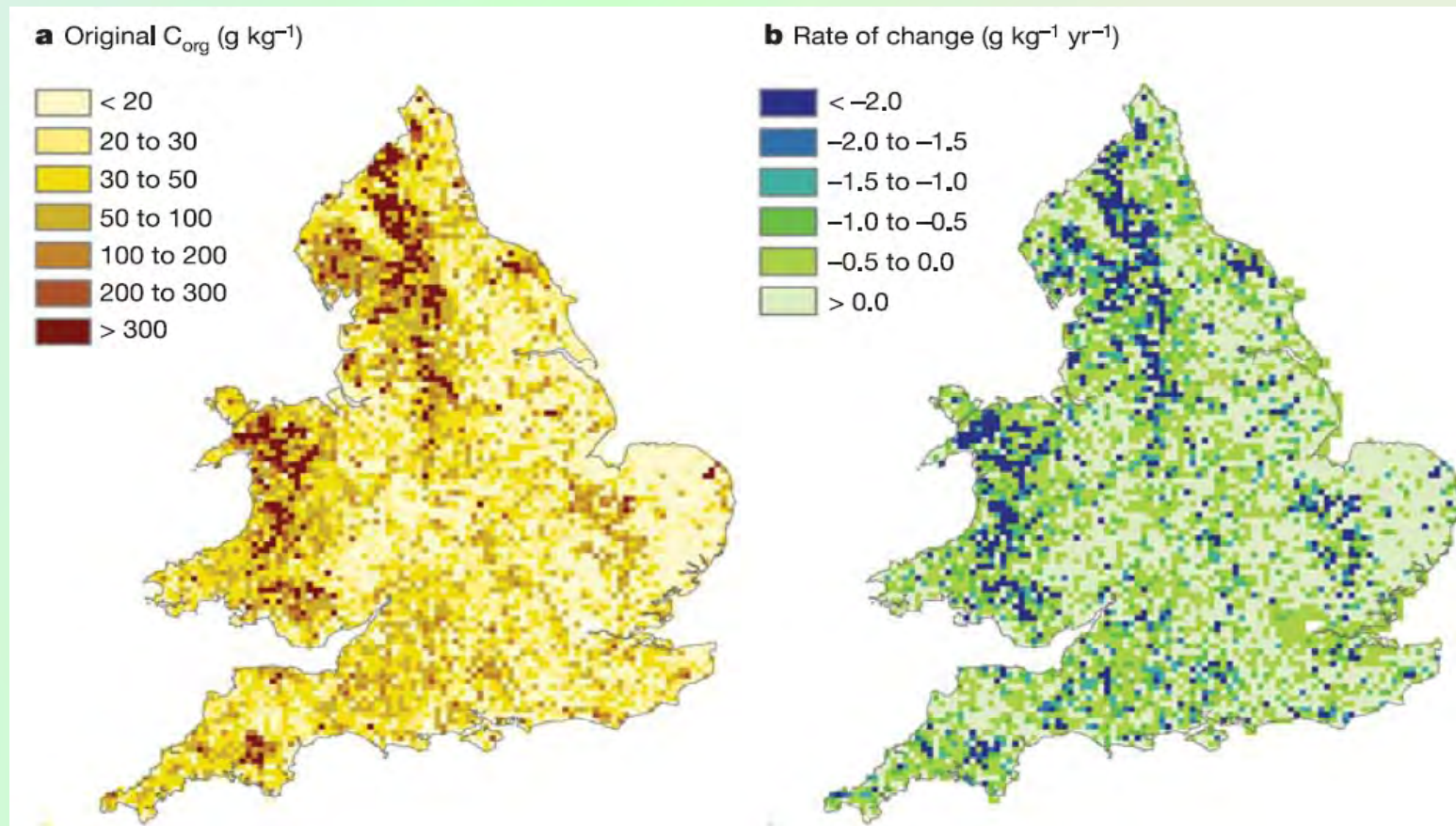
- ➔ Geeignete Strategie bei geringem Unkrautdruck mit Wurzelunkräutern
- ➔ Günstig für Ackerbaubetriebe in der Umstellung
- ➔ Mögliche allelopatische Effekte verlangen weitere Untersuchungen
- ➔ ebenso wie 'Bio-herbizide' sensorgesteuert ausgebracht in besonderen Fällen (Erosionsgefährdung, hoher Unkrautdruck mit Wurzelunkräutern etc.)
- ➔ Reduzierte/ optimierte Düngung: Rohphosphat, Schwefel

Verbinden von Ökologischem Landbau, Präzisionslandwirtschaft und 'Konservierender Bodenbearbeitung'? ➔ Ein klares Ja!

# Organische Bodensubstanz: Änderungen der Gehalte - England and Wales zwischen 1978 and 2003 -

Ausgangsgehalte  $C_{org}$  ( $g\ kg^{-1}$ )

Veränderungsrate  $C_{org}$  ( $g\ kg^{-1}\ yr^{-1}$ )





11. Fachtagung zum Ökologischen Landbau , 07. Dezember 2010, Bad Kreuznach





11. Fachtagung zum Ökologischen Landbau , 07. Dezember 2010, Bad Kreuznach

Bodensymposium „Quell des Lebens oder wertloser Dreck?“  
Münchener Stadtmuseum, 14. und 15. Oktober 2010

„Ökologischer Landbau leistet bereits jetzt einen großen Beitrag für gesunde Böden. Das Herzstück für jeden Öko-Landwirt ist es, die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten und Humusaufbau durch gezielte Fruchtfolgen zu fördern“

Naturland Landwirt Hans Wimberger

Pressemitteilung Naturland v. 26. 10. 2010

- ➔ **Ist das wirklich/immer so?**
- ➔ **Welches Risiken bestehen?**
- ➔ **Handlungsempfehlungen für Ackerbaubetriebe**

## Ökologischer Landbau erhöht langfristig :

**Humusgehalt** + 10 – 30 %

**Bodenmikrobielle Biomasse** + 17 – 36 %

**Bodenmikrobielle Aktivität** + 40 – 100 %

Quellen:

Emmerling 1998  
Piorr & Werner 1998, 1999  
Munro et al. 2002  
Mäder et al. 2002

### Zweifel, da

- **Probenahmetiefe und –zeitpunkt entscheidend und vergleichsrelevant**
- **Hohe Gehalte in 0-20 cm Bodentiefe bei flacher Bodenbearbeitung können mit weniger Humusmenge verbunden sein, als geringe Gehalte bei tiefer Bodenbearbeitung**

## Angestrebte positive Effekte der Organischen Bodensubstanz und seiner Metabolite im Boden

Schaffung und Erhaltung eines günstigen Bodengefüges, dadurch:

- Höhere *Wasserkapazität*, dennoch:
- Höherer *Gasaustausch* / Anteil luftführender Poren
- Höhere *Sorptionskapazität* / Kationen - Austausch
- *Nährstoff-Kapazität* erhöht: 'Nährstoffspeicher'
- *Nährstoff-Kinetik*: Freisetzung und kontinuierliche Anlieferung von Pflanzennährstoffen (insbes. C, N, P, S; Mikronährstoffe)

➔ *Nährstoff- Intensität* mässig erhöht

nach D. Sauerbeck 1992, ergänzt und erweitert



# Beziehungen der organischen Bodensubstanz zu den Standortbedingungen, den Bewirtschaftungsmaßnahmen und den Bodeneigenschaften (KÖRSCHENS & BUS, 1982)

## Standortbedingungen

## org. Substanz des Bodens

## Bodenkenngößen

Korngrößen-  
zusammensetzung

Klima

Grundwasser

Exposition

Fruchtfolge

Bodenbearbeitung

Beregnung

## Bewirtschaftungs- maßnahmen

Humus  
inert

Humus  
umsetzbar  
Organische  
Substanz

Organische  
Düngung  
Gründüngung  
Art, Menge  
Zeitpunkt

Trockenraumdichte

Wasserkapazität

Porenvolumen

Aggregatstabilität

Austauschkapazität

Mineralisierung

Biologische Aktivität

Hormone

pH-Wert

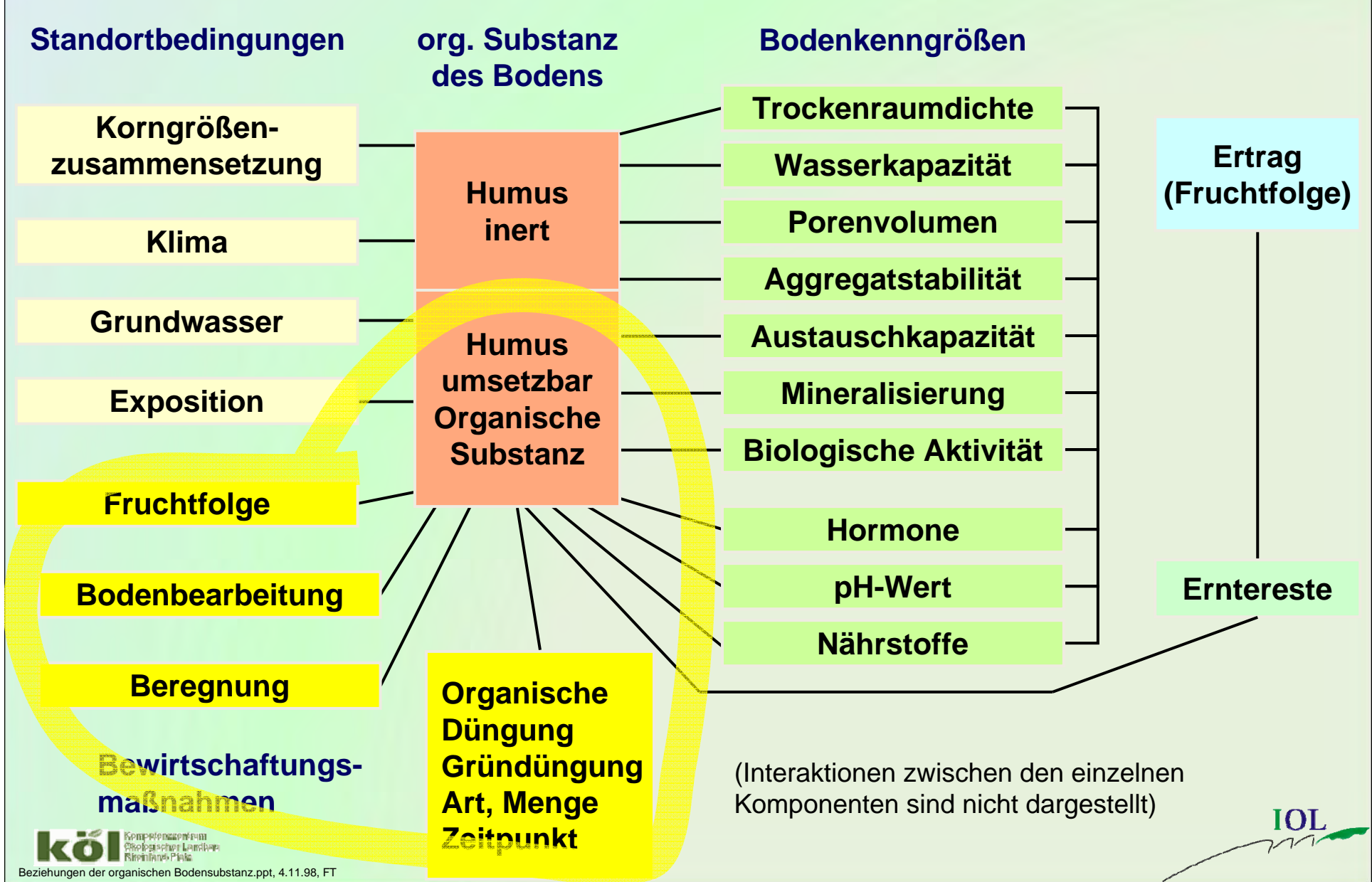
Nährstoffe

Ertrag  
(Fruchtfolge)

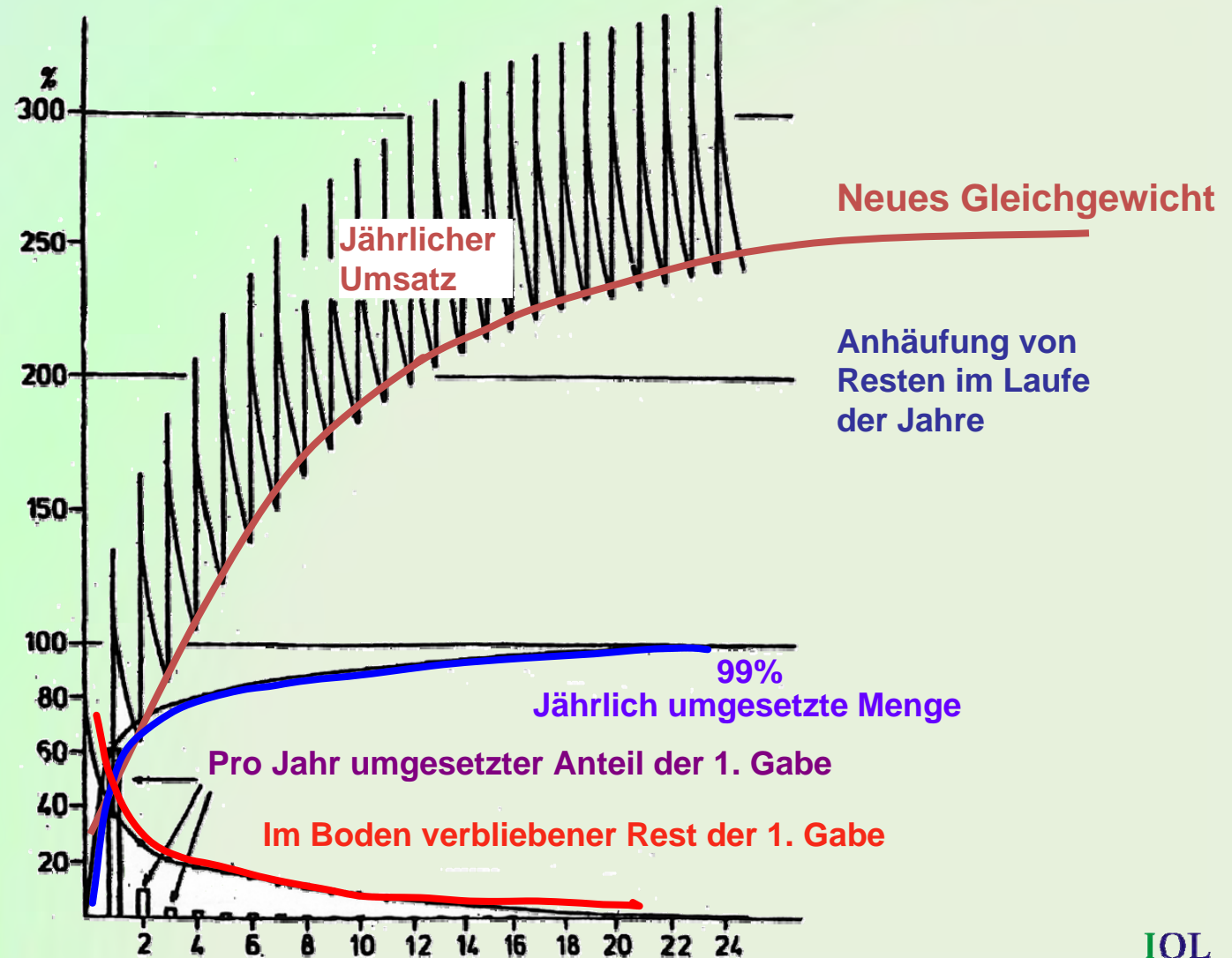
Erntereste

(Interaktionen zwischen den einzelnen  
Komponenten sind nicht dargestellt)

# Beziehungen der organischen Bodensubstanz zu den Standortbedingungen, den Bewirtschaftungsmaßnahmen und den Bodeneigenschaften (KÖRSCHENS & BUS, 1982)



## Abbau, Anhäufung und Umsatz von organischer Masse im Boden, ermittelt aus Umsetzungsversuchen mit $^{14}\text{C}$ -markiertem Weizenstroh unter Freilandbedingungen





# 11. Fachtagung zum Ökologischen Landbau , 07. Dezember 2010, Bad Kreuznach

## Albert Schultz –Lupitz (1831 – 1899)

1881: Reinerträge auf leichtem Boden. Ein Wort der Erfahrung zur Abwendung wirtschaftlicher Not

Bodenerschließung und Bodenaufbau durch Liebig-Düngung und Anbau tiefwurzelter Leguminosen

1855: Kauf der Wüstenei Lupitz in der Altmark: 250 ha grundwasserferne Sandböden, 580 mm Niederschlag;  
Erträge (dt/ha): Buchweizen 6, Spörgelheu 20; Getreide 8, Kartoffeln 80

| Periode                                    | Kennzeichnende Aktivität, Erfolge und Probleme  | Viehhaltung                               | Verkehrslage   |
|--|---|---|--|
| 1855 – 1863<br>Stallmistperiode            | Urbarmachung der Heide, Steigerung der Erträge durch Feldfutterbau: Lupinen, Schafschwengel   | Schafhaltung<br>0,5 GVE/ha                | 60 km unbefestigte Landwege zur                                    |
| 1864 – 1869<br>Mergelperiode               | Zeitweilige Ertragssteigerung durch Kalkung, Beginn der Kainit-Düngung, Lupinenchlorose, Ertragsrückgang:<br>Erträge (dt/ha): Getreide 9, Kartoffeln 100  | 0,37 GVE/ha                               | Eisenbahn  |
| 1870 – 1879<br>Liebig-Düngungs-<br>Periode | PK zu allen Früchten, außer zu Lupinen (nur K),<br>Kartoffelbau (6% AF, Stärkefabrik), Erwerb von 40 ha<br>Grasland im Drömling;<br>Erträge (dt/ha): Getreide 11, Kartoffeln 120                | 0,25 GVE/ha                               | 20 km Landwege   |
| 1880 – 1890<br>Zwischenfruchtperiode       | Einschränkung des Hauptfruchtfutterbaus, Kartoffeln 25%<br>AF, Verkauf von Heu und Stroh, Erwerb von 10 ha<br>lehmigen Sandboden;<br>Erträge (dt/ha): Getreide 11, Kartoffeln 180               | Viehlose Wirtschaft<br>(0,1 GVE Zugtiere) | Chaussee durch den<br>Drömling,<br>1889 Kleinbahnstation<br>Lupitz |
| 1891 – 1899<br>Rübenbauperiode             | Zwischenfruchtbau 33%, Kartoffeln 33%, Z-Rüben 10%, S-<br>Weizen 2% der AF, geringe mineralische N-Düngung,<br>Dampfpflug (40 cm);<br>Erträge (dt/ha): Getreide 10, Kartoffeln 180, Z-Rüben 350 |   |  |



*Schultz-Lupitz*

(1831-1899)

„Ich bin in meinem ganzen Leben gewöhnt gewesen, als besonnener Mann, erst nach reiflicher Überlegung und langer Erfahrung zu irgendeiner Veröffentlichung zu überreiten, und der Erfolg ist ja auch der gewesen, daß das Wort, was ich geschrieben, besteht und noch sehr lange bestehen wird.“



Foto: F.Ellmer, HU Berlin



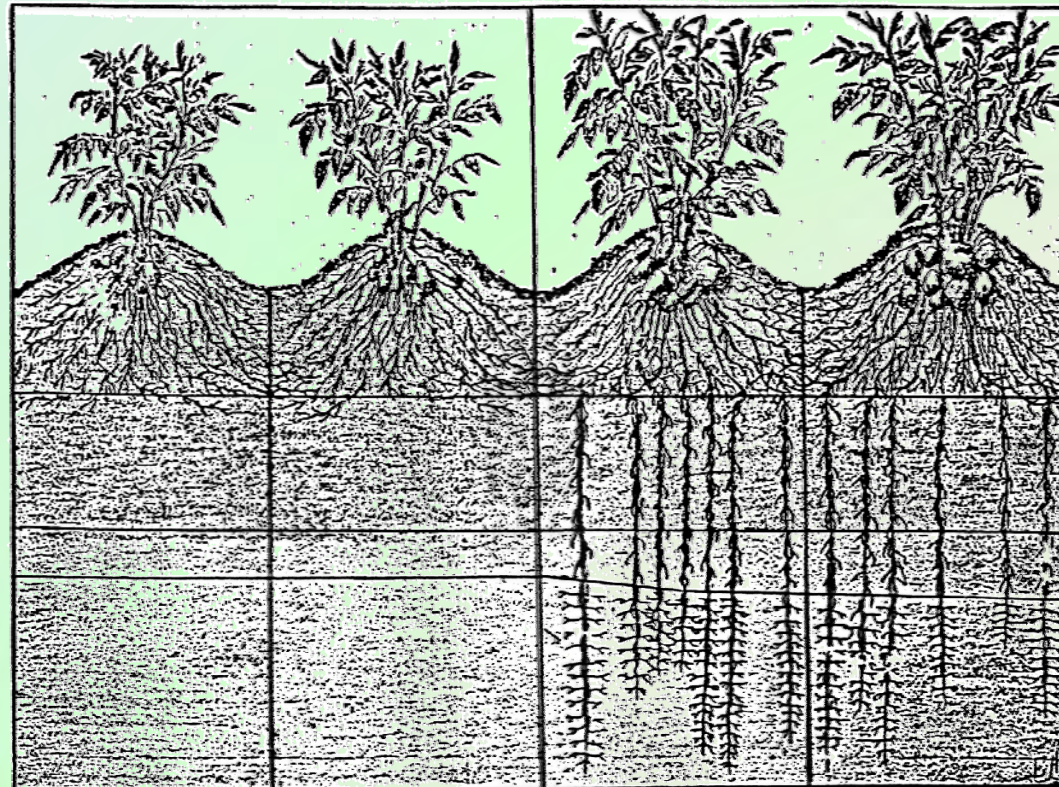
11. Fachtagung zum Ökologischen Landbau , 07. Dezember 2010, Bad Kreuznach



Fotos: F.Ellmer, HU Berlin







Dry year 1893

Potatoes after cereals  
Stubble crops: none  
Tuber yield: 14.6 t x ha<sup>-1</sup>

Potatoes after cereals  
Stubble crops: Lupine  
23.4 x ha<sup>-1</sup>

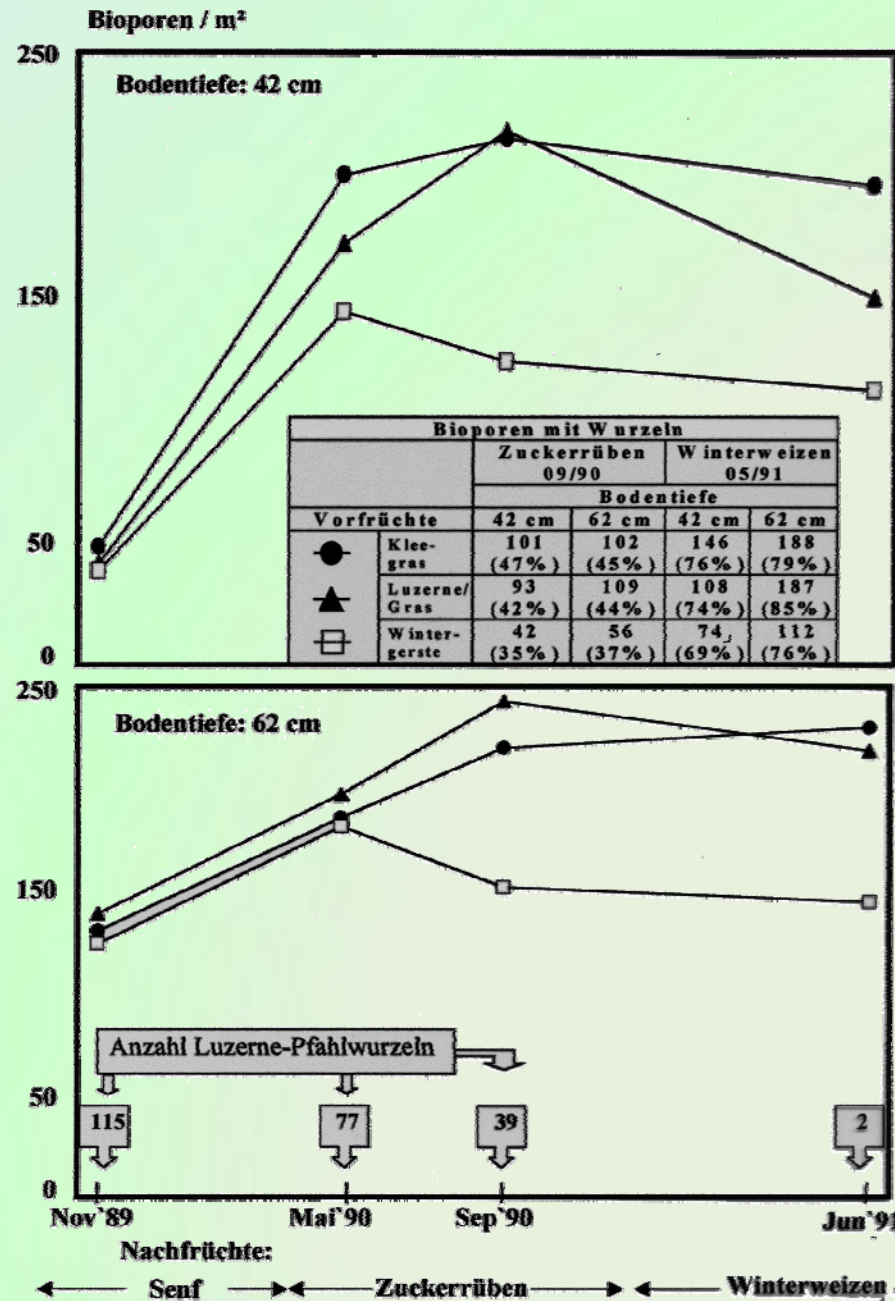
Layers:

- A: humus top soil
- B: dry and dense, iron-cemented sand
- C: dry, loose white sand
- D: water holding white sand

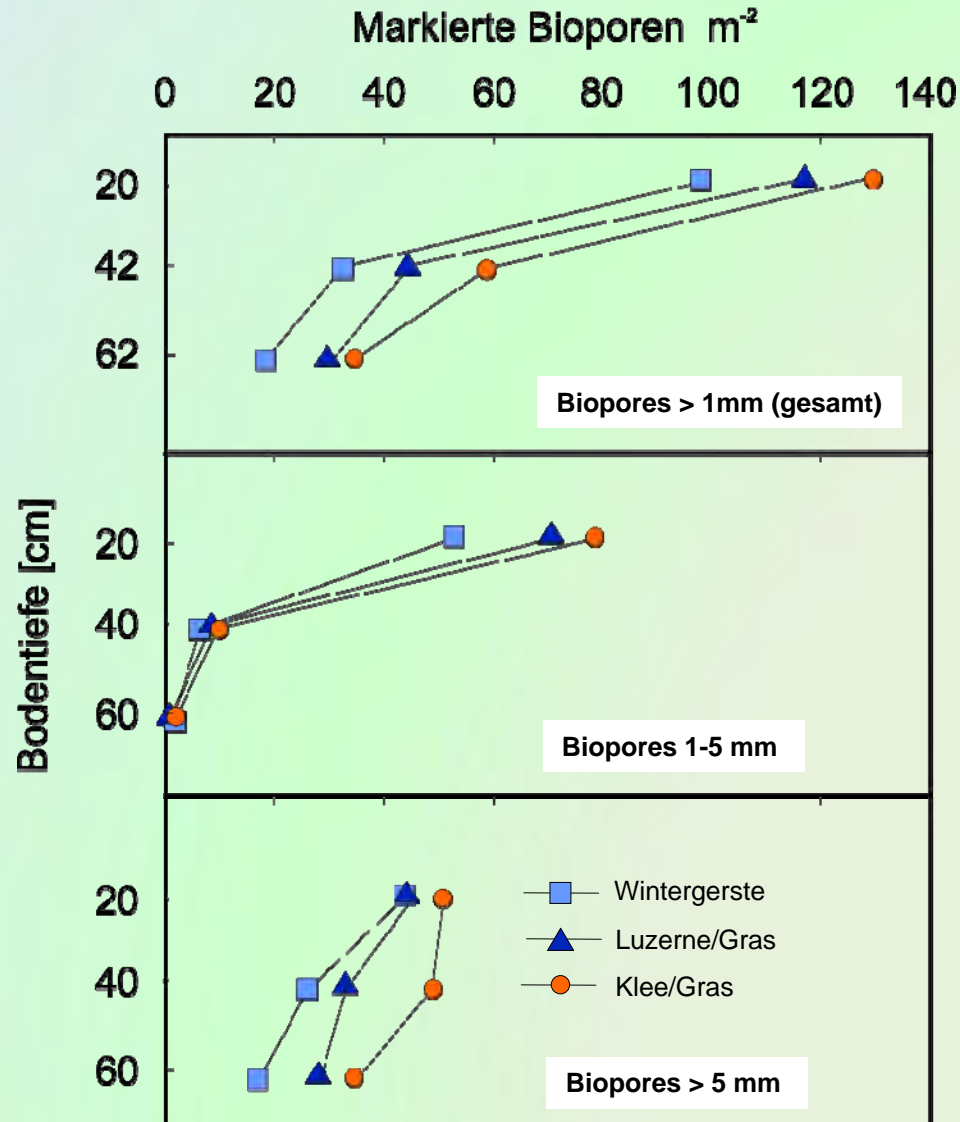
Unterboden einbeziehen!



11. Fachtagung zum Ökologischen Landbau , 07. Dezember 2010, Bad Kreuznach



## Porenkontinuität: tintenmarkierte Bioporen als Funktion der Vorfrucht



| % Marked biopores   |                 |      |
|---------------------|-----------------|------|
|                     | Bodentiefe [cm] |      |
|                     | 42              | 62   |
| Grass/<br>clover ●  | 97,2            | 67,7 |
| Luzerne /<br>Gras ▲ | 73,3            | 62,4 |
| Barley ■            | 60,7            | 39,3 |

11. Fachtagung zum Ökologischen Landbau , 07. Dezember 2010, Bad Kreuznach

# Crop Sequence and the Nutrient Acquisition from the ubsoil

Central field trial CeFiT  
*established in spring 2007*



DFG FOR 1320 Crop Sequence and the Nutrient Acquisition from the Subsoil  
**17. Februar 2010**



11. Fachtagung zum Ökologischen Landbau , 07. Dezember 2010, Bad Kreuznach

## Central field trial, CeFIT site conditions: creating different soil structure / biopore systems

Research station Klein Altendorf, 06° 59' 29" E, 50° 37' 21" N, 150 m asl., 10.9 °C, 680 mm rainfall, Haplic Luvisol  
from loess, soil profile: loamy silt (30- 60 cm soil depth) over silty loam (40 – 90 cm),  
valuation index of field: 85-90



| Treatment No. | Years        |              |              |              |              |              |              |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|               | 1. (2007/09) | 2. (2008/10) | 3. (2009/11) | 4. (2010/12) | 5. (2011/13) | 6. (2012/14) | 7. (2013/15) |
| 1             | S-Rye        | Oats         | Lucerne      | S-O rape     | W-Barley     | W-Rye        | Oats         |
| 2             | S-Rye        | Oats         | Lucerne      | S-Wheat      | W-O rape     | W-Rye        | Oats         |
| 3             | S-Rye        | Oats         | Lucerne      | S-Wheat      | W-Barley     | W-O rape     | Oats         |
| 4             | S-Rye        | Lucerne      | Lucerne      | S-O rape     | W-Barley     | W-Rye        | Oats         |
| 5             | S-Rye        | Lucerne      | Lucerne      | S-Wheat      | W-O rape     | W-Rye        | Oats         |
| 6             | S-Rye        | Lucerne      | Lucerne      | S-Wheat      | W-Barley     | W-O rape     | Oats         |
| 7             | Lucerne      | Lucerne      | Lucerne      | S-O rape     | W-Barley     | W-Rye        | Oats         |
| 8             | Lucerne      | Lucerne      | Lucerne      | S-Wheat      | W-O rape     | W-Rye        | Oats         |
| 9             | Lucerne      | Lucerne      | Lucerne      | S-Wheat      | W-Barley     | W-O rape     | Oats         |
| 10            | S-Rye        | Oats         | Chicory      | S-O rape     | W-Barley     | W-Rye        | Oats         |
| 11            | S-Rye        | Oats         | Chicory      | S-Wheat      | W-O rape     | W-Rye        | Oats         |
| 12            | S-Rye        | Oats         | Chicory      | S-Wheat      | W-Barley     | W-O rape     | Oats         |
| 13            | S-Rye        | Chicory      | Chicory      | S-O rape     | W-Barley     | W-Rye        | Oats         |
| 14            | S-Rye        | Chicory      | Chicory      | S-Wheat      | W-O rape     | W-Rye        | Oats         |
| 15            | S-Rye        | Chicory      | Chicory      | S-Wheat      | W-Barley     | W-O rape     | Oats         |
| 16            | Chicory      | Chicory      | Chicory      | S-O rape     | W-Barley     | W-Rye        | Oats         |
| 17            | Chicory      | Chicory      | Chicory      | S-Wheat      | W-O rape     | W-Rye        | Oats         |
| 18            | Chicory      | Chicory      | Chicory      | S-Wheat      | W-Barley     | W-O rape     | Oats         |
| 19            | S-Rye        | Oats         | Fescue       | S-O rape     | W-Barley     | W-Rye        | Oats         |
| 20            | S-Rye        | Oats         | Fescue       | S-Wheat      | W-O rape     | W-Rye        | Oats         |
| 21            | S-Rye        | Oats         | Fescue       | S-Wheat      | W-Barley     | W-O rape     | Oats         |
| 22            | S-Rye        | Fescue       | Fescue       | S-O rape     | W-Barley     | W-Rye        | Oats         |
| 23            | S-Rye        | Fescue       | Fescue       | S-Wheat      | W-O rape     | W-Rye        | Oats         |
| 24            | S-Rye        | Fescue       | Fescue       | S-Wheat      | W-Barley     | W-O rape     | Oats         |
| 25            | Fescue       | Fescue       | Fescue       | S-O rape     | W-Barley     | W-Rye        | Oats         |
| 26            | Fescue       | Fescue       | Fescue       | S-Wheat      | W-O rape     | W-Rye        | Oats         |
| 27            | Fescue       | Fescue       | Fescue       | S-Wheat      | W-Barley     | W-O rape     | Oats         |

DFG FOR 1320 Crop Sequence and the Nutrient Acquisition from the Subsoil  
17. Februar 2010

# Methoden der Humusbilanzierung

| Methoden | Maßeinheit  | Literatur                    |
|----------|---|------------------------------|
| ROS      | Reproduktionswirksame organische Substanz (ROS)<br>= organische Trockenmasse <sup>TM</sup> von Stalldung<br>1t ROS= 1 t org. TM Stalldung | ASMUS & HERRMANN (1977)      |
| HE       | Humuseinheiten (HE) = 1 t Humus mit 55 kg N und 580 kg C<br>1 t ROS = 0,35 HE   | LEITHOLD & HÜLSBERGEN (1998) |
| VDLUFA   | Humusäquivalent=<br>1 kg Humus-C<br>1 t ROS. 200 kg Humus-C<br>1 HE= 580 kg Humus-C   | VDLUFA (2004)                |

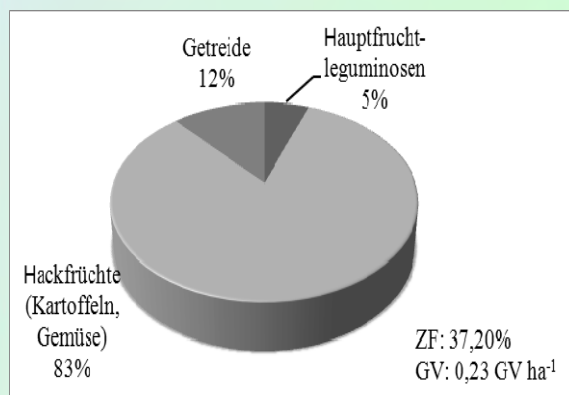
HÜLSBERGEN et al . 2005

# Reproduktion OBS Beispielberechnungen

- Existierende Betriebe, anonymisiert
- Zwei Methoden:  
Humuseinheiten (HE)-Methode  
VdLUFA-Methode



## Ackerflächenverhältnis Betrieb FeGem (2006-2010)



### Betrieb FeGem: Anbauverhältnis ZF: 37,2

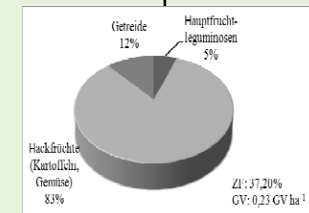
| Fruchtart   | ha            | %             |
|---|---------------|---------------|
| 1. Buschbohnen + Erbsen<br><i>Perserklee</i>            | 31,57         | 15,30         |
| 2. Kartoffeln   | 44,97         | 21,80         |
| 3. Möhren   | 35,78         | 17,40         |
| 4. Weißkohl<br><i>Grünroggen</i>                        | 7,45          | 3,61          |
| 5. Klee/Ackergras/Ackerbohnen                           | 11,57         | 5,58          |
| 6. Sommerweizen (WW/WR)<br><i>Ölrettich</i>             | 23,91         | 11,60         |
| 7. Spinat   | 2,71          | 1,31          |
| 8. Erbsen + Spinat                                      | 5,22          | 2,53          |
| 9. Spinat + Weißkohl                                    | 20,75         | 10,10         |
| 10. Spinat + Kürbis                                     | 9,96          | 4,83          |
| 11. Spinat + Spinat                                     | 7,31          | 3,55          |
| 12. Kürbis  | 1,82          | 0,88          |
| 13. Gemüse<br>(Zucchini/Direktvermarktung/Jungpflanzen) | 3,13          | 1,52          |
| <b>Summe</b>  | <b>206,20</b> | <b>100,00</b> |

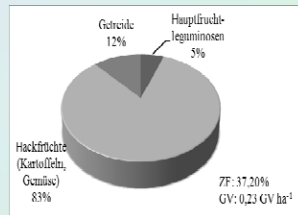
Basis: Engelbrecht & Stumm, unveröff.

11. Fachtagung zum Ökologischen Landbau , 07. Dezember 2010, Bad Kreuznach

## Betrieb FeGem: Humusbedarf nach HE-Methode

|                                  | Schlaggröße   | Koeffizient | Bedarf Humuszehrer | Ersatzleistung Humusmehrer |
|----------------------------------|---------------|-------------|--------------------|----------------------------|
| Fruchtfolge                      | ha            | HE ha-1     | HE/ Fläche         | HE/ Fläche                 |
| Buschbohnen/ Erbsen              | 31,57         | -1,05       | -33,15             |                            |
| Kartoffeln                       | 44,97         | -2,75       | -123,67            |                            |
| Möhren                           | 35,78         | -2,05       | -73,35             |                            |
| Weißkohl                         | 7,45          | -2,75       | -20,49             |                            |
| Ackerbohnen                      | 0,50          | 0,35        |                    | 0,18                       |
| 1. HNJ Klee                      | 5,20          | 2,10        |                    | 10,92                      |
| 2. HNJ Klee                      | 3,90          | 1,80        |                    | 7,02                       |
| Ackergras                        | 1,90          | 1,05        |                    | 2,00                       |
| Sommerweizen (+WW+WR)            | 23,91         | -1,05       | -25,11             |                            |
| Spinat                           | 2,71          | -1,05       | -2,85              |                            |
| Erbsen + Spinat                  | 5,22          | -1,05       | -10,96             |                            |
| Spinat + Weißkohl                | 20,75         | -1,05       | -78,85             |                            |
| Spinat + Kürbis                  | 9,96          | -1,05       | -37,85             |                            |
| Spinat + Spinat                  | 7,31          | -1,05       | -15,35             |                            |
| Kürbis                           | 1,82          | -2,75       | -10,01             |                            |
| Sonstiges (Zucchini,DV,Jungpfl.) | 3,13          | -2,75       | -8,61              |                            |
| Perserklee                       | 30,00         | 0,50        |                    | 15,00                      |
| Grünroggen                       | 16,67         | 0,20        |                    | 3,33                       |
| Ölrettich                        | 17,50         | 0,15        |                    | 2,63                       |
| <b>Summe</b>                     | <b>206,08</b> |             | <b>-440,23</b>     | <b>41,07</b>               |





## Betrieb FeGem: Humusreproduktion nach HE-Methode

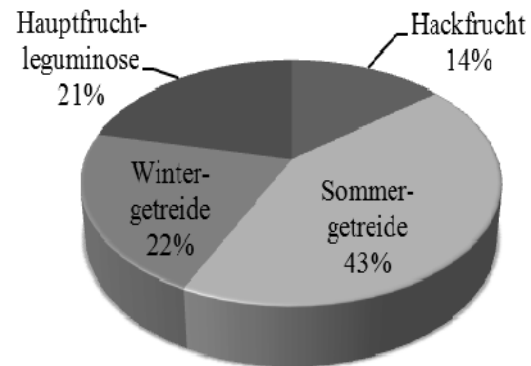
|              | Düngerform      | Menge              | Menge je Schlag | Ersatzfaktor | Ersatzleistung org. Dünger |
|--------------|-----------------|--------------------|-----------------|--------------|----------------------------|
| Fruchtart    |                 | t ha <sup>-1</sup> | t               |              | HE/ Fläche                 |
| Grünroggen   | Pferdestallmist | 512,31             | 1,00            | 0,06         | 30,74                      |
|              | Pflanze         | 6,20               | 103,35          | 0,14         | 14,47                      |
|              | Getreide        | 4,00               | 53,64           | 0,12         | 6,44                       |
| <b>Summe</b> |                 | <b>108,00</b>      | <b>1681,40</b>  |              | <b>51,65</b>               |

**Humusversorgungsgrad**  
**(41,07 HE + 51,65 HE) \* 100/ 440,23= 21,06%**

Basis: Engelbrecht & Stumm, unveröff.



## Betrieb AckBau: Fruchtfolge

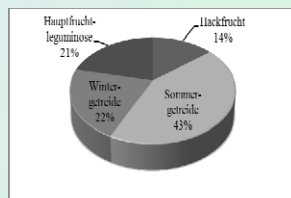


Betrieb AckBau: Anbauverhältnis

**Zwischenfrucht: 43% d. Ges.Fläche  
Untersaaten!**  
**Stroh und Erntereste verbleiben  
auf den Flächen**

| Fruchtart   | ha           |
|---|--------------|
| <b>1. Winterwicke</b>                               | <b>11,70</b> |
| <b>2. Winterraps</b>                                | <b>11,70</b> |
| <i>Rotschwingerl/ Mungo/ Buchweizen (Untersaat)</i> |              |
| <b>3. Sommerweizen</b>                              | <b>11,70</b> |
| <b>4. Klee Roggen</b>                               | <b>11,70</b> |
| <i>Klee (Untersaat)</i>                             |              |
| <b>5. Sommerdinkel</b>                              | <b>11,70</b> |
| <i>Leguminosengemenge (Winterzwischenfrucht)</i>    |              |
| <b>6. Körnermais</b>                                | <b>11,70</b> |
| <i>Gras (Untersaat)</i>                             |              |
| <b>7. Sommergerste</b>                              | <b>11,70</b> |

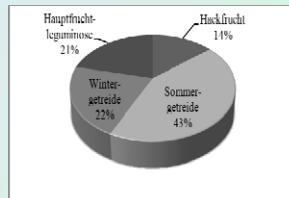
Basis: Engelbrecht & Stumm, unveröff.



## Betrieb Ackbau: Humusbedarf nach HE-Methode

|                      | Schlaggröße  | Koeffizient         | Bedarf Humuzehrer | Ersatzleistung Humusmehrer |
|----------------------|--------------|---------------------|-------------------|----------------------------|
| Fruchtfolge          | ha           | HE ha <sup>-1</sup> | HE/ Fläche        | HE/ Fläche                 |
| Winterwicke          | 11,70        | 1,30                |                   | 15,21                      |
| Winterraps           | 11,70        | -1,05               | -12,29            |                            |
| Sommerweizen         | 11,70        | -1,05               | -12,29            |                            |
| Roggen               | 11,70        | -1,05               | -12,29            |                            |
| Sommerdinkel         | 11,70        | -1,05               | -12,29            |                            |
| Körnermais           | 11,70        | -1,05               | -12,29            |                            |
| Sommergerste         | 11,70        | -1,05               | -12,29            |                            |
| Kleeuntersaat        | 11,70        | 0,60                |                   | 7,02                       |
| Untersaat            | 11,70        | 0,60                |                   | 7,02                       |
| Winterzwischenfrucht | 11,70        | 0,30                |                   | 3,50                       |
| Grasuntersaat        | 11,70        | 0,60                |                   | 7,02                       |
| <b>Summe</b>         | <b>81,90</b> |                     | <b>-73,74</b>     | <b>39,78</b>               |

Basis: Engelbrecht & Stumm, unveröff.



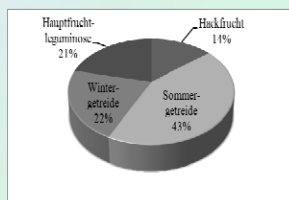
## Betrieb AckBau: Humusreproduktion nach HE-Methode

|              | Düngerform           | Schlaggröße | org. Dünger        | Korn/<br>Stroh<br>Verhältnis | Menge<br>Dünger | Ersatz-<br>faktor | Ersatzleistung<br>org. Dünger |
|--------------|----------------------|-------------|--------------------|------------------------------|-----------------|-------------------|-------------------------------|
| Fruchtart    |                      |             | t ha <sup>-1</sup> |                              | t               |                   | HE/ Fläche                    |
| Winterwicke  | Pflanze              | 11,70       | 35,00              |                              | 409,50          | 0,013             | 5,32                          |
| Winterraps   | Stroh                | 11,70       | 2,20               | 1,70                         | 43,76           | 0,120             | 5,25                          |
| Sommerweizen | Pflanze              | 11,70       | 4,50               | 0,80                         | 42,12           | 0,120             | 5,05                          |
| Roggen       | Stroh                | 11,70       | 3,00               | 0,90                         | 31,59           | 0,120             | 3,79                          |
| Sommerdinkel | Stroh                | 11,70       | 4,00               | 0,80                         | 37,44           | 0,120             | 4,49                          |
| Körnermais   | Pflanze              | 11,70       | 6,50               | 1,00                         | 76,05           | 0,020             | 1,52                          |
| Sommergerste | Stroh                | 11,70       | 3,50               | 0,70                         | 28,67           | 0,120             | 3,44                          |
|              | Hühnertrocken-<br>ot |             | 5,00               |                              |                 | 0,060             | 0,30                          |
| <b>Summe</b> |                      |             | <b>23,70</b>       |                              |                 |                   | <b>29,17</b>                  |

### Humusversorgungsgrad (HE)

Basis: Engelbrecht & Stumm, unveröff. **(39,77 HE + 29.17 HE) \* 100/ 73,74= 93,49%**

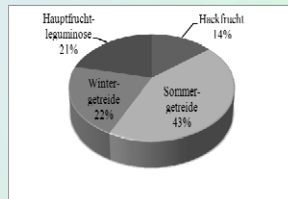




## Betrieb Ackbau : Humusbedarf nach VDLUFA-Methode

|                             | Schlaggröße  | Humuswirkung                | Humuszufuhr          |
|-----------------------------|--------------|-----------------------------|----------------------|
| Fruchtart                   | ha           | kg Humus-C ha <sup>-1</sup> | kg C a <sup>-1</sup> |
| Winterwicke                 | 11,70        | 480,00                      | 5616,00              |
| W-Raps                      | 11,70        | -400,00                     | -4680,00             |
| S-Weizen                    | 11,70        | -400,00                     | -4680,00             |
| Roggen                      | 11,70        | -400,00                     | -4680,00             |
| Dinkel                      | 11,70        | -400,00                     | -4680,00             |
| Körner-Mais                 | 11,70        | -800,00                     | -9360,00             |
| S-Gerste                    | 11,70        | -400,00                     | -4680,00             |
| <i>Kleeuntersaat</i>        | 11,70        | 300,00                      | 3510,00              |
| <i>Untersaat</i>            | 11,70        | 300,00                      | 3510,00              |
| <i>Winterzwischenfrucht</i> | 11,70        | 120,00                      | 1404,00              |
| <i>Grasuntersaat</i>        | 11,70        | 300,00                      | 3510,00              |
| <b>Summe</b>                | <b>81,90</b> | <b>-1160</b>                | <b>-15210</b>        |

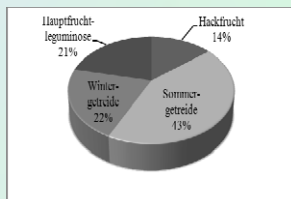
Basis: Engelbrecht & Stumm, unveröff.



## Betrieb Ackbau: Organischer Dünger VDLUFA -Methode

|              | Düngerform       | Schlaggröße | Org. Dünger        | Korn/ Stroh Verhältnis | Menge Dünger       | Ersatzfaktor | Ersatzleistung |
|--------------|------------------|-------------|--------------------|------------------------|--------------------|--------------|----------------|
| Fruchtart    |                  |             | t ha <sup>-1</sup> |                        | t ha <sup>-1</sup> | t            | kg Humus-C     |
| Winterwicke  | Pflanze          | 11,70       | 35,00              |                        | 409,50             | 12,00        | 4914,00        |
| W-Raps       | Stroh            | 11,70       | 2,20               | 1,70                   | 43,76              | 100,00       | 4375,80        |
| S-Weizen     | Stroh            | 11,70       | 4,50               | 0,80                   | 42,12              | 100,00       | 4212,00        |
| Roggen       |                  | 11,70       | 3,00               | 0,90                   | 31,59              | 100,00       | 3139,00        |
| Dinkel       | Stroh            | 11,70       | 4,00               | 0,80                   | 37,44              | 100,00       | 3744,00        |
| Körner-Mais  | Pflanze          | 11,70       | 6,50               | 1,00                   | 76,05              | 12,00        | 912,60         |
| S-Gerste     | Stroh            | 11,70       | 3,50               | 0,70                   | 28,67              | 100,00       | 2866,50        |
|              | Hühnertrockenkot |             |                    |                        | 5,00               | 38,00        | 190,00         |
| <b>Summe</b> |                  |             | <b>23,70</b>       |                        |                    |              | <b>24354</b>   |

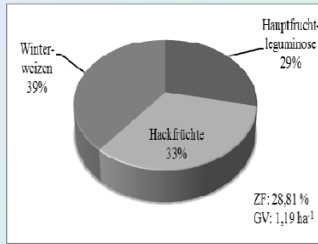
Basis: Engelbrecht & Stumm, unveröff.



## Betrieb AckBau: Humussaldo der Fruchtfolge in kg Humus-C ha-1 VdLUFA- Methode

| Humusbedarf | Humusreproduktion | Humussaldo     |         |
|-------------|-------------------|----------------|---------|
|             |                   | je Fruchtfolge | je Jahr |
| -15210,00   | 24353,90          | 9143,90        | 111,89  |





## Betrieb Mivi: Fruchtfolge Milchviehbetrieb

### Lehmstandorte 6-feldrige Fruchtfolge

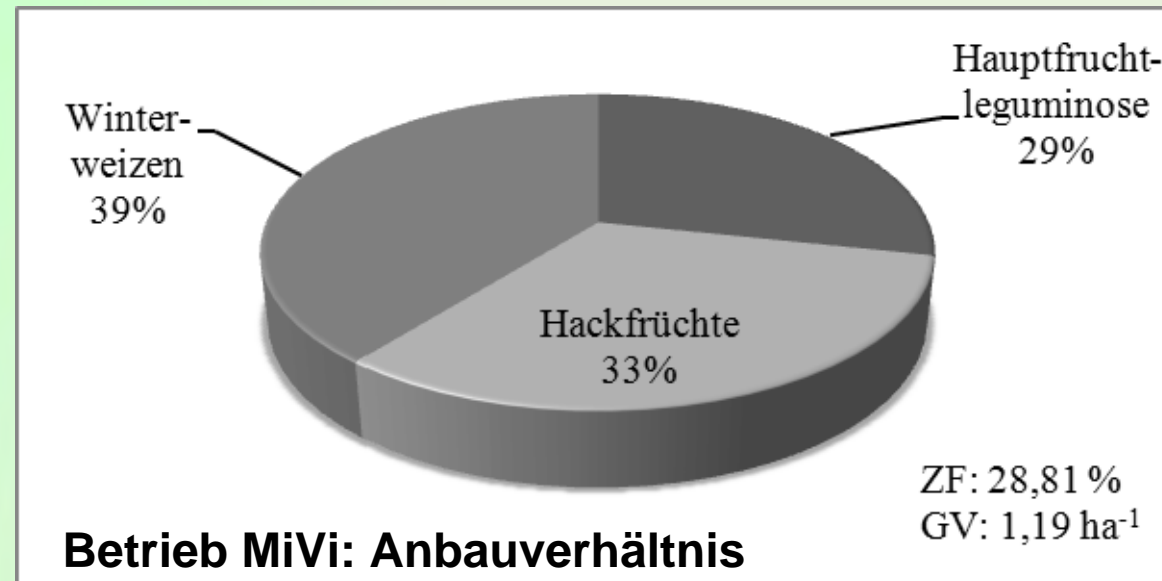
1. Klee gras
2. Klee gras
3. Mais

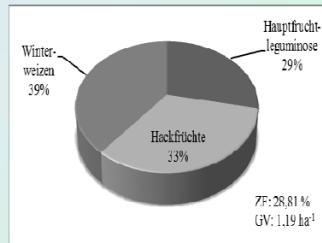
### *Landsbergergemeinde*

4. Winterweizen
  - Ölrettich
  5. Kartoffeln
  6. Winterweizen
- Sommerblanksaat*

### Anmoorige Standorte 3-feldrige Fruchtfolge

1. Klee gras
  2. Sommerweizen
  3. Winterroggen
- Sommerblanksaat*

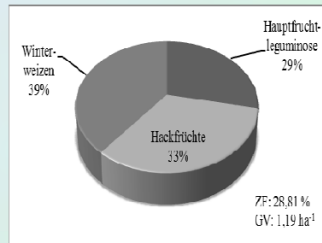




## Betrieb MiVie: Humusbedarf nach HE-Methode

|                            | Schlaggröße  | Koeffizient         | Bedarf Humuszehrer | Ersatzleistung Humusmehrer |
|----------------------------|--------------|---------------------|--------------------|----------------------------|
| Fruchtfolge                | ha           | HE ha <sup>-1</sup> | HE/ Fläche         | HE/ Fläche                 |
| Kleegras 1. HNJ            | 7,50         | 2,10                |                    | 15,75                      |
| Kleegras 2. HNJ.           | 7,90         | 1,80                |                    | 14,22                      |
| Kleegras 3. HNJ            | 2,90         | 1,00                |                    | 2,90                       |
| Silomais                   | 10,80        | -2,05               | -22,14             |                            |
| Winterweizen               | 26,30        | -1,05               | -27,62             |                            |
| Kartoffeln                 | 10,90        | -2,75               | -29,98             |                            |
| Selbstbegrünung (Brache)   | 0,70         | 0,20                |                    | 0,14                       |
| <i>Landsberger Gemenge</i> | 7,10         | 0,50                |                    | 3,55                       |
| <i>Ölrettich</i>           | 9,10         | 0,15                |                    | 1,37                       |
| <i>Sommerblanksaat</i>     | 3,10         | 0,30                |                    | 0,93                       |
| <b>Summe</b>               | <b>67,00</b> |                     | <b>-79,45</b>      | <b>38,86</b>               |

Basis: Engelbrecht & Stumm, unveröff.



## Betrieb MiVie: Humusreproduktion nach HE-Methode

|                    | Düngerform    | Menge              | Menge je Schlag | Ersatzfaktor | Ersatzleistung org. Dünger |
|--------------------|---------------|--------------------|-----------------|--------------|----------------------------|
| Fruchtart          |               | t ha <sup>-1</sup> | t               |              | HE/ Schlag                 |
| Silomais           | Gülle Kuh     | 20,00              | 216,00          | 0,009        | 1,90                       |
|                    | Stallmist Kuh | 20,00              | 216,00          | 0,050        | 10,80                      |
| Winterweizen       | Gülle Kuh     | 15,00              | 394,50          | 0,009        | 3,56                       |
|                    | Stallmist Kuh | 15,00              | 394,50          | 0,050        | 19,73                      |
| Kartoffeln         | Gülle Kuh     | 25,00              | 272,50          | 0,009        | 2,45                       |
|                    | Stallmist Kuh | 10,00              | 109,00          | 0,050        | 5,45                       |
| Landsbergergemenge | Pflanze       | *5,50              | 35,50           | 0,120        | 4,97                       |
| <b>Summe</b>       |               | <b>110,50</b>      | <b>1638,00</b>  |              | <b>48,20</b>               |

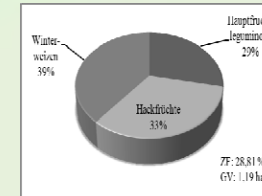
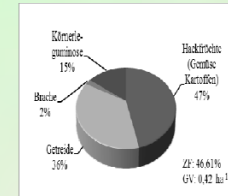
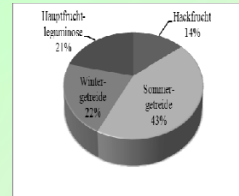
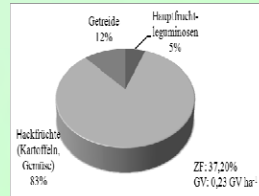
## Humusversorgungsgrad

$$(38,86 \text{ HE} + 48,86 \text{ HE}) * 100 / 79,73 = 110\%$$

Basis: Engelbrecht & Stumm, unveröff.



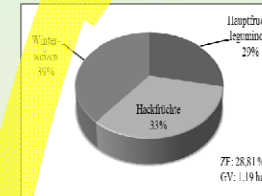
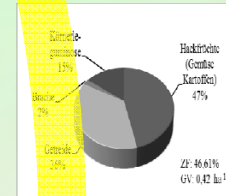
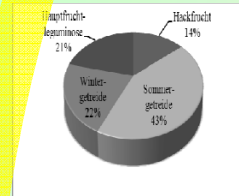
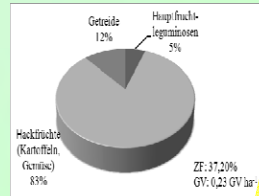
## Humusbilanzsalden der vier Betriebe nach HE- und VDLUFA-Methode



| Methode   | FeGem                            | Ackbau                     | THoWi                            | MiViE                     |
|---|----------------------------------|----------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| HE-Versorgungsgrad (%)  | 21,06                            | 93,55                      | 44,41                            | 110                       |
| HE-Saldo kg Humus-C ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>          | -978,05<br><b>A sehr niedrig</b> | -29,77<br><b>C optimal</b> | -454,72<br><b>A sehr niedrig</b> | 69,71<br><b>C optimal</b> |
| VDLUFA Humussaldo kg Humus-C ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> | -514,01<br><b>A sehr niedrig</b> | 111,89<br><b>D hoch</b>    | -142,86<br><b>B niedrig</b>      | 239,01<br><b>D hoch</b>   |

Datenbasis: Engelbrecht & Stumm, unveröff.

## Humusbilanzsalden der vier Betriebe nach HE- und VDLUFA-Methode



| Methode   | FeGem                            | Ackbau                     | THoWi                            | MiViE                     |
|---|----------------------------------|----------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| HE-Versorgungsgrad (%)  | 21,06                            | 93,55                      | 44,41                            | 110                       |
| HE-Saldo kg Humus-C ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>          | -978,05<br><b>A sehr niedrig</b> | -29,77<br><b>C optimal</b> | -454,72<br><b>A sehr niedrig</b> | 69,71<br><b>C optimal</b> |
| VDLUFA Humussaldo kg Humus-C ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> | -514,01<br><b>A sehr niedrig</b> | 111,89<br><b>D hoch</b>    | -142,86<br><b>B niedrig</b>      | 239,01<br><b>D hoch</b>   |

Datenbasis: Engelbrecht & Stumm, unveröff.

## *Zwischen-Resümee III*

- Verlässliche Aussagen zu optimalen Humusgehalten nicht verfügbar
- Erfolgreiche Reproduktion OBS individuell standortbedingt
- Stets individuell berechnen/ kontrollieren
- Ausgegliche Humusbilanz lässt auf Erhaltung des Humusvorrates schliessen
- Positive Humusbilanz: höhere Flächenerträge
- Humusdynamik aus Humusersatz und -bilanz nicht ableitbar
- Unterboden einbeziehen!
- Ackerbau-Fruchtfolgen können OBS reproduzieren/erhalten, wenn: Hackfruchtanteil gering,  
Ernte- v. a. Wurzelrückstandsmasse (dicker Wurzeln!) hoch  
Zwischenfruchtanbau v.a. Untersaaten maximiert  
Brachezeiten minimiert, und  
Bearbeitungsintensität kompensatorisch ertragswirksam



# Phosphor und Kalium

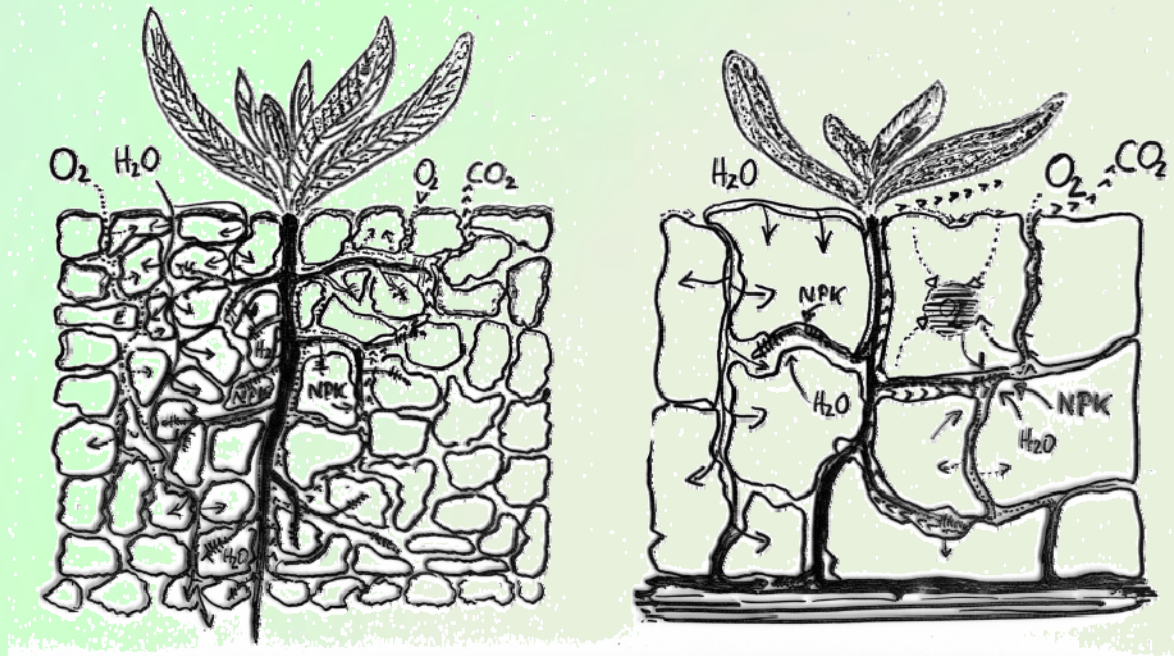
*Wenig mobile Bodennährstoffe müssen erschlossen werden*

*Mit welchen Strategien?*

# Wurzelmorphologie

- Boden/Wurzelkontakt optimieren, durch
- feine, junge Wurzeln, homogen verteilt
  - wenig Assimilatekonkurrenz zum Spross
  - tiefreichendes Wurzelsystem, Bioporen

# Zusammenklang von Fruchtfolgeoptimierung und Bodenbearbeitungsintensität kann Mobilisierung, Mineralisierung und Aufnahme der Bodennährstoffe ertragswirksam beeinflussen



Handskizze: Kord Baeumer in den 1980 er Jahren

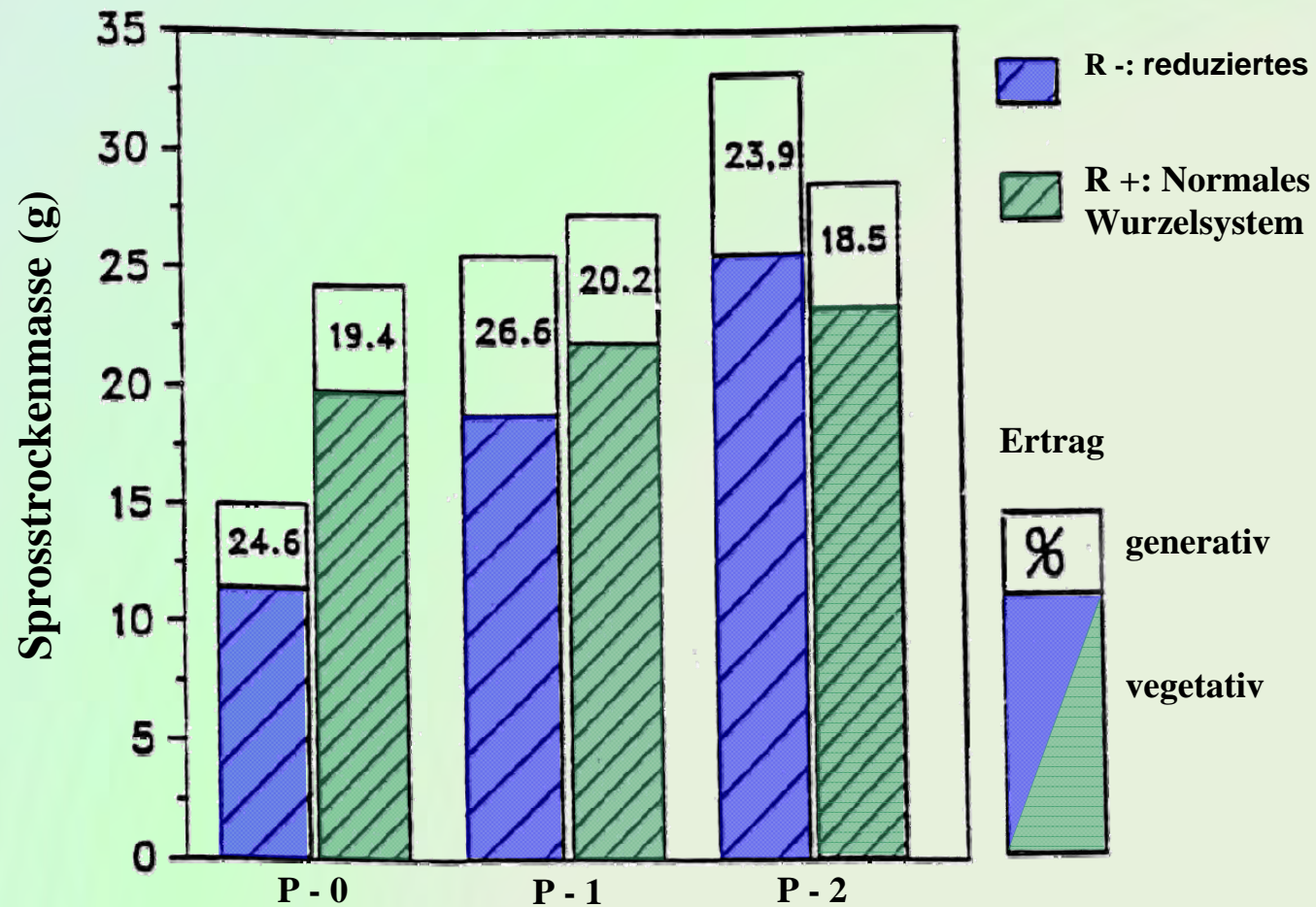
Lockern, mischen, wenden....



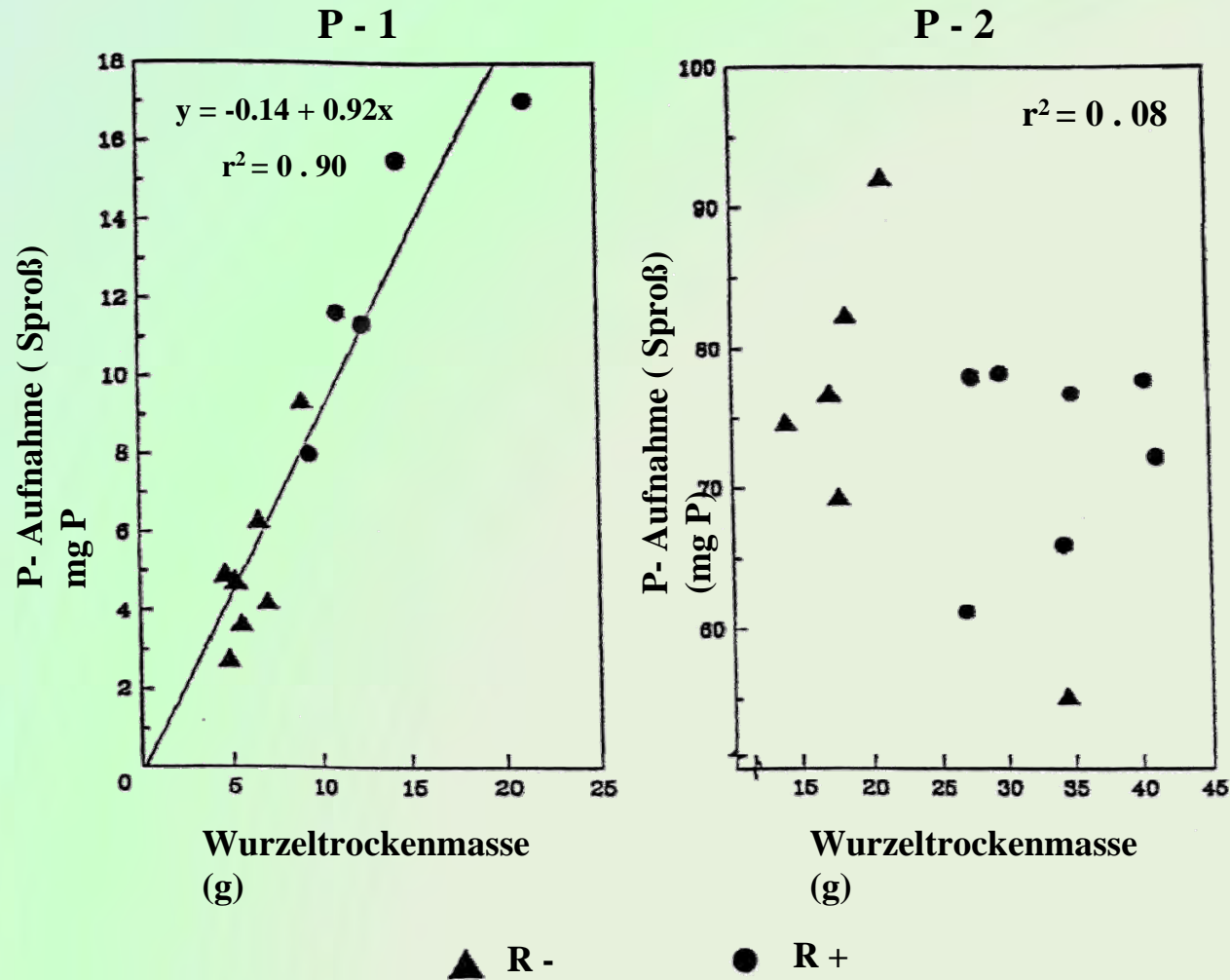
In der Regel unverzichtbar



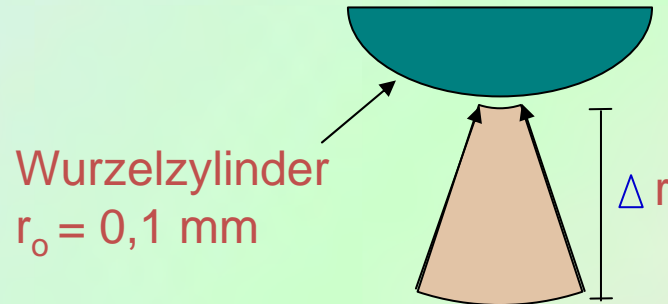
## Isogene Maislinien mit unterschiedlichem Wurzelsystem



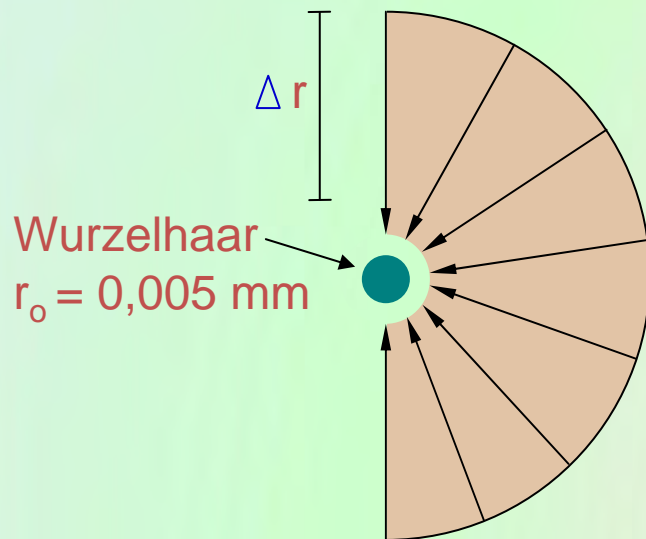
## Isogene Maislinien mit unterschiedlichem Wurzelsystem



## Geometrische Bedingungen für die Diffusion zur Wurzel bzw. zum Wurzelhaar



$\Delta r = 0,02 \text{ cm}$   
→  $0,04 \text{ cm}^3 \text{ Boden} / \text{cm}^2 \text{ Wurzel}$   
 $0,42 \text{ cm}^3 \text{ Boden} / \text{cm}^2 \text{ Wurzelhaar}$



$$V_s = \Delta r + \Delta r^2 / 2r_o$$

$V_s$  = Volumen je Einheit Oberfläche [ $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^2$ ]

$r_o$  = Radius von Wurzelhaar / Wurzelzylinder

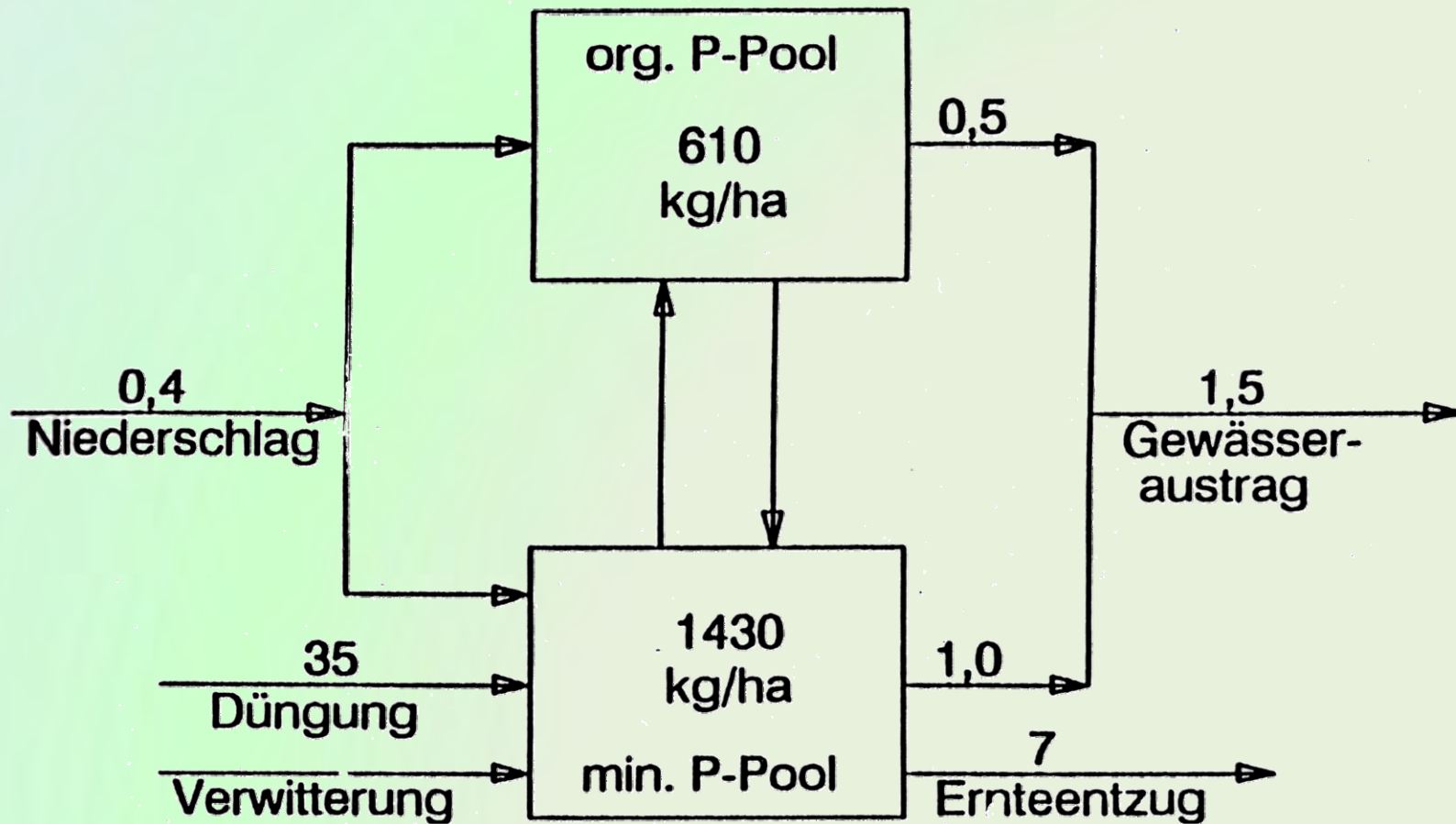
$\Delta r$  = Abstand zur Wurzelhaaroberfläche

$V_s$  proportional zum Kehrwert  $r_o$

nach CLAASEN 1994



## Organischer und mineralische P-Vorräte in ackerbaulich genutzten Oberböden und mittlere P-Flüsse in Bundesrepublik Deutschland im Bezugsjahr 1986



## P-Hoftorbilanzierungen von Biobetrieben aus der Literatur (Lindenthal 2000)

| Autor(en)                           | n  | ökol. B. <sup>6</sup> | GVE/ha <sup>7</sup> | Betriebsform <sup>8</sup> | P-Saldo <sup>9</sup>    | BJ <sup>11</sup> |
|-------------------------------------|----|-----------------------|---------------------|---------------------------|-------------------------|------------------|
| FALTER et al. (1990)                | 1  | UB <sup>11</sup>      | 0,1                 | MF (viehschw.)            | +7                      | 3                |
|                                     | 1  | 2                     | 1,5                 | GM                        | +23                     | 3                |
|                                     | 1  | 4                     | 1,5                 | GL (66 % GL)              | -1                      | 3                |
| FREYER und PERICIN (1993)           | 1  |                       | 1,5<br>(DGVE)       | GM (Tal)                  | -6                      |                  |
|                                     | 1  |                       | 2,2<br>(DGVE)       | GM (Übergang)             | -1,2                    |                  |
|                                     | 1  |                       | 0,7<br>(DGVE)       | GM (Berg)                 | -3,9                    |                  |
| FREYER und PERICIN (1996)           | 26 |                       | 1,3<br>(DGVE)       | 22 GM, 1 MF, 3 VE~~       | -1,6<br>(-11 bis +10)   |                  |
| GÖTZ (1995)                         | 1  |                       | 1,14                | GM                        | -2,6                    | 1                |
| HEGE und WEIGELT (1991)             | 7  |                       | 1,2-1,3             | GM                        | -5,8<br>(-9,7 bis -3,0) | >15              |
| HILBERER und GUTSER (1990)          | 1  | 1                     | 0                   | MF (viehlos)              | -6,6                    | 4                |
|                                     | 1  | 4                     | 1,2                 | VE 13                     | -0,6                    | 4                |
|                                     | 1  | 4                     | 1,8                 | GM                        | -1,5                    | 4                |
| HOLTZEM (1992)                      | 1  | 4 <sup>14</sup>       | 0,38                | MF (viehschwach)          | -6,5                    | 1                |
|                                     | 6  | 2-53 <sup>14</sup>    | 0,81                | GM                        | -2,5<br>(-5,5 bis +2,2) | 1                |
| JOHN et al. (1990)                  | 1  | 34                    | 1,6                 | VE (Mastschweine)         | +3,1                    |                  |
|                                     | 1  | 37                    | 1,3                 | GM                        | +1,1                    |                  |
|                                     | 1  | 4                     | 0,6                 | GM                        | +2,6                    |                  |
| KOEPF et al. (1989)                 | 1  | 58                    | 1,0                 | GM                        | -2,19                   | 30               |
| MAYER (1995)                        | 1  | 5                     | 1,3                 | GM                        | -5,1                    | 1                |
| NEUERBURG (1995)                    | 5  | 5-13                  |                     | GM (v. a. Milchvieh)      | -3,1                    | 4                |
|                                     | 1  | 59                    |                     | GM                        | -2,6                    | 4                |
|                                     | 1  | 39                    |                     | GM                        | -3,9                    | 4                |
| NOLTE (1989)                        | 1  | 7                     | 1,04                | GM                        | -1,2                    | 3                |
| STEIN-BACHINGER und BACHINGER(1997) | 1  |                       | 0,3-0,6             | MF                        | -1,8                    | 3                |
|                                     | 1  |                       | 0,3-0,6             | MF                        | -4,4                    | 3                |
|                                     | 1  |                       | 0,3-0,6             | MF                        | -3,7                    | 3                |
| WIESER et al. (1996)                | 8  | 2-14 <sup>14</sup>    | 0,6-1,2             | GL                        | +0,2<br>(-1,8 bis +5,8) | 1                |
| WISTINGHAUSEN (1980)                | 1  |                       | 1,1                 | GM                        | +5,6                    | 3                |
|                                     | 1  |                       | 1,2                 | GM                        | +9,0                    | 3                |
|                                     | 1  |                       | 1,2                 | GM                        | +3,0                    | 3                |

6 Dauer der biologischen Bewirtschaftung

7 Angabe des Mittelwertes bei Anzahl der Betriebe n>1

8 GL=Grünlandbetrieb, GM=Gemischtbetrieb, MF=Marktfruchtbetrieb, VE=Veredelungsbetrieb mit Geflügelund/oder Schweinehaltung

9 in kg P/ha und Jahr; Angabe des Mittelwertes bei Anzahl der Betriebe n>1 10 Anzahl der Bezugsjahre

11 Umstellungsbetrieb

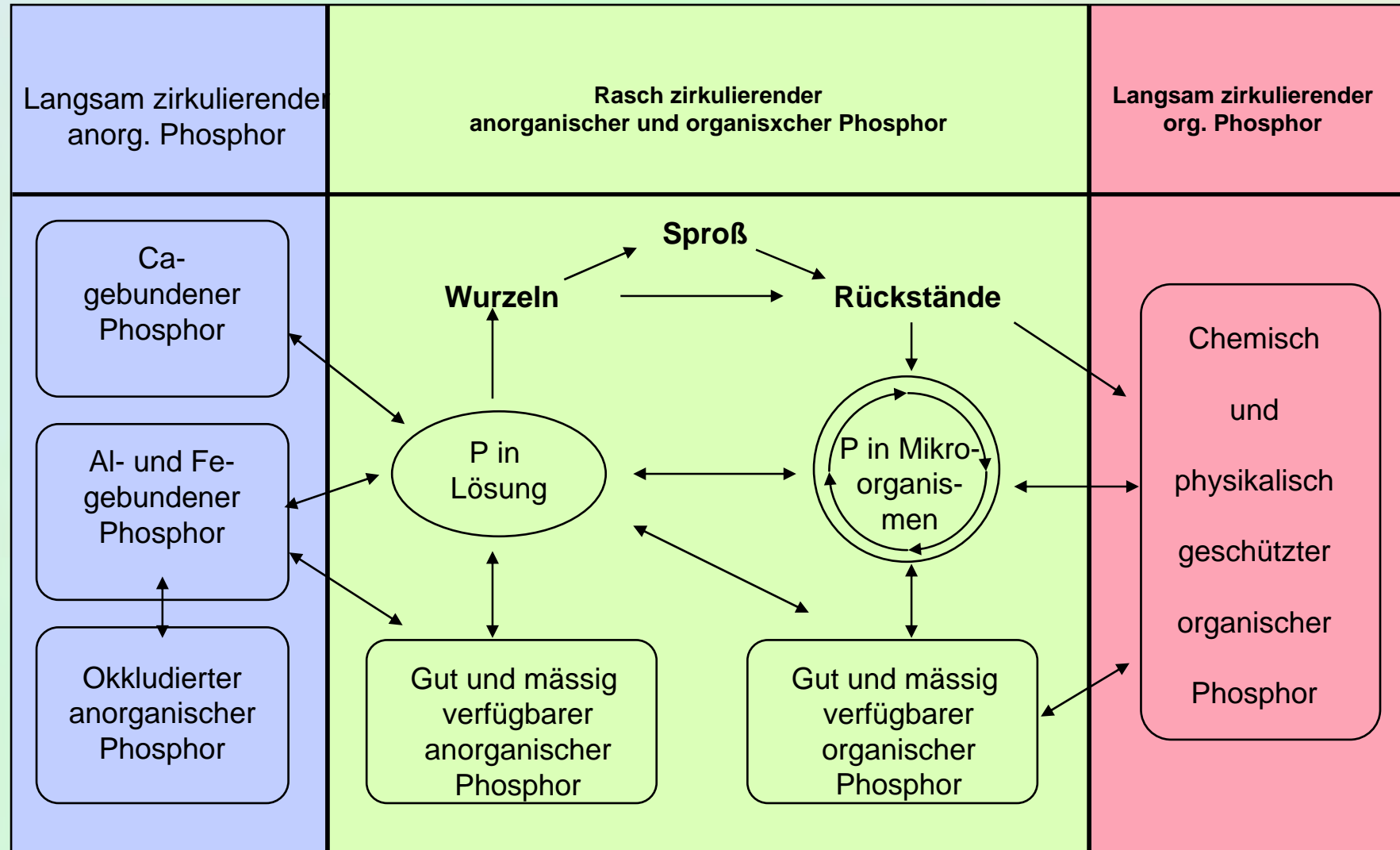
12 Mutterkuhhaltung

13 Mutterkuhhaltung und extensive Schweinemast

14 Dauer der biologischen Bewirtschaftung seit der Umstellung

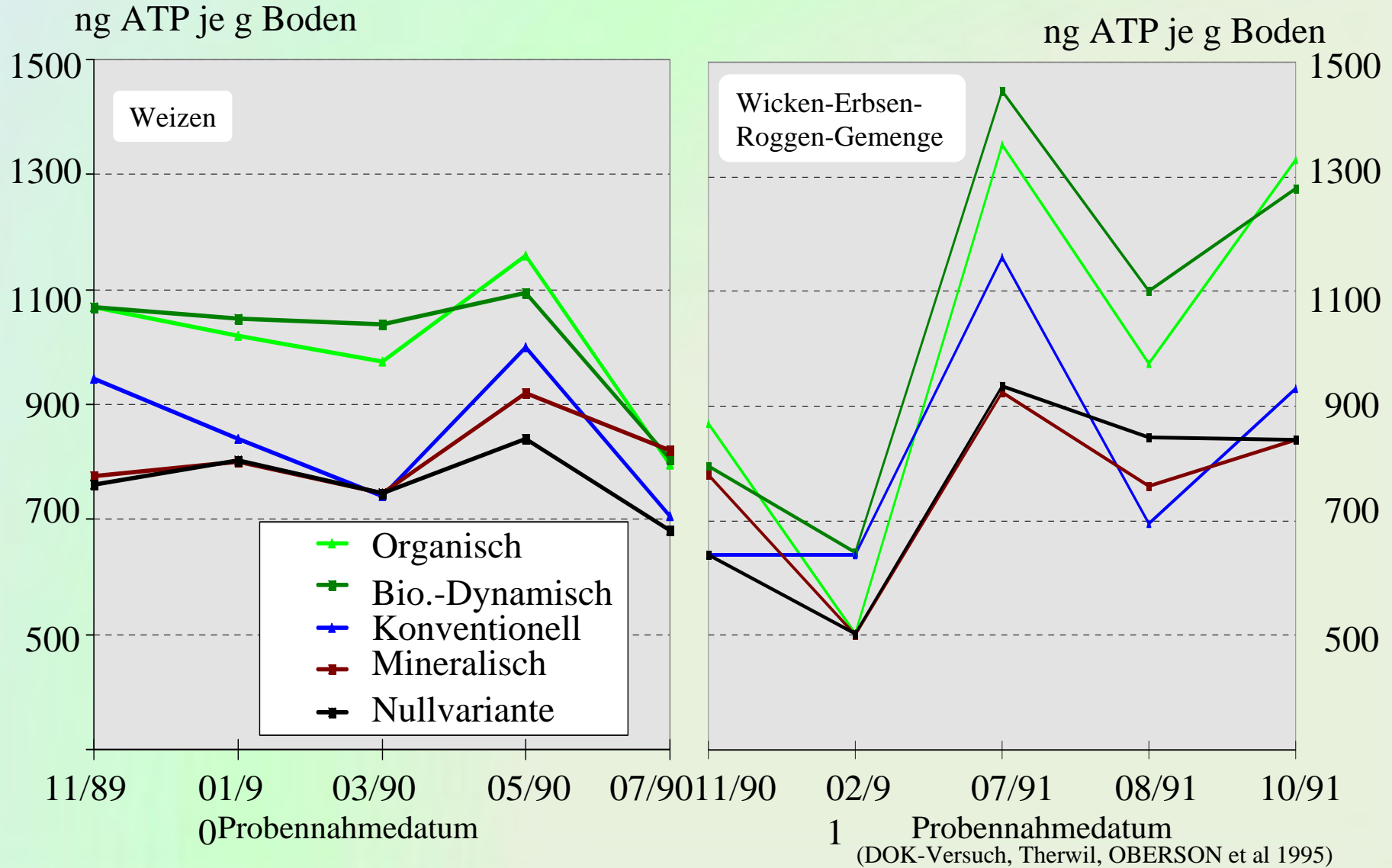
## P-Dynamik im Boden:

Kompartimentierung nach Bindungsformen und den Umsetzungsmedien Bodenlösung, Mikroorganismen und Pflanzen





# ATP im Boden in Abhängigkeit von Anbauverfahren und Zeitpunktes



## P-Verfügbarkeit

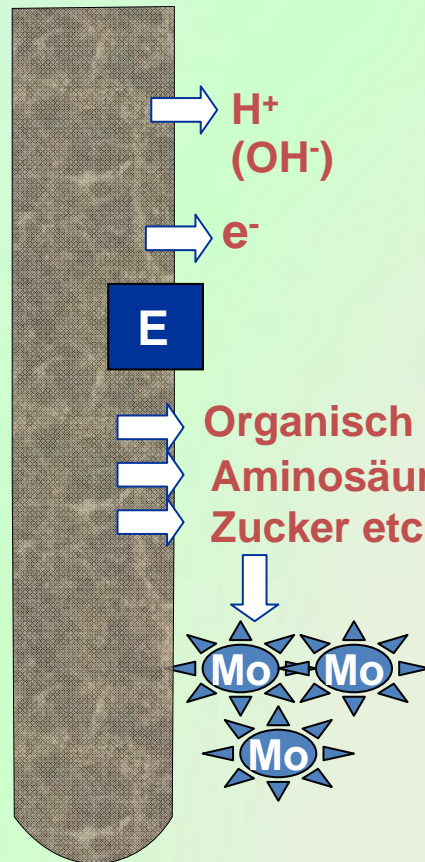
(<sup>32</sup>P-Isotopenaustauschmethoden n. FARDEAU et al. 1991)

|  | Ungedüngt | Biologisch<br>-<br>Dynamisch | Organisch-<br>Biologisch | Konventionell | Mineralisch |
|--|-----------|------------------------------|--------------------------|---------------|-------------|
| Konzentration ( $c_P$ ) (mg * l <sup>-1</sup> )  | 0,1 a     | 0,35 b                       | 0,37 b                   | 0,63 c        | 0,36 b      |
| nach 1 min austauschbarer P ( $E_1$ )<br>(mg * kg <sup>-1</sup> )  | 2,5 a     | 8,3 b                        | 7,2 b                    | 10,5 c        | 7,0 b       |
| mittlerer Phosphationenfluß zw.<br>Bodenmatrix und -lösung ( $F_m$ )<br>(mg * min <sup>-1</sup> * kg <sup>-1</sup> ) | 7 a       | 51 b                         | 18 a                     | 23 a          | 21 a        |
| mikrobiell gebundener P ( $P_{mik}$ )<br>(mg * kg <sup>-1</sup> )  | 7,0       | 9,8                          | 9,2                      | 7,7           | 7,3         |
| P-Fluß durch die mikrobielle<br>Biomasse<br>$P_{mik}$ -Fluß (kg * ha <sup>-1</sup> * a <sup>-1</sup> )               | 6,0       | 12,6                         | 14,1                     | 12,0          | 8,1         |

(DOK-Versuch, THERWIL, OBERSON et al. 1995)

# Förderung der Verwitterung der Festphase

## Wurzel

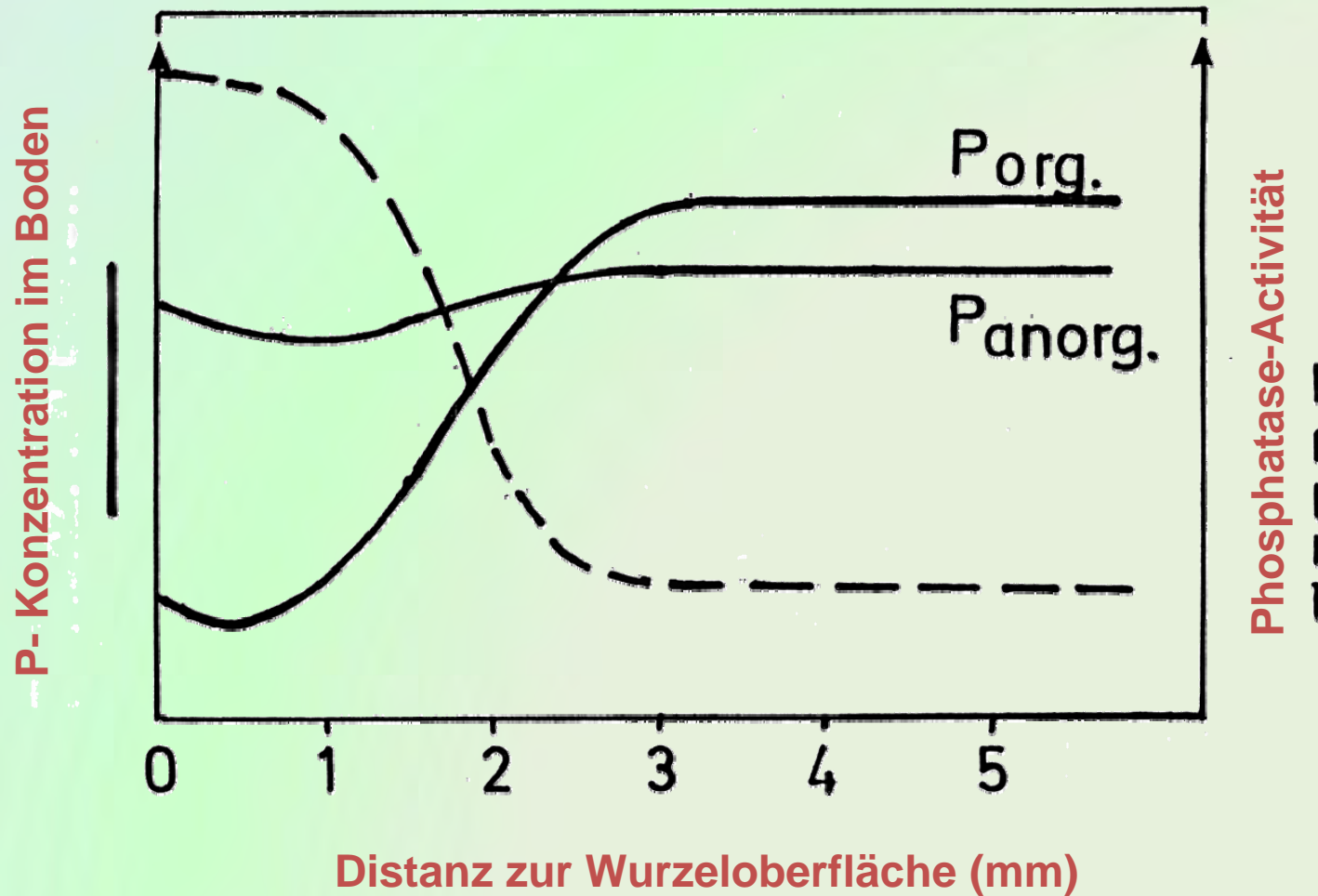


## Biochemische Strategien des Nährstoffaufschlusses in der Rhizosphäre

- pH-Wert
- Redoxpotential
- Ectoenzyme (z.B. Phosphatase)
- Wurzelexsudate
- Rhizosphären-Microorganismen

RÖMHELD 1993





HÄUSSLING, M.; MARSCHNER, H. 1989  
TARAFDAR, J.; JUNGK, A. 1987

## Integration P-effizienter Kulturarten in die Fruchtfolge

### Nutzpflanzen und ihr Aufschließungsvermögen für schwerlösliche Phosphate

| Pflanzenart                          | P-Aufschließungsvermögen |
|--------------------------------------|--------------------------|
| Gerste                               | Sehr niedrig             |
| Weizen, Hafer                        | Niedrig                  |
| Roggen, Mais                         | Relativ hoch             |
| Kartoffel, Zuckerrübe, Rotklee, Senf | Hoch                     |
| Luzerne, Erbsen, Lupinen, Buchweizen | Sehr hoch                |

nach RÜBENSAM u. RAUHE 1969  
LINDENTHAL 2000

| P-Versorgungs-<br>grad | <u>Apfelsäure</u>   |       | <u>Citronensäure</u> |       |
|------------------------|---------------------|-------|----------------------|-------|
|                        | <u>Wurzelzonen</u>  |       |                      |       |
|                        | apikal              | basal | apikal               | basal |
|                        | nmol/cm Wurzel · 2h |       |                      |       |
| + P                    | 0.15                | 0.03  | 0.06                 | 0.01  |
| - P                    | 0.87                | 0.20  | 0.27                 | 0.13  |

HOFFLAND, FINDENEGG & NELEMANS 1989



### Integration P-effizienter Kulturarten In die Fruchtfolge

Relativerträge der letzten 5 Jahre (NPK=100 %), gesamte P-Entzüge und  $P_{DL}$ -Gehalte im Boden einiger P-Dauerfeldversuche in Deutschland

| Versuchsstandort | Bodentyp/-art  | Bodenmerkmale |         |             | Versuchsdauer<br>Jahre | Relativ-Ertrag<br>(%) | P-Entzug<br>gesamte<br>Versuchsdauer<br>(kg P/ha) | P/DL-Gehalt<br>/Ende*<br>mg P/100 g | Quelle   |
|------------------|--|---------------|---------|-------------|------------------------|-----------------------|---|-------------------------------------|--|
|                  |  | Ton %         | pH      | OBS %       |                        |                       |   |                                     |  |
| Lauchstädt       | Löß-Schwarzerde  | 21            | 7,0     | 3,5         | 84                     | 75-85                 | 822   | 4,0                                 | WECHSLUNG und PAGEL (1993)                           |
| Halle            | Sandlöß-Braun-schwarzerde  | 13            | 6,0     | 2,9         | 40                     | ~ 95                  | 844   | 3,5-4,0                             | STUMPF et al. (1994)                                 |
| Dahlem           | Sandieflehm-Parabraunerde  | 4             | 5,4     | 1,3         | > 70                   | 90-95<br>+Ca: 97      |   | 3,0                                 | GRIMM und CAESAR (1997, zit. in PAGEL et al. (1999)) |
| Thyrow           | Sandieflehm-Fahlerde   | 3             | 5,0     | 1,0         | > 55                   | 80-94                 | 495 ""  | 1,7-2,0                             | PAGEL et al. (1996 und 1999)                         |
| Limburgerhof     | (lehmiger) Sand - Auenboden  | ~ 5           | 6,7     | 1,1         | 60                     | 96-107                |   | 8,0 (?)                             | LANG und DRESSLER (1997)                             |
| Limburgerhof     | Sandiger Lehm, Vega-Gley   | ~ 15          | 7,2     | 3,2         | 40                     | 70-94<br>ZR: 41       |   | 1,2                                 | LANG und DRESSLER (1997)                             |
| Niedersachsen    | Löß-Braunerden<br>Parabraunerde<br>Auen-Braunerde<br>Braunerde-Podsol<br>degr. Schwarzerde | 8-22          | 6,8-7,4 | 1,9-2,75*** | 15                     | 98-100                |   | 10-28****                           | JUNGK et al. 1993                                    |

\*  $P_{DL}$ -Werte am Ende des Versuchszeitraumes bzw. des Betrachtungszeitraumes der Veröffentlichung

\*\*errechnet aus PAGEL (1999, S. 27)

\*\*\*Humusgehalte (in %)

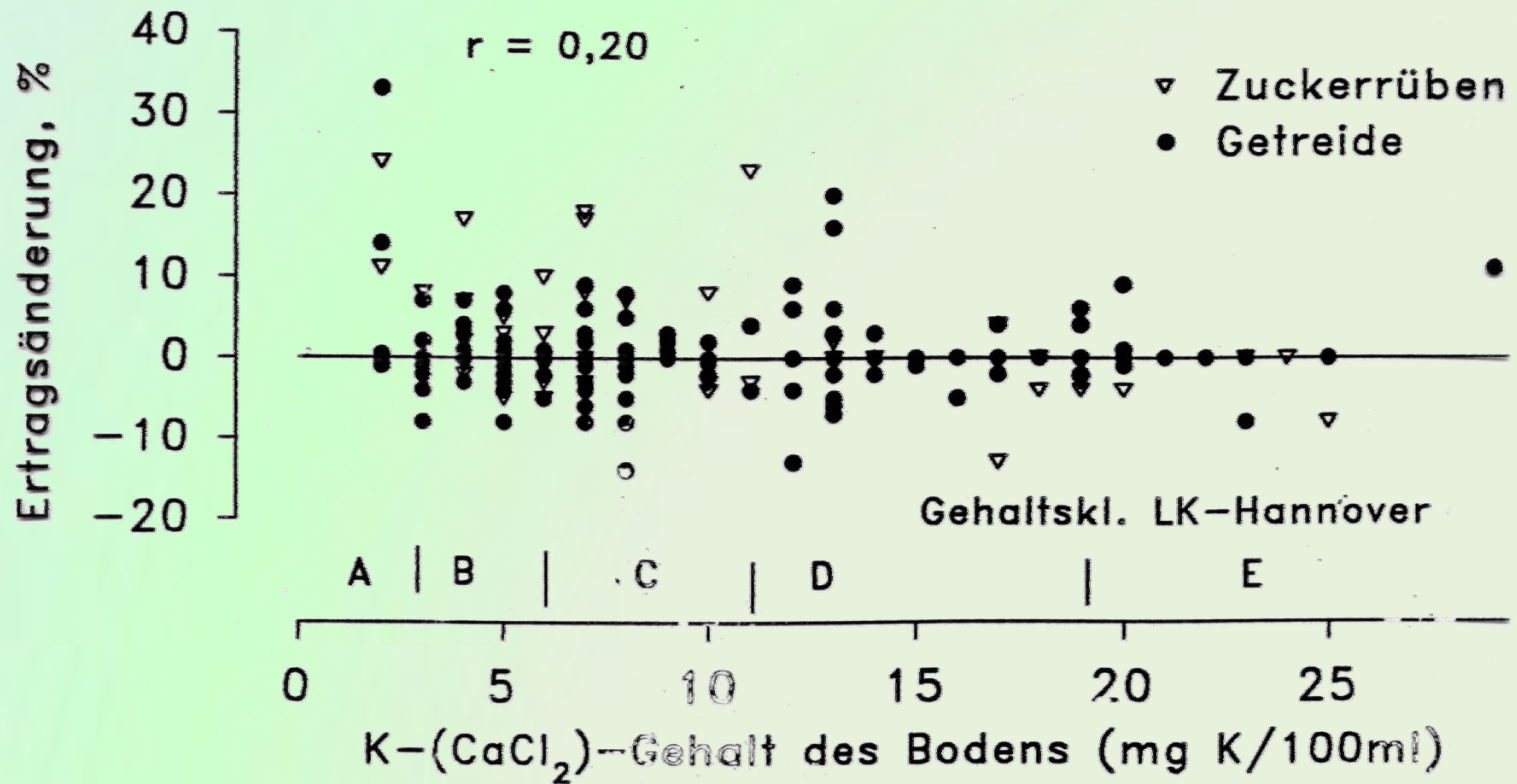
\*\*\*\* $P_{H_2O}$ -Gehalte in mg P/L Bd.

(ergänzt nach PAGEL et al. 1999)

LINDENTHAL 2000

Quelle: PAGEL et al. (1999) und eigene Ergänzungen

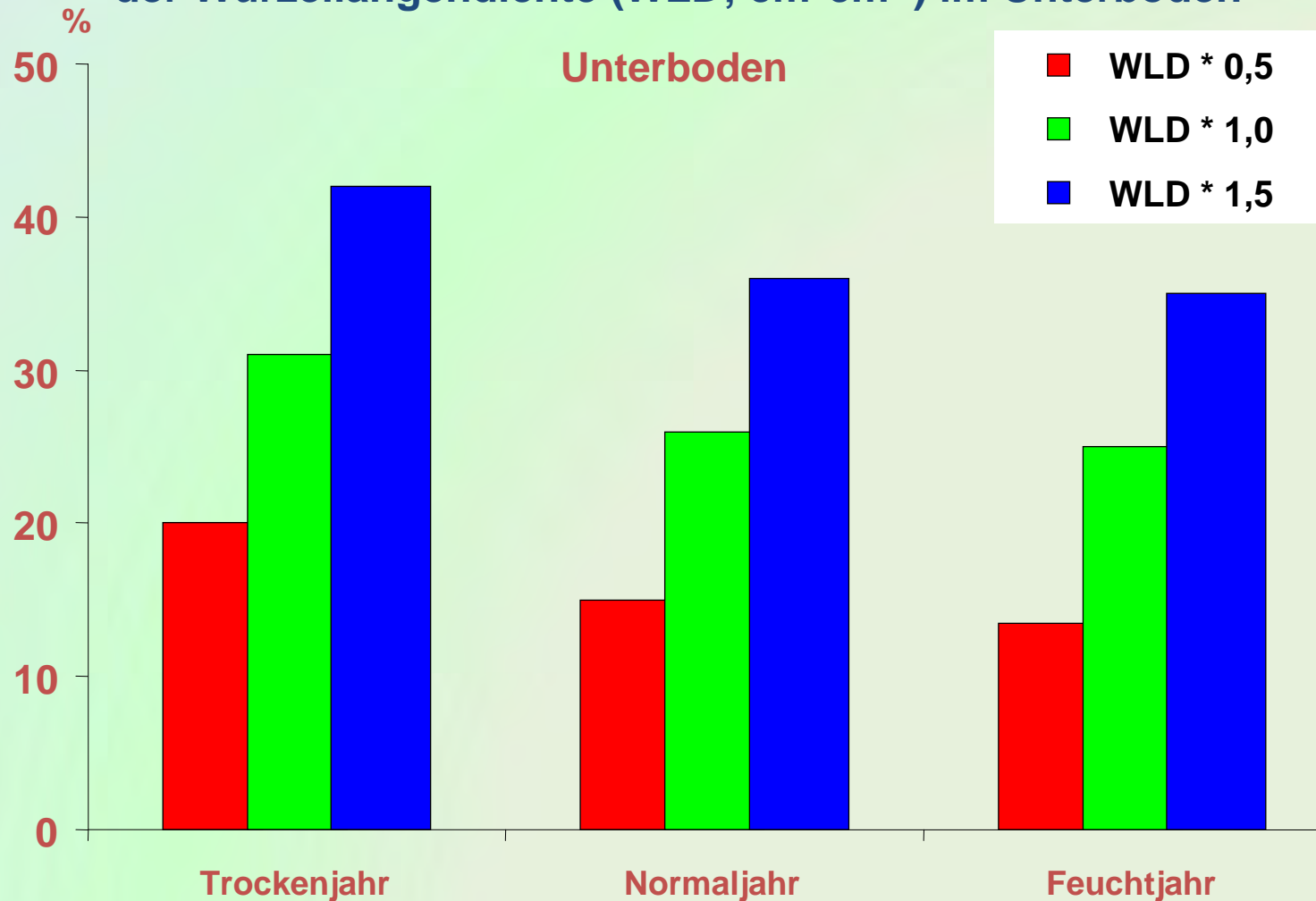
# Kalium



JUNGK, A. 1993



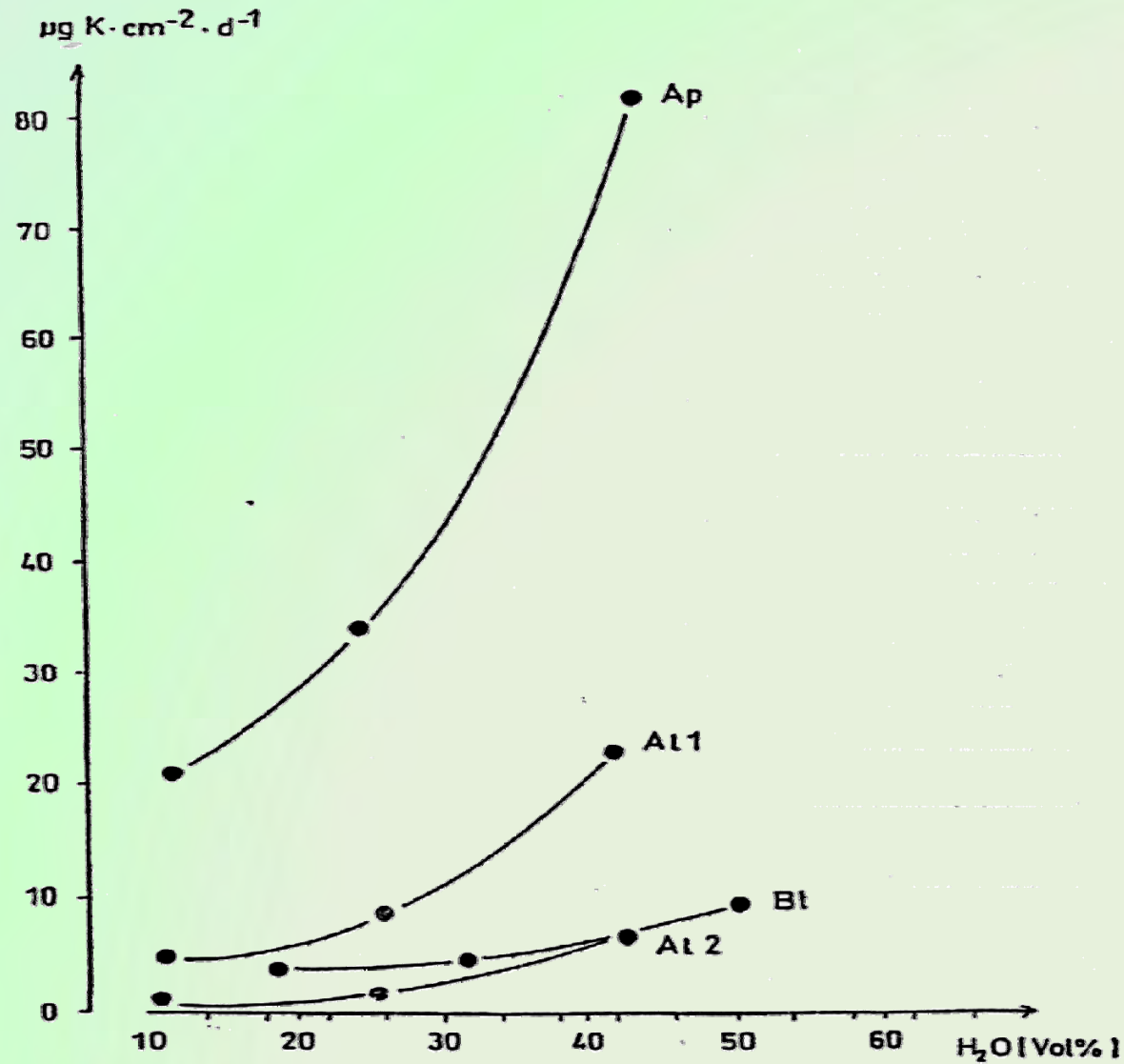
## Anteil K-Anlieferung aus dem Unterboden in Abhängigkeit vom Klima und der Wurzellängendichte (WLD; $\text{cm} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) im Unterboden



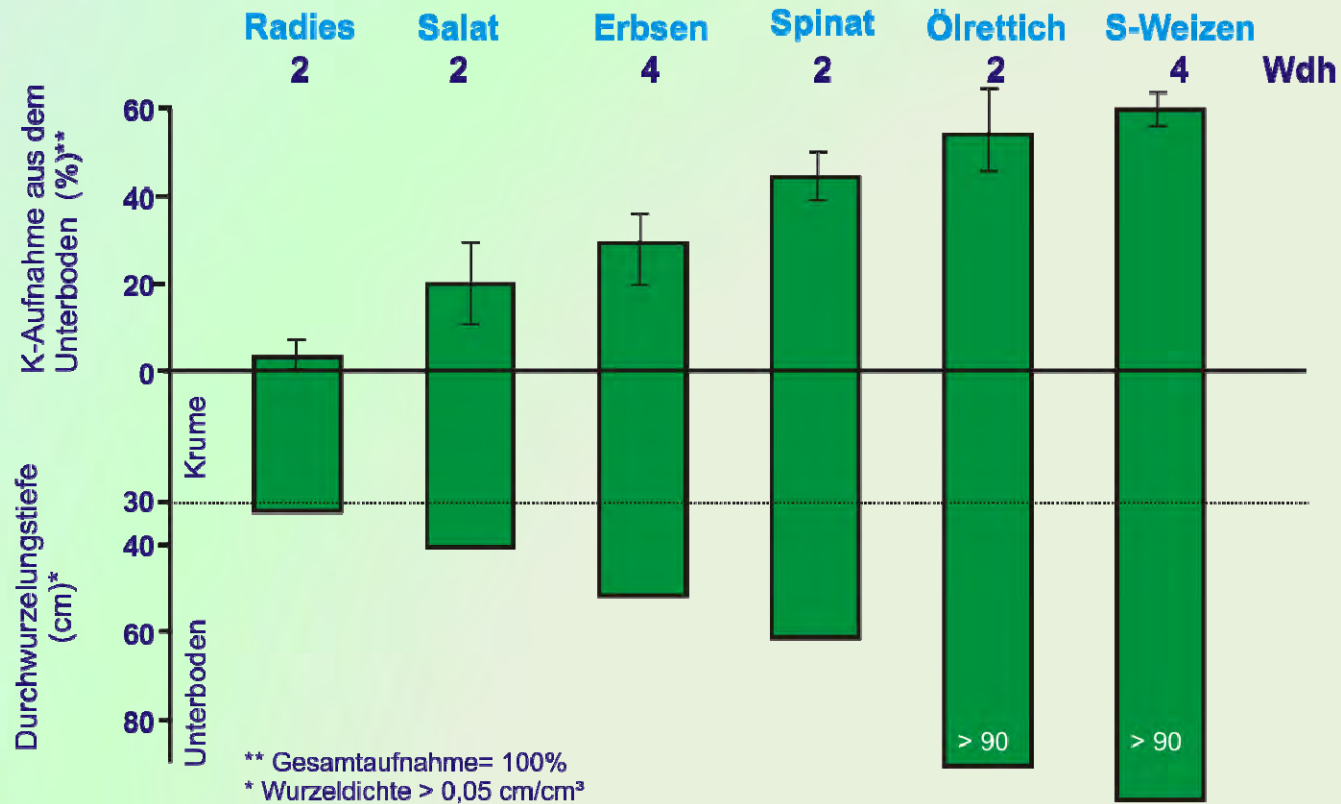
Parabraunerde aus Löß; Normaljahr 1979 (April - Juli)

Basis WLD: 1979; Weizen

## Diffusionsflüsse in verschiedenen Horizonten einer Löß-Parabraunerde als Funktion des Bodenwassergehaltes



## Relative K-Aufnahme verschiedener Pflanzenarten aus dem Unterboden



(Oberboden: toniger Lehm mit 9 mg K/100 g Boden, Unterboden: Sandlöß mit 16 mg K/100 g Boden)

KUHLMANN 1987

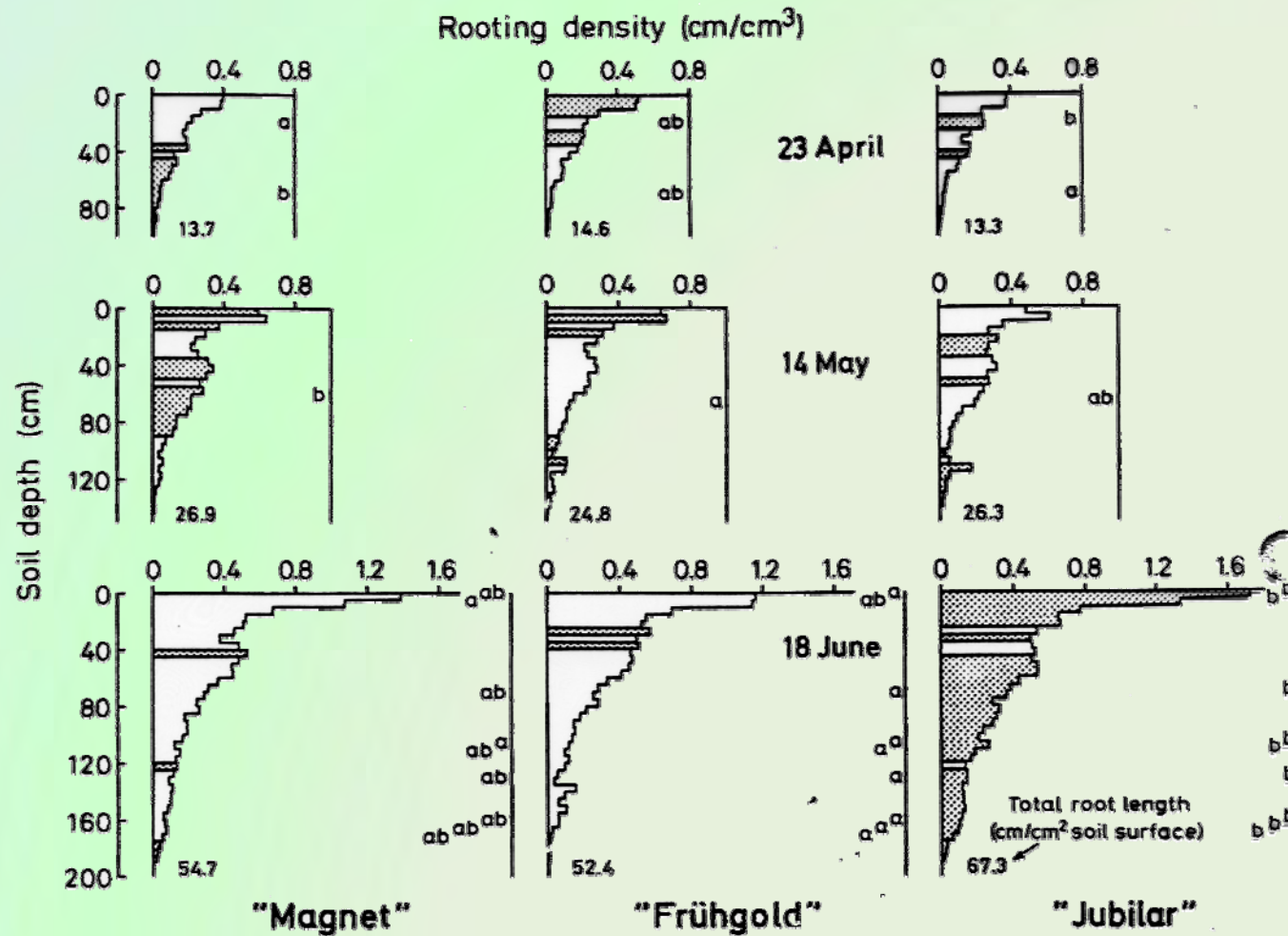
## Wurzelwachstum und Nährstoffmanagement

# Sortenwahl





## Wurzeldichte von Winterweizen in Abhängigkeit von der Bodentiefe und der Zeit (3 Termine: Bestockung, Schossen, Ährenschieben)



## Nährstoffzuflüsse durch nicht innerbetrieblich erzeugte Düngemittel

- Im traditionellen Organischen Landbau auf den Ausgleich detektierten Nährstoffmangels orientiert (Mikronährstoffe)
  - Seit etwa 20 Jahren: Angebotspalette von Sekundärrohstoffdüngern deutlich erweitert
  - Markante Erweiterung der Nährstoffgrundlage des Gesamtbetriebes
  - Hohe Stickstoffkonzentration erlaubt räumlich und zeitlich treffgenauere Bemessung der Nährstoffzufuhr, vor allem aber eine größere Applikationsmenge
  - Bislang vor allem zu gewinnträchtigen Kulturen im gärtnerischen Pflanzenbau eingesetzt
  - Fördern Entkoppelung von Feldwirtschaft und Viehhaltung und simplifizierte Anbausysteme
- ➔ „Konventionalisierung“ des Ökologischen Landbaus

## Beispiel Vinasse:

- Zur Anwendung in der Feldwirtschaft des Ökologischen Landbaus propagiert (Debruck 2005) und zunehmend praktiziert.
- Direkte Zufuhr der Nährstoffe in und über die Bodenlösung, Blattapplikationen – Flüssigphase statt Festphase
- „Nährlösung mit organischem Bindungscharakter“ (!)  
(Debruck & Lewicki 1985)
- Flüssigphase statt Festphase
  - ➔ Unterschiede zur Düngung im konventionellen / integrierten Landbau verwischen.

## Nährstoffzuflüsse durch nicht innerbetrieblich erzeugte oder umgesetzte Düngemittel

### Zugelassene Sekundärrohstoffdünger (Auswahl)

| Düngemittel              | Herkunft  | Nährstoffgehalt [%] |                               |                  | Anwendung zur Saat |
|--------------------------|---|---------------------|-------------------------------|------------------|--------------------|
|                          |   | N                   | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |                    |
| Hornmehl, -gries, -späne | Rinderhörner, -hufe vermahlen                       | 14                  | ~ 1                           | -                | Ja                 |
| Haarmehl-Pellets         | Schweineborsten vermahlen                           | 13,5                | ~ 1                           | -                | Ja                 |
| Rapsschrot               | Rückstände bei Ölgewinnung                          | 5,5                 | 1,5                           | 1,5              | nein               |
| Maltaflor                | Rückstände aus Malzproduktion mit Vinasse zugesetzt | 5                   | 1                             | 5                | Ja                 |
| Phyto-Perls, Fumisol     | Rückstände aus Maisverarbeitung                     | 7-8                 | 6                             | 1                | Ja                 |
| Agrobiosol               | Pilzbiomasse aus Penicillinherstellung              | 7                   | 1                             | 1,5              | Ja                 |
| Biofa Green              | Pilzbiomasse aus Lebensmittelproduktion             | 6                   | 1,5                           | 0,5              | Ja                 |
| Vinasse                  | Fermentierte Melasse aus Zuckerrüben                | 4,5                 | 0,3                           | 6                | Ja                 |

aus: George und Eghbal, 2003



## Nährstoffzufuhr und Düngung im verbandsgebundenen ( Bioland) und im nach EU-Verordnung 2092/91 produzierenden Ökologischen Landbau

| Betroffene Bereiche  | Verband (Bioland)  | EG-Öko-Verordnung   |
|--|--|---|
| Max. N-Zufuhr (kg/ha/a)                                    | max. 1,4 Dungeinheiten (DE) entspr. 112 kg N<br><br>Gesamt:<br>Gemüse- und Zierpflanzenbau: 110 kg<br>(Gewächshaus 330 kg),<br>Obstbau und Baumschulkulturen: 90 kg<br>Hopfen: 70 kg<br>Weinbau: 150 kg alle 3 Jahre | Dünger aus Tierhaltung: 170 kg<br><br>Gesamt-N: ist nicht begrenzt<br><br>Bedarf wird v. Kontrollstelle festgelegt, sonst keine speziellen Regelungen.  |
| Zukauf von Stickstoffdüngern                               | max. 40 kg N/ha/a.   | nicht limitiert<br>Praxis: Ausnahmegenehmigung durch Kontrollstelle nach N-Bilanzierung   |
| Wirtschaftsdüngerzukauf aus konventioneller Haltung        | nur in Form von Rinder-, Schaf-, Ziegen- und Pferdemist möglich. Keine Gülle, Jauche oder Geflügelmist   | Konventionelle Gülle, Jauche und Geflügelmist sind als Dünger zulässig.   |
| Organischer Handelsdünger                                  | Nur wenige organische Handelsdünger sind zulässig<br>Verboten: Blut-, Fleisch-, Knochenmehle und Guano.  | Blut-, Fleisch- und Knochenmehle sowie Guano sind zugelassen.   |
| Futter vom eigenen Betrieb, Futterzukauf                   | Über 50 % des Futters muss vom eigenen Betrieb stammen.  | nicht eindeutig vorgeschrieben, flächenunabhängige Tierhaltung möglich.   |
| Zugelassene konventionell erzeugte Futtermittelkomponenten | Grundsätzlich 100 % Biofutter. (Ausnahmen: wenn aus Ökologischem Landbau nicht verfügbar, z. B. Eiweißfuttermittel, Kartoffeleiweiß oder Maiskleber).  | Maximum:<br>Schweine/Geflügel: konv. erzeugtes Futter < 15 %<br>Rinder/Ziegen/Schafe: < 5 %<br>Liste mit ca. 80 Produkten (z. B. konv. erzeugtes Soja, Trester aus Zitrusfrüchten, Importfutter aus der Dritten Welt) |

## Strategien überdenken:

### Nicht erneuerbare Ressource P

In etwa 100 Jahren erschöpft

Ausreichende P-Versorgung essential, um Bodenfruchtbarkeit zu erhalten - Nährstoffbedarf der Pflanzen zu decken

P-Überschüsse erhöhen Verlustrisik durch Erosion und Oberflächenabfluss.

Etwa 60% der P-Frachten in Gewässern sind diffusen Ursprunges: Anteil der Landwirtschaft 90%!

Eutrophierung der Gewässer: Exzessives Algenwachstum

Jede Tonne Phosphorsäure hinterläßt 5 Tonnen Phosphogypsum.

Mineralische P-Dünger tragen Uran in die Böden ein.

## Optimierung des nachhaltigen Einsatzes von P

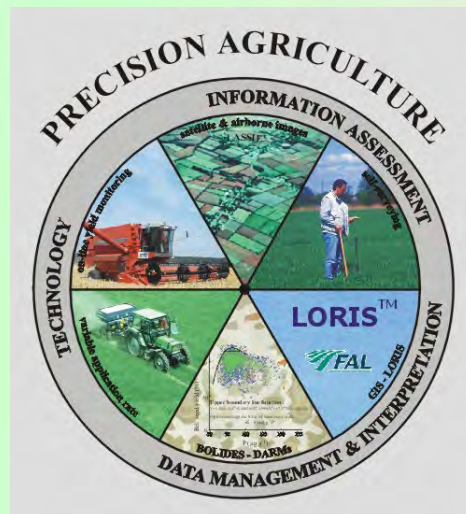
P-effiziente  
Kulturpflanzen



Weitgehend  
geschlossene  
P-Kreisläufe

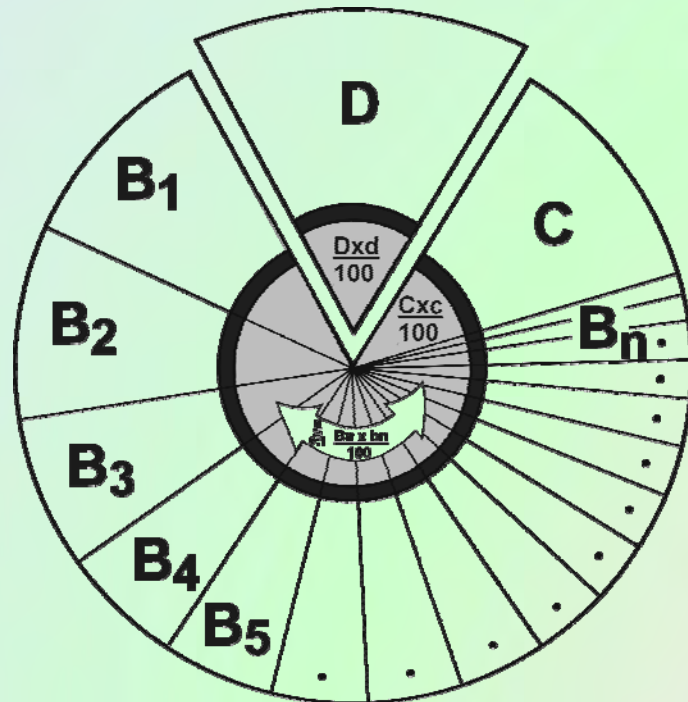
**P wird in intensiv viehhaltenden  
Betrieben verschwendet!**

Präzisions-  
landwirtschaft



Unbedenkliche  
Recycling-  
Produkte / neue  
P-Dünger

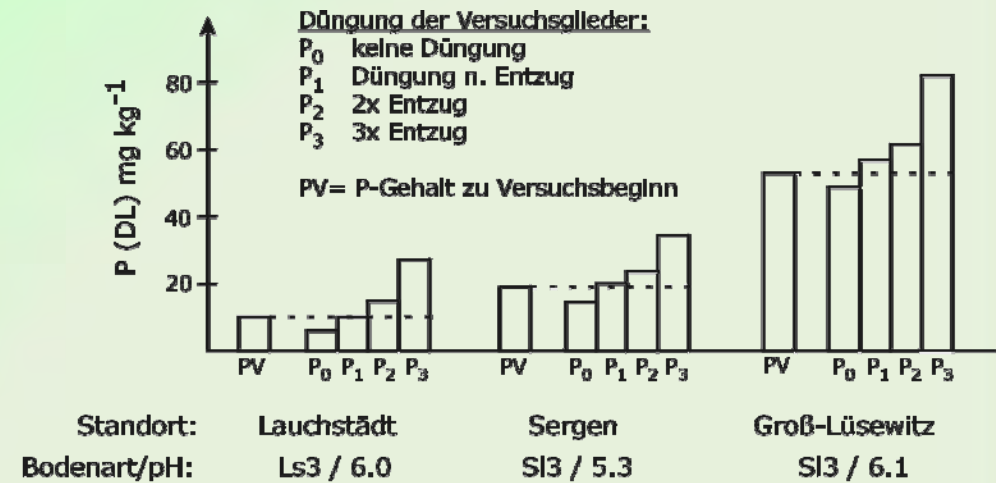
## Herkunft der Nährstoffe im Erntegut landwirtschaftlicher Kulturpflanzen



Erläuterungen: Entzug für Ertragsziel  
 D = Dünger;  
 B = Nährstoffe aus früheren Düngungen;  
 C = native Bodennährstoffe;  
 b = Ausnutzungsgrad der angereicherten Düngernährstoffe;  
 c = Ausnutzungsgrad der nativen Bodennährstoffe;  
 d = Ausnutzungsgrad der Düngernährstoffe im Anwendungsjahr

Quelle: Schnug et al. (2003)

## Veränderung des Gehaltes an DL-löslichem Phosphat-P mit gesteigerter P Düngung



Quelle: BERGMANN und WITTER (1965); P-Gehalt in der Krume 9-jähriger Versuche nach Düngung mit Superphosphat



## Künftig unverzichtbar: P-Rückführung

Anfall P-haltiger Sekundärrohstoffe aus industriellen Prozessen, Klärschlamm und Schlachtabfällen pro Jahr (Deutschland)

| Sekundärrohstoff                     | Industrieller Prozess  | P (%)      | P (t a <sup>-1</sup> ) |
|--------------------------------------|--|------------|------------------------|
| Schlacken <sup>1</sup>               | Stahlproduktion  | ≈ 0.22     | 4,146                  |
| Schlämme <sup>1</sup>                | Korrosionsschutz in der Metallindustrie                              | 2.1        | 600                    |
| Kalkrückstände <sup>1</sup>          | Gelatine Produktion  | 1.5 (d.w.) | 306                    |
| Stärkehaltiges Abwasser <sup>1</sup> | Verarbeitung von Kartoffeln  | 0.05       | 273                    |
| Vinasse <sup>1</sup>                 | Reinigung des Dicksaftes während der<br>Verarbeitung von Zuckerrüben | 0.2        | 2,684                  |
| KLärschlamm (TM) <sup>2</sup>        |  | 2.4        | <b>49,424</b>          |
| Tiermehl <sup>3</sup>                |  | 3.1        | <b>13,093</b>          |
| Fleischknochenmehl <sup>3</sup>      |  | 6.1        | <b>9,477</b>           |

<sup>1</sup>Werner (1997); <sup>2</sup>BMU (2007); <sup>3</sup>Rosyadi (2003)

**Rückgewinnung von P aus Klärschlämmen, Tiermehl und Fleischknochenmehlen entspricht etwa 13% des gesamten P-Bedarfes in D (rd.560,000 t P/ Jahr)**

## P-Recycling: Neue Düngemittel



Oben links: Tiermehl

Unten rechts: Tiermehlasche

Hintergrund:

Recyclisierter P Dünger: Tiermehl-  
asche + S<sup>0</sup> + *Thiobacillus* ssp.

### Voraussetzung für P-Recycling:

- ➔ **Obligatorische Mono-Verbrennung von Klärschlämmen und Tiermehl**
- ➔ **Entfernung von Schwermetallen aus Aschen**
- ➔ **hinreichende Verfügbarkeit von P für Pflanzen!**

## Thermochemische Behandlung von Klärschlammaschen



BAM/ASH DEC-Verfahren (Adam et al. 2009):

97,4% des Gesamt-P sind citratlöslich.

Mehr als >95% des Cd, Cu, Pb, Zn, 50-70% des Mo, Sn und <30% des As, Cr, Ni werden entfernt.

Im Vergleich: In Tiermehl sind 3,1% und in Tiermehl-Asche 7% P citratlöslich, in Klärschlamm 1,2% und in Klärschlammaschen 2.0% (Rosyadi 2003).

n. Haneklaus & Schnug 2010

## Resümee IV

**Gemischtbetriebe** entsprechen **einer von der Gesellschaft gewünschten Problemlösung**, weil tierische Ausscheidungen als hochwertige verlustarm gewonnene, gelagerte und auf die Kulturflächen zurückgeführte Dünger eingesetzt werden

**Ökologisch wirtschaftende Betriebe** müssen wissenschaftlich basierte **Strategien effizienten Nährstoffmanagements verstärkt umsetzen**

**Ökologisch wirtschaftende Betriebe als Module der Kreislaufwirtschaft** in engem Verbund mit der Lebensmittel verarbeitenden Industrie/ der ökologischen Lebensmittelwirtschaft **weiter entwickeln**

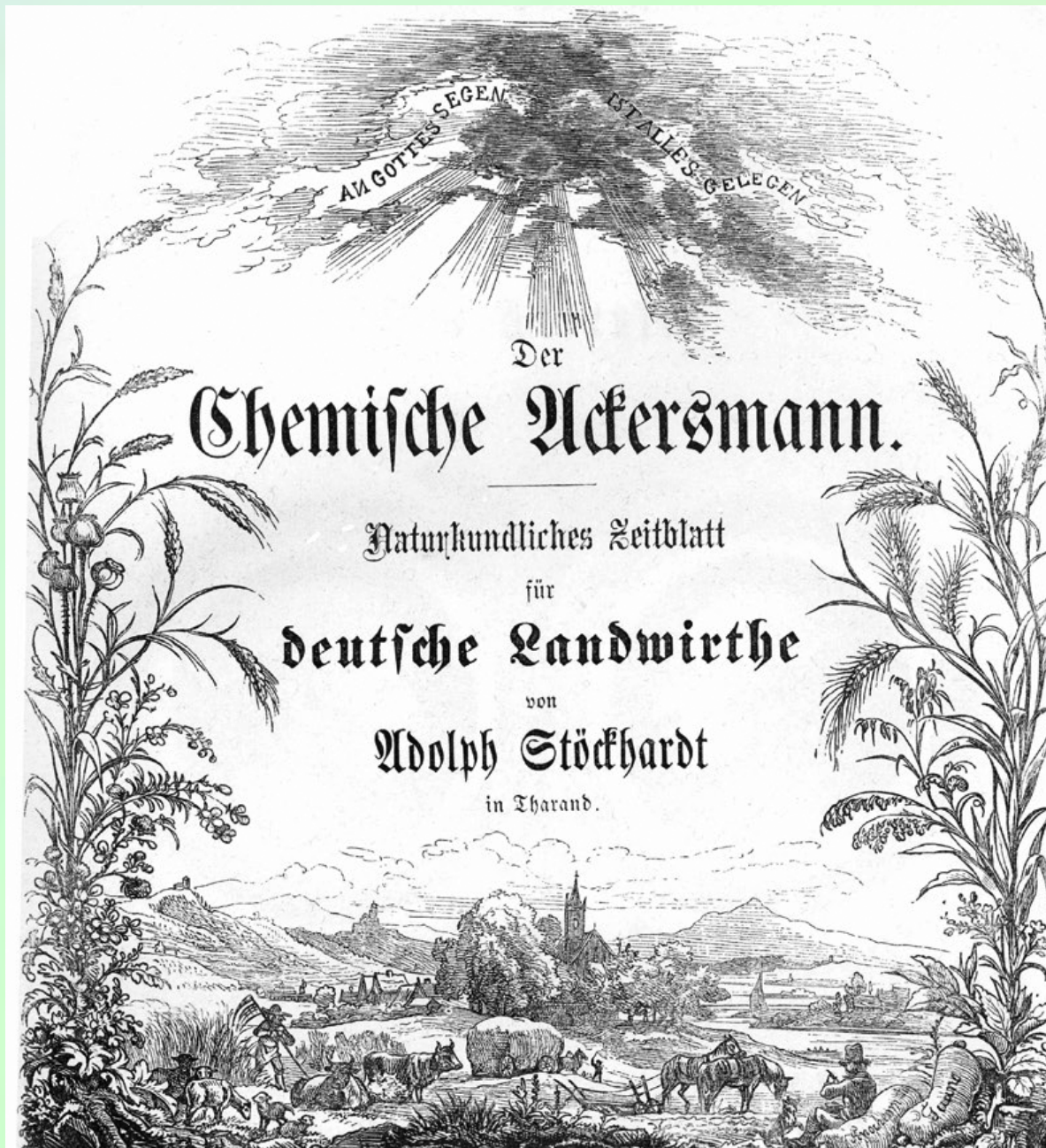
**Ökologisch wirtschaftende Betriebe als Module der Kreislaufwirtschaft** werden sich **Rückführungskonzepten** unbedenklicher/ aufbereiteter Abfälle **künftig öffnen**

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !**



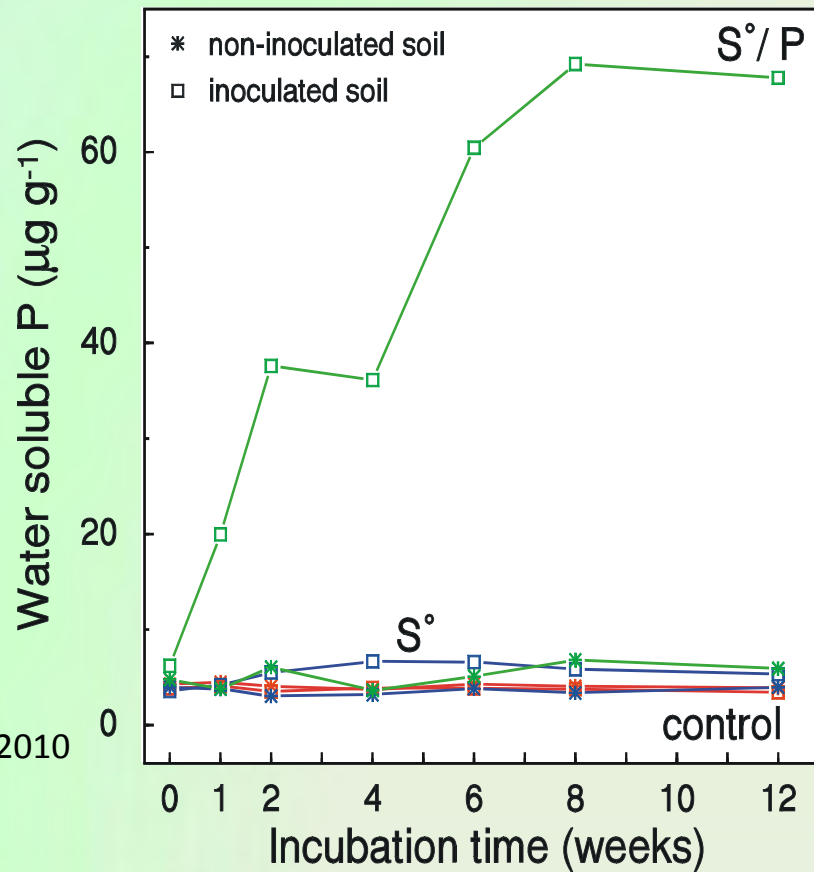
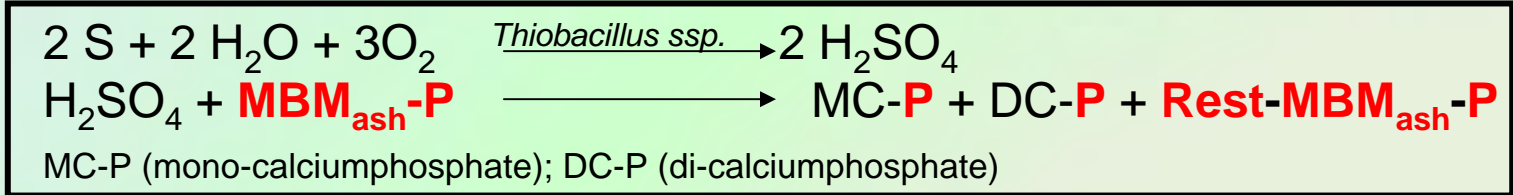
11. Fachtagung zum Ökologischen Landbau , 07. Dezember 2010, Bad Kreuznach







Die Pflanzenverfügbarkeit von P in FKM Aschen kann durch einen *in situ* Aufschluß mit  $S^0$  erhöht werden (Haneklaus et al. 2006)



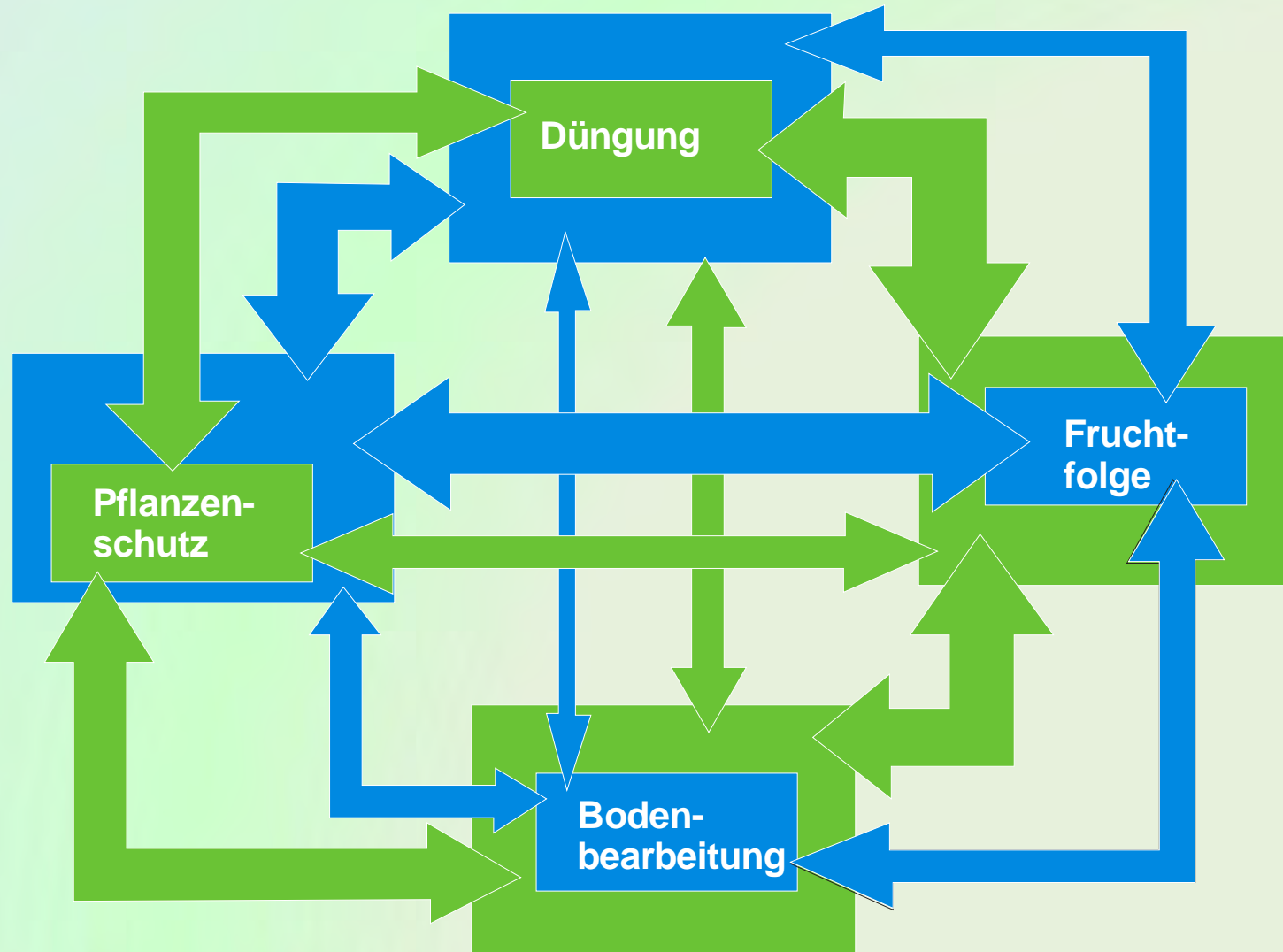
n. Haneklaus & Schnug 2010

Influence of incubation time on release of water soluble P from rock phosphate in relation to application of  $S^0$  and inoculation with *Thiobacillus ssp.* (Fan et al. 2003).

11. Fachtagung zum Ökologischen Landbau , 07. Dezember 2010, Bad Kreuznach



## Bedeutung von Bodenbearbeitung, Düngung, Fruchtfolge und Pflanzenschutz im Systemvergleich



## Erhaltung und Mehrung der Bodenfruchtbarkeit:

Kein universelles Rezept

Wichtigste Strategieelemente:

Fruchtfolgegestaltung und Bodenbearbeitung

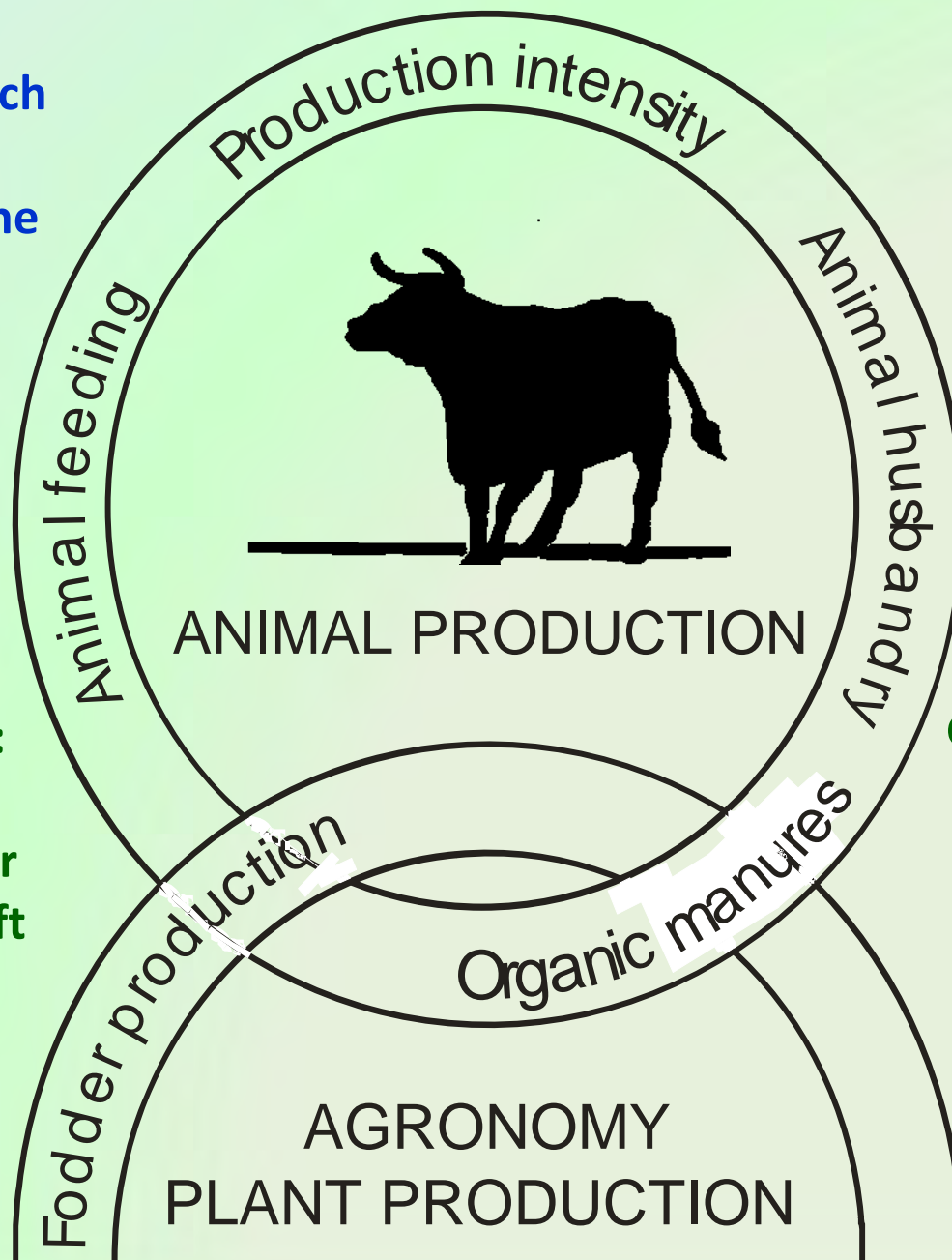
Ausrichtung der Fruchtfolgegestaltung:

- Vielfalt (geplante und assoziierte Diversität)
- Organische Bodensubstanz mehrten
- Bodenleben erhöhen/anregen
- Positive Vorfruchteffekte optimiert nutzen
- Betriebsinterne Nährstoffverfügbarkeit langfristig sichern
- Vermeidungsstrategien für Nährstoffverluste eingeschlossen
- langanhaltend wirksame Senken nutzen



Fruchtfolgegestaltung = Organisation von betriebsinternen ortsgebundenen Nährstoffflüssen

**Nährstoffflüsse durch  
innerbetrieblich  
erzeugte organische  
Düngemittel**



**Nutztierhaltung :  
Vermittler  
innerbetrieblicher  
Kreislaufwirtschaft**

**Gezielte örtliche und  
zeitliche Zufuhr von  
Nährstoffen zu den  
Kulturen**

## Bodenbearbeitung im Ökologischen Landbau

### *Mythen und Hypothesen*

- ➔ **Orientierung auf typische Schichtung des Waldbodens (RUSCH, 1968)**
- ➔ **“Störung der Bodenorganismen”**
- ➔ **”Nachteilige” Mischung der Bodenschichten durch wendende Bodenbearbeitung**
- ➔ **Höhere mikrobielle Aktivität der obersten Bodenschicht (GROCHOLL, 1991)**
- ➔ **Richtlinienempfehlung: Tiefe Wendung des Bodens nur bei speziellen örtlichen Bedingungen oder Unkrautproblemen (ANONYMUS, 1994)**



## Theorie und Wirklichkeit

Praxiserhebung: Wendepflug in mehr als 90 % aller Grundbodenbearbeitungsmaßnahmen eingesetzt (WERLAND, 1990)

(Basis: 101 ökologisch bewirtschaftete Betriebe in Deutschland)

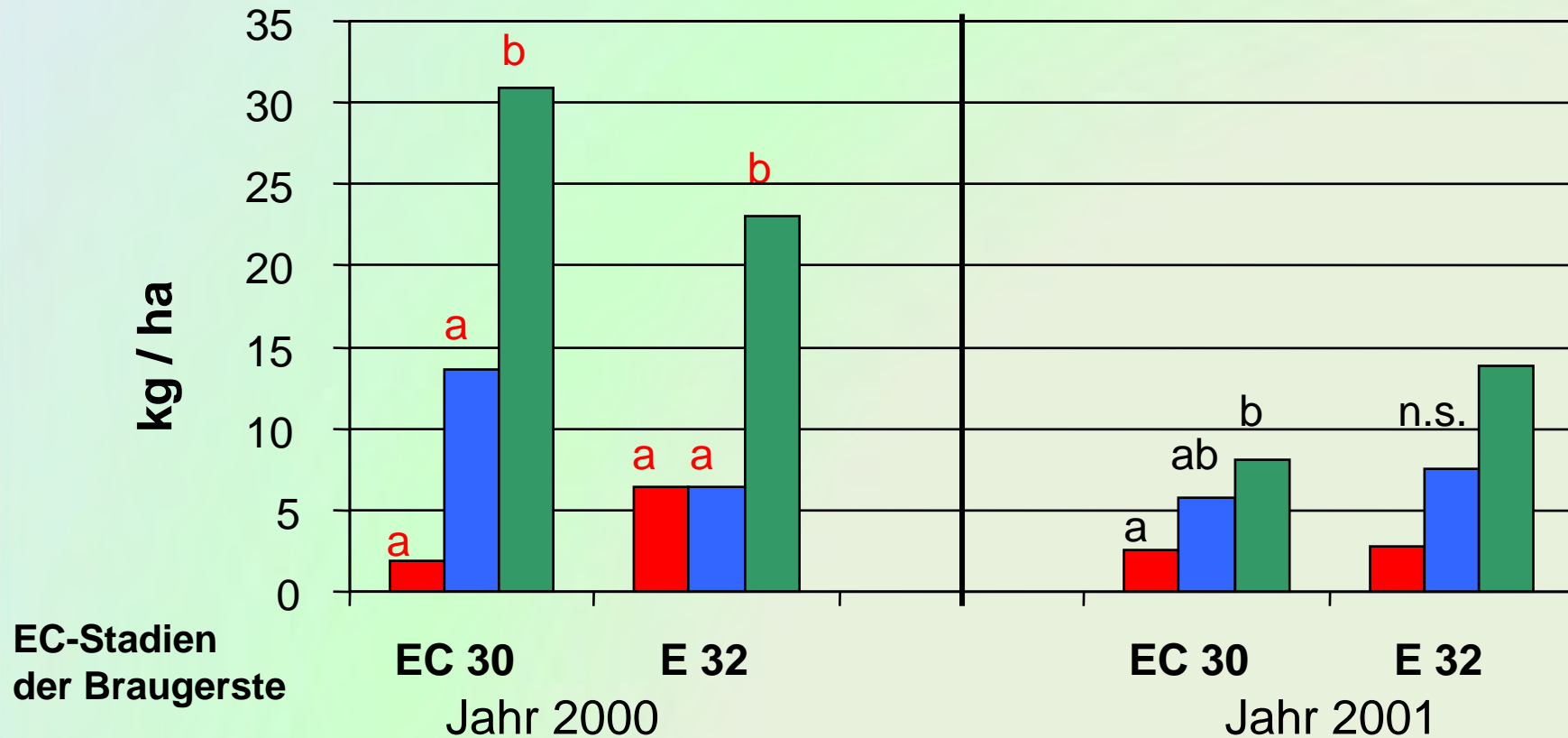
- ➔ Pflugeigner: 95 %
- ➔ Grundbodenbearbeitung mit dem Pflug zu Winterweizen, Winterroggen, Hafer, Kartoffeln und Ackerbohnen: 90 %
- ➔ Bearbeitungstiefe zu Winterweizen: 8-15 cm in 35 %, 16-30 cm Bodentiefe in 65 % der Betriebe
- ➔ Bearbeitungstiefe zu Kartoffeln: 10-30 cm in: 75 %

**Fazit:** Wendepflug auch im Ökologischen Landbau das meistgenutzte Gerät zur Grundbodenbearbeitung.

Techniken reduzierter Grundbodenbearbeitung sind bislang wenig verbreitet.

- ➔ Warum?
- ➔ Ursachenanalyse

## Stickstoffaufnahme der Begleitflora



- Wendepflug
- Zweischichtenpflug
- Schichtengrubber

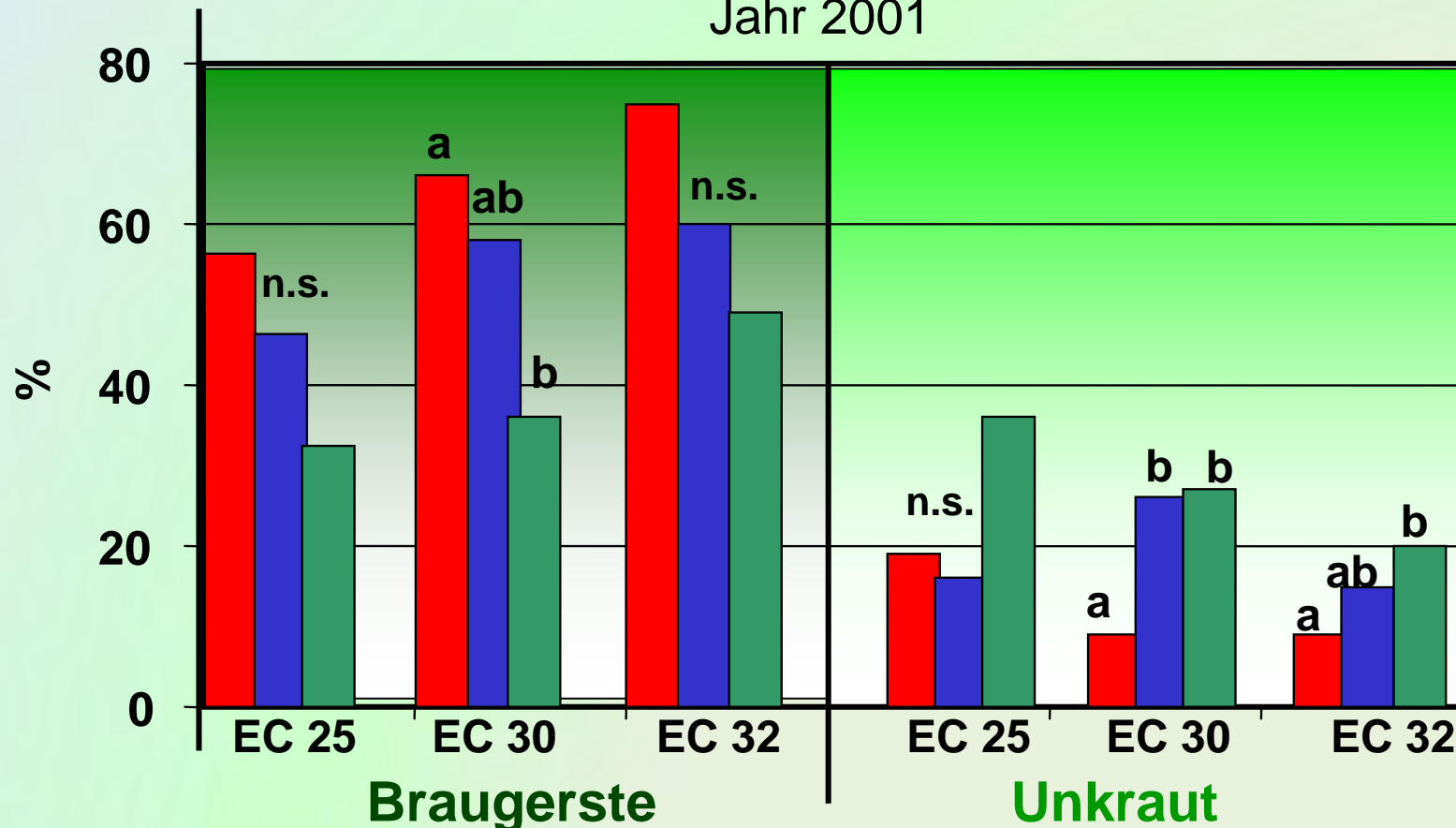


### Hypothese

Abnehmende Bearbeitungsintensität erhöht Stickstoffaufnahme der Begleitflora

# Bodenbedeckungsgrad von Braugerste und Begleitflora

Jahr 2001



- Wendepflug
- Zweischichtenpflug
- Schichtengrubber

**Hypothese**

✓ Abnehmende Bearbeitungsintensität erhöht Unkrautdeckungsgrad

## Mittelwerte ausgewählter bodenchemischer und -mikrobiologischer Eigenschaften (Grünbrache)

| Parameter                     | Einheit | Tiefe (cm) | Pflug             |        | Grünbrache<br>Schichtenpflug |        | Schichtengrubber  |        |
|-------------------------------|---------|------------|-------------------|--------|------------------------------|--------|-------------------|--------|
|                               |         |            | Mittel<br>1995-98 | ± SD   | Mittel<br>1995-98            | ± SD   | Mittel<br>1995-98 | ± SD   |
| C <sub>org</sub>              | %       | 0-15       | 1,79              | 0,22   | 1,91                         | 0,20 + | 1,90              | 0,26 + |
|                               |         | 15-25      | 1,64              | 0,23   | 1,74                         | 0,25   | 1,73              | 0,28   |
|                               |         | 0-25       | 1,71              | 0,23 a | 1,82                         | 0,25 b | 1,80              | 0,27   |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | mg/100g | 0-15       | 16,1              | 5,5    | 16,8                         | 5,2    | 17,6              | 5,5    |
|                               |         | 15-25      | 14,7              | 4,1    | 16,6                         | 5,7    | 14,3              | 4,4    |
|                               |         | 0-25       | 15,4              | 4,9    | 16,7                         | 5,4    | 15,9              | 5,2    |
| CFE-C <sub>mic</sub>          | µg/g    | 0-15       | 327,4             | 47 a   | 410,9                        | 35 b+  | 420,6             | 33 b+  |
|                               |         | 15-25      | 295,1             | 41 a   | 298,0                        | 38 a   | 264,8             | 43 a   |
|                               |         | 0-25       | 311,3             | 46,7 a | 354,4                        | 68 b   | 342,7             | 88 b   |
| C <sub>mic/org</sub>          | %       | 0-15       | 1,9               | 0,2 a  | 2,2                          | 0,3 b+ | 2,3               | 0,3 b+ |
|                               |         | 15-25      | 1,9               | 0,3 a  | 1,8                          | 0,4 a  | 1,6               | 0,3 a  |
|                               |         | 0-25       | 1,9               | 0,3    | 2,0                          | 0,4    | 1,9               | 0,5    |
| aPA                           | µg/g    | 0-15       | 559,3             | 140    | 629,7                        | 112    | 648,7             | 118    |
|                               |         | 15-25      | 554,9             | 138    | 585,8                        | 123    | 554,3             | 115    |
|                               |         | 0-25       | 573,1             | 138    | 607,7                        | 119    | 601,5             | 124    |

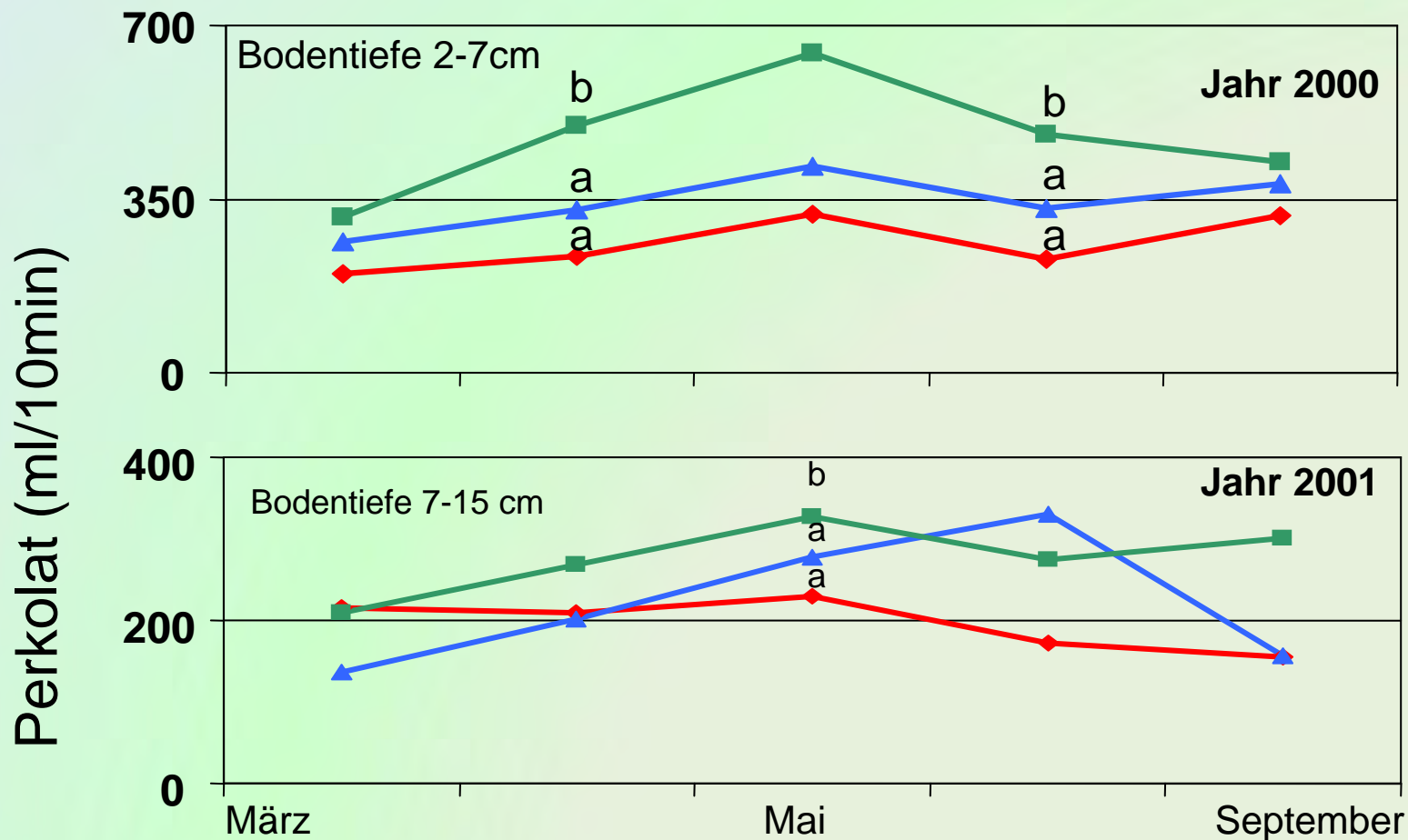
Ungleiche Buchstaben = signifikante Unterschiede zwischen den Bearbeitungsverfahren (nur Oberkrume)  
Signifikante Unterschiede zwischen Ober- und Unterkrume sind durch + gekennzeichnet

EMMERLING & HAMPL 2002

Bodenchemische\_Eigenschaften\_GB.cdr 04/11/02 CD



## Aggregatstabilität



◆ Wendepflug   
 ■ Zweischichtenpflug   
 ▲ Schichtengrubber

VAKALI et al 2002



Aggregatstabilität.ppt 11/11/02 CD



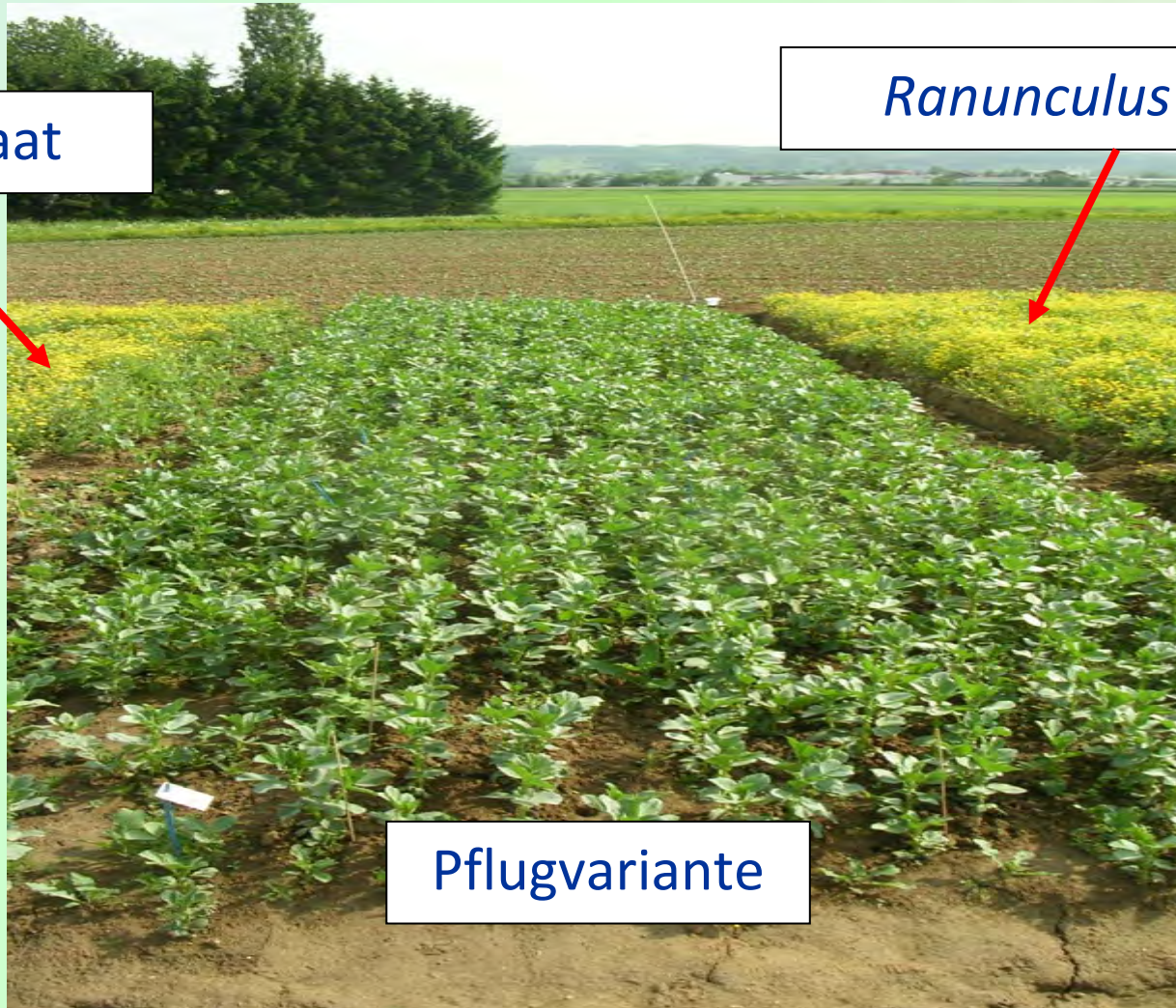
**Hypothese:**

Reduzierte Bodenbearbeitung erhöht die Aggregatstabilität



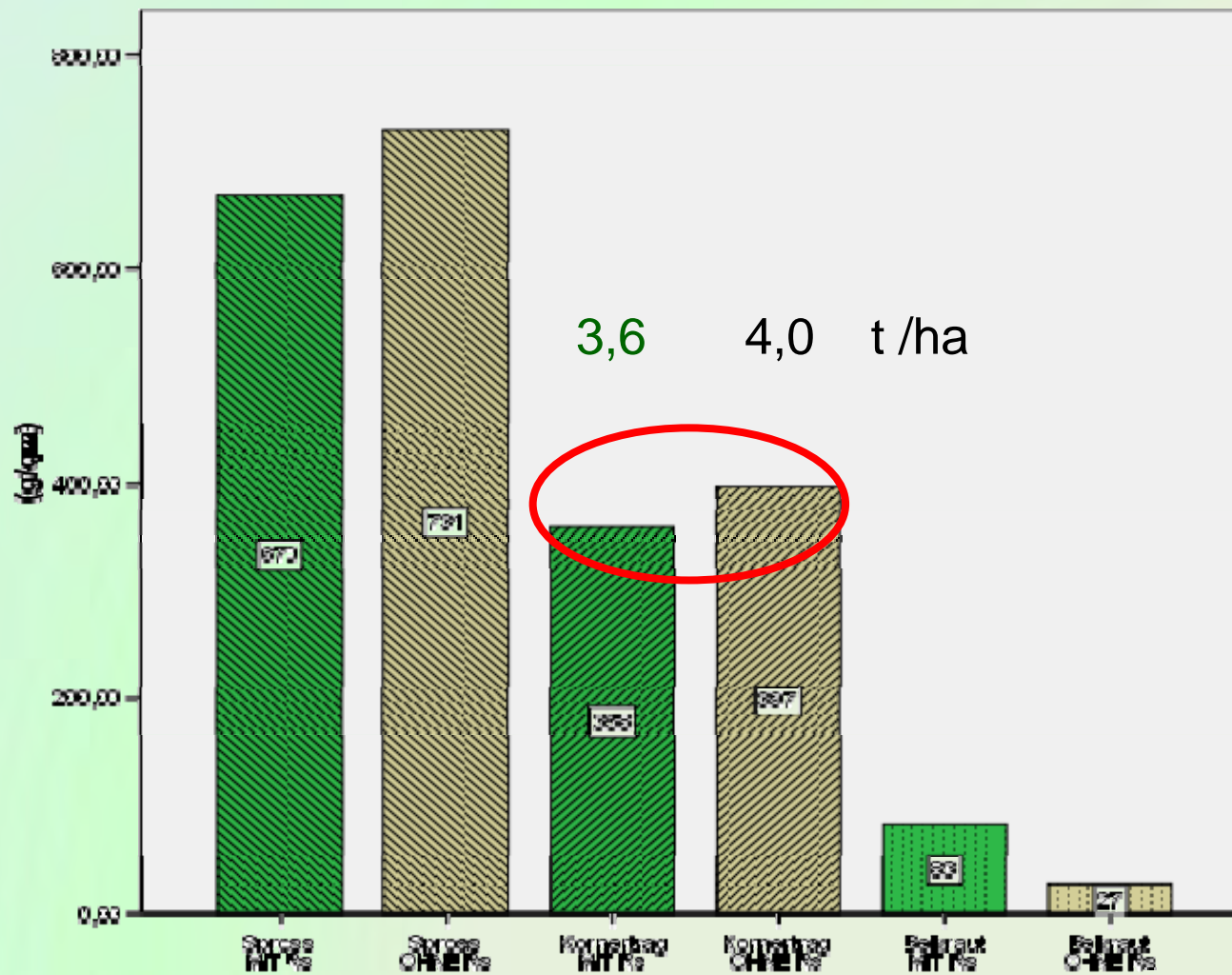
Direktsaat

*Ranunculus sardous*



Pflugvariante

## Einfluss von Konkurrenz durch *R. sardous* auf Spross-, Korn- und Beikrautertrag, 02.08.06 (Endernte)



(Köpke & Schulte 2008)



## Amounts of nutrients (mg / 100 g soil) in tapestries of earthworm burrows and bulk soil material

| Soil depth<br>(cm) | Total N<br>(Kjeldahl) |         |       | Lactate soluble P |         |       | Lactate soluble K |         |       | Total Ca     |         |       |
|--------------------|-----------------------|---------|-------|-------------------|---------|-------|-------------------|---------|-------|--------------|---------|-------|
|                    | Bulk<br>soil          | Burrows |       | Bulk<br>soil      | Burrows |       | Bulk<br>soil      | Burrows |       | Bulk<br>soil | Burrows |       |
|                    |                       | old     | young |                   | old     | young |                   | old     | young |              | old     | young |
| 0 – 20             | 74                    | -       | 212   | 12                | -       | 33    | 8                 | -       | 13    | 134          | -       | 257   |
| 25 – 50            | 38                    | 75      | 155   | 6                 | 9       | 26    | 10                | 9       | 13    | 90           | 129     | 219   |
| 50 – 75            | 24                    | 47      | 102   | 3                 | 4       | 16    | 12                | 10      | 12    | 100          | 109     | 158   |
| 75 – 100           | 10                    | 25      | 35    | 3                 | 3       | 8     | 11                | 8       | 11    | 76           | 105     | 127   |
| 100 - 125          | 21                    | 30      | 48    | 1                 | 4       | 8     | 17                | 15      | 16    | 99           | 108     | 114   |

**GRAFF 1967**



## Warum reproduzieren Zwischenfrüchte direkt vglw. wenig OBS?

- Kurze Vegetationsdauer
- Vegetatives Material mit engem C/N- Verhältnis
- Rasch umsetzbare OM
- Viel Feinwurzeln (speisen N-pool des Bodens)
- Wenig dicke Wurzeln (speisen C-Pool des Bodens)
- Wenig Lignin, Suberin,
- Verhältnis Bodenbearbeitung zu Vegetationslänge ungünstig
- Bodenbearbeitung bei vglw. hoher Bodentemperatur

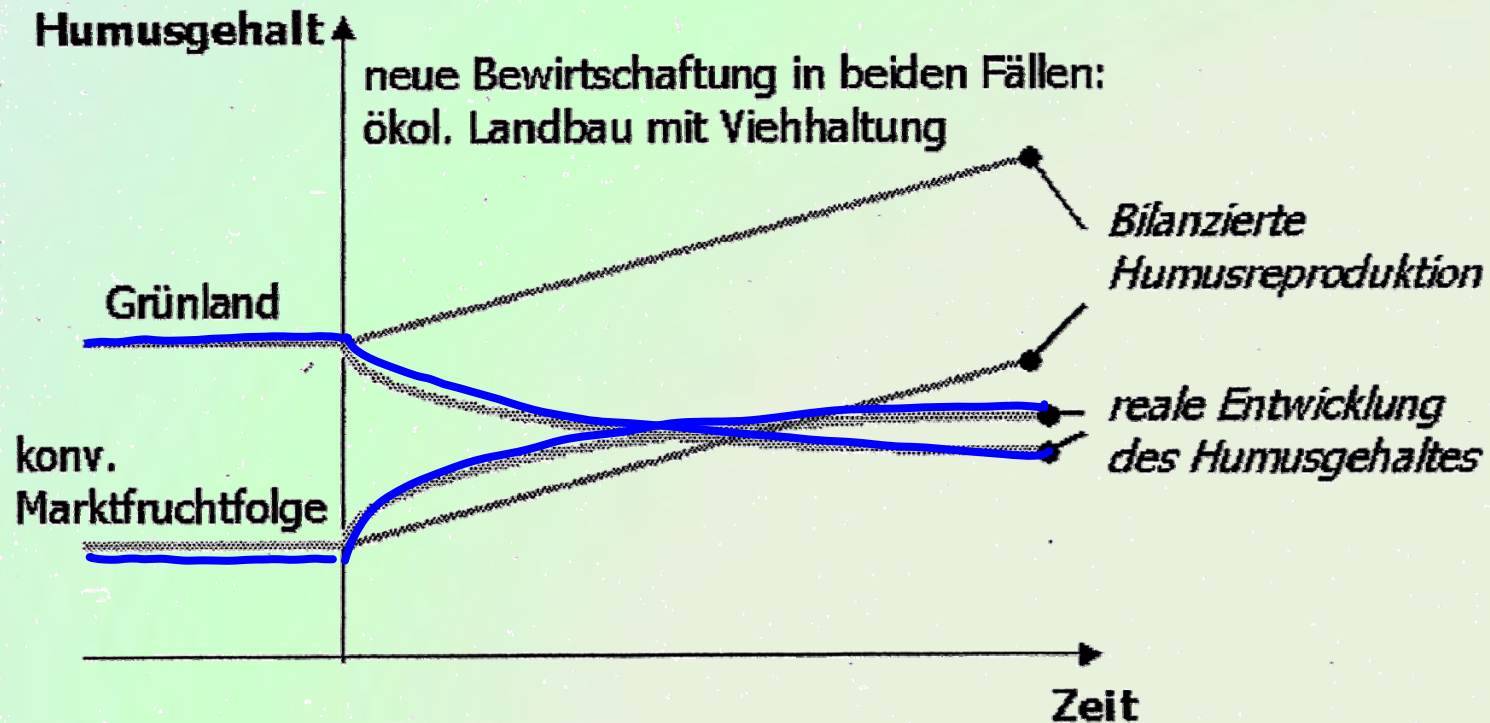
### Besser:

- ➔ Untersaaten
- ➔ Winterzwischenfrüchte
- ➔ Hohe Vorfruchtwirkung zu reproduktionswirksamen Nachfrüchten

## Humuspflege im Organischen Landbau \*

**Zielgerichtete Mehrung und Erhaltung organischer Bodensubstanz bei möglichst hoher mikrobieller Aktivität und Effizienz des Stoffumsatzes auf Basis vorwiegend innerbetrieblich erzeugter organischer Primärsubstanz**

\* Organisationsprinzip: Weitgehend in sich geschlossener Betriebsorganismus



**Abb. 1.1: Zusammenhang zwischen Humusreproduktion (theoretisch nach Humusbilanzsaldo) und tatsächlicher Entwicklung der Humusgehalt**

BROCK 2009

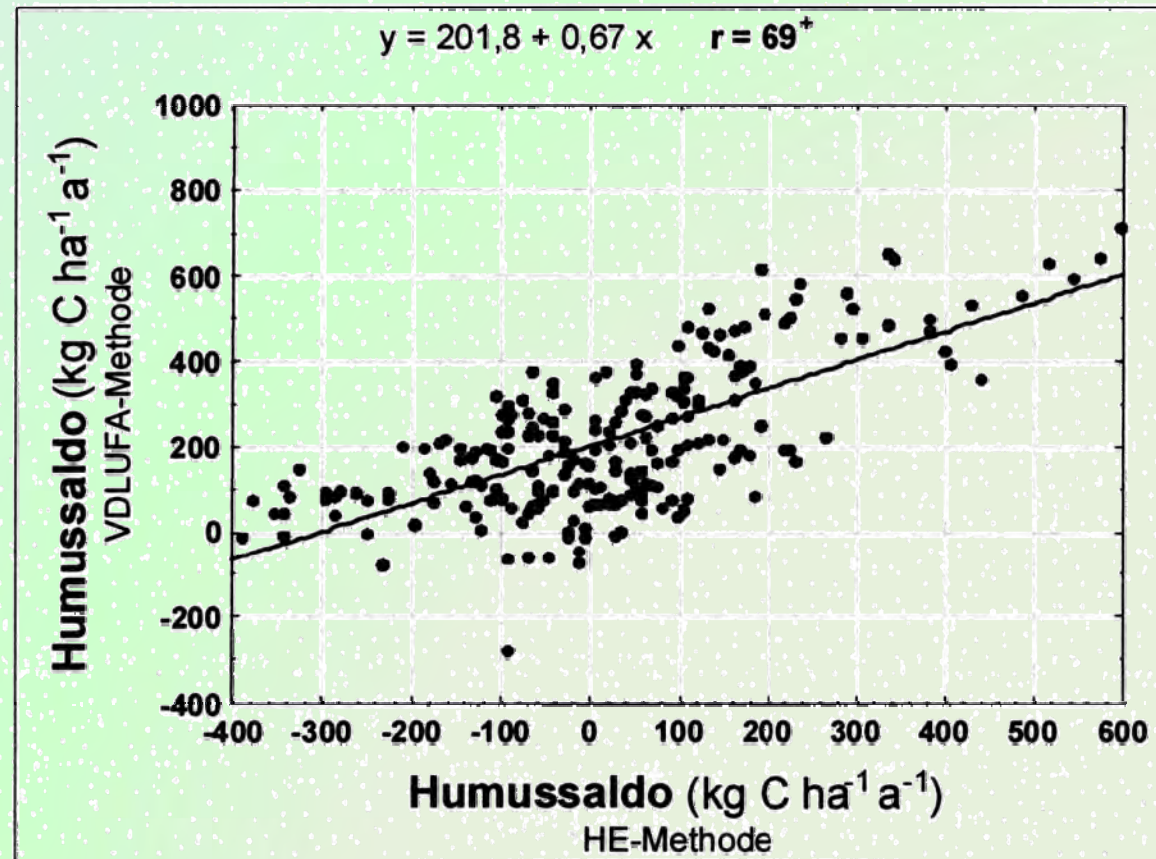


Abb. 34: Beziehung zwischen Humussalden nach HE- und VDLUFA-Methode, n = 227 Betriebe (ökologischer und konventioneller Landbau). Der HE-Saldo wurde in kg C ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> umgerechnet.

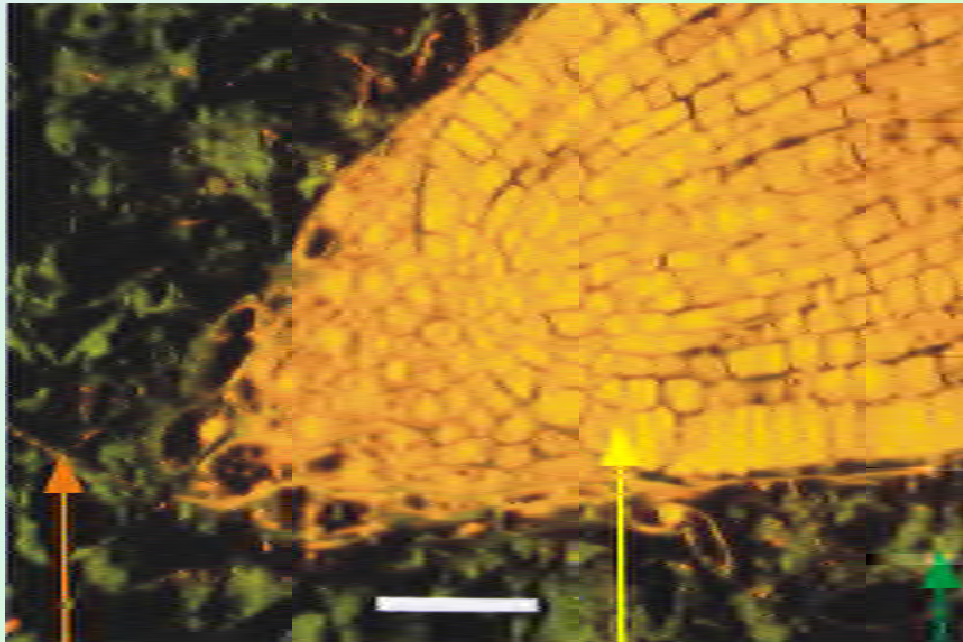
HÜLSBERGEN et al. 2005

*Keep the save way: HE!*



## Bedeutung der Pflanzenwurzeln als Quellen organischer Stoffe im Boden

Spitze einer Maisseitenwurzel im ungestörten Bodenkontakt

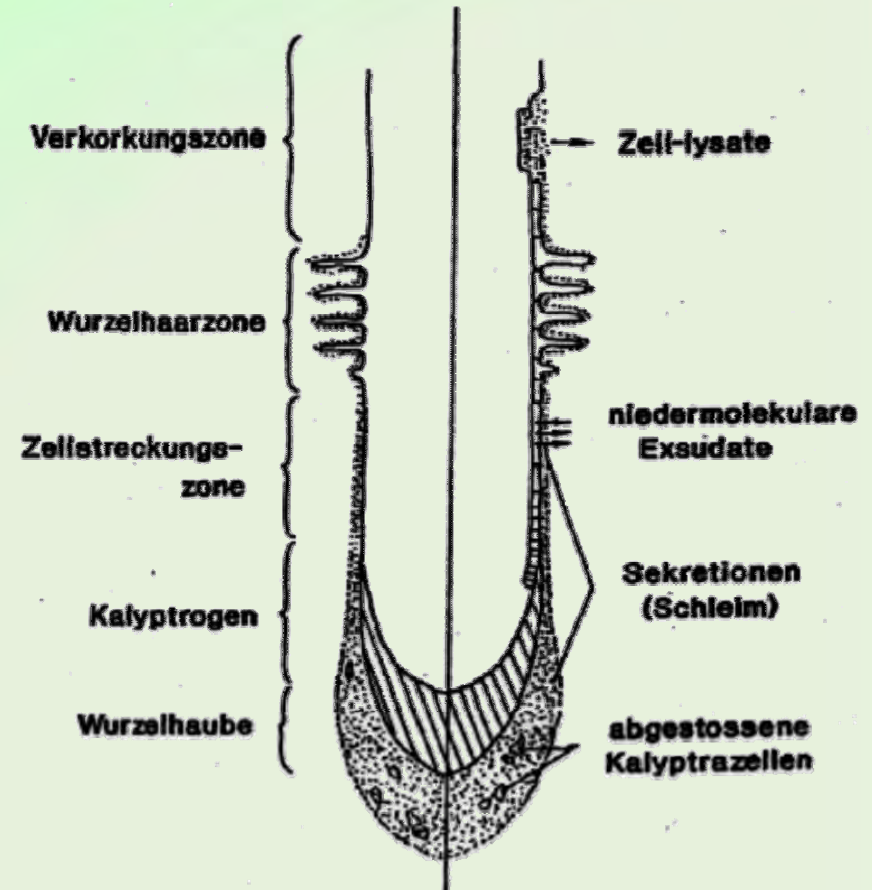


Mikroorganismen (rötlich)

Zytoplasma (gelborange)

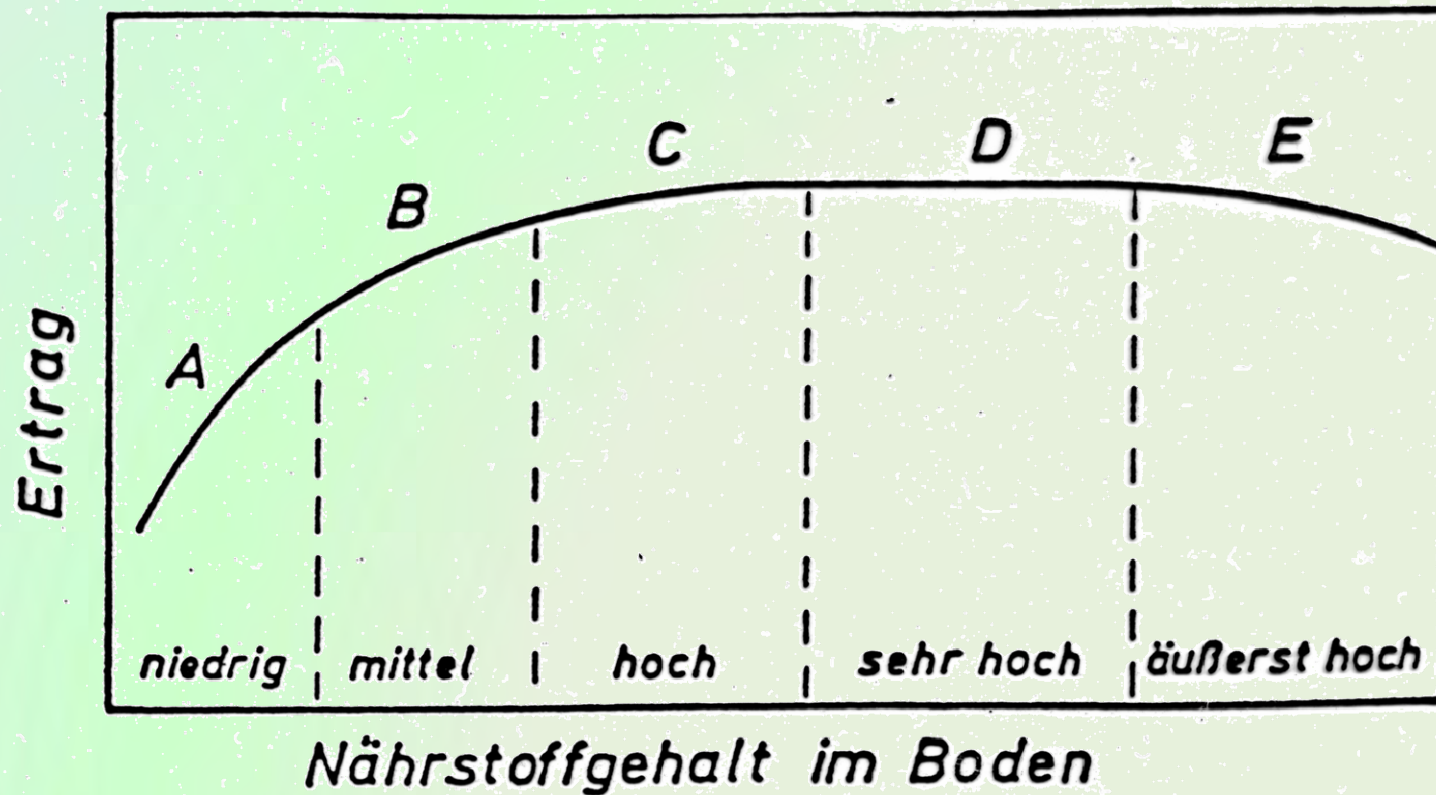
toniger Boden (grün)

Färbung: Thiazinrot R vor der Harzimprägnierung.  
Dünnschliffpräparat, Fluoreszenz im Blaulicht. M=50um



Guckert, A. 1992

## Beziehung zwischen dem Nährstoffgehalt im Boden und dem Ertrag in den Gehaltsklassen A-E



## Verfahrensunterschiede im DOK-Versuch

| <i>Düngung</i><br>Düngungsart      | Biologisch-<br>dynamisch  | Organisch-<br>biologisch                        | Konventionell  | Mineralisch                        |
|------------------------------------|---|---|--|------------------------------------|
|                                    | Hofdünger<br>1,2 Düngergroßvieheinheiten<br>ha <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup> |   | Hofdünger und<br>Mineraldünger   | ausschliesslich<br>Mineraldünger   |
| P-Düngung                          | 28kg P/ha*a   | 31 kg P/ha*a<br>20% mineral. als<br>Rohphosphat | 47 kg P/ha*a<br>60% mineralisch  | 46kg P/ha*a<br>100%<br>mineralisch |
| Mistform                           | 100% als<br>Mistkompost   | 80 % als<br>angerotteter Mist                   | 40% als<br>Stapelmist  | kein Mist                          |
| <i>Pflanzenschutz</i><br>Unkräuter | mechanisch  |   | mechanisch und Herbizide   |                                    |
| Krankheiten                        | indirekte Methoden  |   | indirekte Methoden und Fungizide<br>(Schadenschwelle)<br>(Schadenschwelle) |                                    |
| Schädlinge                         | Pflanzenextrakte, biol. Kontrolle   |   | Insektizide, (Schadenschwelle)   |                                    |

## P-Versorgungszustand und P-Bilanz

|   | Ungedüngt | Biologisch-Dynamisch | Organisch | Konventionell | Mineralisch |
|---|-----------|----------------------|-----------|---------------|-------------|
| <b>P-CO<sub>2</sub>_11</b><br>(mg P*kg <sup>-1</sup> )*       | 0,33      | 1,82                 | 1,45      | 2,01          | 0,99        |
| <b>Bic-P<sub>a</sub></b><br>(mg kg <sup>-1</sup> )**          | 18,6      | 39,7                 | 35,0      | 47,2          | 3894        |
| <b>Bic-P<sub>o</sub></b><br>(mg kg <sup>-1</sup> )**          | 12,4      | 11,6                 | 12,0      | 11,9          | 1292        |
| <b>P-Bilanz<sub>1978-90</sub></b><br>(kg P*ha <sup>-1</sup> ) | -306      | -42                  | -24       | 109           | -122        |

\*P-CO<sub>2</sub> = in CO<sub>2</sub>-gesättigtem Wasser lösliches anorg. Phosphat

\*\*Bic-P<sub>a</sub>,P<sub>o</sub> = in 0,5 M NaHCO<sub>3</sub> löslicher anorg. Phosphat (P<sub>a</sub>) bzw. organischer Phosphor (P<sub>o</sub>)

DOK-Versuch, Therwil, OBERSON et al 1995)



## Einfluß der N-Düngung ( $\text{NO}_3$ -symbiontische $\text{N}_2$ -Fixierung) auf den Rhizosphären-pH-Wert und P-Aufnahme von Soja

| N-Angebotsform                      | Ertrag (g/Gefäß) | Rhizospähren pH* | P-Aufnahme (mg(Gefäß)) |
|-------------------------------------|------------------|------------------|------------------------|
| $\text{NO}_3\text{-N}$              | 7,1              | 8,0              | 5                      |
| $\text{N}_2$ -Fixierung (Rhizobien) | 11,5             | 5,3              | 38                     |

Zusammenhänge zwischen dominierender Säure in Wurzelabscheidungen und Mobilisierung von schwerlöslichen Phosphaten bei verschiedenen P-effizienten Pflanzenarten

| Pflanzenart           | dominierende<br>org.Säure in Wur-<br>zelabscheidungen<br>unter P-Mangel | effizient<br>mobilisierte<br>Phosphate | Autoren                  |
|-----------------------|---|--|--------------------------|
| Raps                  | Citronensäure<br>Äpfelsäure   | Ca phosphate                           | Hoffland et<br>al. (17)  |
| Kichererbse           | Citronensäure<br>Äpfelsäure   | Ca phosphate                           | Ohwaki u.<br>Hirato (27) |
| Weißblupine           | Citronensäure   | Ca phosphate<br>(Fe phosphate)         | Dinkelaker<br>et al. (8) |
| Straucherbse          | Pisidic acid<br>(Weinsäurederivat)                                      | Fe/Al phosphate                        | Ae et al.<br>(2)         |
| Hakea<br>(Proteaceae) | Phenole   | Fe/Al phosphate                        | Hengeler<br>(14)         |
| Tomate                | Protonen  | Ca phosphate (?)                       | Heuwinkel<br>et al. (15) |

# Ökologischer Landbau im Spannungsfeld von **Ideal** und **Notwendigkeit**

**Betriebsideal**

**Einschränkungen**

**Standort**

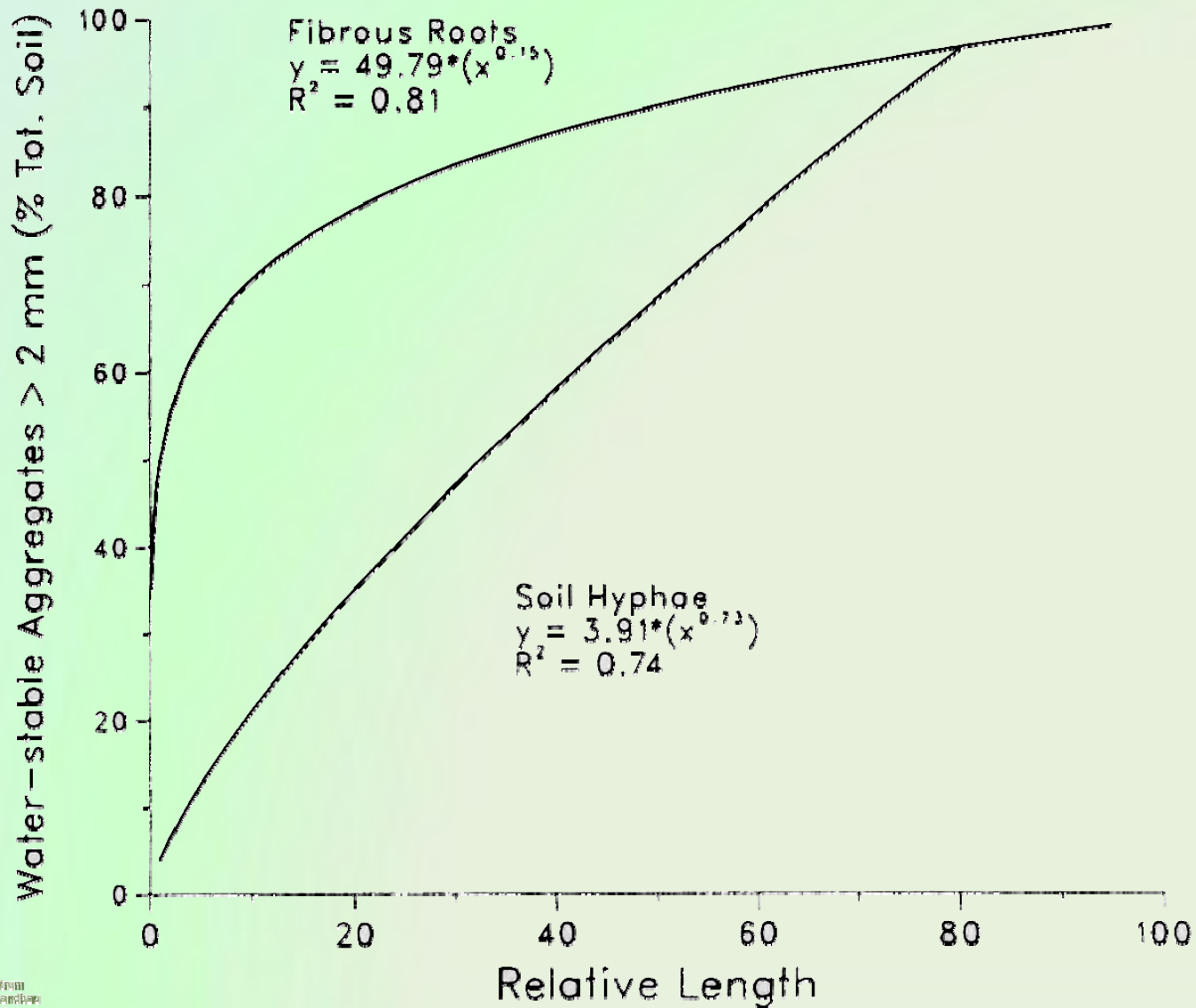
**Betriebs-  
leiter/in:**

**Neigungen  
Werte  
Ziele**

**Realisierung**

**Unverzichtbare Elemente**

# The relationship of relative lengths (based on maximum length) of fibrous roots and extraradical (soil) hyphae with percentage water-stable aggregates in soils from prairie reconstructions at the Fermilab Site





11. Fachtagung zum Ökologischen Landbau , 07. Dezember 2010, Bad Kreuznach

## Nicht erneuerbare Ressource P

In etwa 115 Jahren erschöpft (Elsner 2008)



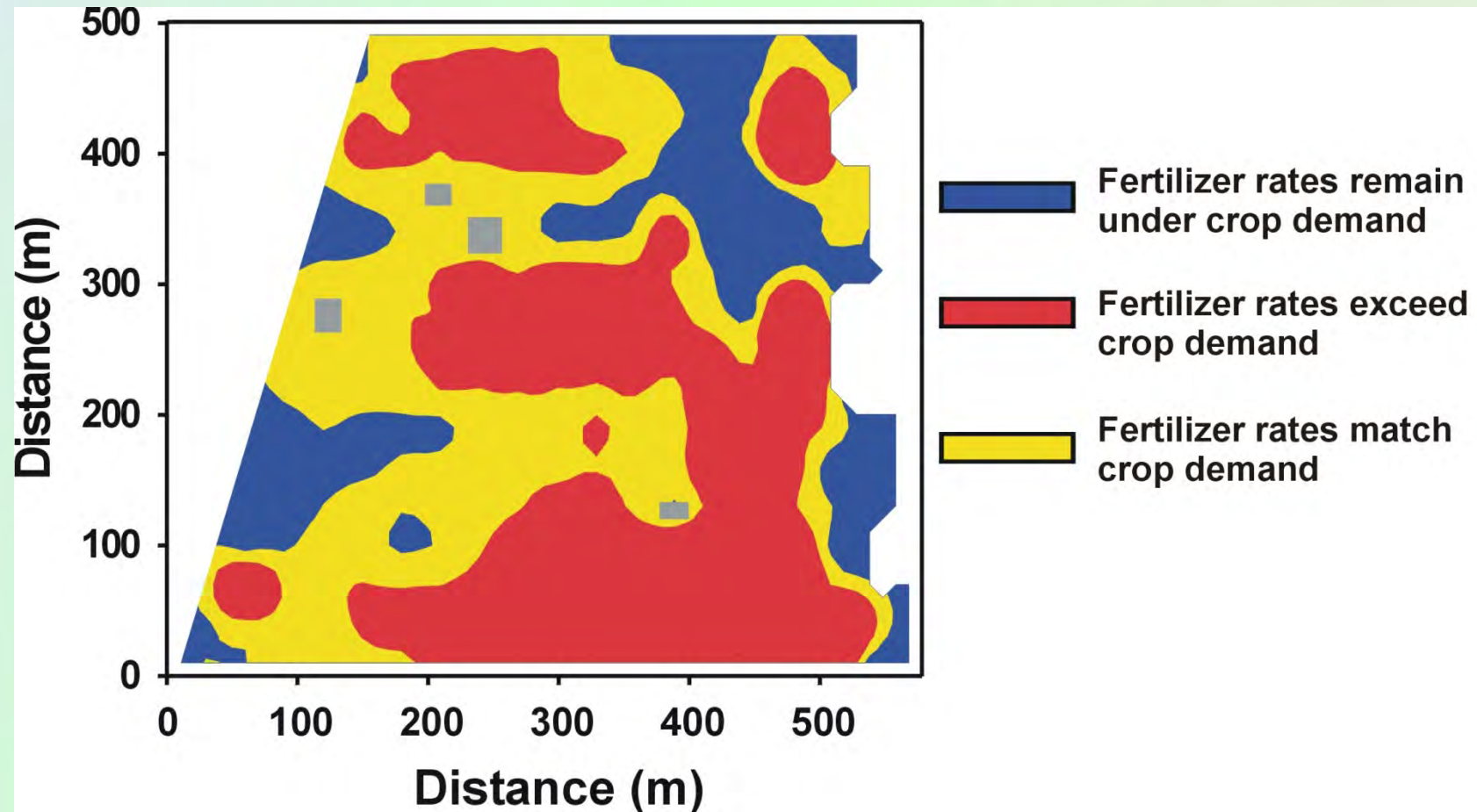
## P-Effizienz verschiedener Zwischenfrüchte

|                    | <b>Sandiger Boden</b>               | <b>Lehmiger Boden</b>                             |
|--------------------|-------------------------------------|---|
| Positive P-Bilanz* | Buchweizen, Ölrettich<br>Serradella | Buchweizen, Phacelia,<br>Serradella, Futtererbsen |

\*P-Aufnahme ist höher als die Abnahme des pflanzenverfügbaren P-Vorrates im Boden

(Eichler 2003)

## Diskrepanz zwischen P-Bedarf und P-Düngermengen



Spatial variation of surplus and deficiency in the phosphorus balance on a fluvial marsh soil in northern Germany (E 9.48191; N 52.54643), if common methods for the estimation of the fertilizer demand together with a uniform distribution are applied



## Standortspezifisches Nährstoff-Management



Lokales Wissen



Variable Düngung



## P-Bilanz verschiedener Betriebsformen in Deutschland (kg ha<sup>-1</sup> P)

|        | Betriebsform |           |           |
|--------|--------------|-----------|-----------|
|        | Ackerbau     | Futterbau | Vieh      |
| Input  | 13           | 17        | 41        |
| Output | 22           | 12        | 20        |
| Bilanz | -9           | 5         | <b>21</b> |

**P wird regelmäßig auf intensiven viehhaltenden Betrieben verschwendet!**

(Frede 2003)

## Über Düngung in Böden und Gewässer eingetragenes Uran



„Dünger“ Lithographie von Andreas Paul Weber, 1964

Mit der mineralischen P-Düngung nach guter fachlicher Praxis ( $22 \text{ kg P ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ ) werden dem Boden jährlich im Mittel  $15 \text{ g/ha U}$  zugeführt (Kratz et al. 2008).

Für Deutschland bedeutet dies, dass in den letzten 60 Jahren  $13,333 \text{ t U}$  oder  $1 \text{ kg/ha U}$  eingetragen wurden, die den U-Gehalt im Boden rechnerisch um  $+ 0.32 \text{ mg/kg U}$  erhöhten (Rogasik et al. 2008).

Es gibt eindeutige Hinweise, dass über Düngung eingetragenes U zu einer signifikanten Kontamination von Grund- und Trinkwasser führt (Schnug and De Kok 2008; Knolle 2008).

Nachhaltige Lösung: Extraktion von U aus Rohphosphaten und Einsatz in Kraftwerken (Hu et al. 2008).

## U in mineralischen and organischen Düngemitteln

(Kratz et al. 2008)

U concentration (mg kg<sup>-1</sup>) in different types of P-containing mineral fertilizers.

| Rock phosphate deposit (country)  | Origin<br>S – Sedimentary<br>I – Igneous | Range of variation |      |
|-----------------------------------|--|--------------------|------|
|                                   |  | min.               | max. |
| United States                     | S  | 65                 | 141  |
| Morocco + Western Sahara          | S  | 75                 | 130  |
| China                             | S  | 23                 | 31   |
| Russia                            | I  | 27                 | 85   |
| Tunisia                           | S  | 32                 | 48   |
| Jordan                            | S  | 46                 | 129  |
| Brazil                            | I  | 182                | 220  |
| Israel                            | S  | 99                 | 150  |
| Syria                             | S  | 75                 | 106  |
| P fertilizer product <sup>1</sup> | mean                                     | min.               | max. |
| Superphosphate                    | 134                                      | 80                 | 325  |
| Triple superphosphate             | 225                                      | 186                | 362  |
| Soft rock phosphate               | 43                                       | 8.7                | 144  |

<sup>1</sup>Non-european sources

U concentration (mg kg<sup>-1</sup> dry matter) in different types of organic fertilizers.

| Type of fertilizer                                  | N   | Min.  | Max. | Mean        |
|---|-----|-------|------|-------------|
| <i>Manure and slurry from organic farming:</i>      |     |       |      |             |
| Organic cattle manure                               | 197 | 0.03  | 1.4  | <b>0.24</b> |
| Organic pig manure                                  | 57  | 0.05  | 4.6  | <b>1.1</b>  |
| Organic chicken manure                              | 38  | 0.19  | 11.6 | <b>2.7</b>  |
| Organic sheep manure                                | 22  | 0.05  | 1.1  | <b>0.28</b> |
| Organic cattle slurry                               | 48  | 0.1   | 2.8  | <b>0.35</b> |
| <i>Manure and slurry from conventional farming:</i> |     |       |      |             |
| Conventional broiler manure                         | 20  | 0.32  | 5    | <b>0.68</b> |
| Conventional cattle slurry                          | 28  | 0.15  | 1.4  | <b>1.1</b>  |
| Conventional pig slurry                             | 14  | 0.35  | 11.1 | <b>3.5</b>  |
| <i>Sewage sludge:</i>                               |     |       |      |             |
| Germany   | 704 | 0.005 | 18   | <b>3.2</b>  |
| Lower Saxony, Germany                               | 10  | 0.37  | 1.7  | <b>0.91</b> |

Data from FAL-Institute of Plant Nutrition and Soil Science fertilizer database.

## Kenndaten zu Kupfer (Kratz et al. 2009, UBA 2005)

| <b>Eintrag in Böden in D</b> | <b>t/a</b>  |
|------------------------------|-------------|
| Mineraldünger                | 61          |
| Pflanzenschutzmittel         | 295         |
| Wirtschaftsdünger            | <b>2302</b> |
| Kompost                      | 73          |
| Klärschlamm                  | 454         |
| Atmosphärische Deposition    | 428         |

| <b>Eintrag in Gewässer in D</b> | <b>t/a</b> |
|---------------------------------|------------|
| Altlasten, Bergbau              | 4          |
| Industrielle Direkteinleiter    | 35         |
| Deposition Indirekteinleiter    | 8          |
| Urbane Frachten                 | 208        |
| Kommunale Einträge              | 119        |
| Erosion                         | 115        |
| Dränagen                        | 24         |
| Oberflächenabfluss              | 47         |

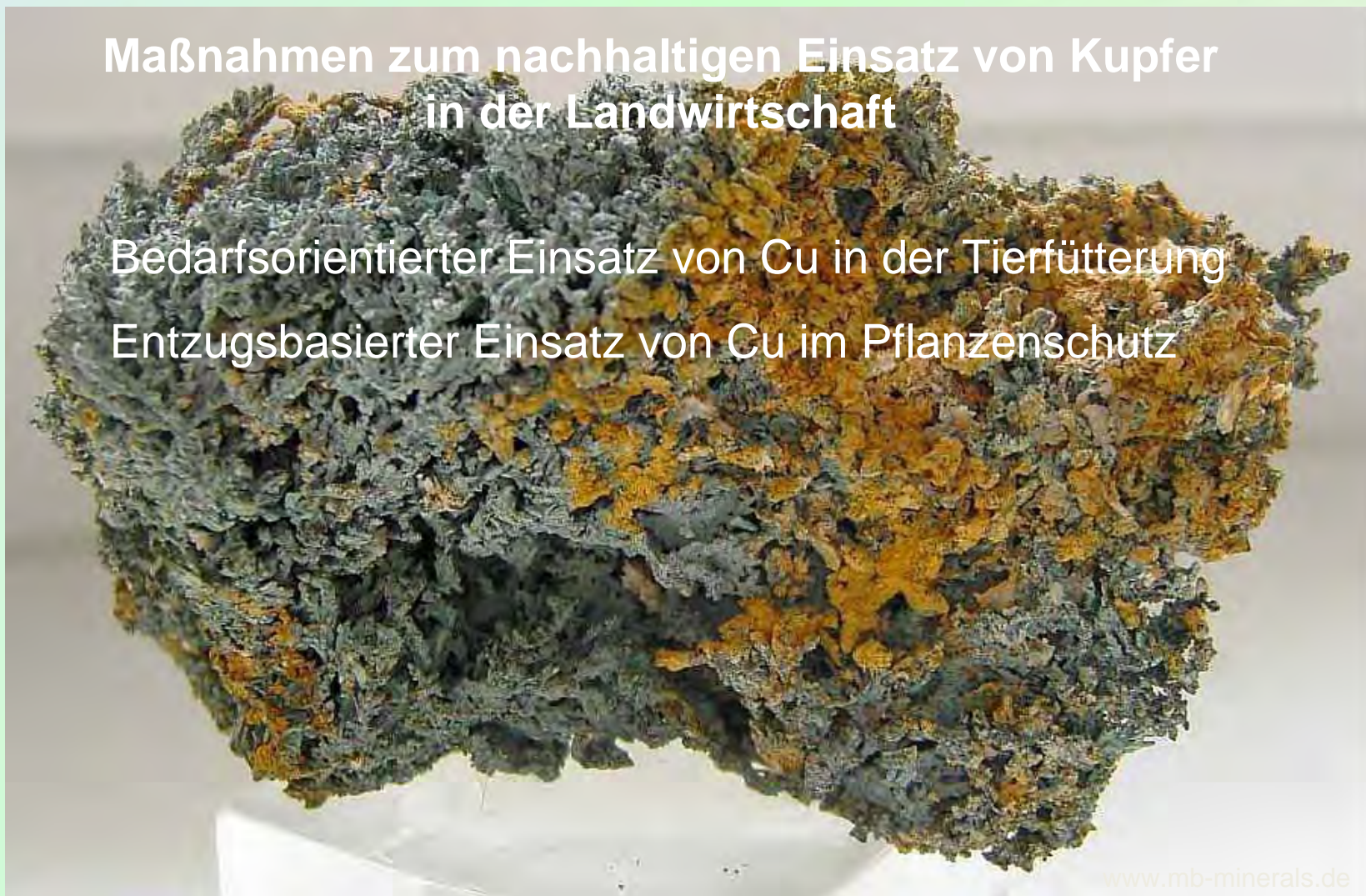
| <b>Kennwert</b>   |                   | <b>Cu-Gehalt (mg/kg)</b>          |
|---|-------------------|-----------------------------------|
| Vorsorgewert BBodSchV   | Sand              | 20                                |
|   | Lehm/Schluff      | 40                                |
|   | Ton               | 60                                |
| Böden Deutschlands<br>(Hintergrundwert, Median)                           |                   | <b>8</b>                          |
| Böden im Weinbau  |                   | 130 - 1100                        |
| Optimale Versorgung von<br>Pflanzen und Toxizität                         | Gerste            | ≥ 3 und >14                       |
|   | Weizen            | ≥ 1 und >18                       |
|   | Kartoffel         | ≥ 5 und >20                       |
|   | Wein              | ≥ 6 und k.A.                      |
|   | Kirsche           | ≥ 5 und >30                       |
|   |                   | <b>Frachten/Mengen<br/>(g/ha)</b> |
| Frachten mit Düngung  | Mineralisch       | 25                                |
|   | Wirtschaftsdünger | 109                               |
|   | Schweinegülle     | <b>312</b>                        |
|   | Klärschlamm       | <b>402</b>                        |
|   | Kompost           | <b>361</b>                        |
| Pflanzenschutz<br>Verbandsrichtlinien<br>EU-Recht<br>Hopfen (konv./ökol.) |                   | <b>3,000</b>                      |
|   |                   | <b>6,000</b>                      |
|   |                   | <b>16,000/3,000</b>               |
| Entzug durch Ernteprodukte  | Getreide          | <b>30</b>                         |
|   | Zuckerrübe        | <b>140</b>                        |
|   | Wein              | <b>7</b>                          |
| Auswaschung   |                   | 17 – 61                           |
| Trinkwasser   |                   | 102 µg/L                          |
| Mineralwasser   |                   | 3,45 µg/L                         |



## Maßnahmen zum nachhaltigen Einsatz von Kupfer in der Landwirtschaft

Bedarfsorientierter Einsatz von Cu in der Tierfütterung

Entzugsbasierter Einsatz von Cu im Pflanzenschutz



- Tradierter Düngungsbegriff gelangt zunehmend aus dem Bewusstsein
- Zufuhr und Einarbeitung von organischen Düngern der Festphase auf Düngung des Bodens nicht primär auf die Kulturpflanze orientiert.
- Dünger umgehend in den Boden eingearbeitet:
  - ➔ Minimierung von Verlusten über die Gasphase;
  - ➔ Freisetzung bodenbürtigen Stickstoffs aus dem unteren Krumenbereich und vom Austauschschicht
  - ➔ Förderung flach wurzelnder Unkräutern vermieden bzw. deutlich gemindert (im Gegensatz zur Applikation von Nährstoffen auf die Bodenoberfläche)

## Resümee II

**Weitgehend geschlossene Nährstoffkreisläufe als Element der landwirtschaftlichen Betriebsorganisation : Beispiel einer von der Gesellschaft gewünschten subsidiären Problemlösung**

➡ **Die tierischen Ausscheidungen werden als hochwertige verlustarm gewonnene, gelagerte und auf die Kulturflächen zurückgeführte Dünger eingesetzt, die nicht wie im konventionellen Veredelungsbetrieb ohne hinreichende Flächenbindung als Abfall angesehen werden, zu Nährstoffüberschüssen auf begrenzter Fläche führen oder über Güllebörsen entsorgt werden.**

**Gleichwohl können die Betriebe als Module der Kreislaufwirtschaft in einem engeren Verbund mit der Lebensmittel verarbeitenden Industrie, ja der ökologischen Lebensmittelwirtschaft insgesamt, künftig noch weiter beispielhaft entwickelt werden.**



## Resümee II (hoffentlich kein Ausblick)

**Probleme durch Aufgabe des ursprünglichen Konzeptes des *weitgehend in sich geschlossenen Betriebsorganismus* und gewandelten Düngbegriffes**

➡ **Gefahr überreichlicher Zufuhr und unausgewogener Stickstoffversorgung:**

➡ **Potenziell geringere Produktqualität:**

*Backweizen:* Erhöhung des Proteingehaltes bei Minderung der ernährungsphysiologischen Proteinqualität, höhere Gehalte an Fusarium-Mykotoxinen infolge höherer Anfälligkeit und gesteigerten Befalls

*Gemüse und Obst:* Höhere Gehalte an Nitrat und minderwertigen Nicht-Eiweißverbindungen, geringere Gehalte sekundärer Inhaltsstoffe;

➡ **Verminderte Prozessqualität:**

Stickstoffüberhänge und Nitratbelastungen des Grundwassers;

➡ **Wettbewerbsverzerrung** zum Nachteil der (noch) Image-prägenden Mitgliedsbetriebe der Anbauverbände des Ökologischen Landbaus, in jedem Falle jener, die als Gemischtbetriebe am ursprünglichen Ideal und Organisationsprinzip festhalten

➡ **„Konventionalisierung“**





Rheinland-Pfalz

Dienstleistungszentrum  
Ländlicher Raum (DLR)  
Rheinhessen-Nahe-  
Hunsrück

---

# Praxisbericht: Nährstoffmanagement eines südniedersächsischen Bio-Betriebes

WILHELM BOHNSACK  
Kreiensen-Erzhausen

# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Praxisbeispiel eines südniedersächsischen Biobetriebs



# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Betriebsspiegel

Standort **Erzhausen** mit Standort Olxheim (10 km entfernt) und Standort Orxhausen (seit 1.10.2009, 7 km entfernt)

**Höhenlage** der Flächen über NN: 102 - 206 m

**Jahresniederschlagsmenge** ca. 800 mm

**Jahresdurchschnittstemperatur** ca. 9,4° C

**Bodentypen:** Parabraunerden mit einer ca. 90 cm hohen Lösschicht sowie kalkreiche Verwitterungsböden (Rendzinen) aus tonigem Lehm bis Lehm

Durchschnittlich ca. 70 Bodenpunkte (28-85 Bodenpunkte)

**Ackerland:** 253 ha landwirtschaftliche Nutzfläche. **Keine Tierhaltung**  
Seit 1.7.2008 Bewirtschaftung nach den Richtlinien des ökologischen Landbaus

Seit August 2009 Naturland-Betrieb

# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Betriebsspiegel

**Bodenbearbeitung:** vorwiegend pfluglose Mulchsaat (seit 1989),  
davon ca. 130 ha mit NAU A2-Programm, im WJ 2010/11 wurden  
55 ha gepflügt

### **Fruchtfolge:**

Anbau für das Wirtschaftsjahr 2010/11:

41 ha einjähriges Klee gras (davon 3 Schnitte für Biogasanlage  
Einbeck)

85,7 ha Winterweizen

45 ha Triticale

52,4 ha Ackerbohnen (z.T. als Saatgutvermehrung)

21 ha Winterraps

7,9 ha Acker gras

Zwischenfrüchte Senf und Klee gras: 52,4 ha

**Düngung:** gezielter Einsatz von Kalivinasse und Spurenelementen  
(z.B. Bor, Schwefel, Mangan) nach Bodenproben und Bedarf der  
Kulturpflanzen und Gärsubstrat aus Biogasanlage Einbeck



# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Betriebsspiegel

**Vermarktung:** Speisegetreide an Mühlen oder Getreidehändler,  
Futtergetreide oder Grobleguminosen an Landwirte, Händler oder  
Mischfutterhersteller

Im nächsten Jahr ist der ökologische Anbau von Zuckerrüben und  
Sojabohnen geplant

Saatgutvermehrung

### Arbeitskräfte

Familie Bohnsack und eine Saisonkraft

### Lohnarbeiten

Seit 1.7.2008 Zusammenarbeit mit einem Biolandbetrieb (127 ha,  
Biolandbetrieb seit 2002, 10 km entfernt), gemeinsame  
Maschinennutzung

Lohndrusch 100 ha (12 km entfernt)

Gezielte Düngemaßnahmen für Okö-KWS-Betrieb Klostergut  
Wiebrechtshausen (22 km entfernt)

# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Praxisbeispiel eines südniedersächsischen Biobetriebs



# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Landmaschinen - Inventarliste

### Selbstfahrende Arbeitsmaschinen und Traktoren

|  |      |
|--|------|
| Mähdrescher FENDT 8400 PAL mit Powerflow 7,70m | 2010 |
| Schlepper FENDT 818 Vario TMS                  | 2003 |
| Schlepper CASE IHC 644A                        | 1976 |
| Schlepper FENDT 930 Vario TMS                  | 2009 |
| Arnd Berner: Schlepper FENDT 415 Vario TMS     | 2009 |

### Feldbestellung und Pflege

|   |      |
|---|------|
| TREFFLER-Striegel TS 1220 3M  | 2009 |
| Grubber HORSCH Terrano 4FX  | 2009 |
| Zweischeibenstreuer ZS 200 M2                                       | 2007 |
| Drillmaschine KVERNELAND ACCORD DA-X                                | 2002 |
| Rübindrillgerät KVERNELAND ACCORD Monopill S (Mulchsaat, 12 Reihen) | 2001 |
| Düngerstreuer AMAZONE Profi Hydro Ultra                             | 2006 |
| Kreiselegge LEMKEN Zirkon 9/300                                     | 1999 |
| Grubber LEMKEN Smaragd 9/500 KÜ                                     | 1999 |
| Volldrehpflug LEMKEN Vari-EurOpal 8x (6 Schar)                      | 2009 |
| Kreiselegge KUHN HR 3002 M  | 1996 |
| Anbauwalze GÜTTLER Duplex-Prismenwalze 3m                           | 1996 |
| Grossflächenstreuer AMAZONE ZGB 7001                                | 1994 |
| Mulcher DÜCKER UM 27 (hydraulisch verstellbar)                      | 1994 |
| Schwertscheibenegge KVERNELAND Silo-Wolff 3,8                       | 1993 |
| Frontpacker LEMKEN Varipack 320                                     | 1991 |
| Hackmaschine SCHMOTZER  | 1976 |

# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Landmaschinen - Inventarliste

### Fuhrpark

|   |      |
|---|------|
| Dreiseitenkipper MENSING 18t                    | 1989 |
| Dreiseitenkipper MENSING 18t                    | 1989 |
| Dreiseitenkipper HOFFMANN 8t                    | 1976 |
| Dreiseitenkipper HOFFMANN 8t mit Befüllschnecke | 1976 |
| AHL Transportwagen 16t mit GFK-6000 I-Fass      | 1972 |
| Plattformwagen MENSING 7,3t                     | 1948 |
| Arnd Berner: Dreiseitenkipper BRANTNER 8t       | 1998 |
| Arnd Berner: Dreiseitenkipper MAAK 8t           | 2001 |

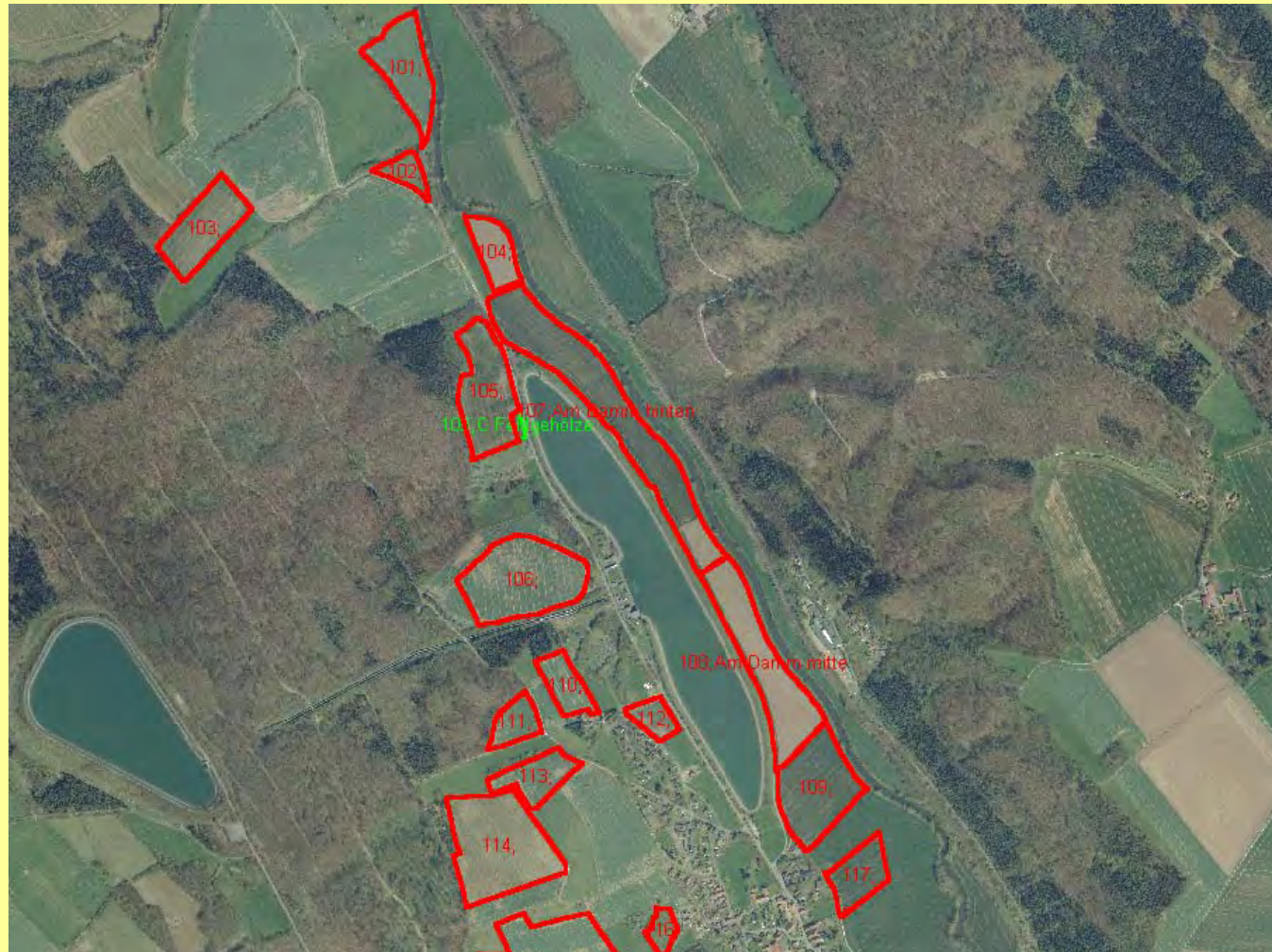
### Sonstiges

|  |             |
|--|-------------|
| Tankanlage (Diesel 10.000l)                  | 2006        |
| MAXI-Schaufel STOLL 2,60                     | 2003        |
| Frontgewicht FENDT 2500 kg                   | 2003        |
| STOLL Frontlader Robust F 71 HDPM            | 2003        |
| Frontgewicht FENDT 870 kg + 8x50 kg          | 1998        |
| Beizgerät AMAZONE Transmix 45                | 1993        |
| Palettengabel, Rübenkorb, Leichtgutschaufeln | 1984 - 2001 |
| BAAS Frontlader mit Klinkautomatik           | 1980        |



# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

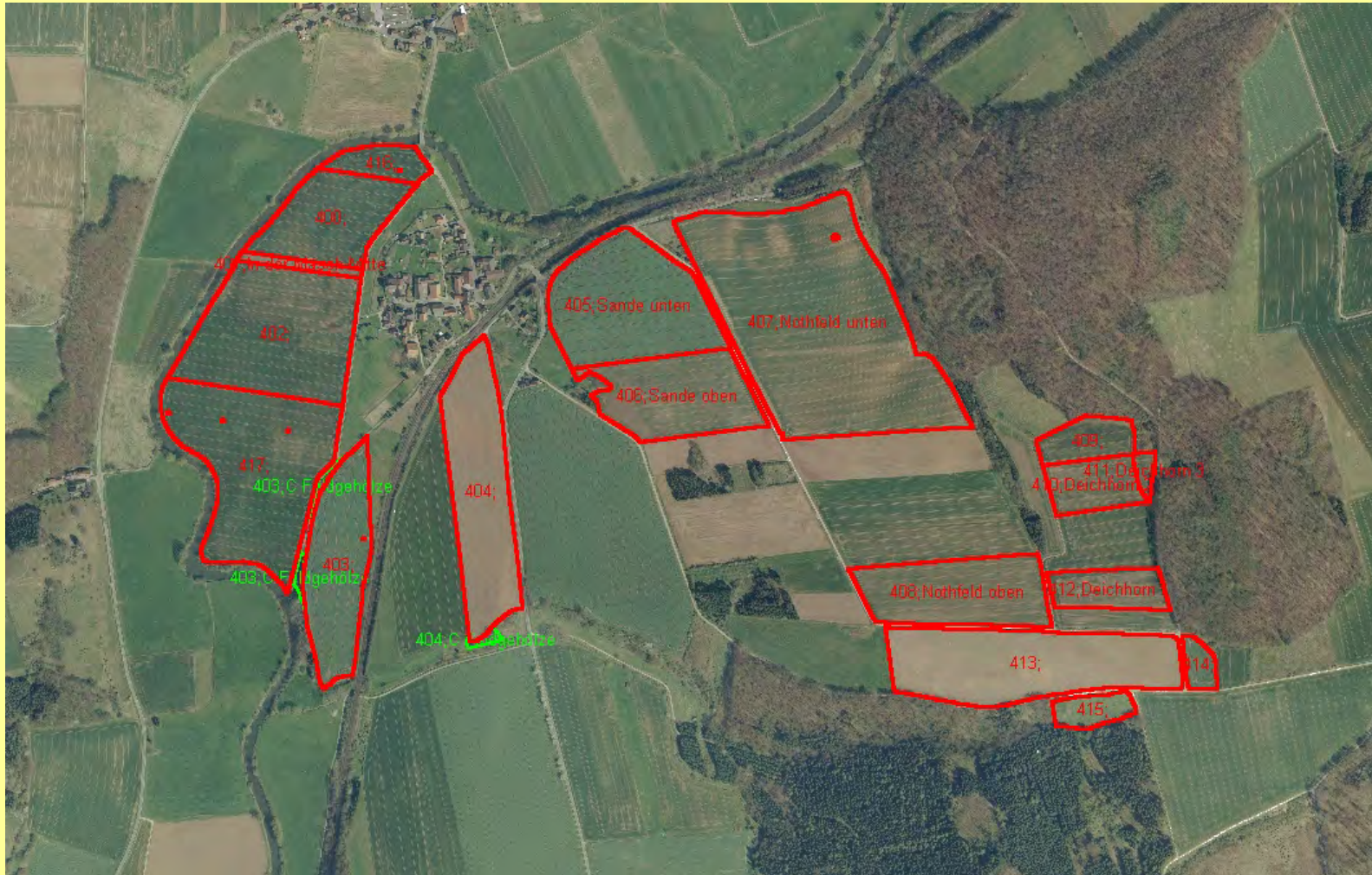
## Einige Flächen in Erzhausen





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Einige Flächen in Olxheim



# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Praxisbeispiel eines südniedersächsischen Biobetriebs

### Gutes Nährstoffmanagement fängt mit der Ernte an:

- ✓ Bodenschonendes Dreschen
- ✓ Exakte Strohverteilung
- ✓ Sofortiges Einarbeiten des Strohs



# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## ...fängt mit der Ernte an





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## ...fängt mit der Ernte an





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## ...fängt mit der Ernte an



# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Praxisbeispiel eines südniedersächsischen Biobetriebs

### Zwischenfrüchte (Gelbsenf, Ölrettich) im Mulchsaatverfahren:

- ✓ Grubbern mit *Lemken Smaragd* nach der Ernte
- ✓ Grubbern mit *Horsch Terrano* vor der Aussaat
- ✓ Ausbringung mit *Amazone* Wiegestreuer und Parallelfahrssystem
- ✓ Einarbeitung mit *Treffler* Striegel

# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Zwischenfrüchte im Mulchsaatverfahren





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Zwischenfrüchte im Mulchsaatverfahren



# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Zwischenfrüchte im Mulchsaatverfahren





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Zwischenfrüchte im Mulchsaatverfahren





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Zwischenfrüchte im Mulchsaatverfahren





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Zwischenfrüchte im Mulchsaatverfahren





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Zwischenfrüchte im Mulchsaatverfahren





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Zwischenfrüchte im Mulchsaatverfahren





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Zwischenfrüchte im Mulchsaatverfahren





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Zwischenfrüchte im Mulchsaatverfahren



# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Praxisbeispiel eines südniedersächsischen Biobetriebs

### Kleegras im Mulchsaatverfahren:

- ✓ Grubbern mit *Lemken Smaragd* nach der Ernte
- ✓ Grubbern mit *Horsch Terrano* vor der Aussaat
- ✓ Aussaat mit *Lemken* Kreiselgrubber und Drillmaschine *Kverneland Accord DA-X*



# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Kleegras im Mulchsaatverfahren





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Kleegras im Mulchsaatverfahren





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Kleegras im Mulchsaatverfahren





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Kleegras im Mulchsaatverfahren





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Kleegras im Mulchsaatverfahren



# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Praxisbeispiel eines südniedersächsischen Biobetriebs

### Herbstbestellung nach Klee gras: Weizen in Mulchsaat

- ✓ Klee grasumbruch Mitte August mit Schwerscheibenegge
- ✓ Grubbern mit *Lemken Smaragd* eine Woche später
- ✓ Zweimal Grubbern mit *Horsch Terrano*
- ✓ Aussaat mit *Lemken* Kreiselgrubber und Drillmaschine *Kverneland Accord DA-X*



# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Weizen in Mulchsaat





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Weizen in Mulchsaat





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Weizen in Mulchsaat





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Weizen in Mulchsaat





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Weizen in Mulchsaat





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Weizen in Mulchsaat





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Weizen in Mulchsaat





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Weizen in Mulchsaat





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Weizen in Mulchsaat





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Weizen in Mulchsaat





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Weizen in Mulchsaat





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Weizen in Mulchsaat





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Triticale in Mulchsaat





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Praxisbeispiel eines südniedersächsischen Biobetriebs

### Wichtige Hinweise für die Mulchsaat:

- ✓ Bearbeitung nur bei Trockenheit
- ✓ Bodenschonende Bearbeitung,  
Reifenluftdruck bis auf 0,4 bar absenken
- ✓ Andruckrollen an Scheibenschar-  
drillmaschine nutzen
- ✓ Zweimaliges Striegeln bereits ab  
Einblattstadium

# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Mulchsaat





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Mulchsaat





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Mulchsaat



# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Praxisbeispiel eines südniedersächsischen Biobetriebs

### Winterrapsaussaat in Mulch: (Vorfrucht Ackerbohnen)

- ✓ Dreimalige Grubberbearbeitung, Arbeitstiefe 10 bis 20 cm
- ✓ Variante 1: Aussaat mit *Lemken* Kreiselgrubber und Drillmaschine *Kverneland Accord DA-X*
- ✓ Variante 2: Aussaat mit Einzelkornsäugerät *Kverneland Accord Monopill S*, Reihenweite 45 cm
- ✓ Herbstdüngung mit Bor und Schwefel



# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Winterraps in Mulchsaat





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Winterraps in Mulchsaat





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Winterraps in Mulchsaat





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Winterraps in Mulchsaat





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Winterraps in Mulchsaat





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Winterraps in Mulchsaat





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Winterraps in Mulchsaat





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Praxisbeispiel eines südniedersächsischen Biobetriebs

### Ackerbohnenaussaat in Mulch: (Vorfrucht Gelbsenf)

- ✓ Grubberbearbeitung mit *Horsch Terrano*, Arbeitstiefe 15 cm
- ✓ Aussaat mit *Lemken* Kreiselgrubber und Drillmaschine *Kverneland Accord DA-X*, Saattiefe 6-8 cm, ohne Andruckrollen
- ✓ Frühjahrsdüngung mit Schwefel

# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Ackerbohnen in Mulchsaat





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Ackerbohnen in Mulchsaat





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Ackerbohnen in Mulchsaat



# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Ackerbohnen in Mulchsaat





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Ackerbohnen in Mulchsaat





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Ackerbohnen in Mulchsaat



# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Praxisbeispiel eines südniedersächsischen Biobetriebs

### Ausbringung von Gärsubstrat:

- ✓ Nährstoffanalyse
- ✓ Im Frühjahr Ausbringung auf Weizen und Triticale durch Lohnunternehmer mit Schleppschläuchen
- ✓ Ammoniakverluste bei der Gärrestausbringung vermeiden, daher Ausbringung nur bei niedrigen Temperaturen!

# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Ausbringung von Gärsubstrat

### Besonderheiten von Gärsubstrat für einen viehlosen Biobetrieb:

- ✓ Für die zur Biogasanlage gelieferte Menge erhält der Betrieb i.d.R. eine entsprechende Menge als Gärrest zurück (ca. 70%)
- ✓ Deutlicher Anstieg der biologischen N<sub>2</sub>-Fixierung
- ✓ Es entsteht ein vielseitig einsetzbarer organischer Dünger zur gezielten Düngung besonders N-bedürftiger Kulturen (Ertragsplus: 10-20 %)



# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Ausbringung von Gärsubstrat

### Landwirtschaftliches Labor Dr. Janssen GmbH

Rotwiese 3, 37191 Gillersheim, Tel.: 05556-4981, Fax: 05556-1735, e-mail: info@laborjanssen.de

Seite 1 von 1

Labor Dr. Janssen GmbH, Rotwiese 3, D-37191 Gillersheim

An die  
E.ON Bioerdgas GmbH  
Hannoversche Str. 25

**37574 Einbeck**



Laboranalysen von  
Boden, Pflanzen, Wasser,  
Düngemittel, Kompost,  
Klärschlamm u.a.,  
Bodenkundliche Gutachten  
Beratung für Biogasanlagen

Bearbeiter: S. Lohrengel

### Ergebnisse der Gärrestuntersuchung

Probeneingang: 23.02.10

| Probennummer | Bezeichnung   | Datum    | Kundennummer |
|--------------|---------------|----------|--------------|
| 133.661      | Gärrest GPL 1 | 05.03.10 | 32676        |

| Parameter                                 | % in der<br>Trockensubstanz | kg pro<br>Tonne FS | % in der<br>Frischsubstanz | Verfahren         |
|---|-----------------------------|--------------------|----------------------------|-------------------|
| Trockensubstanz                           |                             |                    | 6,15                       | DIN 38414 Teil 2  |
| Gesamt-N                                  |                             | 3,84               |                            | DIN ISO 11261     |
| Ammonium-N                                |                             | 1,65               |                            | DIN 38406 Teil 5  |
| Phosphor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) | 2,38                        | 1,46               |                            | DIN 38406 Teil 22 |
| Kalium (K <sub>2</sub> O)                 | 7,89                        | 4,85               |                            | DIN 38406 Teil 22 |
| Magnesium (MgO)                           | 1,22                        | 0,75               |                            | DIN 38406 Teil 22 |
| Calcium (CaO)                             | 3,09                        | 1,90               |                            | DIN 38406 Teil 22 |

# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Ausbringung von Gärsubstrat

### Wirtschaftsdünger — flüssig — Gärrest

#### Zusammensetzung der Ausgangsstoffe

|      |             |
|------|-------------|
| 59 % | Silomais    |
| 10 % | Grassilage  |
| 10 % | Hirse       |
| 21 % | Zuckerrüben |

#### Deklaration der Inhaltsstoffe

|   |   |
|---|---|
| % | Gesamtstickstoff (N)                            |
| % | Ammoniumstickstoff NH <sub>4</sub> -N           |
| % | Gesamtphosphat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) |
| % | Gesamtkaliumoxid (K <sub>2</sub> O)             |
| % | Zink (Zn)                                       |
| % | Trockenmasse (TM)                               |

Nettomasse 448,93 t

Nettovolumen m<sup>3</sup>

Lieferdaten 26.03.2010

siehe Lieferschein/Wiegeschein

#### Hersteller / Inverkehrbringer:

E.ON Bioerdgas GmbH  
Ruhrallee 307  
45136 Essen

#### **Betriebsstätte**

Hannoversche Str. 25  
37574 Einbeck

# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Ausbringung von Gärsubstrat





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Ausbringung von Gärsubstrat



# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Ausbringung von Gärsubstrat

### Nachteile von Gärsubstrat:

- ✓ Als Ährengabe nicht nutzbar
- ✓ Ausbringung im Sommer wegen der Ammoniakverluste kaum möglich
- ✓ Viele Biogasanlagen erreichen nicht ausreichend hohe Temperaturen, um Beikrautsamen und pilzliche Erreger vollständig abzutöten

# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Ausbringung von Gärsubstrat





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Praxisbeispiel eines südniedersächsischen Biobetriebs

### Ausbringung von Kalivinasse:

- ✓ Nebenprodukt der Bioethanolerzeugung, gewonnen aus dem entzuckerten Dicksaft
- ✓ Flüssiger organischer NPK-Dünger 2+0,5+4 (+0,4 MgO + 1,1 S) mit Magnesium und Schwefel
- ✓ Mindestabnahme 25 t, Ausbringung von ca. 2,5 – 5 t/ha lt. Lohnunternehmer
- ✓ Problematische Ausbringung in Hanglagen durch den Lohnunternehmer

# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Ausbringung von Kalivinasse

Seite 1 von 2

### PRÜFBERICHT

Auftragsnr. 626501

Analysennr. 787368 Düngemittel  
 Auftrag KDS Proben; Kalivinasse  
 Probeneingang 24.07.2009  
 Probenahme 16.07.2009  
 Kunden-Probenbezeichnung SF 790 Kalivinasse SF-L 2,0-05-3,0  
 Erzeuger/Lieferant Nordzucker  
 Erzeuger-/Lieferantenadresse Klein Wanzleben, Lg. Frelstedt

| Einheit   | Ergebnis | Substanz | Methode                           |
|---|----------|----------|-----------------------------------|
| <b>Physikalisch-chemische Parameter</b>             |          |          |                                   |
| pH  | 4,00     | OS       | in Anl. VDLUFA Bd. I, 5.1.1       |
| Organische Substanz                                 | 86,8     | TS       | DIN 38414-S3                      |
| Wassergehalt  | 41,9     | OS       | Trockenschrank                    |
| <b>Wertbestimmende Bestandteile</b>                 |          |          |                                   |
| Stickstoff-Gesamt ( N )                             | 2,2      | OS       | VO (EG) 2003/2003, IV, 2.3.2      |
| neutralammoniacal und wasserlös. Phosphat (P2O5)    | <0,5     | OS       | VO (EG) 2003/2003, IV, 3.1.4; 3.2 |
| Kalium (K2O)  | 5,0      | OS       | EN ISO 11885                      |
| Magnesium (MgO)                                     | 0,20     | OS       | VDLUFA Bd. II, 7.1.1 Endb. ICP    |
| Schwefel-Gesamt (S)                                 | 1,8      | OS       | EU 89/519 Nr. 8.2 Endb. ICP       |
| <b>Wertbestimmende Bestandteile, Spurnährstoffe</b> |          |          |                                   |
| Bor (B)   | 5,2      | OS       | EN ISO 11885                      |
| Kupfer (Cu)   | 5,45     | OS       | EN ISO 11885                      |
| Mangan (Mn)   | 64       | OS       | EN ISO 11885                      |
| Zink (Zn)   | 38,2     | OS       | EN ISO 11885                      |
| <b>Spurenelemente / Schwermetalle</b>               |          |          |                                   |
| Arsen (As)  | <2,00    | OS       | DIN EN ISO 17294-2 (E29)          |
| Blei (Pb)   | <1,00    | OS       | DIN EN ISO 17294-2 (E29)          |
| Cadmium (Cd)  | <0,50    | OS       | DIN EN ISO 17294-2 (E29)          |
| Chrom (Cr)  | <5,00    | OS       | DIN EN ISO 17294-2 (E29)          |
| Nickel (Ni)   | <5,00    | OS       | DIN EN ISO 17294-2 (E29)          |
| Quecksilber (Hg)                                    | <0,050   | OS       | DIN EN 1483-E12-4                 |
| Thallium (Tl)                                       | <0,500   | OS       | DIN EN ISO 17294-2 (E29)          |
| <b>Sonstige Untersuchungsparameter</b>              |          |          |                                   |
| Volumengewicht                                      | 1227     | OS       | VDLUFA Bd. I, 13.2.1              |

LUFA-ITL GmbH

**AGROLAB**  
Laborgruppe  
www.agrolab.de



Dr.-Hell-Str. 6, 24107 Kiel, Germany  
 Tel.: +49(0431)1228-0, Fax: +49(0431)1228-498  
 eMail: zentrale@lufa-iti.de

LUFA - ITL Dr.-Hell-Str. 6, 24107 Kiel  
 SF SOEPENBERG GMBH  
 LISE-MEITNER STRASSE 20  
 46569 HÜNIXE

Datum 05.08.2009  
 Kundennr. 10034712  
 Seite 1 von 2

PRÜFBERICHT



# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Ausbringung von Kalivinasse





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Ausbringung von Kalivinasse



# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Praxisbeispiel eines südniedersächsischen Biobetriebs

### Kalivinasseeausbringung mit *Amazone UX 5200:*

- ✓ Ermittlung des N-Bedarfs durch Yara N-Tester
- ✓ Jederzeit nutzbar, auch als Ährengabe
- ✓ 27 m Fahrgassensystem, Hanglagen sind kein Problem
- ✓ Exakte Gestängeführung durch Distanzcontrol
- ✓ Verätzungen werden durch Wasserzugabe reduziert
- ✓ Umbau war nötig, teures Gerät



# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Ausbringung von Kalivinasse





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Ausbringung von Kalivinasse





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Ausbringung von Kalivinasse





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

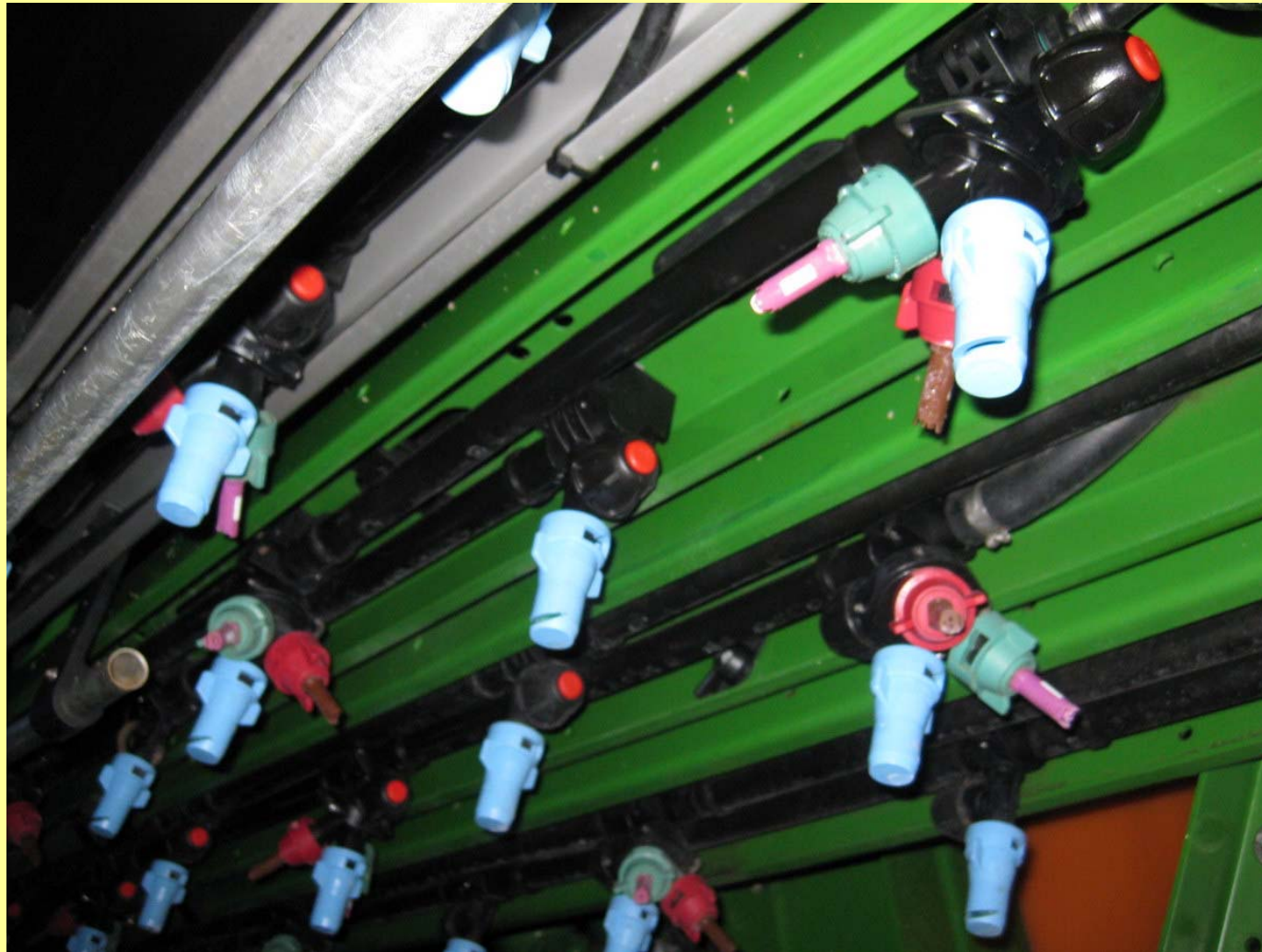
## Ausbringung von Kalivinasse





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Ausbringung von Kalivinasse



# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Ausbringung von Kalivinasse





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Ausbringung von Kalivinasse





# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Ausbringung von Kalivinasse



# Nährstoffmanagement im Ökolandbau

## Praxisbeispiel eines südniedersächsischen Biobetriebs



***Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!***



Rheinland-Pfalz

Dienstleistungszentrum  
Ländlicher Raum (DLR)  
Rheinhesse-Nahe-  
Hunsrück

# Untersuchungsmethoden zur Bodenfruchtbarkeit im ökologischen Landbau

DR. HARTMUT KOLBE  
Sächsisches Landesamt für Umwelt,  
Landwirtschaft und Geologie (LfULG)  
Leipzig



# Untersuchungsmethoden zur Bodenfruchtbarkeit im Ökologischen Landbau



# Gliederung

## I Einleitung

## I Grundsätze zur Steuerung der Bodenfruchtbarkeit

## I Langfristig wirkende Maßnahmen der Landbewirtschaftung

## I Untersuchungsprogramm

- I Biologische Eigenschaften
- I Physikalische Eigenschaften
- I Chemische Eigenschaften



## I Einleitung

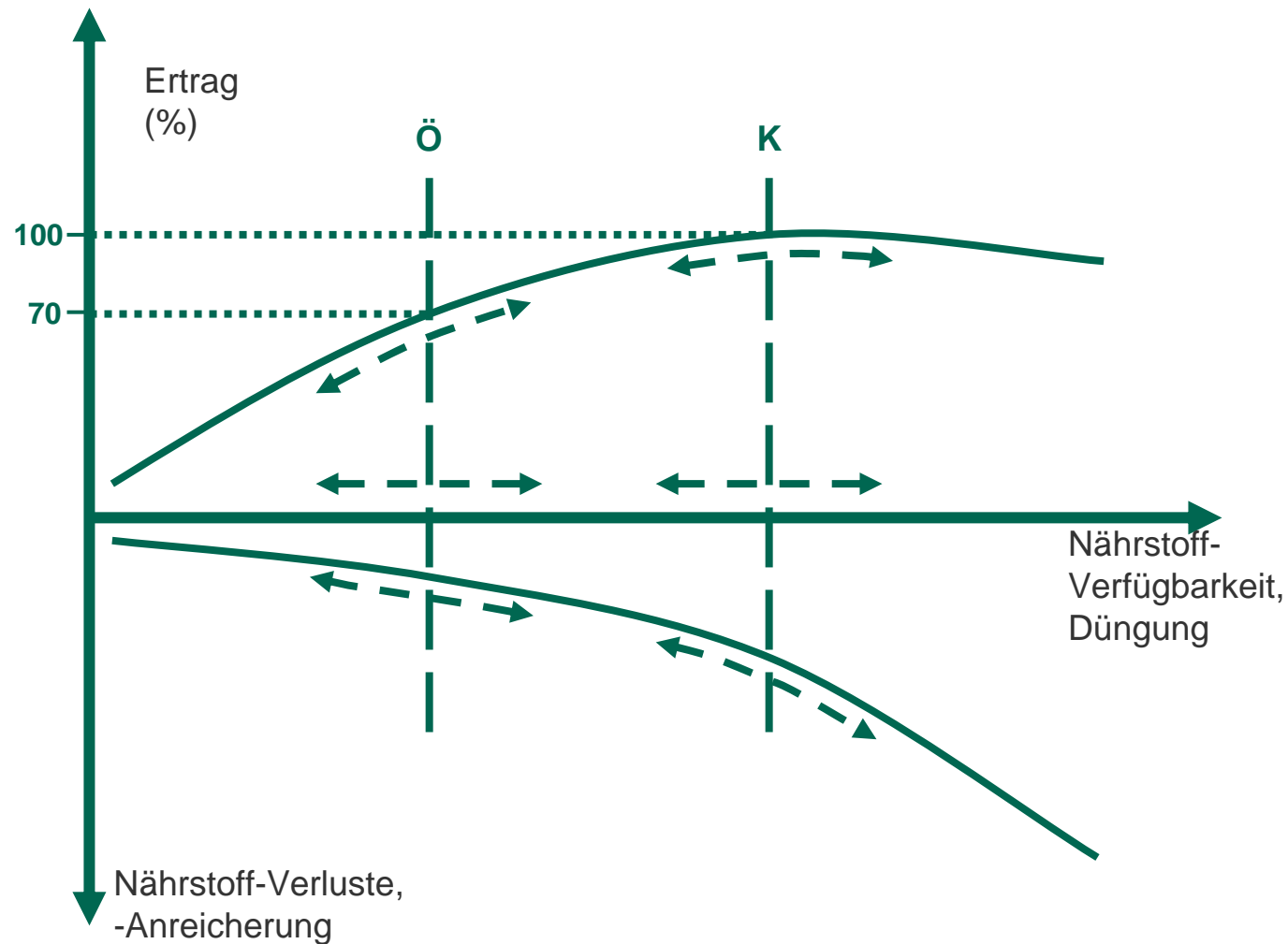


# Gesetz vom abnehmenden Ertragszuwachs (MITSCHERLICH)

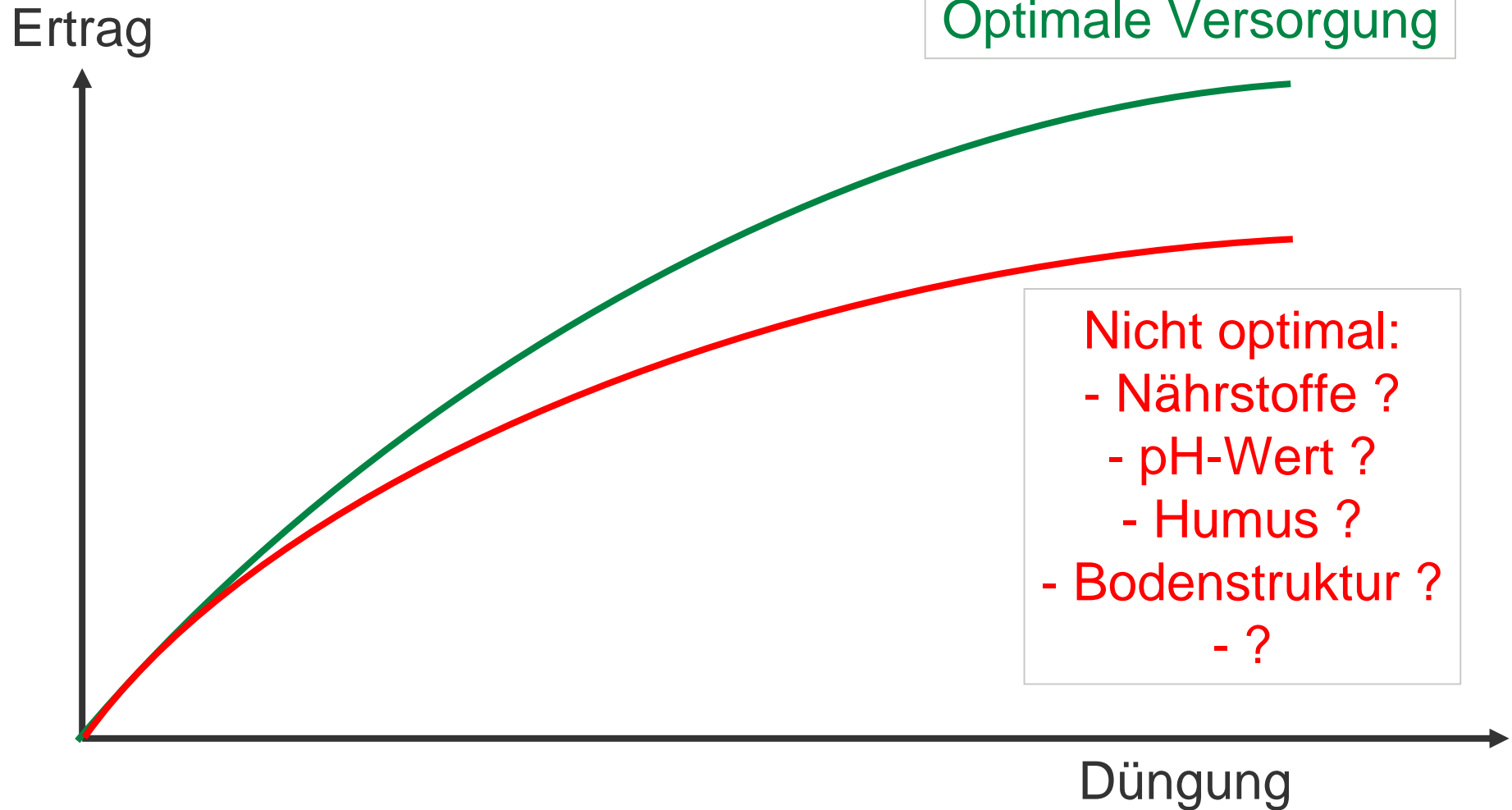
LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



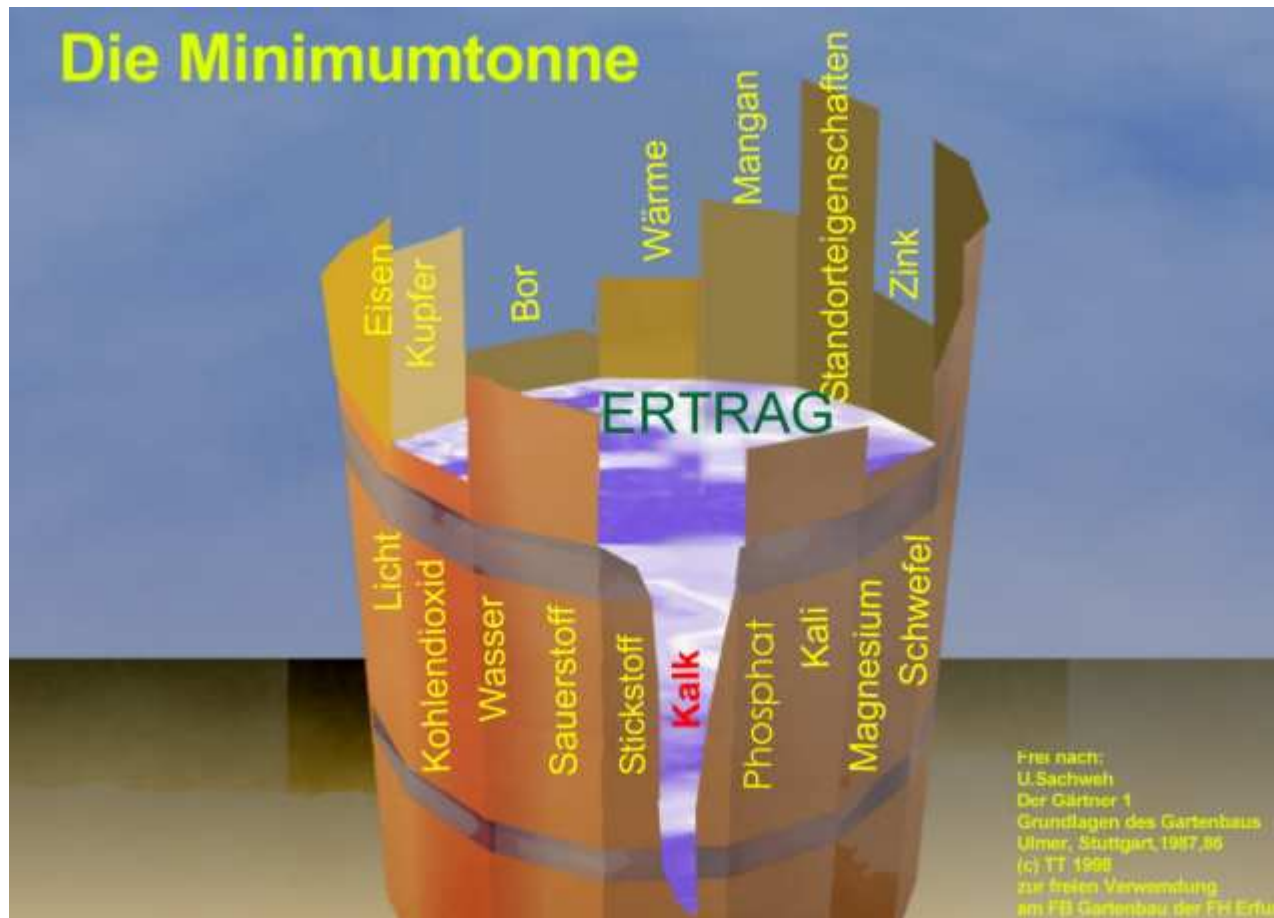
Auswirkungen auf Anbauform und Nährstoffverluste  
(Ö = ökologisch, K = konventionell)



# Einfluss **vieler Faktoren** auf das Ertragsniveau



# Gesetz vom **Minimum** (LIEBIG)







## **I Grundsätze zur Steuerung der Bodenfruchtbarkeit**

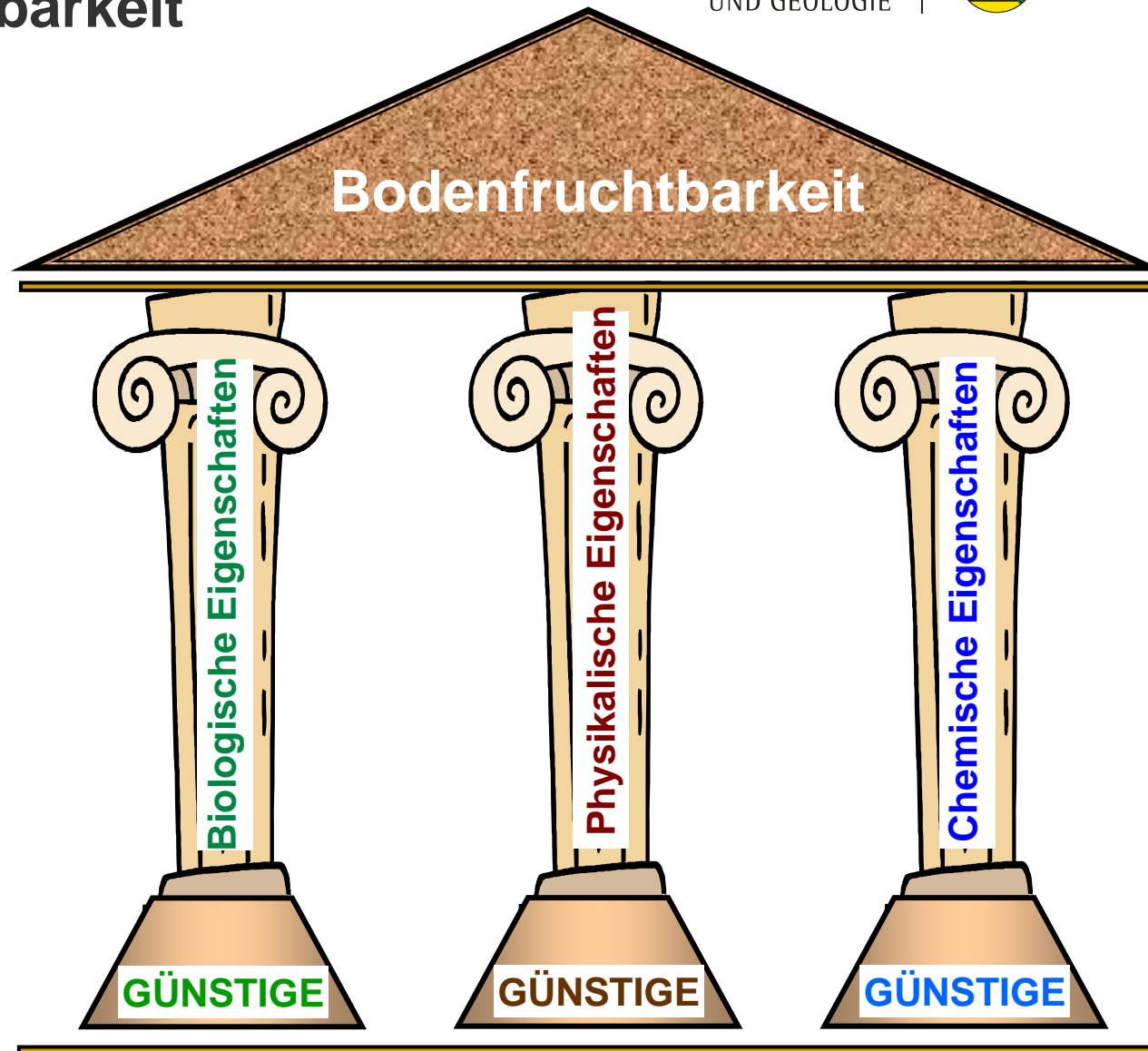
# Die Fruchtbarkeit des Bodens ist zu erhalten und in geeigneten Fällen zu steigern durch:

- Förderung des **Bodenlebens** und der biologischen Vielfalt
- Förderung der **Bodenstabilität** durch Verhinderung und Bekämpfung der Bodenverdichtung und -erosion
- Förderung der **Versorgung der Pflanzen mit Nährstoffen** hauptsächlich über das Ökosystem des Bodens
- Minimierung der Verwendung von **nicht erneuerbaren Ressourcen** und außerbetrieblichen Produktionsmitteln
- **Wiederverwertung von Abfallstoffen** und Nebenerzeugnissen der pflanzlichen und tierischen Produktion
- Bevorzugung vorbeugender, regional und **Standort angepasster Maßnahmen**

(Quelle: EU-Öko-VO, 2007)

# Die tragenden Säulen der Bodenfruchtbarkeit

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE







## I Langfristig wirkende Maßnahmen

# Langfristig wirkende Maßnahmen der Landwirtschaft:

- I **Günstige Vernetzung des Agrarraumes** mit Ackerland, Grünland, Wald, Naturflächen, Nischen bildende Strukturen (z.B. Hecken) mit Standort gerechten Arten
- I **Betriebsformen mit Ackerbau und Viehhaltung** gut aufeinander abgestimmt
- I **Günstige Gestaltung der Bodenbearbeitung** z.B. durch reduzierte Grundbodenbearbeitung und oberflächennahe Belassung von organischem Material, durch Anbau von tief wurzelnden (mehrjährigen) Feldfutterpflanzen mit hohen Anteilen an Bodenruhe
- I **Weitgestellte, abwechslungsreiche Fruchtfolgen und vorbeugender Pflanzenschutz** durch mechanische Unkrautregulierung sowie Unkraut- und Krankheit reduzierende pflanzenbauliche Maßnahmen der Fruchtfolgegestaltung, Mischkulturen und Gemenge, die viel Ernte- und Wurzelrückstände hinterlassen (Getreide, Leguminosen, Futterpflanzen, Zwischenfrüchte)
- I **Optimale Düngung** mit Betonung auf eine ausgewogene Nährstoff- und Kalkversorgung unter weitgehend geschlossenen Nährstoffkreisläufen, Anbau von Leguminosen (N-Zufuhr), Gründüngung sowie Zufuhr an organischen Düngemitteln unter Berücksichtigung ihrer:
  - **Nährstoffzusammensetzung** (N : P : K : Mg : Ca : S)
  - **Bodenleben fördernden Eigenschaften** (Gründüngung > Gülle > Stalldung > Stroh) und
  - **Humus bildenden Eigenschaften** (Kompost > Stalldung > Gülle > Stroh > Gründüngung)

# Vernetzung des Agrarraumes begünstigt die Bodenfruchtbarkeit

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



Freistaat  
SACHSEN



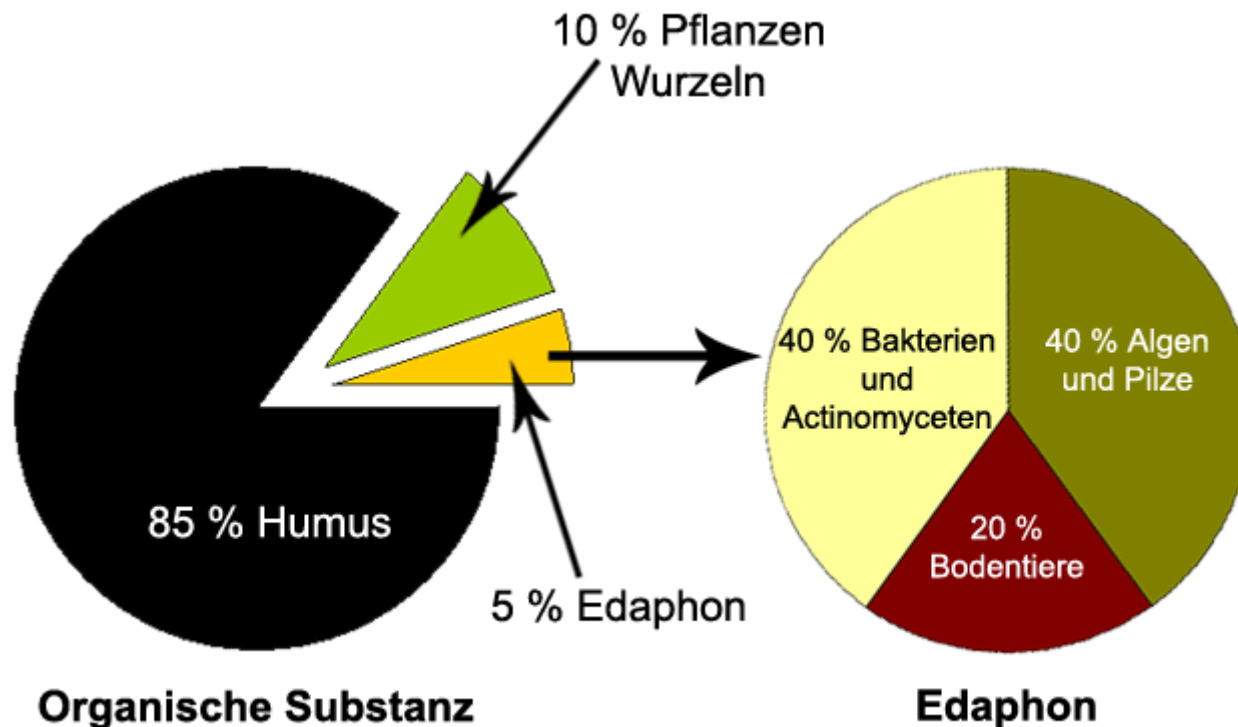


## I Untersuchungsprogramm

### I Biologische Eigenschaften

## Der Lebensraum Boden:

Tiere, Pflanzen, Algen, Pilze, Mikroorganismen



**Menge an Bodenlebewesen = 10 – 20 t/ha an Lebendmasse  
(ca. 20 – 40 GVE je Hektar!)**

## Verfahren zur Messung des Bodenlebens

| Artenspektrum                           | Methode   | Handhabung   |
|---|---|--|
| <b>Regenwürmer</b><br>(u.a. Bodentiere) | Auszählung, Bonitur   | Feld, Forschung u. <b>Praxis:</b><br>- Wurmlosung auf der<br>Bodenoberfläche<br>- Wurmgänge im Boden |
| <b>Begleitgräser u. -kräuter</b>        | Auszählung, Bonitur   | Feld, Forschung u. <b>Praxis:</b><br>- Zeigerpflanzen  |
| <b>Bodentiere</b><br>(Mikroorganismen)  | Bestimmung der Fress-<br>aktivität organischer<br>Materialien | Feld, Forschung:<br>- z.B. Köderstreifen-Test  |
| <b>Bodentiere</b>                       | Bestimmung der Biomasse                                       | Feld, Forschung:<br>- z.B. Bodenfallen   |
| <b>Mikroorganismen</b>                  | Bestimmung der Biomasse                                       | Labor, Forschung   |
| <b>Mikroorganismen</b>                  | Bestimmung der Enzym-<br>aktivitäten                          | Labor, Forschung   |



# Regenwurm und Begleitflora (Zeigerpflanzen) sind wichtig Bioindikatoren

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE





## **I Untersuchungsprogramm**

### **I Physikalische Eigenschaften**

# Ursachen und Folgen von **Bodenverdichtungen** und Strukturschäden:

- Befahren und Bodenbearbeitung bei zu feuchtem Boden
- Befahren mit zu hohen Radlasten
- Fahren auf der Pflugsohle beim Pflügen
- Staunässe durch schadhafte Drainagen und natürliche Abflüsse
- unpassende bzw. stumpfe Bearbeitungsgeräte
- zu hohe Viehbesatzdichten bei zu feuchter Witterung
- zu tiefes Einpflügen von organischen Materialien
- enge Fruchtfolgen mit zu geringer Zufuhr an organischen Materialien:  
Hackfrüchte < Getreide < Klee gras
- Mineralisation und Freisetzung der Nährstoffe und Wurzelwachstum der Pflanzen nicht optimal



# Maßnahmen zur Untersuchung und Kontrolle der Bodenstruktur

| Methode   | Handhabung  |
|---|---|
| <b>erweiterte Spatendiagnose:</b><br>- Untersuchung des Bodenblocks | Feld, Forschung u. <b>Praxis:</b><br>- Bodenoberfläche<br>- Bodenaufbau<br>- Wurzelwachstum<br>- Rottezustand d. organischen Materialien<br>- Bodenfarbe u. -geruch |
| - Fallprobe   | - Bodengefüge<br>- Verfestigungsgrad d. Aggregate   |
| - Untersuchung der Bodenprofilwand                                  | - Lagerungsdichte<br>- Makroporenanteil (Regenwurmaktivität, Durchwurzelung)  |
| <b>Eindringwiderstand</b>   | Feld, Forschung u. <b>Praxis:</b><br>- Handsonde, Penetrometer  |
| <b>Wasserinfiltrationsrate</b>                                      | Feld, Forschung   |
| <b>Wasserhaltefähigkeit des Bodens</b>                              | Feld, Forschung   |
| <b>Lagerungsdichte</b>  | Labor, Forschung  |
| <b>Aggregat-, Krümelstabilität</b>                                  | Labor, Forschung  |

# Die **Spatendiagnose** ist zur Untersuchung physikalischer und biologischer Eigenschaften des Bodens gut geeignet

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



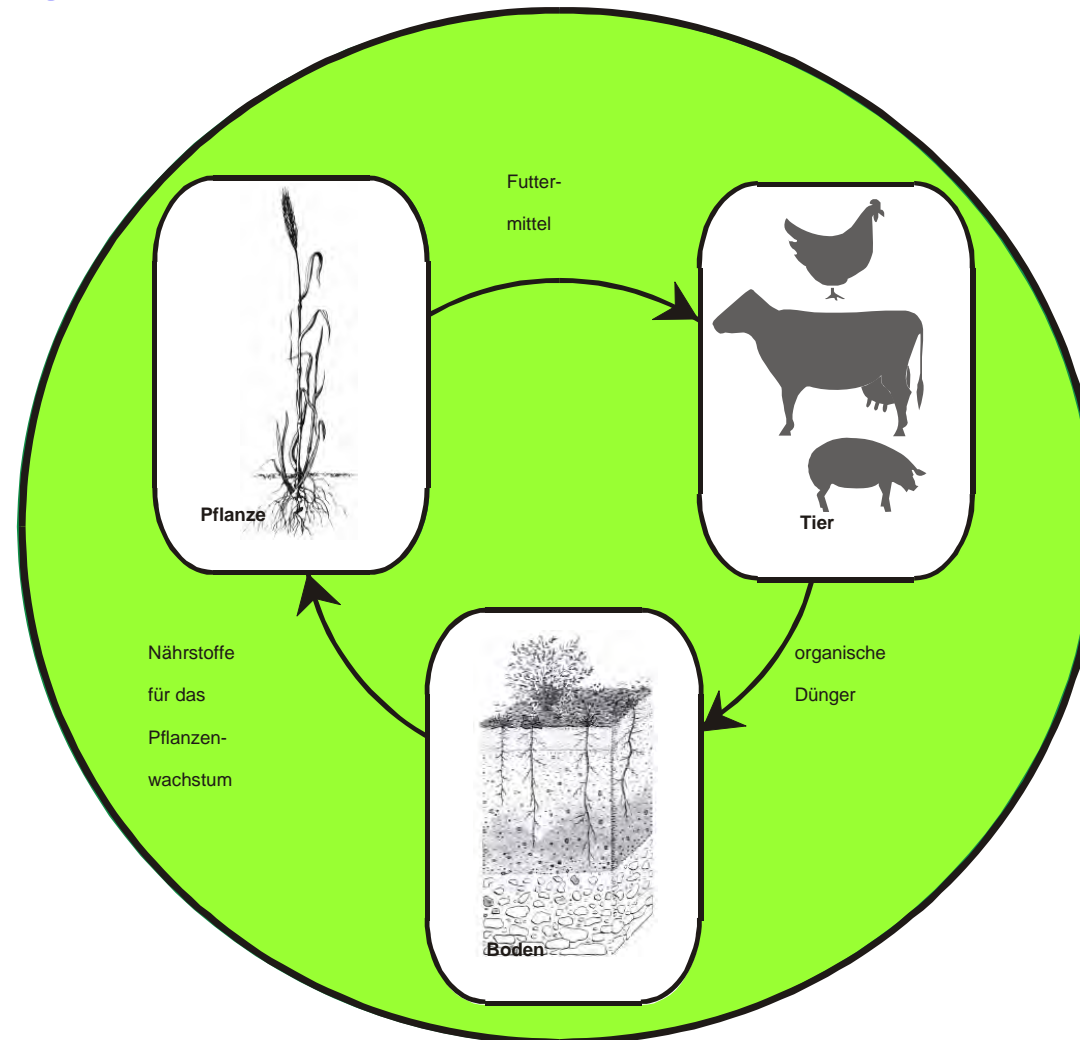


## **I Untersuchungsprogramm**

### **I Chemische Eigenschaften**



# Schematische Darstellung des betrieblichen Nährstoffkreislaufs



# Organische Substanz und Humus

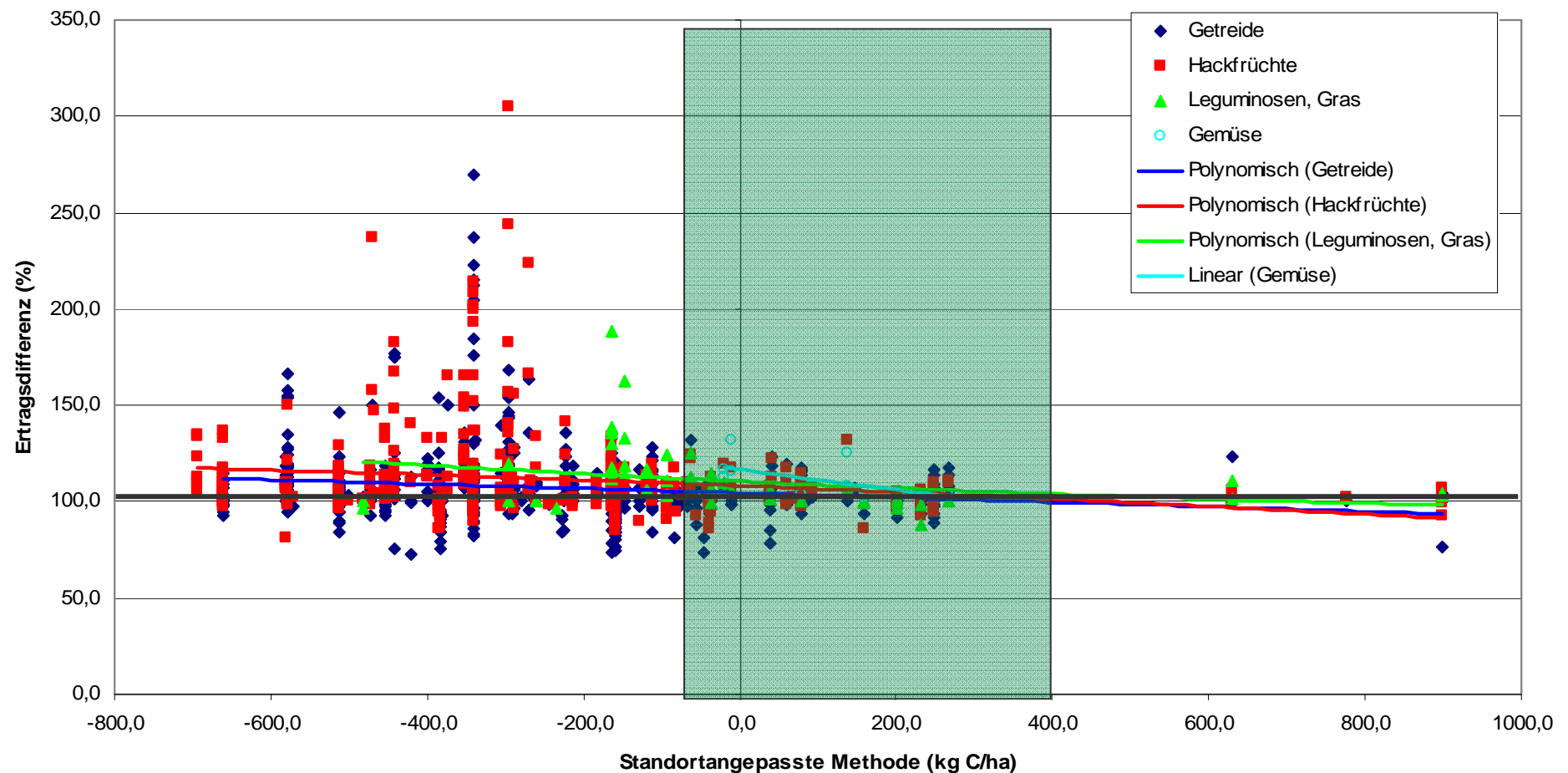
## ein übergeordneter Parameter

| Parameter | Methode   | Handhabung   |
|-----------|---|--|
| Humus     | Humusbilanzierung (Ackerland)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Umstellung: Planung v. Fruchtfolge u. Dunganfall</li> <li>- zu jeder deutlichen Änderung der Betriebsausgestaltung</li> </ul> |
|           | Düngebedarfsermittlung f. organische Substanz (Ackerland)                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 x je 1 – 2 Fruchtfolge-Rotationen bzw. entspr. Cross Compliance</li> <li>- Ziel: Versorgungsgruppen*) C – D</li> </ul>      |
|           | Bodenuntersuchung der Ackerkrume auf:<br>C <sub>org</sub> , N <sub>t</sub> , C/N-Verhältnis | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 x Erhebungsuntersuchung, ggf. 1x je Fruchtfolge</li> </ul>  |

\*) VDLUFA-Versorgungsklassen: A = sehr niedrig; B = niedrig; C = mittel; D = hoch; E = sehr hoch

# Einfluss der Grundversorgung mit organischer Substanz auf die Ertragswirkung nach zusätzlicher Düngung (39 konv. u. ökol. Dauerversuche, 100 % = ohne Düngung)

Versorgungsgruppen: A B C D E





# Erhöhung der Versorgung mit organischer Substanz von A nach C/D\*) (= ca. +500 kg C/ha)

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



führt zu folgender Verbesserung der Bodeneigenschaften (%):

## I physikalische Eigenschaften:

|                              |   |     |     |      |
|------------------------------|---|-----|-----|------|
| - Lagerungsdichte            |   | -2  | bis | -13  |
| - Porenvolumen               |   | +1  | bis | +3,5 |
| - Aggegatstabilität          |   | +8  | bis | +34  |
| - Anteil Makroporen          |   | +8  | bis | +11  |
| - Infiltrationsrate (Wasser) |   | +27 | bis | +80  |
| - Wasserkapazität            |   | +3  | bis | +4   |
| - nutzbare Feldkapazität     | S | +24 | bis | +28  |
|                              | L | +13 | bis | +15  |

## I chemische Eigenschaften:

|   |   |     |     |     |
|---|---|-----|-----|-----|
| - C <sub>org</sub> und N <sub>t</sub> Gehalte |   | +30 |     |     |
| - potenzielle N-Mineralisierung               |   | +26 | bis | +33 |
| - effektive Kationenaustauschkap.             | S | +20 |     |     |
|   | L | +10 |     |     |

## I biologische Eigenschaften:

|                        |     |           |     |           |
|------------------------|-----|-----------|-----|-----------|
| - mikrobielle Biomasse |     | +6        | bis | +50       |
| - Regenwurmdichte      |     | +38       | bis | +40       |
| - Fruchtartertrag      | MW  | +10(kon)  | bis | +33(öko)  |
|                        | Max | +123(kon) | bis | +127(öko) |

\*) VDLUFA-Versorgungsklassen: A = sehr niedrig; B = niedrig; C = mittel; D = hoch; E = sehr hoch

# Stickstoff

| Parameter         | Methode   | Handhabung   |
|-------------------|---|--|
| <b>Stickstoff</b> | N <sub>min</sub> -Untersuchung des Bodens: NO <sub>3</sub> -N, NH <sub>4</sub> -N (CaCl <sub>2</sub> -Extrakt, N <sub>min</sub> -Methode), Tiefe: Bodenkrume + Untergrund (0 - 60 bzw. 90 cm Tiefe) | - Gartenbau: für jede Fruchtart jährlich vor dem Anbau   |
|                   | Düngebedarfsermittlung für N  | - 1 x vor Anbau jeder Fruchtart (insbes. im Gemüsebau unter Einbeziehung des Nährstoffbedarfs, N <sub>min</sub> -Untersuchung, N-Nachlieferung u. weiterer Faktoren) bzw. entspr. d. Düngeverordnung |
|                   | N-Bilanzierung (Methoden Schlag-, Hoftor-, Stall-Bilanz, Nährstoffvergleich)  | - Umstellungsplanung<br><br>- 1 x je Fruchtfolge-Rotation bzw. jährlich entspr. d. Düngeverordnung<br><br>- Ziel: 5 – 40 kg N/ha u. J.   |

# Grundnährstoffe

| Parameter   | Methode   | Handhabung  |
|---|---|---|
| <b>Phosphor (P),<br/>Kalium (K),<br/>Magnesium (Mg)</b> | Bodenuntersuchung der Ackerkrume auf pflanzenverfügbare Nährstoffe: P (DL-, CAL-Methode), K (DL-, CAL-Methode), Mg (CaCl <sub>2</sub> -Methode) | - alle 3 – 5 Jahre bzw. 1 x je Fruchtfolge  |
|   | Düngebedarfsermittlung für P, K, Mg   | - alle 3 – 5 Jahre (unter Einbeziehung der Ergebnisse d. Bodenuntersuchung)<br><br>- Ziel: Erreichung u. Sicherung d. Gehaltsklasse*) B (Standard) – C (intensiver Gemüsebau) |
|   | Nährstoffbilanzierung für P, K, Mg (Methoden Schlag-, Hoftor-, Stall-Bilanz, Nährstoffvergleich)  | - 1 x je 1 – 2 Fruchtfolgerotationen bzw. entspr. d. Düngeverordnung<br><br>- Ziel: P ≥ 0 kg; K leichte Böden ca. 15 kg/ha, schwere Böden bis -40 kg/ha                       |

\*) VDLUFA-Versorgungsklassen: A = sehr niedrig; B = niedrig; C = mittel; D = hoch; E = sehr hoch



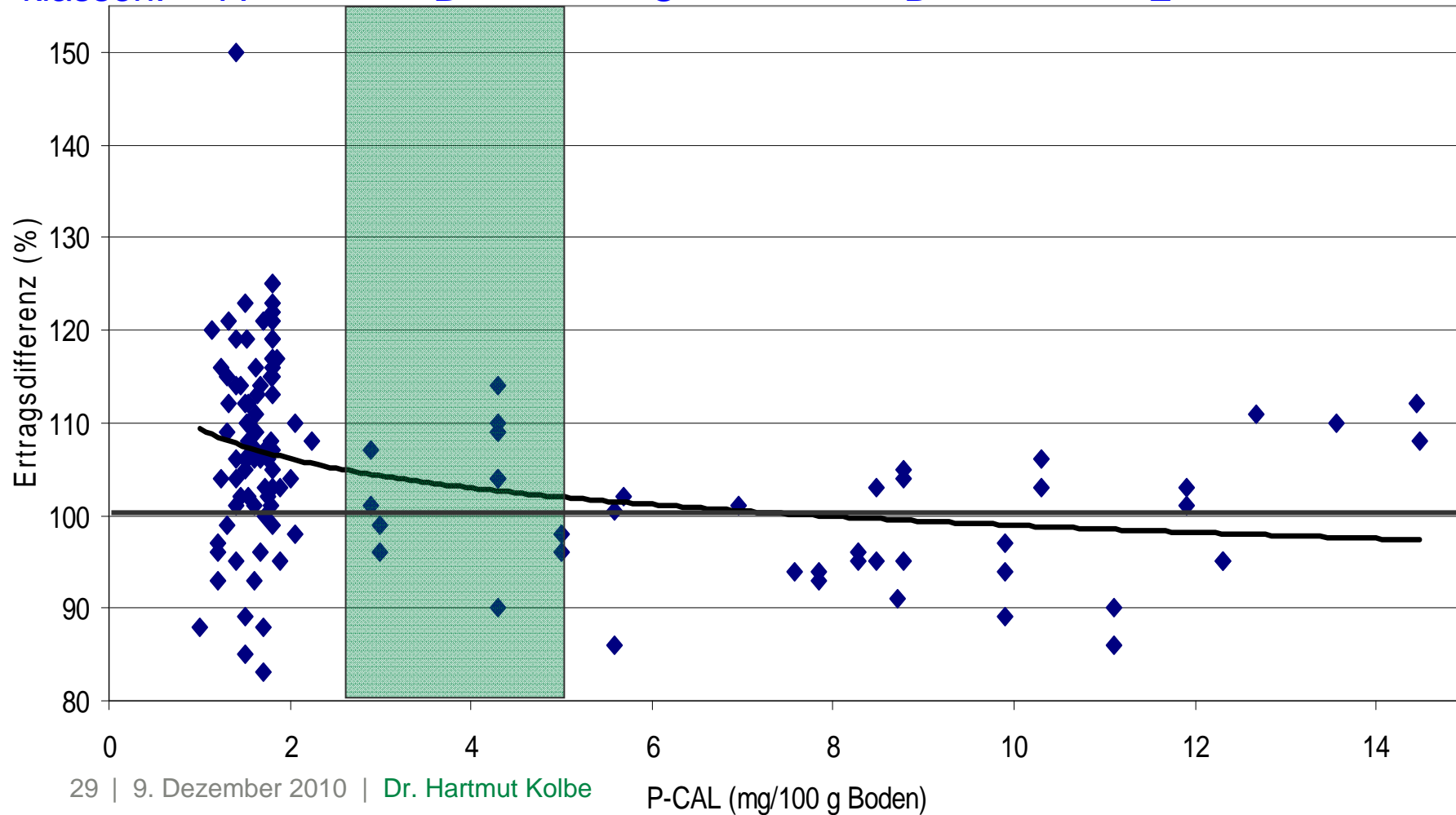
# Versorgungsklassen für lösliche Bodennährstoffe (P, K, Mg)

| Gehaltsklasse            | Einstufung   | Anmerkung für den ökologischen Landbau   |
|--------------------------|--|--|
| <b>A</b><br>Sehr niedrig | Ertrags- und Qualitätsmängel, sehr guter Umwelt- und Ressourcenschutz, geringe Effizienz bei singulärem Mangel | Zufuhr an Grundnährstoffen von außen in der Regel notwendig                            |
| <b>B</b><br>Niedrig      | Optimal für ökologischen Landbau: Ertrag, Qualität, Umwelt- und Ressourcenschutz                               | Zufuhr an Grundnährstoffen von außen ggf. langfristig notwendig                        |
| <b>C</b><br>Mittel       | Optimal für konventionellen Landbau bezüglich Ertrag aber verringerter Umwelt- und Ressourcenschutz            | Zufuhr an Grundnährstoffen von außen begründungsbedürftig                              |
| <b>D</b><br>Hoch         | Maximaler Ertrag, Luxuskonsum, geringer Umwelt- und Ressourcenschutz   | Keine Zufuhr an Grundnährstoffen von außen   |
| <b>E</b><br>Sehr hoch    | Ertrags- und Qualitätsdepressionen möglich, Luxuskonsum, kein Umwelt- und Ressourcenschutz                     | Keine Zufuhr an Grundnährstoffen von außen (Vorsorge- und Sanierungsmaßnahmen erwägen) |

# Einfluss der P-Bodenversorgung auf die Ertragswirkung nach einer zusätzlichen P-Düngung

(Öko-Versuche, 100 % = ohne Düngung)

Versorgungs-  
klassen: A B C D E



# Mikronährstoffe und Kalkung

| Parameter  | Methode   | Handhabung  |
|--|---|---|
| <b>Mikronährstoffe</b>                             |   |   |
| <b>Spurenelemente (Mikronährstoffe) des Bodens</b> | Bodenuntersuchung der Ackerkrume auf pflanzenverfügbare Nährstoffe: Bor (B), Kupfer (Cu), Mangan (Mn), Molybdän (Mo), Zink (Zn), Eisen (Fe) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1x Erhebungsuntersuchung</li> <li>- bei Bedarf: 1 x je 2 Fruchtfolge-Rotationen</li> </ul>                             |
| <b>Kalkversorgung</b>                              |   |   |
| <b>Kalk (Ca)</b>                                   | Bodenuntersuchung der Ackerkrume: pH-Wert (CaCl <sub>2</sub> -Methode)  | - alle 3 – 5 Jahre (1x je Fruchtfolge-Rotation)   |
|  | Düngebedarfsermittlung (Kalkung)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- alle 3 – 5 Jahre (1x je Fruchtfolge-Rotation)</li> <li>- Ziel: Erreichung u. Sicherung d. Gehaltsklasse*) C</li> </ul> |

\*) VDLUFA-Versorgungsklassen: A = sehr niedrig; B = niedrig; C = mittel; D = hoch; E = sehr hoch



# Schwefel

| Parameter       | Methode  | Handhabung       |
|-----------------|--|------------------|
| <b>Schwefel</b> | S <sub>min</sub> -Untersuchung (CaCl <sub>2</sub> -Extrakt), Bodenkreme + Untergrund (0 - 60 bzw. 90 cm Tiefe) | - im Bedarfsfall |
|                 | S-Bedarfsprognose: Schwefel-Schätzrahmen   | - im Bedarfsfall |

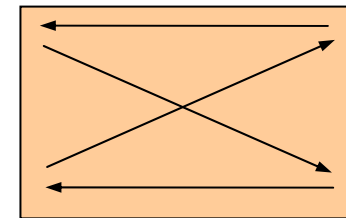
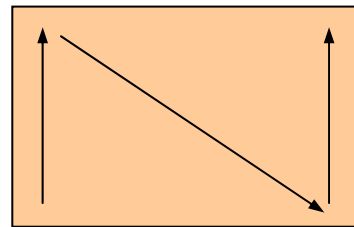
# Pflanzenanalyse

| Parameter              | Methode  | Handhabung  |
|------------------------|--|---|
| <b>Pflanzenanalyse</b> | <p>Untersuchung auf Haupt- und Spurenelemente</p> <p>visuelle Diagnose von Ernährungsstörungen</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Im Bedarfsfall</li> <li>- Vergleich v. Laboranalysen mit Tabellenwerten d. betreffenden Nährstoffgehalte zu bestimmten Vegetationsphasen d. Fruchtarten</li> </ul> |
|                        | Blattdüngung   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ziel: entspr. Labor- od. visueller Diagnose Behebung des Nährstoffmangels in frühen Vegetationsphasen d. Fruchtarten</li> </ul>                                    |

# Regelmäßige Bodenuntersuchungen gehören zum Untersuchungsprogramm



Beispiel für Begehungsmuster der Flächen:



Frequenz: 20 Einstiche, 20 cm (Ackerland) bzw.  
10 cm Tiefe (Grünland), alle 3 – 5 Jahre





## I Fazit

# Eckpunkte des Nährstoffmanagements

Zum Untersuchungsprogramm gehört es, die Parameter

- **Humus**
- **Stickstoff**
- **Kalk**
- **Grundnährstoffe** und
- **Spurenelemente**

durch eine regelmäßige **Bodenuntersuchung, Bilanzierung** oder / und

**Düngebedarfsermittlung** im Auge zu behalten.

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**





# Internetadressen I

## Bestimmung und Bewertung biologischer Eigenschaften

→ Aktivität von Regenwürmern im Rahmen d. Spatendiagnose:

[http://www.umwelt.nrw.de/ministerium/presse/presse\\_extra/pdf/karte\\_boden.pdf](http://www.umwelt.nrw.de/ministerium/presse/presse_extra/pdf/karte_boden.pdf)

→ Zeigerpflanzen:

<http://www.ahabc.de/focus/focus-12.html>

→ Fruchtfolgeplanung:

<http://orgprints.org/15100/>

<http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/5137.htm>

→ Auswahl organischer Düngemittel:

<http://orgprints.org/13632/>

## Bestimmung und Bewertung physikalischer Eigenschaften

→ Spatendiagnose, Fallprobe u. Untersuchung der Bodenprofilwand:

[http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/informationen\\_url\\_1\\_58.pdf](http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/informationen_url_1_58.pdf)

[http://www.umwelt.nrw.de/ministerium/presse/presse\\_extra/pdf/boden.pdf](http://www.umwelt.nrw.de/ministerium/presse/presse_extra/pdf/boden.pdf)

[http://www.umwelt.nrw.de/ministerium/presse/presse\\_extra/pdf/karte\\_boden.pdf](http://www.umwelt.nrw.de/ministerium/presse/presse_extra/pdf/karte_boden.pdf)

# Internetadressen II



## Bestimmung und Bewertung chemischer Eigenschaften

→ Zukaufsdüngemittel: <http://www.betriebsmittel.org/> → Betriebsmittelliste

→ Humusbilanzierung: <http://orgprints.org/13626/>

→ Stickstoff u. Schwefel:

Formen der Nährstoffbilanzierung: <http://orgprints.org/14925/>

Berechnung der legumen N-Bindung: <http://orgprints.org/13627/>

Schwefel-Schätzrahmen: [http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB//show/1173954\\_l1/lufa\\_Schwefelsch%C3%A4tzrahmen.pdf](http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB//show/1173954_l1/lufa_Schwefelsch%C3%A4tzrahmen.pdf)

Schätzmethode u. Kennzahlen: <http://orgprints.org/13632/>

→ Grunddüngung, Spurenelemente und Kalkung:

<http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/download/Grundduengung.pdf>

Formen der Nährstoffbilanzierung: <http://orgprints.org/14925/>

→ Visuelle Schätzung von Ernährungsstörungen der Pflanzen durch Programm

Visuplant: [http://www.tll.de/visuplant/vp\\_idx.htm](http://www.tll.de/visuplant/vp_idx.htm)

→ PC-Hilfsmittel:

PC-Programm BEFU, Teil ökologischer Landbau:

<http://www.landwirtschaft.sachsen.de/lfl/befu/>

→ Technische Umsetzung des Nährstoffmanagements: <http://orgprints.org/13632/>

→ Bodenuntersuchung (Schweiz):

<https://www.fibl-shop.org/shop/pdf/mb-1158-bodenuntersuchung.pdf>

→ Umsetzung der Düngeverordnung:

[http://www.smul.sachsen.de/lfl/publikationen/download/3309\\_1.pdf](http://www.smul.sachsen.de/lfl/publikationen/download/3309_1.pdf)