

**Düngekalk Hauptgemeinschaft**

**„Nachhaltiger, effizienter Pflanzenbau  
– beste fachliche Praxis“**

**Fachtagung  
„Nachhaltiger Bodenschutz und Bodenfruchtbarkeit mit Düngekalk –  
gestern – heute – morgen“**

**Fulda, 27.06. 2013**



**Bernhard C. Schäfer**

**Fachhochschule Südwestfalen, Agrarwirtschaft Soest**

# Mögliche Analyseansätze für die Nachhaltigkeit

## Ökologie

Klimawirkung

Ressourcen-  
einsatz

Biodiversität

Bodenschutz

Wasser- & Luft-  
belastung

Tierwohl

## Ökonomie

Rentabilität

Liquidität

Stabilität

Investitionen

## Soziales

Arbeitsplatz

Familie

Weiterbildung

Tradition

Gesellschaftliches  
Engagement

Regionale  
Akzeptanz

Ländliche Räume

Alle genannten Indikatoren lassen sich durch die **Fruchtfolge** und damit die **Gestaltung des Bodenbewirtschaftungssystems** günstig beeinflussen !

## Bodennutzung in Deutschland - ausgewählte Kulturen (in 1.000 Hektar)

Fläche	1991	2000	2007	2012*
Weizen (W+S) (ohne Durum)	2.439	2.960	2.985	<b>3.049</b>
Roggen	720	853	671	<b>710</b>
Gerste (W+S)	2.535	2.066	1.917	<b>1.683</b>
Winterraps	950	1.078	1.539	<b>1.301</b>
Silomais	1.309	1.154	1.471	<b>2.056</b>
Zuckerrüben	554	452	403	<b>404</b>
Kartoffeln	342	304	275	<b>238</b>
Erbsen	33	164	68	<b>45</b>
Ackerbohnen	33	29	16	<b>16</b>

- Auf knapp  $\frac{3}{4}$  des Ackerlandes wächst Weizen, Mais, Gerste oder Raps
- Auf ca. 50 % des Ackerlandes steht Wintergetreide
- Auf ca.  $\frac{2}{3}$  des Ackerlandes werden Winterungen angebaut
- **Konsequenzen:**
  - **Bodenbearbeitung, Maßnahmen zur Bestandesführung und Ernte fallen in enge Zeiträume**
  - **Etablierung nachhaltiger Bodenbearbeitungssysteme schwierig**
  - **Hohe, kostenintensive und schlagkräftige Mechanisierung erforderlich**

# Fruchtfolgegestaltung - aktuelle Situation

**Wirtschaftlichkeit**



**betriebliche  
Produktionsrichtung**



**Standortverhältnisse /  
Klima**



**Personal  
Technik**



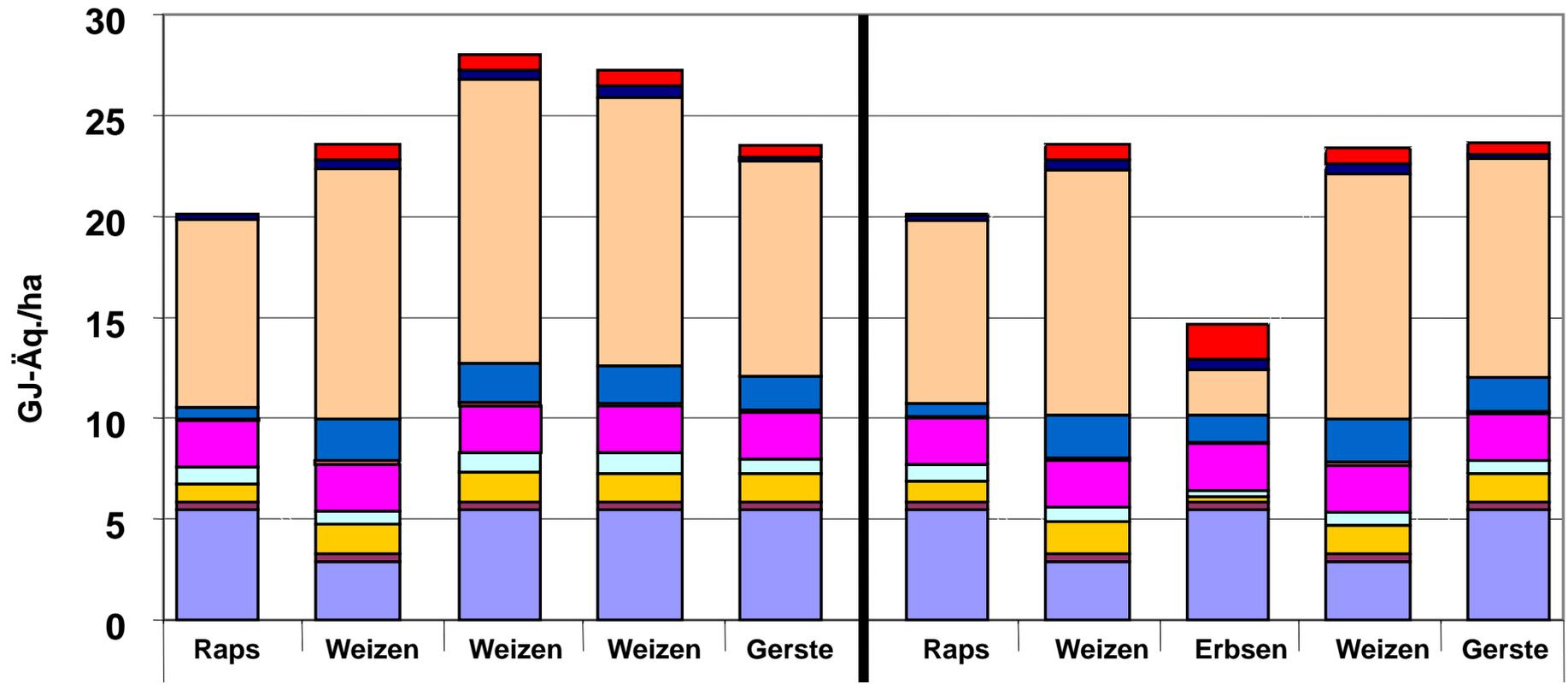
**Anbauquoten**

**System der  
Bodenbewirtschaftung**



**Pflanzenbau/  
Pflanzenschutz**

## Energieeffizienz verschiedener Kulturen und Fruchtfolgen



Fruchfolge 1

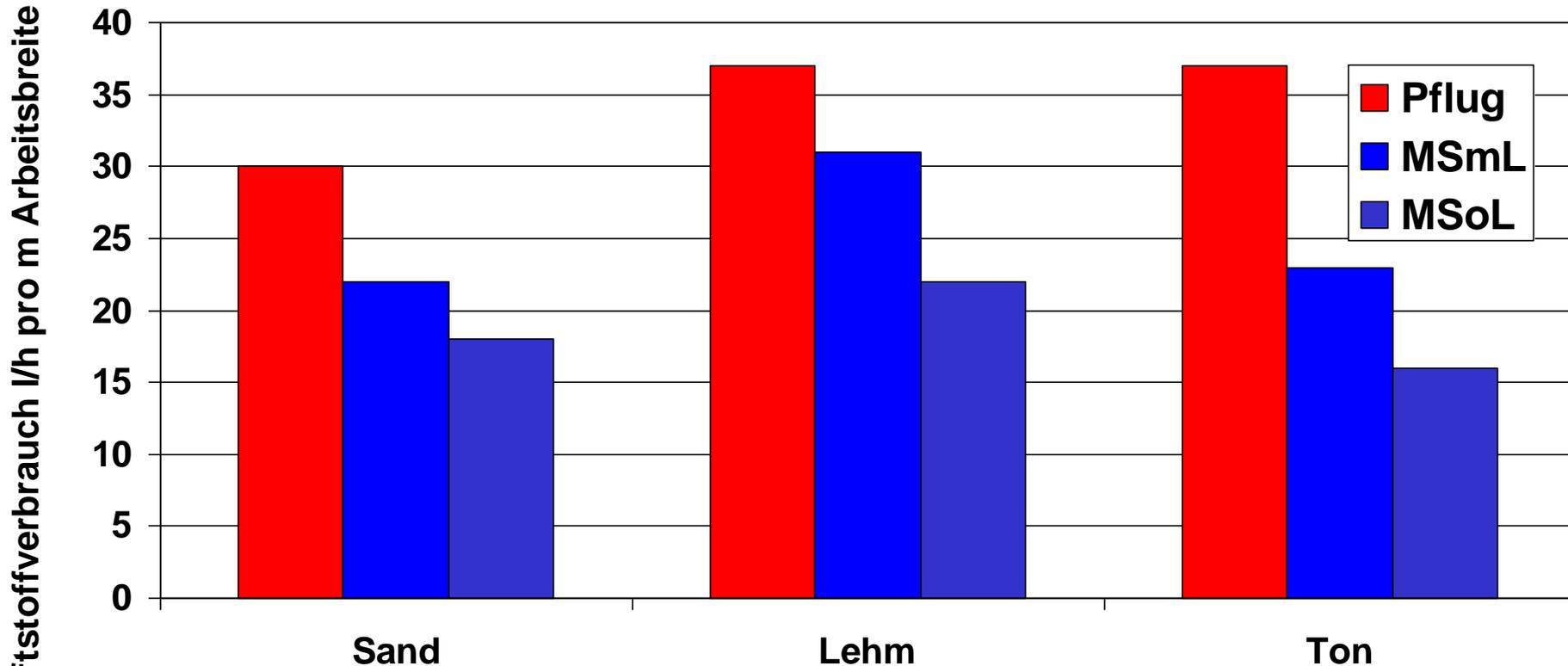
Fruchfolge 2

- Saatgut
- Pflanzenschutzmittel
- Dünger-Herstellung
- Trocknen
- Masch.einsatz Transport
- Masch.einsatz Düngen
- Masch.einsatz Pflanzenschutz
- Masch.einsatz Aussaat
- Masch.einsatz Ernte
- Masch.einsatz Bodenbearb.

Quelle: Agroscope FAL Reckenholz

## Energiebedarf unterschiedlicher Kulturen (GJ-Energieäquivalente / ha)

## Kraftstoffverbrauch verschiedener Bodenbearbeitungsverfahren auf unterschiedlichen Standorten



**Pflug:= 1 x Stoppelbearbeitung, 1 x Pflug, 1 x Kreiselgrubber**

**MSmL:= 1 x Stoppelbearbeitung, 1 x Schichtengrubber, 1 x Kreiselgrubber**

**MSoL:= 1 x Stoppelbearbeitung, 1 x Kreiselgrubber**

Quelle: Brunotte und Wagner 2001

## Verfahrensvergleich zur Bestellung von Weizen nach unterschiedlichen Vorfrüchten

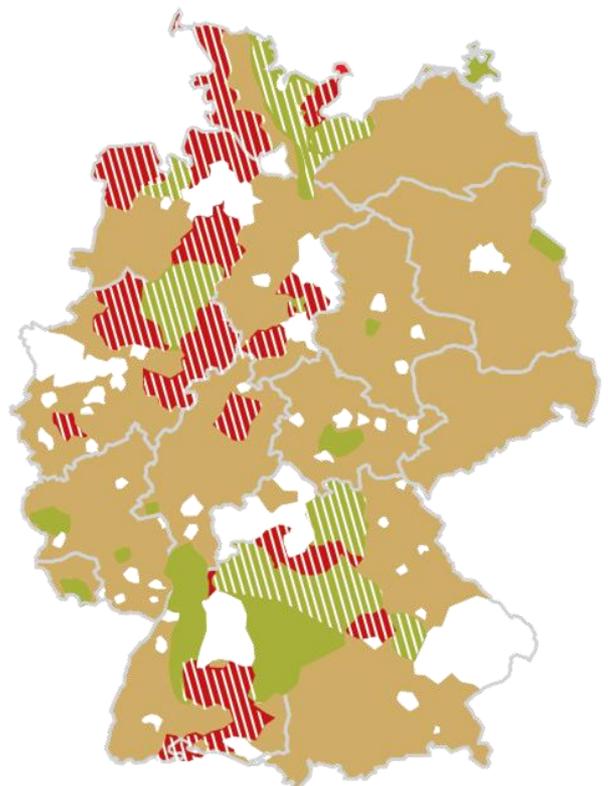
(nach Blattfrucht konservierend, nach Halmfrucht Pflugfurche)

Parameter	Vorfrucht: Blattfrucht (Raps/Leguminosen)	Vorfrucht: Halmfrucht (Weizen)	Mehrkosten €/ha
Bodenbearbeitung (variable Maschinenkosten)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ggf. Walze/Striegel</li> <li>• Roundup</li> <li>• Grubber/Saat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lockern/Mischen (8 – 10 cm)</li> <li>• Pflügen</li> <li>• Einebnen/Saat</li> </ul>	25 – 45
Sortenwahl	Keine Einschränkung	Stoppelweizeneignung	0-30
Saatgutbeizung	Standardbeizung	Jockey / Latitude	15-20*
Saattermin	Flexibel	Spätere Saat (+10 – 14 Tage)	10*
Verunkrautung	Geringer bis mittlerer Besatz	Normaler – hoher Besatz (Schwerpunkt Gräser)	15-30*
N- Düngung	160-180 kgN/ha	200-220 kgN/ha	20-40
Fungizideinsatz	2-(3) Behandlungen	2-3 Behandlungen Fusariumabsicherung ?	20-30*
<b>Summe der Mehrkosten bei Stoppelweizen</b>			<b>60-205</b>

verändert nach Schneider 2006

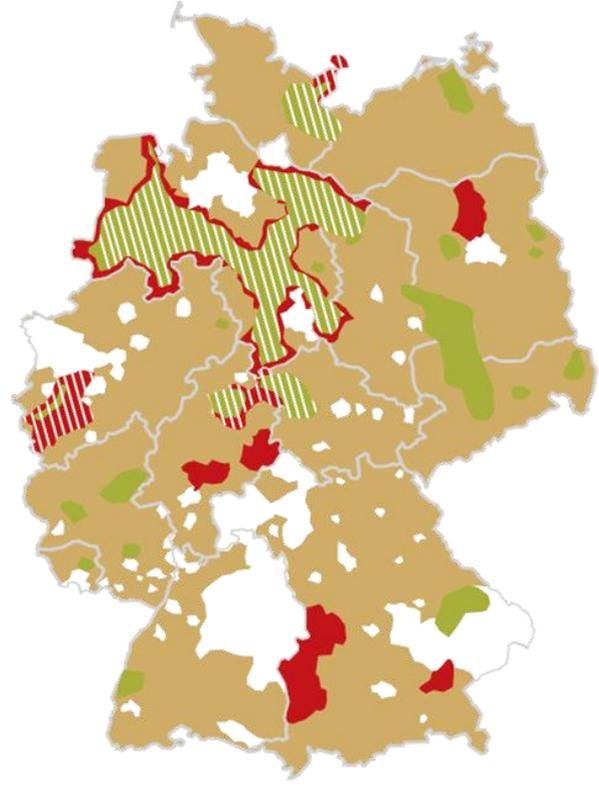
\*nicht zwangsläufig

## Ackerfuchsschwanzresistenz (gegen Ralon Super und /oder Axial)



- Resistenzaufreten 2002
- Resistenzaufreten 2004 bis 2010
- Region mit Resistenz 2010 identisch mit 2002
- leer: 2002 keine Daten

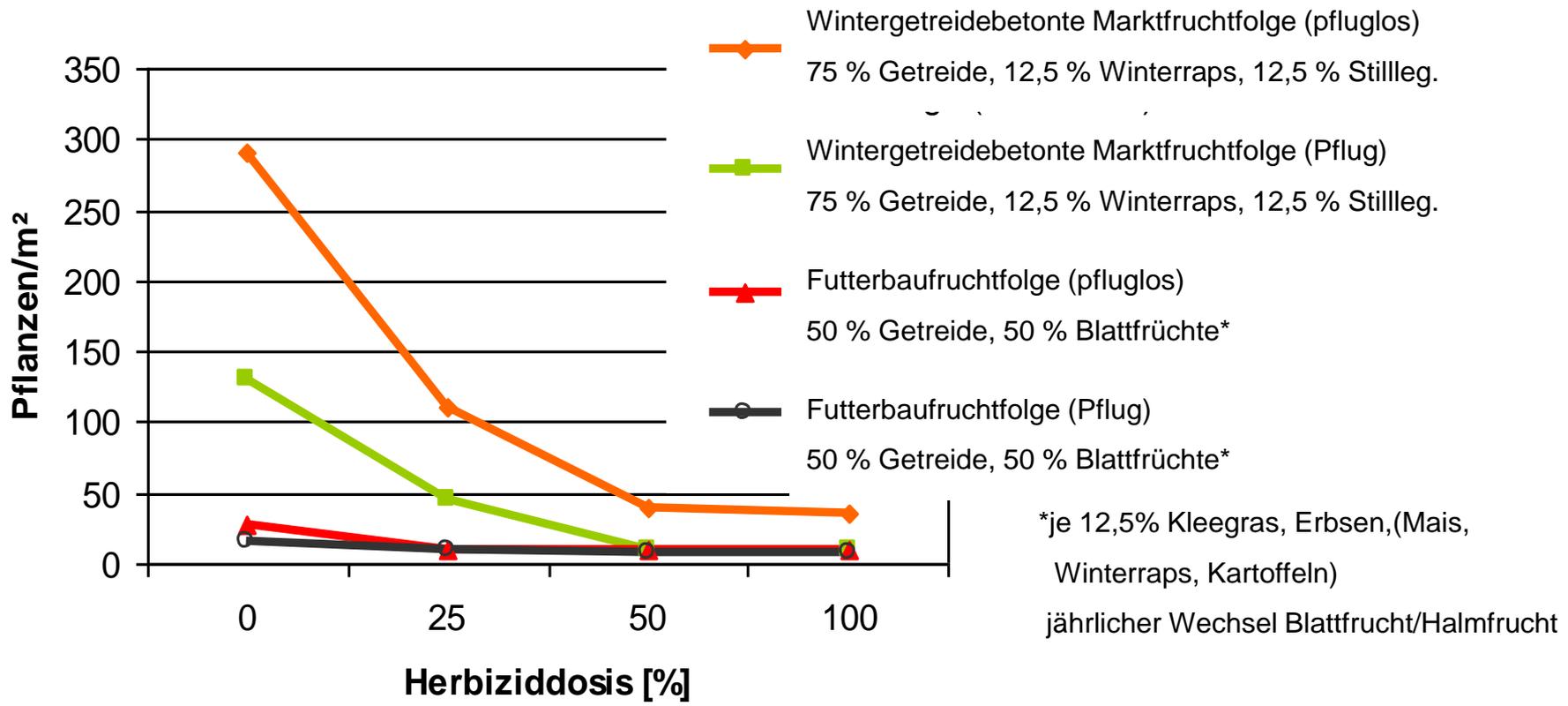
## Windhalmresistenz (gegen IPU bzw. Sulfonylharnstoffe)



- IPU-Resistenz 2002
- Sulfonylharnstoff-Resistenz 2008 bis 2010
- Region mit Resistenz 2010 identisch mit 2002

Quelle: Petersen 2011 nach Niemann 2003, ergänzt

# Einfluss der Fruchtfolge und Bodenbearbeitung auf das Auflaufen von Windhalm (*Apera spica-venti*) bei unterschiedlicher Herbiziddosis

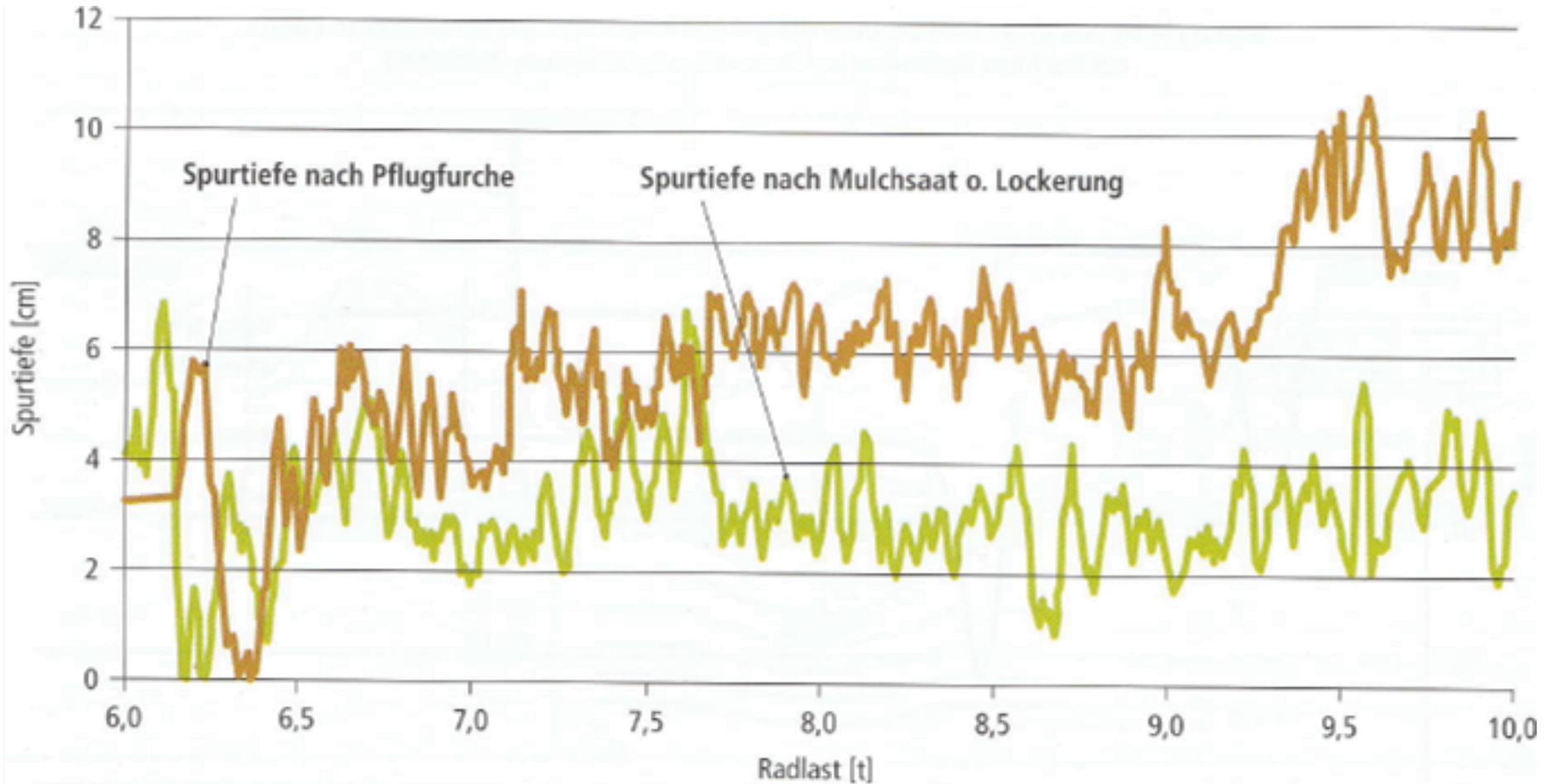


(Quelle: Pallut, DLG- Mitteilungen 1/03, verändert)



Ernte 2011

## Spurtiefe eines Rübenrodgers bei zunehmender Bunkerfüllung und nach unterschiedlicher Bodenbearbeitung



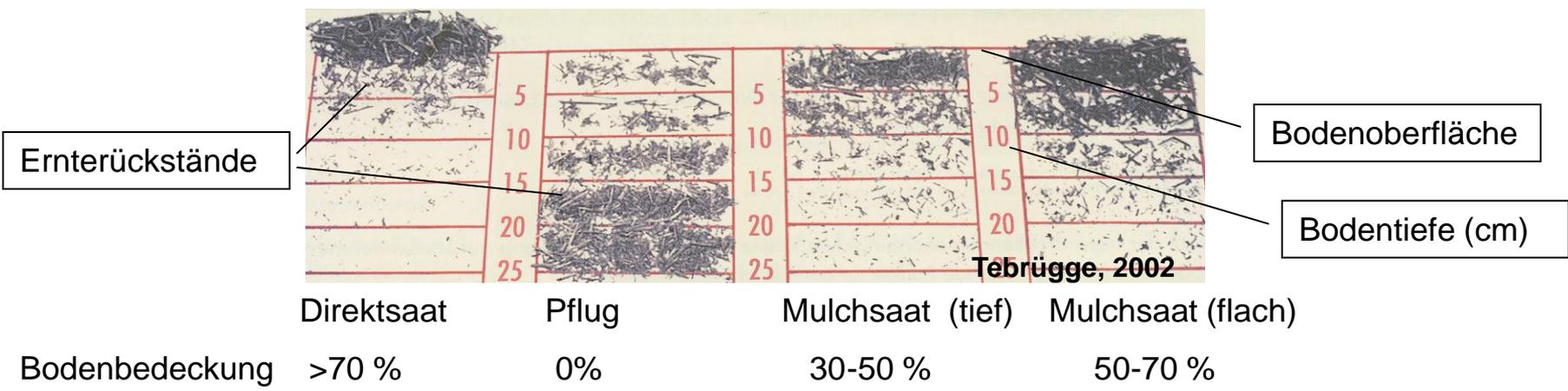
Quelle: Sommer et al. 2001



**Tab.: Einfluss der Bodenbedeckung auf Bodenabtrag und Oberflächenabfluss** (10 – jährige Messungen)

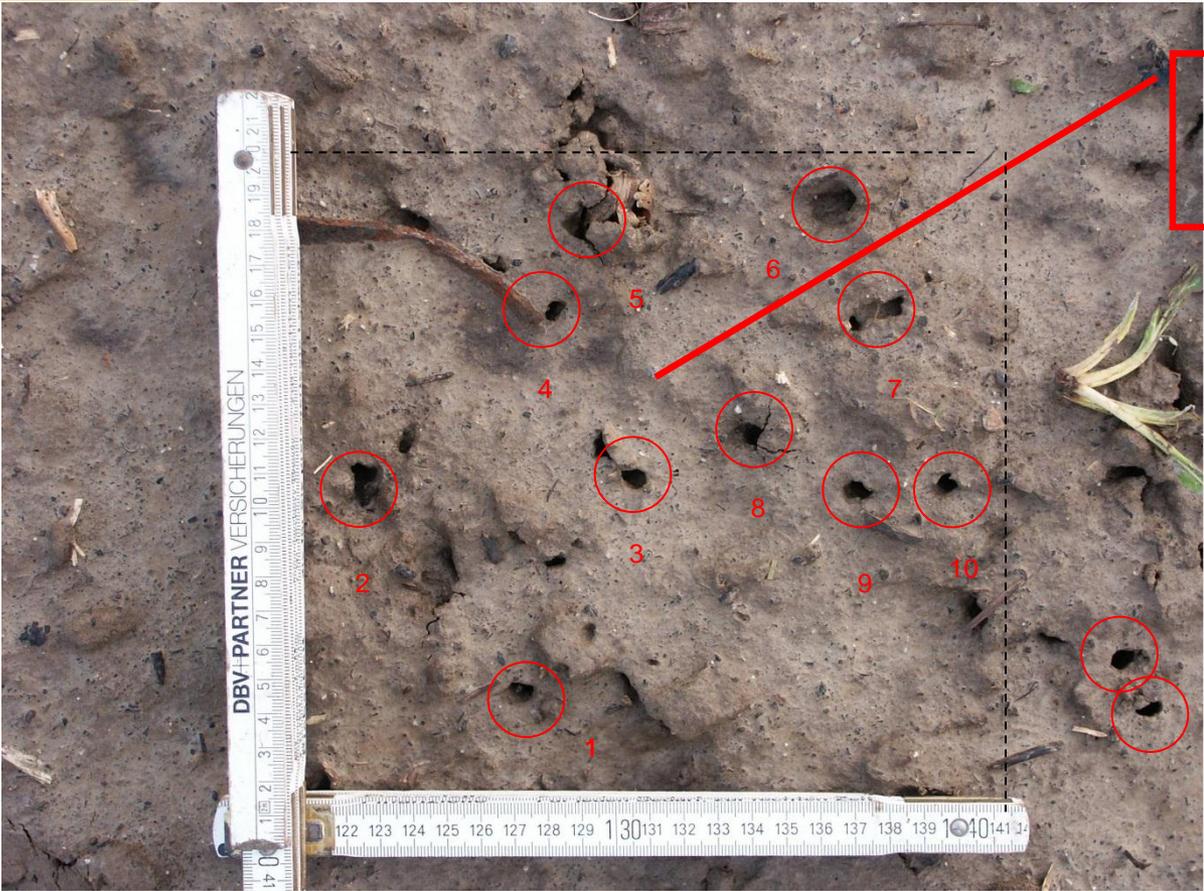
Bodenbedeckung (%)	0	20-30	30-50	50-70	>70
Bodenabtrag Wassererosion (%)	100	25	8	3	<1
Oberflächenabfluss (% des Niederschlags)	45	40	<30	<30	<30

Quelle: Frielinghaus et al. 1999, verändert





# Fruchtfolge – Verdichtungen und Erosion



12 biogene Grobporen auf 0,04 m<sup>2</sup>  
= bis zu 275 Grobporen pro m<sup>2</sup>

**Bild: Regenwurmaktivität auf einer 10-jährig pfluglos bestellten Fläche am Versuchsgut Merklingsen (10.1.2004)**



## Höhere Regenwurmaktivität auf mehrjährig pfluglos bewirtschafteten Flächen

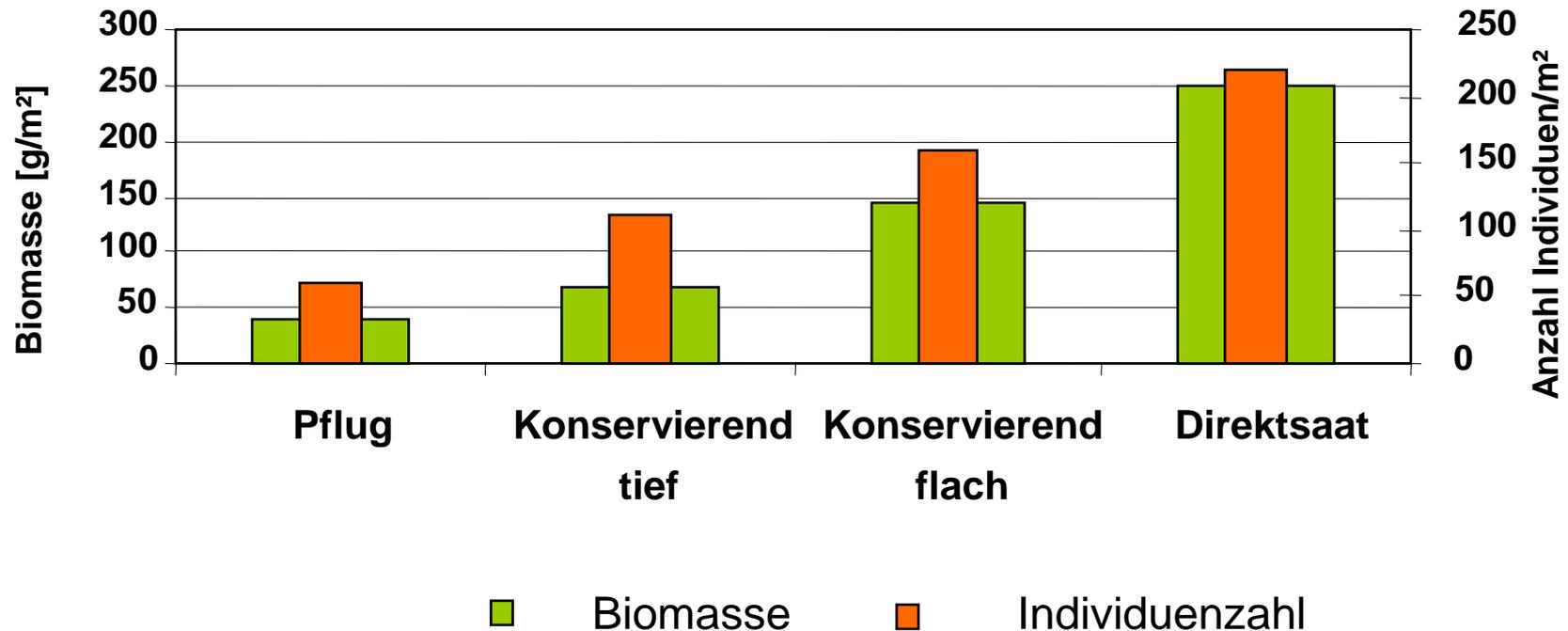
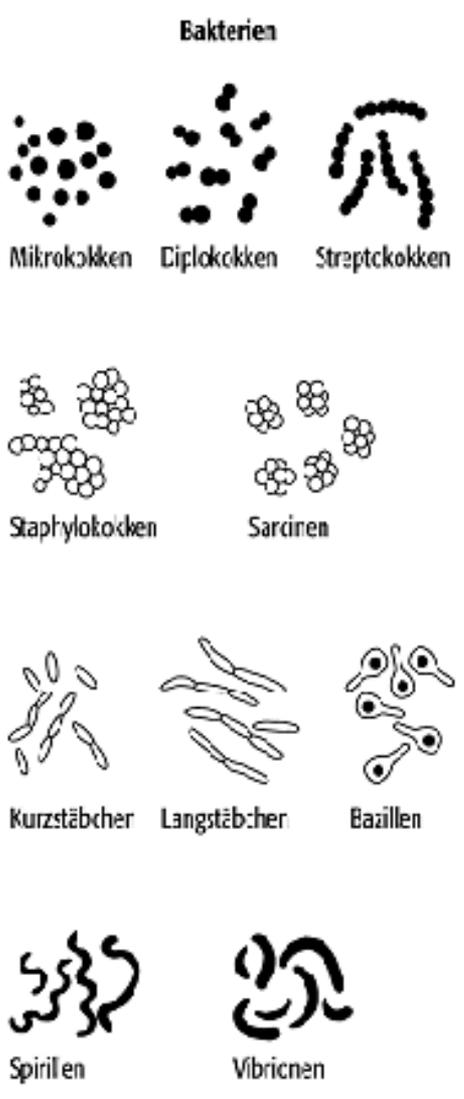


Abb. : Regenwurmbiomasse und Regenwurmabundanz nach langjährig differenzierte Bodenbearbeitung (Krück et al. 2001)

# Lebewesen im Edaphon

**Bakterien**



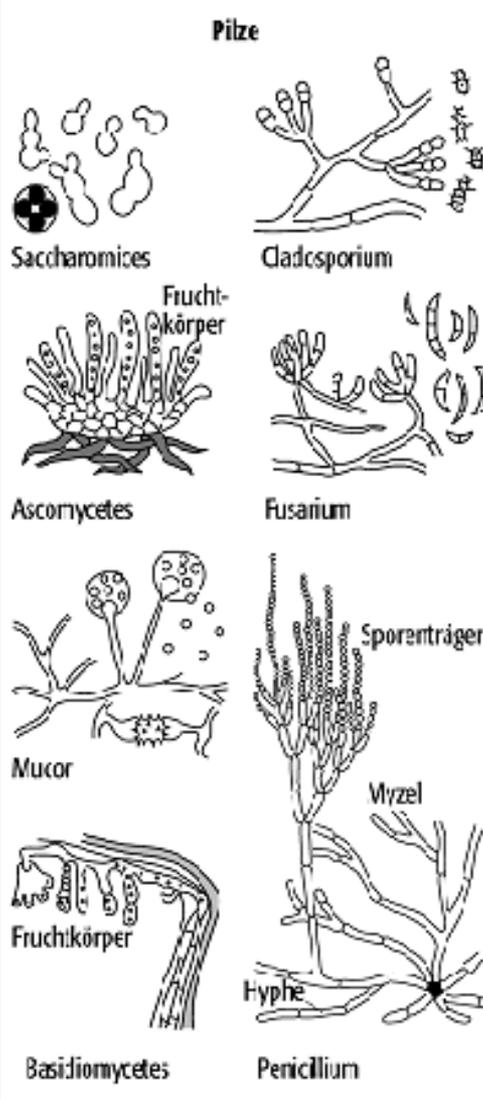
Mikrokokken    Diplokokken    Streptokokken

Staphylokokken    Sarcinen

Kurzstäbchen    Langstäbchen    Bazillen

Spirillen    Vibricnen

**Pilze**



Saccharomices    Cladosporium

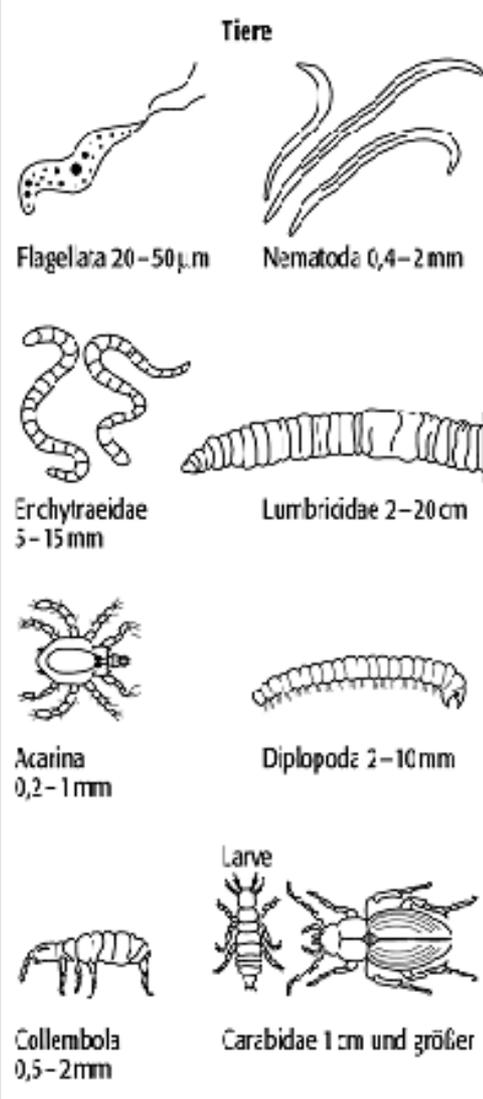
Fruchtkörper    Ascomycetes    Fusarium

Mucor    Sporenträger

Fruchtkörper    Myzel

Hyphe    Basidiomycetes    Penicillium

**Tiere**



Flagelara 20–50 µm    Nematoda 0,4–2 mm

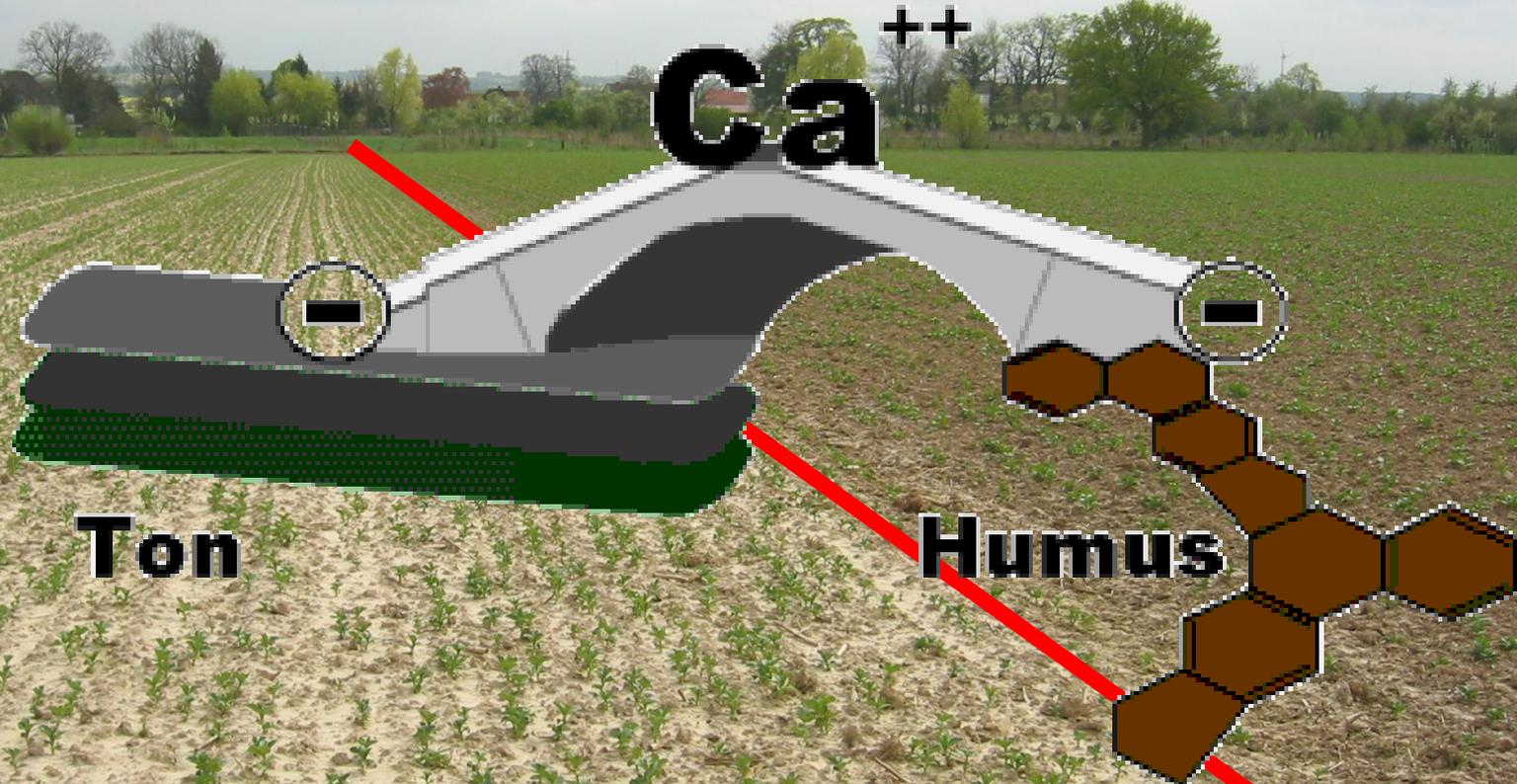
Erchytraeidae 5–15 mm    Lumbricidae 2–20 cm

Acarina 0,2–1 mm    Diplopoda 2–10 mm

Collembola 0,5–2 mm    Larve Carabidae 1 cm und größer

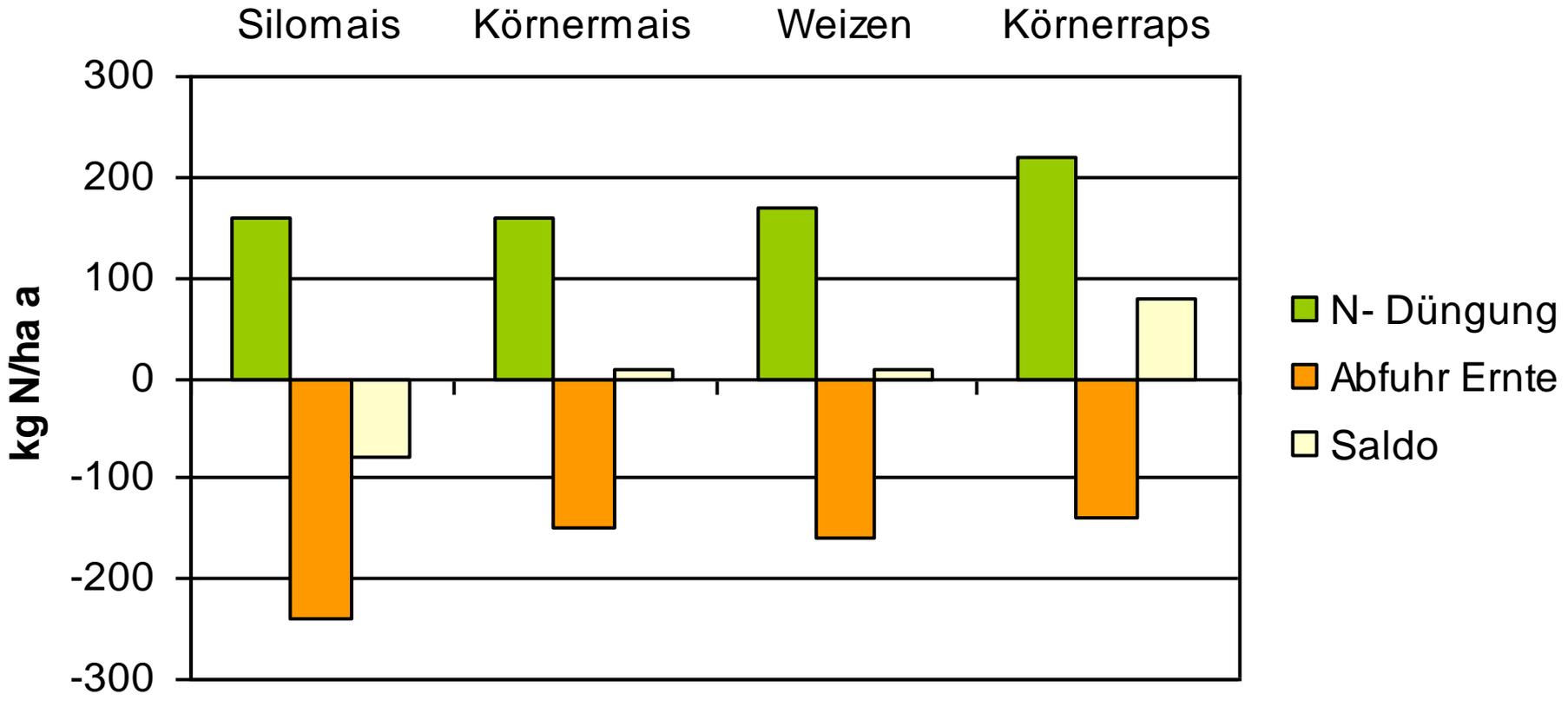


# Ca - Brücke zwischen Ton und Humus



Quelle: Bodengesundheitsdienst (BGD)

# Fruchtartenspezifischer N- Saldo verschiedener landwirtschaftlicher Kulturen



Quelle: Gutser und Wagner 2000

## Deckungsbeitragsrechnung als Grundlage für die Fruchtfolgegestaltung ?

	Weizen	Wintergerste	Zucker- rüben	Winter- raps	Erbsen	Acker- bohnen
Ertragsniveau dt/ha	85	80	700	45	50	50
€/dt	25,00	23,00	3,50	48,00	26,00	26,00
	<b>Beträge in €/ha</b>					
<b>Marktleistung</b>	<b>2125</b>	<b>1840</b>	<b>2450</b>	<b>2160</b>	<b>1300</b>	<b>1300</b>
Saatgut	83	68	198	79	173	191
Düngung	361	325	565	344	236	236
Pflanzenschutz	146	120	193	164	72	77
<b>Summe Direktkosten</b>	<b>590</b>	<b>513</b>	<b>956</b>	<b>587</b>	<b>481</b>	<b>504</b>
var. Maschinenkosten <sup>1)</sup>	234	223	181	223	212	213
<b>variable Kosten</b>	<b>824</b>	<b>736</b>	<b>1137</b>	<b>810</b>	<b>693</b>	<b>717</b>
<b>Deckungsbeitrag</b>	<b>1301</b>	<b>1104</b>	<b>1313</b>	<b>1350</b>	<b>607</b>	<b>583</b>

**in dieser Kalkulation sind keine fruchtfolgewirksamen Effekte berücksichtigt !**

<sup>1</sup> = Kosten ohne Transport, Gasölverbilligung und Zinsanspruch

Quelle: Kosten-Berechnungen in Anlehnung an Richtwertdeckungsbeiträge der LK Niedersachsen

## Deckungsbeitragsrechnung als Grundlage für die Fruchtfolgegestaltung ?

### Anmerkungen zu der vorangegangenen Darstellung:

#### **Schwächen:**

- keine Aussagen zur Festkostenbelastung der Produktion
- Stückkostenbetrachtung nur eingeschränkt möglich
- keine Entscheidungshilfe bei der fruchtfolgeabhängigen Planung der Mechanisierung
- Bodenbewirtschaftungssysteme können über Deckungsbeitragsrechnung langfristig nicht vergleichend bewertet werden
- Keine Berücksichtigung der Arbeitszeitverteilung
- Aspekte der Risikominimierung bleiben unberücksichtigt
- Langfristige Effekte auf Pflanzenschutz (Resistenzen) und Düngung bleiben unberücksichtigt

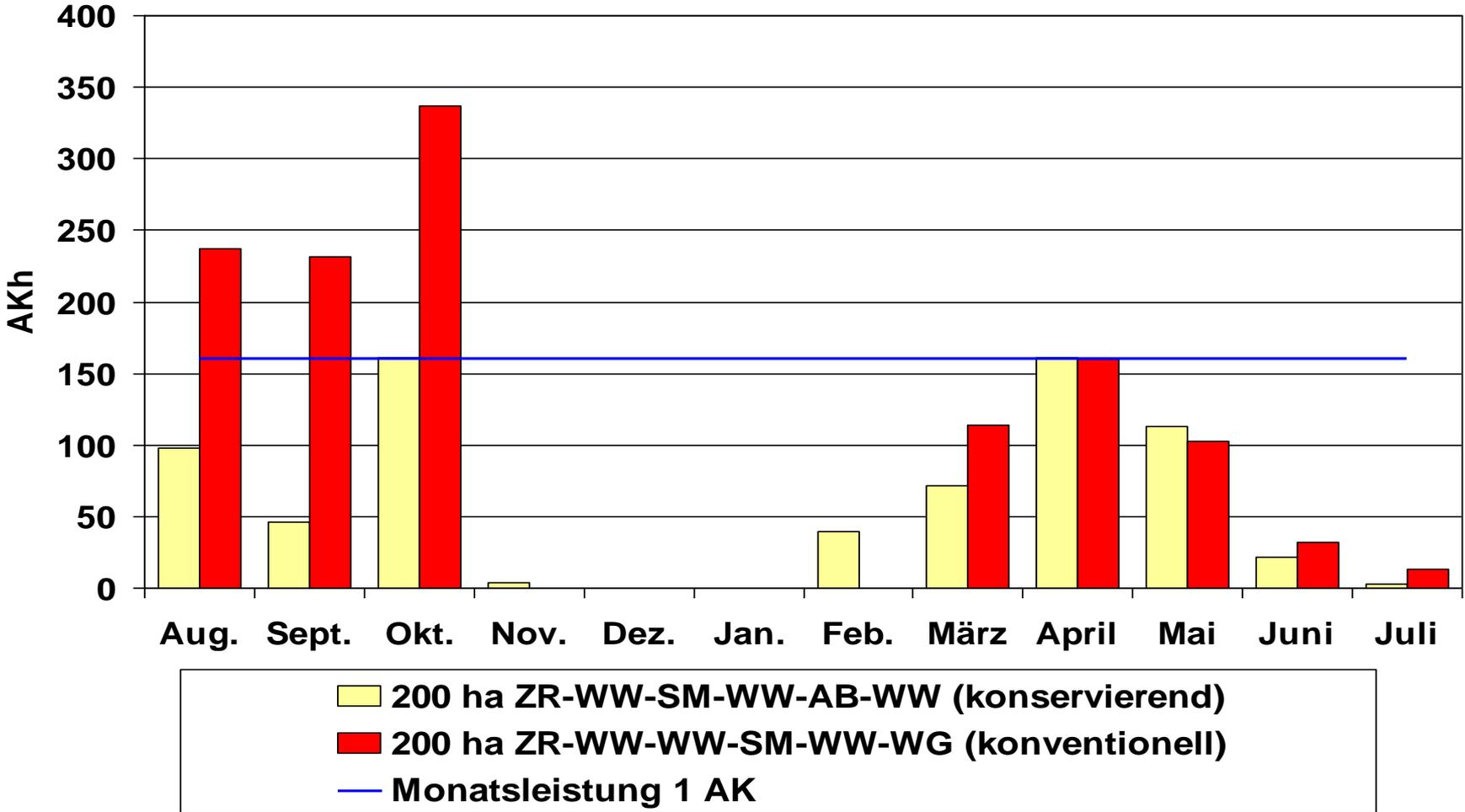
1 = Kosten ohne Transport, Gasölverbilligung und Zinsanspruch

Quelle: Kosten-Berechnungen in Anlehnung an Richtwertdeckungsbeiträge der LK Niedersachsen

## Gute Gründe für Kulturartenvielfalt jenseits des Deckungsbeitrages

- **Arbeitszeitverteilung**
- **Absicherung gegen extreme Wetterverläufe, Ertragsstabilität**
  - z. B. 2011: Raps und Gerste vs. Mais und Rüben
  - z. B. 2012: Auswinterungsschäden u.a. im Winterweizen und -gerste
- **Maschinenauslastung - z.B. Mähdruschkapazitäten**
- **Günstigere Vorfrüchte für deckungsbeitragsstarke Kulturen anbauen**
- **„Greening“**
  - mind. drei Kulturen, (Hauptkultur  $\leq 75\%$  u. die zwei Hauptkulturen  $\leq 95\%$ )?
  - 5 % der Acker- und Dauerkulturflächen als ökologische Vorrangfläche?
- **Alternativen zu Mais, neues EEG**

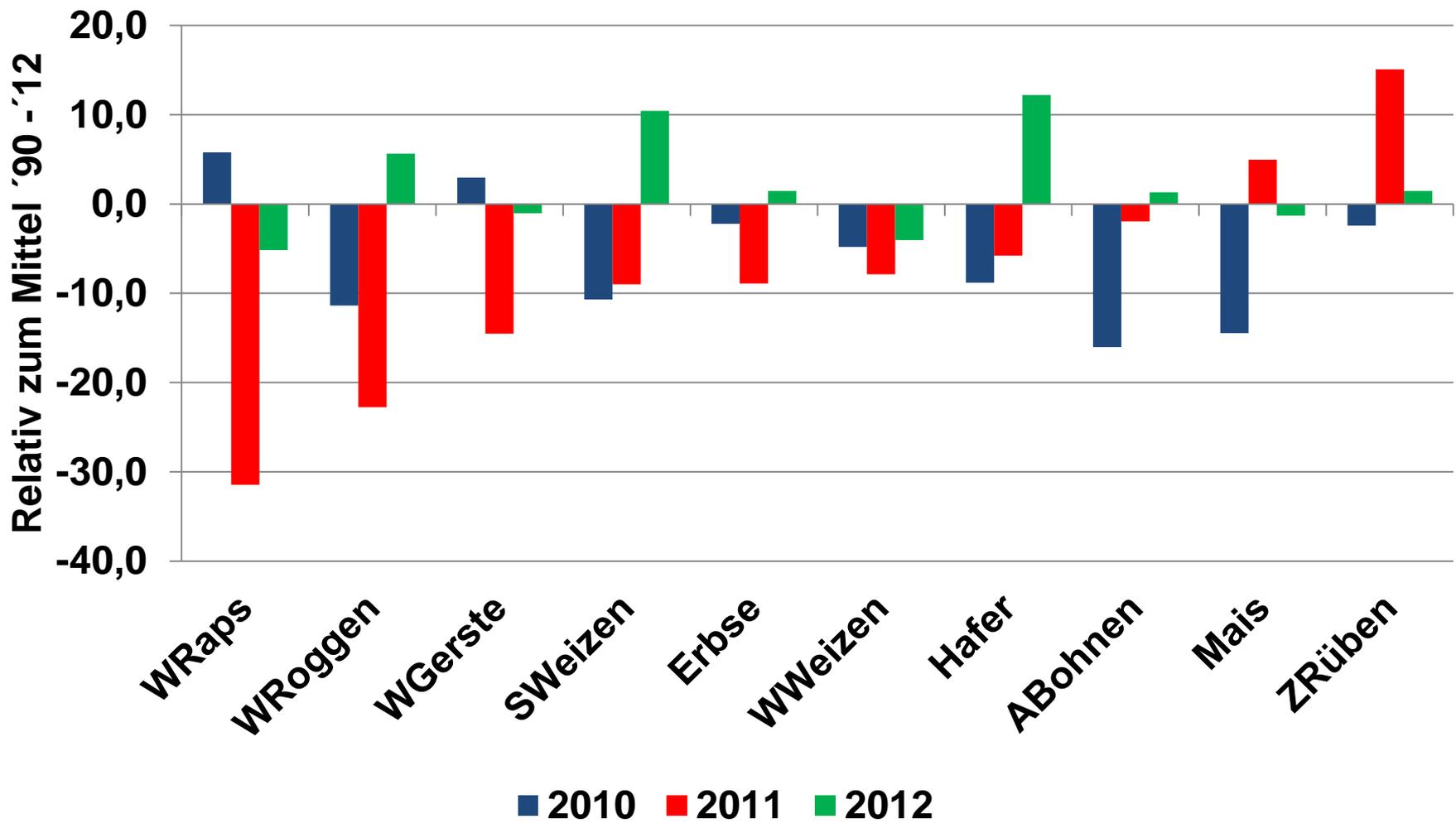
## Arbeitszeitverteilung verschiedener Bodenbewirtschaftungssysteme am Beispiel des Leitbetriebes (Mulchsaat, 200 ha) und eines Vergleichsbetriebes (konventionell, 200 ha), Standort Kalkar



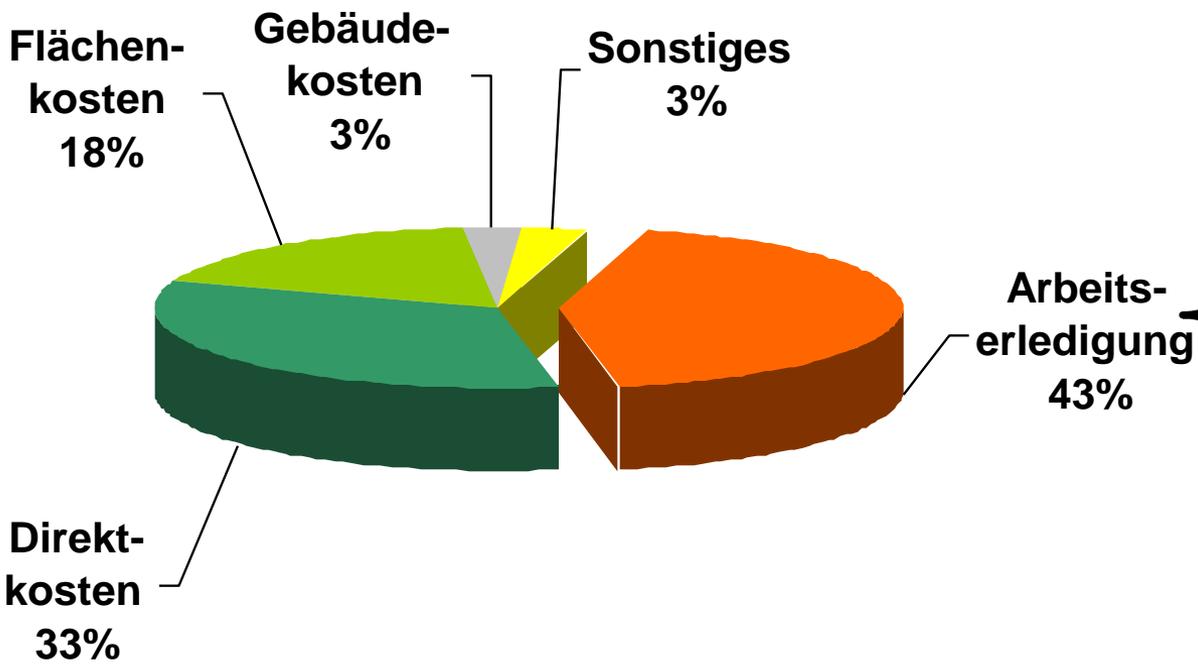
Quelle: Kivelitz 2007



**Abweichungen (%) des Ertrages ausgesuchter Kulturen vom Mittel der Jahre 1990–2012 bei verschiedenen Kulturen in den Jahren 2010, 2011 und 2012**  
(Basis: mittlere ertragszuwachsberingte Erträge für Deutschland, Zahlen für 2012, vorläufig)



## Kostenstrukturen in Testbetrieben und Marktfruchtbetrieben



Personalaufwand (fremd)	22 %
Lohnansatz	16,8 %
Maschinenmiete	5,1 %
Maschinenunterhaltung	10 %
Treibstoffe	15 %
Unterhaltung/Steuer/Sonstiges	3 %
Abschreibung Maschinen	20,2 %
Zinsansatz Maschinenkapital	8 %

Quelle: Schneider 2006

## Vollkostenverteilung im Durchschnitt von 118 Ackerbaubetrieben

## Notwendiger Maschinenbedarf zur Weizenaussaat bei unterschiedlichen Weizenanteilen in der Fruchtfolge und differenzierter Bodenbearbeitung

Bodenbearbeitung	Max. Arbeitszeit zur Weizenaussaat <sup>1)</sup>	Betriebsgröße 200 ha		
		Maschinenbedarf bei $\frac{2}{3}$ Weizen <sup>2)</sup>	Maschinenbedarf bei $\frac{1}{2}$ Weizen <sup>2)</sup>	Maschinenbedarf bei $\frac{1}{3}$ Weizen <sup>2)</sup>
Pflug	192 h	2 Schlepper 5- Scharpflug Kreiselegge Drille 3m <b>Ausschöpfung<sup>4)</sup> : 82 %</b> <b>Maschineneuwert: 725 €/ha</b>	2 Schlepper 4- Scharpflug Kreiselegge Drille 2,5m <b>Ausschöpfung<sup>4)</sup> : 76 %</b> <b>595 €</b>	1 Schlepper 5- Scharpflug Kreiselegge Drille 3m <b>Ausschöpfung<sup>4)</sup> : 93 %</b>
Mulchsaat	192 h	2 Schlepper Scheibenegge 3m Kreiselegge Drille 3m <b>Ausschöpfung<sup>4)</sup> : 70 %</b>	1 Schlepper Scheibenegge 3m Kreiselegge Drille 2,5m <b>Ausschöpfung<sup>4)</sup> : 92 %</b>	1 Schlepper Scheibenegge 2 m Kreiselegge Drille 2,5m <b>Ausschöpfung<sup>4)</sup> : 71 %</b>
Direktsaat	192 h	1 Schlepper Direktsaatmaschine 3m <sup>3)</sup> <b>Ausschöpfung<sup>4)</sup> : 53 %</b>	1 Schlepper Direktsaatmaschine 3m <sup>3)</sup> <b>Ausschöpfung<sup>4)</sup> : 32 %</b>	1 Schlepper Direktsaatmaschine <b>Ausschöpfung<sup>4)</sup> : 21 %</b> <b>112 €</b> <b>Maschineneuwert: 530 €/ha</b>

1) Durchschnittliche Arbeitszeit zur Weizenaussaat im Mittel von 10 Jahren bei durchschnittlichem Klima und mittlerem Boden

2) 5 ha Schlaggröße

3) Kleinste Arbeitsbreite, theoretisch kleinere Arbeitsbreiten möglich

4) Gibt den Anteil der mit den vorgegebenen Schleppern und Geräten ausgenutzten Zeit an

Quelle: Lütke Entrup und Schneider, 2003

## Berechnungsbasis zur Bewertung von Bewirtschaftungssystemen

Leistungen:	Markterlös
= Geldrohertrag	
./. Direktkosten:	Saat-, Pflanzgut Düngung Pflanzenschutz Trocknung, Lagerung Versicherung (Hagel) Zinsansatz Feldinventar
= Direktkostenfreie Leistung	
./. Arbeiterledigungskosten:	Personalaufwand (fremd) Lohnansatz Lohnunternehmer Maschinenmiete Feste Maschinenkosten Variable Maschinenkosten
<b>= Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL)</b>	

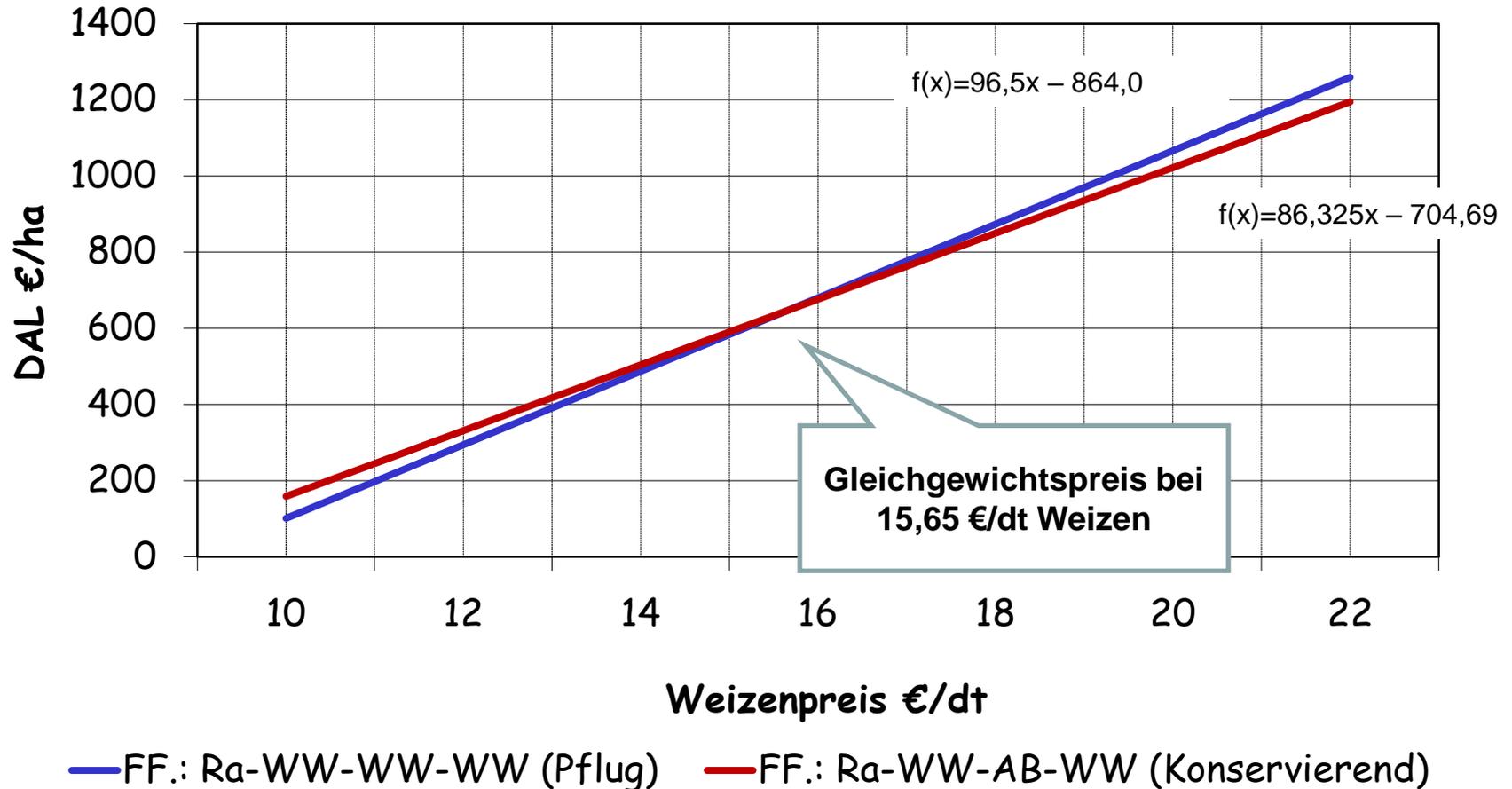
Quelle: Lütke Entrup und Schneider, 2003

## Ab wann rechnen sich aufgelockerte Fruchtfolgen?

Grundlagen:

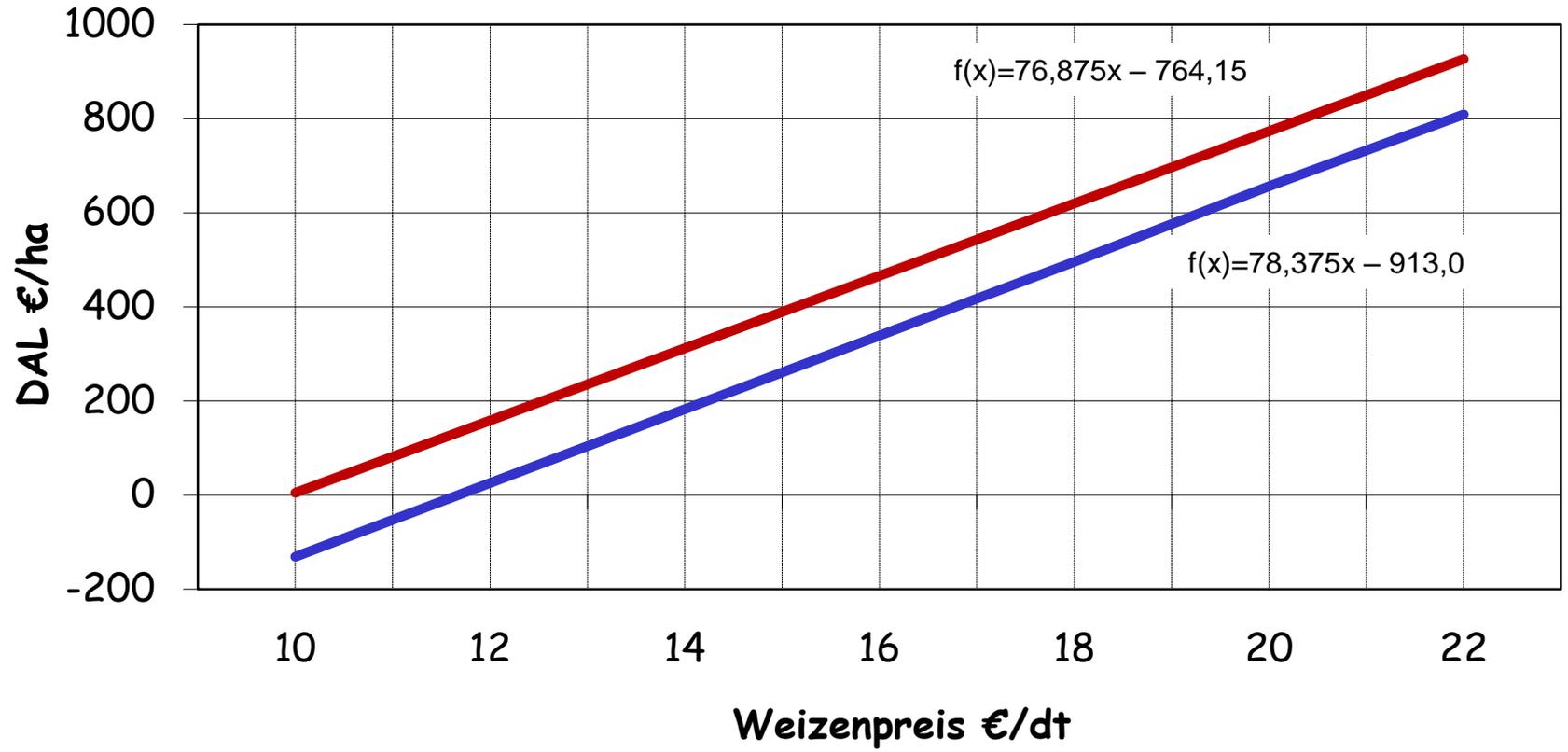
1. Der Weizenpreis hat Eckpreisfunktion
  - Rapspreis = Weizenpreis x 2
  - Leguminosenpreis = Weizenpreis + 1 €/dt
2. Berechnung anhand der Ertragsergebnisse und Kostenberechnung aus den Versuchen

## Ab wann rechnen sich aufgelockerte Fruchtfolgen? Hohertragsstandort Soester Börde:



Quelle: Schneider, 2006

**Ab wann rechnen sich aufgelockerte Fruchtfolgen?**  
**Nord-Ostdeutscher Standort mit mittlerer bis schwacher Ertragsfähigkeit:**



— FF.: Ra-WW-WW-WW (Pflug) — FF.: Ra-WW-Lup.-WW (Konservierend)

Quelle: Schneider, 2006



Bei der Umsetzung eines **nachhaltigen** und **effizienten** Pflanzenbaus kommt der Fruchtfolgegestaltung unter Berücksichtigung von **Ökologie**, **Ökonomie** und **Sozialem** eine zentrale Rolle zu.

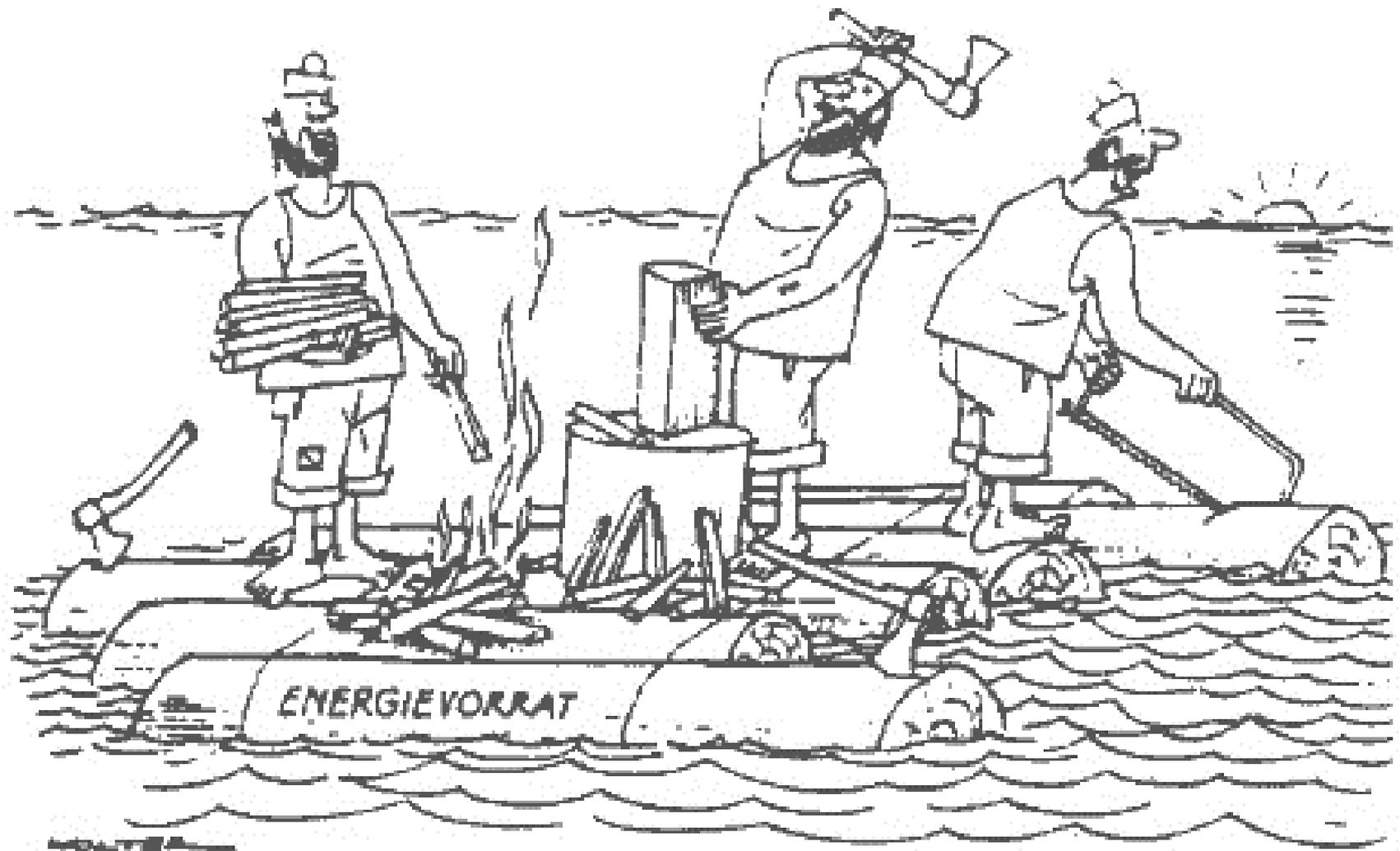
Enge **wintergetreidebetonte Fruchtfolgen** bergen eine Vielzahl **pflanzenbaulicher Risiken** und **begrenzen** die Möglichkeiten zur Einführung **ertragsstabiler, energieeffizienter** und **arbeitszeitparender Bewirtschaftungssysteme**.

**Vielfältige Fruchtfolgen** bieten die Möglichkeit nicht erneuerbare Energie einzusparen, das Treibhauspotential zu verbessern und den **Aufwand für Pflanzenschutz und Düngung** zu vermindern.

Durch die Erweiterung der Fruchtfolgen können **Mulchsaatsysteme** mit vollkommenem Pflugverzicht bei **Wechsel von Halm- und Blattfrucht** oder **Winterung und Sommerung** verfahrenstechnisch und pflanzenbaulich **sicher gestaltet** werden. In derartigen Bodenbewirtschaftungssystemen können Schadverdichtungen und **Erosion** aufgrund von **Mulchauflage** und **Lebendverbau** minimiert werden. Letzterer setzt eine ausgewogene Nährstoffversorgung und einen standortangepassten pH-Wert voraus.

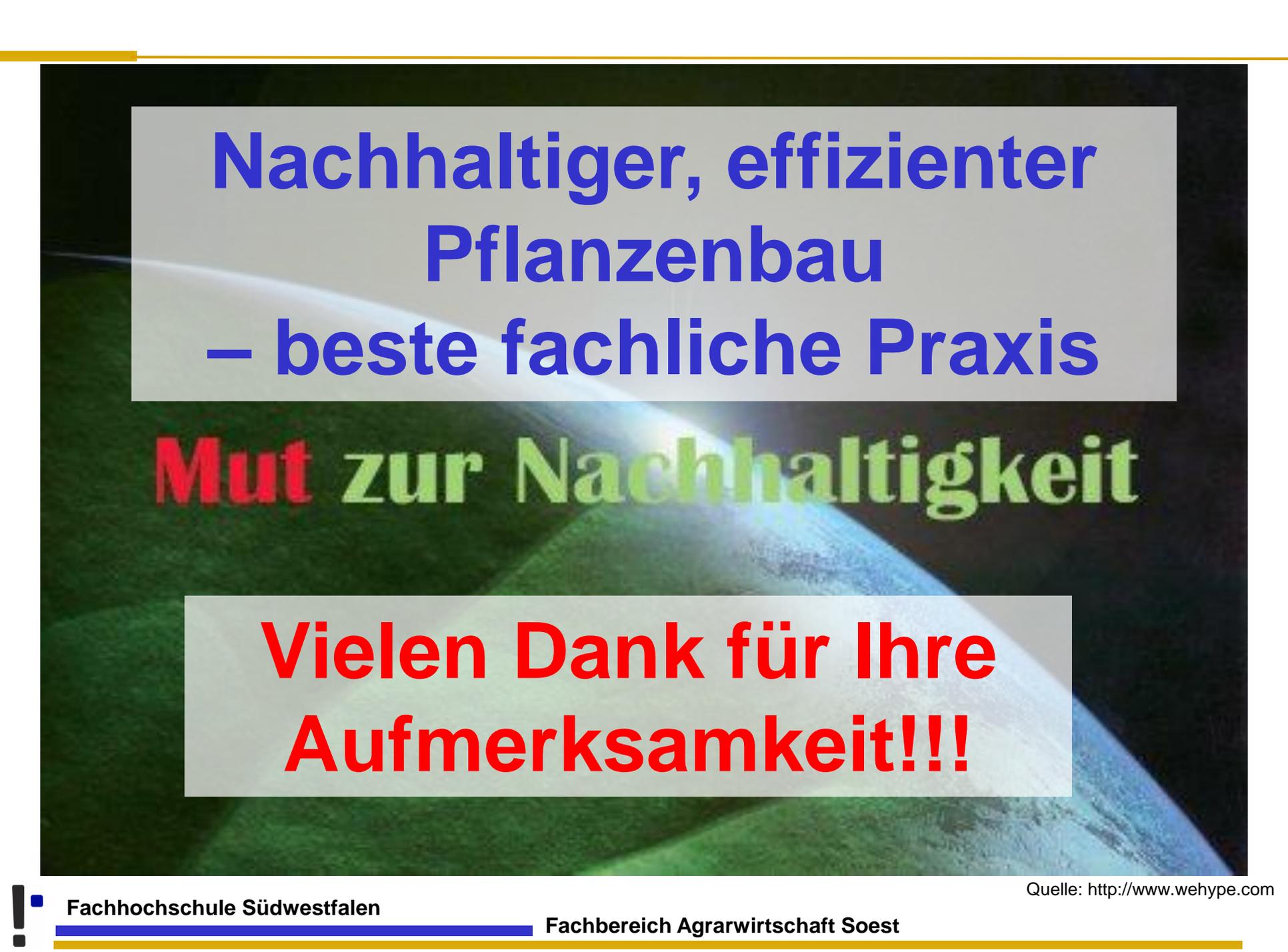
**Arbeitszeitverteilung**, **Maschinenauslastung**, die Absicherung gegen **extreme Wetterverläufe** werden in aufgelockerten Fruchtfolgen verbessert.

Unter Vollkostenbetrachtung rechnen sich **extensive Fruchtfolgen** auf **Hohertragsstandorten** bei **niedrigem** und **mittlerem Preisniveau**, auf **ertragsschwächeren Standorten** sogar noch bei **hohen Erzeugerpreisen**.



„So leben wir, so leben wir, so leben wir alle Tage ...“

*Zeichnung: Wolter*



**Nachhaltiger, effizienter  
Pflanzenbau  
– beste fachliche Praxis**

**Mut zur Nachhaltigkeit**

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