

# Feldhygiene und Fruchtfolge

## BZL Webseminar Vielfältige Fruchtfolgen

von

Frank Käufler  
Dipl. Ing. Landbau

## Feldhygiene



# Feldhygiene und Fruchtfolge n. KI, kurz

**Feldhygiene** und **Fruchtfolge** sind zwei wichtige landwirtschaftliche Praktiken, die zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit, zur Vermeidung von Krankheiten und zur Verbesserung der Ernteerträge beitragen.

## ### 1. **Feldhygiene:**

Feldhygiene bezieht sich auf Maßnahmen, die darauf abzielen, das Feld sauber und frei von Schadorganismen, Unkraut und Pflanzenresten zu halten, die als Brutstätten für Schädlinge und Krankheiten dienen könnten. Zu den Methoden der Feldhygiene gehören:

- **Entfernung von Pflanzenresten:** Pflanzenrückstände, die auf dem Feld verbleiben, können Krankheitserreger und Schädlinge beherbergen. Durch das Entfernen oder gründliche Einarbeiten dieser Rückstände kann das Risiko von Krankheitsübertragungen im nächsten Anbauzyklus gesenkt werden.
- **Unkrautbekämpfung:** Unkraut kann Schädlinge und Krankheiten fördern, indem es als alternative Wirtspflanze dient. Regelmäßige Unkrautkontrolle trägt zur Feldhygiene bei.
- **Desinfektion von Geräten:** Landmaschinen können Schädlinge oder Krankheiten von einem Feld zum anderen tragen. Die Reinigung und Desinfektion der Geräte nach der Feldarbeit hilft, dies zu verhindern.

## ### 2. **Fruchtfolge:**

Fruchtfolge ist der systematische Wechsel von Pflanzenarten auf demselben Feld über mehrere Jahre hinweg. Sie dient dazu, den Boden gesund und fruchtbar zu halten, sowie den Befall mit Pflanzenkrankheiten und Schädlingen zu reduzieren. Durch den Wechsel der Kulturen wird die Nährstoffaufnahme des Bodens ausgeglichen und der Druck auf bestimmte Nährstoffe minimiert. Weitere Vorteile der Fruchtfolge sind:

- **Nährstofferhaltung:** Unterschiedliche Pflanzen haben unterschiedliche Nährstoffbedürfnisse. Durch den Wechsel wird verhindert, dass der Boden einseitig ausgelaugt wird.
- **Krankheits- und Schädlingskontrolle:** Viele Pflanzenkrankheiten und Schädlinge sind wirtsspezifisch. Der Anbau derselben Pflanze über mehrere Jahre hinweg kann zu einem starken Befall führen. Durch Fruchtwechsel wird dieser Kreislauf unterbrochen.
- **Verbesserung der Bodenstruktur:** Tiefwurzelnde Pflanzen können den Boden lockern und belüften, während flachwurzelnde Pflanzen den Oberboden schützen.

In Kombination tragen Feldhygiene und Fruchtfolge dazu bei, gesunde, ertragreiche Felder zu bewirtschaften und nachhaltige Landwirtschaft zu fördern.



Foto: F. Käufler



Foto: F. Käufler



Foto: F. Käufler

Foto: F. Käufler

Foto: F. Käufler

# Ertragsschwankungen

■ Guter Standort  
■ Schlechter Standort

**Guter Standort**

z. B. Köfering  
 Ackerzahl: 80  
 Bodenart: uL  
 Lößboden

**Schlechter Standort**

z. B. Schrobenhausen:  
 Ackerzahl: 52  
 Bodenart: IS  
 kiesiger Sandboden

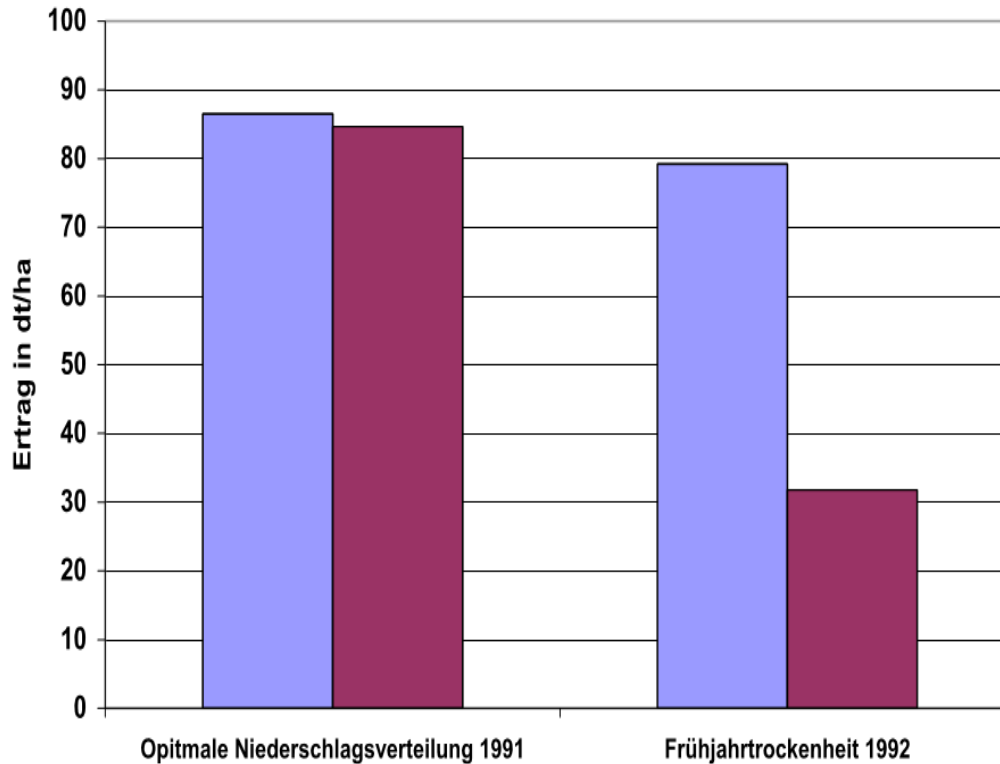


Abb. 2: Auswirkung einer Trockenperiode auf den Ertrag von Winterweizen bei unterschiedlichen Standortbedingungen, Trockenperiode: 06.04.1992 bis 31.05.1992 nur ca. 30 % des langjährigen Niederschlags

**Maisernte Brandenburg 2022:  
 Erträge bis zu 150 dt/ha FM,  
 großflächig**

**trocken, warme Jahre:**

- 1947 ! - 2002
- 1952 - 2003 !
- 1959 - 2015
- 1976 - 2018 !
- 1992 - 2021

**Prof. FRANK (1880) :**  
(Erster Leiter der Kaiserlich Biologischen Anstalt  
für Land- und Forstwirtschaft)

*„...so habe ich es als eine der wichtigsten  
Aufgaben betrachtet, Erwiesenes vom  
Unerwiesenen, Thatsachen von bloßen  
Vermutungen oder Hypothesen zu sondern.  
Das ist außerordentlich nothwendig gerade auf  
dem Gebiete der Pflanzenkrankheiten, wo mehr  
als anderwärts dem Aberglauben, der Phantasie  
und dem unwissenschaftlichen Treiben der Laien  
Spielraum gelassen ist.“*

# Ackerbaulehre

n. Klapp, Acker- und Pflanzenbau, 6. Auflage Januar 1967

## Acker- und Pflanzenbau haben eine doppelte Aufgabe:

1. Die nächstliegende besteht in der Erzeugung hoher Erträge an Nahrung und Rohstoffen von gesunden Pflanzen;

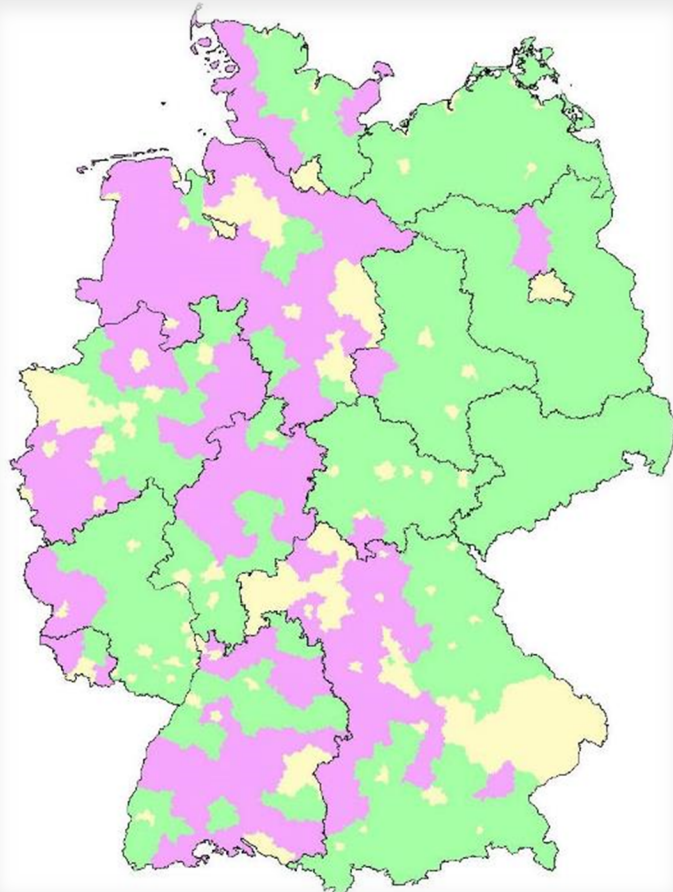
2. Die sorgsame Behandlung des Bodens oder sogar einer Erhöhung der Leistungsfähigkeit.

Diesem Ziel dienen:

Bodenschonende Fruchtfolge,  
Bodenbearbeitung  
Bestandesführung

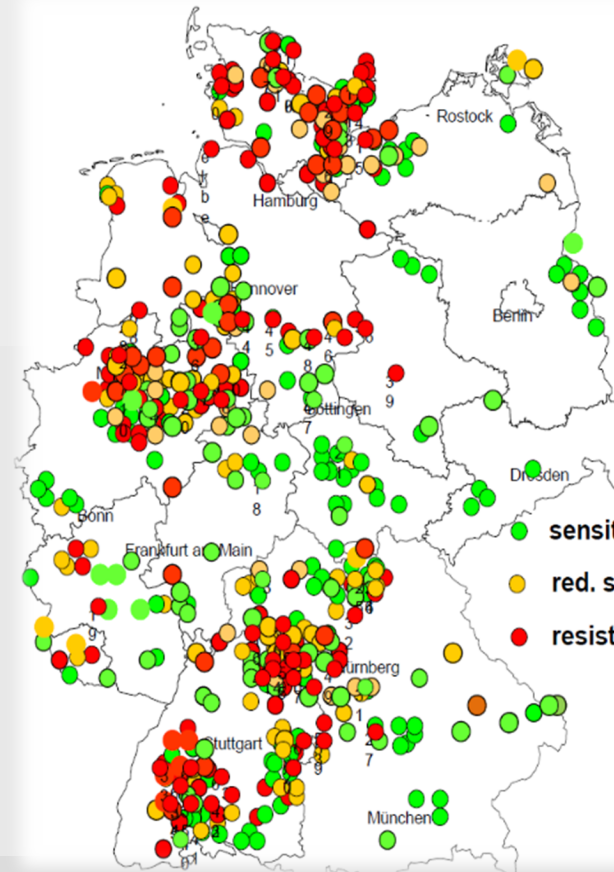
# Flächen mit Wirkungsproblemen bei der Anwendung von Graminiziden und Auftreten von NEUEN Gräsern

Stand: 2003 vs. 2010



- keine Angaben bzw. nicht möglich
- ohne Wirkungsprobleme
- Wirkungsprobleme vorhanden

## Erstmaliges Auftreten von Ackerfuchsschwanz in Deutschland-Ost

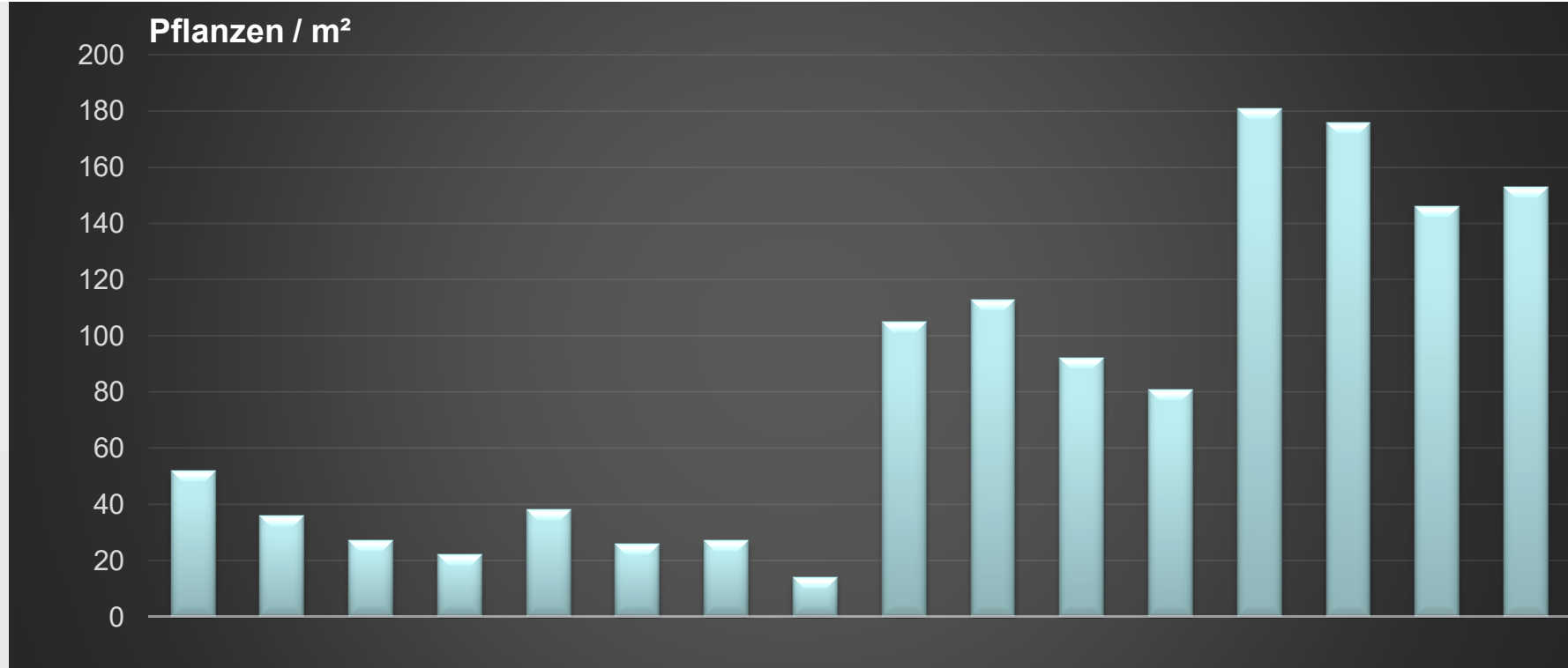


Verbreitung der  
 Herbizidresistenz beim  
 Ackerfuchsschwanz  
 (Ralon Super/Axial)  
 2004 – 2010  
 n = 623

- sensitiv
- red. sensitiv
- resistent

## Vorfruchtwert 2.6

Ungrasauflauf (**Windhalm**) in Abhängigkeit von Fruchtfolge, Bodenbearbeitung und Herbizid-  
 aufwandmenge\_im Wintergetreide (Mittel von WWeizen, WGerste, WRoggen, Triticale 1999-2001)



Futterbaufolge (50% Wintergetreide)								Marktfuchtfolge (75% Wintergetreide)							
wiegend				nichtwendend				wiegend				nichtwendend			
0 *)	25	50	100	0	25	50	100	0	25	50	100	0	25	50	100

Quelle: Pallut u. Grübner, Landwirtschaft ohne Pflug 1/2004 \*) Herbizidaufwandmenge %



# 1. Definition Feldhygiene

## Vorbeugen ist besser als heilen

„Sammelbegriff für alle Kulturmaßnahmen, die indirekt oder vorbeugend dazu beitragen, einen Kulturpflanzenbestand gesund zu erhalten.

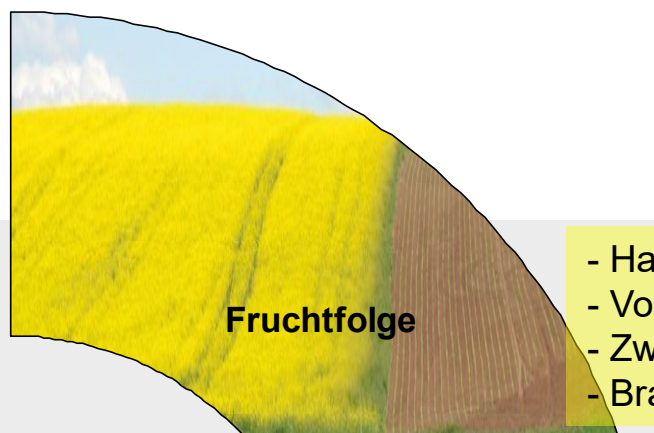
Im engeren Sinn kann es sich dabei im Ackerbau z. B. um die restlose Entfernung von Ernterückständen handeln, damit eine Infektkette unterbrochen wird (Feldhygiene).“

Quelle: Schriftenreihe der Deutschen Phytomedizinischen Gesellschaft, Band 3, 1991

- Sortenwahl
- Düngung
- Pflanzenschutz

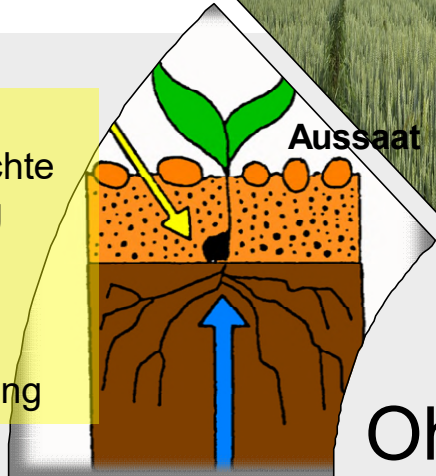


**Bestandesführung**



**Fruchtfolge**

- Hauptfrucht
- Vorfrucht
- Zwischenfrucht
- Brache, GLÖZ



**Aussaart**

- Saatbett
- Bestandesdichte
- Auswinterung
- Saatzeit
- Saattiefe
- Saatmenge
- Mechanisierung

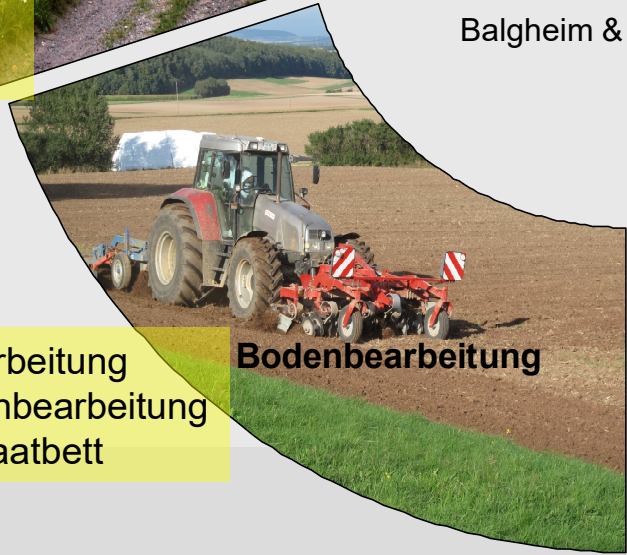
**Ohne Feldhygiene:  
Keine Zukunft**

Balgheim & Käufler, 2016



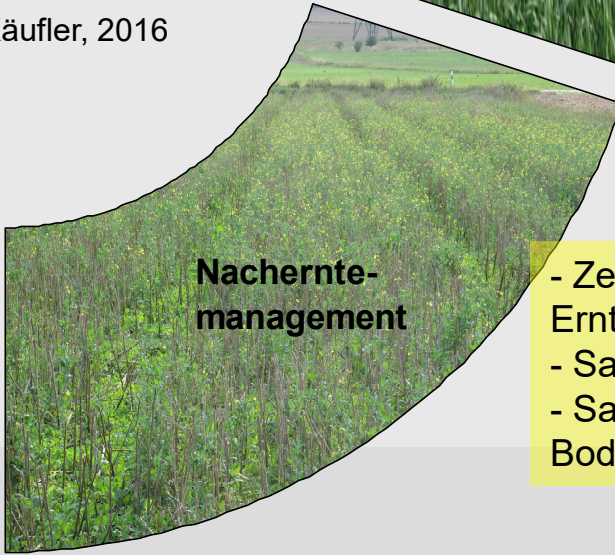
**Feldrandpflege**

- außen
- innen
- Graben-,
- Drainagepflege



**Bodenbearbeitung**

- Stoppelbearbeitung
- Grundbodenbearbeitung
- Falsches Saatbett



**Nacherntmanagement**

- Zerkleinern von Ernterückständen
- Saatbett schaffen
- Samenvorrat im Boden abbauen

K  
L  
I  
M  
A  
W  
A  
N  
D  
E  
L

B  
I  
O  
D  
I  
V  
E  
R  
S  
I  
T  
Ä  
T

## 2. Fruchtfolge

Die Fruchtfolge steuert im wesentlichen das Auftreten von Krankheiten und Schaderregern.

Schaderreger, bei denen die Vermehrung durch wiederholten Anbau auf ein und derselben Fläche gefördert wird, können durch eine überlegte Fruchtfolge beeinflusst werden.

Beispiele: Cercospora, Halmbruch, Schwarzbeinigkeit, Rhizoctonia, Fusarium, Maiszünzler, Maiswurzelbohrer, Kohlhernie, Nematoden, Ungräser und Unkräuter, Blattläuse und Zikaden

Quelle: Schriftenreihe der Deutschen Phytomedizinischen Gesellschaft, Band 3, 1991 (geändert n. Balgheim, 2016)

## 2.1 Vorfrucht und Fruchtfolge

Vorfruchtwirkung:

Die Summe der Nachwirkung des vorjährigen Pflanzenbestandes/Zwischenfruchtbestandes

Ertragswirkung: Ertragshöhe

Fruchtfolgewirkung:

Die akkumulierte Wirkung mehrere Vorfruchtrückstände und der akkumulierten Wirkung mehrerer Rotationen auf alle Rotationen zusammen.

Ertragswirkung: Ertragsstabilität  
unter veränderten Klimabedingungen

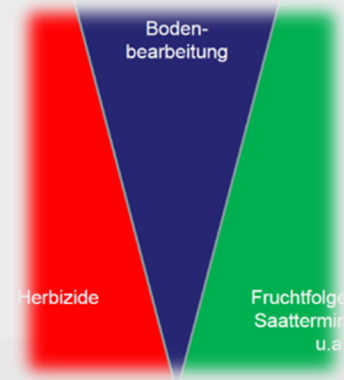
## 2. Fruchtfolge

### 2.2 Vorfrucht

Die Vorfrucht bestimmt die Intensität (Tiefe, Häufigkeit) der Bodenbearbeitung zur Etablierung der Hauptfrucht und nimmt somit direkten Einfluss auf die nachhaltige Wirtschaftlichkeit der Fruchtfolge.

#### Funktion der Vorfrucht:

- Lockerung des Unterbodens
- Mulchauflage als Erosionsschutz
- Nährstoffverfügbarkeit
- phytopathologisches Potential



Die Vorfrucht übernimmt somit eine Vielzahl wichtiger ackerbaulicher Funktionen

Sommerung: Zuckerrüben, Kartoffeln, Leguminosen (Bohne, Erbse, Lupine), Luzerne

Winterung: Winterraps, Klee gras

# Richtwerte für Fruchtfolgeanteile wichtiger Feldfrüchte

Halmfrüchte	
Weizen	33%
Wintergerste	40%
Sommergerste	50%
Roggen, Triticale	50%
Hafer	25%
Weizen und Gerste	67%
Getreide insgesamt	75%

Quelle: **verändert** nach Baeumer (1994)

Blattfrüchte	
Kartoffeln	40% ↗
Fu-/ZR-Rüben	33% <b>25!!</b>
Winterraps	25%
Kleegras	33%
Großkörnige Leguminosen	25% <b>20!!</b>
Fu-/ZR-Rüben und Kruziferen	33%
Körnermais	50%
Silomais	40%

# Rapsstoppel mit/ohne Fruchtfolge



© H. Hanhardt

**Ackerbau**

1979 in D West

2005 in D Ost

**Stabiles System:**

Keine „Überbeanspruchung“ von Herbiziden und Fungiziden, weite Fruchtfolgen, wendende Bodenbearbeitung, späte Aussaaten

Ungras- und Krankheitsprobleme weitestgehend beherrschbar

1982 Azolresistenz (shifting) bei Weizenmehltau

1983 **Herbizidresistenz bei Ackerfuchsschwanz (HRAC C)**

1998

*Die Folgen aus diesem Systemwechsel können durch den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln nicht mehr kompensiert werden*

2002

2004

2005 **Herbizidresistenz bei Windhalm (HRAC B)**

**Ackerbau**

2009 ff in D

**instabiles System:**

enge **Winterungsfruchtfolgen**, geringere **Bodeneingriffsintensität**, anfälliger Sorten, **vorgezogene Aussattermine**

**Herbizide, Fungizide, Insektizide an Leistungsgrenze angelangt**

Quelle: Dr. Balgheim

# Ackerbauliche Fehlentwicklungen n. G. Stemann

## ➤ Zu enge Fruchtfolgen über rd. 30 – 40 Jahre

- Raps – Weizen – Weizen (im Norden / Nordosten)
- Silomais (Veredelungsregionen, Bayern)
- Körnermais (Baden-W. / Bayern)
- Zuckerrüben (fabriknahe Standorte)
- Gemüse / Kartoffeln (in spezialisierten Betrieben)

## Fehlentwicklungen → Situation im Raps:

- Gefährdung durch Schadinsekten:
  - Erdflöhe, Kohlflye, Glanzkäfer, Rüssler, Läuse + Virose
  - **Resistenzentwicklung**
  - Verbot wirksamer Beizmittel (Neonicotinoide)
- Selektion von spezifischen Unkräutern (Rauke u.a.m.)
- Altraps – Problematik (dormantes Samenpotential)
- Anreicherung schwer bekämpfbarer Krankheiten
  - Kohlhernie, Sklerotinia, Verticillium ..., Phoma

## Fehlentwicklungen → Situation im Weizen:

- Zuchtfortschritt „kommt nicht an“:
  - = kaum noch Ertragssteigerungen
- Selektion von Ungräsern (AFU, Windhalm, Trespe)
- weiträumige **Resistenzausbreitung** bei AFU + Windhalm
  - AFU teils nicht mehr bekämpfbar
- Hoher Kostendruck durch massiven Herbizideinsatz
- Anreicherung schwer bekämpfbarer bodenbürtiger Krankheiten (Schwarzbeinigkeit, Halmbrech, Rhizoctonia)

## Fehlentwicklungen / neue Rahmenbedingungen

- Massive Probleme im Pflanzenschutz
  - jahrzehntelange Über - Strapazierung
- Galoppierende Resistenzentwicklungen
  - bei Herbiziden, Fungiziden, Insektiziden
- Fehlende Beizmittel zur Schädlingsabwehr (Läuse)
- Höherer Schädlingsdruck durch zunehmend mildes Klima
- Kaum noch bahnbrechende neue Wirkstoffe

## Fehlentwicklungen → Situation im Mais:

- Selektion schwer bekämpfbarer Unkräuter
- Massiver Herbizideinsatz, - Verträglichkeit + hohe Kosten
- Ausbreitung Zünsler, zonal Wurzelbohrer
- Verbreitung von Fusariosen + Rhizoctonia
- Zunahme Blattkrankheiten (Turcicum, Helminosporium)
- Verschlechterung Bodenstruktur (hohe Radlast / feuchter Boden)

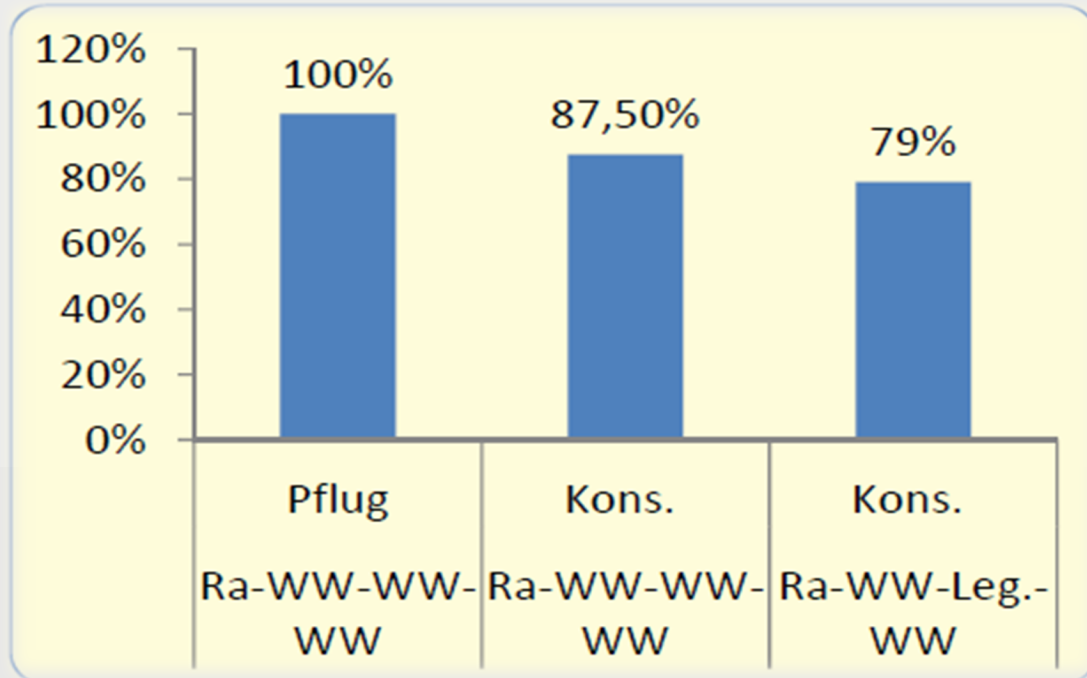
## Fehlentwicklungen / neue Rahmenbedingungen

### Zulassungsbedingungen:

- schärfere Auflagen => Zulassungstau
- „Pflanzenschutzreduktionsplan“ (EU-Zulassungsregelung)
  - Liste mit 77 zu substituierenden Wirkstoffen
  - enthält in jedem Bereich unverzichtbare Wirkstoffe
- Massive Einschränkung des chemischen Pflanzenschutzes
- vereinzelt keine Problemlösung mehr möglich
- in Befallsjahren / Befallsregionen → Ertragsausfälle

## Vorruchtwert 2.3

### Reduktion der Arbeitserledigungskosten



Quelle: Schneider & Lütke-Entrup, 2006

- ✓ Reduzierte Bodenbearbeitungsintensität
- ✓ Entzerrung von Arbeitsspitzen, insbesondere mit Sommerungen

Kosten der Arbeitserledigung (relativ) bei differenzierter Bodenbearbeitung und verschiedenen Fruchtfolgen in einem 300 ha Modellbetrieb; Durchschnitt von vier Standorten, 2003-2005.

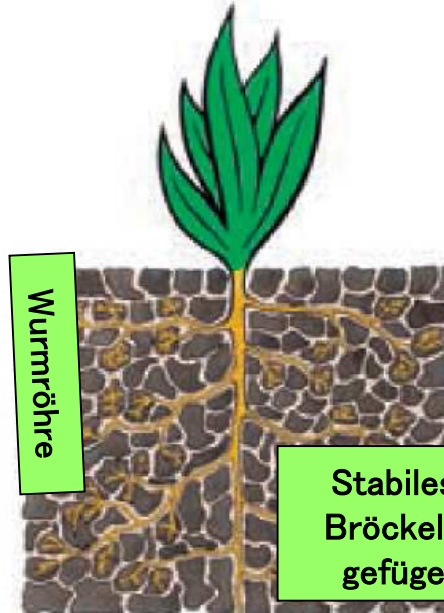
# Vorruchtwert 2.4

## Ertragspotenzial Bodenstruktur und Nährstoffverfügbarkeit

Die Bodenform bestimmt die Wasser- und Nährstoffkapazität eines Standortes !

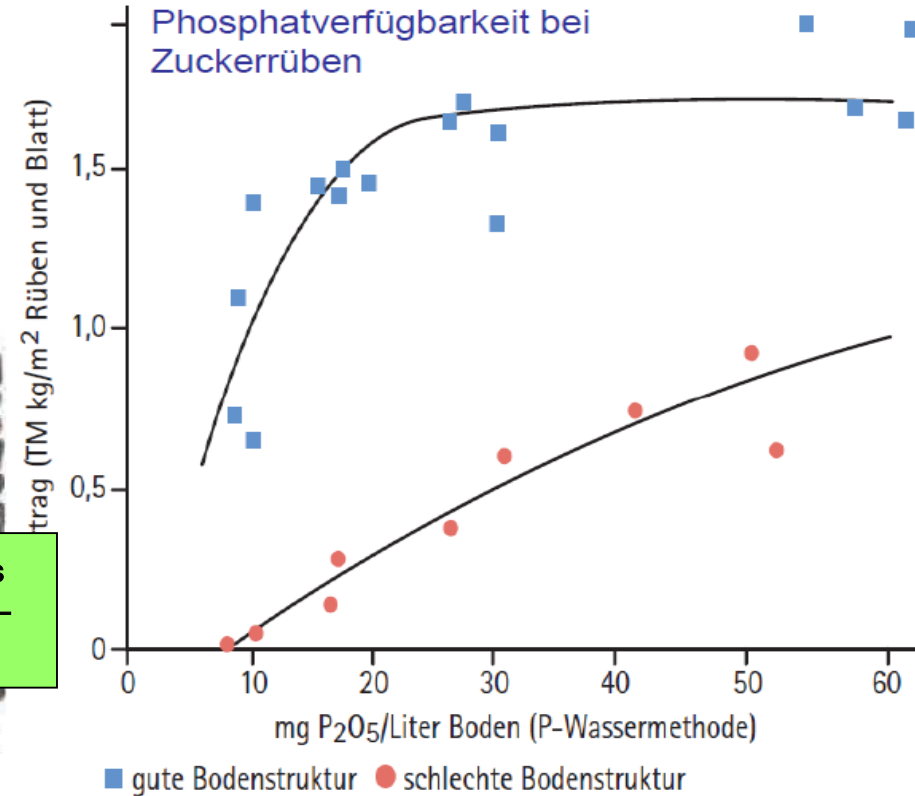


Bei schlechter Struktur ist die Nährstoffaufnahme auf wenige Bereiche beschränkt, so daß ein insgesamt höheres Nährstoffpotential vorhanden sein muß.



Eine gute Bodenstruktur ermöglicht eine optimale Durchwurzelung und damit eine gute Ausnutzung der gesamten Nährstoffe.

Lebendverbaute Krümelstruktur



**Eine schlechte Bodenstruktur kann teilweise durch höhere Nährstoffversorgung ausgeglichen werden !**

Quelle: Dr. Ilgen, 2003

## Wert der Vorfrucht 2.5

- ✓ N-Fixierung und Bereitstellung für die Folgekultur
- ✓ Humuslieferung
- ✓ Verbesserung der Bodenstruktur → Nährstoffverfügbarkeit!!
- ✓ Zunahme des Bodenlebens

→ Verbesserung der Bodengare

Folge: ca. 5 – 10 dt/ha GE

- Mehrerträge beider Folgekulturen
- Einsparung bei N-Düngemitteln
- Verringerter Aufwand für die Bodenbearbeitung

# Produktionsgestaltung und Auswirkungen auf die Kosten

Problembereiche enger, winterungsbetonter Fruchtfolgen	Auswirkungen auf
Ungrasbekämpfung, Resistenzen	Direktkosten (Herbizide) Bodenbearbeitung
Vermehrtes Auftreten von Fruchtfolgekrankheiten wie Halmbruch, Schwarzbeinigkeit, DTR, Fusarium, höherer N-Einsatz nach Getreidevorfrucht	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Direktkosten</li> <li>- Fungizide</li> <li>- Herbizide</li> </ul>
Hohe Arbeitsspitzen Schlechte Arbeitszeitverteilung	Geringe Ausnutzung von Maschinen und Arbeitskräften
Kurze Anbaupausen zwischen den Hauptkulturen Höherer Maschinenbesatz	Intensive (teure) Bodenbearbeitung notwendig, um Ernterückstände einzuarbeiten und eine störungsfreie Aussaat zu sichern

**Resultat:** Mulchsaat ist machbar, Direktsaat ist kaum möglich, Pflugsaat verringert die Probleme, aber hohe Direktkosten und hohe Kosten der Arbeitserledigung

## AFU 2021 trotz Kerb Flo-Anwendung



Foto: F. Käufler



Foto: F. Käufler

Hier fehlt eine Bekämpfung des Afu im 3-Blatt Stadium (NAH) mit Select 240 EC oder/und Focus ultra vor dem Einsatz des Kerb Flo.

## 3.1 Fruchtfolge und Auftreten von Rapskrankheiten

Krankheit	Krankheitsparameter	Rapsanteil	
		17 %	33 %
Phoma Wurzelhals- und Stängelfäule	Befallsstärke 1-9	2,8	4,7
Weißstängeligkeit	% befallene Pflanzen	2,1	10,3
Verticillium	% befallene Pflanzen	12,3	42,2
Kohlhernie	% befallene Pflanzen	0	1,6
Alternaria – Rapsschwärze	Befallsstärke 1-9	2,8	4,2

Getreidemagazin 03/2023; LALF; Schulz und Steinbach,

# Wie tief muss der Boden bearbeitet werden

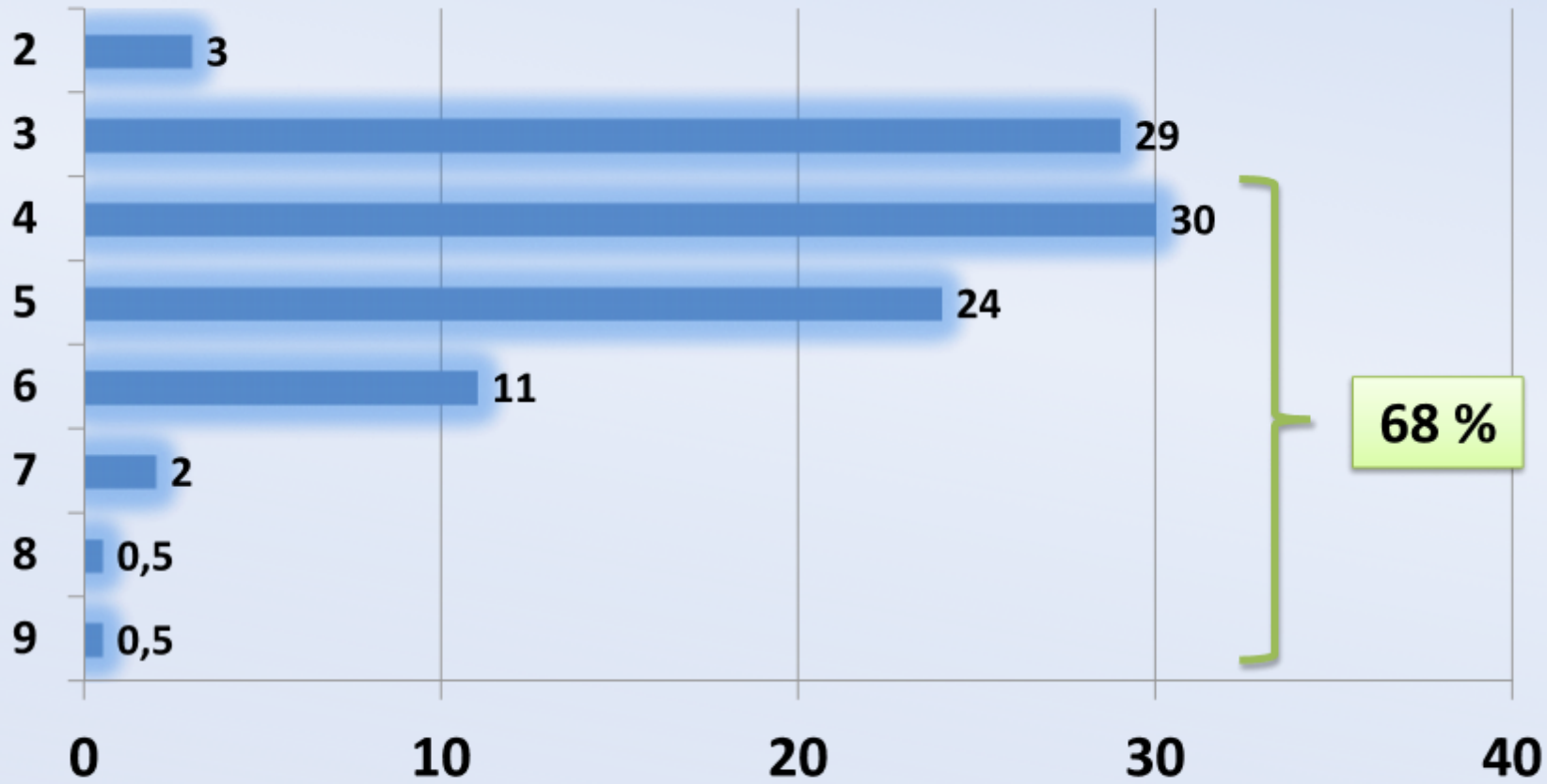
## Kriterium:

## Einstufung

<b>Fruchtfolge / Fruchtwechsel</b>	<b>eng</b> Halmfrucht-betont, kurze Intervalle		<b>weit</b> je 50 % Halm-/ Blattfrucht
<b>Strohanfall</b>	<b>hoch</b>	<b>mittel</b>	<b>gering</b>
<b>Strohzerkleinerung</b>	<b>mäßig</b>	<b>normal</b>	<b>gut</b>
<b>Bodenaktivität</b>	<b>gering</b>	<b>mittel</b>	<b>hoch</b>
<b>Konsequenzen:</b>			
<b>Häufigkeit Überfahrten</b>	<b>3</b>	<b>2 bis 3</b>	<b>1 – 2</b>
<b>Bearbeitungstiefe</b>	<b>tief</b>	<b>mittel</b>	<b>flach</b>
<b>Werkzeug</b>	<b>breit, kombiniert</b>		<b>schmal, einfach</b>
<b>Managementanforderung</b>	<b>sehr hoch</b>	<b>mittel</b>	<b>gering</b>

# Konservierende Bodenbearbeitung im Urteil der Praxis

## Fruchtfolgegestaltung: Anz. Kulturarten (1. FF)



68 %

n = 168

## 3.2 weiche Fruchtfolgewirkungen n. Stemmann, FH Soest 2020

- ✓ Unterbrechung von Infektionskreisläufen
  - ✓ Keine Selektion spezifischer Unkräuter / Ungräser
  - ✓ Wirkstoffwechsel beim Einsatz von PSM
  - ✓ Reduzierung der Behandlungsfrequenz von PSM z.B. 4→2
  - ✓ Keine einseitigen Nährstoffentzüge
  - ✓ Rückführung unterschiedlicher Erntereste (Mikro-Nährstoffe)
  - ✓ Humushaushalt: Wechsel Humuszehrer / Humusmehrer
  - ✓ Vorfruchteffekte: Blattfrucht – Halmfrucht und Winterung - Sommerung
  - ✓ Differenzierte Durchwurzelung (Büschel-, Pfahlwurzler)
  - ✓ Aktivierung Bodenleben / Antagonisten
  - ✓ Bildung stabiler „biogener“ Bodenstruktur (Lebendverbauung)
  - ✓ Erweiterung Handlungsspielraum für ackerbauliche Maßnahmen
- ✓ Förderung der **BODENFRUCHTBARKEIT** durch komplexe Wechselwirkungen zum Nutzen der Produktionstechnik

## Fazit

### bedarf auch der Fachkompetenz des Gesetzgebers

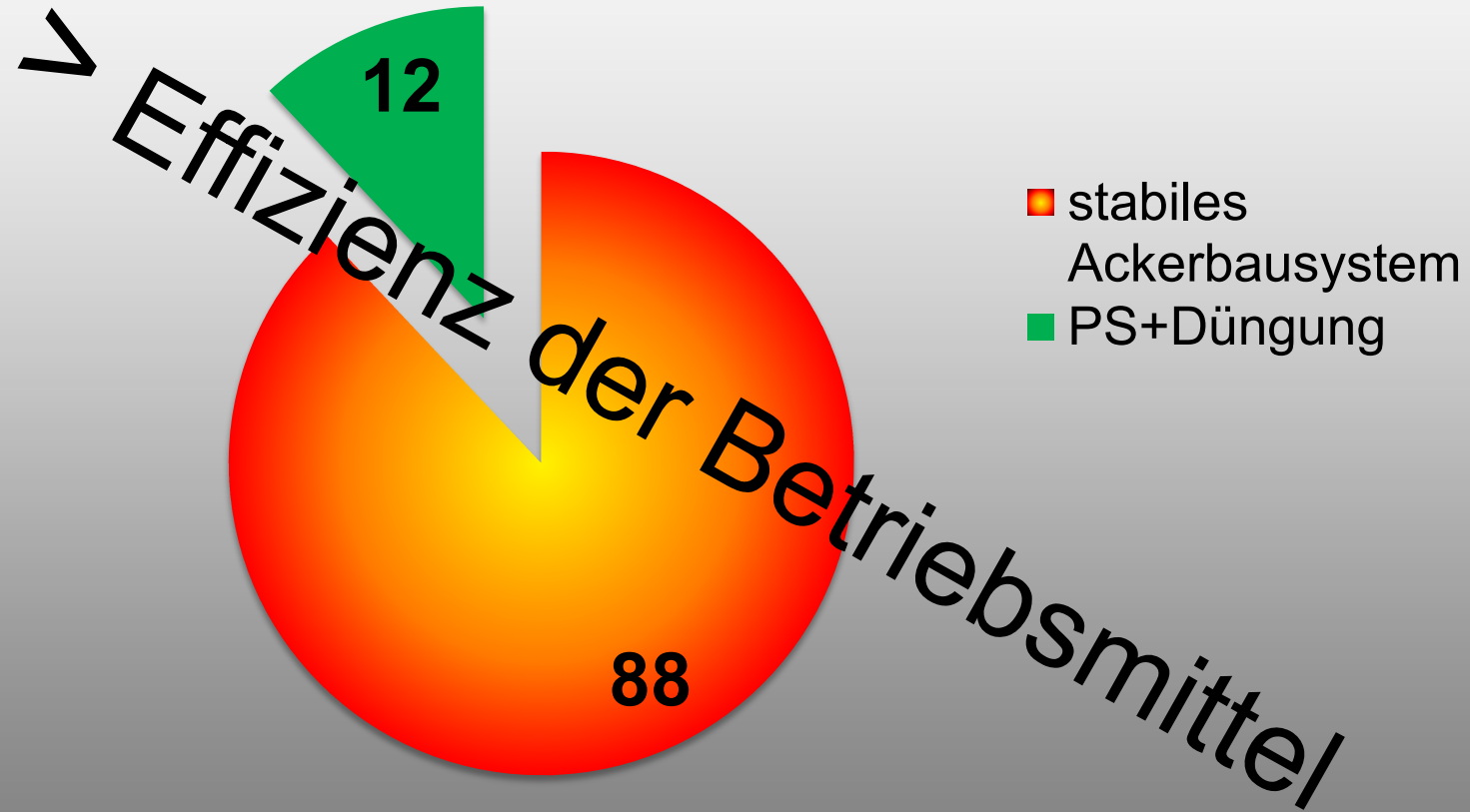
- Fruchtfolge ist der Schlüssel für hohe, preiswerte Naturalerträge
  - Fruchtfolge ist der Schlüssel für positive Umweltwirkungen (PS-Reduktion)
  - Fruchtfolge bedarf langjähriger, wissenschaftlicher Begleitung (aktuell im Defizit)
- Modell- und Demonstrationsvorhaben sind unzureichende Maßnahmen
- Fruchtfolge erfüllt ebenso die gesellschaftlichen Forderungen, als auch pflanzenbauliche

= Fruchtfolgen heben Wirkungsgrade der Betriebsmittel  
und verbessern die Wirtschaftlichkeit

Forderung / Ziel:

Fruchtfolge Dauerversuche

# Zusammenfassung



verändert n. Stephen Moss

# Danke für Ihre Geduld



Wertvolle Anregungen  
verdanken wir:

- Dr. J. Frahm †
- Günter Klingenhagen
- Jochen Kreiselmaier
- Prof. Dr. Lütke-Entrup †
- Günter Stemann †  
und  
allen Bauern