

# Möglichkeiten und Grenzen der pfluglosen Bodenbearbeitung im ökologischen Ackerbau

Knut Schmidtke



## Warum bearbeiten wir den Boden?



Warum ist ein Wirtschaftsgrünland auch ohne Bodenbearbeitung ertragreich?

- Boden ist leicht verdichtet, aber mit kontinuierlichem Porensystem durchzogen
- tiefreichend durchwurzelbar: chemisch und physikalisch
- Unkräuter werden durch Schnitt, Beweidung und Nachsaat reguliert
- intensiver Umsatz organischer Substanz durch Bodenorganismen einschließlich vertikaler Nährstoffumverteilung

**Bodennutzungs-  
system mit  
selbst-  
regulierender  
Bodenstruktur**



In der Schweiz ist der Regenwurm Tier des Jahres 2011. © FiBL; Bild: T. Alföldi

**Intensität der Bodenbearbeitung erfolgreich reduzieren heißt:  
den Motor Pflanzen für den Boden auf Höchstleistung bringen**



**Bodenbearbeitung reduzieren**

**Leistungen der Pflanzen für den Boden intensivieren**

**Marktfrucht**



**Zwischenfrucht**



**Futterleguminose**



# Intensität der Bodenbearbeitung erfolgreich reduzieren heißt: den Motor Pflanzen für den Boden auf Höchstleistung bringen



Bodenbearbeitung reduzieren

Leistungen der Pflanzen für den Boden intensivieren

Marktfrucht



Zwischenfrucht - Mulch



## Über Bodenruhe und Höchstleistungen der Pflanzen Bodenorganismen fördern, vor allem Regenwürmer



Tab. 1: Anzahl und Biomasse von Regenwürmern in langjährig konventionell und ökologisch bewirtschafteten Ackerböden

(Ergebnisse Metastudie Jung Schmidtke 2019, 2020)

	Anzahl Regenwürmer (Individuen/m <sup>2</sup> )	
	konventionell	ökologisch
Mittel	<b>130,8</b>	<b>264,9</b>
Minimal	2,1	3,2
Maximal	512	1243

Tab. 1: Anzahl und Biomasse von Regenwürmern in langjährig konventionell und ökologisch bewirtschafteten Ackerböden

(Ergebnisse Metastudie Jung & Schmidtke 2019, 2020)

	Anzahl Regenwürmer (Individuen/m <sup>2</sup> )		Regenwurm-Biomasse (g Frischmasse/m <sup>2</sup> )	
	konventionell	ökologisch	konventionell	ökologisch
<b>Mittel</b>	<b>130,8</b>	<b>264,9</b>	<b>46,8</b>	<b>85,7</b>
<b>Minimal</b>	2,1	3,2	1,4	3,2
<b>Maximal</b>	512	1243	305	284

## Tab. 2: Klassifikation der ökologischen Landwirtschaft hinsichtlich der Anzahl und Biomasse von Regenwürmern im Vergleich zur konventionellen Landwirtschaft (VGP = Vergleichspaare)

(Ergebnisse Metastudie Jung Schmidtke 2019, 2020)

		Anzahl Studien	Anzahl der VGP			Anteil (%) der VGP				
			Öko +	Öko =	Öko -	0	25	50	75	100
Regenwurm	Anzahl	21	41 (13)	17 (0)	6 (2)	64 %			27 %	9 %
	Biomasse	17	59 (39)	30 (0)	4 (1)	63 %			32 %	5 %
<p> <span style="color: green;">■</span> Öko + Höhere Anzahl/Biomasse von Regenwürmern in der ökologischen Landwirtschaft (signifikant bzw. &gt; +20 %)           <span style="color: blue;">■</span> Öko = Vergleichbare Anzahl/Biomasse von Regenwürmern in der ökologischen Landwirtschaft (nicht signifikant bzw. +/-20 %)           <span style="color: red;">■</span> Öko - Niedrigere Anzahl/Biomasse von Regenwürmern in der ökologischen Landwirtschaft (signifikant bzw. &lt; -20 %)         </p>										
<p>Zahlen in Klammern beziehen sich auf die Anzahl der Vergleichspaare (VGP) mit statistisch signifikanten Ergebnissen. Falls in den Studien keine Angaben zur Signifikanz vorlagen, erfolgte die Klassifizierung mit Hilfe prozentualer Schwellenwerte.</p>										



Erfolgreiches Beispiel langjährig reduzierter Bodenbearbeitung  
im ökologischen Landbau: Betrieb Sepp Braun, Freising, Bayern



### Fruchtfolge

1. Jahr: **Kleegras**
2. Jahr: **Kleegras**
3. Jahr: **Hafer/Leindotter + Kleeuntersaat**
4. Jahr: **Winterweizen + Klee Kräuteruntersaat**  
(Herbstaussaat)
5. Jahr: **Klee Kräutergras**
6. Jahr: **Hafer/Leindotter mit Kleeuntersaat**
7. Jahr: **Winterroggen + Klee Kräuteruntersaat**

**Ergebnis: 300 Regenwürmer je m<sup>2</sup>, ca. 40 t Regenwurm Kot je ha und Jahr**

## Warum bearbeiten wir den Boden im Acker?

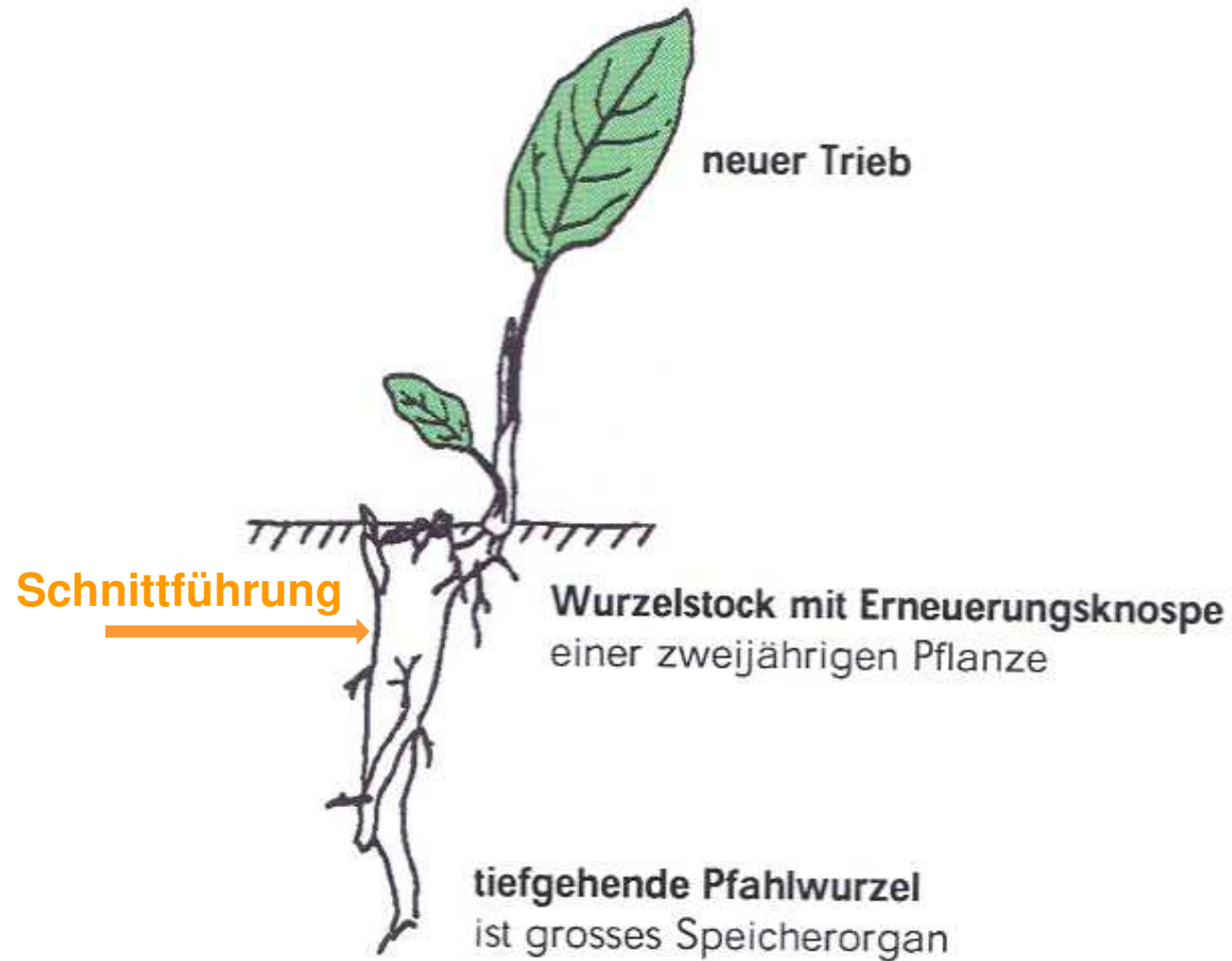


**Ziel der Bodenbearbeitung:  
Ertragsniveau eines ohne Boden-  
bearbeitung bewirtschafteten  
Standortes soll deutlich  
angehoben werden**

### Gründe für Bodenbearbeitung

- Beseitigung von Unkräutern: Samen- und Wurzelunkräuter und Futterleguminosengras-Beständen

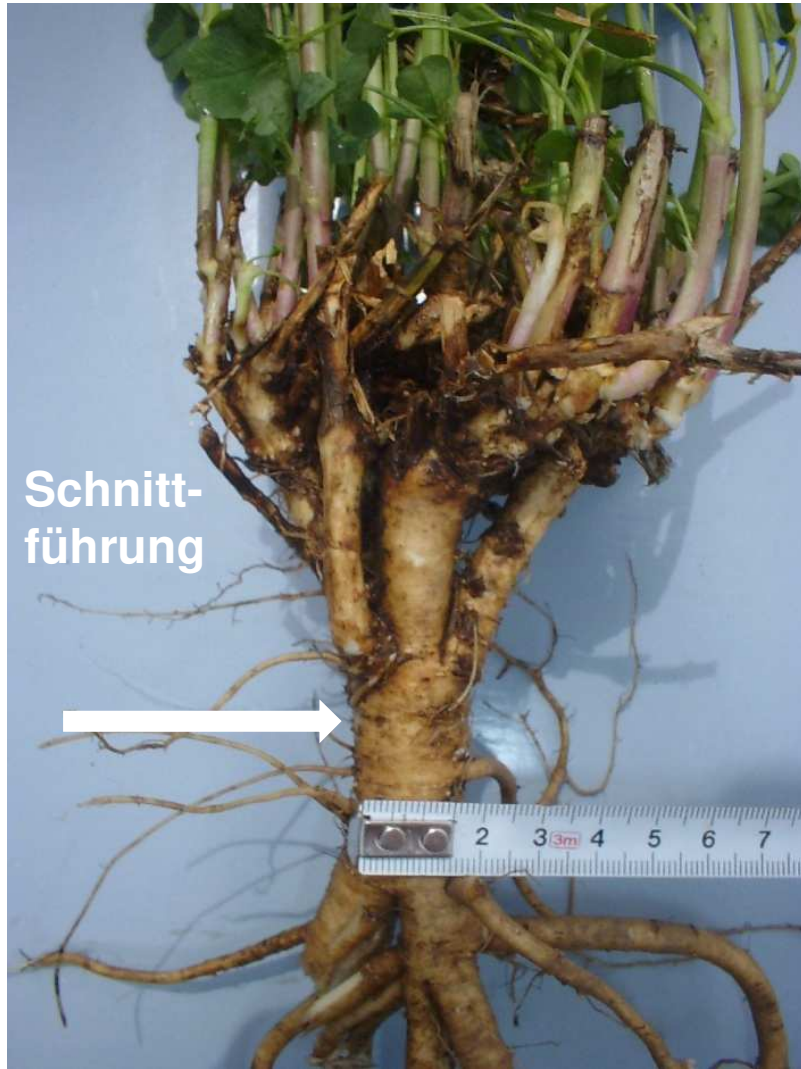
# Krauser und Stumpfblättriger Ampfer



## Ackerkratz- und Ackergänsedistel



Luzerne



Rotklee





**Abb. 1: Stoppelhobel**



**Abb. 2: Schälffurche mit Stoppelhobel am Standort Köllitsch, Arbeitstiefe ~ 7 cm**



**Abb. 3: Grubber mit Gänsefußscharen**





**Bild: Baumert 2011**

**Abb. 4: Nicht flächig arbeitende Bodenbearbeitung mit dem Grubber**



**Ackerquecke (*Elymus repens* L.)**

Bildquelle: Pflanzenschutzdienst Baden-Württemberg  
sprossbürtige unterirdisch wachsende Ausläufer



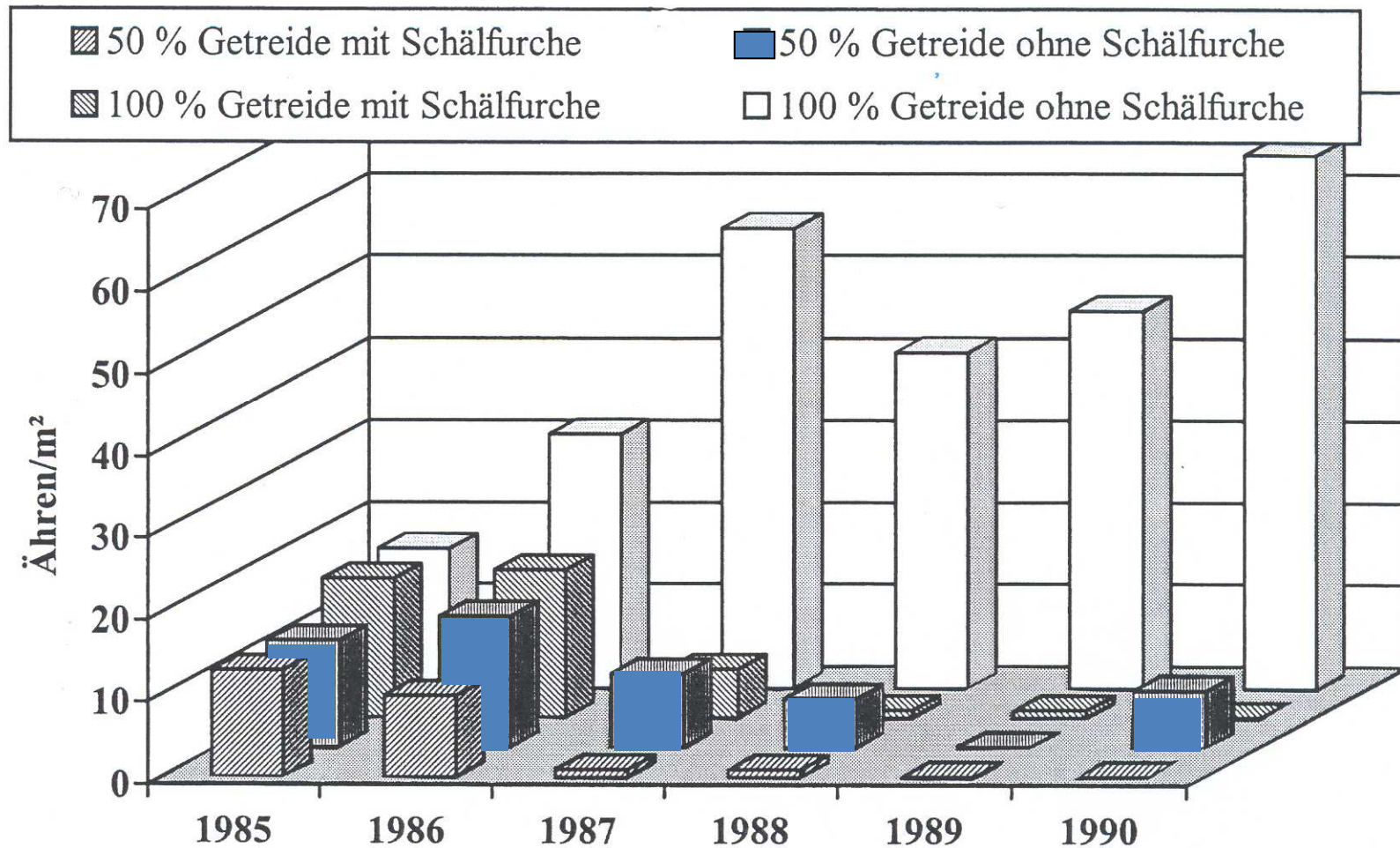


Abb. 5: Einfluss des Getreideanteils in der Fruchtfolge und der Stoppelbearbeitung mit dem Schälpflug auf das Auftreten der Ackerquecke (Pallut 2002)

# Schälpflug





Quelle: <https://de.cmn.dk/landbrugsmaskiner/quecken-killer/>

Erfolgreiches Beispiel langjährig reduzierter Bodenbearbeitung  
im ökologischen Landbau: Betrieb Sepp Braun, Freising, Bayern



### Fruchtfolge

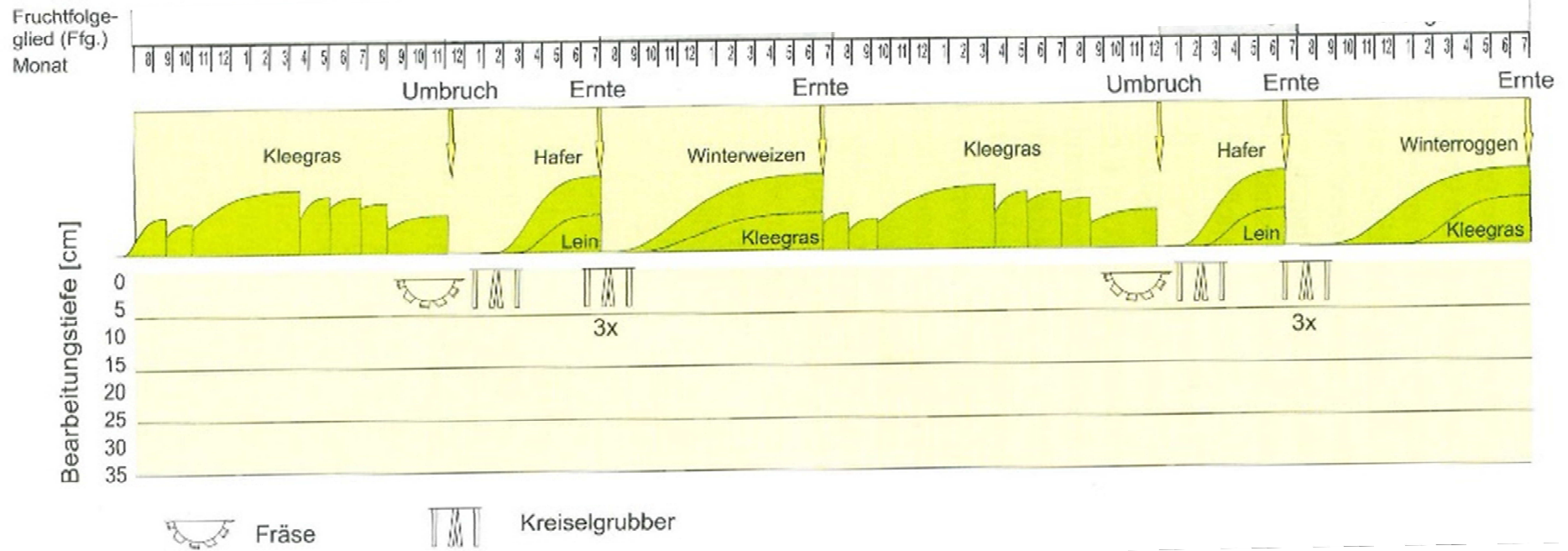
1. Jahr: **Kleegras**
2. Jahr: **Kleegras**
3. Jahr: **Hafer/Leindotter + Kleeuntersaat**
4. Jahr: **Winterweizen + Klee Kräuteruntersaat**  
(Herbstaussaat)
5. Jahr: **Klee Kräutergras**
6. Jahr: **Hafer/Leindotter** mit **Kleeuntersaat**
7. Jahr: **Winterroggen + Klee Kräuteruntersaat**

### Bodenbearbeitung max. 6 cm tief

- Fräse + Stoppelhobel (Kleegrasumbruch im Winter)
- Kreiselegge zur Saat des Hafers/Leindotter
- Direktsaat von Winterweizen und Winterroggen nach  
Mulchen der Kleeuntersaat-Gemenge (nicht winterharte Arten)

**Ergebnis: 300 Regenwürmer je m<sup>2</sup>, ca. 40 t Regenwurm Kot je ha und Jahr**

# Fruchtfolge und Bodenbearbeitung im Betrieb Sepp Braun, Freising



Quelle: KTBL-Heft 73

## Warum bearbeiten wir den Boden im Acker?



**Ziel der Bodenbearbeitung:  
Ertragsniveau eines ohne Boden-  
bearbeitung bewirtschafteten  
Standortes soll deutlich  
angehoben werden**

### Gründe für Bodenbearbeitung

- Beseitigung von Unkräutern: Samen- und Wurzelunkräuter und Futterleguminosengras-Bestände
- Schaffung eines optimalen Saatbettes





**Abb. 6: „Hairpinning-Effekt“  
bei Direktsaat**



**Abb. 7: Saatgutablage mit Doppelscheibenschar auf der eingedrückten Mulchauflage**

(Foto: Mick 2010, HTW Dresden)

## Warum bearbeiten wir den Boden im Acker?

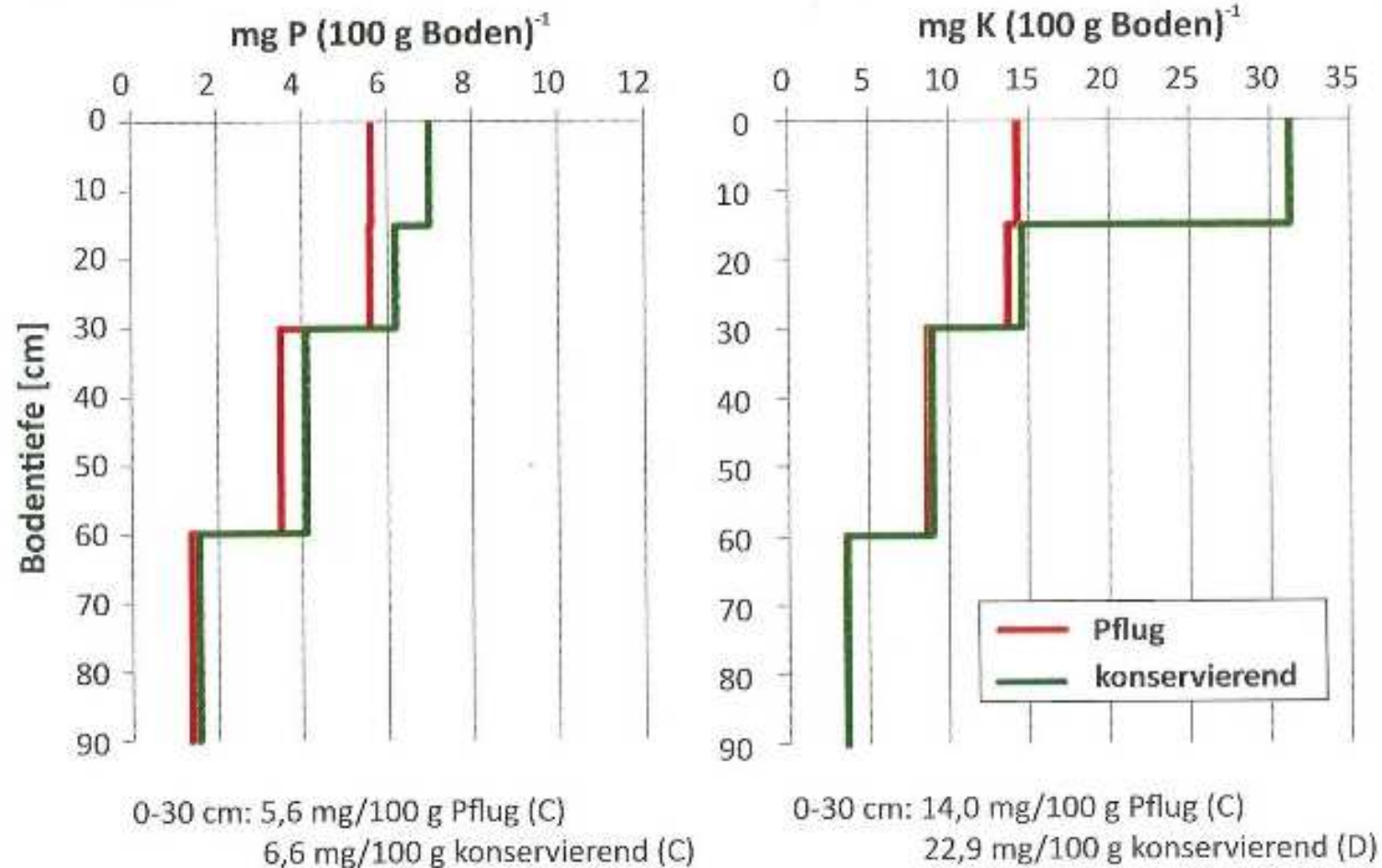


**Ziel der Bodenbearbeitung:  
Ertragsniveau eines ohne Boden-  
bearbeitung bewirtschafteten  
Standortes soll deutlich  
angehoben werden**

### Gründe für Bodenbearbeitung

- Beseitigung von Unkräutern: Samen- und Wurzelunkräuter und Futterleguminosengras-Bestände
- Schaffung eines optimalen Saatbettes
- N-Mineralisation im Boden steigern
- Einebnen der Bodenoberfläche
- rasches Einarbeiten von Ernterückständen und Wirtschaftsdüngemitteln
- Nährstoffe im Boden vertikal verteilen

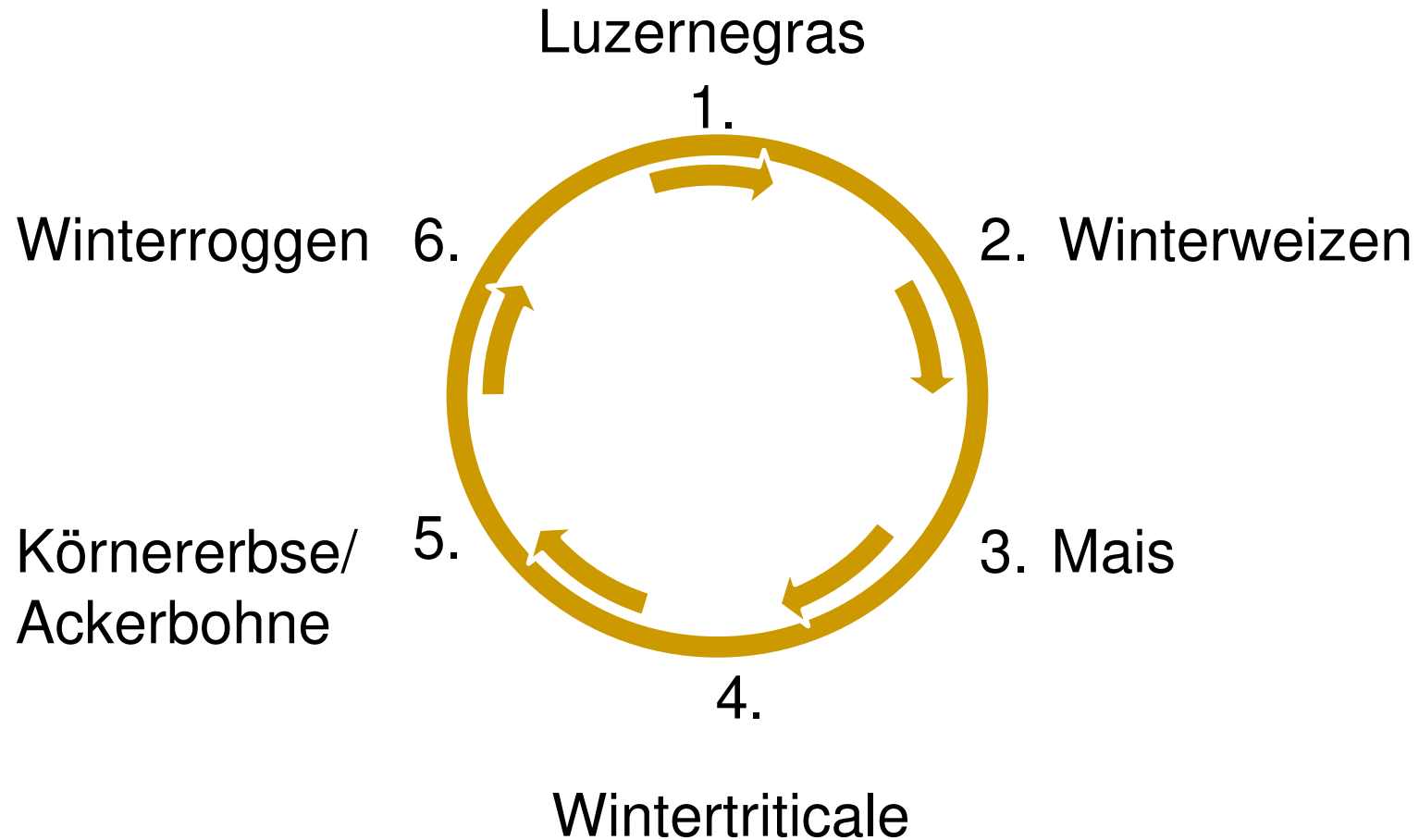




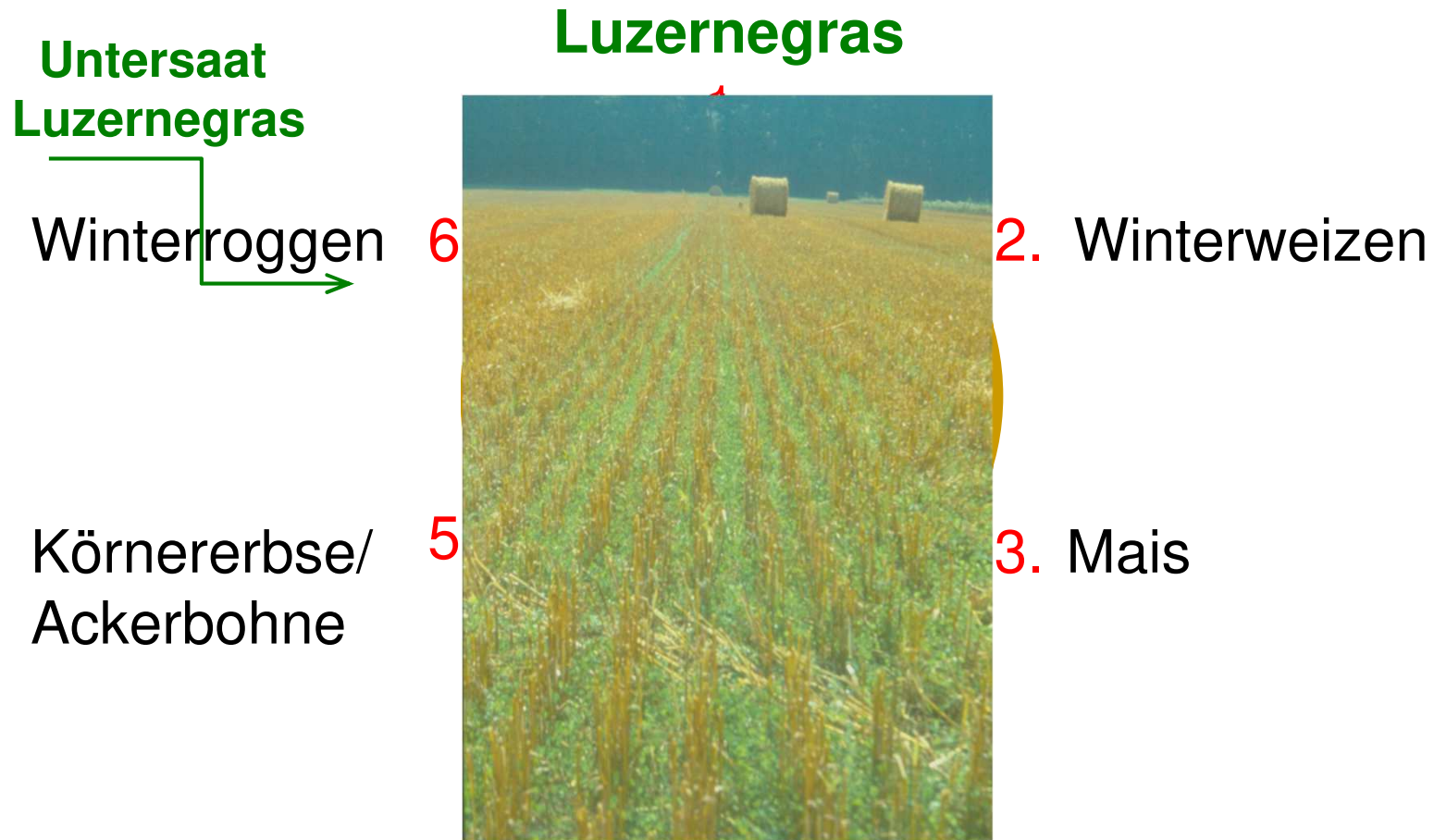
**Abb. 6: Einfluss der langjährig (17 Jahre) unterschiedlichen Bodenbearbeitung Pflug (18 bis 30 cm) versus Grubber (12 bis 15 cm) auf die Verteilung pflanzenverfügbarer Nährstoffe im Bodenprofil**

(Deubel & Orzessek 2011)

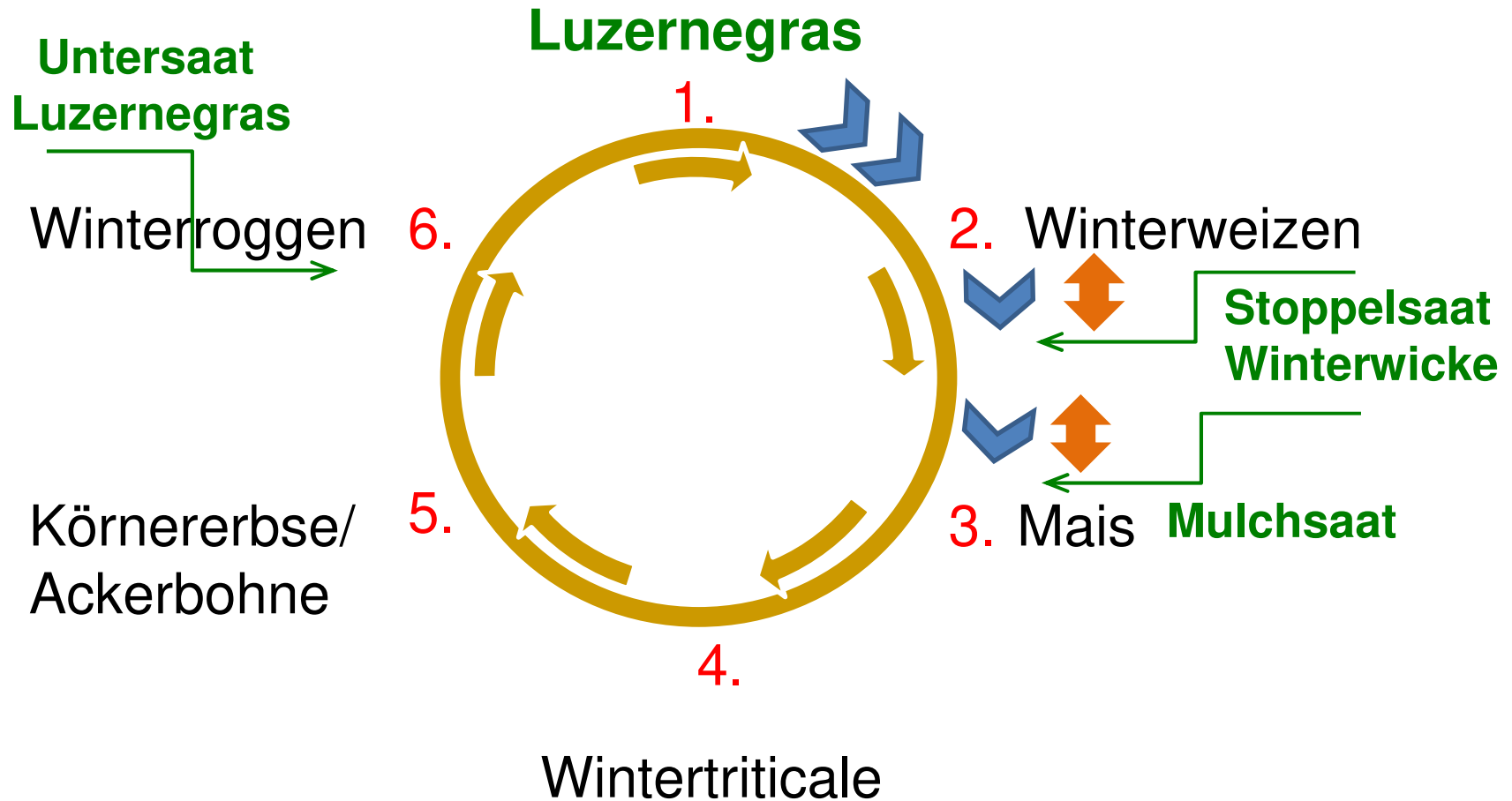
# Optionen der reduzierten Bodenbearbeitung und Direktsaat im ökologischen Landbau



# Optionen der reduzierten Bodenbearbeitung und Direktsaat im ökologischen Landbau



# Optionen der reduzierten Bodenbearbeitung und Direktsaat im ökologischen Landbau





Pflug nach Klee gras



Mulchsaat nach abgeernteter GPS



Direktsaat nach GPS



Direktsaat nach Wintererbse



Direktsaat nach Winterwicke



Mulchsaat in gemulchte Winterwicke

**Abb. 7: Einfluss der Zwischenfrucht und der Intensität der Bodenbearbeitung auf die Maisentwicklung 33 Tage nach der Saat (Dierauer et al. 2016)**

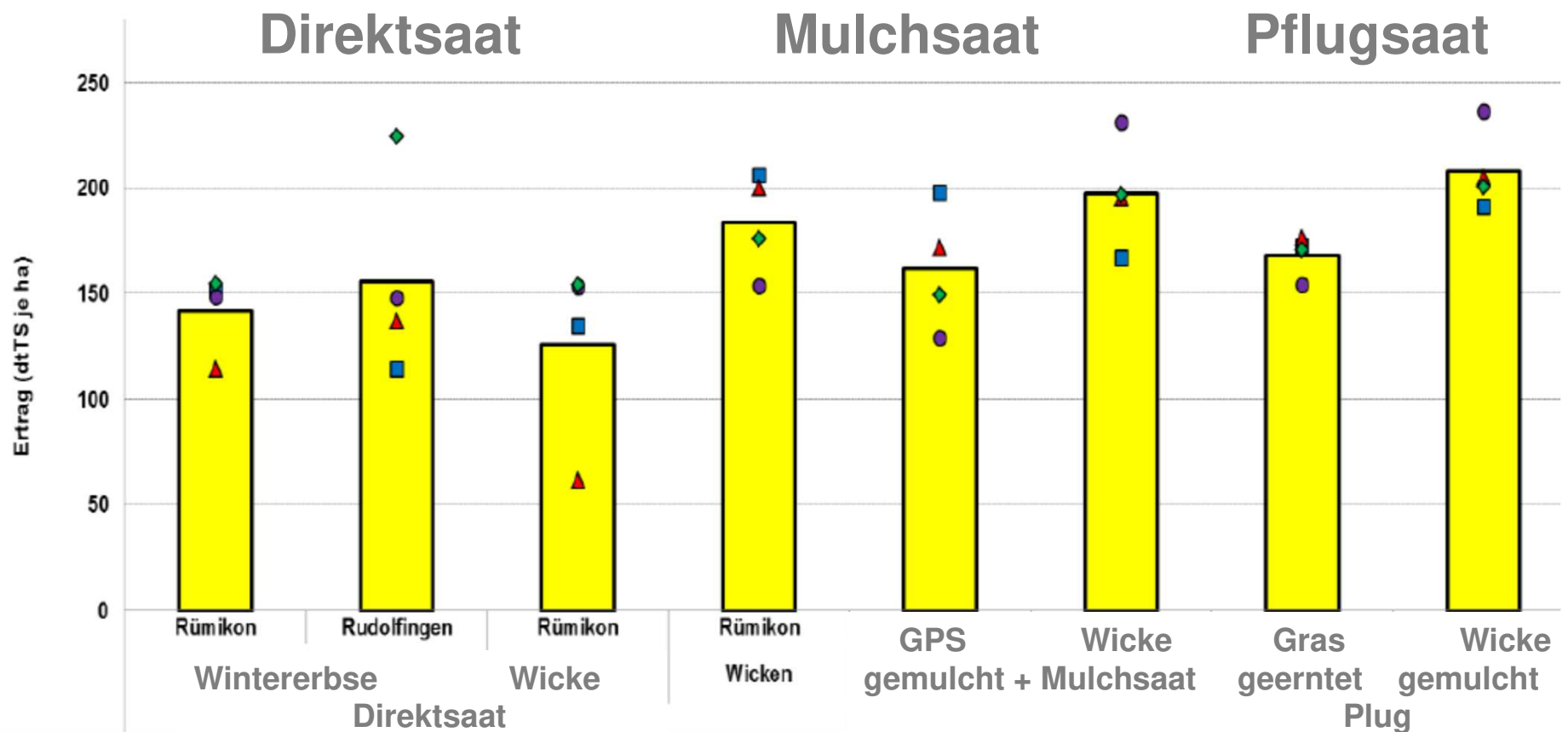
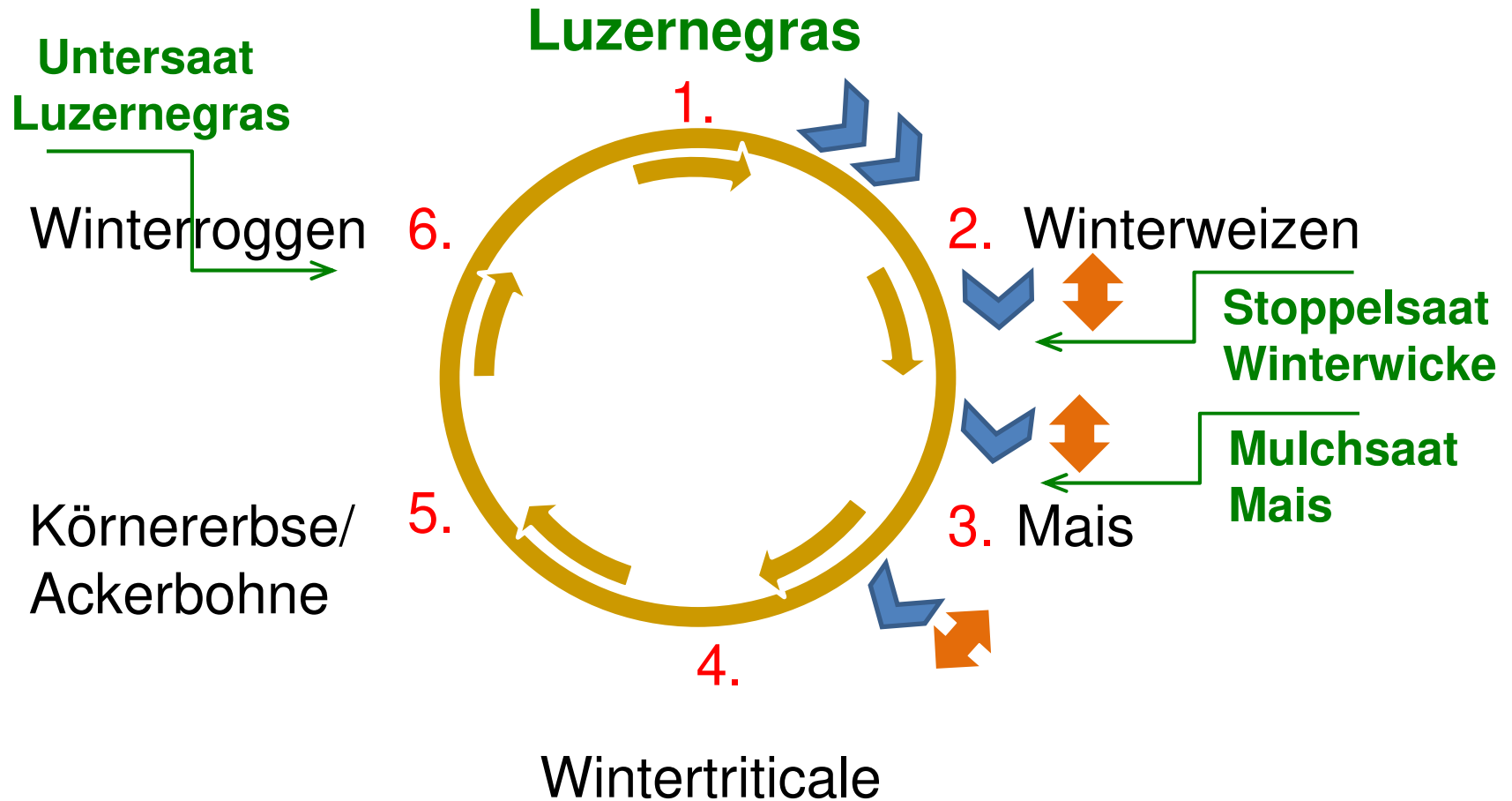


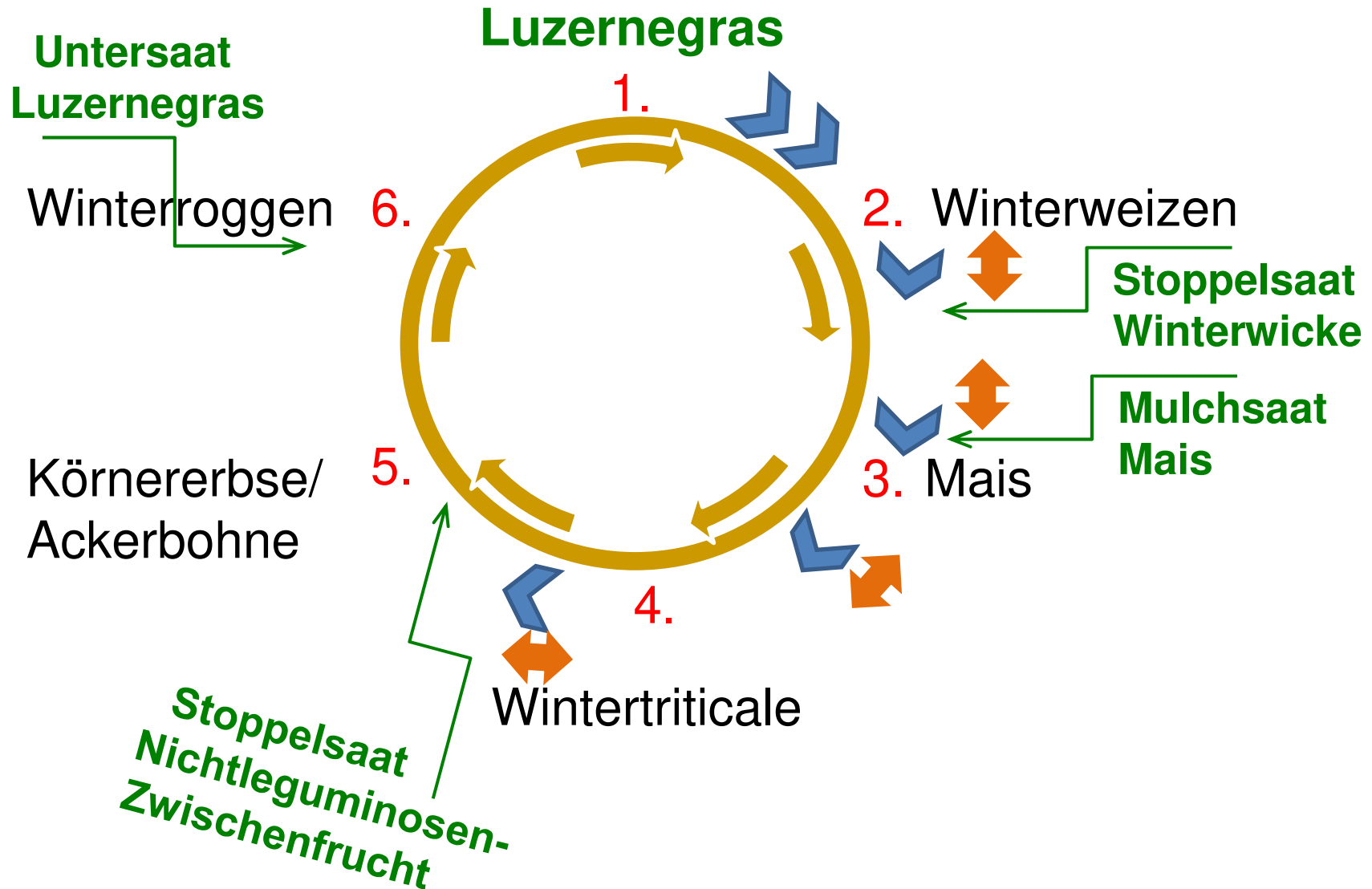
Abb. 8: Einfluss der Zwischenfrucht und der Intensität der Bodenbearbeitung auf den Silomaisertrag (Dierauer et al. 2016)



# Optionen der reduzierten Bodenbearbeitung und Direktsaat im ökologischen Landbau



# Optionen der reduzierten Bodenbearbeitung und Direktsaat im ökologischen Landbau





**Ziel ist es, nichtlegume Zwischenfrüchte anzubauen mit dem Ziel:**

1. Schnelle Bodenbedeckung und Unkrautunterdrückung
2. Tiefreichende Reduktion des Nmin-Vorrates im Boden
3. Bildung hoher Mengen an Mulchauflage über Biomasse der Sprossachse
4. Bildung hoher Anteile schwerer abbaubarer Zwischenfrucht-Biomasse mit weitem C/N-Verhältnis

## Getestete nichtlegume Zwischenfrüchte

**Hanf**



**Buchweizen**



## Getestete nichtlegume Zwischenfrüchte

### Sonnenblume



### Senf



## Getestete nichtlegume Zwischenfrüchte

### Schwarzhafer



### Sommerroggen



## Direktsaat von Körnerleguminosen nach nichtlegumen Zwischenfrüchten



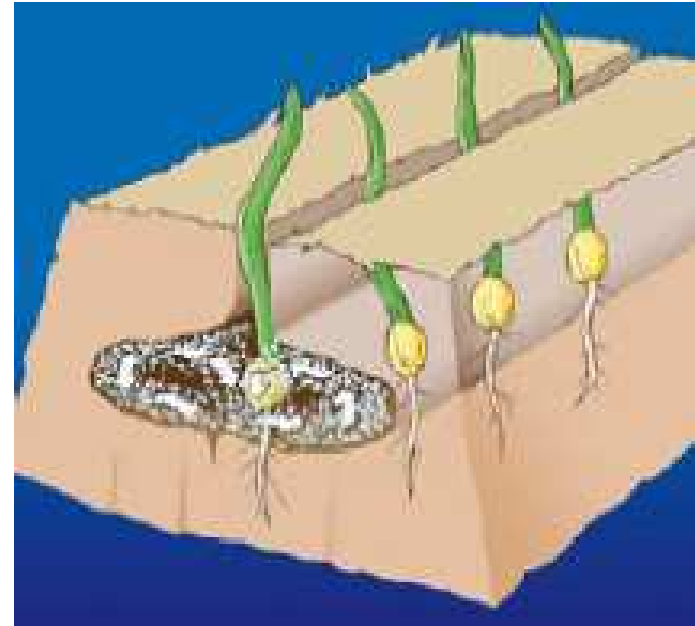
# Direktsaatparzellendrillmaschine der HTW Dresden





# Cross slot Direktsaataggregat





**Abb. 9: Schema zur Saatgut- und Düngemittelablage des Cross-Slot-Säaggregates**

## Anforderungen an ein Direktsaataggregat



- Minimalinvasiven Eingriff in den Boden bei der Saatgutablage erzielen
- Exaktes Durchschneiden der Mulchauflage ohne ein „Eindrücken“ von Ernterückständen in den Saatschlitz
- Präzise Tiefenablage des Saatgutes auch in dichtlagernde Böden
- Vollständiger Verschluss des Saatschlitzes nach Ablage des Saatgutes in den Boden



## Vorteile des Cross-slot-Schares in der Direktsaat nachweisbar?



**Direktsaat-Parzellendrillmaschine  
mit Cross-slot-Scharsystem**



**Semeato Doppelscheibenschar-  
Direktsaatsämaschine**

(Foto: Mick 2010, HTW Dresden)



**Abb. 10: Direktsaat der Sojabohne nach Zwischenfrucht Schwarzhafer mit und ohne Mulchauflage mit Roggenstroh (Foto: Mick 2010)**

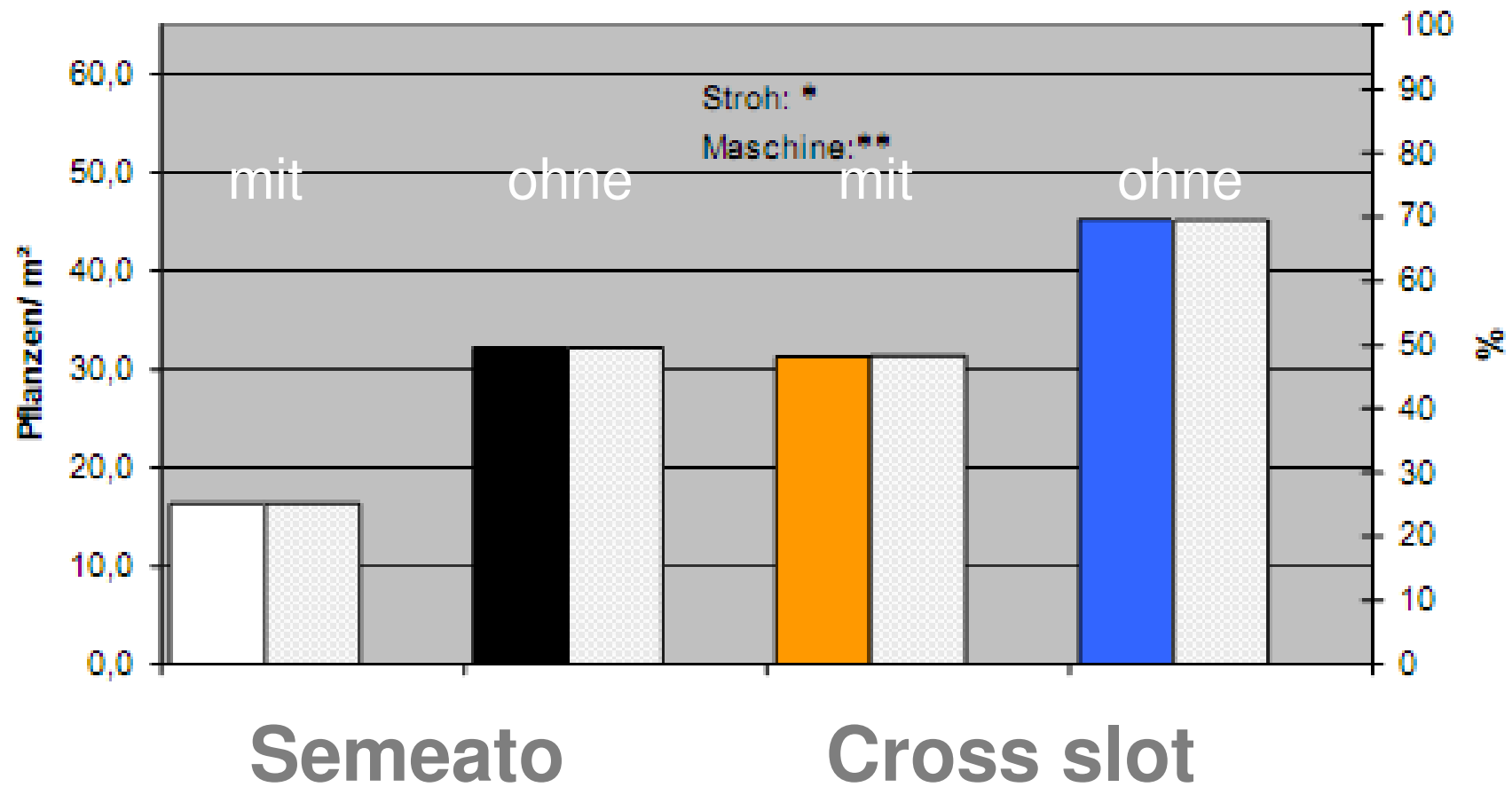


Abb. 11: Direktsaat der Sojabohne nach Zwischenfrucht Schwarzhafer als Funktion der Direktsaatmaschine und der Mulchauflage mit Roggenstroh (Mick 2010, HTW Dresden)



**Abb. 12: Unzureichend verschlossener Saatschlitz bei Direktsaat mit Doppelscheibenschar** (Foto: Mick 2010, HTW Dresden)





**Abb. 13: „Hairpinning-Effekt“  
bei Direktsaat**

(Foto: Mick 2010, HTW Dresden)

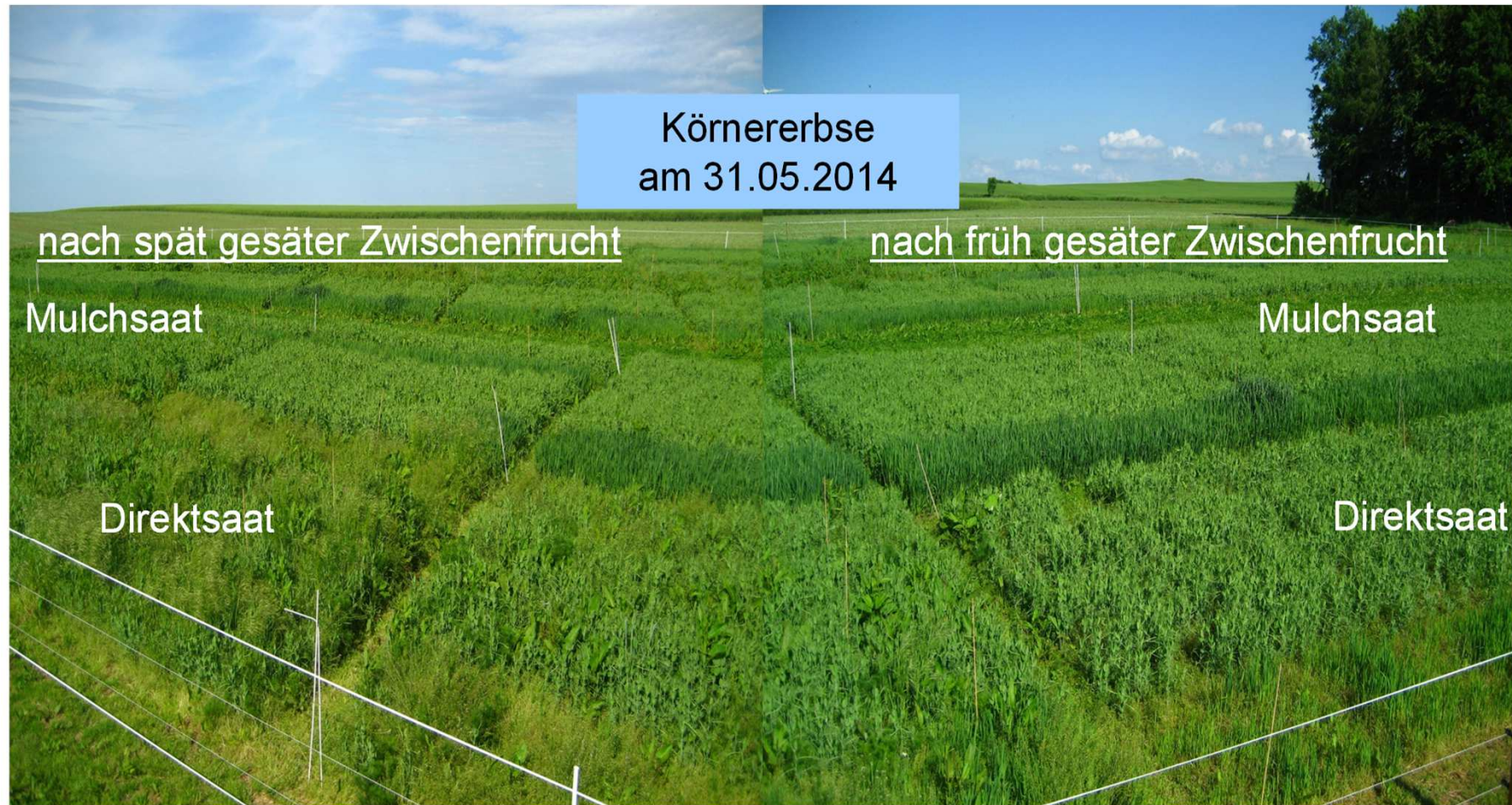


**Abb. 14: Saatgutablage mit Doppelscheibenschar auf der eingedrückten Mulchauflage**

(Foto: Mick 2010, HTW Dresden)

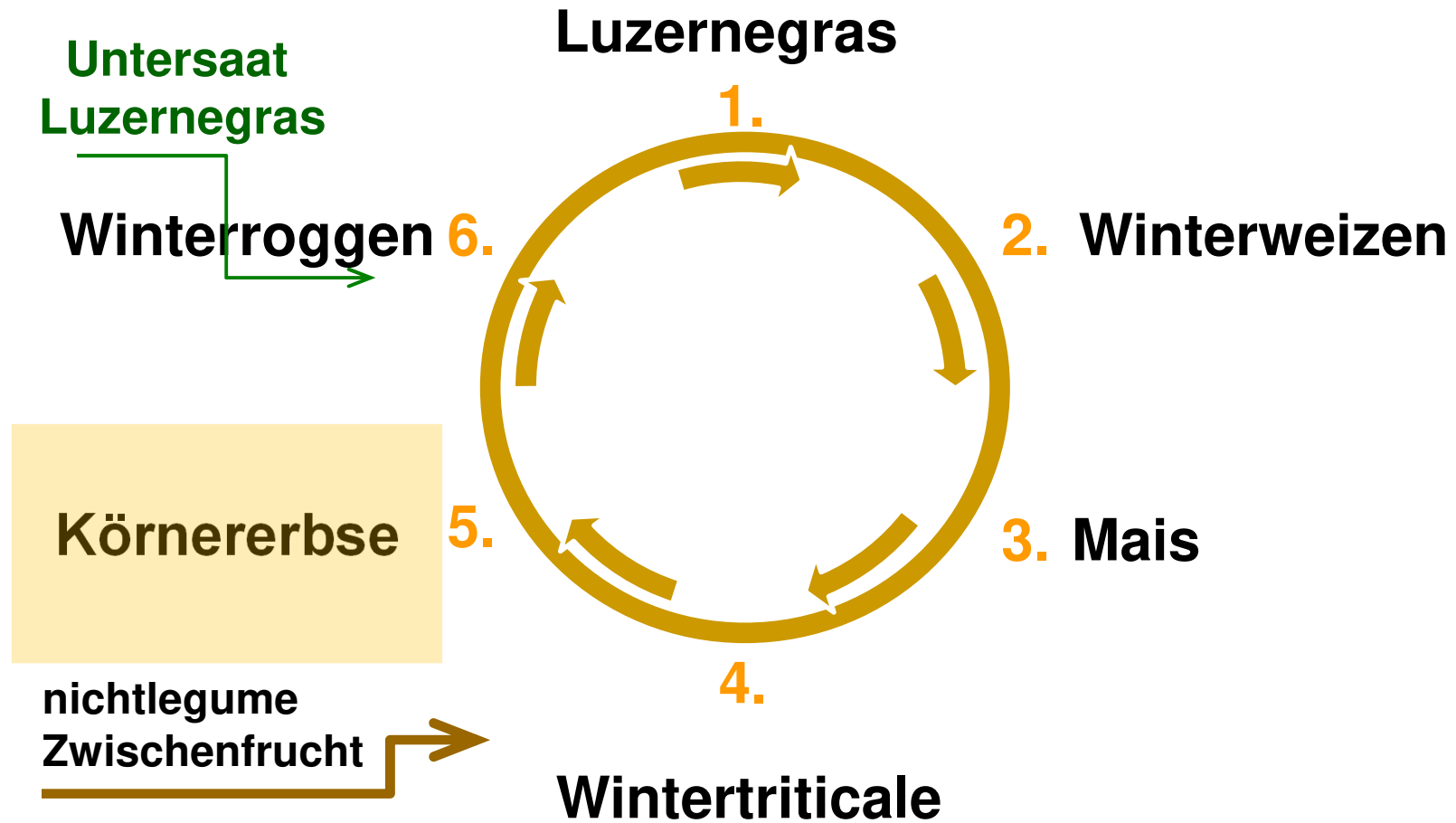
### TP 3: Strategien der Optimierung des Anbaus von Erbse und Schmalblättriger Lupine bei reduzierter Bodenbearbeitung im Ökologischen Landbau

Prof. K. Schmidtke und M.Sc. T. Mick



**TP 3: Strategien der Optimierung des Anbaus von Erbse und Schmalblättriger  
Lupine bei reduzierter Bodenbearbeitung im Ökologischen Landbau**

Prof. K. Schmidtke und M.Sc. T. Mick



## Versuchsfaktoren und Faktorstufen

- 1. Zwischenfrucht:** Sommerhafer (*Avena sativa*)  
Rauhafer (*Avena strigosa*)  
Ramtilkkrout (*Guizotia abyssinica*)  
Rispenhirse (*Panicum miliaceum*)  
Unkraut ohne Regulierung  
unkrautfrei bis Saat der Erbse (Abflammen)
- 2. Aussattermin ZF:** früh: 12.07.2013  
spät: 26.07.2013

**Standort: Freital/Somsdorf bei Dresden**  
**350 m ü. NN**  
**sandiger Lehm (Az.: 48)**

**Tab. 4: PH-Wert und Nährstoffversorgung sowie Gehalt an Humus  
im Bodens des Versuchsstandortes (in Klammern Versorgungsklasse)**

<b>pH</b>	<b>P</b> <b>mg/100 g</b>	<b>K</b> <b>mg/100 g</b>	<b>Mg</b> <b>mg/100 g</b>	<b>Humus</b> <b>[%]</b>
<b>5,8 (B)</b>	<b>8,5 (D)</b>	<b>19,5 (D)</b>	<b>13,4 (E)</b>	<b>3,77</b>



FOTO: Mick 11.08.13



FOTO: Mick 16.09.13



FOTO: Mick 05.03.14  
ZF Sommerhafer [SPÄT]



## Versuchsfaktoren und Faktorstufen

- 1. Zwischenfrucht:** Sommerhafer (*Avena sativa*)  
Rauhafer (*Avena strigosa*)  
Ramtilkraut (*Guizotia abyssinica*)  
Rispenhirse (*Panicum miliaceum*)  
Unkraut ohne Regulierung  
unkrautfrei bis Saat der Erbse (Abflammen)
- 2. Aussattermin ZF:** früh: 12.07.2013  
spät: 26.07.2013
- 3. Bodenbearbeitung zur Erbse:** Mulchsaat (Grubber + Kreiselegge)  
Direktsaat (Cross Slot System)

**Aussaat der Erbse: 21.03.2014 mit 100 kf. Körner je m<sup>2</sup>**

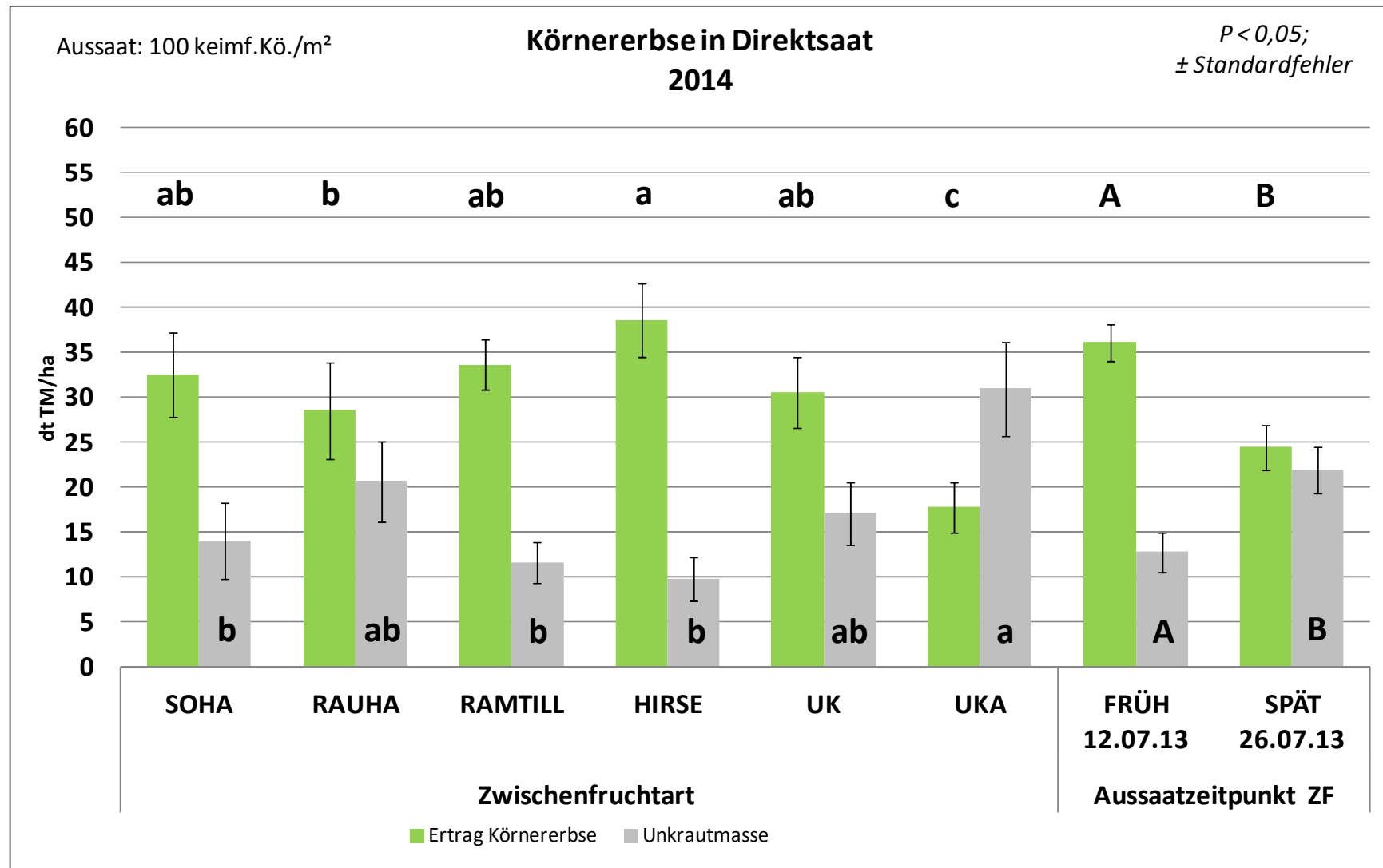


FOTO: Mick 26.03.14



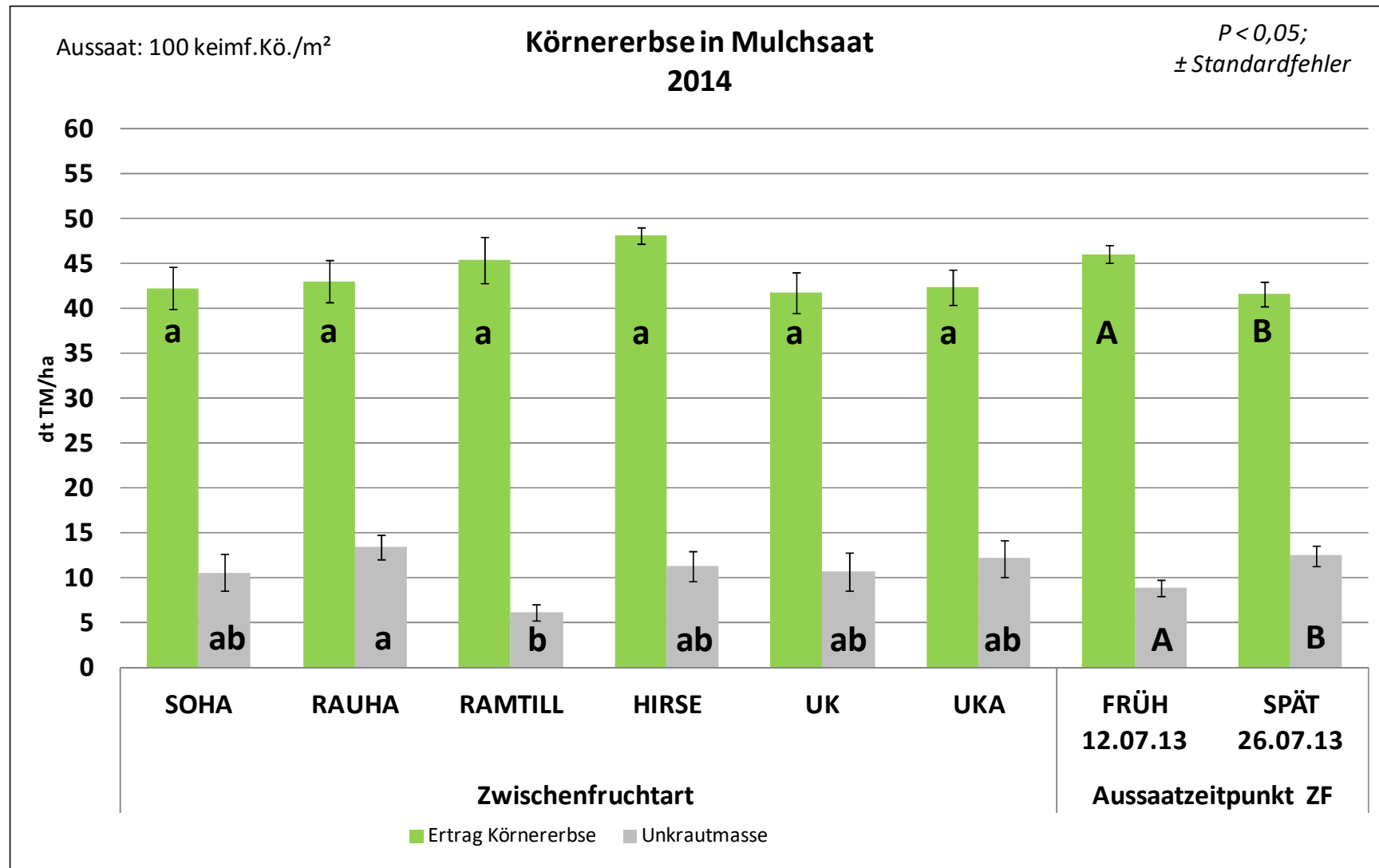


FOTO: 26.03.14



**Abb. 15:** Einfluss der Zwischenfruchtart und des Saattermines der Zwischenfrucht auf Verunkrautung in Erbse und Kornertrag der Erbse nach Direktsaat (Mick und Schmidtke 2016)





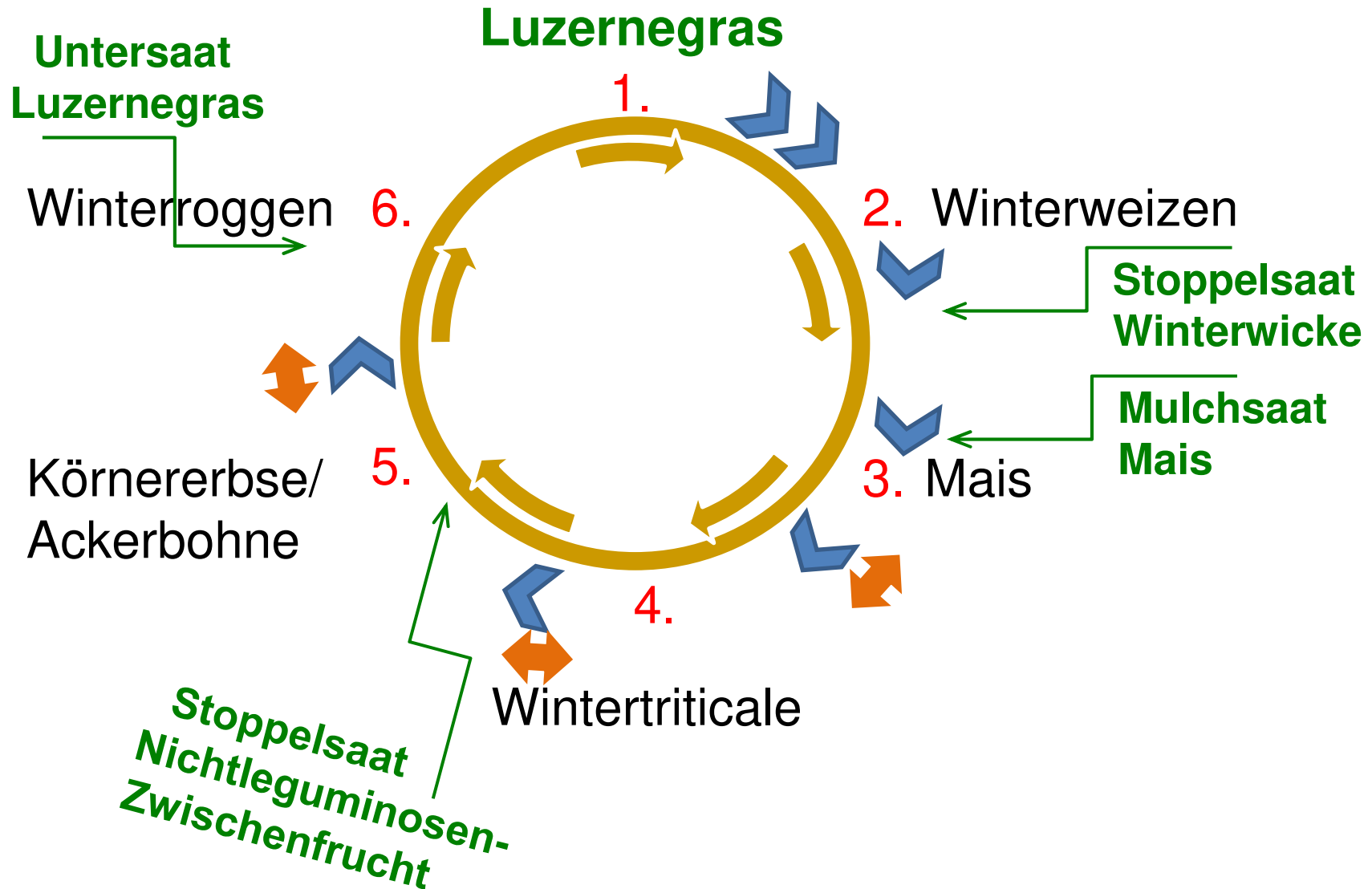
**Abb. 16:** Einfluss der Zwischenfruchtart und des Saattermines der Zwischenfrucht auf Verunkrautung in Erbse und Kornertrag der Erbse nach Mulchsaat (Mick und Schmidtke 2016)





**Abb. 17: Wurzelbild der Sojabohne nach Direktsaat mit Cross slot-Scharen**  
(Fotos: Mick & Schmidtke 2010)

# Optionen der reduzierten Bodenbearbeitung und Direktsaat im ökologischen Landbau



# Möglichkeiten und Grenzen der pfluglosen Bodenbearbeitung im ökologischen Ackerbau

Knut Schmidtke





**Abbildung 9: Einsatz Messerwalze in  
Grasigerbse (Rudolfingen 2016)**



**Abbildung 10: Direktsaat in Grasigerb-  
se (Rudolfingen 2016)**

