



# **Maßnahmen zur Minderung des Schadverdichtungsrisikos in der Ackerkrume**

**Ackerbautagung am 24./25.11. 2010 in Bernburg und Iden**

**Dr. Jan Rücknagel**

**Martin-Luther-Universität**

**Halle-Wittenberg**

**Professur Allgemeiner Pflanzenbau/ÖL**

**Betty-Heimann-Str. 5**

**06120 Halle (Saale)**



Schadver-  
dichtungs-  
risiko in der  
Ackerkrume

Ackerbau-  
tagung

2010

# Inhalt

---

## 1. Einleitung

## 2. Minderung des Schadverdichtungsrisikos durch . . .

1. Bereifung und Luftdruck
2. Befahren bei Frost
3. Verringerung der Überrollhäufigkeit
4. Anpassung der Radlast
5. Anbauverhältnis der Fruchtarten

## 3. Schlussfolgerungen

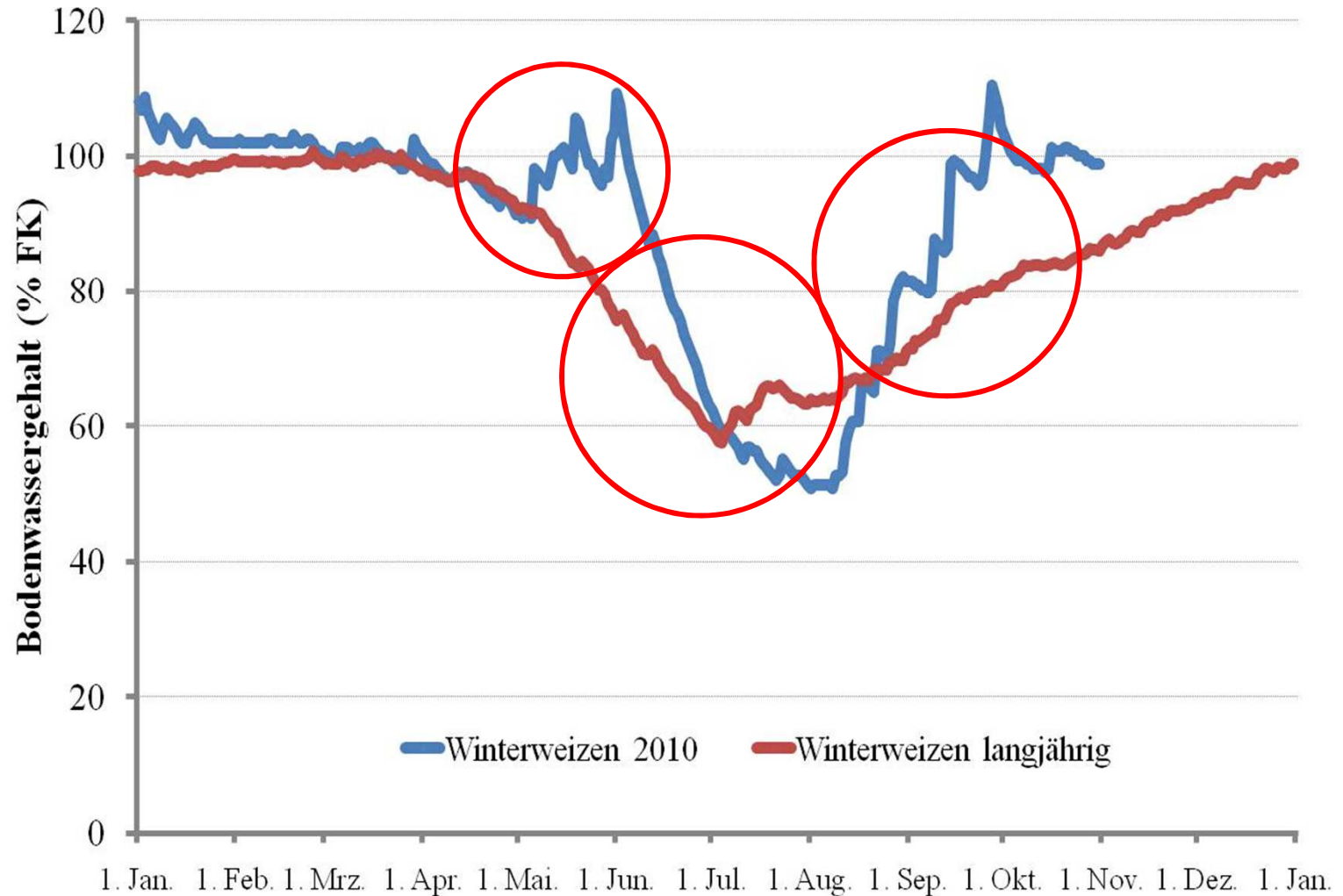


Schadver-  
dichtungs-  
risiko in der  
Ackerkrume

Ackerbau-  
tagung

2010

# 1. Einleitung



**Mittlerer Verlauf des Bodenwassergehalts und Jahresgang 2010 in Prozent der Feldkapazität unter Winterweizen (0-60 cm, Klimastation Halle-Kröllwitz)**





# 1. Einleitung

**Nassen Bodenbedingungen  
und damit eine geringe  
Eigenstabilität (mechanische  
Vorbelastung) führen vielfach  
zu deutlich sichtbaren  
Gefügeschäden und  
Problemen bei der  
Befahrbarkeit**



Schadver-  
dichtungs-  
risiko in der  
Ackerkrume

Ackerbau-  
tagung

2010

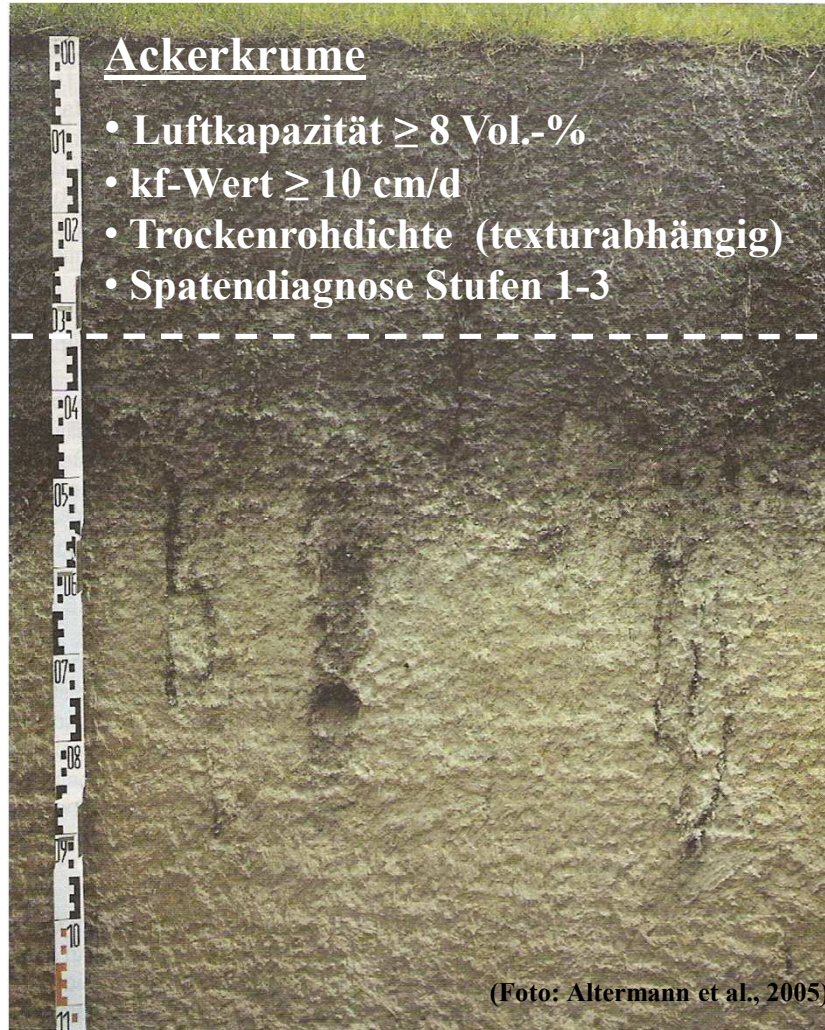




# 1. Einleitung

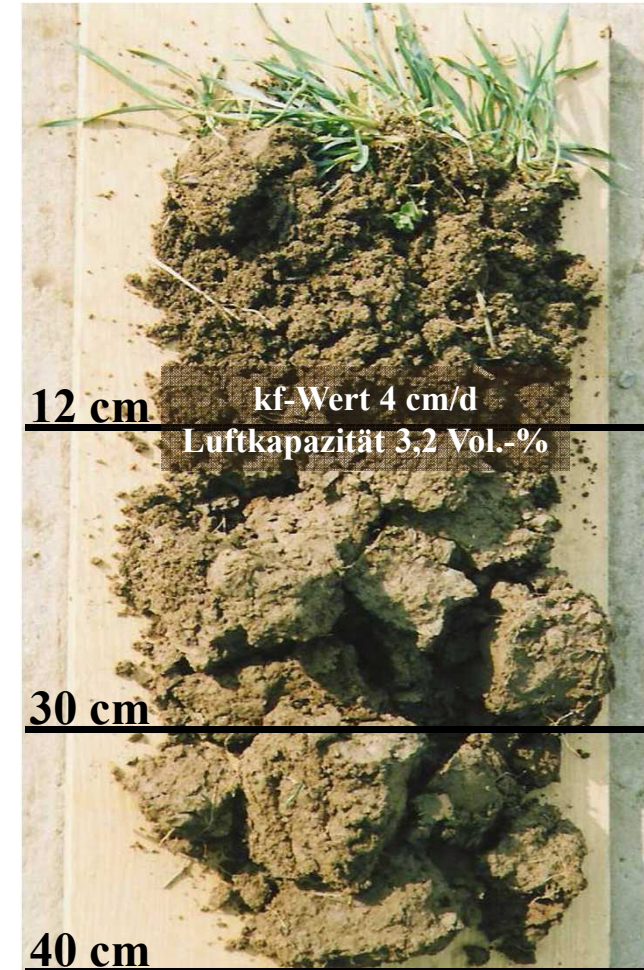
## Ackerkrume

- Luftkapazität  $\geq 8$  Vol.-%
- kf-Wert  $\geq 10$  cm/d
- Trockenrohdichte (texturabhängig)
- Spatendiagnose Stufen 1-3



(Foto: Altermann et al., 2005)

**Mindestanforderungen an den physikalischen Bodenzustand**



**Stark verdichtete Ackerkrume nach mehrjährig pflugloser und tiefenreduzierter Bearbeitung**

Schadver-  
dichtungs-  
risiko in der  
Ackerkrume

Ackerbau-  
tagung

2010





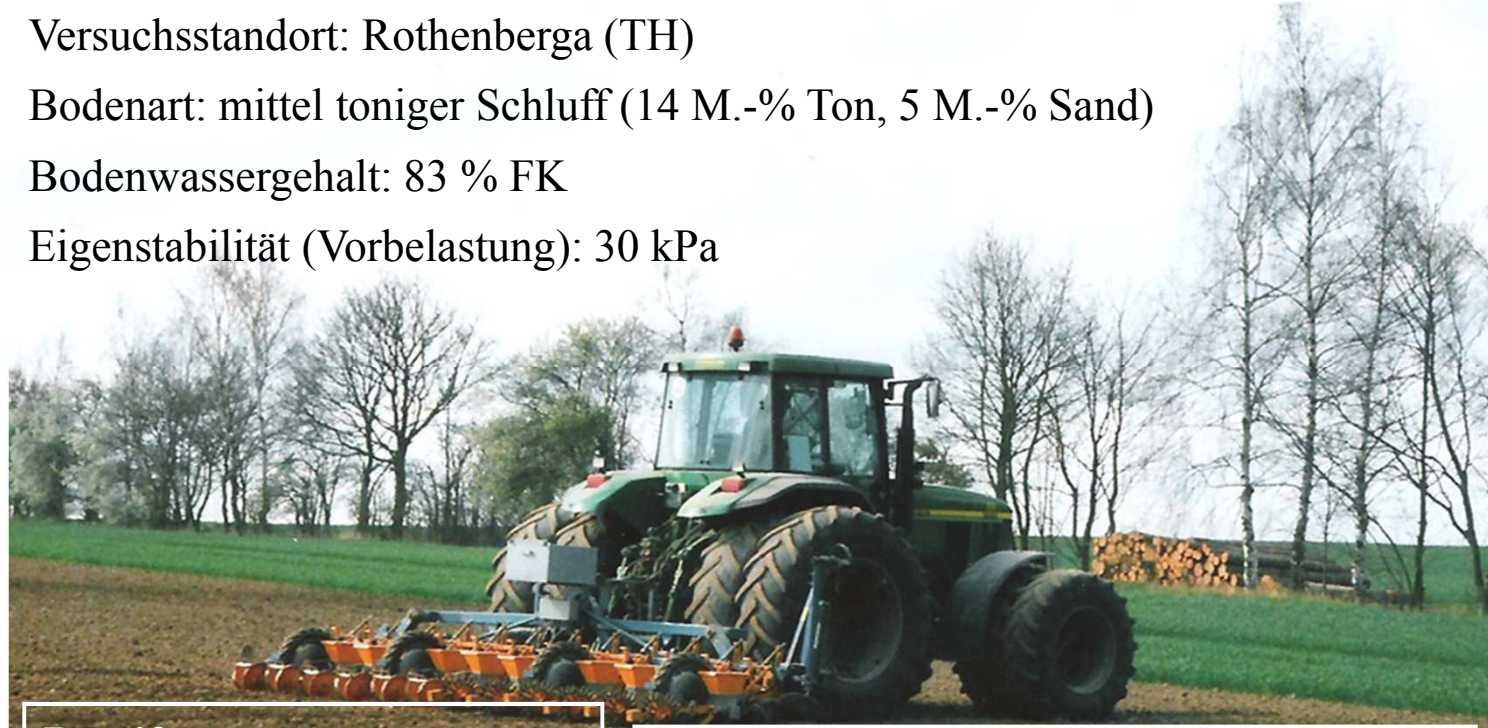
## 2.1. Bereifung und Luftdruck

Versuchsstandort: Rothenberga (TH)

Bodenart: mittel toniger Schluff (14 M.-% Ton, 5 M.-% Sand)

Bodenwassergehalt: 83 % FK

Eigenstabilität (Vorbelastung): 30 kPa



### Bereifungen:

Einfachbereifung:

18.4 R 30; 2,0 t Radlast

Zwillingsbereifung:

18.4 R 30 mit 1,15 t Radlast

13.6 R 36 mit 0,85 t Radlast

### Versuchsvarianten:

Unbefahrene Kontrolle (V1)

Einfachbereifung 160 kPa Luftdruck (V2)

Zwillingsbereifung 160 kPa Luftdruck (V3)

Zwillingsbereifung 60 kPa Luftdruck (V4)

Schadver-  
dichtungs-  
risiko in der  
Ackerkrume

Ackerbau-  
tagung

2010

Als Versuchsmaschine dient ein Standardtraktor mit Zwillingsbereifung

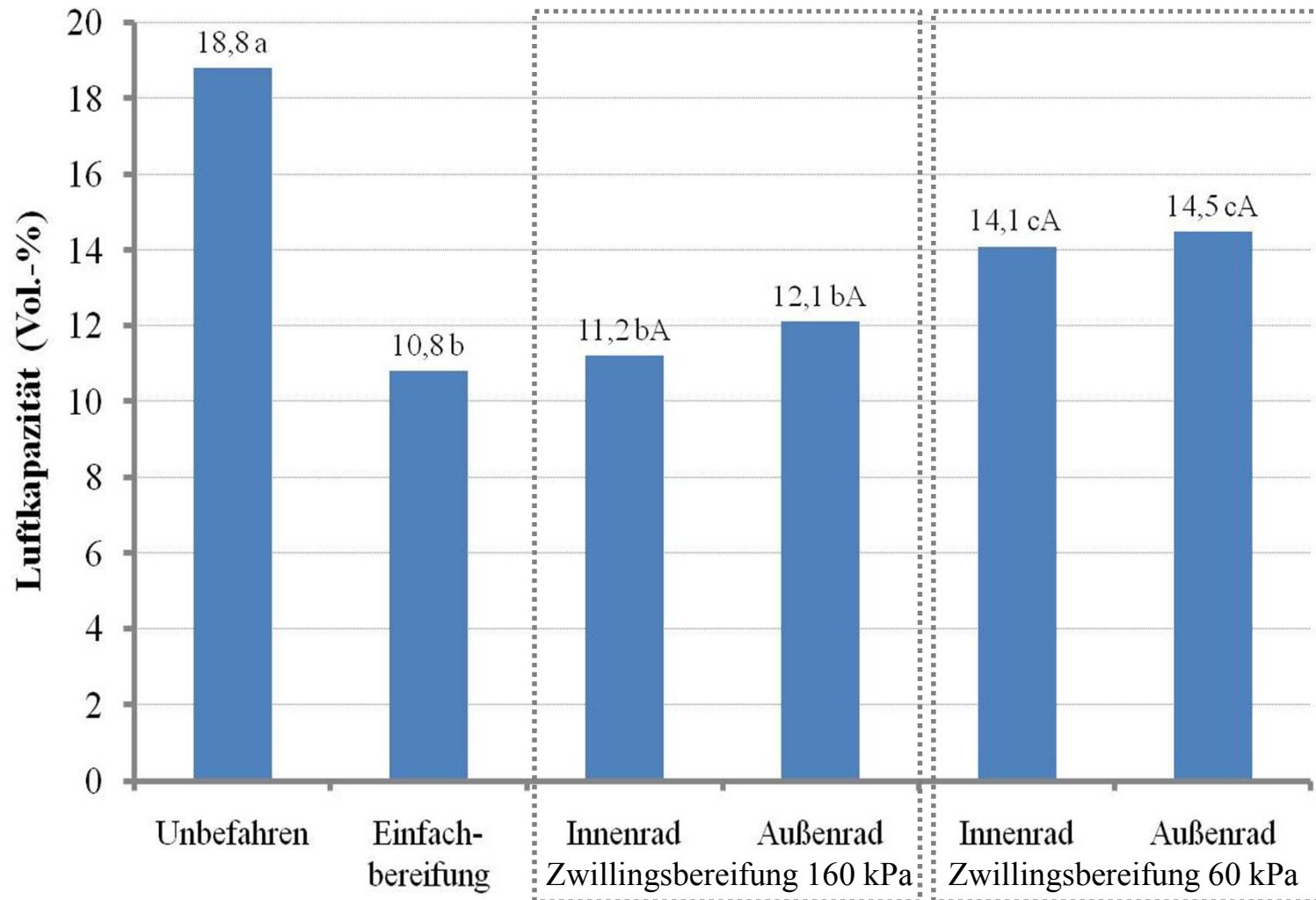


Schadver-  
dichtungs-  
risiko in der  
Ackerkrume

Ackerbau-  
tagung

2010

## 2.1. Bereifung und Luftdruck



**Luftkapazität beim Befahren mit Einfach- und Zwillingsbereifung (17-23 cm)**

(unterschiedliche Kleinbuchstaben kennzeichnen Signifikanzen zwischen den Bereifungsvarianten;  
unterschiedliche Großbuchstaben kennzeichnen Signifikanzen zwischen Innen- und Außenrad)



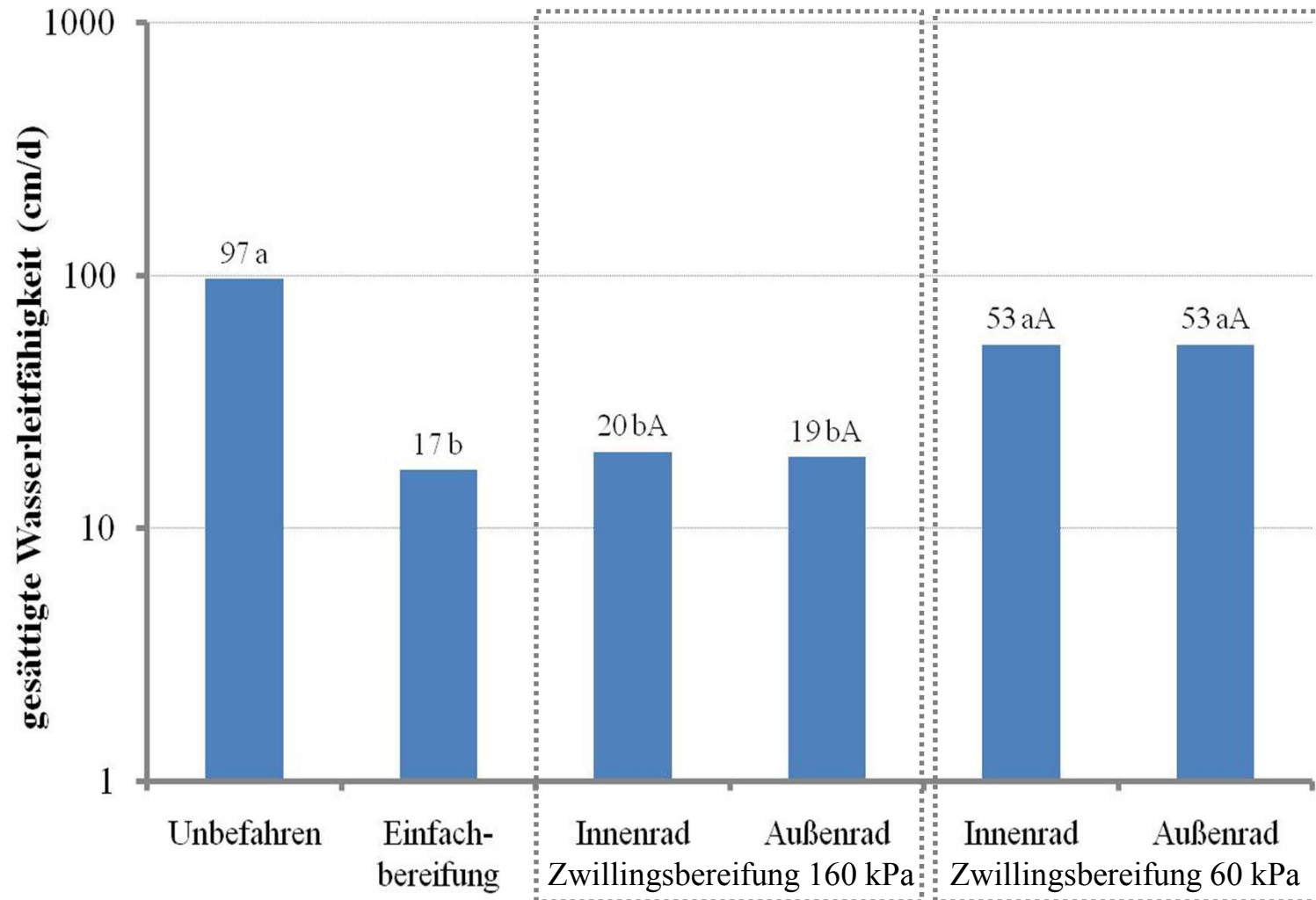


Schadver-  
dichtungs-  
risiko in der  
Ackerkrume

Ackerbau-  
tagung

2010

## 2.1. Bereifung und Luftdruck



**kf-Wert beim Befahren mit Einfach- und Zwillingsbereifung (17-23 cm)**

(unterschiedliche Kleinbuchstaben kennzeichnen Signifikanzen zwischen den Bereifungsvarianten;  
unterschiedliche Großbuchstaben kennzeichnen Signifikanzen zwischen Innen- und Außenrad)





Schadver-  
dichtungs-  
risiko in der  
Ackerkrume  
Ackerbau-  
tagung

2010

## 2.2. Befahren bei Frost

Versuchsstandort: Rothenberga (TH)

Bodenart: mittel toniger Schluff (13 M.-% Ton, 9 M.-% Sand)

Bodenwassergehalt: 90-96 % FK

Eigenstabilität (Vorbelastung): 12-25 kPa

Tiefsttemperatur 7.00 Uhr: -5 °C



### Versuchsvarianten:

Unbefahrenen Kontrolle (V1)

Ohne Frost (V2)

Frosttiefe 2-3 cm (V3)

Frosttiefe 5-7 cm (V4)

### Versuchsgerät:

Standardtraktor mit angebauter  
Drillkombination

Radlast: 4,1 t

Reifendimension: 680/75 R 32

Reifeninnendruck: 80 kPa

**Versuchsanlage zum Einfluss des Befahrens von oberflächennah gefrorenen Böden auf die Veränderung bodenphysikalischer Eigenschaften**





Schadver-  
dichtungs-  
risiko in der  
Ackerkrume

Ackerbau-  
tagung

2010

## 2.2. Befahren bei Frost



Frosteindringtiefen von 2-3 cm (links) und 5-7 cm (rechts)





## 2.2. Befahren bei Frost



Spuren bei nicht gefrorenem Boden (V2), einer Frosttiefe von 2-3 cm (V3) und einer Frosttiefe von 5-7 cm (V4)

Schadver-  
dichtungs-  
risiko in der  
Ackerkrume

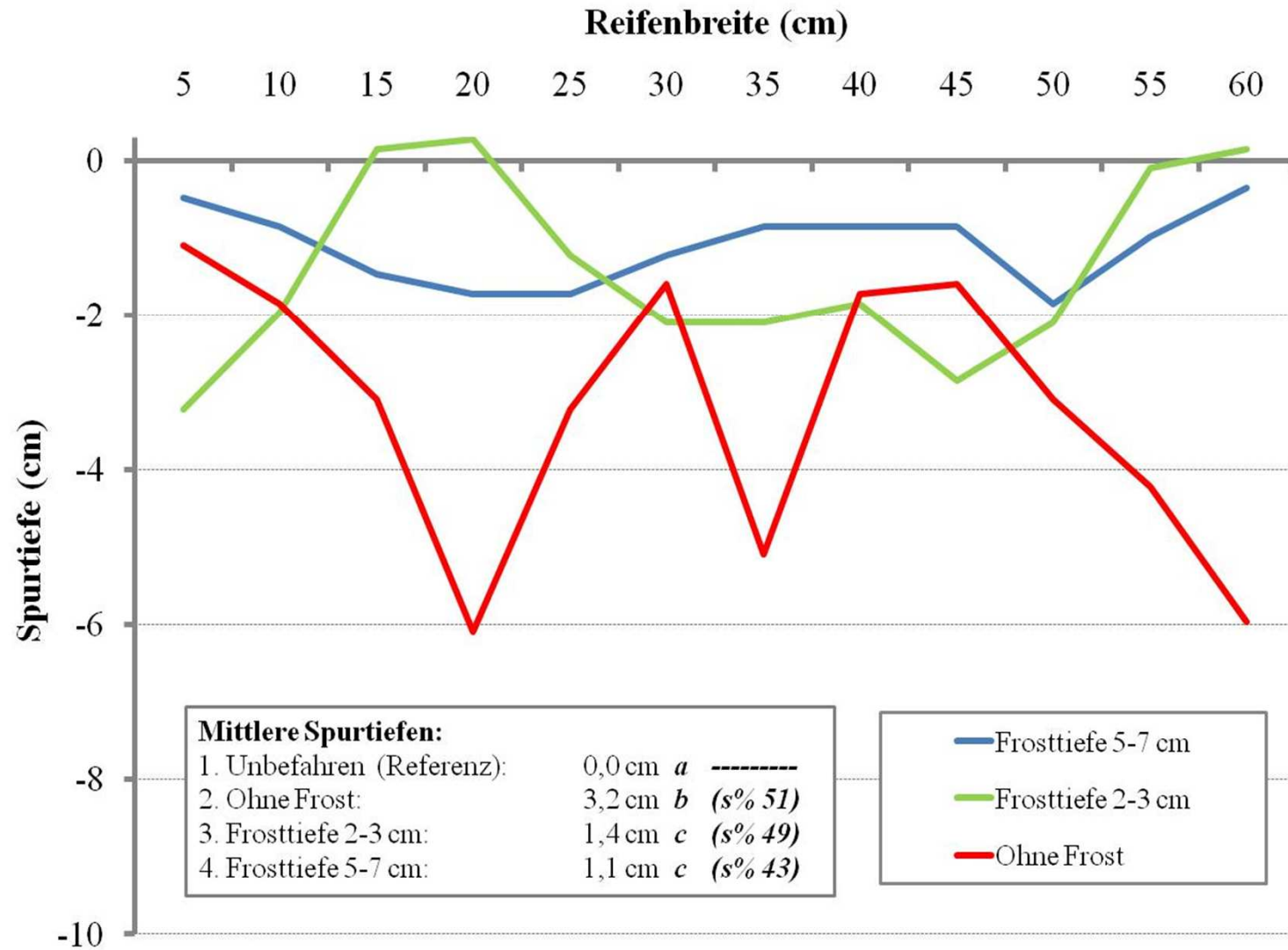
Ackerbau-  
tagung

2010





## 2.2. Befahren bei Frost



Spurtiefe über die Reifenbreite bei unterschiedlich tief gefrorener Bodenoberfläche

Schadver-  
dichtungs-  
risiko in der  
Ackerkrume

Ackerbau-  
tagung

2010



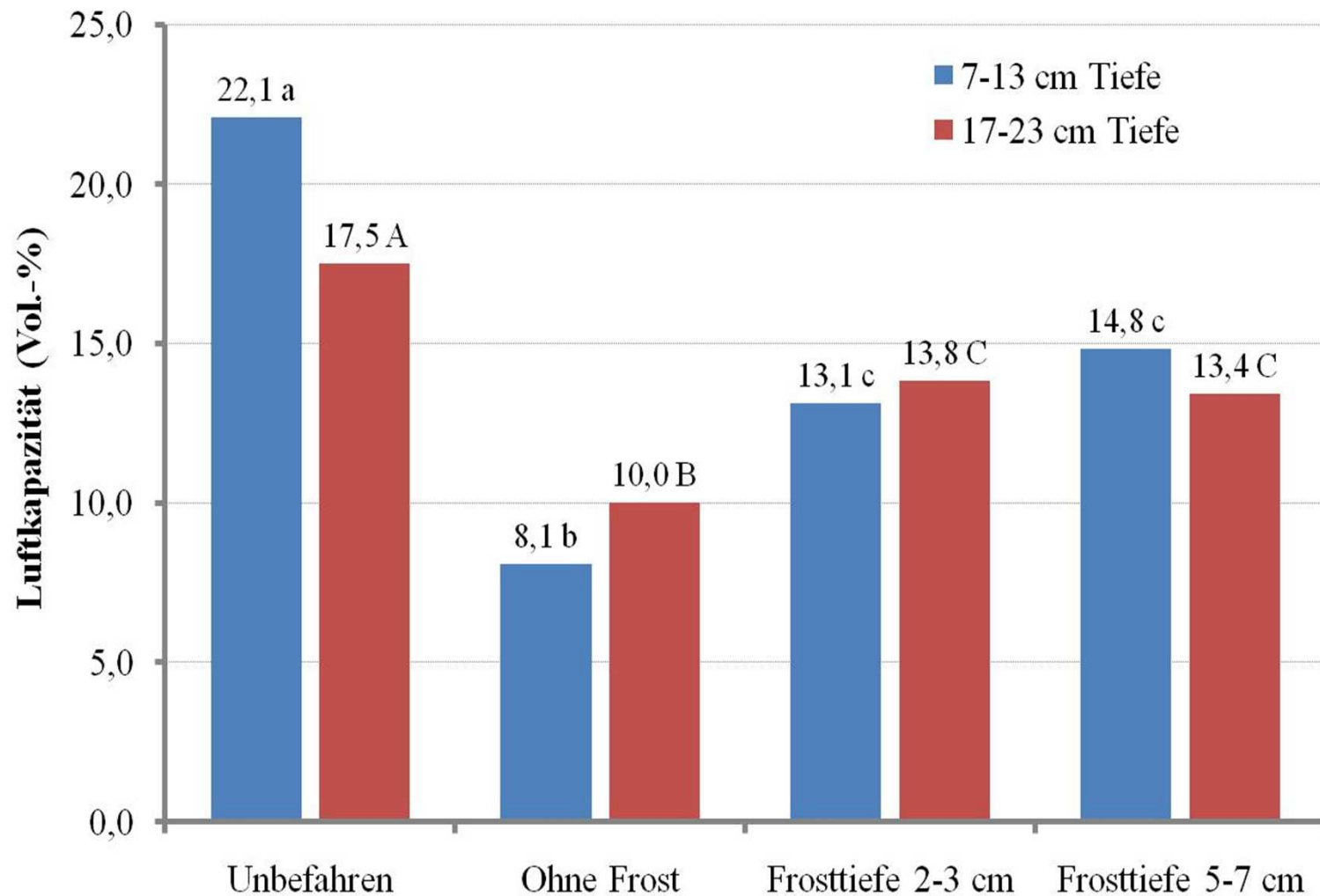


Schadver-  
dichtungs-  
risiko in der  
Ackerkrume

Ackerbau-  
tagung

2010

## 2.2. Befahren bei Frost



**Luftkapazität beim Befahren der unterschiedlich tief gefroren Bodenoberflächen**  
(unterschiedliche Kleinbuchstaben kennzeichnen Signifikanzen zwischen den Varianten in 7-13 cm;  
unterschiedliche Großbuchstaben kennzeichnen Signifikanzen zwischen den Varianten in 17-23 cm)

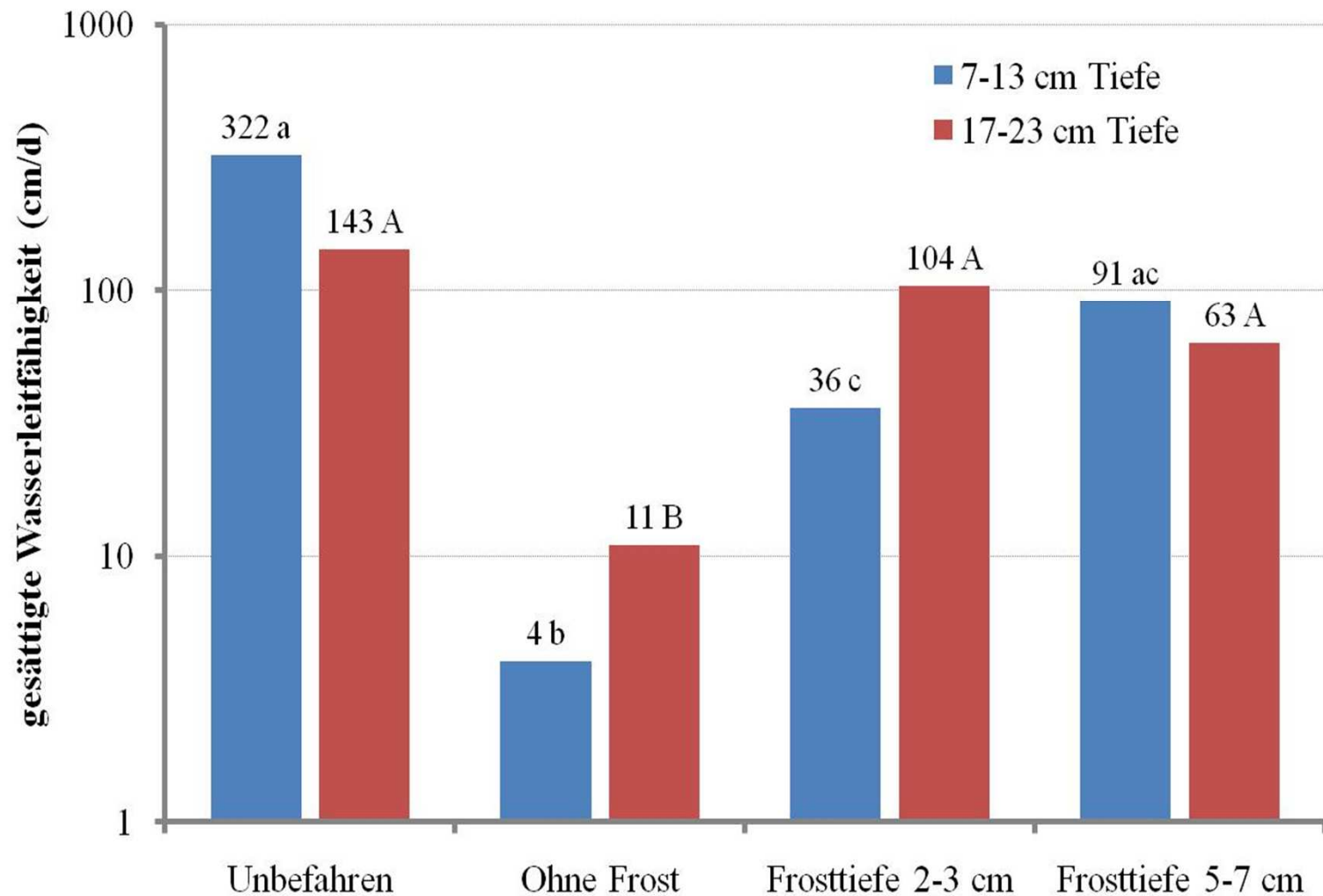


Schadver-  
dichtungs-  
risiko in der  
Ackerkrume

Ackerbau-  
tagung

2010

## 2.2. Befahren bei Frost



**kf-Wert beim Befahren der unterschiedlich tief gefroren Bodenoberflächen**

(unterschiedliche Kleinbuchstaben kennzeichnen Signifikanzen zwischen den Varianten in 7-13 cm; unterschiedliche Großbuchstaben kennzeichnen Signifikanzen zwischen den Varianten in 17-23 cm)





Schadver-  
dichtungs-  
risiko in der  
Ackerkrume  
Ackerbau-  
tagung

2010

## 2.3. Verringerung der Überrollhäufigkeit

Versuchsstandort: Kierdorf (NRW)

Bodenart: stark toniger Schluff (21 M.-% Ton, 5 M.-% Sand)

Bodenwassergehalt: 70 % FK

Eigenstabilität (Vorbelastung): 35-65 kPa



Radlast: 5,4 t  
Reifendimension: 650/65 R 42  
Reifeninnendruck: 105 kPa

**Versuchsvarianten:**

Unbefahrenen Kontrolle (V1)  
Einfache Überfahrt (V2)  
10-fache Überfahrt (V3)

**Standardtraktor mit angebautem Düngerstreuer dient als Versuchsmaschine**





## 2.3. Verringerung der Überrollhäufigkeit

V2



V3



Schadver-  
dichtungs-  
risiko in der  
Ackerkrume

Ackerbau-  
tagung

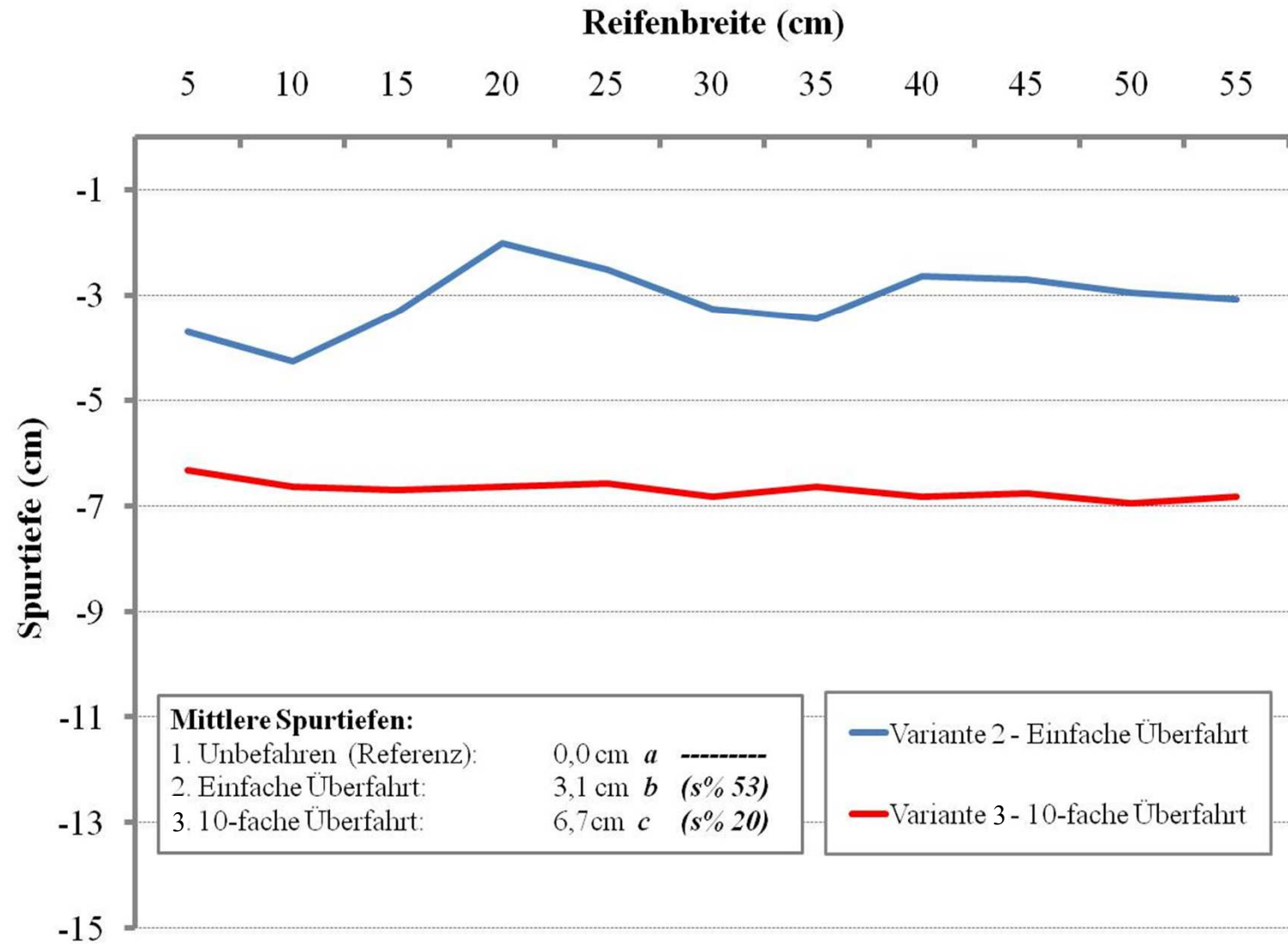
2010

Spurtiefenbild bei  
einfacher (V2) und 10-  
facher (V3) Überfahrt





## 2.3. Verringerung der Überrollhäufigkeit



Spurtiefe über die Reifenbreite bei einfacher und 10-facher Überfahrt

Schadver-  
dichtungs-  
risiko in der  
Ackerkrume

Ackerbau-  
tagung

2010



## 2.3. Verringerung der Überrollhäufigkeit

**Trockenrohdichte, Luftkapazität und gesättigte Wasserleitfähigkeit (kf-Wert) in den Versuchsvarianten mit unterschiedlicher Überrollhäufigkeit sowie der unbefahrenen Kontrolle (17-23 cm)**

(unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede  $p < 0,05$  zwischen den Varianten)

Untersuchungs- parameter	Versuchsvariante		
	1. Unbefahrene Kontrolle	2. Einfache Überfahrt	3. 10-fache Überfahrt
Trockenrohdichte (g/cm <sup>3</sup> )	1,39 a	1,46 b	1,53 c
Luftkapazität (Vol.-%)	15,0 a	10,8 b	6,8 c
kf-Wert (cm/d)	50 a	34 a	8 b

Schadver-  
dichtungs-  
risiko in der  
Ackerkrume

Ackerbau-  
tagung

2010





## 2.3. Verringerung der Überrollhäufigkeit

### **contra** fahren in der selben Spur

- Bei einmaliger Überfahrt besteht kein Schadverdichtungsrisiko, es kommt jedoch bei wiederholter Überfahrt zu einer Schadverdichtung (s. Versuchsbeispiel).
- Bei mehrmaliger Überfahrt kommt es zu einer stärkeren Tiefenausbreitung der verdichteten Bodenschicht.
- Geringere Radsputiefen gewährleisten eine hohe Qualität acker- und pflanzenbaulicher Maßnahmen, z.B. eine gleichmäßige Saattiefe und verlustarme Ernte von Lagergetreide.

### **pro** fahren in der selben Spur

- Befahren bestehender Fahrgassen, wenn die Fahrsicherheit / Tragfähigkeit einen vorverdichteten Boden verlangt.
- Der zu regenerierende Flächenanteil bzw. Flächenanteil mit Schadsymptomen verringert sich, wenn die Überfahrten auf einzelne Spuren konzentriert bleiben.
- Eine flächenhafte Zunahme des Bearbeitungswiderstandes wird verhindert, wenn bei zunehmender Überrollung keine Schadverdichtung entsteht.

**Die Entscheidung sollte situationsbezogen und schlagabhängig getroffen werden!**

Schadver-  
dichtungs-  
risiko in der  
Ackerkrume

Ackerbau-  
tagung

2010



Schadver-  
dichtungs-  
risiko in der  
Ackerkrume  
Ackerbau-  
tagung

2010

## 2.4. Anpassung der Radlast

Versuchsstandort: Rothenberga (TH)

Bodenart: schluffiger Lehm (19 M.-% Ton, 21 M.-% Sand)

Bodenwassergehalt: 93 % FK

Eigenstabilität (Vorbelastung): 90 kPa



Radlast: 7,2 t

Reifendimension: 1050/50 R 32

Reifeninnendruck: 250 kPa

**Versuchsvarianten:**

Unbefahrene Bereiche (V1)

Einfach befahrene Bereiche (V2)

**Als Versuchsgert dient ein Grobraumdungerstreuer (Kalkausbringung)**





## 2.4. Anpassung der Radlast

### **Trockenrohdichte, Luftkapazität und gesättigte Wasserleitfähigkeit (kf-Wert) in den vom Großraumdüngerstreuer befahrenen und unbefahrenen Schlagbereichen (17-23 cm)**

(unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede  $p < 0,05$  zwischen den Varianten)

Untersuchungsparameter	unbefahren	befahren	Veränderung
Trockenrohdichte (g/cm <sup>3</sup> )	1,51 a	1,58 b	+0,07
Luftkapazität (Vol.-%)	9,2 a	6,3 b	-2,9
kf-Wert (cm/d)	27 a	11 a	-16

Schadverdichtungsrisiko in der Ackerkrume

Ackerbautagung

2010



## 2.4. Anpassung der Radlast

**Zusammenstellung von Versuchsergebnissen zur Auswirkung einfacher Überfahrten auf die Gefügeeigenschaften der Ackerkrume (17-23 cm)**

Radlast (t)	Reifen- innendruck (kPa)	Luftkapazität* (Vol.-%) und kf-Wert** (cm/d) nach der Überfahrt bei Bodenwassergehalt (% FK)		
		90-100	80-90	70-80
1,2	60		14,1* / 53**	
1,2	160		11,2 / 20	
2,0	160		10,8 / 17	
4,0	70			16,7 / 103
4,0	90			15,8 / 49
4,0	130			14,5 / 19
4,0	170			12,9 / 35
4,1	80	10,0 / 11		
4,3	80		8,9 / 6	
5,4	105			10,8 / 34
6,7	305	7,8 / 4		
7,2	250	6,3 / 11		

Schadver-  
dichtungs-  
risiko in der  
Ackerkrume

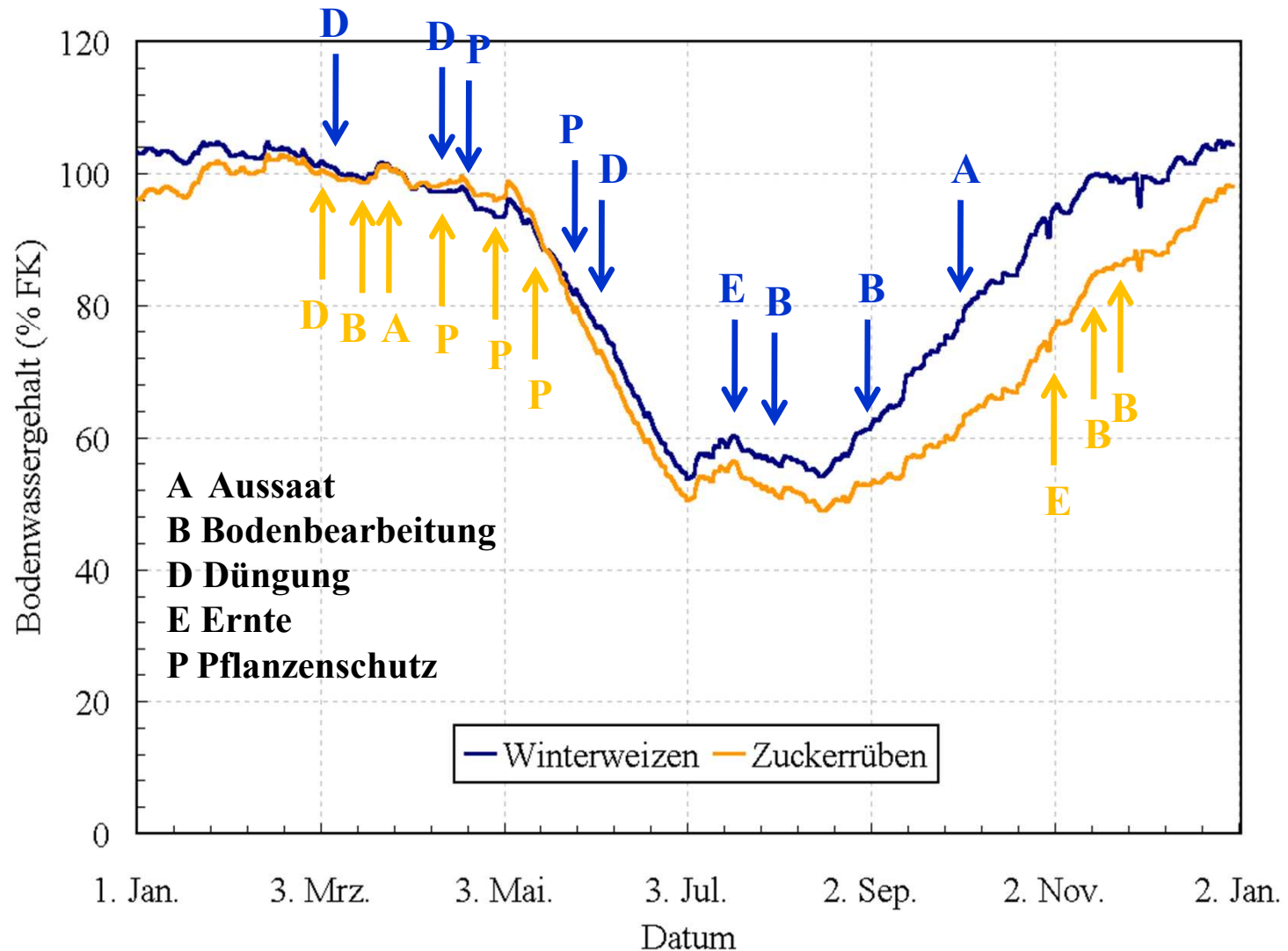
Ackerbau-  
tagung

2010





## 2.5. Anbauverhältnis der Fruchtarten



Mittlerer Verlauf des Bodenwassergehalts unter Winterweizen und Zuckerrüben (Klimastation Frankfurt/Main)

Schadver-  
dichtungs-  
risiko in der  
Ackerkrume

Ackerbau-  
tagung

2010



Schadver-  
dichtungs-  
risiko in der  
Ackerkrume

Ackerbau-  
tagung

2010

## 2.5. Anbauverhältnis der Fruchtarten

### **Berechnungen mit dem Modell REPRO in einem Agrarunternehmen**

(2500 ha Ackerfläche davon 55 % Wintergetreide, 15 % Wi-Raps, 10 % So-Gerste, 20 % sonstige)

Untersuchungszeitraum: 2000-2004

Geographische Lage: Nordostrand des Thüringer Beckens

Verbreitete Bodenarten: schwach toniger Schluff – mittel schluffiger Ton

### **Technische Ausstattung (Auswahl):**

je 5 Standardtraktoren > und < 160 kW Motorleistung

3 Sämaschinen (6 m Arbeitsbreite)

div. Scheibeneggen, Grubber, Saatbettkombinationen (6-7,5 m Arbeitsbreite)

3 Anhängfeldspritzen (4000 l)

5 Anhängedüngerstreuer (2500 l)

6 Mähdrescher (6-7,5 m Schneidwerksbreite)

**Schadverdichtungsrisiko in der Ackerkrume am Beispiel eines Ackerbaubetriebes im Thüringer Becken mit unterschiedlichen Fruchtfolgen, Diplomarbeit Kai Seifert (2006)**



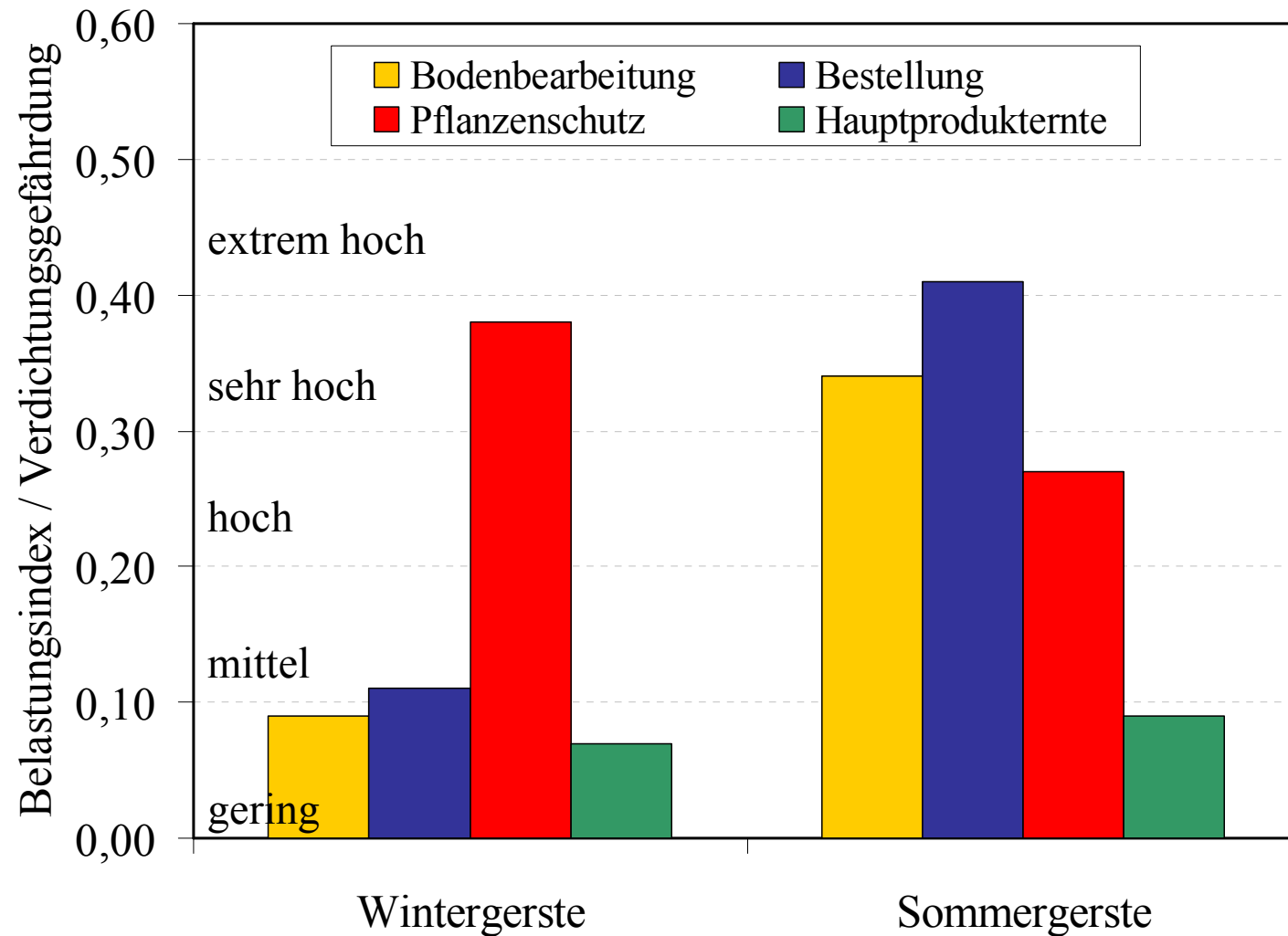


Schadver-  
dichtungs-  
risiko in der  
Ackerkrume

Ackerbau-  
tagung

2010

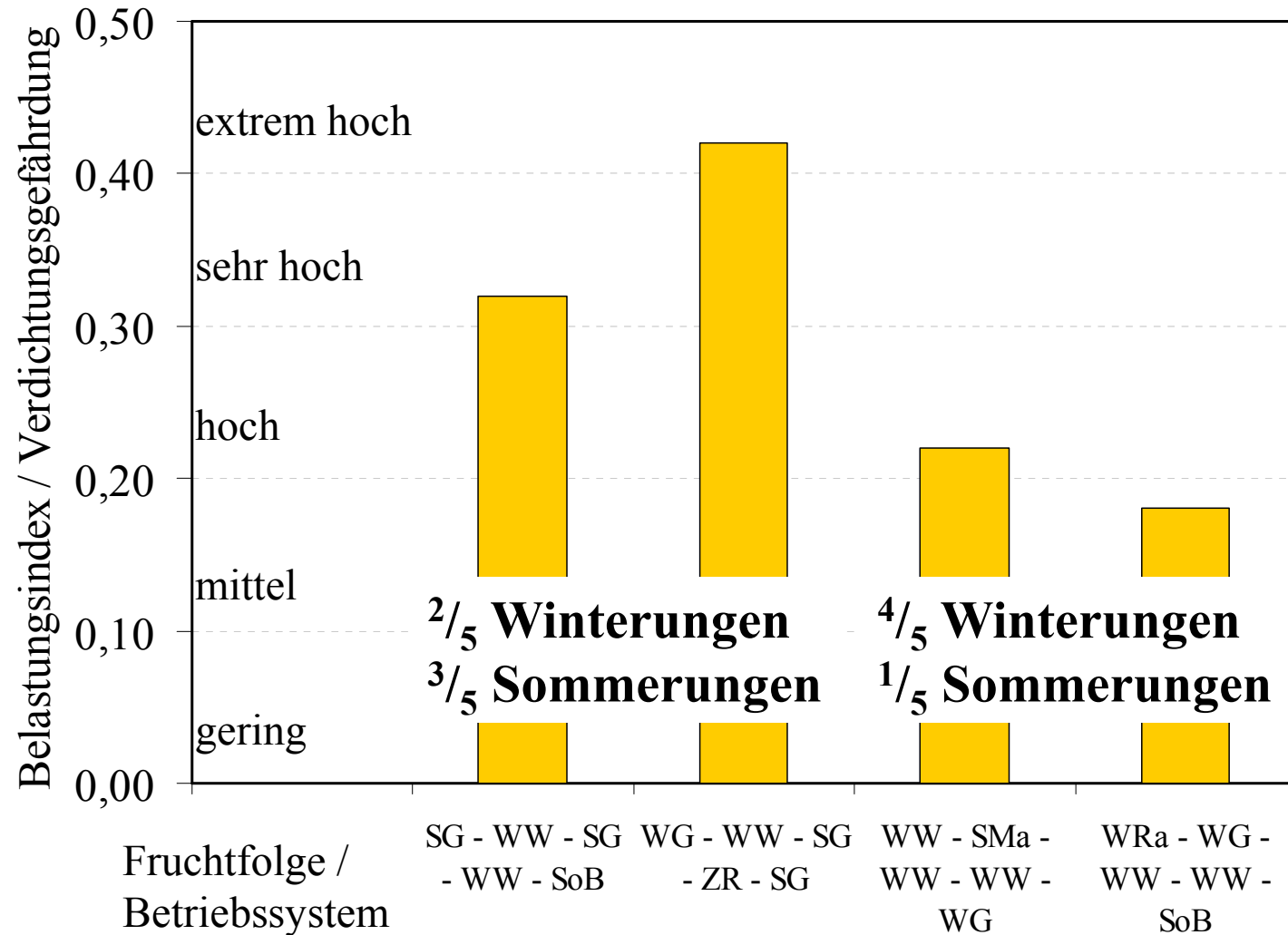
## 2.5. Anbauverhältnis der Fruchtarten



**Verdichtungsrisiko von Sommer- und Wintergerste am Beispiel eines Betriebes im Thüringer Becken in der Ackerkrume (20 cm), Diplomarbeit Kai Seifert (2006)**



## 2.5. Anbauverhältnis der Fruchtarten



**Verdichtungsrisiko einer Sommerungs- und Winterungsbetonten Fruchtfolge am Beispiel eines Betriebes im Thüringer Becken in der Ackerkrume (20 cm)**





### 3. Schlussfolgerungen

**Eine Minderung des Schadverdichtungsrisiko kann in der Ackerkrume durch eine Reihe von Maßnahmen erfolgen:**

- Die Montage von Zwillingsbereifungen ist nach wie vor eine sinnvolle technische Möglichkeit zur Reduzierung der Einzelradlasten und der Reifeninnendrucke. Dimension und Abnutzungsgrad der Reifen sollten aufeinander abgestimmt sein.
- Radlasten von weniger als 4 t mit entsprechend angepassten Bereifungen und Reifeninnendrucken von  $<100$  kPa bieten gute Voraussetzungen für die Reduzierung des Schadverdichtungsrisikos auch bei feuchten Bodenbedingungen.

Schadver-  
dichtungs-  
risiko in der  
Ackerkrume

Ackerbau-  
tagung

2010



### 3. Schlussfolgerungen

**Eine Minderung des Schadverdichtungsrisiko kann in der Ackerkrume durch eine Reihe von Maßnahmen erfolgen:**

- Mit der Verringerung der Überrollhäufigkeit (zusammenlegen von Arbeitsgängen) kann eine Schadverdichtung zumindest hinausgezögert werden.
- Wenn die Möglichkeit dazu besteht, ist das Befahren leicht gefrorener Böden eine gute Option, um das Schadverdichtungsrisiko im späten Herbst oder zeitigen Frühjahr zu senken.
- Letztendlich wird das Schadverdichtungsrisiko vom gesamten Anbausystem einschließlich Fruchtartenauswahl mitbestimmt.

Schadver-  
dichtungs-  
risiko in der  
Ackerkrume

Ackerbau-  
tagung

2010





Schadver-  
dichtungs-  
risiko in der  
Ackerkrume

Ackerbau-  
tagung

2010

**Vielen Dank für die finanzielle Unterstützung der Forschungsarbeiten:**



**RWE**

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**

[jan.ruecknagel@landw.uni-halle.de](mailto:jan.ruecknagel@landw.uni-halle.de)

Tel. 0345 / 55 22 655

