



Universität für Bodenkultur Wien  
Department für Nutzpflanzen-  
wissenschaften

# Wie gehen Trockenregionen mit zunehmender Trockenheit um? - Erfahrungen aus Österreich -

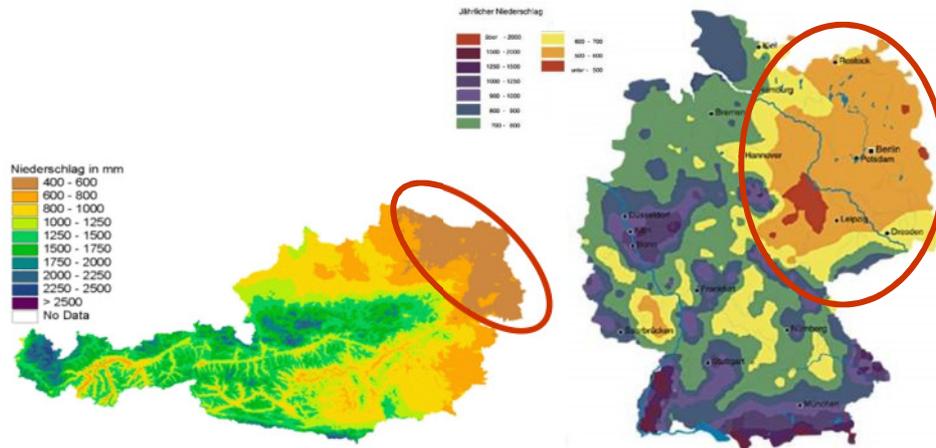
Hans-Peter Kaul

Tagung Klima- und Ressourcenschutz – Welchen Beitrag leistet der Mais?  
18. Mai 2021 online

## „Roter Faden“:

- **Wo und warum ist wassereffizientes Wirtschaften besonders wichtig?**
- **Wie lässt sich die Wasserverfügbarkeit steigern (→ *Boden*)?**
- **Wie lässt sich die Wassernutzung verbessern (→ *Pflanzen*)?**
- **Wie ist wassereffizientes Wirtschaften praktisch umsetzbar (*Schlussfolgerungen*)?**

## Trockenstandorte in A und D



In Gebieten < **650 mm Jahresniederschlag** ist das Wasser ein wichtiger ertragslimitierender Faktor.

3

## Trockenschäden in Österreich:

- ~ **100 Mio. EURO** Trockenschäden in Grünland und Ackerbau 2019
- ~ **750 Mio. EURO** Trockenschäden in den letzten 6 Jahren davor

Quelle: Österreichische Hagelversicherung

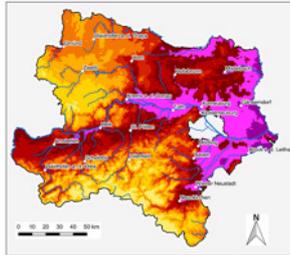
4

## Klimazukunft Niederösterreich - „Hot case“

Mittlere Anzahl der Hitzetage in Niederösterreich für den Zeitraum um 2040

Extremeszenario RCP8.5  
Hitzetage (Tage > 30 °C)

0-10 Tage
11-15 Tage
16-20 Tage
21-25 Tage
26-30 Tage
31-35 Tage
36-40 Tage
41-45 Tage
46-50 Tage



Mittl. Anzahl der Tage in Trockenperioden in Niederösterreich für den Zeitraum um 2040

Extremeszenario RCP8.5  
Tage in Trockenperioden (Tage < 10 mm Regen)

0-10 Tage
11-20 Tage
21-30 Tage
31-40 Tage
41-50 Tage
51-60 Tage
61-70 Tage
71-80 Tage
81-90 Tage
91-100 Tage



Quelle: Formayer, BOKU (Datenquelle ÖKS15)

### Was sagen die Klimamodelle?

Szenarien deuten hin auf:

- Verschiebung der Niederschläge ins Winterhalbjahr und
- deutliche Zunahme von Hitzetagen.

Daraus folgt:

- Zunahme der Bedeutung von Wasserspeicherung und
- Nutzung der Unterbodenfeuchte.

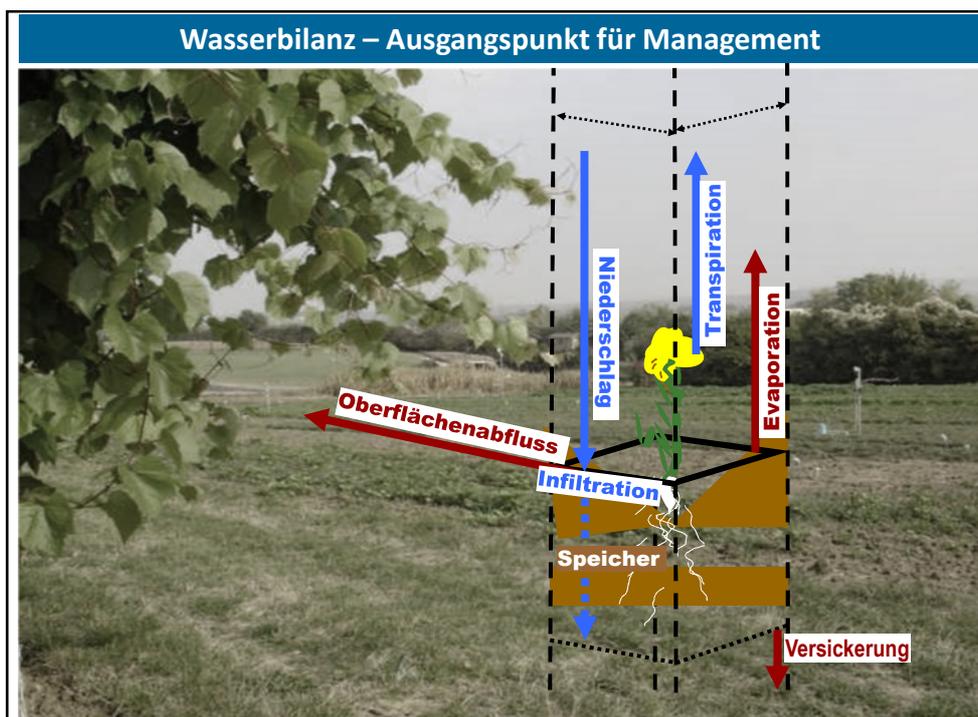
→ Die Pflanze braucht den Bodenpuffer um Stressperioden besser zu überstehen.

5

### Zu beantwortende Fragen:

- Wo und warum ist wassereffizientes Wirtschaften besonders wichtig?
- Wie lässt sich die Wasserverfügbarkeit steigern?
- Wie lässt sich die Wassernutzung verbessern?
- Wie ist wassereffizientes Wirtschaften praktisch umsetzbar?

6



### Bilanzgrößen und Maßnahmen zur Optimierung

Bilanzgröße	Ziel	Optimierungsansätze*
Infiltration	+	Mulch Mehr kontinuierliche Grobporen
Oberflächenabfluss	-	Mulch Bodenbedeckung
Speicher (nFk)	+	Mehr Mittelporen Mehr Humus (oft überschätzt)
Versickerung	-	Mehr Mittelporen Tiefere Durchwurzelung
Evaporation	-	Mulch Kapillaren unterbrechen
Transpiration	(+)	Tiefe Durchwurzelung Artenwahl (Vegetationsperiode, offene Stomata, C <sub>4</sub> -Pflanzen)

\*betrifft: Boden oder Pflanzen

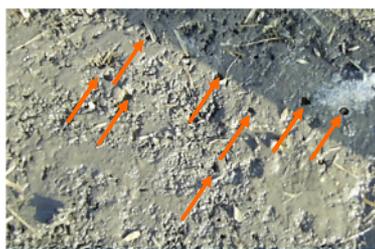
8

## Gründe für höheren Wassergehalt bei reduzierter Bodenbearbeitung:

- **Höhere Infiltration**
- **Geringerer Abfluss**
- **Höhere Feldkapazität**
- **Geringere Evaporation**

9

## Makroporen – Natürliche Strukturen für Wassertransport



**Bio-Makroporen**

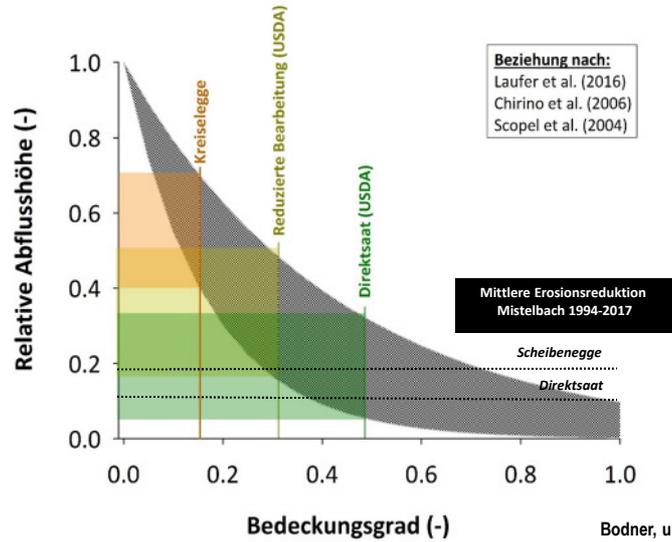
**(Makro)poren bei Direktsaat** sind das Ergebnis natürlicher Prozesse und wesentlich für die **Porenkontinuität** im Unterboden.



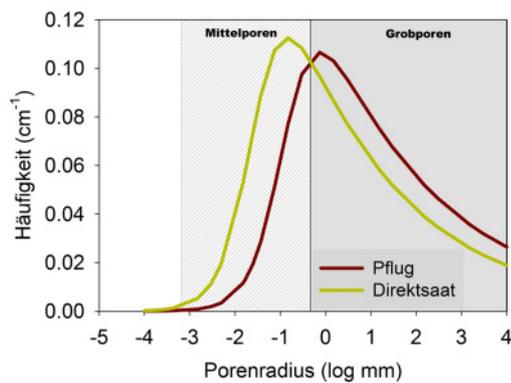
**Regenwurmengang**  
Wachstumspfad für Wurzeln

10

## Mulchbedeckung und Oberflächenabfluss



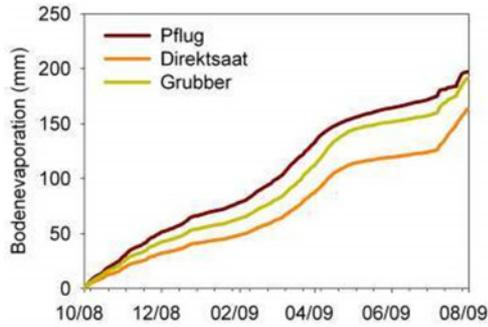
## Nutzbare Feldkapazität i. A. v. Bodenbearbeitung



Pflug	Direktsaat	Grubber
<i>nFK (mm m<sup>-1</sup>)</i>		
207,7	234,7	211,1

Die **Förderung der Mittelporen** bei Direktsaat führt zu einem **Anstieg der nFK** um ca. 14 % im Vergleich zum Pflug.

## Modellierte Evaporation i. A. v. Bodenbearbeitung



Modellierung ergibt für die reduzierte Bearbeitung eine

**um 28% (9%) geringere Evaporation**

im Vergleich zum Pflug (Maismulch!).

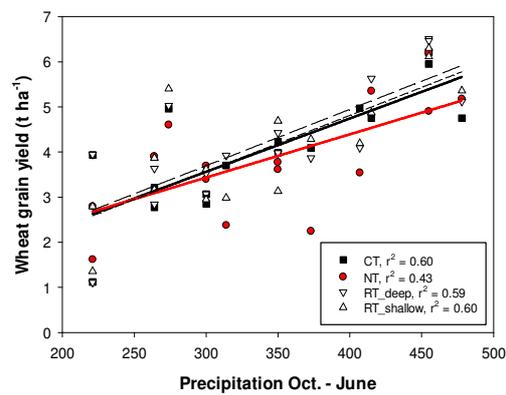
Bei sonst gleichen Bedingungen entspricht das einen (modellierten)

**Mehrertrag von 7% (2%).**

Quelle: Scholl, 2009

13

## Weizenerträge i. A. v. Bodenbearbeitung und Niederschlag (11jährige Ergebnisse Versuchswirtschaft Groß-Enzersdorf)

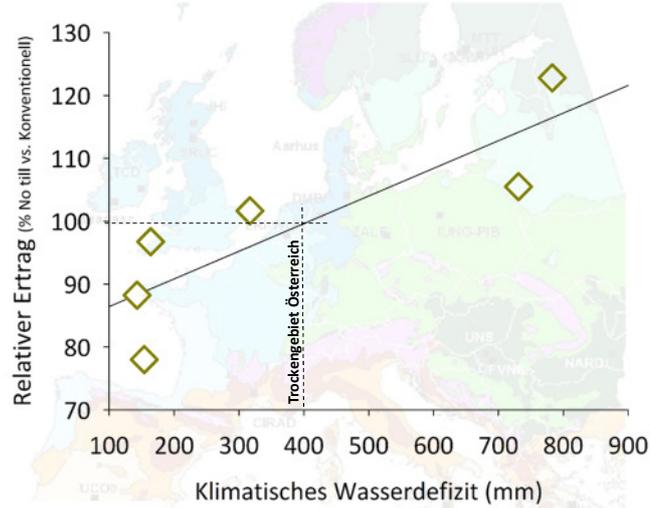


Quelle: Neugschwandtner et al., 2015

**In trockenen Jahren ist ein Ertragsvorteil bei no-till möglich, weil der Boden dann relativ feuchter ist.**

14

## Direktsaatwirkung - quer durch Europa



Überschuss

Defizit

Österreich

Daten von Soane et al. (2012)

15

## Erträge und Erlöse i. A. v. Bodenbearbeitung (27jährige Ergebnisse Landw. Fachschulen Niederösterreich)



Grafik 1: Der Nettoerlös errechnet sich aus Produkterlös minus Maschinenkosten. Die restlichen Aufwendungen unterscheiden sich nicht. Bei den Nettoerlösen wird deutlich, dass die reduzierten und minimierten Bodenbearbeitungsverfahren der konventionellen Methode überlegen sind.



Grafik 2: Mulch- und Direktsaat verringern die Erträge nicht unbedingt.

(Quelle: Rosner, 2021)

16

## Zu beantwortende Fragen:

- Wo und warum ist wassereffizientes Wirtschaften besonders wichtig?
- Wie lässt sich die Wasserverfügbarkeit steigern?
- **Wie lässt sich die Wassernutzung verbessern?**
- Wie ist wassereffizientes Wirtschaften praktisch umsetzbar?

17

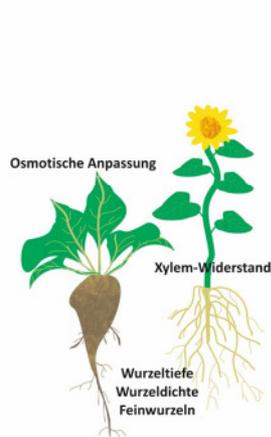
*Strategien bei Stress*

<b>WASSER-VERBRAUCHER</b>	<b>WASSER-SPARER</b>	<b>STRESS ENTKOMMEN</b>
<b>Morphologie:</b> Effiziente Wurzelaufnahme <b>Physiologie:</b> Längere Stomataöffnung Anisohydrisches Verhalten	<b>Morphologie:</b> Kleine Blattfläche <b>Physiologie:</b> Sensitive Stomatareaktion Isohydrisches Verhalten	<b>Phänologie:</b> Sensitive Stadien vor Stress
<b>Abpuffern von periodischem Stress</b>	<b>Balancierte Verteilung der Versorgung</b>	<b>Standortanpassung der Phänologie</b>
<p>Osmotische Anpassung</p> <p>Xylem-Widerstand</p> <p>Wurzeltiefe Wurzeldichte Feinwurzeln</p>	<p>Blattrollen</p> <p>Fahnenblattdauer</p> <p>Geringe Bestockung</p> <p>Chemische Signale (ABA)</p>	<p>Hohle Biomasse-Wachstumsrate</p> <p>Vor allem über Saatzeit und Züchtung</p>
<b>Ertragskompatibel für</b>		
Kurze Stressperioden mittlerer Intensität	Längeren und intensiven Stress	Klima mit Trockenzeiten 18

### WASSER-VERBRAUCHER

Morphologie: Effiziente Wurzelaufnahme  
 Physiologie: Längere Stomataöffnung  
 Anisohydrisches Verhalten

Abpuffern von periodischem Stress



### WASSER-SPARER

Morphologie: Kleine Blattfläche  
 Physiologie: Sensitive Stomatareaktion  
 Isohydrisches Verhalten

Balancierte Verteilung der Versorgung



**SPAREN  
 KOSTET  
 ERTRAG!**

### STRESS ENTKOMMEN

Phänologie: Sensitive Stadien vor Stress

Standortanpassung der Phänologie



### Ertragskompatibel für

Kurze Stressperioden mittlerer Intensität

Längeren und intensiven Stress

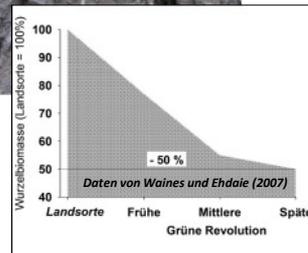
Klima mit Trockenzeiten

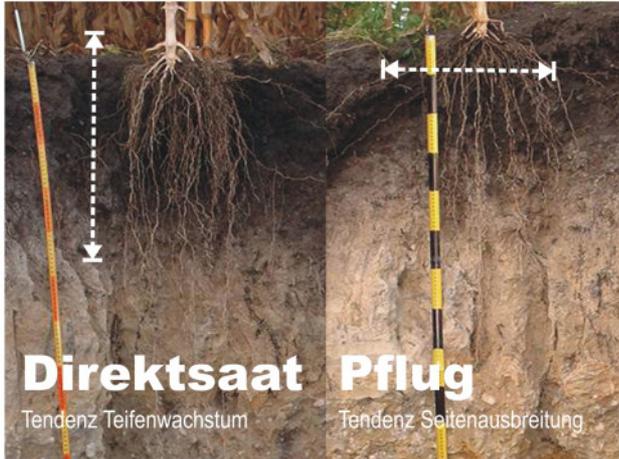
### Wurzeltiefenwachstum



Art	Wachstum (cm d <sup>-1</sup> )	Literaturquelle
Weichweizen	2,4	Watt et al. (2003), Colombi et al. (2017)
Mais	3 - 3,6	Schmidt et al. (2013); Cahn et al., (1989)
Lupine	1,9	Schmidt et al. (2013)
Reis	3,1	Iijima et al. (1998)
Sorghum	7,7	Iijima et al. (1998)
Sonnenblume	2 - 13,5	Aguirrezábal et al. (1994)
Körnererbse	0.8 - 1,4	Azam et al., (2014); Zhao et al. (2017)

### Wurzelwachstum und Bodenschadverdichtung



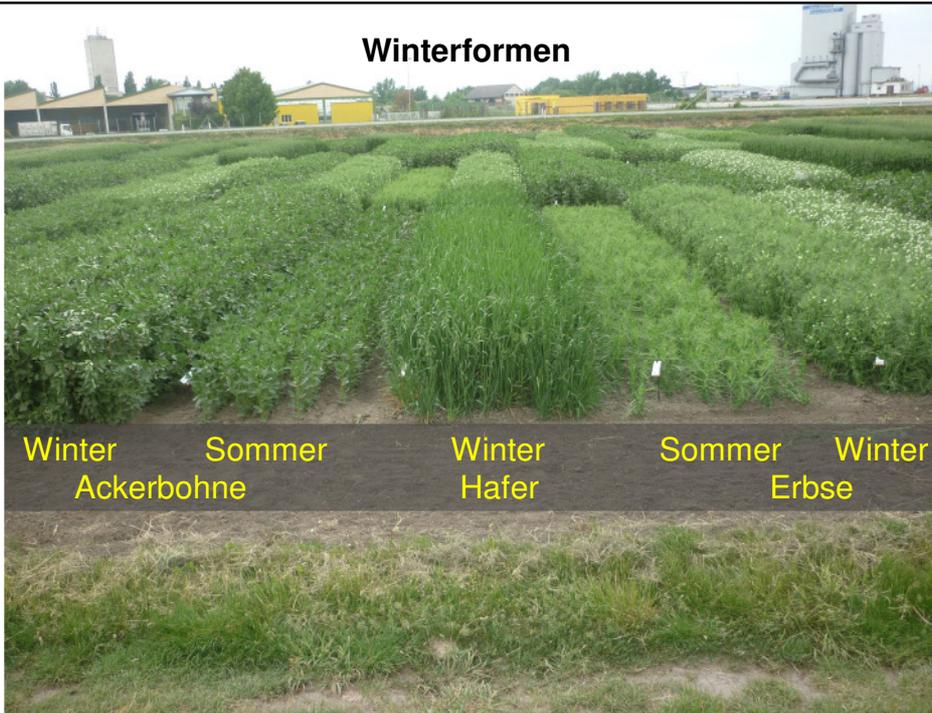


**Wurzeffekt**  
z. B. Boden mit 20 % nFK  
**Wurzeltiefe: + 20 cm**  
**→ Wassernutzung: + 40 mm**

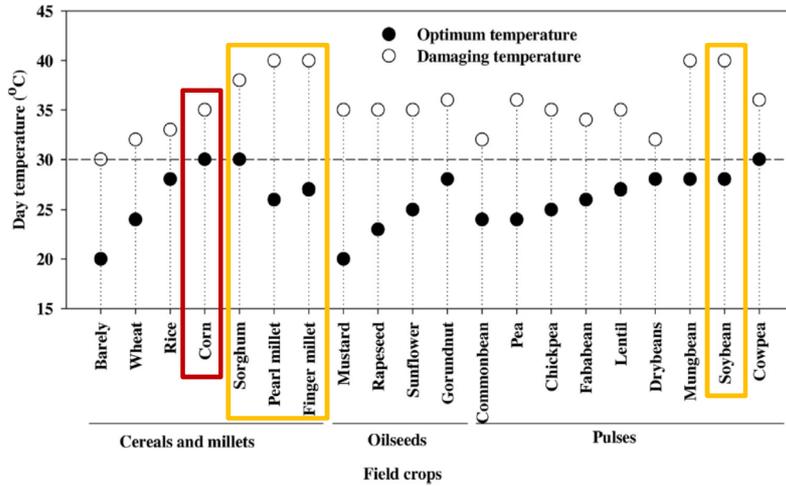
**Direktsaat** Tendenz Tiefenwachstum  
**Pflug** Tendenz Seitenausbreitung

*Wurzelfreilegung Betrieb  
Peck, Andau (Fotos:  
Himmelbauer und Sobotik)*

### Winterformen



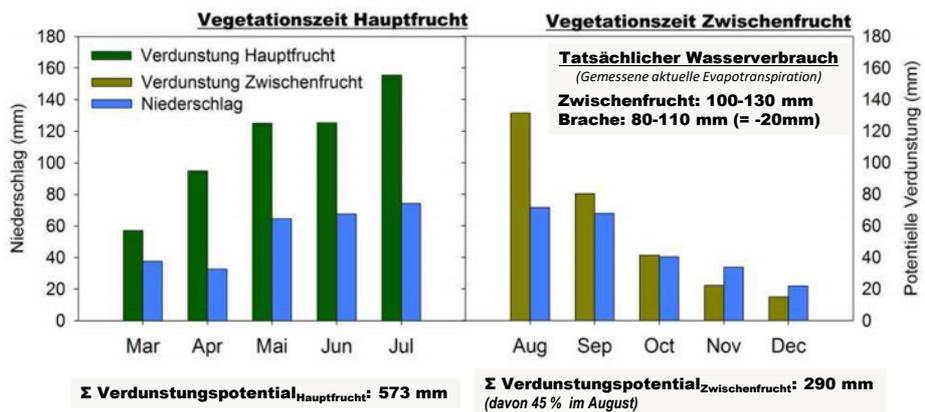
## Kardinaltemperaturen während der reproduktiven Phase



Quelle: Prasad et. al, 2017

23

## Zwischenfrucht als Wasserkonkurrent?



Raps



≠



Senf

Bodner, unveröff.

24

## Beobachtbare / erwartete Veränderungen im Anbau:

- Wintergerste (frühreife Getreide-Genetik generell)
- Mais, Sorghum, Soja (Begrenzung durch *Diabrotica*)
- Winterungen (Braugerste fast 50%, Durum, Hafer, Erbsen, Ackerbohnen, Mohn)
- Zweitfrucht-Systeme (Mais, Sorghum, Soja nach W.Erbsen, W.Gerste)
- Optimierte ZF-Mischungen (Transpiration & Evaporation)
- Bewässerung
- Versicherung

25

## Schlussfolgerungen für wassereffiziente Bewirtschaftung

- Verbesserungen von **Bodenstruktur und Humusgehalt** über reduzierte Bodenbearbeitung und Fruchtfolge/Zwischenfrucht bringen langfristig etwas **verbesserte Infiltration und Wasserspeichervermögen**.
- **Mulchauflagen > 25 %** tragen dazu bei, die Verluste durch **Oberflächenabfluss** (Hanglagen) und **Evaporation** zu reduzieren.
- Das Bodennutzungssystem muss sicherstellen, dass die Kulturen **rasch den Boden bedecken** und das Wurzelsystem leicht **in die Tiefe vordringen** kann.
- **C<sub>4</sub>-Pflanzen, Winterungen und frühreife Genotypen** sind angepasst(er).
- **Zwischenfrucht-Wasserkonkurrenz** ist nicht generell zu befürchten, da Zwischenfrüchte effiziente Wassernutzer sind.
- Effiziente **Bewässerung** ist eine wichtige Zukunftsoption.
- **Versicherungen** gegen Trockenschäden nehmen zu.

26



Universität für Bodenkultur Wien  
Department für Nutzpflanzen-  
wissenschaften

**Danke an:  
PD Dr. G. Bodner**



**Amt der NÖ Landesregierung:  
Dr. J. Rosner & Team**



Universität für Bodenkultur Wien  
Department für Nutzpflanzen-  
wissenschaften

**Universität für Bodenkultur Wien**

**Department für Nutzpflanzenwissenschaften**  
Institut für Pflanzenbau

Univ. Prof. Dr. Hans-Peter Kaul

Konrad Lorenz-Straße 24, A-3430 Tulln/Donau  
Tel.: +43 1 47654-95111  
hans-peter.kaul@boku.ac.at

