



# Kann durch reduzierte Bodenbearbeitung Oberflächenabfluss vermindert werden?

**Andreas KLIK**

Institut für Hydraulik und landeskulturelle Wasserwirtschaft

**Gewässerschutztagung 2016**

**„Schutz von Oberflächengewässern beim Einsatz von  
Pflanzenschutzmitteln“**

Landwirtschaftskammer NÖ, St. Pölten

27. Jänner 2016

## Was ist Boden?



50% Feststoffe

50% Poren

**Boden** ist das mit **Wasser, Luft** und **Lebewesen** durchsetzte, unter dem **Einfluss der Umweltfaktoren** an der Erdoberfläche entstandene und im Laufe der Zeit **sich weiterentwickelnde** Umwandlungsprodukt **mineralischer und organischer Substanzen** mit eigener morphologischer Organisation, das in der Lage ist, höheren Pflanzen als Standort zu dienen.

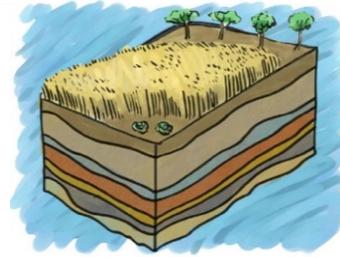
Dadurch ist der Boden in der Lage, eine **Lebensgrundlage für Tiere und Menschen** zu bilden. Als Raum-Zeit-Struktur ist der Boden ein vierdimensionales System.“

Bestehend aus:      Feststoffen  
                                 Luft  
                                 Wasser

# Bodenfunktionen



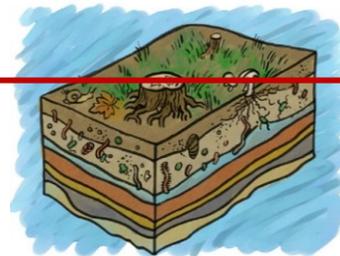
Produktionsgrundlage für Nahrungs- und Futtermittel sowie für nachwachsende Rohstoffe



Speicher-, Filter- und Pufferfunktion



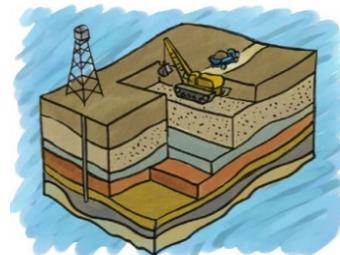
Lebensraum für Bakterien, Pilze, Pflanzen und Tiere - wichtigste Genreserve der Erde



Landschaftsträger und damit Grundlage für Erholungsraum, Archiv für Natur- und Kulturgeschichte



Rohstofflager (Sande, Kies, Torf etc.)



# Erosion und Prozesse



Bodenerosion stellt einen natürlichen Prozess dar, welcher durch menschliche Aktivitäten verstärkt wird und nahezu alle Bodenfunktionen beeinträchtigt

Rd. 16% der Gesamtfläche Europas sind von Bodenerosion bedroht

Bodenerosion  $> 2,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$  übersteigt Bodenbildungsrate (OECD, 2001)

=> irreversibler Prozess (*van-Camp et al., 2004*)



1. **Loslösen von Bodenteilchen durch Regentropfenaufprall (kinetische Energie - splash erosion)**
2. **Transport durch Regentropfen**



3. **Loslösen von Bodenteilchen durch Oberflächenabfluss**
4. **Transport durch Oberflächenabfluss (flächenhaft und konzentriert)**

# Abflussbahnen und Erosion



*Photos: USDA-ARS, 1989*

# Kinetische Energie des Niederschlages

$$KE = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

Drop  $\varnothing = 0.2 - 6 \text{ mm}$   
 $v = 0.5 - 13 \text{ m.s}^{-1}$



Messstelle Petzenkirchen  
 Campbell PWS 100  
 (April – Oktober 2014, 2015)

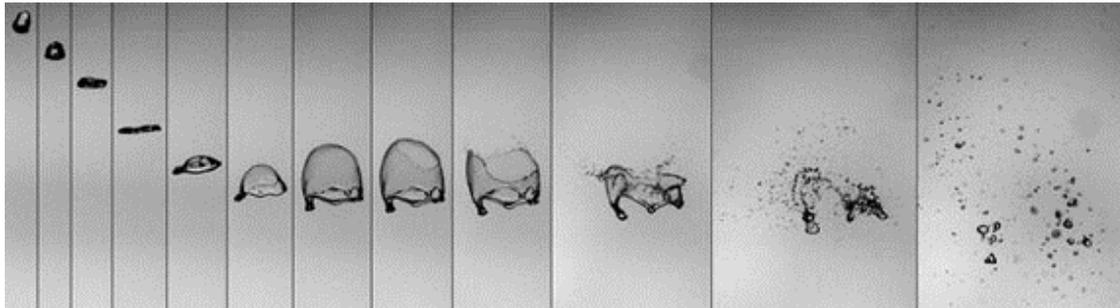
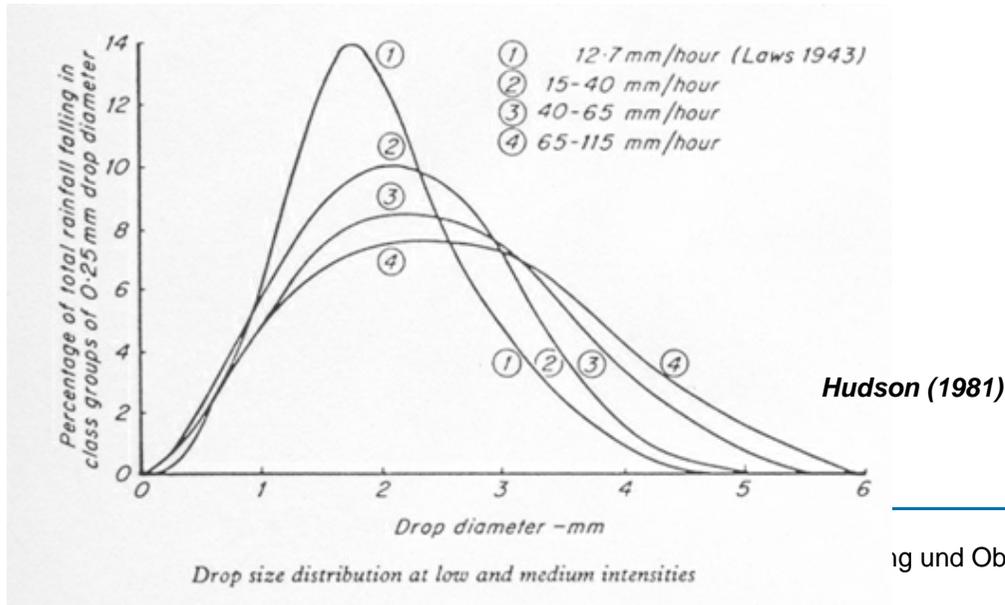
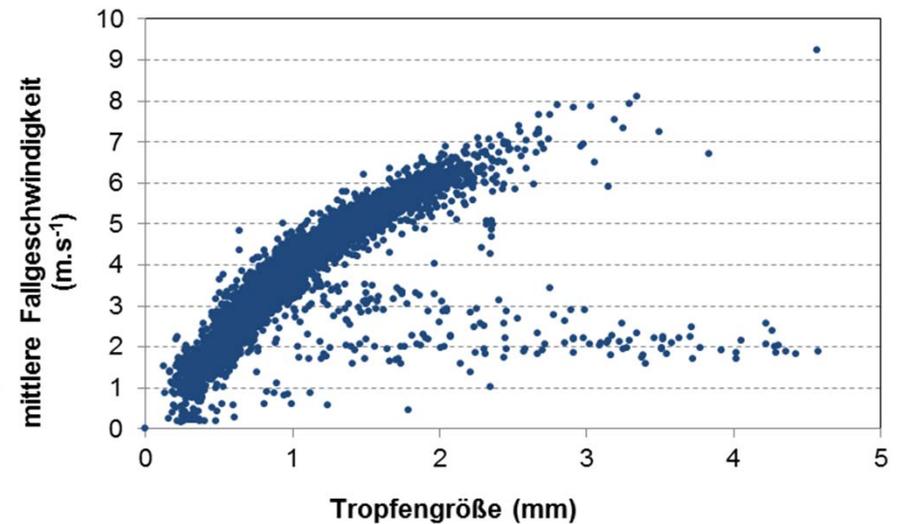
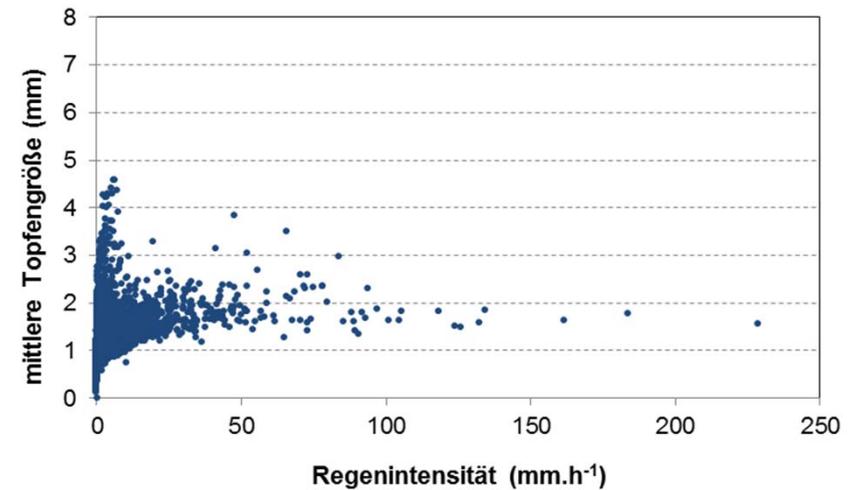


Photo: Emmanuel Villermaux

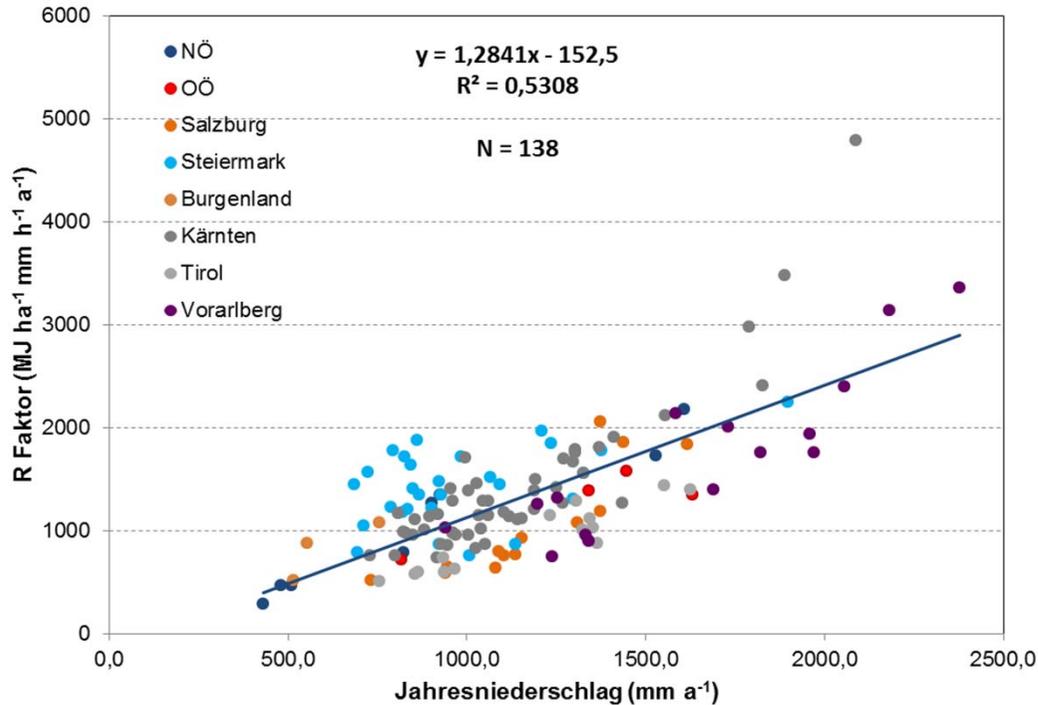


ig und Oberflächen:

# Regenerosivität



138 Niederschlagsstationen, 1991 - 2014

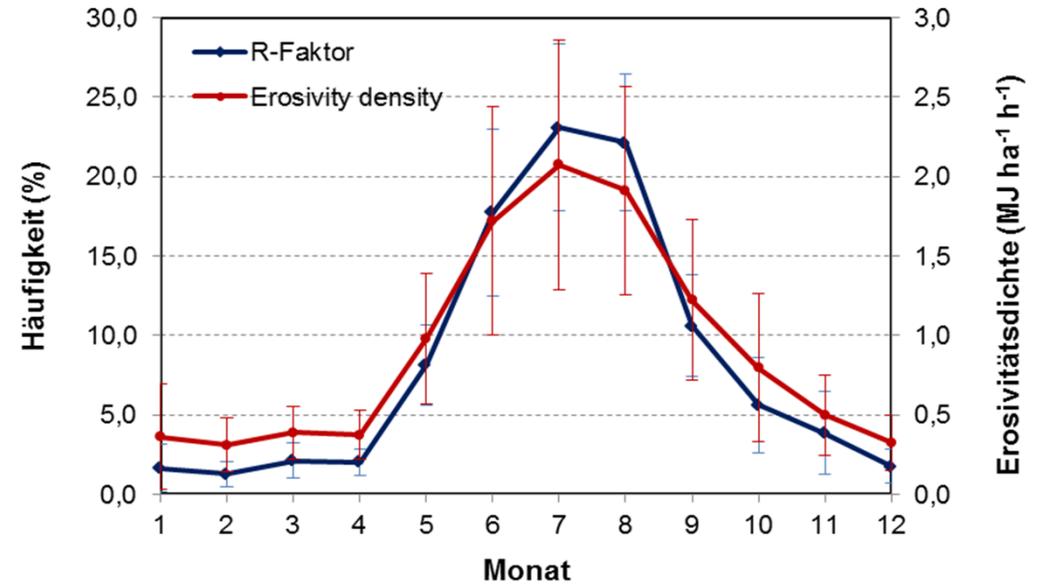


Zusammenhang zwischen Niederschlag (Jahres- bzw. Sommer-) und Erosivität

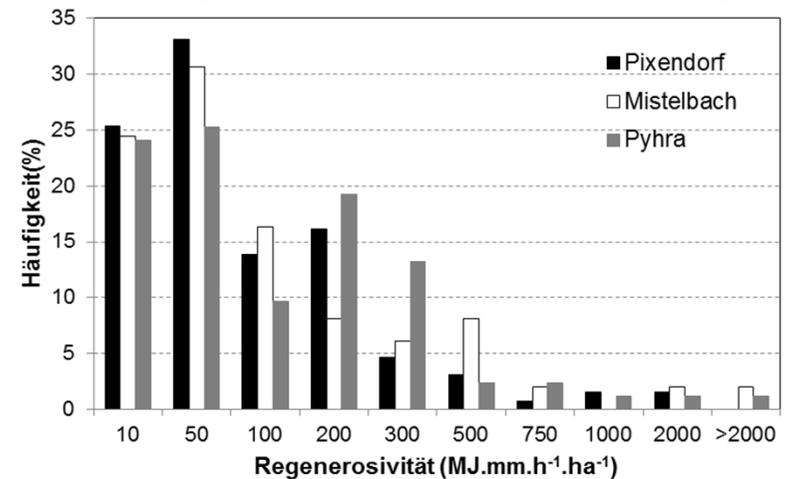
Regionale Unterschiede vorhanden

Erosive Niederschläge treten hauptsächlich von Juni-August auf  
 Energie dieser Sommerniederschläge rd. doppelt so hoch wie im Frühjahr oder Herbst

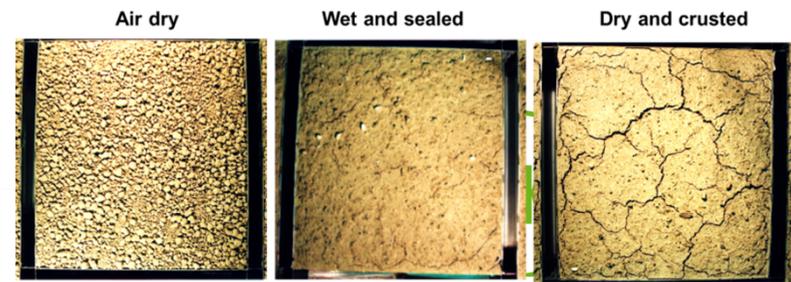
Jahreszeitliche Verteilung



Häufigkeit von erosiven Niederschlägen

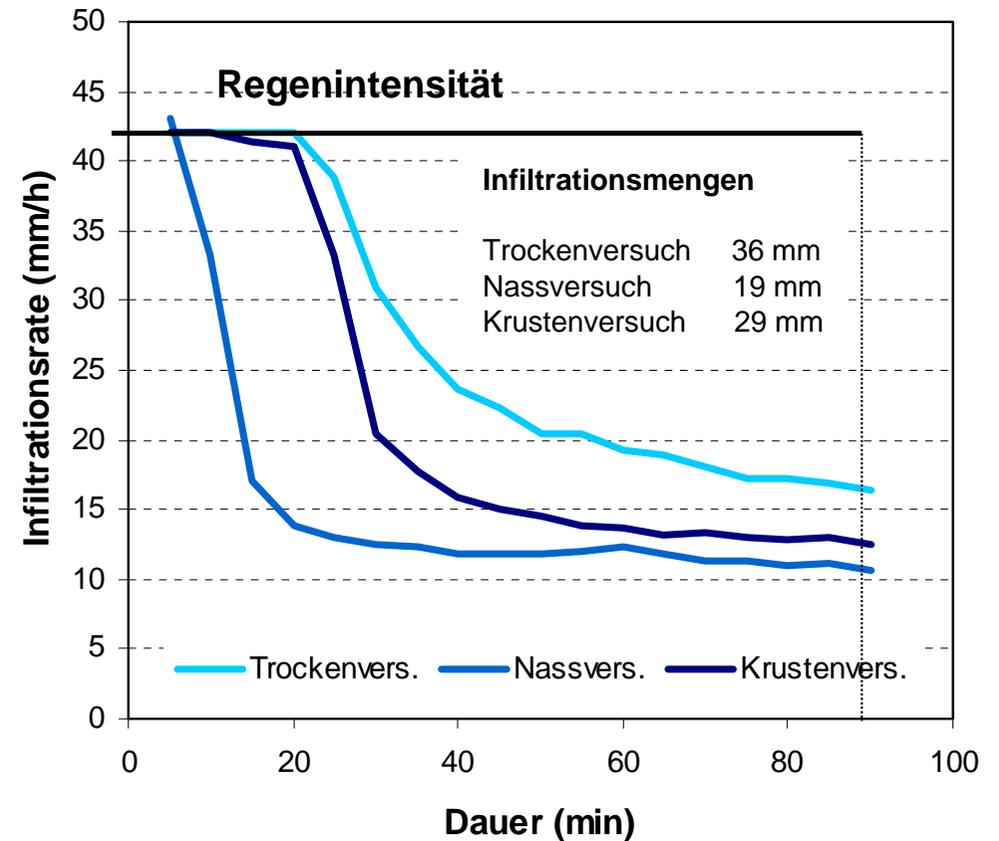
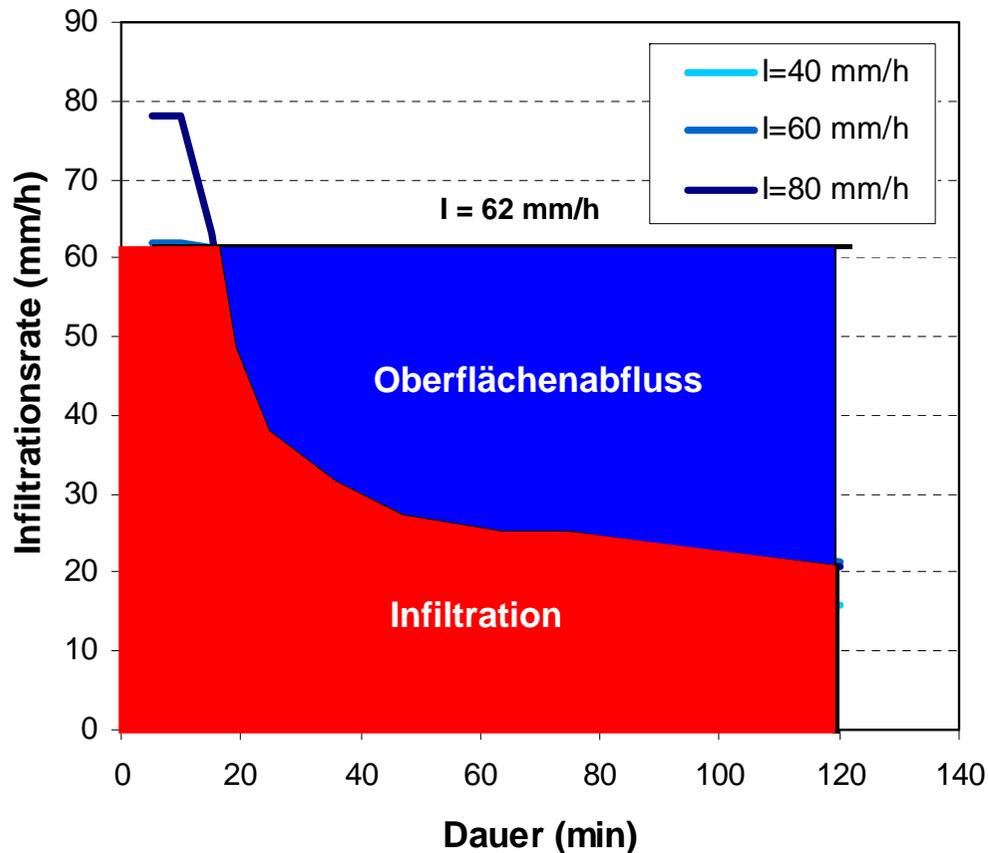


# Infiltration in den Boden



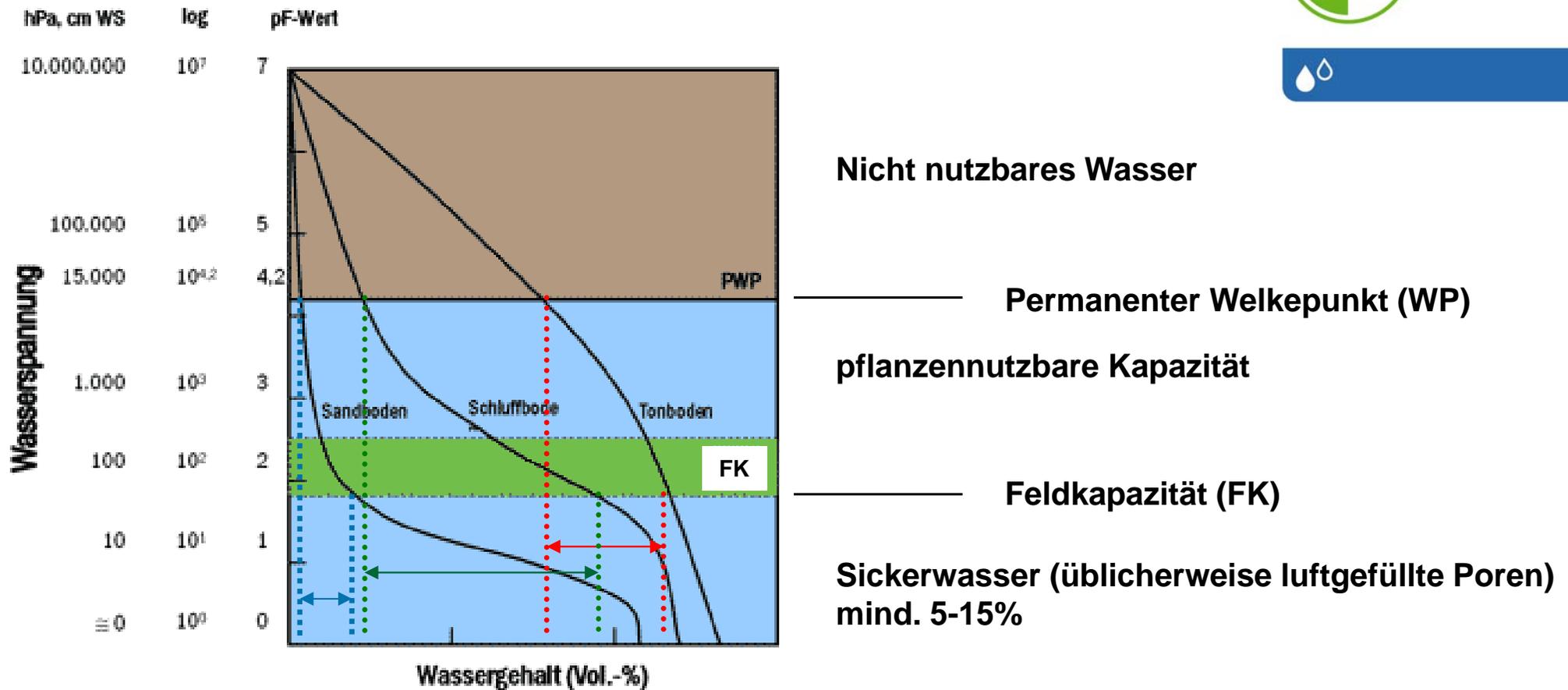
Unterschiedlicher Anfangswassergehalt  
( $I = 40 \text{ mm/h}$ )

Unterschiedliche Niederschlagsintensität  
(trockener Boden)



- Infiltration hängt u.a. von der Anzahl und der Größe der Bodenporen sowie von ihrer Durchgängigkeit ab
- Anfangszustand des Bodens (trocken, nass, ...) beeinflusst wesentlich die Infiltration und somit den Abfluss

# Bodenwasser



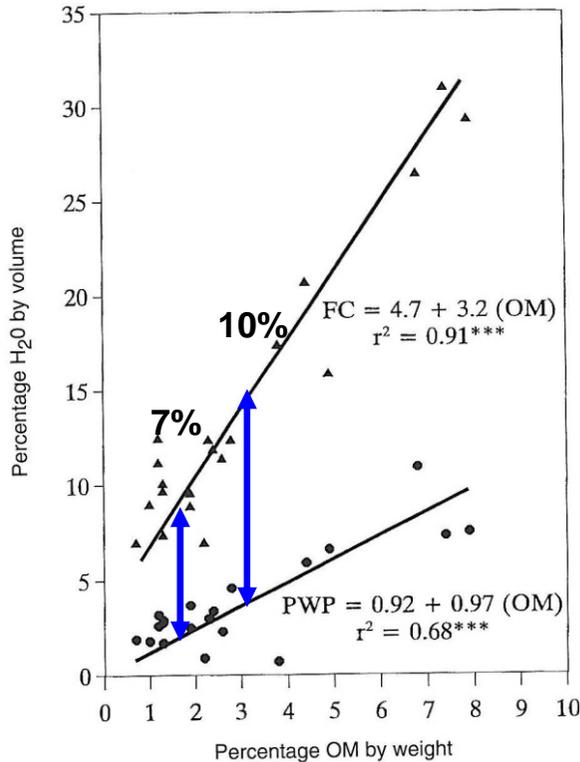
- nicht pflanzenverfügbares Wasser
- pflanzenverfügbares Wasser
- PWP** Permanent Welkepunkt; pF 4,2 oder 15.000 hPa (cm WS)
- FK** nutzbare Feldkapazität, pF 1,8 bis 2,5 (60 bis 300 hPa)

Bodenwassergehalt ist wichtig für das Pflanzenwachstum, aber auch für viele andere im Boden ablaufenden Prozesse (Mineralisation von organisch gebundenen Nährstoffen, Humusauf- und -abbau, biologischer Abbau von Schadstoffen...)

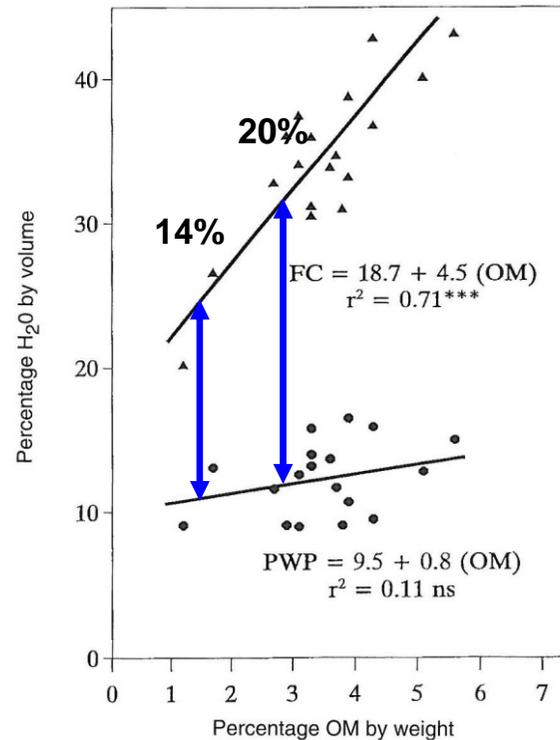
# Einfluss von organischer Substanz



Sand



Schluffiger Lehm



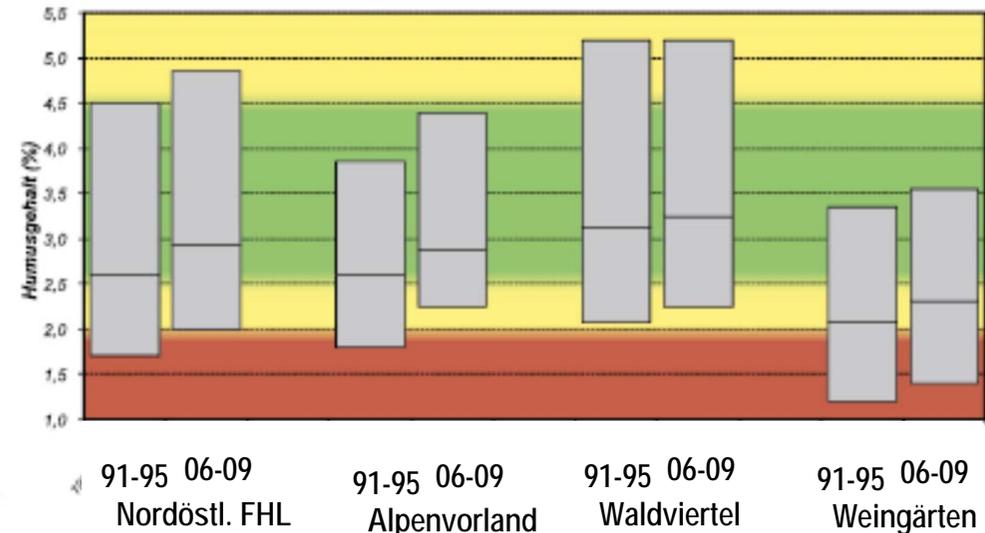
Hudson, 1994.

Im Nordöstlichen Flach- und Hügelland (FHL) und im Alpenvorland sind im Verlauf der vergangenen 15 Jahre die Humusgehalte um etwa 0,2 bis 0,4 % angestiegen, im Waldviertel lag diese Steigerung bei 0,1 bis 0,2%. Im Weinbau wurde eine Zunahme um 0,2% festgestellt.

Erhöhung des **Gehaltes an organischer Substanz** im Boden führt zu Anstieg der **pflanzennutzbaren Kapazität**

=> mehr Wasser steht den Pflanzen länger nutzbar zur Verfügung (wichtig bei Trockenperioden!)

Entwicklung der Humusgehalte in ausgewählten Regionen 1991-1995 bis 2006-2009



Bodenbearbeitung und Oberfläch

Baumgarten et al. (2011)

# Abfluss und Erosion

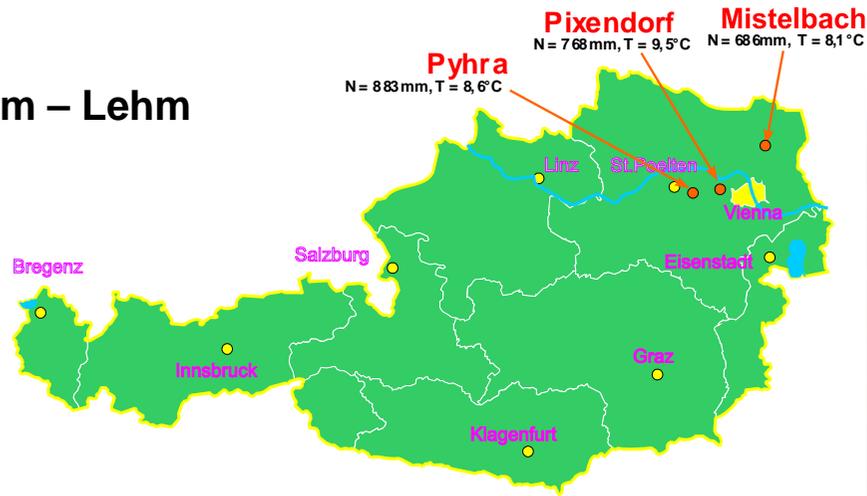
3 Standorte

N = 668 – 883 mm.a<sup>-1</sup>

Textur: schluffiger Lehm – Lehm

Hangneigung: 5 – 16%

Mais-Getreide FF



On-site measures

Oberflächenabfluss  
Bodenabtrag  
Nährstoffabträge  
Pestizidabträge

Konventionelle Bodenbearbeitung (KV)  
Mulchsaat (KS)  
Direktsaat (DS)



# Bodenbearbeitungsmaßnahmen



**konventionell**

**Direktsaat**



# Messeinrichtung

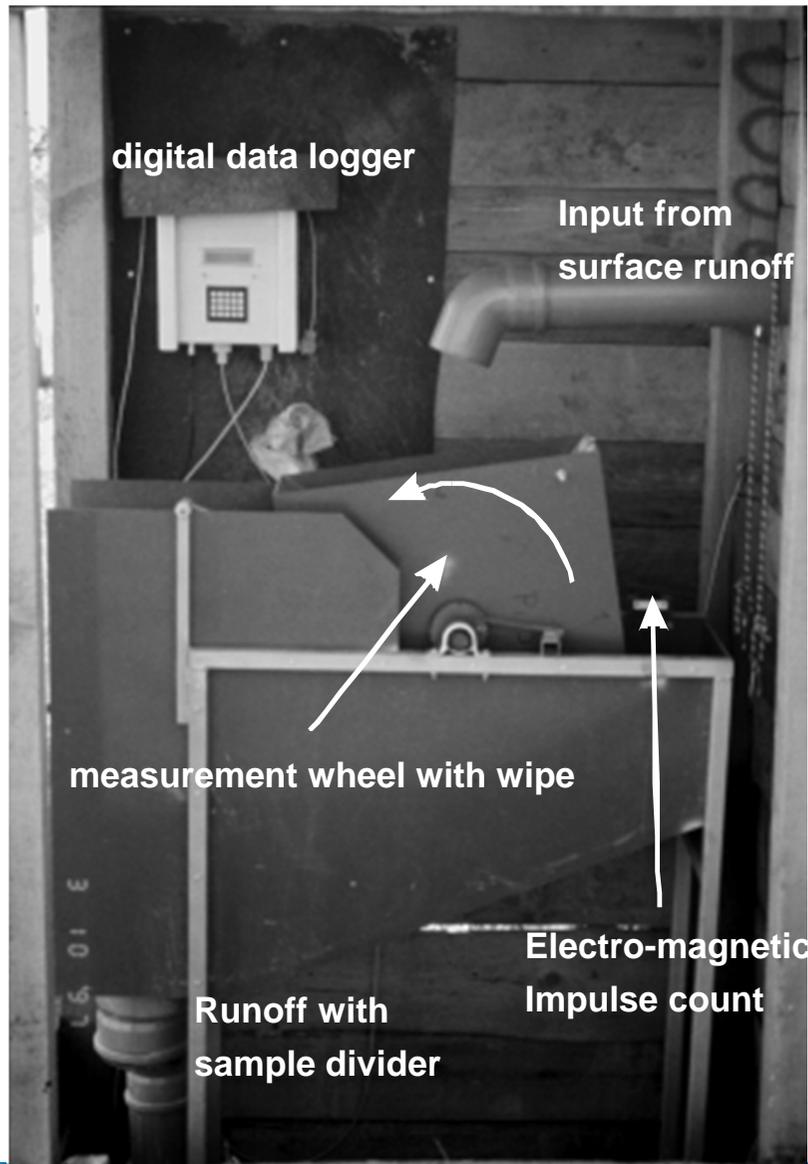


Niederschlags- und Temperaturmessung  
(5-min Daten)

Ereignisbezogene Messung von Abfluss, Abtrag,  
Nährstoff- und Kohlenstoffverlusten

Einige Daten über Pestizidverluste

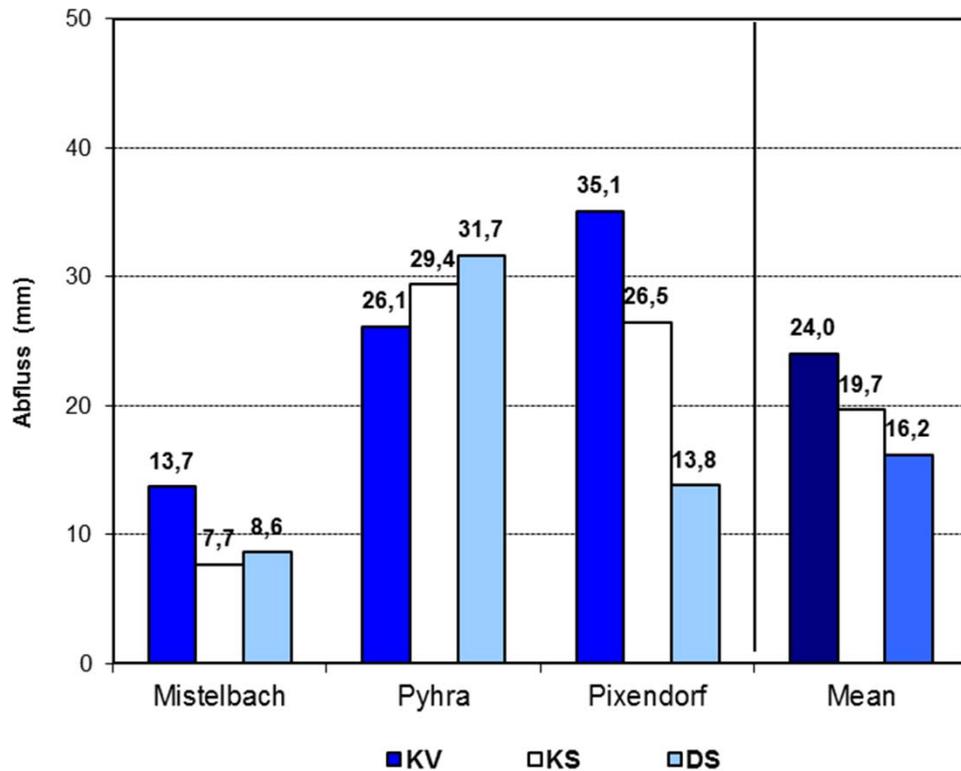
Messung während der Vegetationsperiode  
(April/Mai – Oktober/November)



# Oberflächenabfluss



## Jahressummen - Mittelwerte 1994 – 2015



## Höhe und Anzahl der Abflussereignisse (N = 140)

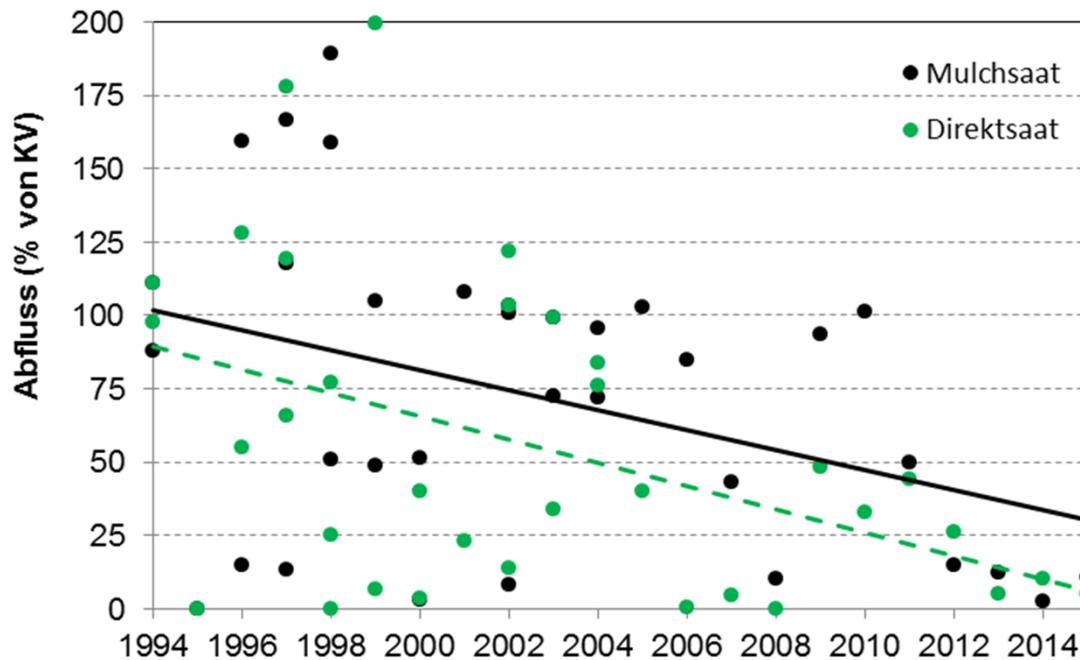
	MW Abfluss (mm)			Median Abfluss (mm)			Abflussereignisse		
	KV	KS	DS	KV	KS	DS	KV	KS	DS
Pixendorf	4,8	3,6	2,7	1,2	0,8	0,5	<b>91</b>	<b>97</b>	<b>73</b>
Mistelbach	4,0	3,3	4,0	0,5	0,3	0,4	<b>49</b>	<b>36</b>	<b>32</b>
Pyhra	6,8	6,7	9,5	0,9	0,6	0,4	<b>24</b>	<b>22</b>	<b>20</b>

- Mulch- und Direktsaat führt zu Reduktion des Oberflächenabflusses (Ausnahme tonige Böden)
- Höhe und Anzahl der Abflussereignisse nehmen bei KS und DS ebenfalls ab

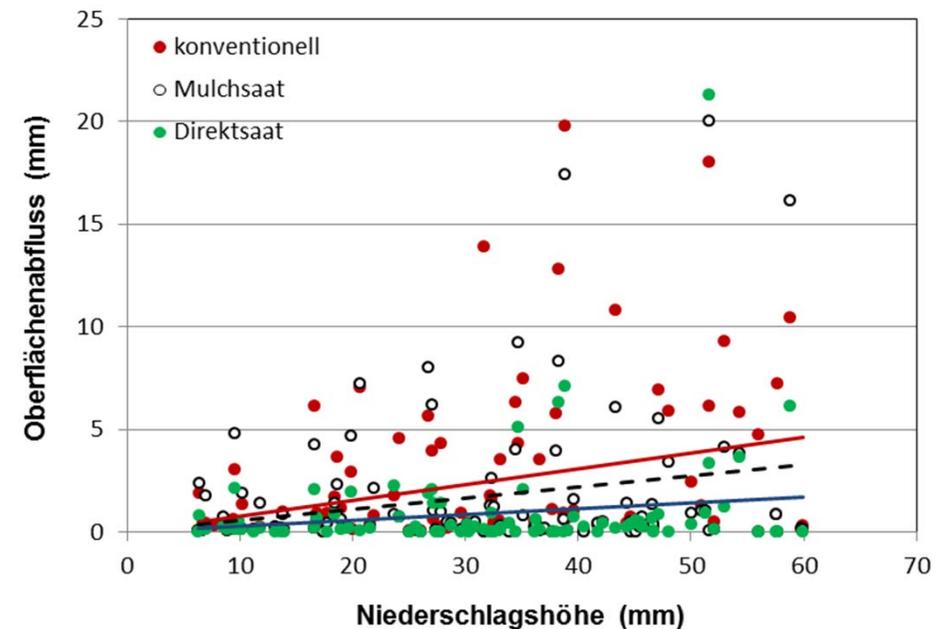
# Veränderung von Abfluss und Infiltration



## Entwicklung des Abflusses im Laufe der Jahre



## Einzelereignisse bzw. Wochenwerte

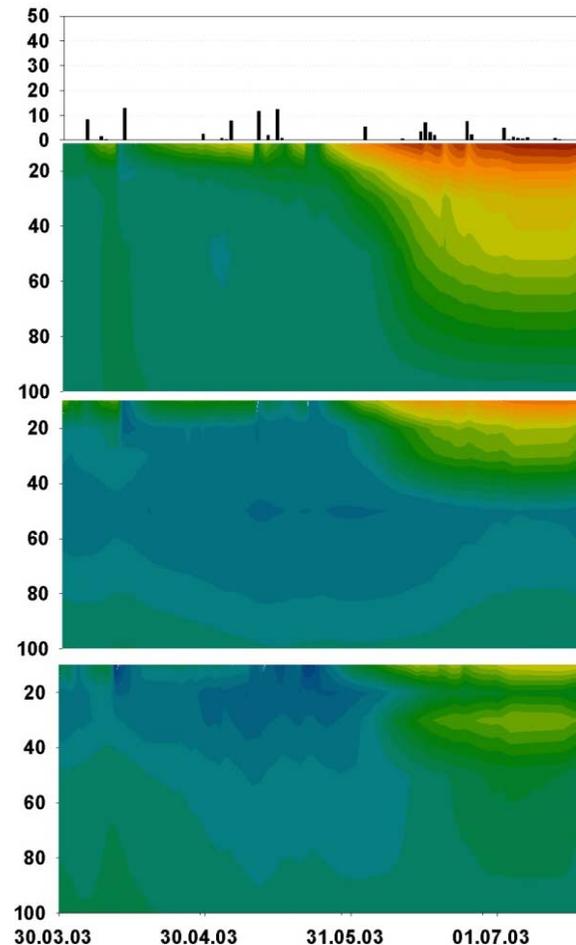
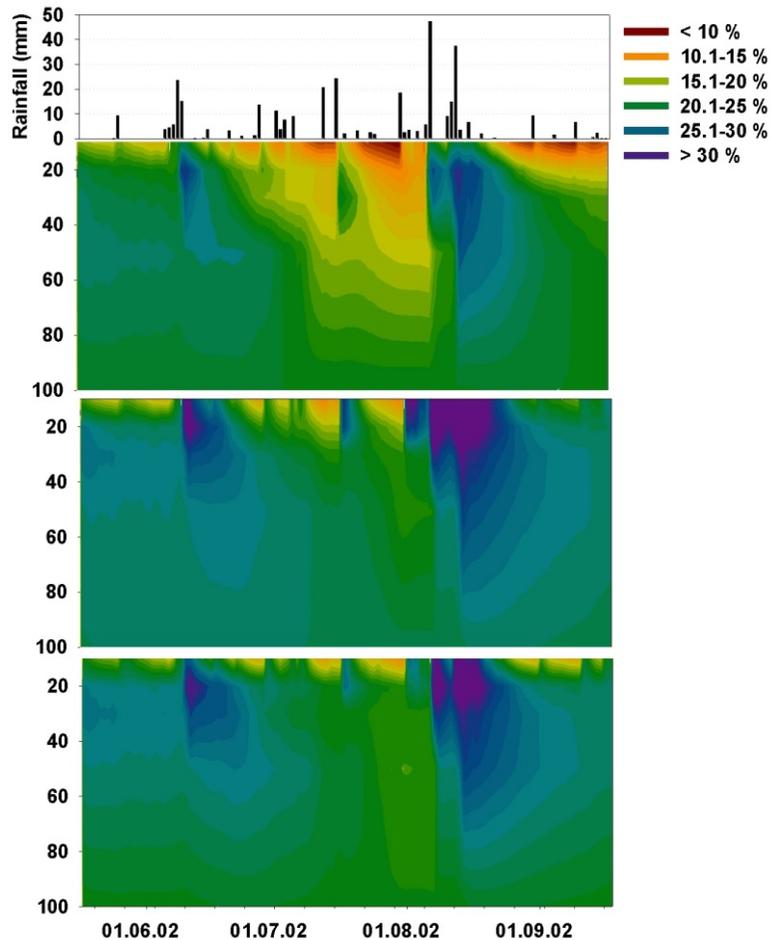


- Mulchsaat und Direktsaat wirken sich günstig auf Infiltration und Oberflächenabfluss aus
- Positive Auswirkung ev. erst nach einigen Jahren feststellbar

# Bodenwassergehalt - Mistelbach

2002 (Mais)

2003 (Winterweizen)



Konventionelle BB

Mulchsaat

Direktsaat

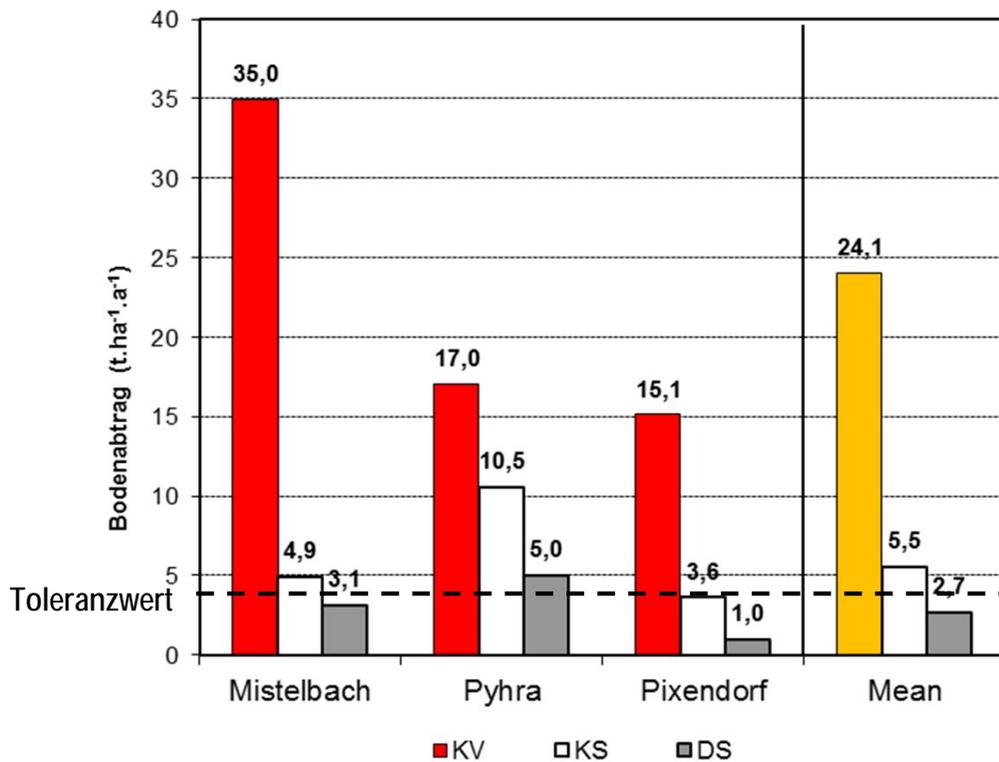
**Verringerte Bearbeitungsintensität** in Kombination mit **besserer Bodenbedeckung** und **höheren Gehalten an organischer Substanz** führt einerseits zu **besserer Wasserinfiltration** (verminderter Abfluss) und zu **geringerer unproduktiver Verdunstung** von der Bodenoberfläche (Evaporation)

# Auswirkungen auf Bodenabtrag

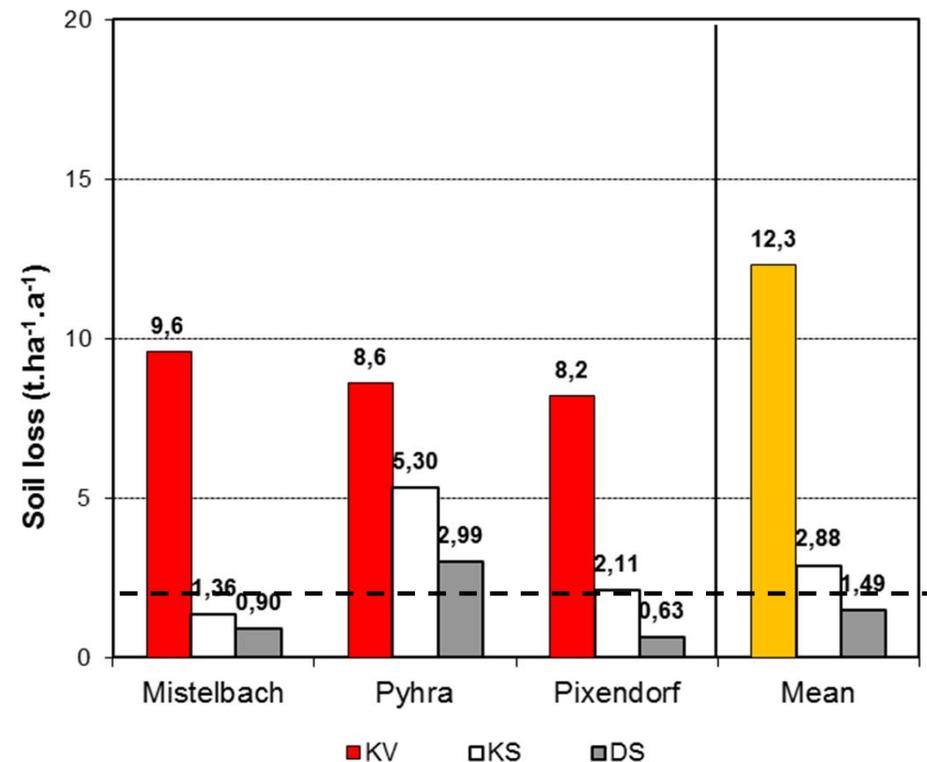


Mittelwerte 1994 - 2015

Nur Reihenkulturen  
(Mais, Sonnenblume, Zuckerrübe)



Gesamte Fruchtfolge



- Reduzierte Bodenbearbeitungsverfahren verringern signifikant den Bodenabtrag
- Ausschlaggebend dafür sind die höhere Bodenbedeckung und die dadurch verminderte Abflussgeschwindigkeit

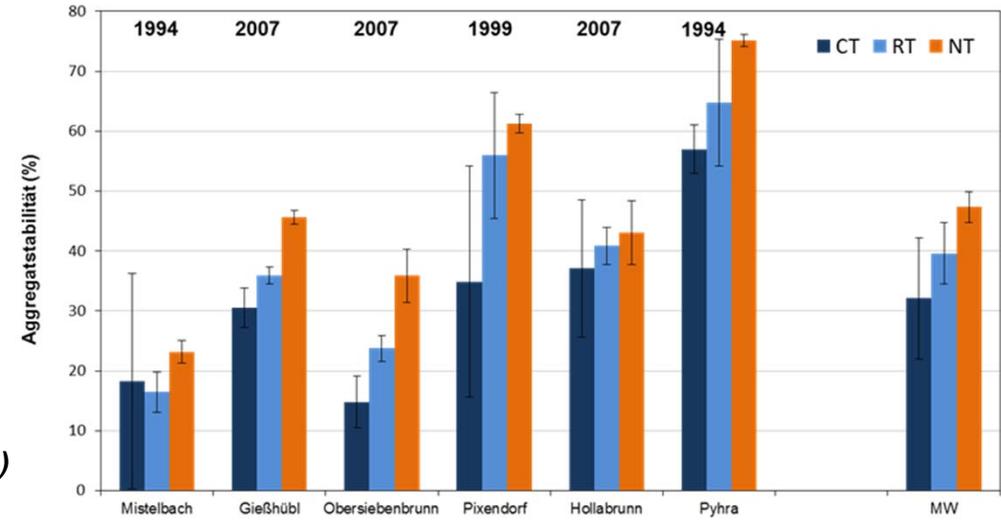
# Aggregatstabilität

## Regensimulation

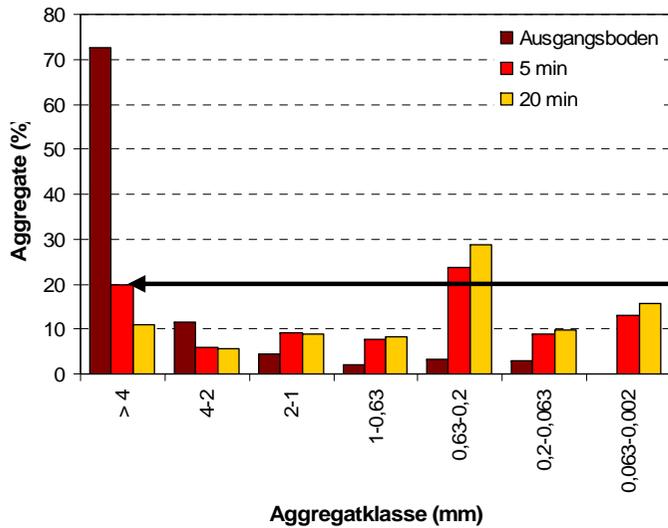
Boden: schluffiger Lehm  
Regenintensität: 30 mm.h<sup>-1</sup>

Studený (2014)

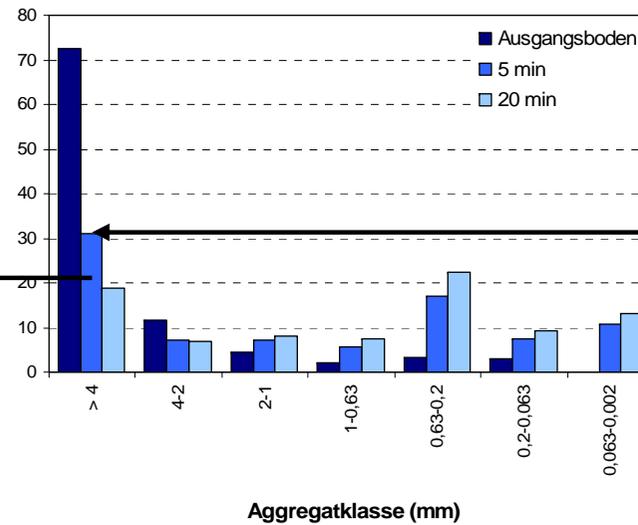
## Tauchsiebverfahren nach ÖNorm 1072



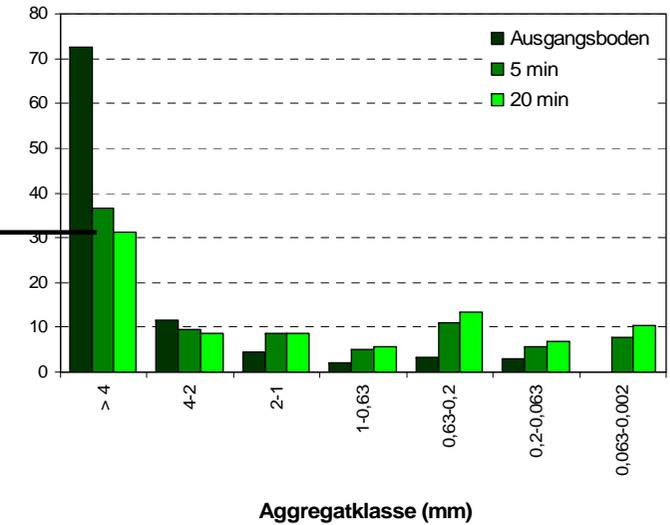
## Konventionelle BB



## Konservierende BB



## Direktsaat

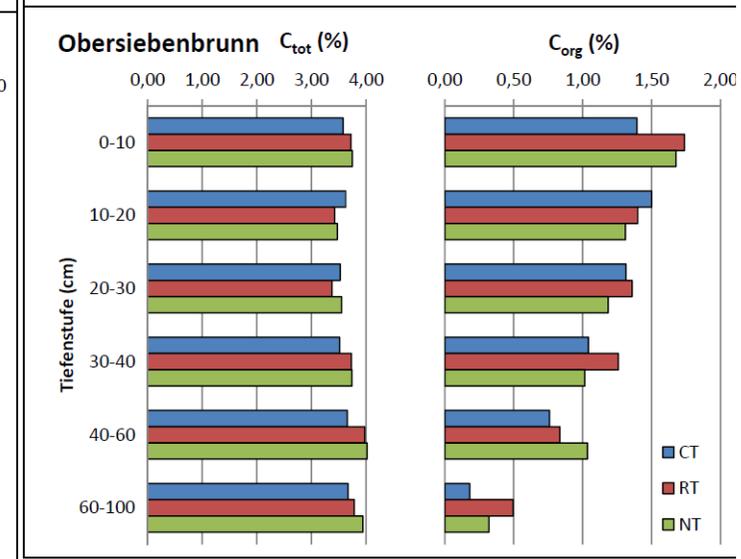
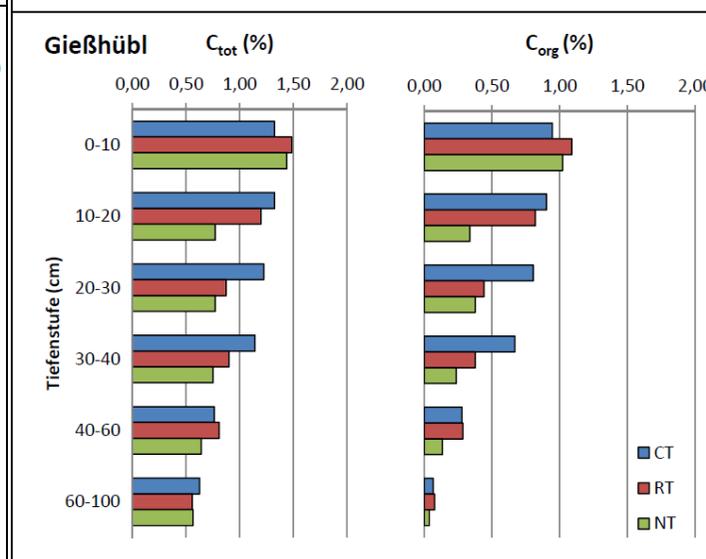
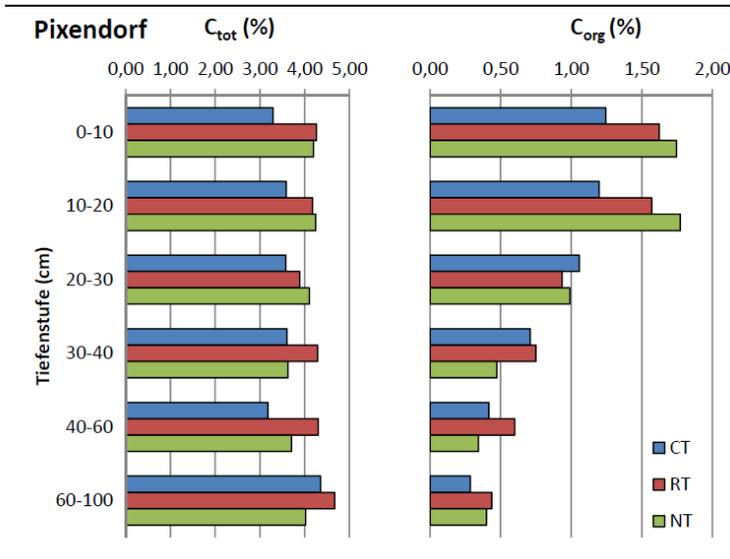
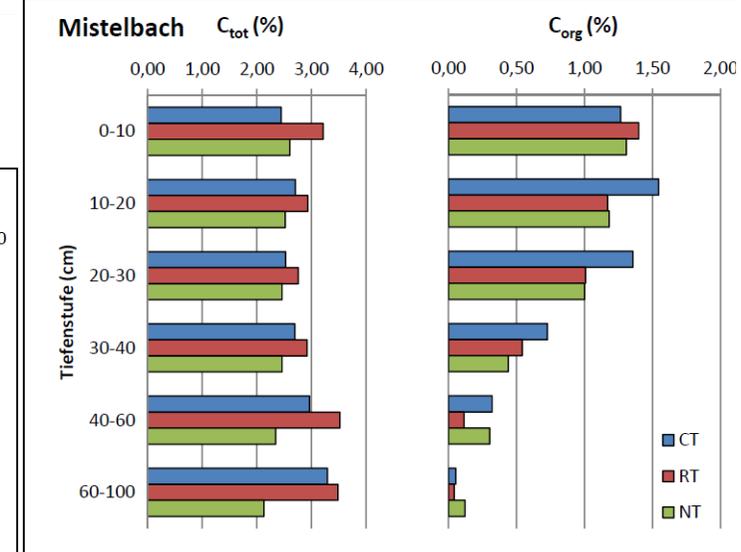
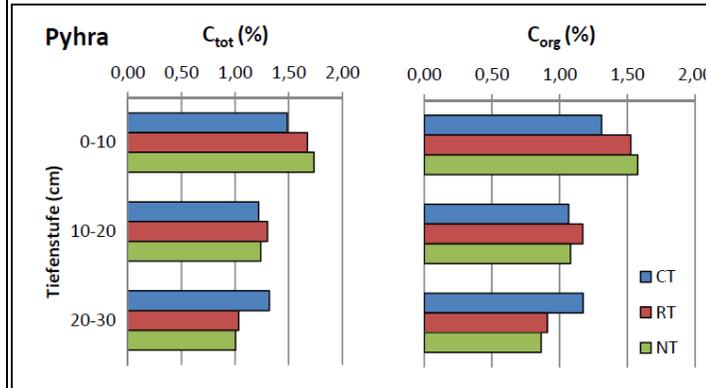
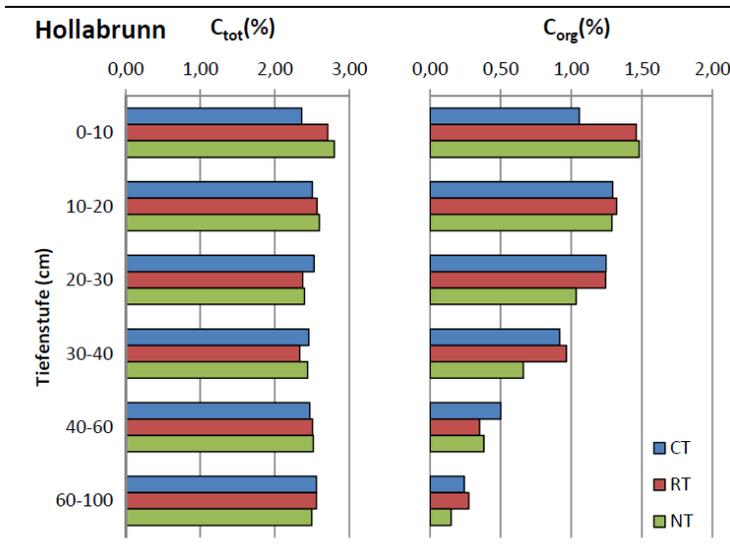


- Zunahme der Aggregatstabilität bei bodenschonender Bearbeitung an allen untersuchten Standorten feststellbar
- Rascher Zerfall der Aggregate bei konventionell bearbeitetem Boden
- Stabilere Aggregate vermindern Verschlammung des Bodens und damit verbundene Reduktion der Infiltrationsrate

# Kohlenstoffgehalte im Boden (Studený, 2014)



## Beprobung: Herbst 2013



Zunahme des OC-Gehaltes in 0-10 cm Bodentiefe (infolge seichter Bearbeitung)

In tieferen Bodenschichten meist keine Zunahme bzw. Rückgang von OC (Wurzelwachstum?)

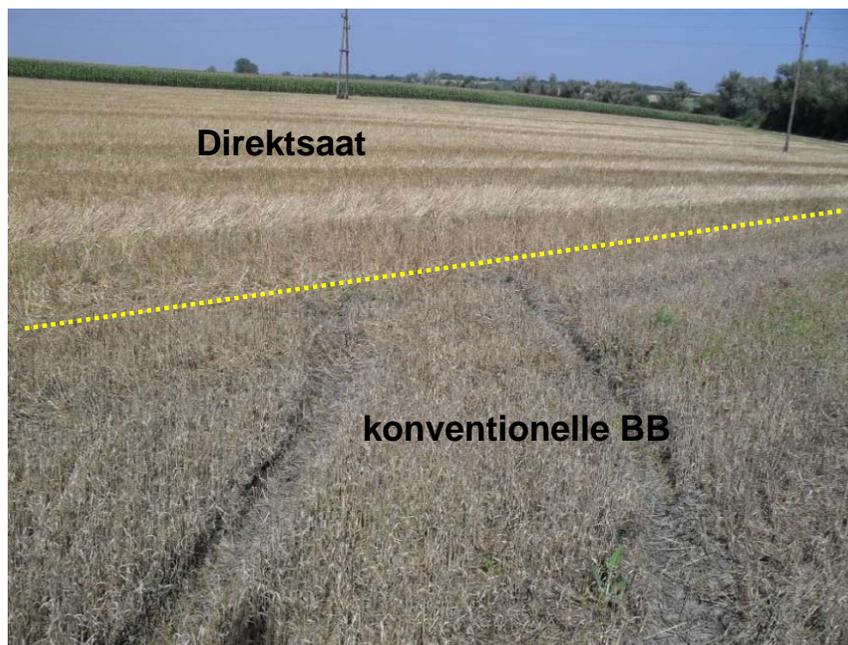
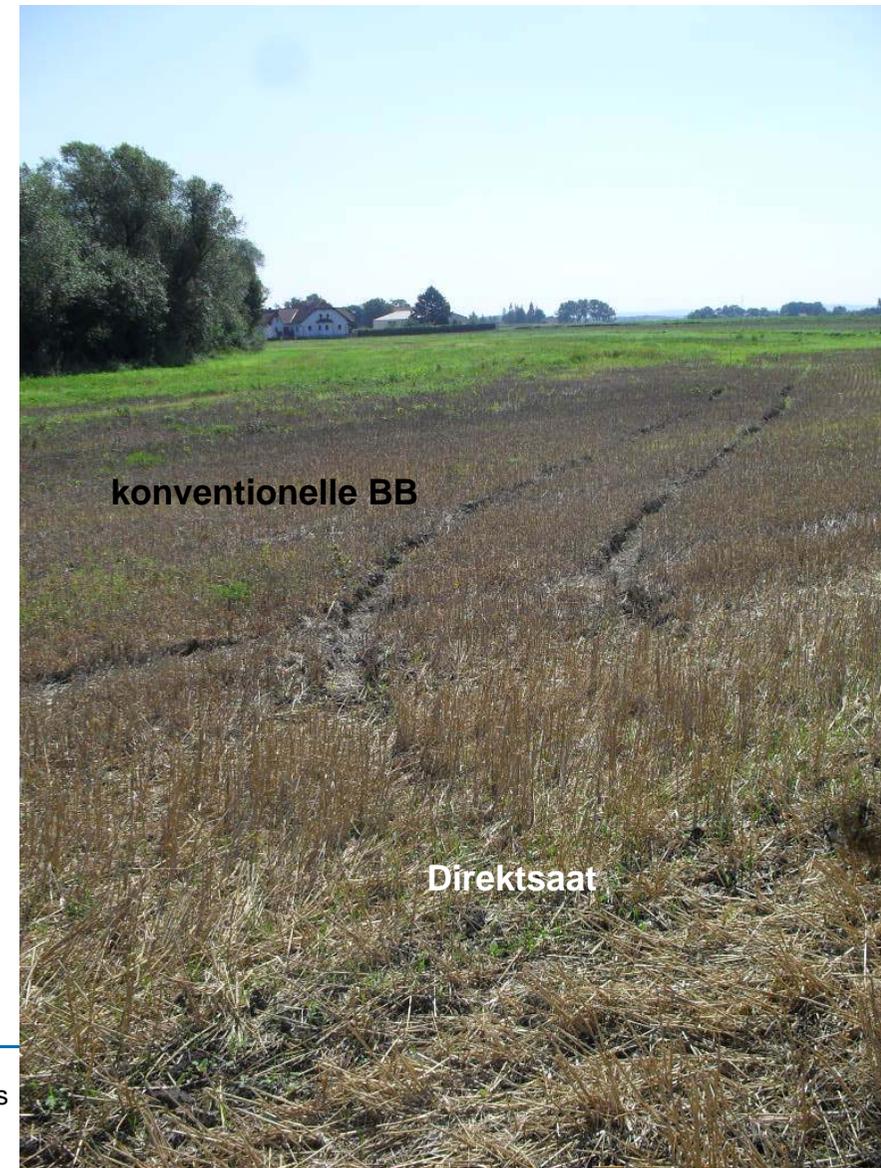
# Auswirkung von reduzierter Bearbeitungsintensität auf Bodenstruktur und Tragfähigkeit



2015  
Internationales  
Jahr des Bodens



Bilder:  
Karl Zaussinger



...beitung und Oberflächenabfluss

# Räumliche Verteilung von erosiven Niederschlägen in NÖ und OÖ

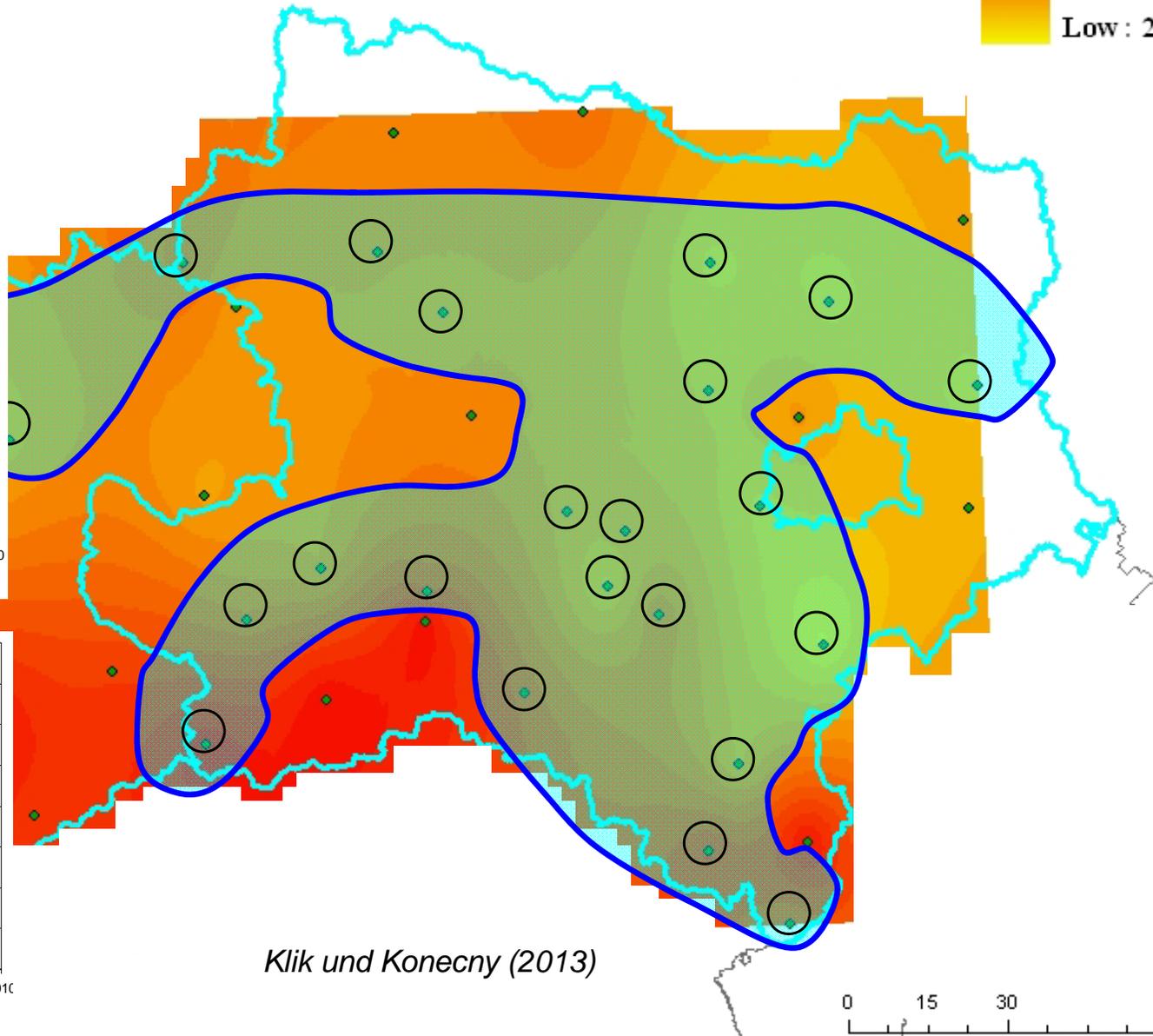
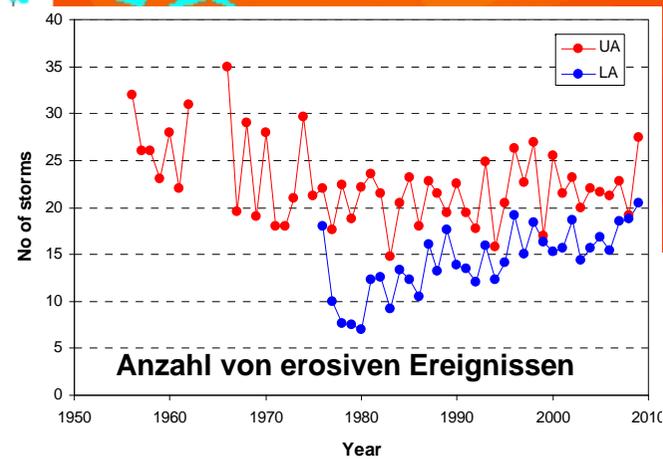
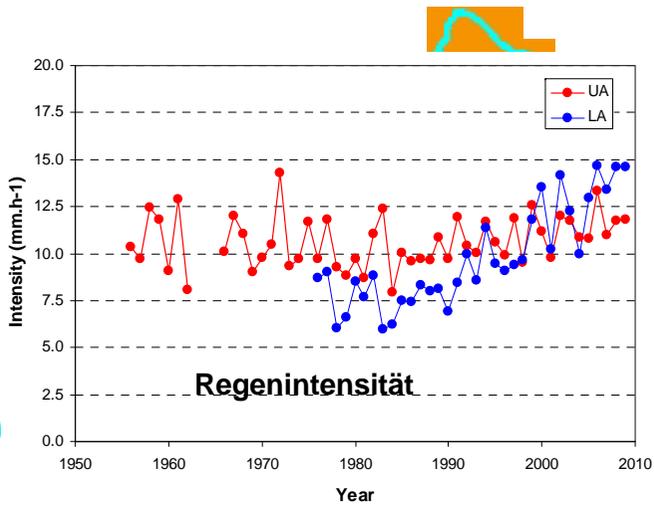
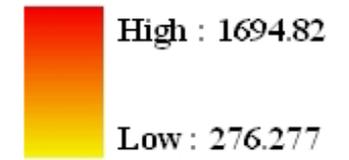
## Stationen mit signifikant steigendem Trend

### Legend

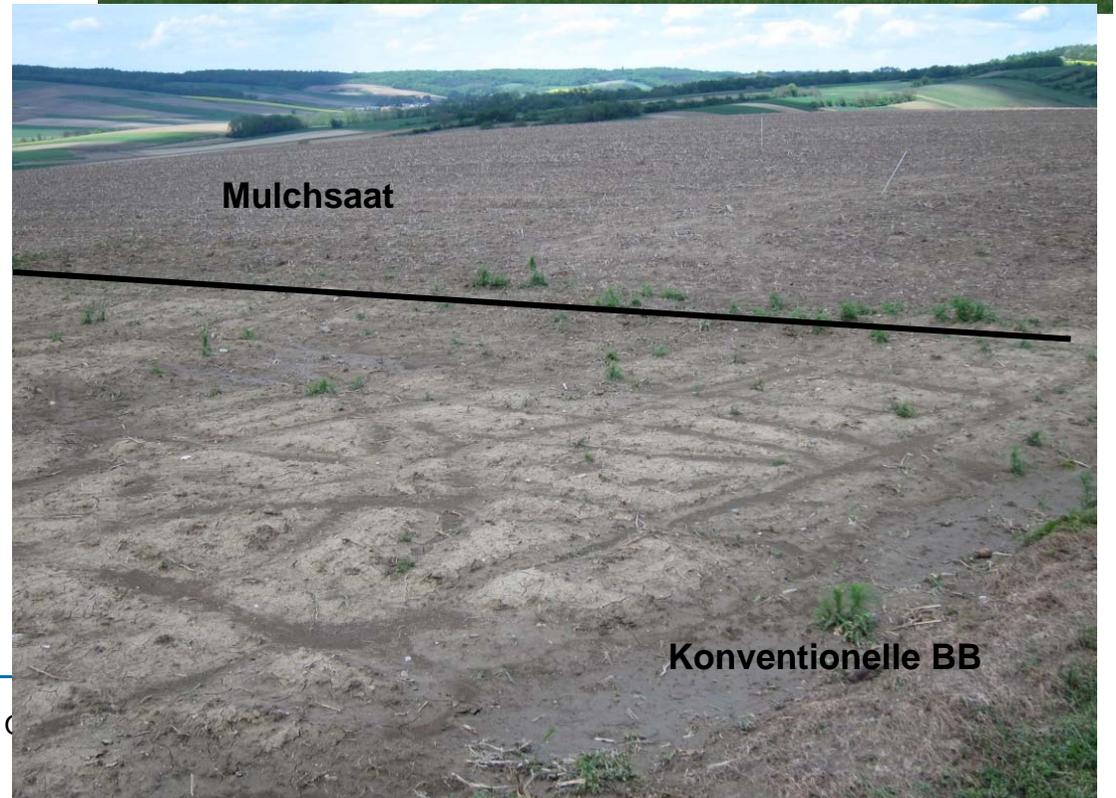
◆ Station

Rfactor\_Kriging

Value



# Großmugl, Mai 2015



# Zusammenfassung



- Bodenwassergehalt bestimmt die Wachstumsbedingungen für die Pflanzen, aber auch Intensität und Geschwindigkeit von mikrobiellen Prozessen im Boden
- ÖPUL Maßnahmen (vor allem Begrünung von Ackerflächen, Mulch- und Direktsaat) zeigen positive Auswirkungen auf den Humusgehalt
- Organische Substanz im Boden wirkt sich positiv auf das pflanzennutzbare Wasser aus; dadurch steht mehr und länger Wasser für das Pflanzenwachstum zur Verfügung (Abschwächung möglicher negativer Auswirkungen einer Klimaänderung)
- Zunahme der organischen Substanz im Boden erhöht auch die Stabilität der Bodenaggregate und damit ihren Widerstand gegen erosive Kräfte des Wassers und des Windes
- Höhere Aggregatstabilität verbessert die Infiltration in den Boden. Dies erhöht den Wasserrückhalt in der Landschaft und vermindert das Erosionspotenzial
- Bodenschonende Bearbeitung in Kombination mit Wintergründercke verbessert bei den meisten Böden die Infiltration in den Boden und vermindert dadurch Oberflächenabfluss
- Niedrigerer Abfluss und höhere Bodenbedeckung vermindern den Bodenabtrag