

Unterschiedliche Bodenbearbeitungssysteme und die Auswirkungen für den Bodenwasserhaushalt

Fachinformationsveranstaltung FBZ Kamenz – 04.02.2019



Bild: LfULG

Gliederung

- Klimaprojektion für Sachsen und Wasserhaushalt
- Wasserbedarf von Kulturpflanzen
- Wasserspeichervermögen von Böden
- Bodenbearbeitung und Wasserhaushalt von Böden
- Effizientere Wassernutzung durch angepasste Bodenbearbeitung
- Schlussfolgerungen

Klimaprojektion für Sachsen und Wasserhaushalt

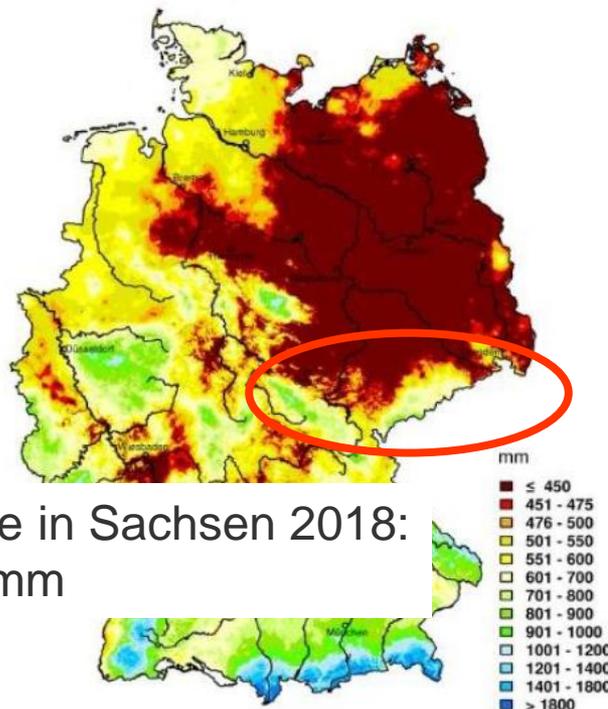
- Mildere Winter und wärmere Sommer.
- Geringere Niederschläge im Frühjahr und Sommer
 - > Folgen: - negative klimatische Wasserbilanz, d. h. Verminderung des Bodenwasservorrats vorrangig in Nord- und Ostsachsen,
 - schlechtere Wasserversorgung von Pflanzenbeständen,
 - geringere und ungleichmäßigere Wasserführung von Flüssen usw.
- Intensitätszunahme bei Starkregenereignissen
 - > Folgen: - größere Niederschlagsmengen/Zeiteinheit,
 - potenziell mehr Wassererosion,
 - potenziell mehr (lokale) Hochwasserereignisse.

Trockenschäden 2018 infolge langanhaltender Trockenheit



Einordnung des Jahres 2018 in die Zeitreihe

Niederschlagshöhe Jahr 2018
Precipitation Year 2018



Niederschläge in Sachsen 2018:
< 450 – 900 mm

Niederschlagshöhe Jahr 2018
in Prozent des vieljährigen Mittels 1961-1990
Precipitation Year 2018
in percent of the long-term mean 1961-1990



Niederschlagshöhe in Sachsen
2018: < 75 % des Mittels 1961-
1990

© Deutscher Wetterdienst 2019

Diese Karte wurde am 02.01.2019 mit den Daten aller Stationen aus den Messnetzen des DWD erstellt.
This chart was produced on January 02, 2019 using data of all stations of the networks of DWD.

Diese Karte wurde am 02.01.2019 mit den Daten aller Stationen aus den Messnetzen des DWD erstellt.
This chart was produced on January 02, 2019 using data of all stations of the networks of DWD.



Wasserbedarf von Kulturpflanzen – Transpirationskoeffizient (= Wasser- verbrauch zur Erzeugung von 1 kg Trockensubstanz (Literaturangaben))*

Fruchtart	Transpirationskoeffizienten [Liter Wasser je kg Trockensubstanz]
Kartoffel	250 – 600
Zuckerrübe	300 - 450
Luzerne/Rotklee	700 – 1.000
Raps	600 - 700
Weizen	250 – 600
Gerste	230 - 500
Roggen	350 - 700
Hafer	400 - 700
Mais	180 - 400

-> 1 Kg Trockensubstanz/m² -> 100 dt TS/ha

Wasserbedarf von Kulturpflanzen –
 Transpirationskoeffizient (= Wasser-
 verbrauch zur Erzeugung von 1 kg Trockensubstanz (Literaturangaben))*

Fruchtart	Transpirationskoeffizienten [Liter Wasser je kg Trockensubstanz]
Kartoffel	250 – 600
Zuckerr	
Luzerne	
Raps	
Weizen	
Gerste	230 - 500
Roggen	350 - 700
Hafer	400 - 700
Mais	180 - 400

Wasserbedarf zur Erzeugung von
 15 t TM Weizen/ha (~ 7,5 t Korn und 7,5 t Stroh)
 -> ~ **250 - 400 mm Niederschlag**
 bzw. **Bodenwasser***

-> 1 Kg Trockensubstanz/m² -> 100 dt TS/ha

Klimawandelkonsequenz

-> *beständige und umfassende*
Speicherung aller Niederschläge (insbesondere von
Starkregenereignissen!)
in Ackerböden im Jahresverlauf
und jahresübergreifend
für sicheres Pflanzenwachstum und Ertragsbildung



Ausgleich für ungleiche Niederschlagsverteilung sowie
ausbleibende Niederschläge (-> z.B. Vorsommertrockenheit)
im Jahresverlauf -> Wasserspeicherung unerlässlich!

Wasserspeichervermögen von Böden



-> bestimmt von Porenvolumen und Porenverteilung (Grob-, Mittel- & Feinporen) in Abhängigkeit der Körnigkeit der Böden (Anteile an Sand, Schluff & Ton)

Bodenporenverteilung und Wasserhaushalt

Anteil des Porenvolumens & der Porengrößenbereiche am Gesamtvolumen von Mineralböden (nach Scheffer & Schachtschabel, 2002)

	Porenvolumen (%)	Grobporen (%)	Mittelporen (%)	Feinporen (%)
Sande	46 ± 10	30 ± 10	7 ± 5	5 ± 3
Schluffe	47 ± 9	15 ± 10	15 ± 7	15 ± 5
Tone	50 ± 15	8 ± 5	10 ± 5	35 ± 10

Mittelporen speichern pflanzenverfügbares Wasser -> hoher Mittelporenanteil -> viel pflanzenverfügbares Wasser!

-> schluffreiche Lößböden -> viel pflanzenverfügbares Wasser!

Wasserspeichervermögen von Ackerböden

- 1 m³ Löß-Ackerboden im Sächsischen Lößhügelland: ca. 420 Liter Wasser.
- 1 m³ Ackerboden im Erzgebirge: ca. 50 – 100 Liter Wasser
- 1 m³ Ackerboden in Nordsachsen (sandige Böden): ca. 80 – 100 Liter Wasser

Lößboden
> 200 cm mächtig

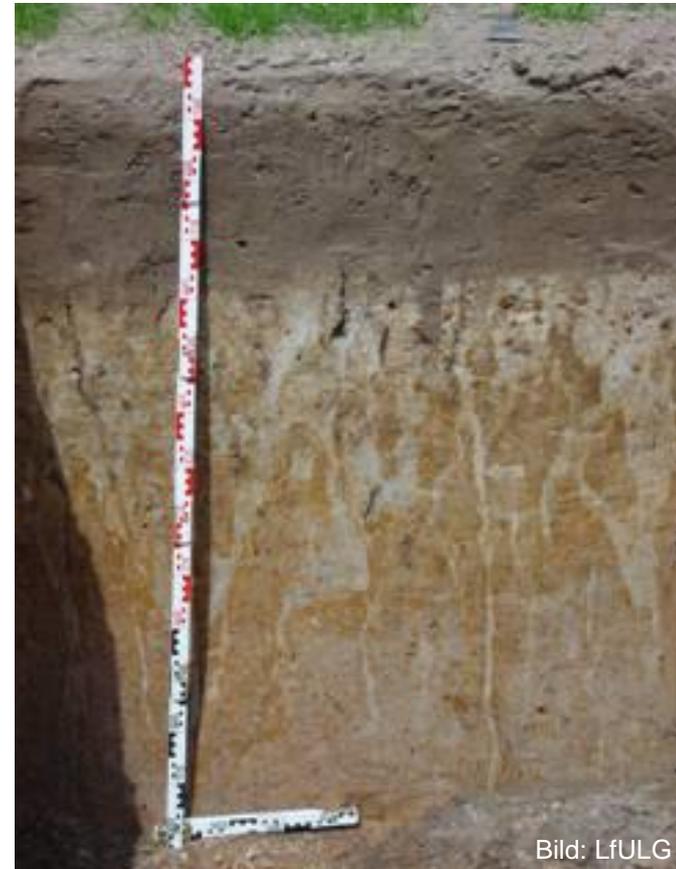


Bild: LfULG



Bestimmende Größen für das Wasserspeichervermögen von Böden:

- > Bodenart (Sand-, Schluff-, Tonanteile) und dadurch bestimmte Porenverteilung.
- > Bodenmächtigkeit (flach- bzw. tiefgründig)



Bestimmende Größen für das Wasserspeichervermögen von Böden:

-> Bodenart (Sand-, Schluff-, Tonanteile) und dadurch bestimmte Porenverteilung.

-> Bodenmächtigkeit (flach- bzw. tiefgründig)

Bodenverlust z. B. durch Wassererosion

-> geringeres Wasserspeichervermögen des Bodens!



Kuppe

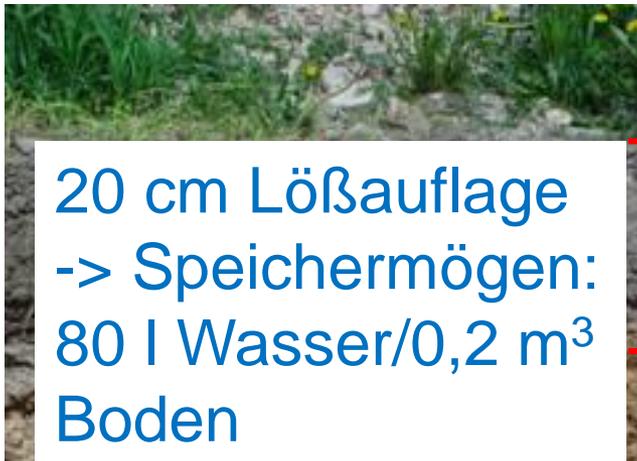
Hangfuß

Bild: LfULG

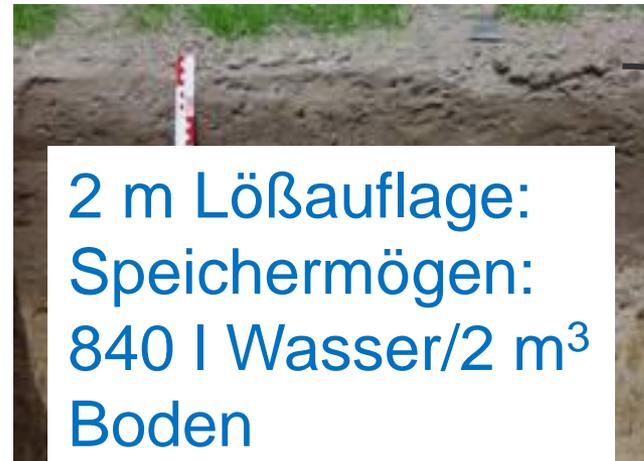
Bild: LfULG

Bodenverlust z. B. durch Wasserosion

-> geringeres Wasserspeichervermögen des Bodens!



Löss
20 cm



Löss
200 cm

Folge:
Ertragsunterschiede bis 80 %
zwischen Kuppe und Hangfuß im Trockenjahr



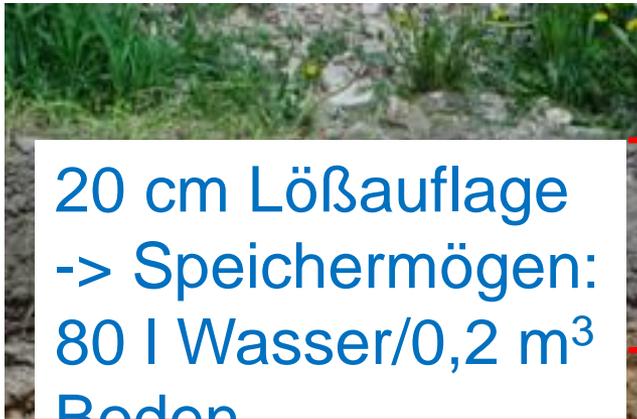
Kuppe



Hangfuß

Bodenverlust z. B. durch Wasserosion

-> geringeres Wasserspeichervermögen des Bodens!



Löss
20 cm



Löss
200 cm

Folge:

**Ertragsunterschiede bis 80 %
zwischen Kuppe und Hangfuß im Trockenjahr**

Wichtig!

**Bei Lössböden kein Ersatz von Bodenverlusten
durch Bodenreuebildung -> irreversibler Verlust
der Ertragsfähigkeit!**

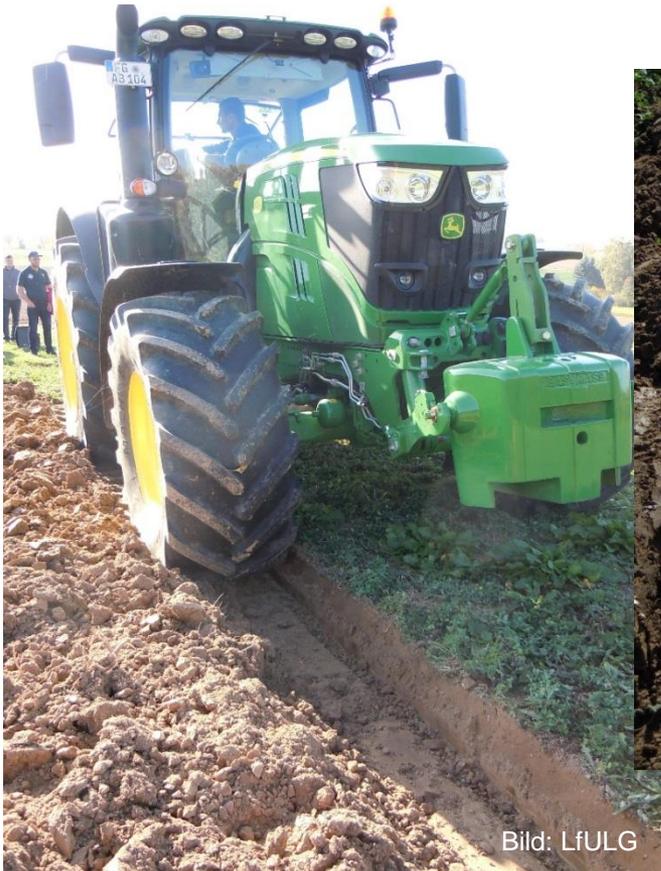
Folgen von Bodenerosion

-> Verlust an Wasserspeichervermögen durch Bodenverlust



Durch Schadverdichtungen

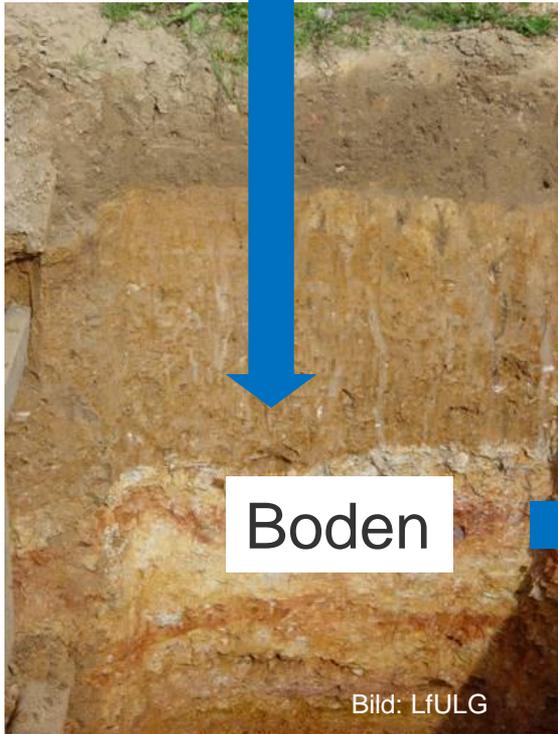
-> kein Tiefenwachstum der Wurzeln -> Nichtausnutzen des vorhandenen Bodenwasserspeichervorrats



Wasserversorgung von Pflanzen

-> erfolgt nur über den Boden -> Versickerung von Wasser in den Boden muss ständig & umfassend sichergestellt werden!

Niederschlag



Boden

Bild: LfULG



Pflanze

Bild: LfL Bayernm

Vorbeugende Maßnahme gegen im Jahresverlauf
ungleich verteilte Niederschläge sowie geringere
Niederschlagsmenge



**Ganzjährig umfassende Versickerung von
Niederschlägen auf Ackerflächen sicherstellen ->
Auffüllen des Bodenwasserspeichers zum Ausgleich
ausbleibender Niederschläge**

Wichtig -> Optimierung der Wasserinfiltration auf Ackerflächen

LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Hauptursache von Wasserabfluss (und Wassererosion!) auf Ackerflächen -> **Gehemmte Wasserversickerung durch Oberflächenverschlämmung** infolge Bodenaggregatzerfall



Wendende Bearbeitung mit dem Pflug

- > hohe Eingriffsintensität in den Boden
- > keine Bedeckung des Bodens mit Pflanzenresten
- > feinkrümelige Bodenoberfläche nach Saatbettbereitung



- > infiltrationshemmende & erosionsfördernde Verschlämmung!



Bild: LfULG



Bild: LfULG



Bild LfL Bayern



Bild: LfULG

Wendende Bearbeitung mit dem Pflug

- > hohe Eingriffsintensität in den Boden
- > keine Bedeckung des Bodens mit Pflanzenresten
- > feinkrümelige Bodenoberfläche nach Saatbettbereitung



- > infiltrationshemmende & erosionsfördernde Verschlämmung!



Bild: LfULG



Bild: LfULG



Bild: LfULG

Wendende Bearbeitung mit dem Pflug

- > hohe Eingriffsintensität in den Boden
- > keine Bedeckung des Bodens mit Pflanzenresten
- > feinkrümelige Bodenoberfläche nach Saatbettbereitung



- > infiltrationshemmende & erosionsfördernde Verschlämmung!



Wassererosion ist immer Verlust von
für die Ertragsbildung essentiellen Wasser!

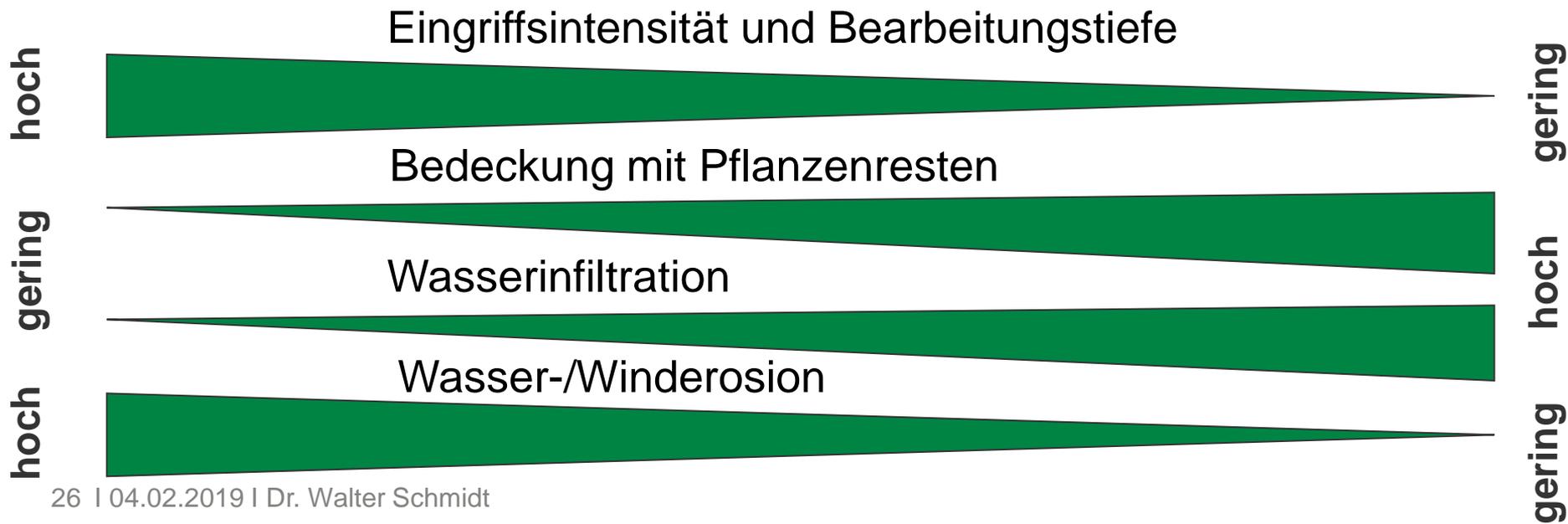
Bild: LfULG

Bild: LfULG

Bild: LfULG

Bild: LfULG

Art der Bearbeitung bestimmt Infiltrations- und Erosionsausmaß



Art der Bearbeitung bestimmt Infiltrations- und Erosionsausmaß



Eingriffsintensität und Bearbeitungstiefe

hoch

gering

Bedeckung mit Pflanzenresten

gering

hoch

Wasserinfiltration

Wasser-/Winderosion

hoch

gering

Effekte der nichtwendenden Bodenbearbeitung/Direktsaat im Hinblick auf Wasserversickerung



- Schutz der Bodenoberfläche durch Pflanzenreste
- Stabile, wenig verschlämmende Bodenstruktur durch höhere Krümelstabilität* (z. B. durch Regenwurmaktivität)
- Mehr Grobporen durch mehr Regenwürmer
- Schutz der Grobporen durch Pflugverzicht

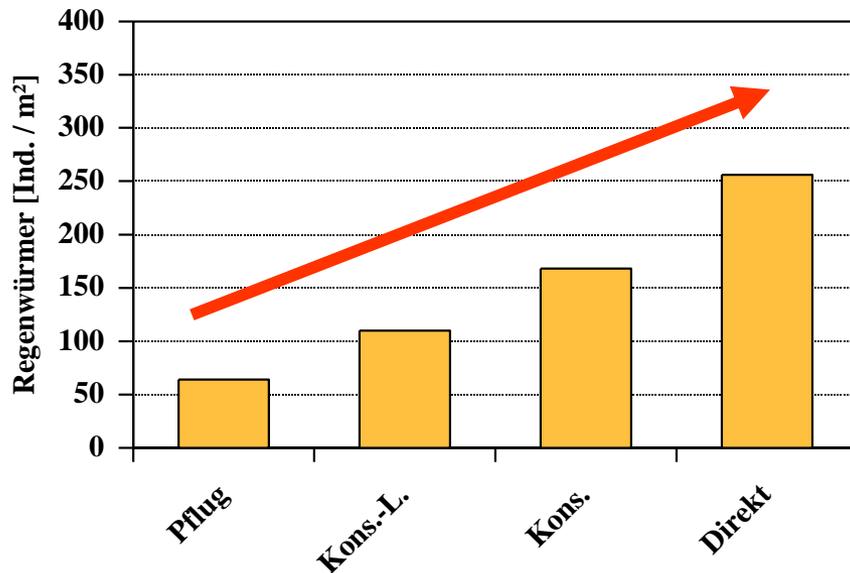


Infiltrationsfördernder & erosionsmindernder/-verhindernder
Bodenstrukturzustand

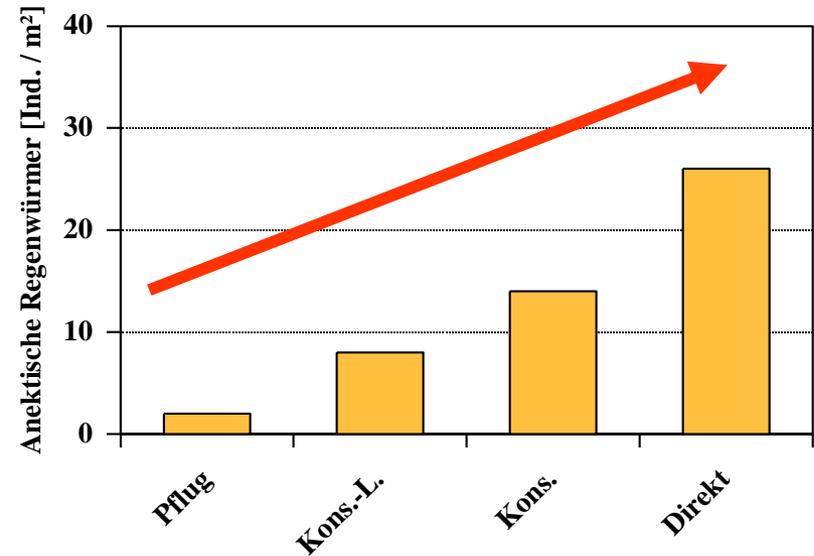
-> Voraussetzung: dauerhafter Pflugverzicht!

Regenwurmbesatz in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung

Regenwürmer (gesamt)



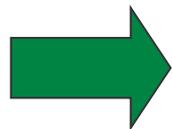
Regenwürmer (tiefgrabende Arten)



Wirkungen von Regenwürmern



....sie erzeugen stabile
Bodenkrümel



Verbesserung der Wasserversickerung

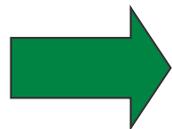


....sie erzeugen viele
große Poren

Wirkungen von Regenwürmern



....sie erzeugen stabile
Bodenkrümel



Verbesserung der Wasserversickerung



....sie erzeugen viele
große Poren

Regenwurmgänge → Durchporung von Verdichtungen → Sicherstellung einer guten Wasserversickerung & Sicherung von Wurzelwachstum in tiefere Bodenschichten → bessere Wasserversorgung von Pflanzen



Bild: LfUL



Bild: LfULG

Wasserinfiltration in Ackerböden

– rasche Versickerung in größere Bodentiefen durch Makroporen (z. B. Regenwurmgänge) -> Durchfeuchtung des Unterbodens

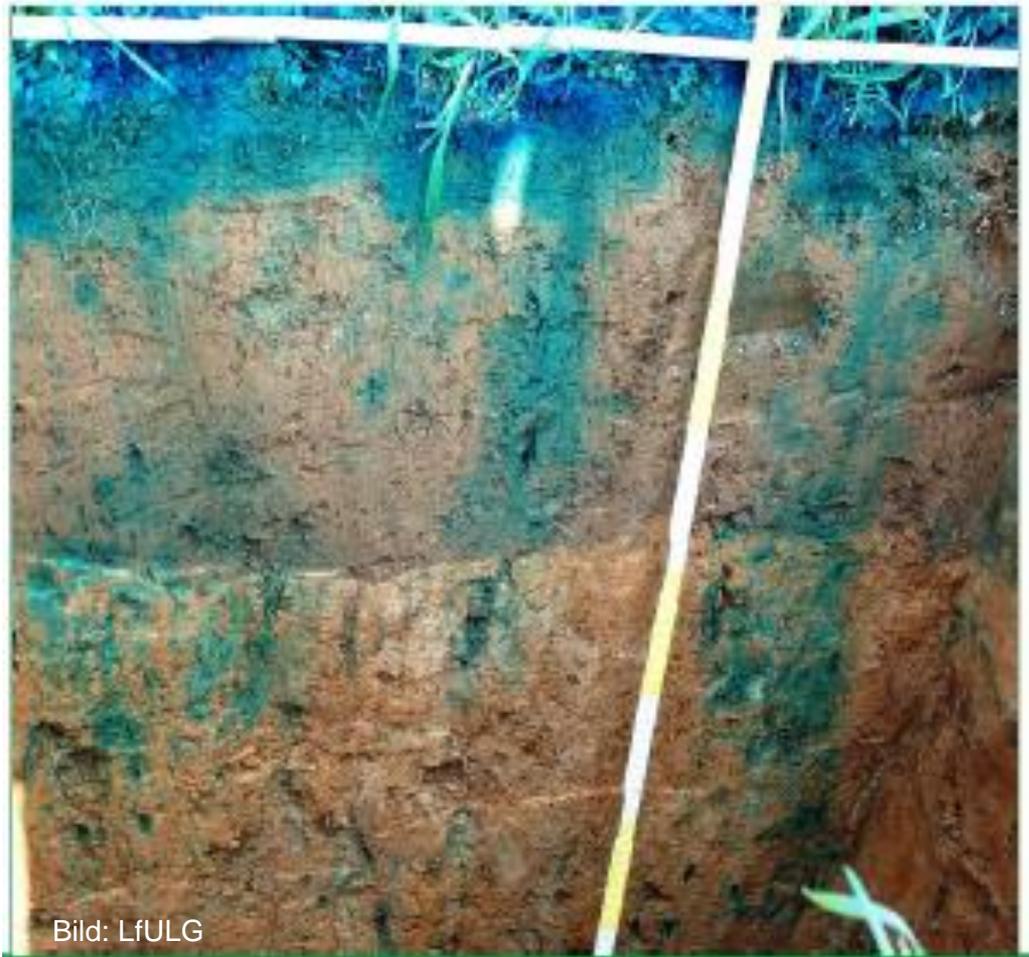
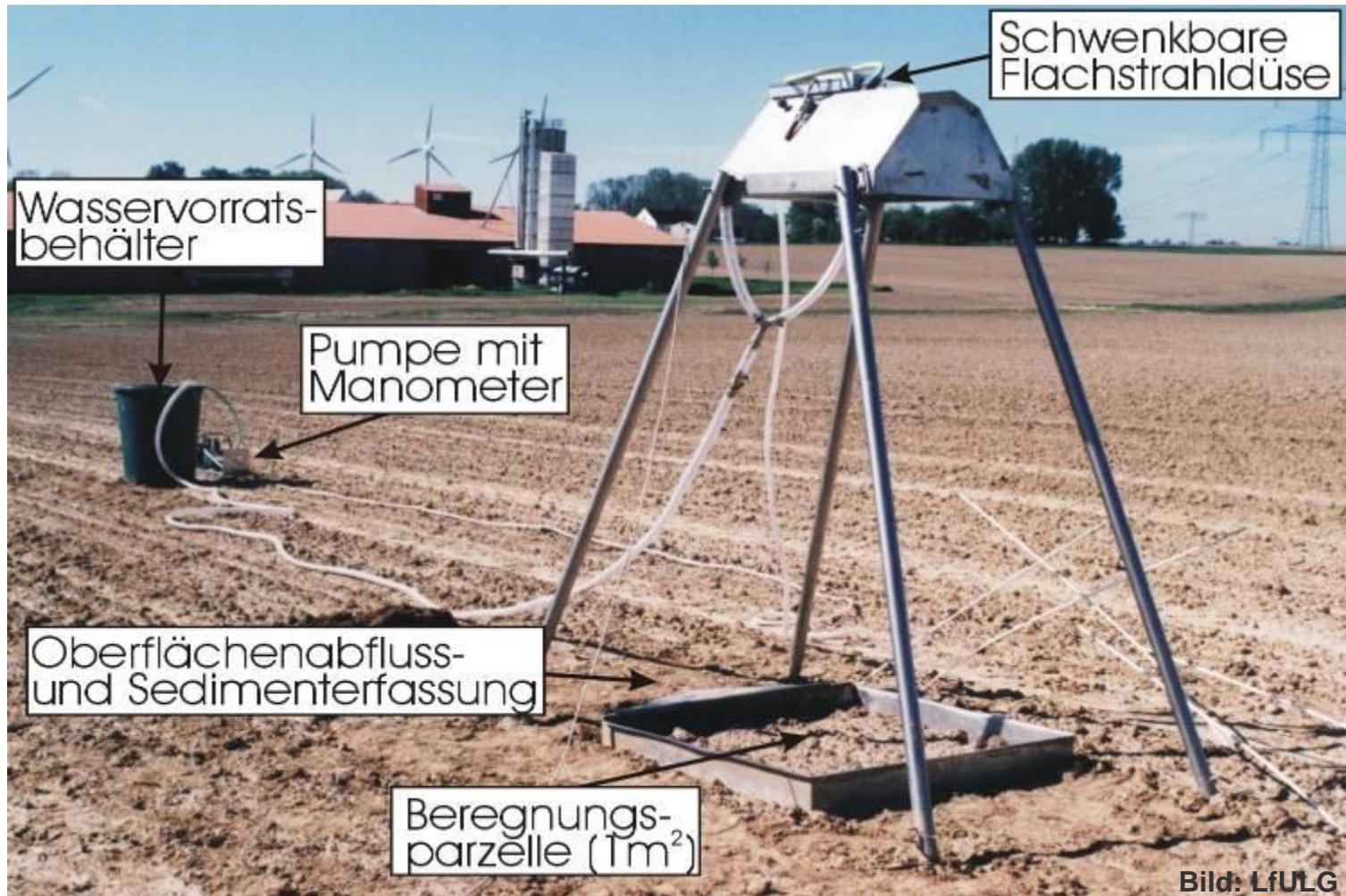
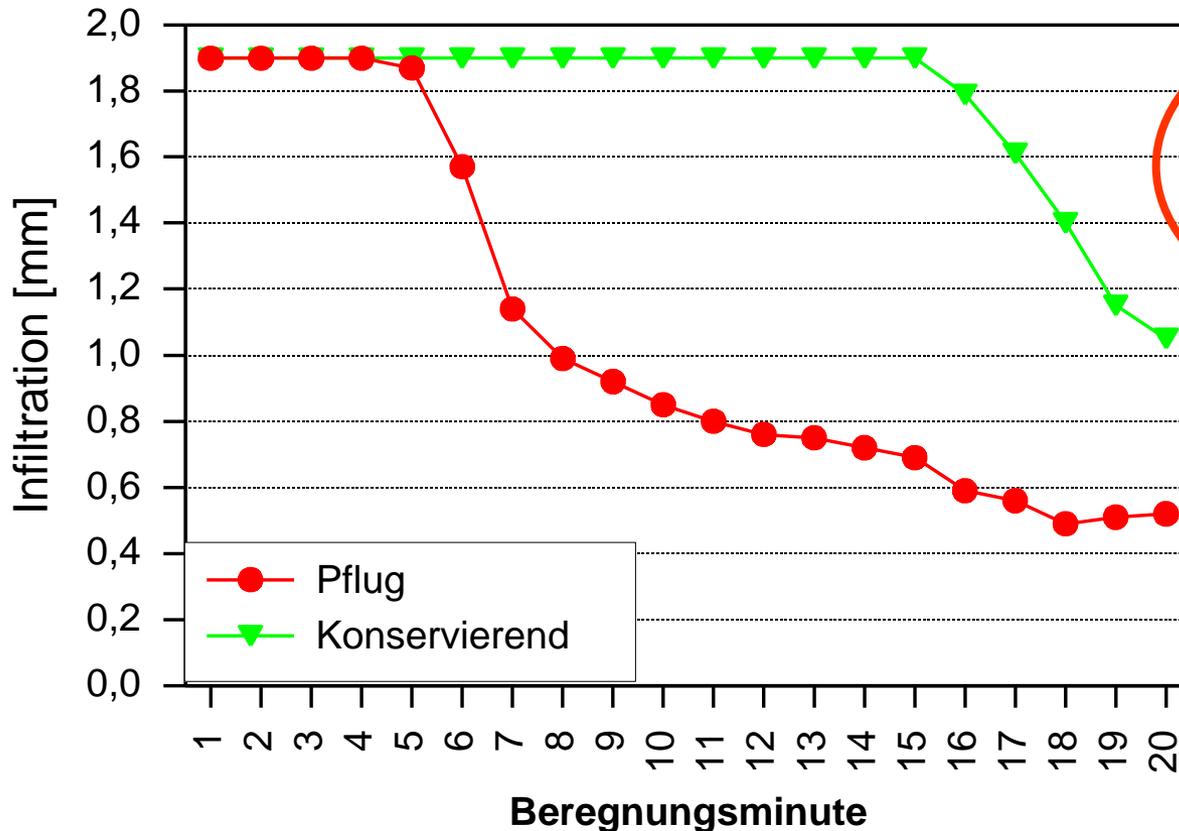


Bild: LfULG

Beregnungsversuche - Versuchsaufbau



Wasserinfiltration und Bodenabtrag auf gepflügter und dauerhaft nichtwendend bearbeiteter Fläche (Sächsisches Lößhügelland, Regensimulationsversuch, Niederschlag: 38 mm in 20 Minuten)



Infiltrationsraten
Pflug: 55 %
nichtwendend: 93 %

Bodenabtrag
Pflug: 246 g/m²
nichtwendend:
36 g/m²

Optimierung von konservierender Bodenbearbeitung: Strip Till zu Mais, Rüben, Raps -> Kombination von Direktsaat mit streifenweiser pflugloser Bearbeitung (ggf. mit Gülleinjektion)



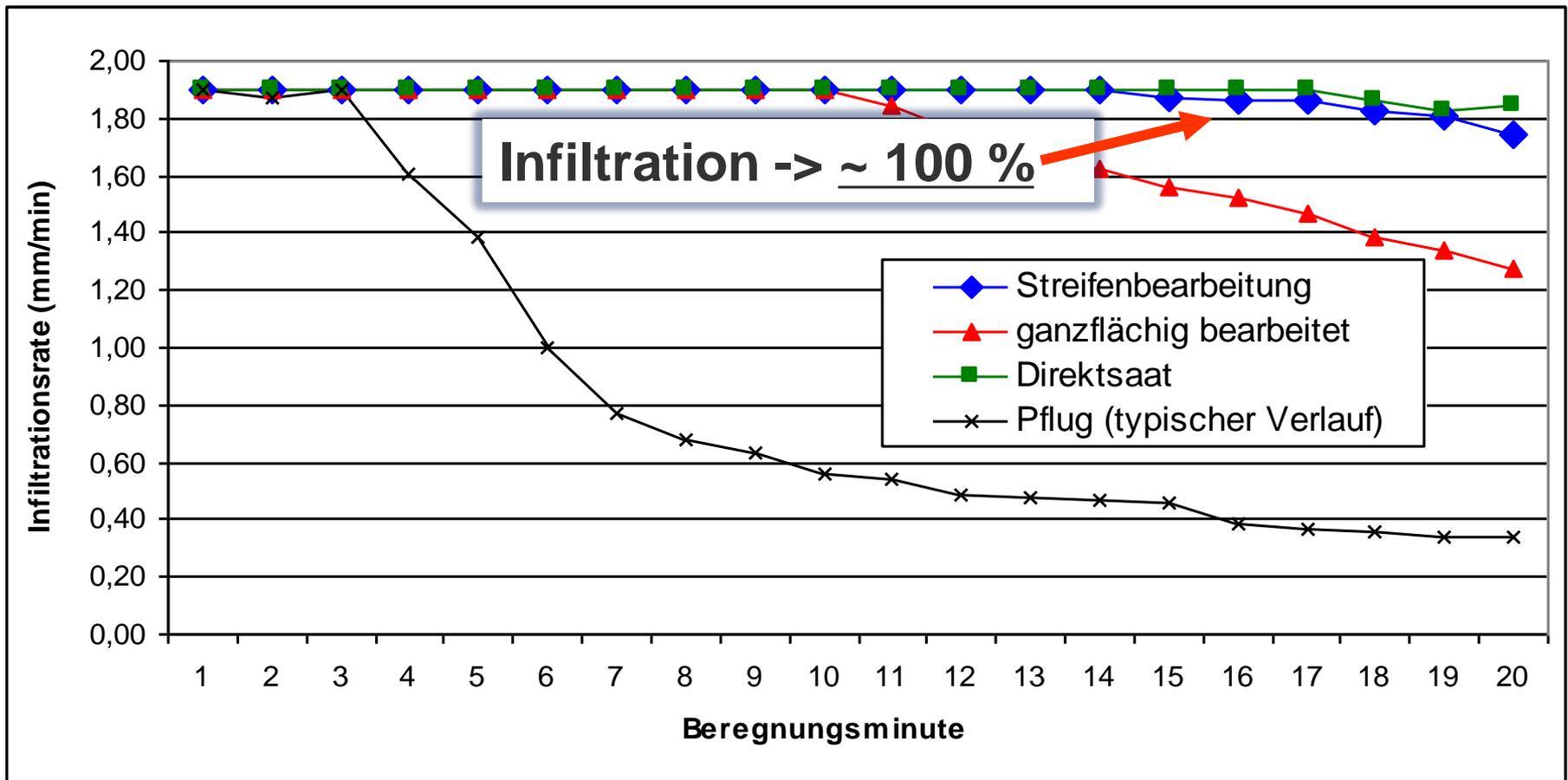
Optimierung von konservierender Bodenbearbeitung: Strip Till zu Mais, Rüben, Raps -> Kombination von Direktsaat mit streifenweiser pflugloser Bearbeitung (ggf. mit Gülleinjektion)



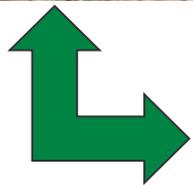
Optimierung von konservierender Bodenbearbeitung: Strip Till zu Mais, Rüben, Raps -> Kombination von Direktsaat mit streifenweiser pflugloser Bearbeitung (ggf. mit Gülleinjektion)



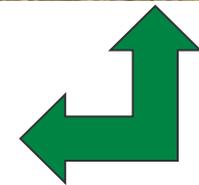
Auswirkungen von Streifenbearbeitung (Strip Till) und Direktsaat zu Mais auf die Wasserinfiltration (Regensimulationsversuch, Körnermais, 38 mm/20 min)



Wasserinfiltration und Bodenabtrag bei Streifenbearbeitung und Direktsaat



-> Infiltration: ~ 100 %*
-> Bodenabtrag: ~ 3 g Boden/m² *



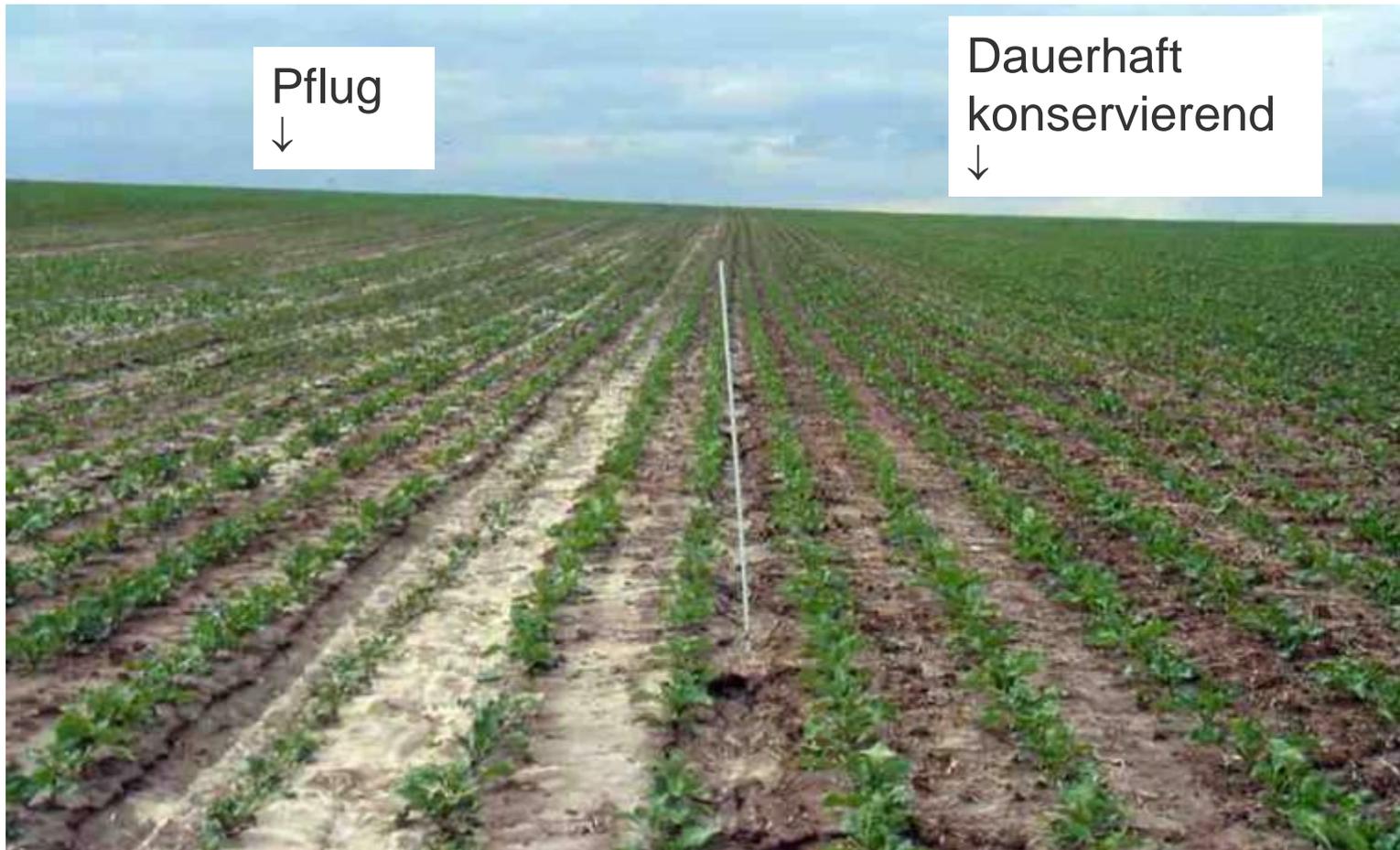
* Berechnungsversuche mit 38 mm / 20 min, 3 Messwiederholungen)

Oberflächenabfluss nach einem Gewitter nach konventioneller bzw. konservierender Bearbeitung (Niederschlag: 55 mm/45 min, Sächsisches Lößhügelland)

LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Freistaat
SACHSEN

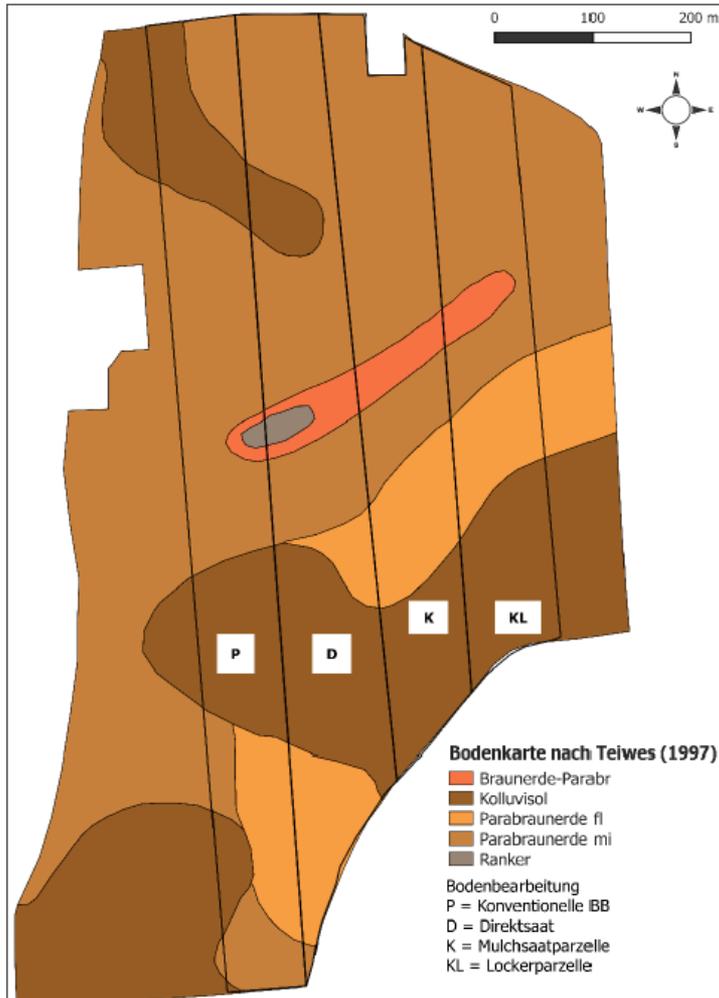




Einfluss der Bodenbearbeitung auf den Wasserhaushalt von Ackerflächen am Beispiel des Bodenbearbeitungsversuchs Lüttewitz (Südzucker AG)

Bodenkarte und Parzellenanlage

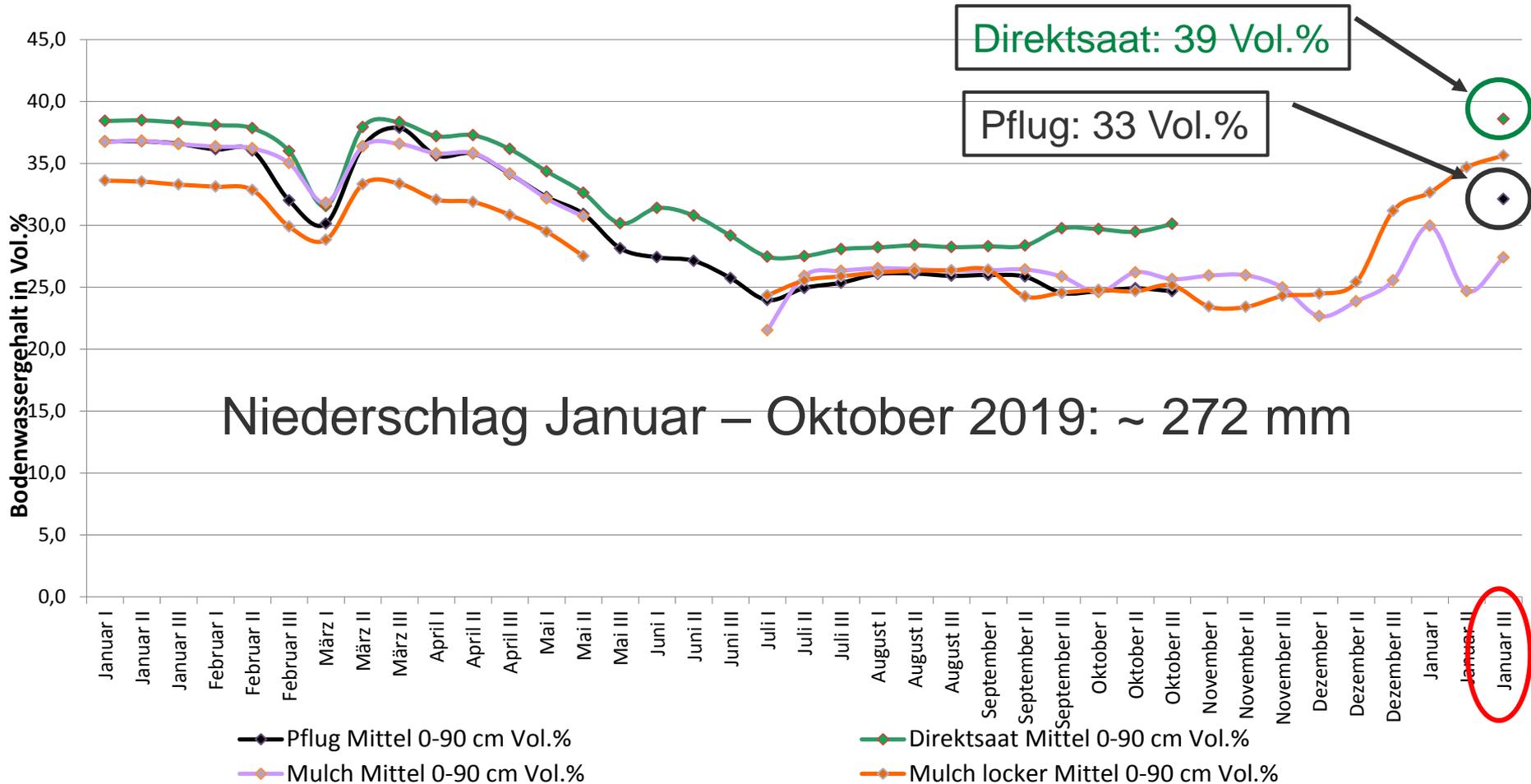
Bodenbearbeitungsversuch Lüttewitz



Quelle: Teiwes (1997), verändert Kirsten, Schmidt (2016)

- Welliges Relief, Höhenunterschied max. 35 m
- Hangneigungen bis max. 15 %
- Boden tiefgründig entkalkt (mind. 1 m u. GOF)
- Bodentypen: Parabraunerden, Kolluvisole
- Bodenarten: Ut3, Ut4
- Bodenzahl: 75
- Klima: 9,5° C, 698 mm (1999-2015)
- Dauerfeldversuch (Südzucker AG) seit 1992, Fruchtfolge WW, WW/ZF (Senf), ZR
- Bodenbearbeitungsvarianten:
 - Pflug (P)
 - Direktsaat (D)
 - Konservierend (K) -> „Mulch“
 - Konservierend Locker (KL) -> „Mulch locker“

Bodenwassergehalt Bodenbearbeitungsversuch Lüttewitz - Januar 2018 bis Januar 2019 (Böttcher 2019)



Effiziente Wassernutzung auf Ackerflächen durch nichtwendende Bearbeitung:

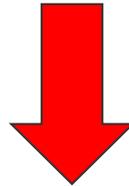
**Weniger unproduktiver Wasserverlust
(=>Erosionsschutz!)**



Geringere unproduktive Verdunstung durch Mulchauflage



Verdunstungshemmung auf beernteten Ackerflächen



Umfassende Bedeckung mit Pflanzenresten (Stroh, Mulch)

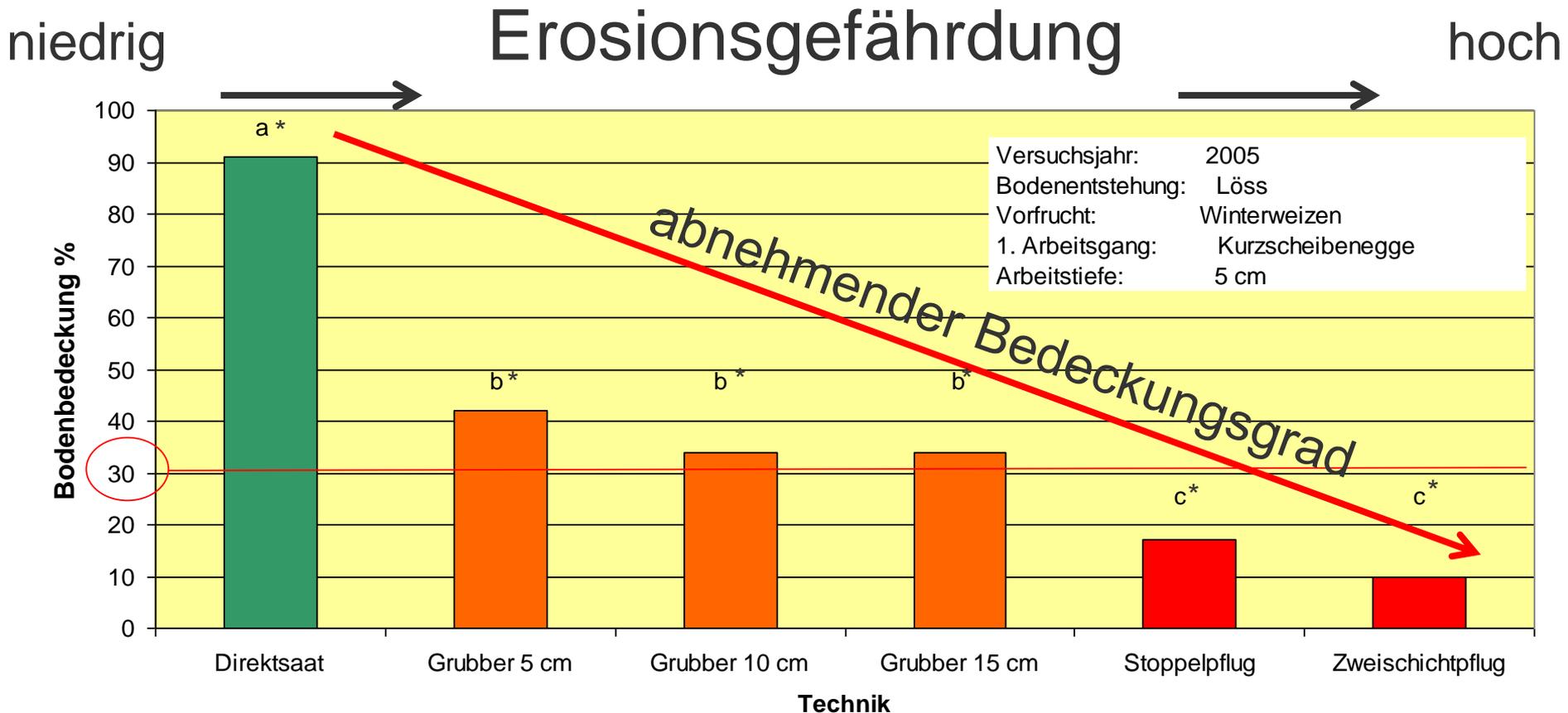




Strohbedeckungsgrad in Abhängigkeit der Bodenbearbeitung (LfULG, 2005)

Boden- bearbeitungsgerät	Bearbeitungstiefe [cm]	Strohbedeckungs- grad [%]
Schwerstriegel	1	100
Scheibenegge	10	55
Flachgrubber	10	48
Schwergrubber	15	32
Pflug	30	0

Mulchbedeckung in Abhängigkeit von Direktsaat und Grubberbearbeitung mit unterschiedlicher Arbeitstiefe sowie Pflugeinsatz (LfULG, 2005)



Wassersparende Maßnahmen im Ackerbau

Verzicht auf wasserzehrende intensive Saatbettbereitung im Herbst
-> Aussaat Zwischen- bzw. Hauptfrucht mit Mulchsaat-/Striptill- bzw. Direktsaattechnik in nicht bzw. nur flach bearbeiteten „restfeuchten“ Acker



Wassersparende Maßnahmen im Ackerbau

Verzicht auf wasserzehrende intensive Saatbettbereitung im Herbst
-> Aussaat Zwischen- bzw. Hauptfrucht mit Mulchsaat-/Striptill- bzw. Direktsaattechnik in nicht bzw. nur flach bearbeiteten „restfeuchten“ Acker



Wassersparende Maßnahmen im Ackerbau

Verzicht auf wasserzehrende intensive Saatbettbereitung im Herbst
-> Aussaat Zwischen- bzw. Hauptfrucht mit Mulchsaat-/Striptill- bzw. Direktsaattechnik in nicht bzw. nur flach bearbeiteten „restfeuchten“ Acker



Ergänzende Maßnahmen für Optimierung der Infiltration und effiziente Wassernutzung auf Ackerflächen

- Möglichst dauerhafte Bedeckung des Bodens -> Verschlämmungsminderung & Verdunstungsminderung.
- Krumenstabilisierung durch Dauerbegrünung (Haupt- & Zwischenfrüchte) und dadurch angeregter biologischer Verbauung der Krume & Regenwurmförderung -> optimierte Infiltration.
- Anbau abfrierender Zwischenfrüchte -> verhindert infiltrationshemmende Verschlämmung über Winter -> Sicherung Infiltration der Winterniederschläge zur Auffüllung des Bodenwasserspeichers.



Vermeidung Oberflächenverschlammung über Winter durch Zwischenfruchtanbau und konservierende Bodenbearbeitung
-> Auffüllung Bodenwasservorrat durch Infiltration der Winterniederschläge



Bild: LfULG

Bodenbearbeitungsversuch
Lüttewitz -> verschlammte
Winterweizenfläche im
Winter nach Pflugeinsatz

Optimierung Wasserversickerung ->

Vorsorgender Schutz des Bodengefüges

Vorsorgender Bodengefügeschutz



-> gute Wasserversickerung!



-> wirksamer Erosionsschutz!



-> **weniger Bodenbearbeitung**



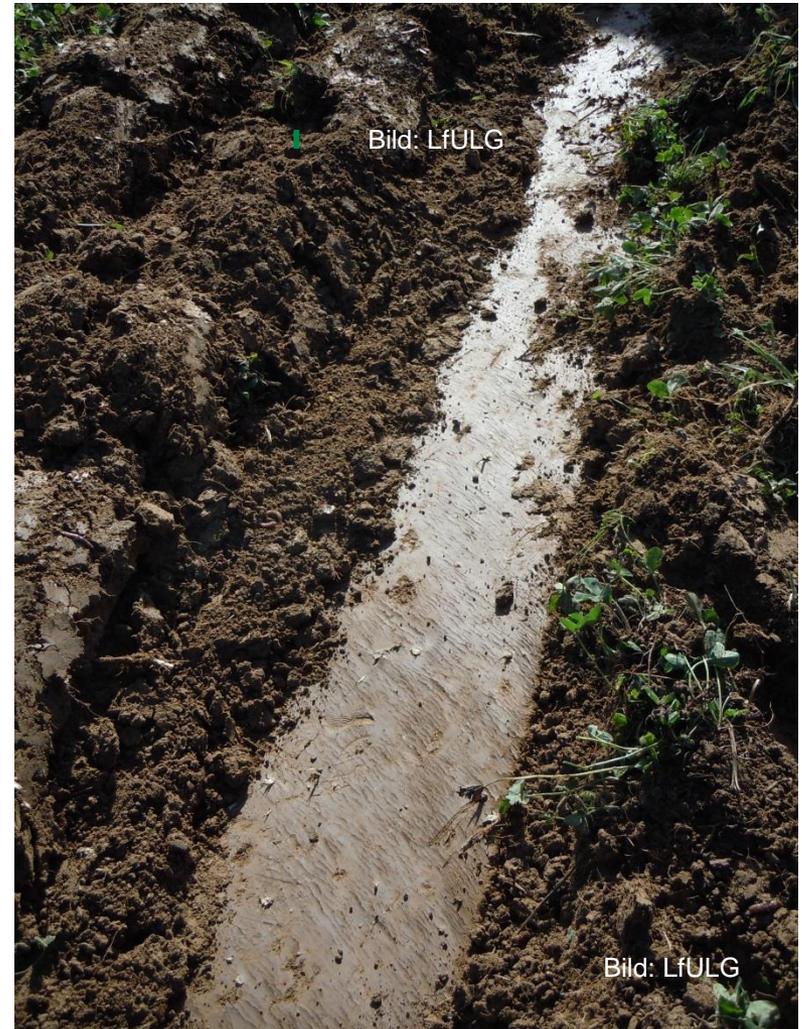
-> gutes Pflanzenwachstum!



Einsatz von gefügeschonender Technik auf Ackerflächen erspart aufwändige Bearbeitung!



Vermeiden von Pflugsohlenverdichtungen durch Onland-Pflügen



Vermeiden von Pflugsohlenverdichtungen durch Onland-Pflügen



Bild: LfULG

Bild: LfULG

Schlussfolgerungen



- Dauerhafte konservierende Bodenbearbeitung & Direktsaat verbessern & sichern das Wasserangebot auf Ackerflächen da:
 - infolge wenig verschlammender Bodenstruktur auch bei starken Niederschlägen das Wasser besser versickert, wodurch mehr Wasser gespeichert werden kann,
 - durch eine intensivere Durchporung der Unterboden besser durchwurzelt und erschlossen wird,
 - die Mulchbedeckung die unproduktive Verdunstung senkt,
 - die wasserzehrende Bodenbearbeitung deutlich reduziert ist,
 - die Bodenerosion durch Wasser vermindert/verhindert wird. Dies erhält den Wasserspeicher Boden als Grundvoraussetzung für Pflanzenwachstum und Ertragsbildung,
 - in Kombination mit weiteren wassersparenden Maßnahmen (Fruchtarten- und Sortenwahl, Fruchtfolgegestaltung, Bestandesführung usw.) die pfluglose Bodenbearbeitung mit beiträgt zur effizienten Wassernutzung im Ackerbau.



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Weitere Informationen: <http://www.smul.sachsen.de/lfulg>

Bild: LfULG