

# Bodenerosion und wild abfließendes Wasser – Ursachen der Entstehung sowie ackerbauliche und ergänzende Gegenmaßnahmen

Fachgespräch 28.01.2015 - TerraTec 2015 in Leipzig



Foto: LfULG

# Gliederung

- Schutz vor Wassererosion – Handlungsbedarf in Sachsen
- Schutz vor Wassererosion und wild abfließendem Wasser durch
  - acker- und pflanzenbauliche Maßnahmen
  - ergänzende Schutzmaßnahmen
- Zusammenfassung

# Bodenerosion durch Wasser in Sachsen



Foto: LfULG



Foto: LfULG

Erosionsschäden auf  
Ackerflächen → Verlust der Ertragsfähigkeit!

# Bodenerosion durch Wasser in Sachsen

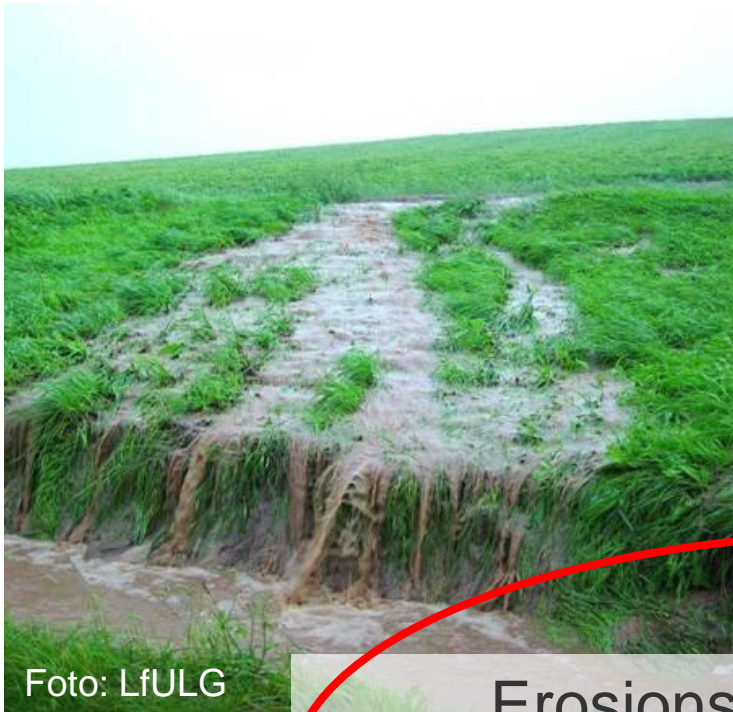


Foto: LfULG



Foto: LfULG

Erosionsschäden außerhalb  
von Ackerflächen -> Sachschäden durch  
wild abfließendes Wasser und  
Schlammablagerung


# Bodenerosion durch Wasser in Sachsen

## EG-Wasserrahmenrichtlinie:

Minderung des  
erosionsbedingten  
Stoffeintrags in  
Oberflächengewässer



Foto: LfULG



Erosionsschäden außerhalb  
von Ackerflächen -> Sediment-  
und P-Eintrag in Gewässer

Foto: Dr. Strobel -LfA

# **Vorsorgemaßnahmen gegen Wassererosion sowie zum Wasserrückhalt auf Ackerflächen -> Handlungsschwerpunkte:**

-> Acker- und pflanzenbauliche Maßnahmen

-> Ergänzende Maßnahmen

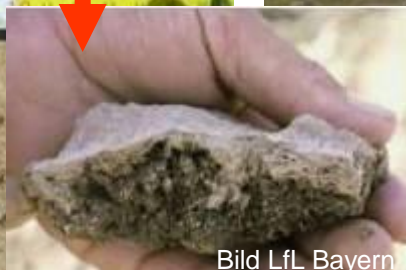
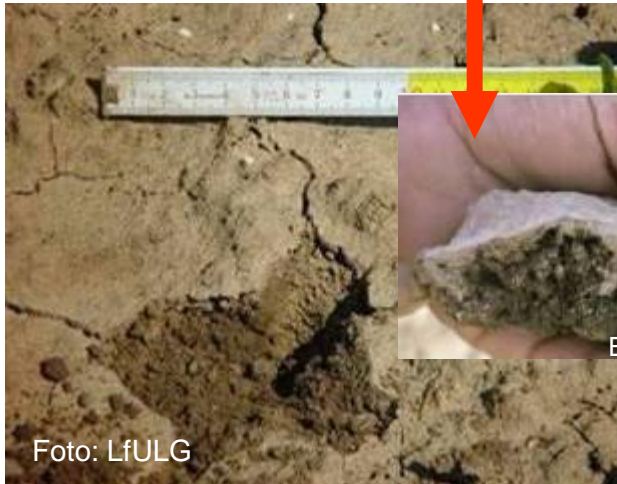
# Vorsorgemaßnahmen gegen Wassererosion sowie zum Wasserrückhalt auf Ackerflächen -> Handlungsschwerpunkte:

## -> Acker- und pflanzenbauliche Maßnahmen

-> Ergänzende Maßnahmen

# Hauptursache von Wassererosion und Wasserabfluss auf Ackerflächen:

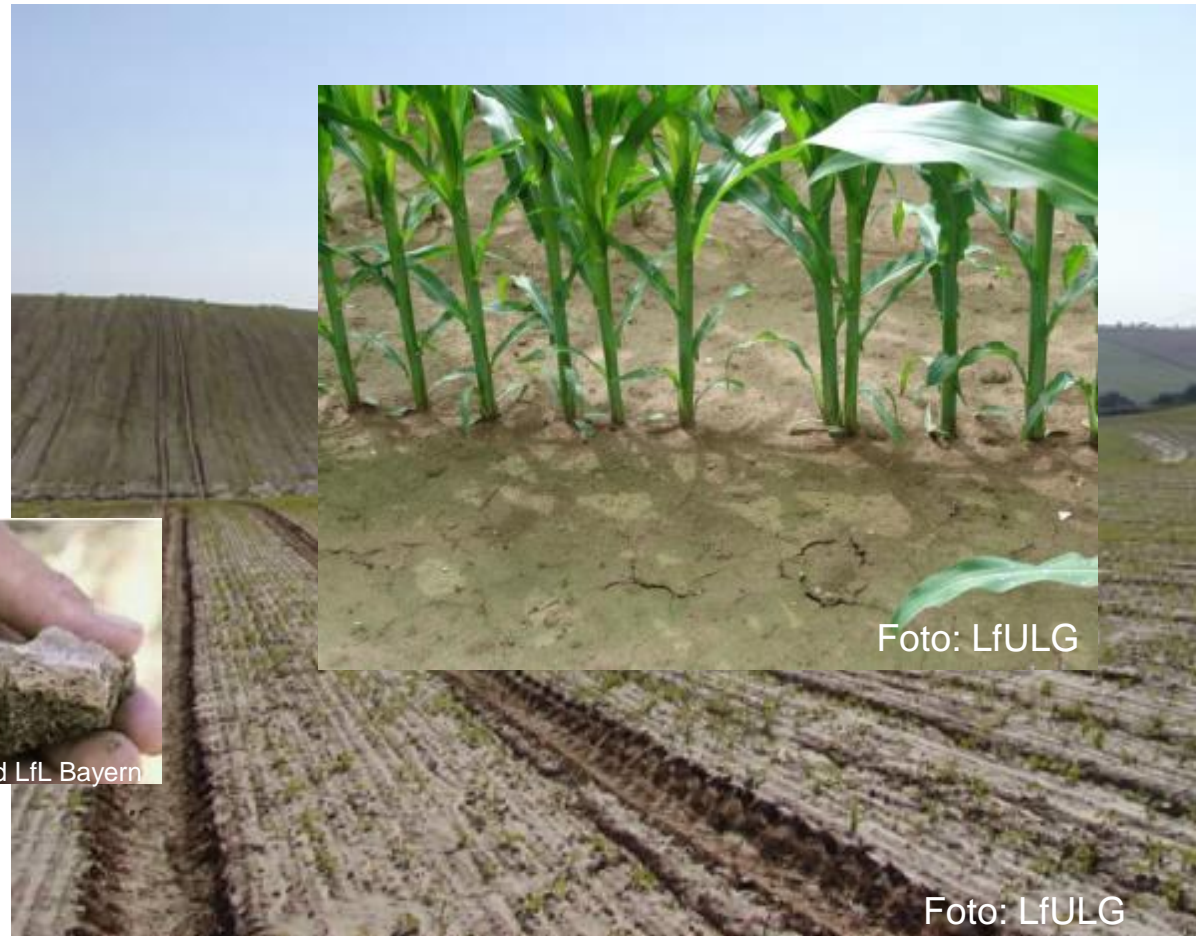
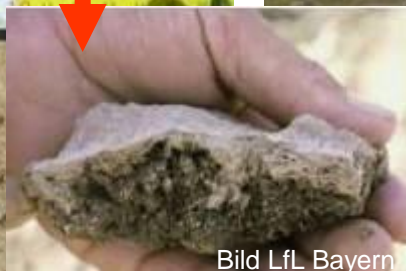
-> Gehemmte Wasserversickerung durch Oberflächenverschlämmung infolge Bodenaggregatzerfall





# Hauptursache von Wassererosion und Wasserabfluss auf Ackerflächen:

-> Gehemmte Wasserversickerung durch Oberflächenverschlämmung infolge Bodenaggregatzerfall



# Schutz vor Wassererosion und effizientes Wassermanagement auf Ackerflächen durch Verhinderung der Bodenverschlämmung



**Wirksamste Maßnahmen:**

**Dauerhaft pfluglose - konservierende  
Bodenbearbeitung  
und Direktsaat**



-> Konventionell – bodenwendend  
mit Pflug



-> Konservierend – nichtwendend  
ohne Pflug



-> Direktsaat

# Wendende Bearbeitung mit dem Pflug

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE

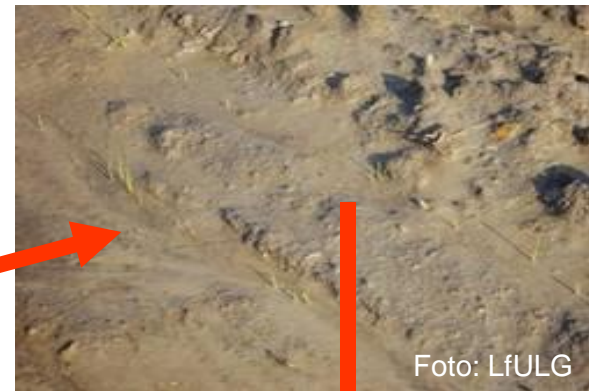


-> hohe Eingriffsintensität in den Boden

-> keine Bedeckung des Bodens mit Pflanzenresten



-> infiltrationshemmende & erosionsfördernde Verschlämmung durch den Pflug!



# Effekte der konservierenden Bodenbearbeitung/Direktsaat



- Stabile, wenig verschlämmende Bodenstruktur durch höhere Krümelstabilität\*
- Schutz der Bodenoberfläche durch Pflanzenreste
- Mehr Grobporen durch mehr Regenwürmer
- Schutz der Grobporen durch Pflugverzicht



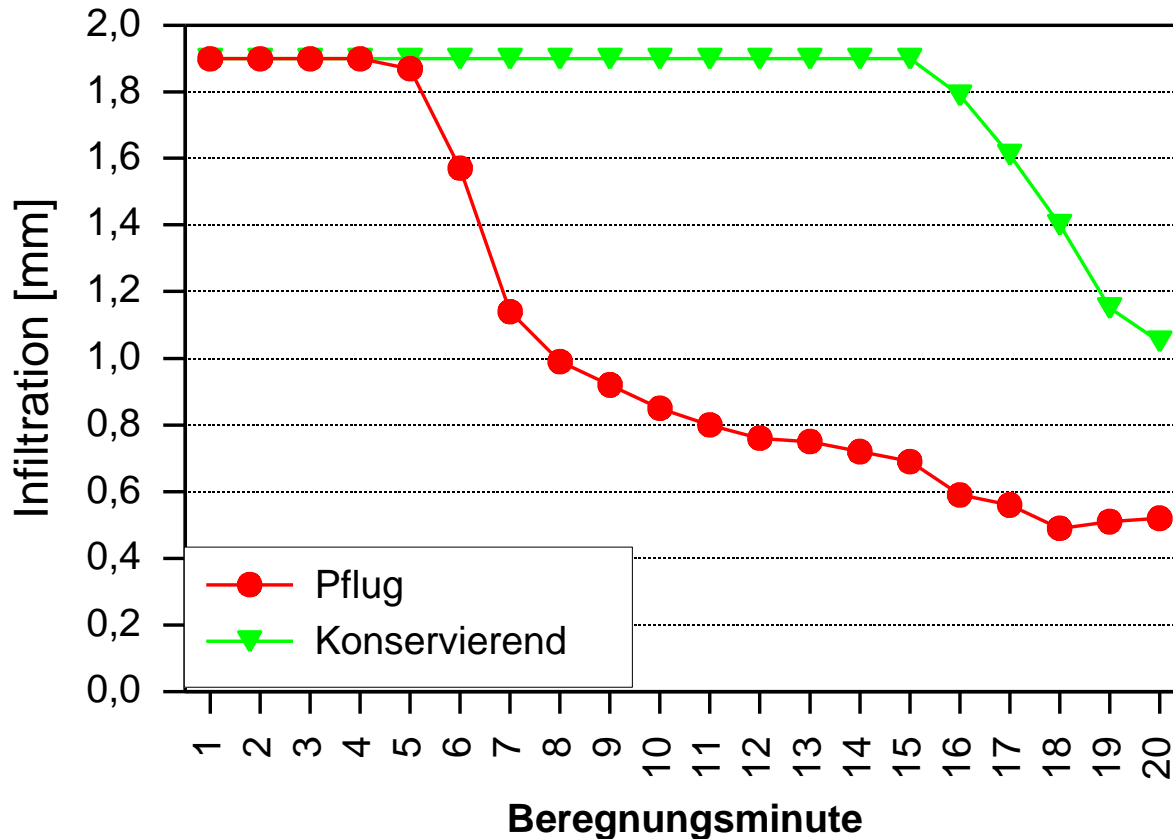
Erosionsmindernder/-verhindernder und infiltrationsfördernder Bodenstrukturzustand

**-> Voraussetzung: dauerhafter Pflugverzicht!**

Vergleich verschiedener Parameter nach konventioneller und achtjährig konservierender Bodenbearbeitung bzw. Direktsaat (LfULG, 2002)

	Pflug	Konser- vierend	Direktsaat
Mulchbedeckung [%]	1	13	77
Humus* [%]	2,0	2,2	2,5
Mikrobielle Biomasse [ $\mu\text{g C}_{\text{mic}} / \text{g TS Boden}$ ]*	415	626	575
Aggregatstabilität [%]	20	22	25
Regenwürmer [Anzahl $\cdot \text{m}^{-2}$ ]	125	312	358
davon Tiefgräber ( <i>L. terrestris</i> )	4	37	29
Makroporen [Zahl $\cdot \text{m}^{-2}$ ]	264	493	775

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



## Infiltrationsraten

Pflug: 55 %

Konservierend: 93 %

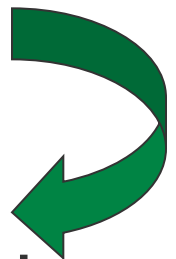
## Bodenabtrag

Pflug: 246 g/m<sup>2</sup>

Konservierend:  
36 g/m<sup>2</sup>

## P-Austrags-

minderung durch kon-  
servierende Bodenbear-  
beitung: ~ 90%



## Bodenerosion nach einem Gewitter

(Niederschlag: 55 mm/45 min, Sächsisches Lößhügelland)



Voraussetzung für Erosionsminderung  
durch konservierende Bodenbearbeitung:  
Dauerhafter Pflugverzicht!



# Wassererosion auf konservierend bestellter Rapsfläche: Optimierungsbedarf der konservierenden Bearbeitung bezüglich Erosionsschutz!



## Wassererosion auf konservierend bestellter Maisfläche: Optimierung der konservierenden Bearbeitung bezüglich Erosionsschutz!

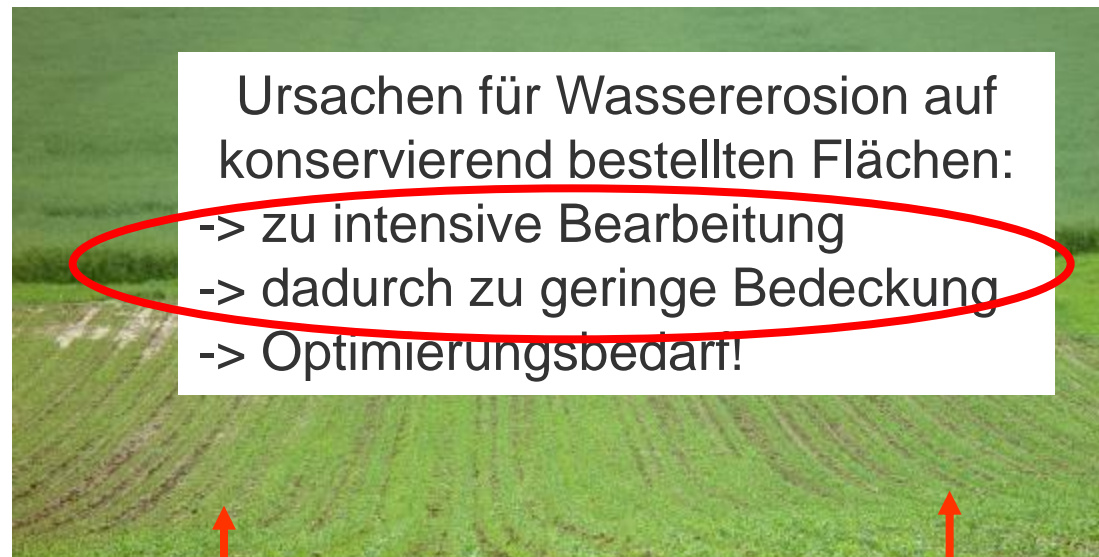


Foto: LfULG

**Konventionell**

**Konservierend**

## Wassererosion auf konservierend bestellter Maisfläche: Optimierung der konservierenden Bearbeitung bezüglich Erosionsschutz!



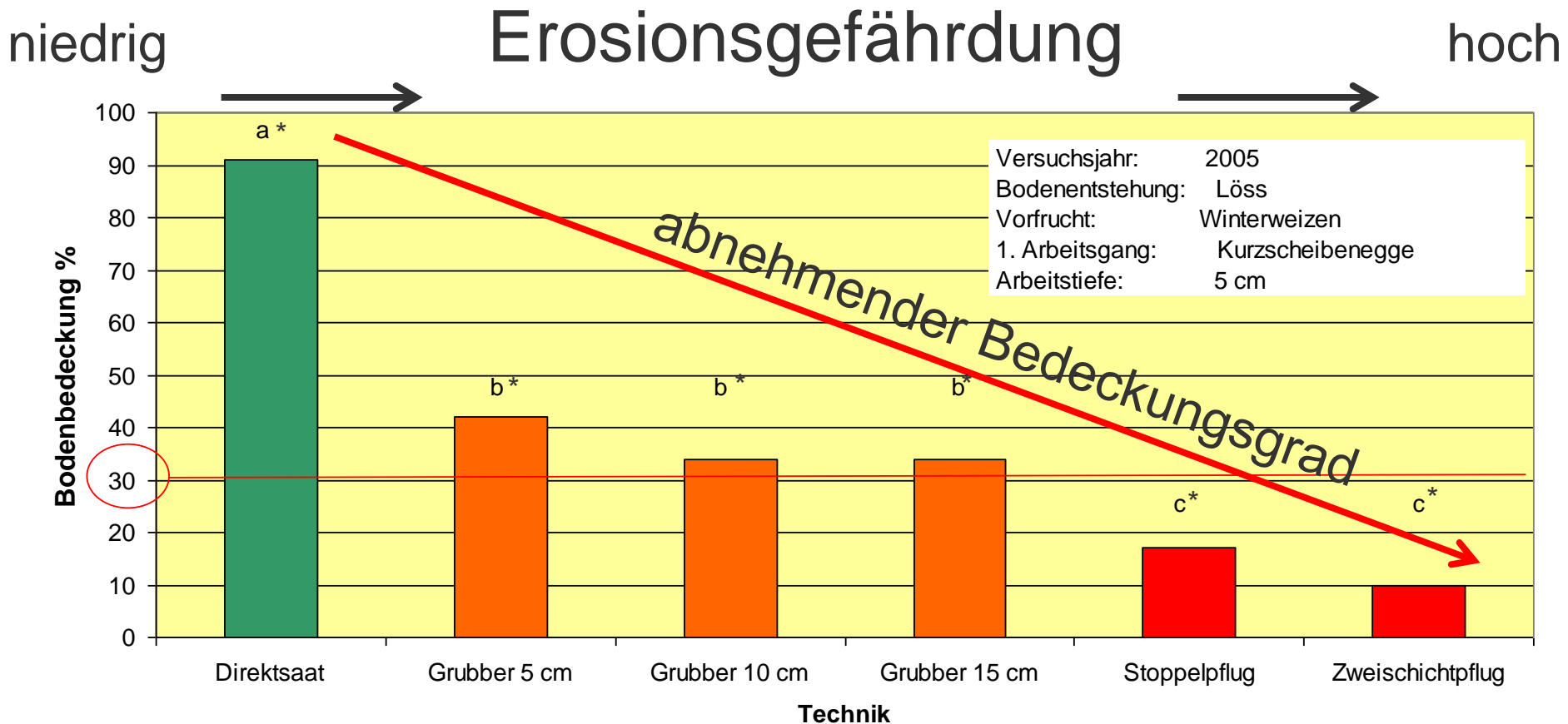
-> Erfordernis: Reduktion der Bearbeitungsintensität!



**Konventionell**

**Konservierend**

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



## Optimierungsbedarf - Schutz vor Wassererosion

-> Umfassende Bodenbedeckung von Ackerflächen mit Stroh und Zwischenfrüchten/Zwischenfruchtresten



Belassen von Stroh



Zwischenfruchtanbau

## Optimierungsbedarf - Schutz vor Wassererosion

-> Umfassende Bodenbedeckung von Ackerflächen mit Stroh und Zwischenfrüchten/Zwischenfruchtresten

**Zwischenfrüchte ->  
Erosionsschutz durch lebende  
und abgestorbene Pflanzen**



Foto: LfULG



Foto: LfULG

Optimierung von pflugloser Bodenbearbeitung hinsichtlich  
Erosionsminderung und Wasserrückhalt -> z.B. Direktsaat zu Mais ->  
Erhalt von hohem Bedeckungsgrad & geringe Bearbeitungsintensität



**Problem -> langsame Bodenerwärmung**

Foto: LfULG



Foto: LfULG

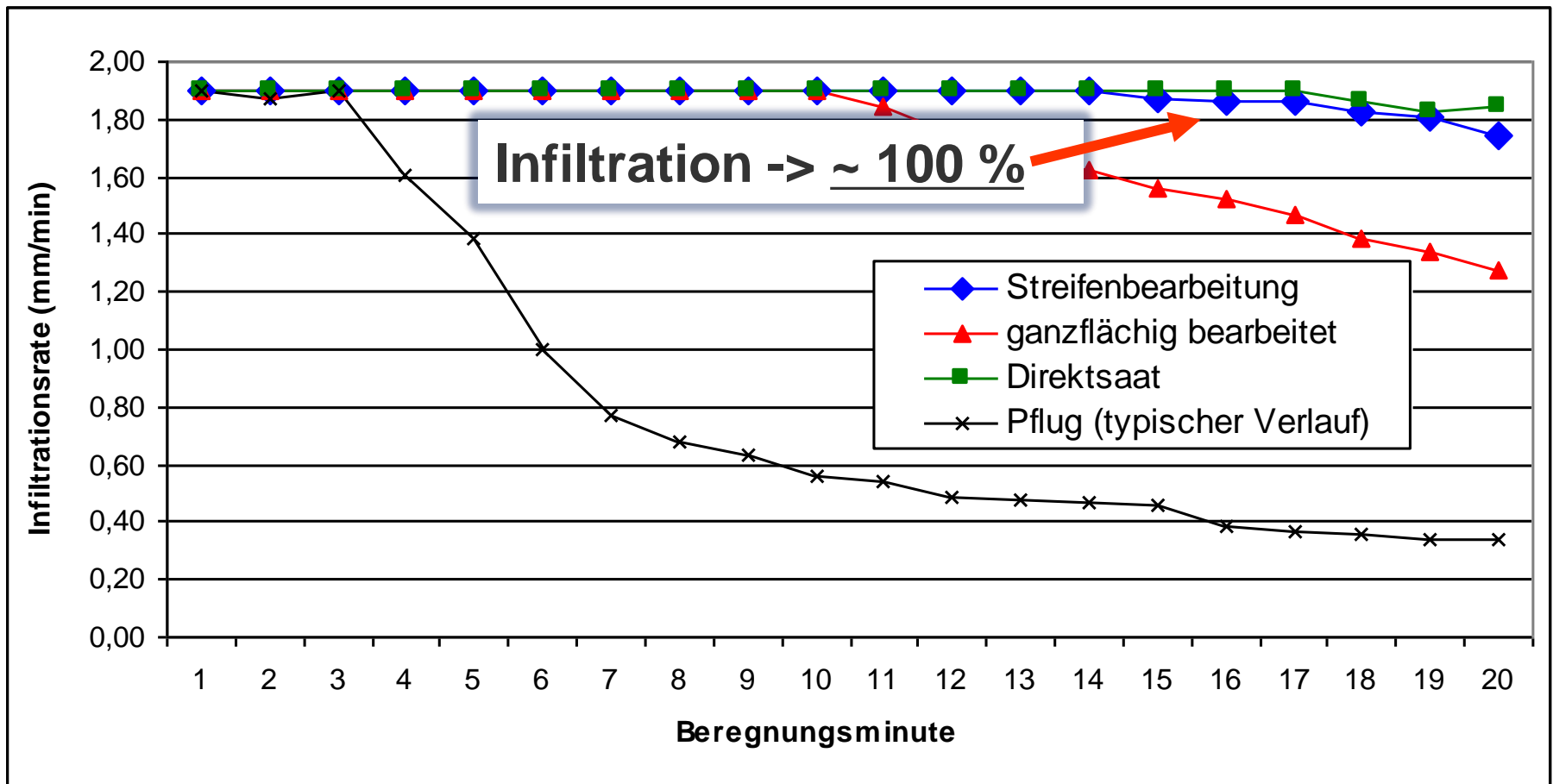
# Lösung: Kombination Direktsaat – pfluglose Bearbeitung: Streifenweise Bodenlockerung mit Strip Till-Technik (ggf. mit Gülleinjektion)

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



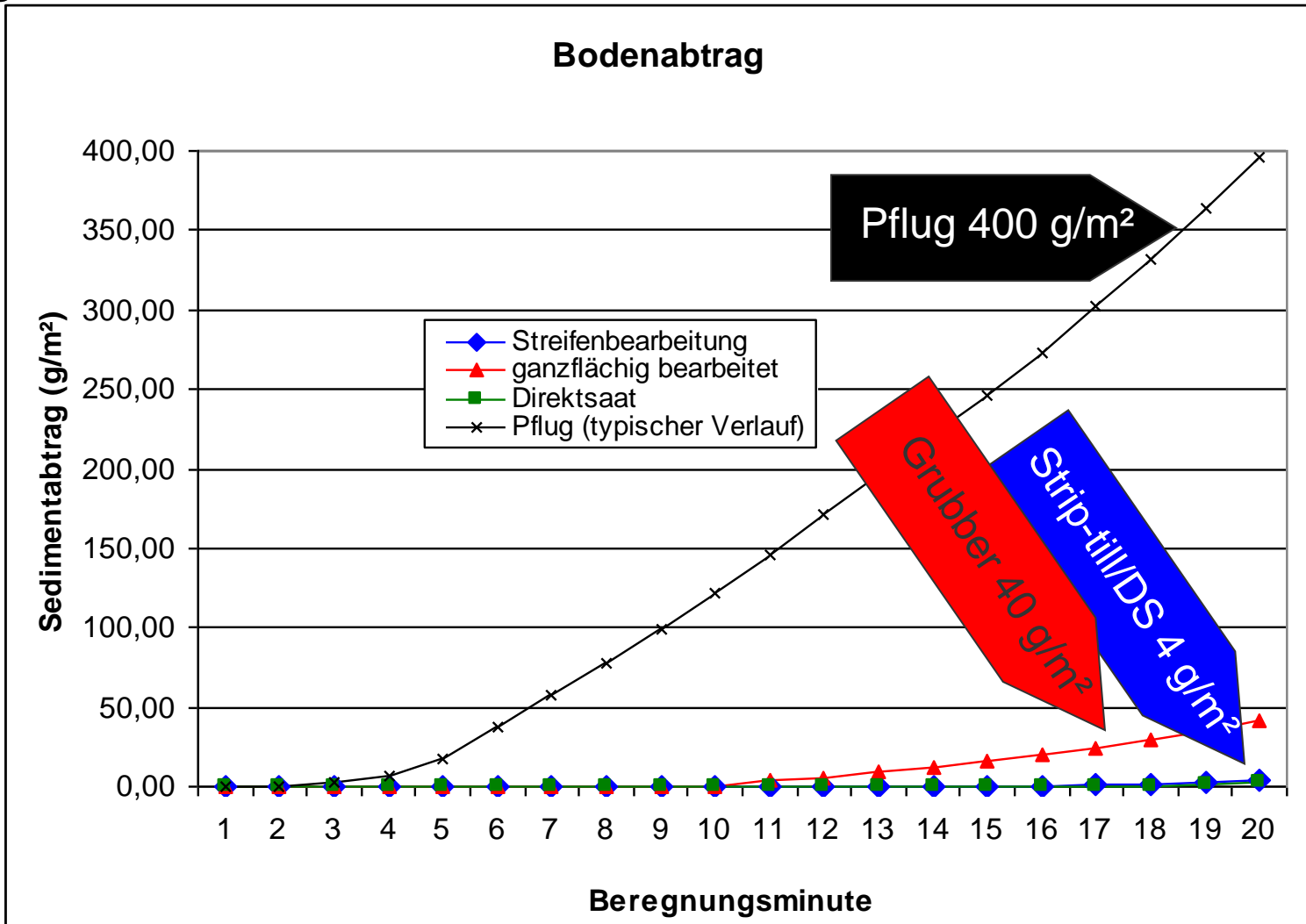


# Auswirkungen von Streifenbearbeitung (Strip Till) und Direktsaat zu Mais auf die Bodenerosion durch Wasser → Wasserinfiltration (Regensimulationsversuch, Körnermais, 38 mm/20 min)



# Auswirkungen von Strip Till und Direktsaat zu Mais auf die Bodenerosion durch Wasser -> Bodenabtrag

(Regensimulationsversuch, Körnermais, 38 mm/20 min, DS: Direktsaat)



# Handlungsschwerpunkt

## Bodengefügeschutz

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



Freistaat  
SACHSEN

Schutz des Boden vor Knetung, Scherung und Verdichtung bei  
Bodenbearbeitung, Aussaat, Ernte, Transport....



# Bodengefüge schützen!

Durch Bodengefügeschutz



-> gute Wasserversickerung!



-> wirksamer Erosionsschutz!



-> weniger Bodenbearbeitung



-> gutes Pflanzenwachstum!



# Gefügeschonende Lösungen (Auswahl)



Foto: LfULG

**Zwillingsbereifung**



Foto: LfULG

**Überladewagen**



Foto: LfULG

**Bandlaufwerk**

# Vorsorgemaßnahmen gegen Wassererosion sowie zum Wasserrückhalt auf Ackerflächen -> Handlungsschwerpunkte:

-> Acker- und pflanzenbauliche Maßnahmen

-> **Ergänzende Maßnahmen**

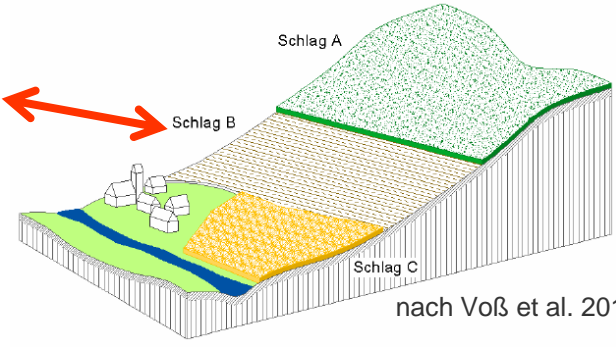
**(immer kombiniert mit konservierender  
Bodenbearbeitung/Direktsaat!)**

# Ergänzende Maßnahmen gegen Wassererosion und gegen wild abfließendes Wasser (Auswahl)

1. Anlage von Grünstreifen und Tiefenlinienbegrünung



2. Schlagteilung durch Fruchtartenwechsel

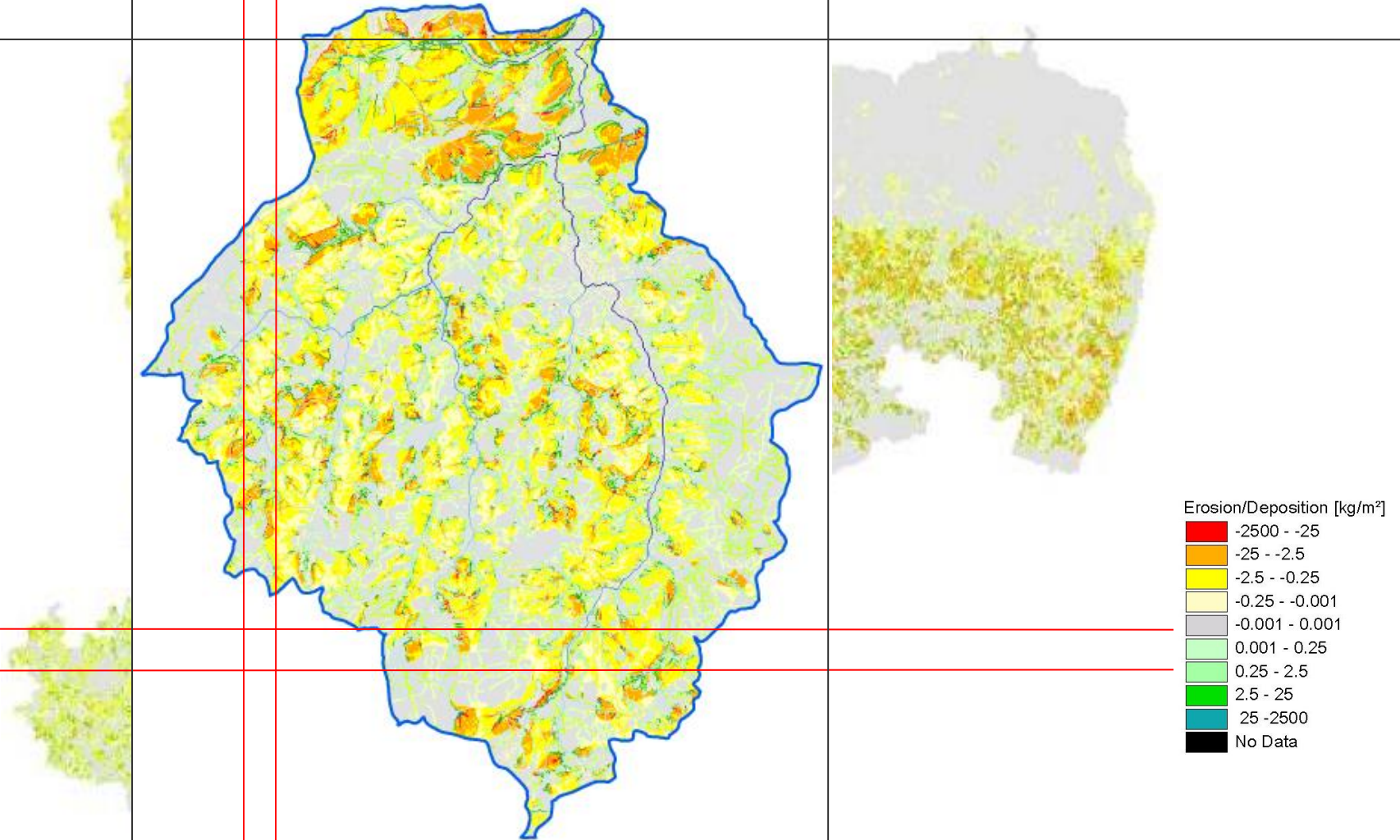


3. Anlage von Verwallungen, Mulden, Becken



# Erosionsschutzplanung mit EROSION 3D

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE





# Erosionsschutzplanung mit EROSION 3D



**Data for selected cell**

X 4534115      Y 5609708

Result

Output related to area

Upslope data (overland flow)

Erosion	21.167	t/ha
Deposition	15.625	t/ha
Net Erosion	5.542	t/ha

Output related to cross section

Upslope data (overland flow)


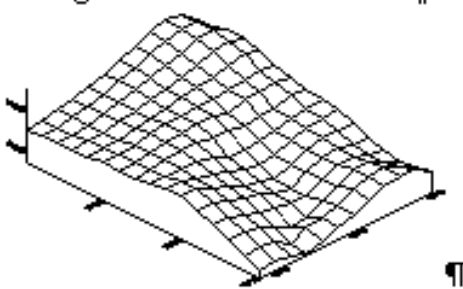
Runoff	0.998	m <sup>3</sup> /m
Total runoff	19.960	m <sup>3</sup>
Sediment mass	1330.000	kg/m
Total sediment mass	26600.000	kg
Sediment concentration	1332.665	kg/m <sup>3</sup>
Clay	37	%
Silt	63	%

OK      Copy

# EROSION-3D – Modellerläuterung

- physikalisch-begründetes Prozessmodell
  - zur Prognose des Oberflächenabflusses und der Bodenerosion
  - durch einzelne Niederschlagsereignisse oder Niederschlagsreihen
  - für einzelne Hangprofile (E2D) oder Einzugsgebiete (E3D)
- hohe räumliche und zeitliche Auflösung
- Abbildung von Erosions- und Depositionsbereichen
- Berechnung des partikelgebundenen Nähr- und Schadstoffeinträge in Oberflächengewässer
- Übertragbarkeit
- gute Dokumentation

# E3D – Eingabeparameter

Reliefparameter¶ ⊠	Bodenparameter¶ ⊠	Niederschlagsparameter¶ ⊠
¶ <b>·EROSION-2D¶</b> ¶ Hanglänge·[m]¶¶ ¶ Hanggeometrie¶  (x- und y- Koordinaten)⊠	¶ Korngrößenverteilung·[%]¶¶ ¶ Lagerungsdichte·¶ in·15-20·cm·Tiefe·[kg/m³]¶¶ ¶ Gehalt·an·organischem¶ Kohlenstoff·[%]·im·Ah-·bzw··Ap- Horizont¶¶ ¶ Anfangswassergehalt¶ in·15-20·cm·Tiefe·[Vol·-%]¶¶	¶ Niederschlagsdauer¶ [min]¶¶ ¶ ¶ Niederschlagsintensität¶¶ [mm/min]⊠
¶ <b>EROSION-3D¶</b> ¶ Digitales·Geländemodell¶  (Beispiel·V·WERNER·1995)⊠	¶ Erosionswiderstand·[N/m²]¶¶ ¶ Rauigkeit¶ (MANNINGS·n)·[s/m <sup>1/3</sup> ]¶¶ ¶ Bedeckungsgrad·[%]¶¶ ¶ Skinfaktor·[-]¶¶ ⊠	⊠ ⊠

# Ergänzende Maßnahmen gegen Wassererosion und gegen wild abfließendes Wasser (Auswahl)

1. Anlage von Grünstreifen und Tiefenlinienbegrünung

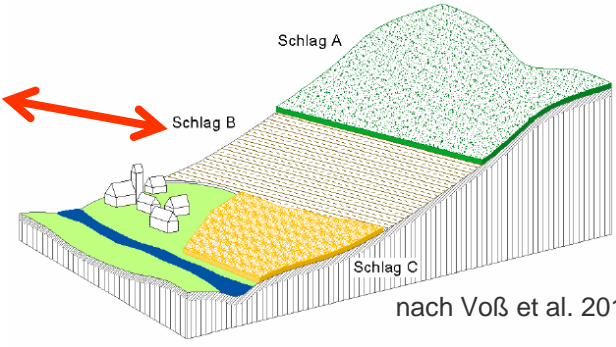


Foto: LfULG



Foto: LfULG

2. Schlagteilung durch Fruchtartenwechsel



nach Voß et al. 2010

3. Anlage von Verwallungen, Mulden, Becken

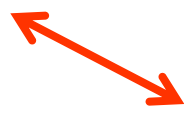
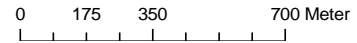
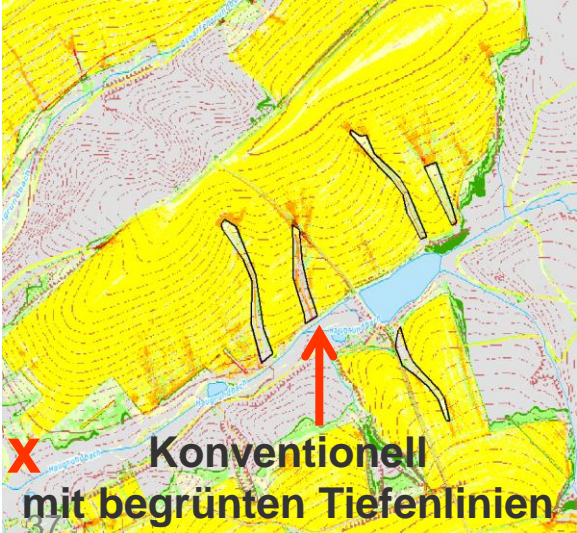
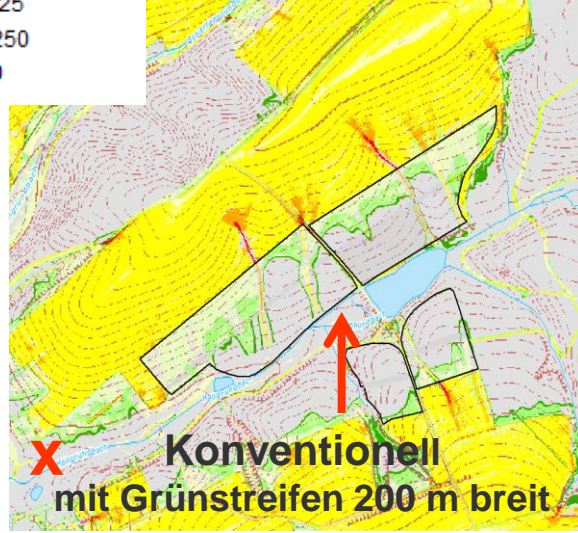
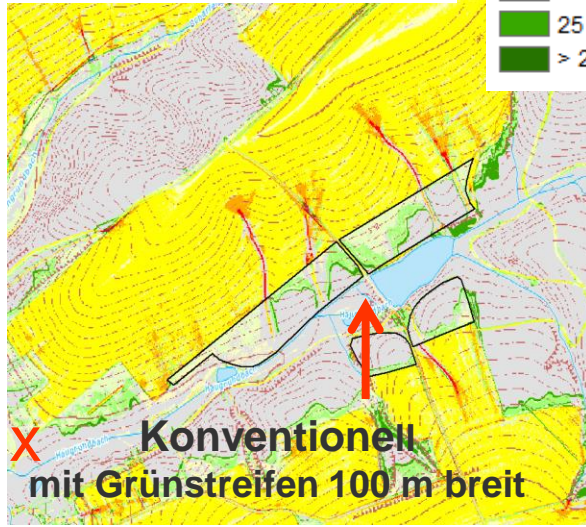
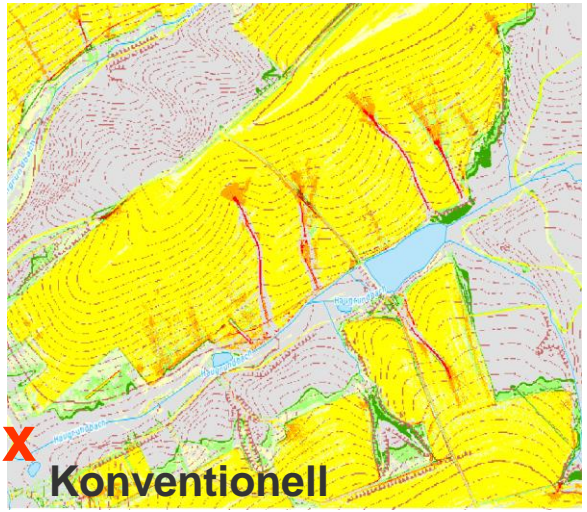
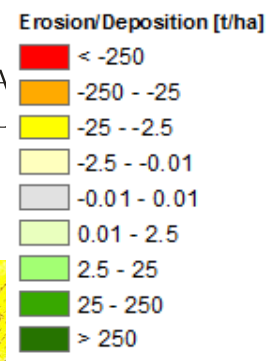


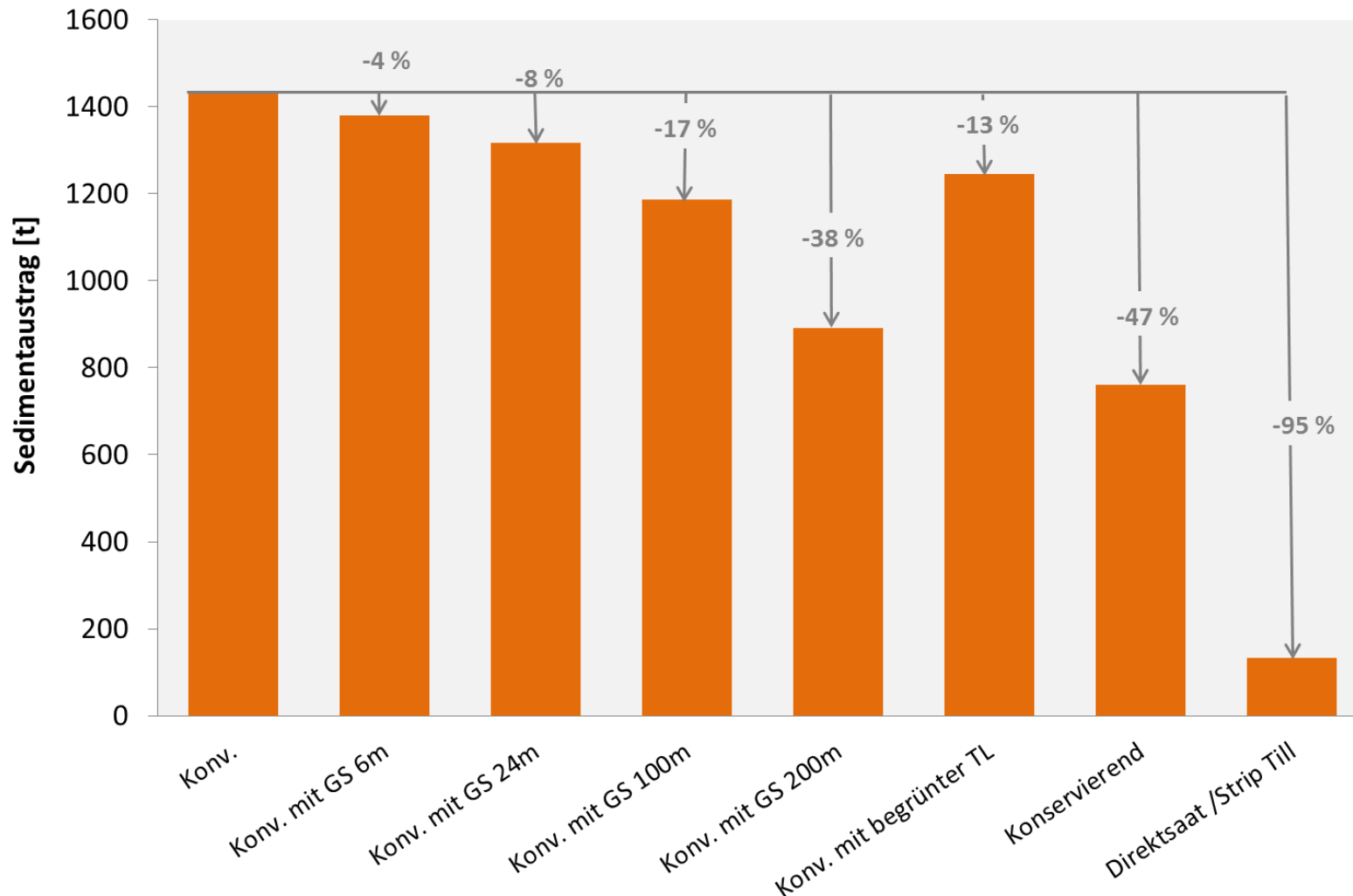
Foto: LfULG

# Grünstreifen & Tiefenlinienbegrünung zur Erosionsminderung auf Ackerfläche

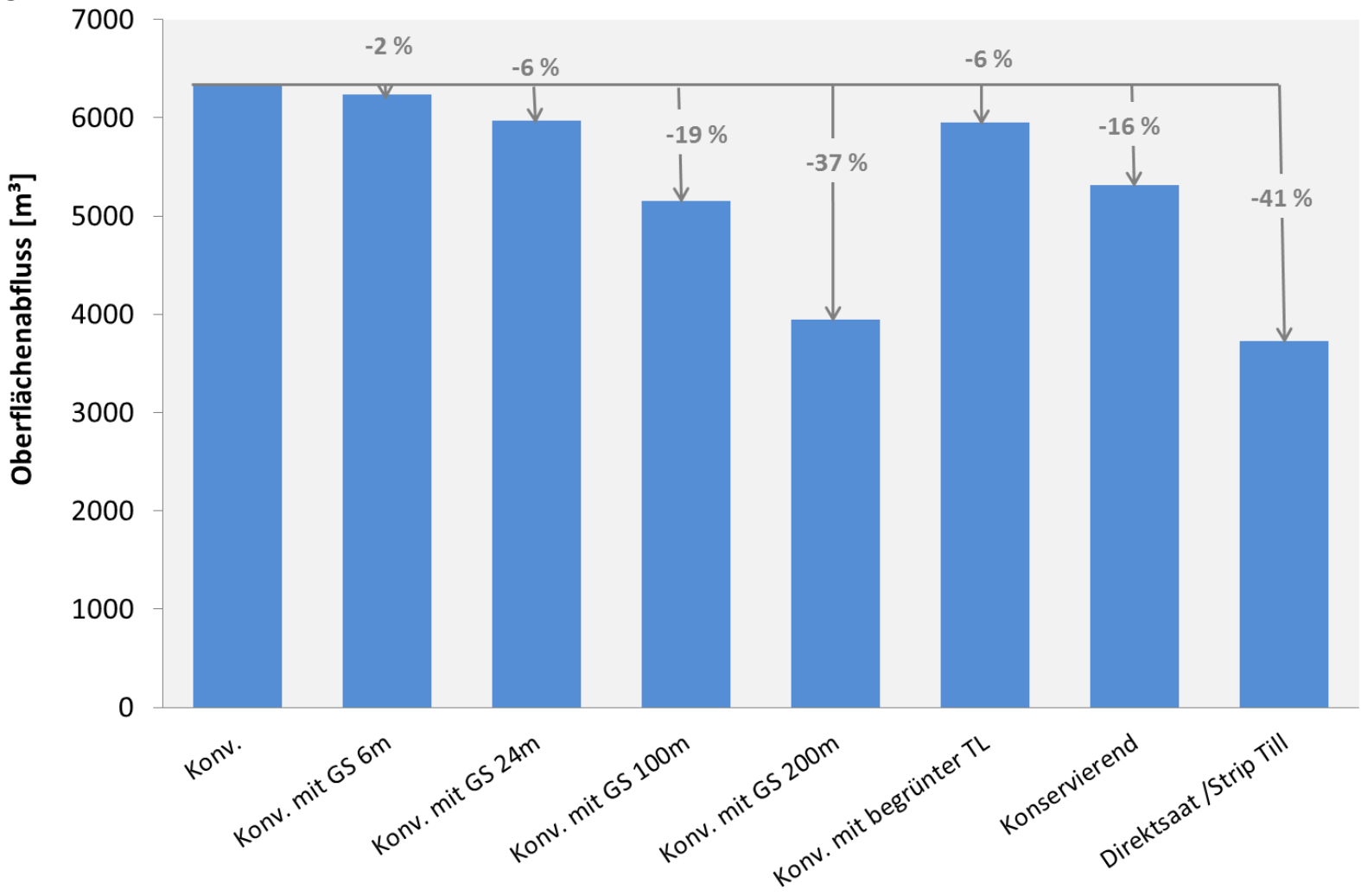
(EROSION-3D-Simulation, 10-jährl. Regenereignis, Fruchtart Mais im Mai, mittlere Bodenfeuchte, Bodenart Ut3, **X** : Gebietsauslass)



# Minderung des Sedimentaustrags auf Ackerfläche durch Grünstreifen & Tiefenlinienbegrünung ohne und mit konservierender Bodenbearbeitung/Direktsaat (EROSION-3D-Simulation)



# Minderung des Oberflächenabflusses auf Ackerfläche durch Grünstreifen & Tiefenlinienbegrünung ohne und mit konservierender Bodenbearbeitung/Direktsaat (EROSION-3D-Simulation)



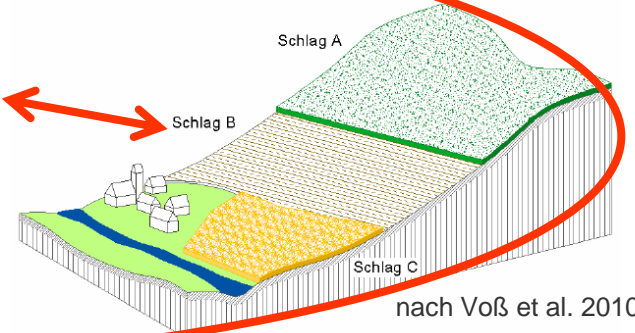
Konv.: Konventionelle Bodenbearbeitung GS: Grünstreifen TL: Tiefenlinie

# Ergänzende Maßnahmen gegen Wassererosion und gegen wild abfließendes Wasser (Auswahl)

1. Anlage von Grünstreifen und Tiefenlinienbegrünung



2. Schlagteilung durch Fruchtartenwechsel



3. Anlage von Verwallungen, Mulden, Becken





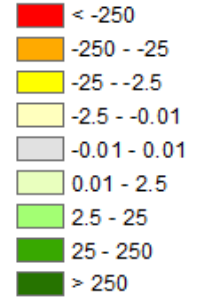
# Schlagteilung durch Fruchtartenwechsel zur Erosionsminderung auf Ackerfläche

(EROSION-3D-Simulation, 10-jährl. Ereignis, Fruchtart Raps im August, mittlere Bodenfeuchte, Bodenart Uls, **x** : Gebietsauslass)

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE

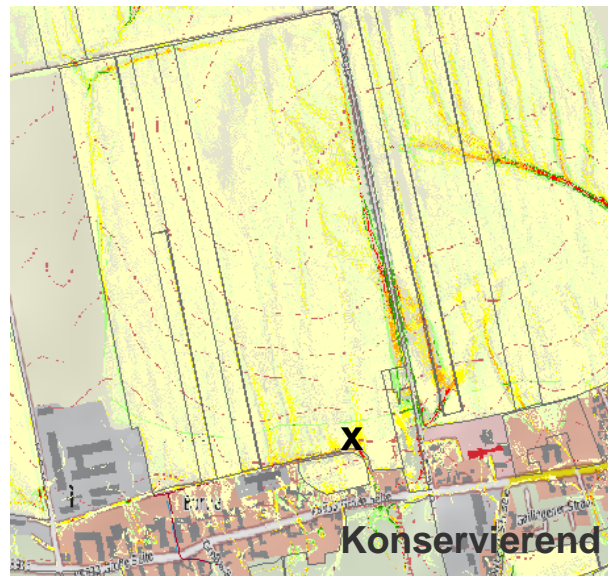


Erosion/Deposition [t/ha]



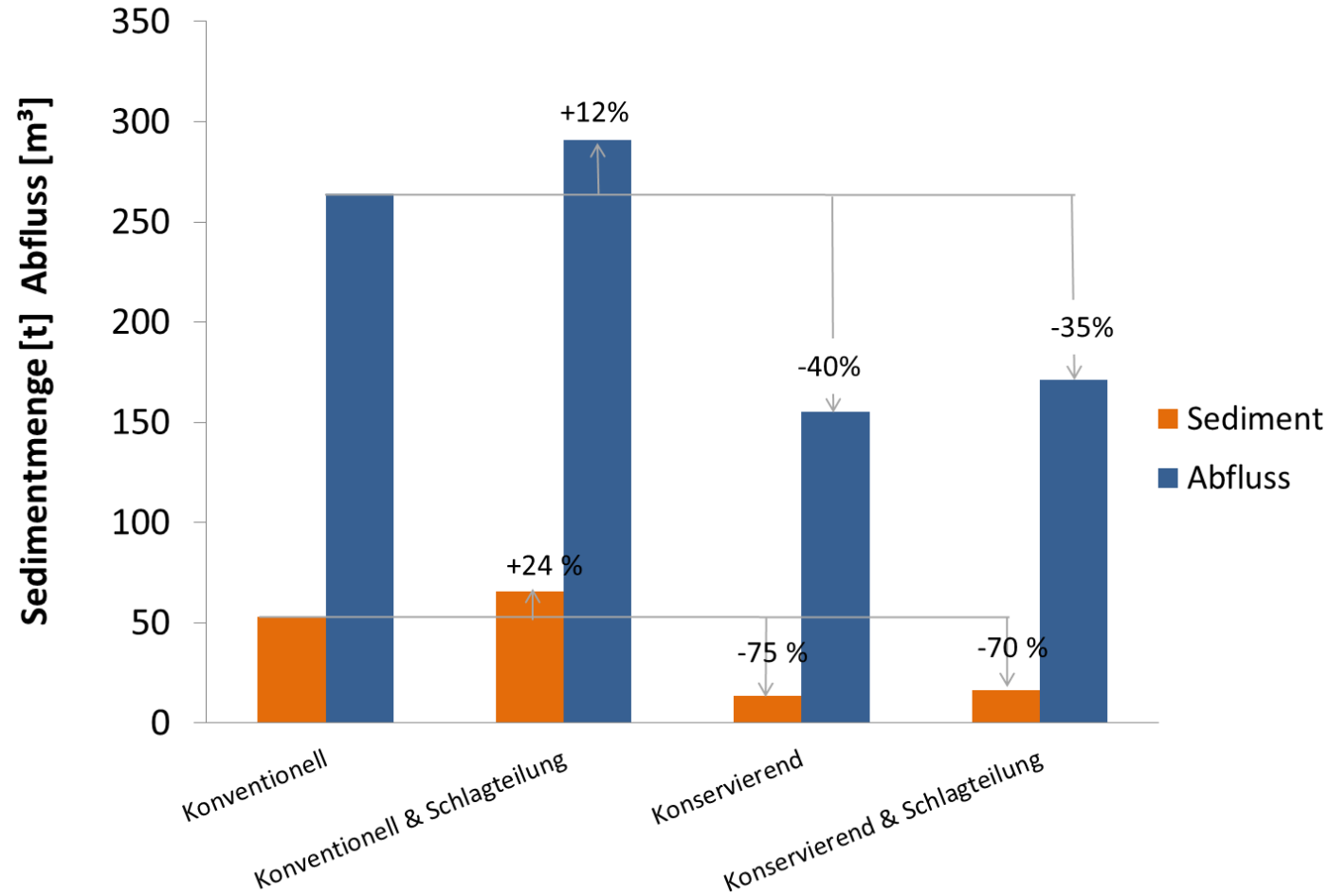
**Konventionell  
mit Schlagteilung**  
(oberer Schlag  
Weizenstoppel  
unterer Schlag  
Raps Saatbett)

**Konservierend  
mit Schlagteilung**  
(oberer Schlag  
Weizenstoppel  
unterer Schlag  
Raps Saatbett)



# Wirkung einer Schlagteilung durch Fruchtartenwechsel auf Sedimentaustrag und Wasserabfluss auf einer Ackerfläche

(EROSION-3D-Simulation, 10-jährl. Ereignis, Fruchtart Raps im August, mittlere Bodenfeuchte, Bodenart Uls)

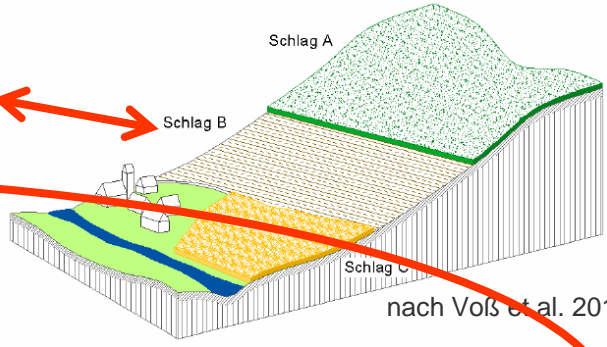


# Ergänzende Maßnahmen gegen Wassererosion und gegen wild abfließendes Wasser (Auswahl)

1. Anlage von Grünstreifen und Tiefenlinienbegrünung



2. Schlagteilung durch Fruchtartenwechsel



3. Anlage von Verwallungen, Mulden, Becken



# Wasserrückhalt durch Verwallungen auf Ackerfläche Pröda

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



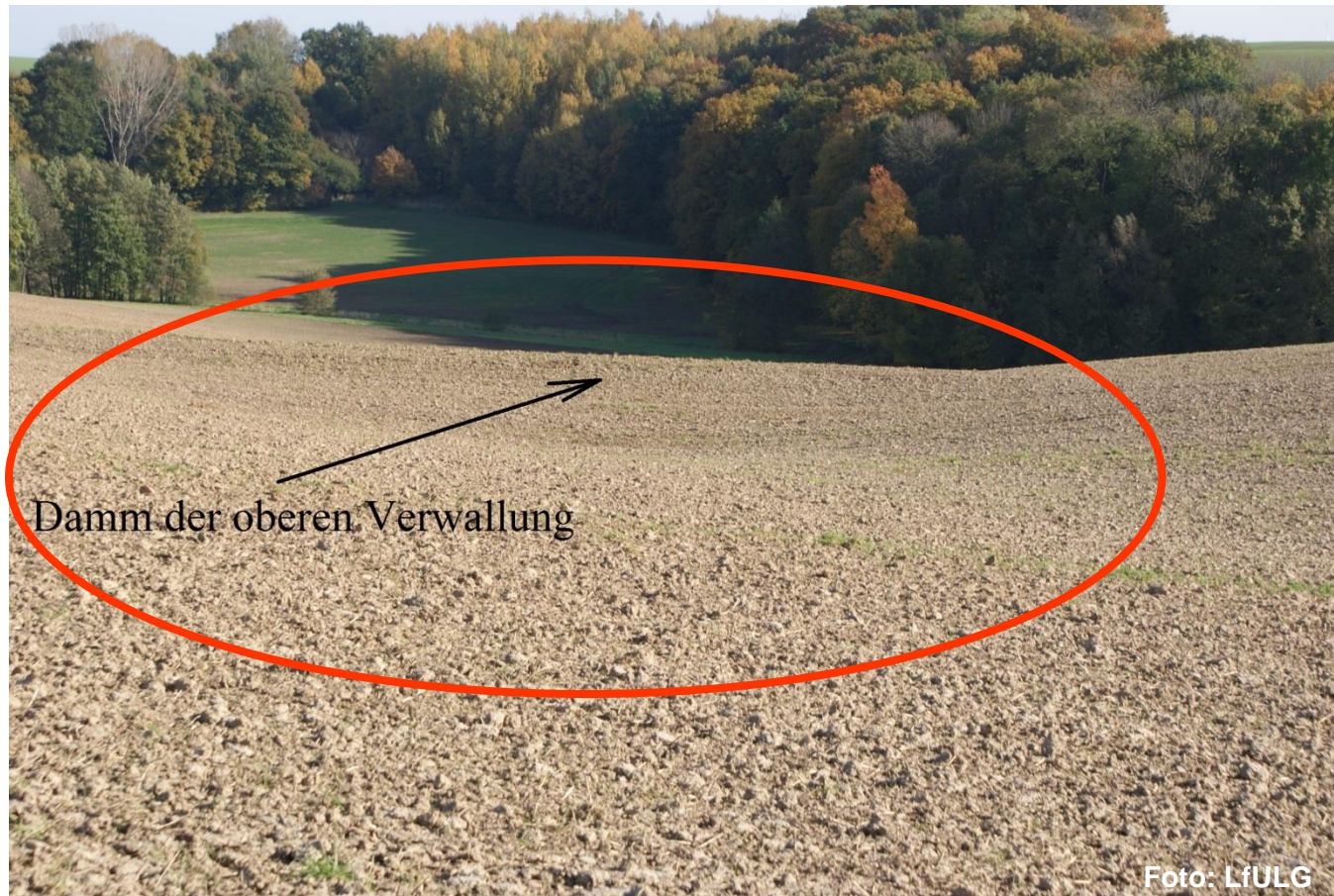
## - Flurbereinigung Leuben-Schleinitz

### Eckdaten

- Material: anstehender Mutterboden
- Böschungsneigung:  
1:10 wasserseitig und 1:4 luftseitig
- Dammkrone: Breite jeweils ca. 3 m  
Höhe: rund 2 m
- Speichervolumen:
  - Obere Verwallung rund 500 m<sup>3</sup>
  - Untere Verwallung rund 200 m<sup>3</sup>
- Abfluss über Auslass: 3,75 l/s  
13,5 m<sup>3</sup>/h
- Einzugsgebietsgröße: 6 ha



## Überfahrbare Verwallungen in der Hangrinne Ackerfläche Pröda -> Fläche kann weiter bewirtschaftet werden!

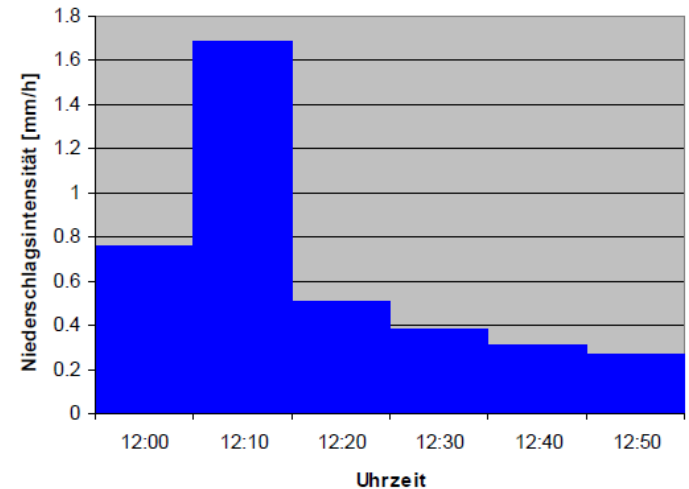


# Szenarien – Ackerfläche Pröda

Ausgangssituation: Ende Mai, mittlere  
Anfangsbodenfeuchte, 10-jährliches Extremereignis  
(NS-Summe: 32 mm in einer Stunde), Fruchtart  
Mais

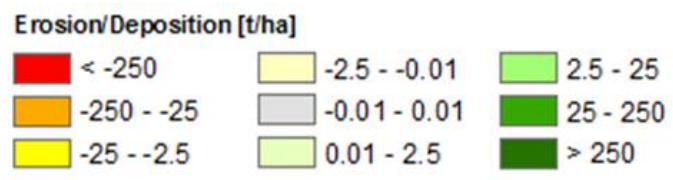
## ■ Bodenbearbeitungsszenarien:

- Konventionell
  - Mulchsaat
  - Strip Till /Direktsaat
- 
- Bodenbearbeitungsszenarien + begrünte Tiefenlinie
  - Bodenbearbeitungsszenarien + Verwallungen



Intensitätsverteilung 10-jährliches  
Niederschlagsereignis

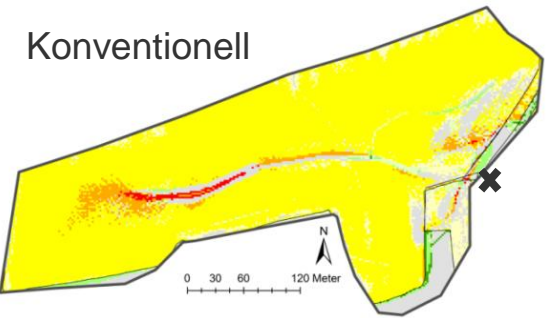
# Erosionsprognose- karten Ackerfläche Pröda (EROSION-3D- Simulation)



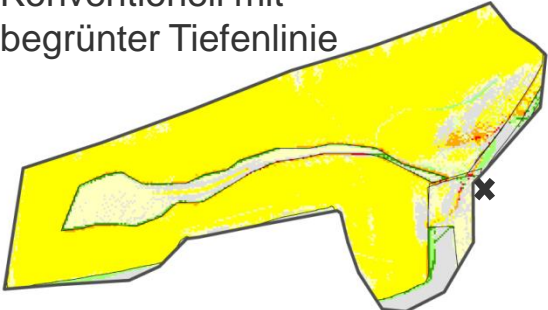
UMWELT,  
RTSCHAFT  
GEOLOGIE



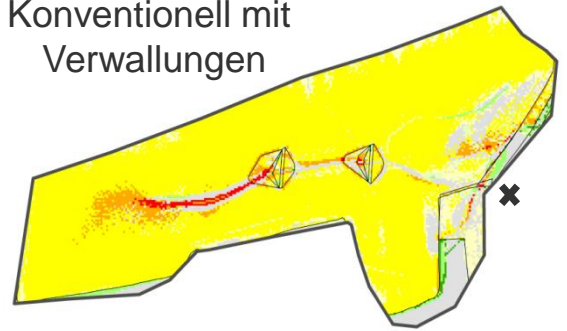
Konventionell



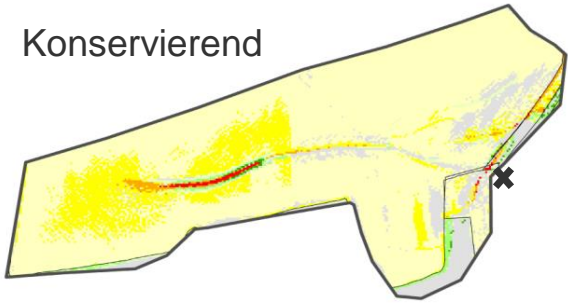
Konventionell mit  
begrünter Tiefenlinie



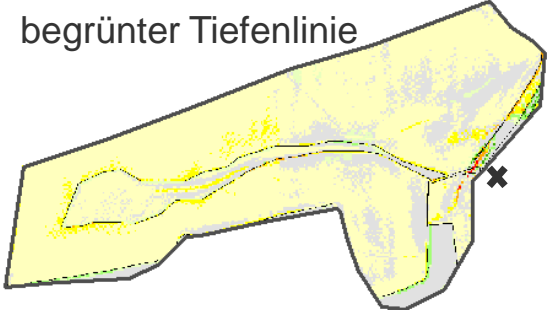
Konventionell mit  
Verwallungen



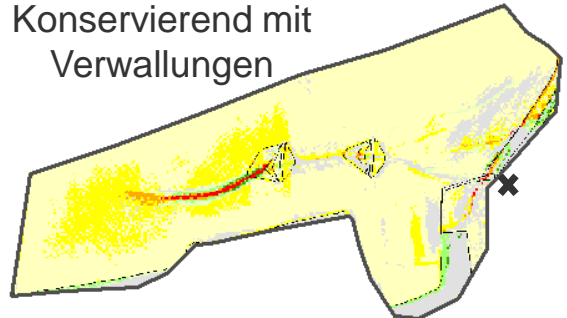
Konservierend



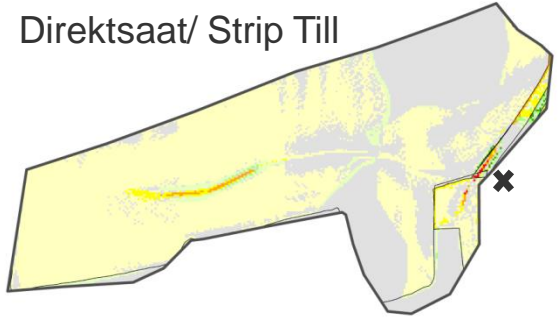
Konservierend mit  
begrünter Tiefenlinie



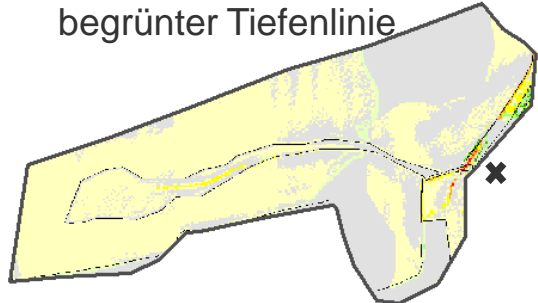
Konservierend mit  
Verwallungen



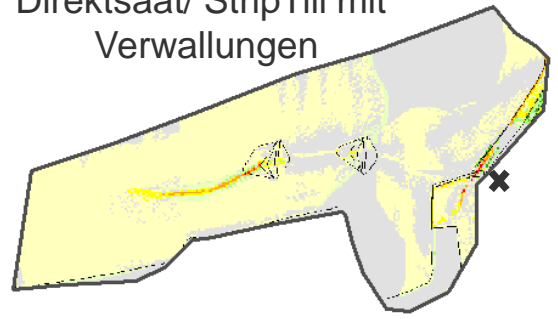
Direktsaat/ Strip Till



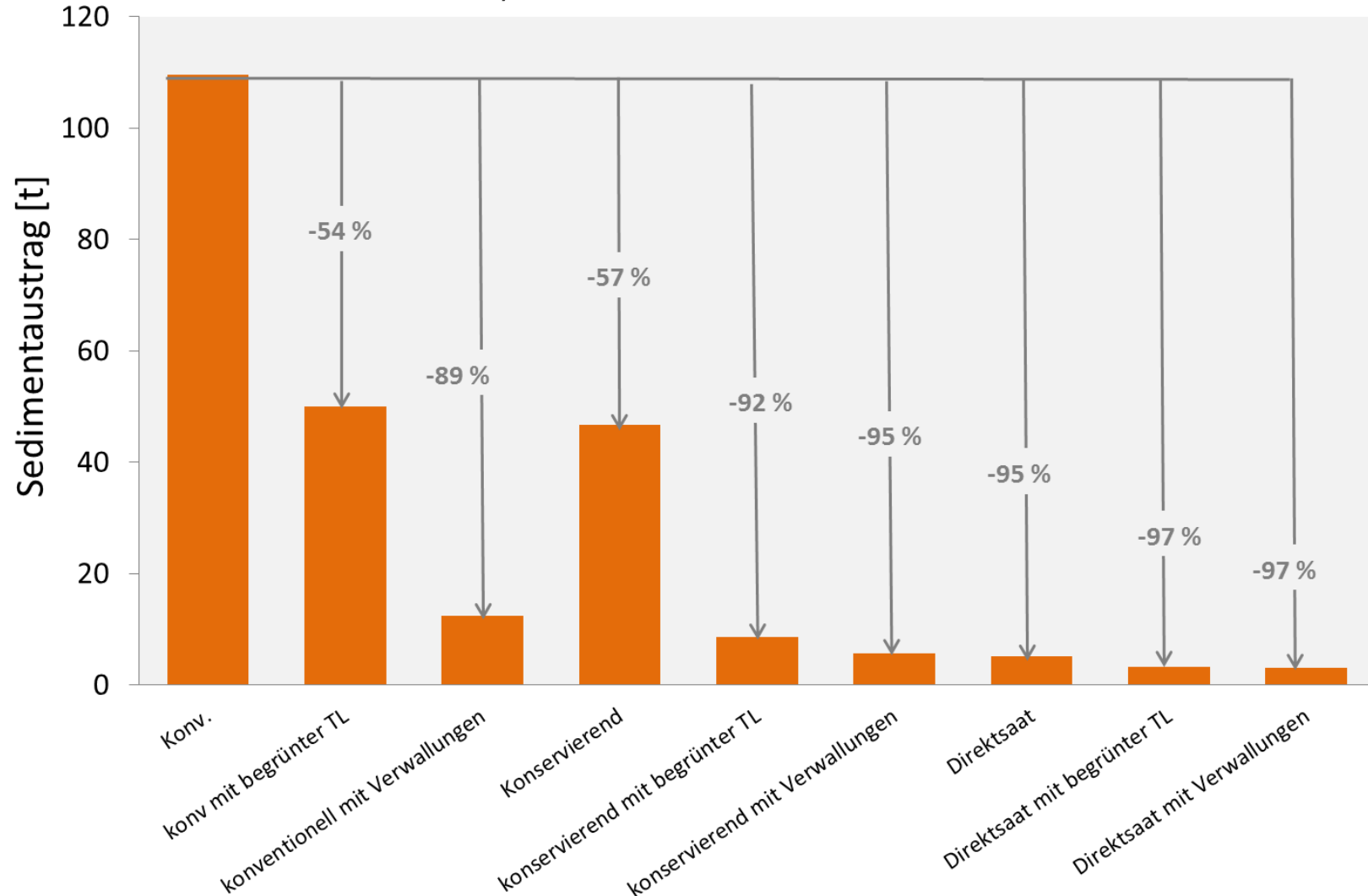
Direktsaat/Strip Till mit  
begrünter Tiefenlinie



Direktsaat/ StripTill mit  
Verwallungen



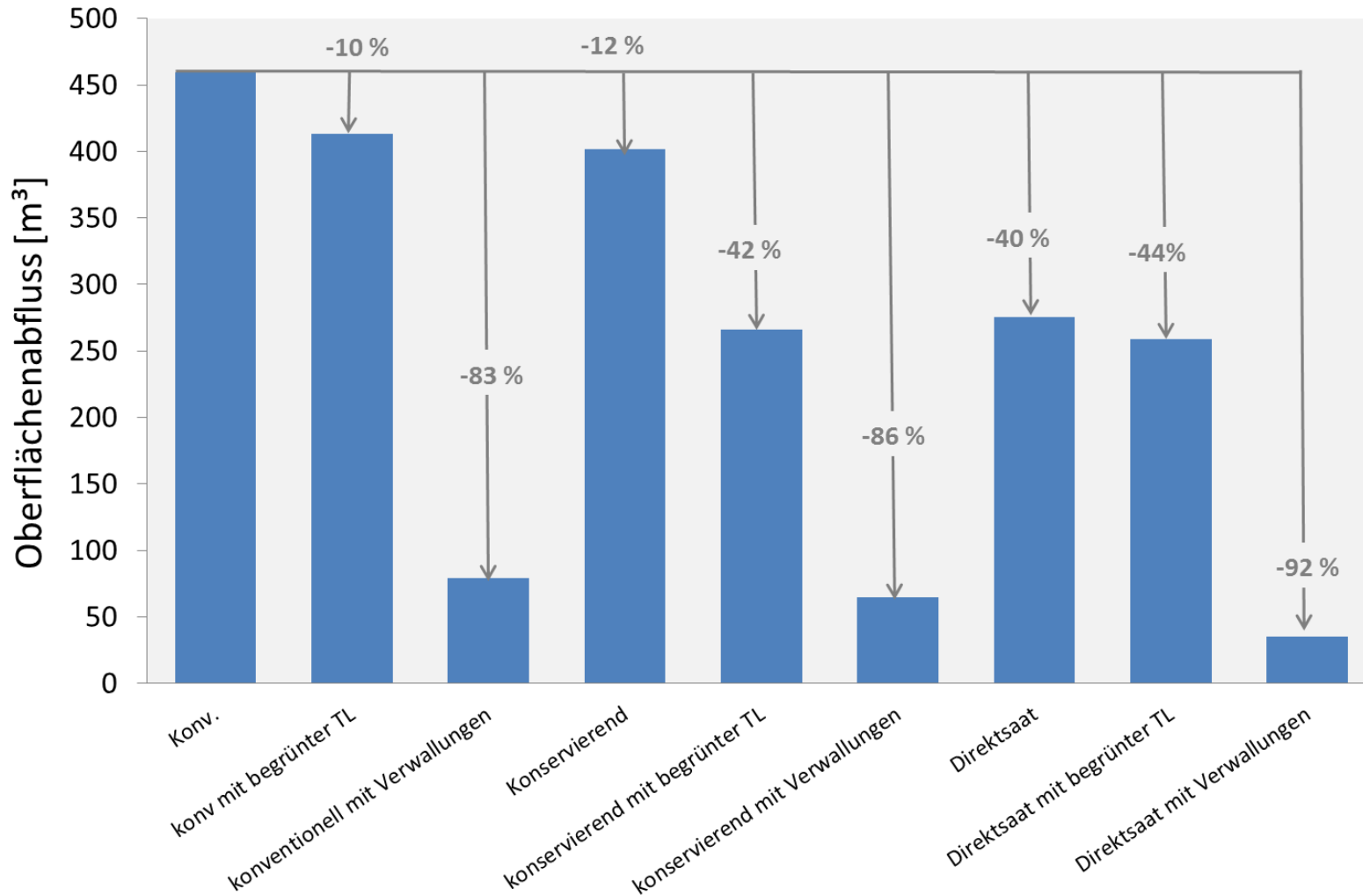
# Eintragsminderung in den Vorfluter für verschiedene Szenarien am Beispiel Ackerfläche Pröda (EROSION-3D-Simulationen)





# Minderung des Oberflächenabflusses in den Vorfluter für verschiedene Szenarien am Beispiel Ackerfläche Pröda (EROSION-3D-Simulationen)

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



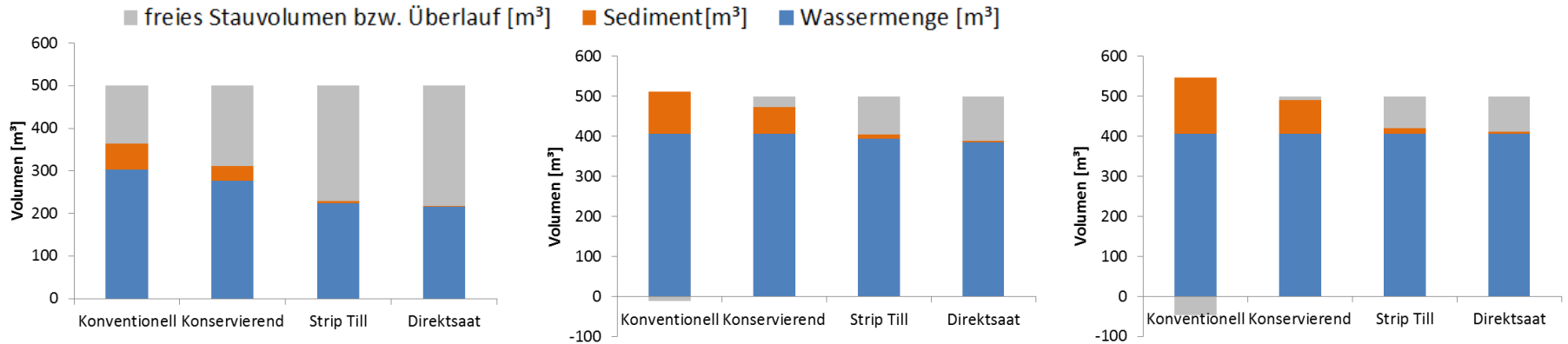
# Einfluss der Bodenbearbeitung auf die Staukapazität der Verwallungen Pröda: 10-, 50- und 100-jährliches Extremereignis

10-j. Ereignis (32mm)

50-j. Ereignis (43mm)

100-j. Ereignis (48mm)

Obere Verwallung



Verlandung der Verwallungen bei 10-j. Ereignis:

**Konventionell:** 8 maliges Eintreten

**Konservierend:** 14 x

**Streifensaat:** 100 x

**Direktsaat :** 240 x

-> mit Langfristsimulation Lebensdauer der Anlagen berechenbar.

Verwallungen in Pröda fassen auch Abflussvolumina des 50- und 100-jährlichen Extremereignisses

Aber: Nur bei Direktsaat u. Strip Till wird Staukapazität nicht überschritten, -->Sedimenteintrag vernachlässigbar gering

# Zusammenfassung

- *Die dauerhaft* konservierende Bodenbearbeitung (BB) und die Streifenbearbeitung/Direktsaat schützen flächenhaft Ackerflächen vor Wasser- und Winderosion und mindern das Ausmaß des wild abfließenden Wassers.
- In Verbindung mit der konservierenden BB/Direktsaat reduzieren Schlagteilung, Grünstreifen, Tiefenlinienbegrünung usw. zusätzlich Wassererosion auf und Wasserabfluss von Ackerflächen. Bei Kombination mit konventioneller Bodenbearbeitung sind diese Maßnahmen wenig wirksam.
- Die Kombination aus Verwallungen und konservierender BB/Direktsaat führt zu deutlicher Abfluss- und Bodenerosionsminimierung (-> gleichzeitiger Schutz der Rückhaltebecken vor Sedimenteintrag). Flächenhaft angewendete Verwallungen → wirksamer Beitrag zum Erosionsschutz und zum dezentralen Hochwasserschutz-
- Die Verknüpfung von konservierender BB/Streifenbearbeitung & Direktsaat und ergänzenden Maßnahmen im Sinne eines optimierten Erosionsschutzes sowie eines reduzierten Wasserabflusses auf Ackerflächen erfordert eine einzelfallbezogene Planung (u.a. mit EROSION-3D-Modell).



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**

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

Foto: LfULG