



## Innovationen im Ackerbau:

**Permanente Fahrwege** Controlled Traffic Farming

**Streifenbodenbearbeitung** Strip Tillage

**Dr. Markus Demmel, Hans Kirchmeier, Dr. Martin Müller**

LfL – Landtechnik und Tierhaltung / Technik im Pflanzenbau

**Robert Brandhuber, Dr. Marc Marx**

LfL – Agrarökologie / Bodenphysik, Standortbeurteilung

# ControlledTraffic Farming – Strip Tillage: Warum?

---

**Neue Technologien** schaffen neue Anwendungsfelder:

Beschränkung auf das Notwendige

Anpassung an den **Klimawandel:**

- effiziente Wassernutzung in Trockenphasen
- Erosionsschutz bei Starkregen

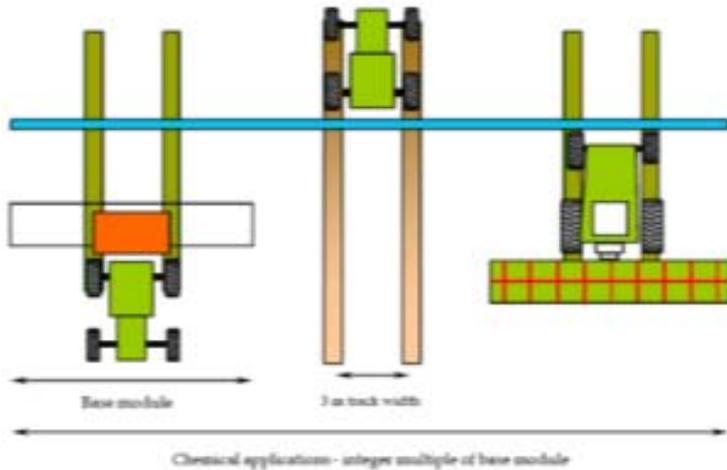
Lösen **vorhandener Probleme:**

- Bodenerosion ... Gewässereutrophierung
- Bodenverdichtung ... Lachgasemissionen

# Permanente Fahrwege



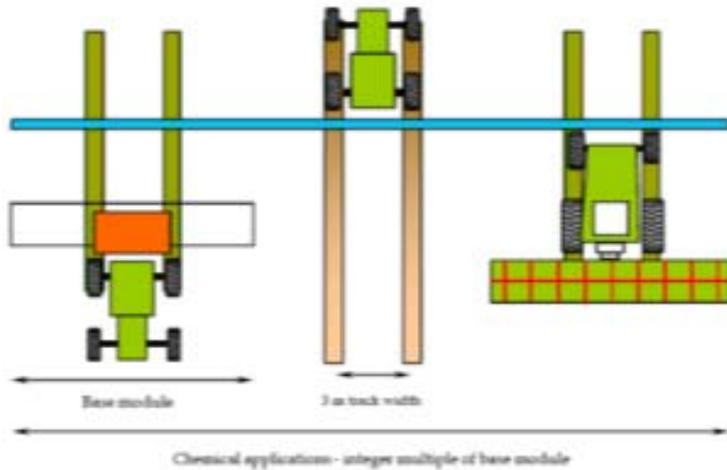
Statt **Random** Traffic ...



**Prinzip:**  
Konzentration allen Fahrverkehrs  
auf definierte und dauerhafte  
Fahrspuren

... **Controlled** Traffic

# Permanente Fahrwege



## Prinzip:

Konzentration allen Fahrverkehrs auf definierte und dauerhafte Fahrspuren

**Klassische Umsetzung** in Australien:  
Identische Spurweiten bei Schlepper  
und Erntemaschinen; 15 % Spuranteil



Fotos: Chamen, Yule

# Permanente Fahrwege – Europa

---

## Prinzip:

- Alle Fahrzeuge und Maschinen benutzen vorgegebene Fahrwege.
- Spurweitenverbreiterung beim Schlepper ist i.d.R. nicht möglich.
- Ein Anteil von mehr als 60 % der Fläche wird nicht mehr überrollt.
- Die Fahrwege sind Teil der Produktionsfläche.

# Permanente Fahrwege – Controlled Traffic Farming

---

## Prinzip:

- Alle Fahrzeuge und Maschinen benutzen vorgegebene Fahrwege.
- Keine Spurbreitenverbreiterung beim Schlepper
- Ein Anteil von mehr als 60 % der Fläche wird nicht mehr überrollt.
- Auch in die Fahrwege wird eingesät (keine klassischen Fahrgassen!).

## Voraussetzung:

- Pfluglose Bodenbearbeitung
- Kompatible Arbeits- / Spurweiten aller Fahrzeuge und Geräte
- Automatische Spurführung (RTK-DGPS)

# Permanente Fahrwege – Controlled Traffic Farming

---

## Prinzip:

- Alle Fahrzeuge und Maschinen benutzen vorgegebene Fahrwege.
  - Ein Anteil von mehr als 60 % der Fläche wird nicht mehr überrollt.
  - Auch in die Fahrwege wird eingesät (keine klassischen Fahrgassen!).
- 

## Voraussetzung:

- Pfluglose Bodenbearbeitung
  - Kompatible Arbeits- / Spurweiten aller Fahrzeuge und Geräte
  - Automatische Spurführung (RTK-DGPS)
- 

## Erwarteter Nutzen:

Bessere Bodenstruktur → Niederschlagswasser einlassen, dränen, speichern → effizientere Wassernutzung in Trockenphasen

- Sichere Erträge in Trockenphasen
- Hohes Maß an Erosionsschutz
- Geringer Zugkraftbedarf und Treibstoffverbrauch
- Geringere Emissionen von klimarelevantem Lachgas

# Permanente Fahrwege – Controlled Traffic Farming



Ausreichende Entwicklung der Kulturpflanzen **in** den Fahrwegen!  
Kompensation von Mindererträgen durch Mehrerträge **außerhalb** der Fahrwege?

## Stand des Wissens: International

- **Australien** (Trockengebiete, Starkregen)
  - Erhöhte Wasserinfiltration – verminderte Erosionsanfälligkeit
  - Verbesserte Feldaufgänge, intensivere Durchwurzelung
  - Stabilere und höhere Erträge (+10%)
  - Hohe Wirtschaftlichkeit (Mehrerträge, Energieeinsparung)
  
- **Europa**
  - Laufende Projekte in GB, CH, SK, CZ, NL, DK, D

# Versuchsstandorte Europa

---

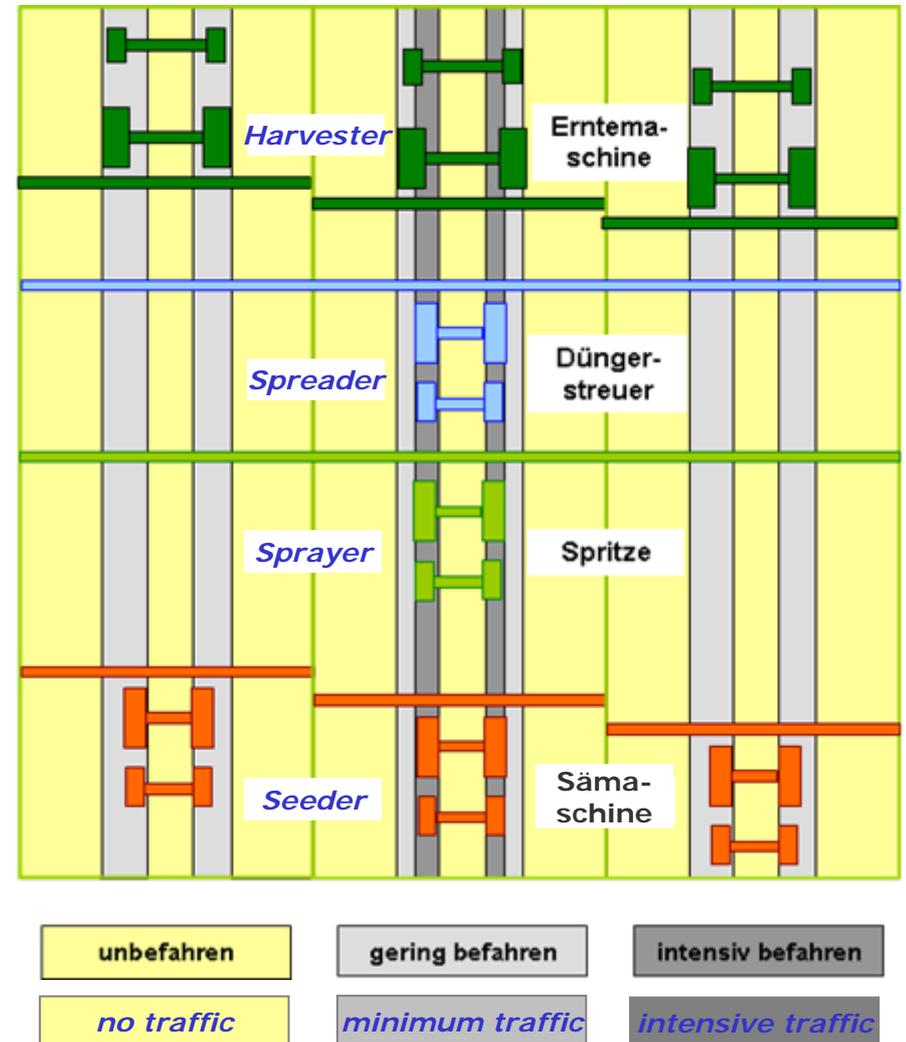


**LfL**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

# Feldversuch/*field trial* in Tänikon seit/*since* 2008

- **Vergleich von konventioneller und CTF-Direktsaat**
  - Exaktversuch
  - Standardspurbreiten, Niederdruckreifen
  - Untersuchung von bodenkundlichen & pflanzenbaulichen Parametern, Arbeits- und Betriebswirtschaft
- **Comparison of conventional and CTF no-till method**
  - *Exact field trial*
  - *Standard track width, low tyre pressure*
  - *Examination of soil and plant parameters, work economics and economics*
- **Kontakt/*contact*:** Martin Holpp – [martin.holpp@art.admin.ch](mailto:martin.holpp@art.admin.ch)



# Feldversuch/*field trial* in Wageningen/NL seit/*since* 2008

- **Vergleich von Bodenbearbeitungsverfahren unter CTF mit 3.15 m Spurweite**
  - Konventioneller & Biologischer Gemüseanbau
  - CTF-Blockversuch mit 3 Varianten
    - Pflug / nichtwendend / flache Bearbeitung (Tiefenlockerung wenn nötig)
- ***Comparison of soil tillage systems under CTF with 3.15m axle width***
  - *Conventional & organic vegetable farming*
  - *Replicated CTF field trial with 3 treatments*
    - *Ploughing / non inversion tillage / minimum tillage (subsoiling when necessary)*
- **Kontakt/*contact*: Derk van Balen – [derk.vanbalen@wur.nl](mailto:derk.vanbalen@wur.nl)**

Fruchtfolgen / <i>Crop Rotations</i>	
<i>Organic</i>	<i>Conventional</i>
Kartoffeln/ <i>Potato</i>	Kartoffeln/ <i>Potato</i>
Kleegras/ <i>Grass/clover</i>	Winterweizen/ <i>Winter Wheat</i>
Weisskohl/ <i>White cabbage</i>	Zwiebeln/ <i>Onion</i>
Sommerweizen/ <i>Spring Wheat</i>	Zuckerrüben/ <i>Sugar beet</i>
Karotten/ <i>Carrot</i>	
Erbsen/ <i>Pea</i>	



APPLIED PLANT RESEARCH  
WAGENINGEN UR

# Feldversuch/*field trial* in Uppsala/SW seit/*since* 2010

- **Vergleich von CTF und konventioneller Befahrung**

- Zwei Versuchsstandorte Lönnstorp & Ultuna
- Varianten
  - Grubber tief(15-20 cm) & flach (5-10 cm)
  - Direktsaat
  - Pflug



- ***Comparison of CTF and conventional traffic***

- *Two field trial locations Lönnstorp & Ultuna*
- *Treatments*
  - *Chisel ploughing deep(15-20 cm) & shallow (5-10 cm)*
  - *Direct drilling*
  - *Mouldboard ploughing*



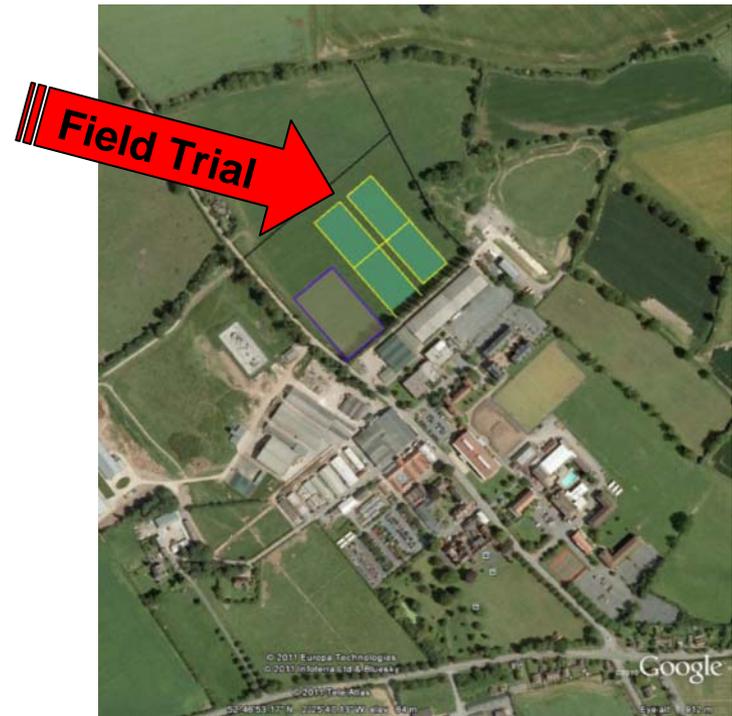
- **Kontakt/*contact*:** Johan Arvidsson  
Johan.Arvidsson@slu.se



**Swedish University of  
Agricultural Sciences**

# Feldversuch/*field trial* in Newport/UK seit/*since* 2011

- **Vergleich von CTF, Niederdruck- und konventioneller Bereifung**
  - Langzeit-Blockversuch mit 9 Varianten
    - CTF / Niederdruck / konventionell
    - Direktsaat / flache Bearbeitung / Pflug
  - Untersuchung von bodenkundlichen & pflanzenbaulichen Parametern
- **Comparison of CTF, Low Ground Pressure (LGP) and conventional tyre equipment**
  - *Long term replicated field trial with 9 treatments*
    - *CTF / LGP / conventional*
    - *Direct Drilling / Shallow Tillage / Mouldboard Ploughing*
  - *Examination of soil and plant parameters*
- **Kontakt/*contact*:** Paula Misiewicz – 00700600@harper-adams.ac.uk



Harper Adams  
University College

# Feldversuch/*field trial* in Dundee/UK seit/*since* 2011

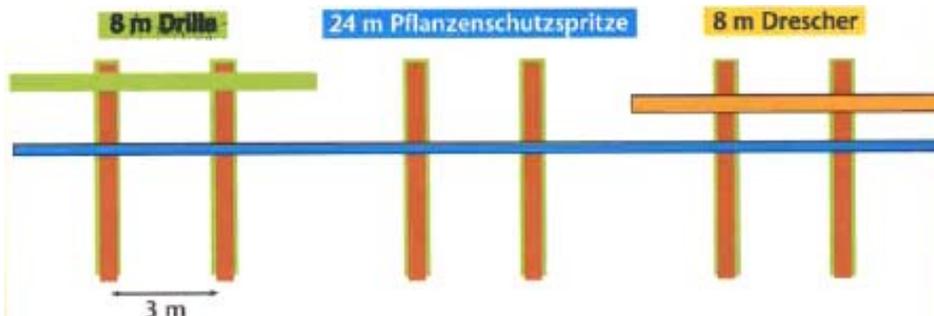
- **Vergleich von CTF und konventioneller Befahrung unter Direktsaat**
  - Fokus auf Sommergerste
  - Untersuchung von Bestands- und Wurzelentwicklung, Treibhausgasemissionen, Bodenstruktur, Wasserhaltevermögen und Aggregatstabilität
- ***Comparison of CTF and conventional traffic in no-till***
  - *Focus on spring barley*
  - *Examination of crop establishment and root growth, greenhouse gas emissions, soil structure assessments, water retention and aggregate stability*
- **Kontakt/*contact*:** Blair McKenzie – [Blair.McKenzie@hutton.ac.uk](mailto:Blair.McKenzie@hutton.ac.uk)



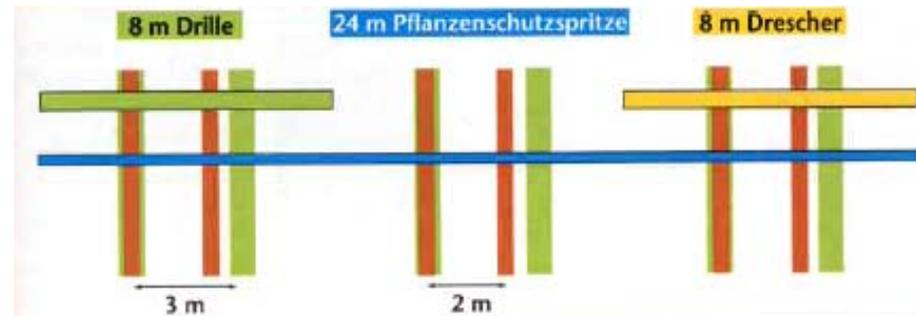
# Feldversuch/*field trial* in Bedfordshire/UK 2009/10

- **Minimierung von Verdichtungen in flach bearbeiteten Anbausystemen**
  - Untersuchung von vereinfachten CTF-Systemen
    - Erntemaschinen mit Reifen vs. Bandlaufwerke
    - Gezielte Lockerung der Erntefahrspuren
    - Effekt verschiedener Bearbeitungsmethoden auf Boden und Pflanze
  - **Kontakt/*contact*:** Tim Chamen – [Tim@ctfeurope.eu](mailto:Tim@ctfeurope.eu)
- *Minimising compaction in shallow cultivation systems*
  - *Explore alternatives to a full CTF system*
    - *Tracked vs. wheeled harvester*
    - *Deep loosening of harvester tracks*
    - *Effect of different field operations to soil and crop responses*

## ComTrac



## AdTrac

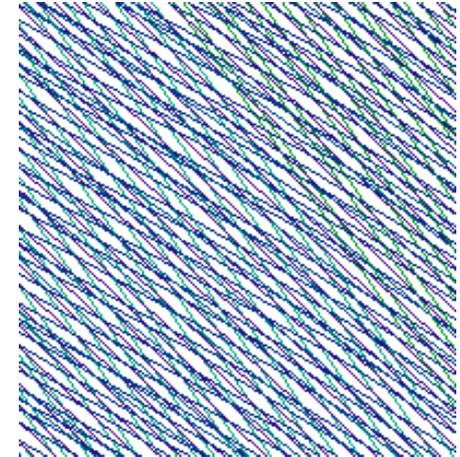


# Feldversuche/*field trials* in Nitra/SK since/*seit* 2009

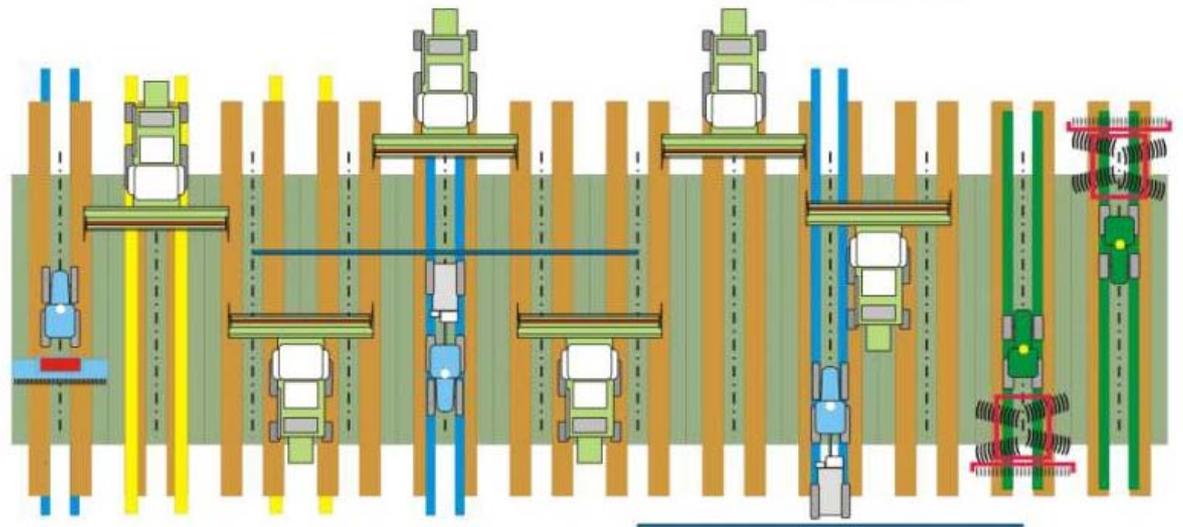
- **Slowakei/*Slovakia***

- Einführung und Optimierung von CTF-Systemen mit Standardmaschinen mit 6 m
- *Introduction and optimization of CTF systems with standard machinery with 6m*

— 27\_3\_2009  
— 28\_3\_2009  
— 3\_8\_2009  
— 24\_08\_2009  
— 25\_08\_2009



- **Kontakt/*contact*:** Jana Galambosova – [Jana@ctfeurope.eu](mailto:Jana@ctfeurope.eu)



# Permanente Fahrwege – Anpassung für D / BY

## Prinzip:

- Alle Fahrzeuge und Maschinen benutzen vorgegebene Fahrwege.
- Spurweitenverbreiterung beim Schlepper ist i.d.R. nicht möglich.
- Ein Anteil von mehr als 60 % der Fläche wird nicht mehr überrollt.
- Die Fahrwege sind Teil der Produktionsfläche.

In den drei **Projektbetrieben** (Mähdrusch):

Arbeitsbreiten:                    5,4 m; 6,0 m; 4,5 m

Nicht mehr überrollt:        67 %; 58 %; 66 %

# Standorte der Betriebe im Forschungsprojekt

## (1) Adelschlag / EI

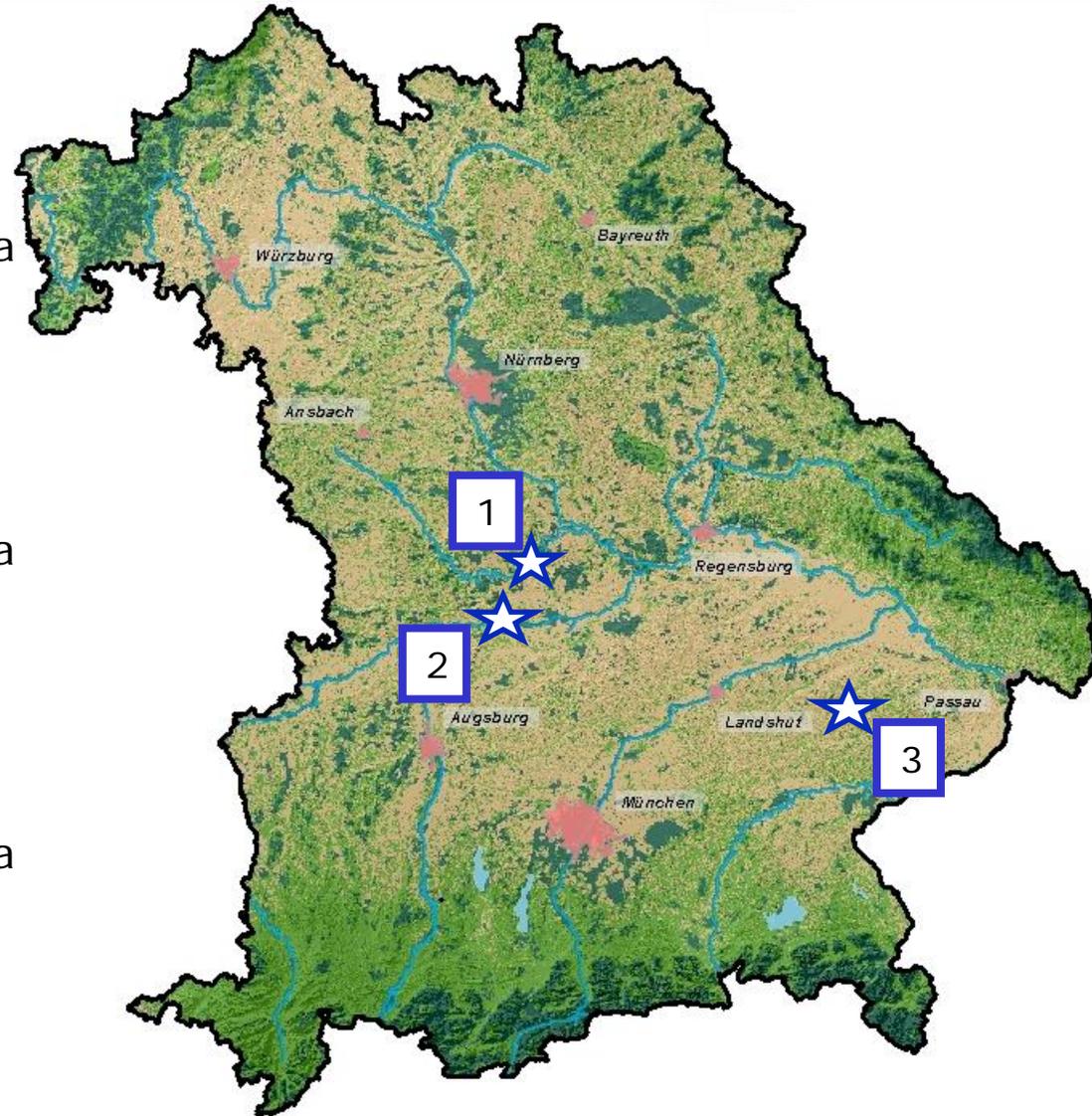
Schluff. Lehm, 430 m ü. N.N.,  
Durchschnittstemperatur 8.0 °C,  
durchschn. Niederschlag 730 mm/a

## (2) Rennertshofen / ND

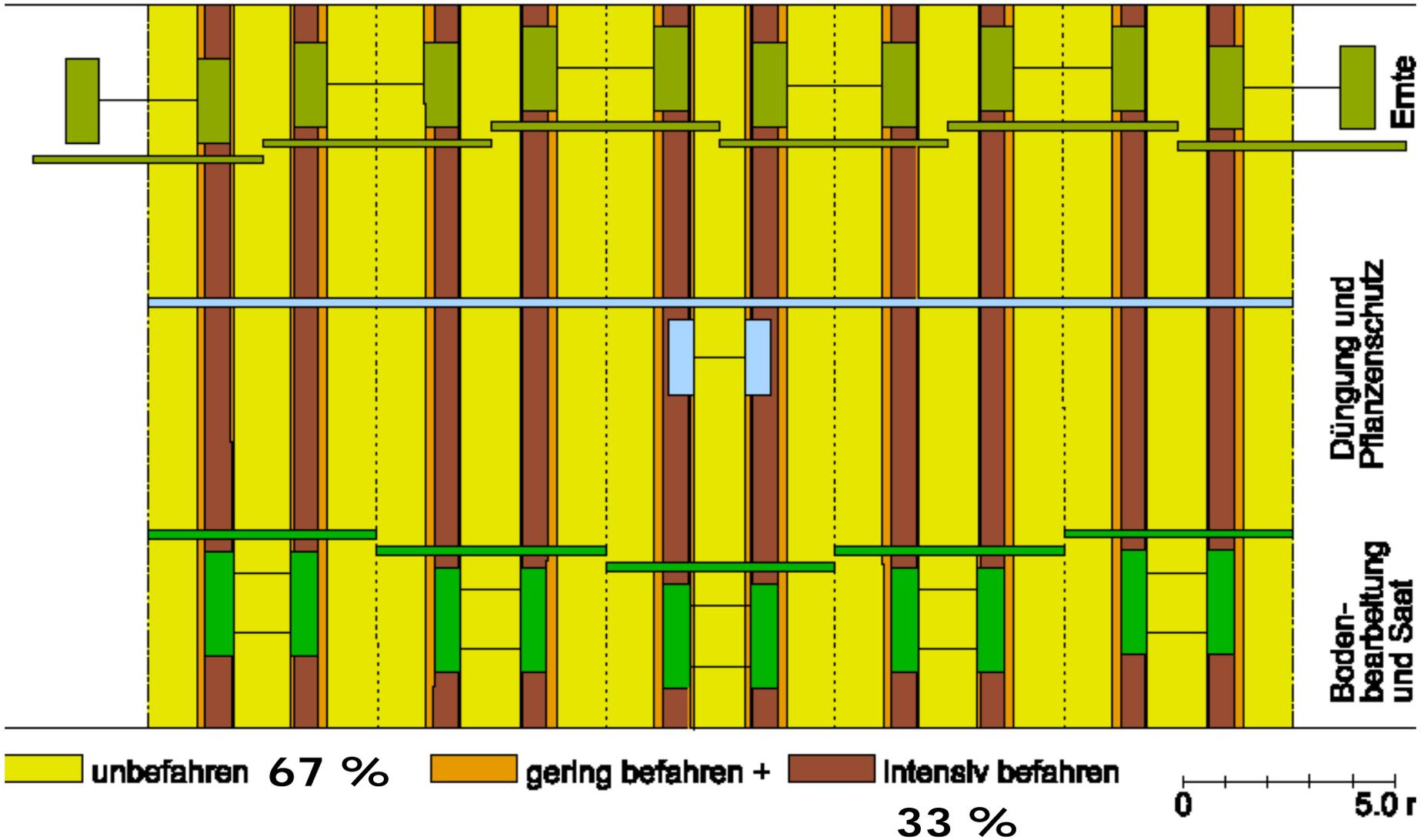
Schluff. Lehm, 450 m ü. N.N.,  
Durchschnittstemperatur 8.0 °C,  
durchschn. Niederschlag 690 mm/a

## (3) Wurmansquick / PAN

Sand. Lehm, 560 m ü. N.N.,  
Durchschnittstemperatur 9.5 °C,  
durchschn. Niederschlag 850 mm/a



# CTF (5,4 – 27m), Mähdruschfruchtfolge



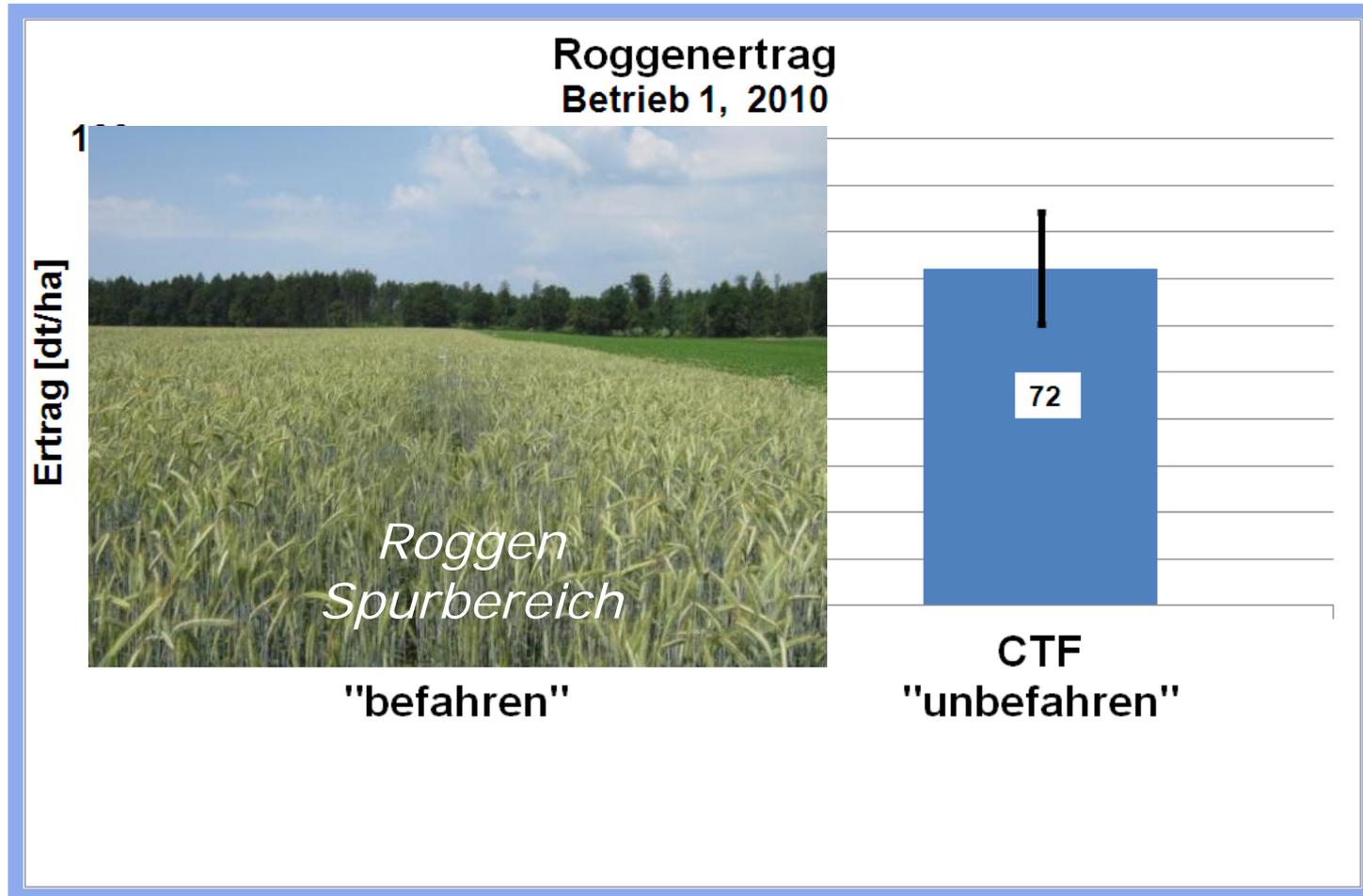
# Permanente Fahrwege – Controlled Traffic Farming



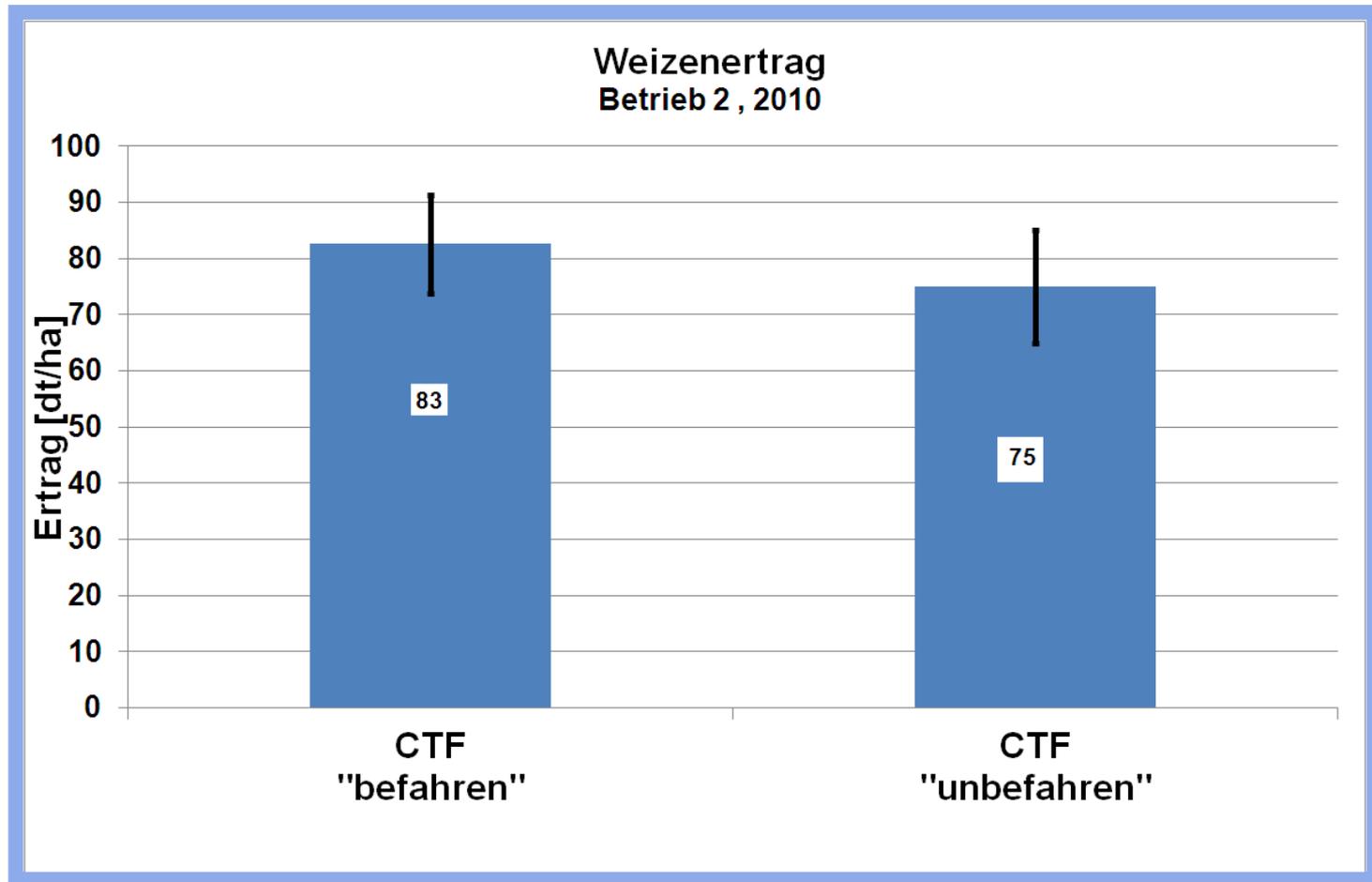
apssaat am 1.9.09  
mit hoch genauer automatischer  
Lenkung  
(RTK-DGPS)



# Controlled Traffic Farming Ergebnisse Bayern

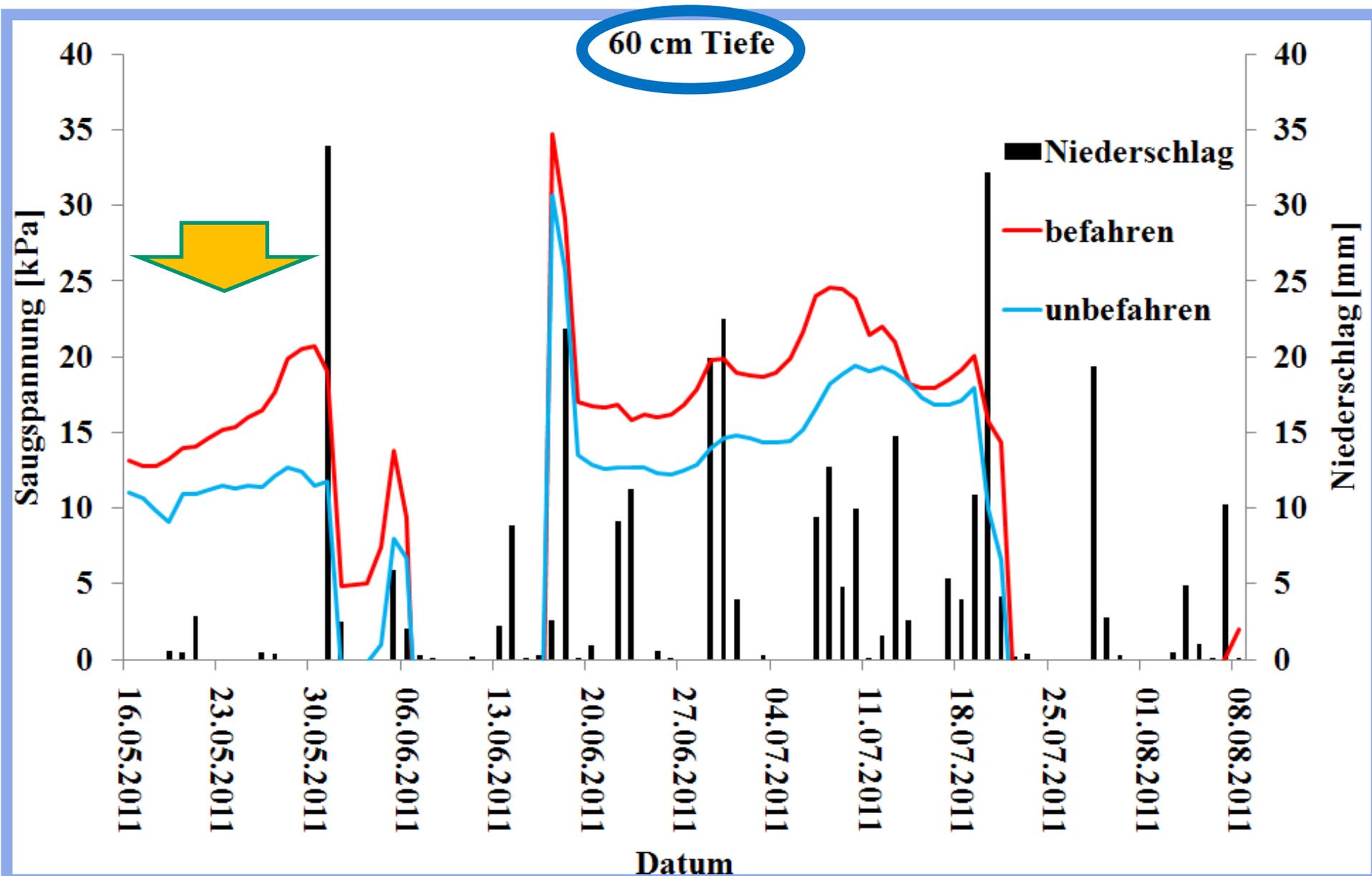


# Controlled Traffic Farming Ergebnisse Bayern



**LfL**

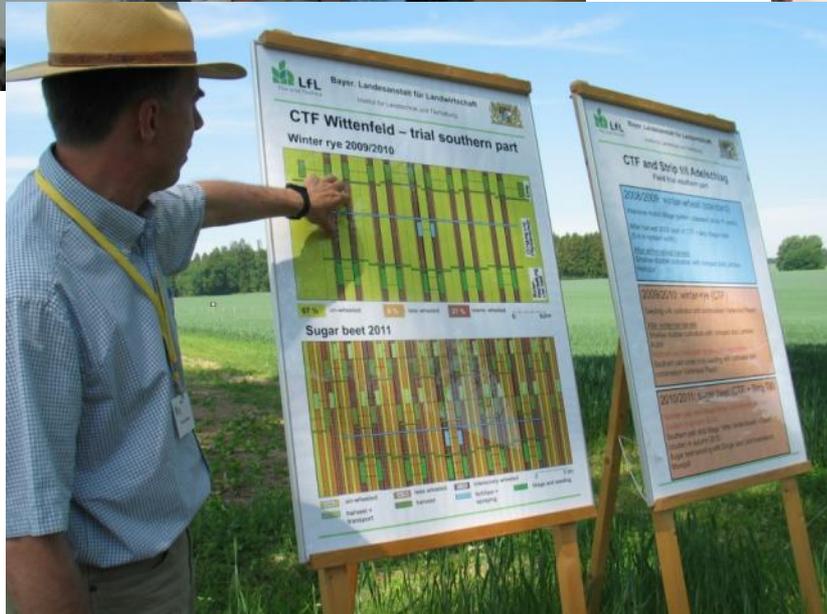
# Bodenfeuchteverlauf - CTF, Betrieb 1, Zuckerrüben 2011



## Erste Ergebnisse aus Bayern

- **Praktikabilität:**
  - CTF funktioniert - auch mit Schleppern üblicher Spurbreite
  - Konsequente Einhaltung der Spuren erfordert Disziplin
  - 2/3 unbefahrene Fläche sollte erreicht werden
  
- **Erträge:** noch offen... (Trockenjahr!)
  
- **Bodenwasserhaushalt:**
  - Differenzierung zwischen „unbefahren“ und „befahren“
  - Veränderung der Bodenstruktur dauert länger als 3 Jahre...

# ISTRO-Workshop „CTF“ an der LfL



Vernetzung auf europäischer Ebene:  
*Workshop „CTF“ der **ISTRO***  
*International **Soil Tillage Research***  
***Organisation,***  
*Freising, Adelschlag*  
*25./26. Mai 2011*



**LfL**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

# Streifenbodenbearbeitung – Strip Tillage



Arbeitstiefe: 15-20 cm

Streifenlockerung mit  
Zinken oder Scheiben  
- vor ZR (Herbst)  
- vor Mais (im Frühjahr  
mit Gülleinjektion)

# Streifenbodenbearbeitung – Strip Tillage

---

## Prinzip:

- Tiefere Bodenlockerung nur in der Saatreihe (von Reihenkulturen),
- Streifenlockerung möglichst im Herbst, Saat im Frühjahr
- Kombination mit Unterfußdüngung (fest, flüssig)

# Prinzip Streifenbodenbearbeitung - Strip Tillage



Bildquelle: Dawn Equipment Company

Lockern der Streifen im Herbst oder zeitigen Frühjahr mit angepasster Technik, eventuell verbunden mit der Applikation von mineralischen (oder organischen) Düngern. **Durch Nutzung von automatischer Lenkung Aufzeichnung der Spuren.**



Aussaat im Frühjahr exakt mittig in die bearbeiteten Streifen **mit Hilfe der automatischen Lenkung und Spuraufzeichnung bei der vorangegangenen Bearbeitung.**

# Technik Streifenbodenbearbeitung - Strip Tillage (USA)



Bildquellen: Dawn Equipment, Sycamore; T. Vyn, Purdue



# Technik Streifenbodenbearbeitung - Strip Tillage (USA)



Bildquelle: Dawn Equipment Company



**LfL**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

# Technik Streifenbodenbearbeitung - Strip Tillage (USA)



Bildquelle: Dawn Equipment Company



**LfL**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

# Technik Streifenbodenbearbeitung - Strip Tillage (Europa)



Die Streifenlockerung und Aussaat von Zuckerrüben auf schüttfähigen Böden. Nach Versuchen in den Jahren 2008 und 2009 waren im Jahr 2010 sieben Gerätekombinationen in Niedersachsen im Einsatz.

Bildquelle: Prospekt Köckerling



# Technik Streifenbodenbearbeitung - Strip Tillage (Europa)



© AMAZONE 2010

Bildquelle: Amazonen Werke Dreyer , S. Dutzi

# Technik Streifenbodenbearbeitung - Strip Tillage (Europa)



Die Amazonen Werke Dreyer führen im zweiten Jahr Untersuchungen zu Strip Tillage bei Raps und Getreide mit Nutzung der neuen EDX Einzelkorn-sätechnik durch.



Bildquelle: Amazonen Werke Dreyer, S.Dutzi

# Technik Streifenbodenbearbeitung - Strip Tillage (Europa)



Die Firma Horsch führt auf eigenen Betrieben und zusammen mit der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft seit 2001 bzw. 2005 Versuche zur Streifenbearbeitung bei Mais und Raps durch.



Bildquelle: Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

# Technik Streifenbodenbearbeitung - Strip Tillage (Europa)



Die Firma Kuhn führt auf Betrieben in Frankreich und Sachsen Anhalt Versuche zur Streifenbearbeitung bei Mais durch (Kuhn Stiger).



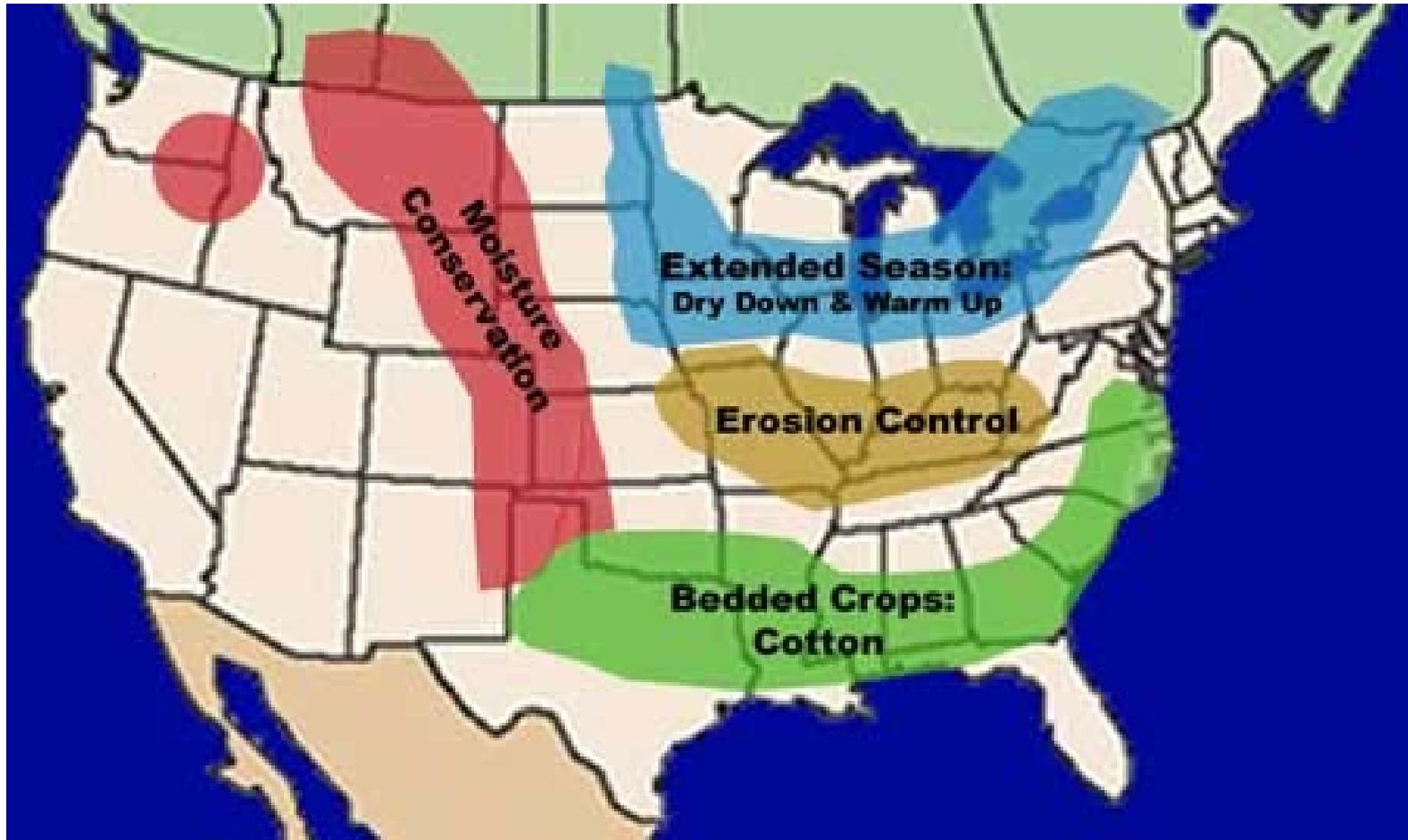
Bildquelle: Kuhn S.A.



**LfL**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

# Verbreitung Streifenbodenbearbeitung - Strip Tillage (USA)



Bildquelle: The Report Card :Strip Till Guidelines <http://www.reportcard.wordpress.com>



**LfL**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

## Stand des Wissens

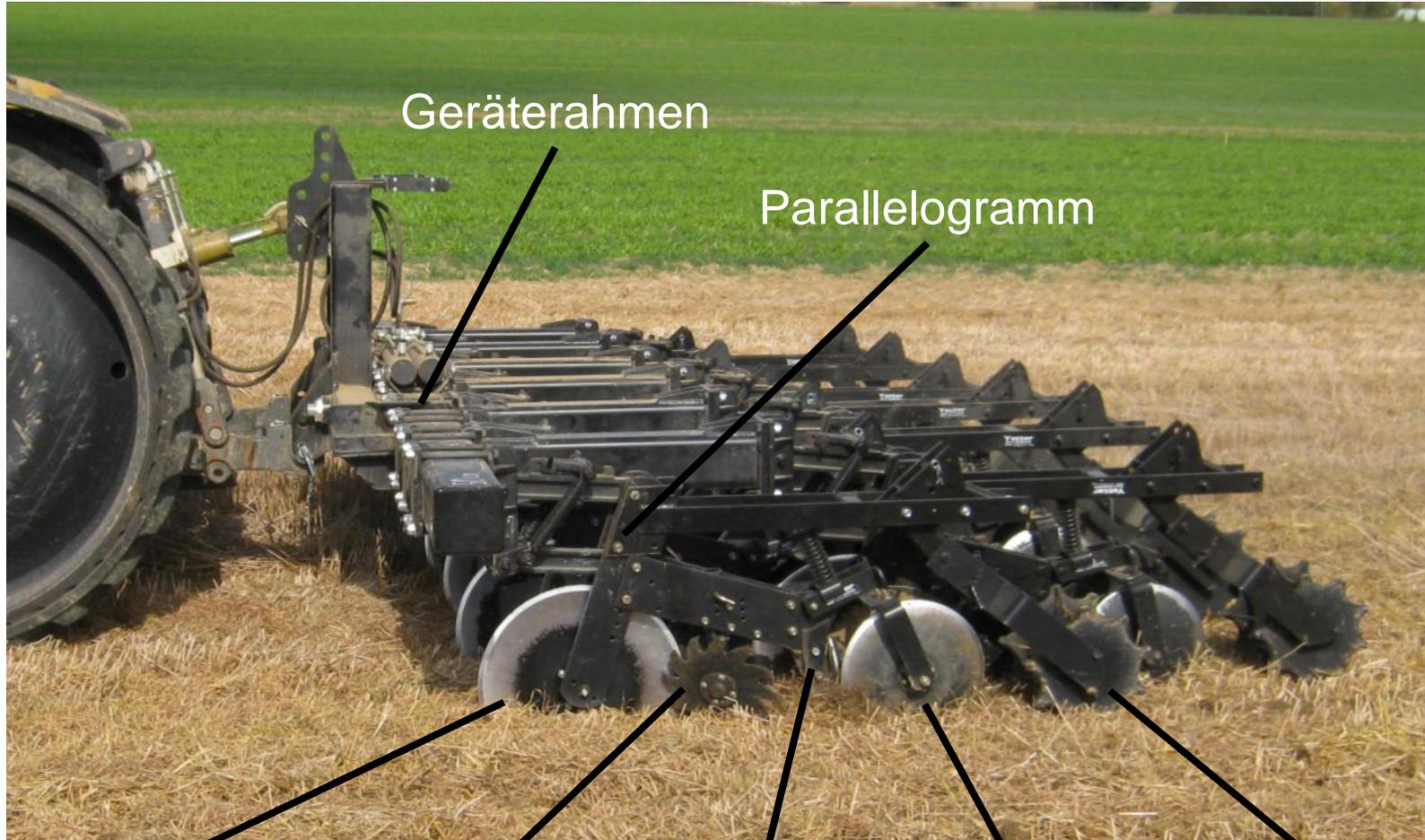
**USA : Mais, Soja, Zuckerrüben, Baumwolle**

- Gegenüber „**No Till**“: gleichwertig bei Erosionsschutz und Konservierung der Bodenfeuchte; besser bei Bodenerwärmung, Keimbedingungen, Erträgen; geringere Lachgasemissionen

➤ **Deutschland : Zuckerrüben, Mais, Raps**

- Bestätigung der Vorteile gegenüber Direktsaatverfahren
- Verknüpfung mit Reihen- bzw. Unterfußdüngung

# Strip Tillage – Technik im LfL-Projekt



Geräterahmen

Parallelogramm

Schneidscheibe

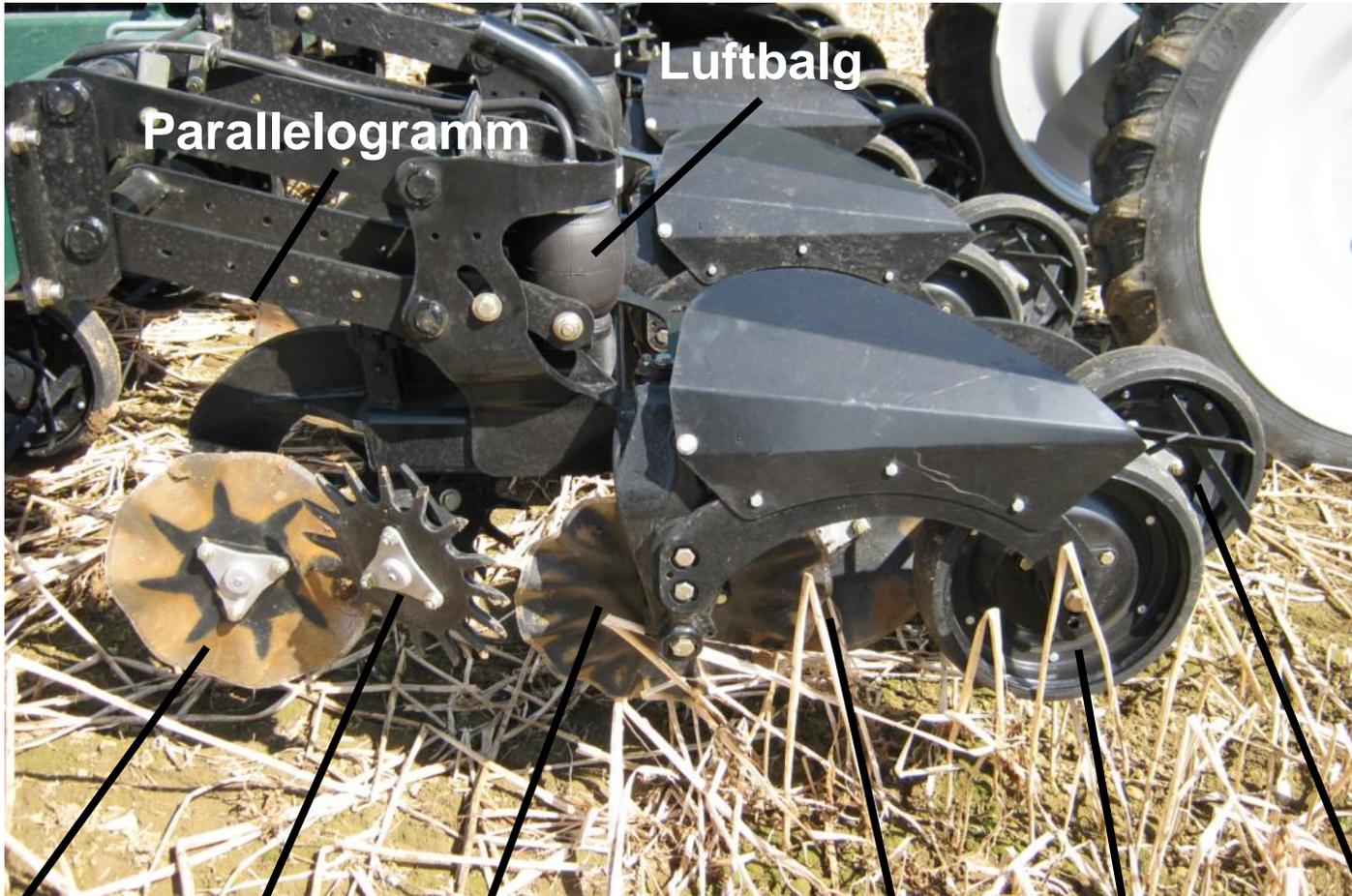
Räumsterne

Lockerungsschar

Hohlscheiben

Krümmler

# Strip Tillage – Technik im LfL-Projekt



Luftbalg

Parallelogramm

Schneidscheibe

Räumsterne

Rolle + Quirl

Rolle + Quirl

**Scheibensech links** **Scheibensech rechts**

# Streifenbodenbearbeitung – Strip Tillage

---

## Prinzip:

- Tiefere Bodenlockerung nur in der Saatreihe (von Reihenkulturen),
  - Streifenlockerung möglichst im Herbst, Saat im Frühjahr
  - Kombination mit Unterfußdüngung (fest, flüssig)
- 

## Voraussetzung:

- Pfluglose Bodenbearbeitung (zumindest zur Reihenkultur)
- Automatische Spurführung (RTK-GPS)

# Streifenbodenbearbeitung – Strip Tillage

---

## Prinzip:

- Tiefere Bodenlockerung nur in der Saatreihe (von Reihenkulturen),
  - Streifenlockerung möglichst im Herbst, Saat im Frühjahr
  - Kombination mit Unterfußdüngung (fest, flüssig)
- 

## Voraussetzung:

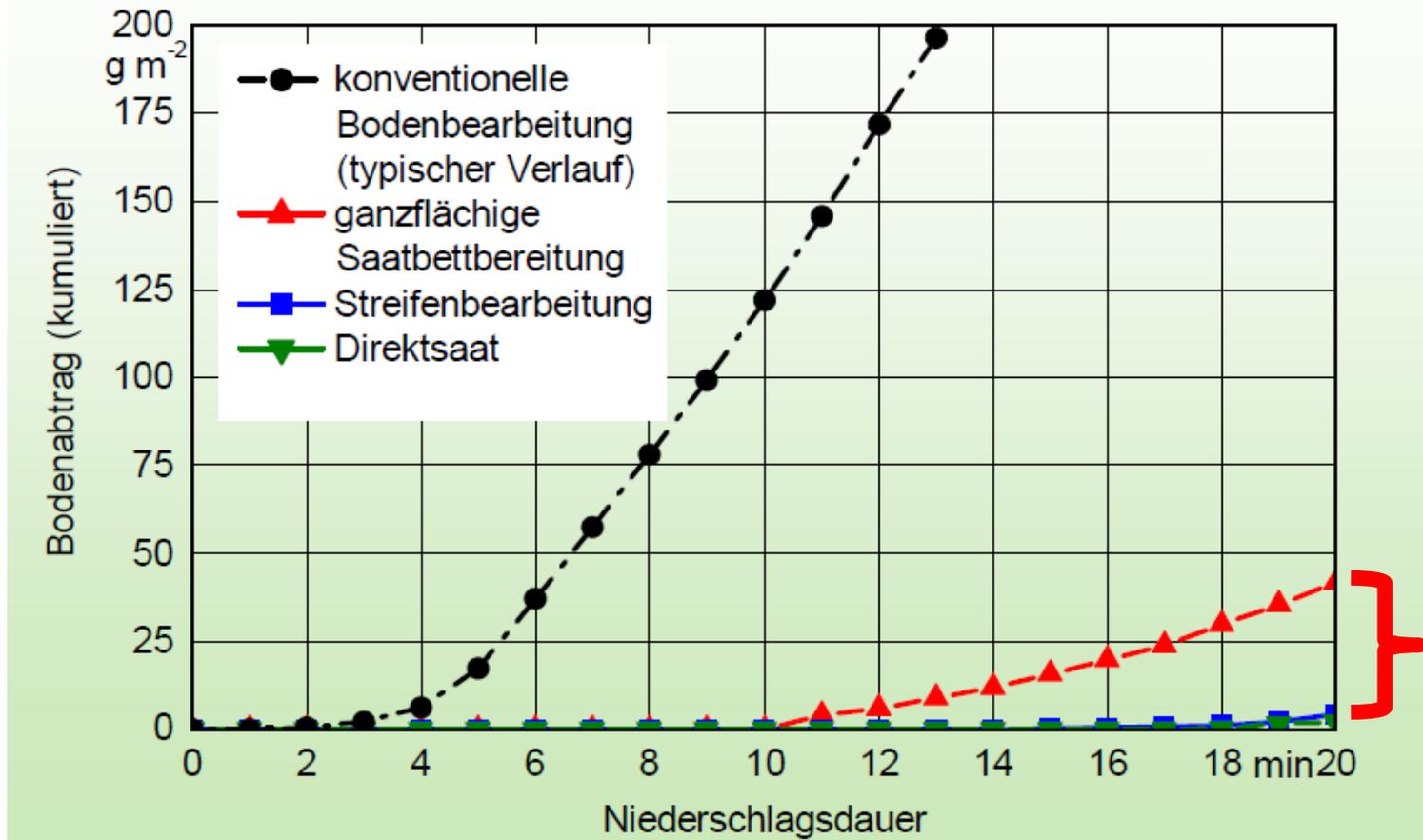
- Pfluglose Bodenbearbeitung (zumindest zur Reihenkultur)
  - Automatische Spurführung, RTK-GPS
- 

## Erwarteter Nutzen:

- Schnelle Bodenerwärmung und Abtrocknung im Frühjahr im Streifen
- Kein störendes Stroh in der Saatreihe
- Frostgarer, abgesetzter Boden ohne Verdichtungen im Wuchsraum
- *Verfahrensalternative bei konservierender Bodenbearbeitung!*
- Gülleeinarbeitung im Frühjahr ohne ganzflächige Bodenbearbeitung: hohes Maß an Erosionsschutz in Güllebetrieben!
- Geringer Zugkraftbedarf und Treibstoffverbrauch

# Strip Tillage - Erosionsschutz

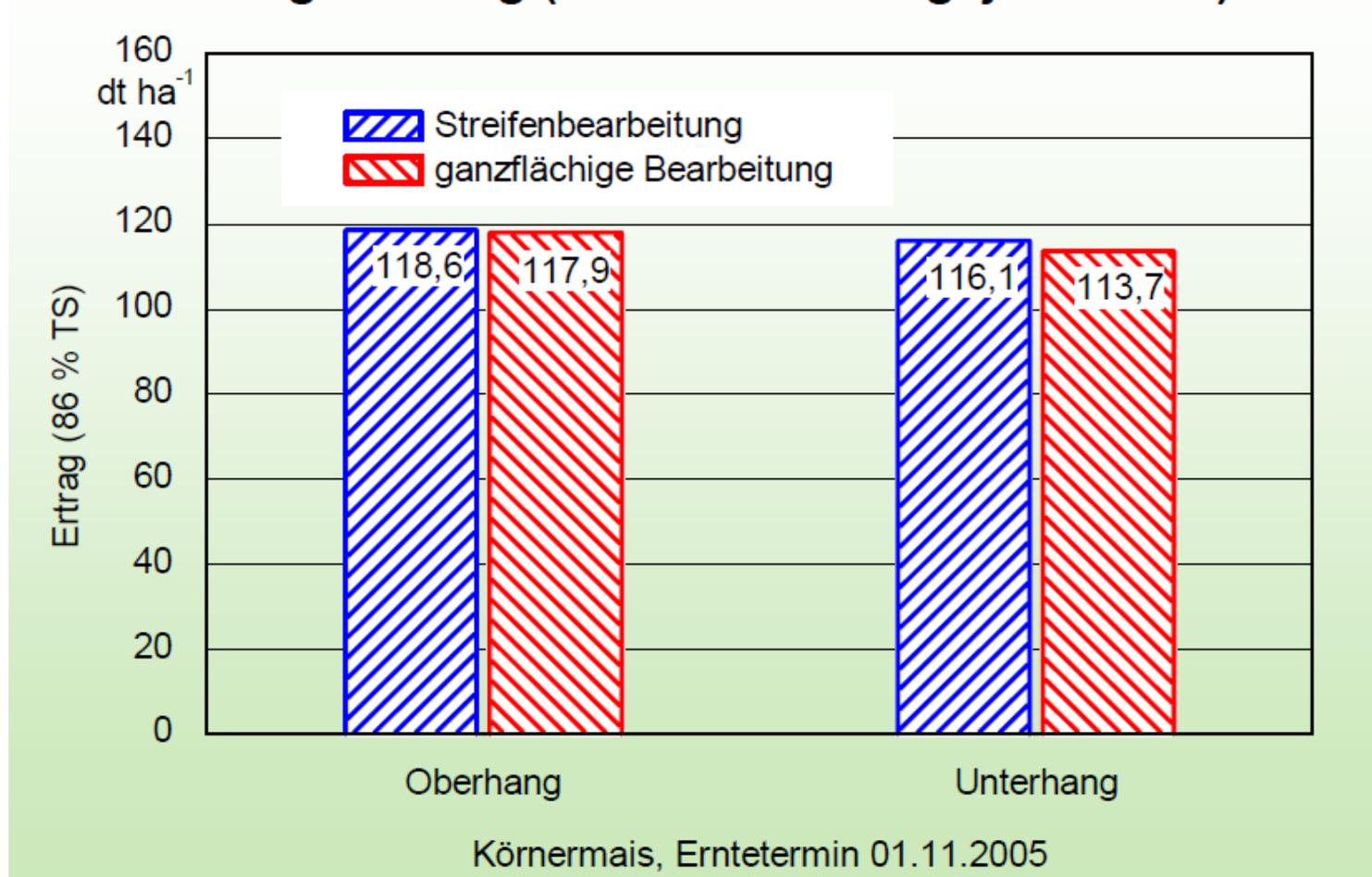
## Auswirkungen von strip till zu Mais auf die Bodenerosion durch Wasser – Bodenabtrag (1. Untersuchungsjahr 2005)



Quelle: Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

# Strip Tillage - Erträge

## Auswirkungen von strip till zu Mais - Ertragsbildung (1. Untersuchungsjahr 2005) -



Quelle: Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

# Strip Tillage – Zuckerrüben 2009/2010

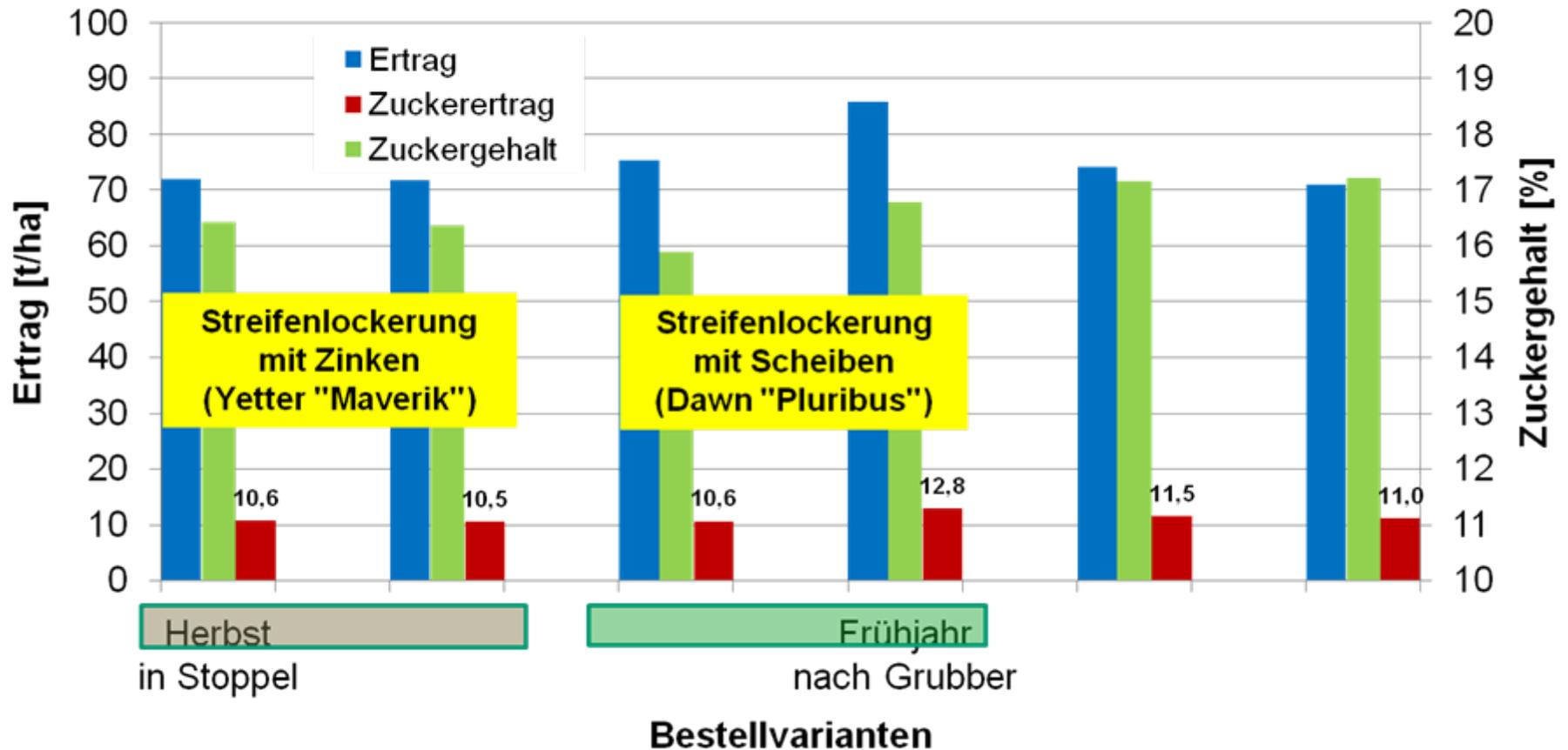


**LfL**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

# Strip Tillage – Dittenfeld 2010

## Ertragsparameter Zuckerrüben 2010 (Mittelwert aus 4 Einzelwerten)



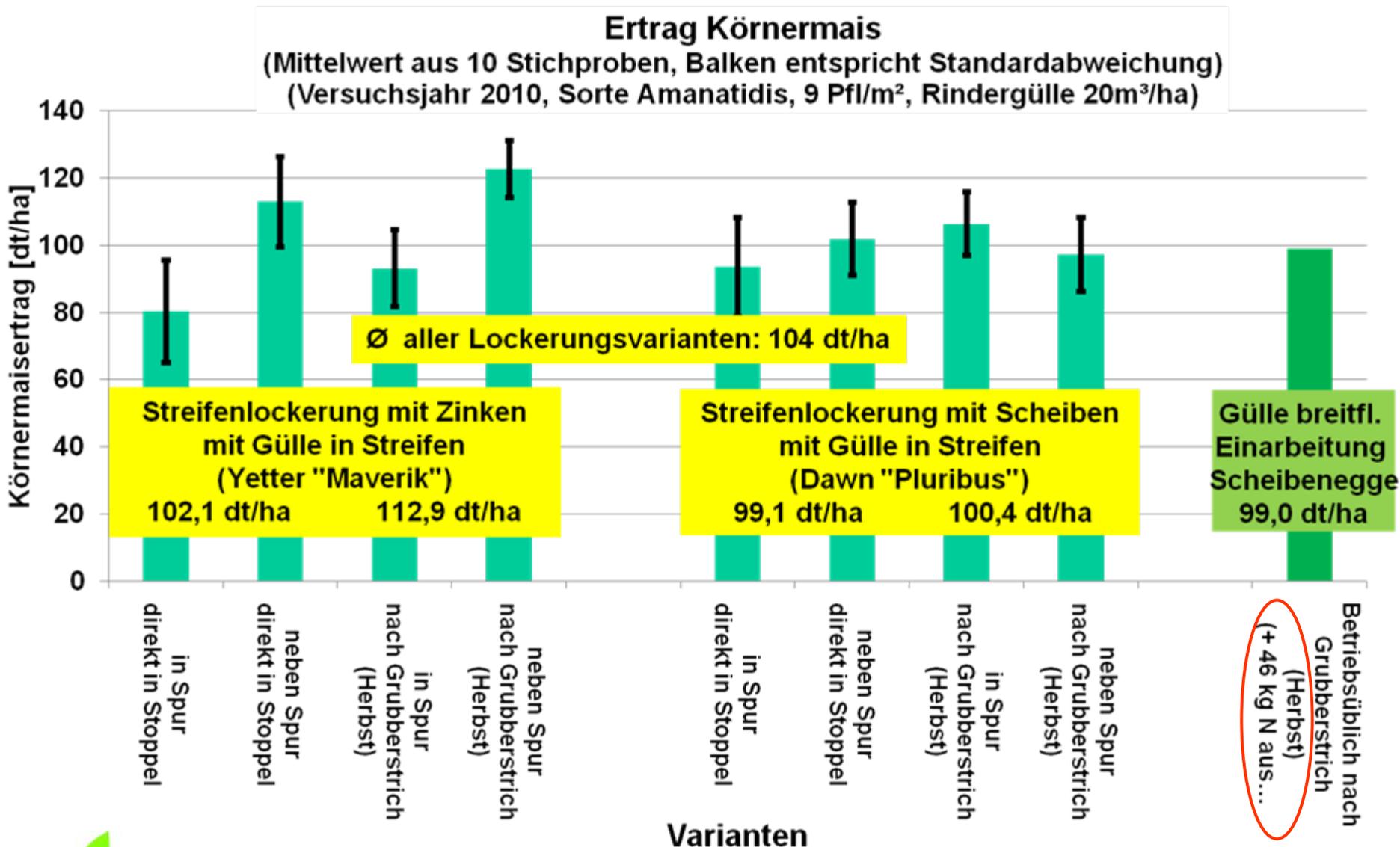
# Strip Tillage – Mais mit Gülleinjektion



**LfL**

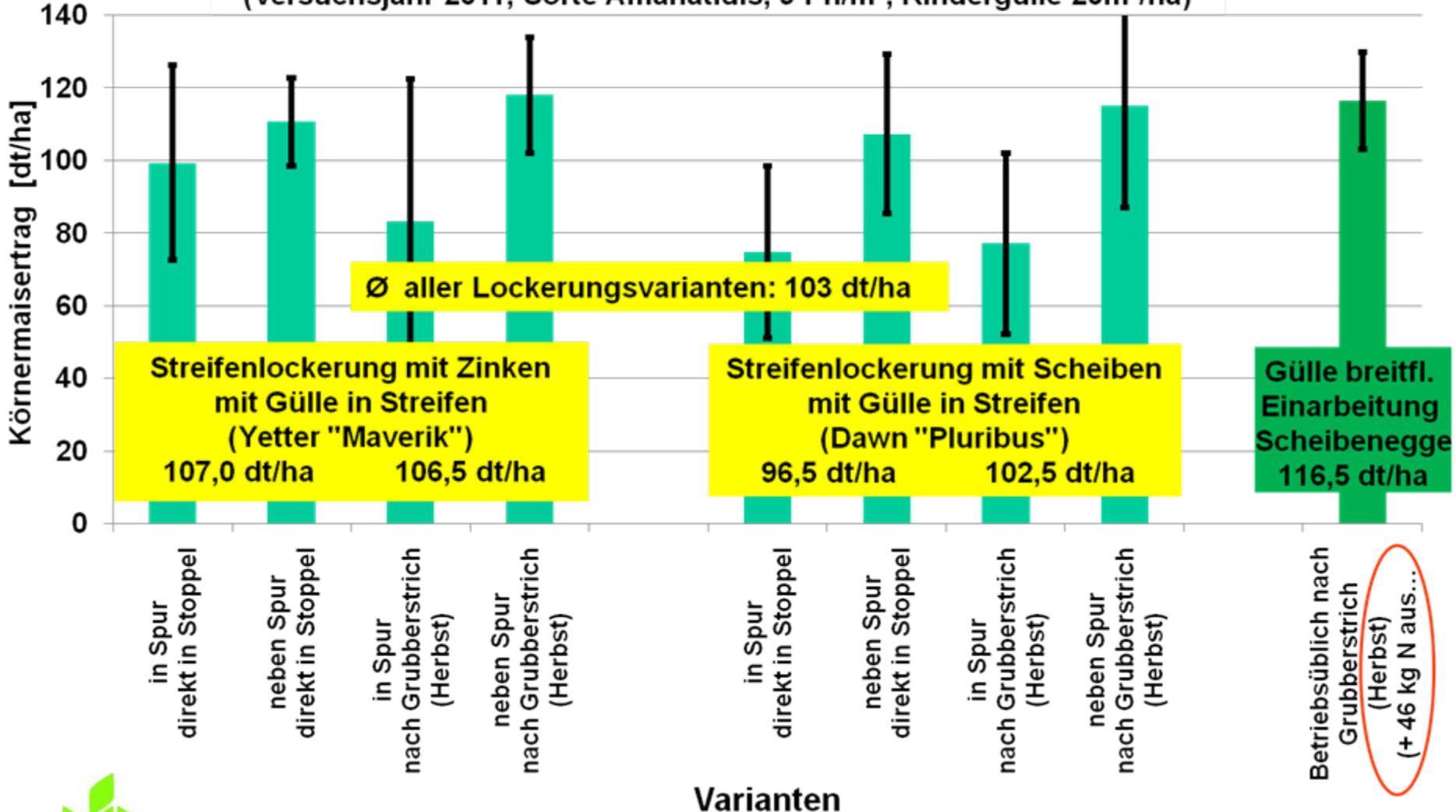
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

# Strip Tillage – Körnermais 2010



# Strip Tillage – Körnermais 2011

**Ertrag Körnermais**  
 (Mittelwert aus 10 Stichproben, Balken entspricht Standardabweichung)  
 (Versuchsjahr 2011, Sorte Amanatidis, 9 Pfl/m<sup>2</sup>, Rindergülle 20m<sup>3</sup>/ha)



## Stand des Wissens: Ergebnisse aus dem LfL-Projekt

- Ertragsgleichheit gegenüber „betriebsüblich“
- Große Strohmenngen (z.B. Roggen) erfordern ggf. **Stoppelbearbeitung**
- **Gülleinjektion**: sicheres Einbringen in gute Bodenstruktur auf tragfähigen Böden im Frühjahr ist möglich
- **Akzeptanz**: In Praxis und Beratung stößt unser Projekt auf großes Interesse, „Ableger“ auf mehreren Betrieben in Bayern

# Weiter drängende Fragen: CTF, Strip Till

## 1. CTF

- Wie entwickeln sich die **Böden** weiter?
- Ertragsniveau in **Trockenjahren**?
- Geringere **Lachgasemissionen**?

**Danke!**

## 2. Streifenbodenbearbeitung

- auf „schwierigeren“ **Standorten** (Tonböden, Staunässe ...)?
- weitere Optimierung der **Streifenlockerungstechnik**
- **Stoppelbearbeitung**?
- für weitere **Kulturen** (z.B. Sojabohnen)?
- Kombination mit **Unterfußdüngung**: bessere Nährstoffausnutzung - geringere Ammoniakverluste?
- **Gülleinjektion** in **Hanglagen** für bestmöglichen Erosionsschutz?



## Innovationen im Ackerbau:

**Permanente Fahrwege** Controlled Traffic Farming

**Streifenbodenbearbeitung** Strip Tillage

**Dr. Markus Demmel, Hans Kirchmeier, Dr. Martin Müller**

LfL – Landtechnik und Tierhaltung / Technik im Pflanzenbau

**Robert Brandhuber, Dr. Marc Marx**

LfL – Agrarökologie / Bodenphysik, Standortbeurteilung