

Regelfahrspurverfahren – Controlled Traffic Farming Umsetzung und Effekte in Bayern

Robert Brandhuber, **Benjamin Blumenthal**

Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz

Dr. Markus Demmel, **Hans Kirchmeier**

Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Projektförderung:
Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

2015
International
Year of Soils



Controlled Traffic Farming „klassisch“

Klassische Umsetzung in Australien:

- Feldfahrten generell auf Fahrgassen
- Identische Spurweiten bei Schleppern und Erntemaschinen
- Nur 15 % Spuranteil
- Durchschnittliche Mehrerträge > 10%
- Verbreitung 2013: > 3 Mio. Hektar AF



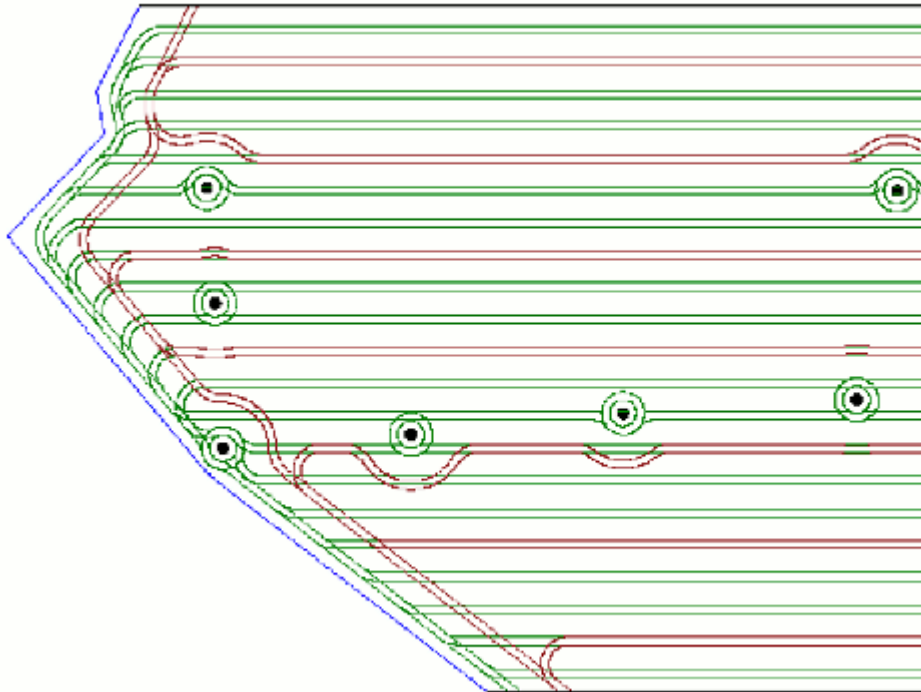
Foto: Yule

CTF „klassisch“ - Horsch AgroVation CZ (seit 2014)



<http://www.smartagriplatform.com/Agrovation>

CTF „klassisch“ - Horsch AgroVation CZ (seit 2014)

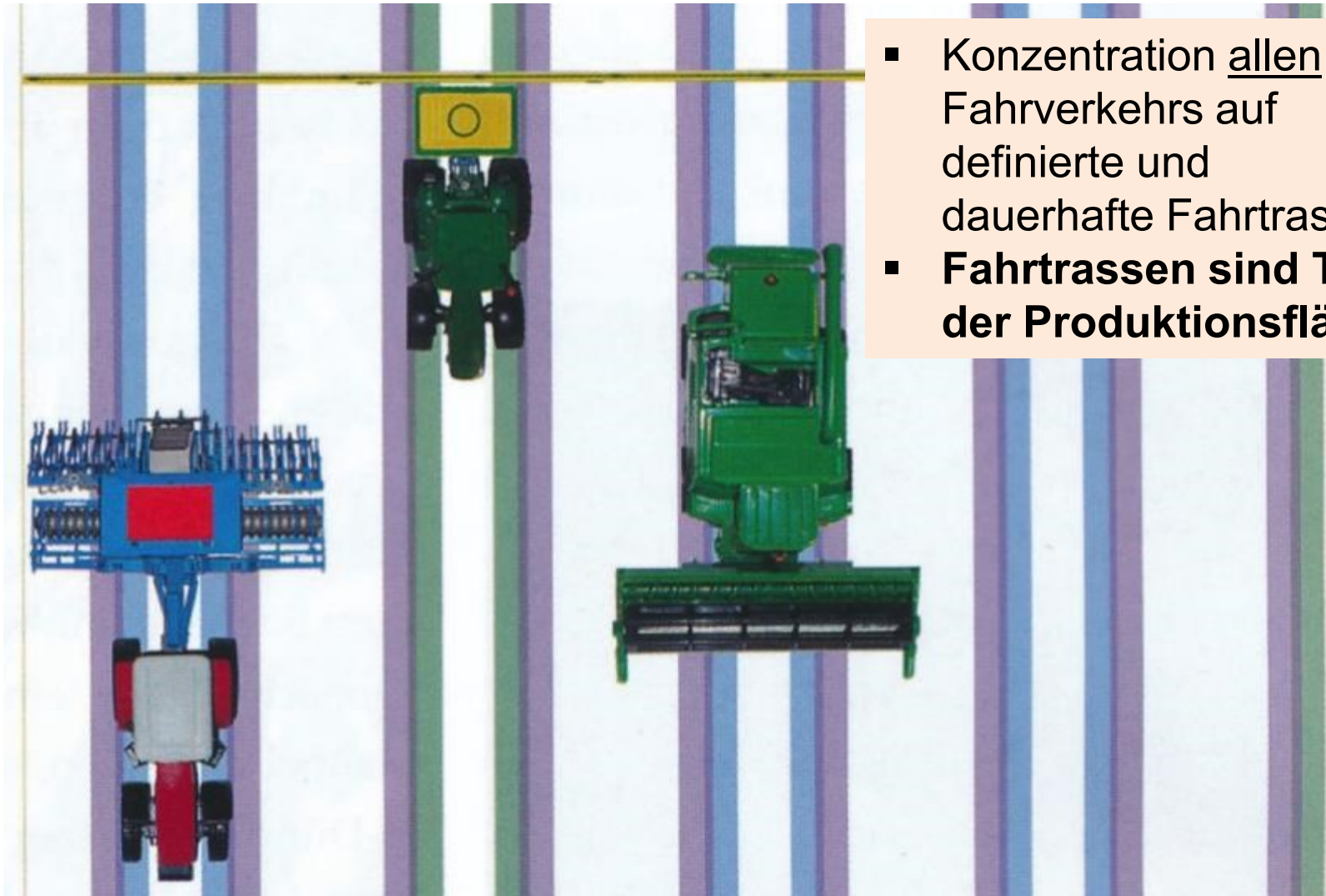


Fahrspurplanung:

- Pflegespur
- Bestellung, Ernte, Bodenbearbeitung

<http://www.smartagriplatform.com/Agrovation>

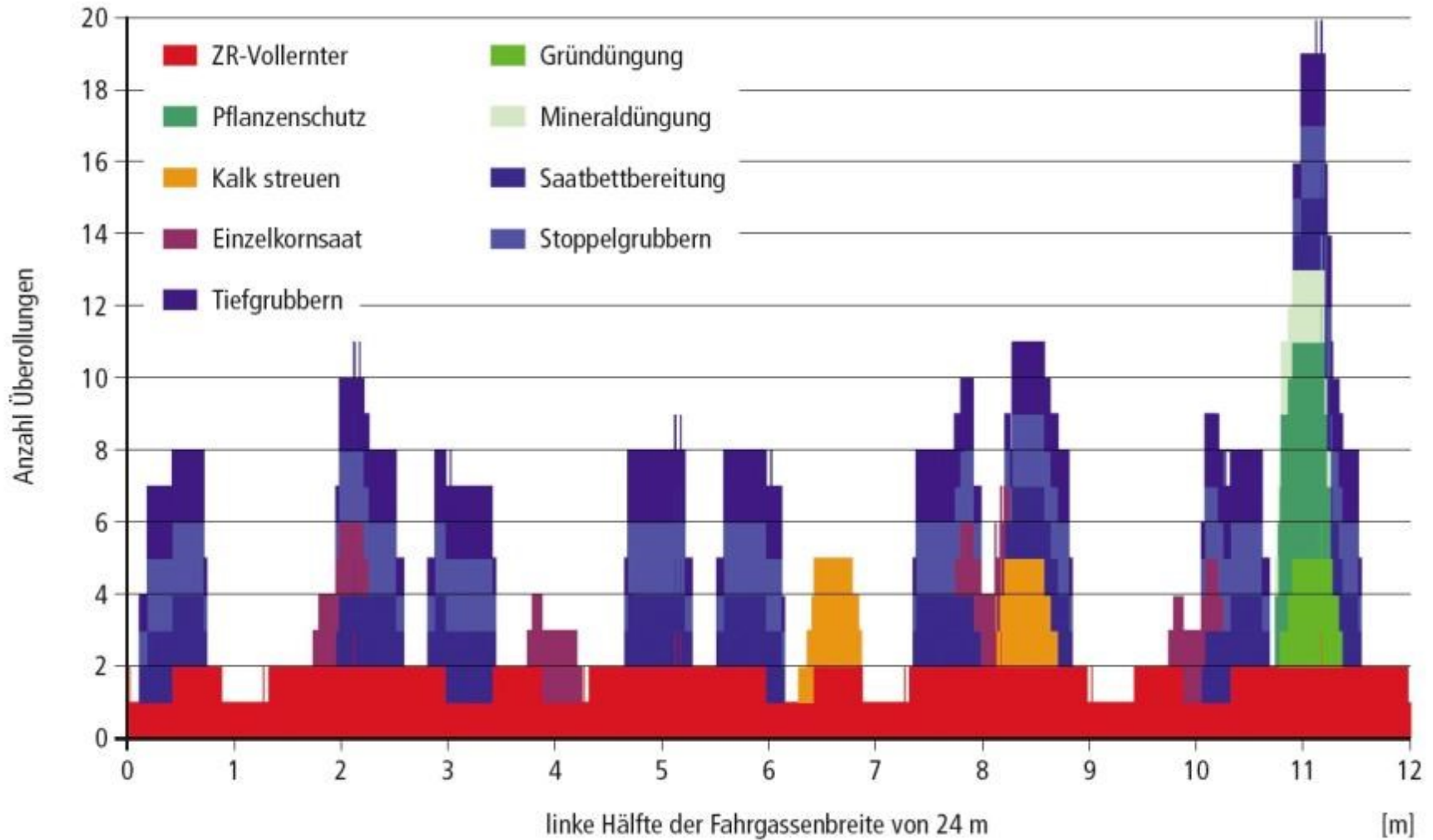
CTF – angepasst an StVO



- Konzentration allen Fahrverkehrs auf definierte und dauerhafte Fahrtrassen
- **Fahrtrassen sind Teil der Produktionsfläche**

Graphik aus „Gute fachliche Praxis – Bodenbewirtschaftung und Bodenschutz, aid 2015“

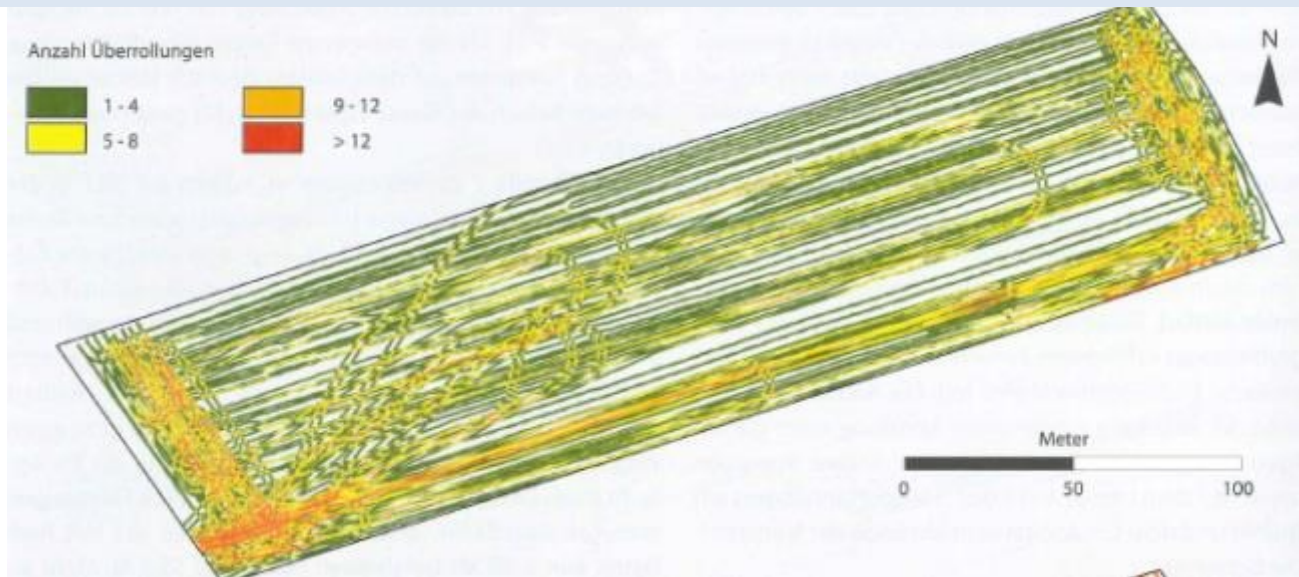
Heute übliches Befahrungsmuster: Zuckerrüben, pfluglos



Graphik aus „Gute fachliche Praxis – Bodenbewirtschaftung und Bodenschutz, aid 2015“

Heute üblich

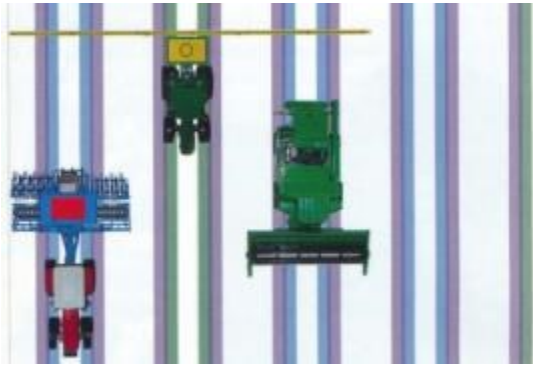
Spurmuster und Überrollhäufigkeit bei der Silomaisерnte



Duttmann et al. 2013, Landbauforschung 2/2013 (63), S. 184



CTF – angepasst an StVO



Prinzip:

- Alle Fahrzeuge auf festgelegten Fahrtrassen
- Ungleiche Spurweiten (Traktor \neq Mähdrescher)
- $> 60\%$ der Fläche unbefahren
- Fahrtrassen sind Produktionsfläche (ähnliche Bedingungen wie bei „random traffic“)

Voraussetzung:

- Pfluglose Bodenbearbeitung
- Kompatible Spur- und Arbeitsweiten aller Fahrzeuge und Geräte
- Automatische Spurführung (RTK-DGPS)

Erwarteter Nutzen:

- Weniger Bodenverdichtung (Wurzelwachstum, Infiltration, Erosionsschutz)
- Trockenphasen werden besser überstanden
- Keine Überlappungen \rightarrow effizienter Ressourceneinsatz
- Klarer, definierter Arbeitsablauf

(1) Adelschlag / EI

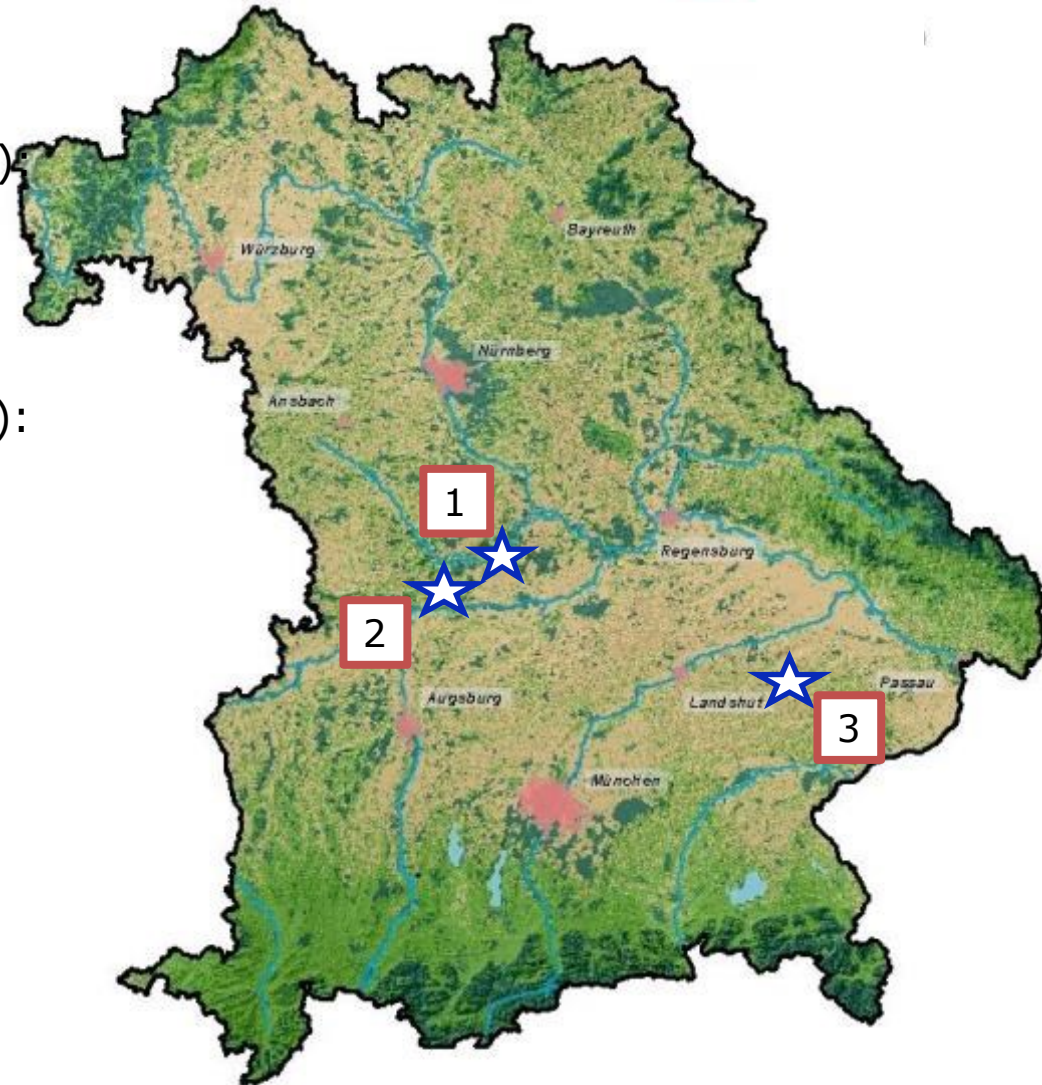
Schluffiger Lehm, 430 m ü. N.N.,
Wetterstation Häringhof (2008-2014):
8.7 °C, 708 mm/a

(2) Rennertshofen / ND

Schluffiger Lehm, 450 m ü. N.N.,
Wetterstation Burgheim (2008-2014):
8.7 °C, 685 mm/a

(3) Wurmansquick / PAN

Stark lehmiger Sand, 560 m ü. N.N.,
Wetterstation Frieding (2008-2014):
8.9 °C, 891 mm/a



CTF – Technische Umsetzung

Hypothese:

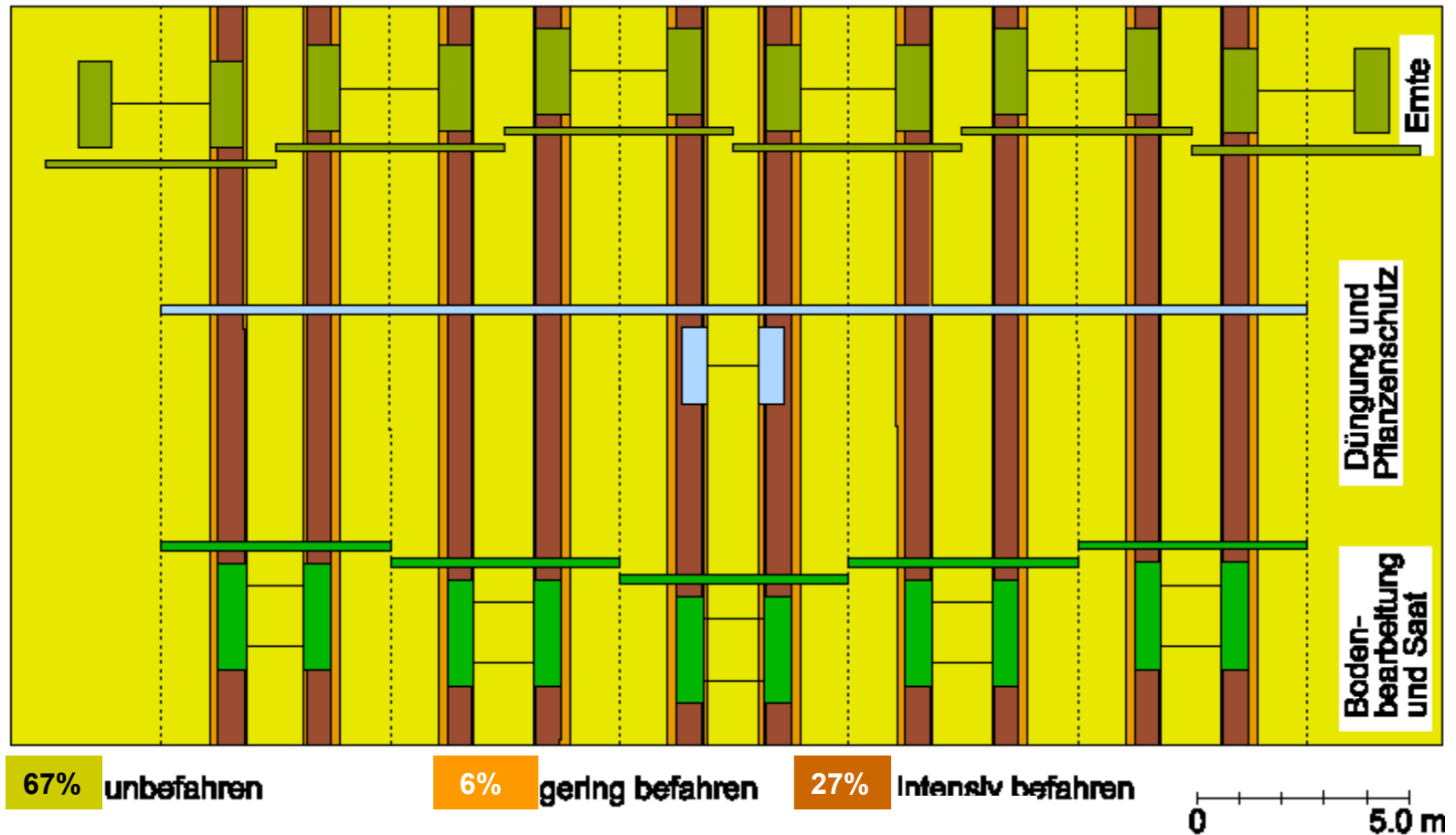
Ein angepasstes CTF-System ist auf bayerischen Betrieben umsetzbar und funktionsfähig.

CTF Bayern: Realisierung - Mechanisierung

	Betrieb 1	Betrieb 2	Betrieb 3
Systembreite	5,4 m	6,0 m	4,5 m
Traktoren	Challenger 755 JD 6930 Spurweite 1,8 m	Challenger 765 MBtrac 1000 Spurweite 2,0 m	JD 7810 MBtrac 900 Spurweite 1,8 m
Bodenbearbeitung	Kurzscheibenegge, Grubber 6,0 m	Grubber 6,0 m	Grubber 4,5 m
Aussaat	Mulchsäugerät 5,4 m	Mulchsäugerät 6,0 m	Kreiselegge+ Drill
Pflanzenschutz	gezogen, 28 m	aufgebaut, 30 m	aufgebaut, 22,5 m
Ernte	5,6 m 800/65 R32	7,5 → 6,0 m Zwillingsräder	6,6 → 4,5 m 800/65 R32
CTF "Muster"	"twin-track"	"twin-track"	"twin-track"
Autom. Lenkung	RTK, lokale Festst.	RTK, lokaler Rep.	RTK, GSM Netz
Fruchtfolge	Zuckerrüben – Winterweizen – Winterweizen	Winterraps – Winterweizen – Winterweizen	Winterraps – Körnermais – Winterweizen

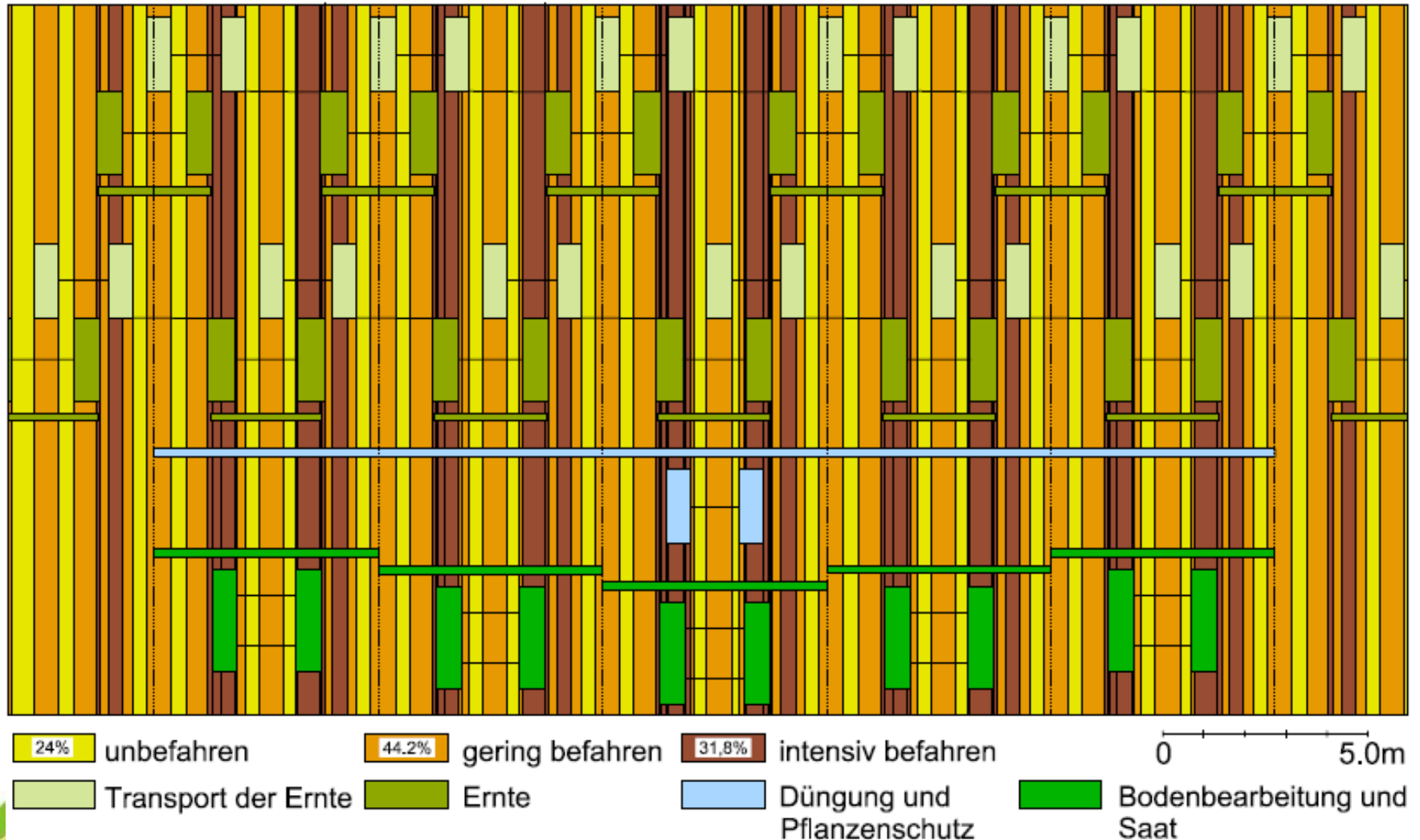
CTF Betrieb 1, Mähdrusch, 5,4 m / 27 m

Fruchtfolge: ZR-WW-WW (WR), seit 2003 pfluglos



CTF Betrieb 1, Zuckerrüben, 2,7 m / 27 m

Reale Situation (aufgezeichnet) Zuckerrüben 2010



Rübenernte, Betrieb 1, 2010

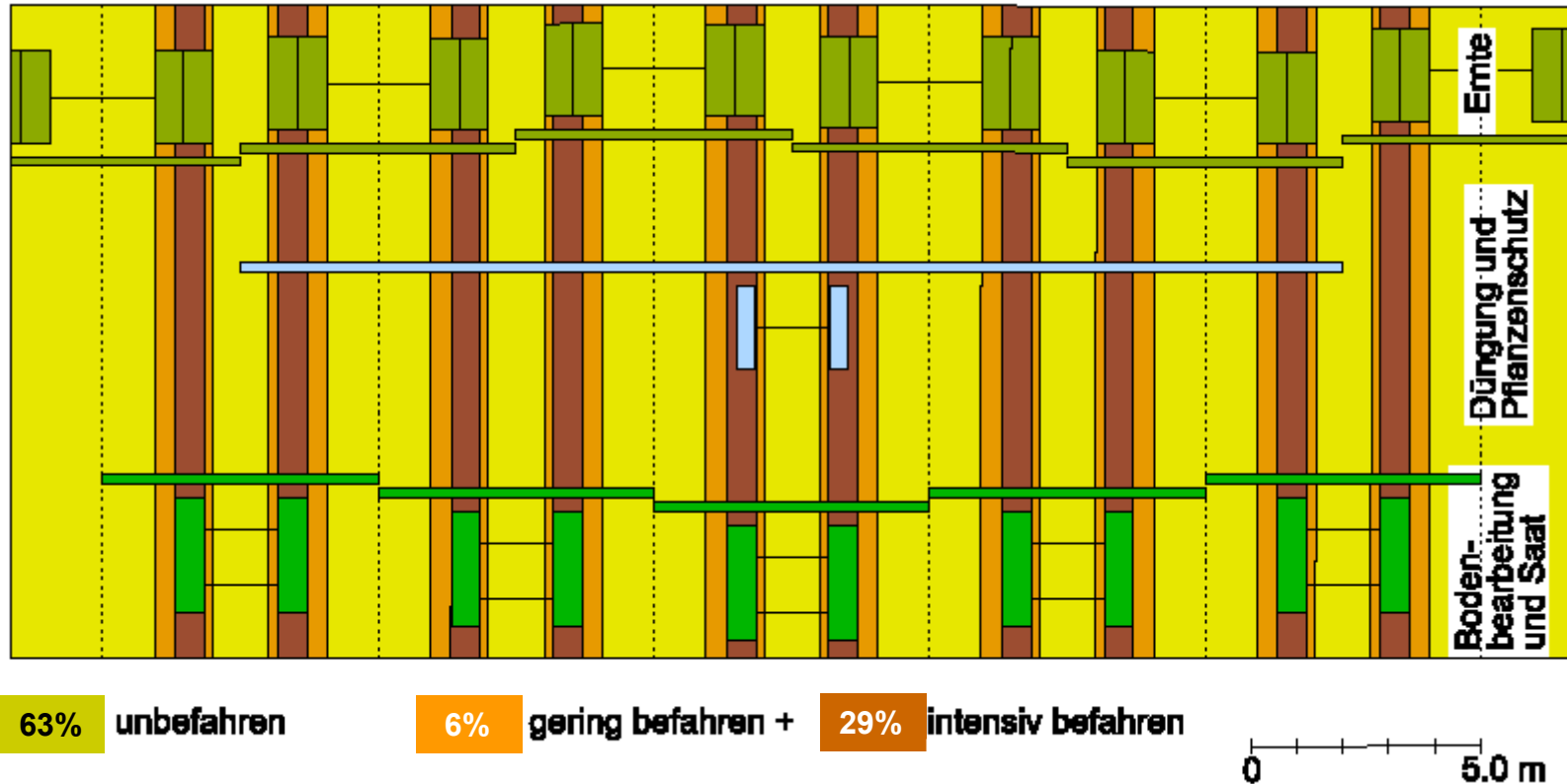


Zuckerrübenernte 13.10.2010



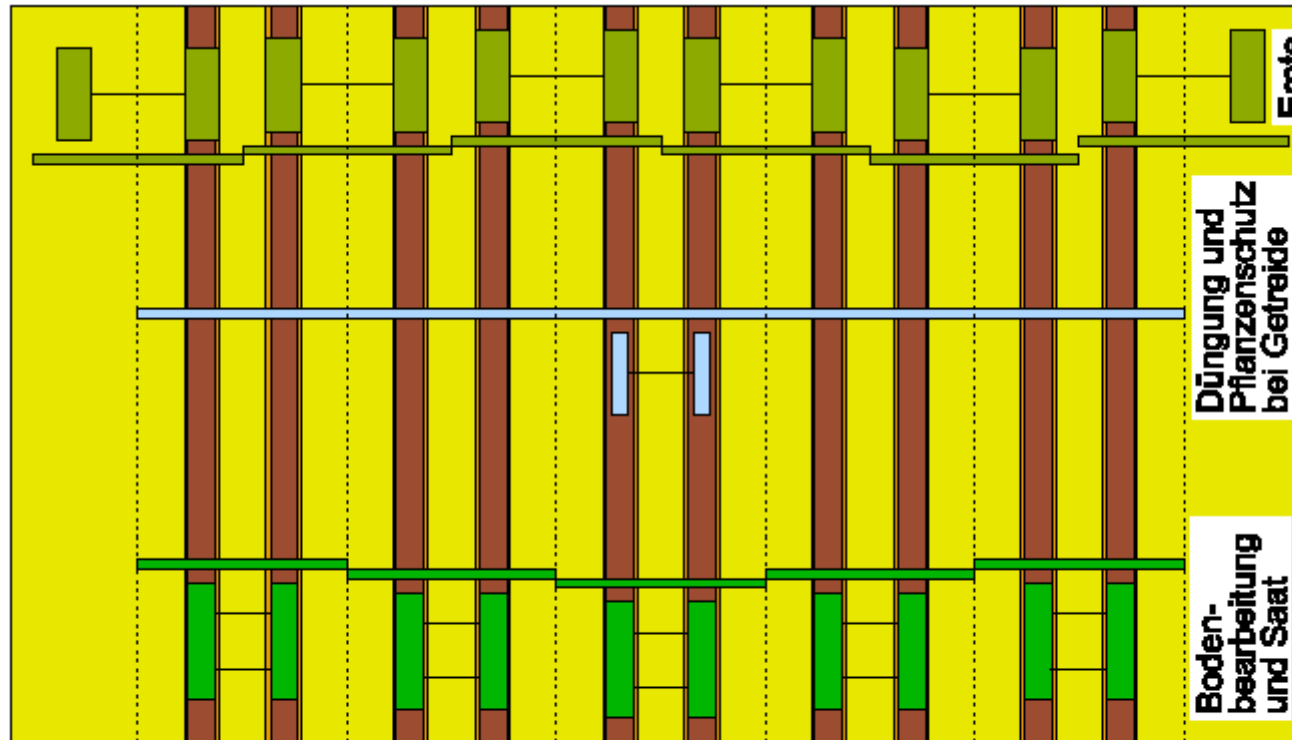
CTF Betrieb 2, Mähdrusch, 6 m / 24 m

Fruchtfolge: Raps - WW – WW (seit 2003 pfluglos)



CTF Betrieb 3, Körnermais/Raps - Getreide, 4,5 m / 22,5 m

Fruchtfolge: WW-Mais/Raps-WW-Raps/Mais (seit 1983 pfluglos; Gülle)



70% unbefahren

3% gering befahren +

27% intensiv befahren

0 5.0 m

CTF – Technische Umsetzung

Auf allen drei Betrieben konnte eine Abstimmung der Arbeitsbreiten realisiert werden. Bei der Zuckerrübenernte wird ein zu hoher Flächenanteil überrollt.

Die exakte Spurführung bei Schleppern und Selbstfahrern funktioniert.

Schwierig ist die Einbindung von Lohnarbeiten (Arbeitsbreiten, Kompatibilität von Spurführungssystemen).

Bodengefüge

Hypothese:

Unbefahrene Böden lagern weniger dicht als befahrene (im angepassten CTF-System).

Sie besitzen mehr schnell dränende Grobporen.



Feld - Fahrgasse



Foto: MARion Senger, LWK Niedersachsen

Vorgewende

Bodenprofil, Luftkapazität, Eindringwiderstand

**1 Schlag = 6 Bodenprofile je
Befahrungssituation,
je 6 Stechringe pro Tiefe
(= 36 Datenpunkte)**

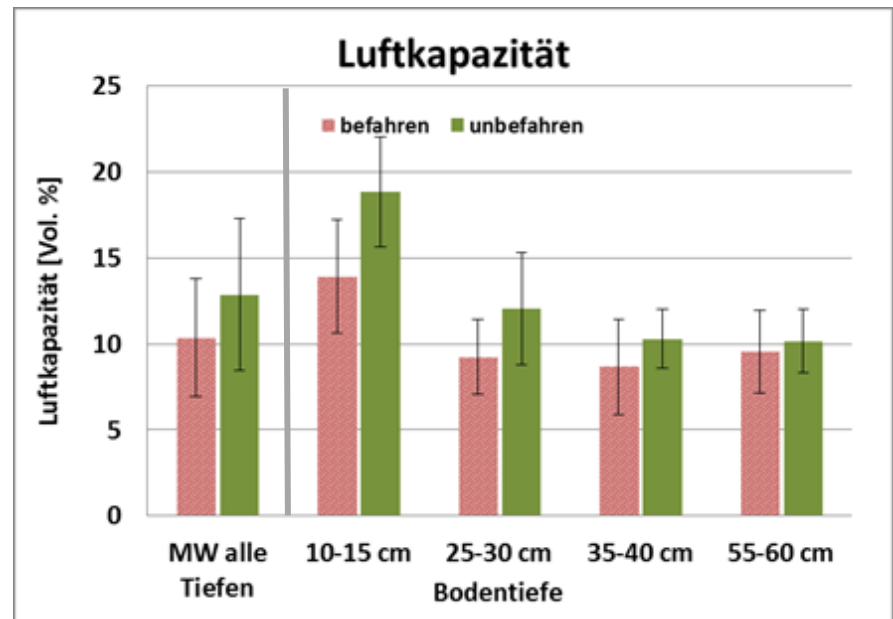


01.10.2013

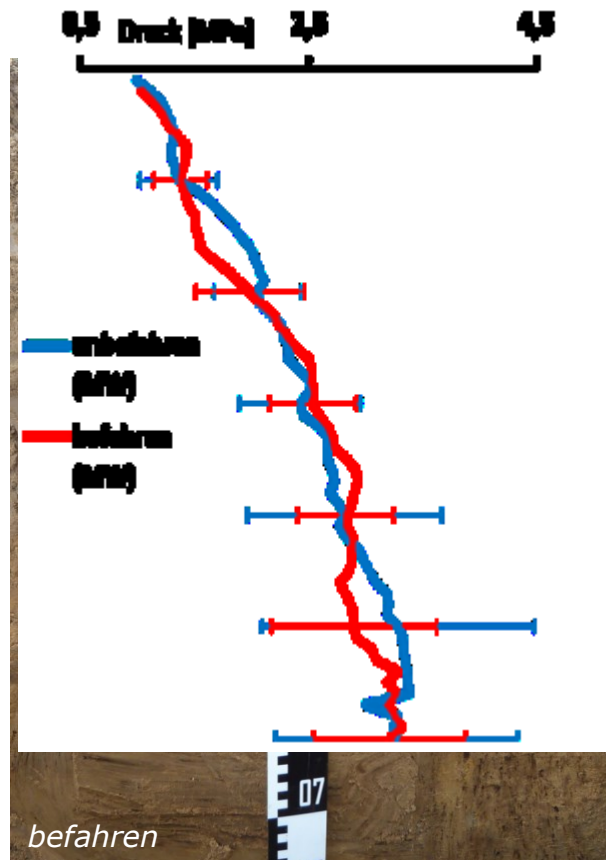
Bodenprofil, Luftkapazität



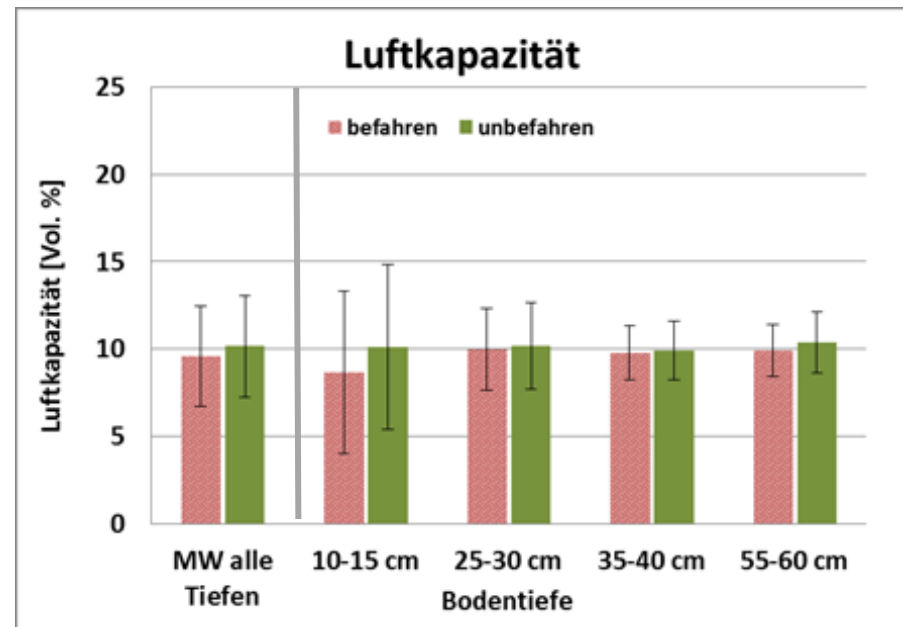
Betrieb 1, Schlag 1, 23.10.2013
Zwischenfrucht nach WW
Schluffiger Lehm



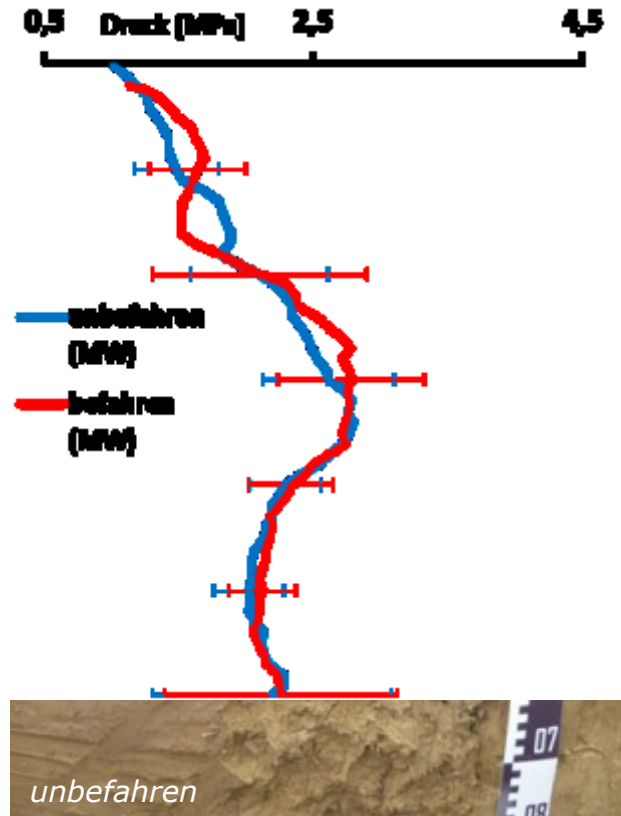
Bodenprofil, Eindringwiderstand, Luftkapazität



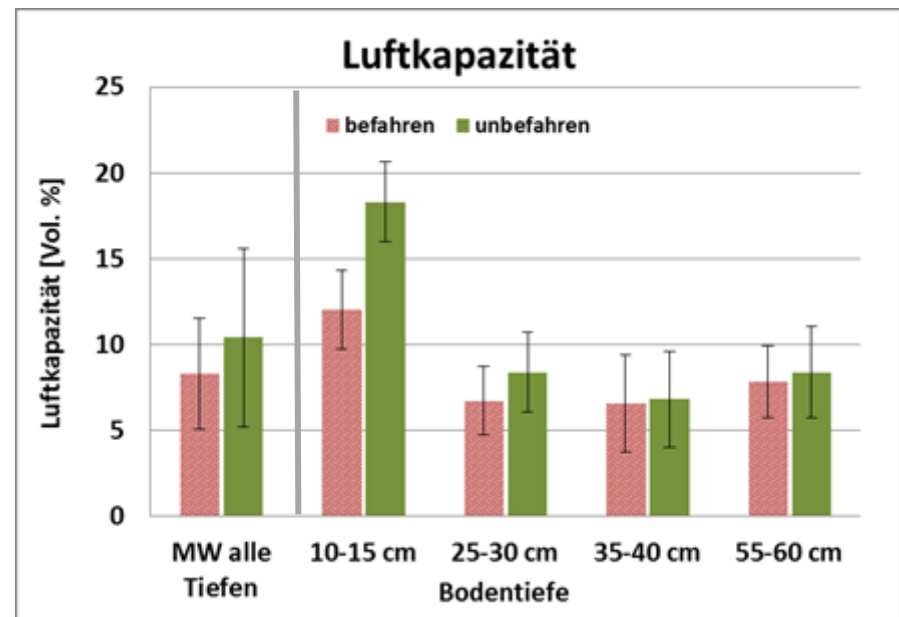
Betrieb 1, Schlag 2, 02.04.2014
Winterweizen (nach Rüben)
Schluffiger Lehm



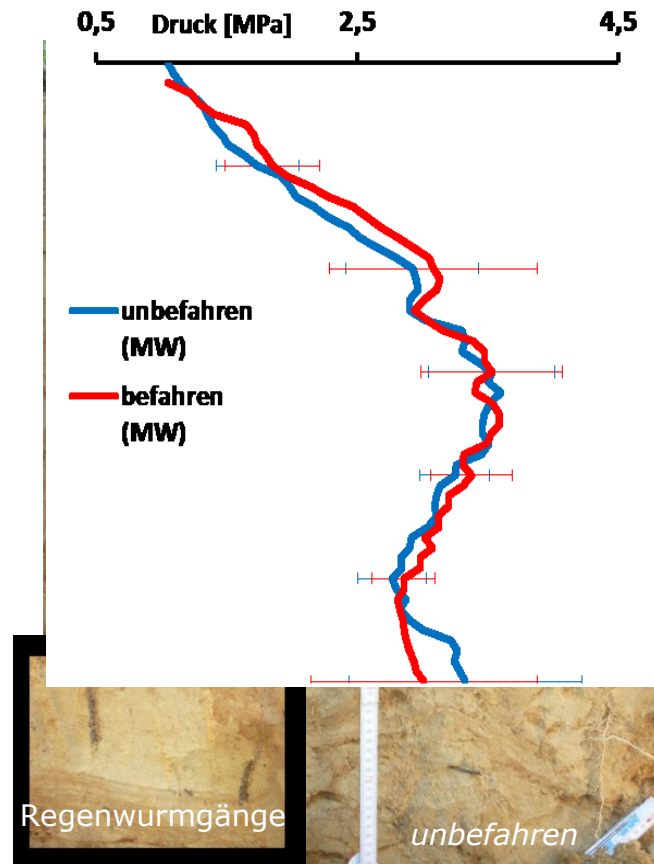
Bodenprofil, Eindringwiderstand, Luftkapazität



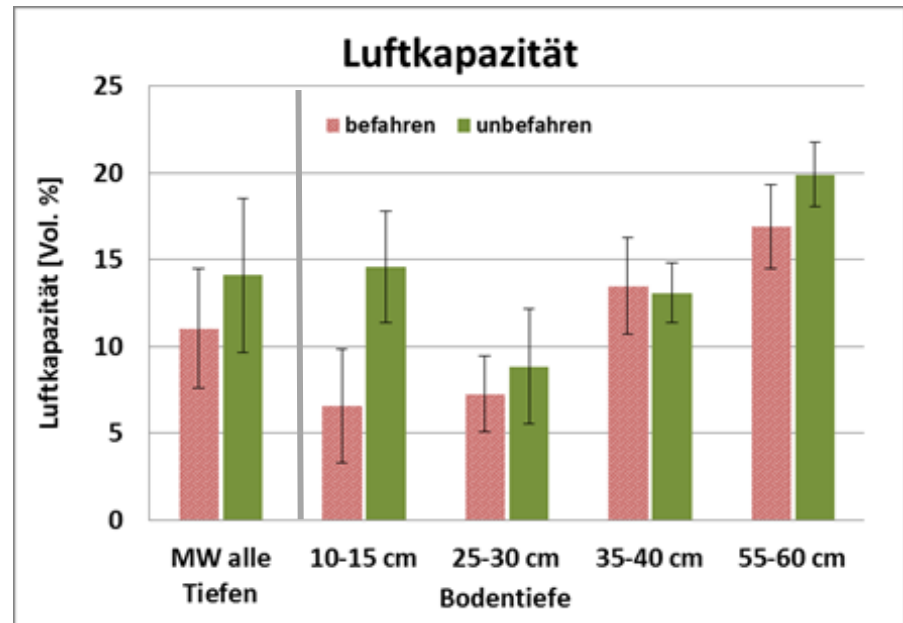
Betrieb 2, 01.10.2013
Raps nach WW
Schluffiger Lehm



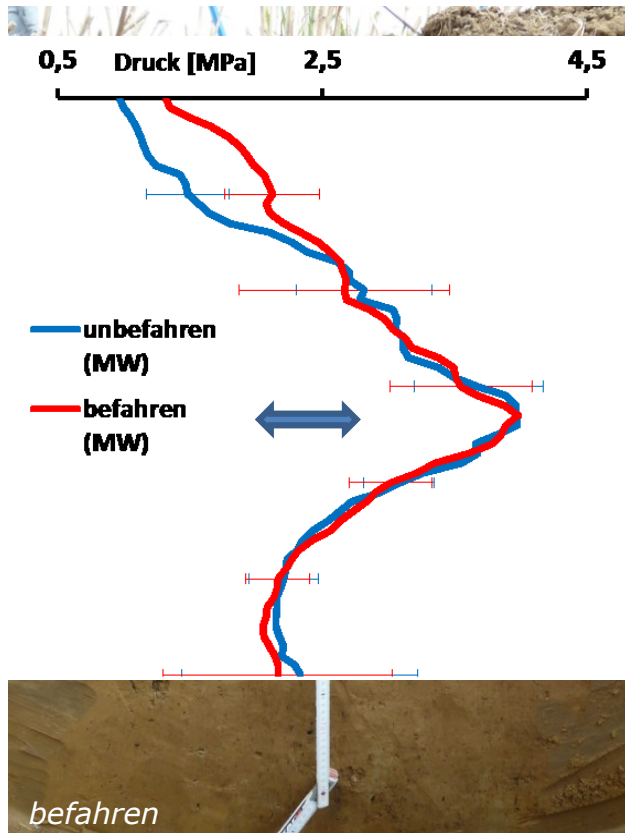
Bodenprofil, Eindringwiderstand, Luftkapazität



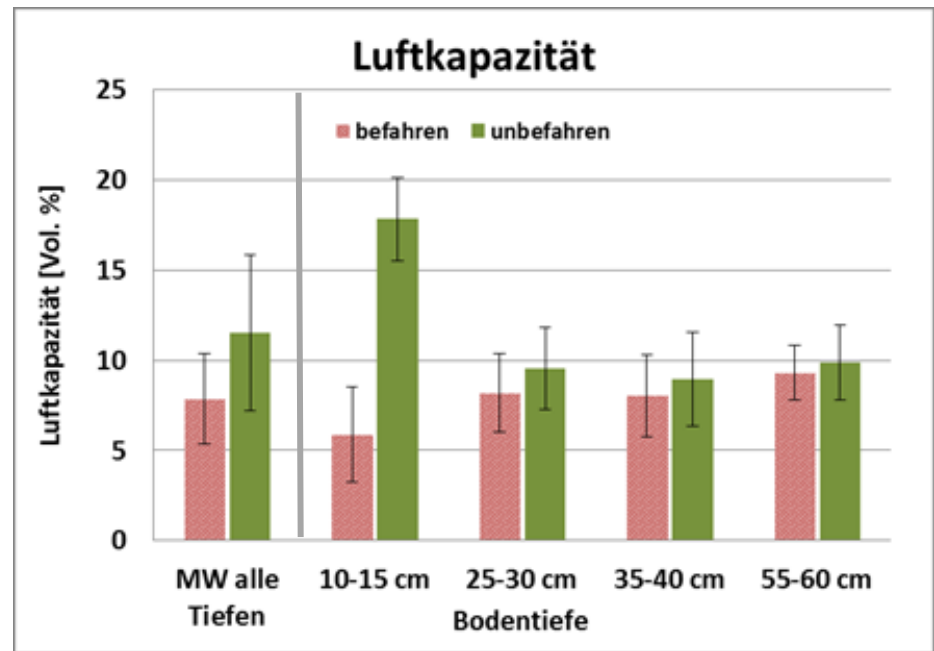
Betrieb 3, Schlag 1, 11.09.2013
Körnermais
Stark lehmiger Sand



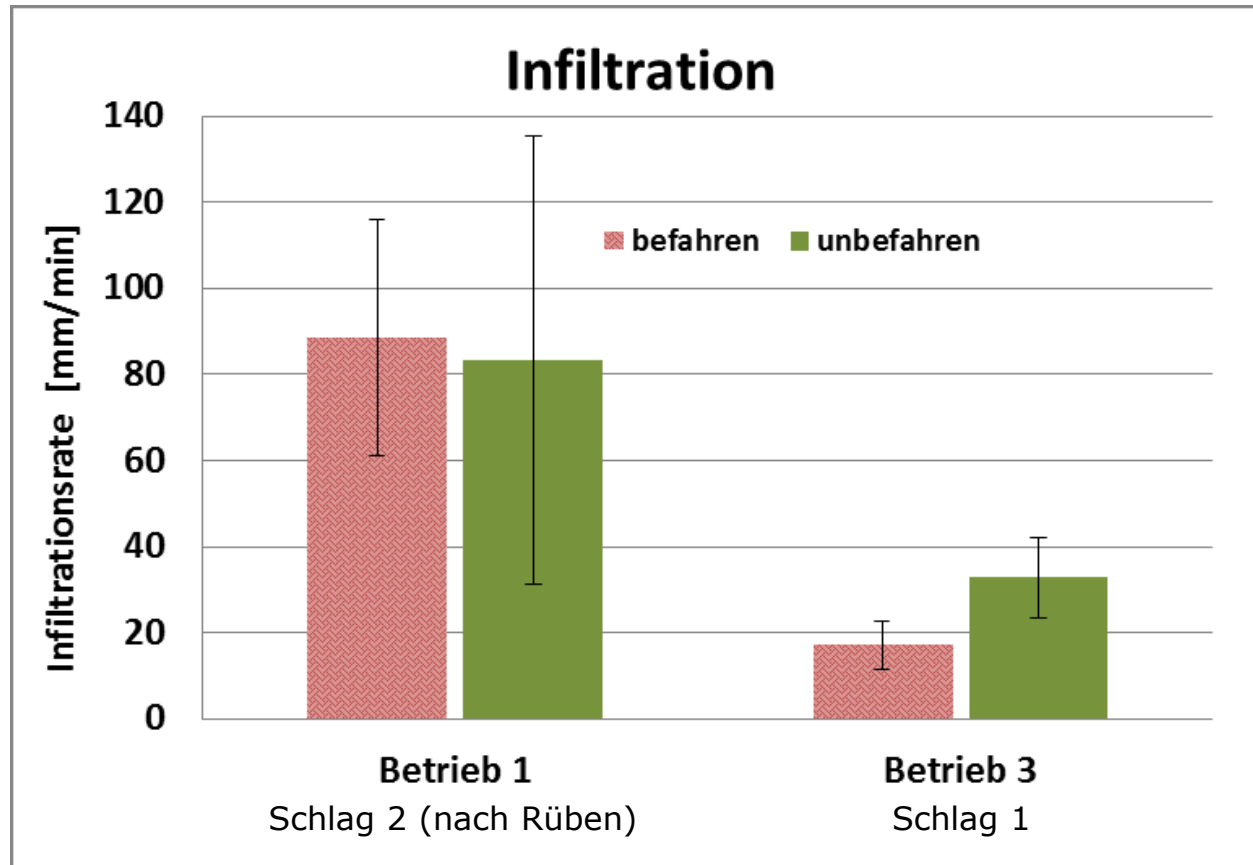
Bodenprofil, Eindringwiderstand, Luftkapazität



Betrieb 3, Schlag 2, 10.09.2013
WW-Stoppel,
Stark lehmiger Sand



Wasserinfiltration



*Messung mit Doppelringinfiltrrometer,
April 2014, Winterweizen*

Bodengefüge

Unbefahrene Böden lagern in der Krume weniger dicht, der Anteil schnell dränender Grobporen („Luftkapazität“) und das Infiltrationsvermögen sind höher.

Bodenfeuchteverlauf

Hypothese:

Unbefahrene Böden lassen Niederschläge besser versickern. In Trockenzeiten steht den Pflanzen längere Zeit Bodenwasser zur Verfügung.

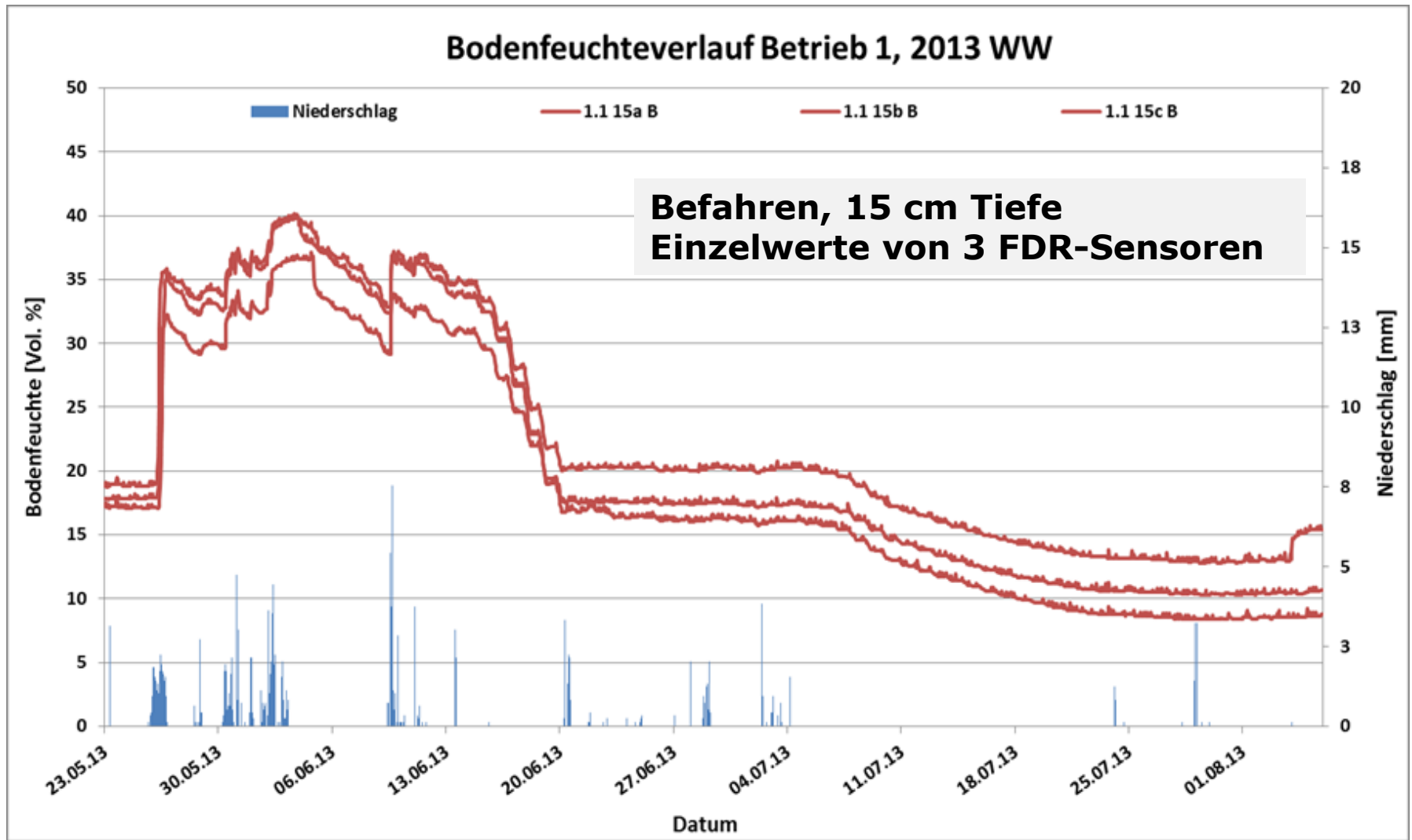
Bodenfeuchtemessung

- Je 3 Sensoren (Typ FDR SMT-100) in 15 und 40 cm Tiefe im ungestörten Boden unterhalb „befahren“ und „unbefahren“, Abstand 120 cm
- Zur kontinuierlichen Messdatenerfassung wurden die Sensoren an Datenlogger (CombiLog) angeschlossen.
- Daten wurden stündlich erfasst und konnten per Fernabfrage abgerufen werden.

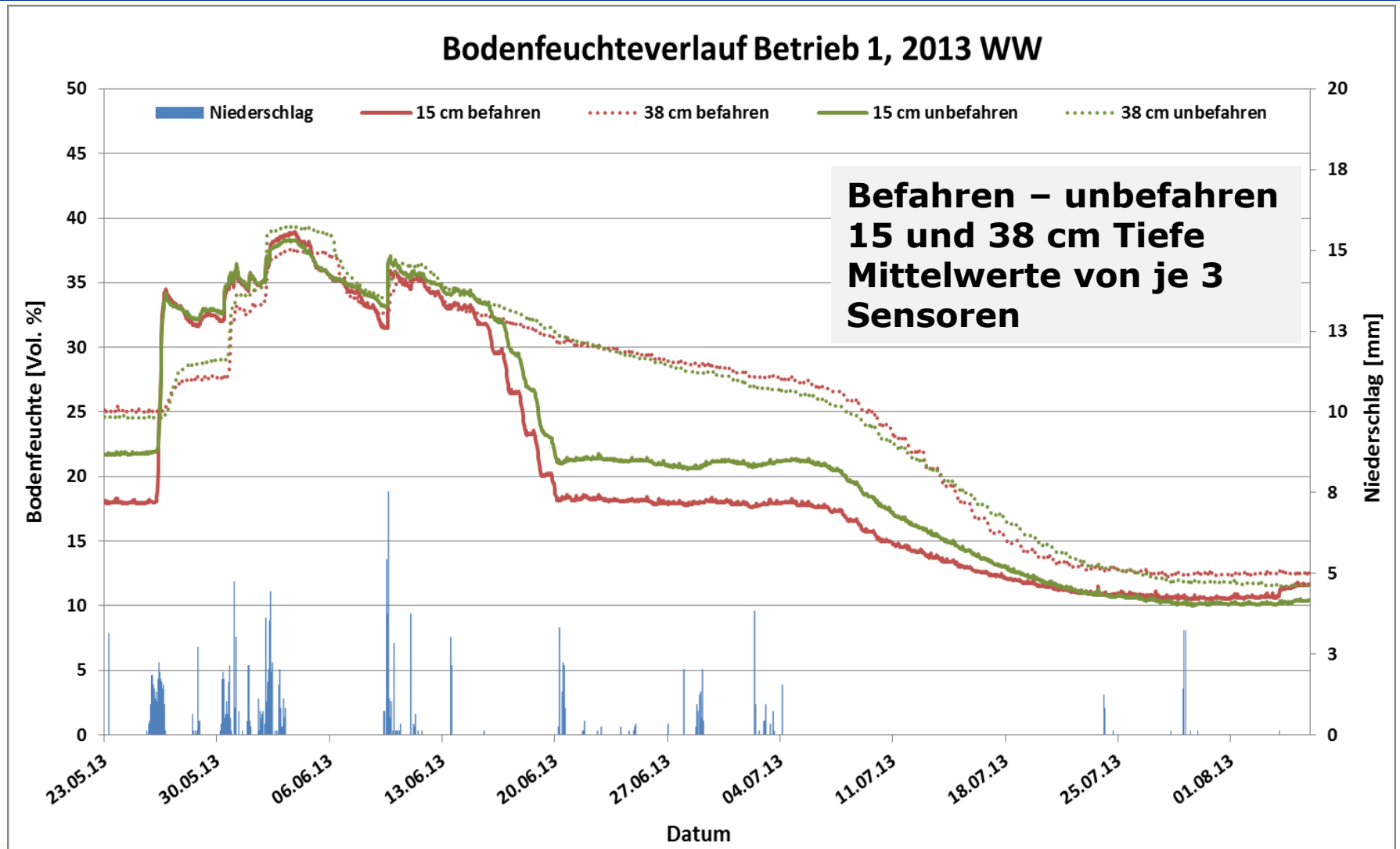


Sensoreinbau in 38 cm Tiefe

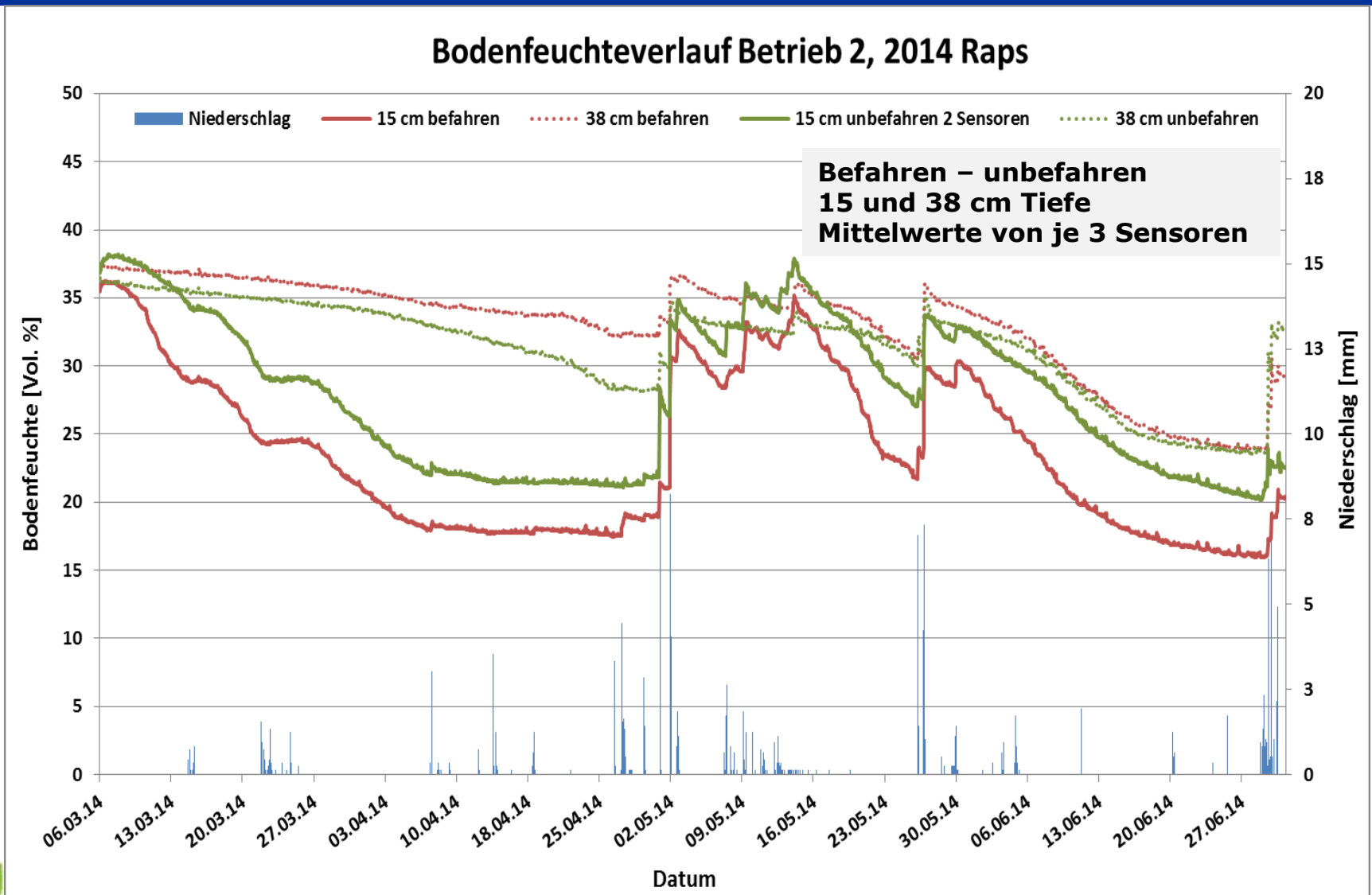
Bodenfeuchteverlauf von Mai – August 2013



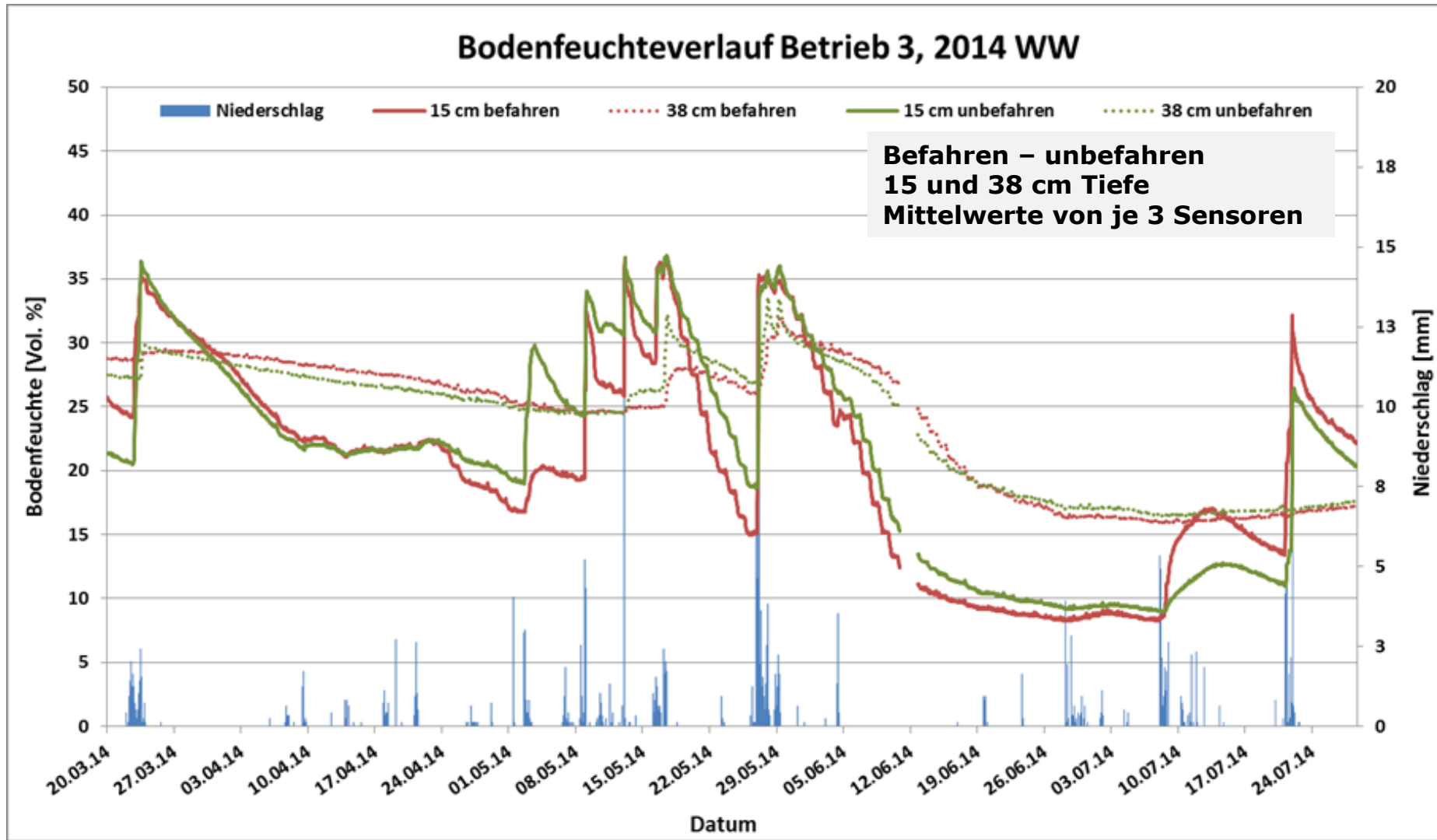
Bodenfeuchteverlauf von Mai – August 2013



Bodenfeuchteverlauf von März – Juni 2014



Bodenfeuchteverlauf von März - Juli



Bodenfeuchteverlauf

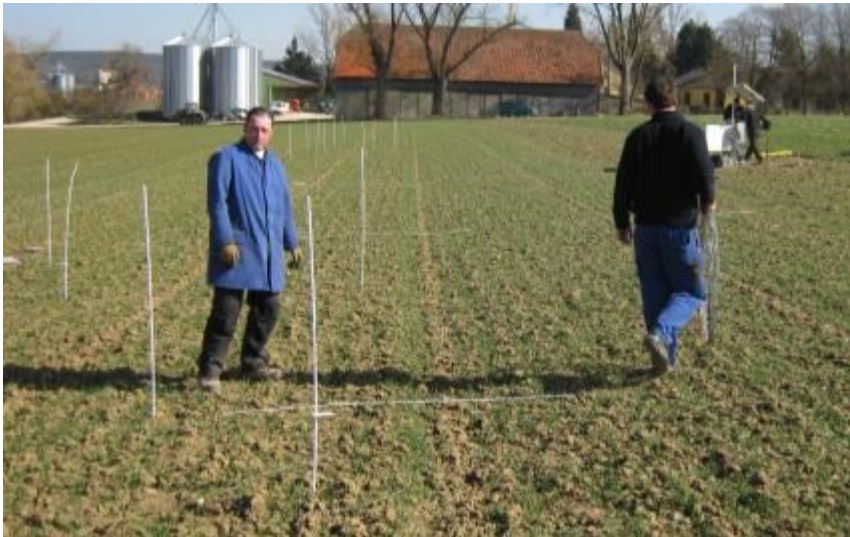
Die Bodenfeuchtemessungen zeigten keinen eindeutigen systematischen Unterschied zwischen befahren und unbefahren.

Die erwarteten Effekte kamen nicht zum Tragen.
Die Niederschläge (keine extremen Starkregen) konnten offensichtlich auch im befahrenen Bereich versickern, wenn auch langsamer.

Erträge

Hypothese:

Unbefahrene Böden liefern im Mittel der Jahre höhere Erträge als befahrene.



Getreide: Handernte aus 10 Ringen (1 m²), ausgelegt im Frühjahr

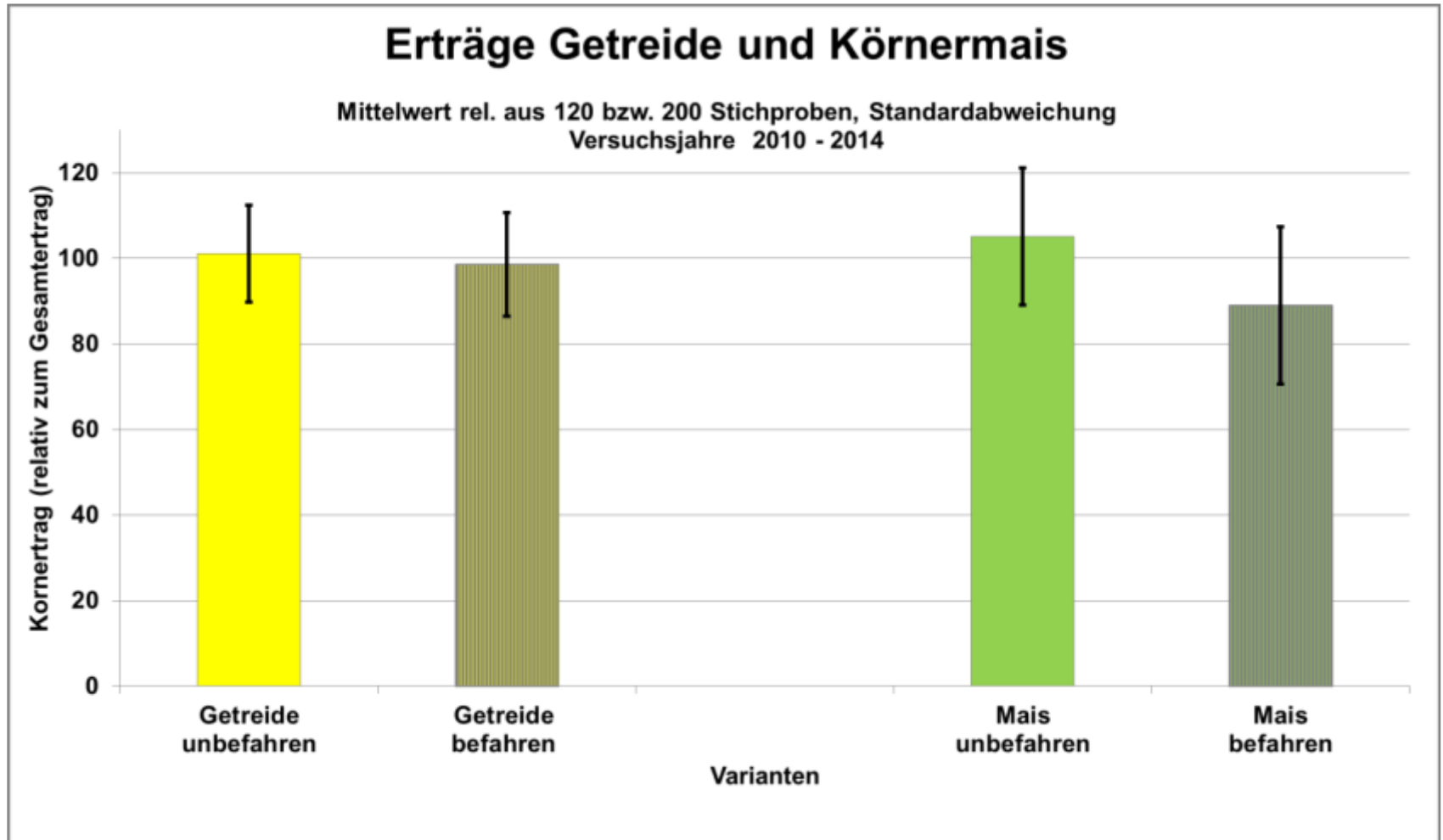
Erträge von Getreide je Betrieb und Jahr

Frucht - Betrieb - Jahr	unbefahren	befahren
	Ertrag <dt/ha>	
Winterroggen - Betrieb 1, 2010	72	49
Winterweizen - Betrieb 2, 2010	101	97
Winterweizen - Betrieb 1, 2011	81	83
Winterweizen - Betrieb 3, 2011	64	61
Winterweizen - Betrieb 1, 2012	82	83
Winterweizen - Betrieb 2, 2012	102	97
Winterweizen - Betrieb 3, 2012	67	69
Winterweizen - Betrieb 1, 2013	62	64
Winterweizen - Betrieb 2, 2013	82	82
Winterweizen - Betrieb 3, 2013	85	83
Winterweizen - Betrieb 1, 2014	73	80
Winterweizen - Betrieb 3, 2014	85	76
Mittelwert	80	77

Erträge von Körnermais je Jahr, Betrieb 3

Jahr	unbefahren	befahren
	Ertrag <dt/ha>	
2010	109	93
2011	113	84
2012	117	104
2013	71	63
2014	114	98
Mittelwert	105	88

Erträge



Durchschnittsertrag Gesamtfläche (berechnet über Spuranteile) = 100%

Wurzelbild Winterweizen

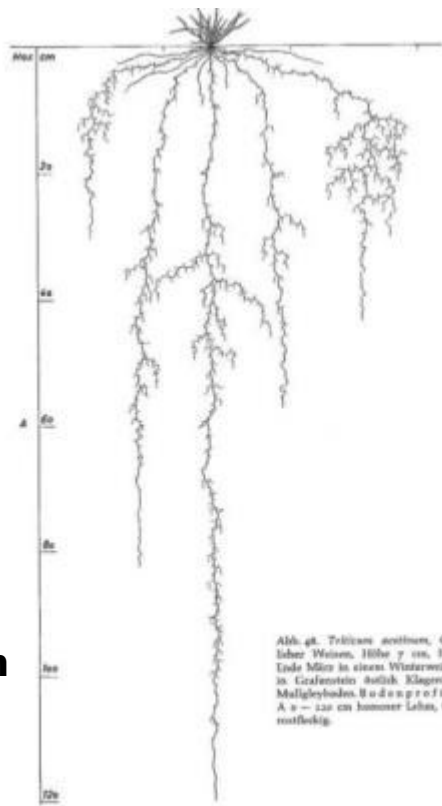
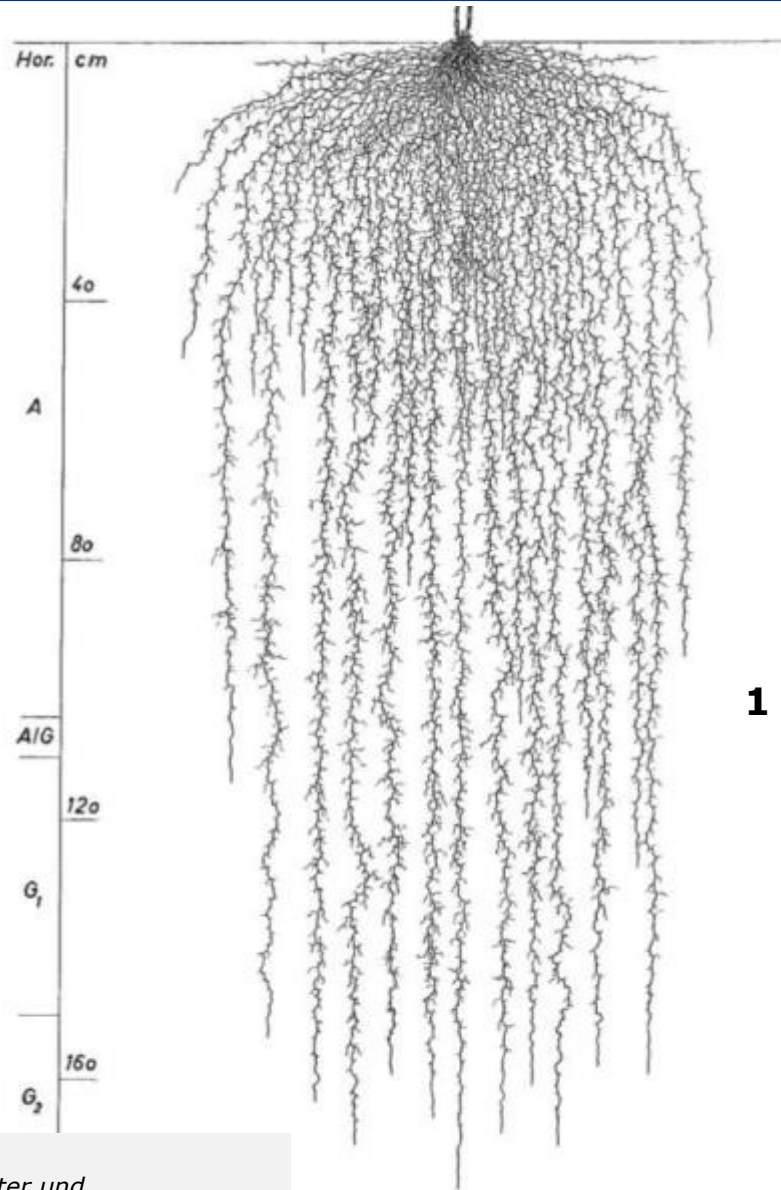


Abb. 44. *Triticum aestivum*, Getreide-
licher Weizen, Höhe 7 cm, festgelegt
Ende März in einem Winterweizenacker
in Grafenau bei Kassel auf
Mullgeboden. *Bodenprofil*: Hor.:
A 0 - 120 cm humoser Lehm, C Lehm,
rotfölig.



↑
Ende März

Winterweizen

Ende Juni →

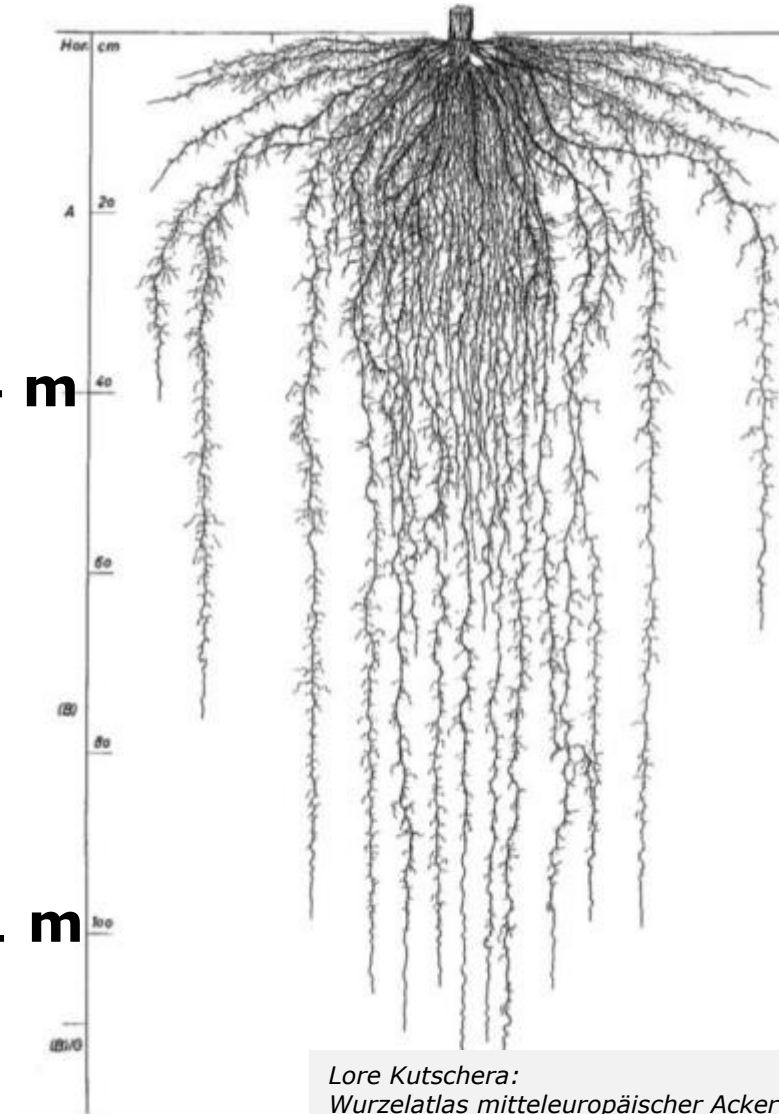
Lore Kutschera:
*Wurzelatlas mitteleuropäischer Ackerunkräuter und
Kulturpflanzen*. DLG-Verlag Frankfurt am Main 1960. – 1. Band
der Wurzelatlas-Reihe.

Wurzelbild Mais

Mais
Anfang Oktober

0,4 m

1 m



*Lore Kutschera:
Wurzelatlas mitteleuropäischer Ackerunkräuter und
Kulturpflanzen. DLG-Verlag Frankfurt am Main 1960. – 1. Band
der Wurzelatlas-Reihe.*

Erträge

- **Weizen** erzielte auf unbefahrenen und befahrenen Böden gleich hohe Erträge.
- **Mais** reagiert auf Befahrung mit deutlichen Mindererträgen (empfindlich gegenüber Verdichtung, Überrollung von 2 Maisreihen bei Güllefahrt und Saat).

Zusammenfassung

- Eine Spurverbreiterung beim Schlepper kommt für bayerische Betriebe i.d.R. nicht in Frage. Bei abgestimmten Arbeitsbreiten verbleibt deshalb im CTF-System Mähdrusch eine „**Fahrtrasse**“ mit **30 bis 40 % Flächenanteil** als Teil der Produktionsfläche.
- **Technisch** ist dieses angepasste Regelspursystem im Praxisbetrieb umsetzbar: Abstimmen der Arbeitsbreiten, Ausrüstung aller Schlepper und Selbstfahrer mit RTK-GPS. Die Spurführung funktioniert im Praxisbetrieb ausreichend genau.
- Die **Bodenstruktur** ist im unbefahrenen Bereich besser, die Wasserinfiltration höher.
- Das **Wasserangebot** im Boden unterscheidet sich dennoch im Mittel nicht. Offensichtlich kann der übliche Niederschlag in die dichter lagernden Böden ausreichend eindringen (bei geringer Hangneigung!).
- Die **Weizenerträge** reagierten (bei üblichem Witterungsverlauf) nicht auf die Bodenstrukturunterschiede.
- **Mais** zeigt deutliche Ertragsunterschiede zwischen befahren und unbefahren.

Schlussfolgerungen

- Die bodenphysikalischen Ergebnisse zeigen die Facetten des Problems der Bodenverdichtung auf: Keine Mindererträge bei der Leitkultur Weizen, (bisher) kaum gravierende Trockenphasen, Verknüpfung mit Erosion ist verdeckt → für viele Landwirte zu wenig Motivation für konsequentes bodenschonendes Befahren (Anpassung Fahrzeuge, Bodenbearbeitung, Fruchtfolge), mit oder ohne CTF.
- Das angepasste CTF-System ist auf Praxisbetrieben unter einer Reihe von Bedingungen umsetzbar: pfluglos, keine Rüben, Integration aller Arbeitsgänge in das CTF-System, hoch motivierter Betriebsleiter mit Team. Die Vorteile einer intakten Bodenstruktur zeigen sich auf dem unbefahrenen Flächenanteil mit höheren Maiserträgen und einem Potenzial an besserem Wasseraufnahmevermögen und Erosionsschutz. Konsequenter wäre CTF klassisch, realisierbar nur auf arrondierten Betrieben.
- Spurführung mit minimalen Fahrspurlängen und ohne Überlappung ist sehr sinnvoll, dazu müssen aber nicht zwingend alle Arbeitsgänge auf den selben Fahrspuren verlaufen.
- Zukunft: Konsequentes bodenschonendes Befahren + Spurführung mit beetweisem Arbeiten

Regelfahrspurverfahren – Controlled Traffic Farming Umsetzung und Effekte in Bayern

Herzlicher Dank gilt
den Landwirten, den Teams von ILT 1a und IAB 1a, dem StMELF

Robert Brandhuber, **Benjamin Blumenthal**

Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz

Dr. Markus Demmel, **Hans Kirchmeier**

Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Projektförderung:
Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

2015
International
Year of Soils

