

LfULG- und TLL-Fachveranstaltung „50 Jahre Dauerversuche in Methau, Spröda und Bad Salungen“
Nossen, 08. Dezember 2015

Bodenstruktur unter differenzierter Bewirtschaftung

-

Ergebnisse aus Dauerversuchen

Jörg Zimmer

- LELF Brandenburg -

unter Mitwirkung von

W. Schmidt, H. Götz, C. Wiesner & E. Ullmann

- LfULG Sachsen -

W. Gärtner-Bischoff

- BfUL Sachsen -

B. Dittmann, Th. Bergner, H. Blum, D. Schulze, N. Starke & F. Krüger

- LELF Brandenburg -

D. Kühn, A. Bauriegel

- LBGR Brandenburg -

B. Kroschewski

- Humboldt-Universität zu Berlin -

Zum Verständnis der Bodenstruktur

Bodenstruktur = Bodengefüge

ist die räumliche Anordnung der festen Bodenbestandteile und des korrespondierenden, mit Wasser und Luft gefüllten Porenraumes.

Mittlere Zusammensetzung einer typischen Brandenburgischen Ackerkrume (0-30 cm)

Feststoffvolumen (53-65 %) + **Porenvolumen (GPV)** (35-47 %) = **Lagerungsdichte (TRD)** (1,4-1,7 g cm⁻³)

Bodenart
Mineralsubstanz
 (97-99 %)

Org. Substanz
 (1-3 %)

Luft
 (0-100 %)

Wasser
 (0-100 %)

**Differenzierte
 Bodenbewirtschaftung**

Pflanzenwurzeln
 (10 %)

Humus
 (85 %)

Edaphon
 (5 %)

- pfluglose Bodenbearbeitung
 - Bewirtschaftungsform
 - Organische Düngung
- bei guter fachlicher Praxis**

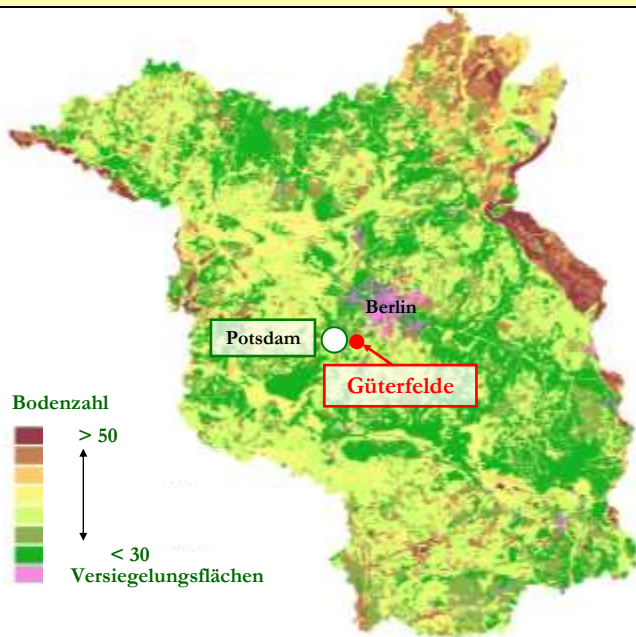
Vortragsgliederung

- **Einleitung**



- **Versuchsstandort Güterfelde/Brandenburg**
- **Versuchscharakteristik**
- **Bodenstrukturmessungen**
- **Ergebnisse**
- **Fazit**

Standortcharakteristik Güterfelde



Standorteignung der Böden im Land Brandenburg
 Bildquelle: Landesamt für Bergbau, Geologie und
 Rohstoffe des Landes Brandenburg (2007)

geologische Einordnung:
 Landschaftsraum der Mittelbrandenburgischen
 Plateaus und Niederungen

Klima: Ostdeutsches Binnenlandklima

Boden-Klima-Raum:
 Trocken-warme diluviale Böden des
 ostdeutschen Tieflandes

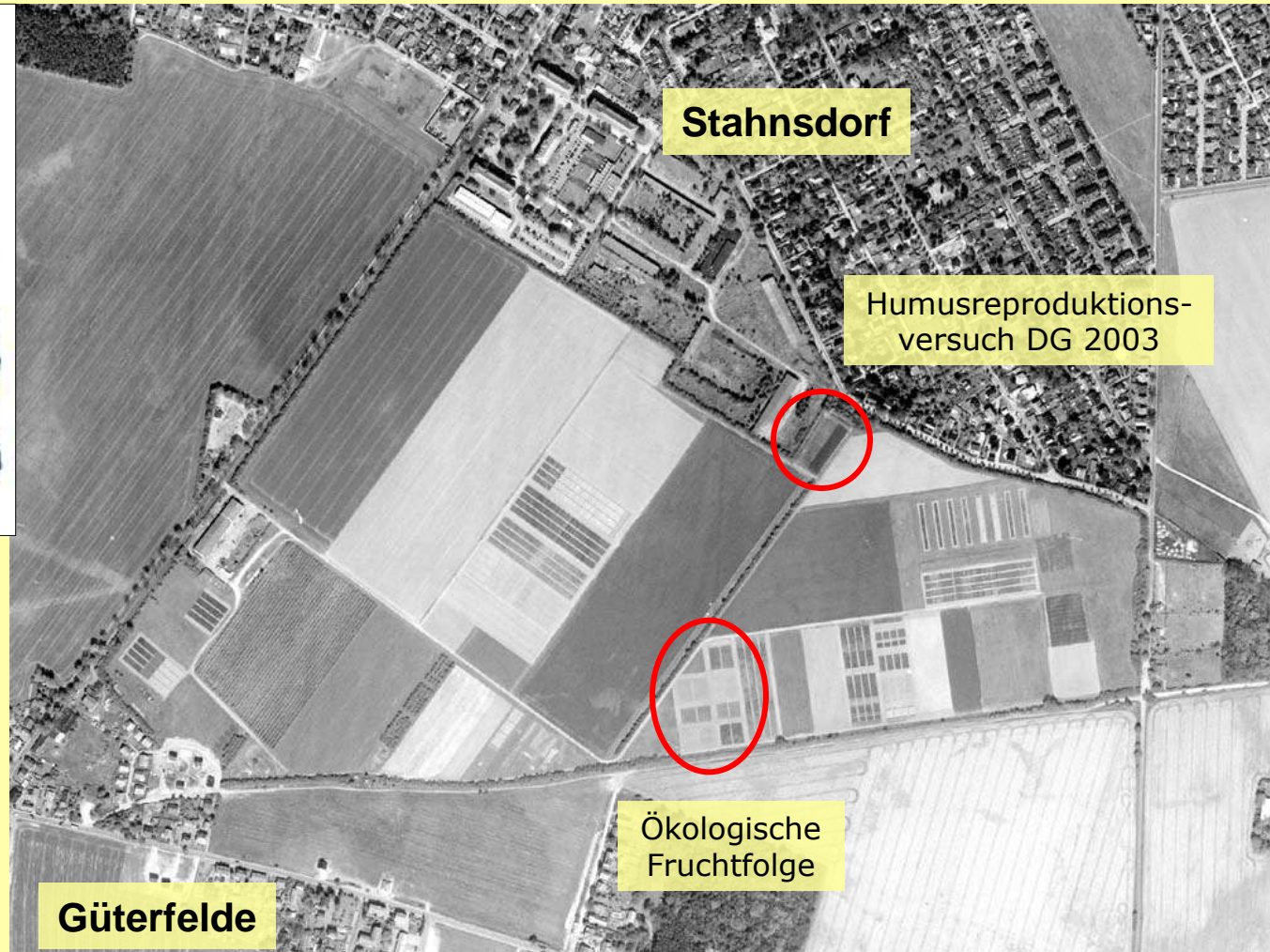
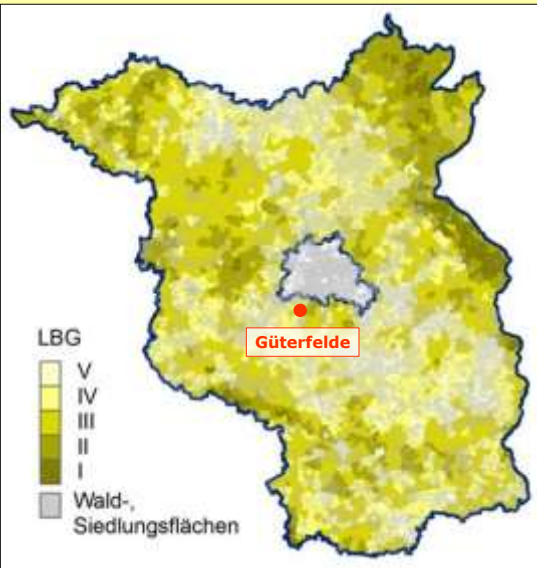
Höhenlage: 41 m NN

Grundwasserstand: > 20 m

mittlerer Jahresniederschlag: 540 mm

mittlere Jahrestemperatur: 9,2 °C

Versuchsstation Güterfelde



Bildquelle: LELF, Datensammlung Betriebsplanung (2015)

Bildquelle: Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg (2008)

Bodenstruktur unter differenzierter Bewirtschaftung

Mittlere Bodeneigenschaften in der Ackerkrume

| Merkmal | Öko-FF (LBGR 2011) | DG 2003 (LBGR 2004) |
|--|--|---|
| Bodenform | Ackerbraunerde-Fahlerde aus Geschiebedecksand | |
| Bodenschätzung | SI3D | SI4D |
| VDLUGA-Bodengruppe | 1 - Sand (S _s , AZ 23-31) | 1 - Sand (Su ₂ , AZ 38/36) |
| Ton/Schluff/Sand (%) | 3 / 6 / 91 | 4 / 18 / 78 |
| C_{org.}/N_{org.} (%) ¹ | 0,60 / 0,05 | 0,63 / 0,05 |
| pH-Wert ¹ | 6,0 | 4,9 |
| P_{DL}/K_{DL}/Mg_{CaCl2} (mg 100 g⁻¹) ¹ | 8,5 / 6,0 / 7,9 | 5,2 / 5,5 / 1,8 |
| Lagerungsdichte (g cm⁻³) | 1,58 | 1,62 |
| KAK (cmol_c/kg) | 4,4 | 5,5 |

Standortrepräsentanz BG 1: ca. 45 % der Ackerfläche im Land Brandenburg

Vortragsgliederung

- Einleitung
- Versuchsstandort Güterfelde/Brandenburg



- **Versuchscharakteristik**
- **Bodenstrukturmessungen**
- **Ergebnisse**
- **Fazit**

Ökologische Fruchtfolge & Humusreproduktionsversuch Güterfelde

- Kurzcharakteristik -

| Merkmal | Öko-FF | DG 2003 |
|----------------------------|---|--|
| Versuchsbeginn | 1995 (Honermeier) | 2003 (Zimmer) |
| Primäre Versuchsfrage | Ermittlung des Ertragsniveaus im viehlosen und viehhaltenden Öko-Landbau bei BB mit und ohne Pflug | Ermittlung der Humifizierungs- leistung von Getreidestroh und Stalldung mit/ohne Mineral-N- Einsatz bei pflugloser BB |
| Sekundäre Versuchsfrage | Auswirkung der Bewirtschaftung auf die Bodenstruktur | |
| Versuchsanlage | 2-faktorielle Blockanlage mit 4 Wiederholungen | zwei 1-faktorielle Blockanlagen mit 4 Wiederholungen |
| Prüffaktor | A: Bodenbearbeitung - wendend mit Pflug - pfluglos B: Wirtschaftsform - viehhaltend (0,7 GV ha ⁻¹) - viehlos | A: Organische Düngung - ohne - 30 dt ha ⁻¹ a ⁻¹ Stroh-TM - 20 dt ha ⁻¹ a ⁻¹ Dung-TM mit und ohne Mineral-N |
| Fruchtfolge | Kleegr.-Kart.-WR-Lup.-Trit.-SM- WR (+U) (jede Kultur steht jährlich im Feld, 3 x Winterzwischenfrucht) | WW-Trit.-WR. (jährlicher Kulturwechsel) |

Ökologische Fruchtfolge & Humusreproduktionsversuch Güterfelde - Kurzcharakteristik -



Bildquellen: LELF (Zimmer 2006, Dittmann 2009)

Vortragsgliederung

- Einleitung
- Versuchsstandort Güterfelde/Brandenburg
- Versuchscharakteristik
- **Bodenstrukturmessungen**
- **Ergebnisse**
- **Fazit**



Messung des Boden-Eindringwiderstandes am Standort Güterfelde



Bildquellen: LELF (Zimmer 2008)

- **Eijkelkamp-Penetrologger (Eindringwiderstand in MPa)**
- **optimale Bodenfeuchte (Wassersättigung, z.B. zeitiges Frühjahr)**
- **gleichmäßige Eindringgeschwindigkeit**
- **10 Messungen je Parzelle**

Stechzylinderbeprobung am Standort Güterfelde

- Bestimmung der Lagerungsdichte (TRD, DIN 19683 Bl. 12)
- Bestimmung von Gesamt-Porenvolumen (GPV), Luftkapazität (LK) und nutzbarer Feldkapazität (nFK)



Bildquellen: LELF (Zimmer 2009)

Drucktopfanlage des LfULG in Nossen



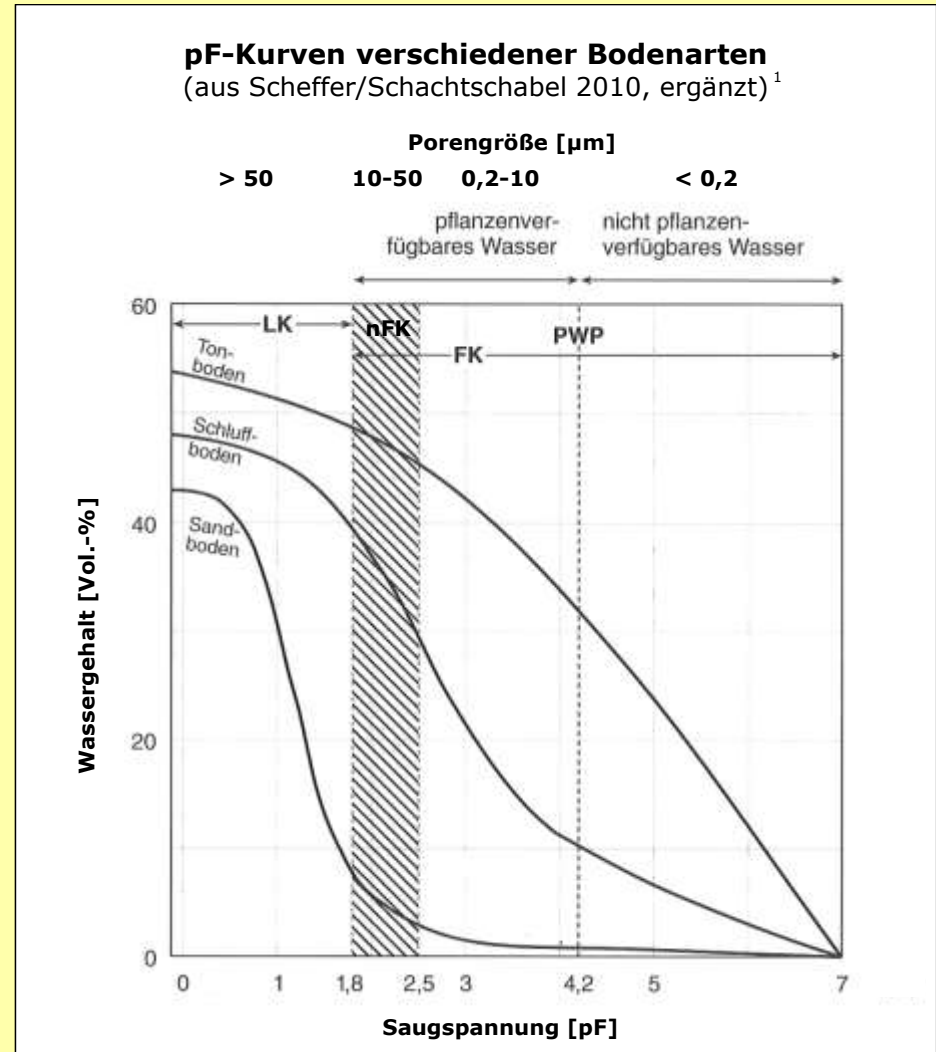
Bildquelle: Schmidt (2012)

Luftkapazität (LK)

- Saugspannung: 0-1,8 pF
- Grobporen > 50 μm
(Schnell absinkendes Sickerwasser)

Nutzbare Feldkapazität (nFK)

- Saugspannung: 1,8-2,4 pF
- Grobe Mittelporen 10-50 μm
(Nutzbares Sickerwasser)



Vortragsgliederung

- Einleitung
- Bodenstrukturmessungen im Feldversuch
- Versuchsstandort Güterfelde/Brandenburg
- Versuchscharakteristik
- **Ergebnisse**
- **Fazit**



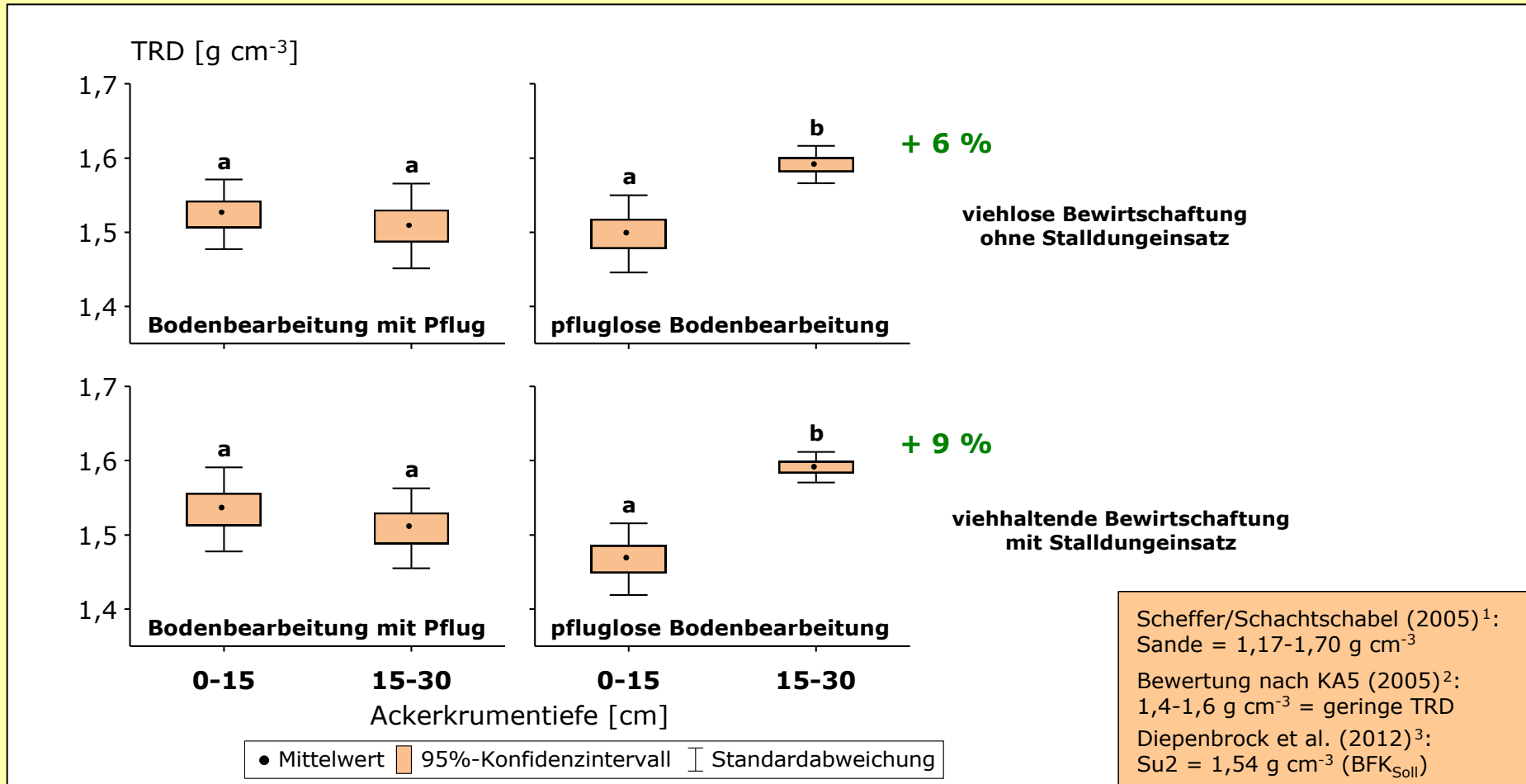
Ökologische Fruchtfolge Güterfelde - Ertragsleistung 1998-2009 (dt ha⁻¹ FM)* -

| Fruchtart | Bezugsbasis | Bodenbearbeitung | | Wirtschaftsform | | Mittel |
|------------------|-------------|------------------|---------------|-----------------|-------------|--------|
| | | wendend | nicht wendend | viehlos | viehhaltend | |
| Kleegras | TM | 74,6 a | 79,8b | 76,0 A | 78,4 A | 77,2 |
| Kartoffel | FM | 258,4 a | 258,2 a | 240,2 A | 276,3 B | 258,3 |
| Winterroggen | 86% TM | 29,4 b | 27,0 a | 25,0 A | 31,4 B | 28,2 |
| Lupine** | 86% TM | 12,8 b | 12,1 a | 12,2 A | 12,7 A | 12,5 |
| Wintertriticale | 86% TM | 32,8 b | 28,5 a | 27,7 A | 33,6 B | 30,7 |
| Silomais | TM | 90,1 b | 85,5 a | 80,6 A | 95,0 B | 87,8 |
| Winterroggen +US | 86% TM | 20,0 b | 16,9 a | 16,1 A | 20,8 B | 18,5 |

* Datenbasis: Parzellenwerte der Anbaujahre, adjustierte Mittelwerte der Bodenbearbeitung- bzw. Bewirtschaftungsvarianten einer Kulturart mit gleichen kleinen oder großen Buchstaben unterscheiden sich im LSD-Test nicht signifikant ($\alpha \leq 0,05$)

** Gelbe Lupine 1998-2000, Blaue Lupine 2001-2009

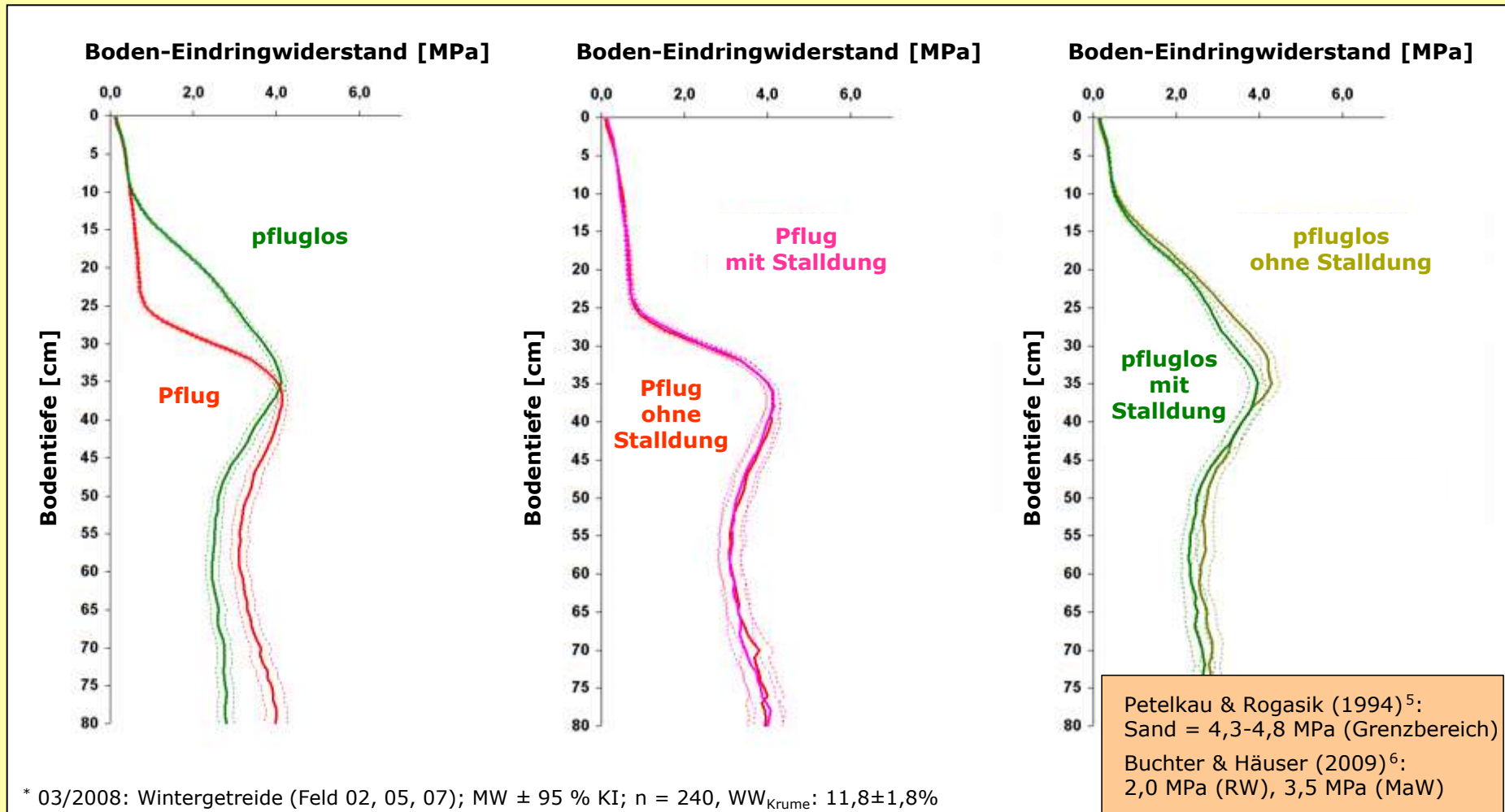
Auswirkungen von Bodenbearbeitung und Stalldungeneinsatz auf die Bodenlagerungsdichte in der Ackerkrume* (Öko-FF Güterfelde, 2009/10)



Scheffer/Schachtschabel (2005)¹:
Sande = 1,17-1,70 g cm^{-3}
 Bewertung nach KA5 (2005)²:
1,4-1,6 g cm^{-3} = geringe TRD
 Diepenbrock et al. (2012)³:
Su2 = 1,54 g cm^{-3} (BFK_{Soll})
 Hallett & Bengough (2013)⁴:
Sandböden = 1,61 g cm^{-3}

* n=28, N=2.366, Mittelwerte der Kombination von Bodenbearbeitung mit und ohne Stalldungeneinsatz und Ackerkrumentiefe mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich im LSD-Test nicht signifikant ($\alpha \leq 0,05$)

Auswirkungen von Bodenbearbeitung und Stallungseinsatz auf den Boden-Eindringwiderstand (Öko-FF Güterfelde, 2008)*



Auswirkungen von Bodenbearbeitung und Stallungeinsatz auf ausgewählte Bodenstrukturmerkmale in der Ackerkrume* (Öko-FF Güterfelde, 2009/10)

| Merkmal | Ackerkrum- tiefe [cm] | Kombination Bodenbearbeitung und Stallungeinsatz | | | | | |
|---------|---------------------------------|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | mit Pflug | | | pfluglos | | |
| | | ohne Stallung | | mit Stallung | | | |
| | | Klee gras | Triticale | Klee gras | Triticale | Klee gras | Triticale |
| GPV | 0 - 15 | 45,0 ^a | 43,5 ^a | 44,8 ^a | 46,3 ^b | 43,8 ^a | 47,0 ^b |
| | 15 - 30 | 45,7 ^b | 44,2 ^b | 40,2 ^a | 38,3 ^a | 39,6 ^a | 39,0 ^a |

* n=4, N=480, Mittelwerte der Bewirtschaftungsvarianten je Feld und Ackerkrumentiefe mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich im LSD-Test nicht signifikant ($\alpha \leq 0,05$), siehe auch Schmidt et. al (2012)⁷

Bewertung nach KA5 (2005)²:
 36-38 Vol.% = geringes GPV
 38-46 Vol.% = mittleres GPV
 46-54 Vol.% = hohes GPV

Auswirkungen von Bodenbearbeitung und Stallungeinsatz auf ausgewählte Bodenstrukturmerkmale in der Ackerkrume* (Öko-FF Güterfelde, 2009/10)

| Merkmal | Ackerkrumentiefe [cm] | Kombination Bodenbearbeitung und Stallungeinsatz | | | | | |
|----------|--------------------------|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | mit Pflug | | pfluglos | | | |
| | | Kleegras | Triticale | ohne Stallung | | mit Stallung | |
| Kleegras | Triticale | | | Kleegras | Triticale | | |
| GPV | 0 - 15 | 45,0 ^a | 43,5 ^a | 44,8 ^a | 46,3 ^b | 43,8 ^a | 47,0 ^b |
| | 15 - 30 | 45,7 ^b | 44,2 ^b | 40,2 ^a | 38,3 ^a | 39,6 ^a | 39,0 ^a |
| LK | 0 - 15 | 25,8 ^b | 28,1 ^a | 25,6 ^b | 29,3 ^a | 22,6 ^a | 30,1 ^a |
| | 15 - 30 | 27,6 ^b | 28,5 ^b | 21,6 ^a | 20,7 ^a | 20,7 ^a | 21,5 ^a |

* n=4, N=480, Mittelwerte der Bewirtschaftungsvarianten je Feld und Ackerkrumentiefe mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich im LSD-Test nicht signifikant ($\alpha \leq 0,05$), siehe auch Schmidt et. al (2012)⁷

Bewertung nach KA5 (2005)²:
 13-26 Vol.% = hohe LK
 > 26 Vol.% = sehr hohe LK

Auswirkungen von Bodenbearbeitung und Stallungeinsatz auf ausgewählte Bodenstrukturmerkmale in der Ackerkrume* (Öko-FF Güterfelde, 2009/10)

| Merkmal | Ackerkrumentiefe [cm] | Kombination Bodenbearbeitung und Stallungeinsatz | | | | | |
|---------|--------------------------|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | mit Pflug | | pfluglos | | | |
| | | ohne Stallung | | mit Stallung | | | |
| | | Klee gras | Triticale | Klee gras | Triticale | Klee gras | Triticale |
| GPV | 0 - 15 | 45,0 ^a | 43,5 ^a | 44,8 ^a | 46,3 ^b | 43,8 ^a | 47,0 ^b |
| | 15 - 30 | 45,7 ^b | 44,2 ^b | 42,2 ^a | 38,3 ^a | 39,6 ^a | 39,0 ^a |
| LK | 0 - 15 | 25,8 ^a | 25,8 ^a | 21,6 ^a | 19,3 ^a | 22,6 ^a | 30,1 ^a |
| | 15 - 30 | 27,6 ^b | 28,5 ^b | 21,6 ^a | 20,7 ^a | 20,7 ^a | 21,5 ^a |
| nFK | 0 - 15 | 13,9 ^a | 12,9 ^a | 13,7 ^a | 13,9 ^a | 16,3 ^b | 13,4 ^a |
| | 15 - 30 | 14,2 ^a | 13,2 ^a | 13,9 ^a | 14,9 ^b | 13,3 ^a | 14,6 ^b |

Bewertung nach KA5 (2005)²:
6-14 Vol.% = geringe nFK
14-22 Vol.% = mittlere nFK

* n=4, N=480, Mittelwerte der Bewirtschaftungsvarianten je Feld und Ackerkrumentiefe mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich im LSD-Test nicht signifikant ($\alpha \leq 0,05$), siehe auch Schmidt et. al (2012)⁷

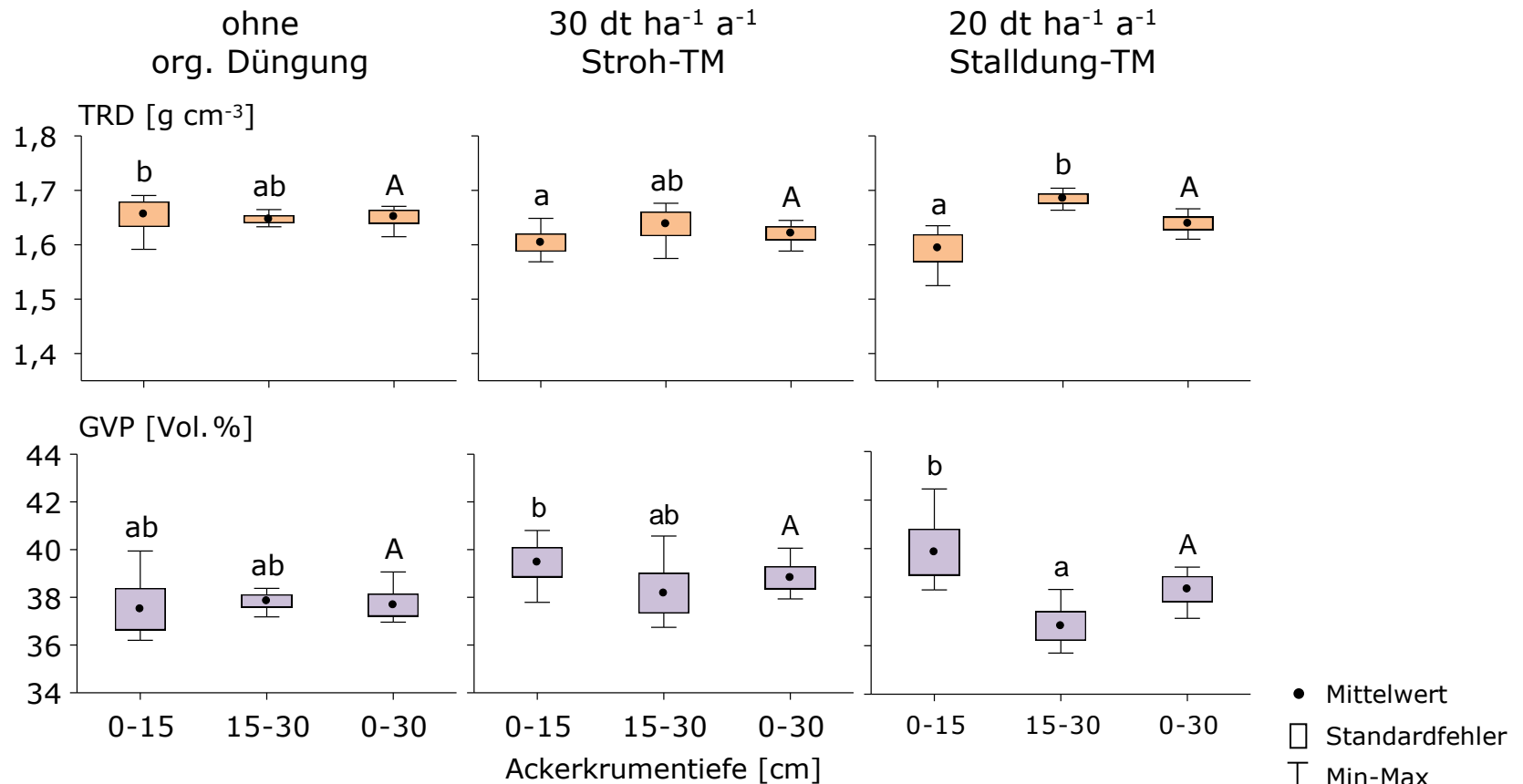
Humusreproduktionsversuch Güterfelde

- Ertragsleistung 2004-2013 (dt ha⁻¹ FM bei 86 % TS)* -

| Organische Düngung | Winterweizen | | Triticale | | Winterroggen | | Fruchtfolge |
|---|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--|
| | Korn | Stroh | Korn | Stroh | Korn | Stroh | |
| | [dt ha ⁻¹ a ⁻¹ FM bei 86 % TS] | | | | | | [dt ha ⁻¹ a ⁻¹ TM] |
| ohne | 27,3 b | 23,5 c | 35,0 b | 25,7 a | 47,7 b | 35,1 a | 54,5 b |
| Getreidestroh (30 dt ha ⁻¹ TM) | 26,7 b | 21,1 b | 34,6 b | 25,6 a | 47,3 b | 34,0 a | 52,9 b |
| Stalldung (20 dt ha ⁻¹ TM) | 21,0 a | 18,3 a | 30,1 a | 23,0 a | 39,6 a | 31,8 a | 45,6 a |
| GD_{5%} | 3,9 | 2,1 | 2,4 | 3,7 | 3,7 | 5,3 | 3,2 |

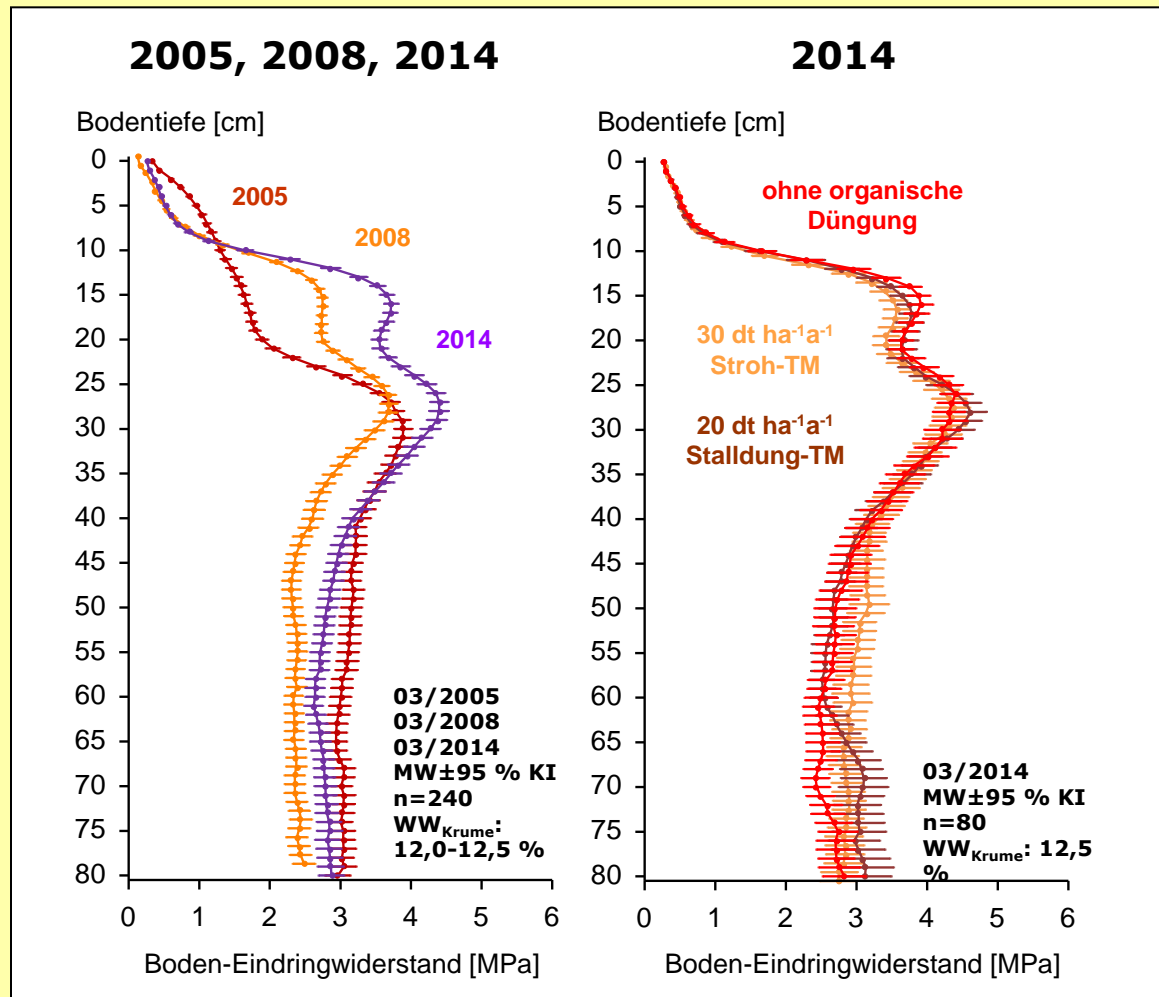
* Datenbasis: Parzellenwerte der Anbaujahre, adjustierte Mittelwerte der Düngungsvarianten einer Spalte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich im LSD-Test nicht signifikant ($\alpha \leq 0,05$)

Auswirkungen von organischer Düngung bei pflugloser Bodenbearbeitung auf die Lagerungsdichte und das Gesamt-Porenvolumen in der Ackerkrume (Humusreproduktionsversuch Güterfelde, 2013)*

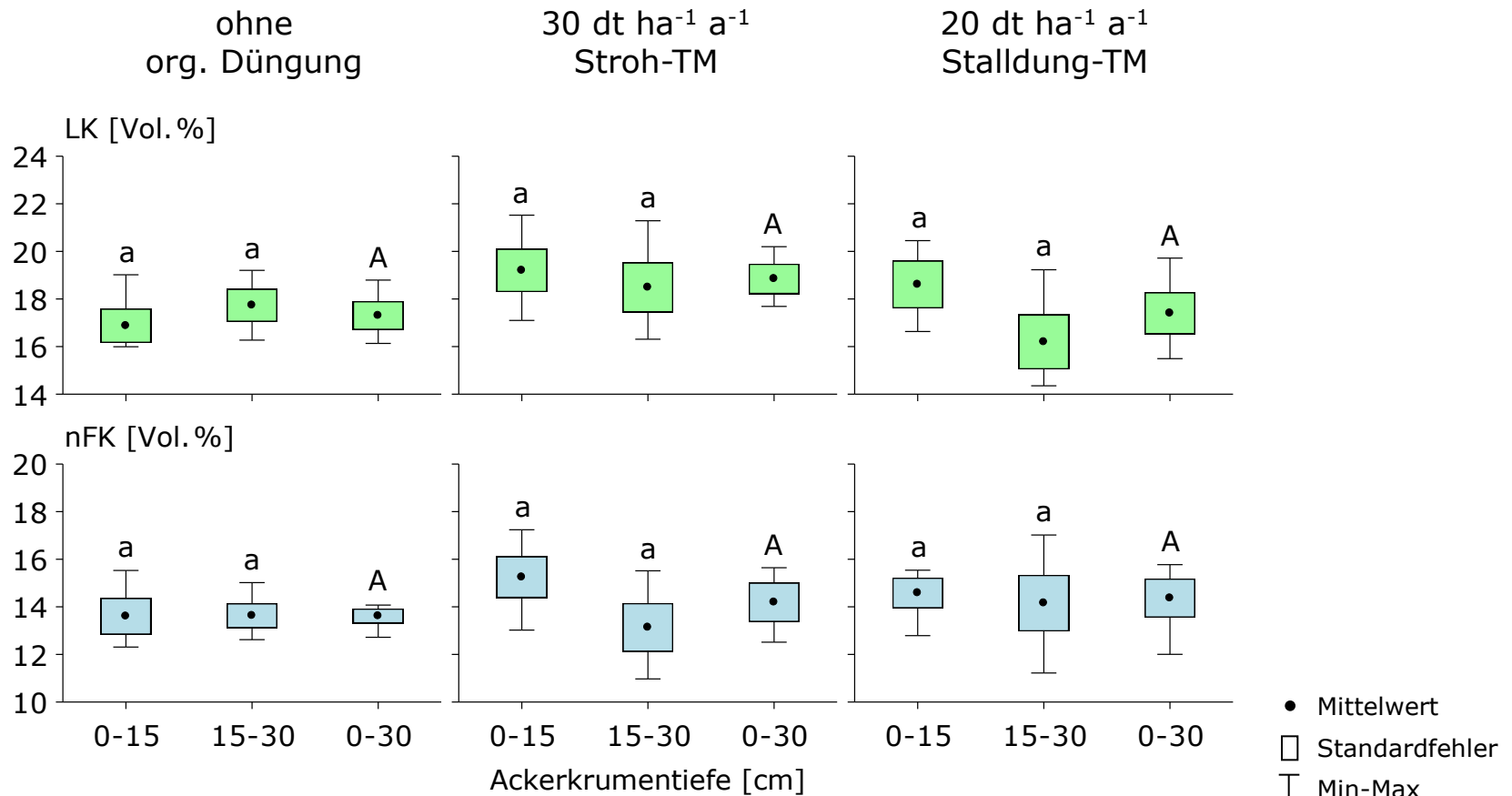


* Datenbasis: Parzellenwerte der Stechzylinderbeprobung 2013, n=4, N=192, adjustierte Merkmalsmittelwerte der Düngungsvarianten mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich im LSD nicht signifikant ($\alpha \leq 0,05$)

Auswirkungen von pflugloser Bodenbearbeitung auf den Boden-Eindringwiderstand (Humusreproduktionsversuch Güterfelde)*



Auswirkungen von organischer Düngung bei pflugloser Bodenbearbeitung auf die Luft- und nutzbare Feldkapazität in der Ackerkrume (Humusreproduktionsversuch Güterfelde, 2013)*



* Datenbasis: Parzellenwerte der Stechzylinderbeprobung 2013, n=4, N=192, adjustierte Merkmalsmittelwerte der Düngungsvarianten mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich im LSD nicht signifikant ($\alpha \leq 0,05$)

Fazit

Nach 15 Versuchsjahren Ökologische Fruchtfolge Güterfelde führte pfluglose Bodenbearbeitung mit und ohne Stalldung im Vergleich zum Pflugeinsatz

in der Oberkrume ➤ zu tendenziell geringerer TRD
➤ zu tendenziell höherem GPV & LK

in der Unterkrume ➤ zu signifikant höherer TRD
➤ zu tendenziell geringerem GPV & LK

Nach 10 Versuchsjahren Humusreproduktionsversuch Güterfelde führte pfluglose Bodenbearbeitung bei organischer Düngung

in der Oberkrume ➤ zu signifikant geringer TRD und tendenziell höherem GPV

in der Unterkrume ➤ zu tendenziell höherer TRD und tendenziell geringerem GPV

Messungen des Boden-Eindringwiderstandes bestätigen die TRD-Änderungen in der Ackerkrume, zeigen jedoch keine Differenzierung von organischer Düngung auf.

In beiden Versuchen hat dauerhaft pfluglose Bodenbearbeitung

- **keinen Einfluss auf die nFK**

In beiden Versuchen hat die organische Düngung bei dauerhaft pfluglose Bodenbearbeitung

- **keinen Einfluss auf die nFK**

Résumé:

Merkmalsdifferenzierung unter den gegebenen Standortbedingungen vollzieht sich im Rahmen von guter fachlicher Praxis der Bodenbewirtschaftung in Zeiträumen > 15 Jahren, was in der Landbaupraxis zu berücksichtigen ist.

Quellenverzeichnis

- 1 Blume et al. (2010): Scheffer/Schachtschabel – Lehrbuch der Bodenkunde. 16. Auflage. Spektrum Akademischer Verlag. Heidelberg: 569 S.
- 2 ad-hoc AG Boden: Bodenkundliche Kartieranleitung. KA5. 5. Auflage. Hannover. 438 S.
- 3 Diepenbrock, Ellmer & Leon (2012): Ackerbau, Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung. 3. Auflage. Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart. 364 S.
- 4 Hallett & Bengough (2013): Managing the soil physical environment for plants
IN: Gregory & Nortcliff (ed.): Soil Conditions and Plant Growth. Wiley-Blackwell. Chichester: 238-268
- 5 Petelkau & Rogasik (1994) IN: Beese et al. (1999): Schutz des Bodens. Buchwald & Engelhardt (Hrsg.).
Economia Verlag. Bonn. 156 S.
- 6 Buchter & Häuser (2009): Arbeitshilfe der Bodenschutzstellen der Kantone. Kantonale Bodenschutz-
fachstellen (Hrsg.). www.bafu.admin.ch, abgerufen am 02.11.2015
- 7 Schmidt, Götze, Zimmer, Dittmann, Bergner & Kroschewski (2012): Einfluss von langjähriger Boden-
bearbeitung mit und ohne Pflug auf die Bodenstruktur in der Ökologischen Fruchtfolge Güterfelde. Mitt.
d. Gesell. f. Pflanzbauwiss. Band 24 Verlag Liddy Halm. Göttingen. 2012. S. 166-167



Zum Wert von Dauerversuchen im „Jahr des Bodens“

**Vom Kurzfristigen ist es nur ein kleiner Schritt zum Kurzsichtigen.
Geschwindigkeit schlägt Gründlichkeit, das Risiko die Solidität.
Der Mangel an Seriosität wird zum Anspruch.**



Danke für Ihre Aufmerksamkeit !