



Bewertung des Bodengefüges von Ackerflächen der Pilotbetriebe und Schlussfolgerungen zur nachhaltigen Bodennutzung

Jan Rücknagel, Eva Höhne und Olaf Christen

**Martin-Luther-Universität
Halle-Wittenberg
Professur Allgemeiner Pflanzenbau/ÖL
Betty-Heimann-Str. 5
06120 Halle (Saale)**

**Bewertung
des Boden-
gefüges**

Braunschweig

27.02.2013

1. Einleitung

Anleitungen für die Feldgefügeansprache haben eine lange Tradition und Aktualität ...



1947

Feld diagnose des physikalischen Bodenzustandes durch Strukturmerkmalskombinationen	
Schlag-Nr. / Meßpunkt-Nr.	Aufnahmedatum / Bearbeiter:
Strukturzone	von 0 bis cm Bodentiefe
Strukturzone	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
Größe der Gefügekörper	1. fein < 5 mm 2. mittel 5-20 mm 3. groß 20-50 mm 4. sehr groß > 50 mm 5. ungegliedert
Form der Gefügekörper	1. rundlich 2. stumpfkantig-rauhlich 3. scharfkantig-glattlich 4. unregelmäßig
Form und Platzierung der Zwischenaggregathohlräume	1. röhrenartige Hohlräume 2. röhrenartige Risse 3. glattwandige Hohlräume 4. glattwandige Risse 5. unregelmäßig
Öffnungsweite der Aggregatengrenzflächen	1. offen 2. halboffen 3. geschlossen 4. ohne Grenzflächen
Art der Aggregatbildung	1. sehr hoch 2. hoch 3. mittel 4. gering
BONITÄT ERGEBNIS	Strukturmerkmalskombination dominierend begleitend

1989

1991

Gewichtung der Gefügekernale				Packungsdichte		
Mittel	Hoch	Sehr hoch				
Aggregatgröße	Zusammenhalt der Aggregate	Lagerungsart der Aggregate	Volumenanteil der Makroporen	Wurzelveilung	Benennung	Kurzzeichen
gr1 bis gr2	V1	sperrig	sehr hoch	gleichmäßig	sehr gering	Pd1
gr1 bis gr3	V2	offen	hoch	gleichmäßig	gering	Pd2
gr1 bis gr4	V3	halb offen	mittel	fast gleichmäßig	mittel	Pd3
gr3 bis gr5	V4	fast geschlossen	gering	ungleichmäßig	hoch	Pd4
gr4 bis gr5	V5	geschlossen	sehr gering	sehr ungleichmäßig	sehr hoch	Pd5

PARAMETER	EGENSCHAFTEN
1 Struktur der Oberfläche	... röhrenartige Aggregate röhrenartige Aggregate röhrenartige Aggregate ...
2 Durchwurzelung des Bodens	... röhrenartige Aggregate röhrenartige Aggregate röhrenartige Aggregate ...
3 Makroporen/ Bioporen	... röhrenartige Aggregate röhrenartige Aggregate röhrenartige Aggregate ...
4 Gefüge und Verfestigung	... röhrenartige Aggregate röhrenartige Aggregate röhrenartige Aggregate ...
5 Organische Reststoffe	... röhrenartige Aggregate röhrenartige Aggregate röhrenartige Aggregate ...
6 Farbe und Geruch	... röhrenartige Aggregate röhrenartige Aggregate röhrenartige Aggregate ...

2007

2012

2009

Bewertung des Boden-gefüges

Braunschweig

27.02.2013

Bewertung	1	2	3	4	5
Beschaffenheit der Bodenoberfläche	günstig ungünstig				
Merkmale	je nach Anforderung nach bis hin Makroporen und Einzelaggregate erkennbar; Wurzelmark		Größenfalten, Aggregate verschoben, verdrängtes, Entmischung, Klüften		
Gefügestufen von Krume und Unterboden	Einzelkerngefüge				
Ungegliederte Gefügestufen (nicht aggregierte Gefüge)	Zusammenhängendes Gefüge (Füllgefüge)				
Merkmale	locker zusammenhängend, porös, bei Druck leicht zerfallend		fest zusammenhängend, dicht gelagert, kaum (keine) Makroporen		
Gegliederte Gefügestufen (aggregierte Gefüge)	Scharfkantiges Gefüge (Polyedergefüge)				
Merkmale	porös, locker, bei Aggregat		uncharf begrenzte, poröse Aggregate, bei bestmöglichen Druck zerfallend		
Worauf noch zu achten ist	gleichmäßig, Wurzeln auf Krümelchen, geringe Wurzeln, wurstförmige Züge				
Wurzeln (Durchwurzelung)	gleichmäßig (braun) Farbe, keine Risse und Strukturmerkmale zeigen		Riss- und Strukturmerkmale (Rissstrukturen), Wurzelmark, durch feine, zerfallend		
Farbe, Geruch (Durchlüftung)	in Röhren oder eingetaucht abgebaut (Jahreszeit berücksichtigen)		mäßig hoch, „ammoniakal“, ungleichmäßig verteilt („Makroporen“), verrotten		
Entwicklungsstadien	röhrenartige, glattblättrig, mehr oder weniger dichte Aggregate, sehr fest bis 0,2; bis 0,2 bis 0,5; mittel 0,5 bis 3; groß über 3 cm		wenige oder keine Röhren und Klüfte		
Röhren, Klüfte	abgerundete Röhren (Wurm- oder Wurzelmark), Klüfte		abgerundete Röhren von locker-porösen zu kompakteren Gefügestufen		
Übergang (z. B. Krume/ Unterboden)	abnehmend		abnehmend		



Bestimmungsschlüssel zur Erkennung und Bewertung von Bodenschadverdichtungen im Feld

1. Einleitung

Fragestellungen:

1. **Ist die Spatendiagnose ein praktikables und treffsicheres Instrument zur Beurteilung des physikalischen Bodenzustandes?**
2. **Differenziert sich das Bodengefüge zwischen den konventionell und ökologisch bewirtschafteten Flächen?**
3. **Wie ist der Zustand des Bodengefüges auf den untersuchten Flächen insgesamt einzuschätzen (Zufallsstichprobe)?**
4. **Welche Schlussfolgerungen für eine nachhaltige Bodennutzung lassen sich aus den Untersuchungen ziehen?**



Bewertung
des Boden-
gefüges

Braunschweig

27.02.2013

2. Methoden - Laboruntersuchungen

Vorgehen im Feld

- Untersuchungen auf 20 Praxisflächen (10 ökologisch / 10 konventionell) und 5 Feldversuchsflächen
- Bodenartengruppen: Sande, Schluffe, Lehme und Tone



- Stechzylinderentnahme aus Ackerkrume (17-23 cm) und krumennahem Unterboden (32-38 cm)

Beispiel: Luftkapazität

Die **Luftkapazität** ist der Luftgehalt des Bodens als Volumenanteil bei Feldkapazität. Sie umfasst Poren mit Durchmesser $> 50 \mu\text{m}$ [Vol.-%].



**Schwellenwert zur
Schadverdichtung** < 8 Vol.-% AK
< 5 Vol.-% UB

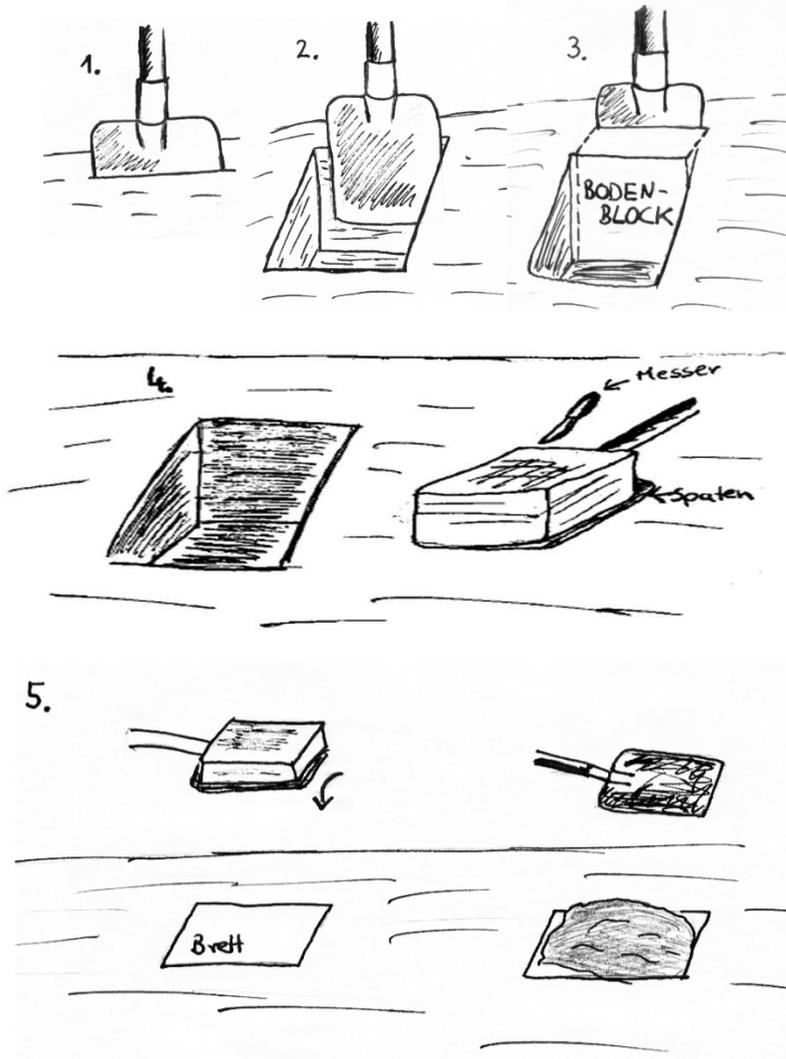
Bewertung
des Boden-
gefüges

Braunschweig

27.02.2013

2. Methoden - Spatendiagnose

Vorgehen im Feld



Einzelparameter

- **Lagerung der Aggregate**
sperrig (1) – geschlossen (5)
- **Verfestigungsgrad**
zerfällt bei Entnahme (1) – zerfällt bei Abwurf kaum (5)
- **Aggregatgröße**
sehr fein (1) – grob (5)
- **Wurzelverteilung**
gleichmäßig (1) – starke Häufung (5)
- **Biogene Makroporen**
zahlreich (1) – wenige (5)
- **Mechanischer Widerstand**
sehr gering (1) – sehr hoch (5)
- **Gefügestärke**
Krümel (1) – Platten (5)

Bewertung
des Boden-
gefüges

Braunschweig

27.02.2013

2. Methoden - Spatendiagnose



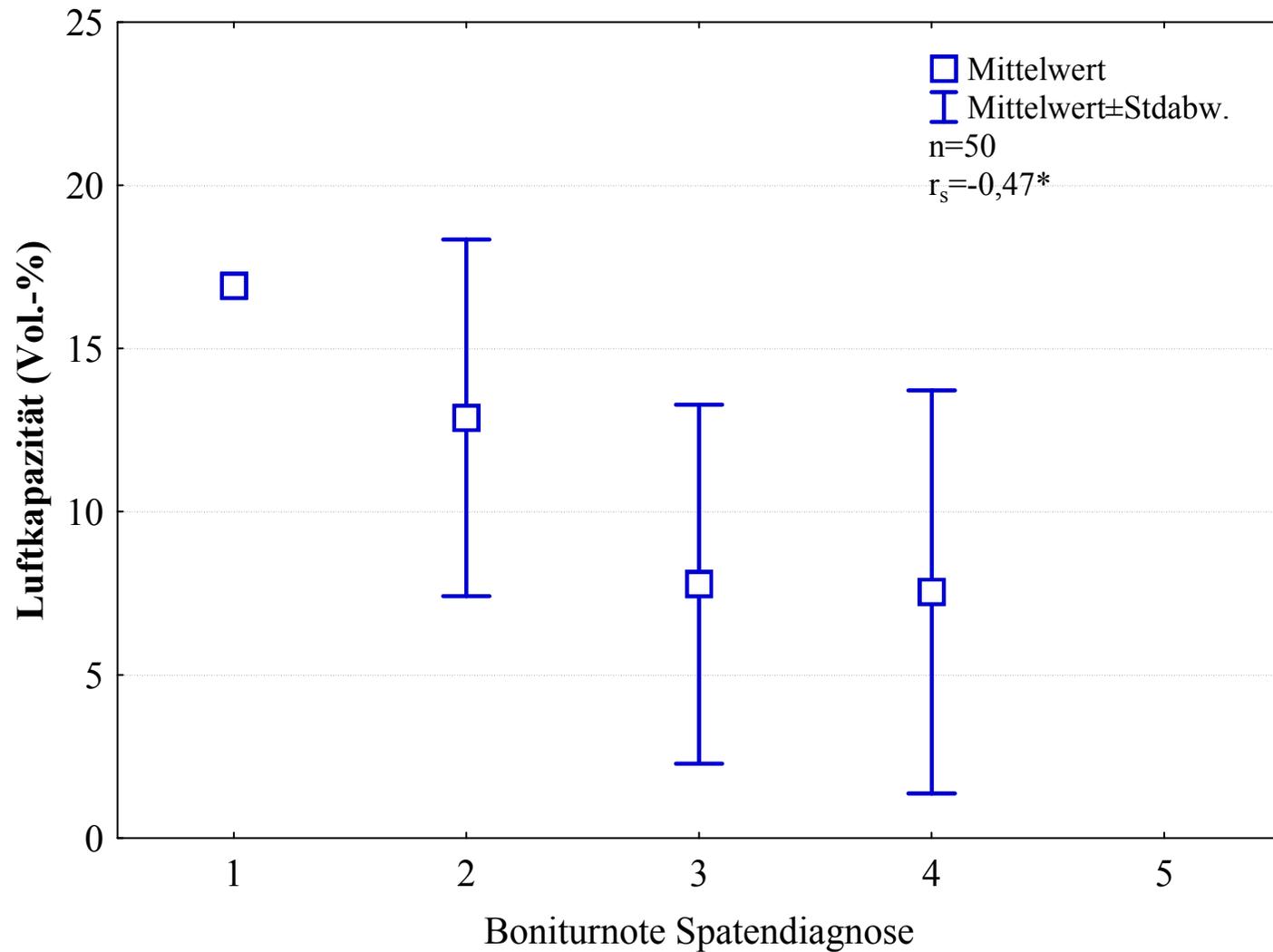
**Intaktes und gut aggregiertes
Bodengefüge (Boniturnote 1)**



Fotos: Dr. Gerhard Dumbeck

**Bodengefüge mit Merkmalen
starker Verdichtung (Boniturnote 4)**

3. Ergebnisse - Spatendiagnose



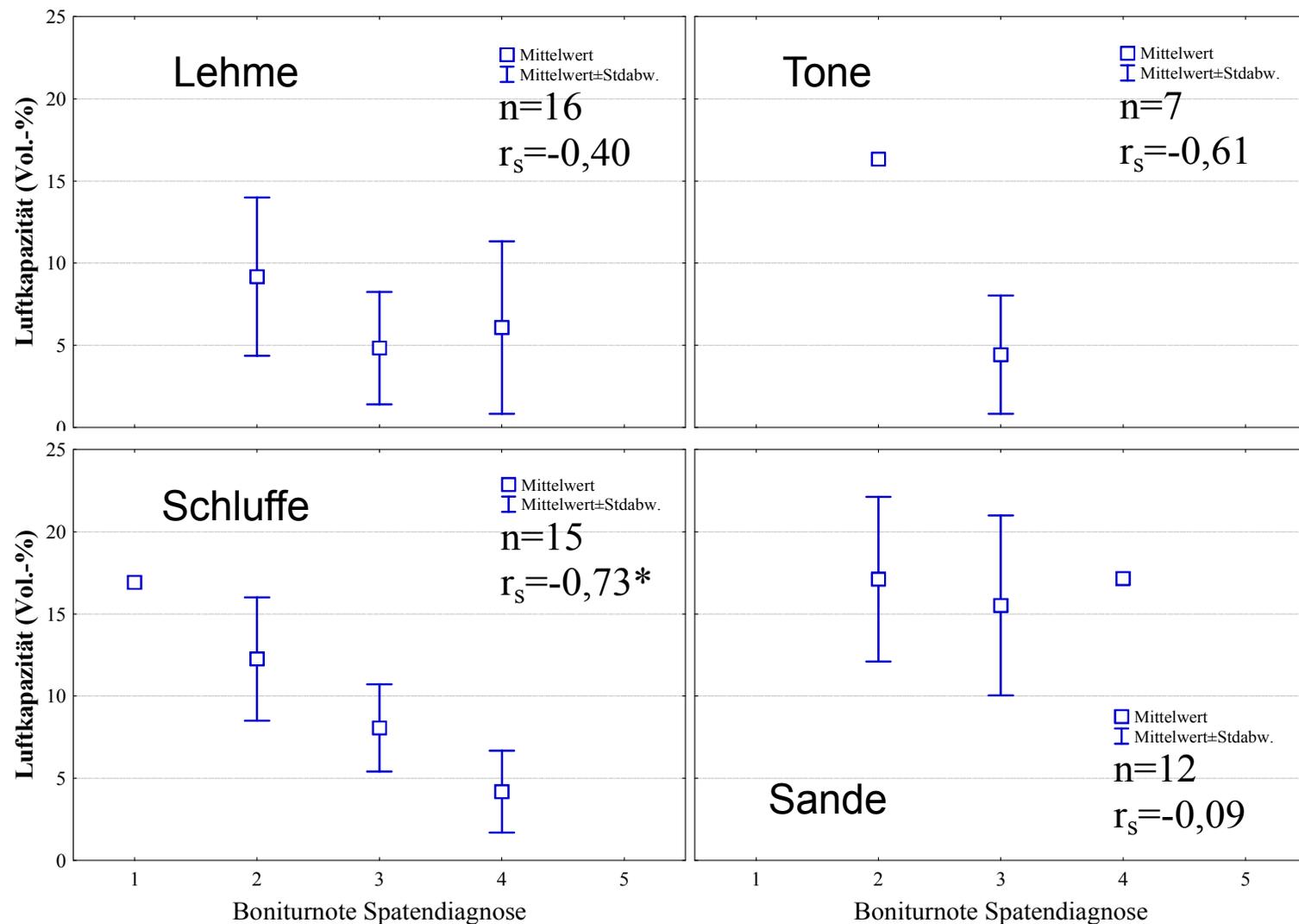
Bewertung
des Boden-
gefüges

Braunschweig

27.02.2013

Zusammenhang zwischen der Spatendiagnose-Boniturnote (Packungsdichte-Methode nach DIN 19682) und der Luftkapazität für alle Bodenartengruppen

3. Ergebnisse - Spatendiagnose



Bewertung
des Boden-
gefüges

Braunschweig

27.02.2013

Zusammenhang zwischen der Spatendiagnose-Boniturnote (Packungsdichte-Methode nach DIN 19682) und der Luftkapazität nach Bodenartengruppen

3. Ergebnisse - Spatendiagnose

Zusammenhänge (Korrelationskoeffizienten) von sensorischen Parametern und der Luftkapazität [Vol.-%]; *signifikant bei $p < 0,05$; **signifikant bei $p < 0,01$

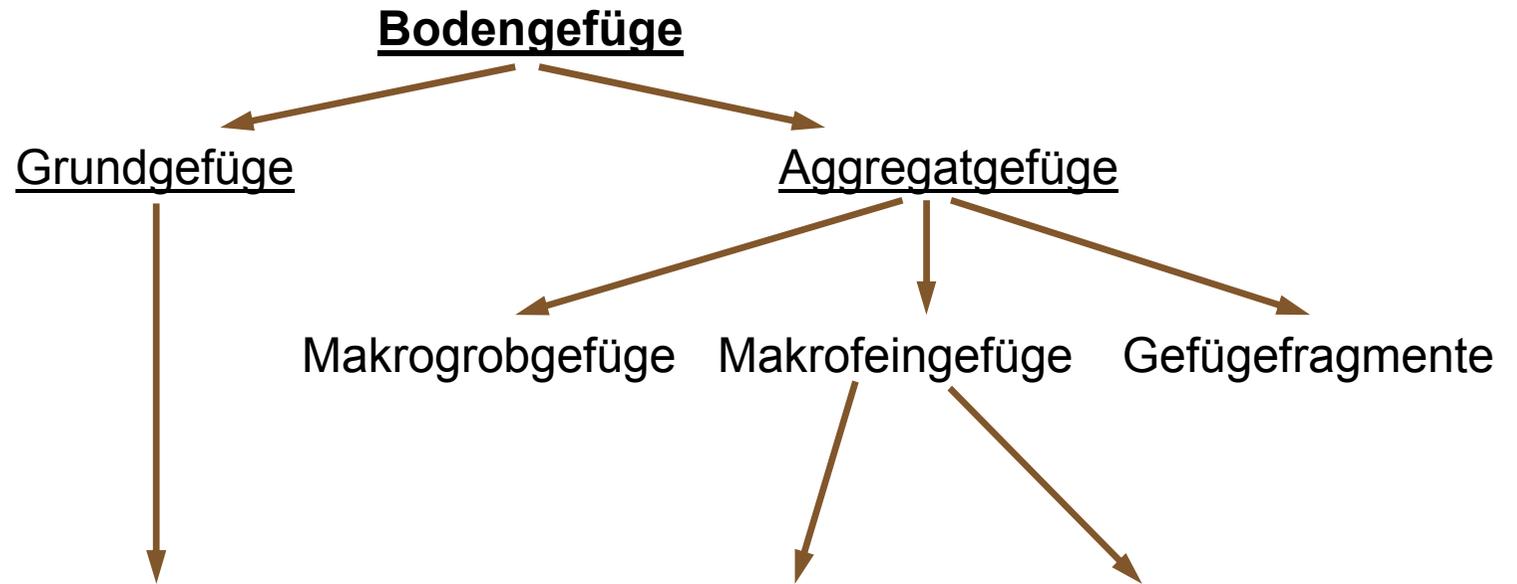
Parameter	Hauptbodenart				
	Lehme	Sande	Tone	Schluffe	alle Böden
Lagerung der Aggregate	-0,69**	-	-0,40	-0,58*	-0,63**
Verfestigungsgrad	-0,70**	-0,23	-0,47	-0,63*	-0,59**
Aggregatgröße	-0,80**	-	-0,65	-0,02	-0,47**
Wurzelverteilung	-0,47*	-0,07	-0,40	-0,64**	-0,40*
Biog. Makroporen	-0,27	0,05	-0,59	-0,38	-0,26
Mechan. Widerstand	-0,46*	-0,20	-0,69	-0,57*	-0,46**

Bewertung
des Boden-
gefüges

Braunschweig

27.02.2013

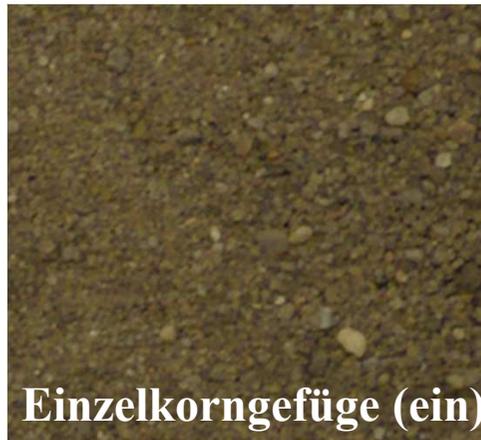
3. Ergebnisse - Spatendiagnose



Bewertung
des Boden-
gefüges

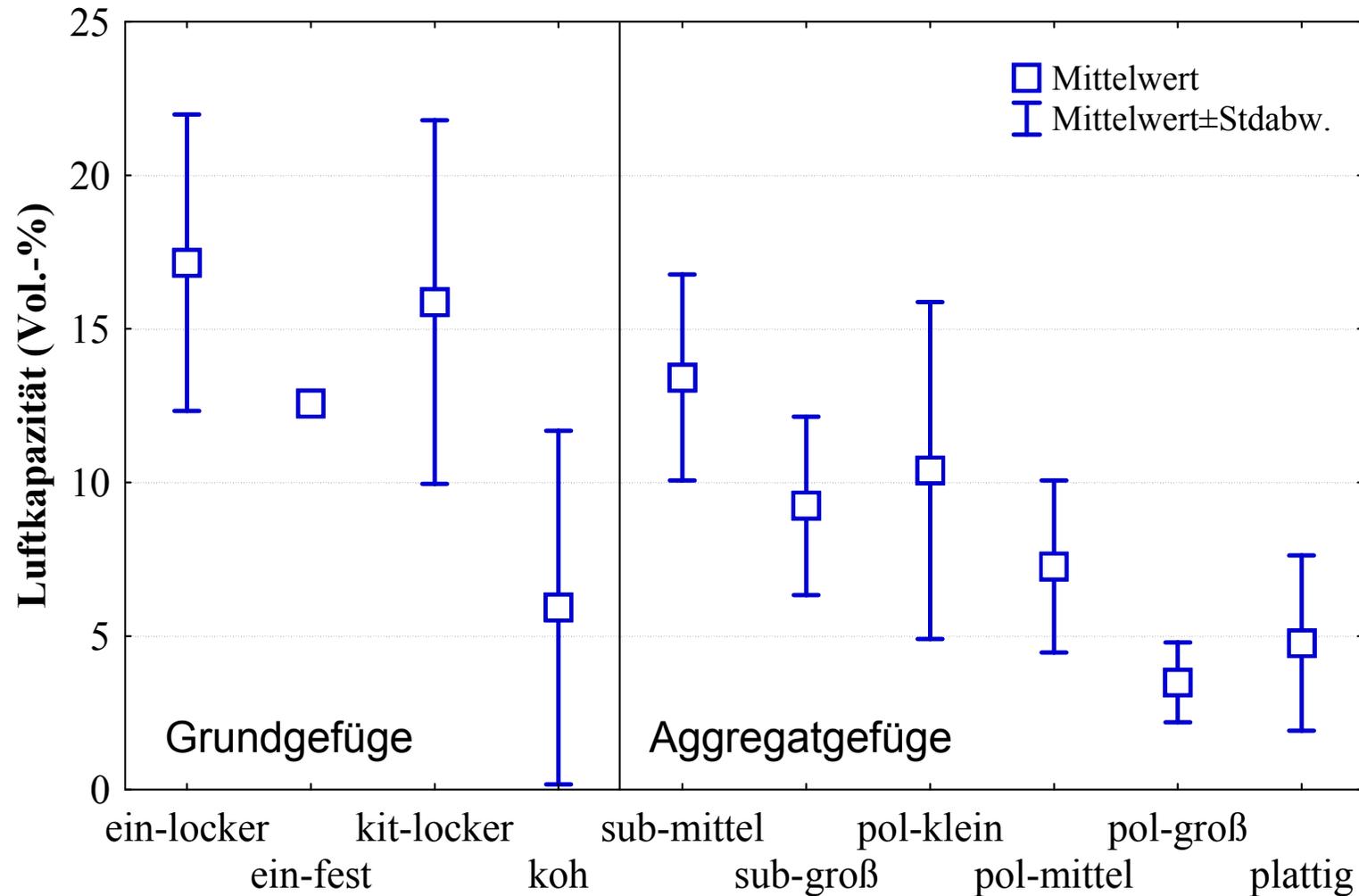
Braunschweig

27.02.2013



Formen des Makrogefüges (auszugsweise nach Bodenkundliche Kartieranleitung, 2005)

3. Ergebnisse - Spatendiagnose



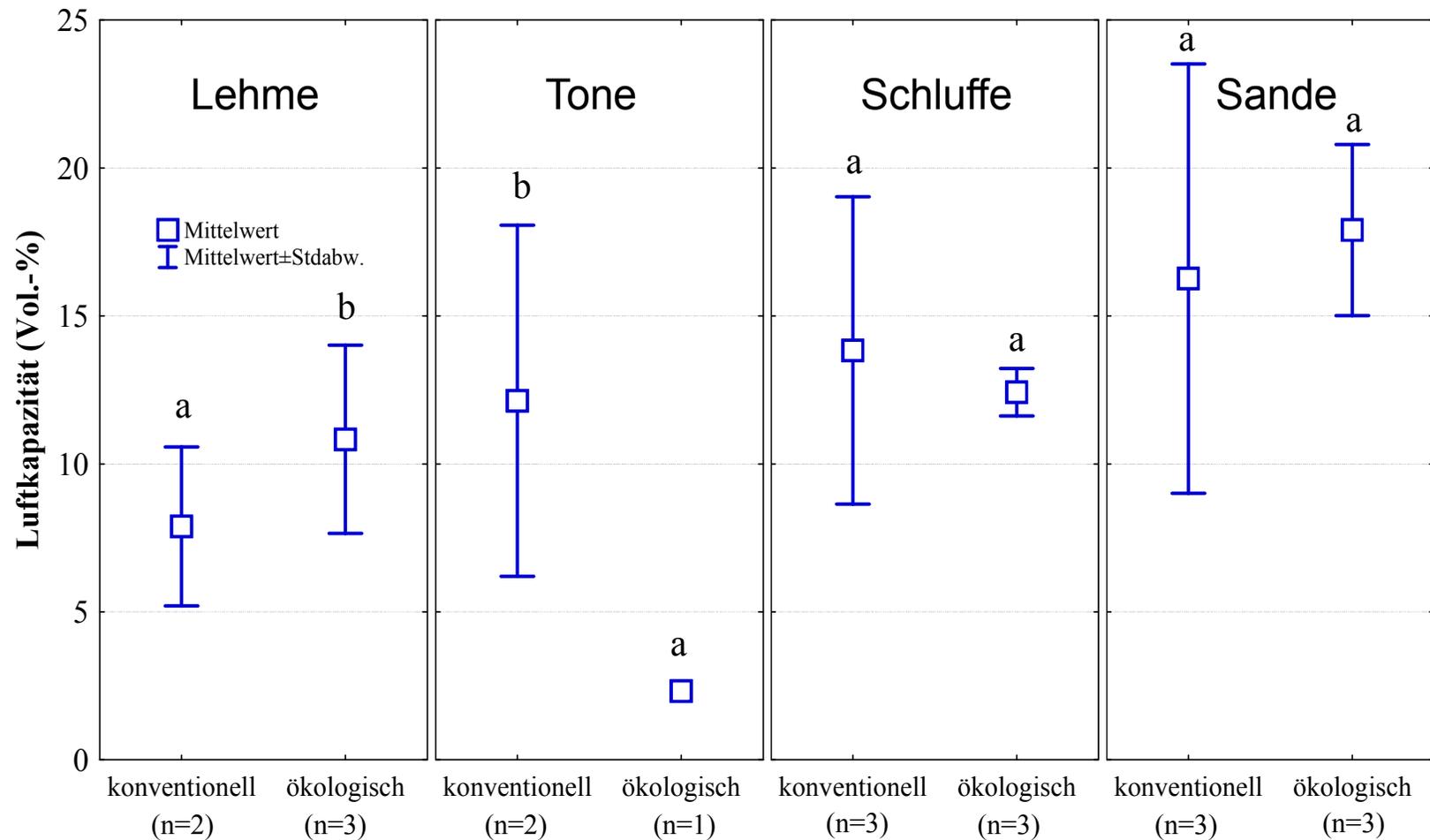
Zusammenhang zwischen dominierender Gefügestufe und Luftkapazität

Bewertung
des Boden-
gefüges

Braunschweig

27.02.2013

3. Ergebnisse - Bewirtschaftungssysteme



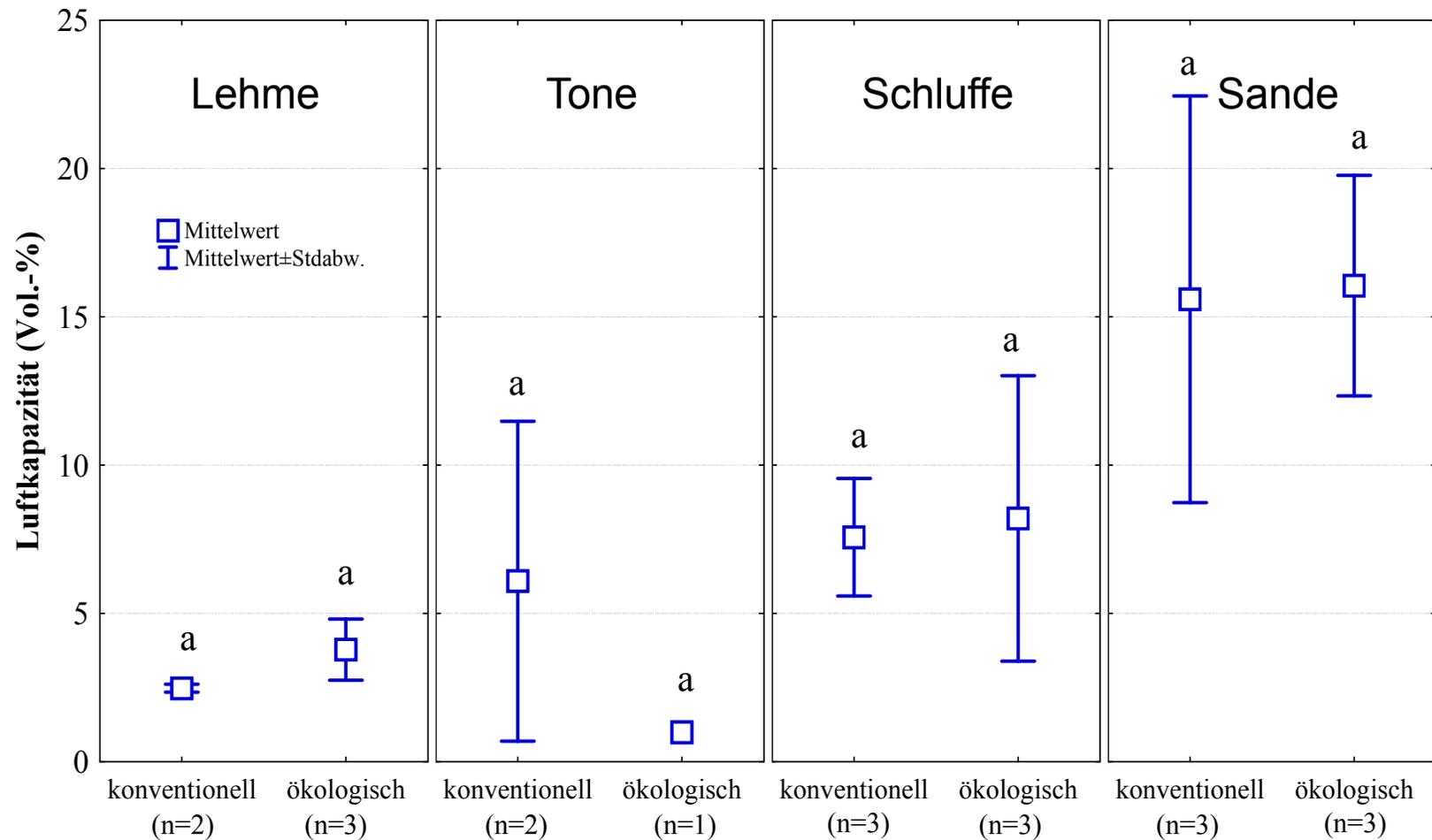
Luftkapazität der Bewirtschaftungssysteme in der unteren Ackerkrume (17-23 cm) an verschieden texturierten Standorten (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Systemen)

Bewertung
des Boden-
gefüges

Braunschweig

27.02.2013

3. Ergebnisse - Bewirtschaftungssysteme



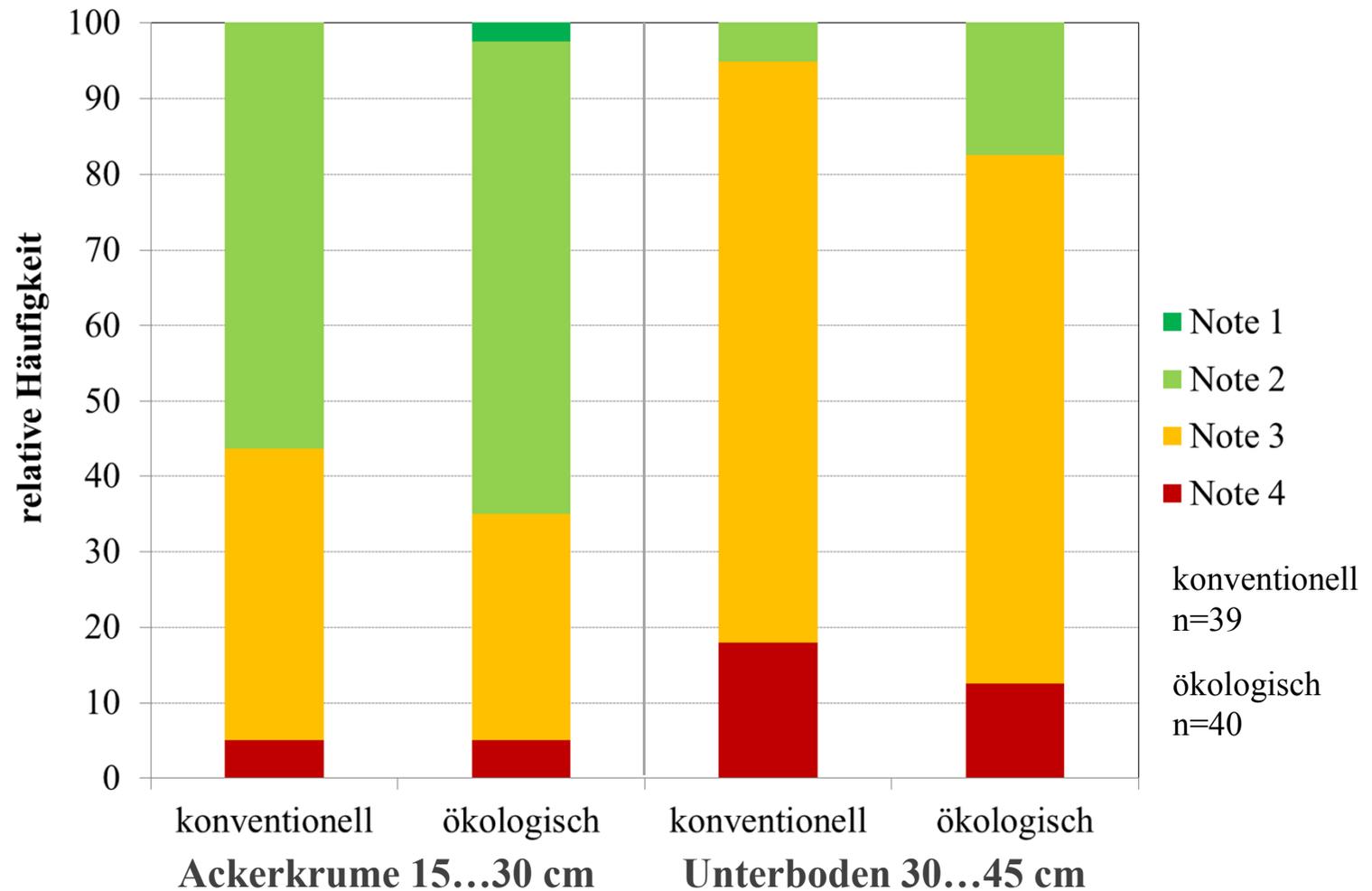
Luftkapazität der Bewirtschaftungssysteme im krumennahen Unterboden (32-38 cm) an verschieden texturierten Standorten (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Systemen)

Bewertung
des Boden-
gefüges

Braunschweig

27.02.2013

3. Ergebnisse - Bewirtschaftungssysteme



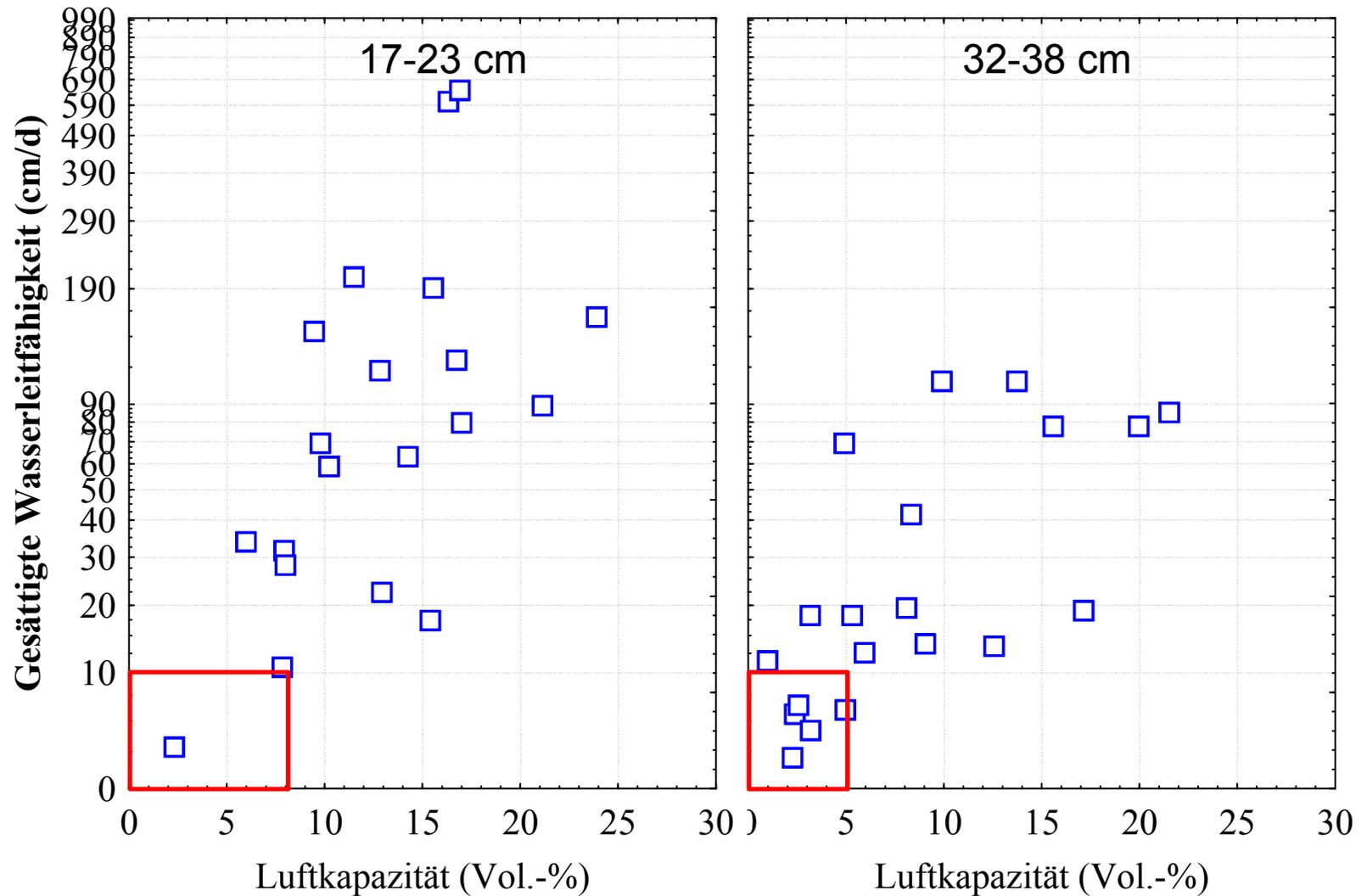
Bewertung
des Boden-
gefüges

Braunschweig

27.02.2013

Häufigkeit der durch die Projektbearbeiter in den Regionen Nord, Ost und Süd festgestellten Spatendiagnose-Boniturnoten unter Winterweizen

3. Ergebnisse - Gesamtzustand Bodengefüge



Beurteilung des Bodengefüges aller untersuchten Flächen anhand von gesättigter Wasserleitfähigkeit und Luftkapazität nach Werner & Paul (1999)

4. Schlussfolgerungen

1. **Ist die Spatendiagnose ein praktikables und treffsicheres Instrument zur Beurteilung des physikalischen Bodenzustandes?**

Ja, die Spatendiagnose ist ein praktikables und treffendes Instrument zur Gefügebeurteilung und zum Nachweis von Bodenschadverdichtungen.

Allerdings würden besser an einzelne Bodenartengruppen angepasste Schemata vermutlich eine höhere Korrelation zu physikalischen Messungen erreichen.

Der Landwirt sollte insbesondere auf folgende Merkmale achten:

- Größe, Form und Lagerung der Aggregate
- Verfestigungsgrad
- Wurzelverteilung

Zu empfehlen ist darüber hinaus eine schichtweise (Oberkrume, Unterkrume, Krumenbasis) Bewertung des Gefüges.

Bewertung
des Boden-
gefüges

Braunschweig

27.02.2013

4. Schlussfolgerungen

2. Differenziert sich das Bodengefüge zwischen den konventionell und ökologisch bewirtschafteten Flächen?

Nein, das Bodengefüge differenziert sich nicht zwischen den konventionell und ökologisch bewirtschafteten Flächen.

Pro günstigeres Bodengefüge bei ökologischer Bewirtschaftung:

- Anbau von Leguminosen, mehrjähriger Ackerfutterbau
- Förderung der organischen Substanz
- im Trend kleinere Maschinen

Kontra günstigeres Gefüge bei ökologischer Bewirtschaftung:

- höhere Überrollhäufigkeit / befahrene Flächenanteile durch intensive Unkrautbekämpfung und Bodenbearbeitung
- Fruchtfolgebedingt ungünstigere agronomische Termine
- Umstellungszeit zu kurz für nachweisliche Gefügeänderungen



Bewertung
des Boden-
gefüges

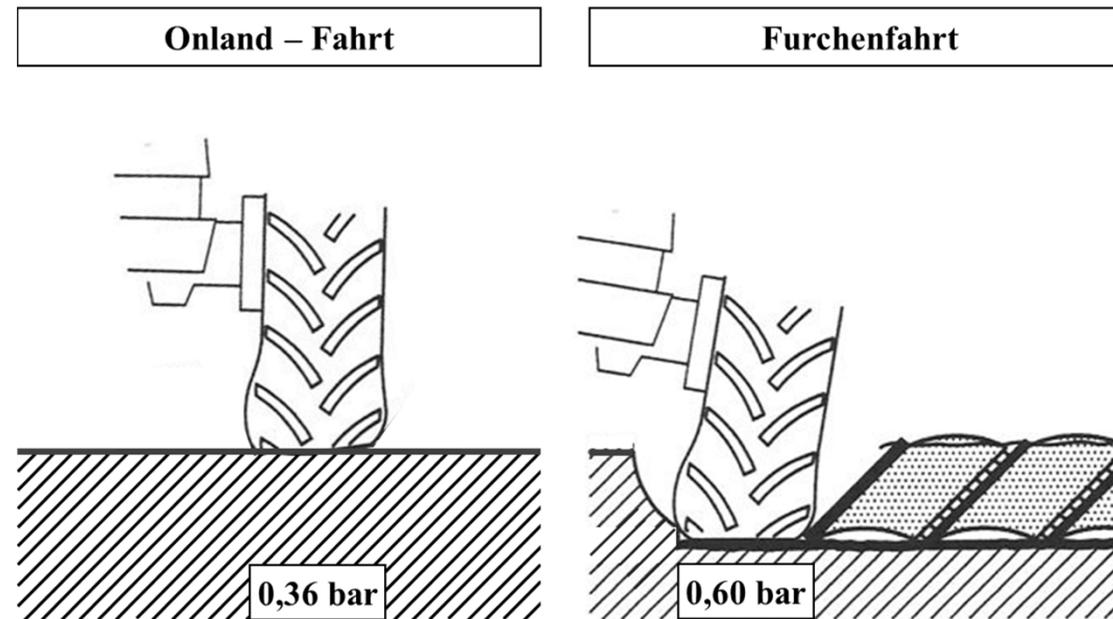
Braunschweig

27.02.2013

4. Schlussfolgerungen

3. Wie ist der Zustand des Bodengefüges auf den untersuchten Flächen insgesamt einzuschätzen (Zufallsstichprobe)?

Der Bodengefügezustand im krumennahen Unterboden ist ungünstiger als in den Ackerkrumen. Neben pedogenen Einflüssen liegen dabei häufig (reliktische) Pflugsohlenverdichtungen vor.



Prinzip von Onland- und Furchenfahrt sowie Bodendruck in 35 cm Tiefe (Messwerte: Weisskopf et al., 2000)

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

jan.ruecknagel@landw.uni-halle.de



Bewertung
des Boden-
gefüges

Braunschweig

27.02.2013



Dr. Gerhard Dumbeck und Eva Höhne bei der visuellen Gefügebeurteilung einer rekultivierten Ackerfläche