

Phosphorwirkung von Produkten der Klärschlammverarbeitung in Gefäßversuchen

Forum „Phosphorrückgewinnung aus Abfällen, insbesondere kommunalen
Klärschlämmen“, Leipzig, 7.4.2017, Dr. Michael Grunert



Foto: Grunert, LfULG

Grundnährstoffversorgung sächsischer Ackerflächen

(Ø 2012-2014, 3.756 Flächen mit 32.301 ha)

Gehalts- klasse	Flächenanteile (%) und Trend in Gehalts- u. pH-Klassen				
	A sehr niedrig	B niedrig	C optimal	D hoch	E sehr hoch
P	10,9 ↗	39,9 ↗	27,5 ↘	14,5 ↘	7,2 →
K	4,1 →	28,1 ↑	34,4 ↗	24,5 ↓	8,9 ↓
Mg	1,1 →	6,3 ↘	10,5 ↘	20,9 ↘	61,2 ↑
pH	1,9 ↘	27,2 ↘	54,3 ↗	12,9 ↗	3,7 ↗

Trend: ↘ sinkend
 ↓ stark sinkend
 → gleichbleibend
 ↗ steigend
 ↑ stark steigend



P-Mangel bei Mais auf einer Praxisfläche in NordWest-Sachsen

LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE

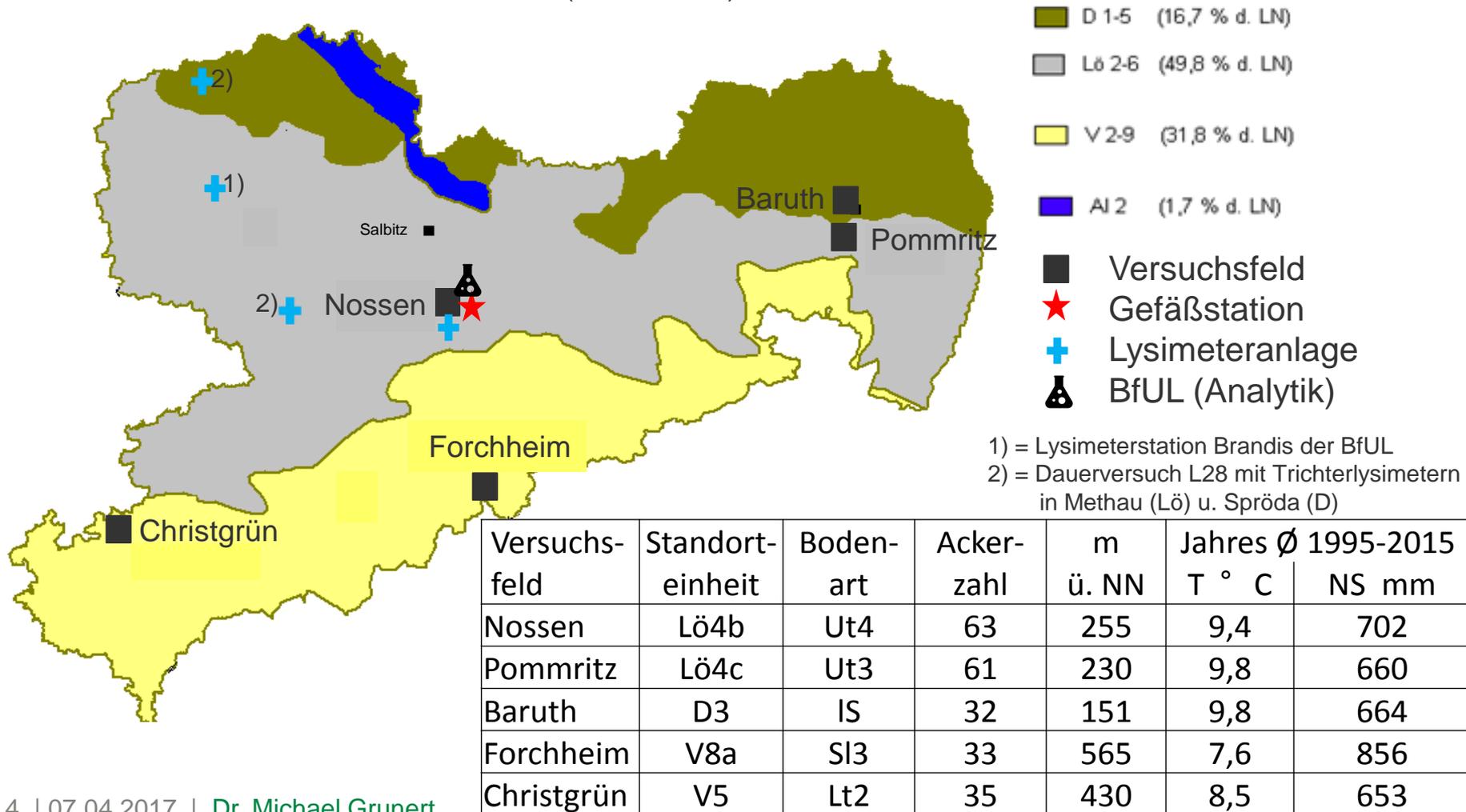


Pflanzenbauliches Versuchswesen des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Versuchsstationen und Prüffelder (Stand 2016)



Gefäßstation Nossen

technische Daten und Funktionsweise

- 2 Gewächshäuser mit insgesamt 20 Bändern und max. 1.000 Stellplätzen für Mitscherlichgefäße (Inhalt: je ca. 6 kg Boden)
- Dachöffnung automatisch, gesteuert von Wetterstation
Seitenlüftung manuell
- Kalthaus ohne Heizung, nur Nutzung in der Vegetationszeit von April bis September
ähnliche klimatische Bedingungen wie im Freiland
- automatische Bewässerung mit entionisiertem Wasser
 - jedes Band hat eine Waage mit Bewässerungseinheit
 - pro Umlauf benötigt ein Band ca. eine Stunde
- Inbetriebnahme 2012 (nach Testlauf 2011)



Versuchsplan 1

1. Versuchsfrage:

Wirkung einer P-Düngung mit „Phosphat-Dünger aus der Hochtemperatur Schmelzbehandlung von Klärschlamm nach dem Mephrec®-Verfahren“ (Schlacken) auf Wachstum und Ertrag von Sommergerste sowie im Nachbau Sommerweizen

2. Prüffaktoren:

Faktor A: 8 unterschiedliche Schlacken (versch. Rohstoffe und/oder diff. Körnung)
alles Mephrec® Phosphat der Ingitec Engineering GmbH

Faktor B: P-Düngung 0; 0,4; 0,8; 1,6 g P_t/Gefäß

- alle anderen Faktoren optimal (N, K, Pflanzenschutz, Bewässerung ...)
- V-Boden mit 1,7 mg P_{CAL}/100g Boden; Gehaltsklasse A)
- im Nachbaujahr keine P-Düngung

3. Versuchsanlage:

3 Versuchsjahre, je 4 Wiederholungen, insgesamt 112 Gefäße je Jahr

4. Feststellungen:

- Bonituren im Vegetationsverlauf
- Ertragsermittlung: Korn, Stroh, TKM
- Laboruntersuchungen: N, P, K, Mg-Gehalt, Rohproteingehalt

Alle Analysen von Pflanzen-, Boden- und Düngemitteln erfolgten durch die Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft Nossen nach VDLUFA-Methoden.

eingesetzte Produkte

Mephrec® Phosphat der Ingitec

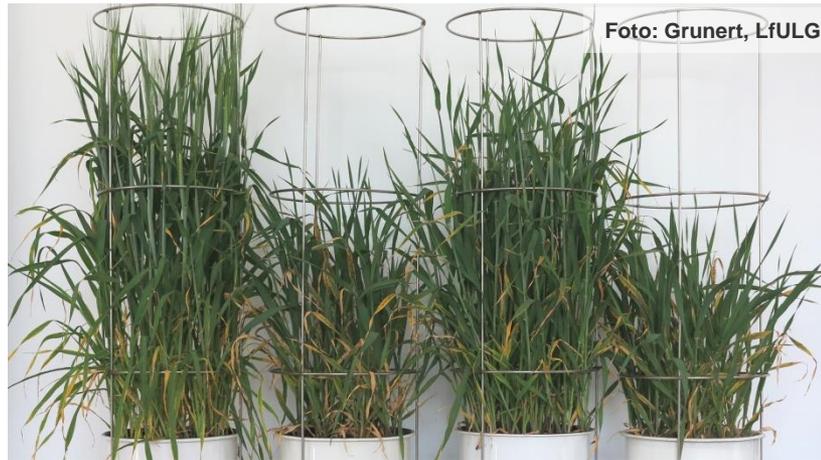
Engineering GmbH zur Verfügung gestellt 2012,

Analyse nach VDLUFA-Methoden durch die BfUL in Nossen

		Schlacke 1			Schlacke 2		Schlacke 3	Schlacke 4	
Körnung	mm	<0,5	0,5-1,6	1,6-2,5	<0,5	0,5-1,6	< 0,5	<0,5	<2,5
Gesamt-P ₂ O ₅	% in TM	9,99	7,82	7,45	8,65	7,71	8,98	3,10	2,82
CaO	% in TM	24,7	23,1	24,3	24,7	23,7	32,2	29,9	29,8
pH-Wert		9,35	7,23	7,05	7,01	7,06	8,12	7,10	7,03
N	% in TM	0,08	0,02	0	0	0	0	0	0
Gesamt-K ₂ O	% in TM	0,89	0,52	0,50	0,51	0,51	0,55	0,54	0,51
Arsen	mg/kg TM	1,98	<0,01	<0,01	1,96	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Blei	mg/kg TM	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cadmium	mg/kg TM	0,04	0,10	0,07	0,16	0,06	0,09	0,06	0,07
Kupfer	mg/kg TM	81,7	59,7	60,4	295	73,2	306	39,1	30,7
Zink	mg/kg TM	74	56,3	54,5	59,2	57,6	24,7	6,43	6,95

Sommergerste

Entwicklung am 23.05.2014



Schlacken aus verschied. Rohstoffpartien
jeweils 1,6 g P/Gefäß

mine- ral. P	Schl.2	Schl.3	Schl.4
	0,5-1,6	< 0,5	< 2,5
	mm	mm	mm

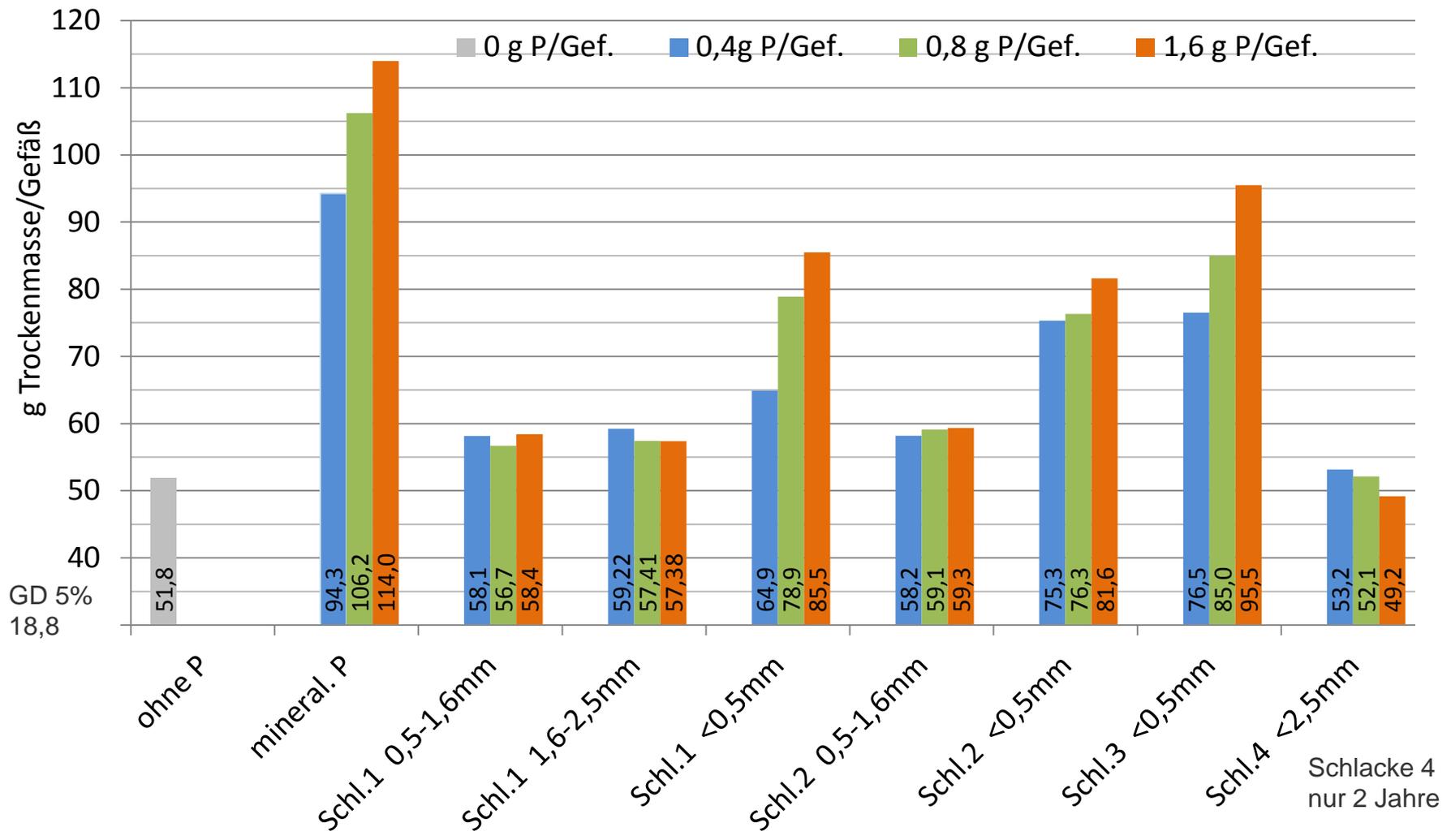


mineral. P	g P/Gefäß
0	0,4
0,8	1,6



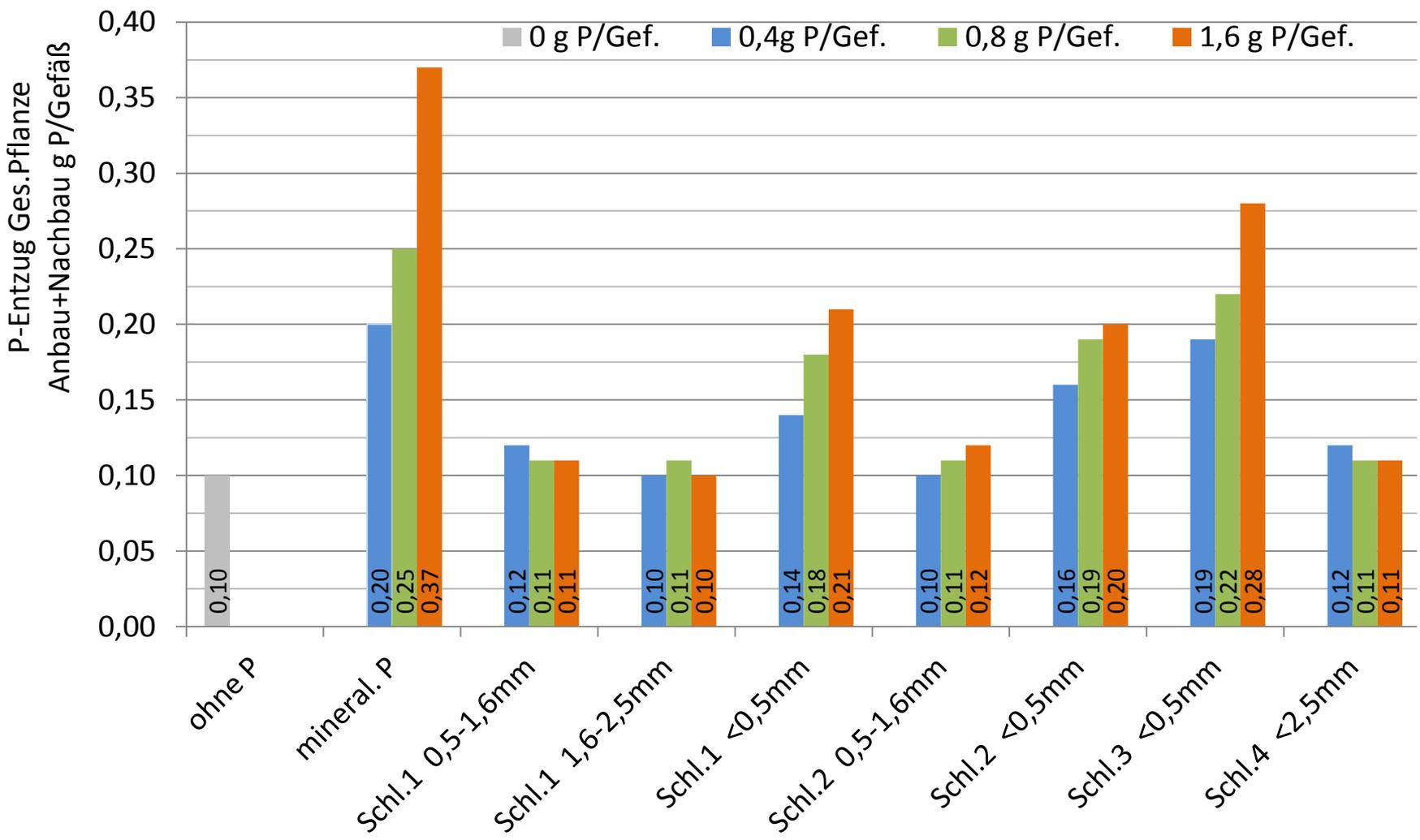
Schlacke Nr. 3	g P/Gefäß
0	0,4
0,8	1,6

Sommergerste Ganzpflanzenertrag g Trockenmasse/Gefäß, Ø 3 Anbaujahre



P-Entzug Anbau+Nachbaujahr

Ø aus 2* AnbauSGe+NachbauSoWe
(g P mit Gesamtpflanze/Gefäß)



Versuchsplan 2

1. Versuchsfrage:

Wirkung von Produkten aus Klärschlammverarbeitung auf Wachstum und Ertrag von Silomais (und Nachbau Sommergerste) auf P-Entzug, verfügbaren P-Gehalt im Boden, P-Bilanz; Verfügbarkeit des in den Produkten enthaltenen P

2. Prüffaktoren:

Faktor A: 4 Produkte aus Klärschlammverarbeitung und mineralische P-Düngung

Faktor B: P-Düngung (0; 0,4; 0,8; 1,6 g P_t/Gefäß; 0,8 g P/Gefäß + Kalkgabe)

Faktor C: D-Boden und V-Boden (jeweils 1,7 mg P_{CAL}/100g; Gehaltsklasse A)

- alle anderen Faktoren optimal (N, K, Pflanzenschutz, Bewässerung ...)

- im Nachbaujahr keine P-Düngung

3. Versuchsanlage:

3 Versuchsjahre, je 4 Wiederholungen, insgesamt 192 Gefäße je Jahr

4. Feststellungen:

- Bonituren im Vegetationsverlauf

- Ertragsermittlung: Biomasse, TS; im Nachbaujahr: Korn, Stroh, TKM

- Laboruntersuchungen: N, P, K, Mg-Gehalt, Futterqualität bzw. Rohprotein

Alle Analysen von Pflanzen-, Boden- und Düngemitteln erfolgten durch die Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft in Nossen.

eingesetzte Produkte

zur Verfügung gestellt 2013/14,

Analyse nach VDLUFA-Methoden durch die BfUL in Nossen



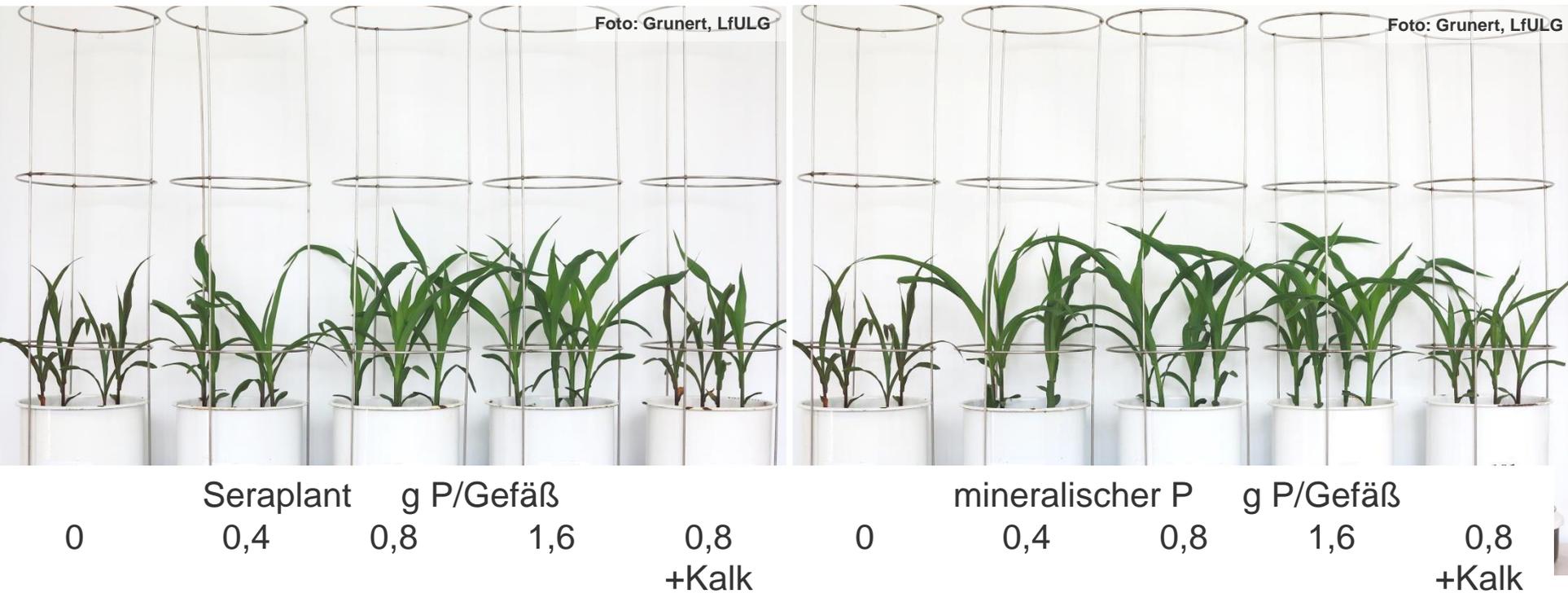
getestetes Produkt		Mephrec® Phosphat	Phosphat- Dünger	Konverter- schlacke	Glühphosphat
Hersteller (heutiger Name)		Ingitec Engineering GmbH Leipzig	icb consulting & SERAPLANT GmbH Haldensleben	FEhS-Institut für Baustoff-Forschung e.V. Duisburg	Outotec GmbH & Co. KG Oberursel
Gesamt-P₂O₅	% in TM	7,58	46	3,02	14,2
Calciumoxid	% in TM	24,4	6,7	45,6	11,4
pH-Wert		8,92	2,53	12,6	11,2
Gesamtstickstoff	% in TM	<0,01	0,1	0,04	0,02
Gesamtkaliumoxid	% in TM	0,48	0,51	0,11	1,03
Arsen	mg/kg TM	< 0,01	13,1	6,94	8,38
Blei	mg/kg TM	< 0,01	95	10,3	24,8
Cadmium	mg/kg TM	0,42	2,23	0,08	1,03
Eisen	mg/kg TM	17500	19700	156000	51600
Kupfer	mg/kg TM	80,4	368	66,3	538
Mangan	mg/kg TM	377	879	14400	804
Zink	mg/kg TM	52,2	1757	157	1470

Bitte beachten: Die Produkte wurden bereits 2013/14 zur Verfügung gestellt.

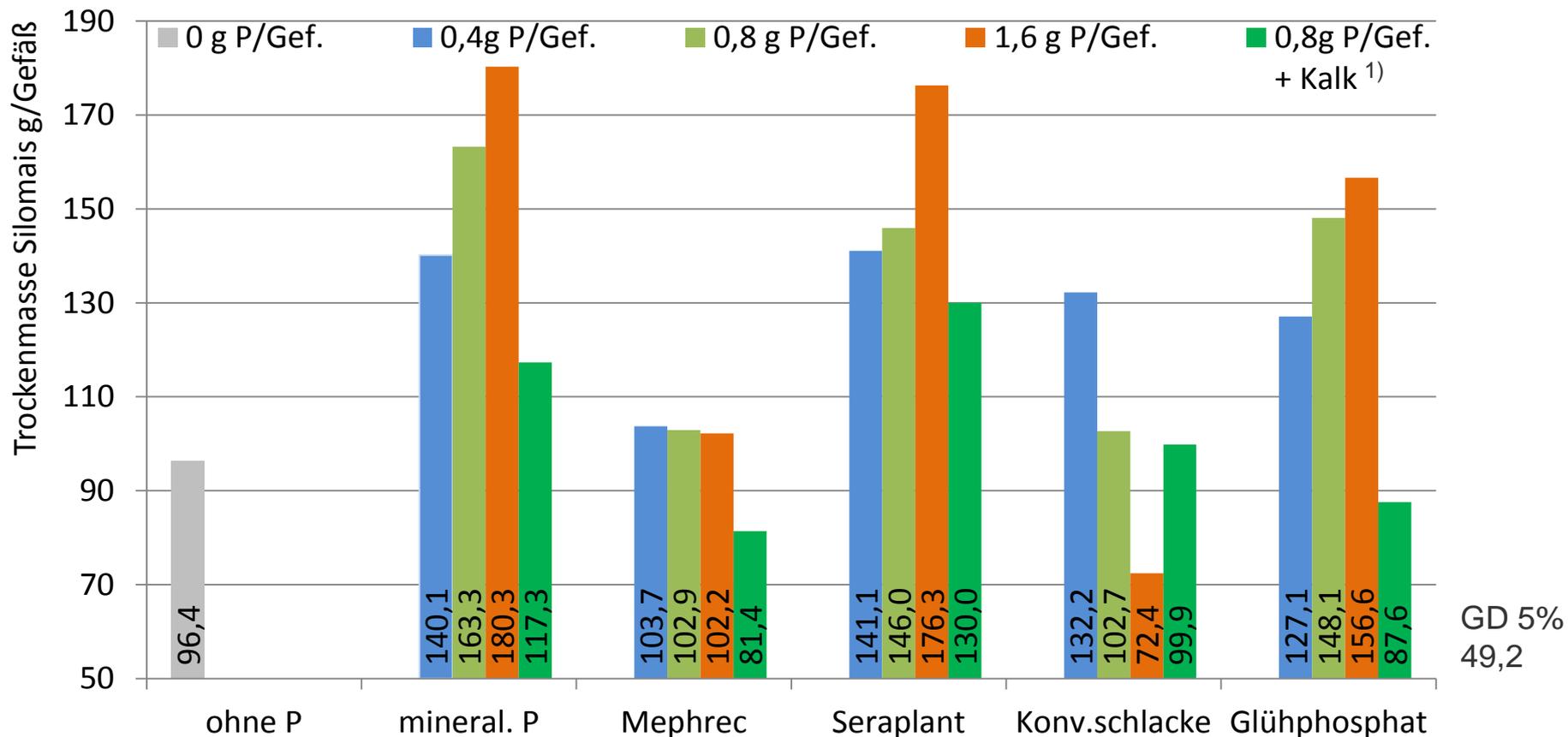
Die Technologien wurden von den Firmen zwischenzeitlich weiter entwickelt,
so dass aktuelle Produkte abweichende Charakteristika haben können.

Mais-Entwicklung V-Boden am 23.05.2014

LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE

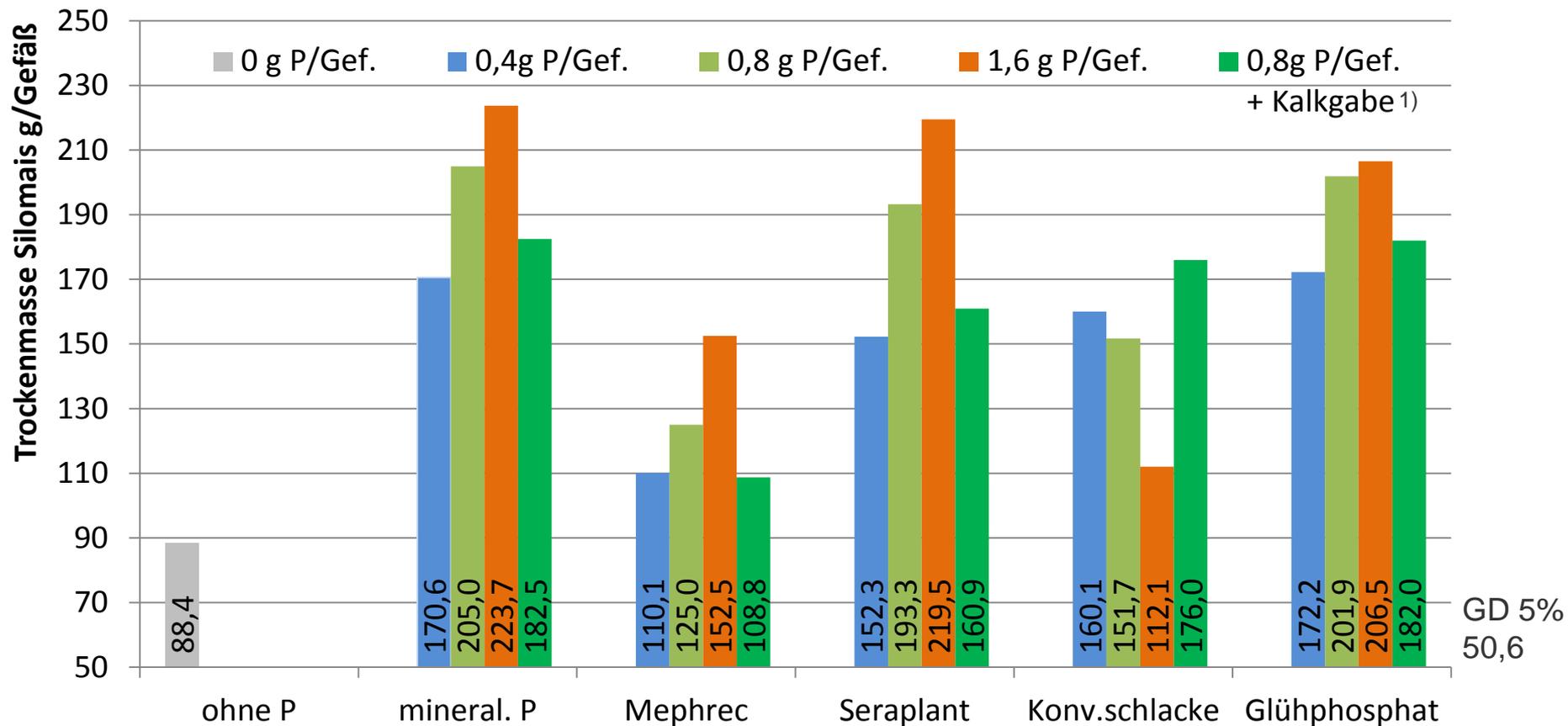


Ertrag Silomais, D-Boden (Ø 2014-2016, g Trockenmasse/Gefäß)



1) = außer zur Konverterschlacke

Ertrag Silomais, V-Boden (Ø 2014-2016, g Trockenmasse/Gefäß)



1) = außer zur Konverterschlacke

Mais-Entwicklung D-Boden am 17.06.2016

LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Foto: Grunert, LfULG



Glühphosphat g P/Gefäß

0 0,4 0,8 1,6 0,8
+Kalk

Foto: Grunert, LfULG

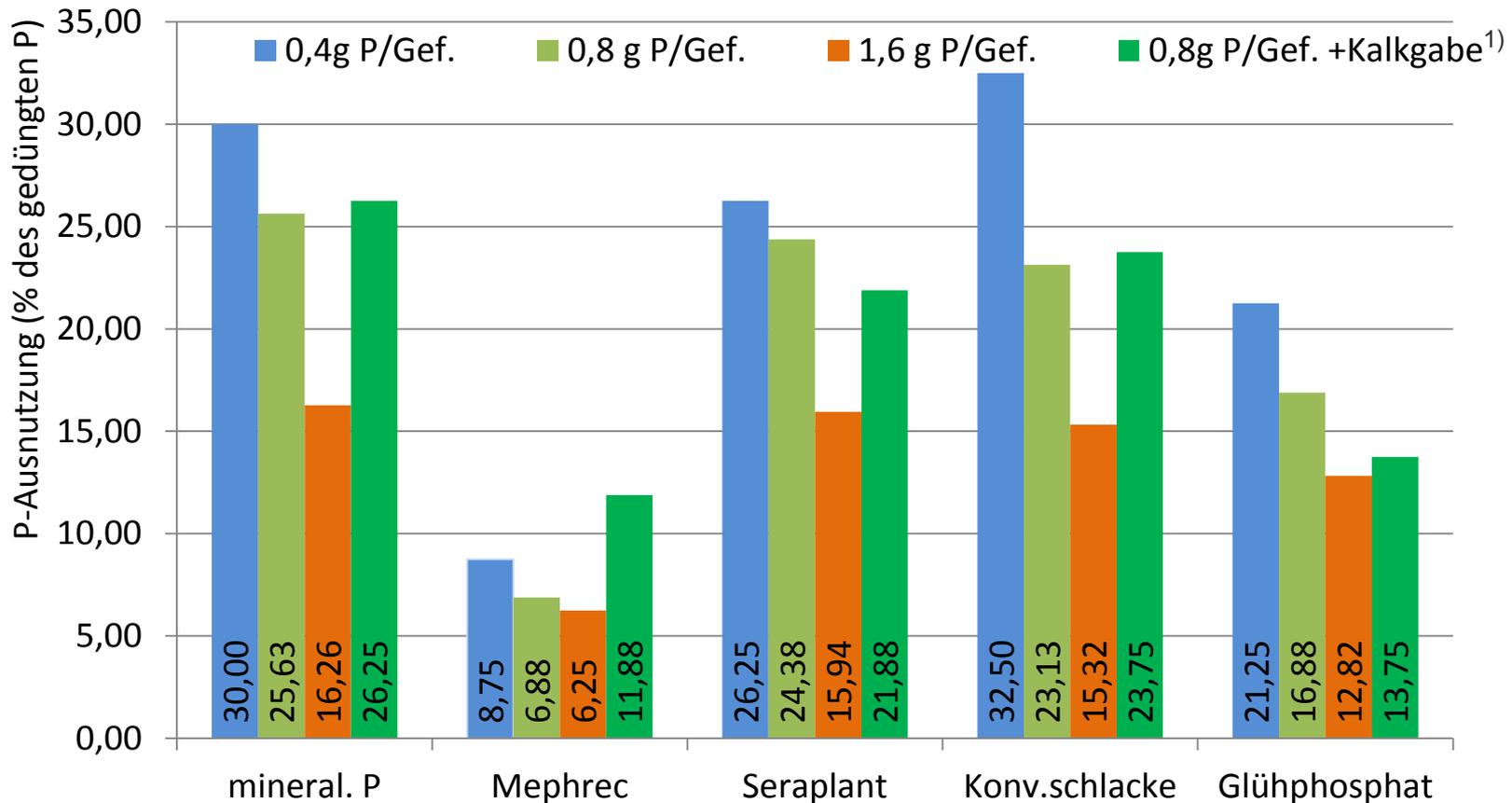


mineralischer P g P/Gefäß

0 0,4 0,8 1,6 0,8
+Kalk

Ausnutzung des gedüngten P durch Silomais + Sommergerste

Ø aus 2* AnbauSM+NachbauSoGe, V-Böden



$$\text{Ausnutzung des gedüngten P} = \frac{(\text{Entzug durch Pflanzen} - \text{Entzug in 0-Variante})}{\text{gedüngte P-Menge}} \times 100$$

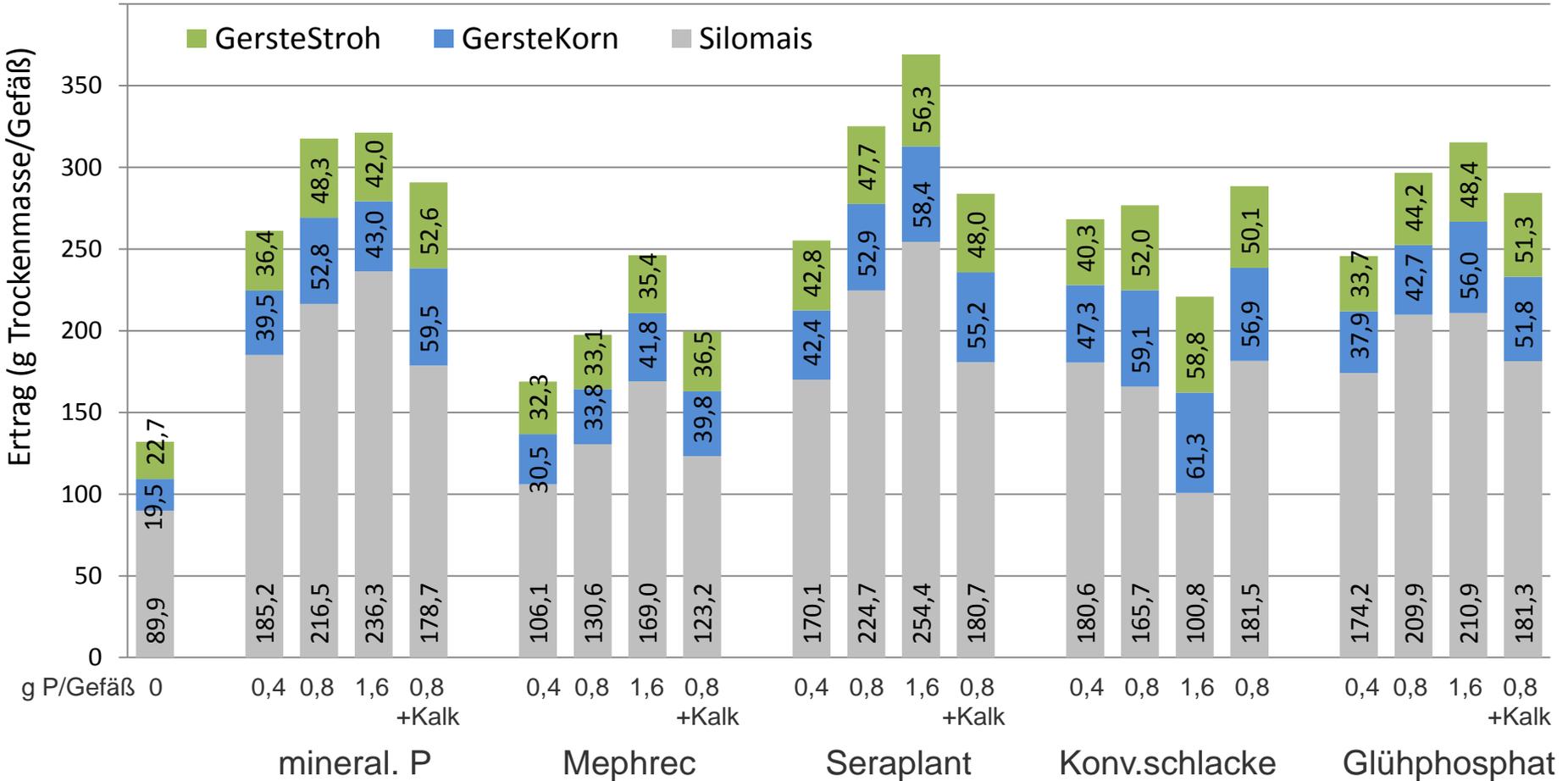
1) = außer zur Konverterschlacke

TM-Ertrag Silomais+SoGerste (Ø aus 2* AnbauSM+NachbauSoGe, V-Boden)

LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE

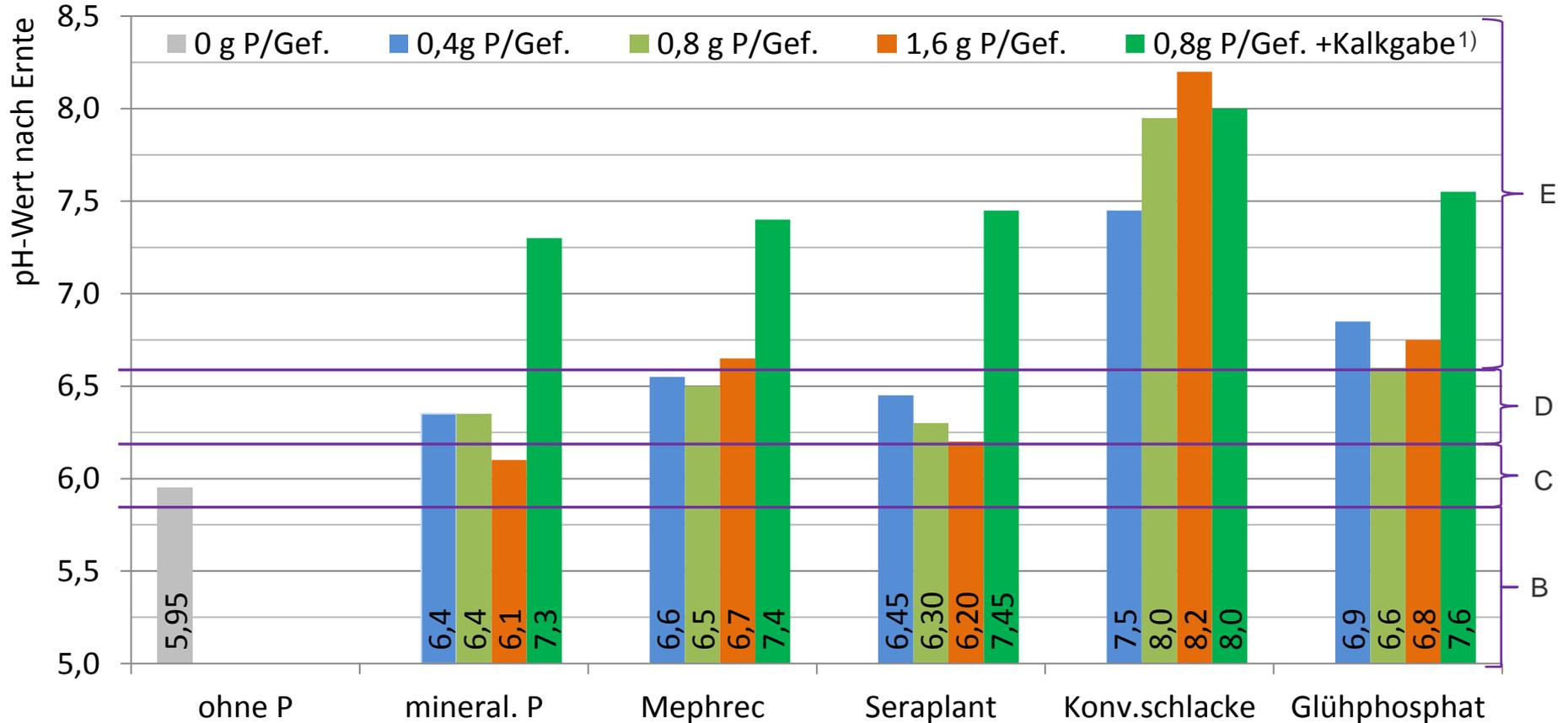


Ges.-TM
GD5%
34,8



pH-des Bodens nach Ernte von Silomais im ersten Jahr

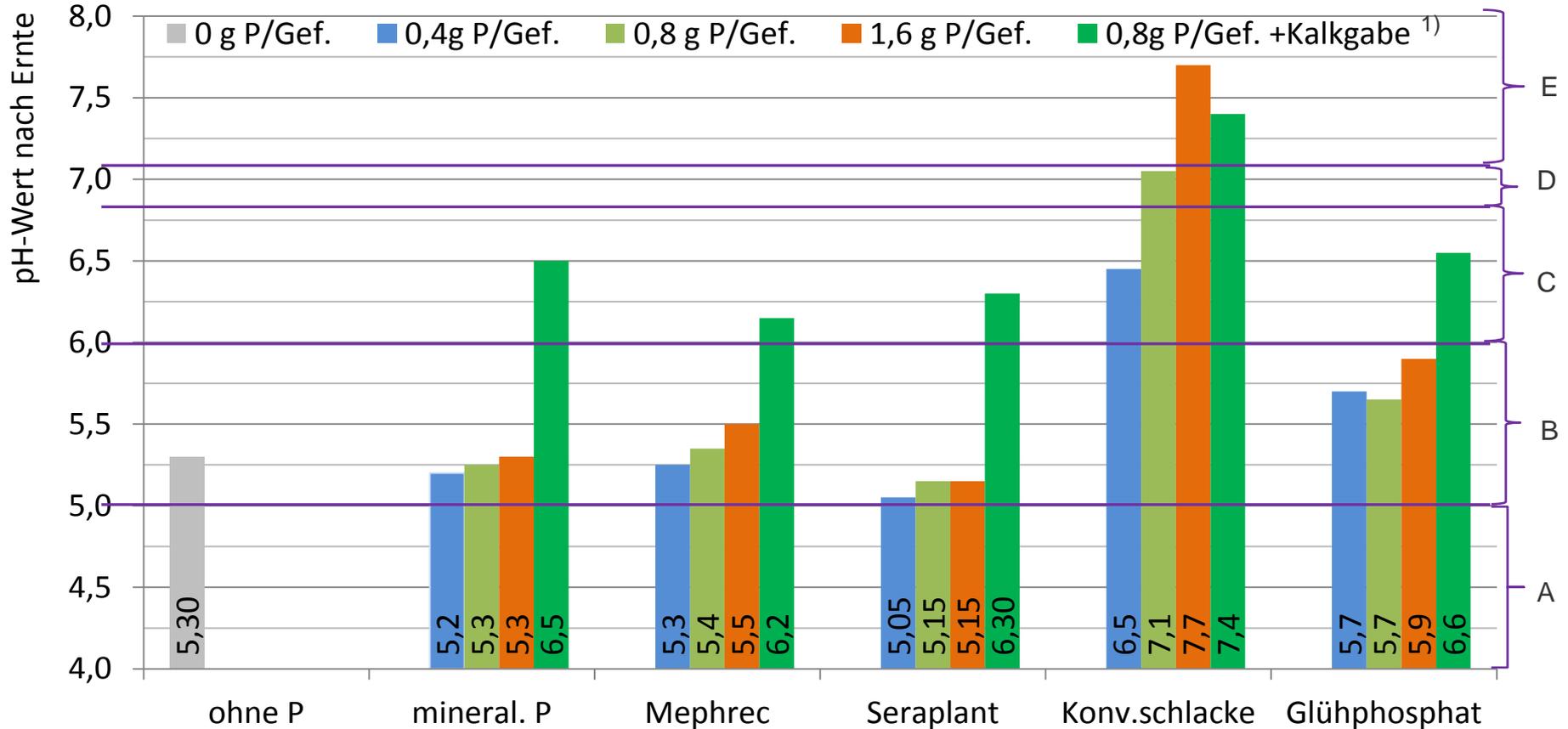
Ø aus zwei Jahren, D-Boden



1) = außer zur Konverterschlacke

pH-des Bodens nach Ernte von Silomais im ersten Jahr

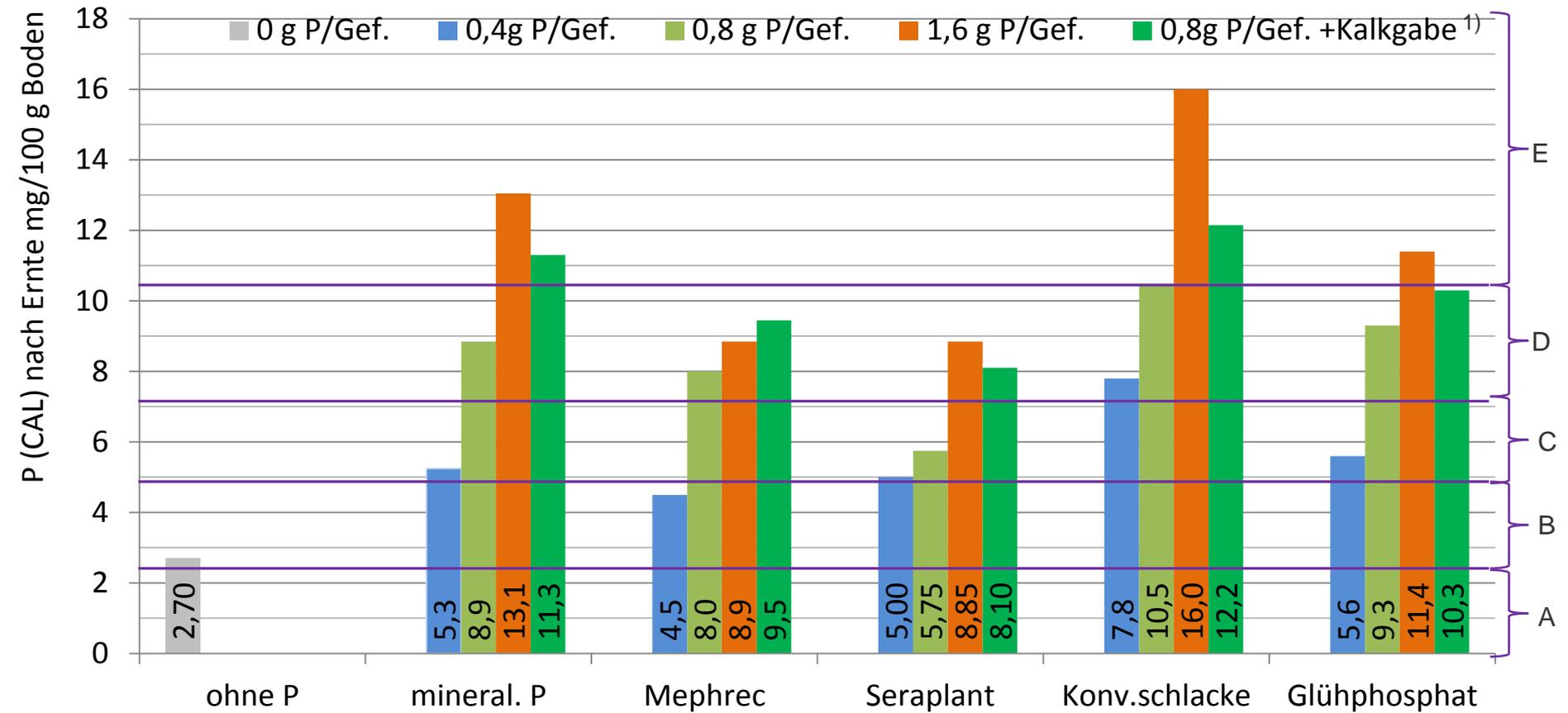
Ø aus zwei Jahren, V-Boden



1) = außer zur Konverterschlacke

P_{CAL}-Gehalt des Bodens nach Ernte von Silomais im ersten Jahr

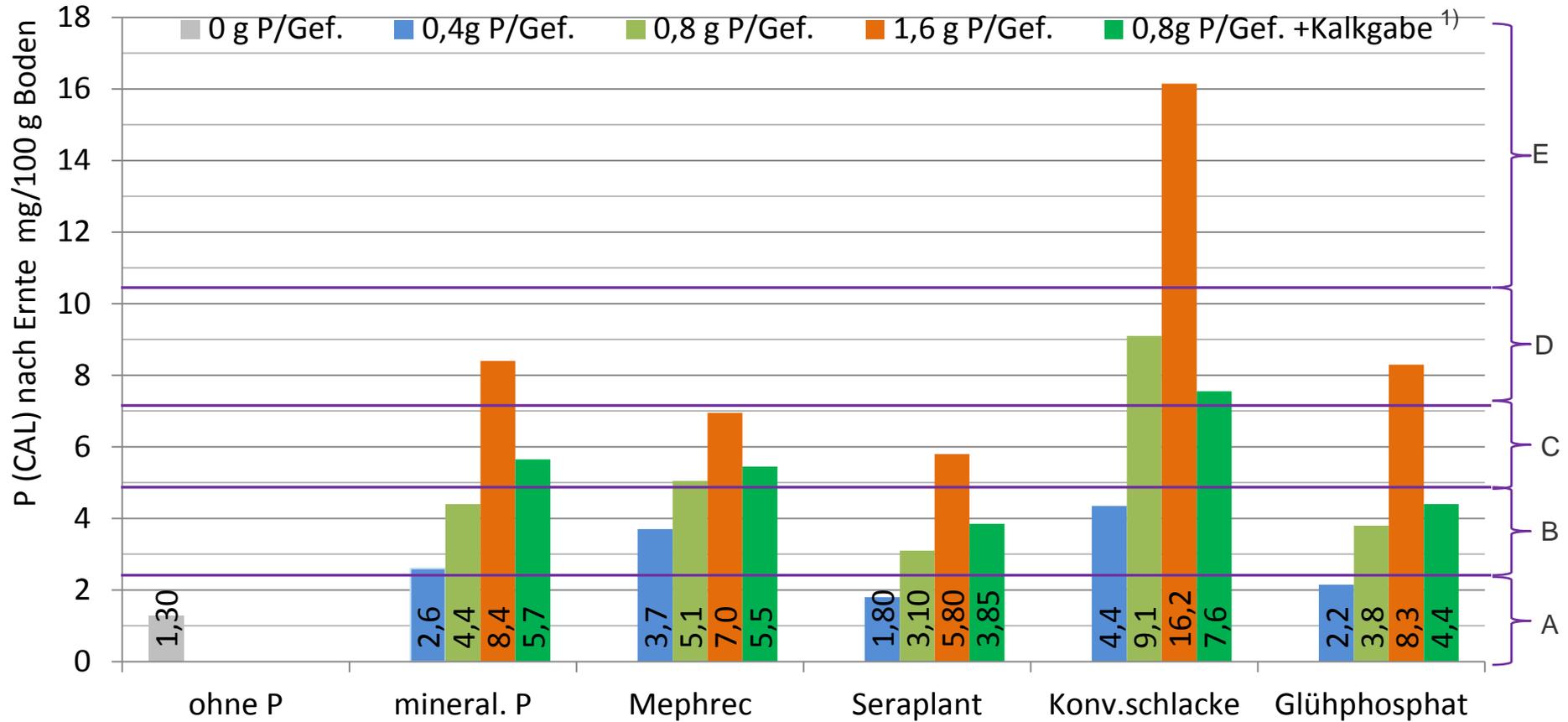
Ø aus zwei Jahren, D-Boden



1) = außer zur Konverterschlacke

P_{CAL}-Gehalt des Bodens nach Ernte von Silomais im ersten Jahr

Ø aus zwei Jahren, V-Boden



1) = außer zur Konverterschlacke

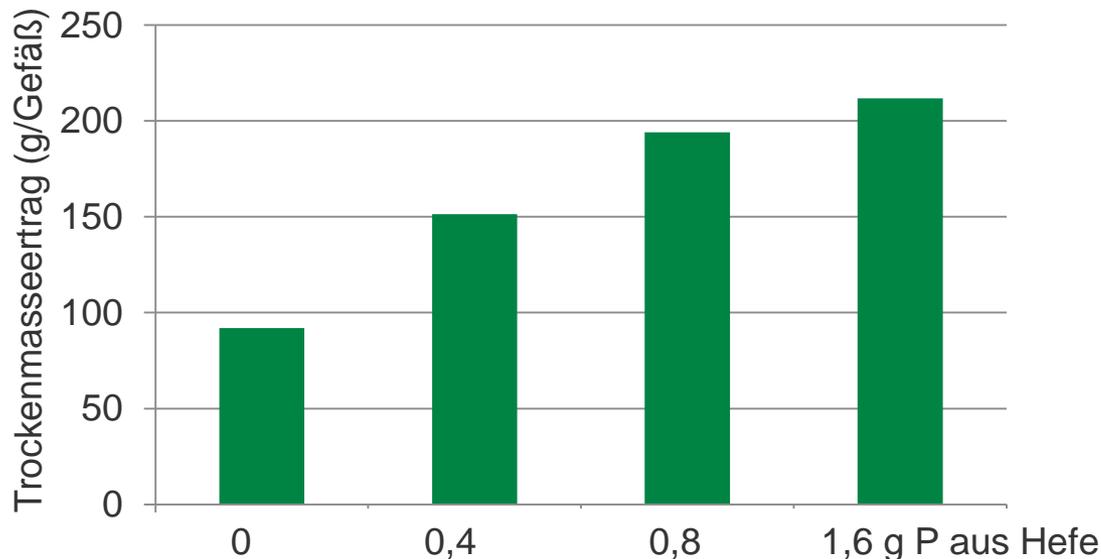
„Phosphatdünger aus Reststoffen von Brauerei und Kläranlage“

LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Projekt, Leitung: UFZ, eingereicht bei der DBU (Plan: 06/2017-05/2020)

- halbtechnische Versuchsanlage zur Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlamm in einer kommunalen Anlage in Sachsen
- Prüfung der pflanzenbaulichen Verfügbarkeit dieses P in der Gefäßstation Nossen des LfULG (Mais mit Nachbau Sommergerste) ab 2018
- einjähriger Vorversuch (n=4) auf V-Boden mit guten Ergebnissen:



0 g P 0,4 g P 1,6 g P
Hefe miner. Hefe miner.

Zusammenfassung

- es werden bereits Düngemittel angeboten, die P aus Klärschlamm enthalten
- entscheidend für den Landwirt: verfügbarer P, Wirkung auf Pflanze und Boden, Zulassung nach den aktuellen rechtlichen Vorgaben, Preis
- im Gefäßversuch als Düngemittel eingesetzte Produkte aus Klärschlammverarbeitung wiesen erhebliche Unterschiede in ihrer Zusammensetzung auf
- Wirkung auf Boden und Pflanze wird u.a. von diesen Charakteristika mitbestimmt
- von Bedeutung sind weiterhin u.a. die Rohstoffzusammensetzung für die Produktherstellung und die Körnung des hergestellten P-Düngemittels
- im Gefäßversuch wurde in Ertrag und P-Entzug teilweise die P-Wirkung des als Vergleich eingesetzten mineralischen P-Düngemittels erreicht
- alle Produkte führten nach der Ernte zur Erhöhung des P_{CAL} -Gehaltes im Boden, teilweise zur drastischen Anhebung des pH-Wertes, die pH-Wirkung ist bei der Interpretation der Ergebnisse und später der Düngemittelwahl unbedingt zu beachten
- Produkte sind je nach Zusammensetzung als P- oder als Kalk-/P-Dünger geeignet
- es sind weitere Verbesserungen der Technologien und damit auch der Produkte aus der Verarbeitung von Klärschlamm zu erwarten
- es bestehen - die Wirtschaftlichkeit vorausgesetzt - sehr gute Chancen zum Einsatz dieser Produkte in der Landwirtschaft

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Foto: Grunert, LfULG

Dr. Michael Grunert
michael.grunert@smul.sachsen.de

(035242) 631-7201
www.smul.sachsen.de/lfulg