

Aus dem
Institut für Zuckerrübenforschung
Göttingen

Holger Lemme

**Einfluss einer Kalkung auf
EUF extrahierbares und
pflanzenverfügbares Phosphat
sowie Phosphatfraktionen im Boden**

40/2014



Cuvillier Verlag Göttingen
Internationaler wissenschaftlicher Fachverlag



Einfluss einer Kalkung auf EUF extrahierbares und pflanzenverfügbares Phosphat sowie Phosphatfraktionen im Boden





Einfluss einer Kalkung auf EUF extrahierbares und pflanzenverfügbares Phosphat sowie Phosphatfraktionen im Boden

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Fakultät für Agrarwissenschaften
der Georg-August-Universität Göttingen

vorgelegt von
Holger Lemme
geboren in Osterburg

Göttingen, Februar 2014



Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

1. Aufl. - Göttingen : Cuvillier, 2014

Zugl.: Göttingen, Univ., Diss., 2014

D 7

1. Referent: Prof. Dr. Bernward Märländer

2. Korreferent: Prof. Dr. Klaus Dittert

Tag der mündlichen Prüfung: 13. Februar 2014

© CUVILLIER VERLAG, Göttingen 2014

Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen

Telefon: 0551-54724-0

Telefax: 0551-54724-21

www.cuvillier.de

Alle Rechte vorbehalten. Ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages ist es nicht gestattet, das Buch oder Teile daraus auf fotomechanischem Weg (Fotokopie, Mikrokopie) zu vervielfältigen.

1. Auflage, 2014

Gedruckt auf umweltfreundlichem, säurefreiem Papier aus nachhaltiger Forstwirtschaft.

ISBN 978-3-95404-721-5

eISBN 978-3-7369-4721-4



Inhaltsverzeichnis

Artikelverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis.....	V
Abbildungsverzeichnis.....	VII
I Einleitung.....	1
1 Aktuelle Herausforderungen für die Landwirtschaft	1
2 Entwicklung der Bodenuntersuchung in Deutschland	2
3 Aufbau des EUF Projektes und Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit	4
4 Aufbau der Arbeit.....	8
II Artikel 1 – Einfluss einer Kalkung auf EUF-extrahierbares Phosphor, Kalium und Bor im Boden und deren Pflanzenverfügbarkeit in Gefäßversuchen mit Zuckerrüben.....	9
Kurzfassung.....	9
Abstract.....	9
1 Einleitung	10
2 Material und Methoden	12
2.1 Versuchsdurchführung	12
2.2 Boden- und Pflanzenanalysen	14
2.3 Statistische Auswertung.....	15
3 Ergebnisse.....	15
3.1 Calcium, pH-Wert und Ertrag	15
3.2 Phosphor.....	16
3.3 Kalium	17
3.4 Weitere Makro- und Mikronährstoffe	19
4 Diskussion	19
4.1 Ertrag	19
4.2 Phosphor.....	20
4.3 Kalium	21
4.4 Weitere Makro- und Mikronährstoffe	24
5 Schlussfolgerungen und Ausblick.....	26
Danksagung.....	26
Literatur.....	26



Inhaltsverzeichnis

III Artikel 2 – Effect of calcium addition and pH increase on electro-ultrafiltration (EUF) extractable and sugar beet plant available phosphate on loessial soils	30
Abstract.....	30
1 Introduction	30
2 Material and methods	32
2.1 Incubation and greenhouse experiments	32
2.2 Soil and plant analyses	34
2.3 Statistical Analysis	35
3 Results.....	35
3.1 Soil-pH and EUF extractable Ca and P contents	35
3.2 Sugar beet plant yield, P content and uptake	37
3.3 Relation between soil pH and EUF extractable P, and P uptake	39
4 Discussion	41
5 Conclusions	44
Acknowledgements.....	45
References	45
IV Artikel 3 – Liming of loess soils increases EUF extractable and labile P	49
Abstract.....	49
1 Introduction	49
2 Material and methods	51
2.1 Additive treatments and soil incubation.....	51
2.2 Sequential phosphorus extraction.....	53
2.3 EUF extraction and determination of pH	54
2.4 Statistical Analysis	54
3 Results.....	54
3.1 EUF-Ca and pH of the soil	54
3.2 P fractions of the soil.....	55
3.3 EUF extractable P content of the soil.....	58
3.4 Relationship between sequentially extracted P fractions and EUF-P	58
4 Discussion	59
5 Conclusions	62
Acknowledgements.....	62
References	63

II



Inhaltsverzeichnis

V	Ausblick – Nachhaltige Produktivitätssteigerung durch Erhöhung der P-Effizienz	66
VI	Zusammenfassung	71
	Literatur	73
	Sonstige Veröffentlichungen & Vorträge	78
	Danksagung	80
	Lebenslauf	81



Artikelverzeichnis

Nachfolgend sind die bereits publizierten bzw. die zur Veröffentlichung vorgesehenen Artikel der vorliegenden Dissertation aufgelistet.

LEMME, H.; KOCH, H.-J.; HORN, D.; MÄRLÄNDER, B. (2013): Einfluss einer Kalkung auf EUF-extrahierbares Phosphor, Kalium und Bor und deren Pflanzenverfügbarkeit in Gefäßversuchen mit Zuckerrüben. Sugar Industry / Zuckerindustrie 138, Sonderheft 11. Göttinger Zuckerrübentagung, 39–48.

LEMME, H.; KOCH, H.-J.; HORN, D.; MÄRLÄNDER, B. (eingereicht): Effect of calcium addition and pH increase on electro-ultrafiltration (EUF) extractable and sugar beet plant available phosphate on loessial soils. Journal of Plant Nutrition and Soil Science.

LEMME, H.; DITTERT, K.; KOCH, H.-J.; MÄRLÄNDER, B. (eingereicht): Liming of loess soils increases EUF extractable and labile P. Journal of Plant Nutrition and Soil Science.



Tabellenverzeichnis

Tabellen in Kapitel II (Artikel 1)

Tab. 1: Textur, chemische Bodeneigenschaften und EUF-Gesamt-Phosphor- (P_{EUF}) und Kalium- (K_{EUF}) Gehalte sowie EUF-Calcium-Gehalt der zweiten Fraktion (Ca_{EUF-F2}) der Böden Erfurt, Göttingen und Ochsenfurt.13

Tab. 2: Einfluss einer Kalkung mit äquivalent 0, 4, 12 und 24 t CaO ha⁻¹ auf pH-Wert, Gesamt-EUF-Nährstoffgehalte des Bodens (Mg, B) bzw. EUF-Gehalte in der ersten (F1) und zweiten (F2) Fraktion (Ca, (Mg), Na) und den Gesamtpflanzenertrag (Rübe + Blatt) 8 Wochen alter Zuckerrübenpflanzen im Gefäßversuch. Mittelwerte mit gleichen Buchstaben innerhalb jeder Zeile sind nicht signifikant verschieden bei $p \leq 0,05$ (Tukey-Test, 4 Umwelten).16

Tab. 3: Einfluss einer Kalkung mit äquivalent 0, 4, 12 und 24 t CaO ha⁻¹ auf die Gehalte und die Aufnahme wichtiger Makro- und Mikronährstoffe 8 Wochen alter Zuckerrübenpflanzen im Gefäßversuch. Mittelwerte mit gleichen Großbuchstaben (Gehalt) bzw. Kleinbuchstaben (Aufnahme) innerhalb jeder Zeile sind nicht signifikant verschieden bei $p \leq 0,05$ (Tukey-Test, 4 Umwelten).19

Tabellen in Kapitel III (Artikel 2)

Table 1: Texture, chemical properties and total EUF-phosphate- (P_{EUF}) and -potassium- (K_{EUF}) content and EUF-calcium-content in the second fraction (Ca_{EUF-F2}) of the soils Erfurt, Göttingen and Ochsenfurt.33

Table 2: Amounts of burnt lime (92% CaO), calcium sulfate hemihydrate (β CaSO₄ • 0.5 H₂O) and sodium hydroxide (NaOH) added to the soil in three doses (low, medium and high) based on equal amounts of Ca²⁺ ions (CaO and CaSO₄) and OH⁻ ions (CaO and NaOH).33

Table 3: Effect of the additives burnt lime (CaO), calcium sulfate (CaSO₄) and sodium hydroxide (NaOH) applied in low, medium and high dose on the soil pH and EUF extractable calcium in the soil after 8 weeks incubation (total, fraction 1: F1, fraction 2: F2; Erfurt: n = 8, Göttingen & Ochsenfurt: n = 8). Different letters in rows indicate significant differences at $p \leq 0.05$ (Tukey-Test).36