

Sonderdruck aus „Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch“, 59. Jahrg., Heft 7/1982

Aus dem Institut für Pflanzenernährung der Technischen Universität München in Freising-Weihenstephan

Carbonatationskalk, ein Rückstandskalk aus der Zuckerfabrikation

Von A. Amberger und R. Gutser

Zusammenfassung

Der in der Zuckerfabrikation anfallende Carbokalk stellt einen schnell wirksamen Kalkdünger mit ca. 28% basisch wirksamen Bestandteilen (berechnet als CaO) in Form von sehr feinem, frisch gefälltem CaCO_3 dar. Der Wassergehalt beträgt etwa 30%. Die enthaltenen Nährstoffe N und P erwiesen sich als gut pflanzenverfügbar. Die N-Wirkung hängt aber sehr wesentlich vom Zeitpunkt der Ausbringung und den Standortverhältnissen ab. Die gute Löslichkeit von Carbokalk bedingt einerseits auf flachgründigen oder sandigen Böden höhere Kalkverluste durch Auswaschung gegenüber den üblichen kohlen-sauren Kalken, bewirkt jedoch andererseits einen rascheren Anstieg des pH-Wertes in kalkbedürftigen Unterböden. Infolge seiner schnellen Wirkung eignet sich Carbokalk auch zur Krumenkalkung strukturschwacher Böden (z. B. vor Zuckerrüben).

Summary

„Carbo lime“, a residual product of sugar fabrication, is a fast-acting lime fertilizer with about 28% alkaline components (calculated as CaO) in form of very fine, freshly precipitated CaCO_3 . Water content is about 30%. Included nutrients N and P proved to be easily plant available. The effect of N, however, is dependent to a great extent on time of application and site-conditions. The good solubility of „carbo lime“, on one hand, is causing higher losses of calcium by leaching on shallow or sandy soils as compared to usual calcium carbonate, effecting on the other hand, however, a faster increase of pH in lime-needy subsoils. Due to his fast action, „carbo lime“ is suitable also for liming of topsoils poor in structure (e.g. to sugar beets).

Eingang des Manuskripts: 12. 10. 1982

Einleitung

In der Zuckerfabrikation fällt schon seit jeher sogenannter „Scheideschlamm“ an, ein Kalkschlamm, der bisher entweder auf Deponien gelegt oder nach Senkung des Wassergehaltes auf 50 bis 55% der Landwirtschaft als Dünger angeboten wurde. Dieser Kalk ist praktisch frisch gefälltes CaCO_3 : Kalkmilch ($\text{Ca}[\text{OH}]_2$) wird dem Rübensaft zur Reinigung und Neutralisation anorganischer und organischer Säuren zugesetzt; durch anschließendes Einleiten von CO_2 fällt CaCO_3 aus, zusammen mit Nichtzuckerstoffen wie z. B. Eiweiß, Aminosäuren, Pektine etc. Auf diese Weise werden die Ausbeute und der Reinheits-

grad des Zuckers beträchtlich erhöht. Durch die Entwicklung neuer Filtertechniken (z. B. Bandfilterpressen) kann der anfallende Kalkschlamm nunmehr auf einen Trockensubstanzgehalt von ca. 70% abgepreßt und auf diese Weise die Ausbringungstechnik wesentlich verbessert werden. Dieser „trockengepreßte“ Kalkschlamm wird den Landwirten neuerdings von den Zuckerfabriken als sogenannter Carbonatationskalk oder kurz „Carbokalk“ angeboten. Entsprechend der Düngemittelverordnung vom 1. Januar 1978 handelt es sich dabei um einen „Rückstandskalk“ mit einem Mindestgehalt von 30% Gesamt-CaO. Dieses Düngemittel wurde im Insti-

tut für Pflanzenernährung der Technischen Universität München in Freising-Weihenstephan hinsichtlich seiner basischen Wirksamkeit sowie der Nährstoffe Stickstoff und Phosphor (als Nebenbestandteile) geprüft; über die wichtigsten Ergebnisse wird nachstehend kurz berichtet.

Ergebnisse

Analysendaten zu Carbokalk

Die Gehalte an basisch wirksamen Bestandteilen und anderen Mineralstoffen schwanken etwas je nach Herkunft der Kalke (Tab. 1). Der von der Düngemittelverordnung vorgeschriebene Mindestgehalt von 30% Gesamt-CaO (Rückstandskalk) war im Versuchsmaterial stets erreicht.

Tabelle 1: *Analysendaten von Carbokalk (% i. Fri. S.) bzw. in 100 dt Carbokalk enthaltene Nährstoffmengen (kg)*

	% i. Fri. S.	kg
Trockensubstanz	66-70	-
basisch wirks. Bestandteile, berechnet als CaO	26-29	2600-2900
Gesamt-CaO	30-32	3000-3200
Gesamt-N	0,3-0,4	30-40
Gesamt-P ₂ O ₅	0,6-0,9	60-90
Gesamt-MgO	0,5-1,0	50-100
Gesamt-K ₂ O	<0,1	<10

Basische Wirksamkeit des Carbokalkes

In Modell-, Gefäß- und Feldversuchen wurde die basische Wirkung von Carbokalk mit handelsüblichem, kohlensaurem Mg-Kalk und Branntkalk verglichen auf Basis gleicher Mengen an basisch wirksamen CaO anhand der Veränderungen des pH-Wertes im Boden.

In beiden Versuchen (Abb., Tab. 2) zeigte sich eine rasche und je nach Höhe der Kalkgabe anhaltende basische Wirkung des Carbokalkes, die der des kohlensauren Mg-Kalkes und des gemahlene Branntkalkes mehr oder weniger deutlich überlegen war, offensichtlich aufgrund der guten Verteilung und damit großen Oberfläche dieses frisch gefällten CaCO₃. Aufgrund

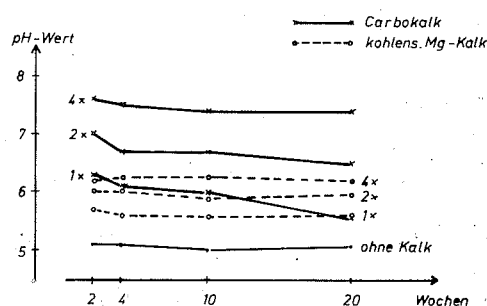


Tabelle 2: *Wirkung einer Krumenkalkung mit verschiedenen Kalkformen auf den pH-Wert des Bodens Braunerde (Löß)-Weihenstephan Kalkung: 2. 4. 81*

	pH _(CaCl₂) im Boden		
	0-8 cm	0-25 cm	
	11. 5.	27. 5.	27. 10. 81
ohne Kalk	6,1	6,1	5,6
10 dt CaO/ha als			
Carbokalk	6,7	6,7	6,4
Branntkalk gem.	6,4	6,4	6,2
kohlens. Mg-Kalk	6,1	6,1	5,9
20 dt CaO/ha als			
Carbokalk	7,0	7,0	6,8
Branntkalk gem.	6,5	6,5	6,3
kohlens. Mg-Kalk	6,4	6,4	6,3

seiner guten Löslichkeit und damit raschen Wirkung eignet sich Carbokalk gut zur Krumenkalkung (Stabilisierung der Oberflächenstruktur zur Verschlämzung neigender Böden).

Insbesondere auf flachgründigen sowie sandigen Böden ist damit allerdings die Gefahr einer stärkeren Ca-Auswaschung in höherem Maße gegeben, als das für gemahlene, fein kristalline kohlensauren Mg-Düngerkalk zutrifft (Tab. 3).

Tabelle 3: *Ca- und Mg-Auswaschung nach Düngung mit verschiedenen Kalkformen (Gefäßversuch) Zeitraum 20. 9. 81-15. 12. 81*

Düngung	Ca mg/Gefäß	Mg mg/Gefäß
ohne Kalk	127	20
Ca ₁ als kohlensaurer Mg-Kalk	151	45
Ca ₁ als Carbokalk	685	42
Ca ₂ als kohlensaurer Mg-Kalk	197	69
Ca ₂ als Carbokalk	811	51

Versuchsdurchführung

a) Versuche zur Prüfung der basischen Wirkung

Modellversuch in Kleingefäßen:

Boden:

uL, $\text{pH}_{\text{CaCl}_2} = 5,1$ 150 g/Gefäß

Düngung:

1. Kontrolle

2. $\text{Ca}_1 = 75 \text{ mg}$	} basisch wirksames CaO/Gefäß
3. $\text{Ca}_2 = 150 \text{ mg}$	
4. $\text{Ca}_4 = 300 \text{ mg}$	

75 mg CaO entsprechen etwa 15 dt CaO/ha

Formen: Carbokalk (29% bas. wirksames CaO)
kohlenaurer Mg-Kalk (55,7%)

Der Kalk wurde zum Boden gemischt und eine einheitliche Bodenfeuchte von 60% der max. Wasserkapazität mit deionisiertem Wasser eingestellt.

Die pH-Messung erfolgte nach 2, 4, 10 und 20 Wochen in 0,01 m CaCl_2 (Boden : Lösungsmittel = 1 : 2)

Feldversuch Standort Weihenstephan:

810 mm Niederschlag } langj.

7,7° C Lufttemperatur } Durchschnitt

Boden: uL, $\text{pH}_{\text{CaCl}_2} = 6,1$

Prüfung einer Krumenkalkung zu Zuckerrüben

1. Kontrolle

2. 10 dt } basisch wirksames

3. 20 dt } CaO/ha

Formen: Carbokalk

Branntkalk gemahlen

kohlenaurer Mg-Kalk

Die Kalkdünger wurden am 2. 4. 1981 vor der Saat in die oberen 10 cm eingearbeitet und die basische Wirkung durch Messen des pH-Wertes am 11. 5., 27. 5. und 27. 10. 81 festgestellt.

Gefäßversuch zur Prüfung der Ca- und Mg-Auswaschung

Boden:

sL, $\text{pH}_{\text{CaCl}_2} = 5,2$ 6 kg/Mitscherlichgefäß

Düngung:

1. Kontrolle

2. $\text{Ca}_1 = 12,5 \text{ g}$ } basisch wirksames CaO/Gef.3. $\text{Ca}_2 = 25,0 \text{ g}$ } fäß, zum Boden gemischt

Formen: Carbokalk

kohlenaurer Mg-Kalk

Die Gefäße wurden nach der Kalkzugabe vom

20. 9.–10. 12. 81 der freien Witterung ausgesetzt. Der nasse Herbst 81 bewirkte einen hohen Sickerwasseranfall (6 l/Gefäß \pm 200 mm). Im Perkolat wurden die Ca- und Mg-Gehalte festgestellt und die entsprechenden Auswaschungsmengen errechnet.

b) Gefäßversuch zur Prüfung der N-Wirkung

Boden:

sL, $\text{pH}_{\text{CaCl}_2} = 5,2$ 6 kg/Mitscherlichgefäß

Frucht:

Weidelgras (3 Aufwüchse)

Grunddüngung:

P, K, Mg optimal (hohes P-Niveau, um P-Wirkung von Carbokalk auszuschalten)

Versuchsplan:

1. Kontrolle

2. Ca_1 als kohlenaurer Mg-Kalk (KK)3. Ca_1 als KK - N_1 als NH_4NO_3 4. Ca_1 als Carbokalk (CK) = N_1 5. Ca_2 als KK - N_0 6. Ca_2 als KK - N_2 als NH_4NO_3 7. Ca_2 als CK = N_2

$\text{Ca}_1 = 12,5 \text{ g}$	} basisch wirksames CaO/Gef., z. gesamten Boden gemischt
$\text{Ca}_2 = 25,0 \text{ g}$	

 Ca_1 entspricht ca. 60 dt CaO/ha N_1 entspricht 151, N_2 302 mg Gesamt-N/Gefäß

c) Gefäßversuch zur Prüfung der P-Wirkung

Boden:

sL, $\text{pH}_{\text{CaCl}_2} = 5,0$ 7 kg/Mitscherlichgefäß
3 mg CAL- $\text{P}_2\text{O}_5/100 \text{ g}$ Boden

Frucht:

Silomais und Weidelgras (6 Aufwüchse)

Grunddüngung:

N, K, Mg optimal (hohes N-Niveau, um N-Wirkung von Carbokalk auszuschalten)

Versuchsplan:

1. Ca_1 als KK2. Ca_1 als KK + P_1 als Dicalciumphosphat (DCP)3. Ca_1 als CK = P_1 4. Ca_2 als KK5. Ca_2 als KK + P_2 als DCP6. Ca_2 als CK = P_2

$\text{Ca}_1 = 10 \text{ g}$	} basisch wirksames CaO/Gef., zum gesamten Boden gemischt
$\text{Ca}_2 = 20 \text{ g}$	

 Ca_1 entspricht ca. 45 dt CaO/ha P_1 entspricht 350 mg, P_2 700 mg Gesamt- $\text{P}_2\text{O}_5/$

Gef.

Auf tiefgründigen kalkbedürftigen Böden wird durch Carbokalk hingegen die Reaktion des Unterbodens schneller beeinflusst als durch Vergleichskalke.

Das im Carbokalk enthaltene Magnesium ist ebenfalls gut löslich (Tab. 3) und läßt demnach eine rasche Wirkung erwarten. Die im Vergleich zum kohlen-sauren Mg-Kalk zugeführten Mengen sind allerdings bedeutend geringer (100 dt Carbokalk enthalten ca. 75 kg MgO).

N-Wirkung

Tabelle 4: N-Wirkung von Carbokalk zu Weidelgras (Gefäßversuch)

Düngung	N-Entzug mg N/Gefäß
1. Ca ₁ als kohlen-saurer Mg-Kalk	191
2. Ca ₁ als kohlen-saurer Mg-Kalk + N ₁ als mineralische Düngung	306
3. Ca ₁ } als Carbokalk N _{1n} }	315
4. Ca ₂ als kohlen-saurer Mg-Kalk	229
5. Ca ₂ als kohlen-saurer Mg-Kalk + N ₂ als mineralische Düngung	442
6. Ca ₂ } als Carbokalk N ₂ }	394

Der im Carbokalk enthaltene Stickstoff dürfte überwiegend in organischer Form vorliegen. In Gefäßversuchen erwies er sich potentiell als weitgehend pflanzenverfügbar (Tab. 4). Im Falle einer Frühjahr-anwendung von Carbokalk kann damit die N-Düngung der Folgefrucht entsprechend vermindert werden (in 100 dt Carbokalk sind ca. 35 kg N enthalten). Bei Herbstanwendung muß dagegen insbesondere auf flachgründigen oder leichteren Böden und nach höheren Niederschlägen zwangsläufig mit erheblichen N-Verlusten durch Ein- oder Auswaschung gerechnet werden, da der organische Stickstoff mit Sicherheit in kurzer Zeit mineralisiert ist. Durch die Kombination einer Stoppelkal-

kung mit Grün- oder insbesondere Strohdüngung könnte aber der aus dem Carbokalk mineralisierte Stickstoff über den Winter weg biologisch blockiert werden. Zu dieser Fragestellung sind sicherlich noch weitere Versuche notwendig.

P-Wirkung

Tabelle 5: P-Wirkung von Carbokalk zu Grünmais und Weidelgras (Gefäßversuch)

	P-Entzug der Pflanzen (mg P/Gefäß)	Ausnutzung der P-Düngung	
		%	Dicalcium- phosphat = 100
1. Ca ₁ als kohlen-saurer Mg-Kalk	154	—	—
2. Ca ₁ als kohlen-saurer Mg-Kalk + P ₁ als Dicalciumphosphat	220	43	100
3. Ca ₁ als Carbokalk = P ₁	194	26	60
4. Ca ₂ als kohlen-saurer Mg-Kalk	142	—	—
5. Ca ₂ als kohlen-saurer Mg-Kalk + P ₂ als Dicalciumphosphat	249	35	100
6. Ca ₂ als Carbokalk = P ₂	233	30	86

Das mit dem Carbokalk zugeführte Phosphat erreichte in 7 Pflanzenaufwüchsen etwa 75% der Wirkung des Dicalciumphosphats auf Basis gleicher P-Mengen (Tab. 5). Daraus kann gefolgert werden, daß die mit 100 dt Carbokalk/ha ausgebrachten 70 kg P₂O₅ etwa dem P-Entzug einer guten Getreideernte gleichkommen und somit gegebenenfalls eine entsprechende Einsparung der P-Düngung innerhalb der Fruchtfolge rechtfertigen. Da das Phosphat bekanntlich nicht ausgewaschen wird, ist der Ausbringungszeitpunkt des Carbokalkes im Hinblick auf die P-Wirkung unbedeutend.