

Kalk- und Magnesiumwirkung kohlsaurer Kalke mit unterschiedlichem Vermahlungsgrad

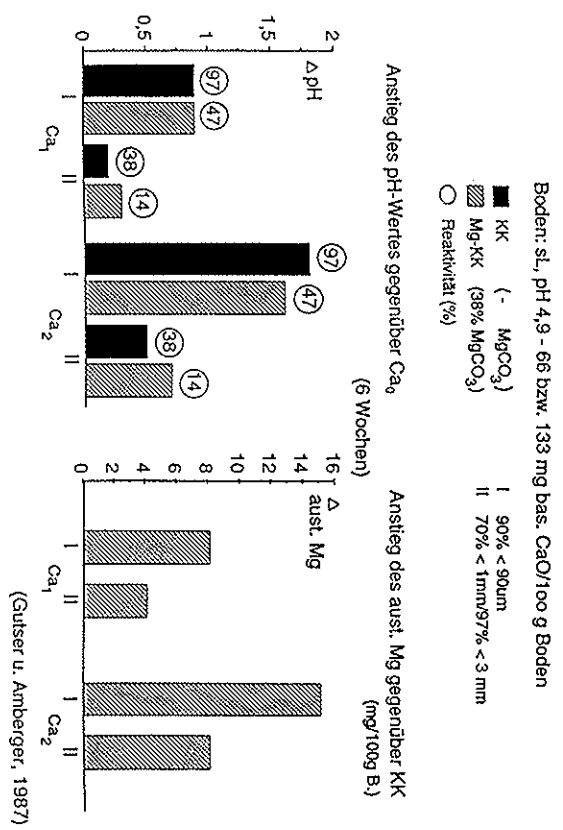
R. Gutser*, U. Bayer** und Th. Ebertseder*

Die derzeit gültige Düngemittelverordnung schreibt für kohlsaurer Kalke einen Vermahlungsgrad von 97 % < 3mm und 70 % < 1mm unabhängig vom Magnesiumgehalt und der Härte des Ausgangsgesteins vor. Kalke bis 25 % MgCO₃ müssen mindestens eine Reaktivität (Methode n. Sauerbeck und Rietz, 1984) von 30 %, über 25 % MgCO₃ von 10% aufweisen.

Die Bedeutung der Mahlfreiheit für die Wirkung der Carbonatkalke ist allgemein bekannt (z.B. Barber, 1957, Ebert et al., 1969).

Die von uns hingewiesene Unterbewertung der Kalk- und Mg-Wirkung dolomitischer Kalke (Gutser u. Amberger, 1987) bei ausschließlicher Bewertung nach der Reaktivität ohne Mitherrücksichtigung der Mahlfreiheit (Abb. 1) bestätigte sich in weiterführenden Brutersuchen auf schwach sauren Böden (Abb. 2); Mg-Kalke liegen meist über der gut gesicherten Regressionsgerade zwischen Reaktivität und pH-Anstieg.
Auch Runge und Decker (1990) weisen auf Unsicherheiten der Reaktivitäts- Methode in der Bewertung der Carbonatkalke hin.

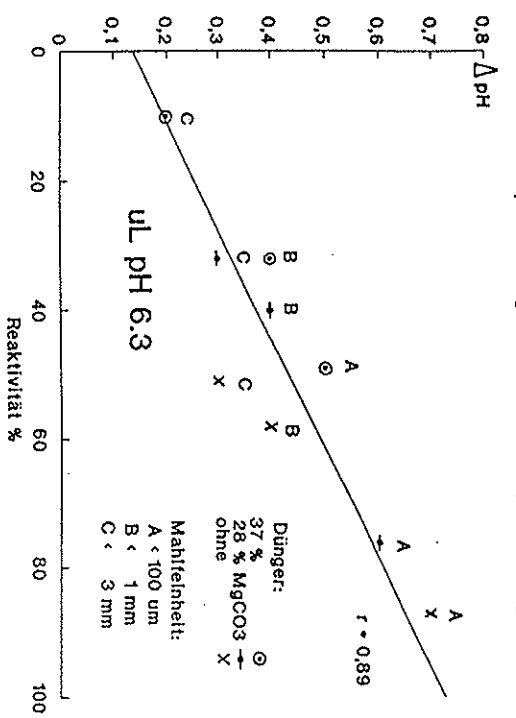
Abb. 1: Wirkung kohlsaurer Kalke im Brutersuch



In der vorliegenden Arbeit werden Ergebnisse zweijähriger Gefäßversuche auf schwach sauren Böden vorgestellt, in denen die Mg-Wirkung verschieden fein vermahlener kohlsaurer Mg-Kalke einer Provenienz an den Pflanzenentzügen, der Mg-Auswaschung und der Veränderung des austauschbaren Magnesiums im Boden beurteilt und mit Kieserit ohne und mit Kalkausgleich verglichen wurde (Ebertseder, 1991).

* Dr. R. Gutser und Th. Ebertseder, Institut für Pflanzenernährung, TU-München, 8050 Freising-Weihenstephan
** Dr. Ulrich Bayer, Bayer, Düngekalk - GmbH, 8402 Neutraubling

Abb. 2: Kalkwirkung verschiedener kohlenaurer Kalkte
Brutversuch: pH-Anstieg (8 Wochen) 66 mg CaO/100g Boden



Versuchsdurchführung und Methoden

Dünger: (kohlenaurer Mg-Kalk = Mg-KK; kohlenaurer Kalk = KK)
Oberfläche bas. Bestandt. ber. (cm²/g) % CaO Mg % Reaktivität %
Siebfraktion

Mg-KK A	90 % < 90 µm	6376	57,7	10,7	45
Mg-KK B	0 - 1 mm 20% < 90 µm	1280	58,0	11,1	27
Mg-KK C	0,315 - 1 mm	49	57,6	8,6	31
KK	< 100 µm	8441	55,8	0,1	98

Böden : 5,8 kg / Mitscherlichgefäß I = "Freyung", II = "Passau"

	Ton %	Schluff % (mval/100g)	KAK	Bas. Sättg. %	pH (CaCl ₂)	CAL-K ₂ O (mg/100 g)	CaCl ₂ -Mg
II S	12	35	10,4	89	6,1	18	4
II IU	17	73	11,5	81	6,1	28	5

Pflanzen: Weidelgras (2 Schnitte), Grünraps, Grünhafer
Perkolaton: A. ohne

B. mit = 6 x 1-3tägige Auswaschungsperioden von ø 33mm

- Düngung: NPK optimal
1. ohne Mg, ohne Kalk
 2. ohne Mg + KK (wie 3-5)
 3. Mg-KK A
 4. Mg-KK B
 5. Mg-KK C
 7. Kieserit, ohne Kalk
 8. Kieserit + KK (wie 3 - 5)
- Mg-Gabe: 6mg/100g Boden

Mg-Bestimmung in Böden:

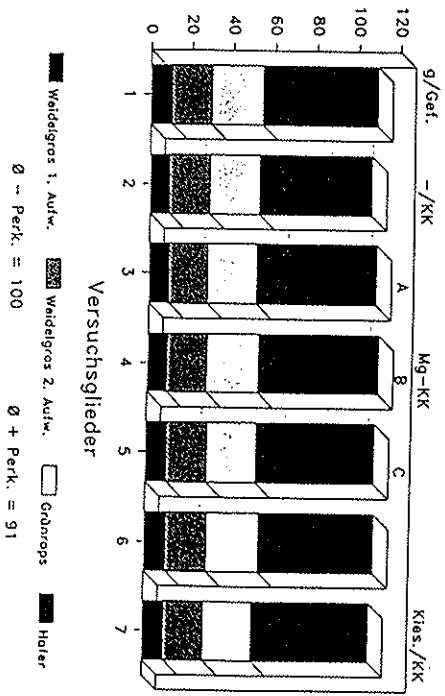
- 1 bis 6fache Extraktion mit 0,025 n CaCl₂ (Schachtschabel, 1954)
- EDTA-Mg (0,05 m EDTA / Boden = 1/10, 2 Std. schütteln)
- AED-Mg (1n Ammoniumacetat, Essigsäure, 0,02m DTPA - Lösung / Boden = 1/10
2 Std. schütteln siehe Österr. Landes. Versuchsanstalten, 1985)
- EUF-Mg (Nemeth, 1976)

Ergebnisse:

Auf beiden Versuchsböden fiel während der 2 Versuchsjahre der pH-Wert des Bodens lediglich in den Varianten ohne Kalk von 6,1 auf 5,4 - 5,6 ab. Die gekalkten Böden wiesen zum Versuchsende unabhängig von der Düngerform pH-Werte um 6,0 auf, so daß die gestellte Versuchsfrage bezüglich Mg-Wirkung auf schwach sauren Böden beantwortet werden konnte.

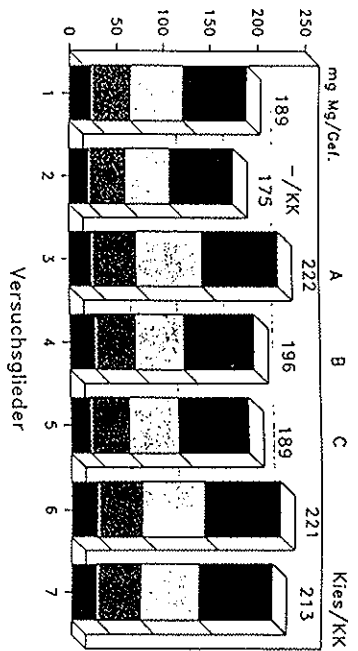
Die Mg-Düngung veränderte die Pflanzenerträge nur unwesentlich (für Boden I, s. Abb. 3), führte jedoch auf sämtlichen Böden zu signifikanten Zunahmen der Mg- Entzüge (für Boden II s. Abb. 4, Tab. 1). Die Mg-Wirkung der Kalke ging mit abnehmender Mahlfineinheit deutlich zurück. Kalk A erreichte meist die höchsten Mg- Entzüge, Kalk B war der Kombination Kieserit/ KK (VG 7) trotz etwas langsamerer Anfangswirkung in der Regel gleichwertig. Die 6malige Perkolaton bewirkte im Mittel einen Rückgang der Erträge und Entzüge von 9%.

Abb. 3: Trockensubstanzertrag
Boden "Freyung", mit Perkolaton



Die Mg- Auswaschung der Versuchsglieder mit Mg war erwartungsgemäß mehr oder weniger deutlich erhöht; vornehmlich auf dem leichteren Boden I (IS gegenüber IU = Boden II) stieg die Mg-Auswaschung mit zunehmender Mahlfineinheit der kohlenaurer Kalke und insbesondere nach Düngung mit Kieserit beachtlich an (Tab. 2). Auffallend waren zudem die in letzterer Variante ermittelten höheren Ca- und auch K-Verluste, zurückzuführen auf die gute Mobilität des Sulfations im Boden.

Abb. 4: Magnesiummentzügen Boden "Passau", mit Perkolat



Tab. 1: Magnesiummentzügen (Summe von 4 Ernten) Boden I (mg/Gef.)

Düngung	Perkolat	+
1 -/-	160	146
2 -/KK	160	133
3 Mg-KK A	221	205
4 Mg-KK B	209	195
5 Mg-KK C	180	181
6 Kies/-	226	201
7 Kies/KK	208	192
GD5%	5	6

Tab. 2: Mineralstoffauswaschung - Summe der 6 Perkolate (mg/Gefäß)

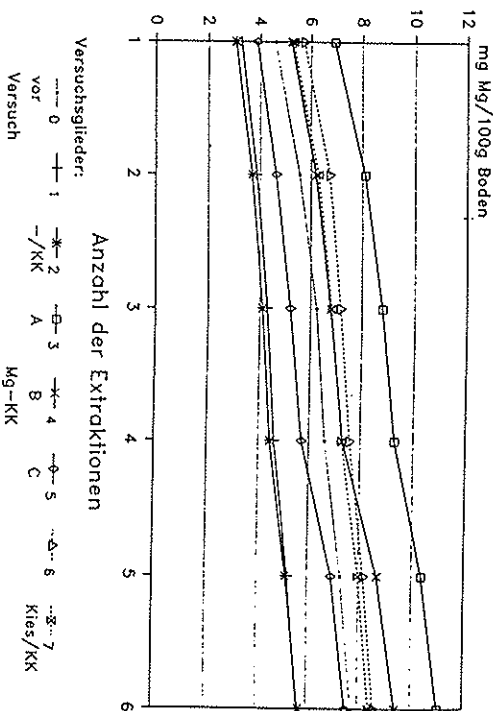
Düngung	Boden I Mg	Boden II Mg	Ca	Boden I K
2 -/KK	40	38	981	69
5 Mg-KK C	47	45	834	66
4 Mg-KK B	54	44	832	62
3 Mg-KK A	69	53	906	73
7 Kies/KK	102	68	1257	78
GD5%	6	10	82	9

Kieserit und dolomitische Kalkdüngung führten stets zu einem beachtlichen Anstieg des austauschbaren (CaCl₂) Magnesiums des Bodens (für Boden I "mit Perkolat" s. Tab. 3). Die Mg-Wirkung der kohlen-sauren Kalke war sehr wesentlich abhängig vom Vermahlungsgrad. Im Gegensatz zu Kieserit stieg das austauschbare Mg der Dolomitvarianten während des Aufwachsens der Zweitfrucht Raps weiter an. Ursache hierfür dürfte der in der Zweitfrucht fallende pH-Wert des Bodens sein, nachdem sich die Vermutung eines unzureichenden Erfassens des Mg-Potentials kohlen-saurer Kalke durch einmalige CaCl₂-Extraktion der Böden nicht bestätigte: 2 bis 6 fache Extraktionen brachten zwar einen Anstieg der austauschbaren Mg-Mengen, differenzierteren die einzelnen Versuchsvarianten aber nicht stärker als die einfache Extraktion (Abb. 5).

Tab 3: pH-Werte und austauschbares Mg der Böden; Boden I "mit Perkolat"

Meßtermin	1	2	3	4	5	6	7	GD5%
	-/-	-/KK	A	B	C	Kies/-	Kies/KK	
nach Weidelgras	6,2	6,7	6,4	6,5	6,1	6,2	6,6	0,2
nach Raps	5,4	5,8	5,9	5,8	5,9	5,5	5,8	0,1
austauschbares Mg (CaCl ₂) - mg/100 g Boden								
nach Weidelgras	3,5	3,6	5,9	5,1	3,4	6,3	5,9	0,6
nach Raps	3,1	3,0	7,1	6,4	4,5	5,7	5,5	0,2

Abb. 5: Austauschbares Mg des Bodens nach mehrfacher CaCl₂-Extraktion (Boden I "mit Perkolat")



Die durch verschiedene Extraktionsverfahren ausgewiesenen Mg - Gehalte der Böden korrelierten stets sehr gut mit den Mg-Gehalten von Grünraps:

Korrelationskoeffizient r	1 x CaCl ₂	EDTA: 0,94
	4 x CaCl ₂	AED : 0,96
	6 x CaCl ₂	EUF : 0,95

Verfügbares Mg-Potential der verschiedenen Düngungssysteme

Das verfügbare Mg-Potential errechnet sich als Summe der Mg-Entzüge, Mg-Auswaschung und dem austauschbaren Mg-Vorrat des Bodens abzüglich der jeweiligen Kontrollwerte. Die Berechnung in Tabelle 4 beinhaltet die Ergebnisse von 2 Schritten Weidelgras und Grünraps.

Tab.4: Verfügbares Mg-Potential der Düngungssysteme (in % der Mg-Düngung)

Böden	Mg-KK			Kies/KK
	A	B	C	
	45*	27*	31*	
I ohne Perkolatation	69	48	17	57
I mit Perkolatation	81	65	32	64
II mit Perkolatation	85	61	27	57

*Reaktivität (%)

Das Mg-Potential der kohlen-sauren Kalke zeigt eine eindeutige Abhängigkeit von der Mahlfeinheit, während die Reaktivität keine Erklärung für die sehr unterschiedliche Wirksamkeit ermöglicht. Das mit Abstand höchste wirksame Potential errechnet sich für den feingemahlener Carbonatalk A (90 % < 90 µm) vor dem gröbereren Kalk B (0-1 mm, 20 % < 90 µm), der etwa gleiche Ergebnisse wie die Kombination Kieserit/ kohlen-saurer Kalk erzielt. Das mit Abstand schwächste wirksame Potential besitzt der grobe Kalk C (0,315 - 1 mm).

Schlussfolgerungen und Zusammenfassung

Die Kalk- und Mg-Wirkung dolomitischer Kalke hängt sehr wesentlich vom Vermahlungsgrad der Dünger ab; eine ausschließliche Bewertung nach der Reaktivität führt zu Fehlbeurteilungen. Die Korngrößen > 0,315 mm zeigen insbesondere auf schwach sauren Böden nur eine geringe Mg-Wirkung. Nach Ebert et al. (1969) besitzen gröbere Kalke auch keine bessere Nachwirkung als feinere Formen. Mg-Kalke der Siebfraction B (0-1 mm, 20 % < 90 µm) und insbesondere A (90 % < 90 µm) erreichen auch auf schwach-sauren Böden eine der Kombination Kieserit / kohlen-saurer Kalk mindestens gleichwertige Magnesiumwirkung und eignen sich folglich gut für den gezielten Einsatz auf Mg - bedürftigen Standorten.

Die im Vergleich zu Kieserit (verfügbares Mg-Potential von 57 - 64 %) mit dem feiner-mahlener Dolomit (69 - 85 %) erreichte bessere Mg-Verfügbarkeit lässt sich nur schwer erklären und dürfte auf Umfällungsvorgänge und veränderte Lösungs-gleichgewichte in der Kieserit-Variante zurückzuführen sein.

Die übliche Bestimmung des austauschbaren Mg durch $CaCl_2$ -Extraktion (Schachtschabel, 1954) eignet sich auch für Böden mit Düngung von Dolomitkalk.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß die in der Düngemittelverordnung derzeit fest-gelegte Mindestvermahlung von 97 % < 3 mm und 70 % < 1 mm für dolomitische Kalke nicht ausreichend ist. Eine gute Mg-Wirkung läßt sich nur von Korngrößen < 0,315 mm, am sichersten < 100 µm erwarten.

Literatur

- Barber, S.A., 1957: Measurement of the fineness of agricultural limestone. Indiana Acad.Sci.Proc. 66, 242-245
 Ebert, K., Koriath, H. und Rinno, G., 1969: Einfluß der Korngröße auf die Wirksamkeit von Kalzen und kalkhaltigen Schlacken. Albrecht Thaer Archiv 13, 579-588
 Eberseder, Th., 1991: Magnesiumwirkung dolomitischer Kalke unterschiedlichen Vermahlungsgrades im Getreideversuch. Dipl. Arbeit LST Pflanzenzucht, TU München-Weihenstephan
 Güsser, R. und Amberger, A., 1987: Kalk- und Mg-Wirkung verschiedener Kalkdünger. Bayer Landw. J 64, 375-384
 Runge, P. und Decker, H., 1990: Das Neutralisationsvermögen von carbonatischen Düngekalzen und eine Methode zu seiner Bestimmung. Zement-Kalk-Gips 43, 405-408
 Sauerbeck, D. und Rietz, E., 1984: Ein Verfahren zur Bestimmung der Reaktivität kohlen-saurer Düngekalke. Landw. Forsch. Kongreßband 1984, 682-690