
Standpunkt

Bestimmung des Kalkbedarfs von Acker- und Grünlandböden

zuständige Fachgruppen:

- I Bodenkunde, Pflanzenernährung und Düngung
- II Bodenuntersuchung
- X Bodenfruchtbarkeit und Agrarökologie

Bearbeiter:

Dr. sc. M. Kerschberger, Jena
Dr. B. Deller, Karlsruhe
LD U. Hege, Freising
Dr. J. Heyn, Kassel
Dr. H.-E. Kape, Rostock
Prof. Dr. O. Krause, Jena
Dipl.-Ing. J. Pollehn, Köln
Dr. M. J. Rex, Mühlheim
Dr. K. Severin, Hannover

Darmstadt, 19. September 2000

Impressum

Standpunkt des VDLUFA, 19. September 2000

Herausgeber: Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA)
Bismarckstr. 41 A, 64293 Darmstadt
Telefon: 0 61 51-9 55 84-0, Fax: 0 61 51-95 58 40
E-Mail: info@VDLUFA.de
Homepage: <http://www.vdlufa.de>

Präsident: Prof. Dr. G. Breitschuh

Redaktionelle Bearbeitung: Dr. sc. M. Kerschberger

Stellungnahme: Prof. Dr. D. Alt, Bohnite; Prof. Dr. R. Bartels, BTI des NLFB Bremen; Dr. G. Baumgärtel, LWK Hannover; Dr. R. Bischoff, LUFA Speyer; Dr. Ch. von Braunschweig, Kali und Salz Kassel; Prof. Dr. G. Breitschuh, TLL Jena-Zwätzen; Prof. Dr. N. Claassen, Universität Göttingen; Dr. H. Eckert, TLL Jena-Zwätzen; Prof. Dr. H. Goldbach, Universität Bonn; Dr. R. Gutser, TU München-Weihenstephan; Dr. F. Holz, LUFA Sachsen-Anhalt Halle/S.; Prof. Dr. G. Hoffmann, Freising; Dr. K. Isermann, Hanhofen; PD Dr. Marianne Karpenstein-Machan, Universität Kassel; Dr. V. König, TLL Jena-Zwätzen; Dr. J. Kralovec, Landwirtschaftliches Zentralinstitut Brno; K. F. Kummer, BASF Limburgerhof; Prof. Dr. W. Merbach, Universität Halle/S.; Dr. D. Merkel, LUFA Hameln; Christa Müller, LBP Freising; Dr. M. Munzert, LBP Freising; Dr. L. Nätscher, HVA Freising-Weihenstephan; Dr. G. Pasda, BASF Limburgerhof; F. Peretski, LBP Freising; Dr. G. Pommer, LBP Freising; Dr. H. Rasp, LUFA Speyer; Prof. Dr. W. Römer, Universität Göttingen; Dr. M. Roschke, LUFA Potsdam; Dr. H. Schaaf, HLVA Kassel; Prof. Dr. B. Scheffer, BTI des NLFB Bremen; Prof. Dr. G. Schilling, Universität Halle/S.; Prof. Dr. S. Schubert, Universität Gießen; Dr. K. Seibert, LUFA Speyer; Dr. G. Steffens, LUFA Oldenburg; Prof. Dr. F. Taube, Universität Kiel; Dr. W. Übelhör, LUFA Augustenberg; Dr. E. Viehausen, Thomasdünge Düsseldorf; Dr. W. Zerulla, BASF Limburgerhof

Endredaktion: Dr. H.-G. Brod
Gesamtherstellung: VDLUFA, Selbstverlag

Die Standpunkte des VDLUFA sind urheberrechtlich geschützt.

Bestimmung des Kalkbedarfs von Acker- und Grünlandböden

1 Problematik und Zielsetzung

Die regelmäßige Ausbringung von Kalk zur Regulierung der Bodenreaktion ist in der Landwirtschaft seit langem üblich. Eine Kalkung wirkt der natürlichen Bodenversauerung entgegen und dient somit der Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit.

Eine ausreichende Kalkversorgung bewirkt:

- physikalisch: Erhöhung der Aggregatstabilität und Porosität von Mineralböden,
- chemisch: Positive Beeinflussung der Löslichkeit von Makro- und einigen Mikronährstoffen, Reduzierung der Pflanzenverfügbarkeit von Schwermetallen,
- biologisch: Förderung eines aktiven Bodenlebens.

Der Kalkbedarf wird derzeit in Deutschland in der Regel durch Messung des pH-Wertes einer Bodensuspension in 0,01 molarer Calciumchlorid-Lösung (pH-CaCl₂) ermittelt.

In den westdeutschen Bundesländern wird dabei nach der auf Arbeiten von SCHACHTSCHABEL zurückgehenden Verbandsmethode des VDLUFA (Methode A 5.2.1 im Methodenbuch, Band I) vorgegangen. Danach wird zunächst der pH-Wert des Bodens (Ausgangs-pH-Wert) in CaCl₂-Lösung festgestellt. Besteht zwischen Ausgangs-pH-Wert des Bodens und dem durch Kalkung angestrebten Ziel-pH-Wert des Bodens eine größere Differenz, dann wird zusätzlich eine pH-Messung in einer gepufferten Calcium-Acetat-Suspension (pH-Acetat) notwendig. Aus beiden Werten ergibt sich die für das jeweilige Aufkalkungsziel erforderliche Kalkmenge aus den SCHACHTSCHABEL-Tabellen.

In der ehemaligen DDR wurde die Kalkbedarfsbestimmung nach SCHACHTSCHABEL und anderen Methoden im Jahre 1965 durch eine heute nur auf dem pH-CaCl₂ basierende Kalkbedarfsermittlung abgelöst. Sie basiert auf pH- und Ertragswirkungen aus Ergebnissen zahlreicher Feldversuche zur Kalkdüngung unter Berücksichtigung der Bodenart und des Humusgehaltes (KERSCHBERGER 1996, KÖNIG und KERSCHBERGER 1996). Die daraus abgeleiteten pH-Stufen (pH-Bereiche A bis F) sowie die ermittelten Kalkmengen zur Erreichung optimaler pH-Werte auf Acker- und Grünland bilden derzeit die Grundlage für die Kalkbedarfsermittlung in den ostdeutschen Bundesländern.

Damit kommen in Deutschland zwei unterschiedliche Verfahren der Kalkbedarfsermittlung zur Anwendung. Darüber hinaus weicht auch das Vorgehen bei der Klassifikation und Definition des Kalkversorgungszustandes des Bodens voneinander ab:

westdeutsche Bundesländer: Kalkzustandsstufe A: Gesundungskalkung; C: Erhaltungsbedarf; E: kein Kalkbedarf

ostdeutsche Bundesländer: pH-Stufen A, B, C, D: Aufkalkung; E: untere Hälfte der Stufe Erhaltungskalkung, obere Hälfte der Stufe kein Kalkbedarf; F: kein Kalkbedarf, physiologisch bzw. chemisch sauer wirkende Düngemittel einsetzen.

Da sich der VDLUFA die Einführung und Anwendung einheitlicher Untersuchungsmethoden und Beurteilungsgrundsätze zum Ziel gesetzt hat, wird vorgeschlagen, das in den ostdeutschen Ländern gehandhabte Verfahren zur Kalkbedarfsermittlung zu überarbeiten und einheitlich in allen Bundesländern anzuwenden.

Die Gründe für diese Entscheidung sind folgende:

- Die Vorgehensweise in den ostdeutschen Bundesländern ist aus zahlreichen Feldversuchen abgeleitet. Hingegen ist die derzeitige Verbandsmethode zwar durch Arbeiten von SCHACHTSCHABEL theoretisch und durch Laborversuche untermauert, jedoch ist ihre Prüfung im Feldversuch weitgehend unterblieben.
- Zwischen den einzelnen LUFA bzw. Bundesländern sind selbst bei gleichen Ausgangsbedingungen die Kalkdüngungsempfehlungen stark voneinander abweichend.
- Wie Stichproben ergaben, ist nach der derzeitigen VDLUFA-Methode in etwa 10 % der Fälle eine Messung des pH-Wertes in Calciumacetat erforderlich. Dies bedeutet für die Bodenuntersuchungslabors einen zusätzlichen Aufwand. Die pH-Messung in Calciumacetat muss sehr präzise durchgeführt werden. Bereits Differenzen um 0,1 pH führen bei Messwerten unter pH 6,0 schon zu Änderungen in der Kalkempfehlung von 20 bis 25 dt CaO/ha.
- Zur Bewertung des Nährstoffversorgungszustandes des Bodens werden für Phosphor, Kalium und Magnesium fünf Gehaltsklassen (A bis E) verwendet. Dabei gilt jeweils die Klasse C als „anzustreben“ (optimal). Entsprechend soll auch der Kalkversorgungszustand des Bodens nach fünf pH-Klassen gruppiert werden. Die fünfklassige Einteilung ist infolge der allgemein relativ geringen Variabilität des pH-Wertes eines Feldes und der damit verbundenen hohen Treffsicherheit zur Klassenzugehörigkeit besonders gerechtfertigt. Außerdem ermöglicht eine solche Gruppierung ausreichende Beratungsansätze für eine kulturartenspezifische Kalkbedarfsermittlung.

Die wesentlichen Teile des vorgeschlagenen Verfahrens werden nachfolgend beschrieben. Detailliertere Informationen können dem Methodentext entnommen werden, der als Grundlage für eine neue Verbandsmethode des VDLUFA derzeit erarbeitet wird. Diese soll die bisherige Verbandsmethode zur Kalkbedarfsbestimmung ersetzen.

2 Beschreibung des vorgeschlagenen Verfahrens

Für die im Rahmen der Kalkbedarfsermittlung erforderliche Berücksichtigung der Bodenart wurde zunächst geprüft, welche Bodenarteneinteilung für die landwirtschaftliche Praxis sinnvoll erscheint. Das im VDLUFA-Methodenbuch beschriebene Schema der Bodenarteneinteilung wurde als geeignet befunden. Bei der Übernahme erfolgte eine Rundung der Tongehalte in ganze Zahlen (Tab. 1).

Tabelle 1: Rahmenschema für die Gruppierung der Bodenarten nach VDLUFA

Nr.	Bodenartengruppe/ vorwiegende Bodenart	Sym- bol	Tongehalt ¹⁾ (%)	Ton plus Fein- schluff ²⁾ (%)	Bezeichnung in der Düngungs- praxis
1	Sand	S	bis 5	bis 7	leichte Böden
2	schwach lehmiger Sand	l'S	> 5 bis 12	> 7 bis 16	
3 ³⁾	stark lehmiger Sand	lS	> 12 bis 17	> 16 bis 23	mittlere Böden (Nr. 4 wird re- gional als schwerer Boden eingestuft.)
4 ³⁾	sandiger/schluffiger Lehm	sL/uL	> 17 bis 25	> 23 bis 35	
5 ⁴⁾	toniger Lehm bis Ton schwach toniger Lehm toniger Lehm lehmiger Ton Ton	t'L tL lT T	> 25 bis 35 > 35 bis 45 > 45 bis 65 > 65	} > 35	schwere Böden
6	Moor (Böden mit > 30 % Humus)	Mo	-		

¹⁾ Korngröße < 0,002 mm in % mineralischer TM nach DIN 19682

²⁾ Korngröße < 0,006 mm in % mineralischer TM nach DIN 19682

Die Einstufung der Böden in Bodenartengruppen kann entweder nach dem Gehalt an Ton oder nach dem Gehalt an Ton plus Feinschluff erfolgen.

³⁾ Böden mit Schluffgehalten von > 50 % werden in die Bodenartengruppe 4, bei höherem Gehalt an Ton (oder Ton plus Feinschluff) in die Bodenartengruppe 5 eingestuft.

⁴⁾ Die aufgeführten Bodenarten der Gruppe 5 können im Untersuchungsbefund ausgewiesen werden. Sie unterscheiden sich jedoch im Aufkalkungsziel und -bedarf nicht.

Wegen der Überschneidungen und Unschärfen hinsichtlich der Bezeichnung und Zuordnung von Bodenarten nach den verschiedenen Nomenklaturen sind die Bezeichnungen der Bodenartengruppe/vorwiegende Bodenart (Reichsbodenschätzung, DIN, TGL, KA 4) und die Symbole als Orientierung zu betrachten. Innerhalb dieses Rahmenschemas können Bodenartengruppen zusammengefasst werden, sofern es regional sinnvoll ist. Eine Zuordnung der Bodenartenuntergruppen nach der Bodenkundlichen Kartieranleitung (AG BODENKUNDE) zum Rahmenschema der Bodenartengruppierung nach VDLUFA ist den Richtwerttabellen beigelegt.

Die zukünftig zur Bewertung des Kalkversorgungszustandes des Bodens zugrunde gelegten pH-Klassen A bis E wurden entsprechend definiert. Dabei kam Aspekten der Bodenfruchtbarkeit wie Bodenstruktur, Nährstoff- und Schwermetallverfügbarkeit sowie allgemeinen Hinweisen zur Kalkung in der Praxis besondere Bedeutung zu (Tab. 2).

In der Vergangenheit haben die jeweils zuständige LUFA bzw. Landwirtschaftskammer die Richtwerte zur Einstufung der pH-Werte des Bodens eigenständig für ihre Region festgelegt. Diese Werte unterscheiden sich z. T. erheblich. Trotz gleicher pH-Werte im Boden gibt es daher selbst unter sonst vergleichbaren Standortbedingungen von Fall zu Fall deutliche Unterschiede in den Kalkdüngungsempfehlungen. Die vorliegenden Versuchsergebnisse reichen

häufig nicht aus, um die Treffsicherheit dieser Richtwerte nachzuweisen. Es war deshalb ein Anliegen des VDLUFA, die in den Ländern vorliegenden Richtwerte zum anzustrebenden bzw. optimalen pH-Bereich des Bodens zu hinterfragen und aus dieser Analyse einen Rahmen für bundesweit anzustrebende pH-Bereiche abzuleiten. Die so gefundenen Richtwerte sind in Tabelle 3 (Ackerland) und Tabelle 4 (Grünland) zusammengestellt. In diesen Tabellen sind außerdem die Richtwerte zur Erhaltungskalkung aufgeführt.

Tabelle 2: Definition der pH-Klassen für die Kalkversorgung des Bodens sowie des Kalkdüngungsbedarfs mit dem Ziel der Erreichung und Erhaltung der anzustrebenden, optimalen Bodenreaktion auf der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LN)

pH-Klasse / Kalkversorgung	Beschreibung von Zustand und Maßnahme	Kalkdüngungsbedarf
A/sehr niedrig	<p>Zustand: Erhebliche Beeinträchtigung von Bodenstruktur und Nährstoffverfügbarkeit, sehr hoher Kalkbedarf, signifikante Ertragsverluste bei fast allen Kulturen bis hin zum gänzlichen Ertragsausfall, stark erhöhte Pflanzenverfügbarkeit von Schwermetallen im Boden</p> <p>Maßnahme: Kalkung hat weitgehend unabhängig von der anzubauenden Kultur Vorrang vor anderen Düngungsmaßnahmen</p>	Gesundungskalkung
B/niedrig	<p>Zustand: Noch keine optimalen Bedingungen für Bodenstruktur und Nährstoffverfügbarkeit, hoher Kalkbedarf, meist noch signifikante Ertragsverluste bei kalkanspruchsvollen Kulturen, erhöhte Pflanzenverfügbarkeit von Schwermetallen im Boden.</p> <p>Maßnahme: Kalkung erfolgt innerhalb der Fruchtfolge bevorzugt zu kalkanspruchsvollen Kulturen.</p>	Aufkalkung
C/anzustreben, optimal	<p>Zustand: Optimale Bedingungen für Bodenstruktur und Nährstoffverfügbarkeit sind gegeben, geringer Kalkbedarf, kaum bzw. keine Mehrerträge durch Kalkdüngung.</p> <p>Maßnahme: Kalkung innerhalb der Fruchtfolge zu kalkanspruchsvollen Kulturen.</p>	Erhaltungskalkung
D/hoch	<p>Zustand: Die Bodenreaktion ist höher als anzustreben, kein Kalkbedarf</p> <p>Maßnahme: Unterlassung einer Kalkung</p>	Keine Kalkung
E/sehr hoch	<p>Zustand: Die Bodenreaktion ist wesentlich höher als anzustreben und kann die Nährstoffverfügbarkeit sowie den Pflanzenertrag und die Qualität negativ beeinflussen.</p> <p>Maßnahme: Unterlassung jeglicher Kalkung, Einsatz von Düngemitteln, die in Folge physiologischer bzw. chemischer Reaktion im Boden versauernd wirken.</p>	keine Kalkung und keine Anwendung physiologisch bzw. chemisch alkalisch wirkender Düngemittel

Tabelle 3: Rahmenschema für **Ackerland** zur Einstufung der pH-Werte des Bodens (CaCl₂-Methode) in pH-Klasse C (anzustrebender/optimaler pH-Bereich) sowie Erhaltungskalkung (dt CaO/ha). Die empfohlenen Kalkmengen beinhalten den Kalkbedarf bis zur nächsten Bodenuntersuchung (nach Ablauf einer Fruchtfolge). Die Ausbringung erfolgt zu kalkanspruchsvollen Kulturen.

Bodenartengruppe/vorwiegende Bodenart		Humusgehalt des Bodens (%)				
		≤ 4	4,1 bis 8,0	8,1 bis 15,0	15,1 bis 30	> 30
		pH-Werte der Klasse C und Erhaltungskalkung				
1/Sand	pH-Klasse C dt CaO/ha	5,4 bis 5,8 6	5,0 bis 5,4 5	4,7 bis 5,1 4	4,3 bis 4,7 3	
2/schwach lehmiger Sand	pH-Klasse C dt CaO/ha	5,8 bis 6,3 10	5,4 bis 5,9 9	5,0 bis 5,5 8	4,6 bis 5,1 4	
3/stark lehmiger Sand	pH-Klasse C dt CaO/ha	6,1 bis 6,7 14	5,6 bis 6,2 12	5,2 bis 5,8 10	4,8 bis 5,4 5	
4/sandiger/schluffiger Lehm	pH-Klasse C dt CaO/ha	6,3 bis 7,0 ¹⁾ 17	5,8 bis 6,5 15	5,4 bis 6,1 13	5,0 bis 5,7 6	
5/toniger Lehm bis Ton	pH-Klasse C dt CaO/ha	6,4 bis 7,2 ¹⁾ 20	5,9 bis 6,7 18	5,5 bis 6,3 16	5,1 bis 5,9 7	
6/Hochmoor und saures Niedermoor ²⁾	pH-Klasse C dt CaO/ha					4,3 3)

¹⁾ auf karbonathaltigen Böden (freier Kalk): keine Erhaltungskalkung

²⁾ Auf einem Großteil der Niedermoore sind die pH-Werte geogen bedingt > 6,5

³⁾ keine Erhaltungskalkung

Für Ackerland wurde die bisher in Ost- und Westdeutschland verwendete Untergruppierung der Bodenartengruppen nach ihrem Humusgehalt beibehalten (Tab. 3). Auf Mineralboden-grünland können sehr unterschiedliche Pflanzengesellschaften vorhanden sein. Daher wird nur zwischen zwei Humusgehaltsgruppen unterschieden (Tab. 4).

Innerhalb des vorgegebenen Rahmens für die pH-Klasse C können die Grenzen des angegebenen Bereiches länder- bzw. regionalspezifisch verändert werden. Dieses sollte jedoch nur in Ausnahmefällen erfolgen, die wissenschaftlich mit Versuchsergebnissen untermauert sind, da es sonst zwangsläufig wieder zu einer bundesweit größeren Streuung der Kalkdüngungsempfehlungen kommt.

Die ausführlichen Angaben zu pH-Richtwerten für alle fünf pH-Klassen auf Acker- und Grünlandstandorten sowie die dabei erforderlichen Kalkdüngermengen zur Erreichung der jeweiligen pH-Klasse C werden in der Verbandsmethode niedergelegt. Die genannten Richtwerte sind zum Zweck der raschen Einführung des neuen Verfahrens zur Kalkbedarfsermittlung auch dem vorliegenden Standpunkt beigelegt.

Tabelle 4: Rahmenschema für **Grünland** zur Einstufung der pH-Werte des Bodens (CaCl₂-Methode) in pH-Klasse C (anzustrebender/optimaler pH-Bereich) sowie Erhaltungskalkung (dt CaO/ha). Die empfohlenen Kalkmengen beinhalten den Kalkbedarf bis zur nächsten Bodenuntersuchung.

Bodenartengruppe/vorwiegende Bodenart		Humusgehalt des Bodens (%)		
		≤ 15	15,1 bis 30	> 30
		pH-Werte der Klasse C und Erhaltungskalkung		
1/Sand	pH-Klasse C dt CaO/ha	4,7 bis 5,2 4	4,3 bis 4,7 2	
2/schwach lehmiger Sand	pH-Klasse C dt CaO/ha	5,2 bis 5,7 5	4,6 bis 5,1 3	
3/stark lehmiger Sand	pH-Klasse C dt CaO/ha	5,4 bis 6,0 6	4,8 bis 5,4 4	
4/sandiger/schluffiger Lehm	pH-Klasse C dt CaO/ha	5,6 bis 6,3 7	5,0 bis 5,7 5	
5/toniger Lehm bis Ton	pH-Klasse C dt CaO/ha	5,7 bis 6,5 8	5,1 bis 5,9 6	
6/Hochmoor und saures Niedermoor ¹⁾	pH-Klasse C dt CaO/ha			4,3 2)

¹⁾ Auf einem Großteil der Niedermoore liegen die pH-Werte geogen bedingt > 6,5.

²⁾ keine Erhaltungskalkung

Fazit

Der vorliegende Standpunkt beschreibt das vom VDLUFA vorgeschlagene künftige Verfahren zur Beurteilung des Kalkversorgungszustandes des Bodens und zur Erteilung von Kalkdüngungsempfehlungen auf Acker- und Grünland. Die aufgeführten Richtwerte stellen ein Rahmenschema dar, innerhalb dessen regional belegte Abweichungen eingebracht werden können.

Für eine sachgerechte Durchführung der Kalkung in der Pflanzenproduktion ist die Bewertung der Neutralisationswirkung der Düngekalke von besonderer Bedeutung. Sie erfolgt grundsätzlich nach dem Gehalt an basisch wirksamen Bestandteilen. Werden sehr hohe Kalkmengen empfohlen, sind diese aufzuteilen. Dabei sollten die folgenden Mengen an CaO-Äquivalenten je Ausbringungsgang nicht überschritten werden: leichte Böden 30 dt CaO/ha, mittlere Böden 60 dt CaO/ha und schwere Böden 90 dt CaO/ha.

Die als erforderlich geltenden Kalkmengen beziehen sich auf Ackerland im Allgemeinen auf Böden mit 20 bis 30 cm mächtiger, weitgehend steinfreier (steinarmer) Ackerkrume (Grünland bis 10 cm Tiefe). Ist diese wesentlich geringer (flachgründiger) oder der Boden steinhaltiger, kann eine Verringerung der empfohlenen Kalkmenge um 20 bis 40 % erfolgen. Die Ausbringung des Düngekalkes erfolgt innerhalb der Fruchtfolge zweckmäßig zu den Kulturen mit höheren Ansprüchen an den Kalkversorgungszustand des Bodens. Das gilt insbesondere im Rahmen der Erhaltungskalkung. Auf leichten Böden sind bevorzugt karbonatische Kalke einzusetzen.

Da der pH-Wert natürlicherweise, beeinflusst durch Bewirtschaftung, Witterung und Bodenzustand, in gewissen Grenzen schwankt, sollte der Erfolg der Kalkung, insbesondere nach Gesundheits- und Aufkalkungsmaßnahmen, durch wiederholte Bodenuntersuchung in kürzeren Abständen (gegebenenfalls jährlich) überprüft werden.