

Leistungsfähige Düngekalke zur Bodenverbesserung und Ertragssicherung einsetzen

Martin Rex, Arbeitsgemeinschaft Hüttenkalk e.V. ¹

Zur Sicherung eines optimalen Bodenzustands ist die regelmäßige Kalkung unerlässlich. Dem Landwirt stehen dazu eine Reihe unterschiedlicher Kalktypen zur Verfügung. Im Düngemittelgesetz und in der Düngemittelverordnung (DüMV) sind Mindestvoraussetzungen für das Inverkehrbringen von Düngekalken festgelegt. Dabei wird zwischen verschiedenen Kalktypen unterschieden. In der Typenliste der DüMV werden 6 Typen aufgeführt: Kohlensäurer Kalk, Branntkalk, Mischkalk, Hüttenkalk und Konverterkalk sowie Kalkdünger, die in Anlage 2, Tabelle 10, gesondert beschrieben werden. Unter diesem letzten Typ gruppieren sich zur Zeit 12 Kalkdünger, die bei verschiedensten Prozessen als Nebenprodukte anfallen. Der bekannteste Vertreter dieser Gruppe ist der „Kalkdünger aus der Verarbeitung von Zuckerrüben (Carbokalk)“.

Anforderungen an Düngekalke

Alle diese Kalktypen müssen laut DüMV bestimmte Kriterien erfüllen, damit ihre Wirksamkeit gewährleistet ist. Diese müssen auf dem Warenbegleitschein der in Verkehr gebrachten Ware deklariert werden und damit für den Kunden ersichtlich sein. Die DüMV schreibt vor, wie hoch der Mindestgehalt an basisch wirksamen Calcium- und Magnesiumverbindungen sein muss. Ferner ist die Art der Herstellung festgelegt. Für die Umsetzungsgeschwindigkeit von Kalken ist unter anderem die Feinheit der Kalke von Bedeutung, weshalb bei den meisten Kalktypen auch ein Mindestsiebdurchgang oder eine Mindestreaktivität gewährleistet sein muss.

Reaktivität von Düngekalken

Die Reaktivität eines Düngekalks hängt ab von dessen mineralogischer Zusammensetzung und der Feinheit. Sie wurde für Kohlensäure Kalke als Labormethode in Ergänzung zum Mindestsiebdurchgang eingeführt, um die bis 1987 übliche Unterteilung in Kreide, weiche und harte Gesteine abzulösen, und sie dient lediglich dazu, besonders reaktionsträge Kalke abzugrenzen.

Die Bestimmung der Reaktivität erfolgt als Labormethode, in der die Auflösung der basisch wirksamen Bestandteile in verdünnter Salzsäure innerhalb von 10 Minuten gemessen wird. Der in diesem Zeitraum gelöste Anteil wird auf den Gesamtgehalt an basisch wirksamen Bestandteilen bezogen und in Prozent angegeben.

Auch für Konverterkalke wurde ein Mindestumsatz eingeführt, der in der DüMV als „Löslichkeit von Calcium und Magnesium bewertet nach Umsetzung in verdünnter Salzsäure“ bezeichnet wird, prinzipiell aber nach der gleichen Methodik wie die Reaktivität bestimmt wird. Die Einführung dieses Parameters diene hier lediglich zur Abgrenzung reaktionsträger Konverterkalke.

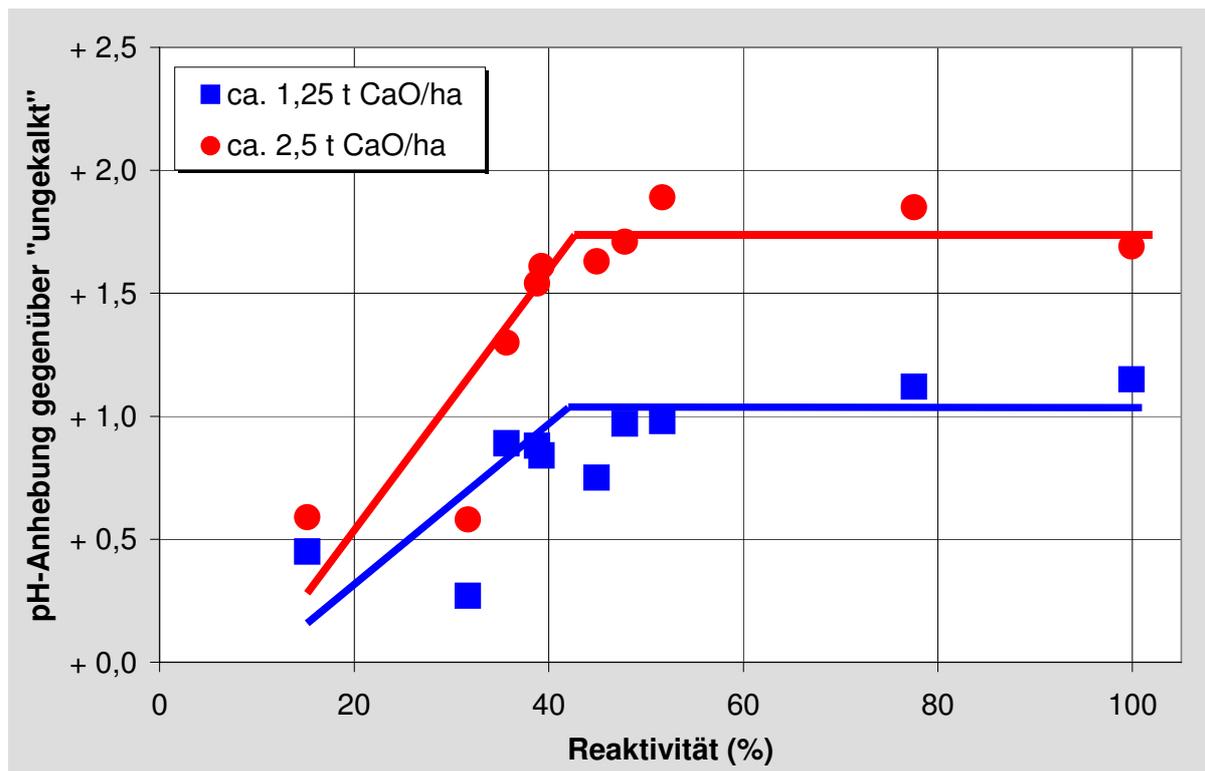
Für zahlreiche zugelassene Düngekalke wird eine Mindestreaktivität von 30 % vorgeschrieben, für Kohlensäure Magnesiumkalke mit mehr als 25 % $MgCO_3$ eine Mindestreaktivität von 10 %.

¹ Dr. Martin Rex, Arbeitsgemeinschaft Hüttenkalk e.V., Versuchsanstalt Kamperhof, Mintarder Straße 264, 45481 Mülheim an der Ruhr

Gelegentlich werden Kalke anhand ihrer Reaktivität unterschiedlich monetär bewertet. Dies ist jedoch irreführend, denn die im Labor bestimmte Reaktivität hat wenig mit der Wirkung des Kalks im Boden und auf die Kulturen zu tun.

Untersuchungen der Wirkung von Düngekalken unterschiedlicher Reaktivität auf den Boden zeigen, dass oberhalb von ca. 40 % Reaktivität keine signifikanten Unterschiede in der pH-Wirkung der Kalke mehr bestehen (Abbildung 1).

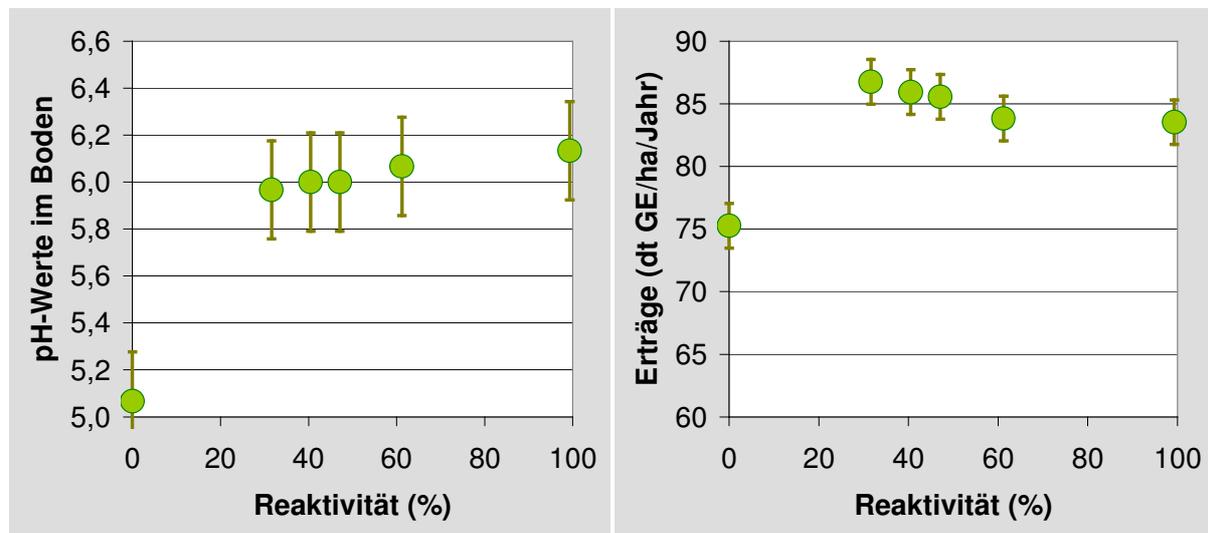
Abbildung 1: Beziehung zwischen der Reaktivität von Kalken und deren Kalkwirkung im Boden (120 Tage nach Kalkdüngung)



Auch im langjährigen Feldversuch zeigten sich keine Unterschiede in der Wirkung von Kalken unterschiedlicher Reaktivität auf die pH-Werte des Bodens. Auf einem Lehm Boden bei Weilburg (Bodenart: stark toniger Schluff) wurden 5 verschiedene Kalke mit jährlicher Düngung über 7 Jahre eingesetzt, deren Reaktivitäten zwischen 32 % und 99 % lagen. Dennoch wiesen die mittleren pH-Werte der letzten Versuchsjahre keine signifikanten Unterschiede auf. Demgegenüber zeigten die Erträge zwischen den Kalkformen hochsignifikante Unterschiede, die jedoch nicht mit der Reaktivität der Kalke konform gingen (Abbildung 2).

Zur Beurteilung der Leistung von Düngekalken, die die gesetzlich geforderte Mindestreaktivität erfüllen, sind daher die Kalkform und deren Gehalt an basisch wirksamen Bestandteilen, nicht jedoch deren Reaktivität maßgebend.

Abbildung 2: Beziehung zwischen der Reaktivität von Kalken und deren Wirkung auf den Boden-pH und die Erträge im siebenjährigen Feldversuch Weilburg



Magnesium

Zahlreiche kohlen-saure und silikatische Kalkformen enthalten Magnesium in basisch wirksamen Verbindungen. Der DüMV entsprechend wird der gesamte Kalkgehalt als Summe aus CaO und MgO angegeben. Wegen des geringeren Atomgewichts des Magnesiums im Vergleich zum Calcium entspricht 1 kg MgO der Kalkwirkung von 1,4 kg CaO. Je höher der Magnesiumgehalt eines Düngelkalks ist, umso mehr übersteigt die tatsächliche basische Wirksamkeit oder der Neutralisationswert die Summe der Gehalte an CaO und MgO, die laut DüMV anzugeben sind.

Dabei erfüllt das Magnesium in Düngelkalke zwei Funktionen: zum einen die Neutralisierung von Bodensäuren und zum anderen die Wirkung als wichtiger Pflanzennährstoff. Magnesiumhaltige Kalke eignen sich daher besonders gut zur Auf- und Erhaltungskalkung kalkbedürftiger Böden und gleichzeitig zur Anhebung bzw. Erhaltung des Magnesiumstatus im Boden. So werden beispielsweise mit einer Erhaltungskalkung alle drei Jahre von 3 t/ha Konverterkalk 43 feucht-körnig dem Boden pro Jahr 50 kg MgO je ha zugeführt. Das entspricht weitgehend der jährlichen Magnesiumabfuhr je ha durch die Ernteprodukte und den Auswaschungsverlusten. Eine Anreicherung von Magnesium im Boden findet im Rahmen einer Erhaltungskalkung alleine nicht statt.

Dagegen tritt auf Böden, die sehr hoch oder sogar extrem hoch mit Magnesium versorgt sind, bei einer Kalkung mit magnesiumhaltigen Kohlen-sauren Kalken oder Konverterkalke, die Wirkung des Magnesiums als Pflanzennährstoff in den Hintergrund. Die basische Wirkung des Magnesiums bleibt aber voll erhalten!

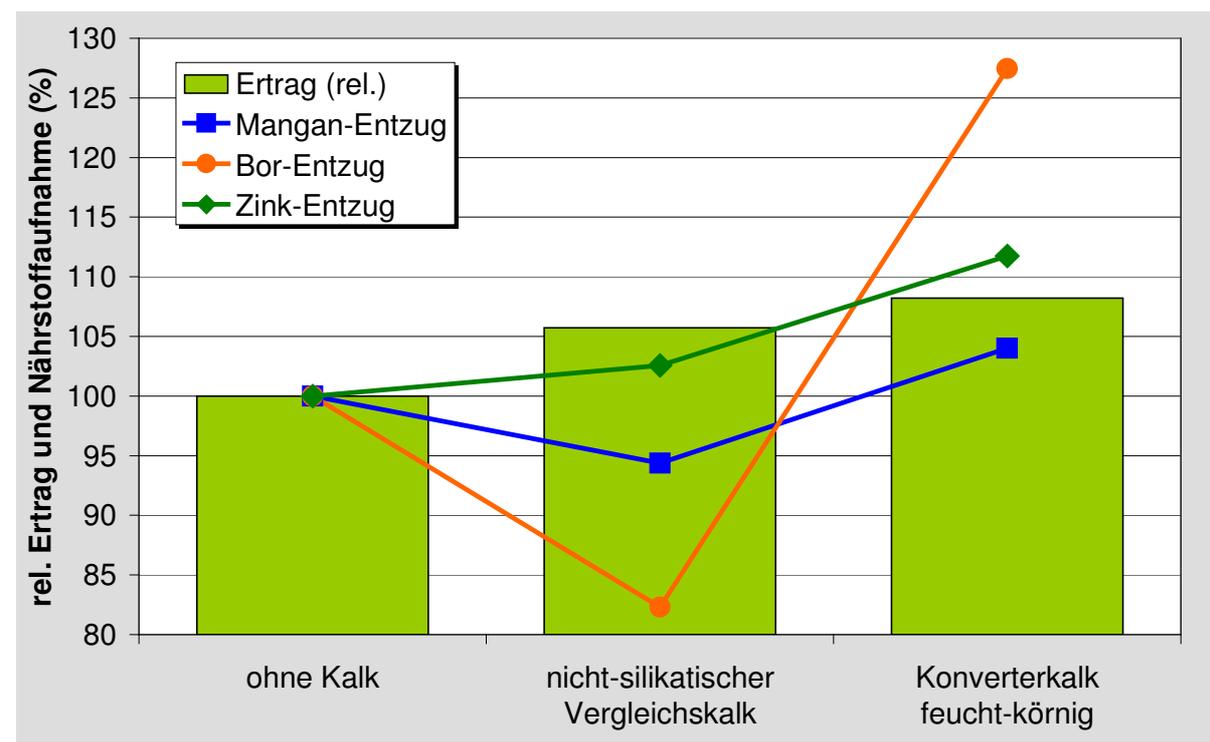
Die mögliche Sorge negativer Auswirkungen bei der Düngung magnesiumhaltiger Kalke ist selbst auf solchen bereits extrem hoch mit Magnesium versorgten Böden – wie Standorte mit naturgemäß hohen Magnesiumgehalten zeigen – unbegründet.

Kalkungsmaßnahmen mit magnesiumhaltigen Kalken bleiben auch auf hoch mit Magnesium versorgten Böden ökonomisch sinnvoll, sofern CaO und MgO finanziell gleich bewertet werden können, wie das etwa beim Konverterkalk feucht-körnig der Fall ist. Hier hat das Magnesium (MgO) den gleichen monetären Wert wie das Calcium (CaO) und das, obwohl die basische Wirksamkeit des Magnesiums sogar höher zu bewerten ist als die des Calciums (x 1,4).

Wichtige Nebenbestandteile in Düngekalken

Daneben können in Kalken weitere nützliche Elemente oder essentielle Spurennährstoffe enthalten sein. So enthält Konverterkalk feucht-körnig etwa 10 % Kieselsäure und bis zu insgesamt 2 % Spurenelemente wie Mangan, Bor, Molybdän, Kobalt, Kupfer und Zink. Entscheidend für die Wirksamkeit dieser Elemente sind deren Bindungsform im Düngemittel und der Zustand des Bodens. Obgleich durch die Kalkung die Verfügbarkeit der meisten Spurenelemente im Boden abnimmt, zeigt sich häufig, dass mit dem Einsatz von Konverterkalk feucht-körnig der Gehalt an Spurenelementen in den Pflanzen gehalten oder sogar gesteigert werden kann (Abbildung 3).

Abbildung 3: Relativerträge und relative Spurenelementaufnahmen von Mais im Kalkversuch Rösrath



Löslichkeit der Kieselsäure

Auch bei der Kieselsäure verschiedener kieselsäurehaltiger Düngemittel gibt es erhebliche Unterschiede in deren Verfügbarkeit. Der Gesamtgehalt an Kieselsäure (SiO₂) im Düngemittel sagt nichts aus über deren Wirksamkeit. Wichtig ist die Löslichkeit. So ist Kieselsäure, die als Quarzsand vorliegt, im Boden praktisch unlöslich.

Die überwiegende Bindungsform der Kieselsäure im Konverterkalk feucht-körnig ist dagegen Dicalciumsilikat. Löslichkeitsuntersuchungen an silikatischen Düngekalken und siliziumreichen Bodenhilfsstoffen zeigten, dass die Kieselsäure im Konverterkalk eine gute Löslichkeit sowohl in CAL-Lösung als auch in Wasser aufweist, während die SiO₂-Löslichkeit von Gesteinsmehlen demgegenüber nur gering ist (Tabelle 1). Die CAL-Lösung wird bei der Bodenuntersuchung auf pflanzenverfügbares Phosphat und Kalium eingesetzt.

Tabelle 1: Gesamtgehalte und lösliche Gehalte von Kieselsäure in Düngekalken und Gesteinsmehlen

| | Gesamt- % SiO ₂ | CAL-löslich % SiO ₂ | wasserlöslich % SiO ₂ | Anteil (%) am Gesamt-SiO ₂ | |
|---------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|
| | | | | CAL-löslich | H ₂ O-löslich |
| Gesteinsmehle | 34 ± 11 | 1,1 ± 1,5 | 0,4 ± 0,2 | 4 ± 5 | 1 ± 1 |
| Konverterkalk | 14 ± 5 | 9,5 ± 4,7 | 5,2 ± 1,4 | 68 ± 11 | 41 ± 11 |
| Thomaskalk | 8 ± 1 | 5,7 ± 0,3 | 2,8 ± 2,5 | 68 ± 4 | 32 ± 26 |

Die Löslichkeit der Kieselsäure aus Konverterkalken spiegelt sich auch in der besseren Silizium-Aufnahme durch die Pflanzen entsprechender Vergleichsuntersuchungen im Gefäßversuch wider (Tabelle 2).

Tabelle 2: Kieselsäuregehalte in Sommerweizen - Ergebnisse aus Gefäßversuchen

| S. Weizen | Gesteinsmehle | Ohne Kalk | Hüttenkalk | Konverterkalk |
|------------------|-----------------------------|---|------------|---------------|
| | % SiO ₂ in Tr.S. | Relativer SiO ₂ -Gehalt (Gesteinsmehl = 100 %) | | |
| Aufwuchs [EC 30] | 1,80 | 101 | 120 | 113 |
| Stroh | 4,90 | 100 | 108 | 105 |
| Spelzen | 9,37 | 97 | 106 | 109 |

Untersuchungen des Bodens zahlreicher Kalkdüngungs-Feldversuche belegen, dass durch die silikatischen Kalke der Gehalt an wasserlöslicher Kieselsäure erhöht wird, bei gleicher Wirkung auf den Boden-pH (Tabelle 3).

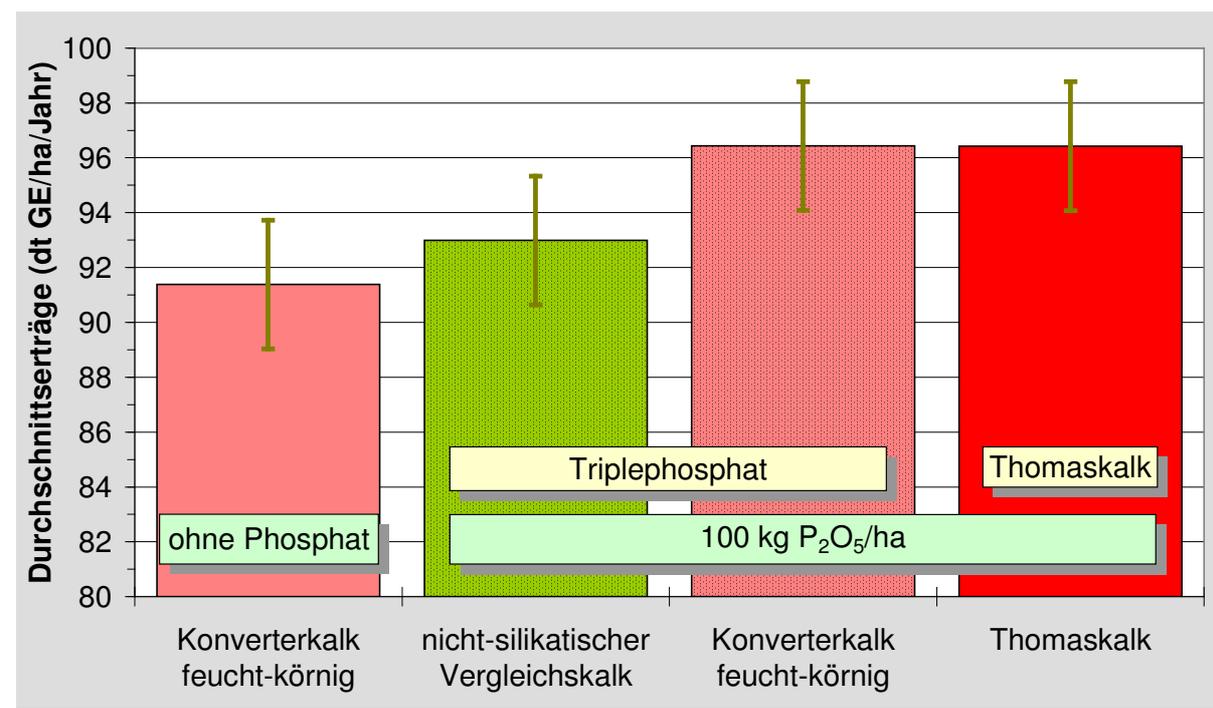
Tabelle 3: Wasserlösliche Silikatgehalte in Böden von Feldversuchen mit silikatischen und nicht-silikatischen Düngekalken

| Standorte | Versuchsjahre | ohne Kalk | nicht-silikatischer Vergleichskalk | Hüttenkalk | Konverterkalk |
|--|---------------|-------------|------------------------------------|-------------|---------------|
| Wasserlösliche Kieselsäure im Boden (mg SiO ₂ /l) | | | | | |
| 24 | 56 | 8,2 | 8,7 | 11,3 | 10,3 |
| pH-Werte im Boden (pH-CaCl ₂) | | | | | |
| 24 | 56 | 5,72 | 6,43 | 6,31 | 6,39 |

Wegen der höheren Löslichkeit des Siliziums in Konverterkalken werden nahezu gleiche Wirkungen auf die Silikatgehalte in Pflanzen und Böden wie mit dem Hüttenkalk erzielt, obgleich die Gesamt-Siliziumgehalte im Konverterkalk nur ein Drittel der SiO_2 -Gehalte im Hüttenkalk betragen.

Die lösliche Kieselsäure im Boden erhöht dessen Strukturstabilität und verbessert die Wasserinfiltration und den Lufthaushalt, wodurch eine frühere Befahrbarkeit der Böden erreicht wird. Gleichzeitig vermindert das lösliche Silikat im Boden die Alterung von Bodenphosphaten und die Festlegung frisch gedüngter Phosphate. So kam in zwei Kalk- und Phosphat-Düngungsversuchen auf verschiedenen Standorten die Düngung von Triplephosphat nur in Kombination mit dem silikatischen Konverterkalk feucht-körnig zur Wirkung, wodurch der gleiche Ertrag wie mit Thomaskalk erzielt wurde. Die P-Düngung zusammen mit dem nicht-silikatischen Vergleichskalk erbrachte dagegen keine Ertragsverbesserung gegenüber der Konverterkalkdüngung ohne Phosphat (Abbildung 4).

Abbildung 4: Verbesserung der Phosphatwirkung von Triplephosphat durch Kalkung mit Konverterkalk feucht-körnig in den Versuchen Rosengarten und Dierstorf



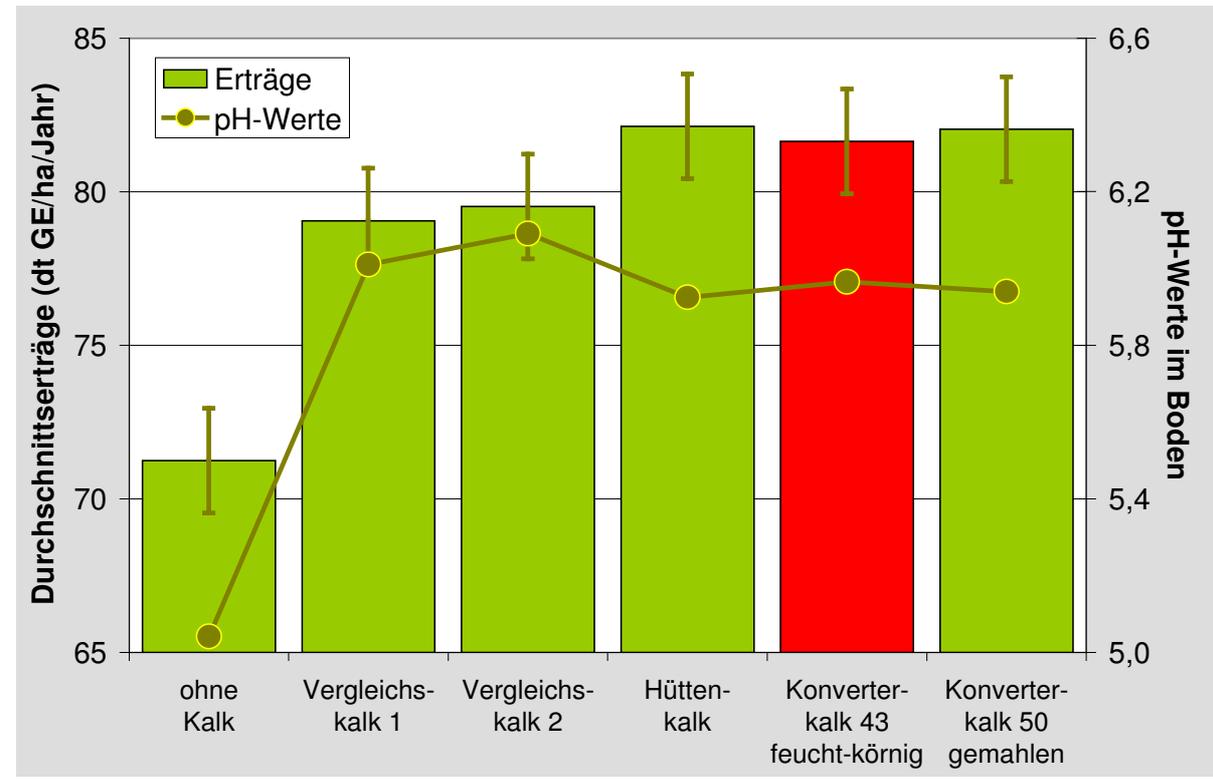
Von der Pflanze aufgenommene Kieselsäure erhöht deren Resistenz gegenüber Pflanzenkrankheiten und Schädlingsbefall. Die Halmstabilität des Getreides wird erhöht und die unproduktive Transpiration vermindert.

Konverterkalk feucht-körnig

Seit Januar 2007 werden die mehlfeinen, staubförmigen Kalke Konverterkalk 50 und Hüttenkalk nicht mehr angeboten. Als Ersatz für diese beiden Kalke kann der Konverterkalk feucht-körnig bezogen werden, der bereits seit mehr als 15 Jahren mit jährlich wachsender Nachfrage erfolgreich für die Kalkung von Acker und Grünland eingesetzt wird. Konverterkalk feucht-körnig entspricht in seiner mineralogischen und chemischen Zusammensetzung dem mehlfeinen Konverterkalk. So erwies sich

Konverterkalk feucht-körnig in Gefäß- und Feldversuchen, die unter anderem an den Instituten für Agrikulturchemie der Universitäten Göttingen und Bonn durchgeführt wurden, in seiner Wirkung auf Bodenreaktion und Pflanzenerträge im Vergleich zum mehlfinen Konverterkalk und dem Hüttenkalk als gleichwertig (Abbildung 5).

Abbildung 5: Durchschnittliche Erträge im Kalkformenversuch Esserhausen (Ø 1993-2006)



Die erdfeuchte Beschaffenheit des Kalks erlaubt den problemlosen Umschlag und die Lagerung auf Hofflächen oder am Feldrand und die einfache Ausbringung mit dem Großflächen-Schleuderstreuer, so dass dadurch auch größere Streubreiten erreicht werden.

Mit dem Konvertkalk feucht-körnig steht dem Landwirt ein leistungsfähiger Düngelkalk zur Verfügung, der mit den bewährten Eigenschaften des Hütten- und Konverterkalks sowie des Thomasphosphats ausgestattet ist und damit nutzbringend zur Verbesserung und Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und zur Sicherung hoher Pflanzenerträge und -qualitäten eingesetzt werden kann.