

SE/PSM-SP

clevercalx® - Informationen zum Konverterkalk feucht körnig von thyssenkrupp



thyssenkrupp in Duisburg

LD-Schlacken



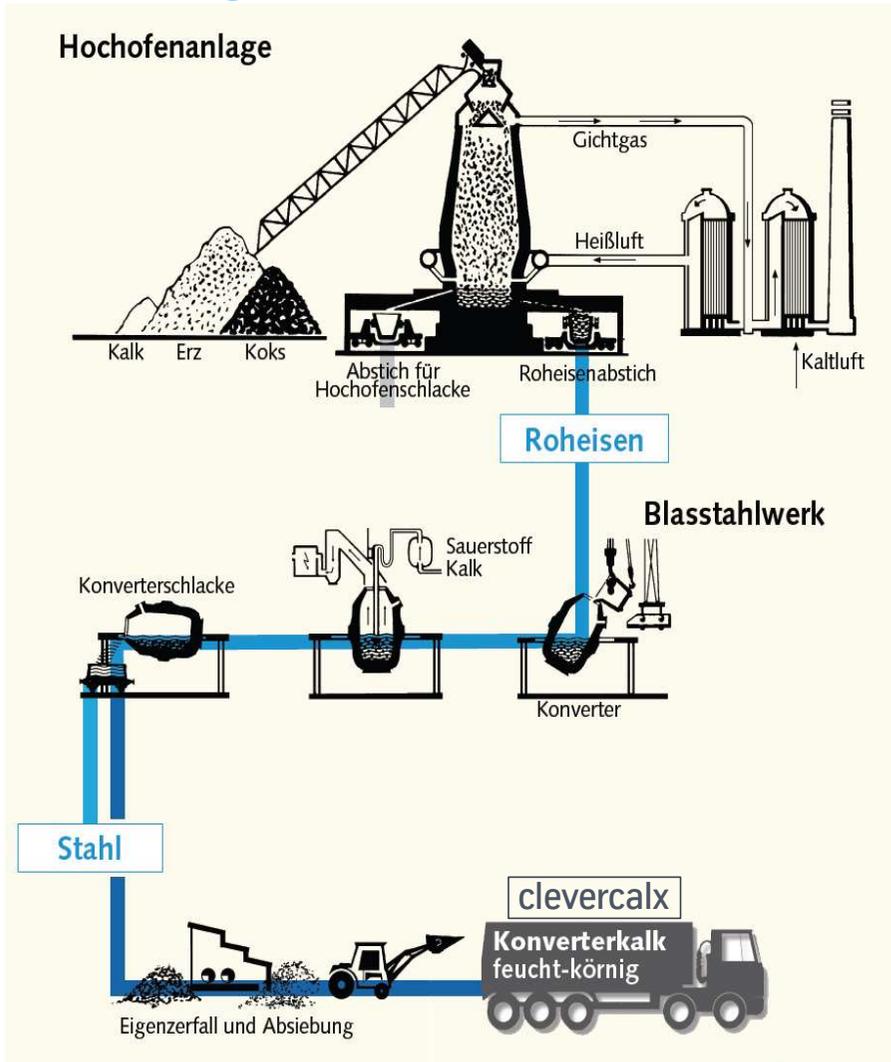
Aufbereitung - Absiebung

Düngemittel Konverterkalk

Anwendung als Kalkdünger

Qualitäts- und Ertragssicherung

Herstellung von clevercalx® - Der Konverterkalk feucht-körnig



- clevercalx® wird aus Konverterschlacken gewonnen, die im Prozess der Stahlherstellung anfallen.
- Aufgrund der thermischen Prozessbedingungen von ca. 1500 °C bilden sich die speziellen Calcium-Silikatphasen. Konverterkalk ist daher ein einzigartiger silikatischer Kalkdünger. Neben den Kalkphasen bildet sich die löslich reaktive Kieselsäure.
- Die Schlacken werden zunächst im Schlackenbeet abgekippt und bewässert. Durch den enthaltenen Freikalk beginnt dort bereits der Eigenzerfall in feinere Bestandteile.
- Im Schlackenvorlager setzt sich der Eigenzerfall fort.
- Nach einer genügenden Verweilzeit erfolgt lediglich eine Absiebung des Materials auf die düngemittelrechtliche Siebklassierung < 3 mm und die Einstellung eines spezifischen Feuchtegehaltes, die der Staubbinding für den Transport und die spätere Ausbringung per Großflächenkalkstreuer dient.



Herstellung von clevercalx® – Der Konverterkalk feucht körnig



Konverterschlacke im Schlackenbeet



Quelle: Bilder Dr. M. Rex, Thomasdünger

4 | 05.10.2022 | clevercalx - Informationen zu Konverterkalk 44 tkSE - SE/PSM-SP Dr. Uwe Pihl

Beginnender Eigenzerfall der Konverterschlacke



Konverter-Stückschlacke



Konverter-Zerfallsschlacke



Quelle: Bilder Dr. M. Rex, Thomasdünger



Zusammensetzung von clevercalx[®] - Der Konverterkalk feucht-körnig

Mineralische Zusammensetzung:

Dicalciumsilikate (Larnit)	$2 \text{ CaO} \times \text{SiO}_2$
Tricalciumsilikat	$3 \text{ CaO} \times \text{SiO}_2$
Calciumferrit (Srebrodolskit)	$2 \text{ CaO} \times \text{Fe}_2\text{O}_3$
Magnesiowüstit	$(\text{Mg,Fe,Mn})\text{O}$
Spinelle	$\text{Me(II) Me(III)}_2\text{O}_4$
Freikalk/Portlandit	$\text{CaO}/\text{Ca(OH)}_2$
Akermanit	$2\text{CaO} \times \text{MgO} \times 2 \text{ SiO}_2$
Bredigit	$2(\text{Ca,Mg})\text{O} \times \text{SiO}_2$
Mayenit	$12\text{CaO} \times \text{Al}_2\text{O}_3$
Periklas / MgO_{frei}	MgO

Chemische Zusammensetzung von clevercalx[®]

Calcium	40 % CaO
Magnesium	4 % MgO
Freikalk	7-11 % CaO
Neutralisationswert	46 % CaO
Silikat (reaktive Kieselsäure)	10 % SiO_2
Ca/Mg-Umsatz (Reaktivität)	40 %
Phosphat (gesamt)	1,3 % P_2O_5
Phosphat (citronens.-lösl.)	1,1 % P_2O_5
Spurennährstoffe	Mn, Zn, Cu, Co, Mo, B

- Konverterkalk zeichnet sich durch die spezielle mineralische Zusammensetzung aus: Die basisch wirksamen Verbindungen liegen vornehmlich in silikatischer Bindung vor. Diese Bindungsformen werden im Boden in Abhängigkeit der H⁺-Ionenkonzentration angepasst umgesetzt.
- Ein Teil des Kalkes liegt als Freikalk (CaO) vor, der zur guten Kalkwirkung beiträgt.
- Neben den basisch wirksamen Komponenten CaO und MgO enthält Konverterkalk ca. 10 % lösliche reaktive Kieselsäure.
- Die Summe der basisch wirksamen Bestandteile (ausgedrückt als Neutralisationswert) beträgt 46 %.
- clevercalx[®] enthält ca. 1,3 % Phosphat, das sehr gut pflanzenverfügbar ist, was durch den hohen Anteil der Löslichkeit in Citronensäure belegt wird.
- Neben den Hauptnährstoffen Ca und Mg enthält clevercalx[®] weitere nützliche Spurennährstoffe



clevercalx® ... feucht, körnig und vielseitig!

Wertgebende Inhaltsstoffe im clevercalx® :

Nährstoffe	Gehalt in %	Anmerkungen
Kalk (CaO) davon Calcium (CaO) davon Magnesium (MgO)	44 40 4	als kieselsaurer Kalk basisch wirksame Verbindungen und als Nährstoffe voll pflanzenverfügbar
Reaktive Kieselsäure (SiO ₂)	10	fördert die Bodenstruktur, die Ertrags- und Qualitätsleistung
Phosphat (P ₂ O ₅)	ca. 1,3	voll pflanzenverfügbar
Zahlreiche Spurennährstoffe Mangan, Bor, Kupfer, Zink, Kobalt und Molybdän	2 – 3	zusätzliche Versorgung mit essentiellen Spurennährstoffen



Chemische Umsetzung von clevercalx® im Boden

Die Umsetzung des silikatischen Konverterkalks im Boden erfolgt in Abhängigkeit der H⁺-Ionenkonzentration; es ergeben sich als Reaktionsprodukte der Abpufferung von Säuren Wasser, Ca-Ionen und Kieselsäure



Die Umsetzung von Konverterkalk erfolgt in Abhängigkeit vom pH-Wert (H⁺-Ionenkonzentration): Bei niedrigem pH-Wert (= hohe H⁺-Ionenkonzentration) schneller und mit abnehmendem Säuregrad (=geringere H⁺-Ionenkonzentration) langsamer. Damit eignet sich Konverterkalk für alle Standorte, ohne dass die Gefahr einer Überkalkung besteht.

Bei der Umsetzung von Konverterkalk im Boden wird kein CO₂ freigesetzt!



clevercalx® – Der Konverterkalk feucht körnig – enthält wertvolles pflanzenverfügbares Phosphat

clevercalx® enthält bis zu 1,3 % pflanzenverfügbares Phosphat

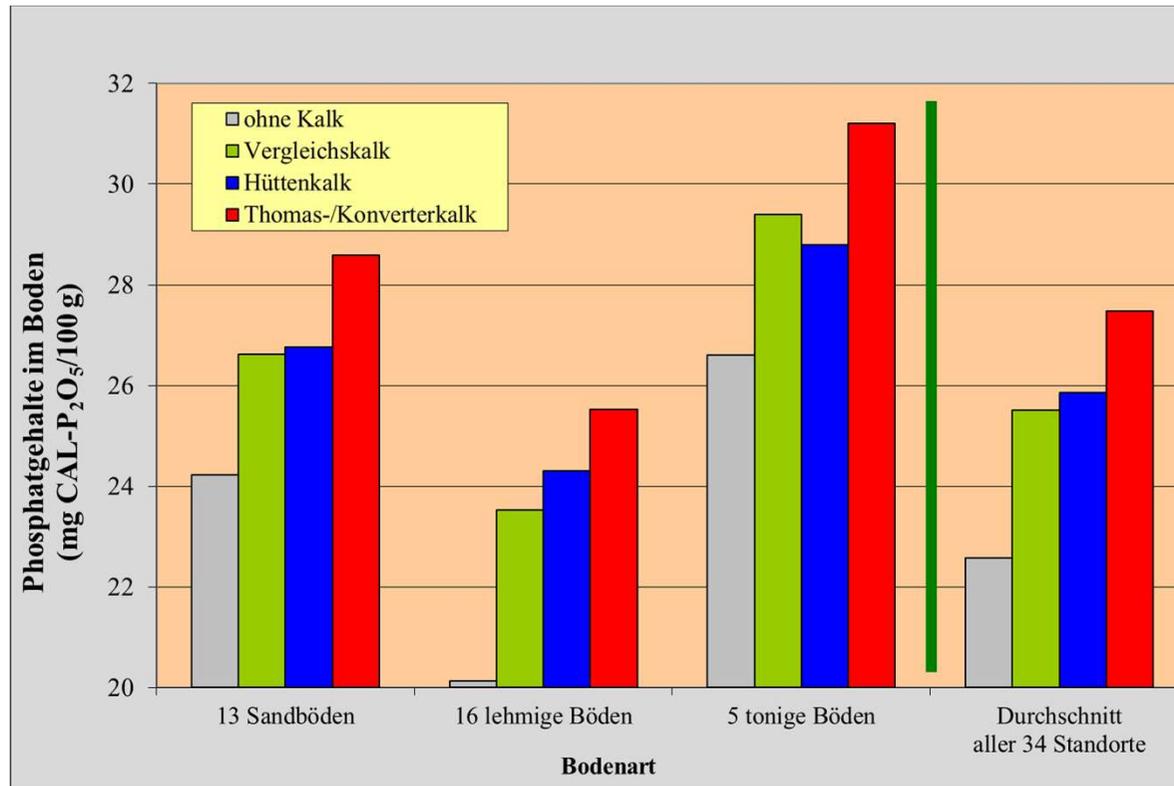
Im Rahmen einer normalen Erhaltungskalkung mit 25 dt/ha clevercalx® führt man also dem leichten Boden ca. 32 kg/ha P_2O_5 , bei höherem Kalkbedarf dem schweren Boden mit 30 dt/ha 39 kg/ha P_2O_5 zu. Diese gut pflanzenverfügbaren P-Mengen unterstützen den pflanzlichen Bedarf innerhalb der Fruchtfolge.

Die hohe Wirksamkeit des Phosphats im clevercalx® wird durch die hohe Löslichkeit in 2 %-Citronensäure belegt. Die Pflanzenverfügbarkeit wird durch die lösliche Kieselsäure zusätzlich gefördert. Die Effizienz der Phosphatwirkung konnte in Exaktversuchen nachgewiesen werden.

Der Phosphatgehalt im clevercalx® bringt einen arbeitswirtschaftlichen Vorteil mit, da er zusammen mit dem Kalk ausgebracht wird. Er ist außerdem ein äußerst preisgünstiger Zusatznutzen, insbesondere in Zeiten von hohen Nährstoffpreisen.



Phosphatmobilisierung im Boden durch Kalkdüngung auf unterschiedlichen Standorten bei einheitlich hoher Phosphatdüngung



Eine Kalkung führt - unabhängig von der Bodenart - durch die Anpassung und Erhaltung standortgerechter pH-Werte zu einer Erhöhung der Phosphatverfügbarkeit. Es zeigte sich, dass durch Konverterkalk nochmals eine höhere Phosphatmobilisierung erreicht werden konnte, als mit den Vergleichskalken.

Quelle: Versuchsanstalt Kamperhof, Thomasdünger GmbH, Dr. M. Rex



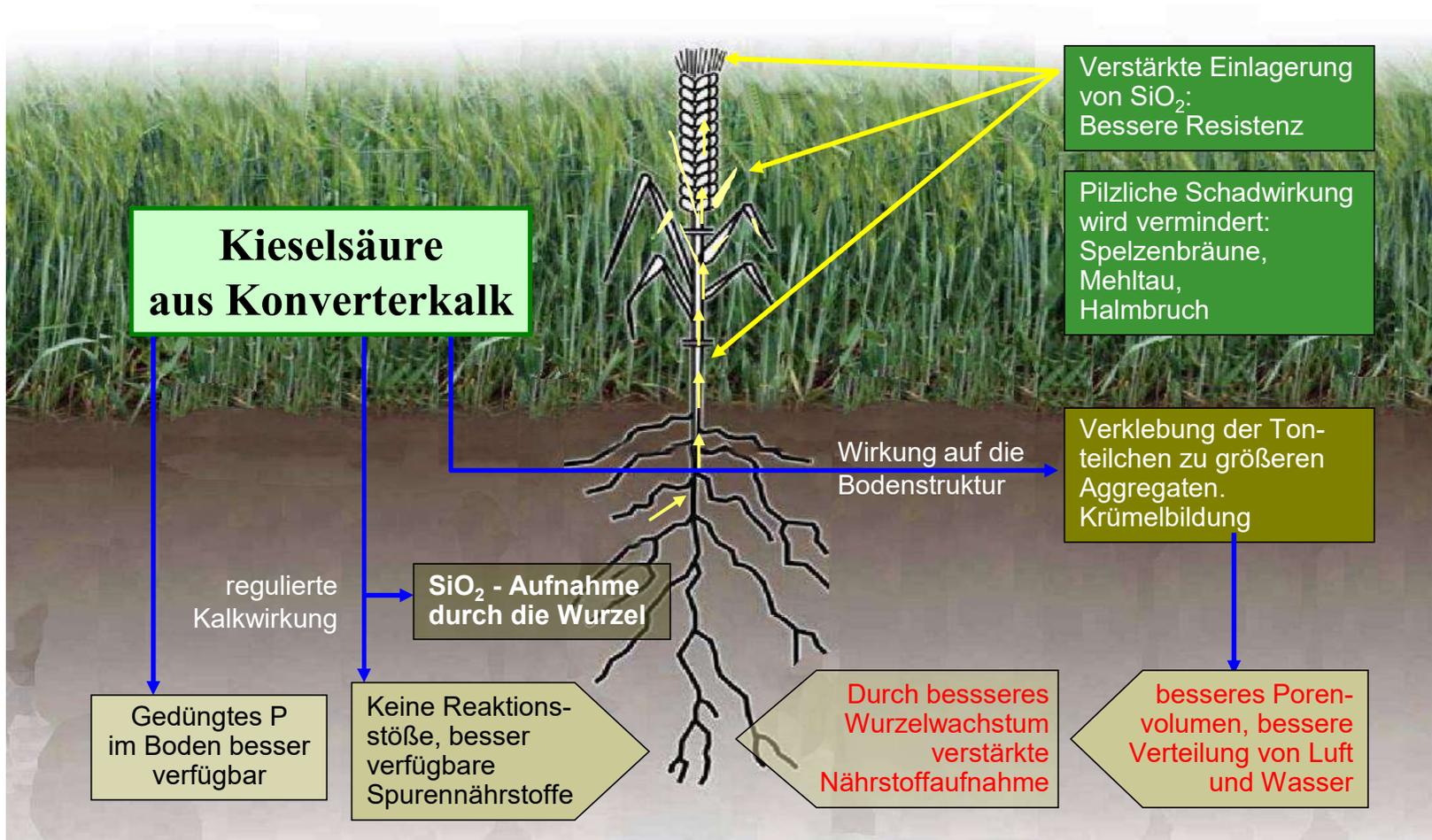
clevercalx® – Der Konverterkalk feucht körnig – enthält lösliche, reaktive Kieselsäure

Konverterkalk ist die einzige Düngekalkform, die hohe Mengen an reaktiver Kieselsäure enthält:

- Regulation bei der Umsetzung des Kalkes
- Nachhaltige Stabilisierung der Krümelstruktur (schwere Böden)
- Erhöhung des Wasserbindevermögens (leichte Böden)
- Verbesserung der Verfügbarkeit von Nährstoffen (Phosphat, Spurennährstoffe)
- Verstärkte Einlagerung von Kieselsäure ins pflanzliche Gewebe:
 - Höhere Widerstandsfähigkeit gegen pilzliche Erreger (Rost, Mehltau)
 - Erhöhung der Halmstabilität bei Getreide und damit eine Verbesserung der Standfestigkeit



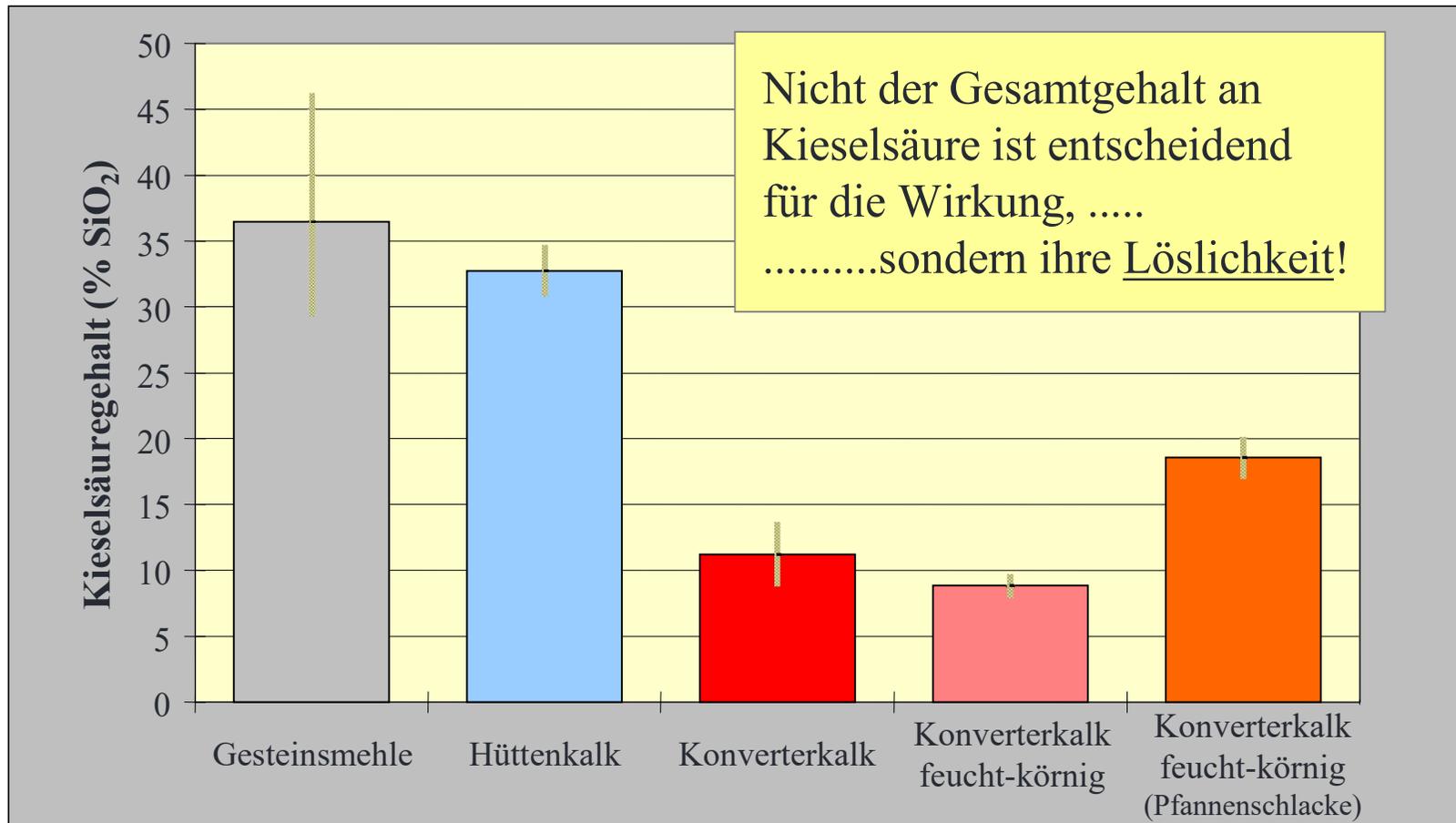
Spezial-Effekte der Kieselsäure auf Boden und Pflanze



Quelle: Landwirtschaftliche Beratung Thomasdünge, Versuchsanstalt Kamperhof



Gesamt-Kieselsäuregehalte in Gesteinsmehlen und silikatischen Kalken

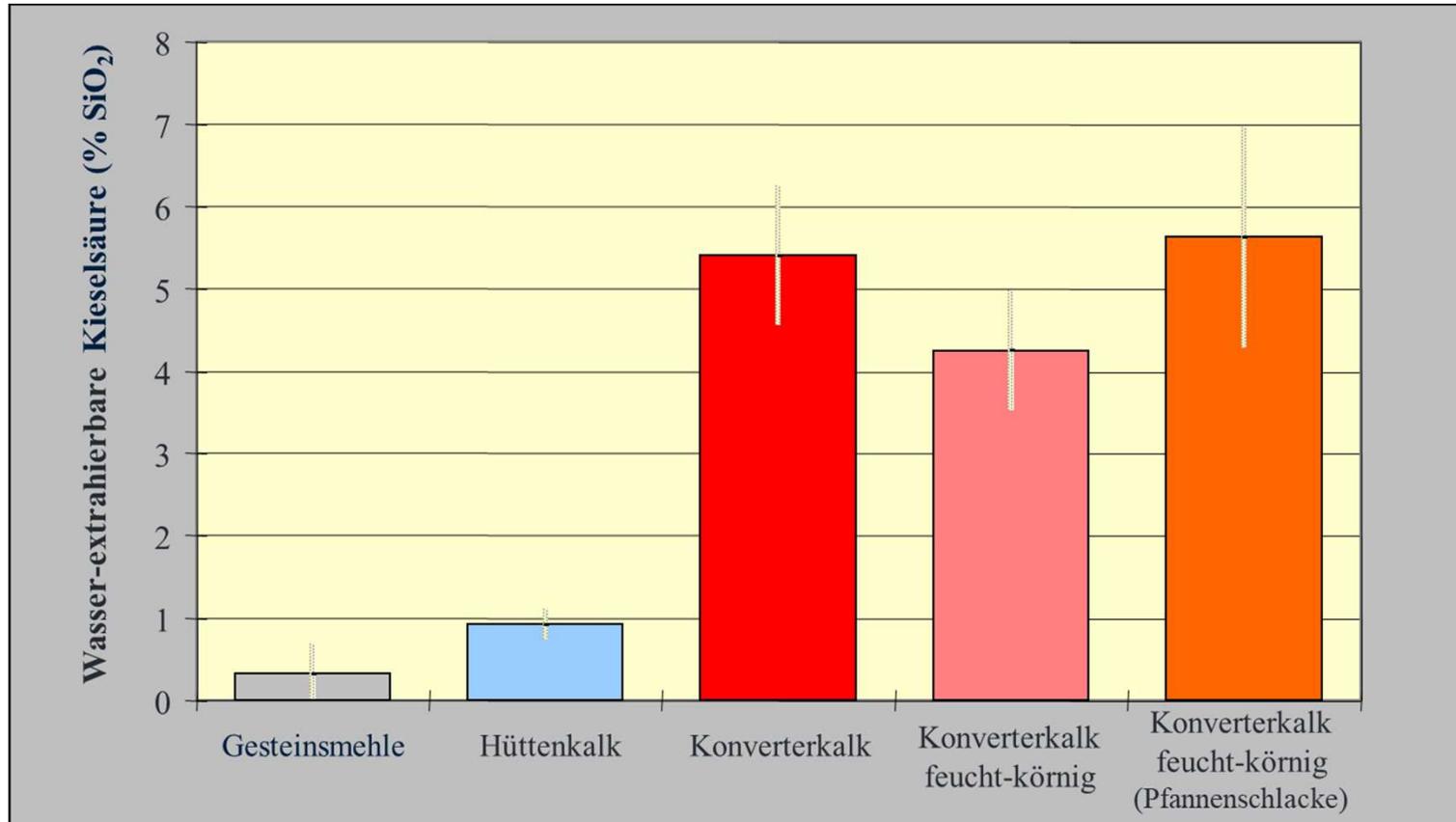


Quelle: Landwirtschaftliche Beratung Thomasdünger – Versuchsanstalt Kamperhof



Wasser-extrahierbarer Silikatgehalt von silikatischen Gesteinsmehlen und Düngekalken

Einwaage/Wasser-Verhältnis: ca. 1 : 3,4 (g/l) nach 14-tägiger Inkubation

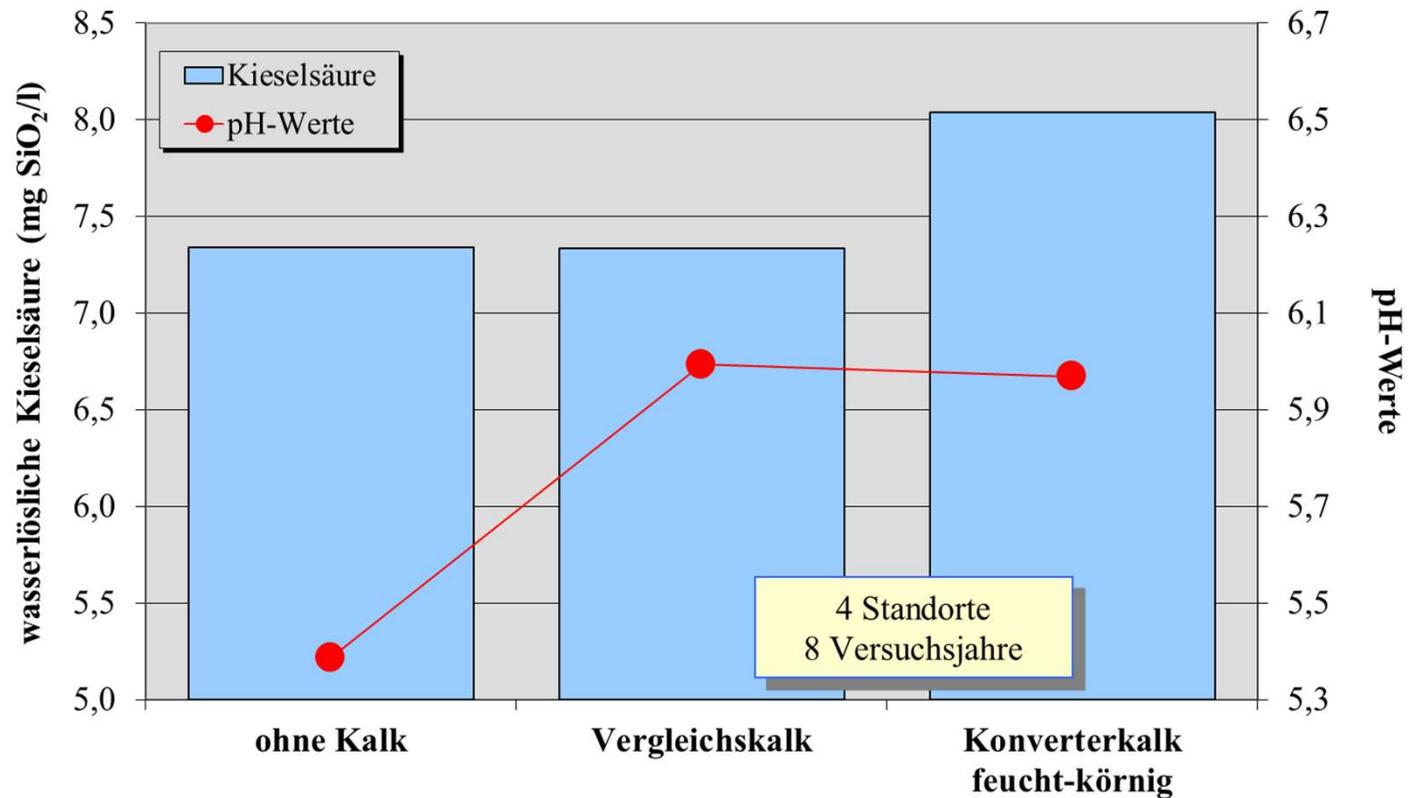


Der silikatische Konverterkalk weist im Vergleich zu anderen Produkten einen hohen Anteil an löslicher, verfügbarer Kieselsäure auf.

Quelle: Landwirtschaftliche Beratung Thomasdünger – Versuchsanstalt Kamperhof



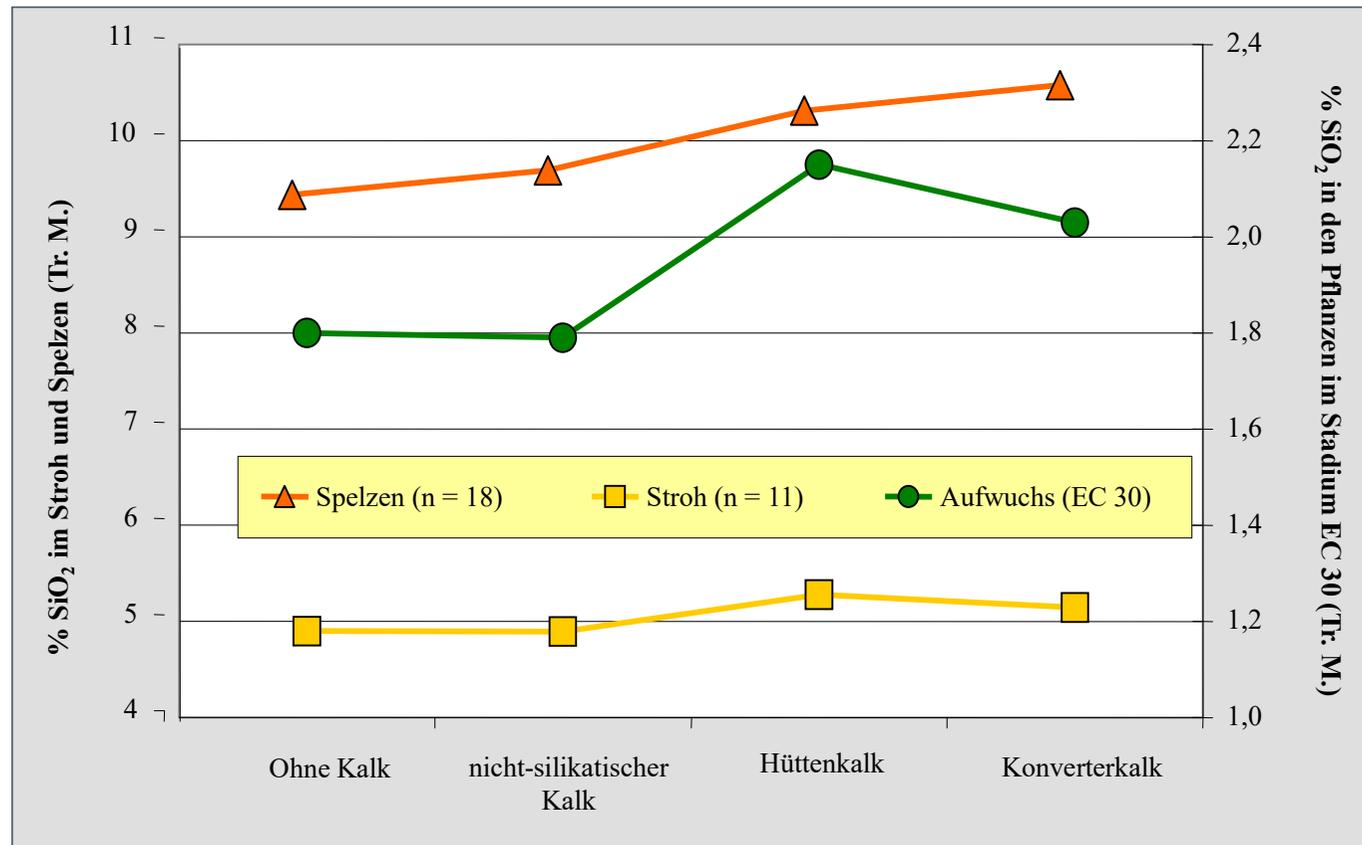
Steigerung der wasserlöslichen Kieselsäure im Boden durch den Einsatz von Konverterkalk feucht körnig (Mittelwerte von 24 Standorten und 56 Versuchsjahren)



Die langjährige Kalkung mit Konverterkalk führt zu erhöhten Gehalten an löslicher Kieselsäure im Boden.



Kieselsäuregehalte in Sommerweizen - Ergebnisse aus Gefäßversuchen

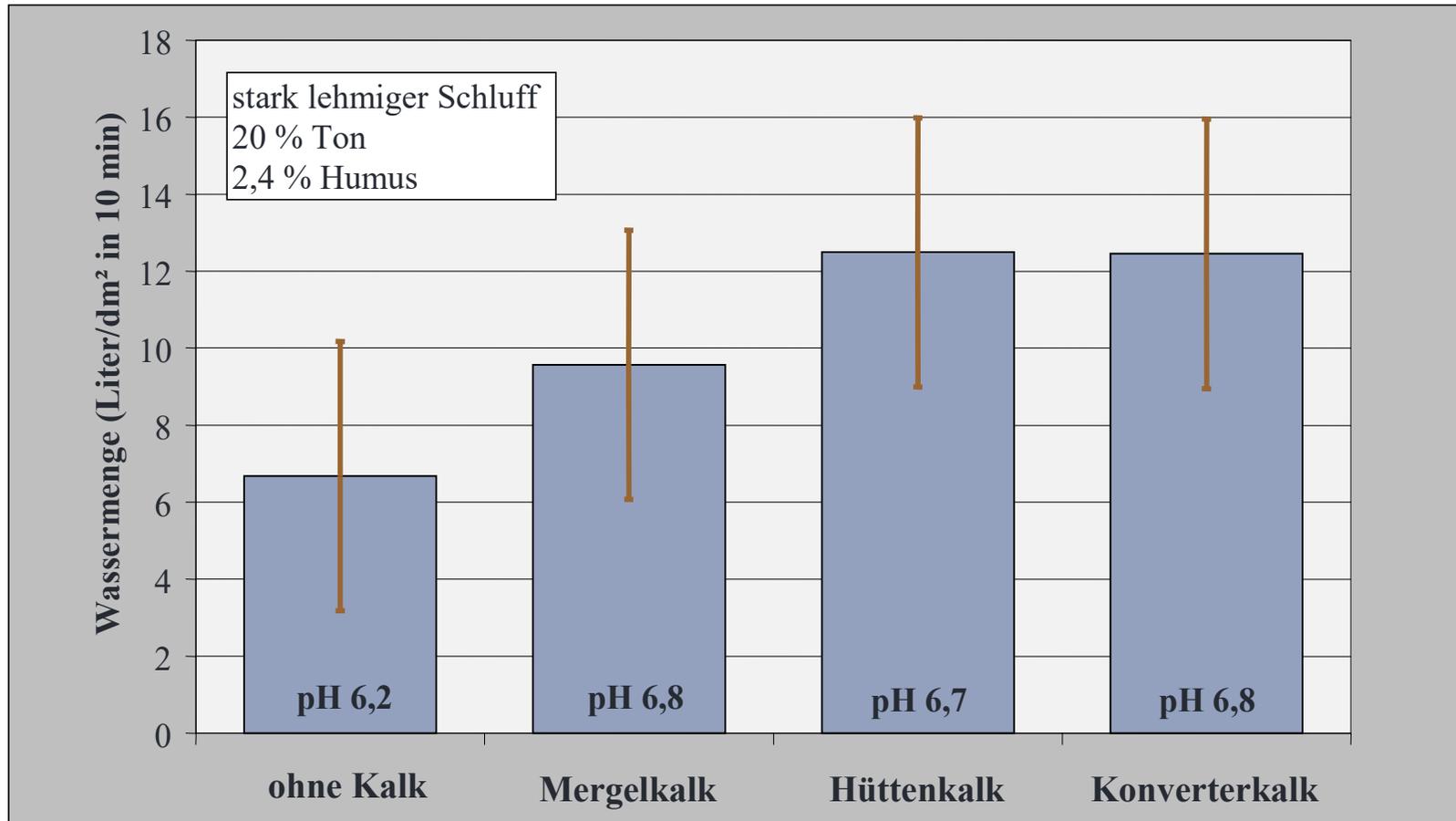


Die Pflanzen nehmen die lösliche Kieselsäure aus den silikatischen Kalken vermehrt auf und lagern sie ein.

Quelle: Dr. Rex, Versuchsanstalt Kamperhof, Landwirtschaftliche Beratung Thomasdünge, VDLUFA Kongressband 2002, geändert



Verbesserung der Regenverdaulichkeit des Bodens durch Kalkung im Kalkdüngungsversuch Arzdorf (Rhein-Sieg-Kreis), Durchschnittswerte der Jahre 1992-94



Quelle: Eurich-Menden, Diss. Universität Bonn, 1996



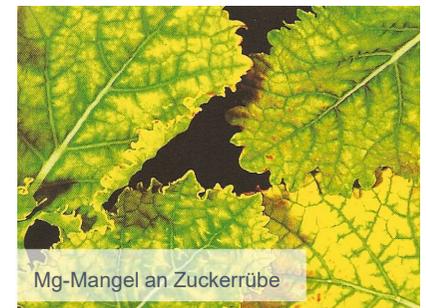
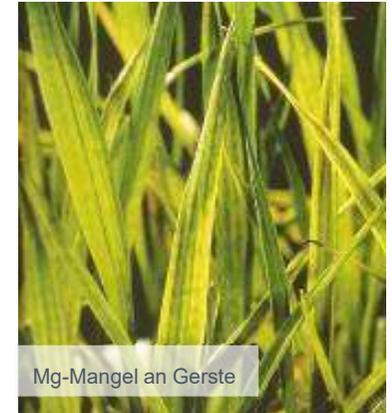
clevercalx® – Der Konverterkalk feucht körnig – mit wertvollem Magnesium

clevercalx® enthält garantiert 4 % MgO.

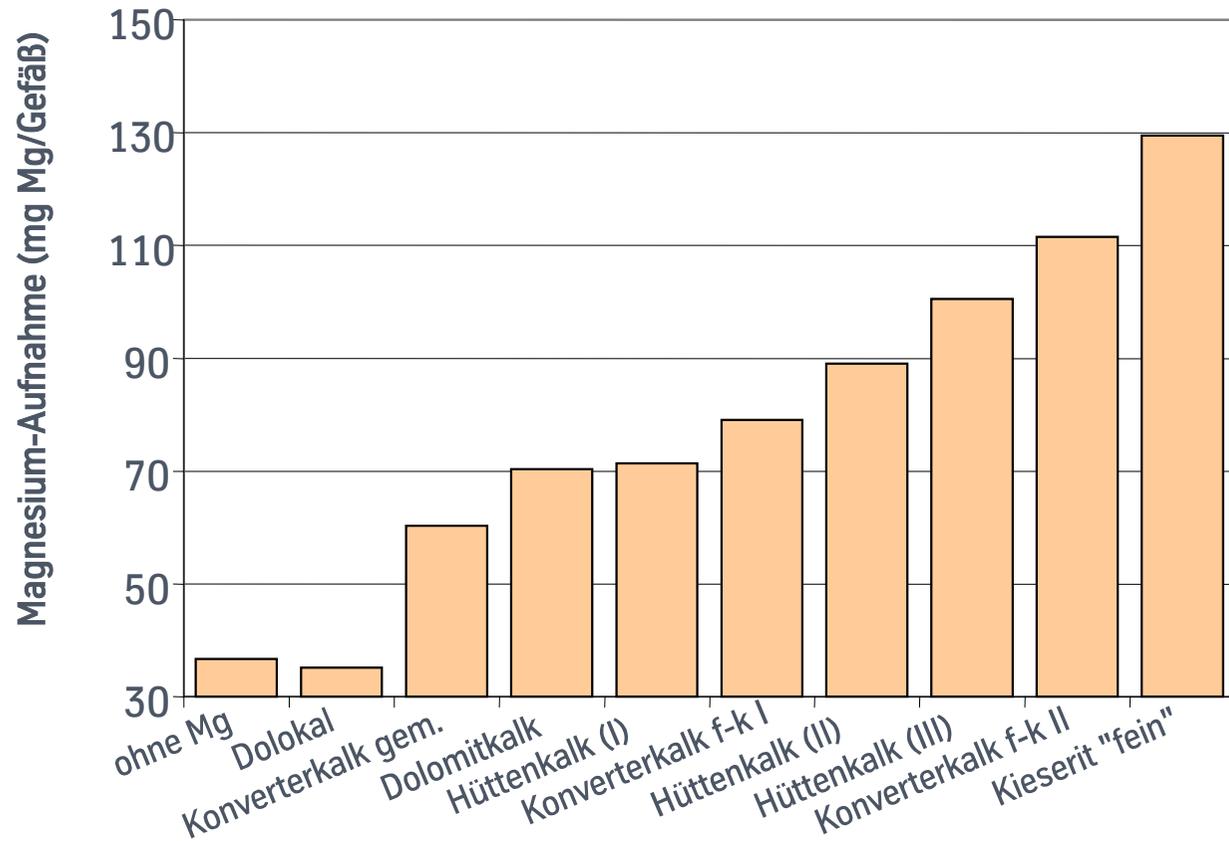
Im Rahmen einer normalen Erhaltungskalkung mit 25 dt/ha clevercalx® führt man also dem leichten Boden 100 kg/ha MgO, bei höherem Kalkbedarf dem schweren Boden mit 30 dt/ha 120 kg/ha MgO zu. Diese Magnesiummengen reichen aus, um einerseits einen starken Magnesiummangel schnell zu beheben und andererseits die durchschnittlichen MgO-Jahresverbräuche von etwa 40 kg/ha durch eine Fruchtfolge bis zur nächsten Kalkung auszugleichen.

Die hohe Wirksamkeit des Magnesiums aus dem clevercalx® wird durch die Gegenwart des Kalkes und der Kieselsäure nachhaltig unterstützt. Die Effizienz der Magnesiumwirkung konnte in Exaktversuchen nachgewiesen werden.

Der Magnesiumgehalt im clevercalx® hat einen hohen arbeitswirtschaftlichen Vorteil und ist außerdem äußerst preisgünstig. Denn das Magnesium wirkt einmal wie der Kalk basisch, also bodenverbessernd, zum anderen aber auch als Pflanzennährstoff. Berechnet wird es aber nur als basische Komponente und ist damit so preiswert wie der Kalk.



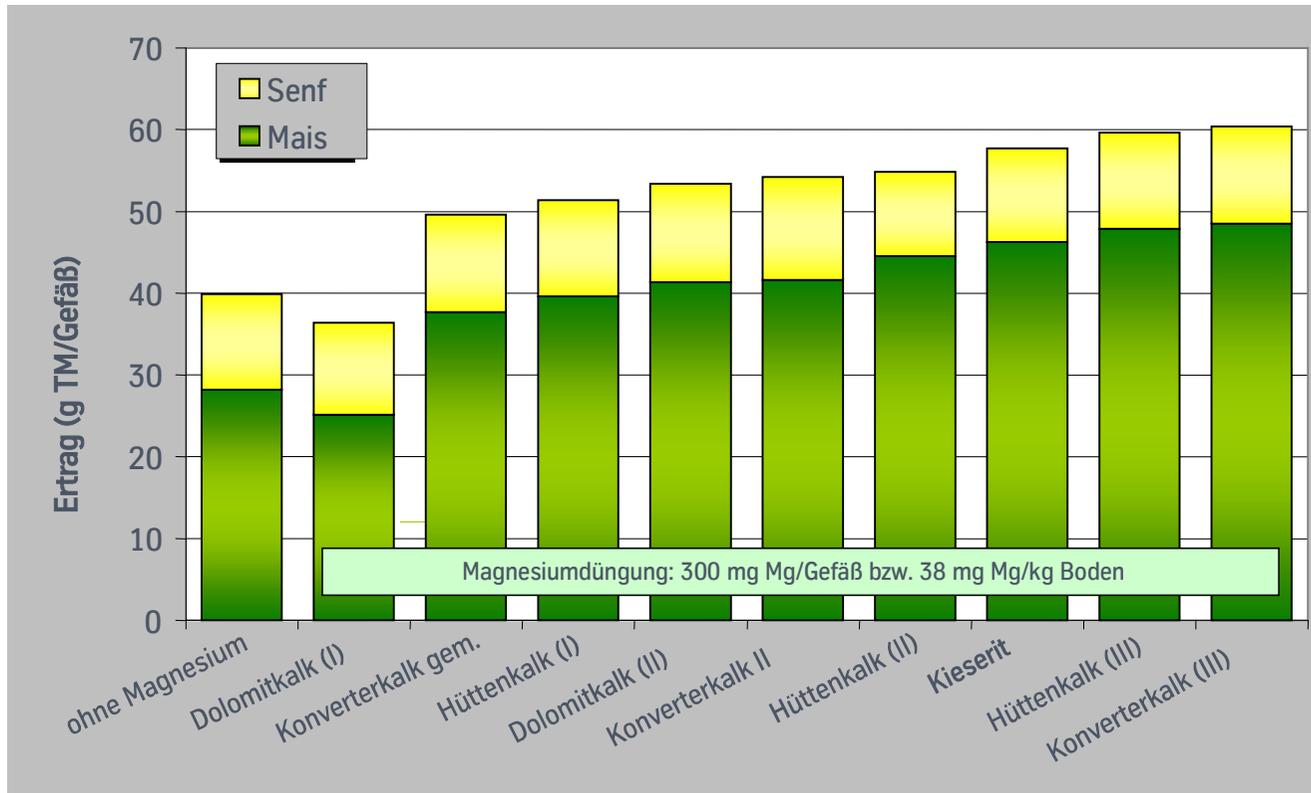
Gesamt-Magnesiumaufnahme durch Mais und Senf im Gefäßversuch nach einheitlicher Düngung von 300 mg Magnesium je Gefäß



Der in Konverter und Hüttenkalk enthaltene Mg-Anteil wird von den Pflanzen gut aufgenommen. Es bestehen Unterschiede in der Aufnahme je nach Herkunft.



Vergleich der Düngewirkung verschiedener magnesiumhaltiger Kalkdünger mit einem wasserlöslichen Magnesiumdünger (Kieserit) im Gefäßversuch



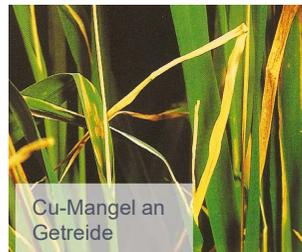
Der in Konverter und Hüttenkalk enthaltene Mg-Anteil ist ähnlich gut ertragswirksam wie ein wasserlöslicher Magnesiumdünger.



clevercalx® – Der Konverterkalk feucht körnig – enthält beachtliche Mengen an wertvollen Spurennährstoffen

Durchschnittlicher Entzug einer Fruchtfolge mit 70 % Getreide, 20 % Hackfrüchten und 10 % Futterbau pro ha (nach Buchner/Sturm)

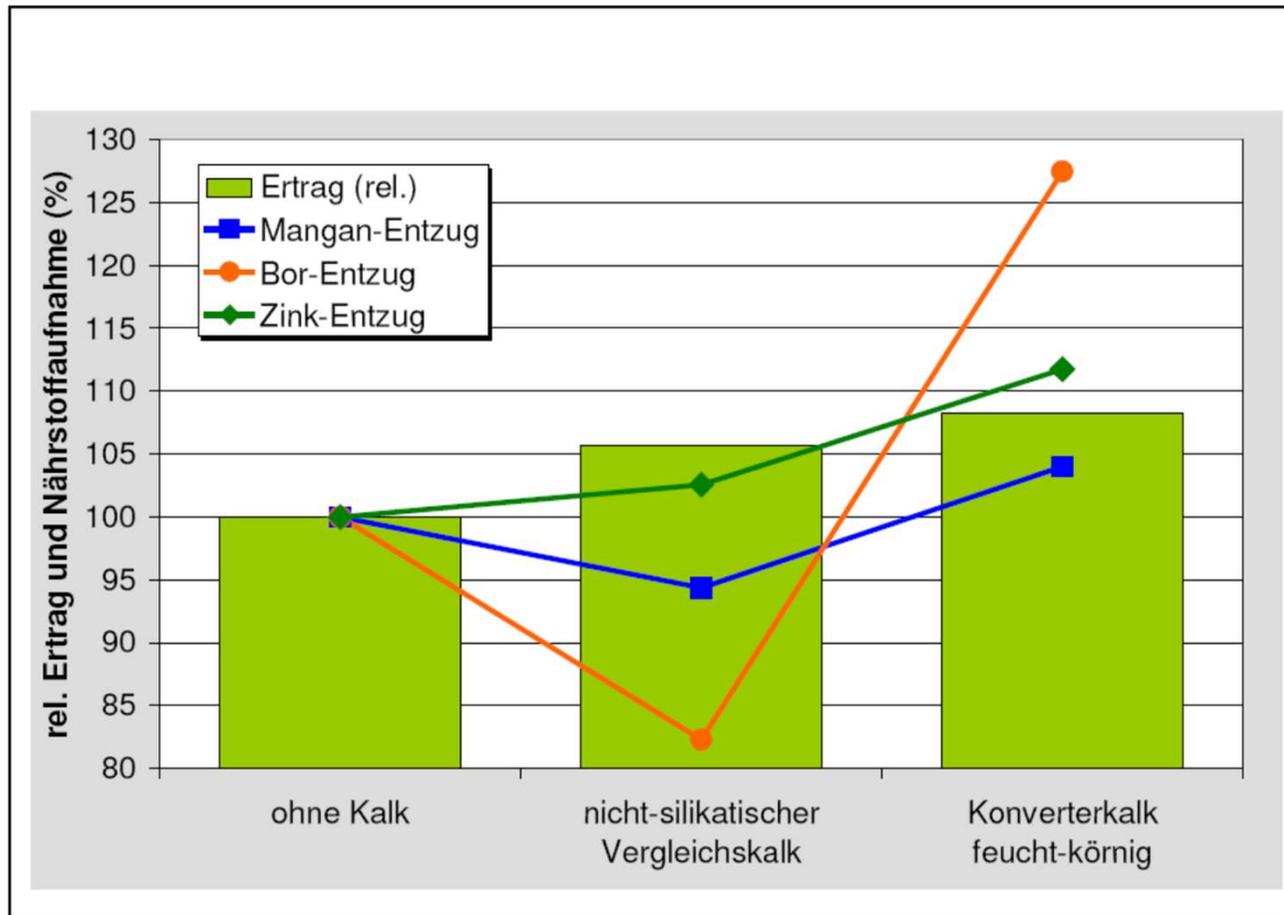
Mangan	Kupfer	Zink	Bor	Molybdän	Kobalt
300-600 g	60-100 g	200-300g	140-180g	8-10 g	
Zugeführte Spurennährstoffe bei Ausbringung von 30 dt Konverterkalk pro ha					
Mangan	Kupfer	Zink	Bor	Molybdän	Kobalt
Ø 39 kg	Ø 45 g	Ø 90 g	Ø 100 g	Ø 30 g	Ø 30 g



Die im Konverterkalk enthaltenen Spurennährstoffe können einen Teil des pflanzlichen Bedarfes abdecken.



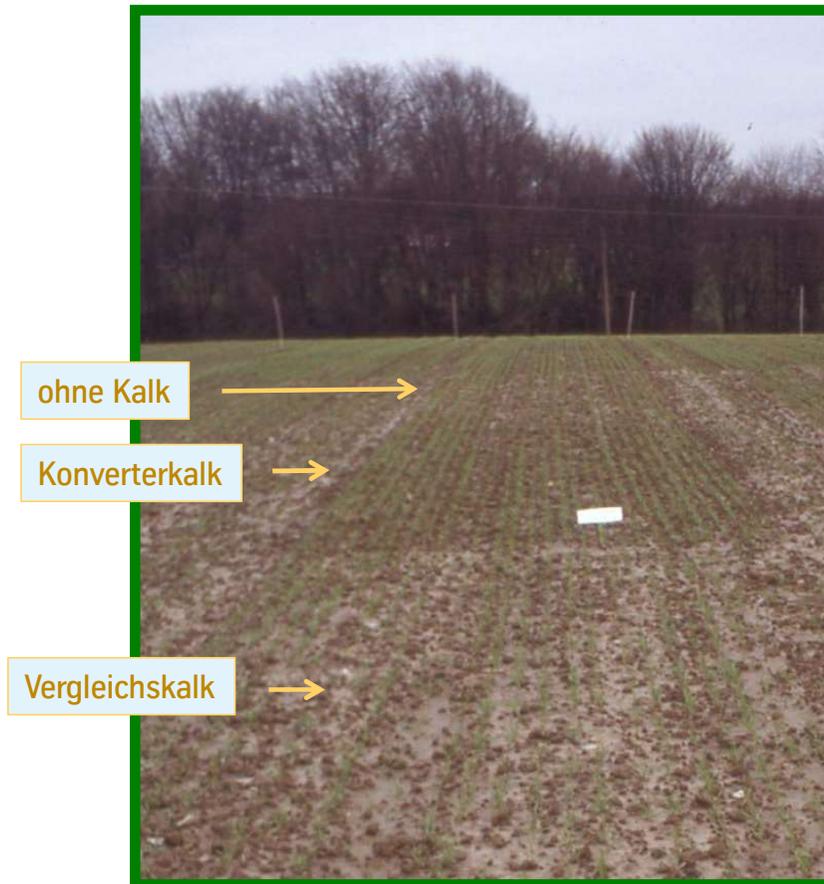
Relativerträge und relative Aufnahme von Spurennährstoffen von Mais im Kalkversuch Rösrath



In den mit Konverterkalk gekalkten Varianten konnten die durch die Kalkung üblicherweise verursachte geringere Verfügbarkeit von Spurennährstoffen wie Mangan, Bor und Zink überkompensiert werden. Durch die zugeführten Mengen an enthaltenen Spurennährstoffen im Konverterkalk konnte die pflanzliche Aufnahme somit - trotz Kalkung - gesteigert werden.



Wirkung der Kalkung auf Bodenstruktur und Wasserführung im Kalkversuch Rösrath

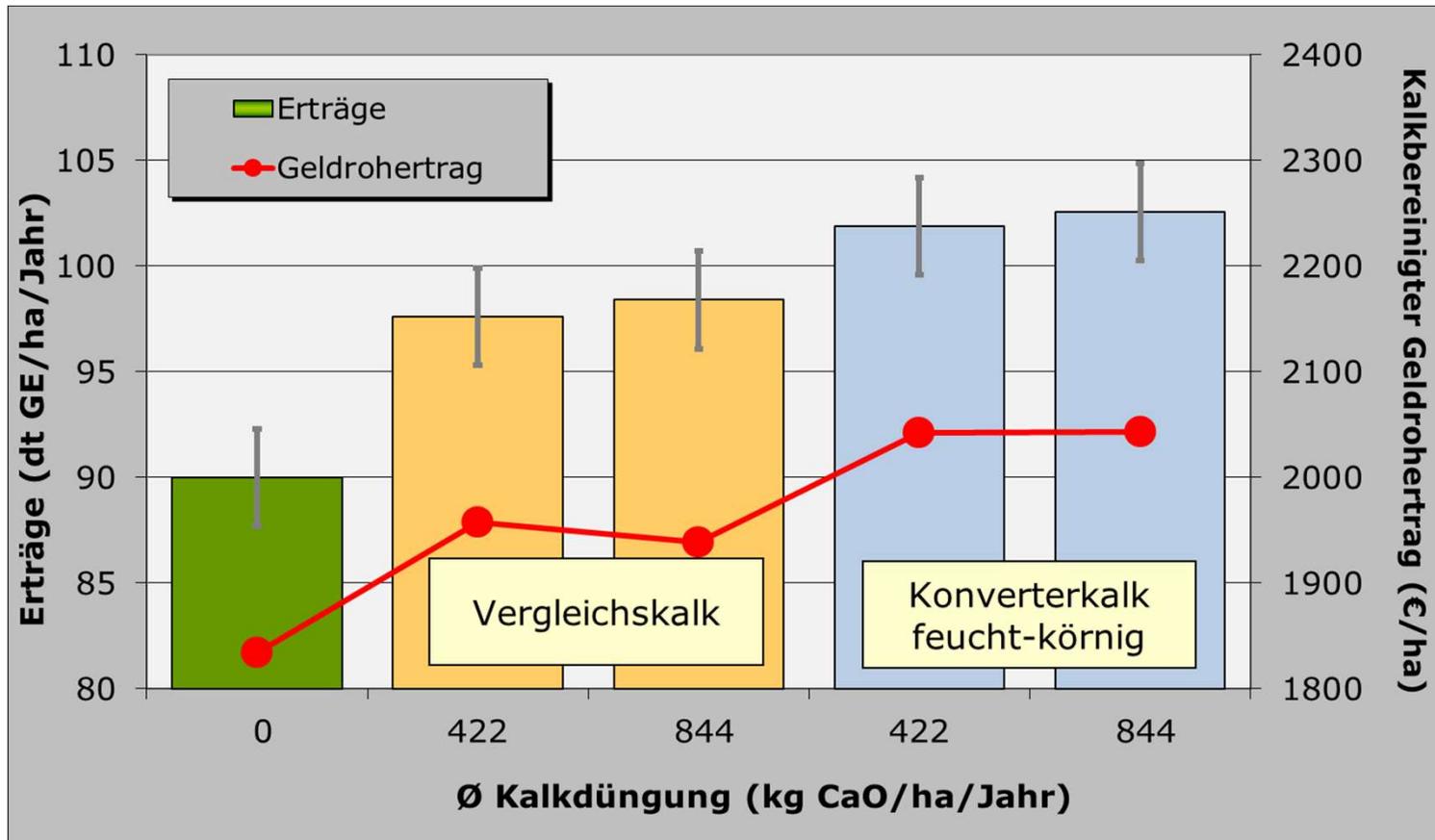


Die mit Konverterkalk gekalkten Varianten wiesen eine bessere Wasserführung auf.

Die Flächen erwärmten sich im Frühjahr eher als die Vergleichsflächen.



Ertragswirkung und bereinigte Roherträge im Kalkversuch auf Ackerland in Rösrath (NRW) (Versuchsdauer 1989 – 2004)



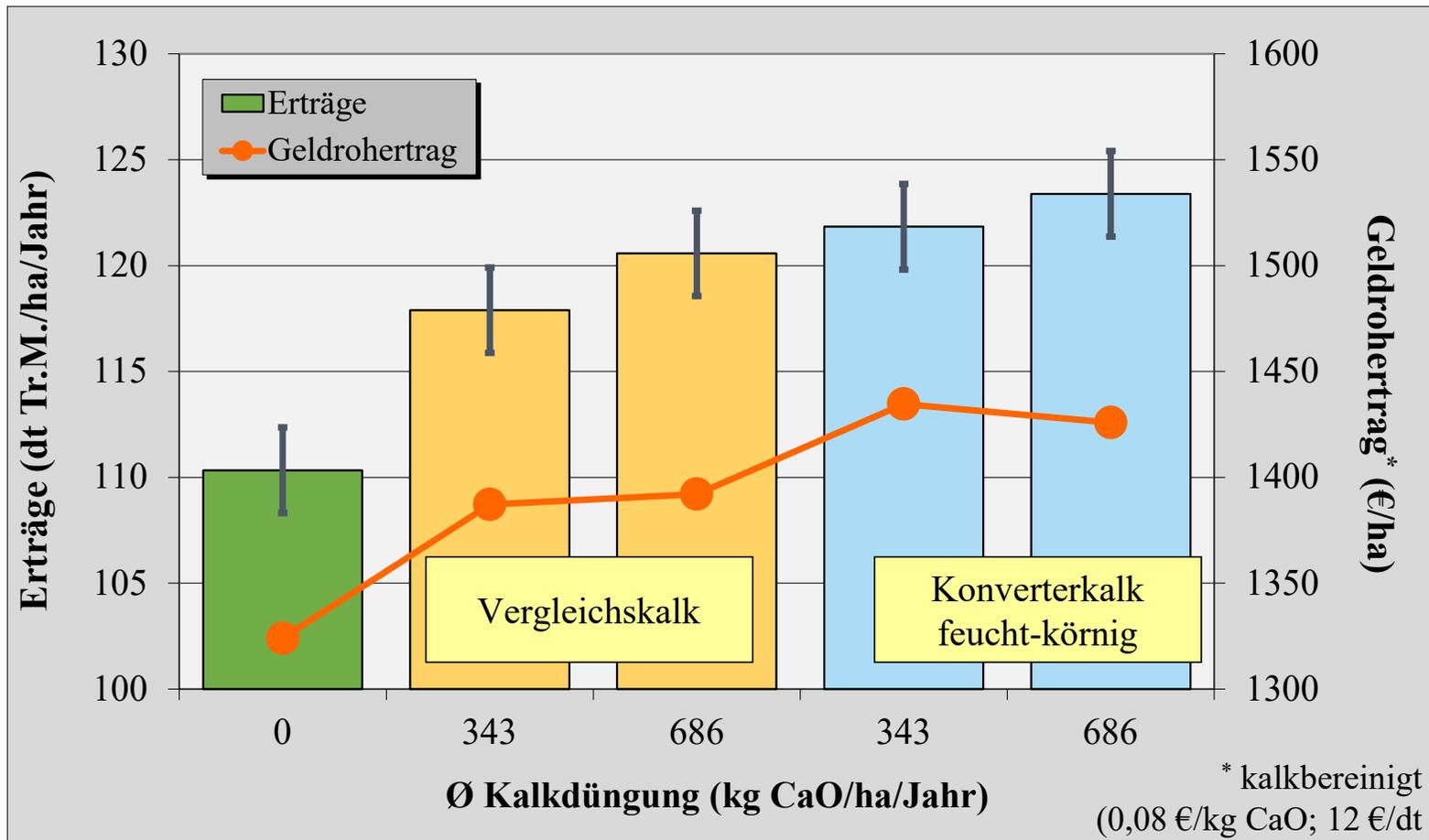
Die Kalkung erbrachte in diesem Versuch signifikante Mehrerträge und verbesserte die Roherträge insbesondere bei den Konverterkalk-Varianten.

Quelle: Landwirtschaftliche Beratung Thomasdünger, Versuchsanstalt Kamperhof, Dr. Rex

24 | 05.10.2022 | clevercalx - Informationen zu Konverterkalk 44 tkSE - SE/PSM-SP Dr. Uwe Pihl



Ertragswirkung und bereinigte Roherträge im Grünland-Kalkversuch Rösrath (Auswertung 1990-2003)

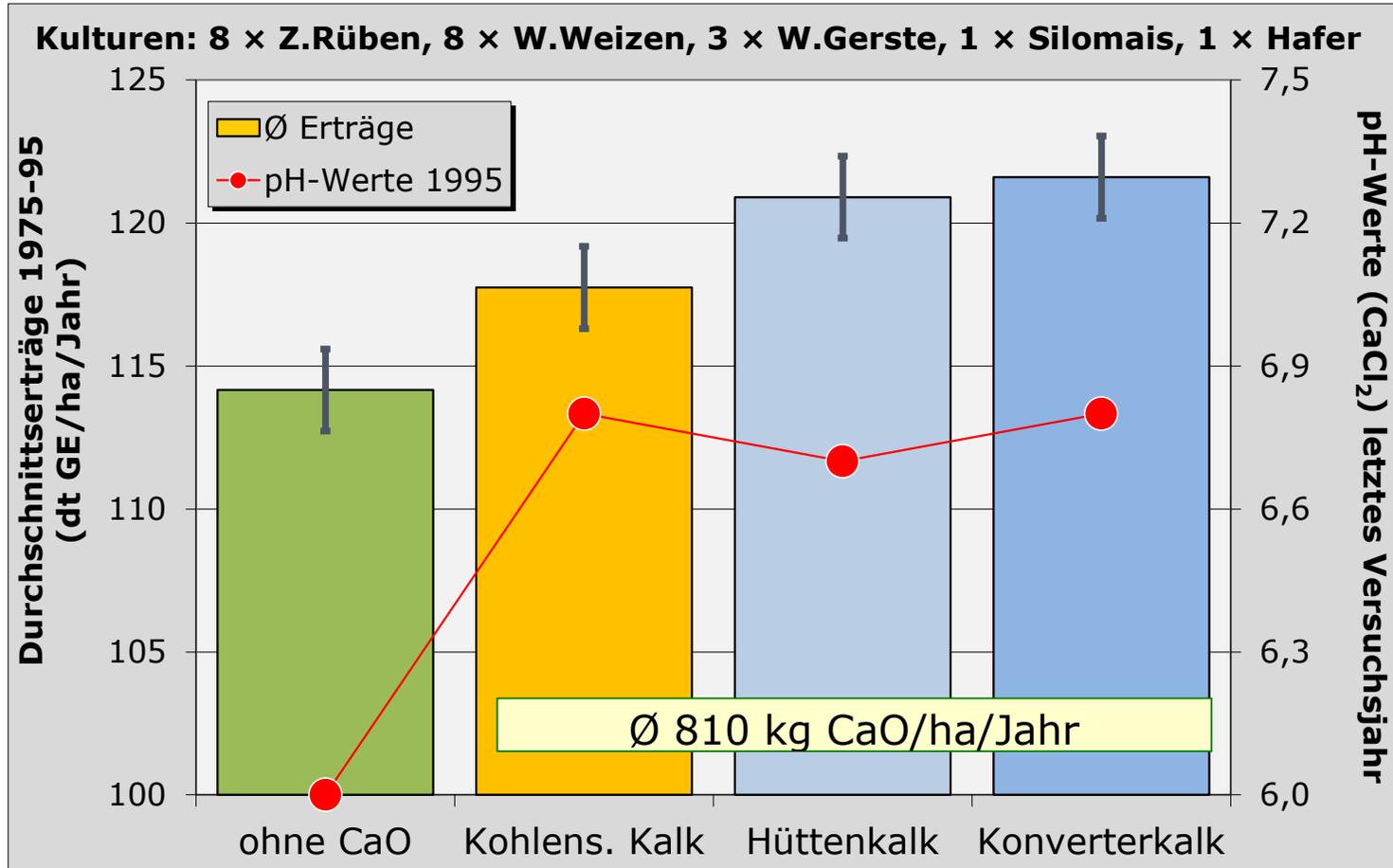


Die Kalkung erbrachte in diesem Versuch signifikante Mehrerträge und verbesserte die Roherträge insbesondere bei den Konverterkalk-Varianten.

Quelle: Dr. Rex, FEhS-Institut



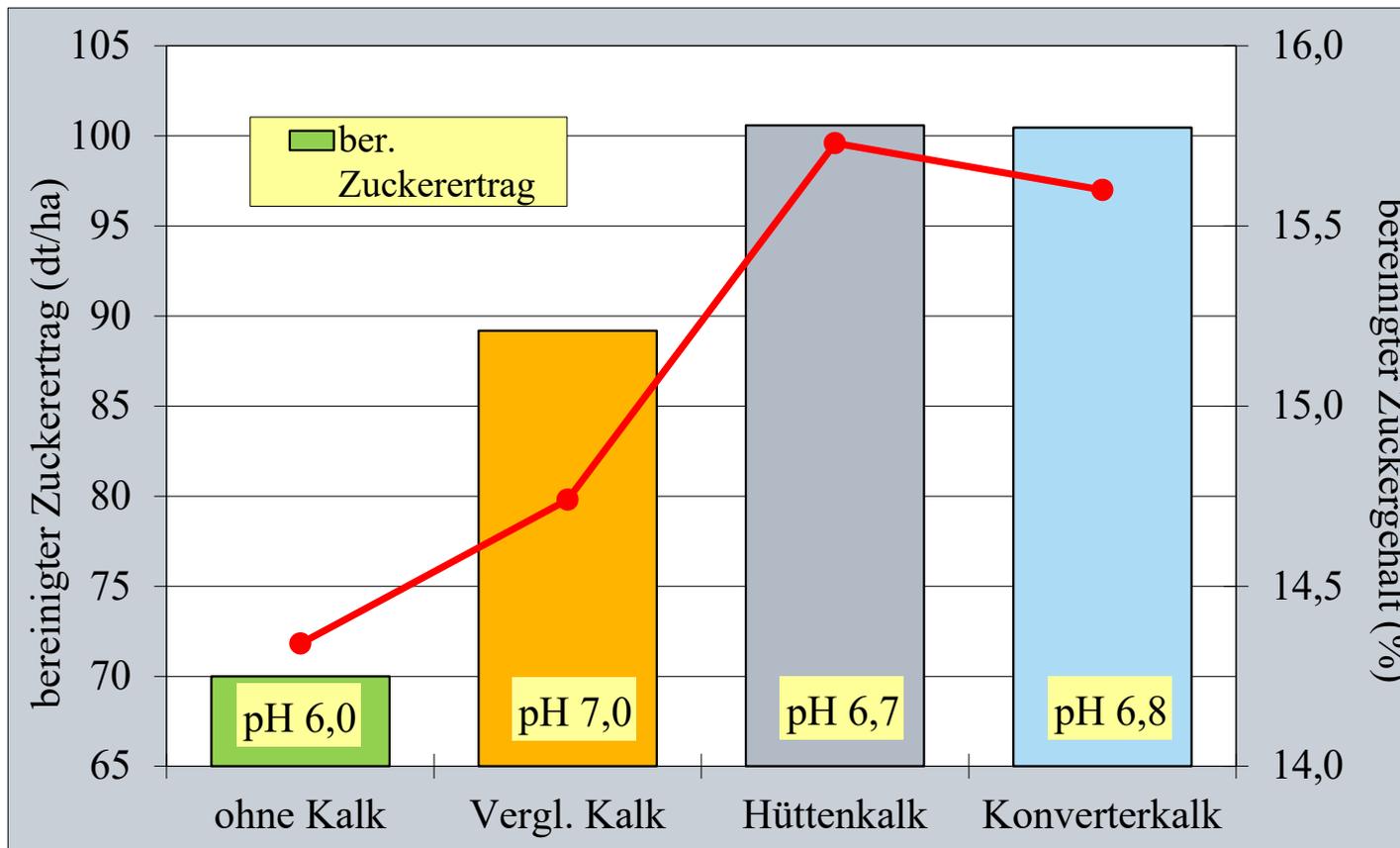
Veränderungen beim pH-Wert und durchschnittliche Ertragswirkung im Kalkversuch Arzdorf (NRW) (1975-1996)



Die Kalkung verbesserte in diesem langjährigen Versuch signifikant die pH-Werte und erbrachte statistisch abgesicherte durchschnittliche Mehrerträge.



Einfluss der Kalkung auf den Zuckergehalt und Ertrag im Versuch Arzdorf (NRW) (1975-1996)



In einem langjährigen Kalkversuch über 21 Jahre wurde insbesondere durch die silikatischen Kalke der bereinigte Zuckergehalt gegenüber der Variante ohne Kalk erhöht. Verbunden mit dem ohnehin höheren Massenertrag ergab sich daraus eine deutliche Steigerung des bereinigten Zuckerertrages.



Wirkung der Kalkung auf Bodenstruktur und Wasserführung im Kalkversuch Arzdorf (1975-1996)

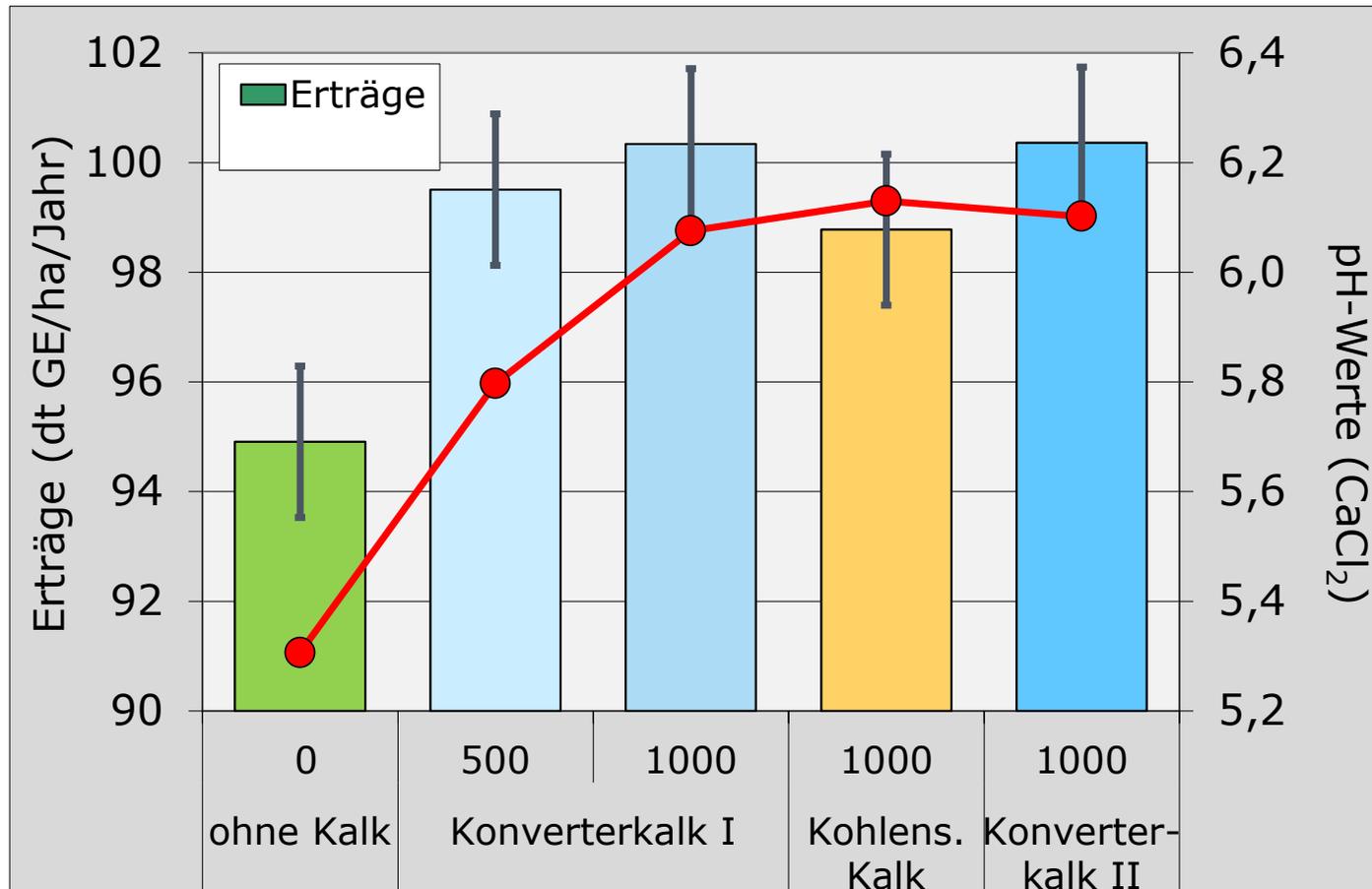


Die mit Konverterkalk gekalkten Varianten wiesen eine bessere Wasserführung auf als die ungekalkte Variante.

Die Böden zeigten im Frühjahr eine schnelle Erwärmung.



Mittlere Erträge und pH-Werte im Kalkformenversuch Kasseburg (SH) (1994-2004)

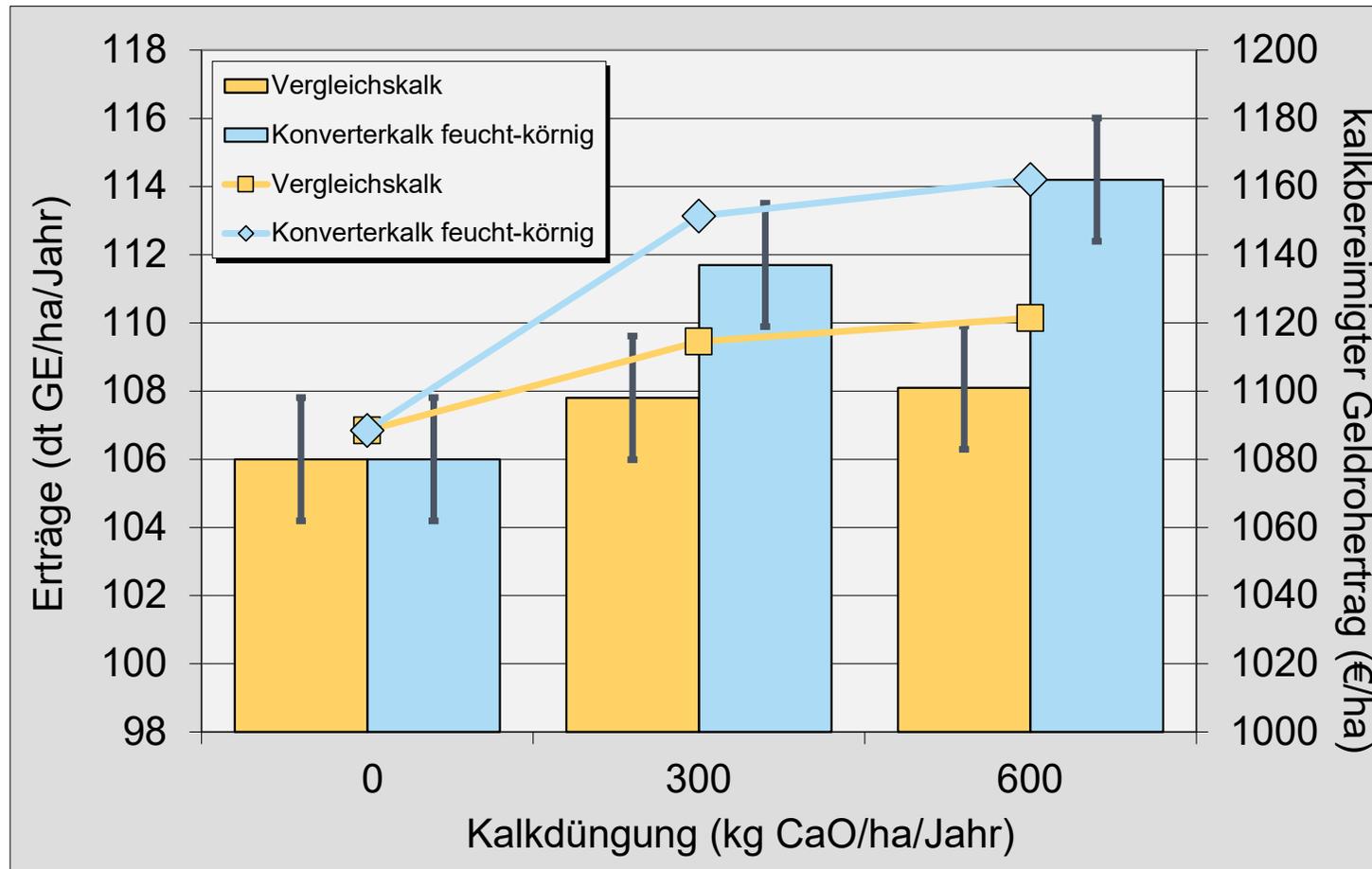


Die Kalkung verbesserte in diesem Versuch signifikant die pH-Werte und erbrachte statistisch abgesicherte durchschnittliche Mehrerträge über den Versuchszeitraum.

Quelle: Landwirtschaftliche Beratung Thomasdünger, Versuchsanstalt Kamperhof



Mittlere jährliche Erträge und kalkbereinigte Geldroherträge im Kalkdüngungsversuch Groß-Niendorf (1997 – 2005)



Die Varianten mit Konverterkalk erbrachten in diesem Versuch statistisch abgesicherte durchschnittliche Mehrerträge und signifikant höhere kalkbereinigte Geldroherträge über den Versuchszeitraum.

Quelle: Landwirtschaftliche Beratung Thomasdünger, Versuchsanstalt Kamperhof



Ertragswirkung von Konverterkalk auf verschiedenen Böden

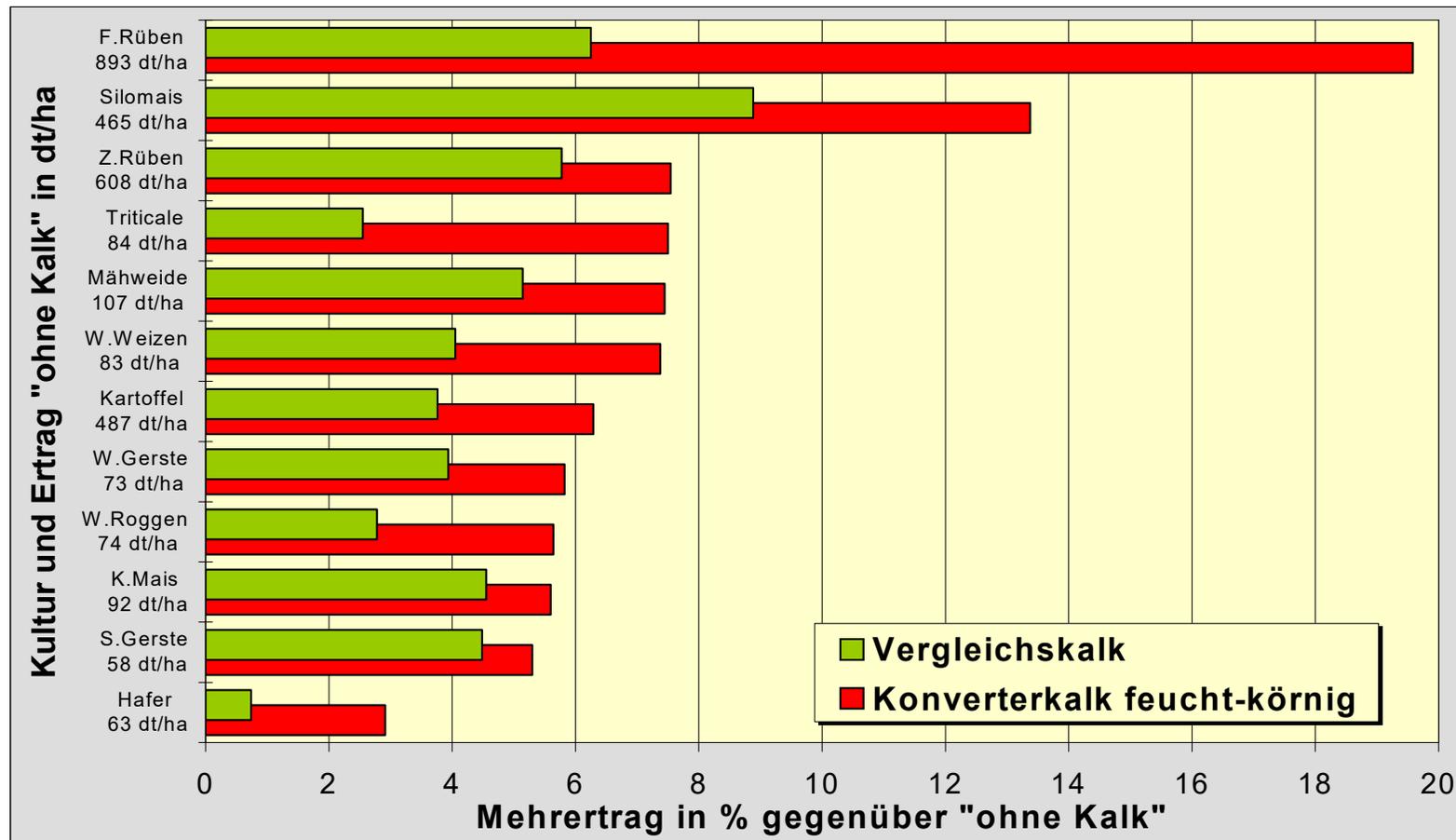
Bodenart	Anzahl	Erträge in dt GE je ha und Jahr			
	der Standorte	ohne Kalk	Vergl.-Kalk	Konverterkalk	GD _{5%}
Sandboden	18	69,3	70,8	73,9	0,5
lehmige Schluffe	21	83,5	85,9	90,2	0,5
tonige Lehme	6	78,0	79,7	82,1	0,8
insgesamt Ø	45	77,1	79,1	82,4	0,3
relativ		100,0	102,5	106,9	0,4
391 Ernten					
9 Jahre mittlere Versuchsdauer					

Die Kalkung erbrachten unabhängig von der Bodenart **stets statistisch abgesicherte durchschnittliche Mehrerträge.**

Die Varianten mit Konverterkalk waren den Vergleichskalken in der Ertragssteigerung auf allen Böden **signifikant überlegen.**



Mehrerträge [%] verschiedener Kulturen nach Kalkung mit kohlenstoffsaurem Kalk und Konverterkalk feucht-körnig (Erntedaten aus 14 Feldversuchen mit insgesamt 100 Versuchsernten, Versuchszeitraum: 1989-2005)



Quelle: Landwirtschaftliche Beratung Thomasdünger, Versuchsanstalt Kamperhof



Zusammenfassung Herstellung

- Konverterkalk feucht-körnig wird durch Absieben einer nicht raumbeständigen Konverter-Zerfallsschlacke hergestellt und ist seit 1991 als Düngekalk zugelassen.
- Der Kalk liegt überwiegend als Calcium-Silikat (CaSiO_3) vor und wird als CaO/MgO bewertet.
- Durch die Schmelztemperatur im Konverter sind alle Nähr- und Nutstoffe dieses kieselsauren Kalkes voll aufgeschlossen und deshalb von höchster Wirksamkeit. Umweltrelevante Schwermetalle wie z.B. Cadmium oder Blei entziehen sich dagegen wegen ihrer niedrigen Siedepunkte einer Einbindung in die Kalke.
- Neben den agronomischen Eigenschaften sind auch mögliche unerwünschte Umweltauswirkungen über viele Jahre in Exaktversuchen untersucht worden.
- Als Koppelprodukt der Stahlherstellung ist Konverterkalk ein bewährtes Beispiel für eine erfolgreiche Kreislaufwirtschaft. Der Einsatz schont natürliche Ressourcen.



Zusammenfassung Wirkung

- Die Neutralisationswirkung (pH-Wirkung) entspricht der von nicht silikatischen Kalken.
- In vielen, zum Teil langjährigen, Feldversuchen auf unterschiedlichen Böden ergaben sich signifikant höhere Ertragswirkungen des Konverterkalks im Vergleich zu nicht silikatischen Vergleichskalken.
- Die höheren Erträge sind auf den Gehalt an löslicher Kieselsäure mit positiven Wirkungen auf die Bodenstruktur und mit phytosanitären Eigenschaften zurückzuführen.
- Zusätzlich gehen Wirkungen von den Spurenelementen im Konverterkalk aus, die immobilisierende Wirkungen der Kalkung, z.B. beim Mangan, verhindern oder abschwächen.
- Konverterkalk ist sowohl in der Herstellung als auch in der Wirkung als Kalkdünger im Boden als CO₂ neutral zu bewerten.



clevercalx® – Der Konverterkalk feucht körnig – ...feucht, körnig und gut!

Vorteile auf einen Blick

- Angepasste Umsetzung in Abhängigkeit vom pH-Wert
- Sichere Kalkwirkung auf allen Böden. Keine Gefahr von Überkalkung.
- Die gute Löslichkeit des kiesel-sauren Kalkes ist besonders auf Grünland ein Vorteil, da hier keine Einarbeitung erfolgen kann.
- Zusatznutzen durch die lösliche Kieselsäure, gut pflanzenverfügbares Phosphat und Magnesium.
- Die enthaltenden Spurennährstoffe ergänzen die Versorgung in der Pflanzen- und Tierernährung und beugen Mangel vor.



clevercalx® - Der Konverterkalk feucht-körnig – Eigenschaften und Einsatzmöglichkeiten

Eigenschaften

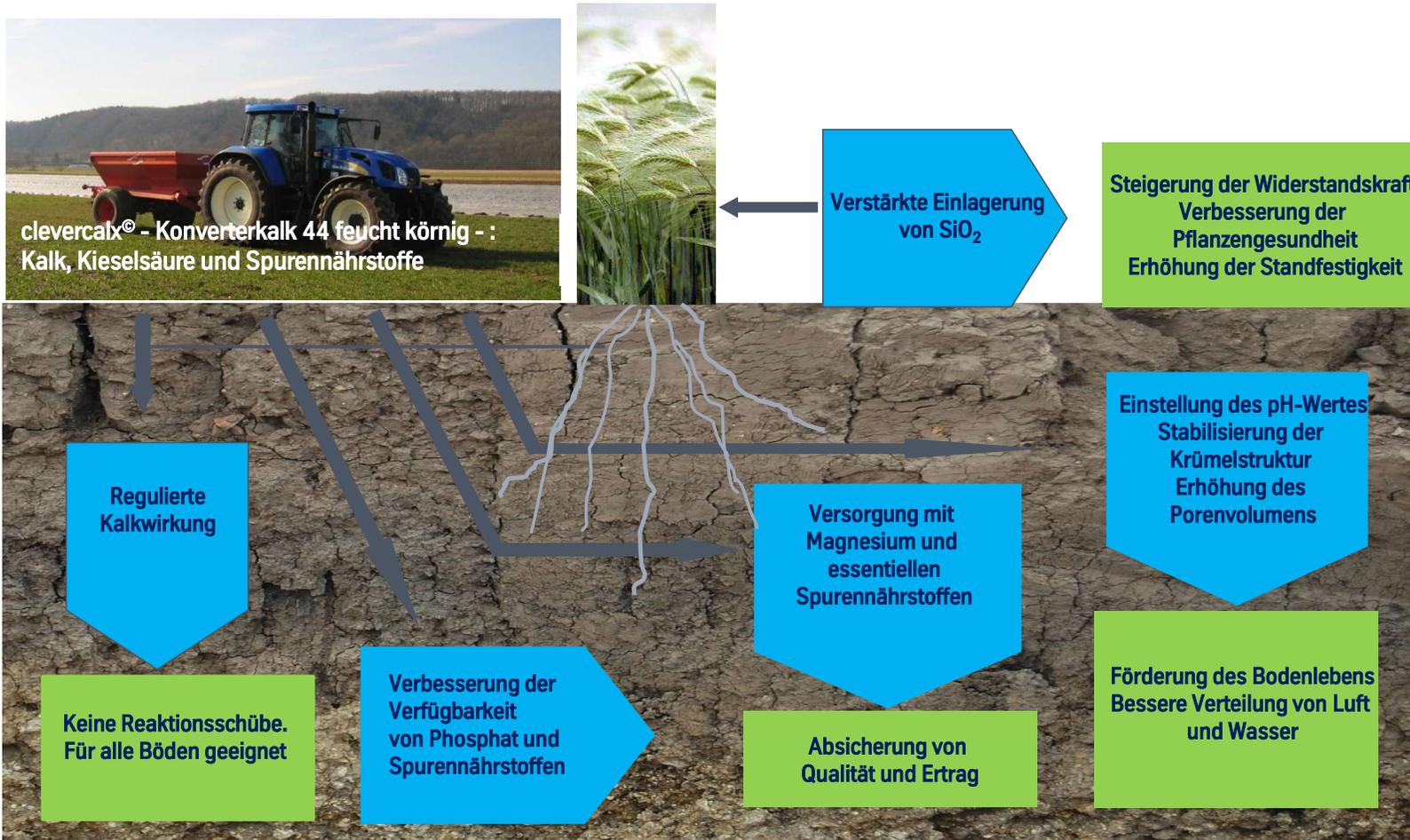
- Das Produkt wird angefeuchtet verkauft. Die Feuchte dient der Staubbildung beim Transport, der Lagerung und der Ausbringung.
- Das Produkt zeichnet sich durch gute Eigenschaften beim Handling aus:
 - Einfache Handhabung: Anlieferung per Kipper-LKW, Zug oder Schiff
 - Gute Lagerfähigkeit: Im Düngerlager oder am Feldrand
 - Exakte, schlagkräftige Ausbringung mit dem Großflächentellerstreuer möglich

Einsatzmöglichkeiten

- (Gesundungskalkung)
- Aufkalkung
- Erhaltungskalkung
- Gut geeignet für alle, auch leichte, wenig gepufferte Böden.
- Auf Grünland jederzeit einsetzbar, wenn die Fläche befahrbar ist



clevercalx® – Der Konverterkalk feucht körnig – ... mit vielseitiger Wirkung!





Fragen?

Anregungen?

Kontakt: Dr. Uwe Pihl

E-Mail: uwe.pihl@thyssenkrupp.com

Tel.: 0203 -52 26873 Mobil: +49 173 4383955

