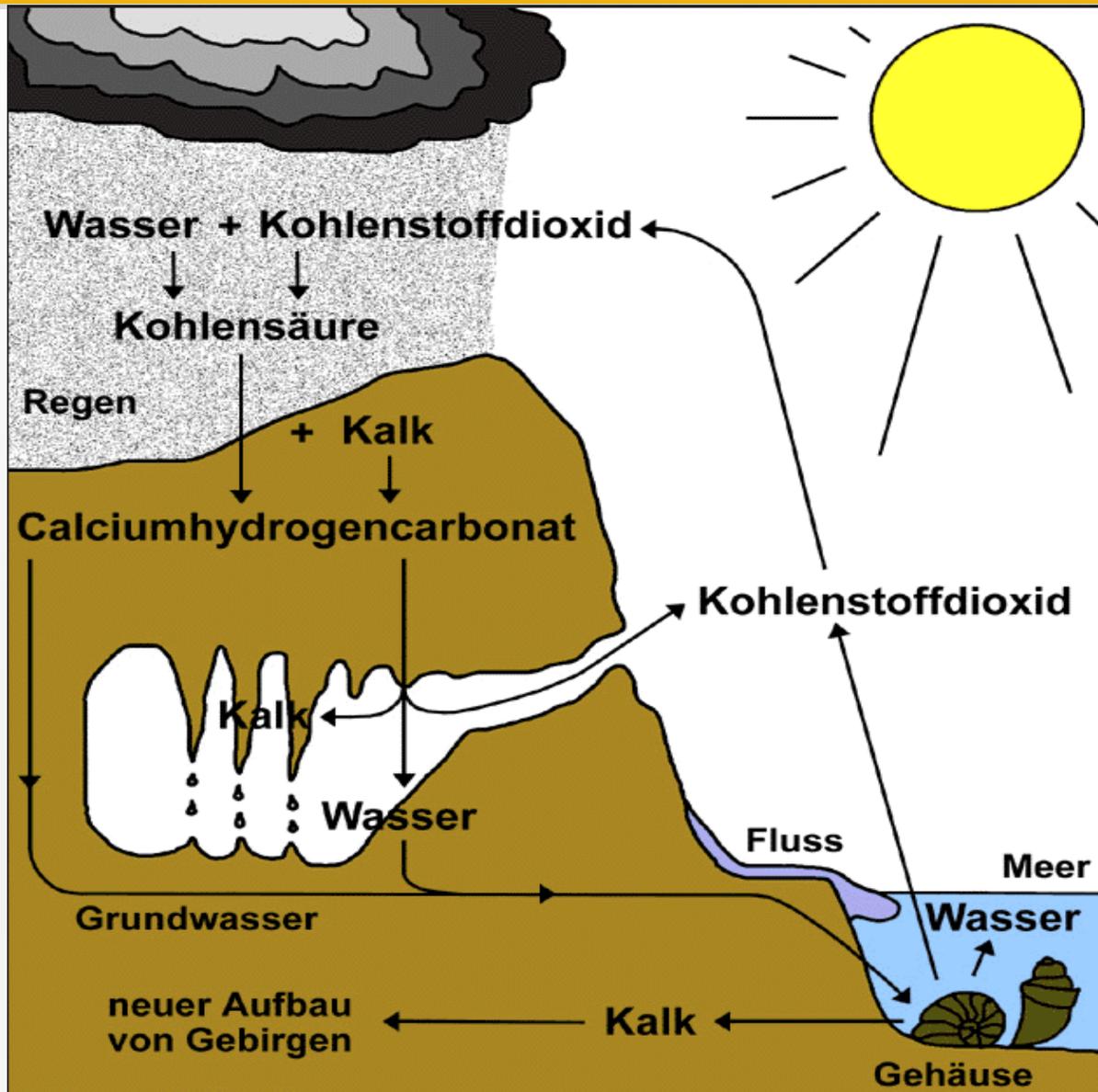




**Die Anwendung bestimmt die Kalkform-
die Naturkalke der Fa. Otterbein**

Müs, 26.02.2019

Der Kalkkreislauf



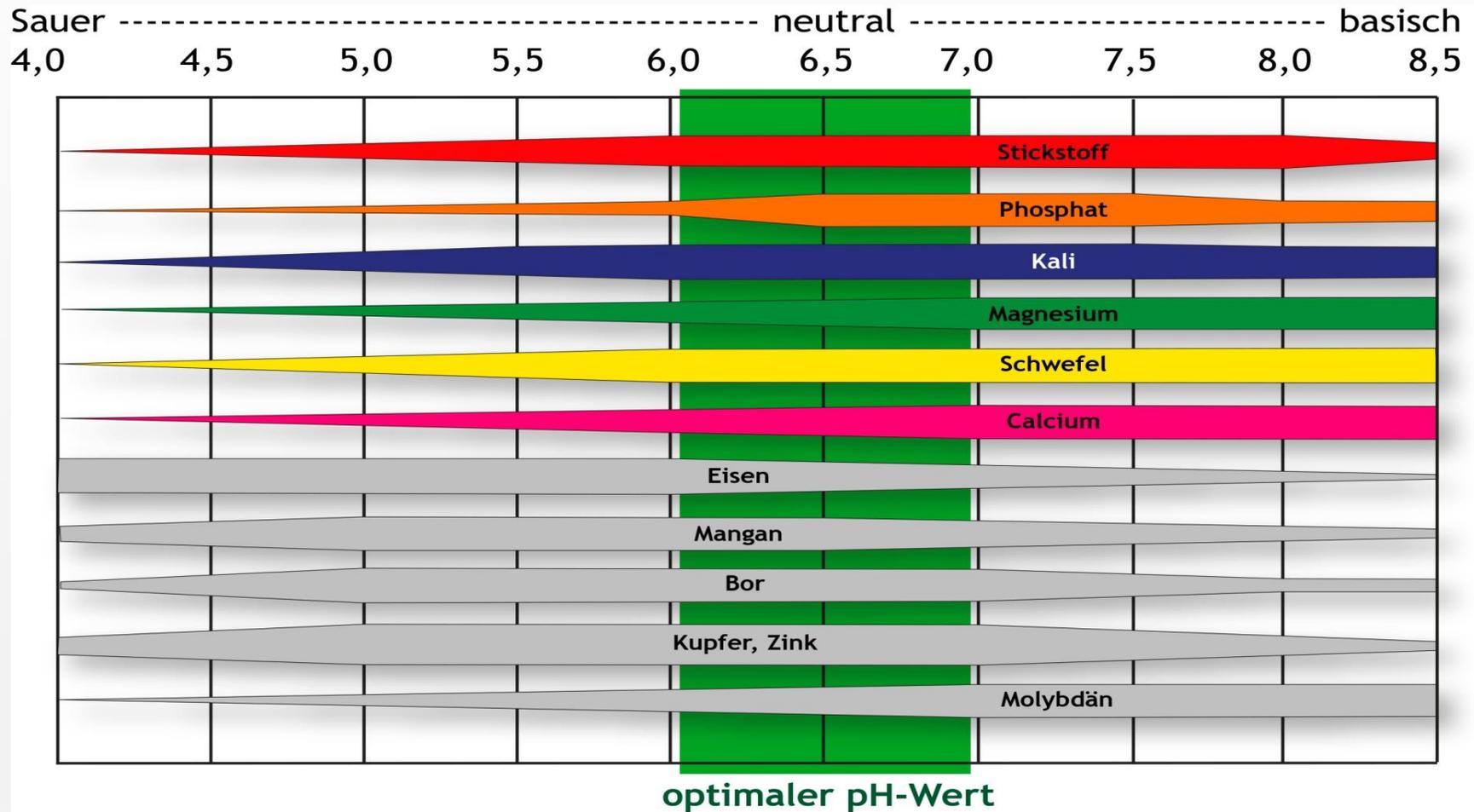
Warum kalken?



Warum kalken?



Nährstoffverfügbarkeit im Boden in Abhängigkeit vom pH-Wert

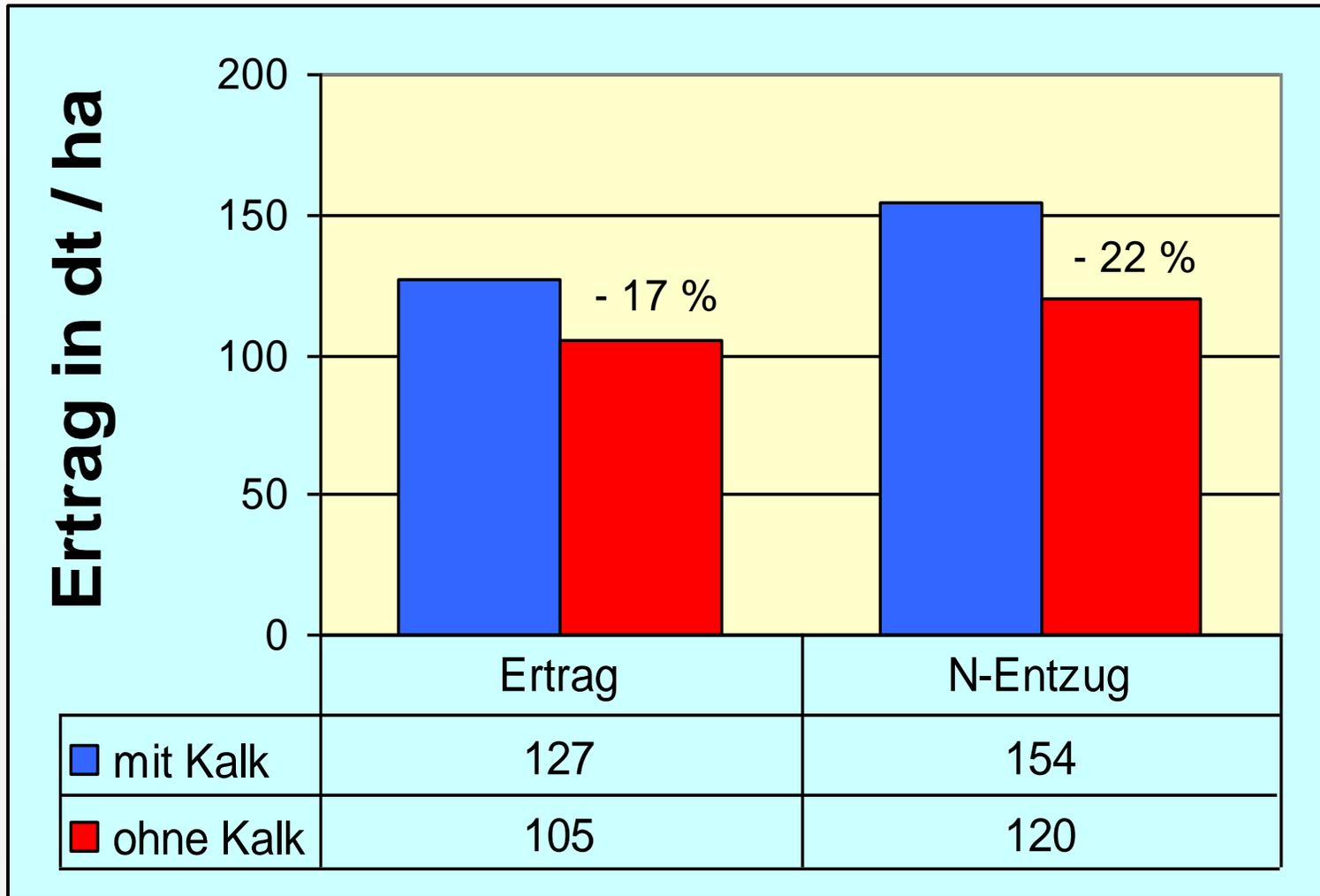


Quelle: BAD, Yara



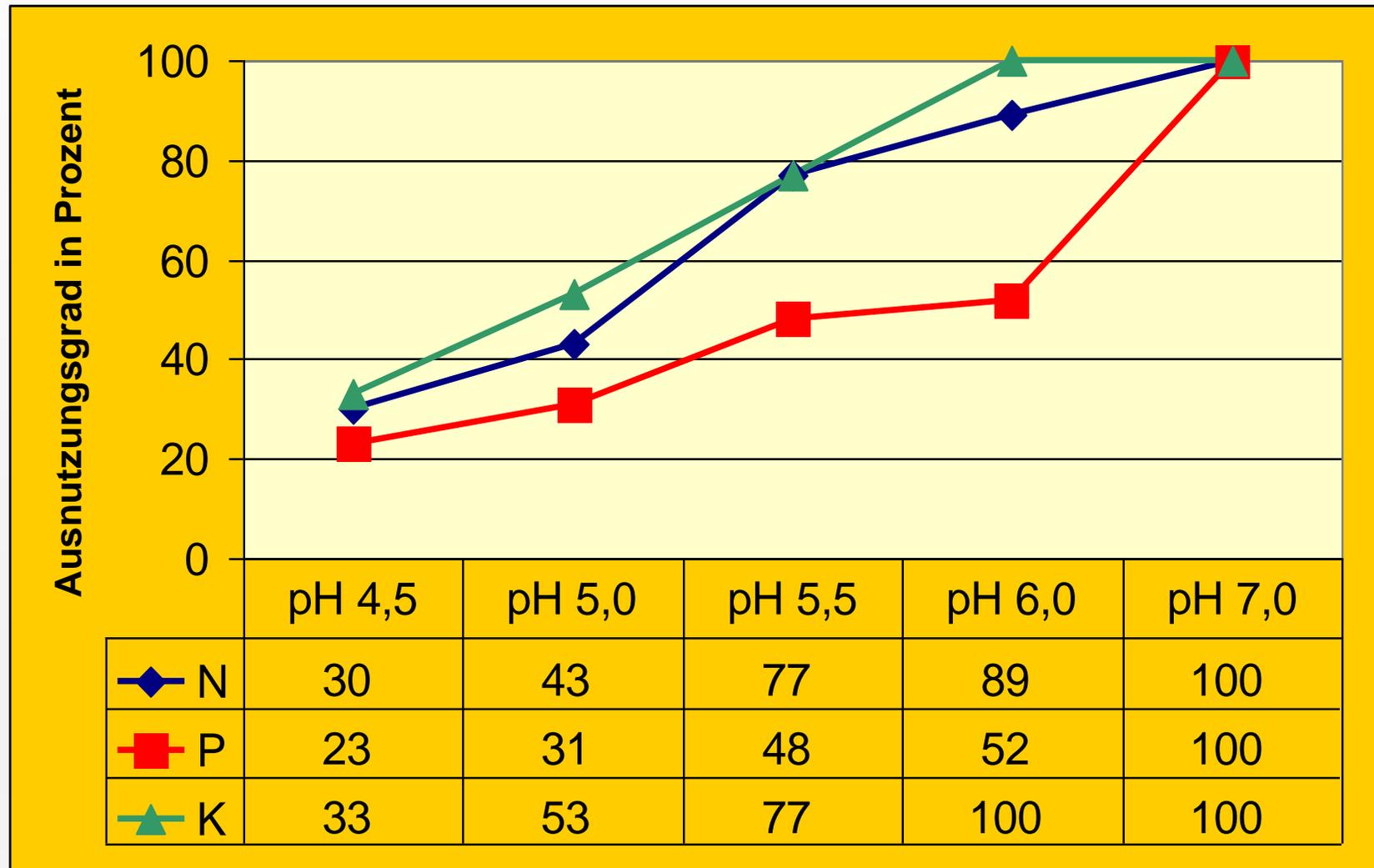
Großflächenversuch Mattfeldele

Quelle: Abschlussbericht IfuL Müllheim u.a. , 04-2004

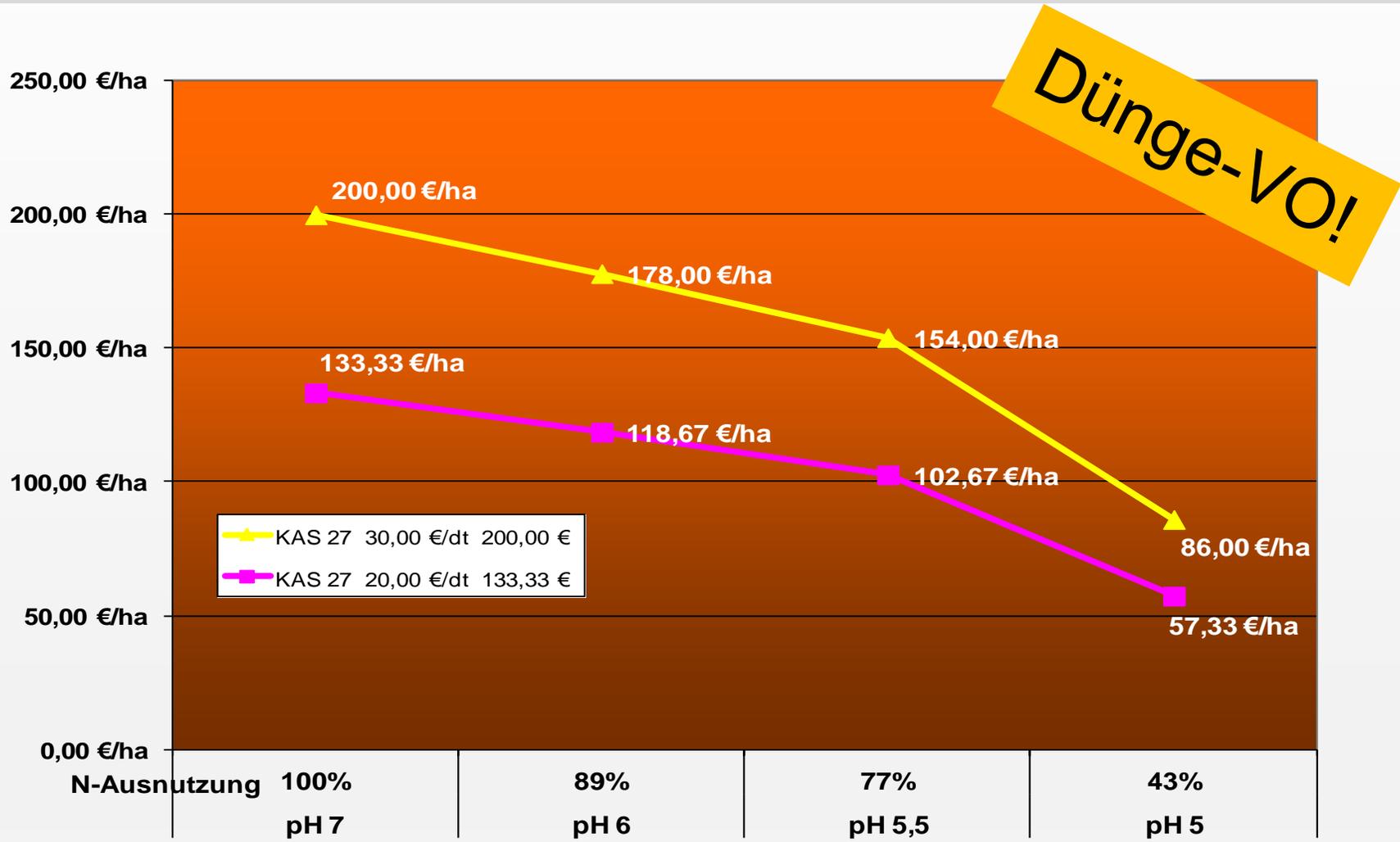


Verbesserte Nährstoffeffizienz durch optimale Kalkung

Quelle (nach DHG 09-2001): CELAC ,Les Amendements Calciques et Magnesiens



Effizienz der N-Düngung bei sinkender Kalkversorgung (180 kg/ha N)

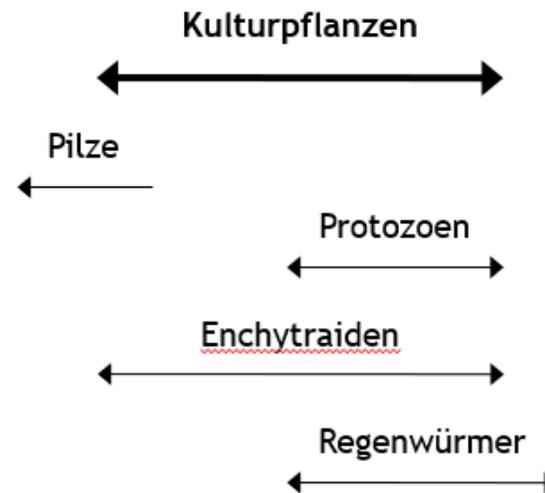


Warum kalken?



Günstige pH-Bereiche für Bodenlebewesen und Kulturpflanzen

Bakterien	6-9
Pilze	< 5,5
Protozoen	6,5-7,5
Enchytraiden	5,5-7,5
Regenwürmer	6,5-8,0

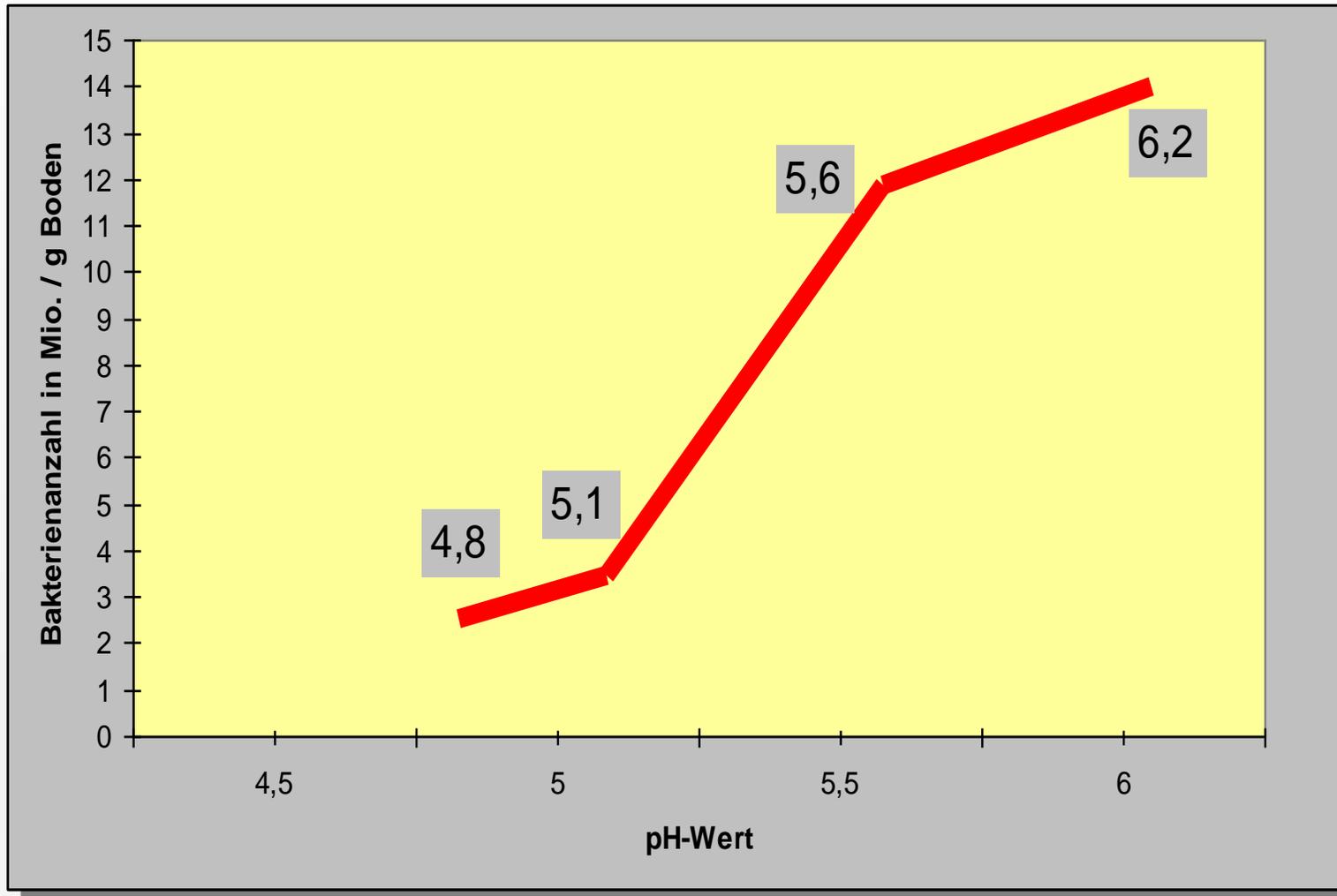


	pH	3	4	5	6	7	8	9
<u>Feinabstufung</u>	extrem sauer	s. stark sauer	stark sauer	mäßig sauer	schwach sauer	schwach alkalisch	stark alkalisch	extrem alkalisch
<u>Grobabstufung</u>		sauer (viele H^+ -Ionen)			neutral		alkalisch (viele OH^- -Ionen)	

Quelle: K. Stöven. 2002

Entwicklung der Bakteriendichte im Boden in Abhängigkeit vom pH-Wert

Quelle: nach Waksman, 1987

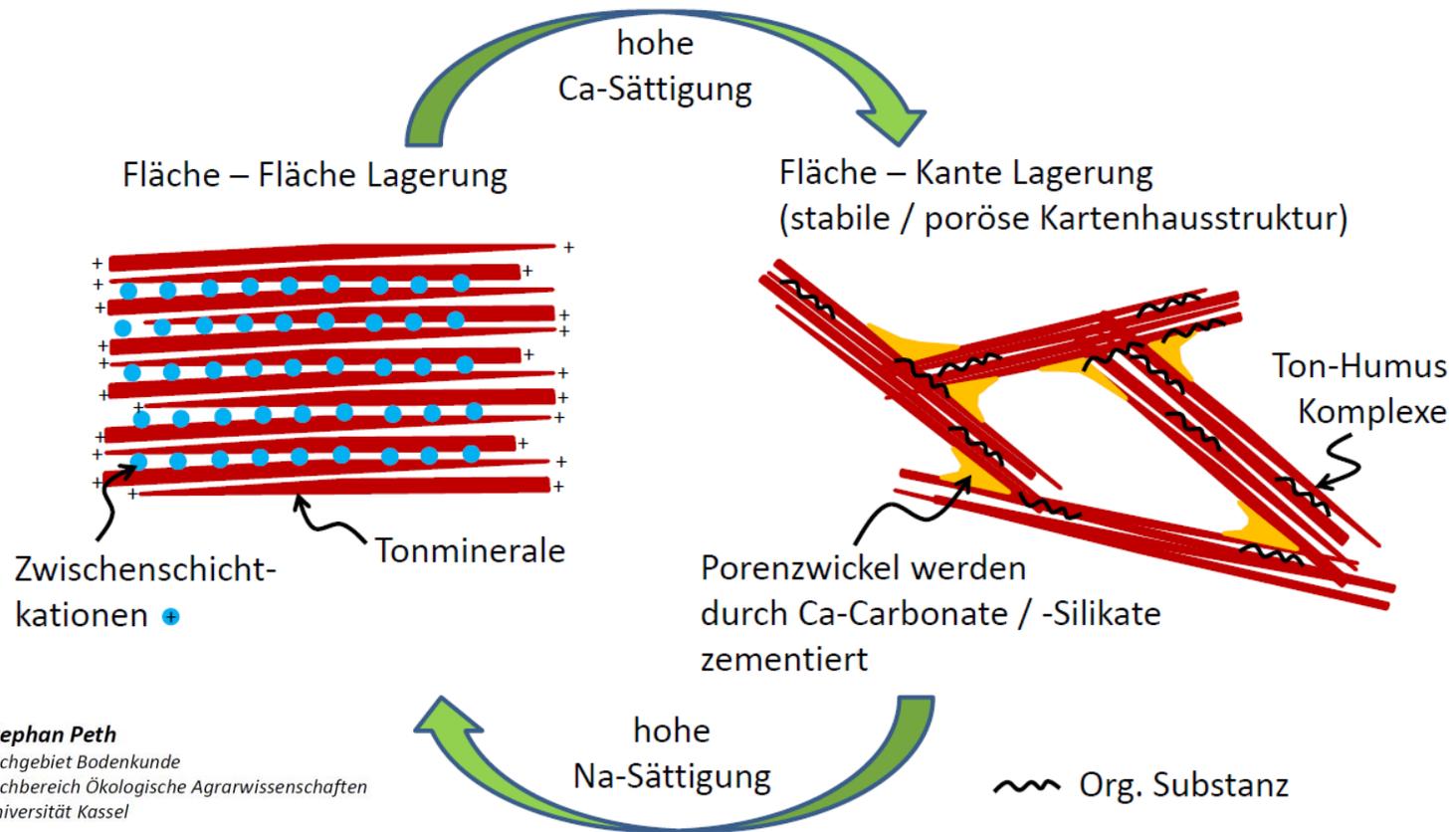


Warum kalken?



Physikalische Wirkung von Kalk

Kalk trägt zur Flockung bei und stabilisiert das Bodengefüge

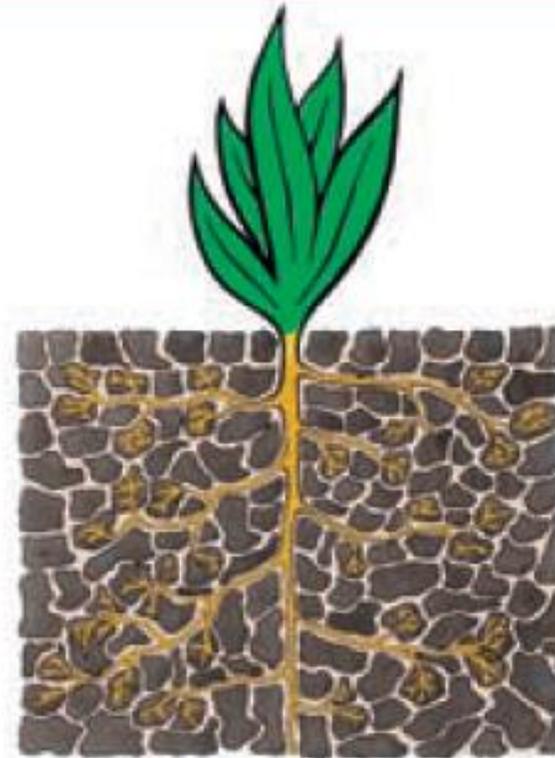


Bodenstruktur und Durchwurzelung

Quelle: *BAD Informationsschrift: Phosphat und Kali, 2003*



Bei schlechter Struktur ist die Nährstoffaufnahme auf wenige Bereiche beschränkt, so daß ein insgesamt höheres Nährstoffpotential vorhanden sein muß.



Eine gute Bodenstruktur ermöglicht eine optimale Durchwurzelung und damit eine gute Ausnutzung der gesamten Nährstoffe.

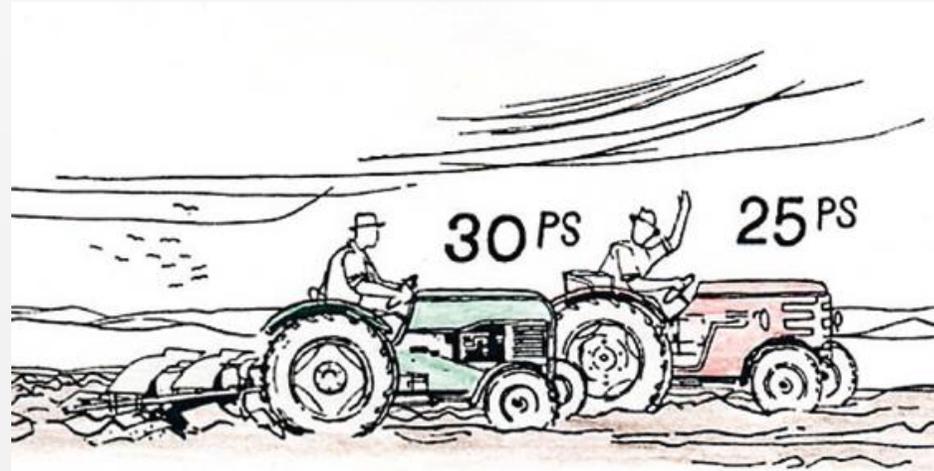
Kalk fördert eine stabile Bodenstruktur

und

- verbessert die Regenverdaulichkeit und die Wassernachlieferung
- verbessert die Bodenplastizität und die Durchwurzelbarkeit
- fördert den Gasaustausch und die Bodenerwärmung
- schützt vor Verschlammung und Bodenerosion
- erleichtert die Bodenbearbeitung (reduzierter Zugkraftbedarf / Kraftstoffeinsparung)



Bodenverschlammung
erschwert Wachstum der
Pflanze



Reduzierter Zugkraftbedarf bei guter Bodenstruktur

Kalkdüngung ist Bodendüngung

Böden sind

- Die natürlichen Standorte der Pflanzen
- Speicher und Vermittler von Nährstoffen
- Lebensraum für eine Vielzahl von Organismen, die für den Kreislauf der Nährstoffe unentbehrlich sind
- Filter und Speicher für (Trink-) Wasser.
- Produktionsgrundlage für Land- und Forstwirtschaft
- Nicht vermehrbar



Ziel jedes Landwirtes muss es sein, die Böden langfristig in ihrer Fruchtbarkeit und Leistungsfähigkeit zu erhalten.

Kalkbedarf der Kulturflächen und tatsächlicher Einsatz von Kalkdüngern in der Landwirtschaft

Kalkbedürftigkeit der lw. Kulturböden in Deutschland

Quelle: Thünen-Report 64, 2018

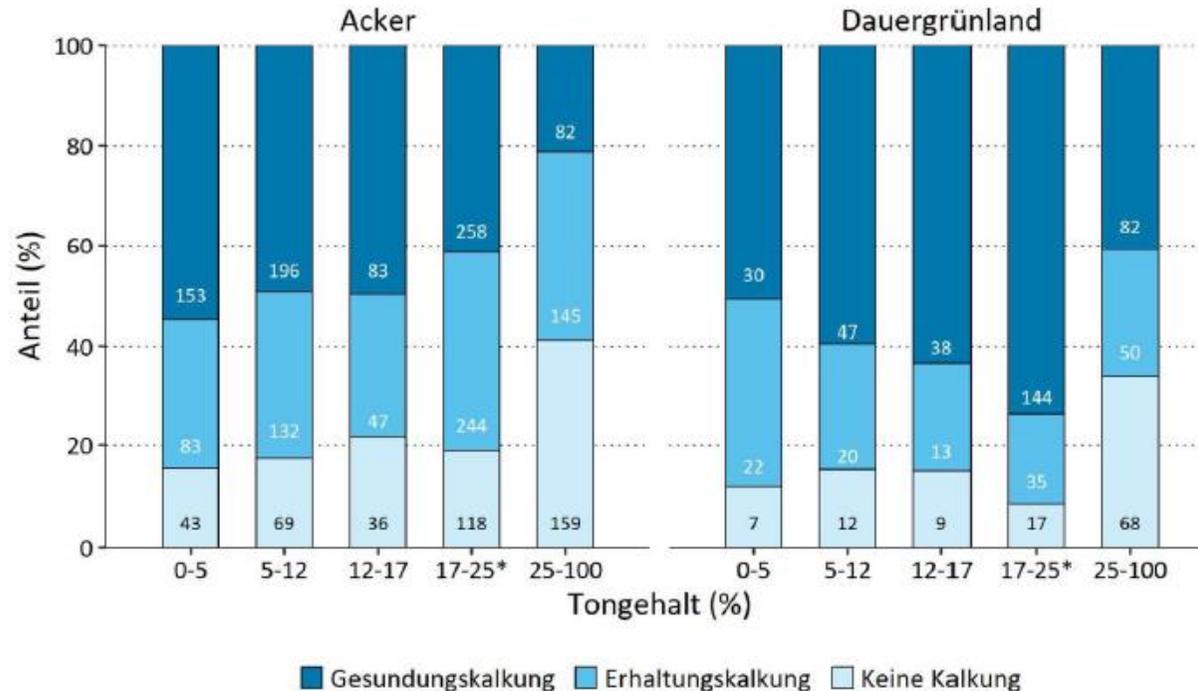


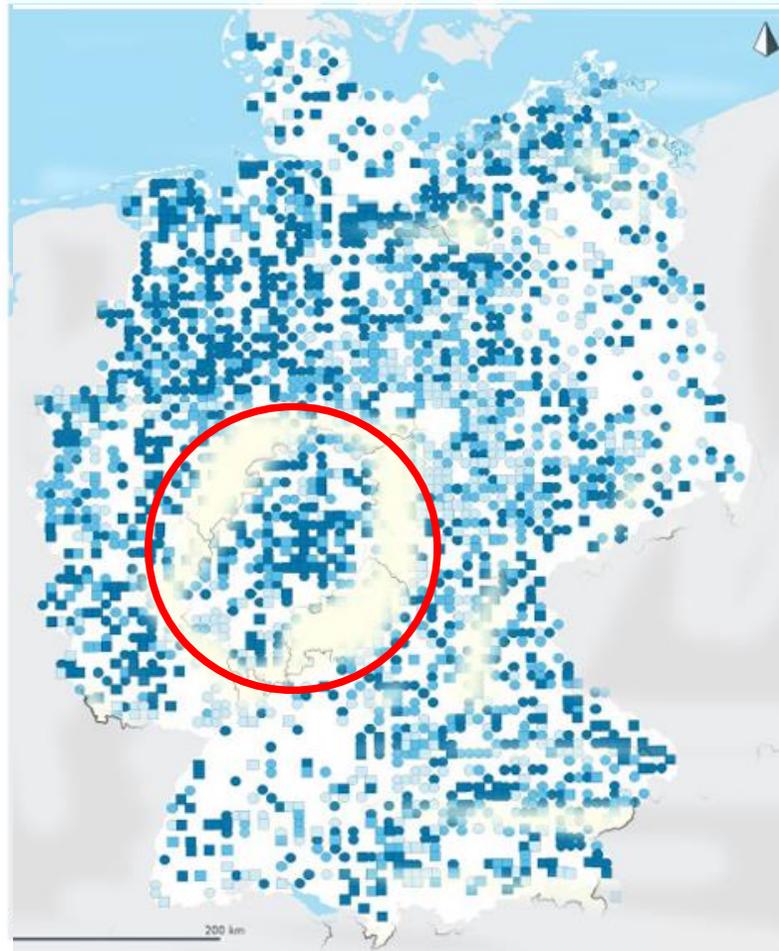
Abbildung 3-28: Anteil der Beprobungspunkte mit Kalkdüngungsbedarf unter Acker- und Dauergrünlandnutzung aus der Bodenzustandserhebung Landwirtschaft in den für die Beurteilung des pH-Wertes (CaCl_2) im Oberboden (0-30 cm) relevanten Bodentexturgruppen nach VDLUFA (Kerschberger et al. 2000); Zahlen kennzeichnen den Stichprobenumfang

*diese Gruppe beinhaltet auch Böden mit Tongehalten < 17 %, wenn der Schluffgehalt > 50 % ist

Kalkbedürftigkeit der lw. Kulturböden in Deutschland

Quelle: Thünen-Report 64, 2018

Karte 3-10: Kalkdüngungsbedarf mineralischer Böden unter Acker- (n = 1839) und Dauergrünlandnutzung (n = 593) aus der Bodenzustandserhebung Landwirtschaft als Abweichung des pH-Wertes (CaCl_2) im Oberboden (0-30 cm) von Klasse C nach VDLUFA (Kerschberger et al. 2000)



Kalkdüngungsbedarf

mineralischer Böden unter Acker- und
Dauergrünlandnutzung; Stand: Mai 2018

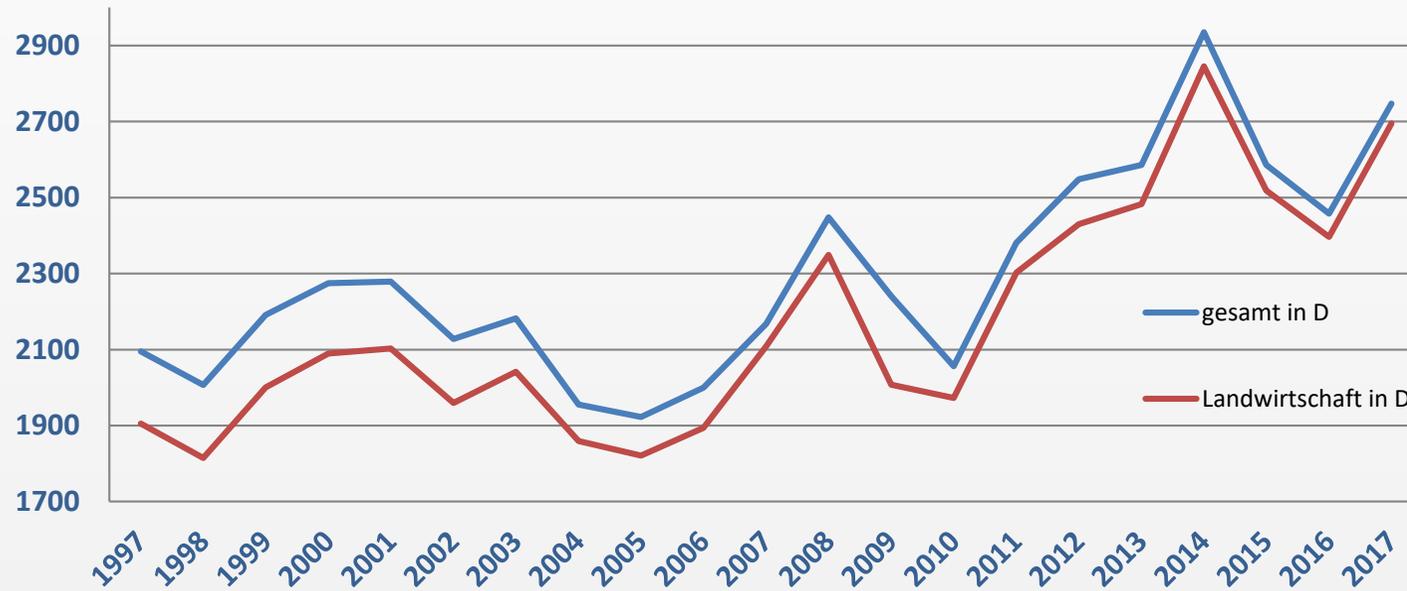
Kalkdüngungsbedarf

- Gesundungskalkung (pH-Klasse A/B)
- Erhaltungskalkung (pH-Klasse C)
- Keine Kalkung (pH-Klasse D/E)
- Ackernutzung
- Dauergrünland

Düngekalkabsatz 1997 – 2017 Deutschland

Quelle: Stat. Bundesamt

1.000 t CaO



Landw. Nutzfläche Deutschland und Hessen

Quellen: Stat. Bundesamt, Stat. Landesamt Hessen

0102.1 R Landwirtschaftliche Betriebe insgesamt 2018 nach jeweiligen Flächen und Anbaukulturen (in 1 000)

Deutschland*

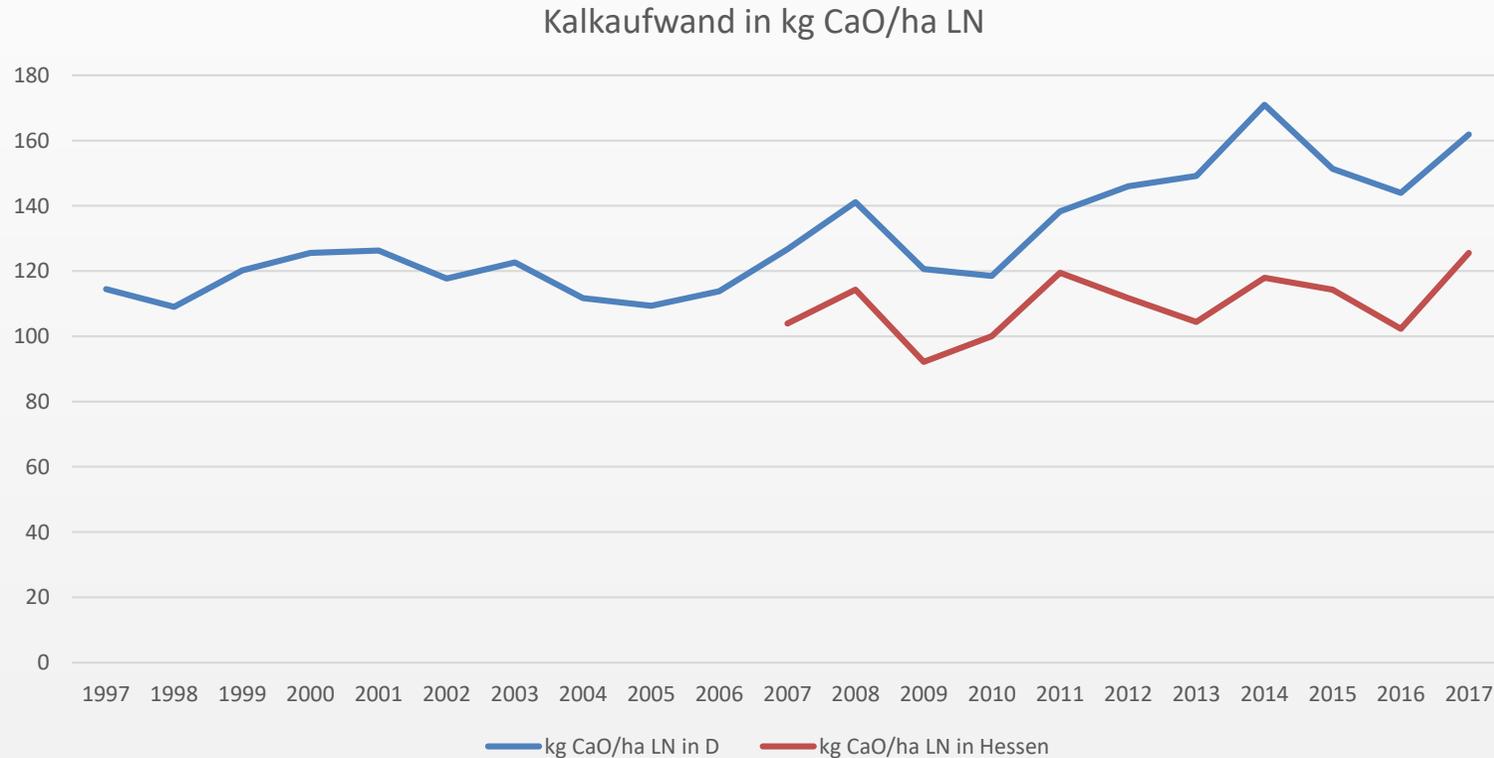
Lfd. Nr.	Fläche und Anbaukultur (Hauptnutzungsart / Kulturart / Fruchtart)	Betriebe		Jeweilige Fläche	
		Anzahl		ha	
		1	2	1	2
1	Betriebsfläche insgesamt	266,69	A	18 294,8	A
2	Landwirtschaftlich genutzte Fläche zusammen	263,86	A	16 645,1	A
3	Ackerland zusammen	199,40	A	11 730,9	A

1. (0102 R) Landwirtschaftliche Betriebe insgesamt in Hessen 2016, 2017 und 2018 nach jeweiligen Flächen und Anbaukulturen

Fläche und Anbaukultur (Hauptnutzungsart / Kulturart / Fruchtart)	2016	2017 ¹⁾	2018 ¹⁾	Fehler- kenn- zeich- nung	Zu- bzw. Abnahme (-) in % 2018 gegenüber	
	ha	1000 ha			2016	2017
	1	2	3			
Betriebsfläche insgesamt	827 182	804,6	804,4	A	- 2,8	- 0,0
Landwirtschaftlich genutzte Fläche zusammen	767 332	772,3	770,9	A	0,5	- 0,2
Ackerland zusammen	466 823	469,8	466,1	A	- 0,1	- 0,8
Dauergrünland zusammen	294 157	296,4	298,7	A	1,6	0,8

Kalkaufwand in D und Hessen in kg CaO/ha LN

Quelle: Stat. Bundesamt, Stat. Landesamt, eigene Berechnungen



LN Hessen ~ 4,6 % der Gesamt LN in D

Kalkaufwand in Hessen ~ 3,6 % des Gesamtaufwands in D

Kalklücke

	ha LN	davon	Erhaltungs-	thoret.	tatsächliche	Kalklücke
		kalkbedürftig	kalkung	Kalkbedarf	Jahresmenge	ohne Aufkalkung
			kg CaO/ha	t CaO/a	t CaO/a	t CaO/a
Deutschland	16.645.000	80%	400	5.326.400	2.700.000	2.626.400
Hessen	770.000	80%	400	246.400	100.000	146.400

Fazit

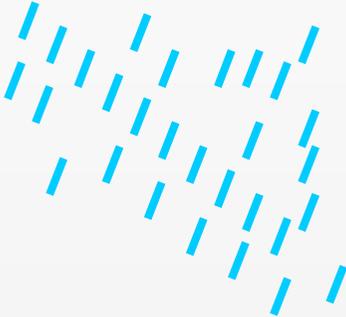
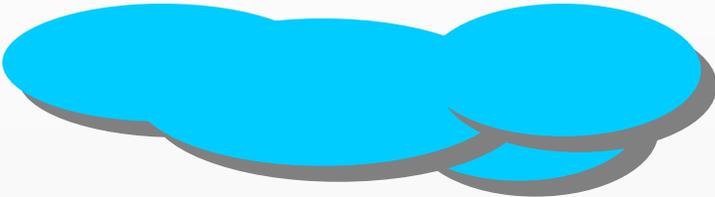
Es wird nur rund die Hälfte des Erhaltungsbedarfs an Düngekalken ausgebracht. In Hessen nicht einmal das.

Rechnet man den Aufkalkungsbedarf auf ca. 50 % der Ackerflächen und ca. 60 % der Grünlandflächen vorsichtig und nur in Höhe der einfachen Erhaltungskalkung hinzu, kann festgehalten werden, dass

- deutschlandweit nur etwa 40% der jährlich aktuell benötigten Kalkmengen ausgebracht wird
- in Hessen lediglich ca. 30%

Kalkbilanz im Ackerbau

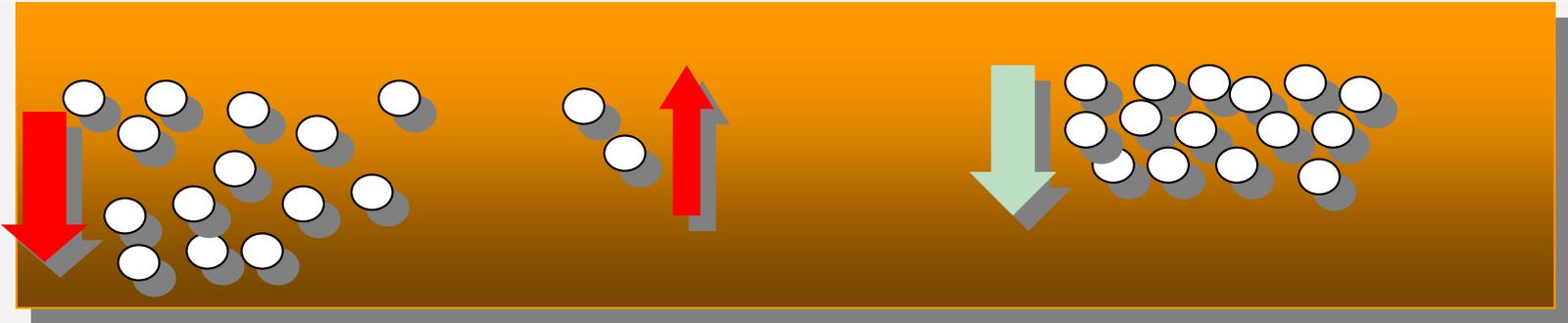
Kalkverbrauch der Böden Mitteleuropas



Neutralisation+Auswaschung:
300 - 500 kg CaO / ha

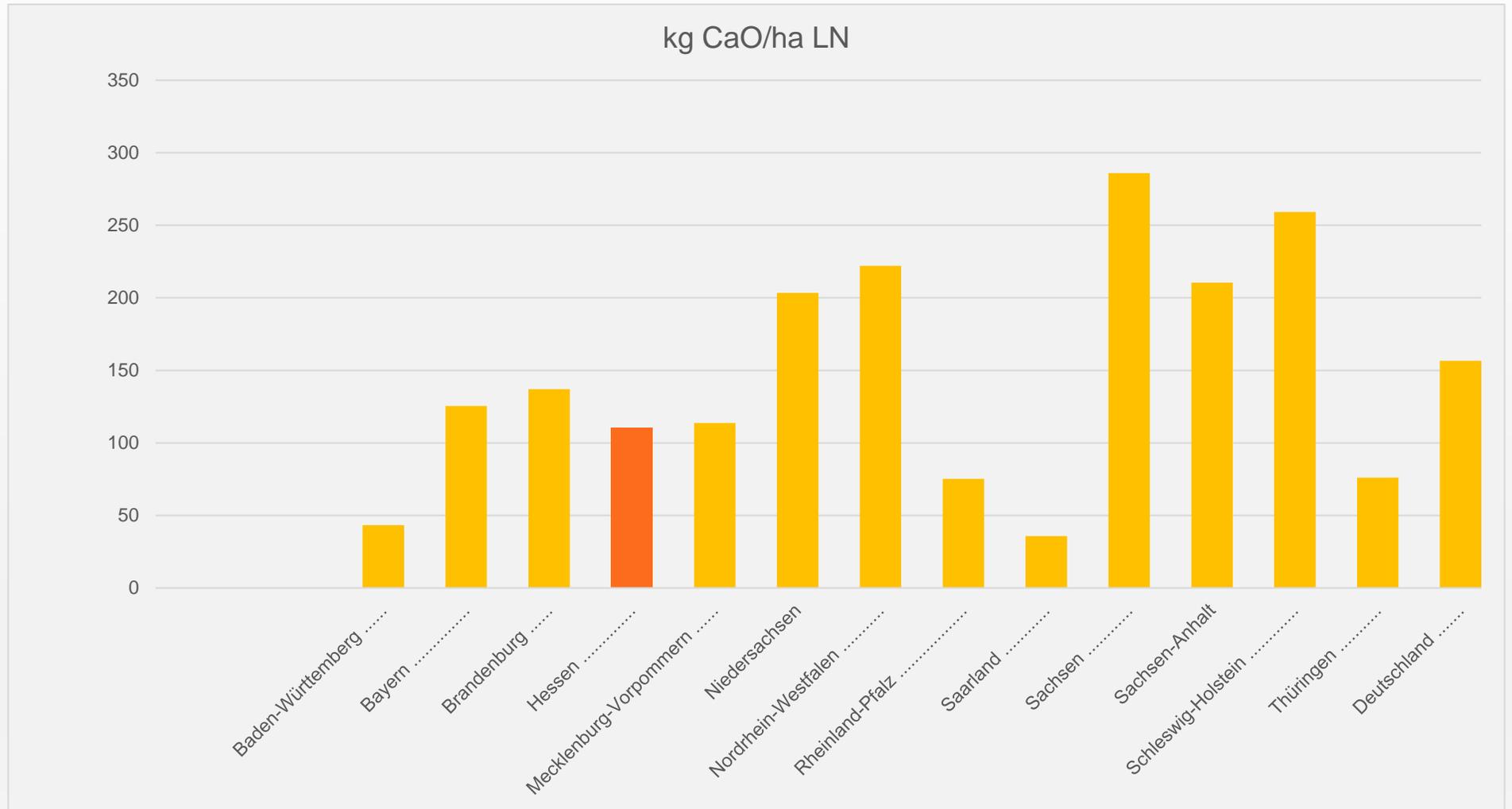
Ernteentzüge:
50 - 100 kg CaO / ha

Gesamtverluste:
350 - 600 kg CaO / ha
und mehr



Kalkaufwand in den Ländern DWJ 2016/17

(Quelle: Statistik Wiesbaden)



Kalkverbrauch durch die Düngung

„Kalkwert, -zehrung“ von Stickstoffdüngern



Dünger	Kalkgewinn bzw. -verlust in CaO	
	je 100 kg Dünger	je 100 kg N
Kalkstickstoff PERLKA 19,8% N	+ 30	+ 152
Kalksalpeter, 15,5% N	+ 13	+ 80
Kalkammonsalpeter, 27% N	- 16	- 58
Harnstoff, 46% N	- 46	- 100
NPK, z.B. 13-13-21	- 13	- 100
Ammonsulfatsalpeter	- 51	- 196
DAP 18 - 46	- 37	-205
Ammonsulfat 21%	- 63	- 300

Quelle: DHG, SKW, Yara, s. <http://www.kalkstickstoff.de/de/wirkung/Kalkwirkung>



Gülledüngung

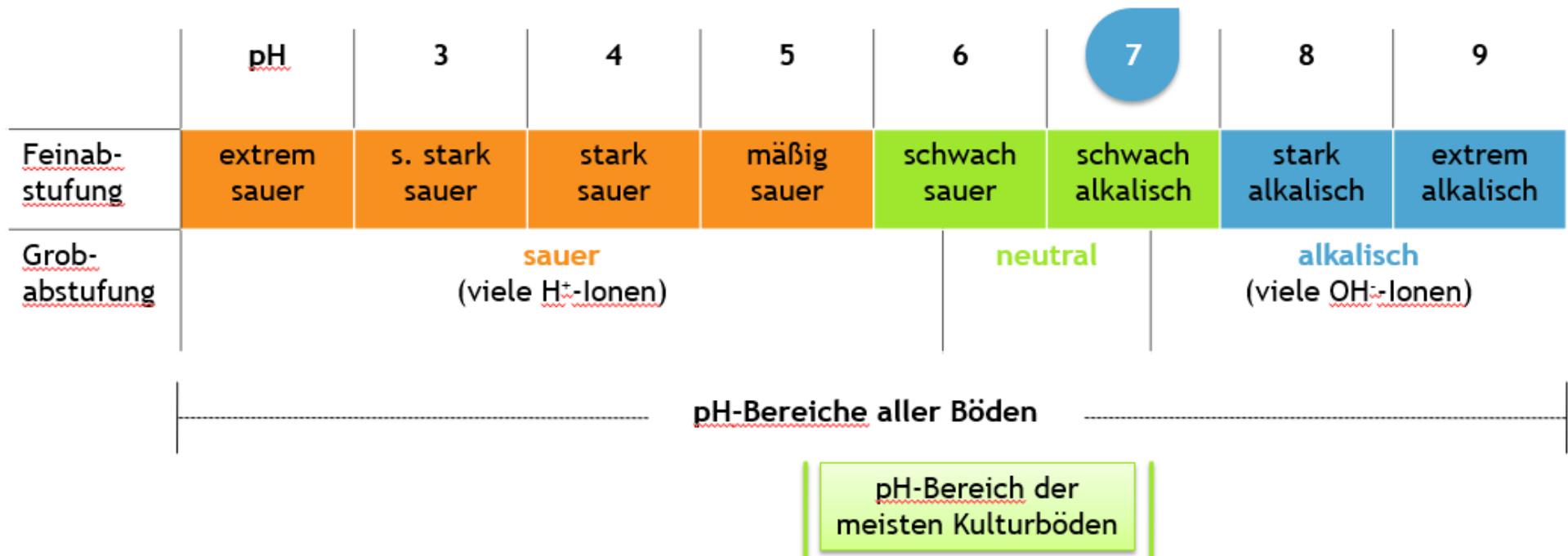
Kalkverbrauch der Gülledüngung			
	durchschnittliche Gehalte in % *)		
	Rindergülle	Schweinegülle	Bio-Gärreste (Basis Rindergülle)
Gesamt-N	0,4	0,56	0,45
NH₄-N	0,22	0,4	0,27
CaO -Äquivalente	0,1	0,2	0,15
Ausbringmenge für 100 kg N/ha	25 cbm	18 cbm	22 cbm
kg NH₄-N/100 kg N	55	72	60
kg CaO- Äquivalente/100 kg N	25	36	33
Kalkzehrung brutto kg CaO/100 kg N	110	144	120
Kalkzehrung netto kg CaO/100 kg N	85	108	87
Kalkzehrung netto kg CaO/cbm Gülle	3,5	6	4

*) nach LTZ Augustenberg

Anzustrebende Kalkversorgung und pH-Wert

Der pH-Wert...

...ist der negative dekadische Logarithmus der Wasserstoffionenkonzentration einer Lösung, gemessen in Gramm pro Liter



Beispiel 1: pH 4 bed. 1×10^{-4} oder 0,0001 g H^+ /l

Beispiel 2: pH 6 bed. 1×10^{-6} oder 0,000001 g H^+ /l

→ pH 4 = **100mal saurer** als pH 6

Optimale pH-Werte = Klasse C + Erhaltungskalkung für Ackerland

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

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

Quelle: VDLUFA-Standpunkt Kalkbedarf; * = in der Fruchtfolge (3 Jahre)



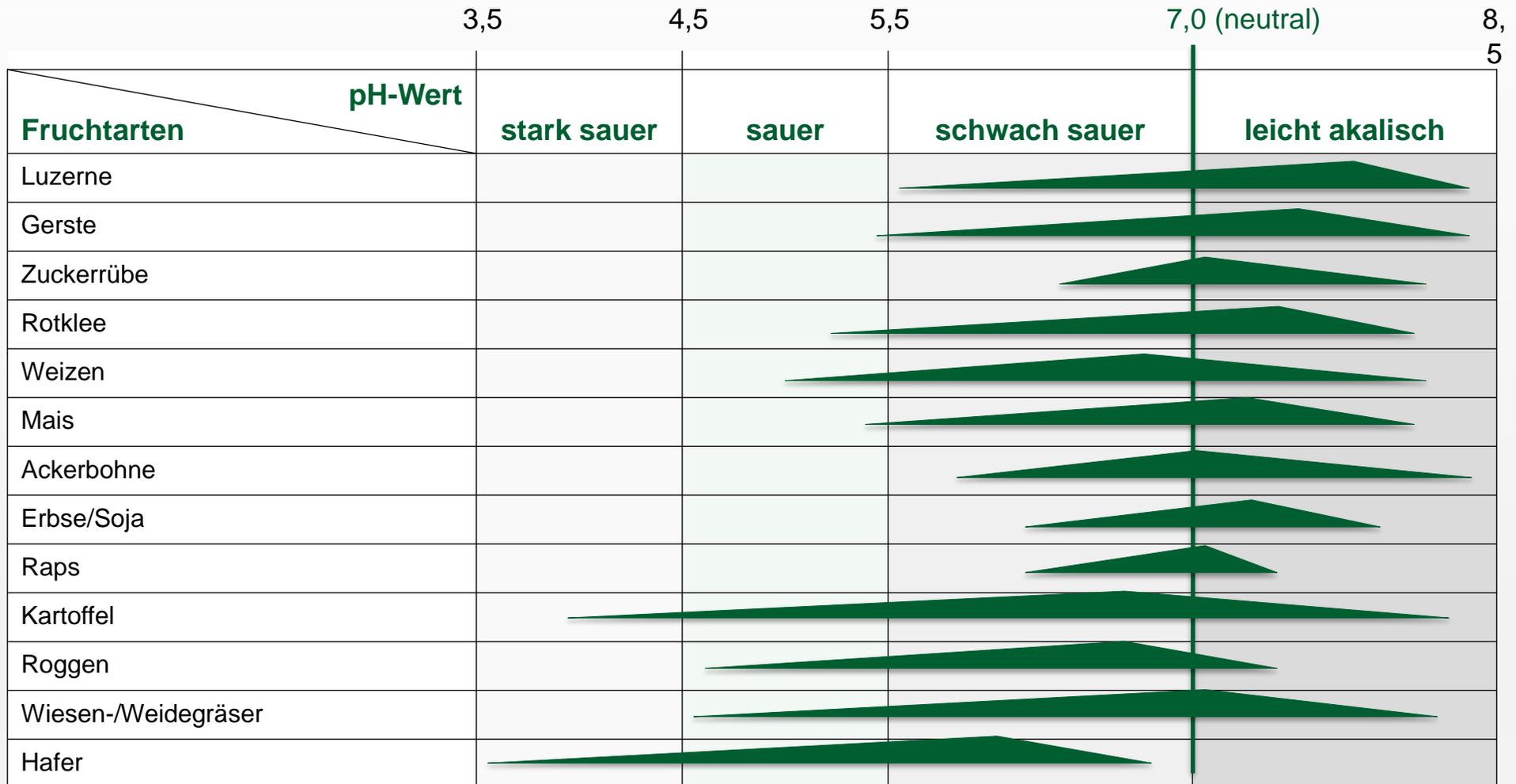
pH-Klassen, Kalkversorgung, Kalkbedarf des Bodens; VDLUFA-Schema

pH-Klasse	Kalkversorgung	Zustand/Maßnahme	Kalkdüngungsbedarf
A	sehr niedrig	<ul style="list-style-type: none"> • Bodenstruktur und Nährstoffverfügbarkeit • Signifikante Ertragsverluste - Ertragsausfall • Pflanzenverfügbarkeit von Schwermetallen • Kalkung hat 1. Priorität 	Gesundungskalkung
B	niedrig	<ul style="list-style-type: none"> • Bodenstruktur und Nährstoffverfügbarkeit • Meist signifikante Ertragsverluste bei anspruchsvollen Kulturen • Erhöhte Verfügbarkeit von Schwermetallen • Kalkung in Fruchtfolge 	Aufkalkung
C	anzustreben/optimal	<ul style="list-style-type: none"> • Bodenstruktur und Nährstoffverfügbarkeit • Geringer Kalkbedarf • Kalk zu anspruchsvollen Kulturen 	Erhaltungskalkung
D	hoch	<ul style="list-style-type: none"> • Bodenreaktion ist höher als anzustreben • Unterlassung der Kalkung 	keine Kalkung
E	sehr hoch	<ul style="list-style-type: none"> • Bodenreaktion ist wesentlich höher als anzustreben • Nährstoffverfügbarkeit • Physiologisch saure Düngung 	keine Kalkung saure Düngung

Quelle: VDLUFA-Standpunkt Kalkbedarf von Acker und Grünland



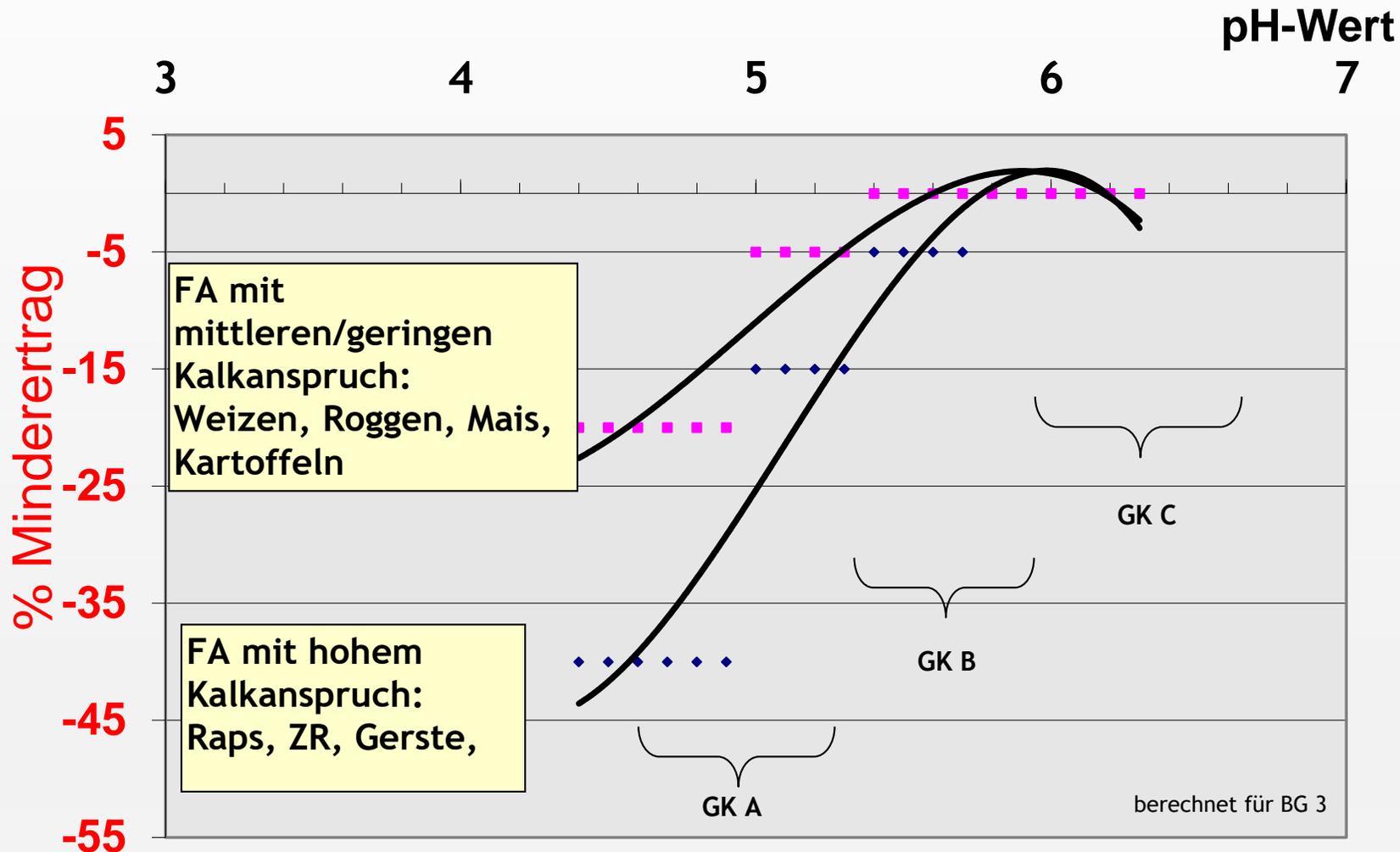
Optimale pH-Werte (Bereiche) für Kulturpflanzen



Quelle: nach Gericke & Klapp



Mindererträge bei suboptimalen pH-Werten; BG 3 – IS



Quelle: Kerschberger; BG = Bodengruppe; FA = Fruchtart



Optimale pH-Werte = Klasse C + Erhaltungskalkung für Grünland

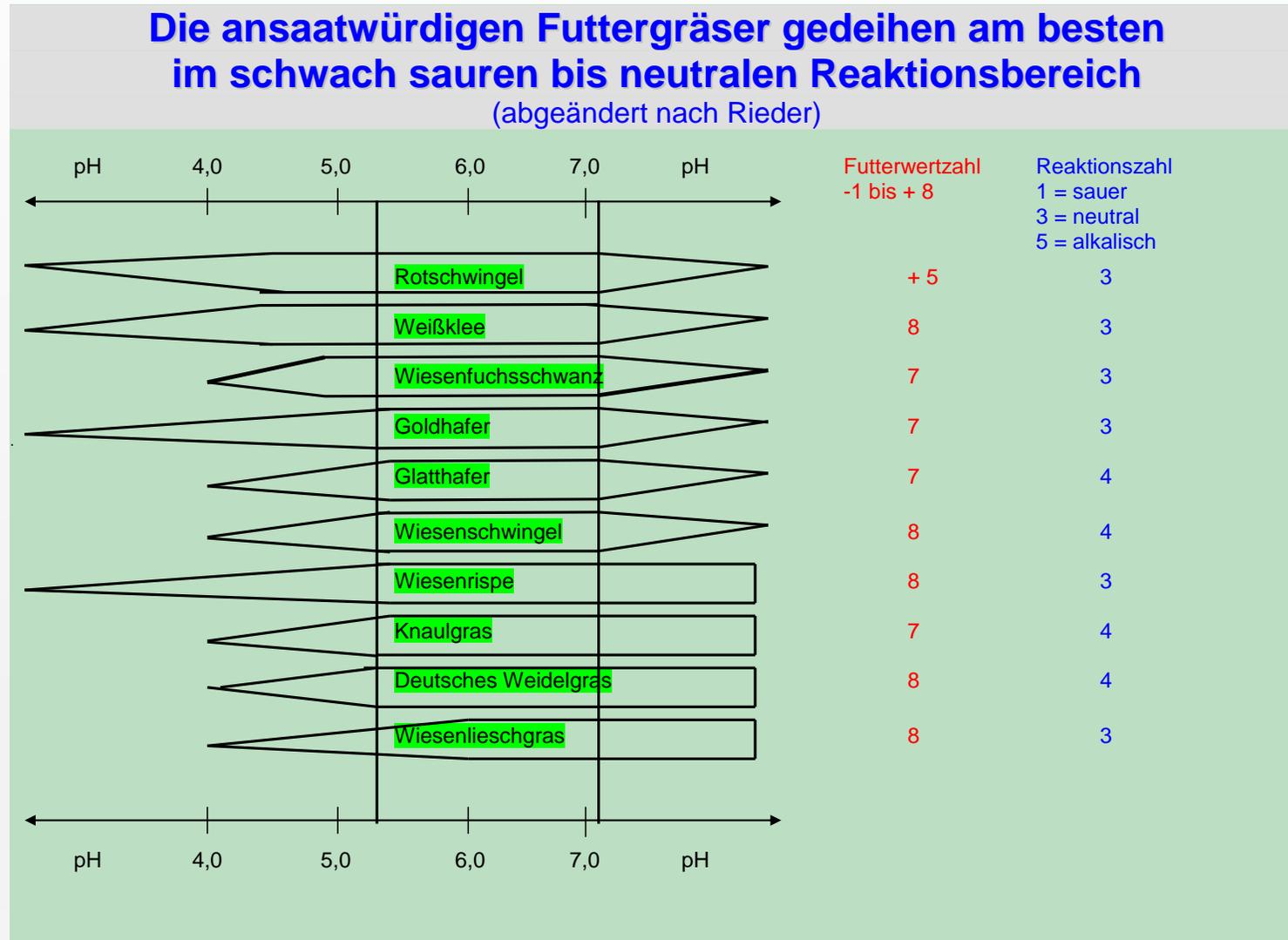
Tabelle 4: Rahmenschema für Grünland zur Einstufung der pH-Werte des Bodens (CaCl₂-Methode) in pH-Klasse C (anzustrebender/optimaler pH-Bereich) sowie Erhaltungskalkung (dt CaO/ha). Die empfohlenen Kalkmengen beinhalten den Kalkbedarf bis zur nächsten Bodenuntersuchung.

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.

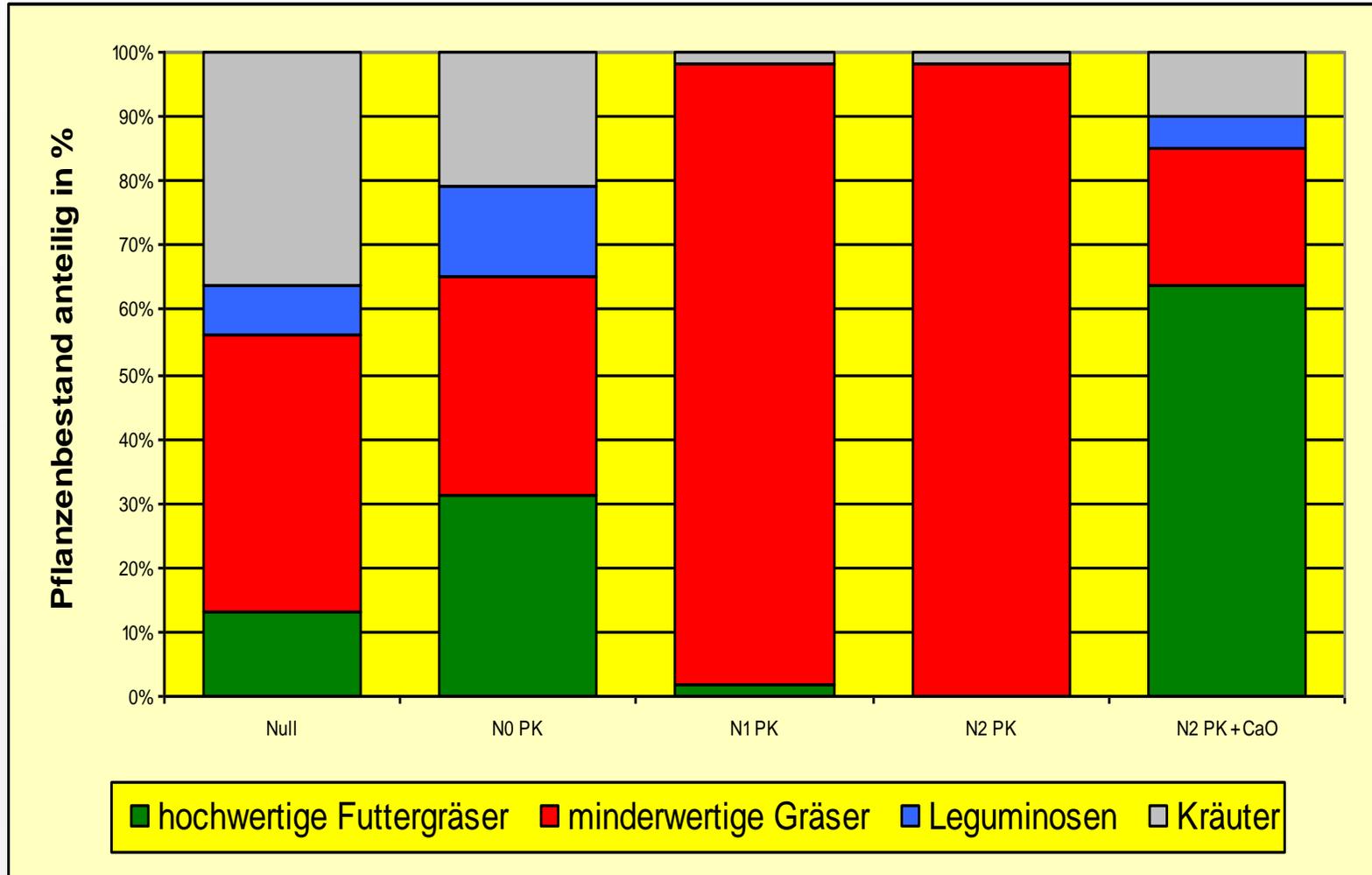
²⁾ keine Erhaltungskalkung

Die Kalkversorgung bestimmt die Aufwuchsqualität

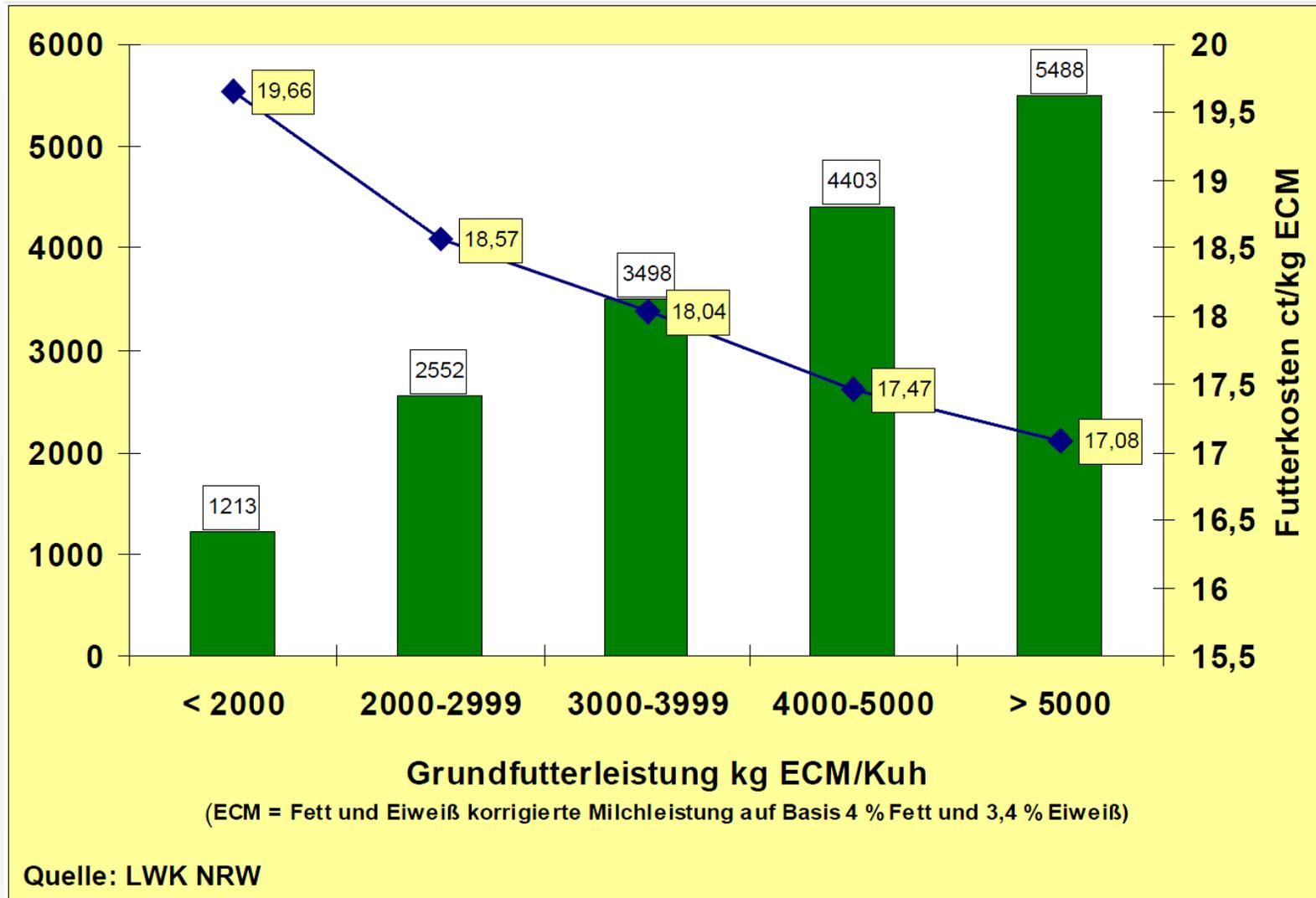


Pflanzenbestand auf Grünland in Abhängigkeit vom Boden-pH-Wert

Versuch Rotthalmünster / Einsatz physiologisch saurer Düngemittel / 1992



Erzeugte Grundfutterleistung : Futterkosten ges.



Qualitätskriterien von Düngekalken

Nährstoffgehalt und Neutralisationswert (basische Wirksamkeit)

Neutralisationswert

Der Neutralisationswert (NW) kennzeichnet das Potential, wieviel Säure neutralisiert werden kann, wenn der Kalk vollständig gelöst wird.

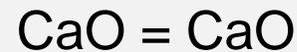
Der NW wird mittels einer definierten Labormethode ermittelt und bildet die Summe der Neutralisationswirkung der Ca- und Mg-Verbindungen ab, ausgedrückt in CaO.

Der NW erleichtert also die Vergleichbarkeit unterschiedlicher Kalkdünger in ihrer Neutralisationswirkung. Enthält ein kohlenaurer Kalk zusätzlich $MgCO_3$ wird dieses mit dem Faktor 0,66 multipliziert:

Kohlensaure Kalke



sonstige Düngekalke



Neutralisationswert

rechnerische Ermittlung der Ausbringungsmenge

Beispiel

Branntkalk 80

80 % CaO = **80 % CaO (NW)**

Microcal 80

80 % CaCO₃ x 0,56 = **45 % CaO (NW)**

Dolocal

53 % CaCO₃ x 0,56 = 30 % CaO (NW)

18 % MgCO₃ x 0,66 = 12 % CaO (NW)

42 % CaO (NW)

Düngerbedarf für 15 dt CaO/ha

$$\frac{15 \text{ dt/ha}}{80 \%} = \mathbf{18,75 \text{ dt/ha}}$$

$$\frac{15 \text{ dt/ha}}{45 \%} = \mathbf{33,33 \text{ dt/ha}}$$

$$\frac{15 \text{ dt/ha}}{42 \%} = \mathbf{35,71 \text{ dt/ha}}$$

Reaktivität von kohlelsauren Kalken

Die Reaktivität von Düngekalk kennzeichnet die Wirkgeschwindigkeit.

Mit einer definierten Labormethode (Sauerbeck/Rietz-Methode) wird gemessen, wieviel Kalk sich innerhalb von 10 Minuten in einer Salzsäure bei einem konstant pH-Wert von 2,0 gelöst hat.

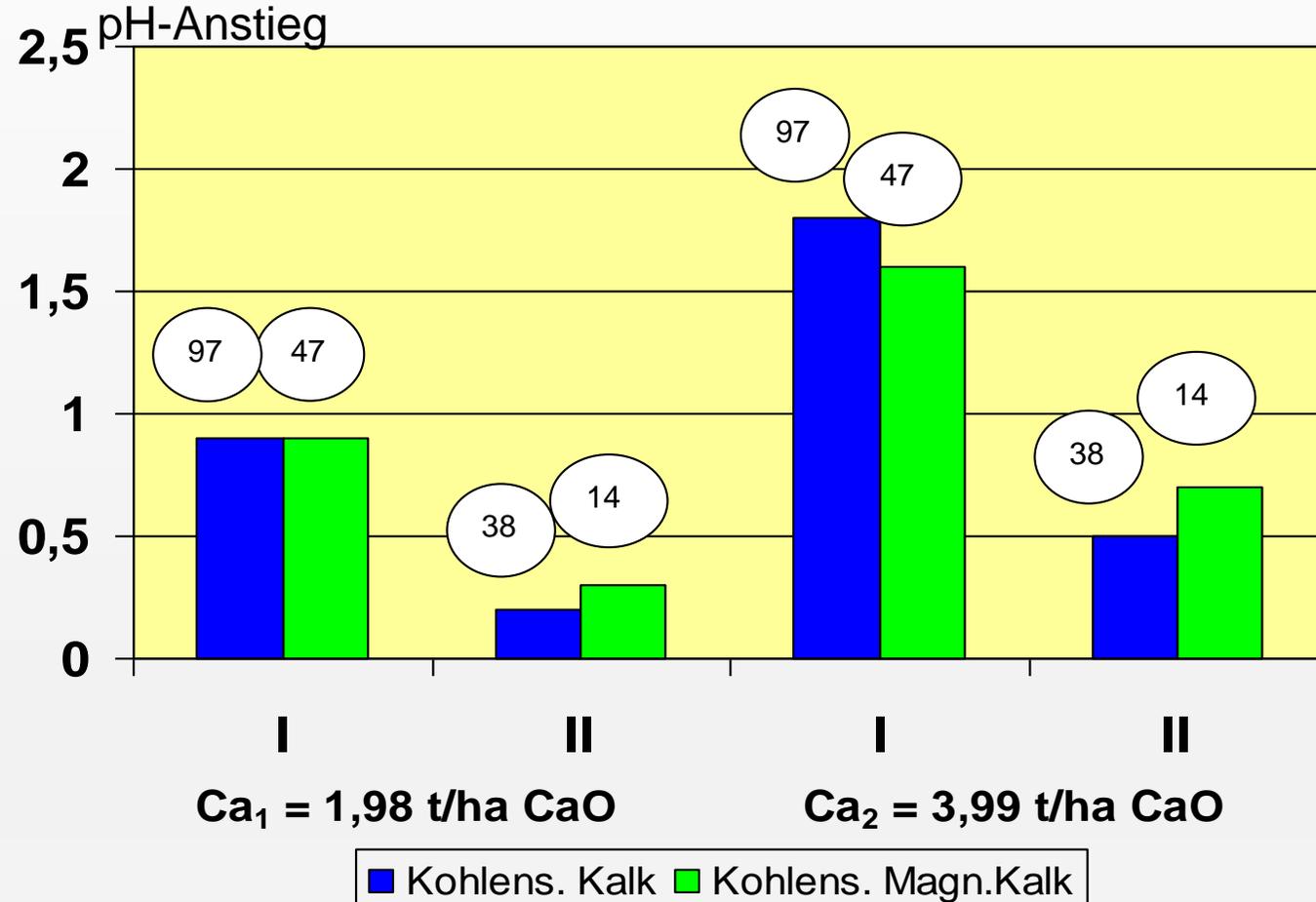
Somit gibt die Angabe der Reaktivität weniger einen absoluten als mehr einen relativen Wert wider.

Da in der EU mehrere unterschiedliche Methoden zur Ermittlung der Reaktivität vorkommen, ist auch auf die verwendete Methode zu achten.

Qualitätskriterien von Düngekalken

(Quelle: DÜKA)

Wirkung Kohlensaurer Kalke im Brutversuch Reaktivität n. Sauerbeck/Rietz (6 Wochen)



I 90 % < 0,09 mm

II 70 % < 1 mm / 97 % < 3 mm

○ = Reaktivität

Fazit des Versuchs zur Reaktivität

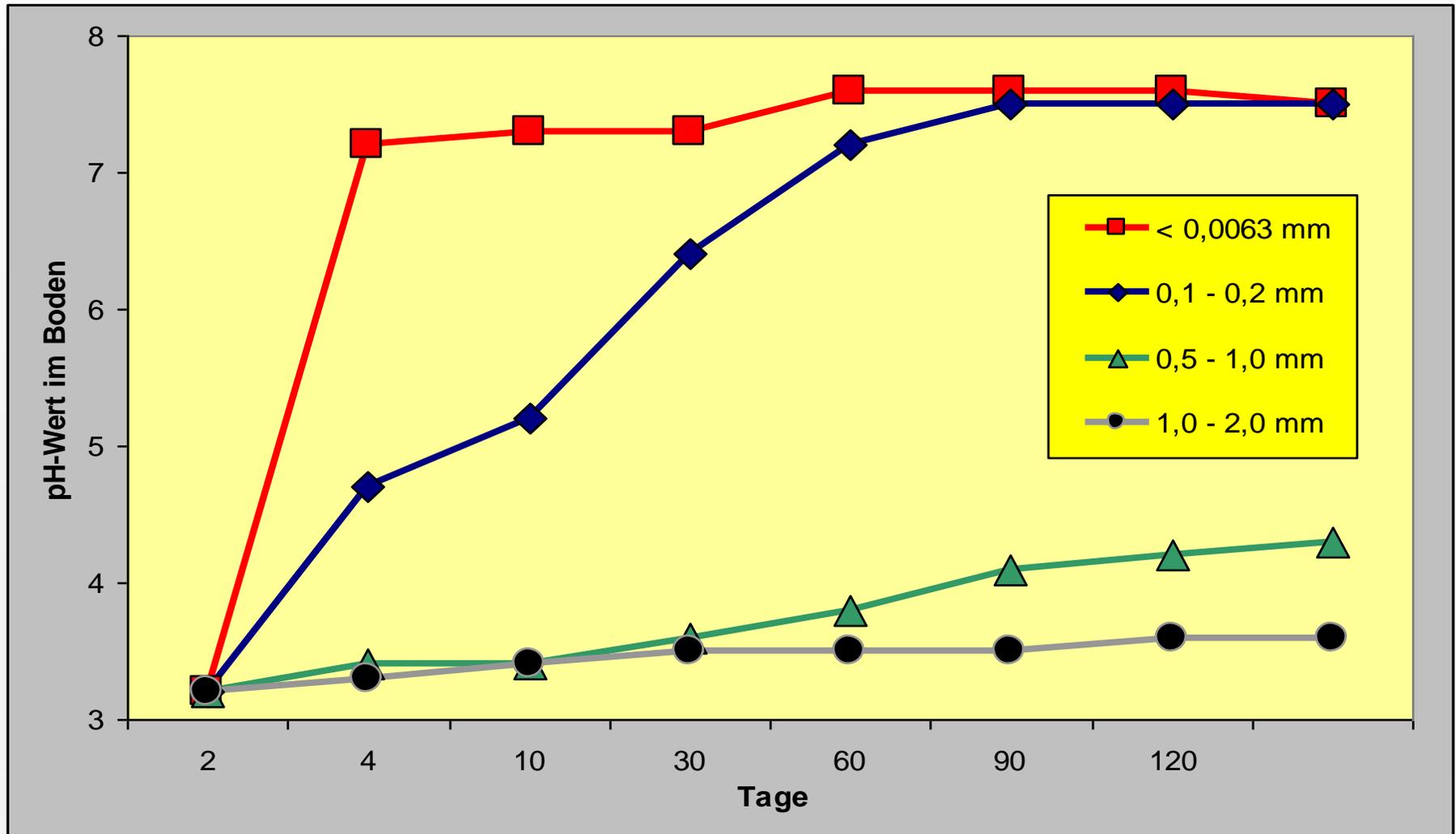
Die Neutralisationswirkung carbonatischer Kalke hängt nicht von der Reaktivitätszahl nach der Methode von Sauerbeck/Rietz ab, sondern wird in erster Linie vom Aufmahlungsgrad, d.h. von der Feinheit und damit von der Oberfläche des Kalkdüngers beeinflusst.

Feinheit **(bei kohlensauren Kalken)**

Qualitätskriterien von Düngekalken

Einfluss der Korngröße eines kohlen-sauren Kalkes auf den pH-Wert im Boden

Quelle: Meyer, 1989



Otterbein Microcal

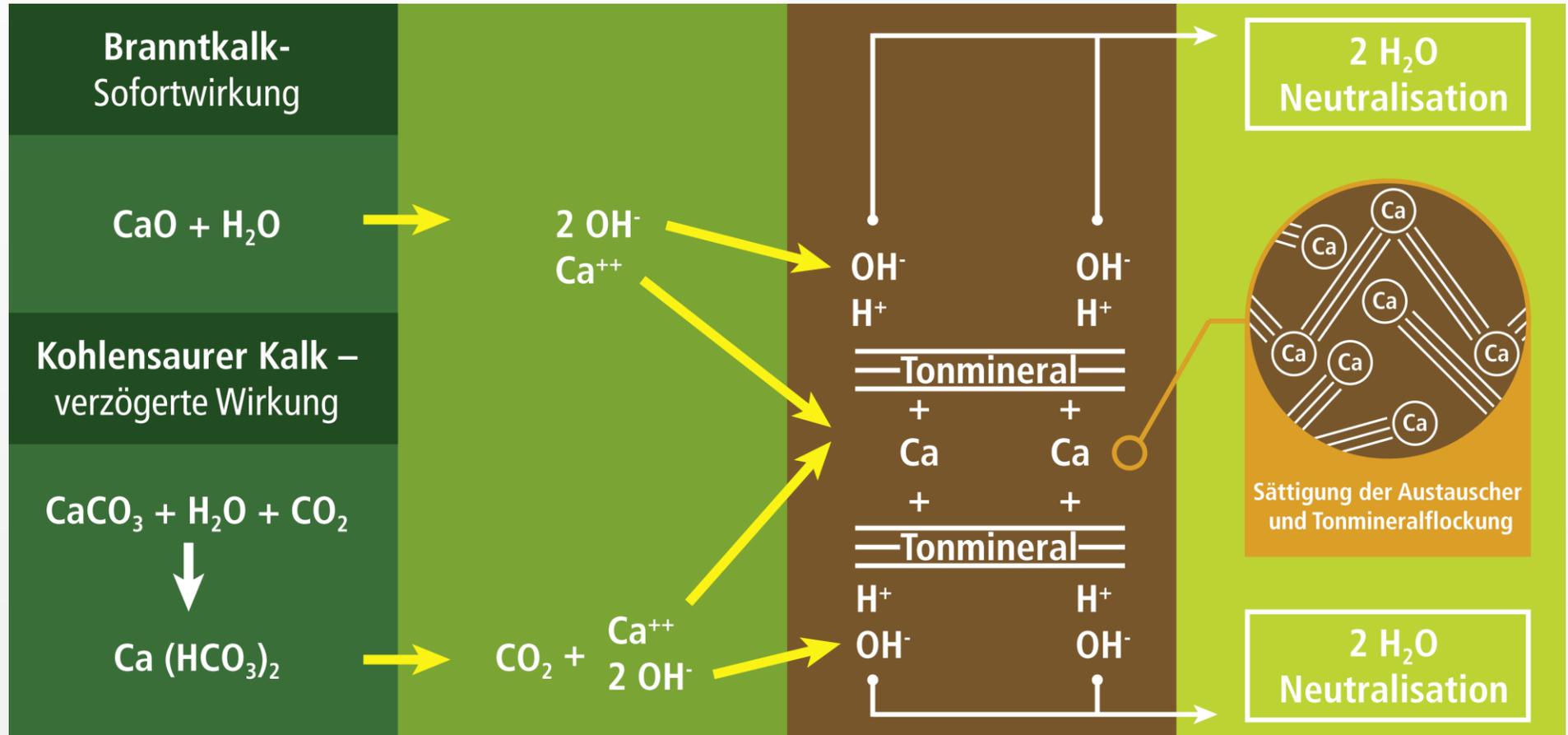
Otterbein Dolocal

Datum	Uhrzeit	Farbe	Feinheit		
			0,063 mm % D	0,125 mm % D	2,0 mm % D
Schwartz max			100,0	100,0	
Nichtschwartz max			93,0	99,0	
Schwartz min			89,0	97,0	
Nichtschwartz min			70,0	85,0	100,0
26.09	8:30	hell	94,4	99,9	100,0
28.09	11:00	hell	94,4	99,9	100,0
28.09	8:30	hell	95,0	99,6	100,0
06.10	14:30	hell	97,8	98,8	100,0
08.10	10:00	hell	94,0	99,4	100,0
11.10	8:00	hell	97,0	99,9	100,0
14.10	10:00	hell	97,6	99,8	100,0
15.10	14:00	hell	96,8	99,9	100,0
16.10	7:00	hell	96,0	99,6	100,0
17.10	7:00	hell	94,8	99,8	100,0
18.10	17:00	hell	91,8	99,0	100,0
18.10	7:30	hell	94,8	99,6	100,0

Datum	Uhrzeit	Feinheit		
		0,09 mm % R	0,2 mm % R	1,0 mm % R
Schwartz max				30,0
Nichtschwartz max				
Zielwert				
Nichtschwartz min				
Schwartz min				
17.01	8:4			27,9
15.02	17:50			
16.02	16:00	49,1	43,06	15,9
27.02	8:00	56,2	46,1	17,0
14.03	13:00	57,4	49,0	21,6
15.03	12:50	57,0	48,7	17,8
20.03	13:00	54,5	44,9	8,8
30.03	FS	52,2	46,2	27,6

Branntkalk vs. Kohlensaurer Kalk

Chemische Kalkwirkung im Boden



Quelle: nach Molitor/Schmidt

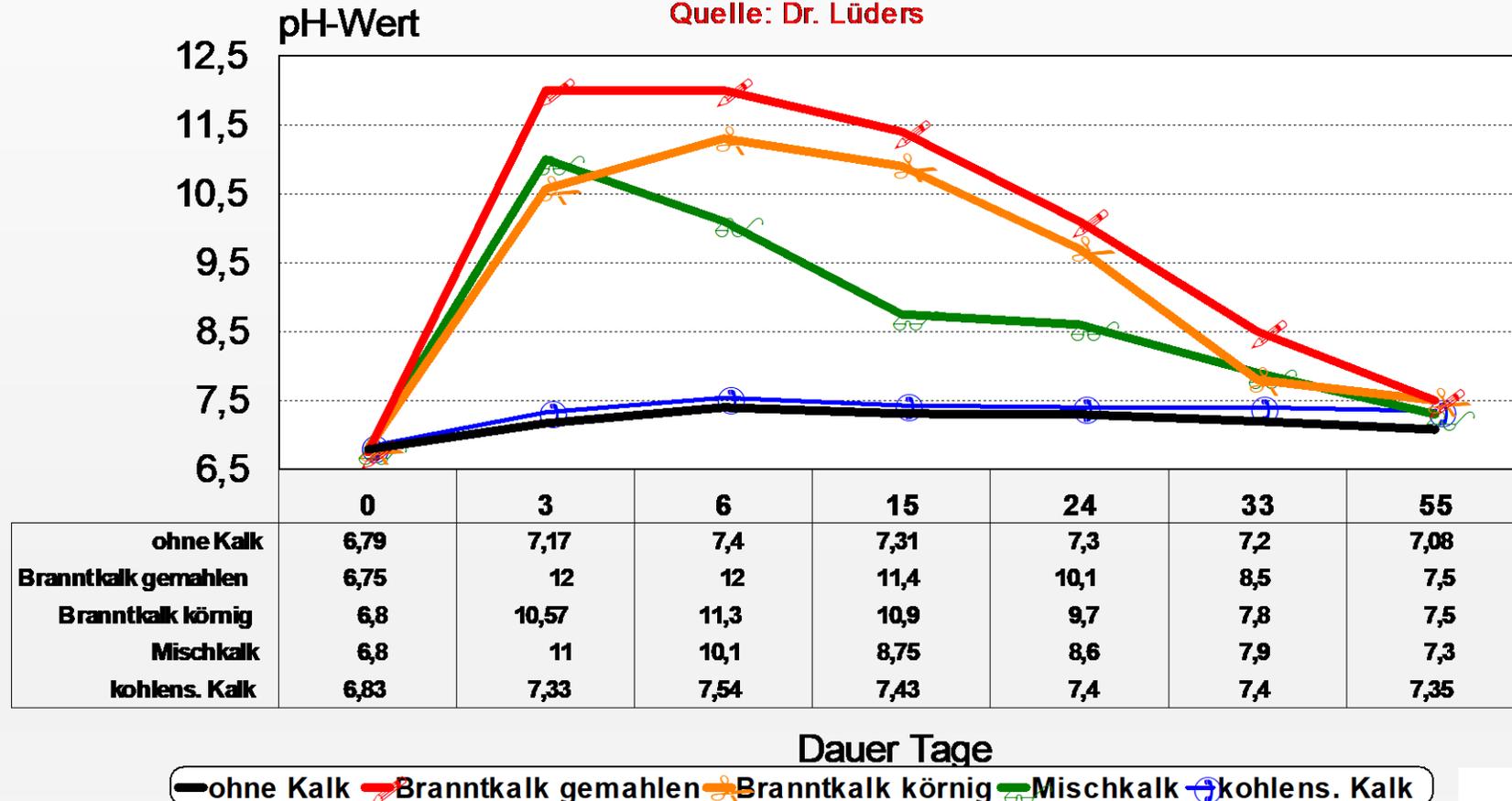


Wirkungsweise verschiedener Naturkalke

Kalkformenversuch Weseraue

Darstellung der pH-Entwicklung aus Originaldaten

Quelle: Dr. Lüders



DHG-01022001
Weseraue

Branntkalk

- wasserlöslich
- schnelle pH-Anhebung + nachhaltig
- schnelle Verbesserung der Bodenstruktur
- phytosanitäre Wirkung durch Laugenbildung
(→ Kohlhernie, Pilzsporen, Schnecken)
(→ auch im Stall)
- schnelle Flockung der Bodenkolloide
(→ Stoppt Verlagerung)
- Vermahlungsgrad unwichtig für die Wirkung
- hohe Nährstoffkonzentration
(→ geringe Transport- und Ausbringkosten)
- Einarbeiten!
- ideal für Melioration / Gesundungskalkung

kohlensaurer Kalk

- säurelöslich
- langsame pH-Anhebung + nachhaltig
- allmähliche Verbesserung der Bodenstruktur

- pH-abhängige Flockung der Bodenkolloide

- muss möglichst fein vermahlen sein
- niedrige Nährstoffkonzentration
(→ höherer Logistikaufwand / kg CaO)
- Muss nicht eingearbeitet werden
- geeignet für die Erhaltungskalkung

Magnesium und Bodenstruktur

Flockung der Bodenkolloide durch Ca und Mg

(Quelle: Dr. G. Rühlicke, R. Elfrich, Getreidemagazin 06/2017, „Magnesium: Effekte auf Bodenstruktur und Nährstoffeffizienz“)

Das Flockungsvermögen von Kationen hängt ab von

- **der Wertigkeit des jeweiligen Kations**
dabei sind 2-wertige (Ca^{++} , Mg^{++}) bedeutend stärker flockend als 1-wertige (Na^+ , K^+)
- **der Hydratationsenergie des jeweiligen Kations**
je größer diese ist, umso größer ist die Hydrathülle um das Kation und umso geringer ist das Flockungsvermögen

Daraus ergibt sich folgende Reihung



Relative Flockungsstärke

45 27 1,8 1

Gips düngen?

In unterschiedlichen Formen verfügbar

- | | | | | |
|----------------------|---|---|--|---------------------------------------|
| - Dihydrat: | $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ | → | ca. 20% Ca, ca. 17% S | natürl. Vorkommen, REA-Gips |
| - Anhydrit: | CaSO_4 | → | ca. 27% Ca, ca. 22% S | natürl. Vorkommen, techn. Herstellung |
| - Halbhydrat: | $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ | → | „Stuckgips“, techn. Herstellung, für die Düngung unbedeutend | |

- Gips ist nicht pH-wirksam (Neutralsalz)
- Gips ist als Ca- und S-Dünger geeignet
- Infolge der Energiewende geht die Verfügbarkeit (REA-Gips) zurück → Konkurrenz Düngung / Industrie
- Häufig weite Transportwege → hohe anteilige Frachtkosten, höhere Schadstoffemissionen durch Transport

Verdrängung und Ersatz von Mg^{++} am Sorptionskomplex durch Ca^{++} mittels Gipsdüngung?

Das ist sicherlich (in Grenzen) möglich

Dazu ein Rechenexempel (sehr theoretisch):

Ein gut mit Mg versorgter mittlerer Boden (15 % Ton, 2% Humus, ca. 1,5 t/cbm, 30 cm Krume) hat je Hektar ein Krumengewicht von ca. 4.500 t. Etwa 17% davon sind als Austauscher zu betrachten. Eine Austauscherbelegung mit 10% Mg sei unterstellt bei einem Boden-pH von 6,0.

Ein solcher Boden dürfte beim genannten pH eine KAK_{eff} haben von ca. 100 - 120 mmolc/kg.

Davon 10% Mg^{++} , demnach 10 - 12 mmolcMg/kg Boden am Austauscher gebunden.

$4,5 \text{ Mio kg Krume/ha} * 12 \text{ mmolc/kg} * 0,0243 \text{ g/mmol} = \sim \mathbf{1.300 \text{ kg Mg/ha}}$ an den Austauschern in der Krume.

Bei überreichlicher Mg-Belegung von z.B. 20% am Austauscher, soll die Hälfte durch Ca ersetzt werden, um auf einen optimalen Wert (ca. 10% Mg am Austauscher) zu kommen.

Theoretisch ergibt sich folgende Rechnung:

Um 1.300 kg/ha Mg durch Ca zu ersetzen, werden ca. 2.170 kg Ca benötigt.

Soll dazu ein Naturgips (Dihydrat, ca. 20% Ca) eingesetzt werden, wären davon je ha gut **10 Tonnen** erforderlich.

10 t Naturgips enthalten ca. **1.700 kg Sulfat-S (sehr mobil) $\hat{=}$ S-Düngerbedarf für > 30 Jahre.**

Wo verbleibt dieser Schwefel?

Alternative Branntkalk?

Theoretisch ergibt sich für Branntkalk folgende Rechnung:

Um 1.300 kg/ha Mg durch Ca zu ersetzen, werden ca. 2.170 kg Ca benötigt. Setzt man dazu einen Branntkalk 80 ein, mit 80% CaO (57% Ca), werden ca. 3,8 t/ha benötigt, um dieselbe Menge Ca auszubringen, wie mit ca. 10t Naturgips.

Aber: Es wird auch der Boden-pH beim Branntkalk-Einsatz erhöht.

These

So lange, wie das pH-Ziel vom jeweiligen Boden noch nicht erreicht ist, ist der Einsatz von Gips beim Versuch, Mg durch Ca am Bodenaustauscher zu ersetzen, weder sinnvoll noch wirtschaftlich.

Auch bei mittleren Böden sollte der Einsatz von Branntkalk bis Erreichen eines Boden-pH von etwa 7 die vielleicht effektivere aber sicher die wirtschaftlichere und vor allem die umweltschonendere Maßnahme sein, wenn es darum geht, die relative Austauscherbelegung zu verändern, so dies überhaupt in nennenswerter Größenordnung erreichbar ist. Und zwar auch dann, wenn der Ziel-pH nach VDLUFA-Standpunkt niedriger als 7 liegt.

Günstige Zeiträume für Kalkdüngung



Fruchtarten	Monate	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
zu Stoppelfrüchten	Vorsaat	Vorsaat											
zu Raps	Vorsaat	Vorsaat											
zu Wintergerste	Vorsaat	Vorsaat					Kopfkalkung						
zu Roggen	Vorsaat		Vorsaat				Kopfkalkung						
zu Weizen	Vorsaat		Vorsaat							Kopfkalkung			
zu Sommergerste und Hafer	Stoppel		Stoppel				Winter			Vorsaat			
zu Zucker- und Futterrüben	Stoppel		Stoppel				Winter			Vorsaat			
zu Mais	Stoppel		Stoppel							Vorsaat			
zu Körnerhülsenfrüchten	Stoppel		Stoppel				Winter			Vorsaat			
zu Feldgemüse										Vorsaat			
zu Kartoffeln													Kopfkalkung
zu Luzerne					Vorsaat		Bestandskalkung						
zu Klee-Einsaaten										Vorsaat			
auf Wiesen							in der Vegetationsruhe						nach 1. Schnitt
auf Weiden	nach dem Umtrieb						in der Vegetationsruhe						Kopfkalkung
im Garten					Beete	Kompost	Baumstämme	Rasen					
auf Fischteiche	Teichwasser						Teichboden						
im Wein- und Hopfenanbau							beim Rigolen und ihr Ertragsalter						
im Forstbetrieb							das ganze Jahr						

Quelle: DHG



Artikel-nummer	Produkt	Lieferform
A5022000	Branntkalk 77 – körnig – lose	25 to-Silozug
A5022009	Branntkalk 77 – körnig – 25 kg Sack	25 kg-Sack
A5022014	Branntkalk 77 – körnig – Big Bag	Big Bag
A5012000	Branntkalk 80 gemahlen -lose-	25 to-Silozug
A5012009	Branntkalk 80 – gemahlen – 25 kg Sack	25 kg-Sack
A5012014	Branntkalk 80 – gemahlen – Big Bag	Big Bag
A2010009	Weißkalkhydrat I – Weißkalk CL 80-S	25 kg-Sack
A6012009	Weißkalkhydrat II – Weißkalk CL 90-S	25 kg-Sack
A2012009	Weißkalkhydrat III – Weißkalkhydrat CL 80	25 kg-Sack
A5045400	Hydracal® Mischkalk 55 – angefeuchtet –	25 to-Kipperfahrzeug
A5045300	Mischkalk 60 - trocken	25 to-Silozug
A5045314	Mischkalk 60 - trocken	Big Bag
	Mischkalk 68 - trocken – Big Bag	BigBag
A5045000	Kohlensaurer Kalk 85	25 to-Silozug
A5045014	Kohlensaurer Kalk 85	Big Bag
	Kohlensaurer Kalk 75	25 to Silozug
	Kohlensaurer Kalk 75	Big Bag
A5047009	Kohlensaurer Magnesiumkalk 90	25 kg-Sack
	Kohlensaurer Magnesiumkalk 90	Big Bag
	Kohlensaurer Kalk 85 - körnig	25 to Silozug
	Kohlensaurer Kalk 85 - körnig	25 kg Sack
	Kohlensaurer Kalk 85 - körnig	Big Bag
	Kohlensaurer Kalk 90 - trocken	25 to Silozug
	Limasan - lose (trocken)	25 to Silozug
A5049000	Limasan Liegeboxen-Naturkalk - lose (angefeuchtet)	25 to-Kipperfahrzeug
A5046014	Limasan Liegeboxen-Naturkalk Big-Bag (trocken)	Big Bag
A5046000		
A5048009	Microcal 75 – kohlensaurer Kalk 75, microfein, angefeuchtet	25 t - Kipperfahrzeug
A5043000	Microcal® – Kohlensauerer Kalk 80 (angefeuchtet)	25 to-Kipperfahrzeug
A5044000	Dolocal Kalkdünger	25 to-Kipperfahrzeug
A6003009	Subacal® – Kohlensaurer Futterkalk	25 kg-Sack
A5043100	Sulphacal® Bio Kohlensaurer Kalk 65	25 to-Kipperfahrzeug
A5048000	Sulphacal® Kohlensaurer Kalk 65	25 to-Kipperfahrzeug

Vielen Dank
für Ihre
Aufmerksamkeit

Zement- und Kalkwerke OTTERBEIN



www.zkw-otterbein.de
www.facebook.com/zkwotterbein