



Möglichkeiten und Grenzen der chemischen Bodenuntersuchung - Kationenaustauschkapazität

BioNet – Ackerbautage

14. und 15.12.2015

Bildungswerkstatt Mold und BBK Bruck/Leitha

Georg Dersch, NPP-BGPE

Probenahme - Durchführung

- $N_{\min}$: vor oder während der Kultur
- $N_{\min}$: 3 Tiefenstufen (0 - 30 - 60 - 90cm), Transport! Kühlkette darf nicht unterbrochen werden!
- Boden soll bearbeitbar sein !!!!!
- Ackerbau: Pflugtiefe (mindestens 20 cm), Grünland: 10 cm
- Weinbau: 0-25cm, 25-50 cm (0-30, 30-60 cm)
- Probemenge: 300 g – 500 g feldfrischer Boden
- Kühl lagern u. innerhalb von 2-3 Wochen ans Labor liefern oder bei Raumtemp. trocknen lassen

- Bei Fläche von 3 ha soll eine Aussage über den Bodenzustand von 7.500 m³ Boden gemacht werden, repräsentative Beprobung !!!!!

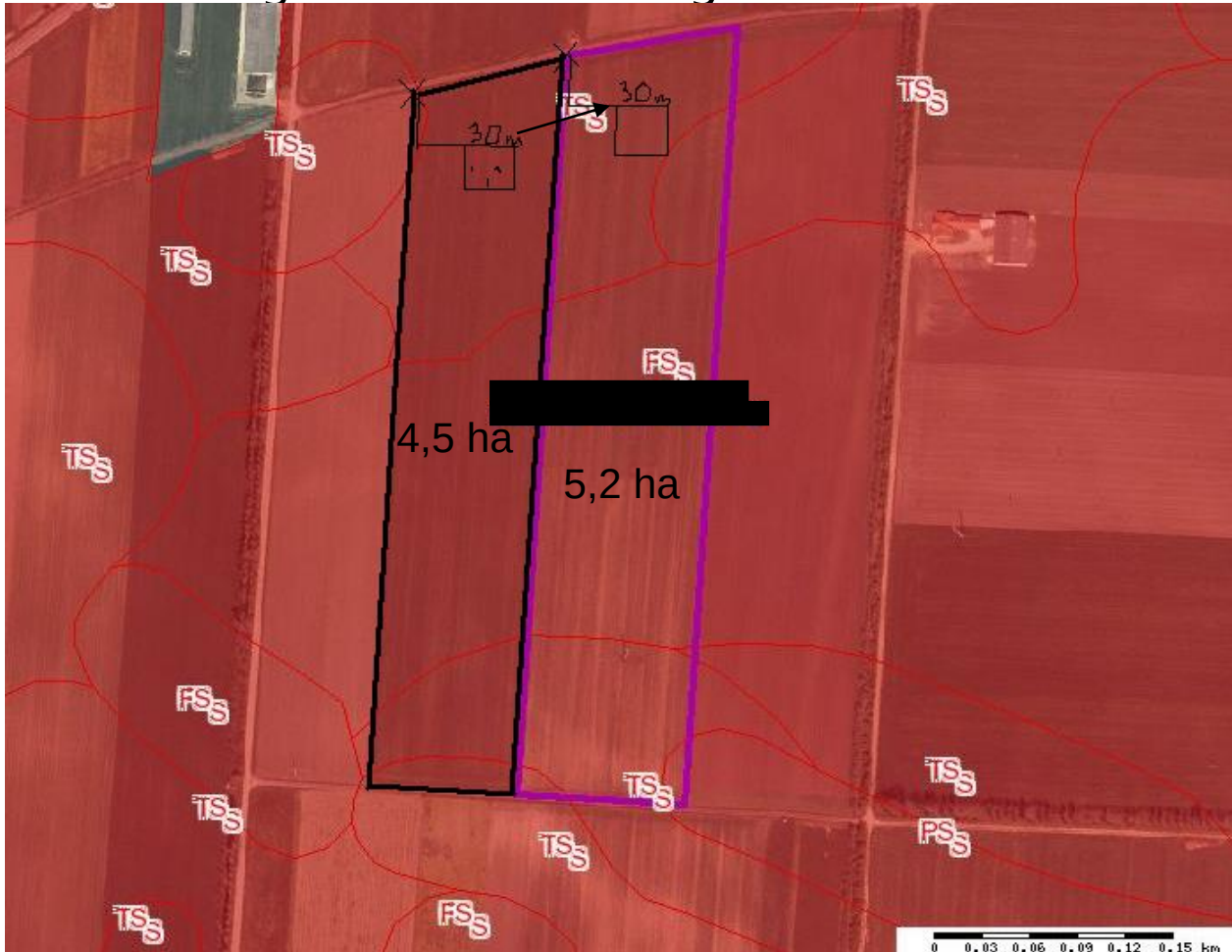
Alternative Beprobung: Teilfläche

“Tschernosem aus kalkhaltigen Feinsedimenten”
mäßig trocken, mäßige Speicherkraft, mäßige
Durchlässigkeit : Hochwertiges Ackerland



Als Untersuchungsfläche wird nur eine Teilfläche beprobt (weitgehend repräsentativ und einheitlich für den Schlag)

Repräsentative Beprobung mit 25 Einstichen einer Teilfläche von 900 m² , für Wiederholungsuntersuchung ist die beprobte Fläche eindeutig zu markieren



Bodenprobenvorbereitung



Zuordnen der Probe nach Auftragsschreiben und Vergabe einer internen Kennzeichnung:

Trocknen bei 40°C für 2-4 Tage

Mechanisches Zerkleinern der Aggregate durch Sieben durch ein Sieb mit Maschenweite 2 mm, Kies und Steine (und org. Teile (Strohhalme) werden dabei entfernt

**Feinboden (Bestandteile kleiner 2 mm) werden untersucht, Ergebnis bezieht sich immer auf getrockneten Feinboden:
Einwaage je nach Untersuchung zw. 1 – 10 g Feinboden**

Bodenuntersuchung

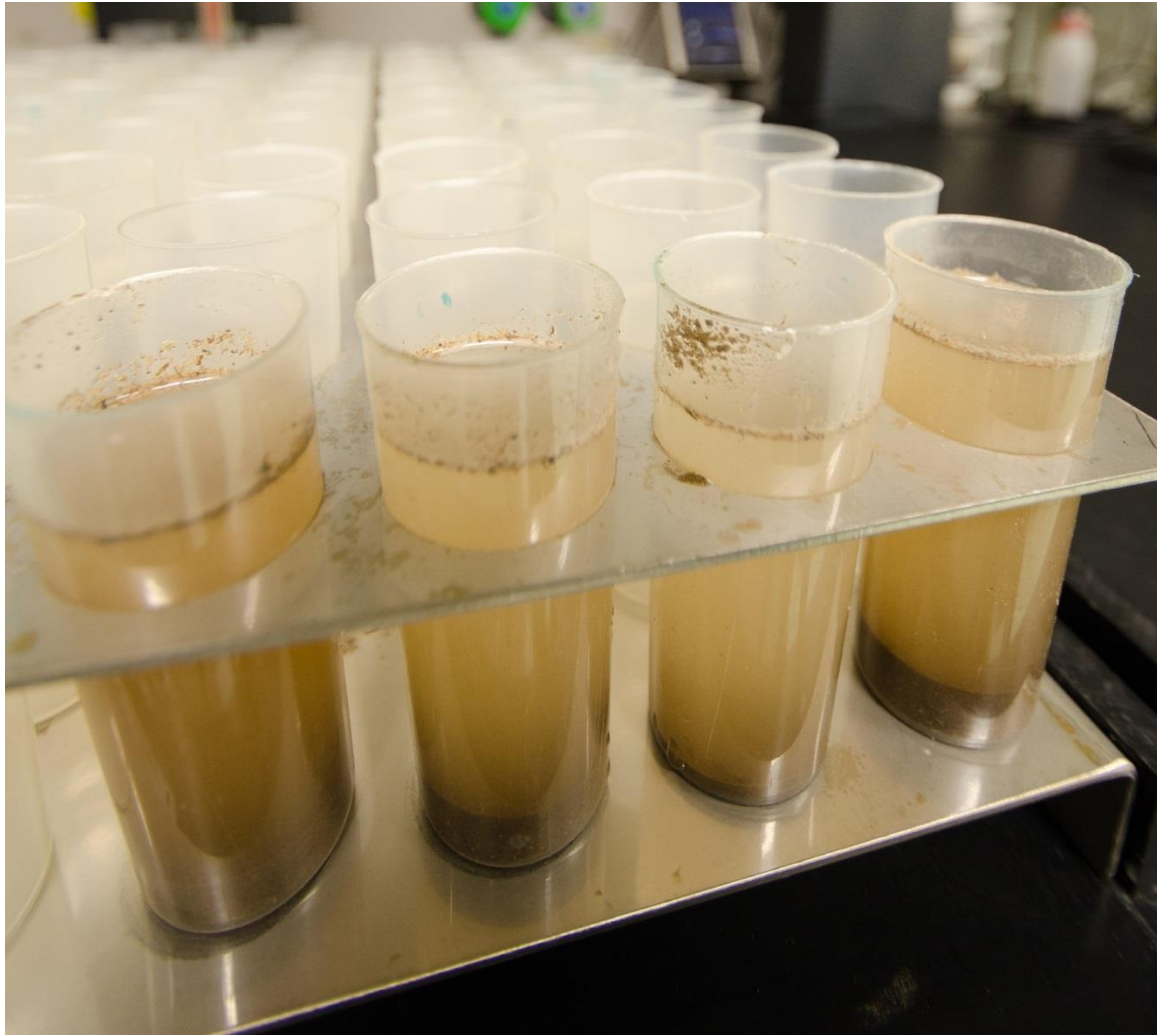


Extraktion und Filtration:

Boden wird in eine Dose genau eingewogen, eine exakt dosierte Menge an Extraktionslösung wird zugegeben, anschließend wird eine exakt definierte Dauer horizontal geschüttelt (bei Nmin-Extraktion mit „Überkopf-Schüttler“) und anschließend filtriert.

Simulation der Nährstoffverfügbarkeit, Methoden sind mit Feldversuchen geeicht und geprüft.

Bodenuntersuchung: Säuregrad, Nährstoffe und Schwermetalle.



Herstellen einer Suspension (z.B. in CaCl_2) für pH-Messung oder Schütteln in einer Extraktionslösung (Wasser, CAL, BaCl_2 , EDTA) in einem genau def. Verhältnis (z.B. 5 g Boden in 100 ml) für eine best. Dauer (1-2 Stunden) und anschließendes Filtrieren.

Das Filtrat wird untersucht: Bestimmung der Konzentration der in Lösung befindlichen Nährstoffe (Phosphat, Kalium, Mg,)

Schwermetalle: Aufschluss in Königswasser (Salz- und Salpetersäure) 2 h bei 140°C

Bodenuntersuchung: Humus und Nges mittels Elementaranalyse



Humus: Die Bodenprobe (etwa 1 g) wird im Sauerstoffüberschuss bei 650°C verbrannt und das dabei entstehende Kohlendioxid (CO₂) mittels IR-Detektoren im Durchfluss-verfahren erfasst. Humus besteht ca. zu 58% aus org. Kohlenstoff

Gesamt-Stickstoff: Zur Bestimmung der Probe (etwa 1 g) erfolgt auf trockenem Weg im Sauerstoffstrom bei 1250°C eine thermische Dissoziation, bei der die vorhandenen Stickstoffverbindungen in Stickstoffoxide (NO^x) bzw. in molekularen Stickstoff überführt werden. Die Nitrosen-Gase werden am Katalysator zu N₂ reduziert und mit einer Wärmeleitfähigkeitsmeßzelle detektiert.

Nähr- und Schadelemente mittels Säureextraktion, Kationen- austauschkapazität in Barium-Chlorid

- Extraktion, Säureaufschluss (Königswasser, ...)
- Analyten: Pb, Ni, Cu, Zn, Cr, **Mn, Fe**, Co, **K, Na, Ca, Mg**, Mo, P, As, Cd, V, Se, Hg, **Al**
- Bestimmung
 - o ICP-OES
 - o Flammen-AAS
 - o Hydrid-AAS
 - o Graphitrohr-AAS



Bodenarchiv: Aufbewahren von Rückstellproben



Im getrockneten Zustand werden die Proben noch mindestens 6 Monate nach Abschluss der Untersuchung aufbewahrt (Wiederholungen oder zusätzliche Untersuchungen möglich)

Proben von Bodenzustandsinventuren werden in geschlossenen Behältnissen archiviert.

Bodenporen-Bodenwasser-Kationenaustausch

- 30 – 50% Porenanteil
- Größe/Verteilung  Wasser- und Luftführung
- Grobporen ($> 0,01$ mm) – Luft/Wasser
- Mittel-/Feinporen ($< 0,01$ mm) – Wasser
- Feldkapazität – Wasseranteil, der entgegen der Schwerkraft gebunden werden kann
- Kationenaustausch durch Diffusion der Kationen zw. der Bodenlösung und der Austauschoberfläche ist eingeschränkt durch Verdichtung und Trockenheit

Auswaschung von Calcium und Magnesium auf 4 Standorten

	Wien, östl. Rand des Marchfeldes ¹	Weihenstephan bei München ² (Bayern)	Wolfpassing, N.Ö. Alpen- vorland ³	Rauischholz- hausen ² (Hessen)
pH-Wert	7,6	6,9	6,0	5,6
Sickerwasser (mm/Jahr)	81	285	294	133
Calcium-Austrag (kg/ha und Jahr)	182	350	162	71
Ca-Gehalt im Sickerwasser (mg/l)	225	123	55	53
Magnesium-Austrag (kg/ha u. Jahr)	13	70	30	12
Mg-Gehalt im Sickerwasser (mg/l)	15	25	10	9

- 1) Lysimeterstation Hirschstetten (sandiger Tschernosem); 2) Scheffer/Schachtschabel 1976
3) Böhm et al. 1999 (Gumpensteiner Lysimetertagung)

Erhaltungskalkung, Verbesserung der Bodenstruktur

- Ackerland

	pH-Wert kleiner	kg CaO/ha
leicht	5,75	500
mittel	6,25	1250
schwer	6,75	2000

- Grünland

	pH-Wert kleiner	kg CaO/ha
leicht	5,25	500
mittel	5,75	750
schwer	6,25	1000

Verdacht auf Salzschäden



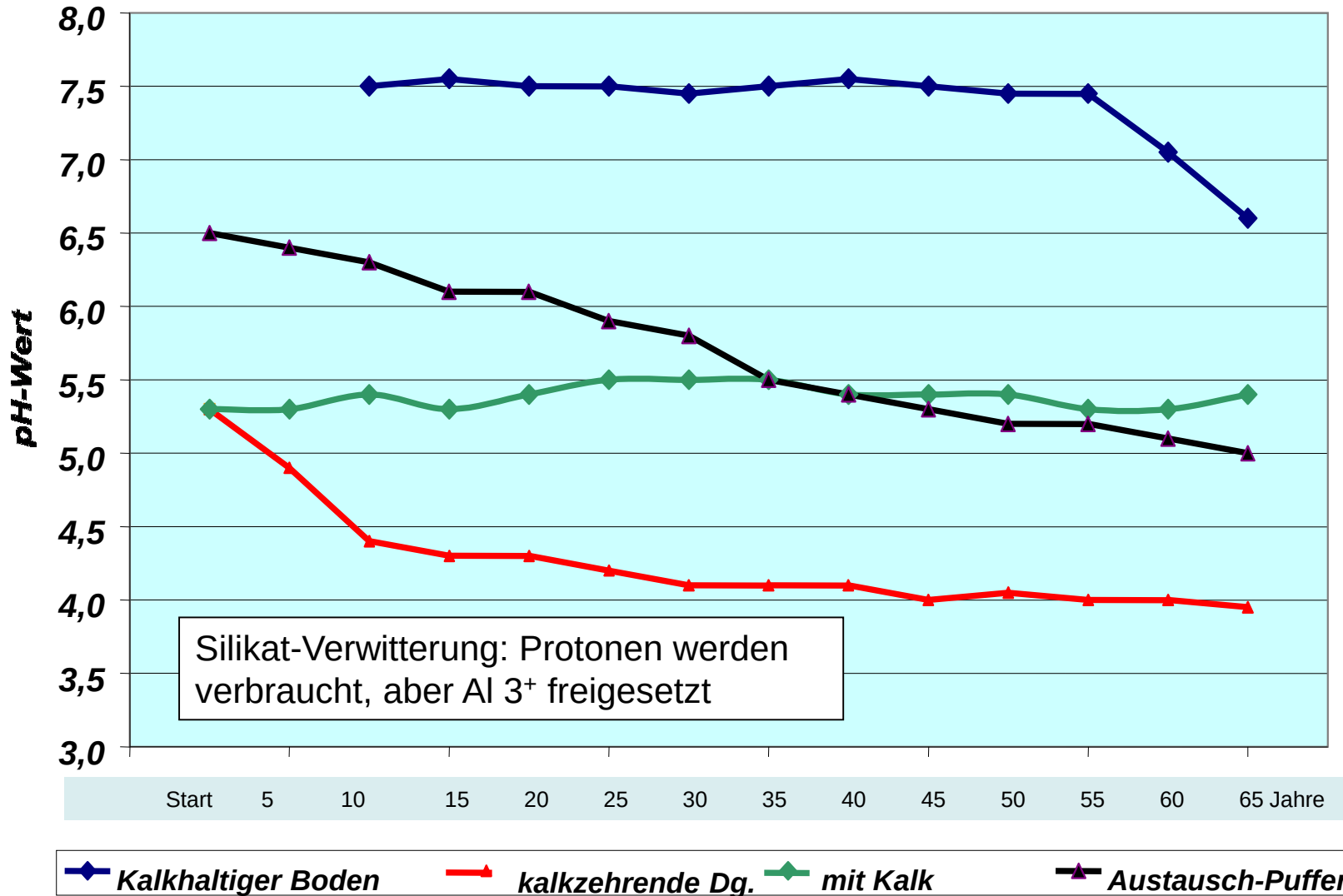
Probenart: Privat
Material: Boden
Probe eingelangt: 25.06.2010
Untersuchung von-bis: 28.06.2010 - 05.07.2010
Auftragskommentar: Die AGES hatte keinen Einfluss auf die Probenahme

LISA- Probennummer	Externe Kennung	Charge	Beprobungstiefe (cm) von - bis
10061052-001	2026	13/00091	0 - 25

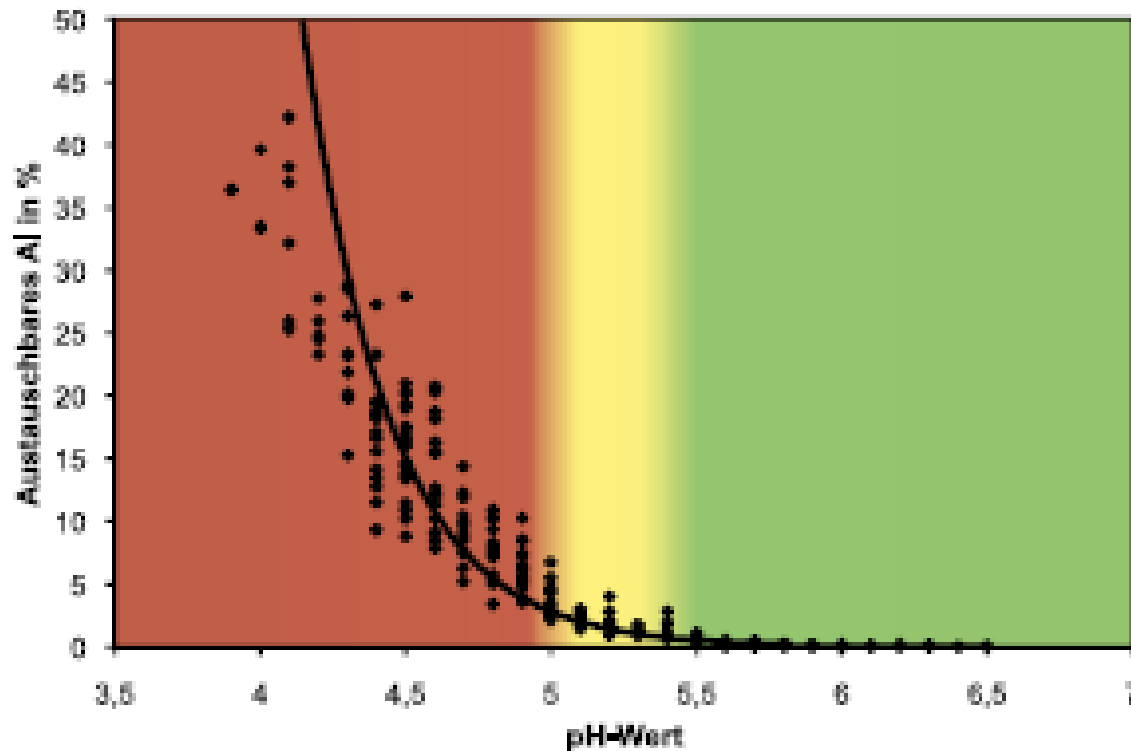
Prüfergebnisse

Parameter	Tiefe (cm)	Ergebnis	Einheit	Bewertung	N	U
Calcium (Ca): austauschbar	0 - 25	17,20	cmolc/kg	80,6 % Ca vom Sorptionskomplex		1
Magnesium (Mg): austauschbar	0 - 25	1,24	cmolc/kg	5,8 % Mg vom Sorptionskomplex		1
Kalium (K): austauschbar	0 - 25	0,61	cmolc/kg	2,9 % K vom Sorptionskomplex		1
Natrium (Na): austauschbar	0 - 25	2,28	cmolc/kg	10,7 % Na vom Sorptionskomplex		1
Aluminium (Al): austauschbar	0 - 25	<0,06	cmolc/kg	0 % Al vom Sorptionskomplex		1
Eisen (Fe): austauschbar	0 - 25	<0,00	cmolc/kg	0 % Fe vom Sorptionskomplex		1
Mangan (Mn): austauschbar	0 - 25	<0,01	cmolc/kg	0 % Mn vom Sorptionskomplex		1
H-Wert	0 - 25	0,002	cmolc/kg	% Protonen vom Sorptionsk.		1
Austauschkapazität	0 - 25	21,33	cmolc/kg	normal: 10 - 40 cmolc/1000 g		1
Leitfähigkeit	0 - 25	221	µS/cm	<200: niedrig; >500: sehr hoch		2

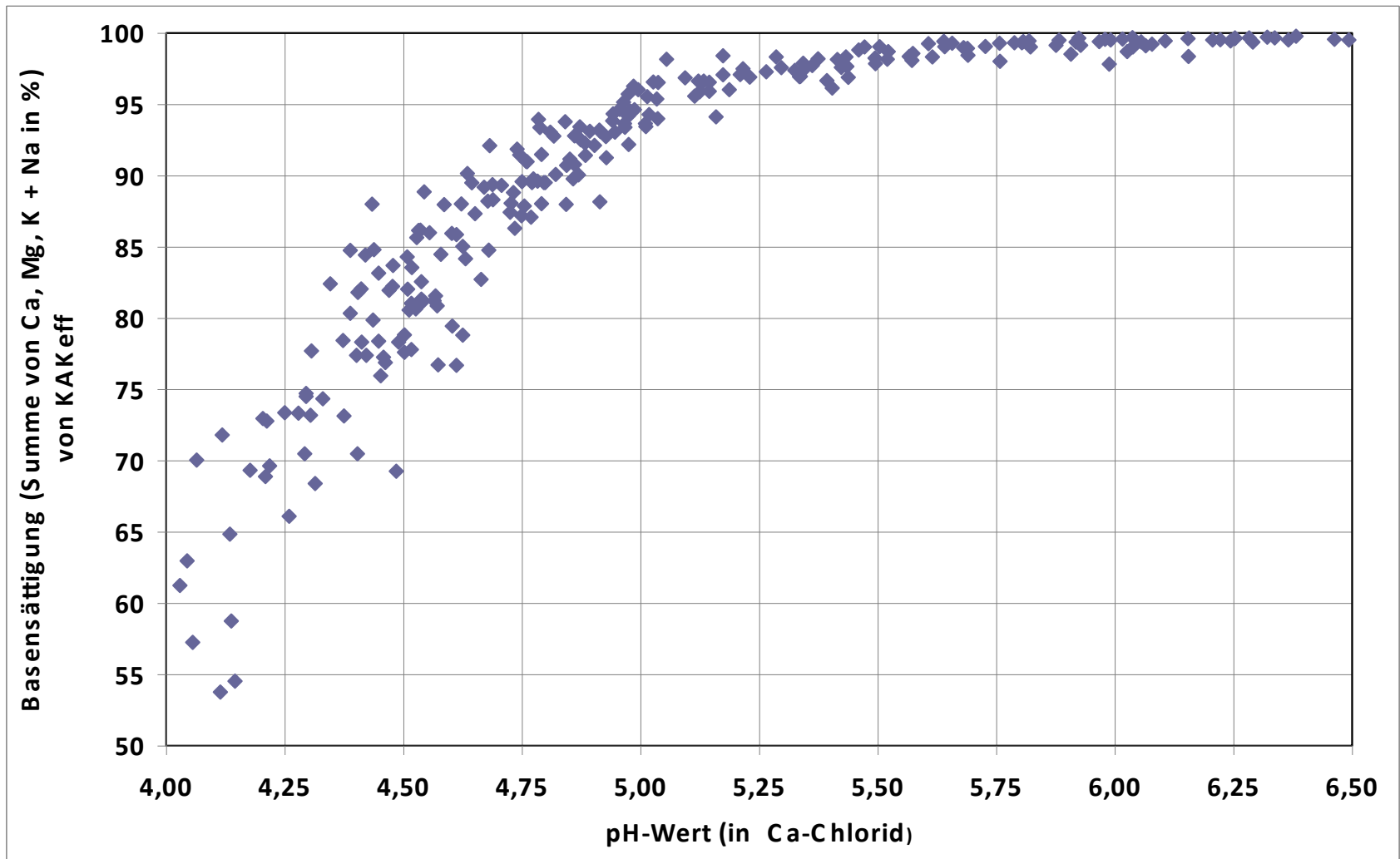
Veränderungen des pH-Wertes in den Experimenten in Rothamsted (GB) n. Goulding & Annis



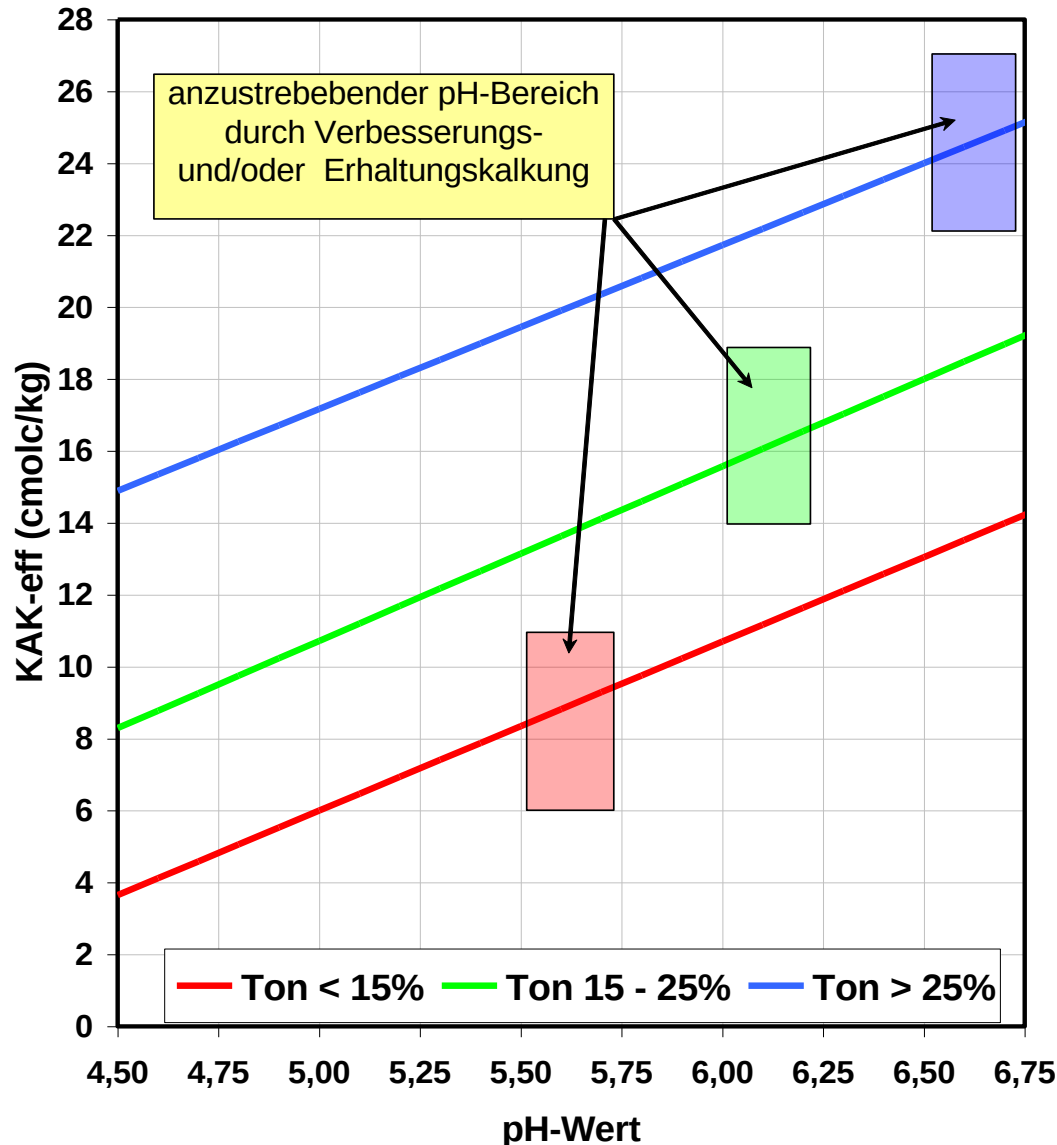
Auf sauren Standorten wirkt vor allem
Aluminium (in % KAKeff) toxisch für die Pflanzen



Waldviertler Standorte: Basensättigung in % von KAKeff

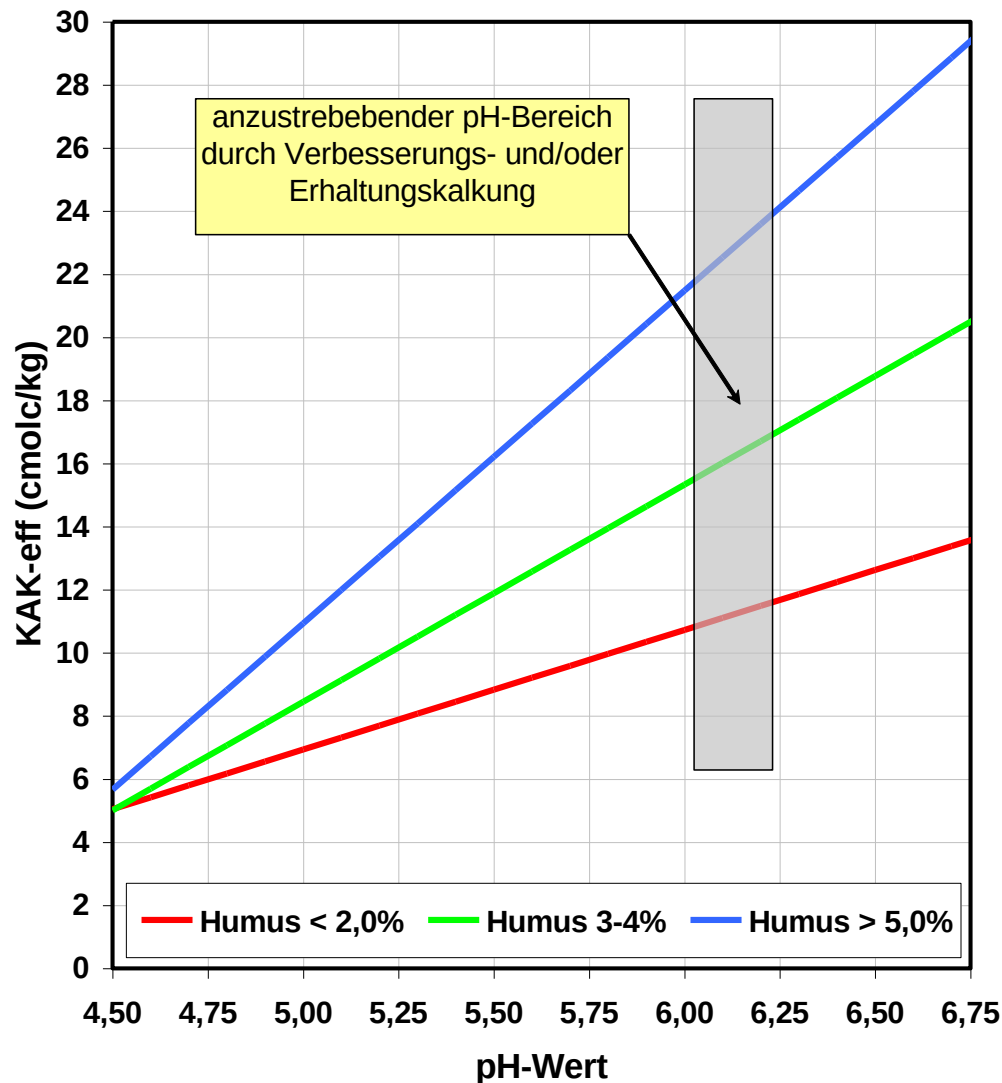


Effektive KAK in Abhängigkeit von der Bodenschwere bei mittleren Humusgehalt (2,5 – 3,5%) von oö. Ackerflächen



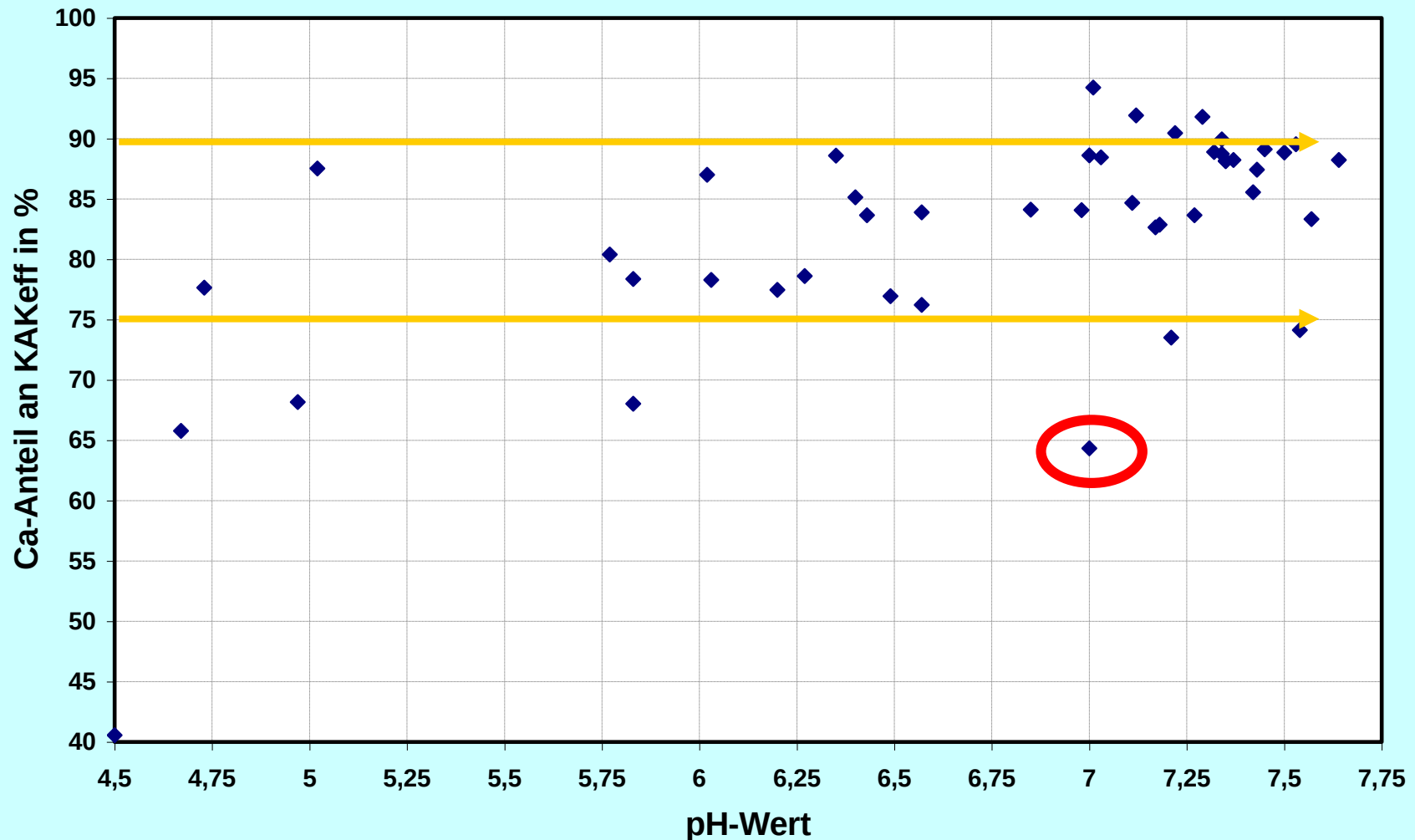
Im Bereich der anzustrebenden pH-Werte werden auf leichten Böden mind. 70%, auf mittleren Böden mind. 85% und auf schweren Böden mindestens etwa 90-95% der potentiellen KAK (Best. in einer auf pH über 7 gepufferten Ba-Chlorid-Lösung) erreicht

Effektive KAK in Abhängigkeit vom Humusgehalt bei mittelschweren Böden (15-25% Ton) von oö. Ackerflächen

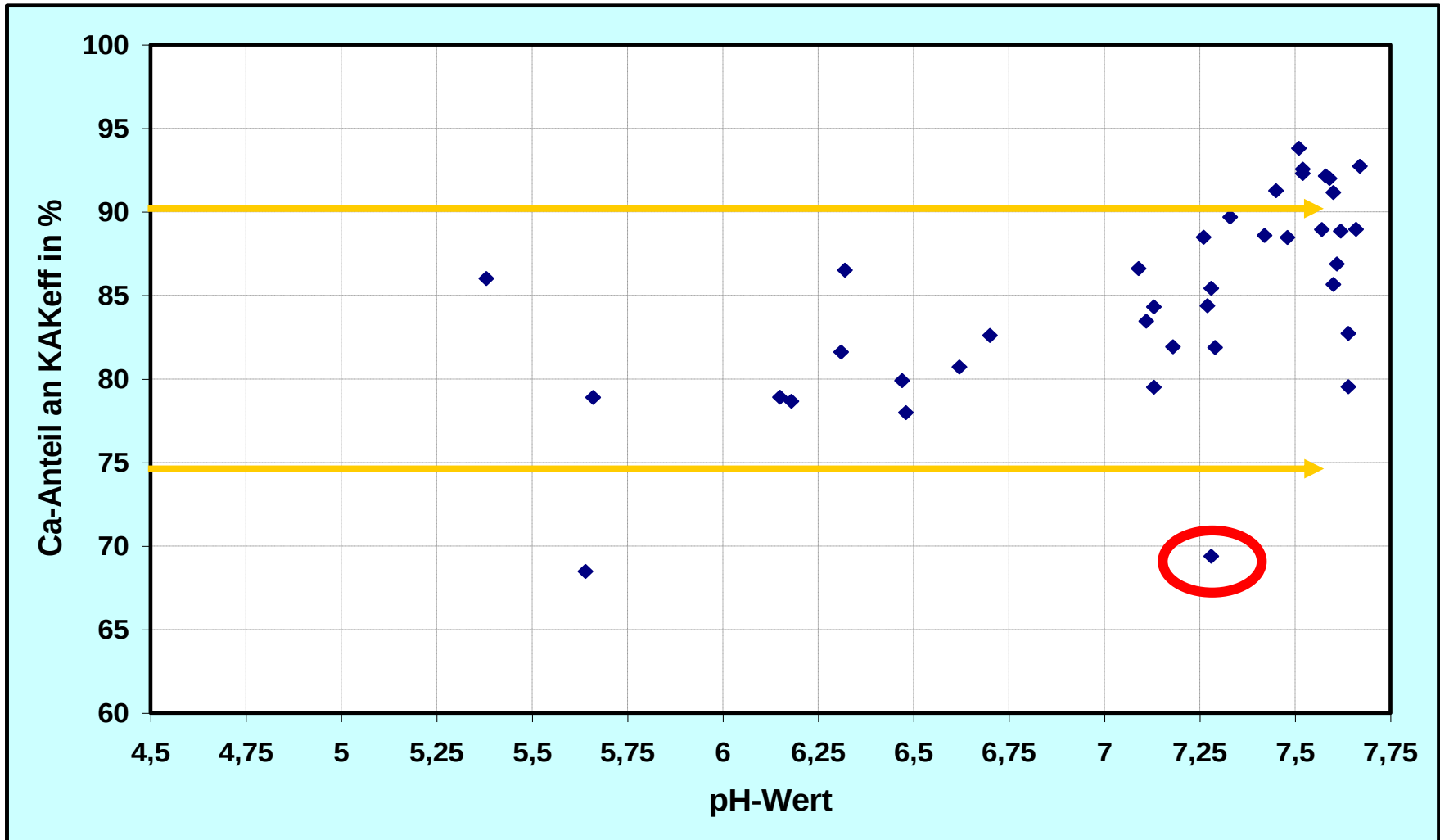


Im Bereich des anzustrebenden pH-Wertes werden auf humusarmen Böden mind. 80%, auf Böden mit höheren und sehr hohen Humuswerten mind. 75% der potentiellen KAK (Best. in einer auf pH über 7 gepufferten Ba-Chlorid-Lösung) erreicht

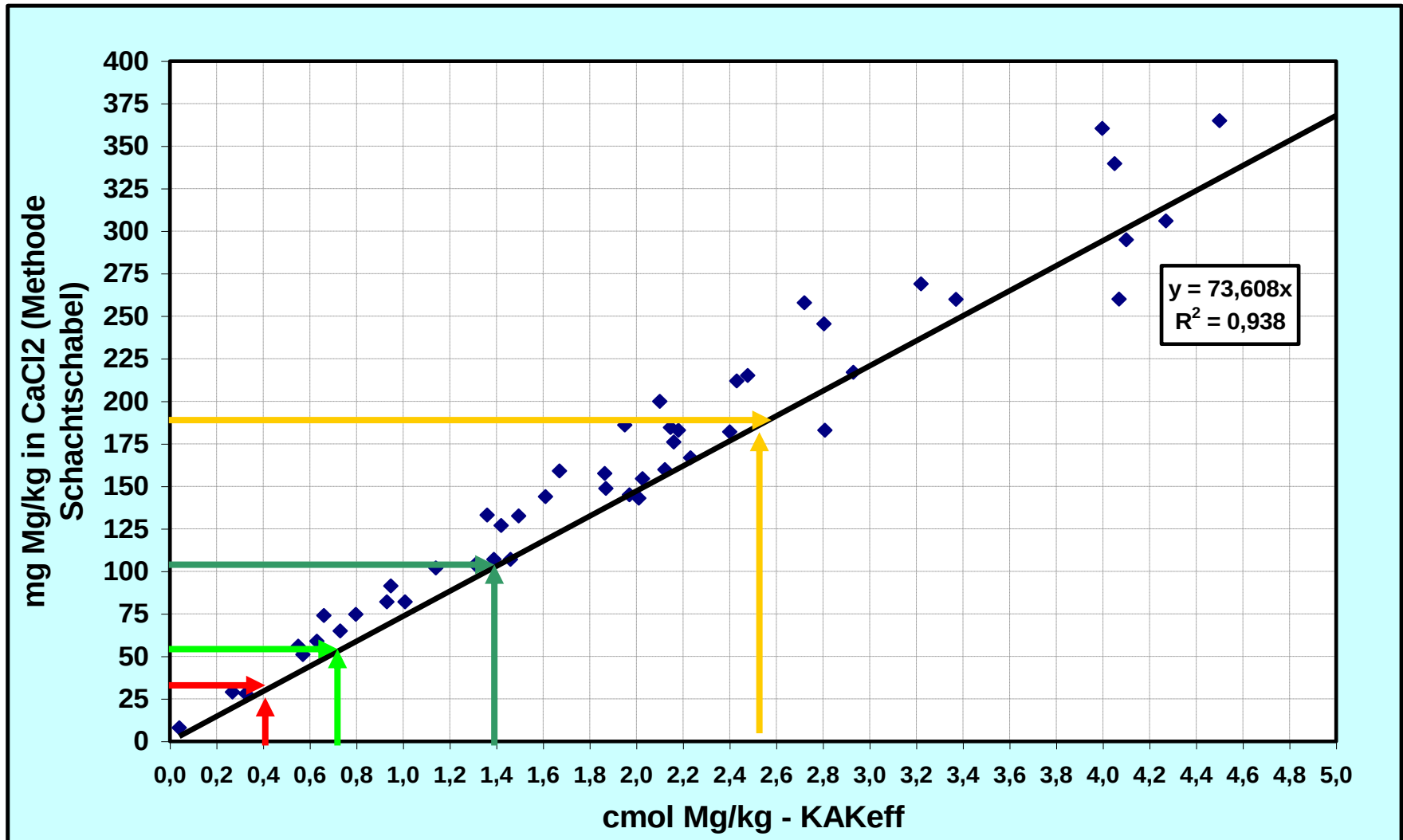
AGES



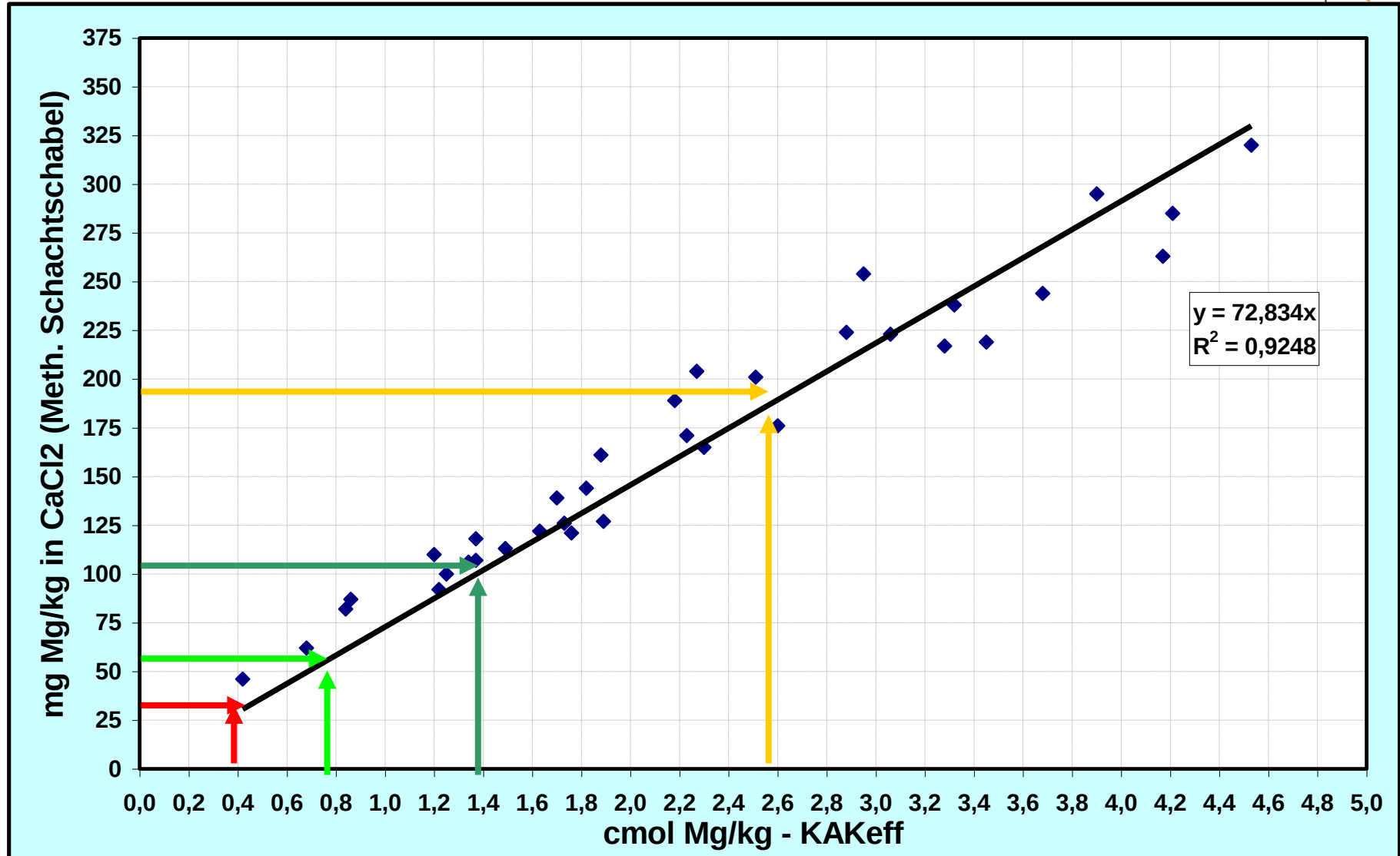
Datensätze von 39 BioNet-Ackerstandorten: Ca-Anteil an KAKeff in % und pH-Wert



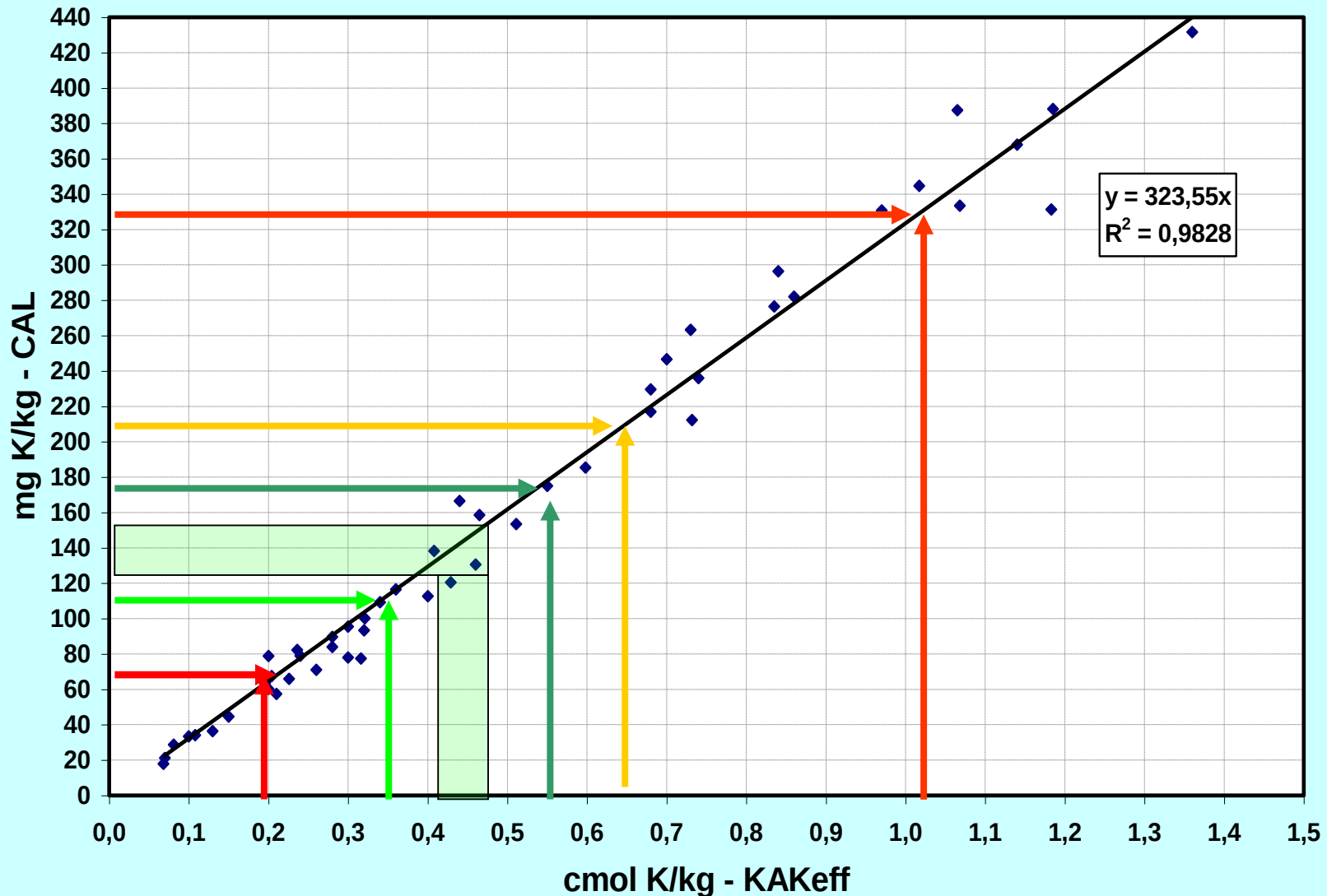
ALVA-Ringversuche 2000-2016: 15-20 Labors; 51 Böden (3 pro Jahr): Mg-Gehaltsstufen für mittelschwere Böden



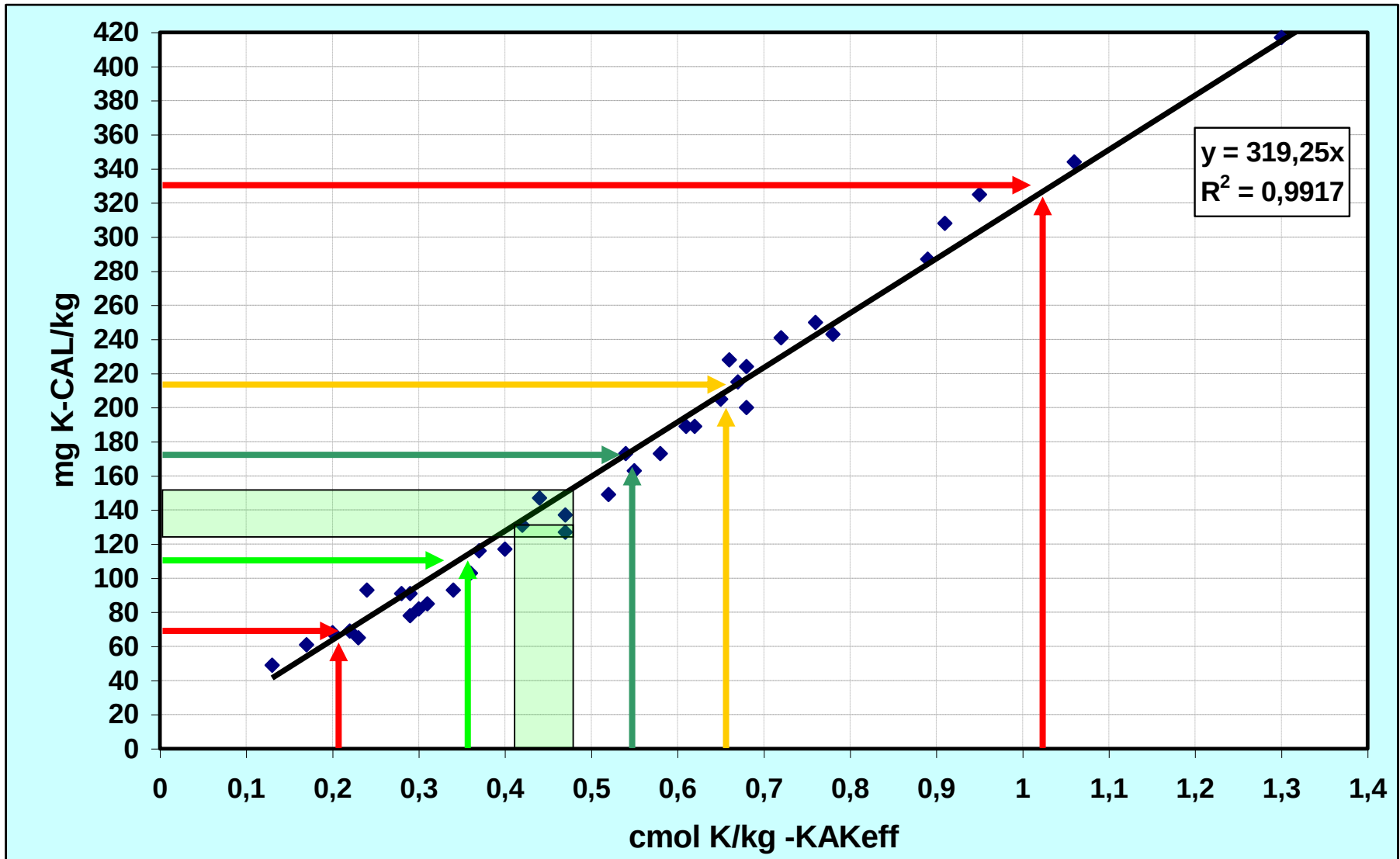
Datensätze von 39 BioNet-Ackerstandorten: Mg-Gehaltsstufen für mittelschwere Böden



ALVA-Ringversuche 2000-2016: 15-20 Labors; 51 Böden (3 pro Jahr): K-CAL-Gehaltsstufen für mittelschwere Böden



Datensätze von 39 BioNet - Ackerstandorten: K- CAL-Gehaltsstufen für mittelschwere Böden

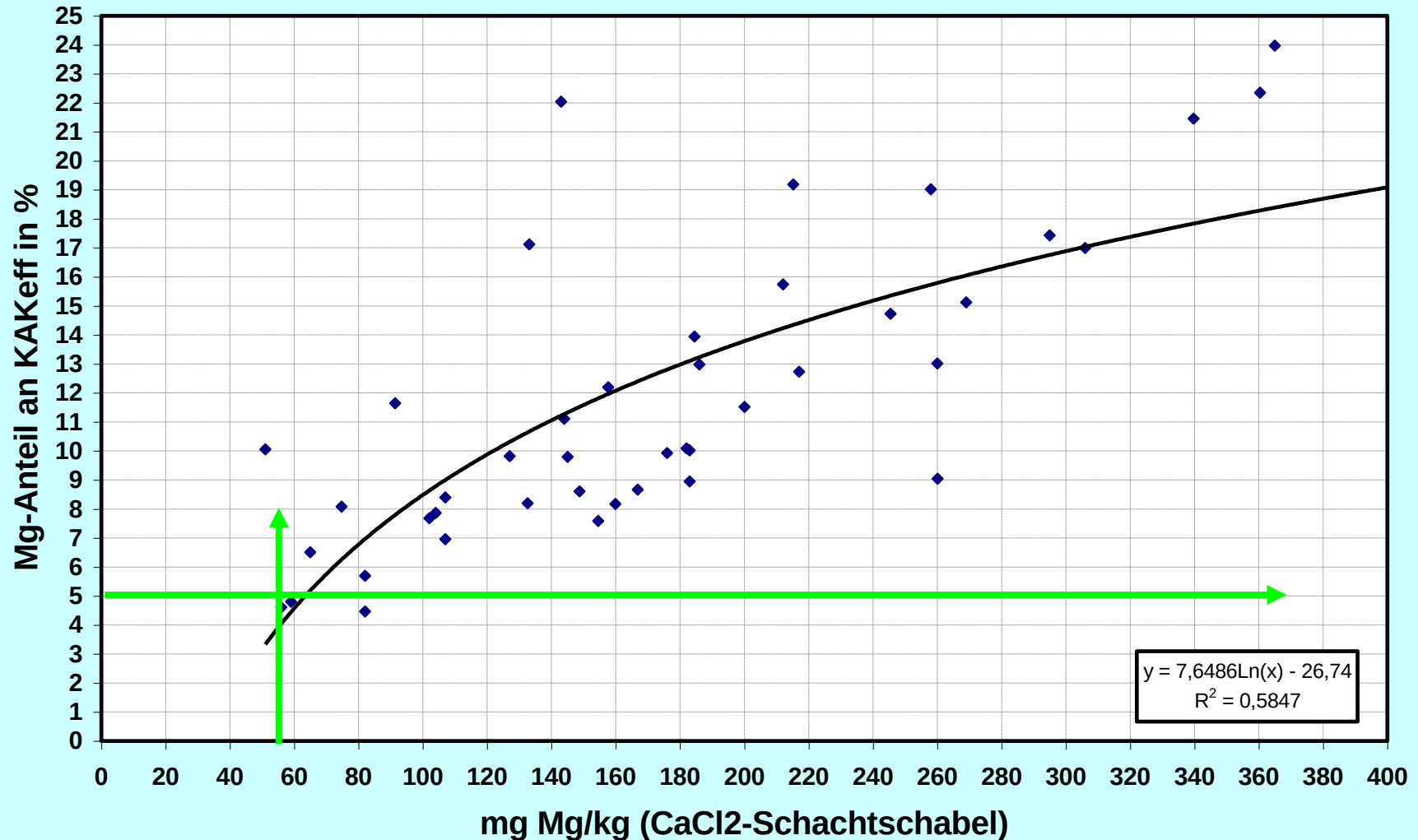


Vergleich: Austauschbare Mengen an Magnesium und Kalium mit Mg-CaCl₂ und K-CAL

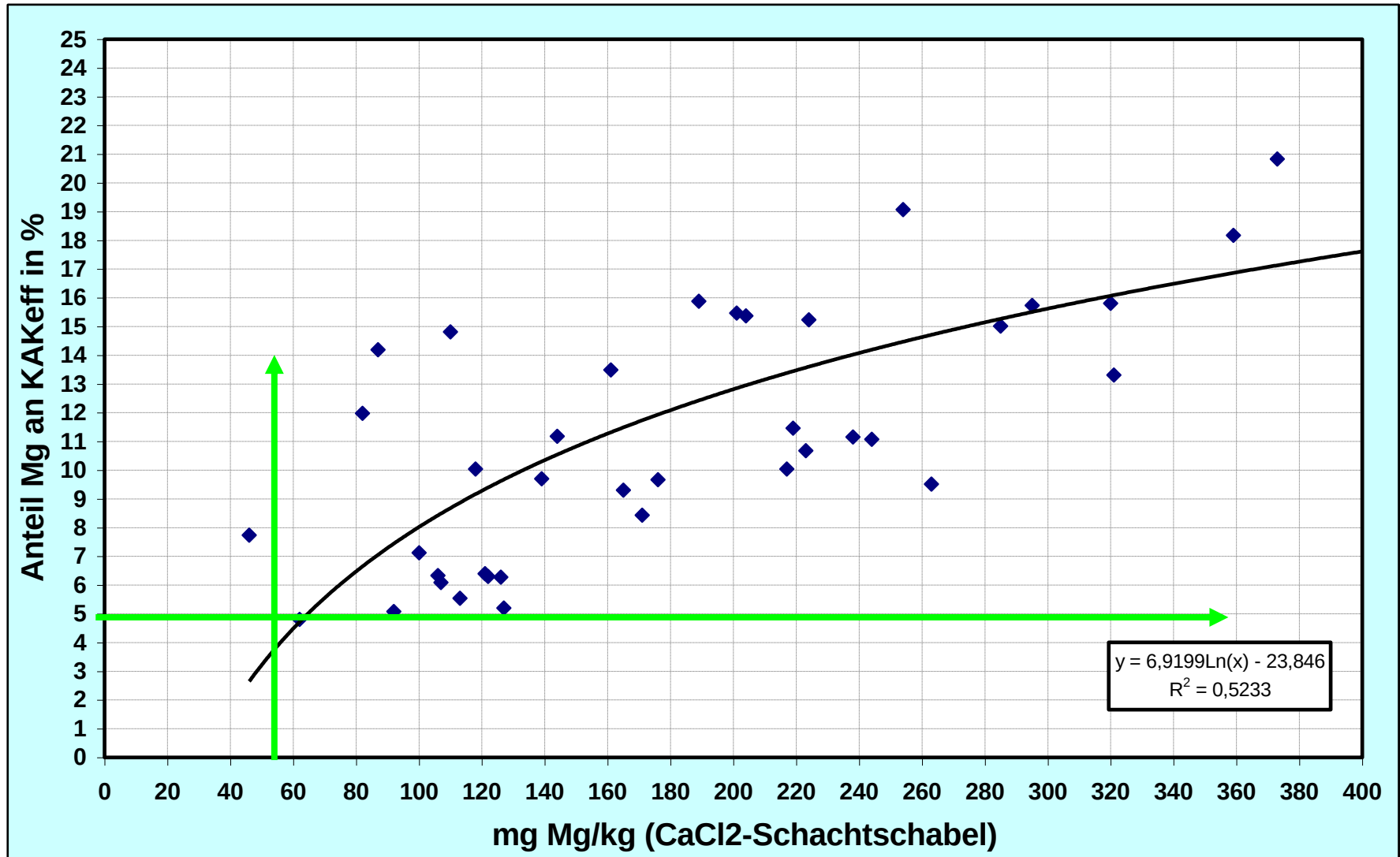


- Mit KAKeff wird die 1,62-fache Menge an Mg erfasst im Vergleich zur Methode mit CaCl₂ (Schachtschabel):
 $\text{cmol Mg/kg} \cdot 12,16 \cdot 10 = \text{mg Mg/kg}$
- Mit KAKeff wird die 1,22-fache Menge an Kalium erfasst im Vergleich zur Methode mit CAL:
 $\text{cmol K/kg} \cdot 39,10 \cdot 10 = \text{mg K/kg}$
- Mg in CaCl₂ erfasst die in der Bodenlösung enthaltenen und Teile des austauschbaren Mg
- Anteil des austauschbaren Mg von 5 – 25%, um 15% optimal für die Versorgung der Pflanzen (Lehrbuch Bodenkunde)

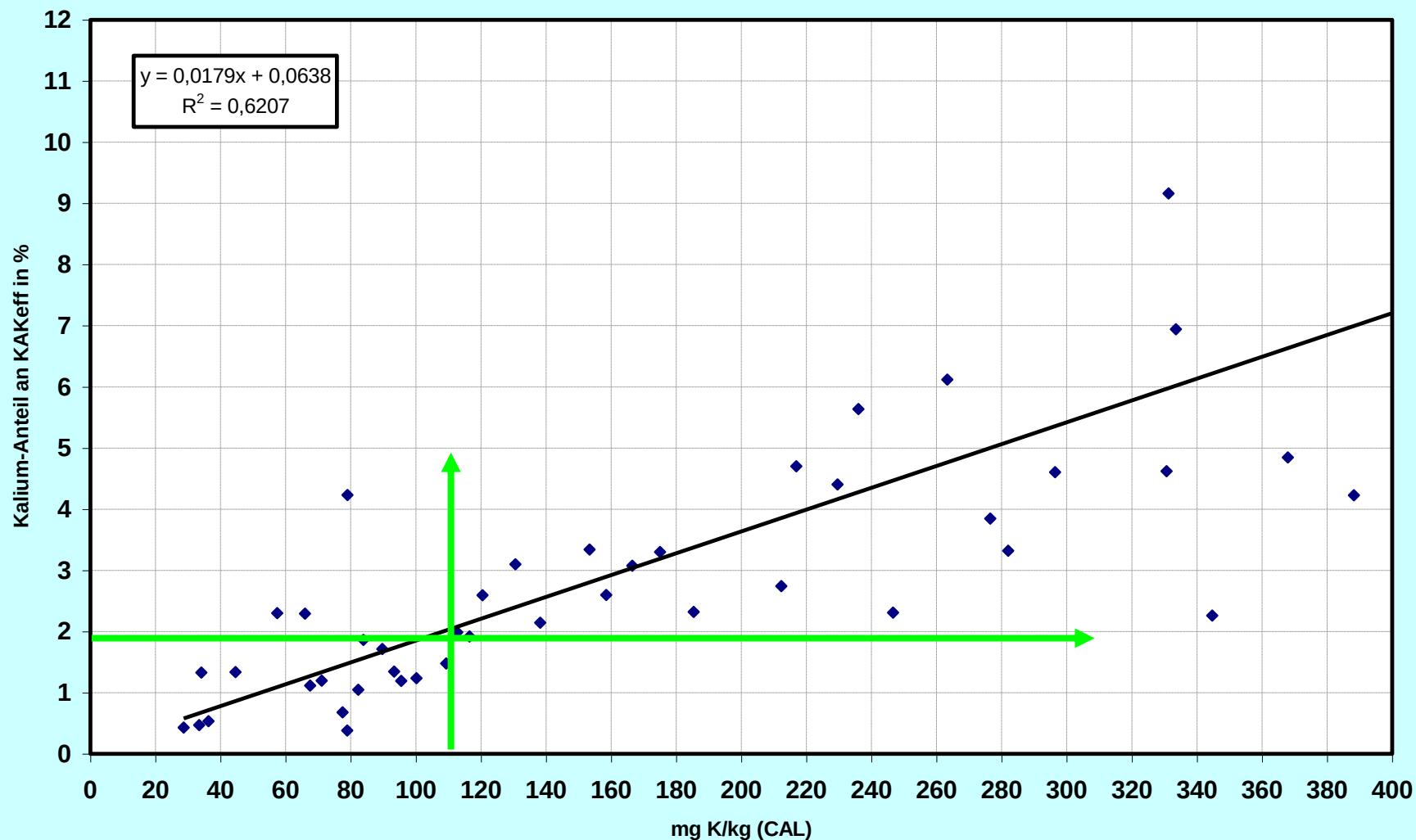
ALVA-Ringversuche 2000-2016: 15-20 Labors; 51 Böden (3 pro Jahr): Anteil von Mg an KAKeff und Mg-Gehalt



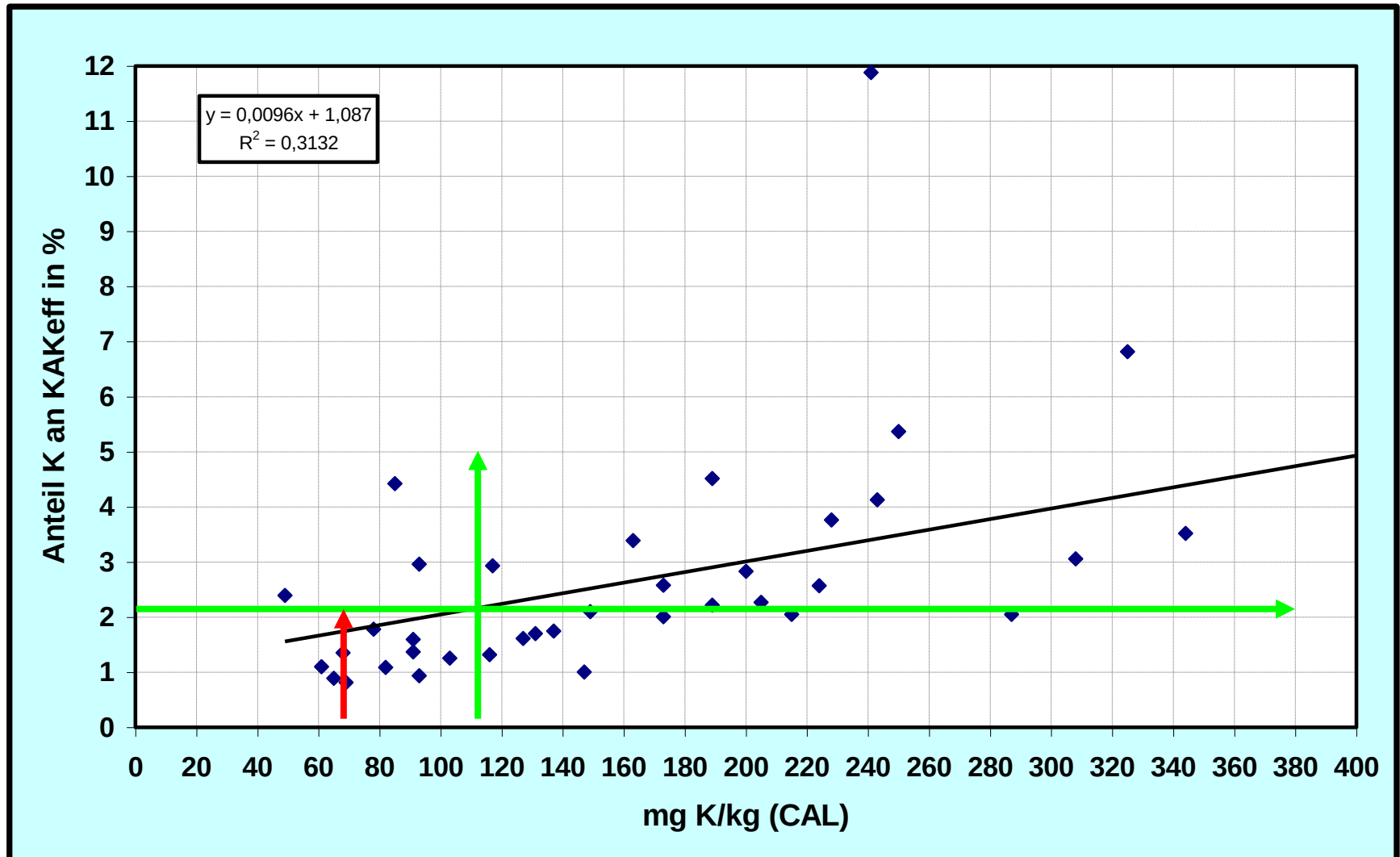
Datensätze von 39 BioNet-Ackerstandorten: Mg-Anteil an KAKeff und Mg-Gehalte



ALVA-Ringversuche 2000-2016: 15-20 Labors; 51 Böden (3 pro Jahr): Anteil von K an KAKeff und K-CAL-Gehalt



Datensätze von 39 BioNet-Ackerstandorten: K-Anteil an KAKeff und K-CAL-Gehalte



Zusammenfassung:



1. Die Methode ist vielseitig einsetzbar und erkennt sowohl extreme Versauerungen als auch Versalzung, sie ist universell verwendbar, daher wird sie auch ausführlich in allen Lehrbüchern beschrieben
2. Die KAK wird wesentlich vom pH-Wert und vom Ausgangssubstrat mitbestimmt.
3. Unter den österr. Standortbedingungen können die Beiträge von pH, Humus und Ton für die KAK gut abgeschätzt werden.
4. Sowohl die variable als auch die permanente Ladung von Humus und Ton sind unter österr. Verhältnissen gut vergleichbar.
5. Innerhalb der österr. Ackerböden kommen große Spannen der austauschbaren Kationen vor.
6. Wesentlich ist die optimale pH-Bereich je nach Bodenschwere
7. Extreme Abweichungen sind durch moderate Ergänzungen auszugleichen
8. Vergleiche mit den anderen chem. Parametern zeigen hohe Übereinstimmungen