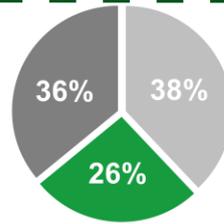


## Praxisbedarf

In Brandenburg sind 74 % der Böden nicht im optimalen pH-Bereich (Zimmer und Ellmer 2012).



- unversorgt pH-Klasse A + B
- optimal versorgt pH-Klasse C
- üversorgt pH-Klasse D + E

Kalkversorgung Brandenburger Böden

## Projektziele

Management der Bodenazidität in Brandenburger Betrieben verbessern durch:

- **Einsatz mobiler Bodensensoren** zur schnellen, kostengünstigen und kleinräumigen Erfassung von Bodenart, pH-Wert und Humusgehalt.
- **Kalk-Applikationskarten** – praxisnah und an die Bodenheterogenität angepasst.
- **Schulungen** zum präzisen pH-Wert Management als Einstieg in die Präzisionskalkung.

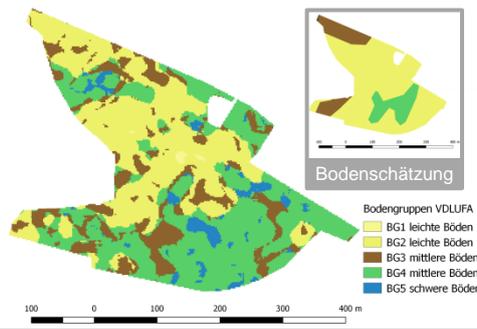
## Realisierung

### Sensorkartierung



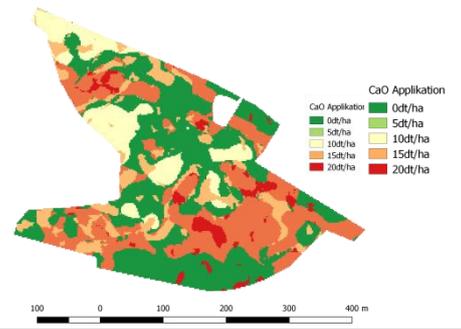
Geophilus-Messsystem zur Bestimmung der Bodenart

### Bodendaten



Sensorbasierte Bodenartenkarte

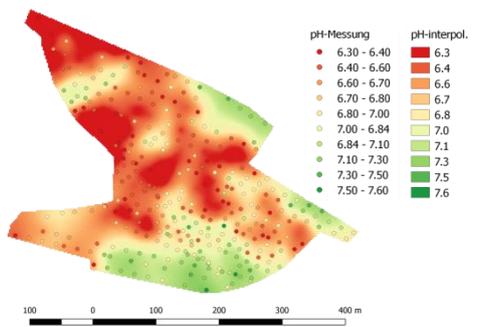
### Kalkapplikation



Kalkapplikationskarte in dt CaO pro ha



Multi-Sensor-Plattform zur Bestimmung von Boden-pH und Humusgehalt



Sensorbasierte Boden-pH Karte



Kalkapplikation mit Düngerstreuer

## Projektpartner

<sup>2</sup>Hochschule für Nachhaltige Entwicklung, Schicklerstraße 5, 16225, Eberswalde, [ingmar.schroeter@hnee.de](mailto:ingmar.schroeter@hnee.de); [anne.nagel@hnee.de](mailto:anne.nagel@hnee.de); [ekramer@hnee.de](mailto:ekramer@hnee.de)

<sup>3</sup>Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie Potsdam e.V., Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam, [svogel@atb-potsdam.de](mailto:svogel@atb-potsdam.de); [rgebbers@atb-potsdam.de](mailto:rgebbers@atb-potsdam.de)

<sup>4</sup>Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren e.V., Theodor-Echtermeyer-Weg 1, 14947 Großbeeren, [meyer.swen@igzev.de](mailto:meyer.swen@igzev.de); [ruehlmann@igzev.de](mailto:ruehlmann@igzev.de)

<sup>1</sup>Gut Wilmersdorf GbR, Wilmersdorfer Str. 23, 16278 Angermünde, [kling@gut-wilmersdorf.de](mailto:kling@gut-wilmersdorf.de)

<sup>5</sup>Landwirtschaft Petra Philipp, Berliner Straße 36 B, 15234 Frankfurt Oder, [golo-philipp@t-online.de](mailto:golo-philipp@t-online.de)

<sup>6</sup>Land- und Forstwirtschaft Komturei Lietzen GmbH, Lietzen Nord 38, 15306 Lietzen, [katrin.lueck@komturei-lietzen.de](mailto:katrin.lueck@komturei-lietzen.de)

<sup>7</sup>LAB – Landwirtschaftliche Beratung der Agrarverbände Brandenburg GmbH, Dorfstraße 1, 14513 Teltow, [scheibe@lab-agrarberatung.de](mailto:scheibe@lab-agrarberatung.de)

<sup>8</sup>FGL Handelsgesellschaft mbH, Lindenstraße 45, 15517 Fürstenwalde/Spree, [u.schwarzlose@fgl-fw.de](mailto:u.schwarzlose@fgl-fw.de)

Literatur: Zimmer, J., Ellmer, F., 2012. Nährstoffversorgung ackerbaulich genutzter Böden im Land Brandenburg. Mitt Ges Pflanzenbauwiss 24 92–93.

### Kontakt

Anne Nagel (pH-BB GbR) | +493334. 657 432 | [info@ph-bb.de](mailto:info@ph-bb.de) | [www.ph-bb.com](http://www.ph-bb.com)



**pH-BB lädt Sie zur Teilnahme an einer wissensvermittelnden Umfrage ein:**

## **Passt meine Kalkungsstrategie zu meinen Böden?**

## **Kann ich meine Erträge zusätzlich durch präzise Kalkung erhöhen?**

Mit der Teilnahme an dieser Umfrage gestatten Sie den Projektmitarbeitern die statistische Auswertung und die anonyme Veröffentlichung der Ergebnisse. Sie leisten damit einen Beitrag zur Datengrundlage dieses wissenschaftlichen Projektes.

Die Ergebnisse können auch Ihrem Betrieb zu Gute kommen und sollen in gemeinsamen Workshops vorgestellt und diskutiert werden. Alle Angaben sind selbstverständlich freiwillig. Wenn Sie die praxisrelevanten Ergebnisse erhalten möchten, benötigen wir Ihre Anschrift oder Emailadresse.

Betriebsname:.....

Betriebsleiter:.....

Betriebsanschrift:.....

Kontaktdaten: Tel.: .....Fax: .....

E-Mail-Adresse: .....

Möchten Sie die Ergebnisse des Projektes zugesendet bekommen: Ja  / Nein

Betriebsart:  konventionell  ökologisch  
 Ackerbau  Gemischt  Futterbau  Sonstige: .....

Anbaufläche in ha:

Ackerland: .....

Grünland: .....

Dauerkultur: .....

## Fakt: Bodenarten und Bodengruppen

### Bodentextur

In der Bodenkunde werden die so genannten Kornfraktionen Ton (Symbol T), Schluff (Symbol U), Sand (Symbol S), Kies (Symbol G) und Blöcke (ohne Symbol) unterschieden. Ton, Schluff und Sand zählen zum Feinboden (<2 mm). Kies und Blöcke zum Grobboden oder Bodenskelett (>2 mm). Man spricht auch von Körnung oder Bodentextur von lateinisch „textum“ = Gefüge oder Bau.

Tabelle 1: Einteilung der Korngrößen des Feinbodens in Millimeter

Bodenart	Größe	Einheit
Ton	< 0,002	mm
Schluff	0,002-0,063	mm
Sand	0,063-2,00	mm

### Bodenart

Die Bodenart ist eine so genannte Körnungs- oder Texturklasse. Sie wird bestimmt vom Anteil der jeweiligen Korngrößen am Feinboden, also dem prozentualen Anteil der unterschiedlichen Korngrößen. Kurz gesagt von der Mischung von einzelnen Korngrößen.

Die genaueste aber auch zeitintensivste Methode zur Ermittlung der Bodenart ist die Sieb- und Schlämm-Analyse im Labor. Am häufigsten angewandt wird jedoch die Fingerprobe, die (wenn sie von erfahrenen Bodenkundlern durchgeführt wird) annähernd gute Ergebnisse erzielen kann.

### Bodengruppe

Zur schematischen Unterstützung der Düngung erfolgt bisher meist eine Einstufung in Bodengruppen der Düngung nach Ton- und Feinanteil des Bodens. (nach DIN 19682)

Tabelle 2: Unterteilung der Bodengruppen

Bodengruppe	Tonanteil in % <0,002 mm	Feinanteil in % <0,006 mm	Bezeichnung	
<b>BG 1</b>	≤ 5	≤ 7	Sand	leichte Böden
<b>BG 2</b>	6 - 12	8 - 16	lehmiger Sand	
<b>BG 3</b>	13 - 17	17 - 23	sandiger Lehm	mittlere Böden
<b>BG 4</b>	18 - 25	24 - 35	Lehm/Schlufflehm	
<b>BG 5</b>	≥ 26	≥ 36	Ton	schwere Böden
<b>BG 6</b>	Eingruppierung nur anhand des Humusgehaltes		Moor	

### Frage 1: Welches Spektrum an Bodenarten herrscht in Ihrem Betrieb vor?

<b>BG 1:</b> Sand	..... %	<b>BG 4:</b> Lehm/ Schlufflehm	..... %
<b>BG 2:</b> lehmiger Sand	..... %	<b>BG 5:</b> toniger Lehm /Ton	..... %
<b>BG 3:</b> sandiger Lehm	..... %	<b>BG 6:</b> Anmoor/ Moor	..... %

mir fehlen ausreichende Informationen/ Untersuchungen/ Kenntnisse für diese Angaben.

## Fakt: Der optimale pH-Wert eines Bodens

Nach VDLUFA gelten in Abhängigkeit des Humusgehalts folgende **pH- Wertebereiche für diese Bodengruppen** als anzustreben. Empfohlene Kalkmengen zur Erreichung optimaler pH- Werte berücksichtigen das von leichten nach schweren Böden ansteigende Puffervermögen.

Tabelle 3: Die pH-Werte der Klasse C in Abhängigkeit der Bodengruppe und des Humusgehaltes.

Bodengruppen	Humusgehalt des Bodens (%)				
	≤ 4	4,1 bis 8,0	8,1 bis 15,0	15,1 bis 30	>30
	pH-Werte der Klasse C				
BG 1	5,4 bis 5,8	5,0 bis 5,4	4,7 bis 5,1	4,3 bis 4,7	
BG 2	5,8 bis 6,3	5,4 bis 5,9	5,0 bis 5,5	4,6 bis 5,1	
BG 3	6,1 bis 6,7	5,6 bis 6,2	5,2 bis 5,8	4,8 bis 5,4	
BG 4	6,3 bis 7,0	5,8 bis 6,5	5,4 bis 6,1	5,0 bis 5,7	
BG 5	6,4 bis 7,2	5,9 bis 6,7	5,5 bis 6,3	5,1 bis 5,9	
BG 6 (Hoch- und Niedermoor)					4,3

### Frage 2: Gibt es in Ihrem Betrieb eine Zuordnung der Schläge / von Teilschlägen zu Bodengruppen?

- nein
- ja, jeder Schlag wurde **einer** dominierenden Bodengruppe zugeordnet
- ja, wir haben Erkenntnisse über die Heterogenität der Böden und haben Schlagunterteilungen vorgenommen

Grundlagen dafür waren:

- Bodenkarten,  Luftbildauswertungen,
- folgende gezielte Messungen oder andere Methoden:

.....

.....

### Frage 3: Wie heterogen schätzen Sie die Schläge in Ihrem Betrieb ein?

geringe Heterogenität der Böden auf .....% unserer Flächen

mittlere Heterogenität der Böden auf .....% unserer Flächen

große Heterogenität der Böden auf .....% unserer Flächen

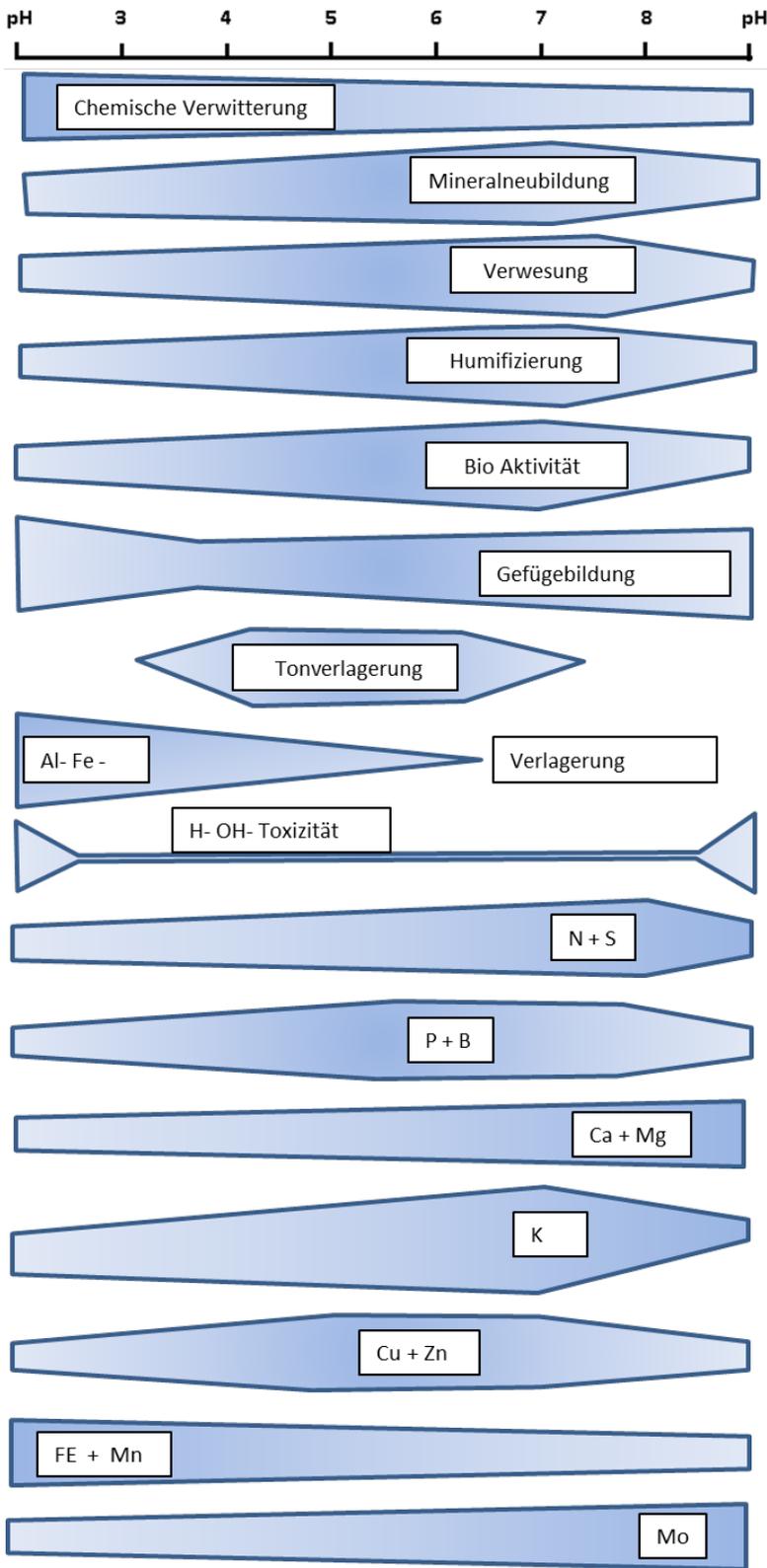


Abbildung 1: Wirkung des pH-Wertes (Kuntze, Roeschmann, Schwerdtfeger, 1988)

### Fakt: Ertragsfähigkeit und pH-Wert

Die Ertragsfähigkeit der Böden ist im hohen Maße vom Reaktionszustand (dem **pH-Wert**) und der **pH-Pufferung** abhängig. Diese Größen beeinflussen gleichzeitig viele ertragsrelevante Bodeneigenschaften wie:

- die Verfügbarkeit von Nähr- und Schadstoffen
- die Ausnutzung /Effizienz der N-Düngung
- die Bioaktivität
- den Humusgehalt
- die Bodenstruktur (das Bodengefüge)
- die Porosität
- die Aggregatstabilität
- das Wasserspeichervermögen
- die Versickerung
- die Belüftung
- das Wurzelwachstum

### Frage 4: Kennen Sie die optimalen pH-Werte Ihrer Böden im Betrieb und das pH-Pufferungsvermögen ausreichend genau?

ja sehr genau, durch folgende Bestimmungen:

.....  
 .....  
 .....

ja, ich orientiere mich an der Beurteilung nach VDLUFA für die Bodenartengruppen

nein, trotz Orientierung an den VDLUFA- Werten habe ich ein unsicheres Gefühl dabei

nein, ich kenne die optimalen pH-Werte und das pH-Pufferungsvermögen unserer Böden nicht ausreichend genau

## Fakt: Der Nährstoffaustausch im Boden

Die Funktion des Bodens als **Ionenaustauscher** ist eine wesentliche Voraussetzung für die Versorgung der Pflanzen mit Nährstoffen. Pflanzenwurzeln scheiden im Wesentlichen  $\text{H}^+$ - und  $\text{HCO}_3^-$ -Ionen aus, die bei der Zellatmung ( $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ ) entstehen, geben sie an die Bodenlösung ab und nehmen im Austausch dafür äquivalente Mengen von Anionen (z.B.  $\text{NO}_3^-$ ) oder Kationen (z.B.  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  oder  $\text{Na}^+$ ) aus der Bodenlösung auf. Die Fähigkeit des Bodens mehr oder weniger viele Ionen mit der Bodenlösung austauschen zu können, wird von der Bodenzusammensetzung bestimmt. Besonders aktiv sind feine Bodenpartikel, die eine hohe potentielle Austauschkapazität (AK) besitzen. In Abhängigkeit vom pH-Wert der Bodenlösung schwankt die Nutzbarkeit der aktuellen Austauschkapazität.

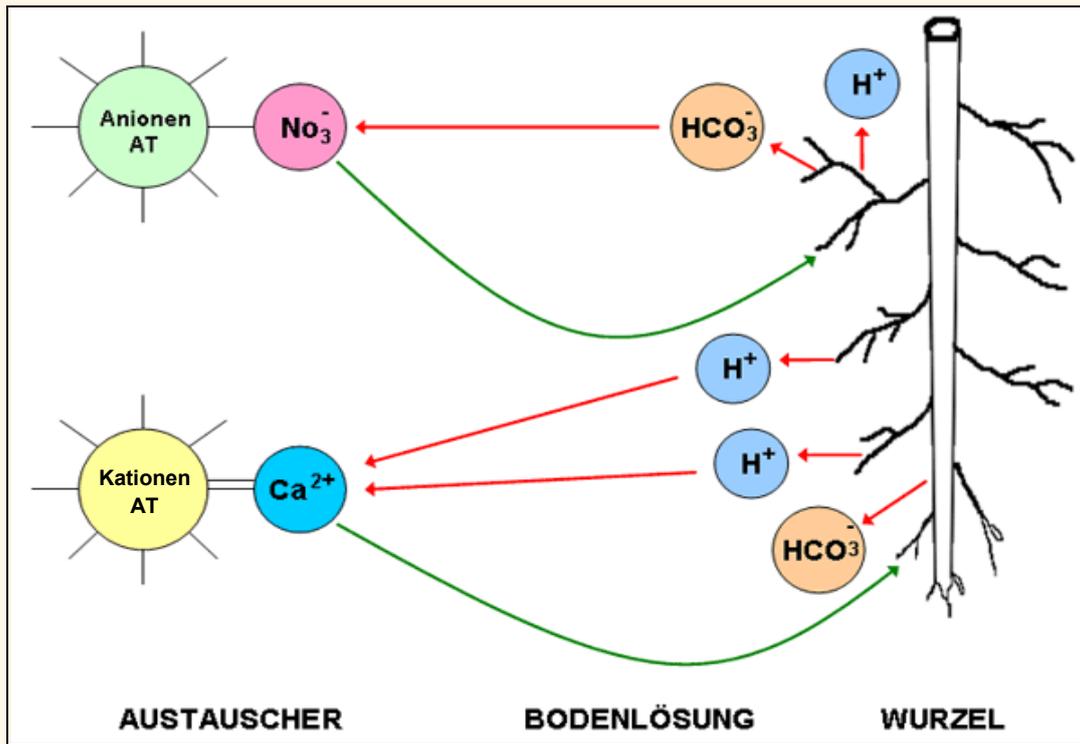


Abbildung 2: Nährstoffaustausch zwischen Pflanze und Boden

**Fazit:** Optimal für das Pflanzenwachstum auf unseren Schlägen ist:

- das ausreichende Vorhandensein von Bodenlösung (Wasser)
- der an die Bodenzusammensetzung angepasste pH-Wert **an jeder Stelle des Schlages** (um die potentielle Austauschkapazität für die Pflanzenernährung auszuschöpfen)

**Frage 5: Hätten Sie gern genauere Erkenntnisse über die Heterogenität Ihrer Böden und eine bessere Aussage über ihre optimale Regulierung des pH-Wertes?**

- ja, möglichst kleinräumige Informationen, um den pH-Wert an jeder Stelle optimal gestalten zu können
- ja, aber ein grober Überblick würde mir genügen, da die pH-Wert-Regulierung danach ausreichend ist
- nein, ich habe ausreichend Kenntnisse durch:

.....

## Fakt: Den Brandenburger Böden gehen regelmäßig unterschiedlich große Kalkmengen verloren

Ursachen dafür sind:

- Kalkauswaschung
- saure Niederschläge
- Kalkverluste durch Neutralisation aufgrund
  - kalkzehrender organischer und mineralischer Düngemittel
  - Oxidation biologisch gebundenen Stickstoffs
  - Bodenatmung
  - säurebildender Mikroorganismen
- Ernteentzüge

Der Entzug von Kalzium durch die Pflanzen ist abhängig von der Fruchtfolge. Er ist bei Getreidefruchtfolgen mit ca. 45 kg CaO je Hektar und Jahr vergleichsweise gering. Zuckerrüben hingegen entziehen schon ca. 125 kg CaO je Hektar und Jahr. Rotklee sogar ca. 350 kg je Hektar und Jahr. Zusammen mit den anderen Verlustursachen kann der Kalkverlust zwischen 100 und mehr als 700 kg CaO je Hektar und Jahr betragen.

### Frage 6: Kennen Sie den jährlichen Kalzium / CaO- Verlust Ihrer Schläge, wenn ja wie bestimmen Sie ihn?

ja genau weil .....  ungefähr  eher nicht

.....  
.....

### Frage 7: Wie findet in Ihrem Betrieb der Ausgleich des Kalkverlustes statt?

(ggf. mehrere Antworten möglich)

durch eine zyklische Kalkung aller Schläge im Abstand von ..... Jahren und mit einer Menge von ..... bis ..... dt CaO.

im Rahmen der Fruchtfolge durch eine Kalkung vor dem Anbau folgender Kulturen:  
.....  
und damit im Abstand von ca. .... Jahren.

im Rahmen der Fruchtfolge unabhängig von der im Folgejahr angebauten Kultur.

nach den Ergebnissen der Bodenuntersuchung im Abstand von ..... Jahren

ohne Berücksichtigung der Folgekultur  jeweils zur kalkanspruchsvollen Kultur

wie sonst? .....  
.....

## Fakt: Schlechte Kalkversorgung Brandenburger Böden

Die Auswertung der Bodenuntersuchungen Brandenburger Böden hat ergeben, dass nur ca. ein Viertel aller Bodenproben in die optimale Gehaltsklasse „C“ eingeordnet werden konnte. Der Anteil der mit Kalk unterversorgten Böden betrug 38% (Gehaltsklassen A oder B) und der Anteil überversorgter Böden betrug 36% (Gehaltsklassen D und E) (Zimmer und Elmer 2012).

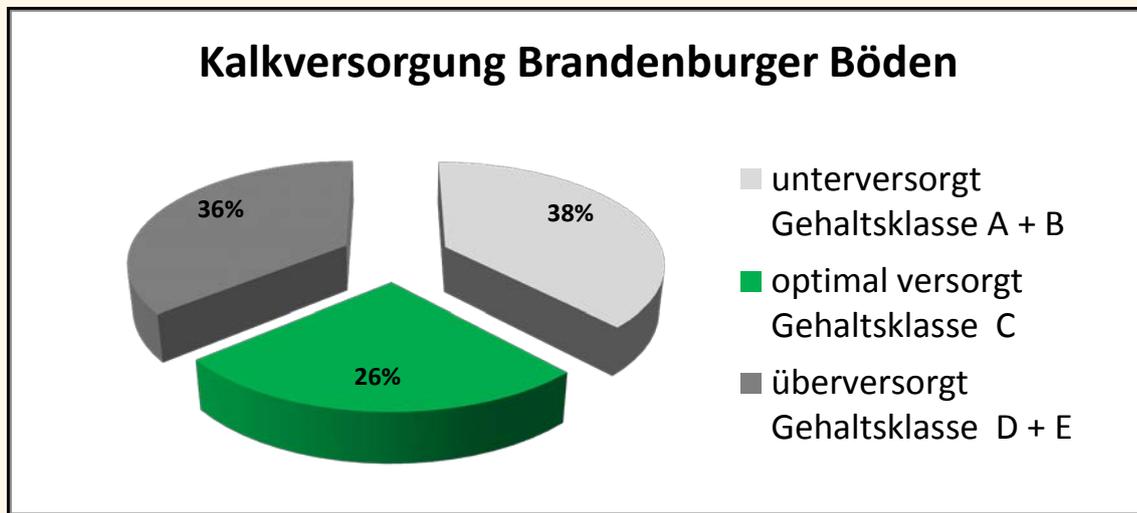


Abbildung 3: Kalkversorgung Brandenburger Böden

## Frage 8: Wann fand die letzte Bodenuntersuchung in Ihrem Betrieb statt?

Jahr der letzten Bodenuntersuchung.....

## Frage 9: Wie war die Verteilung der Kalk-Gehaltsklassen?

- ..... % der Flächen in Gehaltsklasse A       ..... % der Flächen in Gehaltsklasse B
- ..... % der Flächen in Gehaltsklasse C       ..... % der Flächen in Gehaltsklasse D
- ..... % der Flächen in Gehaltsklasse E

## Frage 10: Welche Einteilung der Schläge fand für die letzte Bodenuntersuchung statt?

- einheitliches Raster mit einer Größe von jeweils ..... ha
- ungleichmäßige Rastereinteilung abgeleitet von:
- Ertragskarte
  - Bodenschätzungskarte
  - Luftbild
  - Leitfähigkeitsmessung
  - Sonstiges .....

**Frage 11: Wurde im Vorfeld jeder Bodenprobe/ jedem Untersuchungsraster eine Bodenart/ Bodengruppe zugewiesen?**

- im Labor bestimmt per  Fingerprobe  
 Sedimentationsanalyse  
 .....
- wurde von der Reichsbodenschätzung abgeleitet  
 es wurde keine Bodenart zugeordnet

**Frage 12: Kalken Sie in jedem Jahr? Haben Sie in Ihrem Betrieb ein jährliches Budget für die Kalkung?**

- ja, ich plane jährlich einen **festen Betrag** für den Kalkeinkauf ein. Jährlich wird ein feststehender Flächenanteil von ..... % der Betriebsflächen gekalkt  
 ja, ich habe ein jährliches Budget für Kalk, seine Höhe schwankt jedoch in Abhängigkeit von:  
 .....
- nein, die Kalkung erfolgt nur zyklisch in Jahren mit zuvor gutem Betriebsergebnis  
 nein, die Kalkung erfolgt immer nur, wenn die Bodenuntersuchung den erhöhten Kalkbedarf ausgewiesen hat  
 meine Kalkungsstrategie ist:  
 .....

**Fakt: Ertragseinbußen und Erlösverlust bei schlechter Kalkversorgung**

Langjährige Versuche in Thüringen belegen, dass durch eine unzureichende Kalkung Ertragsverluste beim Getreideanbau zwischen 5 % und 53% hervorgerufen werden. Die höheren Verluste sind dabei auf den für Brandenburg typischen leichteren Böden zu verzeichnen.

Tabelle 4: Mittlere Relativerträge der Getreidearten in Abhängigkeit von der Bodenreaktion in Dauerfeldversuchen in Ostdeutschland 1965 bis 1990. (Quelle: Zorn u. Schröder 2009)

Bodenarten- gruppe	Winterroggen	Wintergerste	Winterweizen	Sommergerste	Hafer
	pH-Klasse A				
1	80	-	-	-	59
2	75	-	62	47	83
3	78	88	83	74	89
4	88	-	83	69	-
pH-Klasse B					
1	91	92	-	-	87
2	88	93	80	90	91
3	92	93	83	91	94
4	95	-	92	91	-

**Beispiel:** Bei einem möglichen Ertragsniveau von 60 dt/ha beträgt der Ertragsverlust für Winterroggen auf einem Boden der BG 2 und der pH-Klasse A 15 dt/ha. Bei einem Preis von 12 €/dt bedeutet das einen **jährlichen Umsatzverlust von 180 €/ha**.

### Frage 13: Mit welcher Priorität findet in Ihrem Betrieb die Kalkung statt?

(ggf. mehrere Antworten möglich.)

- unabhängig von den Ergebnissen der Bodenuntersuchung (erfolgt in größeren Abständen) wird jährlich ein Teil der Flächen gekalkt, um das Absinken auf schlechte pH- Werte in jedem Fall zu verhindern
- nur wenn die Bodenuntersuchung einen Kalkbedarf ausweist, wird dieser abgedeckt
- werden niedrige pH- Werte ermittelt, findet die Aufkalkung in jedem Fall statt, auch wenn dafür bei der N-Düngung gespart werden muss
- in Jahren mit schlechtem Betriebsergebnis wird die Kalkung aufgeschoben, da keine unmittelbare Auswirkung zu erwarten ist
- sonstige Strategien

.....  
 .....

### Fakt: Kosten der Gesundungskalkung zum Erreichen der Gehaltsklasse C

Bei einem pH-Wert von 4,5 besteht zur Erreichung der optimalen Gehaltsklasse für ein BG 2-Fläche lt. LUFA- Empfehlung ein CaO- Bedarf von 5,7 t/ha. Die Kosten für die Gesundungskalkung wären in Höhe von 6 Cent/kg CaO auf die ersten beiden Jahre zu kalkulieren (Gabenteilung 4 t CaO/ha und 1,7 t CaO/ha notwendig). Im sechsten Jahr wäre dann wieder eine Erhaltungskalkung in Höhe von 1,0 t CaO/ha vorzusehen. Jeweils sind zusätzlich die Ausbringungskosten zu kalkulieren. Den Vergleich der zu erwartenden Kosten-, Ertrags- und Erlösentwicklung gegenüber einer Variante ohne Kalkung zeigt die folgende Tabelle am Beispiel von Roggen:

Tabelle 5: Wirtschaftlichkeit der Aufkalkung von GHK A auf GHK C (Preis: Roggen 12,- €/dt, kohlensaurer Kalk 25,- €/t) (Dirk Scheibe, LAB-GmbH)

für 1 ha	Jahr 1	Jahr 2	Jahr 3	Jahr 4	Jahr 5	Jahr 6	Jahr 7	Jahr 8	Summe
Erträge bei Aufkalkung dt	45	55	60	60	60	60	60	60	460
Erlöse bei Aufkalkung €	540	660	720	720	720	720	720	720	5520
Kosten zur Aufkalkung €	240	102	0	0	0	60	0	0	402
Kalk streuen 16 €/ha	16	16				16			
Erträge ohne Aufkalkung dt	45	45	45	40	45	40	40	40	340
Erlöse ohne Aufkalkung €	540	540	540	480	540	480	480	480	4080
Wirtschaftlichkeit	-256	2	180	240	180	164	240	240	1038

**Fazit:** Lediglich im ersten Jahr der Gesundungskalkung übersteigen die zusätzlichen Kosten den entstehenden Mehrerlös. Langjährig betrachtet ist die optimale Kalkversorgung des Bodens bei den meisten Betrieben immer wirtschaftlicher, als auf die Aufkalkung zu verzichten.

## Fakt: Teilschlagspezifische Bewirtschaftungsmethoden

Die GPS-gestützte Bodenuntersuchung ermöglicht einerseits das Wiederauffinden der Untersuchungsraaster und der Probenentnahmestellen, andererseits können Nährstoffkarten die Kalkversorgungssituation der Schläge anschaulich darstellen. Gleichzeitig werden wichtige Voraussetzungen für die teilflächenspezifische Kalkung geschaffen.

Die fachlich korrekte Gehaltsklassenbestimmung nach VDLUFA setzt die Zuordnung der Teilschläge zu Bodengruppen voraus (hier kleine Zahl)

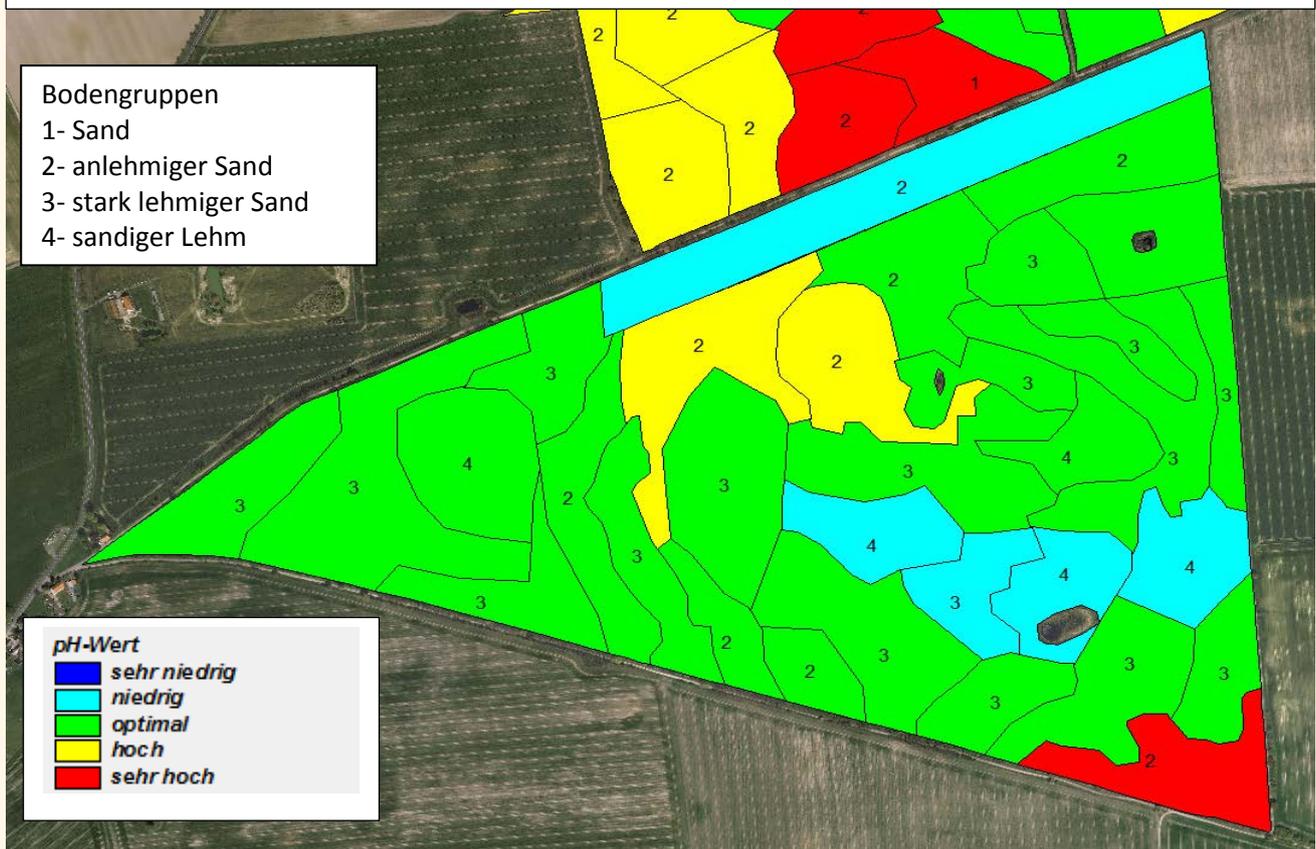


Abbildung 4: Nährstoffkarte nach der GPS-gestützten Bodenuntersuchung (LAB-GmbH)

### Frage 14: Findet die Bodenuntersuchung in Ihrem Betrieb GPS-gestützt statt?

- ja, mit eigener GPS- und Probenahmetechnik       ja, über einen Dienstleister  
 nein

### Frage 15: Werden in Ihrem Betrieb Nährstoffkarten zur Unterstützung der bedarfsgerechten Kalkausbringung genutzt?

- nein  
 wir haben Nährstoffkarten, können sie aber nicht für die Kalkung nutzen  
 ja, die Karten werden dem Traktoristen für die Kalkausbringung in die Kabine gegeben, danach können dann die notwendigen Kalkmengen reguliert werden  
 ja, die Nährstoffkarte dient als Grundlage für die GPS-gestützte Kalkapplikation

## Fakt: Schlageinheitlich oder teilflächenspezifisch Kalken

Die teilflächenspezifische Kalkung erfordert die in der folgenden Abbildung dargestellten Vorleistungen sowie die dafür notwendige technische Ausstattung der Betriebe.

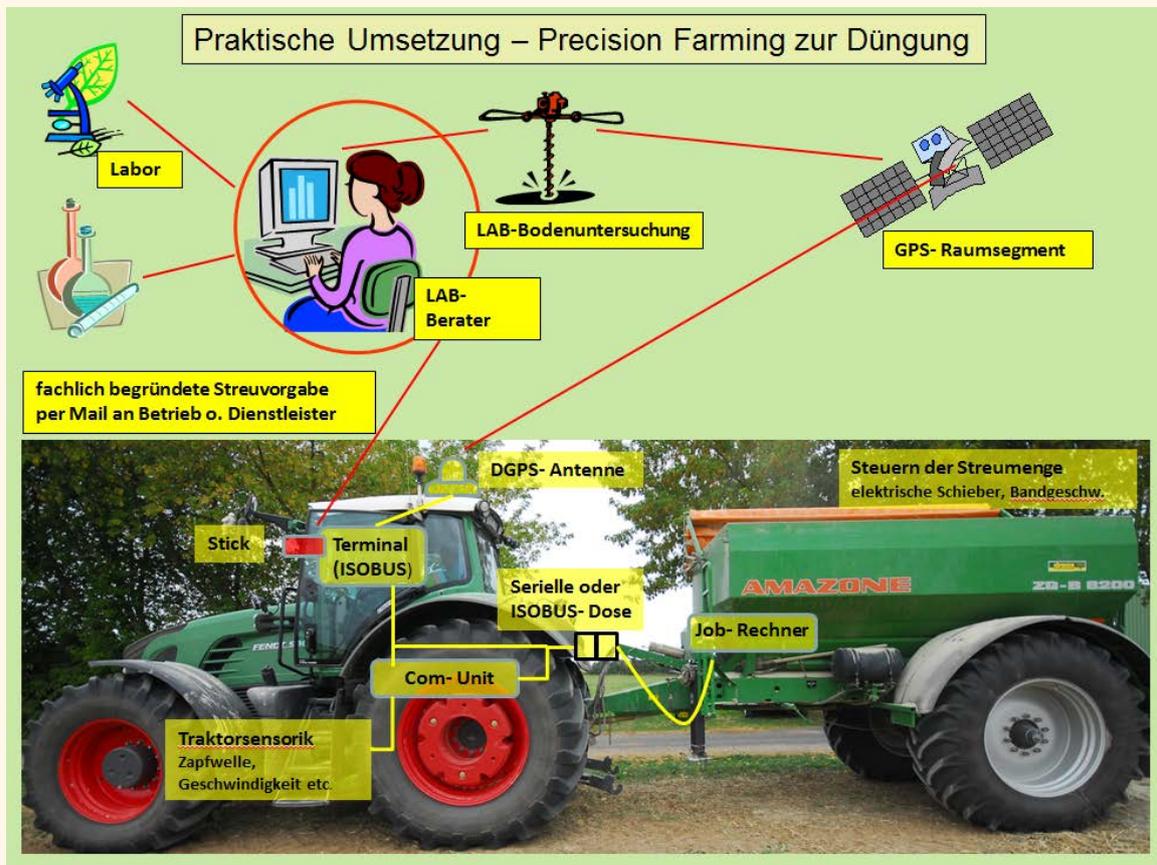


Abbildung 5: Prinzipdarstellung für die teilflächenspezifische Grunddüngung (LAB- GmbH)

### Frage 16: Halten Sie die teilflächenspezifische Kalkung in Ihrem Betrieb für sinnvoll?

ja, und sie wird auch so realisiert und zwar

mit betriebseigener Technik

mit Hilfe der Technik eines Dienstleisters

ja, jedoch fehlen dafür folgende Voraussetzungen: .....

.....

nein, weil

die Kalkversorgung der Flächen auch ohne diese Technik ausreichend optimiert wird

personelle Voraussetzungen nicht gegeben sind und nicht geschaffen werden können

die technischen Voraussetzungen nicht gegeben sind und nicht geschaffen werden

der zusätzliche Aufwand nicht gerechtfertigt erscheint

Weitere Gründe: .....

.....

**Frage 17: Welche Komponenten des Precision Farming kommen in Ihrem Betrieb schon zum Einsatz?**

- Parallelfahreinrichtung/en       automatische Lenksystem/e
- GPS- Flächenvermessungen       GPS- Bodenuntersuchung mit / ohne Nährstoffkartierung
- GPS- Ertragskartierung       mit eigenem Mähdrescher       Mähdrescher des Dienstleisters
- Kartierung der Bodenleitfähigkeit (EM 38) oder anderes System:  
.....
- Auswertungen von Fernerkundungsdaten zur Bestimmung der Bodenheterogenität
- Datenverarbeitung in Geografischen Informationssystemen zur Erstellung von Applikationskarten
  - im Betrieb selbst       durch einen Dienstleister       über eine Onlineplattform
- teilflächenspezifische Aussaat      für folgende Kultur/en .....  
.....
- teilflächenspezifische Düngung      - bitte mit DL kennzeichnen wenn über Dienstleister
  - sensorgestützt .....       Kartenansatz mit Applikationsvorschrift
  - N- Dünger       Grunddünger P + K + Mg       Kalk
  - flüssige organische Dünger       feste organische Dünger
- teilflächenspezifischer Pflanzenschutz - Technik: .....  
.....
- teilflächenspezifische Bodenbearbeitung - Technik: .....

**Frage 18: Welche Technik wird eingesetzt um Applikationskarten auf dem Schlepper zu lesen?**

- Streuer
- Terminal
- Job-Rechner
- Sonstige:

.....  
.....

## Fakt: Sensoren zur Bestimmung der Bodenheterogenität in der Praxis

Im Rahmen der Projektarbeit, an der Sie sich durch die Beantwortung der Fragen gerade beteiligen, werden Ergebnisse der Forschung auf ihre Praxistauglichkeit geprüft. Es geht darum zu erproben, ob die für das Kalkmanagement wichtigsten Kenngrößen **Bodenart**, **Humusgehalt** und **pH-Wert** schnell, kostengünstig und kleinräumig erfasst werden können. Dazu werden das im Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren entwickelte Sensorsystem „Geophilus“ und die Veris-Sensorplattform (amerikanische Entwicklung) auf Herz und Nieren geprüft, verbessert und für den breiten Einsatz zunächst in Brandenburger Betrieben vorbereitet.



Abbildung 6: Sensorsystem „Geophilus“



Abbildung 7: Veris- Sensorplattform

Die gewonnenen Messwerte werden durch punktuelle Laboranalysen kalibriert und für eine genauere Berechnung von Applikationskarten zur kleinräumig optimierten Kalkung genutzt. Der breite Einstieg in die Präzisionskalkung soll erleichtert werden, indem diese Streuvorschriften auf einfache Weise zu den Terminals der Traktoren übertragen und an die Kalkstreutechnik weiter geleitet werden können.

### Frage 19: Halten Sie die Unterstützung Ihres betrieblichen Kalkmanagements durch Messungen der oben beschriebenen Sensoren für zielführend?

ja, das zu erschließende Potential für die Verbesserung der Ertragsfähigkeit unserer Böden rechtfertigt diese zielführenden Untersuchungen

ja, unter folgenden Bedingungen halte ich den Einsatz der Sensoren zur kleinräumigen Bestimmung der Bodenart, des Humusgehalts und des pH-Wertes für wünschenswert:

.....  
.....  
.....

nein, weil:

.....  
.....  
.....

## Fakt: Voraussetzungen für die Präzisionskalkung: qualifiziertes Personal, moderne Technikausstattung, ausgereifte Hilfsmittel (Software)

In der Betriebspraxis beruht die teilflächenspezifische Kalkung auf einem mehrstufigen Prozess, mit den Abschnitten:

- Bestimmung der Flächenheterogenität → Schlageinteilung nach Ertragspotentialbereichen
- Bodenbeprobung mit der daran anschließenden Laboranalytik
- Nährstoffverteilkartierung
- Teilflächenspezifische Düngeplanung idealerweise mit dem Ergebnis einer Soll- bzw. Streukarte
- Abarbeitung der Streukarten über die Technikkomponenten Terminal (mit angeschlossenem GPS) und Job-Rechner am Düngerstreuer durch Ansteuerung der Dosiereinrichtungen zur Applikation einer vorgegebenen Düngermenge am vorgegebenen Ort

Die Organisation aller Prozessabschnitte erfordert hinreichend geschultes Betriebspersonal, das die Erzeugung, Verarbeitung und Umsetzung der Grundlagendaten versteht, auch wenn einzelne Abschnitte der Kette typischerweise an Dienstleister übertragen werden. Schließlich müssen bis zur Abarbeitung der Streukarten mehrmals diverse Daten-/Dateiformate, Speichermedien und Rechnerprogramme genutzt werden, unterschiedliche Koordinatensysteme für GPS- Daten und verschiedenartige Schnittstellen der Landtechnik kommen erschwerend hinzu.

### Frage 20: Worin besteht für Sie aktuell die größte Herausforderung bei der Umsetzung der teilflächenspezifischen Grunddüngung, insbesondere bei der Kalkung?

(ggf. mehrere Antworten möglich.)

- in der Findung des geeigneten Personals mit dem Interesse und der notwendigen Fachkenntnis;
- die Umsetzung halte ich für sinnvoll, es fehlt mir jedoch die notwendige Zeit für die Vorleistungen
- die Umsetzung halte ich in meinem Betrieb für vorteilhaft, jedoch scheue ich die zuvor notwendige Investition für: .....
- die Umsetzung ist mir im Moment noch zu komplex und unausgereift, bei weiterer Vereinfachung erwäge ich die teilflächenspezifische Kalkung.
- es fehlt mir an geeigneter fachlicher Unterstützung durch Dienstleister, sonst würde ich die präzise Kalkung vornehmen (lassen).
- sonstiges .....
- ich setze die teilschlagbezogene Kalkung um und sehe keine Schwierigkeiten dabei.

### Frage 20: Welche Software nutzen Sie zur Vorbereitung der präzisen Kalkung?

Name Software (ggf. Modulname) .....

### Frage 21: Wie zufrieden sind Sie damit?

- 1    2    3    4    5                       1    2    3    4    5
- 1- sehr gut                      5- sehr schlecht

**Vielen Dank,**

**dass Sie sich Zeit genommen haben den Fragebogen auszufüllen!**

**Rückführung des Fragebogens über ..**

- Ihren zuständigen Landwirtschaftsberater (Dirk Scheibe oder Ulrike Schwarzlose)
- Per E-Mail: [info@ph-bb.com](mailto:info@ph-bb.com)
- Per Post:     pH-BB GbR  
                  z.H. Anne Nagel  
                  Schicklerstr. 5, c/o. HNE Eberswalde  
                  16225 Eberswalde

**Mehr Infos über das Projekt gibt's auf**

**[www.pH-BB.com](http://www.pH-BB.com)**