

Teilflächenspezifische Kalkung

Die Antwort auf Boden- und pH-Wert-Unterschiede

Peer Leithold

Gründung 1997, ca. 3 Mio. Umsatz, 28 Mitarbeiter, davon ca. 65% Ing.

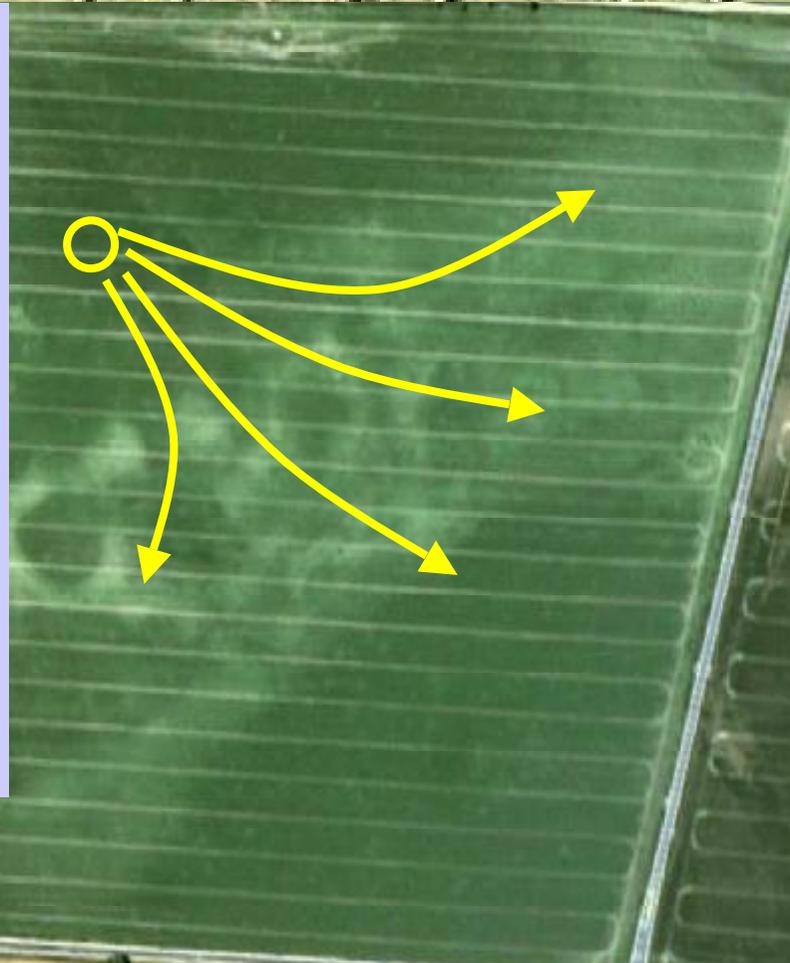
- Zielgruppe:**
1. Große Landw. Betriebe, Lohnunternehmen, Agro-Service-Unternehmen, Maschinenringe
 2. Erzeugergemeinschaften
 3. Forschung&Entwicklung, Institutionelle/ Industrielle Auftraggeber

- Generalauftragnehmer für die Konzeption, Einführung und Dienstleistung von Precision Farming Technologien
- Systemintegration
- Partner für den Transfer zwischen F+E und Praxis
- Herstellerunabhängigkeit (im Sinne von Landtechnik)
- von Einzelkomponenten bis zum Gesamtprozess
- frei wählbar zwischen externem Serviceangebot und eigener Realisierung
- eigenes Versuchswesen

Was ist Precision Farming?

Vorteile aller Anwendungen:

- höherer Ertrag 10 -20%
- Reduzierung der Betriebsmittel 10-60%
- Erhöhung der Verarbeitungsqualität
- Erhöhung der Verbraucherqualität
- Reduzieren der Stoffeinträge in die Umwelt
- Positive Beeinflussung der technologischen Eignung



- Produktionsmethoden werden unter definierten äußeren Bedingungen entwickelt
- danach Übertragung auf Praxis-Felder → große Variabilität in den äußeren Bedingungen
- Precision Farming = kleinräumig optimierter Pflanzenbau, = Differenzierte Bewirtschaftungsintensität

WACHSTUMSREGLER und FUNGIZIDE

Messen

Rechnen

Regeln



Wo stehen wir derzeit ?

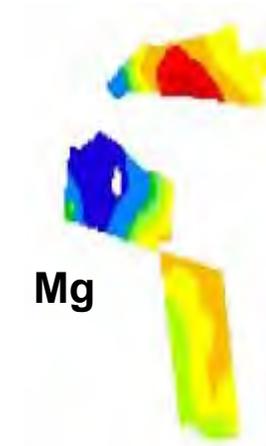
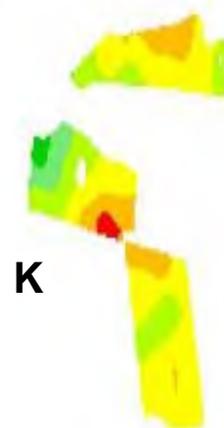
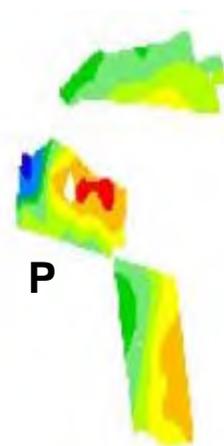


- 1. Wie sicher sind die Ergebnisse der GPS-gestützten Bodenuntersuchung?**
- 2. Die Heterogenität der Boden-Nährstoffgehalte von Praxisbetrieben**
- 3. Wie reagiert die Praxis darauf ?**
- 4. Organisation einer teilflächenspezifischen Düngung**
- 5. Betriebe nach wiederholter GPS-gestützter Bodenuntersuchung**

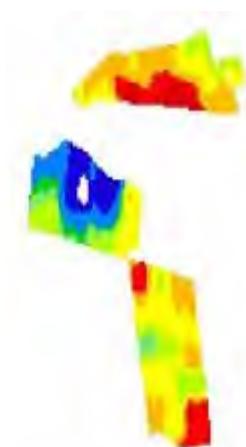
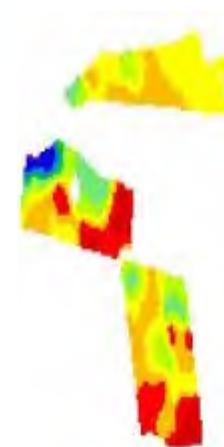
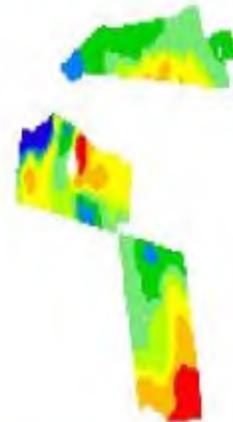
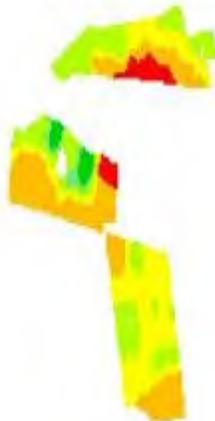
Nährstoffkartierung = Nährstoffkartierung ?



1. Beprobung durch X



2. Beprobung durch Y



Es gibt größere Unterschiede



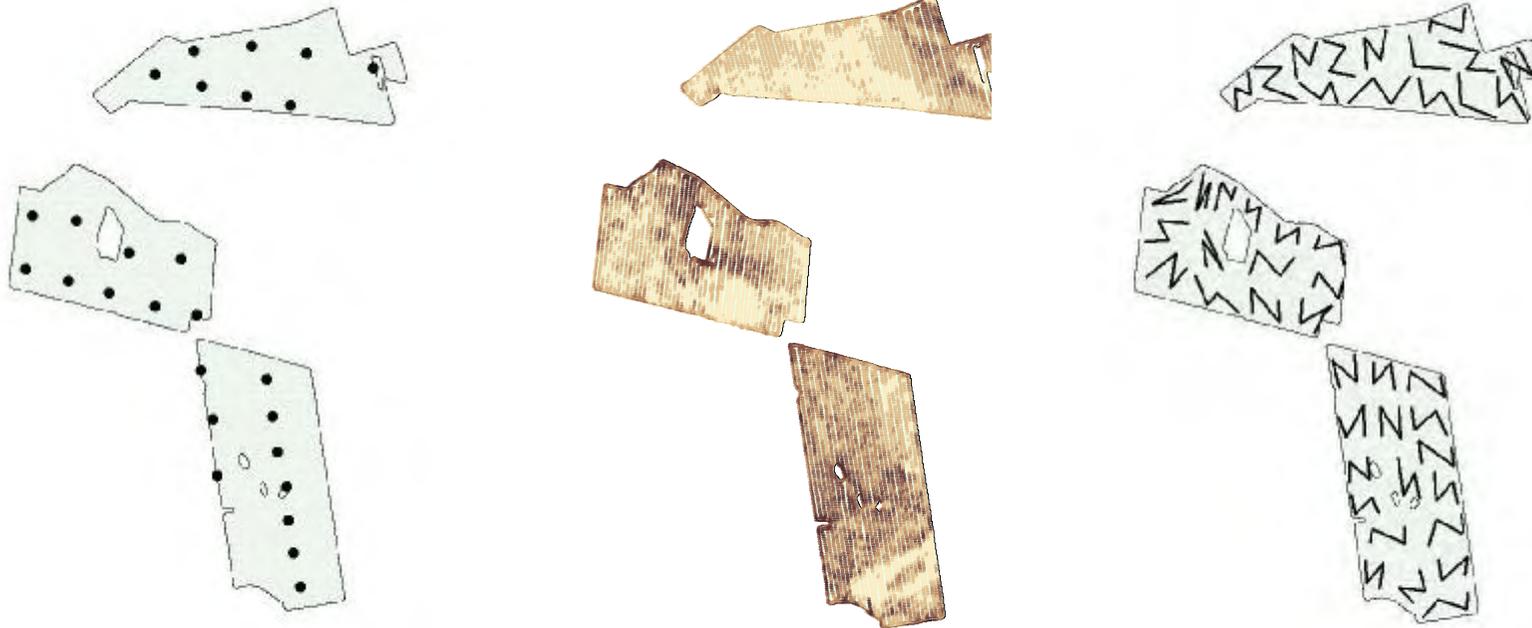
44%	27%	Identische Halb-Klasse	25 %	38 %
39%	50%	= + - 1 Halb-Klasse	44 %	48 %
17%	23%	> + - 2 Halb-Klassen	31%	14 %

Was sind die Ursachen?

Was war identisch?

à Labor

à Zeitpunkt (nahezu)



Was war NICHT identisch? à Probenehmer

à Hand-, Gerätebeprobung

à Raster (5 und 3 ha)

à Beprobungsgang (ohne, mit Dokumentation)



Wie groß ist der unvermeidbare Fehler der Probenahme und der Laboruntersuchung ?

Mittlerer Normalfehler (Variationskoeffizient s%):

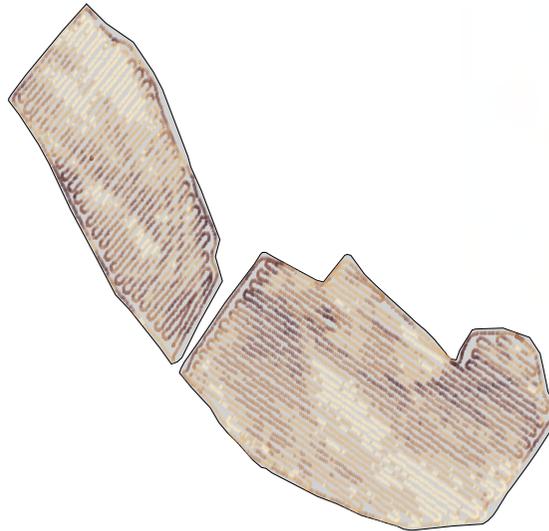
pH-Wert:	5%
P-Gehalt	20%
K-Gehalt:	25%
Mg-Gehalt:	12%

D.h. nicht das einzelne mg diskutieren, sondern auf das Niveau, die Tendenz der Entwicklung und die Unterschiede achten!

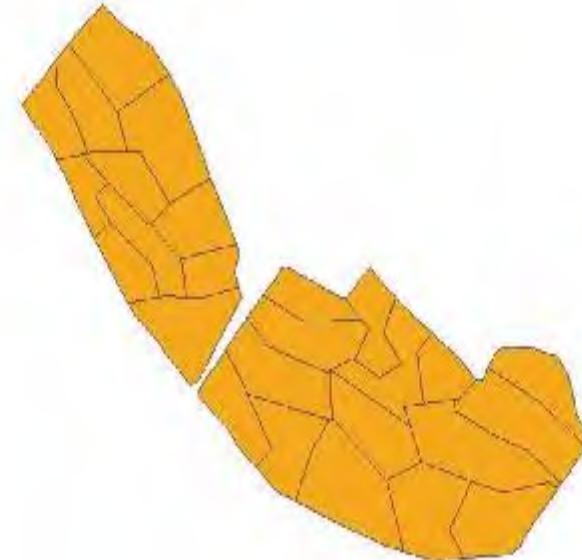
Beurteilung der Standortheterogenität



BodenScanner



Standortheterogenität

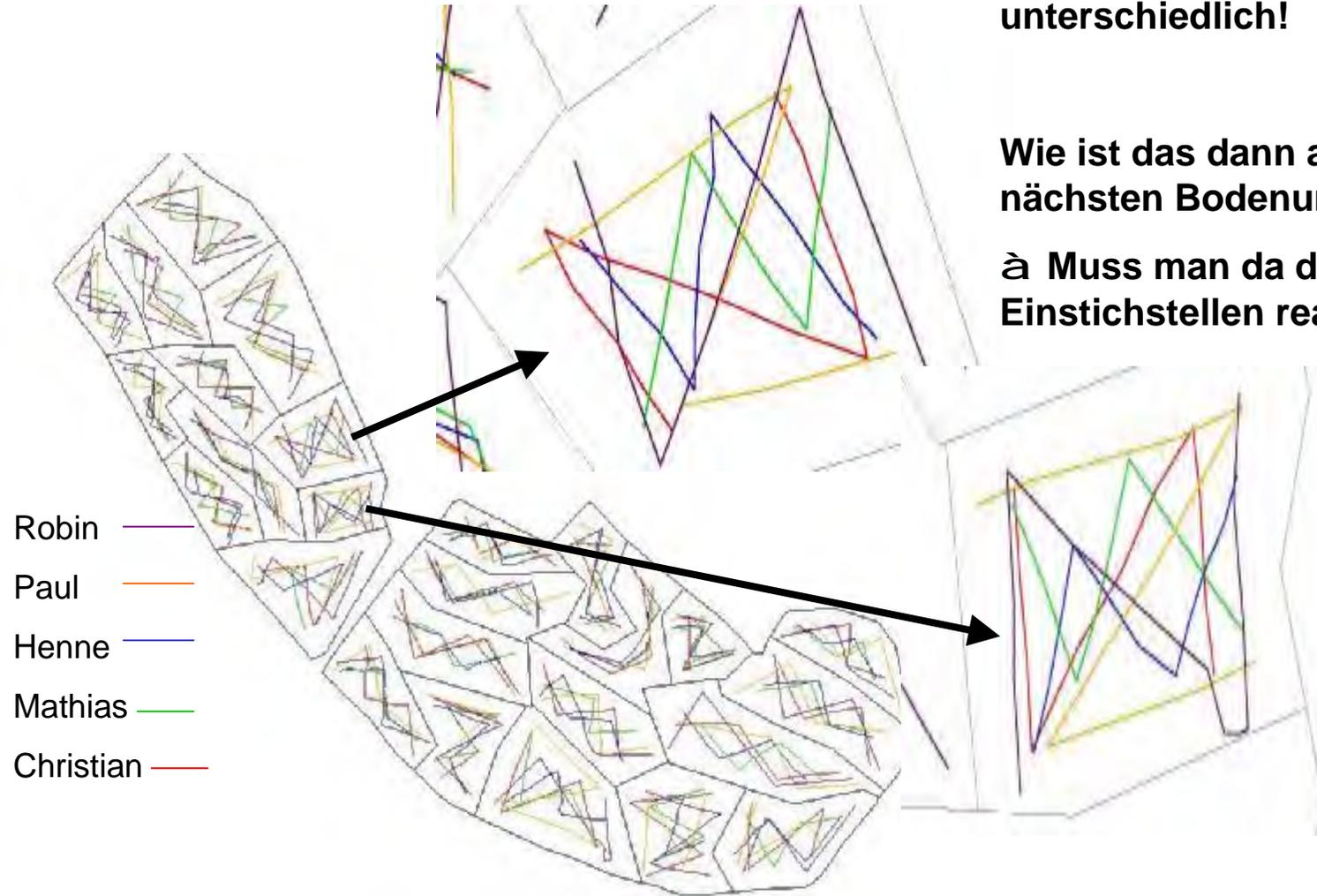


Anpassung des Beprobungsraster

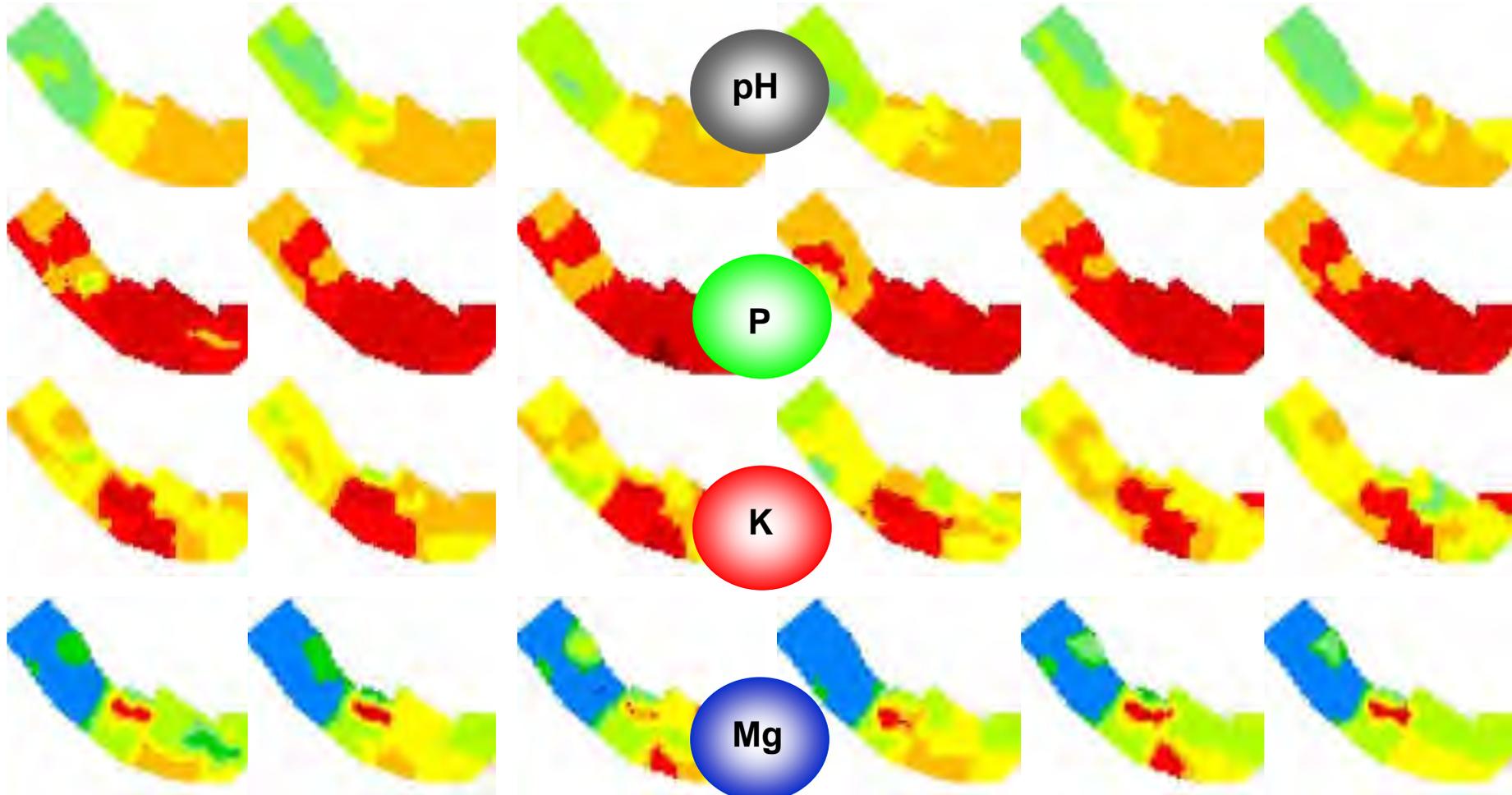
**Unterschiedliche Probenehmer
beprobten das Feld
unterschiedlich!**

**Wie ist das dann aber bei der
nächsten Bodenuntersuchung?**

**à Muss man da die identischen
Einstichstellen realisieren?**



Die Ergebnisse sind ...



Christian

Henne

Mathias

Merten

Paul

Robin



Wie groß ist der unvermeidbare Fehler der Probenahme und der Laboruntersuchung ?

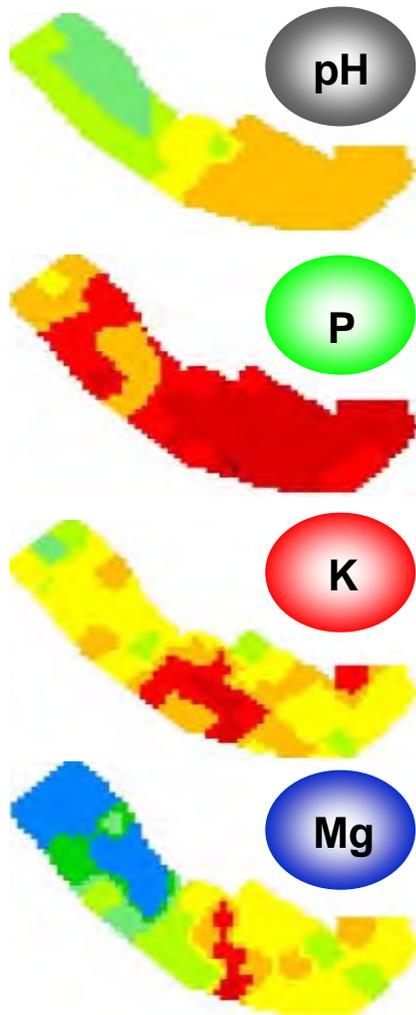
Mittlerer Normalfehler (Variationskoeffizient s%):

pH-Wert:	5%		2%
P-Gehalt	20%		14%
K-Gehalt:	25%		13%
Mg-Gehalt:	12%		8%

D.h. nicht das einzelne mg diskutieren, sondern auf das Niveau, die Tendenz der Entwicklung und die Unterschiede achten!

Eine GPS-gestützte Bodenuntersuchung reduziert den Normalfehler des Verfahrens um etwa 35-50%!

Schlussfolgerungen aus dem Versuch



1. Das Beprobungsergebnis ist unabhängig vom Probenehmer.
2. Das Beprobungsergebnis ist nicht abhängig vom direkten Wiederfinden der Beprobungslinie → keine IDENTISCHE Beprobung nötig.
3. Anstelle der direkten Planung von Beganglinien bzw. Punkten sollte in die intelligente Erarbeitung von Probenahmezonen investiert werden → BodenScanner.
4. Maschinelle Probenahme ist zuverlässiger als manuelle Probenahme.
5. Qualitätskriterium Nr.1 ist der Nachweis der Beganglinie → nur so kann Qualitätssicherung betrieben werden.
6. Das 3 ha Raster und dessen intelligente Ausrichtung garantiert reproduzierbare Werte und stellt einen vernünftigen Kompromiss dar.
7. Die GPS-Grundbodenuntersuchung, professionell geplant und durchgeführt, ist eine absolut sichere Basis für die Düngeplanung!

1. Wie sicher sind die Ergebnisse der GPS-gestützten Bodenuntersuchung?

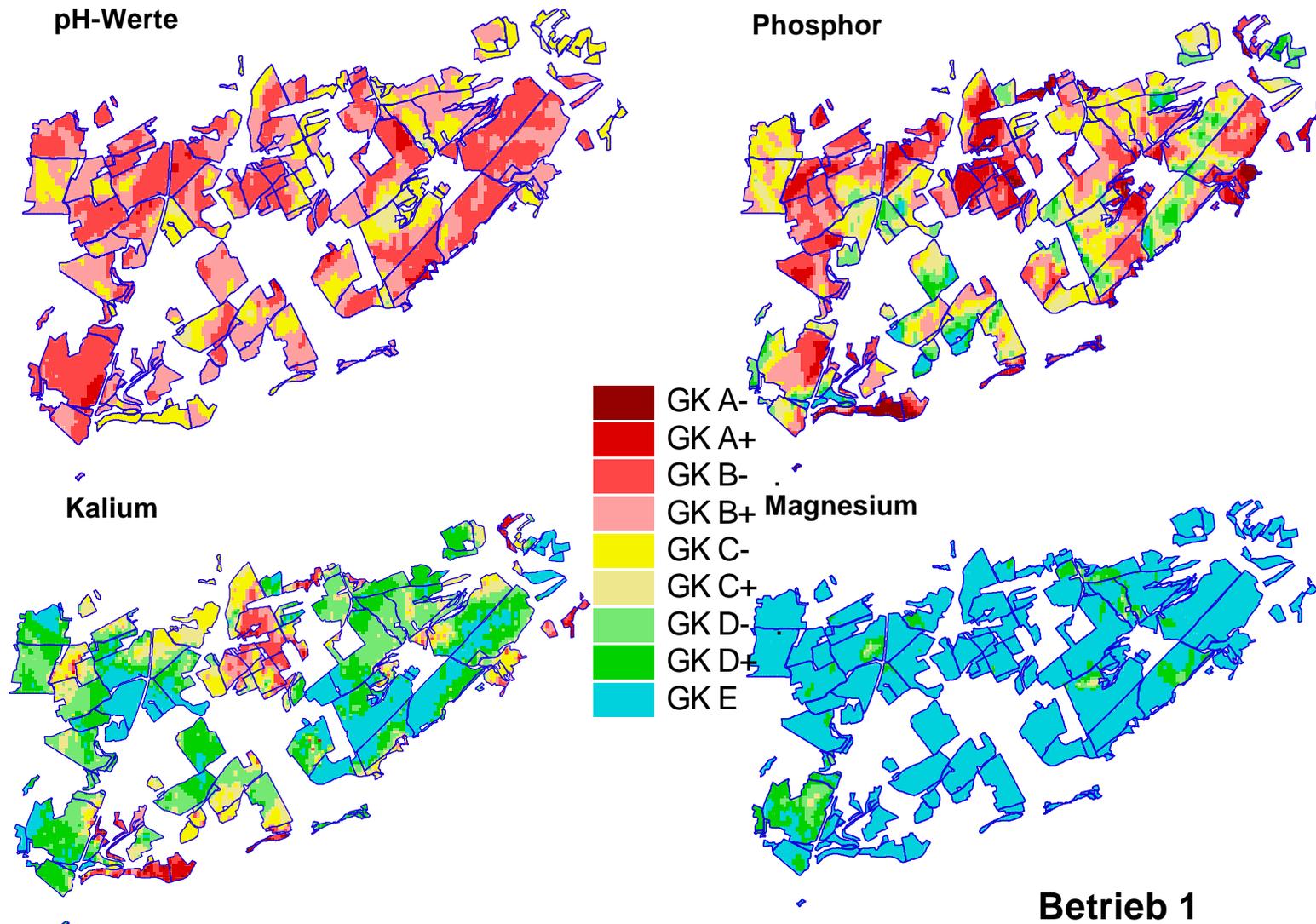
2. Die Heterogenität der Boden-Nährstoffgehalte von Praxisbetrieben

3. Wie reagiert die Praxis darauf ?

4. Organisation einer teilflächenspezifischen Düngung

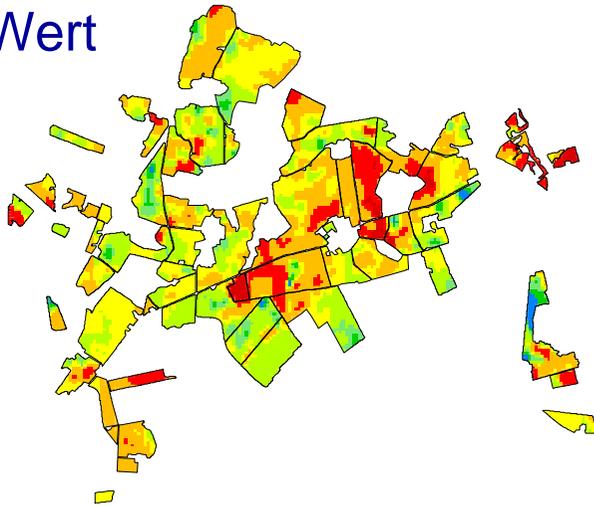
5. Betriebe nach wiederholter GPS-gestützter Bodenuntersuchung

Standorte u. Nährstoffgehalte variieren

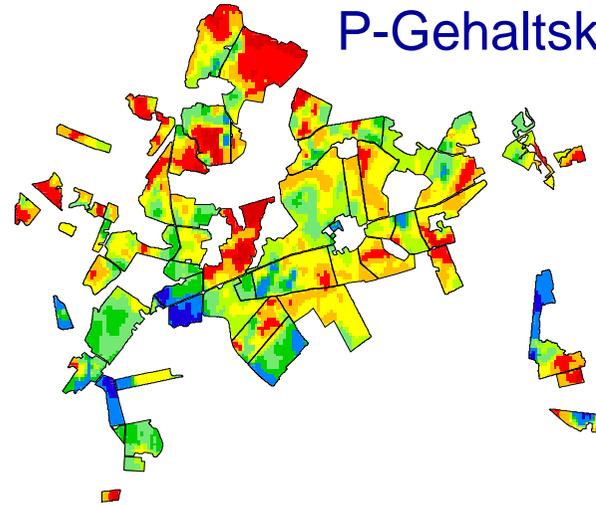


Standorte u. Nährstoffgehalte variieren

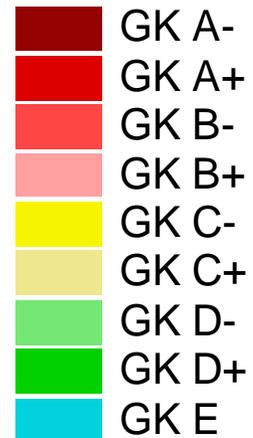
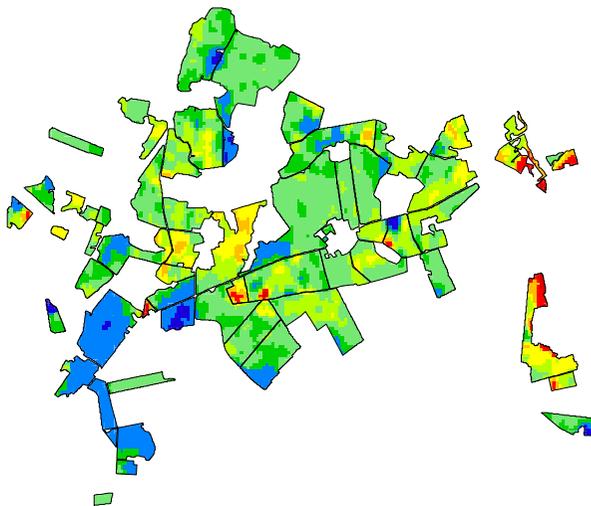
pH-Wert



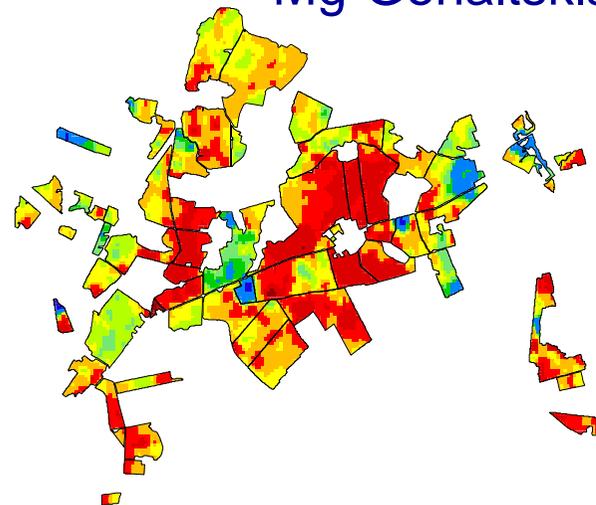
P-Gehaltsklasse



K-Gehaltsklasse



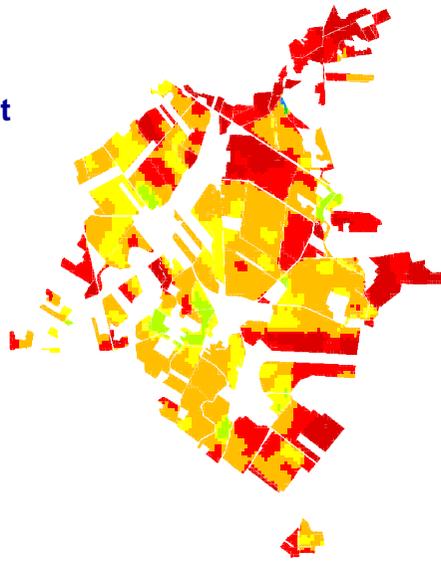
Mg-Gehaltsklasse



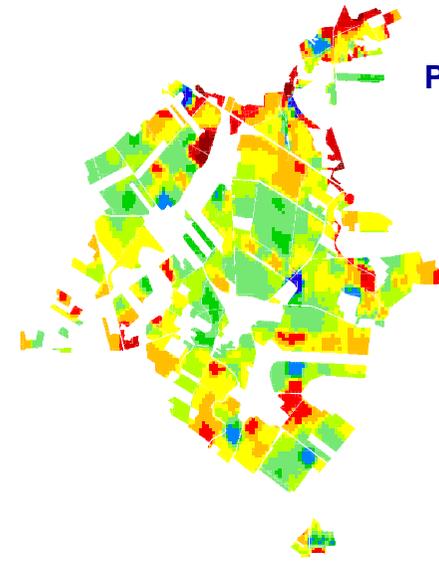
Standorte u. Nährstoffgehalte variieren



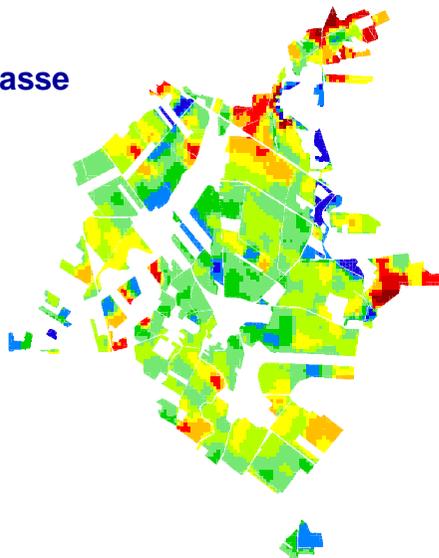
pH-Wert



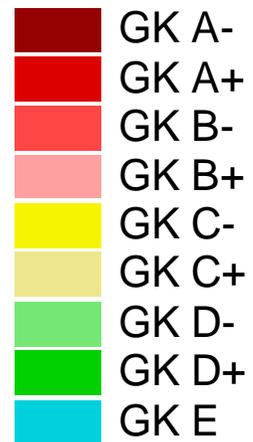
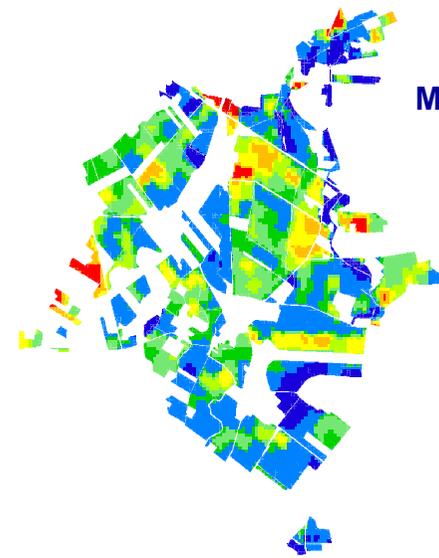
P-Gehaltsklasse



K-Gehaltsklasse

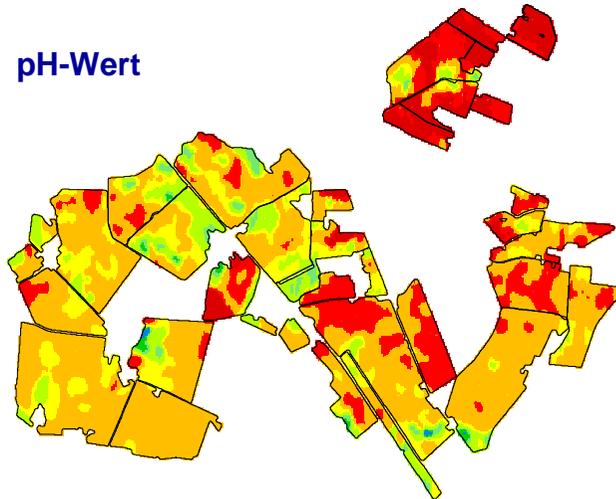


Mg-Gehaltsklasse

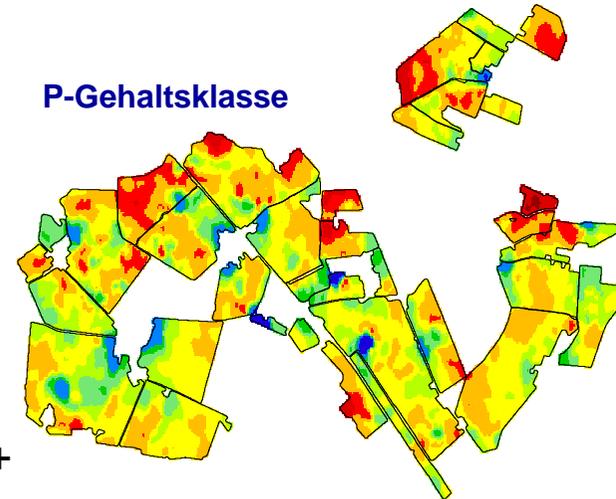


Standorte u. Nährstoffgehalte variieren

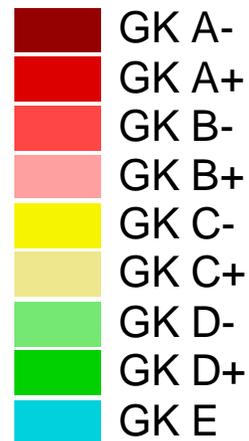
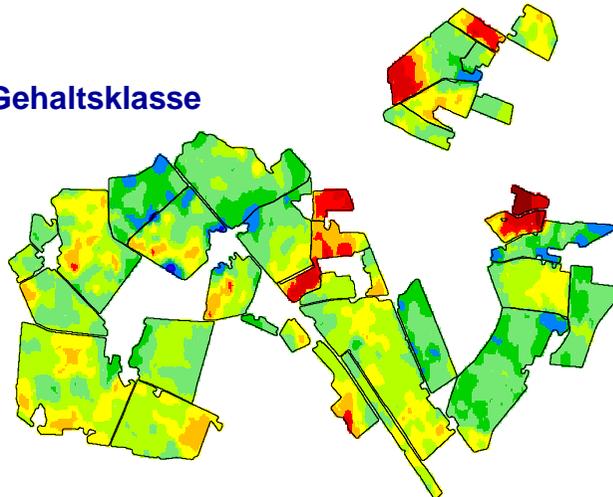
pH-Wert



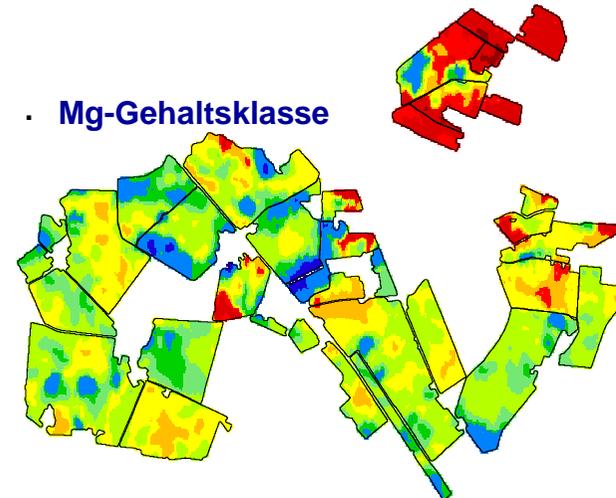
P-Gehaltsklasse



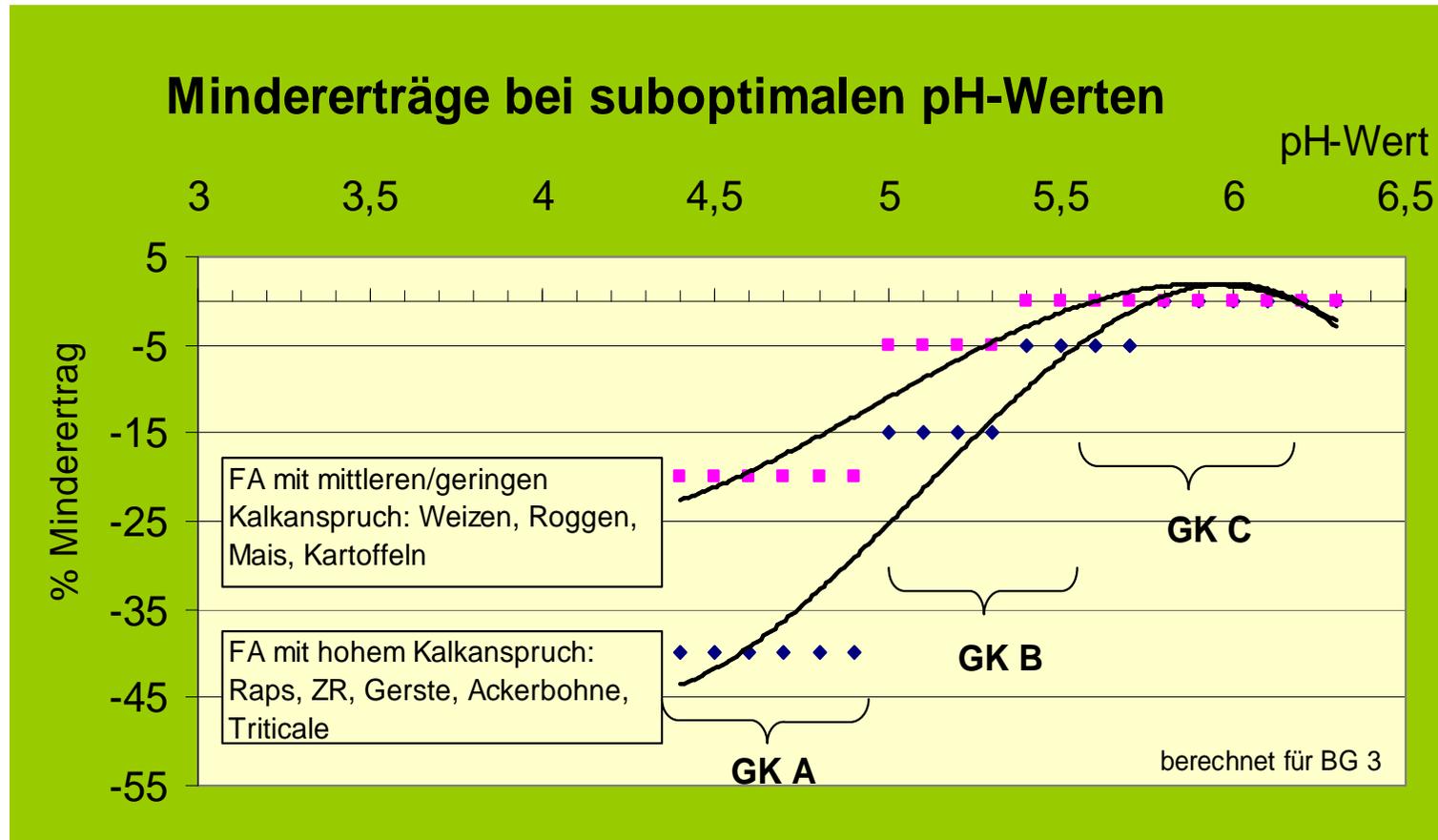
K-Gehaltsklasse



Mg-Gehaltsklasse



Fruchtarten reagieren unterschiedlich



Quelle: Kerschberger u.a.

Entgangene Erlöse bei niedrigen pH-Werten



Flächenanteile nach pH-Wert-Klassen

	Größe (ha)	A	B	C	D	E
Betrieb A	2038	40%	35%	25%	0%	0%
Betrieb B	1600	15%	10%	60%	10%	5%
Betrieb C	1200	35%	5%	55%	5%	0%
Betrieb D	800	5%	0%	40%	35%	20%
Betrieb E	1400	35%	5%	45%	10%	5%

Entgangener Ertrag, entgangener Erlös

	Ertrags- niveau (dt/ha)	Ertragsverluste in t					Ertragsverlust €/ha	
		A	B	C	D	E	100€/t	200€/t
		28%	6%	0%	0%	5%		
Betrieb A	80	1826	360	0	0	0	107	214
Betrieb B	80	538	81	0	0	32	41	81
Betrieb C	70	823	26	0	0	0	71	142
Betrieb D	80	90	0	0	0	64	19	38
Betrieb E	75	1029	33	0	0	26	78	155

Rentabilität der Teilflächendüngung



Abschätzung der Vorteilswirkung aufgrund von langjährigen Düngeversuchen und der mittleren Variabilität der Grundnährstoffversorgung auf Praxisschlägen.

Kalkung:		25-50 €/ha * Jahr
P, K, Mg:	durchschn.	GK D 10-25 €/ha * Jahr
		GK C 20-50 €/ha * Jahr
		GK B 50-80 €/ha * Jahr

**Je größer die Nährstoffvariabilität,
je größer die Schläge und
je größer der Gesamtbetrieb,
desto vorteilhafter ist die Teilflächendüngung**

Achtung:

„neue“ Preise Werte mit dem Faktor 1,5 bis 2 multiplizieren!

- 1. Wie sicher sind die Ergebnisse der GPS-gestützten Bodenuntersuchung?**
- 2. Die Heterogenität der Boden-Nährstoffgehalte von Praxisbetrieben**
- 3. Wie reagiert die Praxis darauf ?**
- 4. Organisation einer teilflächenspezifischen Düngung**
- 5. Betriebe nach wiederholter GPS-gestützter Bodenuntersuchung**

Nährstoffgehalte differenzieren



Bodenarten differenzieren

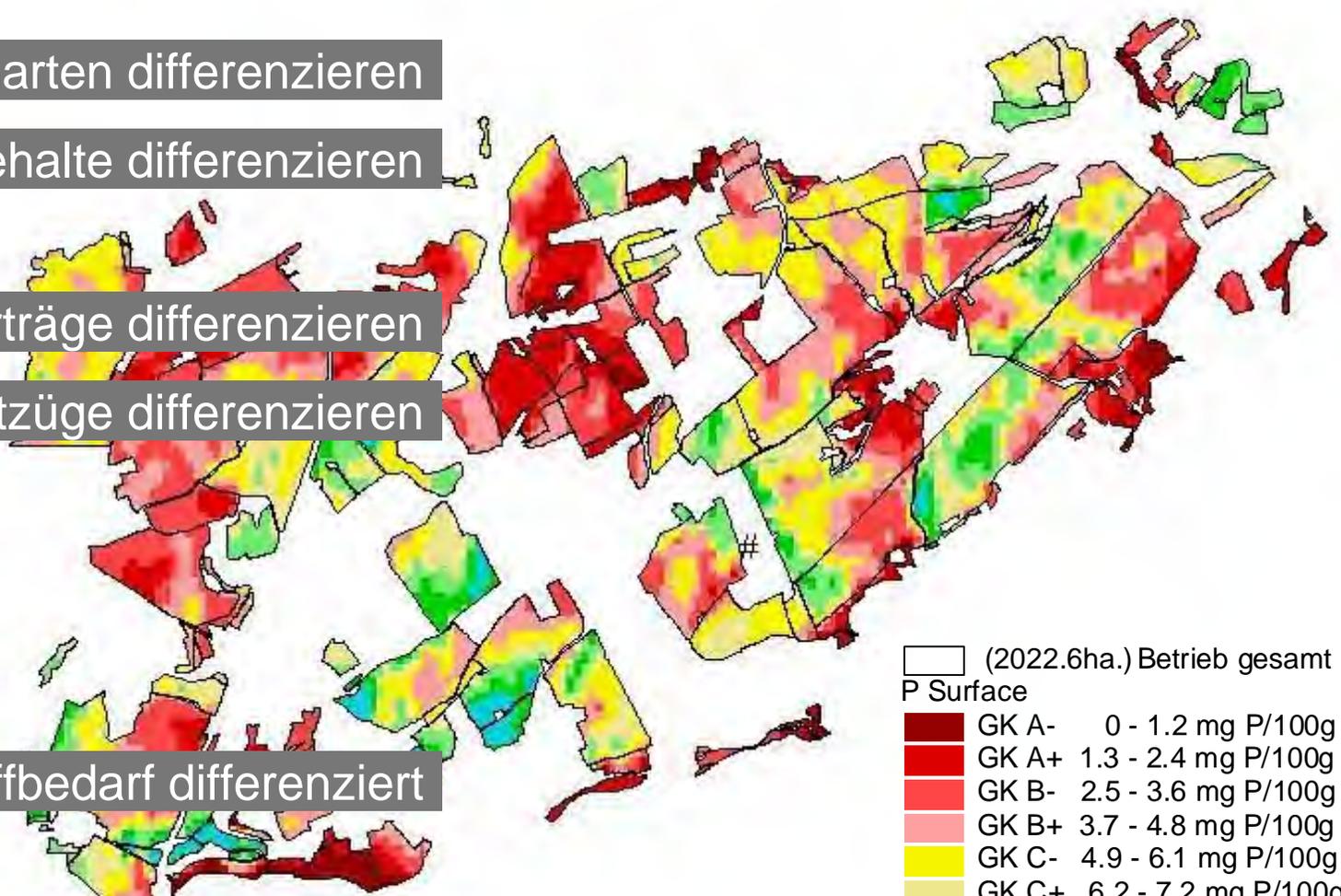
Nährstoffgehalte differenzieren

Erträge differenzieren

Entzüge differenzieren

Nährstoffbedarf differenziert

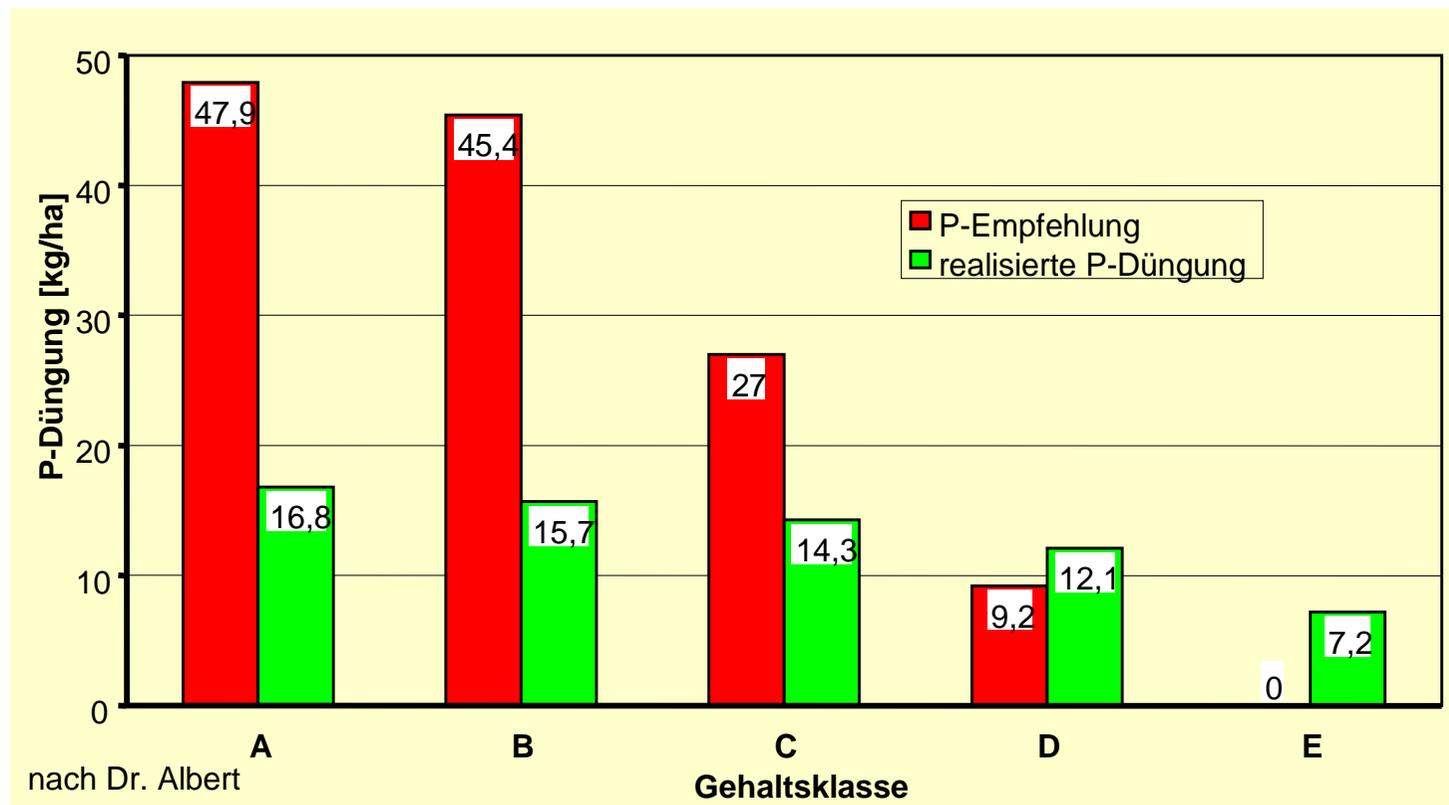
Teilflächenspezifische Düngung?



	(2022.6ha.) Betrieb gesamt
	P Surface
	GK A- 0 - 1.2 mg P/100g
	GK A+ 1.3 - 2.4 mg P/100g
	GK B- 2.5 - 3.6 mg P/100g
	GK B+ 3.7 - 4.8 mg P/100g
	GK C- 4.9 - 6.1 mg P/100g
	GK C+ 6.2 - 7.2 mg P/100g
	GK D- 7.3 - 8.8 mg P/100g
	GK D+ 8.9 - 10.4 mg P/100g
	GK E > 10 mg P/100g

Mineralische P-Düngung in Abhängigkeit von der Bodenversorgung

(Datenbasis: 72 Betriebe sowie BEFU-Rückinformationen; 1995 – 2004)



Umfrageergebnisse 2003; 1250 Betrieb NBL

- Rund 2/3 (**62%**) aller befragten Betriebe haben Erfahrungen mit **Nährstoffkartierung** (Beprobung selbst, häufiger mit Dienstleistern)
- Aber: nicht mal **5%** davon setzen die **Teilschlagdüngung** auf ihren Feldern um!

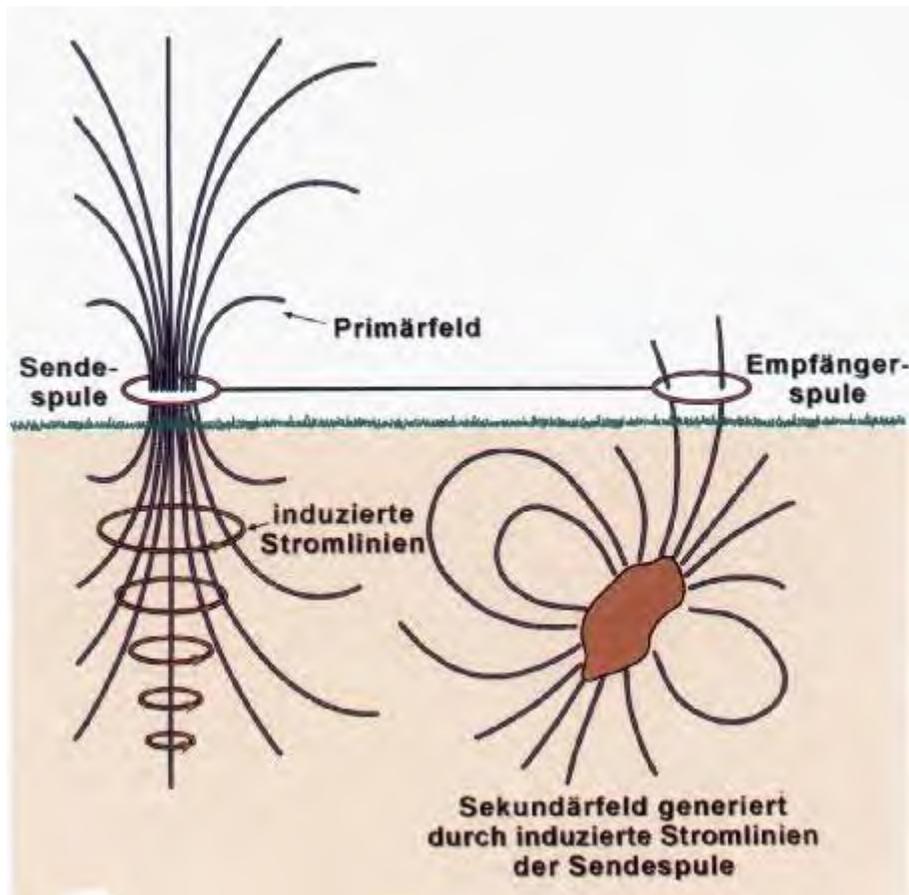
Umfrageergebnisse 2005; 2100 Agrotechnika

- Rund 50% aller befragten Betriebe haben Erfahrungen mit **Nährstoffkartierung** (Beprobung selbst, häufiger mit Dienstleistern)
- Aber: nicht mal **18%** davon setzen die **Teilschlagdüngung** auf ihren Feldern um!

Umsetzungsproblem!!!

- 1. Wie sicher sind die Ergebnisse der GPS-gestützten Bodenuntersuchung?**
- 2. Die Heterogenität der Boden-Nährstoffgehalte von Praxisbetrieben**
- 3. Wie reagiert die Praxis darauf ?**
- 4. Organisation einer teilflächenspezifischen Düngung**
- 5. Betriebe nach wiederholter GPS-gestützter Bodenuntersuchung**

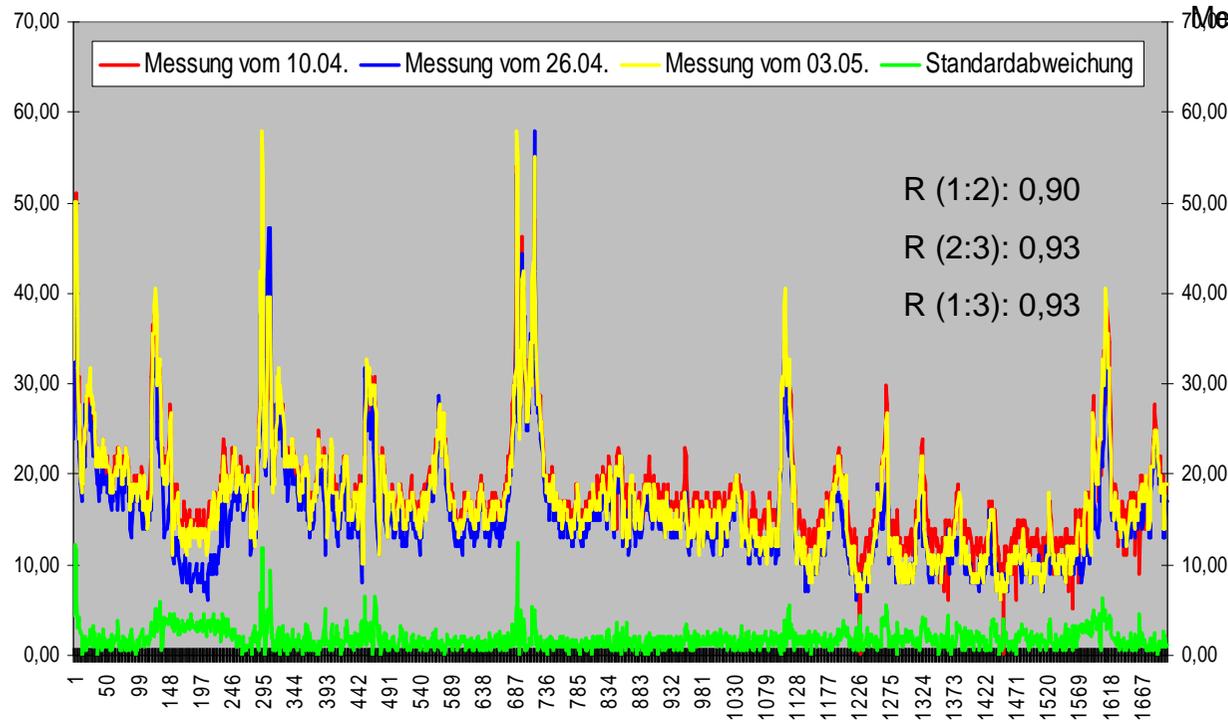
Messprinzip BodenScanner



- Mess-Schlitten aus Kunststoff
- 6-7 m hinter dem Fahrzeug
- Gekoppelt an präzises DGPS (AgGPS132)
- Fahrgassen oder „parallel swathing option“
- Messung der relativen Veränderung des Ton- und Schluffgehaltes
- Messdichte: ca. 100-120 Messwerte/1ha
- Tagesleistung 120-150 ha
- Kein Einsatz bei frischer Bodenbearbeitung
- Kein Einsatz bei tief gefrorenen Böden
- Umgebungstemperatur und Wassersättigung üben einen Einfluß auf den Meßwert aus → eher auf die absolute Höhe des Messwertes, nicht auf die Variabilität
- Wassersättigung, Humus und Kationenaustauschkapazität spielen nur in Extrema eine Rolle → auf Mineralböden vernachlässigbar

Messgenauigkeit BodenScanner

- Bodenunterschiede lassen sich stabil messen ($R > 0,9$)
- Unterschiedliche Wassersättigung wirkt sich auf die Höhe des Messsignals aus, nicht auf die räumliche Varianz



Messung am 10.04.



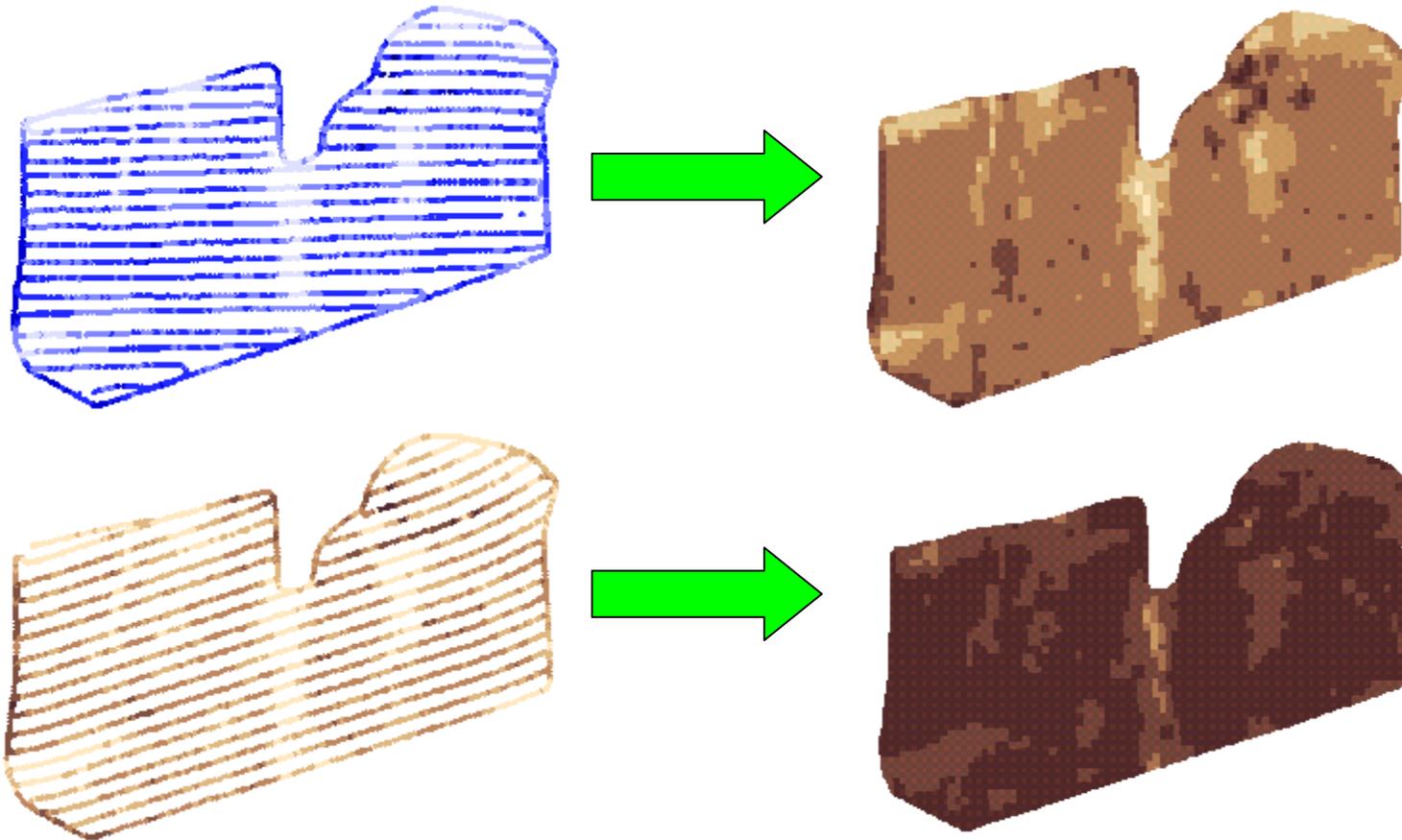
Messung am 26.04.



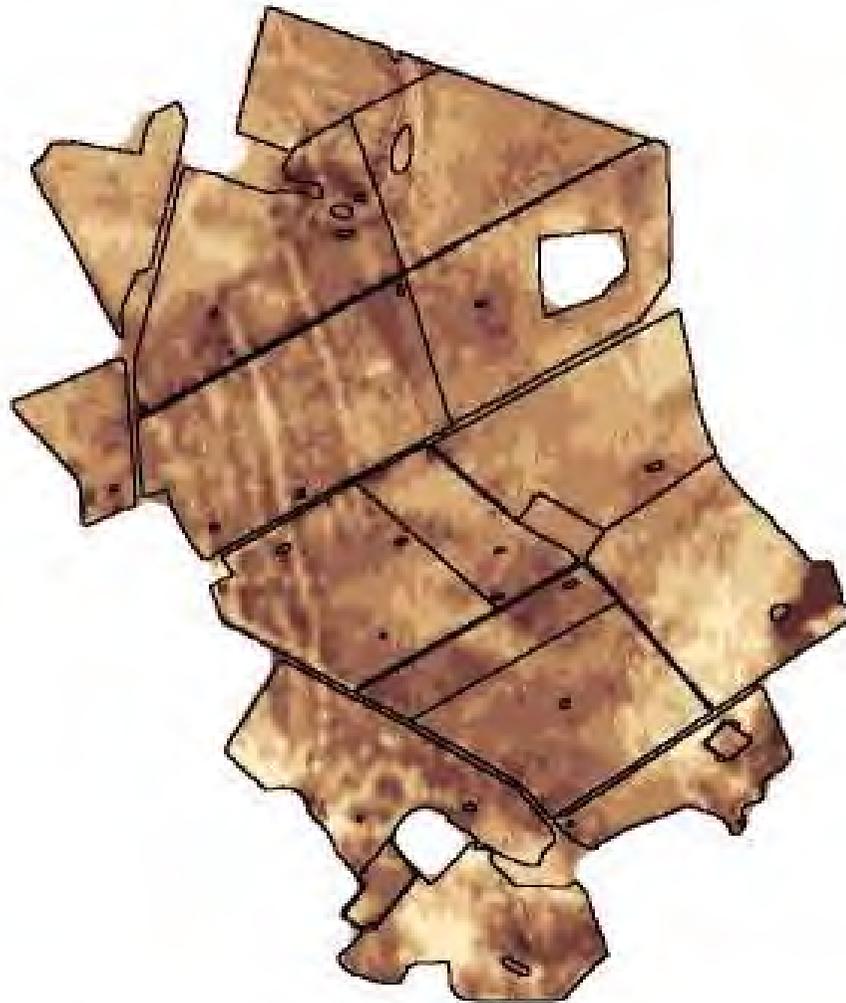
Messung am 03.05.

Wiederholungsmessungen

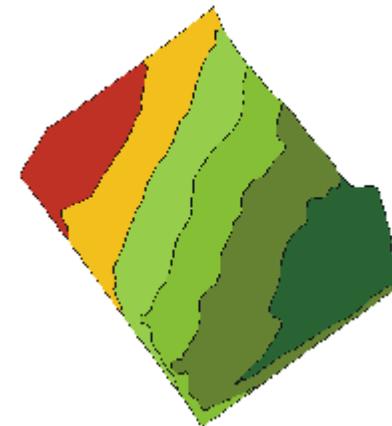
- Objektivität?
- Reproduzierbarkeit ?
- Stabiles Merkmal ?
- Informationsgewinnung terminunabhängig?
- à Precision Farming tauglich?



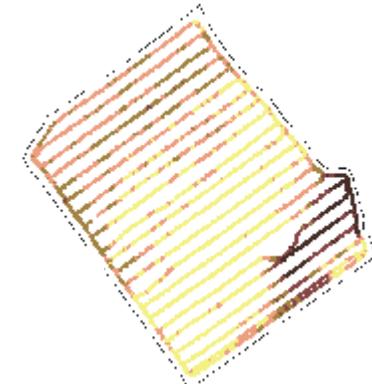
Betriebskarte der Standortheterogenität



Leitfähigkeit

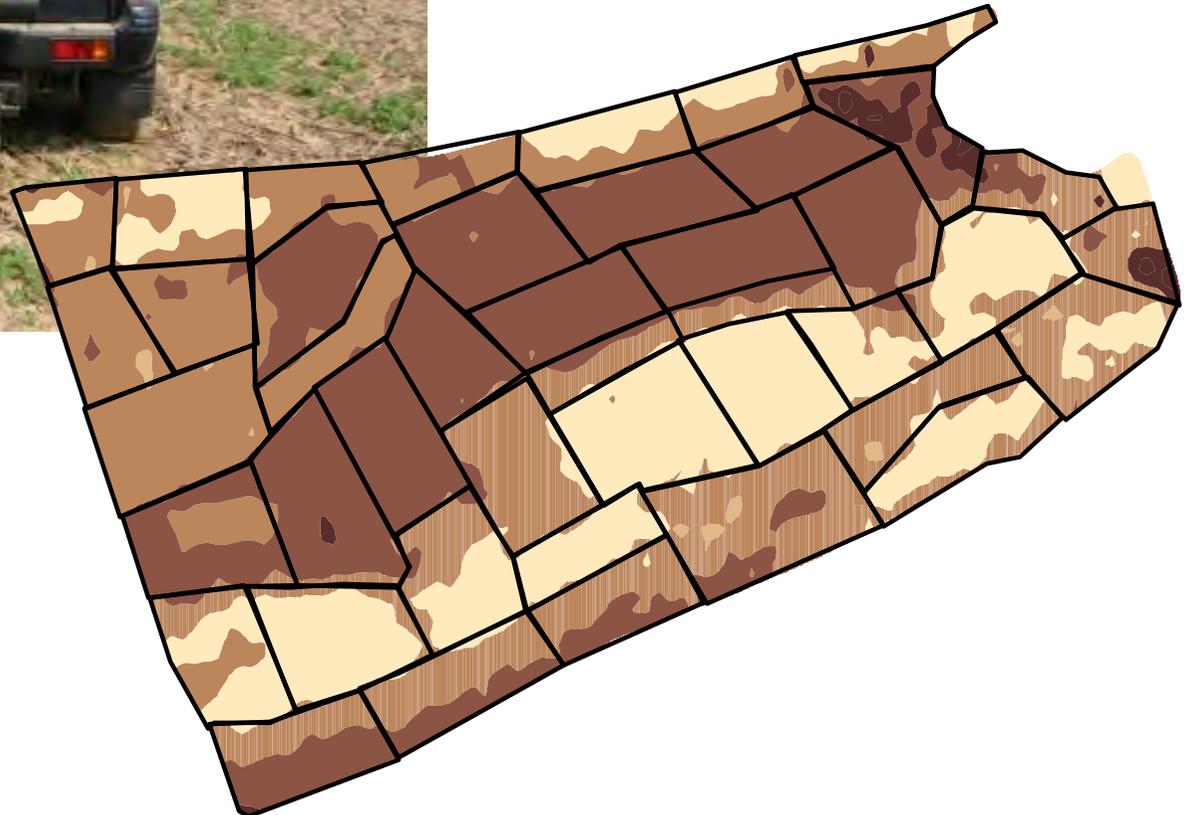
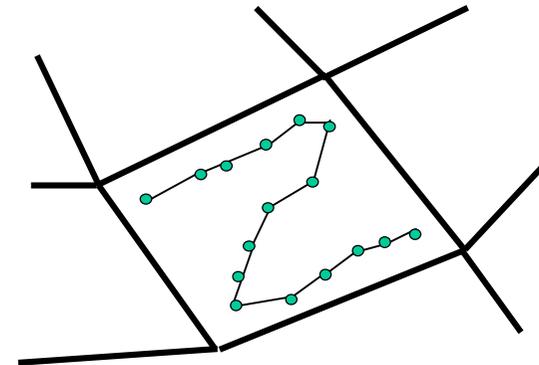


Relief



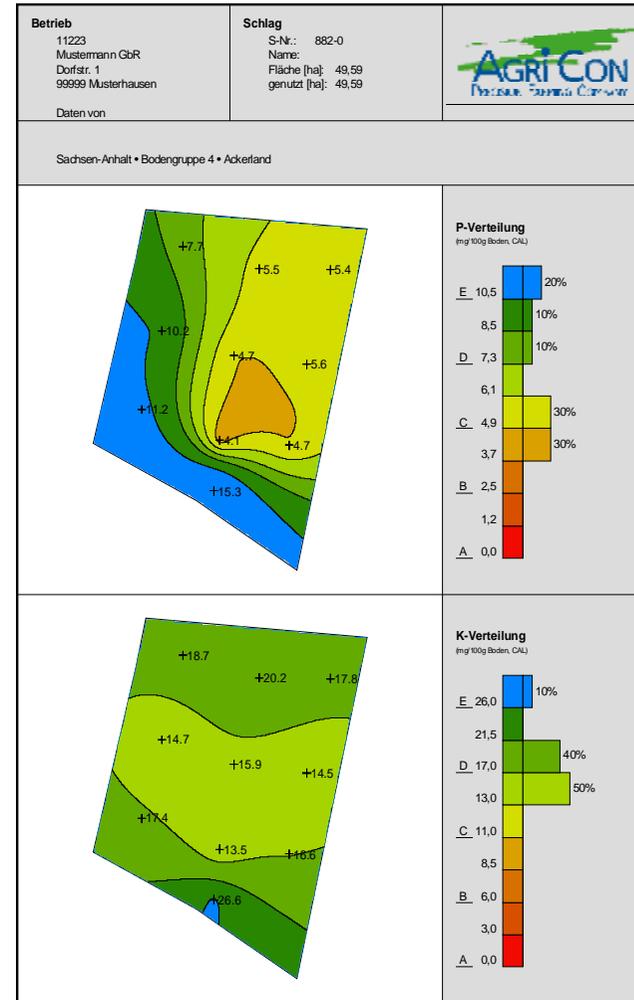
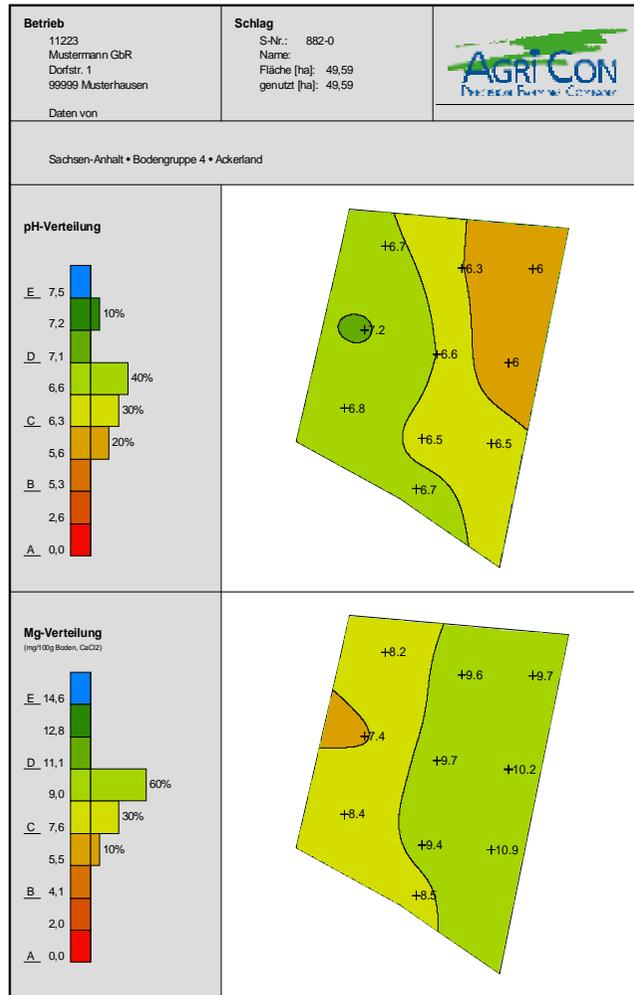
Rohdaten

Intelligente Probenahme



- Probenahmeraster starr oder dynamisch, meist 3 ha Raster
- 15-20 Einstiche/Mischprobe

Nährstoffverteilungskarten

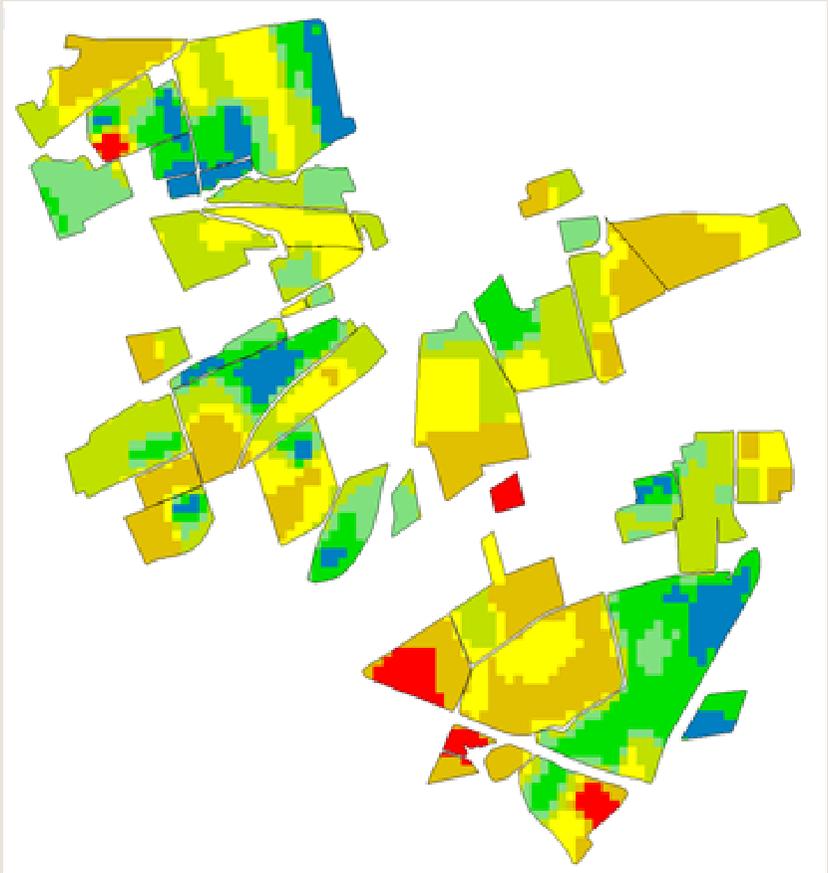


Agri Con PFDP - Windows Internet Explorer

https://pfdp.de/

Agri Con PFDP

Boden / Standortkartierung



AGRI CON
Precision Farming Daten-Portal

Betrieb / Schläge

Boden / Standortkartierung

Neue Boden-/Standortdaten einlesen

Sensorik / Bestandskartierung

Teilflächenspez. Applikationen

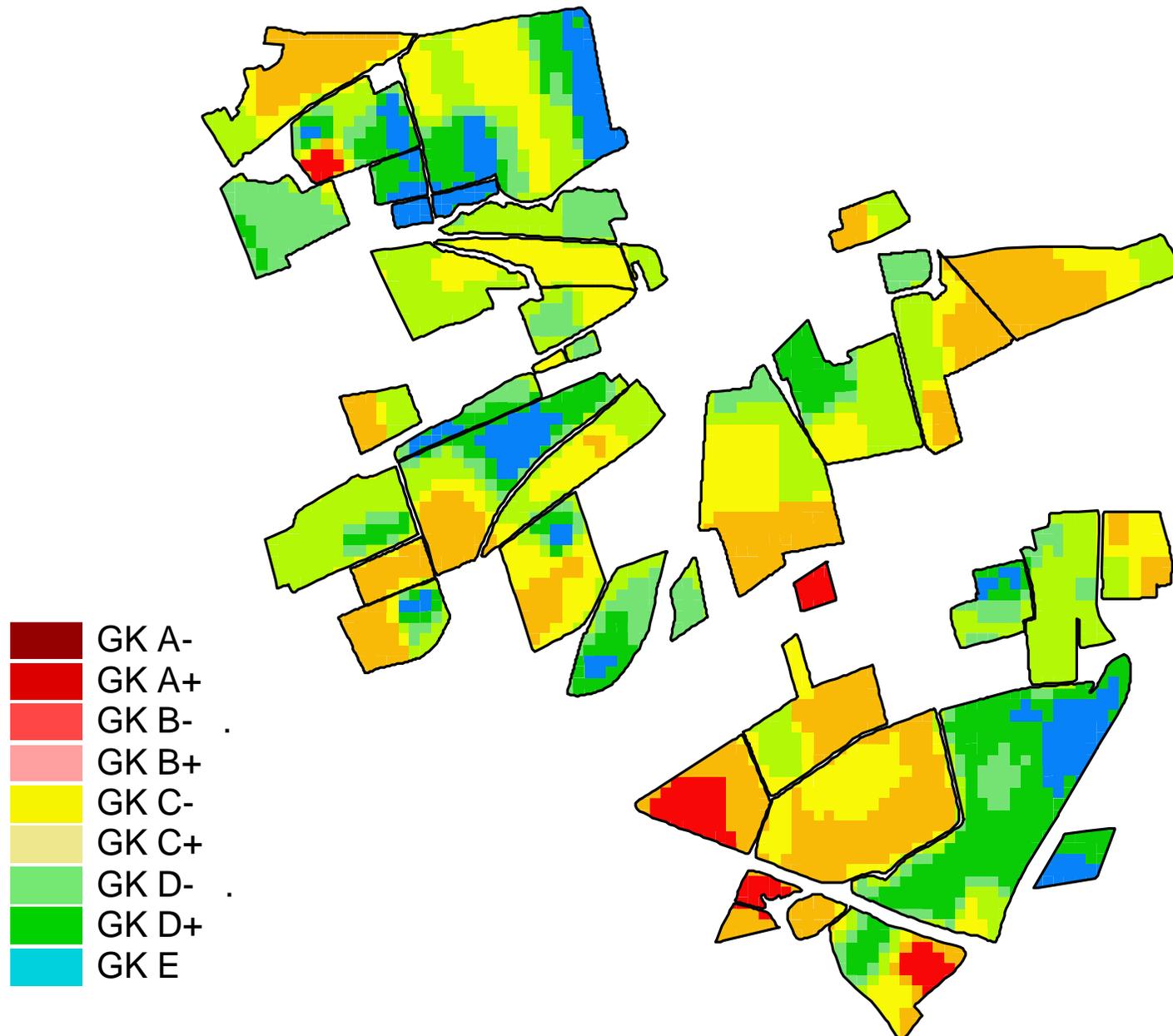
Ertragskartierung

Angemeldet:
Musterbetrieb

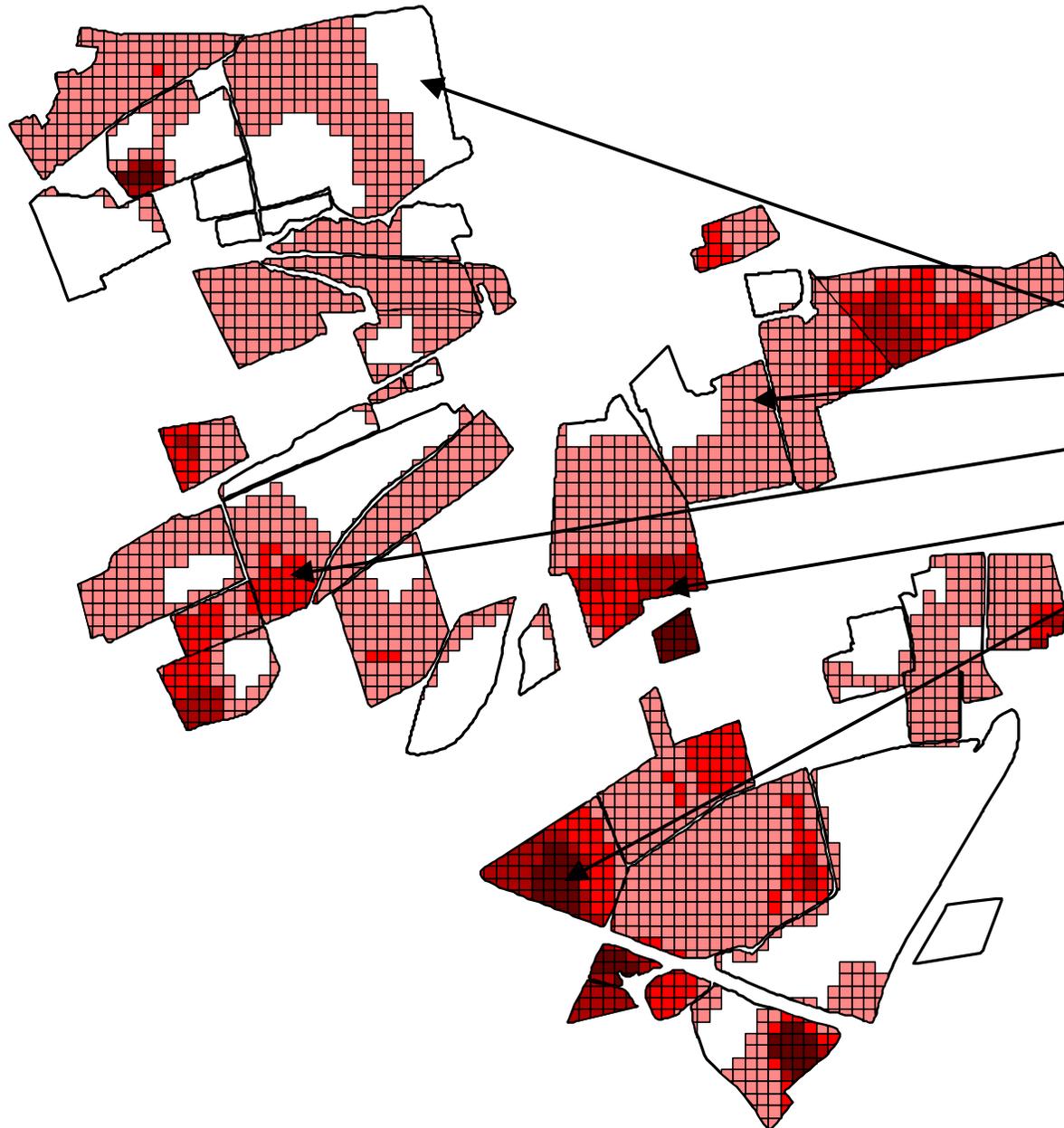
Abmelden

© Agri Con GmbH | Impressum

Von der Nährstoffverteilung ...



... Zum Düngbedarf



Gesamtbetriebsfläche: 712 ha

Kalkbedarf (ha): 467 ha

Kalkbedarf (t): 998 t

Keine Kalkung: 245 ha

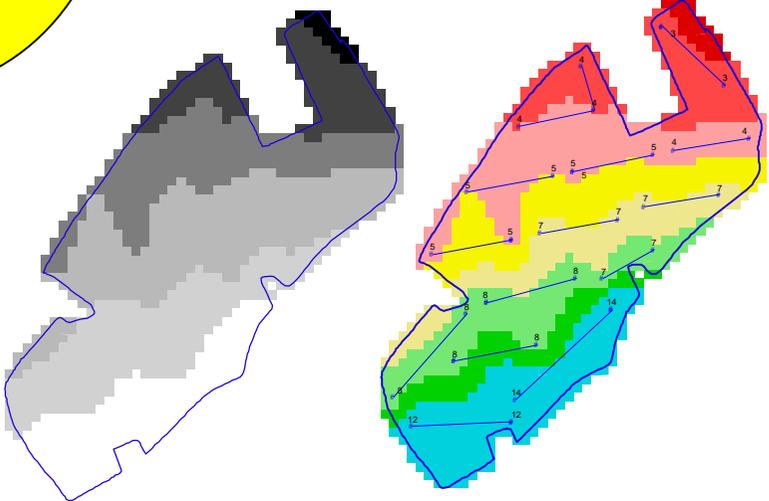
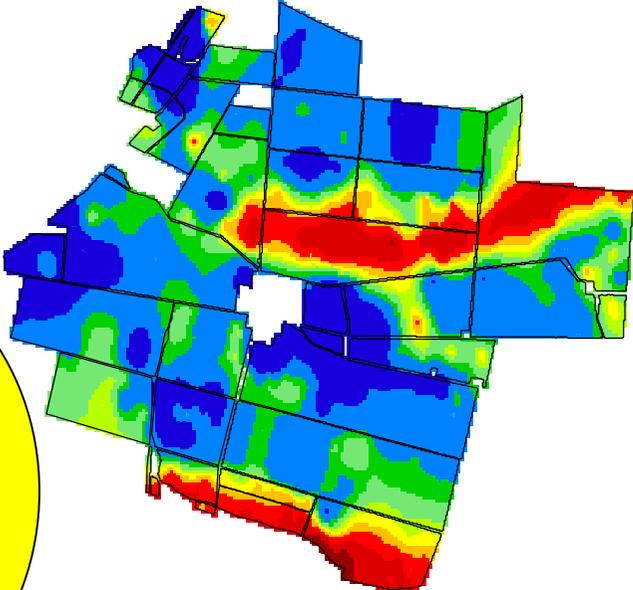
1-2 t/ha: 314 ha

2-3 t/ha: 58 ha

3-4 t/ha: 47 ha

4-6 t/ha: 44 ha

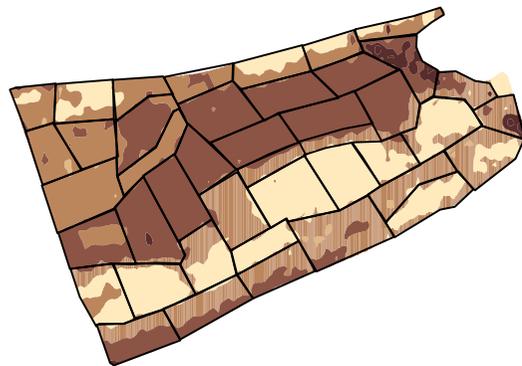
Wie geht es praktisch?



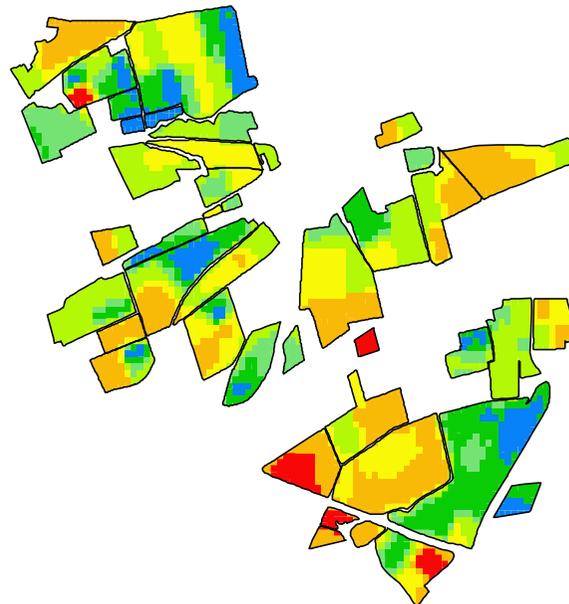
Gesamtverfahren



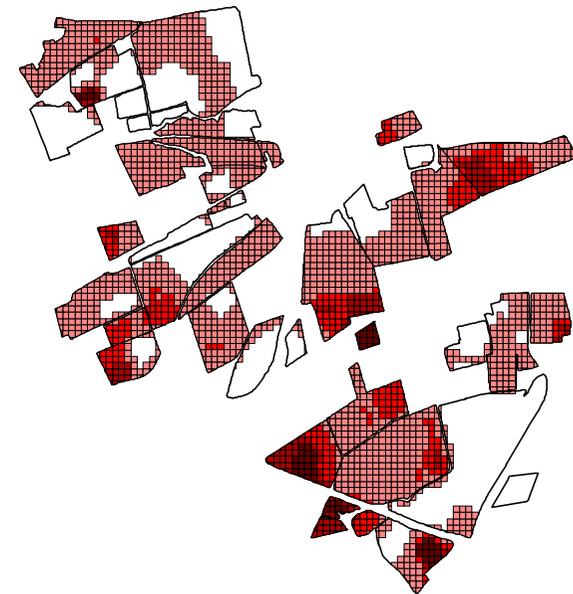
Boden-Check



Nährstoff-Check

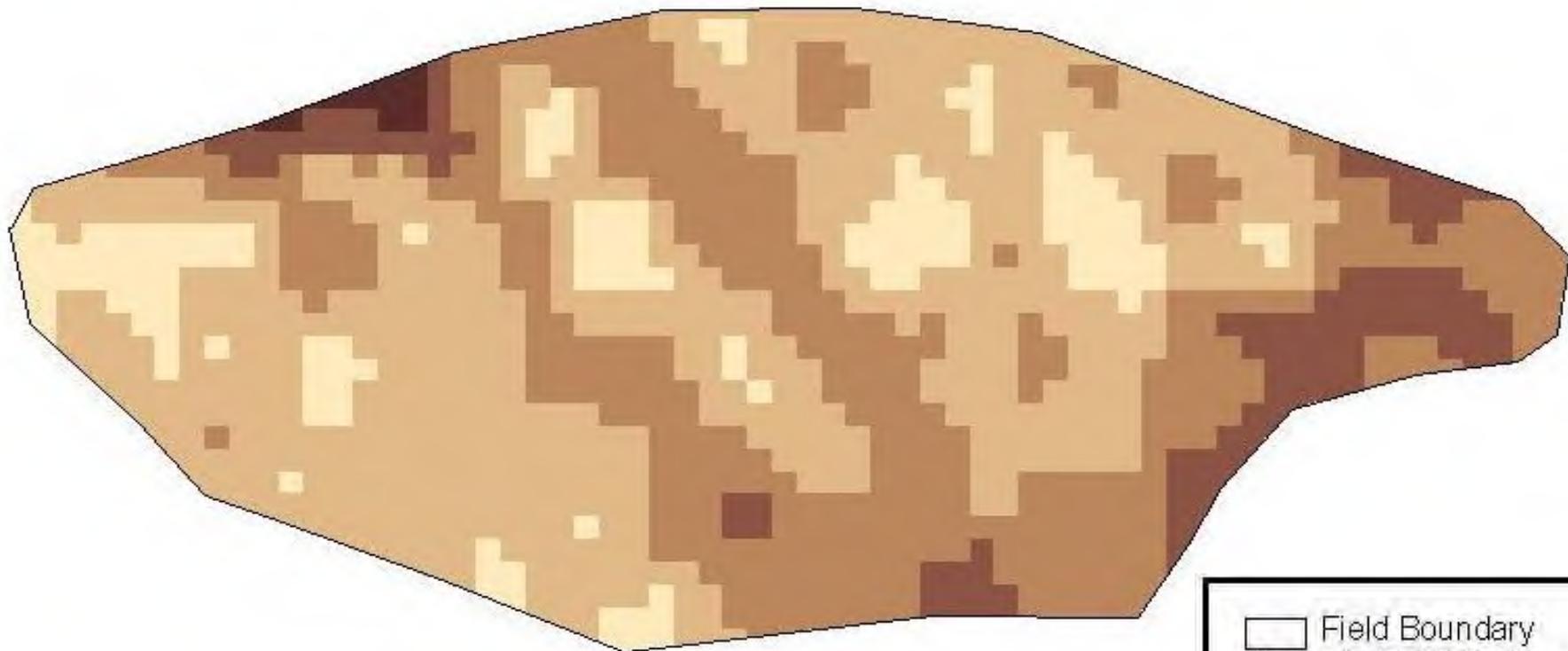


Kalkplanung & Applikation



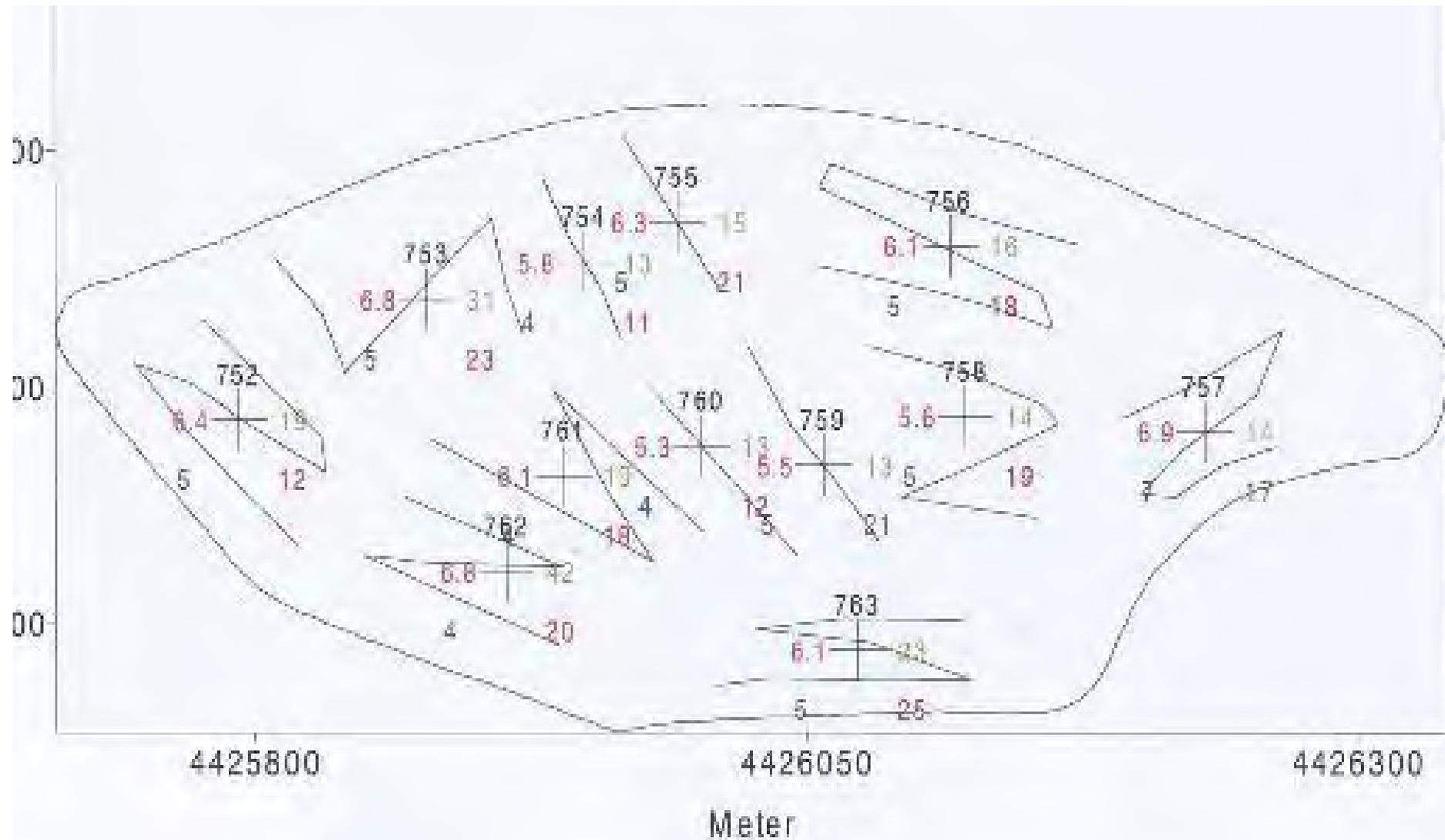
- 1. Wie sicher sind die Ergebnisse der GPS-gestützten Bodenuntersuchung?**
- 2. Die Heterogenität der Boden-Nährstoffgehalte von Praxisbetrieben**
- 3. Wie reagiert die Praxis darauf ?**
- 4. Organisation einer teilflächenspezifischen Düngung**
- 5. Betriebe nach wiederholter GPS-gestützter Bodenuntersuchung**

Bodenscannerkarte



	Field Boundary
	Clipped - Ec25 Surface
	7 - 12 (1.4 ha.)
	12 - 16 (6.1 ha.)
	16 - 20 (4.3 ha.)
	20 - 25 (1.2 ha.)
	25 - 30 (0.1 ha.)

Bodenprobenahmeorte

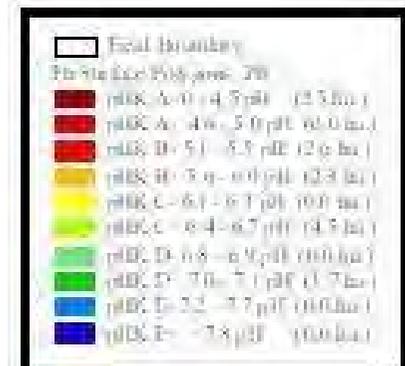
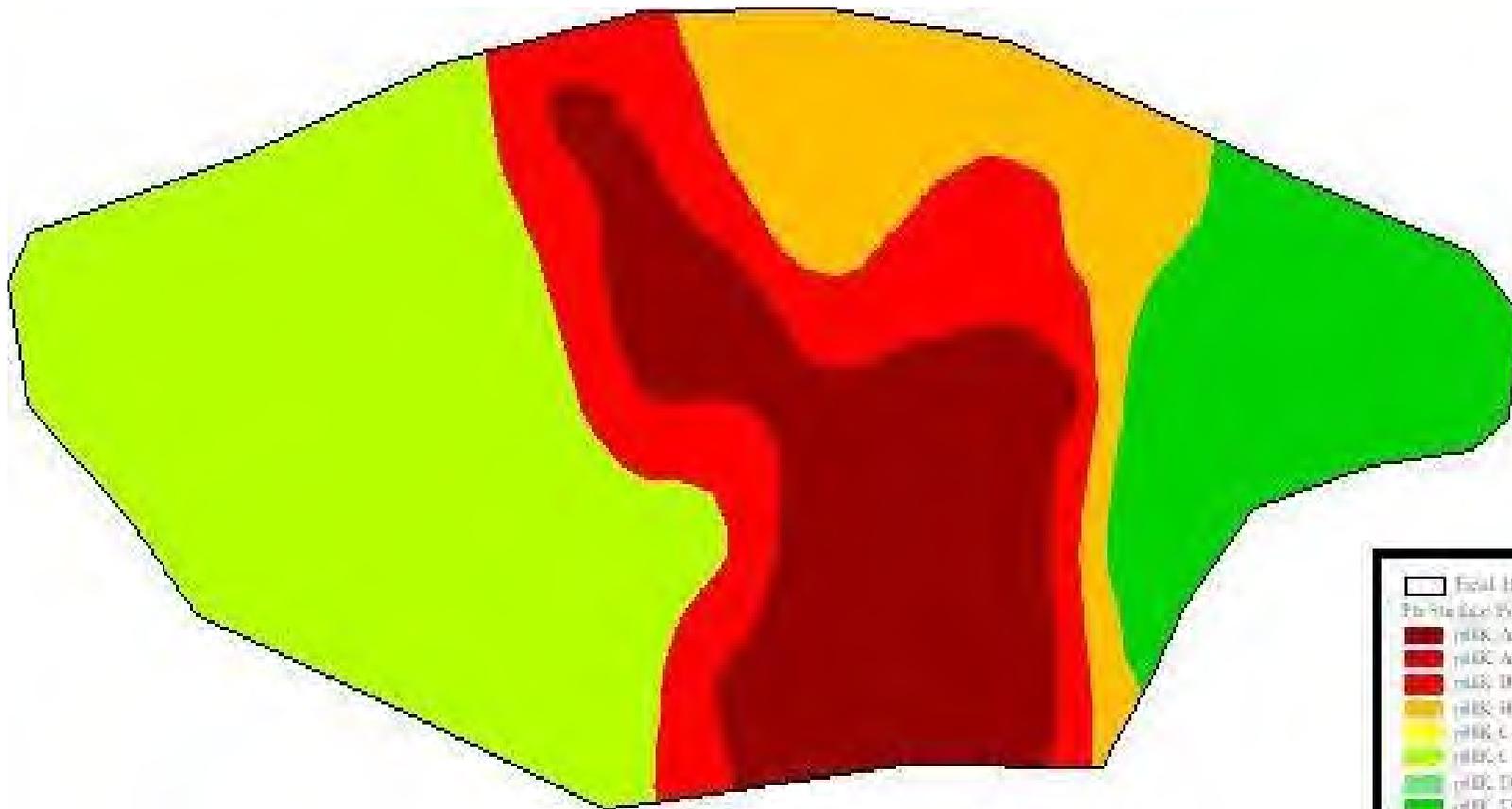


Bodenbeprobung



- Festlegung anhand der Bodenscannerkarte
- Beprobung durch Dienstleister
- GPS gesteuert und dokumentiert
(Vergleichbarkeit mit nächster Beprobung)

Ergebnis Erstbeprobung 2004

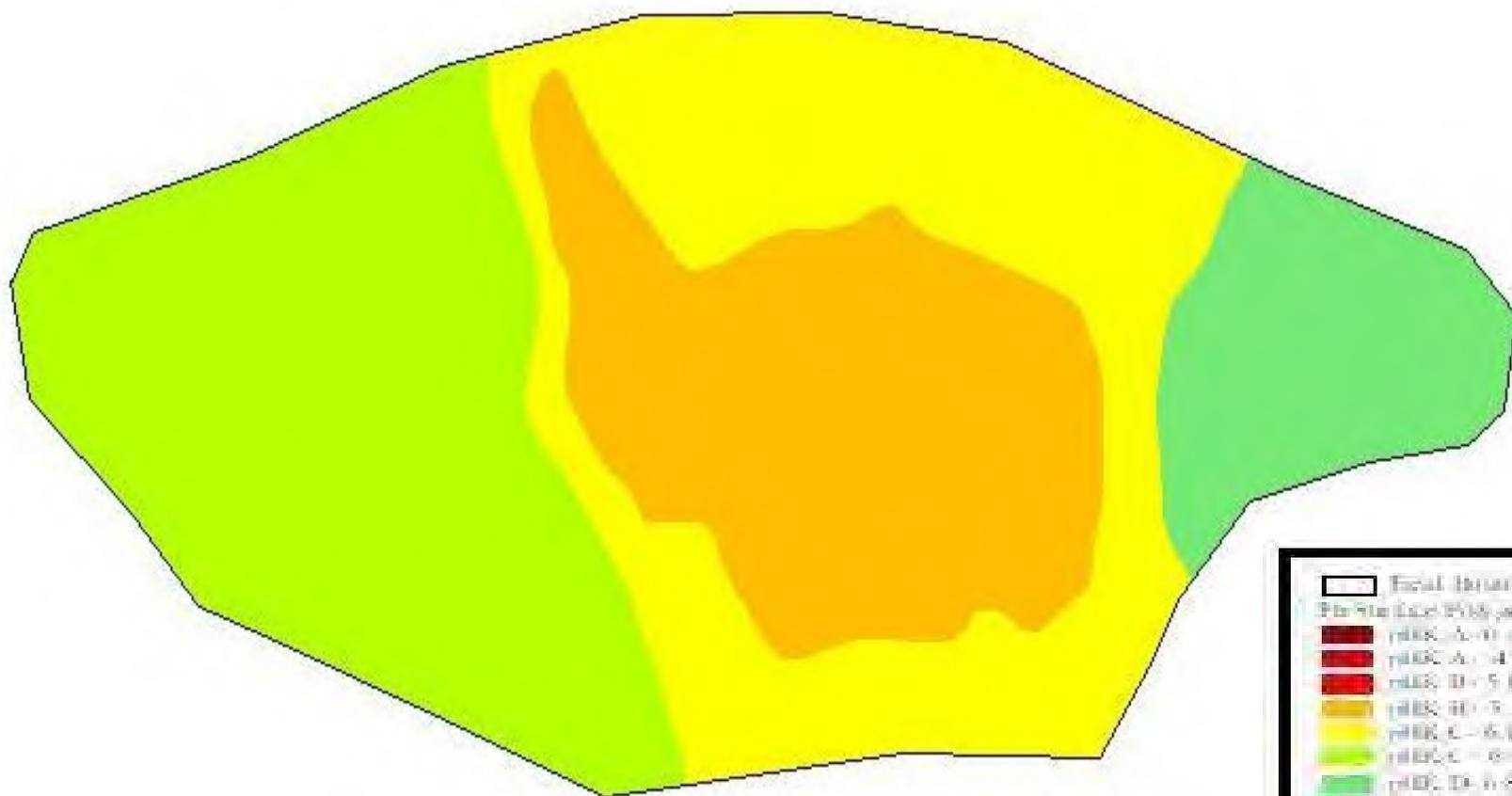


Durchgeführte Arbeiten

- **Teilflächen pH- Wert unter 4,2**
- **Herbst 2004: 4 t/ha**
- **Frühjahr 2006: 4 t/ha**
- **Teilflächen pH- Wert 4,3 bis 5,6**
- **Herbst 2004: 3 t/ha**
- **Frühjahr 2006: 3 t/ha**
- **Rest: keine Kalkung**



Ergebnis Zweitbeprobung 2007



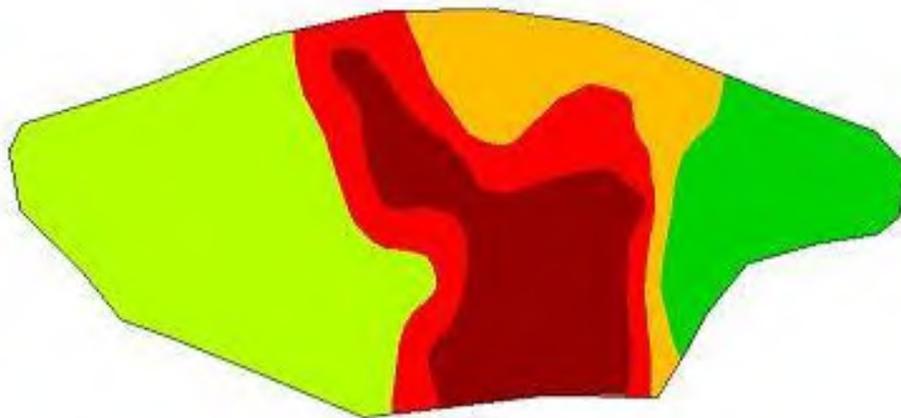
Ergebnisgegenüberstellung



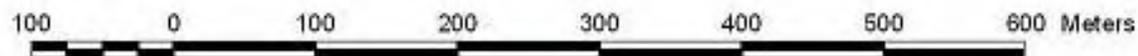
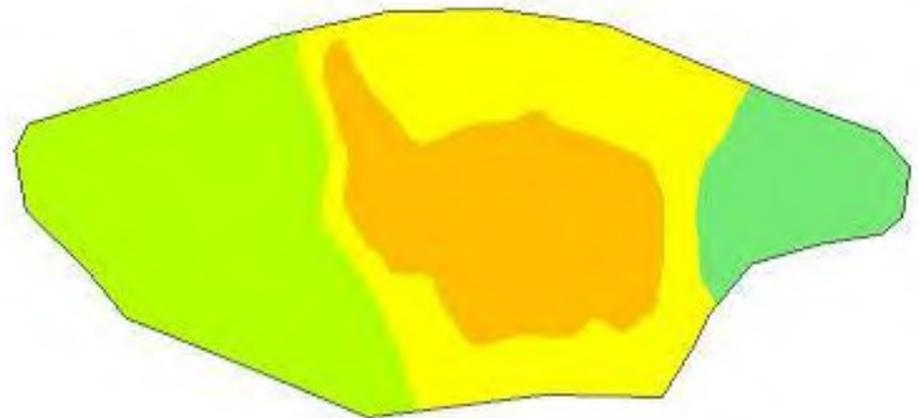
Ackerschlag	BP-Nr.	Jahr	Veränderung	pH-Wert	
Hospitalspitze	347	2004	7,3 => 6,9	7,3	E
	757	2007		6,9	E
Hospitalspitze	348	2004	5,6 => 6,1	5,6	B
	756	2007		6,1	C
Hospitalspitze	349	2004	4,5 => 6,3	4,5	A
	755	2007		6,3	C
Hospitalspitze	350	2004	4,4 => 5,8	4,4	A
	754	2007		5,8	C
Hospitalspitze	351	2004	3,9 => 5,3	3,9	A
	760	2007		5,3	B
Hospitalspitze	352	2004	4,1 => 5,5	4,1	A
	759	2007		5,5	B
Hospitalspitze	353	2004	4,5 => 5,6	4,5	A
	758	2007		5,6	B
Hospitalspitze	354	2004	4,4 => 6,1	4,4	A
	763	2007		6,1	C

Erst- u. Zweitbeprobung

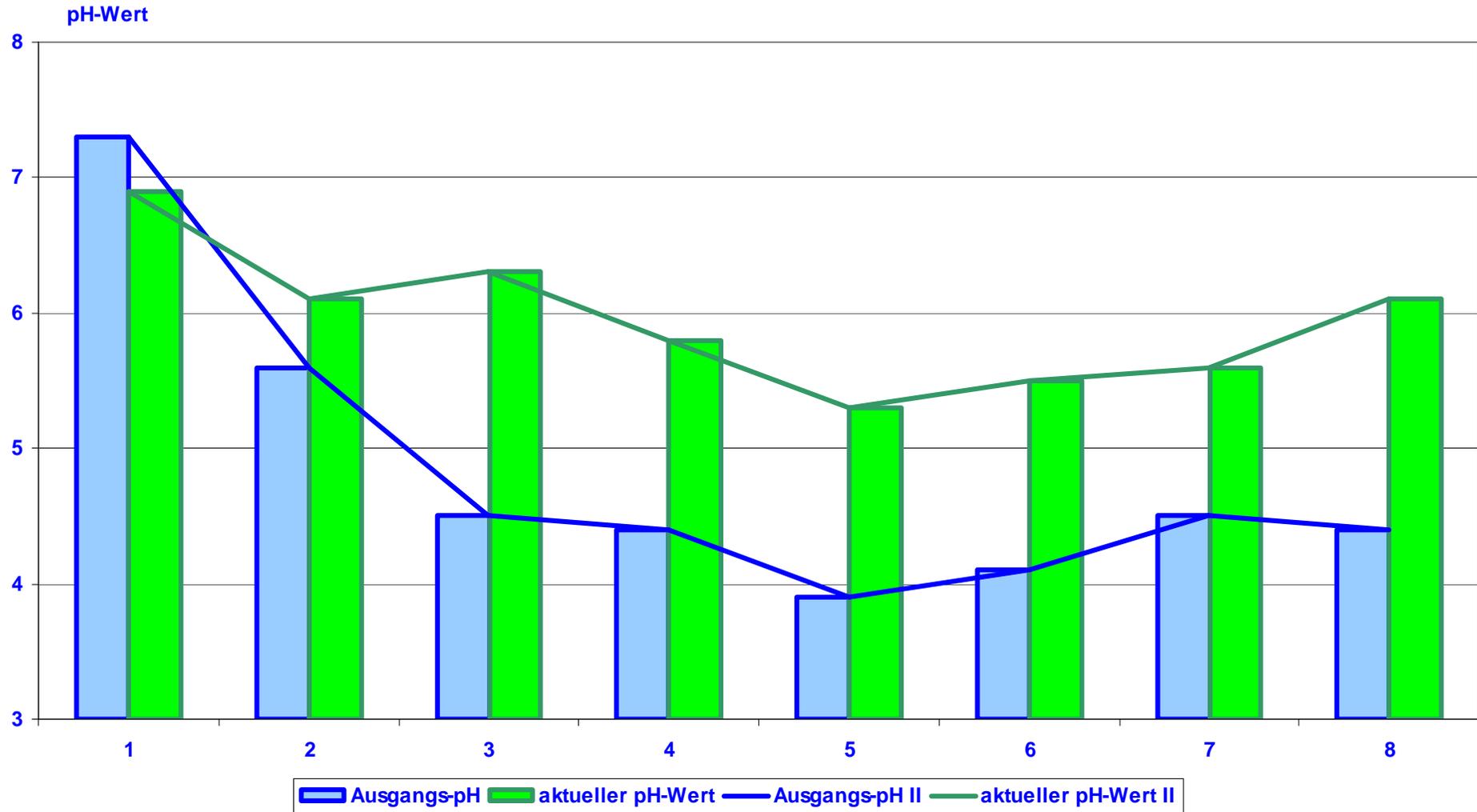
pH Erstbeprobung



pH Zweitbeprobung



Veränderungen der pH-Werte durch teilflächenspezifische Kalkung Betrieb Münchhoff, Derenburg, Schlag Hospitalspitze



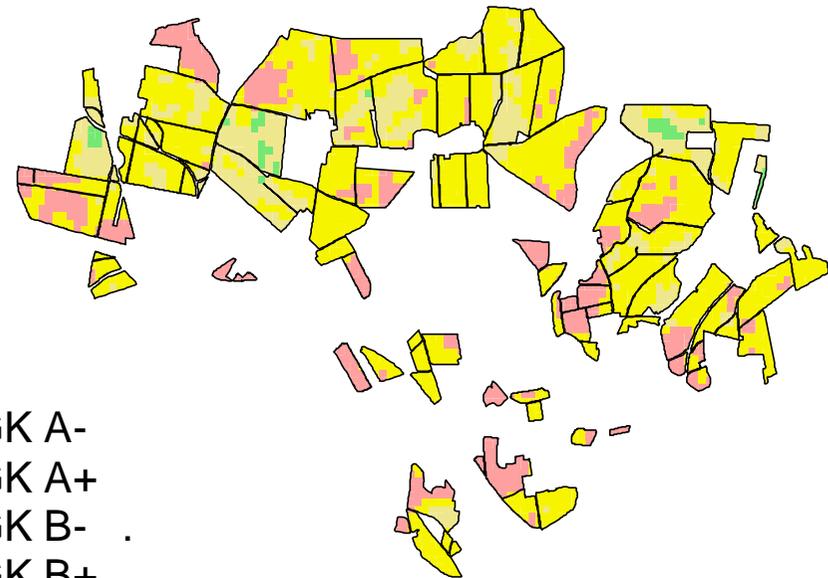
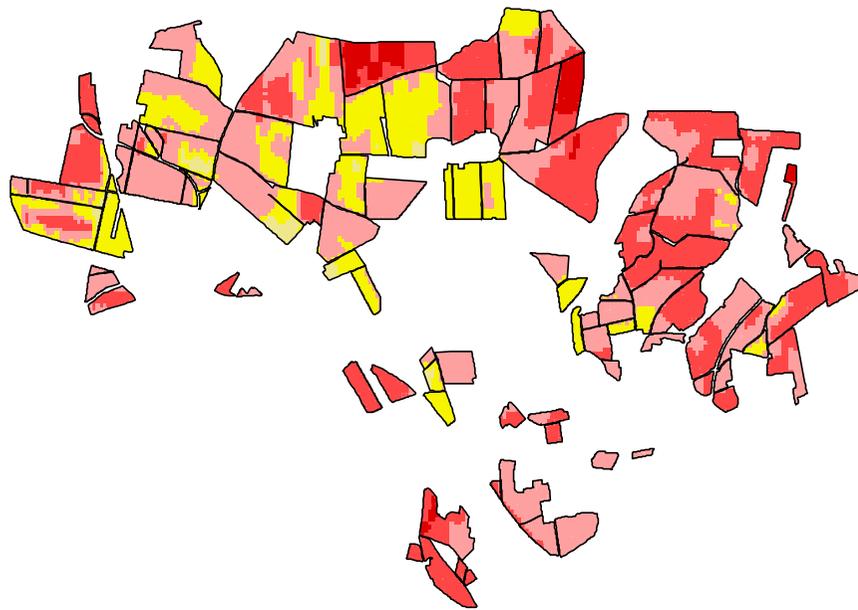
Betriebe nach Teilflächendüngung

Betrieb ca. 2000 ha,
anlehmiger Sand

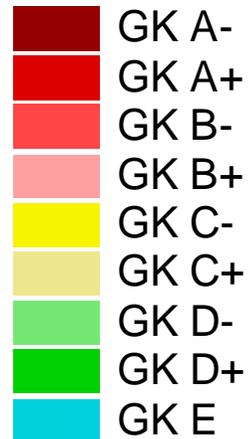
Erst-Beprobung



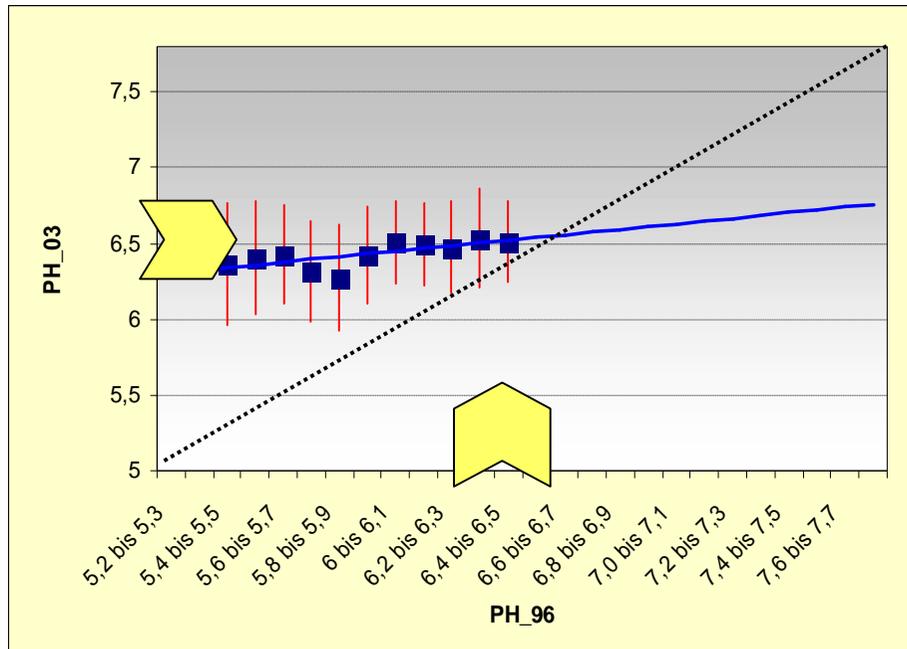
Dritt-Beprobung
(6-7 Jahre später)



pH-Wert



Änderung der pH-Werte



	1. BU	3. BU
Mittelwert	5,9	6,4
Untere 10%	5,5	6,0
obere 90%	6,3	6,8
Änderungstrend	positiv	
GK D/E	keine Werte	
GK A/B	starke Zunahme	

- Der Betrieb hat schlag- und teilschlagspezifisch gekalkt
- Nach 7 Jahren sind fast 90% der gesamten Betriebsflächen in Gehaltsklasse C

- 1. Die GPS-Bodenuntersuchung, intelligent geplant und präzise ausgeführt, ist in hohem Maße sicher.**
- 2. Eine GPS-Bodenuntersuchung des Gesamtbetriebes zeigt Über- und Unterversorgung an.**
- 3. Auswertungen von Praxisbetrieben zeigen, kalkuliert mit gegenwärtigen Preisen, entgangene Erlöse in der Größenordnung von 40 bis 200 (!) Euro/ha.**
- 4. Boden-, pH-Wert und Grundnährstoffunterschiede können sicher und präzise ermittelt und dokumentiert werden.**
- 5. Precision Farming stellt elegante und effiziente Werkzeuge für die Organisation einer teilflächenspezifischen Kalkung zur Verfügung.**
- 6. Durch eine teilflächenspezifische Kalkung können die anzustrebenden pH-Werte schnell und sicher erreicht werden.**