



# On-Farm Research

*der Beurteilungsmaßstab  
für Precision Farming  
Algorithmen*

Dipl.-Ing. agr. Hagen F. Piotraschke

# Führungs- und Zielgrößen im Precision Farming



## Parameter

- Nährstoffbedarf
- Schadschwellen
- Bekämpfungsrichtwerte

## Variabilität

- räumlich
- zeitlich  
(Woche/Monat/Jahr)

## Ursachen

- Standort
- Pflanze/Sorte/Bestand
- Klima/Witterung

## agronomische Führungsgrößen

z.B. Nährstoffgehalte im Boden, N-Aufnahme der Pflanzen

## zeitlich und räumlich angepasster integrierter Pflanzenbau

„Das richtige Mittel zur richtigen Zeit in der richtigen Menge am richtigen Ort“

## Ausnutzung des Ertragspotentials

Miteffekte



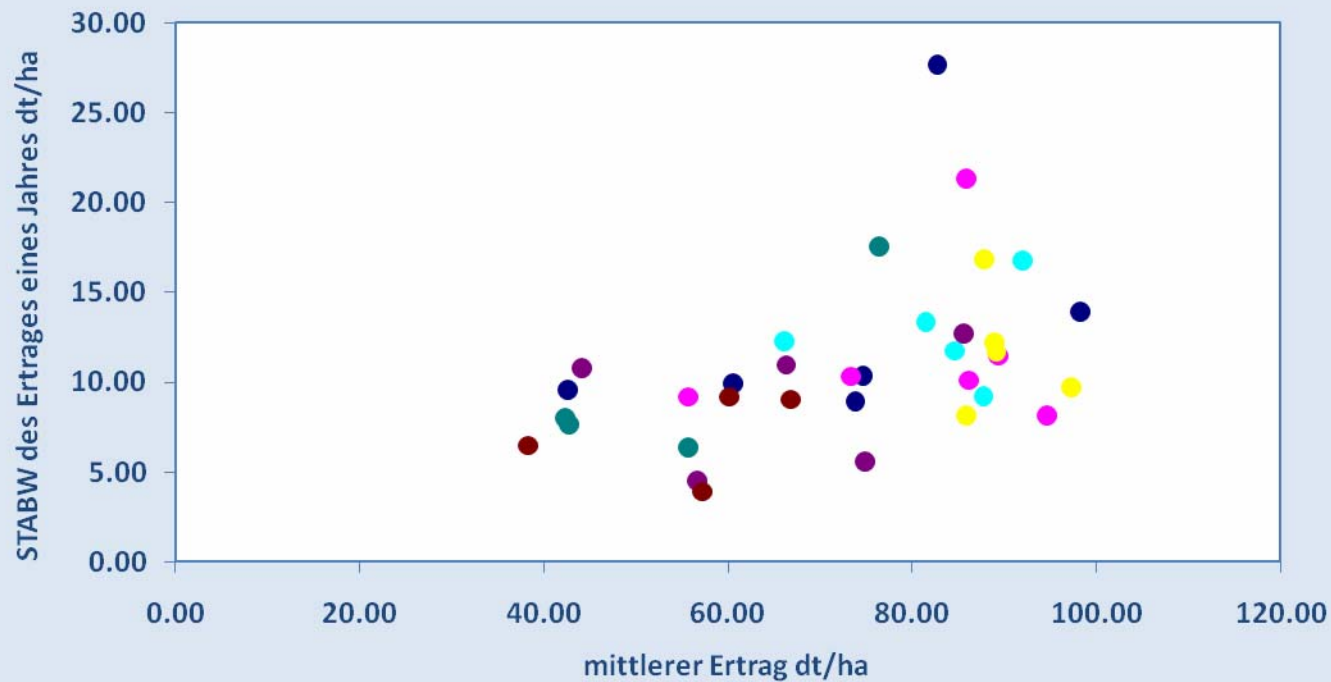
Ertragseffekte



# Ertragsvariabilität und gesuchte Ertragseffekte

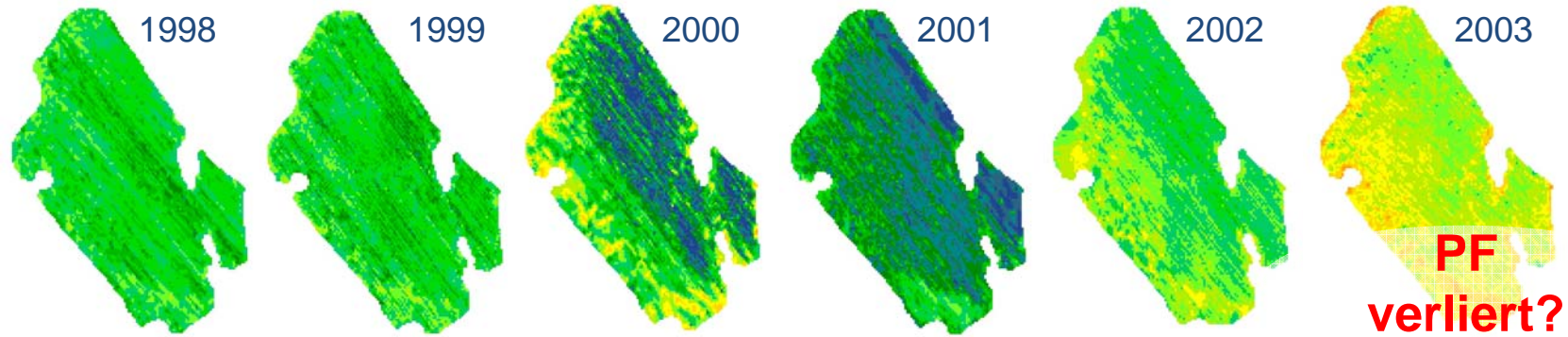


Durchschnittsertrag und Standardabweichung von jährlichen Ertragskarten unbeeinflusster Felder

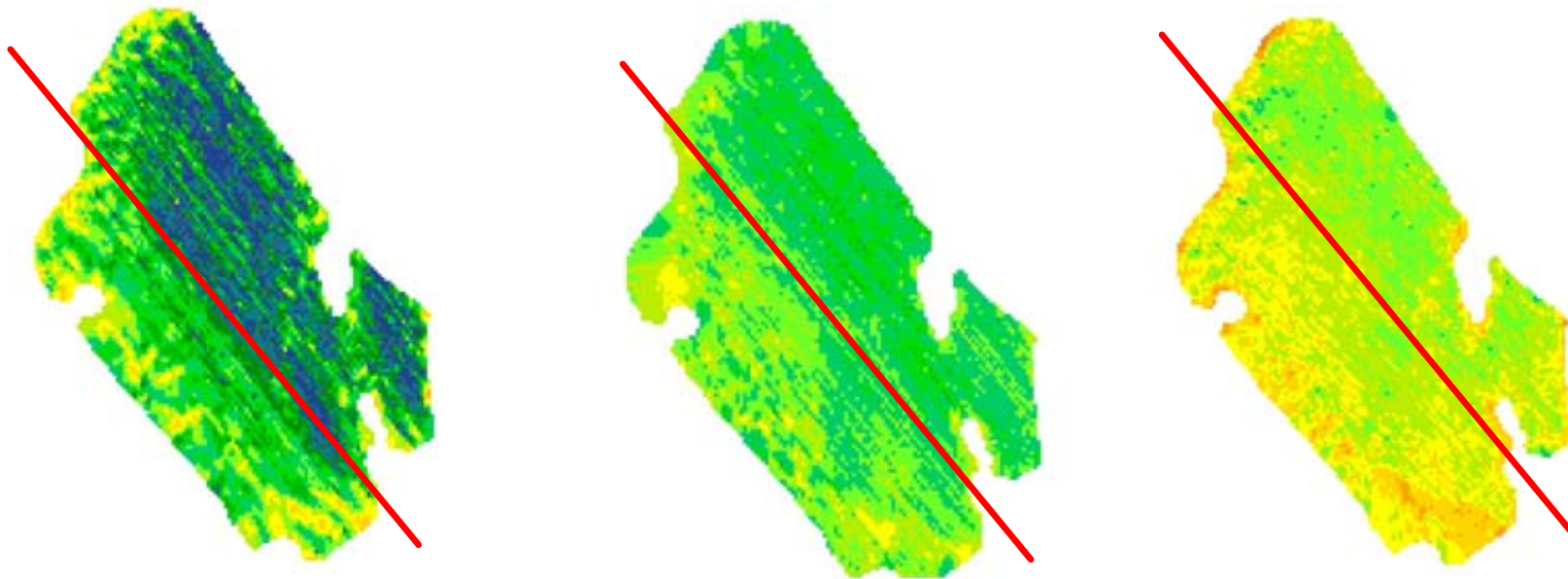


Die Standardabweichung des Ertrages unbeeinflusster Felder beträgt zwischen 5 und 20 dt/ha.  
Die gesuchten Effekte liegen eher bei 1-5 dt/ha!

# Precision Farming – ein Ertragsfaktor unter vielen...

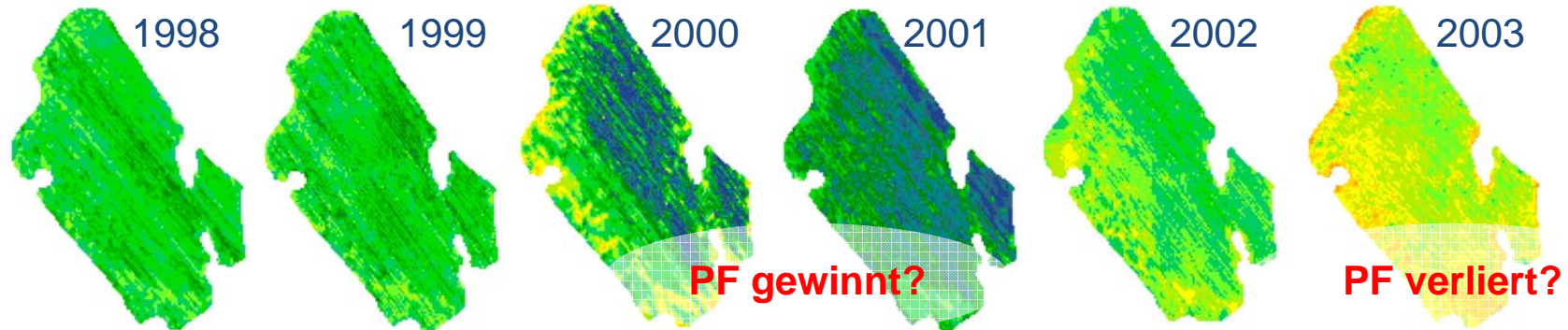


zeitliche und räumliche Heterogenität der ertragswirksamen Faktoren



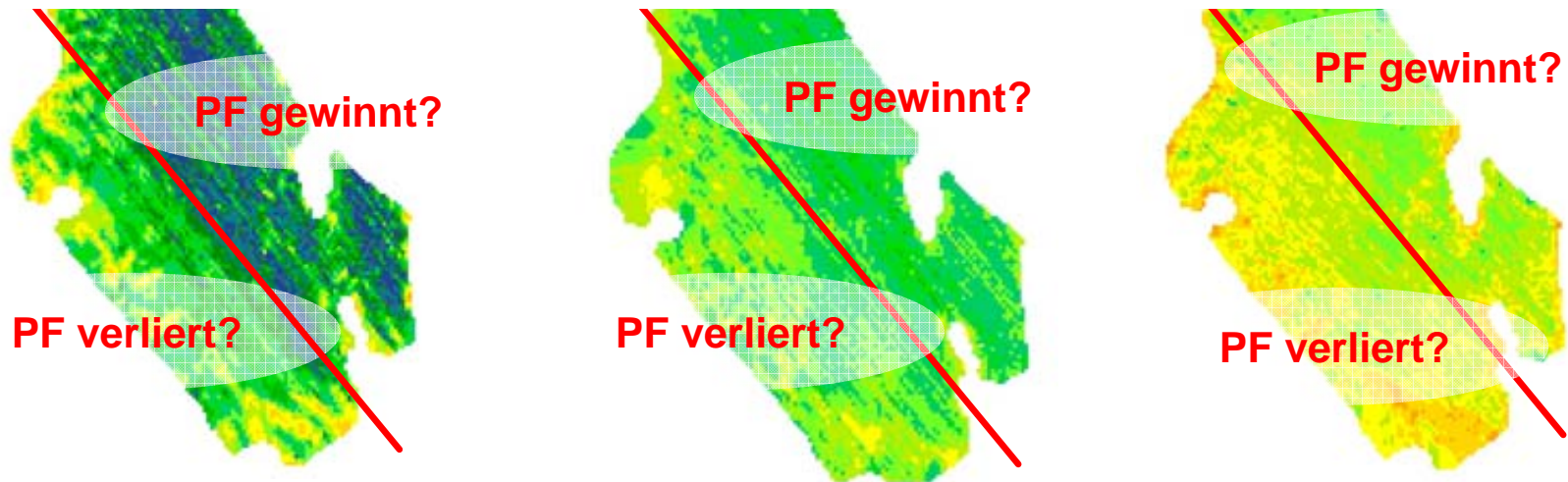
einheitliche Legende für alle Karten, 13 Klassen a 10 dt/ha von 0-130 dt/ha

# Precision Farming – ein Ertragsfaktor unter vielen...



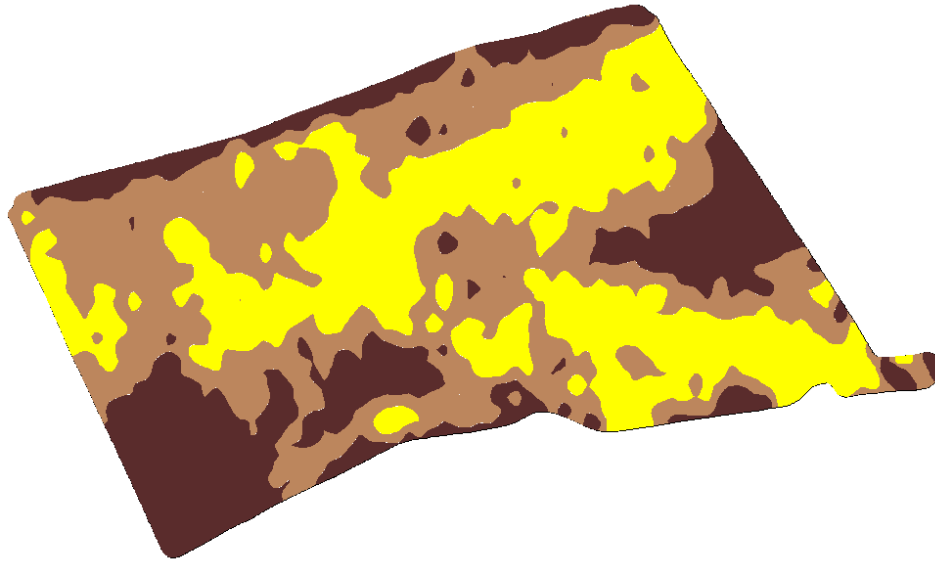
**„Libenter homines id quod volunt credunt.“**

(Gaius Julius Cäsar: „Die Menschen glauben gerne, was sie wünschen.“)

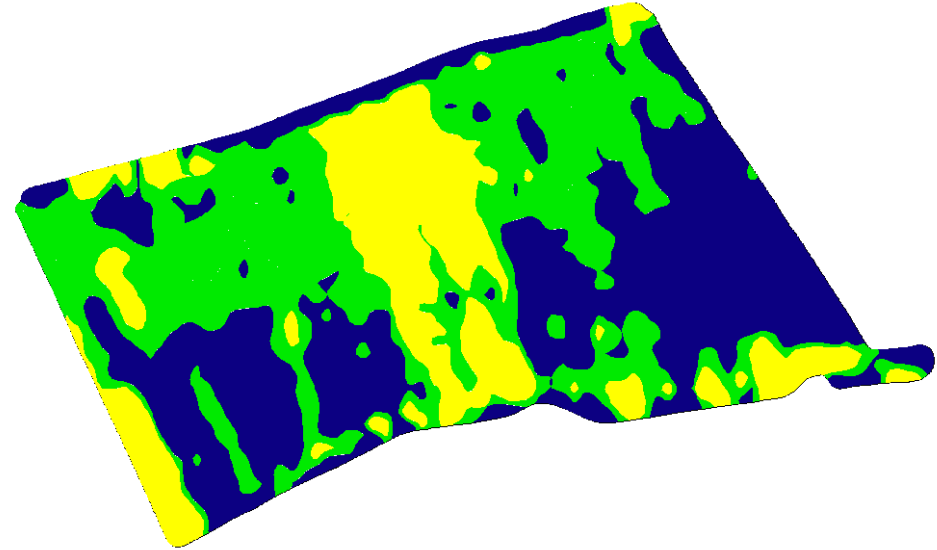


einheitliche Legende für alle Karten, 13 Klassen a 10 dt/ha von 0-130 dt/ha

# Messbarkeit der Ertragsfaktoren



Standortheterogenität



Bestandsheterogenität

**Voraussetzung:** ertragswirksame Parameter mit PF-Technik praxisgerecht in hoher räumlicher Auflösung messbar (z.B. BodenScanner, N-Sensor)

**Möglichkeit für OFR:** gezielte und möglichst gleichmäßige Einbindung der Standort-, Bestands- und Ertragsheterogenität in die Versuchsplanung und Berücksichtigung bei der Auswertung

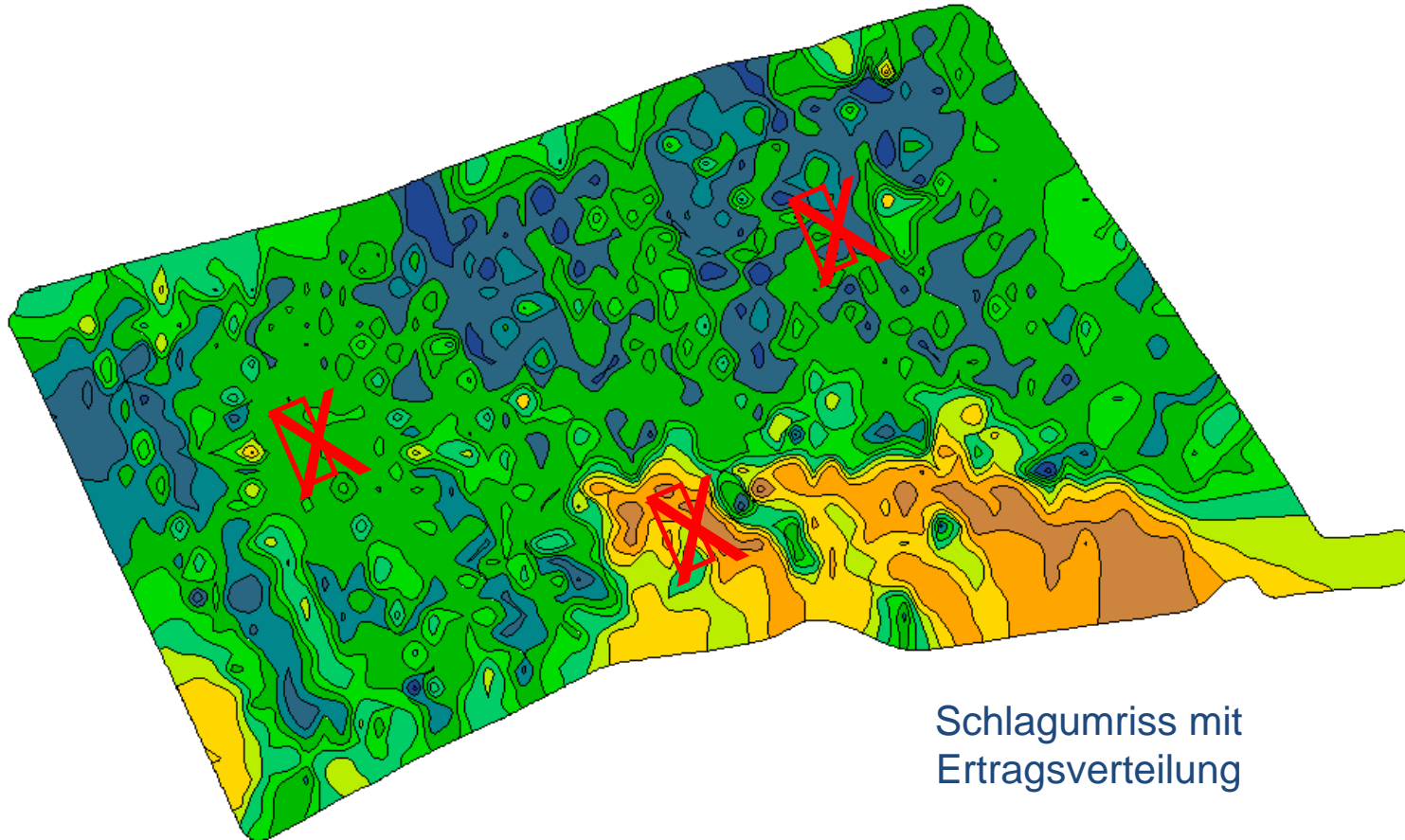
# Erfordernisse der Versuchsanlage

## Anforderungen:

- Berücksichtigung der Heterogenität
- Einbindung in Arbeitswirtschaft (v.a. Ernte)

## Notwendigkeiten:

- großflächige Versuchsanlage
- ganzflächige Bewirtschaftung



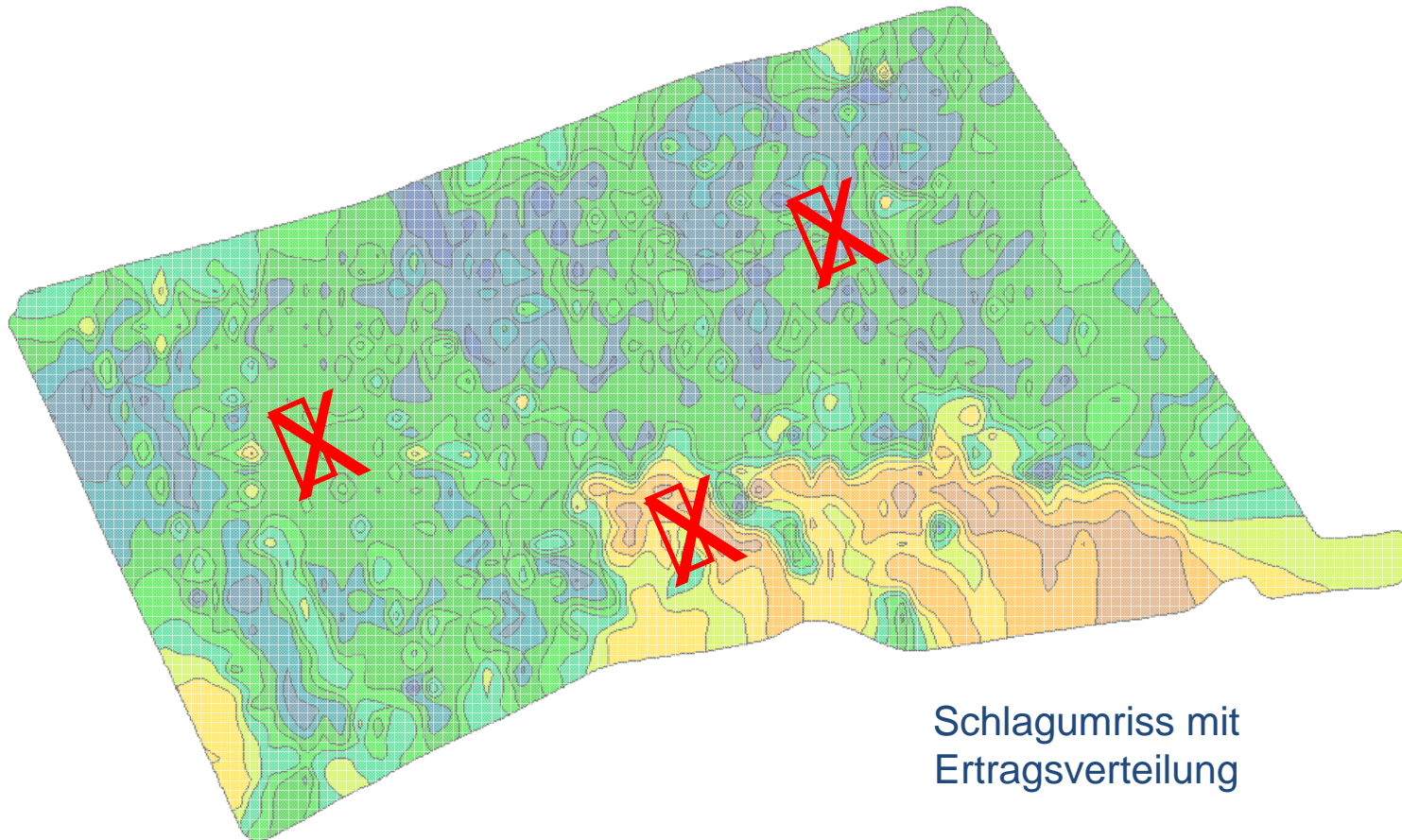
# Erfordernisse der Versuchsanlage

## Anforderungen:

- Berücksichtigung der Heterogenität
- Einbindung in Arbeitswirtschaft (v.a. Ernte)

## Notwendigkeiten:

- großflächige Versuchsanlage
- ganzflächige Bewirtschaftung



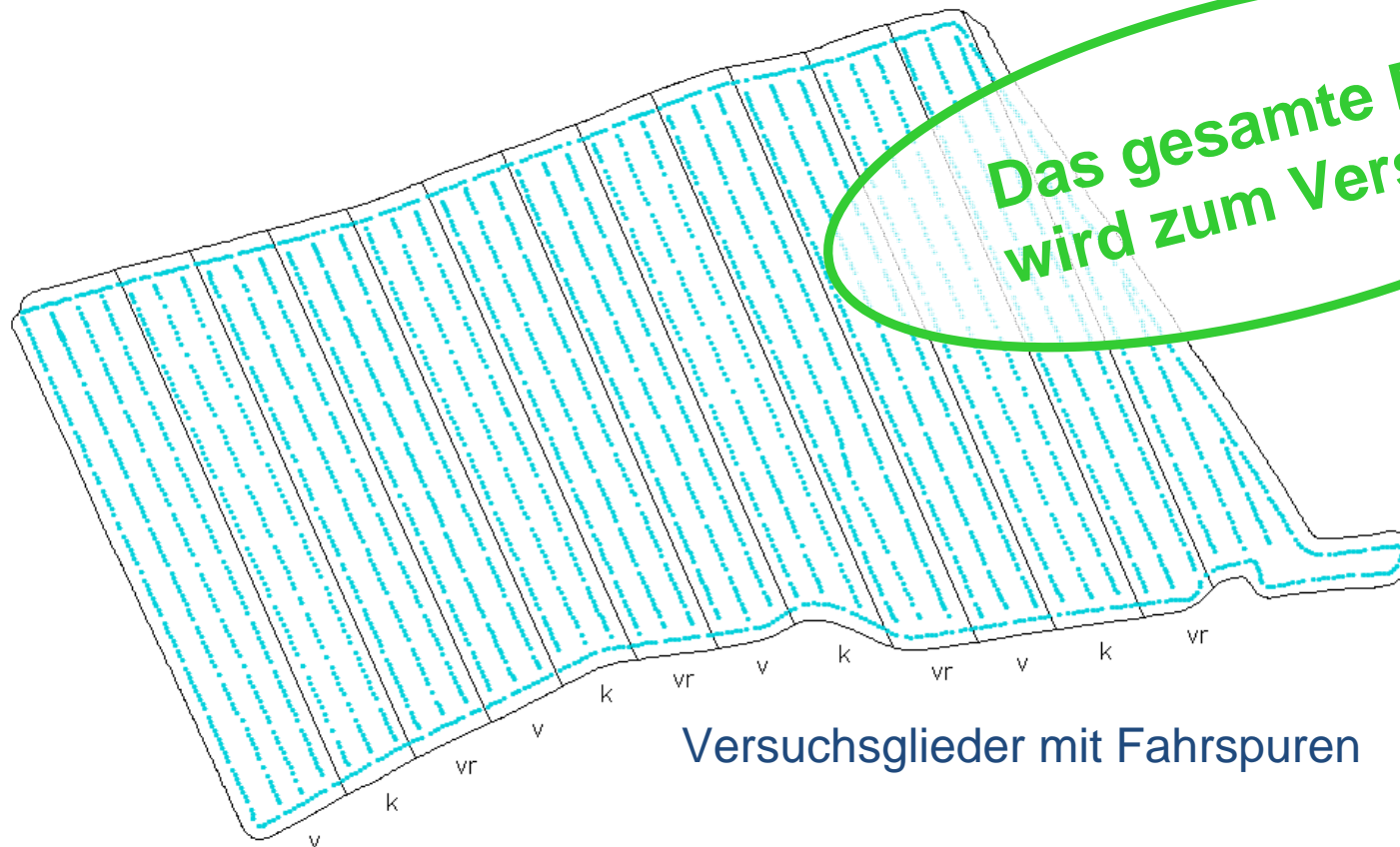
# Versuchsanlage und -planung in der Praxis

## Anforderungen:

- min. 15 ha je Versuchsglied
- min. 4 Wiederholungen
- Verteilung auf Gesamtfläche

## Praxislösung:

- möglichst große Gesamtfläche
- Langparzellen in Bearbeitungsrichtung
- Parzellenbreite entsprechend Fahrspuren



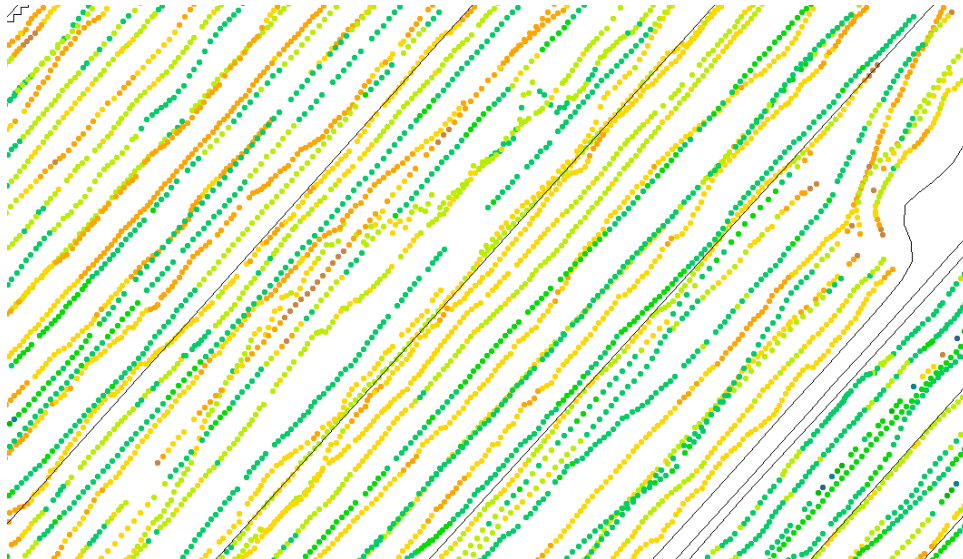
Versuchsglieder mit Fahrspuren

## Systematische Differenzen nur entsprechend der Versuchsfrage!

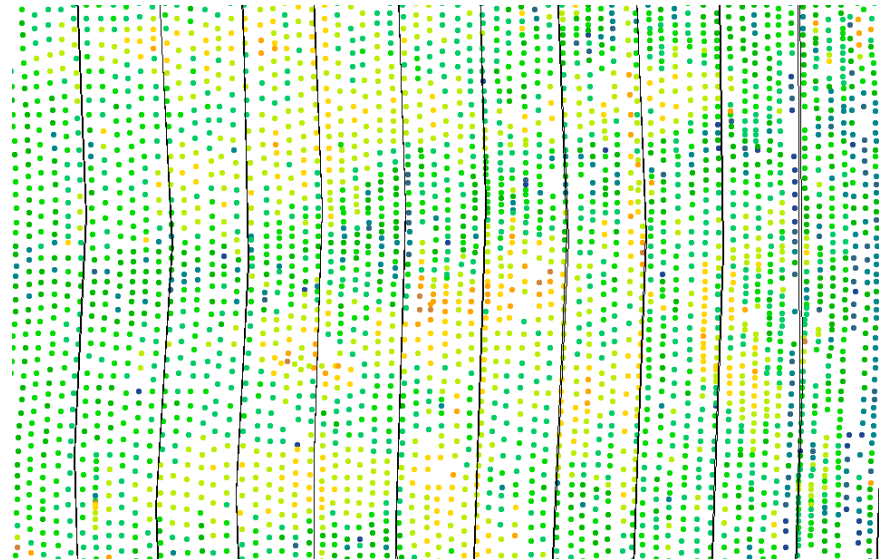
- alle ackerbaulichen Arbeiten möglichst einheitlich auf der Gesamtfläche
- sonstige Bewirtschaftungsunterschiede vermeiden (z.B. Terminverluste)

## Ertragskartierung – die empfindlichste Stelle im Versuchsablauf!

- Einsatzplanung (mehrere Maschinen und/oder Termine)
- Sorgfalt der Arbeitserledigung (Fahrweise, Datenmarkierung)



Ertragskartierung roh (Standort A)

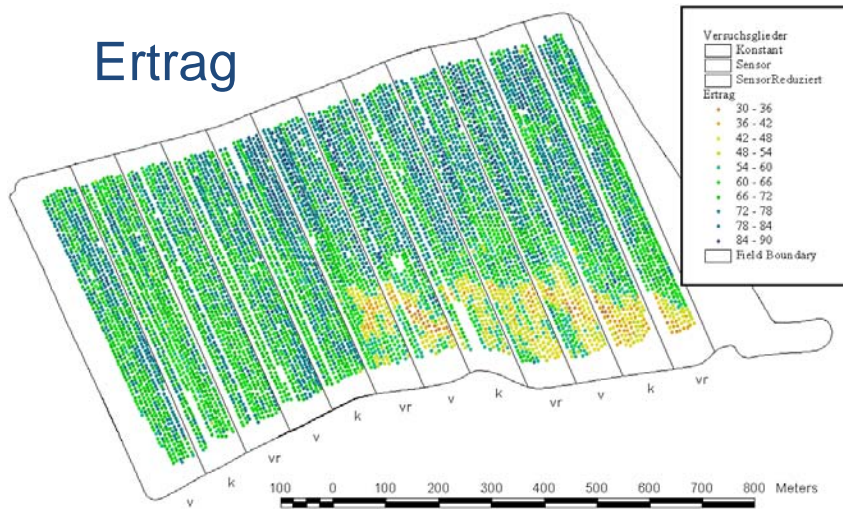


Ertragskartierung roh (Standort B)

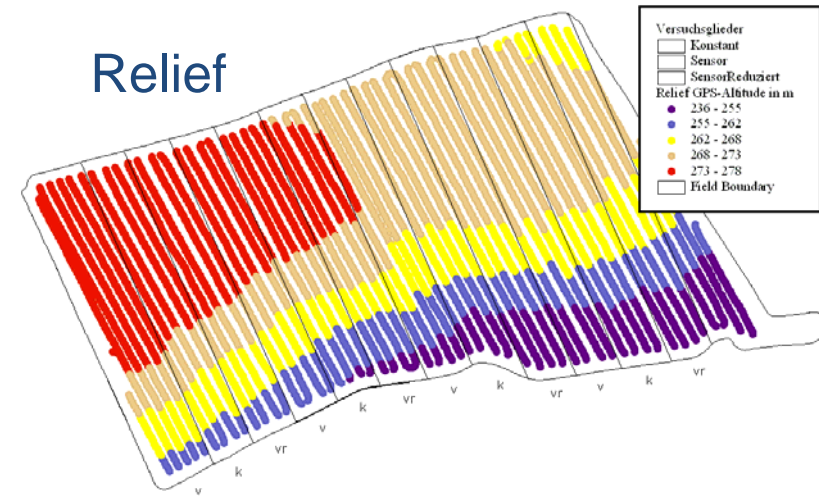
# Zusammenführung der Versuchsdaten

## Versuchsfaktorstufen + Messwerte von Versuchsmerkmal und Störfaktoren

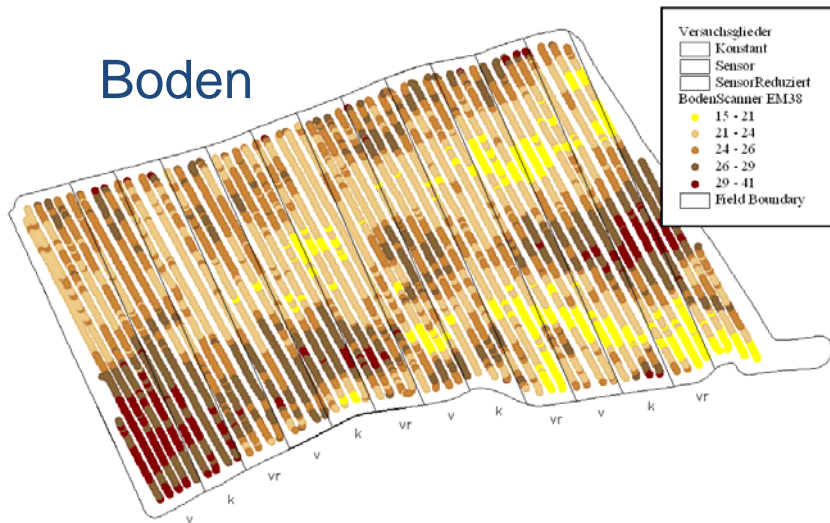
Ertrag



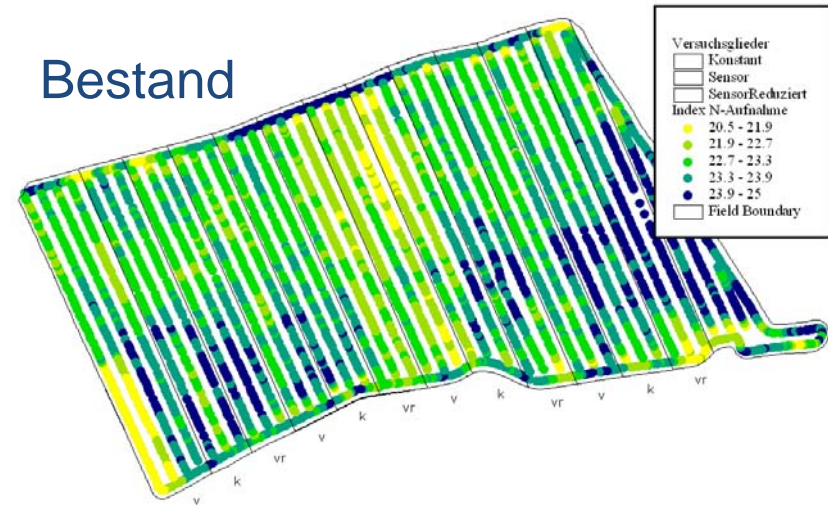
Relief



Boden



Bestand



# Versuchsauswertung – Datenanalyse



## **Aufgabe:**

Ertragseffekt des Versuchsfaktors finden

## **Problem:**

- Ertragseffekte durch gemessene und unbekannte Restfaktoren
- Verteilung der Beobachtungsstellen in den Versuchsgliedern

## **Methodik 1:**

- Suche nach stärkstem gemessenen Störfaktor
- Zonierung, Klassifizierung, deskriptive Statistik
- einfach, schnell, anschaulich, mit „Bordmitteln“ (z.B. Excel)

## **Methodik 2:**

- Berücksichtigung aller gemessenen Störfaktoren
- Berücksichtigung der räumlichen Abhängigkeiten
- Testverfahren, Bewertbarkeit, Vergleichbarkeit
- Geostatistik mit Spezialwerkzeugen

# Geostatistische Auswertungsmethode



- 1) Medianbasierte räumliche Datenaggregation und Ausreißerentfernung
- 2) Schätzung eines empirischen Semivariogramms mit den Residuen einer linearen Regression (OLS) unter Anwendung der Momentenmethode
- 3) Anpassung des sphärischen Semivariogramms an das empirische Semivariogramm durch Minimierung der gewichteten Summe der quadrierten Residuen
- 4) Definition einer räumlichen Abhängigkeitsstruktur (Kovarianzfunktion) als Basis für die Verallgemeinerte-Kleinste-Quadrate-Schätzung ( $b_{VKQ}$ ) der Modellparameter
- 5) Globale Beurteilung der Einflussgrößen mit einer die Anlagemethode und räumliche Abhängigkeit adäquat berücksichtigenden Varianzanalyse

# Bewertung und Vergleich von OFR-Versuchen



## Statistische Maßzahlen – auch zur Beurteilung der Versuchsqualität

Versuch trial	unterschiedlich signifikante Faktoren (p-Werte) different significant factors (p-values)					
	Ausprägungen des Versuchsfaktors feature levels of trial factor			Drescher combines	Biomasse biomass*	ECa (EM38)
	1	2	3			
WIMEX 631, 2007	0,4754	0,9384	0,0504	<0,0001	—	<0,0001
WIMEX 432, 2007	0,3899	—	0,1262	—	0,0638	0,0003
WIMEX 741, 2007	—	—	0,2426	<0,0001	—	—
WIMEX 411, 2006	0,1511	—	0,0685	—	—	<0,0001
WIMEX 432, 2005	0,9009	0,9009	0,1109	—	—	<0,0001
Agri Con <sup>1</sup> , 2007	0,0008	—	—	—	<0,0001	—
Agri Con <sup>2</sup> , 2007	0,0003	—	—	—	<0,0001	<0,0001
Agri Con <sup>3</sup> , 2007	0,0004	—	—	<0,0001	—	<0,0001

(\* : korrelierter Messwert des N-Sensors / correlated measured value of N-Sensor)

(1 : Boddin / 25-1 ; 2 : Lübbersruh / 411 ; 3 : Hinsdorf / Storkauer Str.)

**Seit 1999 mehr als 170 OFR-Versuche durch Agri Con  
in Produktionsbetrieben verschiedener Ackerbauregionen:**

- ✓ Ertrags- und Lagereffekte differenzierter Wachstumsregler- und N-Applikation
- ✓ Ertragseffekte differenzierter Grunddüngung nach Gehaltsklassen
- ✓ Erprobung und Parametrisierung der Regelfunktionen des YARA N-Sensors
- ✓ Ertrags- und Rohproteineffekte differenzierter N-Applikation
- ✓ Mähdruscheffekte differenzierter Wachstumsregler- und N-Applikation
- ✓ Praxiseinführung neuer Sorten (Bestandsentwicklung, Ertragsparameter)

***Wir glauben nur, was wir immer wieder beweisen können!***

## Angebote für die Praxis



OFR-Versuche sind von Praktikern völlig selbständig mit der betriebsüblichen Technik durchführbar.

### „Hilfe zur Selbsthilfe“ durch Agri Con:

Erprobte Methodik

Anleitungen (Handbuch, WWW)

Geostatistische Analysesoftware (OFR-Server)

Anonymisierbare Vergleichsmöglichkeiten (OFR-Server)

Individuelle Beratung, Betreuung und Datenverarbeitung

**On-Farm Research:  
Die Precision-Farming-Prüfinstanz.**

# Zusammenfassung und Ausblick



- ✓ **Diskrepanz:** hohe natürliche Ertragsstreuung – „kleine“ Ertragseffekte im PF
- ✓ **Grundlage:** mit PF-Techniken sind Ertragsfaktoren praxisgerecht messbar
- ✓ **Methodik:** großflächige Versuchsanlage, Wiederholungen, Langparzellen
- ✓ **Praxis:** Bewirtschaftung mit betriebsüblicher Technik und Arbeitswirtschaft
- ✓ **Ergebnisse:** statistisch gesichert und objektiv vergleichbar

bis heute

***Erprobte Methoden und Werkzeuge zum Nachweis  
von Effekten des teilflächenspezifischen Ackerbaus***

ab heute

- ✓ **Verbreitung:** „alltägliche“ Optimierung mit OFR-Versuchen im eigenen Betrieb
- ✓ **Weiterentwicklung:** PF-Messtechniken werden besser und preiswerter



Alles in Einem  
beim Precision Farming

*Vielen Dank für Ihr Interesse!*