

# Geostatistik und Anwendungen im Precision Farming

Irina Kuzyakova

Institut für Pflanzenbau  
und Grünland



## **Precision Farming**

Managementstrategie, die die räumlichen  
Informationstechnologien benutzt,  
um Entscheidungen für die Landwirtschaft zu treffen

## **Die Strategie**

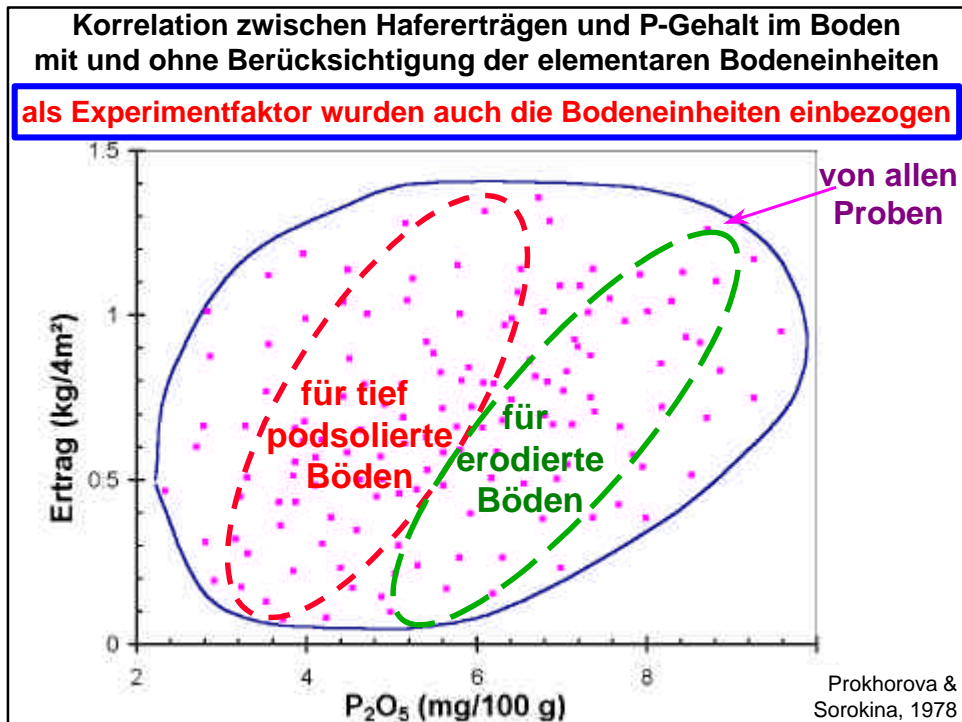
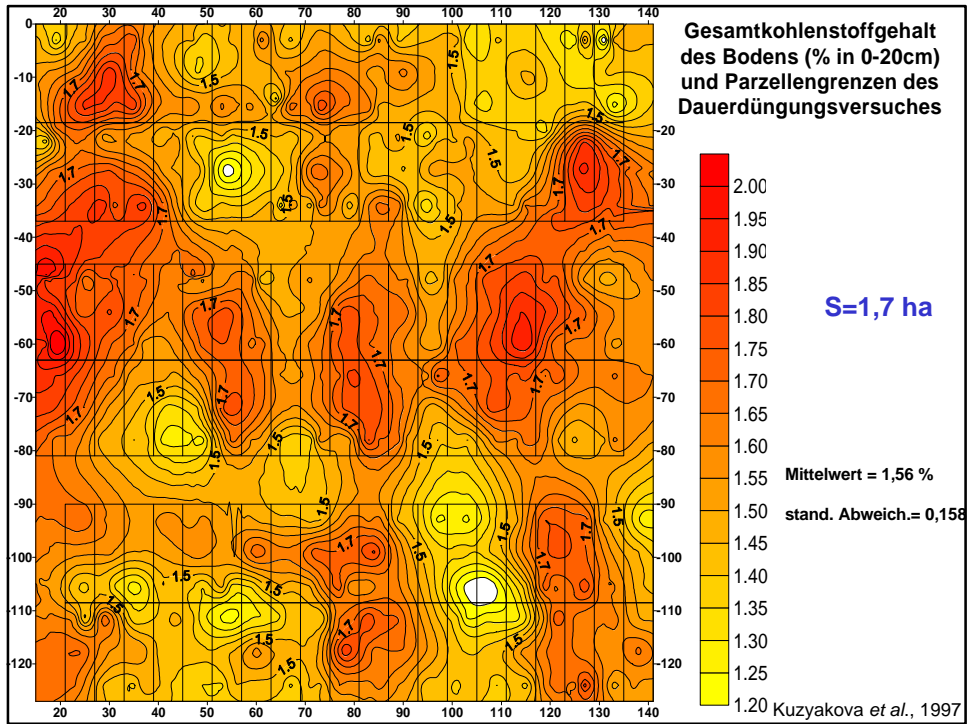
Bestimmung relativ homogener Managementzonen innerhalb des  
einzelnen Feldes und ihre spezifische Behandlung



Clarion-Landscape, USA



Vegetation- und Bodenvergesellschaftung  
in trockener Steppe, Russland



## **Gewünschte Ergebnisse vom Precision Farming:**

- 1) **Verringerung des Aufwandes an:**
  - Dünger
  - Pflanzenschutzmittel
  - Aussaatmenge
  - Anderer Kosten...
- 2) **Erhöhung der Erträge**
- 3) **Verringerung der Umweltsbelastung**

## **Anforderungen:**

- 1) **Auswahl der Boden- und Ertragsmerkmalen, anhand derer die Zonen unterschiedlichen Managements ausgegliedert werden**
- 2) **Vorhandensein genauer Information über die räumliche Verteilung der Merkmale innerhalb der Managementfläche**

## **Mögliche Strategien :**

1. Intensivierung der Probenahme – großer Aufwand
2. Interpolation – muss adäquat zum Untersuchungsobjekt sein
3. Einbeziehung zusätzlicher Parameter – Prinzip?

### **Klassische Statistik:**

**alle Messwerte sind gleichwertig  
und voneinander unabhängig**

### **Schlussfolgerung:**

Klassische Statistik ist oft nicht geeignet für die Beschreibung  
der räumlichen Verteilung von Bodeneigenschaften



### **Alternative: Geostatistik (räumliche Statistik)**

berücksichtigt räumliche Struktur der untersuchten Merkmale  
→ nah beieinander liegende Werte weisen eine größere  
Ähnlichkeit auf, als weit entfernte

## Parameter zur Beschreibung räumlicher Variabilität in der Geostatik

1. Schätzung des **Mittelwertes**

$$Z = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N Z_i$$

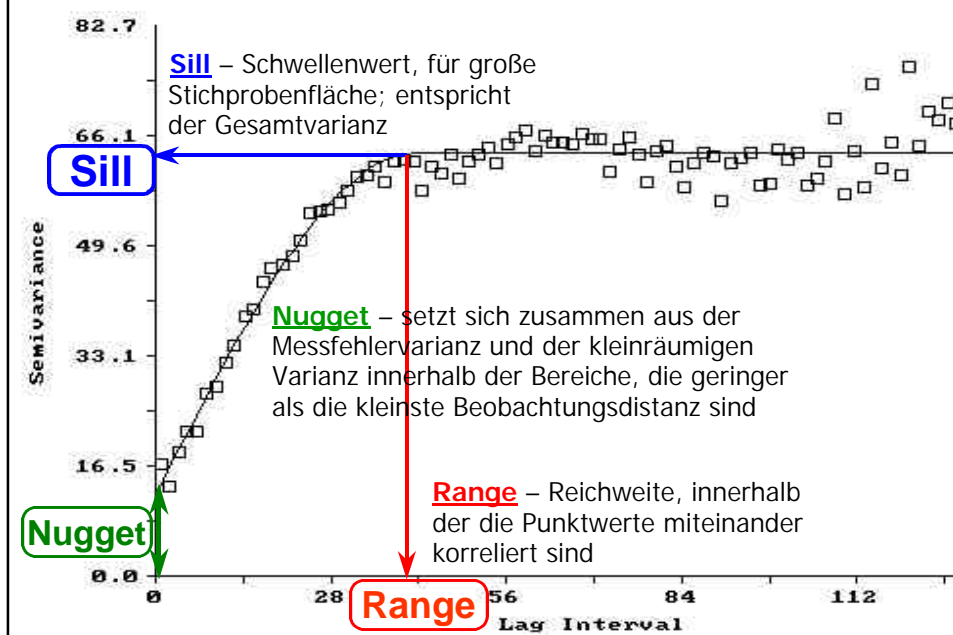
2. Schätzung der **Varianz**

$$S^2 = \frac{1}{N-1} \cdot \sum_{i=1}^N (Z_i - \bar{Z})^2$$

3. Semivarianz - Maß  
des räumlichen  
Zusammenhanges  
zwischen den Punktpaaren  
mit Abstand h

$$\gamma(h) = \frac{1}{2 \cdot N(h)} \cdot \sum_{i=1}^N [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2$$

## Variogramm – Charakteristik der räumlichen Struktur





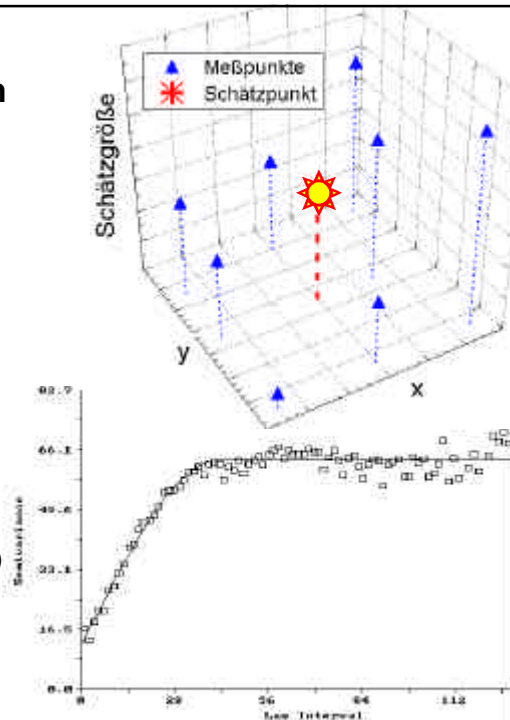
## Kriging - Methode der lokalen räumlichen Interpolation

Prinzip der Bestimmung von Wichtungen:

1. Variogramm als Grundlage
2. Summe aller Wichtungen = 1
3. Minimierung der Varianz der Schätzung

Ergebnis:

Optimale unverzerrte (unbiased) Schätzung im Punkt oder Block



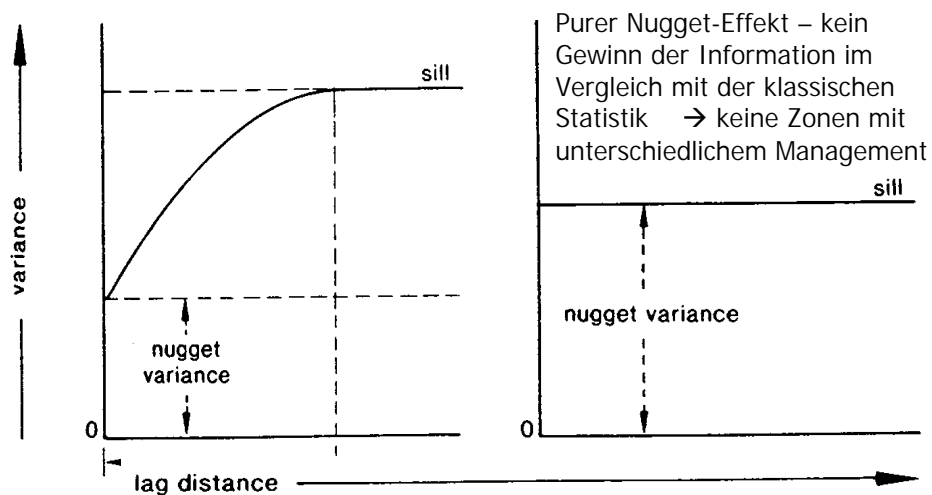
## Anwendungen der Geostatistik für Precision Farming

1. Charakteristik der räumlichen Verteilung der Daten: Variogramm
2. Interpolationsmethode: Kriging
3. Glättungsmethode: Block-Kriging  
Optimale Schätzung des Mittelwertes für die ausgewählten Zonen – gewichteter Mittelwert
4. Einbeziehung der leicht zu messenden Daten (Fern-, Satelliten) für Interpolation der Zielvariablen  
Co-Kriging

## 1. Charakteristik der räumlichen Verteilung der Daten: Variogramm

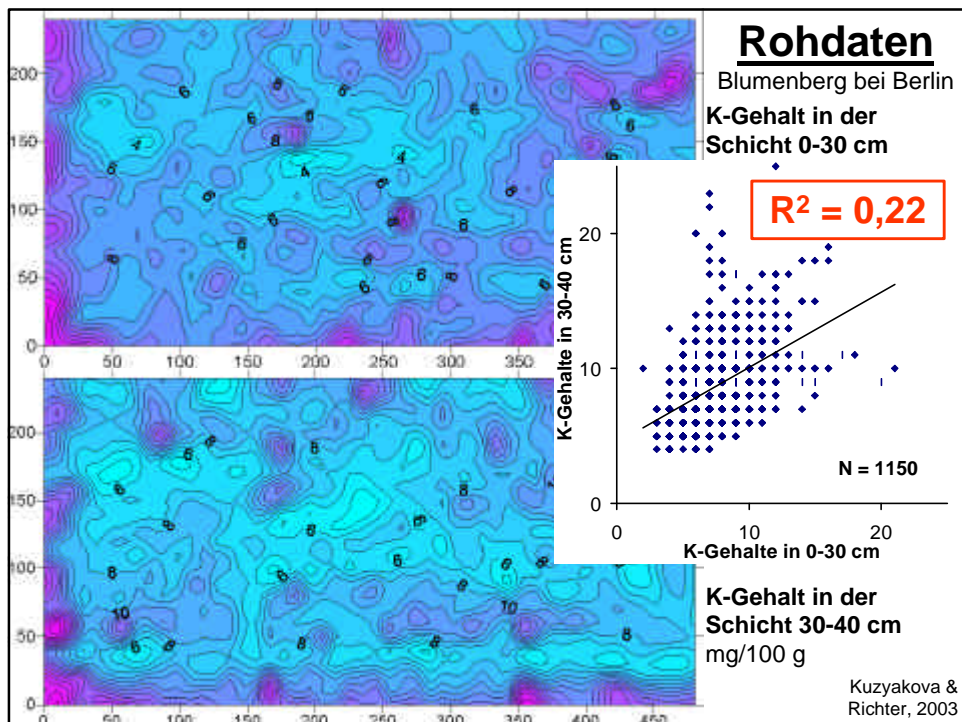
Ist eine Ausgliederung der Zonen  
mit unterschiedlichen Management sinnvoll?

### Unterschiedliche Formen der Variogrammfunktionen



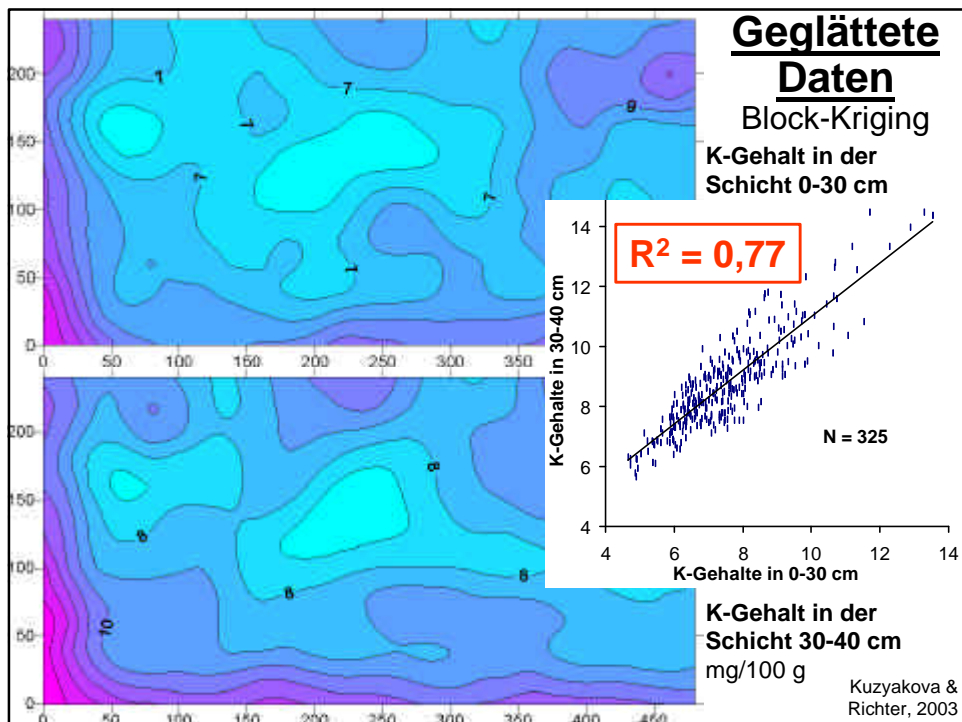


## 2. Kriging als Interpolationsmethode:



### 3. Kriging als Glättungsmethode (**Block-Kriging**) Optimale Schätzung des Mittelwertes für die ausgewählten Zonen – gewichteter Mittelwert

Beim **Block-Kriging** werden die hochfrequenten  
Schwankung teilweise eliminiert  
Ergebniss: geglättete Karten

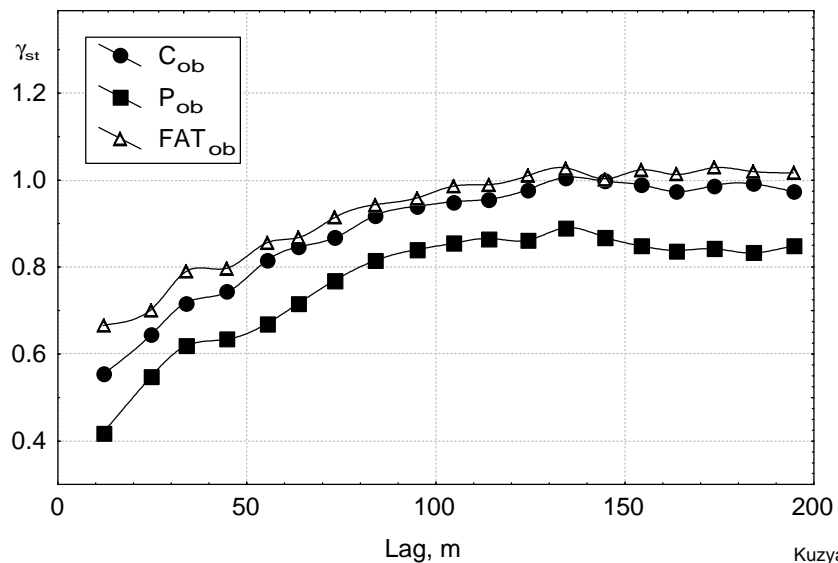


4. Einbeziehung der leicht zu messenden (Fernerkundung, Satellitendaten) Parametern für der Interpolation der Zielvariablen (**Co-Kriging**)

Quellen der zusätzlichen Informaitonen:

- EC
- DEM
- Ertragsmonitroring
- Luft- / Satellitenaufnahme
- ...

Variogramme als Charakteristik der räumlichen Zusammenhänge zwischen den Merkmalen



Kuzyakova & Richter, 2003

**Co-Kriging**: statistisches Verfahren zur räumlichen Interpolation einer Variable anhand einer anderen Variable

Ziel: Ermittlung der besten unverzerrten Schätzung von Zielvariablen an der unbekannt Stelle aufgrund der Information über Zielvariablen und zusätzlicher Variablen

**Voraussetzung für Co-Kriging: Cross-Variogramm** – räumlicher Zusammenhang zwischen zwei Parametern:

1. Zielvariable (wenige Messpunkte)
2. Leicht zu messender Parameter – viele Messpunkte

## **Fazit**

### **Geostatistik:**

- ist eine geeignete Methode der Auswertung und Interpolation der Daten für Precision Farming
- hat sehr gut entwickelte statistische Werkzeuge im Vergleich mit den anderen räumlichen Methoden
- liefert Grundlage für Ausgliederung von Zonen mit unterschiedlichem Management
- ermöglicht die Einbeziehung sekundärer Information für die Untersuchung der relevanten Merkmale