

Antrittsvorlesung im Rahmen des Berliner Ökologischen  
Kolloquiums am 25.11.2003

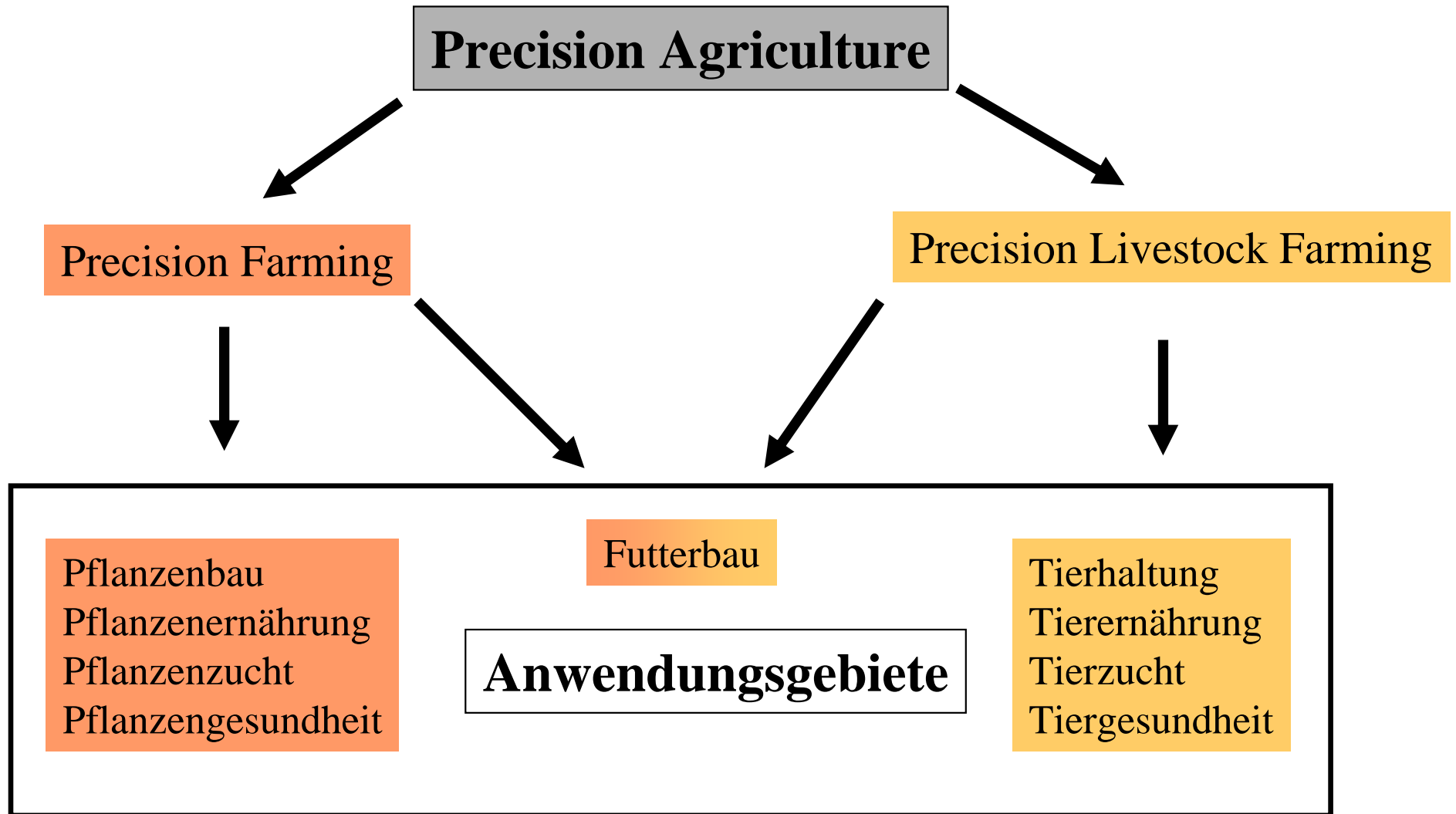


## Precision Agriculture

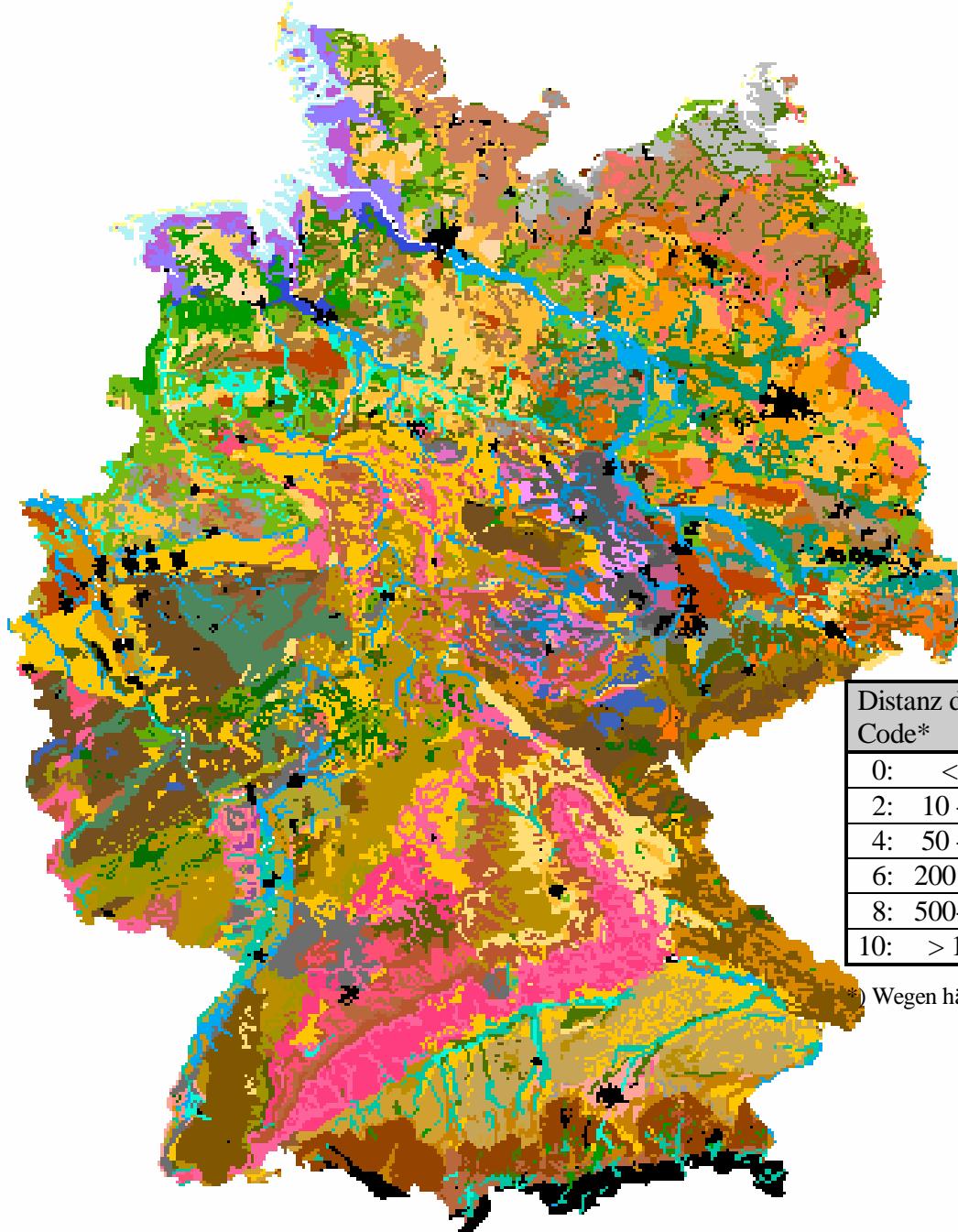
Innovative Technologien zum Qualitätsmanagement

Juniorprofessor Precision Agriculture

Ruprecht Herbst  
LGF der HU Berlin  
IPW  
Philippstraße 13  
10115 Berlin



## Bodenübersichtskarte (M:1:1 Mil.)

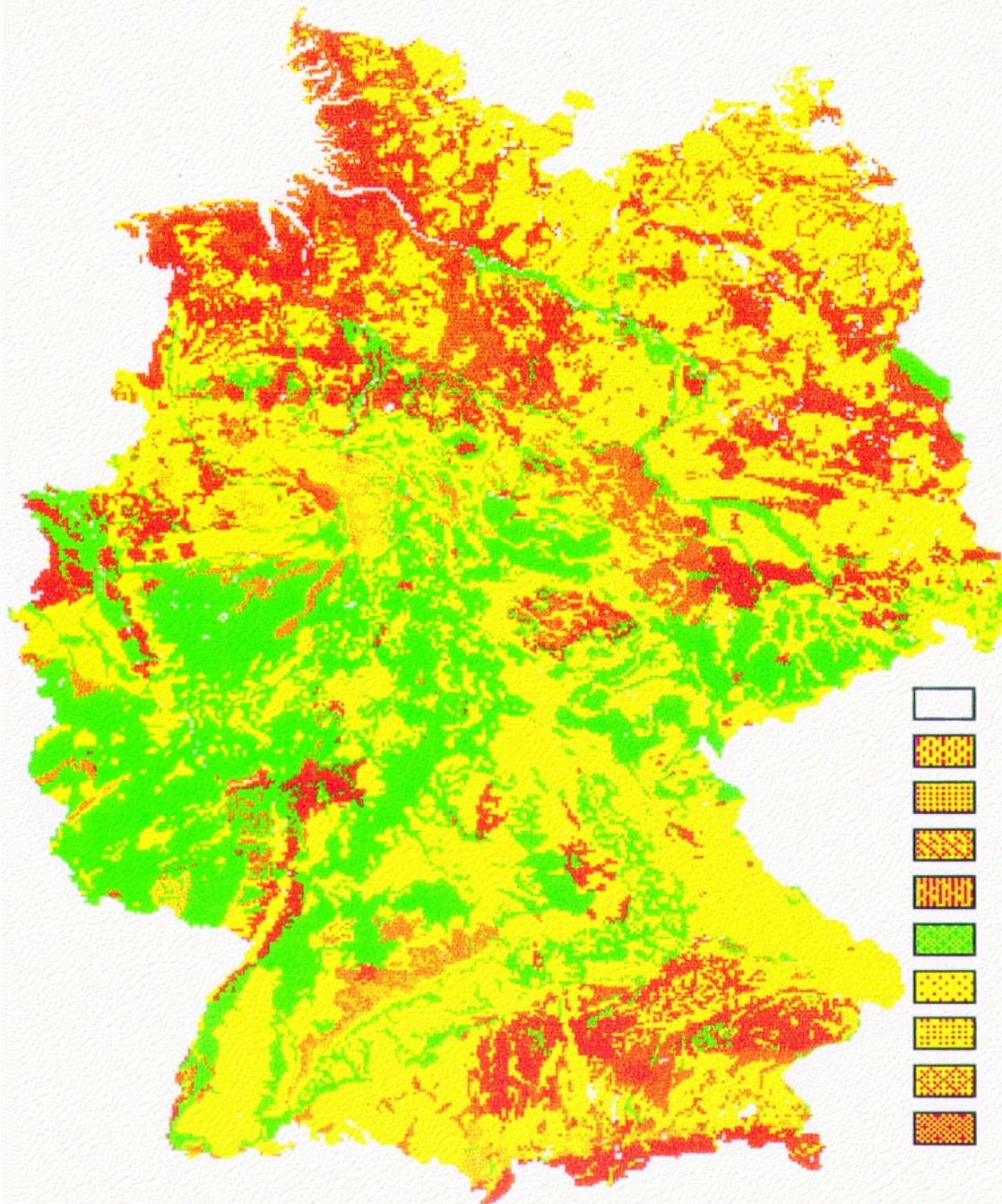


Einschätzung der Heterogenität der Legendeneinheiten der BÜK 1000 wurde von den bodenkundlichen Landesämtern nach unten aufgeführten Kenngrößen durchgeführt

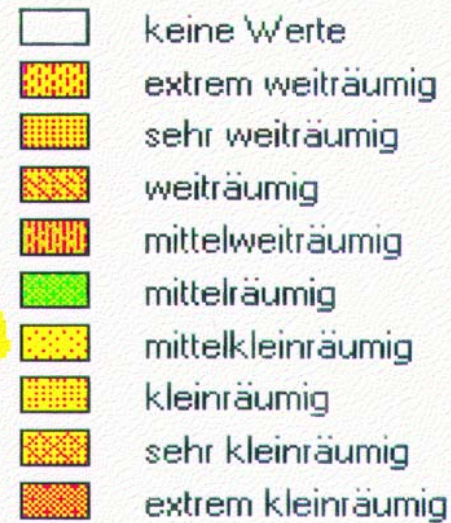
Distanz der Hauptvariation			Taxonomischer Kontrast			Leittyp-Flächendeckung		
Code*	m	Bezeichnung	Code*	Niveau	Bezeichnung	Code	%	Bezeichnung
0:	< 10	eng	2:	Form, Varietät	gering	2:	< 10	sehr gering
2:	10 - 50	sehr eng	4:	Subtyp, Typ	mittel	4:	10 - 30	gering
4:	50 - 200	eng	6:	Klasse, Abteilung	stark	6:	30 - 70	mittel
6:	200 - 500	mittel				8:	70 - 90	hoch
8:	500-1000	weit				10:	> 90	sehr hoch
10:	> 1000	sehr weit						

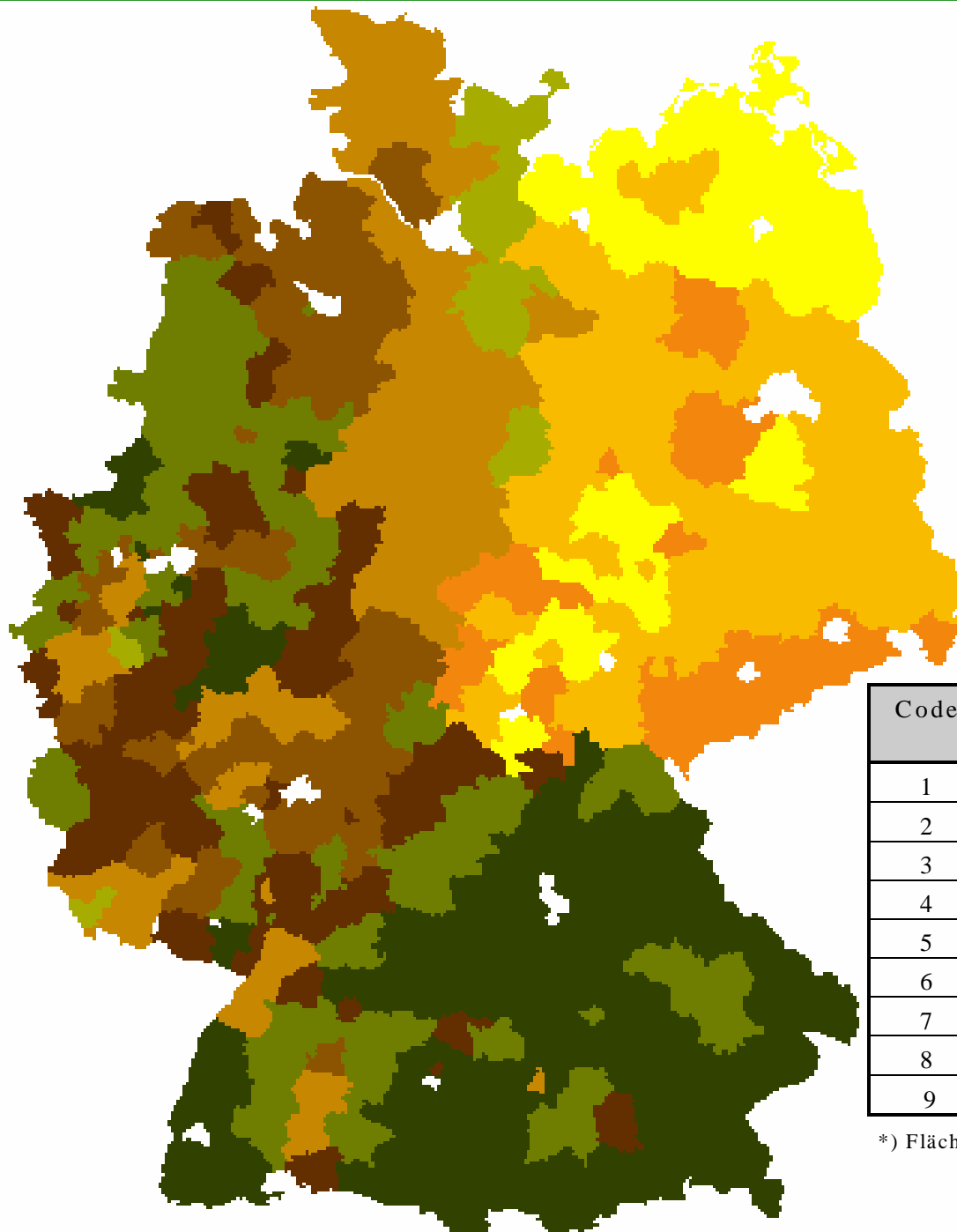
\*) Wegen häufiger Angabe von Übergangswerten wurden diese mit ungeraden Ziffern belegt





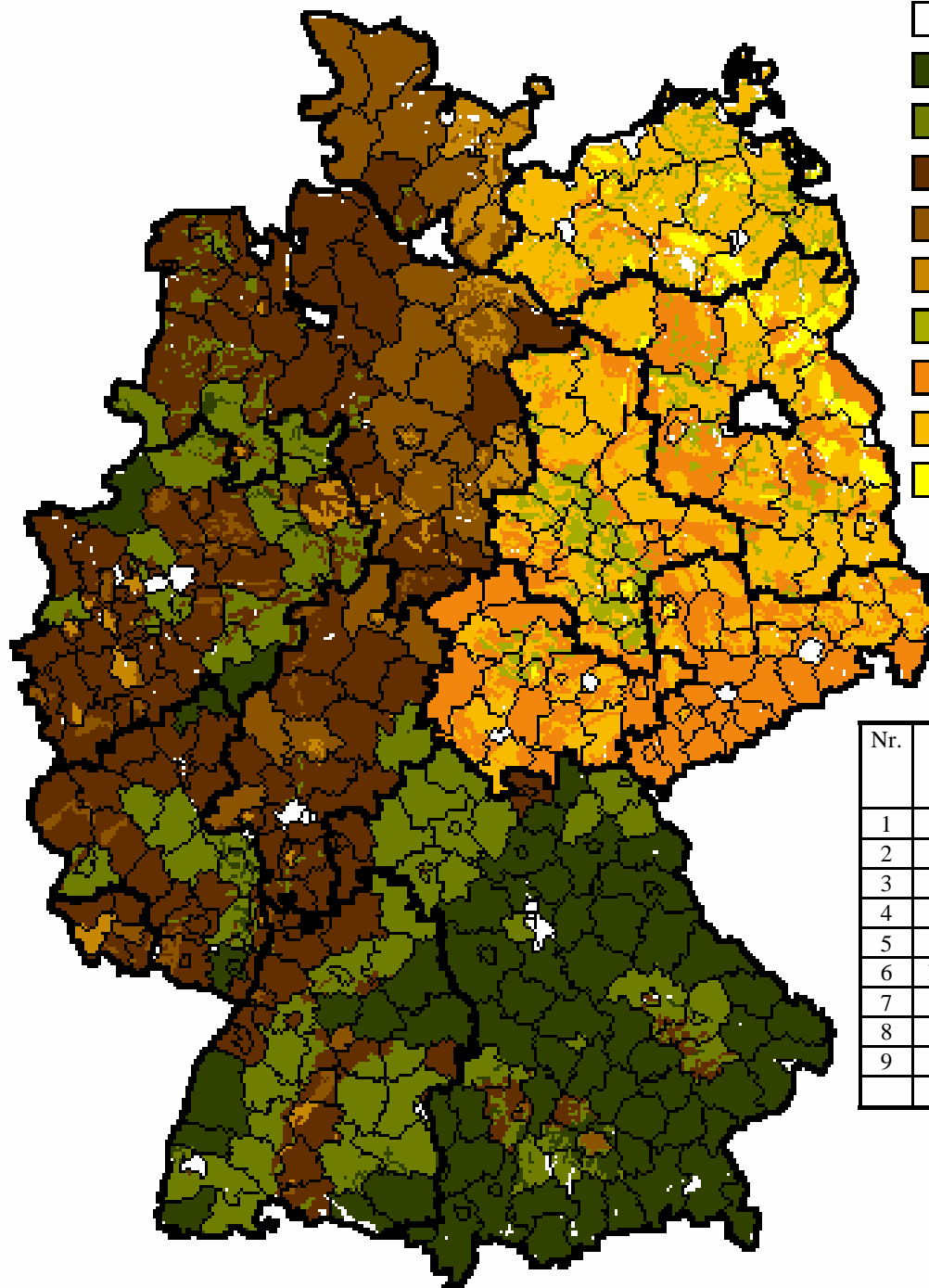
Nr.	Leit- und Begleit-Bodentypen der Einheiten der BÜK1000 (BE: Braunerde; - : Übergangstyp; / : und,neben)	Fläche km <sup>2</sup> %	HZ- Mittel	HZ- Spanne
42	Parabraunerde/Pseudogley/Fahlerde	26580 7.59	5.7	2
61	Podsolige Braunerde	19001 5.42	4.9	2
59	Braunerde/Podsol-Braunerde	16856 4.81	4.9	2
31	Braunerde-Podsol/Podsol-Braunerde	15399 4.39	4.4	5
17	Podsol/Braunerde-Podsol	14704 4.20	6.0	4
49	Rendzina/BE-(Para)Rendzina w.m. Terra fusca-(Para)BE	13937 3.98	4.8	1
19	Parabraunerde/Fahlerde/Pseudogley-Parabraunerde	13526 3.86	6.4	3
6	Niedermoorboden	12705 3.63	3.2	5
55	Braunerde	11625 3.32	6.0	5
51	Pelosol-Braunerde/Pelosol-Pseudogley	11521 3.29	6.0	0
8	Auenboden/Gley	10933 3.12	4.6	2
26	Fahlerde/Bänder-Parabraunerde/Braunerde	8017 2.29	6.3	2
50	Braunerde/Terra fusca und Rendzina	7694 2.20	6.0	2
18	Braunerde/Parabraunerde/Pararendzina	7519 2.15	9.0	0





Code	F % *		Betriebsstrukturzahl		
	50-100ha	>100ha	50-100ha	>100ha	Bezeichnung
1	1-10	1-10	1-20	1-10	extrem klein
2	11-20	11-20	1-30	1-20	sehr klein
3	21-30	21-40	1-40	21-40	klein
4	31-40	41-70	31->50	1-40	mittelklein
5	41-50	71-90	41->50	21-40	mittel
6	>50	91-95	21->50	41-70	mittelgroß
7		>95	1-20	41-70	groß
8			1-10	91-95	sehr groß
9			1-10	>95	extrem groß

\*) Flächen-% -Anteil der Betriebsgrößenklasse im Landkreis



-  keine Werte
-  stark überbetriebl.
-  überbetriebl.
-  überbetr., z.T. einzelbetr.
-  gemischt
-  einzelbetr., z.T. überbetr.
-  einzelbetr.-homogen
-  einzelbetr.-mäßig heterogen
-  einzelbetr.-heterogen
-  einzelbetr.-sehr heterogen

Nr.	Akzeptanzpotential	Heterogenität	Betriebsgrößen 50-100 (%) > 100ha		Fläche 1000 ha	Umsetzung mäßig % 1000ha		Umsetzung hoch % 1000 ha	
			1-30	1-20		1	31	10	155
1	extrem gering	1 - 9	1-30	1-20	3099	1	31	10	155
2	sehr gering	1 - 6	20-50	1-40	2395	2	48	20	240
3	gering	1 - 6	1-50	1-70	4046	5	202	30	607
4	mittel	1 - 6	1-50	1-70	1527	10	152	40	306
5	mittelhoch	5 - 9	30-50	1-70	470	20	94	60	141
6	hoch-reduziert	1 - 3	1-20	40-95	636	10	64	30	96
7	hoch	4 - 6	1-20	40-95	1924	25	481	70	674
8	sehr hoch	6 - 9	1-20	40-95	2520	30	756	80	1008
9	extrem hoch	7 - 9	1-10	90->95	203	40	81	90	92
	Summe				16820		1909		3319





Site-specific crop management is an information and technology based agricultural management system to identify, analyze, and manage site-soil spatial and temporal variability within fields for optimum profitability, sustainability, and protection of the environment.

SSCM employs a system engineering approach to crop production where inputs are made on an "as needed basis," and was made possible by recent innovation in information and technology such as microcomputers, geographic information systems, positioning technologies (Global Positioning System), and automatic control of farm machinery. It is a holistic approach to micro manage spatial and temporal variability in agricultural landscapes based on integrated soil, plant, information, and engineering management technologies as well as economies (Robert *et al*, 1994).

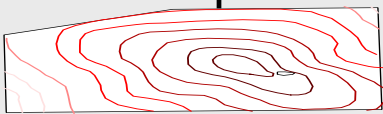
## Kartenansatz

zielgenaue, flächenhafte Parameterbereitstellung



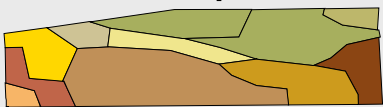
Fahrgassen  
Schlaggrenzen

+



Relief

+



Bodendaten

+



Ertrag

+.....

Luftbild  
Leitfähigkeit...

GIS-Überlagerung

**Modell**  
 $P=f(R,B,E,F,L...)$

**Applikationskarten**

Aussaat  
Bodenbearbeitung  
Düngung  
Pflanzenschutz

## Echtzeitansatz

Vorne messen, hinten  
variable applizieren

Düngerstreuer  
GPS  
N-Sensor



N-Sensor (HydroAgri)

**Teilflächenspezifische N-Düngung**

**weitere Sensoren auf dem Markt für**  
Herbizide, Fungizide,  
Wachstumsregulatoren

## Echtzeitansatz mit „Map Overlay“



+



+



+



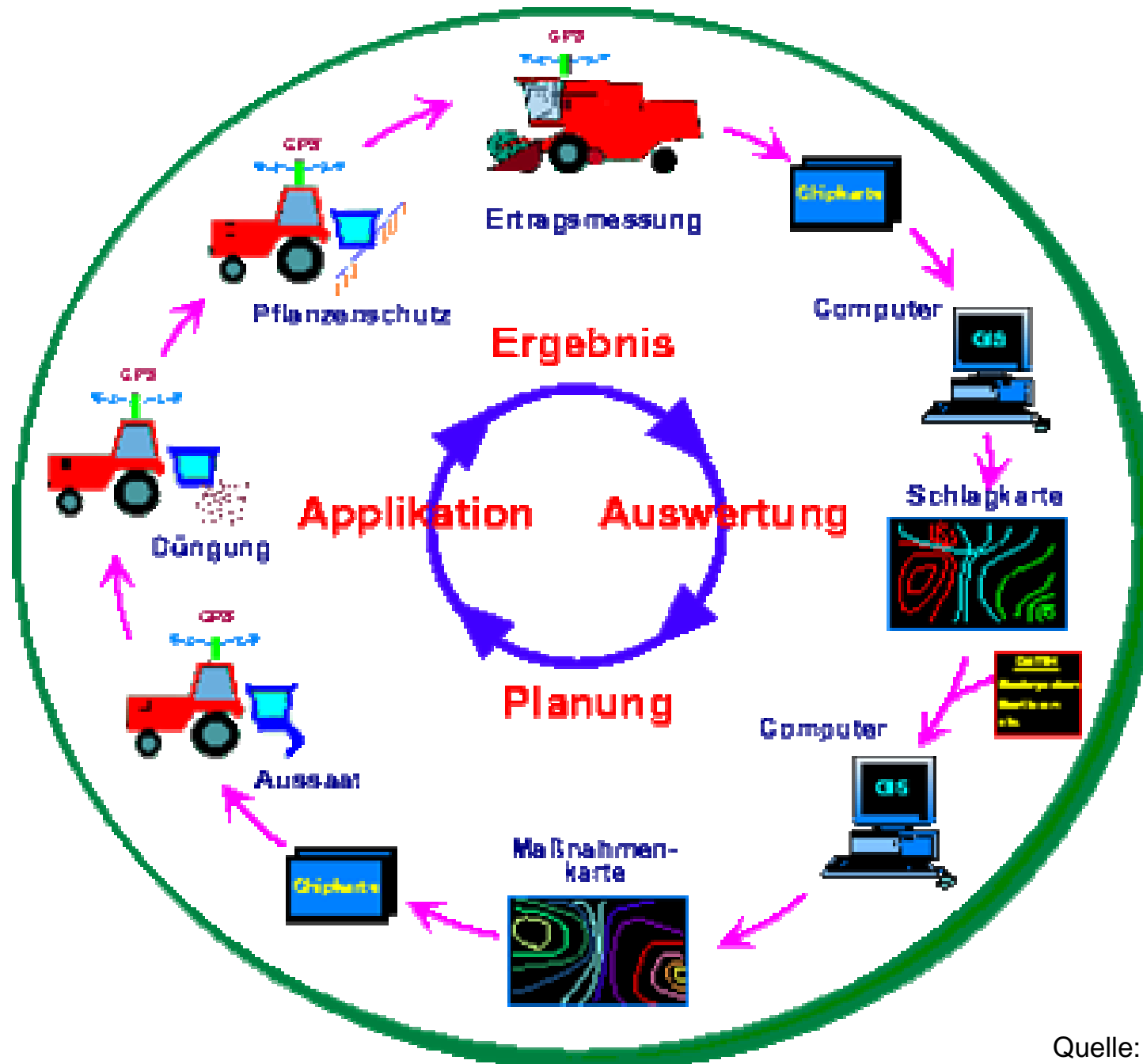
GIS-Modell - Hintergrundkarte

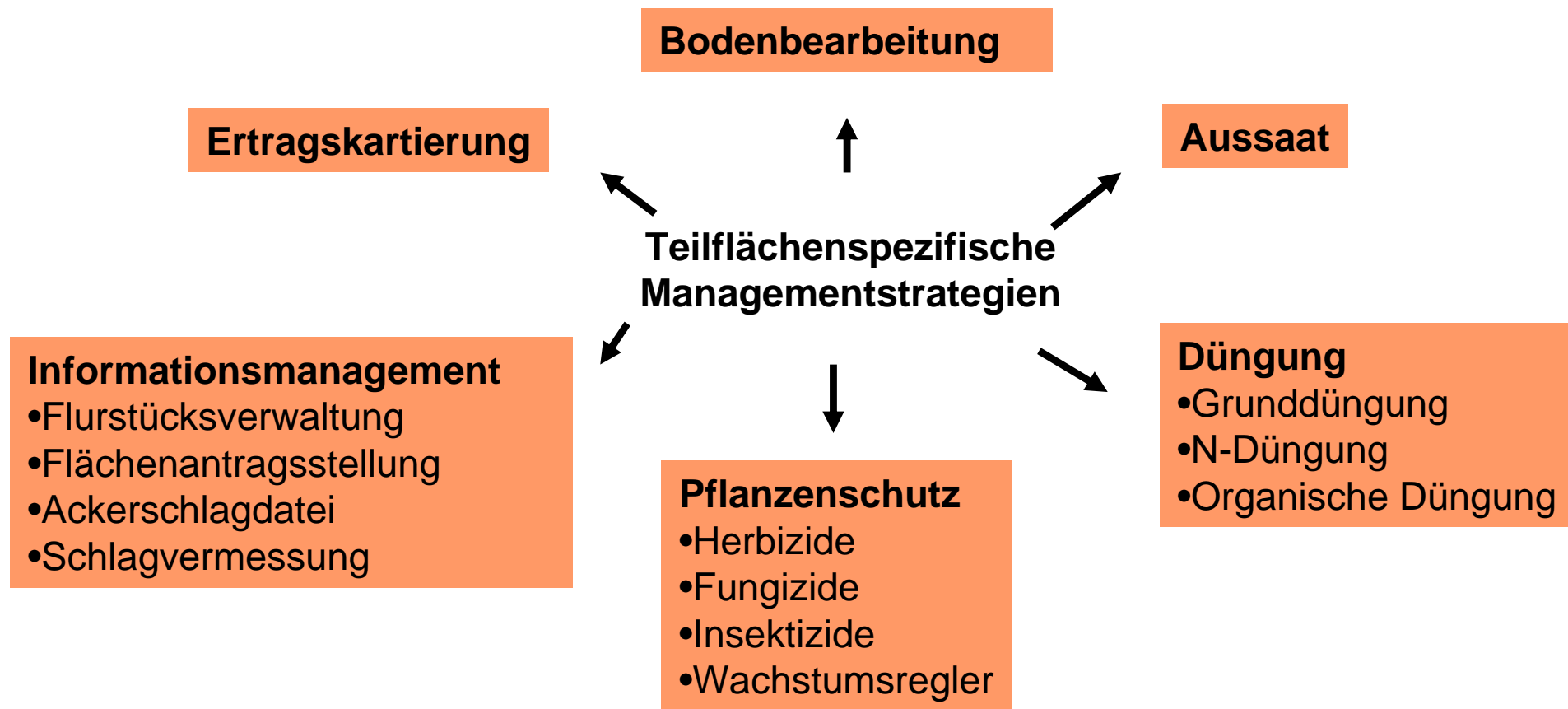


**Applikationen**

Herbizide, Fungizide,  
Wachstumsregulatoren

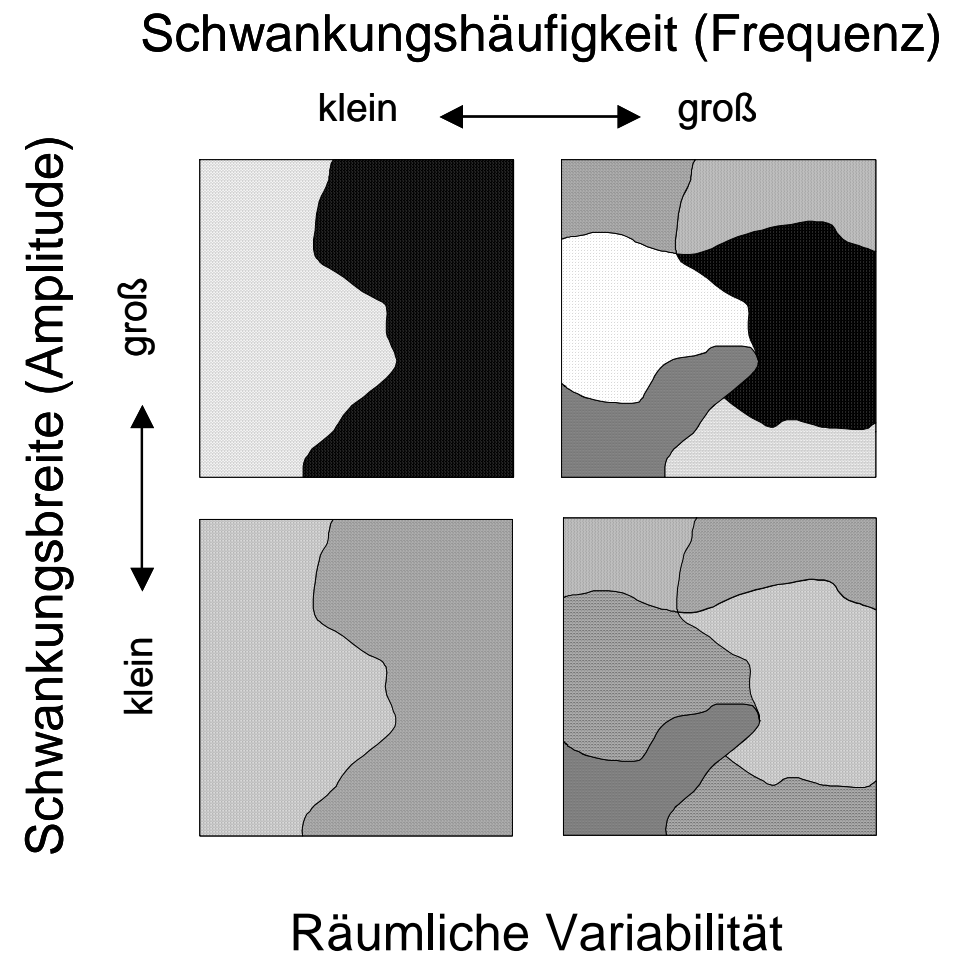
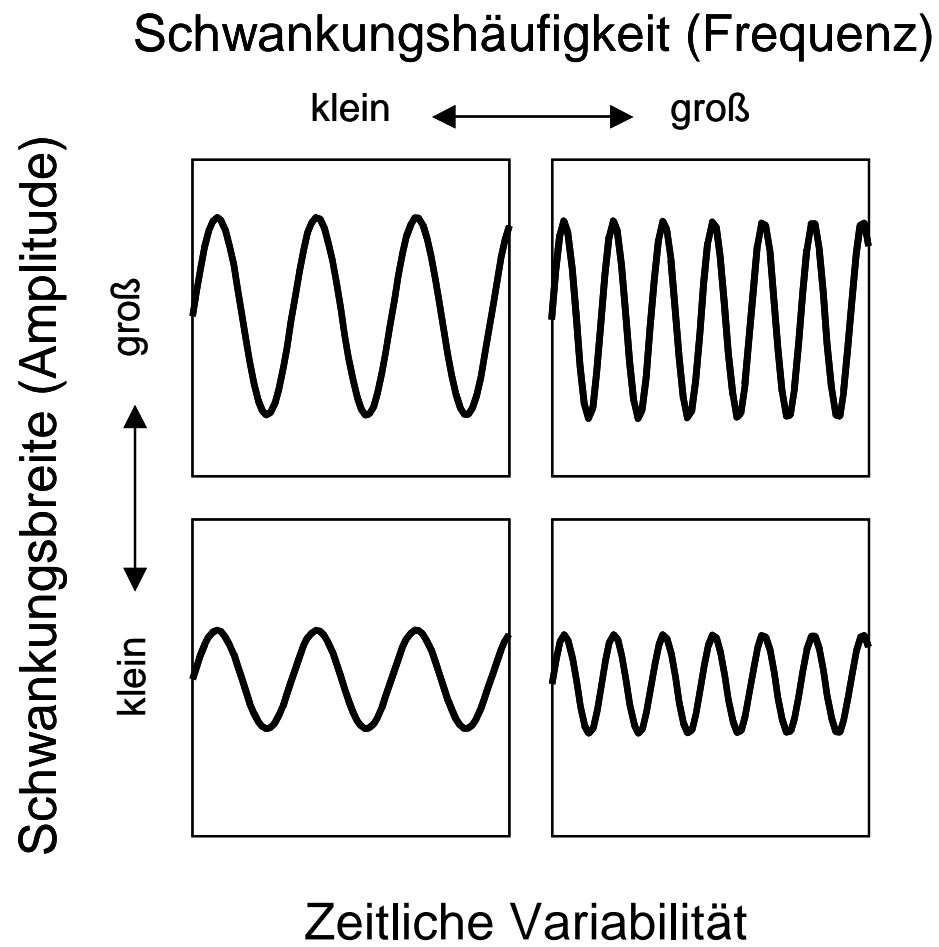


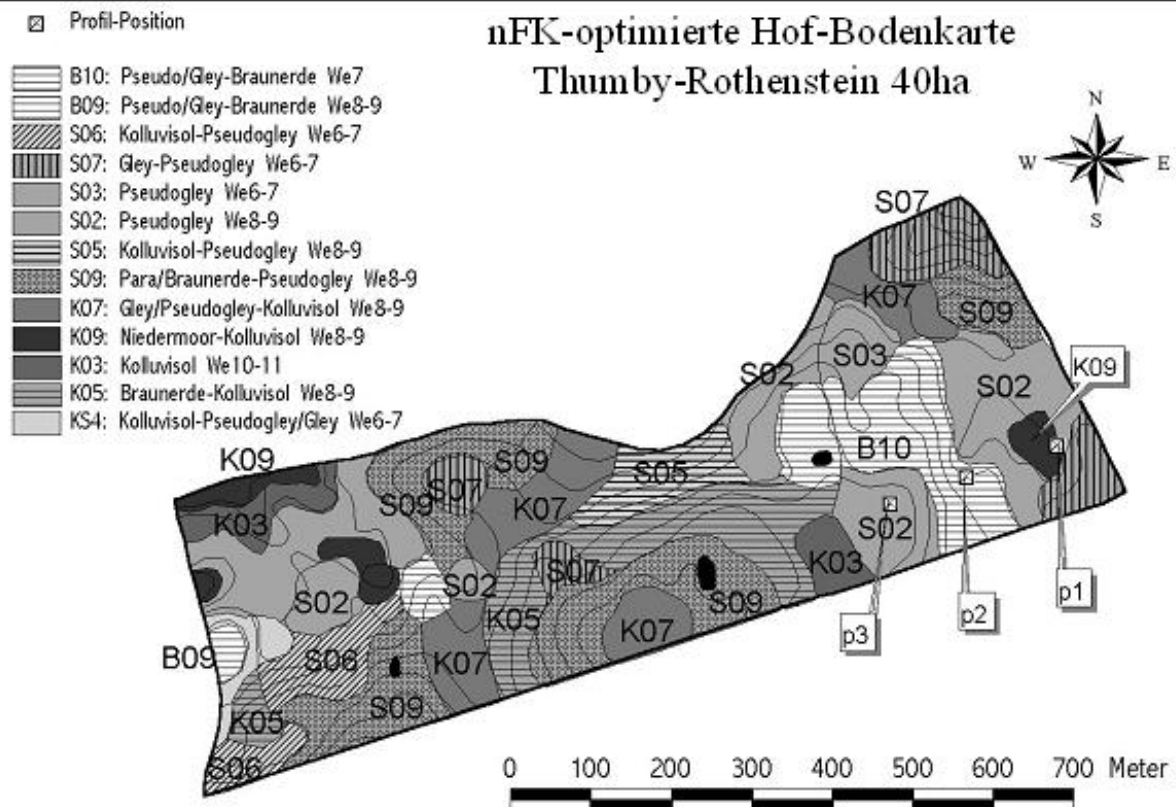
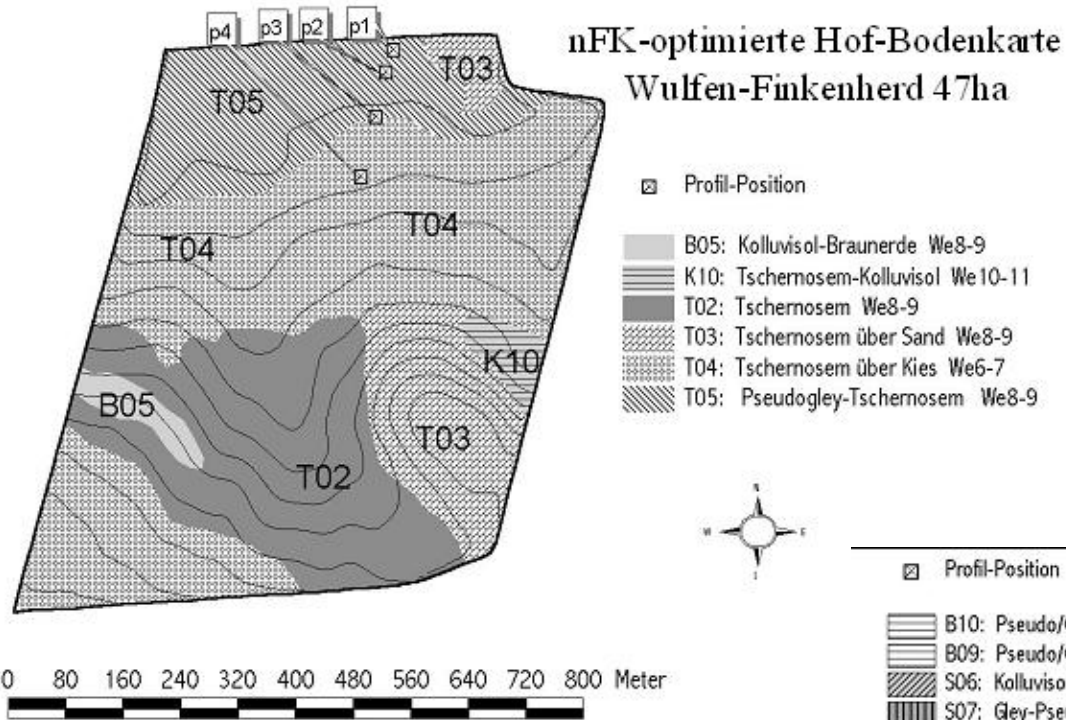




## Sonstige Leistung von Precision Farming:

- Bewirtschaftung ökologisch sensibler Zonen
- Überbetrieblicher Einsatz
- Gewannebewirtschaftung
- Parallelfahreinrichtung
- Flottenmanagement







**Wulfen, Finkenherd p1 (65) pseudovergleyter Kalktschernosem**  
Koordinaten: E:11,92163 N:51,79738 70m ü. NN Grundwasser: 12dm  
Lage: eben (Talebene)

0-30 cm	<b>Ap</b>	7YR2/1; sandig lehmiger Schluff; schwach humos; stein/kiesfrei; Krümel; pH:7,6; dB:1,3;
30-65	<b>Axh</b>	7YR2/1; sandig lehmiger Schluff; schwach humos; stein/kiesfrei; Krümel; pH:7,7; dB:1,5;
65-85	<b>Sw</b>	7YR7/4; sandiger Schluff; kein Humus; stein/kiesfrei; Polyeder; pH: 7,8; dB: 1,5;
85-120	<b>Sd</b>	5Y7/2; sandiger Lehm; kein Humus; schwach steinig; kohärent; pH: 7,9; dB: 1,5;



**Wulfen, Finkenherd p3 (67) pseudovergleyter Kalktschernosem**  
Koordinaten: E 51,79657 N:11,92122 70m ü.NN Grundwasser: 15dm  
Lage: eben (Talebene)

0-30 cm	<b>Ap</b>	7YR2/1; schluffiger Lehm; schwach humos; stein/kies/grusfrei; Krümel; pH: 7,7; dB: 1,3;
30-65	<b>Axh</b>	7YR2/1; schluffiger Lehm; schwach humos; stein/kies/grusfrei; Krümel; pH: 7,8; dB: 1,5;
65-85	<b>Axh</b>	7YR2,5/1; sandig lehmiger Schluff; schwach humos; mittel grusig; Subpolyeder; pH: 7,8; dB: 1,5;
85-120	<b>S1c</b>	5Y7/2; sandiger Schluff; kein Humus; stein/kies/grusfrei; kohärent; pH: 7,8; dB: 1,5;
120-140	<b>S1c</b>	5YR6,5/2; schwach lehmiger Sand; kein Humus; schwach grusig; kohärent; pH: 7,83; dB: 1,5;



**Wulfen, Finkenherd p4 (68) Gley-Kalktschernosem\***  
Koordinaten: E:11,92087 N:51,79586 70m Grundwasser:--  
Lage: eben (Talebene)

0-30 cm	<b>Ap</b>	10YR2/1; sandiger Schluff; sehr schwach humos; sehr schwach steinig; Krümel; pH: 7,2; dB: 1,3;
30-45	<b>Axh</b>	10YR2/1; sandiger Schluff; schwach humos; sehr schwach steinig; Krümel; pH: 7,4; dB: 1,5;
45-60	<b>IIAxh</b>	10YR3/1; schluffiger Sand; sehr schwach humos; stark steinig; Krümel; pH: 7,6; dB: 1,5;
60-140	<b>rGo</b>	5YR5/5; Grobsand; kein Humus; stark grusig; Einzelkorn; pH: 7,6; dB: 1,5;
140-150	<b>rGr</b>	7,5YR7/2; Mittelsand; kein Humus; stark grusig; Einzelkorn; pH: 7,8; dB: 1,5;

*\*Bodenprofil im linken Teil angefeuchtet*



**Thumby, Rothenstein / p1 (68) Gley (G)**  
Koordinaten: E:9,93312 N:54,58651 23m ü. NN Grundwasser: 10dm  
Lage: sehr schwach geneigt / konkav (Mulde)

0-30 cm	<b>Ap</b>	10YR3/1; stark lehmiger Sand; mittel humos; schwach steinig; Subpolyeder; pH: 7,2; dB: 1,3;
30-35	<b>Aa</b>	10YR2,5/1; stark lehmiger Sand; stark humos; schwach steinig; Subpolyeder; pH: 7,1; dB: 1,5;
35-60	<b>Gro</b>	5Y6/3; lehmiger Sand; kein Humus; schwach steinig; kohärent; pH: 7,4; dB: 1,5;
60-100	<b>Gor</b>	5Y6/3; sandiger Lehm; kein Humus; schwach steinig; kohärent; pH: 7,6; dB: 1,5;



**Thumby, Rothenstein / p2 (69) Gley-Kolluvisol (GK)**  
Koordinaten: E: 9,93312 N:54,58651 24m ü. NN Grundwasser: --  
Lage: sehr schwach geneigt / konkav (Mulde)

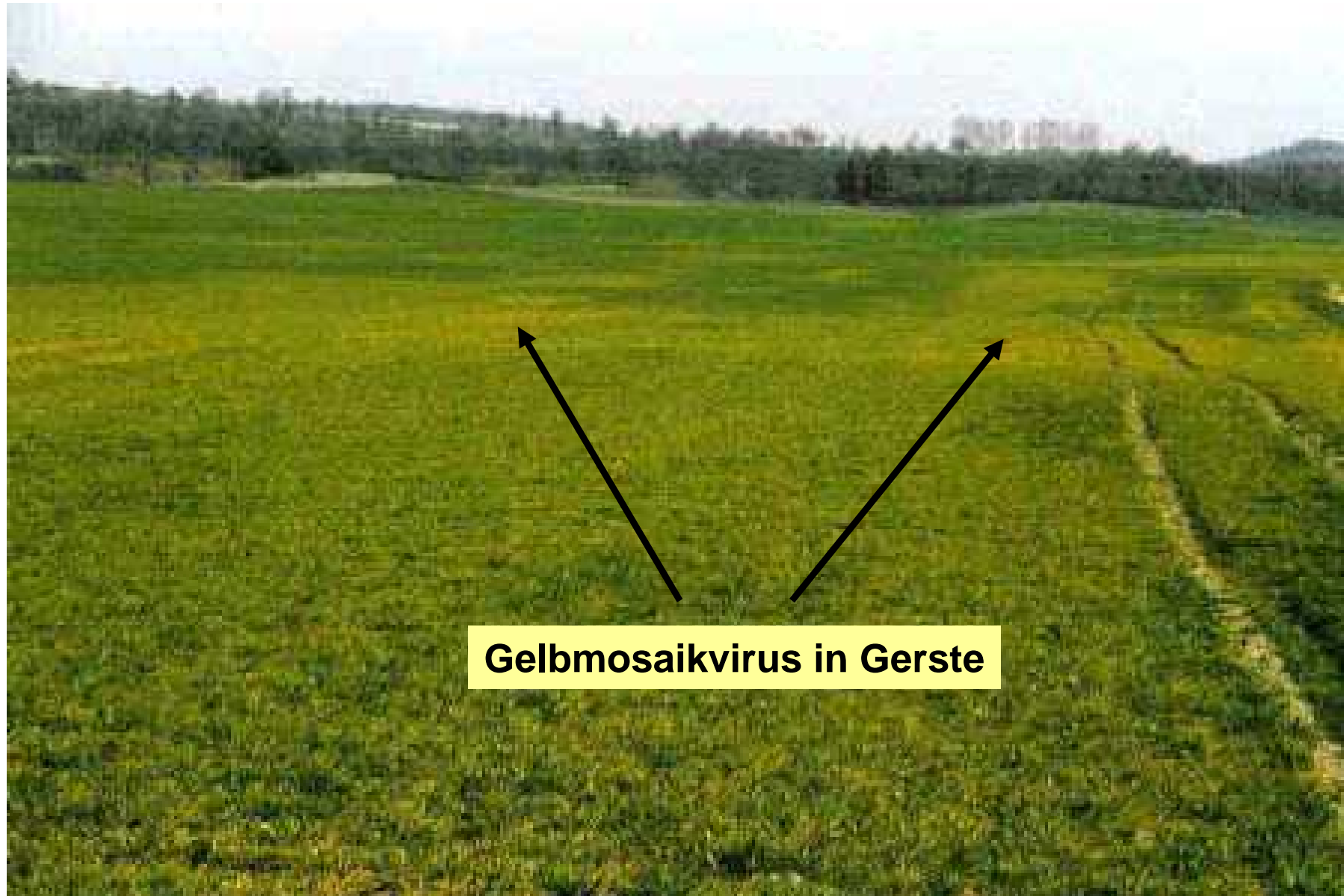
0-30 cm	<b>Ap</b>	10YR3,5/2; lehmiger Sand; schwach humos; schwach steinig; Subpolyeder; pH: 7,0; dB: 1,3;
30-55	<b>BvM</b>	10YR4,5/2; stark lehmiger Sand; sehr schwach humos; schwach steinig; Subpolyeder; pH: 6,6; dB: 1,5;
55-80	<b>GrM</b>	10YR3,5/2; stark lehmiger Sand; schwach humos; schwach steinig; Subpolyeder; pH: 6,7; dB: 1,5;
80-120	<b>Gro</b>	2,5Y6/2; sandiger Lehm; kein Humus; schwach steinig; Polyeder; pH: 6,9; dB: 1,5;



**Thumby, Rothenstein / p3 (70) primärer Pseudogley (S)**  
Koordinaten: E:9,93312 N:54,58651 28m ü. NN Grundwasser:--  
Lage: eben / Kuppe

0-28 cm	<b>Ap</b>	10YR4/2; lehmiger Sand; schwach humos; schwach steinig; Krümel; pH: 6,5; dB: 1,3;
28-45	<b>Sew</b>	2,5Y7/4; stark lehmiger Sand; kein Humus; sehr schwach steinig; Subpolyeder; pH: 6,6; dB: 1,5;
45-80	<b>Sw</b>	2,5Y7/3; sandiger Lehm; kein Humus; sehr schwach steinig; Subpolyeder; pH: 6,7; dB: 1,5;
80-130	<b>Sd</b>	2,5Y7/3; schwach sandiger Lehm; kein Humus; sehr schwach steinig; Subpolyeder; pH: 6,7; dB: 1,5;



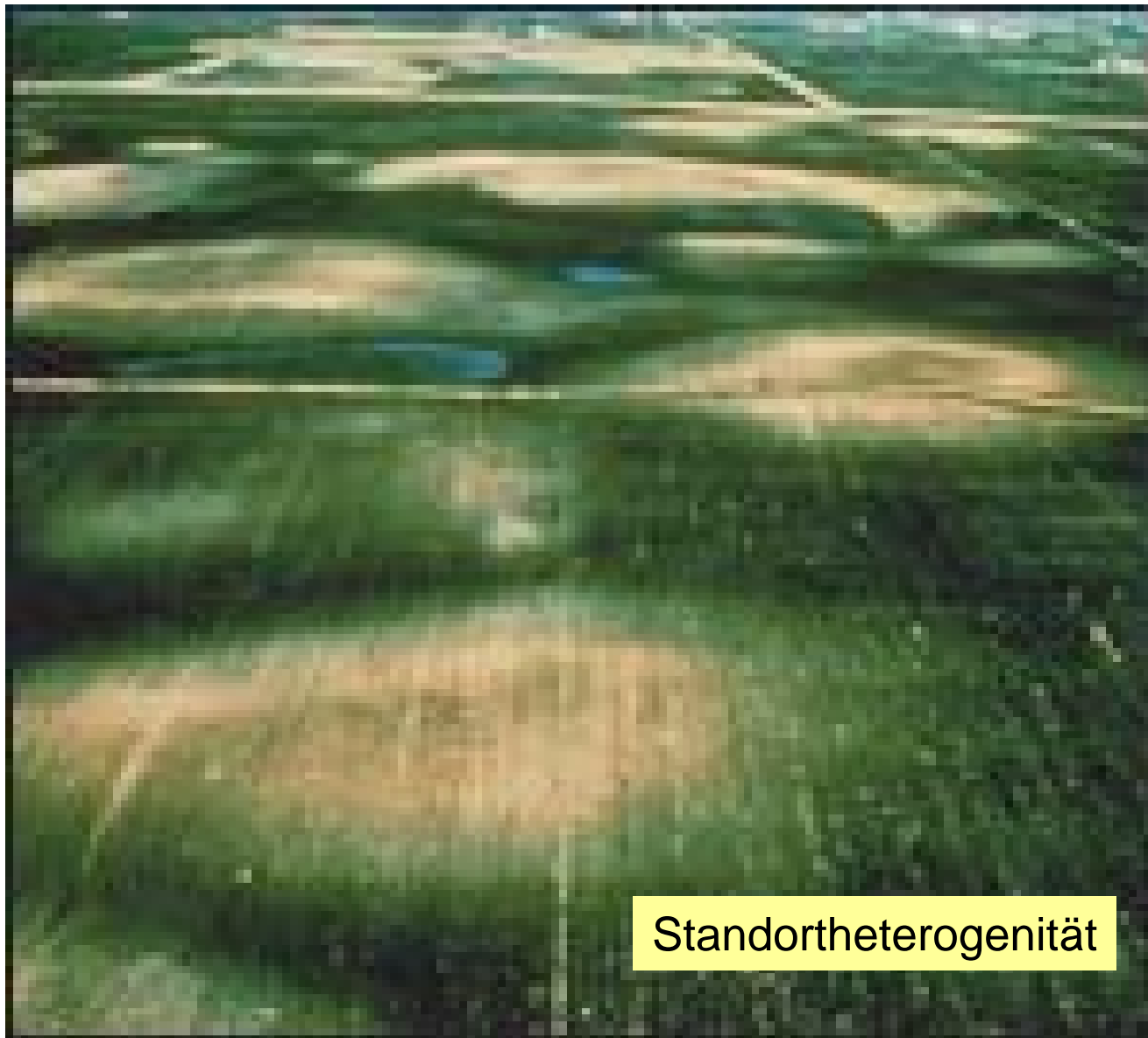




**Trockenschäden im Roggen**







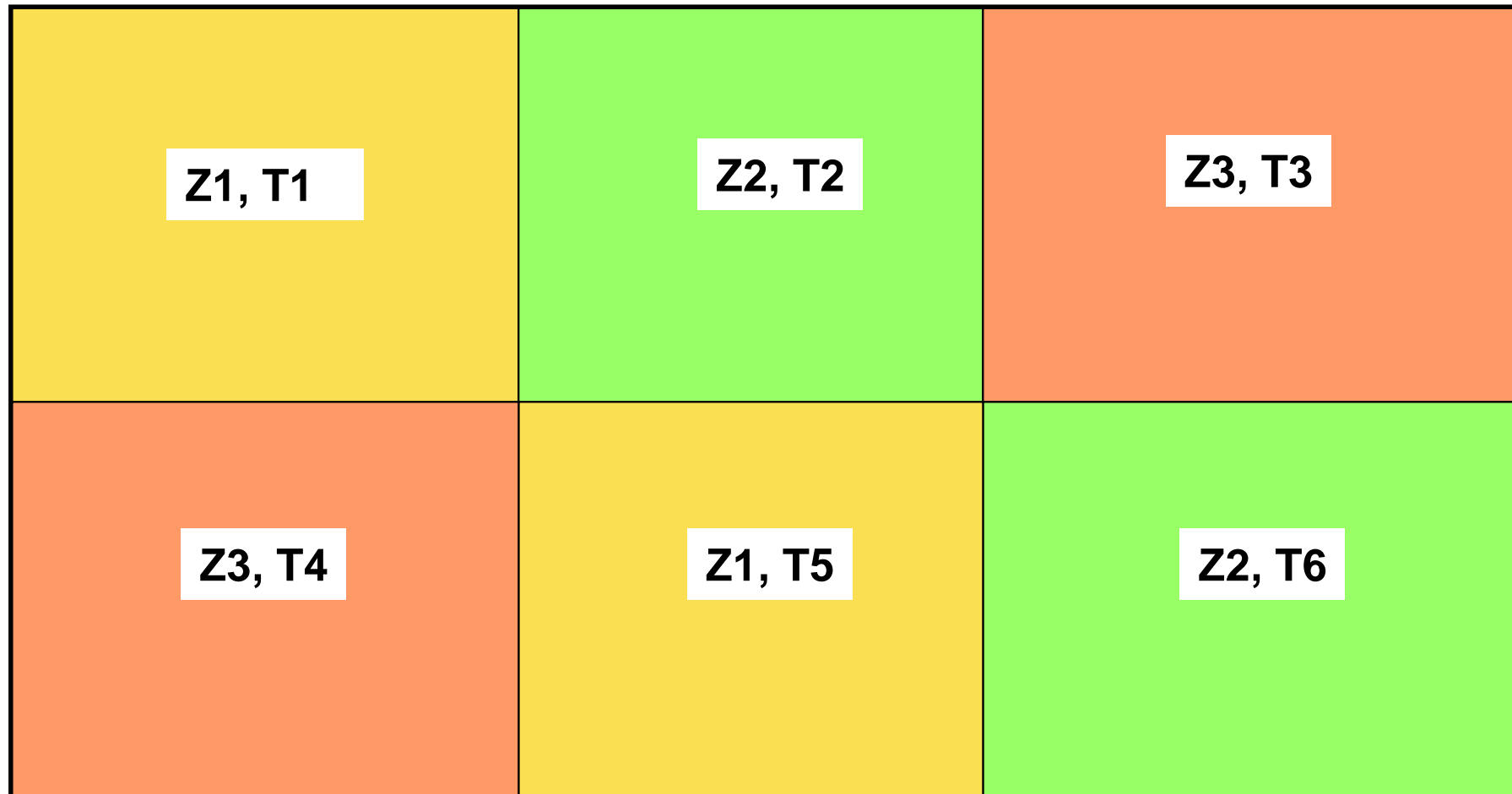
## Definition Management Units

Management Units sind zielgenau abgrenzbare quasi homogene Einheiten innerhalb eines Schlages, die bei gleicher Bewirtschaftung zu unterschiedlichen Qualitäten und Quantitäten führen.

Die Größe der Management Units hängt ab von der Heterogenität und der technischen Umsetzbarkeit.



Was ist der Unterschied zwischen Zonen und Teilflächen



**Z=Zonen innerhalb eines Schlages**  
**T=Teilflächen innerhalb eines Schlages**

# Management Units im Precision Farming

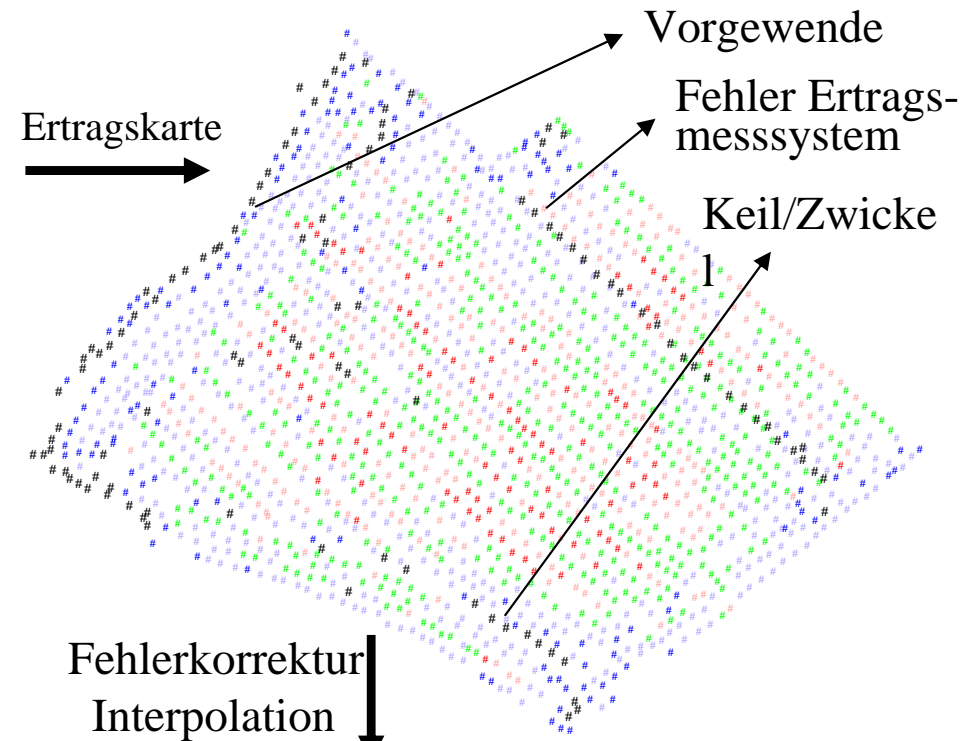
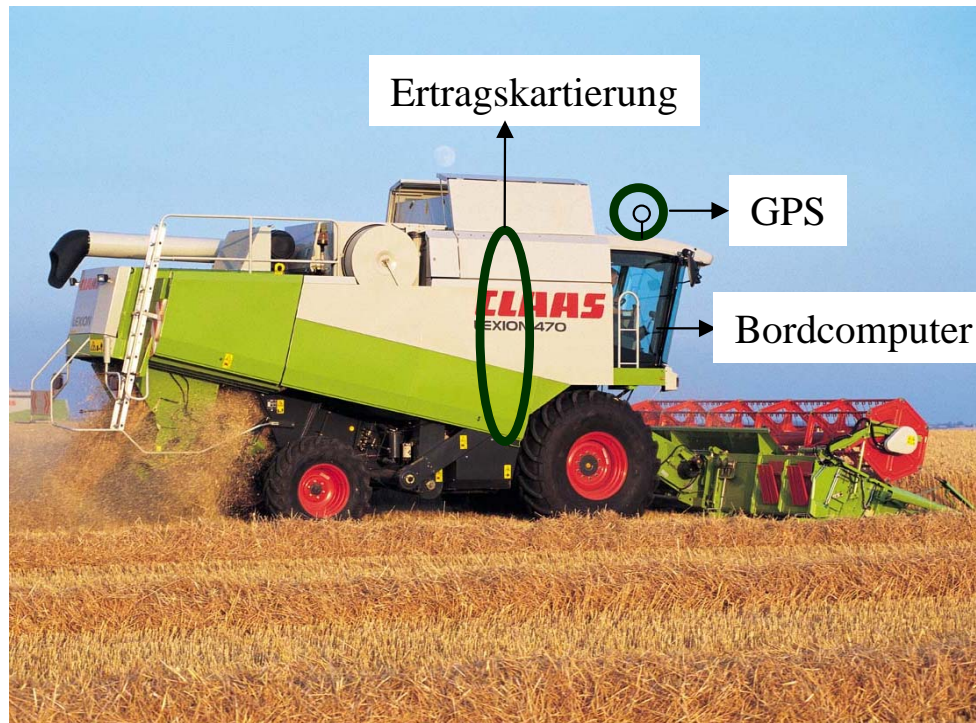
Beispiel Grunddüngung P und K

<b>E1 P1 K1</b>	<b>E1 P2 K1</b>	<b>E2 P2 K1</b>	<b>E2 P3 K1</b>
<b>E1 P1 K2</b>	<b>E1 P2 K2</b>	<b>E2 P2 K2</b>	<b>E2 P3 K2</b>
<b>E3 P1 K2</b>	<b>E3 P2 K2</b>	<b>E4 P2 K2</b>	<b>E4 P3 K2</b>
<b>E3 P1 K3</b>	<b>E3 P2 K3</b>	<b>E4 P2 K3</b>	<b>E4 P3 K3</b>

E = Ertragszonen (4)

P = Phosphorverteilung (3)

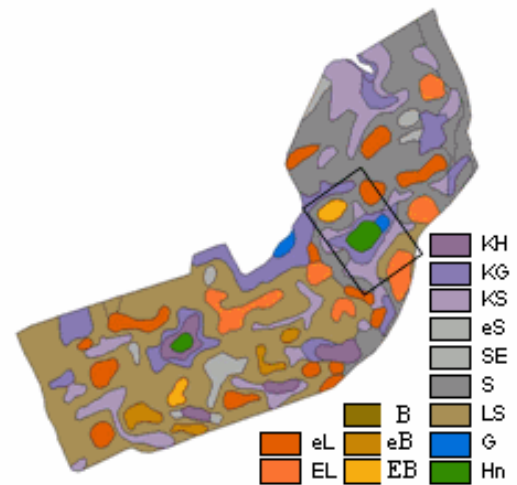
K = Kaliumverteilung (3)



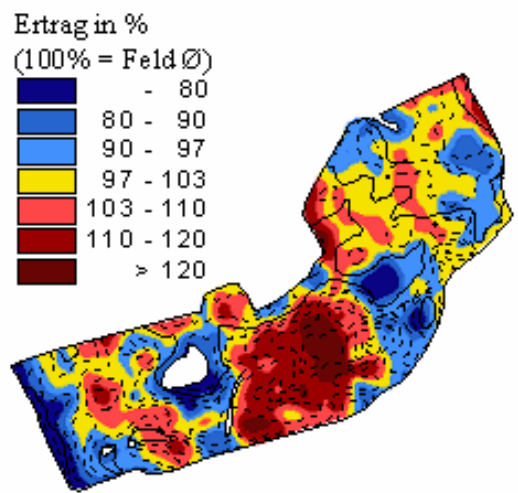
## Mögliche Fehlerquellen:

1. Korndurchsatzmessung/Kornfeuchtemessung:  
Systembedingte Fehler, Eichung
2. Flächenermittlung: z. B. Schnittbreite
3. Druschtransport: Druschbeginn bis zum dynamischen Gleichgewicht (z. B. Vorgewende, Lagergetreide)
4. Positionsermittlung: dGPS-Positionsbestimmung
5. Interpolationsfehler: Punktabstände zwischen den Reihen

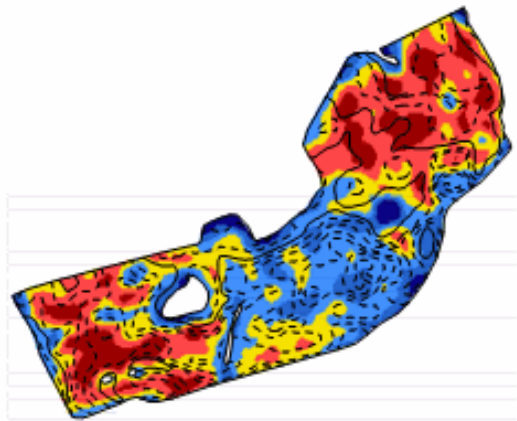
## Bodensubtypen



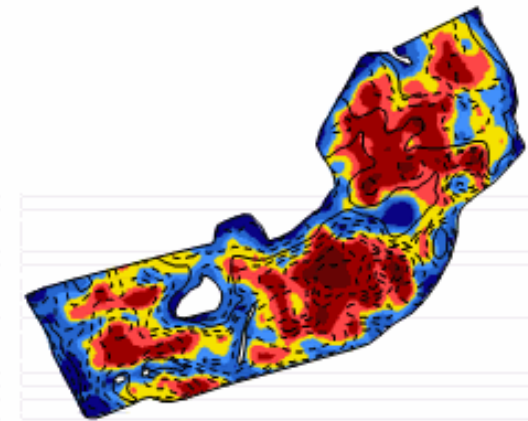
## Winterweizen 1998



## Wintergerste 1999

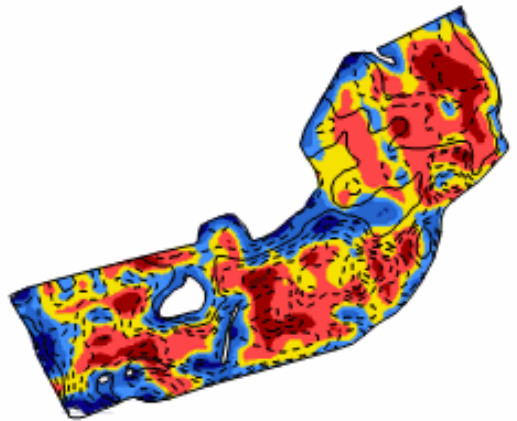


## Winterraps 2000

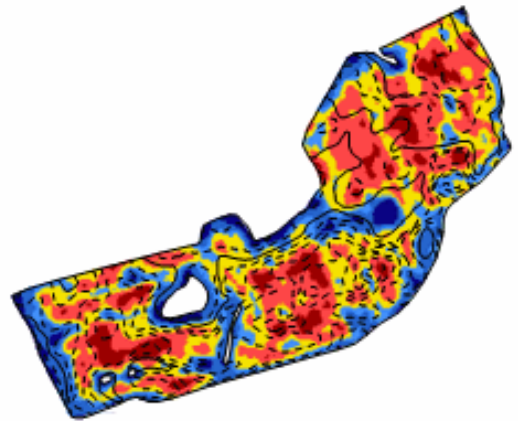


B = Braunerde; L = Parabraunerde; S= Pseudogley;  
G = Gley; Hn = Niedermoor; K = Kollurvisol;  
E = „Erosol“; e = erodiert; k = kolluviert

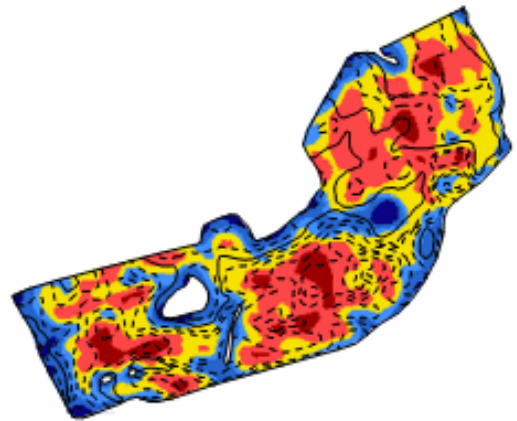
## Winterweizen 2001



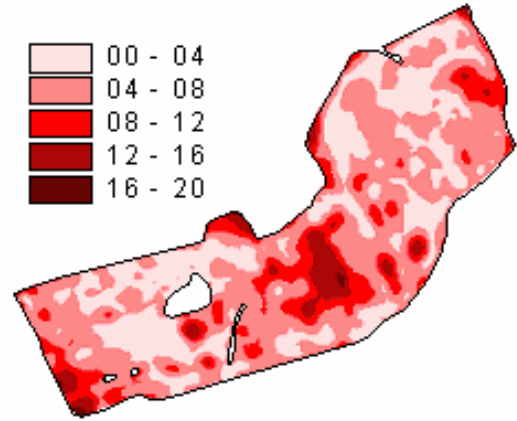
## Wintergerste 2002



## Durchschnitt 1998 - 2002



## Standardabweichung



Reimer 2003

Kuehren -Sodrade- Ostholstein 62ha

## Expertengestützte Verfahren:

GIS-gestützte Auswertung von zeichnenden Vorinformationen durch lokales Expertenwissen

## Mathematisch/Statistische Verfahren:

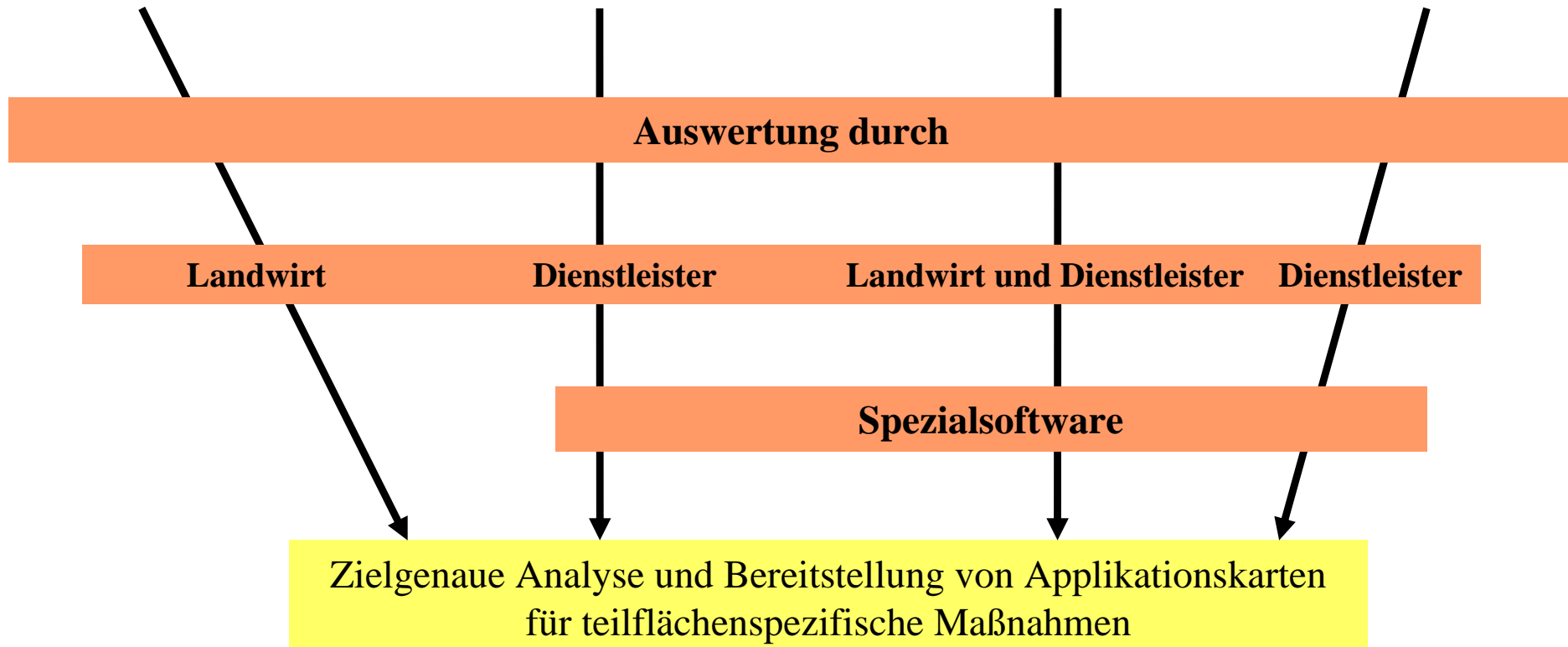
- induktiv/deduktive Statistik: Lage- und Streumaße
- Geostatistik: Variogramanalyse, Kriging
- Multivariate Analyse und Klassifikationssysteme

## Gemischte Verfahren:

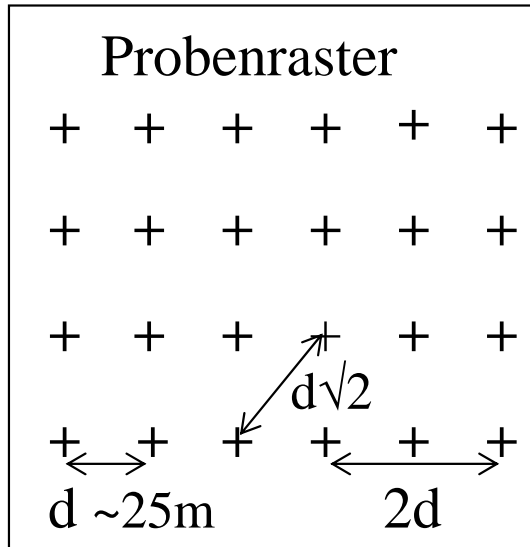
- Fuzzy logic
- teilautomatisierte Auswertungssysteme wie z. B. digitale Hof-Bodenkarte Maximum Likelihood mit Evidenzen

## Dynamische Modelle:

- Cerres
- Hermes
- N-prog



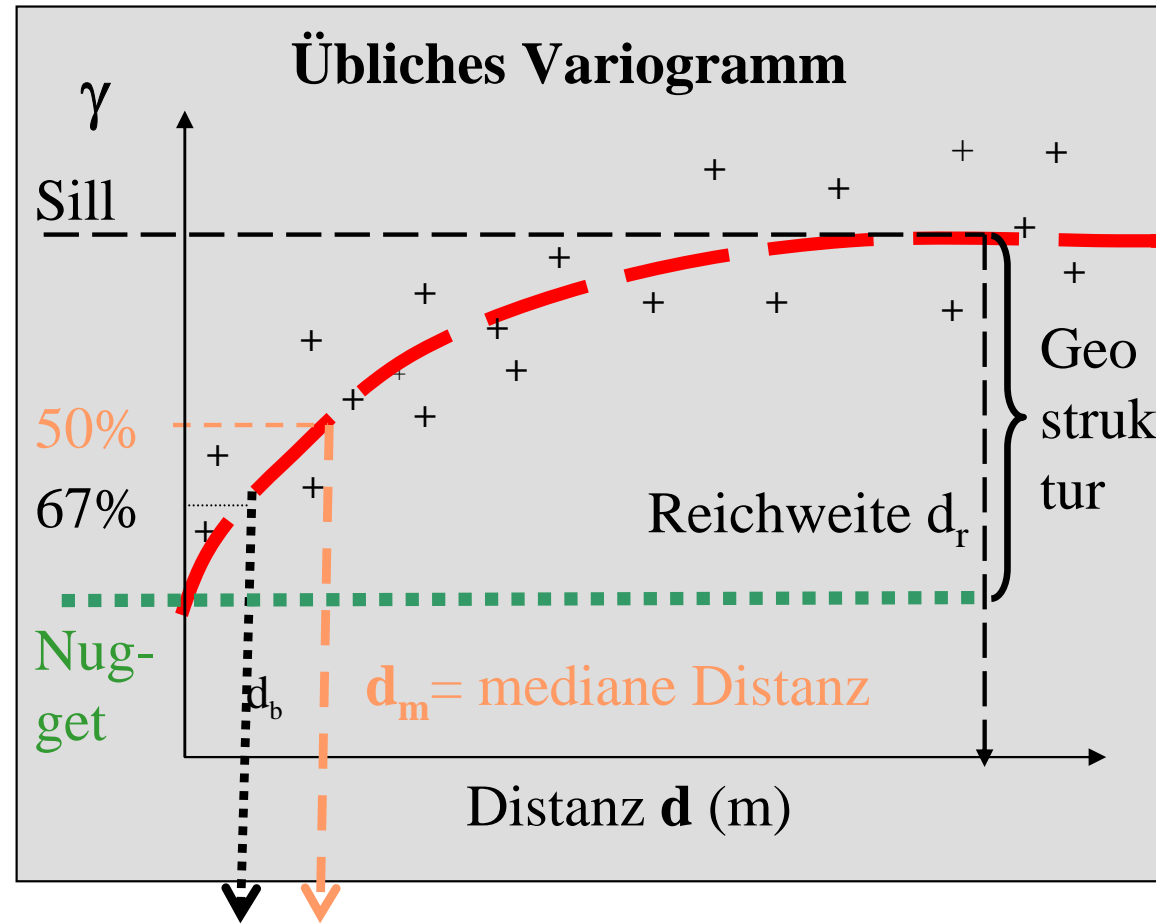




**9 Schläge**

Semivarianz:

$$\gamma_d = 1/(2N) \sum (z_{xi} - z_{xi+d})^2$$

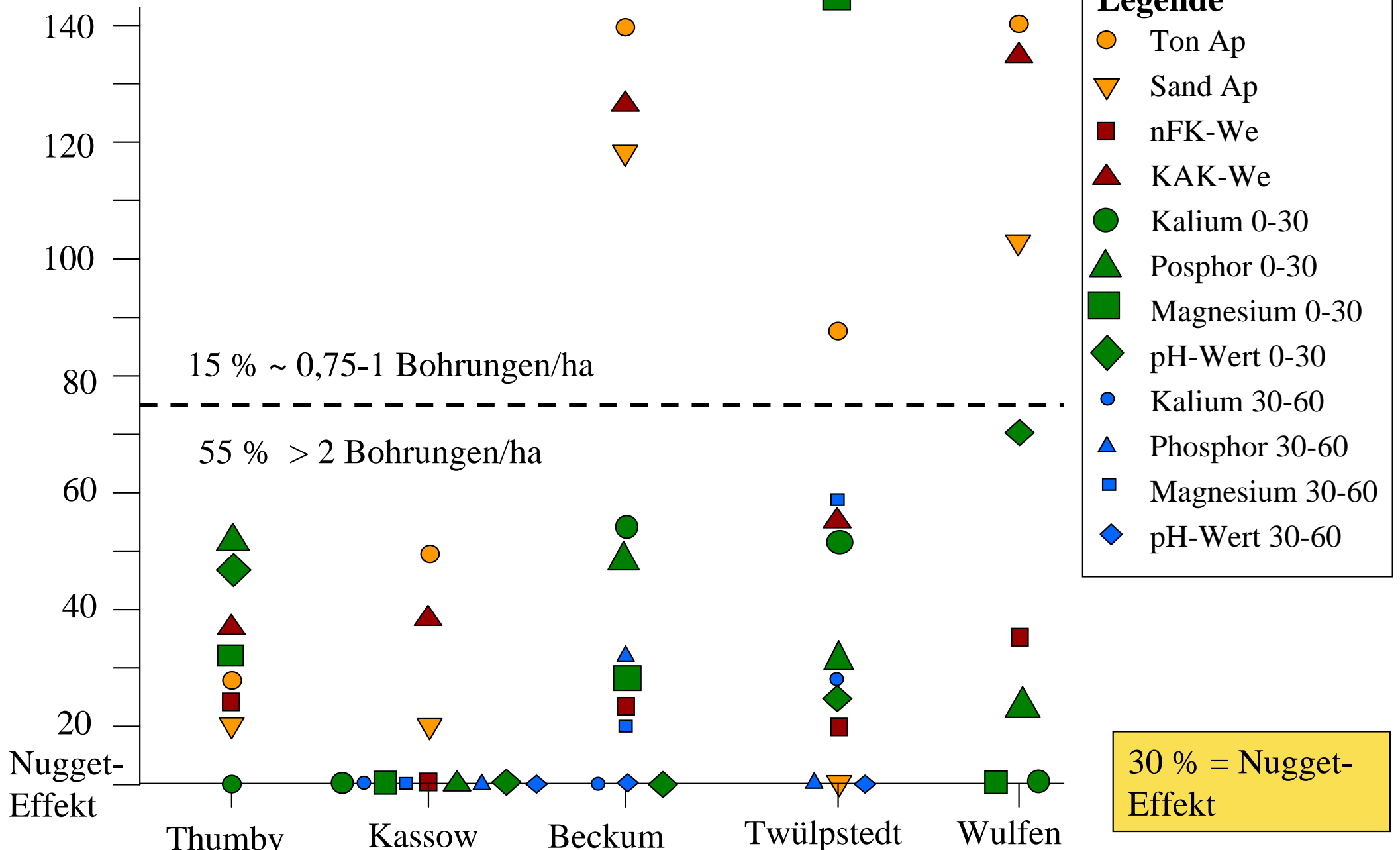


„Effiziente“ Probenahmeweite und  
quantitatives Heterogenitätsmaß

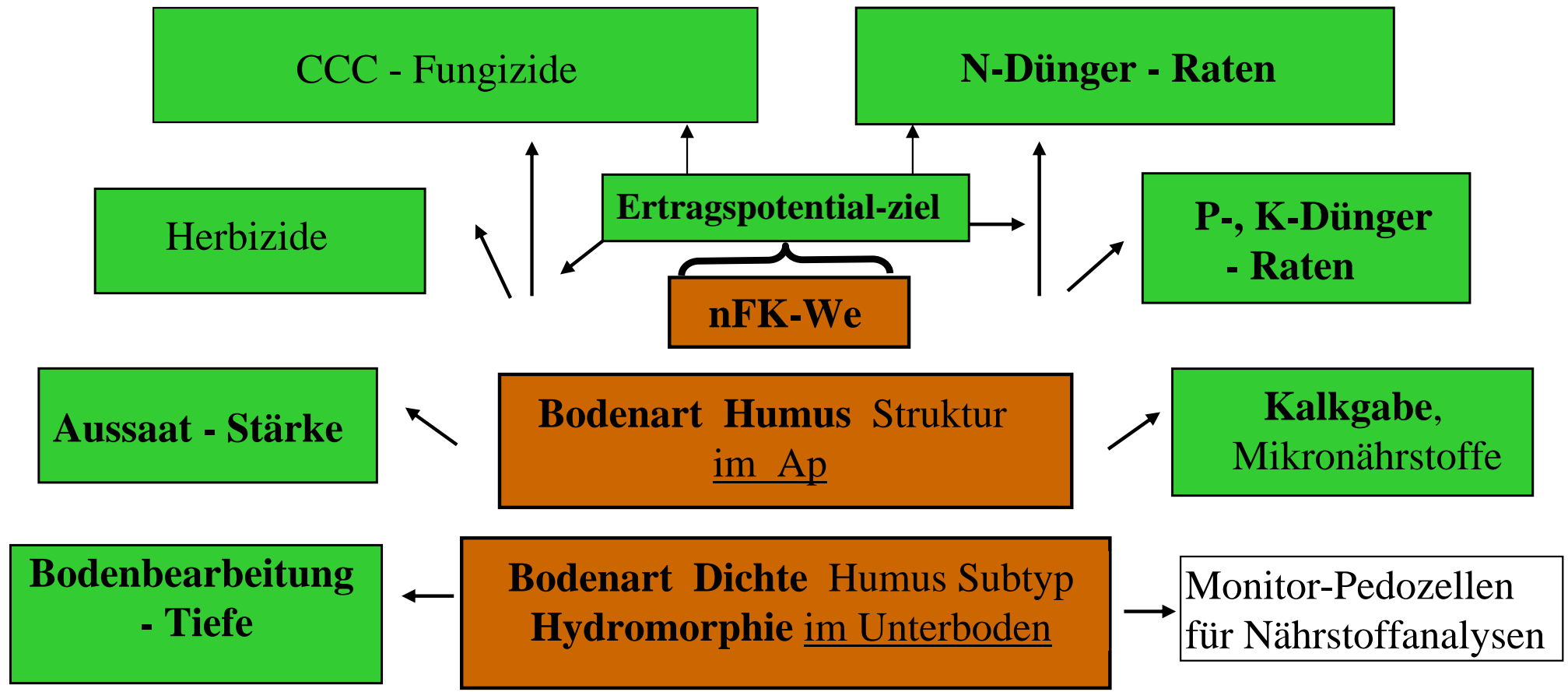


## Mediane Distanz

m

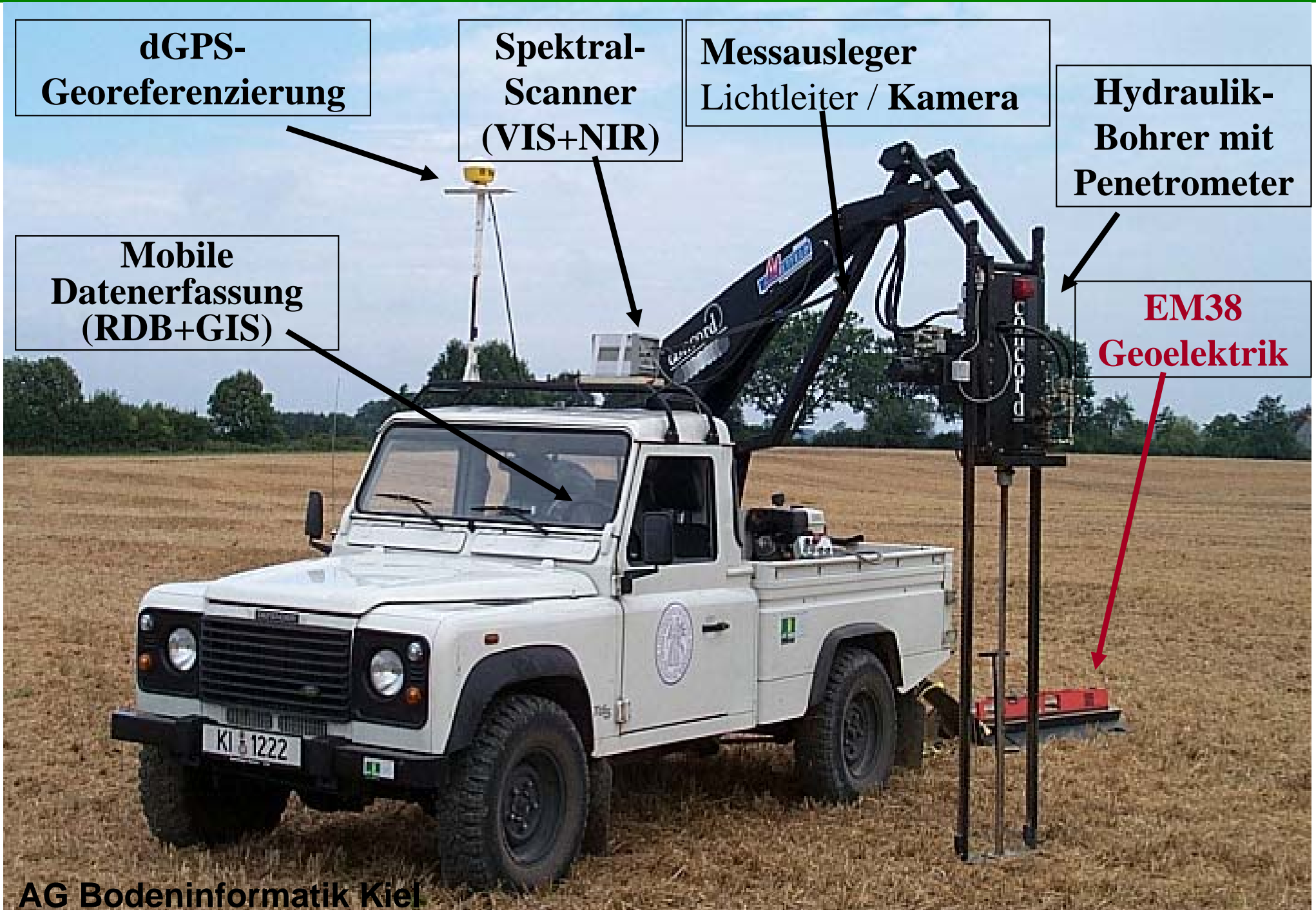


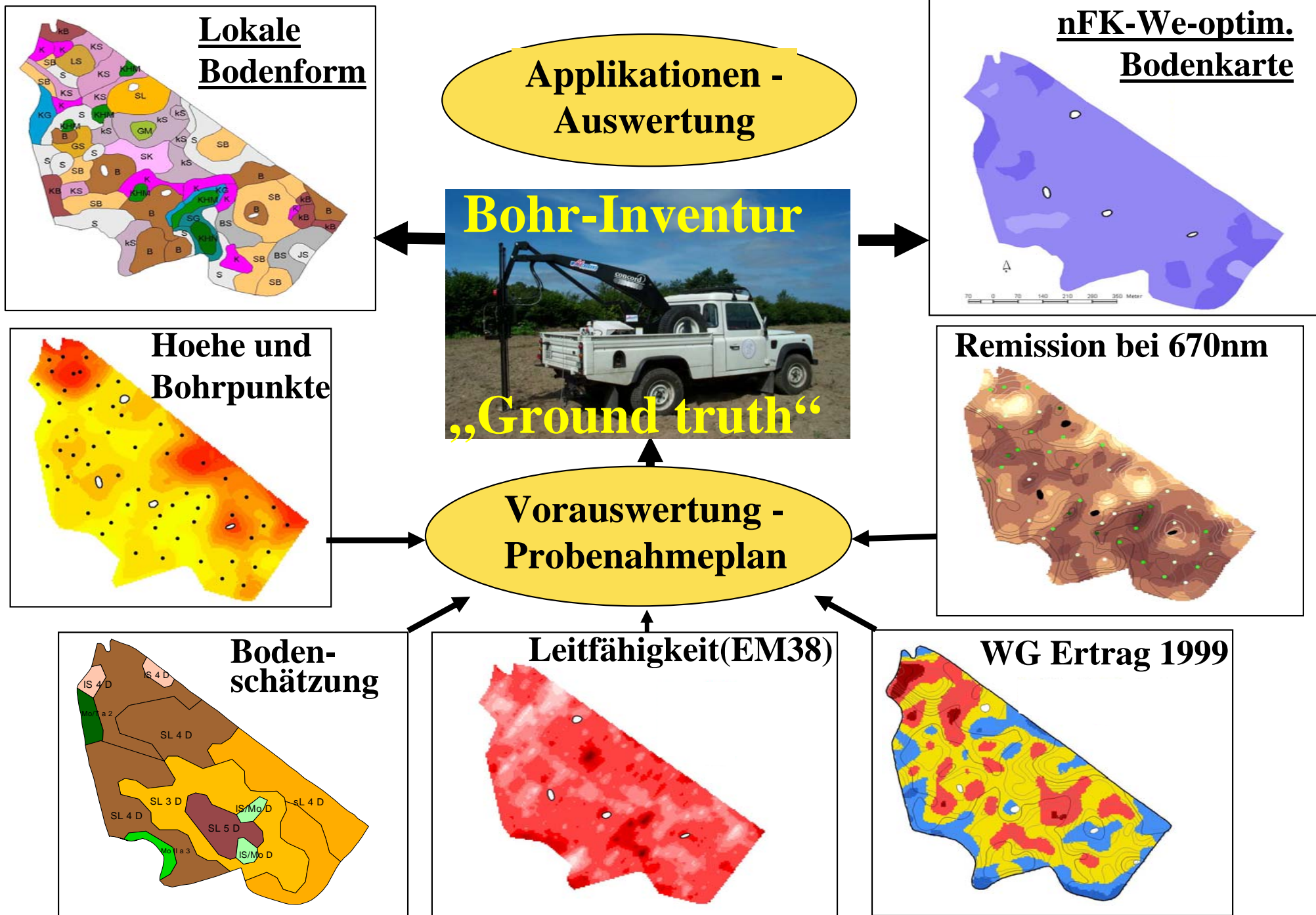
## Applikationen



## Bodenparameter - Minimalset

# Der SoilRover







Um eine breite Anwendung dieser Technologie zu erreichen sind zukünftig insbesondere folgende Probleme zu lösen.

## **Probleme Technik:**

- Kompatibilität der Steuerungstechnologie – Einführung ISOBUS
- Genauigkeit von dGPS, Sensoren sowie Steuerungs- und Regeltechnik

## **Probleme Management:**

- Beschreibung und Erfassung Heterogenität
- Management Units
- Ökonomischer Nutzen
- Ökologischer Nutzen
- Datenmanagement
- Offene Entscheidungssysteme für die Praxis

**Precision Farming ist bisher für Betriebe geeignet die ihr internes Management so optimiert haben, dass diese nach neuen Herausforderungen suchen!**