

Analyse der pflanzenbaulichen Wirkung des Yara-N-Sensors unter Praxisbedingungen – ein Anwendungsbeispiel

H.-G. Schön
Fachhochschule Osnabrück
Fakultät Agrarwissenschaften und
Landschaftsarchitektur

Versuchsfragen:

- 1.gibt es Ertragsunterschiede zwischen N-Sensordüngung und betriebsüblicher flächeneinheitlicher Applikation?
- 2.unterscheiden sich die beiden N-Varianten in der Bestandshomogenität?

Gültigkeitsbereich: Einzelversuch

Planfaktoren: N-Applikation mit 2 Faktorstufen

Behandlung 1: 2. und 3. (letzte) N-Gabe appliziert durch den feldspezifisch kalibrierten Yara N-Sensor

Behandlung 2: flächeneinheitliche N-Applikation bei der 2. und 3. Gabe (Summe 80 kg N/ha)

Mögliche Störfaktoren: 1. N-Gabe erfolgte über organische Düngung, Fläche wird regelmäßig stark mit organischer Düngung versorgt, Mähdrusch wies mehrere Druschkeile in der Versuchsfläche auf.

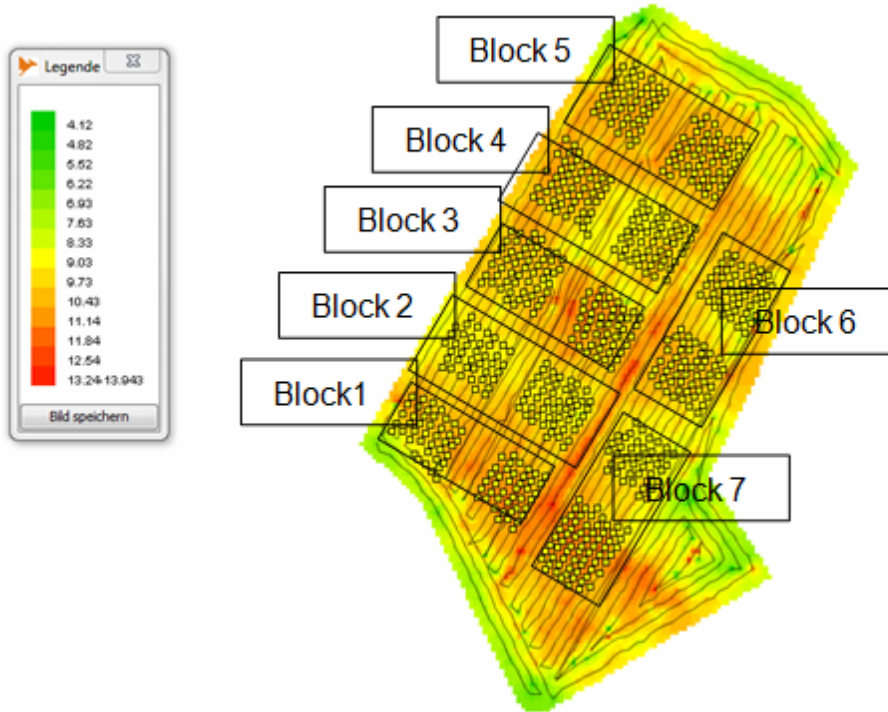
Arbeitsbreite des Düngerstreuers: 24 m (Schleuderstreuer)

Versuchsobjekt: Winterweizen

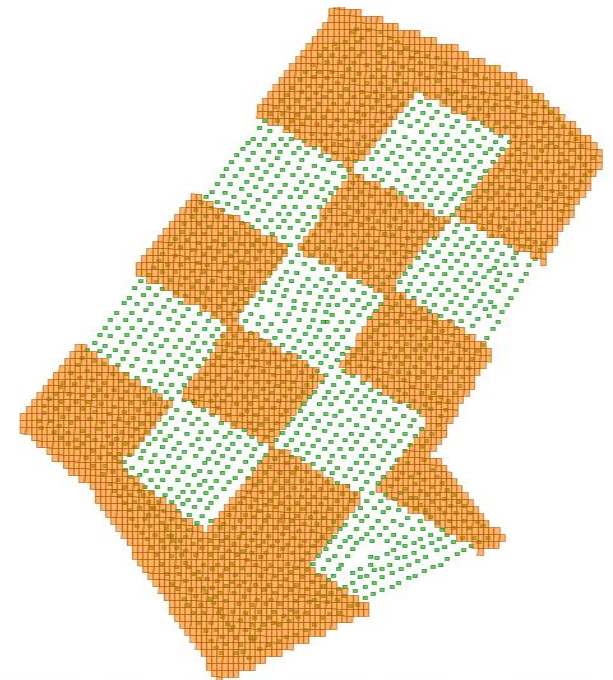
Versuchsmerkmal: Kornertrag

Angewendete Versuchsanlage:

systematische Anlage, Schachbrettmuster, die Parzellengröße betrug 72 x 72 m



Die vorgenommene Blockbildung erfolgte mit einem gewissen Maß an Willkür



Lage der Parzellen der beiden Behandlungen (braun = konstant betriebsüblich und weiß = N-Sensor-gedüngt)

Auswertung:

Nicht randomisierte Anlage -> eine statistische Analyse als randomisierter Versuch im herkömmlichen Sinn ist fragwürdig

Zur Orientierung wurden trotzdem folgende Analysen durchgeführt:

- t-Test auf der Basis von Parzellenmittelwerten
- Varianzanalysen auf der Basis von Teilflächenerträgen und Parzellenmittelwerten
- Berechnung von Standardabweichungen in den einzelnen Parzellen und Durchführung von t-Test und Varianzanalyse mit diesen Werten
- Auswertung als „**spatial random field**“ mit Mittelwertstruktur durch die beiden Behandlungen und möglicher räumlicher Autokorrelation zwischen beernteten Teilflächen in Anlehnung an SCHABENBERGER und PIERCE (2002)

Ergebnisse:

Der t-Test auf der Basis der Parzellenmittel ergab beim Merkmal Ertrag (t/ha) folgende Resultate:

Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit			
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz
Ertrag_mean	Varianzen sind gleich	1,755	,210	,088	12	,931	,02552
	Varianzen sind nicht gleich			,088	11,459	,932	,02552

Varianzanalyse auf der Basis von Ertragsmeßpunkten (Teilflächenerträgen) mit Blockbildung

Modell:

$$y_{ihj} = \mu + b_h + \tau_i + f_{ih} + e_{ihj}$$

y_{ihj} = j -ter Teilklächenertragswert im ih-ten Großteilstück

μ = Gesamteffekt

b_h = Effekt des h-ten Blocks

τ_i = Effekt der i-ten Behandlung

f_{ih} = Großteilstückfehler = Fehler für Großteilstück (Parzelle) in Block h mit
Behandlung i

e_{ihj} = Fehler der Ertragsmessungen innerhalb der Großteilstücke

Ergebnisse der Varianzanalyse auf der Basis der Ertragsmeßpunkte und des Modells einer randomisierten Blockanlage:

Quelle		Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Block	Hypothese	66,421	6	11,070	,658	,688
	Fehler	100,895	6	16,816 ^b		
Behandlung	Hypothese	,107	1	,107	,006	,939
	Fehler	100,563	6,002	16,756 ^c		
Behandlung*	Hypothese	100,895	6	16,816	28,828	,000
Block	Fehler	382,661	656	,583 ^d		

Behandlung	Mittelwert
1	10,410
2	10,385

Die Auswertung der Daten als randomisierter Versuch ohne Blockbildung auf der Basis der Einzelwerte ergab:

Quelle		Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Behandl	Hypothese	,107	1	,107	,008	,931
	Fehler	166,401	12,013	13,852 ^a		
Wdh(Behandl)	Hypothese	168,310	12	14,026	24,045	,000
	Fehler	382,661	656	,583 ^b		

Die Auswertung auf der Basis der Parzellenmittelwerte als randomisierte Blockanlage ergab:

Quelle		Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Block	Hypothese	1,479	6	,246	,714	,654
	Fehler	2,071	6	,345 ^b		
Behandl	Hypothese	,002	1	,002	,007	,938
	Fehler	2,071	6	,345 ^b		

Zur Prüfung, ob der N-Sensor die Bestände homogenisiert, wurden die Standardabweichungen auf der Basis der Ertragseinzelwerte für die einzelnen Parzellen berechnet und einem t-Test sowie einer Varianzanalyse unterzogen.

t-Test:

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit			
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz
Ertrag sd	Varianzen sind gleich	,000	,986	-,886	12	,393	-,08646
	Varianzen sind nicht gleich			-,886	11,857	,393	-,08646

Standardabweichungen der Parzellen analysiert als randomisierte Blockanlage:

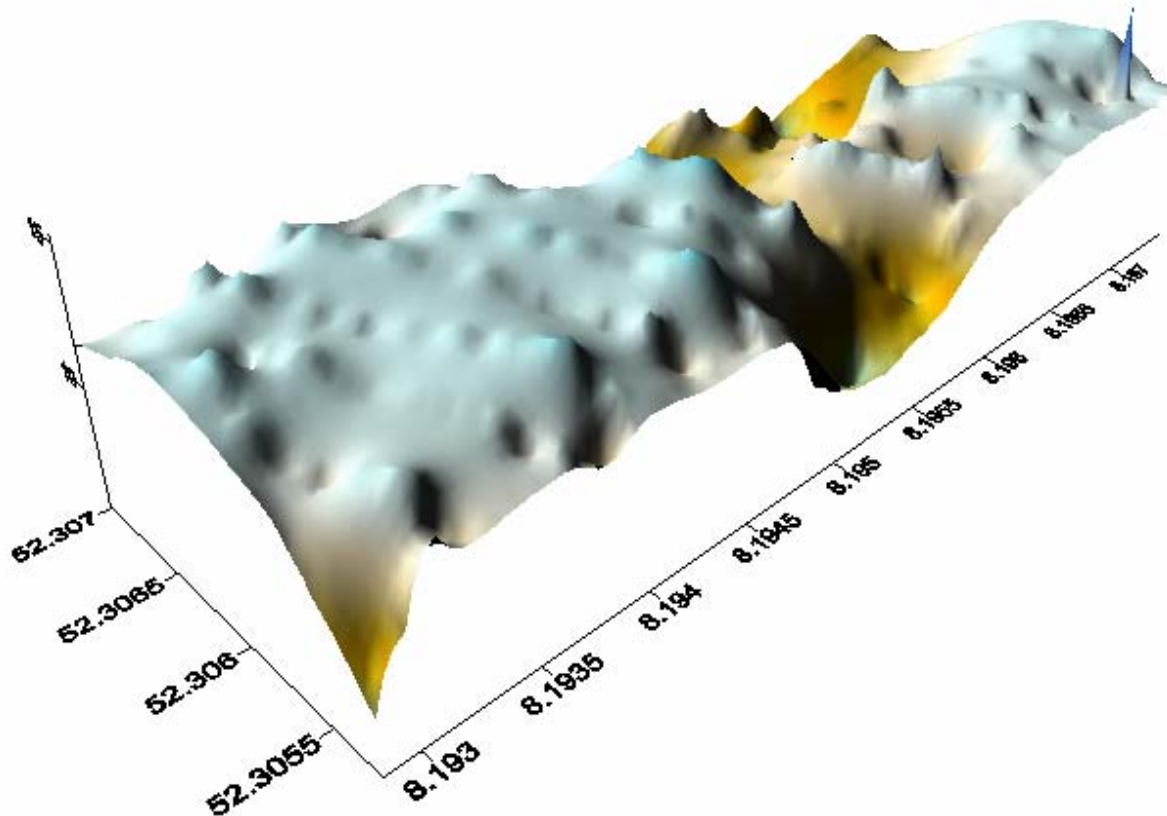
Abhängige Variable: Standardabweichung der Teilflächenerträge in den Parzellen

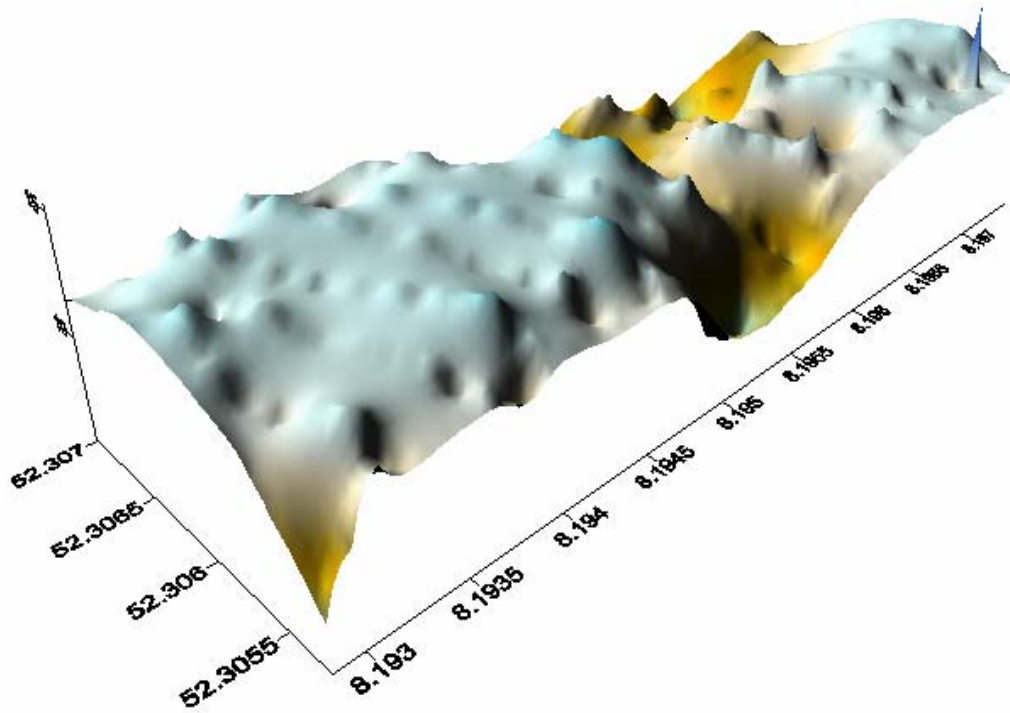
Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Block	,192	6	,032	,922	,538
Behandl	,026	1	,026	,755	,418
Fehler	,208	6	,035		
Korrigierte Gesamtvariation	,426	13			

Auswertung als „Spatial Random Field“

Die Messung des Merkmals Ertrag an n Orten eines Feldes ist beispielsweise die Realisierung einer n -dimensionalen Zufallsvariable

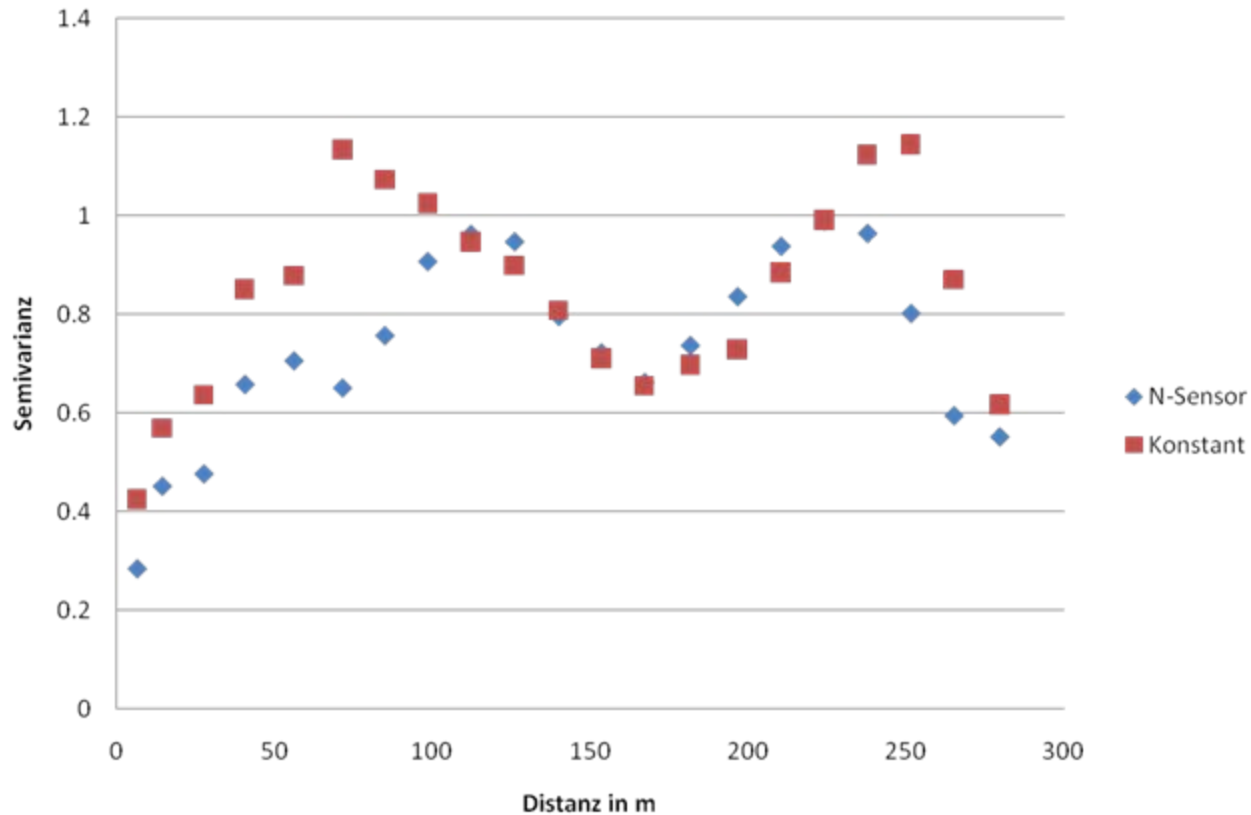
Eine einzige Realisierung eines Zufallsexperiments bei einem „Spatial Random Field“ dargestellt als Oberfläche:





Die Oberflächen unterschiedlicher Behandlungen können hinsichtlich der Mittelwerte und der Oberflächenform verglichen werden

Zunächst wurden omnidirektionale Semivariogramme für die Teilflächenenerträge der beiden Behandlungen berechnet, um die räumliche Autokorrelation zu erkunden



Die Semivariogramme deuten auf einen periodischen Trend hin, dessen Ursache nicht eindeutig ist.

Die weitere Anpassung eines Modells an die empirischen Semivariogramme ist deshalb durchaus fragwürdig

Das sphärische Modell erscheint noch am naheliegendsten:

Quelle	DF	Summe der Quadrate	Mittleres Quadrat	F-Statistik	Approx Pr > F
Modell	4	4100.1	1025.0	16.42	<.0001
Fehler	33	2059.7	62.4141		
Korrigierte Summe	37	6159.8			

Parameter	Schätzwert	Std.fehler	Approx Approximierte 95% Konfidenzgrenzen	
sillSensor	0.6378	0.0873	0.4601	0.8155
sillKonst	0.5277	0.0818	0.3613	0.6942
rangeSensor	117.3	26.9817	62.4139	172.2
rangeKonst	74.2030	17.5907	38.4144	110.0
nugget	0.2294	0.0703	0.0863	0.3726

Als nächstes wurden mittels proc mixed in SAS Schätzer für die Behandlungseffekte berechnet unter Berücksichtigung der autokorrelativen räumlichen Strukturen, die die Anpassung des sphärischen Modells ergeben hat

Typ 3 Tests der festen Effekte

Effekt	Zähler	Nenner	F-Statistik	Pr > F
	Freiheitsgrade	Freiheitsgrade		
Behandl	1	668	0.04	0.8484

	Mittelwertdifferenz		DF	t-Wert	Pr > t
	Schätzwert	Standardfehler			
Sensor Effect	0.05982	0.3127	668	0.19	0.8484

Weiterhin könnte erkundet werden, ob die räumliche Struktur der beiden Behandlungen unterschiedlich ist .

Wenn ein einziges sphärisches Semivariogramm den empirischen Variogrammen der beiden Behandlungen angepasst wird, ergibt sich ein Residual-SQ von 2213.0 bei 35 Freiheitsgraden.

Ein SQ-Reduktionstest ergibt:

$$F_{obs} = ((2213.0 - 2059.7)/2)/2059.7/33 = 1.22$$

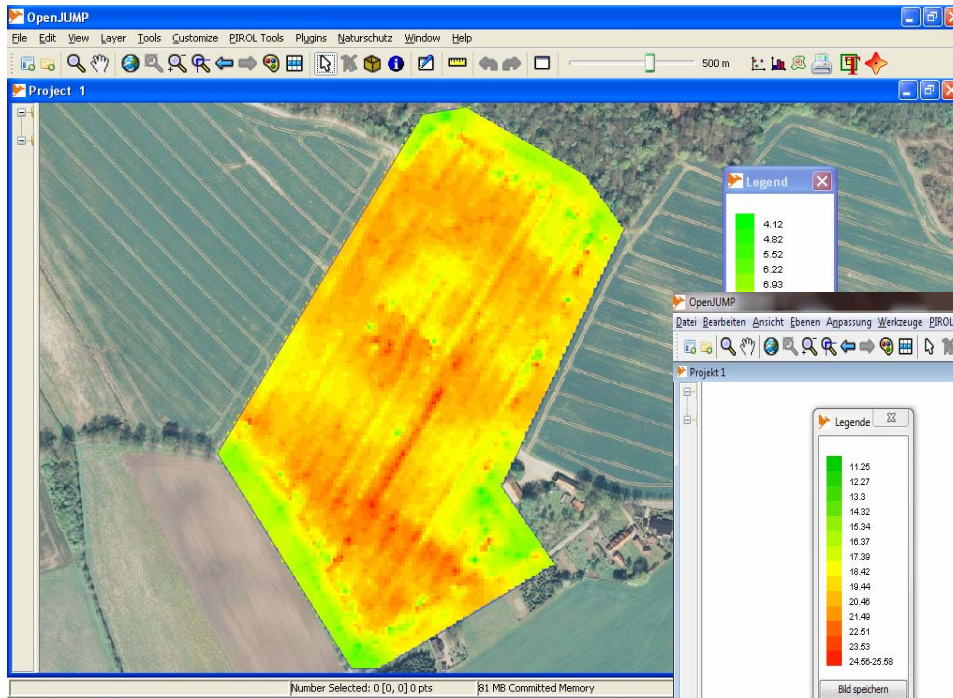
Dieser F-Wert ist in diesem Fall nicht signifikant.

Dies wäre so zu interpretieren, daß die räumliche Oberfläche der beiden Behandlungen sich nicht signifikant voneinander unterscheidet.

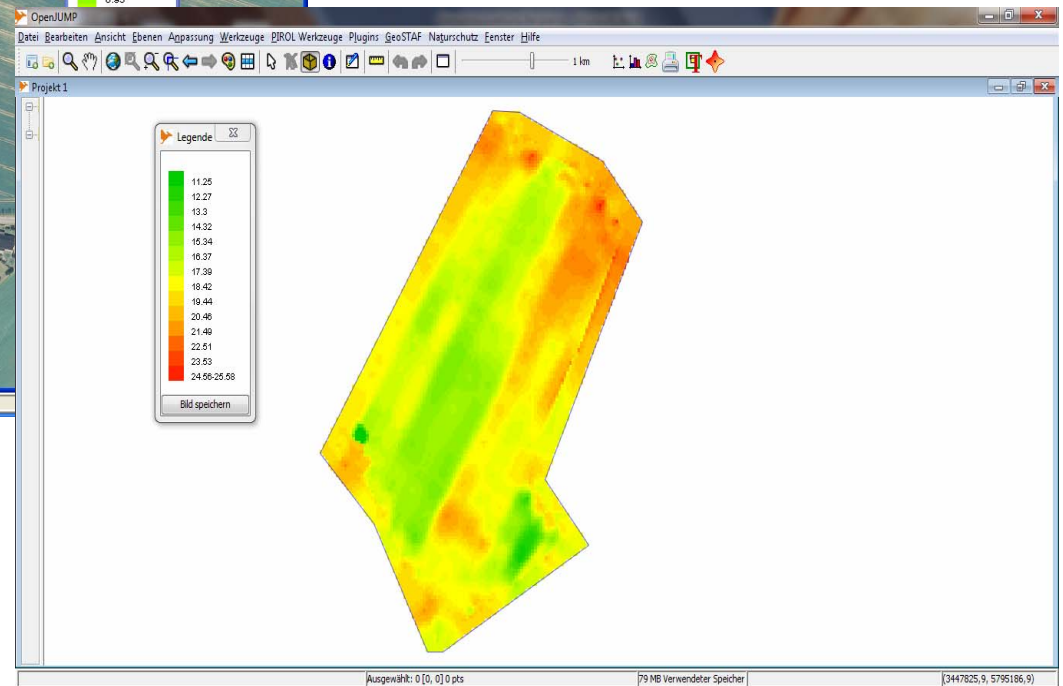
Abschließender Vergleich

Test	F-Wert	Sign.	Mittelwertsdifferenz
t-Test Parzellenmittel		0.931	0.025
VA Einzelwerte ohne Blockbildung	0.008	0.931	
VA Einzelwerte mit Blockbildung	0.006	0.939	0.025
VA Parzellenmittel mit Blockbildung	0.007	0.938	
Spatial Random Field	0.04	0.848	0.0598

Abschließende Betrachtungen



Ertragskarte Bergkamp



Biomassekartierung am 30. Mai 2009

Literatur:

Schabenberger, O., Pierce, F. J. (2002): Contemporary Statistical Models for the Plant and Soil Science. Boca Raton: Taylor&Francis, S. 673-679.