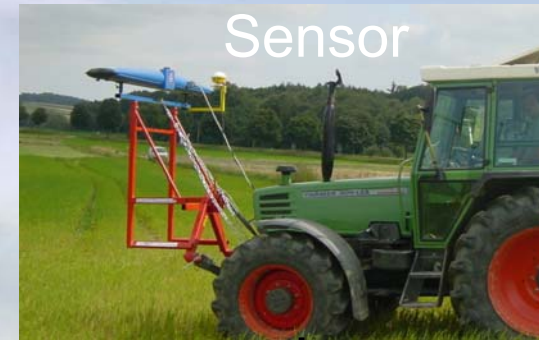


Precision Farming - Ökonomie und Ökologie -



Peter Wagner

MLU-Halle, Professur für Landwirtschaftliche Betriebslehre

www.landw.uni-halle.de/lb/

An aerial photograph showing a large, irregularly shaped green field in the center, surrounded by various other agricultural plots in shades of green and brown. To the right, a village with numerous buildings and trees is visible. The field in the center shows some lighter patches, possibly indicating soil variations or crop health. A road or path runs along the left and bottom edges of the central field.

LVG Görzig (MLU-Halle)
Versuchsschlag S550, 66 ha,
Winterweizen (2004)

Data Audit Variante Betrieb (homogene N-Gabe) Raster 10X10

hier: Zusammenhang zwischen Ertrag 2004 und

	Field	Graph	Type	Correlation	Min	Max	Mean	Std. Dev	Skewness	Unique	Valid
1	N1		range	0.123	58.210	64.480	60.039	0.490	5.365	--	660
2	N_2		range	0.078	30.469	52.032	39.941	1.436	0.376	--	660
3	N3		range	0.039	30.470	52.030	39.798	1.416	0.560	--	660
4	REIP32		range	0.225	723.410	727.180	725.803	0.580	-0.884	--	660
5	REIP49		range	0.436	725.760	728.990	727.920	0.456	-0.891	--	660
6	EM38		range	0.532	21.770	39.990	33.916	3.841	-0.717	--	660
7	ZUGKRAFT		range	0.032	2007.420	2339.440	2208.064	48.335	-0.319	--	660
8	ERTRAG03		range	0.643	1.588	11.280	6.460	1.528	0.347	--	660
9	ERTRAG04		range	--	6.629	10.978	9.411	0.637	-1.118	--	660
10	N_Ges		range	0.079	120.939	164.062	139.778	2.900	0.322	--	660
11	N_Freie_L		range	1.000	711.732	1234.223	1045.463	76.374	-1.113	--	660



**Die Wirtschaftlichkeit von Precision Farming
(insbesondere bei der Teilschlagbewirtschaftung)
wird unter anderem von folgenden Determinanten bestimmt:**

- ▶ **Notwendige Investitionen für Precision Farming**
- ▶ **Betriebsgröße / Anbaufläche**
- ▶ **Heterogenität des Standortes und gegenwärtig praktiziertes Niveau der Düngung**
- ▶ **Anteil und Umfang der Fruchtarten im Produktionsprogramm**
- ▶ **Effizienz des Precision-Farming-Ansatzes (mapping / sensor / sensor mit map-overlay)**
- ▶ **Organisation des Technikeinsatzes (Einzelbetrieb / Gewannebewirtschaftung / Lohnunternehmer ...)**
- ▶ **Produkt- und Faktorpreisniveau / Subventionen (Agrarpolitik)**
- ▶ **Ausmaß des Reduktion des Ertragsrisikos**
- ▶ **Managementfähigkeiten des “Bedienpersonals” (Arbeitszeitbedarf / Wissen)**

Kalkulation der Kosten von Precision Farming (400 ha Anbaufläche)

Maßnahme	Investition	Nutzung Jahre	AfA €/Jahr	Zins €/Jahr	Kosten €/ha/Jahr
Beprobung					
DGPS-Empfänger	3.650 €	10	365	131	1,24
Mobiler Rechner mit Software	800 €	5	160	30	0,47
Mehraufwand Fahrzeug (0,54 h/ha, 10,20 €/h)	5,50 €/ha	4	688	106	1,98
Mehraufwand Arbeitszeit (0,54 Akh/ha, 10 €/AKh)	5,40 €/ha	4	675	104	1,95
Mehraufwand Analytik	6,75 €/ha	4	844	130	2,43
Summe:					8,08
Ertragskartierung					
Nachrüstsatz Mähdrescher	8.500 €	5	1.700	318	5,04
Grunddüngung					
Bordcomputer mit DGPS-Empfänger	6.000 €	5	1.200	224	14,24
Zusatzausrüstung elektr. ansteuerbarer Streuer	5.200 €	5	1.040	194	12,34
Summe:					26,59
N-Düngung mit Sensor					
N-Sensor Packet (Yara Sensor)	22.500 €	5	4.500	841	16,69
Zusatzausrüstung elektr. ansteuerbarer Streuer	5.200 €	5	1.040	194	3,86
Summe:					20,55
Datenmanagement/Kartenerstellung					
Büro PC	2.000 €	5	400	75	1,19
Software	4.500 €	5	900	168	2,67
Lohnkosten (10 Minuten/ha/Jahr)	20 €/Akh				3,33
Summe:					7,19

Break-Even Analyse für einen spezialisierten Getreidebetrieb (Precision Farming nur auf Getreideflächen)

Z Kennzahl	Einheit	Anbaufläche insg. (ha) ¹⁾		
		100	400	800 ²⁾
1 Investitionsbedarf für Precision Farming	€	27900	27900	33900
2 Abschreibung (5 Jahre)	€/Jahr	5580	5580	6780
3 Zins (bei 8 %)	€/Jahr	1408	1408	1710
4 Jährliche Kosten ³⁾	€/Jahr	6988	6988	8490
5 Jährliche Kosten pro ha	€/Jahr	69,88	17,47	10,61
6 notw. Erhöhung d. Naturalertr. ⁴⁾ bis Break-Even	%	14,4	3,6	2,2
7 notw. Reduktion einzelner variabler Kostenpositionen bis Break-Even				
8 -Saatgut	%	164,3	41,1	25,0
9 -Handelsdünger	%	95,8	24,0	14,6
10 dar. mineralischer N-Dünger	%	134,4	33,6	20,4
11 -Pflanzenschutz	%	90,0	22,5	13,7
12 dar. Herbizide	%	211,2	52,8	32,1
13 dar. Fungizide	%	172,5	43,1	26,2
14 - Summe Saatgut, Handelsdünger, Pflanzenschutz	%	78,4	19,6	11,9

¹⁾ Fruchtartenanteil: Weizen 67,5%, Körnermais 8,4%, Raps 19,9%, Kartoffeln 0,3%, Zuckerrüben 3,9%

²⁾ höhere Investitionen durch zusätzliche Ausstattung eines zweiten Schleppers

³⁾ ohne Reparatur, Wartung und Arbeitskosten

⁴⁾ bei gleichem Preisgerüst

Aussagen verschiedener Studien zur "Wirtschaftlichkeit" von Precision Farming

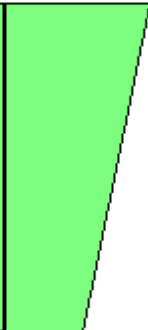
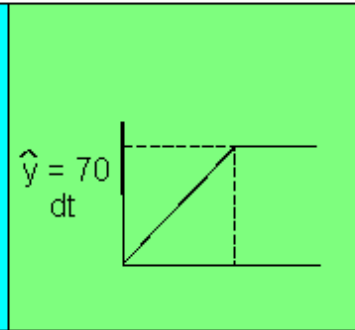
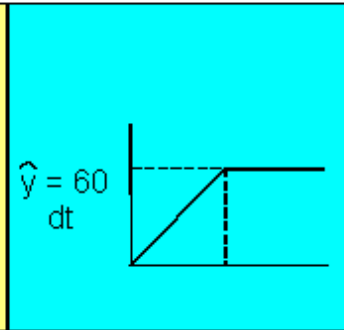
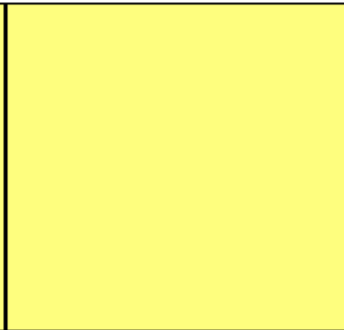
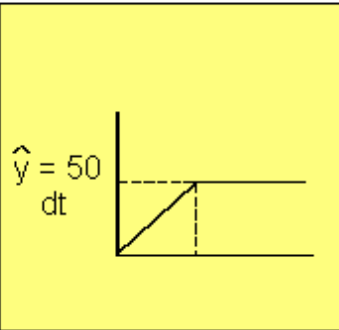
Autor	Untersuchungsgegenstand	Ergebnis
Gerhards (Deutschland, 1997)	teilflächenspezifischer Pflanzenschutz in Getreide	40-50 % weniger Herbizideinsatz
Timmermann et al. (Deutschland, 2003)	teilflächenspezifischer Pflanzenschutz in Getreide	29-36 €/ha (50-70%) weniger Herbizideinsatz
Jäger/Merkel (Deutschland, 2003)	teilflächenspez. Aussaat zu Weizen und Gerste	13 % weniger Saatgutaufwand, 4 bzw. 2 dt/ha Mehrertrag
Østergaard (Dänemark, 1997)	teilflächenspez. N,P,K und Kalk-Düngung in Getreide	40-50 \$/ha Ertragsvorteile und Einsparpotenziale
Ludovicy et al. (Deutschland, 2002)	teilflächenspez. N-Düngung in Weizen ("Sensor"-Ansatz)	im Ø 1,7 dt/ha (2,2 %) höhere Erträge und 0,14 % mehr Protein
Welsh et al. (England, 2003)	teilflächenspezifische N-Düngung in Weizen	keine signifikanten Unterschiede durch "Mapping"-Ansatz
Lisso (Deutschland, 2003)	teilflächenspez. Aussaat/ Pflanzenschutz / Düngung in Weizen ("Mapping"-Ansatz)	ca. 6 / 13 / 15 €/ha weniger Kosten f. Aussaat/Pflanzenschutz/Düngung bei gleichz. ca. 13 €/ha Mehrertrag
Schmerler/Jürschik (Deutschland, 1997)	Kostenkalkulation für GPS-Einsatz (Technik + Arbeit) für 2000 ha-Betrieb	Mehrkosten von 35-40 €/ha und Jahr (incl. Kosten f. Arbeit)

offene Fragen Ökonomie / Ökologie (▶ Antwortversuch)

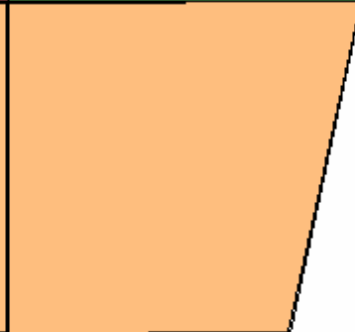
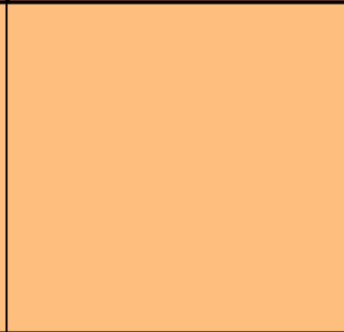
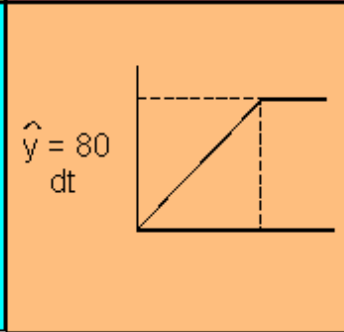
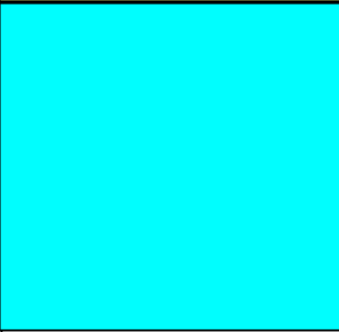
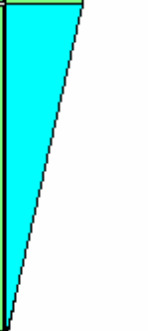
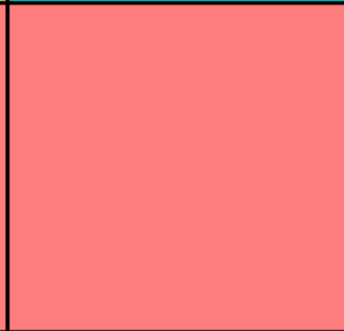
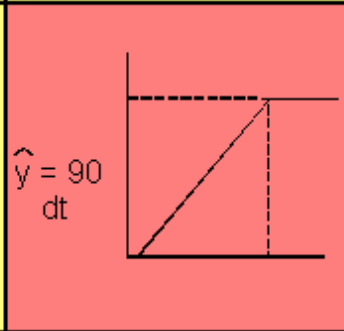
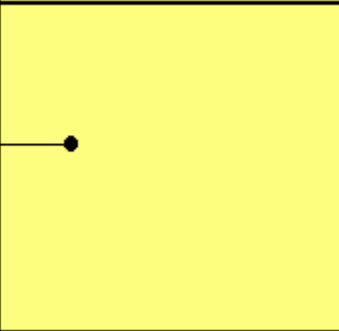
- Wirtschaftlichkeit von PF-Teilaspekten für Einzelfälle beschrieben, Wirtschaftlichkeit von PF für den Gesamtbetrieb völlig unklar. ▶ preagro II
- Ermittlung der Wirtschaftlichkeit (Teilkosten / Vollkosten?) ▶ IKB
- Entscheidungsregeln, gerade für N-Düngung, aber auch für Aussaat, Fungizide und Wachstumsregulatoren. ▶ IKB
- Umweltrelevante Auswirkungen von PF werden für Einzelaspekte beschrieben, meist positiv, manchmal aber auch negativ. ▶ IKB
- Verlauf der teilschlagspezifischen Produktionsfunktionen ▶ (IKB)
- Versuchsanstellung / OnFarmResearch. ▶ (IKB, preagro II)

Die Produktionsfunktionen der Teilschläge unterscheiden sich !

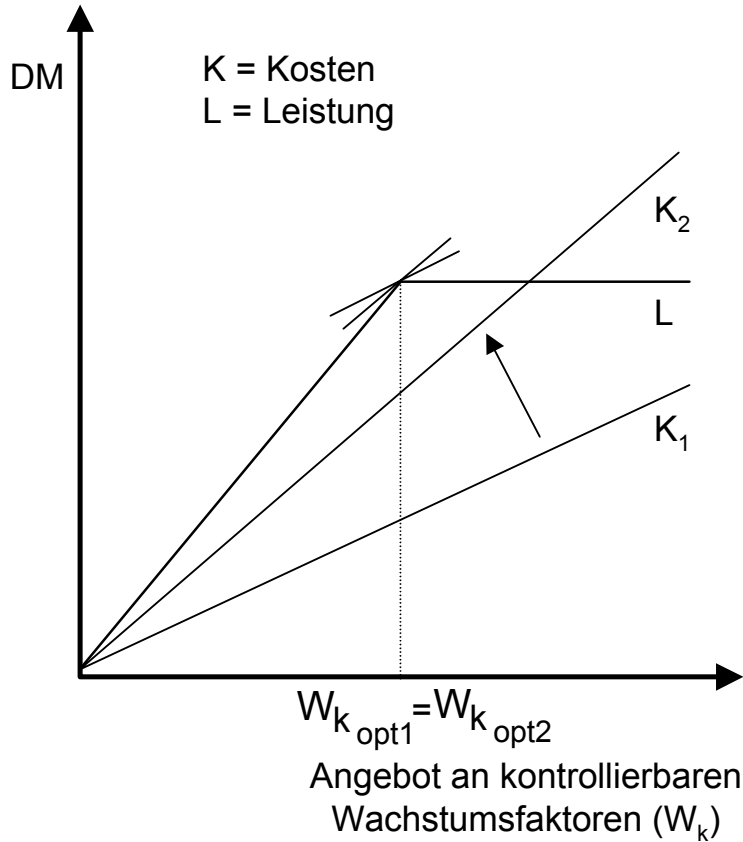
Schlag



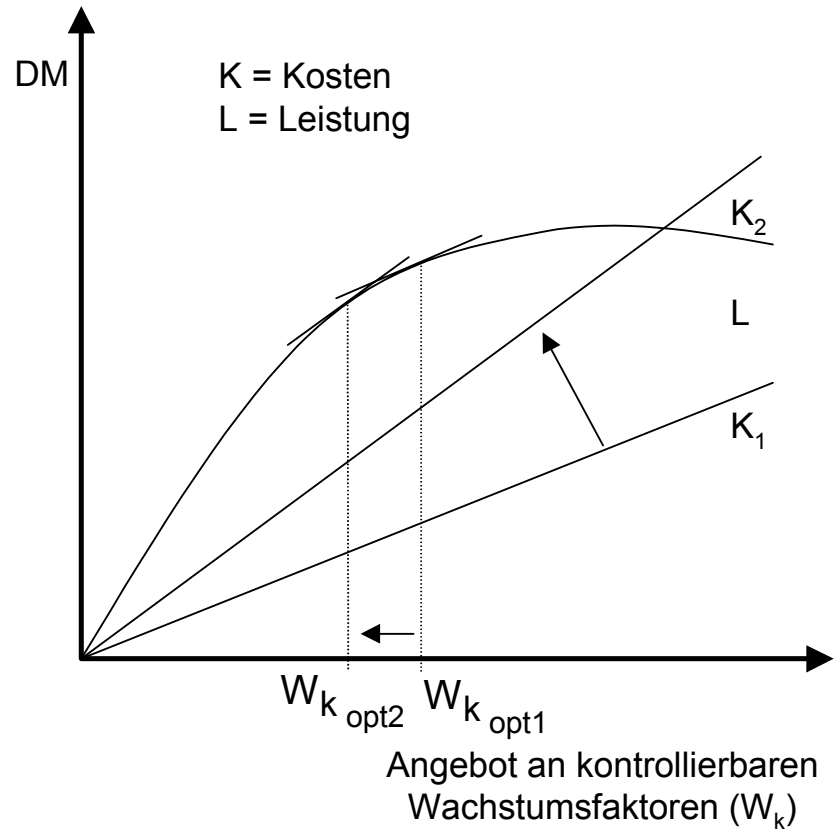
Teilschläge



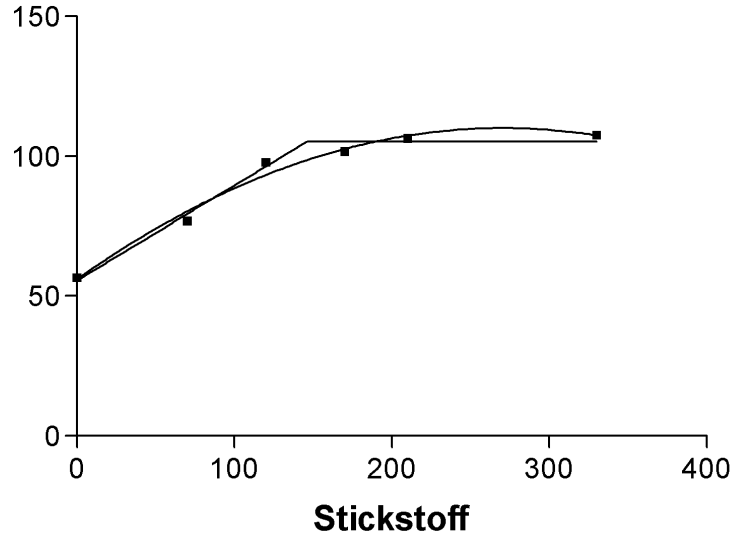
Linear-limitationale Produktionsfunktion
(LIEBIG-Funktion)



Neoklassische Produktionsfunktion
(„Gesetz“ vom abnehmenden Ertragszuwachs)



1999-01

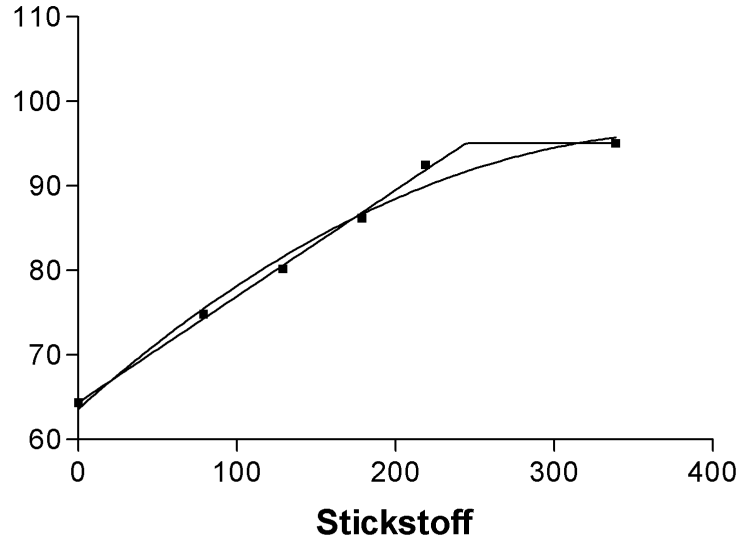


Stickstoff	Ertrag
0.0	56.620
70.0	76.800
120.0	97.800
170.0	101.650
210.0	106.360
330.0	107.610

Best-fit values	
X0	146.2
A	55.56
B	0.3396
Std. Error	
X0	11.72
A	2.951
B	0.03679
95% Confidence Intervals	
X0	108.9 to 183.5
A	46.17 to 64.95
B	0.2226 to 0.4567
Goodness of Fit	
Degrees of Freedom	3
R ²	0.9856
Absolute Sum of Squares	29.50
Sy.x	3.136
Data	
Number of X values	6
Number of Y replicates	1
Total number of values	6
Number of missing values	0

Best-fit values	
A	55.92
B	0.4002
C	-0.0007401
Std. Error	
A	3.120
B	0.04200
C	0.0001199
95% Confidence Intervals	
A	45.99 to 65.85
B	0.2666 to 0.5339
C	-0.001122 to -0.0003586
Goodness of Fit	
Degrees of Freedom	3
R ²	0.9830
Absolute Sum of Squares	34.98
Sy.x	3.415
Data	
Number of X values	6
Number of Y replicates	1
Total number of values	6
Number of missing values	0

1999-15

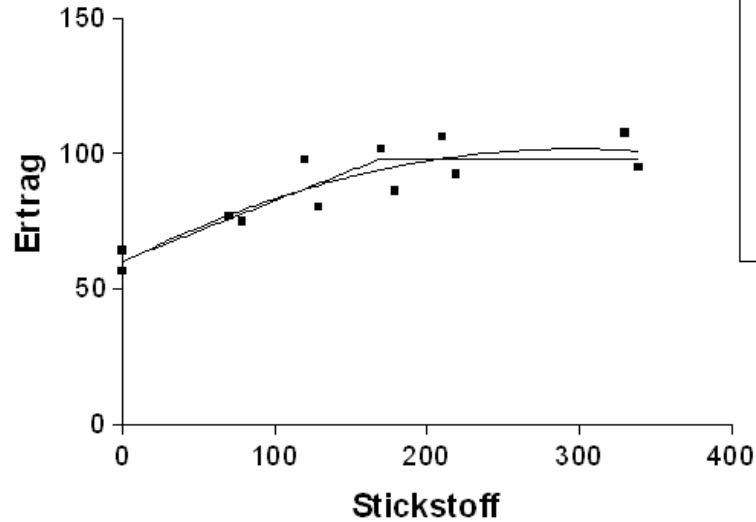


Stickstoff	Ertrag
0.0	64.340
79.0	74.810
129.0	80.170
179.0	86.180
219.0	92.470
339.0	95.040

Best-fit values	
X0	244.2
A	64.38
B	0.1255
Std. Error	
X0	6.693
A	0.5364
B	0.003740
95% Confidence Intervals	
X0	223.0 to 265.5
A	62.67 to 66.09
B	0.1136 to 0.1374
Goodness of Fit	
Degrees of Freedom	3
R ²	0.9981
Absolute Sum of Squares	1.235
Sy.x	0.6416
Data	
Number of X values	6
Number of Y replicates	1
Total number of values	6
Number of missing values	0

Best-fit values	
A	63.61
B	0.1670
C	-0.0002131
Std. Error	
A	1.697
B	0.02181
C	6.0550e-005
95% Confidence Intervals	
A	58.21 to 69.01
B	0.09757 to 0.2363
C	-0.0004058 to -2.0450e-005
Goodness of Fit	
Degrees of Freedom	3
R ²	0.9849
Absolute Sum of Squares	10.05
Sy.x	1.830
Data	
Number of X values	6
Number of Y replicates	1
Total number of values	6
Number of missing values	0

1999_1_15

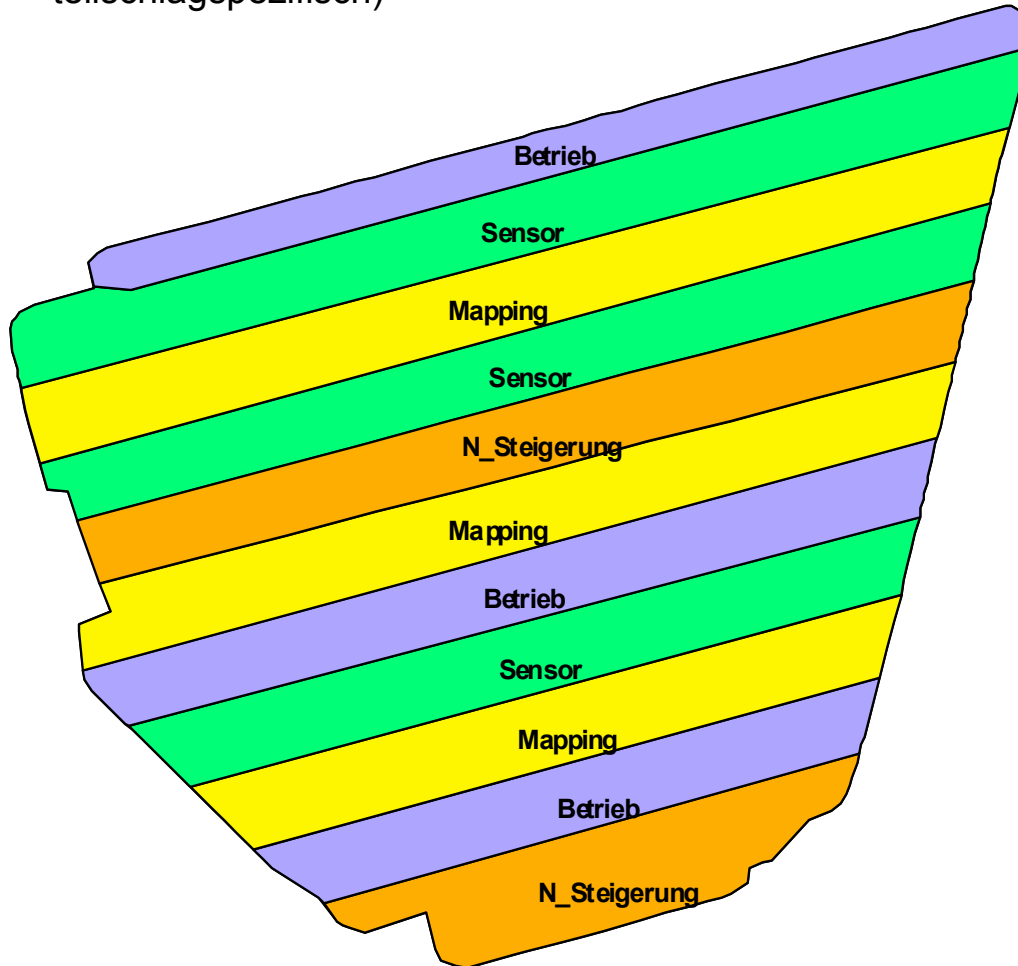


0.00	56.6200
70.00	76.8000
120.00	97.8000
170.00	101.6500
210.00	106.3600
330.00	107.6100
0.00	64.3400
79.00	74.8100
129.00	80.1700
179.00	86.1800
219.00	92.4700
339.00	95.0400

Equation 1	
Best-fit values	
X0	170.0
A	60.40
B	0.2223
Std. Error	
X0	36.65
A	5.400
B	0.06440
95% Confidence Intervals	
X0	87.05 to 252.9
A	48.18 to 72.61
B	0.07658 to 0.3679
Goodness of Fit	
Degrees of Freedom	9
R ²	0.8010
Absolute Sum of Squares	589.1
Sy.x	8.091
Data	
Number of X values	12
Number of Y replicates	3
Total number of values	12
Number of missing values	24

Equation 1	
Best-fit values	
A	59.88
B	0.2819
C	-0.0004747
Std. Error	
A	5.116
B	0.06725
C	0.0001893
95% Confidence Intervals	
A	48.31 to 71.45
B	0.1298 to 0.4341
C	-0.0009028 to -4.6860e-005
Goodness of Fit	
Degrees of Freedom	9
R ²	0.8119
Absolute Sum of Squares	556.9
Sy.x	7.866
Data	
Number of X values	12
Number of Y replicates	3
Total number of values	12
Number of missing values	24

Versuchsziel: ökonomischer Vergleich verschiedener Düngevarianten (teilflächenspezifisch und nicht-teilschlagspezifisch)



LVG Görzig (MLU-Halle)
Versuchsanlage (2004)
S550; 65,7 ha, Winterweizen:

Betrieb: Betriebsübliche Düngung, einheitlich

Mapping: Düngung nach Ertragskarte

Sensor: Düngung nach dem Yara-Sensor

N_Steigerung: Stickstoff-Steigerungsversuch (als Datengrundlage für Neuronales Netz)

Auswertung, Alternative 1:

Einfacher Mittelwertvergleich der untersuchten Varianten
über alle 10m x 10m Raster (2004)

	Betriebsüblich	Sensor	Mapping	(N-Steigerung)
N-gesamt [kg/ha]	139	147	125	133
Ertrag [t/ha]	9.5	9.3	9.0	8.8
NKL [€/ha]	1050	1023	1010	977
Ertrag 03 [t/ha]	6.6	6.1	6.1	6.7
EM 38 [mS/m]	36.2	32.7	34.4	33.2

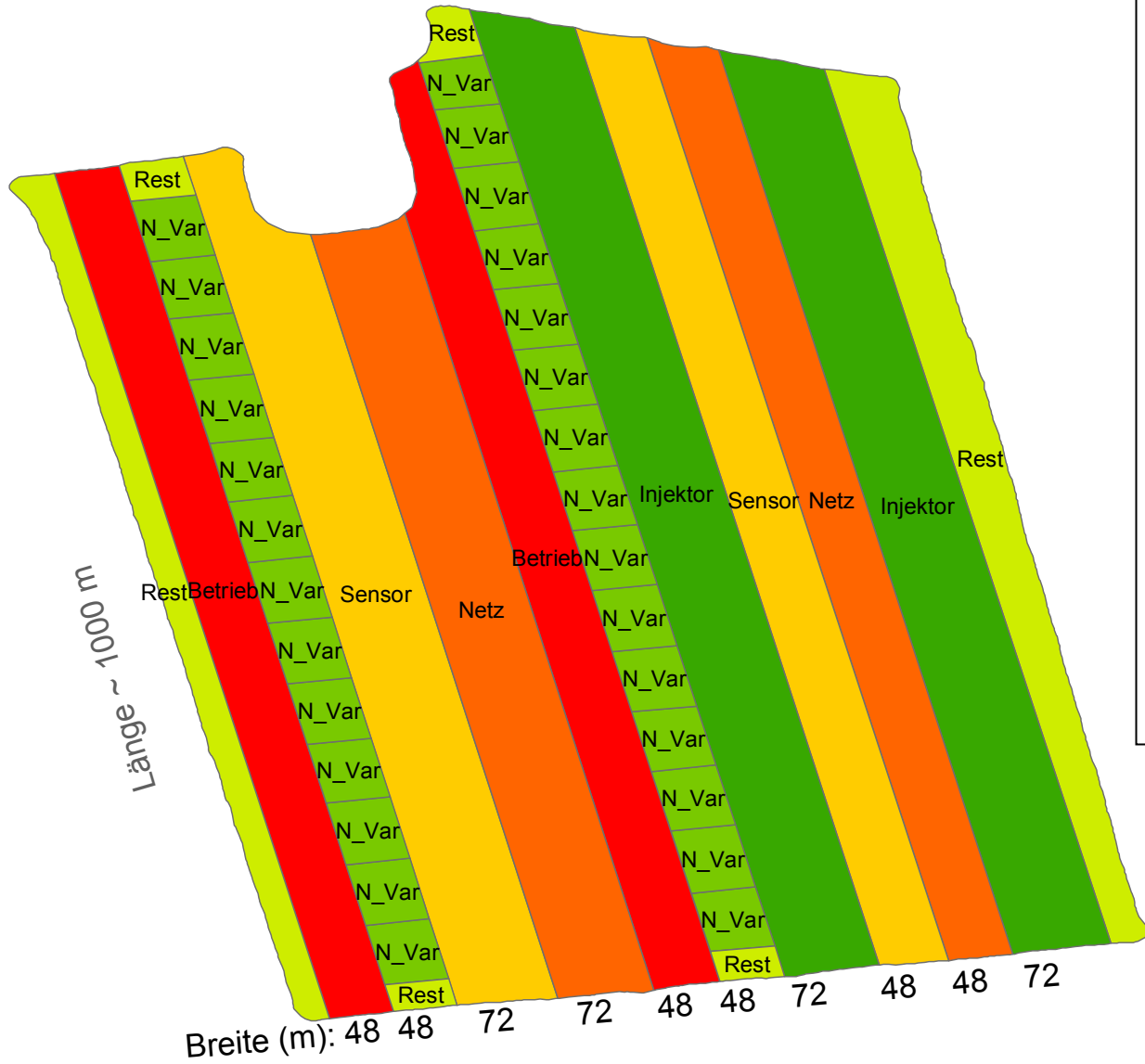
NKL: stickstoffkostenfreie Leistung in €/ha

Winterweizenpreis: 12 €/dt

Stickstoffpreis: 0,60 €/kg

Ertrag 03: homogen gedüngt

Versuchsziel: ökonomischer Vergleich verschiedener Düngemethoden (teilflächenspezifisch und nicht-teilschlagspezifisch)



**LVG Görzig (MLU-Halle)
Versuchsanlage (2005)
S350; 63,4 ha,
Winterweizen:**

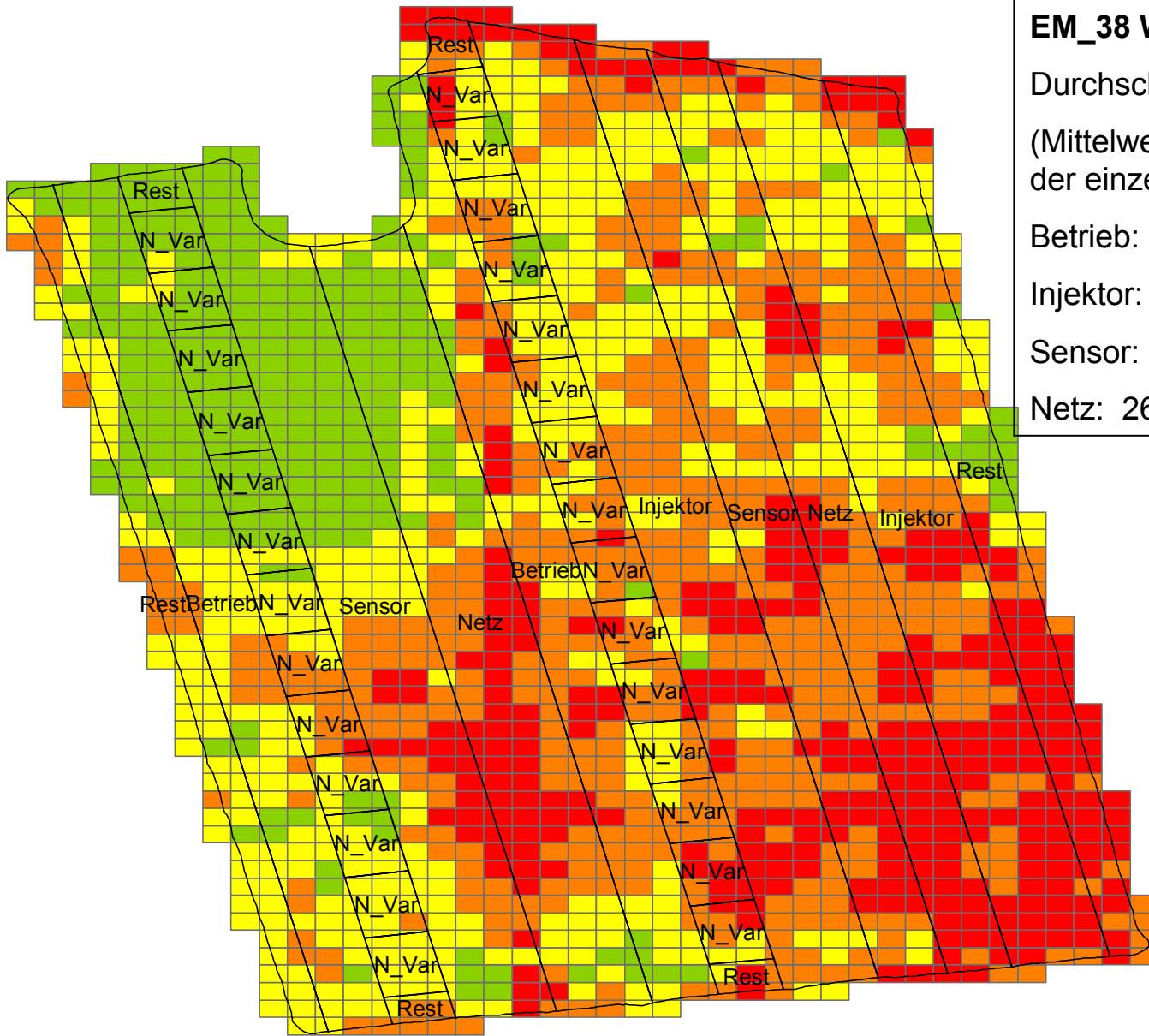
Betrieb: Betriebsübliche Düngung, einheitlich

Injektor: Depotdünger über Injektorausbringung

Sensor: Düngung nach dem Yara-Sensor

Netz: Düngung nach Neuronalem Netz

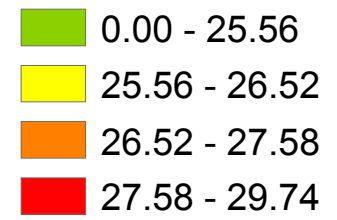
N_Var: Stickstoff-Steigerungsversuch (als Datengrundlage für Neuronales Netz)



EM_38 Werte im 20m Raster

Durchschnittlicher EC-Wert:
 (Mittelwert der Rasterflächen
 der einzelnen Varianten)

Betrieb: 26,16
 Injektor: 27,05
 Sensor: 26,56
 Netz: 26,88



Ertragswerte im 20m Raster

Durchschnittlicher Ertrag in Getreideeinheiten aus 2003 u. 2004, in dt/ha, (Mittelwert der Rasterflächen der einzelnen Varianten)

Betrieb: 84,53

Injektor: 84,20

Sensor: 84,60

Netz: 85,30

