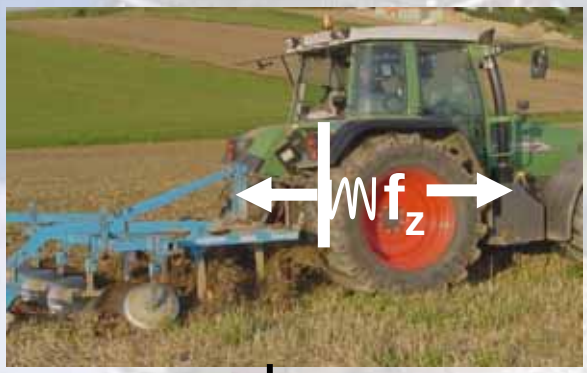
Aspekte der Wirtschaftlickeit von Precision Farming



Peter Wagner

MLU-Halle, Professur für Landwirtschaftliche Betriebslehre
www.landw.uni-halle.de/lb/

Precision Farming

Exakte Dokumentation	Teilschlagtechnik	Flottenmanagement	Feldrobotik
Betriebsmittelverbräuche - Dünger - Pflanzenschutzmittel - Treibstoffe Ertragsmengen Maschinendaten - Einsatzzeiten - Einsatzflächen - Technische Parameter Geodaten - Feldvermessung - Bodenbeprobung	Lokale Applikation - Pflanzenschutzmittel - Düngemittel - Saatgut	Transport / Organisation - Lohnunternehmer - Maschinenring	Fahrzeugführung - Anschlussfahrten Geräteführung - Arbeitstiefe - Arbeitsbreite Fahrzeugtrabanten - Mähdrusch - Bodenbearbeitung Lokale Zielsuche - Bodenbeprobung - Drainagen

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**
- **Effiziend des Precision-Farming-Ansatztes (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)**

Schätzung des Investitionsbedarfs für Precision Farming (Mapping-Ansatz)

Investition	€ [1] (ca.Werte)
Ausstattung Traktor m. Terminal und GPS	6000
Nachrüstung Düngetechnik	5100
Nachrüstung Drilltechnik	- [2]
Nachrüstung Pflanzenschutztechnik	5000
Nachrüstung Erntetechnik (ohne Terminal)	8500
Büroausstattung (Software)	3300
SUMME	27900

[1] ohne MwSt.

[2] entfällt wegen serienmäßiger Ausstattung

Deckungsbeiträge als Grundlage für die weiteren Berechnungen

	Kennzahl	Einheit	Wei-zen[1)]	Körner-mais[1)]	Winter-raps[1)]	Kartof-feln	Zucker-rüben
1	Leistung:						
2	Ertrag	dt	68,4	93,9	29,2	391,2	605,6
3	Preis	€/dt	10,51	10,97	21,33	6,50	4,68
4	Leistung	€/ha	719	1030	624	2544	2834
5	variable Kosten:						
6	*Saatgut*	*€/ha*	*63*	*131*	*23*	*358*	*219*
7	Handelsdünger	€/ha	108	134	127	129	194
8	*dar. N*	*€/ha*	*77*	*88*	*92*	*62*	*88*
9	Pflanzenschutz	€/ha	115	76	100	254	238
10	*dar. Herbizide*	*€/ha*	*49*	*76*	*63*	*85*	*219*
11	*dar. Fungizide*	*€/ha*	*60*	*0*	*15*	*157*	*15*
12	Maschinen	€/ha	132	163	133	265	198
13	Sonstige	€/ha	33	230	42	143	19
14	Summe var. Kosten	€/ha	451	734	425	1149	868
15	Deckungsbeitrag	€/ha	268	296	199	1395	1966

1) Weizen stellvertretend für Weizen, Roggen, Gerste; Körnermais stellvertretend für sonstiges Getreide; Winterraps stellvertretend für Öl-, Hülsenfrüchte und Faserpflanzen

Quelle: KTBL (2004); KTBL (2002); KTBL, pers. Mitt.; eigene Berechnungen

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

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***

Kalkulation der Kosten von Precision Farming (400 ha / 2000 ha)

Maßnahme	Investition	Kosten (€/ha/Jahr) (400 ha)	(2000 ha)
Beprobung			
DGPS-Empfänger	3.650 €	1,24	0,25
Mobiler Rechner mit Software	800 €	0,47	0,09
Mehraufwand Fahrzeug (0,54 h/ha, 10,20 €/h)	5,50 €/ha	1,98	1,59
Mehraufwand Arbeitszeit (0,54 Akh/ha, 10 €/AKh)	5,40 €/ha	1,95	1,56
Mehraufwand Analytik	6,75 €/ha	2,43	1,95
Summe:		***8,08***	***5,44***
Ertragskartierung			
Nachrüstsatz Mähdrescher *(bei 2000 ha für 3 MD)*	8.500 €	***5,04***	***3,03***
Grunddüngung			
Bordcomputer mit DGPS-Empfänger	6.000 €	14,24	2,85
Zusatzausrüstung elektr. ansteuerbarer Streuer	5.200 €	12,34	2,47
Summe:		***26,59***	***5,32***
N-Düngung mit Sensor			
N-Sensor Packet (Yara Sensor)	22.500 €	16,69	3,34
Zusatzausrüstung elektr. ansteuerbarer Streuer	5.200 €	3,86	0,77
Summe:		***20,55***	***4,11***
Datenmanagement/Kartenerstellung			
Büro PC	2.000 €	1,19	0,24
Software	4.500 €	2,67	0,53
Lohnkosten (10 Minuten/ha/Jahr)	20 €/Akh	3,33	3,33
Summe:		***7,19***	***4,10***

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)

Welche Faktoreinsparungen und Mehrerträge erzielbar sind, kann nur auf den eigenen Schlägen herausgefunden werden!

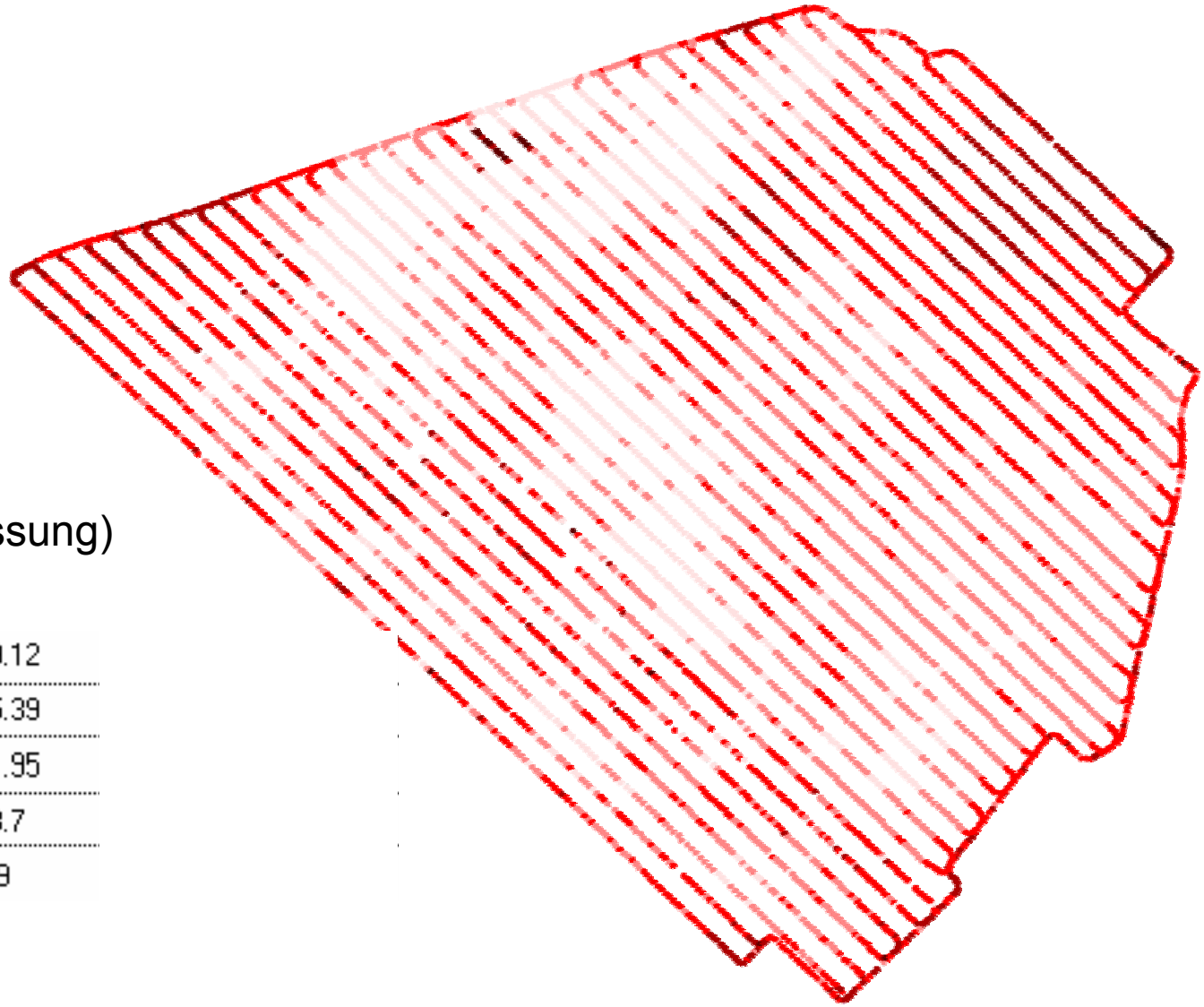
Der Einstieg in Precision Farming ist um so eher lohnend, je heterogener die Flächen sind.

Die Heterogenität von Flächen lässt sich auf vielerlei Art und Weise bestimmen, z.B.:

- eigene Erfahrungen
- Schlaginformationen
- Bodenkarten
- Ertragskarten
- scheinbare elektrische Leitfähigkeit
- Luftbilder …

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

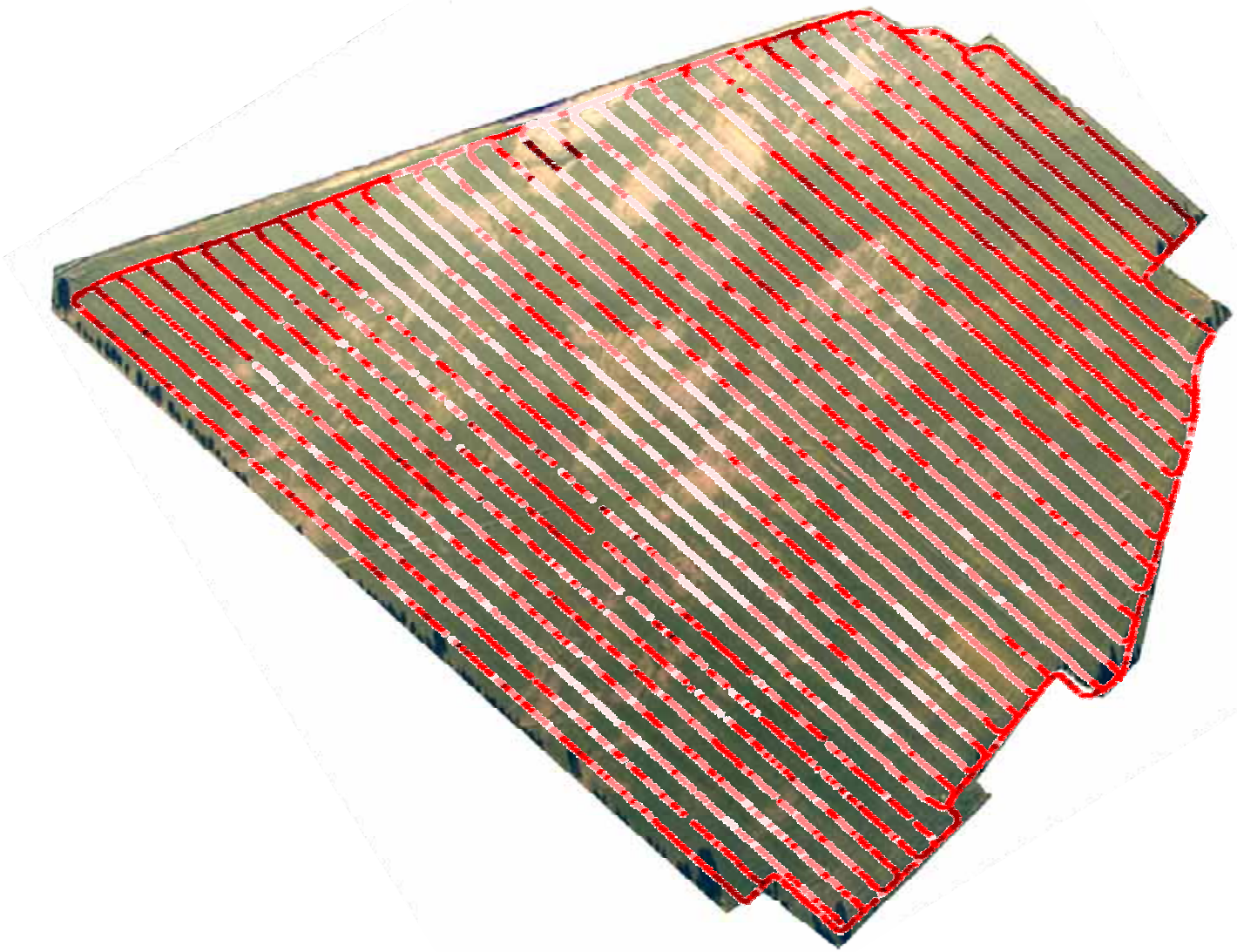
scheinbare elektrische Leitfähigkeit (2004)



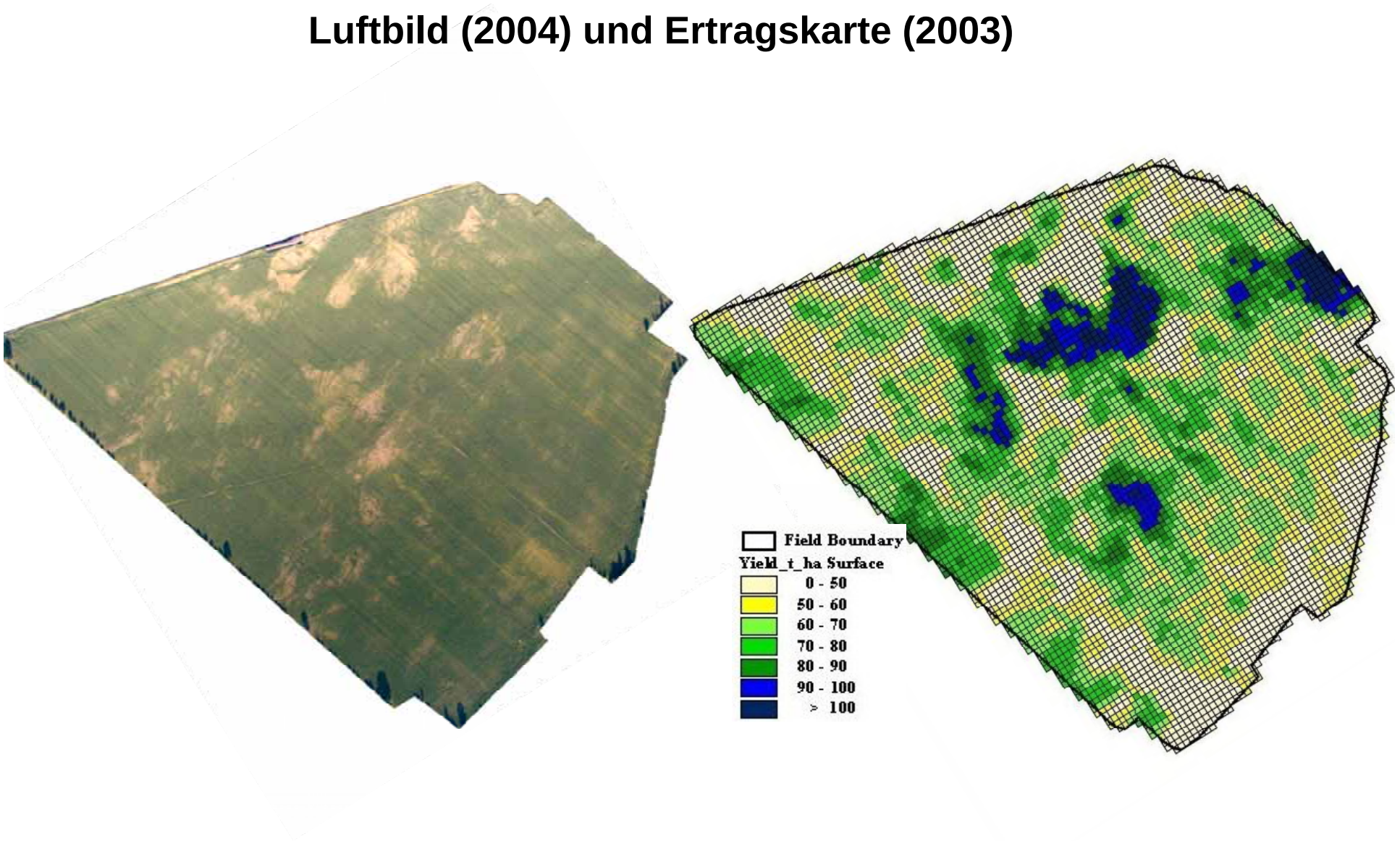
(EM 38 – Messung)

	15.32 - 29.12
	29.12 - 35.39
	35.39 - 41.95
	41.95 - 58.7
	58.7 - 99.9

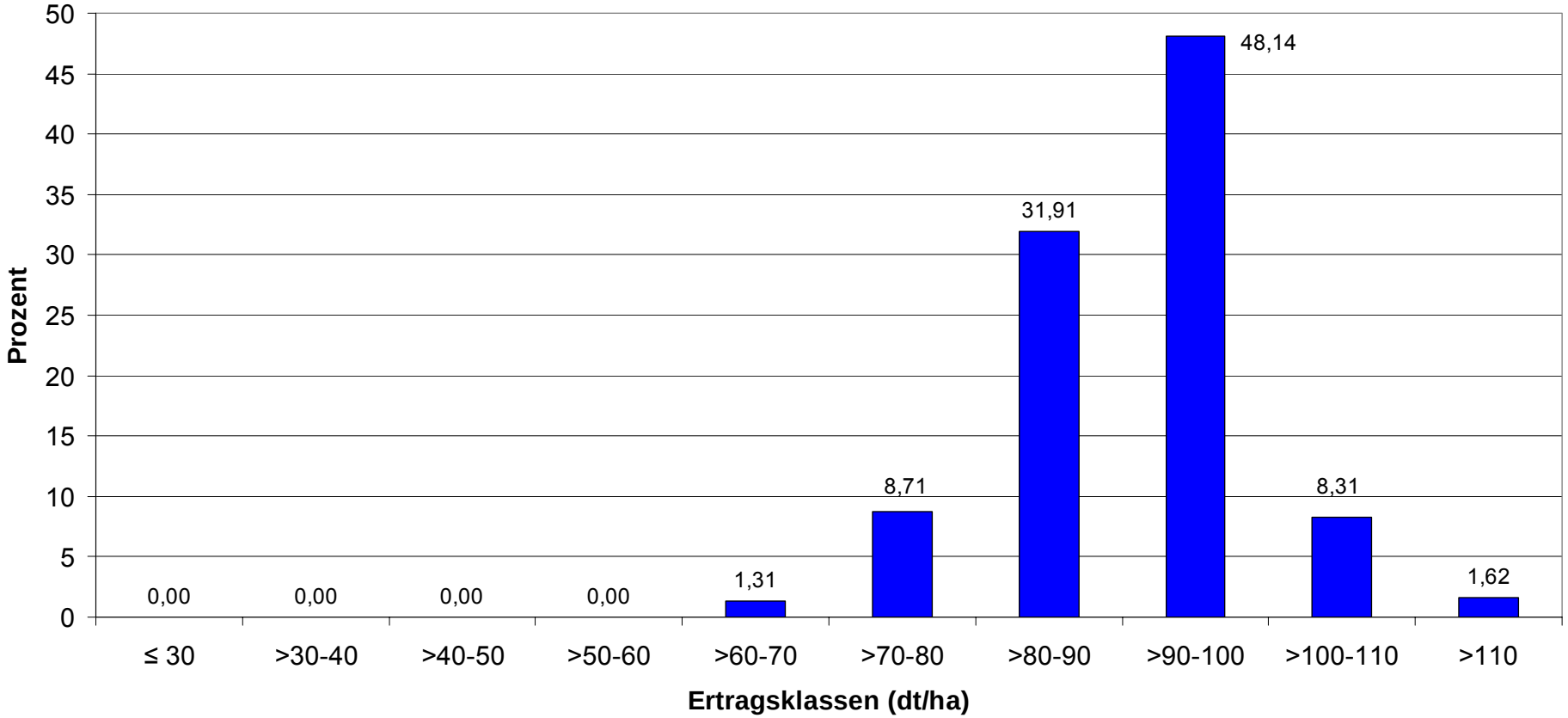
Luftbild und scheinbare elektrische Leitfähigkeit (2004)



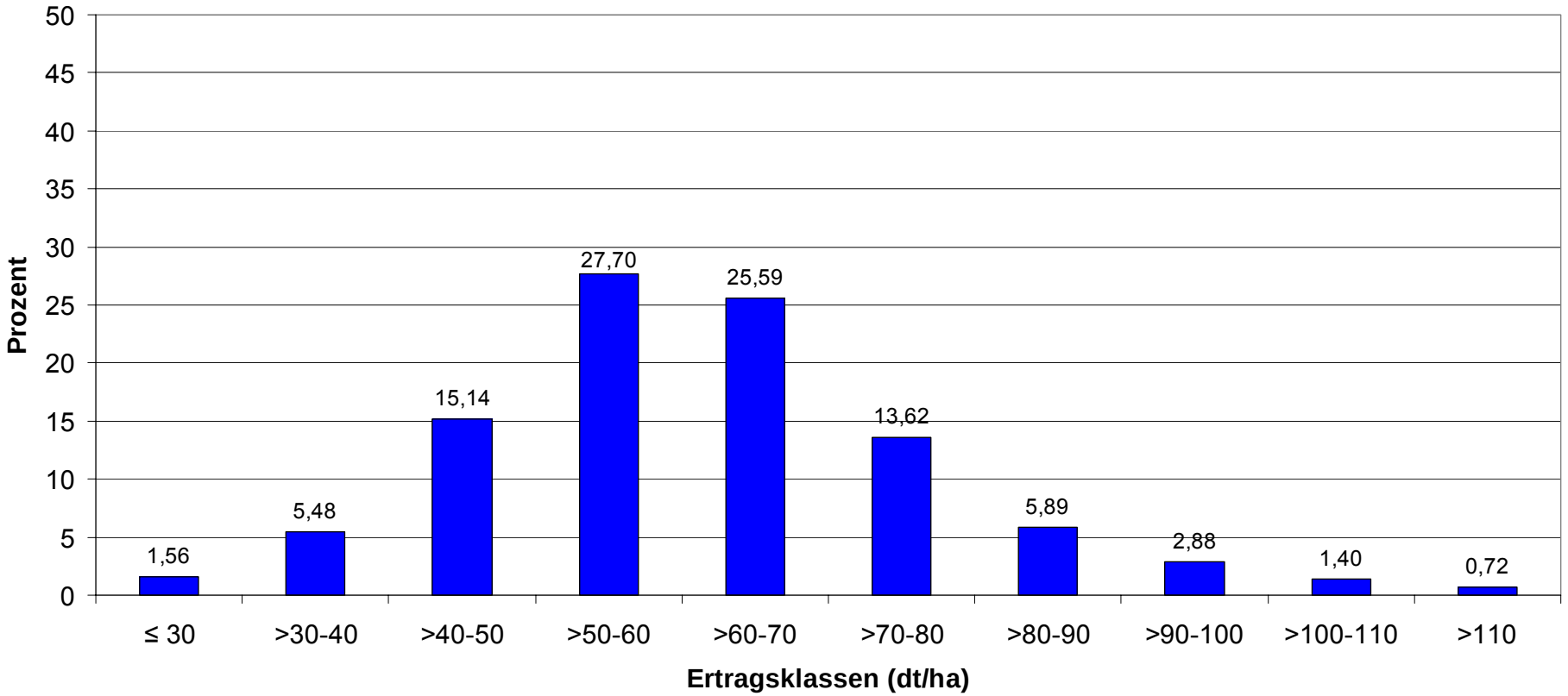
Luftbild (2004) und Ertragskarte (2003)



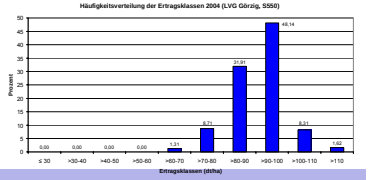
Häufigkeitsverteilung der Ertragsklassen 2004 (LVG Görzig, S550)



Häufigkeitsverteilung der Ertragsklassen 2003 (LVG Görzig, S550)



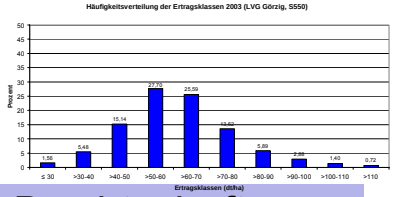
wirtschaftliche Effekte einer „idealen“ Teilschlag-N-Düngung (geringe Heterogenität)



Ertrags-klasse	Flächen-ant. in Ertragskl.	teilschlagspezifische Düngung: PF-Düng. / ha	N-Menge / Teilfl.	Ertrag / ha	Ertrag / Teilfl.	einheitliche Bewirtschaftung: einheitl. Düng. / ha	Ertrag / ha	Ertrag / Teilfl.
25	0,0	0	0,0	0	0,0	181,7	0,0	0,0
35	0,0	0	0,0	0	0,0	181,7	0,0	0,0
45	0,0	0	0,0	0	0,0	181,7	0,0	0,0
55	0,0	0	0,0	0	0,0	181,7	0,0	0,0
65	1,3	130	1,7	65	0,8	181,7	65,0	0,8
75	8,7	150	13,1	75	6,5	181,7	75,0	6,5
85	31,9	170	54,2	85	27,1	181,7	85,0	27,1
95	48,2	190	91,6	95	45,8	181,7	90,8	43,8
105	8,3	210	17,4	105	8,7	181,7	90,8	7,5
115	1,6	230	3,7	115	1,8	181,7	90,8	1,5

SUMME (bez. auf 1 ha)	181,7	90,8	181,7	87,3
Preis/Einheit (€)	0,6	12,0	0,6	12,0
Kosten bzw. Leistung (€)	109,0	1090,0	109,0	1047,1
N-kostenfreie Leistung (€)		981,0		938,1
Differnz einheitlich zu teilschlagspezifisch (€)				**42,9**

wirtschaftliche Effekte einer „idealen“ Teilschlag-N-Düngung (große Heterogenität)



Ertrags-klasse	Flächen-ant. in Ertragskl.	teilschlagspezifische Düngung: PF-Düng. / ha	N-Menge / Teilfl.	Ertrag / ha	Ertrag / Teilfl.	einheitliche Bewirtschaftung: einheitl. Düng. / ha	Ertrag / ha	Ertrag / Teilfl.
25	1,6	50	0,8	25	0,4	122,5	25,0	0,4
35	5,5	70	3,9	35	1,9	122,5	35,0	1,9
45	15,1	90	13,6	45	6,8	122,5	45,0	6,8
55	27,7	110	30,5	55	15,2	122,5	55,0	15,2
65	25,6	130	33,3	65	16,6	122,5	61,2	15,7
75	13,6	150	20,4	75	10,2	122,5	61,2	8,3
85	5,9	170	10,0	85	5,0	122,5	61,2	3,6
95	2,9	190	5,5	95	2,8	122,5	61,2	1,8
105	1,4	210	2,9	105	1,5	122,5	61,2	0,9
115	0,7	230	1,6	115	0,8	122,5	61,2	0,4

SUMME (bezogen auf 1 ha)	122,5	61,2	122,5	55,0
Preis/Einheit (€)	0,6	12,0	0,6	12,0
Kosten bzw. Leistung	73,5	734,9	73,5	660,4
N-kostenfreie Leistung		661,4		586,9
Differnz einheitlich zu teilschlagspezifisch (€)				**74,4**

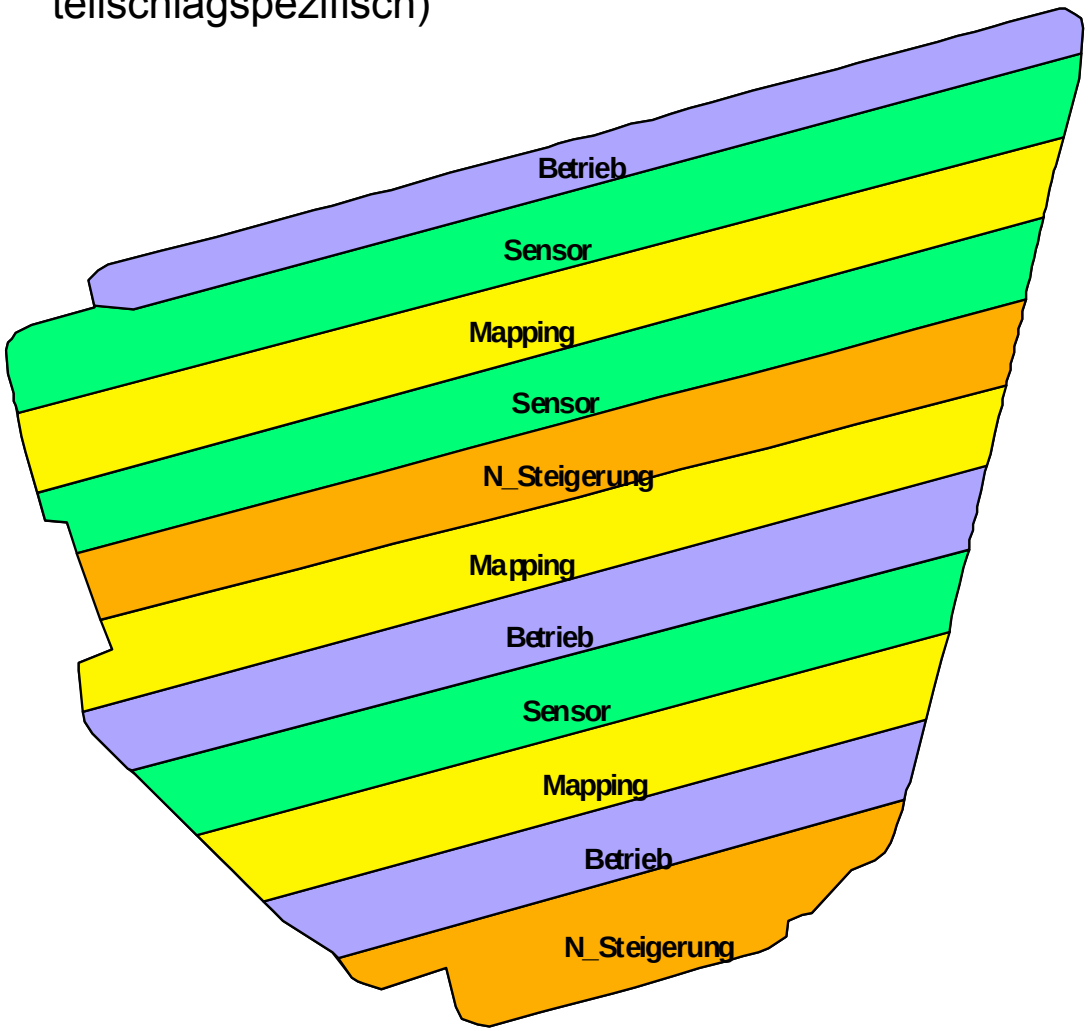
Welche Faktoreinsparungen und Mehrerträge erzielbar sind,

kann nur auf den eigenen Schlägen herausgefunden werden!

Stichwort: „On Farm Research“

... was schiefgehen kann ...

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

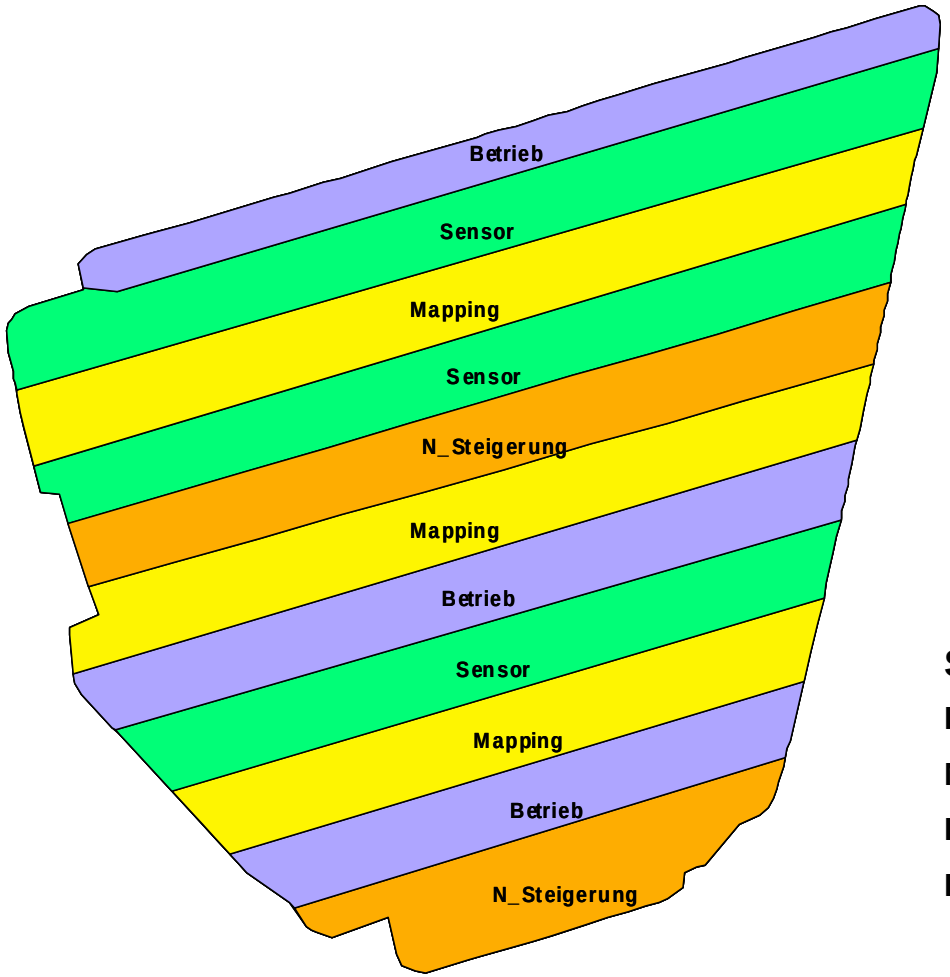
NKL: stickstoffkostenfreie Leistung in €/ha

Winterweizenpreis: 12 €/dt

Stickstoffpreis: 0,60 €/kg

Ertrag 03: homogen gedüngt

Auswertung, Alternative 2:
Datenaufbereitung streifenweise f. Varianzanalyse



Betriebsüblich	**Streifen 0**	**Streifen 6**	**Streifen 9**
Ertrag 04 [t/ha]	**9.43**	**9.42**	**9.5**
NKL [€/ha]	**1048**	**1046**	**1056**
EC (EC Ø: 36,2)	**37.0**	**34.1**	**37.5**
Ertrag 03 [t/ha]	**6.7**	**6.8**	**6.3**

Mapping	**Streifen 2**	**Streifen 5**	**Streifen 8**
Ertrag 04 [t/ha]	**9.1**	**9.0**	**8.9**
NKL [€/ha]	**1022**	**1004**	**999**
EC (EC Ø: 34,4)	**35.6**	**31.9**	**35.9**
Ertrag 03 [t/ha]	**5.9**	**6.4**	**6.1**

Sensor	**Streifen 1**	**Streifen 3**	**Streifen 7**
Ertrag 04 [t/ha]	**9.39**	**9.21**	**9.15**
NKL [€/ha]	**1034**	**1024**	**1009**
EC (EC Ø: 32,7)	**34.0**	**31.1**	**33.0**
Ertrag 03 [t/ha]	**5.6**	**6.4**	**6.3**

Auswertung, Alternative 3:
Auswertung nach EC-Klassen

	EC Klassen						
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**Mittel über alle EC Klassen**	**ohne Klassen (Alternative 1)**
Betriebsüblich							
NKL	948	1045	1062	1062	1081	1040	1050
VK des Ertrags	10.7%	4.7%	4.9%	4.8%	7.0%	/	7.2%
Mapping							
NKL	953	1001	1010	1022	1033	1004	1010
VK des Ertrags	8.7%	6.9%	5.9%	5.8%	5.7%	/	6.9%
Sensor							
NKL	975	1020	1026	1044	1087	1031	1023
VK des Ertrags	8.9%	6.3%	6.2%	6.9%	6.1%	/	7.7%

NKL: stickstoffkostenfreie Leistung in €/ha, Winterweizenpreis: 12 €/dt; Stickstoffpreis: 0,60 €/kg

VK: Variationskoeffizient

EC-Klasseneinteilung: equal count, höhere Klassenziffer entspricht höherer Leitfähigkeit

Alternative 3: Varianzanalyse

Varianzanalyse

	Mittelwert[1]	Signifikanz
Betriebsüblich	1050	0.025 *
Sensor	1022	
Betriebsüblich	1050	0.005 **
Mapping	1008	

Varianzanalyse:

[1]: Mittelwert der stickstoffkostenfreien Leistung

*: signifikant

**: hoch signifikant

n.s.: nicht signifikant

Alternative 4: Kovarianzanalyse

	Varianzanalyse		**Kovarianzanalyse (EC 25)**		**Kovarianzanalyse (Ertrag 03)**	
	Mittelwert[1]	Signifikanz	Mittelwert[1]	Signifikanz	Mittelwert[1]	Signifikanz
Betriebsüblich	1050	0.025 *	1046	0.231	1054	0.18
Sensor	1022		1025	n.s.	1017	n.s.
Betriebsüblich	1050	0.005 **	1049	0.023 *	1055	0.009 **
Mapping	1008		1010		1003	

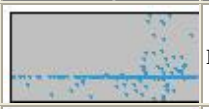
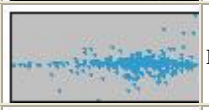
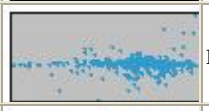
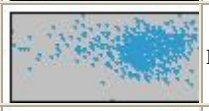
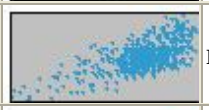
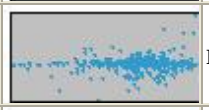
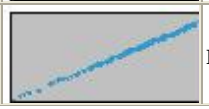
[1]: Mittelwert der stickstoffkostenfreien Leistung

*: signifikant

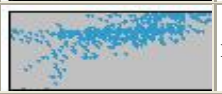
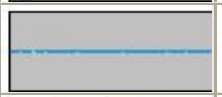
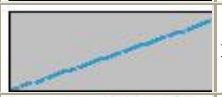
**: hoch signifikant

n.s.: nicht signifikant

Data Audit Variante Betrieb (homogene N-Gabe) Raster 10X10
hier: Zusammenhang zwischen Ertrag 2004 und ....

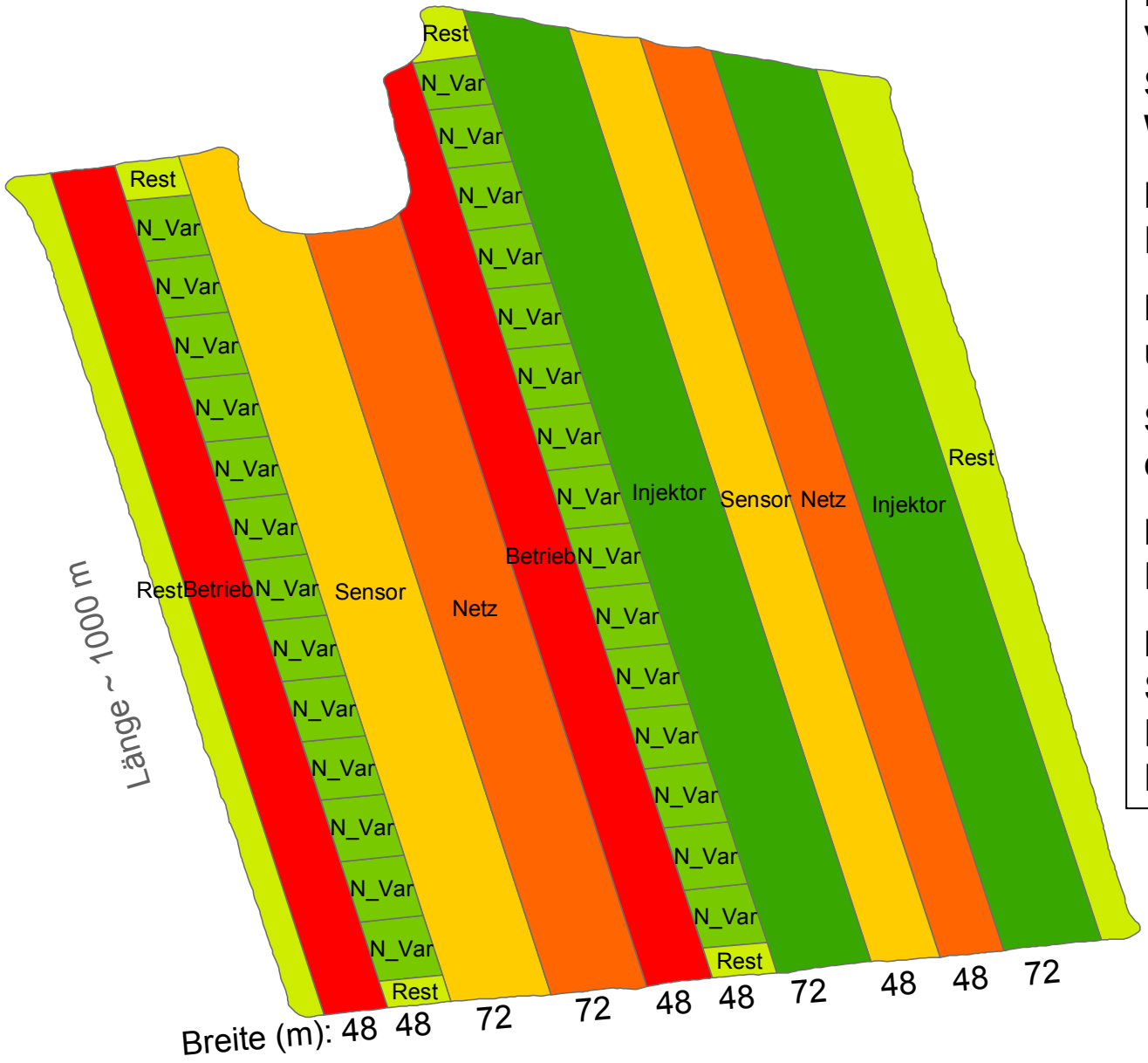
	Field	Graph	Type	Correlation	Min	Max	Mean	Std. Dev	Skewness	Unique	Valid
1	N1		range	0.123	58.210	64.480	60.039	0.490	5.365	--	660
2	N_2		range	0.078	30.469	52.032	39.941	1.436	0.376	--	660
3	N3		range	0.039	30.470	52.030	39.798	1.416	0.560	--	660
4	REIP32		range	0.225	723.410	727.180	725.803	0.580	-0.884	--	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

Data Audit Variante N-Steigerung Raster 10X10

	Field	Graph	Type	Correlation	Min	Max	Mean	Std. Dev	Skewness	Unique	Valid
1	N_2		range	0.235	0.000	100.000	42.420	35.306	0.237	--	519
2	N1		range	0.230	0.000	100.000	44.786	34.862	0.124	--	519
3	N3		range	0.365	0.000	100.000	45.620	34.633	0.080	--	519
4	REIP32		range	0.374	722.040	727.140	725.435	0.910	-0.704	--	519
5	REIP49		range	0.607	722.920	729.430	727.749	1.029	-1.172	--	519
6	EM38		range	0.687	18.650	49.710	33.054	6.901	0.468	--	519
7	VARIANTE		set	--	--	--	--	--	--	1	519
8	ZUGKRAFT		range	0.029	2031.260	2368.530	2218.580	48.277	-0.086	--	519
9	ERTRAG03		range	0.630	2.171	11.150	6.604	1.752	-0.057	--	519
10	ERTRAG04		range	--	6.424	10.983	8.767	0.911	-0.255	--	519
11	N_Ges		range	0.304	0.000	300.000	132.826	95.184	0.446	--	519
12	N_Freie_L		range	0.861	606.200	1208.411	972.307	106.865	-0.703	--	519

... wie man es vielleicht besser machen kann ...

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



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

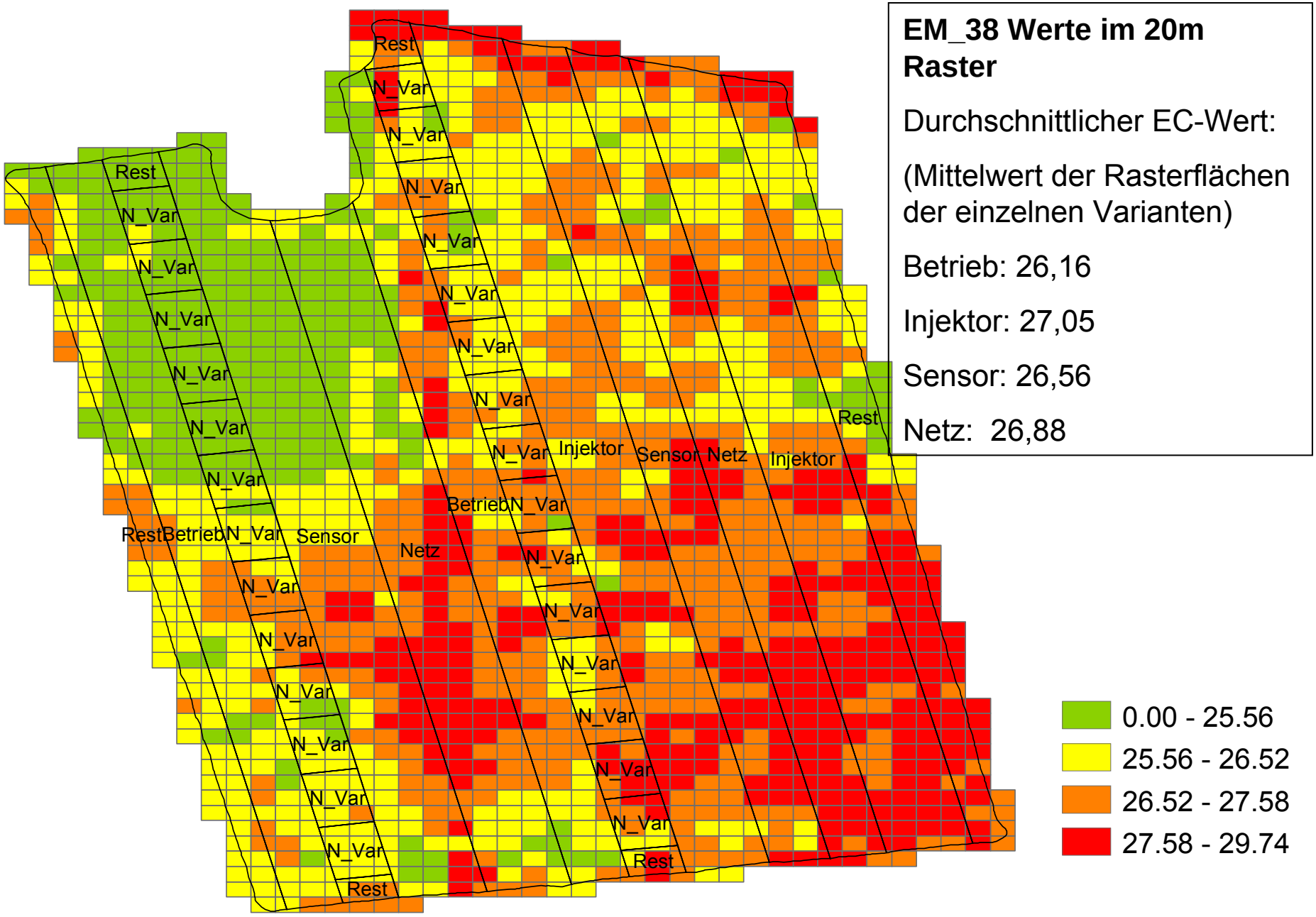
Betrieb: Betriebsübliche Düngung, einheitlich

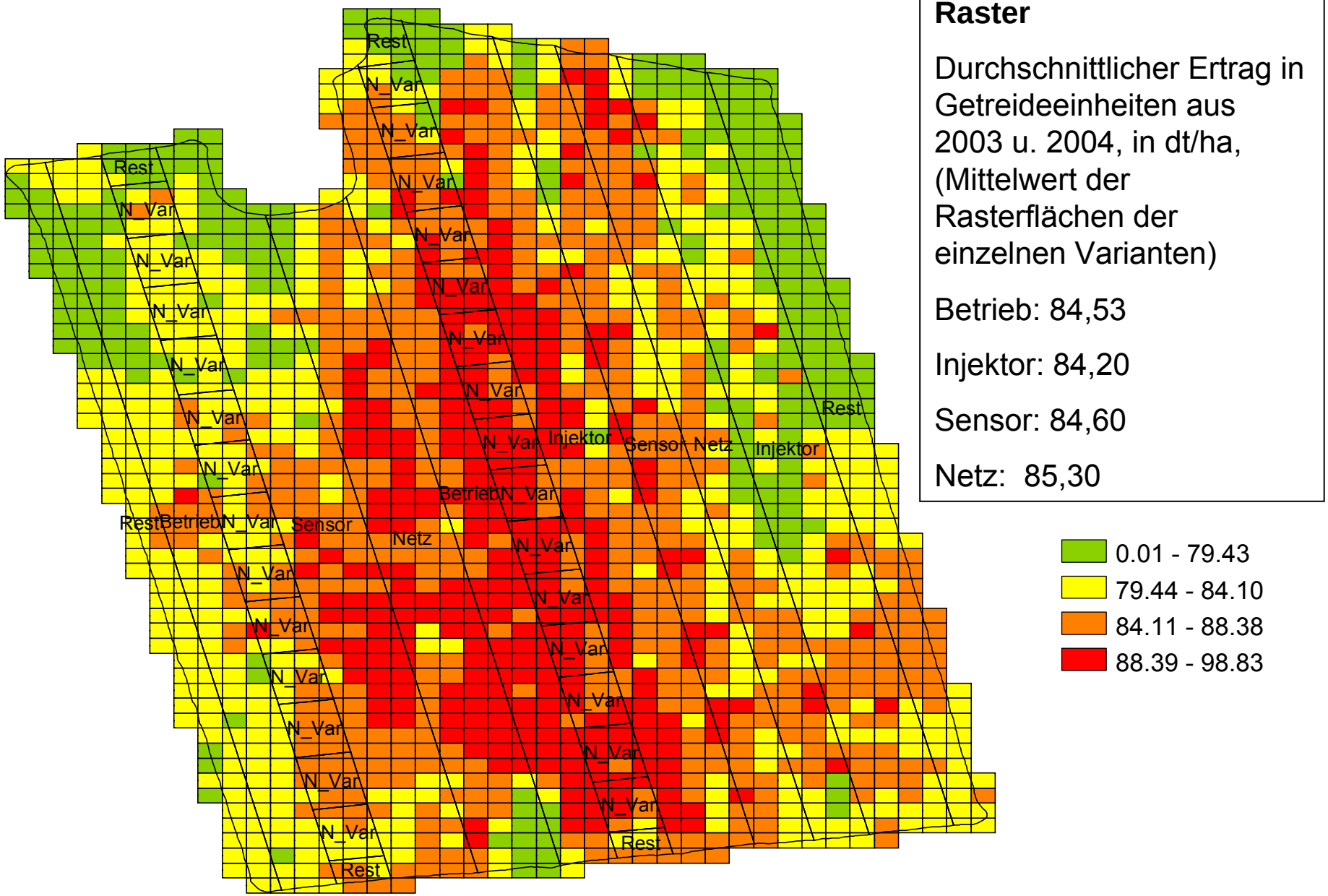
Injektor: Depotdünger über Injektorausbringung

Sensor: Düngung nach dem Yara-Sensor

Netz: Düngung nach Neuronalem Netz

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


Rest
N_Var
Rest
N_Var
Injektor
Sensor
Netz
Injektor
Rest
Betrieb
Rest
Betrieb
Sensor
Netz
Rest
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
0.00 - 25.56
25.56 - 26.52
26.52 - 27.58
27.58 - 29.74



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

- 0.01 - 79.43
- 79.44 - 84.10
- 84.11 - 88.38
- 88.39 - 98.83

Fazit

Die Wirtschaftlichkeit von Precision Farming hängt von vielen Faktoren ab, insbesondere

- Heterogenität des Standortes
- Einsatzfläche für die Technologie
- Managementfähigkeiten des „Bedienpersonals“.

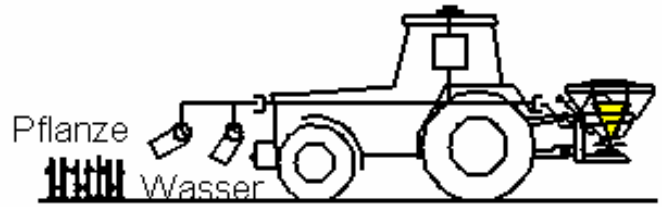
Vieles deutet darauf hin, dass beim Einsatz von Precision Farming Technologien die Vorteile überwiegen.

Generelle Aussagen sind nicht möglich, die Überprüfung der Wirtschaftlichkeit hat auf den eigenen Flächen zu erfolgen.

Ein Einstieg in die Technologie über Dienstleister ist eher sinnvoll, Experimentierfreudigkeit des Landwirtes ist erforderlich.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit ...

Sensor-Ansatz

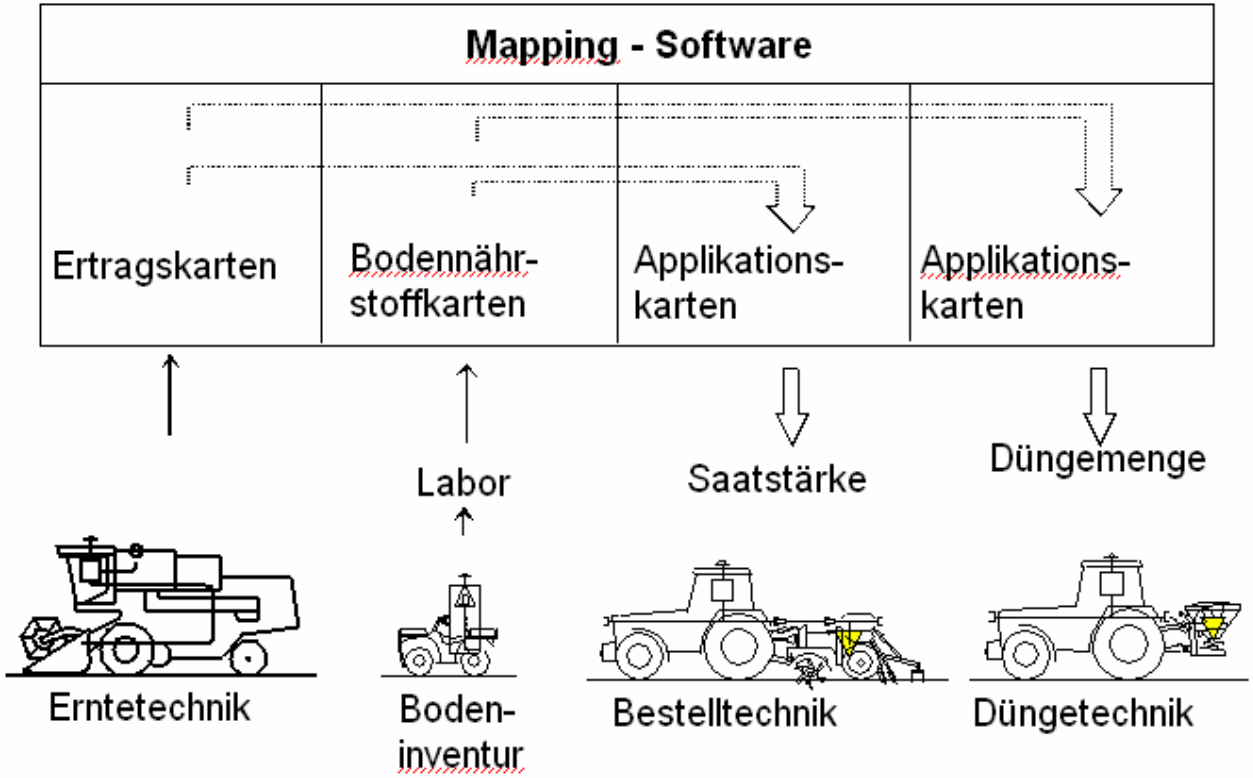


Düngetechnik

⇒ Nach aktueller Bestandessituation

geeignet für:
- Hochertrag
- starke Witterungsänderung
- vielfältige Fruchtfolgen
- N-Düngung

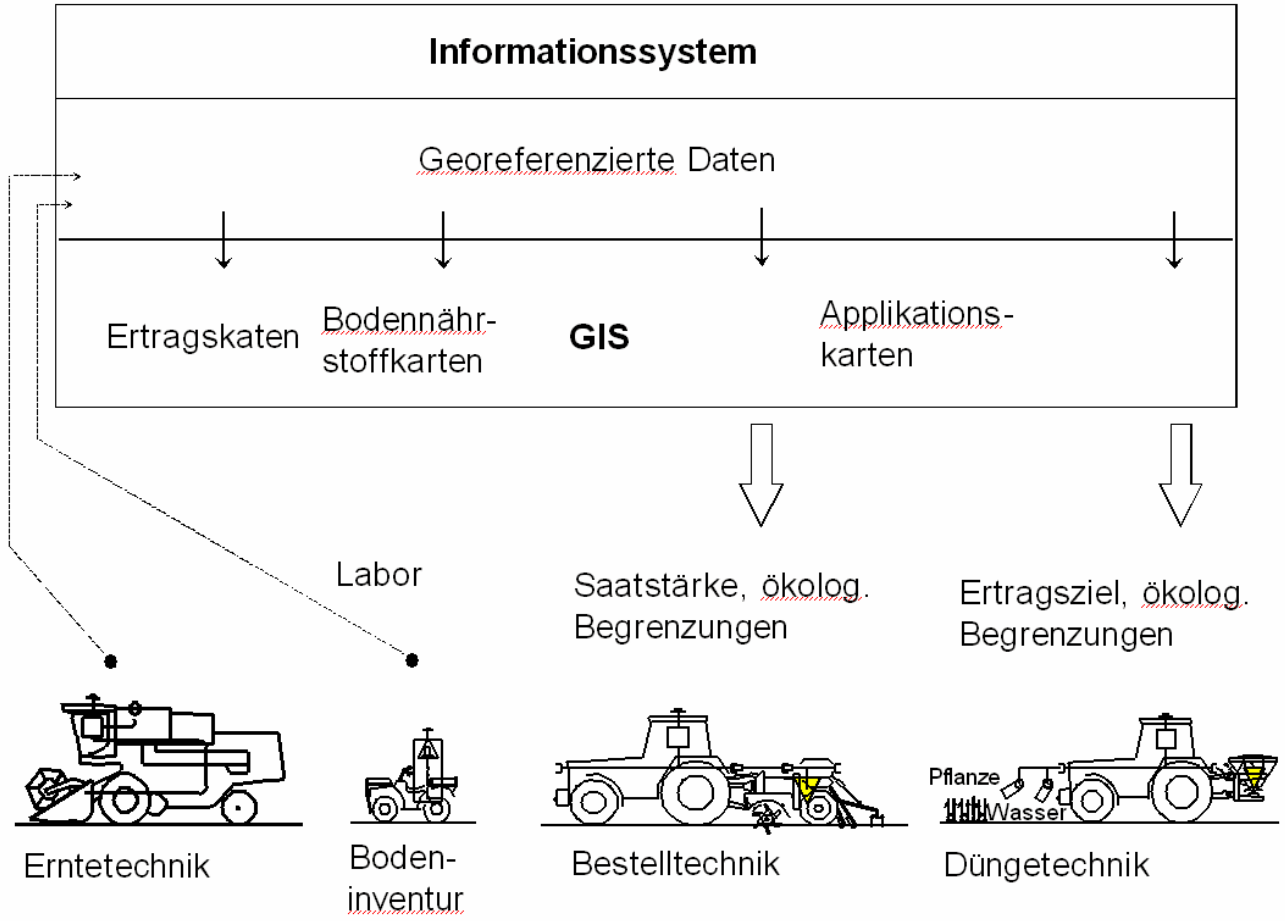
Mapping-Ansatz



⇒ Aus der Vergangenheit für aktuelle Situation

geeignet für:
- Niedrigerträge
- konstante Witterungsbedingungen
- Getreidefruchtfolgen
- PK-Düngung

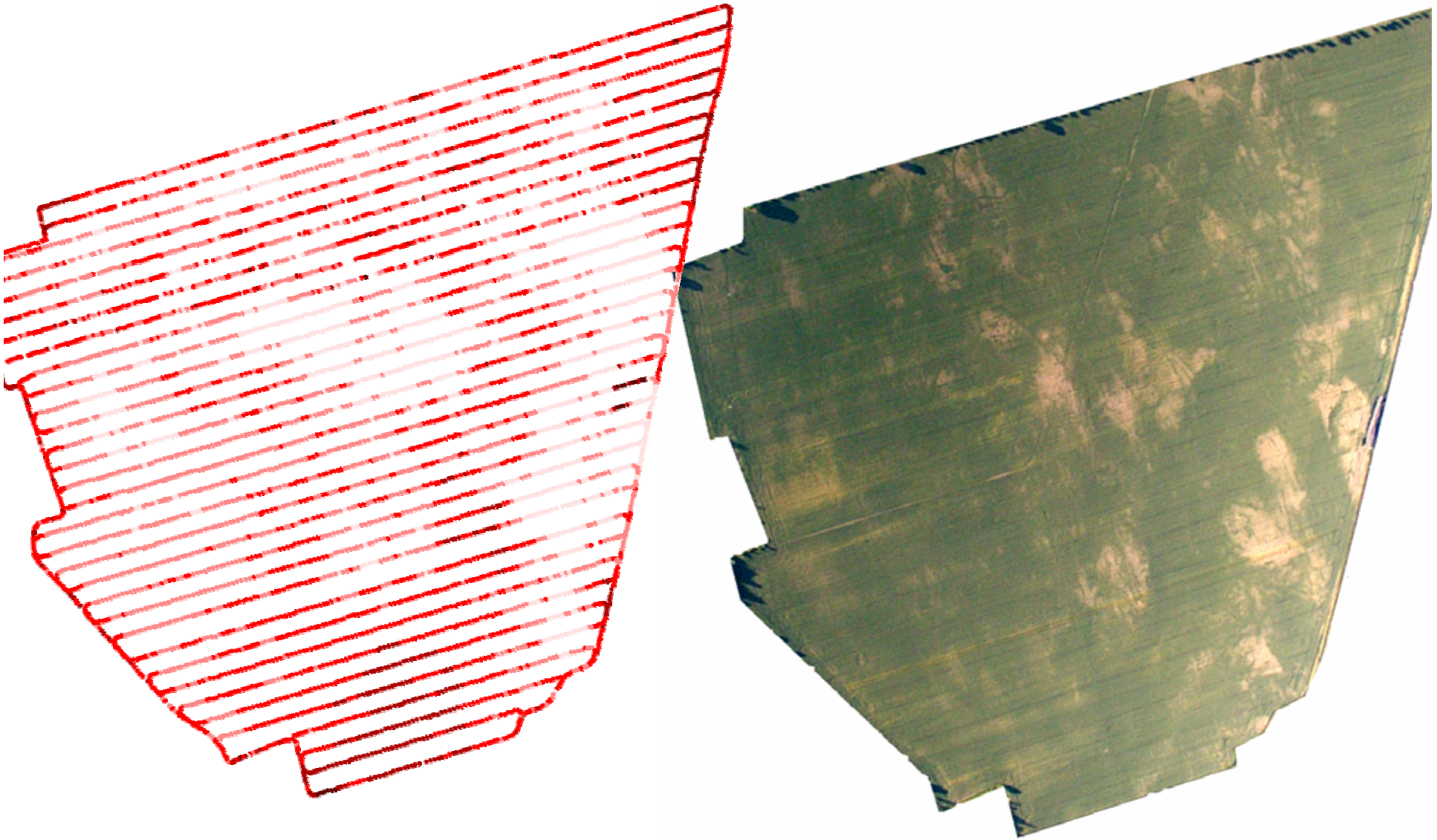
Sensor-Ansatz mit Map-Overlay



⇒ **Nach aktueller Bestandessituation und ökologisch/ökonomischen Begrenzungen**

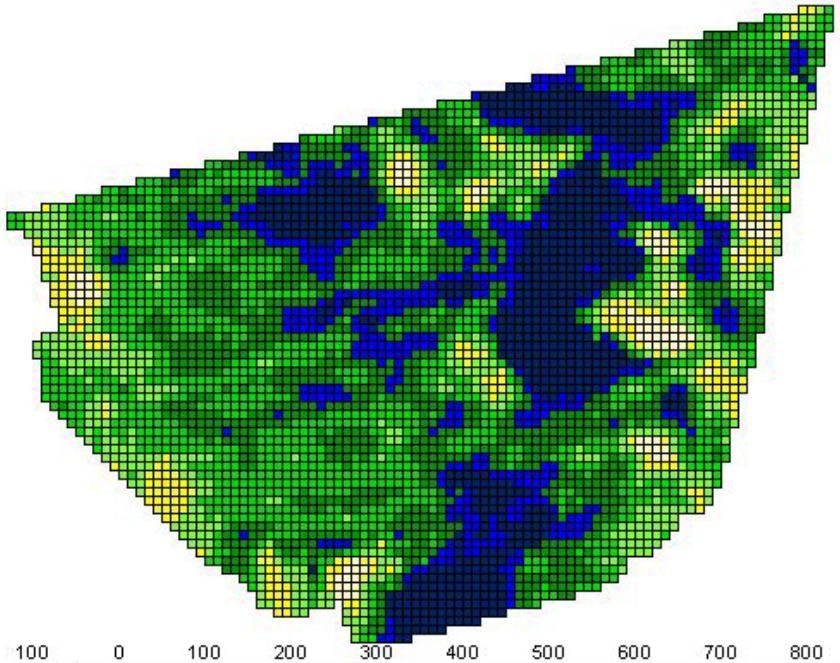
geeignet für:

- Hochertrag
- wechselnde Witterungsbedingungen
- stark wechselnde Bodenart
- vielfältige Fruchtfolgen
- NPK - Düngung

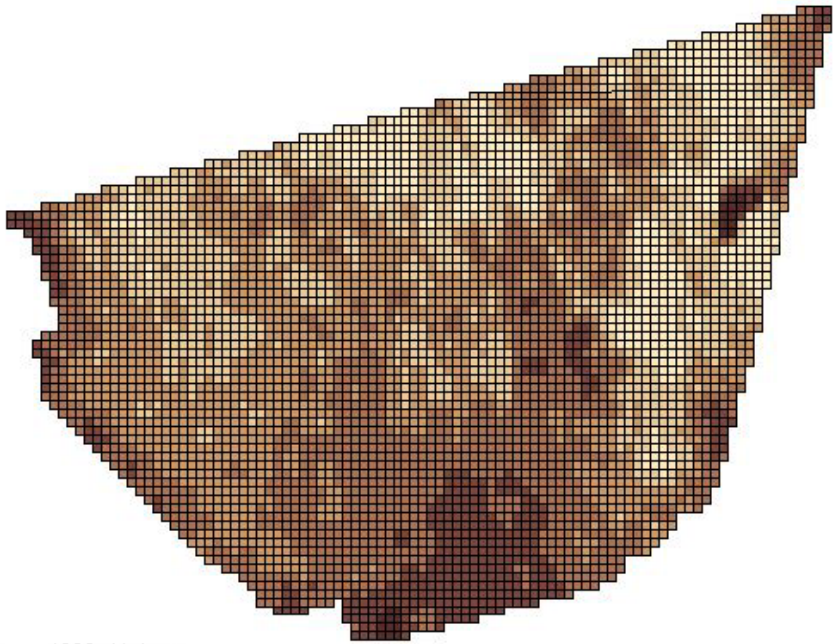


550; 03 (22.7 ha.)

ertrag versuch



bosc_Versuch



100 0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 Meters

Date: Feb 11, 2004
Field Name: 550; 03
Farm Name: Versuchsgut Pfaffendorf
Client Name: MLU Halle
Total Hectares: 22.7
Field Boundary Start Location:
Latitude: 51.66618067
Longitude: 11.99969681

ertrag versuch
- 0 - 30
- 30 - 40
- 40 - 50
- 50 - 60
- 60 - 70
- 70 - 80
- > 80

bosc_Versuch
- 1 - 27.14
- 27.14 - 31.96
- 31.96 - 36.24
- 36.24 - 42.14
- 42.14 - 56.16
- 56.16 - 86.39

Anwendung des Ertragsprognosemodelles zur Optimierung von N-Gaben

Beispiel:

❶

	Ertrag_96	Ertrag_98	T_For	EM_38	N_1	REIP_2
TF 01	5.84	7.89	33.0	39.25	70	0.99

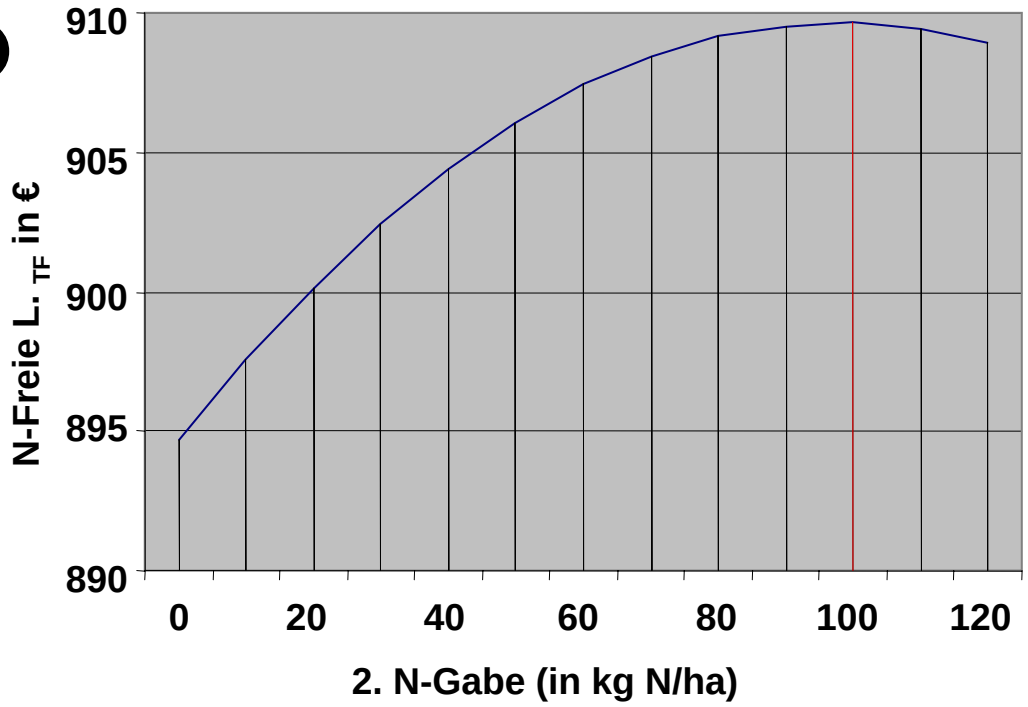
N_2
0
10
..

❷ Neural Net

Ertrag	N-Freie L.*
7.32	894.65
7.30	897.56
...	...

*Preise:
WW: 130 €/t
N: 0,65 €/kg

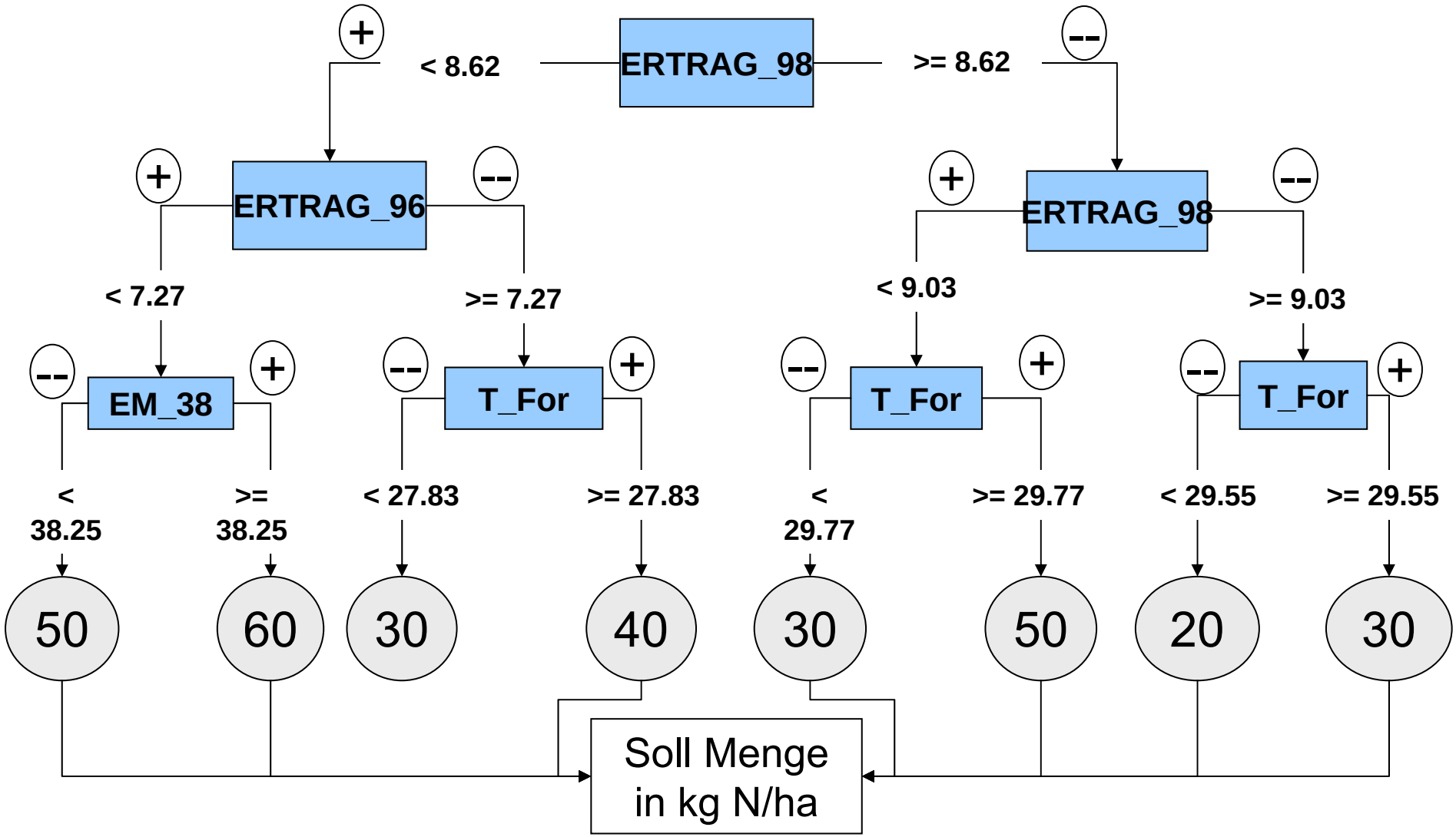
❸



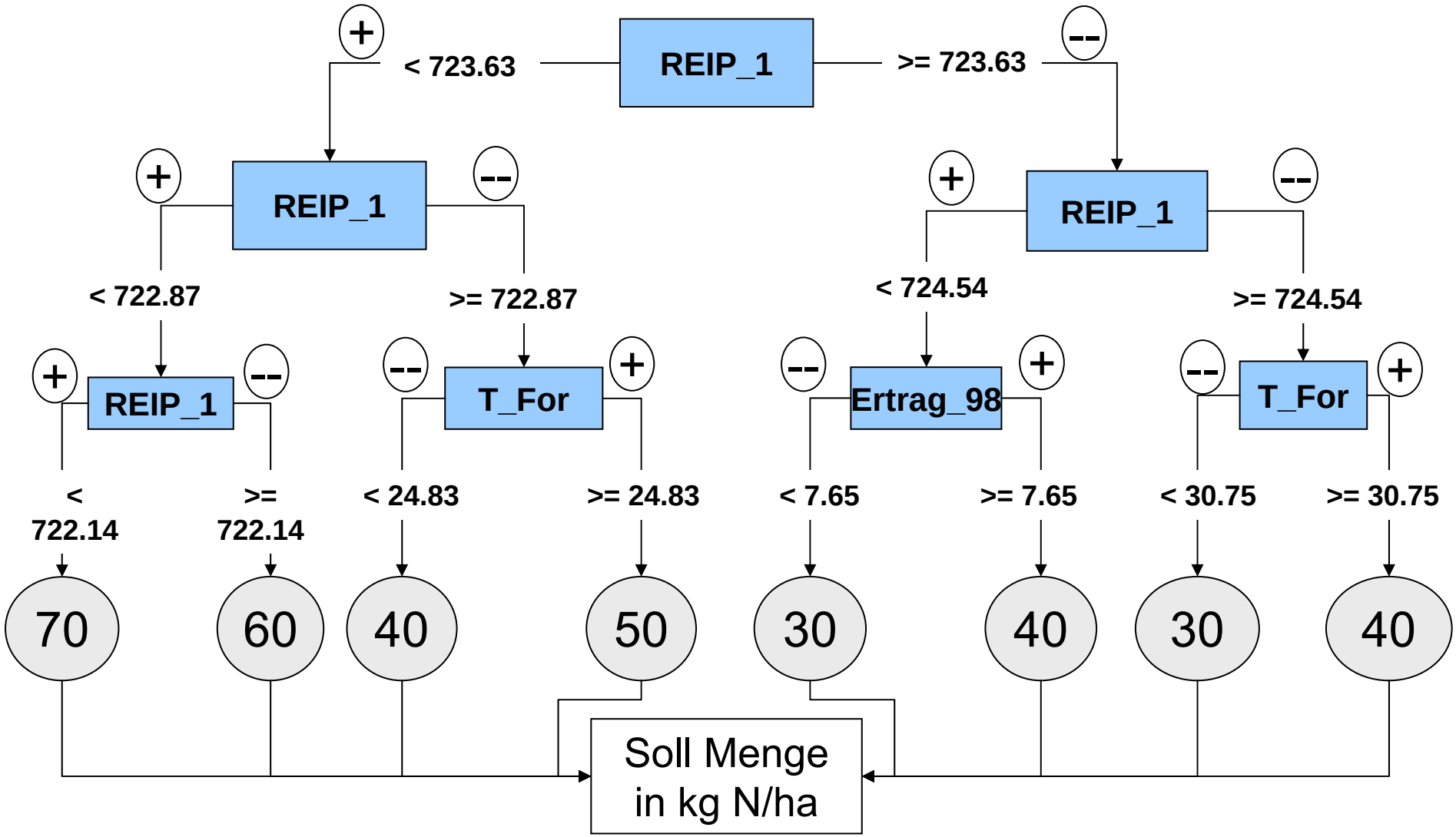
Optimale N-Gabe:

100 kg N/ha

Entscheidungsbaum 1.N-Düngung

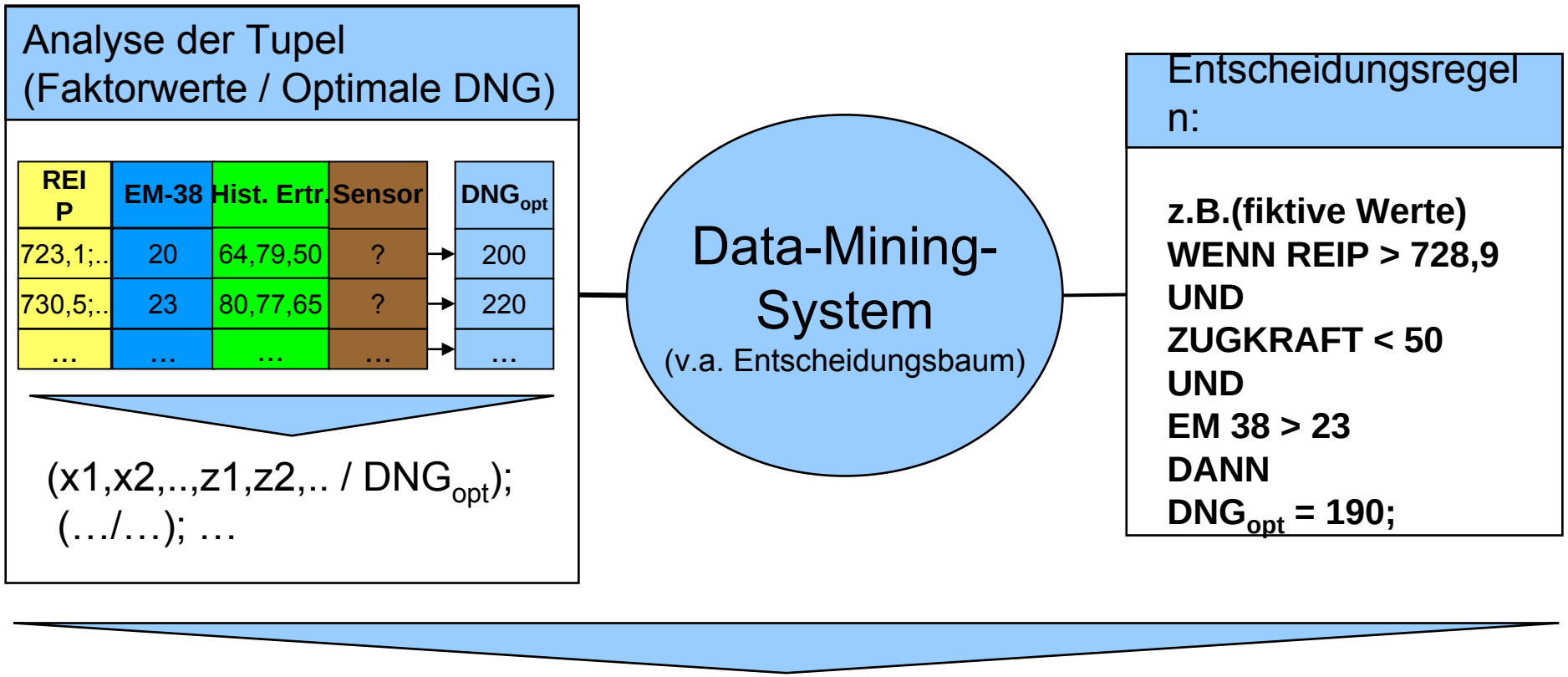


Entscheidungsbaum 2.N-Düngung



```
ERTR98K < 8.615
        ERTR96K < 7.265
                EM38 < 38.25 [ Mode: 50 ] => 50
                EM38 >= 38.25 [ Mode: 60 ] => 60
        ERTR96K >= 7.265 [ Mode: 40 ]
                T_For < 27.83 [ Mode: 30 ] => 30
                T_For >= 27.83 [ Mode: 40 ] => 40
ERTR98K >= 8.615 [ Mode: 30 ]
        ERTR98K < 9.03 [ Mode: 30 ]
                T_For < 29.765 [ Mode: 30 ] => 30
                T_For >= 29.765 [ Mode: 50 ] => 50
        ERTR98K >= 9.03 [ Mode: 20 ] (82)
                T_For < 29.545 [ Mode: 20 ] => 20
                T_For >= 29.545 [ Mode: 30 ] => 30
```

Generierung von Entscheidungsregeln



- **Gefundene Regeln müssen von Pflanzenbauexperten analysiert werden**
- **Algorithmen aus extrahierten Regeln werden in Versuchen getestet**

Beispiel zur Entwicklung von Entscheidungsregeln „nH“

	REIP (nm)	Zugkraft (kN)	EM-38 (mS/m)	Hist. Ertr. (dt/ha)	Sensor X	NR X	Düngung (kg N/ha)	Ernte (dt/ha)
TF 0001	723,1;..	21	20	64,79,50	?	?	60,70,60	53
TF 0002	730,5;..	45	23	80,77,65	?	?	80,40,90	71
TF 0003	725,3;..	35	40	46,51,60	?	?	90,60,80	64
...	…	…	…	…	…	…	…	…

Standortspezifische Fakoren (x1,x2,..)

Nicht-Räumliche Faktoren (z1,z2,..)

variabler Input-Faktor (DNG)

Output (Y)

Implizite standortspezifische Ertragsfunktion:

$$Y_{x1,x2,..z1,z2,..}\ (DNG)$$

- **Die standortspezifische Ertragsfunktion wird mit einem neuronalen Netz abgeschätzt w**
- **Datensätze zum Training des neuronalen Netzes werden über ein GIS aus der normalen Bewirtschaftung bzw. aus Versuchen gewonnen**

Auswertung „H“: Streifenversuch Schafhof 2001/2002

Versuchsaufbau:
Jeweils benachbarten Streifen mit halber Fahrgassenbreite wird eine der vier Dünge-Variationen zugelost (9 Wiederholungen à 4 Streifen):

Homogen

Variation 1 (betriebsüblich):

Durchgängig mit 180 kg N

Variation 2 (Vergleich zu V4):

Durchgängig mit 192 kg N

Precision Farming

Variation 3:

Ausbringung in Abhängigkeit von der Ertragszone:

Niedrigertragszone: 160 kg N

Mittelertragszone: 180 kg N

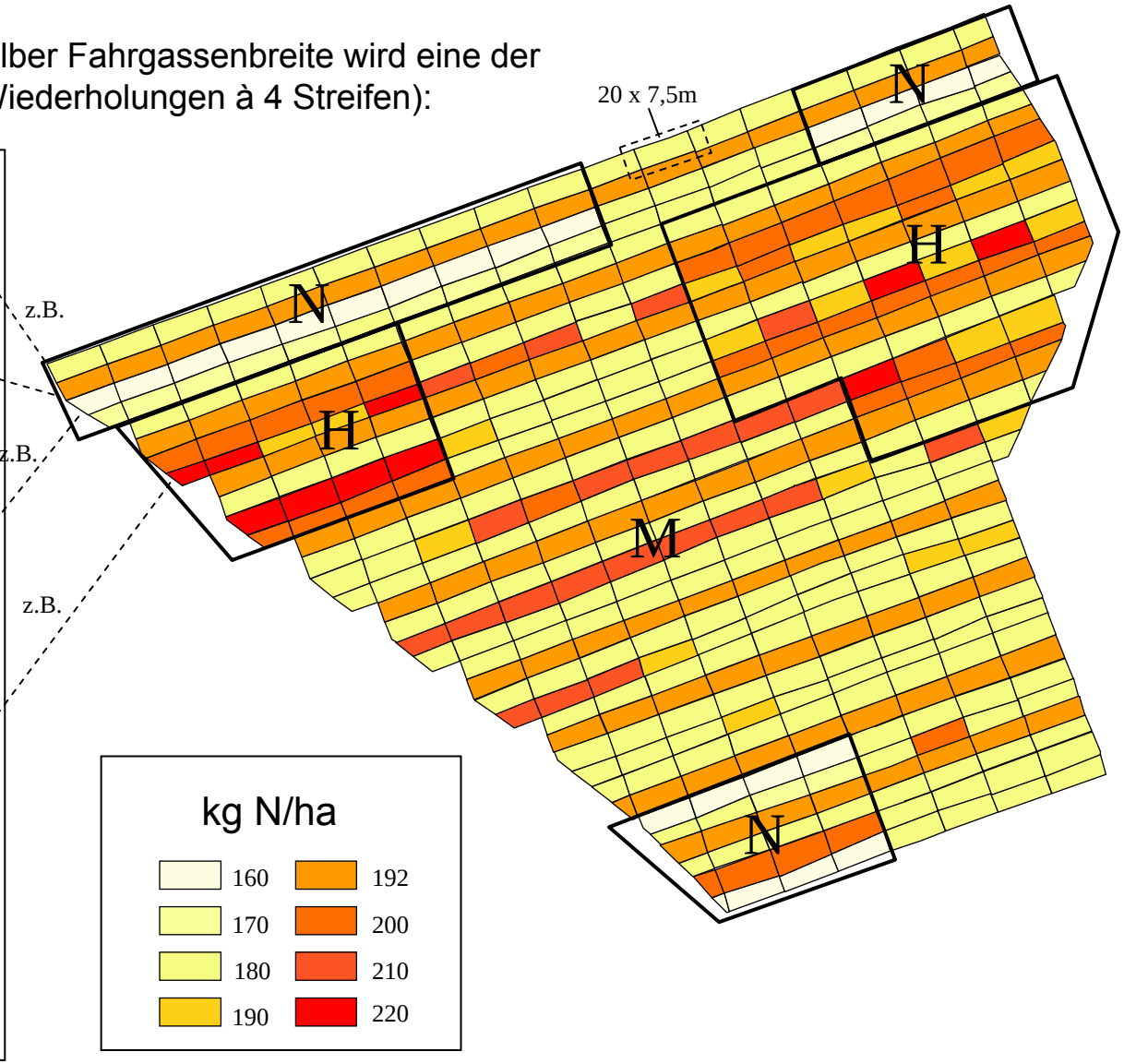
Hochertragszone: 200 kg N

→ Map Approach Ø 180 kg N

Variation 4:

Ausbringung in Abhängigkeit von Ertragsdaten und Sensorwerten

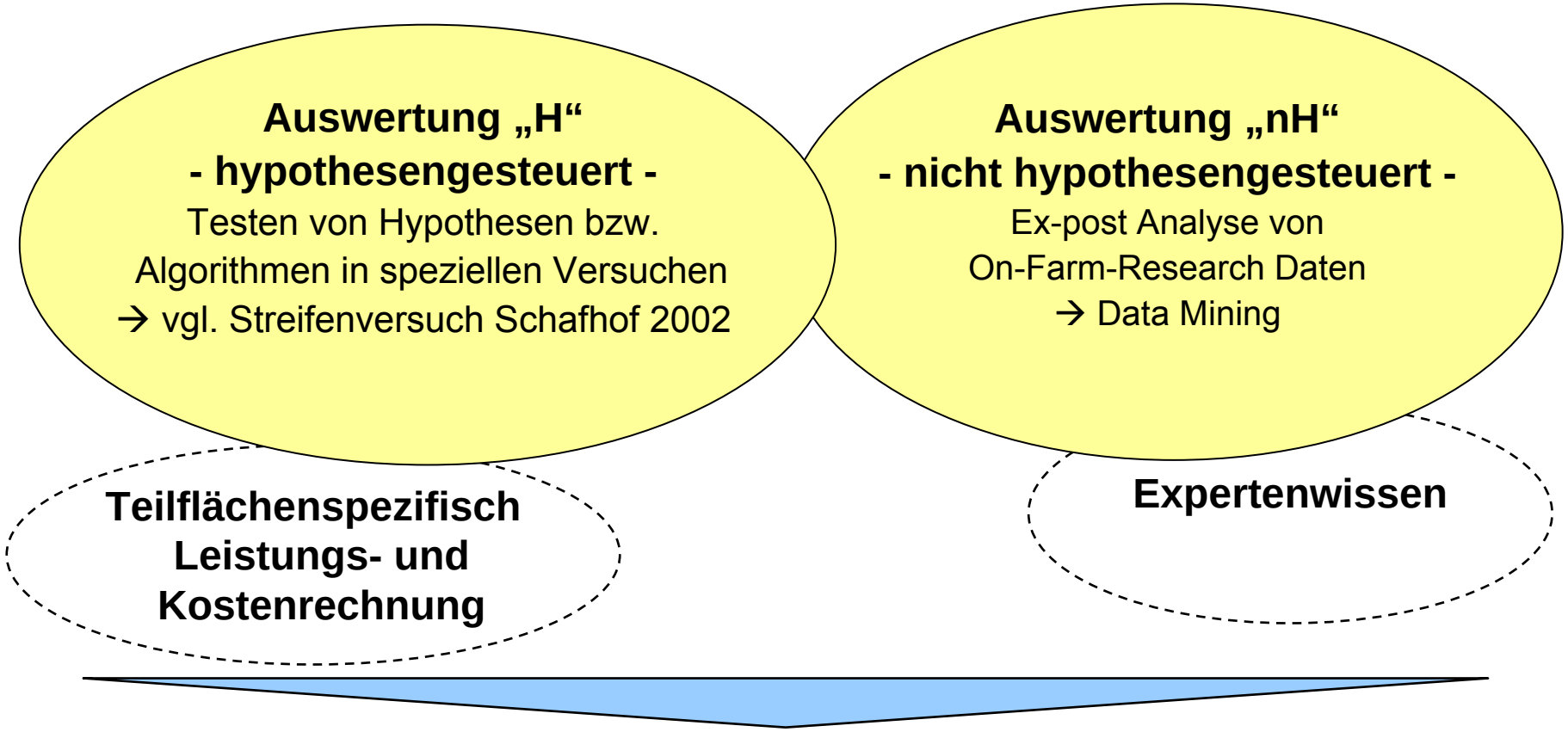
→ Sensor Approach with Map Overlay, Ø 192 kg N



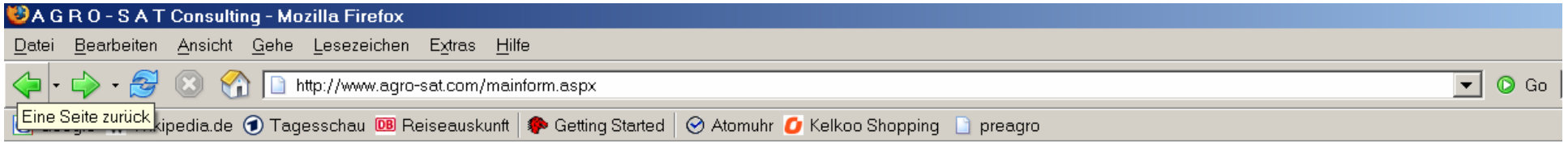
Auswertung Schafhof-Versuch 2002

Gesamt (n = 83):	**durchschn. Ertrag (dt TS)**	**Standard-abweichung (dt)**	**durchschn. N-Freie Leistung (Euro)**
Variante 1: (Homogene Düngung mit 180 N)	**66.02**	5.96	**680.64**
Variante 2: (Homogene Düngung mit 192 kg N)	**67.24**	4.53	**687.89**
Variante 3: (Map Approach durchschn.180 N)	**67.30**	5.64	**696.06**
Variante 4: (Sensor Approach with Map Overlay, 192 kg N)	**67.57**	4.91	**692.79**
Einzelauswertung:			
Niedrigertrag (n = 14):			
Variante 1: (Homogene Düngung mit 180 N)	**61.23**	4.10	**623.13**
Variante 2: (Homogene Düngung mit 192 kg N)	**63.06**	3.17	**637.63**
Variante 3: (Map Approach)	**59.81**	6.03	**618.54**
Variante 4: (Sensor Approach with Map Overlay)	**60.89**	4.33	**620.82**
Mittelertrag (n = 51):			
Variante 1: (Homogene Düngung mit 180 N)	**66.12**	4.37	**681.90**
Variante 2: (Homogene Düngung mit 192 kg N)	**68.05**	3.09	**697.50**
Variante 3: (Map Approach)	**68.13**	3.69	**707.03**
Variante 4: (Sensor Approach with Map Overlay)	**68.25**	3.49	**701.03**
Hochertrag (n = 18)			
Variante 1: (Homogene Düngung mit 180 N)	**69.45**	8.20	**721.79**
Variante 2: (Homogene Düngung mit 192 kg N)	**68.23**	6.58	**699.74**
Variante 3: (Map Approach)	**70.77**	4.70	**725.27**
Variante 4: (Sensor Approach with Map Overlay)	**70.84**	3.89	**725.43**

GIS-unterstützte Auswertungen zur Entwicklung von Entscheidungsregeln



Entscheidungsregeln zur Erprobung „On Farm Research“



AGRO-SAT®

News Login Sprache Kontakt

User: anonymos

- Wir über uns
  - Unser Firmenprofil
  - Unsere Veröffentlichungen
  - AGRO-SAT Interna
  - Projekte
  - Impressum
- Innovative Dienstleistunge
  - 3-Zonenkarte - Feldpilot
  - Chlorophyllmonitor
  - Online Software FI
  - Gezielte Bodenbeprobung
  - Beregnungsmanagi
  - GIS-Flächenantrag
- Sonstige Dienstleistunge
- Innovative Produkte
- AGRO-SAT® Aktuell
- Glossar

Unser Firmenprofil

Die Firma AGRO-SAT Consulting GmbH wurde **1990 in Berlin gegründet** und hat seit 1996 ihren Firmensitz in D-06388 Baasdorf, Landkreis Köthen. Das Tochterunternehmen AGRO-SAT Chile Ltda. arbeitet seit dem 16.05.2001 in Chile.

Der technologische Vorsprung der Firma AGRO-SAT durch eigene innovative Lösungen und langjährige praktische Erfahrungen der **Fernerkundung im Bereich der Landwirtschaft** stellt einen entscheidenden Marktvorteil dar. AGRO-SAT verfügt über mehrere kostengünstige Flugzeug-Fernerkundungssysteme. Mit dem digitalen Videosystem können großflächig landwirtschaftliche Flächen in verschiedenen Wellenlängenbereichen (NIR und RGB) kodiert mit Geodaten aufgenommen werden. Eine mit 4 digitalen Einzelkameras ausgestattete Multispektralkamera (NIR und RGB) zeichnet sich durch besondere spektrale und geometrische Aufnahmeparameter aus. Auf dem Gebiet der flugzeuggestützten Fernerkundung im Agrarsektor ist die Firma AGRO-SAT deutschlandweit Marktführer.

Ein gleichrangiger Schwerpunkt der Arbeit der Firma ist die **Entwicklung eigener Software** (online und offline) für landwirtschaftliche Unternehmen (Farm-Managementsystem AGRO-SENSEâFMS 3.5) und innovativer automatisierter Datenauswertungsverfahren. Das hohe Innovationspotenzial wird charakterisiert durch die internetbasierte Bereitstellung eigener Software für Kunden zur online-Nutzung über den Zentralserver Baasdorf verbunden mit Datendienstleistungen.

Links

Garmin
Pessl
Sentek

Partner of

WIMEX
Cobb
Bördegarten

Letzte Aktualisierung: 17.11.04

Copyright 2004 AGRO-SAT® Consulting GmbH

GTCO - Ground Truth Center Oberbayern - Mozilla Firefox

Datei Bearbeiten Ansicht Gehe Lesezeichen Extras Hilfe

http://www.gtco.de/

Google Wikipedia.de Tagesschau Reiseauskunft Getting Started Atomuhr Kelkoo Shopping preagro

gtco Ground Truth Center Oberbayern

Wir über uns / Angebot
Stärken und Schwerpunkte
Projektpartner

Befliegungen

Das gtco verfügt über einen eigenen Sensor (AVIS, Airborne Visible Near Infrared Imaging Spectrometer), der speziell auf den Einsatz in den Bereichen Umweltmonitoring und Precision Farming optimiert wurde.

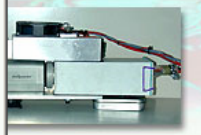
Mit diesem flugzeuggestützten System sind wir in der Lage, unabhängig von anderen Anbietern für Fernerkundungsdaten, Ihre individuellen Bedürfnisse zu erfüllen.

Die hohe räumliche und spektrale Auflösung erlaubt eine hochgenaue Ableitun

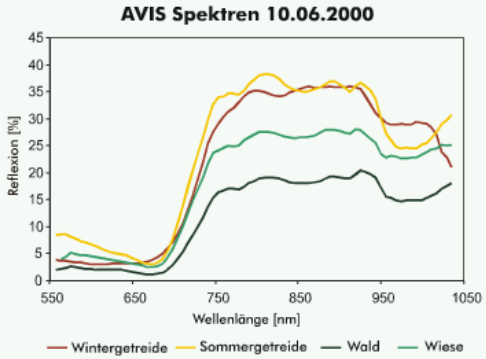
Einsatzmöglichkeiten:

- Ableitung des Chlorophyllgehalts
- Ableitung des Nitratgehalts
- Ableitung des Kohlenstoffgehalts
- Überwachung des Düngemitteleinsatzes
- Identifikation und Kartierung von Schädlingsbefall, ...

Dies ist nur eine kleine Auswahl der Einsatzmöglichkeiten von AVIS. Lö Gespräch.



http://www.geographie.uni-muenchen.de - GTCO - Ground Truth Center Oberba...



Animation erneut starten

Übertrage Daten von www.geographie.uni-muenchen.de...

Infoblätter zum Ausdrucken im PDF-Format:
AVIS-Flyer
AVIS-Info

Home

Fertig

Start | 2005_05_saec... | Pegasus Mail | Microsoft Pow... | GTCO - Groun... | http://www.g... | DE | 10:36