



preagro

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Erstellung von Ertragszielkarten mit Anwenderwissen und Fuzzy-Logic

J. Bobert, K-O. Wenkel, W. Mirschel, R. Wieland

Preagro II Abschlusskonferenz, 20. – 22.02.2008 Berlin



*Institut für Landschaftssystemanalyse
Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung
(ZALF)
Müncheberg*



- die Ertragszielkarte beschreibt das teilflächenspezifische Ertragsziel
- für die differenzierte teilflächenbezogene Aussaat-, Düngungs- und Pflanzenschutzplanung ist die Ertragszielkarte die entscheidende Datengrundlage
- sie bestimmt wesentlich die räumliche Ausprägung dieser Maßnahmen und damit auch entscheidend die hierdurch zu erzielenden ökonomischen Effekte bzw. die mit den Maßnahmen verbundenen ökologischen Wirkungen
- die Festlegung realistischer Ertragsziele ist somit ein kritischer Punkt im gesamten Produktionsverfahren



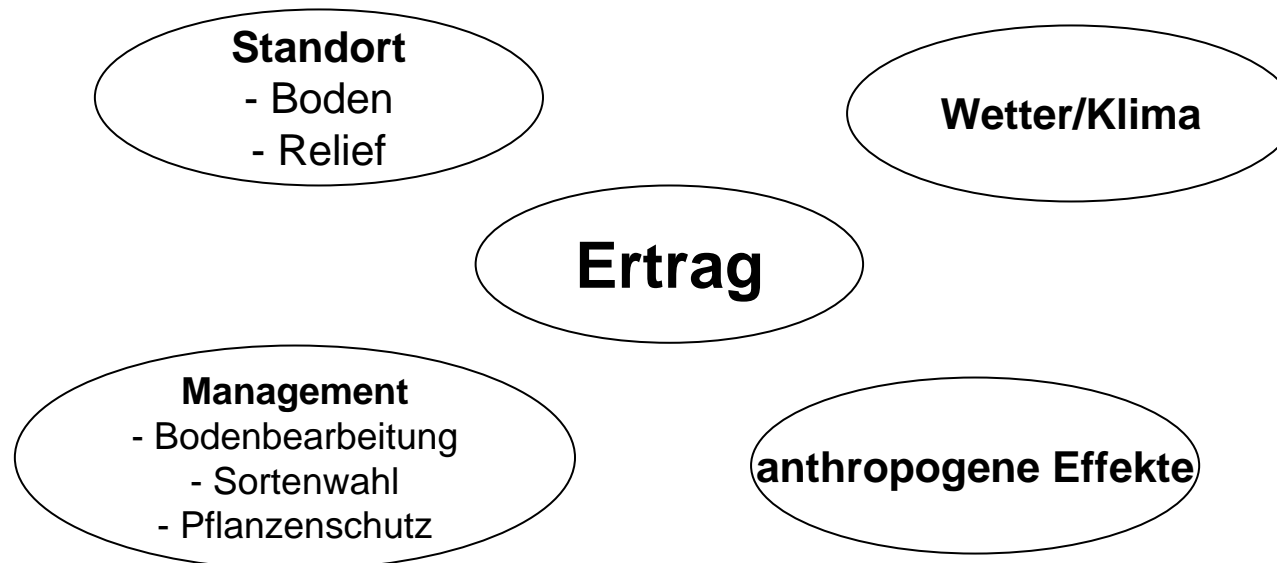
Methoden zur Festlegung eines teilflächenspezifischen Ertragszieles

- Expertenwissen (z.B. Durchschnittsertrag x Vorfruchtwirkung), eventuell kombiniert mit Online-Sensorik
- Ableitung aus mehrjähriger Ertragskartierung
- Einteilung des Schlages in Teilschläge aufgrund vorliegender Flächeninformationen mehrerer Parameter mittels Klassifikation (z.B. Maximum Likelihood)
- Klassifizierung aufgrund von On-Farm Research
- deterministische Modellierung (z.B mit CERES)

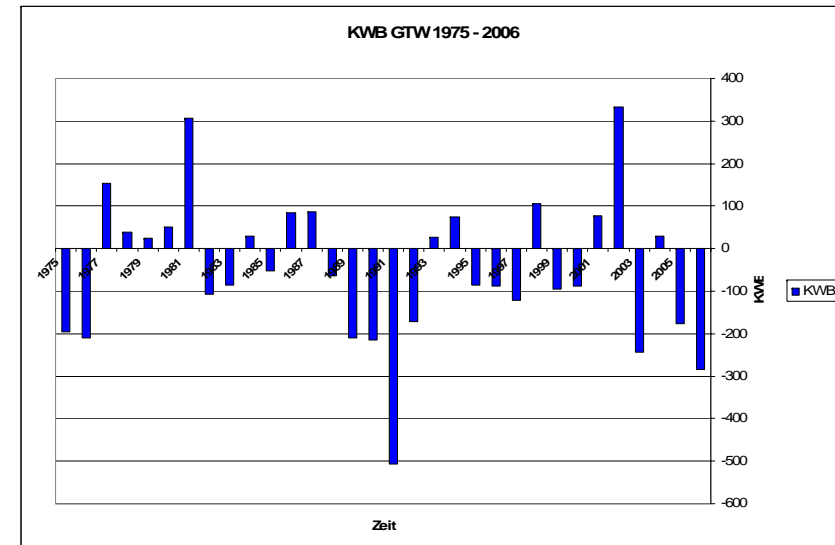
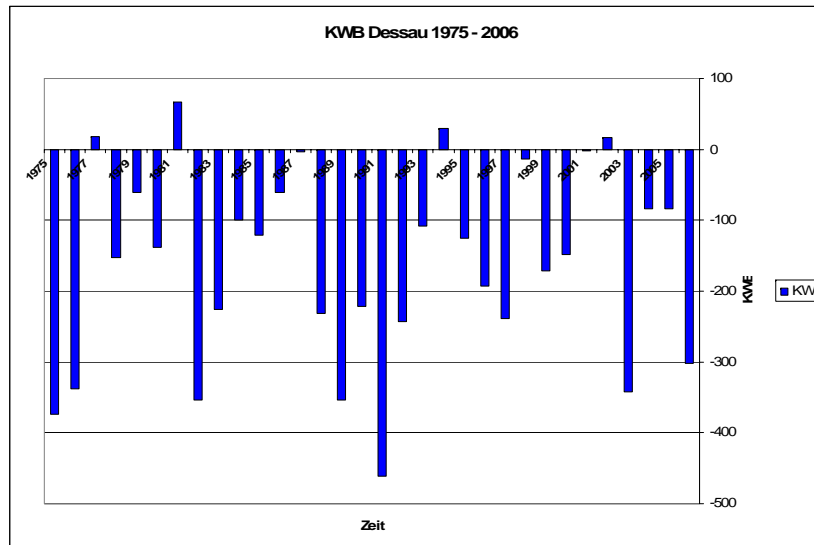


Modellansatz

Gesucht wird ein Modell, dass den Zusammenhang zwischen der Ertragsheterogenität eines Schlages und den dafür verantwortlichen Parametern bestimmt.



Einfluss von Klima / Wetter auf den Ertrag

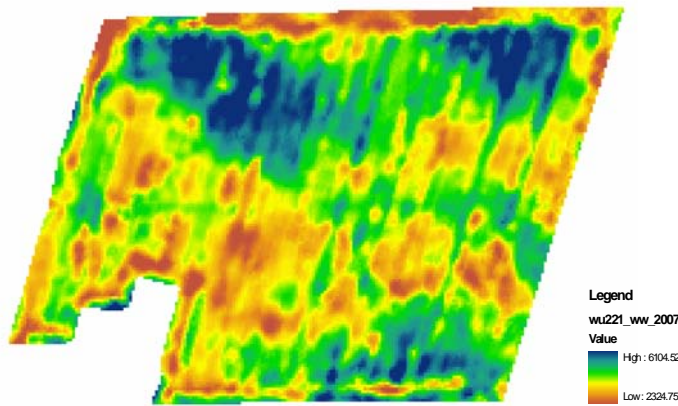


Klimatische Wasserbilanz Wulfen

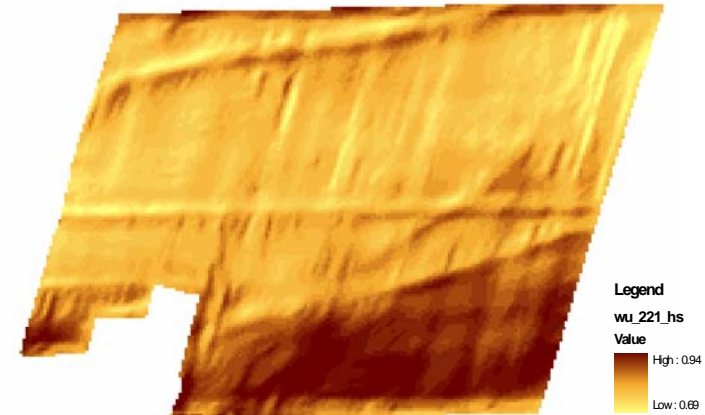
Klimatische Wasserbilanz Gtw

Klimatische Wasserbilanz = Niederschlag – pot. Verdunstung

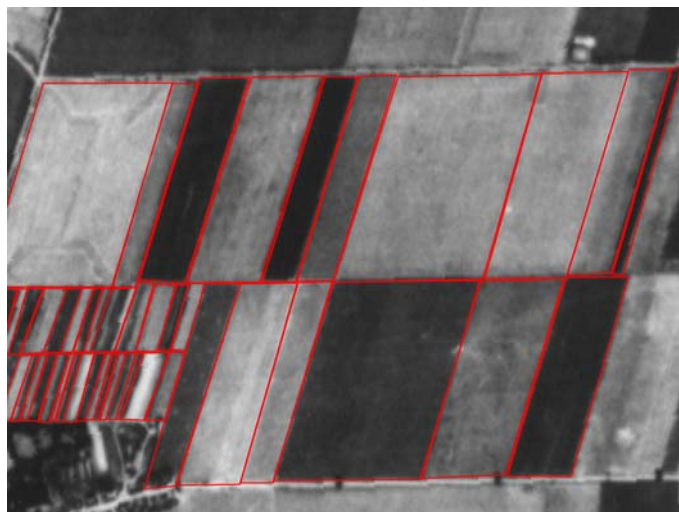
Einfluss von anthropogenen Effekten auf den Ertrag



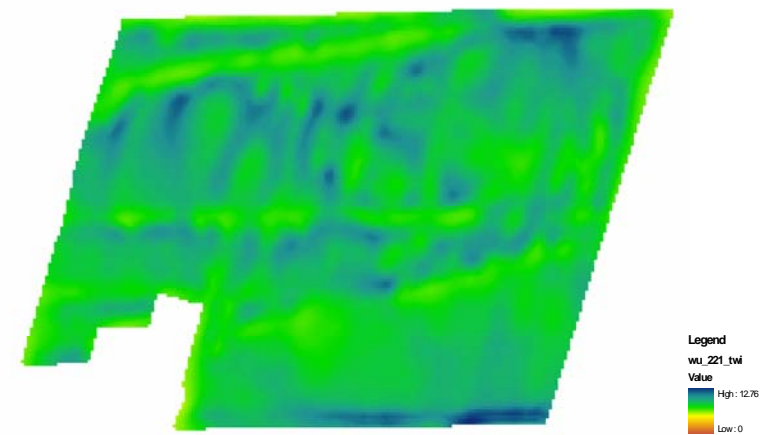
Ertrag WW 2007



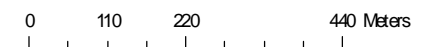
Höhenmodell



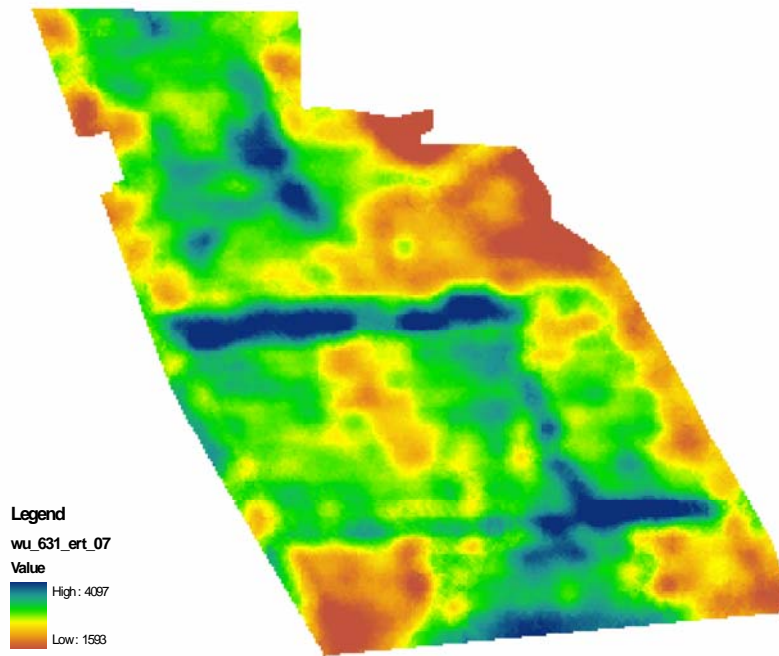
Nutzung 1945



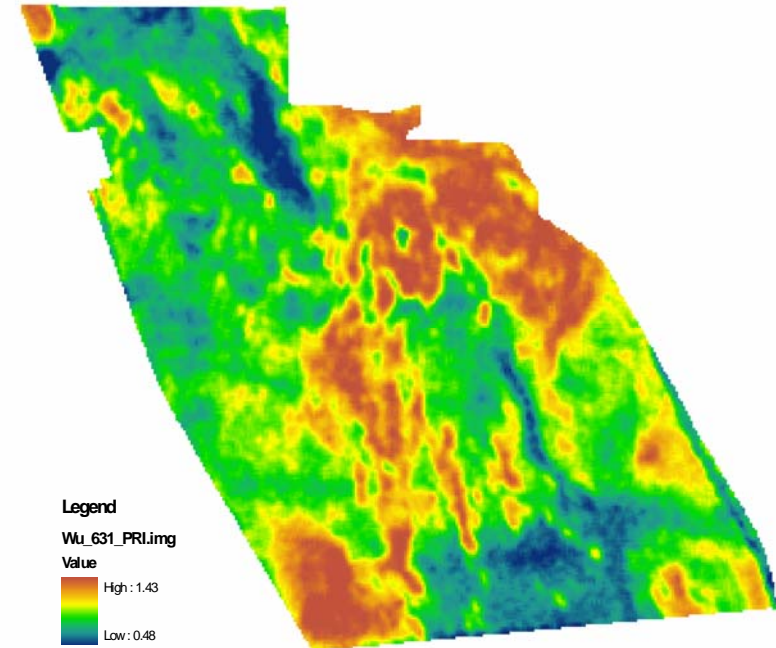
Topographischer Feuchteindex



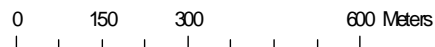
Einfluss von Management auf den Ertrag



Ertrag WW 2007



Photochemical Reflectance Index
05.07.2006





Methoden zur Festlegung eines teilflächenspezifischen Ertragszieles

- Expertenwissen (z.B. Durchschnittsertrag x Vorfruchtwirkung), eventuell kombiniert mit Online-Sensorik
- Ableitung aus mehrjähriger Ertragskartierung
- Einteilung des Schlages in Teilschläge aufgrund vorliegender Flächeninformationen mehrerer Parameter mittels Klassifikation (z.B. Maximum Likelihood)
- Klassifizierung aufgrund von On-Farm Research
- deterministische Modellierung (z.B mit CERES)

Definition bzw. Erklärung: Fuzzy-Logik

[die; wörtlich: undeutliche, verschwommene, unscharfe Logik]

Unter dem Begriff Fuzzy-Logik versteht man in der EDV eine Erweiterung der klassischen Booleschen Logik. Die Fuzzy-Logik kennt nicht nur die Zustände Wahr (true,1) und Falsch (false,0), sondern auch Zwischenabstufungen. Durch diesen Umstand eignet sie sich besonders zur Behandlung von nichtpräzisen Daten und Problemstellungen, zu denen es mehr als nur eine Lösung gibt. Dabei gilt: Je näher der Wert an 1 liegt, desto wahrscheinlicher ist die Richtigkeit der Aussage. Dabei versteht die Fuzzy-Logik unpräzise definierte Angaben, sogenannte Quantoren, wie zum Beispiel mehr, weniger, einige, etwa und fast alle. Seit den 60er Jahren, als diese Erweiterung der klassischen Booleschen Algebra an der Berkley-Universität von Professor Lotfi Zadeh entwickelt wurde, ist sie eine Unterdisziplin der Mathematik. Sie findet Anwendung bei Expertensystemen und auch bei Steuerungsprozessen von Zügen, Waschmaschinen und Kameras usw.

Quelle: <http://www.bullhost.de/f/fuzzy-logik.html>



Ablaufschema der Modellierung

Festlegung des Ertragszieles für das ganze Feld

- regionales statistisches Modell - Landessortenversuche - eigene Festlegung

Korrektur des Durchschnittswertes für das ganze Feld

- Vorfruchtwirkung - Sorte

Festlegung des teilflächenspezifischen Ertrages

Wasserverfügbarkeit

pflanzenverfügbares Wasser,
Grundwasserabstand, Relief,
Durchwurzelungstiefe

1 Fuzzy-Kaskade

Nährstoffverfügbarkeit

Stickstoff,
Grundnährstoffe, pH-
Wert

1 Fuzzy-Kaskade

Management

Bodenbearbeitung,
Saatzeitpunkt und –
dichte, Pflanzenschutz

2 Fuzzy-Kaskaden

f (Wasserverfügbarkeit, Nährstoffverfügbarkeit, Management)

Umwandlung der Rasterkarte in Polygon-Zonenkarte (Clustering) mit Webservice

teilflächenspezifische Korrektur durch den Landwirt



Inputdaten Modellierung

Anforderungen an die Inputdaten für die Modellierung

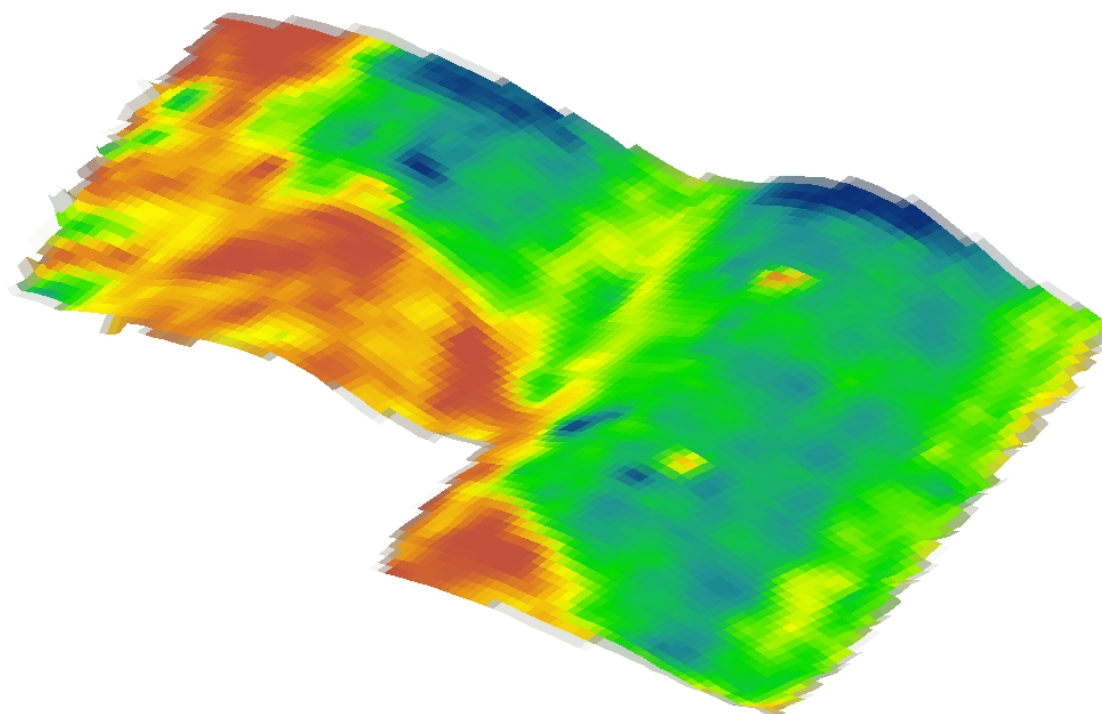
- Korrelation zum Ertrag
- hohe räumliche Auflösung
- lange Nutzungsdauer
- jetzt oder in naher Zukunft einfach erhältlich
- bezahlbar

Inputdaten und Datenquellen

- Karte der scheinbaren elektrischen Leitfähigkeit (EM 38)
- Karte des Photochemical Reflectance Index (N-Sensor, AVIS)
- Karte des Topographischen Feuchteindex (TWI aus Höhenmodell)



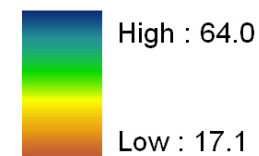
Mittelberg elektrische Leitfähigkeit (ECa)



Legend

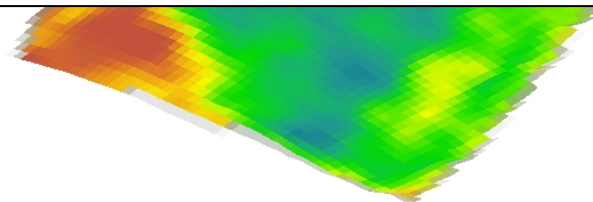
mitte_eca

Value



Mittelberg elektrische Leitfähigkeit (ECa)

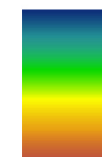
- ECa, scheinbare elektrische Leitfähigkeit (mS/m)
- wird per Gleichstromelektrik (z.B. Veris) oder elektromagnetischer Induktion (z.B. EM 38) gemessen
- die Messung ergibt ein integriertes Signal über eine definierte Bodentiefe
- das Messsignal korreliert mit dem Salz- und Tongehalt, dem Wassergehalt und dem Gehalt an organischer Substanz



Legend

mitte_eca

Value

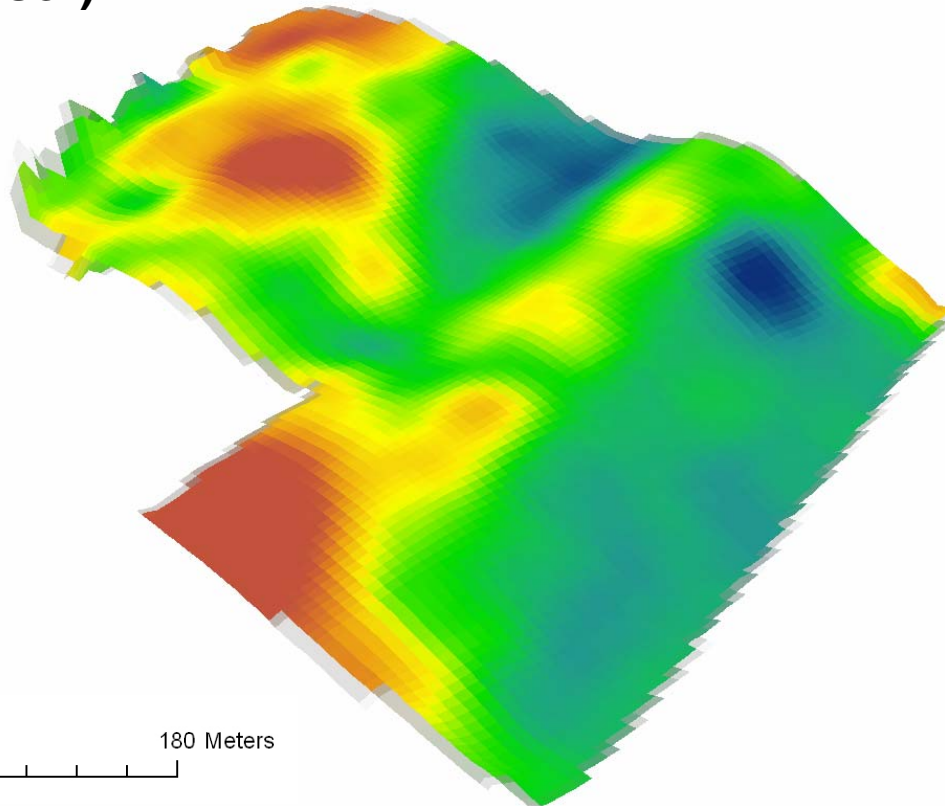


High : 64.0

Low : 17.1



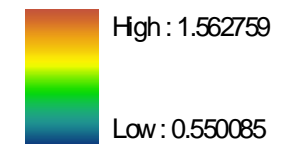
Mittelberg PRI (Photochemical Reflectance Index) 05.07.2006 (AVIS-Sensor)



0 45 90 180 Meters

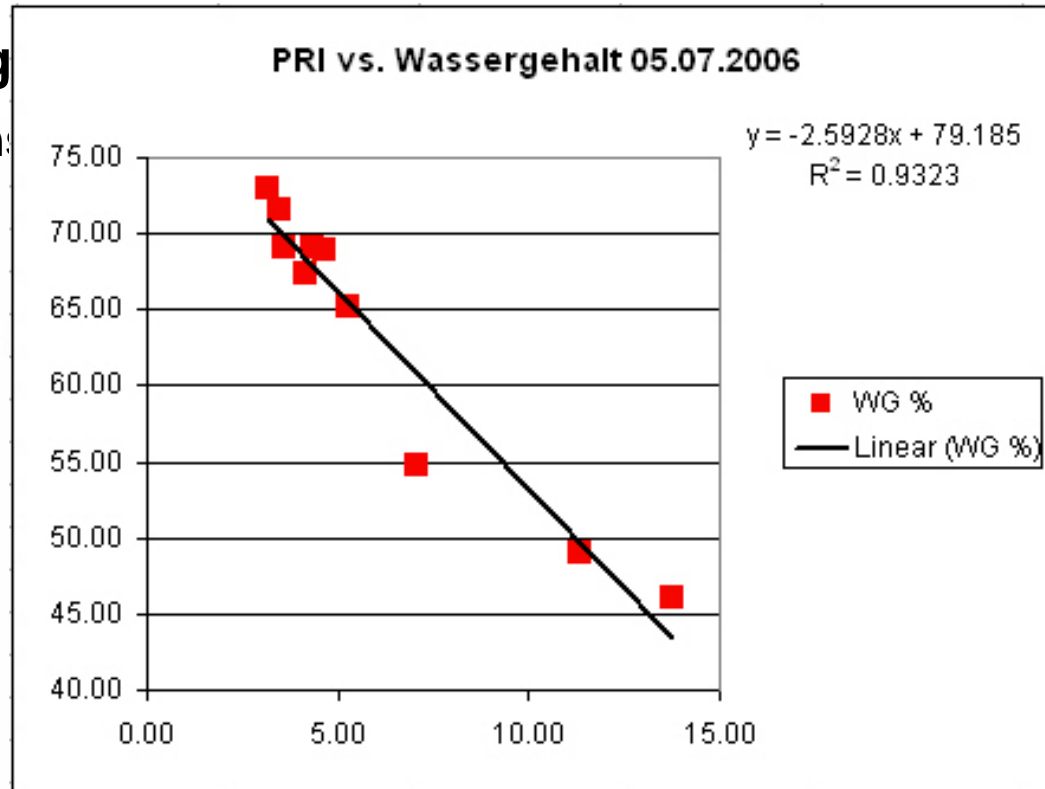
Legend

Mitte_PRI_f.img
Value





Mittelberg
(AVIS-Sen:



5.07.2006



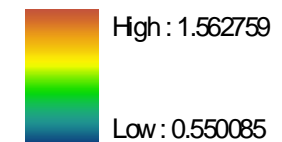
Photochemical Reflectance Index (PRI)

$$PRI = (530-570nm)/(530+570nm)$$

Legend

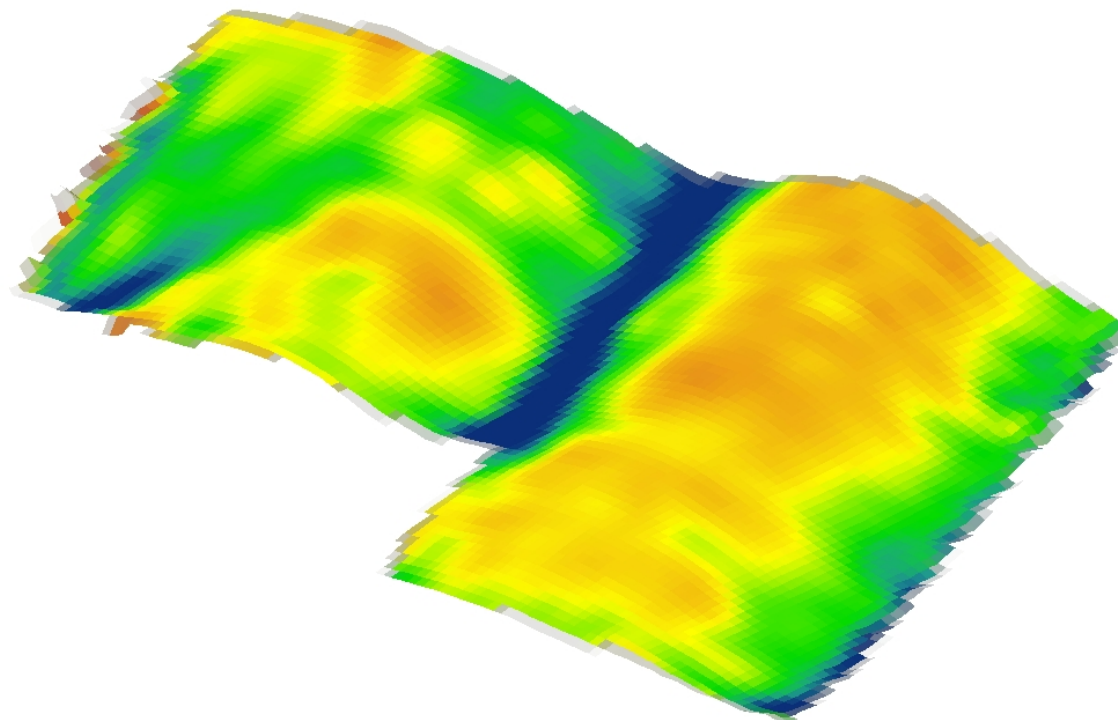
Mitte_PRI_f.img

Value





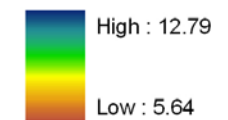
Mittelberg TWI (Topographischer Wetness Index)



Legend

mittel_twi

Value



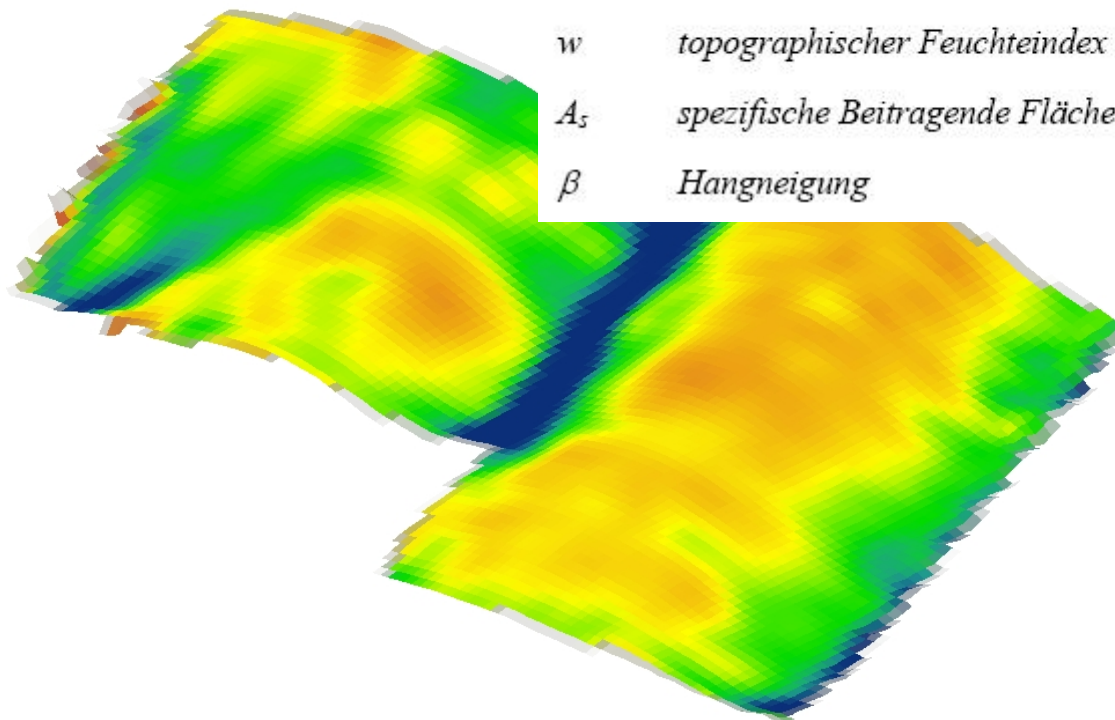
Mittelberg TWI (Topographischer Wetness Index)

$$w = \ln\left(\frac{A_s}{\tan \beta}\right)$$

w topographischer Feuchteindex nach MOORE et al. (1991)

A_s spezifische Beitragende Fläche (ha)

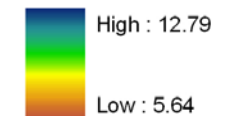
β Hangneigung



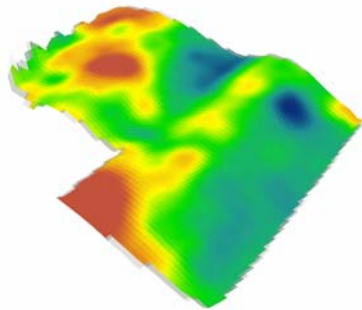
Legend

mittel_twi

Value



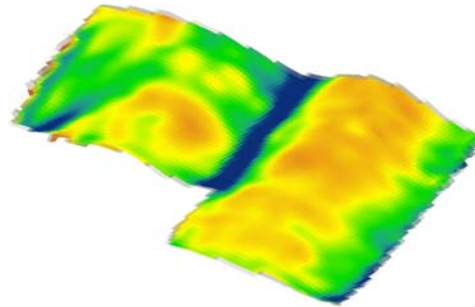
SAMT Fuzzy Kaskade



Photochemical Reflectance Index



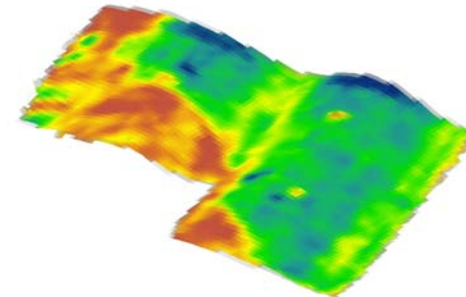
5 Klassen



Relief



5 Klassen



elektrische Leitfähigkeit

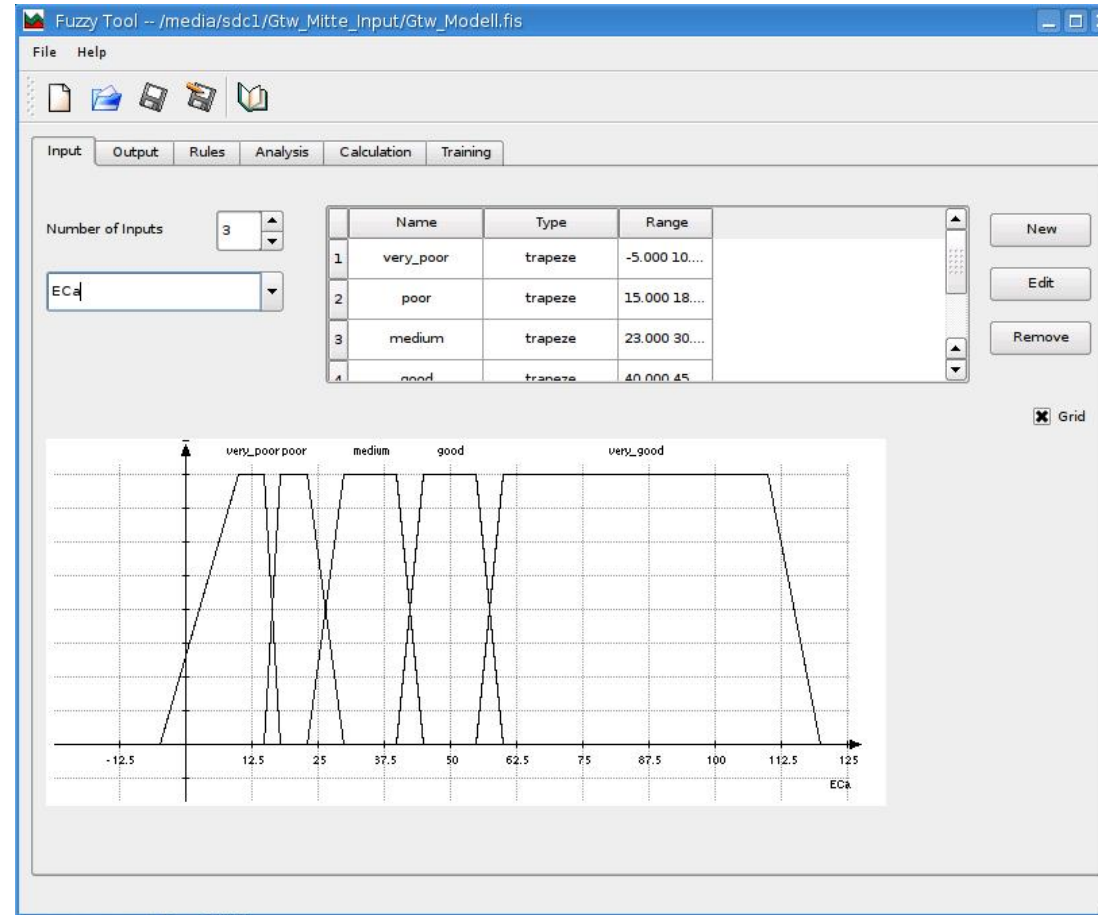


5 Klassen

(sehr schlecht, schlecht, mittel, gut, sehr gut)

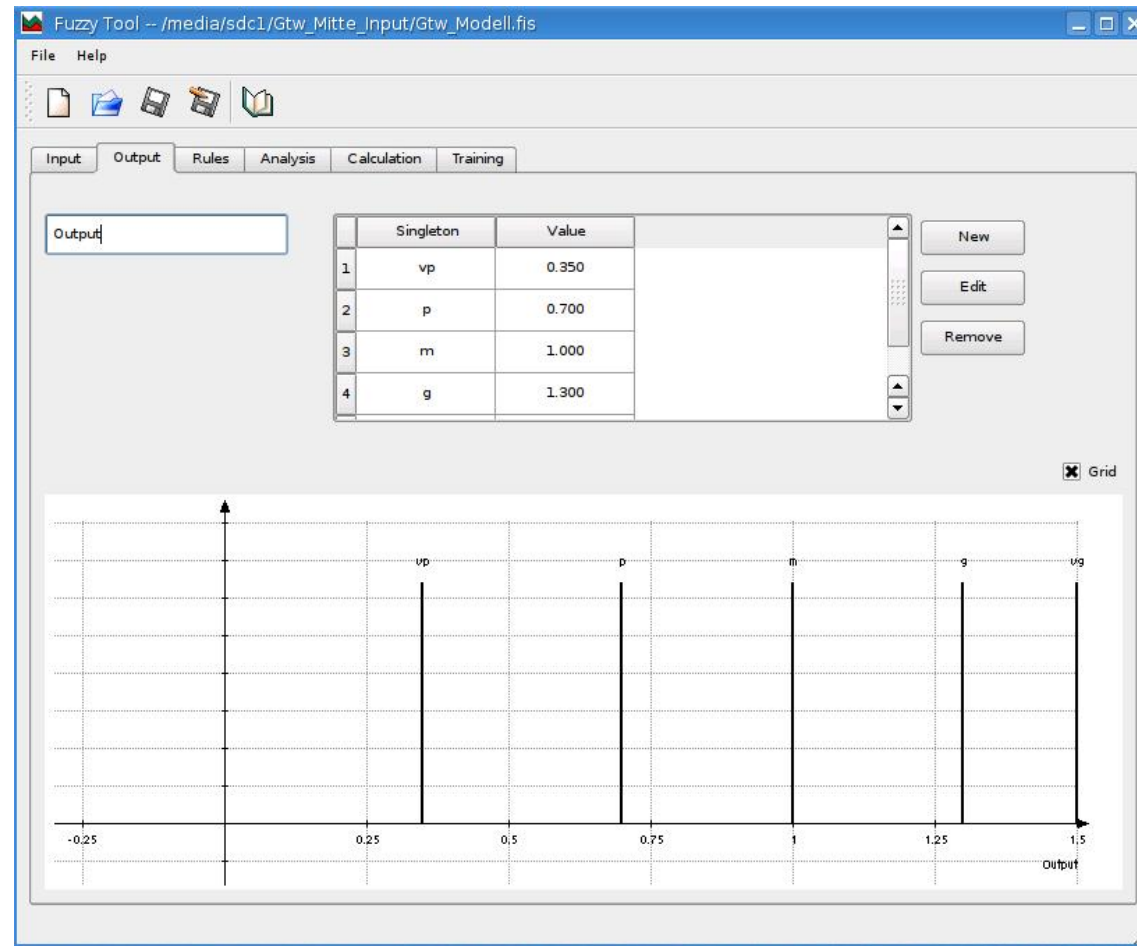
125 Fuzzy Regeln

Erstellung des Fuzzy-Modelles mit SAMT-Fuzzy



Erstellung der Inputgrößen

Erstellung des Fuzzy-Modelles mit SAMT-Fuzzy



Definition der Output-Singletons

Erstellung des Fuzzy-Modelles mit SAMT-Fuzzy

Fuzzy Tool -- /media/sdc1/Gtw_Mitte_Input/Gtw_Modell.fis

File Help

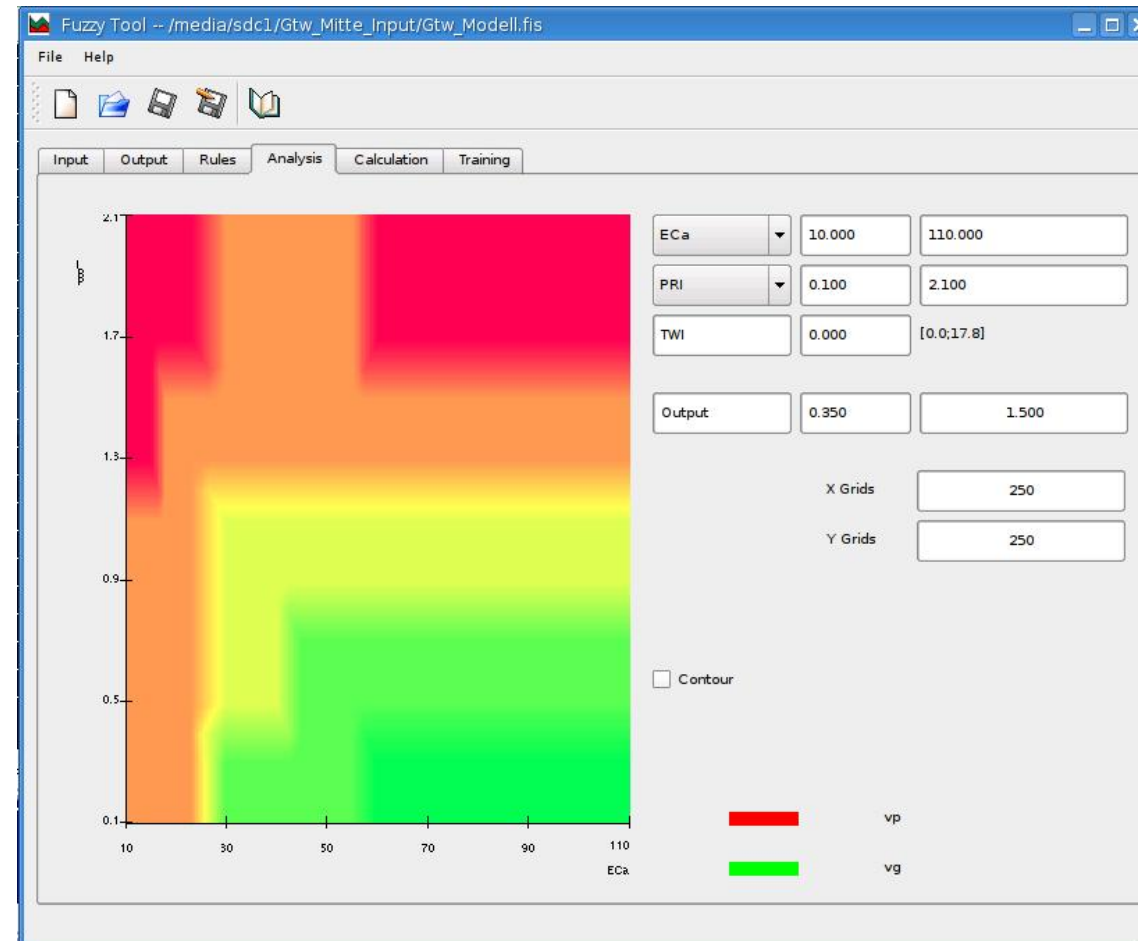
Input Output Rules Analysis Calculation Training

Generate Rules Inference Method MIN - PROD

	ECa	PRI	TWI	Output	cf
72	medium	very_poor	poor	p	1
73	medium	very_poor	medium	p	1
74	medium	very_poor	good	p	1
75	medium	very_poor	very_good	p	1
76	good	very_good	very_poor	g	1
77	good	very_good	poor	g	1
78	good	very_good	medium	vg	1
79	good	very_good	good	vg	1
80	good	very_good	very_good	vg	1
81	good	good	very_poor	g	1
82	good	good	poor	g	1
83	good	good	medium	g	1
84	good	good	good	g	1
85	good	good	very_good	g	1

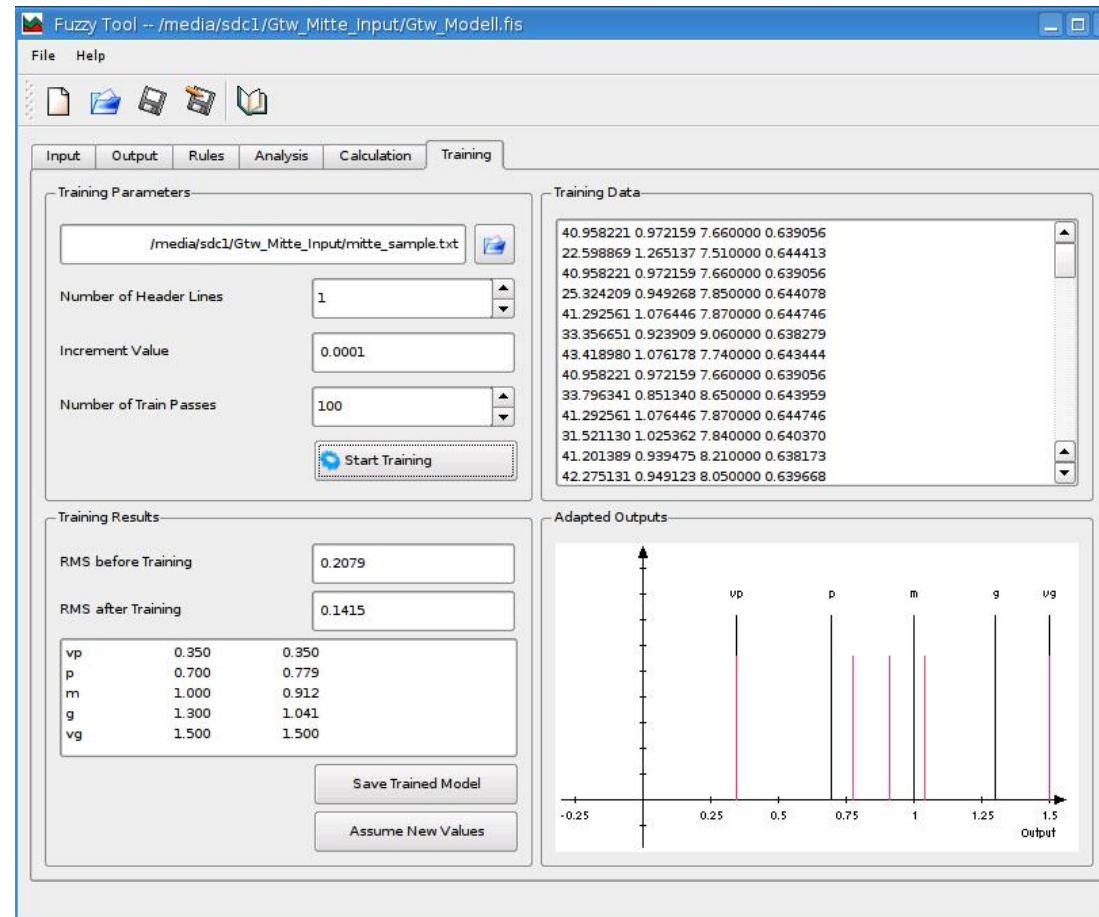
Aufstellung des Regelsatzes

Erstellung des Fuzzy-Modelles mit SAMT-Fuzzy



Analyse des Regelsatzes

Erstellung des Fuzzy-Modelles mit SAMT-Fuzzy



The screenshot shows the 'Fuzzy Tool' interface with the 'Training' tab selected. The window title is 'Fuzzy Tool -- /media/sdc1/Gtw_Mitte_Input/Gtw_Modell.fis'.

Training Parameters:

- File: /media/sdc1/Gtw_Mitte_Input/mitte_sample.txt
- Number of Header Lines: 1
- Increment Value: 0.0001
- Number of Train Passes: 100
- Start Training button

Training Data:

```

40.958221 0.972159 7.660000 0.639056
22.598869 1.265137 7.510000 0.644413
40.958221 0.972159 7.660000 0.639056
25.324209 0.949268 7.850000 0.644078
41.292561 1.076446 7.870000 0.644746
33.356651 0.923909 9.060000 0.638279
43.418980 1.076178 7.740000 0.643444
40.958221 0.972159 7.660000 0.639056
33.796341 0.851340 8.650000 0.643959
41.292561 1.076446 7.870000 0.644746
31.521130 1.025362 7.840000 0.640370
41.201389 0.939475 8.210000 0.638173
42.275131 0.949123 8.050000 0.639668
    
```

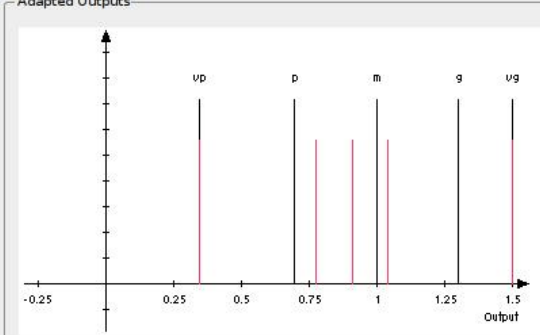
Training Results:

- RMS before Training: 0.2079
- RMS after Training: 0.1415

vp	0.350	0.350
p	0.700	0.779
m	1.000	0.912
g	1.300	1.041
vg	1.500	1.500

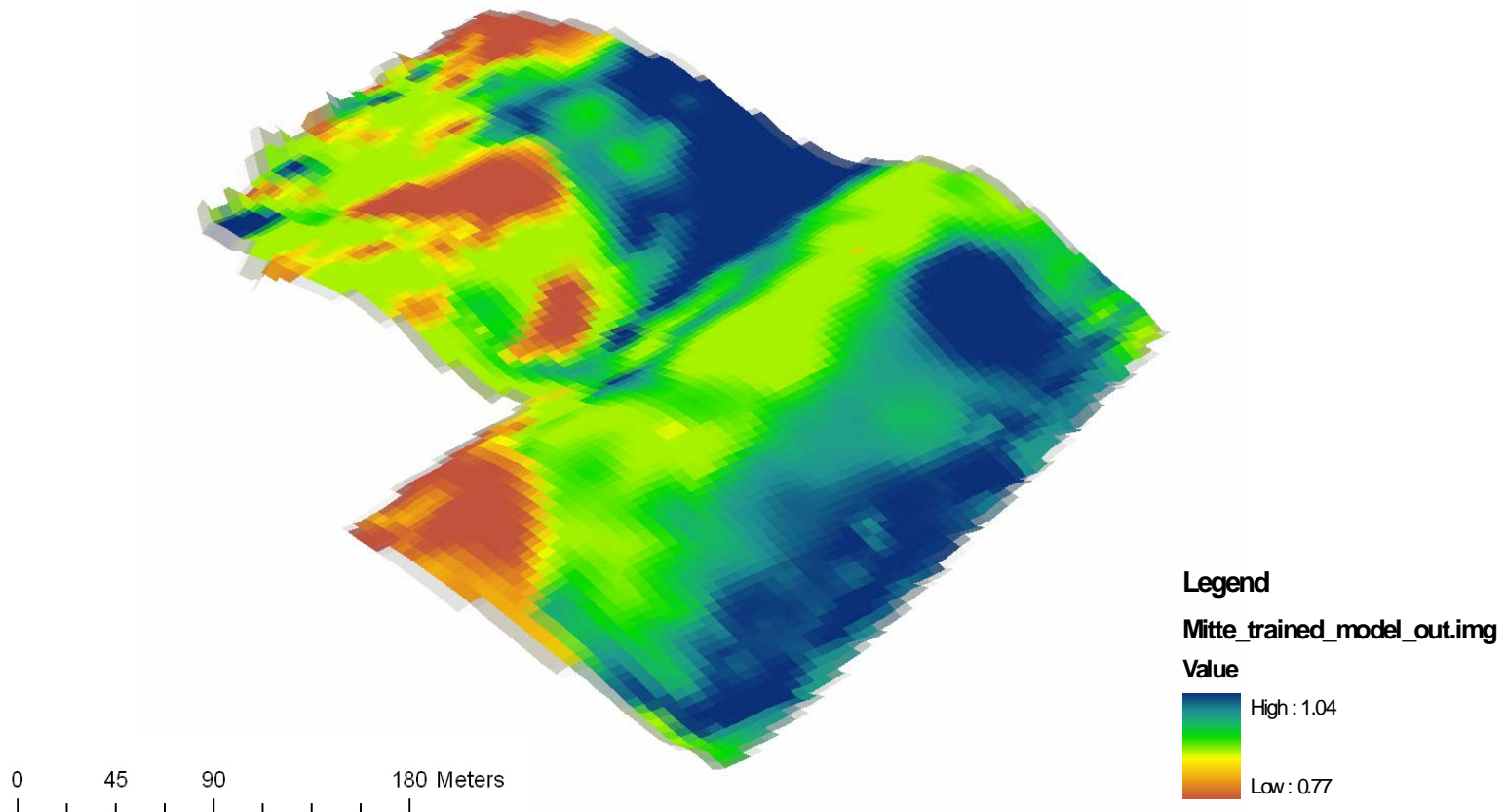
Buttons: Save Trained Model, Assume New Values

Adapted Outputs:

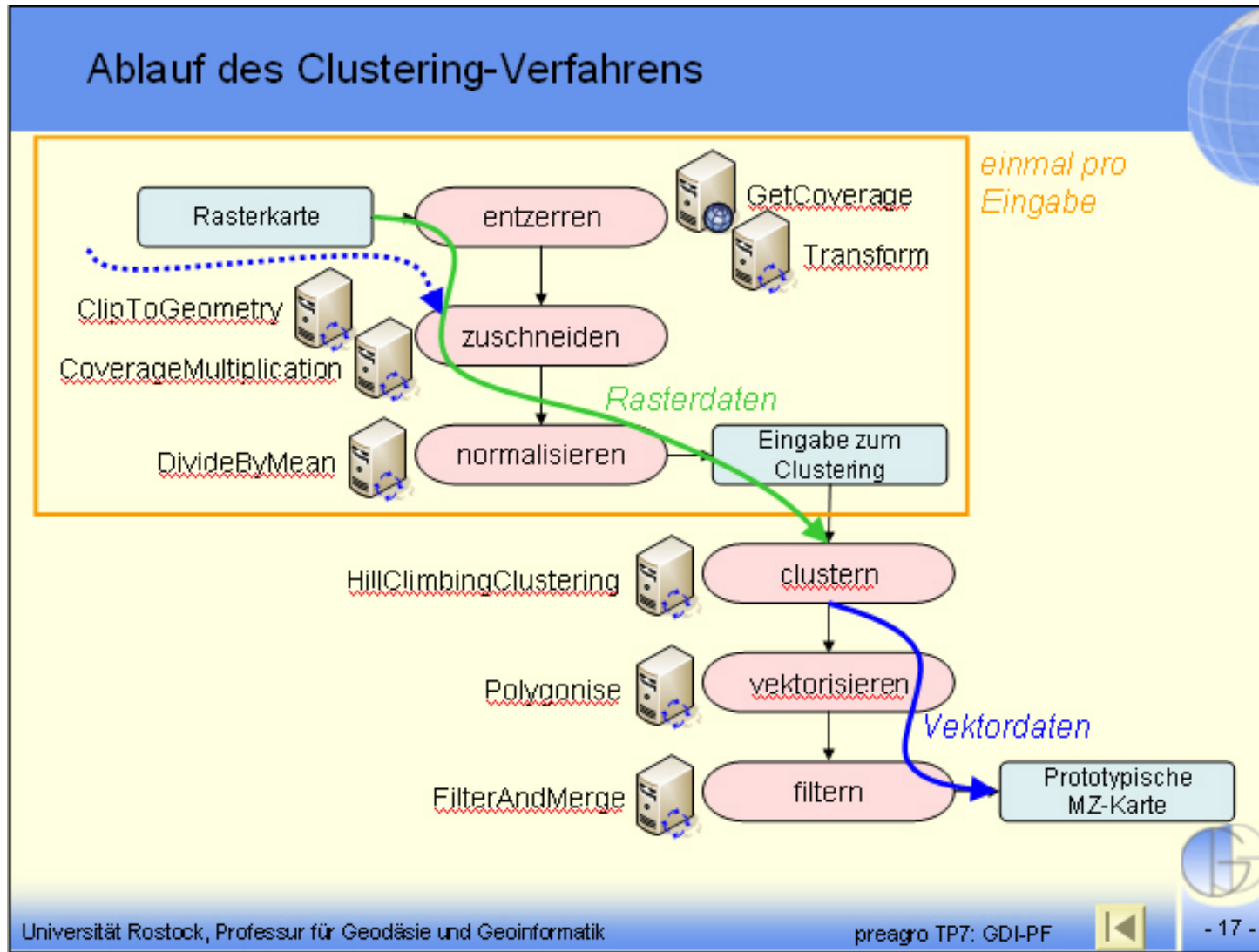


Training des Modelles

Darstellung des Fuzzy-Outputs mit dem GIS

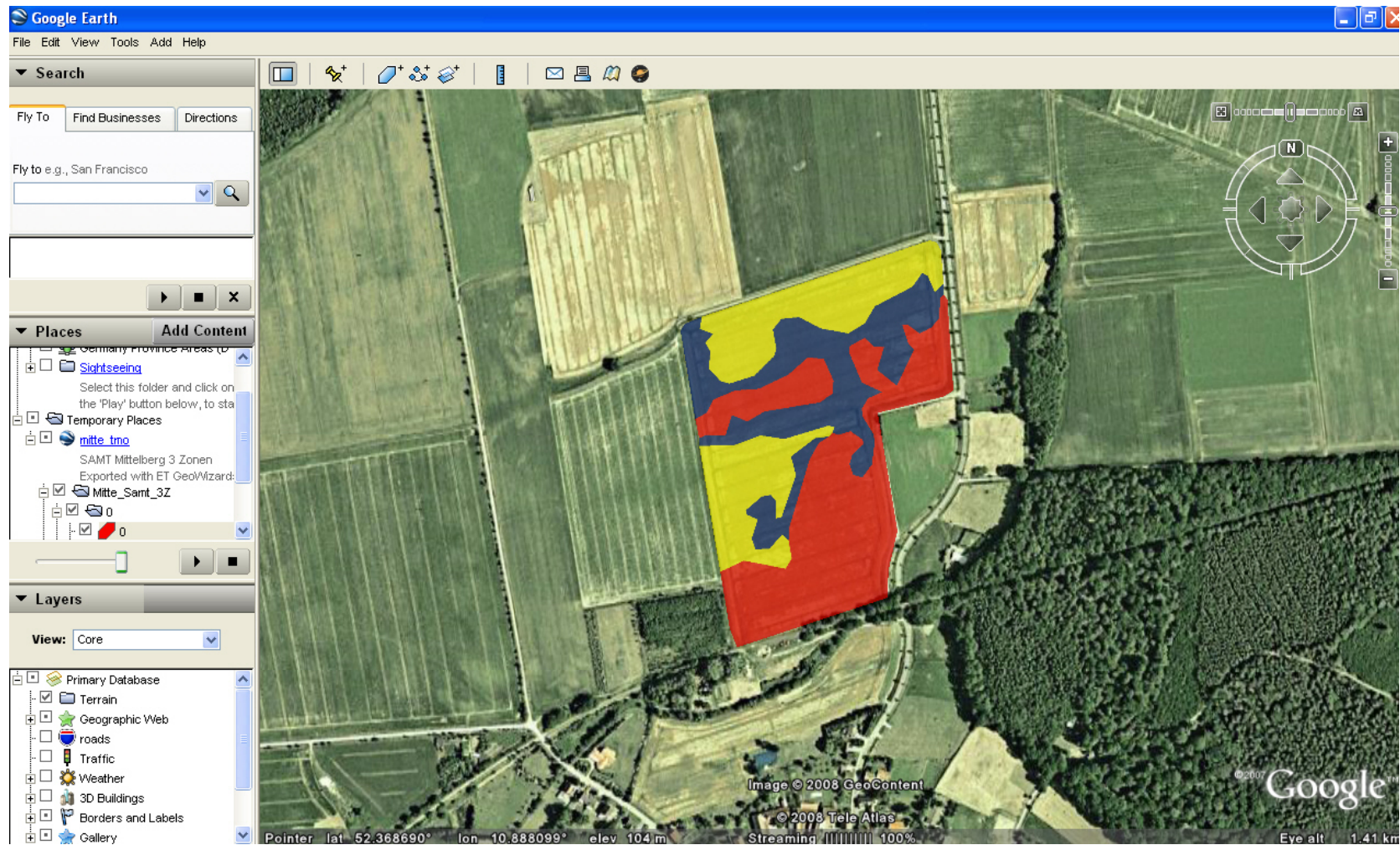


Mittelberg Ertragszielkarte vom trainierten Modell



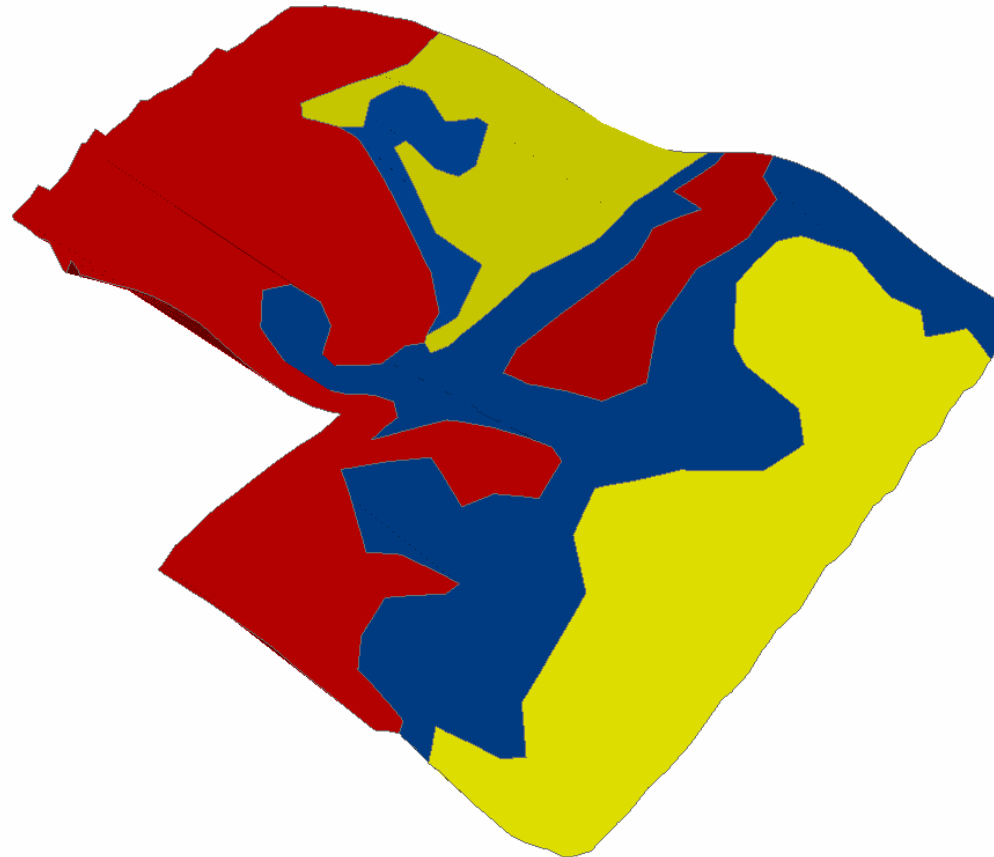
Quelle: Ed Nash, 2008

Ausgabe der zonierten Ertragszielkarte in Google Earth





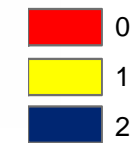
Ausgabe der zonierten Ertragszielkarte als Shapedatei



Legend

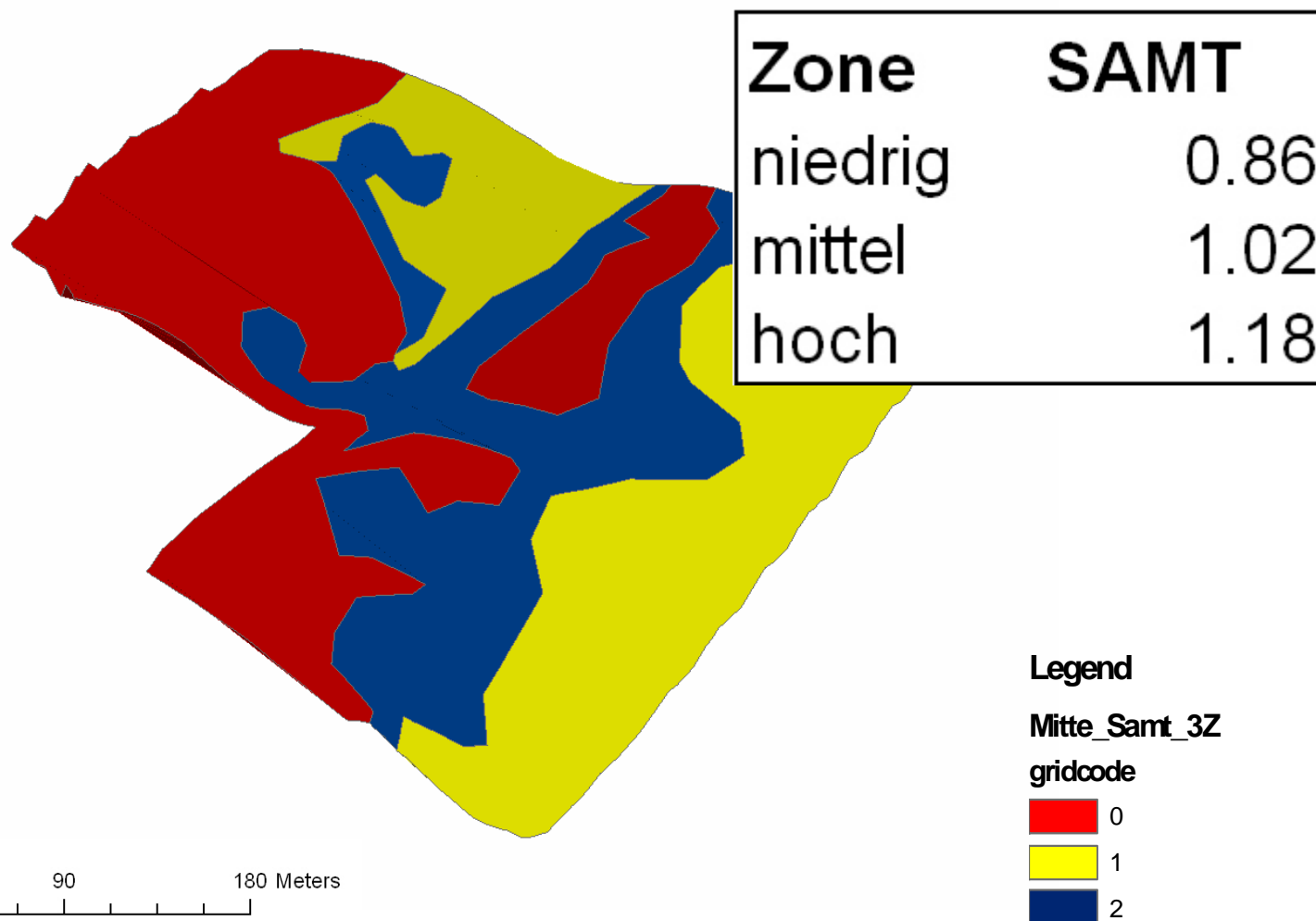
Mitte_Samt_3Z

gridcode



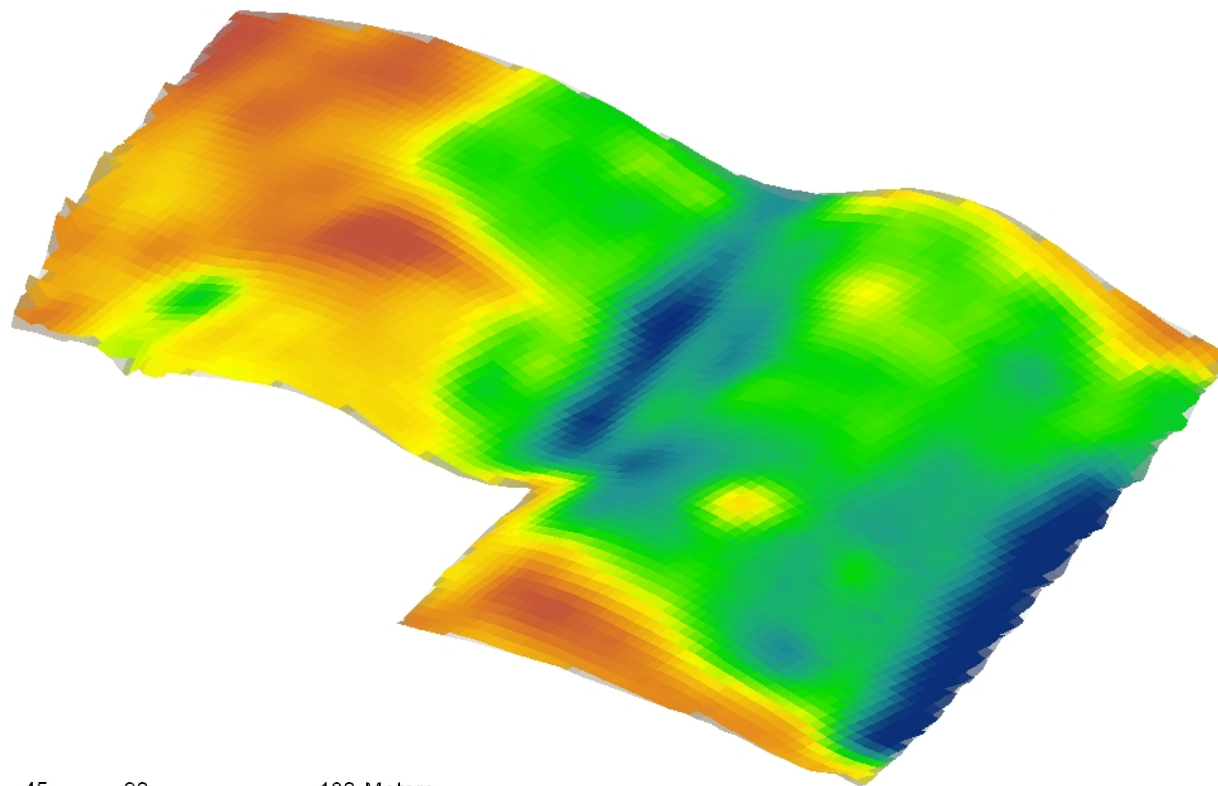


Ausgabe der zonierten Ertragszielkarte als Shapedatei





Mittelberg Ertragskarte WW 2003

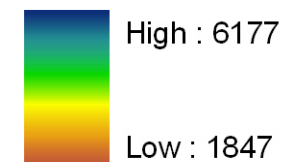


0 45 90 180 Meters

Legend

mitte_ww_03

Value





Generierung von Ertragszielkarten



TP 15 Bobert, Wenkel, Mirschel, Wieland

Ertrag und Ertragszielkarte Mittelberge

Zone	SAMT	2003	2005	2007
niedrig	0.86	**0.79	0.85	0.80
mittel	1.10	1.08	1.09	1.09
hoch	1.16	1.12	1.17	1.17

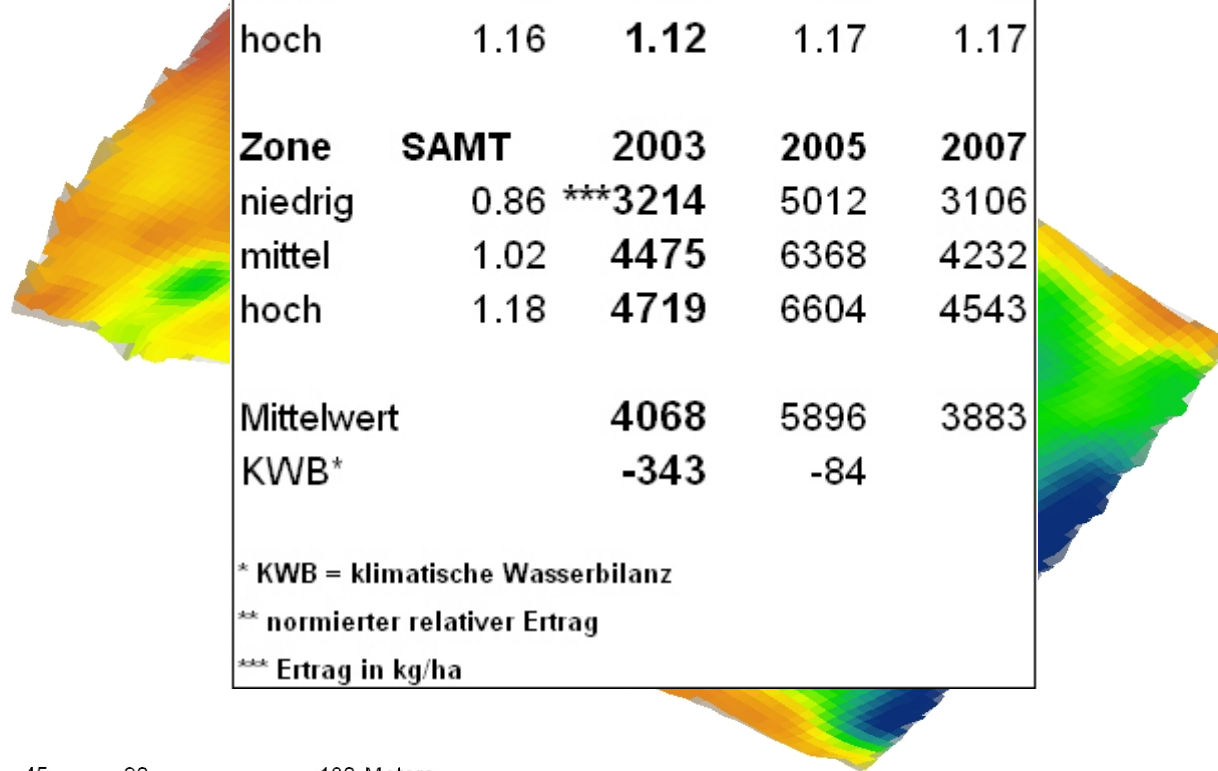
Zone	SAMT	2003	2005	2007
niedrig	0.86	***3214	5012	3106
mittel	1.02	4475	6368	4232
hoch	1.18	4719	6604	4543

Mittelwert		4068	5896	3883
KWB*		-343	-84	

* KWB = klimatische Wasserbilanz

** normierter relativer Ertrag

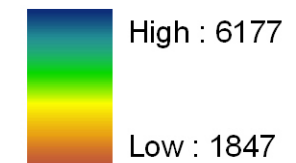
*** Ertrag in kg/ha



Legend

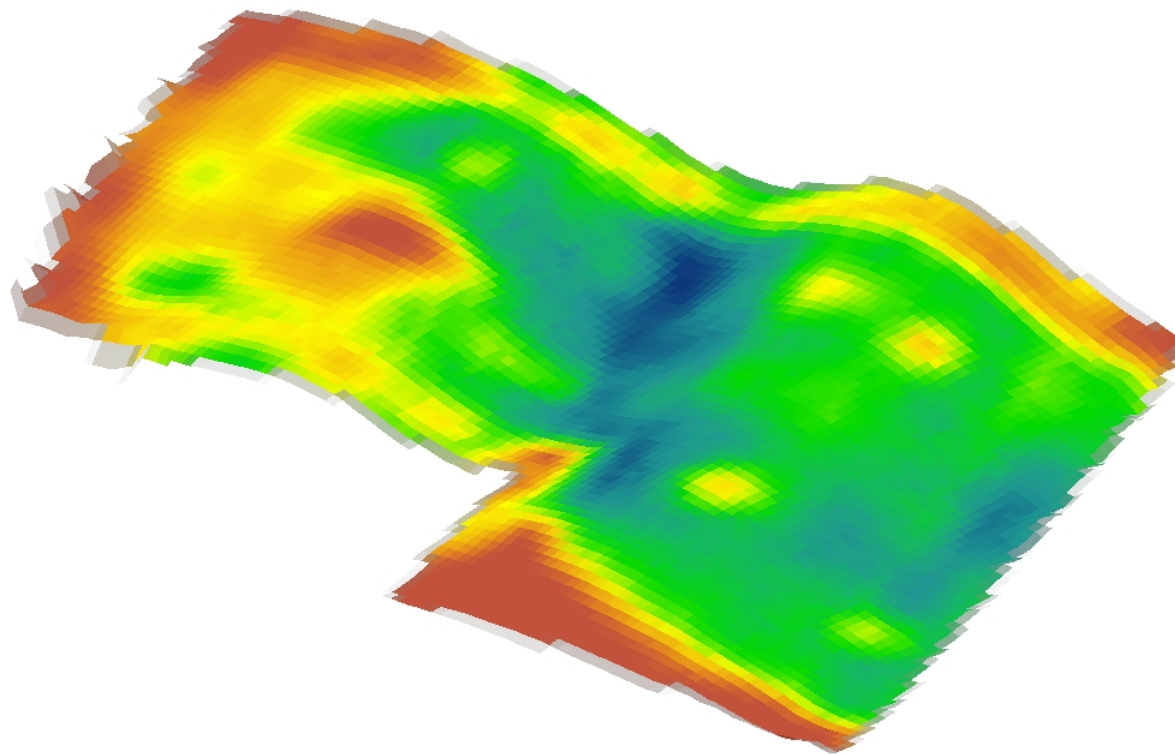
mitte_ww_03

Value





Mittelberg Ertragskarte WW 2005

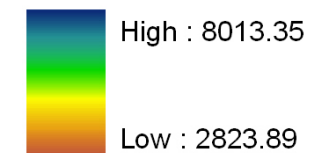


0 45 90 180 Meters

Legend

mitte_ww_05

Value

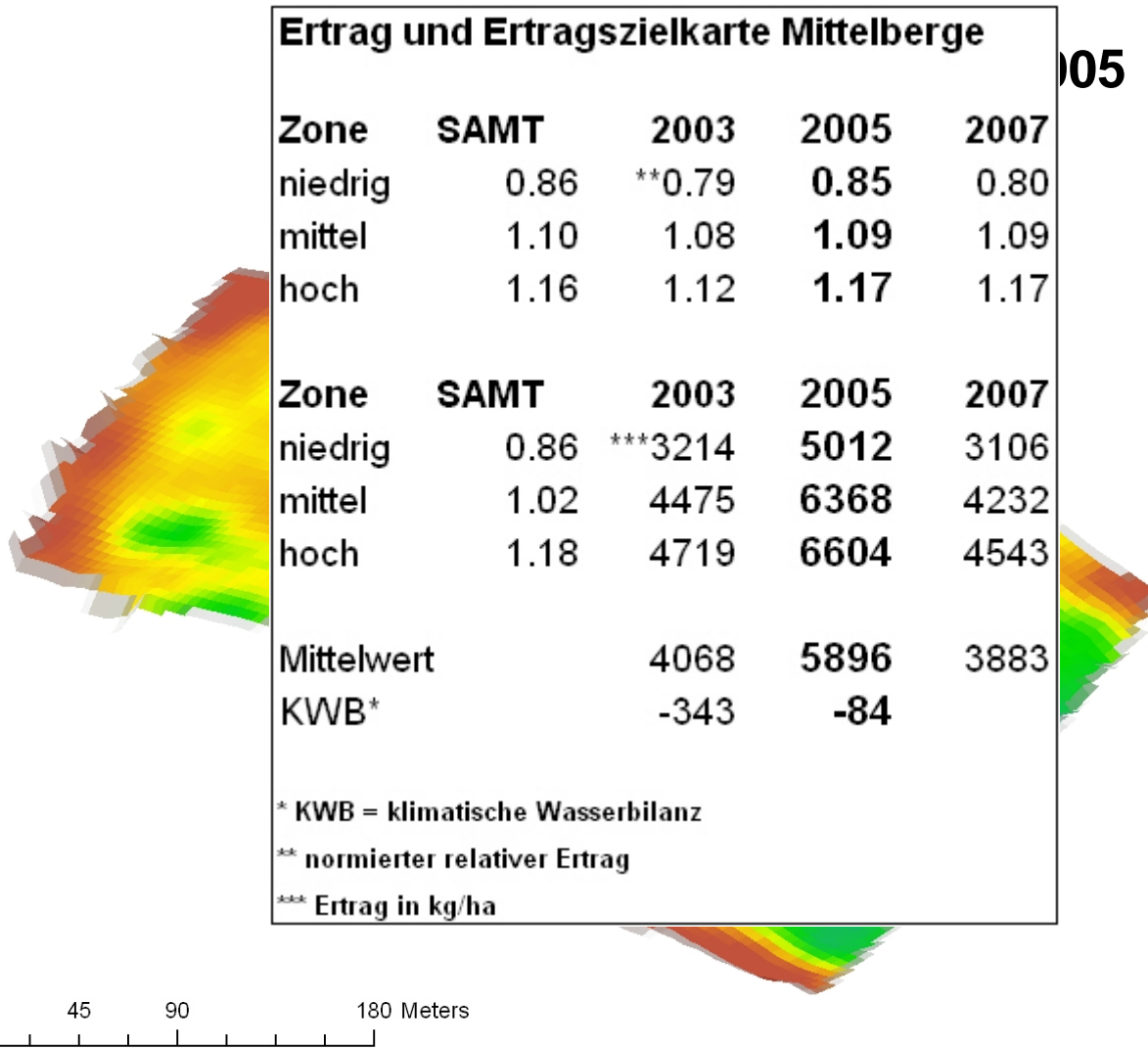




Generierung von Ertragszielkarten



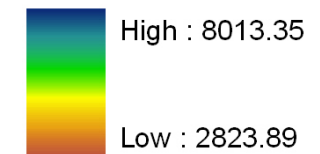
TP 15 Bobert, Wenkel, Mirschel, Wieland



Legend

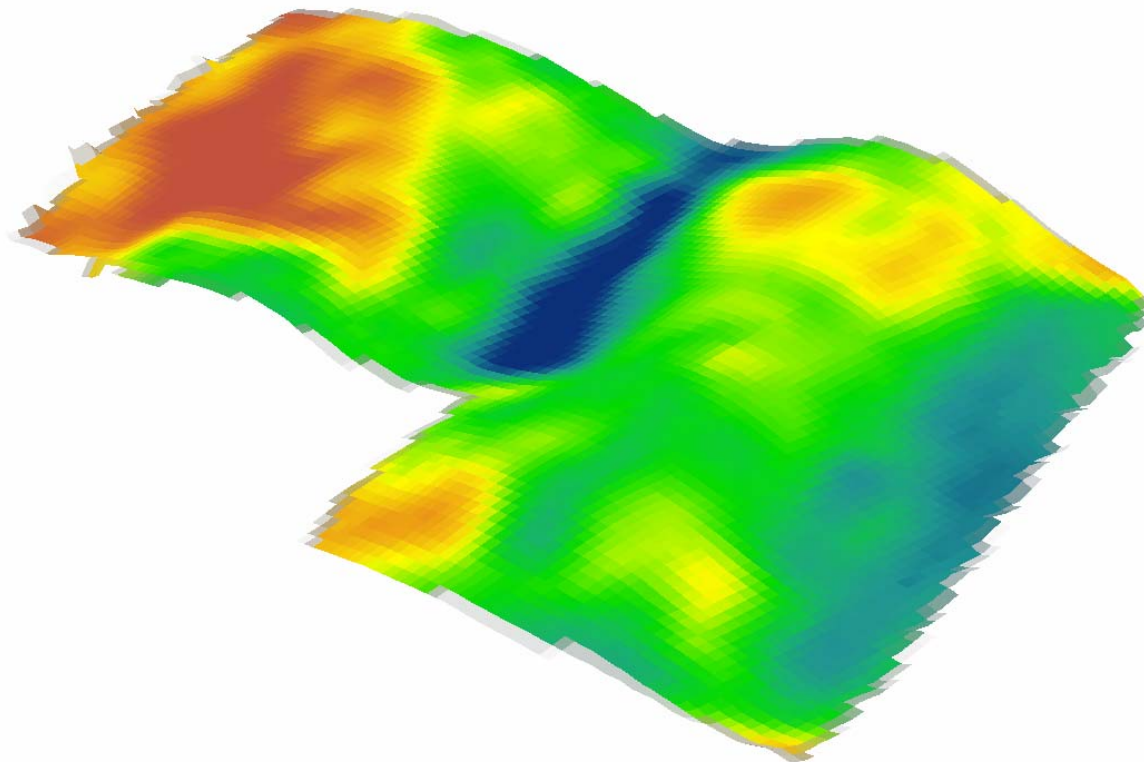
mitte_ww_05

Value





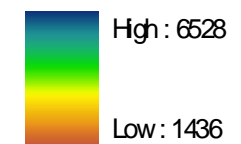
Mittelberg Ertragskarte WW 2007



Legend

gtw_mit_ert07

Value

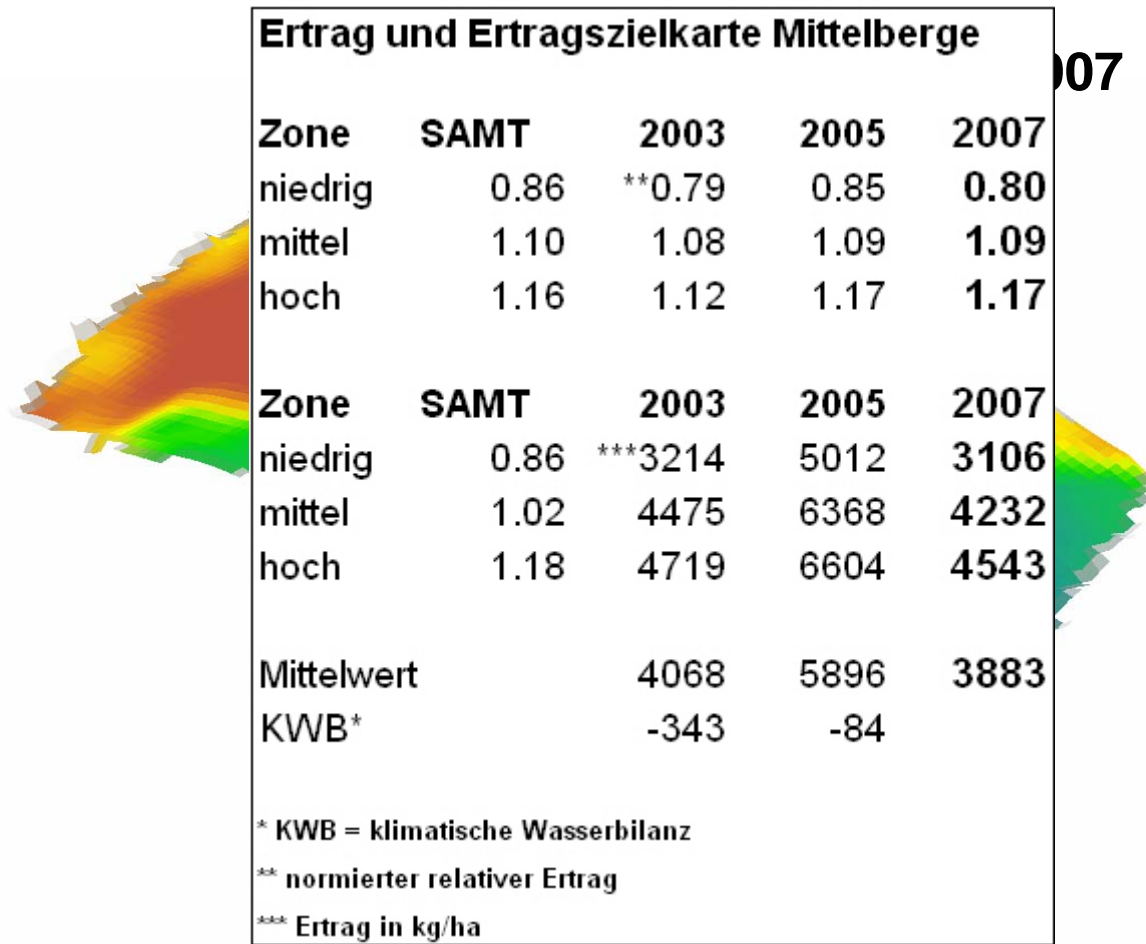




Generierung von Ertragszielkarten



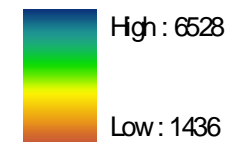
TP 15 Bobert, Wenkel, Mirschel, Wieland



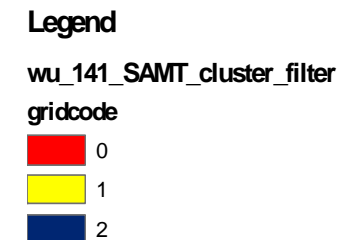
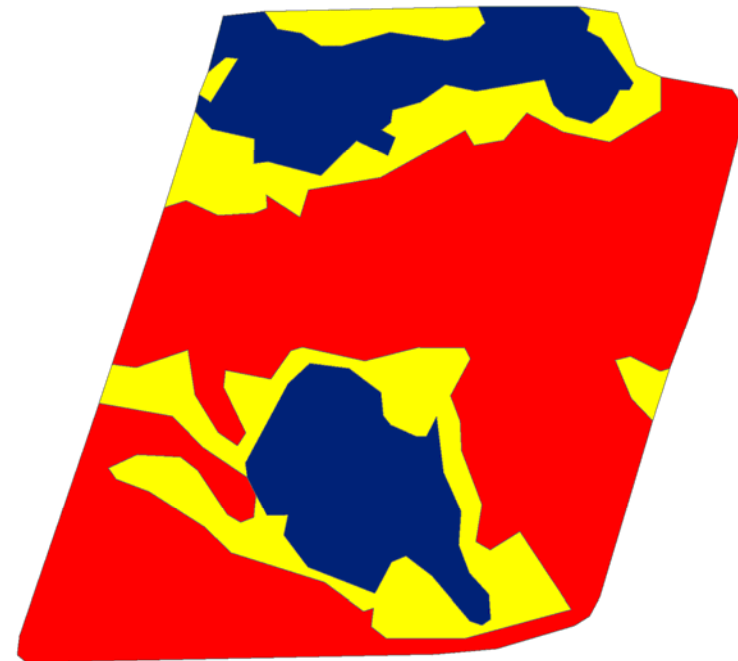
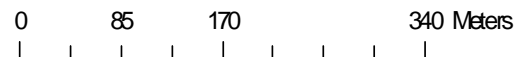
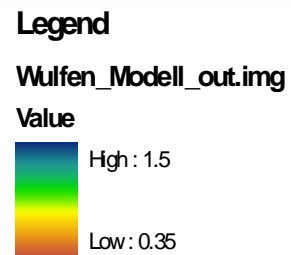
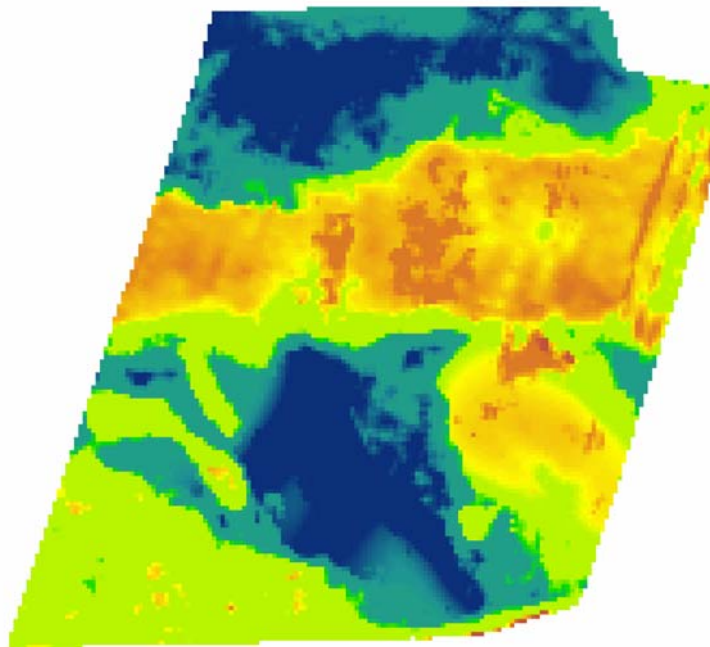
Legend

gtw_mit_ert07

Value



Wulfen Finkenherd, Ertragszielkarte und 3 Zonenkarte SAMT





3 Zonenkarte Wimex vom Finkenherd in Wulfen

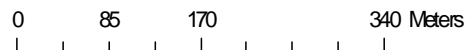


Legend

Wu_141_Wulfen_3Z_GK4

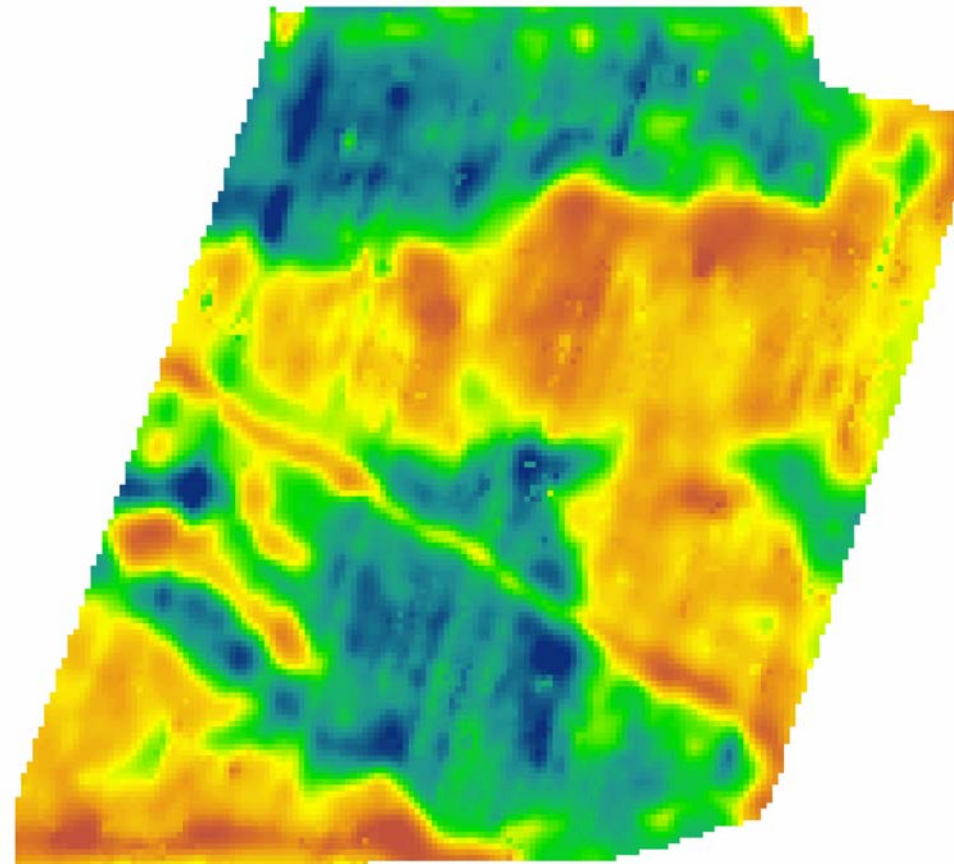
ZONE

-  1
-  2
-  3





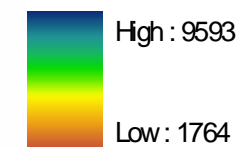
Ertragskarte WW 2000 Finkenherd in Wulfen



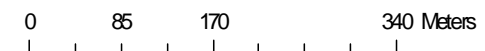
Legend

wu_141_ves_00

Value

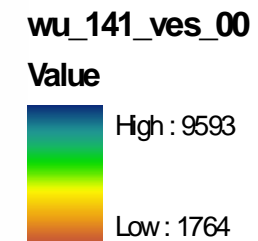
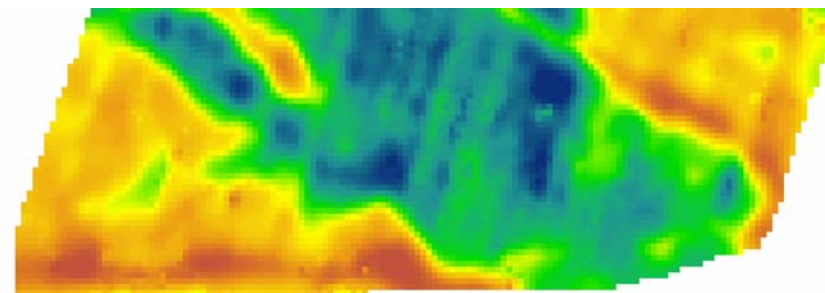


Durchschnittsertrag 5188 kg/ha

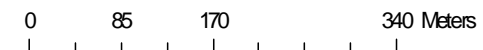


Vergleich Ertragszielkarte und 3 Zonenkarte

	Bewertung	Gridcode	Mittelwert Zone	Zonenertrag (kg/ha)	Fläche (%)
Wimex	schlecht	1	75.4	3913	35.3
	mittel	2	93.8	4864	25.2
	gut	3	125.2	6497	39.6
SAMT	schlecht	0	81.5	4228	58.6
	mittel	1	120.7	6262	20.5
	gut	2	131.5	6822	20.9



Durchschnittsertrag 5188 kg/ha





Ausblick

- statische Modelle können nur begrenzte Aussagegenauigkeit bieten
- vor dem Hintergrund des Klimawandels müssen die Modelle „dynamisiert“ werden, um aktuelle Prozesse mit einbeziehen zu können
- die Modelle müssen interdisziplinär weiterentwickelt werden
- Modelle müssen regionalisierbar sein