

—

Beitrag von Precision Agriculture zu mehr N-Effizienz

von

Ewald Schnug

Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft
Braunschweig-Völkenrode

Glossar

Geschichte

Variable Düngung nach stationären Informationen

Variable Düngung nach Fernerkundung

Variable Düngung nach „Echtzeit“ Informationen (Sensorik)

Fazit

GLOSSAR

„Precision Agriculture“ hat wenig mit „Präzision“ zu tun!

Der Begriff hat sich international gegenüber:

„Site Specific Farming“ (teilstückenspezifisch)

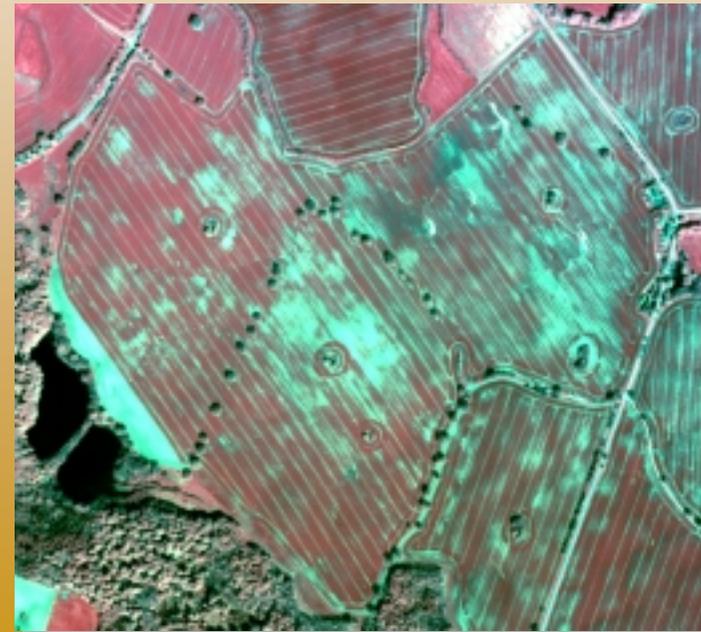
„**CAF**“ Computer Aided Farming (bis ca. 1992)

„**LRM**“ Local Resource Management (ab ca. 1992)

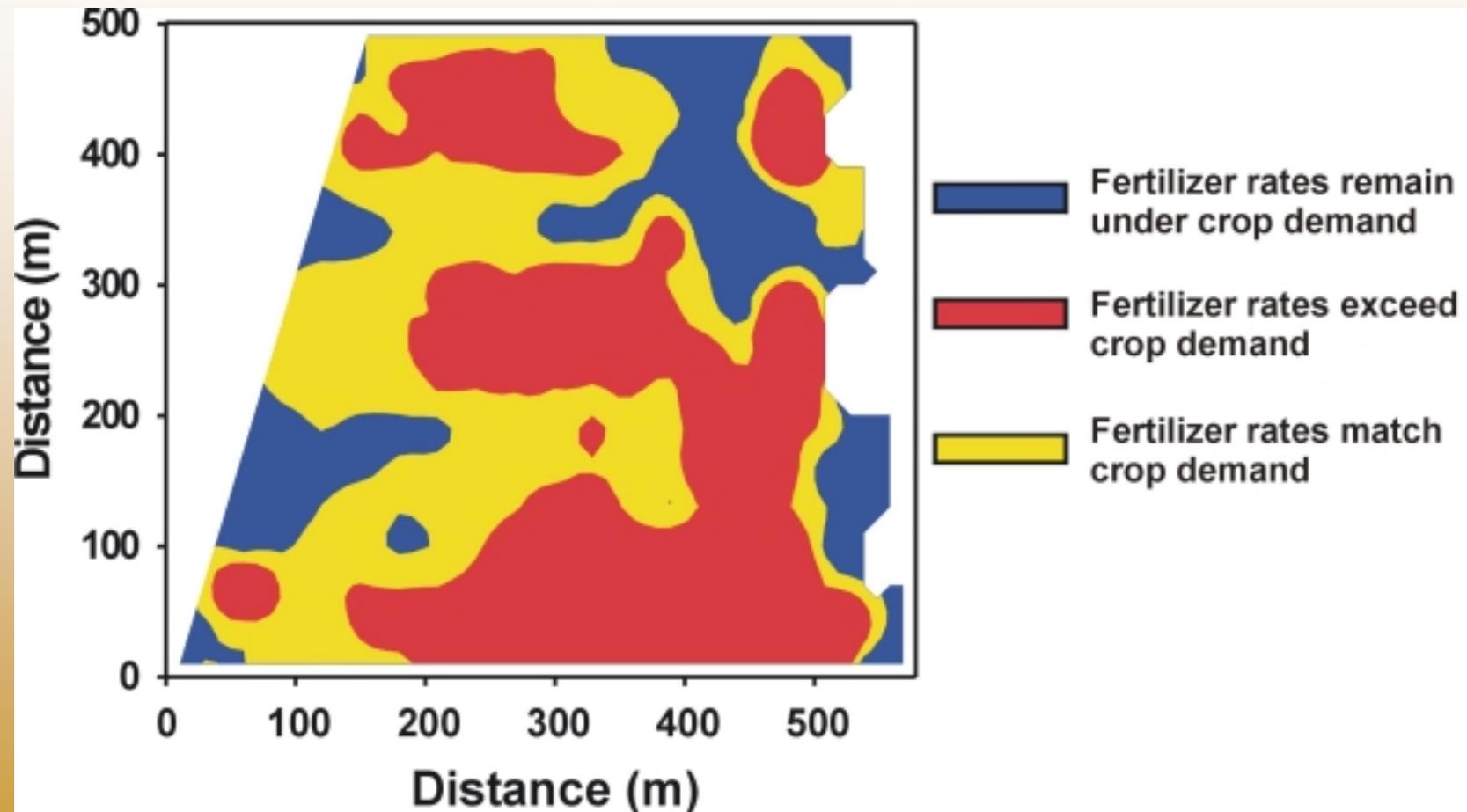
u.a. durchgesetzt.

PA bezog sich am Anfang ausschließlich auf den Pflanzenbau, heute faßt man darunter auch Entwicklungen in der Tierhaltung zusammen.

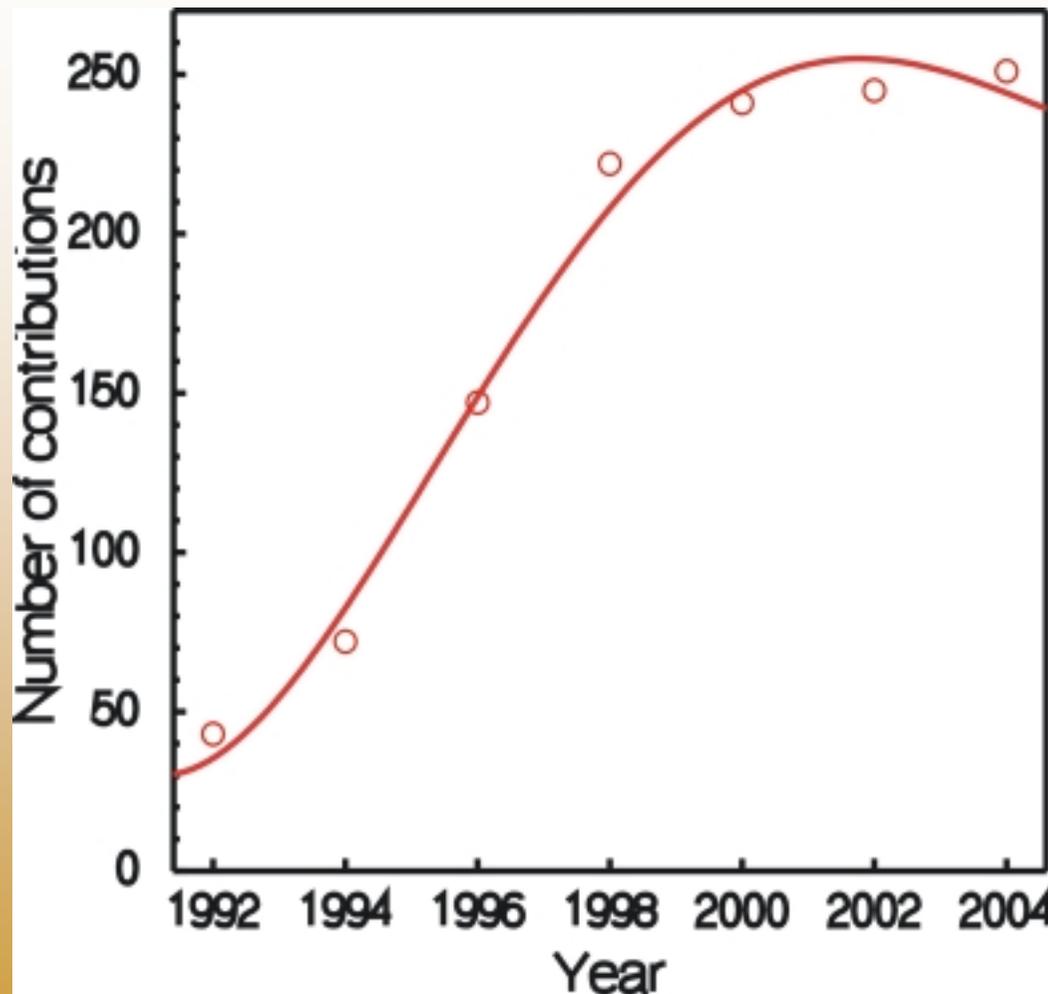
“Precision Agriculture” propagiert räumlich variable Düngung als Schlüssel-Maßnahme für bessere Nährstoff-Effizienz



Raum und Nährstoffe



Spatial variation of surplus and deficiency in the phosphorus balance on a fluvial marsh soil in northern Germany (E 9.48191; N 52.54643), if common methods for the estimation of the fertilizer demand together with a uniform distribution are applied



Forschung
und
Beiträge zu
„Precision
Agriculture“

Number of contributions to the first five conferences
on site specific farming in Minneapolis
(Robert et al., 1993-2001)

Workshop 'Roadmaps zu mehr N-Effizienz'
„Beitrag von Precision Agriculture“

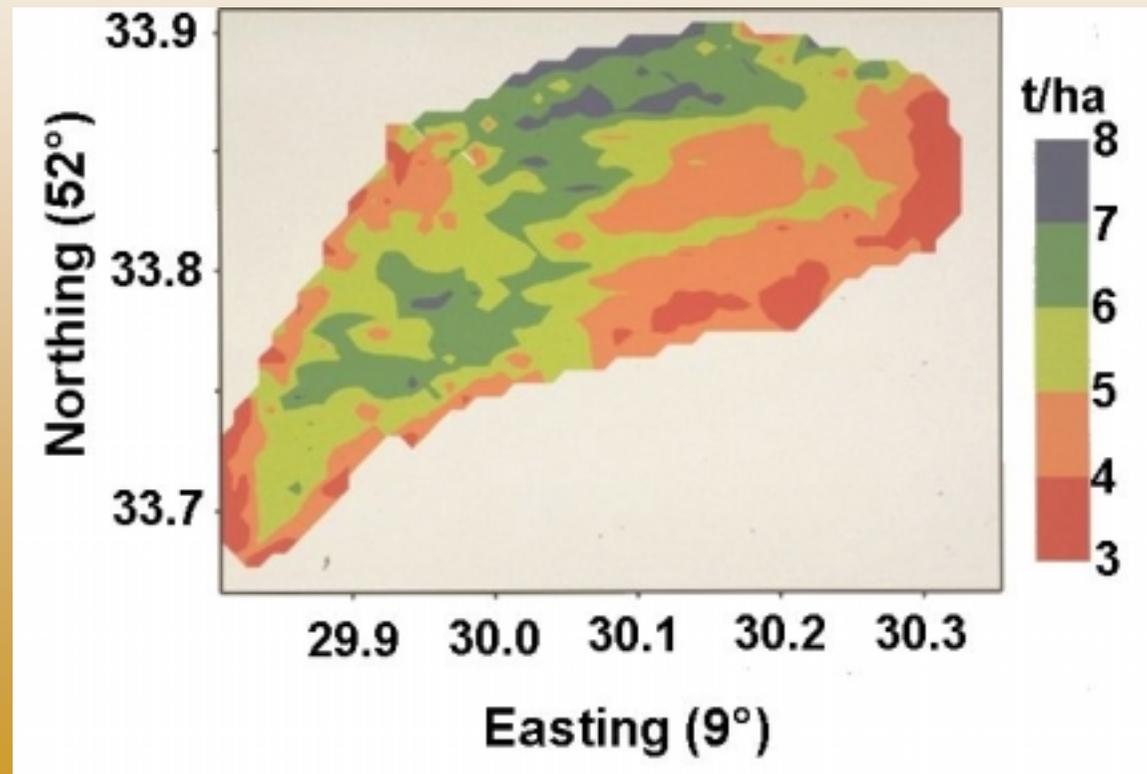
Höhere Effizienz räumlich variabler N-Düngung ist
eine intrinsische Hypothese des
„Precision Agriculture“



Meilensteine von FAL-PB im „Precision Agriculture“

- 1988 Erste räumlich variable Düngung mit “dead reckoning”
- 1989 GPS für nicht militärische Anwendungen verfügbar, erstes experimentelles Ertragskartensystem mit GPS, erste GPS gestützte, räumlich variable Ausbringung eines Herbizides
- 1991 Erster Praxiseinsatz eines kommerziellen Ertragskartierungssystemes (CASE/DRONNINGBORG) mit GPS
- 1995 Erste kommerzielle GIS software für Precision Agriculture LORIS™
- 1997 Erste Pilotversion von LASSIE
- 2005 (geplant) erste kommerzielle Version von LASSIE (T&O)

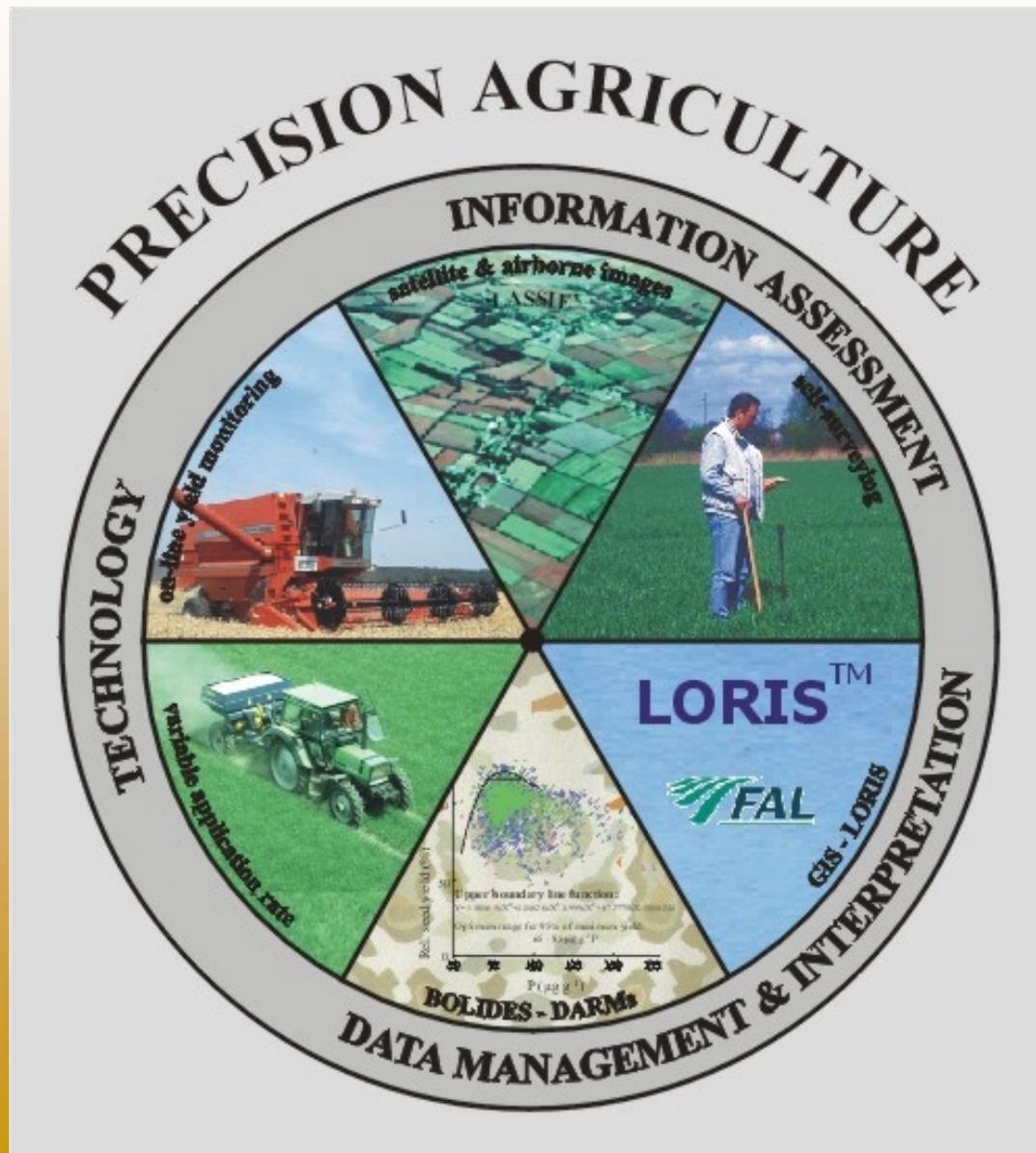
Ertragskarten sind weltweit immer noch die häufigste Anwendung von "Precision Agriculture" Technologien in praktischen Betrieben



Anwendung von "Precision Agriculture" Technologien in Mais, Soja, Weizen und Baumwolle in den USA (1998-2000, Daberkow et al., 2002)

PA technology	Year	Corn	Soybean	Wheat	Cotton
Yield mapping	1998	6.7	8.8	< 1	< 1
	1999	11.6	8.5	NA ¹	< 1
	2000	10.7	8.2	1.7	< 1
VRT ² - fertilisation	1998	7.6	6.9	1.8	2.6
	1999	10.5	7.1	NA	1.9
	2000	10.6	5.6	3.0	4.2
VRT - seeding	1998	2.0	< 1	1.1	1.4
	1999	2.8	1.5	NA	2.0
	2000	3.3	1.8	< 1	1.6
VRT - pesticide application	1998	1.3	< 1	1.0	1.6
	1999	1.2	1.5	NA	2.5
	2000	2.9	1.3	< 1	2.4

note: ¹NA - Not Available; ²VRT - Variable Rate Technology



Die Technik für „Precision Agriculture“ ist verfügbar, aber die Nachfrage ist nur gering!

Versuchskomplex MARIENSEE

1996-2002

60 ha Variabel

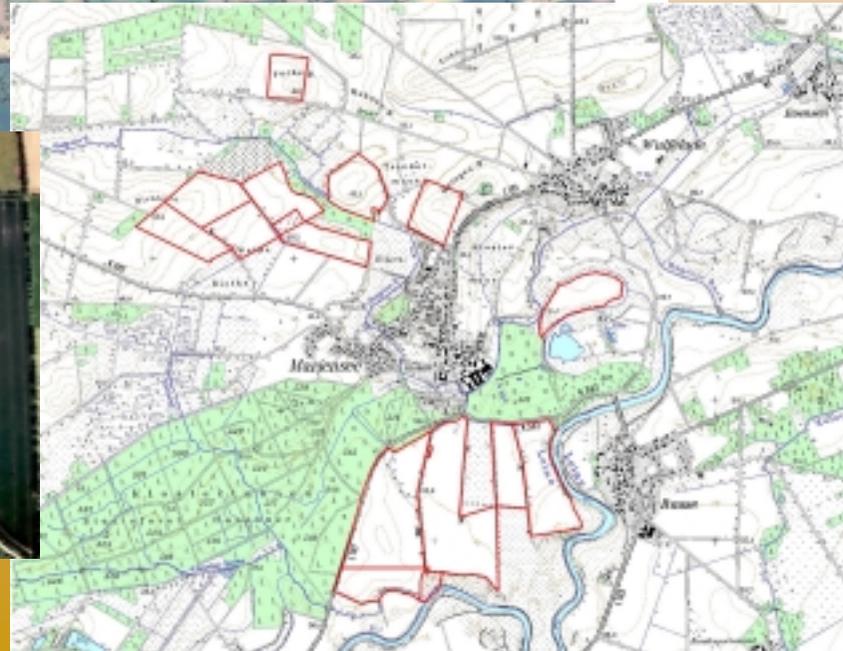
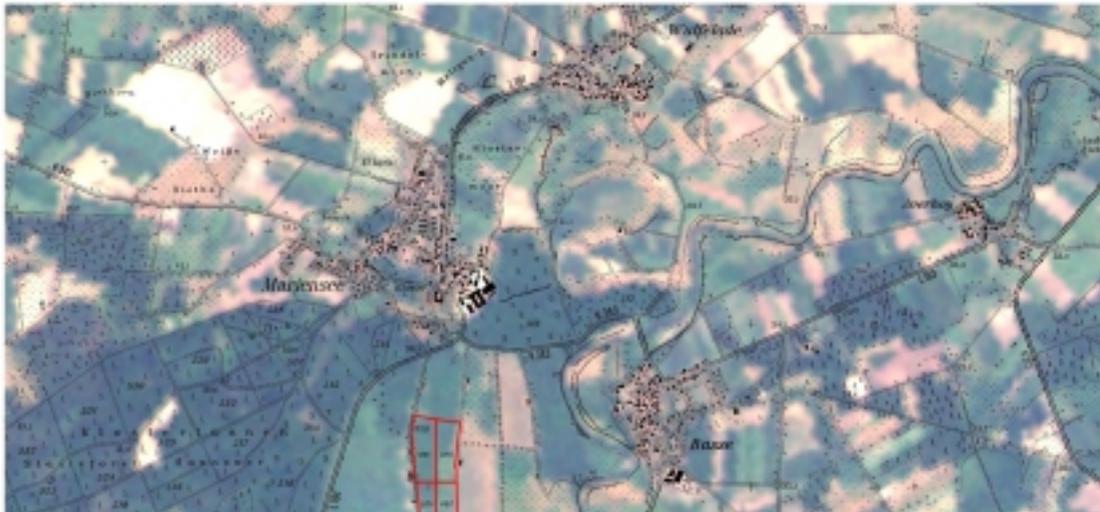
60 ha Uniform

WW

WG

Hafer

ZR



Versuchskomplex MARIENSEE: geprüfte Entscheidungsstrategien

Algorithmen für variable N-Düngung
basierend auf der räumlichen Variabilität
von:

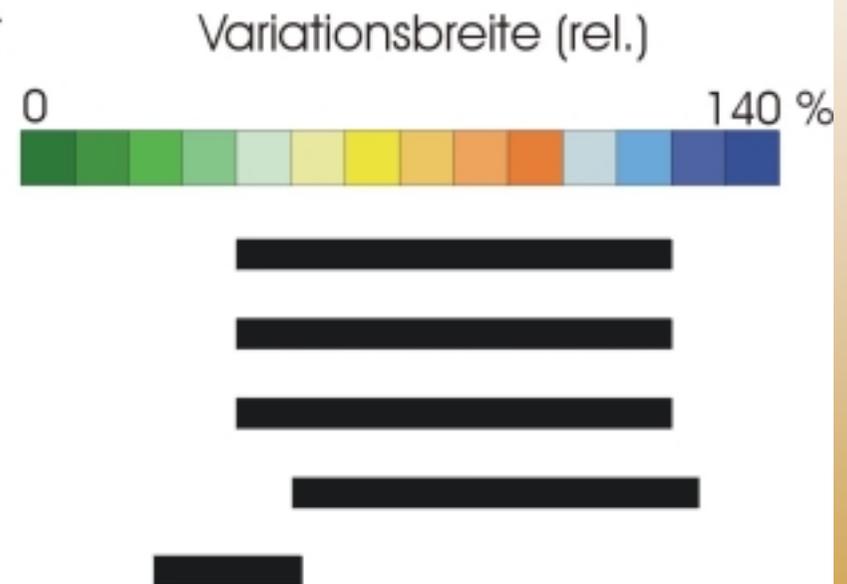
Humus + Ton

Humus + Ton (invers)

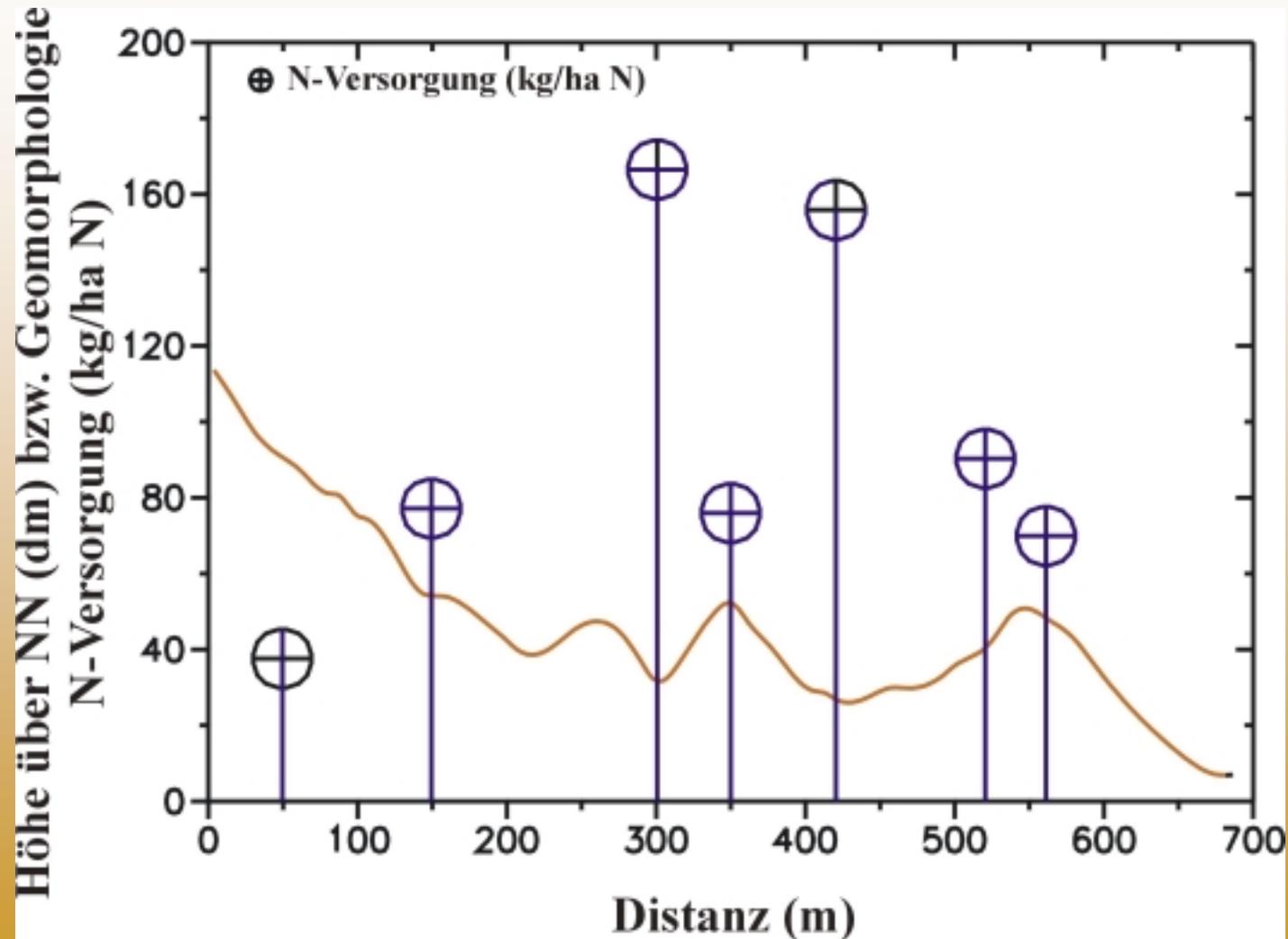
Topographie (DGM)

N-Status der Pflanzen (Sensorik)

N-Gehalte im Boden



Versuche zur variablen N-Düngung in Mariensee (1996 - 2002)



Plant available nitrogen along a transect on a fluvial marsh soil in northern Germany (E 9.48323; N 52.56733)

N management						
Topography	Share of area (%)	Plant avail. N in soil (kg ha ⁻¹)	Uniform N rate (kg ha ⁻¹)	Total N supply (kg ha ⁻¹)	Variable N rate (kg ha ⁻¹)	Total N supply (kg ha ⁻¹)
Summit	10	10	120	130 ¹	110	120
Upper slope	20	20	120	140	100	120
Middle slope	40	40	120	160	90	130
Lower slope	20	80	120	200	40	120
Depression	10	120	120	240 ²	0	120
Mean		49	120	169	75	124
Effect of N management and use of growth regulators on crop yield (relative)						
	No GR ³ No N	No GR Low N input	With GR Low N input	No GR High N input	With GR High N input	No GR Variable N rate
Summit	20	40	40	100	100	110
Upper slope	30	50	50	90	100	110
Middle slope	40	60	60	60	100	105
Lower slope	80	90	90	30	100	100
Depression	100	90	100	20	100	100
Mean	50	65	66	60	100	105
Effect of N management and use of growth regulators on fertilizer N efficiency						
N off-take ⁴	60	104	106	120	200	210
N content ⁵	1.3	1.6	1.6	2.0	2.0	2.0
N utilization efficiency ⁶		59	61	60	140	211

Erwartungen an räumlich variable Düngung (Modellrechnung, relativ zu "uniform"):

Steigerung der N-Effizienz um 70-150%

Algorithmen für Mehrnährstoff Dünger und organische Dünger liegen vor:

Year	Algorithms for NPK fertilizer		
1	N_{OPT}^1	$P_{N:P} (min)$	$K_{N:K} (min)$
	N	P	K
2	NK fertilizer		P fertilizer
	N_{OPT}^1	$K_{N:K} (min)$	$P_{OPT} = P_{tot}^2 - (P_{yr1} + P_{yr3})$
3	NP fertilizer		K fertilizer
	N_{OPT}	$P_{N:P} (min)$	$K_{OPT} = K_{tot} - (K_{yr1} + K_{yr2})$

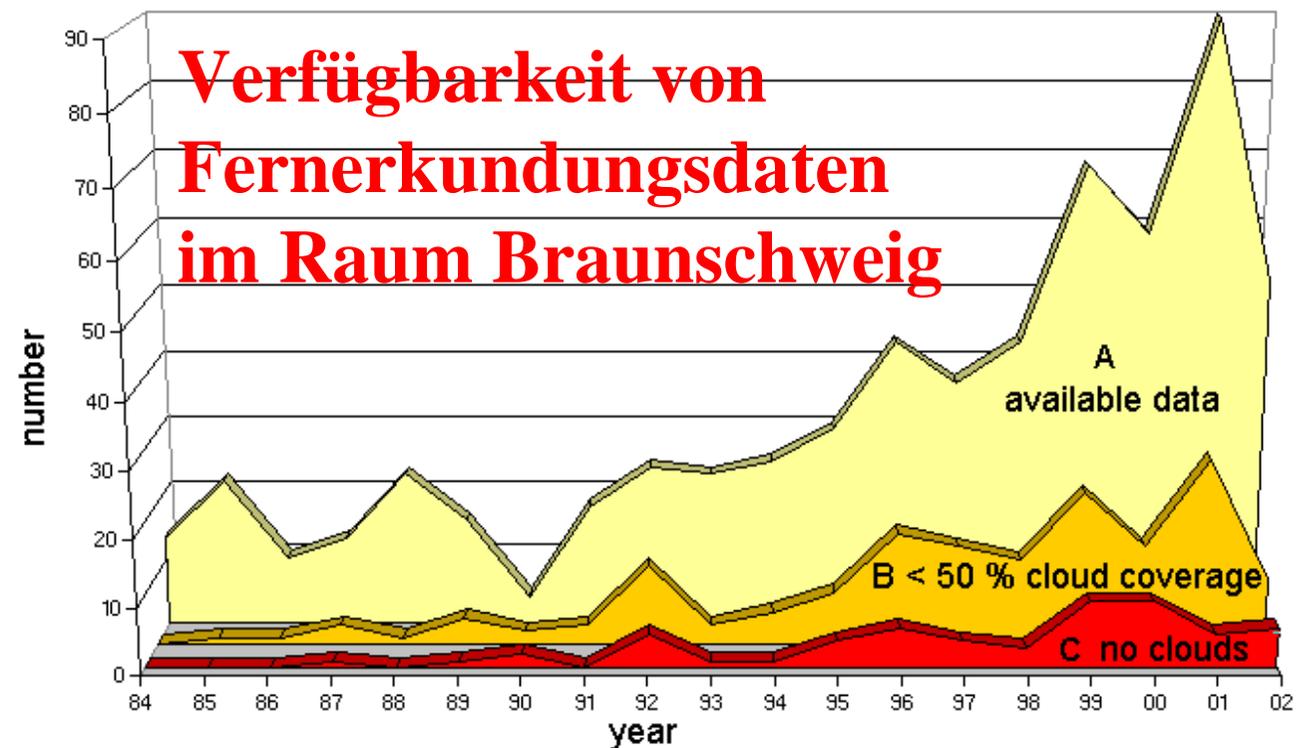
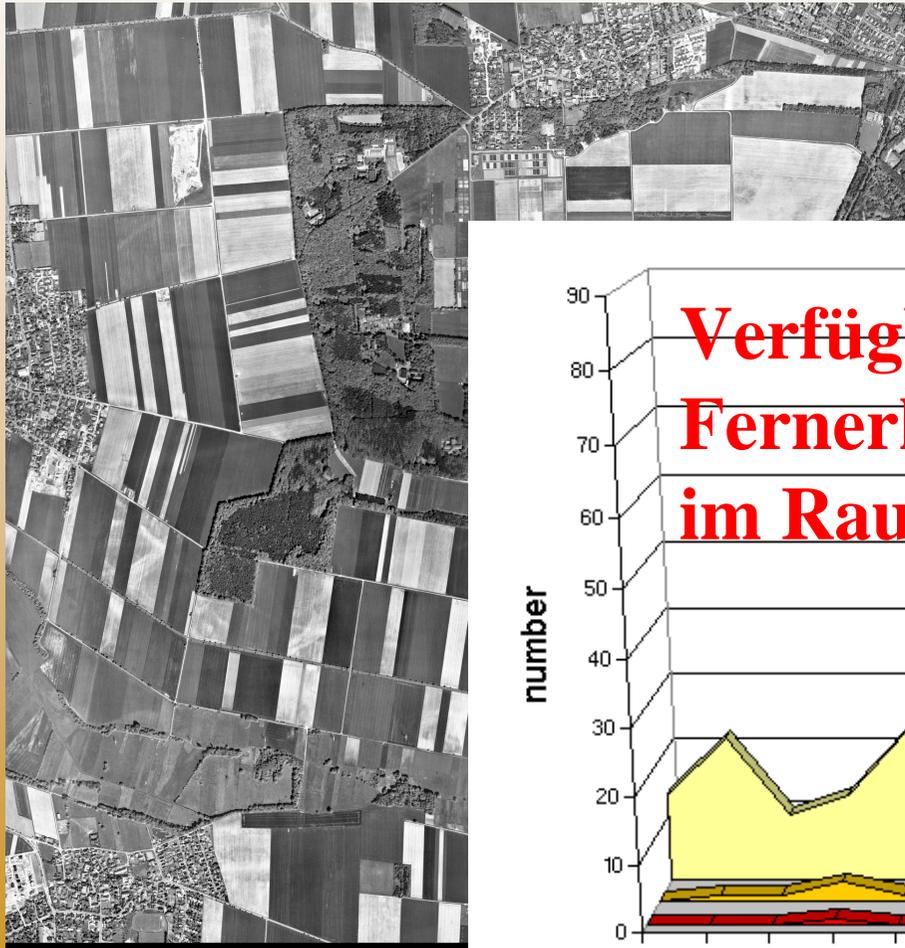
note: ¹optimum variable rate application; ²tot = total optimum, spatially variable amount of P and K for the crop rotation

Einzelergebnis des Versuchskomplexes MARIENSEE

Steigerung der N-Effizienz um
real ca. 50% relativ zu „uniform“

	N _{min.} at GS23 (kg/ha)	N-rate ¹ (kg/ha)	Plant N at GS 32 (mg/g)	Yield ² oats (dt/ha)	Yield ³ oats (dt/ha)	Area (ha)
Uniform application	50 (29-102)	80	26 (19-36)	62 (42-75)	76 (54-97)	3.1
Variable rate application	55 (28-100)	23-43	28 (15-40)	75 (50-109)	70 (51-98)	8.4
note: ¹ Calculated N-fertilizer demand = 80 kg/ha with 50 kg/ha at GS23 + 30 kg/ha at GS32 (uniform rate), no variable rate fertilization at GS32 as variation of N _{min} between 45-200 and thus higher than N demand; ² manual yield determination (1m ²) at sampling locations; ³ geocoded on-line yield monitoring						

Fernerkundung



Fernekundung mit Radar

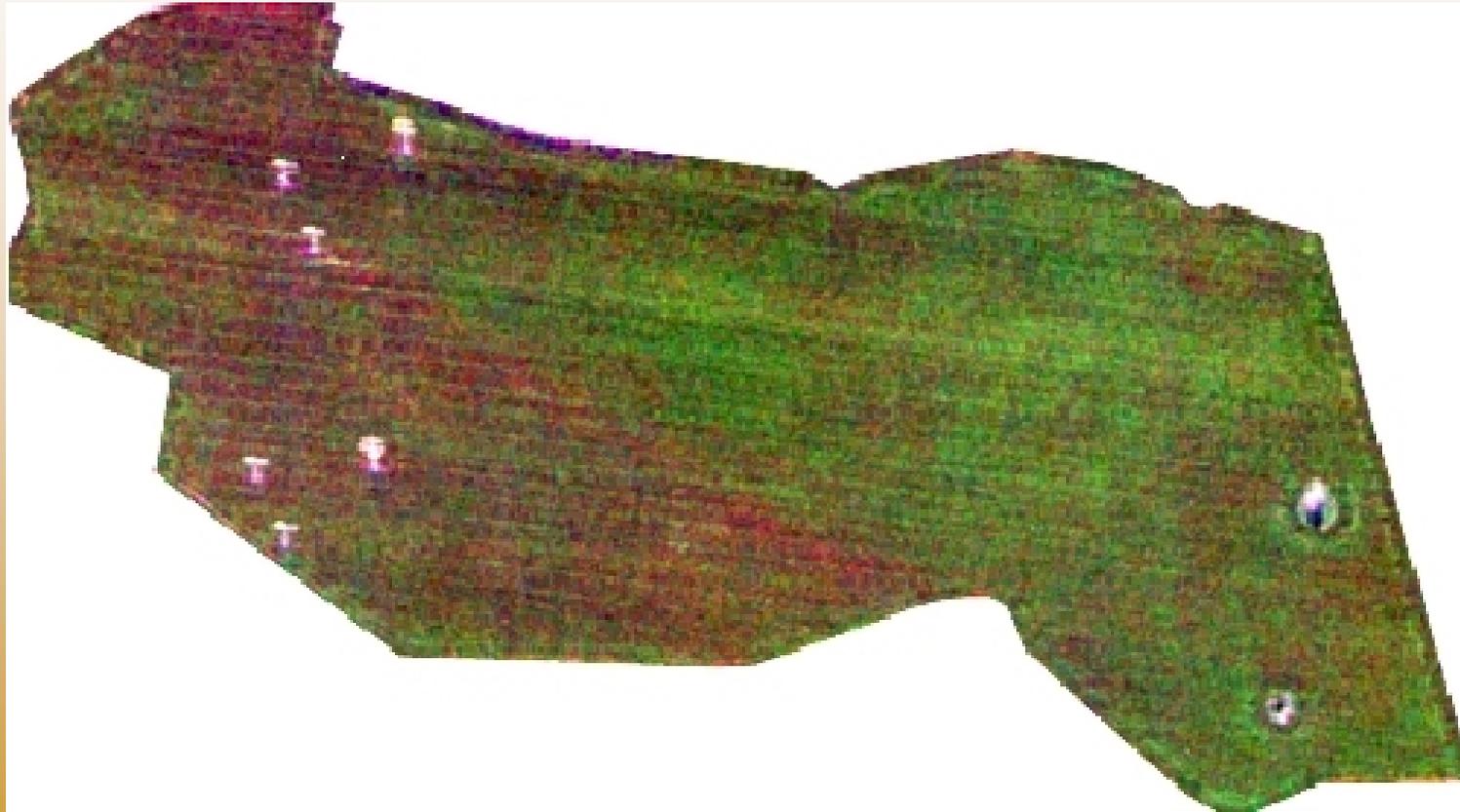


Fig.: Variation in radar backscatter (R: L-VV, G: X-VV, B: L-HV) of winter wheat at stem extension in Northern Germany (2002).

**Low Altitude Stationary
Surveillance Instrumental
Equipment (LASSIE)**



LASSIE liefert „Semi-Fernerkundungsbilder“

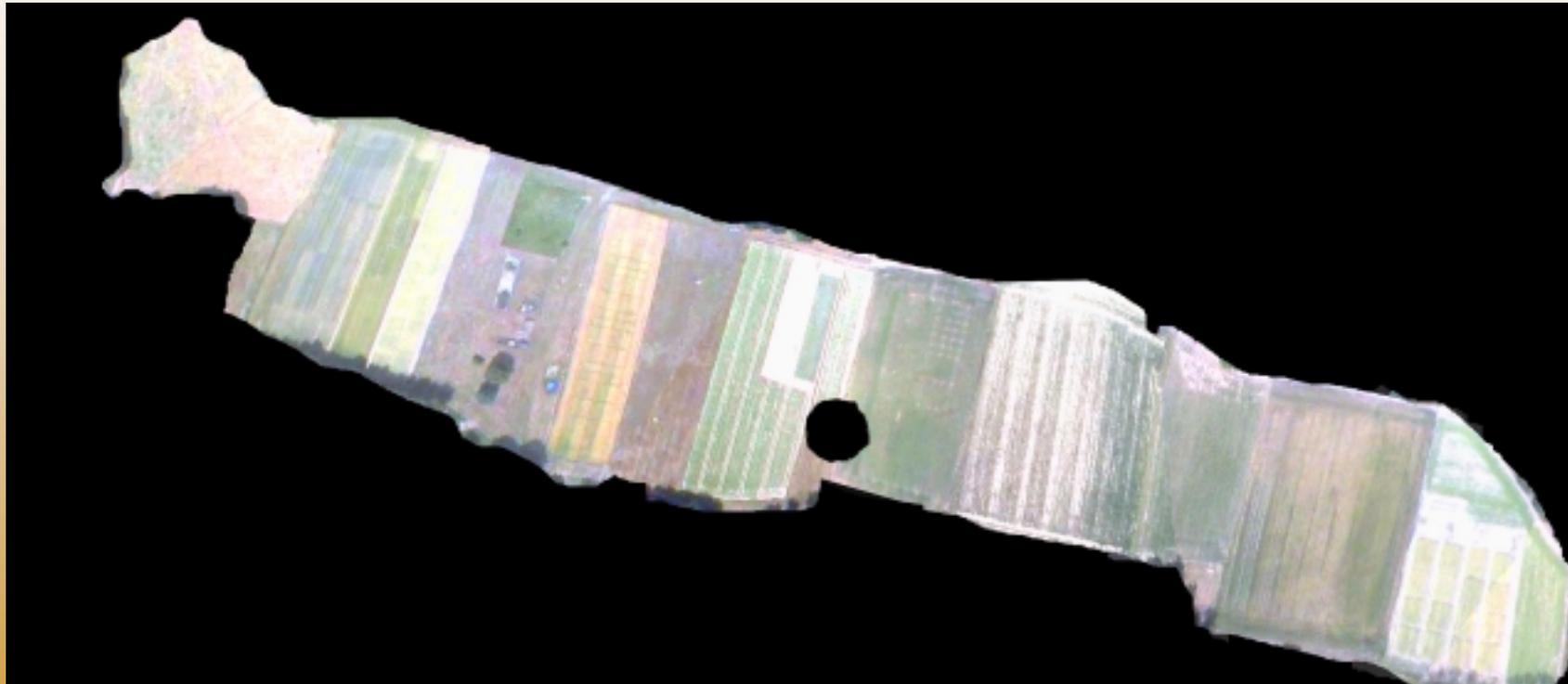
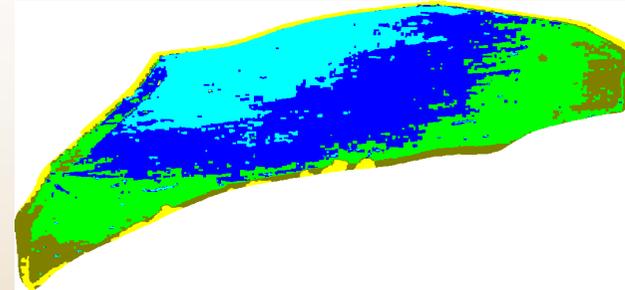


Fig.: LASSIE image generated from 16 sections of 22.5°
experimental site 'Suedfeld' of FAL-PB

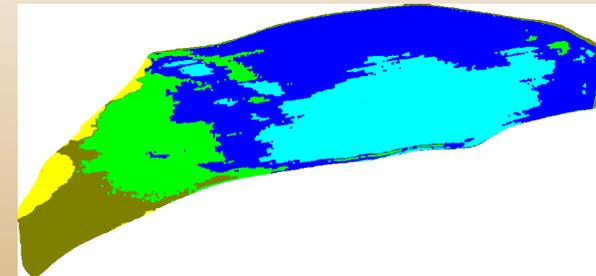
“Ground truth” erklärt Fernerkundungsbilder (Boden)



25.09.1997



15.05.2000



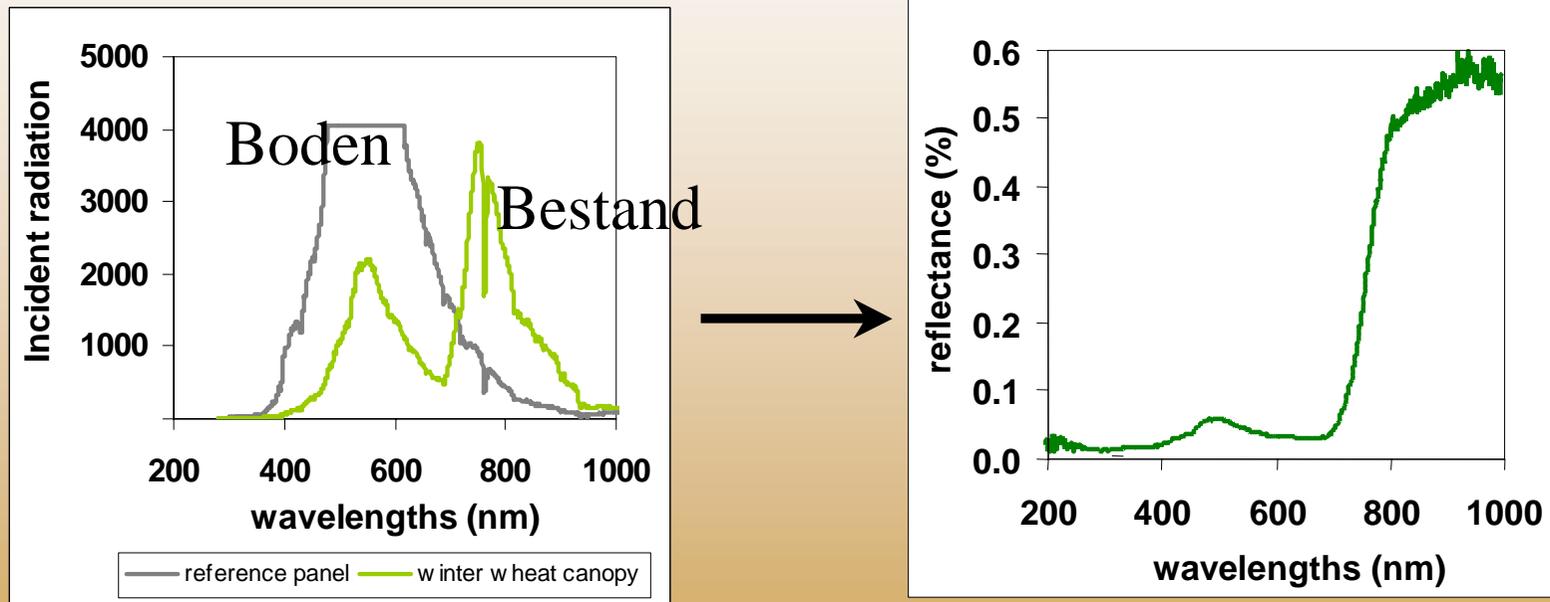
Date of Image	OM	Clay	pH	Available P	Available K	Available Mg	Available Zn	Available Cu	Yield 1995	Yield 1996	Yield 1998
25.09.1997	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	***	***	***
15.05.2000	**	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***

> 5.0 % n.s. = no significance; ≤ 5.0 % * = low significance; ≤ 1.0 % ** = significance; ≤ 0.1 % *** = high significance

Fig.: Bare soil images: Match of unsupervised classified Remote Sensing Image with soil fertility data from 30 m grid sampling (F-test results, Mariensee, 1995).

Die Welt, wie sie der Sensor sieht:





Prinzip der spektralen Korrektur bei 'N-sensitiven' Sensoren

Workshop 'Roadmaps zu mehr N-Effizienz'
„Beitrag von Precision Agriculture“



Optische Sensoren sind sensibel für Biomasse und nicht für photosynthetisch relevante Anteile des sichtbaren Spektrums

Das Prinzip des Verfahrens besteht darin, während der Düngerausbringung den ...

Wahr: ... Chlorophyllgehalt der Pflanzen, d.h. ihre Grünfärbung und ihre Biomasse berührungslos über **optische Sensoren** zu messen.

Unwahr: Chlorophyllgehalt und Biomasse zeigen den **N-Ernährungszustand** zuverlässig an: gut mit Stickstoff versorgte Pflanzen weisen mehr Chlorophyll und Biomasse auf als schlecht versorgte Pflanzen. Deshalb kann aus den Meßwerten der Sensoren auf die notwendige N-Düngung geschlossen werden.

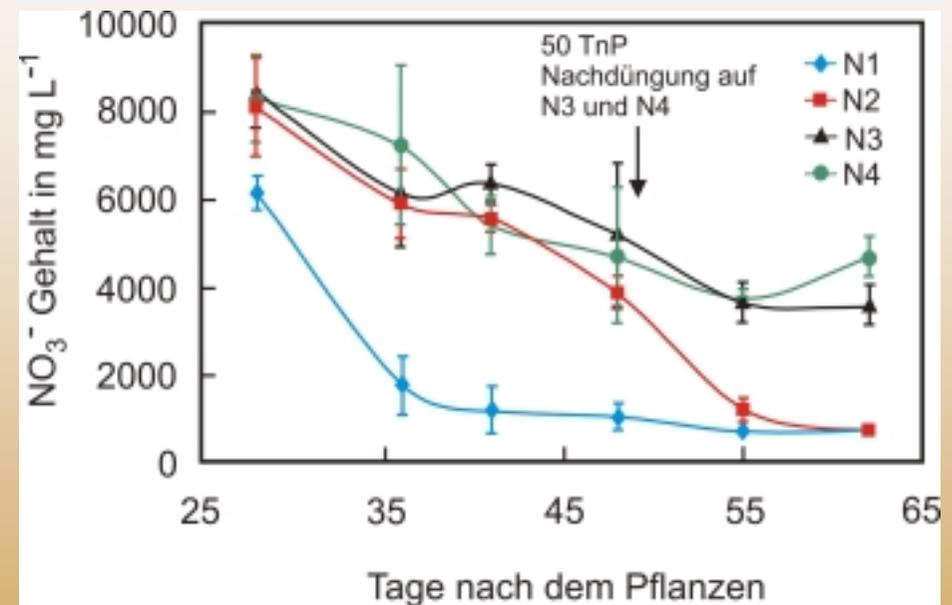
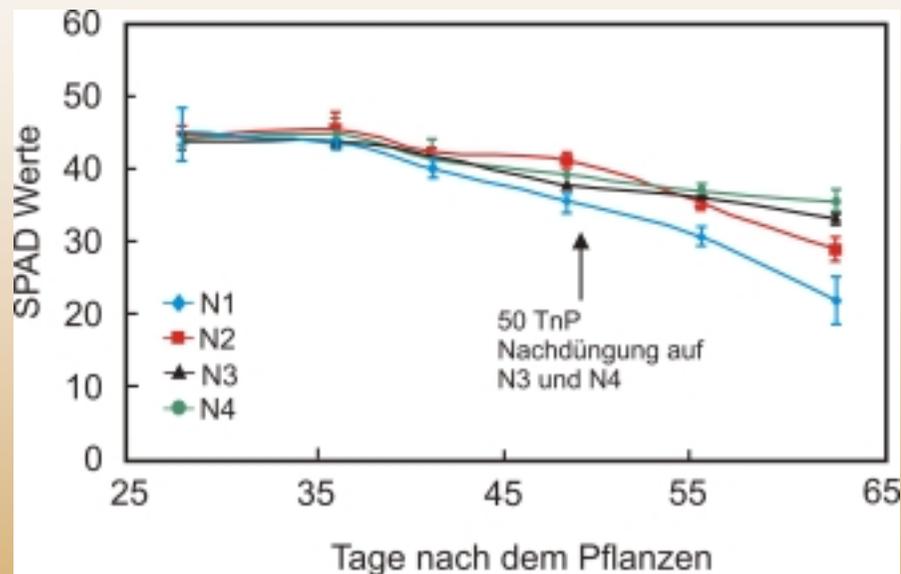
Denn sie wissen nicht, was sie sehen

oder

1001 Gründe warum Pflanzen NICHT grün sind ...



Workshop 'Roadmaps zu mehr N-Effizienz'
„Beitrag von Precision Agriculture“



Bestimmung der N-Versorgung von Kartoffeln in Abhängigkeit von der N-Versorgung mittels SPAD-Meter (LINKS) und Nitrat-Schnelltest (RECHTS)

Quelle: Gerendás et al. (URL:[http://www.uni-kiel.de/plantnutrition_soilscience/plantnut\(nbedarfdeu.htm](http://www.uni-kiel.de/plantnutrition_soilscience/plantnut(nbedarfdeu.htm))

Störfaktoren für 'N-sensitive' Sensoren

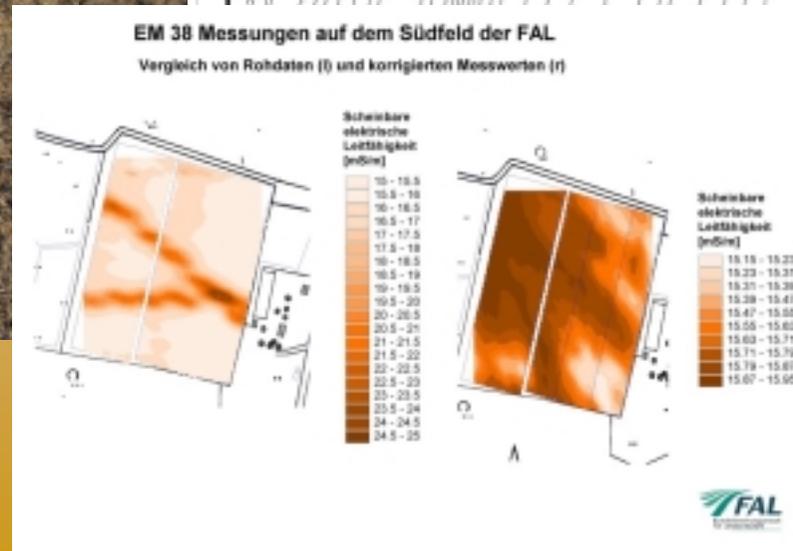
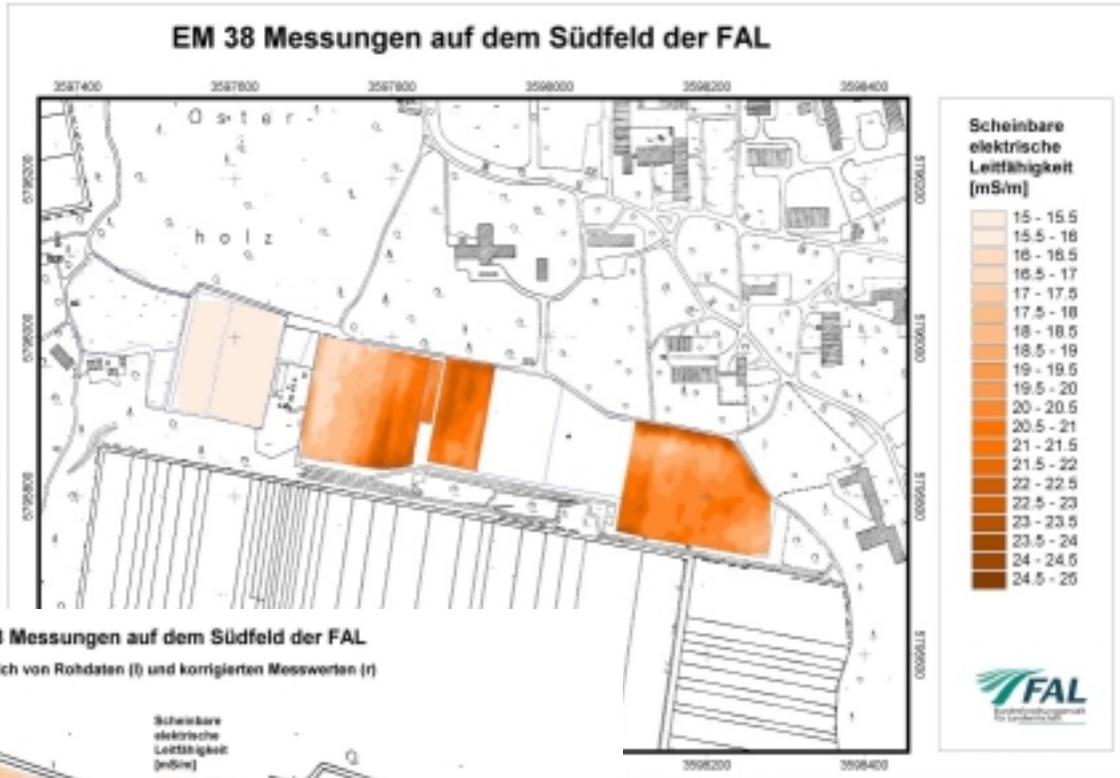
Falsch ist die Annahme, dass weniger als 1% der Flächen von S-, Mg-, oder P-Mangel und nur 1-2% von Staunässe betroffen sind

Richtig ist: Von der LN sind in Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern:

ganzhydromorph	41%
teilhydromorph	19%
anhydromorph	40% (S-Mangel gefährdet!)

5 20 '92

Workshop 'Roadmaps zu mehr N-Effizienz'
 „Beitrag von Precision Agriculture“



EM38

Fazit:

Höhere Effizienz räumlich variabler N-Düngung ist eine intrinsische Hypothese des „Precision Agriculture“. **ABER:**

Die bisher mit räumlich variabler N-Düngung erzielten Ergebnisse hinsichtlich höherer N-Effizienz haben bei weitem nicht die Erwartungen erfüllt und sind ökonomisch nicht selbsttragend. Wahrscheinlicher Grund: Die Referenz Mengen an N sind immer noch viel zu hoch, die N-Pufferkapazität der Böden zu groß und/oder Variablen und Algorithmen der variablen Düngung falsch.

Methoden der Fernerkundung und unspezifische Sensorik am Boden sind ohne sorgfältige „Ground Truth“ nicht nur unwirksam, sondern können im Gegenteil zur Verschlechterung der N-Effizienz beitragen.

Fazit:

Das Potential von „Precision Agriculture“ für die Erhöhung der N-Effizienz ist zwar „intrinsisch“,

bisher aber noch nicht durchgängig quantifiziert und gesichert.

Insgesamt besteht „Precision Agriculture“ heute immer noch nur aus einer Reihe (mittlerweile weitgehend) funktionssicherer Technologien, denen aber (immer) noch ökonomisch und ökologisch überzeugende Anwendungen in der Praxis fehlen.

Kosten und Nutzen von „Precision Agriculture“

sources of costs	expected saving [€ · a ⁻¹]*
N- fertilizer	- 20 % 9000,-
Pesticides	Legally not applicable at the moment
Operator	-100 % 80 000,-

* per 500 ha farm unit

Fazit: Raumvariable Düngung (wie alle anderen pflanzenbaulichen Anwendungen) sind „Mehrwert“-Optionen von „Precision Agriculture“!

Workshop 'Roadmaps zu mehr N-Effizienz'
„Beitrag von Precision Agriculture“

*Wenn der letzte Mann vom Acker geht,
..... kommt Precision Agriculture!*

