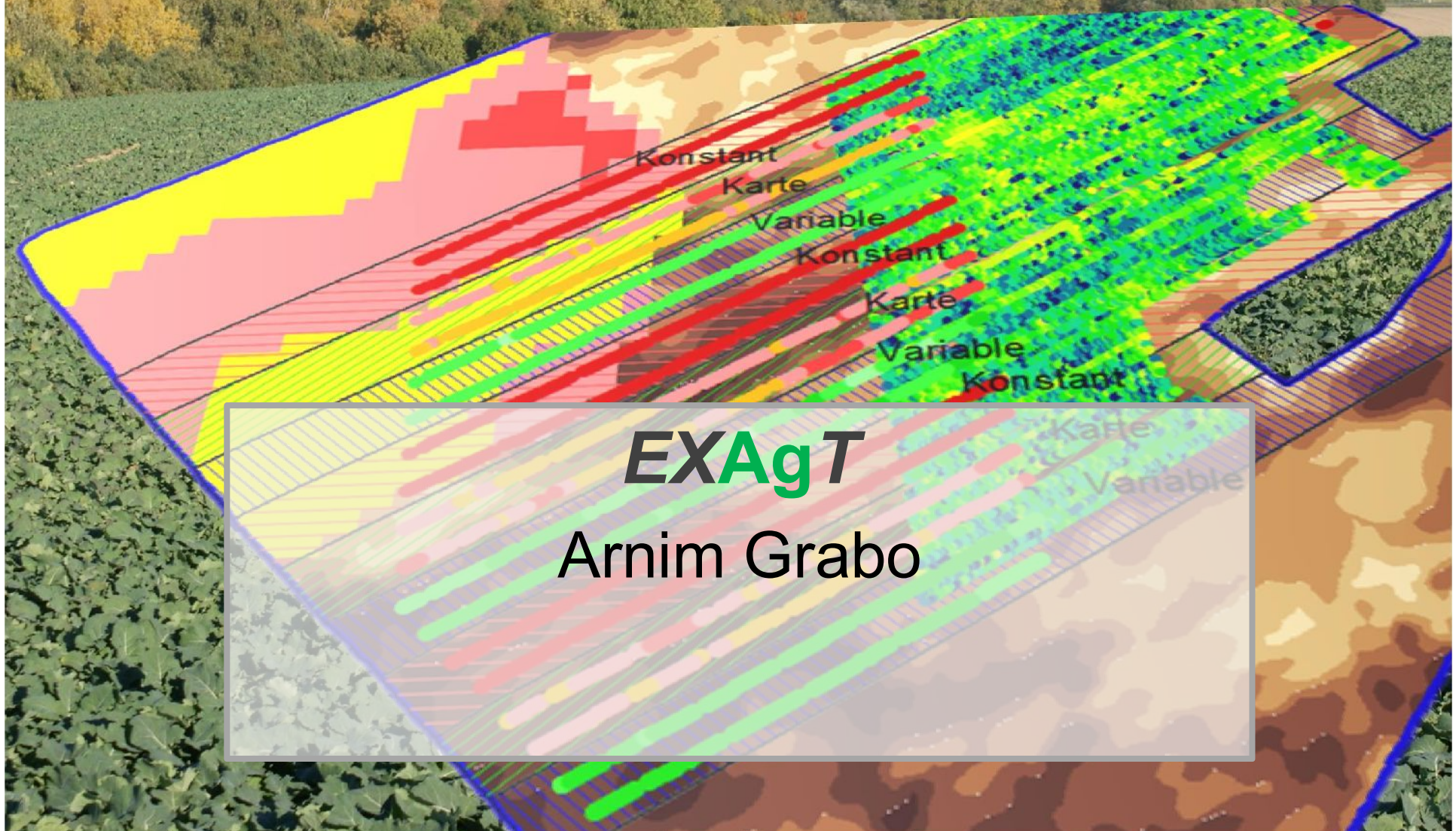


Produktionsintegrierte Großparzellenversuche PiG



EXAgT GbR "Büro für präzise Agronomie"



Wir bieten Ihnen als unabhängige Ingenieursgesellschaft Dienste, Beratung und Produkte an:

1. PiG – Produktionsintegrierte Großparzellenversuche

2. SLG – Planung, Optimierung und Einführen eines

EXAgT GbR „Büro für präzise Agronomie“

Forsthausweg 2

04749 Ostrau, OT Zschochau, SN

Andreas Schmidt

Arnim Grabo

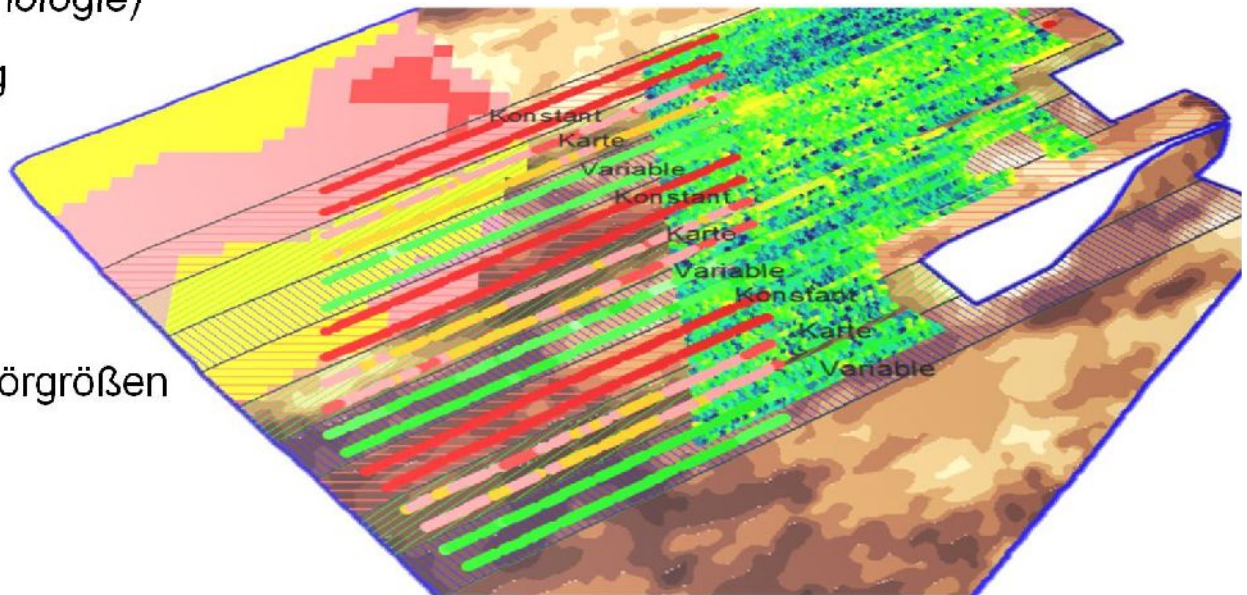
- www.exagt.de

„Am Rande der Lemmatzcher Pflugs“

Produktionsintegrierte Großparzellenversuche (PiG)

Elemente von PiG

- DGPS (RTK, SAPOS)
- VRT (variable Ratentechnologie)
- Sensoren/Fernerkundung
- Ertragskartierung
- Geo Info System
- Geo-Statistik
- Räumliche Erklärende/Störgrößen
- Prozessintegriert
- Auf den eigenen Flächen



Beurteilung von:

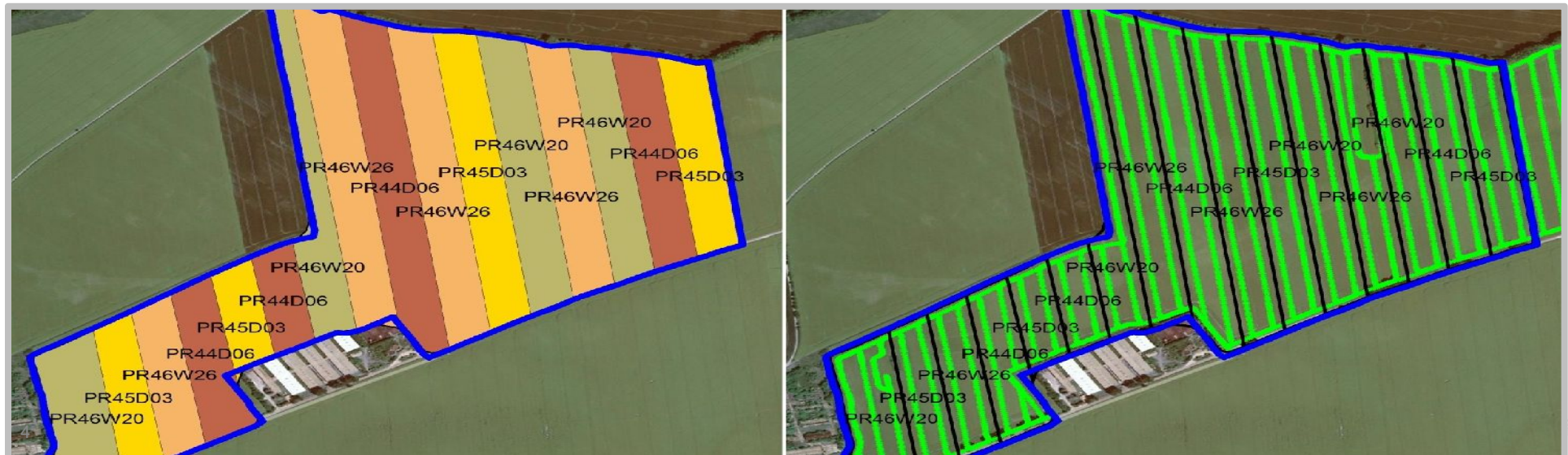
- Sorten, Pflanzenschutz, Düngung, Bodenbearbeitung
- Techniken (Maschinen, Geräte usw.)
- Technologien (Precision Farming, Strip Till, CTF usw.)

Mit **P**roduktions**i**ntegrierten **G**roßparzellenversuchen neuen Typs (**PiG**) lassen sich auf Basis praxisüblicher Großtechnik, innerhalb des normalen Produktionsprozesses wissenschaftlich abgesichert Großparzellenversuche als Streifen- oder Rasteranlage planen, anlegen und auswerten.

Englischer Begriff „On Farm Research“ (**OFR**) gebräuchlich.

PiG wird erst möglich durch die konsequente Nutzung moderner Technologien wie DGPS, Sensoren (Pflanzen, Boden, Witterung ...), Ertragskartierung, Variabler Raten Technologie (VRT) und exakter geostatistischer Auswertungsverfahren unter Einbeziehung räumlicher Erklärenden (Bodenqualität, Nährstoffstatus, Relief ...).

PiG orientiert sich an den Empfehlungen des Leitfadens an „On Farm Experimente“ (OFE): <http://www.biometrische-gesellschaft.de/arbeitsgruppen/landwirtschaftliches-versuchswesen/on-farm-experimente/einfuehrung.html>



PiG/On-Farm Research – hier war/bin ich mit dabei

- ab 1995 Etablierung von GPS, VR-Technologien, Ertragskartierung, Geo Info System
- 1997-99 erste Versuche zum „Hydro“ N-Sensor 
- 07/2000 in pre agro I, 5. internationale Precision Farming Konferenz in Minnesota 
OFR als Idee und Konzept geboren mit Harold Reetz und Quentin Rund, ICPA
- 1999-02 PF-Versuche
Grunddüngungsversuch in Raguhn 
Einführung BodenScanner (EM38), Frau Dr. Lück 

- 2000-02 Telematik-Projekt des Landes Sachsen
GIS (SSToolbox), Datenauswertung, deskriptive Statistik 

- 2004-09 Versuche zur Absolutkalibrierung des YARA N-Sensors in Winterraps
- 2006 OFR zur 17. GIL-Jahrestagung in Berlin 2006 

- 2006-14 Sortenversuch Pioneer – Projekt Maximus 

- 2006-09 Versuche zum Modul Wachstumsregler YARA N-Sensor 

- 2008 Einführung induktiver Statistik
- ab 2015 EXAgT „Büro für präzise Agronomie“ >>> PiG 
- ab 2016 PiG-STAT Paket, Prof. Dr. Alex Brenning, Uni Jena 
- 2015-20 PiG Serie SKW-P zu WiRa und WG
- 2016-18 PiG Serie zur Bodenbearbeitung mit der BBG/Amzone 
- ab 2020 Versuche zur N-Effizienz, DüV, Nitratgebiete, Grunddüngung
Versuche im Ökobereich, Pflanzenstärkungsmittel 
Versuche zur Wirkung von Kalkstickstoff auf Gesundheit im WiRa 


PiG: Versuchsanlage

Anlageschema: **Langparzellenanlage**
für **N-Düngung, Pflanzenschutz, Sorten ...**

Arbeitsbreiten: 2-3 Fahrgassen

Wiederholungen: möglichst > 3

Versuchsfläche: je VG mindestens 10 ha

Gesamtschlag > 20 ha

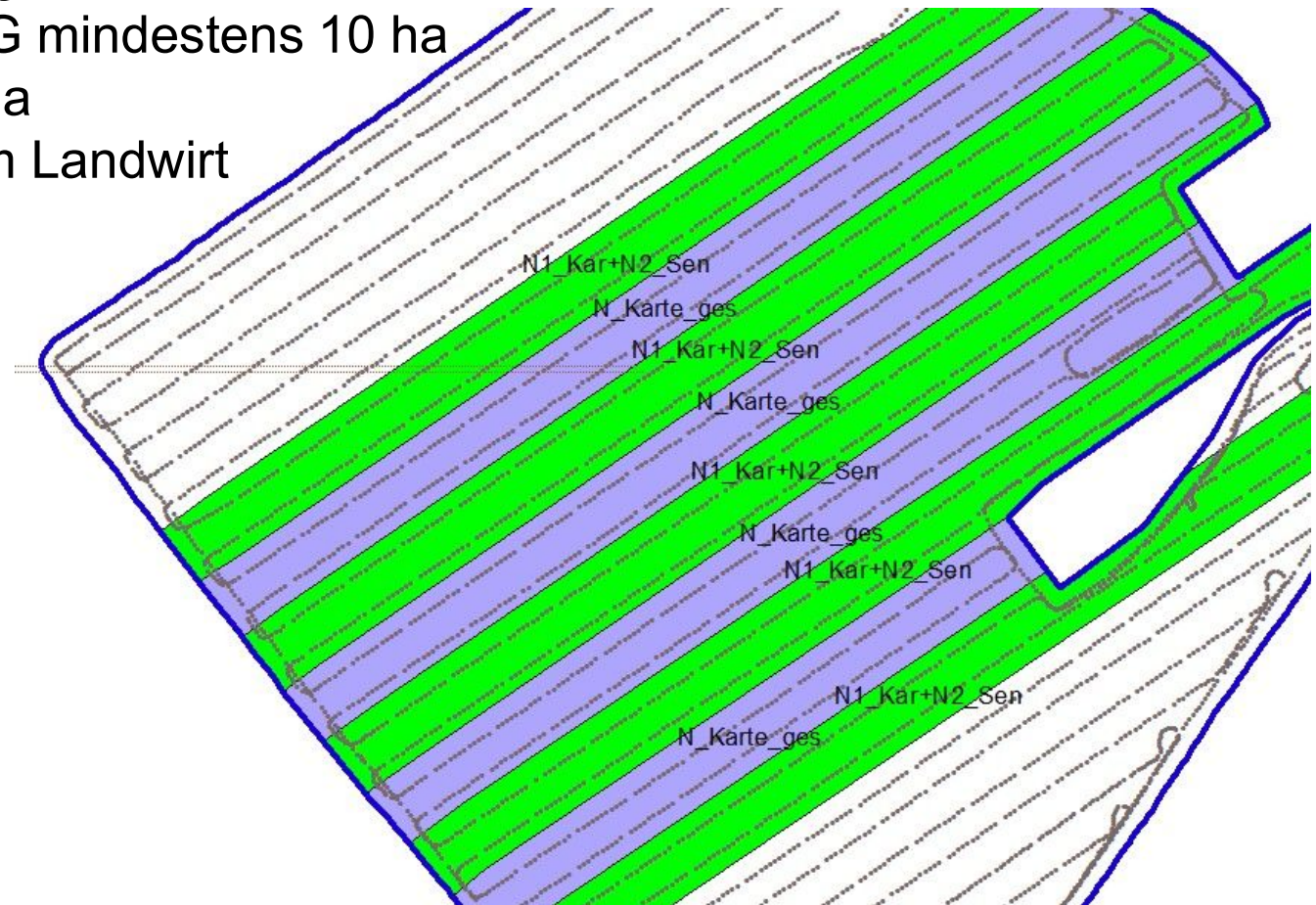
Versuchstechnik: vom Landwirt

Ertragskartierung

Relief

Bodenqualität

Nährstoffstatus...



PiG: Versuchsanlage

Anlageschema: **Rasterparzellen**
für **Saat, Grunddüngung, Bodenbearbeitung...**

Parzellen > 2ha

Blöcke und Randomisierung mgl.

Wiederholungen: möglichst > 3

Versuchsfläche: je VG mindestens 6 ha

Gesamtschlag > 15 ha

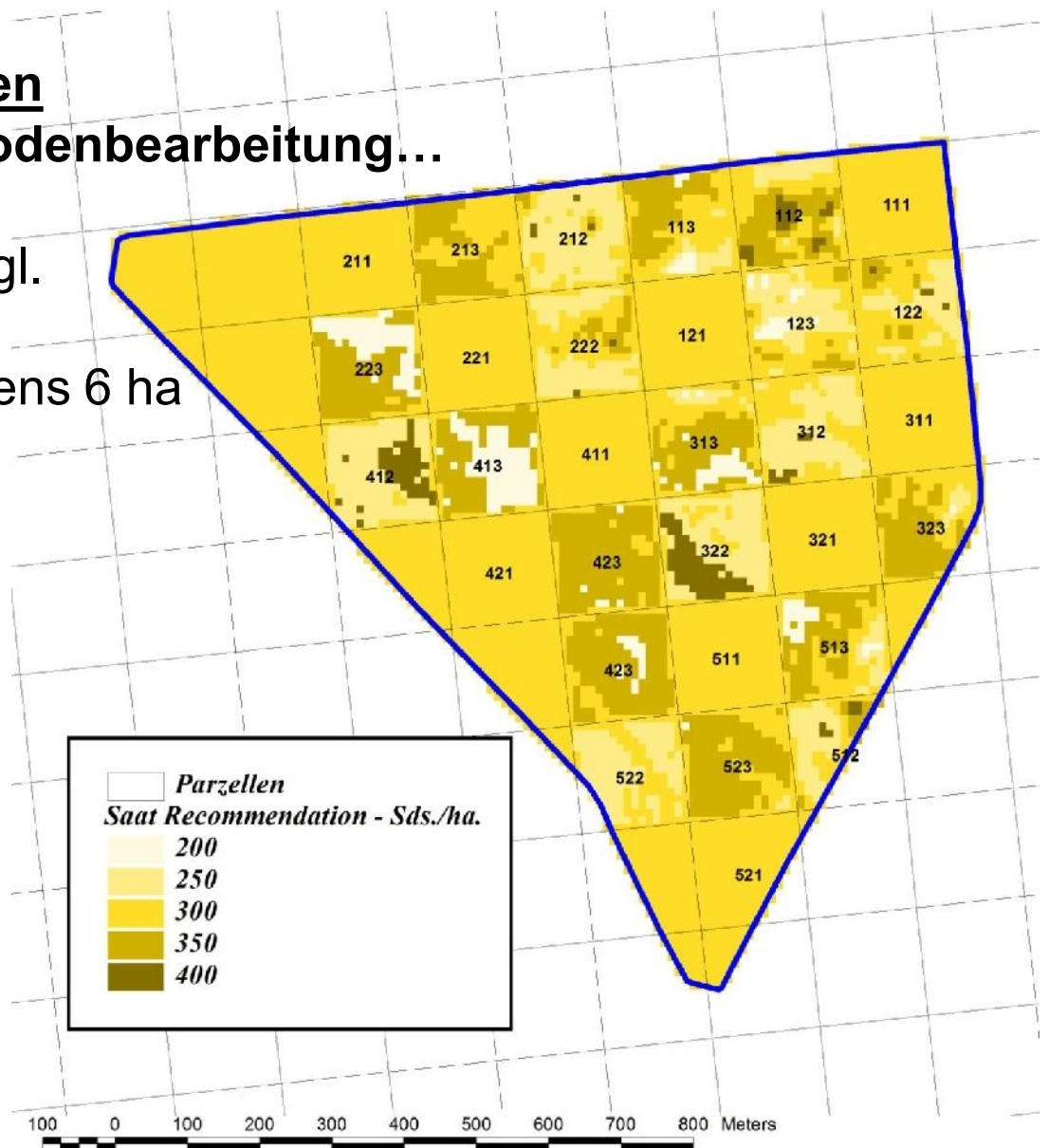
Versuchstechnik: vom Landwirt

Ertragskartierung

Relief

Bodenqualität

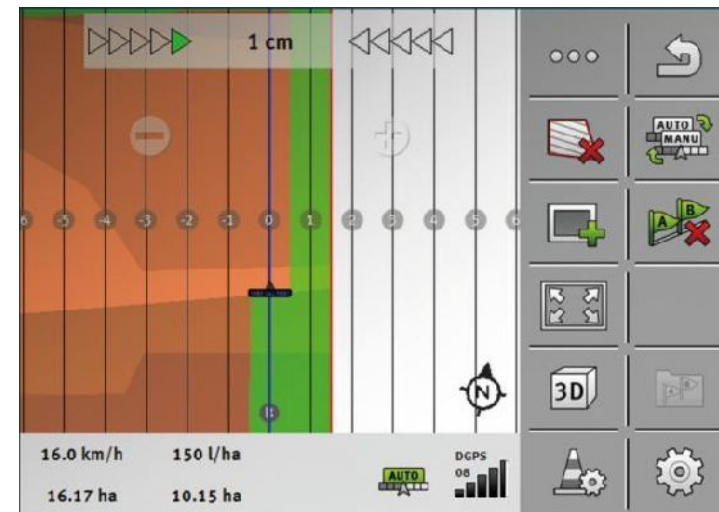
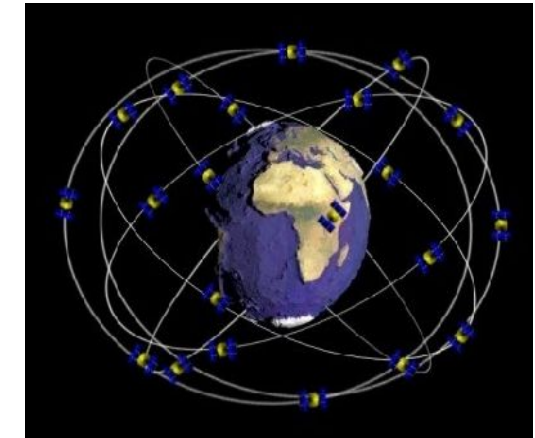
Nährstoffstatus...



PiG: Arbeitsteilung

	Versuchs- ansteller/EXAgT	Landwirt Betrieb
Planung des Versuches	X	
Messung/Erstellung exogener Faktoren (Versuchsfeld, Boden, Nährstoffstatus, Pfl.- Bestand mit Sensoren/Satellit, u.a.)	X	X
Anlage der Prüfglieder/des Versuches (Bodenbearbeitung, Saat, Düngerstreuer, PSM-Spritze...)		X
Begleitende bzw. beobachtende Messungen, Bonituren, Fernerkundung Drohne/Satellit...	X	(X)
Ernte (Mähdrescher, Häcksler, mit speziellen Sensoren ausgerüstet)		X
Auswertung	X	

PiG: DGPS (möglichst RTK) SAPOS HEPS

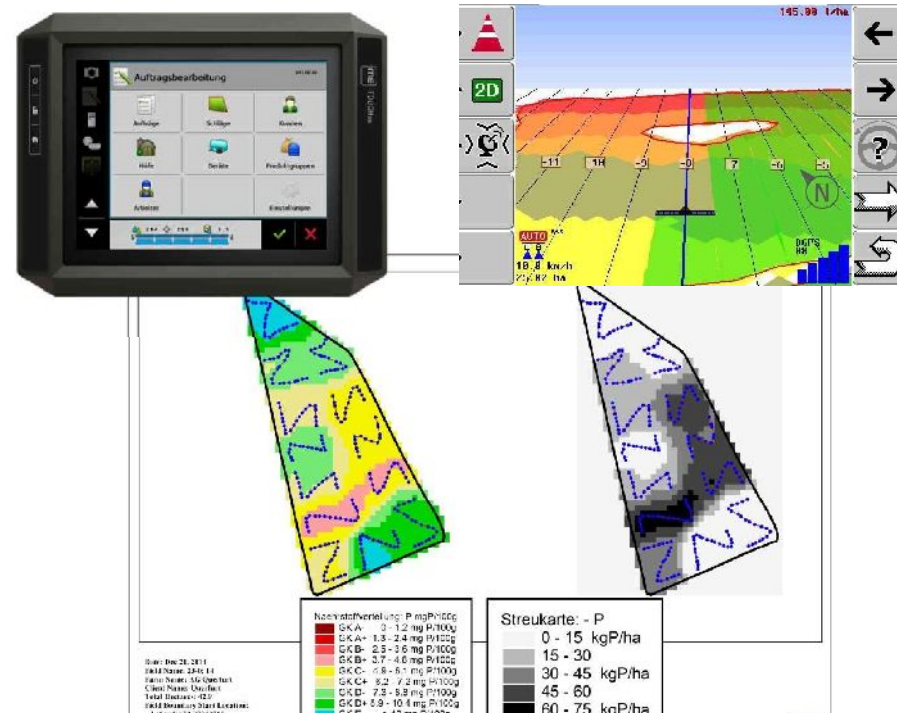


DGPS = Breite, Länge, Höhe (Longitude, Latitude, Altitude)
geokodierte Dokumentation, Navigation und Applikation

PiG: Variable Raten Technologie (VRT)

Variable Ratentechnologien (VRT)

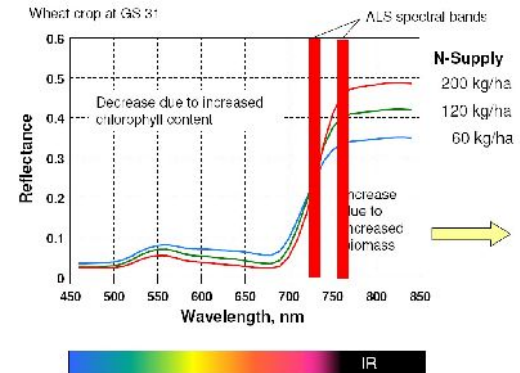
- Karte, Echtzeit, Überlagerung
- differenzierte Düngung
- diff. Pflanzenschutz
- diff. Saat
- diff. Bodenbearbeitung
- ISOBUS Terminal
- ISOBUS Auftrag



PiG: Bestandesparameter

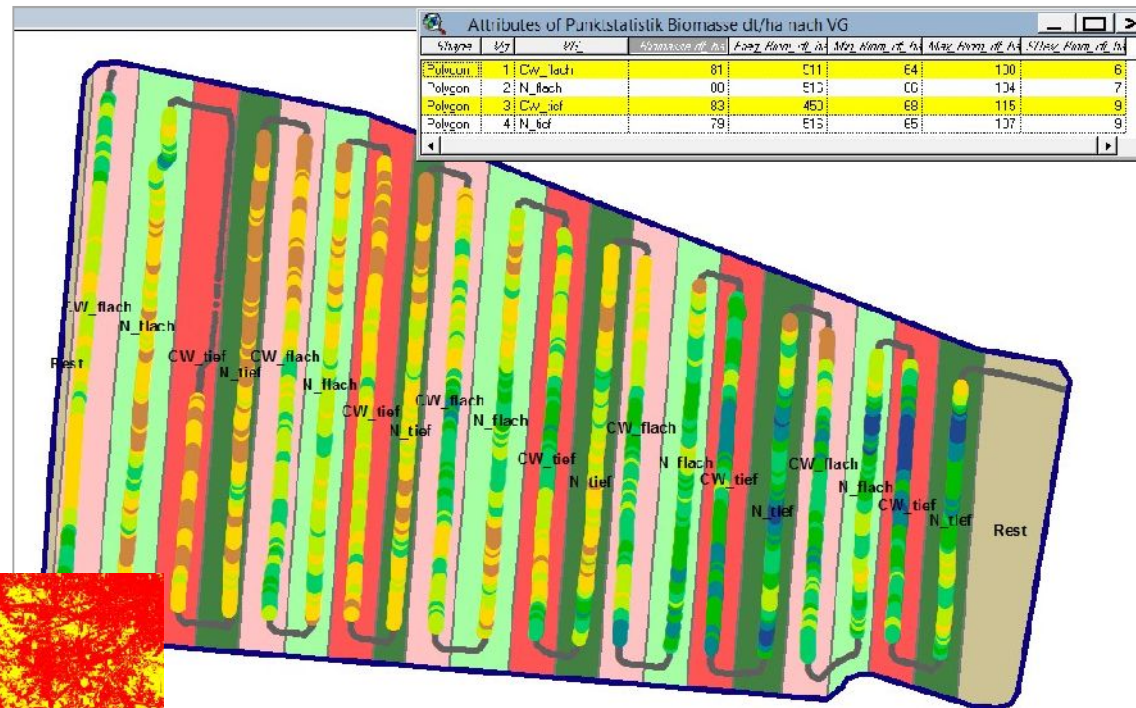
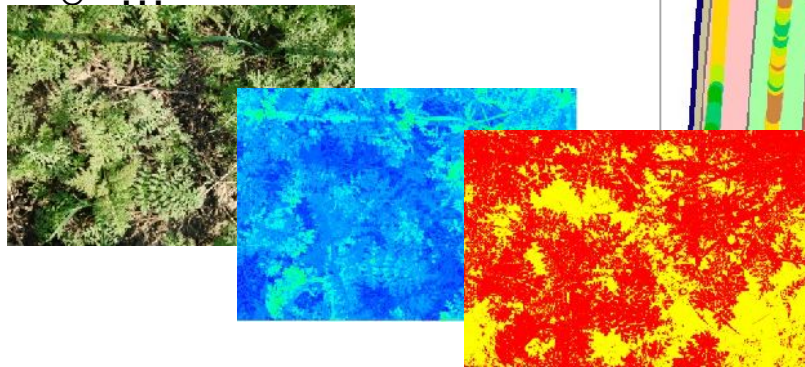
Spektrale Analyse von Pflanzenbeständen

- Pflanzensensoren (Traktor, Drohne ...)
- Biomasse (bzw. Indizes)
- Wachstumsdynamik
- N-Aufnahme
- Sentinel II
- ...



Bildverarbeitung

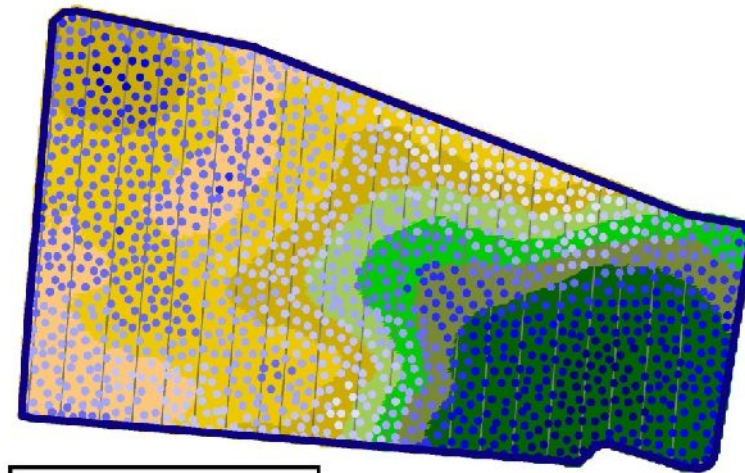
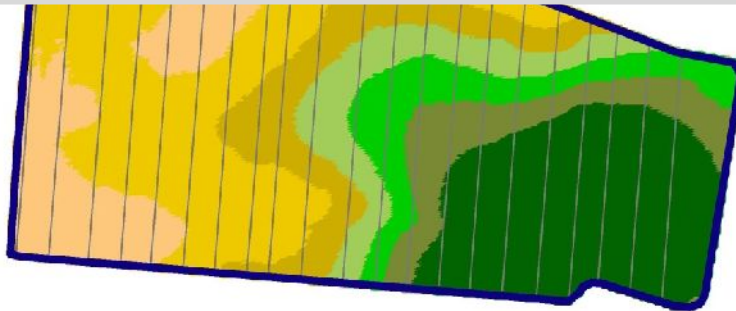
- Deckungsgrad
- Pflanzenanzahl
- Auflaufverhalten
- Formerkennung
- ...



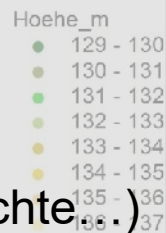
PiG: wichtige Erklärende

Reliefparameter

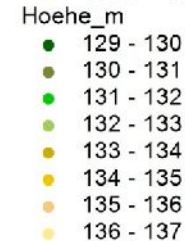
- Genaues DGM, z.T. kostenfrei verfügbar
- Hangneigung
- Wölbung (horizontal/vertikal)
- Bodenfeuchteindex (BFI)



Bodenheterogenität/EM38
 Nährstoffkartierung pH, P, K, Mg
 Bestandesparameter
 x/y Ausrichtung
 Technische Parameter (MD, v, Feuchte...)



Bodenfeuchteindex (BFI)



PiG: Ertragskartierung

Ertragskarten
Qualitätskarten
Geschwindigkeitskarten

...



PiG: Ertragskartierung bearbeiten

Bearbeitung der Ertragsdaten

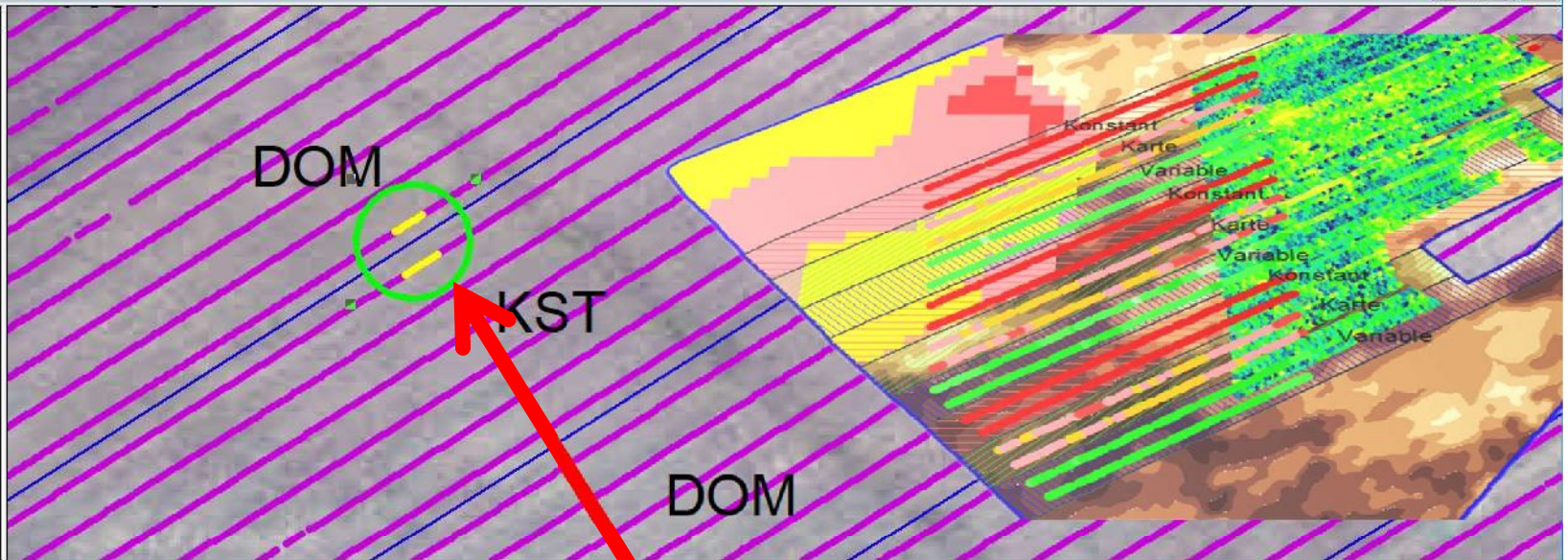
- Eliminierung von Beobachtungswerten:
 - Ertrag ≤ 10 oder ≥ 150 dt/ha
 - Feuchte ≤ 1 oder ≥ 25 %
 - Geschwindigkeit ≤ 1 oder ≥ 15 km/h
 - falsche Schneidwerksbreiten
 - Vorgewende (generell 36m bis 42m)
 - Streuungsgrenze $\pm 1,75 = 4$ % der Werte nach Normalverteilung
- Skalieren am Durchschnittsertrag:
 - wenn mehrere Drescher zum Einsatz kamen
 - große Abweichungen zum gewogenen Ertrag (Betriebsangabe)

Notwendig, aufwendig und sensibel zu handhaben
Hohe Datendichte garantiert Genauigkeit

PiG-Daten: PG, Ertrag, Störgrößen

8_Zinzow; 17

- Parzellen
- Daten ges
- Pkt_Stat: Ertrag dt/ha
- Ertrag Versuch dt/ha
 - 17.4 - 24.2
 - 24.2 - 26.6
 - 26.6 - 28.3
 - 28.3 - 29.9
 - 29.9 - 31.5
 - 31.5 - 34.2
 - 34.2 - 39.9
- BoScan m s/m
 - 13.8 - 22
 - 22 - 25.5
 - 25.5 - 28
 - 28 - 30.2
 - 30.2 - 36.1
- Hoehe m
 - 29 - 33
 - 33 - 36
 - 36 - 39
 - 39 - 42
 - 42 - 45
- Pruefglieder
 - DOM
 - KST
 - Rest
- BoScan m s/m
 - 15.12 - 15
 - 19.12 - 22
 - 22.12 - 24
 - 25.11 - 26
 - 28.1 - 30
 - 30.09 - 32
 - 32.07 - 37
- AZ
 - 22 - 24
 - 25 - 26
 - 27 - 28
 - 29 - 31
 - 32 - 33
 - 34 - 35
 - 36 - 37
 - 38 - 40
 - 41 - 42
 - 43 - 44
 - 45 - 47
- Field Boundary (52.9ha.)
- Spur YNS 29.0
- Image: Bodenschaeztung.jpg
- Image: Feld_8_zinzow.jpg
- Pkt_Stat N-Auf kgN/ha



Shape	Fz	Wh	Ertrag	Feuchte	Tempo km/h	BoScan	Az	Hoehe	N_auf	Ph_bq2	P_bq2	K_bq2	Mg_bq2	Longitude	Latitude	X_erzeugt	Y_erzeugt
Point	DOM	a	29.9	8.7600	4.0862	25.2800	38	30.3872	83.0000	5.8020	7.8650	14.8300	9.4420	13.56194772	53.71036557	3801200.690102	5962912.60
Point	DOM	a	29.0	8.6800	4.0142	24.9800	38	30.3702	85.0000	5.8010	7.9120	15.0100	9.5070	13.56196199	53.71037092	3801201.593188	5962913.26
Point	DOM	a	30.8	8.6200	3.9422	24.9800	38	30.3592	85.0000	5.8010	7.9120	15.0100	9.5070	13.56197625	53.71037601	3801202.497473	5962913.89
Point	DOM	a	29.3	8.6200	4.0142	24.9800	38	30.3522	85.0000	5.8010	7.9120	15.0100	9.5070	13.56199047	53.71038145	3801203.396617	5962914.55
Point	DOM	a	30.1	8.6500	4.0502	24.9800	38	30.3482	85.0000	5.8010	7.9120	15.0100	9.5070	13.56200491	53.71038678	3801204.311059	5962915.21
Point	DOM	a	29.9	8.6600	4.0142	24.9800	38	30.3482	85.0000	5.8010	7.9120	15.0100	9.5070	13.56201916	53.71039214	3801205.212753	5962915.86
Point	DOM	a	30.5	8.6600	4.0142	24.9800	38	30.3392	85.0000	5.8010	7.9120	15.0100	9.5070	13.56203353	53.71039741	3801206.123007	5962916.51
Point	DOM	a	30.2	8.7200	3.9782	23.8900	38	30.3482	89.0000	5.8010	8.0320	15.3100	9.6450	13.56204770	53.71040273	3801207.019709	5962917.16
Point	DOM	a	29.0	8.8200	4.0142	23.8900	38	30.3292	89.0000	5.8010	8.0320	15.3100	9.6450	13.56206212	53.71040796	3801207.933547	5962917.80
Point	KST	b	28.9	6.2000	4.8969	26.2900	38	31.1264	94.0000	5.8000	7.7660	14.6800	9.3590	13.56199033	53.71025549	3801204.288305	5962900.55
Point	KST	b	30.0	6.1800	4.8969	26.2900	38	31.1114	94.0000	5.8000	7.7660	14.6800	9.3590	13.56200778	53.71026200	3801205.392872	5962901.34
Point	KST	b	29.8	6.1700	4.9329	26.2900	38	31.0974	94.0000	5.8000	7.7660	14.6800	9.3590	13.56202539	53.71026860	3801206.507350	5962902.15
Point	KST	b	29.7	6.1700	4.8969	26.2900	38	31.0884	94.0000	5.8000	7.7660	14.6800	9.3590	13.56204292	53.71027512	3801207.621827	5962902.96
Point	KST	b	28.2	6.1800	4.8609	26.2900	38	31.0684	94.0000	5.8000	7.7660	14.6800	9.3590	13.56206054	53.71028164	3801208.736304	5962903.77
Point	KST	b	29.3	6.1800	4.9329	26.2900	38	31.0474	94.0000	5.8000	7.7660	14.6800	9.3590	13.56207816	53.71028816	3801209.850781	5962904.58
Point	KST	b	30.3	6.1400	4.8609	26.2900	38	31.0244	94.0000	5.8000	7.7660	14.6800	9.3590	13.56209578	53.71029468	3801210.965258	5962905.39
Point	KST	b	29.9	6.1300	4.8969	26.2900	38	31.0194	94.0000	5.8000	7.7660	14.6800	9.3590	13.56211246	53.71030118	3801212.079735	5962906.20
Point	KST	b	30.9	6.1500	4.9689	24.7600	38	31.0114	95.0000	5.7990	7.8060	14.8900	9.4260	13.56213017	53.71030770	3801213.193735	5962906.94
Point	DOM	b	26.4	8.7400	5.2209	27.0300	38	33.7714	95.0000	5.7970	6.1940	12.0300	8.2170	13.56214788	53.70956828	3801221.077836	5962824.90
Point	DOM	b	27.5	8.6800	5.2209	27.0300	38	33.8004	95.0000	5.7970	6.1940	12.0300	8.2170	13.56216559	53.70957480	3801222.191837	5962825.71
Point	DOM	b	27.0	8.6400	5.1489	27.0300	38	33.8274	95.0000	5.7970	6.1940	12.0300	8.2170	13.56218330	53.70958132	3801223.305838	5962826.52

Gesamtdatensatz PiG

PIGSTAT: Statistische Analyse von

- Datenaufbearbeitung:
 - Einlesen von Praxisversuchsdaten im Shapefile-, DBF- oder CSV-Format
 - Aggregation der Rohdaten auf eine gewünschte räumliche Dichte
 - Interpolation eines digitalen Geländemodells (DGM) aus GPS-Höhendaten
 - Ableitung von landwirtschaftlich relevanten Reliefparametern
- Statistische Analyse:
 - Anpassung eines linearen Modells mit Restringierter Maximum Likelihood
 - Zufällige Effekte auf den Intercept
 - Modellierung der Autokorrelation der Residuen
 - Schrittweise Variablenauswahl für feste Effekte (Störgrößen)
 - Statistische Hypothesentests bzgl. der Faktoren (F- bzw. LR-Test)
- Ergebnispräsentation:
 - Automatisch generierter Analysebericht und Verarbeitungsprotokoll
 - Diagnostische Diagramme (z.B. Residuendiagramme)
 - Georeferenzierte Ausgabe der Modellresiduen als Rasterdatensatz und Shapefile

Die vorliegende Software-Implementierung erlaubt somit die statistische Analyse georeferenzierter Einzelfeld-Praxisversuche entsprechend den Empfehlungen der AG Landwirtschaftliches Versuchswesen der Biometrischen Gesellschaft und automatisiert zusätzliche Datenverarbeitungsschritte. Die Beurteilung der Ergebnisse und die Einschätzung der



Produktionsintegrierter Großparzellenversuch im Winterraps Ernte 2016

Vergleich von N-Düngungsvarianten im Winterraps auf
der Grundlage sensorbasierter N-Aufnahmemessungen
im Herbst 2015

Agrargenossenschaft Altoschatz-Merkwitz e.G.

Schlag: 71-0 Keilstück, 25,70ha

Versuchsfeld bei Oschatz



Versuchsfeld und Versuchsanlage

- PG
 - Nstab (10.6 ha.)
 - SN1+N2 (9.4 ha.)
 - Restschlag (5.7 ha.)

- YNS_Herbst_29_10
 - 45 - 51
 - 52 - 58
 - 59 - 64
 - 65 - 71
 - 72 - 78
 - 79 - 84
 - 85 - 91
 - 92 - 97
 - 98 - 104
 - 105 - 111

- Image: Feld.jpg
 - ra 19 07 2016 12 36 33wgs:
 - 0 - 19.1
 - 19.1 - 43.3
 - 43.3 - 143.9
 - 143.9 - 297.8
 - 297.8 - 452.9

- ertrag
 -
- YNS_29_03_N2_Versuch
 -
- YNS_27_02_N1_Versuch
 - 0
 - 1 - 105
 - 106 - 113
 - 114 - 122
 - 123 - 141

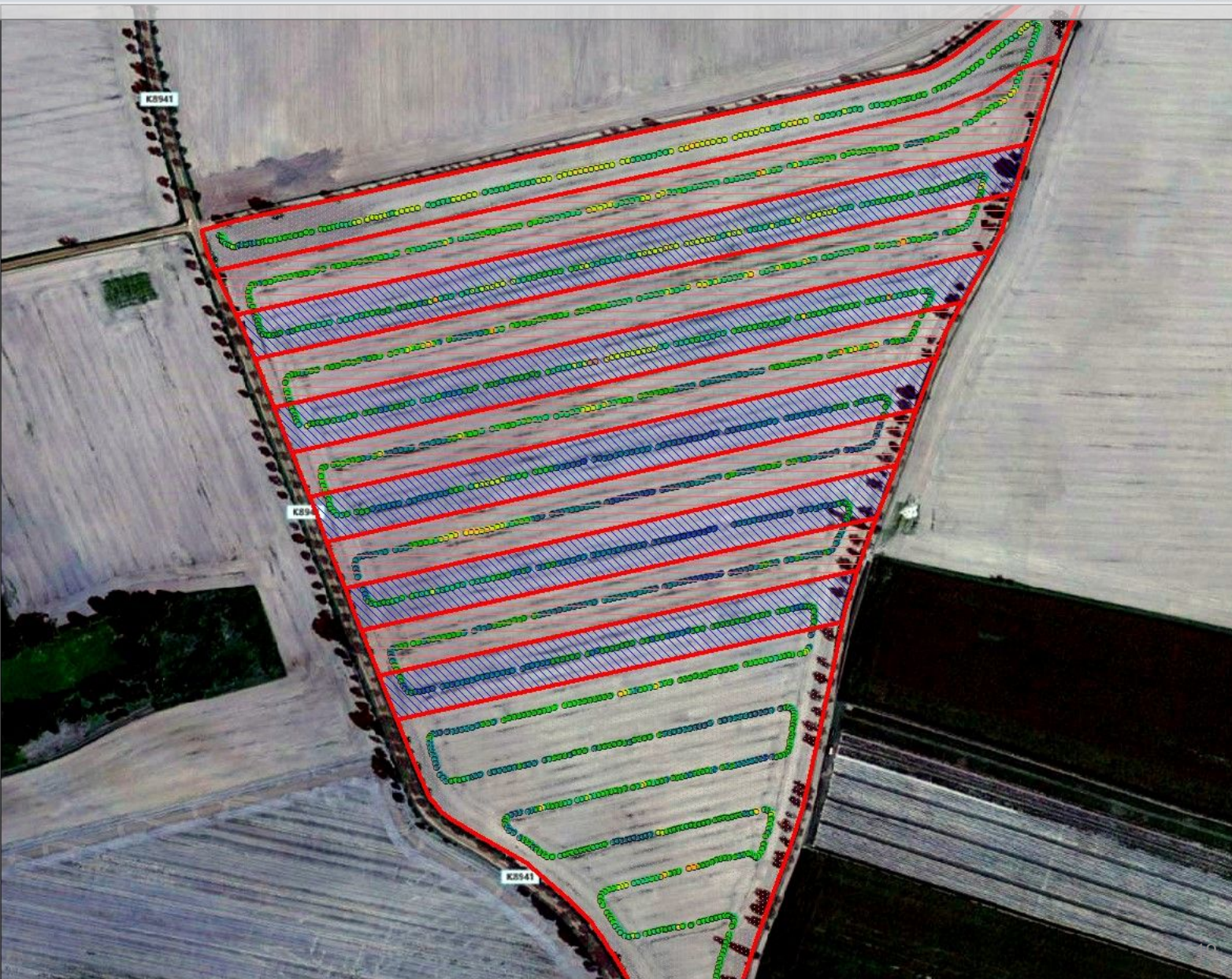
- Pkt-Stat_29_3
 - Nstab (10.6 ha.)
 - SN1+N2 (9.4 ha.)
 - Restschlag (5.7 ha.)

- Pkt-Stat_27_2
 - Nstab (10.6 ha.)
 - SN1+N2 (9.4 ha.)
 - Restschlag (5.7 ha.)

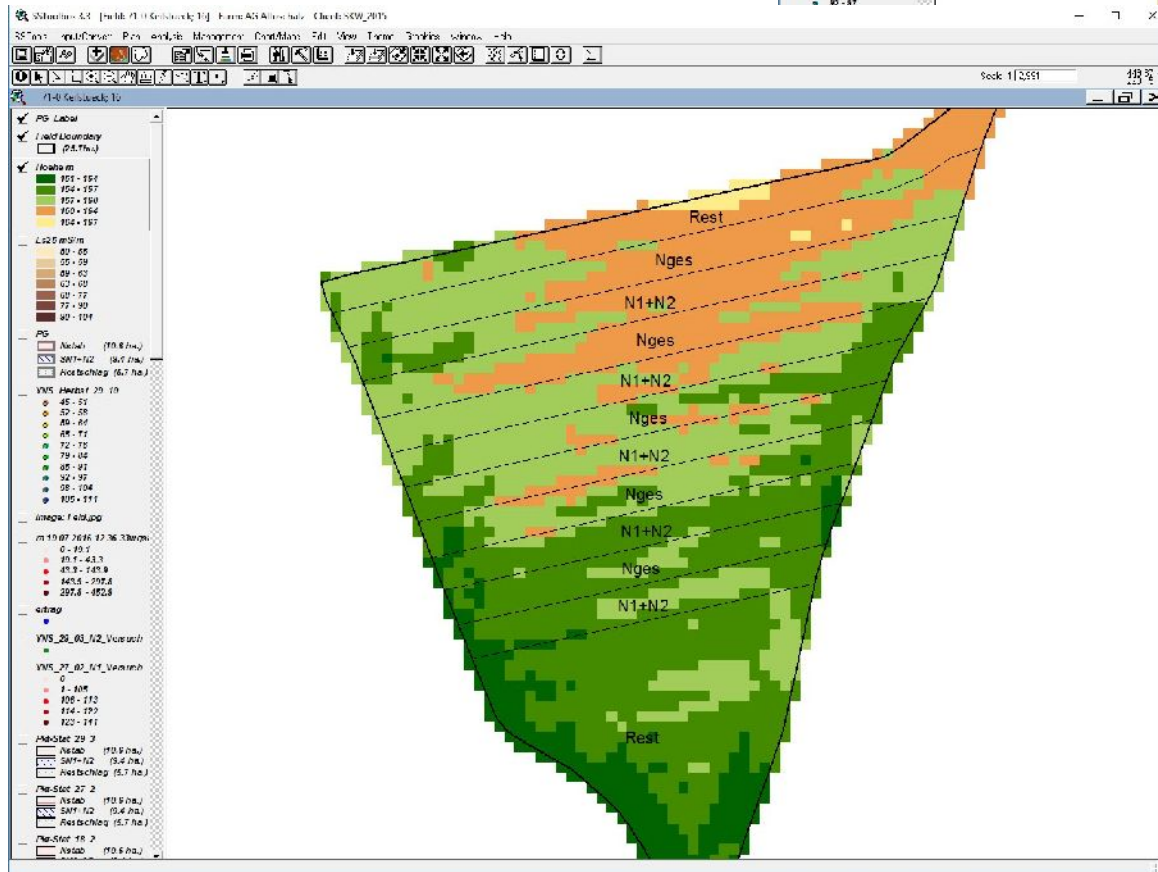
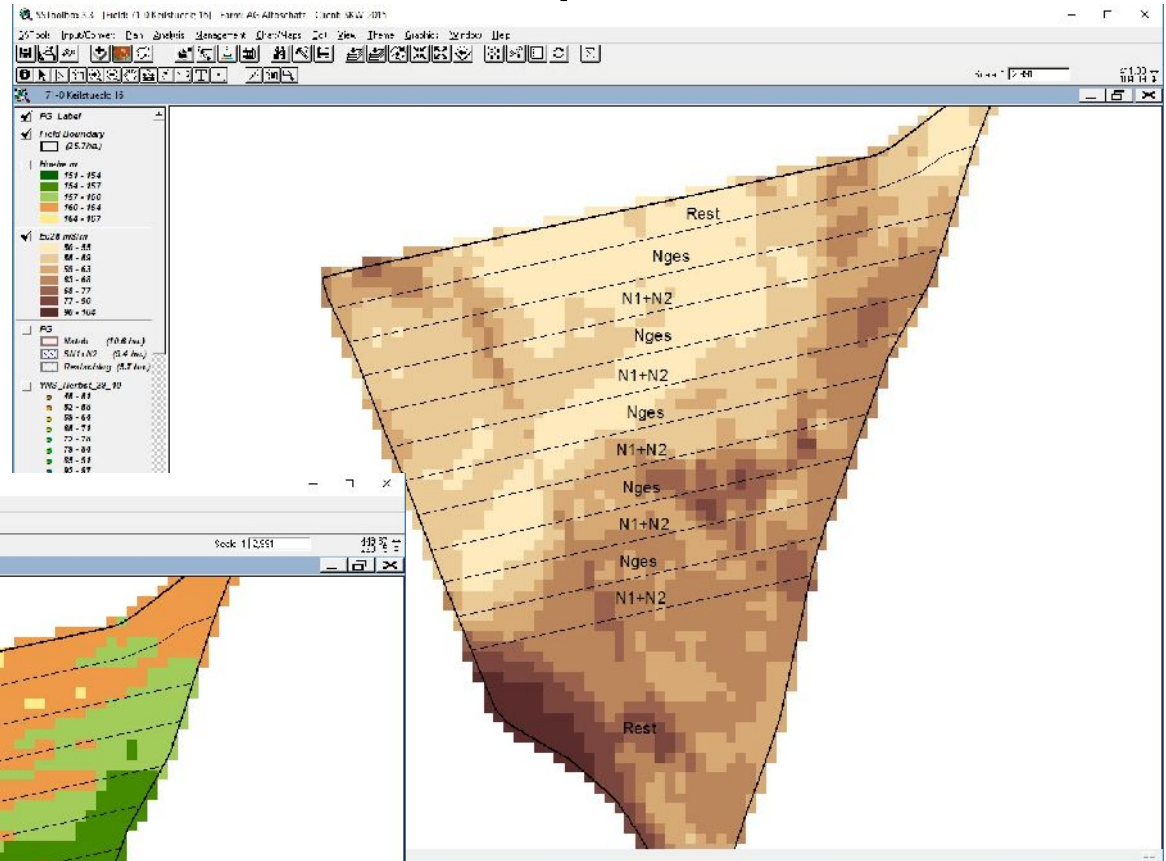
- Pkt-Stat_18_2
 - Nstab (10.6 ha.)
 - SN1+N2 (9.4 ha.)
 - Restschlag (5.7 ha.)

- YNS_18_02_Nges_Versuch:
 - 0
 - 1 - 133
 - 134 - 138
 - 139 - 142
 - 143 - 146
 - 147 - 150
 - 151 - 154
 - 155 - 158
 - 159 - 162
 - 163 - 168
 - 169 - 175

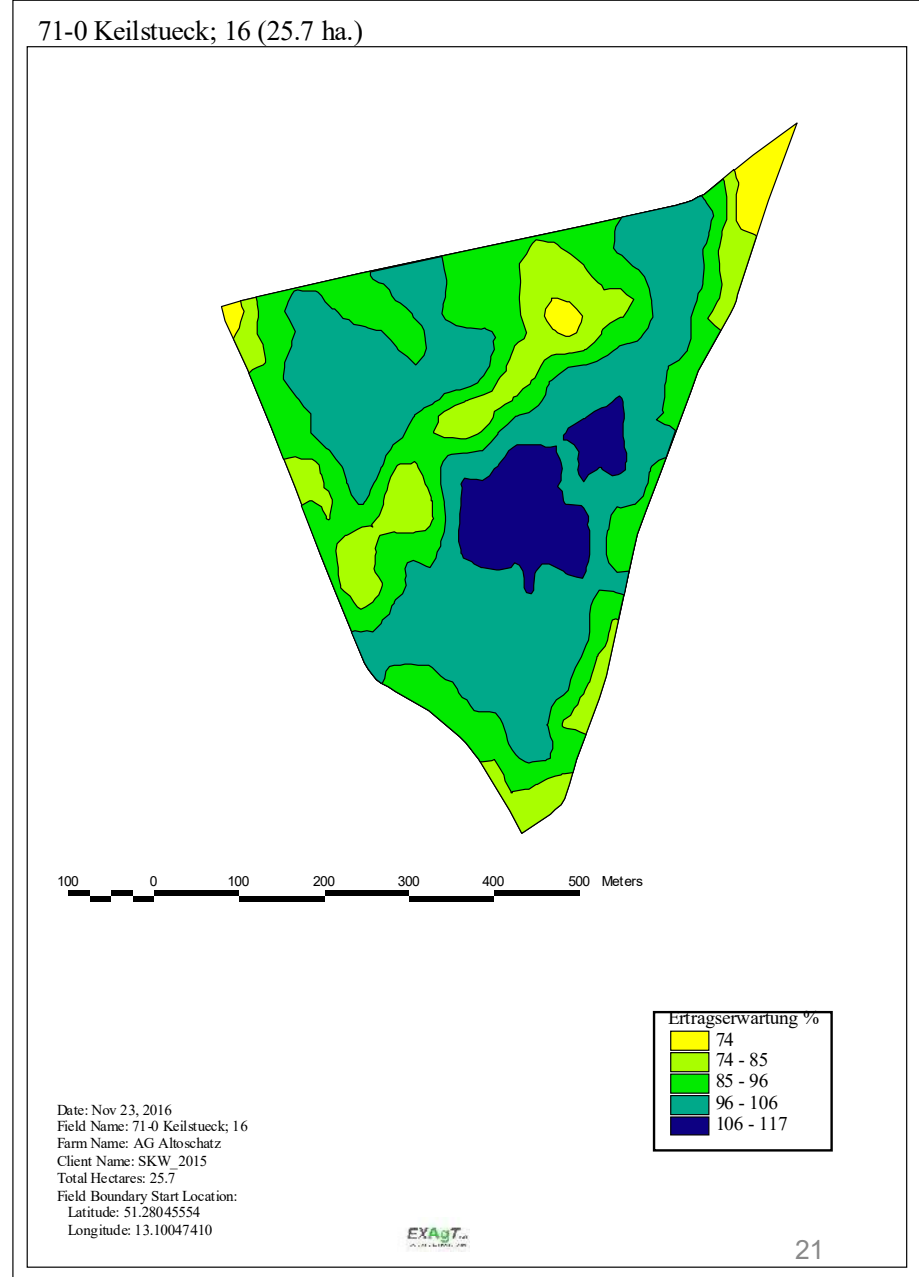
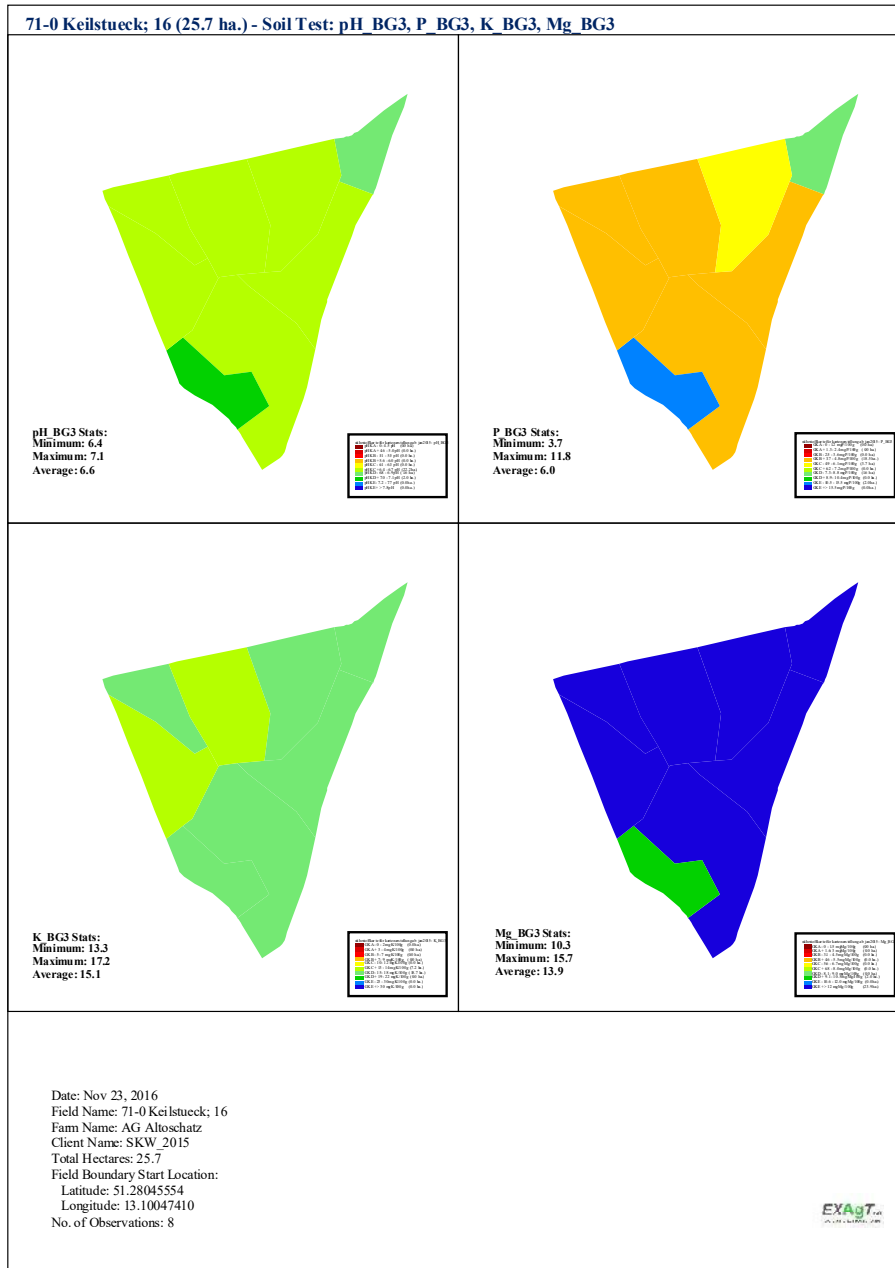
- daten ges
 - 21.5 - 30.1
 - 30.1 - 33.7
 - 33.7 - 36.2
 - 36.2 - 38.3



Standort: Relief und Bodenqualität



Standort: Nährstoffe und Ertragserwartung



Streukartenberechnung

Berechnung Streumengen für die PG nach DüVO: Altoschatz 2016														
PG Nstab										PG NI-NI				
Ertragsabhängig										NI				
nicht Ertragsabhängig										SBW NI=150 kgN/ha				
Ertrag	dt/ha	25	30	35	40	42	45	50	55					
		-3kgN/1d	-3kgN/1d	-3kgN/1d	5kgN/dt	+2kgN/1d	+2kgN/1c	+2kgN/1c	+2kgN/1dt					
+/- kgN/1dt		-3	-3	-3	0	2	2	2	2					
Zu-/Abschläge	kgN/ha	-45	-30	-15	0	4	10	20	30					
SBW	kgN/ha	155	170	185	200	204	210	220	230					
Stickstoffbedarfswert														
- Nmin 0-30	kgN/ha	15	15	15	15	15	15	15	15					
N-Düngebedarf NDB	kgN/ha	140	155	170	185	189	195	205	215					
Normal N Herbst	kgN/ha	50	50	50	50	50	50	50	50					
gemessener N	kgN/ha	84	84	84	84	84	84	84	84					
Differenz zu normal	kgN/ha	34	34	34	34	34	34	34	34					
Ausnutzung Diff	%	70	70	70	70	70	70	70	70					
ZUIAbschlag NDB	kgN/ha	23.8	23.8	23.8	23.8	23.8	23.8	23.8	23.8					
angepasst NDB	kgN/ha	116.2	131.2	146.2	161.2	165.2	171.2	181.2	191.2					
Nla	kgN/ha	25	25	25	25	25	25	25	25					
Blattverluste %	%	10	10	10	10	10	10	10	10					
Zuschlag	kgN/ha	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4					
Streumenge	kgN/ha	99.6	114.6	129.6	144.6	148.6	154.6	164.6	174.6					
										Korrektur wegen zu viel gestreuter Ngesamt (+15%)				
SBW NI	kgN/ha	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Stickstoffbedarfswert														
- Nmin 0-30	kgN/ha	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
N-Düngebedarf NDB	kgN/ha	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135
Normal N Herbst	kgN/ha	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
gemessener N	kgN/ha	30	50	84	100	150								
Differenz zu normal	kgN/ha	-20	0	34	50	100								
Ausnutzung Diff	%	70	70	70	70	70								
ZUIAbschlag NDB	kgN/ha	-14	0	23.8	35	70								
angepasst NDB	kgN/ha	149	135	130.2	100	65								
Nla	kgN/ha	25	25	25	25	25								
Blattverluste %	%	10	10	10	10	10								
Zuschlag	kgN/ha	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4								
Streumenge	kgN/ha	132	118.4	113.6	83.4	48.4								

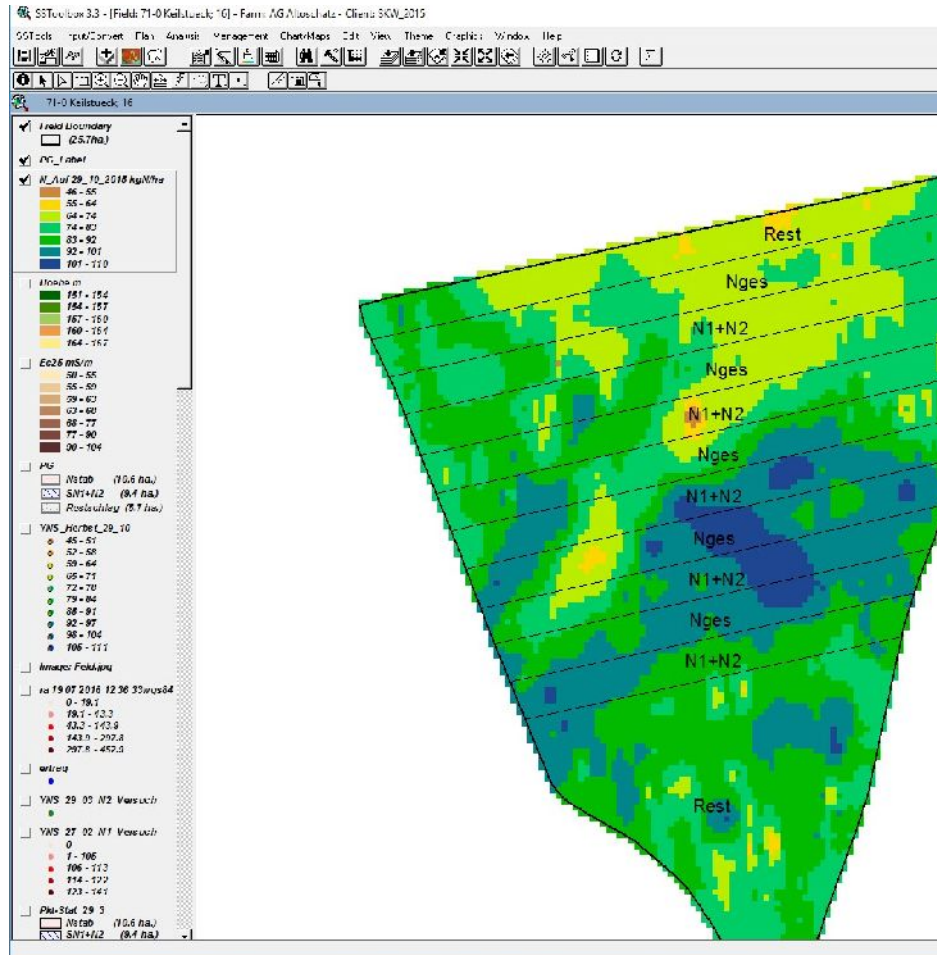
Eingaben	NDB	N-Aufnahme kgN/ha	ang.NDB kgN/ha	Nla	Blattverluste kgN/ha	Streumenge %	Streumenge kgN/ha		
Ertrag	dt/ha	42	189	0	224	25	8.4	0	30
			189	10	217	25	8.4	40	80.16
SBW	kgN/ha	204	189	20	210	25	8.4	80	154.72
			189	30	203	25	8.4	100	186.4
Nmin	kgN/ha	15	189	40	196	25	8.4	100	179.4
			189	50	189	25	8.4	100	172.4
NDB	kgN/ha	189	189	60	182	25	8.4	100	165.4
			189	70	175	25	8.4	100	158.4
Norm N-Herbst	kgN/ha	50	189	80	168	25	8.4	100	151.4
			189	90	161	25	8.4	100	144.4
mittlere N_Auf	kgN/ha	84	189	100	154	25	8.4	100	137.4
min	kgN/ha	46	189	110	147	25	8.4	100	130.4
max	kgN/ha	110	189	120	140	25	8.4	100	123.4
			189	130	133	25	8.4	100	116.4
angepasster NDB	kgN/ha	165.2	189	140	126	25	8.4	100	109.4
			189	150	119	25	8.4	100	102.4
N Herbst Gärsubstrat (50%MDR)	kgN/ha	25	189	160	112	25	8.4	100	95.4
			189	170	105	25	8.4	100	88.4
Blattverlust	%	10	189	180	98	25	8.4	100	81.4
	kgN/ha	8.4	189	190	91	25	8.4	100	74.4
			189	200	84	25	8.4	100	67.4
mittlere Streumenge	kgN/ha	148.6							
Minimum	kgN/ha	30							
Maximum	kgN/ha	200							

Mean: 83.9795	
Maximum: 109.9000	
Minimum: 46.2400	

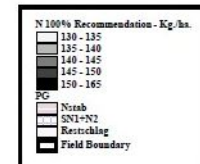
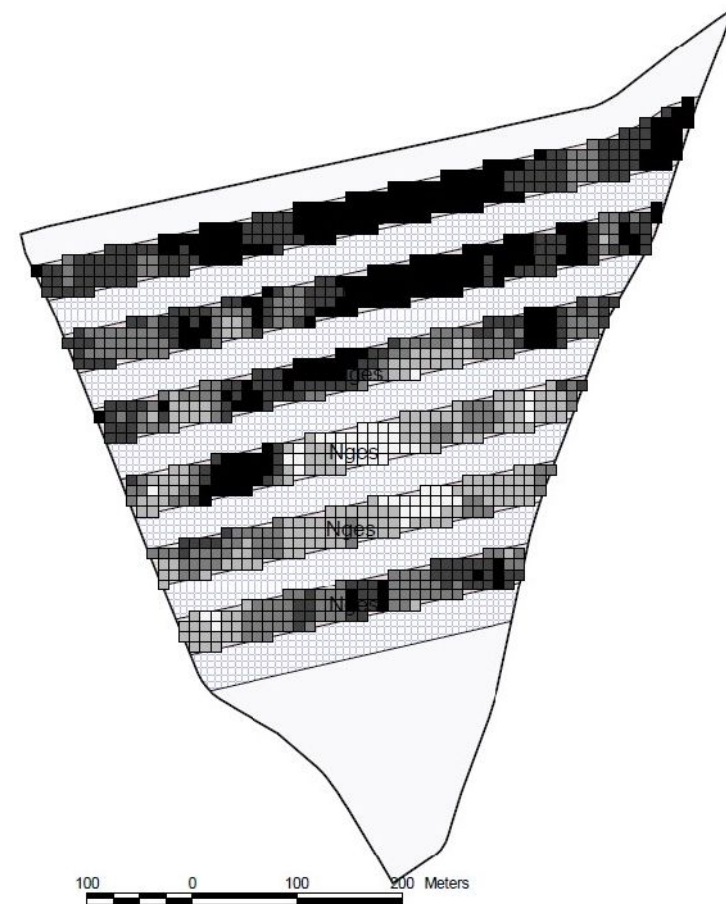
Streumenge Nges kgN/ha

Streumenge %	Streumenge kgN/ha
0	30
25	80.16
50	154.72
75	186.4
100	179.4
125	172.4
150	165.4
175	158.4
200	151.4
225	144.4
250	137.4
275	130.4
300	123.4
325	116.4
350	109.4
375	102.4
400	95.4
425	88.4
450	81.4
475	74.4
500	67.4

Streukarten-Berechnung im GIS: N_Stabi



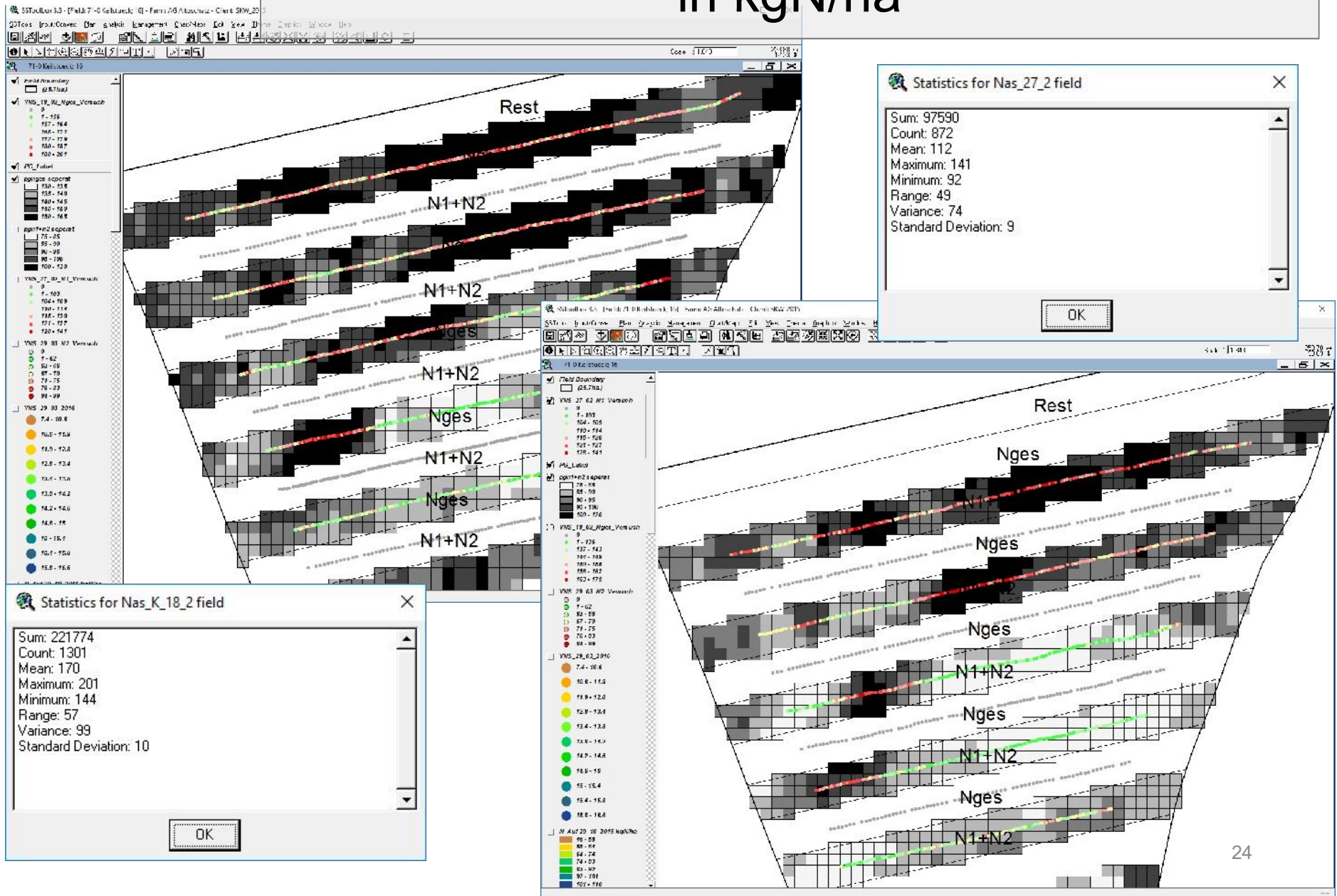
71-0 Keilstueck; 16 (25.7 ha.) - Nstab nur Prüfglieder kgN/ha



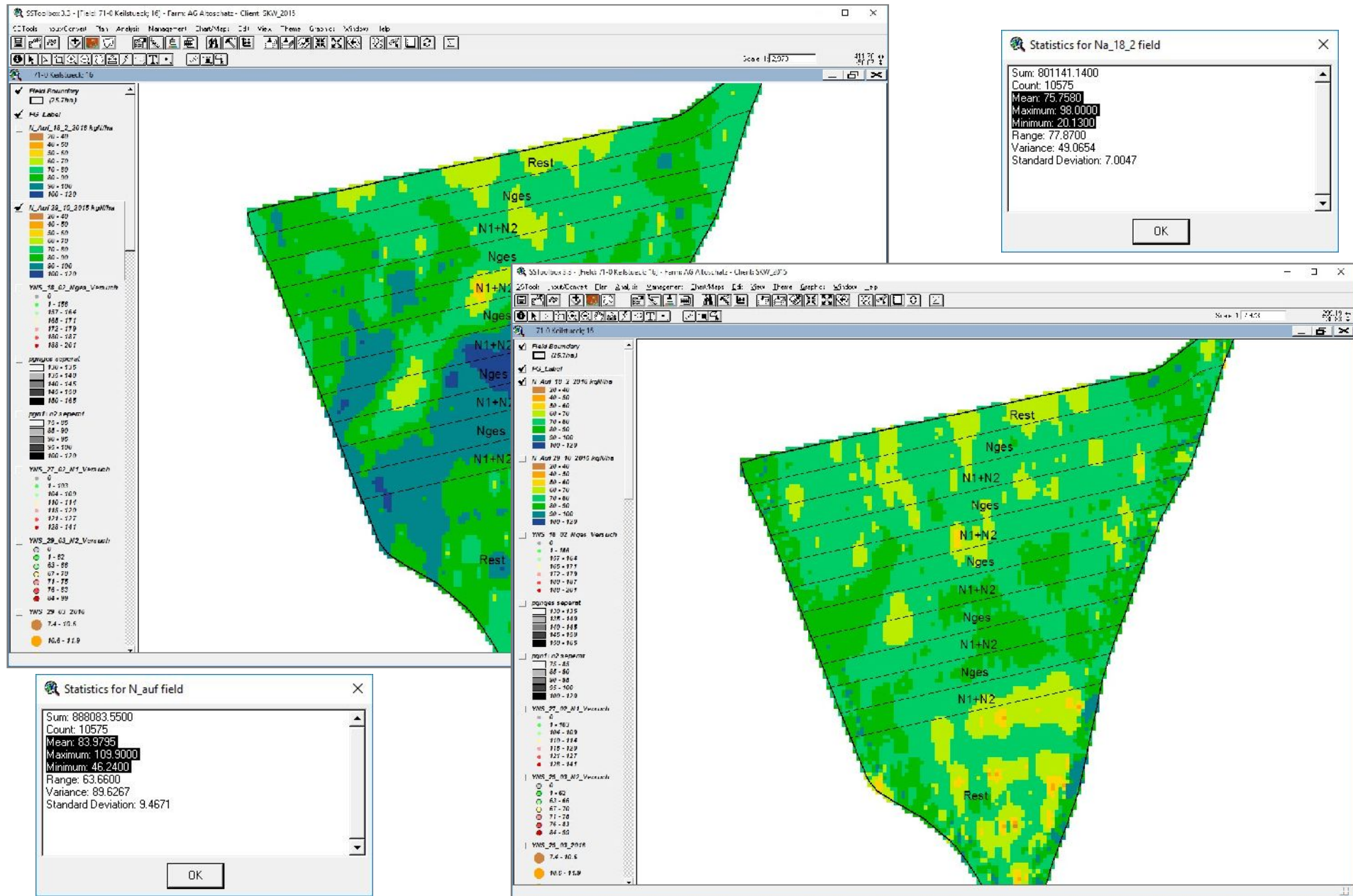
Date: Feb 4, 2016
 Field Name: 71-0 Keilstueck; 16
 Farm Name: AG Altoschatz
 Client Name: SKW_2015
 Total Hectares: 25.7
 Field Boundary Start Location:
 Latitude: 51.28045554
 Longitude: 13.10047410

Application Estimates:
 Product: N 100%
 Min. Rate: 130.0 Kg./ha.
 Max. Rate: 165.0 Kg./ha.
 Avg. Rate: 148.0 Kg./ha.
 Total N 100%: 1567.1 Kg.
 Number of Hectares to be Applied: 10.6 Hectares

Applikation N1b am 18. und 27.2.2015 in kgN/ha



N-Aufnahme YARA N-Sensor Herbst und N1



Versuchsbestand 16.3.2016



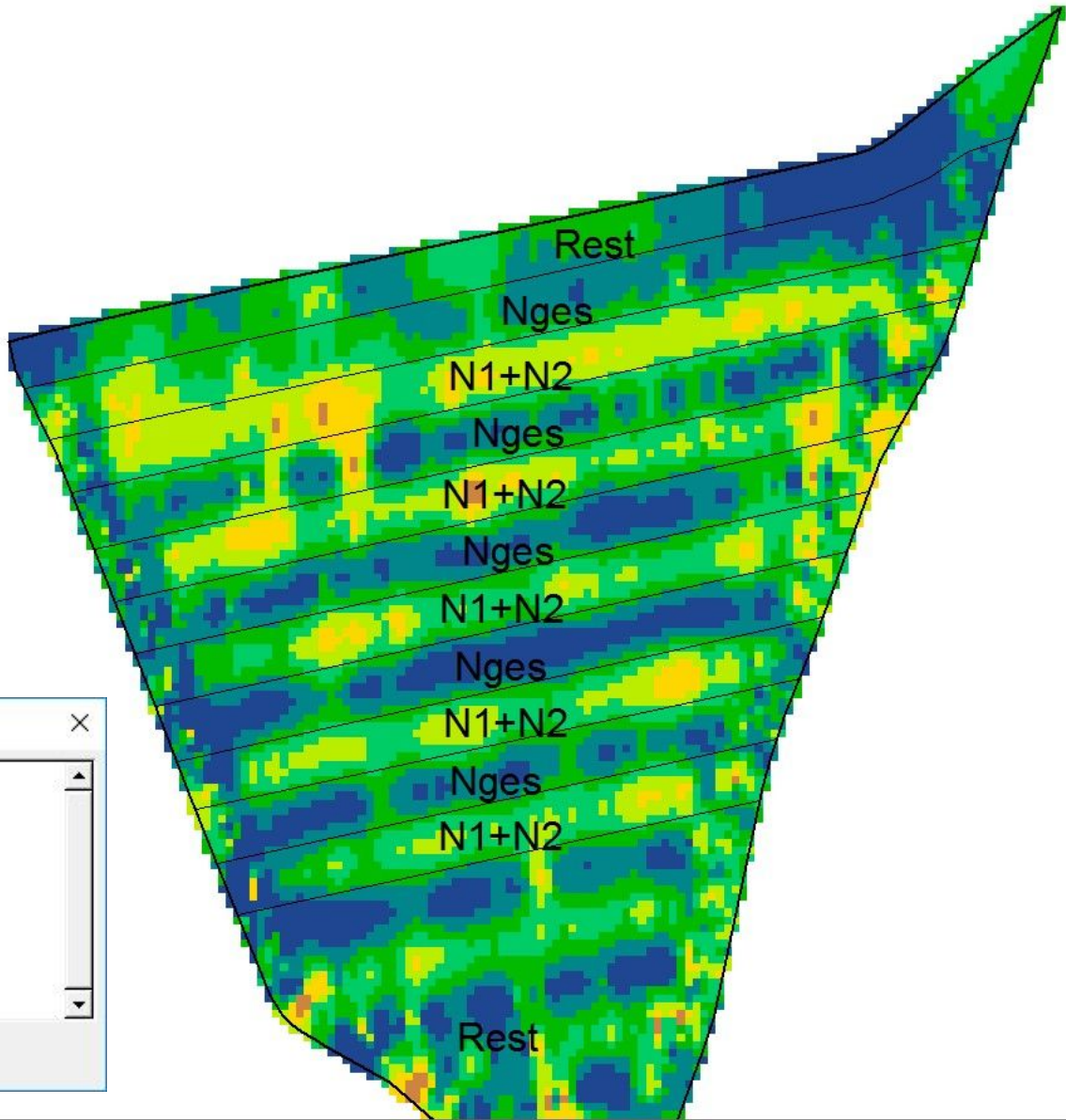
N-Aufnahme YARA N-Sensor N2 29.03.2016

- Field Boundary
- PG_Label
- N2_N_Auf_29_03 kgN/ha
 - 81.2 - 118.2
 - 118.2 - 131.3
 - 131.3 - 137.7
 - 137.7 - 142.7
 - 142.7 - 147.5
 - 147.5 - 152.7
 - 152.7 - 166
- n-auf 29 03
- Pkt-Stat_Ertrag gesamt dt/ha
- Ertrag dt/ha
 - 21.5 - 32.7
 - 32.7 - 36.5
 - 36.5 - 39.3
 - 39.3 - 42.1
 - 42.1 - 45.2
 - 45.2 - 49.2
 - 49.2 - 57.9
- Pkt-Stat_Ertrag Kern dt/ha
- Ertrag dt/ha Kern
 - 21.5 - 31.8
 - 31.8 - 35.6
 - 35.6 - 38.3
 - 38.3 - 40.7
 - 40.7 - 43.2
 - 43.2 - 46.3
 - 46.3 - 54.7
- Pkt-Stat_N_gesamt kgN/ha

Statistics for N2_n_auf field

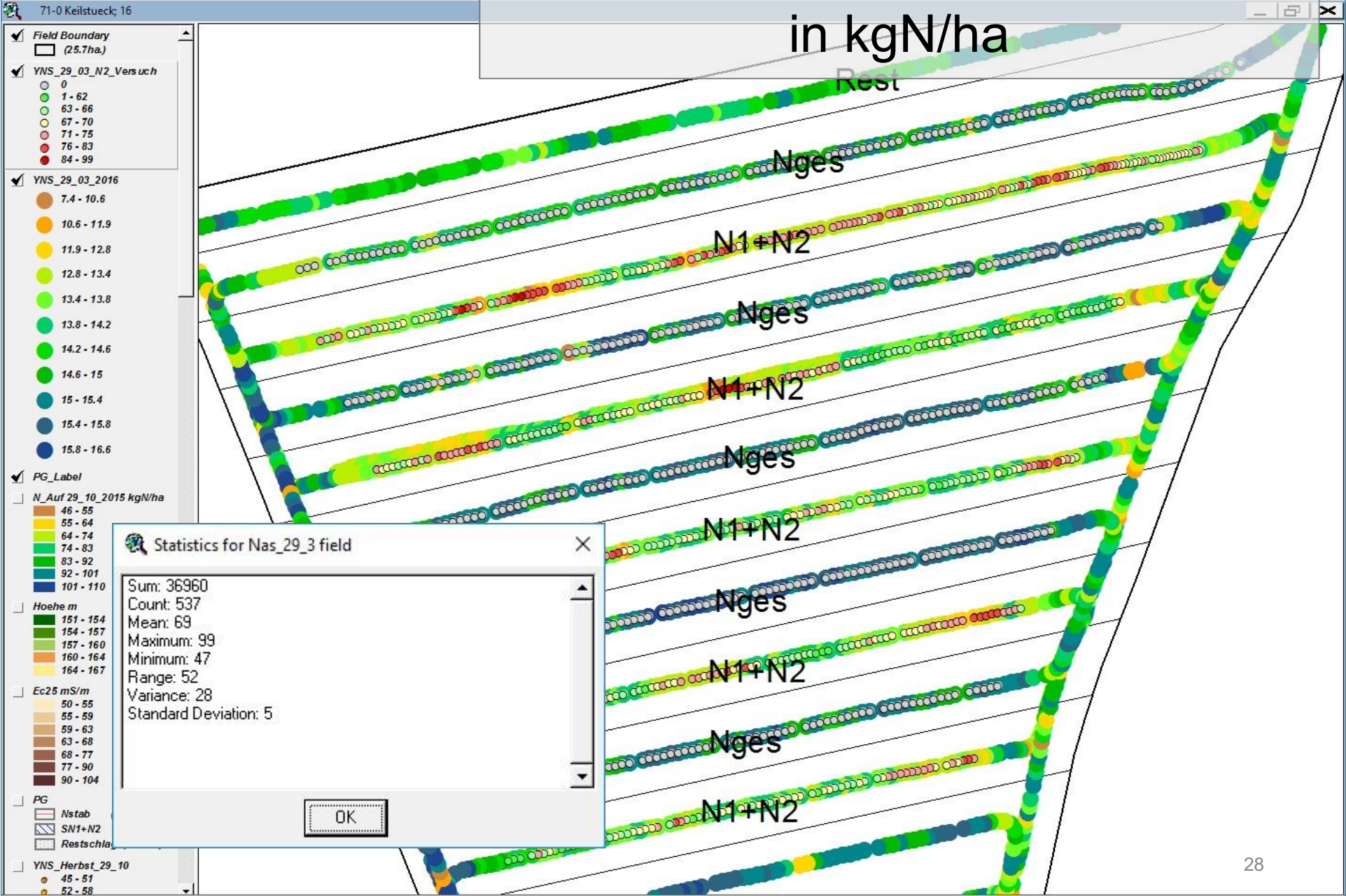
Sum: 1527748.2200
Count: 10575
Mean: 144.4679
Maximum: 166.0000
Minimum: 81.1600
Range: 84.8400
Variance: 65.9605
Standard Deviation: 8.1216

OK



Applikation N2 am 29.3.2016

in kgN/ha



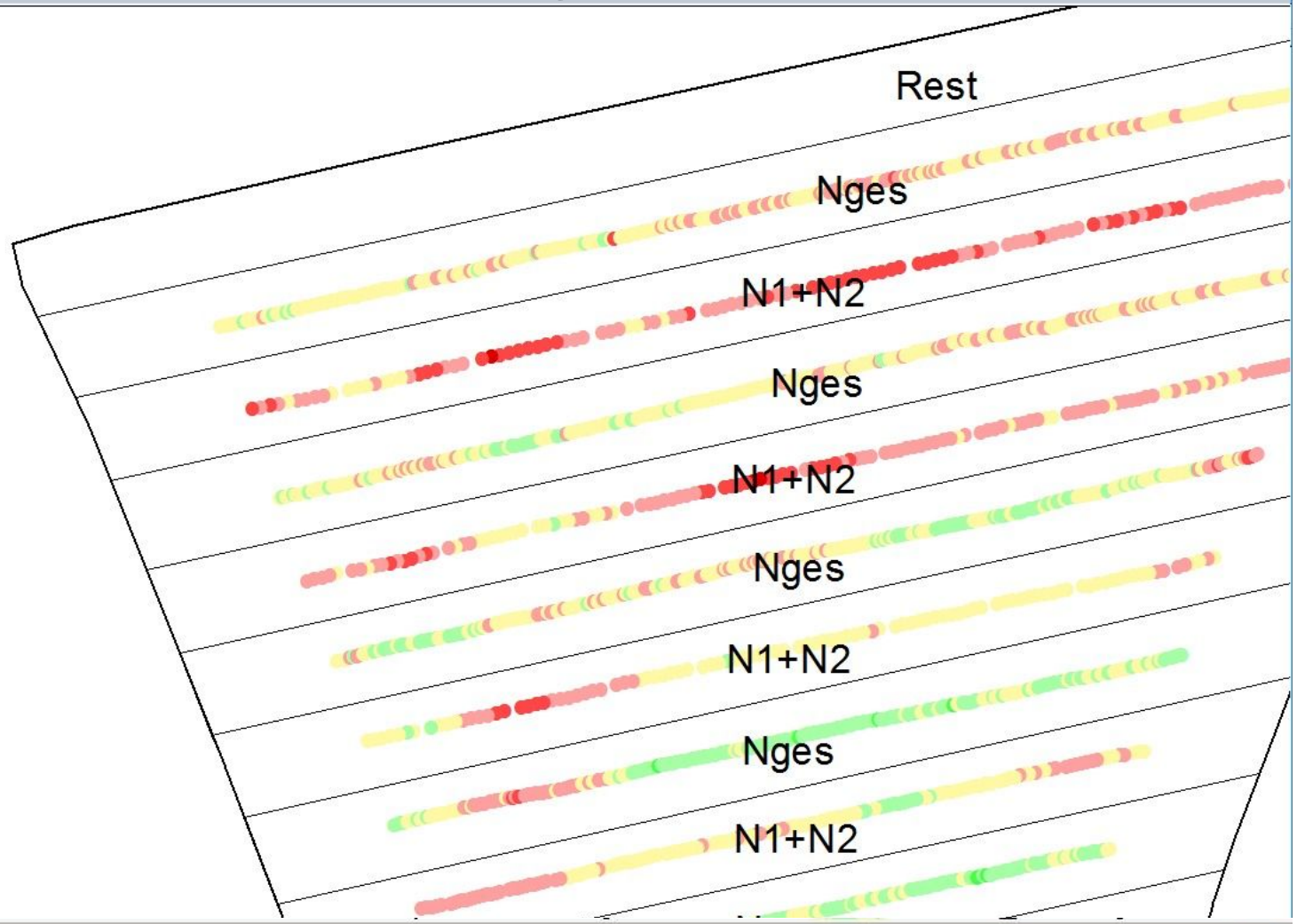


1 of 2 selected

N-Gesamt kgN/ha

71-0 Keilstueck; 16

- Field Boundary
□ (25.7ha.)
- Pkt_Stat_N_gesamt kgN/ha
□
- N ges kgN/ha
 - 141 - 156
 - 157 - 172
 - 173 - 188
 - 189 - 204
 - 205 - 220
 - 221 - 236
 - 237 - 252
- PG_Label
- N_alles 18.2
 - 0
 - 1 - 103
 - 104 - 109
 - 110 - 115
 - 116 - 121
 - 122 - 126
 - 127 - 141
- alles
 - 21.5 - 30.1
 - 30.1 - 33.7
 - 33.7 - 36.2
 - 36.2 - 38.3
 - 38.3 - 40.3
 - 40.3 - 42.3
 - 42.3 - 44.4
 - 44.4 - 46.5
 - 46.5 - 49
 - 49 - 52.4
 - 52.4 - 57.9
- daten ges
 - 21.5 - 30.1
 - 30.1 - 33.7
 - 33.7 - 36.2
 - 36.2 - 38.3
 - 38.3 - 40.3
 - 40.3 - 42.3
 - 42.3 - 44.4
 - 44.4 - 46.5
 - 46.5 - 49
 - 49 - 52.4
 - 52.4 - 57.9
- N_Auf_18_2_2016 kgN/ha
 - 20 - 40
 - 40 - 50
 - 50 - 60
 - 60 - 70



Attributes of Pkt_Stat_N_gesamt kgN/ha

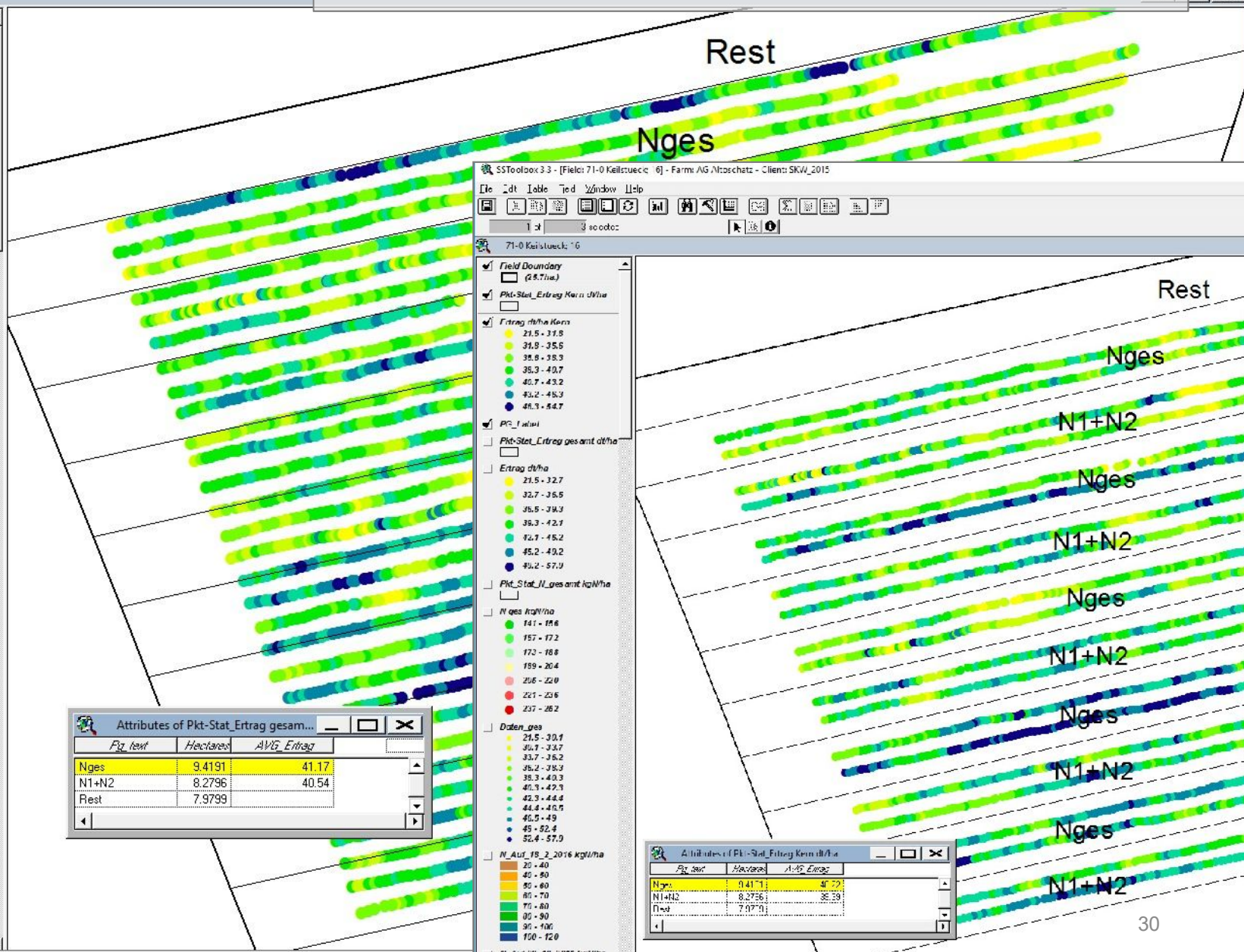
Fig_text	Hectares	AVG_N_auf_herb	AVG_N1a	AVG_Na_18_2	AVG_Nas_k_18_2	AVG_Na_27_2	AVG_Nas_27_2	AVG_Na_29_3	AVG_Nas_29_3	AVG_N_ges
Nges	9.4191	84	25	76	170	76	0	151	0	195
N1+N2	8.2796	86	25	76	0	76	112	135	68	206

29



- Field Boundary (25.7ha)
- PG_Label
- Pkt-Stat_Ertrag gesamt dt/ha
- Ertrag dt/ha
 - 21.5 - 32.7
 - 32.7 - 36.5
 - 36.5 - 39.3
 - 39.3 - 42.1
 - 42.1 - 45.2
 - 45.2 - 49.2
 - 49.2 - 57.9
- Pkt-Stat_Ertrag Kern dt/ha
- Ertrag dt/ha Kern
 - 21.5 - 31.8
 - 31.8 - 35.6
 - 35.6 - 38.3
 - 38.3 - 40.7
 - 40.7 - 43.2
 - 43.2 - 46.3
 - 46.3 - 54.7
- Pkt-Stat_N_gesamt kgN/ha
- N_ges kgN/ha
 - 141 - 156
 - 157 - 172
 - 173 - 188
 - 189 - 204
 - 205 - 220
 - 221 - 236
 - 237 - 252
- Daten_ges
 - 21.5 - 30.1
 - 30.1 - 33.7
 - 33.7 - 36.2
 - 36.2 - 38.3
 - 38.3 - 40.3
 - 40.3 - 42.3
 - 42.3 - 44.4
 - 44.4 - 46.5
 - 46.5 - 49
 - 49 - 52.4
 - 52.4 - 57.9
- N_Auf_18_2_2016 kgN/ha
 - 20 - 40
 - 40 - 50
 - 50 - 60
 - 60 - 70
 - 70 - 80
 - 80 - 90
 - 90 - 100
 - 100 - 120
- N_Auf_29_10_2015 kgN/ha

Ertragskartierung dt/ha



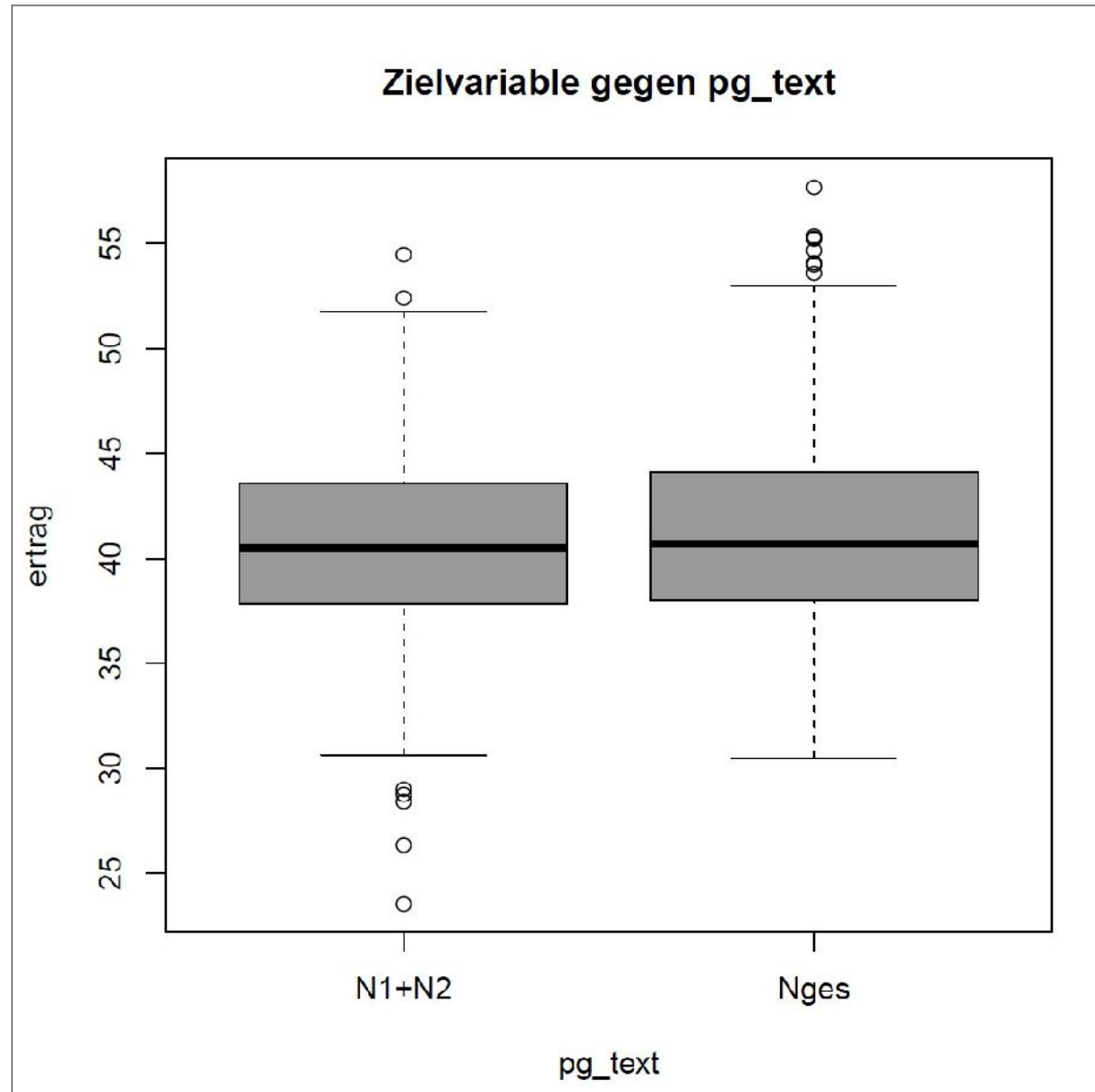
Attributes of Pkt-Stat_Ertrag gesamt...

Pkt-Stat	Hectares	AVG Ertrag
Nges	9.4191	41.17
N1+N2	8.2796	40.54
Rest	7.9799	

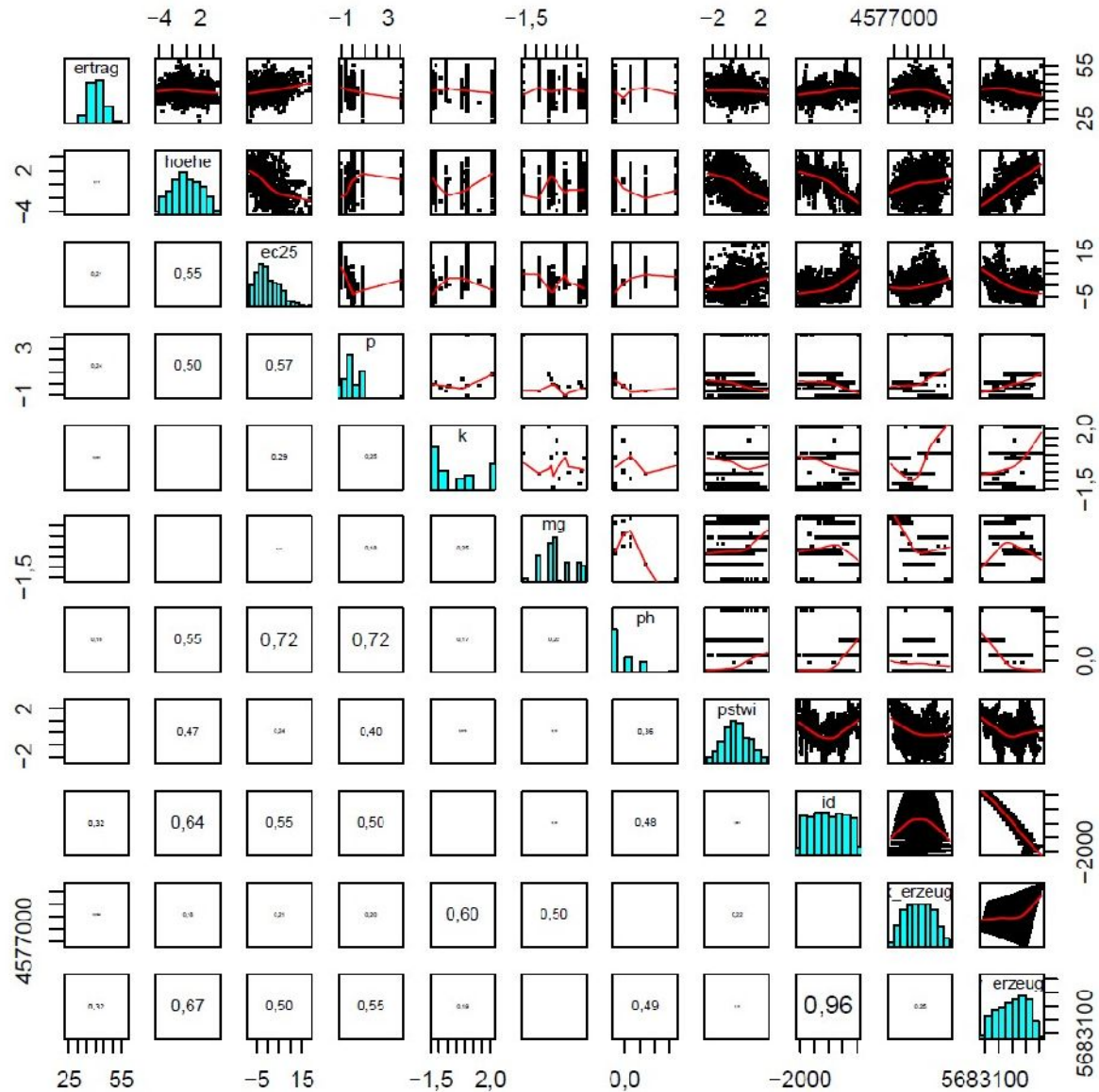
Attributes of Pkt-Stat_Ertrag Kern dt/ha

Pkt-Stat	Hectares	AVG Ertrag
Nges	9.4171	41.29
N1+N2	8.2756	38.53
Rest	7.9770	

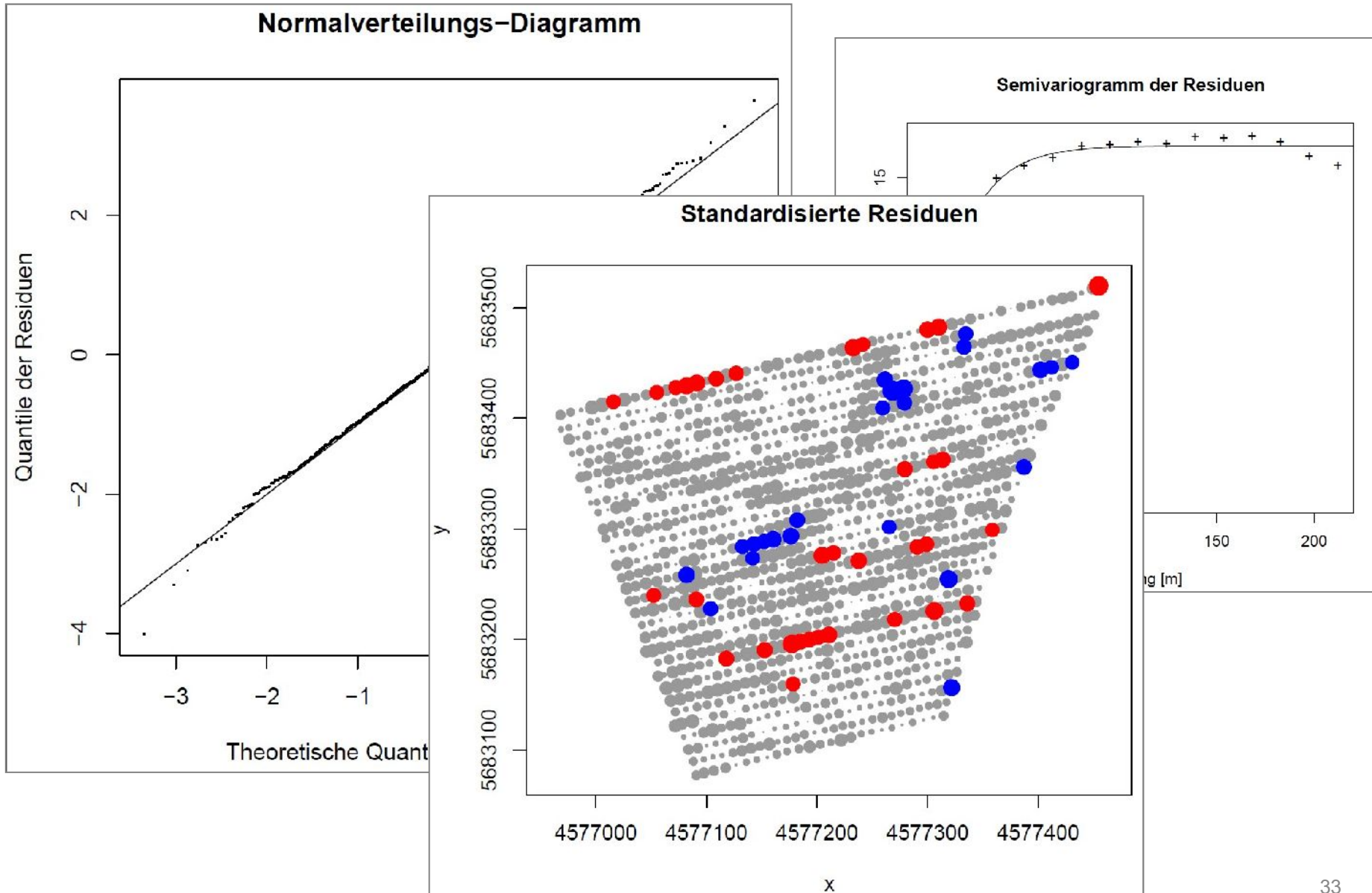
Ergebnisse PiG-Stat: Ertrag ohne Störgrößen dt/ha



Ergebnisse PiG-Stat: Streudiagramm



Ergebnisse PiG-Stat: Beispiele



Ergebnisse PiG-Stat

DATEN

METHODE

ERGEBNISSE

Modellzusammenfassung:

Linear mixed-effects model fit by REML

AIC BIC logLik
6403 6443,7 -3193,5

Random effects:

Formula: ~1 | wh
(Intercept) Residual
StdDev: 2,9801 4,0654

Correlation Structure: Exponential spatial correlation

Formula: ~x_erzeugt + y_erzeugt | wh
Parameter estimate(s):

range nugget
18,2934 0,2111

Fixed effects: ertrag ~ pg_text + id + hoehe + p + ph

	Value	Std.Error	DF	t-value	p-value
(Intercept)	39,348	1,43151	1198	27,4870	0,0000
pg_textNges	1,887	0,45094	1198	4,1840	0,0000
id	0,003	0,00076	1198	4,3359	0,0000
hoehe	0,378	0,09162	1198	4,1205	0,0000
p	0,147	0,28143	1198	0,5229	0,6012
ph	-0,227	2,79717	1198	-0,0813	0,9353

```
-----
[1] "Fixed effects:"
Random effects:
Level: wh
sd((intercept)) 0,73078 1,0801 12,054
Within-group standard error:
lower est. upper
3,9054 4,0654 4,2320
-----
Modellvergleich:
-----
Fit: ML
update(Fit0, method = "ML")
-----
```

Daten
Methode
Ergebnisse
Modellzusammenfassung

Ergebnisse PiG-Stat

```
Report_Presentation.txt - Editor
Datei Bearbeiten Format Ansicht ?

DATEN
Der Datensatz enthält (ggf. nach Aggregation) 1208 Beobachtungen der Zielvariable ertrag , des Faktors pg_text (Referenzstufe: n0=H0) , des Zufallseffekts wh und der zusätzlichen Prädiktoren hoehe, id, p und ph.
Koordinaten-Variablen wären x_erzeugt, y_erzeugt, hoehe.
Spaltenkorrelationen zwischen quantitativen erklärenden Variablen:
ertrag id hoehe ec2s 0 k ng ph ostul
id 0,31 -0,12 0,21 -0,14 -0,08 -0,02 0,19 -0,04
hoehe -0,14 0,31 -0,12 0,21 -0,08 -0,02 0,19 -0,04
ec2s 0,21 -0,12 0,31 -0,14 -0,08 -0,02 0,19 -0,04
k -0,14 0,21 -0,12 0,31 -0,08 -0,02 0,19 -0,04
ng -0,08 -0,02 0,21 -0,14 0,31 -0,08 -0,02 0,19
ph 0,19 -0,02 -0,08 -0,02 0,19 0,31 -0,08 -0,04
ostul -0,04 -0,04 0,19 -0,04 -0,02 0,19 0,31 -0,08

-----
Bericht_Präsentation.txt - Editor
Datei Bearbeiten Format Ansicht ?

-----
Modellzusammenfassung:
-----
Linear mixed-effects model fit by REML
AIC BIC logLik
6403 6443,7 -3193,5

Random effects:
Formula: ~1 | wh
(Intercept) Residual
StdDev: 2,9801 4,0654

Correlation Structure: Exponential spatial correlation
Formula: ~x_erzeugt + y_erzeugt | wh
Parameter estimate(s):
range nugget
18,2934 0,2111

Fixed effects: ertrag ~ pg_text + id + hoehe + p + ph
Value Std.Error DF t-value p-value
(Intercept) 39,348 1,43151 1198 27,4870 0,0000
pg_textNges 1,887 0,45094 1198 4,1840 0,0000
id 0,003 0,00076 1198 4,3359 0,0000
hoehe 0,378 0,09162 1198 4,1205 0,0000
p 0,147 0,28143 1198 0,5229 0,6012
ph -0,227 2,79717 1198 -0,0813 0,9353

-----
Model Summary
-----
Model of: ertrag
Fit ML update(Fit0, method = "ML")
1 8 6390,7 6430,1 -3193,3 1 vs 1 11,837 66-04
2 7 6400,5 6430,1 -3193,3 1 vs 1 11,837 66-04
```

Berücksichtigte Störgrößen:

- Drusch-ID
- Höhe
- P-Gehalt und pH-Wert Boden

Versuch zur variablen N-Düngung von Winterraps auf Basis von Pflanzenbestandssensoren Ernte 2016

Versuchsfrage:

Können sensorbasierte Herbst N-Aufnahmekarten von Winterrapsschlägen zur Bemessung einer angepassten und differenzierten Frühjahrsdüngung dienen und ist eine zusammengefasste erste N-Gabe (N1+N2) mit stabilisierten N-Düngemitteln möglich?

Versuchsbetrieb: AG Altoschatz-Merkwitz e. G.

Versuchsschlag: 71-0 Keilstück 25.70 ha

PG1 = "N_stab" = N gesamt nach Karte mit stabilisiertem N

PG2 = "N1+N2" = N1 nach Karte, N2 nach Sensor konventioneller N

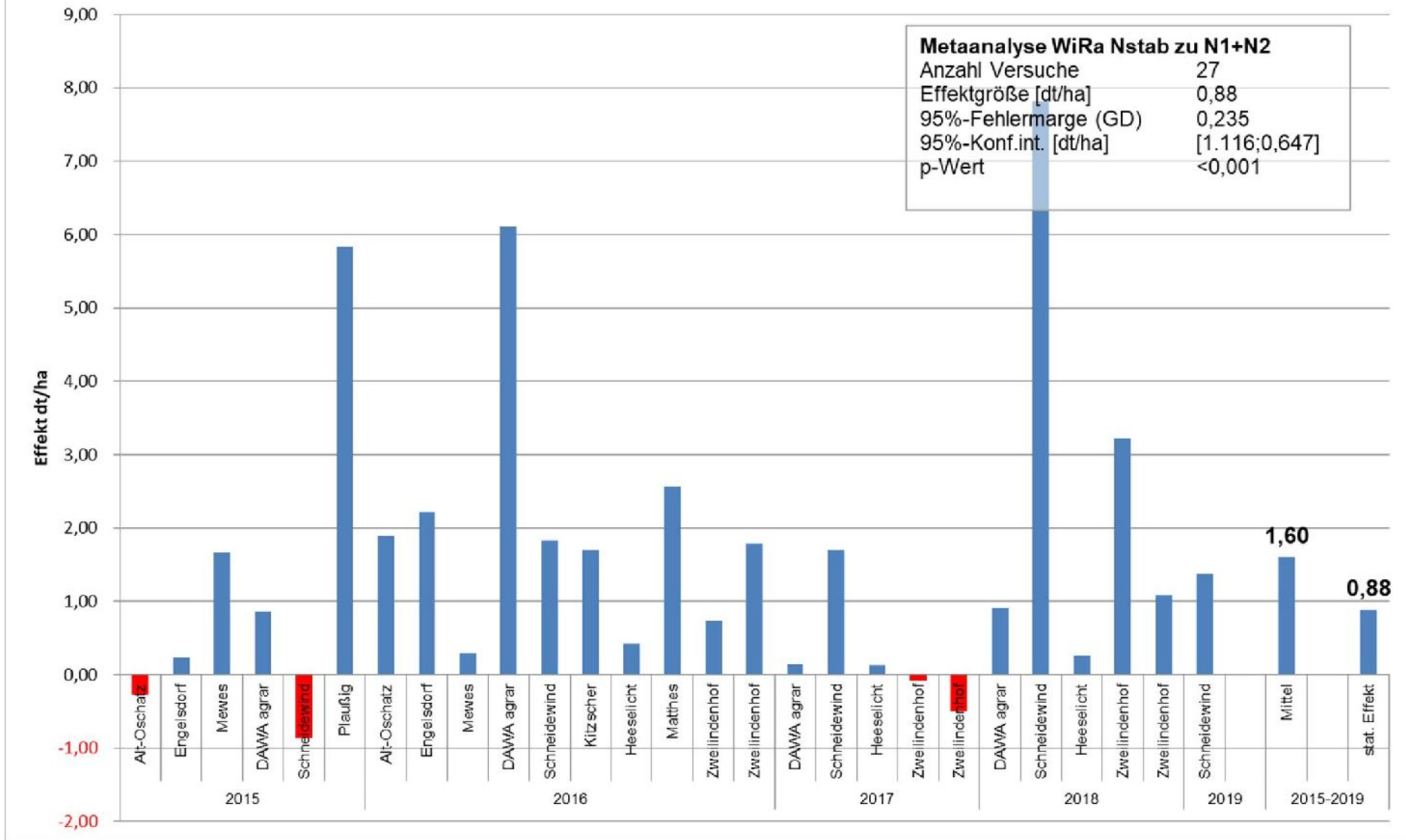
Preise	€/dt, €/kgN
Winterraps	36.00
Nkon	0.90
Nstab	1.00
Applikation	10.00

Versuchsglied	Ertrag dt/ha	Erlös €/ha	N1a kgN/ha	N1b kgN/ha	N2 kgN/ha	N gesamt kgN/ha	€/ha	Applikation	Saldo €/ha	Vorteil €
Signifikanz Modell Kerndrusch	ja *** nein									
N_stab	41.24	1484.64	NPK	Optifert Power 37/8 25		195	192.50	20.00	1272.14	-
Signifikanz gegen Intercept Kerndrusch	ja *** nein									
N1+N2	39.35	1416.60	NPK	Mischdünger 37/8 25	Mischdünger 37/8 62	199	179.10	30.00	1207.50	-64.64

Zusammenfassung der Ergebnisse 2015 – 2019 Precision Farming

Winterrapsdüngung mit stabilisiertem N-Dünger
und früher Einmalgabe nach N-Aufnahme im
Herbst

Versuchsserie WiRa 2015 - 2019, Effekte Nstab zu N1+N2, dt/ha



Metaanalyse von Effektgrößen aus Einzelfeldversuchen

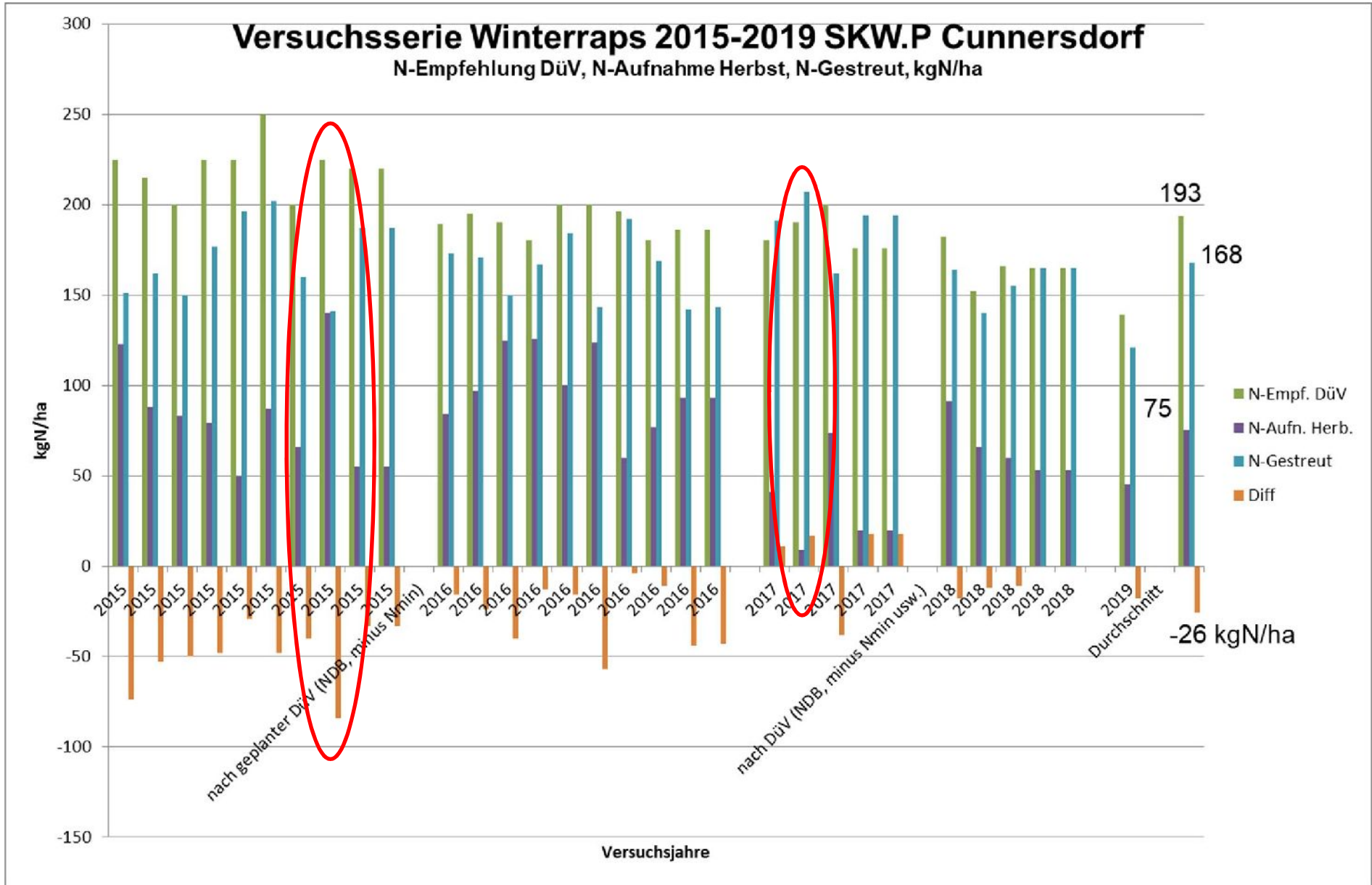
Prof. Dr. Alexander Brenning im Auftrag von EXAgT – Büro für präzise Agronomie

Geschätzte Effektgröße und zugehörige Unsicherheiten basierend auf 27 gewichteten Einzelfeldversuchen von unstabilerer Zweifachgabe vs. stabilisierte Einmalgabe

Winterraps 2015 - 2019 **N1+N2 gegen Nstab [dt/ha]**

Effektgröße [dt/ha]	0,881
95%-Fehlermarge (Grenzdifferenz)	0,235
95%-Konfidenzintervall [dt/ha]	[0,647; 1,1116]
p-Wert	<0,001

Methoden: Becker & Wu (2007) geben einen wissenschaftlichen Überblick über Methoden für die Meta-Analyse von Regressionskoeffizienten (vgl. auch Cooper et al., 2009, für einen übergeordneten Überblick über Methoden der Meta-Analyse und der Zusammenfassung von Einzelstudien). Aufgrund der Datenlage und Versuchssituation wurde die Methode der gewichteten kleinsten Quadrate verwendet („univariate WLS approach“; Becker & Wu, 2007). Als Modell der Stichprobenverteilung des gewichteten Schätzers wird daher eine Normalverteilung zugrunde gelegt.



PiG Fazit

1. Precision Farming erfordert aufgrund seines Bearbeitungsgegenstandes eine etwas eigene **Versuchsmethodik**.
2. Anstelle von einzelnen Langparzellen wird das **gesamte Feld** in den Versuch einbezogen. Es wird **vollflächig gearbeitet**, oftmals mit der Technik des Betriebes.
3. Die Langparzellen- und Großrasteranlagen bedingt einen bedeutenden Einfluss **exogener Faktoren** auf das Prüfmerkmal.
4. Moderne Messverfahren (**Sensoren**) ermöglichen die Erfassung derartiger Faktoren, wodurch dieselben in die Versuchsauswertung mit einbezogen werden können.
5. Alle Maßnahmen bei der Versuchsdurchführung werden fortlaufend **digital und geocodiert dokumentiert**, woraus eine **hohe Sicherheit** und **Datendichte** resultiert.
6. Durch die **Geokodierung** der Messdaten lassen sich Beobachtungen verschiedener Merkmale/Datenschichten einander zuordnen.
7. Räumliche Abhängigkeiten zwischen Messwerten eines Merkmales werden bei der Modellierung berücksichtigt. **Die Ergebnisse lassen sich statistisch sichern.**

Versuche/Forschung/Projekte

PiG = Produktionsintegrierte Großparzellenversuche

Versuchsfrage

Planung

Betreuung bei Anlage und Umsetzung

Datenerfassung und Bearbeitung

GEO-Statistische Auswertung