



Versuchsplanung, -durchführung und Daten-Management bei On-Farm Versuchen

Hagen F. Piotraschke, Agri Con GmbH

1) Grundsätzliche Rahmenbedingungen und Probleme

- Datenquantität, Datenqualität, Fehlerquellen
- Systematische Fehler aus „Datenmangel“

2) Allgemeine Prinzipien und Herangehensweisen

- ... vor, während und nach der Versuchsdurchführung

3) Arbeitsschritte, Werkzeuge und Techniken

- „Moving Map“, Geotagging, GIS, Excel & Co.

4) Besondere Probleme und deren Lösungen

- Schutz vor Fehlern in der Versuchsdurchführung
- Erfassung und Aufbereitung von Ertragsdaten
- Zusammenführung der „Datenschichten“

- 1) Sehr große Anzahl von Messwerten bzw. Beobachtungsstellen
 - Zielgröße (zumeist Ertrag) üblicherweise mit mehreren 10000 Punkten
 - Störgrößen sehr unterschiedlich (z.B. Leitfähigkeits-/Nährstoffbeprobung)
- 2) Bekannte und unbekannte Fehler in Ziel- und Störgrößen
 - Vermeidung von nicht dokumentierten bzw. nachvollziehbaren systematischen Fehlern hat oberste Priorität!
 - Abgleich mit allen verfügbaren „Meta-Daten“ erforderlich
 - „Spielraum“ für Löschung, Zentralwertbildung und Aggregation
- 3) Georeferenzierung aller im OFR verwendeten Größen
 - Fehlersuche/Korrektur häufig sogar noch nachträglich möglich
 - Assistenz oder Automatisierung bei Versuchsdurchführung

1) Systematische Fehler vermeiden oder zumindest erkennen!

- Planungsphase: Bestimmung und Abgrenzung der Versuchsfrage, Flächenauswahl und -historie, Anordnung der Versuchsglieder bzw. Wiederholungen, evtl. Vorab-Prüfung der späteren Störgrößen
- Durchführung: Verwechslungen zwischen Versuchsgliedern verhindern, besondere Sorgfalt bei Erzeugung der Zielgrößen (Ertragskartierung)
- Datenaufbereitung und Analyse: Verwechslungen zwischen Versuchsgliedern verhindern, Abgleich mit Zusatzinformationen, erkannte Fehler ausschließen oder als kategorielle Störgrößen angemessen berücksichtigen

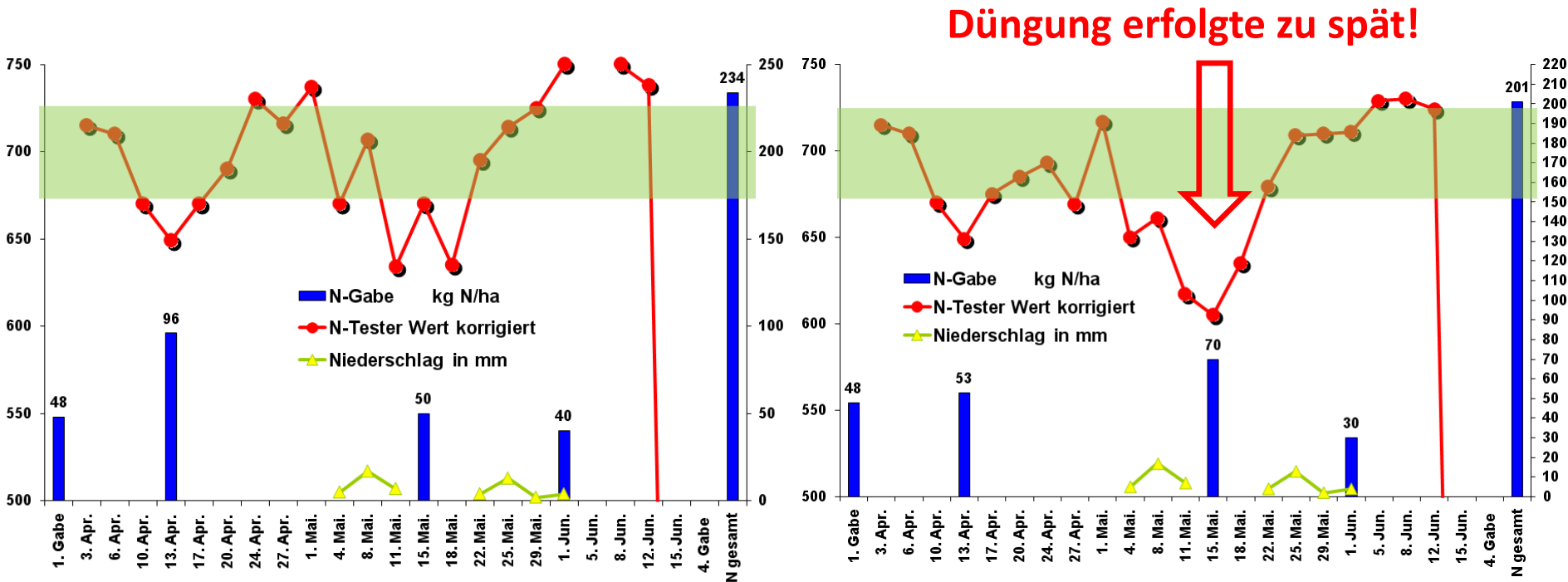
2) Datenquellen erschließen und direkt und/oder indirekt nutzen

- Verringerung des Anteils unbekannter sowie nicht unabhängiger Störgrößen, gegenseitige Plausibilitätsprüfung, Erkenntnisse außerhalb der Versuchsfrage

Sensorversuch 2007:

N-Düngung variabel gegen betriebsüblich konstant,
 Ertragskartierung in hoher Aufzeichnungsqualität und -quantität,
 Berücksichtigung der üblichen Störgrößen, aber:
 signifikante – ertragsmindernde – Wirkung der Versuchsfaktorstufe „variabel“!

N-Monitoring: Systematischer Fehler aus der Versuchsdurchführung!



1) Klare Bestimmung und Abgrenzung der Versuchsfrage

- Vermischung bzw. Überlagerung verschiedener Fragen vermeiden
- Verfügbarkeit von geeigneten Flächen und notwendiger Techniken prüfen

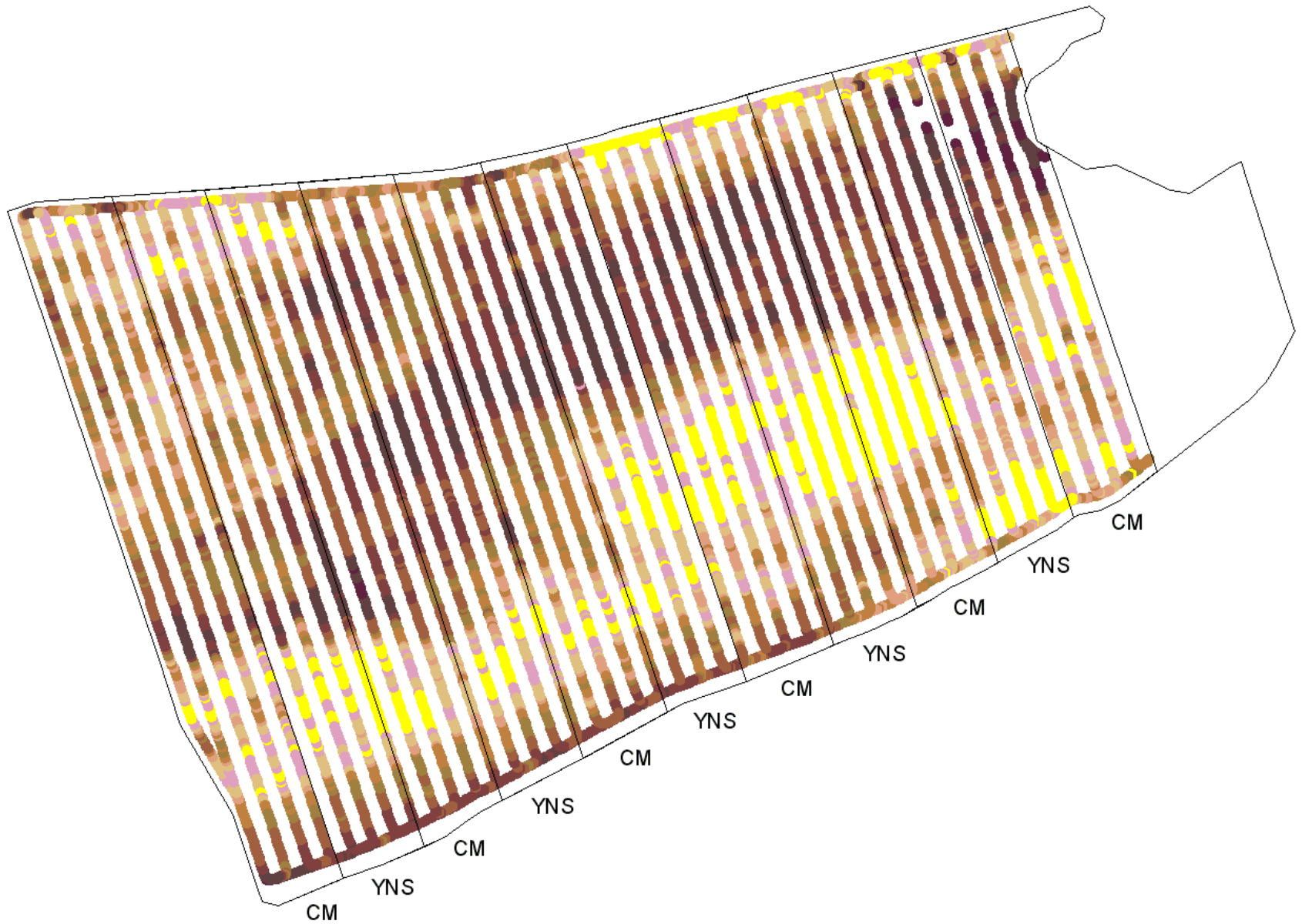
2) Auswahl und Aufteilung der Versuchsfläche

- Informationen zur bisherigen Bewirtschaftung prüfen (Schlagkartei)
- Erfassung und Prüfung bereits verfügbarer Messwerte oder anderweitig bekannter Störgrößen (z.B. Hindernisse für Bewirtschaftung)
- Gesamtfläche (homogene Bewirtschaftung im Versuch realisierbar?) sowie Parzellenlage und -breite (Grenzbereichsprobleme) angemessen bestimmen

3) Vermessung oder Zeichnung der Versuchsglied-Polygone

- Fahrspuren aus vorhandenen oder neuen GPS-Aufzeichnungen
- Spezielle Hard-/Software, mögliche Alternativen (z.B. bei GPS und GIS)

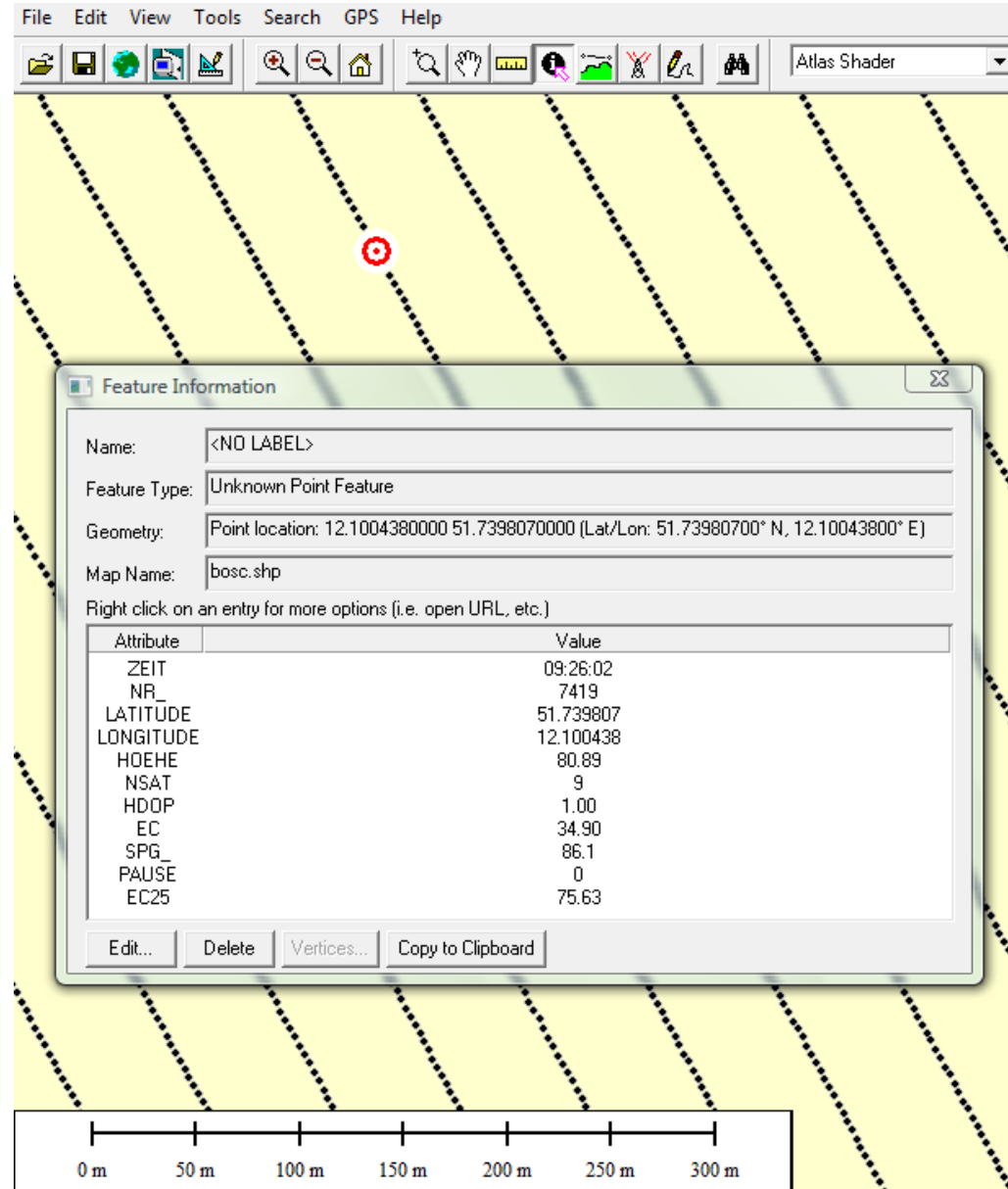
Standortinventur 1



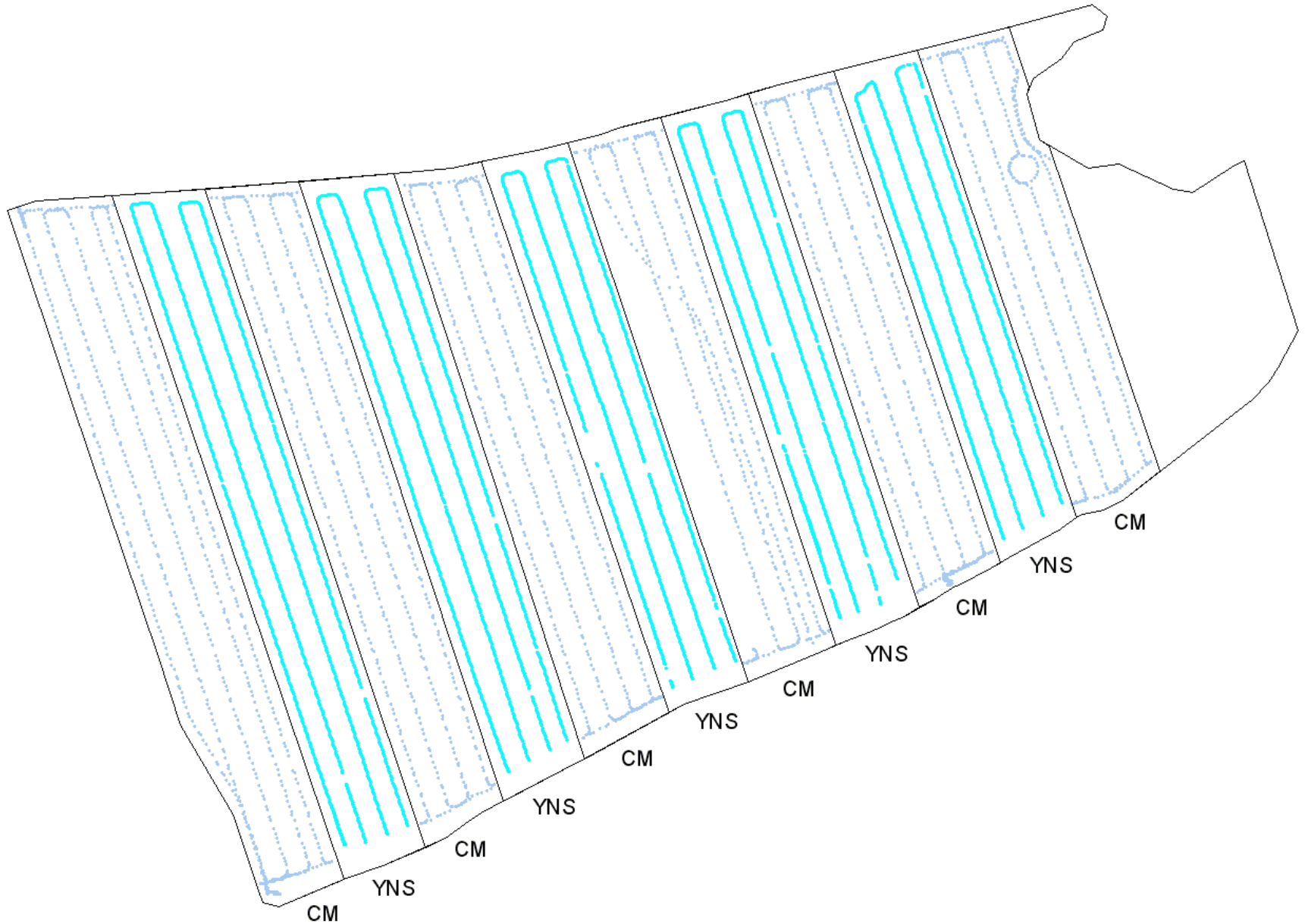
Bereitstellung zum „Datenpool“:

- ✓ Datensätze mit Einzelpunkten
- ✓ möglichst frei von Ausreißern
- ✓ Format je nach verwendetem GIS (*.shp, *.csv, *.txt...)

1	ZEIT	NR	LATITUDE	ONGITUDE	HOEHE	NSAT	HDOP	EC	SPG	PAUSE	EC25
10860	10:23:56	10891	51,741554	12,091800	79,36	8	1,10	28,94	71,2	0	62,71
10861	10:23:57	10892	51,741592	12,091780	79,35	8	1,10	28,70	70,6	0	62,19
10862	10:23:58	10893	51,741631	12,091759	79,30	8	1,10	28,90	71,1	0	62,63
10863	10:23:59	10894	51,741669	12,091741	79,21	8	1,10	29,80	73,4	0	64,58
10864	10:24:00	10895	51,741703	12,091719	79,26	8	1,10	28,34	69,7	0	61,41
10865	10:24:01	10896	51,741741	12,091700	79,25	8	1,10	26,62	65,4	0	57,69
10866	10:24:02	10897	51,741779	12,091681	79,12	8	1,10	24,92	61,2	0	54,00
10867	10:24:03	10898	51,741817	12,091660	79,11	8	1,10	24,14	59,3	0	52,31
10868	10:24:04	10899	51,741856	12,091638	79,20	8	1,10	24,01	59,0	0	52,03
10869	10:24:05	10900	51,741894	12,091618	79,18	8	1,10	23,68	58,1	0	51,31
10870	10:24:06	10901	51,741936	12,091596	79,31	8	1,10	23,24	57,0	0	50,36
10871	10:24:07	10902	51,741974	12,091575	79,34	8	1,10	22,86	56,1	0	49,54
10872	10:24:08	10903	51,742016	12,091552	79,37	8	1,10	22,45	55,1	0	48,65
10873	10:24:09	10904	51,742054	12,091530	79,36	8	1,10	22,36	54,9	0	48,45
10874	10:24:10	10905	51,742092	12,091510	79,35	8	1,10	22,73	55,8	0	49,26
10875	10:24:11	10906	51,742130	12,091489	79,26	8	1,10	23,04	56,6	0	49,93
10876	10:24:12	10907	51,742168	12,091469	79,17	8	1,10	24,03	59,0	0	52,07
10877	10:24:13	10908	51,742207	12,091449	79,20	8	1,10	23,64	58,0	0	51,23
10878	10:24:14	10909	51,742241	12,091430	79,00	8	1,10	22,42	55,0	0	48,58
10879	10:24:15	10910	51,742275	12,091409	79,14	8	1,10	22,66	55,6	0	49,10
10880	10:24:16	10911	51,742306	12,091378	79,22	8	1,10	22,97	56,4	0	49,78
10881	10:24:17	10912	51,742325	12,091336	79,21	8	1,10	23,13	56,8	0	50,12
10882	10:24:18	10913	51,742329	12,091298	79,25	8	1,10	23,73	58,3	0	51,42
10883	10:24:19	10914	51,742329	12,091283	79,26	8	1,10	23,77	58,3	0	51,51
10884	10:24:20	10915	51,742329	12,091283	79,29	8	1,10	23,77	58,4	0	51,51
10885	10:24:21	1	51,742332	12,091283	79,29	8	1,10	23,79	58,4	0	51,55

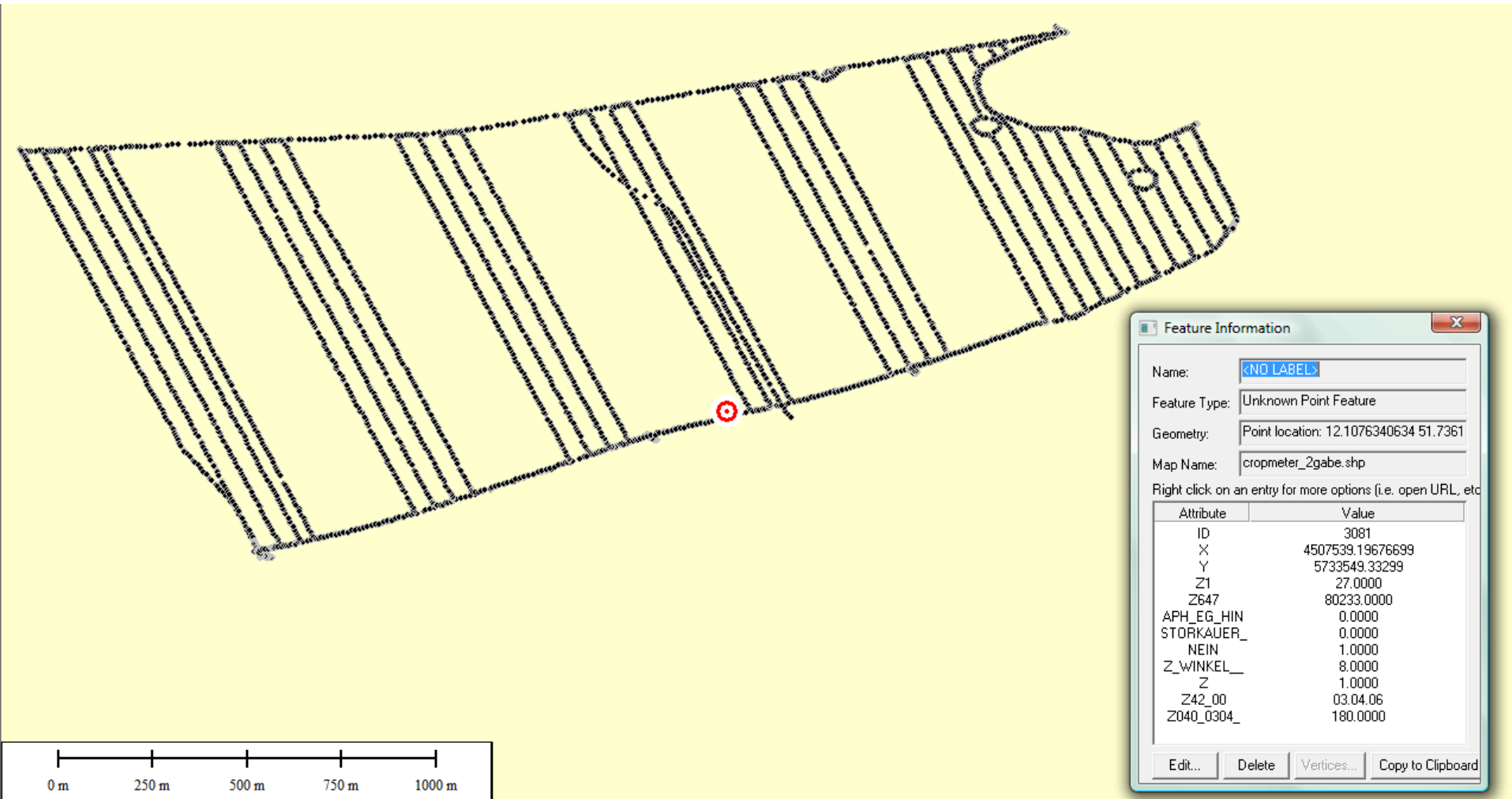


Fahrgassen und Parzellenanlage

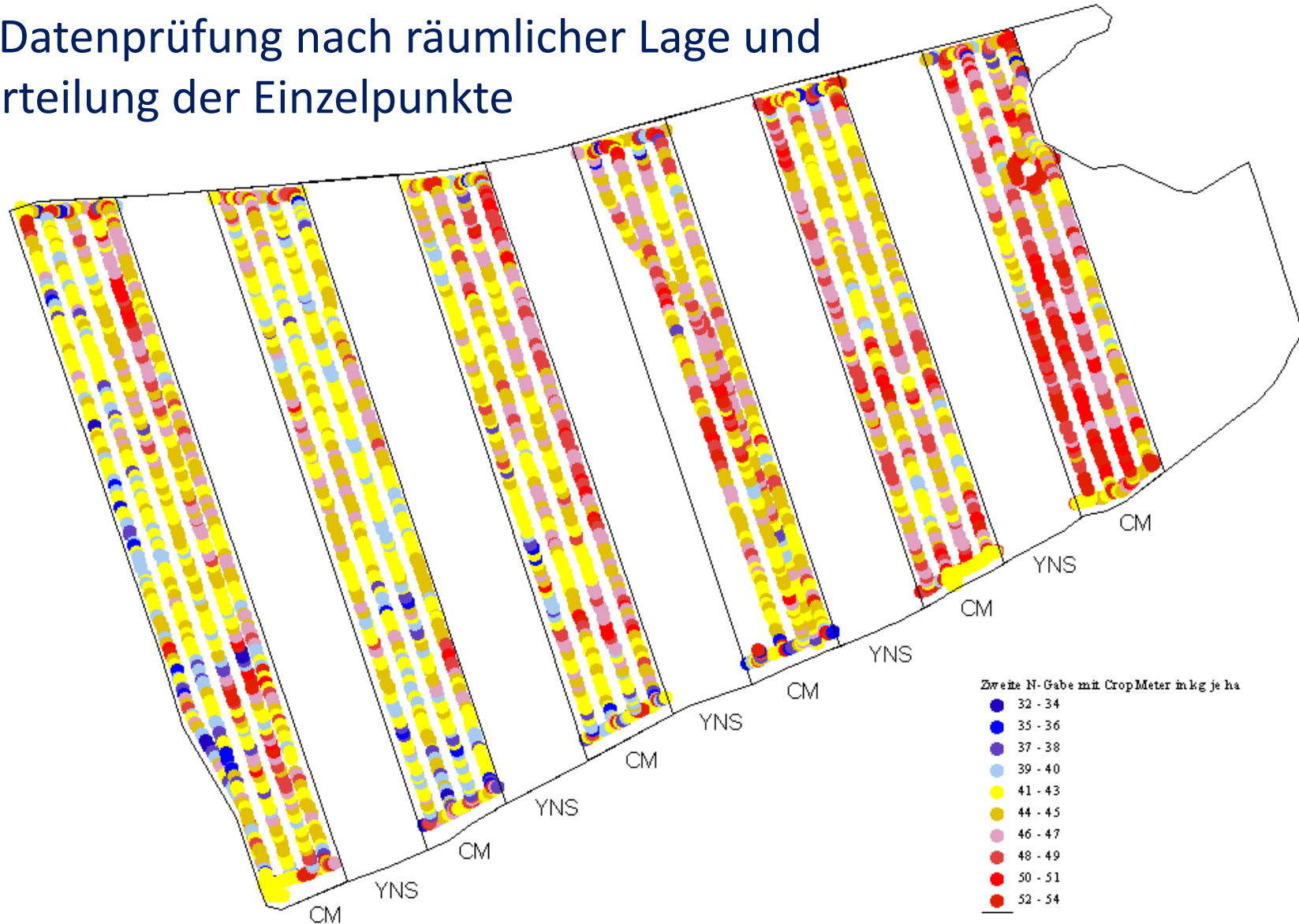


- 1) Bewirtschaftungsunterschiede vermeiden oder zumindest erfassen
 - „Folgefehler“ einzelner Versuchsfaktorstufen (Autokorrelation zum Faktor)
 - Termine, Mengen, Qualitäten homogenisieren – Unterschiede räumlich dokumentieren und dann als Störgröße berücksichtigen
- 2) Verwechslungen zwischen Versuchsgliedern unbedingt verhindern!
 - Grenzmarkierung, Papierkarten, elektronische Hilfen („Moving Map“)
 - GPS-Logger, Aufzeichnungen der Applikationstechnik (Terminal)
- 3) Erfassung aller Versuchsdaten mit hinreichender Georeferenzierung
 - Qualität der Geokoordinaten (Absolutfehler, Bewegungseffekte usw.)
 - Kategorisierung nicht messbarer Störgrößen über selbst umfahrene oder im GIS gezeichnete Polygone
- 4) Erfassung von Zwischen- bzw. Zusatzgrößen zur Versuchserklärung

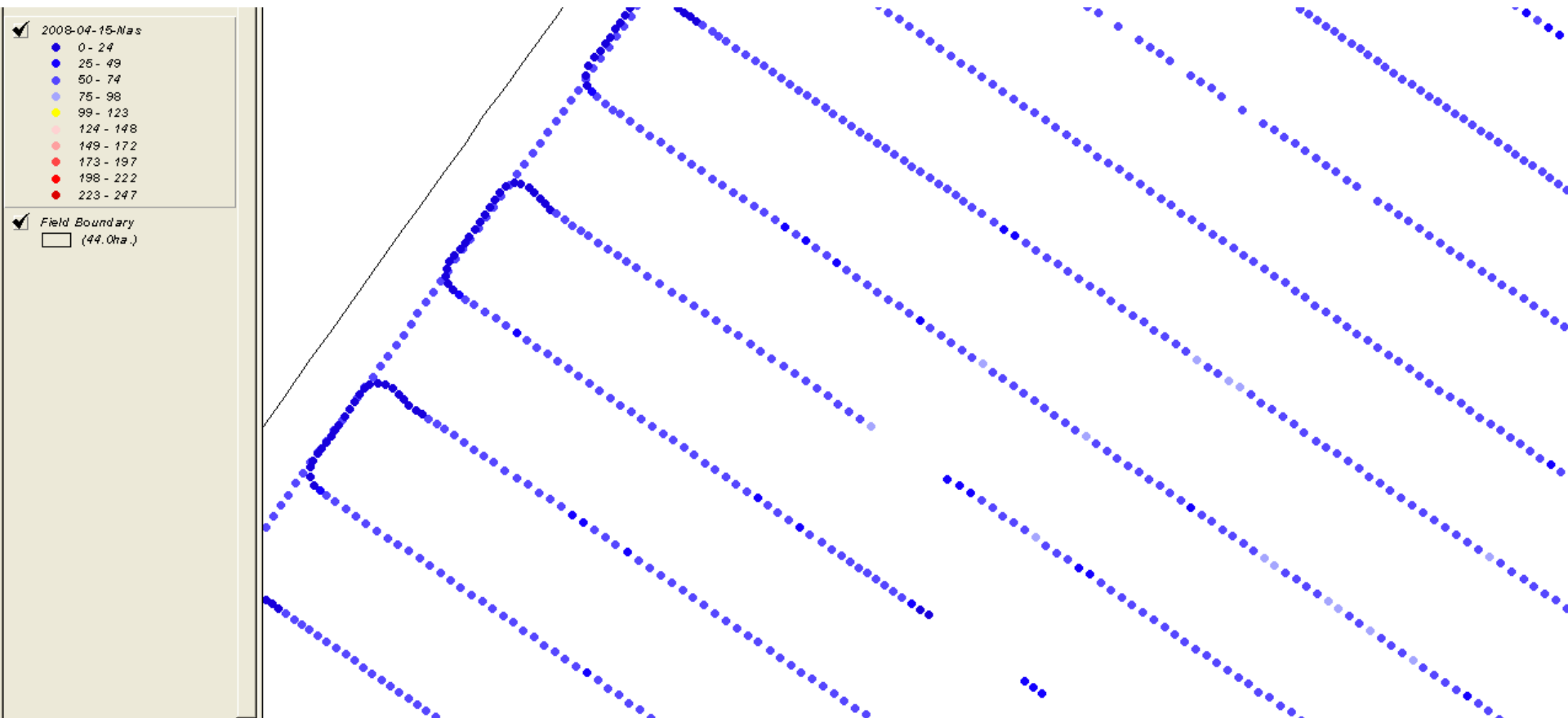
Bereitstellung zum „Datenpool“ (nur nach vorheriger Prüfung):
Datensätze mit Einzelpunkten, möglichst fehlerbereinigt, geeignetes Format



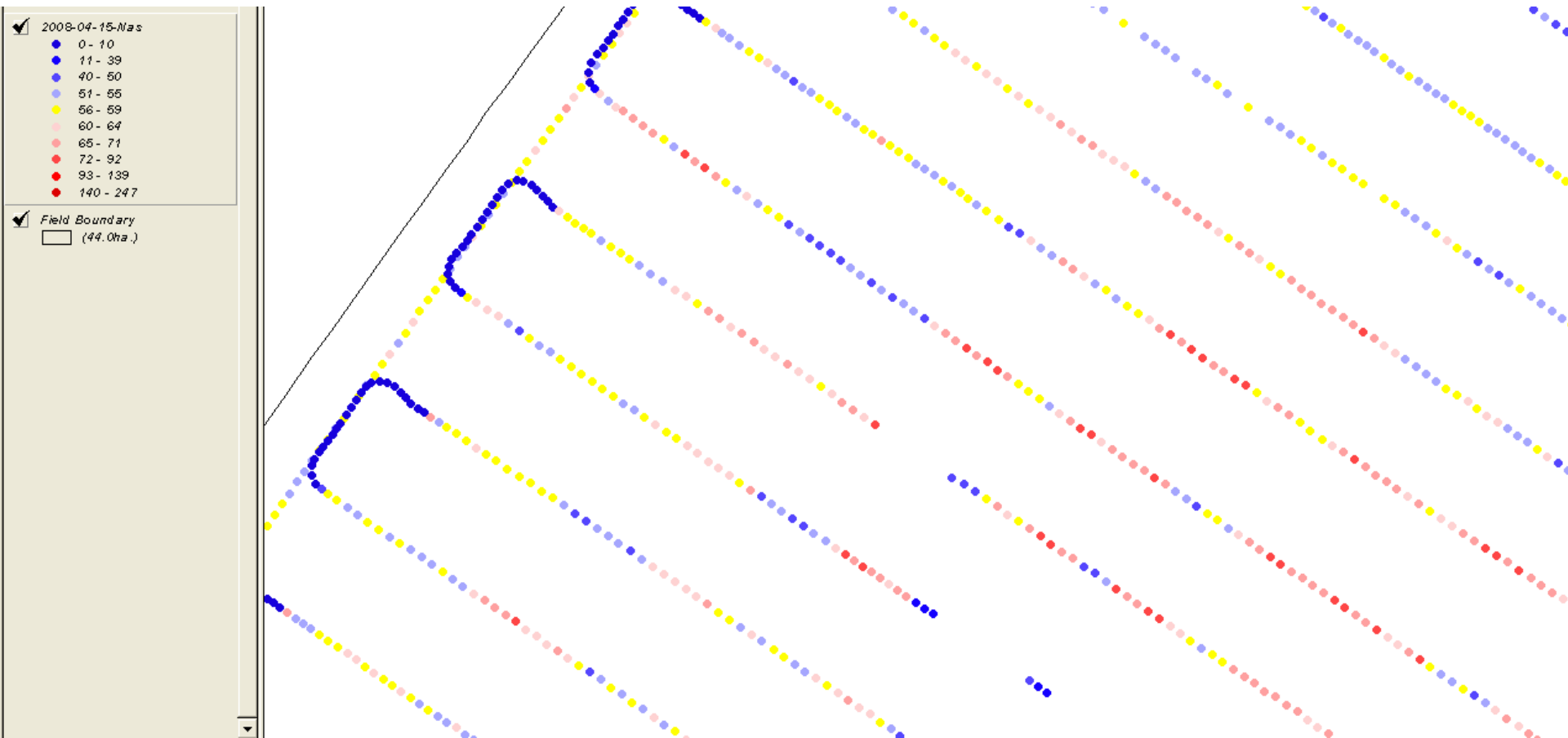
Visuelle Datenprüfung nach räumlicher Lage und Werteverteilung der Einzelpunkte



Visuelle Datenprüfung im GIS nach räumlicher Lage und Werteverteilung der Einzelpunkte je nach Wertebereich (Minima und Maxima mit sehr geringer Anzahl) häufig nicht mit gleicher Klassenbreite sinnvoll!



Klassenbreite nach Normalverteilung zur Sichtung und Aufbereitung durch den Datenbearbeiter besser geeignet - sollte jedoch nicht in späteren Darstellungen verwendet werden!



1) Mähdrescher : Einsatzplanung und Fahrerschulung

- Prüfung der Ertragskartiersysteme (auch GPS), Kalibrierung vorbereiten
- Fahren mit voller Schneidwerksbreite sowie Vermeidung bzw. zumindest Markierung von Teilbreiten vorbereiten (z.B. mit Autopilot)
- Arbeits- bzw. Flächeneinteilung für mehrere Drescher je Feld vorbereiten

2) Keine Berücksichtigung der Versuchsglieder zur Ernte!

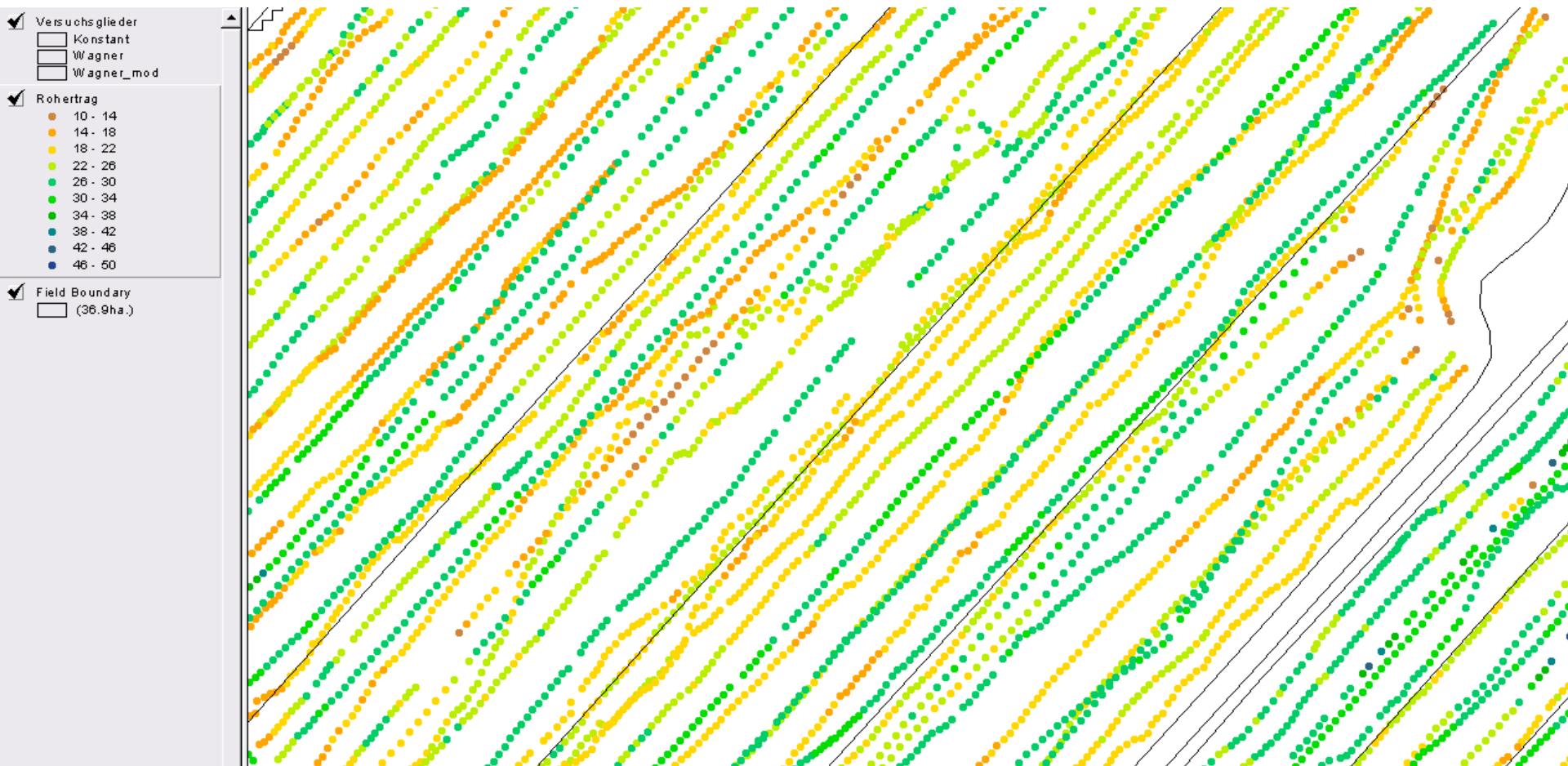
- Schneidwerksbreiten auch über Versuchsgliedgrenzen (Entfernung im GIS)

3) Ertragsdaten: Sicherung, Erstverarbeitung, Metadaten

- Verluste im Enteverlauf verhindern (z.B. Ersatz-Datenträger bereithalten)
- Umwandlung von proprietären Binärformaten in Standardformate
- Eigenschaften der Ertragskartiersysteme bestimmen (z.B. Feuchtekorrektur)
- Speicherung im (möglichst zentralen) „OFR-Datenpool“ vorbereiten

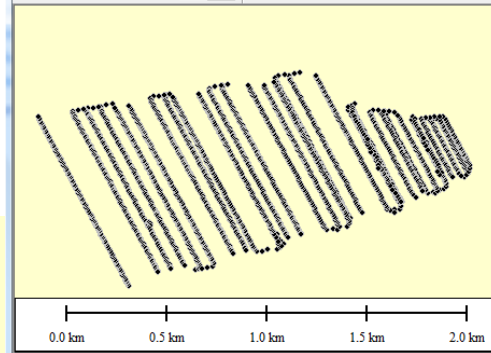
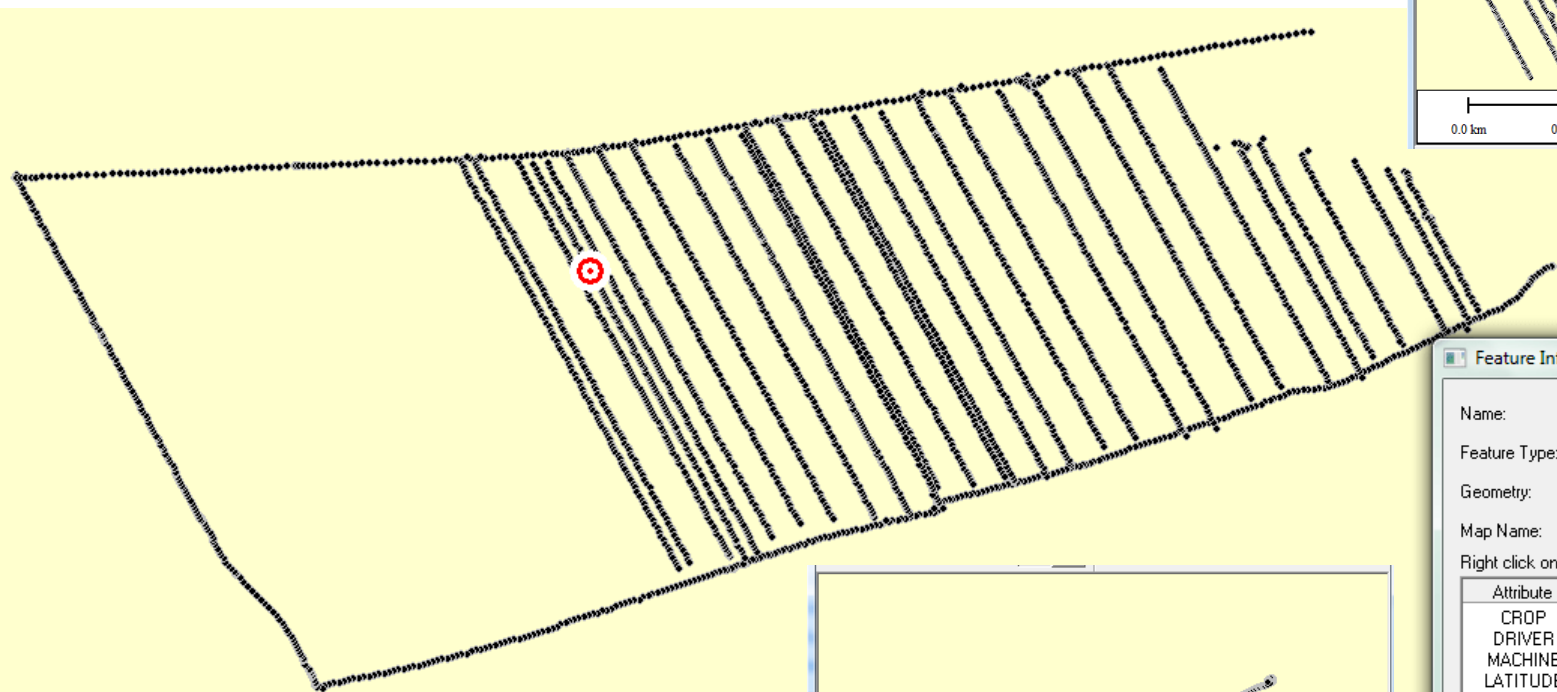
Ertragsdaten 1

Visualisierung der einzelnen Ertragsmesspunkte nach räumlicher Lage und Größe der jeweiligen Messwerte (keine automatische Bearbeitung von Ertragsdaten oder Zonierung in Software ohne vorherige Sichtung!)



Ertragsdaten 2

Zusammenführung der Daten von verschiedenen Systemen nur bei weiterer Mitführung der Herkunft in den Einzeldatensätzen!



Feature Information

Name: <NO LABEL>

Feature Type: Unknown Point Feature

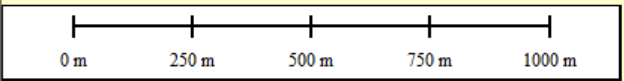
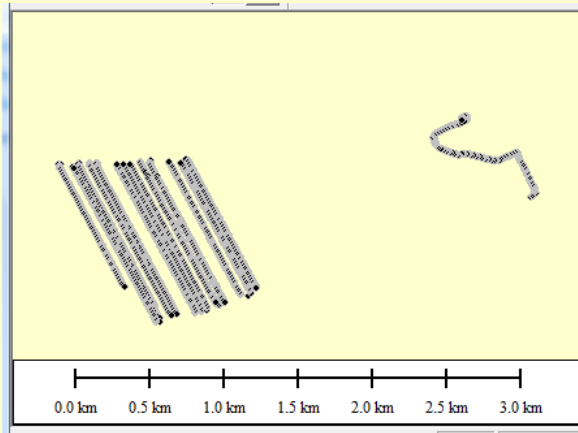
Geometry: Point location: 12.1016100000 51.7406

Map Name: ek_4.shp

Right click on an entry for more options (i.e. open URL, etc)

Attribute	Value
CROP	Wintergerste
DRIVER	
MACHINE	
LATITUDE	51.740620
LONGITUDE	12.101610
YIELD_T_HA	9.127
UTC	142021
SPEED	4.8
HEADING	0
DATA_AGE	1
SAT_USED	4
GPS_STATUS	0
DATE	26.06.07
MOISTURE	15.8
ALTITUDE	84

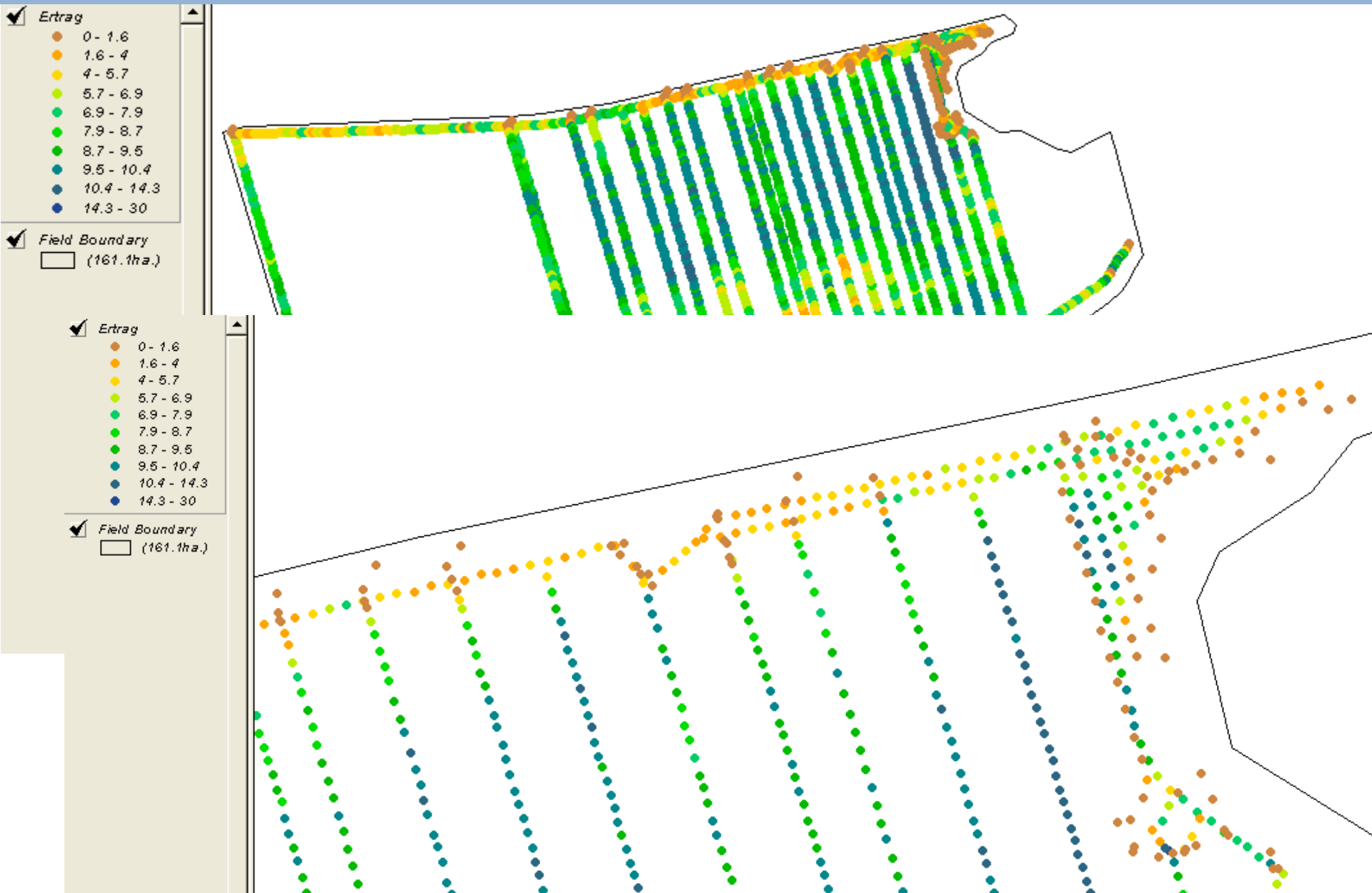
Edit... Delete Vertices... Copy to Clipboard



1:11910 | GEO (WGS84) - (12.0929477294, 51.7456082540) | 51.74560825° N, 12.09294773° E

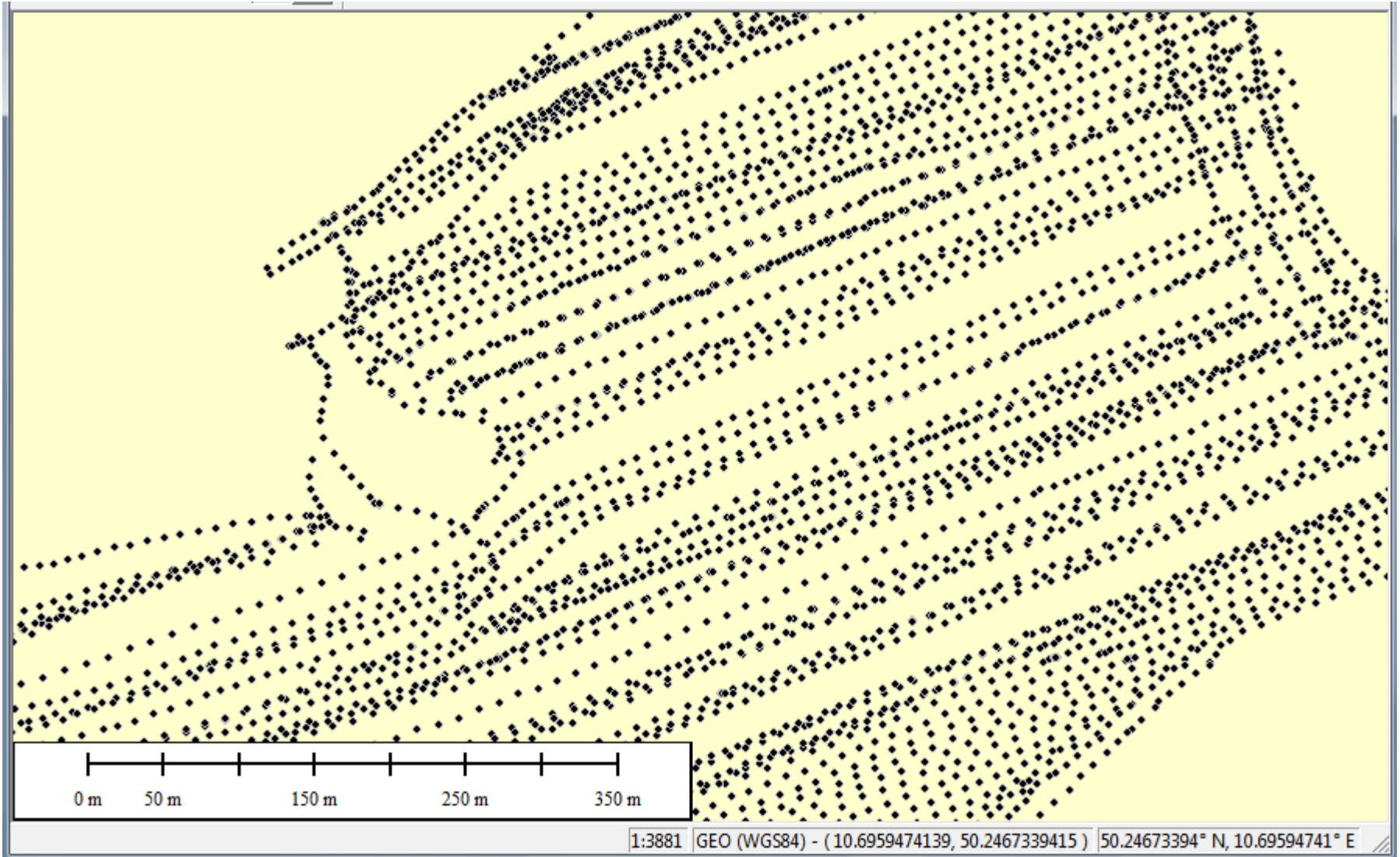
- 1) Mathematische Entscheidungsregeln (vollständig automatisierbar)
 - Abstand zu Feldgrenze bzw. Vorgewende, zulässige Wertebereiche für Zielgröße (zumeist Ertrag) und Zusatzdaten (z.B. Geschwindigkeit, Feuchte)
 - Entfernung der bereits im Erntevorgang als Teilbreite markierten Datensätze
 - Entfernung der Minima und Maxima nach Histogramm
- 2) Prüfung nach kombinierten Kriterien (teilweise automatisierbar)
 - Punkt- und Reihenabstände, Durchgängigkeit von Fahrspuren usw.
 - Durchführung am besten manuell im GIS nach Sichtkontrolle (allerdings: Gefahr subjektiver Einflüsse oder Verfälschungen)
- 3) Minimale automatische Bereinigung
 - Abstände zu Feldgrenzen bzw. Vorgewende
 - Medianbildung im Bearbeitungsmaßstab (10-20 m)

Ertragsdaten 3

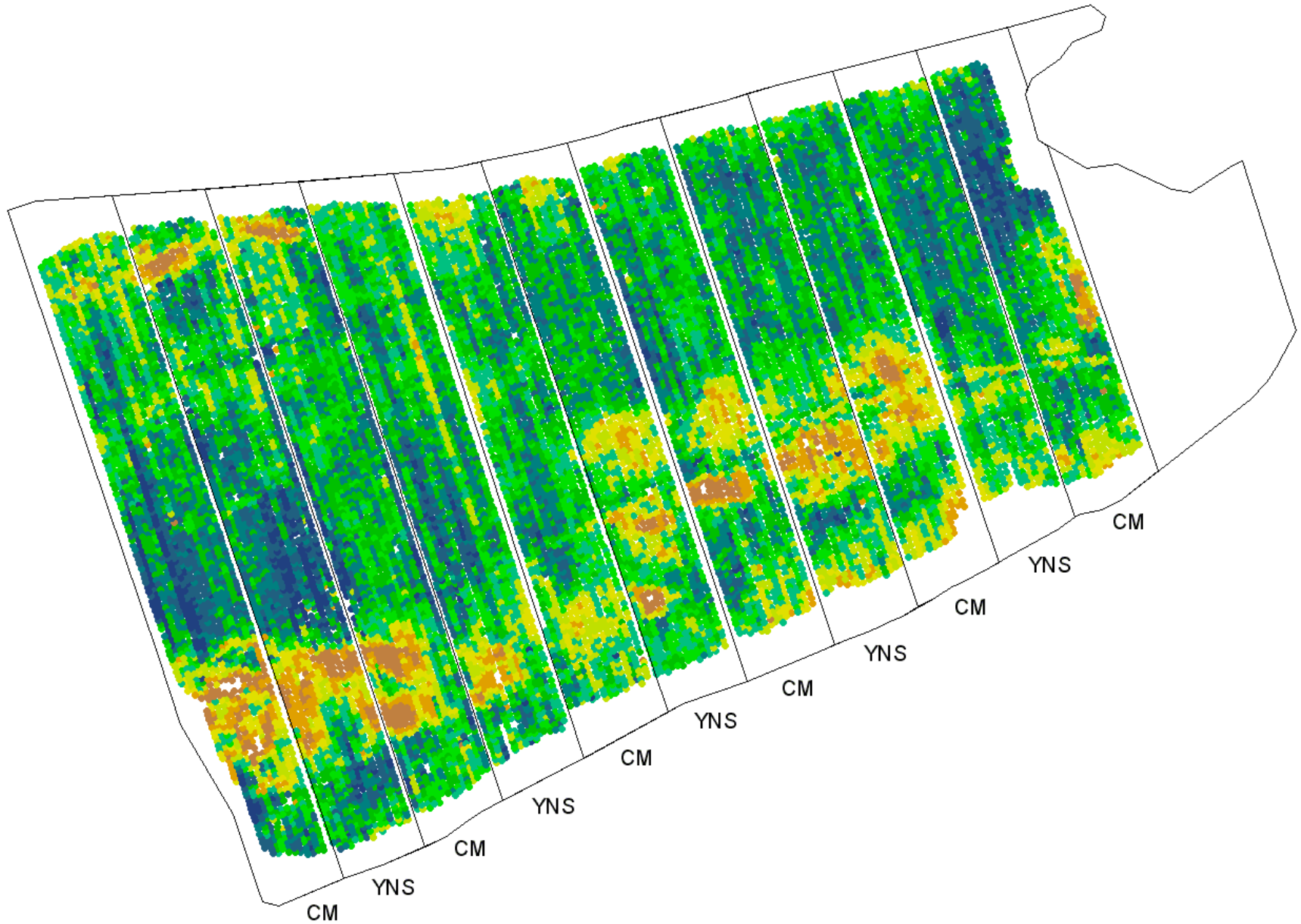


Ertragsdaten 4

Fazit: Fehler am besten schon bei Durchführung der Ernte vermeiden!



Ertragsdaten 5



- 1) Einzelpunkte der Zielgröße sukzessive mit Faktoren attributieren
 - Hinzufügung von weiteren Punktdaten nach kürzester Entfernung
 - Ausgleich bzw. besondere Berücksichtigung von Daten mit sehr wenigen Einzelpunkten (z.B. Nährstoffkartierung), hier ggfs. Interpolieren (Kriging)
 - Versuchsglieder und sonstige Bereiche (z.B. manuell zugewiesene Störzonen) über Punkt-in-Polygon-Bestimmung zuordnen
- 2) Mitführung aller versuchsrelevanten Attribute der Einzeldaten
 - Plausibilitätskontrollen, Fehlerdiskussion und weitere Auswertungen
 - Verwendung selbsterklärender Bezeichnungen oder Kodierungen
- 3) Bereitstellung der Gesamtdatenliste mit Punktdaten
 - Tabellenformate (*.txt, *.csv) zum Import in Geostatistik
 - Geokoordinaten möglichst schon in metrischer Projektion (GK, UTM o.ä.)

Auswertung mit „Bordmitteln“ (Klassenbildung, deskriptive Statistik)
oder Übernahme der Gesamtdaten in die Geostatistik

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	LATITUDE	LONGITUDE	DATUM	FEUCHTE	DRESCHER	EC25	SYSTEM	N2B	N2N	N3N	CM2N	CM3N	N2	N3	N2N3	NGESAMT	ERTRAGKORR
16966	51,736810	12,101890	08.02.07	15,2	M10	54,76	YNS	6,23	46	35	0	0	46	35	81	141	63,80
16967	51,736730	12,101930	08.02.07	15,2	M10	49,04	YNS	6,08	47	40	0	0	47	40	87	147	67,37
16968	51,736660	12,101970	08.02.07	15,2	M10	46,14	YNS	5,85	49	43	0	0	49	43	92	152	68,81
16969	51,736590	12,102020	08.02.07	14,9	M10	49,13	YNS	5,42	54	42	0	0	54	42	96	156	64,22
16970	51,736510	12,102050	08.02.07	14,9	M10	47,24	YNS	5,30	55	44	0	0	55	44	99	159	61,60
16971	51,736430	12,102100	08.02.07	14,9	M10	46,76	YNS	5,57	52	50	0	0	52	50	102	162	61,73
16972	51,736360	12,102140	08.02.07	14,9	M10	48,28	YNS	5,75	50	50	0	0	50	50	100	160	68,13
16973	51,736280	12,102180	08.02.07	14,9	M10	48,63	YNS	5,42	54	50	0	0	54	50	104	164	63,39
16974	51,736200	12,102220	08.02.07	14,9	M10	52,77	YNS	6,20	46	50	0	0	46	50	96	156	68,46
16975	51,736130	12,102260	08.02.07	15,0	M10	54,50	YNS	6,49	43	50	0	0	43	50	93	153	73,20
16976	51,736060	12,102310	08.02.07	15,0	M10	53,96	YNS	6,67	41	50	0	0	41	50	91	151	60,76
16977	51,735980	12,102350	08.02.07	15,0	M10	51,23	YNS	6,59	42	50	0	0	42	50	92	152	57,86
16978	51,735910	12,102390	08.02.07	15,0	M10	49,41	YNS	6,96	38	50	0	0	38	50	88	148	70,25
16979	51,735830	12,102430	08.02.07	15,0	M10	49,71	YNS	6,55	42	50	0	0	42	50	92	152	63,25
16980	51,735750	12,102470	08.02.07	15,1	M10	50,17	YNS	6,14	46	50	0	0	46	50	96	156	57,96
16981	51,735680	12,102510	08.02.07	15,1	M10	51,10	YNS	5,94	48	50	0	0	48	50	98	158	73,68
16982	51,735600	12,102550	08.02.07	15,1	M10	53,18	YNS	5,91	49	50	0	0	49	50	99	159	78,29
16983	51,735520	12,102590	08.02.07	15,1	M10	52,90	YNS	6,13	47	50	0	0	47	50	97	157	74,61
16984	51,735450	12,102630	08.02.07	15,1	M10	54,85	YNS	6,10	47	49	0	0	47	49	96	156	72,29
16985	51,735370	12,102680	08.02.07	14,9	M10	58,99	YNS	6,28	45	39	0	0	45	39	84	144	75,88
16986	51,735300	12,102720	08.02.07	14,9	M10	62,02	YNS	5,91	49	36	0	0	49	36	85	145	74,28
16987	51,735210	12,102760	08.02.07	14,9	M10	62,56	YNS	5,51	53	44	0	0	53	44	97	157	66,79
16988	51,735140	12,102800	08.02.07	14,9	M10	62,65	YNS	5,56	52	40	0	0	52	40	92	152	70,86
16989	51,735070	12,102840	08.02.07	15,0	M10	65,08	YNS	5,68	51	40	0	0	51	40	91	151	75,86
16990	51,734980	12,102880	08.02.07	15,0	M10	66,85	YNS	5,60	52	43	0	0	52	43	95	155	82,80



Alles in Einem
beim Precision Farming

Vielen Dank für Ihr Interesse!