

Bausteine des Precision Farming

FAKT-Maßnahme F3

Voraussetzungen, Technik, Verfahren

Jürgen Ott
LTZ Augustenberg
Außenstelle Forchheim
Kutschenweg 20
76287 Rheinstetten
juergen.ott@ltz.bwl.de

Gliederung des Vortrags

- Vorstellung von FAKT-F-Maßnahmen
- Bodenuntersuchung und P-Düngung
- Einsatz optischer Sensoren für N-Düngung
- GIS-Anwendungen, Literatur, Allg. Hinweise

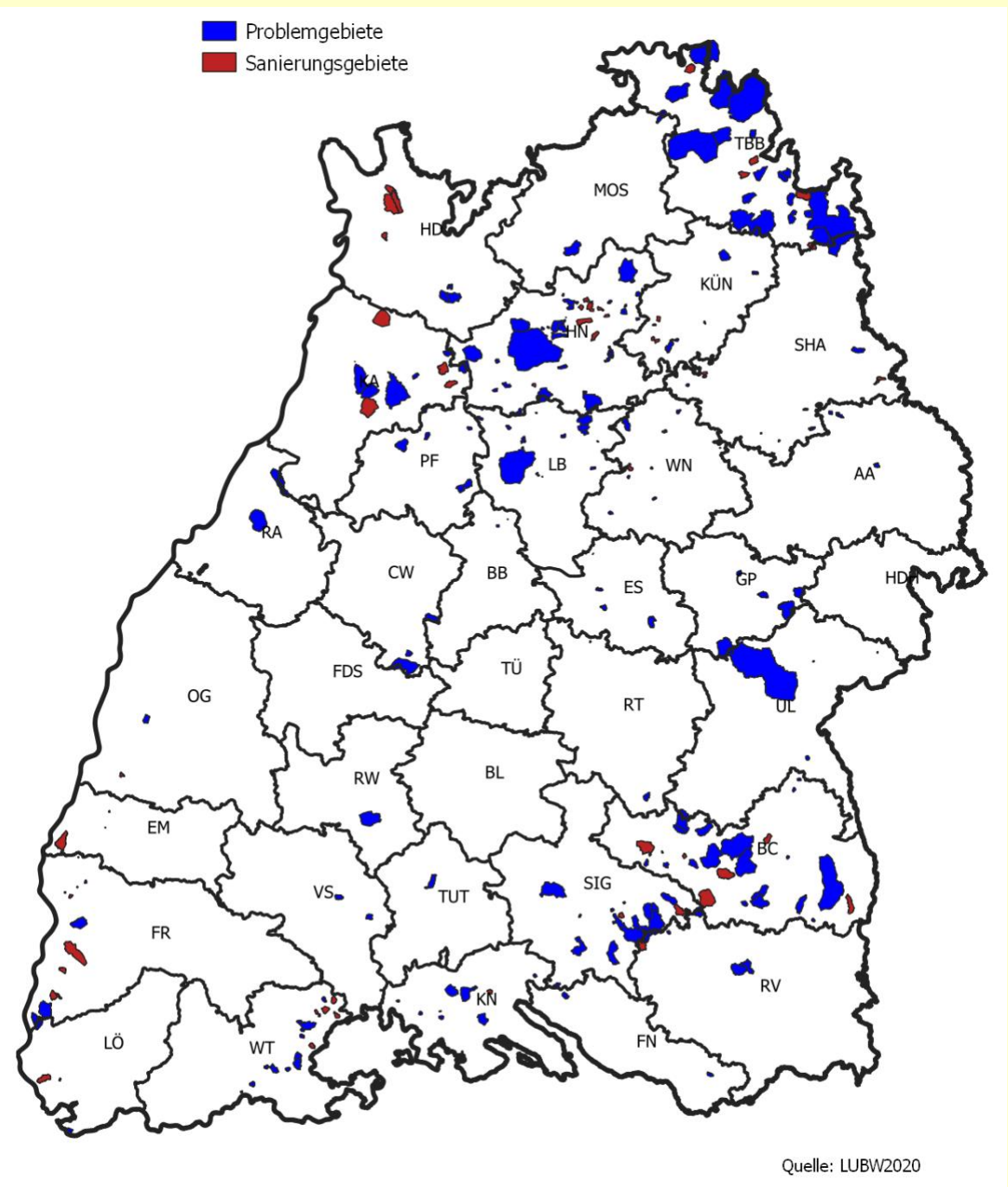
FAKT Allgemein

- **FAKT** = Förderprogramm für Agrarumwelt, Klimaschutz und Tierwohl seit 2015
- Das Ziel von FAKT ist der Erhalt und die Pflege der Kulturlandschaft, der Schutz des Klimas und der natürlichen Ressourcen Wasser, Boden, Luft, der Erhalt und die Verbesserung der Biodiversität sowie die Förderung der artgerechten Tierhaltung
- Ca. 40 Teilmaßnahmen

FAKT – die F-Maßnahmen 1

- Die Maßnahmen F1 – F5 sind freiwillige Maßnahmen zum Gewässer- und Erosionsschutz
- Sie dienen schwerpunktmäßig der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie und dem Schutz des Bodens
- Ausweitung der Förderkulisse ab 2020: alle Flächen außerhalb der Problem- und Sanierungsgebiete von Wasserschutzgebieten

Problem- und Sanierungsgebiete BW 2019



FAKT – die F-Maßnahmen 2

- **F1:** Winterbegrünung - 100 €/ha
- **F2:** Stickstoff-Depotdüngung mit Injektion - 60 €/ha
- **F3:** Precision Farming - 80 €/ha
- **F4:** Reduzierte Bodenbearbeitung mit Strip-Till-Verfahren - 120 €/ha
- **F5:** Freiwillige Hoftorbilanz - 20 €/ha

Keine Degressionsregelung für F-Maßnahmen

FAKT-Maßnahme F3: Precision Farming

- Ziel: Einträge von Nitrat ins Grundwasser und Phosphat in Oberflächengewässer reduzieren
- Verpflichtungszeitraum 5 Jahre!
- Jährliche Stickstoffdüngung mit Sensor in Getreide, Raps, Mais und Kartoffeln (derzeit Reflexions- oder optische Sensoren)
- Teilflächenspezifische Phosphat-Grunddüngung (mind. 1 x in 5 Jahren)
- Ermittlung des Phosphat-Düngebedarfs mind. im 1-ha-Raster (1 x in 5 Jahren)

Nur als Paket!

80 €/ha



GPS (Global Positioning System)
Precision Farming



**Auswertung · Interpretation
Planung · Dokumentation**

Ertragskartierung

Referenzstation



Pocket PC



angepasste
Wachstumsregelung



bedarfsgerechte
Stickstoffdüngung

Grunddüngung,
Kalk



variable
Aussaatstärke



erforderliche Boden-
bearbeitungsintensität

**Online-Verfahren
Sensoren**

**Offline-Verfahren
PC-Planung**

GPS-Switch

Automatisierte Teilbreiten-
schaltung (verfügbar für
Streuer und Spritzen)



Einer für alles!



Datenerfassung

- Grunddaten
- Geografische Daten
- Variable Daten
- Bodenuntersuchung



Bodenuntersuchung

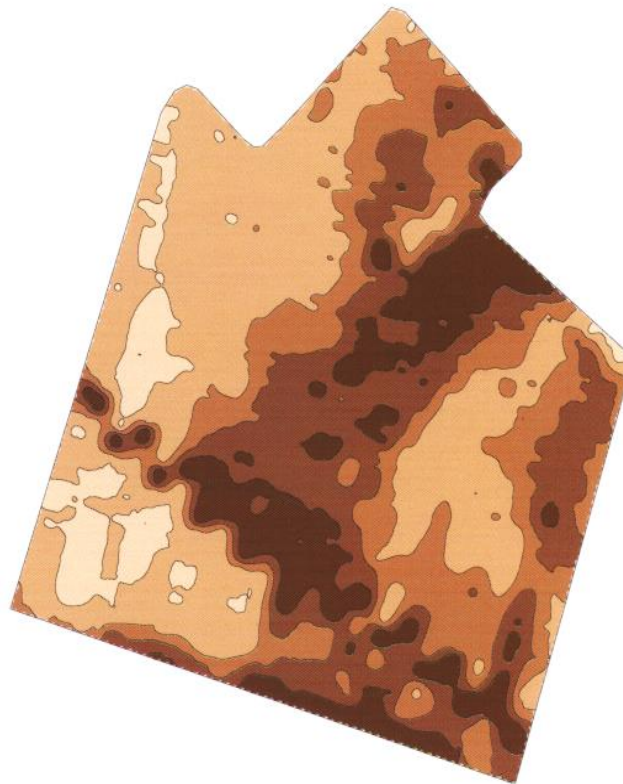
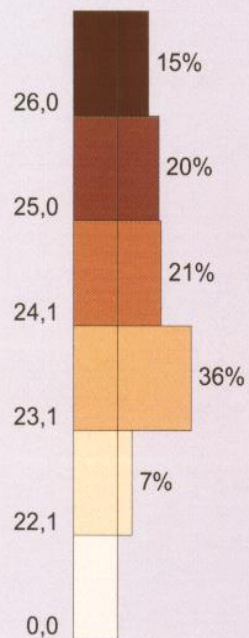
- Für eine teilflächenspezifische Düngung müssen die Flächenunterschiede bekannt sein!
- Wenn schon teilflächenspezifische Bodenuntersuchung, dann für alle Grundnährstoffe und pH
- EM-38-Bodenscanner wird empfohlen oder Ertragspotentialkarten (Satelliten)

Bodenuntersuchung mit EM 38-Scanner



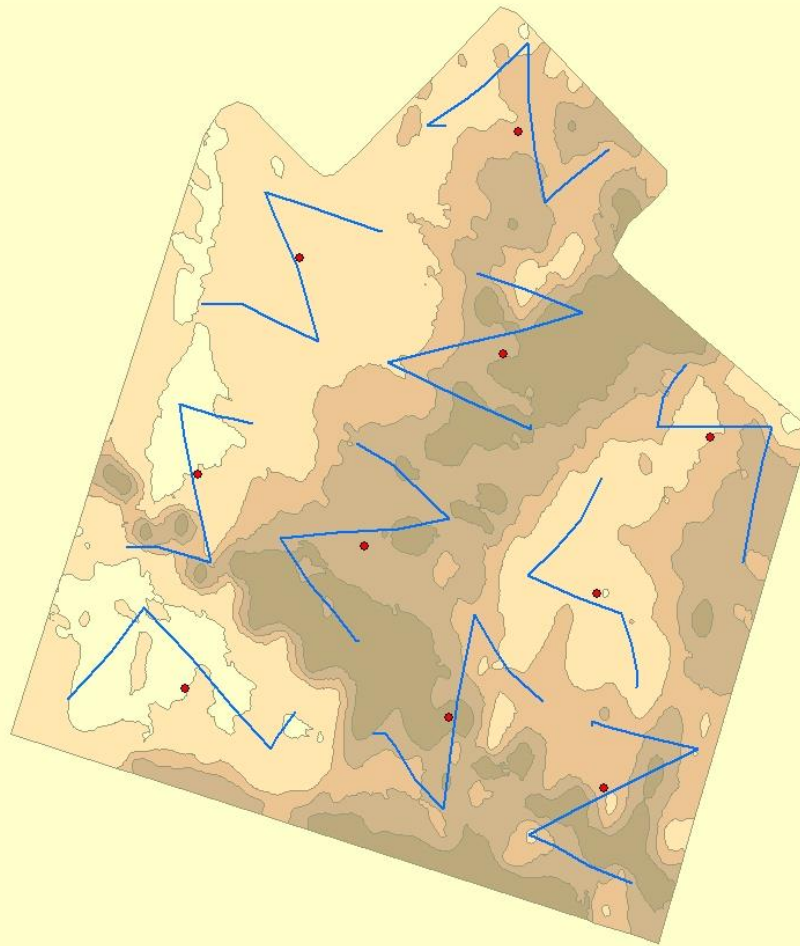
- einmalige Dienstleistung
- misst die scheinbare elektrische Leitfähigkeit
- korreliert mit dem Tongehalt (=Feinerdeanteil)
- Auskunft über leichte - mittlere - schwere Böden
- Basis für eine „intelligente“ Bodenbeprobung

EC25-Verteilung (Messwerte in %)
(mSiemens)



Beprobungsraster

Untersuchungsraster nach F3: mind. 1 ha



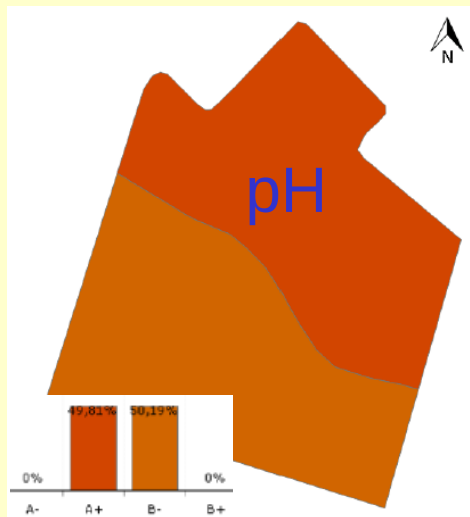
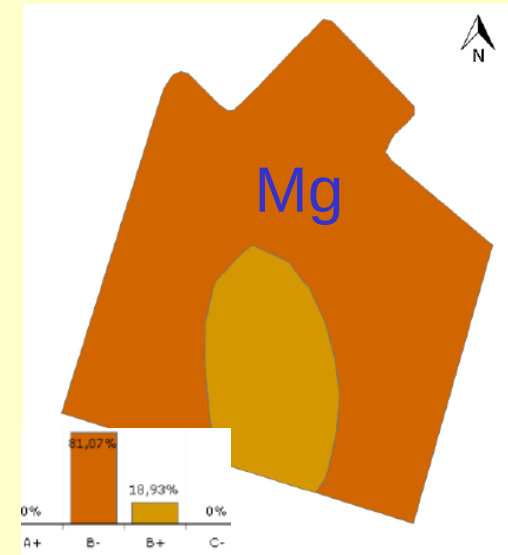
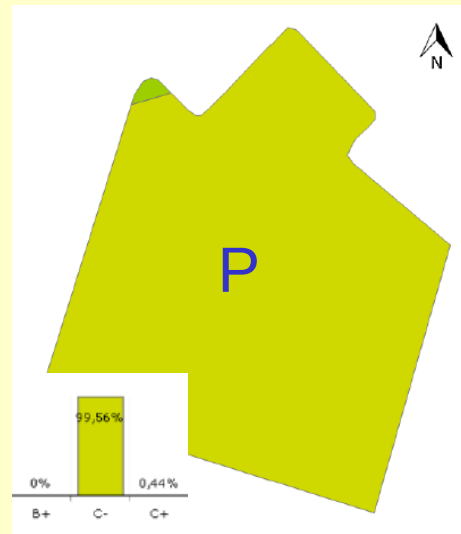
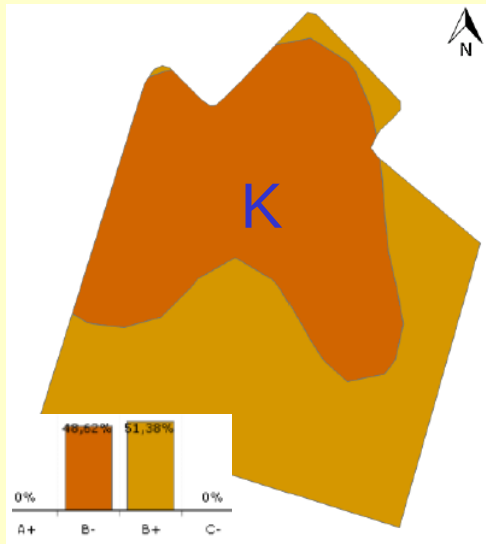
10 ha



Dynamisch / intelligent

starr

Bodenuntersuchung Grundnährstoffe



Hinweise zum GA:

Als Nachweis der Durchführung dieser Teilmaßnahme sind die Analysenergebnisse und der Ausdruck der erstellten Nährstoffkarte erforderlich.

Dem Ausdruck können die ermittelten Bodenklassen, die Schlaggröße und die Umrisse des Schlages, auf dem die Teilmaßnahme durchgeführt worden ist, entnommen werden.

➤ Nach DüV alle 6 Jahre wiederholen

Betriebskarte mit P-Verteilung



Teilflächenspezifische P-Düngung

1. Applikations- oder Sollwertkarte erstellen
(Offline-Verfahren, für Schlag oder Betrieb)
2. Eigen- oder Dienstleistung

Applikationskarte bearbeiten (Phosphat 23 (8))

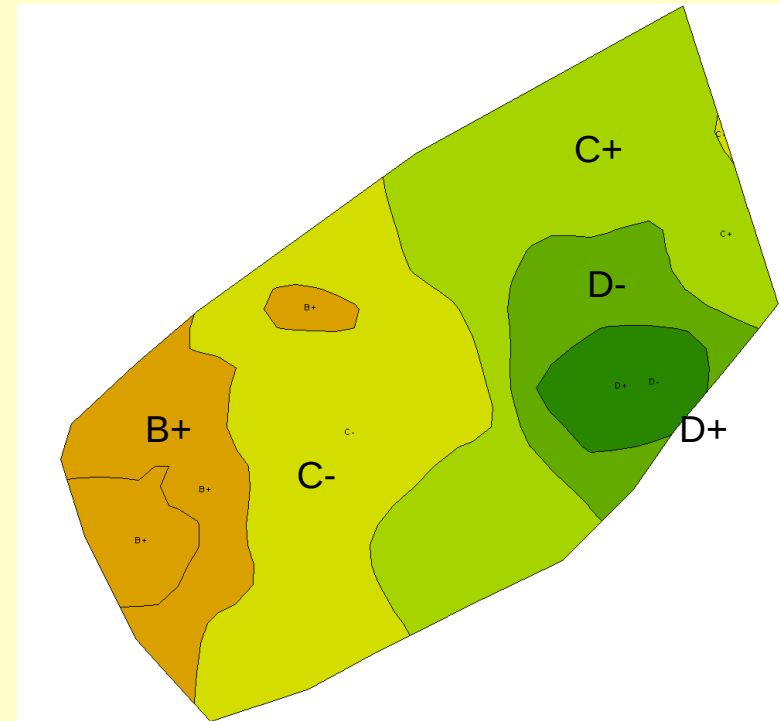
Mittel / Saatgut / Prozentual Applikationsmengen

Gruppierungsspalte: versorstu

versorstu	Anzahl Werte	Anzahl proz.	Sollwert	Einheit
B+	3	37,5	300,00	kg/ha
C-	2	25,0	200,00	kg/ha
C+	1	12,5	100,00	kg/ha
D-	1	12,5	0,00	kg/ha
D+	1	12,5	0,00	kg/ha

☒ Automatische Legende

Schließen



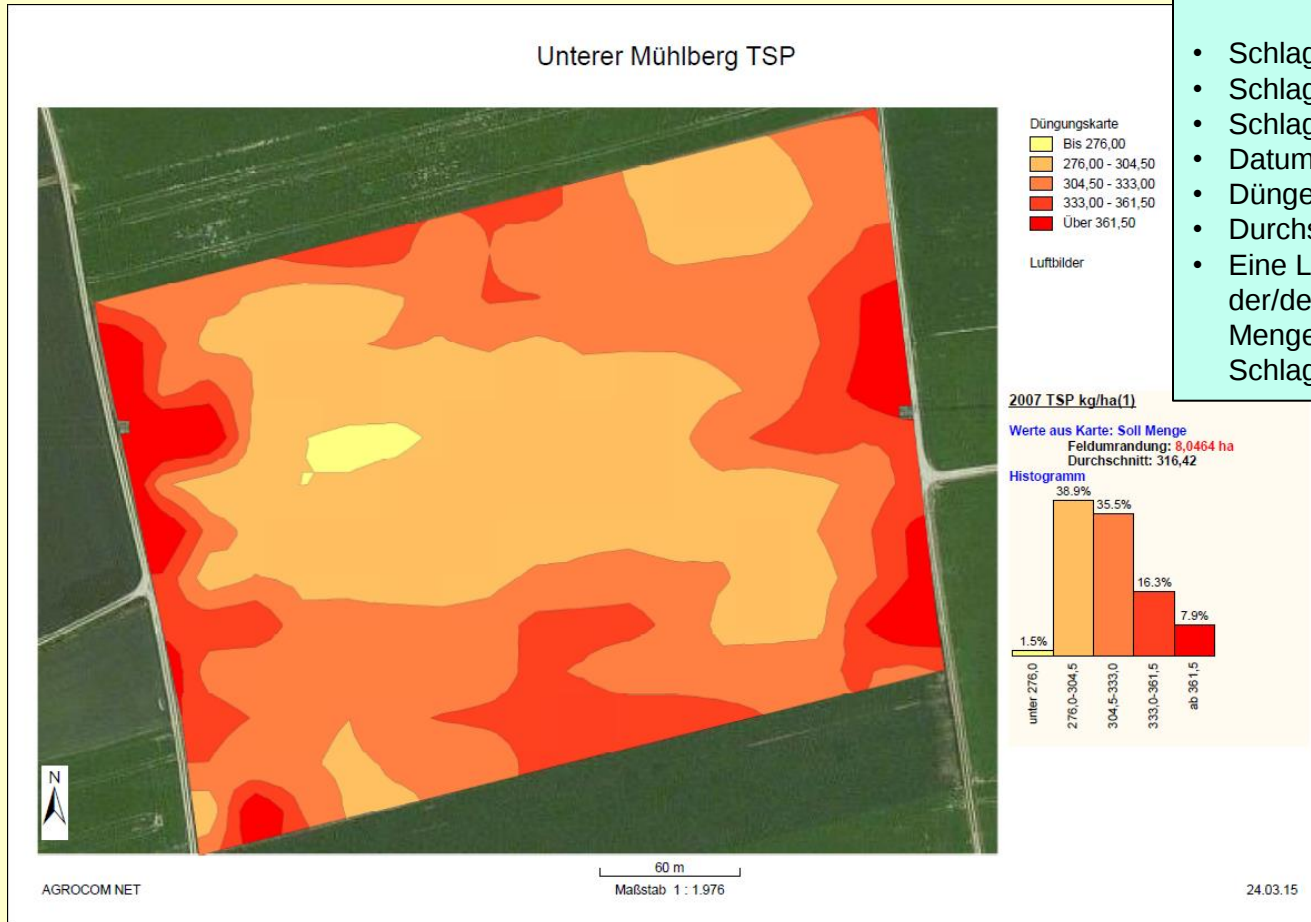
3. Maschinenauftrag erstellen und exportieren

Teilflächenspezifische P-Düngung

Dokumentation: Ausbringungs- oder Streukarte als Nachweis

Mindestinhalt der Dokumentation:

- Schlagname oder Schlagnummer
- Schlagumriss
- Schlaggröße
- Datum der Maßnahme
- Düngerart
- Durchschnittliche Ausbringungsmenge
- Eine Legende oder ein Histogramm, aus der/dem ersichtlich ist, welche P-Mengen auf welchen Teilflächen des Schlages ausgebracht wurden.



Teil 2

Einsatz von optischen Sensoren

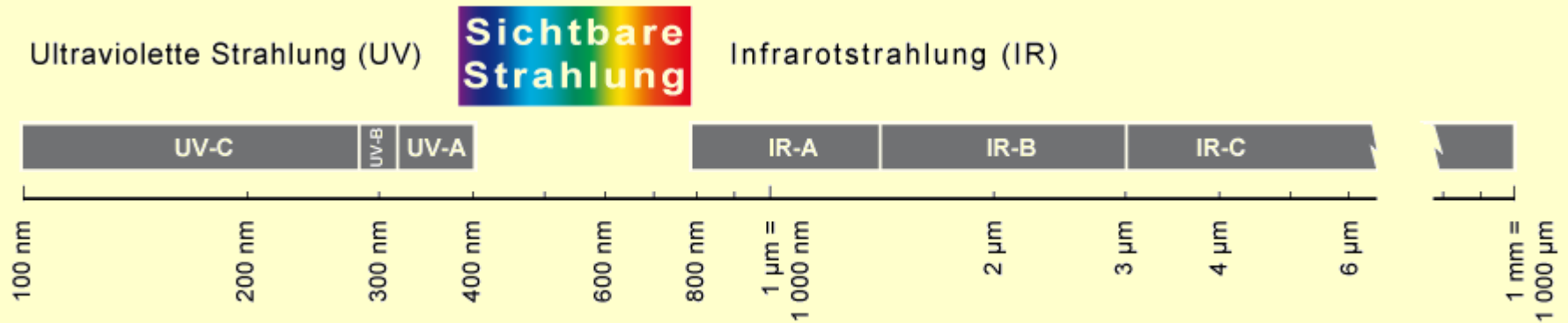
Sensor im Einsatz



Prinzip Reflexionsmessungen

- Pflanzen nutzen **Rotlicht** zur Fotosynthese. Es wird **absorbiert** und nur wenig reflektiert
- fotosynthetisch aktive Biomasse  → Reflexion von Rotlicht 
(hpts. Chlorophyll).
→ Indiz für die Stickstoffaufnahme
- Im **NIR**-Bereich gilt das Gegenteil: nahinfrarotes Licht (> 700 nm) wird vor allem von der Pflanzenstruktur **reflektiert**
- Struktur (Zellwände, Blätter, Stängel)  → Reflexion von NIR-Licht 
→ Indiz für Bestandesdichte
- Aus den Spektralinformationen im Grün-/Rot- und/oder im NIR-Bereich werden Vegetationsindizes berechnet

Sichtbares Licht und Infrarotstrahlung



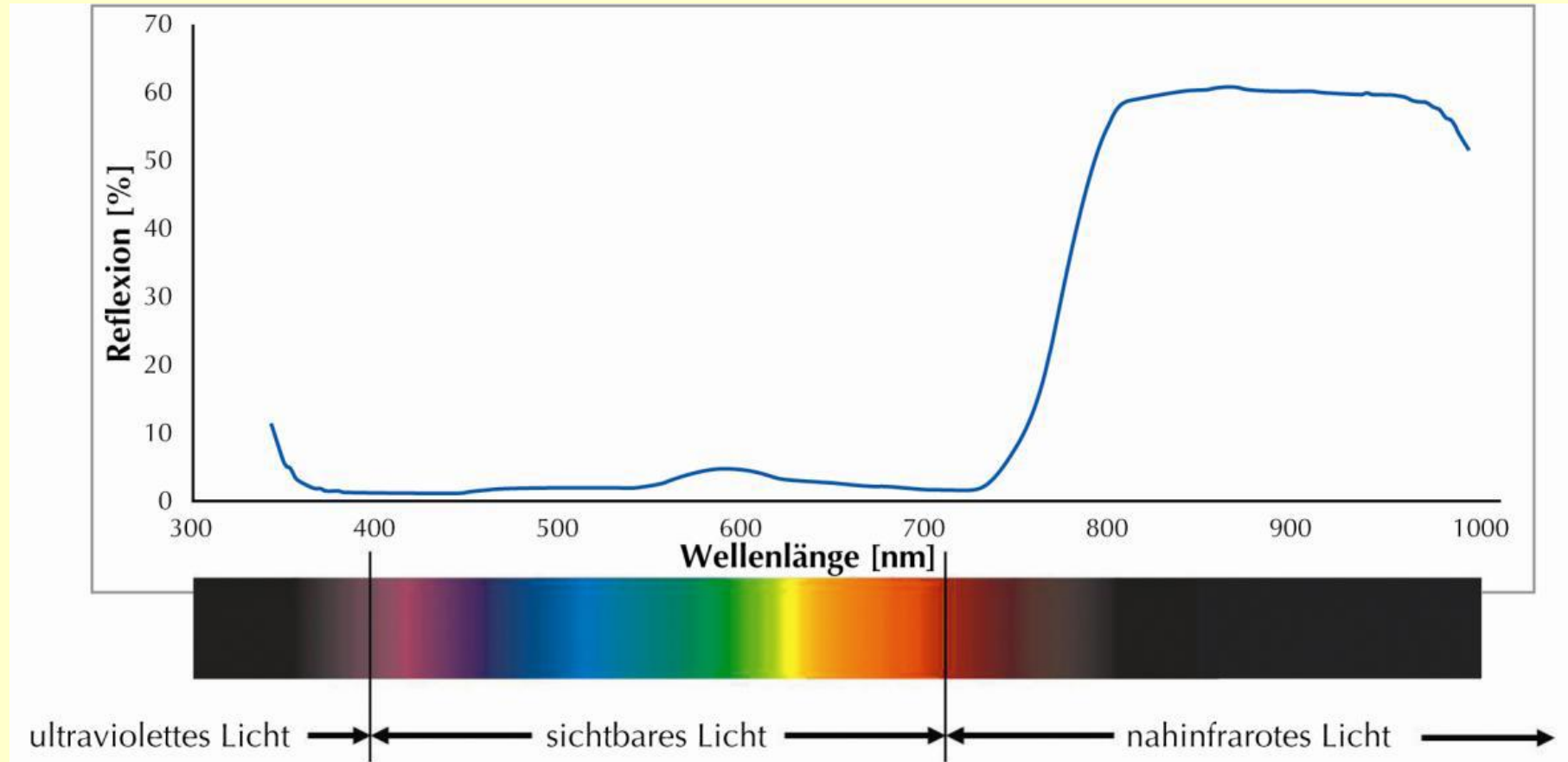
Grafik: LUBW

Arbeitsbereich von
Reflexionssensoren

- Kurzwelliges Infrarot (IR-A)
- Mittelwelliges Infrarot (IR-B)
- Langwelliges Infrarot (IR-C)

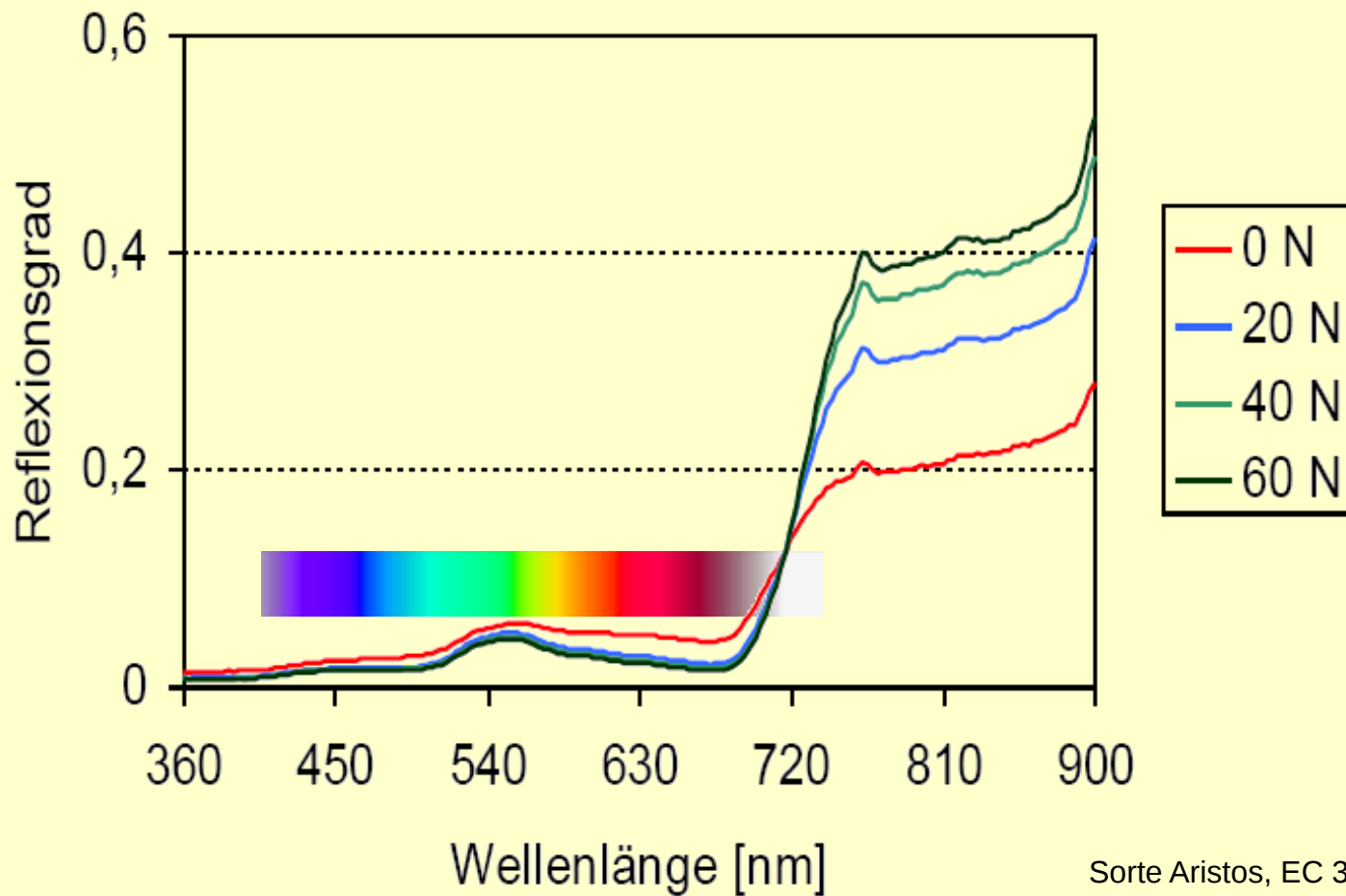
NIRS = Nahinfrarotspektroskopie

Reflexionsspektrum eines Bestandes



Quelle: DLG

Reflexionsspektren von Winterweizen



Sorte Aristos, EC 39

Vegetationsindizes - Beispiele

Vegetationsindex		Berechnung (nm)	Beziehung zu
IR / R	ratio infrared/red	780/670	Biomasse
IR / I1	ratio infrared/infrared	740/730	Biomasse
IR / I2	ratio infrared/infrared	740/720	Biomasse
IR / G	infrared/green	780/550	N-Gehalt
NDVI	normalized diff. veg. index	$(800-670)/(800+670)$	Biomasse
SAVI	soil adjusted veg. index	$(1+B)(800-670)/(800+670+B)$	Biomasse
REIP	red edge inflection point	$700+40((670+780)/2-700)/(740-700)$	N-Gehalt, LAI

Anforderungen: Messgröße (N-Aufnahme) gut abbilden, sortenunabhängig, stabil gegen Umwelteffekte, großer Messbereich, geringe Sättigungseffekte

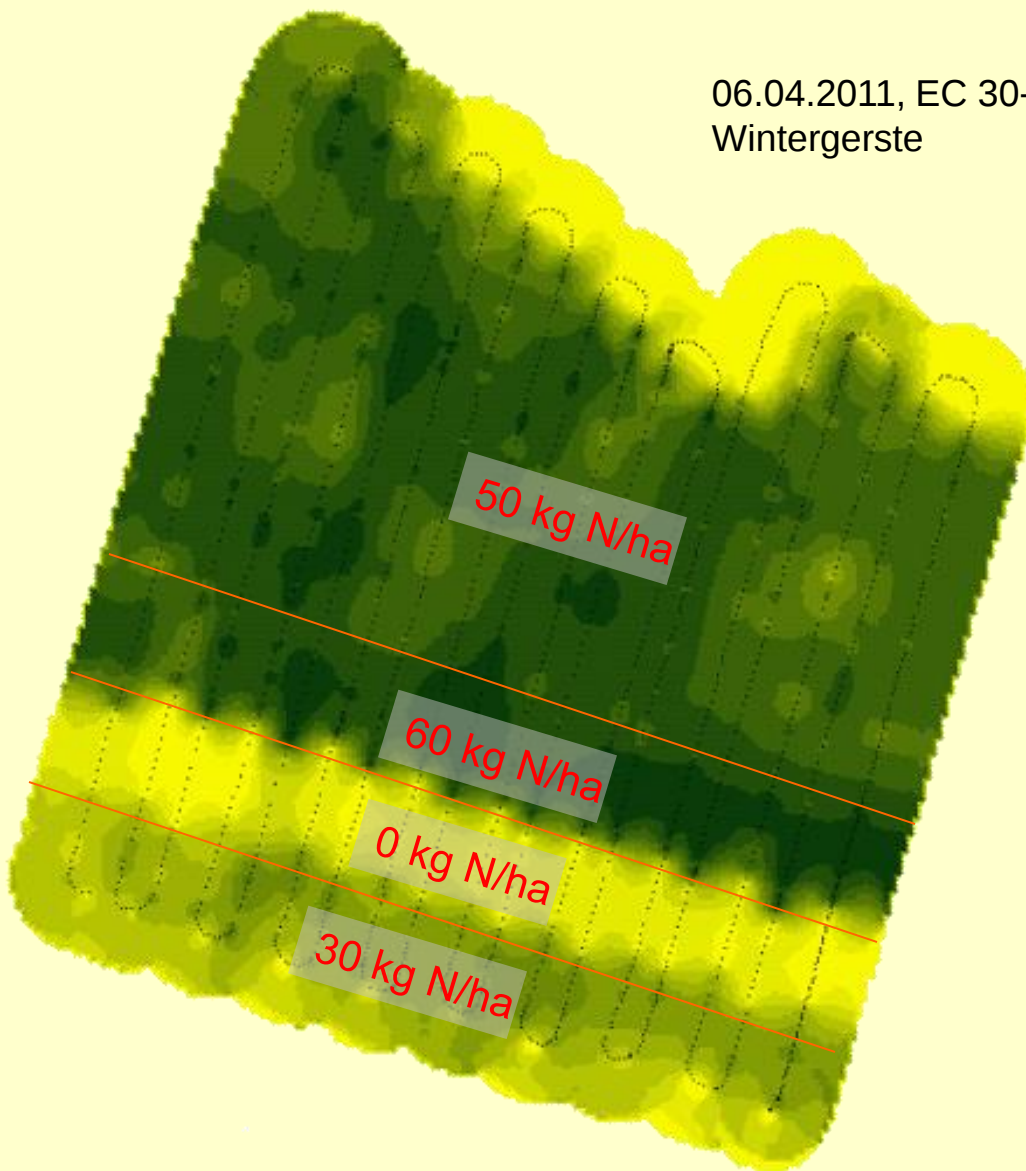
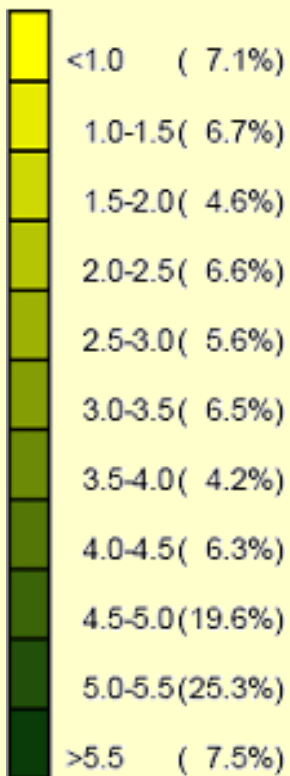
Vom Sensorwert zur N-Düngung

- Reflexionsmessungen sind indirekte Messungen
- Die Vegetationsindizes werden daher in die agronomische Führungsgröße „Stickstoffaufnahme in kg N/ha“ umgerechnet
- Diese Umrechnungsformeln werden als **Messalgorithmen** oder **Regelfunktionen** bezeichnet
- Sie müssen fruchtart- und stadienspezifisch sein
- Sensoren müssen für jeden Einsatz kalibriert werden

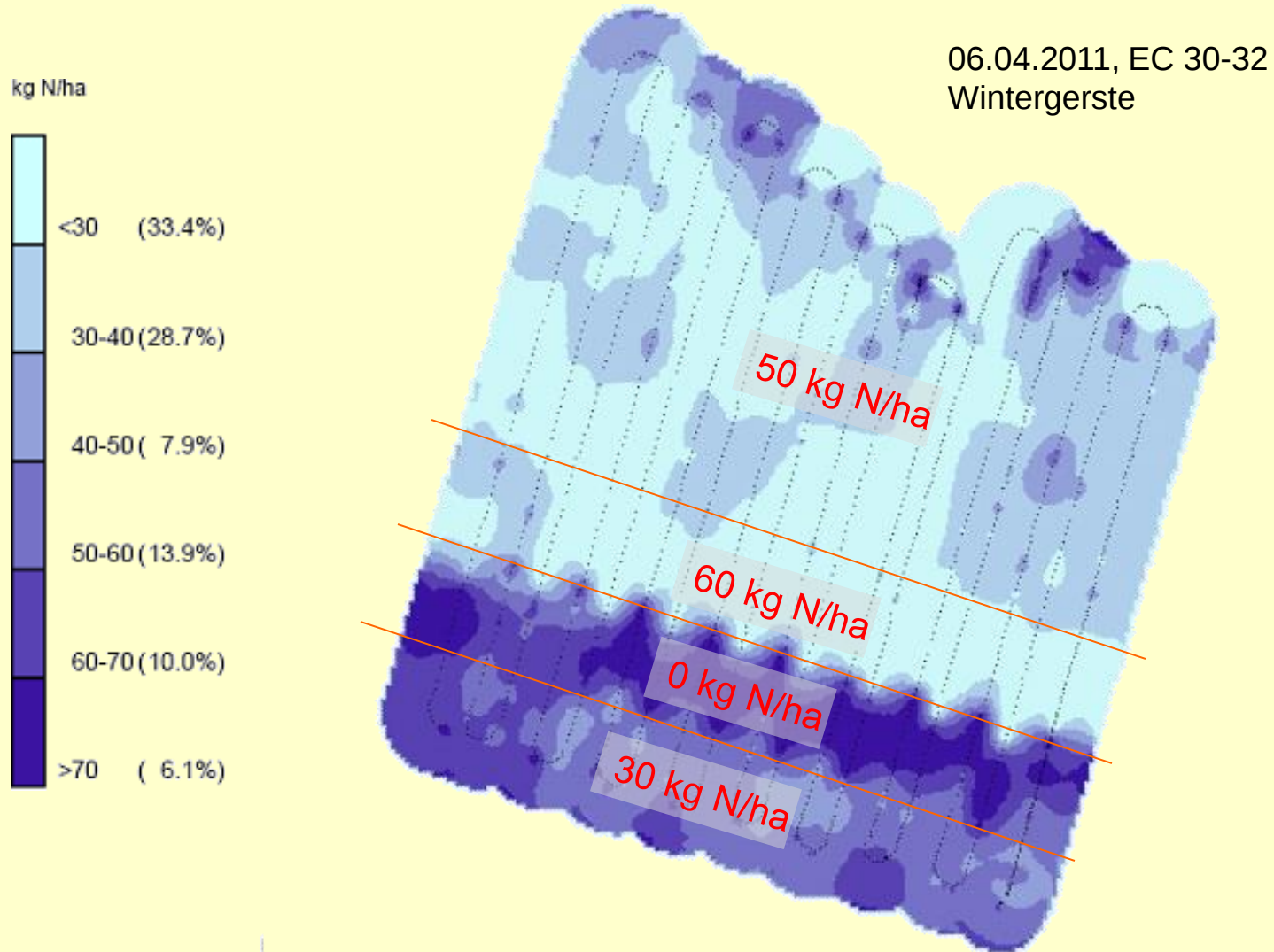
Biomassekartierung

06.04.2011, EC 30-32
Wintergerste

Biomasse



N-Düngung teilflächenspezifisch



Unterschiede bei Reflexionssensoren

Anbau	Dachaufbau, Frontanbau, (Spritz-)Gestänge
Anzahl Sensoren	2 bis theoretisch 50
Lichtquelle	LED, Xenon-Blitzlampe, Sonne
Lichtfarben	Grün, Rot und NIR
Lichtmessung	2 - 4 Wellenlängen
Vegetationsindex	NDVI, REIP, firmeneigene,
Messabstand	Ca. 40 cm – 12 m
Messfläche / Sensor	Ca. 60 cm - 3,50 m
Messfläche / ha	Bei 28 m Arbeitsbreite ca. 5% - 25%
Messalgorithmen	Ja / nein ; welche?
Map-Overlay	Möglich / nicht möglich
Kalibrierung	Einpunkt-, Zweipunkt-, keine
Preise €	Ca. 20.000 bis ca. 35.000 €

FAKT-Regelungen zum Sensoreinsatz

- Förderfähige Fläche: nur sensortaugliche Kulturen, die im ersten Jahr beantragt werden
- Düngbedarfsermittlung nach DüV
- Getreide: Einsatz ab 2. N-Gabe (ca. ab BBCH 28)
- Mais und Kartoffeln: als Startgabe nur 50 % der N-Düngbedarfsmenge erlaubt
- Mais 2. N-Gabe: 8-10-Blattstadium
- Kartoffeln 2. N-Gabe: zum Reihenschluss
- Winterraps: Herbstscan und Düngung der 1. Gabe im Offline-Verfahren möglich
- *Zusätzlicher Nutzen: Sensoren auch für Wachstumsreglerapplikation einsetzbar*

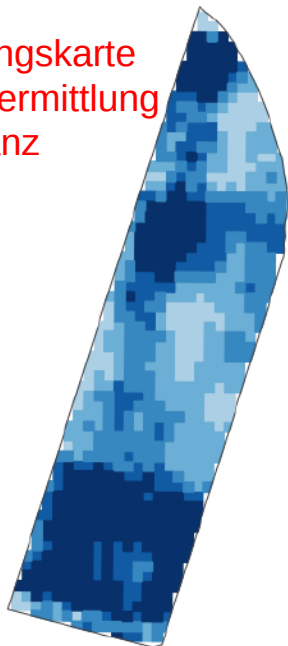
N-Düngung Dokumentation/Nachweis

Betrieb: Landw. Technologiezentrum Augustenberg

Kunden-Nr.: 13596

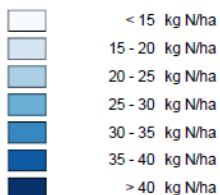
Pflicht:

Ausbringungskarte
+ N-Bedarfsermittlung
+ Schlagbilanz



0 93 186 279 372 m

Legende



N-Sensor Stickstoff-Empfehlungskarte

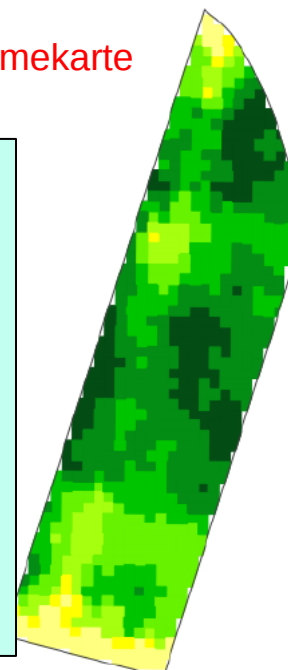
Schlag	Feld 13
Schlagfläche	3,76 ha
Fruchtart (Kalibrierung)	Wintergerste
EC-Stadium (Kalibrierung)	32
Arbeitsbreite	15 m
Logdatum	17.04.2014
Logdatei	1202114_13_140417_05.log
Minimum	20 kg N/ha
Maximum	60 kg N/ha
Durchschnitt	33 kg N/ha
Standardabweichung	9,0 kg N/ha
Abgefahrte Fläche	3,59 ha
Gesamt N	118 kg N
N-Gehalt	27,00 %
Gesamtmenge Dünger	4,36 dt

Betrieb: Landw. Technologiezentrum Augustenberg

Kunden-Nr.: 13596

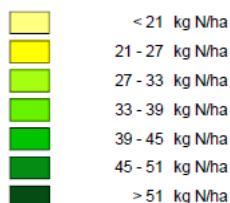
Kür:

die N-Aufnahmekarte



0 93 186 279 372 m

Legende



N-Sensor Stickstoff-Aufnahme

Schlag	Feld 13
Schlagfläche	3,76 ha
Fruchtart (Kalibrierung)	Wintergerste
EC-Stadium (Kalibrierung)	32
Arbeitsbreite	15 m
Logdatum	17.04.2014
Logdatei	1202114_13_140417_05.log
Minimum	0 kg N/ha
Maximum	60 kg N/ha
Durchschnitt	42 kg N/ha
Standardabweichung	10,4 kg N/ha
Abgefahrte Fläche	3,59 ha
Gesamt N	0 kg N

Sensordüngung - Herausforderungen

- Der nach § 3(3) novellierter DüV ermittelte N-Bedarf stellt eine **Obergrenze** dar (§ 4(1) nov. DüV)
- Die Überschreitung der Obergrenze ist eine Ordnungswidrigkeit (§ 14(1) Satz 1 nov. DüV)
- Sensordüngung bedeutet aber, dass die absolute Menge an ausgebrachtem Dünger erst nach der Überfahrt genau bekannt ist
- Ergo: Der Sensor muss zur letzten Gabe so eingestellt werden, dass die schlagspezifische Obergrenze eingehalten wird

Teil 3

GIS-Anwendungen, Literatur, allgemeine Hinweise

GIS*-Anwendungen

- Viele Satelliten-, Sensor- und Maschinendaten sowie Kartendaten müssen verwaltet und ausgewertet werden (georeferenzierte Daten)
- entweder in der Ackerschlagkartei mit GIS-Modul oder in einem Online-Portal der Dienstleister
- Prüfen, ob Ackerschlagkartei evtl. um GIS-Modul aufrüstbar ist
- Farmmanagementsysteme sind für diese Aufgabe spezialisiert

Allgemeine Hinweise

- Schnittstellenproblematik: Sind alle geplanten Komponenten Ihres Systems untereinander kompatibel? Isobus? Serielle Schnittstelle? Maschinendaten? GIS-Datenformate?
- Für den ersten Einsatz eines opt. Sensors brauchen Sie Hilfe vor Ort!
- Danach brauchen Sie einen Ansprechpartner, den Sie während der Düngesaison immer erreichen können.
- Trotz allem HighTech: Die Technik kann Ihnen nicht alles abnehmen. Ihr Erfahrungswissen über Ihre Schläge bleibt unentbehrlich.

Literatur und Links

- **FAQ-Seite für F3:** https://ltz.landwirtschaft-bw.de/pb/,Lde/Startseite/Arbeitsfelder/Smart+Farming+und+Landwirtschaft+4_0
- Lorenz ▪ Münchhoff: „Teilflächen bewirtschaften“
DLG-Verlag, ISBN 978-3-7690-2040-3, 7,50 €
- „Optische Sensoren im Pflanzenbau“
DLG-Merkblatt 390
http://www.dlg.org/dlg-merkblatt_390.html
- www.ltz-augustenberg.de
Links [Arbeitsfelder](#) / [Smart Farming](#)
- www.landwirtschaft-bw.info/pb/,Lde/Startseite
Link [Gemeinsamer Antrag](#)

The background of the slide is an aerial photograph of a landscape, likely a farm or agricultural area. Overlaid on this map are several colored polygons: a large yellow rectangle in the center, a smaller yellow rectangle to its right, a yellow rectangle below the large one, and a green polygon in the bottom right corner. A small yellow circle is also visible within the large yellow rectangle.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.