



H-Sensor

Intelligenter optischer Sensor für den
teilflächenspezifischen Herbizid-Einsatz
im Online-Verfahren

Hagen F. Piotraschke

Dipl.-Ing. agr.

Forschung & Entwicklung

Agri Con GmbH – Precision Farming Company

BLE-Innovationstage am 6./7. Oktober 2010 in Berlin

Einordnung im Precision Farming

Nutzung gemeinsamer Komponenten und Informationen:

z.B. GPS-Empfänger, GIS, PCs, Terminals, Feldgrenzen, Anbauhistorie ...

Teilflächenspezifischer Pflanzenbau

- Grunddüngung
- N-Düngung
- Bodenbearbeitung
- Saat
- Wachstumsregler
- **Herbizide**
- Fungizide

DKFL hoch → Erträge steigern, Betriebsmittel effizient einsetzen, ohne Input kein Output

Automatisierung der Feldarbeiten

- manuelle und automatische Parallelfahrssysteme
- Maschinenüberwachung und -kalibrierung von zentraler Stelle
- Leitspuroptimierung bis hin zu „Controlled Traffic“

Arbeiterledigungskosten und Personalbesatz runter
Maschinenlaufzeiten hoch

Dokumentation und Kontrolle

- Flächenvermessung
- Ertragskartierung
- Arbeitszeit- und Maschinendatenerfassung
- dezentrale Datenerfassung
- Schlagkartei

„Soviel wie möglich“ oder „Soviel wie nötig“?

Parameter

- Nährstoffbedarf
- Schadschwellen
- Bekämpfungsrichtwerte

Variabilität

- räumlich
- zeitlich
(Woche/Monat/Jahr)

Ursachen

- Standort
- Pflanze/Sorte/Bestand
- Klima/Witterung

Agronomische Führungsgrößen

z.B. Nährstoffgehalte im Boden, N-Aufnahme der Pflanzen



Zeitlich und räumlich angepasster integrierter Pflanzenbau

„Das richtige Mittel zur richtigen Zeit in der richtigen Menge am richtigen Ort“



Ausnutzung des Ertragspotentials



Mittleffekte



Ertragseffekte



Agronomische Führungsgrößen

Grunddüngung

Nährstoffgehalt im Boden

Kalkung

pH-Wert im Boden

N-Düngung

N-Aufnahme des Pflanzenbestandes

Wachstumsregler

Biomasse/N-Aufnahme des Pflanzenbestandes

Fungizide

Biomasse/N-Aufnahme bzw. Infektion/Erreger (?)

Herbizide

Art und Anzahl/Bedeckungsgrad der Unkräuter

Bodenbearbeitung

Sauerstoffgehalt im Boden

Saat

Saatbett

Schrittfolgen der sensorgestützten Arbeitsverfahren

OFFLINE-Verfahren (z.B. Bodenbearbeitung, Saat, Grunddüngung)

Informationsbeschaffung → Planung → Steuerung → Dokumentation



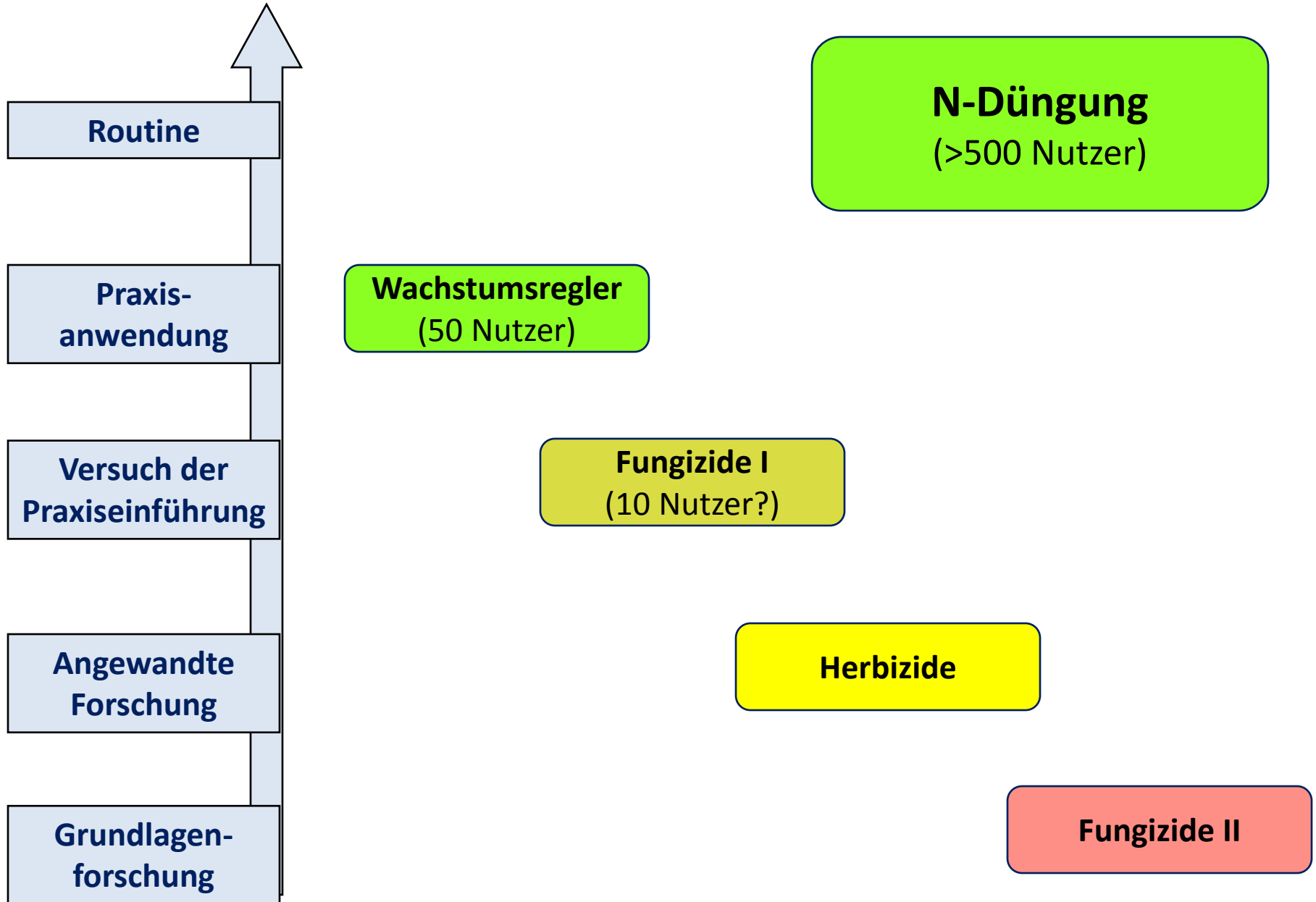
ONLINE-Verfahren (z.B. Stickstoffdüngung, Wachstumsregler-Anwendung)

Informationsbeschaffung → Echtzeit-Steuerung → Dokumentation



 räumlich/zeitlich abgesetzte Schritte, geräte-/herstellerspezifische Daten

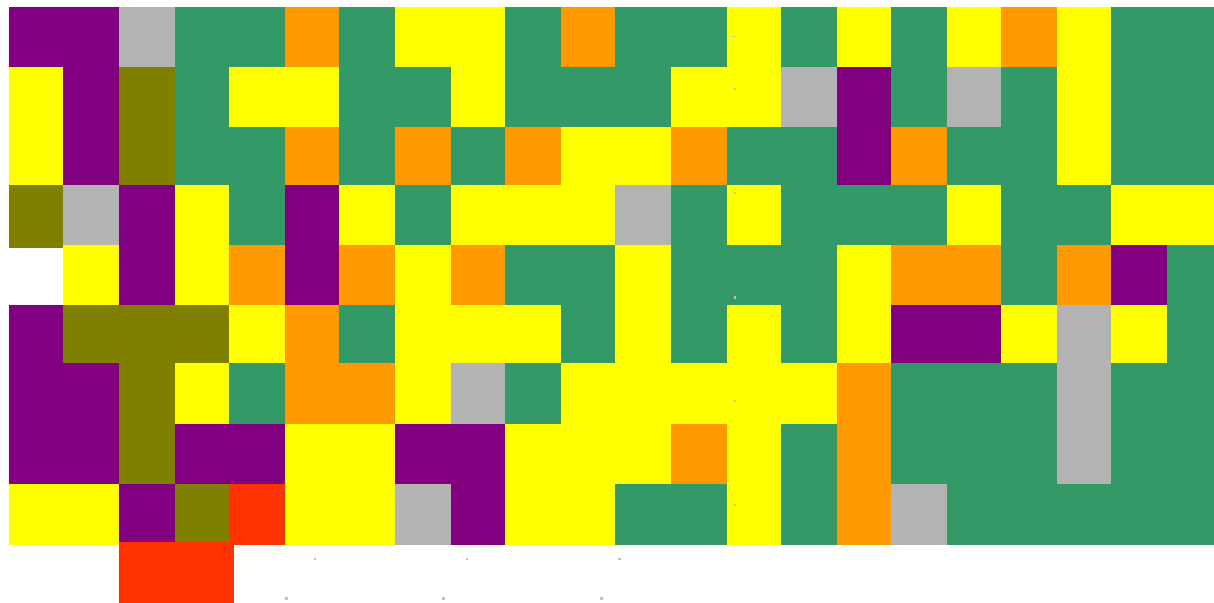
Entwicklungs- und Verbreitungsstand Online-Sensorik










Teilflächenspezifik Ackerunkräuter (1)

Unkrautbedingter Ertragsverlust in Winterweizen (42 ha) in Abhängigkeit von der Unkrautverteilung

(Erhebung von ATB Potsdam und BBA/IP Kleinmachnow; Golzow 1998)







Geschätzter unkrautbedingter Ertragsverlust (kg/ha)	Flächenanteil (%)	Herbizidanwendung
---	-------------------	-------------------

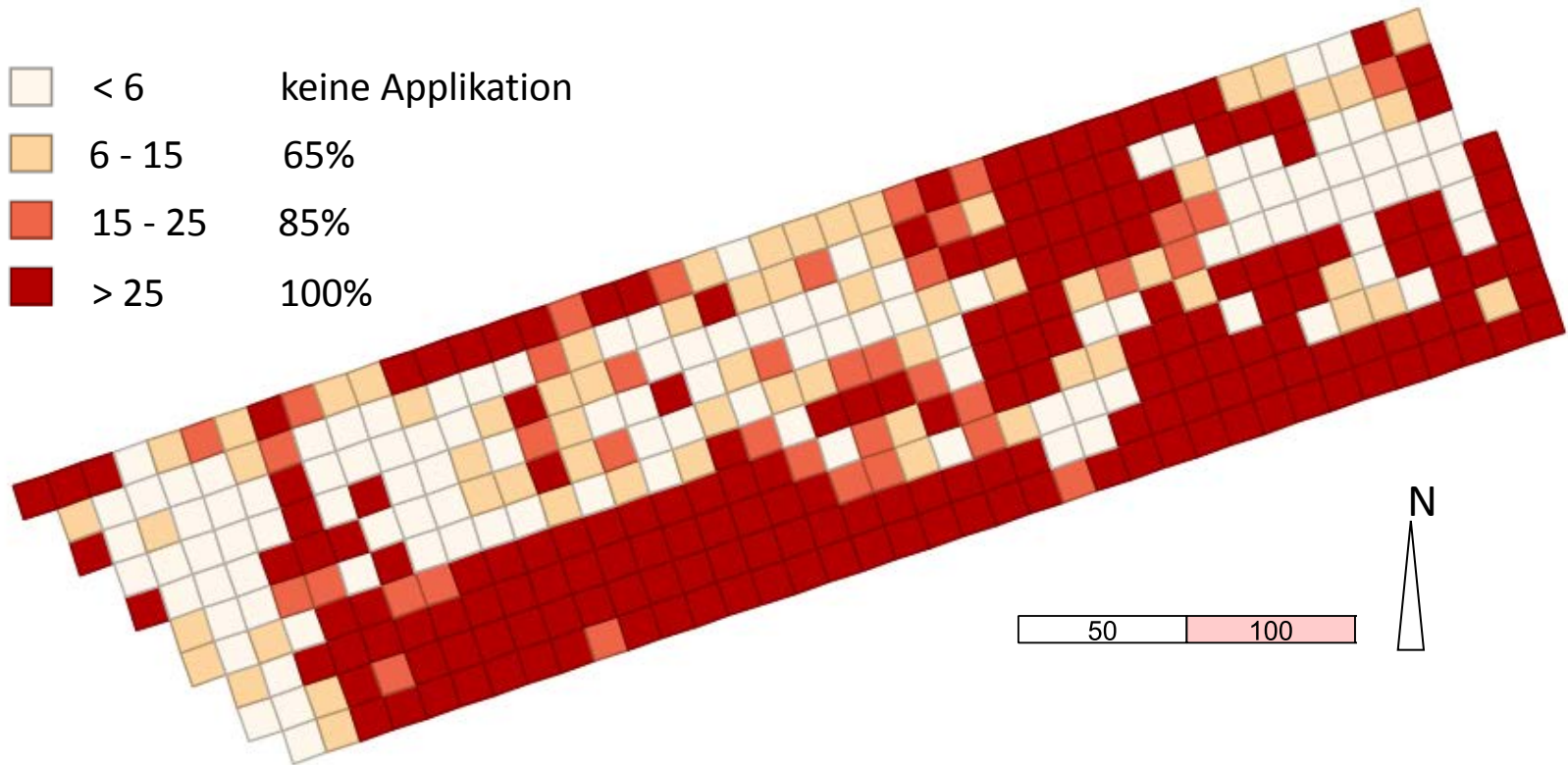
 < 100	ca. 33 %	keine
 100 ... < 150	ca. 51 %	halbe Aufwandmenge
 150 ... < 200		
 200 ... < 250		
 250 ... < 500	ca. 16 %	zugelassene Aufwandmenge
 500 ... < 1000		
 > 1000		

Teilflächenspezifik Ackerunkräuter (2)

Hühnerhirse, Kamillen-Arten, Weißer Gänsefuß, Ackerwinde [Pflanzen/m²]

Applikation von Nicosulfuron, Bromoxynil, Topramezone und Dicamba
(Erhebungen der Universität Hohenheim)

	< 6	keine Applikation
	6 - 15	65%
	15 - 25	85%
	> 25	100%







- Fläche ohne Applikation: 28%
- Herbizideinsparung: 35% **28 € ha⁻¹**

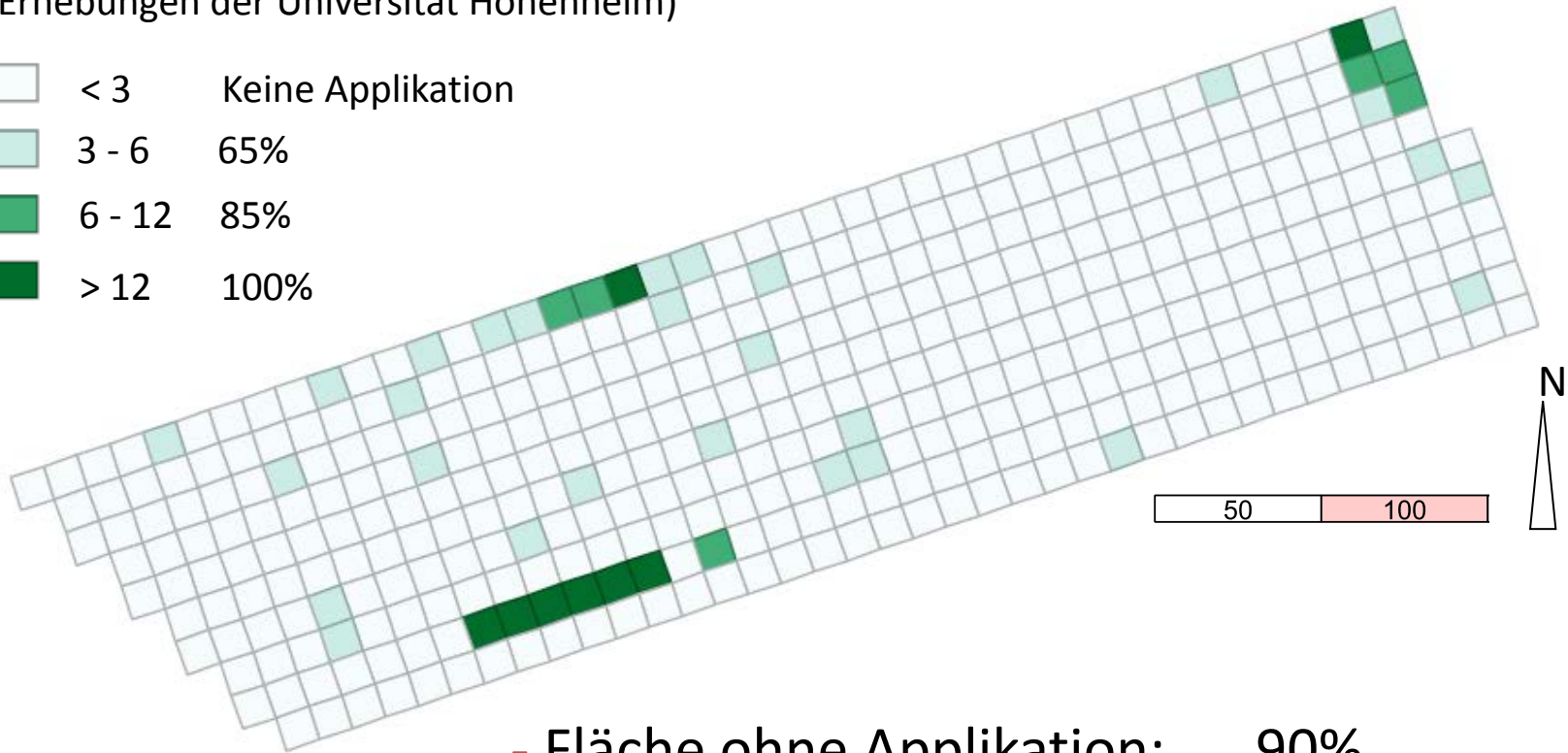
Teilflächenspezifik Ackerunkräuter (3)

Hühnerhirse [Pflanzen/m²]

Einzelapplikation von Nicosulfuron

(Erhebungen der Universität Hohenheim)

	< 3	Keine Applikation
	3 - 6	65%
	6 - 12	85%
	> 12	100%



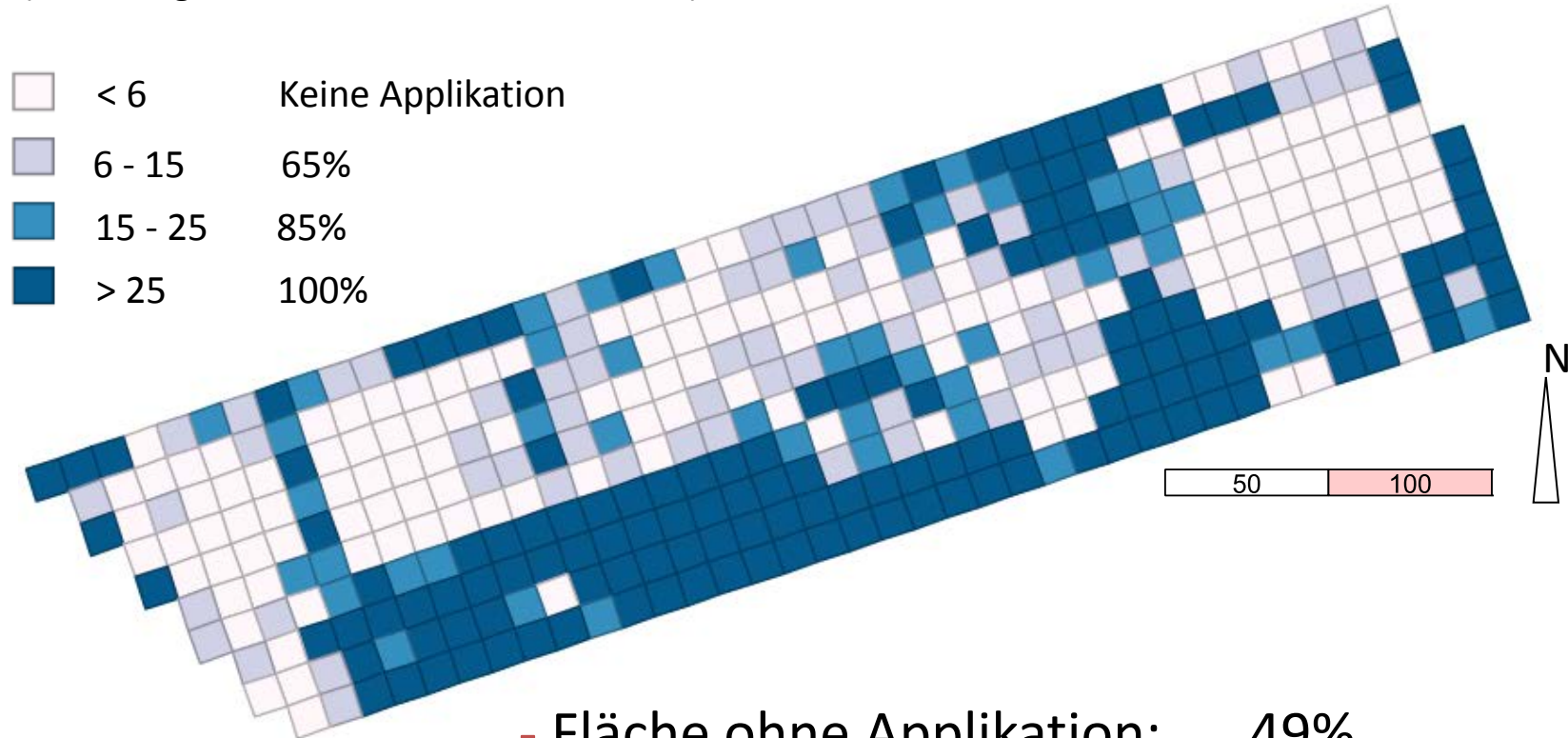
- Fläche ohne Applikation: 90%
- Herbizideinsparung : 91% **32 € ha⁻¹**

Teilflächenspezifik Ackerunkräuter (4)

Kamille-Arten, Weißer Gänsefuß [Pflanzen/m²]

Einzelapplikation von *Bromoxynil* und *Mesotrione*

(Erhebungen der Universität Hohenheim)



- Fläche ohne Applikation: 49%
- Herbizideinsparung: 56% **32 € ha⁻¹**

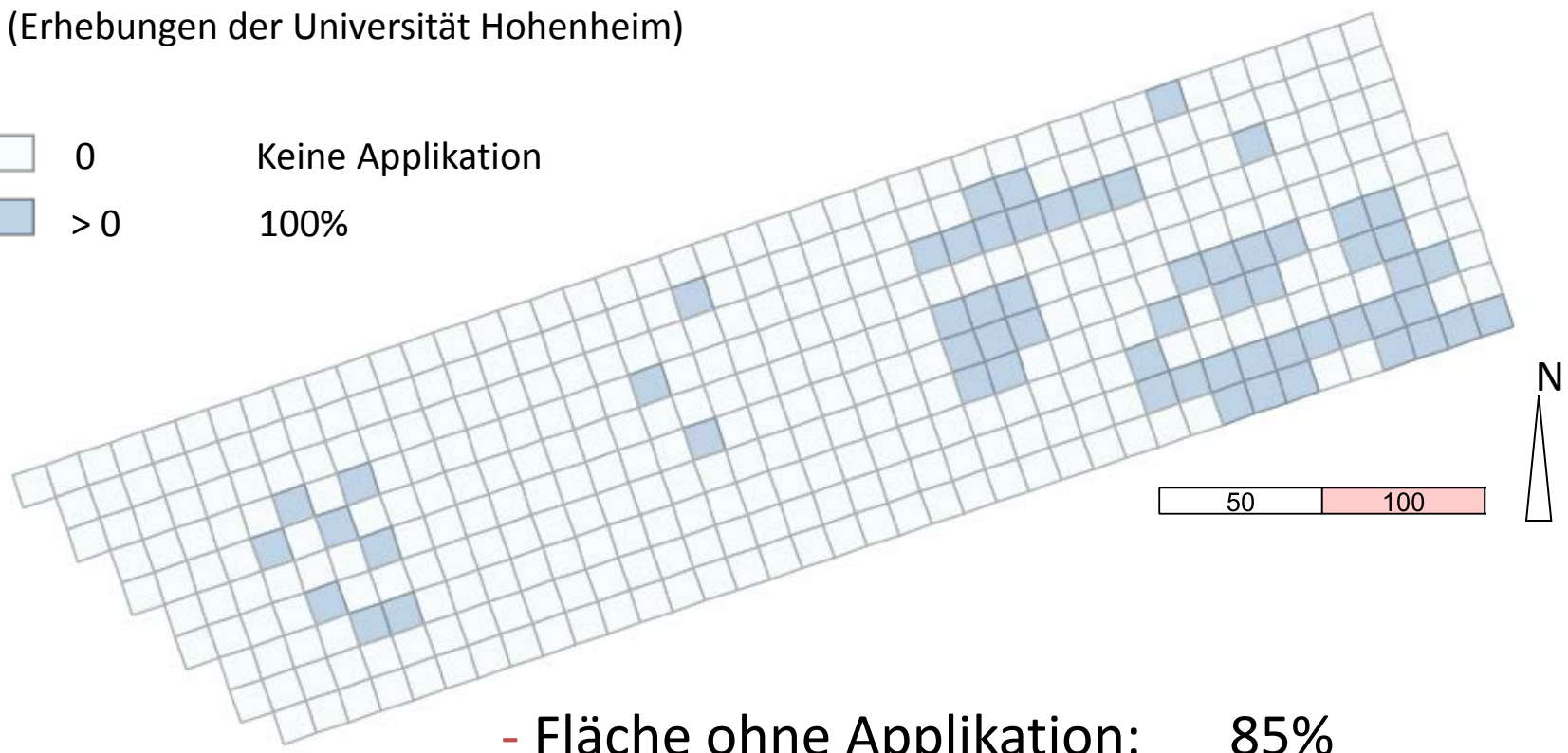
Teilflächenspezifik Ackerunkräuter (5)

Ackerwinde [Pflanzen/m²]

Einzelapplikation von *Dicamba*

(Erhebungen der Universität Hohenheim)

- 0 Keine Applikation
- > 0 100%



- Fläche ohne Applikation: 85%
- Herbizideinsparung: 85% **22 € ha⁻¹**

Teilflächenspezifik Ackerunkräuter (6)

Einsparung bei teilflächenspezifischer Herbizidapplikation in Mais [% a.i. und €ha⁻¹]

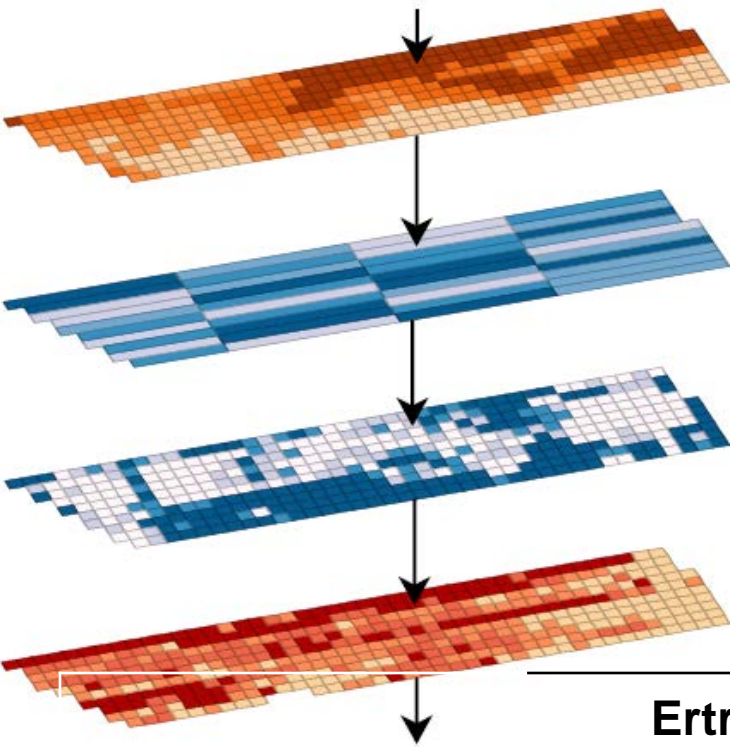
(Erhebungen der Universität Hohenheim)

	Tankmischung		Applikation einzelner Herbizide zur Kontrolle von Unkrautklassen	
<i>Monokotyledons</i>			91%	32 €ha ⁻¹
<i>Dikotyledons</i>	-		56%	32 €ha ⁻¹
<i>Perennials</i>	-		85%	22 €ha ⁻¹
Summe	35%	- 28 €ha ⁻¹	77%	86 €ha ⁻¹

Nutzen der Unkrautgruppierung:

58 € ha⁻¹

Teilflächenspezifik Ackerunkräuter (7)



- 31,8 (ECa)
- Kein Herbizid
- 8 Ungräser / 0 Unkräuter
- Ertrag 8,9 t

- Georeferenzierung der erfassten Daten
- Verrechnung der Rohdaten über ein 9 x 9 m Raster
- 300 - 700 Beobachtungen

(Erhebungen der Universität Hohenheim)

Ertragseffekt
[t ha⁻¹ Pflanze m⁻²]

Ertragseffekt [t ha⁻¹]

Kulturpflanze (Jahr)	Ertragseffekt [t ha ⁻¹ Pflanze m ⁻²]		Ertragseffekt [t ha ⁻¹]		
	Unkräuter	Ungräser	Herbizid gegen Unkräuter	Herbizid gegen Ungräser	EM 38 [ECa Sm ⁻¹]
Weizen (2007)	-	-0,023	-	-0,713	-0,095
Mais (2008)	-0,028	-0,047	-	-0,341	-

Teilflächenspezifik Ackerunkräuter (8)

- Wissenschaftliche Untersuchungen von BBA, Uni Bonn und Uni Hohenheim zeigen folgendes Einsparpotential:

Beispiel Winterweizen:

Mitteleinsparung

- Dikotyle Unkräuter (ohne Galium und Matricaria)	55%
- Galium und Matricaria	50%
- Ungräser	60%

Mitteleinsparung total:

27-38 €/ha

Teilflächenspezifik Ackerunkräuter (9)

- Herbizidapplikationen wirken auch auf die Kulturpflanzen (Stress/Depression)
- Befragung unter PS-Beratern ergaben folgende geschätzten Ertragswirkungen:

Beispiel Winterweizen:	Minderertrag
- Optimale Behandlungssituation (40% aller Fälle)	1-3%
- Suboptimale Behandlungssituation (40%)	5-10%
- Sub-sub-optimale Bedingungen (20%)	10-15%
Geschätzter Mehrertrag:	17-45 € /ha

Teilschlagspezifische Unkrautbekämpfung durch raumbezogene Bildverarbeitung im Offline-Verfahren



roter Kanal



Differenzbild



Binärbild



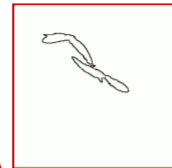
infraroter Kanal



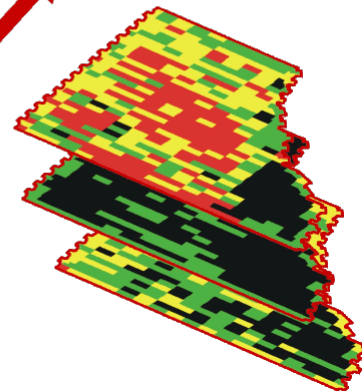
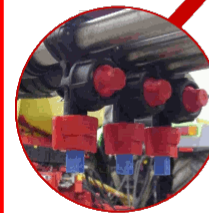
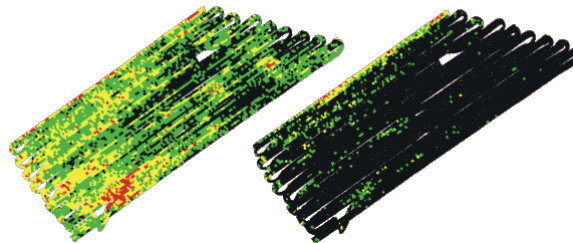
Binärbild



Konturbild

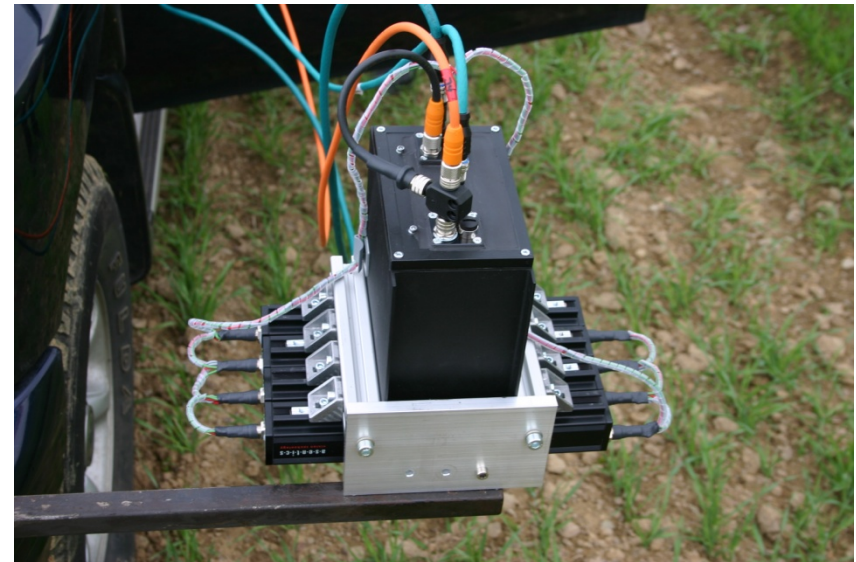


Unkrautverteilungskarten



Räumlich und zeitlich abgesetzte Arbeitsschritte

Vorarbeiten Agri Con & Aseantics



Verbundprojekt

Primäres Projektziel gemäß Vorhabenbeschreibung:

"Realisierung eines echtzeitfähigen H-Sensors zur teilflächenspezifischen Herbizidausbringung"

Navigation links: Startseite | Forschungsförderung | Innovationsförderung | Programm des BMELV | Verbu... und effizienten Pflanzenschutz

Verbundprojekt H-Sensor fördert umweltgerechten und effizienten Pflanzenschutz

Künftig Pflanzenschutz auf Teilflächen im Online-Verfahren möglich – Praxiseinführung ab 2011/12

Seit über zwei Jahren koordiniert die BLE als Projektträger für das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) ein Projekt zur Sensortechnologie im Pflanzenschutz. In dem Verbundprojekt H-Sensor wird daran gearbeitet, ein echtzeitfähiges Sensorsystem mit vollautomatischer Unkrauterkenennung und Spritzensteuerung für ackerbauliche Pflanzenbestände zu realisieren.

Das Verbundprojekt H-Sensor (Intelligenter optischer Sensor für den teilflächenspezifischen Herbizideinsatz im Online-Verfahren) führt zwei Industriepartner zusammen. Zum einen die Firma Agri Con GmbH - Precision Farming Company, die neben der Projektleitung für die Systemintegration, die agronomische Anwendung sowie die spätere Praxiseinführung verant-wortlich ist, und zum anderen die auf Kameratechnik und Bildverarbeitungssoftware spezialisierte Firma ASENTICS GmbH & Co. KG. Die Universität Hohenheim, die schon seit vielen Jahren zum teilflächenspezifischen Herbizideinsatz forscht, betreut das Projekt wissenschaftlich. Die Förderung durch das BMELV beläuft sich auf rund 760.000 Euro.

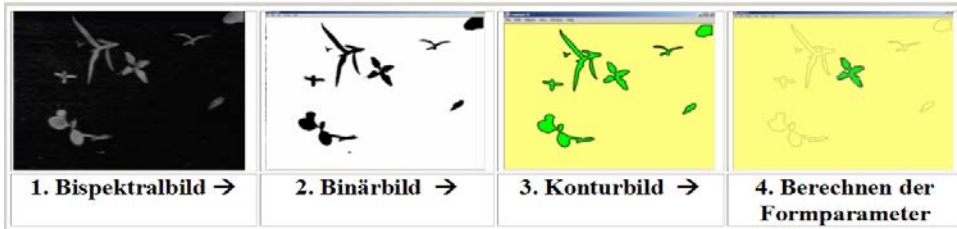
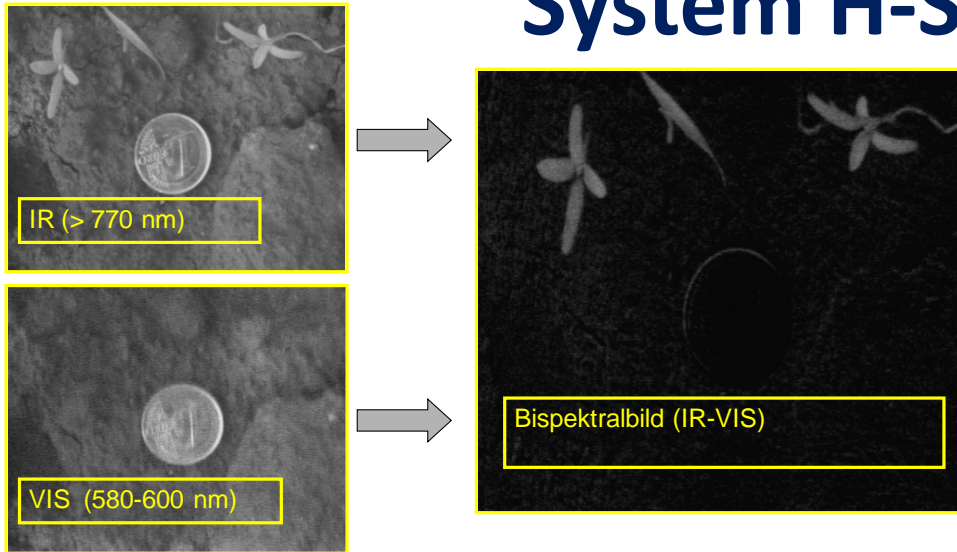
Praxiseinsatz des H-Sensors (die Kameras sind mit roten Pfeilen gekennzeichnet) © Hagen F. Piotraschke



a-s-e-n-t-i-c-s
vision technology



System H-Sensor (1)



- ✓ Bispektralfotografie
- ✓ Bildvorverarbeitung
- ✓ Bildsegmentierung
- ✓ Bestimmung von geometrischen u.a. Segmentmerkmalen
- ✓ Klassifikation zur Unkrautererkennung
- ✓ Spritzentscheidung



System H-Sensor (2)

Frühjahrsanwendung von ABSOLUTE M gegen Einjährige zweikeimblättrige Unkräuter, ALOMY und APESV in Winterweizen

Anwendungsnummer: 5873-00/00-002 (weitere Inform Winterweichweizen)

ABSOLUTE M

Hersteller: DuPont de Nemours
Wasserdispergierbares Granulat
444 g/kg Diflufenican; 53,5 g/kg Flupyrssulfur
Zulassung bis: 2016-12-31
Weitere Informationen

Unkrautdatenbank
(Unkrautklassen ,
Herbizidwirkungen...)

Kultur
Winterweizen (ab EC 10, bis EC 29)

Herbizid
ABSOLUTE M

- Zugelassen gegen
- GALAP (Klettenlabkraut)
 - BRSN (Ausfallraps)
 - GAETE (Holzhalm, Gemeiner)
 - CENCY (Kornblume)
 - PAPRH (Mohr, Klatsch-)
 - STEME (Vogelmiere)
 - ALOMY (Ackerfuchsschwanz)
 - APESV (Windhalm, Gemeiner)
 - CHEAL (Gansfuß, Weißer)
 - MYOAR (Vergissmeinnicht, Acker-)
 - AMALI (Amarant, Grünlicher)
 - AMABL (Amarant, Niederliegender)
 - AMARE (Amarant, Zurückgekrümmter)
 - RUMOB (Ampfer, Stumpfblättriger)
 - MERAN (Bingelkraut)
 - URTUR (Brennnessel, Kleine)
 - VERAG (Ehrenpreis, Acker-)
 - VERTR (Ehrenpreis, Dreiblättriger)
 - VERHE (Ehrenpreis, Efeublättriger)
 - VERAR (Ehrenpreis, Feld-)
 - VERPE (Ehrenpreis, Persischer)
 - FUMOF (Erdrauch, Gemeiner)
 - GASCI (Franzosenkraut, Behaartes)
 - GASPA (Franzosenkraut, Kleinblütiges)
 - APHAR (Frauenmantel, Acker-)
 - SONAR (Gänsedistel, Acker-)
 - SONOL (Gänsedistel, Kohl-)
 - CHEHY (Gansfuß, Bastard-)

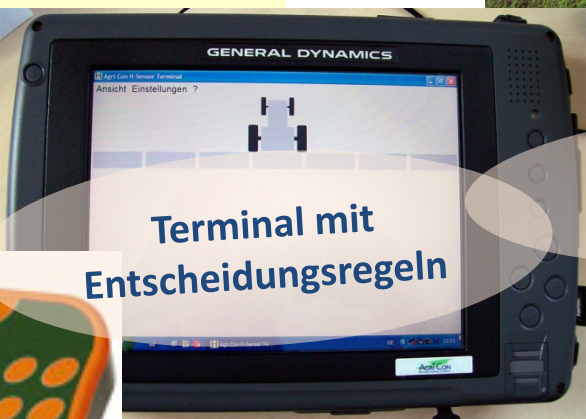
Triticum aestivum L. emend. Fiori et Paul.

AgroDict-ID: WW

- BBCH
- 00 -> Trockener Samen
 - 01 -> Beginn der Samenquellung
 - 03 -> Ende der Samenquellung
 - 05 -> Keimwurzel aus dem...
 - 06 -> Keimwurzel streckt...
 - 07 -> Keimscheide (Koleoptile)...
 - 09 -> Auflaufen: Keimscheide...
 - 10 -> Erstes Blatt aus...
 - 11 -> 1-Blatt-Stadium...
 - 12 -> 2-Blatt-Stadium...
 - 13 -> 3-Blatt-Stadium...
 - 14 -> 4-Blatt-Stadium...
 - 15 -> 5-Blatt-Stadium...
 - 16 -> 6-Blatt-Stadium...
 - 17 -> 7-Blatt-Stadium...
 - 18 -> 8-Blatt-Stadium...
 - 19 -> 9 und mehr Laubblätter...
 - 20 -> Keine Bestockung
 - 21 -> Erster Bestockungsstriebe...
 - 22 -> 2 Bestockungsstriebe...
 - 23 -> 3 Bestockungsstriebe...
 - 24 -> 4 Bestockungsstriebe...
 - 25 -> 5 Bestockungsstriebe...
 - 26 -> 6 Bestockungsstriebe...
 - 27 -> 7 Bestockungsstriebe...
 - 28 -> 8 Bestockungsstriebe...
 - 29 -> Ende der Bestockung
 - 30 -> Beginn des Schosses...
 - 31 -> 1-Knoten-Stadium...



Kameras mit
Unkrautererkennung



Terminal mit
Entscheidungsregeln



Controller mit
Sollwert- und
Teilbreitensteuerung



Feldspritze

- ✓ vordefinierte Klassen für Pflanzenarten und behandlungsmäßige Artengruppen
- ✓ vordefinierte Entscheidungsregeln für Kulturen je nach BBCH und jeweiligen Herbiziden (Produkte o. Mischungen)
- ✓ vorherige Auswahl der dominanten Verunkrautung mit Einkeimblättrigen (z.B. Windhalm o. Ackerfuchsschwanz)

System H-Sensor (3)



H-Sensor Projekt intern | Hagen F. Piotraschke (Agri Con GmbH) | [Startseite](#) | [Anwendung anzeigen](#)

Frühjahrsanwendung von Biathlon gegen Zweikeimblättrige Unkräuter in 6 Kulturen

Anwendungsnummer: 5321-00/00-001 ([weitere Informationen](#))

Kultur

Herbizid

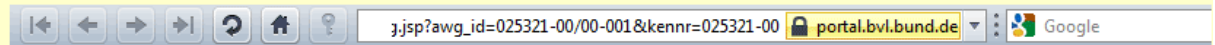
Biathlon

Zugelassen gegen

 Nur Einzelauswahl | Auch Bilder

Empfohlen (sehr gut oder gut wirksam) gegen

- GALAP (Klettenlabkraut)
- BRSNN (Ausfallraps)
- GAETE (Hohlzahn, Gemeiner)
- CENCY (Kornblume)
- STEME (Vogelmiere)
- CAPBP (Hirtentäschel, Gemeines)
- MATCH (Kamille, Echte)
- MATIN (Kamille, Geruchlose)
- ANTAR (Kamille, Hunds-)
- MATMT (Kamille, Strahllose)
- VICCR (Wicke, Vogel-)
- VICVI (Wicke, Zottige)
- GAELA (Hohlzahn, Breitblättriger)
- POLLA (Knöterich, Ampferblättriger)



Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit

Datenblatt Anwendung Suche >> Mittel-Liste >> Anwendungsliste (alle Anwendungen) Anwendungsliste (Auswahl Suche)

Handelsbezeichnung: Biathlon	
Anwendungsnummer: 025321-00/00-001	
Status	Zulassung, bis 31. Dezember 2018
Wirkungsbereich	Herbizid
Einsatzgebiet	Ackerbau
Anwendungsbereich	Freiland
Kultur/Objekt	Winterhafer, Wintergerste, Winterroggen, Winterweichweizen, Dinkel, Wintertriticale
Stadium Kultur	Von 1. Bestockungstrieb sichtbar: Beginn der Bestockung bis Ligula (Blatthäutchen)-Stadium
Schadorganismus/Zweck	Zweikeimblättrige Unkräuter
Stadium Schadorganismus	
Anwendungszeitpunkt	nach dem Auflaufen , Frühjahr
Max. Zahl Behandlungen	In der Anwendung: 1 In der Kultur bzw. je Jahr: 1
Anwendungstechnik	spritzen
Aufwand	70 g/ha in 150 bis 400 l/ha Wasser
Weitere Erläuterungen	
Mischungspartner	
Anwendungsbestimmungen	
Auflagen	NW642: Die Anwendung des Mittels in oder unmittelbar an oberirdischen Gewässern oder Küstengewässern ist nicht zulässig (§ 6 Absatz 2 PflSchG). Unabhängig davon ist der gemäß Länderrecht verbindlich vorgegebene Mindestabstand zu Oberflächengewässern einzuhalten.

System H-Sensor (4)

http://www.h-sensor.de/

Startseite | Zur Bildserie

Bildserie: 2009-05-07 (A)

← Bild 00003 →

Δ | R | IR

Szenario: Wintergetreide

GALAP (Klettenlabkraut)

Zweikeimblättrige Unkräuter

Kamille-Arten

Einkeimblättrige Unkräuter

580 665



613 694

0-0 | Speichern

System H-Sensor (5)

All Overlay Red Infrared Difference Result

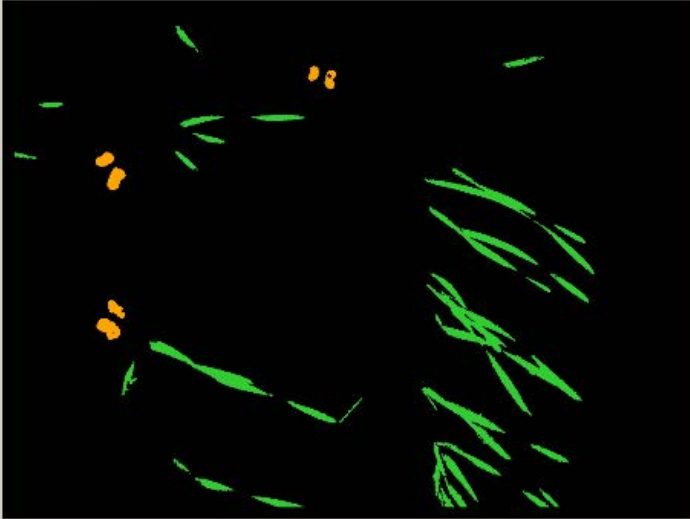

Red Infrared



Mode: display 0,437015503875969x (675/11) False

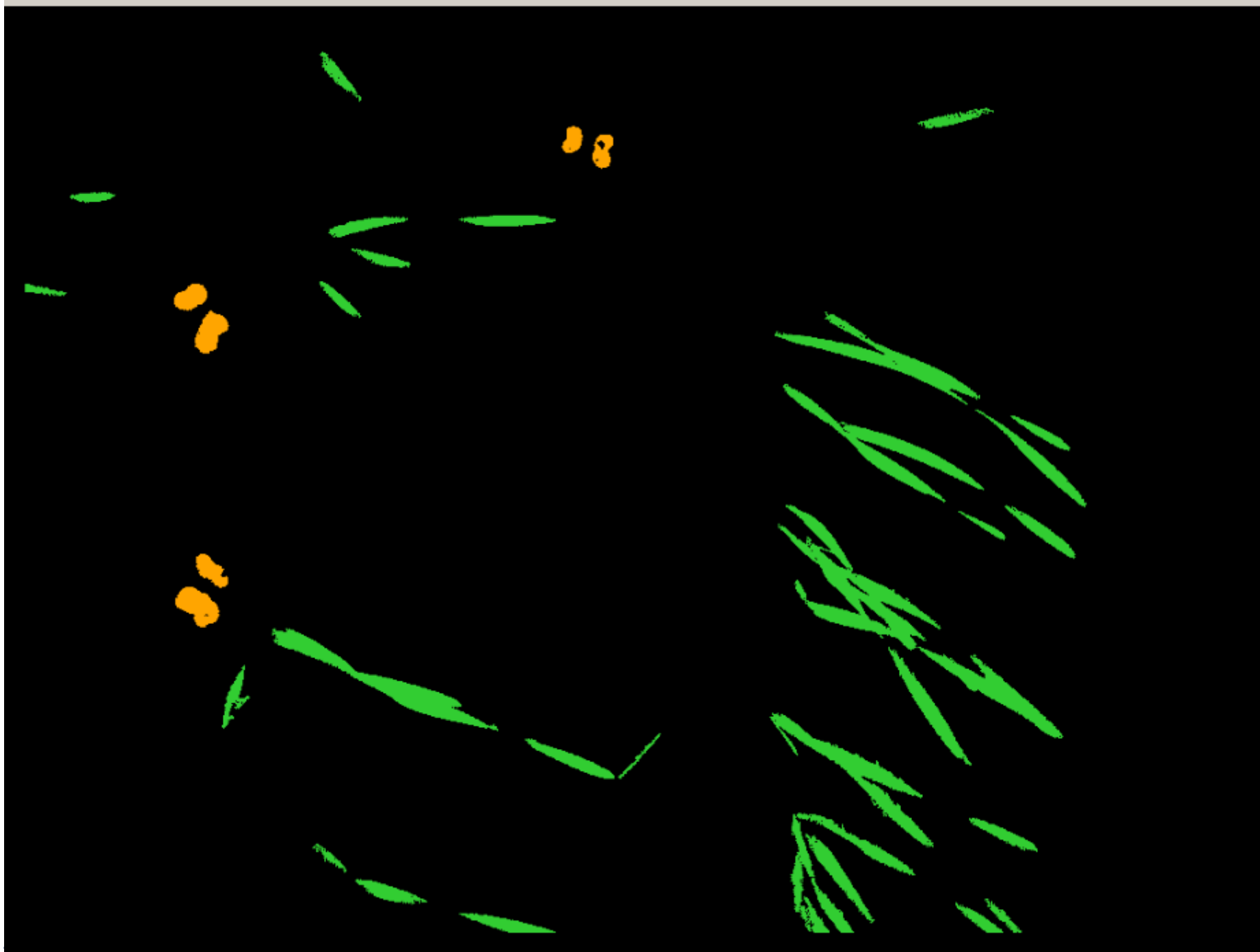
Mode: display 0,437015503875969x (2/315) False

Difference Result



Mode: display 0,437015503875969x (842/32) False

Mode: display 0,437015503875969x (20/7) False



Projektarbeiten (1)

- ✓ Entwicklung des bispektralen Kamera-/Beleuchtungsmoduls, das für den Betrieb am Traktor geeignet ist (Fa. Asentics)
- ✓ Entwicklung eines zur Unterscheidung von Pflanzenarten im Freifeld tauglichen Bildverarbeitungs- und Klassifikationsverfahrens (Fa. Asentics)
- ✓ Realisierung von H-Sensor-Prototypen auf Basis einer für Feldversuche geeigneten Auswerteeinheit (Fa. Asentics)
- ✓ Integration der H-Sensoren an einem agronomischen Terminal inkl. der Aufbereitung der von den H-Sensoren gelieferten Daten (Fa. Agri Con)
- ✓ Entwicklung von zentralen Datendiensten für den Praxisbetrieb der H-Sensoren als Datenbank-/Webserver mit einem Geografischen Informationssystem (Fa. Agri Con)
- ✓ Entwicklung von Entscheidungsregeln und Applikationsvorschriften zur teilflächen- und wirkstoffgruppenspezifischen Herbizidausbringung (Universität Hohenheim)
- ✓ Aufnahme von Bildmaterial zur Klassifikation, Durchführung von Feldversuchen (Fa. Agri Con, Universität Hohenheim)
- ✓ Bewertung des jeweils aktuellen Entwicklungsstands (alle Projektpartner)



Projektarbeiten (2)



Image © 2010 GeoContent
© 2010 Tele-Atlas
© 2010 Geocentre Consulting
© 2010 PPWK

Projektarbeiten (3)



Intelligente Kameras mit eingebauter Pflanzenerkennung und -klassifizierung



Projektarbeiten (4)



Projektergebnisse

Live-Vorführung auf den DLG-Feldtagen 06/2010



Fazit & Zukunftsausblick

- Erstmalig konnte Ende 2009 ein **Gesamtsystem eines H-Sensors** auf einer herkömmlichen Spritze zum Einsatz gebracht werden.
- 8-jährige Untersuchungen zeigen ein **Einsparpotenzial** von 40-50% bei den Unkräutern und 60-70% bei den Ungräsern, **Mehrerträge** sind zu erwarten und werden in Versuchen bereits nachgewiesen.
- **Reale Umsetzung des Schadschwellenkonzeptes**
- **Verminderung der Resistenzbildung** (weniger Flächen behandelt)
- Das primäre Ziel des (derzeit noch laufenden) Verbundprojekts, der „**Nachweis der technologischen Machbarkeit**“, konnte bereits erreicht werden.
- Der H-Sensor wird **in absehbarer Zeit praxisverfügbar** sein.
- Es ist noch **weitere industrielle Forschung notwendig**, bevor eine direkte Produktentwicklung stattfinden kann.



Alles in Einem
beim Precision Farming

Vielen Dank für Ihr Interesse!