



Herbizideinsparung im konservierenden Ackerbau

Roland Gerhards

Fachgebiet Herbologie, Universität Hohenheim



Die Herausforderung

„That parts of the agricultural community would simultaneously call for „reduced“ pesticide usage and also tolerate or promote trends such as no-till, separation of livestock and crop-production, larger farm units, and declining crop rotation – all of which increase dependence upon pesticides. This is indeed a curious situation.“

nach Jim Bender in *Future Harvest* (1995)



Auswirkungen der Bodenbearbeitung auf Unkräuter und deren Bekämpfung - vereinfacht

Wendende Bodenbearbeitung:

Letale Keimung von ca. 40 % der Samen; Unkräuter laufen in einer Welle auf; gute Bekämpfung auch von Ausfallgetreide und perennierenden Arten; falsches Saatbett, Hacke, Striegel, Herbizide einsetzbar

Konservierende Bodenbearbeitung:

Ungräser und perennierende Unkräuter nehmen zu; Bodenherbizide mit verminderter Wirkung, Blattherbizide einsetzbar; Hacken und Striegel bedingt einsetzbar

Direktsaat:

einjährige Unkräuter nehmen ab, laufen aber unregelmäßig auf; perennierende Unkräuter und *volunteers* nehmen zu; Glyphosat oft vor der Saat notwendig; keine Bodenherbizide und mechanische Unkrautkontrolle einsetzbar

Einfluss von fünf Zwischenfrüchten und einer Mischung auf den Deckungsgrad von Unkraut und Ausfallweizen 2018, Standort Ihinger Hof



Kontrolle (49 % Unkraut)



Phacelia (11%)



Ölrettich (18%)



Wicke (8%)



Buchweizen (29%)



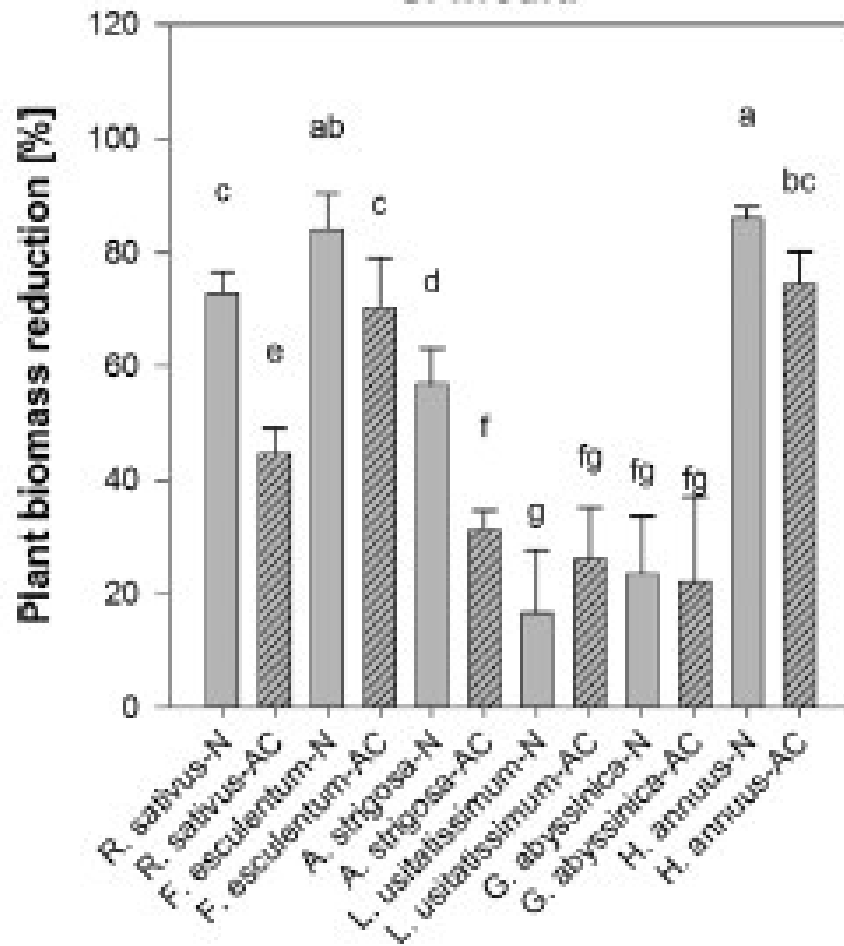
Rauhhafer (0,5%)



Mischung (3,5%)

Schnell wachsende und allelopathisch wirksame Zwischenfrüchte mischen.

S. media



Unkrautunterdrückender Effekt (%) von Zwischenfrüchten durch Allelopathie

Rauhhafer	30
Ölrettich	26
Buchweizen	28
Lein	5
Ramtilkkrout	8
Sonnenblumen	8

Biomass reduction [%] of *Stellaria media* cultivated in untreated soil (Soil-N) and soil containing 6% active carbon (Soil-AC) with different cover crops after a period of four weeks in glasshouse trials. Means with identical letters within the graph do not differ significantly based on the Tukey's HSD test ($P < 0.05$).

Mechanische Unkrautkontrolle mit dem Striegeln

- Striegeln im Voraufbau, falsches Saatbett und frühen Nachaufbau
- Intensität über Zinkenwinkel, -druck, Fahrgeschwindigkeit und Zahl der Überfahrten regelbar
- Selektivität hängt von Intensität, Zeitpunkt, Kulturpflanze, Unkrautarten ab



Selektivität =
Unkrautbekämpfung (%) / Verschüttung der Kulturpflanze (%)

Vorteile des Striegels:

- **Selektivität bis zu 90 %**
(Rasmussen 1990) (Verhältnis aus % Unkrautkontrolle zu % *crop soil cover*)
- **Unkrautbekämpfungserfolg von 80 % möglich**
- **Einfach**
- **Geringe Arbeitskosten (ähnlich wie Feldspritze)**
- **Kann Wachstum der Kulturpflanzen fördern** (Steinmann, 2002)



Hohe Selektivität

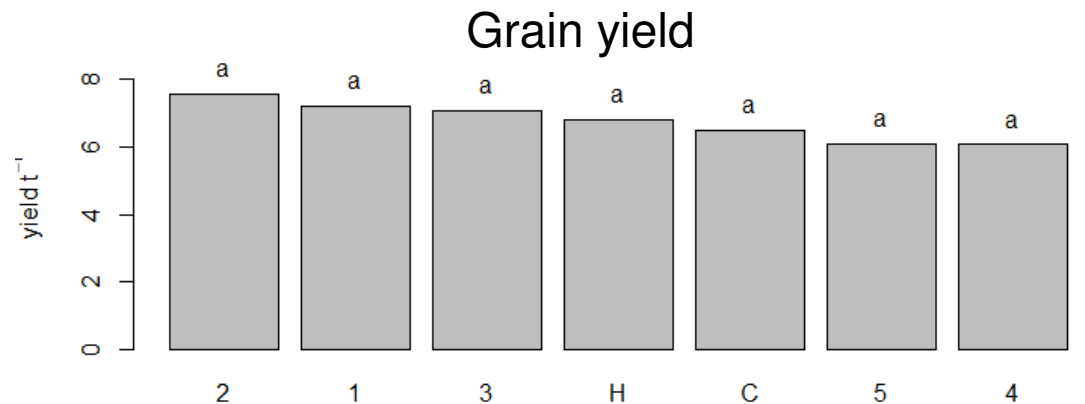
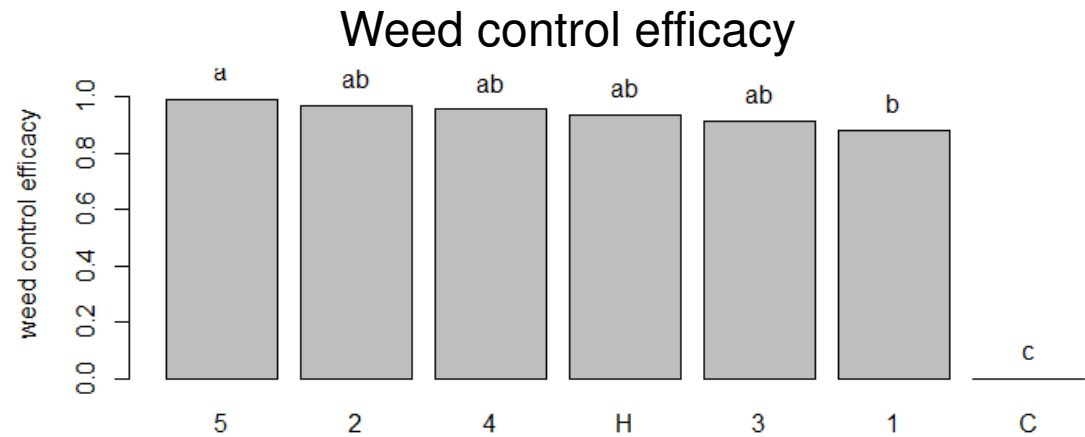
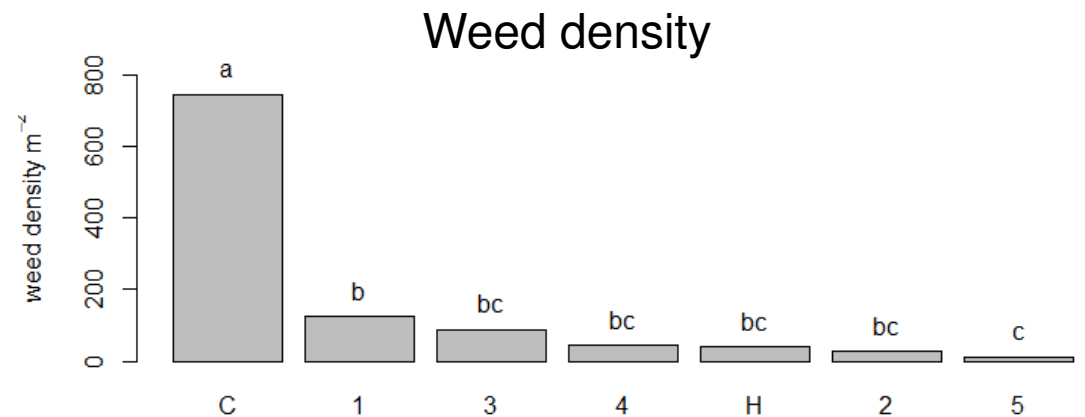
Nachteile des Striegels:

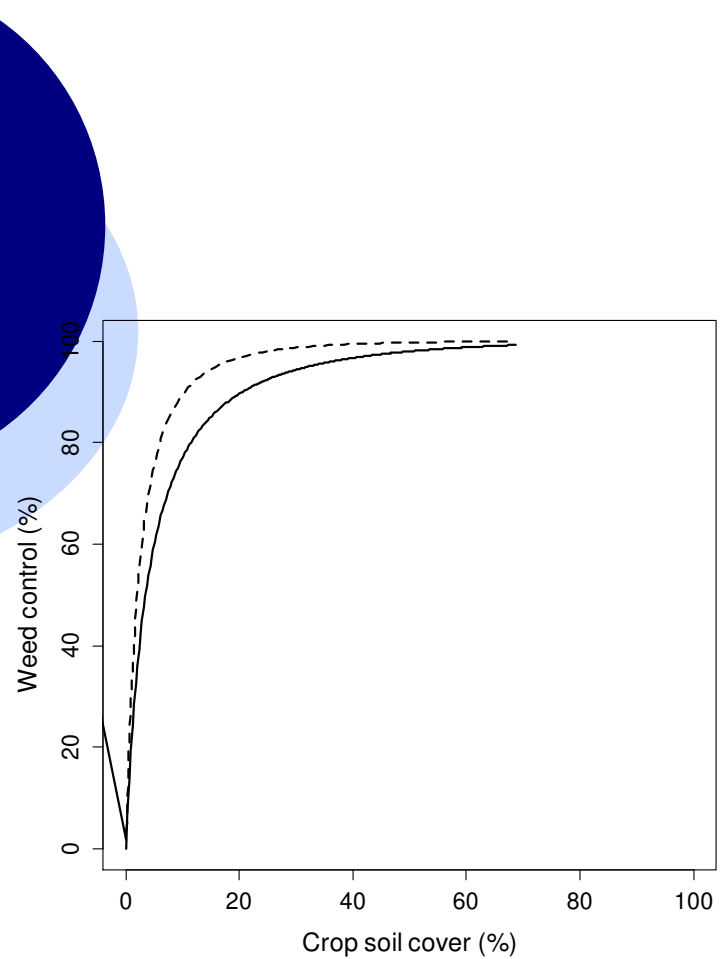
- **Geringer Bekämpfungserfolg gegen Unkraut** (Brandsaeter *et al.* 2012)
- **Meist mehrere Überfahrten notwendig** (Bond *et al.*, 2007)
- **Geringer Bekämpfungserfolg gegen perennierende Unkräuter**
- **Neue Unkräuter werden zur Keimung angeregt** (Van der Weide *et al.* 2008)
- **Kulturpflanzen können geschädigt werden, geringe Selektivität** (Steinmann 1992)



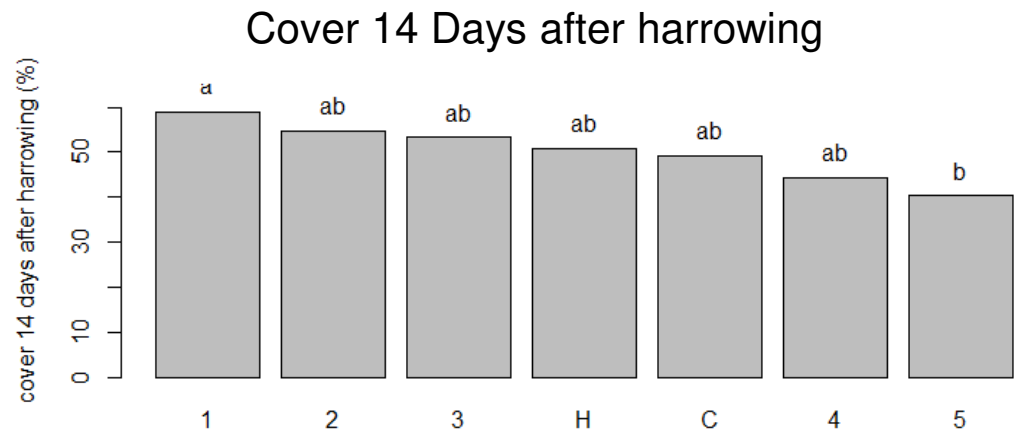
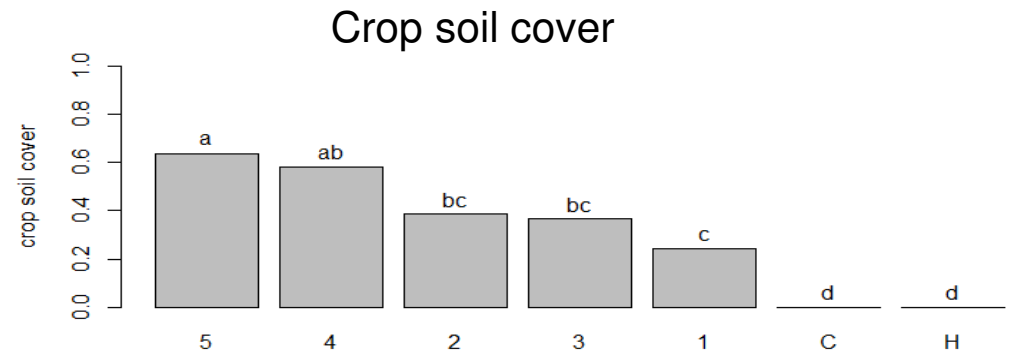
Geringe Selektivität

Versuch mit Striegel in Braugerste 2018 am Standort Hirrlingen





**Daher ist Online-Anpassung
des Zinkenwinkels
(Intensität) über Kameras
sinnvoll.**



vorher

nachher

CSC

**Zinken-
winkel**



<10%

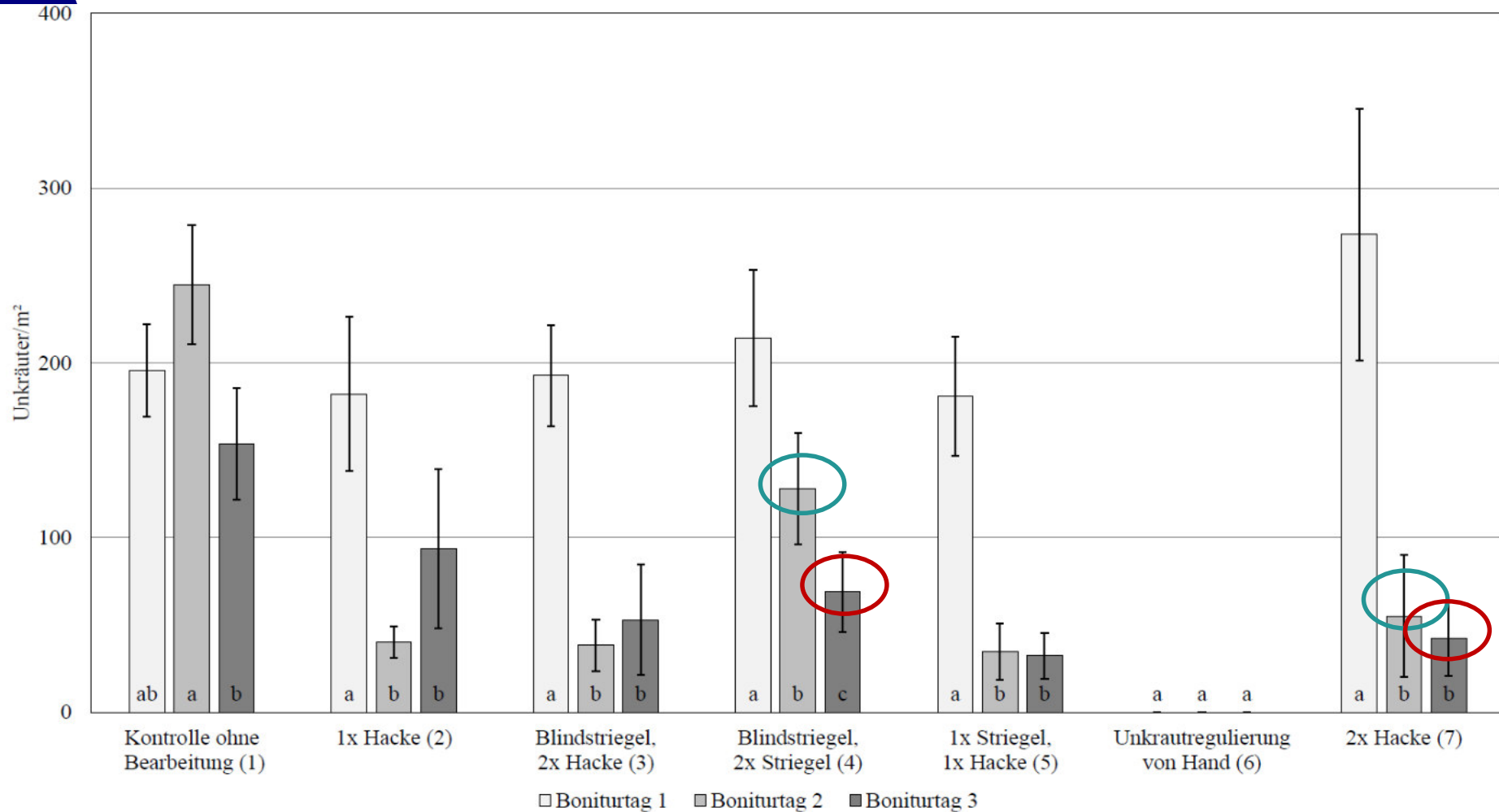
steiler



>10 %

flacher

Ergebnisse zur mechanischen Unkrautkontrolle mit Hacke und Striegel in Sojabohnen



Verbesserungen der mechanischen Unkrautkontrolle

- Mit Kameras am Hackrahmen und hydraulischen Querverschiebeeinrichtungen können Hacken $\pm 2\text{--}4\text{ cm}$ genau entlang der Kulturpflanzen geführt werden bei bis zu 15 km/h .
- Auch mit RTK-GPS und einem automatischen Lenksystem können Schlepper $\pm 4\text{ cm}$ genau entlang der Reihe (AB-Linien) gelenkt werden.

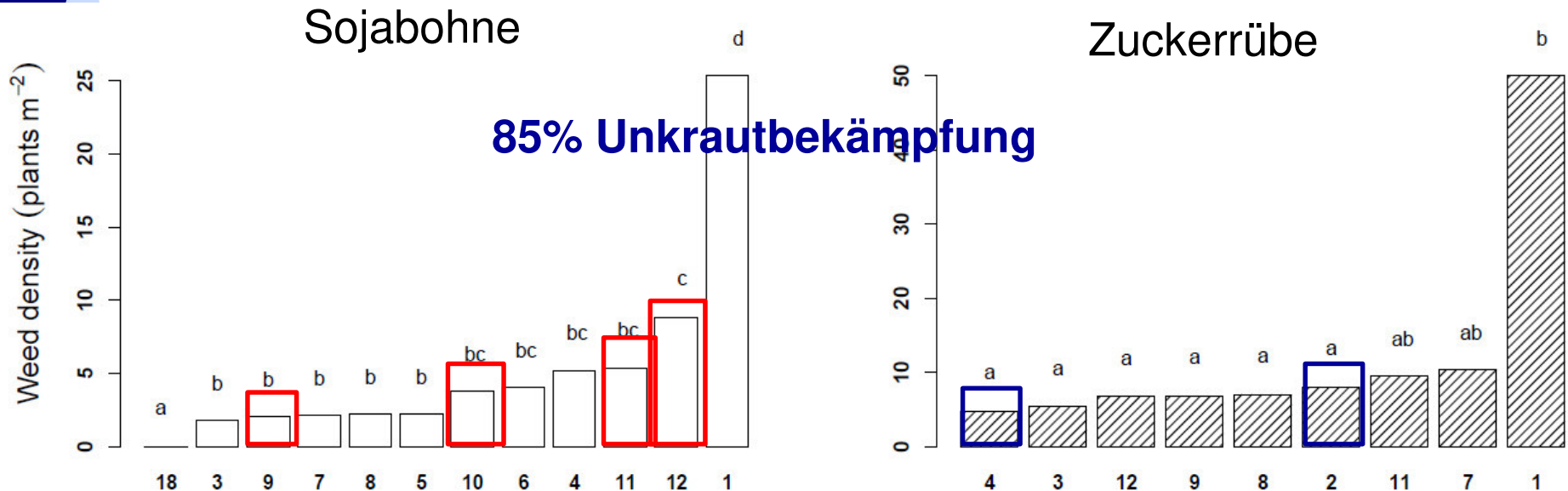






Einböck Row-Guard system mit Claas Kamera zur Steuerung der Hacken zwischen den Reihen von Zuckerrüben und Sojabohnen kombiniert mit K.U.L.T.-Fingerhacken und Einböck-Rollstriegeln in der Reihe

Wirkung von sensor-gesteuerten Hacken in Sojabohnen und Zuckerrüben am Standort Ihinger Hof 2014



1 = control, 2 = conv. Herbicide, 3 = RTK hoeing 2 cm deep 7 km/h, 4 = RTK hoeing 2 cm deep 4 km/h, 5 = RTK hoeing 5 cm deep 7 km/h, 6 = RTK hoeing 5 cm deep 4 km/h, 7 = RTK hoeing 2 cm deep 7 km/h + finger weeder, 8 = RTK hoeing 2 cm deep 4 km/h + finger weeder, 9 = camera hoeing 2 cm deep 10 km/h, 10 = camera hoeing 2 cm deep 7 km/h, 11 = camera hoeing 2 cm deep 4 km/h, 12 = conventional hoeing 2 cm deep 4 km/h; 18 = repeated hand weeding (permanent weed free)

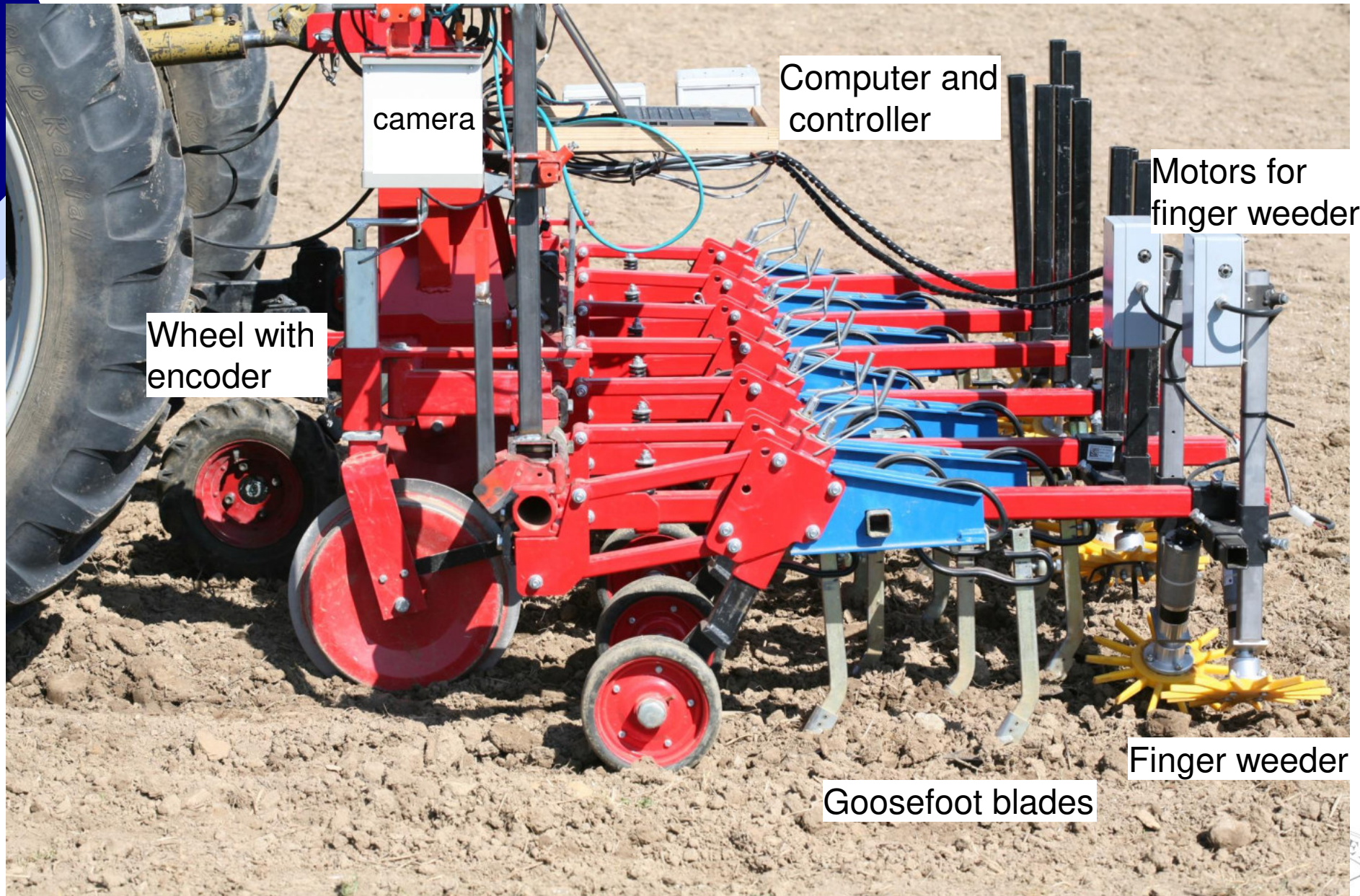
Kameragesteuertes Hacken in eng gesäten Getreidereihen



Automatisiertes Hacken zwischen Getreidereihen mit 12,5 cm Abstand (Uni Hohenheim, K.U.L.T, Naio Technologies)

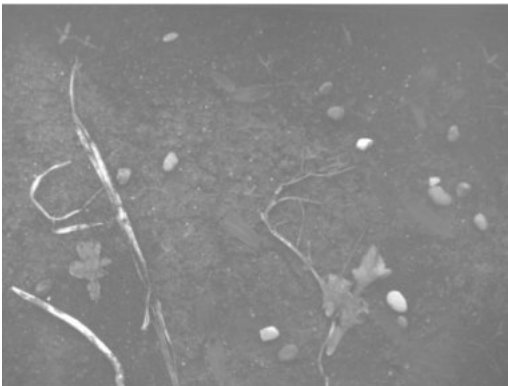
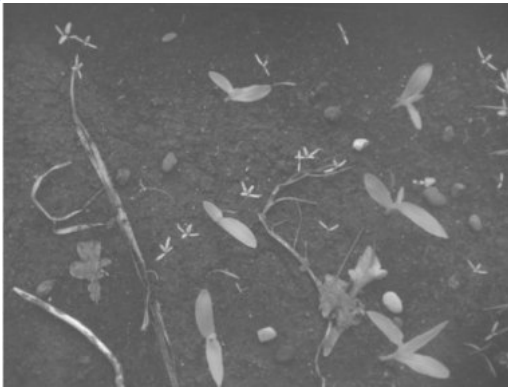


Prototyp eines Hackroboters in Zuckerrüben



Bi-spectral camera technology for weed identification -

IR-image >700 nm



VIS-image 610-
690 nm (red)

IR-VIS difference image



Binary image

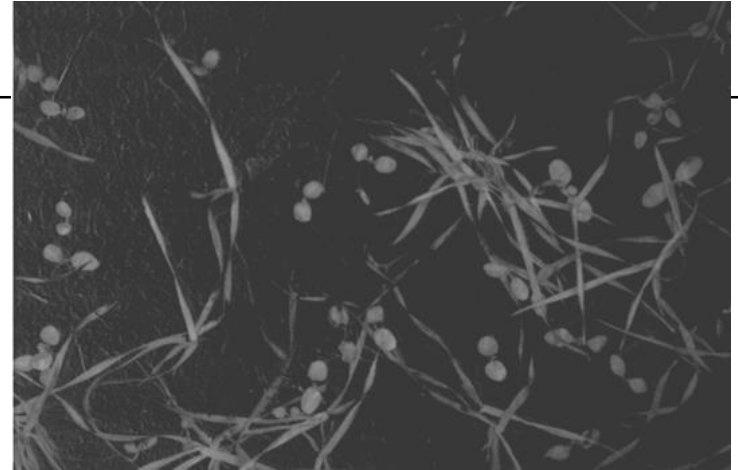


Automated crop/weed classification

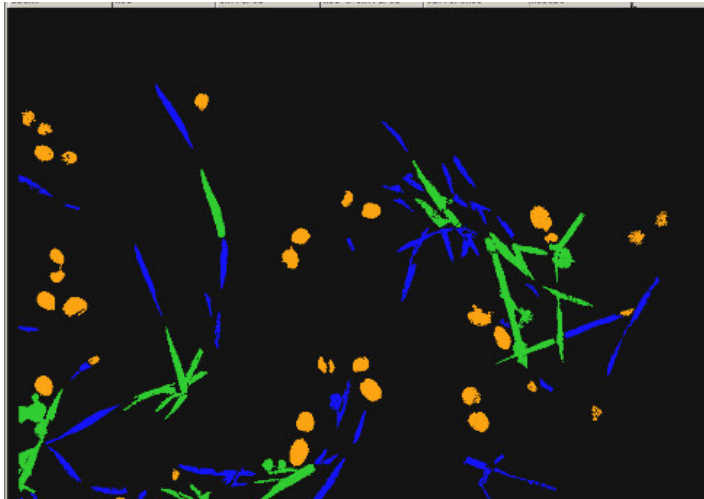
RGB-picture



differential image (IR-R)



classified image



Site-specific weed control in maize (Gutjahr et al., 2009)

Echinochloa crus-galli, *Matricaria chamomilla*, *Chenopodium album*
Convolvulus arvensis [plants m⁻²]

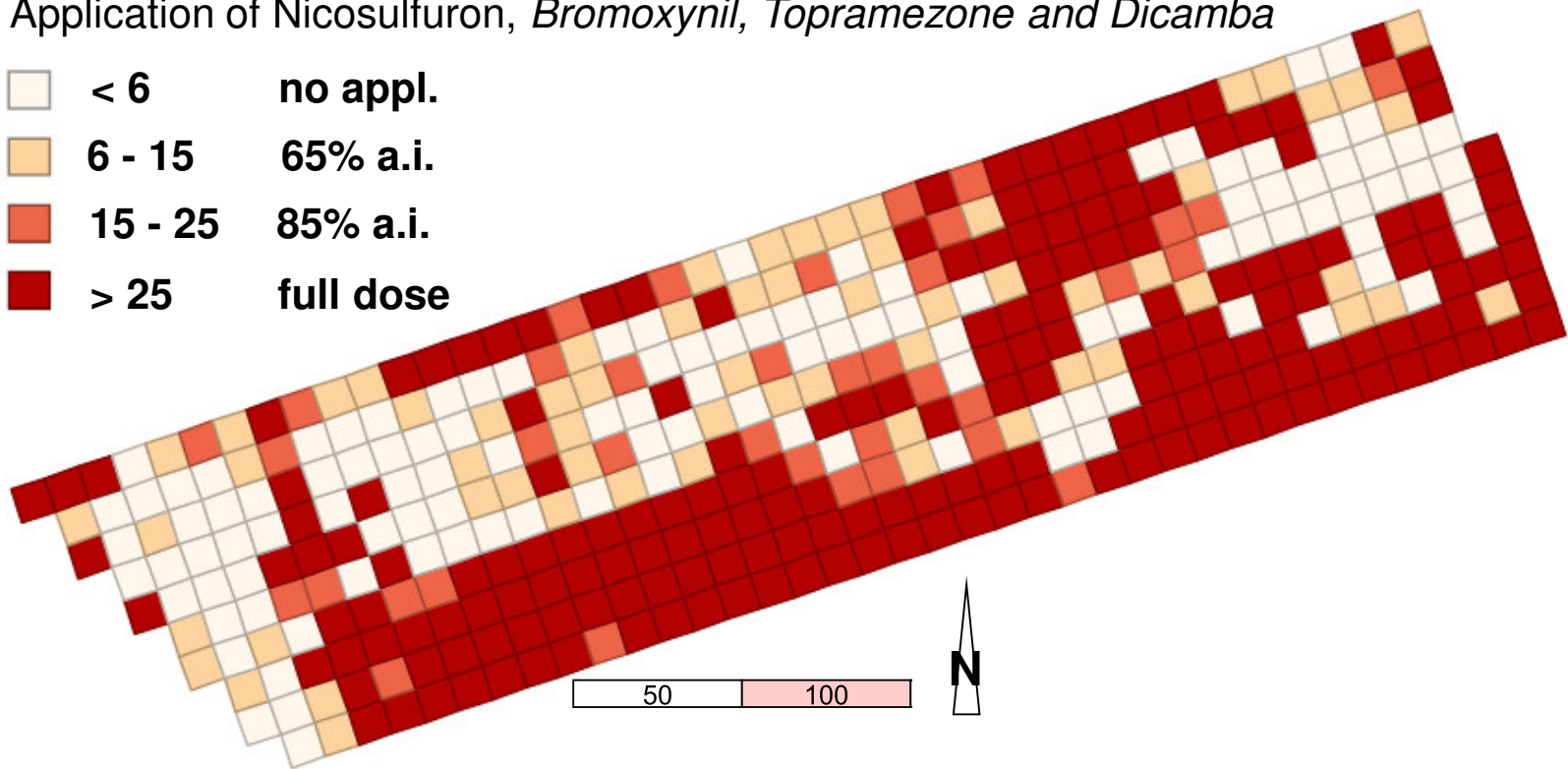
Application of Nicosulfuron, Bromoxynil, Topramezone and Dicamba

 < 6 no appl.

 6 - 15 65% a.i.

 15 - 25 85% a.i.

 > 25 full dose



- Area without application:
- Herbicide savings [% a.i.]:

28%

35%

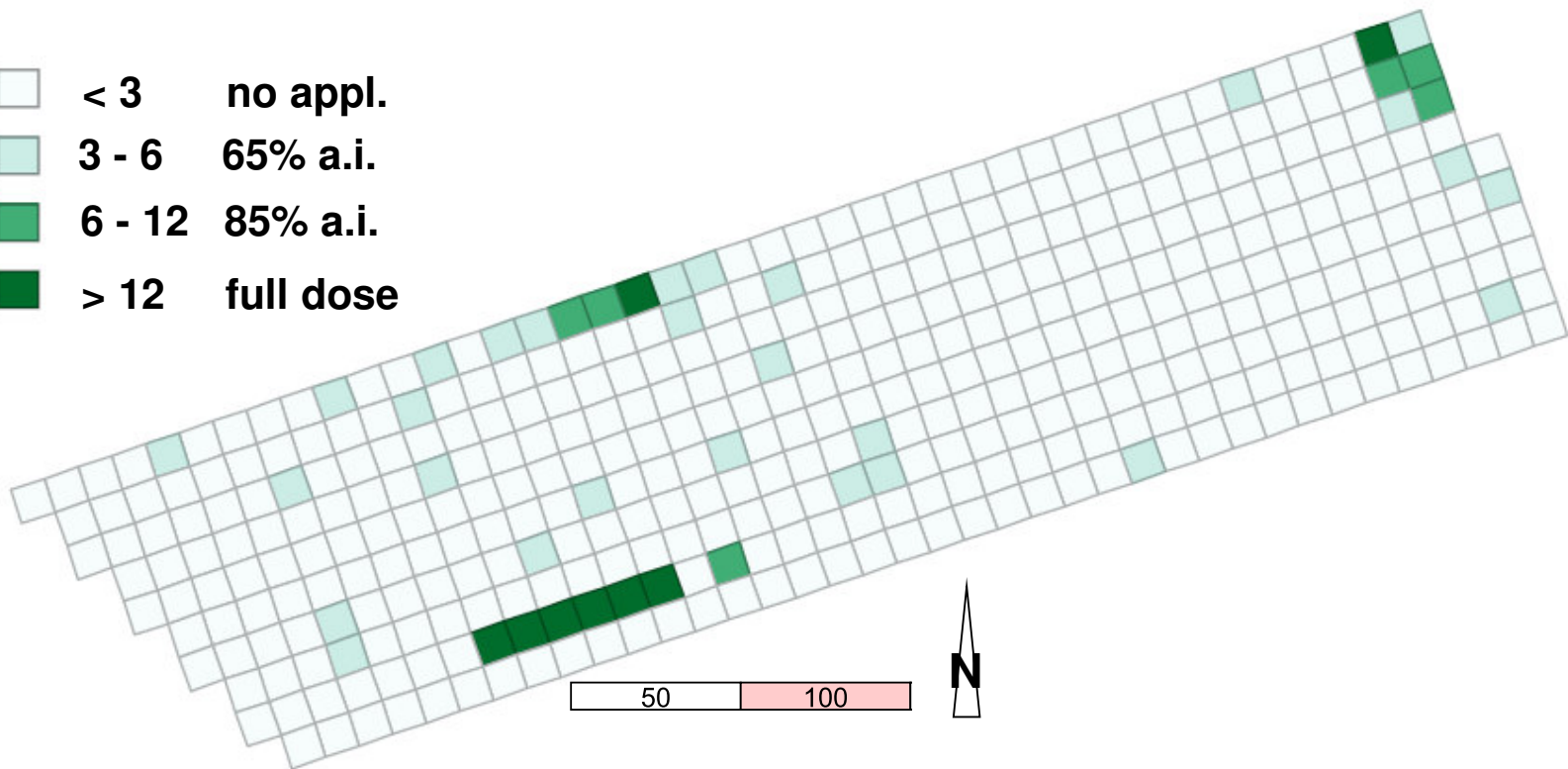
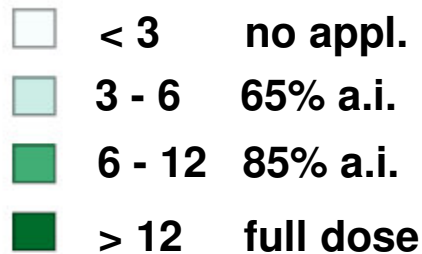
28 € ha⁻¹



Field experiment maize (Gutjahr et al., 2009)

Echinochloa crus-galli, [plants m⁻²]

Application of *Nicosulfuron*



- Area without application:
- Herbicide savings [% a.i.]:

90%

91%

32 € ha⁻¹



Field experiment maize (Gutjahr et al., 2009)

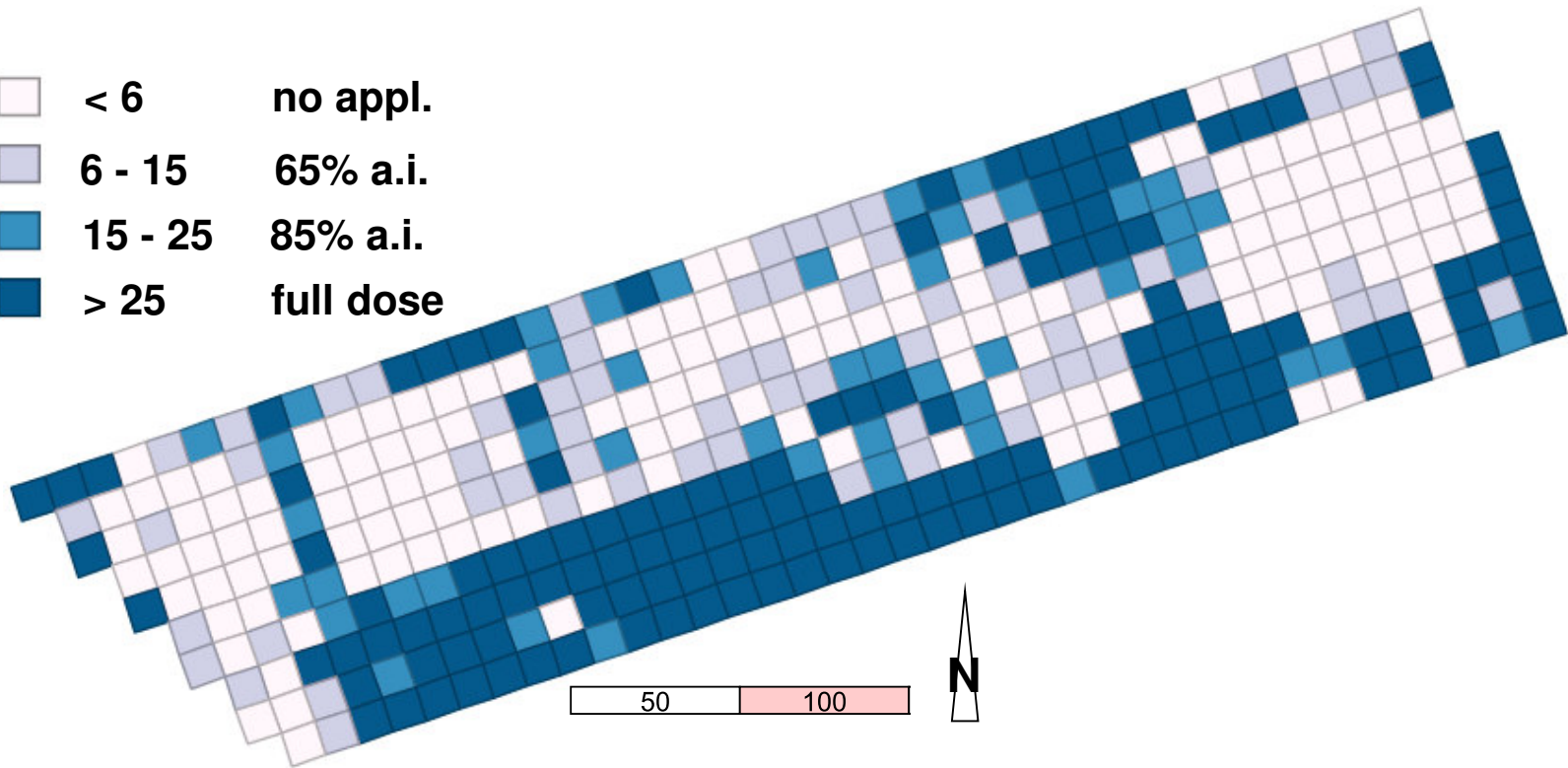
***Matricaria chamomilla*, *Chenopodium album* [plants m⁻²]**
Application of *Bromoxynil* and *Mesotrione*

 < 6 no appl.

 6 - 15 65% a.i.

 15 - 25 85% a.i.

 > 25 full dose



- Area without application: 49%
- Herbicide savings [% a.i.]: 56%

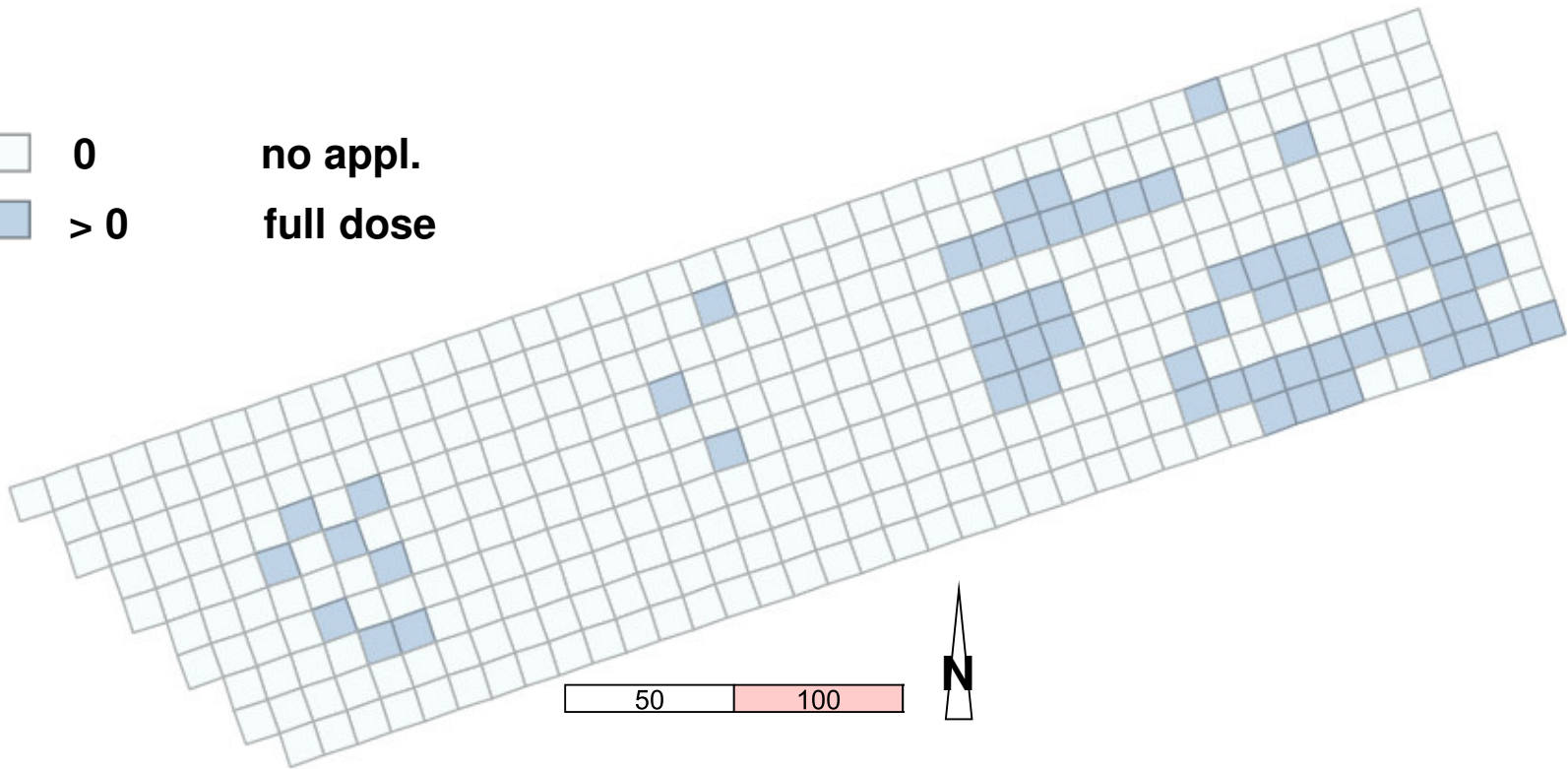
32 € ha⁻¹



Field experiment maize (Gutjahr et al., 2009)

***Convolvulus arvensis* [plants m⁻²]**
Application of *Dicamba*

□ 0 no appl.
■ > 0 full dose



- Area without application:
- Herbicide savings [% a.i.]:

85%

85%

22 € ha⁻¹



Field experiment maize (Gutjahr et al., 2009)

Herbicide savings using patch-spraying in maize [% a.i. and € ha⁻¹]

	Tank mixture		Multiple sprayer/direct injection	
<i>Monokotyledons</i>	-		91%	32 € ha ⁻¹
<i>Dikotyledons</i>	-		56%	32 € ha ⁻¹
<i>Perennials</i>	-		85%	22 € ha ⁻¹
Total	35%	28 € ha⁻¹	77%	86 € ha⁻¹

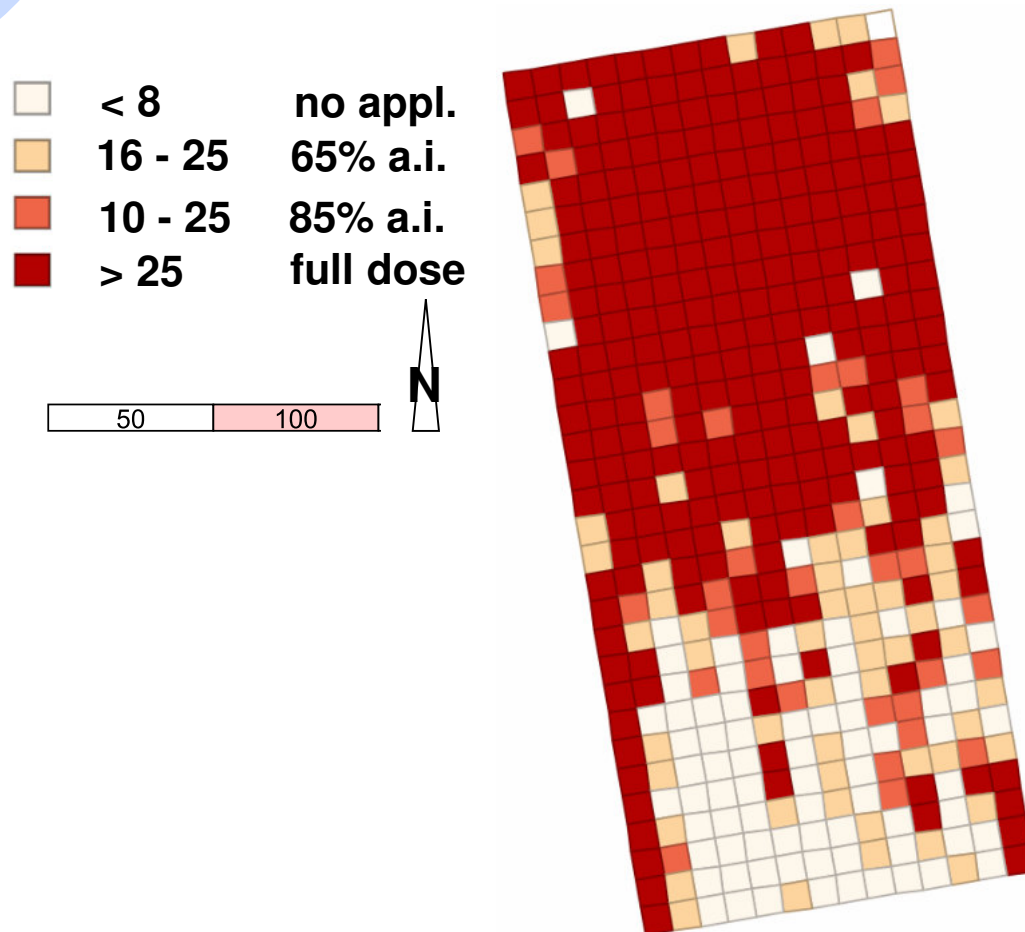
Benefit of varying herbicide mixture: **58 € ha⁻¹**



Field experiment winter wheat (Gutjahr et al., 2009)

Alopecurus myosuroides, *Galium aparine*, *Polygonum ssp.* [plants m^{-2}]

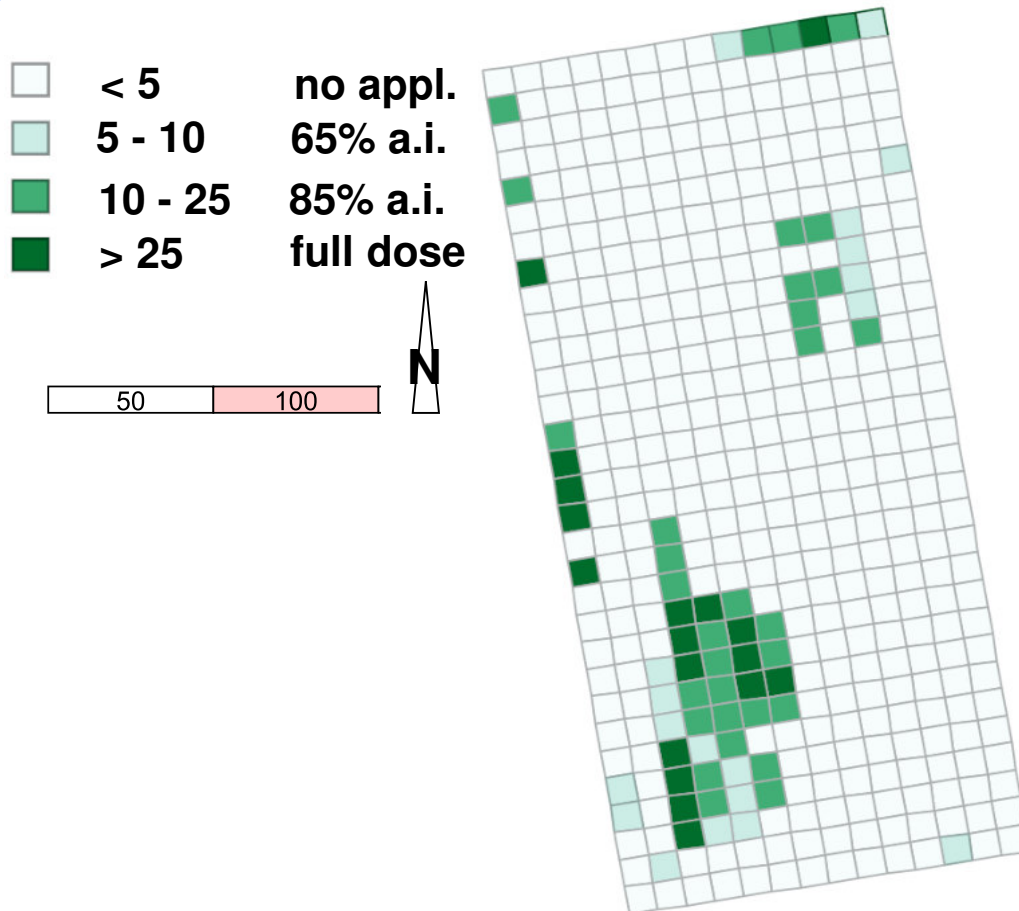
Application of *Isoproturon*, *Fluroxypyr*, *Florasulam*, *Tribenuron*



Field experiment winter wheat (Gutjahr et al., 2009)

Alopecurus myosuroides, [plants m^{-2}]

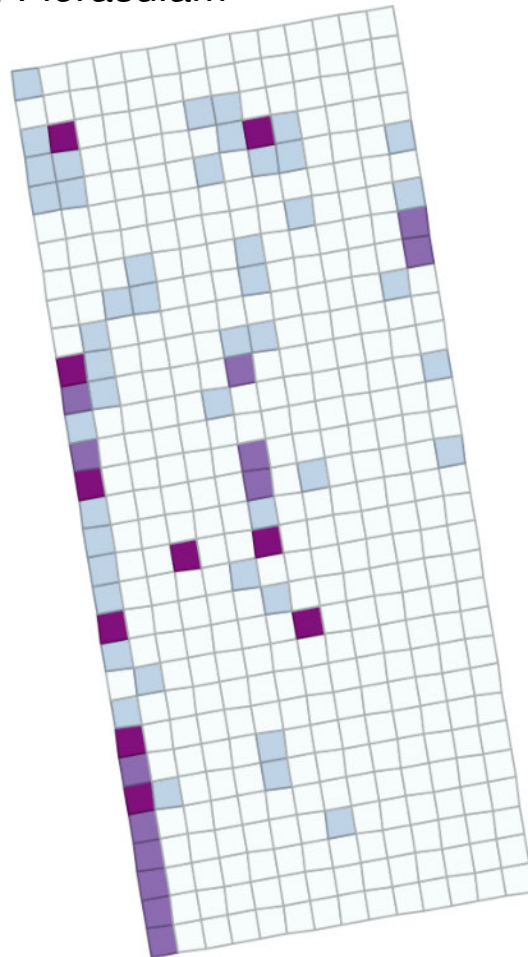
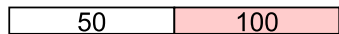
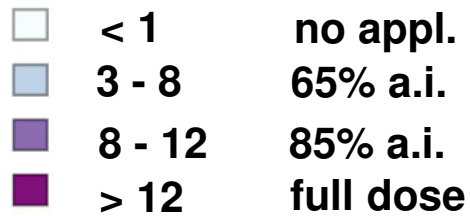
Application of *Isoproturon*



Field experiment winter wheat (Gutjahr et al., 2009)

Galium aparine, [plants m^{-2}]

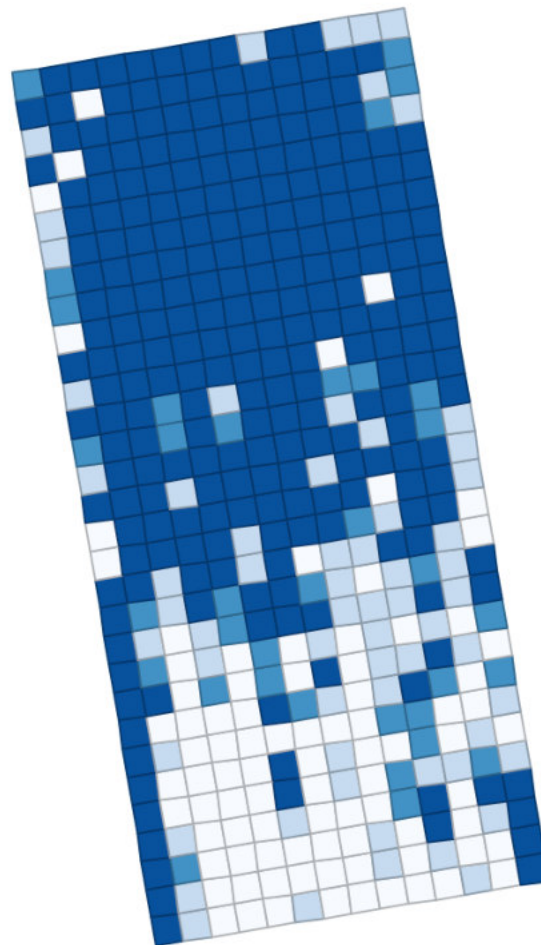
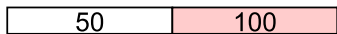
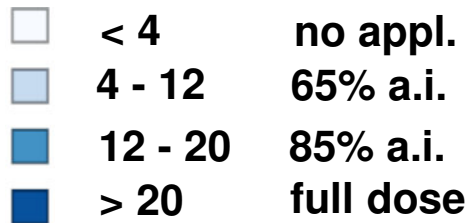
Application of *Fluroxypyr*, *Florasulam*



Field experiment winter wheat (Gutjahr et al., 2009)

***Polygonum spp.*, [plants m^{-2}]**

Application of *Fluroxypyr*, *Florasulam*



Field experiment winter wheat (Gutjahr et al., 2009)

Herbicide savings using patch-spraying in maize

[% a.i. and € ha⁻¹]

	Tank mixture	Single herbicide application for each weed class	
<i>Monokotyledons</i>	-	87%	13 € ha ⁻¹
<i>Galium aparine</i>	-	88%	24 € ha ⁻¹
<i>Polygonum ssp.</i>	-	26%	6 € ha ⁻¹
TOTAL	25%	67%	43 € ha⁻¹

Use of weed grouping: **29 € ha⁻¹**

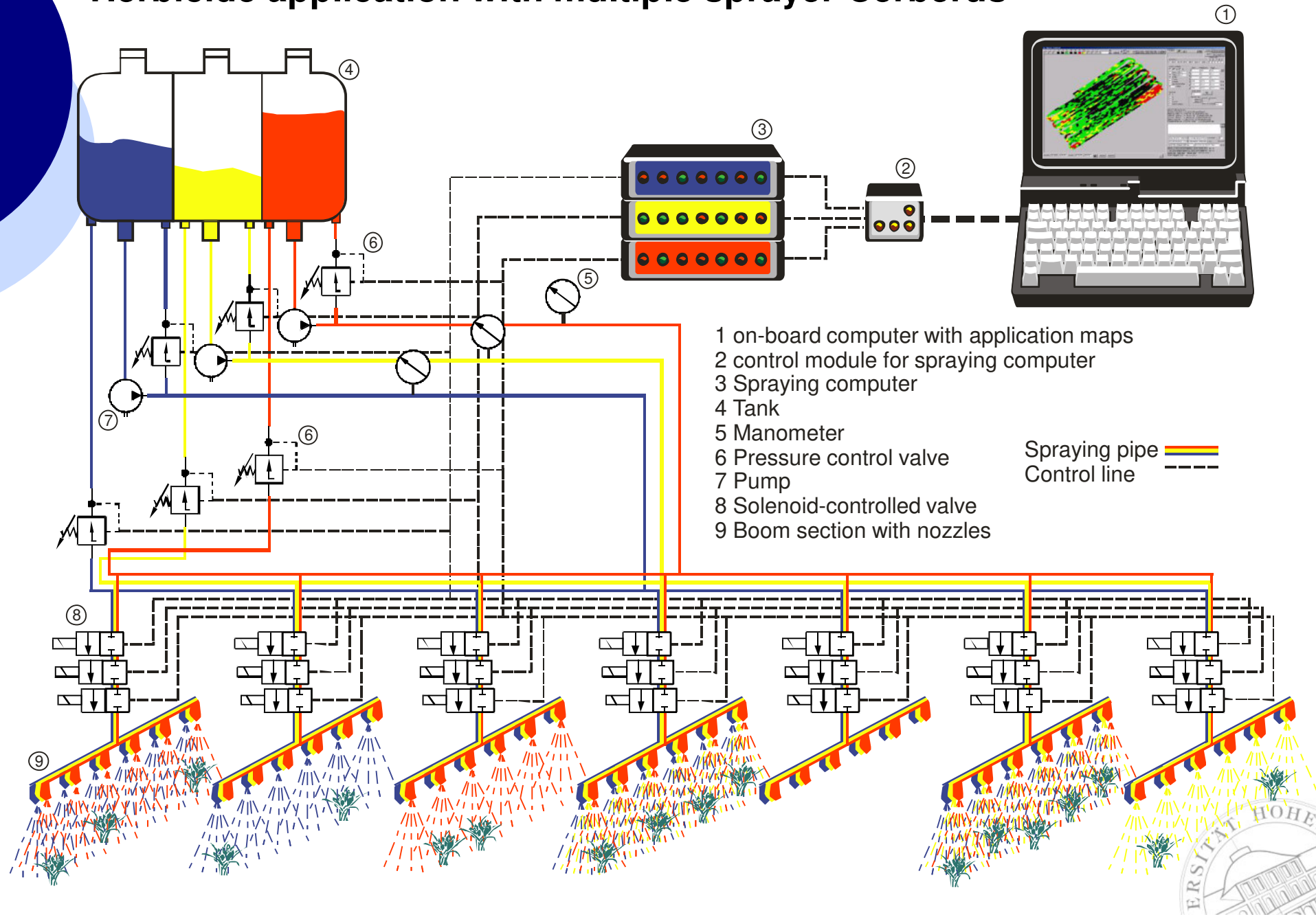




Multiple sprayer



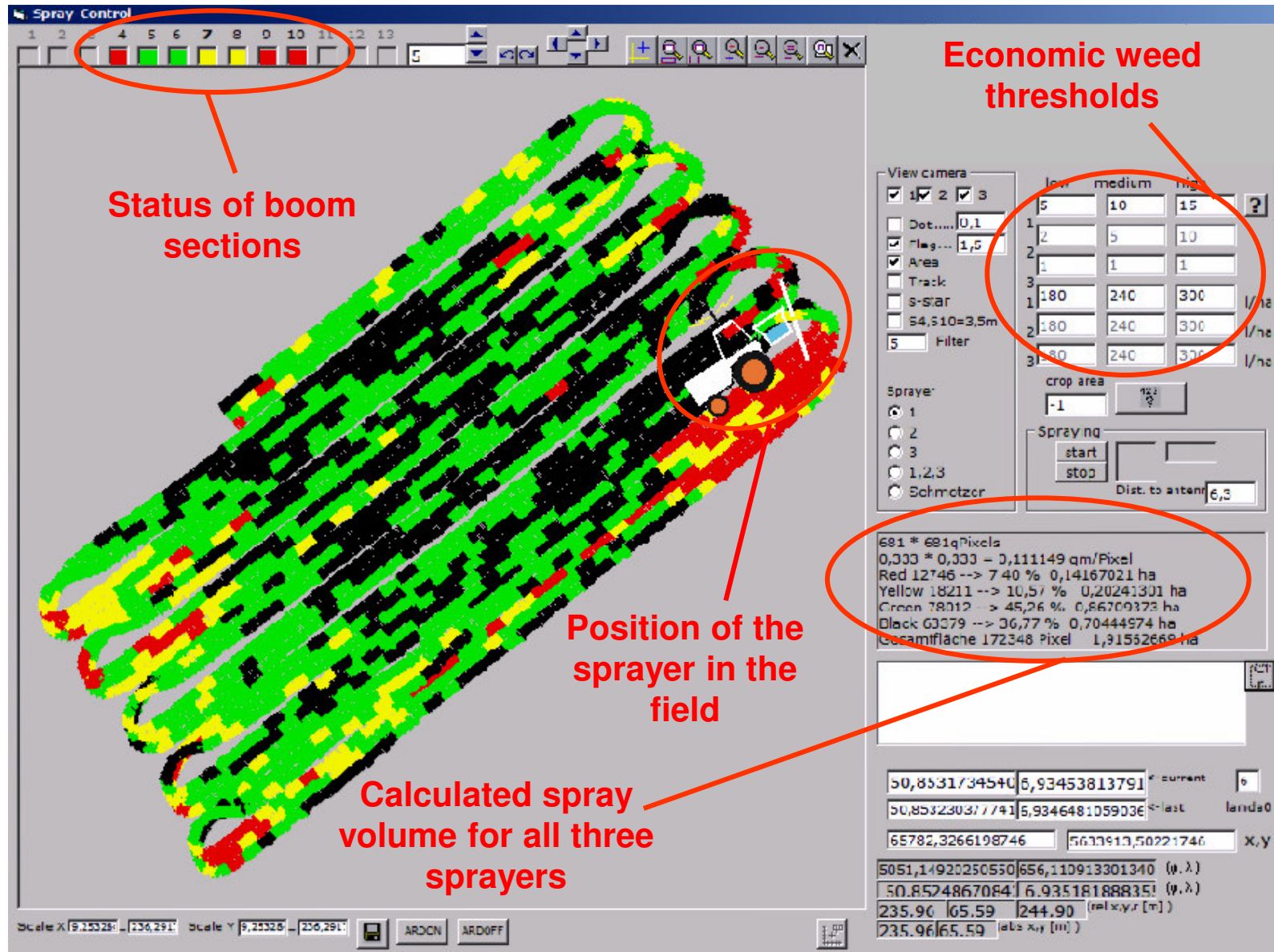
Herbicide application with multiple sprayer Cerberus



Herbicide application with multiple sprayer Cerberus

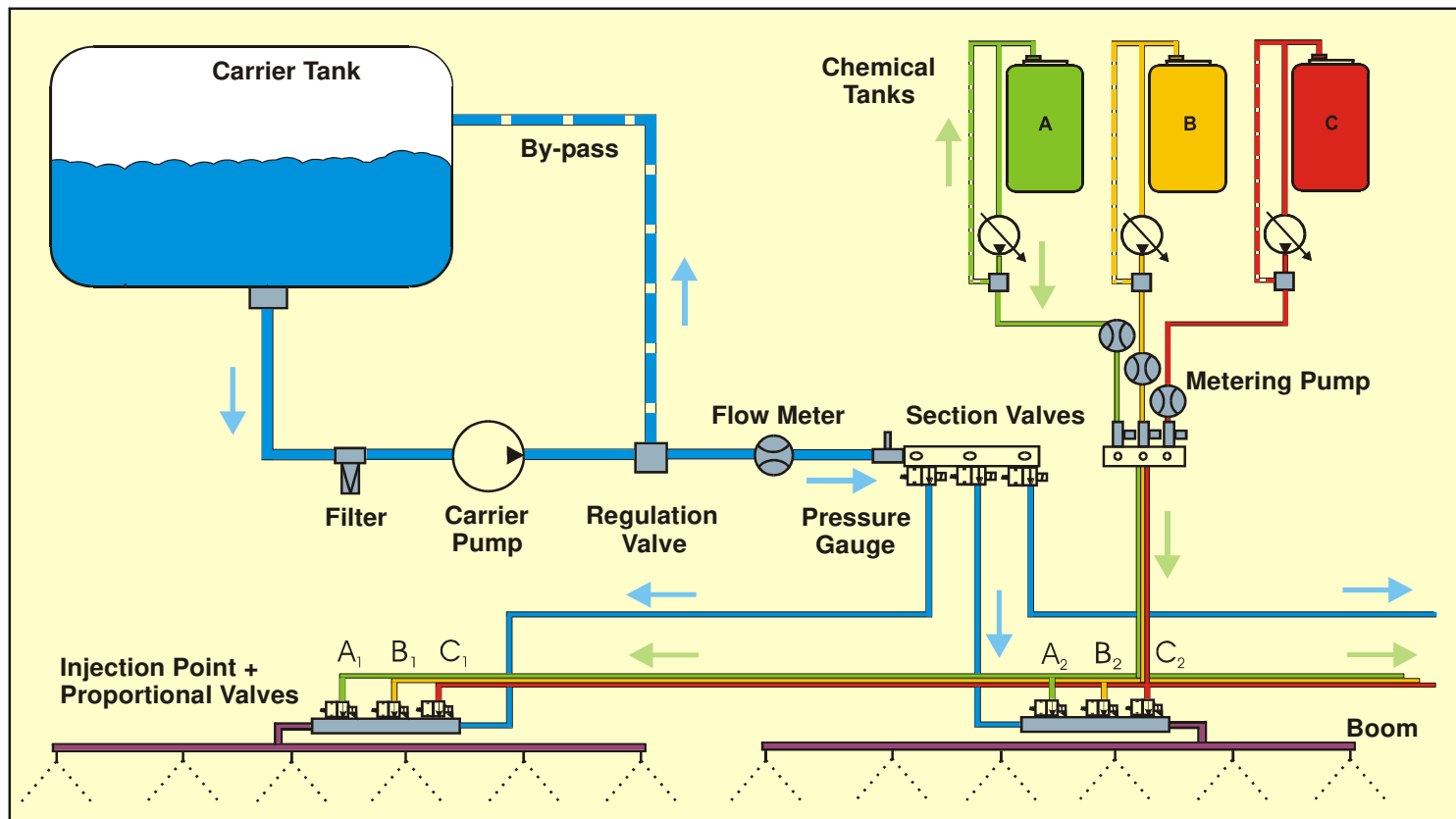


Software for automatic control of the multiple sprayer Cerberus



Direct Injection System (DIS)

- herbicides and carrier are kept separate
- herbicides are metered into the carrier at the time of application
- the rate can be varied, giving the desired concentration at the injection point in accordance with the given operating conditions



Sökefeld & Schulze Lammers, 2004

Fazit

- Wir haben für den konservierenden Ackerbau ausreichende pflanzenbauliche und technische Verfahren, um das Unkraut wirksam und selektiv zu bekämpfen.