



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



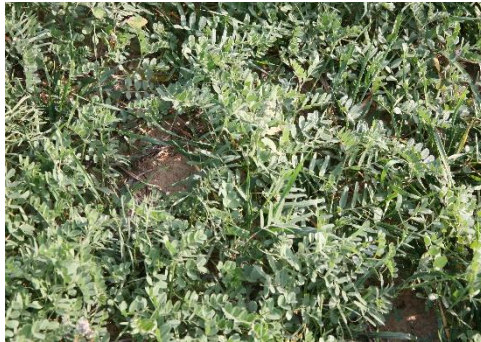
Kontrolle (49 % Unkraut)



Phacelia (11%)



Ölrettich (18%)



Wicke (8%)



Buchweizen (29%)



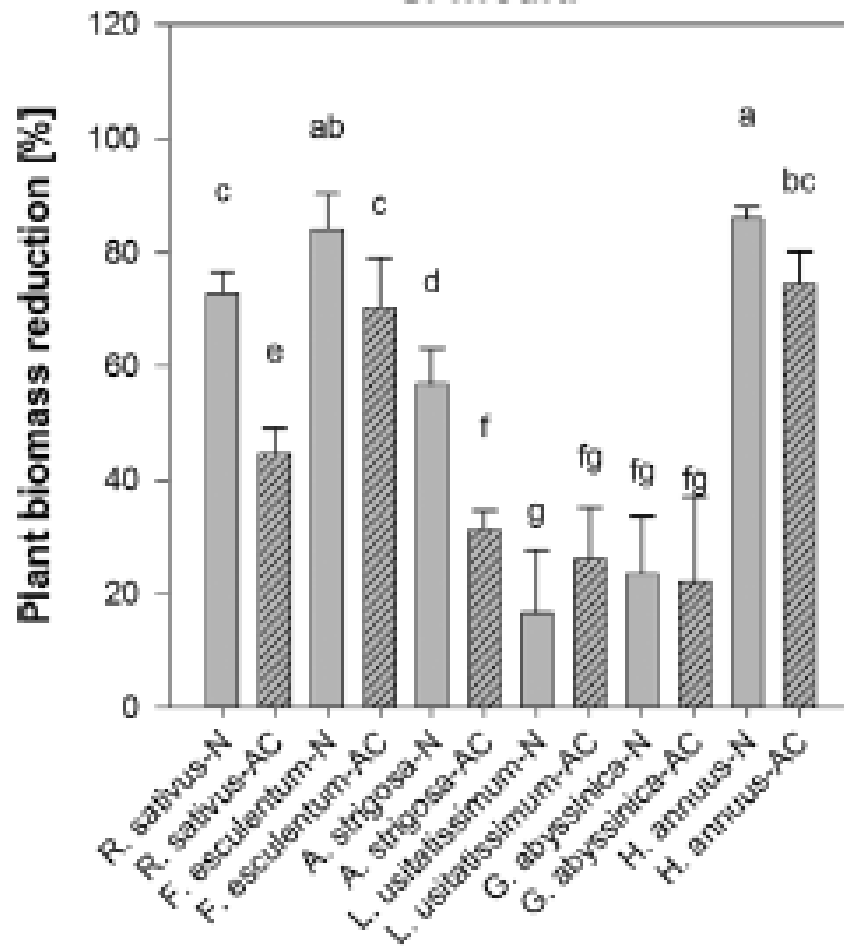
Rauhhafer (0,5%)



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

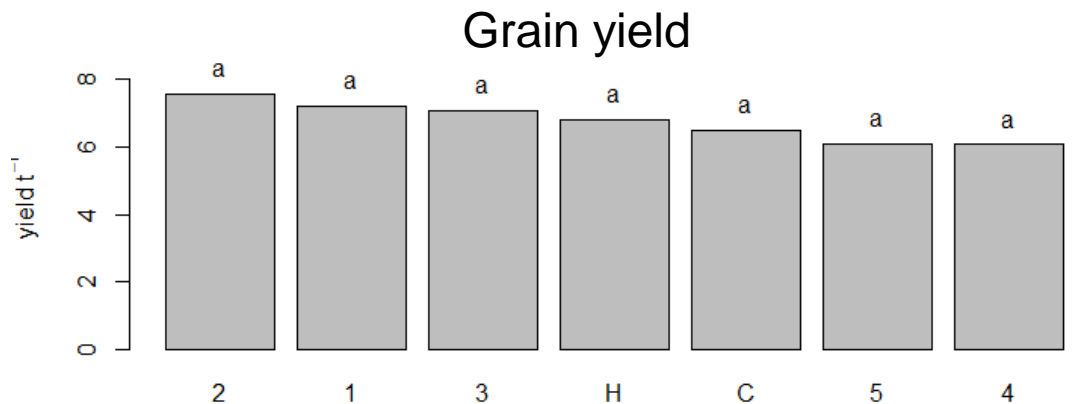
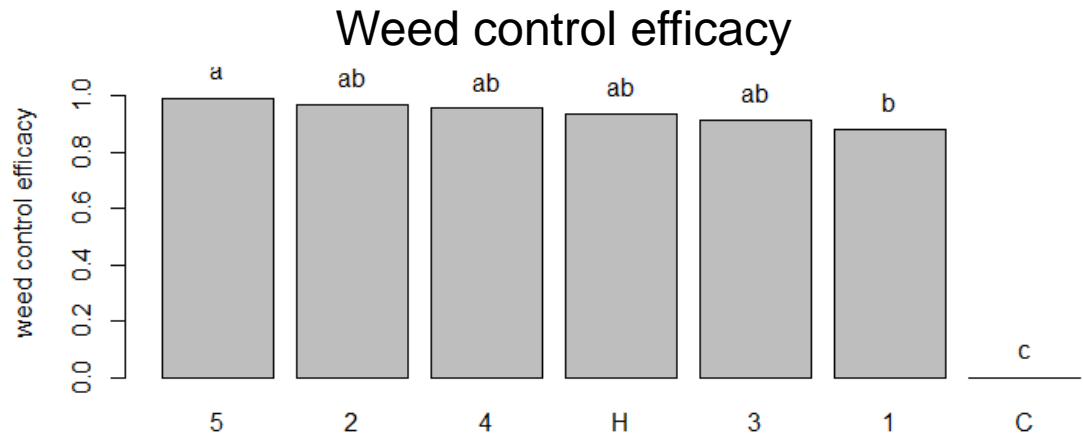
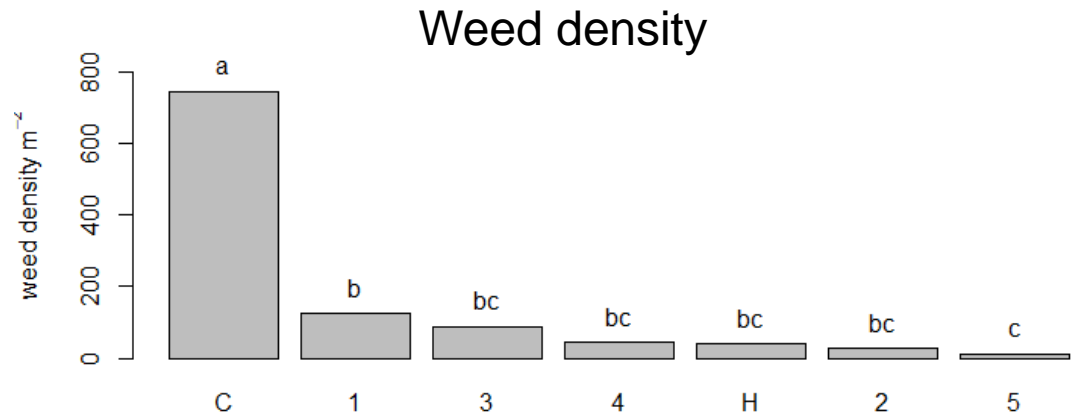
Nachteile des Striegels:

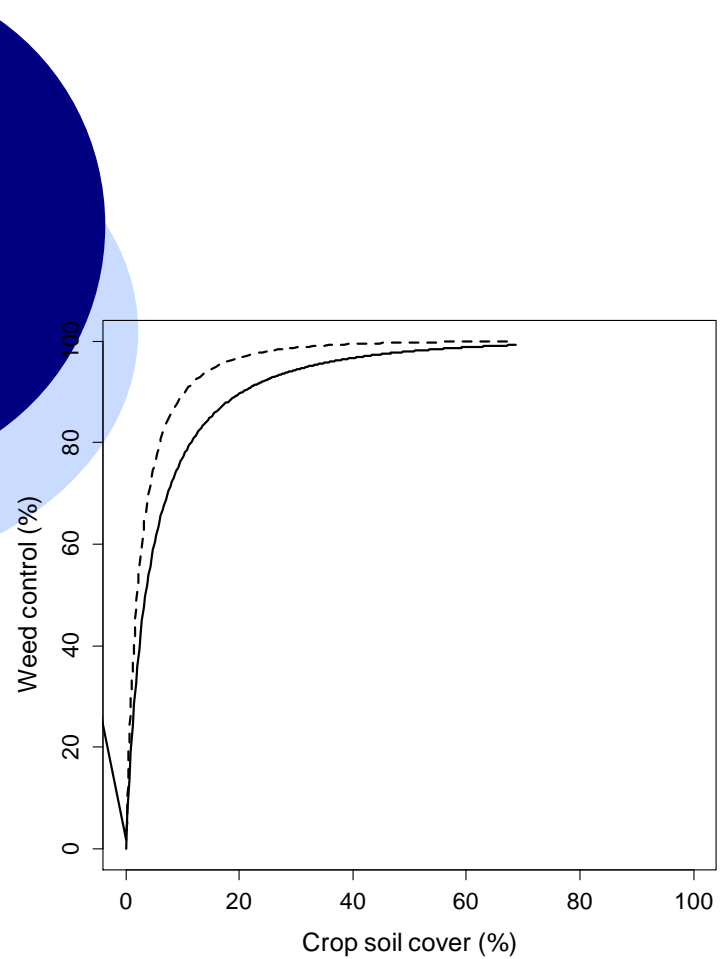
- **Geringer Bekämpfungserfolg gegen Unkraut** (Brandsaeter *et al.* 2012)
- **Meist mehrere Überfahrten notwendig** (Bond *et al.*, 2007)
- **Geringer Bekämpfungserfolg gegen perennierende Unkräuter**
- **Neue Unkräuter werden zur Keimung angeregt** (Van der Weide *et al.* 2008)
- **Kulturpflanzen können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



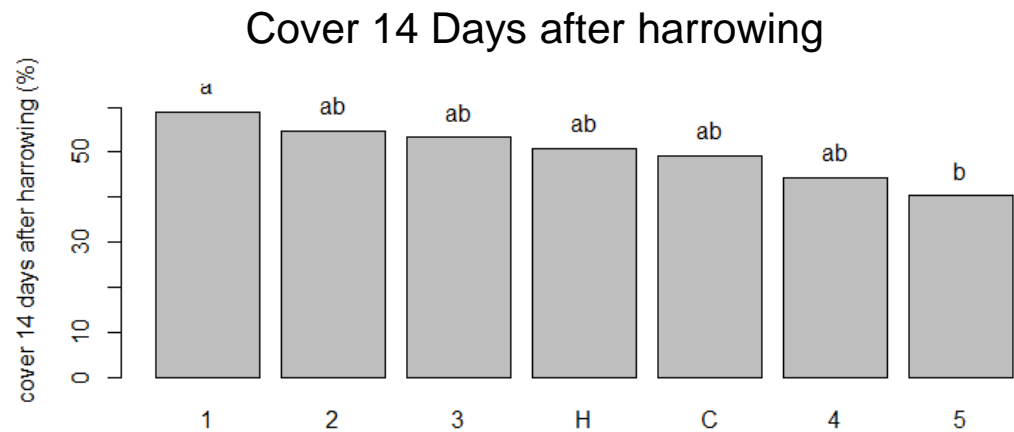
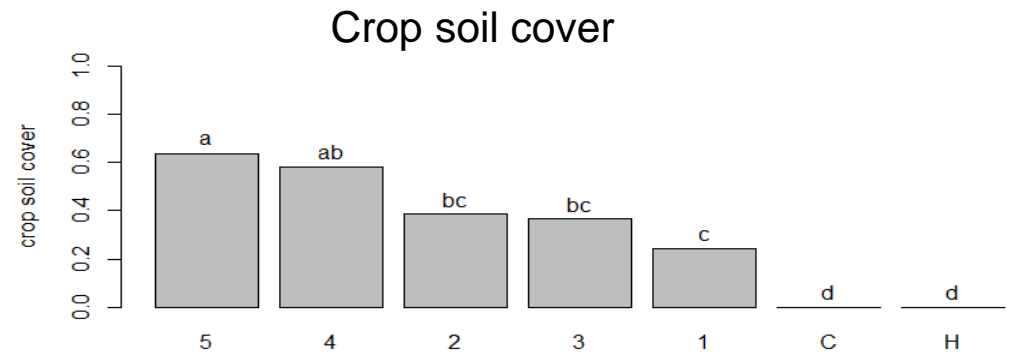
Geringe Selektivität

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%

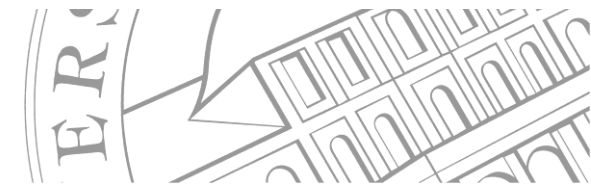
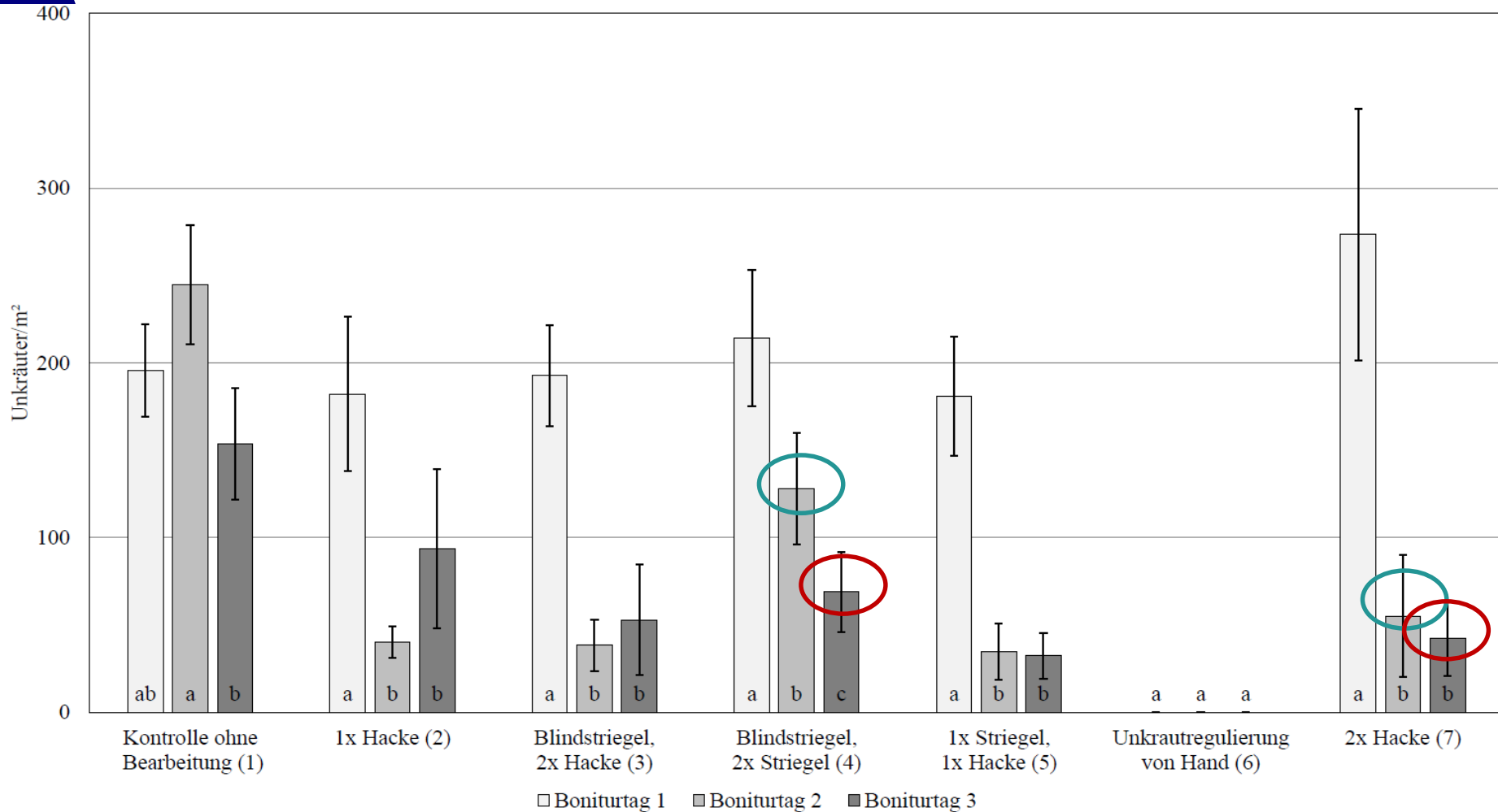
steiler



>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 +/- 2-4 cm genau entlang der Kulturpflanzen geführt werden bei bis zu 15 km/h.
- Auch mit RTK-GPS und einem automatischen Lenksystem können Schlepper +/- 4 cm genau entlang der Reihe (AB-Linien) gelenkt werden.





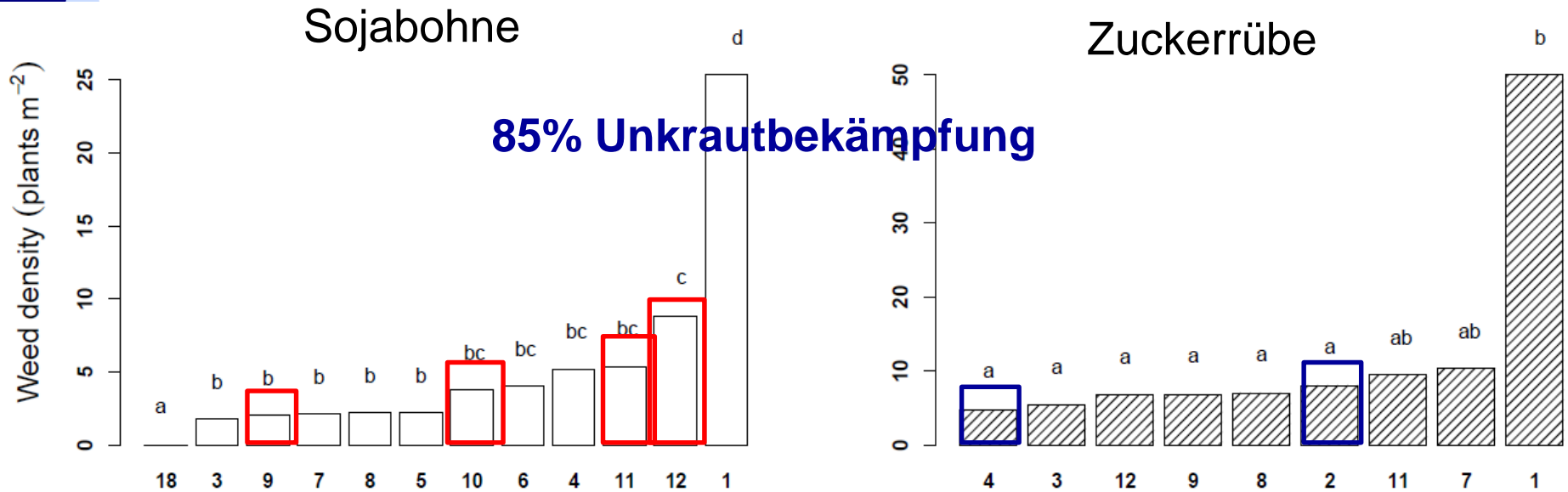
Ergebnis des kamera-gesteuerten Hackens bei 10 km/h in Sojabohnen mit Flachscharen zwischen den Reihen und Fingerhacken in der Reihe am Standort Ihinger Hof





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. Herbizide, 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)

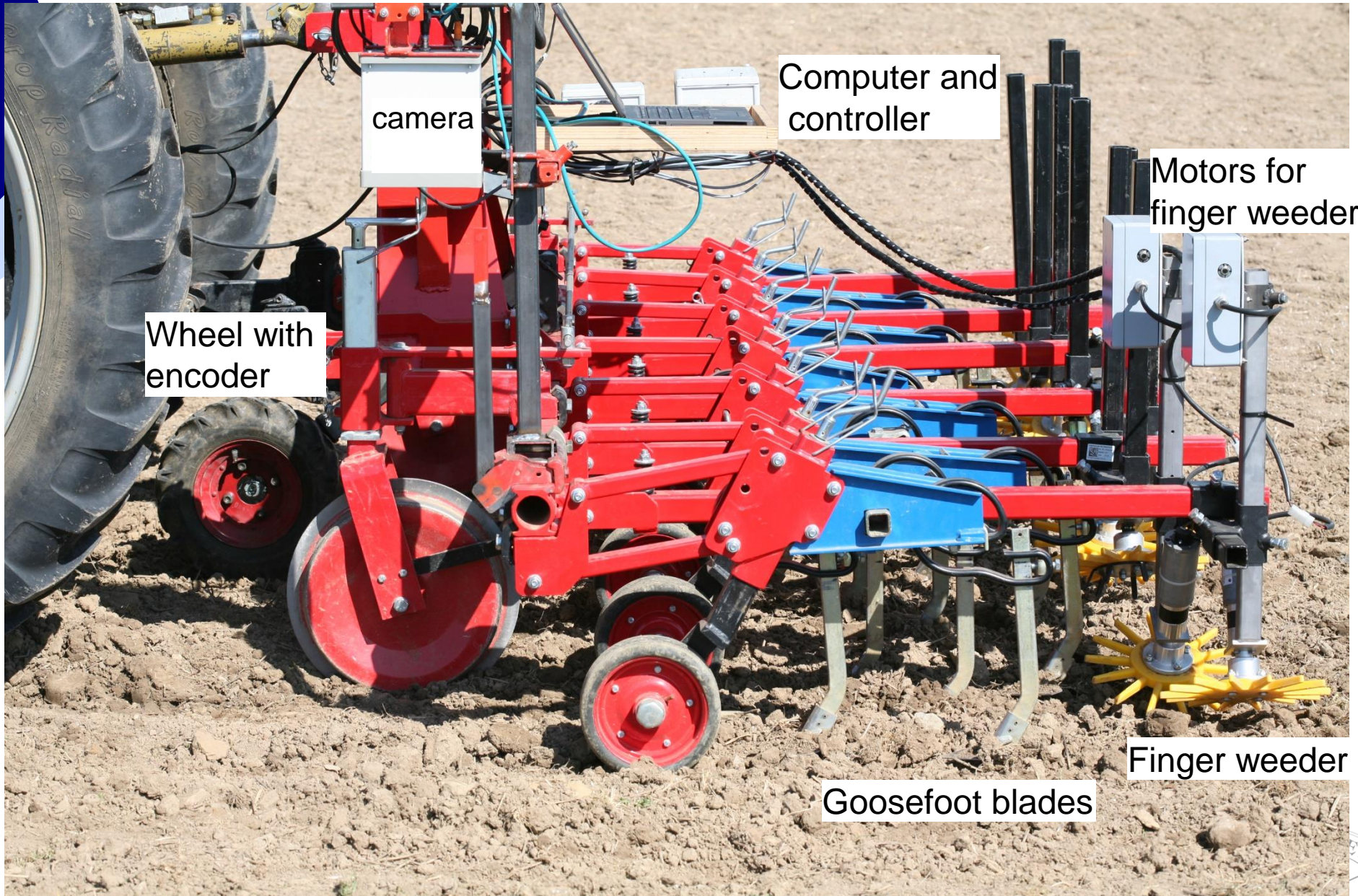
Kameragesteuertes Hacken in eng gesäten Getreidereihen



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



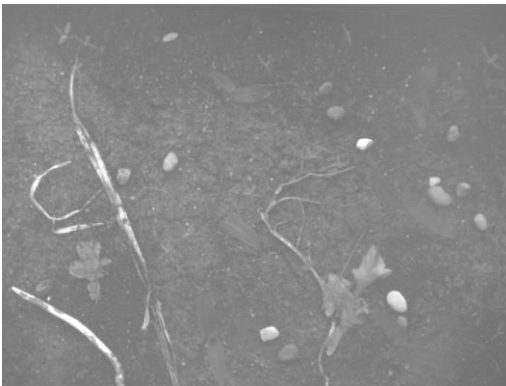
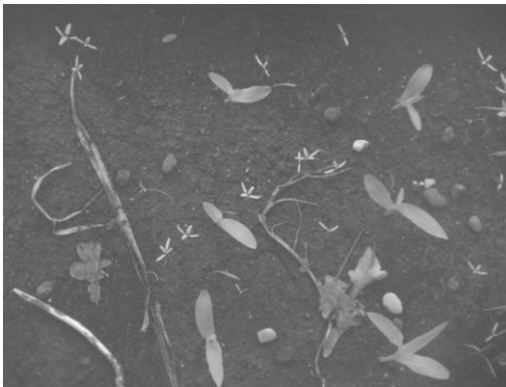
Prototyp eines Hackroboters in Zuckerrüben



Bi-spectral camera technology for weed identification -



IR-image >700 nm



IR-VIS difference image



Binary image



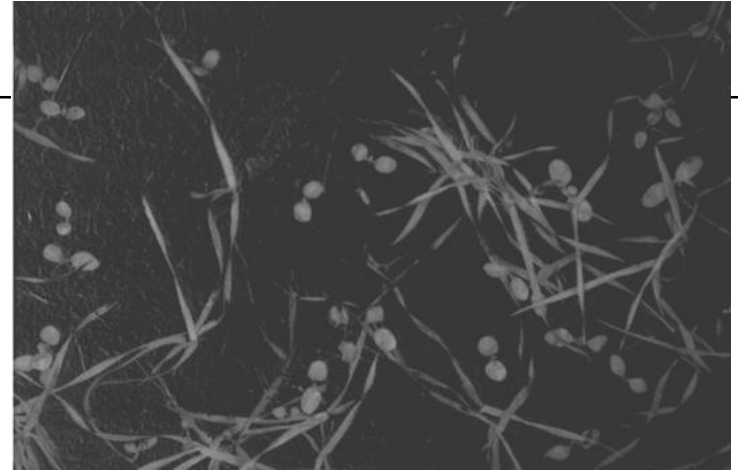
VIS-image 610-690 nm (red)

Automated crop/weed classification

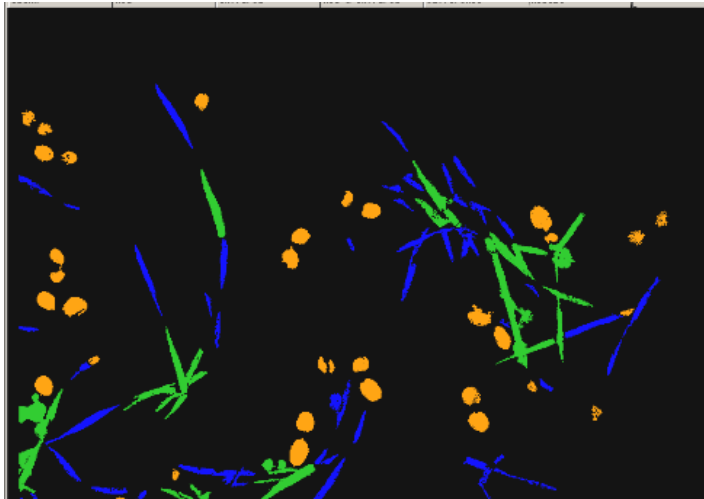
RGB-picture



differential image (IR-R)







classified image

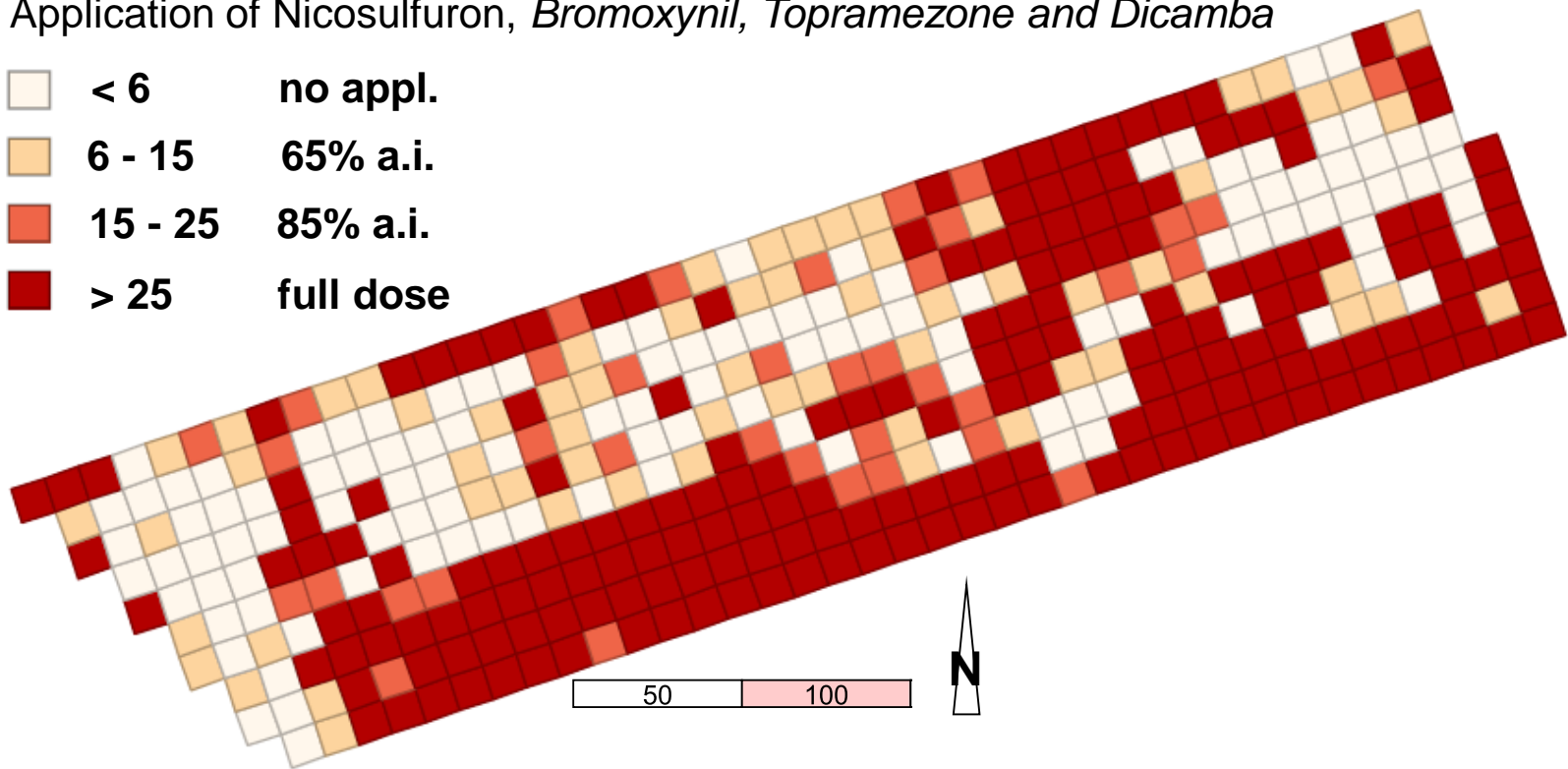


Site-specific weed control in maize (Gutjahr et al., 2009)

Echinochloa crus-galli, *Matricaria chamomilla*, *Chenopodium album*
Convolvulus arvensis [plants m²]

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%

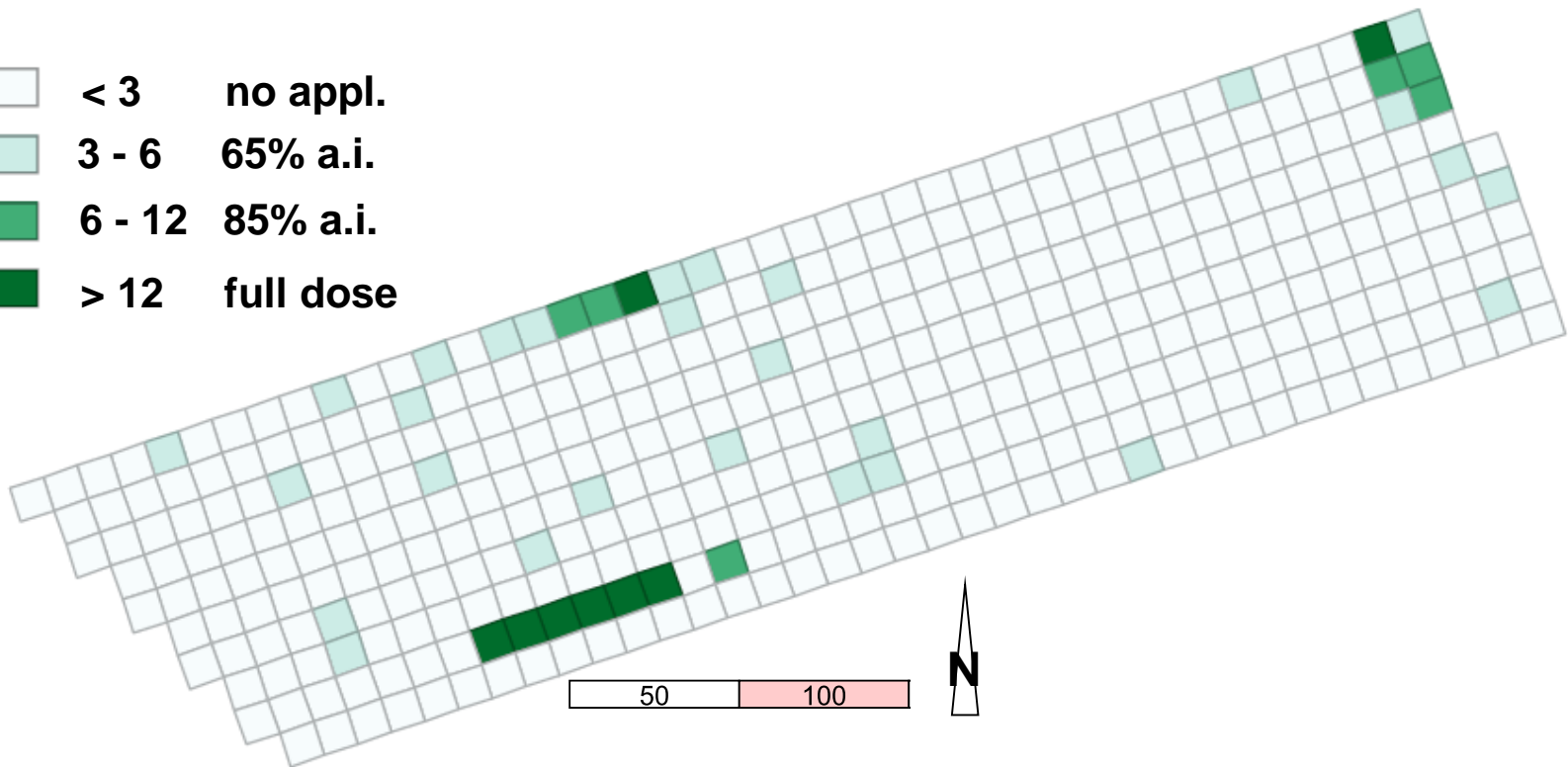
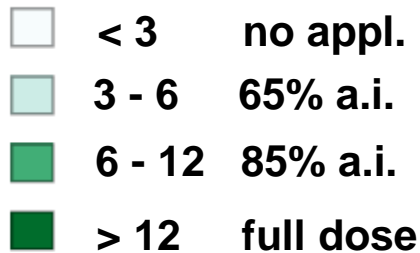
28 € ha⁻¹



Field experiment maize (Gutjahr et al., 2009)

Echinochloa crus-galli, [plants m⁻²]

Application of Nicosulfuron



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

90%

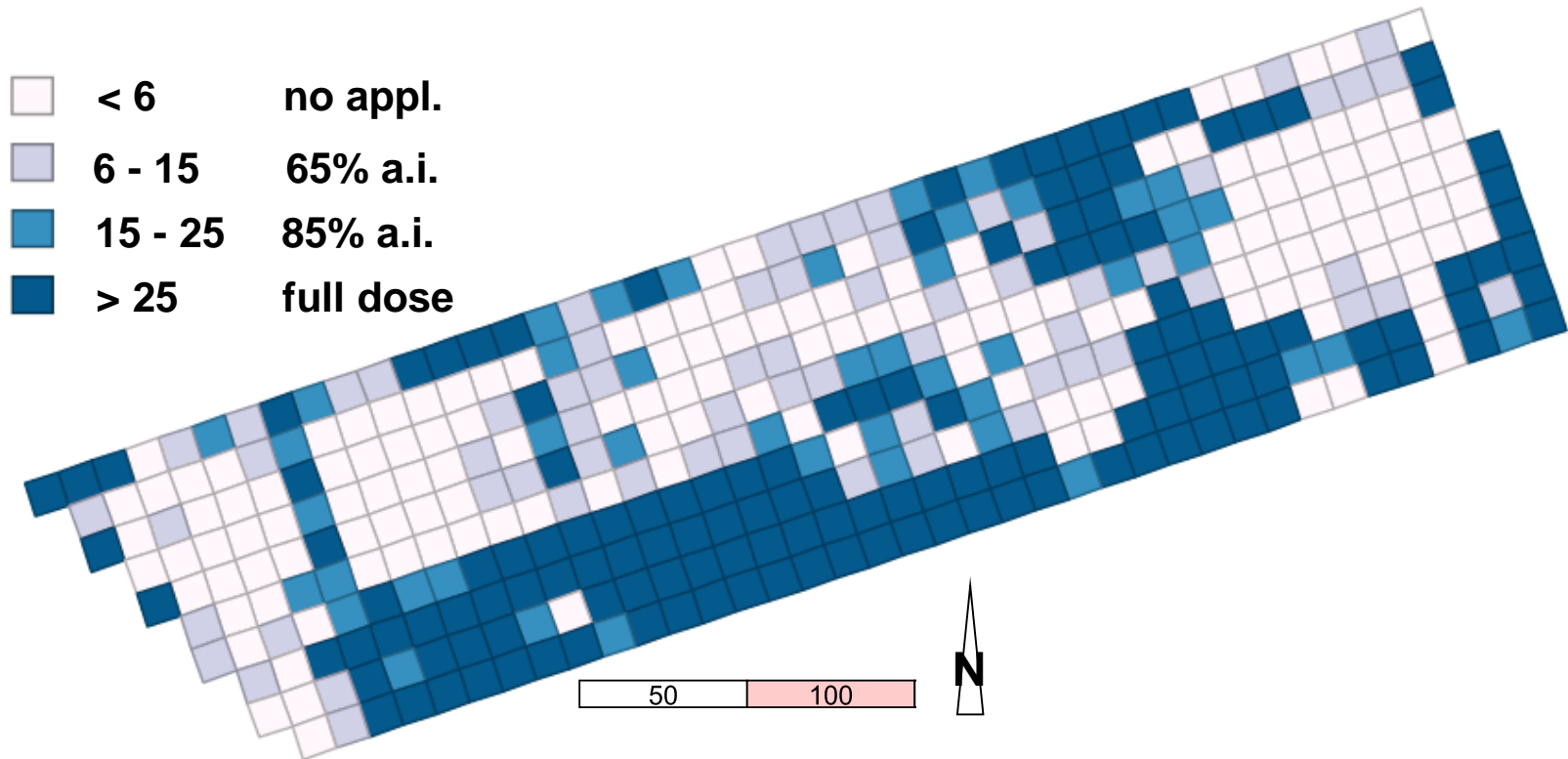
91%

32 € ha⁻¹



Field experiment maize (Gutjahr et al., 2009)

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



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

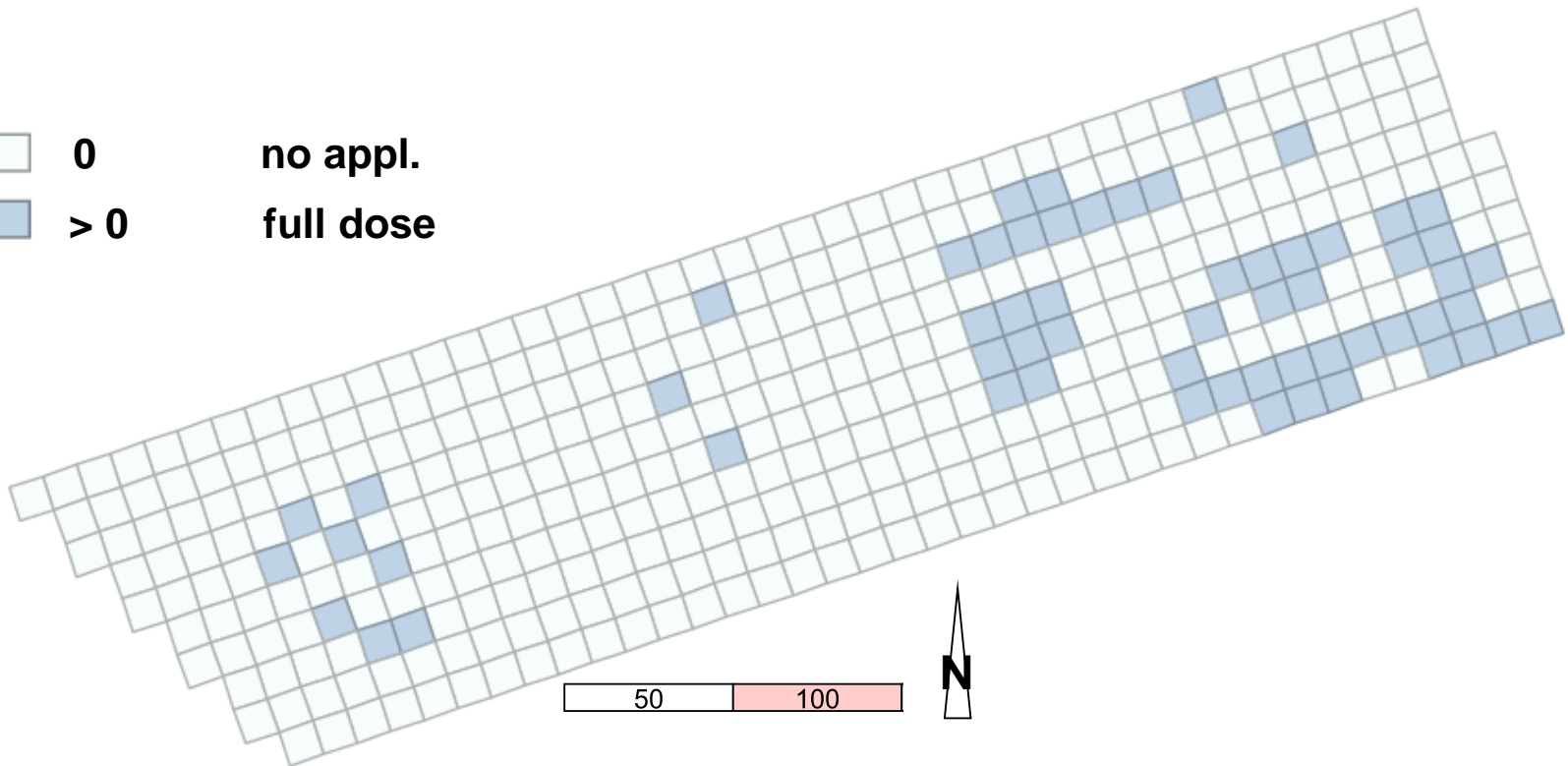
32 € ha⁻¹



Field experiment maize (Gutjahr et al., 2009)

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

□ 0 no appl.
■ > 0 full dose



- Area without application: 85%
- Herbicide savings [% a.i.]: 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

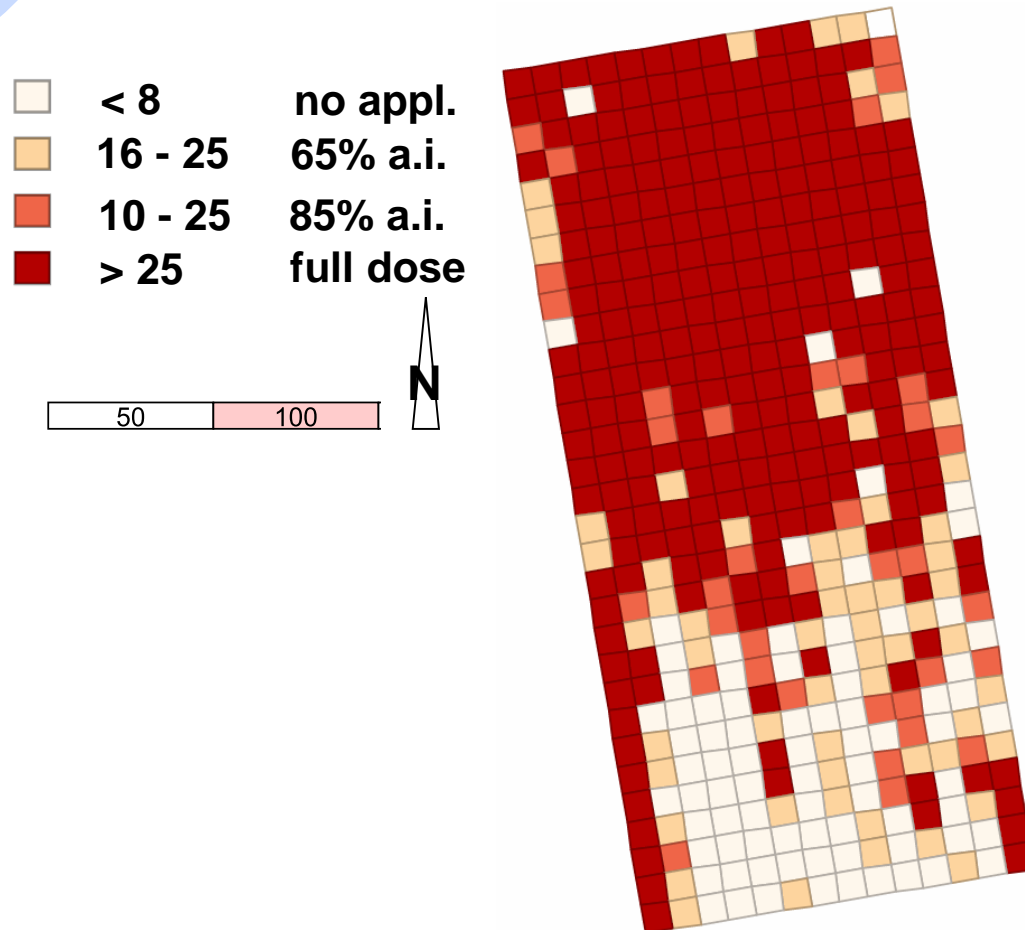
Benefit of varying herbicide mixture: **58 € ha⁻¹**



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

Alopecurus myosuroides, *Galium aparine*, *Polygonum ssp.* [plants m⁻²]





Application of Isoproturon, Fluroxypyr, Florasulam, Tribenuron

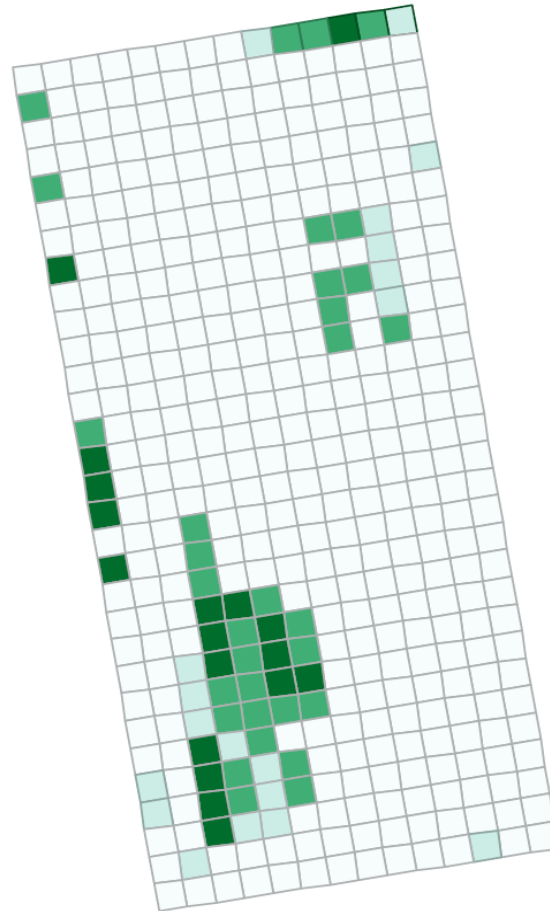
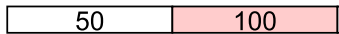


Field experiment winter wheat (Gutjahr et al., 2009)

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

Application of Isoproturon

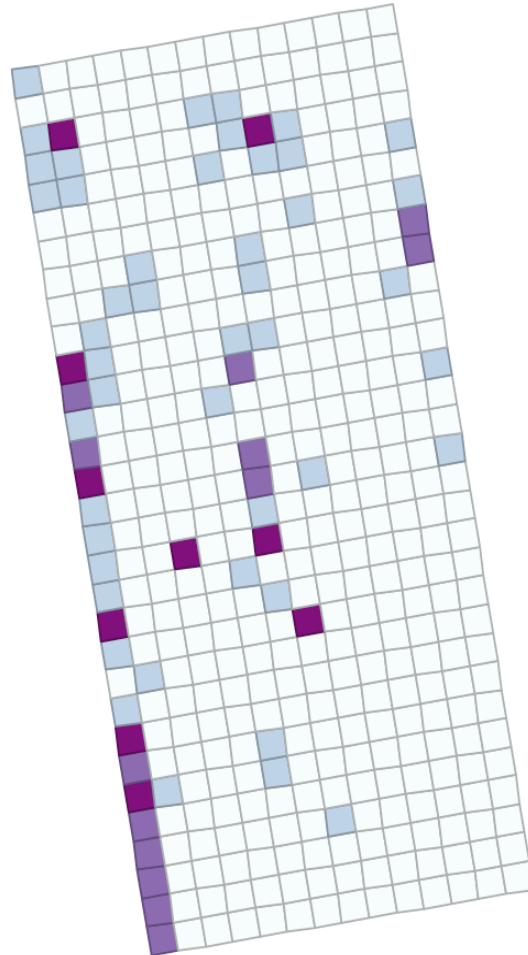
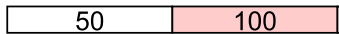
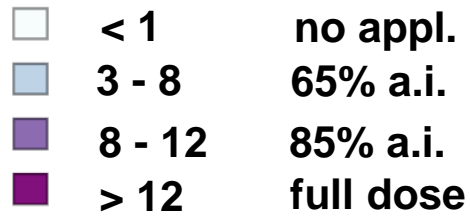
	< 5	no appl.
	5 - 10	65% a.i.
	10 - 25	85% a.i.
	> 25	full dose



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

Galium aparine, [plants m⁻²]





Application of *Fluroxypyr*, *Florasulam*

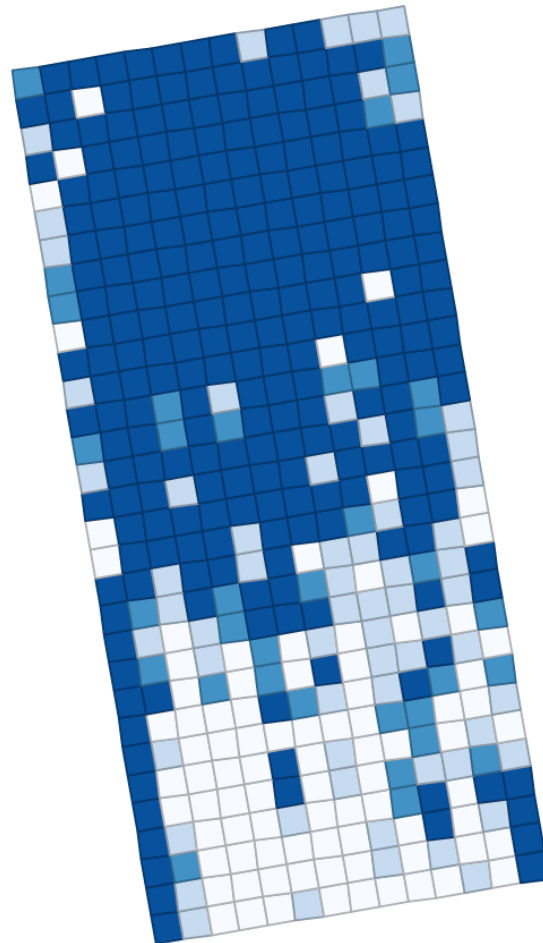
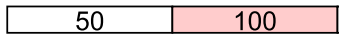


Field experiment winter wheat (Gutjahr et al., 2009)

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

Application of *Fluroxypyr*, *Florasulam*

	< 4	no appl.
	4 - 12	65% a.i.
	12 - 20	85% a.i.
	> 20	full dose



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%	14 € ha⁻¹	67%	43 € ha⁻¹

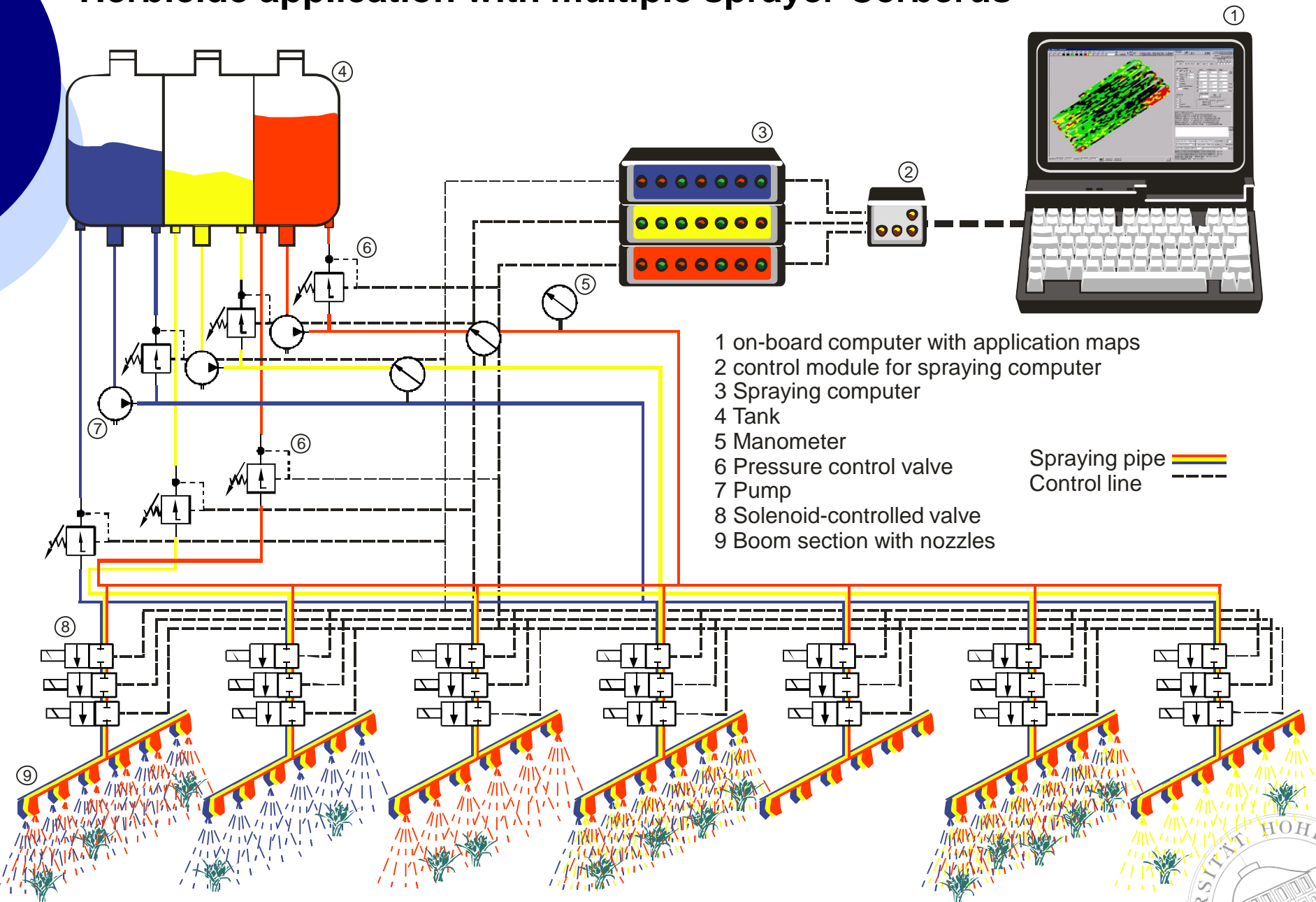
Use of weed grouping: **29 € ha⁻¹**





Multiple sprayer

Herbicide application with multiple sprayer Cerberus



- 1 on-board computer with application maps
- 2 control module for spraying computer
- 3 Spraying computer
- 4 Tank
- 5 Manometer
- 6 Pressure control valve
- 7 Pump
- 8 Solenoid-controlled valve
- 9 Boom section with nozzles

Spraying pipe — — —
 Control line - - -

Herbicide application with multiple sprayer Cerberus



Software for automatic control of the multiple sprayer Cerberus

Status of boom sections

Economic weed thresholds

Position of the sprayer in the field

Calculated spray volume for all three sprayers

View camera
 1 2 3
 Det..... 0,1
 Flag... 1,5
 Area
 Track
 S-Star
 S4,S10=3,5m
 Filter

	low	medium	high
5	10	15	?
1	5	10	
2	1	1	
3	180	240	300 l/ha
1	180	240	300 l/ha
2	180	240	300 l/ha
3	180	240	300 l/ha

Sprayer:
 1
 2
 3
 1,2,3
 Schmetzler

crop area

 Dist. to antenna 6,3

681 * 681qPixels
 0,000 * 0,000 = 0,111149 qm/Pixel
 Red 12746 --> 7,40 % 0,14167021 ha
 Yellow 18211 --> 10,57 % 0,20241301 ha
 Green 78012 --> 45,26 % 0,86709373 ha
 Black 63379 --> 36,77 % 0,70444974 ha
 Gesamtfläche 172348 Pixel 1,91552669 ha

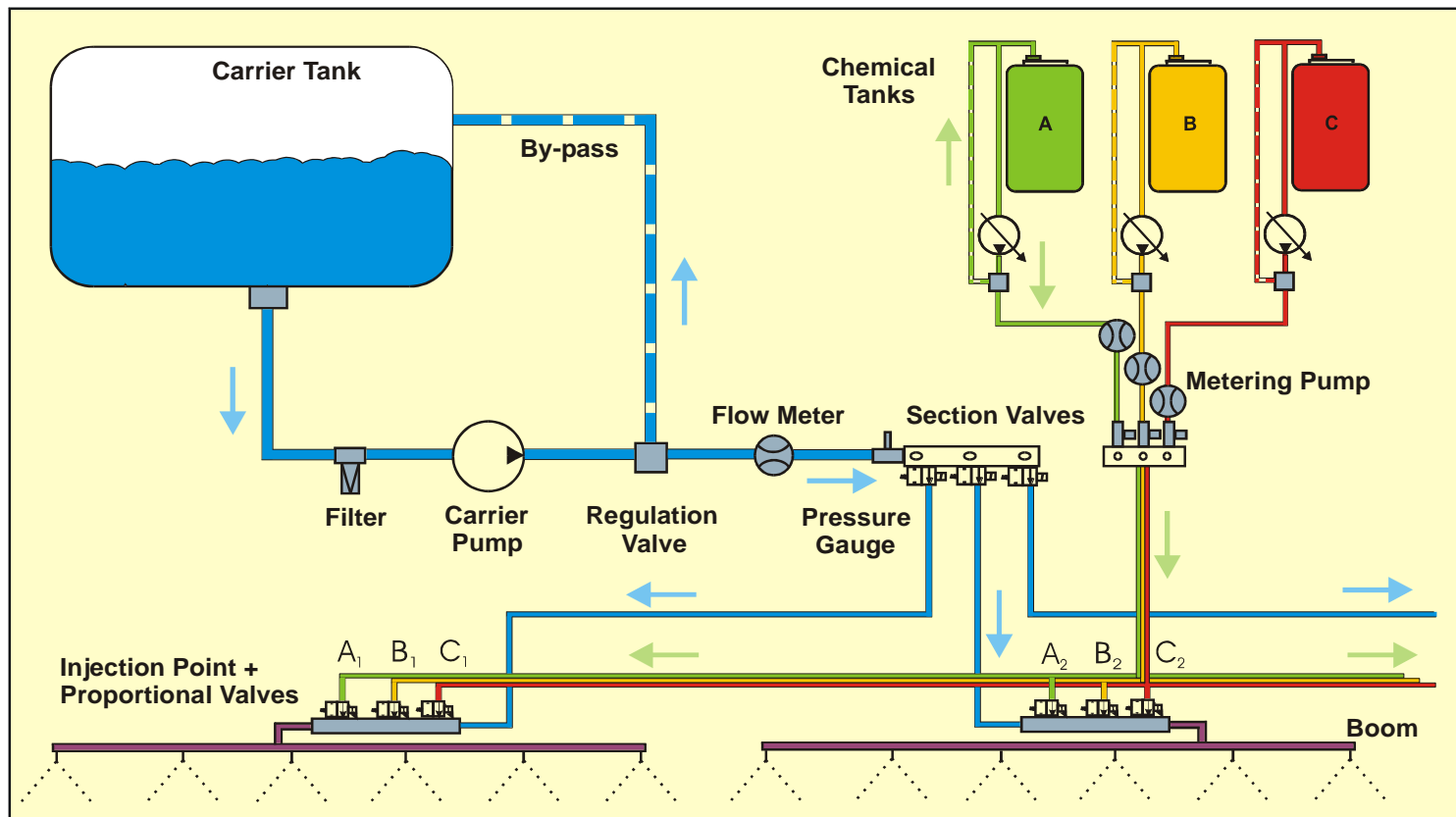
50,8531734540 6,93453813791 current
 50,853230377741 5,9346481059036 last landeo
 65782,3266198746 5677917,50221746 x,y
 5051,14920250550 656,110913301340 (w,λ)
 50,8524867084 6,935181888351 (w,λ)
 235,96 65,59 244,90 (rel x,y) (m)
 235,96 65,59 (abs x,y) (m)

Scale X 9,253281 236,291 Scale Y 9,253281 236,291



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.

