Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Innovative Anbausysteme und Biopestizide zur Vermeidung von Mykotoxinen in Weizen

Dimitrios Drakopoulos[1,2], Susanne Vogelgsang[1]

[1] Ökologischer Pflanzenschutz im Ackerbau, Agroscope, Zürich-Reckenholz

[2] Nachhaltige Agrarökosysteme, ETH Zurich

Pflanzenschutztagung Feldbau, IAG, Grangeneuve (FR), 29.01.2020

Agroscope

MycoKey
Integrated and innovative key actions for mycotoxin management in the food and feed chains

http://www.mycokey.eu/mycokey-objectives/#

"Entwicklung von integrierten, nachhaltigen und innovativen Lösungen, um das Risiko von Mykotoxinbelastungen in wirtschaftlich wichtigen Lebens- und Futtermitteln zu verringern"

ARBEITSPAKETE:

1. GLOBAL MYCOTOXIN KNOWLEDGE
2. TOXIGENIC FUNGI MONITORING
3. MYCOTOXIN MONITORING
4. **VERMEIDUNG IM FELD** … ZUR REDUKTION VON FUSARIEN UND MYKOTOXINEN
5. INTERVENTION STRATEGIES
6. REMEDIATON
7. ICT SOLUTIONS
8. COMMUNICATION, DISSEMINATION
9. PROJECT MANAGEMENT
10. ETHICS REQUIREMENT

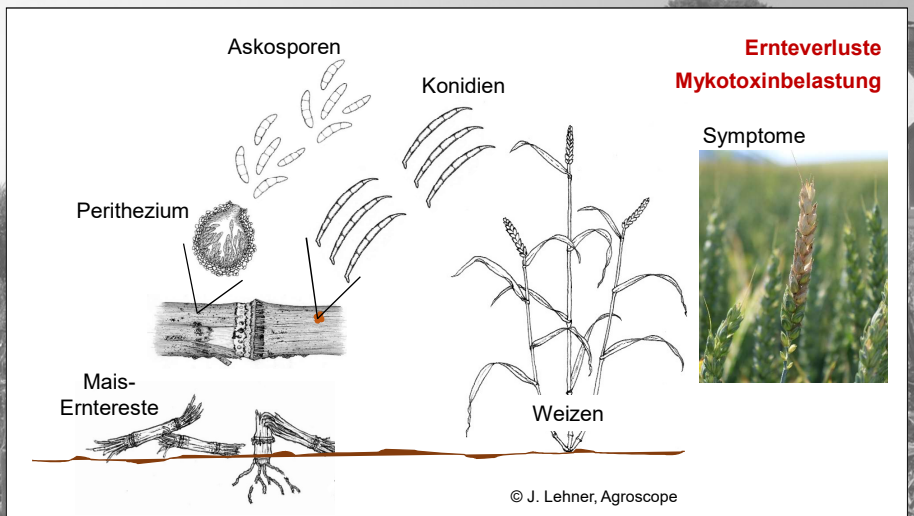
Agroscope

Lebenszyklus von *F. graminearum* (Hauptfruchtform *Gibberella zeae*)

Die wichtigste Fusarien-Art

Lebenszyklus von *F. graminearum* (Hauptfruchtform *Gibberella zeae*)

Die wichtigste Fusarien-Art



Ernteverluste
Mykotoxinbelastung

Symptome

Hoher Krankheitsdruck bei…

- Anfälligen Wirtspflanzen (z.B. Mais-Weizen-Fruchtfolge)
  … *aber immer noch verbreitet*
- Reduzierter Bodenbearbeitung
  … *aber mehrere Vorteile*

⊕
- Geringere Erosion & erhöhte Fruchtbarkeit
- Höhere biologische Aktivität im Boden

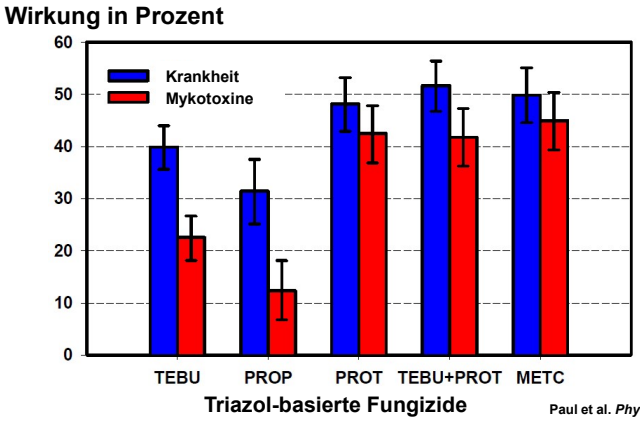
⊖
- Management der Erntereste
- Erhöhte Abhängigkeit von Herbiziden

- Daher sind Lösungen gefragt…

Agroscope

Bekämpfung mit Fungiziden

Meta-Analyse > 100 Fungizid-Versuche in den USA



Paul et al. *Phytopathology* (2007)
Paul et al. *Phytopathology* (2008)
McMullen et al. *Plant Disease* (2012)

Agroscope

Ziel und Ansatz

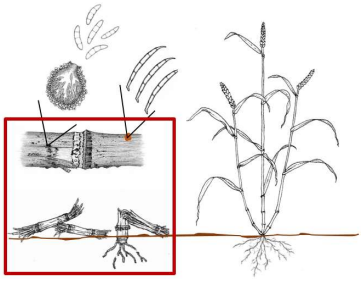
Anbausysteme entwickeln, die das *Fusarium*-Inokulum und Mykotoxine in Weizen in einer Mais-Weizen-FF bei reduzierter Bodenbearbeitung verringern

Drei Versuchsansätze:

A. “Cut-and-carry” Biofumigation und Naturstoffe

B. Mais-Untersaat

C. Zwischenfrüchte



A. Biofumigation & Naturstoffe

Simulation einer Mais-Weizen-FF ohne Bodenbearbeitung und Inokulation von Maisstängeln

Maisfeld nach der Ernte

Maisstängel mit ~30 cm Länge

40 Maisstängel pro Weizen-parzelle

Konidieninokulation mit 3 *F. graminearum*-Stämmen

Drakopoulos et al. *Field Crops Research* (2020)

A. Biofumigation & Naturstoffe

Applikation von frischem **Mulchmaterial** im Herbst, “cut-&-carry” Biofumigation

- Weisser Senf
- Braunsenf
- Alexandrinerklee

Spritzen von **Naturstoffen** (4% w/v) im Herbst oder im Frühling

- Senf 1
- Senf 2
- Chinesische Galle

Samenmehl aus weissem Senf

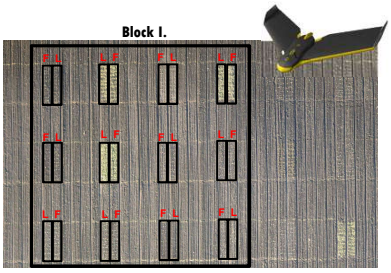
Drakopoulos et al. *Field Crops Research* (2020)

A. Biofumigation & Naturstoffe

Aufbau Feldversuch:

- Hauptparzellen → Mulchmaterial, Naturstoffe, pos. & neg. Kontrollen
- Unterparzellen → Weizensorten
  Levis & Forel

***Fusarium* und Mykotoxine in Weizen**

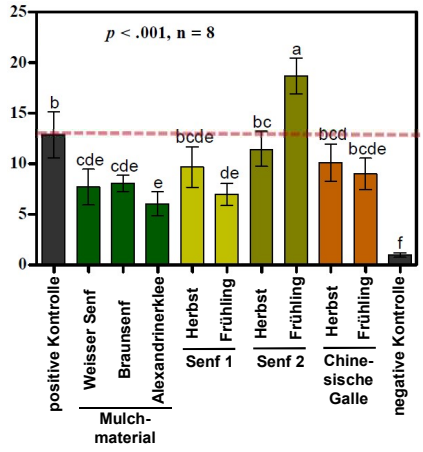


Drakopoulos et al. *Field Crops Research* (2020)

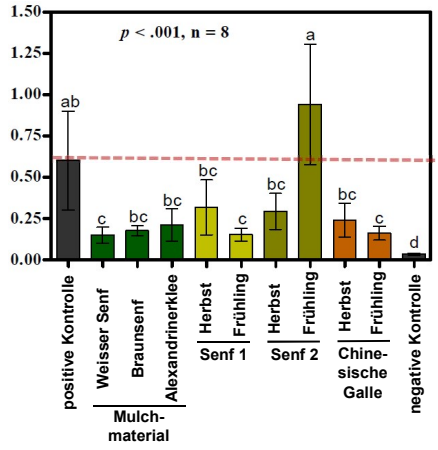
A. Biofumigation & Naturstoffe

Mykotoxine – Jahr 1

DON in Weizen (mg kg^{-1})



ZEN in Weizen (mg kg^{-1})

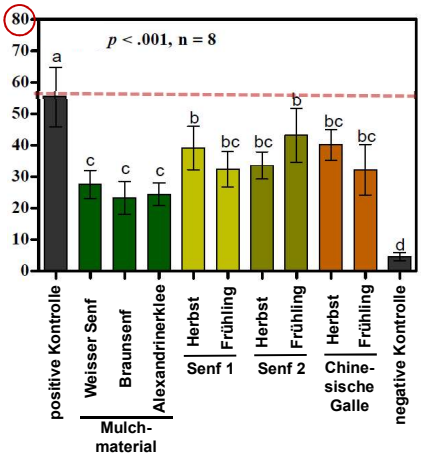


Drakopoulos et al. *Field Crops Research* (2020)

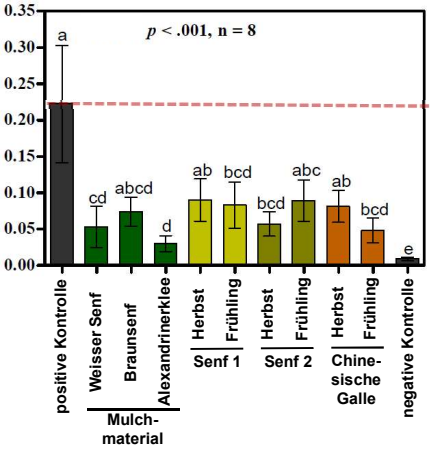
A. Biofumigation & Naturstoffe

Mykotoxine – Jahr 2

DON in Weizen (mg kg^{-1})



ZEN in Weizen (mg kg^{-1})

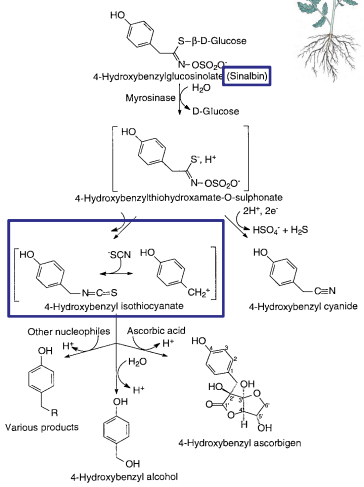


Drakopoulos et al. *Field Crops Research* (2020)

A. Biofumigation & Naturstoffe

Warum Senf-basiertes Mulchmaterial & Naturstoffe?

		Senf 1	Senf 2
	Glucosinolate Sinalbin (mg/g)	56.4	57.5
	Isothiocyanate p-HBITC (mg/g)	2.56	2.44
Phenolische Säuren	Phenolic acids (mg/kg)		
	1-2-Dihydroxybenzene	2.21	nd
	3-4-Dihydroxyhydrocinnamic	0.13	0.2
	Benzoic acid	6.35	11.83
	Caffeic acid	0.21	nd
	Chlorogenic acid	nd	nd
	DL-3-Phenyllactic acid	2.12	0.34
	Ferulic acid	6.46	0.33
	Gallic acid	0.12	nd
	Hydroxicinnamic acid	26.12	0.52
	P-Coumaric acid	0.35	0.21
	Protocatechuic acid	1.28	0.25
	Sinapic acid	0.57	0.27
	Syringic acid	0.13	0.11
	Vanillic acid	0.48	nd
	Vanillin	0.29	0.21



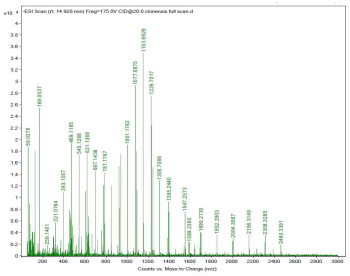
Drakopoulos et al. *Phytopathology* (2019)

A. Biofumigation & Naturstoffe

Warum Chinesische Galle?

	Compound	Calculated masses (Da)	Relative abundance (%)
Gallsäuren	Gallic acid	170.0348	19
	GG	332.1129	2
	2-GG	484.1289	1
	3-GG	636.1294	4
	4-GG	788.1872	2
	5-GG	940.2873	1
	6-GG	1092.2381	1
	7-GG	1244.2296	1
	9-GG	1548.2471	3
Tannine	Tannic acid	1700.2751	54
	11-GG	1853.2861	5
	12-GG	2005.3059	1
	14-GG	2309.3371	2
	15-GG	2461.3385	4

GG = galloylglucopyranose



Drakopoulos et al. *Phytopathology* (2019)

A. Biofumigation & Naturstoffe

Zusammenfassend…

Mulchmaterial aus Weissem Senf/Braunsenf oder Alexandrinerklee reduzierten konstant die Mykotoxin-gehalte in Weizen

Naturstoffe hatten eine gute Wirkung *in vitro*, waren unter Feldbedingungen aber variabel

B. Mais-Untersaat

- Land- & Ressourcen-Effizienz
- Biodiversität
- Weniger Nährstoffverlust und Erosion
- Unterdrückung Unkräuter
- Vorteile von zwei Kulturen
  - ❖ Bekämpfung von Schädlingen durch Anziehung von Nützlingen
  - ❖ Bekämpfung von Pathogenen (bodenbürtig oder in Ernteresten)?

- Wettbewerb → Ertragsverluste?
- Zunahme der Betriebskosten?

Mais ohne Untersaat

Mais-Klee-Untersaat

Brooker et al. 2014, New Phytologist
Yang et al. 2018, Agronomy

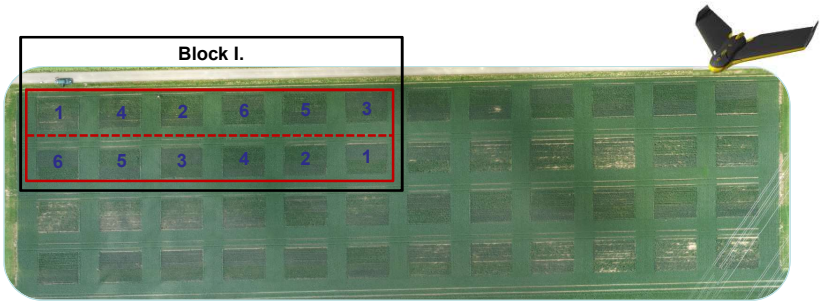
B. Mais-Untersaat

Split-split plot Design mit 4 Blöcken:

Hauptparzellen: Bodenbearbeitung

Unterparzellen: Mais-Untersaaten-System

Unter-Unterparzellen: Weizensorte



Agroscope

B. Mais-Untersaat

Unterparzellen: Mais-Untersaat

Ohne Untersaat

Braunsenf

Rotklee

Sorghum

Weisser Senf

Phazelia

Hauptparzellen: Bodenbearbeitung

No Till (Mulch)

Reduzierte Bodenbearbeitung (Rotary Tiller ~10cm)

Agroscope

B. Mais-Untersaat

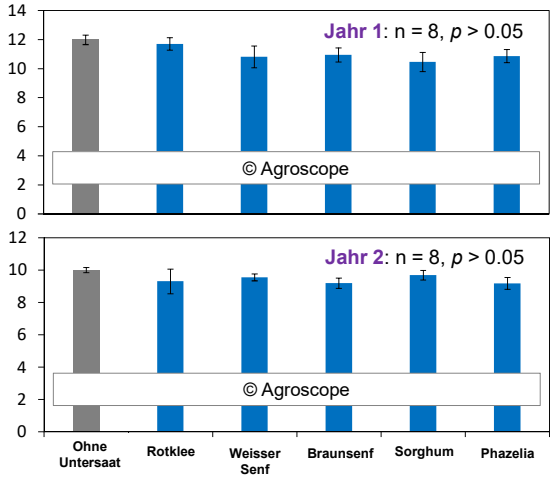
Unter-Unterparzellen: Weizensorte

Levis Forel

Agroscope

B. Mais-Untersaat

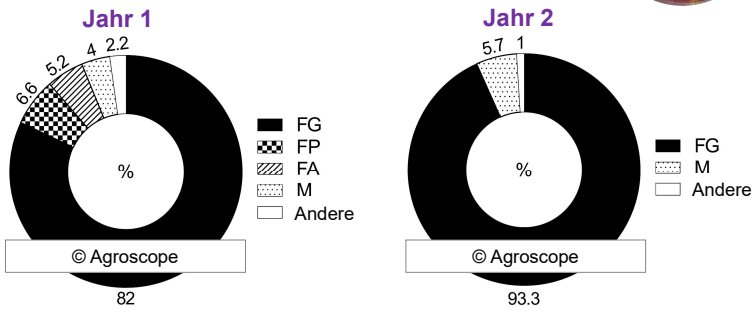
Mais-Ertrag (t ha^{-1})



Agroscope

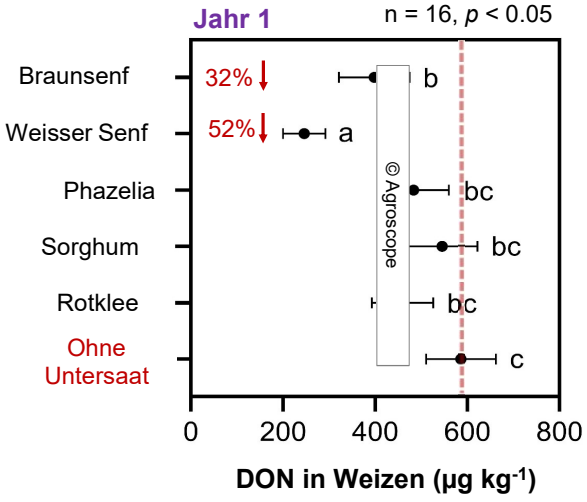
B. Mais-Untersaat

Weizenkörner: Anteil von Arten, die Ährenfusariosen verursachen - natürliche Infektion

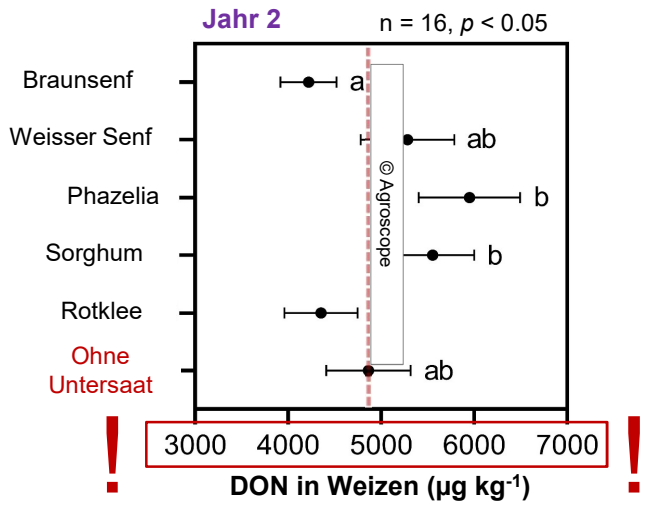


FG: *F. graminearum*
FP: *F. poae*
FA: *F. avenaceum*
M: *Microdochium* spp.
Andere: andere *F.*-Arten

B. Mais-Untersaat – DON



B. Mais-Untersaat – DON



B. Mais-Untersaat

Brutto-Gewinn Körnermais-Winterweizen-FF

No-Till
Ohne Untersaat: 3471 ₣ ha^{-1}
Mais-Untersaaten: 14-25% ↓

Reduzierte Bodenbearbeitung
Ohne Untersaat: 3505 ₣ ha^{-1}
Mais-Untersaaten: 12-18% ↓

Unterschiede durch höhere Betriebskosten:
- Herbizide in Mais ohne Untersaat: 136 ₣ ha^{-1}
- Aussaat Untersaaten: 167-398 ₣ ha^{-1}

…und Ertragsunterschiede

Mais ohne Untersaat

Mais-Weisser Senf-Untersaat

B. Mais-Untersaat

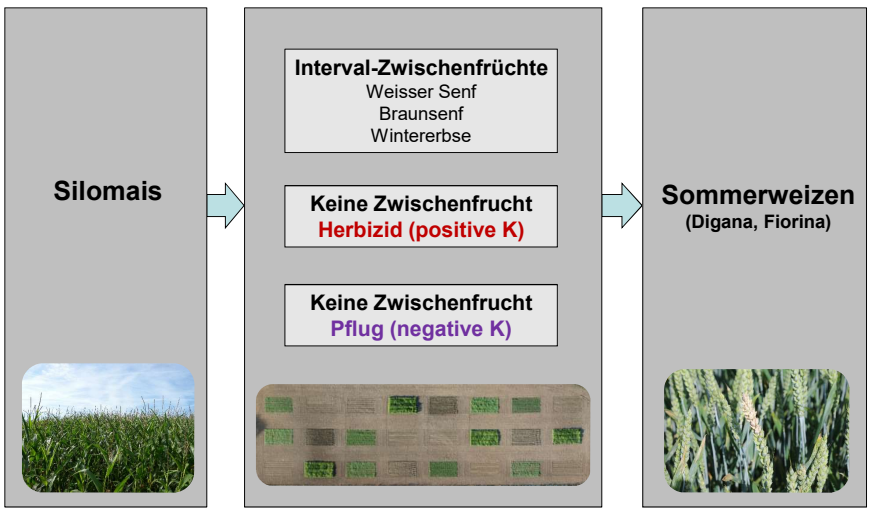
Zusammenfassend…

- Mais-Untersaaten führten nicht zu signifikanten Ernteverlusten
- *F. graminearum* war die wichtigste Fusarien-Art
- Mais-Untersaat mit Weissem Senf und Braunsenf reduzierten die Mykotoxine in Weizen signifikant…

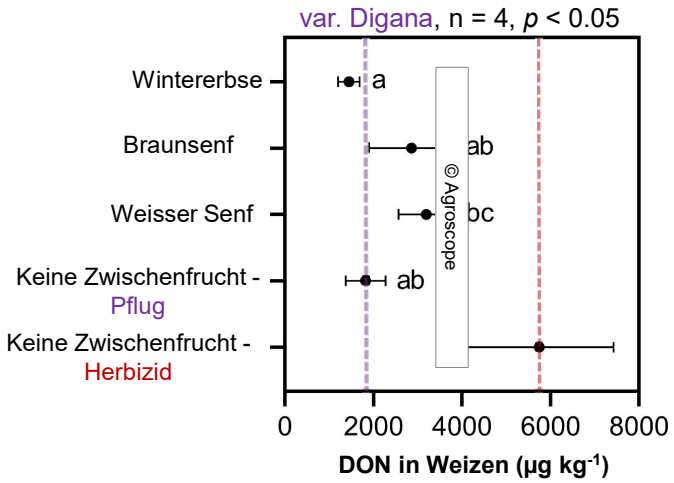
…Aber

- Höhere Kosten
- Mykotoxinreduktion nicht ausreichend bei sehr hohem Krankheitsdruck

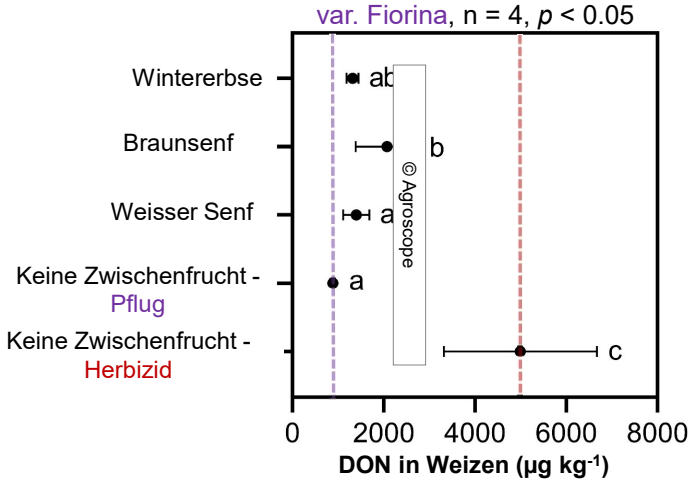
C. Zwischenfrüchte



C. Zwischenfrüchte – DON



C. Zwischenfrüchte – DON



C. Zwischenfrüchte

Brutto-Gewinn Silomais-Sommerweizen-FF

Keine Zwischenfrucht - Herbizid: 1263 Fr. ha^{-1}

Zwischenfrüchte: 7-14% ↓

Agroscope

Übersicht

Beste Wirkung:
- Weisser Senf/Braunsenf & W-Erbse als Zwischenfrüchte
- Cut-&-carry Biofumigation mit Senf und Klee

Variable Wirkung:
- Mais-Senf-Untersaaten
- Applikation von Naturstoffen auf infizierte Mais-Erntereste

Zusätzlicher agronomischer Nutzen:
- Unkrautkontrolle, N-Düngung, OBS, on-farm Biodiversität
- Reduzierte Abhängigkeit von synthetischen PSM

Wirtschaftliche Abstriche
→ Agrarpolitik müsste Getreideproduzenten unterstützen

Agroscope

Danke

Ökologischer Pflanzenschutz im Ackerbau, Agroscope, Zürich-Reckenholz

Susanne Vogelgsang	Tomke Musa
Andreas Kägi	Pascal Weber
Alejandro Gimeno	Anja Marty
Eveline Jenny	Nicole Togni
Irene Bänziger	Sibel Dugan
Hans-Rudolf Forrer	Fabian Hess

Johan Six und Mitarbeitende 'Nachhaltige Agrarökosysteme', ETH Zürich

Thomas Bucheli, Felix Wettstein und Mitarbeitende 'Umweltanalytik', Agroscope

Feldequipe in Agroscope-Reckenholz and -Tänikon

Alexander Zorn, Wettbewerbsfähigkeit und Systembewertung, Agroscope

Giuseppe Meca, Food Toxicology, University of Valencia

GS Dunn Mustard Dry Millers, Canada

MycoKey EU Projekt

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Agroscope gutes Essen, gesunde Umwelt