# Sektion 9: Alternativen im Unkrautmanagement

## *Session 9: Alternative measures for weed control*

## Zwischenfrüchte als Ersatz für Glyphosat?

## *Catch crops as replacement for Glyphosat?*

Günter Klingenhagen[1*], Stephan Grundmann[2], Martin Siekerkotte[3], Natascha Droste[4], Martin Grünewald[4], Hermann Hanhart[1], Matthias Koch[5], Michael Gersmann[5]

[1] Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Pflanzenschutzdienst, Münster

[2]Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Wasserkooperation, Lübbecke

[3]Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Wasserkooperation, Essen

[4] Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Pflanzenschutzberatung, Unna

[5] Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Modellbetriebe, Warendorf/Brakel

* guenter.klingenhagen@lwk.nrw.de

DOI: 10.5073/20220124-074422

## Zusammenfassung

In den Jahren 2018-2020 wurden auf verschiedenen Betrieben in Nordrhein-Westfalen zu verschiedenen Terminen unterschiedliche Zwischenfrüchte mit unterschiedlicher Saattechnik und mit unterschiedlichen Arten der Bodenbearbeitung gesät. Dies geschah nach Wintergetreide und vor den folgenden Sommerungen: Sommergerste *(Hordeum vulgare)*, Zuckerrüben *(Beta vulgaris* subsp*. vulgaris convar.)* und Mais *(Zea mays).*

Ziel war es, die verschiedenen Verfahren zu vergleichen und ihre Eignung im Hinblick auf Etablierungssicherheit, Unkrautunterdrückung und Absterbeverhalten zu untersuchen.

Wurde die Zwischenfruchtsaat zwei Wochen vor der Ernte in die Getreidebestände eingestreut, führte dies nur in einem von acht Versuchen zu einem guten Ergebnis. Ein gutes Ergebnis meint, dass die Zwischenfrucht andere Pflanzen ausreichend unterdrücken konnte. In den übrigen Versuchen lief die Zwischenfrucht nicht oder nur partiell auf.

Wurde die Zwischenfrucht direkt nach der Saat in den Boden geschlitzt stieg die Erfolgsquote. In 50 % der Fälle entwickelte sich über den größten Teil der Parzellen ein gleichmäßiger, konkurrenzstarker Bestand, der Ausfallgetreide und Unkräuter unterdrückte und einen weiteren Unkrautauflauf bis zum Ende des Winters verhinderte. Zudem starben die Bestände über Winter ab. Für die Saat der nachfolgenden Sommerfrüchte war nur eine flache Saatbettbereitung erforderlich. In den Trockenjahren (2018 und 2019) war deutlich zu sehen, dass die Keimrate von Phacelia *(Phacelia tanacetifolia)* deutlich besser war als die von Leguminosen *(Fabaceae)*, Sonnenblumen *(Helianthus annuus)*, Buchweizen *(Fagopyrum esculentum)* oder einkeimblättrigen Pflanzen. Unter den feuchteren Bedingungen in 2020 konnte die starke Empfindlichkeit von Phacelia *(Phacelia tanacetifolia)* gegenüber Bodenverdichtungen beobachtet werden. In den Fahrgassen waren aber auch andere Pflanzen selten in der Lage, den Aufwuchs von unerwünschten Pflanzen, wie Ausfallgetreide, zu verhindern. Die frühen Saattermine (Juli bis Anfang August) bedingten, dass Phacelia, Lein *(Linum usitatissimum)* und Buchweizen, vor Winter reife Samen ausbildeten. So kam es in den nachfolgenden Sommerungen zum Auflauf von Pflanzen aus den ausgefallenen Zwischenfruchtsamen. Waren die Ergebnisse nicht zufriedenstellend, konnten bei diesem Verfahren (Saat direkt nach der Saat), eine schlechte Spreuverteilung, ungünstige Feuchteverhältnisse, Bodenverdichtungen oder Mäusefraß als Ursachen ausgemacht werden.

Bei gleichem Saattermin aber mit vorheriger Bodenbearbeitung waren die Ergebnisse sehr eindeutig. In allen Fällen wurde die Keimung des Ausfallgetreides so stark angeregt, dass die Zwischenfrucht nicht mehr in der Lage war, das Ausfallgetreide ausreichend zu unterdrücken.

Beim letzten Verfahren wurde das Ausfallgetreide zunächst durch eine zwei- bis dreimalige Bodenbearbeitung bekämpft. Die Saat der Zwischenfrucht erfolgte vier bis sechs Wochen nach der Ernte des Getreides. Die Etablierung war in allen Fällen kein Problem. Mäusefraß spielte keine Rolle. Allerdings liefen bei diesem Verfahren, gemeinsam mit der Zwischenfrucht, auch Acker-Fuchsschwanz *(Alopecurus myosuroides Huds.)* und Altraps *(Brassica napus)* auf. Diese Schlüsselunkräuter wurden, bei diesem Verfahren, nicht ausreichend unterdrückt.

**Stichwörter:** Glyphosat, Reduzierte Bodenbearbeitung, Saattermin, Zwischenfrüchte

## Abstract

In the years 2018-2020 in North Rhine-Westphalia, a variety of catch crops has been tested with different seeding techniques at different farms and after different types of tillage. This took place after winter cereals, followed by spring crops. The spring crops were summer barley *(Hordeum vulgare),* sugar beet *(Beta vulgaris* subsp. *vulgaris convar.)* or corn *(Zea mays).*

The aim was to compare the different seeding methods and investigate their suitability in regards to the establishing success, weed suppression and behaviour of dying-off during winter.

First procedure: Spreading the catch crop seeds in the standing cereal stand. This took place two weeks before cereal harvest and only in one of five trials led to a good result. A good result means that the catch crop was able to suppress other plants. In the rest of the tests, the catch crop did not or did only partially germinate.

Second procedure: Slitting the catch crop into the soil immediately after harvesting, the success rate rose to 50 %. This means on most parts of the test fields a homogenous, competitive plant stand developed that suppressed volunteer cereals and prevented further germination of weeds until the end of winter. In addition, the catch crop died over winter. Only a shallow tillage was necessary for the seeding of the following summer crop.

In dry years (2018 and 2019), it was measurable that the germination rate of phacelia *(Phacelia tanacetifolia)* was higher than that of sunflowers *(Helianthus annuus)*, legumes *(Fabaceae)*, buckwheat *(Fagopyrum esculentum)* or monocotyledonous plants. Under the more humid conditions in 2020, the high sensitivity of phacelia *(Phacelia tanacetifolia)* to soil compression could be observed. Other plants were also unable to prevent the growth of undesirable plants, like volunteer grain in the tramlines. The early dates of seeding (July until beginning of August) resulted in the production of seeds of phacelia *(Phacelia tanacetifolia)*, flax *(Linum usitatissimum)* and buckwheat *(Fagapyrum esculentum)* before winter. Therefore, in the following summer crop there was germination of the developed catch crop seeds. Reasons for an unsuccessful establishment of catch crops were poor distribution of chaff, unfavourable moisture conditions, soil compression or by mice damage.

Third procedure: Using the same date of seeding but tillage beforehand, the results were very clearly. In all cases, the germination of the volunteer grain was too high for the catch crop to suppress it.

Fourth procedure: The volunteer cereals were controlled first by two to three passes of tillage. The seeding of the catch crop took place four to six weeks after cereal harvest. It was no problem to establish the catch crop in any case. Mice damage was also not a problem. However, in this procedure germination of black grass *(Alopecurus myosuroides Huds.)* and volunteer oilseed rape *(Brassica napus)* occurred together with the germination of the catch crop. These key weeds were not suppressed sufficiently in this procedure.

**Keywords:** Catch crops, glyphosate, reduced tillage, sowing date

## Einleitung

Vor dem Hintergrund, dass Glyphosat in Zukunft eventuell nicht mehr zur Verfügung steht, ging es darum Alternativen zu finden. Alternativen für Betriebe, die ihre Böden konservierend bearbeiten. Konservierend heißt, dass der Boden möglichst wenig bearbeitet wird. Die Intensität, mit der die Böden bei der konservierenden Methode noch bearbeitet werden ist unterschiedlich. Je nach Betrieb geht sie von intensiver Durchmischung mithilfe von Scheibeneggen und Grubbern, der sogenannten Mulchsaat, bis dahin, dass der Boden in Direktsaatsystemen nur durch die Aggregate der Sämaschine angeritzt wird. Das System der Direktsaat ist ohne Glyphosat kaum aufrecht zu erhalten. Unerwünschter Bewuchs kann derzeit nur mechanisch beseitigt werden, was wiederum eine Direktsaat zu einer Mulchsaat macht. Bei der Durchführung von Mulchsaaten wird Glyphosat besonders Ausgangs des Winters, vor der Saat von Sommerungen, gebraucht. Und hier besonders auf schweren, tonigen Böden, die im Frühjahr nur langsam abtrocken und erst spät befahren werden können. Unter diesen Bedingungen sind mechanische Maßnahmen zumeist nicht geeignet, stark bestockte Ungräser oder Ausfallgetreide zu beseitigen. Die Zwischenfrucht hat die Aufgabe, Pflanzen, die in der Folgekultur nur schwer zu bekämpfenden sind, nicht aufkommen zu lassen. Gleichzeitig darf sie selbst, Ausgangs Winter, kein maßgebliches Hindernis für die Saat der neuen Kultur darstellen. Ziel der Versuche war es, Verfahren zu finden, bei der mithilfe der Zwischenfrucht, Pflanzen, die im Frühjahr einen Einsatz von Glyphosat oder eine intensive Bodenbearbeitung erforderlich machen, zu kontrollieren. Dieser Ansatz liegt den im Folgenden beschriebenen Versuchen zu Grunde.

## Material und Methoden

Die Versuche wurden in den Jahren 2018 – 2020 auf verschiedenen landwirtschaftlichen Betrieben in Nordrhein-Westfalen durchgeführt. Die Anlage der Vergleichsvarianten (A-D, siehe Tabelle 1) erfolgte als Streifenanlage mit der Technik, die auf den Betrieben vorhanden war. So kamen u.a. folgende Geräte zum Einsatz: Für die Bodenbearbeitung Tiefenlockerer, Scheibeneggen, Grubber, Federzinkeneggen und Kreiselgrubber. Für die Saat wurde die Horsch Avatar (Direktsaatdrille), Amazone Drillkombination mit Rotec-Einscheibenschar, Köckerling Ultima (Zinkensämaschine), Moore Unidrill (Direktsaatdrille), Claydon Hybrid (Striptill-Drillmaschine) und ein Pneumatikstreuer eingesetzt. Die Bodenarten, auf denen die Versuche durchgeführt wurden, variierten von Sand, lehmigem Sand, schluffigen, tonigen Lehm bis hin zum Tonboden. Als Zwischenfrüchte wurden u.a. folgende Pflanzen genutzt: Phacelia *(Phacelia tanacetifolia)*, Lein *(Linum usitatissimum)*, Buchweizen *(Fagopyrum esculentum)*, Sonnenblumen *(Helianthus annuus)*, Ramtillkraut *(Guizotia abyssinica)*, Wicken- *(Vicia* spec.*)* und Kleearten (*Trifolium* spec.), Ackersenf *(Sinapis arvensis)*, Ölrettich *(Raphanus sativus* var. *oleiformis)*, Sorghumhirse *(Sorghum bicolor)*, Rauhafer *(Avena strigosa)* und Weidelgräser *(Lolium* spec.*)*. Teils als Einzelkomponenten, häufiger aber als Mischung.

## Ergebnisse

Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 und 2 aufgeführt.

**Tabelle 1** Ergebnisse der Zwischenfruchtversuche in Nordrhein-Westfalen aus den Versuchsjahren 2018/19 bis 2020/21

***Table 1*** *Results of the catch crop trials in North Rhine-Westphalia from the years of trials, 2018/19 until 2020/21*

| Nr. | Jahr | Ort | Bodenart[1] | Vorfrucht[2] | Zwischenfrucht | Saatverfahren[3] u. Bewertung[4] | | | | Glyphosat Ersatz[5] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | A | B | C | D | |
| 1 | 18/19 | Porta Westfalica | sL | WT | *Phacelia tan.* u.a. | 2 | | | | ja |
| 2 | | | | | *Lolium species* | 6 | | | | nein |
| 3 | | | | | *Phacelia tan.* u.a. | | 2 | | | ja |
| 4 | | | | | *Phacelia tan.* u.a. | | | 5 | | nein |
| 5 | | | | | *Phacelia tan.* u.a. | | | | 3 | ja |
| 6 | 18/19 | Essen | uL | WG | *Phacelia tan.* u.a. | | 2 | | | ja |
| 7 | | | | WG | *Avena strigosa* | | 5 | | | nein |
| 8 | | | | WW | *Phacelia tan.* u.a. | | 5 | | | nein |
| 9 | 19/20 | Ibben-büren | S | WG | *Sinapis arvensis* | | 3 | | | ja |
| 10 | | | sL | WW | *Phacelia tan.* u.a. | 6 | | | | nein |
| 11 | | | | | *Trifolium repens* | 6 | | | | nein |
| 12 | | | | | *Trifolium pratense* | 6 | | | | nein |
| 13 | | | tL | WW | *Avena strigosa* | | | | 3 | nein |
| 14 | 19/20 | Münster | S | WW | *Trifolium repens* | 3 | | | | ja |
| 15 | | | | | *Trifolium pratense* | 4 | | | | nein |
| 16 | 19/20 | Unna | lU | WW | *Trifolium repens* | 6 | | | | nein |
| 17 | 19/20 | Anröchte | utL | WG | *Phacelia tanacetifolia* | | 4 | | | nein |
| 18 | | | | | *Guizotia abyssinica* | | | 4 | | nein |
| 19 | | | | | | | | | 4 | nein |
| 20 | 19/20 | Soest | uL | WG | *Phacelia tan.* u.a. | | 2 | | | ja |
| 21 | | | | | *Brassicaceae* | | 2 | | 2 | ja |
| 22 | 19/20 | B. Driburg | T | WW | *Avena strigosa* | | | | 2 | nein |
| 23 | 19/20 | Essen | uL | WG | *Phacelia tan.* u.a. | | 5 | | | nein |
| 24 | 19/20 | Minden | sL | WW | *Phacelia tan.* u.a. | | 2 | | | ja |
| 25 | 19/20 | Getmold | sL | WW | *Brassicaceae* | | 3 | | | ja |
| 26 | 19/20 | Frotheim | S | WG | *Brassicaceae* | | | | 2 | ja |
| 27 | 19/20 | Delbrück | S | WG | *Brassicaceae* | | | | 2 | ja |
| 28 | | | | | *Brassicaceae* | | | | 5 | ja |
| 29 | 19/20 | Soest | uL | WG | *Brassicaceae* | | | | 2 | ja |
| 30 | 19/20 | Ochtrup | S | WG | *Brassicaceae* | | | | 2 | ja |
| 31 | 19/20 | Merfeld | S | WG | *Brassicaceae* | | | | 4 | nein |
| 32 | 19/20 | Fürsten-berg | tL | WW | *Phacelia tan.* u.a. | | 2 | | | ja |
| 33 | | | | | *Phacelia tan.* u.a. | | | | 5 | nein |
| 34 | 19/20 | Beckum | T | WW | *Vicia faba* | | 2 | | | ja |
| | | | | | | | | | | |
| **Nr.** | **Jahr** | **Ort** | **Bodenart[1]** | **Vorfrucht[2]** | **Zwischenfrucht** | **Saatverfahren[3] u. Bewertung[4]** | | | | **Glyphosat Ersatz[5]** |
| | | | | | | **A** | **B** | **C** | **D** | |
| 35 | 20/21 | Düsseldorf | sL | Din-kel | *Phacelia tanacetifolia,* | | 3 | | | ja |
| 36 | | | | | *Guizotia abyssinica,* | | | 5 | | nein |
| 37 | | | | | *Trifolium alexandrinum* | | | | 2 | ja |
| 38 | 20/21 | Sümmern | tL | WG | *Phacelia tanacetifolia,* | | 5 | | | nein |
| 39 | | | | | *Guizotia abyssinica,* | | | 3 | | nein |
| 40 | | | | | *Trifolium alexandrinum* | | | | 3 | nein |
| 41 | 20/21 | Sümmern | tL | WW | *Phacelia tanacetifolia,* | | 5 | | | nein |
| 42 | | | | | *Guizotia abyssinica,* | | | 3 | | nein |
| 43 | | | | | *Trifolium alexandrinum* | | | | 3 | nein |
| 44 | 20/21 | Fröndenberg | tL | WG | *Phacelia tanacetifolia,* | | 4 | | | nein |
| 45 | | | | | *Guizotia abyssinica,* | | | 5 | | nein |
| 46 | | | | | *Trifolium alexandrinum* | | | | 2 | ja |
| 47 | 20/21 | Unna | uL | WW | *Phacelia tanacetifolia,* | | 2 | | | ja |
| 48 | | | | | *Guizotia abyssinica,* | | | 3 | | ja |
| 49 | | | | | *Trifolium alexandrinum* | | | | 2 | ja |
| 50 | 20/21 | Porta-Westfalica | uL | WG | *Phacelia tanacetifolia,* *Trifolium alexandrinum* | | | | 1 | ja |

Erläuterungen zur Tabelle 1:

[1] Bodenarten: S = Sand, sL = sandiger Lehm, uL = schluffiger Lehm, utL = schluffig, toniger Lehm, tL = toniger Lehm, T = Ton

[2] Kulturen: WG = Wintergerste *(Hordeum vulgare)*, WW = Winterweizen *(Triticum aestivum)*, WT = Wintertriticale *(Triticale)*, Dinkel *(Triticum aestivum* subsp*. spelta)*

[3] Saatverfahren:

- A = Einstreuen der Zwischenfrucht zwei Wochen vor der Ernte

- B = Einschlitzen der Zwischenfrucht im Direktsaatverfahren bis wenige Tage nach der Ernte
- C = Saat zum gleichen Termin wie B, aber mit vorheriger Bodenbearbeitung. Saat dann in den meisten Fällen mit Kreiseleggen-Säkombination
- D = Klassisches Verfahren mit zweimaliger Stoppelbehandlung, zur Strohverteilung und Bekämpfung des Ausfallgetreides, Saat 4-6 Wochen nach der Ernte

[4] Bewertung:

- Bewertung (optische Bonitur Ausgangs Winter) der Zwischenfrucht im Hinblick auf Unterdrückung von Ausfallgetreide und Unkraut, auf die Verhinderung von Auflauf mit Acker-Fuchsschwanz und Altraps und auf das Absterben über Winter
- Bewertung von 1 = sehr gut und 6 = sehr schlecht. Die Bewertung (Benotung von 1-6) ist eine Gesamtbewertung bei der die Unkrautunterdrückung (auch in den Fahrgassen), das Absterbeverhalten der Zwischenfrucht und mögliche Nachteile des Verfahrens (z.B. Samenbildung von Zwischenfrüchten) einfließen.

[5] Glyphosatersatz = gibt an ob eine Saat der Frühjahrskultur ohne Glyphosat und ohne eine sehr intensive Bodenbearbeitung (mehr als 2 Arbeitsgänge mit Arbeitstiefen > 10 cm) möglich war.

**Tabelle 2** Beobachtungen zu den Zwischenfruchtversuchen, siehe Tabelle 1

***Table 2*** *Observations from the catch crop trial, see table 1*

| Nr. | Beobachtungen zu den Versuchen |
|---|---|
| 1 | Einstreuen der Zwischenfruchtmischung zwei Wochen vor der Ernte: Passender Regen nach dem Einstreuen der Zwischenfrucht. Guter Auflauf, vor allem von Phacelia. Konkurrenzstarker Bestand, gute Ausfallgetreideunterdrückung, kein Auflauf von Acker-Fuchsschwanz. Samenbildung von Zwischenfruchtkomponenten (Phacelia, Öllein) vor Winter. Ausgangs Winter war der Zwischenfruchtbestand braun und brüchig. Einsaat der Sommerung nach flacher Bodenbearbeitung möglich. |
| 2 | Einstreuen von Weidelgräser, zwei Wochen vor der Ernte: Gleiche Bedingungen wie bei Nr. 1. Dennoch so gut wie kein Auflauf. Am Saatgut hat es nicht gelegen, da es zu einem späteren Saattermin sehr gut gekeimt ist. Bei Temperaturen von größer 30°C war es evtl. für die Keimung zum frühen Termin zu warm. |
| 3 | Einschlitzen der Zwischenfrucht kurz nach der Ernte. Stroh verblieb auf dem Acker: Guter, gleichmäßiger Auflauf, vornehmlich von Phacelia. Bis auf die Fahrgassen konnte Ausfallgetreide gut unterdrückt und der Neuauflauf von Acker-Fuchsschwanz verhindert werden. Samenbildung der Zwischenfrucht vor Winter. Ausgangs Winter war der Zwischenfruchtbestand abgestorben. Einsaat der Sommerung ohne Bodenbearbeitung möglich. |
| 4 | Gleicher Saattermin wie bei Nr. 3. Durch die Bodenbearbeitung starker Auflauf vom Ausfallgetreide. Die Zwischenfrucht ist nur schwach aufgelaufen. Deutlich weniger Phacelia, dafür mehr Sonnenblumen. Keine ausreichende Unterdrückungsleistung. Ausgangs Winter waren stark entwickelte Horste von Triticale vorhanden. Saat der Sommerung nur nach intensiver Bodenbearbeitung möglich. |
| 5 | Das Ausfallgetreide wurde vor der Saat durch zwei Bodenbearbeitungsgänge mit Flach- und Tiefengrubber bekämpft. Guter gleichmäßiger Auflauf der Zwischenfrucht. Vornehmlich mit Phacelia. Gleichzeitig lief aber auch Acker-Fuchsschwanz auf. Dieser wurde nicht ausreichend unterdrückt. Die Ungraspflanzen waren im Frühjahr nicht zu üppig entwickelt und konnten auf dem milden Boden, im Frühjahr, auch mechanisch bekämpft werden. |
| 6 | Stroh abgefahren, drei Tage nach Saat, 15 kg/ha Viterra Raps, (Phacelia, Öllein und Alexandriner Klee. Sehr gleichmäßiger Bestand, Ausfallgetreide und Unkraut *(Chenopodium album)* wurden sehr gut unterdrückt. Zum Spätherbst hatten Phacelia und Öllein reife Samen gebildet. Phacelia ist über die Wintermonate noch aufgelaufen. Die Zwischenfrucht ist in sich zusammengegangen, war Ausgangs Winter braun und brüchig. Befall mit *Verticillium dahliae* war nicht zu beobachten. Die folgenden Rüben konnten nach einer nur flachen Bodenbearbeitung gelegt werden und sind auch gut und gleichmäßig gewachsen. In den Rüben kam es zu Aufwuchs von Phacelia und Öllein. Allerdings in nur geringem, nicht schadhaftem Ausmaß. |
| 7 | Zum gleichen Termin und mit dem gleichen Verfahren wie bei Nr. 6 wurde hier anstelle von Viterra Raps Rauhafer gesät. Der Auflauf war unzureichend. Evtl. war das Keimwasser nicht ausreichend. |
| 8 | Im Vergleich zum Einschlitzen nach Wintergerste lief die Zwischenfrucht nach Winterweizen deutlich schlechter auf und hat es nicht geschafft, das Ausfallgetreide ausreichend zu unterdrücken. |
| 9 | Einsaat der Zwischenfrucht mit einer Direktsaat-Scheibenscharmaschine. Das Stroh wurde abgefahren. Hinter dem Drescher starker Auflauf von Ausfallgetreide. Dieses Ausfallgetreide hat die Zwischenfrucht unterdrückt. Auf der übrigen Fläche war die Zwischenfrucht in der Lage das Ausfallgetreide zu unterdrücken. Die so früh aufgelaufene Gerste war aufgrund von Virus und Krankheitsbefall ausgangs Winter weitestgehend abgestorben. |

| Nr. | Beobachtungen zu den Versuchen |
|---|---|
| 10 11 12 | Einsaat, 2 Wochen vor der Ernte in lichten Weizenbestand (Abstand zwischen den Reihen von 18 cm). Keinerlei Auflauf (möglicherweise bedingt durch Mäusefraß). |
| 13 | Gleichmäßiger Auflauf, allerdings auch von Raps und Vogelmiere, die im Frühjahr besondere Bekämpfungsmaßnahmen erforderlich machten. |
| 14 15 | Einsaat vom Klee 2 Wochen vor der Ernte in eine Fläche, in der auch ein Herbizidversuch lag. Herbstherbizide hatten keinen Einfluss auf den Auflauf. Frühjahrsherbizide schon. So gut wie kein Auflauf in Varianten in denen die Wirkstoffe Iodosulfuron oder Thiencarbazone eingesetzt worden sind. Aber auch unabhängig vom Herbizideinsatz war der Auflauf über den Schlag hinweg sehr uneinheitlich und an vielen Stellen nicht ausreichend, um das Ausfallgetreide zu unterdrücken. Weißklee lief besser auf als Rotklee. |
| 16 | Klee (Weiß- und Rotklee) ist angegangen, dann aber vertrocknet. |
| 17 | Saat kurz nach der Ernte: Bedingt durch Bodenverdichtungen und Mäusefraß teilflächig kein Auflauf. An diesen Stellen stand im Frühjahr Acker-Fuchsschwanz. |
| 18 | Saat kurz nach der Ernte mit vorheriger Bodenbearbeitung: Guter gleichmäßiger Auflauf und Bestand, Ausfallgetreide war im Frühjahr vergangen, Acker-Fuchsschwanz nicht. |
| 19 | Saat 5 Wochen nach Ernte: Guter gleichmäßiger Auflauf und Bestand, Ausfallgetreide war vorab bekämpft. Acker-Fuchsschwanz ist mit der Zwischenfrucht aufgelaufen. |
| 20 | Saat kurz nach der Saat eingeschlitzt: Gleichmäßiger, guter Bestand. Standort mit wenig Acker-Fuchsschwanz. |
| 21 | Saat kurz nach der Saat eingeschlitzt: Gleichmäßiger, sehr guter, üppiger Bestand. |
| 22 | Der Zwischenfruchtbestand war sehr gut entwickelt und gleichmäßig, konnte aber den Acker-Fuchsschwanz, der auf diesem Standort sehr stark vertreten ist, nicht ausreichend unterdrücken. Auch wegen breitem Reihenabstand (Saat mit MZURI). |
| 23 | Saat mit Horsch Avatar, einige Tage nach der Ernte. Das Stroh wurde abgefahren. Direkt hinter dem Drescher schlechter Auflauf. Zudem Fehlstellen durch Mäusefraß. |
| 24 | Saat am 30.07.2019. Phacelia und Ramtillkraut, gute Strohverteilung, keine Bodenverdichtungen, Scheibenschar, Kreiselegge oben. |
| 25 | Saat am 27.07.2019 mit Köckerling Ultima. Guter Auflauf aber schwache Entwicklung (wenig Stickstoff). |
| 26 | Saat nach vorheriger Bekämpfung vom Ausfallgetreide. Gute Etablierung, kräftiger, gleichmäßiger Bestand. |
| 27 | Saat von Ackersenf und Ölrettich, schnelle Etablierung, guter Bestand gute Unkrautunterdrückung *(Chenopodium album)*. |
| 28 | Verhältnisse wie bei 27. Saat von Mischung mit sieben Mischungspartnern. Im Vergleich zu 27 langsame Entwicklung, lichter Bestand, der *Chenopodium album* nicht unterdrücken konnte. |
| 29 | Sehr mächtiger Ölrettichbestand, der alles unterdrückt hat. Der Bestand selbst war Anfang April aber noch einen Meter hoch und vollkommen grün. Musste abgemulcht werden. |
| 30 | Guter, aber nicht abgefrorener Zwischenfruchtbestand, kein Unkraut oder Ungras. Es folgte Mais, so dass eine Bearbeitung mit einer Scheibenegge ausreichend war. |
| 31 | Zwischenfruchtbestand war gleichmäßig und ordentlich entwickelt, konnte aber ein Aufkommen von Storchenschnabel nicht unterbinden. Da Mais nach Gülle-Striptill gelegt werden sollte war eine mechanische Bekämpfung nicht möglich. |
| 32 | Rel. schwache Zwischenfrucht, aber kein Auflauf von Acker-Fuchsschwanz und Altraps. Geringer Auflauf vom Ausfallgetreide, dass über Winterweizen vergangen ist. Bis auf die Fahrgassen war die Saat der Sommerung nach flacher Bodenbearbeitung möglich. |
| 33 | Gleicher Schlag wie bei 32. Durch die Bodenbearbeitung ist noch weniger Zwischenfrucht aufgelaufen dafür sehr viel Acker-Fuchsschwanz und Altraps. Dieser erforderte im Frühjahr den Einsatz von Glyphosat. |
| 34 | Ackerbohnen mit Moore-Direktsaatdrille eingeschlitzt. Bestand etwas lückig, dennoch kein Ausfallgetreide. Evtl. durch Schnecken (sehr starker Besatz) beseitigt. |
| 35 | Direktsaat kurz nach der Ernte. Kein gleichmäßiger Auflauf aber dennoch wenig Ausfallgetreide. |
| 36 | Gleicher Schlag und Drilltermin wie bei 35, aber mit vorheriger Bodenbearbeitung. Dadurch sehr viel Auflauf von Ausfallgetreide und im Vergleich zu 35 schlechterer Auflauf der Zwischenfrucht. |
| 37 | Gleicher Schlag wie bei 35. Saat aber 5 Wochen nach Ernte und vorheriger Ausfallgetreidebekämpfung. Gleichmäßiger Auflauf, kaum Ausfallgetreide aber Altraps (3 Pflanzen je $m^2$). |
| 38 | Direktsaat kurz nach der Ernte: Schechter Auflauf/Bestand, bedingt durch Mäusefraß. Wenig Ausfallgetreide, über den Herbst und Winter aber Auflauf von Acker-Fuchsschwanz. |
| 39 | Gleicher Schlag und Saattermin wie 38. Durch die Bodenbearbeitung kein Mäusefraß aber Auflauf von Ausfallgetreide, Acker-Fuchsschwanz und Altraps. |
| 40 | Gleicher Schlag wie 38. Saat 5 Wochen nach der Ernte und vorheriger Ausfallgetreidebekämpfung. Guter, gleichmäßiger Bestand, wenig Ausfallgetreide aber Acker-Fuchsschwanz und Altraps. Kein Mäusefraß. |

| Nr. | Beobachtungen zu den Versuchen |
|---|---|
| 41 | Direktsaat kurz nach der Ernte: Schechter Auflauf/Bestand, bedingt durch Mäusefraß. Wenig Ausfallgetreide, über den Herbst und Winter aber Auflauf von Acker-Fuchsschwanz. |
| 42 | Gleicher Schlag und Saattermin wie 41. Durch die Bodenbearbeitung kein Mäusefraß, aber Auflauf von Ausfallgetreide, Acker-Fuchsschwanz und Altraps. |
| 43 | Gleicher Schlag wie 41. Saat 5 Wochen nach Ernte und vorheriger Ausfallgetreidebekämpfung. Guter, gleichmäßiger Bestand, wenig Ausfallgetreide, aber Acker-Fuchsschwanz und Altraps. Kein Mäusefraß. |
| 44 | Saat mit Claydon ohne vorherige Bearbeitung: Etwas späte Saat durch Niederschlag. Starker Druck durch Ausfallgerste. Phacelia tat sich bei leichten Bodenverdichtungen schwer. |
| 45 | Gleicher Schlag und Saattermin wie 44. Durch die Bodenbearbeitung wurde der Auflauf von Ausfallgerste noch verstärkt, zudem lief Altraps auf. |
| 46 | Gleicher Schlag wie 44. Saat nach vorheriger Ausfallgetreidebekämpfung. Guter, gleichmäßiger Bestand, wenig Ausfallgetreide/Acker-Fuchsschwanz aber etwas Altraps. |
| 47 | Direktsaat kurz nach der Ernte mit betriebsüblicher Scheibendrillmaschine mit hydraulischem Schardruck: Bis auf die Fahrgassen/Spurbereiche war die Zwischenfrucht gut etabliert. Geringer Auflauf vom Ausfallgetreide. |
| 48 | Gleicher Schlag, Saattermin und Aussaattechnik (plus Kreiselegge) wie 47. Durch die Bodenbearbeitung stärkerer Auflauf von Ausfallweizen und Altraps. |
| 49 | Gleicher Schlag wie 47. Saat nach vorheriger Ausfallgetreidebekämpfung. Guter, gleichmäßiger Bestand, wenig Ausfallgetreide und auch wenig Altraps. |
| 50 | Mit Agrisem-Tiefenlockerer und Kreiselgrubber gesät. Absolut gleichmäßiger und einheitlicher Bestand auch an den Vorgewenden. Keine Chance für Unkraut oder Ausfallgetreide. Kein Acker-Fuchsschwanz - Standort. |

### *Zusammenfassung der Daten:*

Das Einstreuen der Zwischenfrucht zwei Wochen vor der Saat (Saatverfahren A) wurde 8x durchgeführt. Im Mittel liegt die Bewertung der Resultate bei 5 (mangelhaft). Nur in einem Fall war das Ergebnis so gut, dass vor der Saat der Folgekultur auf Glyphosat verzichtet werden konnte. Somit lag die Erfolgsquote bei 13 %. Erfolgreich bedeutet, dass die Saat der Sommerung ohne Glyphosat möglich war.

Die direkte Saat kurz nach der Ernte (Saatverfahren B) wurde 18x durchgeführt. Die Gesamtbewertung liegt bei 3 (befriedigend). Auf 9 Standorten also auf 50 % der Flächen konnte Glyphosat durch die Zwischenfrucht ersetzt werden.

Bei gleichem Saattermin wie bei der Direktsaat aber mit vorheriger Bodenbearbeitung (Saatverfahren C), konnte Glyphosat an keinem der 7 Versuchsstandorte ersetzt werden (Erfolgsquote = 17 %).

Wurde die Saat 4-6 Wochen nach der Ernte und nach zweimaliger Bodenbearbeitung durchgeführt (Saatverfahren D), war es in 11 von 18 Fällen möglich auf den Einsatz von Glyphosat zu verzichten. Dies entspricht einer Erfolgsquote von 61 %. Die Gesamtbewertung des Verfahrens lag bei 3 (befriedigend).

Betrachtet man die Bodenarten ergibt sich folgendes Bild: Auf den Sand- und milden Lehmböden war nur in 6 von 19 Fällen ein Glyphosateinsatz erforderlich (Erfolgsquote von 68 %). Auf den tonigen Standorten konnte nur in 2 von 8 Fällen auf Glyphosat verzichtet werden (Erfolgsquote von 25 %).

## Diskussion

Die konservierende Bodenbearbeitung hat besonders in Hanglagen und auf Tonböden viele Vorteile gegenüber der Bewirtschaftung mit dem Pflug. Das Verfahren ermöglicht es, dass Energie gespart, Humus erhalten und Erosion reduziert wird. Die Unkrautwirkung des Pfluges wird in diesem Verfahren durch Herbizide auf Basis von Glyphosat ersetzt.

Ein wichtiges Einsatzgebiet ist dabei die Beseitigung von unerwünschten Pflanzen vor der Aussaat einer Sommerung. Auf milden Lehm- oder auch Sandböden kann der Aufwuchs vor Früchten, die erst im April gesät werden (z.B. Mais), durch Bodenbearbeitungsmaßnahmen gut beseitigt werden. Bei Früchten, die früh gesät werden (z.B. Ackerbohnen, Sommerhafer, Zuckerrüben), ist der Boden, in der Zeit der

Bestellung, für eine intensive Bearbeitung oft zu feucht. Auf Tonböden gelingt eine mechanische Bekämpfung von z. B. bestockten Acker-Fuchsschwanz-Pflanzen in den seltensten Fällen, also auch nicht vor der Saat von Mais. Auf diesen tonigen Standorten sind die vorhandenen Acker-Fuchsschwanz-Populationen häufig wenig empfindlich gegenüber selektiven Herbiziden (GEHRING et al., 2018, PETERSEN, 2014). Selbst in zweikeimblättrigen Kulturen ist eine sichere Bekämpfung oft nicht mehr gewährleistet. Da die mechanischen Möglichkeiten begrenzt sind, gilt es, das Problem mithilfe von Pflanzen zu lösen, die selbst kein Problem darstellen. Wichtig im Hinblick auf die Unterdrückung vom Acker-Fuchsschwanz ist dabei, dass die Zwischenfrucht in direktem Anschluss nach dem Drusch des Getreides und ohne Bodenbearbeitung erfolgt. Die frühe Saat ist zur Unterdrückung des Ausfallgetreides erforderlich. Die Saat ohne Bodenbearbeitung ergibt sich daraus, dass eine Bodenbearbeitung einen Auflauf von Acker-Fuchsschwanz aus dem Bodenvorrat provozieren würde. Zudem führt die Bearbeitung dazu, dass Acker-Fuchsschwanz-Samen, der zur Ernte des aktuellen Jahres ausgefallen ist, durch die Bodenbearbeitung in die sekundäre Keimruhe verfällt und dann über einen Zeitraum von mehr als 5 Jahren überdauern kann. Bleibt der Samen hingegen an der Bodenoberfläche, sind, nach den Ergebnissen von JENSEN (2009), mehr als 95 % der Samen, nach einem Jahr nicht mehr keimfähig. In weiteren Untersuchungen (2018) konnte er zeigen, dass die Keimfähigkeit bei offenliegenden Samen, bereits nach 8 Wochen (Anfang August bis Ende September) unter 5 % abgesunken ist. Hingegen lag die Keimfähigkeit von Samen, die in Bodentiefen von 2-10 cm lagerten bei gut 30 % im Jahr 2017 bzw. bei über 70 % im Jahr 2018. Samen, der im aktuellen Jahr ausgefallen ist befindet sich kurz nach der Ernte des Getreides zum überwiegenden Teil noch in der primären Keimruhe (HGCA, 2006). Diese Zeit der Keimruhe gilt es für die Saat der Zwischenfrucht zu nutzen. Grundlage für die Etablierung eines gleichmäßigen Zwischenfruchtbestandes ist eine gleichmäßige Stroh- und Spreuverteilung (HENNE et al., 2010). Ungünstig ist es wenn das Stroh geborgen werden soll. Dies nimmt Zeit in Anspruch und dort wo das Stroh fallen gelassen wird, kommt es zu einer Anhäufung von Spreu. Dies behindert die Keimung der Zwischenfrucht und lockt Mäuse an. Auch Schadverdichtungen, die z.B. durch Erntemaschinen produziert werden, verhindern, dass sich ein gleichmäßiger, konkurrenzstarker Bestand entwickeln kann. Besonders empfindlich gegenüber Bodenverdichtungen ist Phacelia. In dieser Hinsicht robuster zeigte sich z.B. Ölrettich. Ölrettich ist zudem sehr konkurrenzstark und kann Stickstoff gut ins Frühjahr tragen. Als Kreuzblütler ist Ölrettich in Fruchtfolgen, in denen Raps als Hauptfrucht angebaut werden soll, aber keine geeignete Alternative. Zudem stellen nicht abgestorbene Pflanzen ein Problem dar sofern Zuckerrüben oder Leguminosen folgen Die Bekämpfungsmöglichkeiten von Pflanzen, die auch aus der Wurzel wieder austreiben können sind schlecht bzw. nicht gegeben. Buchweizen und Ramtillkraut haben ebenfalls eine schnelle Jugendentwicklung. Nachteilig beim Buchweizen ist die rasche Samenbildung. Ramtillkraut kann als Zumischpartner hingegen mit geringen Samenanteilen genutzt werden. Allerdings stirbt Ramtillkraut bereits bei Temperaturen unter 4°C ab. Ist der Anteil in der Mischung zu groß, besteht die Gefahr, dass der Boden nicht mehr ausreichend beschattet wird. Ebenfalls sehr konkurrenzstark ist Rauhafer (BRUST und GERHARDS, 2012). Unter den trockenen Bedingungen in den Sommern 2018 und 2019 ist Rauhafer in unseren Praxistests nicht ausreichend aufgelaufen. Läuft er auf und friert über Winter nicht rechtzeitig ab, bilden sich, je nach Bestandesdichte, teils sehr üppige Wurzelballen, die die Saat der Frühjahrskultur erschweren. Trockenheit und Temperaturen > 30 °C sind grundsätzlich ungünstig für die Keimung von Gräsern. Dies zeigte sich im Sommer 2018 als Phacelia sehr gut, Weidelgras so gut wie nicht, und Sorghum auch nur zu einem geringen Anteil keimte. Phacelia hat sich über die Jahre und auf verschiedenen Standorten als geeignete Pflanze, besonders für die frühe Saat gezeigt. Pflanzen mit grobkörnigeren Samen wie Sonnenblumen, Erbsen, Ackerbohnen oder auch Wicken sind unter den trockenen Bedingungen der Jahre 2018 und 2019, bei der Saat kurz nach der Ernte, oft nicht ausreichend gekeimt. Eine größere Verlässlichkeit von Phacelia oder auch Ackersenf, gegenüber Komponenten wie Ackerbohne, Sommerwicke und Hafer wird auch von KWIATKOWSKI et al. (2016) beschrieben. Dies gilt für den Auflauf aber auch für die Unterdrückungsleistung gegenüber anderen Pflanzen. Auch in den

Ergebnissen von BRANT et al. (2009) konnte Ausfallgetreide in Konkurrenz mit Ackersenf oder Phacelia nur halb so viel Trockenmasse bilden wie neben Welschem Weidelgras *(Lolium multiflorum)* oder Raps.

Bei der Entscheidung ob in den jeweiligen Situationen auf den Einsatz von Glyphosat zu verzichten war spielte die Bodenart eine gewichtige Rolle. Auf Sand- und milden Lehmböden kann Restverunkrautung deutlich besser mechanisch bekämpft werden als dies bei tonhaltigen Böden der Fall ist.

## Literatur

BRANT,V., K. NECKAR, J. PIVEC, M. DUCHOSLAV, J. HOLEC, P. FUKSA, V. VENCLOVA, 2009: Competition of some summer catch crops and volunteer cereals in the areas with limited precipitation. Plant Soil Environ, **55**, 2009 (1), 17-24.

BRUST, J., R. GERHARDS, 2012: Lopsided oat *(Avena strigosa)* as a new summer annual cover crop for weed suppression in Central Europe. Julius-Kühn-Archiv **434**, 257-264.

GEHRING, K., S. THYSSEN, T. FESTNER, 2018: Stand und Entwicklung der Herbizidresistenz bei Acker-Fuchsschwanz *(Alopecurus myosuroides)* in Bayern. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung, Julius-Kühn-Archiv **458**, 113-120

HENNE, U., C. PEKRUN, S. PFLAUM, 2010: Bekämpfung von Acker-Fuchsschwanz durch angepasstes Stoppelmanagement. LOP Landwirtschaft ohne Pflug, **9/10**, 19-25.

HGCA PROJEKT, 2006: Improving crop profitability by using minimum cultivation and exploring grass weed ecology. Report No. **381**.

JENSEN, P.K., 2009: Longevity of seeds of four annual grasses and two dicotyledon weed species as related to placement in the soil and straw disposal technique. Weed Research **49**, 592-601.

JENSEN, P.K., 2018: Longevity of seeds of blackgrass *(Alopecurus myosuroides)* following different stubble cultivation treatments. Applied Crop Protection 2018, 98-102.

KWIATKOWSKI, C.A., E. HARASIM, M. WESOLOWSKI, 2016: Effects of Catch Crops and Tillage Systems on Weed Infestation and Health of Spring Wheat. J. Agr. Sci. Tech. (2016) Vol. **18,** 999-1012. https://jast.modares.ac.ir/article-23-515-en.html

PETERSEN, J., 2014: Aktueller Stand der Herbizidresistenzen im Getreidebau. Getreidemagazin, Bd. **4**., 8-12.