

## **Auswirkungen von Pflanzenschutz und Düngung auf den Unkrautauflauf – Vergleich von Fruchtfolgen**

### *Effects of pesticides and fertilization on weed emergence - comparison of crop rotations*

Jürgen Schwarz

Julius Kühn-Institut, Institut für Strategien und Folgenabschätzung, Stahnsdorfer Damm 81, 14532 Kleinmachnow

juergen.schwarz@julius-kuehn.de

DOI: 10.5073/20220117-140239

### **Zusammenfassung**

Seit 1998 werden Auswirkungen von Düngung und Pflanzenschutz, unter anderem auf den Unkrautauflauf, in zwei Fruchtfolgen im Rahmen eines Dauerfeldversuches auf dem Versuchsfeld des Julius Kühn-Instituts in Dahnsdorf (Bundesland Brandenburg, Koordinaten: 52.108494 N, 12.636338 E) untersucht. Hierbei werden die unterschiedlichen Auswirkungen des Verzichts auf Düngung und Pflanzenschutz (b1) mit denen bei Anwendung von Düngung und Pflanzenschutz (b4) verglichen. Die betrachtete Kulturart ist der Winterroggen, welcher in einer Fruchtfolge mit Leguminosen und Gerste (Folge 1) und als Fruchtfolge im Daueranbau (Folge 2) angebaut wird. Die Unkräuter werden im Herbst, vor der Regulierungsmaßnahme, nach Art und Anzahl bestimmt. Sofern nötig, erfolgt die Bekämpfung der Unkräuter mit Herbiziden in der Variante b4 in beiden Fruchtfolgen (Folge 1 und Folge 2). Im bisherigen Versuchszeitraum (1998 bis 2020) lag der Mittelwert des zahlenmäßigen Auflaufs (Pflanzen/m<sup>2</sup>) von dikotylen Unkräutern in Folge 1 in beiden Varianten (b1 und b4) über dem der jeweiligen Variante in Folge 2. Beim Windhalm, dem in Dahnsdorf vorherrschenden Ungras, waren die Verhältnisse umgekehrt: hier lag der Auflauf (Pflanzen/m<sup>2</sup>) in b1 und b4 in Folge 2 über dem von Folge 1. Ein weiterer relevanter Punkt sind die Unkrautarten. Hier werden nur die gefundenen Arten aufgeführt, egal wie oft und in welchem Jahr des Versuchs diese erfasst wurden. Im Fruchtwechsel Folge 1 wurden in b1 27 verschiedene Unkrautarten gefunden, in b4 28 Arten. Im Daueranbau des Winterroggens ergaben sich in b1 30 verschiedene Unkrautarten und in b4 schließlich 25 Unkrautarten. Bei der Betrachtung der oben genannten Mittelwerte unterscheiden sich die beiden Fruchtfolgen auch nach über 20 Jahren Dauerfeldversuch nur unwesentlich voneinander.

**Stichwörter:** *Apera spica-venti*, Unkraut-Artenanzahl

### **Abstract**

In a long-term field trial on the experimental field of the Julius Kühn Institute in Dahnsdorf (Federal State of Brandenburg, coordinates: 52.108494 N, 12.636338 E), the effects of fertilization and pesticide use in two crop rotations on weed emergence have been investigated since 1998. Here, the effects of two strategies are compared. The first includes an abandonment of fertilizer and pesticides (b1) and the other strategy means the application of fertilizer and usage of pesticides (b4). The crop investigated thoroughly is winter rye, which on the one hand is grown in a rotation with legumes and barley (crop rotation 1) and on the other hand as a rotation with continuous cropping (crop rotation 2). Prior to regulating measures, weeds were identified by species and number. If necessary, weeds were treated with herbicides in strategy b4 in both crop rotations (crop rotation 1 and crop rotation 2). In the trial period from year 1998 to 2020, the mean value of the numerical emergence (plants/m<sup>2</sup>) of dicotyledonous weeds in crop rotation 1 was higher in both strategies (b1 and b4) than in the respective variant in crop rotation 2. For *Apera spica-venti*, the ratios were reversed, with emergence (plants/m<sup>2</sup>) in b1 and b4 in sequence 2 exceeds that of sequence 1. Another relevant point is the number of weed species found. Here, only the species found are listed,

30. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung, 22. – 24. Februar 2022 online regardless of how often and in which year of the experiment they were recorded. In crop rotation sequence 1, 27 different weed species were found in b1 and 28 species in b4. In continuous cropping of winter rye, 30 different weed species resulted in b1 and finally 25 weed species in b4. When considering the above-mentioned mean values, the two crop rotations differ only insignificantly from each other, even after more than 20 years of this field trial.

**Keywords:** *Apera spica-venti*, number of weed species

## Einleitung

Eine zuverlässige Einschätzung der langfristigen Auswirkungen von Fruchtfolge, Düngung und Pflanzenschutz sowie ihrer kombinierten Wirkungen ist nur durch langfristige Feldversuche möglich. Beim Auflauf der Unkräuter sind Nachwirkungen über einen sehr langen Zeitraum messbar. So finden sich auch nach über zehn Jahren noch Folgen des vorangegangenen Herbizidmanagements beim Auflauf dikotyler Unkräuter (SCHWARZ, 2020).

Die Fruchtfolge hat einen großen Einfluss auf die Unkrautentwicklung (BÖHM, 2012). Aber auch die Kombination verschiedener Faktoren wie Düngung und Pflanzenschutzmittel ist für das Auftreten von Unkräutern relevant (SCHWARZ und PALLUTT, 2010; SCHWARZ, 2018).

## Material und Methoden

Das Versuchsfeld Dahnsdorf des Julius Kühn-Instituts liegt im südlichen Brandenburg, nahe der Stadt Bad Belzig im Naturraum „Hoher Fläming“ (Koordinaten: 52.108494 N, 12.636338 E). Die Bodenbeschaffenheit ist lehmiger Sandboden mit 57,9 % Sand, 37,5 % Schluff und 4,6 % Ton. Die Bodenwertzahl liegt im Mittel bei 48 Punkten. Das Versuchsfeld verfügt über eine eigene Wetterstation; im Zeitraum von 1998 bis 2020 betrug die mittlere Jahrestemperatur 9,7 °C und der mittlere Jahresniederschlag 578 mm. Dabei sind die Jahre 2018 mit nur 275 mm Niederschlag und 2007 mit 787 mm Niederschlag als Extrema hervorzuheben. Der hier betrachtete Dauerfeldversuch wurde im Herbst 1997 angelegt und seither nicht verändert.

Es werden zwei Fruchtfolgen getestet:

Folge 1: Erbsen – Wintergerste (WG)– Winterroggen (WR)– Weißklee (früher Brache) – Wintergerste (WG)– Winterroggen (WR)

Folge 2: Daueranbau von Winterroggen (WR)

In Folge 1 werden auf den drei Versuchspartellen in jedem Jahr WG und WR angebaut (Abb. 1).

In beiden Fruchtfolgen werden Effekte der Düngung und des Pflanzenschutzes mit folgenden Varianten untersucht:

b1: Verzicht auf Düngung und Pflanzenschutz

b2: Verzicht auf Düngung, Einsatz von Pflanzenschutz

b3: Einsatz der Düngung, Verzicht auf Pflanzenschutz

b4: Einsatz von Düngung und Pflanzenschutz

1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
b1				b2				b3				b4				b1				b2				b3				b4															
Erbsen								WG								WR																											

**Abbildung 1** Versuchsplan Folge 1 des Jahres 2020 mit den Varianten b1 bis b4 und den Unterparzellen (1 bis 4) der Varianten.

**Figure 1** Experimental plan Folge 1 of the year 2020 with the variants b1 to b4 and the subplots (1 – 4) of the variants.

Die Grundbodenbearbeitung erfolgte mit dem Pflug. Die Bruttogröße einer Parzelle in Folge 1, z. B. b1 in WR, beträgt 500 m<sup>2</sup>. In dieser Parzelle werden die Erträge, Unkräuter und weitere Parameter auf vier

30. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung, 22. – 24. Februar 2022 online  
Unterparzellen (Abb. 1) erfasst. Die Bruttogröße einer Parzelle in Folge 2, z. B. b1 in WR, beträgt 1.500 m<sup>2</sup>. In dieser Parzelle werden die Erträge, Unkräuter und weitere Parameter auf sechs Unterparzellen erfasst. Vor jedem Einsatz eines Herbizides in Getreide wurden die Art und Anzahl der Unkräuter in jeder Variante gezählt. Die Zählung erfolgt mittels 0,25 m<sup>2</sup> Zählrahmen und 2 Zählstellen für jede Unterparzelle, so dass sich für eine Variante 8 Zählstellen ergeben.

Die Applikation der Herbizide fand bei Winterroggen und Wintergerste immer im Herbst statt; in Erbsen wurde im Frühjahr appliziert; in Weißklee fand keine Herbizidanwendung statt. Im Folgenden liegt der Fokus jeweils auf der extensiven Variante b1 (Verzicht auf Düngung und Pflanzenschutz) im Vergleich zur intensiven Variante b4 (mit dem Einsatz von Düngung und Pflanzenschutz). Winterroggen wird in Folge 1 und Folge 2 in jedem Jahr angebaut. Hierbei wird der Winterroggen in Folge 1 (Fruchtwechsel) und Folge 2 (Daueranbau) vergleichend dargestellt.

## **Ergebnisse**

Im bisherigen Versuchszeitraum (1998 bis 2020) lag der Mittelwert des zahlenmäßigen Aufbaus (Pflanzen/m<sup>2</sup>) von dikotylen Unkräutern in Folge 1 in beiden Varianten (b1 und b4) über dem der jeweiligen Variante in Folge 2. In Folge 1, b1 liefen im Mittel der Jahre 395,5 und in b4 93,0 dikotyle Unkräuter je m<sup>2</sup> auf. In Folge 2, b1 liefen im Mittel der Jahre 352,1 und in b4 23,5 dikotyle Unkräuter je m<sup>2</sup> auf, siehe auch Tabelle 1.

**Tabelle 1** Auflauf (Pflanzen/m<sup>2</sup>) dikotyler Unkräuter als Mittelwert (MW) und Standardabweichung (Std) jeweils für die Varianten b1 und b4 in Folge 1 und Folge 2

**Table 1** Emergence (plants/m<sup>2</sup>) of dicotyledonous weeds as mean (MW) and standard deviation (Std) for each of the strategies b1 and b4 in crop rotation 1 and crop rotation 2

Jahr	Folge 1				Folge2			
	b1		b4		b1		b4	
	MW	Std	MW	Std	MW	Std	MW	Std
1998	10,5	3,5	9,0	2,8	5,0	3,2	30,8	8,5
1999	45,0	5,7	94,0	7,1	13,0	5,4	42,5	7,0
2000	92,5	12,0	29,5	3,5	4,5	3,5	15,8	7,8
2001	148,5	7,8	211,0	19,8	42,3	15,8	23,0	12,6
2002	81,4	23,7	42,7	6,3	114,7	87,9	20,7	8,2
2003	150,3	32,2	75,0	29,2	130,3	20,6	19,5	6,1
2004	165,8	25,2	146,8	27,6	124,2	40,9	21,2	16,3
2005	199,0	95,0	43,3	15,6	114,8	25,8	10,5	8,8
2006	243,5	72,8	66,0	18,4	228,2	29,7	9,3	6,2
2007	251,3	131,1	150,0	14,1	201,6	33,4	11,5	6,1
2008	124,5	31,3	17,0	8,9	266,2	55,8	11,2	10,6
2009	411,3	124,4	88,8	38,0	156,0	16,7	2,0	1,3
2010	468,3	121,7	41,8	18,3	243,0	62,0	5,6	7,6
2011	420,0	161,6	60,3	18,9	547,0	78,7	13,6	14,4
2012	420,0	222,3	117,0	28,5	289,8	96,9	16,3	18,2
2013	519,5	78,9	202,8	177,0	893,3	213,8	15,0	16,5
2014	640,5	330,4	22,5	6,4	746,7	302,9	13,8	13,0
2015	434,5	157,3	178,5	173,1	641,2	91,5	16,2	21,3
2016	756,5	242,7	82,5	93,8	665,0	77,9	7,2	8,8
2017	1032,0	246,1	131,5	25,2	370,7	42,3	18,8	26,2
2018	1447,5	236,2	184,5	111,5	523,0	78,0	49,2	55,7
2019	249,5	124,5	0,5	1,0	938,2	350,9	19,8	19,9
2020	784,5	279,8	145,0	44,6	839,2	166,0	147,3	190,2

Beim Windhalm waren die Verhältnisse umgekehrt, hier lag der Auflauf (Pflanzen/m<sup>2</sup>) in b1 und b4 in Folge 2 über dem von Folge 1. In Folge 1, b1 liefen im Mittel der Jahre 53,4 und in b4 32,4 Windhalmpflanzen je m<sup>2</sup> auf. In Folge 2, b1 liefen im Mittel der Jahre 67,3 und in b4 35,0 Windhalmpflanzen je m<sup>2</sup> auf, siehe auch Tabelle 2.

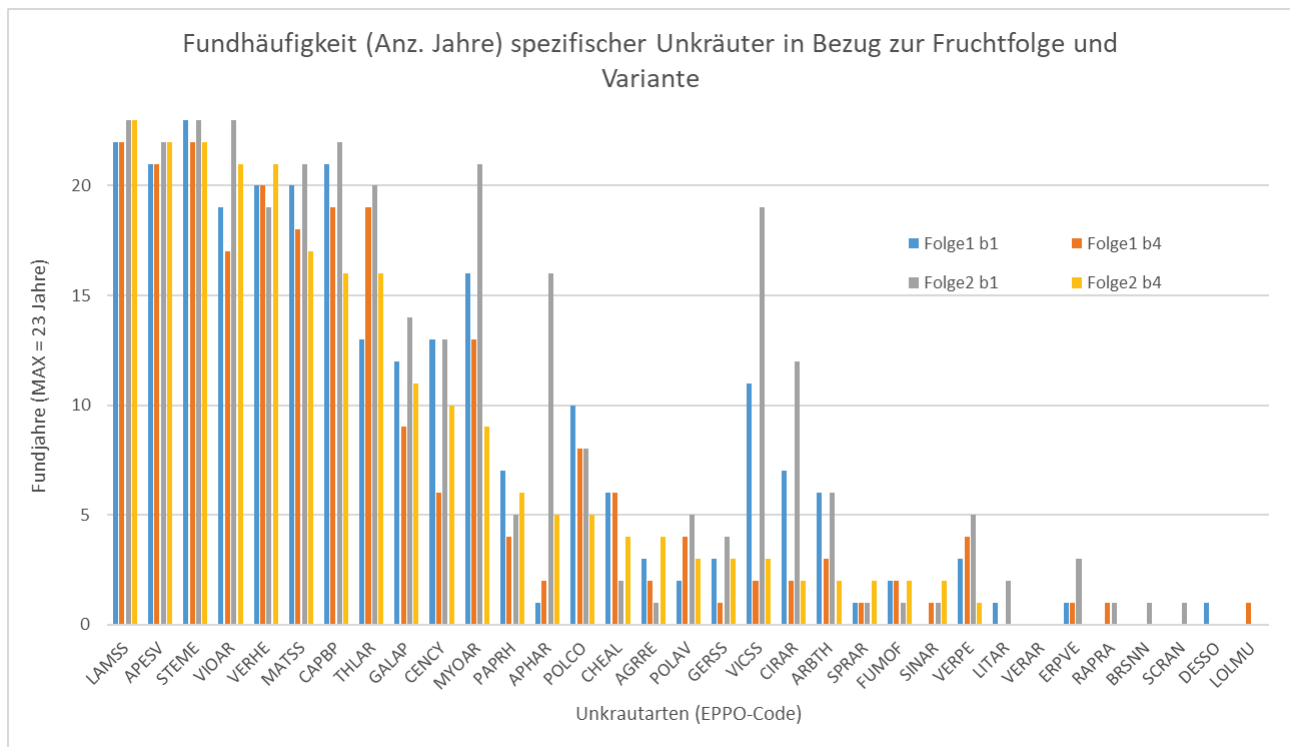
**Tabelle 2** Auflauf (Pflanzen/m<sup>2</sup>) von Windhalm als Mittelwert (MW) und Standardabweichung (Std) jeweils für die Varianten b1 und b4 in Folge 1 und Folge 2

**Table 2** Emergence (plants/m<sup>2</sup>) of loose silky as mean (MW) and standard deviation (Std) for each of the strategies b1 and b4 in crop rotation 1 and crop rotation 2

Jahr	Folge 1				Folge2			
	b1		b4		b1		b4	
	MW	Std	MW	Std	MW	Std	MW	Std
1998	5,5	6,4	6,5	3,5	6,0	3,2	1,5	2,4
1999	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	1,0
2000	16,0	1,4	9,5	3,5	6,0	4,7	1,0	1,1
2001	16,0	0,0	5,5	4,9	188,0	52,3	8,7	6,2
2002	290,0	87,9	21,0	20,6	165,6	52,4	6,2	4,2
2003	64,8	22,4	38,5	5,4	170,5	37,6	15,8	6,6
2004	170,5	92,1	86,5	37,8	157,5	61,7	23,5	20,5
2005	138,3	30,7	27,5	13,4	57,7	31,7	10,7	11,6
2006	45,0	4,2	34,5	3,5	70,3	16,6	18,5	4,1
2007	16,0	11,3	14,7	9,4	36,9	20,4	31,1	14,1
2008	23,5	12,0	17,0	16,8	85,8	38,7	49,8	14,0
2009	46,0	19,8	45,8	13,1	52,8	16,8	102,2	42,7
2010	26,8	11,0	32,5	4,5	46,8	10,8	34,6	9,3
2011	59,0	11,1	20,8	5,9	63,8	16,3	103,3	24,0
2012	17,0	3,5	10,5	2,5	11,3	5,8	9,4	1,4
2013	41,5	8,3	90,8	23,1	111,2	21,6	66,2	8,5
2014	38,5	14,0	26,0	2,3	55,8	18,9	66,8	7,0
2015	58,0	14,3	45,5	25,4	87,2	22,9	108,3	23,4
2016	37,5	12,2	34,0	13,5	53,3	9,3	14,3	5,6
2017	33,5	20,9	23,0	5,8	27,3	6,1	51,7	11,1
2018	23,5	11,1	117,0	62,4	44,3	13,3	28,5	10,0
2019	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,8	0,0	0,0
2020	62,5	21,7	39,0	22,2	48,3	23,7	51,3	6,8

Bemerkenswert ist hier das Versuchsjahr 2019, mit dem außergewöhnlich trockenen Herbst des Jahres 2018. Zum Zeitpunkt der Unkrautbonitur vor der Regulierungsmaßnahme war kein Windhalm vorhanden, dieser lief erst deutlich später auf.

Neben der Auswirkung der Fruchtfolge, Düngung und des Herbizideinsatzes auf die gefundene Anzahl des Auflaufs der Unkräuter, ist ein weiterer interessanter Punkt die gefundenen unterschiedlichen Unkrautarten. Eine hohe Anzahl im Auflauf von Unkräutern muss nicht zwangsläufig für eine große Artenzahl sprechen. Seit Versuchsbeginn wurden in der Variante 1 in Folge 1 27 verschiedene Unkrautarten gefunden. Bei der Zählweise wird nicht unterschieden, wie oft und in welchem Jahr des Versuches die Unkräuter gefunden wurden. In der Variante b4 in Folge 1 wurden 28 Arten gefunden. Vergleicht man dies mit dem Daueranbau von Roggen in Folge 2, so wurden dort in der Variante b1 30 verschiedene Unkrautarten und in der Variante b4 25 Unkrautarten gefunden (Abb. 2).



**Abbildung 2** Anzahl der Jahre in welchen das entsprechende Unkraut gefunden wurde, jeweils für die Varianten b1 und b4 in Folge 1 und Folge 2.

**Figure 2** Number of years in which the corresponding weed was found, in each case for the strategies b1 and b4 in crop rotation 1 and crop rotation 2.

Betrachtet man die Anzahl der Unkrautarten, die in mindestens 11 Versuchsjahren vorkamen, so sind dies für Folge 1 b1 11 Arten und für Folge 1 b4 9 Arten. In Folge 2 ergibt sich Folgendes: in b1 14 Unkrautarten und in b4 10 Arten.

Bei der Betrachtung der oben genannten Werte unterscheiden sich die beiden Fruchtfolgen auch nach über 20 Jahren Dauerfeldversuch nicht wesentlich voneinander. Die weitere Versuchslaufzeit wird zeigen, ob dies so bleibt.

## Literatur

BÖHM, H., 2012: Unkrautregulierung durch Fruchtfolgegestaltung und alternative Managementverfahren. Julius-Kühn-Archiv **443**, 24-36.

SCHWARZ, J., 2018: Effects of crop rotation, herbicide application and nitrogen on the emergence of *Vicia* spp. Julius-Kühn-Archiv **458**, 451-453.

SCHWARZ, J., 2020: Auswirkungen von mehrjährig herbizidfreiem Management auf den nachfolgenden -Auflauf von dikotylen und monokotylen Unkräutern - Ergebnisse einer Dekade. Julius-Kühn-Archiv **464**, 51-56.

SCHWARZ, J. and B. PALLUTT, 2010: Influence of crop rotation, fertilization and pesticide use on weed infestation, yields and resource efficiency, **15th** European Weed Research Society Symposium, p. 160.