

## **Einfluss der Intensität der Herbizidbehandlung auf die Entwicklung der Unkrautflora und die Ökonomik im Ackerbau - Erfahrungen aus einem Dauerversuch**

*Influence of the intensity of herbicide treatment on the development of weed flora and the economics of agriculture*

Klaus Gehring\*, Thomas Festner, Stefan Thyssen

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz, 85354 Freising

\*klaus.gehring@lfl.bayern.de

DOI: 10.5073/20220117-135818

### **Zusammenfassung**

In einem Dauerversuch am Standort Puch in Oberbayern wurde der Einfluss der chemischen Unkrautregulierung in unterschiedlicher Intensität und nach unterschiedlichen Behandlungskonzepten auf die Entwicklung der Unkrautflora, die Unkrautregulierung und die Ökonomik im Zeitraum von 2003 bis 2021 untersucht. In einer Fruchtfolge mit Winter- und Sommergetreide, Winterraps, Silomais und Zuckerrüben erfolgte der Herbizideinsatz mit dem Ziel einer möglichst effizienten Breitenwirkung im Vergleich zur gezielten Regulierung der vorhandenen Leitunkräuter und zu Behandlungen mit stark reduzierten Aufwandmengen. Die unterschiedlichen Behandlungskonzepte und Behandlungsintensitäten hatten keinen signifikanten Einfluss sowohl auf die Vielfalt der Unkrautarten, als auch auf die Ertragsabsicherung und Ökonomik im Anbau von Getreide, Mais und Winterraps. Die Ergebnisse müssen allerdings unter dem Aspekt einer relativ leicht zu regulierenden Unkrautflora mit einjährigen, zweikeimblättrigen Unkräutern betrachtet werden.

**Stichwörter:** Artenvielfalt, Getreide, Mais, Pflanzenschutz, Raps, Unkrautregulierung, Zuckerrüben

### **Abstract**

In a continuous trial at the Puch site in Upper Bavaria, the influence of chemical weed regulation was investigated to varying degrees and according to different treatment concepts on the development of weed flora, weed regulation and economics in the period from 2003 to 2021. In a crop rotation with winter and summer cereals, winter oilseed rape, silage maize and sugar beet, the herbicide was used with the aim of achieving the most efficient broad effect possible, compared to the targeted regulation of the existing lead herbs and to treatments with greatly reduced application rates. The different treatment concepts and treatment intensities did not have a significant influence on the diversity of weed species, as well as on yield protection and economy in the cultivation of cereals, maize and winter oilseed rape. However, the results have to be seen from the point of view of a relatively easy to regulate weed flora with annual, dicotyledonous weeds.

**Keywords:** Biodiversity, cereals, crop protection, maize, oilseed rape, sugar beet, weed control

### **Einleitung**

Die Intensität des Pflanzenschutzmitteleinsatzes steht schon lange im Fokus der Diskussion zum Integrierten Pflanzenschutz. In kulturspezifischen Leitlinien wird für den Einsatz von Pflanzenschutzmittel das „notwendige Maß“ als Grenze für die Behandlungsintensität vorgegeben (BMEL, 2021). Neben grundsätzlichen Entscheidungshilfen, wie den Schadensschwellen für den Herbizideinsatz im Getreidebau, liegen keine konkreten Vorgaben für die Intensität der Herbizidanwendung vor (GEROWITT & HEITEFUSS, 1990). Aktuell wird die Pflanzenschutzintensität kontrovers in Bezug auf eine nachhaltige Pflanzenproduktion und den Schutz der Biodiversität im Agrarraum diskutiert (MEYER, 2014). Zur

30. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung, 22. – 24. Februar 2022 online  
 Überprüfung verschiedener Konzepte und Intensitäten der chemischen Unkrautregulierung im Ackerbau wurde bereits 1976 ein Dauerversuchsprogramm gestartet (GEHRING et al., 2006). Der vorliegende Bericht liefert eine Auswertung der Versuchsperiode 2003 bis 2021 in Bezug auf die Entwicklung der Unkrautflora, die Unkrautregulierung und die Ökonomik in einer Marktfruchtfolge unter verschiedenen Konzepten zum Herbizid-Einsatz und zur Intensität der chemischen Unkrautregulierung.

## Material und Methoden

Zur Überprüfung der Auswirkungen einer gezielten bzw. schwellenorientierten chemischen Unkrautregulierung im Vergleich zu einer reduzierten Herbizidanwendung auf die Unkrautflora, die Ertragsleistung und die Ökonomik im Ackerbau wird auf dem Versuchsgut Puch (Lkrs. Fürstenfeldbruck) der Bayerischen Staatsgüter seit 1976 ein Dauerfeldversuch durchgeführt (GEHRING et al., 2006). Der Versuchsstandort (WGS 84 lat 48.19020, lon 11.21470) charakterisiert sich als Lösslehm auf Rißmoräne (uL) in 550 mNN mit einer langjährigen Jahresdurchschnittstemperatur von 7,5 °C und einem Jahresniederschlag von 900 mm. Im berichteten Versuchszeitraum lagen die Jahresdurchschnittstemperatur bei 9,0 °C und der Jahresniederschlag bei 858 mm (AGRARMETEOROLOGIE BAYERN, 2021).

Das Untersuchungsprogramm (Tab. 1) wurde als Exaktversuche in einer randomisierten Parzellenanlage (50 m<sup>2</sup> je Parzelle) in 4-facher Wiederholung durchgeführt. Die Applikationen wurden mit einer angetriebenen, handgeführten Parzellenspritze (Typ: Schachtner, 3 m Arbeitsbreite) ausgebracht. Die Unkrautflora wurde durch Auszählung der Pflanzendichte und Bonitur des Deckungsgrades erhoben. Die Bewertung der Herbizidleistung erfolgte durch Bonitur. Mit Ausnahme bei Zuckerrüben wurde regelmäßig eine Ertragshebung vorgenommen. Die statistische Auswertung der Versuchsdaten erfolgte mittels Varianzanalyse bzw. Rangvarianzanalyse (UNISTAT LTD., 2015).

**Tabelle 1** Untersuchungsprogramm: Behandlungskonzept, Wirkstoffauswahl und Aufwandmengengestaltung

**Table 1** Investigation program: treatment concept, selection of active ingredients and design of application amounts

#	Behandlungsvariante
V1	Kontrolle, unbehandelt
V2	Ortsüblich, optimal, weitgehend ohne ALS-Inhibitoren
V3	Gute fachliche Praxis, gezielt bzw. schwellenorientiert, bevorzugt mit ALS-Inhibitoren
V4	Reduziert, 50 % MTP bzw. 50 % AWM von V3
ALS = Acetolactate-Synthase, AWM = Aufwandmenge, MTP = maximal tolerierbare Pflanzenschutzmittelintensität (BURTH et al., 2002)	

Im hier berichteten Versuchszeitraum von 2003 bis 2021 wurde bis 2013 eine 4gliedrige Fruchtfolge mit Winterweizen, Wintergerste, Hafer und Zuckerrüben durchgeführt. Ab 2014 wurde die Fruchtfolge auf 6 Glieder mit den Kulturen Winterweizen im Wechsel mit Winterraps, Silomais und Zuckerrüben ausgeweitet. Für den Anbau von Raps, Mais und Rüben wurden herbizidresistente Sorten verwendet und die entsprechenden Komplementär-Herbizide eingesetzt. Mit der Ausweitung der Fruchtfolge wurde auch die Aufwandmengenreduktion in Variante 4 von einem kalkulatorischen Ansatz (MTP x 0,5) auf einen direkten Bezug zu Variante 3 (50 %ige AWM) angepasst.

**Tabelle 2** Herbizid-Behandlungsintensität (Behandlungsindex, BI) in Abhängigkeit von Behandlungsvariante und Kultur

**Table 2** Herbicide treatment intensity (treatment index, BI) depending on treatment variant and culture

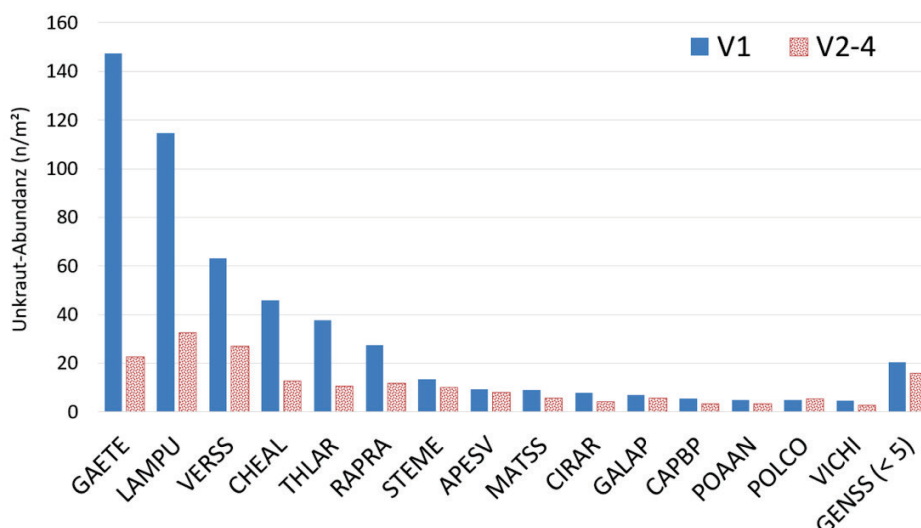
Kultur	Behandlungsvariante		
	V2	V3	V4
Winterweizen	1,48	1,32	0,75
Wintergerste	1,13	1,48	0,77
Hafer	1,38	1,33	1,04
Silomais	1,65	1,28	0,64
Winterraps	1,97	1,00	0,50
Zuckerrüben	2,84	3,35	1,47

In den Versuchen wurden zugelassene und praxisübliche Präparate eingesetzt. Durch die Mittelauswahl und Aufwandmengengestaltung wurde hierbei in V2 eine möglichst gute Breitenwirkung angestrebt, während in V3 eine gezielte, schadsschwellenorientierte Behandlung der Leitunkräuter mit höheren Besatzdichten erfolgte. Im Mittel über die gesamte Versuchsperiode von 2003 bis 2021 betrug die Behandlungsintensität im Durchschnitt aller Kulturen in V2 einen Behandlungsindex (BI) von 1,8 (SD 0,9), in V3 einen BI von 1,7 (SD 1,2) und in der reduzierten Variante V4 einen BI von 0,9 (SD 0,6). Bezogen auf V3 erfolgte der relativ niedrigste Herbizideinsatz in Winterraps, während die höchste Behandlungsintensität in Zuckerrüben eingesetzt wurde (Tab. 2)

## Ergebnisse

### Unkrautflora

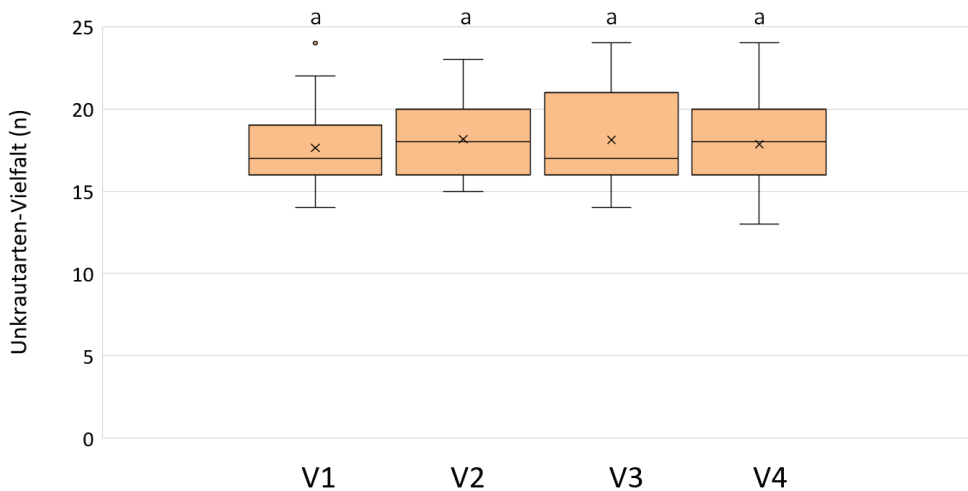
Aufgrund der Vorlaufzeit des Versuches hat sich in der Versuchsperiode 2003 bis 2021 in der unbehandelten Kontrolle (V1) eine deutlich höhere und stabile Unkrautflora im Vergleich zu den Behandlungsvarianten (V2-4) etabliert (Abb. 1). Die beiden dominierenden Unkräuter *Galeopsis tetrahit* (GAETE) und *Lamium purpureum* (LAMPU) hatten dabei eine um den Faktor 3,75 höhere Abundanz in V1 gegenüber V2-4. Ab einer artspezifischen Abundanz von <10 Pfl./m<sup>2</sup> in V1 traten keine Unterschiede zwischen V1 und V2-4 auf.



**Abbildung 1** Unkrautflora in der unbehandelten Kontrolle (V1) im Vergleich zu den Behandlungsvarianten (V2-4) im Mittel der Versuchsperiode 2003-2021.

**Figure 1** Weed flora in the untreated control (V1) compared with the treatment variants (V2-4) in the mean of the experimental period 2003-2021.

In der Vielfalt der Unkrautarten traten in den Behandlungsvarianten im Vergleich zur Kontrolle keine signifikanten Unterschiede auf (Abb. 2). Im Mittel über die Versuchsperiode 2003-2021 lag die Unkrautartenvielfalt in der Kontrolle bei 17,6 Arten (SD 2,6) gegenüber 18,2 Arten (SD 2,4) in V2, 18,1 Arten (SD 2,8) in V4 und 17,8 Arten (SD 2,9) in V4.



**Abbildung 2** Vielfalt der Unkrautflora in den Behandlungsvarianten (V2-4) im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle (V1) im Verlauf der Versuchsperiode. Statistik Kruskal-Wallis one-way ANOVA.

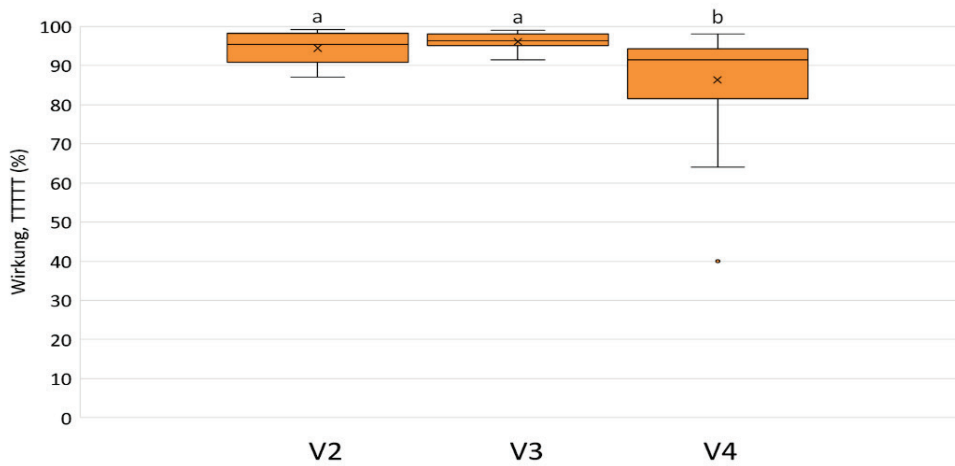
**Figure 2** Diversity of the weed flora in the treatment variants (V2-4) compared with the untreated control (V1) during the experimental period. Statistics Kruskal–Wallis one-way analysis of variance.

### **Unkrautregulierung, Ertragsabsicherung und Ökonomik**

Die erzielte Unkrautregulierungsleistung lag bei den Behandlungsvarianten V2 und V3 auf einem hohen bis sehr hohen Niveau (Abb. 3). Signifikante Unterschiede in der Unkrautregulierung traten zwischen den beiden Konzepten nicht auf. Die durchschnittliche Gesamt-Unkrautwirkung betrug bei V2 94,4 % (SD 4,0 %) gegenüber 96,1 % (SD 2,4 %) in V3. Die Variante V4, mit stark reduzierter Herbizidaufwandmenge, erzielte dagegen mit einer mittleren Gesamt-Unkrautwirkung von 86,3 % (SD 14,4 %) eine signifikant schwächere Regulierungsleistung.

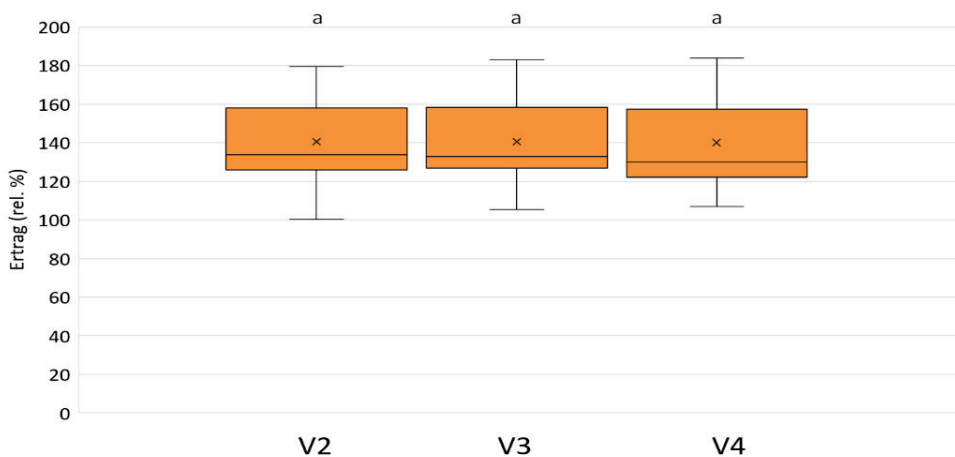
Die relativ schwächere Unkrautregulierungsleistung der Variante V4 hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Ertragsabsicherung im Vergleich mit den Varianten V2 und V3 (Abb. 4). Im Mittel erzielten die 3 verschiedenen Behandlungskonzepte in Getreide, Winterraps und Silomais eine gleichwertige Ertragsabsicherung von relativ 140 % gegenüber der unbehandelten Kontrolle.

In Zuckerrüben wurde in der Versuchsperiode, aus arbeitstechnischen Gründen, nur in den Jahren 2012 und 2019 eine Ertragserhebung durchgeführt. Hierbei traten wesentlich höhere Effekte in der Ertragsabsicherung durch die Behandlungsvarianten auf (Ertrag relativ 514-880 %). Da die Behandlungen in Conviso-Smart®-Rüben im Jahr 2019 bisher allerdings noch nicht ökonomisch bewertet werden können, wurden die Ertragsleistungen in Zuckerrüben in der Gesamtauswertung nicht berücksichtigt.



**Abbildung 3** Unkrautregulierung im Vergleich der verschiedenen Behandlungsvarianten. Statistik Kruskal-Wallis one-way ANOVA.

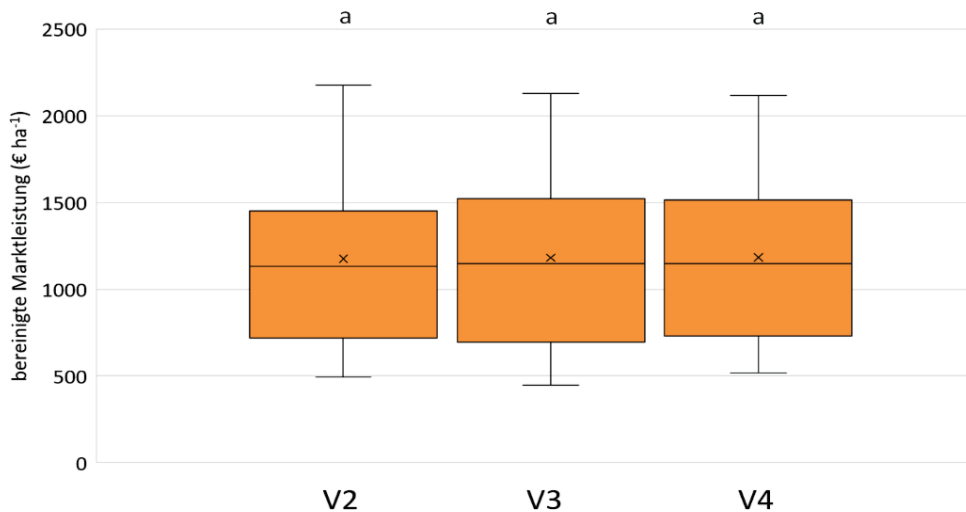
**Figure 3** Weed control in comparison of different treatment options. Statistics Kruskal–Wallis one-way analysis of variance.



**Abbildung 4** Ertragsabsicherung im Vergleich der verschiedenen Behandlungsvarianten in Getreide, Winterraps und Mais. Statistik Kruskal-Wallis one-way ANOVA.

**Figure 4** Yield protection compared with the different treatment options in cereals, winter oilseed rape and maize. Statistics Kruskal–Wallis one-way analysis of variance.

Die gleichwertige Ertragsabsicherung der verschiedenen Behandlungsvarianten hat eine ebenfalls gleichwertige ökonomische Leistung zur Konsequenz (Abb. 5). Im Vergleich erzielte die Variante V2 eine bereinigte Marktleistung von  $1.176 \text{ € ha}^{-1}$  (SD  $507 \text{ € ha}^{-1}$ ) im Mittel über die Fruchtfolgeglieder Getreide, Winterraps und Silomais. Die Ergebnisse für V3 mit  $\bar{\varnothing} 1.181 \text{ € ha}^{-1}$  (SD  $510 \text{ € ha}^{-1}$ ) und V4 mit  $\bar{\varnothing} 1.183 \text{ € ha}^{-1}$  (SD  $479 \text{ € ha}^{-1}$ ) sind absolut gleichwertig.



**Abbildung 5** Ökonomik in Getreide, Winterraps und Mais im Vergleich der verschiedenen Behandlungsvarianten. Statistik Kruskal-Wallis one-way ANOVA.

**Figure 5** Economic feasibility in cereals, winter oilseed rape and maize compared to the different treatment options. Statistics Kruskal–Wallis one-way analysis of variance.

Die geringen Unterschiede in der Unkrautregulierungsleistung und die gleichwertige Leistung in der Ertragsabsicherung und Ökonomik im Vergleich der geprüften Behandlungskonzepte müssen in diesem Dauerversuch unter dem Aspekt einer relativ einfach zu regulierenden Unkrautflora mit vorwiegend einjährigen zweikeimblättrigen Unkräutern betrachtet werden. Die in den letzten Versuchsjahren in geringem Umfang aufgetretenen Samenungräser *Apera spica-venti* (7-10 Pfl./m<sup>2</sup>) und *Poa annua* (3-5 Pfl./m<sup>2</sup>) konnten bis auf der Variante mit stark reduziertem Herbizideinsatz V4 ausreichend sicher bekämpft werden.

Der Dauerversuch wird mit dem aktuellen Konzept weitergeführt, um mögliche Veränderungen in der Entwicklung der Unkrautflora und den resultierenden Leistungen unterschiedlicher Behandlungsvarianten feststellen zu können.

## Literatur

- AGRARMETEOROLOGIE BAYERN, 2021: Klimadaten der Messstation Puch, Lkrs. Fürstenfeldbruck. URL: <https://www.wetter-by.de/>
- BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT, BMEL, 2021: Integrierter Pflanzenschutz. URL: <https://www.nap-pflanzenschutz.de/integrierter-pflanzenschutz/leitlinien-ips/>
- BURTH, U., V. GUTSCHE, B. FREIER, D. ROßBERG, 2002: Das notwendige Maß bei der Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes **54** (12), 297-303.
- GEHRING, K., T. FESTNER, S. THYSSEN, 2006: Anpassung der Unkrautflora an eine unterschiedliche Intensität der Herbizidbehandlung. Gesunde Pflanze **58**, 52-56.
- GEROWITT, B., R. HEITEFUSS, 1990: Weed economic thresholds in cereals in the Federal Republic of Germany. Crop Protection **9** (5), 323-331.
- MEYER, R., 2014: Diversity of European Farming Systems and Pathways to Sustainable Intensification. Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis **23** (3), 11-21.
- UNISTAT LTD., 2015: User Guide, Version 6.5. London, UK, 1244 p.