Versuchsergebnisse aus Bayern
2020

Unkrautbekämpfung im Ackerbau und Grünland

Systemvergleich unterschiedlicher Unkrautregulierungsverfahren im Maisanbau

Versuchsergebnisse in Zusammenarbeit mit den Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

Herausgeber: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Institut für Pflanzenschutz
Lange Point 10, 85354 Freising-Weihenstephan
© 2021

Autoren: K. Gehring, S. Thyssen & T. Festner
Kontakt: Tel: 08161/71-5661
E-Mail: Pflanzenschutz@LfL.Bayern.de

Inhaltsverzeichnis

Allgemeine Hinweise	**3**
Kommentar	**4**
Standortbeschreibung	**6**
Lage der Versuchsstandorte	**7**
Versuchsaufbau	**8**
Ergebnisse der Einzelstandorte	**9**
Bonituren	**11**
Ertrag und Wirtschaftlichkeit	**12**
Diagramme	**14**

Allgemeine Hinweise

Der Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel muss sich auf das biologisch und wirtschaftlich notwendige Maß beschränken, um den Naturhaushalt nicht unnötig zu belasten. Die Versuchsergebnisse beinhalten die biologische Wirkung der einzelnen Pflanzenschutzmaßnahmen und die resultierende Wirtschaftlichkeit, um der Praxis und der Beratung weiterführende Entscheidungshilfen für einen optimierten Einsatz von Pflanzenschutzmaßnahmen anbieten zu können.

Die Effektivität der geprüften Unkrautbekämpfungsmaßnahmen wird durch visuelle Bonitur der Bekämpfungsleistung und Kulturpflanzenverträglichkeit in Relation zur unbehandelten Kontrolle ermittelt. Teilweise werden diese Bewertungen durch Auszählungen ergänzt. Hierbei werden die internationalen Standards (EPPO-Richtlinien) für Pflanzenschutzversuche zu Grunde gelegt. Die Bezeichnung der Unkrautarten erfolgt nach dem allgemein gebräuchlichen BAYER-Code.

Bei Ertragserhebungen erfolgt die Angabe der Wirtschaftlichkeit als „bereinigte Marktleistung“ (bML = Mehr- bzw. Minderertrag dt/ha x Marktpreis; abzüglich Ausbringungskosten) in Relation zur Marktleistung (ML = Ertrag dt/ha x Marktpreis) der unbehandelten Kontrolle. Die Ertragsleistungen und die Wirtschaftlichkeit werden varianzanalytisch anhand des Newman-Keuls-Test bewertet. Signifikanzen bzw. Nicht-Signifikanzen werden mit einem Buchstabencode dargestellt. Mittelwerte, die sich nicht signifikant unterscheiden sind durch gleiche Buchstaben gekennzeichnet. Wenn zu vergleichende Mittelwerte keinen einzigen gleichen Buchstaben besitzen, besteht bei der vorgegebenen Irrtumswahrscheinlichkeit (P) von 5% ein signifikanter Unterschied.

Grundsätzlich ist bei der Interpretation der Versuchsergebnisse folgendes zu beachten:

- Ein Teil der Versuche dient der Klärung wissenschaftlicher Fragen, hat also keinen unmittelbaren Praxisbezug.
- Bei Herbizidversuchen sind neben einer einjährigen Betrachtung noch weitere Einflussgrößen, wie evtl. Folgeverunkrautung, Trocknungskosten, Zwischenwirte für Krankheiten usw. zu berücksichtigen.
- Durch die Pflanzenschutzmittelanwendung wird in der Regel auch die Qualität des Erntegutes verbessert: Höheres Tausendkorngewicht und bessere Sortierung bedeuten über einen höheren Produktpreis meist auch einen größeren Gewinn, der bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung bisher noch nicht berücksichtigt wird.

Signifikanzen bzw. Nicht-Signifikanzen, die sich aus dem Newman-Keuls-Test für die Erträge ergeben, können nicht auf die Marktleistung übertragen werden, da hier andere Varianzen zugrunde liegen. Statistische Aussagen zur Marktleistung können nur aus einer eigenen Verrechnung resultieren.

Kommentar

Der Systemversuch zum Vergleich von chemischen und mechanischen Unkrautregulierungsverfahren in Mais wurde 2020 zum ersten Mal an zwei Standorten in Bayern angelegt. Im Gegensatz zu den klassischen Herbizidversuchen werden in den Systemversuchen keine exakten Behandlungen vorgegeben. Die konkrete Ausgestaltung der Behandlungskonzepte wird vor Ort anhand des standortspezifischen Bedarfs entschieden.

Der Versuchsplan umfasste neben der unbehandelten Kontrolle, einer rein chemischen und einer rein mechanischen Variante noch zwei integrierte Behandlungskonzepte, in denen Mechanik und Herbizideinsatz kombiniert wurden. In VG4 wurde ein früher Herbizideinsatz von Adengo vorgegeben, je nach Restverunkrautung sollte dann mechanisch nachgearbeitet werden. In VG5 sollte zum klassischen NA-Anwendungstermin ein Hackgeräteinsatz kombiniert mit einer Bandspritzung durchgeführt werden. Für den Herbizideinsatz wurde die Tankmischung Spectrum Plus + MaisTer Power vorgegeben. Weitere Hackeinsätze im späteren Nachauflauf konnten je nach Bedarf folgen.

Am Standort Bobingen bestand die Verunkrautung zum größten Teil aus Vogelmiere, in Aholming trat ein breiteres Spektrum an dikotylen Unkräutern auf. Typische, hochwachsende Maisunkräuter wie Gänsefuß, Knöterich-Arten und Hirsen kamen dagegen an beiden Standorten kaum vor. Trotzdem stellte die Verunkrautung eine gewisse Konkurrenz zum Mais dar, so dass Ertragsabsicherungen durch die Unkrautregulierung möglich waren.

In VG2 wurden mit Aspect + Laudis in Bobingen und Gardo Gold + Callisto in Aholming breit wirksame, ortsübliche Herbizdkombinationen eingesetzt, die angesichts des vorhandenen Unkrautspektrums aber eher überdimensioniert bzw. wegen der fehlenden Verungrasung auch unnötig waren. Die Wirkungen waren dementsprechend umfassend. Nur Wurzelunkräuter wie die nestweise in Aholming auftretende Gänsedistel wurden nicht ausreichend kontrolliert.

Die integrierten Varianten VG4 und VG5 waren in der Wirkung mit VG2 vergleichbar und fielen nur durch Nachkeimer von z.B. Vogelmiere in Bobingen oder Franzosenkraut in Aholming geringfügig ab. Für VG4 stellt sich hierbei die Frage, ob die Hackbehandlungen überhaupt für eine Verbesserung der Unkrautwirkung gesorgt haben oder vielleicht eher durch die Bodenbewegung zusätzlich Unkräuter zum Auflaufen gebracht wurden.

Die rein mechanische Variante VG2 fiel dagegen deutlich in der Wirkung ab, was zum einen an der fehlenden Bekämpfung der Unkräuter in der Reihe lag und zum anderen an einer leichten Spätverunkrautung durch Nachaufläufer zwischen den Reihen. Vor allem die Vogelmiere in Bobingen erwies sich durch ihre große Regenerationsfähigkeit vor diesem Hintergrund als nicht sicher regulierbar, so dass bei der Endbonitur Ende Juli nur noch ein Wirkungsgrad von 28 % festgestellt wurde. Die in Aholming vorkommenden Unkräuter wurden dagegen besser durch das Hacken erfasst, so dass hier für die standortspezifischen Leitunkräuter Wirkungsgrade im Bereich von 80 % bonitiert wurden.

Die mechanische Unkrautbekämpfung erfolgte ausschließlich durch Hacken, ein in Aholming zusätzlich geplanter Striegeleinsatz, der auch Unkräuter in der Reihe erfasst hätte, unterblieb witterungsbedingt. In Bobingen wurden in VG3 und VG5 jeweils drei Hackgänge durchgeführt und in VG4 zwei Hackgänge. In Aholming wurde VG3 bis VG5 jeweils zweimal gehackt.

In Bobingen erfolgte die Ernte als Silomais. Die Varianten 2, 4 und 5 sorgten dank umfassender Unkrautkontrolle für eine Ertragsabsicherung von fast 30 %. VG2 erreichte wohl vor allem aufgrund der schlechten Vogelmiere-Wirkung nur einen statistisch nicht absicherbaren Mehrertrag von 7 %. Bei der Körnermais-Ernte in Aholming konnten dagegen bei allen Varianten Mehrerträge zwischen 31 und 45 % zur unbehandelten Kontrolle abgesichert werden. Innerhalb der Behandlungen gab es dagegen aufgrund der starken Schwankungen der einzelnen Wiederholungen keine statistische Absicherung. Zu diesen Schwankungen trugen neben der unterschiedlichen Unkrautwirkung auch Bodenunterschiede und Distelnester bei. Ob der tendenziell höhere Ertrag in VG4 und VG5 auf Kombinationseffekten aus guter Herbizidwirkung und positiver Lockerung und Durchlüftung des Bodens durch Hacken beruhte, bleibt somit eine Hypothese.

Die Wirtschaftlichkeit der Behandlungen wurde anhand der Daten zur Berechnung des Deckungsbeitrags des Instituts für Betriebswirtschaft und Agrarstruktur der LfL kalkuliert. Es wurde mit der bereinigten Marktleistung incl. Lohnansatz (Eigenleistung) gerechnet. Eine Überfahrt mit Pflanzenschutzspritze wird demnach mit 8,82 €/ha plus Herbizidkosten und ein Hackgerät-Einsatz mit 44,10 € berechnet. Die Bandspritzung in VG5 wurde in Bobingen mit einem kombinierten Hack-Spritzgerät durchgeführt, die mit Herbiziden behandelte Fläche betrug dabei 40 %. In Aholming wurde die Bandspritzung als separater Arbeitsgang durchgeführt, bei dem 30 % der Fläche behandelt wurden. An beiden Standorten war die rein chemische Behandlung aufgrund der einmaligen Überfahrt am günstigsten. Bei den Herbizidkosten wären angesichts des unproblematischen Unkrautspektrums auch noch Einsparungen möglich gewesen. Die Kosten der mechanischen Unkrautbekämpfung wird durch die Anzahl der Bearbeitungsgänge bestimmt. Da in Bobingen in VG3 und VG5 ein Hackgang mehr durchgeführt wurde als in Aholming lagen hier die Kosten am höchsten. In VG5 reduziert sich die Anzahl der Hackgänge nicht und die anteiligen Herbizidkosten der Bandspritzung kommen dazu, deshalb ist dies die teuerste Variante.

Bis auf die rein mechanische Behandlung in Bobingen waren alle Behandlungen wirtschaftlich mit bereinigten Mehrerlösen zwischen 136 und 333 €/ha. Aufgrund der hohen Ertragsschwankungen war eine statistische Absicherung zur Kontrolle nicht immer möglich.

Die beiden ersten Versuche dieses neuen Versuchsprogramms lieferten noch keine eindeutigen Ergebnisse. In Aholming wurde eine eher schwache Mischverunkrautung von allen Behandlungen relativ sicher und ohne größere Ertragseinbußen kontrolliert. In Bobingen trat eigentlich nur Vogelmiere als nennenswertes Unkraut auf. Trotz höherem Aufwand als in Aholming versagte hier die Hacktechnik fast vollständig. Bei der integrierten Variante VG4 liegt der Verdacht nahe, dass an beiden Standorten Adengo auch ohne mechanische Nachbehandlungen ausreichend gewirkt hätte. VG5 sorgte bei Herbizideinsparungen von 60-70 % für eine sichere Unkrautkontrolle bei allerdings auch deutlich erhöhtem Aufwand. Positive Ertragseffekte des

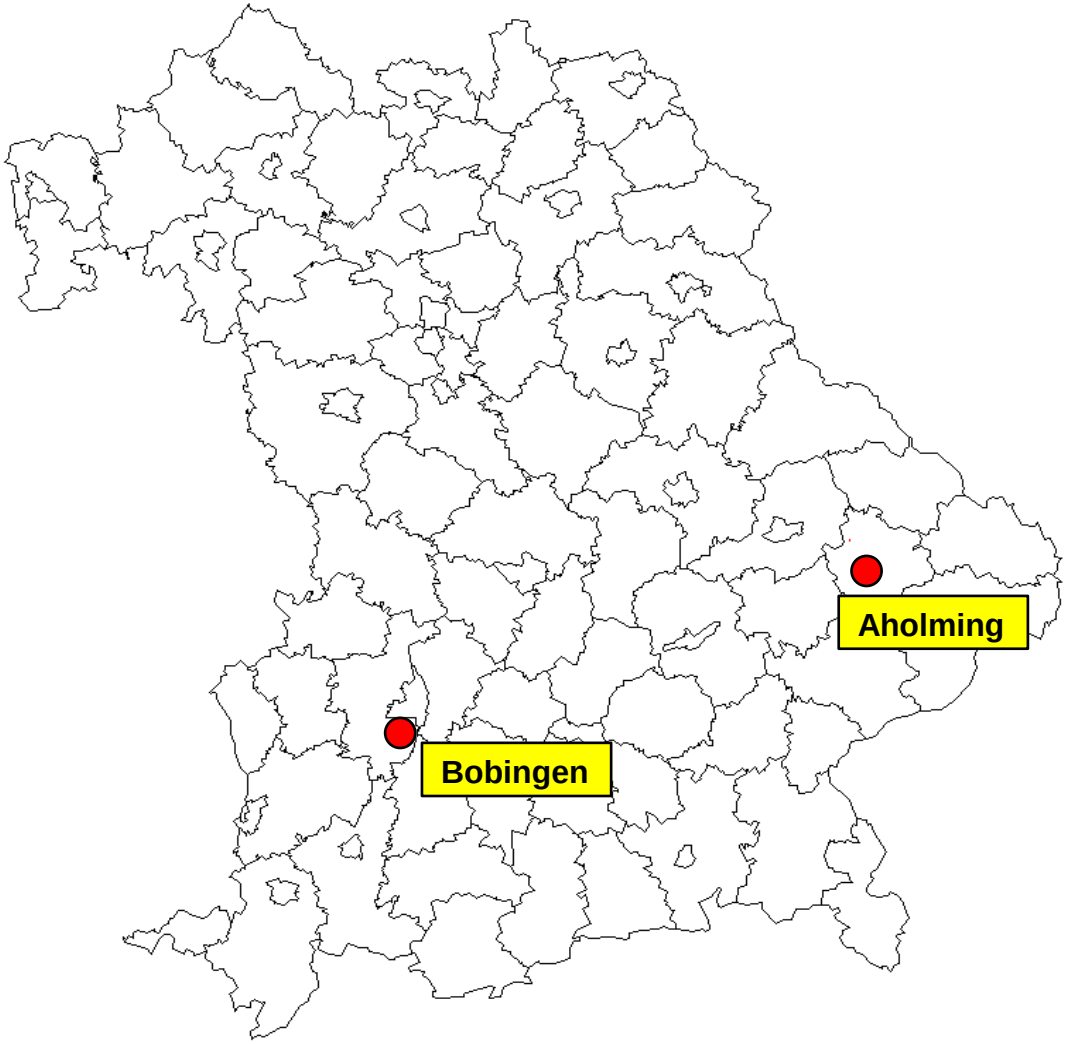
Hackens jenseits der direkten Unkrautwirkung durch Bodenlockerung in VG4 und VG5 können bisher nur vermutet werden.

Wie sich das Versuchskonzept auf Standorten mit einer typischen Mais-Verunkrautung mit z.B. Weißem Gänsefuß, Winden-Knöterich und Hirsen bewährt, kann hoffentlich in den nächsten Versuchsjahren geklärt werden.

Standortbeschreibung

Versuchsort (Landkreis)	Versuchs-ansteller	Kultur	Sorte	Saattermin	Vorfrucht	Boden-bearbeitung	Bodenart
Bobingen (Augsburg)	AELF Augsburg	Silomais	KWS Gustavius	08.04.2020	Winterweizen	Scheibenegge	Sandiger Lehm
Aholming (Deggendorf)	AELF Deggendorf	Körnermais	ES Eurojet	25.04.2020	Winterweizen	Pflug	Stark sandiger Lehm

Lage der Versuchsstandorte



Versuchsaufbau

VG	Behandlung	Bemerkung
1	**unbehandelt**	Kontrolle
2	**Chemisch:** ortsüblich optimaler Herbizideinsatz	Herbizideinsatz nach Bedarf in Abhängigkeit von der Standortverunkrautung und nach Bekämpfungsschwellen.
3	**Mechanisch:** Striegel- und Hacktechnik nach Bedarf	Gerätetechnik und Behandlungshäufigkeit nach standortspezifischen Bedarf.
4	**Integriert-I:** - Bodenherbizid-Vorlage mit Adengo 0,25 l/ha im VA-NAK - Hackgeräteeinsatz in BBCH 12/14 bis 16/18	Mechanische Regulierung mit maistauglichen Geräten und Boden-Anwerfen in die Reihe mit i.d.R. ein bis zwei Arbeitsgängen.
5	**Integriert-II:** - Bandbehandlung auf der Reihe mit Spectrum Plus + MaisTer Power 2,5+1,0 l/ha im NA - Hackgeräteeinsatz ab BBCH 12/14 Unkräuter nach Bedarf	In der Regel mindestens zwei- bis dreimaliger Einsatz von Mais-Hackgeräten in BBCH 12/14 bis 16/18.

Ergebnisse der Einzelstandorte

Versuchsort: Bobingen

VG	Behandlung	Aufwand	Termin	Kultur	STEME		HERBA		Deckungsgrad [%] Kultur		Deckungsgrad [%] Unkraut	
		E/ha		BBCH	17.06.	21.07.	17.06.	21.07.	17.06.	21.07.	17.06.	21.07.
					Anteil am Gesamt-UKD [%]							
1	Kontrolle	---	---	---	85	68	15	33	11	50	40	75
					Wirkung [%]							
2	Aspect+Laudis	1,5+2,0	28.04.	12	98	99	96	97				
3	Hacke/Hacke/Hacke	--	28.04./07.05./27.05.	12/14/18	55	28	38	66				
4	Adengo/Hacke/Hacke	0,33/'--/'--	24.04./07.05./27.05.	11-12/14/18	98	93	97	96				
5	Spectrum Plus+MaisTer Power*+Hacke/Hacke/Hacke	2,5+1,0/'--/'--	28.04./07.05./27.05.	12/14/18	98	94	95	92				

* = Bandspritzung

Besatzdichte (Pfl./qm) am 17.06.20: STEME 18, CAPBP 7, TRFRE 5, RUMSS 3, POLSS 2, HERBA 4

HERBA; MATSS, SOLTU, RUMOB, POLSS, CONAR, TRFSS, CAPBP

- kein Phytotox.

Versuchsort: Aholming

VG	Behandlung	Aufwand E/ha	Termin	Kultur BBCH	CAPBP 10.07.	CAPBP 30.07.	STEME 10.07.	STEME 30.07.	GASCI 10.07.	GASCI 30.07.	AMARE 10.07.	AMARE 30.07.	CHEAL 10.07.	CHEAL 30.07.	LAMAM 10.07.	LAMAM 30.07.	MATCH 10.07.	MATCH 30.07.	HERBA 10.07.	HERBA 30.07.	TTTTT 10.07.	TTTTT 30.07.
					Anteil am Gesamt-UKD [%]																	
1	Kontrolle	---	---	---	37	28	13	15	12	18	7	6	7	7	3	3	5	4	19	20		
					Wirkung [%]																	
2	Gardo Gold+Callisto	3,0+0,8	02.06.	13	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	87	87	98	99
3	Hacke/Hacke	--/--	02.06./23.06.	13/15-16	82	80	83	79	81	79	81	83	85	85	84	84	85	85	71	76	80	79
4	Adengo/Hacke/Hacke	0,25/--/--	07.05./02.06./23.06.	10-11/13/15-16	100	99	100	98	100	97	100	100	100	100	100	100	100	100	92	99	99	98
5	Spectrum Plus+MaisTer Power* +Hacke/Hacke	2,5+1,0/--/--	02.06./23.06.	13/15-16	99	98	99	98	99	96	100	98	100	100	99	99	100	100	98	98	99	97

* = Bandspritzung

Besatzdichte (Pfl./qm) am 03.06.20: CAPBP 66, STEME 26, LAMAM 4, MATCH 12, CHEAL 4, GASCI 4, AMARE 4, HERBA 55

HERBA: ECHCG, AETCY, POLPE, THLAR, CIRAR, VERSS, SENVU, POLAV, SOLNI. MELAL, VIOAR

Deckungsgrad [%]			
Kultur		Unkraut	
10.07.	30.07.	10.07.	30.07.
43	75	84	95

Bonituren

VG	Behandlung	Wirkungsgrad in % (Anteil am Unkrautdeckungsgrad in %)										
		STEME (A)	HERBA (A)	CAPBP (DEG)	STEME (DEG)	GASCI (DEG)	AMARE (DEG)	CHEAL (DEG)	LAMAM (DEG)	MATCH (DEG)	HERBA (DEG)	Mittelwert
1	unbehandelt	68	33	28	15	18	6	7	3	4	20	20
2	chemisch	99	97	100	100	100	100	100	100	100	87	98
3	mechanisch	28	66	80	79	79	83	85	84	85	76	74
4	Herbizid-Vorlage + Hacke	93	96	99	98	97	100	100	100	100	99	98
5	Bandspritzung + Hacke	94	92	98	98	96	98	100	99	100	98	97
	Standort-Mittelwert	78	88	94	94	93	95	96	96	96	90	

Ertrag und Wirtschaftlichkeit

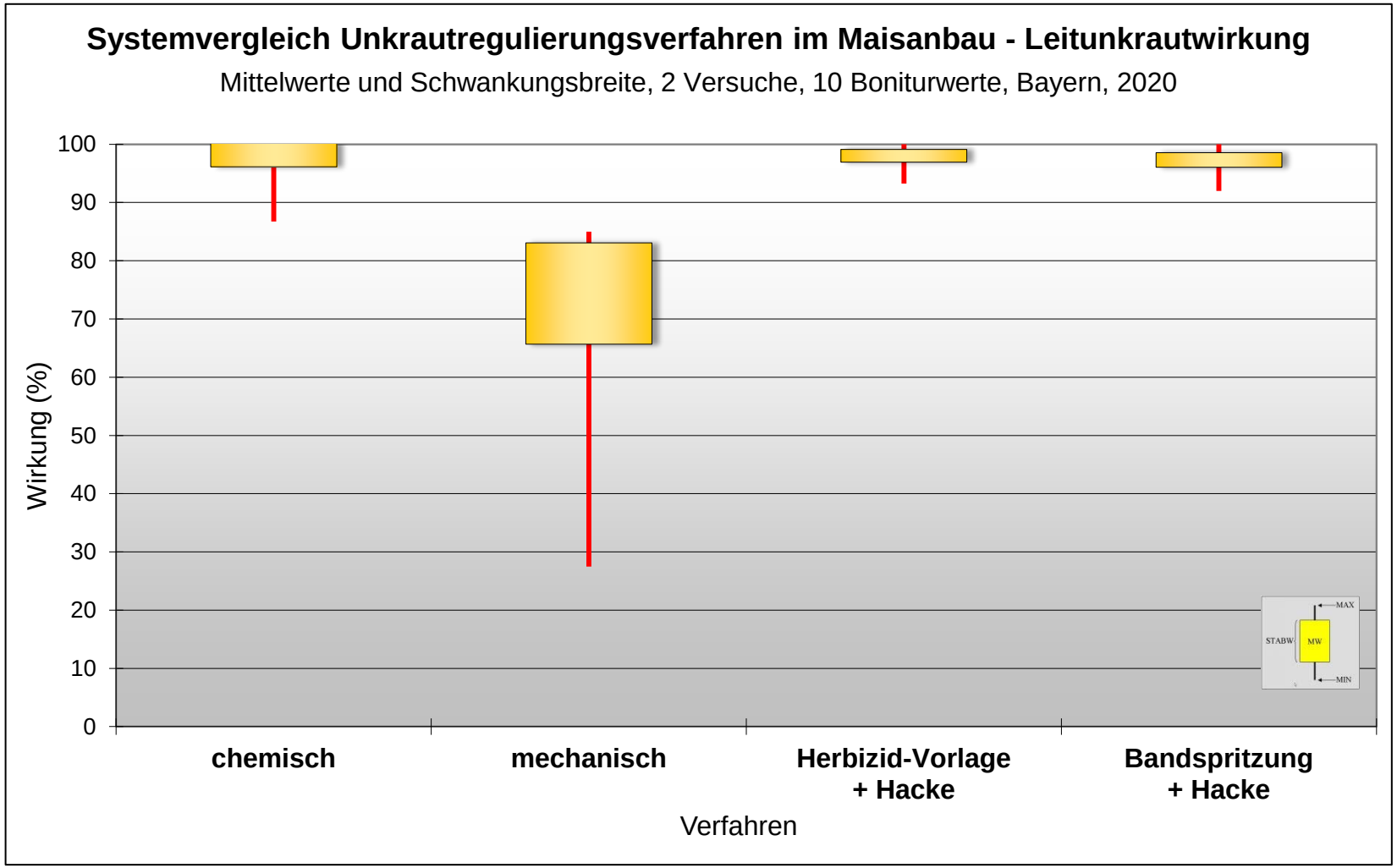
VG	Behandlung	Ertragsabsicherung (rel. % zu VG 1, VG1 = Ertrag in dt/ha)				
		Bobingen (Silomais, Frischmasse)	SNK	Aholming (Körnermais)	SNK	Mittelwert
1	unbehandelt	445,1	b	58,3	b	
2	chemisch	126	a	131	a	129
3	mechanisch	107	b	131	a	119
4	Herbizid-Vorlage + Hacke	129	a	139	a	134
5	Bandspritzung + Hacke	126	a	145	a	135
	Standort-Mittelwert	122		137		

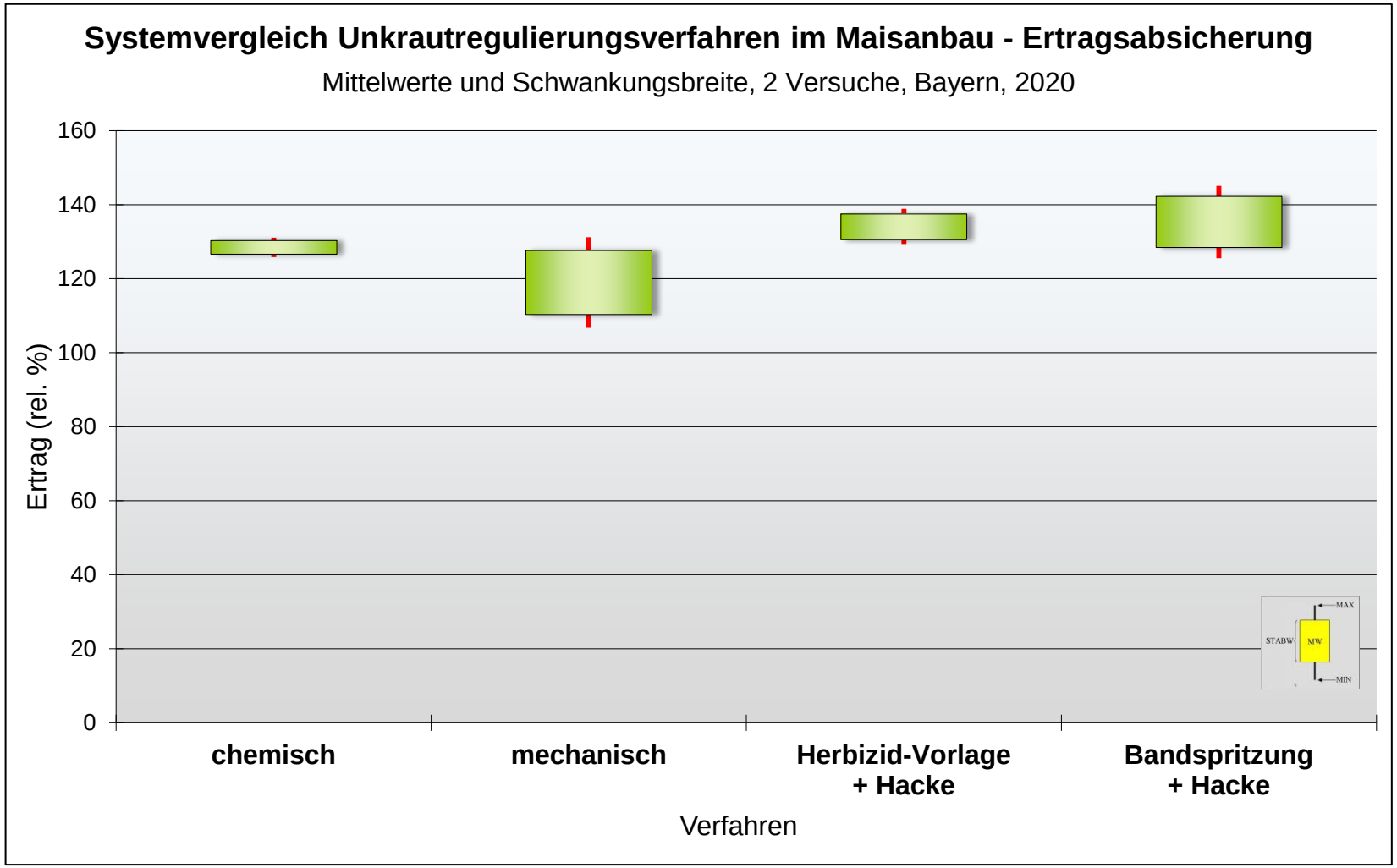
VG	Behandlung	Behandlungskosten in €		
		Bobingen (Silomais)	Aholming (Körnermais)	Mittelwert
1	unbehandelt	0	0	
2	chemisch	96	74	85
3	mechanisch	132	88	110
4	Herbizid-Vorlage + Hacke	138	128	133
5	Bandspritzung + Hacke	167	123	145
	Standort-Mittelwert	133	103	

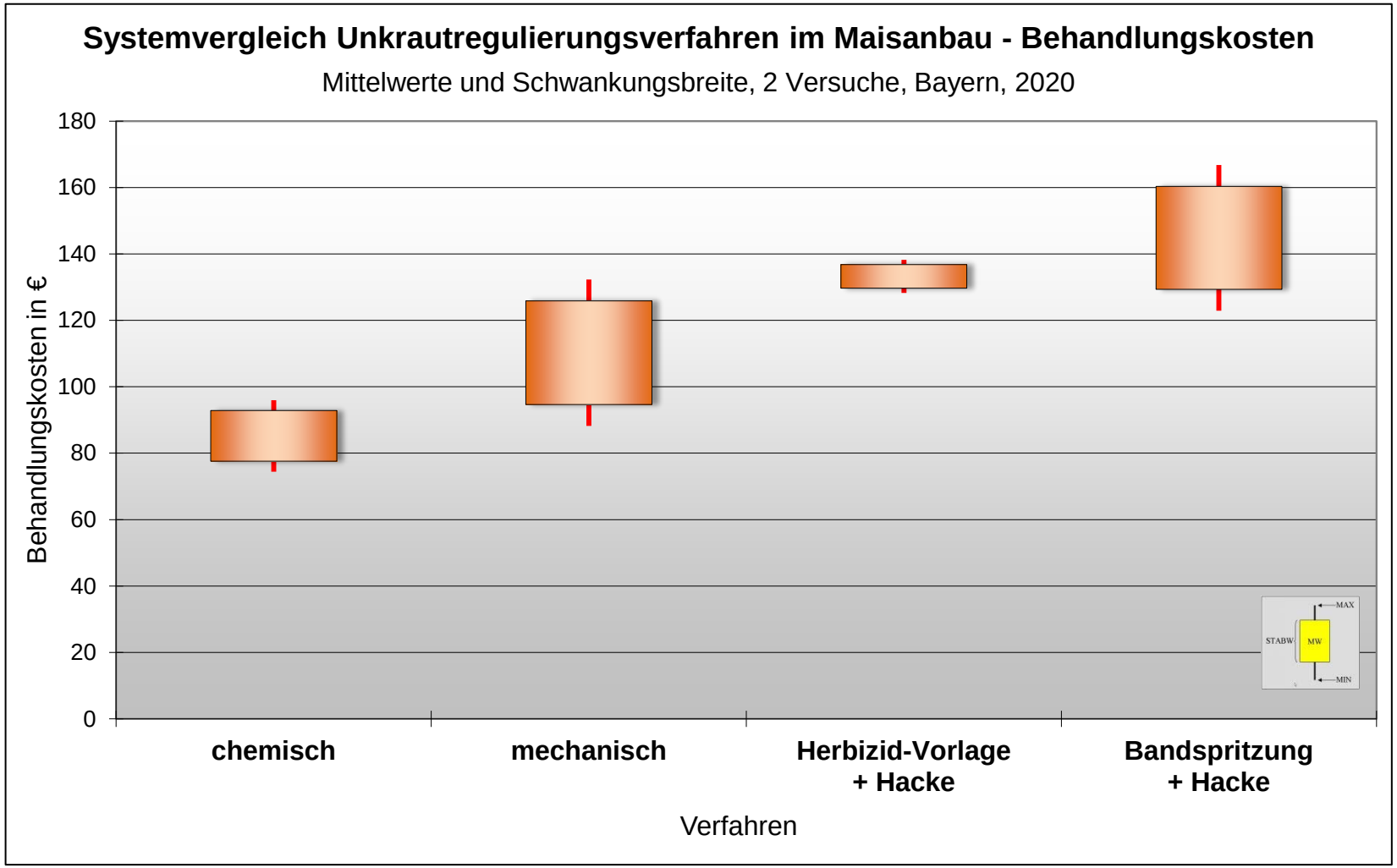
VG	Behandlung	Wirtschaftlichkeit Bereinigter Mehrerlös in €/ha, VG1 = Marktleistung in €				
		Bobingen* (Silomais)	SNK	Aholming** (Körnermais)	SNK	Mittelwert
1	unbehandelt	1184	bc	1010	b	
2	chemisch	210	a	240	ab	225
3	mechanisch	-53	c	227	ab	87
4	Herbizid-Vorlage + Hacke	207	a	265	ab	236
5	Bandspritzung + Hacke	136	ab	333	a	234
	Standort-Mittelwert	125		266		

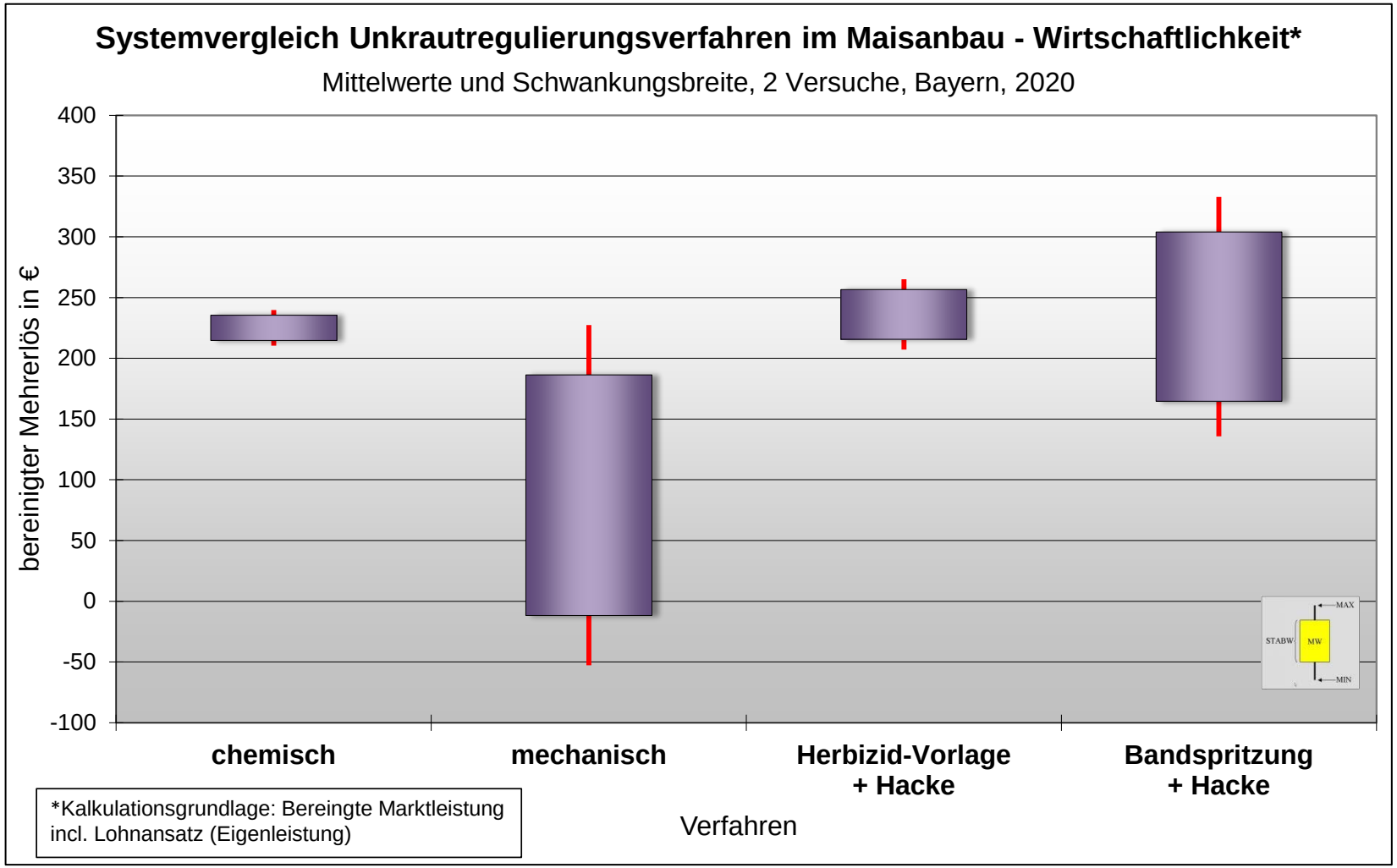
*= Preisansatz Silomais 2,66 €/dt
**= Preisansatz Körnermais 17,31 €/ha

Diagramme


Systemvergleich Unkrautregulierungsverfahren im Maisanbau - Leitunkrautwirkung
Mittelwerte und Schwankungsbreite, 2 Versuche, 10 Boniturwerte, Bayern, 2020
Wirkung (%)
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
chemisch
mechanisch
Herbizid-Vorlage + Hacke
Bandspritzung + Hacke
Verfahren
MAX
STABW
MW
MIN


Systemvergleich Unkrautregulierungsverfahren im Maisanbau - Ertragsabsicherung
Mittelwerte und Schwankungsbreite, 2 Versuche, Bayern, 2020
Ertrag (rel. %)
160
140
120
100
80
60
40
20
0
MAX
STABW
MW
MIN
chemisch
mechanisch
Herbizid-Vorlage + Hacke
Bandspritzung + Hacke
Verfahren


Systemvergleich Unkrautregulierungsverfahren im Maisanbau - Behandlungskosten
Mittelwerte und Schwankungsbreite, 2 Versuche, Bayern, 2020
Behandlungskosten in €
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
chemisch
mechanisch
Herbizid-Vorlage + Hacke
Bandspritzung + Hacke
Verfahren
MAX
STABW
MW
MIN


Systemvergleich Unkrautregulierungsverfahren im Maisanbau - Wirtschaftlichkeit*
Mittelwerte und Schwankungsbreite, 2 Versuche, Bayern, 2020
bereinigter Mehrerlös in €
400
350
300
250
200
150
100
50
0
-50
-100
MAX
STABW
MW
MIN
chemisch
mechanisch
Herbizid-Vorlage + Hacke
Bandspritzung + Hacke
Verfahren
*Kalkulationsgrundlage: Bereingte Marktleistung incl. Lohnansatz (Eigenleistung)