

Carolin Römer, Bernhard C. Schäfer

Einfluss des Clearfield-Systems auf Ertrag, Unkrautkontrolle und Wirtschaftlichkeit im Rapsanbau

Influence of the Clearfield system on yield, weed control and economy in winter oilseed rape

149

Zusammenfassung

Der Anbau von Clearfield-Winterraps wurde in den Erntejahren 2012 bis 2014 in insgesamt 19 Feldversuchen in sieben Regionen Deutschlands hinsichtlich seiner Leistungsfähigkeit (Kornertrag, Ölgehalt, bereinigte Marktleistung) untersucht. Dazu wurden zwei herkömmliche Rapshybridsorten (Dimension und Visby) mit drei verschiedenen Clearfield-Hybriden verglichen. Neben der Leistungsfähigkeit der Sorten interessierte die Herbizidwirkung praxisüblicher Vorauf- und Nachaufbehandlungen (Vorauf: Colzor Trio 4,0 l/ha (187,5 g/l Dimethachlor + 187,5 g/l Napropamid + 30,0 g/l Clomazone), Nachauf: Butisan Gold 2,5 l/ha (200 g/l Metazachlor + 200 g/l Dimethenamid-P + 100 g/l Quinmerac)) im Vergleich zum Einsatz des Clearfieldherbizids Vantiga® D (2,0 l/ha (375 g/l Metazachlor + 125 g/l Quinmerac + 6,25 g/l Imazamox) + 1,0 l/ha Dash E.C. (Formulierungshilfsstoff)). Über alle Umwelten gemittelt gab es keinen signifikanten Ertragsunterschied zwischen den beiden oben beschriebenen Standardsystemen und dem Clearfield-System. Auf den Ölgehalt hatte ausschließlich die Sorte einen signifikanten Einfluss. Die Sorte Dimension zeigte über alle Versuchsjahre und -standorte gemittelt mit 44,4% den signifikant höchsten Ölgehalt. Das Clearfield-Herbizid erreichte gegenüber den auftretenden Leit- und Problemunkräutern vergleichbare herbizide Wirkungen wie die getesteten praxisüblichen Herbizidvarianten. In der bereinigten Marktleistung zeigten sich zwischen den verschiedenen Herbizidbehandlungssystemen keine signifikanten Unterschiede. Über die Zweckmäßigkeit des Einsatzes des Clearfield-Systems muss daher in Abhängigkeit von Standort, vorkommen-

den Unkrautarten und anderen betriebsspezifischen Gegebenheiten entschieden werden.

Stichwörter: Clearfield-Raps, Imazamox, Kornertrag, Ölgehalt, herbizide Wirkung, bereinigte Marktleistung, UFOP (Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V.)

Abstract

The performance (yield, oil content, economic evaluation) of Clearfield winter oilseed rape has been investigated throughout the years 2012–2014 in a total of 19 field trials at seven sites distributed over Germany. In each year two common winter oilseed rape hybrid varieties (Dimension and Visby) have been compared with three different Clearfield hybrids. Besides the performance of the varieties, the effect of typical pre-emergence and post-emergence herbicides has been tested (pre-emergence: Colzor Trio 4.0 l/ha (187.5 g/l Dimethachlor + 187.5 g/l Napropamid + 30.0 g/l Clomazone), post-emergence: Butisan Gold 2.5 l/ha (200 g/l Metazachlor + 200 g/l Dimethenamid-P + 100 g/l Quinmerac)) compared to the application of the Clearfield herbicide Vantiga® D (2.0 l/ha (375 g/l Metazachlor + 125 g/l Quinmerac + 6.25 g/l Imazamox) + 1.0 l/ha Dash E.C. (formulation enhancers)). Taking the mean over all years and sites no significant yield differences between the tested standard systems and the Clearfield system have been observed within the project. Only the variety had a significant influence on the oil content. With an oil content of 44.4%, the variety Dimension showed the

Institut

Fachhochschule Südwestfalen, Fachbereich Agrarwirtschaft, Soest

Kontaktanschrift

Prof. Dr. Bernhard C. Schäfer, Fachhochschule Südwestfalen, Fachbereich Agrarwirtschaft, Soest, Lübecker Ring 2, 59494 Soest, E-Mail: schaefer.bernhard-carl@fh-swf.de

Zur Veröffentlichung angenommen

30. März 2016

highest values across all investigated years and sites. The Clearfield herbicide reached comparable herbicidal effect against the problematic weeds arising in the project as the examined common alternatives. Concerning the adjusted market performance, no significant differences between the herbicide treatment systems have been found. Therefore, the profitability of the Clearfield system has to be evaluated in dependence of the site, the occurring weeds and other farm specific circumstances.

Key words: Clearfield winter oilseed rape, Imazamox, yield, oil content, herbicidal effects, economic evaluation, UFOP (Union for the Promotion of Oil and Protein Plants)

Einleitung

2015 wurde Winterraps (*Brassica napus* L.) in Deutschland auf 1,284 Mio. ha (10,8% der Ackerfläche) angebaut, was im Vergleich zum Vorjahr einen Rückgang von 7,8% bedeutet. Die Erträge lagen 2015 mit durchschnittlich 39,1 dt/ha 12,9% unter den Erträgen des letzten Jahres (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT, BMEL, 2015). Für die Ernte 2016 wird wiederum mit einer Zunahme der Anbaufläche um 4,3% gerechnet (UNION ZUR FÖRDERUNG VON OEL- UND PROTEINPFLANZEN e.V., UFOP, 2015). Raps gehört somit zu den wichtigsten Kulturpflanzen in Deutschland. Clearfield-Rapssorten sind in Deutschland seit 2011 über die EU-Sortenliste verfügbar und das Herbizid Clearfield-Vantiga D seit April 2012 zugelassen. Im Anbaujahr 2014/15 wurde nach Angaben der BASF (2014) auf 26 000 ha Clearfield-Raps im Bundesgebiet angebaut, was 2,0% der gesamten Winterrapsanbaufläche entspricht. Nach einer Kleffmann-Studie (KLEFFMANN, 2015) liegen die Anbauswerpunkte in Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein und Baden-Württemberg.

Das System „Clearfield“ steht für die Kombination aus dem herbiziden Wirkstoff Imazamox und gegen diesen Wirkstoff tolerante Sorten. Die Herbizide werden in Deutschland unter dem Produktnamen „Clearfield®-Vantiga® D“ (375 g/l Metazachlor + 125 g/l Quinmerac + 6,25 g/l Imazamox) und „Clearfield®-Vantiga® D RunwayTM-Pack“ (Wirkstoffe von Clearfield®-Vantiga® D + 240 g/l Clopyralid + 80 g/l Picloram + 40 g/l Aminopyralid) vertrieben. Ein weiteres Herbizid befindet sich aktuell in der Zulassung (Clearfield® Clentiga®). Clearfield-Raps zeichnet sich gegenüber herkömmlichen Raps-Sorten durch eine Resistenz gegenüber dem herbiziden Wirkstoff Imazamox und eine Teilresistenz gegen andere ALS-Hemmer (HRAC-Gruppe B) aus. Weltweit ist das Clearfield-System neben Winterraps auch bei Sonnenblumen (Russland und Ukraine), Reis (Südamerika), Weizen (USA), Mais (USA) und Sommerraps (Kanada) verbreitet.

Zu den Problemunkräutern im Rapsanbau Deutschlands zählen besonders Rauke-Arten (*Sisymbrium* sp. L.), Hirtentäschelkraut (*Capsella bursa-pastoris* L.) und Storch-

schnabel-Arten (*Geranium* sp. L.). Rauke und Hirtentäschelkraut gehören, wie der Raps, zu den Kreuzblütlern (Brassicaceae) und sind somit in Rapsbeständen nur schwer bekämpfbar. Die Rauke, besonders die Weg-Rauke (*Sisymbrium officinale* (L.) Scop.), ist erst in den letzten Jahren, auch aufgrund des Klimawandels, häufiger in Raps zu beobachten und breitet sich mit zunehmender Intensität des Rapsanbaues aus (PETERS und GEROWITT, 2011). Sie dringt von den Feldrändern in die Bestände ein, wo der Raps häufig lückiger steht und die Rauke so die Möglichkeit bekommt, kräftige Pflanzen zu entwickeln. Da sie etwas später abreift als der Raps, und ihre Stängel zum Erntetermin des Rapses häufig noch grün sind, kann es bei verstärktem Auftreten zu Ernteproblemen kommen (Trommelwickler). Weiterhin entwickelt die Rauke ein hohes Samenpotential und die Samen können lange keimfähig im Boden überdauern (HANF, 1999). In anderen Kulturen, mit Ausnahme der Leguminosen, ist die Rauke relativ gut bekämpfbar (BASF, 2015; SYNGENTA, 2015). Hirtentäschelkraut beeinträchtigt besonders die Vorwinterentwicklung des Rapses und kann dichte Pflanzenbestände bilden. Auch das Vorkommen von Storchschnabel-Arten hat in den letzten Jahren extrem zugenommen und man kann mancherorts eine Entwicklung vom Nischen- zum Leitunkraut erkennen (GEHRING, 2012). Wie auch Hirtentäschelkraut beeinträchtigt Storchschnabel, besonders der Kleine Storchschnabel (*Geranium pusillum*), durch starke Rosettenbildung die Jugendentwicklung des Rapses im Herbst. Kleiner und Schlitzblättriger Storchschnabel (*Geranium dissectum* L. Jusl.) können sich zudem im Frühjahr und Sommer im Unterwuchs des Rapses weiter entwickeln und dort bis zur Samenreife gelangen (PETERS und GEROWITT, 2011).

Der landwirtschaftlichen Praxis wurden in den letzten Jahren durch diverse Veröffentlichungen in Fachzeitschriften (z.B. top agrar oder Raps) sowie unter anderem die Informationsbroschüre zu Clearfield-Raps, herausgegeben von der Officialberatung des amtlichen Dienstes (LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NORDRHEIN-WESTFALEN et al., 2012), viele Informationen zum Thema Clearfield-Raps zur Verfügung gestellt. In der Informationsbroschüre wird darauf hingewiesen, dass besonders die Nachteile des Clearfield-System nicht unerheblich sein können. Demgegenüber steht die Aussage der BASF, die in Zusammenarbeit mit 64 Vertretern aus Wissenschaft, Industrie und Fachverbänden, Pflanzenschutzämtern, Agrarhandel und Züchtern ein Weißbuch herausgegeben hat (CHENEVIER et al., 2013). Informationen aus nicht öffentlich zugänglichen Quellen und erste Praxiserfahrungen deuteten zunächst darauf hin, dass die Clearfield-Hybriden in Ertragsleistung und Ölgehalt im Vergleich zu den zugelassenen Sorten schwächer zu beurteilen sind. Weiterhin waren die Versuchsergebnisse häufig auf die jeweilige Region und damit einhergehend eine spezifische Unkrautflora bezogen. Eine umfassende ökonomische Bewertung wurde bisher nicht vorgenommen. Ziel des Modellbaus von Clearfield-Raps war deshalb eine Beurteilung der Leistungsfähigkeit des Produktionssystems hinsichtlich der Bekämpfung von Problemunkräutern, des Korn-

ertrages, der Qualität (Ölgehalt) und der Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu bisherigen Herbizid-Standardsystemen. Diese bestanden aus in der landwirtschaftlichen Praxis etablierten Vorauf- und Nachauf-Behandlungen gegen Unkräuter/Ungräser in Verbindung mit zwei vom Bundessortenamt zugelassenen Raps-Hybriden ohne Resistenz gegen den Clearfield-Wirkstoff Imazamox.

Material und Methoden

In den Jahren 2011/12, 2012/13 und 2013/14 wurde ein Modellanbau auf je sieben Standorten in sechs Bundesländern (Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Hessen, Thüringen und Bayern) durchgeführt. Der Modellanbau fand in Zusammenarbeit mit der UFOP, den Länderdienststellen der Officialberatung, Dienstleistern, den Züchterhäusern der verwendeten Sorten (Monsanto GmbH, Deutsche Saatveredelung AG (DSV), Norddeutsche Pflanzenzucht Hans-Georg Lembke KG (NPZ) und Pioneer GmbH) und der BASF statt.

Variantenplan

Es handelte sich sowohl bei den verwendeten herkömmlichen Sorten Dimension und Visby als auch bei den Clearfield-Sorten um Hybriden mit normalem Wuchshabitus; Halbzwerg-Hybriden wurden nicht angebaut. Das verwendete Saatgut war mit den im Versuchszeitraum zugelassenen Beizen Elado (80 g/l beta-Cyfluthrin + 400 g/l Clothianidin) + TMTD (980 g/kg Thiram) + DMM (500 g/kg Dimethomorph) behandelt. Die Clearfield-Hybrid-Sorten (CL-Hybriden) waren während der

Versuchsperiode nicht konsistent. Im Jahr 2012/13 stand die CL-Hybride 3 nicht zur Verfügung, weshalb CL-Hybride 4 verwendet wurde. Die CL-Hybriden 1 und 2 waren in allen Jahren identisch. Die im Modellanbau verwendeten Sorten (sowohl herkömmliche als auch Clearfield) spiegeln den Status zur Aussaat 2011 wieder. Die hier genutzten herkömmlichen Hybriden Dimension und Visby waren 2011 Vergleichssorten des Bundessortenamtes in den Wertprüfungen. Aus Tab. 1 können die verwendeten Herbizide und deren Aufwandmengen entnommen werden. Die Applikation der Herbizide erfolgte praxisorientiert nach standortüblichen Methoden mit vorhandener Kleinparzellentechnik zu den in Tab. 1 angegebenen BBCH-Stadien des Rapses.

Versuchsanlage

Die Versuche wurden als randomisierte Blockanlage in vierfacher Wiederholung in Doppelparzellen (Anlage von zwei 1,5 m breiten Parzellen nebeneinander) angelegt. Je nach Technikausstattung des Versuchsanstellers lag die Netto-Parzellengröße (Erntefläche) zwischen 12,8 und 24 m². Die Beerntung erfolgte an allen Standorten im Mähdrusch mit Parzellenmähdreschern. Da eine Behandlung der herkömmlichen Sorten mit Clearfield-Vantiga D nicht sinnvoll ist, waren die Versuche nicht vollständig orthogonal angelegt (siehe Tab. 1). Die Grundbodenbearbeitung der Versuchsflächen bestand in sechs Fällen aus einer wendenden Bearbeitung mit Pflug und in 15 Fällen aus einer konservierenden, pfluglosen Bearbeitung im Mulchsaatverfahren. Als Vorfrüchte kamen in sechs Fällen Winterweizen, in vier Fällen Winterroggen, einmal Wintertriticale, in acht Fällen Wintergerste, einmal Sommergerste und einmal Winterraps vor.

Tab. 1. Variantenplan des UFOP-Modellanbaus

Herbizidsystem	Sortentyp/Sorte				
	-- Herkömmlich --		----- CL-Hybriden -----		
	Dimension	Visby	CL-Hybride 1	CL-Hybride 2	CL-Hybride 3 bzw. CL-Hybride 4
unbehandelte Kontrolle (UTC)	✓	✓	✓	✓	✓
Vorauf-Behandlung (VA): Colzor Trio 4,0 l/ha (+ Focus Ultra 1,5 l/ha + Dash E.C. 1,5 l/ha)*	✓	✓	✓	✓	✓
Nachauf-Behandlung (NA): Butisan Gold 2,5 l/ha (BBCH 09–10) (+ Focus Ultra 1,5 l/ha + Dash E.C. 1,5 l/ha)*	✓	✓	✓	✓	✓
Clearfield-Behandlung (CL): Clearfield®-Vantiga® D 2,0 l/ha + Dash E.C. 1,0 l/ha (BBCH 11–12)	–	–	✓	✓	✓

* wenn Ausfallgetreide und Ungrasbesatz diese Behandlung im Nachauf erforderten

Versuchsstandorte

In Tab. 2 ist eine Übersicht über die Lage der Versuchsstandorte in Deutschland dargestellt. Die insgesamt 21 Umwelten deckten eine große Breite an Klimaräumen und Bodenarten ab. Die Versuche wurden auf Praxisflächen und Versuchstationen durchgeführt.

Aussaat und Ernte erfolgten auf den jeweiligen Standorten ortsüblich. Der Aussaattermin lag mit einer Ausnahme in den letzten beiden Augustwochen. Die Aussaatstärke variierte je nach Jahr und Standort zwischen 40 und 65 Körner/m². Düngung, Wachstumsreglereinsatz und weitere Pflanzenschutzmaßnahmen erfolgten praxisnah und ortsüblich. Die Ernte erfolgte je nach Jahr und Standort zwischen Ende Juli und Anfang August. Im Jahr 2011/12 konnten der Standort in Hessen aufgrund massiven Vorkommens resistenter Tresse (DICKÉ et al., 2014) und der Standort in Nord-Bayern aufgrund von Kulturschäden verursacht durch eine Herbizidbelastung aus der Vorfrucht nicht beerntet werden. In den Jahren 2012/13 und 2013/14 wurden alle Versuche beerntet, so dass insgesamt 19 Umwelten für die Auswertung zur Verfügung standen.

Ernte- und Qualitätsparameter

Der Kornertrag wurde auf 91% Trockenmasse (TM) umgerechnet. Die Feuchte wurde gravimetrisch über die Trockenschrank-Methode bestimmt. Der Ölgehalt wurde mittels Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) ermittelt. Im Folgenden wird der Ölgehalt bezogen auf 91% TM dargestellt. In die Analyse des Ölgehaltes sind nur die Umwelten eingeflossen, bei denen der Ölgehalt parzellenspezifisch bestimmt wurde (2012: Niedersachsen und Thüringen, 2013: Niedersachsen und Thüringen, 2014: Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Thüringen und Nord-Bayern).

Bonituren

Die Bonitur des Unkrautdeckungsgrades und der herbiziden Wirkung erfolgte nach European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO)-Richtlinie PP 1/49 (3) (Weeds in brassica oil crops). Um mögliche Jahreseffekte aufzuzeigen, wird bei der Darstellung der herbiziden Wirkung der Boniturtermin zu Vegetationsbeginn genutzt, da zu diesem Zeitpunkt die Wirkung der

Herbizide sicher abgeschlossen war (besonders Sulfonylharnstoffe benötigen häufig einen längeren Zeitraum, der bis zu acht Wochen betragen kann, bis ihre Wirkung vollständig abgeschlossen ist und die Unkräuter abgestorben sind) und mögliche Effekte der Winter-Witterung abgebildet werden konnten. Zu diesem Zeitpunkt könnte in der landwirtschaftlichen Praxis mit einer eingeschränkten Herbizidwahl nachreguliert werden.

Bereinigte Marktleistung

Im Rahmen des Modellanbaus wurde das Clearfield-System mit einer Auswahl praxisüblicher Herbizid-Strategien im Voraufbau bzw. Nachaufbau (s. Tab. 1) verglichen. Die Berechnungen wurden mit Hilfe des Feldarbeitsrechners des Kuratoriums für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL) (2014) und der Preisliste des deutschlandweit agierenden Agrarhandelsunternehmens Beiselen GmbH aus dem Herbst 2014 durchgeführt. In Tab. 3 sind die für die Berechnung der bereinigten Marktleistung getroffenen Annahmen dargestellt.

Aus den Annahmen ergaben sich für Arbeitszeitbedarf, Flächenleistung, Maschinenkosten, Dieselbedarf, Lohnkosten und Kosten pro Überfahrt die in Tab. 4 dargestellten Kosten.

Der Rapspreis wurde einheitlich in allen Jahren mit 34,00 €/dt festgelegt. Für die im Modellvorhaben verwendeten Sorten wurden aktuelle Saatgut-Preise (Stand: Januar 2015) festgesetzt (s. Tab. 5).

Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung wurde mit dem Programm SAS[®] 9.3 durchgeführt. Zur Auswertung von Kornertrag und Ölgehalt wurde einerseits eine zweifaktorielle Varianzanalyse ($p < 0,05$) mit der Prozedur *proc mixed* gerechnet, wobei Sorte und Herbizid als fixe Effekte und Standort, Jahr (Umwelt) und Wiederholung als zufällige Effekte definiert wurden. Um die Wechselwirkung Herbizidsystem * Sortentyp varianzanalytisch prüfen zu können, wurden beide Faktoren zu einem gemeinsamen Faktor „System“ verkettet und mit einer einfaktoriellem Varianzanalyse ebenfalls ($p < 0,05$) mit der Prozedur *proc mixed* verrechnet. Da die CL-Hybriden 3 und 4 nur zwei- bzw. einjährig geprüft wurden, wurden diese in den Varianz-

Tab. 2. Lage der Versuchsstandorte in Deutschland in den drei Versuchsjahren 2011/12 bis 2013/14 mit Angabe der Postleitzahlen

Bundesland	2011/12	2012/13	2013/14
Mecklenburg-Vorpommern	18276 Gülzow	17129 Bentzin	17153 Jürgenstorf
Niedersachsen	26160 Bad Zwischenahn	26160 Bad Zwischenahn	26160 Bad Zwischenahn
Nordrhein-Westfalen	59320 Ennigerloh-Enniger	59320 Ennigerloh-Enniger	59320 Ennigerloh-Enniger
Hessen	37293 Herleshausen-Altefeld	37293 Herleshausen-Altefeld	37293 Herleshausen-Altefeld
Thüringen	07619 Schkölen	07619 Schkölen	07619 Schkölen
Nord-Bayern	97289 Thüngen	97702 Münnerstadt-Großwenkheim	97702 Münnerstadt-Großwenkheim
Süd-Bayern	85302 Gerolsbach	85302 Gerolsbach	85302 Gerolsbach

Tab. 3. Kalkulationsgrundlagen für die Berechnung der bereinigten Marktleistung

Kalkulationsparameter	Annahme
Arbeitsverfahren	Pflanzenschutzmaßnahme ab Hof
Maschinenkombination	Anhängepflanzenschutzspritze, 24 m, 3.000 l; 67 kW
Schlaggröße	5 ha
Entfernung Hof-Feld	5 km
Menge	300 l/ha
Dieselpreis	1,00 €/l
Stundensatz	15,00 €/Akh

Tab. 4. Aus den Kalkulationsgrundlagen nach Tabelle 3 errechnete flächenbezogene Kosten

Faktoren	flächenbezogene Kosten
Arbeitszeitbedarf	0,16 Akh/ha
Flächenleistung	6,67 ha/h
Maschinenkosten (Abschreibung, Zinskosten, Reparaturen, Betriebsstoffe, Sonstiges)	8,42 €/ha
Dieselbedarf	1,06 l/ha
Lohnkosten (Stundensatz * Arbeitszeitbedarf)	2,40 €/ha
Kosten pro Überfahrt (Maschinenkosten + Lohnkosten)	10,82 €/ha

Tab. 5. Saatgut-Preise der verwendeten Sorten

Winterraps-Sorten	Saatgut-Preise
herkömmliche Hybriden (Dimension, Visby)	238,00 €/Einheit à 1,5 Mio. Körner
CL-Hybriden (1, 2, 3 und 4)	280,00 €/Einheit à 1,5 Mio. Körner

analysen, bei denen nicht über die Sorte gemittelt wurde, nicht berücksichtigt (in Abbildungen dunkleres Grau), sondern nur die Sorten Dimension, Visby, CL- Hybride 1 und CL-Hybride 2, die dreijährig geprüft wurden. Die Zuordnung von Buchstaben zu Gruppen von Mittelwerten (homogene Untergruppen), die sich nicht signifikant voneinander unterscheiden, wurde mit dem SAS-Makro Mult.sas (PIEPHO, 2012) vorgenommen.

Die herbizide Wirkung wurde mit Hilfe des χ^2 -Homogenitätstest (Kontingenztafel) und der Prozedur *proc freq* ausgewertet, wobei getestet wurde, ob sich die Wahl des Herbizid-Systems auf die herbizide Wirkung auswirkt. Dabei wurden folgende Kategorien festgelegt:

- Kategorien des Parameters „Herbizide Wirkung“:
 - sehr gut bekämpfbar (≥ 96 und $\leq 100\%$ herbizide Wirkung)
 - gut bekämpfbar (≥ 91 und $\leq 95\%$ herbizide Wirkung)

- mäßig bekämpfbar (≥ 86 und $\leq 90\%$ herbizide Wirkung)
- nicht bekämpfbar ($\leq 85\%$ herbizide Wirkung)
- Kategorien des Herbizid-Systems:
 - Vorauflauf-Behandlung (VA) (Dimension, Visby, CL-Hybriden + Colzor Trio 4,0 l/ha)
 - Nachauflauf-Behandlung (NA) (Dimension, Visby, CL-Hybriden + Butisan Gold 2,5 l/ha)
 - Clearfield-Behandlung (CL) (CL-Hybriden (1–4) + Clearfield®-Vantiga®D 2,0 l/ha + Dash E.C. 1,0 l/ha)

Die Einteilung der Kategorien des Parameters „herbizide Wirkung“ erfolgte nach den in der Pflanzenschutzmittelindustrie üblichen Klassen. In Hessen wurde im Versuchsjahr 2013/14 in den behandelten Parzellen nicht

die herbizide Wirkung bonitiert, sondern der Unkrautdeckungsgrad. Die Umrechnung erfolgte nach ABBOTT und HENDERSON-TILTON (zitiert bei BÜCHSE, 2011).

Ergebnisse und Diskussion

Kornertrag

Die Wechselwirkung Sorte * Herbizid hatte keinen signifikanten Einfluss auf den Ertrag. Ein signifikanter kombinatorischer Ertragseffekt ist demnach bei keinem Sorte-Herbizid-System zu erkennen (ohne Abb.). Fasst man jeweils die herkömmlichen Sorten Dimension und Visby und die CL-Hybriden 1 bis 4 zusammen, unterschied sich das Clearfield-System (Sorten in Kombination mit Herbizid) durch höhere Erträge signifikant von den unbehandelten Kontrollen sowohl der herkömmlichen Sorten als auch der Clearfield-Sorten. Zu den übrigen Kombinationen gab es keine signifikanten Unterschiede. Ein signifikanter kombinatorischer Ertragseffekt (CL-Hybriden in Kombination mit CL-Herbizid erzielen im Vergleich zu praxisüblichen Systemen einen höheren oder niedrigeren Ertrag) war bei dem Clearfield-System auch hier nicht festzustellen. Sowohl VA- als auch NA-Behandlung unterschieden sich jeweils nicht signifikant von der unbehandelten Kontrolle, das Clearfield-System allerdings schon (s. Abb. 1).

Über alle Jahre und Standorte gemittelt hatte die Hauptwirkung Herbizid einen signifikanten Einfluss auf den Ertrag. Die unbehandelte Kontrolle (UTC) unterschied sich durch niedrigere Erträge signifikant von der Behandlung mit Clearfield-Vantiga D. VA- und NA-Behandlung unterschieden sich weder von der unbehandelten Kontrolle noch von der Behandlung mit Clearfield-Vantiga D (s. Abb. 2).

In finnischen Versuchen mit zwei kanadischen Sorten konnten, unter Bedingungen einer starken Verunkrautung (1139 Unkräuter/m² in UTC), ebenfalls signifikante Ertragssteigerungen gegenüber einer unbehandelten Kontrolle bei einer Behandlung mit 30 g Imazamox/ha oder 60 g Imazamox/ha Raptor[®] (700 g/kg Imazamox) erzielt werden. Bei geringerer Verunkrautung (27 Unkräuter/m² in UTC) jedoch wurden keine signifikanten Ertragssteigerungen bei Applikation von 30 g Imazamox/ha oder 60 g Imazamox/ha Raptor[®] (700 g/kg Imazamox) erreicht (HAUKKAPÄÄ et al., 2004). In kanadischen Versuchen erreichte eine Behandlung mit einem Imazamox-haltigen Herbizid (30 g Imazamox/ha) im Vergleich zu einer NA-Standardbehandlung (200 g Sethoxydim/ha + 23 g Ethametsulfuron/ha) in drei von zehn Umwelten einen signifikant verbesserten Ertrag (HARKER et al., 2000). GREY et al. (2006) konnten bei einer Applikation von Imazamox zu unterschiedlichen Raps-Entwicklungsstadien (Ein-bis-zwei-Blattstadium oder Drei-bis-vier-Blattstadium) mit unterschiedlichen Konzentrationen (0,035 oder 0,071 kg Imazamox/ha) keine signifikante Ertragssteigerung feststellen.

Die relativ geringe Ertragssteigerung durch einen Herbizideinsatz (unabhängig vom Herbizidsystem) ist unter anderem darin begründet, dass fünf der 21 Umwelten mit unter 7% einen sehr geringen allgemeinen Unkrautdeckungsgrad aufwiesen (2012: Nordrhein-Westfalen, Thüringen, 2013: Nordrhein-Westfalen, Thüringen, 2014: Nordrhein-Westfalen). Außerdem liegt der Anteil ertraglich nicht rentabler Herbizidmaßnahmen in Winterraps bezüglich der Ertragsleistung nach KEMMER (1984), WAHMHOFF und HEITEFUSS (1985) und WAHMHOFF (1990) zwischen 40 und 70%.

Die Sorte hatte, gemittelt über alle Herbizide, Standorte und Jahre, keinen signifikanten Einfluss auf den Kor-

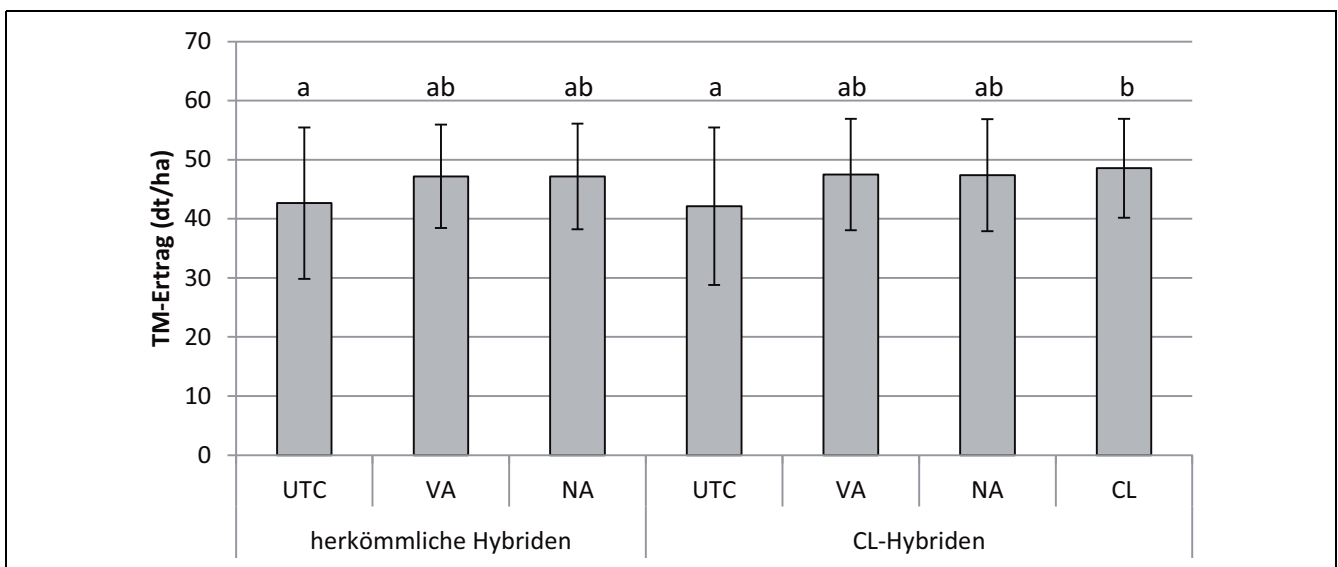


Abb. 1. Kornertrag von Winterraps in Abhängigkeit von der Wechselwirkung Herbizidsystem * Sortentyp (Mittel über alle Umwelten, n = 19; Mittelwert ± SD; p ≤ 0,05).

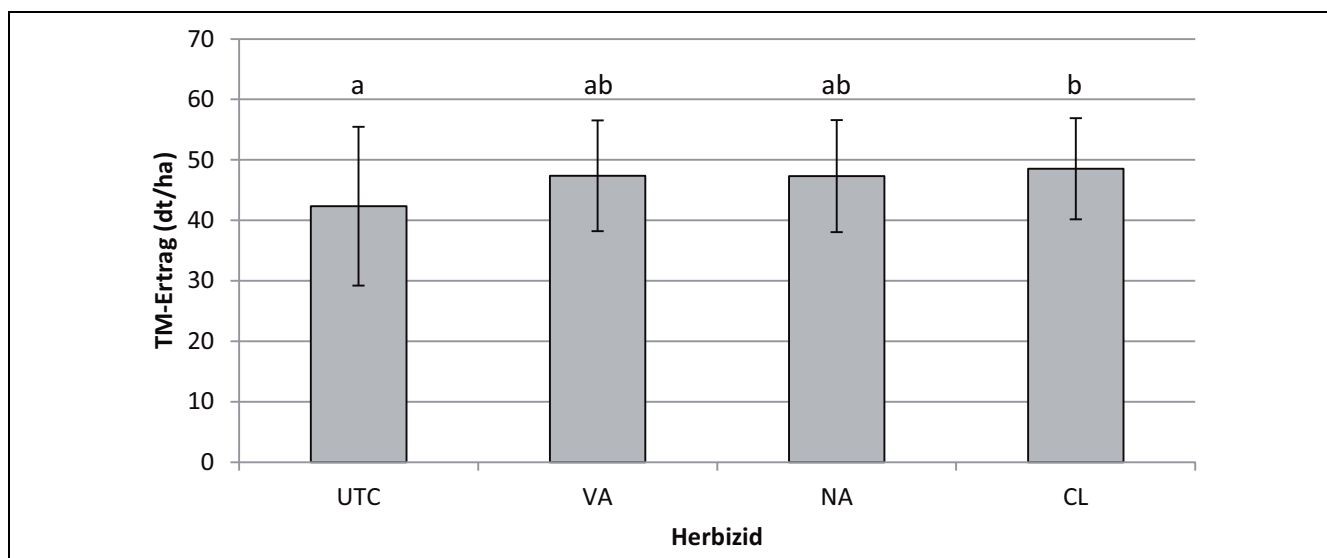


Abb. 2. Kornertrag von Winterraps gemittelt über alle Sorten und Umwelten ($n = 19$) in Abhängigkeit vom Herbizid (Mittelwert \pm SD; $p \leq 0,05$).

nertrag (ohne Abb.). Nach Einstufungen des Bundesortenamtes (Beschreibende Sortenliste 2011) wurden die beiden herkömmlichen Sorten mit der Ausprägungsstufe 8 bewertet. Die Ertragsleistung der herkömmlichen Hybriden war mit durchschnittlich 46,4 dt/ha leicht geringer als die der CL-Hybriden mit durchschnittlich 46,8 dt/ha.

Ölgehalt

Über alle Umwelten (siehe Material und Methoden) gemittelt hatte ausschließlich die Sorte einen signifikanten Einfluss auf den Ölgehalt (s. Abb. 3).

Die Sorte Dimension zeigte über die Versuchsjahre gemittelt mit 44,4% den nachweisbar höchsten Ölgehalt. Dieses Ergebnis war, zumindest im Vergleich zur Sorte Visby, nicht erstaunlich, da Dimension in der Beschreibenden Sortenliste 2011 bis 2013 durchgängig im Ölgehalt mit der Ausprägungsstufe 8 eingestuft war, während Visby 2011 und 2012 mit einer 6 und 2013 mit einer 5 bonitiert wurde (BUNDESSORTENAMT, 2011 bis 2013).

Die Wahl des Herbizides hatte keinen Einfluss auf den Ölgehalt (ohne Abb.). Dieses Ergebnis konnte auch von GREY et al. (2006) bestätigt werden, die keine Verände-

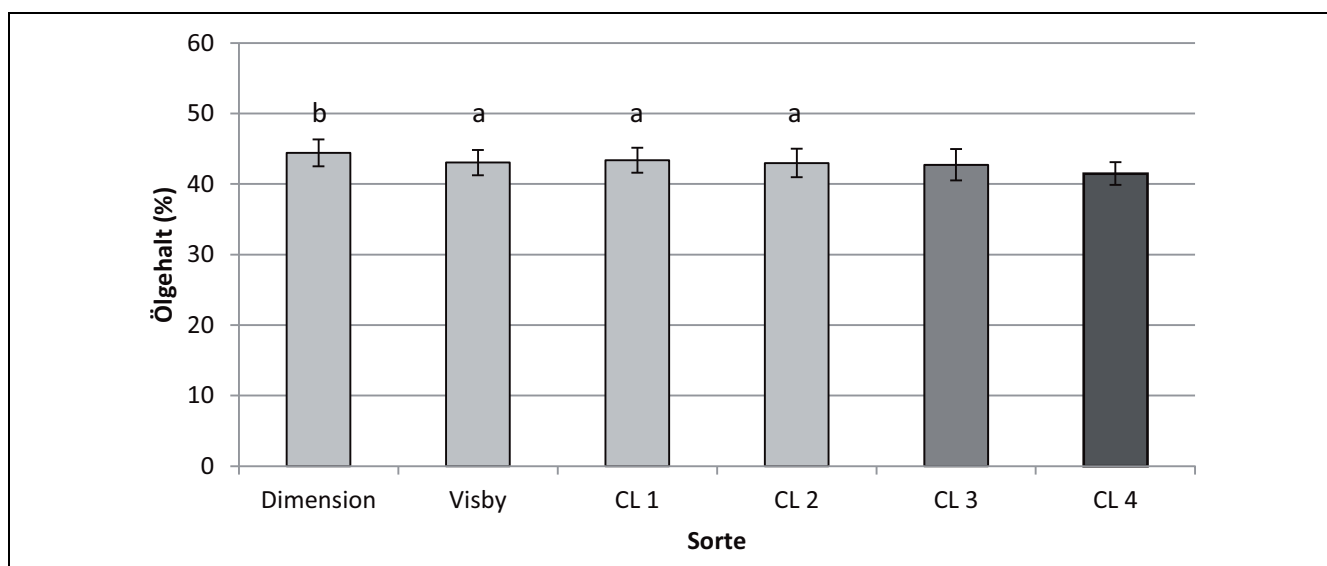


Abb. 3. Ölgehalt (%) gemittelt über alle Herbizide, Standorte und Jahre ($n = 8$) in Abhängigkeit von der Sorte (Mittelwert \pm SD; $p \leq 0,05$; dunkleres Grau: die Sorten CL-Hybride 3 und CL-Hybride 4 wurden nur zwei- bzw. einjährig geprüft und deshalb in die Varianzanalyse nicht einbezogen).

rungen des Ölgehalts bei Applikation eines Imazamoxhaltigen Herbizides feststellten.

Herbizide Wirkung auf Leit- und Problemunkräuter zu Vegetationsbeginn

Im Folgenden wird die herbizide Wirkung auf Leit- und Problemunkräuter, bonitiert zu Vegetationsbeginn, im Mittel der 19 Umwelten (sofern das Unkraut/Ungras vorhanden war) beschrieben. In den Abb. 4 bis 11 ist die

relative Häufigkeit der jeweiligen Kategorie des Parameters „herbizide Wirkung“ (sehr gut, gut, mäßig und nicht bekämpfbar) dargestellt. Der Unkrautdeckungsgrad der Schadpflanzen in der unbehandelten Kontrolle zu Vegetationsbeginn war zwischen den Jahren sehr unterschiedlich. Im Jahr 2014 gab es vermutlich aufgrund des milden Herbstes 2013 und Winters 2013/14 (DEUTSCHER WETTERDIENST, 2013; DEUTSCHER WETTERDIENST, 2014) einen mit 49% sehr hohen Unkrautdeckungsgrad zu Vegetations-

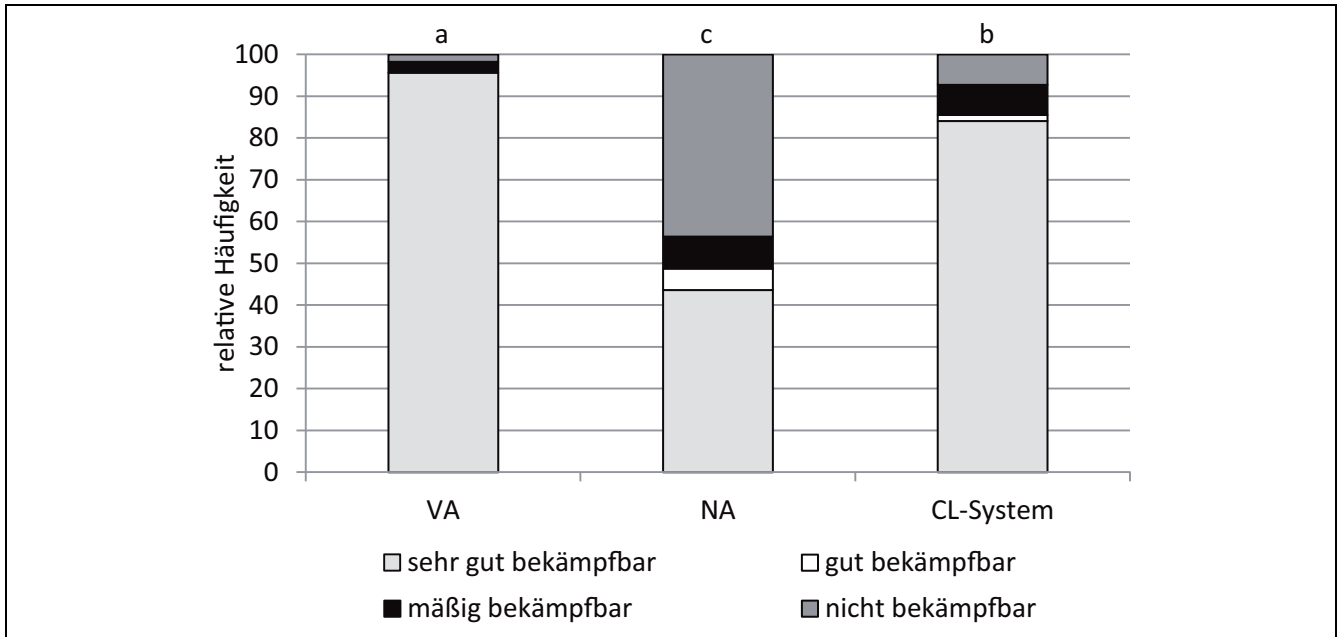


Abb. 4. Herbizide Wirkung gegen Raukearten zu Vegetationsbeginn gemittelt über sieben Umwelten (durchschnittlicher UDG: 1,7%) (für den Likelihood- χ^2 -Test wurden die Kategorien gut und mäßig bekämpfbar zusammengefasst).

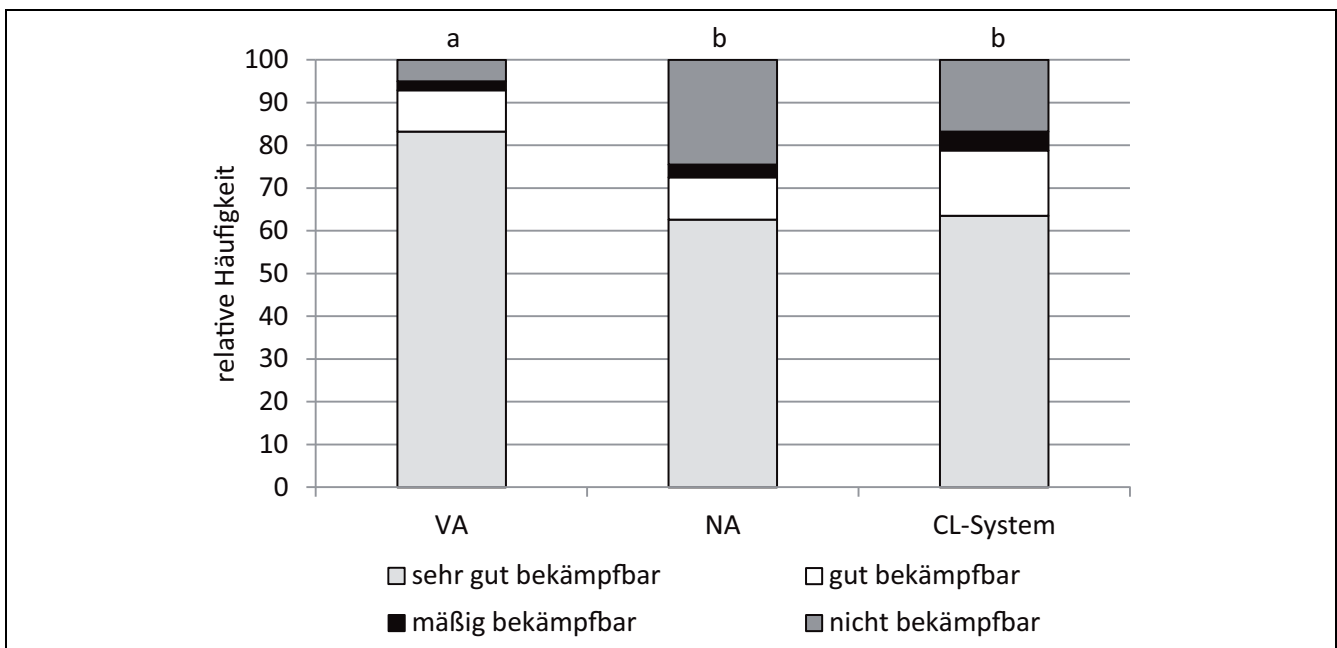


Abb. 5. Herbizide Wirkung gegen Hirtentäschelkraut zu Vegetationsbeginn gemittelt über zwölf Umwelten (durchschnittlicher UDG: 4,9%).

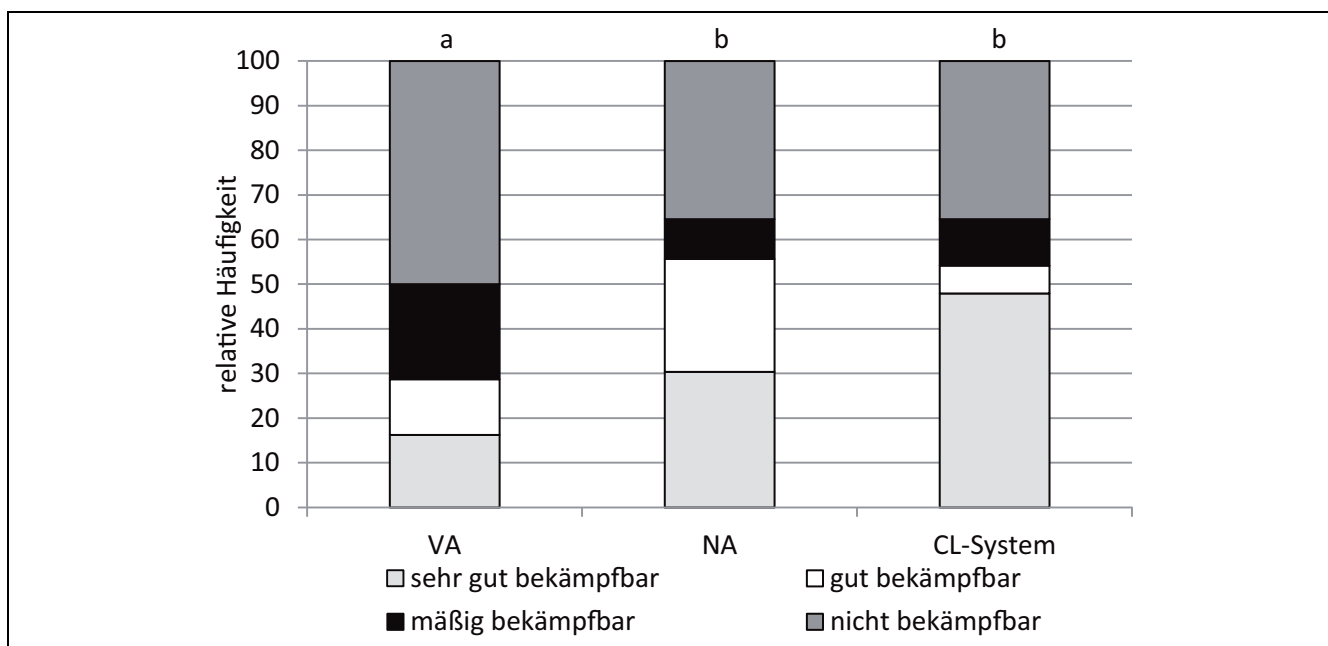


Abb. 6. Herbizide Wirkung gegen Storchschnabelarten zu Vegetationsbeginn gemittelt über vier Umwelten (durchschnittlicher UDG: 15,4%).

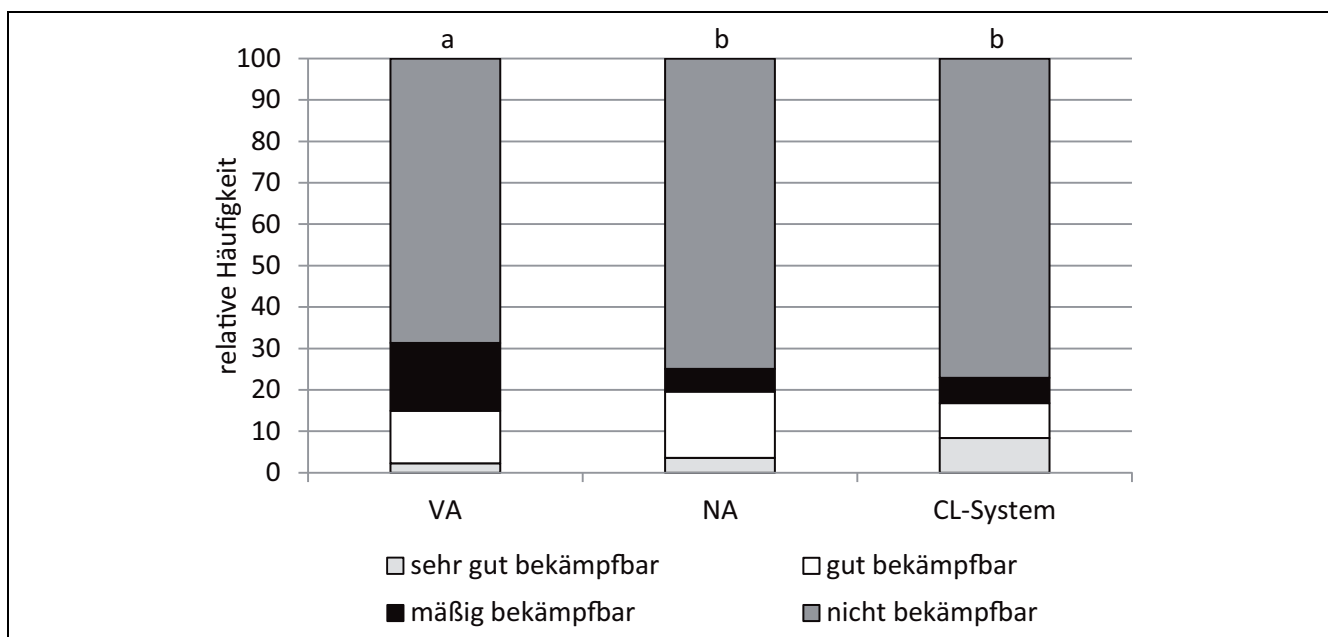


Abb. 7. Herbizide Wirkung gegen Ackerstiefmütterchen zu Vegetationsbeginn gemittelt über zehn Umwelten (durchschnittlicher UDG: 6,6%).

beginn. Im Jahr 2013 lag dieser bei 15% und 2012 bei 26%.

Rauke-Arten (*Sisymbrium sp. L.*)

Der höchste Unkrautdeckungsgrad (UDG) wurde 2014 mit 5,8% in Hessen erreicht. Bei den übrigen Umwelten (Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Thüringen, Nord-Bayern) lag der UDG unter 5%.

Bei den Rauke-Arten wurde als Spezies meistens die Wegrauke (*S. officinale*) genannt, wobei 2012 auf keinem der Standorte Rauke auftrat.

VA-, NA- und CL-Behandlung unterschieden sich signifikant voneinander, wobei die VA-Behandlung mit Colzor Trio (4,0 l/ha) die signifikant beste Wirkung gegen Rauke-Arten zeigte. Das Clearfield-System bekämpfte Raukearten signifikant schlechter als die VA-Behand-

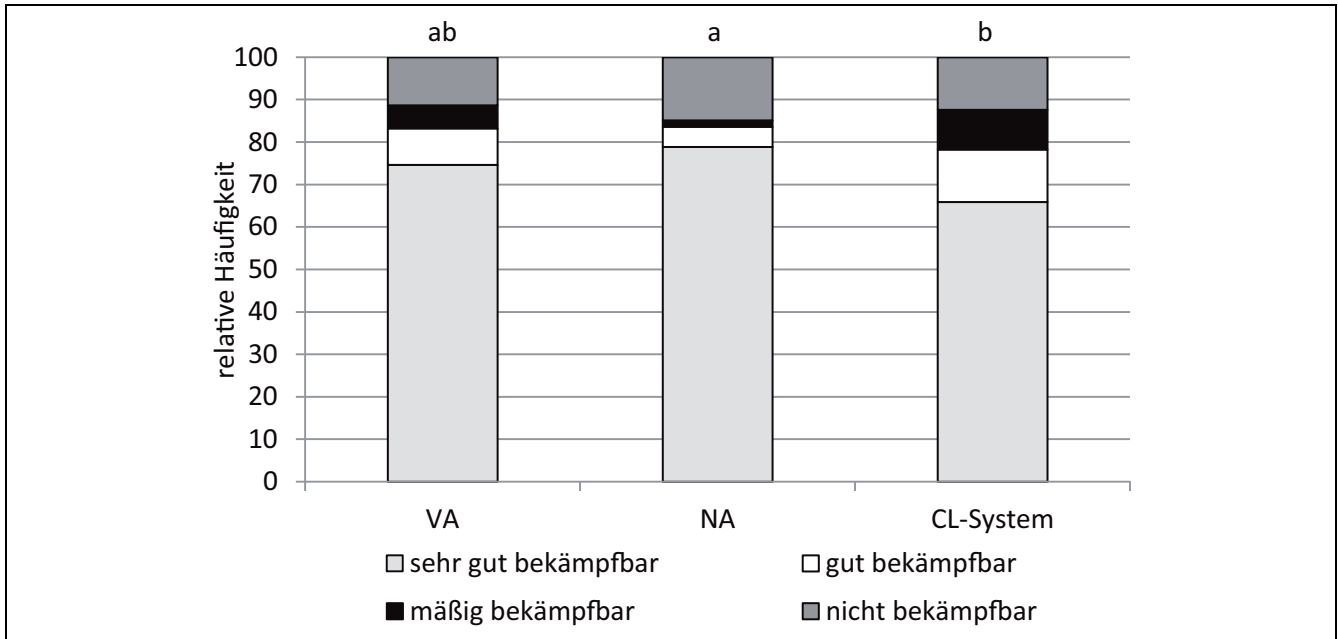


Abb. 8. Herbizide Wirkung gegen Kamillearten zu Vegetationsbeginn gemittelt über elf Umwelten (durchschnittlicher UDG: 8,3%).

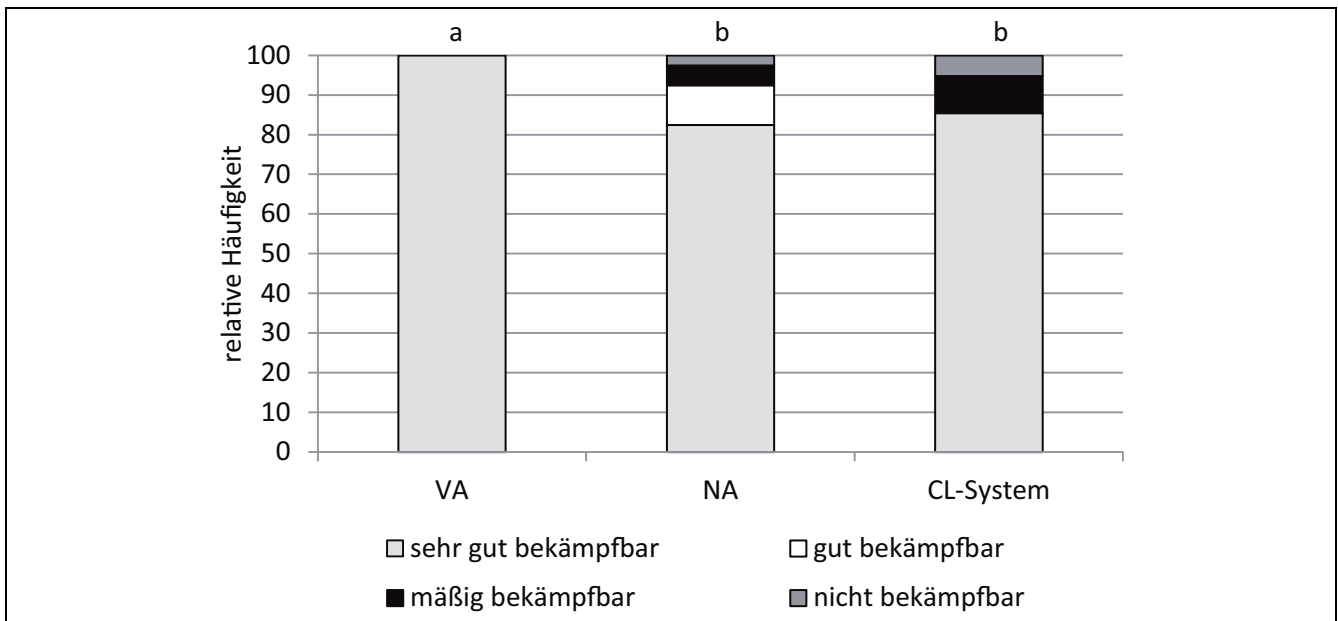


Abb. 9. Herbizide Wirkung gegen Vogelmiere zu Vegetationsbeginn gemittelt über acht Umwelten (durchschnittlicher UDG: 5,9%) (für den Likelihood- χ^2 -Test wurden die Kategorien sehr gut und gut bekämpfbar und mäßig und nicht bekämpfbar zusammengefasst).

lung, jedoch besser als die NA-Behandlung (Butisan Gold 2,5 l/ha).

Bei Rauke-Arten (Besen-, Lösels- und Wegrauke) erreichten in den Bewertungen der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen (LWK NRW) (2015) Colzor Trio (3,5 l/ha) und Clearfield-Vantiga D (2,0 l/ha + 1,0 l/ha) „gute Wirkungen“ bei allen drei Arten. Dies konnte durch die Ergebnisse des Modellanbaus und die der Ringversuche der Pflanzenschutzdienste der Bundesländer Bran-

denburg, Berlin, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen, durchgeführt in den Jahren 2011 bis 2013 (MEINLSCHMIDT und EWERT, 2014), bestätigt werden. Butisan Gold (2,5 l/ha) zeigte nach Einschätzungen der LWK NRW (2015) bei den drei geprüften Rauke-Arten unterschiedliche Wirkungen. Während die Wirkung gegen Besenrauke noch mit „oft ausreichend“ beschrieben wurde, wurde gegen Lösels- und Wegrauke nur von einer „Teilwirkung“ gesprochen. Da im Modellanbau die Rauke

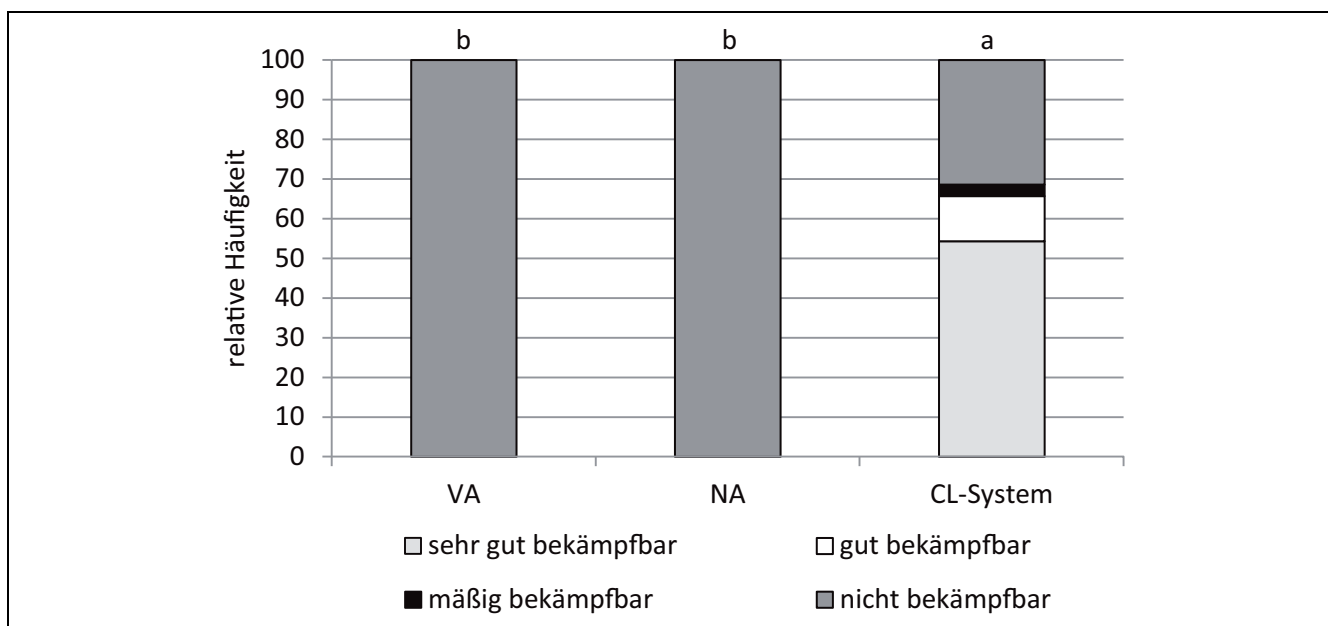


Abb. 10. Herbizide Wirkung gegen Ausfallgetreide zu Vegetationsbeginn ohne zusätzliche Graminizid-Applikation in VA- und NA-Behandlung gemittelt über drei Umwelten (durchschnittlicher UDG: 13,9%).

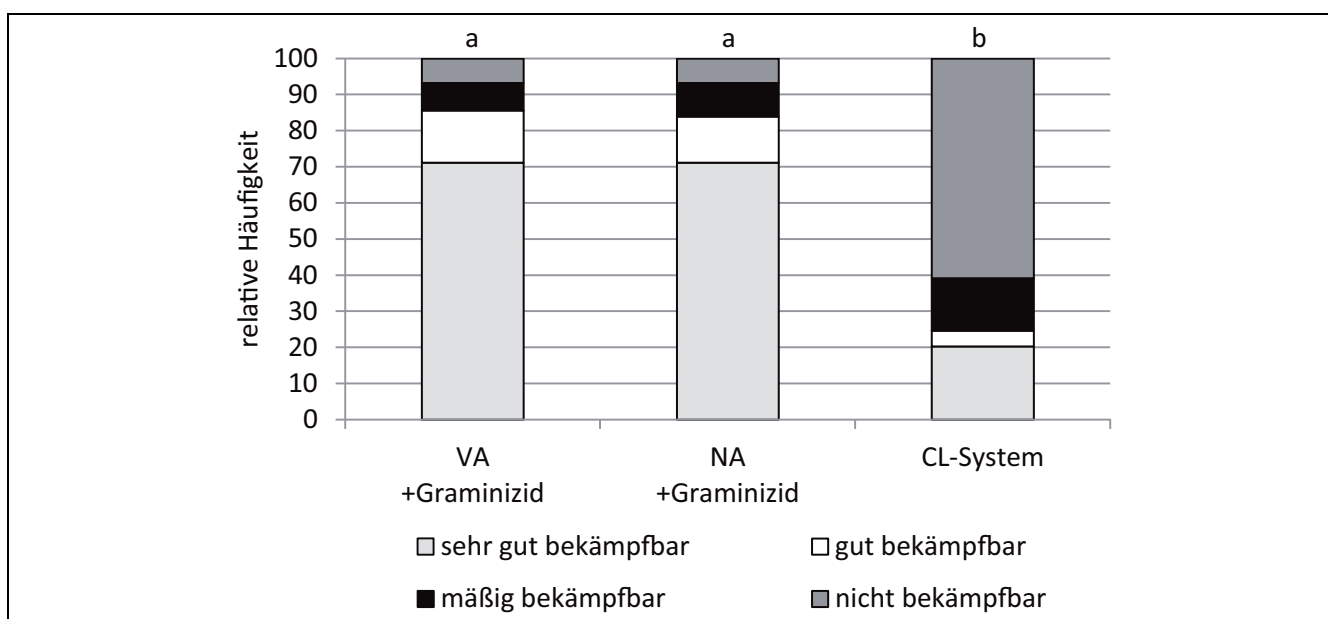


Abb. 11. Herbizide Wirkung gegen Ausfallgetreide zu Vegetationsbeginn mit zusätzlicher Graminizid-Applikation in VA- und NA-Behandlung gemittelt über sieben Umwelten (durchschnittlicher UDG: 8,2%).

in den meisten Fällen als Wegrauke identifiziert wurde, zeigte Butisan Gold (2,5 l/ha) im Modellanbau eine tendenziell bessere Wirkung.

Hirtentäschelkraut (Capsella bursa-pastoris L.)

Der höchste UDG wurde 2012 mit 14,5% und 2014 mit 11,3% in Mecklenburg-Vorpommern erreicht. In Niedersachsen lag der UDG 2012 bei 7,7% und 2013 bei 12,9%. In Süd-Bayern wurde 2014 ein UDG von 7,0% erreicht. Bei den übrigen Umwelten (Nordrhein-Westfalen, Hes-

sen, Thüringen, Süd-Bayern) lag der UDG unter 5%. Die VA-Behandlung zeigte im Vergleich zu NA- und CL-Behandlung die signifikant beste herbizide Wirkung gegen Hirtentäschelkraut. NA-Behandlung und Clearfield-System unterschieden sich nicht signifikant.

Im Modellanbau zeigte die NA-Behandlung mit Butisan Gold (2,5 l/ha) eine geringere Wirkung gegen Hirtentäschelkraut als üblicherweise beobachtet werden kann. WOLBER und NIEHOFF (2012) fanden Wirkungsgrade von Butisan Kombi und Butisan Gold auf gleichem Niveau

wie clomazonehaltige Kombinationen. In Einschätzungen der LWK NRW (2015) erreichten sowohl Colzor Trio (3,5 l/ha) als auch Butisan Gold (2,5 l/ha) eine „gute Wirkung“ gegen Hirtentäschelkraut. Clearfield-Vantiga D (2,0 l/ha + 1,0 l/ha Dash E.C.) erzielte in Versuchen der LWK NRW (2015) „oft ausreichende“ Wirkungen, was mit dem Modellanbau bestätigt werden kann. In Ringversuchen der Pflanzenschutzdienste der Bundesländer Brandenburg, Berlin, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen konnte Hirtentäschelkraut mit Clearfield-Vantiga D, ausgebracht zu einem ähnlichen Applikationstermin (BBCH 12 des Rapses) wie im Modellanbau (BBCH 11–12), sehr gut bekämpft werden (MEINLSCHMIDT und EWERT, 2014).

Storchschnabel-Arten (*Geranium spp. L.*)

Der höchste UDG wurde 2013 mit 26,6% in Hessen und mit 20,9% in Süd-Bayern erreicht. In Hessen lag der UDG 2014 bei 21,9%. Auf dem übrigen Standort (2013 TH) lag der UDG mit 0,4% weit unter 5%. 2012 trat auf keinem der Versuchsstandorte Storchschnabel auf.

Bei den Storchschnabel-Arten traten Kleiner (*G. pusillum*) und Rundblättriger Storchschnabel (*G. rotundifolium*) auf.

VA- und CL-Behandlung unterschieden sich signifikant voneinander, wobei die Wirkung der VA-Behandlung gegen Storchschnabel-Arten unbefriedigend war. NA-Behandlung und Clearfield-System unterschieden sich nicht signifikant.

Bei Storchschnabel differierten die herbiziden Wirkungen, die von der Officialberatung untersucht wurden und die aus dem Modellanbau sehr. Während die LWK NRW (2015) bei Storchschnabel mit Colzor Trio (3,5 l/ha) und Butisan Gold (2,5 l/ha) „gute Wirkungen“ bonitierte, konnten im Modellanbau nur in 28,8% der Fälle für Colzor Trio (4,0 l/ha) und in 55,7% der Fälle für Butisan Gold (2,5 l/ha) sehr gute bis gute Wirkungen erreicht werden. Auch bei SCHRÖDER und MEINLSCHMIDT (2011) wurde bei Colzor Trio im VA und Butisan Gold im VA und NA von hohen Wirkungsgraden gegen Storchschnabel-Arten gesprochen. GEHRING (2012) beschrieb Wirkungsgrade der gängigen Herbizidbehandlungen mit 60 bis 70%, wobei bei Einsatz eines Dimethenamid-P-haltigen Produktes (Butisan Kombi oder Butisan Gold) Wirkungsgrade von 95% erreicht wurden. Im Ringversuch der ostdeutschen Bundesländer konnten die Ergebnisse von GEHRING (2012) im Wesentlichen bestätigt werden (MEINLSCHMIDT und EWERT, 2014). Bei Clearfield-Vantiga D (2,0 l/ha + 1,0 l/ha) waren die herbiziden Wirkungen mit in 54,2% der Fälle einer sehr guten bis guten Bewertung im Modellanbau und einer als „oft ausreichend“ beschriebenen Wirkung der LWK NRW (2015) vergleichbar. Im Ringversuch der ostdeutschen Bundesländer wurden mit Clearfield-Vantiga D Wirkungsgrade um 80%, unabhängig vom Applikationstermin, erreicht. Diese unterschiedlichen Einschätzungen der Wirkung der Nachauflauf-Behandlungen können darin begründet sein, dass zum einen die Unkräuter schon aufgelaufen sein müssen, diese aber zum anderen auch noch nicht zu

weit entwickelt sein dürfen, um von Imazamox noch sicher erfasst zu werden (PETERSEN, 2013).

Ackerstiefmütterchen (*Viola arvensis*)

Der höchste UDG wurde 2014 mit 22,5% in Mecklenburg-Vorpommern, gefolgt von Hessen mit 9,8% erreicht. In Hessen lag der UDG 2013 bei 7,3% und in Niedersachsen bei 6,2%. Bei den übrigen Umwelten (Niedersachsen, Thüringen, Nord-Bayern) lag der UDG unter 5%. Die herbizide Wirkung gegen Ackerstiefmütterchen war bei allen getesteten Herbiziden unbefriedigend. Die VA-Behandlung unterschied sich signifikant von der NA- und der CL-Behandlung. NA-Behandlung und Clearfield-System unterschieden sich nicht signifikant.

SCHRÖDER und MEINLSCHMIDT (2011) sprachen bei Ackerstiefmütterchen von Wirkungsgraden von 40 bis 70% bei den meisten Raps herbiziden. Dies konnte durch die Ergebnisse des Modellanbaus bestätigt werden, wobei Colzor Trio (4,0 l/ha) durchschnittliche Wirkungsgrade von 59,8% und Butisan Gold (2,5 l/ha) von 52,5% erreichten. Ähnliche Ergebnisse wurden auch von dem Ringversuch der ostdeutschen Bundesländer berichtet, wo Butisan Gold (2,5 l/ha) lediglich ca. 37% und Colzor Trio (3,0 bis 4,0 l/ha) knapp über 50% Wirkungsgrad erlangten (MEINLSCHMIDT und EWERT, 2014). Nach Einschätzungen der LWK NRW (2015) erreichte Colzor Trio (3,5 l/ha) eine „Teilwirkung“ gegen Stiefmütterchen, was ebenfalls mit den Ergebnissen aus dem Modellanbau übereinstimmte, wo in 15% der Fälle eine sehr gute bis gute Wirkung erzielt werden konnte. Clearfield-Vantiga D konnte im Modellanbau nur in 16,8% der Fälle eine sehr gute bis gute Wirkung erreichen, was wiederum den Ergebnissen der LWK NRW (2015) („Teilwirkung“) und denen aus dem Ringversuch der ostdeutschen Bundesländer (appliziert zu BBCH 12 über 50% und appliziert zu BBCH 14 ungefähr 45% Wirkungsgrad) entsprach. WOLBER und NIEHOFF (2012) bewerteten die Wirkung von Clearfield-Vantiga D gegen Ackerstiefmütterchen als „nicht ausreichend“. Da Ackerstiefmütterchen im Getreide gut bekämpfbar ist, zählt es nicht zu den Problemunkräutern, auch wenn es im Raps quasi nicht zu bekämpfen ist.

Kamille-Arten (*Matricaria spp. L.*)

Der höchste UDG wurde 2013 mit 20,9% und 2014 mit 17,7% in Hessen erreicht. In Mecklenburg-Vorpommern lag der UDG 2012 bei 16,9% und 2014 bei 12,7%. Bei den übrigen Umwelten (Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Thüringen, Nord-Bayern) lag der UDG unter 5%.

Unter den Kamille-Arten traten besonders Echte (*M. chamomilla* L.) und Geruchlose Kamille (*M. inodora* L.) auf.

NA- und CL-Behandlung unterschieden sich signifikant voneinander, wobei die NA-Behandlung die höhere herbizide Wirkung gegen Kamille-Arten erbrachte. VA-Behandlung und Clearfield-System unterschieden sich nicht signifikant.

Bei Kamille wurden laut Einschätzungen der LWK NRW (2015) und Ergebnissen des Ringversuchs der ostdeutschen Bundesländer mit Colzor Trio (3,5 l/ha bzw. 3,0 bis 4,0 l/ha) und Butisan Gold (2,5 l/ha) „gute Wir-

kungen“ erzielt. Clearfield-Vantiga D zeigte dagegen laut LWK NRW (2015) „oft ausreichende“ Wirkungen. Ein ähnliches Bild spiegelte auch der Modellanbau wider. In Versuchen der Landwirtschaftskammer Niedersachsen wiederum wurden, besonders bei früheren Applikationsterminen des Clearfield-Vantiga D, Wirkungsgrade gegen Kamille von über 95% erreicht (WOLBER und NIEHOFF, 2012). Im Ringversuch der ostdeutschen Bundesländer war klar erkennbar, dass die Wirkung von Clearfield-Vantiga D gegen Kamille-Arten stark vom Applikationstermin abhängig war. Wurde das Herbizid zu BBCH 12 des Rapses ausgebracht, konnten Wirkungsgrade über 90% erreicht werden, wurde zu BBCH 14 des Rapses appliziert, verringerte sich die Wirkung auf knapp über 70% (MEINLSCHMIDT und EWERT, 2014).

Vogelmiere (Stellaria media)

Der höchste UDG wurde 2013 mit 12,9% in Hessen und 8,3% in Süd-Bayern erreicht. In Niedersachsen lag der UDG 2012 bei 7,1% und 2014 bei 6,5%. Bei den übrigen Umwelten (Hessen, Thüringen) lag der UDG unter 5%. Die VA-Behandlung unterschied sich signifikant von einer NA- und CL-Behandlung. Vogelmiere war absolut sicher durch eine VA-Behandlung mit Colzor Trio zu bekämpfen. NA-Behandlung und Clearfield-System unterschieden sich nicht signifikant.

Die Bekämpfung der Vogelmiere mit Colzor Trio (3,5 l/ha) wurde sowohl in Einschätzungen der LWK NRW (2015) als auch beim Ringversuch der ostdeutschen Bundesländer (MEINLSCHMIDT und EWERT, 2014) mit einer „guten Wirkung“ bewertet. Die Wirkungen der Behandlungen mit Butisan Gold (2,5 l/ha) und Clearfield-Vantiga D (2,0 l/ha + 1,0 l/ha) wurden von der LWK NRW (2015) mit „oft ausreichend“ bewertet, was im Modellanbau und im Ringversuch nicht bestätigt werden konnte. Im Modellanbau erreichten beide Herbizide gegen Vogelmiere in 92,5% der Fälle für Butisan Gold (2,5 l/ha) und in 85,4% der Fälle für Clearfield-Vantiga D sehr gute bis gute Wirkungen. Im Ringversuch erreichte die frühe Applikation (BBCH 12) des Clearfield-Vantiga D und Butisan Gold Wirkungsgrade um 95%. Auch in Versuchen der Landwirtschaftskammer Niedersachsen konnte Vogelmiere mit Clearfield-Vantiga D gut bekämpft werden (WOLBER und NIEHOFF, 2012).

Ausfallgetreide

In vielen Fruchtfolgen steht der Raps nach Wintergetreide, so dass es häufig zu Durchwuchs von Getreide kommt und spezielle Graminizide zur Bekämpfung des Ausfallgetreides notwendig sind.

Betrachtet man den gesamten Versuchszeitraum, fand ausschließlich 2012 in Nordrhein-Westfalen und 2014 in Niedersachsen und Nord-Bayern keine zusätzliche Graminizid-Applikation in der VA- und NA-Variante statt. Der höchste UDG zu Vegetationsbeginn aus den oben genannten Umwelten wurde mit 28,6% 2014 in Niedersachsen erreicht. Ohne eine zusätzliche Graminizid-Applikation in VA und NA konnte Ausfallgetreide nicht bekämpft werden. Das Clearfield-System ohne zusätz-

liche Graminizid-Applikation zeigte in über 50% der Fälle sehr gute Leistungen gegen Ausfallgetreide.

Dass Colzor Trio (4,0 l/ha) und Butisan Gold (2,5 l/ha) keine zufriedenstellende Wirkung gegen Ausfallgetreide zeigen, ist bekannt und wird so auch von den Firmen SYNGENTA (2015) (Colzor Trio) und BASF (2015) (Butisan Gold) beschrieben.

Eine zusätzliche Graminizid-Applikation (Focus Ultra 1,5 l/ha + Dash E.C. 1,5 l/ha) in der VA- und NA-Variante fand 2012 in Mecklenburg-Vorpommern, Thüringen, Nord- und Süd-Bayern, 2013 in Thüringen und 2014 in Thüringen und Süd-Bayern statt. Das Clearfield-System wurde nicht mit einem Graminizid behandelt. Der höchste UDG zu Vegetationsbeginn aus den oben genannten Umwelten wurde mit 28,9% 2014 in Thüringen erreicht.

VA- und NA-Behandlung inklusive Graminizid unterschieden sich signifikant vom Clearfield-System ohne Graminizid.

Untersuchungen von WOLBER und NIEHOFF (2012) zeigten, dass die herbizide Wirkung gegen Ausfallweizen von Clearfield-Vantiga D stark vom Anwendungstermin abhängig ist. Je später appliziert wurde, umso höher ist der Wirkungsgrad. MEINLSCHMIDT und EWERT (2014) präzisieren die Aussage und wiesen darauf hin, dass es möglich ist, hohe Wirkungsgrade zu erreichen, wenn das Ausfallgetreide gleichmäßig aufgelaufen ist und die Behandlung zum optimalen Zeitpunkt erfolgt.

Ökonomische Bewertung des Clearfield-Systems in Winterraps

Im Mittel der Standorte und der drei Versuchsjahre war keine signifikante wirtschaftliche Vorzüglichkeit eines der Herbizid-Systeme zu erkennen. Dimension ist nach Einstufung des Bundessortenamtes (Beschreibende Sortenliste, 2011) mit Ausprägungsstufe 8 ölreicher im Vergleich zu Visby mit Ausprägungsstufe 6 und den CL-Hybriden und erreicht daher theoretisch eine höhere bereinigte Marktleistung. Im Modellanbau jedoch erzielte Dimension einen geringeren Ertrag als Visby und die CL-Hybriden und so auch eine ähnliche bereinigte Marktleistung (s. Tab. 6). Die Saatgutkosten waren bei den CL-Hybriden mit 103 €/ha um 16 €/ha teurer als die der herkömmlichen Sorten. Die Kosten für die Herbizide unterschieden sich nur marginal. Die Vorteile des Clearfield-Systems sind demnach in anderen Bereichen zu sehen. Mögliche Einsatzbereiche des Clearfield-Systems in Deutschland sind beispielsweise auf Rapsflächen mit vermehrtem Auftreten kreuzblütiger Unkräuter, wie z.B. Durchwuchssenf, -rübsen und -ölrettich oder dem Orientalischen Zackenschötchen zu sehen, oder wenn auf clomazonehaltige Mittel verzichtet werden soll beziehungsweise muss. Im Vergleich zu Butisan Gold kann Clearfield-Vantiga D ein größeres Zeitfenster für den Herbizideinsatz im Nachauflauf bieten. Gegen Storchschnabel-Arten ließen sich im Modellanbau mit Clearfield-Vantiga D bessere Wirkungen erzielen als mit Colzor Trio im VA. Im Vergleich zu Butisan Gold im NA war das Clearfield-Herbizid gegen Rauke-Arten und Hirtentäschel überlegen, aber schlechter als die VA-Behandlung. Dort,

Tab. 6. Bereinigte Marktleistung (€/ha) des CL-Systems (Mittel über alle CL-Hybriden + Clearfield-Vantiga D) im Mittel der drei Versuchsjahre im Vergleich zu herkömmlichen Herbizid-Systemen (Dimension oder Visby + VA- oder NA-Behandlung) ohne und mit zusätzlicher Graminizid-Applikation über alle Standorte gemittelt, wo der Ölgehalt parzellenscharf bestimmt wurde (2012: Niedersachsen und Thüringen; 2013: Niedersachsen und Thüringen; 2014: Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Thüringen und Nord-Bayern) (keine signifikanten Unterschiede)

Sorte Variante	Dimension			Visby			CL-Hybriden				
	UTC	VA	NA	UTC	VA	NA	UTC	VA	NA	Vantiga	
Herbizid		Colzor Trio	Butisan Gold		Colzor Trio	Butisan Gold		Colzor Trio	Butisan Gold	Vantiga +	Dash
Ertrag (dt/ha):	41,0	46,4	46,7	44,1	48,0	47,7	42,1	47,5	47,4	48,6	
Ölgehalt (%) (91% TS)	43%	45%	45%	43%	43%	43%	43%	43%	43%	43%	
Summe Leistungen (€/ha)	1.461	1.692	1.696	1.576	1.709	1.696	1.491	1.690	1.685	1.726	
Saatmenge (Körner/m ²)	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	
Saatgutkosten (€/ha)	87	87	87	87	87	87	103	103	103	103	
Kosten Herbizid- maßnahme (€/ha)	0	118	113	0	118	113	0	118	113	114	
2012 – 2014											
bereinigte Marktleistung (€/ha)	1.374	1.487	1.496	1.488	1.503	1.496	1.389	1.469	1.469	1.510	
erfolgt eine zusätzliche Graminizid-Applikation (Focus Aktiv Pack) in VA- und NA-Variante, ergibt sich folgende bereinigte Marktleistung:											
Herbizid + Focus Aktiv Pack		Colzor Trio	Butisan Gold		Colzor Trio	Butisan Gold		Colzor Trio	Butisan Gold	Vantiga +	Dash
Kosten Herbizidmaß- nahme (€/ha)	0	169	163	0	169	163	0	169	163	114	
bereinigte Marktleistung (€/ha)	1.374	1.437	1.446	1.488	1.453	1.446	1.389	1.419	1.419	1.510	

wo der Einsatz Clomazone-haltiger Produkte nicht möglich ist, stellt bei Problemen mit Hirtentäschelkraut und Rauke-Arten das Clearfield-Herbizid eine gute Alternative dar. Auch monetäre Einsparmöglichkeiten können sich durch die Anwendung des Clearfield-Systems ergeben. Eine Kombination der Herbizidmaßnahme mit ohnehin notwendigen Insektizid-, Wachstumsregler- oder Fungizidbehandlungen zum selben Zeitpunkt (dadurch Reduktion der Ausbringungskosten) und Einsparungen bei der Arbeitserledigung sind möglich. Weitere potentielle Kosten, die bei der Anwendung des Clearfield-Systems entstehen können, sind in folgenden Bereichen möglich: Bekämpfung des Clearfield-Ausfallapses, Reinigung der Sämaschine, der Bodenbearbeitungsgeräte und des Mähdeschers beim Wechsel von Clearfield-Raps zu herkömmlichem Raps und ein Wirkstoffwechsel wird erschwert, was besonders bei der Bekämpfung von ALS-Hemmer resistenten Unkräutern von Bedeutung ist. Mit der Anwendung des Clearfield-Systems müssen im Vergleich zu bisher praxisüblichen Herbizidssystemen im Raps jedoch auch gewisse Risiken beachtet werden. Die Bekämpfung von Clearfield-Ausfallapses ist nicht mit Sulfonylharnstoffen möglich und auch der Einsatz weiterer

Herbizide aus der HRAC-Gruppe B wird in der gesamten Fruchtfolge eingeschränkt.

Diese möglichen Einsparmöglichkeiten und Kosten wurden in den folgenden Kalkulationen (s. Tab. 6) nicht berücksichtigt.

Literatur

- BASF, 2014: Presse-Information vom 17. September 2014 über Clearfield-Raps Anbauflächen zur Aussaat 2014. (http://www.agrar.basf.de/agroportal/de/media/migrated/de/presse_neu/pressemitteilungen/BASF_Presseinformation_Herbizid-Innovationen_140917.pdf) Stand: 19. September 2014.
- BASF, 2015: Pflanzenschutzmittel 2015 in Acker- und Sonderkulturen, Butisan Gold S. 226.
- BEISELEN GmbH, 2015: persönliche Mitteilung, Preisliste Herbst 2014.
- BUNDESSORTENAMT, 2011 bis 2013: Beschreibende Sortenliste Getreide, Mais, Öl- und Faserpflanzen, Leguminosen, Rüben, Zwischenfrüchte der Jahre 2011 bis 2013.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (BMEL), 2015: 2. Vorläufiges Ernteergebnis von Winterraps 2015 (<http://berichte.bmelv-statistik.de/EQT-0202031-2015.pdf>) Stand: 16. Oktober 2015.
- BÜCHSE, A., 2011: Nutzung der Wirkungsgradberechnung nach ABBOTT und HENDERSON-TILTON in der angewandten Agrarforschung, Vortrag, Limburgerhof, 30.06.2011.

- CHENEVIER, S., F. BAUER, F. DIECKMANN, J. RICHTER, M. RÖSER, C. ROTHKRAZ, A. SCHÖNHAMMER, 2013: Clearfield-Weißbuch – Zusammenstellung von Fakten über das Clearfield-Produktionssystem sowie für dessen Einsatz. Ein Beitrag zum verantwortungsvollen Anbau von Raps in Deutschland. BASF.
- DEUTSCHER WETTERDIENST, 2013: Pressemitteilung: Deutschlandwetter im Herbst 2013: Ein insgesamt warmer, aber nasser und wenig sonniger Herbst (https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2013/20131129_DeutschlandwetterimHerbst.pdf?__blob=publicationFile&v=4) Stand: 03. Februar 2016.
- DEUTSCHER WETTERDIENST, 2014: Pressemitteilung: Deutschlandwetter im Winter 2013/14: Extrem mild, erheblich zu trocken, kaum Schnee, aber viel Sonne (https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2014/20140227_DeutschlandwetterimWinter.pdf?__blob=publicationFile&v=6) Stand: 03. Februar 2016.
- DICKE, D., J. WAGNER, E. CRAMER, M. KIRCHNER, 2014: Erstnachweis einer Wirkortresistenz von Tauber Trespe (*Bromus sterilis*) gegenüber ACCase-Hemmern; 26. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung, 11.-13. März 2014 in Braunschweig. Julius-Kühn-Archiv **443**, 304-310.
- EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION (EPPO), 2006: EPPO-GUIDELINE PP1/49(3): Weeds in brassica oil crops (<http://pp1.eppo.int/list.php>) Stand: 16. Oktober 2015.
- GEHRING, K., 2012: Storchschnabel-Arten als Problemunkräuter in Raps-Fruchtfolgen. Raps **30** (4), 18-21.
- GREY, T.L., P.L. RAYMER, D.C. BRIDGES, 2006: Herbicide-Resistant Canola (*Brassica napus*) Response and Weed Control with Post-emergence Herbicides. Weed Technology **20**, 551-557.
- HANF, M., 1999: Ackerunkräuter Europas: Mit ihren Keimlingen und Samen. 4., durchges. Aufl., München (u.a.), Verlags-Union Agrar (u.a.), 496 S. Stuttgart, Verlag Eugen Ulmer.
- HARKER, K.N., R.E. BLACKSHAW, K.J. KIRKLAND, D.A. DERKSEN, D. WALL, 2000: Herbicide-tolerant canola: weed control and yield comparisons in western Canada. Can. J. Plant Sci. **80**, 647-654.
- HAUKKAPÄÄ, A.-L., S. JUNNILA, C. ERIKSSON, U. TULISALO, M. SEPPÄNEN, 2004: Efficacy of imazamox in imidazolinone-resistant spring oilseed rape in Finland. Agricultural and Food Science **14** (4), 377-388.
- KEMMER, A., 1984: Wenn nur wenig Unkräuter im Winterraps vorhanden sind – Hände weg von der Spritze. Hann. Land und Forst **35**, 13-14.
- KLEFFMANN, 2015: Clearfield®-Raps: Ist er angekommen? Kleffmann Agrarjournal Sommer 2015, 19-21.
- KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT e.V. (KTBL), 2014: Feldarbeitsrechner (<http://daten.ktbl.de/feldarbeit/entry.html#0>) Stand: 12. Dezember 2014.
- LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NORDRHEIN-WESTFALEN (LWK NRW), 2015: Ratgeber Pflanzenbau und Pflanzenschutz, Unkrautbekämpfung in Winterraps, 346-351.
- LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NORDRHEIN-WESTFALEN, LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERSACHSEN, LANDWIRTSCHAFTSKAMMER SCHLESWIG-HOLSTEIN, LANDESAMT FÜR LANDWIRTSCHAFT, LEBENSMITTELSICHERHEIT UND FISCHEREI MECKLENBURG-VORPOMMERN, REGIERUNGSPRÄSIDIUM GIEßEN – PFLANZENSCHUTZDIENST HESSEN, SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE, LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT, FORSTEN UND GARTENBAU SACHSEN-ANHALT, 2012: Informationsblatt zu Clearfield-Raps (<https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/pflanzenschutz/ackerbau/pdf/info-clearfield-raps.pdf>) Stand: 17. April 2012.
- MEINLSCHMIDT, E., K. EWERT, 2014: Erste Praxiserfahrungen mit dem Clearfield-Produktionssystem im Winterraps. Raps **32** (3), 24-28.
- PETERS, K., B. GEROWITT, 2011: Auswirkungen des Klimawandels auf Unkrautarten im Raps. Raps **29** (3), 8-10.
- PETERSEN, J., 2013: Clearfieldsystem im Raps. Raps **31** (3), 28-31.
- PIEPHO, H.-P., 2012: A SAS macro for generating letter displays of pairwise mean comparisons. Communications in Biometry and Crop Science **7** (1), 4-13.
- SCHRÖDER, G., E. MEINLSCHMIDT, 2011: Restverunkrautung im Nachauflauf kontrollieren. Raps **29** (4), 14-21.
- SYNGENTA, 2015: Produktinformation 2015, Colzor Trio S. 199.
- UNION ZUR FÖRDERUNG VON OEL- UND PROTEINPFLANZEN e.V. (UFOP), 2015: Flächenschätzung Winterraps zur Ernte 2016 (Schätzung beruht auf telefonischen Interviews durchgeführt von produkt + markt), vorgestellt auf der Agritechnica am 09. November 2015 in Hannover.
- WAHMHOFF, W., 1990: Unkrautbekämpfung in Winterraps – Auswertung von Herbizidversuchen aus den Jahren 1971-1988. Z. Pfl-Krankh. PflSchutz., Sdh. XII, 329-338.
- WAHMHOFF, W., R. HEITEFUSS, 1985: Überlegungen zur gezielten Unkrautbekämpfung in Raps. Raps **3**, 115-118.
- WOLBER, D.M., T.-K. NIEHOFF, 2012: Clearfield-Raps. Herbizidtoleranter Raps ohne Gentechnik – Fortschritt oder Rückschritt? Raps **30** (3), 22-26.