

## **Einfluss von Standort und Bewirtschaftung auf das Auftreten von *Geranium* spp. im Winterraps**

*Influence of site and management on the occurrence of *Geranium* spp. in winter oilseed rape in Germany*

Kristin Hanzlik<sup>1\*</sup>, Bärbel Gerowitt<sup>2</sup> & Alfons Schönhammer<sup>1</sup>

<sup>1</sup>BASF, Aktiengesellschaft, Carl-Bosch-Strasse 64, D-67117 Limburgerhof

<sup>2</sup>Universität Rostock, Institut für Landnutzung – Phytomedizin, Satower Str. 48, D-18059 Rostock

\*Korrespondierender Autor, kristin.hanzlik@basf.com

DOI: 10.5073/jka.2012.434.086

### **Zusammenfassung**

Hohe Anbauintensitäten und Wirkungslücken in einer begrenzten Herbizidpalette begünstigten in den vergangenen zwei Jahrzehnten die Etablierung und Ausbreitung schwer zu bekämpfender Unkräuter im Raps.

In einem bundesweiten Monitoring wurden zwischen 2006 und 2008 auf 452 Rapsschlägen Ausmaß, Zusammensetzung und Verteilung der Restverunkrautung nach Abschluss aller Herbizidmaßnahmen erfasst. Ziel war nicht nur, solche Unkrautarten zu identifizieren, die trotz praxisüblicher Herbizidbehandlung in verstärktem Maße im Raps auftreten und so auch in späten Wachstumsstadien noch Schäden verursachen, sondern auch zu ergründen, welchen Anteil Standort- und Anbaufaktoren an der Ausbreitung einzelner Problemunkräuter tragen.

Nach Abschluss der Rapsblüte wurde jeweils über den gesamten Schlag der Unkrautdeckungsgrad für jede identifizierte Unkrautart nach einer fünfstufigen Boniturskala geschätzt und ihre Verteilung über den Schlag eingestuft. Ergänzend wurden Daten zum Standort und zur Bewirtschaftung erhoben. Medianvergleiche dienten der statistischen Absicherung von Artpräferenzen bezüglich der untersuchten Parameter. Faktoren, für die ein Einfluss nachgewiesen werden konnte, wurden mit Hilfe von Entscheidungsbäumen (classification and regression trees) in ihrer Bedeutung für die jeweilige Unkrautart gewichtet und die Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens bei verschiedenen Faktorenkombinationen und Herbizidstrategien vorhergesagt.

*Geranium* spp. waren mit einer Stetigkeit von 46,5 % auf nahezu jedem zweiten Rapsschlag vertreten, wobei sie artunabhängig Standorte mit weniger dichtem Kulturbestand und Höhenlagen über 200 m bevorzugten und am häufigsten dort auftraten, wo durch mehrfache Herbizideinsätze effektiv die Unkrautkonkurrenz ausgeschaltet wurde. Darüber hinaus zeigten sich unterschiedliche Präferenzen der Arten *Geranium pusillum*, *Geranium dissectum* und *Geranium rotundifolium* beispielsweise bezüglich der Art der Bodenbearbeitung, des Aussaattermins und der Bodengüte.

**Stichwörter:** Entscheidungsbäume, *Geranium dissectum*, *Geranium pusillum*, *Geranium rotundifolium*, Konkurrenz, Unkrautbekämpfung, Unkrautmonitoring

### **Summary**

High intensity of oilseed rape (OSR) cropping and weaknesses in a restricted range of herbicides available for this crop favoured the spreading of problematic weeds in OSR during the last two decades.

In a nationwide weed survey of OSR fields, the extent and composition of the weed infestation post herbicide application was determined. On the one hand the investigations aimed at identifying weed species that frequently occur despite herbicide application in OSR and are able to compete with the crop at late growth stages. On the other hand the survey was conducted to analyse the contribution of site properties and management factors to the spread of single problematic weed species.

Between 2006 and 2008, a total of 452 fields were surveyed. At the end of OSR flowering the cover of each identified weed species was estimated across the whole field according to a five level scale. Additionally, information on site properties and management measures was collected. Median comparisons served to statistically verify preferences of *Geranium pusillum*, *G. dissectum* and *G. rotundifolium* regarding the investigated factors. By the use of classification and regression trees (CART), explanatory variables were weighted due to their importance to *G. pusillum* and *G. dissectum* and probabilities of occurrence due to different combinations of management factors and herbicide applications were calculated for these species.

*Geranium* spp. were found in 46.5 % of the investigated OSR fields. All three species preferred sites with lower crop density and most frequently occurred in altitudes above 200 m and after multiple applications of herbicides that eliminated competing weeds. Furthermore the *Geranium* spp. showed different preferences

regarding soil quality, the kind of soil tillage and the sowing date of OSR.

**Keywords:** Classification and regression trees, competition, *Geranium dissectum*, *Geranium pusillum*, *Geranium rotundifolium*, weed control, weed survey

## 1. Einleitung

Hohe Anbauintensitäten und Wirkungslücken in einer begrenzten Herbizidpalette begünstigten in den vergangenen zwei Jahrzehnten die Etablierung und Ausbreitung schwer zu bekämpfender Unkräuter im Raps (KLEIBER und HECKEL, 2004). In diesem Zusammenhang wird auch das vermehrte Auftreten von Unkräutern der Gattung *Geranium* genannt (SCHRÖDER et al., 2008; LUTMAN et al., 2009). In Deutschland wurde das Vorkommen von Storchschnabel-Arten nach bundesweiten Unkrauterhebungen in Mais noch vor wenigen Jahren als zerstreut eingestuft (MEHRTENS, 2005), wobei bereits von einer starken Zunahme berichtet und eine weitere Ausbreitung vorhergesagt wird (MEHRTENS et al., 2005).

Die hier vorgestellten Ergebnisse basieren ebenfalls auf einem bundesweiten Monitoring, in dessen Rahmen zwischen 2006 und 2008 auf 452 Rapsschlägen Ausmaß, Zusammensetzung und Verteilung der Restverunkrautung nach Abschluss aller Herbizidmaßnahmen erfasst wurden. Ziel war nicht nur, solche Unkrautarten zu identifizieren, die trotz praxisüblicher Herbizidbehandlung in verstärktem Maße im Raps auftreten und so auch in späten Wachstumsstadien noch Schäden verursachen, sondern auch zu ergründen, welchen Anteil Standort- und Anbaufaktoren an der Ausbreitung einzelner Problemunkräuter tragen.

## 2. Material und Methoden

Nach Abschluss aller Herbizidmaßnahmen und Beendigung der Rapsblüte wurde über den gesamten Schlag der Unkrautdeckungsgrad für jede identifizierte Unkrautart nach einer fünfstufigen Boniturskala (Einzelpflanzen, < 5 %, 5 – 20 %, 20 – 50 %, > 50 %) geschätzt und die Gleichmäßigkeit ihrer Verteilung über den Schlag eingestuft (gleichmäßiges Auftreten vs. Nesterbildung, Randverunkrautung vs. Auftreten über den gesamten Schlag). Im vorliegenden Artikel werden hiervon lediglich die Daten zum Vorkommen der Storchschnabelarten Kleiner Storchschnabel (*Geranium pusillum*), Rundblättriger Storchschnabel (*G. rotundifolium*) und Schlitzblättriger Storchschnabel (*G. dissectum*) ausgewertet.

Ergänzend wurden Daten zum Standort (Tonanteil, Boden-pH, Ackerzahl, Humusgehalt, Schlaggröße, Höhenlage, Boniturzeitpunkt) und zur Bewirtschaftung (Aussaattermin Raps, Dauer des Rapsanbaus am Standort, Bestandesdichte Raps, Rapsanteil in der Fruchtfolge, Anteil Wintergetreide in der Fruchtfolge, Vorfrucht, Art der Bodenbearbeitung, Dauer pflugloser Bodenbearbeitung, Art der Düngung, Applikationszeitpunkt der eingesetzten Rapsherbizide) erhoben. Zusätzlich wurde die Wirksamkeit der eingesetzten Rapsherbizide gegenüber *Geranium*-Arten als erklärende Variable in den Analysen herangezogen. Die Datengrundlage hierfür bildeten die entsprechenden Produktbeschreibungen der Hersteller und Ergebnisse von Produktprüfungen der amtlichen Pflanzenschutzdienste (Kreuzchentabellen), wobei im Fall mehrerer Herbizidanwendungen die Werte der Wirksamkeit (0-3, entsprechend -, +, ++, +++) aufaddiert wurden (Tab. 1).

Medianvergleiche (Wilcox-Test) und  $\chi^2$ -Tests dienten der statistischen Absicherung von Artpräferenzen bezüglich der untersuchten Parameter. Diejenigen Faktoren, für die ein Einfluss nachgewiesen werden konnte, wurden mit Hilfe von Entscheidungsbäumen (classification and regression trees, CART) in ihrer Bedeutung für die jeweilige Unkrautart gewichtet und die Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens bei verschiedenen Faktorenkombinationen vorhergesagt und verglichen. Bei CART handelt es sich um ein robustes statistisches Verfahren, welches die Variation einer abhängigen Variable in Bezug auf ein oder mehrere erklärende Variablen analysiert, indem die zur Verfügung stehenden Daten wiederholt basierend auf einfachen logischen Regeln geteilt werden. Eine Entscheidung erfolgt jeweils auf Grundlage derjenigen erklärenden Variablen, welche die verbleibenden Daten am eindeutigsten klassifizieren kann. Das Ergebnis wird graphisch in Form eines sich vom sogenannten Wurzelknoten (ungeteilter Datensatz) aus verzweigenden Baumes dargestellt.

Ein Entscheidungsbaum kann dabei beliebig viele Entscheidungsknoten besitzen, aus denen jeweils zwei sich gegenseitig ausschließende Gruppen jeweils höchstmöglicher Homogenität hervorgehen. Am Ende dieser Verzweigungen befinden sich die Blätter, welche die finalen Gruppen von Standorten enthalten, eine definierte Mindestmenge an Elementen nicht unterschreiten dürfen und das erreichbare Maximum an Homogenität bezüglich der abhängigen Variable repräsentieren (DE'ATH und FABRICIUS, 2000).

**Tab. 1** Einstufung der an den untersuchten Standorten des Unkrautmonitorings verwendeten Raps herbizide bezüglich ihrer Wirksamkeit gegen *Geranium* spp. (links) und Verteilung der Wirksamkeitssummen (rechts).

**Tab. 1** *Oilseed rape herbicides used at the sites of the weed survey and their classification due to control level of Geranium spp. (left) and distribution of sum values for control (right).*

Herbizid	Wirkstoff(e)	Anwendung	Wirkung auf GERSS		
Brasan	Dimethachlor, Clomazone	VA	1		
Butisan	Metazachlor	NAK	0		
Butisan Top	Metazachlor, Quinmerac	NAK	1		
Cirrus	Clomazone	VA	0		
Effigo	Clopyralid, Picloram	NAH/NAF	0		
Fox	Bifenox	NAH	1		
Lontrel 100	Clopyralid	NAF	0		
Nimbus CS	Metazachlor, Clomazone	VA	1		
Stomp Aqua	Pendimethalin	NAH	1		
Agil S	Propaquizafop	NAH	0		
Focus Ultra	Cycloxydim	NAH	0		
Fusilade Max	Fluazifop-p-butyl	NAH/NAF	0		
Gallant Super	Haloxifop-R	NAH	0		
Ipifluor	Trifluralin	VS	0		
Kerb flo	Propyzamid	NAH	0		
Pradone Kombi	Carbetamid, Dimefuron	NAH/NAF	0		
Roundup	Glyphosat	YS	3	Wirksamkeit Summe	Anzahl Standorte
Select 240 EC	Clethodim	NAH/NAF	0	0	119
Targa Super	Quizalofop-P	NAH	0	1	317
Treflan	Trifluralin	VS	0	2	14
				3	0
				4	2

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Verbreitung von *Geranium* spp. in Deutschland

*Geranium* spp. waren mit einer Stetigkeit von 46,5 % auf nahezu jedem zweiten Raps Schlag vertreten, wobei der Kleine Storchschnabel (*Geranium pusillum*) auf 24,1 % aller untersuchten Standorte vor dem Rundblättrigen Storchschnabel (*G. rotundifolium*, 18,1 %) und dem Schlitzblättrigen Storchschnabel (*G. dissectum*, 14,8 %) dominierte. Während sich für *G. pusillum* kein Verbreitungsschwerpunkt innerhalb Deutschlands erkennen ließ, kam *G. rotundifolium* im Rahmen des vorgestellten Unkrautmonitorings vor allem in Mitteldeutschland vor. *G. dissectum* hingegen trat verstärkt in der südlichen Landeshälfte auf (Abb. 1).

#### 3.2 Einfluss von Standort und Bewirtschaftung

Alle untersuchten Unkräuter der Gattung *Geranium* bevorzugten Höhenlagen über 200 m und Standorte mit weniger dichtem Kulturbestand, wobei die letztere Tendenz bei *G. pusillum* und *G. rotundifolium* deutlicher ausgeprägt war als bei *G. dissectum* (Abb. 2). Artunabhängig traten Storchschnabelarten tendenziell am häufigsten dort auf, wo durch mehrfache Herbizideinsätze effektiv die Unkrautkonkurrenz ausgeschaltet wurde (Tab. 2b). Unbeeinflusst zeigten sich alle drei Unkrautarten dagegen vom Tonanteil des Bodens, sowie den Fruchtfolgeanteilen von Raps und Wintergetreide.

Unterschiedliche Präferenzen der Arten *G. pusillum*, *G. dissectum* und *G. rotundifolium* zeigten sich

hingegen bezüglich der Art der Bodenbearbeitung, des Aussaattermins und der Bodengüte. So traten *G. pusillum* und *G. rotundifolium* häufiger auf früher gesäten Rapschlägen auf, während *G. dissectum* tendenziell häufiger auf Flächen anzutreffen war, die etwas später als der Durchschnitt bestellt wurden. Weiterhin fiel für *G. rotundifolium* ein im Vergleich mit den anderen beiden Arten höherer Anspruch an die Bodengüte auf, wohingegen *G. dissectum* im Mittel die kalkhaltigsten Standorte besiedelte. Die Durchführung einer nicht-wendenden Bodenbearbeitung vor der Rapssaat förderte das Auftreten von *G. dissectum* und *G. rotundifolium* signifikant, hatte jedoch keinerlei Auswirkungen auf die Häufigkeit von *G. pusillum* (Tab. 2a). Auch die Dauer der (kontinuierlichen) pfluglosen Bodenbearbeitung am untersuchten Standort wirkte sich verstärkend auf das Auftreten der beiden erstgenannten Unkrautarten aus. Der Median der Standorte mit Auftreten von *G. dissectum* oder *rotundifolium* lag bei ca. 8 Jahren pflugloser Bestellung, jener der Grundgesamtheit aller pfluglos bestellten Standorte bei 5 Jahren. Darüberhinaus ließ sich ein Zusammenhang zwischen dem Auftreten von *G. dissectum* und solchen Schlägen, auf denen schon überdurchschnittlich lange Raps angebaut wird erkennen.

Insgesamt waren für das Auftreten von *G. pusillum* in abnehmender Wichtigkeit die Bestandesdichte des Rapses, die Wirksamkeit der eingesetzten Herbizide und der Saattermin des Rapses von Bedeutung (Abb. 3). Eine Bestandesdichte von 52 und mehr Rapspflanzen/m<sup>2</sup> hatte mit großer Wahrscheinlichkeit storchschnabelfreie Schläge zur Folge, während insbesondere bei einer Kombination von geringerer Bestandesdichte, Einsatz von Herbiziden mit Teilwirkung gegen *Geranium* spp. und einer Aussaat in der ersten Augushälfte (Tage nach dem 15.07. ≤ 30) die Wahrscheinlichkeit eines Auftretens von *G. pusillum* bei über 50 % lag. Abbildung 4 stellt die komplexen Auswirkungen unterschiedlicher Herbizidstrategien auf das Auftreten von *G. dissectum* dar. Auch hier fällt auf, dass diese Unkrautart ausgerechnet nach dem Einsatz eines der wenigen zur Zeit der Datenerhebung überhaupt verfügbaren Herbizide mit einer Teilwirkung gegen Storchschnabel-Arten besonders häufig vorgefunden wurde. Insbesondere die Ausbringung mehrerer Herbizide/Wirkstoffe in Nachauflauf-Behandlungen im Herbst (NAH) und/oder im Voraufbau hatten im Vergleich zu Behandlungsfolgen mit Nachauflauf im Keimblatt (NAK) oder Frühjahrsbehandlung (NAF) wesentlich erhöhte Auftretenswahrscheinlichkeiten von *G. dissectum* zur Folge.

**Tab. 2** Relative Häufigkeit von *Geranium* spp. in Abhängigkeit von der Art der Bodenbearbeitung (a) und der Anzahl erfolgter Herbizidanwendungen (b).

**Tab. 2** Relative frequency of *Geranium* spp. due to kind of tillage system (a) and number of herbicide applications (b).

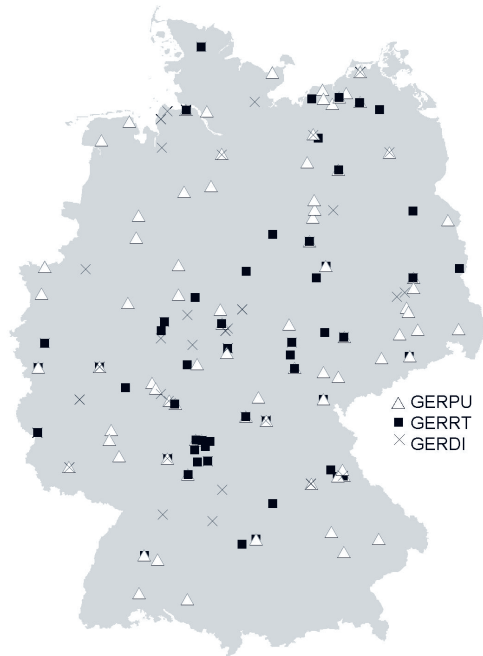
**Relative Häufigkeit von *Geranium* sp. :**

(a) bei unterschiedlicher Bodenbearbeitung

	nicht-wendend	wendend	Chi <sup>2</sup> -Test
GERPU	0.24	0.24	ns
GERRT	0.22	0.13	*
GERDI	0.18	0.09	*

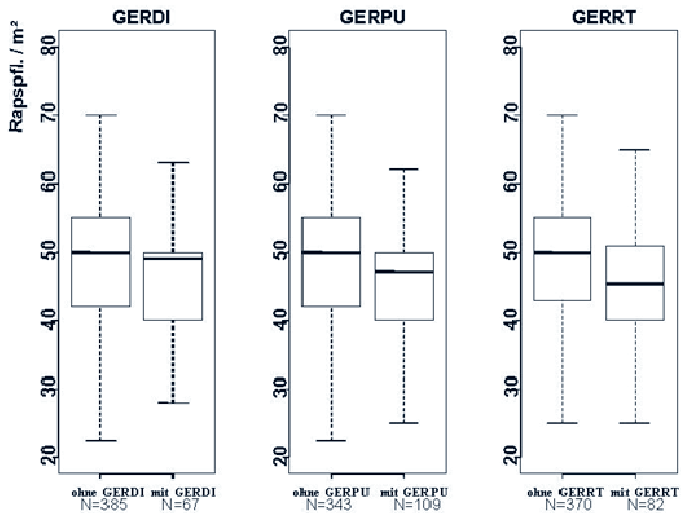
(b) nach unterschiedlich häufiger Herbizidbehandlung der Rapschläge

	1x	2x	3x	4x	
GERPU	0.27	0.23	0.18	0.38	ns
GERRT	0.13	0.17	0.23	0.25	ns
GERDI	0.12	0.11	0.20	0.38	ns



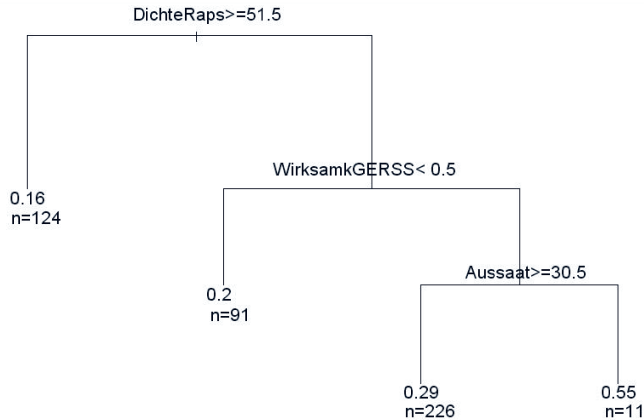
**Abb. 1** Vorkommen von *Geranium pusillum*, *G. rotundifolium* und *G. dissectum* bei bundesweiten Unkraut-erhebungen 2006 - 2008 (n = 452).

**Fig. 1** Occurrence of *Geranium pusillum*, *G. rotundifolium* and *G. dissectum* in a nation wide weed survey 2006 – 2008 (n = 452).



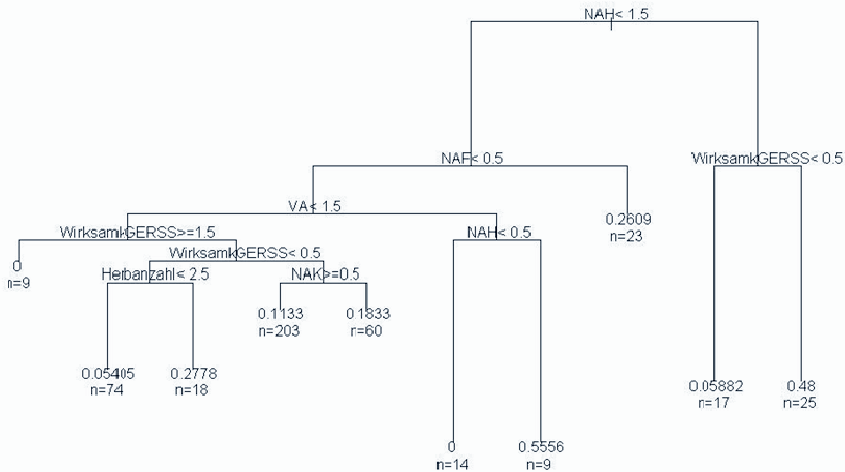
**Abb. 2** Vergleich von Standorten mit und ohne Auftreten von *Geranium pusillum*, *G. rotundifolium* und *G. dissectum* bezüglich der Bestandesdichte von Raps.

**Fig. 2** Comparison of sites with and without occurrence of *Geranium pusillum*, *G. rotundifolium* and *G. dissectum* regarding the crop density.



**Abb.3** Entscheidungsbaum (CART) mit Auftretenswahrscheinlichkeiten von *G. pusillum* bei verschiedenen Kombinationen von Bewirtschaftungsfaktoren (DichteRaps = Rapspflanzen/m<sup>2</sup>, WirksamkGERSS = Summe der Wirksamkeiten aller eingesetzten Herbizide gegenüber *Geranium* spp. (siehe Tab. 1), Aussaat = Saatermin in Tagen nach dem 15.07.).

**Fig. 3** Classification and regression tree (CART) showing the probability of occurrence of *G. pusillum* due to different combinations of management factors (DichteRaps = oilseed rape plants/m<sup>2</sup>, WirksamkGERSS = sum of control level of all applied oilseed rape herbicides regarding *Geranium* spp. (see Tab. 1), Aussaat = crop sowing date as number of days from 15.07.).



**Abb. 4** Entscheidungsbaum (CART) mit Auftretenswahrscheinlichkeiten von *G. dissectum* bei verschiedenen Herbizidstrategien. (WirksamkGERSS = Summe der Wirksamkeiten aller eingesetzten Herbizide gegenüber *Geranium* spp. (siehe Tab. 1), VA = Voraufbau, NAK = Nachaufbau Keimblattstadium, NAH = Nachaufbau Herbst, NAF = Nachaufbau Frühling, Zahlen stehen für die Anzahl der eingesetzten Herbizide im entsprechenden Applikationszeitraum).

**Fig. 4** Classification and regression tree (CART) showing the probability of occurrence of *G. dissectum* due to different herbicide strategies. (WirksamkGERSS = sum of control level of all applied oilseed rape herbicides regarding *Geranium* spp. (see Tab. 1), VA = pre-emergence application, NAK = early post-emergence, NAH = post-emergence autumn, NAF = post-emergence spring, numbers indicate number of herbicides applied at the corresponding application time).

#### 4. Diskussion

Die Förderung von *Geranium*-Arten durch nicht-wendende Bodenbearbeitung und eine frühe Rapsaussaat in der ersten Augushälfte wurde auch in anderen Unkrauterhebungen beobachtet (HANZLIK und GEROWITT, 2010), konnte aber an dieser Stelle erstmals auf Artebene nachgewiesen und für *G. pusillum* entsprechend eingeschränkt werden.

Die vorgestellten Daten wurden zur Zeit der Markteinführung der Nachauflauf-Rapsherbizide Effigo® (Clopyralid, Picloram), Fox® (Bifenox) und Stomp Aqua® (Pendimethalin) erhoben, die zumindest eine Teilwirkung auf *Geranium* spp. haben. Abgesehen von Clomazone, das ebenfalls noch nicht sehr lange im Raps eingesetzt wird, und hohen Aufwandmengen von Glyphosat, wirken die restlichen im Untersuchungszeitraum eingesetzten Herbizide gar nicht auf Storchschnabel-Arten. Entsprechend unzureichend waren die Möglichkeiten der Kontrolle dieser Unkrautgattung. Wahrscheinlich ist die Selektion von *Geranium*-Arten sehr schnell erfolgt. In den Jahren 2000 – 04 wurden vor der Unkrautbekämpfung im Mais *Geranium* spp. durchschnittlich auf 11,5 % aller Flächen (n = 2602) vorgefunden (MEHRTENS, 2005). Im Zeitraum 2005 – 2007 wurden mit der gleichen Erhebungsmethode auf 34,3 % Rapsflächen (n = 1463) Storchschnabel-Arten bonitiert (HANZLIK, 2011). Die beiden Datensätze erlauben es nicht zu unterscheiden, ob eine zeitliche Zunahme in der Gesamtperiode vorliegt oder der Einfluss der beiden verschiedenen Feldfrüchte (Mais/Raps) überwiegt. Die hier vorgestellten Ergebnisse im Raps, die in einem vergleichbaren Zeitraum (2006 – 2008) und dergleichen Kultur, allerdings durch eine Unkrautbonitur nach erfolgtem Herbizideinsatz gewonnen wurden, stützen die Beobachtung im Raps und veranschaulichen außerdem wie sehr *Geranium* spp. von der Beseitigung konkurrierender Unkräuter profitiert. Dieser Zusammenhang kann auch erklären, warum gerade nach Einsatz der neueren, gegen viele andere häufige Unkrautarten effektiv wirkenden Wirkstoffe ein verstärktes Auftreten von *Geranium pusillum*, *Geranium dissectum* und *Geranium rotundifolium* zu beobachten ist.

#### Danksagung

Die Autoren danken allen Landwirte und Mitarbeitern der amtlichen Pflanzenschutzdienste, die Flächen für die Untersuchungen zur Verfügung stellten, Fragebögen beantworteten und Bonituren durchführten.

#### Literatur

- DEATH, G. UND K.E. FABRICIUS, 2000: CLASSIFICATION AND REGRESSION TREES: A POWERFUL YET SIMPLE TECHNIQUE FOR ECOLOGICAL DATA ANALYSIS. *ECOLOGY* **81**, 3178-3192.
- HANZLIK, K. UND B. GEROWITT, 2010: VERÄNDERN PFLUGLOSE BODENBEARBEITUNG UND FRÜHSAATEN DIE UNKRAUTVEGETATION IM WINTERRAPS? (DO NON-INVERSION TILLAGE AND EARLY CROP SOWING CHANGE THE WEED VEGETATION IN WINTER OILSEED RAPE?). *GESUNDE PFLANZEN* **62**, 1 - 9.
- HANZLIK, K., 2011: ACKERUNKRÄUTER IM WINTERRAPS – ARTEN, HÄUFIGKEITEN, STRUKTURELLE VERÄNDERUNGEN (ARABLE WEEDS IN OILSEED RAPE IN GERMANY – SPECIES, FREQUENCIES, STRUCTURAL CHANGES). DISSERTATION, UNIVERSITÄT ROSTOCK.
- KLEIBER, E. UND W. HECKL, 2004: EINSATZ VON BIFENOX IM WINTERRAPS ZUR BEKÄMPFUNG ZWEIFEIMBLÄTTRIGER PROBLEMUNKRÄUTER IM NACHAUFLAUF. PAREY BUCHVERLAG, BERLIN.
- LUTMAN, P., J. STORKEY, H. MARTIN UND J. HOLLAND, 2009: ABUNDANCE OF WEEDS IN ARABLE FIELDS IN SOUTHERN ENGLAND IN 2007/08. *ASPECTS OF APPLIED BIOLOGY* **91**, 1-6.
- MEHRTENS, J., 2005: RÄUMLICHE UND ZEITLICHE VERTEILUNG VON UNKRÄUTERN IN MAIS. BEUREN, GRAUER, STUTTGART, 1-211.
- MEHRTENS, J., M. SCHULTE UND K. HURLE, 2005: UNKRAUTFLORA IN MAIS - ERGEBNISSE EINES MONITORINGS IN DEUTSCHLAND. *GESUNDE PFLANZEN* **57**, 206-218.
- SCHRÖDER, G., E. MEINLSCHMIDT, B. KRÜGER, E. BERGMANN UND R. BALGHEIM, 2008: NEUE MÖGLICHKEITEN BEI DER UNKRAUTBEKÄMPFUNG IN WINTERRAPS - EIN BEITRAG ZUR UMSETZUNG DES INTEGRIERTEN PFLANZENSCHUTZES IN DER LANDWIRTSCHAFTLICHEN PRAXIS. *JOURNAL OF PLANT DISEASES AND PROTECTION* **SPECIAL ISSUE XXI**, 483-492.