

Welche Faktoren fördern das Auftreten von *Chenopodium album* auf norddeutschen Maisflächen?

*Which factors support the occurrence of *Chenopodium album* in maize fields in Northern Germany?*

Christoph v. Redwitz* und Bärbel Gerowitt

Phytomedizin, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Universität Rostock
*Korrespondierender Autor, Christoph v. Redwitz, christoph.redwitz@uni-rostock.de



DOI 10.5073/jka.2014.443.019

Zusammenfassung

Der Maisanbau hat in Deutschland in den letzten Jahren immer mehr zugenommen. Unkräutern wird im Mais nur geringe Beachtung geschenkt, weil sie gut zu bekämpfen sind. Probleme mit gut angepassten Unkräutern sind aber zukünftig zu erwarten, wenn Maisanbauhäufigkeit und -intensität weiter zunehmen. Um diese Einflüsse auf Maisunkräuter besser einschätzen zu können, ist es wichtig, mehr über das Aufkommen typischer Unkräuter im Mais zu wissen.

In einer Unkrauterhebung in den Jahren 2011 und 2012 wurden in vier Regionen Norddeutschlands auf 169 Maisflächen Unkrautarten und deren Dichten bestimmt. Angaben über das Management dieser Flächen und die bewirtschaftenden Betriebe wurden erfragt. Eines der am weitesten verbreiteten Unkräuter im Mais ist *Chenopodium album*, das auch zu hohen Ertragsverlusten führen kann. Hier wurden mit einem generalisierten gemischten linearen Modell die Einflussgrößen bestimmt, die das Auftreten von *Chenopodium album* begünstigen. Diese waren die Niederschlagssummen zwischen Aussaat und Bonitur, der Anbau von Mais im Vorjahr, die Ausbringung von Mist, der Gehalt an organischer Substanz im Boden und der Gehalt an pflanzenverfügbarem Phosphor.

Stichwörter: Gemischtes Modell, GLMM, Management, Norddeutschland, Phosphor, Unkraut

Abstract

The area cultivated with maize in Germany is continuously increasing throughout the last years. Nevertheless weeds in maize get small notice, probably since they are still easy to control. If maize cropping frequency and intensity continue to increase, problems with adapted weeds are likely to occur. To face these effects, it is worthwhile to know more about the appearance of typical maize weeds.

In 2011 and 2012 a weed survey took place in four regions of Northern Germany. Weed species were identified and counted on 169 fields cropped with maize. Data about management of these fields was collected. One of the most wide spread weeds was *Chenopodium album*, which can also cause high yield losses. With a generalized linear mixed model five parameters were identified which influence the emergence of *C. album*: precipitation, cropping maize in the previous year, fertilizing with manure, soil organic matter and plant available phosphorus.

Keywords: Corn, GLMM; mixed model, management, Northern Germany, phosphorus, weed

Einleitung

In den letzten 60 Jahren hat der Anteil von Mais in den Fruchtfolgen immer stärker zugenommen. Inzwischen ist Mais nach Weizen die am meisten angebaute Fruchtart in Deutschland (BMELV, 2012). Dieser Trend wird sich zwar vermutlich abschwächen, der Maisanteil wird aber auf einem sehr hohen Niveau bleiben. In Anbetracht dieser Entwicklung ist es erstaunlich, wie wenig Beachtung die Unkräuter in Mais erhalten. Das liegt wohl vor allen Dingen an ihrer guten Bekämpfbarkeit. Auch so genannte „Problemunkräuter“ wie *Solanum nigrum* oder *Echinochloa crus-galli* (EDER, 2006) sind meist gut zu bekämpfen. Allerdings gibt es Gründe dafür, auch im Mais zukünftig Probleme mit sehr gut angepassten Unkräutern zu erwarten. Diese liegen vor allem im hohen Selektionsdruck durch Herbizide, aber auch allen gleichbleibenden Managementmaßnahmen (Bodenbearbeitung, Düngung, Saat, Ernte) wenn Mais in immer engeren Fruchtfolgen steht. Um mit diesen Entwicklungen umgehen zu können, ist es notwendig mehr über das Auftreten von Unkräutern auf Maisflächen zu erfahren: Mehr über die Vergesellschaftung der Arten, aber auch über einzelne Arten im Speziellen.

In den Jahren 2000 bis 2005 wurde von MEHRTENS (2005) ein deutschlandweites Maismonitoring durchgeführt. Hier wurden – vor allem in den für ihren Maisanbau bekannten Gebieten – Spritzfenster auf Maisflächen angelegt und die Unkrautarten sowie ihre Dichten aufgenommen. *Chenopodium album* war dabei das am weitesten verbreitete Unkraut. Von dieser Art ist bekannt, dass sie zu hohen Ertragsverlusten im Mais führen kann (FISCHER *et al.*, 2004). Dabei ist vor allem ihr relatives Auflaufen zum Mais ausschlaggebend (SARABI *et al.*, 2013).

Daher soll hier untersucht werden, welche Einflüsse das Vorkommen in Häufigkeit und vor allem in Dichten von *C. album* auf Maisflächen erklären können.

Material und Methoden

In den Jahren 2011 und 2012 wurde in den norddeutschen Regionen „Diepholz“, „Uelzen“, „Fläming“ und „Oder-Spree“ eine Unkrauterhebung auf Maisflächen durchgeführt. Diese Regionen sind Teil des Projektes „Nachhaltiges Landmanagement im norddeutschen Tiefland“ (NALAMA-NT, 2013). Sie liegen auf einem klimatischen Gradienten von West nach Ost und umfassen Gebiete in Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Brandenburg und sind zwischen 1500 und 2200 km² groß. Die Flächenwahl wurde pragmatisch gelöst: über projektinterne Kontakte und Berater wurden landwirtschaftliche Betriebe erfragt. Die einzige Aufgabe war es, ein Fenster von ~100 m² anzulegen, in dem keine Unkrautbekämpfung durchgeführt wird. Diese Fenster sollten weder im Randbereich des Schlages noch auf dem Vorgewende angelegt werden.

In diesen herbizidfreien Fenstern wurden alle Unkräuter auf insgesamt einem Quadratmeter (10 * 0,1 m²) gezählt und bestimmt. Zur Bestimmung des pflanzenverfügbaren Phosphorgehalts und des Gehalts an organischer Substanz wurden außerdem Mischproben aus den oberen 30 cm des Bodens (20 Einstiche mit einem Bohrstock von 2 cm Durchmesser) im Spritzfenster genommen. Die Untersuchung fand im Zeitfenster bis max. 10 Wochen, möglichst aber 4 bis 6 Wochen nach der Aussaat statt. Managementdaten dieser Flächen wurden - ergänzt durch einige allgemeine Betriebsdaten - mit einem Fragebogen, der an die Betriebe versandt wurde, erhoben. Darüber hinaus konnten Wetterdaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD, 2013) genutzt werden.

Von allen gesammelten Größen wurden diejenigen ausgewählt, von denen auf Grundlage von Literatur (z. B. LEBLANC *et al.*, 2002; LEHOCZKY *et al.*, 2003) und plausiblen Überlegungen ein Einfluss auf *C. album* vermutet wurde. Die Erhebungsgüte dieser 17 Parameter unterscheidet sich (Tab. 1). Während der pflanzenverfügbare Phosphor und der Gehalt organischer Substanz sehr genau, d.h. als g/100g Boden bzw. Prozentwert bestimmt wurden, wurde die Düngung nur sehr grob mit „ja“ und „nein“ betrachtet. Das lag vor allen Dingen daran, dass die Fragebögen zur Erfassung von Managementdaten einfach gehalten wurden, um ihre Rücklaufquote zu erhöhen. Es wurden also keine Düngermengen abgefragt, sondern nur die eingesetzten Düngerquellen. Der etwas ungewöhnliche Parameter „Maisanbaustufe“ bildet in vier Kategorien ab, vor wie vielen Jahren das erste Mal Mais auf der Fläche stand.

Durch die Erhebungsmethode (großes Aufnahmegebiet mit einem Klimagradienten, Praxisschläge – keine Versuche, unterschiedliche strukturelle Bedingungen in Brandenburg und Niedersachsen) entstanden mit einem großen statistischen „Rauschen“ behaftete Daten. Dieses „Rauschen“ sorgt dafür, dass die abhängige Variable eines statistischen Modells scheinbar willkürliche Werte annimmt. Die Ursache kann in fehlenden Parametern liegen oder auch darin, dass bestimmte Effekte nur die Varianz aber nicht die Höhe der Variablen beeinflussen. Untersuchungen auf Artenebene gestalten sich daher schwierig. Eine Möglichkeit diesem Umstand zu begegnen, ist der Einsatz von gemischten Modellen.

In (generalisierten) gemischten Modellen werden Parameter, die Rauschen verursachen, als „Zufallseffekte“ behandelt und von direkten, „festen“ Effekten (diese beeinflussen auch den Intercept) getrennt. So können vorhandene Trends klarer in Erscheinung treten. Daher wurde hier auf die Methode der gemischten Modelle zurückgegriffen.

Zur Modellbildung wurden die in Tabelle 1 gelisteten Parameter genutzt. Da einige Kombinationen von diesen Parametern spezielles Interesse wecken, wurden diese explizit in das Modell als Interaktion aufgenommen: Ist es wichtig, ob die Temperatur und der Niederschlag gemeinsam reagieren (SB_mitT:SB_N)? Wird der Maisanbau in den vergangenen zwei Jahren erst durch den Pflugeinsatz relevant (Pflug:Maisanbau_vor_01, und Pflug:Maisanbau_vor_02)? Ist es speziell wichtig ob, in beiden vergangenen Jahren Mais angebaut wurde (Maisanbau_vor_02:Maisanbau_vor_01)?

Mit „Region“ und „Betrieb in Region“ als Zufallseffekte sollen einige der Gründe für das Rauschen in den Daten abgedeckt werden.

Da eine „Overdispersion“ vorlag, wurde eine Quasi-Poissonverteilung angenommen. Die Modelvereinfachung geschah durch „Backwardselection“: Ein Modell mit allen Parametern wurde errechnet. Danach wurde jeder Parameter mittels t-test auf einen signifikanten Modelleinfluss getestet und dann der Parameter mit dem geringsten, nicht signifikanten Einfluss aus dem Modell entfernt. Dieser Vorgang wurde so oft wiederholt, bis nur noch signifikante Einflüsse übrig waren (CRAWLEY, 2007).

Von insgesamt 169 untersuchten Flächen auf 38 Betrieben ergaben sich 167 vollständige Datensätze für das nach Backwardselection gewählte Modell - nur diese wurden untersucht.

Die gesamte statistische Analyse wurde mit R 2.15.2 (R CORE TEAM, 2012) durchgeführt. Für das generalisierte gemischte Modell (GLMM) wurde auf das R-Paket „MASS“ (VENABLES und REPLEY, 2002) zurückgegriffen.

Tab. 1 Name und Einheit aller untersuchter Parameter.

Tab. 1 Name and unit of all used parameter.

Variable	Beschreibung	Einheit
CHEAL	Chenopodium album	Pflanzen / m ²
zeitdiff	Tage zwischen Aussaat und Bonitur	d
P_GEH	Pflanzenverfügbare Phosphor	Phosphor (g) / 100g Boden
HUMUS	Gehalt an organischer Substanz	%
Sandgehalt	Sandgehalt abgeleitet von der Bodenart	%
Ackerzahl	Bodengüte	-
PFLQM	Aussaatstärke von Mais	Pflanzen / m ²
Duengung_Mist	Misteinsatz	ja/nein
Duengung_Guelle	Gülleinsatz	ja/nein
Duengung_mineralisch	Einsatz von mineralischem Dünger	ja/nein
Pflug	Pflugeinsatz	ja/nein
PS_vorauflauf	wurde vor dem Auflaufen von Mais Pflanzenschutz betrieben	ja/nein
Maisanbaustufe	vor wievielen Jahren stand zum ersten mal Mais auf der Fläche	0/1, 2-6, 7-12, >12
Maisanbau_vor_01	wurde letztes Jahr Mais angebaut	ja/nein
Maisanbau_vor_02	wurde vorletztes Jahr Mais angebaut	ja/nein
Bewaesserung	Bewässerung	mm
SB_N	Niederschlagssumme von Aussaat bis Bonitur	mm
SB_mitT	mittlere Tagestemperatur zwischen Aussaat und Bonitur	C°

Ergebnisse

Das Auftreten von *C. album* in den Spritzfenstern schwankte zwischen 0 und 1602 Pfl./m². Die mittlere Dichte lag bei 67 Pfl./m². Über die Regionen betrachtet tritt eine gewisse Schwankung auf (Abb. 1). Das Auftreten von *C. album* in den einzelnen Betrieben variiert stärker (Daten sind nicht abgebildet).

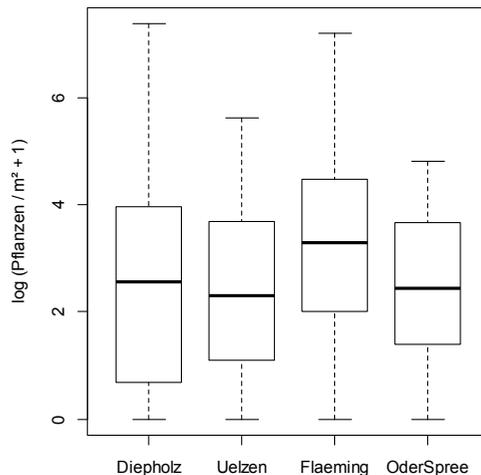


Abb. 1 Auftreten von *C. album* über die Regionen.

Fig. 1 Occurrence of *C. album* in the regions.

Das „beste Modell“ enthielt nach „Backwardselection“ noch fünf Parameter: Gehalt an pflanzenverfügbarem Phosphor, Gehalt organischer Substanz, Düngung mit Mist, der Maisanbau im Vorjahr und die Niederschlagssumme zwischen der Aussaat und der Bonitur. Die Zufallseffekte waren gesetzt und nicht Teil der Modellvereinfachung.

Tab. 2 Werte des generalisierten gemischten Modells.

Tab. 2 Values of the generalized mixed effect model.

Variable	Wert	Std. Fehler	FG	t-Wert	p-Wert
(Intercept)	1.08	0.55	124	1.95	0.05
pflanzenverfügbarer Phosphor	0.07	0.03	124	2.73	0.01
Gehalt organischer Substanz	0.11	0.02	124	4.63	0.00
Misteinsatz „ja“	0.76	0.27	124	2.77	0.01
Wurde letztes Jahr Mais angebaut „ja“	0.64	0.27	124	2.40	0.02
Niederschlagssumme von Aussaat bis Bonitur	1.18	0.27	124	4.37	0.00

Die Zufallseffekte haben Größen von 0,46 („Region“) und 0,67 („Betrieb in Region“). Die Residuen liegen bei 10,30. Alle festen Effekte, die in das Modell eingehen, haben einen positiven Einfluss auf das Auftreten von *C. album* (Tab.2). Der Größte unter ihnen ist der Wetterparameter Niederschlagssumme mit 1,18. Danach folgen zwei Managementparameter: Misteinsatz (0,76) und Maisanbau im letzten Jahr (0,64). Die Bodenparameter Gehalt an organischer Substanz (0,11) und pflanzenverfügbaren Phosphor (0,07) haben die geringsten Werte.

Um die relative Bedeutung der gewählten Zufallseffekte besser beurteilen zu können, wurde ein alternatives Modell getestet, in dem nur die Zufallseffekte durch „Jahr“ und „Betrieb in Jahr“ ersetzt wurden, die festen Effekte aber beibehalten wurden. Die Einflussgrößen der festen Modellparameter änderten sich kaum, die Werte der Zufallsvariablen waren 0,00 für das „Jahr“ und 0,82 für „Betrieb in Jahr“ bei 9,45 Residuen.

Diskussion

Die durchgeführte Erhebung von Unkräutern auf herbizidfreien Flächen in Praxis schlägen liefert eine Art Daten, die meistens mit Hilfe multivariater Verfahren ausgewertet werden. Auch der vorliegende Datensatz wurde mit dem Vorkommen aller Unkrautarten bereits derartigen Auswertungen unterzogen (v. REDWITZ und GEROWITT, 2013). Dabei konnte gezeigt werden, dass zwei Arten den Datensatz hinsichtlich Präsenz und Aufkommen dominieren: *C. album* und *Echinochloa crus-galli*. Dieses starke mengenmäßige Aufkommen ermöglicht es, die artspezifischen Daten auch mit univariaten Ansätzen, wie z. B. gemischten linearen Modellen zu untersuchen.

Für diesen Beitrag wurde *C. album* ausgewählt. Faktoren für das Auftreten dieser Art in Mais genauer zu kennen, ist schon allein wegen ihres Schadpotentials eine wichtige Aufgabe (FISCHER *et al.* 2004). Die hier genutzte Herangehensweise ermöglicht es, ein Bild zum Aufkommen von *C. album* auf Maisflächen in Norddeutschland zu zeichnen, das über die Erkenntnisse aus klassischen Feldversuchen hinausgeht.

MEHRTENS (2005) wertete eine bundesweite Unkrauterhebung von Maisflächen mittels deskriptiver, univariater Methoden aus. Das von uns festgestellte Auftreten von *C. album* lässt sich mit dieser Erhebung vergleichen und einordnen. MEHRTENS (2005) fand eine maximale Auftretsstärke von 730 Pfl./m² von *Chenopodium* spp. – der Autor fasste verschiedene Spezies der Gattung *Chenopodium* zusammen. Wir unterschieden alle *Chenopodium*-Pflanzen auf Art-Ebene, trotzdem ist allein die maximale Auftretsstärke von *C. album* mit 1602 Pfl./m² mehr als doppelt so hoch. Auch die mittlere Dichte von *Chenopodium* spp. lag bei MEHRTENS (2005) mit 47,3 Pfl./m² unter der hier vorgefundenen 67 Pfl./m². Diese Unterschiede sind bemerkenswert, da MEHRTENS (2005) mit 2602 Standorte bundesweit eine größere Menge und eine weitere räumliche Verteilung von Flächen einbezog. Extrema im Auftreten von *C. album* sollten daher gut erfasst gewesen sein. Die Flächen lagen allerdings gehäuft in „typischen“ Maisgebieten, die im Südosten oder im Nordwesten von Deutschland anzutreffen sind. In anderen Gebieten, wie z. B. dem Nordosten Deutschlands befanden sich deutlich weniger Aufnahmeflächen. Obwohl die Probenahme also nicht ohne Einschränkungen zu vergleichen ist, können die hier präsentierten Werte im Vergleich zu MEHRTENS (2005) auch auf steigende Tendenzen der Dichten von *C. album* in Maisflächen hinweisen.

Das hier abgebildete Modell beschreibt das Vorkommen von *C. album* unter Ausschluss des Einflusses durch Region und den Betrieben in den Regionen. Beim Vergleich mit dem alternativen Modell, das das Jahr statt der Region als Zufallseffekt enthielt, fiel auf, dass die Betriebe im Jahr einen größeren Effekt enthielten als die Betriebe in den Regionen: Die individuellen Begebenheiten der Betriebe im Jahr sorgen für mehr Unterschiede im Auflaufen von *C. album*, als die Regionen mit ihren klimatischen Gradienten und sonstigen strukturellen Unterschieden. Bei der Höhe der Residuen leidet Modelle im Vergleich mit der Höhe der Zufallseffekte wird klar, dass ein großer Teil des „Rauschens“ noch nicht abgebildet ist. Wesentliche Zufallseffekte in den Modellen sind mit den genutzten Variablen noch nicht identifiziert bzw. zugeordnet.

Von den signifikanten festen Effekten (Tab. 2) hat die Niederschlagssumme mit Abstand den größten Einfluss. Nach ELLENBERG *et al.* (1992) ist *C. album* mit einer Feuchtezahl von 4 aber eher eine Pflanze von mäßig trockenen Flächen. LEBLANC *et al.* (2004) konnte mit dem Sandanteil und der Luft- und Bodentemperatur das Auflaufen von *C. album* sehr gut vorhersagen. Interessanterweise ist hier dagegen die Temperatur nicht relevant und auch die Interaktion zwischen Temperatur und Niederschlag wurde nicht in das Modell aufgenommen. *C. album* scheint unabhängig von der Temperatur mit steigenden Niederschlägen stärker aufzulaufen. Die beiden Parameter des Managements „Misteinsatz“ und „Maisanbau im letzten Jahr“ haben in etwa die gleiche Einflusshöhe. Es war nicht wichtig, ob der Maisanbau im letzten Jahr mit Pflugeinsatz kombiniert wurde. Wesentlich war vor allem, dass im vorhergehenden Jahr ähnliche Anbaubedingungen (Mais) herrschten. Obwohl prinzipiell der Pflug den Unkrautbesatz senkt, kommt *C. album* doch relativ gut damit zurecht (LEHOCZKY *et al.*, 2013), so dass der Pflugeinsatz nicht in das Modell aufgenommen wurde. Die Kombination von großen persistenten Samenbanken, die die Art aufbaut (HANF, 1990; RAHMAN *et al.*, 2006) und ihr weitverbreitetes Auftreten auf Ackerflächen könnte der Grund hierfür sein. Der positive Einfluss von Mistdüngung auf *C. album* wurde auch in Versuchen von CIUBERKIS *et al.* (2006) gefunden. Die Bodenparameter Gehalt organischer Substanz und pflanzenverfügbarer Phosphor bleiben signifikant im Modell, obwohl ihre Einflusshöhe deutlich geringer als die der übrigen Parameter ist. Wie der leicht positive Einfluss des Gehalts organischer Substanz zeigt, fördern humose oder moorige Böden *C. album*. In einem Versuch beeinflusste Phosphor *C. album* im Vergleich zu anderen Unkräutern stark (ANDREASEN *et al.*, 2006). Das hier auf Basis von Praxisschlägen aufgestellte Modell zeigt, dass sich dieser Einfluss auch auf Feldern messen lässt.

Insgesamt ermittelt das hier erstellte Modell einige aus Versuchen bekannte Einflüsse für das Aufkommen von *C. album* auch mit Daten, die auf Praxis-Feldern ermittelt wurden. Andere Einflussgrößen, wie die Temperatur oder der Sandgehalt scheinen in der „Natur“ für *C. album* weniger Bedeutung zu haben, als es Versuche vermuten lassen.

Literatur

- ANDREASEN, C., A.-S. LITZ und J. C. STREIBIG, 2006: Growth response of six weed species and spring barley (*Hordeum vulgare*) to increasing levels of nitrogen and phosphorus. *Weed Res.* **46** (6), 503-512.
- BMELV, 2012: Kap. C Landwirtschaft: 98 Anbau, Ertrag und Ernte der Feldfrüchte, Statistisches Bundesamt, BMELV (123).
- CIUBERKIS, S., S. BERNOTAS und S. RAUDONIUS, 2006: Long-term manuring effect on weed flora in acid and limed soils. *Acta Agric. Scand. Sect B: Soil and Plant Science* **56** (2), 96-100.
- CRAWLEY, J. C., 2007: *The R Book*, England, John Wiley and Sons Ltd., 614.
- DWD, 2013: Deutscher Wetterdienst, URL <http://www.dwd.de>
- EDER, J., 2006: Getreide- und Maisanbau: Mais, Kap. 11.9, 510-546.
- ELLENBERG, H., H. WEBER, R. DÜLL, V. WIRTH, W. WERNE und D. PAULIBEN, 1992: *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa*. Verlag Erich Goltze.
- FISCHER, D. W., R. G. HARVEY, T. T. BAUMAN, S. PHILLIPS, S. E. HART, G. A. JOHNSON, J. J. KELLS, P. WESTRA und J. LINDQUIST, 2004: Common lambsquarters (*Chenopodium album*) interference with corn across the northcentral United States. *Weed Sci.* **52** (6), 1034-1038.
- HANF, M., 1990: *Ackerunkräuter Europas*. Verlagsunion Agrar, 202.
- LEBLANC, M. L., D. C. CLOUTIER und C. HAMEL, 2002: Effect of water on common lambsquarters (*Chenopodium album* L.) and barnyardgrass [*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.] seedling emergence in corn. *Can. J. Plant Sci.* **82** (4), 855-859.
- LEBLANC, M. L., D. C. CLOUTIER, K. A. STEWART und C. HAMEL, 2004: Calibration and validation of a common lambsquarters (*Chenopodium album*) seedling emergence model. *Weed Sci.* **52** (1), 61-66.
- LEHOCZKY, É., A. KISMÁNYOKY und T. NÉMETH, 2013: Effects of Nutrient Supply and Soil Tillage on the Weeds in Maize. *Commun. Soil Sci. Plan.* **44** (1-4), 546-550.
- MEHRTENS, J., 2005: *Räumliche und zeitliche Verteilung von Unkräutern in Mais*. Beuren, Verlag Ulrich E. Grauer, 211.
- NALAMA-NT, 2013: Nachhaltiges Landmanagement im Norddeutschen Tiefland, URL <http://www.nalama-nt.de/>
- RAHMAN, A., T. K. JAMES und N. GRBACAVAC, 2006: Correlation between the soil seed bank and weed populations in maize fields. *Weed Biol. Manag.* **6** (4), 228-234.
- R CORE TEAM, 2012: *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.

26th German Conference on weed Biology and Weed Control, March 11-13, 2014, Braunschweig, Germany

REDWITZ, V. C. und B. GEROWITT, 2013: Weed species composition in maize fields of Northern Germany. Proc. 16th Symp. European Weed Research Society, Samsun, Turkey, 108. SARABI, V., M. N. MAHALLATI, A. NEZAMI und M.H. R. MOHASSEL, 2013: Effects of common lambsquarters (*Chenopodium album* L.) emergence time and density on growth and competition of maize (*Zea mays* L.). Aust. J. Crop Sci. Australian Journal of Crop Science 7 (5), pp. 532-537.

VENABLES, W. N. und B. D. RIPLEY, 2002: Modern Applied Statistics with S. Fourth Edition. Springer, New York.