

Drüsenblättrige Kugeldistel (*Echinops sphaerocephalus*)

Ulrike Sölter^{1*}, Arnd Verschwele¹, Uwe Starfinger², Matthias Haase³, Irene Hoppe³, Katrin Schneider⁴, Jens Birger⁵, Antje Birger⁵, Philip Martini³, Sascha Ritter³, Elke Schenke³

¹Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig

²Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für nationale und internationale Angelegenheiten der Pflanzengesundheit, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig

³Landschaftspflegeverband "Grüne Umwelt" e. V., Am Anger 4a, 39171 Sülzetal/OT Schwaneberg

⁴Koordinationsstelle Invasive Neophyten in Schutzgebieten Sachsen-Anhalts beim UfU e. V., Große Klausstraße 11, 06108 Halle (Saale)

⁵Umwelt- und Geodatenmanagement GbR, Mansfelder Straße 56, 06108 Halle

*Korrespondierende Autorin: ulrike.soelter@julius-kuehn.de

Beschreibung der Art

Die Drüsenblättrige Kugeldistel, *Echinops sphaerocephalus*, auch Drüsige Kugeldistel genannt, hat ihren Ursprung im südeuropäischen bis asiatischen Raum (FIALA, 2005; KORSCH, 2011). Sie gehört zur Klasse der Zweikeimblättrigen (*Dicotyledoneae*) und der Familie Korbblütler (*Asteraceae*; FIALA, 2005). Die Staude wird etwa 50 bis 200 cm groß, in seltenen Fällen auch bis zu 300 cm. Die Wurzel ist rübenartig verdickt. Der Stängel ist im oberen Bereich braunrot drüsenhaarig und verzweigt. Die Blätter werden bis zu 40 cm lang, sind fiederteilig und unterseits filzig. Die Blattoberseite ist dicht drüsenhaarig. Die markanten kugelförmigen Blütenstände sind graublau und können einen Durchmesser von 6 cm erreichen (Abbildung 96). Blütezeit ist von Juni bis August. Nach der Blüte sterben die meisten der Pflanzen ab (HÜGIN und LOHMEYER, 1993), in Sachsen-Anhalt wurden aber auch Pflanzen beobachtet, die nach abgeschlossener Blüte erneut aus der Wurzel austrieben (SCHNEIDER, 2021). Die Bestäubung erfolgt vor allem über Insekten. Die Samen sind an eine Klettverbreitung angepasst. Sie keimen sehr leicht (KORSCH, 2011).



Abbildung 96 Blüte von *E. sphaerocephalus* (Foto: LPV „Grüne Umwelt“ e.V.)

Risikobewertung

Zu Projektbeginn 2016 wurde für *E. sphaerocephalus* eine Risikobewertung auf Grundlage der vorhandenen Literatur und Datenlage hinsichtlich der Verbreitung, der Auswirkungen auf die Biodiversität und auf die landwirtschaftliche Produktion erarbeitet. Diese Bewertung wurde zum Ende des Projektes aktualisiert (Tabelle 44). Neue Erkenntnisse zu *E. sphaerocephalus* wurden nach ausführlicher Literaturrecherche und unter Einbeziehung des Expertenwissens in die vorhandene Risikoanalyse eingearbeitet. Grundlegende neue Erkenntnisse ergaben sich jedoch nicht für die Art, die Risikobewertung blieb im Vergleich zu Beginn des Projektes ähnlich. Eine Gefährdung für landwirtschaftliche Nutzflächen ist somit gegeben. Hinzugefügt wurde die Sparte „Im Handel erhältlich“, da dieser Weg des Inverkehrbringens und eine daraus resultierende Ausbreitung viel mehr in den Fokus gerückt werden sollte.

Tabelle 44 Risikobewertung von *E. sphaerocephalus*

Status in DE	Eingebürgerter Neophyt. Wenig verbreitet mit Schwerpunkt in wärmeren, trockenen Lagen.
Listung	BfN: potentiell invasiv; Graue Liste – Beobachtungsliste. EPPO: nicht bewertet.
Datenlage	Daten zu Auswirkungen auf Biodiversität und auf Landwirtschaft nicht ausreichend.
Auswirkungen Biodiversität	Zum gegenwärtigen Zeitpunkt keine Gefährdung heimischer Arten bekannt. Verdrängung durch Konkurrenz wird angenommen, ist aber nicht hinreichend detailliert beschrieben.
Auswirkungen Landwirtschaft	Datenlage unzureichend.
Auswirkungen Sonstige	-
Verschleppungsrisiko	Anthropogene Ausbreitung durch Samen und Wurzelteile: hoch.
Bekämpfung	Zugelassene Herbizide sind vorhanden. Bodenbearbeitung führt zur Verteilung der Wurzelfragmente. Mahd vor der Blüte führt nicht zum Absterben der Pflanze. Ausstechen der Wurzeln arbeitsintensiv.
Zusammenfassung Risiko	Risiko für Grünlandnutzung in wärmeren Lagen vorhanden. Ausbreitung hält an. Bekämpfung schwierig, deshalb ist Prävention weiterer Ausbreitung dringend notwendig, Hygiene zur Verhinderung der Verschleppung in bisher nicht befallene Flächen sehr wichtig.
Im Handel erhältlich	z. B. in Baumschulen und Gärtnereien
Quellen	KORSCH, H., 2011: <i>Echinops sphaerocephalus</i> L. (Asteraceae), Drüsige Kugeldistel. neobiota.de-Handbuch. 3 S. Zugriff: 14. September 2021, URL: https://neobiota.bfn.de/handbuch/gefaesspflanzen/echinops-spaerocephalus.html CABI, 2019: <i>Echinops sphaerocephalus</i> . Datasheet Invasive Species Compendium. Zugriff: 10. September 2021, URL: https://www.cabi.org/isc/datasheet/114020 . KORINA, 2021: Drüsenblättrige Kugeldistel. Zugriff: 14. September 2021, URL: https://www.korina.info/arten/druesenblaettrige-kugeldistel/ . NEHRING, S., I. KOWARIK, W. RABITSCH, F. ESSL, 2013: Naturschutzfachliche Invasivitätsbewertungen für in Deutschland wild lebende gebietsfremde Gefäßpflanzen. BfN-Skripten 352. Bundesamt für Naturschutz. 204 S. Zugriff: 15. September 2021, URL: https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/service/Dokumente/skripten/skript352.pdf .

Verbreitung in Deutschland

E. sphaerocephalus bevorzugt feinerdereiche Böden und benötigt ein wärmebegünstigtes Klima. Daher ist sie besonders in wärmeren Mittelgebirgsregionen häufig (Abbildung 97 und Abbildung 98).

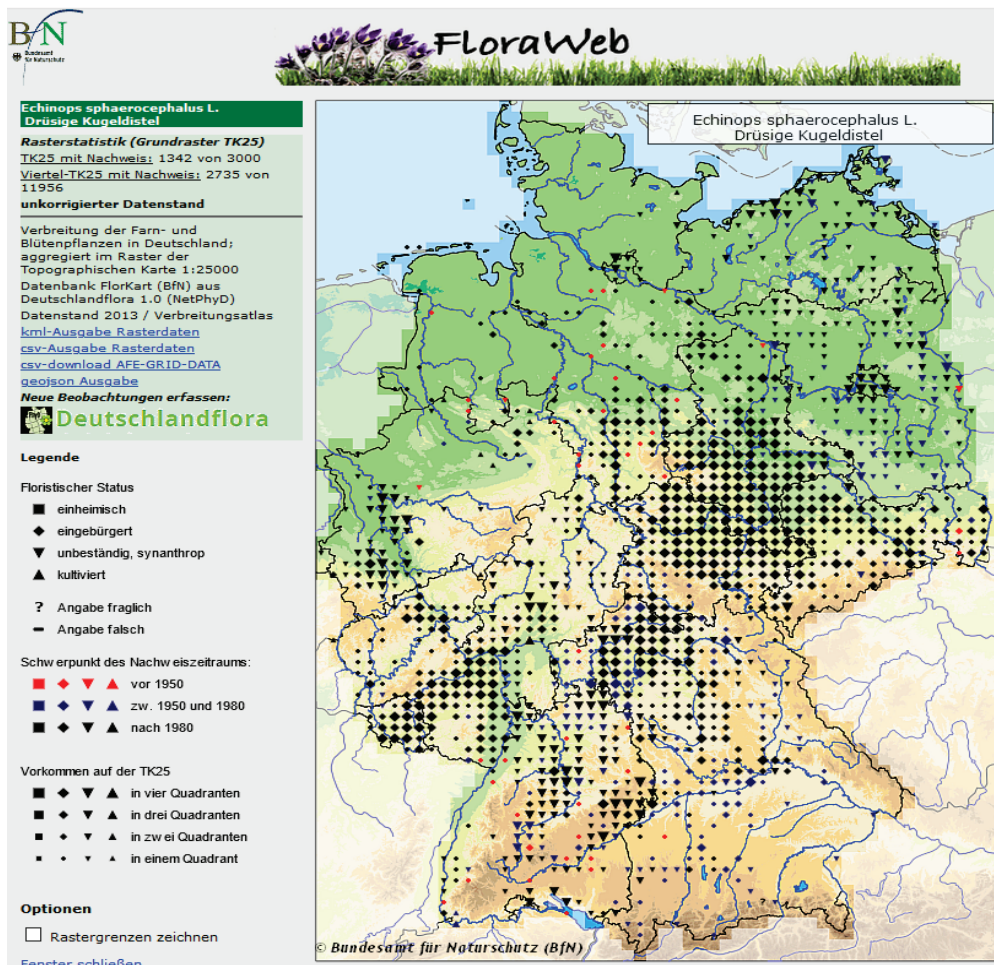


Abbildung 97 Karte der Verbreitung von *E. sphaerocephalus* in Deutschland, Datenstand Oktober 2013, Quelle: Screenshot www.floraweb.de, Bundesamt für Naturschutz, Zugriff: 1.5.2021

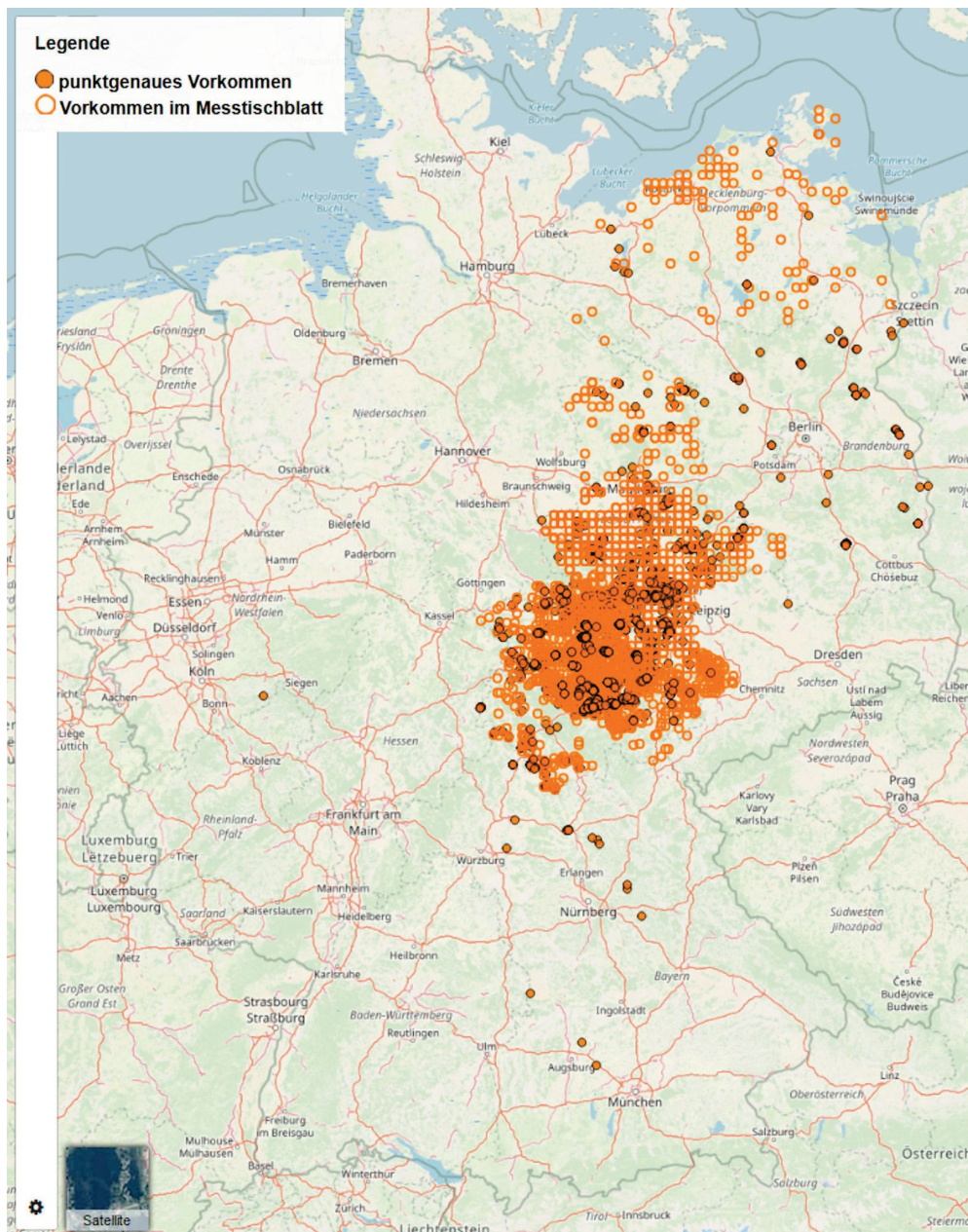


Abbildung 98 Im ENVISAGE-Projekt erfasste Vorkommen von *E. sphaerocephalus*, Quelle: Screenshot <http://neophyten-in-der-landwirtschaft.de/map/karte.html>, Datenstand 02.06.2021

Fernerkundung

Vorkommen von *E. sphaerocephalus* sind aufgrund ihres Auftretens in lockeren Beständen nicht aus Satellitenbildern oder DOP zu detektieren. Im Rahmen des Projektes wurde daher ihre Erfassung anhand von Fernerkundungsdatensätzen aus Gyrocopter- und UAV-Befliegungen getestet. Die Untersuchungsgebiete lagen in Wittenberg, im Salzatal und bei Kütten im Saalekreis. Im HySpex-Bilddatensatz der Befliegung in Wittenberg gab es durch ein windbedingtes Flugmanöver des Gyrocopters einen Ausfall im Flugstreifen, wodurch die Bestände von *E. sphaerocephalus* am Rand des auswertbaren Bildbereiches lagen. Die Prozesse der Segmentierung und Klassifikation waren dadurch stark beeinträchtigt und verhinderten eine automatisierte Detektion der Vorkommen. Visuell konnte eine wissensbasierte Interpretation erfolgen, die jedoch ebenfalls durch den Ausfallbereich stark eingeschränkt war. Als Ersatz wurde eine weitere Befliegung im

Untersuchungsgebiet Salzatal durchgeführt (Abbildung 99). Die automatische segmentbasierte Klassifikation zeigte, dass die Zielklasse *E. sphaerocephalus* nicht mit ausreichender Genauigkeit detektiert werden konnte (Abbildung 100). Die Klassifikation basiert auf der Blüte als fernerkundungswirksames Merkmal (Abbildung 104). Als problematisch erwies sich jedoch die spektrale Überschneidung mit trockenen Schilf- und Getreidebeständen. Hinzu kommt die Tatsache, dass die gesamte Vegetation des Untersuchungsgebietes bereits stark durch die anhaltende Trockenheit beeinträchtigt war. Die wissensbasierte visuelle Interpretation des RGB-Datensatzes der Gyrocopterbefliegung mit einer geometrischen Auflösung von 2 cm erbrachte aber sehr gute Ergebnisse. Die Einzelpflanzen von *E. sphaerocephalus* konnten sicher erkannt werden (Abbildung 101).



Abbildung 99 *E. sphaerocephalus*-Bestand im Untersuchungsgebiet Salzatal, Kartierung der Trainings- und Kontrollflächen am 26.06.2018 (Foto: A. Birger, UMGEODAT)

Da *E. sphaerocephalus* oft auf naturschutzfachlich wertvollen Grünlandschlägen (Trocken- und Magerbiotop mit Bindungen von AUKM) vorkommt, sind derartige visuelle Auswertungen trotz erhöhten personellen Aufwandes zielführend. Eine solche Erfassung der Pflanzen kann zielgerichtet Bekämpfungsmaßnahmen begleiten, um den Erhalt des Förderstatus als schutzwürdiges Biotop zu sichern.

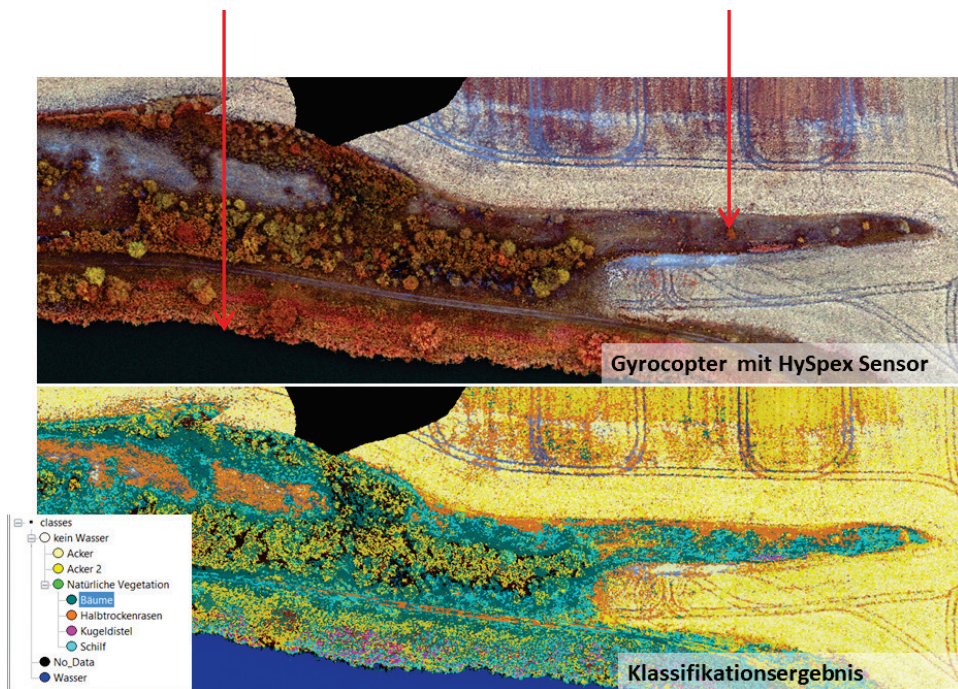


Abbildung 100 oben: HySpex-Ausgangsdatensatz der Gyrocopterbefliegung, unten: Ergebnis der automatisierten segmentbasierten Klassifikation von *E. sphaerocephalus*

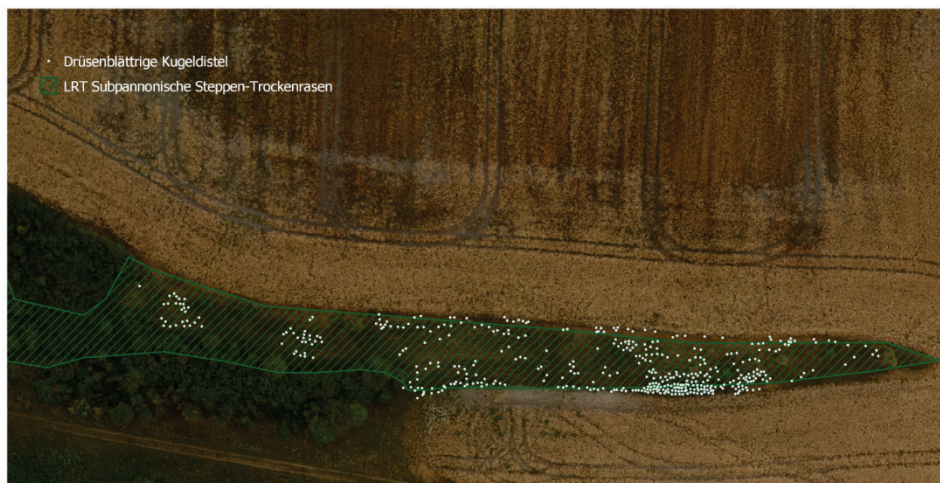


Abbildung 101 Ergebnis der wissensbasierten, visuellen Interpretation des Datensatzes der RGB-Kamera aus der Gyrocopterbefliegung des Salztales (Bearbeitung: K. Schneider, UfU), weiß - Einzel Exemplare von *E. sphaerocephalus*

In einem weiteren Trockenbiotop im Untersuchungsgebiet bei Kütten wurde getestet, ob die visuelle Interpretation von *E. sphaerocephalus*-Beständen aus Datensätzen einer Echtfarbkamera, getragen von einem UAV, mit ausreichender Genauigkeit möglich ist. Dieser Ansatz wurde verfolgt, da sich aus der Gyrocopterbefliegung im Salzatal gezeigt hatte, dass eine sehr hohe geometrische Auflösung bei der Klassifikation entscheidender ist als der spektrale Informationsgehalt der Bilddaten. Dabei wurden die Bestände aus einer Flughöhe von 14 m aufgenommen (Abbildung 102) und im Anschluss visuell interpretiert (Abbildung 103).



Abbildung 102 RGB-Datensatz aus der UAV-Befliegung im Untersuchungsgebiet bei Kütten am 02.08.2018 (Foto: J. Birger, UMGEODAT)

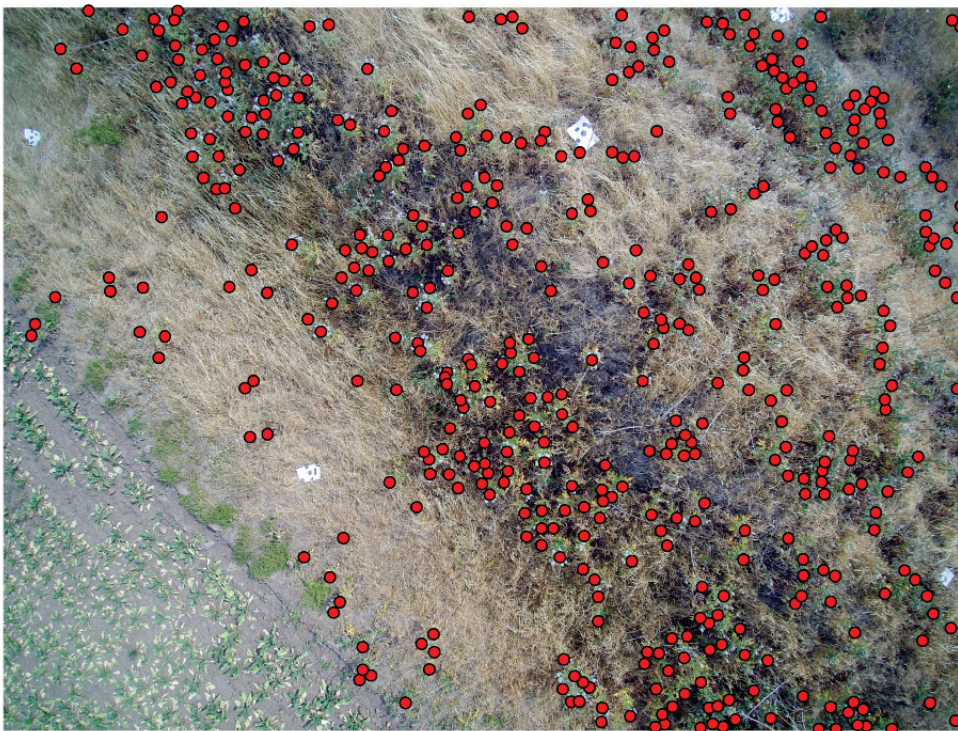


Abbildung 103 Ergebnis der visuellen Interpretation eines RGB-Datensatzes aus der UAV-Befliegung im Untersuchungsgebiet bei Kütten (02.08.2018), Rot – Einzelpflanzen von *E. sphaerocephalus*

Auch aus diesem Fernerkundungsdatensatz war es möglich, eine wissensbasierte Auswertung durchzuführen. Bei zukünftigen UAV-Befliegungen wären die Ergebnisse mit unterschiedlichen Flughöhen auszutesten, um ein zeit- und kosteneffizientes Werkzeug zur Verfügung zu haben. Die Ergebnisse zeigen, dass Bestände von *E. sphaerocephalus* zumeist nicht automatisiert detektiert

werden können. Da ihre Bindung an Trocken- und Magerbiotope jedoch Vorkommen und Ausbreitung einschränkt, kann eine visuelle Interpretation zur Identifizierung dieser Bestände aus Fernerkundungsdaten dennoch als sinnvoll, zeit- und kosteneffizient erachtet werden kann. Derartige visuelle Interpretationen können wichtige Informationen für die Planung von gezielten Bekämpfungsmaßnahmen liefern.

Aufnahmezeitfenster <i>E. sphaerocephalus</i>											
Von: Beginn phänologische Phase Hochsommer, gekennzeichnet durch Blühbeginn Sommer-Linde und Pflückreife Johannisbeere											
Bis: Beginn phänologische Phase Spätsommer, gekennzeichnet durch Fruchtreife Frühapfel und Eberesche											
Fernerkundungswirksames Merkmal: Blüten											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Abbildung 104 Artspezifisches Aufnahmezeitfenster und Korrelation mit phänologischer Phase sowie fernerkundungswirksames Merkmal von *E. sphaerocephalus* (Phänologische Jahreszeiten nach dem Deutschen Wetterdienst, URL: <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?lv2=101996&lv3=102054>).

Versuche zur Biologie

Bestimmung der Lebensfähigkeit von Samen verschiedener Populationen

Im Zeitraum Dezember 2016 bis März 2017 wurde mit 9 Populationen Keimtests mit anschließendem im 2,3,5-Triphenyltetrazoliumchlorid-Test (TTC-Test für die Bestimmung der Lebensfähigkeit, ausführliche Beschreibung bei STARFINGER und KARRER, 2016) durchgeführt. Die Samen wurden aus unterschiedlichen Quellen bezogen (Sammlungen der Projektpartner und kommerzielle Erwerbung). Der Keimtest in Petrischalen wurde nach einem standardisierten Protokoll am JKI durchgeführt. Die Samen wurden an einem kühlen (6 °C), dunklen und trockenen Ort gelagert. Pro Population wurden 100 Samen getestet. 25 Samen pro Petrischale wurden auf Filterpapier in Petrischalen gegeben und feucht gehalten. In einer Klimakammer wurden die Samen bei 14 Stunden Tageslicht und 25 °C sowie 10 Stunden Dunkelheit bei 15 °C für 14 Tage bebrütet. Nach 14 Tagen wurden die noch nicht gekeimten Samen mit dem TTC-Test auf Lebensfähigkeit geprüft. Es ergab sich eine Variabilität zwischen den Populationen hinsichtlich ihres Anteils an lebenden Samen im Bereich von 35 bis 80 % (Tabelle 45).

Tabelle 45 Anteil gekeimter (Keimtest), lebensfähiger (TTC-Test) und toter (TTC-Test) Samen [%] von *E. sphaerocephalus*

Ort und Jahr der Sammlung	gekeimt (Keimtest in Petrischalen)	lebensfähig (TTC-Test)	lebende Samen (gekeimt + lebensfähig)	tot
Volkenroda 2016	21	59	80	20
Volkenroda 2015	0	78	78	22
Leuna 2016	46	25	71	29
Langenbogen Straßenrand 2016	26	43	69	31
Unterrißdorf 2015	30	32	62	38
Saatgut-Vielfalt 2016	56	3	59	41
JKI 2017	44	6	50	50
Langenbogen Halbtrockenrasen 2016	34	9	43	57
Gutenberg 2016	20	15	35	65

Auflaufdynamik

Anfang Juni 2017 wurden je 70 Samen von *E. sphaerocephalus* in Schalen (20 x 30 cm) gefüllt mit Mutterboden, ausgelegt und mit 1 cm Erde bedeckt (4-fache Wiederholung). Es wurden die Varianten „ungestört“ und „gestört“ durchgeführt. Bei der gestörten Variante wurde der Boden mit einer Harke zwei Tage nach Aussaat oberflächlich bewegt. Die Bonitur der aufgelaufenen Samen erfolgte zweimal wöchentlich, die Keimlinge wurden dann entfernt. Unabhängig von der Variante gestört oder ungestört lief der größte Teil der Samen von *E. sphaerocephalus* innerhalb der ersten zwei Wochen auf. Ab Ende Juli keimten keine Samen mehr. Der prozentuale Anteil der Samen, die insgesamt aufliefen, betrug für die Variante „gestört“ 70 % und für die Variante „ungestört“ 80 %.

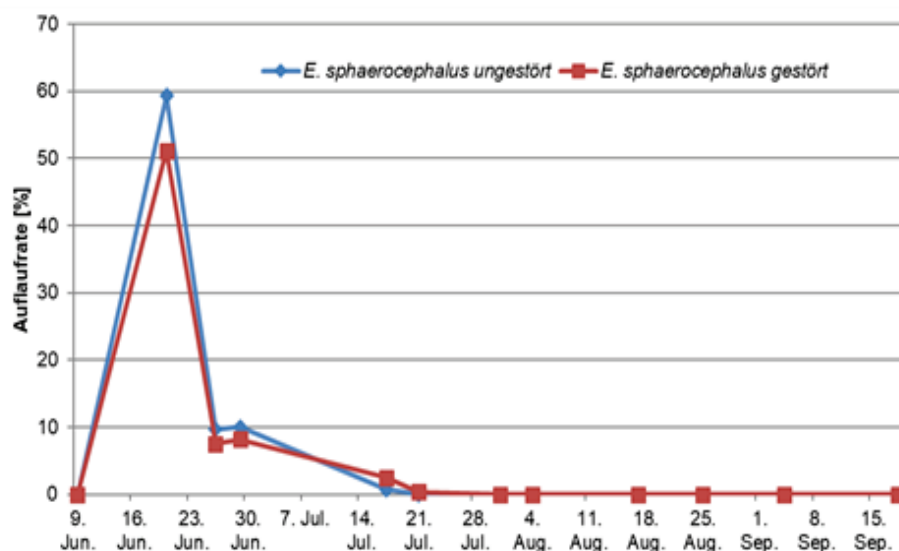


Abbildung 105 Aufblaufrate [%] von *E. sphaerocephalus* von Anfang Juni bis Ende September 2017

Insgesamt war die Keimrate bei der ungestörten Variante höher als bei der gestörten (Abbildung 105). Der Versuch zeigt, dass eine oberflächliche Bodenbearbeitung die Samen vergräbt und weniger aufblauen werden, die Samenbank des Bodens wird so erhöht, dies sollte vermieden werden. Auch zeigt der Versuch, dass das Zeitfenster für eine Bekämpfung von *E. sphaerocephalus*, in der die meisten Keimlinge erfasst werden, überschaubar ist. Eine Bekämpfung erscheint somit erfolgreich.

Vegetative Vermehrung von Wurzelteilen

Dieser in 2017 und 2018 durchgeführte Versuch diente der Einschätzung des Wiederaustriebes von Wurzeln der Art *E. sphaerocephalus*. Auf der Bodenoberfläche und in 5 cm Tiefe wurden Wurzelteile von *E. sphaerocephalus* in 7 cm Abschnitten ausgelegt (4-fache Wiederholung, 0,5 m² pro Parzelle, 20 Abschnitte pro Parzelle). Bei den in 5 cm Tiefe vergrabenen Pflanzenteilen wurde ein Wiederaustrieb bei einigen Wurzelstücken (5 %) beobachtet. Die oberflächlich ausgebrachten Wurzelteile zeigten keinen Wiederaustrieb (Tabelle 46). Somit wurde ein signifikanter Unterschied ($P < 0,05$) zwischen den beiden Varianten bestimmt.

Tabelle 46 Mittel der im Herbst 2017 und 2018 gezählten Austriebe bezogen auf 20 Wurzelabschnitte von *E. sphaerocephalus*

	Wurzeln auf der Bodenoberfläche abgelegt	Wurzeln in 5 cm Tiefe vergraben
Austriebe [%]	0 ^b	5 ^a

Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede bei $P < 0,05$

Das Belassen von abgeschnittenen Wurzeln vor Ort kann aufgrund der Fähigkeit zum Neuaustrieb aus Wurzelfragmenten zur Ausbreitung der Art führen. Deshalb sind mechanische Verfahren zum Unkrautmanagement (z. B. Pflügen, Grubbern etc.), die nicht zu einer ausreichenden Zerkleinerung der Wurzeln führen, für die Bekämpfung von *E. sphaerocephalus* als alleinige Maßnahme nicht zu empfehlen. Auch die Verschleppung auf andere Flächen durch verunreinigte Arbeitsgeräte stellt eine Ausbreitungsgefahr dar.

Bekämpfung

Wirkungsvergleich verschiedener Herbizide im Labor

Die ausgewählten Herbizide (Tabelle 47) haben eine Zulassung (zum Zeitpunkt 2016) im Ackerbau, Grünland, Forst und Nichtkulturland und wirken gegen eine Vielzahl an Schadorganismen. Standardmäßig wurden alle im Projekt untersuchten Neophyten mit denselben Herbiziden behandelt. Die einzelnen Pflanzen wurden im Keimblattstadium (BBCH 9-10) pikiert: je Topf (288 ml) eine Pflanze. Pro Herbizid wurden 10 Pflanzen behandelt, jede Pflanze stellt eine Wiederholung dar. Appliziert wurde die jeweilige Aufwandmenge mit 300 l Wasser/ha. Der Spritzdruck betrug 2,5 kPa und die Geschwindigkeit 2,5 km/h. Die Applikation erfolgte in einer stationären Applikationsanlage der Firma Schachtner zum BBCH Stadium 14-16. Die Bestimmung der Spross-Trockenmasse erfolgte 4 Wochen nach Applikation. In Relation zu der unbehandelten Kontrolle wurde der Wirkungsgrad nach ABBOTT (1925) bestimmt. *E. sphaerocephalus* wurde mit den Herbiziden Clinic, Simplex und Garlon vollständig kontrolliert (Wirkungsgrad 100 %) (Tabelle 47). Es ist aber davon auszugehen, dass die Wirkung bei mehrjährigen Pflanzen geringer ausfallen wird.

Tabelle 47 Verwendete Herbizide und ihr Wirkungsgrad bei *E. sphaerocephalus*

Herbizid	Wirkstoff	Aufwandmenge	¹ WSSA Code	Wirkungsgrad [%]
Clinic	Glyphosat (360 g/l)	5 l/ha	9	100
Katana	Flazasulfuron (250 g/kg)	200 g/ha	2	96
Harmony SX	Thifensulfuron (45 g/kg)	45 g/ha	2	93
Biathlon 4D	Tritosulfuron; Florasulam (714; 54 g/kg)	70 g/ha	2; 2	93
Simplex	Fluroxypyr; Aminopyralid (100; 30 g/l)	2 l/ha	4; 4	100
Garlon	Triclopyr; Fluroxypyr (150; 150 g/l)	2 l/ha	4; 4	100
U 46 D Fluid	2,4-D (500 g/l)	2 l/ha	4	83
Loredo	Diflufenican; Mecoprop-P (33,3; 500 g/l)	2 l/ha	12; 4	88

¹Klassifizierung der Wirkungsmechanismen für Herbizide nach dem numerischen System der Weed Science Society of America (WSSA)

Unterdrückung durch Konkurrenzpflanzen

In einem Halbfreilandversuch in den Jahren 2017 und 2018 wurde die Konkurrenzfähigkeit von *E. sphaerocephalus* in einem Modellpflanzenbestand getestet. Die Art wurden jeweils als Einzelpflanze (dies entsprach einer Dichte von 20 Pflanzen pro m²) mit einem BBCH von 10-11 zusammen mit Sommergerste (BBCH 10-11) in drei verschiedenen Dichten (100, 300, 600 Sommergerstenpflanzen/m²) und in 4-facher Wiederholung in eine mobile GefäÙanlage gepflanzt, welche bei extremen Wetterverhältnissen unter Dach gefahren werden konnte. Die Sommergerste diente als Modellpflanze, um die Sensibilität des Neophyten gegenüber Konkurrenzpflanzen zu testen. Ein weiterer Faktor war die N-Düngung. Um deren Einfluss auf die Konkurrenz und Biomasseproduktion bestimmen zu können, wurden zwei N-Düngungsvarianten mit NPK Dünger (12/12/17, Firma Triferto Fertilizers, NL) gewählt:

- 75 kg/ha N in zwei Gaben (30 kg/ha N bei BBCH 21 und 45 kg/ha N bei BBCH 24-27 der Sommergerste)
- 150 kg/ha N in 4 Gaben (30 kg/ha N bei BBCH 21; 45 kg/ha N bei BBCH 24-27; 45 kg/ha N bei BBCH 37 und 30 kg/ha N bei BBCH 47 der Sommergerste)

Die Gefäße hatten ein Volumen von 10 l und eine Oberfläche von 500 cm². Die oberirdische Trockenmasse von *E. sphaerocephalus* wurde zur Gelbreife (BBCH 87) der Sommergerste bestimmt (Abbildung 106).

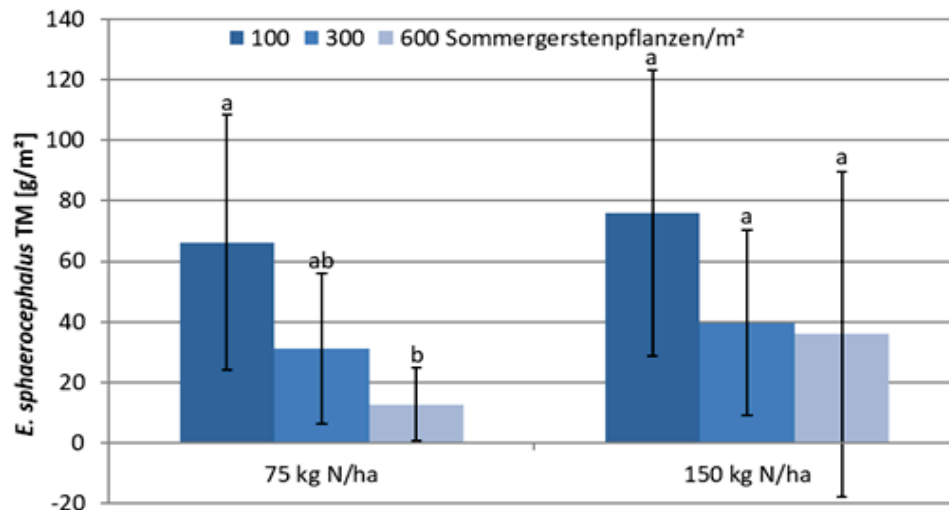


Abbildung 106 Trockenmasse [TM] von *E. sphaerocephalus* zum Zeitpunkt der Gelbreife (BBCH 87) der Sommergerste bei unterschiedlichen Dichten der Sommergerstenpflanzen (100, 300 und 600 Pflanzen/m²) und einer N-Düngung von 75 bzw. 150 kg/ha. Säulen mit unterschiedlichen Buchstaben innerhalb einer Düngungsvariante unterscheiden sich signifikant ($P < 0,05$). Dargestellt sind die Mittelwerte mit Standardabweichung.

In beiden N-Düngungsvarianten nahm die Biomasse von *E. sphaerocephalus* mit zunehmender Pflanzendichte der Modellpflanze (Sommergerste) ab (Abbildung 106). Ein signifikanter Unterschied ($P < 0,05$) bestand hinsichtlich der Trockenmasse zwischen der Variante 100 und 600 Modellpflanzen pro m² für 75 kg/ha N. Die Versuche zeigen, dass durch höhere Aussaatstärken und daraus resultierende dichtere Kulturpflanzenbestände das Wachstum von *E. sphaerocephalus* eingeschränkt werden kann. Eine reduzierte N-Düngung verstärkt diesen Effekt. In Verbindung mit anderen ackerbaulichen Maßnahmen, wie z. B. einer angepassten Bodenbearbeitung oder einem Fruchtfolgewechsel, ist von einer effektiven Verdrängung des Neophyten durch Konkurrenz auszugehen.

N-Verwertung

In einem Halbfreilandversuch in den Jahren 2017 und 2018 wurde die N-Verwertung von *E. sphaerocephalus* in einem Modellpflanzenbestand getestet. Die Art wurde als Einzelpflanze bei einem BBCH von 12-16 (pro m² entsprach dies einer Dichte von 20 Pflanzen) in 4-facher Wiederholung in eine mobile Gefäßenanlage gepflanzt. Die Gefäße hatten ein Volumen von 10 l und eine Oberfläche von 500 cm². Es wurde die oberirdische Trockenmasse bestimmt. Um den Einfluss der N-Düngung auf die Trockenmasseproduktion bestimmen zu können, wurden drei N-Stufen mit NPK Dünger (12/12/17, Firma Triferto Fertilizers, NL) gewählt:

- 30 kg/ha N
- 75 kg/ha N
- 120 kg/ha N

Die Stickstoffgaben wurden in beiden Jahren alle zur gleichen Zeit (11 Tage nach dem Pikieren) und als eine Gabe ausgebracht. Die Ernte erfolgte in beiden Jahren Anfang August zum BBCH 19 (vor der Bildung von Seitentrieben). Die drei Varianten der N-Düngung (30, 75, 120 kg/ha N) ergaben eine positive Korrelation von Biomasseertrag und Stickstoffdüngung (Abbildung 107).

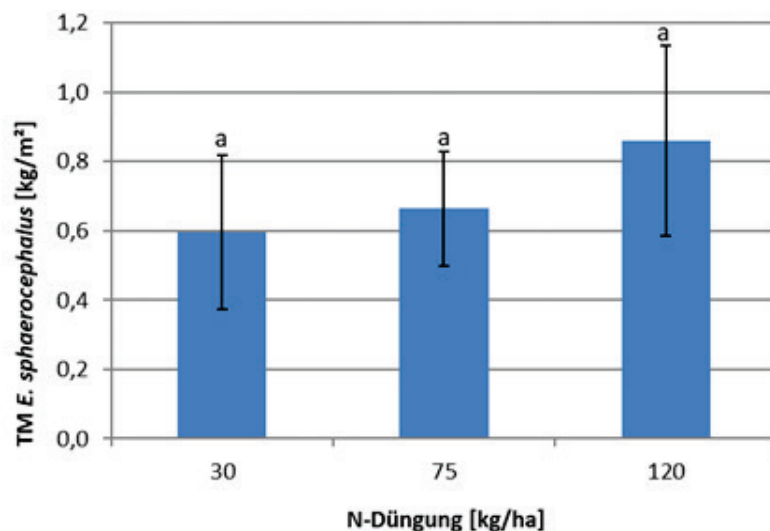


Abbildung 107 Trockenmasse [TM] von *E. sphaerocephalus* bei unterschiedlicher N-Düngung von 30, 75 und 120 kg/ha. Säulen mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant ($P < 0,05$). Dargestellt sind die Mittelwerte mit Standardabweichung.

Thermische Bekämpfung

Um die Bekämpfung von *E. sphaerocephalus* mittels Abflammens zu testen, wurde in den Jahren 2018 und 2019 ein Kleinparzellenversuch angelegt. *E. sphaerocephalus* wurde im Freiland mit je 4 Pflanzen pro Art in einer Reihe gepflanzt. Neben einer unbehandelten Kontrolle wurden 3 Abflammintensitäten (2, 4 und 8 Behandlungen) in 4-facher Wiederholung geprüft. Der Abstand zwischen den Behandlungen betrug eine Woche. Das Abflammen wurde mit dem handgeführten Modell Green-Flame 850 E (Fa. Nesbo A/S, DK-9550 Mariager, Dänemark) bei 2 km/h durchgeführt. Die Pflanzen waren zum Zeitpunkt der 1. Behandlung im BBCH Stadium 15-19. Die Ernte erfolgte 4 Wochen nach der letzten Behandlung, bestimmt wurde die oberirdische Trockenmasse je Parzelle. Im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle wurde der Wirkungsgrad nach ABBOTT (1925) bestimmt (Tabelle 48).

Tabelle 48 Wirkungsgrad [%] durch Abflammen in Abhängigkeit der Behandlungshäufigkeit bei *E. sphaerocephalus*

2 mal Abflammen	4 mal Abflammen	8 mal Abflammen
17	67	97

Erwartungsgemäß zeigte sich, dass ein 8-maliges Abflammen die höchste Trockenmassereduktion bewirkte und damit auch den höchsten Wirkungsgrad von 97 % erzielte (Tabelle 48). Ein vollständiges Absterben wurde nicht beobachtet. Da es sich bei dem untersuchten Neophyten um eine

perennierende bzw. hapaxanthe Art handelt, muss von einem Wiederaustrieb ausgegangen werden, eine langfristige, mehrjährige Bekämpfung ist daher unumgänglich. Auch das Wuchsstadium zur ersten Behandlung hat einen Einfluss auf den Bekämpfungserfolg (ASCARD, 1995; HORESH et al., 2019): Je älter die Pflanze ist, umso besser kann sie sich regenerieren.

Mechanische und chemische Bekämpfung in Freilandversuchen

In Abbildung 108 sind die Standorte der Versuchsflächen zur Bekämpfung von *E. sphaerocephalus* in Sachsen-Anhalt dargestellt.



Abbildung 108 Standort der Versuchsflächen zur Bekämpfung von *E. sphaerocephalus* in Sachsen-Anhalt
Die Auswahl der Versuchsflächen sowie die Umsetzung der Versuche im Freiland stellten sich als schwierig heraus. Häufig waren die vorgefundenen Bestände nicht ausreichend homogen für Parzellenversuche bzw. konnten die Eigentumsverhältnisse nicht geklärt werden. Aus diesem Grund wurden die Versuchspartellen neu angelegt und nicht bereits vorhandene Bestände von *E. sphaerocephalus* für die Bekämpfungsversuche herangezogen. Eine ausgeprägte Bodensamenbank, wie es bei etablierten Vorkommen meist der Fall ist, fehlte somit. Aufgrund dieser Voraussetzungen kommt den Ergebnissen lediglich Beobachtungscharakter zu. Die Anlage der Partellen erfolgte im Jahr 2017. Eine Parzelle besitzt eine Größe von 1 x 2 m. Der Abstand zwischen den Partellen beträgt 0,5 m. Eine Versuchsreihe umfasst die Partellen 1 bis 6 (Tabelle 49). Die Versuche wurden in den Jahren 2018 und 2019 umgesetzt (Abbildung 109).



Abbildung 109 Versuchsfelder von *E. sphaerocephalus* im April 2018. Die Flächen wurden im Herbst 2017 eingesät. Neben der Spontanvegetation ist ganzflächig *E. sphaerocephalus* in vergleichbaren Deckungen vorhanden. Foto: LPV Grüne Umwelt e. V.

Tabelle 49 Versuchsanordnung für *E. sphaerocephalus* im Freiland

Lage	Altenweddingen im Sülzetal, Landkreis Börde, Sachsen-Anhalt, Deutschland		
Flächen	3 Versuchsserien (Wiederholungen) mit je 6 Parzellen		
Nutzung	keine		
Grundlagen	Vorbereitung: Umgraben, Fräsen, <i>E. sphaerocephalus</i> gedreht (Herbst 2017)		
Teilfläche	Umsetzung/Laufzeit 2018/2019		
	Mittel/Maßnahme	Umsetzung	Zeitpunkt
Parzelle 1	Ausstechen	Unkrautstecher	Juli (1 x p. a.)
Parzelle 2	Umgraben, Ansaat; im Folgejahr: Mahd	Spaten; Freischneider	Mai 2018; Juni 2019
Parzelle 3	RoundUp (360 g/l Glyphosat)	Dochtstreichgerät	Mai (1 x p. a.)
Parzelle 4	Haksar (500 g/l MCPA)	Spritze	Mai/ Juni (1 x p. a.)
Parzelle 5	Garlon (150 g/l Triclopyr und 150 g/l Fluroxypyr)	Spritze	Mai/ Juni (1 x p. a.)
Parzelle 6	Unbehandelte Kontrolle	-	-

Zur Schaffung vergleichbarer Ausgangszustände erfolgte jeweils zum Beginn der Vegetationsperiode (März) eine Mahd der Parzellen (Freischneider, Stihl FS-410, mit Dickichtmesser als

Schneidwerkzeug). Der Schnitt erfolgte ca. 5 cm über dem Boden, das Schnittgut wurde vorsichtig beräumt. Um Einflüsse der außerhalb der Parzellen liegenden Vegetation möglichst gering zu halten, wurde der Bereich zwischen den Parzellen von April bis Oktober mehrfach mit dem Freischneider gemäht. Die Entwicklung der Zielarten auf den Versuchs- und Kontrollflächen wurde regelmäßig im Rahmen von Bonituren dokumentiert. Erfasst wurde in diesem Zusammenhang der Deckungsgrad der Vegetationsdecke, der Rohbodenanteil, der Deckungsgrad von *E. sphaerocephalus*, die Anzahl blühender bzw. fruchtender Exemplare sowie die Bestandshöhe bezogen auf die Zielart. Zur Ermittlung der Deckungsgrade wurde die Skala von LONDO (1976) verwendet.

Mechanische und kombinierte Bekämpfung

Ausstechen (Parzelle 1)

Das Ausstechen erfolgte mittels Unkrautstecher. Der hier verwendete Unkrautstecher ist vom Aufbau her ähnlich einem Spaten. Der Holzstiel hat einen T-Griff am oberen Ende, das Blatt ist jedoch im Vergleich zu einem Spaten sehr stabil und mit 3,5-6 cm Breite und 26 cm Klinglänge deutlich schmaler. Oben am Blatt sind quer zum Stiel auf jeder Seite Verbreiterungen angebracht, um mit Unterstützung durch den Fuß ein Einstechen des Werkzeugs in den Boden zu ermöglichen. Der Unkrautstecher wird neben dem zu entfernenden Unkraut schräg eingestochen, sodass die Wurzel durchtrennt und herausgehoben werden kann. Auf der Versuchsfläche wurden alle Pflanzen der Zielart im Rosettenstadium mittels Durchtrennung der Hauptwurzel und anschließendem Heraushebeln/-ziehen entfernt. Das Ausstechen erfolgte einmal in der Vegetationsperiode im Juli, gestochene Pflanzen wurden von der Versuchsfläche entfernt. In dem zweijährigen Versuch wurde keine vollständige Beseitigung des Bestands erreicht. Ein Erfolg könnte über Wiederholungen und eine längerfristige Behandlung realisiert werden, wenn auch Jungpflanzen in das Ausstechen einbezogen werden. Es war zu beachten, dass am Standort keine etablierte Bodensamenbank vorhanden war. Langfristige Untersuchungen wären sinnvoll.

Umgraben und Ansaat mit regionaler Saatgutmischung (Parzelle 2)

Zum Umgraben wurde ein Standardspaten (Grabespaten) mit klassischer Blatt- und Stielform genutzt. Die anschließende Ansaat erfolgte im Mai mit einer regionalen Saatgutmischung. Als Saatgutmischung diente „Blumenwiese Nr. 01“ der Rieger-Hofmann GmbH. Sie besteht aus 50 % Blumen und 50 % Gräsern. Im März (im Rahmen der Mahd aller Versuchspartellen) und im Juni des Folgejahres erfolgte ein Schnitt (Mahd in Höhe von ca. 5 cm) mit Beräumung des Schnittguts. Der Bestand von *E. sphaerocephalus* konnte mit diesem Verfahren deutlich reduziert werden (Abbildung 109). Unter Berücksichtigung der extremen Trockenheit im Versuchszeitraum kann dieses Verfahren aus mechanischer Initialmaßnahme und Konkurrenzdruck durch die Ansaat in der Folgezeit bei günstigen Bedingungen (guter Etablierung der Konkurrenzvegetation) eine erfolgreiche Managementmaßnahme von *E. sphaerocephalus* darstellen. Bei etablierten Beständen kann auch gefräst werden bzw. sollte die Bodenbearbeitung mindestens einmal vor der Aussaat wiederholt werden.

Entwicklung der Versuchsanordnung „Umgraben und Ansaat (Parzelle 2) am Beispiel der Versuchsreihe 3

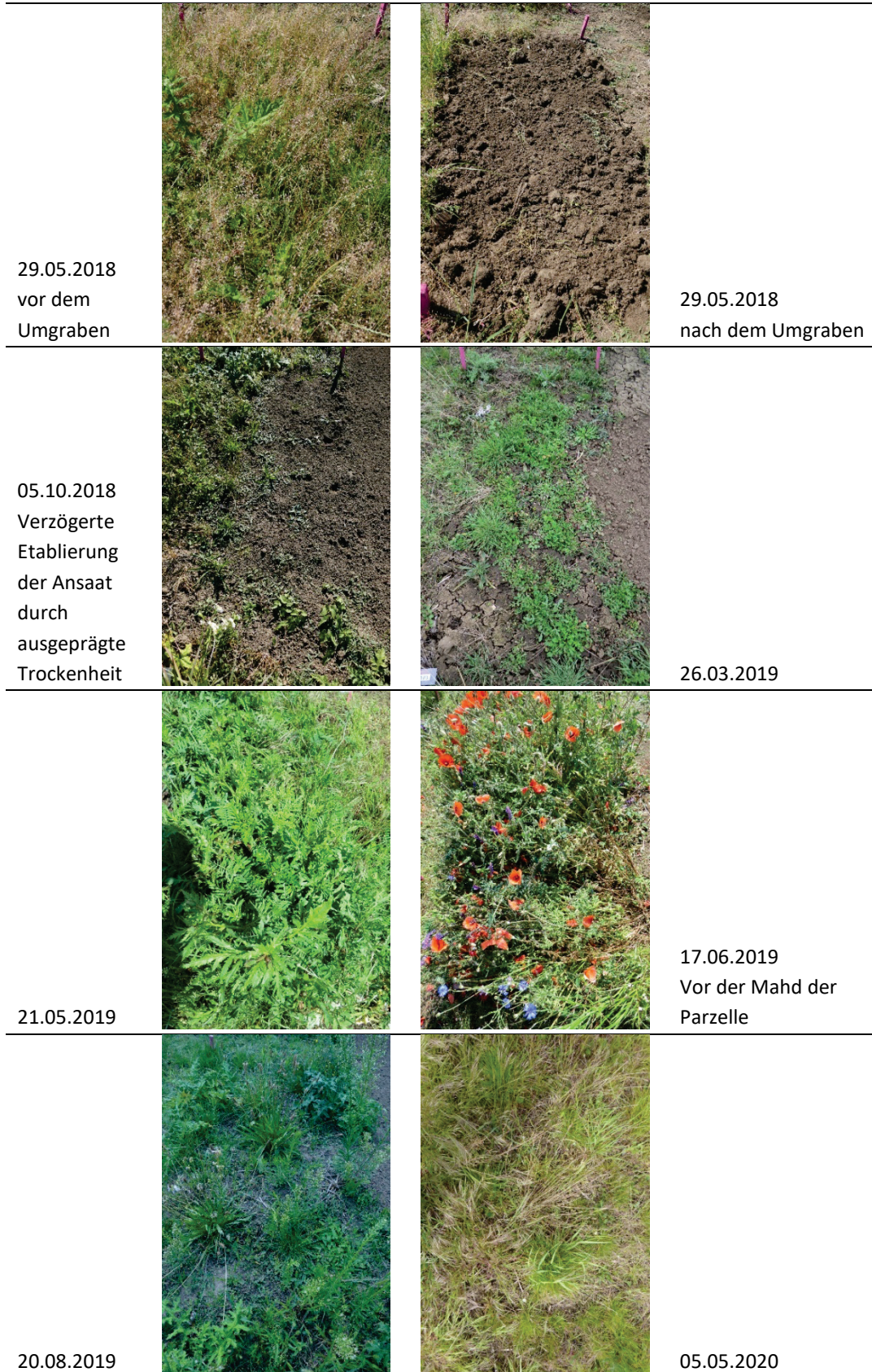


Abbildung 109 Verlauf des Bekämpfungsversuchs von *E. sphaerocephalus* im Versuch „Umgraben und Ansaat (Parzelle 2) zwischen 2018 und 2020 (Fotos: LPV „Grüne Umwelt“ e. V.)

Chemische Bekämpfung

Anwendung von Herbiziden: Garlon (Parzelle 5), Haksar (Parzelle 4), RoundUp (Parzelle 3)

Zur chemischen Bekämpfung von *E. sphaerocephalus* im Freiland wurden folgende Herbizide getestet (Tabelle 50).

Tabelle 50 Im Freilandversuch mit dem Drucksprüher eingesetzte Herbizide zur Bekämpfung von *E. sphaerocephalus*

Herbizid	Wirkstoff	Aufwandmenge	¹ WSSA-Code
Garlon	150g/l Triclopyr (209 g/l Butoxyethylester), 150g/l Fluroxypyr (216 g/l 1-Methyl- heptylester)	2 l/ha (in 400 l H ₂ O/ha)	4; 4
Haksar	500 g/l MCPA (612,41 g/l Dimethylamin- Salz)	1,5 l/ha (in 300 l H ₂ O/ha)	4
RoundUp	360g/l Glyphosat	33%ige Lösung (maximal 10 l/ha)	9

¹Klassifizierung der Wirkungsmechanismen für Herbizide nach dem numerischen System der Weed Science Society of America (WSSA)

Die Herbizidanwendung fand einmalig pro Vegetationsperiode im Mai bzw. Mai/Juni statt. Zum kontaktlosen Ausbringen der Herbizide mit dem Wirkstoff MCPA und dem Kombipräparat aus Triclopyr (150 g/l) und Fluroxypyr (150 g/l) wurde ein Drucksprüher verwendet, für die Ausbringung des Herbizids mit dem Wirkstoff Glyphosat wurde ein Dochtstreichgerät verwendet. Als Drucksprüher wurde eine Gloria Hand-Spritze mit Druckmessung über ein Manometer und einem Gesamtfassungsvermögen von 5 l eingesetzt. Im Vorfeld der Versuche erfolgten Tests mit dem Gerät – eine vollständige Restentleerung war sichergestellt, die durchschnittliche Spritzmittelabgabe betrug 463 ml/min (min. 455 ml/min, max. 470 ml/min) bei einem Arbeitsdruck von 2.0 bar. Die Düse wurde auf die feinste Zerstäubung eingestellt und in dieser Einstellung fixiert. Bei allen Versuchen im Freiland wurde auf den gleichen Ausgangsdruck von 2 bar geachtet. Bei der Anwendung des Dochtstreichgerätes wurde mindestens 1/3 der vorhandenen Blattfläche bestrichen. Bei Versuchen im Freiland konnte mit dem Einsatz von Haksar als MCPA-haltiges Herbizid keine ausreichende Wirksamkeit beobachtet werden. Für Garlon mit den Wirkstoffen Triclopyr+Fluroxypyr wurde eine Wirksamkeit registriert. Ob die Wirkstoffgehalte für eine Bekämpfung von etablierten Beständen ausreichen und wie lange die Maßnahmen durchzuführen sind, muss in weiteren Versuchen geprüft werden. Bei der Bekämpfung von *E. sphaerocephalus* mit glyphosathaltigen Herbiziden konnten im Freilandversuch eine gute Wirksamkeit beobachtet werden. Allerdings ist von einer mehrjährigen, konsequenten Behandlung auszugehen. In der 2-jährigen Versuchszeit wurde zwar auf den Versuchspartellen eine deutliche Reduzierung der Deckung, jedoch bei keinem der eingesetzten Mittel eine vollständige Zurückdrängung von *E. sphaerocephalus* erreicht.

Unbehandelte Kontrollfläche

Die Kontrollfläche wurde lediglich zu Beginn der Vegetationsperiode einmal gemäht, anschließend erfolgte keine weitere Behandlung (Abbildung 110). Die niedrigen Deckungswerte zu Beginn des Versuchs gehen auf die langsame Etablierung nach Anlage der Versuchspartellen in Verbindung mit

der ausgeprägten Trockenheit 2018 zurück. In den zwei Versuchsjahren nahm die Deckung deutlich zu.

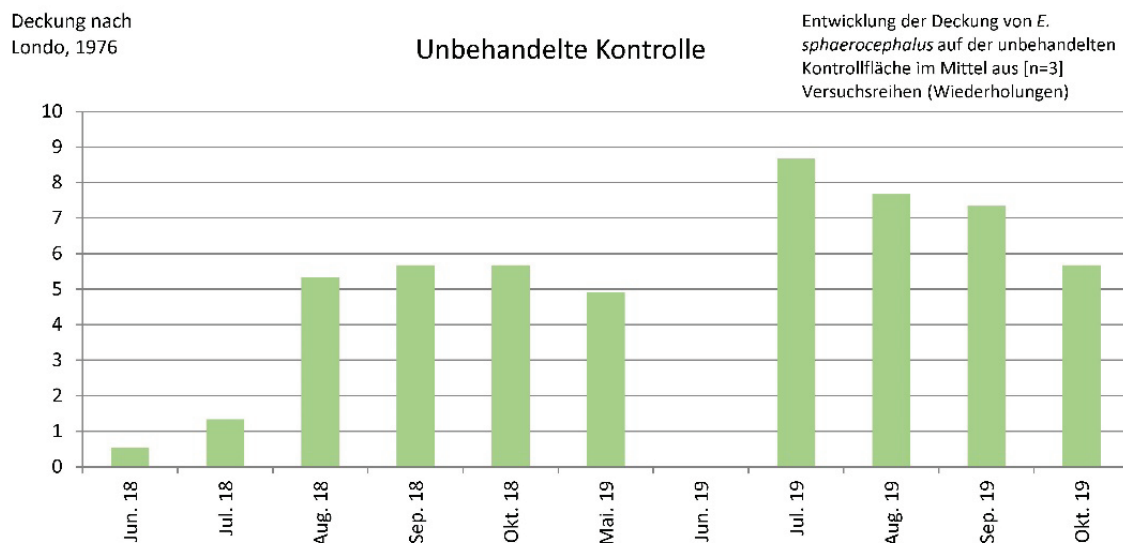


Abbildung 110 Entwicklung der Deckung von *E. sphaerocephalus* auf der unbehandelten Kontrollfläche. Für Juni 2019 liegen keine Daten vor.

Literatur

- ABBOTT, W.S., 1925: A Method of Computing the Effectiveness of an Insecticide. *Journal of Economic Entomology* **18** (2), 265-267.
- ASCARD, J., 1995: Effects of flame weeding on weed species at different developmental stages. *Weed Research* **35**, 397–411.
- FIALA, J., 2005: Information über die Kugeldistel. Gesellschaft Mensch und Natur (GMN) Rheinland-Pfalz e. V., Hahnheim. Zugriff: 2. September 2021, URL: https://www.gmn-ev.de/fileadmin/website/downloads/Kugeldistel-Faltblatt_2005.pdf.
- HORESH, A., Y. GOLDWASSER, K. IGBARIYA, Z. PELEG, R. N. LATI, 2019: Propane Flaming as a New Approach to Control Mediterranean Invasive Weeds. *Agronomy-Basel* Vol **9**, Article No 187.
- HÜGIN, G., W. LOHMEYER, 1993: Bastardbildung und intraspezifische Sippengliederung bei *Echinops sphaerocephalus* (Asteraceae, Cardueae) in Mitteleuropa. *Willdenowia* **23** (1/2), S. 83-89.
- KORSCH, H., 2011: *Echinops sphaerocephalus*. *Neobiota.de-Handbuch Gebietsfremde und invasive Arten in Deutschland*. Bundesamt für Naturschutz. Zugriff: 2. September 2021, URL: <https://neobiota.bfn.de/handbuch/gefaesspflanzen/echinops-sphaerocephalus.html>.
- LONDO, G., 1976: The decimal scale for relevés of permanent quadrats. *Vegetatio* **33** (1), 61-64.
- SCHNEIDER, K., 2021: Lebenszyklus der Drüsenblättrigen Kugeldistel (*Echinops sphaerocephalus*), Stand 14.07.2021. Unabhängiges Institut für Umweltfragen e. V. 16 S.
- STARFINGER, U. UND G. KARRER, 2016: A standard protocol for testing viability with the Triphenyl Tetrazolium Chloride (TTC) Test. In: HALT Ambrosia - final project report and general publication of project findings. In: Ulrike Sölter, Uwe Starfinger and Arnd Verschwele (eds.), *Julius-Kühn-Archiv* Nr. **455**, 65-66.