

Ackerunkräuter in Deutschland unterstützen die Artenvielfalt von Arthropoden und Vögeln

Common arable weeds in Germany support the biodiversity of arthropods and birds

Naomi Bosch, Han Zhang, Bärbel Gerowitt*

Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Rostock

*baerbel.gerowitt@uni-rostock.de

DOI: 10.5073/20220117-072044

Zusammenfassung

Seit 1950 sind sowohl die Artenvielfalt von Ackerunkräutern als auch die Arthropoden und Vögel in Deutschland und darüber hinaus stark zurückgegangen. Es stellt sich die Frage, welche Rolle Ackerunkräuter bei der Unterstützung der Artenvielfalt, insbesondere von Arthropoden und Vögeln, spielen.

In einer Literaturrecherche wurden 51 Ackerunkrautarten und 3 Unkrautgattungen, welche in Deutschland häufig vorkommen, auf ihre Rolle als Nahrung und Lebensraum für die Fauna untersucht. Direkte und indirekte Verbindungen zwischen Ackerunkräutern und Vögeln sowie Arthropoden wurden anhand von Daten aus der veröffentlichten Literatur gezählt. Es wurden 5180 Verbindungen zwischen den Ackerunkräutern und Arthropoden bzw. Vögeln gefunden. Die Daten weisen darauf hin, dass Ackerunkräuter nicht nur die landwirtschaftliche Erzeugung behindern, sondern auch eine Vielzahl von Ökosystemleistungen unterstützen.

Stichwörter: Ackerunkräuter, Biodiversität, Ökosystemleistungen, trophische Ebenen

Abstract

Since 1950, the diversity of arable weeds as well as arthropods and birds has sunk drastically in Germany and beyond. We investigate the role of arable weeds in supporting biodiversity, particularly that of arthropods and birds.

In this study, 51 arable weed species and 3 weed genera that are common in Germany were reviewed for their provision of food and shelter for the fauna. Direct and indirect linkages between weeds and birds and arthropods were counted based on data from published literature. In total, 5180 linkages were found. The data indicates that weeds do much more than impede crop production, as they support a wide range of ecosystem services.

Keywords: Arable weeds, biodiversity, ecosystem services, trophic levels

Einleitung

Unter allen Faktoren, die Ertragsverluste bei Nutzpflanzen verursachen, sind Ackerunkräuter weltweit die bedeutendsten (OERKE, 2006). Ackerunkräuter werden in landwirtschaftlichen Systemen allgemein als unerwünscht angesehen (BLANCO VALDES, 2016). Mit der Intensivierung der Landwirtschaft und dem breiten Einsatz von Herbiziden kam es zu bedeutenden Veränderungen in der Unkrautflora. MEYER et al. (2014) zeigten, dass sowohl die Abundanz als auch die Artenvielfalt von Ackerunkräutern seit 1950 drastisch abgenommen haben. Die Anzahl der vorkommenden Unkrautarten innerhalb von Feldern ist um 71 % gesunken und einige Unkrautarten, die früher sehr häufig waren, sind zwischen 1950 und 2014 um 95-99 % zurückgegangen (MEYER et al., 2014). Parallel zu einem Rückgang der Abundanz und Vielfalt von Ackerunkräutern kommt es weltweit zu einem Verlust der biologischen Vielfalt auf höheren trophischen Ebenen (PE'ER et al., 2017; HALLMANN et al., 2017). Ist dies Zufall? MARSHALL et al. (2003), HYVÖNEN AND HUUSELA-VEISTOLA (2008) und HOLLAND et al. (2005) werteten die Bedeutung von Ackerunkräutern bei der

Unterstützung der Artenvielfalt höherer trophischer Ebenen auf Ackerland aus und bekräftigten mit ihren Ergebnissen, dass Ackerunkräuter unterstützende Ökosystemleistungen für eine Vielzahl an Arthropoden- und Vogelarten erbringen. NEWTON (2004) zeigte, dass ein Rückgang der Abundanz von Primärproduzenten mit einem Rückgang von Arten auf höheren trophischen Ebenen verbunden ist.

Die Wechselwirkungen zwischen Unkrautgemeinschaften und Insekten sowie Arthropoden im Allgemeinen sind von großer Bedeutung für die Artenvielfalt (MARSHALL et al., 2001). Auch Vögel profitieren von Ackerunkräutern. Entweder, indem sie sich direkt von Ackerunkräutern, oder von Arthropoden oder anderen Vögeln, die von Ackerunkräutern angezogen werden, ernähren. Viele Vogelarten, die derzeit im Rückgang begriffen sind, brauchen als Adulte Samen und Pflanzenmaterial, aber während der Brutzeit für die Ernährung ihrer Küken Arthropoden (MARSHALL et al., 2003). Ein Vergleich von mit Herbiziden behandelten und unbehandelten Wintergetreide-Parzellen zeigte deutlich, dass unbehandelte Parzellen eine höhere Unkrautdichte und -vielfalt sowie eine signifikant höhere Anzahl vieler wirbelloser Taxa aufwiesen, insbesondere solche, die für die Ernährung von Feldvögeln wichtig sind (MOREBY, 1999). BIESMEIJER et al. (2006) beobachteten einen parallelen Rückgang von Bestäubern und insektenbestäubten Pflanzen.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, die Anzahl an Verbindungen zwischen häufigen Ackerunkräutern in Deutschland und bestäubenden und phytophagen Arthropoden, Schädlingen und deren natürlichen Feinden sowie Vögeln zu quantifizieren.

Material und Methoden

Für die Studie wurde eine Gruppe von 51 in Deutschland häufigen Unkrautarten und 3 Unkrautgattungen ausgewählt. Die Artenliste von WERNER et al. (2004) für die Feldfrüchte Getreide und Raps wurde dabei um häufige Maisunkräuter ergänzt (DE MOL et al. 2015). Anschließend wurde eine Literaturrecherche für die Unkrautarten durchgeführt, um ihren Wert für Arthropoden und Vögel auf vergleichbare Weise zu ermitteln. Die Daten zu den Verbindungen wurden aus der veröffentlichten Literatur und aus Datenbanken entnommen. Nach Durchsicht aller Quellen (KÄSTNER ET AL., 2001; UK CENTRE FOR ECOLOGY AND HYDROLOGY, 2008; ALTIERI ET AL., 2015; ELFVING, 1968; HYVÖNEN UND HUUSELA-VEISTOLA, 2008; PRETSCHER UND KLEIFGES, 2000; PETIT ET AL., 2011; NORRIS UND KOGAN, 2005; HOLLAND ET AL., 2005; CLARKE ET AL., 2003; CRAMP, 1983, 1985, 1988; CRAMP AND BROOKS, 1992; CRAMP AND PERRINS, 1994, 1996; NATIONAL MUSEUM OF NATURAL HISTORY SMITHSONIAN, 2018) wurde die Anzahl der Verbindungen für jede Unkrautart/Gattung ermittelt (Tab. 1). Dabei wurde zwischen direkten und indirekten Verbindungen unterschieden. Bei Verbindungen von Ackerunkräutern zu Arthropoden wurden nur direkte Verbindungen erfasst, d. h. Arthropoden aller Lebensstadien, die sich direkt von einem Teil der Pflanze ernähren/leben. Bei Verbindungen von Ackerunkräutern zu Vögeln wurden sowohl direkte Verbindungen, d. h. Vögel, die sich von Ackerunkräutern ernähren, als auch indirekte Verbindungen, also Raubvögel, die sich von Vögeln ernähren, die direkt mit der Wirtspflanze verbunden sind, einbezogen.

Ergebnisse

Die Bedeutung der Ackerunkräuter variiert erheblich hinsichtlich der mit ihnen verknüpften Arthropodenkategorien (Tab. 1). Die zahlreichste Arthropodenkategorie sind die phytophagen Arthropoden. Besonders wichtige Unkrautarten für Arthropoden (mehr als 200 Verknüpfungen pro Wirtspflanze) sind *Rumex acetosella*, *Taraxacum officinale*, *Cirsium arvense* und *Poa annua*. *Rumex acetosella* zeigt auch die größte Anzahl von Verknüpfungen mit Vögeln, gefolgt von *Fallopia convolvulus*, *Polygonum aviculare*, *Chenopodium album*, *Spergula arvensis*, *Stellaria media*, *Geranium dissectum*, *Lamium purpureum* und *Persicaria lapathifolia* mit jeweils mehr als 30 assoziierte Vogelarten.

Eine Reihe von Arthropodenarten ist auf bestimmte Ackerunkräuter angewiesen, um ihren Lebenszyklus zu vollenden. 25 Unkrautarten und 1 Unkrautgattung sind Wirte für insgesamt 92 monophage Arthropodenarten. Während etwa die Hälfte aller untersuchten Unkrautarten mindestens eine monophage Arthropodenart beherbergt, heben sich *Raphanus raphanistrum* und *Spergula arvensis* als besonders relevant für monophage Arthropoden vor. Natürliche Feinde von Schädlingen sind an *Taraxacum officinale*, *Cirsium arvense* und *Capsella bursa-pastoris* besonders häufig vertreten. *Poa annua* ist die wichtigste Unkrautart für Schädlinge. *Cirsium arvense*, *Taraxacum officinale*, die Gattung *Vicia*, *Sinapis arvensis* und *Raphanus raphanistrum* scheinen besonders wichtig für Bestäuber zu sein.

Die Unkrautarten, die am häufigsten auf dem Speiseplan von Vögeln stehen, sind *Spergula arvensis*, *Rumex acetosella*, *Chenopodium album*, *Stellaria media* und *Raphanus raphanistrum*.

Tabelle 1 Anzahl genannter Verbindungen zwischen den Ackerunkrautarten und der natürlichen Feinde von Arthropoden (Feinde), phytophagen Arthropoden (Phytophag), Arthropoden-Schädlinge (Schädlinge) und Bestäuber, sowie Anzahl der direkt und indirekt mit den Wirtspflanzen verknüpften Vögel

Table 1 Number of arthropods listed as natural enemies, phytophagous arthropods, pest arthropods and pollinators linked to the weed species and number of directly and indirectly linked birds with their host plants

Art	Feinde	Phytophag	Schädlinge	Bestäuber	Vögel	
					Direkt	Indirekt
<i>Aphanes arvensis</i>	0	26	2	0	0	0
<i>Alopecurus myosuroides</i>	3	48	26	3	0	0
<i>Thlaspi arvense</i>	1	17	12	7	6	4
<i>Veronica hederifolia</i>	3	32	11	2	0	0
<i>Veronica agrestis</i>	3	33	12	2	0	0
<i>Veronica</i>	5	57	16	4	1	5
<i>Sonchus arvensis</i>	2	55	10	24	8	10
<i>Sonchus oleraceus</i>	3	51	16	6	2	17
<i>Chenopodium album</i>	3	40	8	7	20	17
<i>Raphanus raphanistrum</i>	0	21	19	28	26	1
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	10	40	13	7	7	0
<i>Aethusa cynapium</i>	0	7	2	1	0	0
<i>Matricaria inodora</i>	3	70	16	11	1	0
<i>Matricaria</i>	2	47	12	13	1	0
<i>Galium aparine</i>	0	147	3	19	8	0
<i>Persicaria lapathifolia</i>	2	58	8	12	6	25
<i>Polygonum persicaria</i>	4	61	9	6	11	22
<i>Polygonum aviculare</i>	2	139	11	24	9	30
<i>Fallopia convolvulus</i>	0	12	2	1	13	27
<i>Centaurea cyanus</i>	3	74	7	28	1	12
<i>Cirsium arvense</i>	14	158	16	107	8	10
<i>Senecio vulgaris</i>	8	79	8	14	6	20
<i>Anchusa arvensis</i>	3	19	3	1	0	0
<i>Lactuca serriola</i>	0	36	6	3	4	21
<i>Papaver rhoeas</i>	1	14	6	4	0	0
<i>Elymus repens</i>	0	49	5	5	2	0
<i>Lapsana communis</i>	0	16	4	13	2	0
<i>Descurainia sophia</i>	0	23	11	6	0	0
<i>Sisymbrium officinale</i>	0	35	16	4	0	0
<i>Poa annua</i>	3	150	34	16	6	10
<i>Chrysanthemum segetum</i>	2	62	17	7	0	0

Art	Feinde	Phytophag	Schädlinge	Bestäuber	Vögel	
					Direkt	Indirekt
<i>Arabidopsis thaliana</i>	0	15	9	1	0	0
<i>Sinapis arvensis</i>	0	49	26	30	6	12
<i>Spergula arvensis</i>	0	14	5	2	33	0
<i>Lithospermum arvense</i>	5	11	2	0	0	0
<i>Viola arvensis</i>	2	49	6	8	13	0
<i>Geranium dissectum</i>	0	28	5	2	5	25
<i>Lamium purpureum</i>	0	73	5	22	5	25
<i>Bromus sterilis</i>	0	35	3	1	0	0
<i>Myosotis arvensis</i>	4	25	2	7	7	0
<i>Stellaria media</i>	7	113	7	15	21	10
<i>Lolium perenne</i>	0	63	5	0	4	18
<i>Convolvulus arvensis</i>	6	76	15	7	5	12
<i>Apera spica-venti</i>	3	36	25	3	0	0
<i>Vicia spec.</i>	2	136	16	31	0	0
<i>Euphorbia helioscopia</i>	7	48	5	10	1	0
<i>Echinochloa crus-galli</i>	3	35	26	8	3	19
<i>Solanum nigrum</i>	1	34	9	3	3	2
<i>Setaria viridis</i>	2	43	27	3	7	18
<i>Digitaria sanguinalis</i>	2	37	25	4	1	24
<i>Amaranthus retroflexus</i>	1	10	8	1	9	15
<i>Rumex acetosella</i>	1	278	13	16	20	23
<i>Taraxacum officinale</i>	16	201	12	56	4	10

Quellen: KÄSTNER ET AL. (2001), UK CENTRE FOR ECOLOGY AND HYDROLOGY (2008), ALTIERI ET AL. (2015), ELFVING (1968), HYVÖNEN UND HUUSELA-VEISTOLA (2008), PRETSCHER UND KLEIFGES (2000), PETIT ET AL. (2011), NORRIS UND KOGAN (2005), HOLLAND ET AL. (2005), CLARKE R. ET AL. (2003), CRAMP (1983, 1985, 1988), CRAMP, S., BROOKS D.J. (1992), CRAMP, S., PERRINS C.M. (1994), CRAMP, S., PERRINS, C.M. (1996), NATIONAL MUSEUM OF NATURAL HISTORY SMITHSONIAN (2018).

Diskussion

Die Ergebnisse zeigen, dass Ackerunkrautarten eine wichtige Rolle für die Artenvielfalt spielen, indem sie eine beträchtliche Anzahl von Arthropoden- und Vogelarten unterstützen, darunter mehrere monophage Arten. Es ist zudem möglich, Unkrautarten zu identifizieren, die für die biologische Vielfalt von größerer Bedeutung sind. Interessanterweise sind diese Unkrautarten meist nicht die Hauptziele der Unkrautbekämpfung und haben nur eine mittlere oder geringe Konkurrenzskraft.

Dass die Artenvielfalt eine wichtige ökologische sowie ökonomische Rolle spielt, wurde schon in zahlreichen Studien belegt. So erbringt auch die Artenvielfalt von Ackerunkräutern und der damit verbundenen Fauna als Teil von Agrarökosysteme vielfältige Ökosystemleistungen. Generell hat sich gezeigt, dass Biodiversität den Schädlingsdruck reduziert und Agrarökosysteme widerstandsfähiger und selbstregulierend macht (ALTIERI and NICHOLLS, 2004). Zudem wurde eine positive Korrelation zwischen der Anzahl der Arten und der verbesserten Funktion und Produktivität von Ökosystemen beobachtet (HOOPER et al., 2005). Je vielfältiger und komplexer ein Agrarökosystem ist, desto stabiler und produktiver ist es und desto weniger anfällig ist es für Schädlinge und andere ökologische Störungen (NICHOLLS, 2008). Ackerunkräuter können insbesondere Bestäuber (BURKLE & ALARCÓN 2011) und natürliche Feinde (NENTWIG, 1994; BASEDOW, 1988) anziehen, um nur einige Funktionen der Artenvielfalt von Ackerunkräutern zu nennen.

Andererseits gehören die Zerstörung von Lebensräumen und die Intensivierung der Landwirtschaft (einschließlich des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln) zu den wichtigsten Ursachen für den Verlust von Insekten (WAGNER, 2020). Daher führt ein Rückgang der Unkrautvielfalt und -abundanz zu einer Verringerung der Ökosystemleistungen der Landwirtschaft.

30. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung, 22. – 24. Februar 2022 online
Angesichts der Kosten, welche durch Biodiversitätsverluste entstehen (HANLEY and PERRINGS 2019), besteht ein großer Bedarf, den Wert von Ackerunkräutern und das gängige Unkrautmanagement in der Landwirtschaft neu zu bewerten. Auch die zunehmende Anzahl herbizidresistenter Unkrautarten machen dies zu einer dringenden Priorität. Neue, nachhaltigere Ansätze zur Unkrautkontrolle sollten von der Bundesregierung im Rahmen der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie und des Nationalen Aktionsplans zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (BUNDESREGIERUNG, 2016; BMEL, 2013) vorgegeben und unterstützt werden.

Förderhinweis

Dieser Text wurde ermöglicht durch ein Vorhaben des Bundesamtes für Naturschutz aus Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, FKZ 3519840700.

Literatur

- ALTIERI, M.A., C.I. NICHOLLS; M. GILLESPIE; B. WATERHOUSE; S. WRATTEN; G. GBÈHOUNOU; B. GEMMILL-HERREN, 2015: Crops, Weeds and Pollinators. Understanding Ecological Interactions for Better Management. Rome, FAO.
- ALTIERI, M.A., C.I. NICHOLLS, 2004: Biodiversity and Pest Management in Agroecosystems, 2nd Edition. Binghamton: Haworth Press.
- BASEDOW, T., 1988: Feldrand, Feldrain und Hecke aus der Sicht der Schädlingsregulation. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-, Forstwirtschaft **247**, 129-137.
- BLANCO VALDES, Y., 2016: The role of weeds as a component of biodiversity in agroecosystems. Cultivos Tropicales **37** (4), 34–56. DOI: 10.13140/RG.2.2.10964.19844.
- BMEL, 2013: Nationaler Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln.
- BUNDESREGIERUNG, 2016: Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie. Neuauflage 2016 - Entwurf. Nachhaltigkeitsstrategie 2016. Berlin.
- BURKLE, L.A.; R. ALARCÓN, 2011: The future of plant-pollinator diversity: understanding interaction networks across time, space, and global change. American journal of botany **98** (3), 528–538. DOI: 10.3732/ajb.1000391.
- CLARKE, R.; P. COMBRIDGE; N. MIDDLETON, 2003: Monitoring the diets of farmland winter seed-eaters through raptor pellet analysis. British Birds **96**, 360–375.
- CRAMP, S. (ED.), 1983: The Birds of the Western Palearctic. Oxford: Oxford University Press (vol. 3).
- CRAMP, S. (ED.), 1985: The Birds of the Western Palearctic. vol. 4. Oxford: Oxford University Press.
- CRAMP, S. (ED.), 1988: The Birds of the Western Palearctic. vol. 5. Oxford: Oxford University Press.
- CRAMP, S., D.J. BROOKS (ED.), 1992: The Birds of the Western Palearctic. Oxford: Oxford University Press (6).
- CRAMP, S.; C.M. PERRINS (ED.), 1994: The Birds of the Western Palearctic. Oxford: Oxford University Press (8).
- CRAMP, S.; C.M. PERRINS (ED.), 1996: The Birds of the Western Palearctic. Oxford: Oxford University Press (9).
- DE MOL, F.; C. VON REDWITZ; B. GEROWITT, 2015: Weed species composition of maize fields in Germany is influenced by site and crop sequence. Weed Research **55**, 574-585.
- ELFVING, R., 1968: Die Bienen Finnlands. In Fauna Fennica **21**, 1–69.
- HALLMANN, C.A.; M. SORG; E. JONGEJANS; H. SIEPEL; N. HOFLAND; H. SCHWAN, 2017: More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. PloS one **12** (10), e0185809. DOI: 10.1371/journal.pone.0185809.
- HANLEY, N.; C. PERRINGS, 2019: The Economic Value of Biodiversity. Annual Review of Resource Economics **11** (1), 355–375. DOI: 10.1146/annurev-resource-100518-093946.

30. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung, 22. – 24. Februar 2022 online
- HOLLAND, J.M.; M.A.S. HUTCHISO; B. SMITH; N.J. AEBISCHER, 2005: A review of invertebrates and seed-bearing plants as food for farmland birds in Europe. *Annals of Applied Biology* **148** (1) ISSN 0003-4746.
- HOOPER, D.U.; F.S. CHAPIN; J.J. EWEL; A. HECTOR; P. INCHAUSTI; S. LAVOREL, 2000: Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological Monographs* **75** (1), 3–35. DOI: 10.1890/04-0922.
- HYVÖNEN, T.; E. HUUSELA-VEISTOLA, 2008: Arable weeds as indicators of agricultural intensity – A case study from Finland. *Biological Conservation* **141** (11), 2857–2864. DOI: 10.1016/j.biocon.2008.08.022.
- KÄSTNER, A.; E.J. JÄGER; R. SCHUBERT, 2001: *Handbuch der Segetalpflanzen Mitteleuropas*. 1. Ausgabe. Wien, Springer-Verlag.
- MARSHALL, E.J.P.; V.K. BROWN; N.D. BOATMAN; P.J.W. LUTMAN; G.R. SQUIRE; L.K. WARD, 2003: The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. *Weed Research* **43** (2), 77–89. DOI: 10.1046/j.1365-3180.2003.00326.x.
- MARSHALL, E.J.P.; V. BROWN; N. BOATMAN; P. LUTMAN; G. SQUIRE, 2001: The impact of herbicides on weed abundance and biodiversity. A Report for the UK Pesticide Safety Directorate. IACR-Long Ashton Research Station, UK.
- MEYER, S.; K. WESCHE; B. KRAUSE; C. BRÜTTING; I. HENSEN; C. LEUSCHNER, 2014: Diversitätsverluste und floristischer Wandel im Ackerland seit 1950. *Natur und Landschaft* **89** (9/10), 392-298. ISBN 978-3-00-153293-0.
- MOREBY, S., 1999: Influence of autumn applied herbicides on summer and autumn food available to birds in winter wheat fields in southern England. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **72** (3), 285–297. DOI: 10.1016/S0167-8809(99)00007-9.
- NATIONAL MUSEUM OF NATURAL HISTORY SMITHSONIAN, 2018: *Encyclopedia of Life*. Access: 2. November 2021, URL: <https://eol.org>.
- NENTWIG, W., 1994: Wechselwirkungen zwischen Ackerwildpflanzen und der Entomofauna. *Berichte über die Landwirtschaft. Sonderheft* **209** (7), 123–135.
- NICHOLLS, C.I., 2008: Bases agroecológicas para diseñar e implementar una estrategia de manejo de hábitat para control biológico de plagas. In *Agroecología* **1**, 37–48.
- NORRIS, R.F.; M. KOGAN, 2005: Ecology of interactions between weeds and arthropods. *Annual Review of Entomology*. 2005;50:479-503. doi: 10.1146/annurev.ento.49.061802.123218.
- OERKE, E.C., 2006: Crop losses to pests. In *Journal of Agricultural Science* **144** (1), 31–43. DOI: 10.1017/S0021859605005708.
- PE'ER, G.; S. LAKNER; G. PASSONI; C. AZAM; J. BERGER; L. HARTMANN, 2017: Is the CAP fit for purpose? An evidence based fitness-check assessment. Preliminary Summary of key outcomes. Leipzig, BirdLife, EEB, NABU, iDiv, UFZ, Uni. Göttingen.
- PETIT, S., A. BOURSALTY; M. GUILLOUX; N. MUNIER-JOLAIN; X. REBOUD, 2011: Weeds in agricultural landscapes. A review. In *Agronomy for Sustainable Development* **31** (2), 309–317. DOI: 10.1051/agro/2010020.
- PRETSCHER, P.; P. KLEIFGES, 2000: Die Schmetterlingsdatenbank LEPIDAT des Bundesamtes für Naturschutz (BfN): Grundlage für die Erstellung der Roten Liste gefährdeter Großschmetterlinge Deutschlands. *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz* **65**, 51–70.
- UK CENTRE FOR ECOLOGY AND HYDROLOGY, 2008: *Database of British Insects and their Food Plants*. Access: 2. November 2021, URL: <https://www.brc.ac.uk/dbif/>.
- WAGNER, D.L., 2020: Insect Declines in the Anthropocene. *Annual review of entomology* **65**, 457–480. DOI: 10.1146/annurev-ento-011019-025151.

30. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung, 22. – 24. Februar 2022 online

WERNER, B.; F. DE MOL; B. GEROWITT, 2004: Schadensprognosen und Bekämpfungsempfehlungen für Unkräuter in Raps und Getreide mit CeBrUs. *Journal of Plant Diseases and Protection, Special Issue* **9**, 981-988.