











Ackerwildkraut-Vegetation der Kalkäcker (*Caucalidion*): Pflanzengesellschaft des Jahres 2022

Arable vegetation of calcareous soils (*Caucalidion*): Plant community of the year 2022

Erwin Bergmeier^{1*} , Stefan Meyer¹ , Fionn Pape¹, Hartmut Dierschke¹ ,
Werner Härdtle² , Thilo Heinken³ , Norbert Hölzel⁴ , Dominique Remy⁵ ,
Angelika Schwabe⁶ , Sabine Tischew⁷  & Simone Schneider^{8,9} 

¹Georg-August-Universität Göttingen, Albrecht-von-Haller Institut für Pflanzenwissenschaften,
Abteilung für Vegetationsanalyse und Phytodiversität, Untere Karspüle 2, 37073 Göttingen, Germany;

²Leuphana Universität Lüneburg, Institut für Ökologie, Universitätsallee 1, 21335 Lüneburg,
Germany; ³Universität Potsdam, Institut für Biochemie und Biologie, Maulbeerallee 3, 14469 Potsdam,

Germany; ⁴Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Institut für Landschaftsökologie,
Heisenbergstr. 2, 48149 Münster, Germany; ⁵Universität Osnabrück, FB5, AG Ökologie,

Barbarastraße 13, 49076 Osnabrück, Germany; ⁶Technische Universität Darmstadt, Fachbereich
Biologie, Schnitzspahnstr. 10, 64287 Darmstadt, Germany; ⁷Hochschule Anhalt, FB Landwirtschaft,

Ökotrophologie und Landschaftsentwicklung, Strenzfelder Allee 28, 06406 Bernburg,
Germany; ⁸Naturschutzsyndikat SICONA, 12, rue de Capellen, 8393 Olm, Luxemburg;

⁹Nationalmuseum für Naturgeschichte, 25, rue Münster, 2160 Luxemburg, Luxemburg;

*Korrespondierender Autor, E-Mail: erwin.bergmeier@bio.uni-goettingen.de

Zusammenfassung

Als Pflanzengesellschaft des Jahres 2022 ist die Ackerwildkraut-Vegetation der Kalkäcker, der Verband *Caucalidion*, ausgewählt worden. In diesem Übersichtsartikel stellen wir den Verband vor und betrachten dabei seine Artenzusammensetzung und -diversität, Verbreitung, standörtliche und pflanzensoziologische Variabilität, das Ökosystem „Kalkäcker“, die früher und heute wirksamen Faktoren des Ackerbaus und die Ursachen des massiven Rückgangs in den letzten Jahrzehnten. Schließlich beleuchten wir Optionen zur Erhaltung und Wiederherstellung artenreicher *Caucalidion*-Vegetation und der von ihnen abhängigen Lebensgemeinschaften.

Der Verband *Caucalidion* umschreibt die oft farbenprächtigen Pflanzengesellschaften der Kalkäcker, auch Klatschmohnäcker genannt. Er ist durch mehr als 50 Charakterarten gekennzeichnet; allerdings sind die meisten bestandsbedrohte Rote Liste-Arten. *Caucalidion*-Vegetation begleitete die Ackerbauern seit der Bronzezeit. Seither hat sich die *Caucalidion*-Artenzusammensetzung immer wieder an veränderte Wirtschaftsweisen und Methoden der Bodenbearbeitung angepasst, wobei die Zahl der Segetalpflanzen mit der Zeit zugenommen hat. Dagegen traten mit der agrarischen Industrialisierung in den vergangenen Jahrzehnten seit Mitte des letzten Jahrhunderts beispiellose Verluste an Vegetation, Böden und Ökosystemfunktionen auf.

Die Charakterarten des *Caucalidion* sind größtenteils Archäophyten, bei uns nachgewiesen teils seit mehreren Jahrtausenden, teils erst im Mittelalter. Das Artenspektrum des *Caucalidion* in seiner Gesamtheit (154 Gefäßpflanzenarten mit einer Frequenz von über 10 % in mindestens einer der regionalen Ausprägungen) ist aber zu mindestens 55 % indigen (alteinheimisch).

Der Verband *Caucalidion* ist europäisch-(warm-)temperat verbreitet, von Irland bis Südschweden, von Zentralspanien bis zum Schwarzen Meer; das Hauptverbreitungsgebiet ist süd-zentraleuropäisch bis submediterran. Alle ackerbaulich genutzten Höhenlagen sind repräsentiert, ebenso Böden nahezu aller Ertragsleistungen einschließlich der ackerbaulichen Gunststandorte. In Deutschland gibt es drei (hier weit gefasste) *Caucalidion*-Assoziationen: Die Tännelkraut-Gesellschaft (*Kickxietum spuriae*) ist westlich verbreitet und kommt vor allem auf schweren, tiefgründigen Kalklehm-Parabraunerden in subatlantisch geprägten Regionen vor. Die Ackerlichtnelken-Gesellschaft (*Euphorbio exiguae-Melandrietum noctiflori*) kennzeichnet tiefgründige, kalkreiche Lösslehm- und Schwarzerdeböden sowie Braunerden in einem breiten Gürtel am nördlichen Rand des *Caucalidion*-Areal. Die Haftdolden-Adonisröschen-Gesellschaft (*Caucalido platycarpi-Conringietum orientalis*) besiedelt warme und trockene Ackerstandorte mit tonig-lehmigen kalkhaltigen Böden, oft flachgründig und meist skelettreich. Diese Assoziation ist vor allem in entsprechenden topografischen Gunstlagen in Mittel- und Süddeutschland vertreten.

Caucalidion-Vegetation ist mit verschiedenen einjährigen Ackerkulturpflanzen assoziiert, heute hauptsächlich mit Wintergetreide; bis Ende des 20. Jh. gab es auch hohe Anteile mit Sommergetreide. Das Spektrum der Kulturpflanzen und die Fruchtfolgen haben sich im Laufe der Zeit gewandelt und mit ihnen die Ackerwildkrautbestände. Der Entwicklungsrhythmus der Ackerpflanzen bestimmt ganz wesentlich das Nahrungsangebot für Tierartengruppen in der Agrarlandschaft. Im *Caucalidion* geben annuelle Lebensformen den Rhythmus vor, unter ihnen obligatorische Winterkeimer, Frühjahrskeimer und saisonal fakultative Keimer.

Aus historischen Aufnahmen der 1950er- bis 1970er-Jahre wissen wir, dass die Deckungswerte der Wildkräuter damals im Mittel etwa 35 % bis über 40 %, nicht selten über 50 % betragen, kaum weniger als die der angebauten Kulturpflanzen. Botaniker des 18. und 19. Jh. betonten die lokale Häufung („stellenweise wie gesäet“) von Ackerwildkräutern des *Caucalidion*, einschließlich solcher, von denen es heute nur noch kleine Restvorkommen gibt. Das vielfältige, vom zeitigen Frühjahr bis in den Winter bereitgestellte Pflanzenangebot auf Mohnäckern (Blätter, Knospen, Blüten, Pollen, Nektar, Samen) bietet kontinuierliche Nahrungssicherheit für eine Vielzahl an Bodenorganismen, Insekten, samen- und insektenfressenden Vögeln sowie Kleinsäugetern. Die Stoppelphase ist wegen ihres Blüh- und Fruchtaspektes, und weil sie das Nahrungsangebot über die Getreideernte im Hochsommer hinaus gewährleistet, ein essenzieller Bestandteil des Agroökosystems. Unter den Bestäubern sind neben Generalisten auch spezialisierte Arten vertreten, darunter oligolektische Wildbienen an Acker-Senf (*Sinapis arvensis*) oder Acker-Winde (*Convolvulus arvensis*), beides Pflanzenarten, die häufig in *Caucalidion*-Äckern vorkommen.

Artenreiche *Caucalidion*-Vegetation ist durch die flächendeckende Anwendung von synthetischen Mineraldüngern und Herbiziden, durch dichtere Saat, frühere Ernte und Stoppelumbruch gleich nach der Ernte seit mehreren Jahrzehnten marginalisiert und fragmentiert. Doch ist es bisher gelungen, in manchen Gebieten Ackerränder und Felder als Kleinstrefugien für Ackerwildkrautarten zu erhalten. Dazu verhalfen Agrarumweltmaßnahmen wie Ackerrandstreifenprogramme – erstmals initiiert in den späten 1970er-Jahren durch Wolfgang Schumacher, der Landwirte und Landwirtinnen in der nördlichen Kalkifel zum Mitmachen überzeugen konnte. Trotzdem ist der Status selbst solcher Reliktvorkommen in Ackerrandstreifen prekär durch limitierte Verträge, Diskontinuität der Programme und unzureichende Zuschüsse als Entschädigung für Ertragsminderungen. Hinzu kommen Verluste durch konkurrierende Förderprogramme, die Verkennung des Naturschutzwertes artenreicher Äcker unter anderem bei Kompensationsmaßnahmen, immer noch durch das Auflassen von sogenannten Grenzertragsäckern, durch Überbauung und zunehmend durch die Intensivierung selbst unproduktiver Standorte bei Energiepflanzenanbau.

Eine Verbesserung der Situation der Agroökosysteme kann durch die Finanzierung sachgerechter und beratend begleiteter landwirtschaftlicher Umweltleistungen gelingen. Die laufenden Verhandlungen zur Gemeinsamen Agrarpolitik der Europäischen Union und die Umsetzung der Vereinbarungen in den Mitgliedsländern können zu einem Durchbruch bei der Förderung von umweltrelevanten Maßnahmen in der Landwirtschaft führen – oder eben zu einem Weiter-so zugunsten einer sogenannten

konventionellen Landwirtschaft, die einseitig auf Ertragsmaximierung, mehr und mehr auch auf die Abschöpfung von flächenbezogenen Subventionen durch externe Investoren ausgerichtet ist und die auch für die meisten Landwirtinnen und Landwirte zunehmend unbefriedigend ist.

Die Seltenheiten unter den Arten der *Caucalidion*-Vegetation können auch in Zukunft von Ackerlandstreifenprogrammen profitieren, doch sollten die Programme Habitatkontinuität gewährleisten. Nötig ist auch eine Priorisierung der Wildpflanzenförderprogramme in *Caucalidion*-Gebieten gegenüber Blühstreifenprogrammen, die gesetzliche Anerkennung von artenreichen Äckern als geschützte Biotope, eine flächendeckende Erfassung der *Caucalidion*-Restvorkommen in allen Bundesländern und ein regelmäßiges Monitoring.

Für die Wiederherstellung der Gesamtheit der Agroökosystemleistungen reicht das nicht, dafür sind weitergehende Maßnahmen erforderlich: Die Priorisierung von Umweltleistungen auf einem wesentlichen Anteil der Ackerflächen, auch wenn dies auf Kosten der jetzt noch einseitig produktionsorientierten Wirtschaftsweise geht, eine spürbare Erhöhung des Flächenanteils der ökologischen Landwirtschaft und die Einrichtung eines dichten Netzes von Feldfloraeservaten und Schutzäckern in allen ackerbaulich geprägten Naturräumen. Diese Felder dienen als Erhaltungsräume des gebietstypischen Ackerland-Artenpools und potenziell als Ausgangsräume zur Wiederausbreitung der agroökosystemaren Biodiversität.

Wir sehen die Wahl der „Pflanzengesellschaft des Jahres 2022“ als Unterstützung der Leistungen all jener, die sich auf lokaler, nationaler und internationaler Ebene, in Verbänden, Medien und in der Politik für Bestimmungen und Lösungen im Ackerbau einsetzen, die der Ackerwildflora und -vegetation mit der von ihr abhängigen Tierwelt künftig mehr Raum geben, und besonders auch als Anerkennung der Landwirtinnen und Landwirte selbst, die sich zum Teil seit vielen Jahren in Förderprogrammen für die Ackerflora und eine belebte Agrarlandschaft eingesetzt haben.

Abstract

Arable vegetation of calcareous soils, the plant community alliance known as *Caucalidion*, has been newly elected “Plant community of the Year 2022”. In this review article, we provide an overview of the *Caucalidion* in Germany, its species composition, life cycle and biodiversity, distribution, habitat and phytosociological variation, its history, reasons of decline, and conservation management both at present and in view of future options.

The *Caucalidion* is a well-defined alliance characterized by more than 50 plant species in Germany alone, alas a majority of them is now scarce and listed in the national Red Data Book. *Caucalidion* vegetation has been associated with grain farming since as early as the Bronze Age, although its species composition has altered over time due to changes in crop species, tillage and farming technology. Generally, the number and proportion of segetal plants in grain fields has increased. However, the past decades have seen an unprecedented intensification and increase in production of arable farming, yet to the cost of soil health, diversity and abundance of wildlife. Most characteristic species of the *Caucalidion* are archaeophytes, some of which accompanying arable farming since millennia, others since mediaeval times. However, the plant species pool typical of calcareous fields in Germany (comprising more than 150 species sufficiently frequent to occur in at least 10 % of the – historical – relevés in at least one region or community association) consists of at least 55 % native plant species.

The *Caucalidion* has a European (warm-)temperate, suboceanic to subcontinental distribution area, from the British Isles to southern Sweden, and from Central Spain to the surroundings of the Black Sea. It is mainly distributed in South-Central European and sub-Mediterranean regions. In Germany, it occurs at all altitudinal belts that support agriculture, and covers all productivity classes of arable soil including the top high-yield sites.

Three plant community types (associations) of the *Caucalidion* occur in Germany: The Fluellen community (*Kickxietum spuriae*) reaches the country in the west and is found on thick calcareous loams and clays under suboceanic conditions. The community named after Night-flowering Catchfly (*Euphorbia exiguae-Melandrietum noctiflori*) occurs on deep loess and chernozem as well as calcaric cambisols mostly in the north of the *Caucalidion* distribution area. Finally, the more southerly distributed Bur-parsley community (*Caucalido platycarpi-Conringietum orientalis*) depends on often thin

calcareous clay loams under warmer and drier conditions. *Caucalidion* vegetation is currently associated almost entirely with autumn-sown cereal varieties, but until in the recent past spring-sown cereals have also been common on calcareous fields. The rhythm of arable plant growth determines the food resources on cultivated lands. In the *Caucalidion*, as in other plant communities of arable fields, annual plants dominate, comprising a mixture of life cycles including autumn-germinating and spring-germinating plants as well as others that may germinate anytime when conditions are favourable.

Historical relevés of the 1950s to 1970s reveal mean total cover values of arable plants of 35 to over 40 %, approximating the crop cover values. Published references to arable weeds by botanists of the 18th and 19th century highlight the local abundance of *Caucalidion* plants including species known as being extremely rare today. The variety of arable plants throughout the year with their leaves, buds, flowers, pollen, nectar and seeds satisfies the dietary needs of all kinds of arable wildlife, provided that cereal stubbles are left after harvest as stubble-fields support late flowering and fruiting plants essential for seed-eating birds and other fauna. Pollinators are represented in arable fields by both generalists and specialists such as wild bees feeding exclusively on *Sinapis arvensis* or *Convolvulus arvensis*, respectively, both common and locally abundant in *Caucalidion* fields.

The 19th and early 20th century losses of the arable flora were due to more and more efficient seed cleaning, changes in crop rotation with loss of fallow, and increasing mechanization. This process accelerated towards the end of the 20th century by revolutionary changes in arable farming methods, including massive increases in the application of agrochemicals such as herbicides and artificial nitrogen fertiliser, and the loss of crop stubbles in the autumn and winter. In the past decades, species-rich *Caucalidion* vegetation together with its farmland wildlife has drastically declined to mostly tiny areas extant only in scattered field margins. Conservation management of field margin strips, set up for the first time in the late 1970s in the Eifel Mountains by the initiative of Wolfgang Schumacher, is now safeguarded by various biodiversity action plans in the federal states providing financial compensation to contractual farmers for production losses.

Despite the success of programmes devoted to the conservation management of field margin strips rich in *Caucalidion* species their future development may be bleak due to discontinuation of the programmes and compensatory payments, competing – and eventually more profitable – agri-environment schemes, the ongoing abandonment of unproductive fields, and increasingly the use of even such fields for energy crop cultivation. Recent evidence highlights the importance of habitat continuity for rare *Caucalidion* plant species.

Changes in the European Union's Common Agricultural Policy are urgently needed to improve the future situation of agro-ecosystems. Current negotiations and subsequent national implementation should prioritize environmental services of farmland management against unbalanced conventional agriculture directed only to yield maximisation and increasingly to the profits of outside farmland investors. Economic incentives should be directed towards a substantial increase in the proportion of organic farming and to implement a network of sites of nature conservation importance, arable plant sanctuaries in farmed fields at the landscape level, across agricultural regions. They represent focus areas for the local arable wildlife species pool and may serve as reservoirs for rare species selected for re-introduction in surrounding landscapes where they are gone.

The authors of this review article consider the election of the *Caucalidion* as "Plant community of the Year 2022" as supportive for stakeholders active in improving conditions for soil and biodiversity protection through sustainable farming and arable plant conservation management at local, national and international levels, and especially acknowledge the years-long successful conservation efforts of numerous contract farmers participating in agri-environment programmes supporting our arable flora and wildlife.

Keywords: arable farmland, arable flora, biodiversity loss, Common Agricultural Policy, community ecology, conservation management, cornfield flowers, farmland history, plant community, syntaxonomy, weed

1. Einleitung

Die Gruppe der Pflanzengesellschaften auf Kalkäckern, der pflanzensoziologische Verband *Caucalidion Tx. ex* von Rochow 1951, ist eine Vegetationseinheit der Superlative. Kaum ein anderer mitteleuropäischer Verband hat eine so hohe Zahl an Charakterarten, viele davon mit auffälligen Blütenfarben (Abb. 1, 2, 3). Wir zählen nach Auswertung der Literatur über 50 für den Verband charakteristische Arten, die in Deutschland (noch) vorkommen, zuzüglich einer Reihe von Differenzialarten, die den Verband der Kalkäcker von anderen Einheiten der Ackervegetation abgrenzen. Die *Caucalidion*-Vegetation gehört zudem zu den sehr wenigen Pflanzengesellschaften, deren historischer Anteil an der Landesfläche so hoch war, dass er wohl mehrere Prozente umfasste. Sie war überall dort anzutreffen, wo Getreide auf basenreichen Böden angebaut wurde. Doch zu den Superlativen zählt leider auch, dass die Vegetation der Kalkäcker hierzulande zu den Verbänden mit dem höchsten Anteil gefährdeter und vom Aussterben bedrohter Arten gehört und auch als Biotop- und Vegetationstyp zur Gänze stark gefährdet ist (RENNWALD 2002a, HOFMEISTER & GARVE 2006, JANSSEN et al. 2016, FINCK et al. 2017, METZING et al. 2018). Früher in vielen Regionen häufig und in manchen Landschaften die flächenmäßig vorherrschende Vegetation, sind die Bestände heute auf einen winzigen Bruchteil ihrer historischen Vorkommen und auf kleine Fragmente der ehemaligen Fläche geschrumpft. So ist die Kalkackervegetation innerhalb weniger Jahrzehnte in ihrer Ausdehnung wohl stärker zurückgegangen als alle anderen Vegetationseinheiten in Mitteleuropa. Die Gründe dafür sind einerseits die Intensivierung des Ackerbaus und andererseits die Aufgabe von nach heutigen Maßstäben unproduktiven Äckern. Dabei sollte eines nicht aus dem Blick geraten – es war und ist der Ackerbau, eine Kulturleistung vieler Generationen von Bauern und Bäuerinnen, der diese für eine belebte Kulturlandschaft eminent wichtigen Pflanzen und Pflanzengesellschaften über Jahrhunderte und Jahrtausende gefördert, ja sogar die biologische Evolution befördert hat.

Aus diesen Gründen hat sich die Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft (Flor-Soz) für die Vegetation der Kalkäcker als „Pflanzengesellschaft des Jahres 2022“ entschieden. Seit 2019 wählt der Verein jährlich eine Pflanzengesellschaft mit dem Ziel, exemplarisch auf die Vielfalt, Bedeutung und Gefährdung der Vegetation aufmerksam zu machen. Dabei rückt die FlorSoz besonders bedrohte Vegetationstypen und Ökosysteme in den Blick und unterbreitet Handlungsvorschläge zu ihrer Erhaltung. Nach Glatthaferwiese (TISCHEW et al. 2018), Borstgrasrasen (SCHWABE et al. 2019) und Hartholz-Auenwald (HÄRDTLE et al. 2020) kann man die vierte „Pflanzengesellschaft des Jahres“ – Kalkackervegetation – gleichfalls nach einer Pflanzenart benennen, am treffendsten nach dem Klatsch-Mohn (*Papaver rhoeas*), denn er ist trotz starker buntblumiger Konkurrenz die auffälligste Wildblume kalkreicher Felder, unserer Mohnäcker.

Die enge Beziehung des Menschen zu Mohnäckern ist bei den unmittelbar Betroffenen, den Landwirtinnen und Landwirten, naturgemäß ambivalent. Zur heutigen Unkrautbekämpfung gehören allerdings Spritzmittelempfehlungen, euphemistisch „Pflanzenschutz“, die in ihrem Ausmaß stark übertrieben erscheinen. Schließlich waren die Bemühungen der Unkrautbekämpfung bereits vor Jahrzehnten durchschlagend erfolgreich. Die Mehrzahl der Bevölkerung, die die Felder nicht Jahr für Jahr beackert, aber hat zu Mohnäckern eine emotionale Einstellung. Bis weit in die zweite Hälfte des 20. Jh. konnten sich Menschen an Mohnäckern aus eigener Anschauung erfreuen. Heute, da es nur noch wenige Farbtupfer in der Agrarlandschaft gibt, erfreut man sich an der Schönheit der wenigen, wie man in den sozialen Medien sieht, wohl auch aus einer gewissen Nostalgie heraus (Abb. 2). Belege dafür bieten schon die Werke der Impressionisten des späten 19. Jh., die den Betrachtern,



Abb. 1. Buntblühender *Caucalidion*-Acker am Kyffhäuser, Thüringen (Foto: S. Meyer, 2012).
Fig. 1. A colourful *Caucalidion* field at the Kyffhäuser, Thuringia (Photo: S. Meyer, 2012).



Abb. 2. Immer seltener werdender Anblick: Ein sehr artenreicher „Mohnacker“ mit *Consolida regalis* bei Wohlmuthausen in der Thüringer Rhön (Foto: S. Meyer, 2014).
Abb. 2. An increasingly rare sight: A very species-rich “poppy field“ with *Consolida regalis* near Wohlmuthausen in the Thuringian Rhön (Photo: S. Meyer, 2014).

meist Stadtbewohnern, neben anderen Landschaftsmotiven blütenreiche Äcker nahegebracht haben. Die bekanntesten Maler, die aufs Land zogen und Äcker „nach der Natur“ malten, waren Claude Monet (1840–1926) und Vincent van Gogh (1853–1890). Monet malte das „Mohnfeld bei Argenteuil“ (1873) und ebensolche bei Vétheuil und Giverny an der unteren Seine. Van Gogh hat sein „Mohnfeld“ (1889) in der Provence gemalt. Vermutlich handelte es sich bei allen diesen Mohnfeldern um *Caucalidion*-Getreideäcker – oder um Brachephasen im Nutzungszyklus der Feldbewirtschaftung.

Zu den karbonatreichen Ackerböden, auf die die Mohnackervegetation angewiesen ist, gehören neben mäßig nährstoffhaltigen, trockenen und oft steinigen flachgründigen Rendzinen auch nährstoffreiche tiefgründige Parabraunerden, Schwarzerden und Pararendzinen auf Löss- und Geschiebemergelstandorten, die wegen ihrer natürlichen Fruchtbarkeit seit jeher begehrte Anbauflächen gewesen sind. Es besteht daher kein Zweifel, dass die *Caucalidion*-Vegetation in den löss- und schwarzerdereichen Altsiedelgebieten wie den Bördelandschaften und im Thüringer Becken, die bereits im Neolithikum besiedelt wurden, Jahrtausende alt ist, obwohl erst die frühen botanischen Angaben seit dem 17. Jh. erste konkrete Auskunft über die Pflanzenvielfalt der karbonatreichen Äcker geben. Die Mohnäcker als Pflanzengesellschaft des Jahres – das ist also auch eine Wertschätzung der bäuerlichen Arbeit über lange Zeiträume, die Voraussetzung für die Entstehung, Verbreitung und Entwicklung der Kalkacker-Pflanzengesellschaften. Die Bedingungen für eine biologisch reichhaltige Kulturlandschaft waren bis über die Mitte des vorigen Jahrhunderts hinaus günstig. Die mit diesen Ackerkulturlandschaften verbundenen Funktionen umfassen alle Kategorien der Ökosystemdienstleistungen (unterstützend, bereitstellend, regulierend und kulturell), während die agrarindustrielle Kulturlandschaft, die sich seither entwickelt hat, einseitig vor allem auf die Produktbereitstellung durch Produktionsmaximierung abzielt.

Als eine Grundlage der Nahrungsressourcen für die Tierarten der Agrarlandschaft ist die Ackerwildkraut-Vegetation ein Indikator für deren Zustand, für das Ausmaß des biologischen Wandels in der gesamten Kulturlandschaft, nicht nur für den Florenschwund, sondern unter anderem auch für das katastrophale Insektensterben und den ebenso alarmierenden Rückgang der Avifauna in landwirtschaftlich genutzten Gebieten. Trotzdem begegnen manche dem Niedergang der Ackerflora und -vegetation mit dem Argument, diese sei verzichtbar, da nicht indigen. Dies ist ein Irrtum, wie YOUSSEF et al. (2020) kürzlich am Beispiel der französischen Segetalpflanzen gezeigt haben. Richtig ist, dass ein großer Teil der Ackerflora – insbesondere der Mohnäcker – Archäophyten sind, also uralte Begleiter des Menschen, seiner Aktivitäten und Landnutzung. Diese, bis in das Neolithikum zurückreichende enge Verbundenheit mit der menschlichen Kultur sollte Anlass sein, diese Pflanzen wertzuschätzen und ihnen einen besonderen emotionalen Platz einzuräumen. Die Segetalvegetation ist immer abhängig gewesen von der Art und Weise des Ackerbaus und von den Kulturpflanzen. Jede Pflanzengesellschaft der Äcker enthält neben Arten, die zu verschiedenen Zeiten und aus verschiedenen Räumen entlang der Ausbreitungswege des Ackerbaus seit der Jungsteinzeit in den Artenpool aufgenommen worden sind, auch urwüchsig-einheimische Arten, die sich an die speziellen Lebensumstände und Umweltfaktoren auf Feldern anzupassen vermochten. Einige von ihnen kommen bis heute, mehr oder weniger häufig, in naturnaher Vegetation vor; anderen, die fast nur noch in der Agrarlandschaft wachsen, sind ihre Primärhabitats durch den Menschen abhandengekommen. Einige von diesen Arten sind nun, da auch die Sekundärhabitats auf den Äckern als Lebensraum nahezu vollständig ausgefallen sind, ausgestorben oder kommen noch in wenigen übriggebliebenen naturnahen Lebensräumen und an Ackerrändern vor. *Caucalidion*-Vegetation ist daher hierzulande nicht

verzichtbar, denn es sind spezifisch mitteleuropäische, an unsere standörtlich-synanthrope Umwelt angepasste Pflanzengesellschaften, Kompositionen aus Indigenen, Archäophyten und wenigen Neophyten, die als Ökosysteme außerhalb der mitteleuropäischen Kulturlandschaft nicht ihresgleichen haben.

Mit dieser Übersichtsarbeit über die Mohnäcker – die „Pflanzengesellschaft des Jahres 2022“ – wollen wir nicht nostalgische Erinnerungen wachrufen, sondern die pflanzliche Vielfalt neben dem Klatsch-Mohn beschreiben und sie in einen ökosystemaren und ackerbaulichen Kontext stellen. Ziel unserer Darstellung ist es weiter, die spezifischen ökologisch-pflanzensoziologischen Informationen, die wir aus der Spätphase der noch artenreichen *Caucalidion*-Vegetation in Deutschland bis vor etwa fünf Jahrzehnten haben, auszuwerten und zu präsentieren. Sie erlauben einen Vergleich zur aktuellen Situation und bieten auch eine Art „Messlatte“ für den Naturschutz und einen ökologisch ausgerichteten Ackerbau in unserer Kulturlandschaft sowie Anregungen für eine Diskussion darüber, ob die Gesellschaft und die Landwirtinnen und Landwirte bereit sind, einen erheblich höheren Anteil der Ackerfläche als heute natur- und bodenschutzkonform zu bewirtschaften. Dies wird letzten Endes auf eine Kostenfrage hinauslaufen, was diese Leistungen der Gesellschaft im Spannungsfeld aktueller und künftiger Krisen wert sind.

Die Taxonomie der Gefäßpflanzen folgt HAND et al. (2020). Die Syntaxonomie der bei uns vorkommenden Pflanzengesellschaften des Verbandes wird im Abschnitt 3 erläutert.

2. Verbreitung und floristische Charakterisierung des *Caucalidion* und seiner westmitteleuropäischen Assoziationen

Vor mehr als 11.000 Jahren begannen Menschen in Südwestasien mit dem Anbau von Getreide (RIEHL et al. 2013, WILLCOX 2013, WHITLAM et al. 2018). Von hier aus breitete sich der Ackerbau zunächst im östlichen Mittelmeerraum und von dort Richtung Mitteleuropa aus (BOGUCKI 1996). Auch ein Teil der wärmeliebenden Begleitflora wurde mit den Kulturgetreidearten unbeabsichtigt aus diesen Gebieten exportiert. Wärmebedürftige Arten kommen auf hiesigen Äckern vor allem auf trockenen Kalkböden vor, die sich schneller erwärmen als feuchtere Böden. Die west- und mitteleuropäischen Ackerwildkrautgesellschaften auf Kalk werden im Verband *Caucalidion* zusammengefasst und sind europäisch-(warm-)temperat, subozeanisch bis subkontinental verbreitet. Der Verband erreicht im Westen Irland und Südengland (WHITE & DOYLE 1982, RODWELL 2000), im Norden die dänischen und schwedischen Inseln und das südschwedische Festland in Skåne und Östergötland (DIERSSEN 1996), im Süden den nördlichen Mittelmeerraum in Nord- und Zentralspanien (Iberisches Randgebirge, Nordmeseta, Pyrenäenvorland; NEZADAL 1989), Mittelitalien (FERRO et al. 1997) und Nordgriechenland (Mazedonien; BERGMEIER & STRID 2014, BERGMEIER 2020), und im Osten die nördlichen und südlichen Schwarzmeer- und Kaukasusgebiete (DUBYNA et al. 2019). Das Hauptverbreitungsgebiet ist süd-zentraleuropäisch bis submediterran.

In Deutschland ist der Verband *Caucalidion* in allen Gebieten mit basenreichem Ausgangsmaterial (Löss, Kalke, karbonatreiche Mergel) nachgewiesen, besonders in warmen und relativ niederschlagsarmen Klimatalagen. Schwerpunkte sind Thüringen, das Harzvorland, Osthessen, Süd-Niedersachsen, Teile Westfalens, der Nordrand der Eifel, Südwestdeutschland, die Franken- und Schwäbische Alb, Mainfranken, Grabfeld und Rhön sowie das westliche Sachsen und das Mittelsächsische Lösshügelland (MÜLLER 1964, HILBIG 1967, 1973, SCHUBERT & MAHN 1968, SCHUMACHER 1977, OBERDORFER 1983, HÜPPE & HOFMEISTER

1990, HOFMEISTER 1995). Die in pflanzensoziologischen Arbeiten aus Deutschland (u. a. BURRICHTER 1963, KNAPP 1964a, b, WEDECK 1970, NEZADAL 1975, SCHUMACHER 1977, OBERDORFER 1983, HOFMEISTER 1995, SCHUBERT et al. 1995, HÜPPE & HOFMEISTER 1990, MANTHEY 2004) meistgenannten Charakterarten des *Caucalidion* sind (gereiht nach abnehmender Zahl der Nennungen): *Euphorbia exigua*, *Anagallis foemina*, *Consolida regalis* (Abb. 3a), *Lathyrus tuberosus*, *Sherardia arvensis*, *Adonis aestivalis*, *Caucalis platycarpus* (Abb. 3k und l), *Galium tricornerutum*, *Silene noctiflora* (Abb. 3f), *Buglossoides arvensis*, *Scandix pecten-veneris*, *Neslia paniculata*, *Melampyrum arvense* (Abb. 3b), *Kickxia elatine* (Abb. 3d), *Avena fatua*, *Bunium bulbocastanum*, *Conringia orientalis* (Abb. 3h), *Legousia hybrida*, *Ranunculus arvensis*, *Valerianella dentata*, *Kickxia spuria* (Abb. 3e), *Galium spurium*, *Bupleurum rotundifolium*, *Camelina microcarpa*, *Ajuga chamaepitys*, *Stachys annua*, *Valerianella rimosa*, *Veronica polita*, *Adonis flammea* (Abb. 3g), *Bifora radians*, *Camelina sativa*, *Lathyrus aphaca*, *Legousia speculum-veneris* (Abb. 3c), *Turgenia latifolia*, *Euphorbia platyphyllos* und *Orlaya grandiflora*. Hinzu kommen Arten wie *Papaver rhoeas* und *Sinapis arvensis* mit „Verbreitungsschwerpunkt in *Caucalidion*-Gesellschaften“ (OBERDORFER 2001), die je nach Untersuchungsgebiet mehr oder weniger in andere Gesellschaftsverbände übergreifen, und zahlreiche als *Caucalidion*-Differenzialarten eingeschätzte Taxa, die auch manchmal als Charakterarten genannt werden. Dazu zählen *Campanula rapunculoides*, *Chaenorhinum minus*, *Falcaria vulgaris*, *Fumaria vaillantii*, *Galeopsis angustifolia*, *G. ladanum*, *Nonea pulla* und *Knautia arvensis*. Dabei sind seltenste Arten und solche, deren Stellung als Charakterarten des Verbandes in Deutschland strittig und nicht mehr zweifelsfrei zu klären ist, wie *Althaea hirsuta*, *Iberis amara*, *Nigella arvensis*, *Phleum paniculatum*, *Thymelaea passerina* und *Torilis arvensis* nicht einmal berücksichtigt. Welche Taxa als Charakterarten genannt werden, hängt dabei vom Bezugsraum der einzelnen Arbeiten, vom syntaxonomischen Indikatorwert der betreffenden Arten im Datensatz, aber auch von der Seltenheit mancher Arten im zugrundeliegenden Aufnahmekollektiv ab. Manche Arten sind (gebietsweise) einfach zu selten, um deren pflanzensoziologische Wertung absichern zu können.

Die *Caucalidion*-Assoziationen unterscheiden sich – neben ihrer Artenzusammensetzung – hinsichtlich ihrer Standortcharakteristika (wie Klima- und Bodeneigenschaften) und Synchorologie.

Die Assoziation *Kickxietum spuriae* (*Linarietum spuriae*; Tännelkraut-Gesellschaft) mit subozeanischem Verbreitungsschwerpunkt, in den Niederlanden beschrieben (KRUSEMAN & VLIENER 1939) und in ganz Westeuropa bis Dänemark verbreitet, kommt auf lehmigen kalkreichen Böden vor. Die Pflanzengesellschaft erreicht in Deutschland die Westfälische Bucht, das westliche südniedersächsische Hügelland, die Eifel, den Odenwald und das Gebiet des unteren Neckars, das mittlere Maingebiet sowie das Oberrhein- und Bodenseegebiet. Vorkommen weiter östlich sind punktuell. Angaben zu der Assoziation aus Kroatien (HULINA 2002) beziehen sich auf das im östlichen und südöstlichen Zentraleuropa verbreitete *Stachyo annuae-Setarietum pumilae* (MUCINA 1993, LOSOSOVÁ et al. 2009). Charakterarten der Tännelkraut-Gesellschaft sind die niederliegend kriechenden Sommerannuellen *Kickxia elatine* und *Kickxia spuria* (Abb. 3d und e), die im Frühjahr keimen und spät blühen. *Bunium bulbocastanum* und *Lathyrus aphaca*, die bis vor ein paar Jahrzehnten vor allem in Äckern gefunden wurden, waren im weiteren Sinne ebenfalls bezeichnend für das *Kickxietum spuriae*. Das atlantisch verbreitete *Adonido-Iberidetum amarae* kam früher im Saarland vor (HAFFNER 1960, BETTINGER & FAUST 2000), das *Lathyro aphacae-Aperetum spicae-venti* – bei OBERDORFER (1983) als *Apero-Lathyretum aphacae* bezeichnet – im



Abb. 3. Charakteristische Arten der *Caucalidion*-Assoziationen: **a)** *Consolida regalis*, **b)** *Melampyrum arvense*, **c)** *Legousia speculum-veneris*, **d)** *Kickxia elatine*, **e)** *Kickxia spuria*, **f)** *Silene noctiflora*, **g)** *Adonis flammea*, **h)** *Conringia orientalis*, **i)** *Euphorbia falcata*, **j)** *Anthemis austriaca*, **k)** *Caucalis platycarpos* in Blüte, **l)** *C. platycarpos* fruchtend (Fotos: S. Schneider 2017, 2021, 2013, 2013, 2017; S. Meyer, 2008, 2013, 2013, 2008; S. Schneider, 2021; A. Kratochwil, 1987).

Fig. 3. Characteristic species of the *Caucalidion* associations: **a)** *Consolida regalis*, **b)** *Melampyrum arvense*, **c)** *Legousia speculum-veneris*, **d)** *Kickxia elatine*, **e)** *Kickxia spuria*, **f)** *Silene noctiflora*, **g)** *Adonis flammea*, **h)** *Conringia orientalis*, **i)** *Euphorbia falcata*, **j)** *Anthemis austriaca*, **k)** *Caucalis platycarpos* in flower, **l)** *C. platycarpos* in fruit (Photos: S. Schneider 2017, 2021, 2013, 2013, 2017; S. Meyer, 2008, 2013, 2013, 2008; S. Schneider, 2021; A. Kratochwil, 1987).

Ober rheingebiet (VON ROCHOW 1951). Beide Assoziationen lassen sich als gebietspezifische Ausprägungen des *Kickxietum spuriae* auffassen, denn historische Aufnahmen enthalten oft eine oder beide der Tännelkraut-Arten (OBERDORFER 1983, BETTINGER & FAUST 2000). Die Böden der Tännelkraut-Gesellschaft werden als schwere und tiefgründige, kalkreiche, lehmig-tonige, zur Verdichtung neigende und daher nicht selten staufeuchte Kolluvien und Parabraunerden beschrieben; in Gebieten mit höheren Niederschlägen werden auch durchlässigere Böden besiedelt (HAVEMAN et al. 1998). Belegaufnahmen, darunter zahlreiche unveröffentlichte, sind durch OBERDORFER (1983), HÜPPE & HOFMEISTER (1990), HOFMEISTER (1995) und BETTINGER & FAUST (2000) zusammengestellt, analysiert und kommentiert worden; unter den lokalen Arbeiten mit Originalaufnahmen sind zu nennen u. a. BURRICHTER (1963), KNAPP (1964a), LANG (1973), SCHUMACHER (1977), SAVELSBERGH (1981), MAY (1986) und HÜPPE (1987).

Nördlich und östlich schließt sich das *Euphorbio exiguae-Melandrietum noctiflori* (Ackerleimkraut- oder Nachtlüchtnelken-Gesellschaft) an. Es ist die *Caucalidion*-Assoziation mit dem nördlichsten Verbreitungsschwerpunkt in Europa. Sie ist subatlantisch-subkontinental verbreitet und wurde nachgewiesen von Ostengland über die Niederlande, Dänemark und Südschweden, bis Polen, Tschechien, die Slowakei und Österreich (BOROWIEC et al. 1985, MUCINA 1993, DIERSSEN 1996, HAVEMAN et al. 1998, RODWELL 2000, LAWESSON 2004, LOSOSOVÁ et al. 2009). Auch in Deutschland ist das *Euphorbio exiguae-Melandrietum noctiflori* im Norden (Mecklenburg-Vorpommern) die einzige *Caucalidion*-Assoziation (MANTHEY 2003), während es in anderen Landesteilen oft neben einer der anderen Assoziationen vorkommt, dabei häufig etwas tiefgründigere Böden sowie weniger wärmegetönte und weniger kalkreiche Standorte besiedelt. Nachweise im Norden stammen aus dem subkontinentalen Uckermärkischen Lehmgebiet, den Bördegebieten Sachsen-Anhalts, dem östlichen Harzvorland und thüringischen Hügelland, Südostniedersachsen, im Süden aus der Frankenalb, der Schwäbischen Alb, Mittel- und Unterfranken, West- und Mittelsachsen, dem nördlichen Ober rheingebiet und dem Bodenseeraum (MÜLLER 1964, HILBIG 1967, NEZADAL 1975, OBERDORFER 1983, HOFMEISTER 1995, MANTHEY 2004). Die pflanzensoziologisch nicht allzu spezifische, gleichwohl kennzeichnende Art, *Silene noctiflora* (*Melandrium noctiflorum*, Acker-Leimkraut, Acker-Lüchtnelke), ist einjährig, spätblühend (Juni bis September) und wird durch Nachtfalter bestäubt. Tagsüber sehen die weißen Blüten unscheinbar und wie verwelkt aus. Erst spät am Abend öffnen sie sich und fangen an zu duften (Abb. 3f). Ihre Samen bleiben im Boden lange keimfähig und bilden eine persistente Diasporenbank. Floristisch ist die Assoziation durch das Fehlen der Kenn- und Trennarten der anderen Assoziationen differenziert. Die Böden werden als tiefgründige kalkhaltige Lössböden, Löss- und Keuper-Schwarzerden und aus Kalksteinverwitterung hervorgegangene mittel- bis tiefgründige skelettarme Braunerden beschrieben. Obwohl die Wasser-Durchlässigkeit der lehmigen Böden meist gering ist, tendieren diese seltener als beim *Kickxietum* zur Pseudovergleyung. Wegen ihres meist ausgeglichenen Wasserhaushalts und ihrer guten Bearbeitbarkeit und Nährstoffversorgung gehören die Böden des *Euphorbio exiguae-Melandrietum noctiflori* zu den produktivsten Ackerstandorten. HILBIG (1967, 1973), SCHUBERT & MAHN (1968), OBERDORFER (1983), HÜPPE & HOFMEISTER (1990) sowie HOFMEISTER (1995) und MANTHEY (2004) haben Belegmaterial der Assoziation auf regionaler Ebene zusammengestellt und klassifiziert, darunter unveröffentlichte Aufnahmen u. a. aus dem Tüxen-Archiv, von Th. Müller und aus zahlreichen Berichten und

Examensarbeiten. Zu den wichtigsten lokalen Literaturquellen mit Originalaufnahmen für diese Assoziation gehören MÜLLER (1964), LANG (1973), HOFMEISTER (1975, 1981), NEZADAL (1975), ULLMANN (1977) und MANTHEY (2003).

Die dritte *Caucalidion*-Assoziation, das *Caucalido platycarpi-Conringietum orientalis* (Haftdolden-Adonisröschen-Gesellschaft), ist unter den in Deutschland vorkommenden Assoziationen dieses Verbandes am deutlichsten submediterran, wärme- und trockenheitsgeprägt und am stärksten auf wenig produktive Standorte – sogenannte Grenzertragsäcker – angewiesen. Es ist die wegen ihrer Vielfalt an seltenen Arten und ihres Blütenreichtums auffälligste Assoziation. Sie kommt im zentralen und östlichen Arealteil des *Caucalidion* vor, erreicht im Norden etwas isoliert die schwedische Insel Gotland und im Süden Slowenien, Ungarn und Rumänien (DIERSSEN 1996, PINKE 2000, ŠILC 2005, CHIFU & IRIMIA 2014). Die Gesellschaft weist floristisch einen starken Süd-Nord-Gradienten auf, entlang dessen die Zahl an kennzeichnenden *Caucalidion*-Arten deutlich abnimmt. In Deutschland reicht das Verbreitungsgebiet der Haftdolden-Adonisröschen-Gesellschaft im Nordwesten im Weserbergland bis an die Mittelgebirgsschwelle und nach Südostniedersachsen (HOFMEISTER 1995). Zudem ist das *Caucalido-Conringietum* aus der Eifel, Osthessen, Thüringen, dem Harzvorland und Kyffhäuser, aus der Schwäbischen und Fränkischen Alb, der Baar und dem Neckartal belegt (KNAPP 1964b, HILBIG 1967, WEDECK 1970, NEZADAL 1975, SCHUMACHER 1977, OBERDORFER 1983). Als Charakterarten werden für Bestände in Deutschland angeführt (gelistet nach abnehmender Häufigkeit der Nennungen oder zunehmender Seltenheit der Arten): *Adonis aestivalis*, *Caucalis platycarpos* (Abb. 3k und l), *Legousia hybrida*, *Galium spurium*, *Neslia paniculata*, *Scandix pecten-veneris*, *Bupleurum rotundifolium*, *Conringia orientalis* (Abb. 3h), *Ajuga chamaepitys*, *Adonis flammea* (Abb. 3g), *Turgenia latifolia* und *Orlaya grandiflora*. Die namensgebende Art, der Doldenblütler *Caucalis platycarpos* (Acker-Haftdolde), hat bestachelte Teilfrüchte, die Stacheln an der Spitze hakig, die die epizoochore Ausbreitung mit der früher üblichen Beweidung auf den Stoppeln begünstigen (Abb. 3l). Die karbonatreichen tonig-lehmigen Böden sind flachgründig, skelettreich und trocken; die Äcker liegen oft an Oberhängen oder Plateaurändern (SCHUBERT & MAHN 1968, HILBIG 1973). Die meisten Arten sind relativ frühblühende Winterannuelle, so dass die Gesellschaft im Wintergetreide am besten ausgeprägt ist.

Auf topografisch und edaphisch etwas günstigeren Ackerstandorten wurden *Caucalidion*-Gesellschaften beschrieben, deren Vegetation besonders in Thüringen als eigenständig erachtet wurde (*Galio tricornuti-Adonidetum aestivalis*), welche in dieser Übersicht aber im Kontext des *Caucalido-Conringietum* behandelt wird (zur Syntaxonomie siehe Abschnitt 3). Für die Haftdolden-Adonisröschen-Gesellschaft bieten die regionalen Übersichten von HILBIG (1967, 1973), SCHUBERT & MAHN (1968), OBERDORFER (1983), HÜPPE & HOFMEISTER (1990) und HOFMEISTER (1995) Einblick in die Artenzusammensetzung und Standorteigenschaften; die Autoren berücksichtigen auch unveröffentlichte Aufnahmen u. a. aus dem Tüxen-Archiv, von Th. Müller, G. Philippi und aus einer Reihe von akademischen Abschlussarbeiten. Unter den lokalen Arbeiten mit Originalaufnahmen sind u. a. zu nennen WIEDENROTH (1960), WEDECK (1970), NEZADAL (1975), SCHUMACHER (1977) und ULLMANN (1977).

3. Syntaxonomie

Die syntaxonomische Stellung mancher *Caucalidion*-Gesellschaften wird uneinheitlich beurteilt (vgl. Kommentare 133–137 in RENNWALD et al. 2002b). Die hier vertretene Syntaxonomie und Gesellschaftssystematik gibt die Auffassungen der Autoren wider und folgt nomenklatorisch den Regeln des Internationalen Codes der pflanzensoziologischen Nomenklatur (ICPN; THEURILLAT et al. 2021). Der Verband *Caucalidion* wird in der Ordnung *Papaveretalia rhoeadis* Hüppe et Hofmeister ex Theurillat et al. 1995 (nom. conserv. propos.) und der Klasse *Stellarietea mediae* Tx. et al. in Tx. ex von Rochow 1951 klassifiziert. Würde der Vorschlag (wie in der EuroVegChecklist; MUCINA et al. 2016) angenommen, den Namen der Klasse als nomen ambiguum, also als „Quelle ständiger Irrtümer“ zu verwerfen, träte der Klassenname *Papaveretea rhoeadis* S. Brullo et al. 2001 (nom. conserv. propos.) an seine Stelle.

Caucalidion Tx. ex von Rochow 1951

Syn.: *Caucalidion lappulae eurosibiricum* Tx. 1950 (Name ohne ausreichende Diagnose veröffentlicht, daher ungültig nach ICPN Art. 2b); *Caucalidion platycarpi* von Rochow 1951 ex auct. (nom. mut. illeg.)

Incl.: *Stellario mediae-Papaveretum rhoeadis* Schubert 1989 (siehe auch SCHUBERT et al. 1995; Name ohne ausreichende Diagnose veröffentlicht, daher ungültig nach ICPN Art. 2b)

Kickxietum spuriae Kruseman et Vlieger 1939 (originale Form bei KRUSEMAN & VLIENER 1939: *Linarietum spuriae*)

Incl.: *Lathyro aphacae-Aperetum spicae-venti* Tüxen ex von Rochow 1951 (von OBERDORFER 1983 zur Inversion vorgeschlagen als *Apero spicae-venti-Lathyretum aphacae*); *Adonido-Iberidetum amarae* „(Allorge 1922) Tüxen 1950“ (Das korrekte Autorenzitat konnte bisher nicht ermittelt werden.)

Das hauptsächlich auf das Oberrheingebiet beschränkte *Lathyro aphacae-Aperetum spicae-venti* kann als eine Ausprägung besonders wärmebegünstigter Tief- und Hügellagen als Teil des *Kickxietum spuriae* aufgefasst werden.

Das *Adonido-Iberidetum amarae*, aus dem Saarland, dem benachbarten Frankreich und dem Schweizer Jura belegt, gibt es in Deutschland nicht mehr. Die Belegaufnahmen von HAFFNER (1960) entstanden 1937 bis 1959 im Saarländischen Muschelkalkgebiet (BETTINGER & FAUST 2000). Beide bezeichnende Arten, *Iberis amara* und *Bunium bulbocastanum*, haben einen atlantisch-westsubmediterranen Arealschwerpunkt. Sie werden auch von Acker-rändern in Südengland genannt (Kreidehügelzug der Chiltern Hills; WILSON & KING 2003). Die Gesellschaft ist gewöhnlich als eigenständige Assoziation mit atlantischem Areal klassifiziert worden (OBERDORFER 1983, BETTINGER & FAUST 2000, RENNWALD et al. 2002b). Die historischen Belegaufnahmen mit jeweils hohen Stetigkeiten von *Kickxia spuria* und *K. elatine* erlauben aber auch eine Zuordnung zum *Kickxietum spuriae*, zumal beide Gesellschaften ein ähnliches Areal haben. In unserer Übersichtsarbeit bevorzugen wir diese inhaltliche Erweiterung des *Kickxietum spuriae*. Die Vorkommen des *Adonido-Iberidetum amarae* von flachgründigen Äckern aus dem saarländisch-lothringischen Grenzgebiet mit einer Vielzahl an *Caucalidion*-Arten scheinen bodenstandörtlich allerdings dem *Caucalido platycarpi-Conringietum* ähnlich gewesen zu sein (HAFFNER 1960) und nahmen standörtlich wie floristisch eine Mittelstellung zwischen Tännelkraut- und Haftdolden-Gesellschaft ein.

***Euphorbio exiguae-Melandrietum noctiflori* G. Müller 1964**

Syn.: *Papaveri-Melandrietum* Wasscher 1941 prov. (Name ungültig nach ICPN Art. 3b); *Lathyro tuberosi-Melandrietum noctiflori* Oberdorfer 1957 prov. (Name ungültig nach ICPN Art. 3b); *Lathyro tuberosi-Silenetum noctiflorae* Oberdorfer ex Nezdal 1975

***Caucalido platycarpi-Conringietum orientalis* Klika 1936**

Syn.: *Caucalido-Scandicetum pecten-veneris* Libbert 1930 (Name ohne ausreichende Diagnose veröffentlicht, daher ungültig nach ICPN Art. 2b); *Caucalido-Scandicetum pecten-veneris* Tüxen 1937; *Caucalido-Adonidetum flammeae* Tüxen 1950 ex auct.

Incl.: *Galio tricornuti-Adonidetum aestivalis* Schubert et Köhler 1964; *Sedo-Neslietum paniculatae* Oberdorfer 1957; *Physalido alkekengi-Campanuletum rapunculoidis* Hilbig 1963

Die erste gültige Beschreibung des *Caucalido platycarpi-Conringietum orientalis* stammt von KLIKA (1936) aus dem westlichen Böhmisches Mittelgebirge (Lovoš). Klikas Namenswahl mit *Conringia orientalis* trifft den Kern der weitverbreiteten Assoziation, die bei uns meist *Caucalido-Scandicetum pecten-veneris* oder *Caucalido-Adonidetum flammeae* genannt worden ist, auch wenn der namensgebende subkontinental-submediterrane verbreitete Orientalische Ackerkohl in Deutschland selbst in Zeiten historischer Ackerkultur seltener war als manch andere der Kennarten dieser Assoziation.

Das *Galio tricornuti-Adonidetum aestivalis* Schubert et Köhler 1964, aus Thüringen beschrieben und auf diesen Raum weitgehend beschränkt, unterscheidet sich, wie die Autoren hervorheben, in Artenzusammensetzung und Standort merklich vom *Caucalido-Scandicetum* im selben Gebiet (SCHUBERT & MAHN 1968, HILBIG 1973), also dem *Caucalido platycarpi-Conringietum orientalis*: Floristisch durch das seltenere Auftreten oder Fehlen der meisten Charakterarten des *Caucalido-Conringietum* mit Ausnahme von *Adonis aestivalis* und *Galium tricornutum*, standörtlich durch die Bindung an ebene oder schwach geneigte Löss-Hanglagen, deren Böden weniger flachgründig und steinig sind. Das *Galio-Adonidetum aestivalis* nimmt somit eine Mittelstellung ein zwischen dem *Caucalido-Conringietum* kalkskelettreicher Äcker und dem *Euphorbio exiguae-Melandrietum noctiflori* der Löss- und Schwarzerdeböden. So entspricht es in seiner ökologischen Stellung dem südost-zentraleuropäisch-pannonischen *Lathyro tuberosi-Adonidetum aestivalis* Kropáč et Hadač in Kropáč et al. 1971. Über die meisten Ausprägungen des *Galio-Adonidetum* hinaus dürfte auch die „*Descurainia*-Rasse“ des *Euphorbio-Melandrietum noctiflori* im mitteldeutschen Trockengebiet das *Lathyro tuberosi-Adonidetum aestivalis* in Deutschland repräsentieren. Diese Assoziation, die von Tschechien und Österreich über Ungarn mindestens bis Rumänien nachgewiesen worden ist (MUCINA 1993, PINKE & PÁL 2008, LOSOSOVÁ et al. 2009, CHIFU & IRIMIA 2014) und die LOSOSOVÁ et al. (2009: 87) in Ausprägungen des *Galio-Adonidetum* in Deutschland erkennen, gleicht dem *Galio-Adonidetum* floristisch durch kontinentale Trockenheitszeiger wie *Descurainia sophia*, *Camelina microcarpa* und *Nonea pulla*, unterscheidet sich allerdings vor allem durch die hohe Stetigkeit von *Anthemis austriaca* (Abb. 3j; sowie weiter südlich *Vicia pannonica* s.l.). Diese schon in tschechischen Beständen dieser Assoziation oft dominante Hundskamille war dann auch namensgebend für spätere Synonyme wie *Camelino microcarpae-Anthemidetum austriacae* Holzner 1983 (so bei MUCINA 1993, PINKE 2000, CHIFU & IRIMIA 2014) und *Consolido-Anthemidetum austriacae* Kropáč et Mochnacký 1990. Die Frage aus unserer Sicht ist also, ob hierzulande, wie im südost-zentraleuropäischen Kernraum des *Caucalidion*, syntaxonomisch „Raum“ ist für

eine eigene Assoziation zwischen *Caucalido-Conringietum* und *Euphorbio-Melandrietum*. Bis zur abschließenden Klärung dieser Frage durch eine Klassifikation des *Caucalidion* auf mitteleuropäischer Ebene verneinen wir die Frage in unserem Übersichtsartikel vorläufig, da das *Galio-Adonidetum* bzw. *Lathyro tuberosi-Adonidetum* bei uns, anders als im angrenzenden Tschechien und Österreich, nur unzureichend (*Descurainia sophia*, *Camelina microcarpa*) durch eigene Charakter- und Differenzialarten vom *Caucalido-Conringietum* abgrenzbar ist. Außerdem erscheint eine sichere Unterscheidung zwischen *Caucalido-Conringietum* im engen Sinn und *Galio-Adonidetum* selbst anhand des historischen Aufnahmемaterials kaum möglich und wird zusätzlich besonders erschwert, wenn die Bestände der erstgenannten Assoziation durch Intensivierung der Ackernutzung an Arten verarmt sind.

Das *Sedo-Neslietum paniculatae* Oberdorfer 1957 (Finkensamen-Gesellschaft) wird hier nicht als eigene Assoziation, sondern als Hochlagenausbildung (Schwäbische Alb, Baar) des *Caucalido-Conringietum* aufgefasst; es vertritt diese Assoziation in den höheren Lagen zwischen 700 und 900 m und ähnelt ihr auch in den Bodenverhältnissen (OBERDORFER 1983: 27).

Das *Physalido alkekengi-Campanuletum rapunculoidis* Hilbig 1963 ist als eigene Assoziation in Pfingstrosenkulturen beschrieben worden (siehe auch HILBIG 1973). Angemessener ist ein Status als lokale, nutzungsspezifische und inzwischen historische Ausprägung des *Caucalido-Conringietum orientalis*.

Lässt sich die sich wandelnde *Caucalidion*-Vegetation syntaxonomisch abbilden?

Eine andere – nämlich nutzungsbezogene – Sichtweise auf die vorgenannten Assoziationen, soweit sie in Thüringen vorkommen bzw. kamen, vertritt PFÜTZENREUTER (1994). Demnach können die Assoziationen *Caucalido latifoliae-Adonidetum flammeae*, *Caucalido platycarpi-Scandicetum pecten-veneris*, *Galio tricornuti-Adonidetum aestivalis* und *Euphorbio exiguae-Melandrietum noctiflori* aufgrund des Gefährdungsgrades ihrer diagnostischen Arten in eine syndynamische Reihe gestellt werden. In dieser Reihe stellt das *Caucalido latifoliae-Adonidetum flammeae* ein ursprüngliches Stadium der Vegetation auf Kalkäckern dar – das heute mit ihren namensgebenden Arten *Turgenia latifolia* (= *Caucalis latifolia*) und *Adonis flammea* in Thüringen erloschen ist, und am anderen Ende der Reihe stehen „Fragmentgesellschaften“ – derzeit ungefährdete Endstadien der floristischen Degradierung der Kalkackervegetation. Die übrigen Assoziationen repräsentieren vermeintliche Zwischenstadien. Diese Sichtweise ignoriert die intendierte Bandbreite der jeweiligen Assoziationen und auch unterschiedliche klima- und bodenökologische Präferenzen sowie die unterschiedlichen Areale der Assoziationen. Dennoch ist unstrittig, dass bei einer Nutzungsintensivierung eines steinigen Kalkackers eine Entwicklung rapide voranschreitet, an deren Beginn eine kennartenreiche Ausprägung des *Caucalido-Conringietum orientalis* steht, gefolgt von Ausprägungen, die durch den Ausfall bestimmter spezialisierter Arten und Artengruppen immer stärker an Kennarten verarmen, bis schließlich diagnostische Arten der Kalkäcker fehlen. Manche an Kennarten armen Ausprägungen des *Caucalido-Conringietum orientalis* können nach ihrer Artenzusammensetzung mit Ausprägungen des *Euphorbio-Melandrietum noctiflori* identifiziert werden. Die Ackerlichtnelken-Gesellschaft ist demzufolge eine pflanzensoziologisch heterogene Assoziation, die zum einen aus „kompletten“ Beständen mit vollständiger Artenzusammensetzung unter entsprechenden Boden- und Klimabedingungen und zum anderen aus verarmten *Caucalidion*-Beständen zusammengesetzt ist. Ähnliche Beobachtungen von degradierten Beständen der Haftdolden-Gesellschaft wie PFÜTZENREUTER (1994) und KOHLBRECHER et al. (2012) in Thüringen erwähnt HOFMEISTER (1995) für Niedersachsen und diskutiert NEZADAL (1975) für Nordost-Bayern. Auch das *Galio*

tricornuti-Adonidetum aestivalis, dessen gegenüber dem *Caucalido-Conringietum* kennartenärmere Ausstattung ursprünglich standörtlich begründet worden ist (und das hier als zum *Caucalido-Conringietum* gehörig betrachtet wird), lässt sich nach PFÜTZENREUTER (1994) als (mäßig) degradierte Haftdolden-Gesellschaft auffassen. Wünschenswert für eine korrekte Einschätzung des Erhaltungszustands der Haftdolden- und der Ackerlichtnelken-Gesellschaft wäre eine genauere Beurteilung, ob „komplette“ oder verarmte Bestände vorliegen – eine im Einzelfall schwierige Abschätzung, die nur im landschaftlichen Vergleich oder im Rahmen von Zeitreihen möglich ist. Am Ende der Degradationsreihe der Vegetation auf basenreichen Äckern stehen jedenfalls floristisch unspezifische Pflanzengesellschaften, in denen die charakteristischen Arten des *Caucalidion* nahezu fehlen (MEYER et al. 2015); einige dieser „Rumpfgesellschaften“ sind auch als *Stellario mediae-Papaveretum rhoeadis* beschrieben worden (SCHUBERT et al. 1995).

4. Pflanzensoziologische und standörtliche Variabilität

Caucalidion-Vegetation kommt auf karbonatreichen Äckern in Tieflagen bis mittleren Höhenlagen vor, in Südniedersachsen bis 300 m, im Osthessischen Bergland (Rhön) zwischen 300 und 450 m, in Thüringen und im Harzvorland zwischen 110 und 570 m, in Südwestdeutschland von 80 bis 500 m, in Nordostbayern von 260 bis 600 m und in der Schwäbischen Alb bis über 900 m (HILBIG 1967, WEDECK 1970, NEZADAL 1975, OBERDORFER 1983, HOFMEISTER 1995). Höhenformen der Vegetation konnten aufgrund der größeren Amplitude daher am besten in der Schwäbischen und Fränkischen Alb sowie in Thüringen nachgewiesen werden. In Lagen oberhalb 400 m sind dort im *Caucalido-Conringietum* und im *Euphorbio-Melandrietum Lapsana communis* und *Galeopsis tetrahit* wesentlich häufiger als unterhalb; in der Rhön deuten sich ähnliche Indikatoreigenschaften dieser beiden Arten an. Durch höhere Stetigkeit einer *Caucalidion*-Art, *Neslia paniculata*, und die klimabedingt geringere Stetigkeit anderer, weicht die Finkensamen-Gesellschaft (*Sedo-Neslietum paniculatae*) floristisch noch stärker ab; diese „Berg-Kalkacker-Gesellschaft“ der hohen Lagen der Schwäbischen Alb und der Baar steht dem *Caucalido-Conringietum* nahe, wird hier aber als Teil dieser Assoziation aufgefasst.

Topografisch sind alle ackerbaulich genutzten Landschaftsausschnitte vertreten: Hügel, Ebenen, Mulden und Auen. Ausgangsgesteine der Bodenbildung sind meist Muschelkalke, doch auch Oberer Buntsandstein (Röt), Rotliegend (Porphyry), Keuper, Zechstein, Gips, Kreide, devonische Massenkalk, Geschiebemergel und sehr oft Löss. Der Humus- und Nährstoffgehalt der Böden ist von Natur aus relativ niedrig (flachgründige Kalkrendzina) bis sehr hoch (Schwarzerde). Der Kalkgehalt und der Tonanteil sind meist hoch. Solche lehmig-tonige Böden können verdichtet und wechsellustig bis wechselfeucht sein. Auf Böden aus verwittertem geschichtetem oder schiefrigem Kalkgestein beträgt der Skelettanteil der Ackerkrume oft 5–30 % und besteht aus Gesteinsschutt („Kalkscherben“). Viele derartige *Caucalidion*-Äcker auf flachgründigen Böden aus Kalksteinverwitterung (Abb. 4) sind in den letzten Jahrzehnten aufgegeben worden. Schwarzerden (Tschernosem) und andere Lössböden sind dagegen schluffig mit hohen Tongehalten und skelettfrei. Die Löss- und Schwarzerdegebiete Mitteldeutschlands sind daher bundesweit die wohl ausgedehntesten und historisch wie wohl auch aktuell noch vielfältigsten *Caucalidion*-Gebiete. Es sind alte Siedlungsräume, welche seit vielen Jahrhunderten ackerbaulich genutzt und auch heute als hochproduktive Ackerstandorte geschätzt werden; entsprechend intensiv ist deren Bewirtschaftung heute.



Abb. 4. Kalkscherbenacker mit *Campanula rapunculoides* auf der Wernershöhe bei Hildesheim, Niedersachsen (Foto: S. Meyer, 2007).

Fig. 4. Arable field on stony calcareous soil with *Campanula rapunculoides* on the Wernershöhe near Hildesheim, Lower Saxony (Photo: S. Meyer, 2007).

Besonders von der Tännelkraut-Gesellschaft, dem *Kickxietum spuriae* – typisch für lehmig-tonige, oft verdichtete und wechselfeuchte Böden – gibt es viele Belegaufnahmen mit tiefwurzelnenden Staufeuchtezeigern, wie *Equisetum arvense*, *Mentha arvensis*, *Ranunculus repens*, *Sonchus arvensis*, *Stachys palustris* und *Rumex crispus*; flachwurzelnende Krumenfeuchtezeiger wie *Juncus bufonius* und *Gnaphalium uliginosum* fehlen hingegen meist. Ähnliche standörtliche Varianten sind beim *Euphorbio-Melandrietum noctiflori* und seltener selbst vom *Caucalido-Conringietum* beschrieben worden. Von der Tännelkraut-Gesellschaft, mehr aber noch von der Ackerleimkraut-Gesellschaft und seltener auch von der Haftdolden-Gesellschaft wurden Äcker mit *Apera spica-venti* und anderen Säurezeigern wie *Anthemis arvensis*, *Aphanes arvensis* und *Raphanus raphanistrum* beschrieben. Solche Ausprägungen auf tiefgründigen Lösslehm Böden kennzeichnen pflanzensoziologisch Übergänge zu Gesellschaften der bodensauren Äcker, dem *Scleranthion annui* (*Aperion spicae-venti*), vor allem der Assoziationen der Kamillen- und Sandmohn-Äcker (*Aphano arvensis-Matricarietum chamomillae* und *Papaveretum argemones*).

Skelettreiche Äcker, vor allem des *Caucalido platycarpi-Conringietum orientalis*, sind durch *Campanula rapunculoides*, *Knautia arvensis*, gebietsweise auch durch *Centaurea scabiosa* und *Galeopsis ladanum* oder *Galeopsis angustifolia* differenziert. Unter diesen gibt es artenreiche und ertragsschwache Grenzertragsäcker, die gegenüber den Getreidegräsern konkurrenzschwache Seltenheiten wie *Orlaya grandiflora* und *Ajuga chamaepitys* enthalten, die nur bei reduzierter Deckung der Getreidegräser wachsen können. Auch das von Pfingstrosenkulturen bei Jena beschriebene *Physalido alkekengi-Campanuletum rapunculoidis* repräsentiert „Kalkscherben“-Äcker des *Caucalido-Conringietum*. Aufgrund der geringen

Bodenbearbeitung sind Hemikryptophyten mit Wurzelsprossen oder Ausläufern und auch Pleiokormstauden (*Euphorbia cyparissias*, *Ononis repens*, *Hypericum perforatum*, *Vicia tenuifolia*) stark beteiligt, während Nährstoffzeiger zurücktreten (HILBIG 1973).

Skelettarme bis -freie Löss- und Schwarzerdeäcker trocken-warmer Standorte sind in Deutschland am besten im Mitteldeutschen Trockengebiet repräsentiert (KNAPP 1946, HILBIG 1967, SCHUBERT & MAHN 1968). Edaphisch und klimatisch kennzeichnende Arten für diese Standorte mit jährlichen Niederschlagssummen nur um 500 mm sind *Descurainia sophia* und *Camelina microcarpa*. Ihr Vorkommen sowie das Fehlen von *Caucalis platycarpos* und von Arten skelettreicher Böden wie *Campanula rapunculoides*, *Galeopsis angustifolia* und *Knautia arvensis* sind in den Trockengebieten Thüringens bezeichnend für die *Galio-Adonidetum* genannte Vegetation weniger flachgründiger und weniger steiniger Äcker in ebenen oder schwach geneigten Lagen, wie sie im Mittleren Muschelkalk und Röt auftreten – im Gegensatz zu den stärker skeletthaltigen, sehr flachgründigen Böden des Trochitenkalks und Unteren Muschelkalks mit seinem Reichtum an den oben genannten *Caucalidion*-Arten (HILBIG 1967, 1973).

5. Ackernutzung, Lebenszyklen und jahreszeitliche Entwicklung

Der Rhythmus der Pflanzenentwicklung bestimmt das Nahrungsangebot für die Tiere des Nahrungsnetzes in Kulturland-Ökosystemen. Das *Caucalidion*-Jahr beginnt mit der letzten Bodenbearbeitung und Aussaat des Getreides im Herbst. Mit dem Getreide keimen im Oktober bis Dezember auch die überwintert einjährigen Wildpflanzen und bilden frostharte Rosetten. Einige von ihnen blühen schon im zeitigen Frühling zwischen der noch offenen Saat, so *Veronica hederifolia*, *V. persica* und *Senecio vulgaris*, als Seltenheit an sich früh erwärmenden Ackerrändern *Veronica praecox* und gebietsweise *V. triphyllos*. Selten sind auch die frühblühenden Zwiebel-Geophyten auf *Caucalidion*-Äckern: *Gagea villosa* und *G. pratensis*. Einige Arten wie *Stellaria media* und die Taubnesseln *Lamium amplexicaule* und *L. purpureum* variieren stark in ihrer Blütezeit, denn sie können winter- oder sommerannuell sein und zu allen Zeiten keimen, wenn es nicht zu kalt ist.

Die meisten Einjährigen blühen und reifen im Mai und Juni, unter ihnen Winterannuelle, die bei niedrigen Temperaturen keimen, wie *Buglossoides arvensis*, *Arenaria serpyllifolia*, *Aphanes arvensis* und *Papaver rhoeas*. Aber auch im Frühjahr keimende Sommerannuelle beginnen im Juni zu blühen, so *Anagallis arvensis* und *Fallopia convolvulus*. Ebenfalls im Mai und Juni blühen einige Arten, die bei Kälte ihr Wachstum einstellen und fakultativ sommer- oder winterannuell sind; dazu gehören *Viola arvensis*, *Myosotis arvensis* und *Centaurea cyanus*. Kleinwüchsige annuelle Arten wie *Arenaria serpyllifolia*, *Buglossoides arvensis*, *Caucalis platycarpos*, *Euphorbia exigua*, *Fumaria vaillantii*, *Ranunculus arvensis*, *Scandix pecten-veneris*, *Sherardia arvensis* und *Veronica polita* blühen meist unscheinbar und werden im späten Frühjahr von den Getreidepflanzen oft bereits weit übergipfelt. Sie sind daher besonders auf Ackerränder oder im Feldinneren auf lückige Getreidebestände angewiesen. Andere Annuelle können im Höhenwachstum Schritt halten mit dem Getreide, darunter auffällig blühende Arten wie *Adonis aestivalis* (Abb. 5), *Centaurea cyanus*, *Consolida regalis* (Abb. 3a), *Papaver rhoeas* und *Sinapis arvensis*, oder sie klimmen zwischen den Kulturpflanzen wie die durch rückwärts gerichtete kleine Stacheln rauen Labkrautarten *Galium aparine*, *G. spurium* und *G. tricornutum*, oder die windenden *Convolvulus arvensis* und *Fallopia convolvulus* sowie die rankenden Platterbsen *Lathyrus aphaca* und *L. tuberosus*. Letztere, die Knollen-Platterbse, gehört neben *Bunium bulbocastanum* und *Campanula*



Abb. 5. Sommer-Adonisröschen (*Adonis aestivalis*) – in zwei Farbvarianten, var. *aestivalis* (orange) und var. *citrina* Hoffm. & J.F. Lehm. (gelb) (Foto: S. Meyer, 2011).

Fig. 5. Summer pheasant's eye (*Adonis aestivalis*) – in two color variants, var. *aestivalis* (orange) and var. *citrina* Hoffm. & J.F. Lehm. (yellow) (Photo: S. Meyer, 2011).

rapunculoides zu den wenigen Knollen-Geophyten der *Caucalidion*-Äcker. Auch von Rhizom- oder Wurzelspross-Geophyten gibt es nur wenige Arten in den Kalkäckern (*Cirsium arvense*, *Convolvulus arvensis*, *Elymus repens*), diese sind allerdings – da hervorragend an moderne Bodenbearbeitung und an Herbizideinsatz angepasst – den heutigen Ackerbaubedingungen ungleich besser gewachsen als die vorgenannten und daher in Intensiväckern manchmal massenhaft vorhanden. Die meisten der Mai- bis Juniblüher haben bis Ende Juli vor der Getreideernte reife Samen entwickelt.

Zu den frostempfindlichen, spät im Frühjahr keimenden und meist erst in der zweiten Junihälfte oder im Juli/August blühenden Arten (Abb. 6) gehören *Anagallis arvensis*, *A. foemina*, *Euphorbia platyphyllos*, *Fallopia convolvulus*, *Melampyrum arvense* (Abb. 3b), *Polygonum aviculare*, *Silene noctiflora*, auch die Seltenheiten *Turgenia latifolia*, *Galeopsis ladanum* und *Stachys annua*. Sie erreichen das Stadium der Samenreife gewöhnlich nicht mehr vor der Getreideernte und werden, soweit sie nicht niederliegend sind, mit den Getreidehalmen abgemäht. Sie bilden aber über basale Äste und tief am Stängel späte Teilblütenstände aus und können so auch nach der Ernte noch fruchten, vorausgesetzt die Getreidestoppeln werden nicht gleich nach der Ernte untergepflügt. Durch die heutzutage sehr frühen Erntetermine und dicht stehenden Getreidebestände fast ganz auf die Stoppelphase im August/September angewiesen sind die spätblühenden *Kickxia*-Arten und weitere floristische Seltenheiten wie *Euphorbia falcata* (Abb. 3i). Um ein Bild der Stoppeläcker zu vermitteln, das auch sprachlich und wegen der Genauigkeit der Beobachtung beeindruckt, sei aus der „Flora der Umgebung von Gera“ zitiert (ISRAEL et al. 1925/26: 66–67): „Sobald im Herbst die Felder, besonders die Getreidefelder abgeerntet sind, entwickelt sich in den schönen



Abb. 6. Leuchtende Farben im Juni auf den Terrassen der Rankenäcker bei Utzwingen im Nördlinger Ries, Bayern (Foto: S. Meyer, 2014).

Fig. 6. Bright colours in June on the terraces of the „Rankenäcker“ near Utzwingen in the Nördlinger Ries, Bavaria (Photo: S. Meyer, 2014).

Herbsttagen, die noch reichlich Wärme und Feuchtigkeit spenden, eine Nachflora, die ob ihrer Reichhaltigkeit auffallen muß. Es entsteht da eine ganz charakteristische Pflanzenbiozönose, eine zusammengewürfelte Pflanzengenossenschaft aus den verschiedensten Familien, die nur das „eine“ gemeinsam haben, daß sie alle die gleichen Ansprüche an die Lichtmenge und den künstlich gedüngten Boden stellen, die ihnen an solchen Orten geboten werden können. Solange die Feldfrüchte standen, führten diese Pflanzen ein untergeordnetes, unterdrücktes Dasein. Diese Flora lebt auf, blüht und fruchtet in der Zeit, die zwischen dem Abernten und dem Umpflügen liegt. So blühten noch am 9. Oktober 1926 auf den Stoppelfeldern zwischen dem Zoitzberge und dem Dorfe Taubenpreskeln genau 164 Pflanzenarten, eine Zahl, die uns selbst in Staunen versetzt hat.”

Früher waren ungedüngte oder mäßig gedüngte *Caucalidion*-Äcker, als Resultat einer wenig intensiven Nutzung, stellenweise reich an zwei- bis wenigjährigen Arten, darunter *Centaurea scabiosa*, *Daucus carota*, *Euphorbia cyparissias*, *Falcaria vulgaris*, *Knautia arvensis* und *Reseda lutea*. Auch diese Arten profitieren von einer langen Stoppelphase, vor allem wenn nach der Ernte des Wintergetreides die Fruchtfolge mit Sommergetreide fortgesetzt und der Boden erst im folgenden Jahr bearbeitet wird. Manche gewöhnlich kurzlebige, ausdauernde Arten wie *Lapsana communis* und *Medicago lupulina* sind auffällig flexibel in ihrem Lebenszyklus und bilden auf Äckern einjährige Lebensformen, die als Anpassung an den Ackerstandort durch die Evolution zweifellos gefördert worden sind.

Ackerwildkraut-Vegetation ist abhängig von natürlichen Umweltfaktoren – im Falle des *Caucalidion* von karbonat- und manchmal skelettreichen Böden sowie hinreichend warmen Klimabedingungen. Mehr als andere Vegetation hängt sie aber auch von Einflüssen des

Menschen ab, in erster Linie von der Bodenbearbeitung, der Einsaat, der Pflege und der Ernte. Entscheidend sind neben der Saatkichte vor allem der Einsatz von Pestiziden und Dünger sowie der Zeitpunkt der Bearbeitung. Die Bodenbearbeitung dient im Feldbau der Erhaltung eines günstigen Bodenzustandes, der sogenannten Bodengare, womit Textur (Krümelstruktur), Durchlüftung, Wasserhaltevermögen und Humusgehalt zusammengefasst sind. In der ackerbaulichen Praxis wird der Boden durch Pflügen, Grubbern, Eggen, Schleppen und Walzen gelockert, gewendet, zerkrümelnd, geebnet und angedrückt. Aus Sicht der Landwirte haben diese Maßnahmen zur Bodenbearbeitung gleichzeitig den Effekt, „Unkraut“ zu eliminieren, während aus botanischer Sicht die Voraussetzungen zur Keimung geschaffen werden, sowohl der Kulturpflanzen (durch Aussaat) als auch der Wildpflanzen (aus dem Samenvorrat im Boden und vor der Mechanisierung des Ackerbaus bei ungereinigtem Saatgut auch durch Aussaat). Gleichzeitig wird die Konkurrenz unter den Wildpflanzen verringert. *Caucalidion*-Vegetation hängt also ganz unmittelbar von landwirtschaftlich-ackerbaulicher Tätigkeit ab, ist mit dieser entstanden und hat sich mit ihr über Jahrtausende entwickelt.

Tatsächlich ist Ackerwildkraut-Vegetation „auf Gedeih und Verderb“ mit der landwirtschaftlichen Produktion verbunden, in den letzten fünf bis sieben Jahrzehnten bekanntlich überwiegend „auf Verderb“ infolge der Intensivierung des Ackerbaus, wobei Bodenbeeinträchtigungen durch starke Pestizid- und Mineraldüngereinträge und massive Rückgänge der biologischen Vielfalt in nahezu allen Kulturlandschaften in Kauf genommen worden sind. Im Falle des *Caucalidion* und der mit dieser Vegetation verbundenen Ökosysteme haben sich darüber hinaus die hohen Verluste von steinigem Grenzertragsäckern durch Umwandlung in Grünland oder durch Aufforstung, die Ausweitung des Maisanbaus sowie die Verkürzung der Stoppelphase im Ackerbau als äußerst nachteilig erwiesen.

Botanische Angaben aus dem 19. Jh. erwähnen Arten wie *Orlaya grandiflora* und *Turgenia latifolia*, heute regional ausgestorben, als „eine wahre Landplage“ und „eine Pest der Äcker“ (BOGENHARD 1850). Unser Einblick in die Biodiversität und Nutzungsweisen von *Caucalidion*-Äckern erstreckt sich dabei im Wesentlichen auf weniger als ein Jahrhundert. Vollständige Listen zur floristischen Zusammensetzung von Probeflächen in ausgewählten Gebieten liegen etwa seit den 1930er Jahren vor (z. B. KUHN 1937). Analysiert man etwa 470 kommentierte *Caucalidion*-Vegetationsaufnahmen aus den 1940er bis -60er Jahren (KNAPP 1946, 1964a, b, WEDECK 1970, NEZADAL 1975, SCHUMACHER 1977, HILBIG 2007), so entfielen 66 % auf Wintergetreide und 34 % auf Sommergetreide und andere Sommerkulturen; nach einzelnen Kulturpflanzenarten gruppiert 27 % Roggen, 26 % Weizen, 19 % Gerste, 8 % Hafer und der Rest Rüben (10 %), Kartoffeln (6 %) und andere Hackfrüchte. In dem angegebenen geografisch weit gestreuten Aufnahmebestand von damals lassen sich höhere Anteile an Roggen auf den ertragsarmen Äckern des *Caucalido-Conringietum* feststellen und höhere Anteile an anspruchsvolleren Weizen und Rüben auf den reicheren Äckern des *Euphorbio-Melandrietum* in den Bördegebieten. Seither sind die Anteile des Sommergetreides und die Vielfalt der Kulturpflanzen erheblich kleiner geworden. Auf Anbauflächen mit *Caucalidion*-Vegetation am Kyffhäuser wurden 1961 zu etwa 33 % Sommergetreide angebaut und zu etwa 50 % Wintergetreide; 50 Jahre später waren es 3 % Sommergetreide und 88 % Wintergetreide (KOHLBRECHER et al. 2012). Roggen, 1961 noch das meistangebaute Getreide, wurde 2011 gar nicht mehr angebaut. Der *Caucalidion*-Artenpool aus obligatorischen Winterkeimern, Frühjahrskeimern und saisonal fakultativen Keimern enthält bei der Fruchtwechselwirtschaft, in der Wintergetreide, Sommergetreide und Blattfrucht abwechselnd angebaut werden, das Potenzial zweier unterschiedlicher

Pflanzengesellschaften. In den verschiedenen Jahren des Anbauzyklus können auf demselben Feld Pflanzengesellschaften des *Caucalidion* und des *Veronico-Euphorbion* (*Fumario-Euphorbion*) aufeinanderfolgen. Bei einer stark eingeschränkten Fruchtfolge und im modern-konventionellen Ackerbau, wo auf produktiven Äckern Sommergetreide und Blattfrucht durch Mais ersetzt werden, verkleinert sich dieser Artenpool zusehends, unabhängig von sonstigen Folgen der landwirtschaftlichen Intensivierung.

SCHUMACHER (1977) notierte Deckungswerte der Wildkräuter in *Caucalidion*-Probeflächen der Nordeifel ($n = 56$); sie lagen im Mittel bei 36,7 %. In Aufnahmen von 1956–61 aus Thüringen (HILBIG 2007; $n = 25$) waren es 42,8 %. Instrukтив ist das Verhältnis der Deckung der Kulturpflanzen und der Wildpflanzen zum Zeitpunkt der Vegetationsaufnahme (gewöhnlich Mai/Juni). In den 25 thüringischen Aufnahmen des *Caucalido-Conringietum* von 1956–61, in Erinnerung gerufen von HILBIG (2007), ist diese Deckungsrelation variabel – sie liegt zwischen 0,1 und 18,0, im Mittel bei 1,8 – ein heute kaum vorstellbarer Wert, der die hohe Phytomasse der Ackerwildpflanzen, den vorhandenen Blütenreichtum und auch die niedrige Dichte und damit geringe Konkurrenzstärke der Kulturpflanzen veranschaulicht. Die Deckung der Kulturpflanzen ist im Übrigen ebenfalls sehr variabel und liegt im Mittel bei 40,6 %, knapp unter der mittleren Deckung der Wildpflanzen.

6. Diversität der Ackerwildpflanzen

Caucalidion-Äcker beherbergen in Deutschland 154 Gefäßpflanzenarten mit einer Stetigkeit (Frequenz) von über 10 % in mindestens einer Assoziation oder in einer ihrer verbreiteten Gesellschaftsvarianten im Norden, Osten oder Süden des Landes. Sehr seltene Ackerwildpflanzen oder Arten, die generell nur ausnahmsweise in Äckern vorkommen, sind dabei nicht berücksichtigt. Dieser Zählung liegen die Arbeiten von WEDECK (1970), HILBIG (1973), NEZADAL (1975), SCHUMACHER (1977), OBERDORFER (1983) und HOFMEISTER (1995) zugrunde; die meisten dieser 3.082 Vegetationsaufnahmen stammen aus den 1950er bis 1970er Jahren. Von den 154 Arten sind die Hälfte (55,2 %) alteinheimisch (Idiophyten) in Deutschland, 41,6 % sind Archäophyten (darunter etwa ein Fünftel, deren Status als Archäophyt fraglich ist und die vielleicht alteinheimisch sind). Der Anteil an Neophyten (5 Arten; 3,2 %) ist für eine synanthrope Vegetation äußerst niedrig, und nur eine dieser Arten – *Veronica persica* – wird regelmäßig mit hoher Stetigkeit notiert (floristischer Status nach WILLERDING 1986, WISSKIRCHEN & HAEUPLER 1998 und BFN 2021).

Die höchsten Stetigkeitswerte aller Arten quer über alle *Caucalidion*-Gesellschaften und Regionen haben, in absteigender Reihenfolge, *Convolvulus arvensis* (83,5 %), *Fallopia convolvulus* (81,9 %), *Cirsium arvense* (80,9 %), *Viola arvensis* (72,9 %), *Polygonum aviculare* (72,1 %), *Euphorbia exigua* (67,5 %), *Sinapis arvensis* (65,5 %), *Papaver rhoeas* (60,0 %), *Anagallis arvensis* (59,6 %), *Veronica persica* (59,6 %), *Galium aparine* (59,3 %), *Chenopodium album* (58,1 %), *Myosotis arvensis* (54,6 %), *Stellaria media* (54,6 %) *Silene noctiflora* (54,2 %) und *Euphorbia helioscopia* (50,7 %). 35 Arten wurden in mehr als 25 % der Vegetationsaufnahmen notiert, 64 in mehr als 10 % und 136 Arten in mehr als 1 %. Von den 16 Arten, die in mehr als jeder zweiten Aufnahme enthalten sind, haben nur *Euphorbia exigua*, *Sinapis arvensis*, *Papaver rhoeas* und *Silene noctiflora* ihren pflanzensoziologischen Schwerpunkt im *Caucalidion*. Die meisten unter den häufigsten Arten sind dagegen syntaxonomisch breiter aufgestellt und kennzeichnen die Ordnung der basenreichen Ackerwildkrautgesellschaften (*Papaveretalia rhoeadis*, die Ordnung enthält neben dem *Caucalidion*

u. a. auch den Verband der Wildkrautvegetation auf basenreichen Böden in Blattfruchtäckern, Weinbergen und Gärten, *Veronico-Euphorbion*), und die Klasse der Ackerwildkraut-Vegetation (*Stellarietea mediae* oder *Papaveretea rhoeadis*). Alle sind einjährige Arten, mit Ausnahme der Wurzelsprosspflanzen *Convolvulus arvensis* und *Cirsium arvense*. Regelmäßig und häufig auftretende Arten bilden aufgrund ihrer Phytomasse und der großen Anzahl an Blüten und Früchten die ökosystemare Grundlage für eine auch faunistisch belebte, ressourcen- und damit artenreiche Ackerkulturlandschaft.

Die mittleren Artenzahlen der drei Assoziationen in Probeflächen von 50 bis 100 m² sind sich sehr ähnlich. Sie kommen jenen in artenreichen Magerrasen und ungedüngten Wiesen nahe und übertreffen die der meisten anderen mitteleuropäischen Pflanzengesellschaften: *Kickxietum spuriae*: 30,3 ($n = 45$, Daten basieren auf BURRICHTER 1963, SCHUMACHER 1977, HOFMEISTER 1995); *Euphorbio exiguae-Melandrietum noctiflori*: 30,6 ($n = 307$, Daten von NEZADAL 1975 und HOFMEISTER 1995); *Caucalido platycarpi-Conringietum orientalis*: 32,4 ($n = 240$, Daten von WEDECK 1970, NEZADAL 1975, SCHUMACHER 1977, HOFMEISTER 1995 und HILBIG 2007). Die höchste bekannt gewordene Anzahl an Gefäßpflanzenarten in einer Vegetationsaufnahme des *Caucalidion* (52 Arten auf 50 m²) wurde 1956 in einem ost-südost-exponierten, 10° geneigten Roggenacker der Hainleite (Nordthüringen) am Kahleberg südwestlich Bebra in einer Höhe von 250 m über Muschelkalk gefunden (WIEDENROTH 1960). Es handelte sich dabei um ein *Agrostemma*-reiches *Caucalido platycarpi-Conringietum orientalis*.

Unter den 154 Pflanzenarten in *Caucalidion*-Äckern oberhalb der angegebenen regionalen syntaxon-spezifischen Mindeststetigkeit von 10 % gibt es 89 Arten, die in einem Teildatensatz mit publizierten Tabellen von Einzelaufnahmen in mindestens einer Vegetationsaufnahme mit einem moderaten Mindestdeckungswert von 5 % und einer Deckungswertspanne von 5–25 % notiert worden sind, also zum Zeitpunkt der Aufnahme lokal häufig waren und daher als Nahrungsressource für Insekten, Vögel und andere Tiere des Nahrungsnetzes potenziell besonders wichtig gewesen sind. Für diese Auswertung wurden Vegetationsaufnahmen von BURRICHTER (1963), KNAPP (1964a, b), WEDECK (1970), NEZADAL (1975), SCHUMACHER (1977) und HILBIG (2007) berücksichtigt. In diesen Aufnahmen ($n = 417$) finden sich nur 12 Arten, die in mehr als 5 % des Aufnahmekollektivs mit einem Deckungswert von über 5 % vertreten waren: *Convolvulus arvensis* (in 15 % der Aufnahmen), *Veronica persica* (14 %), *Aethusa cynapium* (14 %), *Galium aparine* (14 %), *Stellaria media* (12 %), *Euphorbia exigua* (11 %), *Fallopia convolvulus* (11 %), *Lapsana communis* (8 %), *Viola arvensis* (8 %), *Papaver rhoeas* (7 %), *Polygonum aviculare* (6 %) und *Myosotis arvensis* (6 %). Die meisten dieser Arten sind dieselben, die auch besonders hohe Stetigkeitswerte aufweisen.

Typische *Caucalidion*-Arten wie *Consolida regalis* (in 5 % der Aufnahmen), *Sherardia arvensis* (4 %), *Kickxia spuria* (4 %), *Valerianella dentata* (4 %), *Legousia hybrida* (3 %), *Silene noctiflora* (3 %), *Caucalis platycarpos* (2 %) und *Adonis aestivalis* (2 %) sind nur relativ selten mit nennenswerter Deckung, also über 5 % der Probefläche, in den *Caucalidion*-Äckern notiert worden. Hohe Deckungswerte von 25–50 % sind bei nur 60 Nennungen von Wildpflanzenarten unter den fast 13.000 Nennungen in den 417 Vegetationsaufnahmen verzeichnet worden, und in nur drei Aufnahmen war eine Art (je einmal *Aethusa cynapium*, *Polygonum aviculare* und *Sinapis arvensis*) absolut dominant (Deckungswert > 50 %). Die meist geringen Deckungswerte der Pflanzen von unter 5 % bei durchaus teilweise hoher Individuenzahl zeigen erstens, dass die meisten Ackerwildpflanzen kleinwüchsig oder kleinblättrig und offenbar konkurrenzschwach sind und zweitens, dass die Individuenzahlen der Arten der *Caucalidion*-Vegetation in hohem Maße ausgewogen sind, also eine hohe Äquität

(Evenness) aufweisen. Die relative Seltenheit von Dominanzen ist auch insofern bemerkenswert, als die traditionell artenreichen *Caucalidion*-Äcker tendenziell offenbar relativ resilient waren gegenüber Massenausbreitungen von „Problemunkräutern“, obwohl diese – etwa *Cirsium arvense*, *Galium aparine* und *Convolvulus arvensis* – in den Äckern auch damals durchaus häufig waren.

7. Die biozönotische Rolle der Kalkackervegetation und ihre naturschutzfachliche Bedeutung

Die Vegetation des *Caucalidion* ist eine Ersatzgesellschaft für verschiedene Waldtypen trockener bis frischer basenreicher Standorte, wie dem Bingelkraut-Waldgersten- und dem Orchideen-Buchenwald (*Mercuriali perennis-Fagetum sylvaticae* Scamoni 1935, *Cephalanthero damasonii-Fagetum sylvaticae* Oberdorfer 1957) und Kalk-Eichen-Hainbuchen-Wäldern wie dem *Galio sylvatici-Carpinetum betuli* Oberdorfer 1957 (HOFMEISTER 1995). *Caucalidion*-Äcker über Muschelkalk und Oberem Buntsandstein grenzen oft an diese Wälder oder häufiger an Fiederzwenken-Halbtrockenrasen wie Enzian-Schillergras-Rasen (*Gentiano-Koelerietum pyramidatae* Knapp ex Bornkamm 1960), die durch extensive Weidenutzung entstanden sind. Diese Lebensräume eint, dass sie allesamt eine hohe Bedeutung für mehr oder weniger wärmebedürftige und trockenheitstolerante Organismen besitzen, viele von ihnen bestandsbedroht. Bei den Wald- und Grünland-Lebensraumtypen wurde diese besondere naturschutzfachliche Bedeutung durch ihre Aufnahme in den Anhang I der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie gewürdigt (EUROPEAN COMMISSION 2013), bei den Kalkäckern bedauerlicherweise nicht.

Die (historische) ökosystemare Bedeutung der in den Kalk- und Lössgebieten Deutschlands ehemals so charakteristischen *Caucalidion*-Ackerlandschaften lässt sich auch anhand der Gesamtverbreitung des Lebensraums Acker nachzeichnen. Im Jahr 2019 wurde ca. 50,7 % der Landfläche Deutschlands landwirtschaftlich genutzt (16,7 Millionen ha), davon rund 70 % als Acker, rund ein Drittel der Landfläche Deutschlands (MEYER & GOTTWALD 2020). Kalk- und Lössgebiete machen einen erheblichen Teil der Landesfläche aus, und wo diese ackerbaulich genutzt wurde oder wird, war oder ist der *Caucalidion*-Verband vertreten und stellt folglich eine auch flächenmäßig und in Bezug auf seine Ökosystemdienstleistungen sehr bedeutsame Pflanzengesellschaft dar.

Durch den Pflanzenarten- und Blütenreichtum gut ausgeprägter Bestände sind *Caucalidion*-Äcker auch unter Berücksichtigung der trockenwarmen Standortbedingungen im Offenland von hoher Bedeutung für weitere Organismengruppen und insbesondere Bestäubergemeinschaften. Viele Segetalarten besitzen etwa einen hohen Wert für diverse oligolektische Wildbienenarten; spezialisierte Wildbienen gibt es u. a. für die Pflanzenfamilien *Alliaceae*, *Apiaceae*, *Asteraceae*, *Brassicaceae*, *Campanulaceae*, *Convolvulaceae*, *Dipsacaceae*, *Fabaceae* und *Lamiaceae* (WESTRICH 2019). Stellvertretend für die Fülle an Bestäuber-Blüten-Beziehungen in Mohnäckern seien genannt (Taxonomie und Präferenzen nach SCHEUCHL & WILLNER 2016): *Hoplitis (Osmia) tridentata* bevorzugt an *Fabaceae* wie *Lathyrus tuberosus*, *Andrena agilissima* an *Sinapis arvensis* u. a. *Brassicaceae*, *Systropha planidens* an *Convolvulus arvensis*, *Colletes daviesanus* an *Asteroideae* wie *Tripleurospermum inodorum*, *Melitta haemorrhoidalis* an *Campanula rapunculoides* u. a. *Campanulaceae*. Die polylektische Mohn-Mauerbiene *Hoplitis (Osmia) papaveris* kleidet ihre Nester bevorzugt mit Blütenblättern von *Papaver rhoeas* aus und sammelt gerne an *Centaurea cyanus* Pollen (Abb. 7). Die weit verbreitete polylektische Furchenbiene *Lasioglossum*



Abb. 7. **a)** Weibchen der vom Aussterben bedrohten Mohnbiene (*Hoplitis papaveris*) auf einer Klatschmohn-Blüte (*Papaver rhoeas*) beim Ausschneiden von Blütenteilen; **b)** in der mit *Papaver*-Blütenblättern ausgekleideten Brutröhre im Boden (Fotos: R. Prosi, 2017, 2015); **c)** Nester von Wildbienen auf einem Schutzacker im Naturschutzgebiet Kripp- und Hielöcher, Nordhessen (Foto: S. Meyer, 2020).

Fig. 7. **a)** Female of the endangered poppy bee (*Hoplitis papaveris*) on a flower of Common poppy (*Papaver rhoeas*) dissecting petals, and, **b)** in the breeding tube in the ground lined with *Papaver* petals (Photos: R. Prosi, 2017, 2015), **c)** Nests of wild bees in the soil of a conservation crop field (*Schutzacker*) in the nature reserve *Kripp- und Hielöcher*, North Hessia (Photo: S. Meyer, 2020).

pauxillum besitzt den deutschen Trivialnamen „Acker-Schmalbiene“ und ist auch auf Mohnäckern regelmäßig anzutreffen. Starke Rückgänge von Wildbienen konnten im Zusammenhang mit der Verwendung von Insektiziden (vor allem Neonicotinoiden) festgestellt werden. STROBL et al. (2021) zeigten, dass unter freiland-ähnlichen Bedingungen die Fertilität von Männchen von *Osmia cornuta* bei Exposition mit dem Neonicotinoid Thiamethoxam stark sinkt. CHAN et al. (2019) wiesen bei Gabe verschiedener Neonicotinoide die direkte Kontaminierung der endogäischen Nester einer Bienenart nach.

Viele blütenbesuchende Insektengruppen (Wildbienen, aber auch diverse Schwebfliegen und Schmetterlinge) sind Habitatkomplexbesiedler, die neben ihrem Nahrungsraum oft räumlich getrennte Reproduktionsstätten nutzen und deren Lebensraumansprüche nur erfüllt sind, wenn sämtliche notwendigen Requisiten in ausreichendem Maße vorhanden sind (WESTRICH 2019). Hier stellt sich die Frage, unter welchen Bedingungen Kalkäcker nicht nur als Nahrungsraum, sondern auch als Reproduktionsraum den vollständigen Durchlauf des Lebenszyklus ermöglichen. Im Grundsatz bietet dieser Lebensraum Bedingungen, die den Ansprüchen vieler Wildbienen-Arten entgegenkommen: Rund drei Viertel der in Deutschland vorkommenden, nestbauenden (nicht parasitisch lebenden) Wildbienen-Arten legen Bodennester an. Diese bodennistenden Arten besiedeln überwiegend sonnig-trockene, sich schnell erwärmende und wenig bewachsene Standorte – Strukturen, die in *Caucalidion*-Äckern und an deren Rändern nicht selten sind (Abb. 7).

Die Tiefe der Nistgänge im Boden ist abhängig von der jeweiligen Wildbienenart, aber auch vom Bodentyp und der Gründigkeit, und reicht von wenigen Zentimetern bis zu einigen Dezimetern (WESTRICH 2019). Die Gefahr für Wildbienen durch die Bodenbearbeitung

hängt daher von der Zeit der Maßnahmen und der Bearbeitungstiefe ab. Grundsätzlich lässt sich konstatieren, dass regelmäßige Brachestadien, die in früheren Perioden in den Bewirtschaftungszyklus integriert waren, die (temporäre) Besiedlung sicherlich begünstigt haben; auf Brachestadien von Äckern wurden auch in jüngerer Zeit zahlreiche Wildbienenarten nachgewiesen (STEFFAN-DEWENTER 1997). Verschiedene Schübe der Nutzungsintensivierung der Äcker haben also sehr wahrscheinlich die Nutzbarkeit von Äckern als Reproduktionsstätten für Wildbienen in unterschiedlichem Maße beeinflusst – dies gilt zweifellos auch für andere Arthropoden, die störungsanfällige Entwicklungsstadien ausbilden.

Eine besondere Rolle nehmen Ökoton-Bereiche an der Pflugkante mit oftmals dauerhaften kleinen Steilkanten ein, Strukturen, die von zahlreichen Wildbienenarten und anderen Hautflüglern wie den *Sphexidae* (Grabwespen) bevorzugt besiedelt werden. Auch wenn im Acker angelegte Nester durch Bodenbearbeitung zerstört werden, können Teilpopulationen an solchen Kleinstandorten dauerhaft überleben. Durch Flurbereinigungsverfahren und die Zusammenlegung von Ackerflächen sind viele dieser extrem wertvollen Randstrukturen in den letzten Jahrzehnten allerdings verlorengegangen.

In den letzten Jahren wurde das tiefe Pflügen vermehrt durch nur recht oberflächliches Grubbern (bis. ca. 15 cm) abgelöst. Es stellt sich die Frage, ob dies solchen Arten, die ihre Nester tiefer im Boden bauen, eine Reproduktion im Acker wieder ermöglicht. Dafür gibt es Indizien. So wurden beispielsweise im Göttinger Raum auf mehreren ackerwildkrautgerecht bewirtschafteten Kalkäckern größere Nistaggregationen von bodennistenden Wildbienenarten beobachtet, unter anderem die beiden großen Furchenbienenarten *Halictus scabiosae* und die bundesweit gefährdete *Halictus quadricinctus* (FECHTLER et al. 2021). Die Größe der Populationen (zum Teil mehrere hundert Nester bis ca. 10 m von der Pflugkante im Acker) spricht aufgrund der Standorttreue vieler Wildbienenarten dafür, dass diese bereits über mehrere Jahre existieren und offensichtlich mit der jährlich praktizierten Bodenbearbeitung zurechtkommen. Bemerkenswert ist auch die Beobachtung der Blattschneiderbiene *Megachile pilidens*, die in einem Acker beim Eintrag von Nistmaterial in ein verlassenes *Halictus*-Nest beobachtet wurde. Die Blattschneiderbiene wurde hier in mehreren Individuen beobachtet, zusammen mit ihrer spezifischen Kuckucksbiene *Coelioxys afra* – was für eine etablierte Population spricht.

Unabhängig davon, inwiefern Kalkäcker für manche Wildbienenarten als Reproduktionsstätten dienen können, ist der Wert der potenziell überaus arten- und blütenreichen Lebensräume als Nahrungsquellen hervorzuheben. Die Bedeutung eines Habitatverbundes und die Einbettung in eine strukturreiche Landschaft mit naturschutzfachlich wertvollen Lebensraumtypen wie artenreichem Grünland und trocken-warmen Waldsäumen sind hervorzuheben.

Auch unter den Schmetterlingen gibt es eine Reihe von Arten, die bevorzugt in Ackerlebensräumen vorkommen und hier insbesondere trocken-warme Standorte wie die des *Caucalidion* bevorzugen (REINHARDT et al. 2020). Zu nennen sind etwa der Kleine Perlmutterfalter (*Issoria lathonia*), dessen Raupen an Stiefmütterchen-Arten, insbesondere *Viola arvensis*, fressen, und die beiden sich an *Convolvulus arvensis* entwickelnden Eulenfalter (*Noctuidae*) Ackerwinden-Bunteulchen (*Emmelia trabealis*) und Ackerwinden-Traureule (*Tyta luctuosa*).

Eine hohe Diversität in der Agrarlandschaft im Allgemeinen und an trocken-warmen *Caucalidion*-Standorten im Besonderen weisen auch die Laufkäfer (*Carabidae*) auf. Als Prädatoren spielen Laufkäfer bei der Bestandsregulierung anderer Arthropoden, teils Kulturpflanzen-„Schädlinge“, eine wichtige Rolle (TRAUTNER 2017).

In verschiedenen Jahreszeiten bieten *Caucalidion*-Äcker samenfressenden Vögeln der Agrarlandschaft ein breites Nahrungsspektrum. Von Bedeutung sind hier vor allem häufige Pflanzenarten, die besonders viele Samen produzieren wie *Stellaria media*, *Fallopia convolvulus* und *Polygonum aviculare*. *Polygonum aviculare*, der Vogelknöterich, der in Deutschland in 72 % der ausgewerteten Vegetationsaufnahmen von *Caucalidion*-Äckern und in 6 % der geprüften Aufnahmen mit einer Deckung von 5–25 % notiert worden ist, sei hier als ein Beispiel für die bioökologische Bedeutung der Wildpflanzen im Nahrungsnetz des Ackerökosystems herausgegriffen. Eine Pflanze des Vogelknöterichs bildet durchschnittlich etwa 125–200 Früchte (KORSMO 1930, zitiert nach WILLERDING 1986), nach anderen Angaben noch sehr viel mehr (SALISBURY 1961, KLEYER et al. 2008). Der spätblühende sommerannuelle Vogelknöterich fruchtet nach und nach über einen längeren Zeitraum von bis zu vier Monaten (Juli bis Oktober) hinweg, eine lange Stoppelphase vorausgesetzt, da die verzweigten Pflanzen an den oberen Teilen der Äste noch blühen, während sie im unteren Teil schon reife Früchte haben. Bei einem Deckungswert von 2 (5–25 %) ist von mindestens 8–16 Knöterich-Pflanzen pro Quadratmeter auszugehen (eigene Zählung), also von etwa 1.000–3.000 Früchten/m², was 10–30 Millionen Früchten pro Hektar entspricht. Bei einer Diasporen-Masse von 2,07 mg (KLEYER et al. 2008) sind dies selbst bei konservativer Schätzung etwa 20–60 kg Knöterich-Früchte, die pro Hektar sukzessive zwischen Hochsommer und Frühwinter produziert werden und als Nahrungsressource zur Verfügung stehen. Die Früchte von *P. aviculare* gehören neben denen von zahlreichen anderen Pflanzen der Familien *Asteraceae*, *Brassicaceae*, *Caryophyllaceae*, *Chenopodiaceae*, *Lamiaceae*, *Poaceae* und *Polygonaceae* zur Hauptnahrung samenfressender Vögel der Agrarlandschaft, wichtig zum Beispiel für Finken wie Hänfling, Buchfink, Grünling und Stieglitz, sowie Haus- und Feldsperling, Goldammer, Grauammer, Feldlerche, Rebhuhn und andere (WILSON et al. 1999, HOLLAND et al. 2006). Das Beispiel beleuchtet auch die Bedeutung von Stoppeläckern in der Agrarlandschaft für Feldvögel in der zweiten Jahreshälfte.

Der nach Arten- und Individuenzahl überaus große Reichtum an Insekten und anderen Invertebraten in abwechslungsreichen Landschaften mit *Caucalidion*-Vegetation und auch die standortbedingt oft lückige und tendenziell niedrige Vegetationsstruktur lässt die Kalkäcker bei Verzicht auf Pestizide zu einem auch für insektivore Vogelarten wie dem Neuntöter durchaus relevanten Teil des Nahrungsraums werden. Auch als Brutlebensraum für Vogelarten der Agrarlandschaft wie Feldlerche oder Rebhuhn sind artenreiche, lückige Kalkäcker von großem Wert. Dies gilt besonders in Landschaften, in denen ansonsten stark gedüngte, frühzeitig mehr oder weniger vollständig schließende Feldfruchtulturen dominieren, die eine erfolgreiche Brut nicht mehr zulassen. In manchen Ackerwildkrautförderprogrammen ist vorgesehen, dass Bestände bis in den Hoch-/Spätsommer stehen bleiben; diese bieten noch Nahrung und Deckung, wenn andere Feldfrüchte längst geerntet wurden. Von besonderer Bedeutung sind hier möglichst flächige Bestände, da schmale Landschaftselemente (< 15 m) als Brutplatz die Prädation der Nester begünstigen (GOTTSCHALK & BEEKE 2014).

Ackerwildkrautschutz kann folglich gleichzeitig Insekten- und Vogelschutz sein, besonders wenn in Ackerumweltprogrammen der Schutz des natürlichen Arten- und Pflanzenreichtums im *Caucalidion* konsequent der Vorzug gegenüber Blühstreifen-Saatmischungen gegeben wird.

8. Werden und Wandel des *Caucalidion*

Entstehung und Entwicklung der Kalkackervegetation

Wie im Abschnitt zur Diversität des *Caucalidion* ausgeführt, sind mindestens 55 % von den 154 Gefäßpflanzenarten mit einer Mindeststetigkeit von 10 % in wenigstens einer der Regionen oder Assoziationen alleinheimisch in Deutschland; 42 % sind Archäophyten. Berücksichtigt man nur die Charakterarten und wichtigsten Differenzialarten des *Caucalidion* und seiner Assoziationen (Tab. 1), so sind 55 % Archäophyten oder sogar 70 %, zählt man die unsicheren Fälle hinzu. Als Primärstandorte dieser alleinheimischen Arten kommen Flussufer und dynamische Auenkomplexe, sommertrockene Flussbetten, Spülsäume, Hangrutschungen, Tierbaue, Hügel und Wildläger in Frage.

Mit Ausnahme von *Sinapis arvensis*, *Papaver rhoeas* und *Buglossoides arvensis* (der Acker-Steinsame gilt als indigen; WILLERDING 1986: 161) und den heute in Mitteleuropa fast ausgestorbenen *Asperula arvensis* und *Lolium temulentum* sind aus dem Neolithikum bisher keine gesicherten archäobotanischen Nachweise von charakteristischen *Caucalidion*-Arten in Deutschland bekannt. Als Ursache vermutet RÖSCH (2017), dass zu damaligen Zeiten ohne Pflug-Bodenbearbeitung keine dauerhafte Feldflur existierte, sondern ein Wald-Feldbau betrieben wurde, der den Arten keine optimalen Entwicklungsbedingungen bot. Die Ackerwildkraut-Vegetation im frühneolithischen Ackerbau unterschied sich grundlegend von der aus jüngeren Zeiten (WILLERDING (1980). *Caucalidion*-Vegetation gab es noch nicht. Die Wintergetreideäcker waren auffällig reich an Arten, die auf unregelmäßige Störungen und Lücken zwischen den Kulturpflanzen angewiesen waren; wir kennen sie als „Hackfrucht“-Wildkräuter und Arten der annuellen-reichen Ruderalvegetation. Unbearbeitete Flächen oder „Erddämme“ zwischen den von hölzernen Haken erzeugten Furchen ließen reichlich Raum für kurzlebig-ausdauernde Ruderalarten und Arten des halboffenen Graslandes.

Erste archäobotanische Nachweise der *Caucalidion*-Art *Torilis arvensis* ab dem Endneolithikum aus Südwestdeutschland erwähnt RÖSCH (1998, 2017, 2018). Ab der mittleren und späten Bronzezeit tauchen erstmals die *Caucalidion*-Arten *Adonis aestivalis*, *A. flammea*, *Ajuga chamaepitys*, *Caucalis platycarpus*, *Conringia orientalis*, *Orlaya grandiflora*, *Scandix pecten-veneris*, *Stachys annua*, *Thymelaea passerina* und *Valerianella rimosa* auf (WILLERDING 1986). Aus der älteren oder jüngeren vorrömischen Eisenzeit (Hallstatt- und Latènezeit) liegen erste Nachweise von *Bupleurum rotundifolium*, *Galium tricornerutum*, *Kickxia spuria* und *Neslia paniculata* vor. In die Römische Kaiserzeit fällt das erste Auftreten von *Galeopsis ladanum*, *Legousia speculum-veneris*, *Nigella arvensis*, *Ranunculus arvensis* und *Vaccaria hispanica*. Erst nach der Völkerwanderungszeit waren im Mittelalter Arten mit westlichem Arealschwerpunkt im außermediterranen Europa wie *Bunium bulbocastanum*, *Kickxia elatine* und *Legousia hybrida* in Kalkäckern nachweisbar.

Im Übergang zur Bronzezeit nahm der Anbau von Sommergetreide zu, und es ist davon auszugehen, dass in dieser Zeit zunehmend Böden auf Kalkgestein für den Ackerbau nutzbar gemacht worden sind (WILLERDING 1986). Als neue Kulturpflanze wurde der Saat-Hafer angebaut. Damals mag es die ersten Ackerwildkraut-Bestände von *Caucalidion*-Charakter gegeben haben, doch waren sie in der Bronzezeit und auch in der vorrömischen Eisenzeit im Vergleich zu später noch viel ärmer an Pflanzenarten, die wir als typisch für Äcker, zumal Wintergetreideäcker, kennen, und viel reicher an kurzlebigen Ruderalarten.

Tabelle 1. Charakter- und Differenzialarten (indigene Sippen, Archäophyten, etablierte Neophyten) des *Caucalidion* in Deutschland (Quellen: OBERDORFER 2001, JÄGER et al. 2016, u. v. a.). Unterarten werden genannt, wenn in Deutschland mehr als eine Unterart indigen oder als Archäophyt vorkommt. Syntaxonomischer Status: C, Charakterart des *Caucalidion* oder einer seiner Assoziationen; C*, ehemals Charakterart des *Caucalidion*, Restvorkommen heute meist außerhalb von Äckern; D1, Differenzialart des *Caucalidion* gegen alle anderen Verbände der Ackerwildkrautgesellschaften (*Aperetalia spicae-venti*, *Veronico-Euphorbion*, *Sisymbrietalia*); D1*, ehemals Differenzialart des *Caucalidion*, heute kaum noch Vorkommen in Äckern; D2, Differenzialart des *Caucalidion* gegen Ackerwildkraut-Vegetation auf sauren Böden (*Aperetalia spicae-venti*); D3, Differenzialart des *Caucalidion* gegen Ackerwildkraut- und Ruderalvegetation in Blattfruchtäckern und Gärten (*Veronico-Euphorbion*, *Sisymbrietalia*). Floristischer Status (Quellen: HAND et al. 2020, WILLERDING 1986, BFN 2021): I, indigen; I?, indigen oder Archäophyt; A, Archäophyt; N, Neophyt (nur etablierte Vorkommen); ?, unbekannt. Zahl der Nachweise bezogen auf ¼ TK25 (MTB-Quadranten) nach NETZWERK PHYTODIVERSITÄT DEUTSCHLAND & BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (2013) und BFN (2021). Rote Liste-Status (RL) in Deutschland nach METZING et al. (2018): 0, Ausgestorben; 1, Vom Aussterben bedroht; 2, Stark gefährdet; 3, Gefährdet; V, Vorwarnliste; D, Daten unzureichend; nb, nicht bewertet.

Table 1. Characteristic and differential species of the *Caucalidion* in Germany (Sources: OBERDORFER 2001, JÄGER et al. 2016, and others). Names of subspecies are given for species with more than one subspecies native or introduced in the country in ancient times. Syntaxonomic status: C, character species of the *Caucalidion* or one of its associations; C*, formerly characteristic of the *Caucalidion*, extant, if at all, mostly outside of arable land; D1, differential species of the *Caucalidion* against all other community alliances of arable land (*Aperetalia spicae-venti*, *Veronico-Euphorbion*, *Sisymbrietalia*); D1*, formerly differential species of the *Caucalidion*, today almost absent from arable fields; D2, Differential species of the *Caucalidion* against arable plant communities on acid soils (*Aperetalia spicae-venti*); D3, Differential species of the *Caucalidion* against arable plant communities in root crops and horticultural crops (*Veronico-Euphorbion*, *Sisymbrietalia*). Floristic status (HAND et al. 2020, WILLERDING 1986, BFN 2021): I, native; I?, native or archaeophyte; A, archaeophyte; N, established neophyte; ?, unknown. Number of grid records according to NETZWERK PHYTODIVERSITÄT DEUTSCHLAND & BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (2013) and BFN (2021). Red list status (RL) in Germany according to METZING et al. (2018): 0, Extinct; 1, Critically endangered; 2, Endangered; 3, Vulnerable; V, Near-threatened; D, data deficient; nb, Not classified.

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Syntax. Status	Florist. Status	Zahl der Rasterfelder (1/4 TK25-) mit Nachweisen		RL
				ab 1980	Nachweise ab 1980 in Relation zur Gesamtzahl (%)	
<i>Adonis aestivalis</i>	Sommer-Adonisröschen	C	A	967	55.9	2
<i>Adonis flammea</i>	Flammen-Adonisröschen	C	A	91	16.6	1
<i>Aethusa cynapium</i> var. <i>agrestis</i>	Acker-Hundspetersilie	D2	I?	2090	91.0	
<i>Ajuga chamaepitys</i>	Gelber Günsel	C*	I?	270	41.3	2
<i>Alopecurus myosuroides</i>	Acker-Fuchsschwanz	D3	A	3690	81.3	
<i>Althaea hirsuta</i>	Rauhaar-Eibisch	D2	A	145	50.9	3
<i>Anagallis foemina</i>	Blauer Gauchheil	C	I?	998	63.0	3
<i>Androsace maxima</i>	Acker-Mannsschild	C	A	0	0.0	0
<i>Anthemis austriaca</i>	Österreichische Hundskamille	C	A	85	68.0	V
<i>Asperula arvensis</i>	Acker-Meier	C	A	2	0.5	0
<i>Avena fatua</i>	Flughäfer	C	A	4470	71.6	
<i>Bifora radians</i>	Strahlen-Hohlsame	C	N	25	75.8	nb
<i>Bromus japonicus</i>	Japanische Trespe	C	N	370	83.1	nb
<i>Buglossoides arvensis</i>	Acker-Steinsame	C	I	982	73.8	V

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Syntax. Status	Florist. Status	Zahl der Rasterfelder (1/4 TK25-) mit Nachweisen		RL
				ab 1980	Nachweise ab 1980 in Relation zur Gesamtzahl (%)	
<i>Bunium bulbocastanum</i>	Echter Knollenkümmel	C*	I?	329	76.7	3
<i>Bupleurum rotundifolium</i>	Rundblättriges Hasenohr	C	A	129	19.5	2
<i>Camelina microcarpa</i>	Kleinfrüchtiger Leindotter	C		846	70.1	V
<i>Campanula rapunculoides</i>	Acker-Glockenblume	D1	I	5067	70.6	
<i>Caucalis platycarpos</i>	Acker-Haftdolde	C	A	531	45.3	2
<i>Centaurea scabiosa</i>	Skabiosen-Flockenblume	D1*	I	4913	75.8	
<i>Chaenorhinum minus</i>	Kleiner Orant	D2	A	5385	80.3	
<i>Conringia orientalis</i>	Ackerkohl	C	A	228	25.8	1
<i>Consolida regalis</i>	Acker-Rittersporn	C	A	2618	70.6	3
<i>Descurainia sophia</i>	Sophienrauke	C	I?	3861	74.7	
<i>Erucastrum gallicum</i>	Französische Hundsrauke	D2	A	321	44.5	V
<i>Euphorbia exigua</i>	Kleine Wolfsmilch	C	A	3012	71.0	
<i>Euphorbia falcata</i>	Sichelblättrige Wolfsmilch	C	A	22	21.0	1
<i>Euphorbia helioscopia</i>	Sonnenwend-Wolfsmilch	D2	A	7773	79.4	
<i>Euphorbia peplus</i>	Garten-Wolfsmilch	D2	A	6535	77.1	
<i>Euphorbia platyphyllos</i>	Breitblättrige Wolfsmilch	C	I?	959	72.2	3
<i>Falcaria vulgaris</i>	Gewöhnliche Sichelwöhre	D2	I	2611	78.2	
<i>Fallopia convolvulus</i>	Acker-Flügelknöterich	D3	I	8877	81.4	
<i>Filago germanica</i>	Gewöhnliches Filzkraut	D3	I	318	41.5	3
<i>Fumaria officinalis</i> subsp. <i>officinalis</i>	Gewöhnlicher Erdrauch	D2	A	6385	76.8	
<i>Fumaria parviflora</i>	Kleinblütiger Erdrauch	D2	A	62	40.5	2
<i>Fumaria vaillantii</i> subsp. <i>vaillantii</i>	Vaillants Erdrauch	C	A	1238	68.3	V
<i>Gagea villosa</i>	Acker-Goldstern	D2	A	2209	83.5	V
<i>Galeopsis angustifolia</i>	Schmalblättriger Hohlzahn	D1*	I?	1598	66.7	
<i>Galeopsis ladanum</i>	Breitblättriger Hohlzahn	C	I?	443	37.7	2
<i>Galium spurium</i>	Acker-Labkraut	C	I?	810	66.7	3
<i>Galium tricornerutum</i>	Dreihörniges Labkraut	C	A	246	26.6	2
<i>Glaucium corniculatum</i>	Roter Hornmohn	C*	A	15	19.2	2
<i>Hylotelephium telephium</i>	Rote Fetthenne	D1*		1552	62.7	
<i>Iberis amara</i>	Bittere Schleifenblume	C*	A	0	0.0	0
<i>Kickxia elatine</i>	Spießblättriges Tännelkraut	C	A	1150	63.0	3
<i>Kickxia spuria</i>	Eiblättriges Tännelkraut	C	A	774	65.0	3
<i>Knautia arvensis</i>	Acker-Witwenblume	D1*	I	7977	78.6	
<i>Lathyrus aphaca</i>	Ranken-Platterbse	C	A	228	43.9	3
<i>Lathyrus hirsutus</i>	Behaartfrüchtige Platterbse	C	A	217	47.1	3
<i>Lathyrus tuberosus</i>	Knollen-Platterbse	C	I?	3042	74.9	
<i>Legousia hybrida</i>	Kleiner Frauenspiegel	C	A	226	55.4	2
<i>Legousia speculum-veneris</i>	Venus-Frauenspiegel	C	A	579	44.0	2
<i>Medicago lupulina</i>	Hopfenklee	D2	I	9146	83.9	
<i>Melampyrum arvense</i>	Acker-Wachtelweizen	C*	I?	1198	61.3	3
<i>Microthlaspi perfoliatum</i>	Stängelumfassendes Hellerkraut	D2	I	2140	76.8	
<i>Myagrum perfoliatum</i>	Hohldotter	C	N	8	8.2	nb
<i>Neslia paniculata</i>	Finkensame	C	A	833	37.4	3
<i>Nigella arvensis</i>	Acker-Schwarzkümmel	C	A	86	11.7	1
<i>Nonea pulla</i>	Braunes Mönchskraut	D1*	I	229	52.3	3
<i>Odontites vernus</i>	Acker-Zahntrost	D3	I	870	62.8	3
<i>Orlaya grandiflora</i>	Grossblütiger Breitsame	C	A	17	4.0	1

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Syntax. Status	Florist. Status	Zahl der Rasterfelder (1/4 TK25-) mit Nachweisen		RL
				ab 1980	Nachweise ab 1980 in Relation zur Gesamtzahl (%)	
<i>Papaver confine</i>	Verkannter Mohn	D2	A	392	98.0	
<i>Papaver lecoqii</i>	Lecoqs Mohn	D2	A	179	67.0	D
<i>Papaver rhoeas</i>	Klatsch-Mohn	C	A	6902	77.0	
<i>Pastinaca sativa</i>	Pastinak	D2	I	5921	74.2	
<i>Phleum paniculatum</i>	Rispen-Lieschgras	D2	I?	107	35.7	2
<i>Polycnemum arvense</i>	Acker-Knorpelkraut	C	A	9	2.5	1
<i>Polycnemum majus</i>	Großes Knorpelkraut	C	A	41	24.7	2
<i>Polygonum aviculare</i> subsp. <i>rurivagum</i>	Unbeständiger Vogelknöterich	D2	I?	?		D
<i>Ranunculus arvensis</i>	Acker-Hahnenfuss	C	A	1031	43.4	3
<i>Rapistrum perenne</i>	Ausdauernder Rapsdotter	D2	I?	76	29.3	3
<i>Rapistrum rugosum</i>	Runzlicher Rapsdotter	D2	N	34	56.7	nb
<i>Reseda lutea</i>	Gelbe Resede	D1	A	3167	78.5	
<i>Rhinanthus alectorolophus</i> subsp. <i>buccalis</i>	Acker-Klappertopf	C	I	?		D
<i>Scandix pecten-veneris</i>	Venuskamm	C	A	201	19.2	2
<i>Sherardia arvensis</i>	Ackerröte	C	I	2320	55.9	V
<i>Silene noctiflora</i>	Acker-Lichtnelke	C	A	2004	60.7	3
<i>Sinapis arvensis</i>	Ackersenf	C	A	6591	75.0	
<i>Stachys annua</i>	Einjähriger Ziest	C	A	409	41.9	2
<i>Thymelaea passerina</i>	Spatzenzunge	C*	I	73	26.2	2
<i>Torilis arvensis</i>	Acker-Klettenkerbel	C	A	338	56.9	
<i>Turgenia latifolia</i>	Breitblättrige Haftdolde	C	A	8	1.6	1
<i>Vaccaria hispanica</i>	Kuhnelke	C	A	26	3.5	1
<i>Valerianella carinata</i>	Gekielter Feldsalat	D2	I	1018	76.8	
<i>Valerianella dentata</i>	Gezählter Feldsalat	C	I?	1958	61.2	V
<i>Valerianella eriocarpa</i>	Wollfrüchtiger Feldsalat	C	N	2	20.0	nb
<i>Valerianella locusta</i>	Echter Feldsalat	D2	I	4300	77.7	
<i>Valerianella rimosa</i>	Gefurchter Feldsalat	C	A	382	37.9	3
<i>Veronica polita</i>	Glänzender Ehrenpreis	D2	A	3170	76.9	
<i>Veronica triphyllos</i>	Dreiteiliger Ehrenpreis	D3	A	2257	62.1	V
<i>Vicia pannonica</i>	Ungarische Wicke	D3	N	7	87.5	nb
<i>Vicia segetalis</i>	Korn-Wicke	D3	I	954	89.1	
<i>Vicia striata</i>	Gestreifte Wicke	D3	N	8	27.6	nb

Ab der (späten) Bronzezeit nimmt die Zahl an Wildkrautarten zu, die speziell an Wintergetreide angepasst sind. Unter ihnen sind mehrere Arten des *Caucalidion*-Verbandes. Erwähnenswert sind *Orlaya grandiflora* und *Caucalis platycarpos*, die bisher als Ankömmlinge späterer Zeiten galten. Dieser Anstieg geht einher mit den vorherrschenden Kulturpflanzen, so zählt das Wintergetreide Dinkel (*Triticum aestivum* subsp. *spelta*), das schon in der Jungsteinzeit in Mitteleuropa angebaut wurde, in der Bronze- und Eisenzeit zu den wichtigsten Anbaufrüchten. Eine Diversifizierung und Ausdehnung der Anbauflächen in Mitteleuropa wird sichtbar.

Erst ab der jüngeren vorrömischen Eisenzeit und in der römischen Kaiserzeit vollzog sich ein Wandel in der Agrartechnik und in den Anbauformen, der deutlich in der Artenzusammensetzung der Ackerwildkraut-Bestände zu erkennen ist. Die Zahl der (heute)

typischen Ackerwildkrautarten nahm stark zu, die der kurzlebigen Ruderalarten blieb hoch. In Verbindung mit einer veränderten Bodenbearbeitung, die weniger Fläche unbearbeitet ließ, konnten die Samenkörner „breit“ gesät, also auf ganzer Fläche verteilt werden. Mit solcher Breitsaat ließ sich ein dichter Stand des Getreides erzielen. Parallel setzte sich auch eine bodennahe Ernteweise durch. An all diese Änderungen waren die typischen Ackerwildkrautarten durch Wuchsform und Saisonalität besser angepasst als die zuvor vorherrschenden kurzlebigen Ruderalarten. So ist es „im Gefolge einzelner agrartechnologischer Entwicklungen [...] wohl schon früh zu erheblichen Änderungen im komplexen Bedingungsgefüge der Lebens- und Entwicklungsbedingungen von Ackerunkrautgesellschaften gekommen“ (WILLERDING 1986: 336).

Die agrartechnologischen Neuerungen in den landwirtschaftlichen Geräten und Verfahrenswesen, die Vergrößerung der Felder, die Schaffung großflächiger Kultursteppen ab dem Mittelalter, wo im Gegensatz zu früheren Zeiten nicht mehr ausgedehnte Waldgebiete gewissermaßen als Ausbreitungsschranken wirkten, der Getreidefernhandel und die ungenügende Saatgutreinigung haben die Entwicklung hin zu den neuzeitlichen Pflanzengesellschaften einschließlich der *Caucalidion*-Gesellschaften entscheidend mitbestimmt und die Ausbreitung der Archäophyten erleichtert und gefördert (BACHTHALER 1969). Starken Einfluss auf die regionale Zusammensetzung der Ackerwildkrautgesellschaften hatten Änderungen der Nutzungsformen wie die Feld-Gras-Wirtschaft, die Stallmist-Düngung der Äcker und die Dreifelderwirtschaft (BACHTHALER & DANCAU 1972) sowie später ihre Aufgabe und mit ihr der Wegfall der Brache. Mit der Saatgut-Reinigung sind „Saat-Unkräuter“ wie *Lolium temulentum* im 19. Jh. und *Agrostemma githago* in der ersten Hälfte des 20. Jh. und mit ihnen andere Getreidebegleiter mit großen Diasporen in Mitteleuropa größtenteils ausgestorben (ADE 1941).

Spätere Entwicklungen des 20. Jh. wie die Mechanisierung, die Einführung neuer Kulturpflanzenarten und -varietäten, die Anwendung synthetischer Dünger, die Extensivierung unproduktiver kalksteiniger oder tonreicher wechselfeuchter Äcker, die Beseitigung von Rainen durch Flurbereinigungen sowie die Anwendung diverser Herbizide führten zu veränderten Konkurrenzverhältnissen zwischen den Ackerwildkräutern und den kultivierten Arten sowie auch zwischen den Wildpflanzen selbst (BACHTHALER 1969, RADEMACHER & KOCH 1972). Sie haben auch in starkem Maße die Zusammensetzung und Artenvielfalt der *Caucalidion*-Vegetation verändert und besonders zum Rückgang bestimmter Ausprägungen dieser Gesellschaften und der meisten *Caucalidion*-Arten selbst geführt.

Gefährdungsfaktoren

Frühe schriftliche Quellen aus dem 18. Jh. belegen eine weite Verbreitung von *Caucalidion*-Arten auf Äckern. So berichtet GMELIN (1774, 1775, 1779) aus Schwaben über *Adonis aestivalis*, *Ranunculus arvensis*, *Consolida regalis*, *Lithospermum arvense* (= *Buglossoides arvensis*), *Legousia speculum-veneris* und *Melampyrum arvense*, die „häufig auf unseren Äckern“ vorkommen und bezeichnet etwa *Galeopsis ladanum* auf Stoppelfeldern als „Kornwut“. Bei seiner Wanderung in der Rhön erwähnt WOLFF (1799) Felder zwischen Frickenhausen und Oberelsbach mit „*Caucalis latifolia*“ (*Turgenia latifolia*), man könne sie „nirgends in solcher übergroßer Menge antreffen, als hier, wo auf einigen Äckern das Getreide fast gänzlich dadurch verdrängt wurde, und hieran mag nicht sowohl der Boden, als vielmehr die allzuwenige Sorgfalt bey der Aussaat die meiste Schuld haben“.

Ein Jahrhundert später schrieb z. B. NAUMANN (1889–1892) in seiner „Flora von Gera“ über „Ackerunkräuter wie *Adonis aestivalis*, *Ranunculus arvensis*, *Delphinium consolida*, *Lathyrus tuberosus*, *Campanula rapunculoides*, die stellenweise wie gesäet erscheinen, oder die weniger geselligen *Linaria spuria* [*Kickxia spuria*], *Caucalis daucoides* [*C. platycarpus*], und die selteneren *Scandix pecten-veneris* und *Ajuga chamaepithys* verraten den reicheren Kalkgehalt des Bodens bei uns. Von sonstigen lästigen Ackerunkräutern seien noch genannt: *Lithospermum arvense*, *Melampyrum arvense*, *Lathyrus aphaca*, *Avena fatua*, *Falcaria vulgaris*...“. Er berichtet weiter: „Die Unfruchtbarkeit des Bodens oder die Steilheit der Hänge schützt zwar kaum mehr vor Hacke und Pflug, allein doch bergen noch diese kleinen Gebüsche, schmalen Terrassen und Böschungen, selbst die Ackerränder manche Seltenheiten der Flora, die, zumeist den angedeuteten Gattungen zugehörig oder nahestehend, wie diese den Eindruck von Bewohnern aus südlicheren Gegenden machen.“ Diese Aussage aus dem 19. Jh. belegt eindrücklich die heute kaum mehr nachzuvollziehende weite Verbreitung des Ackerbaus auf marginalsten Standorten, Grenzertragsäckern schon damals. Im 18. und 19. Jh. waren viele der *Caucalidion*-Arten so häufig und die damit verbundenen Ernteauffälle so gravierend, dass sie beim „Landsmann als Unkraut verhaßt“ waren (KÜNITZ 1780), und so wurden schon zu diesen Zeiten Möglichkeiten zur gezielten Bekämpfung beschrieben. So berichtet GMELIN (1779) „von der Ausrottung desselben und von einigen Werkzeugen zur Reinigung des Saatkorns“ wie Windsieben und Staubmühlen. Daher setzen mit Beginn des 20. Jh. Rückgänge von Vertretern des *Caucalidion* ein. Betroffen waren hier zunächst vor allem Arten mit großen Diasporen ohne persistente Samenbank wie Haft-, Strahl- und Klettendolde sowie *Agrostemma githago* und *Conringia orientalis* (BONN & POSCHLOD 1998). HARZ (1914) listet in seiner „Flora von Bamberg“ noch über 50 Standorte der Klettendolde *Turgenia latifolia* auf – die heute bundesweit nur noch auf einer Handvoll Äcker vorkommt (Tab. 1) –, aber 25 Jahre später konstatiert ADE (1941) im benachbarten Mainfranken: „Diese großsamigen Getreideunkräuter, wozu insbesondere die Doldenpflanzen *Orlaya*, *Caucalis* und *Turgenia* gehören, sind jetzt durch die neuzeitliche Saatgutreinigung und Ackerbewirtschaftung mit Wegfall der Brache fast ausgestorben. Höchstens von *Caucalis* kann man noch selten auf den entlegensten Muschelkalkäckern und in schlecht bewirtschafteten Weinbergen einzelne Pflanzen entdecken“. Weiterhin schrieb ADE (1943) über *Asperula arvensis*: „Die neuzeitliche Ackerkultur hat wie die meisten seltenen Unkräuter (*Orlaya*, *Turgenia*, *Caucalis*, *Bupleurum rotundifolium*, *Scandix pecten-veneris*, *Nigella arvensis* u. a.) diese Art zum Aussterben verurteilt.“

Einen entscheidenden Einfluss auf die ehemals reichen Vorkommen von *Caucalidion*-Arten hatte die bis Anfang/Mitte des 19. Jh. praktizierte Dreifelderwirtschaft, die mit einer Brachephase einherging, in der viele heute seltene Ackerwildkräuter fruchten, die Samenbank des Bodens auffüllen und so „regenerieren“ konnten. Die Dreifelderwirtschaft wurde praktiziert, um einer Erschöpfung der Bodenfruchtbarkeit bei vorherrschendem Getreideanbau und geringer Düngung vorzubeugen (ZAUFT 1932, GÜNTHER 1938, zit. in ARNDT & DIEMANN 2001). Doch auch bei der verbesserten Dreifelderwirtschaft (Futterpflanzen oder Hackfruchtkultur anstelle der Brache), dem dominierenden landwirtschaftlichen Bodennutzungssystem des 19. Jh., das gebietsweise weit ins 20. Jh. hineinreichte, gab es noch günstige Bedingungen für eine artenreiche Segetalflora. Die oft zitierte Feststellung von BUCHLI (1936), „Bei keinem anderen Bodennutzungssystem finden wir diese Üppigkeit der Entwicklung und diesen Artenreichtum der Ackerunkrautflora ... wie bei der verbesserten Dreifelderwirtschaft“, bringt das zum Ausdruck. Nicht in allen Regionen erfolgte jedoch dieser fließende Übergang von der „althergebrachten“ zur verbesserten Dreifelderwirtschaft wie in

Preußen (STICHLING 1937). So berichtet SCHMIDT (1921) aus Nordthüringen und vom östlichen Südharzrand, dass „ein großes Hemmnis für einen ertragreichen Ackerbaubetrieb die durch Hut- und Weidewirtschaft bedingte sog. Dreifelderwirtschaft [bildete], die eine altgermanische Einrichtung ist“ und dass „unter dieser Voraussetzung keine rationelle Ackerwirtschaft betrieben werden konnte und daß daher der Landwirt selten auf einen grünen Zweig kam, liegt nahe“. SCHMIDT (1921) führt weiterhin aus, „nachdem in den 20er bis 50er Jahren des 19. Jh. die Hut- und Koppelweide abgelöst war und somit die Dreifelderwirtschaft aufgehört hatte, konnte man sich auch in den 50er und 60er Jahren darangehen zu separieren. Die Separation ist der einschneidendste und segenreichste Vorgang auf dem Gebiete der Landwirtschaft, den diese jemals erlebt hat.“ Damit verbunden war auch eine signifikante Ausdehnung der Ackerfläche in dieser Region (ARNDT & DIEMANN 2001). Zusammenfassend lässt sich konstatieren: die entscheidenden Treiber für den qualitativen und quantitativen Verlust von *Caucalidion*-Arten waren in dieser ersten großen Rückgangsphase vor allem die verbesserte Saatgutreinigung, der Wegfall der Brachephase und der Verlust von Strukturelementen durch die Separation.

In einer ab etwa den 1950er-Jahren einsetzenden zweiten tiefgreifenden Rückgangsphase trugen zwei konträr verlaufende Entwicklungen maßgeblich zum weiteren Rückgang von *Caucalidion*-Arten bei. Auf den ackerbaulichen Gunststandorten, geprägt durch Schwarzerde- und Lössböden und pflanzensoziologisch durch das *Euphorbio exiguae-Melandrietum noctiflori* und das *Kickxietum spuriae*, wurden durch dichtere Kulturpflanzenbestände, den zunehmenden Einsatz synthetischer Stickstoffdünger und der nahezu flächenhaften Anwendung von Herbiziden zwar die Ernteerträge eindrucksvoll gesteigert, doch gleichzeitig führte dies zu tiefgreifenden Veränderungen in den Agrophytozöen (KOHLEBRECHER et al. 2012, STORKEY et al. 2012, GERHARDS et al. 2013, MEYER et al. 2013, 2014). So berichtet SCHUBERT (2001) über das *Euphorbio exiguae-Melandrietum noctiflori* in Sachsen-Anhalt, dass das Areal dieser früher in den Bördegebieten und den Hügelländern der nördlichen und östlichen Harzumrandung weit verbreiteten Gesellschaft jetzt weitgehend von artenarmen, an Intensivnutzung angepassten Vegetationsbeständen eingenommen wird.

Während die großflächige biodiversitätsvernichtende Intensivierung auf den ertragreichen Ackerböden seit mehreren Jahrzehnten vor allem durch die Agrarpolitik gesteuert wurde, gestaltet sich die Ursachenanalyse auf den Grenzertragsböden differenzierter. Untersuchungen zur Landschaftsausstattung in Hügel- und Bergländern (z. B. ARNDT & DIEMANN 2001, KOHLER et al. 2011, STANIK et al. 2020) zeigen ab Mitte des 20. Jh. ein zunehmendes „Auflassen“ ertragsschwacher, nur extensiv zu bewirtschaftender Ackerflächen. Diese oft abgelegenen, vielfach hängigen und kleinen Ackerschläge waren für eine intensive Nutzung mit immer größer dimensionierten Maschinen nicht geeignet. Sie wurden aus der Nutzung genommen, mit mehrjährigen Futterkulturen eingesät, als Grünland genutzt oder aufgeforstet (RITSCHEL-KANDEL 1988). Das führte zum Verschwinden vieler besonders artenreicher Bestände vor allem der Haftdolden-Gesellschaft *Caucalido platycarpi-Conringietum orientalis* (HILBIG 2007, MEYER et al. 2013). Diesen Trend verstärkte Anfang der 1990er Jahre die staatlich subventionierte Flächenstilllegung, um die Überproduktion an Nahrungsmitteln zu steuern. Eine Dauerbrache aber vernichtet auch bei Selbstbegrünung eine bis dahin noch vorhandene artenreiche Segetalflora. RITSCHEL-KANDEL (1988) wies schon Ende der 1980er Jahre in weiser Voraussicht auf die „katastrophalen Auswirkungen auf die Situation des Artenschutzes gefährdeter Ackerwildkräuter durch Flächenstilllegung“ hin. Diese Folgen sind vor allem auch darauf zurückzuführen, dass die Landwirte für die seinerzeit geförderten Stilllegungen die abgelegenen, ertragsschwachen, kleinen und steinigen Grenzertragsflächen

in hängiger Lage genutzt haben, also vor allem die, die noch eine artenreiche Segetalflora besaßen. Doch gerade in solchen Bereichen mit geringer Bearbeitungsintensität ist die Erhaltung von Ackerflächen Voraussetzung für den Ackerwildkrautschutz und muss dort auch vorrangig finanziell gefördert werden (dazu mehr im Kapitel 9). Auch hier sind es also vor allem agrarpolitische Steuerinstrumente gewesen, die zu einem massiven Habitatverlust des *Caucalidion* geführt haben und noch führen.

In den letzten Jahrzehnten (und bis vor kurzem noch) waren Agrophytozönosen „Stiefkinder des Naturschutzes“ (MEYER & LEUSCHNER 2015) und standen nicht im Fokus von staatlichen und institutionellen Naturschutzorganisationen. Dies hat sich nicht nur auf nationaler Ebene gezeigt, sondern auch besonders eklatant im europäischen Naturschutz, wo zwar eine Vielzahl verschiedener Offenlandbiotop in die FFH-Richtlinie aufgenommen wurden, artenreiche Kalkäcker jedoch keine Berücksichtigung fanden. So ist es in den letzten drei Jahrzehnten vorgekommen, dass im Rahmen von staatlich geförderten Naturschutz(groß-)projekten angekaufte Ackerflächen in Schutzgebieten (z. B. Kalkäcker im Bereich den Grünen Bandes) in naturschutzfachlich als höherwertig angesehene Grünländer transformiert wurden. Dass der Schutz der Segetalflora bis vor wenigen Jahren noch ein naturschutzpolitisches Schattendasein fristete, hat eine nachrangige Berücksichtigung bei der Förderung und eine geringe Beteiligung an Schutzprojekten zur Folge. Oftmals wird von den Akteuren darauf verwiesen, es sei schwierig, einen Ackerbewirtschafter zu finden – doch darf bezweifelt werden, dass es einfacher ist, eine standortgerechte Beweidung zu organisieren.

Auch im Rahmen von naturschutzrechtlichen Kompensationsmaßnahmen kam es in den letzten Jahrzehnten zum Verlust vom Kalkäckern. Die Gründe liegen zum einen im Bilanzierungsmodell der Eingriffsregelung: Das gegenüber anderen Biotoptypen (z. B. Grünland oder Streuobstwiesen) oft gering eingeschätzte „Aufwertungspotenzial“ extensiv genutzter Äcker führt in vielen Fällen zur Transformation bisher konventionell genutzter *Caucalidion*-Äcker. Zum anderen mangelt es oftmals an der „planerischen Bereitschaft“, sich der Segetalflora zu widmen; man setzt lieber „auf Bewährtes“. Noch vor wenigen Jahren formulierten HAMPICKE & GEISBAUER (2015): „Die teilweise extreme Kostengünstigkeit des Ackerwildkrautschutzes ist politischen Entscheidungsträgern und den Eliten der Landnutzungsplanung zu wenig bekannt und verlangt Informationsaktivitäten“. Dem konnte in den letzten Jahren glücklicherweise ein wenig entgegengewirkt werden. Im Zuge der Diskussion zum Insektensterben rücken nun nach langer „Lobby-Arbeit“ sowohl von agrar- als auch naturschutzpolitischer Seite extensiv bewirtschaftete Grenzertragsäcker und deren Beitrag zum Erhalt der landschaftlichen Biodiversität verstärkt in den Fokus.

Großflächige Verluste des *Caucalidion* sind auch durch Überbauung als Industrie- oder Wohngebiete samt Infrastrukturanlagen entstanden. So sind die ehemals reichen Vorkommen des Aachener Schneebergs (SAVELSBERGH 1981) auch durch die Hochschulerweiterungsbauten in diesem Gebiet und die Anlage eines Golfplatzes nahezu vernichtet worden. Als Ausgleichsmaßnahmen werden in der unmittelbaren Umgebung immerhin knapp 80 ha Äcker dauerhaft extensiv bewirtschaftet (LIND 2017). Über die Auswirkungen der Übererdung flachgründiger Kalkverwitterungsböden auf die Segetalflora berichten NEYSTERS (1997) und NEYSTERS & REMMERT (1998). Dabei werden die Bodeneigenschaften nachhaltig und irreversibel verändert (geringer Skelettanteil, gleichmäßigere Bodenfeuchte, geringe organische Substanz, langfristig sinkende pH-Werte und Carbonatgehalte, etc.). Die Autoren fordern daher, Flächen mit Vorkommen seltener *Caucalidion*-Arten von der Übererdung auszunehmen.

Aktuelle Vorkommen

Die folgende Liste der Schwerpunktregionen, in denen qualitativ und quantitativ gut ausgeprägte *Caucalidion*-Bestände bis heute vorkommen, beruht hauptsächlich auf Analysen der Zusammenstellung von MEYER et al. (2013) und wurde durch eigene Beobachtungen und Erhebungen ergänzt.

- Baden-Württemberg: Riesrand, Jura und Lias auf der Schwäbischen Alb; Muschelkalkgebiete im Bauland, Odenwaldrand und Taubergebiet; Kraichgau; Heckengäu
- Bayern: Muschelkalkäcker der Bayerischen Rhön; Keupergebiete im unterfränkischen Grabfeld; Keuper- und Muschelkalkgebiete um Coburg; Riesrand; Jura der Fränkischen Alb; Sander der Münchner Schotterebene; Jura bei Regensburg; Mainfränkisches Muschelkalkgebiet
- Brandenburg: kalkhaltige Mergelkuppen und lehmig-basische Hänge der jungeszeitlichen Grundmoräne in Nord-Brandenburg, vor allem südliche Uckermark; anlehmige, warme und basische Sandböden der östlichen Uckermark und im nordöstlichen Barnim, Oderhänge
- Hessen: Osthessisches Bergland: Vorder- und Kuppenrhön, Fuldaer Senke, Fulda-Werra-Bergland, Unteres Werraland, Zechsteingebiet im östlichen Meißner-Vorland; Westhessisches Berg- und Senkenland: Ostwaldecker Randsenken (siehe auch BÖNSEL et al. 2014)
- Mecklenburg-Vorpommern: Abhänge der Stauchmoränen des Malchiner Beckens; basische Kuppen und an Hängen der jungeszeitlichen Grundmoräne; mecklenburgische Schweiz südlich Teterow; Bisdamitz/Rügen
- Niedersachsen: Schwarzerde-Löss-Landschaften der Braunschweig-Hildesheimer Lössbörde; Muschelkalk- und Keupergebiete im südniedersächsischen Berg- und Hügelland (z. B. Wernershöhe bei Alfeld, Landkreis Göttingen)
- Nordrhein-Westfalen: Randplatten der Warburger Börde und der Hellwegbörden der südlichen Westfälischen Bucht mit Soester Börde; Niederrheinische Bucht: Zülpicher und Jülicher Börde; Devonische Massenkalk der Kalkeifel und Mechernicher Voreifel
- Rheinland-Pfalz: Tertiäre Kalkhügel bei Grünstadt, Pfälzisch-Saarländisches Muschelkalkgebiet: Zweibrücker Westrich
- Saarland: Pfälzisch-Saarländisches Muschelkalkgebiet: insbesondere Merziger Muschelkalkplatte, Saar-Blies-Gau, Saar-Nied-Gau
- Sachsen: Löss-Bördelandschaften des mitteldeutschen Trockengebiets (Leipziger Tieflandsbucht und Lommatzcher Pflege)
- Sachsen-Anhalt: Muschelkalkgebiete an den Randplatten des Thüringer Beckens; Löss-Bördelandschaften des mitteldeutschen Trockengebiets (z. B. Querfurter Platte, Magdeburger Börde) inklusive deren Höhenzüge (z. B. Hakel, Huy, Fallstein); Buntsandstein- und Zechsteingebiete im südlichen Harzvorland; Muschelkalkhänge im Saaletal
- Thüringen: Keupergebiete und Bördelandschaften im thüringischen Grabfeld und Thüringer Becken; Muschelkalkgebiete an den Randplatten des Thüringer Beckens und der Thüringer Rhön; Zechsteingebiet des Kyffhäusers; Muschelkalkhänge im Saaletal; Muschelkalkgebiete im Eichsfeld.

9. Schutzoptionen und Fördermaßnahmen

Die hier dargestellten Auswirkungen auf die Ökosysteme und Pflanzengesellschaften des *Caucalidion* aufgrund veränderter Bewirtschaftungsbedingungen und Habitatverlust spiegeln sich in den aktuellen Gefährdungseinstufungen der Arten wider (METZING et al. 2018). Von den in Tabelle 1 aufgelisteten 93 Charakter- und Differenzialarten des *Caucalidion* sind 19 Arten gefährdet, 15 stark gefährdet, acht vom Aussterben bedroht und drei Arten sind in Deutschland ausgestorben. Charakterarten (die also hierzulande nur selten außerhalb von Äckern anzutreffen sind oder gar keine alternativen Habitate besiedeln können) sind unter den bestandsbedrohten Arten weit überproportional vertreten und nur sieben gelten als ungefährdet. In der Roten Liste der Pflanzengesellschaften wurden die Assoziationen des *Caucalidion* als „Gefährdet“ (*Euphorbio-Melandrietum noctiflori*) oder „Stark gefährdet“ (*Caucalido-Conringietum*, *Kickxietum spuriae*) eingestuft (RENNWALD et al. 2002b). Weitet man den Blick auf die Länder der Europäischen Union und darüber hinaus, so gehören viele *Caucalidion*-Arten zu den Ackerwildkräutern, deren Bestände europaweit stark zurückgegangen sind (STORKEY et al. 2012). Der Lebensraumtyp Acker, soweit nach heutigen Maßstäben extensiv bewirtschaftet („Arable land with unmixed crops grown by low-intensity agricultural methods“), ist daher auf europäischer Ebene ebenfalls mittlerweile stark gefährdet (Endangered; JANSSEN et al. 2016).

Bereits Ende der 1970er-Jahre forderte SCHUMACHER (1980) einen „Artenschutz für Kalkackerunkräuter“. Im Gegensatz zu den ebenfalls landwirtschaftlich genutzten Grünländern existiert faktisch kein rechtlich bindender Schutzstatus für *Caucalidion*-Äcker (wie die Bundesartenschutzverordnung, besonders geschützte Biotope nach § 30 des Bundesnaturschutzgesetzes oder der Landesnaturschutzgesetze, Lebensraumtypen des Anhangs I der FFH-Richtlinie) (MEYER & LEUSCHNER 2015). Im Anhang IV der FFH-Richtlinie ist von der Vielzahl segetaler Wildpflanzen nur die Dinkel-Trespe (*Bromus grossus*) gelistet, für die spezielle Schutzgebiete auf Äckern eingerichtet werden müssen (JOCE 1992). In der ehemaligen DDR wurden einige artenreiche Äcker für den Schutz als Feldflorareservate und Schutzäcker vorgeschlagen und betreut und als Flächennaturdenkmale gesichert (WESTHUS & HEINRICH 1985, HILBIG 2007). Für weiterführende Informationen sei an dieser Stelle auf die Übersichtswerke von MEYER et al. (2013), MEYER & LEUSCHNER (2015), ALBRECHT et al. (2016) sowie MEYER (2021) verwiesen, in denen u. a. allgemeine Grundsätze und vielfältige Möglichkeiten zur Förderung von Segetalarten aufgezeigt werden.

Eine aktuelle Studie (MEYER & GOTTWALD 2020) kommt zum Schluss, dass die Förderung einer artenreichen Segetalflora und der Pflanzengesellschaften auf verschiedenen landwirtschaftlichen Skalen und unter Einbeziehung mehrerer Instrumente erfolgen muss. Unabdingbar ist neben der Ausweitung der deutschlandweiten Schutzacker-Kulisse der weitere Ausbau von Vertragsnaturschutzprogrammen und Agrarumweltmaßnahmen sowohl in Form von Ackerrandstreifen als auch ganzflächigen Extensivierungen von Feldkomplexen, um artenreiche Agroökosysteme in allen Naturräumen zu sichern oder wiederherzustellen. In Bezug auf die großflächige Bereitstellung von Flächen mit hoher Artenvielfalt rät HAMPICKE (2014), die unteren 25 Prozent der Ertragsklassen – zu denen unter den *Caucalidion*-Äckern vor allem viele Bestände des *Caucalido-Conringietum* gehören – zunächst für den Ackerwildkrautschutz und verwandte, regelmäßig mit Ertragsreduktionen einhergehende Maßnahmen zu reservieren. Erfahrungen zeigen, dass Ackerwildkrautschutz auf ertragschwachen Standorten die größten und schnellsten Erfolge hervorbringt. Zudem ist er dort oft kostengünstig (GEISBAUER & HAMPICKE 2013) und daher auch aus agronomischer Sicht effektiv. Es wäre daher zu empfehlen, sich zunächst auf die ackerbaulich weniger

produktiven, aber im Hinblick auf ihre Biodiversität besonders wertvollen Felder zu konzentrieren. Diesen Ansatz verfolgte auch das Projekt „100 Äcker für die Vielfalt“, wo mehr als drei Viertel der Schutzäcker ein nur geringes bis sehr geringes ackerbauliches Ertragspotenzial (Ackerzahl < 40) aufweisen (MEYER & LEUSCHNER 2015). Im zweiten Schritt sollten auch ertragreiche Ackerstandorte der Bördenlandschaften, die früher eine äußerst reichhaltige und differenzierte *Caucalidion*-Vegetation aufwiesen, einbezogen werden. Hier erscheint eine Kopplung mit Schutzgebieten für die FFH-Anhangsart Feldhamster (*Cricetus cricetus*) sinnvoll; die Restbestände in Deutschland dieses an die Agrarsteppe angepassten Nagetiers sind weitgehend auf produktive *Caucalidion*-Standorte der Ebenen, nämlich auf tiefgründige Schwarzerden und Löss-Kalkbraunerden, Parabraunerden und basenreiche Braunerden auf Löss oder Lösslehm beschränkt (POTT-DÖRFER & HECKENROTH 1994, GALL & JOKISCH 2010).

Um das in der Biodiversitätsstrategie des Bundes (BMU 2007) formulierte Ziel zu erreichen, die Biodiversität in Agrarökosystemen deutlich zu erhöhen, forderte HAMPICKE (2014) die Extensivierung von fünf Prozent der Fläche des unteren ackerbaulichen Bonitätsquartils – also auf 150.000 ha – vorrangig für den Schutz der Ackerwildkräuter und der damit verbundenen Lebensgemeinschaften. Unter Berücksichtigung der Leistungen der verschiedenen Schutzinstrumente kommen MEYER & GOTTWALD (2020) zu folgender Einschätzung zum Flächenbedarf für den Erhalt einer vielfältigen Segetalflora in Deutschlands Naturräumen:

Schutzäcker

Die Anlage von Schutzäckern ist ein zentrales Element zur Erhaltung und Förderung der Segetalflora (Abb. 8, 9). Deutschlandweit halten wir die Einrichtung von mehreren tausend Schutzäckern mit einem Flächenumfang von 10.000–20.000 ha für erforderlich, die speziell für bestimmte naturraumtypische sowie seltene Arten und Gesellschaften bewirtschaftet und langfristig gesichert werden müssen. Sie dienen als Reservate regionaler Genpools von Artengemeinschaften, zur Umweltbildung und als Quellen für die Ausbreitung und Wiederansiedlung bestimmter Arten. Bezogen auf Deutschland wäre es ein zielführender Ansatz, mindestens 2 ha große Schutzäcker in mehr als der Hälfte der ca. 11.000 Gemeinden mit Hilfe der Landwirtinnen und Landwirte und lokaler Organisationen einzurichten. Auch Feldflorareservate sollten weiter eingerichtet werden. Hier bieten sich extensiv genutzte Äcker an, die noch weiter verbreitete Ackerwildkräuter aufweisen, denen aber regional gefährdete Arten fehlen. Letztere können durch Einbringen von gebietseigenen Samen – sei es durch Handeinsaat in kleine Fenster, maschinelle Einsaat mit dem Saatgut oder Bodenübertragung – neue Populationen gründen. Diese Maßnahme lässt sich beispielsweise im Rahmen von Vertragsnaturschutzprogrammen integrieren (MÉMORIAL 2017) oder durch Biologische Stationen und andere Naturschutzeinrichtungen organisieren. Landwirte haben vorgebracht, die Bewirtschaftung von erhaltenswerten Kalkäckern sei mit besonderen Schwierigkeiten verbunden, da ihre Pflüge auf den flachgründigen steinigen Böden übermäßig beansprucht würden; hier könnte im Rahmen von Maschinenringen die Anschaffung von gemeinschaftlich genutzten Pflügen mit Steinschutz Abhilfe schaffen.

Agrarumwelt- und Vertragsnaturschutzmaßnahmen

Ackerrandstreifen (und kleine Schläge bis 4–5 ha) sind im Vergleich zu Schutzäckern flexibler einsetzbar und können vor allem auf lokaler Ebene wertvolle Habitate von seltenen Arten sowie Tier- und Pflanzengesellschaften sein (Abb. 10). Die Kehrseite ist jedoch, dass



Abb. 8. Schutzacker mit Zweizeiliger Gerste, reich an *Consolida regalis*, am Poppenholz bei Herbstadt, Bayern (Foto: S. Meyer, 2008).

Fig. 8. Conservation crop field (*Schutzacker*), grown with Two-rowed Barley and rich in *Consolida regalis*, on the Poppenholz near Herbstadt, Bavaria (Photo: S. Meyer, 2008).



Abb. 9. Schutzacker auf der Wernershöhe bei Hildesheim, Niedersachsen (Foto: S. Meyer, 2008).

Fig. 9. Conservation crop field (*Schutzacker*) on the Wernershöhe near Hildesheim, Lower Saxony (Photo: S. Meyer, 2008).



Abb. 10. Artenreicher Ackerrandstreifen u. a. mit *Papaver rhoeas*, *Bupleurum rotundifolium*, *Lathyrus tuberosus*, *Descurainia sophia*, *Consolida regalis* und *Adonis aestivalis* auf einem Marginalstandort bei Friedrichswerz im Unteren Saaletal (Foto: S. Tischew, 2017).

Fig. 10. Species-rich uncropped field margin with, e.g., *Papaver rhoeas*, *Bupleurum rotundifolium*, *Lathyrus tuberosus*, *Descurainia sophia*, *Consolida regalis* and *Adonis aestivalis* on marginal land near Friedrichswerz in the Lower Saale Valley (Photo: S. Tischew, 2017).

der Ansatz auf Freiwilligkeit und finanziellen Anreizen beruht, so dass die Maßnahmen zum Teil nur bedingt zielgerichtet sind und aus naturschutzfachlicher Sicht oftmals nicht primär förderwürdige Ackerflächen einschließen (GABA et al. 2016). Zielführend ist es daher Flächen auszuwählen, die auf vorhandenen Datengrundlagen aufbauen (z. B. Fundorte von gefährdeten Arten, Aktualisierung des Datenbestandes durch turnusmäßige Kartierungen, Aufstellung von Gebietskulissen) und von kompetenter Naturschutzberatung begleitet werden (OPPERMANN et al. 2018). Bei der Beratung sind gezielt Standorte auszuwählen, an denen potenziell auf Grund der Standortbedingungen seltene Arten vorkommen (z. B. Hang- und Kuppenbereiche, skelettreiche Böden). Wichtig ist hierbei, eine Flächenkontinuität der Maßnahmen über eine begrenzte Förderperiode hinaus anzustreben, da Kontinuität einen signifikant positiven Einfluss auf die Zusammensetzung der Agrophytodiversität hat (PAPE 2020). Es ist daher verfehlt, für ein paar Jahre eine artenreiche Flora aufzubauen, um sie dann anschließend wieder intensiver Bewirtschaftung auszusetzen und so zu eliminieren. Für das prioritäre Ziel der Kontinuität sollten die Fördermöglichkeiten für Äcker in den Agrarumwelt- und Vertragsnaturschutzprogrammen daher grundlegend überdacht und verbessert werden, vor allem im Hinblick auf die Anpassung und Erhöhung der Förderprämien und auf begleitendes Monitoring.

In einem ersten Schritt sollte möglichst kurzfristig der Anteil floristisch hochwertiger Ackerränder bzw. Kleinschläge auf 0,5 % der ackerbaulichen Nutzfläche in den jeweiligen Bundesländern und mittelfristig bis 2030 auf einem Prozent (bundesweit ca. 60.000 bzw.

120.000 ha) etabliert werden. Verglichen mit dem Status quo in einigen Bundesländern (z. B. Niedersachsen ca. 1.400 ha [Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz, schriftl. Mitteilung 2021] bzw. Bayern ca. 4.500 ha [Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz, schriftl. Mitteilung 2021]) bedeutet das eine Erhöhung bis zum Zehnfachen.

In der Europäischen Union werden derzeit Öko-Regelungen („Eco-Schemes“) der „Ersten Säule“ der Agrarförderung ausgestaltet. Neben den Agrarumwelt- und Klima-Maßnahmen als Instrumente der „Grünen Architektur“ der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) sollen die Rahmenziele der neuen GAP mittels der „erweiterten Konditionalität“, also auflagenabhängigen Zahlungen, Investitionen aus der Ländlichen Entwicklung („Zweite Säule“) sowie einer unterstützenden landwirtschaftlichen Beratung umgesetzt werden (EUROPEAN COMMISSION 2020).

Aus dem anvisierten, aber bisher nicht abschließend verabschiedeten Maßnahmenkatalog sind vor allem zwei Öko-Regelungen zur Förderung des *Caulalidion* geeignet und müssen für den Schutz der Ackerwildkraut-Vegetation genutzt werden:

- die Bewirtschaftung von Acker- oder Dauerkulturflächen des Betriebes ohne Verwendung von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln und
- die Anwendung von durch die Schutzziele bestimmten Landbewirtschaftungsmethoden auf landwirtschaftlichen Flächen in Natura 2000-Gebieten (Schutzgebietsbonus).

Großflächig extensiver Ackerbau und Ökologischer Landbau

Je nach Region ist ein definierter Anteil von 20 % bis 50 % extensiv oder umweltschonend im Ökolandbau bewirtschafteter Ackerfläche zielführend für die großflächige Etablierung einer artenreichen Segetalflora und davon abhängiger Fauna. Extensiv bedeutet in diesem Zusammenhang vor allem eine Bewirtschaftung ohne Herbizide und mit maßvollem Düngereinsatz (möglichst organisch). Inwieweit auch ein nur stark reduzierter Pestizideinsatz, orientiert am Schadschwellenprinzip, eine artenreiche Segetalflora mit den dazugehörigen Bestäubern ermöglicht, ist in zukünftigen Forschungsprojekten zu klären. In der landwirtschaftlich genutzten „Normallandschaft“ sollte ein Zielwert von 20 % extensivem Ackerbau angestrebt werden. In landschaftsökologisch herausragenden Naturräumen sollte dieser Anteil in den Hot-Spot-Gebieten 40 % betragen. Eine Sonderrolle und Vorbildfunktion als Modellorte zur Erforschung und Demonstration von Ansätzen zu nachhaltiger Entwicklung und Schutz der Agroökosysteme kommt hier den Biosphärenreservaten zu. Um diese Ansprüche in die Praxis umzusetzen, sollten bis 2030 Anreize geschaffen werden, um auf 50 % der Ackerkulisse in Biosphärenreservaten (ca. 145.000 ha) eine extensive Bewirtschaftung einzuführen. Dies gilt ebenso für Naturschutz- und FFH-Gebiete. Wesentliches Merkmal dieses großflächigen Ansatzes muss es sein, dass das Blüten- und Nahrungsangebot innerhalb der gesamten Ackerflächen hoch ist und sich nicht nur auf Ränder und Sonderstandorte beschränkt. Nur so ist eine signifikante Wirkung auf blütenbesuchende Insekten und Vögel der Agrarlandschaft zu erzielen. Gleichzeitig wird so die Isolation von Einzelflächen aufgehoben, so dass wieder eine selbständige Ausbreitung von Arten möglich erscheint. Viele Bundesländer streben eine erhebliche Steigerung des Anteils an Bio-Landbau an (z. B. MUEEF 2018), was dem Ackerwildkrautschutz zugutekommt. Trotz mechanischer Regulierung der Ackerwildkräuter und insbesondere von Problemarten wie *Cirsium arvense*, *Convolvulus arvensis* oder Ampfer-Arten belegen zahlreiche Studien und mehrere Metastudien eindrucksvoll, dass sich ökologischer Landbau förderlich auf die Biodiversität auswirkt

(z. B. FRIEBEN et al. 2012, TUCK et al. 2014). Dennoch können Populationen seltener Arten beeinträchtigt werden, weshalb diese beachtet und durch eine begleitende Naturschutzberatung gezielt geschont werden sollten.

Mit einem solchen kombinierten dreigliedrigen Ansatz – Schutzäcker/Feldflorareservate, Agrarumwelt-/Vertragsnaturschutzmaßnahmen und großflächigem Extensiv- und/oder Ökolandbau – ließe sich der Schutz der *Caucalidion*- und anderer Agroökosysteme effektiv umsetzen und sowohl die Artenvielfalt als auch die ökosystemare Bedeutung der Ackerlandschaften insgesamt wiederherstellen. Dabei ist die Ackerwildkrautflora ein ganz wesentlicher Indikator für die Artenvielfalt und das Ressourcenangebot in den Agrarlandschaften, denn von ihr und den für sie geeigneten Böden und Strukturen hängen die Lebensgemeinschaften der ackerbaulich geprägten Kulturlandschaft ab.

Eine weitere Option zur Erhaltung und Förderung von *Caucalidion*-Äckern bieten sogenannte Produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahmen (PIK) (DRUCKENBROD & MEYER 2013, DRUCKENBROD 2015) (Abb. 11). Da sie mehr Flexibilität in der Ausgestaltung und Umsetzung ermöglichen als bereits etablierte Instrumente, sind sie eine Chance für den Ackerwildkrautschutz. Wenn auf die Qualität der PIK-Maßnahmen hinsichtlich Flächenauswahl, Maßnahmengestaltung und Kontrolle (Monitoring) geachtet wird und die Landwirtinnen und Landwirte frühzeitig beteiligt und ihre Bedenken beachtet werden, haben PIK den großen Vorzug, sowohl für Landwirtschaft (Nutzflächenerhalt) als auch den Naturschutz (Artenschutz) vorteilhaft zu sein. Im Ergebnis sind PIK damit auch für Eingriffsverursacher von Vorteil. Beispiele mit über PIK gesicherte *Caucalidion*-Äcker sind in MEYER & LEUSCHNER (2015) zu finden.

Umwandlungen von *Caucalidion*-Äckern in andere Habitate wie Grünland oder Forstflächen sind zukünftig zu vermeiden, die extensive Weiterbewirtschaftung und „Habitatkontinuität“ für Landwirte attraktiv zu gestalten. Auf Pestizide und möglichst auch auf synthetische Stickstoffdünger ist dabei zu verzichten. Düngung vollkommen auszuschließen, wie in einigen Ackerwildkrautprogrammen (z. B. Niedersachsen) praktiziert, ist jedoch wenig zielführend und führt langfristig zunehmend zu verringerten Samenansätzen bei den Wildpflanzen; es sollte eine N-Erhaltungsdüngung (je nach Standort alle 3 bis 5 Jahre) in Form von Festmist (oder Leguminosen) angestrebt werden. Zur Erreichung lichter Getreidebestände scheint eine Reduktion der Aussaatdichte auf manchen Flächen sinnvoll – hier gilt die Faustregel: Je höher die Ackerzahl, desto sinnvoller ist eine Reduktion der Kulturpflanzendichte. Auch die regelmäßige Einschaltung von einjährigen (Schwarz)Brachejahren (jedoch nur, wenn die Flächen keine signifikanten Vergrasungstendenzen aufweisen) kann für Arten wie *Althaea hirsuta* und *Ajuga chamaepitys* förderlich sein (Abb. 12). Zukünftig stärker gefördert werden sollte der Anbau der Linse (*Lens culinaris*) auf *Caucalidion*-Standorten mit flachgründig-steinig-lehmigen Böden, der seit einigen Jahren z. B. in der Schwäbischen Alb wieder aufgenommen wurde. Bei ökologischen Anbauformen sind Kulturen dieser einjährigen Art völlig kompatibel mit dem Schutz der Ackerwildkraut-Vegetation, in diesem Falle Höhenformen des *Caucalido-Conringietum orientalis*.

Landwirtschaftliche Flächen in Natura 2000-Gebieten und Naturschutzgebieten, auch wenn diese keine relevanten FFH-Lebensraumtypen oder -Arten beherbergen, sollten generell naturschutzkonform bewirtschaftet werden. Diese Flächen können durchaus erheblich sein; so sind in Rheinland-Pfalz 4,7 % der Flächen von Natura 2000-Gebieten (SPA, FFH), etwa 18.000 ha, Ackerland (LFU RHEINLAND-PFALZ 2020).



Abb. 11. Im Rahmen einer PIK-Maßnahme langfristig gesicherter Schutzacker für Ackerwildkräuter bei Schirnwitz im Saale-Holzland-Kreis, Thüringen. Schon in den ersten beiden Jahren der ackerwildkrautkonformen Bewirtschaftung tauchten mit dem Kleinen Frauenspiegel (*Legousia hybrida*), dem Rundblättrigen Hasenohr (*Bupleurum rotundifolium*) und dem Einjährigen Ziest (*Stachys annua*) Arten aus der Diasporenbank des Bodens auf, die im dortigen Gebiet seit Jahrzehnten nicht mehr nachgewiesen worden waren (Foto: S. Meyer, 2011).

Fig. 11. This field near Schirnwitz (Saale-Holzland district, Thuringia) turned out to be a successful example of Integrated Compensation Measures combining crop production and nature conservation. Already in the first two years after the introduction of environmentally friendly crop cultivation rare arable plants not seen in decades in the area, such as *Legousia hybrida*, *Bupleurum rotundifolium* and *Stachys annua*, reappeared from the soil seed bank (Photo: S. Meyer, 2011).



Abb. 12. Selbstbegrünte Ackerbrache eines Kalkscherbenackers auf der Fränkischen Alb, mit *Ajuga chamaepitys* (Fotos: S. Meyer, 2009, 2013).

Fig. 12. Stony calcareous field in the Franconian Jura, Bavaria, self-vegetated after abandonment, with *Ajuga chamaepitys* (Photos: S. Meyer, 2009, 2013).

So wie für viele seltene Grünlandarten seit vielen Jahren in zahlreichen Projekten umgesetzt, sollten auch gefährdete Ackerwildkräuter regionaler dokumentierter Herkunft verstärkt in regionalen Samenbanken und Botanischen Gärten langfristig gesichert werden, wie beispielhaft seit vielen Jahren im Botanischen Garten der Universität Konstanz und auch im Alten Botanischen Garten der Universität Göttingen. Die Samen aus solchen Sammlungen können für gezielte Wiederansiedlungen, z. B. in Feldflorareservaten, genutzt werden, doch sollte man sich dabei bewusst sein, dass die genetische Diversität in sehr kleinen Populationen reduziert sein kann (BRÜTTING et al. 2013).

Des Weiteren sollte eine stärkere Beratung der Landwirtinnen und Landwirte, Maßnahmen zur Wertschätzung durch Öffentlichkeitsarbeit sowie eine stärkere Honorierung von Naturschutzleistungen durch die Förderung von lokaler und regionaler Vermarktung in ein gesamtheitliches Konzept zum Schutz der Ackerwildkräuter einfließen (LENERZ 2016, ANONYMOUS 2017, SCHNEIDER 2017).

10. Ausblick











Die Autoren dieser Übersichtsstudie zur Pflanzengesellschaft des Jahres 2022 haben in den letzten Jahrzehnten, je nach Alter in unterschiedlichem Ausmaß und mit unterschiedlichen Vergleichshorizonten, den beispiellosen Niedergang der natürlichen Vielfalt in verschiedensten Kulturlandschaften erlebt. Das Verschwinden der Mohnäcker (*Caucalidion*) auf kalkreichen Böden sind nur ein Beispiel dafür, allerdings ein erschreckendes. Das Ausmaß des Niedergangs der *Caucalidion*-Ackerökosysteme und was dabei verlorengegangen ist, haben wir in den vorhergehenden Abschnitten beschrieben und auch, was zu tun ist, um diese dramatische Entwicklung aufzuhalten und umzukehren. Einige Kernpunkte dafür und Voraussetzungen für naturschutzkonforme Agrarförderung im Bereich von Mohnäckern sind (siehe auch HAMPICKE 2014):

- Gesamtbetriebliche Beratung bei der Teilnahme an Förderprogrammen und gemeinsame Planung naturschutzfachlicher lokaler Maßnahmen mit den Landwirtinnen und Landwirten
- Ergebnisorientierte Honorierung von Naturschutzleistungen in der Landwirtschaft (wie beim Grünland, oder als Beispiel sei hier auf die Gemeinwohlprämie des Deutschen Verbands für Landschaftspflege (DVL 2020) hingewiesen, wodurch für Betriebe auch Anreize geschaffen werden, Umweltleistungen auf neuen Flächen zu erbringen)
- Ausweisung artenreicher Äcker mit *Caucalidion*-Vegetation als gesetzlich besonders geschützte Biotope oder Flächennaturdenkmäler
- Untersagung der Umwandlung von *Caucalidion*-Äckern
- Vorrang der Ackerwildkrautförderung bei Agrarumweltmaßnahmen in *Caucalidion*-Äckern vor Blühstreifenprogrammen, durch entsprechende Anpassungen und Priorisierungen bei der Förderkulisse
- Bei Agrarumweltmaßnahmen zur Förderung der Agrobiodiversität wie Randstreifenprogrammen möglichst breite Randstreifen vorsehen (mind. 24 m), um die Eignung als Bruthabitate von bodenbrütenden Vögeln der Agrarlandschaft zu erhöhen
- Ausweitung von Programmen zum Schutz ganzer Ackerschläge (Schutzäcker, Feldflorareservate), um das Ressourcenangebot und die Resilienz der Lebensgemeinschaften in Agrarlandschaften zu verbessern

- Flächendeckende Kartierung noch vorhandener artenreicher Äcker in allen Potenzialräumen, wie beispielhaft 2009 bis 2020 in Luxemburg, wo rund 1.900 naturschutzrelevante Äcker mit einer Gesamtfläche von ca. 4.400 ha kartiert worden sind (SICONA 2021)
- Gezielte naturraumbezogene und dokumentierte Wiederansiedlung von *Caucalidion*-Arten
- Verstärkte Förderung von artenschutzrelevanten Praktiken zur Saattiefe, Stoppelphase, Schwarzbrache, Pflege von Rainen und anderen Ökotonen.

Die Verknüpfung von Wasser-, Boden-, Klima- und Naturschutz sollte eine stärkere Einbindung in alle Schutzkonzepte finden (SCHNEIDER 2017). Zu den Zielen des Bundesnaturschutzgesetzes und der EU-Rahmenrichtlinien zum Naturschutz gehört die Erhaltung von Natur und Landschaft samt ihrer Biodiversität für die künftigen Generationen. Das beinhaltet die ökologische Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts auch und gerade in den von Menschen besonders geprägten Kulturlandschaften einschließlich der agrarisch genutzten. Die Funktionsfähigkeit der Kulturlandökosysteme ist nur nachhaltig, wenn ihre Böden so schonend und für ihre Lebewelt zuträglich genutzt werden, dass ihre Vielfalt und Nutzbarkeit auch den Generationen nach uns erhalten bleiben. Mit der jüngsten Entscheidung des Bundesverfassungsgerichts zur Klimaschutzgesetzgebung (BVERFG 2021) lässt sich mutatis mutandis auch für den langfristigen Schutz der Biodiversität und ihrer Lebensgrundlagen argumentieren, denn zu den Voraussetzungen für die Grund- und Freiheitsrechte, die künftigen Generationen zustehen, gehören nach unserer Auffassung neben ausreichenden Klimazielen auch eine intakte – und das kann nur heißen möglichst vollständige – Biodiversität, auch in den Ökosystemen der Agrarlandschaft.

ORCIDs

Erwin Bergmeier  <https://orcid.org/0000-0002-6118-4611>
 Hartmut Dierschke  <https://orcid.org/0000-0002-8955-926X>
 Werner Härdtle  <https://orcid.org/0000-0002-5599-5792>
 Thilo Heinken  <https://orcid.org/0000-0002-1681-5971>
 Norbert Hölzel  <https://orcid.org/0000-0002-6367-3400>
 Stefan Meyer  <https://orcid.org/0000-0002-1395-5004>
 Dominique Remy  <https://orcid.org/0000-0002-0735-5088>
 Simone Schneider  <https://orcid.org/0000-0003-3761-2054>
 Angelika Schwabe  <https://orcid.org/0000-0003-0698-5763>
 Sabine Tischew  <https://orcid.org/0000-0001-6995-5188>

Literatur

- ADE, A. (1941): Beiträge zur Kenntnis der Flora Mainfrankens – I. Herbarium Heller. – Ber. Bayer. Bot. Ges. 25: 86–107.
- ADE, A. (1943): Beiträge zur Kenntnis der Flora Mainfrankens – II. Herbar Emmert. – Ber. Bayer. Bot. Ges. 26: 86–117.
- ALBRECHT, H., CAMBECÈDES, J., LANG, M. & WAGNER, M. (2016): Management options for the conservation of rare arable plants in Europe. – Bot. Lett. 163: 389–415.
- ANONYMOUS (2017): Bartringer Erklärung zum Schutz der Ackerbiozönosen in Luxemburg; verabschiedet im Rahmen des Workshops „Schutz der gefährdeten Ackerflora und -fauna“, Bartringen, am 14. Juli 2017. – URL: https://sicona.lu/d/aktuelles/2017/Bartringer_Erklärung.pdf [Zugriff am 01.05.2021].

- ARNDT, O. & DIEMANN, R. (2001): Veränderung der Landnutzung im südlichen Harzvorland seit Beginn des 19. Jahrhunderts am Beispiel der Gemeinde Roßla. – *Hercynia* N.F. 34: 187–212.
- BACHTHALER, G. (1969): Entwicklung der Unkrautflora in Deutschland in Abhängigkeit von den veränderten Kulturmethoden. – *Angew. Bot.* 43: 59–69.
- BACHTHALER, G. & DANCAU, B. (1972): Die Unkrautflora einer langjährigen „Alten Dreifelderfruchtfolge“ bei unterschiedlicher Anbauintensität. – *Z. Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz, Sonderh.* 4: 141–147.
- BERGMEIER, E. (2020): Vegetation. – In: STRID, A., BERGMEIER, E. & FOTIADIS, G. (Eds.): *Flora and vegetation of the Prespa National Park, Greece*: 26–101. Society for the Protection of Prespa, Athens.
- BERGMEIER, E. & STRID, A. (2014): Regional diversity, population trends and threat assessment of the weeds of traditional agriculture in Greece. – *Bot. J. Linn. Soc.* 175: 607–623.
- BETTINGER, A. & FAUST, T. (2000): Die Ackerwildkraut-Gesellschaften des Saarlandes. – *Tuexenia* 20: 309–333.
- BFN (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ) (2021): Floraweb – URL: <https://www.floraweb.de/index.html> [Zugriff am 24.04.2021].
- BMU (BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT) (2007): Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt. – Silber Druck oHG., Niestetal: 180 pp.
- BOGENHARD, C. (1850): Taschenbuch der Flora von Jena oder systematische Aufzählung und Beschreibung aller in Ostthüringen wildwachsenden und kultivierten Phanerogamen und höheren Cryptogamen mit besonderer Berücksichtigung Ihres Vorkommens. – W. Engelmann, Leipzig: 483 pp.
- BOGUCKI, P. (1996): The spread of early farming in Europe. – *Am. Sci.* 83: 242–253.
- BÖNSEL, D., SCHMIDT, P. & BARTH, U.M. (2014): Von Venuskamm, Finkensame und Hasenohr – vom Aussterben bedrohte Ackerarten in Hessen. – *FENA-Skripte* 4: 2–114.
- BONN, S. & POSCHLOD, P. (1998): *Ausbreitungsbiologie der Pflanzen Mitteleuropas*. – Quelle & Meyer, Wiesbaden: 404 pp.
- BOROWIEC, S., KAUSSMANN, B. & KUDOKE, J. (1985): Zum Vorkommen eines *Euphorbio-Melandrietum* G. Müller 1964 im Raum Pyrsyce. – *Zesz. Nauk. Akad. Roln. Szczecinie, Ser. Nat.* 37: 125–136.
- BRÜTTING, C., HENSEN, I. & WESCHE, K. (2013): *Ex situ* cultivation affects genetic structure and diversity in arable plants. – *Plant Biol.* 15: 505–513.
- BUCHLI, M. (1936): Ökologie der Ackerunkräuter der Nordostschweiz. – *Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz* 19: 1–354.
- BURRICHTER, E. (1963): Das *Linarietum spuriae* Krusem. et Vlieger 1939 in der Westfälischen Bucht. – *Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem.* 10: 109–115.
- BVERFG (BUNDESVERFASSUNGSGERICHT) (2021): Beschluss des Ersten Senats vom 24. März 2021 – 1 BvR 2656/18 -, Rn. 1–27. – URL: http://www.bverfg.de/e/rs20210324_1bvr265618.html [Zugriff am 11.06.2021].
- CHAN, D.S.W., PROSSER, R.S., RODRIGUEZ-GIL, J.L. & RAINE, N.E. (2019): Assessment of risk to hoary squash bees (*Peponapis pruinosa*) and other ground-nesting bees from systemic insecticides in agricultural soil. – *Scientific Reports* 9: 11870. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-47805-1>.
- CHIFU, T. & IRIMIA, I. (2014): *Stellarietea mediae*. – In: CHIFU, T. & IRIMIA, I. (Eds.): *Diversitatea fitosociologică a vegetației României. II. Vegetația erbacee antropizată, B. Vegetația pionieră și a buruienșurilor* (Phytosociological diversity in the vegetation of Romania. II. Synanthropic vegetation, B. Herbaceous pioneer vegetation) [in Rumänisch]: 843–970. Institutul European, Iași.
- DVL (DEUTSCHER VERBAND FÜR LANDSCHAFTSPFLEGE) (Ed.) (2020): *Gemeinwohlprämie – Ein Konzept zur effektiven Honorierung der Umwelt- und Klimaschutzleistungen der Landwirtschaft innerhalb der Öko-Regelungen in der Gemeinsamen EU-Agrarpolitik (GAP) nach 2020*. – Entwickelt in Zusammenarbeit mit der Landwirtschaft, Wissenschaft und Verwaltung. DVL, Ansbach: 25 pp.
- DIERSSEN, K. (1996): *Vegetation Nordeuropas*. – UTB, Stuttgart: 838 pp.
- DRUCKENBROD, C. (2015): Produktionsintegrierte Kompensation (PIK) – Möglichkeiten und Akzeptanz im Ackerwildkrautschutz. – In: MEYER, S. & LEUSCHNER, C. (Eds.) (2015): *100 Äcker für die Vielfalt: 71–79. Initiativen zur Förderung der Ackerwildkrautflora in Deutschland*. – Universitätsverlag, Göttingen.

- DRUCKENBROD, C. & MEYER, S. (2013): Produktionsintegrierte Kompensation (PIK) in Thüringen – Landwirtschaftliche Akzeptanz und naturschutzfachliche Aufwertung von Ackerflächen. – Landschaftspf. Naturschutz Thüringen 50(1): 31–35.
- DUBYNA, D.V., DZYUBA, T.P., YEMEL'YANOVA, S.M. ... YAKUSHENKO, D.M. (2019): Prodromus Roslynnosti Ukrayiny. (Prodrome of the vegetation of Ukraine) [in Ukrainian]. – Ed. National Academy of Sciences of Ukraine, M.G. Kholodny Institute of Botany, Naukova dumka, Kyiv: 784 pp.
- EUROPEAN COMMISSION (2013): Interpretation Manual of European Union Habitats – EUR 28. European Commission DG Environment: 144 pp.
- EUROPEAN COMMISSION (2020): How the future CAP will contribute to the EU Green Deal, May 2020. – URL: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/attachment/865557/factsheet_cap_contribution_green_deal_en.pdf [Zugriff am 30.04.2021].
- FECHTLER, T., PAPE, F., GARDEIN, H. ... GRAU, F. (2021): Bemerkenswerte Wildbienen-Nachweise aus Südniedersachsen (*Hymenoptera: Apiformes*). – Ampulex 12: 54–70.
- FERRO, G., LUCCHESI, F. & SCAMMACCA, B. (1997): Studio fitosociologico sulla vegetazione segetale del Molise (Italia centrale) (Phytosociological study on the segetal vegetation of Molise (central Italy) [in Italienisch]. – Stud. Bot. 16: 91–133.
- FINCK, P., HEINZE, S., RATHS, U., RIECKEN, U. & SSYMANK, A. (2017): Rote Liste der gefährdeten Biotoypen Deutschlands. Dritte Fassung 2017. – Naturschutz Biol. Vielfalt 156: 1–637.
- FRIEBEN, B., PROLINGHEUER, U., WILDUNG, M. & MEYERHOFF, E. (2012): Aufwertung der Agrarlandschaft durch ökologischen Landbau. – Naturschutz Landschaftsplan. 44: 108–114, 154–160.
- GABA, S., REBOUD, X. & FRIED, G. (2016): Agroecology and conservation of weed diversity in agricultural lands. – Bot. Lett. 163: 351–354.
- GALL, M. & JOKISCH, S. (2010): Der Feldhamster in Hessen. – Artenschutzinfo Nr. 9, Hrsg. Hessen-Forst FENA: 19 pp.
- GEISBAUER, C. & HAMPICKE, U. (2013): Ökonomie schutzwürdiger Ackerflächen. Was kostet der Schutz von Ackerwildkräutern? – 2. überarbeitete Auflage. Studie erstellt im Rahmen des Schutzacker-Projekts, Greifswald: 50 pp.
- GERHARDS, R., DIETERICH, M. & SCHUMACHER, M. (2013): Rückgang von Ackerunkräutern in Baden-Württemberg – ein Vergleich von vegetationskundlichen Erhebungen in den Jahren 1948/49, 1975–1978 und 2011 im Raum Mehrstetten – Empfehlungen für Landwirtschaft und Naturschutz. – Gesunde Pflanz. 65(4): 151–160.
- GELIN, J.F. (1774): Abhandlung von Arten des Unkrauts auf Aeckern in Schwaben, und von dessen Benutzung. – Der Naturforscher 2. Stück: 90–125, 3. Stück: 103–126, 4. Stück: 80–110.
- GELIN, J.F. (1775): Abhandlung von Arten des Unkrauts auf Aeckern in Schwaben, und von dessen Benutzung. – Der Naturforscher 5. Stück: 76–101, 6. Stück: 132–164.
- GELIN, J.F. (1779): Abhandlung von den Arten des Unkrauts auf den Aeckern in Schwaben und dessen Benutzung in der Haushaltung und Arzeneykunst. Nebst einer Zugabe von der Ausrottung desselben und von einigen Werkzeugen zur Reinigung des Saatkorns. – Christian Gottfried Donatus, Lübeck: 408 pp.
- GOTTSCHALK, E. & BEEKE, W. (2014): Wie ist der drastische Rückgang des Rebhuhns (*Perdix perdix*) aufzuhalten? Erfahrungen aus zehn Jahren mit dem Rebhuhnschutzprojekt im Landkreis Göttingen. – Ber. Vogelschutz 51: 95–116.
- HÄRDTLE, W., BERGMEIER, E., FICHTNER, A. ... DIERSCHKE, H. (2020): Pflanzengesellschaft des Jahres 2021: Hartholz-Auenwald (*Ficario-Ulmetum*). – Tuexenia 40: 373–399.
- HAFFNER, P. (1960): Pflanzensoziologische und pflanzengeographische Untersuchungen im Muschelkalkgebiet des Saarlandes mit besonderer Berücksichtigung der Grenzgebiete von Lothringen und Luxemburg. – Naturschutz Landschaftspf. Saarland 2: 66–164.
- HAMPICKE, U. (2014): Fachgutachten über die Höhe von Ausgleichszahlungen für die naturnahe Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Nutzflächen in Deutschland – Überarbeitete und aktualisierte Fassung November 2014. – Michael-Otto-Stiftung, Hamburg: 34 pp.
- HAMPICKE, U. & GEISBAUER, C. (2015): Ökonomie schutzwürdiger Ackerflächen – Was kostet der Schutz von Ackerwildkräutern? – In: MEYER, S. & LEUSCHNER, C. (Eds.): 100 Äcker für die Vielfalt – Initiativen zur Förderung der Ackerwildkrautflora in Deutschland: 62–70. Universitätsverlag, Göttingen.
- HAND, R., THIEME, M. & Mitarb. (2020): Florenliste von Deutschland (Gefäßpflanzen), Ver. 11 (Mai 2020). – URL: <https://www.kp-butler.de/florenliste/index.htm> [Zugriff am 16. 04. 2021].

- HAVEMAN, R., SCHAMINÉE, J.H.J. & WEEDA, E.J. (1998): 30. *Stellarietea Mediae*. – In: SCHAMINÉE, J.H.J., WEEDA, E.J. & WESTHOFF, V. (Eds.): De Vegetatie van Nederland. Deel 4. Plantengemeenschappen van de kust en van binnenlandse pioniermilieus (The Vegetation of the Netherlands. Part 4. Plant communities of the coast and of inland pioneer habitats) [in Niederländisch]: 199–246. Opulus Press, Uppsala.
- HARZ, K. (1914): Flora der Gefäßpflanzen von Bamberg. – Ber. Naturforsch. Ges. Bamberg 22: 1–314.
- HILBIG, W. (1967): Die Ackerunkrautgesellschaften Thüringens. – Feddes Repert. 76(1–2): 83–191.
- HILBIG, W. (1973): Übersicht über die Pflanzengesellschaften des südlichen Teiles der DDR. VII. Die Unkrautgesellschaften der Äcker, Gärten und Weinberge. – Hercynia 10: 394–428.
- HILBIG, W. (2007): Die Haftdolden-Gesellschaft der Kalkäcker in Thüringen – Erinnerungen an einstige Blütenpracht. – Landschaftspf. Naturschutz Thüringen 44: 76–83.
- HOFMEISTER, H. (1975): Ackerunkrautgesellschaften des ostbraunschweigischen Hügellandes. – Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. 18: 25–39.
- HOFMEISTER, H. (1981): Ackerunkraut-Gesellschaften des Mittelleine-Innerste-Berglandes (NW-Deutschland). – Tuexenia 1: 49–62.
- HOFMEISTER, H. (1995): 28a. *Violenea arvensis*, Ackerwildkraut-Gesellschaften. – Naturschutz Landschaftspf. Niedersachs. 20(6): 23–49.
- HOFMEISTER, H. & GARVE, E. (2006): Lebensraum Acker. Repr. 2. Aufl. – Kessel, Remagen: 327 pp.
- HOLLAND, J.M., HUTCHINSON, M.A.S., SMITH, B. & AEBISCHER, N.J. (2006): A review of invertebrates and seed-bearing plants as food for farmland birds in Europe. – Ann. Appl. Biol. 148: 49–71.
- HÜPPE, J. (1987): Die Ackerunkrautgesellschaften in der Westfälischen Bucht. – Abh. Westf. Mus. Naturkd. 49: 3–119, + 6 Tab. + Abb. im Anhang.
- HÜPPE, J. & HOFMEISTER, H. (1990): Syntaxonomische Fassung und Übersicht über die Ackerunkrautgesellschaften der Bundesrepublik Deutschland. – Ber. Reinh.-Tüxen-Ges. 2: 61–81 + Anhang mit 2 Tab.
- HULINA, N. (2002): Contribution to the knowledge of segetal vegetation from Croatia. – Hacquetia 1: 205–208.
- ISRAEL, W., SCHEIBE, K.H. & DIEBEL, G.K. (1925/1926): Flora der Umgebung von Gera und der angrenzenden Gebietsteile. – Jahresber. Ges. Freunden Naturwiss. Gera 68–69: 27–144.
- JÄGER, E.J. (Ed.) (2016): Rothmaler – Exkursionsflora von Deutschland. Gefäßpflanzen: Grundband. 21. Aufl. – Springer, Berlin: 924 pp.
- JANSSEN, J.A.M., RODWELL, J.S., GARCIA CRIADO, M. ... VALACHOVIC, M. (2016): European Red List of Habitats. Part 2: Terrestrial and freshwater habitats. – European Union, Brussels. 38 pp.
- JOCE (1992): Directive 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages. – JOCE L 206 du 22.7.1992: 7–50.
- KLEYER, M., BEKKER, R.M., KNEVEL, I.C. ... PECO., B. (2008): The LEDA Traitbase: a database of life-history traits of the Northwest European flora. – J. Ecol. 96: 1266–1274.
- KLIKA, J. (1936): Studien über die xerotherme Vegetation Mitteleuropas. IV. Erläuterungen zur vegetationskundlichen Karte des Lovoš (Lobosch). – Beih. Bot. Centralbl., Abt. B, 55: 373–418.
- KNAPP, G. (1946): Die Ackerunkraut-Gesellschaften Mitteldeutschlands. – Vervielf. Mskr.: 49 pp. + 2 Karten.
- KNAPP, G. (1964a): Ackerunkraut-Vegetation im unteren Neckar-Land. – Ber. Oberhess. Ges. Natur-Heilkd. Gießen 33: 395–402.
- KNAPP, G. (1964b): Über die Unkraut-Vegetation auf einigen Halmfrucht-Äckern mit sehr kalk-reichen Böden im östlichen Hessen. – Ber. Oberhess. Ges. Natur-Heilkd. Gießen 33: 141–144.
- KOHLBRECHER, C., WESCHE, K., HILBIG, W. ... MEYER, S. (2012): Veränderungen in der Segetalflora am Kyffhäusergebirge in den letzten 50 Jahren (1961–2011). – Landschaftspf. Naturschutz Thüringen 49 (1): 1–9.
- KOHLER, F., VANDENBERGHE, C., IMSTEPF, R. & GILLET, F. (2011): Restoration of Threatened Arable Weed Communities in Abandoned Mountainous Crop Fields. – Restor. Ecol. 19: 62–69.
- KORSMO, E. (1930): Unkräuter im Ackerbau der Neuzeit – Biologische und Praktische Untersuchungen. – Julius Springer, Berlin: 560 pp.
- KRUSEMANN, G. & VLIEGER, J. (1939): Akkerassociaties in Nederland (Ackergesellschaften in den Niederlanden) [in Niederländisch]. – Nederlandsch Kruidkundig Archief. – Utrecht: Ned. Bot. Ver. 49: 327–398.

- KÜNITZ, J.G. (1780): Oeconomische Encyclopädie, oder allgemeines System der Staats-, Stadt-, Haus- und Landwirtschaft in alphabetischer Ordnung. Einundzwanzigster Teil. – Joachim Pauli, Berlin: 843 pp.
- KUHN, K. (1937): Die Pflanzengesellschaften im Neckargebiet der Schwäbischen Alb. – Hohenlohesche Buchhandl. Ferdinand Rau, Öhringen: 340 pp.
- LFU (LANDESAMT FÜR UMWELT) RHEINLAND-PFALZ (2020): Nutzungsverteilung für Natura 2000 in Rheinland-Pfalz (Fauna-Flora-Habitat- und Vogelschutzgebiete) – URL: https://natura2000.rlp-umwelt.de/pdf/Nutzung_2020_Natura2000.pdf [Zugriff am 02.05.2021].
- LANG, G. (1973): Die Vegetation des westlichen Bodenseegebietes. – Pflanzensoziologie 17: 461 pp.
- LAWESSON, J. (2004): A tentative annotated checklist of Danish syntaxa. – Folia Geobot. 39: 73–95.
- LENERZ, M. (2019): Konzeption zum Schutz gefährdeter Ackerwildkräuter in Luxemburg. – Bachelorarbeit Universität Kassel, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften, Witzenhausen: 128 pp.
- LIND, P. (2017): Erfolgreiche Umsetzung von Kompensationsmaßnahmen im Acker. – Vortrag im Rahmen der Exkursionstagung zum Schutz der Ackerwildkräuter am 14.06.2017 in Luxemburg. – URL: https://sicona.lu/d/aktuelles/2017/Patrick_Lind.pdf [Zugriff am 24.04.2021].
- LOSOSOVÁ, Z., OTÝPKOVÁ, Z., SÁDLO, J. & LÁNIKOVÁ, D. (2009): Jednoletá vegetace polních plevelů a ruderalních stanovišť (*Stellarietea mediae*) (Annual vegetation of arable land and ruderal habitats) [in Tschechisch]. – In: CHYTRÝ, M. (Ed.): Vegetace České republiky 2: Ruderalní, plevelová, skalní a suťová vegetace (Vegetation of the Czech Republic 2: Ruderal, weed, rock and scree vegetation): 73–205. Academia, Praha.
- MANTHEY, M. (2003): Vegetationsökologie der Äcker und Ackerbrachen Mecklenburg-Vorpommerns. – Diss. Bot. 373: 1–209, CD-ROM.
- MANTHEY, M. (2004): 18. Klasse: *Stellarietea mediae* Tx. & al. ex von Rochow 1951 – Ackerwildkrautfluren. – In: BERG, C., DENGLER, J., ABDANK, A. & ISERMANN, M. (Eds.): Die Pflanzengesellschaften Mecklenburg-Vorpommerns und ihre Gefährdung. Textband: 273–285. Weissdorn-Verlag, Jena.
- MAY, H. (1986): Die Ackerwildkrautflora auf Muschelkalk und Buntsandstein im Saarland. – Verh. Ges. Ökol. 14: 59–67.
- MEMORIAL (2017): Règlement grand-ducal du 11 septembre 2017 instituant un ensemble de régimes d'aides pour la sauvegarde de la diversité biologique en milieu rural. (Großherzogliche Verordnung vom 11. September 2017 zur Festlegung einer Reihe von Beihilfen zum Erhalt der Biodiversität im Offenland) [in Französisch]. – Mémorial A, Recueil de législation du Journal officiel du Grand-Duché de Luxembourg N° 863 du 11 septembre 2017: 1–70.
- METZING, D., HOFBAUER, N., LUDWIG, G. & MATZKE-HAJEK, G. (Eds.) (2018): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands. Pflanzen. – Naturschutz Biol. Vielfalt 70 (7): 1–784.
- MEYER, S. (2021): The status of arable plant habitats in Central Europe. – In: HURFORD, C., WILSON, P. & STORKEY, J. (Eds.): The changing status of arable habitats in Europe: 55–72. – Springer, Switzerland.
- MEYER, S., BERGMEIER, E., BECKER, T. ... LEUSCHNER, C. (2015): Detecting long-term losses at the plant community level – arable fields in Germany revisited. – Appl. Veg. Sci. 18: 432–442.
- MEYER, S. & GOTTWALD, F. (2020): Maßnahmenbedarf zur Erhaltung der Ackerwildkrautflora – Erkenntnisse aus der langjährigen Umsetzung. – In: OPPERMANN R, PFISTER S C, EIRICH A. (Eds.) Sicherung der Biodiversität in der Agrarlandschaft – Quantifizierung des Maßnahmenbedarfs und Empfehlungen zur Umsetzung: 145–155. Institut für Agrarökologie und Biodiversität (IFAB), Mannheim.
- MEYER, S., HILBIG, W., STEFFEN, K. & SCHUCH, S. unter Mitarbeit von ILLIG, H., LEUSCHNER, C., RODI, D. & VAN ELSEN, T. (2013): Ackerwildkrautschutz. Eine Bibliographie. – BfN-Skripten 351: 1–222.
- MEYER, S. & LEUSCHNER, C. (Eds.) (2015): 100 Äcker für die Vielfalt - Initiativen zur Förderung der Ackerwildkrautflora in Deutschland. – Universitätsverlag, Göttingen: 351 pp.
- MEYER, S., WESCHE, K., KRAUSE, B. ... LEUSCHNER, C. (2014): Diversitätsverluste und floristischer Wandel im Ackerland seit 1950. – Nat. Landsch. 89 (9/10): 392–398.
- MEYER, S., WESCHE, K., KRAUSE, B. & LEUSCHNER, C. (2013): Dramatic losses of specialist arable plants in Central Germany since the 1950s/60s – a cross-regional analysis. – Divers. Distrib. 19: 1175–1187.

- MUCINA, L. (1993): *Stellarietea mediae*. – In: MUCINA, L., GRABHERR, G. & ELLMAUER, T. (Eds.): Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil 1: Anthropogene Vegetation: 110–168. – Gustav Fischer, Jena.
- MUCINA, L., BÜLTMANN, H., DIERBEN, K. ... TICHÝ, L. (2016): Vegetation of Europe: Hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities. – *Appl. Veg. Sci.* 19: 3–264.
- MUEEF (MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE, ERNÄHRUNG UND FORSTEN RHEINLAND-PFALZ) (2018): Auf dem Weg zu mehr Bio in Rheinland-Pfalz - Erster Öko-Aktionsplan. – Mainz: 70 pp.
- MÜLLER, G. (1964): Die Bedeutung der Ackerunkrautgesellschaften für die pflanzengeographische Gliederung West- und Mittelsachsens. Teil II. – *Hercynia* 1: 127–166 + 213–313.
- NAUMANN, F. (1889–1892): Zur Flora von Gera. – Jahresbericht der Gesellschaft von Freunden der Naturwissenschaften in Gera 32–35: 87–104.
- NETZWERK PHYTODIVERSITÄT DEUTSCHLAND & BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (Eds.) (2013): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. – Landwirtschaftsverlag, Münster: 912 pp.
- NEYSTERS, T. (1997): Verlust von Standorten seltener Ackerpflanzen durch Bodenauftrag. – *ABU-Info* 21(1): 45–47.
- NEYSTERS, T. & REMMERT, M. (1998): Übererdung flachgründiger Kalkverwitterungsböden. Auswirkungen auf die Eigenschaften der Böden und die Entwicklung der Segetalflora und -vegetation – dargestellt am Beispiel des Raumes Soest-Erwitte. – *LÖBF-Mitteilungen* 1/1998: 73–80.
- NEZADAL, W. (1975): Ackerunkrautgesellschaften Nordostbayerns. – *Hoppea* 34: 17–149.
- NEZADAL, W. (1989): Unkrautgesellschaften der Getreide- und Frühjahrshackfruchtkulturen (*Stellarietea mediae*) im mediterranen Iberien. – *Diss. Bot.* 143: 1–205.
- OBERDORFER, E. (1983): Klasse: *Secalietea* Br.-Bl. 52. – In: OBERDORFER, E. (Ed.): Süddeutsche Pflanzengesellschaften Teil III. 2. Aufl.: 15–47. Fischer, Stuttgart.
- OBERDORFER, E. (2001): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 8. Aufl. – Ulmer, Stuttgart: 1056 pp.
- OPPERMANN, R., SUTCLIFFE, L.M.E., ARNDT, J. ... WIERSBINSKI, N. (2018): Naturwertfördernde Maßnahmen und Natur-Agrar-Beratung – fünf Anforderungen. – *Nat. Landsch.* 93(3): 120–124.
- PAPE, F. (2020): Change of the segetal flora in the district of Göttingen in the last century and the effectiveness of the field-margin programmes for their conservation since the late-1980s. – Masterarbeit Georg-August-Universität Göttingen: 86 pp.
- PFÜTZENREUTER, S. (1994): Ackerwildkrautgesellschaften Thüringens – Probleme der Taxonomie und Gefährdungseinschätzung. – *Naturschutz Landschaftspfl. Brandenbg., Sonderh.* 1/1994: 40–46.
- PINKE, G. (2000): Die Ackerwildkraut-Gesellschaften extensiv bewirtschafteter Felder in der Kleinen Ungarischen Tiefebene. – *Tuexenia* 20: 335–364.
- PINKE, G. & PÁL R. (2008): Phytosociological and conservational study of the arable weed communities in western Hungary. – *Plant Biosyst.* 142: 491–508.
- POTT-DÖRFER, B. & HECKENROTH, H. (1994): Zur Situation des Feldhamsters (*Cricetus cricetus*) in Niedersachsen. – *Naturschutz Landschaftspfl. Niedersachs.* 32: 5–23.
- RADEMACHER, B. & KOCH, W. (1972): Kulturartbedingte Veränderungen in der Unkrautflora eines Feldes von 1956 bis 1971. – *Z. Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz, Sonderh.* 6: 149–160.
- REINHARDT, R., HARPKE, A., CASPARI, S. ... SETTELE, J. (2020): Verbreitungsatlas der Tagfalter und Widderchen Deutschlands. – Ulmer, Stuttgart: 430 pp.
- RENNWALD, E. (Koord.) & Mitarb. (2002a): Rote Liste der Pflanzengesellschaften Deutschlands mit Anmerkungen zur Gefährdung. – *Schriftenr. Vegetationskd.* 35 („2000“): 393–592.
- RENNWALD, E. (Koord.) & Mitarb. (2002b): Verzeichnis der Pflanzengesellschaften Deutschlands mit Synonymen und Formationseinteilung. – *Schriftenr. Vegetationskd.* 35 („2000“): 121–391.
- RIEHL, S., ZEIDI, M. & CONRAD, N.J. (2013): Emergence of agriculture in the foothills of the Zagros Mountains of Iran. *Science* 341(6141): 65–67.
- RITSCHEL-KANDEL, G. (1988): Die Bedeutung der extensiven Ackernutzung für den Arten- und Biotopschutz in Unterfranken. – In: *Naturschutz in der Kulturlandschaft. Beiträge zum Artenschutz* 7. – *Schriftenr. Bayer. Landesamtes für Umweltschutz* 84: 207–218.
- RODWELL, J.S. (Ed.) (2000): Maritime communities and vegetation of open habitats. *British Plant Communities. Vol 5.* – Cambridge University Press: 528 pp.

- RÖSCH, M. (1998): The history of crops and crop weeds in south-western Germany from the Neolithic period to modern times, as shown by archaeobotanical evidence. – *Veg. Hist. Archaeobot.* 7: 109–125.
- RÖSCH, M. (2017): Aufstieg und Fall des *Caucalidion* in Mitteleuropa - Verlauf und Ursachen. Vortrag auf der 10. Exkursionstagung zum Schutz der Ackerwildkräuter am 06.07.2017 in Parlow/Brandenburg. – URL: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwi1qbrKyr7uAhUPTxUIHS5vALYQFjAAegQIBRAC&url=http%3A%2F%2Fwww.schutzaecker.de%2Ffiles%2Ffiles%2F%3F1233%26de&usg=AOvVaw15tPchnvVNvG9HvnjpaYv0> [Zugriff am 23.04.2021].
- RÖSCH, M. (2018): Evidence for rare crop weeds of the *Caucalidion* group in Southwestern Germany since the Bronze Age. – *Veg. Hist. Archaeobot.* 27: 75–84.
- SALISBURY, E. (1961): Weeds and aliens. – *New Naturalist* 43. Collins, London: 384 pp.
- SAVELSBERGH, E. (1981): Nachweis der Tännelkraut-Flur (*Kickxietum spuriae* Krusem. et Vlieg. 1939) im Schneeberggebiet nordwestlich von Aachen (TK 5202/1). – *Tuexenia* 1: 45–48.
- SCHEUCHL, E. & WILLNER, W. (2016): Taschenlexikon der Wildbienen Mitteleuropas. – Wiebelsheim, Quelle & Meyer: 917 pp.
- SCHMIDT, F. (1921): Die Landwirtschaft Nordthüringens und des Südharzes in Früheren Jahrhunderten. – *Aratora: Zeitschrift des Vereins für Heimatkunde, Geschichte und Schutz von Arten*: 24 pp.
- SCHNEIDER, S. (2017): Konzeption zum Schutz gefährdeter Ackerwildkräuter in Luxemburg – Maßnahmen zum Erhalt. – URL: https://sicona.lu/d/aktuelles/2017/Simone_Schneider.pdf [Zugriff am 01.05.2021].
- SCHUBERT, R. (2001): Prodrromus der Pflanzengesellschaften Sachsen-Anhalts. – *Mitt. florist. Kart. Sachsen-Anhalt, Sonderh.* 2: 1–688.
- SCHUBERT, R., HILBIG, W. & KLOTZ, S. (1995): Bestimmungsbuch der Pflanzengesellschaften Mittel- und Nordostdeutschlands. – Gustav Fischer, Jena: 403 pp.
- SCHUBERT, R. & MAHN, E.-G. (1968): Übersicht über die Ackerunkrautgesellschaften Mitteldeutschlands. – *Feddes Repert.* 80(2–3): 133–304.
- SCHUMACHER, W. (1977): Flora und Vegetation der Sötenicher Kalkmulde (Eifel). – *Decheniana, Beih.* 19: 1–215.
- SCHUMACHER, W. (1981): Artenschutz für Kalkackerunkräuter. – *Z. Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz, Sonderh.*: 95–100.
- SCHWABE, A., TISCHEW, S., BERGMEIER, E. ... DIERSCHKE, H. (2019): Pflanzengesellschaft des Jahres 2020: Borstgrasrasen. – *Tuexenia* 39: 287–308.
- SICONA (2021-): Datenbank der Kartierungen naturschutzrelevanter Ackerflächen im Südwesten und Westen Luxemburgs. Daten verfügbar im Geoinformationssystem sowie in der Recorder Luxemburg-Datenbank. – Naturschutzsyndikat SICONA, Luxemburg.
- ŠILC, U. (2005): Weed vegetation of the northern part of Ljubljansko polje. – *Hacquetia* 4: 161–171.
- STANIK, N., IVASCU, C.M., BRANDT, R. & ROSENTHAL, G. (2020): Traditional Ecological Knowledge als eine erweiterte Informationsbasis für den Naturschutz – illustriert an Beispielen zur Bewirtschaftung von artenreichem Grünland hessischer Mittelgebirgsregionen. – *Jahrb. Natursch. Hess.* 19: 115–121.
- STEFFAN-DEWENTER, I. (1997): Wildbienen in der Agrarlandschaft: Habitatwahl, Sukzession, Bestäubungsleistung und Konkurrenz durch Honigbienen. – Verlag Agrarökologie, Hannover: 134 pp.
- STICHLING, P. (1937): Die preußischen Separationskarten 1817–1881, ihre grenzrechtliche und grenztechnische Bedeutung. Bd. 7. – Sammlung Wichmann, Berlin: 164 pp.
- STORKEY, J., MEYER, S., STILL, K.S. & LEUSCHNER, C. (2012): The impact of agricultural intensification and land use change on the European arable flora. – *Proc. Royal Soc. B* 279: 1421–1429.
- STROBL, V., ALBRECHT, M., VILLAMAR-BOUZA, L., TOSI, S. NEUMANN, P. & STRAUB, L. (2021): The neonicotinoid thiamethoxam impairs male fertility in solitary bees, *Osmia cornuta*. – *Environ. Pollut.* 284. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.117106>.
- THEURILLAT, J.-P., WILLNER, W., FERNÁNDEZ-GONZÁLES, F. ... WEBER, H. (2021): International Code of Phytosociological Nomenclature. 4th ed. – *Appl. Veg. Sci.* 24: e12491. <https://doi.org/10.1111/avsc.12491>.
- TISCHEW, S., DIERSCHKE, H., SCHWABE, A. ... HÄRDTLE, W. (2018): Pflanzengesellschaft des Jahres 2019: Die Glatthaferwiese. – *Tuexenia* 38: 287–295.
- TRAUTNER, J. (2017): Die Laufkäfer Baden-Württembergs. 2 Bände. – Ulmer, Stuttgart: 848 pp.

- TUCK, S., WINQVIST, C., MOTA, F. ... BENGSSON, J. (2014): Land use intensity and the effects of organic farming on biodiversity: A hierarchical meta-analysis. – *J. Appl. Ecol.* 51: 746–775.
- ULLMANN, I. (1977): Die Vegetation des südlichen Maindreiecks. – *Hoppea, Denkschr. Regensb. Bot. Ges.* 36: 5–190.
- VON ROCHOW, M. (1951): Die Pflanzengesellschaften des Kaiserstuhls. – *Pflanzensoziologie* 8. – G. Fischer, Jena: 140 pp. + Tafeln.
- WEDECK, H. (1970): Ackerunkrautgesellschaften auf Kalkböden im östlichen Hessen. – *Ber. oberhess. Ges. Natur- Heilk., N.F., naturwiss. Abt.* 37: 131–139.
- WESTHUS, W. & HEINRICH, W. (1985): Bedeutung, Aufgaben und Ziele des Schutzes der Ackerunkräuter. – *Landschaftspfl. Naturschutz Thüringen* 22: 45.
- WESTRICH, P. (2019): Die Wildbienen Deutschlands. 2. Aufl. – Ulmer, Stuttgart: 824 pp.
- WHITE, J. & DOYLE, G. (1982): The vegetation of Ireland. A catalogue raisonné. – In: WHITE, J. (Ed.): *Studies on Irish Vegetation*: 289–368. – Royal Dublin Society, Dublin.
- WHITLAM, J., BOGAARD, A., MATTHEWS, R. ... CHARLES, M. (2018): Pre-agricultural plant management in the uplands of the central Zagros: the archaeobotanical evidence from Sheikh-e Abad. – *Veg. Hist. Archaeobot.* 27: 817–831.
- WIEDENROTH, E.-M. (1960): Vegetationskundliche Untersuchungen in der mitteldeutschen Ackerlandschaft. III. Die Ackerunkrautgesellschaften im Gebiet von Hainleite und Windleite. – *Wiss. Z. Univ. Halle, math.-nat. R.* 9: 333–362.
- WILLCOX, G. (2013): The roots of cultivation in southwestern Asia. – *Science* 341(6141): 39–40.
- WILLERDING, U. (1980): Zum Ackerbau der Bandkeramiker. – *Materialhefte zur Ur- und Frühgeschichte Niedersachsens* 16: 421–456.
- WILLERDING, U. (1986): Zur Geschichte der Unkräuter Mitteleuropas. – K. Wachholz, Neumünster: 382 pp.
- WILSON, P. & KING, M. (2003): *Arable plants – a field guide.* – English Nature and WildGuides, Old Basing, UK: 312 pp.
- WILSON, J.D., MORRIS, A.J., ARROYO, B.E. ... BRADBURY, R.B. (1999): A review of the abundance and diversity of invertebrate and plant foods of granivorous birds in northern Europe in relation to agricultural change. – *Agric. Ecosyst. Environ.* 70: 13–20.
- WISSKIRCHEN, R. & HAEUPLER, H. (1998): *Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands.* – Ulmer, Stuttgart: 765 pp.
- WOLFF, J.P. (1799): Wanderung auf die Rhön vom 06.–10. Juli 1795. – *Der Naturforscher* 28. Stück: 189–213.
- YOUSSEF, S., CAMBECÈDES, J. & VELA, E. (2020): Is the Mesopotamian region a main source of Western European segetal plants? – *Bot. Lett.* 167: 290–299.
- ZAUFT, H. (1932): *Wirtschaftsgeographie des östlichen Harzvorlandes.* – *Mitteilungen des Sächsisch-Thüringischen Vereins für Erdkunde zu Halle a. S., Beiheft* 2: 1–108.