

Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges. 25, 166-182. Hannover 2013

Veränderungen und Verarmung in der Offenlandvegetation Norddeutschlands seit den 1950er Jahren: Wiederholungsaufnahmen in Äckern, Grünland und Fließgewässern

– C. Leuschner, K. Wesche, S. Meyer, B. Krause, K. Steffen, T. Becker, H. Culmsee,
Göttingen –

Abstract

The marked erosion of botanical and zoological diversity in large parts of Central Europe's arable fields and managed grasslands in the course of agricultural intensification since the 1950s has been documented in many studies. However, widely lacking are cross-regional analyses which summarize both qualitative and quantitative changes that have taken place in the vegetation of the cultural landscape. The multi-disciplinary study *BioChange* uses the tool of repeated vegetation sampling in more than 1000 semi-permanent plots in 20 regions of the north German lowlands for analysing long-term vegetation change over the past 50 to 60 years in arable fields, moist and mesic grasslands, and in the macrophyte vegetation of running waters in order to compile a more or less representative picture of the biotic consequences of agricultural intensification for a large part of northern Germany's cultural landscape. The species richness per plot decreased by 71 % in the arable fields (field interior: from 24 to 7; median values), by 30 % in the grasslands (from 27 to 19) and by 19 % (from 4.7 to 3.8) in the running waters. Species richness on the species pool level decreased for arable fields and running waters by 23 and 27 %, respectively. In the grasslands, total species number remained stable, but >30 % of the species were turned over. The bulk of once widespread taxa with indicative value for specific communities revealed frequency declines across all relevés by 25 to 100 % resulting in the widespread lack of character species in all three investigated habitat types today.

Greatly increased land use pressure (in the running waters enhanced by river engineering works) in conjunction with widespread eutrophication has resulted in drastic changes in community composition. Nowadays, a few stress-tolerant N-demanding generalist species dominate in all three habitats at the expense of less tolerant specialist taxa that were replaced. The few winners with a total increase in frequency are some 20 species in the arable vegetation, about seven species in the grasslands, and two aquatic macrophytes. Combining the frequency data with information on habitat loss implies that many formerly widespread and characteristic species have suffered abundance decreases by 95 to 99 percent on the landscape level during the last 50-60 years, or have disappeared completely. These losses in common plant species are not sufficiently recorded by the official biodiversity monitoring programmes. The phytodiversity of northern Germany's arable fields and grasslands in many regions has approached the state of greatly impoverished residual communities in our times, resembling the botanical equivalent of the 'silent spring' predicted by Rachel Carson in 1962 for the agricultural landscapes of the future.

Zusammenfassung

Zahlreiche Untersuchungen belegen die starke Verarmung von Flora und Fauna in weiten Teilen des mitteleuropäischen Acker- und Grünlandes, die als Folge der landwirtschaftlichen Intensivierung in den letzten 50–60 Jahren stattgefunden hat. Bisher fehlen jedoch überregionale Analysen, die sowohl die qualitativen wie auch quantitativen Veränderungen in der Vegetation zusammenfassend darstellen. Im Rahmen des multidisziplinären Forschungsprogramms *BioChange* haben wir mittels vegetationskundlicher Wiederholungsaufnahmen in insgesamt 20 Gebieten des norddeutschen Tieflandes für mehr als 1000 Vegetationsbestände die langfristigen Veränderungen in der Vegetation des Ackerlandes, des mesophilen und Feuchtgrünlandes und der Fließgewässer für den Zeitraum seit den 1950/60er Jahren untersucht, um ein mehr oder weniger repräsentatives Bild für diese drei direkt von der agrarischen Intensivierung betroffenen Lebensräume zu erhalten. Die Artenzahl pro Plot sank im Median um 71 % in den Äckern (Feldinneres: von 24 auf 7 Arten; mediane Werte), um 30 % in den Grünländern (von 27 auf 19 Arten) und um 19 % (von 4.7 auf 3.8 Arten) in den Fließgewässern. Die Artenzahlen auf dem Niveau des regionalen *Species Pools* (kumulative Gesamtartenzahlen über alle Aufnahmen) sanken im Ackerland und bei der Makrophyten-Vegetation der Fließgewässer um 23 bzw. 27 %, während im Grünland die Gesamtartenzahl unverändert blieb, aber mehr als 30 % der ehemals vorhandenen Arten durch neue ersetzt wurden. Die überwiegende Mehrheit der ehemals verbreiteten gesellschaftstypischen Taxa zeigte in den Aufnahmen Stetigkeitsabnahmen um 25 bis 100 %, woraus in allen drei Lebensräumen ein weitgehendes Fehlen der Kennarten niederrangiger Syntaxa wie Assoziationen oder Verbänden in heutiger Zeit resultiert.

Stark gestiegener Nutzungsdruck verbunden mit Eutrophierung (in den Gewässern verstärkt durch wasserbauliche Maßnahmen) haben zu massiven Veränderungen in der Zusammensetzung der Pflanzengesellschaften mit Dominanz weniger störungstoleranter, besonders stickstoffbedürftiger Generalisten auf Kosten der weniger toleranten Spezialisten geführt. Im Ackerland fanden wir ungefähr 20 Taxa, die am Feldrand heute häufiger sind als ehemals im Feldinneren; im mesophilen und feuchten Grünland zeigten sich Frequenzzunahmen bei 7 Arten, in den Fließgewässern bei zwei Arten. Die Verknüpfung von Daten zur Stetigkeit und zum flächenhaften Habitatverlust macht es wahrscheinlich, dass im Acker- und Grünland Norddeutschlands viele ehemals häufige und charakteristische Arten 95 bis 99 % ihrer ehemaligen Bestandsgrößen auf Landschaftsebene seit den 1950er Jahren verloren haben oder ganz verschwunden sind. Diese Veränderungen werden von den staatlichen Monitoringprogrammen nur ungenügend abgebildet. Die Phytodiversität des norddeutschen Acker- und Grünlandes hat sich in weiten Regionen auf das Niveau von stark verarmten Rumpfgesellschaften abgesenkt und entspricht heute vielerorts dem botanischen Pendant des ‚*Silent spring*‘ aus Rachel Carson’s (1962) Prophezeiung.

1. Einleitung

Ungefähr die Hälfte der Fläche Deutschlands wird landwirtschaftlich genutzt (30 % Ackerland, 20 % Grünland) (BMELV 2010). Sowohl der Ackerbau als auch die Grünlandbewirtschaftung haben in den letzten 50 Jahren eine rasante Intensivierung erfahren (z.B. GREVILLIOT et al. 1998, JANNSENS et al. 1998, STOATE et al. 2001, BENTON et al. 2003, HÄRDITTE et al. 2006, POTTS et al. 2010, KRAUSE et al. 2011, KOHLBRECHER et al. 2012, MEYER et al. 2013). Verbesserte Bewirtschaftungsmethoden, ertragreichere Kulturpflanzenarten, die heute nahezu flächendeckende Anwendung von Pestiziden, vor allem aber stark angestiegene Düngermengen haben zu einer eindrucksvollen Erhöhung der Erträge von Weizen und anderer Kulturfrüchte seit Mitte des 20. Jahrhunderts geführt (STORKEY et al.

2012). So stiegen die N-Überschüsse auf Ackerland in Deutschland von 1950 bis in die 1980er Jahre um ungefähr das Vierfache und verblieben seitdem auf diesem hohen Niveau (ca. 120 kg N ha⁻¹ a⁻¹). Die P-Überschüsse erhöhten sich von 1950 bis 1980 um das Achtfache, konnten jedoch bis 2010 durch effizienteren Einsatz wieder bis auf das Nachkriegsniveau gesenkt werden (STATISTISCHES BUNDESAMT 2012).

Diese Erfolge der Landwirtschaft wurden mit hohen Umweltbelastungen erkaufte. Die intensive Landbewirtschaftung ist die wichtigste Ursache der Eutrophierung von Seen, Flüssen und küstennaher Nord- und Ostsee, sowie auch der atmosphärischen Deposition von reduzierten N-Verbindungen, die alle Ökosysteme Mitteleuropas nachhaltig beeinflusst (ELLENBERG & LEUSCHNER 2010). Weitere Umweltprobleme sind die Treibhausgasemissionen (vor allem von Lachgas), die Nitratbelastung des Grund- und Trinkwassers und die Bodenerosion. Vielleicht die gravierendste Auswirkung der modernen Landwirtschaft ist jedoch der negative Effekt auf die Artenvielfalt in der Kulturlandschaft, die seit 50 Jahren immer stärker verarmt und sich in Richtung auf eine lebensfeindliche Produktionslandschaft entwickelt hat (z.B. DONALD et al. 2001, TSCHARNTKE et al. 2005).

In zahlreichen Untersuchungen zur Flora und Fauna des Grünlandes und der Äcker wurde auf verschiedene Komponenten der Verarmung hingewiesen, insbesondere Abnahmen in der Artendichte und Größe der regionalen Artenpools, in der räumlichen Ausdehnung wertvoller Habitate der Agrarlandschaft und in der Häufigkeit einzelner Arten (ALBRECHT 1995, RIECKEN et al. 2006, SMART et al. 2006, PRACH 2008, WALZ 2008, WALKER et al. 2009, KOHLBRECHER et al. 2012). In den allermeisten Fällen handelte es sich um Studien mit regionalem Bezug, die nur begrenzt allgemeine Schlussfolgerungen ermöglichen. Monitoring-Daten zu langfristigen Populationsveränderungen existieren in der Agrarlandschaft zwar für Vögel (in Mitteleuropa z.B. seit den 1970er und 80er Jahren, DDA 2012, NABU 2013), nicht jedoch für Pflanzen und andere Tiergruppen. Zur Phytodiversität gibt es eine Vielzahl von Einzelinformationen zu langfristigen Veränderungen des mitteleuropäischen Grünlandes und der Äcker, jedoch keine belastbaren quantitativen Daten zu Vegetationsveränderungen über mehrere Jahrzehnte und über größere Landschaftsräume hinweg. Dies erschwert eine übergreifende Analyse und Bewertung des Effektes der intensiven Agrarproduktion auf die Vegetation. Im Hinblick auf die wahrscheinlich weiter fortschreitende Intensivierung in der Landbewirtschaftung in der Zukunft (HERDEN et al. 2012, LUICK & AMMERMAN 2012) ist eine derartige Gesamtschau dringend notwendig.

Die vorliegende Studie ist Teil des interdisziplinären Forschungsvorhabens *BioChange* am Lehrstuhl für Pflanzenökologie der Universität Göttingen, das das Ziel verfolgt, für große Gebiete der norddeutschen Kulturlandschaft repräsentative, einer statistischen Analyse zugängliche Zahlen über langfristige Veränderungen von Phytodiversität und Häufigkeit charakteristischer Arten zu liefern. Als Methode wurde die Wiederholung alter Vegetationsaufnahmen bzw. der Vergleich der alten mit den neuen Aufnahmen gewählt. Untersucht wurden die Kernlebensräume der Kulturlandschaft: Ackerland (Sandäcker, Lehmäcker, Kalkäcker), Kulturgrasland (Grünland in frischer und feuchter Ausprägung) und Fließgewässer verschiedener Größe als direkt von der agrarischen Nutzungsintensivierung beeinflusste Lebensräume. Die Untersuchungen konzentrierten sich auf die norddeutsche Tiefebene vom Mittelgebirgsrand nordwärts mit Schwerpunkt in den Bundesländern Niedersachsen und Sachsen-Anhalt sowie einzelnen Lokalitäten in Schleswig-Holstein, Thüringen, Brandenburg und Nordrhein-Westfalen. Die Flächenauswahl war bestimmt von der Verfügbarkeit geeigneter historischer Vegetationsaufnahmen aus dem Zeitraum 1940er bis frühe 1970er Jahre. Das verwendete historische Aufnahmematerial stammt überwiegend aus den 1950er und 1960er Jahren. Die Wiederholungsaufnahmen fanden in den Jahren 2008–2011 an möglichst denselben Örtlichkeiten unter Anwendung derselben Plotgröße statt.

Neben dem Artenreichtum eines Habitat-Typs hat sich im Zuge der Nutzungsintensivierung häufig auch die Ausdehnung des Habitats in der Kulturlandschaft verändert. Beide Komponenten des Lebensraumwandels beeinflussen die Häufigkeit der Pflanzenarten von Grünland, Acker und Fließgewässern. Soweit möglich haben wir daher auch historische Vegetationskarten und Luftbilder genutzt und diese mit aktuellen eigenen Kartierungen verglichen. Dies erlaubte es uns, Populationsgrößen-Veränderungen von Zielarten grob abzuschätzen. So konnten die Auswirkungen des agrarischen Landnutzungswandels auf die Vegetation nicht nur in qualitativer, sondern auch in quantitativer Hinsicht dargestellt und analysiert werden. Der Fokus lag dabei auf den ehemals weiter verbreiteten, aber für die Gesellschaften durchaus kennzeichnenden Arten, die meist in den Roten Listen noch nicht auftauchen, jedoch im Zuge der Nutzungsintensivierung oft starke Bestandsverluste erlitten haben.

2. Material und Methoden

Die Geländearbeiten wurden in den Sommermonaten 2008 (Grünländer), 2009 (Äcker) und 2010/2011 (Fließgewässer) in insgesamt 20 Gebieten Nordwest- und Nordostdeutschlands durchgeführt (zehn Gebiete für das Ackerland, fünf (plus ein geschütztes Referenzgebiet) für das Grünland und vier für die Fließgewässer; Abb. 1). Dabei wurden die Flächen mittels alter Ortsangaben bzw. mit einem GPS lokalisiert und die meisten Plots mehrfach aufgesucht (Tabelle 1). Die historischen Ackeraufnahmen fanden nur im Feldinneren statt und nutzten variable Aufnahmegrößen von 25 bis 100 m²; diese wurde in den rezenten Aufnahmen (durchgeführt sowohl im Inneren wie am Feldrand) ebenfalls verwendet. Die historischen Grünland- und Fließgewässeraufnahmen fanden überwiegend nach der Methode der präferentiellen Auswahl besonders ‚typischer‘ (d.h. artenreicherer) Bestände statt. Bei den rezenten Aufnahmen haben wir deshalb nicht unbedingt randomisiert, sondern auch präferentiell ausgewählt, um die Methodik nicht zu verändern (s. WESCHE et al. 2012, STEFFEN et al. 2013). Die Plotgröße in den historischen Aufnahmen variierte im Grünland zwischen 16 und >40 m², in den Fließgewässern sogar zwischen 1 und 100 m². Wir verwendeten die in den Quellen genannte Plotgröße und nahmen im Grünland etwa in der Hälfte der Aufnahmen

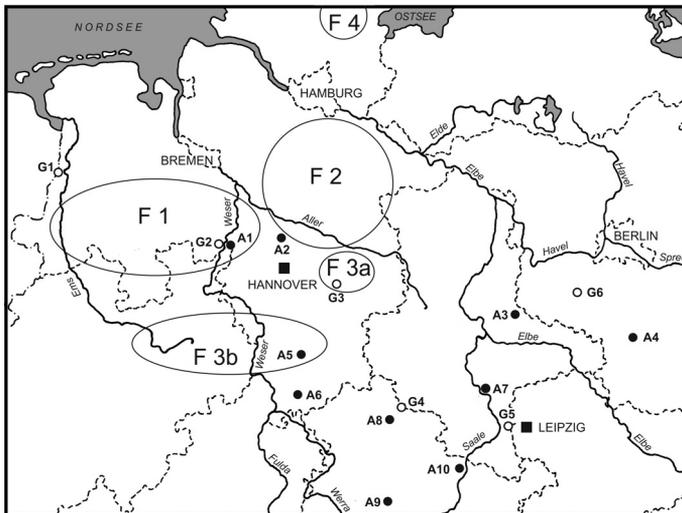


Abb. 1: Lage der 20 Untersuchungsgebiete im Ackerland (A1–A10), Grünland (G1–G6) und in den Fließgewässern (F1–F4) in Nord- und Mitteldeutschland.

Tab. 1: Lage der Untersuchungsgebiete, Jahr der historischen und rezenten Aufnahmen, Zahl der rezenten Aufnahmen und Quelle des historischen Materials. TA – Reinhold-Tüxen-Archiv Hannover.

Gebiets-Nr.	Ort	Bundesland	Geologie/Böden	Histor. Aufnahmen	Rezente Aufnahmen		Quelle historische Aufnahmen
					Jahr	Zahl	
Äcker							
A1	Reese bei Stolzenau/Weser	NS	sandig	1951	2009	31	Preisung 1952 TA
A2	Berkhof bei Hannover	NS	sandig	1955	2009	38	Jahns 1957 TA
A3	Nuthe/Nedlitz b. Dessau	ST	sandig	1956	2009	46	Jage unveröff.
A4	Luckau/Niederlausitz	BB	sandig	1960/61	2009	39	Fischer, Krausch, Illig, unveröff.
A5	südlich Göttingen	NS	lehmgig	1960	2009	37	Ernsting 1961 TA
A6	Erzhausen, Weserbergland	NS	lehmgig	1959	2009	45	Anonym, TA
A7	nordwestlich Halle/S.	ST	lehmgig	1958	2009	40	Plass 1960 MLU Halle/S.
A8	Hachelbich/Hainleite	TH	kalkreich	1956/57	2009	39	Wiedenroth 1960, FSU Jena
A9	Arnstadt/Plaue	TH	kalkreich	1959-62	2009	37	Hilbig unveröff. FSU Jena
A10	Saaletal nördl. Jena	TH	kalkreich	1959-61	2009	40	Hilbig unveröff. FSU Jena
Grünland							
G1	Dörpen, Ems-Aue	NS	Auenlehm	1954/55	2008	55	Ernsting et al. 1957
G2	Stolzenau, Weser-Aue	NS	Auenlehm	1950-54	2008	25	v. Hübschmann et al. 1954
G3	Braunschweig (Stichkanal)	NS	Auenlehm	1939/46	2008	40	Ellenberg 1952a,b
G4	Kelbra/Helme, westl. Kyffhäuser	TH	Auenlehm	1969	2008	61	Hundt 1969
G5	Ermitz, Elster-Luppe-Aue	ST	Auenlehm	1956/1967	2008	69	Gräfe 1967, Täglich 1956
G6	Dessau(Nedlitz) Nuthe-Aue	ST	Auenlehm	1958	2008	85	Hundt 1958
Fließgewässer							
F1	Ems-Hunte Region	NS	Reliefarme Altmoräne, Moore	1946	2010/2011	77	Alpers et al. TA
F2	Lüneburger Heide	NS	reliefreiche Altmoräne, bas.arm	1946, 1960er	2010/2011	109	Alpers TA, Weber-Oldecop 1969
F3	Nördl. Harzvorland, NRW	NS, NRW	Lössgebiete basenreich	1960er	2011	91	Weber-Oldecop 1969
F4	Ostholstein	SH	reliefreiche Jungmoräne, bas.reich	1936-1938	2011	61	Roll 1939

zusätzlich Plots von 50 m², in den Fließgewässern von 100 m² zu Vergleichszwecken auf. Die statistische Behandlung des Datenmaterials wurde detailliert in WESCHE et al. (2012), MEYER et al. (2013) und STEFFEN et al. (2013) beschrieben. Die Aufnahmen im Acker- und Grünland konzentrierten sich auf die Gefäßpflanzen, weil Kryptogamen in den historischen Aufnahmen meist unvollständig erfasst wurden. Bei den Gewässer-Makrophyten wurden nur die Hydrophyten sowie diejenigen Helophyten berücksichtigt, die in der Literatur als Charakterarten für Fließgewässergesellschaften genannt werden (hier: PREISING et al. 1994).

Die detaillierte kartographische Analyse der Ausdehnung verschiedener Grünlandhabitate erfolgte mittels historischer Vegetationskarten und Luftbilder, die (insbesondere im Gebiet der ehemaligen DDR) soweit nötig mit Hilfe von aktuellen Orthophotos georeferenziert wurden. Um einen einheitlichen Lebensraumschlüssel für alle Untersuchungsgebiete zu erhalten, wurde der Kartierschlüssel von v. Drachenfels (2004) für die historischen und aktuellen Grünlandkarten verwendet; die quantitativen und qualitativen Flächenveränderungen wurden dann mittels GIS analysiert (zu Details s. KRAUSE et al. 2011).

3. Ergebnisse

3.1 Veränderungen in den Artenpools und der Diversität

Alle drei untersuchten Lebensräume der norddeutschen Kulturlandschaft (Äcker, Grünland, Fließgewässer) zeigten grundsätzlich ähnliche Veränderungen im regionalen Gefäßpflanzen-Artenpool und in der Artenzahl pro Aufnahme­fläche zwischen den 1950er/60er Jahren und der Gegenwart (Tabelle 2; in den Fließgewässern wurden auch die Moose berücksichtigt). Basierend auf jeweils 300-400 historischen Aufnahmen, die 2008-2011 wiederholt wurden (Grünland: standardisiert auf 200 Aufnahmen), zeigten sich Reduktionen im regionalen Artenpool um 23 % im Ackerland (von 301 auf 233 Taxa) und um 27 % in den Fließgewässern (von 51 auf 37), während die regionale Gesamtartenzahl im mesophilen und feuchten Grünland mit 260-264 Arten offenbar unverändert geblieben ist, sich jedoch in der Zusammensetzung deutlich änderte. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass sich der hier betrachtete Artenpool der Äcker nur auf das Feldinnere bezieht und nicht die stärker von Arten benachbarter Lebensräume besiedelten Ackerränder einschließt.

Tab. 2: Größe des regionalen Artenpools in den untersuchten Gebieten, mediane Artenzahl pro Plot und Reduktion von Artenpool und Diversität in den vergangenen rund 60 Jahren in Prozent.

	Ackerland	Grünland	Fließgewässer
Untersuchte Gebiete	10	5 ¹	4
Zahl der Aufnahmen ²	392/392 ³	377/277	338/338
Artenpool ²	301/233	264/260 ⁴	51/37 ⁵
Reduktion des Artenpools	-23 %	konstant	-27 %
Artenzahl/Plot (Median) ²	24/7	27/19	4.7/3.8
Abnahme der Diversität	-71 %	-30 %	-19 %

¹ – nur Gebiete G2 – G6; ² – historisch/rezent; ³ – nur Aufnahmen aus dem Feldinneren; ⁴ – standardisiert für 200 Aufnahmen (Arten-Akkumulationskurve); ⁵ – beide Werte: nur hydrophytische Makrophyten

Weit größere Einbußen als im Artenpool wurden bei der Artenzahl pro Aufnahme­fläche über den 60-jährigen Untersuchungszeitraum registriert. Im Ackerland (Feldinneres) nahm die Artenzahl im Median von 24 auf 7 Taxa ab (-71 %), im Grünland von 27 auf 19 Taxa (-30 %) und in den Fließgewässern von 4.7 auf 3.8 (-19 %) (Abb. 2). Die Diversitätsrückgänge waren in den verschiedenen Regionen und in den Teillebensräumen (Sand-, Lehm-, Kalkäcker; mesophiles, feuchtes und Intensivgrünland; Fließgewässer mit unterschiedlicher Hydrographie und Chemismus) unterschiedlich stark.

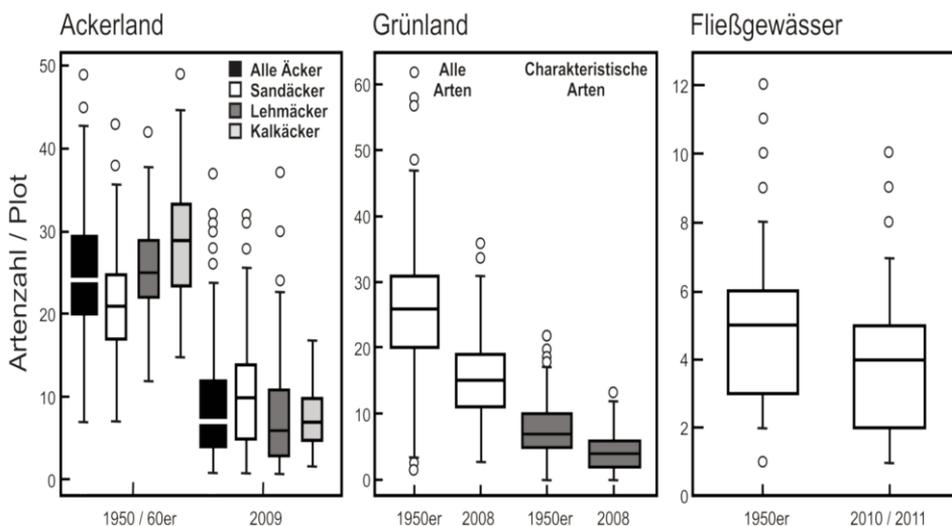


Abb. 2: Veränderungen in den Artenzahlen pro Plot im Zeitraum 1950er Jahre bis heute (2008 bis 2010/2011) im Ackerland (Feldinneres; drei verschiedene Ackertypen), Grünland (dargestellt sind entweder alle Arten oder nur die charakteristischen Arten für mesophiles und Feuchtgrünland) und in den Fließgewässern. Box-Whisker-Plot-Darstellung mit Median, 25- und 75%-Quartilen (Box), Maximum und Minimum (Striche) und Ausreißern (Punkte). Alle Unterschiede zwischen den zwei Epochen für eine Kategorie sind signifikant bei $P < 0.05$.

3.2 Veränderungen in der Stetigkeit der Arten und der Gesellschaftszusammensetzung

Vergleiche der Stetigkeit in den Aufnahmen der 1950er/60er Jahre und aktuellen Aufnahmen zeigen, dass viele ehemals verbreitete Arten der Äcker, des Grünlandes und der Fließgewässer heute nur noch selten vorkommen oder regional gänzlich verschwunden sind, obwohl sie nicht auf den Roten Listen der Bundesländer oder Deutschlands als gefährdet gelistet sind (Tabellen 3, 5 und 7). In den Sand-, Lehm- und Kalkäckern Nord- und Mitteldeutschlands nahmen 42 Arten signifikant und meist stark ab und sind heute sowohl im Feldinneren wie auch an den Rändern selten oder z.T. ganz verschwunden (Tabelle 3); weitere neun Taxa nahmen stark ab, sind allerdings an den Rändern noch relativ verbreitet. Für acht Arten fanden wir einen generellen Rückgang in der Stetigkeit, wenngleich sie noch relativ stet verbreitet sind. Weitere 16 Taxa zeigten im Feldinneren starke Stetigkeitsverluste, sind jedoch heute an den Rändern noch ähnlich verbreitet wie früher im Inneren. Im Grünland fanden wir 23 Arten mit signifikanten Stetigkeitsreduktionen zwischen 16 und 100 % (Tabelle 5).

Die Zahl der Gewinner (signifikante Stetigkeitszunahme) war relativ klein (20 Taxa im Ackerland mit Zunahme am Feldrand; im gesamten Grünland waren es 7 Arten; Tabellen 4 und 6). Die Makrophyten-Vegetation der Fließgewässer ließ ganz überwiegend Verlierer und nur wenige Gewinner erkennen: Für 18 Taxa fanden wir eine signifikante Stetigkeitsabnahme um 23 bis 100 %, nur für zwei Arten (*Elodea nuttallii* und *Myriophyllum spicatum*) eine signifikante Zunahme (Tabelle 7).

3.3 Veränderungen in der Häufigkeit der Habitate

Der landwirtschaftliche Strukturwandel hat in den letzten sechs Jahrzehnten zu einer starken Abnahme der gesamten Grünlandfläche geführt. Am Beispiel Niedersachsens lässt sich erkennen, dass sich die Grünlandfläche seit einem Maximum Mitte der 1960er Jahre nahezu halbiert hat (Abb. 3). Detaillierte Vergleiche von historischen und rezenten Vegetations- und

Tab. 3: Frequenz von Taxa der Segetalflora im Feldinneren (historisch und rezent) und am Feldrand (in Prozent der Aufnahmen) in vier Kategorien von Arten, die sich hinsichtlich ihrer Häufigkeitsveränderung seit den 1950er Jahren unterscheiden (Mittel der 10 Untersuchungsgebiete). RL NI und RL SA – Listung in den Roten Listen von Niedersachsen (GARVE 2004) und Sachsen-Anhalt (FRANK et al. 2004).

	Frequenz Inneres historisch	Frequenz Inneres rezent	Frequenz Rand rezent	RL NI	RL SA
Früher verbreitete, heute im Acker-Inneren und am Rand seltene oder fehlende Taxa					
<i>Adonis aestivalis</i>	16	1	5	2	3
<i>Aethusa cynapium</i>	11	6	9	-	-
<i>Agrostis stolonifera</i>	10	0	0	-	-
<i>Arabidopsis thaliana</i>	10	4	6	-	-
<i>Arnoseric minima</i>	16	0	0	2	2
<i>Atriplex patula</i>	22	0	0	-	-
<i>Avena fatua</i>	18	7	7	-	-
<i>Buglossoides arvensis</i>	13	0	3	3	-
<i>Campanula rapunculoides</i>	15	0	1	-	-
<i>Consolida regalis</i>	22	3	9	3	-
<i>Euphorbia exigua</i>	33	2	8	V	-
<i>Falcaria vulgaris</i>	11	2	8	-	-
<i>Fumaria officinalis</i>	21	3	7	-	-
<i>Galeopsis tetrahit</i>	19	1	6	-	-
<i>Galium tricornutum</i>	11	0	0	0	2
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	14	1	2	-	-
<i>Juncus bufonius</i>	11	1	1	-	-
<i>Lamium amplexicaule</i>	28	3	7	-	-
<i>Lathyrus tuberosus</i>	17	0	5	V	-
<i>Medicago lupulina</i>	16	1	4	-	-
<i>Mentha arvensis</i>	24	0	0	-	-
<i>Persicaria lapathifolia</i> agg.	15	5	7	-	-
<i>Persicaria maculosa</i>	16	2	4	-	-
<i>Plantago major</i> agg.	19	4	5	-	-
<i>Potentilla anserina</i>	11	0	1	-	-
<i>Ranunculus repens</i>	25	1	5	-	-
<i>Raphanus raphanistrum</i>	15	1	1	3	-
<i>Rumex acetosella</i>	21	3	9	-	-
<i>Scleranthus annuus</i> agg.	33	2	4	-	-
<i>Senecio vulgaris</i>	19	0	1	-	-
<i>Setaria viridis</i>	17	4	5	-	-
<i>Silene noctiflora</i>	21	1	1	3	-
<i>Sinapis arvensis</i>	43	3	6	-	-
<i>Sonchus arvensis</i> agg.	27	0	1	-	-
<i>Sonchus asper</i>	22	2	5	-	-
<i>Sonchus oleraceus</i>	25	3	5	-	-
<i>Spergula arvensis</i>	30	4	9	-	-
<i>Stachys palustris</i>	17	0	3	-	-
<i>Tussilago farfara</i>	15	1	1	-	-
<i>Veronica hederifolia</i> agg.	22	2	8	-	-
<i>Veronica polita</i>	15	2	5	-	-
<i>Viola tricolor</i> agg.	29	0	0	-	-
Früher verbreitete, heute im Acker-Inneren seltene, am Rand noch relativ verbreitete Taxa					
<i>Anagallis arvensis</i>	46	8	13	-	-
<i>Aphanes arvensis</i>	17	3	11	-	-

Fortsetzung Tab. 3:

<i>Arenaria serpyllifolia</i> agg.	17	3	10	-	-
<i>Equisetum arvense</i>	26	3	16	-	-
<i>Euphorbia helioscopia</i>	34	9	19	-	-
<i>Myosotis arvensis</i>	27	9	19	-	-
<i>Rumex crispus</i>	18	2	11	-	-
<i>Thlaspi arvense</i>	36	7	19	-	-
<i>Veronica arvensis</i>	27	9	19	-	-
Früher verbreitete Taxa, heute im Inneren und am Rand noch relativ verbreitet, aber zurückgehend					
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	56	25	35	-	-
<i>Centaurea cyaneus</i>	35	10	20	-	-
<i>Cirsium arvense</i>	62	13	41	-	-
<i>Fallopia convolvulus</i>	84	50	57	-	-
<i>Poa annua</i> agg.	19	10	13	-	-
<i>Polygonum aviculare</i> agg.	66	38	47	-	-
<i>Stellaria media</i>	57	16	23	-	-
<i>Taraxacum officinale</i> agg.	34	11	20	-	-
Früher (relativ) verbreitete Taxa, heute am Rand so häufig wie früher im Inneren					
<i>Achillea millefolium</i> agg.	12	2	23	-	-
<i>Anchusa arvensis</i>	10	3	9	-	-
<i>Apera spica-venti</i>	33	22	35	-	-
<i>Convolvulus arvensis</i>	50	11	41	-	-
<i>Daucus carota</i>	7	4	11	-	-
<i>Echinochloa crus-galli</i>	6	12	9	-	-
<i>Elymus repens</i>	50	22	60	-	-
<i>Erodium cicutarium</i>	17	7	17	-	-
<i>Lamium purpureum</i>	19	8	18	-	-
<i>Lapsana communis</i>	14	4	16	-	-
<i>Matricaria chamomilla</i>	19	9	16	-	-
<i>Papaver rhoeas</i>	35	15	36	-	-
<i>Veronica persica</i>	31	19	35	-	-
<i>Vicia angustifolia</i>	26	9	20	-	-
<i>Vicia hirsuta</i>	19	11	21	-	-
<i>Viola arvensis</i> agg.	67	51	62	-	-

Habitat-Verbreitungskarten in den fünf von uns studierten Grünlandgebieten demonstrieren weiterhin die dramatischen Veränderungen in der Häufigkeit der Habitate innerhalb des verbliebenen Grünlandes. Entsprechend der Auswahl der Untersuchungsgebiete in den Flusstalniederungen herrschten in den 1950er und 60er Jahren Feuchtgrünland und artenreiches mesophiles (frisches) Grünland vor. 2008 waren das Feuchtgrünland und das mesophile Grünland um fast 90% der ursprünglichen Fläche zurückgegangen, weil Transformationen in Intensivgrünland (heute im Mittel 36 %) und Ackerland (24 %) und andere Nutzungsformen stattgefunden hatten. Die Flächenstatistik für Niedersachsen spiegelt die starke Zunahme des überwiegend als vielschürige Mähweide genutzten Intensivgrünlandes (heute mehr als 70 % der Grünländer) wider, während weniger intensiv genutzte Wiesen und Weiden stark abgenommen haben (Abb. 3).

Tab. 4: Arten der Segetalflora, die heute in den 10 Untersuchungsgebieten am Feldrand in höherer Frequenz auftreten als in den 1950er Jahren im Feldinneren (Frequenzangaben in Prozent).

	Frequenz Inneres historisch	Frequenz Inneres rezent	Frequenz Rand rezent
<i>Alopecurus myosuroides</i>	2	8	17
<i>Arrhenatherum elatius</i>	0	1	36
<i>Artemisia vulgaris</i>	1	3	16
<i>Bromus hordeaceus</i> agg.	1	2	20
<i>Bromus sterilis</i>	0	15	55
<i>Conyza canadensis</i>	7	10	20
<i>Dactylis glomerata</i>	0	4	34
<i>Festuca rubra</i>	0	0	11
<i>Galium aparine</i>	36	30	59
<i>Geranium dissectum</i>	2	6	16
<i>Geranium pusillum</i>	12	17	43
<i>Hypericum perforatum</i>	1	3	14
<i>Lactuca serriola</i>	0	2	13
<i>Lolium perenne</i>	4	4	19
<i>Poa trivialis</i>	10	7	36
<i>Silene latifolia</i>	3	4	13
<i>Sisymbrium officinale</i>	2	8	15
<i>Tanacetum vulgare</i>	1	4	15
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	11	28	44
<i>Urtica dioica</i>	0	2	25

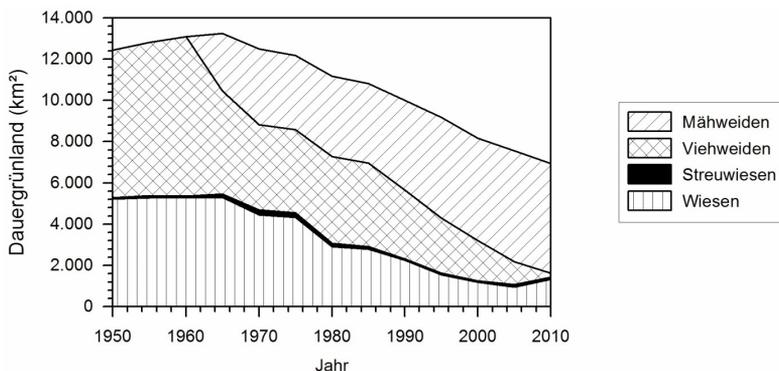


Abb. 3: Veränderung der Gesamtfläche des Dauergrünlandes und der Anteile der wichtigen Kulturgraslandtypen in Niedersachsen seit 1950 (nach Niedersächsisches Statistisches Landesamt).

Für das Ackerland liegen vergleichbare Strukturdaten für beide Zeitschnitte noch nicht vor. Zweifellos sind die Verluste an potentiell für Segetalpflanzen besiedelbaren Ackerhabitaten aber mindestens ebenso gravierend wie im Grünland, weil die intensive Ackerbewirtschaftung dazu geführt hat, dass das Feldinnere heute vom Gros der Segetalarten gar nicht mehr besiedelt wird. Die potentiell günstigeren Habitats an den Feldrändern, in denen die ackerbaulichen Intensivierungsmaßnahmen nicht so stark greifen und daher die Kulturfrucht meist weniger dicht steht, haben aufgrund der starken Vergrößerung der Schläge in ihrem relativen Anteil an der Gesamtackerfläche auf einen Bruchteil des Wertes von 1950 abgenommen (Abb. 4).

Tab. 5: Veränderung in der Frequenz von Taxa mit signifikant ($p < 0.05$) abnehmender Häufigkeit im Grünland in mindestens 3 der 5 Untersuchungsgebiete (Frequenzabnahme in Prozent des Wertes der 1950er Jahre). RL NI und RL SA – Listung in den Roten Listen von Niedersachsen (GARVE 2004) und Sachsen-Anhalt (FRANK et al. 2004).

	Frequenz historisch	Frequenz rezent	Abnahme (%)	RL NI	RL SA
<i>Achillea millefolium</i>	36	21	42	-	-
<i>Angelica sylvestris</i>	21	1	95	-	-
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	53	6	89	-	-
<i>Bellis perennis</i>	50	0	100	-	-
<i>Briza media</i>	7	0	100	3	-
<i>Caltha palustris</i>	16	1	94	3	-
<i>Cardamine pratensis</i>	56	9	84	-	3
<i>Centaurea jacea</i>	14	1	93	-	-
<i>Cirsium oleraceum</i>	25	21	16	-	-
<i>Cirsium palustre</i>	19	2	89	-	-
<i>Daucus carota</i>	25	7	72	-	-
<i>Festuca rubra</i>	53	14	74	-	-
<i>Galium uliginosum</i>	14	2	86	-	-
<i>Lathyrus pratensis</i>	33	16	52	-	-
<i>Leucanthemum vulgare</i>	20	4	80	-	-
<i>Myosotis scorpioides</i>	17	4	76	-	-
<i>Pastinaca sativa</i>	11	3	73	-	-
<i>Plantago lanceolata</i>	52	15	71	-	-
<i>Ranunculus acris</i>	62	18	71	-	-
<i>Rumex acetosa</i>	70	22	69	-	-
<i>Silene flos-cuculi</i>	58	10	83	-	-
<i>Trifolium pratense</i>	44	17	61	-	-
<i>Trifolium repens</i>	45	35	22	-	-

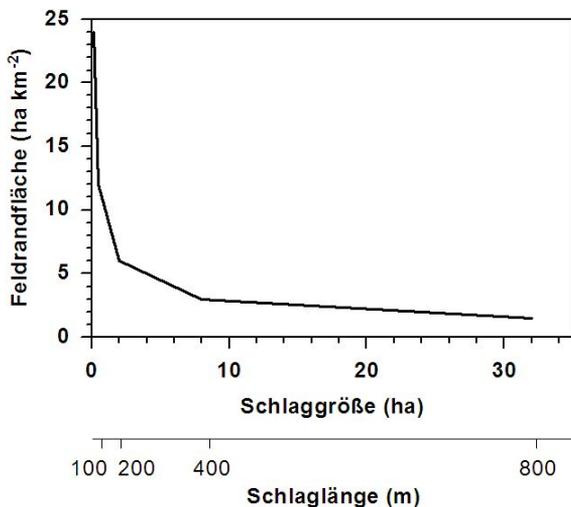


Abb. 4: Schematische Darstellung des Zusammenhanges zwischen der Schlaggröße (Fläche bzw. Seitenlänge) und der Fläche von Ackerrändern in einem km² Ackerland in einer Sequenz von kleinen (0.1 ha) zu großen Schlägen (32 ha). Annahme: rechteckige Felder mit Länge = 2 x Breite. Es wurde ein umlaufender Randstreifen von 2 m Breite als relevantes Habitat für die Segetalflora angenommen.

Tab. 6: Arten mit signifikant zunehmender Häufigkeit im Grünland der fünf Untersuchungsgebiete. Für Erläuterungen s. Tabelle 5.

	Frequenz historisch	Frequenz rezent	Zunahme (%)
<i>Cirsium arvense</i>	10	43	330
<i>Elymus repens</i>	19	32	68
<i>Lolium perenne</i>	17	35	106
<i>Persicaria amphibia</i>	6	20	233
<i>Phleum pratense</i>	20	26	30
<i>Rumex obtusifolius</i>	2	21	950
<i>Urtica dioica</i>	5	38	660

Tab. 7: Fließgewässer-Taxa mit signifikanter Abnahme oder Zunahme in der Frequenz (in Prozent aller Aufnahmen) seit den 1950er Jahren (Mittel der vier Untersuchungsgebiete). Die Signifikanzen wurden über eine Indicator Species Analysis (ISA) berechnet (s. STEFFEN et al. 2013).

	Frequenz historisch	Frequenz rezent	Abnahme (%)	RL NI	RL SA
ABNEHMENDE TAXA					
<i>Callitriche hamulata</i>	23.1	12.1	-48***	-	-
<i>Callitriche palustris</i> agg.	41.4	32.0	-23***	-	-
<i>Elodea canadensis</i>	39.9	20.4	-49***	-	-
<i>Juncus bulbosus fluitans</i>	2.7	0	-100**	-	-
<i>Lemna trisulca</i>	15.1	9.5	-37**	V	-
<i>Leptodictyum riparium</i>	5.9	0	-100***	-	-
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	9.5	4.4	-54***	3	R
<i>Nuphar lutea</i>	34.6	24.0	-31***	-	-
<i>Potamogeton alpinus</i>	5.3	0	-100***	V	3
<i>Potamogeton crispus</i>	18.3	7.4	-60***	-	-
<i>Potamogeton friesii</i>	9.5	0	-100***	3	2
<i>Potamogeton lucens</i>	10.9	3.0	-73***	3	3
<i>Potamogeton natans</i>	30.5	10.4	-66***	-	-
<i>Potamogeton pectinatus</i>	16.0	10.4	-35**	-	-
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	12.4	3.0	-76**	3	-
<i>Potamogeton pusillus</i>	6.8	3.6	-47**	-	3
<i>Ranunculus aquatilis</i> agg.	23.4	8.0	-66***	-	-
<i>Ranunculus fluitans</i>	4.7	2.4	-49*	3	3
ZUNEHMENDE TAXA					
<i>Elodea nuttallii</i>	0	19.8	++***	-	-
<i>Myriophyllum spicatum</i>	0.9	5.6	+622***	-	-

Art ohne Trend: *Chiloscyphus polyanthos*. Manche weitere Taxa zeigten in einzelnen Gebieten Ab- oder Zunahmen, nicht jedoch im gesamten Datenmaterial

4. Diskussion

Dass die landwirtschaftliche Intensivierung der letzten Jahrzehnte zu starken Abnahmen in der Artenvielfalt in der Kulturlandschaft Mitteleuropas geführt hat, ist aus zahlreichen Einzelstudien bekannt und spiegelt sich auch in den immer länger werdenden Roten Listen gefährdeter Pflanzen und Tiere mit Verbreitungsschwerpunkt im Acker- und Grünland wider

(z.B. LUDWIG & SCHNITTLER 1996, KORSCH & WESTHUS 2004, RISTOW et al. 2006). Unsere Untersuchung im Rahmen des *BioChange*-Projektes dürfte aber die erste sein, die mehr oder weniger repräsentative Zahlen basierend auf jeweils 4-10 Gebieten für die flächenmäßig wichtigsten Lebensräume der norddeutschen Offenlandschaft (Ackerland, Grünland, Fließgewässer) vorlegt. Damit wird erstmals der volle Umfang der Vegetationsveränderungen und Diversitätsverluste im Zuge der agrarischen Intensivierung der letzten 5-6 Jahrzehnte deutlich. Die Stärke der *BioChange*-Ergebnisse liegt nicht nur in der Betrachtung vieler Untersuchungsflächen und mehrerer Lebensräume, sondern auch in der Kombination von Information auf der Bestandsebene (Artenvielfalt und Artenzusammensetzung) mit solcher auf der Landschaftsebene (Verbreitung von Habitattypen). Damit werden für das Grünland und Ackerland zumindest grobe Abschätzungen von Abnahmen in der Populationsgröße auf Landschaftsebene möglich.

Frühere vegetationskundliche Untersuchungen im Grünland haben gezeigt, dass viele ehemalige Charakterarten schon in den 1960er und 70er Jahren selten geworden waren, so z.B. viele Kennarten nordwestdeutscher Weiden (MEISEL 1970). Auch die Verarmung der Segetalflora wurde schon in den 1950er und 1960er Jahren registriert (z.B. GRADMANN 1950, TÜXEN 1962, MEISEL 1966). Relativ viel Aufmerksamkeit erfuhr die Abnahme der auch damals schon eher selteneren Arten, die sich beispielsweise in floristischen Kartierungen durch eine geringer werdende Besetzung von Rasterfeldern äußert (HILBIG et al. 1974, GARVE 2007). Ungenügende quantitative Daten besitzen wir dagegen für die vielen früher häufigen Spezialisten der Äcker, Wiesen, Weiden und Fließgewässer, die in Rasterkartierungen noch verbreitet erscheinen, in Wahrheit aber stark in ihren Beständen zurück gehen, wie erfahrene Vegetationskundler dies bereits seit Längerem registriert haben.

Die *BioChange*-Ergebnisse zeigen, dass in allen drei Lebensräumen jeweils die große Mehrzahl der steten und für die Gesellschaften kennzeichnenden Arten starke Frequenzabnahmen (zwischen 25 und 100 %) erlitten haben, während jeweils nur eine kleine Zahl von Arten Gewinner des Landschaftswandels sind. Im Ackerland fanden wir rund 20 Taxa, die sich, allerdings nur an den Feldrändern, erfolgreich halten und zu einem Teil herbizidresistente, nitrophytische und zugleich sehr plastische Sippen darstellen (MENNE et al. 2008, AAVIK & LIIRA 2009). Im Grünland haben 7 Arten überregional signifikant zugenommen, typischerweise mahd- und verbissstolerante, durch N stark geförderte, windbestäubte Arten (Poaceae und produktive Kräuter). Unsere aktuellen Diversitätszahlen für das Grünland (Artenzahl im Median pro Plot: 19) liegen noch über den Werten von OPPERMAN et al. (2009) für zufällig ausgewähltes norddeutsches Grünland (10–15), vermutlich weil diese Autoren einen höheren Anteil von Intensivgrünland als in unserer Studie untersucht haben. In den Fließgewässern haben wir neben zahlreichen Abnahmen nur wenige Zunahmen (*Elodea nuttallii* und *Myriophyllum spicatum*) und eine generell ansteigende Bedeutung der Lemniden verzeichnet. Eutrophierung und wasserbauliche Eingriffe haben die Trübung und die Störungsintensität erhöht und an der Oberfläche flottierende Arten gegenüber submersen Lebensformen begünstigt (STEFFEN et al. 2013).

Die strukturellen Veränderungen in den drei Lebensräumen lassen sowohl Gemeinsamkeiten als auch Unterschiede in der Reaktion auf die Eingriffe erkennen. Störungstolerante und durch N (und oft wohl auch durch P) besonders geförderte Generalisten setzten sich stets gegenüber weniger toleranten und weniger nährstoffbedürftigen Spezialisten durch. Die Artenzahl pro Aufnahmefläche nahm in allen drei Lebensräumen deutlich ab (um 20–70 %). Nur im Ackerland und in den Fließgewässern stellten wir jedoch auch deutliche Reduktionen im regionalen Artenpool fest, während im Grünland der Gesamt-Artenbestand offenbar gleich groß blieb. Allerdings verschwand auch hier rund ein Drittel der Arten; sie wurden durch neu hinzutretende Sippen ersetzt. Die insgesamt geringeren Verluste lassen sich damit erklären,

dass im Grünland trotz der flächendeckenden Intensivierung meist noch in kleinem Umfang günstige Habitate für das mesophile und Feuchtgrünland übrig geblieben sind, in denen Restpopulationen der charakteristischen Arten überdauern konnten. Solche Refugien fehlen im Ackerland heute fast vollständig und auch in den Fließgewässern sind als Folge der umfassenden Eutrophierung und wasserbaulichen Eingriffe kaum Habitate für oligo- bis mesotraphente, auf strömungsarme Standorte spezialisierte Taxa verblieben.

Unsere Daten zur Stetigkeitsabnahme der Arten in den Zielhabitaten und zum Rückgang der Habitatfläche erlauben grobe Abschätzungen der Abnahme der Populationsgröße charakteristischer Taxa auf Landschaftsebene. Für das mesophile und Feuchtgrünland ergeben sich aus dieser einfachen Rechnung in den Untersuchungsgebieten wahrscheinliche Häufigkeitsverluste von 95 bis >99 %, die vor allem aus dem Verlust an geeigneter Habitatfläche und zu einem kleineren Teil aus Rückgängen in der Stetigkeit resultieren (WESCHE et al. 2009). Dies schließt ehemals weit verbreitete und häufige Arten wie z.B. *Anthoxanthum odoratum*, *Bellis perennis*, *Leucanthemum vulgare*, *Ranunculus acris*, *Cirsium palustre*, *Caltha palustris*, *Silene flos-cuculi* und *Rumex acetosa* ein. Wenn auch manche dieser Taxa außerdem in anderen Habitaten als den untersuchten vorkommen (das Ruchgras z.B. in bodensauren Magerrasen und das Gänseblümchen in Parkrasen) und deshalb auf Landschaftsebene noch weitere Vorkommen besitzen, so sind doch unter den Verlierern viele Arten, die weitgehend auf das mesophile und Feuchtgrünland beschränkt sind. Diese Taxa müssen mit dem Lebensraumverlust zwangsläufig drastisch abgenommen haben. Manche Arten haben auch in Sekundärlebensräumen mit geringerem Nutzungsdruck (z.B. an Straßenrändern oder in Brachen) Refugien gefunden; andere charakteristische Arten der extensiv genutzten Wiesen und Weiden konnten dagegen nicht ausweichen.

Bei den Segetalarten mit enger Anpassung an die extensive Ackernutzung und bestimmte Fruchtarten sind die Ausweichmöglichkeiten auf andere Lebensräume viel geringer. Geht man davon aus, dass in den 1950er Jahren die meisten Äcker noch in ihrem Feldinneren und damit auf ganzer Fläche eine relativ artenreiche Segetalflora beherbergten, dann lässt sich grob abschätzen, dass die von Ackerwildkräutern besiedelbaren Habitate auf jene 1–5 % der Ackerlandfläche reduziert wurden, die bei heutiger Schlaggröße in der Ackerlandschaft auf Feldränder entfallen (s. Abb. 4). Kombiniert man die Stetigkeitsabnahmen von bis zu 70 % mit diesen Verlusten an potentiell besiedelbarer Fläche, dann ergeben sich für die Segetalarten in gleicher Weise wahrscheinliche Populationsreduktionen in der Größenordnung von 95 bis >99 % seit den 1950er Jahren.

5. Schlussfolgerungen

Unser umfangreiches Datenmaterial lässt die Schlussfolgerung zu, dass die große Mehrzahl der ehemals für das Grünland und Ackerland kennzeichnenden Pflanzenarten im Zuge der landwirtschaftlichen Intensivierung in den letzten 50–60 Jahren Häufigkeitsabnahmen in den Zielhabitaten in der Größenordnung von 95–100 % erlitten haben. Das gilt nicht nur für jene als gefährdet gelisteten Taxa, die regional vollständig verschwunden sind, sondern auch für ehemals häufige Arten, die mit den staatlichen Monitoring-Instrumenten meist nicht registriert werden. Für Fließgewässer fehlen bisher quantitative Angaben zu Habitatverlusten, aber es ist anzunehmen, dass die Veränderungen denen im Acker- und Grünland ähneln. Weite (aber nicht alle) Teile der modernen, von industriellem Ackerbau und intensiver Mähweidewirtschaft geprägten Kulturlandschaft Norddeutschland besitzen heute eine pflanzliche Diversität (7–10 Arten/Plot im Ackerland, 15–20 Arten im Grünland), die einer Agrarwüste sehr nahe kommt. Dieser Zustand entspricht auf botanischer Seite weitgehend dem ‚*Silent spring*‘, den Rachel Carson 1962 in ihrer düsteren Vision für die Kulturlandschaft vorhersagte.

Danksagung

Wir danken dem Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur für finanzielle Unterstützung des Vorhabens *BioChange* im Rahmen des 1b Exzellenzclusters „Funktionale Biodiversitätsforschung“, der Deutschen Bundesstiftung Umwelt für die Finanzierung des Vorhabens „100 Äcker für die Vielfalt“ und der Helene und Rudolf Glaser-Stiftung für Zuwendungen im Rahmen des Projektes Biodiversität in der Agrarlandschaft. Bernd Raufeisen fertigte dankenswerterweise die Karte und die Grafiken an.

Literatur

- AAVIK, T. & J. LIIRA (2009): Agrotolerant and high nature-value species – plant biodiversity indicator groups in agroecosystems. – *Ecological Indicators* **9**: 892–901.
- ALBRECHT, H. (1995): Changes in the arable weed flora of Germany during the last five decades. – *Proceedings of the 9th EWRS-Symposium, Budapest*, S. 41–48.
- BENTON, T.G., VICKERY, J.A. & J.D. WILSON (2003): Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? – *Trends in Ecology & Evolution* **18**: 182–188.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (BMELV) (2010): Die deutsche Landwirtschaft – Leistungen in Daten und Fakten. Berlin.
- CARSON, R. (1962): *Silent Spring*. – Houghton Mifflin, Boston.
- DACHVERBAND DEUTSCHER AVIFAUNISTEN (DDA) (SUDFELDT, C., DRÖSCHMEISTER, R., WAHL, J., BERLIN, K., GOTTSCHALK, T., GRÜNEBERG, C., MITSCHKE, A. & S. TRAUTMANN) (2012): Vogelmonitoring in Deutschland - Programme und Anwendungen. – *Naturschutz und Biologische Vielfalt* **119**: 1–257.
- DONALD, P.F., GREEN, R.E. & M.F. HEATH (2001): Agricultural intensification and the collapse of Europe's farmland bird populations. – *Proceedings of the Royal Society Series B* **268**: 25–29.
- ELLENBERG, H. (1952a): Auswirkungen der Grundwassersenkung auf die Wiesengesellschaften am Seitenkanal westlich Braunschweig. – *Angewandte Pflanzensoziologie* **6**: 1–46.
- ELLENBERG, H. (1952b): Karte der Wiesengesellschaften am Seitenkanal westlich Braunschweig. Aufgenommen von W. Becker (1939), H. Ellenberg und R. Hölscher (1939 u. 1946), 46 S. – Zentralstelle für Vegetationskartierung, Stolzenau (Weser).
- ELLENBERG, H. & LEUSCHNER C. (2010): *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*. 6. Aufl. – Ulmer, Stuttgart. 1334 S.
- ERNSTING, W., HÜBSCHMANN, A. v. & K. MEISEL (1957): Vegetationskarte des Emstales bei Ahlen. Acker und Grünland aufgenommen 1955 (Wald von W. Lohmeyer bearbeitet von K. Meisel). – Bundesanstalt für Vegetationskartierung, Stolzenau (Weser).
- FRANK, D., HERDAM, H., JAGE, H., JOHN, H., KISON, H.-U., KORSCH, H. & J. STOLLE (2004): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen (*Pteridophyta* et *Spermatophyta*) des Landes Sachsen-Anhalt. – *Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt* **39**: 91–110.
- GARVE, E. (2004): Rote Liste und Florenliste der Farn- und Blütenpflanzen in Niedersachsen und Bremen, 5. Aufl. – Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen, Hannover.
- GARVE, E. unter Mitarbeit von A. SCHACHERER, E. BRUNS, J. FEDER & T. TÄUBER (2007): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen in Niedersachsen und Bremen. – *Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen* **H. 43**, 507 S.
- GRADMANN, R. (1950): *Die Pflanzenwelt der Schwäbischen Alb*. Band 1. 4. Auflage. – Strecker & Schroeder, Stuttgart.
- GRÄFE, G. (1967): Die Feuchtigkeitsverhältnisse unter den Wiesengesellschaften im östlichen Teil der Elster-Luppe-Aue. – nicht veröffentlichte Diplomarbeit, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.
- GREVILLIOT, F., KREBS, L. & S. MULLER (1998): Comparative importance and interference of hydrological conditions and soil nutrient gradients in floristic biodiversity in flood meadows. – *Biodiversity and Conservation* **7**: 1495–1520.
- HÄRDITZ, W., REDECKER, B., ASSMANN, T. & H. MEYER (2006): Vegetation responses to environmental conditions in floodplain grasslands: prerequisites for preserving plant species diversity. – *Basic and Applied Ecology* **7**: 280–288.

- HERDEN, C., GEIGER, S. & E. MILASAUSKAITE (2012): Regionale Auswirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energien auf Natur und Landschaft. – *Natur und Landschaft* **87**: 531–537.
- HILBIG, W., MAHN, E.-G. & G. MÜLLER (1974): Zur Verbreitung von Ackerunkräutern im südlichen Teil der DDR. 2. Folge. – *Wissenschaftliche Zeitschrift der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg* **23**: 5–57.
- HUNDT, R. (1958): Die Wiesenvegetation der Nutheniederung bei Nedlitz, Grimme und Polenzko. – *Wissenschaftliche Zeitschrift der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg* **7**: 159–190.
- HUNDT, R. (1969): Wiesenvegetation, Wasserverhältnisse und Ertragsverhältnisse im Rückhaltebecken bei Kelbra an der Helme. – *Mitteilungen des Instituts für Wasserwirtschaft* **30**: 3–99.
- JAHNS, W. (1957): Erläuterungen zur Vegetations- und Wasserstufenkarte des Einzugsgebietes der Wasserwerke Elze und Berkhof. – Unveröff. Bericht, Tüxen-Archiv, Hannover.
- JANSENS, F., PEETERS, A., TALLOWIN, J.R.B., BAKKER, J.P., BEKKER, R.M., FILLIAT, F. & M.J.M. OOMES (1998): Relationship between soil chemical factors and grassland diversity. – *Plant and Soil* **202**: 69–78.
- KOHLBRECHER, C., WESCHE, K., HILBIG, W., LEUSCHNER, C. & S.MEYER (2012): Veränderungen der Segetalvegetation am Kyffhäusergebirge in den letzten 50 Jahren. – *Landschaftspflege und Naturschutz in Thüringen* **49**: 1–9.
- KORSCH, H. & W. WESTHUS (2004): Auswertung der Floristischen Kartierung und der Roten-Listen Thüringens für den Naturschutz. – *Hausknechtia* **10**: 3–67.
- KRAUSE, B., CULMSEE, H., WESCHE, K., BERGMEIER, E. & C. LEUSCHNER (2011): Habitat loss of floodplain meadows in north Germany since the 1950s. – *Biodiversity and Conservation* **20**: 2347–2364.
- LUDWIG, B. & M. SCHNITTLER (Red.) (1996): Rote Liste gefährdeter Pflanzen Deutschlands. – *Schriftenreihe für Vegetationskunde* **28**: 1–744.
- LUICK, R. & K. AMMERMANN (2012): Nachhaltigkeitskriterien für die energetische Biomasseerzeugung: Wo stehen wir? Wo müssen wir hin? – *Natur und Landschaft* **87**: 538–542.
- MEISEL, K. (1966): Ergebnisse von Daueruntersuchungen in nordwestdeutschen Ackerunkrautgesellschaften. In: Tüxen, R. (Hrsg.) *Anthropogene Vegetation*. – W. Junk, Den Haag. S. 86–96.
- MEISEL, K. (1970): Über die Artenverbindungen der Weiden im nordwestdeutschen Flachland. – *Schriftenreihe für Vegetationskunde* **5**: 45–56.
- MENNE, H.J., WAGNER, J., SCHLEICH-SAIDFAR, C., HOPPE, J.H., ZANGE, B. & M. BARTELS (2008): Target-site resistance in black-grass (*Alopecurus myosuroides* HUDS.) to ACCase inhibiting herbicides in Northern Germany – Are there correlating factors in the agronomic production systems? – *Journal of Plant Diseases and Protection, Special Issue* **21**: 31–36.
- MEYER, S., WESCHE, K., KRAUSE, B. & C. LEUSCHNER (2013): Dramatic impoverishment of arable plant communities since the 1950s/60s – a large scale analysis across geological substrate groups. – *Diversity and Distributions*: im Druck.
- NATURSCHUTZBUND DEUTSCHLAND (NABU) (2013): *Vögel der Agrarlandschaften. Gefährdung und Schutz*. – NABU, Berlin.
- OPPERMANN, R., KRISMANN, A., SONNBERGER, M. & B. WEIß (2009): Bundesweites Biodiversitätsmonitoring zur Grünlandvegetation. – *Natur und Landschaft* **84**: 62–70.
- PLASS, G. (1960): Die Ackerunkrautgesellschaften nördlich des Gebietes von Halle (Messtischblatt Halle-Nord). – Unveröff. Diplomarbeit, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.
- POTTS, G.R., EWALD, J.A. & N.J. AEBISCHER (2010): Long-term changes in the flora of the cereal ecosystem on the Sussex Downs, England, focusing on the years 1968–2005. – *Journal of Applied Ecology* **47**: 215–226.
- PRACH, K. (2008): Vegetation changes in a wet meadow complex during the past half-century. – *Folia Geobotanica* **43**: 119–130.
- PREISING, E. (1952): Erläuterungen zur pflanzensoziologischen Karte des Wassergewinnungsgeländes Eikhofer Heide bei Liebenau. – Unveröff. Bericht, Tüxen-Archiv, Hannover.
- PREISING, E., VAHLE, H.-C., BRANDES, D., HOFMEISTER, H., TÜXEN, J. & H.E. WEBER (1994): Die Pflanzengesellschaften Niedersachsens – Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutzprobleme: Wasser- und Sumpfpflanzengesellschaften des Süßwassers. – *Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen* **20/8**: 47–161.
- RIECKEN, U., FINCK, P., RATHS, U. & E. SCHRÖDER (2006): Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen

- der Bundesrepublik Deutschland. Zweite fortgeschriebene Fassung. – Naturschutz und Biologische Vielfalt 34.
- RISTOW, M., HERRMANN, A., ILLIG, H., KLEMM, G., KUMMER, V., KLÄGE, H.-C., MACHATZI, B., RÄTZEL, S., SCHWARZ, R. & F. ZIMMERMANN (2006): Liste und Rote Liste der etablierten Gefäßpflanzen Brandenburgs. – Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg **15**, Beiheft: 70–80.
- ROLL, H. (1939): Die Pflanzengesellschaften ostholsteinischer Fließgewässer – Limnologisch-soziologische Studien. – Archiv für Hydrobiologie **34**: 159–305.
- SMART, S.M., THOMPSON, K., MARRS, R.H., LE DUC, M.G., MASKELL, L.C. & L.G. FIRBANK (2006): Biotic homogenization and changes in species diversity across human-modified ecosystems. – Proceedings of the Royal Society Series B **273**: 2659–2665.
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2012): URL: <https://www.destatis.de>. Abgefragt 1.4.2013.
- STEFFEN, K., BECKER, T., HERR, W., LEUSCHNER, C. (2013): Diversity loss in the macrophyte vegetation of northwest German streams and rivers between the 1950s and 2010. – Hydrobiologia: DOI 10.1007/s10750-013-1472-2.
- STOATE, P., BOATMAN, N.D., BORRALHO, R.J., CARVALHO, C.R., DE SNOO, G.R. & P. EDEN (2001): Ecological impacts of arable intensification in Europe. – Journal of Environmental Management **63**: 337–365.
- STORKEY, J., MEYER, S., STILL, S. & C. LEUSCHNER (2012): The impact of agricultural intensification and land use change on the European arable flora. – Proceedings of the Royal Society Series B **279**: 1421–1429.
- TÄGLICH, G. (1956): Die Wiesen- und Salzpflanzengesellschaften der Elster-Luppe-Aue. – Unveröff. Doktorarbeit, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.
- TSCHARNTKE, T., KLEIN, A.M., KRUESS, A., STEFFAN-DEWENTER, I. & C. THIES (2005): Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity – ecosystem service management. – Ecology Letters **8**: 857–874.
- TÜXEN, R. (1962): Gedanken zur Zerstörung der mitteleuropäischen Ackerbiozosen. – Mitteilungen der floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft, N.F. **9**: 60–61.
- VON DRACHENFELS, O. (2004): Kartierschlüssel für Biotoptypen in Niedersachsen. – Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen. Bd. A/4. Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, Hildesheim.
- VON HÜBSCHMANN, A., JAHN, S., JAHNS, R., NEUMANN, A., TÜXEN, J. & K. WALTHER (1954): Stolzenau Weser 1961 – Mittlere Weser bei Stolzenau – Aufgrund systematischer Vorarbeiten von 1950–1952, Einzelne Nachträge 1954; Vegetationskarten Deutscher Flusstäler. – Bundesanstalt für Vegetationskartierung, Stolzenau (Weser).
- WALKER, K.J., PRESTON, C.D. & C.R. BOON (2009): Fifty years of change in an area of intensive agriculture: plant trait responses to habitat modification and conservation, Bedfordshire, England. – Biodiversity and Conservation **18**: 3597–3613.
- WALZ, U. (2008): Monitoring of landscape change and functions in Saxony (Eastern Germany). Methods and indicators. – Ecological Indicators **8**: 807–817.
- WEBER-OLDECOP, D.W. (1969): Wasserpflanzengesellschaften im östlichen Niedersachsen. – Dissertation, Universität Hannover.
- WESCHE, K., KRAUSE, B., CULMSEE, H. & C. LEUSCHNER (2009): Veränderungen in der Flächen-Ausdehnung und Artenzusammensetzung des Feuchtgrünlandes in Norddeutschland seit den 1950er Jahren. – Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft **21**: 196–210.
- WESCHE, K., KRAUSE, B., CULMSEE, H. & C. LEUSCHNER (2012): Fifty years of change in Central European grassland vegetation: Large losses in species richness and animal-pollinated plants. – Biological Conservation **150**: 76–85.
- WIEDENROTH, E.M. (1960): Vegetationskundliche Untersuchungen in der mitteldeutschen Ackerlandschaft. III. Die Ackerunkrautgesellschaften im Gebiet von Hainleite und Windleite. – Wissenschaftliche Zeitschrift, Mathematisch-naturwissenschaftliche Reihe, Martin Luther-Universität Halle-Wittenberg **9**: 333–362.

Korrespondierender Autor:

Prof. Dr. Christoph Leuschner, Pflanzenökologie und Ökosystemforschung, Universität Göttingen, Untere Karspüle 2, D-37073 Göttingen

e-mail: cleusch@gwdg.de

Hinweise für Autoren

In den Berichten der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft werden Originalarbeiten, thematische Übersichten und Zusammenfassungen, wissenschaftliche Ergebnisse unserer Stipendiaten sowie die Vorträge der Rintelner Symposien publiziert.

Druckfertige **Manuskripte** sind an den Herausgeber zu schicken. Sie werden von zwei unabhängigen Gutachtern anonym referiert.

Der **Text** soll in normaler Maschinenschrift (ohne Unterstreichungen und Versalien bei Autorennamen und im Literaturverzeichnis) vorliegen und außerdem als Datei auf einer CD (MS-DOS oder MAC, gängiges Programm, etwa WORD) eingereicht werden. Alle Auszeichnungen für besondere Schriftformen (kursiv, fett, Kapitälchen ...) in der Datei erfolgen durch die Schriftleitung.

Aufbau und Form des Manuskriptes:

1. Überschrift (kurz und prägnant; in normaler Schrift in Groß- und Kleinbuchstaben).
2. Ausgeschriebener Vor- und Nachname des Autors; Wohnort.
3. Zusammenfassung (Abstract) in Englisch.
4. Text:
 - Normalschrift auf DIN-A4-Seiten; 1½-zeilig, links 4 cm Rand
 - Gliederung im Dezimalsystem
 - Zitate mit Autor und Jahreszahl; zwei Autoren durch „&“ verbunden; bei mehreren Autoren nur erster Autor mit „et al.“ (ausführlich nur im Literaturverzeichnis)
 - Vorschläge für besondere Schriftformen mit den üblichen Auszeichnungen nur in der ausgedruckten Version (nicht in der Datei)
6. Zusammenfassung in Deutsch.
7. Literaturverzeichnis: Autoren in alphabetischer Reihenfolge; Arbeiten chronologisch geordnet. Zeitschriftentitel in den üblichen Abkürzungen mit Angabe von Band und Seitenzahlen, Erscheinungsort; bei Büchern Verlag und Erscheinungsort. Beispiele:
BURRICHTER, E. (1969): Das Zwillbrocker Venn, Westmünsterland, in moor- und vegetationskundlicher Sicht. (Abh. a. d. Landesmus. f. Naturk. Münster/Westf. **31** (1).), 60 S. – Münster.
ELLENBERG, H. (1982): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 5. Aufl., 1095 S. – Ulmer-Verlag, Stuttgart.
BARKMAN, J.J., J. MORAVEC & S. RAUSCHERT (1986): Code der pflanzensoziologischen Literatur. – Vegetatio **67**: 147-195. Dordrecht.
7. Name, Titel und Anschrift des Autors; e-mail-Adresse.
8. Tabellen: durchnummeriert, mit Überschrift; Datei und guter, reproduzierbarer Ausdruck auf separaten Blättern; Abmessungen am Satzspiegel orientiert (12,5 x 20,2 cm).
9. Abbildungen: als Schwarzweiß- oder Farb-Vorlagen; Beschriftungen und Signaturen sind in die Abbildungen zu integrieren und müssen bei Verkleinerung auf Satzspiegelmaße lesbar sein. Jede Abbildung als separate Datei einreichen, möglichst als Original-Datei (z.B. *.cdr, *.tif oder als pdf) mit Angabe der verwendeten Schrift (Typ1, TTF).
Abbildungsunterschriften in numerischer Reihenfolge auf separatem Blatt.

Korrekturfahren werden dem Autor einmalig zugestellt; Korrekturen gegen das Manuskript gehen zu Lasten des Autors.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 2013

Band/Volume: [25](#)

Autor(en)/Author(s): Leuschner Christoph, Wesche Karsten, Krause B., Steffen K., Becker Thomas, Culmsee Heike

Artikel/Article: [Veränderungen und Verarmung in der Offenlandvegetation Norddeutschlands seit den 1950er Jahren: Wiederholungsaufnahmen in Äckern, Grünland und Fließgewässern 166-182](#)