

Zusatzmaterial zu: Projekt RegioDiv – genetische Vielfalt krautiger Pflanzen in Deutschland: Ergebnisse und Empfehlungen für die Regiosaatgut-Praxis

Supplement to:

RegioDiv project – Genetic diversity of herbaceous plants in Germany:
Results and recommendations for seed zone management

Walter Durka, Stefan G. Michalski, Johannes Höfner, Filip Kolář, Christina M. Müller,
Christoph Oberprieler, Kristýna Šemberová und das RegioDiv-Konsortium*

Natur und Landschaft – 99. Jahrgang (2024) – Ausgabe 7: 322 – 332

Zusammenfassung

Gebietseigenes Saatgut für Begrünungen und Renaturierungen in der freien Landschaft wird in Deutschland nach Regeln des Regiosaatgutkonzepts in 22 Ursprungsgebieten (UG) produziert. Das Projekt RegioDiv untersuchte die genetische Diversität von über 30 Pflanzenarten des Grünlands deutschlandweit, um zu überprüfen, wie gut die beobachtete räumliche Verteilung der genetischen Strukturen dem geographischen Zuschnitt der UG entspricht. Jede Art zeigte ein artspezifisches innerartliches räumlich-genetisches Diversitätsmuster, aber fast alle Arten zeigten das Muster von „Isolation-durch-Distanz“, also zunehmende genetische Distanz mit zunehmender räumlicher Entfernung. Bei einigen Arten mit mehreren Ploidiestufen, d. h. innerartlichen Taxa mit verschiedenen Anzahlen an Chromosomensätzen, die eigenständige biologische Arten darstellen können, konnten auf Basis ihrer Verbreitungsgebiete spezifische Regeln entwickelt werden. Die Synthese der Verbreitungsmuster der innerartlichen Gruppen über alle Arten hinweg identifizierte Schwächen des aktuellen UG-Systems. Im vorliegenden Beitrag werden wichtige Einzelergebnisse vorgestellt und Empfehlungen für die Praxis gegeben. Unter anderem werden Vorschläge für alternative Zuschnitte der UG, die die genetische Vielfalt besser repräsentieren, vorgestellt. Diese bilden die Grundlage für mögliche Änderungen am UG-System, die in naher Zukunft mit den relevanten Akteuren erarbeitet werden müssen.

Genetische Variation – genetische Differenzierung – Regiosaatgut – Ursprungsgebiet – Herkunftsregion – Polyploidie – Anpassung

Abstract

Autochthonous seed material for ecological restoration is produced in accordance with the rules of the German regional seed (Regiosaatgut) system in 22 seed zones. The RegioDiv project analysed the genetic diversity of more than 30 grassland plant species in all seed zones across Germany to test how well the geographical delineation of the seed zones represents spatial genetic patterns. Each species exhibited a species-specific spatial pattern of genetic variation but nearly all species exhibited an isolation-by-distance pattern of increasing genetic distance with increasing geographic distance. For some species with multiple ploidy levels, i. e. intraspecific taxa with different numbers of chromosome sets that can represent separate biological species, specific management rules were developed based on their respective distribution. The synthesis of the distribution patterns of intraspecific genetic groups identified mismatches with current seed zones. In this article, important individual results are presented and recommendations for practice are given. Among other things, alternative layouts of seed zones that better integrate genetic patterns across all species are presented. They are the basis for potential changes to the seed zone system which will need to be developed together with stakeholders in the near future.

Genetic variation – Genetic differentiation – Regional seed – Seed zone – Region of origin – Polyploidy – Adaptation

Manuskripteinreichung: 27.11.2023, Annahme: 19.4.2024

DOI: 10.19217/NuL2024-07-02 (inkl. Zusatzmaterial)

* Die Mitglieder des RegioDiv-Konsortiums sind in Tab. A im Online-Zusatzmaterial unter <https://www.natur-und-landschaft.de/extras/zusatzmaterial/> aufgelistet.

1 Verbreitung der innerartlichen genetischen Gruppen ausgewählter Taxa der Wiesenpflanzen in Deutschland

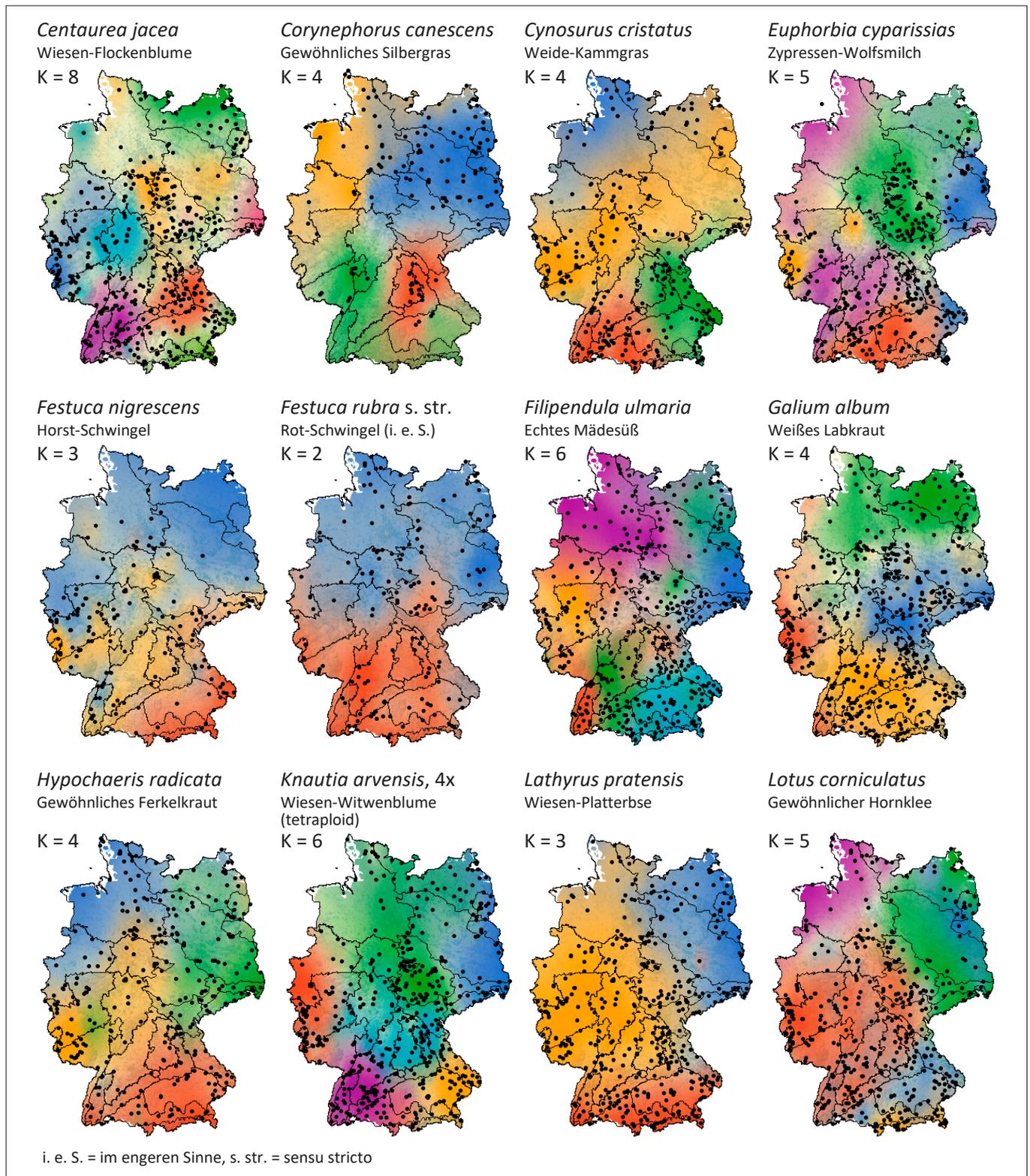


Abb. A: Verbreitung der innerartlichen genetischen Gruppen in Deutschland für 12 Taxa der Wiesenpflanzen (für weitere Taxa siehe Abb. B und Abb. 2, S. 325 in der gedruckten Fassung). Schwarze Linien stellen die Grenzen der 22 Ursprungsgebiete (UG) für regionales gebietseigenes Saatgut krautiger Pflanzen dar. Jede Farbe entspricht einer genetischen Gruppe, Farbverläufe zeigen die Vermischung der Gruppen, „K“ gibt die Anzahl der genetischen Gruppen an. Die Interpolation umfasst auch Gebiete, in denen die Taxa nicht verbreitet sind (z. B. beim Horst-Schwengel – *Festuca nigrescens*).

Fig. A: Distribution of intraspecific genetic groups in Germany for 12 taxa of grassland plants (for further taxa see Fig. B and Fig. 2, p. 325 in the print edition). Black lines represent the boundaries of the 22 seed zones (UG) for regional native seeds of herbaceous plants. Colours represent genetic groups, colour gradients indicate mixture or admixture of genotypes, „K“ indicates the number of genetic groups. The interpolation covers the whole of Germany irrespective of distribution gaps (e. g. in Chewing’s fescue – *Festuca nigrescens*).

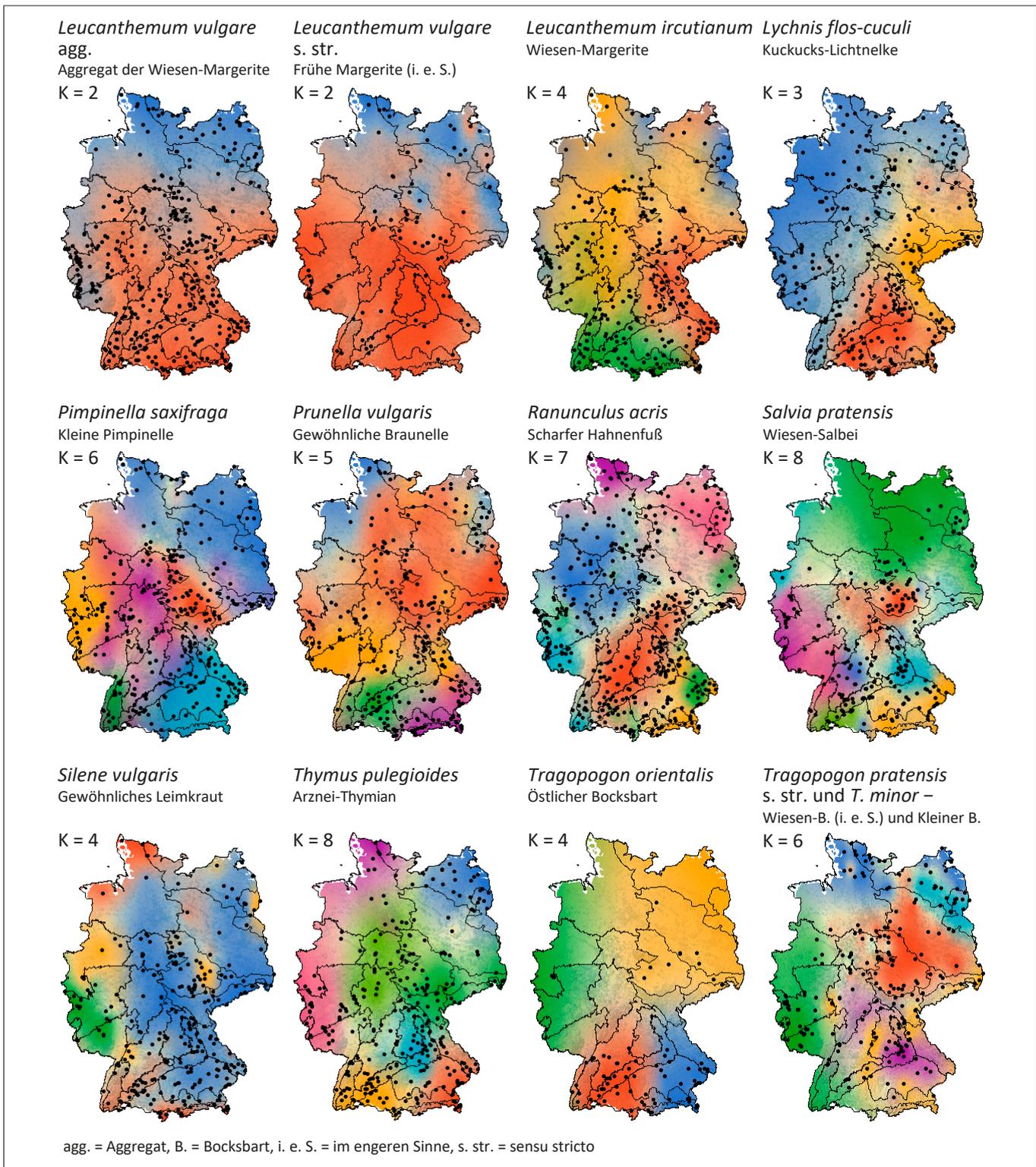


Abb. B: Verbreitung der innerartlichen genetischen Gruppen in Deutschland für 12 Taxa der Wiesenpflanzen (für weitere Taxa siehe [Abb. A](#) und [Abb. 2](#), S. 325 in der gedruckten Fassung). Schwarze Linien stellen die Grenzen der 22 Ursprungsgebiete (UG) für regionales gebietseigenes Saatgut krautiger Pflanzen dar. Jede Farbe entspricht einer genetischen Gruppe, Farbverläufe zeigen die Vermischung der Gruppen, „K“ gibt die Anzahl der genetischen Gruppen an. Bei der gemischt-ploiden Wiesen-Margerite (*Leucanthemum vulgare* agg.) werden sowohl die Karte des Aggregats mit mehreren Ploidiestufen als auch die Karten der Taxa der einzelnen Ploidiestufen gezeigt. Die Interpolation umfasst auch Gebiete, in denen die Taxa nicht verbreitet sind (z. B. beim Wiesen-Salbei – *Salvia pratensis*).

Fig. B: Distribution of intraspecific genetic groups in Germany for 12 taxa of grassland plants (for further taxa see [Fig. A](#) and [Fig. 2](#), p. 325 in the print edition). Black lines represent the boundaries of the 22 seed zones (UG) for regional native seeds of herbaceous plants. Colours represent genetic groups, colour gradients indicate mixture or admixture of genotypes, “K” indicates the number of genetic groups. In mixed-ploid ox-eye daisy (*Leucanthemum vulgare* agg.), both a map of the taxon with several ploidy levels and maps of the taxa of single ploidy levels are shown. The interpolation covers the whole of Germany irrespective of distribution gaps (e. g. in meadow clary – *Salvia pratensis*).

2 RegioDiv-Konsortium

Im RegioDiv-Konsortium arbeiten verschiedene Privatpersonen und Vertreterinnen und Vertreter öffentlicher Behörden, von Landschaftspflegevereinen, Naturschutzverbänden, ökologischen Dienstleistern und aus der Wissenschaft zusammen, um Material von Wildpflanzen für die Analyse der genetischen Vielfalt zu sammeln (siehe Tab.A). Weitere Informationen unter <https://www.ufz.de/regiodiv/>.

Tab. A: Das RegioDiv-Konsortium.				
Table A: The RegioDiv consortium.				
Nr.	Titel	Name	Institution	Stadt
1		Wolfram Adelman	Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)	83410 Laufen an der Salzach
2		Markus Bauer	Technische Universität München (TUM), School of Life Sciences, Lehrstuhl für Renaturierungsökologie, https://orcid.org/0000-0001-5372-4174	85354 Freising
3		Robert Bauer	Landschaftserhaltungsverband Landkreis Ravensburg e. V.	88212 Ravensburg
4		Birgit Beermann		69115 Heidelberg
5	Dr.	Walter Bleeker	Biodiversitätsmanagement	49082 Osnabrück
6		Rainer Borchering	Schutzstation Wattenmeer	25813 Husum
7		Barbara Bouillon	Biologische Station im Rhein-Sieg-Kreis e. V.	53783 Eitorf
8		Stefan Brändel	Botanischer Garten der Universität Ulm	89081 Ulm
9		Lara Braun		72525 Münsingen
10		Thomas Braun	Haus der Natur – Biologische Station im Rhein-Kreis Neuss e. V.	41540 Dormagen
11		Thomas Breunig	Institut für Botanik und Landschaftskunde	76185 Karlsruhe
12	Prof. Dr.	Anna Bucharova	Conservation Biology, Philipps-University Marburg	35043 Marburg
13		Franziska Bucher		07743 Jena
14		Michael Buß	Landschaftserhaltungsverband Hohenlohekreis e. V.	74653 Künzelsau
15		Cora Carmesin	Universität Ulm, Institut für Botanik	89081 Ulm
16		Silke Dehe		56355 Hunzel
17		Anja Dichtl		84371 Triftern-Anzenkirchen
18		Wolfgang Diewald	Büro für Botanik	94315 Straubing
19		Christian Dolnik	Stiftung Naturschutz Schleswig-Holstein	24113 Molfsee
20	Dr.	Walter Durka	Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ	06120 Halle (Saale)
21		Julia Eberl		96123 Litzendorf
22		Pia Eibes	Institute of Physical Geography, Goethe-Universität Frankfurt	60438 Frankfurt am Main
23		Annika Eickelmann	Biologische Station Hochsauerlandkreis e. V.	59929 Brilon
24	Dr.	Michael Ewald	Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Geographie und Geoökologie	76131 Karlsruhe
25		Thomas Frankenberg		54316 Pluwig
26		Klara Friederich	Landschaftserhaltungsverband Hohenlohekreis e. V.	74653 Künzelsau
27		Vinzenz Gilgenreiner		93049 Regensburg
28		Ronny Goldberg	Nationalpark Sächsische Schweiz –SBS	01814 Bad Schandau
29		Andreas Golde		09599 Freiberg
30	Dr.	Kerstin Grant	Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg (LAZBW)	88326 Aulendorf
31		Claudia Gruber	Landschaftspflegeverband Ostallgäu e. V.	87616 Marktoberdorf
32		Kerstin Günther		16515 Oranienburg
33		Sebastian Haas		90537 Feucht
34	Prof. Dr.	Sylvia Haider	Leuphana Universität Lüneburg, Institut für Ökologie	21335 Lüneburg
35		Bernhard Hake	Naturschutzbeauftragter Schwarzwald-Baar-Kreis	79215 Biederbach
36		Alexander Harpke	Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ	06120 Halle (Saale)
37		Friedhelm Haun	Landratsamt Kulmbach	95326 Kulmbach
38		Peter Heffner	Landschaftserhaltungsverband Landkreis Biberach e. V.	88400 Biberach
39		Johannes Höfner	Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ	06120 Halle (Saale)
40		Birgitta Hohnheiser	Naturpark Altmühltal (Südliche Frankenalb) e. V.	85072 Eichstätt
41		Alexander Holstein	Landwirtschaftliches Technologiezentrum (LTZ) Augustenberg	75334 Straubenhardt
42		Jakob Huber	Lehrstuhl für Renaturierungsökologie, Technische Universität München (TUM)	55758 Stipshausen
43		Desiree Jakubka		07743 Jena
44	Dr.	Rico Kaufmann		75323 Bad Wildbad
45	Dr.	Stefan Kesting	Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LFULG) Sachsen	08543 Pöhl
46		Gitte Kieke		15537 Gosen-Neu Zittau
47		Uta Kietsch	Wildsamens-Insel	17268 Temmen-Ringenwalde
48		Karsten Kindermann		32139 Spenge
49		Karel Kleijn		94545 Hohenau
50		Astrid Kohl	Landschaftserhaltungsverband KN e. V.	78333 Stockach
51		Anna Kohnle		72401 Haigerloch
52		Filip Kolar	Department of Botany, Faculty of Science, Charles University	128 01 Praha, Tschechische Republik
53	Dr.	Lotte Korell	Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ, Department Biozönoseforschung	06120 Halle (Saale)

Tab. A: Fortsetzung.

Table A: Continued.

Nr.	Titel	Name	Institution	Stadt
54		Birgit Krummhaar	Förder- und Landschaftspflegeverein Biosphärenreservat Mittlere Elbe e. V.	06844 Dessau-Roßlau
55	Dr.	Dierk Kunzmann	Institut für Landschaftsökologie und Consulting (IlöC)	26215 Wiefelstede OT Ofenerfeld
56		Sabrina Laufenburg	Pamme Saatgut und Wildpflanzen	37671 Hötter
57	Dr.	Daniel Lauterbach	Botanischer Garten der Universität Potsdam	14469 Potsdam
58		Simon Leib	Rieger-Hofmann GmbH	74523 Schwäbisch Hall
59		Katharina Leib		99097 Erfurt
60	Dr.	Nikola Lenzewski	Universität Hamburg, Institut für Pflanzenwissenschaften und Mikrobiologie	22609 Hamburg
61		Cora Leroy		92360 Weiherndorf
62	Prof. Dr.	Ilona Leyer	Hochschule Geisenheim	65366 Geisenheim
63		Holger Loritz	ABL Freiburg, Bürogemeinschaft für Landschaftsökologie	79102 Freiburg im Breisgau
64		Anna-Maria Madaj	Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ, Department Biozönoseforschung	06120 Halle
65	Dr.	Elke Maier		80997 München
66	Dr.	Ann Kareen Mainz	Verband deutscher Wildsamens- und Wildpflanzenproduzenten e. V.	35428 Langgöns
67		Rene Mause	Biologische Station im Kreis Düren e. V.	52385 Nideggen
68		Kristine Mayer		54497 Morbach-Hoxel
69		Philipp Meinecke	Ausgleichsagentur Schleswig-Holstein GmbH	23829 Kükels
70		Hanna Mertens		52066 Aachen
71		Maren H. Meyer	Hochschule Anhalt, Fachbereich Landwirtschaft, Ökotoxikologie und Landschaftsentwicklung	06406 Bernburg (Saale)
72		Stefan Michalski	Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ	06120 Halle
73		Jörg Mildenerberger	Stadtgärtnerei Stadt Straubing	94315 Straubing
74		Marco Müller	Naturpark Bayerischer Wald	94065 Waldkirchen
75	Dr.	Christina M. Müller	Justus-Liebig-Universität Giessen, Arbeitsgruppe Spezielle Botanik	35390 Gießen
76		Martin Musche	Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ, Department Naturschutzforschung	06120 Halle (Saale)
77	Prof. Dr.	Christoph Oberprieler	Universität Regensburg, Institut für Pflanzenwissenschaften, Professur für Evolution und Systematik der Pflanzen	93053 Regensburg
78		Wolfgang Petrick		
79		Simone Peuleke	Naturpark Nördlicher Oberpfälzer Wald	92660 Neustadt an der Waldnaab
80	Dr.	Hans Pfestorf	Büro für Wissenschaftlichen Naturschutz	99094 Erfurt
81		Barbara Pfitzner		86529 Schrobenhausen
82		Elisabeth Pleyl		82057 Icking
83		Simon Reith		94032 Passau
84		Martin Renger		
85		Tina Richter	Landschaftsplanung Freital	01705 Freital
86		Kerstin Rieche	Landesverband für Landschaftspflege Sachsen-Anhalt e. V.	38899 Hasselfelde
87		Michael Ristow	Universität Potsdam, Vegetationsökologie und Naturschutz	14476 Potsdam
88		Christoph Rosche	Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Institut für Biologie/Geobotanik	06108 Halle (Saale)
89	PD Dr.	Christiane Roscher	Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ, Department Physiologische Diversität und Deutsches Zentrum für Integrative Biodiversitätsforschung (iDiv) Halle-Jena-Leipzig	04103 Leipzig
90		Annemarie Röske		06110 Halle (Saale)
91		Jessica Rossow	Landschaftspflegeverband Dingolfing-Landau e. V.	84130 Dingolfing
92	Dr.	Jochen Späth	Landschaftspflegeverband Dingolfing-Landau e. V.	84130 Dingolfing
93	Prof. i. R. Dr.	Barbara Ruthsatz	Universität Trier	54296 Trier
94		Beate Rutkowski	Bund Naturschutz Traunstein e. V., Landschaftspflegeverband Traunstein e. V.	83278 Traunstein
95	Dr.	Daniel Rutte	Universität Bonn, Institut für Geowissenschaften	53115 Bonn
96		Ariane Sambataro	Bund Naturschutz Seubersdorf e. V.	92358 Seubersdorf OT Schnufenhofen
97	Dr.	Annemarie Schacherer		30853 Langenhagen
98		Leonie Schaefer	Landschaftspflegeverband Oberallgäu-Kempton	87527 Sonthofen
99		Sabine Schlenkermann		04838 Eilenburg
100	Prof. i. R. Dr.	Wolfgang Schmidt		37136 Waake
101		Joraine Schmoltdt	Universität Greifswald	17489 Greifswald
102	Dr.	Simone Schneider	Nationalmuseum für Naturgeschichte Luxemburg	2160 Luxembourg, Luxemburg
103		Robert Schönfeld	Gartengestaltung	79299 Wittnau
104	Dr.	Roland Schröder	DBU Naturerbe GmbH	49090 Osnabrück
105		Werner Schubert	Biologische Station Hochsauerlandkreis e. V.	59929 Brilon
106		Friederike Schumann	Biologische Station Minden-Lübbecke e. V.	32425 Minden
107		Jan-Hinnerk Schwarz		17489 Greifswald
108		Helene Seitz	Verein Naturpark Oberpfälzer Wald e. V.	92507 Nabburg

Tab. A: Fortsetzung.				
Table A: Continued.				
Nr.	Titel	Name	Institution	Stadt
109	Dr.	Kristýna Šemberová	Czech Academy of Sciences, Institute of Botany	25243 Průhonice, Tschechische Republik
110		Birgit Simmeth	Landkreis Schwandorf	92421 Schwandorf
111	Dr.	Sandra Skowronek	Bundesamt für Naturschutz (BfN)	53179 Bonn
112	Dr.	Stephanie Socher	Paris Lodron University Salzburg, Botanical Garden	5020 Salzburg, Österreich
113		Monika Sommer		33397 Rietberg
114	Dr.	Nils Stanik	Universität Kassel, Fachgebiet Landschafts- und Vegetationsökologie	34127 Kassel
115		Laura Steiner	Naturpark Oberer Bayerischer Wald	93413 Cham
116		Ann-Katrin Stockinger	Naturpark Altmühltal (Südliche Frankenalb) e. V.	91161 Hilpoltstein
117		Anne Straub		88273 Fronreute
118		Melanie Takla	Nagola Re GmbH	03197 Jänschwalde
119		Cynthia Tobisch	Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Institut für Ökologie und Landschaft	85354 Freising
120		Gisela Twenhöven		25853 Bohmstedt
121	Dr.	Alina Twerski	Leuphana Universität Lüneburg, Institut für Ökologie	21335 Lüneburg
122		Linda Vogt		86647 Buttenwiesen
123		Katrin Voigt	Regierungspräsidium Tübingen, Referat für Naturschutz und Landschaftspflege	72072 Tübingen
124		Guido Warthemann		06842 Dessau-Roßlau
125		Johanna Webersberger	Landratsamt Deggendorf	94469 Deggendorf
126		Carmen Weicker-Zöller		63897 Miltenberg
127		Karin und Martin Weiß		73467 Kirchheim am Ries
128		Gabriele Weiß	ecostrat GmbH	04741 Roßwein
129	Dr.	Maria Weißbecker		65326 Aarbergen
130		Markus Wieden (†)	Verband deutscher Wildsamens- und Wildpflanzenproduzenten e. V.	35428 Langgöns
131		Alexander Wille	UmweltPlan GmbH Stralsund	17489 Greifswald
132		Inga Willecke	Stiftung NaturSchutzFonds Brandenburg	14473 Potsdam
133		Laura Wollschläger	Naturpark Oberer Bayerischer Wald	93413 Cham
134		Markus K. Zaplata	Nagola Re GmbH und Hochschule Anhalt, Fachbereich Landwirtschaft, Ökotropologie und Landschaftsentwicklung	03197 Jänschwalde und 06406 Bernburg (Saale)
135	Dr.	Andreas Zehm	Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV)	81925 München
136	Prof. Dr.	Christian Zidorn	Universität zu Kiel, Abteilung für Pharmazeutische Biologie	24118 Kiel
137		Lutz Zwiebel	Landwirtschaft Wildpflanzensaatgut	02829 Markersdorf

Dr. Walter Durka
Korrespondierender Autor
 Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ
 Department Biozönoseforschung (BZF)
 Theodor-Lieser-Straße 4
 06120 Halle (Saale)
 E-Mail: walter.durka@ufz.de

und
 Deutsches Zentrum für integrative Biodiversitätsforschung
 (iDiv) Halle-Jena-Leipzig
 Puschstraße 4
 04103 Leipzig



Der Autor studierte Biologie an der Universität Bayreuth und promovierte in den Themenfeldern Vegetation und Biogeochemie. Er ist Leiter der Arbeitsgruppe „Molekulare Ökologie“ am Department Biozönoseforschung des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung – UFZ in Halle mit den Arbeitsschwerpunkten Populationsgenomik von Pflanzen und populationsbiologisch relevante Merkmale der Flora Deutschlands.

Dr. Stefan G. Michalski
 Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ
 Department Biozönoseforschung (BZF)
 Theodor-Lieser-Straße 4
 06120 Halle (Saale)
 E-Mail: stefan.michalski@ufz.de

Johannes Höfner
 Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ
 Department Biozönoseforschung (BZF)
 Theodor-Lieser-Straße 4
 06120 Halle (Saale)
 E-Mail: johannes.hoefner@ufz.de

Prof. Dr. Filip Kolář
 Charles University
 Faculty of Science, Department of Botany
 Benátská 2
 128 01 Praha 2
 TSCHECHISCHE REPUBLIK
 E-Mail: filip.kolar@gmail.com

Dr. Christina M. Müller
 Justus-Liebig-Universität
 Arbeitsgruppe Spezielle Botanik
 Stephanstraße 24
 35390 Gießen
 E-Mail: christina.m.mueller@bot1.bio.uni-giessen.de

Prof. Dr. Christoph Oberprieler
 Universität Regensburg
 Arbeitsgruppe Evolution und Systematik der Pflanzen
 Universitätsstraße 31
 93053 Regensburg
 E-Mail: christoph.oberprieler@ur.de

Dr. Kristýna Šemberová
 Czech Academy of Sciences
 Institute of Botany
 Zámek 1
 252 43 Průhonice
 TSCHECHISCHE REPUBLIK
 E-Mail: kristyna.semberova@seznam.cz

RegioDiv-Konsortium
 Die Mitglieder des RegioDiv-Konsortiums sind in **Tab. A** im Online-Zusatzmaterial unter <https://www.natur-und-landschaft.de/extras/zusatzmaterial/> aufgelistet.