



Frank Müller
Christiane M. Ritz
Erik Welk
Karsten Wesche *Hrsg.*

Rothmaler Exkursionsflora von Deutschland

Gefäßpflanzen:
Kritischer Ergänzungsband

11. Auflage



Springer Spektrum

Rothmaler – Exkursionsflora von Deutschland

Frank Müller • Christiane M. Ritz •
Erik Welk • Karsten Wesche
Herausgeber

Rothmaler – Exkursionsflora von Deutschland

Gefäßpflanzen:
Kritischer Ergänzungsband

11. Auflage

 Springer Spektrum

Herausgeber

Frank Müller
Dresden, Deutschland

Erik Welk
Halle, Deutschland

Christiane M. Ritz
Karsten Wesche
Görlitz, Deutschland

ISBN 978-3-8274-3131-8 ISBN 978-3-8274-3132-5 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-8274-3132-5

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Spektrum

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1963, 1966, 1970, 1976, 1982, 1987, 1988, 1990, 2002, 2005, 2016

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen.

Einbandabbildung: Zwerg-Mehlbeere – *Sorbus chamaemespilus* (L.) CRANTZ
(Foto: Norbert Meyer)

Planung: Merlet Behncke-Braunbeck

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Berlin Heidelberg ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media
(www.springer.com)

Vorwort der Herausgeber

Mit dem Kritischen Ergänzungsband liegt die Rothmaler Exkursionsflora nun als vollständige Reihe in neuer Form vor. Dies markiert das Ende einer Folge von grundlegenden Änderungen in den letzten fünf Jahren. Der bisherige Herausgeber, Prof. Dr. Eckehart J. Jäger, hatte 2011 den wesentlichen Schritt zu einer Neustrukturierung der Reihe vollzogen. Grundband und Kritischer Band, die über mehrere Jahrzehnte als eigenständige Bücher parallel erschienen, wurden in einem Band zusammengeführt. Hinsichtlich der bearbeiteten Sippen ist die 20. Auflage des Grundbandes (JÄGER 2011) im Wesentlichen eine stark überarbeitete und an die neue Systematik angepasste Neuauflage des vormaligen Kritischen Bandes. Damit gibt es nur noch einen, die wesentlichen Schlüssel umfassenden Band. Eine vereinfachte Flora, die wie der ursprüngliche Grundband bei vielen Artengruppen nur bis zur Sammelart führte, gibt es nicht mehr. Allerdings wurden in die Neuauflage des Grundbandes einige wenige, besonders schwierig zu bestimmende Gruppen nicht aufgenommen. Gründe waren der bereits ohne diese Gruppen erhebliche Gesamtumfang des Buches sowie die besonderen Herausforderungen bei der Bestimmung dieser Sippen und der Erarbeitung geeigneter Schlüssel. Gegenüber der bis dato aktuellen 10. Auflage des Kritischen Bandes (JÄGER & WERNER 2005) gab es also im neuen Grundband bei einigen Sippen Kürzungen, die z. T. kritisiert worden sind. Konkret betrifft das folgende Gruppen:

Ranunculus auricomus L. s.l. – Goldschopfhahnenfuß: In JÄGER (2011) wurden nur zwei Großgruppen aufgeführt. Der hier vorliegende Band enthält eine detaillierte Gliederung, die auf der ausführlichen Bearbeitung für den entsprechenden Hegi-Band beruht.

Rubus L. – Brombeere: In JÄGER (2011) wurden durch den Bearbeiter H. E. Weber von den insgesamt >400 in Deutschland vorkommenden Sippen nur die ca. 100 wichtigsten erfasst.

Sorbus L. – Mehlbeere, Eberesche, Elsbeere, Speierling: Dieser besonders durch Hybridisierung gekennzeichnete Komplex ist noch immer nicht im Detail verstanden; gegenüber dem Stand von 2011 können aber heute deutlich mehr Sippen mit einer gewissen Sicherheit unterschieden werden.

Hieracium L. & *Pilosella* VAILL. – Habichtskraut & Mausohrhabichtskraut: Die durch Herrn S. Bräutigam aktualisierte Bearbeitung in JÄGER (2011) entspricht weiterhin dem aktuellen Kenntnisstand. Ergänzungen waren nur nötig bei *Hieracium laevigatum*.

Taraxacum F. H. WIGG. – Kuhblume, Löwenzahn: Der Verfasser I. Uhlmann hatte für den Grundband eine neue Verschlüsselung auf Sektionsniveau zusammengestellt; die nach heutigem Kenntnisstand in Deutschland vorkommenden >400 Kleinarten wurden nicht einzeln behandelt.

Die aktuelle 12. Auflage des Atlasbandes (JÄGER et al. 2013) folgt im Umfang weitestgehend dem neuen Grundband, und hatte nicht zum Ziel, die schwierigsten Artenkomplexe vollständig zu erschließen. Auch in Zukunft wird es kaum möglich sein, wirklich alle in Deutschland vorkommenden Sippen mit Zeichnungen im Atlasband darzustellen. Der Verlag hatte uns freundlicherweise ermöglicht, die entstandene Lücke zumindest vorübergehend zu schließen, indem die entfallenen Schlüssel aus dem Kritischen Band von JÄGER & WERNER (2005) kostenfrei digital verfügbar gemacht wurden. Allerdings sind die so erneut publizierten Schlüssel nun auch bereits mehr als 10 Jahre alt und bilden nicht den Stand der bei bestimmungskritischen Sippen besonders dynamischen Forschung ab.

Wir freuen uns daher, mit dieser Auflage des Kritischen Ergänzungsbandes den aktuellen Stand der Forschung für die oben genannten bestimmungskritischen Artkomplexe abbilden zu können. Ähnlich wie zuletzt in der 3. Auflage (ROTHMALER 1970) ist der vorliegende Band keine selbständige, umfassende Flora, sondern im Wortsinne eine Ergänzung zu Grund- und Atlasband. Gedacht ist der Band für jene, die sich auch für besonders bestimmungskritische Sippen interessieren. Neben der für diese Gruppen natürlich wichtigen Primärliteratur wird somit eine kompakte Bearbeitung bereitgestellt. Der vorliegende Band fasst dafür den aus Expertensicht aktuellen Kenntnisstand zusammen. Die Erarbeitung entsprechender Schlüssel setzt langjährige genaue Kenntnis des jeweiligen Formenkreises voraus, wie sie die jetzigen Herausgeber des Rothmalers nicht haben. Entsprechend dankbar sind wir den Experten, die sich bereitwillig der Aufstellung bzw. Überarbeitung der Schlüssel und der notwendigen Anpassungen an die formellen Standards des Rothmalers unterzogen haben.

Bearbeiter der Flora

- *Ranunculus auricomus* – Prof. Dr. V. Melzheimer (Marburg)
- *Rubus* – Prof. Dr. Dr. Dr. h.c. H. E. Weber (Bramsche)
- *Sorbus* – N. Meyer (Hemhofen)
- *Hieracium* – Dr. S. Bräutigam (Dresden)
- *Taraxacum* – Dr. I. Uhlemann (Altenberg, Ortsteil Liebenau), RNDr. J. Kirschner u. RNDr. J. Stěpánek (Prühonice, Tschechische Republik)

Frau S. Theuerkauf (Zodel) erstellte die Abbildungen 115–134, 136, 137; Herr S. Bräutigam die Abb. 132; Herr I. Uhlemann die Abb. 135, 138–184; Herr H. E. Weber die Abb. 61, 63 und Herr V. Melzheimer die Abb. 48, 49. Die Verwendung der Abb. 50 aus den Mitteilungen der Botanischen Staatssammlungen Münchens (BORCHERS-KOLB 1985) wurde uns freundlicherweise von Frau Prof. Dr. S. Renner (München) gestattet.

Insgesamt konnten dank des großen Einsatzes der Autoren über 700 Sippen bearbeitet werden, also ein wesentlicher Teil der deutschen Flora. In vielen Fällen wurden bestehende Schlüssel aus der vorigen Auflage des Kritischen Bandes (JÄGER & WERNER 2005) überarbeitet und ergänzt. Viele Sippen wurden aber erstmals in einen umfassenden Schlüssel eingearbeitet. Hinzu kommt eine Vielzahl von neuen und neu kombinierten Abbildungen.

Generell bilden diese Schlüssel nicht zwingend einen langjährig gefestigten Kenntnisstand ab, sondern versuchen, ein Zwischenfazit der meist sehr dynamischen Erforschung dieser Formenkreise zu ziehen. Die Zukunft wird neue Erkenntnisse bringen, daher lädt vorliegender Band auch zur aktiven und kritischen Auseinandersetzung ein. Ein Ziel ist es, weitere Botanikerinnen und Botaniker für diese Gruppen zu begeistern und an der Verbesserung des Kenntnisstandes zu beteiligen.

Der unterschiedliche Kenntnisstand schlägt sich im Text nieder. Im Vergleich zur gewohnten Struktur des Rothmalers-Grundbandes sind viele Artdiagnosen relativ knapp gehalten, vor allem wenn Angaben zu Areal, Biologie oder Ökologie nicht ausreichend

verfügbar sind. Außerdem unterscheiden sich viele Kleinarten oftmals nur in wenigen diagnostischen Merkmalen voneinander. Generelle biologische Angaben werden dann am Beginn der Gruppe gegeben. Informationen zu Einzelarten werden soweit verfügbar aufgeführt, können aber häufig fehlen. In anderen Aspekten wurde aber versucht, weitergehende Angaben als im Grundband zu machen. So wurden Chromosomenzahlen aufgenommen, soweit belastbare Zählungen aus Mitteleuropa vorliegen. Autorenzitate werden weniger stark gekürzt und auch hinsichtlich der jeweils einführenden Texte wurde ganz bewusst auf vollständige Standardisierung verzichtet. Dank des im Vergleich zum Grundband weniger beschränkten Platzes konnten im vorliegenden Band je nach Taxon spezielle zusätzliche Erläuterungen in Wort und Bild eingefügt werden. Das insgesamt recht heterogene Erscheinungsbild wurde absichtlich in Kauf genommen, um den aktuellen Kenntnisstand, aber auch bestehende Lücken zu dokumentieren. Ziel war, die Benutzbarkeit des Bandes soweit wie möglich zu erhöhen. Wir setzen allerdings voraus, dass Nutzer des Ergänzungsbandes mit den wesentlichen Grundlagen der Systematik und der Pflanzenbestimmung vertraut sind.

Es liegt in der Natur der Sache, dass die Bestimmung der genannten Gruppen schwierig ist und oftmals weitere Hilfsmittel erfordert. Neben der gewöhnlichen Lupe ist hier insbesondere ein Vergleichsherbar zu nennen, das aber vielen Einsteigern in die betreffende Gruppe kaum zur Verfügung stehen wird. Es wird daher oft nötig sein, Kontakt zu Spezialisten wie unseren Autoren zu suchen. Auch können die jeweils regional relevanten, deutschen staatlichen Herbarien eine Hilfe sein. Wer nicht reisen, aber im Internet suchen kann, findet validierte Abbildungen von Herbarbelegen von vielen der hier behandelten Sippen in einem neuen *Online Portal* (<http://webapp.senckenberg.de/bestikri>). Dennoch wird die erfolgreiche Bestimmung der im Kritischen Ergänzungsband behandelten Arten mehr Einarbeitungszeit erfordern als bei vielen Artengruppen des Grundbandes. Dies reflektiert letztlich die reale biologische Komplexität dieser Gruppen; die Autoren der Schlüssel haben aber das Beste getan, um sie zu erschließen.

Den Autoren gebührt daher natürlich unser herzlichster Dank, ohne sie würde es das vorliegende Buch nicht geben. Wir sind auch verschiedenen anderen Kolleginnen und Kollegen verpflichtet; besonders genannt seien hier: F.-G. Dunkel (Karlstadt), P. Gebauer (Görlitz), Th. Gregor (Frankfurt/M.), W. Jansen (Itzehoe), H. Korsch (Jena), L. Meierott (Gerbrunn) und J. Wesenberg (Görlitz). Wir danken der Deutschen Forschungsgemeinschaft, die es ermöglicht hat, in einem begleitenden Projekt validierte Herbarbelege vieler der hier behandelten Arten *online* verfügbar zu machen (s. o.)

Wir sind natürlich Herrn Prof. Dr. E. Jäger besonders dankbar, der nicht nur beratend zur Seite stand, sondern auch die im Wesentlichen von ihm verfassten Einführungstexte aus den bisherigen Bänden für eine leicht kürzende Bearbeitung zur Verfügung stellte.

Der Verlag hat mit C. Lerch und M. Behncke-Braunbeck nicht nur die Erarbeitung des Buches begleitet und befördert, sondern auch den großen Mut bewiesen, mit vorliegendem Band einen neuen Weg einzuschlagen. Sollte sich das Konzept bewähren, könnte der vorliegende Ergänzungsband in Zukunft noch ausgebaut werden (z. B. weitere apomiktische Gruppen, unbeständig auftretende Arten etc.). Wir schließen daher mit einer Hoffnung, die wir direkt von unserem Vorgänger übernehmen: „Ein besonderer Dank wird die erfolgreiche Beschäftigung vieler Benutzer des Buches mit der Flora unseres Landes, die bessere Kenntnis der Pflanzenwelt und ihre Erhaltung sein. Wieder bitten wir alle Leser, auf Fehler und mögliche Ergänzungen hinzuweisen“ (aus JÄGER 2011, S. 9). Diese können an die Herausgeber in Dresden, Görlitz und Halle oder an die Email-Adresse: rothmaler.exkursionsflora@googlemail.com gesendet werden.

Dresden, Görlitz, Halle, im Frühjahr 2016
F. Müller, C. M. Ritz, E. Welk und K. Wesche

Inhaltsverzeichnis

Vorwort der Herausgeber	V
Bearbeiter der Flora	VI
I Einleitung	1
1 Ordnung und Benennung der Pflanzen	3
Systematik	3
Wissenschaftliche Pflanzennamen	4
Deutsche Pflanzennamen	5
2 Bau und Biologie der Pflanzen	7
Wuchsform	7
Blütenbiologie	9
Ausbreitungs- und Keimungsbiologie	10
Fortpflanzungsmechanismen	11
3 Verbreitung der Pflanzen	13
Ursachen der Pflanzenverbreitung	13
Verbreitung und Häufigkeit in Deutschland	15
Gesamtareale	16
4 Ökologische Zeigerwerte	21
5 Vergesellschaftung der Pflanzen	25
Übersicht der verwendeten Vegetationseinheiten	26
Register der Abkürzungen der Vegetationseinheiten	35
6 Naturschutz	37
7 Hinweise zum Sammeln	39
8 Zum Gebrauch der Bestimmungstabellen	41
9 Angaben bei den Arten	43
II Bestimmungsschlüssel	45
10 <i>Ranunculus auricomus</i>	47
11 <i>Rubus</i>	59
12 <i>Sorbus</i>	113
13 <i>Hieracium laevigatum</i>	131
14 <i>Taraxacum</i>	133
Erklärung der Fachwörter	185
Register der wissenschaftlichen und deutschen Pflanzennamen	207

Einleitung

Ordnung und Benennung der Pflanzen

Systematik

Die **Art** (Species) ist die biologisch wichtigste Einheit im taxonomischen System. In den meisten Definitionen gilt sie als eine Abstammungsgemeinschaft (Sippe) von Individuen, die untereinander fertil kreuzbar sind. Sie unterscheiden sich durch konstante erbliche Merkmale von denen anderer Abstammungsgemeinschaften und lassen sich mit diesen nur mit Einschränkungen der Fertilität bei den Nachkommen kreuzen. Sonderfälle sind allerdings im Pflanzenreich besonders häufig und in vielen Gruppen sogar die Regel, wenn die Kreuzbarkeit innerhalb der Sippe eingeschränkt ist (obligate Selbstbestäubung), sexuelle Fortpflanzung teilweise oder gänzlich fehlt (Apomixis) oder Hybridisierung zwischen Arten (und sogar Gattungen) häufig ist.

Asexuelle sowie hybridogene Gruppen zeichnen sich oft dadurch aus, dass Arten nur schwer abzugrenzen und zu bestimmen sind. Aus diesem Grund sind in vielen Floren nahverwandte, schwer unterscheidbare Arten zu **Artengruppen (Aggregaten, „Sammelarten“)** zusammengefasst. Das Aggregat (agg.) ist keine offizielle taxonomische Rangstufe, sondern eine unverbindliche, aus bestimmungspraktischen Gründen geschaffene Gruppierung „kritischer“ Arten (**Kleinarten**). In Zweifelsfällen wird es als besser angesehen, nur bis zu dem Aggregat zu bestimmen, als eine möglicherweise falsche Kleinart anzugeben. Besonders problematisch sind die infolge Apomixis in sehr großer Zahl auftretenden Kleinarten in verschiedenen Gattungen (z. B. *Alchemilla*, *Rubus*, *Sorbus*, *Taraxacum*, *Hieracium*, *Pilosella*, *Ranunculus auricomus* agg.).

Unterarten (subsp. = Subspecies) sind auf dem Weg der Artbildung befindliche Sippen, die zwar morphologisch deutlich differenziert, aber meist noch nicht genetisch isoliert sind. Die freie Kreuzbarkeit wird durch die Besiedlung unterschiedlicher Areale (geographische Rassen, Berg- und Talrassen) oder Standorte (ökologische Rassen, z. B. Kalk- und Silikatrassen) verhindert; in den Kontaktzonen treten meist Übergangsformen auf.

Kreuzungsprodukte verschiedener Arten (meist derselben, seltener von unterschiedlichen Gattungen) werden als **Hybriden (Bastarde)** bezeichnet. Sie vereinen gewöhnlich Merkmale beider Elternsippen, oft jedoch in sehr variabler Ausbildung, und sind ganz oder teilweise unfruchtbar. Sie erzeugen also meist keine reifen Samen oder Sporen. Soweit bekannt und relevant, wurden Primärhybriden in vorliegendem Band verschlüsselt. Wenn es sich um stabilisierte Formen handelt, wurden sie wie vollwertige (hybridogene) Arten geführt.

Gattungen können in verschiedene „supraspezifische Taxa“ untergliedert werden. Da Gliederungen bei apomiktischen bzw. hybridogenen Komplexen besonders schwierig sind, wird aus pragmatischen Gründen oft mit informellen Artengruppen gearbeitet. **Sektionen** (sect. = Sectio) sind taxonomische Kategorien in Linné'schen Sinne, werden lateinisch benannt und fassen auch näher verwandte Arten zu Gruppen innerhalb einer Gattung zusammen. So sind im Falle von *Taraxacum* die Sektionen gut dokumentiert und oft auch ökologisch-biologisch unterschieden. Sie dienen daher sogar als Kartiereinheiten (s. UHLEMANN in JAGER 2011). Bei *Rubus* werden die Sektionen weiter in **Subsektionen** (Subsect.) und diese wiederum in **Serien** (Ser.) untergliedert, in denen jeweils ähnliche

Arten zusammengefasst werden. Bei den hybridogenen Sippen von *Sorbus* erfolgt eine Gliederung in **Untergattungen** (subg. = Subgenus), die nach den Elternsippen benannt werden.

Wir gehen davon aus, dass Benutzer das übergeordnete Taxon richtig erkannt haben, wenn sie zum Kritischen Ergänzungsband greifen. Dies setzt in der Regel taxonomisches Wissen voraus, typischerweise entnommen aus einer Flora wie dem Rothmaler-Grundband. Da dort eine Übersicht über das relevante botanische System gegeben wird, verzichten wir hier auf die Einordnung der behandelten Taxa. Diese folgt wie alle aktuellen Rothmaler-Bände dem System der *Angiosperm Phylogeny Group* (APG III).

Wissenschaftliche Pflanzennamen

Da die behandelten „Kleinarten“ hier als Arten verstanden werden, richtet sich ihre Benennung (**Nomenklatur**) nach den gebräuchlichen wissenschaftlichen Standards, die als binäre Nomenklatur 1753 von LINNAEUS eingeführt wurden. Das aktuelle Regelwerk zur wissenschaftlichen Benennung von Pflanzen ist der *International Code of Nomenclature* (McNEILL et al. 2012, IPNI 2012). Hybriden werden entweder durch die mit einem Malkreuz verbundenen Namen der Elternarten bezeichnet oder mit einem eigenen binären Namen benannt, wobei das Malkreuz vor dem Art-Epitheton steht (**Bastard-Eberesche** – *Sorbus* × *pinnatifida* (SM.) DULL = *S. aucuparia* × *S. aria*)

Jede Pflanzenart mit bestimmter Gattungszugehörigkeit und Umgrenzung hat nur einen einzigen korrekten wissenschaftlichen Namen; entsprechendes gilt für die Gattung, Unterart usw. (Familiennamen s. u.). Gerade bei Gruppen, deren Taxonomie schwierig und daher im Fluss ist, können für ein Taxon im Laufe der Zeit oder in verschiedenen Ländern verschiedene Namen in Gebrauch gekommen sein (**Synonyme** = gleichbedeutende Namen). Es ist dann nicht nur schwierig festzulegen, welcher der verwendeten Namen der älteste ist (und damit Priorität genießt), sondern es muss auch geklärt werden, ob sich der diesem Namen zugrundeliegende **Typus** wirklich auf das fragliche Taxon bezieht. Da der benutzte Name also nicht nur von der Anwendung der Nomenklaturregeln (McNEILL et al. 2012) abhängt, sondern in erster Linie von der systematischen Beurteilung des Verwandtschaftskreises, die sich mit fortschreitender Forschung verändern kann, sind Namensänderungen nie ganz vermeidbar.

Aus diesem Grund sind Standardlisten wichtig, die für ein Gebiet einen Konsens zusammenstellen und als taxonomische Referenz dienen können. Für Deutschland ist die Standardliste von BUTTLER et al. (2015) von herausragender Bedeutung, weil sie nicht nur valide Namen listet, sondern auch durch umfangreiche Dokumentation die Synonyme sowie die relevanten Publikationen erschließbar macht. Der Rothmaler verfolgt das Prinzip, so wenig wie möglich von dieser Standardliste abzuweichen; die (wenigen) Ausnahmen werden gesondert kommentiert (dazu diverse Beiträge in *Schlechtendalia*). Diesem Prinzip folgt auch der Kritische Ergänzungsband. Wegen der besonderen Schwierigkeiten und häufigen Veränderungen in der Nomenklatur hatten hier aber die Autoren als ausgewiesene Spezialisten für die betreffende Gruppe das letzte Wort. Abweichungen von BUTTLER et al. (2015) waren also durchaus zulässig, blieben aber insgesamt die Ausnahme. Soweit vom Umfang her vertretbar, wurden wichtige Synonyme bei den Artinformationen aufgeführt. Da die Standardliste in der Regel vollständige Angaben zu den Autoren der jeweiligen Namen gibt, wurden diese im Grundband in einer standardisiert gekürzten Form angegeben (folgend BRUMMITT & POWELL 1992). Mit Blick auf mögliche neue Erkenntnisse wurden im vorliegenden Band aber meist die umfangreicheren Namenszitate aufgeführt.

Der nomenklatorische Autorname sagt nichts über die Umgrenzung eines Taxons aus, die sich je nach der systematischen Beurteilung ändern kann (s. o.). Um darauf hinzuweisen, findet sich manchmal noch eine Abkürzung hinter dem Namen der Sippe, die entweder im weiten Sinn (**s.l.** = *sensu lato*), d. h. unter Einschluss nahe verwand-

ter Taxa, oder im engen Sinn (**s. str.** = *sensu stricto*), d.h. unter Ausschluss zuweilen hinzugezogener Taxa, aufgefasst sein kann. Das Wort **sensu** (im Sinne von) weist auf die taxonomische Bewertung bzw. die Umgrenzung einer Sippe durch den nachfolgend genannten Autor (oder in einem bestimmten Werk) hin. Bei Synonymen bedeutet die Abkürzung **p. p.** (= *pro parte*, zum Teil), dass mit dem synonym verwendeten Namen nur ein Teil des ursprünglichen Umfangs der betreffenden Sippe gemeint ist. Die Abkürzungen **auct.** (= *auctorum*, der Autoren) besagt, dass der Name in verschiedenen botanischen Büchern oder der Gartenliteratur falsch angewendet wird (oder wurde), nämlich nicht für dasjenige Taxon, dem der nomenklatorische Typus entspricht. Auch das Wort **non** (nicht) zwischen zwei Autornamen weist darauf hin, dass der erstgenannte Autor den Namen (ein Homonym) unkorrekt für eine andere Sippe verwendete als der zweitgenannte.

Um die richtige **Aussprache** der wissenschaftlichen Pflanzennamen zu erleichtern, ist jeweils der betonte Vokal bzw. Doppellaut unterstrichen. Betont wird wie im Lateinischen die vorletzte Silbe, wenn sie lang ist (*Sempervivum*, *giganteus*), dagegen die drittletzte, wenn die vorletzte Silbe kurz ist (*sempervirens*, *argenteus*).

Deutsche Pflanzennamen

Noch häufiger als bei anderen Artengruppen sind die deutschen Pflanzennamen im vorliegenden Buch künstlich gebildet („Büchernamen“) und keine echten Volksnamen („Vernakularnamen“). Das liegt einerseits daran, dass für viele unscheinbare oder schwer unterscheidbare Arten überhaupt keine volkstümlichen Namen existieren, zum anderen haben sich die eigentlichen Volksnamen naturgemäß völlig unabhängig von der wissenschaftlichen Systematik entwickelt. Sie sind häufig vieldeutig und in einzelnen Landschaften des Gebietes unterschiedlich. Aus diesen Gründen wird nicht selten gerade in Expertenkreisen der Wert mancher deutscher Namen durchaus hinterfragt. Dennoch bleibt auch vorliegender Band dem Prinzip der Exkursionsflora treu und bietet außer bei *Taraxacum* in der Regel einen deutschen Namen an.

Im Gegensatz zu den wissenschaftlichen Pflanzennamen gibt es für die Bildung und Anwendung der deutschen Kunstnamen keine verbindlichen Regeln; Bestrebungen verschiedener Autoren zu einer Vereinheitlichung gehen von unterschiedlichen Voraussetzungen aus. Wir verwenden daher im Wesentlichen die bisher in den Rothmaler-Bänden gebräuchlichen Namen, haben aber in Anlehnung an Vorschläge von M. A. FISCHER (2001, 2002) auch einige uns sinnvoll erscheinende Änderungen vorgenommen (z. B. Meierrott-Mehlbeere statt Meierrott's Mehlbeere).

Gewöhnlich bestehen die deutschen Artnamen wie die lateinischen aus dem Gattungsnamen und einem die Art kennzeichnenden Zusatzwort. Ist dieses ein Substantiv, wird der Name mit Bindestrich geschrieben (Zwerg-Mehlbeere), ist es ein Adjektiv, in zwei Wörtern und stets mit großem Anfangsbuchstaben (Echte Mehlbeere). Aus einem Wort bestehende volkstümliche Artnamen werden ohne Bindestrich geschrieben (Eberesche).

Bau und Biologie der Pflanzen

Grundlagen zum Bau der Pflanzen sind im Grundband (JAGER 2011) beschrieben und werden hier in weiten Teilen als bekannt vorausgesetzt. Die in den Bestimmungsschlüsseln verwendeten allgemeinen Fachausdrücke werden am Ende des Buches (S. 185 ff., grauer Seitenrand) in einem alphabetischen, illustrierten Fachwortverzeichnis erklärt. Damit soll das Auffinden der Begriffe erleichtert werden. Spezielle Begriffe für bestimmte Artengruppen werden jeweils in den einführenden Anmerkungen erläutert. Deutsche Bezeichnungen werden bevorzugt, sie sind aber nicht alle ohne Erklärung verständlich. Es ist deshalb nötig, immer wieder im Fachwortverzeichnis nachzulesen und sich die Fachsprache anzueignen. Es ist nicht selbstverständlich, dass ein fiederschnittiges Blatt tiefer eingeschnitten ist als ein fiederteiliges, dass beide aber nicht aus völlig voneinander getrennten Teilen bestehen; im Gegensatz zum Fiederblatt, dessen Teile, die Blättchen, größer sein können als ein Blatt einer anderen Pflanze. Auch die botanischen Bezeichnungen der Früchte weichen z. T. von den landläufigen ab.

Im Schlüsselteil geben die Artdiagnosen, soweit bekannt, in Klammern jeweils formelhaft Informationen zu folgenden Merkmalen und in folgender Reihenfolge:

Wuchsform (Laubrythmus, Rosettenbildung, Lebensform, Lebensdauer, Überdauerungsorgane, vegetative Vermehrung [klonales Wachstum], vegetative Ausbreitung, Bestäubung und Ausbreitung der Samen oder Früchte, manchmal auch Besonderheiten der Samen-Lebensdauer und Keimung).

Diese Klammern enthalten viele Fachtermini aber oft in abgekürzter Form. Um die eigenständige Nutzbarkeit zu gewährleisten, werden die entsprechenden Erläuterungen zu den wichtigsten Begriffen sowie ihren Abkürzungen hier aufgelistet, Angaben zur Fortpflanzungsbiologie apomiktischer und hybridogener Sippen wurden ergänzt.

Wuchsform

Laubrythmus

immergrün (igr): ganzjährig ± gleichmäßig belaubt.

teillimmergrün (teigr): Laub im Winter zum großen Teil absterbend, kleine, meist bodennahe Blätter in milden Wintern überdauernd.

sommergrün (sogr): Laubaustrieb im Frühjahr, Laubfall oder Absterben des Laubes im Herbst, Winterknospen oft durch Knospenschuppen geschützt.

frühjahrsgrün (frgr): Laubaustrieb im zeitigen Frühjahr, Absterben des Laubes im Frühsommer.

herbst-frühjahrsgrün (hfrgr): Laubaustrieb im Herbst, Absterben des Laubes im Frühsommer.

Rosettenbildung

Ganzrosettenpflanze (ros): Laubblätter nur am gestauchten Achsenabschnitt in Bodennähe (*Taraxacum*), an der gestreckten Achse höchstens schuppenförmige Hochblätter tragend.

Halbrosettenpflanze (hros): außer der Rosette Laubblätter an der gestreckten Achse tragend.

Rosettenlose Pflanze (Erosulate, eros): Laubblätter nur an der gestreckten Achse, in Bodennähe oft Niederblätter (alle Kriechtriebpflanzen).

Lebensform

Phanerophyten tragen die Überdauerungsknospen weit über dem Boden. Bis auf wenige Ausnahmen **Holzpflanzen** (HolzPfl) mit ausdauernd verholzten oberirdischen Sprossachsen. Dazu gehören **Baum** (B, Makrophanerophyt), **Strauch** (Str, Nanophanerophyt), **Strauchbaum** (StrB), **Zwergstrauch** (ZwStr, Hemiphanerophyt), **Liane**: kletternde Holzpflanze.

Chamaephyten (C): Überdauerungsknospen wenige (ca. 3–30) cm über der Erdoberfläche liegend. Hierzu gehören **Halbstrauch** (HStr, schwach holziger Chamaephyt), **Spalierstrauch** (SpalierStr, Polsterzweigstrauch), **krautige Chamaephyten**, dazu auch **Polsterpflanzen** oder **Legtrieblager**.

Hemikryptophyten (H): Überdauerungsknospen in Höhe der Erdoberfläche.

Kryptophyten: Überdauerungsknospen geschützt im Boden oder am Grund von Gewässern. Hierzu gehören **Geophyt** (G), **Helophyt** (He), **Hydrophyt** (Hy).

Therophyten (Sommerannuelle): kurzlebige, typischerweise einjährige Arten.

Lebensdauer

Hapaxanthe (monokarpische) Kräuter sterben nach einmaligem Blühen und Fruchten ab. Zu ihnen gehören:

Sommerannuelle (☉, Therophyt): einjährige Pflanze, die den Winter ausschließlich als Samen überdauert.

Winterannuelle (⊙, Einjährig Überwinternde): Keimung im (Sommer oder) Herbst nach der Samenreife, Blüte im Frühjahr oder Sommer des nächsten Jahres. **Frühjahrs-ephemere** sterben bereits im Frühsommer wieder ab.

Zweijährige (⊙, Biene): Keimung im Herbst oder Frühjahr, danach 1 Jahr vegetativ wachsend und erst im 2. oder 3. Jahr blühend und fruchtend.

Mehrjährige (⊙, Plurienne): Jugendstadium meist > 5 Jahre, Pflanzen nach einmaligem Fruchten absterbend.

Pollakanthe (polykarpische) Pflanzen blühen und fruchten in mehreren Lebensjahren, sie sind **ausdauernd** (perennierend, 2₁). Ausdauernde Kräuter heißen **Stauden**. Manche sind durch klonales Wachstum potentiell unsterblich, andere sind kurzlebig.

Erdsprosse und vegetative Reproduktion

Der Charakter der Erdsprosse entscheidet über die Möglichkeit der vegetativen Reproduktion und Ausbreitung (klonales Wachstum) und die Durchsetzungs-Strategie in der Vegetation. Vegetative Vermehrung und Ausbreitung ist auch bei den meisten Gehölzen möglich, z. B. durch Bogentriebe (*Rubus*-Arten).

Bei Kräutern werden unterschieden:

Pleioikorm (Pleioik): Dauerachsensystem aus den dichtstehenden, meist verholzten basalen Abschnitten der Jahrestriebe unterschiedlichen Alters, die im Bereich der Erdoberfläche überdauern und ständig untereinander und mit der Primärwurzel verbunden bleiben. Sprossbürtige Bewurzelung ist möglich, führt aber nicht zur Bildung selbständiger Teilpflanzen (Dividuen, Rameten). Lebensdauer begrenzt.

Pfahlwurzel (PfWu): ausdauernde, kräftige Primärwurzel, wenig verdickt oder als Speicherorgan stark verdickt (**Rübe**), mit unverzweigter oder wenig verzweigter Sprossbasis. Sprossbürtige Bewurzelung fehlt, Bewurzelung aus der Primärwurzel und ihren Seitenwurzeln gebildet (Allorhizie). Trägt die Pfahlwurzel stark verzweigte Sprossbasen, wird die Wuchsform als Pleioikorm-Pfahlwurzel (PleioikPfWu) bezeichnet.

Horst: System gestauchter, nicht verdickter, dicht verzweigter Sprossbasen (Phalanx-Strategie), die im Alter Hexenringe bilden können. Bewurzelung sprossbürtig. Dividuenbildung durch Isolation von Teilen möglich.

Rhizom (Rhiz, „Wurzelstock“): horizontaler, selten schräger oder vertikaler speichernder Erdspross mit gestauchten Stängelgliedern (diese bis 2mal so lang wie dick). Zuwachsabschnitte meist an der Erdoberfläche gebildet und evtl. durch Zugwurzeln etwas darunter verlagert, Laubblätter und z. T. Niederblätter tragend; selten unter der Erdoberfläche gebildet und nur Niederblätter tragend. Regelmäßig sprossbürtig bewurzelt und nach Verzweigung und Absterben der rückwärtigen Teile selbständige Dividuen bildend.

Ausläufer (Ausl): horizontaler, sprossbürtig bewurzelter Trieb mit gestreckten, dünnen Stängelgliedern (diese >2mal so lang wie dick), an der Bodenoberfläche (oAusl) oder unterirdisch (uAusl), nach Absterben der rückwärtigen Teile selbständige Dividuen bildend. Pflanze potentiell unsterblich.

Kriechtrieb (KriechTr): ganze Pflanze kriechend als horizontal auf der Bodenoberfläche wachsender, sprossbürtig bewurzelter und Laubblätter tragender Überdauerungstrieb mit ± gleichmäßig gestreckten Stängelgliedern. Nach Verzweigung und Absterben der rückwärtigen Abschnitte selbständige Dividuen bildend.

Legtrieb (LegTr): dünner, zunächst locker aufsteigender Spross mit Laubblättern, der sich später niederlegt, sich sprossbürtig bewurzelt und zum klonalen Wachstum (Dividuenbildung) in der Lage ist.

Bogentrieb (BogenTr): mit Laubblättern und kurzen Internodien zunächst schräg aufwärts wachsend, später überbiegend, mit der Spitze den Boden erreichend und einwurzelnd. Regelmäßig Dividuenbildung, potentiell unsterblich (*Rubus* sect. *Corylifolii*, subsect. *Hiemales*).

Sprossknolle (SprKnolle): dicker, kurzer, meist unterirdischer Speicherspross mit Nieder- und/oder Laubblättern und sprossbürtiger Bewurzelung, oft mit Zugwurzeln zur Regulierung der Tiefenlage. **Hypokotylknolle** aus dem Hypokotyl und z. T. auch aus Wurzelbasen gebildet, längerlebig.

Wurzelknolle (WuKnolle): ganz oder teilweise verdickte sprossbürtige Wurzel, entweder nur mit Speicherfunktion (**Wurzelknolle** i. e. Sinn) oder außerdem mit Nährwurzeln und Wurzelfunktion (**Knollenwurzel**).

Zwiebel (Zw): knospenähnlicher, meist unterirdischer Speicherspross mit stark verkürzter Achse (Zwiebelscheibe) und fleischigen Niederblättern und/oder Laubblattbasen, die sich als geschlossene Scheiden umeinander schließen oder frei der Zwiebelscheibe ansitzen.

Polster: etagenförmiges Achsensystem aus meist dichtstehenden, kurzen, an der Spitze verzweigten, dicht und meist immergrün beblätterten Trieben mit meist ausdauernder Primärwurzel.

Wurzelspross (WuSpr): endogen an einer meist horizontalen Wurzel gebildeter orthotroper Spross, sprossbürtig bewurzelt. In manchen Fällen werden Wurzelsprosse nur regenerativ nach Verletzung gebildet (*Taraxacum*).

Blütenbiologie

Bestäubung: Übertragung der Pollenkörner (Mikrosporen) auf die Narbe bzw. bei den Nacktsamern direkt auf die Samenanlagen.

Befruchtung: Verschmelzung eines von mindestens 3 Kernen des Pollenkorns mit der Eizelle.

Fremdbestäubung (Allogamie): Bestäubung mit Pollen eines anderen Individuums. Fremdbestäubung wird gefördert durch physiologisch bedingte Unverträglichkeit (Inkompatibilität) von Pollen und Narbe desselben Individuums oder durch zeitlich differenzierte Reife der Geschlechter in einer Blüte, nämlich **Vormännlichkeit** (Protandrie, Vm), **Vor-**

weiblichkeit (Protogynie, Vw), außerdem durch **Herkogamie** (räumliche Trennung der Staubblätter und Narben einer Blüte) und **Verschiedengrifflichkeit** (Heterostylie, Vg).

Pollen: Der Pollen wird durch Wind, Tiere oder Wasser übertragen:

Windbestäubung (Anemogamie, WiB): Bestäubung durch den Wind.

Tierbestäubung (Zoogamie), bei uns fast nur **Insektenbestäubung** (Entomogamie, InB).

Wasserbestäubung (Hydrogamie, WaB): Übertragung des Pollens an der Wasseroberfläche.

Selbstbestäubung (Autogamie, SeB): Bestäubung mit Pollen desselben Individuums, entweder innerhalb einer Blüte oder zwischen verschiedenen Blüten (**Nachbarbestäubung**, Geitonogamie). Manche Pflanzen besitzen außer den für Fremdbestäubung eingerichteten, offenen (chasmogamen) Blüten auch unscheinbare, geschlossen bleibende (**kleistogame**) Blüten, in denen regelmäßig Selbstbestäubung erfolgt.

Ausbreitungs- und Keimungsbiologie

Die Ausbreitung der **Diasporen** (Samen, Früchte und Sporen, aber auch vegetativer Ausbreitungseinheiten wie Brutzwiebeln) erfolgt durch Wind, Wasser, Tiere, durch den Menschen oder durch Selbstausbreitung.

Windausbreitung (Anemochorie, WiA): Ausbreitung durch den Wind mit Hilfe von Flugeinrichtungen mit einer großen Oberfläche, die das Schweben ermöglichen und die Fallgeschwindigkeit verringern.

Stoßausbreitung (Semachorie, StA): Auf versteiften, oft nach der Blüte stark gestreckten Fruchtstielen öffnen sich die Streufrüchte nach oben, die Samen werden durch Windstöße oder vorbeistreifende Tiere ausgeschüttelt.

Wasserausbreitung (Hydrochorie, WaA): Ausbreitung an der Wasseroberfläche oder im strömenden Wasser.

Regenschleuder-Ausbreitung (Ombroballochorie): Die Samen werden aus den nach oben geöffneten, schüsselförmigen Streufrüchten durch auffallende Regentropfen oder Spritzwasser an Bächen ausgeschleudert.

Tierausbreitung (Zoochorie): Ausbreitung auf oder in Tieren. Hierzu gehören **Verdauungsausbreitung** (Endozoochorie, VdA), **Kleb-** und **Klettausbreitung** (Epizoochorie, KIA), **Versteck-** und **Verlustausbreitung** (Dyszoochorie, VersteckA) durch Vögel oder Nager

Menschenausbreitung (Anthropochorie, MeA): Ausbreitung durch Aktivitäten des Menschen.

Selbstausbreitung (Autochorie, SeA): Reife Samen oder Früchte werden von der Pflanze aktiv fortgeschleudert.

Keimbedingungen, Samenlebensdauer

Soweit Daten vorliegen, werden Eigenschaften der **Keimung** und der **Lebensdauer** der Sporen und Samen angegeben. Für die Keimung fordern manche Arten Licht, andere Dunkelheit, manche müssen eine Kälteperiode durchlaufen (Kältekeimer), andere brauchen besonders hohe Temperaturen (Wärmekeimer).

Die Angaben über die Samenlebensdauer beziehen sich auf die Lagerung im Boden. Die Samen einiger Arten können Jahrhunderte überleben (*Taraxacum*). Sehr langlebige Samen sind meist klein. Eine Samenlebensdauer von 1–3 Jahren wird mit „Sa kurzlebig“, von über 20 Jahren mit „Sa langlebig“ angegeben. Wenn nichts angegeben ist, liegt die Lebensdauer dazwischen, meistens aber fehlen Kenntnisse zu diesen Eigenschaften.

Fortpflanzungsmechanismen

Sexuelle Arten der Bedecktsamer bilden durch meiotische Teilung Pollen- und Embryosackzellen mit einem reduzierten Chromosomensatz. Das Pollenkorn enthält eine Pollenschlauchzelle und eine generative Zelle, die sich in zwei Spermazellen teilt. Der Embryosack enthält die Eizelle und gewöhnlich noch sieben weitere Zellen. Nach der Bestäubung gelangen die Spermazellen mithilfe des Pollenschlauches durch Narbe und Griffel zum Embryosack in die Samenanlage. Eine Spermazelle verschmilzt mit der Eizelle, die zweite Spermazelle fusioniert mit den beiden bereits verschmolzenen sekundären Polkernen des Embryosackes (doppelte Befruchtung). Aus der befruchteten Eizelle geht der Embryo und aus den Polkernen das sekundäre Endosperm (Nährgewebe für den Embryo) hervor. Die sexuelle Fortpflanzung ist die Hauptquelle der genetischen Variation in den Nachkommen und sichert die evolutive Anpassungsfähigkeit an sich ändernde Umweltbedingungen.

Dennoch pflanzen sich viele Arten auch asexuell fort. **Apomixis** im weiteren Sinne umfasst sowohl vegetative Vermehrung als auch asexuelle Samenbildung (**Agamospermie**). Bei der vegetativen Fortpflanzung werden Nachkommen aus somatischen Geweben ohne die Einbindung sexueller Prozesse gebildet (z. B. Ausläufer u. Flagellen in *Pilosella*, Bogentriebe in *Rubus*). Die Gesamtheit genetisch identischer Nachkommen aus vegetativer Vermehrung (**Rameten**) wird als **Klon** bezeichnet.

Agamospermie tritt vor allem in polyploiden Artengruppen der Familien Asteraceae, Rosaceae und Poaceae auf (KADEREIT et al. 2014). Bei der **sporophytischen Agamospermie** entstehen die Embryonen nicht in einem Embryosack sondern direkt aus weiteren unreduzierten Geweben der Samenanlage (z. B. in *Alchemilla*). Sexuell und asexuell entstandene Embryonen können bei dieser Form der Agamospermie in einer Samenanlage koexistieren. Bei der **gametophytischen Agamospermie** wird ein Embryosack mit unreduzierter Chromosomenzahl gebildet. Entsteht dieser unreduzierte Embryosack unabhängig von einem reduzierten Embryosack, wird dies als **Aposporie** (z. B. *Pilosella*, *Ranunculus auricomus*, *Sorbus*) bezeichnet, ersetzt er den reduzierten Embryosack wird von Diplosporie (z. B. *Hieracium*, *Taraxacum*) gesprochen. In aposporen Arten sind meist Bestäubung und die darauffolgende Fusion des zweiten Spermakerns mit den Polkernen zur sekundären Endosperm Bildung notwendig (**Pseudogamie**). Sowohl bei aposporen als auch bei diplosporen Arten kann der Embryo entweder aus der unreduzierten Eizelle (**Parthenogenese**) oder aus einer anderen Zelle des Embryosackes (**Apogamie**) hervorgehen. In einigen Gattungen kommen verschiedene Formen der Agamospermie vor (*Alchemilla*, *Rubus*).

Da apomiktische Fortpflanzung die Neukombination von genetischem Material verhindert, können Merkmalsausprägungen über Generationen mehr oder weniger unverändert weitergegeben werden, so dass in diesen Pflanzengruppen anhand fixierter Unterschiede eine große Anzahl von **Kleinarten (Mikrospecies)** unterschieden werden können. Trotz ausbleibender Neukombination kann die genetische Vielfalt in agamospermen Arten beträchtlich sein, dies ist durch Anhäufung von somatischen Mutationen, unvollständig ablaufende Meiosen oder gelegentliche sexuelle Vermehrung begründet.

Hybridisierung und Polyploidie

Oftmals sind Pflanzenarten nicht vollständig voneinander reproduktiv isoliert. Die Kreuzung zwischen zwei Arten wird als **Hybridisierung** bezeichnet. Hybriden können eine intermediäre Merkmalsausprägung zwischen den Elternarten zeigen, einem Elternteil ähnlicher sein oder auch neue Merkmale, die den Elternarten fehlen, ausbilden. Die Fertilität der Hybriden kann – muss aber nicht – im Vergleich zu den Elternarten herabgesetzt sein. Wenn sich Mechanismen der reproduktiven Isolation zwischen Primärhybriden und ihren Elternarten etablieren, können aus Hybriden neue Arten hervorgehen. Bei einer fortgesetzten Kreuzung zwischen der Hybride und einem Elternteil spricht man

von **Introgression**. Reproduktive Isolation kann u. a. durch die Vervielfachung der Chromosomensätze (**Polyplloidie**) in Hybriden entstehen. Solche Hybriden werden meist aus unreduzierten Gameten gebildet und als **Allopolyploide** bezeichnet. Zum Beispiel sind die Nachkommen einer tetraploiden (4x) Hybride mit einem ihrer diploiden (2x) Elternteile Triploide (3x), die aufgrund ihres ungeraden Chromosomensatzes meist nicht zur sexuellen Fortpflanzung in der Lage sind. Dennoch treten in manchen Pflanzengruppen oft Hybridisierungsereignisse zwischen Allopolyploiden untereinander und mit ihren diploiden Vorfahren auf, aus denen sich taxonomisch schwer zu fassende **Polyplloidkomplexe** entwickeln. Hinzukommt, dass sich unter Allopolyploiden oftmals apomiktische Fortpflanzungssysteme als Ausweg aus der Hybridsterilität (s. o.) herausbilden.

Verbreitung der Pflanzen

Alle Pflanzenarten und in der Regel auch die Unterarten besiedeln ein charakteristisches, ihren Umweltansprüchen entsprechendes Wohngebiet, das **Areal**. Für viele der in diesem Band behandelten Arten ist eine relativ junge, oft nacheiszeitliche Entstehung zu vermuten. Doch resultieren daraus nicht unbedingt kleine, regional begrenzte Arealfächen. Apomixis führt sogar häufig zu einer erhöhten Arealgröße der apomiktischen Arten im Vergleich zu sexuell reproduzierenden Verwandten. BIERZYCHUDEK (1985) zeigte, dass Areale apomiktischer Pflanzengruppen ausserdem in nördlichere geographische Breiten reichen, dass Apomikten weiter hinauf in Gebirgen vorkommen und häufiger in ehemals vergletscherten Gebieten sind. Oft sind die sich sexuell fortpflanzenden Verwandten sogar nur im Kerngebiet weiterreichender apomiktischer Komplexe verbreitet (*Antennaria*, *Taraxacum*, *Chondrilla*, *Ranunculus*). Apomixis bietet unter dynamischen Umweltbedingungen Vorteile in Vermehrung und Fortpflanzung: uniparentale Reproduktion und klonales Wachstum ermöglichen oft eine effizientere Ausbreitung und Etablierung, während Polyploidie und Hybridisierung die genetische Vielfalt innerhalb apomiktischer Populationen erhalten. Andererseits können durch Hybridisierung und apomiktische Stabilisierung jederzeit konstante Neoendemiten entstehen, die dann nur ganz lokal, im Extremfall nur als ein Individuum oder Klon vorkommen (*Hieracium*, *Rubus*, *Sorbus*, *Taraxacum*).

Ursachen der Pflanzenverbreitung

Die Begrenzung der Pflanzenareale ergibt sich aus dem Zusammenwirken von inneren Faktoren (der Konstitution der Pflanzenart) und äußeren Faktoren. Bei den letzteren werden ökologische Faktoren (Wärme, Licht, Wasser, Boden, Konkurrenz anderer Pflanzenarten, Bestäuber, Schädlinge usw.) und historische Faktoren unterschieden. Je jünger eine Sippe ist, desto größer wird die Bedeutung des Zeitfaktors, weil vom Entstehungsraum ausgehend oft noch eine progressive Arealerweiterung stattfindet. Jede Ursachenanalyse setzt eine genaue Kenntnis des Gesamtareales voraus, die in der Regel aus Herbarien, lokalen Verbreitungskarten oder Florenwerken gewonnen werden kann. Mit Blick auf den lückigen Wissensstand, die besondere Schwierigkeit der Artumgrenzung und die geschilderten Nomenklaturprobleme sind Gesamtareale für viele der hier behandelten Sippen nur unter Vorbehalt oder gar nicht anzugeben. Eine zusammenfassende Analyse entsprechender Artenschwärme wäre im Hinblick auf das evolutive Verständnis der Sippenbildung sicher von großem Interesse, fehlt aber für die verschlüsselten Gruppen.

Apomiktische bzw. hybridogene Sippen unterliegen ähnlichen arealbegrenzenden Mechanismen wie andere höhere Pflanzen. Großräumig wirkt vorrangig das **Klima**, das die meisten im Gebiet auftretenden Arealgrenzen bestimmt. Neben Frost und Länge der Vegetationsperiode ist hier v. a. der Wasserfaktor von Bedeutung. Dieser wird aber auch stark durch den **Standort** (nicht deckungsgleich mit dem Fundort, also der geografischen Lage) bestimmt. Hier wirken biotische Faktoren und abiotische Faktoren zusammen. Im engeren geografischen Rahmen wird die Verbreitung der Pflanzen sehr stark von den chemischen Eigenschaften des Bodens und seinem Wasserhaushalt

bestimmt. Für die Kennzeichnung der standörtlichen Ansprüche der einzelnen Arten werden in den Rothmaler-Bänden abgestufte Wertungen vorgenommen. Bezüglich des Basenhaushaltes der Böden kennzeichnet **kalkstet** das ausschließliche Vorkommen, **kalkhold** das überwiegende Vorkommen auf karbonathaltigen (basischen) Böden, **basenhold** ein Vorkommen auf Böden, die meist karbonatfrei, aber reich an basischen Kationen sind und **kalkmeidend** das Vorkommen auf karbonatfreien, ± sauren Böden. Im Gegensatz zu Kalkgesteinen sind **Silikatgesteine** kalkfrei; sie sind meistens sauer (Granit, saurer Gneis), können aber auch basenreich sein (Basalt, Diabas, Gabbro). Die Angaben **nährstoffanspruchsvoll** bzw. **stickstoffanspruchsvoll** kennzeichnen Arten, die hohe Ansprüche an wachstumsfördernde Nährstoffen insgesamt bzw. an einzelne von ihnen stellen. Entsprechend werden bestimmte Substrateigenschaften (besonders bei Gewässern) als **eu-**, **meso-** oder **oligotroph** eingestuft. Das Ertragen bzw. die Bevorzugung von Standorten mit überhöhtem Angebot an einzelnen Elementen in einem für die Mehrzahl der Pflanzen toxischen Bereich wird, wie im Falle von Salzstandorten im Binnenland und an der Küste, besonders gekennzeichnet. Ungezielt anthropogen geschaffene bzw. beeinflusste Standorte werden als **Ruderalstellen** zusammengefasst und im Einzelnen meist noch genauer gekennzeichnet. Der für die Wasserversorgung der Pflanzen wichtige Bodenwasserhaushalt wird durch die Stufen **nass**, **feucht**, **frisch**, **trocken** bzw. **wechselfeucht/wechselfeucht** charakterisiert.

Neben den abiotischen Faktoren spielen natürlich auch biotische Faktoren wie **menschliche Nutzungsweise**, **Herbivorie** und **Konkurrenz**, z.B. durch höherwüchsige Arten eine Rolle.

Historische Faktoren. Neben den geschilderten ökologischen Faktoren sind für die Pflanzenverbreitung die historischen Faktoren wichtig, wobei hier für Mitteleuropa die Auswirkungen der jüngeren Klimageschichte besonders gut bekannt und offenbar wichtig sind. So kommen neben Kaltzeitrelikten (**Glazialrelikte**) auch Wärmezeitrelikte (**Xerothermrelikte**) vor. Auch die Landnutzungsgeschichte hat immensen Einfluss. Mit der Einführung des Ackerbaus aus Vorderasien (etwa 4500 v. Chr.) wurden viele Ackerunkräuter eingeschleppt; andere, meist stickstoffliebende Arten begleiten die menschlichen Wohnstätten und Müllplätze (**Ruderalpflanzen**). Man bezeichnet solche in vorge-schichtlicher oder frühgeschichtlicher Zeit eingeschleppte Arten als **Archäophyten** (A), im Gegensatz zu den **Neophyten** (N), die nach der Entdeckung Amerikas eingeschleppt wurden oder eingewandert sind, und bei denen man oft das Jahr des ersten Auftretens und die Ausbreitungsgeschichte im Gebiet kennt. Über den **Status** (heimisch oder eingeschleppt) bestehen allerdings auch bei einigen bestimmungskritischen Arten Unsicherheiten. Auch heute werden ständig neue Arten durch Verkehr und Handel eingebracht. Viele davon breiten sich aber vom Einschleppungsort nicht weiter aus, verschwinden nach einigen Jahren oder überstehen nicht einmal den ersten Winter (**Adventivpflanzen**, **Ephemerophyten**). Von diesen **Unbeständigen** (U) wurden in der Exkursionsflora nur diejenigen aufgenommen, die immer wieder neu eingeschleppt werden und daher regelmäßig anzutreffen sind.

Mit (N) werden nur fest eingebürgerte, über mehrere Generationen beständige Neophyten bezeichnet. Auf dem Wege der Einbürgerung befindliche Arten können mit (U → N) gekennzeichnet werden. Innerhalb Deutschlands kann der Grad der Einbürgerung unterschiedlich sein; gebietsweise heimische Pflanzen sind in anderen Bundesländern nur eingebürgert oder gar unbeständig.

Seit der Mitte des 20. Jahrhunderts hat mit der Einführung industrieller Methoden in der Landwirtschaft und dem zunehmenden Stickstoffeintrag aus der Luft eine ganz neue Entwicklungsphase für die Pflanzenwelt unseres Gebietes begonnen. Sie ist durch weiträumige und oft dramatische Verluste in der Artenvielfalt geprägt, die weiter fortschreiten. Eine viel geringere Zahl von Arten hat sich in den letzten Jahrzehnten stark ausbreitet. Ihr Erfolg geht meistens auf die Veränderung der Standorte und die Störung der heimischen Vegetation durch den Menschen zurück. In Kontext des vorliegenden

Bandes sind hier u. a. *Rubus*-Arten zu nennen, die in einer vermutlich nährstoffärmeren, v. a. weitaus walddreieheren Naturlandschaft, seltener die typischen Heckengesellschaften aufbauen könnten. Es gibt innerhalb von Artenschwärmen aber durchaus Unterschiede. So sind bestimmte Löwenzähne (insbesondere sect. *Taraxacum*) im Intensivgrünland auch bei starker Düngung häufig, während andere Sektionen der Gattung insgesamt seltene Spezialisten beinhalten (z. B. sect. *Palustria*).

Bei verschiedenen hier bearbeiteten Gruppen liegen die besonderen taxonomischen Probleme darin begründet, dass hier sozusagen vor unseren Augen Evolution abläuft. Viele Arten befinden sich in derzeitiger Entstehung, aber andere sind oft auch im Verschwinden begriffen – die Artgrenzen verschwimmen. Die relevante Zeitskala umfasst hier Jahrhunderte, vielleicht auch nur Jahrzehnte, entspricht also der Spanne massiven menschlichen Eingriffes in die Vegetation. Durch Schaffung flächenhafter Offenlandbiotop hat der Mensch die Artbildung beeinflusst und lokal sogar gefördert. Da die relevanten Prozesse noch so jung sind, finden wir bei den hier behandelten Artenschwärmen viele Sippen mit oft sehr begrenzter Verbreitung. Auch die wenigen in Deutschland endemischen Arten gehören oft zu solchen bestimmungskritischen Gruppen. Je nach Beurteilung des Status und der taxonomischen Eigenständigkeit kann die Verantwortlichkeit Deutschlands für die weltweite Erhaltung der hier behandelten Arten durchaus als hoch angesehen werden. Damit ergibt sich für den Naturschutz eine besondere Herausforderung, denn hier muss genau unterschieden werden, ob Arten z. B. selten sind, weil sie noch sehr jung sind und sich nicht ausbreiten konnten, weil sie ökologisch hochspezialisiert sind oder weil sie tatsächlich akut durch Landnutzung (und Klimawandel) bedroht werden. Es muss auch geprüft werden, ob ihre Seltenheit nicht nur eine scheinbare ist und ein Artefakt der spärlichen Datenlage für die hier behandelten Arten darstellt.

Verbreitung und Häufigkeit in Deutschland

Verbreitung und Häufigkeit der einzelnen Arten werden nach Bundesländern angegeben, weil den Länderflora, den Verbreitungsatlanten, den Roten Listen und anderen floristischen Publikationen ebenfalls die politischen Grenzen zugrunde liegen. Die Bundesländer werden stets in folgender Reihenfolge von Süden nach Norden aufgeführt: Ba (Bayern), Bw (Baden-Württemberg), Rh (Rheinland-Pfalz & Saarland), We (Nordrhein-Westfalen), He (Hessen), Th (Thüringen), Sa (Sachsen), An (Sachsen-Anhalt), Br (Brandenburg & Berlin), Ns (Niedersachsen & Bremen), Me (Mecklenburg-Vorpommern) und Sh (Schleswig-Holstein & Hamburg). Mit Doppelpunkt werden an die Länderkürzel bisweilen einzelne Fundorte oder Fundgebiete angefügt. Bei genauer Kenntnis der lokalen Verbreitung wird im Rahmen der Ländergrenzen nach Himmelsrichtungen oder Landschaften differenziert. Die Übersichtskarte im hinteren Klappentext fasst die entsprechende Gebietsgliederung zusammen. Für eine genauere Charakterisierung der so umrissenen Großlandschaften verweisen wir allerdings auf die ausführlichen Erläuterungen im aktuellen Grundband.

Mit den vier in der Exkursionsflora verwendeten Häufigkeitsstufen (gemein, verbreitet, zerstreut und selten) wird die Dichte der Vorkommen angegeben, also nicht die Individuenzahl. Für die letztere gibt es in den hier relevanten Fällen kaum belastbare Angaben. Im Rothmaler-Grundband bedeutet: s (**selten**): in weniger als 5 % der Messtischblatt-Kartierflächen vorkommend; z (**zerstreut**): in 5–40 % der Kartierflächen; v (**verbreitet**): in 40–90 % der Kartierflächen und g (**gemein**): in über 90 % dieser Flächen. Bei Angabe von Länderteilen beziehen sich diese Relativwerte auf die betreffenden Gebiete. Weil ständig Pflanzen an manchen Stellen erlöschen, an anderen neu auftreten oder neu gefunden werden, können diese Angaben nur Richtwerte sein. Die Bundesländer-Kürzel werden in den Verbreitungsangaben nach der Häufigkeit gruppiert, beginnend mit der höchsten Häufigkeitsstufe. Die Häufigkeitsgruppen werden durch Komma getrennt, die

Länder innerhalb der Gruppen nicht. Entweder werden alle Bundesländer oder auch ihre Teile einzeln aufgeführt, oder die Angabe gilt für alle Bundesländer (alle Bdl), wobei Abweichungen in einzelnen Teilgebieten genannt werden. Nach den spontanen Vorkommen folgen alle alteingebürgerten (A), dann alle neueingebürgerten (N), darauf die unbeständigen (U, vgl. S. 14). Die Angabe einzelner Fundorte ist bei den unbeständigen Vorkommen nicht sinnvoll. Nach dem Zeichen für „ausgestorben“ (†, seit mehreren Jahrzehnten nicht mehr beobachtet) werden schließlich alle Länder zusammengefasst, in denen die Art ausgestorben ist. Dabei werden nur manchmal ehemalige Fundorte angegeben. Die in Deutschland ganz ausgestorbenen Arten werden in der Exkursionsflora noch mit geführt. So kann das Ausmaß des Rückgangs richtig beurteilt werden, andererseits sind evtl. Wiederfunde möglich. Stärkerer Rückgang der Vorkommen wird am Ende der Aufzählung mit ✖, deutliche Ausbreitung mit ↗ vermerkt. Das Zeichen © steht vor dem Namen von Arten und Unterarten, die im Gebiet noch nicht oder nicht sicher nachgewiesen sind, auf die aber, z. B. wegen Vorkommen in den Nachbarländern, geachtet werden sollte. Wenn nicht anders angegeben, beziehen sich diese Zeichen auf das ganze Gebiet. Bei den zurückgehenden Arten werden in den Ländern, in denen sie noch vorkommen, nur die aktuellen Fundorte angegeben.

Für einen Großteil der deutschen Gefäßpflanzenflora lässt sich die Dichte dank der umfassenden floristischen Kartierungen zuverlässig angeben. Die Gitternetz-Kartierungen erfolgten flächendeckend und sich in den letzten Jahrzehnten sogar ein- bis regional auch mehrfach wiederholt worden. Das Ergebnis fassen Verbreitungsatlanten zusammen, ein Beispiel ist der aktuelle Deutschlandatlas (NETZWERK PHYTODIVERSITÄT DEUTSCHLAND E. V. & BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ 2014). Aus diesen Daten lassen sich die üblicherweise im Rothmaler verwendeten Häufigkeitsangaben prinzipiell ableiten. Ein Blick in den Deutschlandatlas zeigt aber, dass die im Kritischen Ergänzungsband behandelten Arten oft nur als Artengruppen behandelt wurden. Eine Ausnahme sind hier die häufigeren *Rubus*-Arten, deren Taxonomie als bereits relativ gefestigt gelten kann und die schon seit längerem von einer (relativ) großen Zahl von Floristen erkannt und auch kartiert werden. Bei anderen Arten liegen oft keine systematisch erhobenen Daten vor, nicht zuletzt auch weil die hier genutzten Artkonzepte bis in die jüngere Zeit im Fluss waren (*R. auricomus*) bzw. sind (*Sorbus*).

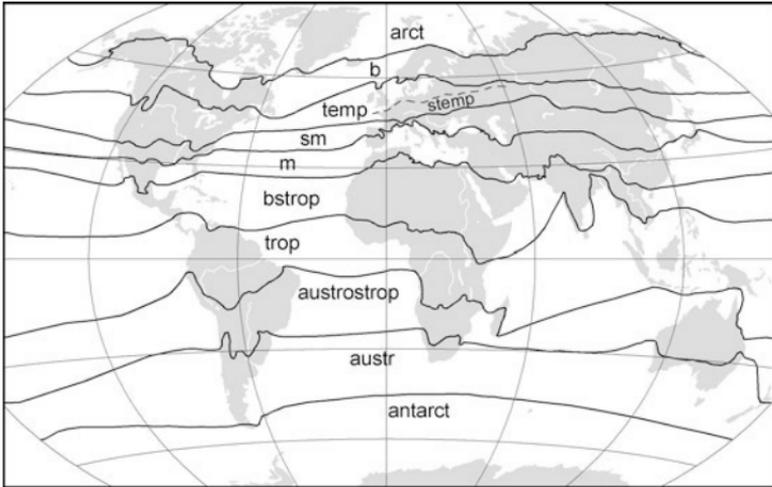
Die Autoren haben auch hier versucht, die üblichen oben genannten Häufigkeitsstufen zu verwenden, aber hier handelt es sich nicht um formalisierte Messtischblatthäufigkeiten, sondern um Expertenvoten. Diese können natürlich genauso korrekt sein wie die Ergebnisse der floristischen Kartierung Deutschlands, aber dennoch ist die Gefahr höher, dass Verbreitungsmuster durch Kenntnislücken nicht korrekt dargestellt werden.

Gesamtareale

Bei Arten, deren Verbreitung selbst in einem floristisch so gut untersuchten Gebiet wie Mitteleuropa noch ungenügend bekannt ist, sind Angaben zur arealweiten Gesamtverbreitung natürlich besonders schwierig. Die Autoren haben sich dennoch bemüht Angaben zu machen, soweit dies eben noch wissenschaftlich vertretbar schien. In vielen Fällen konnten nur für einen Teil der Arten, oder auch nur für bestimmte übergeordnete Gruppen (Sektionen) Angaben gemacht werden. Soweit möglich, folgen diese aber immer dem in anderen Rothmaler-Bänden bewährten Schema und nutzen auch die eingeführten Abkürzungen. Sie sind im vorderen Klappentext zusammengefasst aufgeschlüsselt.

Bei der Charakterisierung der Gesamtareale werden die zonale Bindung, die Ozeanitätsbindung und die Höhenstufenbindung der Arten in einer Formel (**Arealdiagnose**) berücksichtigt.

Zonalität. Die Pflanzenareale erstrecken sich über eine oder mehrere Florenzonen. Die Grenzen dieser Florenzonen sind aus Abb. 17 ersichtlich. Die **arktische** Florenzone



Florenzzonen der Erde: (arct = arktisch, b = boreal, (s)temp = (süd)temperat, sm = submeridional, m = meridional, bstrop = boreosubtropisch, trop = tropisch, austro trop = austrosubtropisch, austr = austral, antarct = antarktisch)

(arct) umfasst das Tundragebiet nördlich der polaren Waldgrenze, die **boreale** (b) das Gebiet der nördlichen Taiga-Nadelwälder. In der **temperaten**, d. h. gemäßigten Zone (temp), in die auch das Gebiet der Exkursionsflora fällt, herrschen sommergrüne Laubwälder vor, die z. T. mit Nadelwäldern gemischt sind. Zur genaueren Erfassung der Grenzen im Gebiet wurde sie in Europa in die nördliche (ntemp) und südliche (stemp) temperate Zone untergliedert. Die **submeridionale** Zone (sm) enthält sommergrüne Trockenwälder und Steppen. In der **meridionalen** Zone (m) treten immergrüne Laub- und Nadelwälder, Steppen und Wüsten auf. Nach Süden schließen sich die winterrockne nördliche **subtropische** Zone (boreostrop), die immerfeuchte **tropische** Zone (trop) mit immergrünen Feucht-Laubwäldern und die südliche (austro trop) **subtropische** Zone (strop) mit Savannen und Trockenwäldern an. Die **australe** Zone (austr) kann mit der meridionalen bis temperaten Zone verglichen werden, die **antarktische** (antarct) Zone entspricht weitgehend den borealen bis arktischen Breiten.

Ozeanität. Nur wenige, meist nördliche Arten sind in der Lage, innerhalb ihrer zonalen Grenzen den gesamten Erdkreis zu besiedeln. In der Regel sind auch solche **zirkumpolaren** Arten (CIRCPOL) entweder an ozeanische oder kontinentale Gebiete gebunden.

Die Erstreckung des Areals im Gefälle der Ozeanität wird nach einer 10stufigen Gliederung der Erde angegeben, die aus bekannten Pflanzenarealen abgeleitet wurde (Abb. 18). Während die zonale Gliederung die Temperaturbedingungen widerspiegelt (im Norden Sommertemperaturen, weiter südlich die Dauer der Vegetationsperiode, an der Grenze zu den Tropen das Auftreten von Frost), kommt in der pflanzengeografischen Ozeanitätsgliederung die Antwort der Pflanzen auf einen Komplex von thermischen und hygri-schen Faktoren zum Ausdruck. In polnahen Gebieten ist die Jahrestemperaturkurve besonders wichtig, in wärmeren Zonen die Menge und Verteilung der Niederschläge, weil in den Tropen vor allem die Humidität die Arealgrenzen bestimmt.