

Bau und Biologie der Pflanzen

Grundlagen zum Bau der Pflanzen sind im Grundband (JÄGER 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 (Laubrhythmus, 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

Laubrhythmus

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, Polsterzwergstrauch), **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 (①, 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, ②). 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 \pm 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, geschlossenen bleibende (**kleistogame**) Blüten, in denen regelmäßig Selbstbestäubung erfolgt.

Ausbreitungs- und Keimungsbiologie

Die Ausbreitung der **Diasporen** (Samen, Früchte und Sporen, aber auch vegetativer Ausbreitungseinheiten wie Brutwiebeln) 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 Fruchtsielen 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** (Dyzoochorie, 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 (**Polyploidie**) 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 **Polypleidkomplexe** 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, \pm 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/wechselftrocken** 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 vorgeschichtlicher 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 \rightarrow 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 Artenschwämen 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 Artenschwämen 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 Länderfloraen, den Verbreitungsatanten, 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 Rothmal-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 Rothmalers 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 Rothmalers-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

Rothmaler - Exkursionsflora von Deutschland

Gefäßpflanzen: Kritischer Ergänzungsband

Müller, F.; Ritz, C.M.; Welk, E.; Wesche, K. (Hrsg.)

2016, IX, 225 S. 50 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-8274-3131-8