

# Brassicaceae (Kreuzblütler)

## 1 Systematik und Verbreitung

Die Brassicaceae gehören zu den Eudikotyledonen (Kerneudikotyledonen > Superrosiden > Rosiden > Malviden). Innerhalb dieser werden sie zur Ordnung der Brassicales (Kreuzblütlerartige) gestellt. Zu den Brassicaceae zählen rund 320 Gattungen und 3400 Arten. Neuere molekularphylogenetische Daten legen eine Unterteilung der Brassicaceae in 24 Triben nahe. Der Tribus Aethionemeae wird dabei als Schwestergruppe zu den übrigen Triben der Familie angesehen. Die systematische Zuordnung einiger Gattungen ist derzeit noch nicht abschließend geklärt.

Brassicaceae sind weltweit mit einem Schwerpunkt in den gemäßigten Klimaten der Nordhemisphäre verbreitet. Dort liegt der Verbreitungsschwerpunkt der Familie neben dem Mittelmeergebiet auch in SW- und Z-Asien. Die vergleichsweise wenigen tropischen Arten sind überwiegend in Gebirgslagen anzutreffen.

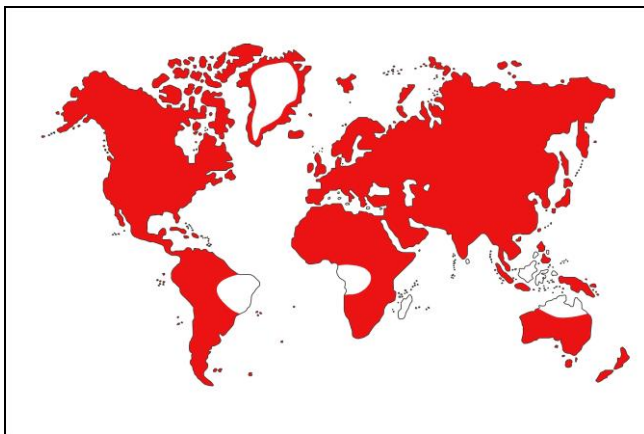
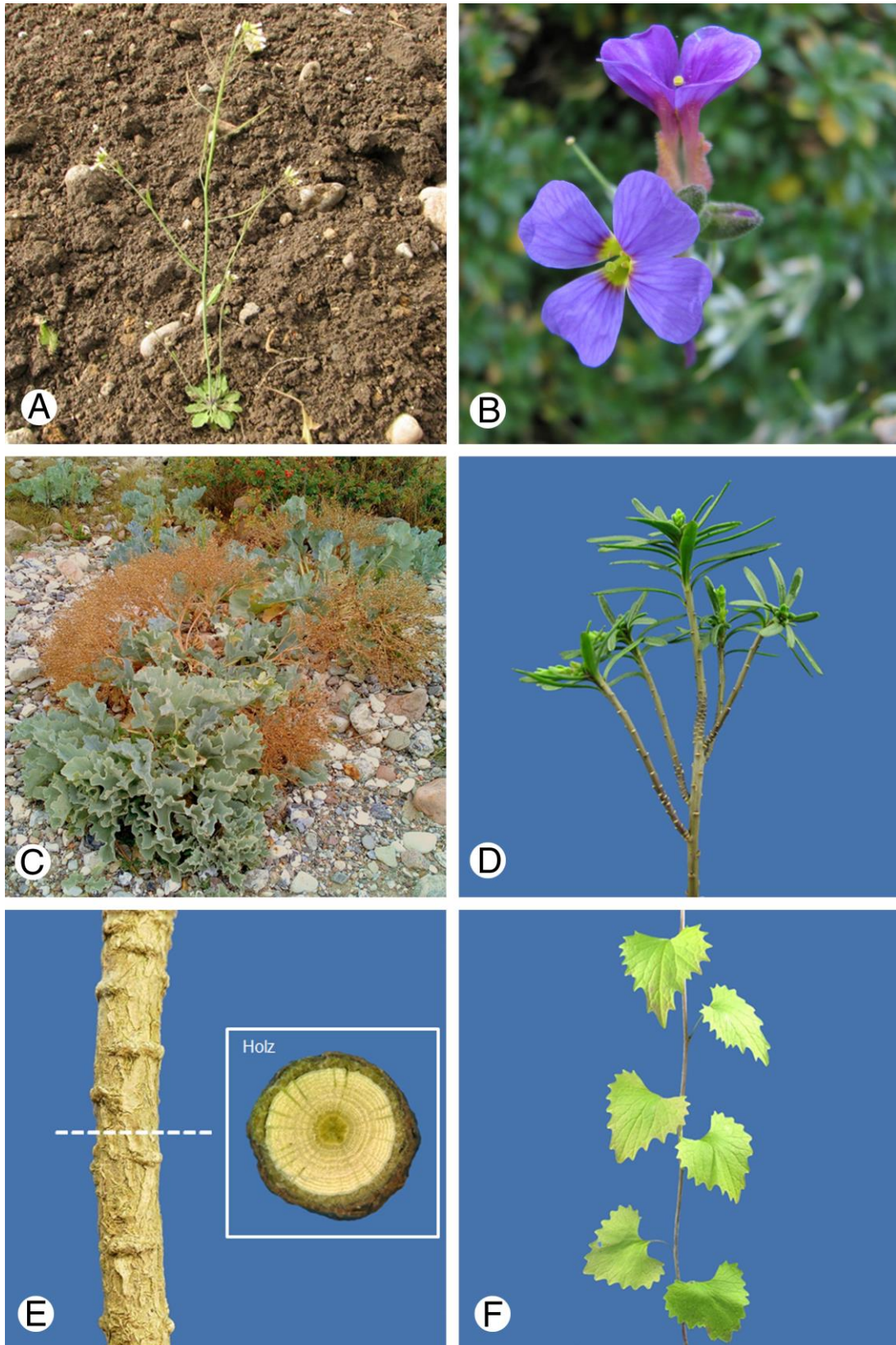


Abb. 1: Verbreitungskarte.

## 2 Morphologie

### 2.1 Habitus

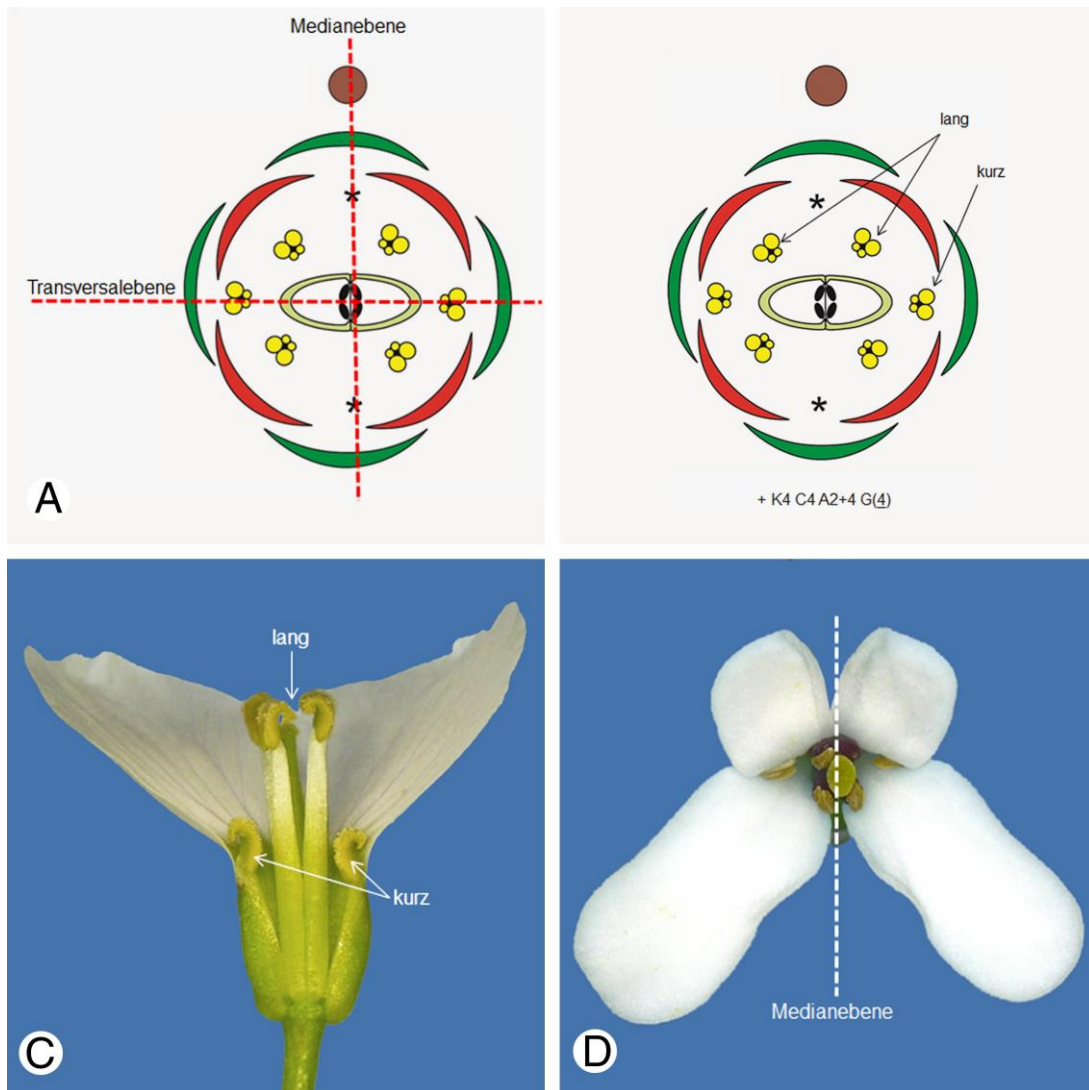
Größtenteils sind die Arten einjährige (z. B. *Arabidopsis thaliana*, Acker-Schmalwand) oder ausdauernde Kräuter (z. B. *Aubrieta deltoidea*, Blaukissen). Seltener handelt es sich um kleine Halbsträucher (z. B. *Alyssum montanum*, Berg-Steinkraut), Sträucher oder gar um Kletterpflanzen. Alle in M-Europa heimischen Arten sind jedoch krautig.



**Abb. 2:** Lebensformen und Belaubung; **A-E:** Lebensformen; größtenteils einjährige (annuelle) oder ausdauernde (perennierende) krautige Pflanzen; Holzgewächse in Form von großen Sträuchern und Bäumen fehlen; Halbsträucher sind nicht selten; **A:** *Arabidopsis thaliana* (Acker-Schmalwand); einjährig; **B:** *Aubrieta* (Blaukissen); ausdauernd; **C:** *Brassica oleracea* ssp. *oleracea* (Kluppenkohl); plurienne Pflanzen; mehrjährige Pflanzen, die nach einigen Jahren vegetativen Wachstums dann nach einmaliger Blüte absterben; Unterschied zu perennierenden Pflanzen, diese blühen und fruchten über mehrere Jahre hinweg immer wieder erneut; **D & E:** *Iberis sempervirens* (Immergrüne Schleifenblume); Halbstrauch; mehrjährige Pflanze mit verholzender Triebbasis, die oberen Sprossabschnitte zunächst noch einige Zeit krautig bleibend; **D:** Krautige Triebspitze; **E:** Verholzte Triebbasis; **F:** *Alliaria petiolata* (Gewöhnliche Knoblauchsrauke); wechselständige Blattstellung.

## 2.2 Blatt

Die Blattstellung ist immer **wechselständig**. Bei einigen Arten (z. B. *Cardamine pratensis*, Wiesen-Schaumkraut) sind die Blätter überwiegend in einer **grundständigen Rosette** angeordnet und es gibt nur wenige Stängelblätter. Die wenigsten Arten haben kahle Blätter. Bei den meisten Arten sind sie leicht bis stark behaart. Die Form der einzelligen Haare ist dabei sehr variabel.



**Abb. 3:** Blütenmorphologie; **A:** Blütendiagramm; disymmetrische Blüte mit 2 Spiegelebenen, eine in der Transversalebene, die andere in der Medianebene; **B:** Trag- und Vorblätter meist stark reduziert oder fehlend; die 2 medianen Staubblätter im äußeren Staubblattkreis fehlen, die 2 transversalen sind kurz gestielt; **A:** *Cardamine pratensis* (Wiesen-Schaumkraut); Längsschnitt durch eine Blüte; **B:** *Iberis amara* (Bittere Schleifenblume); mediane Zygomorphie zur Verstärkung des Schauapparates der Blüte.

## 2.3 Blüte

Die Blüten sind **immer vorblattlos** und stehen unmittelbar in der Achsel eines bei den meisten Arten **stark reduzierten Tragblattes**, welches vielfach mit bloßem Auge nicht mehr erkennbar ist. Die Blütenhülle ist in 4 meist grüne Kelch- und 4 häufig

auffallend gefärbte Kronblätter unterteilt. Daran anschließend folgen nach innen 6 Staubblätter, die in zwei Kreisen angeordnet sind. Der äußere Staubblattkreis weist nur 2 Staubgefäße in der Transversalebene auf. Die 2 Staubblätter der Medianebene fehlen. Alternierend zum äußeren Staubblattkreis folgt der innere Staubblattkreis, der sich aus 4 Staubblättern aufbaut. Die 2 Staubblätter des äußeren Staubblattkreises sind kurz gestielt, die 4 des inneren Kreises hingegen lang gestielt. Die Staubgefäße des inneren Staubblattkreises stehen auf Lücke (alternieren) zu den 2 Staubblättern des äußeren Kreises so, als wenn in diesem Staubblattwinkel ebenfalls 4 Staubblätter vorhanden wären.

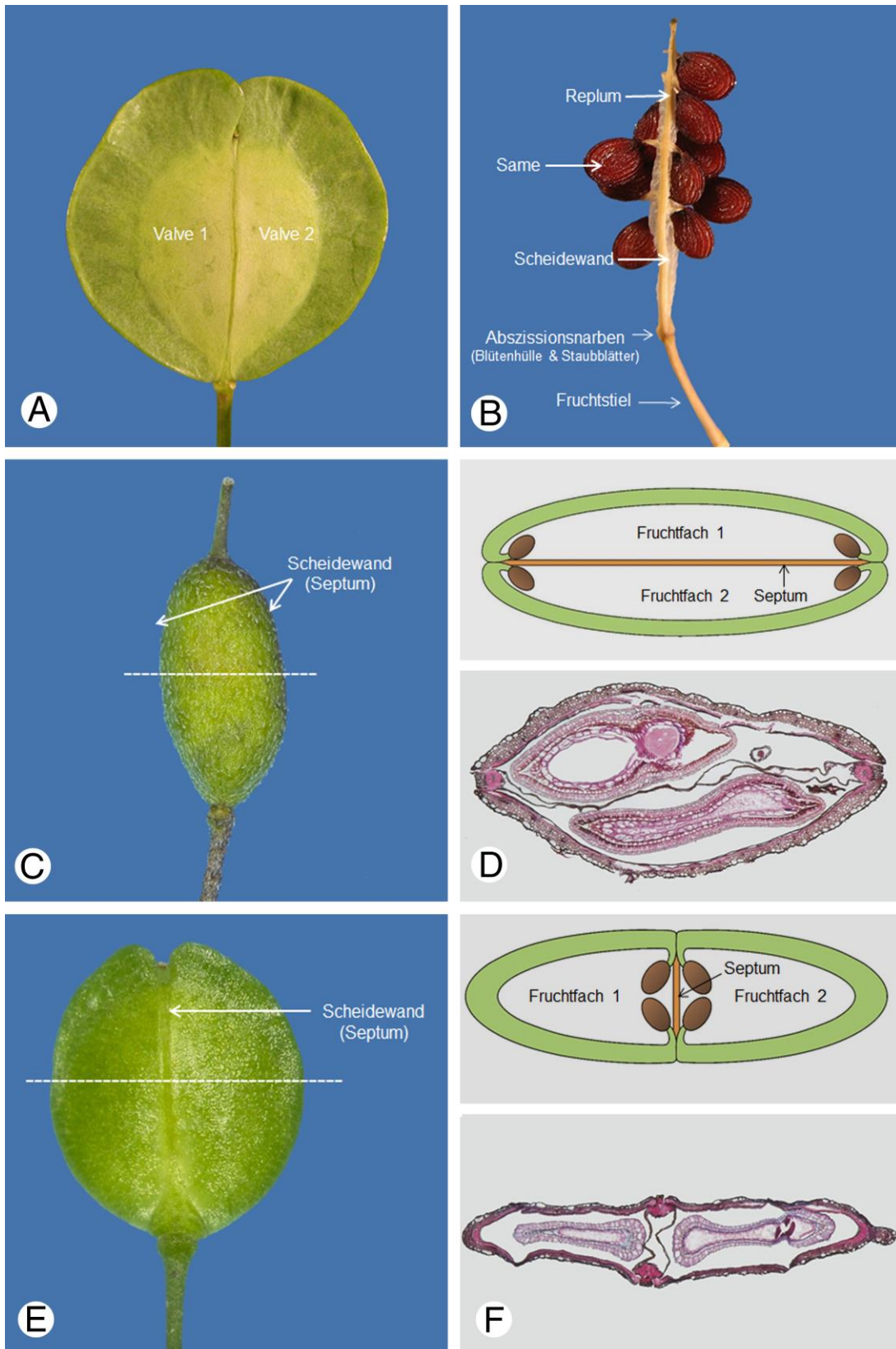
Aufgrund der Unregelmäßigkeiten in den zwei Staubblattkreisen gibt es in der Brassicaceen-Blüte lediglich **zwei Symmetrieebenen**, eine in der Median- und eine in der Transversalebene. Die Blüten sind also **disymmetrisch**.

Der Fruchtknoten baut sich aus 4 verwachsenen Fruchtblättern auf, die **2 Fruchtfächer** (Lokulamente) bilden. Beide sind durch eine Scheidewand (Septum) getrennt. Ob es sich aber tatsächlich um 4 Karpelle oder um 2 handelt, ist derzeit noch umstritten. Folgt man der Interpretation des Fruchtknotens aus 4 verwachsenen Karpellen so sind die beiden Fruchtfächer durch eine echte Scheidewand getrennt. Wären es hingegen nur 2 Karpelle, so handelte es sich um eine falsche Scheidewand.

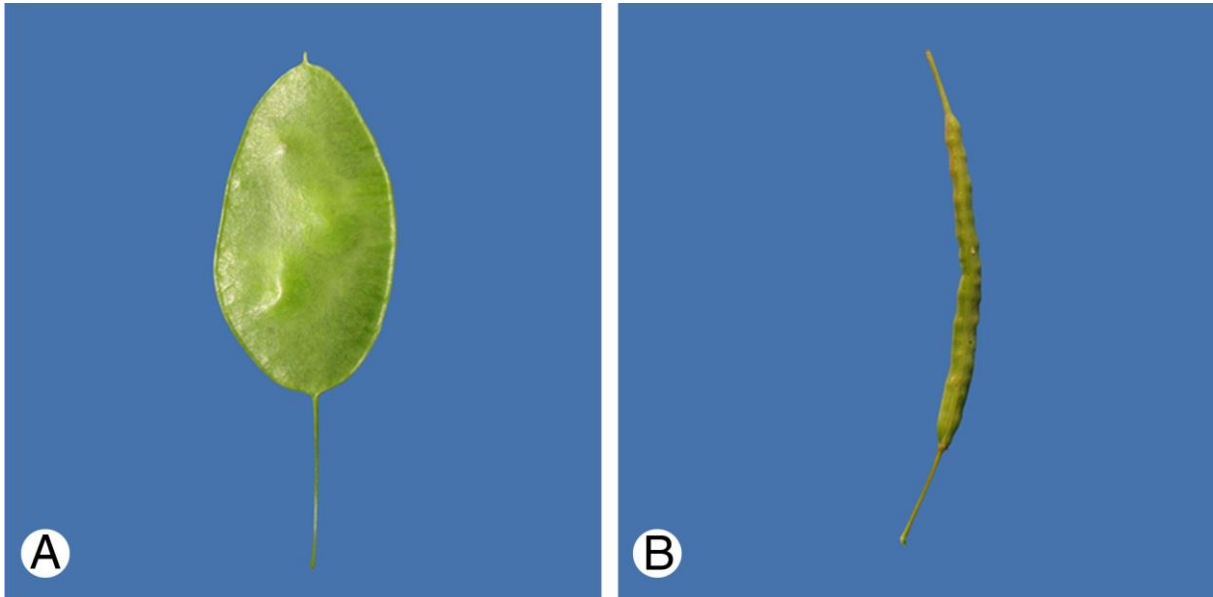
## 2.4 Frucht

Die Frucht ist eine Sonderform der Kapsel Frucht (**valvate Kapsel**), die sich zweiklappig öffnet. Für diese valvate Kapsel hat sich die allgemeine Bezeichnung **Schote** bzw. **Schötchen** eingebürgert.

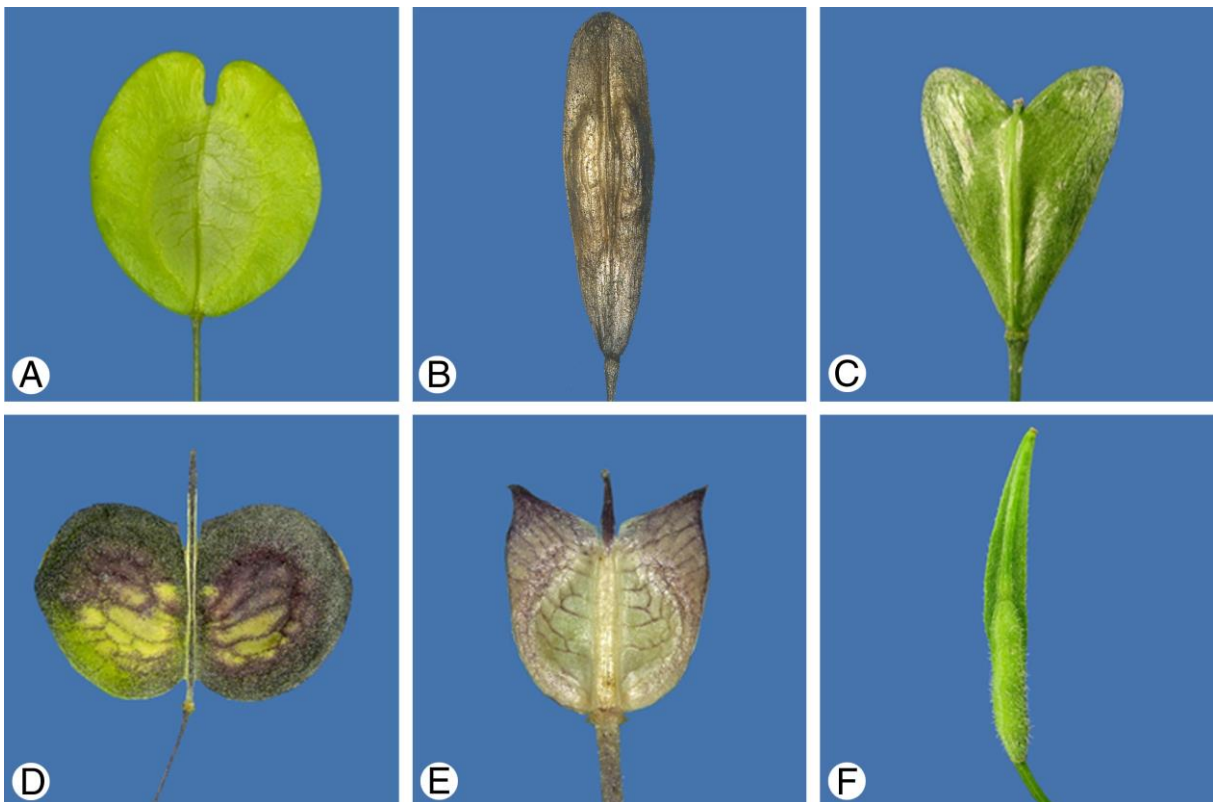
Die Schoten öffnen sich in der Regel von unten nach oben, bevor dann die einzelnen Klappen (**Valven**) ganz abfallen. An der geöffneten Kapsel bleibt lediglich ein Rahmen (**Replum**) stehen, dessen Zwischenraum durch eine häutige, transparente Scheidewand ausgefüllt ist. Am Rand des Replums sitzen die zahlreichen Samen, die separat voneinander ausgestreut werden (**Streufrucht**).



**Abb. 4:** Fruchtmorphologie; die Fruchtform der Brassicaceae ist eine valvate Kapsel; **A & B:** *Thlaspi arvense* (Acker-Hellerkraut); **A:** Unreife, geschlossene Frucht; die beide Valven (Klappen) deutlich erkennbar; **B:** Reife, geöffnete Frucht; Frucht sich von unten nach oben über die zwei Valven öffnend; Samen am Rahmen (Replum) mit "falscher" Scheidewand hängen bleibend; **C & D:** *Berteroa incana* (Graukresse); Latisepte, Scheidewand (Septum) so breit wie die Frucht (breitwandig); **E & F:** *Lepidium virginicum* (Virginische Kresse); Angustisepte: Scheidewand (Septum) schmalere als die größte Breite der Frucht (schmalwandig).



**Abb. 5:** Schote vs. Schötchen; **A:** *Lunaria annua* (Gewöhnliches Silberblatt); Schötchen (Silicula) weniger als 3x so lang wie breit; **B:** *Brassica napus* (Raps); Schote (Siliqua) mehr als 3x so lang wie breit.



**Abb. 6:** Fruchtmorphologie; Die Ausgestaltung der reifen Frucht ist ein wichtiges Bestimmungsmerkmal; Brassicaceae sind ohne reife Früchte oft nicht sicher oder vielfach gar nicht bestimmbar **A:** *Thlaspi arvense* (Acker-Hellerkraut); **B:** *Isatis tinctoria* (Färberwaid); **C:** *Capsella bursa-pastoris* (Gewöhnliches Hirtentäschelkraut); **D:** *Biscutella laevigata* (Gewöhnliches Brillenschötchen); **E:** *Iberis pinnata* (Fieder-Schleifenblume); **F:** *Sinapis alba* (Weißer Senf).

Sind die Früchte **mehr als dreimal so lang wie breit**, werden sie als **Schoten** (Siliqua) bezeichnet. Sind sie hingegen **weniger als dreimal so lang wie breit**, heißen sie **Schötchen** (Silicula).

Auf Grundlage der Ausbildung von Schote und Schötchen darf jedoch nicht auf systematische Zusammenhänge geschlossen werden. Jedoch ist die Richtung, in der sich die Frucht im Querschnitt erstreckt, für systematische Fragestellungen wesentlich relevanter. Ist das Septum so breit wie die Frucht, spricht man von einer **Latisepte** (z. B. *Berteroa incana*, Graukresse), ist das Septum hingegen schmaler als die größte Breite der Frucht, so wird diese als **Angustisepte** (z. B. *Lepidium virginicum*, Virginische Kresse) bezeichnet.

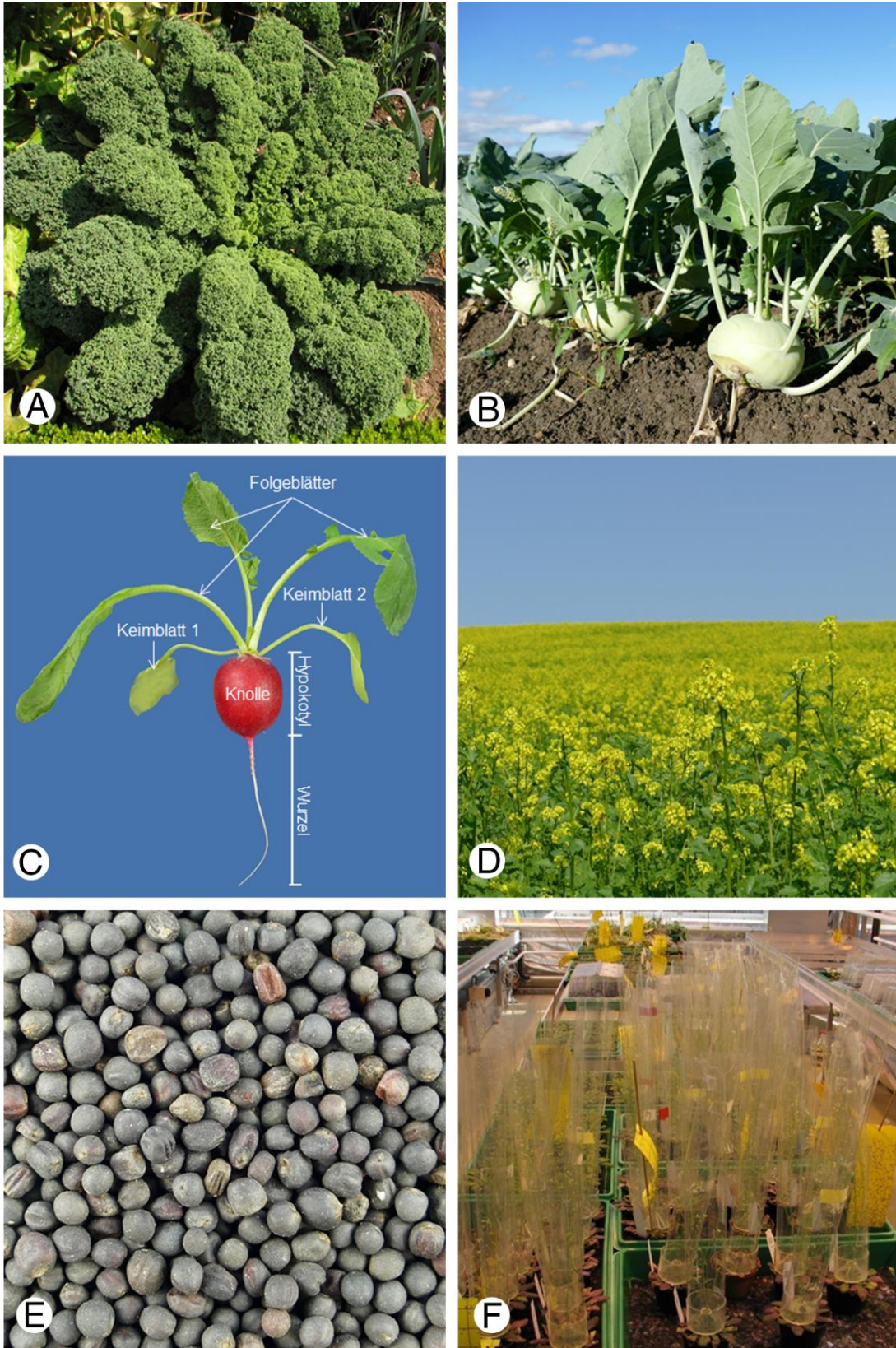
Neben den sich zweiklappig öffnenden Schoten/Schötchen kommen auch Bruchfrüchte vor. Hier zerfallen die Früchte nicht entlang der morphologischen Grenzen, sondern zwischen den Samen, wie z. B. beim Rettich bzw. beim Radieschen (*Raphanus sativus*). In den Brassicaceae werden diese als **“Gliederschoten“** bezeichnet. Bei Arten wie *Isatis tinctoria* (Färberwaid) werden **geflügelte Nüsschen** ausgebildet, bei Arten der Gattung *Bunias* (Zackenschötchen) **ungeflügelte Nüsschen**.

### 3 Vegetative Vermehrung

Neben dem sexuellen Vermehrungszyklus über Blüte (Bestäubung und Befruchtung) kommt bei einigen Brassicaceae, wie z. B. der Zwiebelzahnwurz (*Cardamine bulbifera*), zusätzlich eine vegetative Vermehrung vor. Diese beruht auf der Ausbildung von Brutknospen. Hier werden Achselsprosse zu Brutzwiebeln (Bulbillen) umgewandelt. Diese fallen zur Reife von der Sprossachse ab. Auf dem Boden liegende



**Abb. 7:** Vegetative Vermehrung (Klonierung) durch Brutzwiebeln (Bulbillen); **A & B:** *Cardamine bulbifera* (Zwiebel-Zahnwurz); **A:** Achselständige Sprosse zu Brutzwiebeln umgewandelt; **B:** Reife Brutzwiebel.



**Abb. 8:** Nutzpflanzen; **A:** *Brassica oleraceae* ssp. *oleraceae* convar. *acephala* var. *sabellica* (Grünkohl); Blattgemüse; **B:** *Brassica oleracea* ssp. *oleracea* 'Gongyides-Gruppe' (Kohlrabi); Sprossknolle; **C:** *Raphanus sativus* (Radieschen); Hypokotylknolle; **D:** *Sinapis alba* (Weißer Senf); Gründünpflanze; **E:** *Brassica napus* (Raps); Ölpflanze; **F:** *Arabidopsis thaliana* (Acker-Schmalwand); Modellorganismus in der Pflanzengenetik.



Bulbillen bilden dann Wurzeln und treiben aus. Teilweise werden diese auch durch Ameisen ausgebreitet. Im Unterschied zur sexuellen Vermehrung, bei der lediglich 50 % des eigenen Erbgutes weitergegeben werden können, wird bei der vegetativen Vermehrung 100 % des Erbgutes an die nächste Generation weitergegeben. Daher sind diese durch vegetative Vermehrung entstandenen Nachkommen vollkommen genetisch identisch mit der Mutterpflanze. Somit entspricht die vegetative Vermehrung einer Klonierung.

## 4 Inhaltsstoffe

Die Brassicaceae sind reich an **fetten Ölen** und **Senfölglykosiden**.

Familienmerkmale der Brassicaceae (Kreuzblütler)	
<b>Lebensform</b>	überwiegend ein- od. mehrjährige Kräuter; zahlr. Halbsträucher; Holzgewächse die Ausnahme; alle heimischen Arten krautig, einige sind Halbsträucher;
<b>Blattstellung</b>	wechselständig;
<b>Blattform</b>	ungeteilt, selten gefiedert; mit Netznervatur;
<b>Nebenblätter</b>	fehlen;
<b>Blüte</b>	zwittrig; mit doppelter Blütenhülle (Perianth); disymmetrisch; Trag- & Vorblätter häufig stark reduziert od. fehlend;
<b>Kelchblätter</b>	4; frei;
<b>Kronblätter</b>	4; frei;
<b>Staubblätter</b>	6 (2+4); die 2 medianen Staubblätter des äußeren Wirtels reduziert, die 2 transversalen kurz gestielt; die 4 Staubblätter des inneren Wirtels lang gestielt;
<b>Fruchtblätter</b>	4; verwachsen;
<b>Fruchtknoten</b>	oberständig;
<b>Bestäubung</b>	Tierbestäubung;
<b>Früchte</b>	valvate Kapsel, entweder Schote (mehr als 3x so lang wie breit) od. Schötchen (weniger als 3x so lang wie breit), öffnen sich über 2 Klappen (Valven); einige Arten (Hederich) mit Bruchfrüchten (Gliederschoten), die über die morphologischen Grenzen hinweg in einsamige Teilfrüchte zerfallen; selten ungeflügelte (Zackenschötchen) od. geflügelte Nüsschen (Färberwaid);
<b>wichtige Inhaltsstoffe</b>	fette Öle; Senfölglykoside;
<b>wichtige Nutzpflanzen</b>	zahlr. Gemüse-, Gewürz-, Futter- & Ölpflanzen wie Raps & Senf, od. die <i>Brassica oleracea</i> -Gruppe mit z. B. Weiß-, Rot-, Spitz-, China-, Grün-, Rosen- od. Blumenkohl;

Tab. 1: Zusammenfassung der wichtigsten Familienmerkmale der Brassicaceae (Kreuzblütler).

## 5 Nutz- und Zierpflanzen

Zu den Brassicaceae gehören zahlreiche wichtige Gemüse-, Gewürz-, Futter- und Ölpflanzen wie z. B. *Brassica napus* (Raps) und die *Brassica oleracea*-Gruppe mit Weiß-, Rot-, Spitz-, China-, Grün-, Rosen- und Blumenkohl sowie Broccoli. Aber auch einige beliebte Zierstauden wie *Iberis sempervirens* (Schleifenblume), *Alyssum saxatile* (Steinkresse) oder *Aubrieta deltoidea* (Blaukissen) gehören dazu. *Arabidopsis thaliana* (Acker-Schmalwand) ist ein wichtiger Modellorganismus in der molekularen Botanik. Das relativ kleine Genom war das erste Pflanzengenom, das vollständig sequenziert wurde.

## 6 Weiterführende Literatur

- COLE T., HILGER H. & STEVENS P. (2019).** Angiosperm Phylogeny Poster – Flowering Plant Systematics (1/2019).
- DÖRKEN V.M. & STEINECKE H. (2022).** Blüten, Samen und Früchte. – Quelle & Meyer, Wiebelsheim.
- DÜLL R. & KUTZELNIGG B. (2022).** Die Wild- und Nutzpflanzen Deutschlands: Vorkommen- Ökologie-Verwendung. – Quelle & Meyer, Wiebelsheim.
- DÜLL R. & KUTZELNIGG B. (2016).** Taschenlexikon der Pflanzen Deutschlands und der angrenzenden Länder, 8. Aufl. – Quelle & Meyer, Wiebelsheim.
- HAEUPLER H. & MUER T. (2007).** Bildatlas der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands: Alle 4200 Pflanzen in Text und Bild, 2. Aufl. – Ulmer, Stuttgart.
- HESS D. (2019).** Die Blüte, Struktur, Funktion, Ökologie, Evolution. 2. Aufl.– Ulmer, Stuttgart.
- JÄGER E.W., MÜLLER F., RITZ C.M., WELK E. & WESCHE K. (2017).** ROTHMALER - Exkursionsflora von Deutschland, Gefäßpflanzen Atlasband, 13. Aufl. – Spektrum, Berlin.
- KADEREIT J.W, KÖRNER C., NICK P. & SONNEWALD U. (2021):** Lehrbuch der Pflanzenwissenschaften, 38. Aufl.- Springer, Berlin.
- LEINS P. & ERBAR C. (2010).** Flower and Fruit; Morphology, Ontogeny, Phylogeny; Function and Ecology. – Schweizerbart Science Publishers, Stuttgart.
- LICHT W. (2022).** Zeigerpflanzen, erkennen und bewerten, 3te Aufl. – Quelle & Meyer, Wiebelsheim.

- LICHT W. (2012).** Einführung in die Pflanzenbestimmung nach vegetativen Merkmalen. – Quelle & Meyer, Wiebelsheim.
- LIEBEREI R. & REISDORFF C. (2012).** Nutzpflanzenkunde, 8. Aufl. – Thieme, Stuttgart.
- LÜDER R. (2020).** Grundkurs Pflanzenbestimmung – eine Praxisanleitung für Anfänger und Fortgeschrittene, 9. Aufl. – Quelle & Meyer Wiebelsheim.
- MABBERLEY D.J. (2017).** MABBERLEY´s plant book, 4<sup>th</sup> ed. – Cambridge University Press, Cambridge.
- PAROLLY G. & ROHWER J.G. (2019).** Schmeil-Fitschen. Die Flora Deutschlands und angrenzender Länder, 97. Aufl. – Quelle & Meyer Wiebelsheim.
- SEBALD O., SEYBOLD S., PHILIPPI G. (1995).** Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs, Band 1-8. – Ulmer, Stuttgart
- STEVENS P.F. (2017).** Angiosperm Phylogeny Website. Version 14, Juli 2017 (kontinuierlich aktualisiert) <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>
- STÜTZEL T. (2021).** Botanische Bestimmungsübungen, 4. Aufl. – Ulmer, Stuttgart.
- WAGENITZ G. (2008).** Wörterbuch der Botanik, 2. Aufl. – Nikol, Hamburg.