

Samenmorphologische Studien in der Gattung *Euphorbia* L.

Charakterisierung und Bestimmung der in Bayern und angrenzenden Gebieten vorkommenden Arten

Von Günther R. Heubl und Gerhard Wanner, München

Zusammenfassung

Die Morphologie und Mikrostruktur der Samen aller in Bayern natürlich vorkommender oder eingeschleppter *Euphorbia*-Arten wurde rasterelektronenmikroskopisch untersucht. Die REM-Analysen zeigen, daß die Samenmerkmale meist sippenspezifisch und sehr konstant sind. Alle Arten sind hinsichtlich der Gestalt, Größe, Elaiosomform und Oberflächenstruktur ihrer Samen charakterisiert. Durch die Einbeziehung von submikroskopischen Strukturen (Schleimepidermis, Testa) wird auch eine Unterscheidung von kritischen Sippen möglich. Auf der Basis aller verfügbaren Samenmerkmale wurde ein Bestimmungsschlüssel erstellt.

Einleitung

Die Gattung *Euphorbia*, mit weit über 2000 Arten die größte innerhalb der Familie, ist im Gebiet der „Flora Europaea“ (1968) mit mehr als 100 Arten vertreten. Das Mannigfaltigkeitszentrum der Gattung liegt zweifellos im Mediterrangebiet, was letztlich auch in der aktuellen Aufstellung der „Med-Checklist“ (GREUTER et. al. 1986) dokumentiert wird, wo mehr als 160 Taxa (einschließlich der Kleinarten) erfaßt sind. Von den etwa 40 Sippen, die in Mitteleuropa vorkommen, sind in Bayern (MERXMÜLLER 1969) 20 *Euphorbia*-Arten vertreten, wobei auch eingeschleppte oder stellenweise eingebürgerte Sippen berücksichtigt sind. Bezogen auf die „Flora von Deutschland“ (SCHMEIL-FITSCHEN 1988) oder die von der „Exkursionsflora“ (ROTHMALER 1986) erfaßten Arten, weist Bayern nahezu den gesamten Bestand auf.

Für die Charakterisierung und Bestimmung der Sippen werden in den Floren in erster Linie Blattmerkmale (Stellung, Form, Größe und Behaarung), Merkmale des generativen Bereiches (Zahl der Scheindoldenstrahlen, Form der Nektardrüsen des Cyathiums) sowie die Beschaffenheit der Kapsel (warzig, runzelig, behaart) herangezogen. Einige dieser Merkmale sind jedoch nicht immer eindeutig, wie etwa die Zahl der Strahlen des Pleiochasium, die Blattbehaarung oder die Kapselstruktur. Dies gilt auch für die Form der Nektardrüsen, die bei einigen Arten stark variiert, wobei durch Schrumpfungsprozesse während des Reifungsprozesses der Kapsel, oder in Folge der Herbarisierung zusätzliche Formveränderungen hervorgerufen werden, so daß dieses diagnostisch wichtige Material zu Fehlbestimmungen führen kann.

Es ist bezeichnend, daß in vielen Florenwerken die Samenmerkmale nur eine untergeordnete Rolle spielen und demzufolge auch in den Bestimmungsschlüsseln kaum Berücksichtigung finden. Hinzu kommt, daß die wenigen Hinweise in der Literatur meist ungenau, oft widersprüchlich, teilweise sogar falsch sind. Gleiches gilt für die Abbildungen, die vielfach zu schematisch und wenig detailgetreu sind. Eine Ausnahme bilden hier nur die Arbeiten von PAMMEL (1891) sowie in neuerer Zeit von RÖSSLER (1943) und EHLER (1976), die in ihren vergleichenden Studien zur Morphologie und Mikrostruktur der Samen auf die Bedeutung dieses Merkmalskomplexes in der Gattung *Euphorbia* hingewiesen haben. In Anbetracht

dieser Untersuchungen und der Tatsache, daß bei den meisten *Euphorbia*-Arten schon bald nach der Anthese reife Früchte ausgebildet werden und die Samen in den Kapseln noch nachreifen (selbst bei herbarisierten Pflanzen!), ist dieser Merkmalskomplex für die Bestimmung von besonderem Interesse. Aus diesem Grund haben wir die diagnostisch wichtigen Samenmerkmale auf ihre Konstanz hin überprüft, eine Charakterisierung der Samen aller einheimischen Arten vorgenommen und einen Bestimmungsschlüssel entworfen, der ausschließlich auf Samenmerkmale Bezug nimmt.

Material und Methode

Reife Samen wurden von Herbarpflanzen abgenommen, mit Leitkohlenstoff auf markierte Kunststoff-Objektträger aufgebracht und anschließend mit Gold unter Argon-Atmosphäre bei einer Stromstärke von 20 mA über einen Zeitraum von 90 Sekunden besputtert. Die Untersuchungen wurden mit einem Rasterelektronenmikroskop der Firma HITACHI 5530 durchgeführt. Für die Analyse der Testoberflächen wurde die Schleimzellschicht der Samen mit 10%iger KOH entfernt und die Oberfläche mit Ethanol nachgereinigt. Die Entfernung der Schleimzellschicht und Wachsbeläge mit organischen Lösungsmitteln (Chloroform, Xylol) lieferte keine vergleichbar guten Probenoberflächen.

Frucht und Samenbildung

Die Gattung *Euphorbia* ist durch eine 3-fährige, loculicid öffnende Kapsel Frucht charakterisiert, die sich aus der perianthlosen weiblichen Gipfelblüte des Cyathiums entwickelt. Jedes Fruchtfach enthält eine anatrophe Samenanlage mit ventraler Raphe. Die Befruchtung der Samenanlagen erfolgt mittels eines Oobryotators, einer Gewebewucherung, die sich von der Plazenta her über die Mikropyle der Samenanlage legt und die Leitung des Pollenschlauches übernimmt. Eine weitere Mikropylarwucherung wird vom äußeren Integument gebildet, die am reifen Samen als nährstoffreiches Anhängsel, der Karunkula, erhalten bleibt und der eine entscheidende Funktion bei der Verbreitung der Samen durch Ameisen (Myrmekochorie) zukommt.

Die Öffnung der Kapsel erfolgt entlang der Rückennaht, wobei sich die einzelnen Fächer von einem zentralen Säulchen ablösen, so daß drei 1-samige Teilfrüchte entstehen. Die Bezeichnung der Euphorbiaceae als Tricoccae leitet sich von diesem speziellen Bildungs- und Verbreitungsmechanismus der Diasporen ab.

Übersicht der samenmorphologischen Merkmale

1. Form der Samen

Die Samenform (in Aufsicht auf die Raphe) ist bei den meisten Arten eiförmig. Durch Proportionsverschiebungen und Abwandlung dieser Grundform können auch kugelige, quaderförmige, prismatische oder länglich walzenförmige Samen gebildet werden. Der Lage in der Kapsel entsprechend oder aber bezogen auf die Lage der Raphe, kann man eine Ober- (Apikalfläche) und Unterseite (Basalfläche), eine Bauch- (Ventralfläche) und eine Rückseite (Dorsalfläche) unterscheiden. Die Oberseite ist in der Regel durch die schräge, oft auch muldig vertiefte Apikalfläche charakterisiert, in deren Zentrum das Samenanhängsel, die Karunkula sitzt. Unmittelbar unterhalb des Samenanhängsels befindet sich auf der Bauchseite ein kleines Zäpfchen, das Hilum, die Abrißstelle des Funikulus. Charakterisiert ist die Ventralseite vor allem durch die Raphe, den Nabelstrang, der in einer Furche eingesenkt oder als erhabene Naht in senkrechter Richtung verläuft und im Bereich der Apikalfläche oder der erweiterten und bisweilen häutig-fransigen Hilumregion endet.

Gewöhnlich ist die Bauchseite nur schwach gewölbt, teilweise sogar gerade oder nach innen eingedrückt, während die ihr gegenüberliegende Rückenseite fast immer konvex gekrümmt ist und von einer kielförmigen Rückenante geprägt wird. In bezug auf den Samenquerschnitt kann man zwischen rundlich, oval, halbkreisförmig, dreieckig, rautenförmig und sechseckig unterscheiden.

2. Größe der Samen

Die Größe der Samen variiert bei den untersuchten Arten zwischen 0,8 und 6,0 mm, wobei *Euphorbia lathyris* mit einer Länge von 4,5–6,0 mm und einer Breite von 3,5–4,5 mm die größten Samen besitzt, während *E. maculata* mit einer Länge von 0,8–1,1 mm und einer Breite von 0,5–0,7 mm die kleinsten Samen aufweist. Entsprechend der Samengröße kann man eine Klassifizierung in 3 Gruppen vornehmen.

1. Kleine Samen – Länge 0,8–1,7 mm
2. Mittlere Samen – Länge 1,8–2,7 mm
3. Große Samen – Länge 2,8–6,0 mm

In der folgenden Übersicht sind die Größenverhältnisse der Samen der untersuchten *Euphorbia*-Arten vergleichend dargestellt.

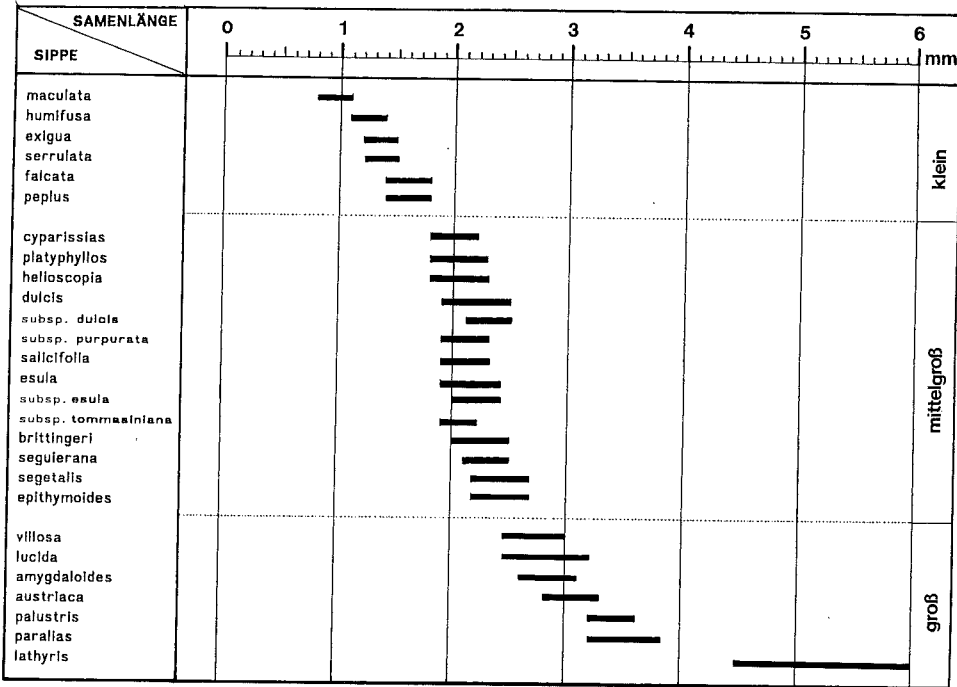


Abb. 1. Zusammenfassende Darstellung der Samengröße der untersuchten *Euphorbia*-Arten.

3. Farbe der Samen

In der Regel sind die Samen einfarbig, seltener gefleckt (z. B. *Euphorbia esula*) oder gesprenkelt (z. B. *E. paralias*). Die Farbe der Samen unterliegt im Laufe des Reifeprozesses einer kontinuierlichen Veränderung, die eine Palette von gelblich-weiß über alle Brauntöne bis hin zum tiefsten Schwarz umfaßt. Durch die Ausscheidung von Schleimstoffen über die Epidermis kann die ursprüngliche Farbe und auch die Oberflächenstruktur der Samen stark variieren. Je nach Dicke dieser Schleimzellenschicht erscheinen die Samen mattgrau, mattbraun oder weißlich, wobei die Testazellen sich mehr oder weniger deutlich abzeichnen. Samen mit fehlendem oder sehr dünnem Belag haben in der Regel eine glänzende Oberfläche. In jenen Fällen, wo die Schleimzellenschicht nur lokal oder ungleichmäßig ausgebildet ist, erscheinen die Samen fleckig oder punktiert.

4. Samenoberfläche

In bezug auf die Oberflächenstruktur der Samen finden sich in der Gattung *Euphorbia* recht unterschiedliche Differenzierungen. Dies gilt sowohl für die Form der Testazellen, die in Aufsicht isodiametrisch, meist polygonal, tabular bis konvex erscheinen als auch für die aus der Anordnung der Zellen resultierenden, oft schon makroskopisch sichtbaren Oberflächenstrukturen. Im Gegensatz zu den cuticularen Feinstrukturen der einzelnen Testazellen werden die epidermalen, oft artspezifischen Oberflächenmuster des gesamten Samens auch als Sekundärstrukturen (EHLER 1976) bezeichnet. Diese Sekundärstrukturen können in Form schwacher waagrechter Falten oder Furchen (*E. maculata*) ausgeprägt sein oder als Runzeln mit andeutungsweise Netzstruktur (*E. segetalis*; *E. lathyris*) in Erscheinung treten. Die Samenoberfläche kann aber auch von einer grob-wabigen Struktur (*E. helioscopia*) sein, deutliche Gruben (*E. peplus*) aufweisen oder mit zahlreichen Warzen besetzt sein (*E. brittingeri*). Hinsichtlich der Feinstruktur der Testa lassen sich 4 Typen unterscheiden. Häufig findet man eine glatte, unstrukturierte Testa (Typ 1; *E. esula*; *E. salicifolia*), oft auch eine deutlich netzartige Ausprägung (Typ 2; *E. lucida*) die durch Aufwölbung der Zellwände hervorgerufen wird. Seltener sind stark aufgewölbte Testazellen mit ringförmig angeordneten Cuticularfalten (Typ 4, *E. humifusa*) ausgebildet. Bei einigen Arten findet man auch eine Kombination aus erhabenen Zellwänden und papillös aufgewölbtem Lumen (Typ 3; *E. peplus*). Die Cuticula kann unstrukturiert, gefältelt-kräuselig, konzentrisch geschichtet oder fein granulär bis warzig ausgebildet sein. Die zwischen den Testazellen und Schleimzellen liegenden Interzellularen sind oft kaum erkennbar, klein bis fehlend oder aber auch groß (*E. falcata*; *E. exigua*) und teilweise mit kleinen Kügelchen (1–3 µm) angefüllt. Die Zahl der Testazellen pro Flächeneinheit (bezogen auf 100 µm²) variiert zwischen 20–60 Zellen. So weist die Testa von *E. humifusa* etwa 60 Zellen auf, während bei *E. segetalis* und *E. amygdaloides* nur ca. 25 Zellen vorhanden sind.

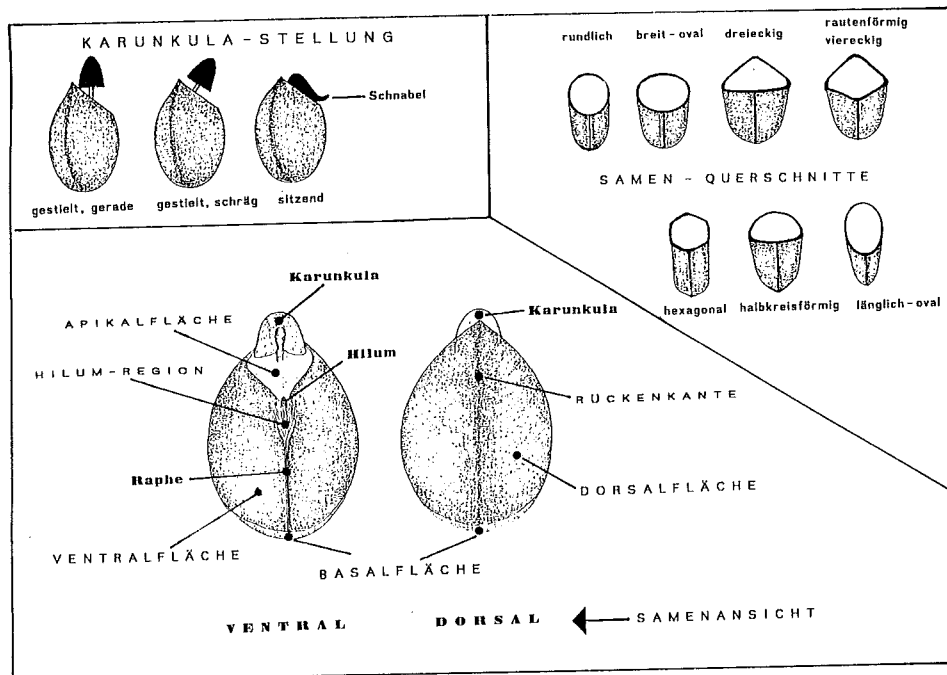


Abb. 2. Differentialmerkmale und Terminologie von *Euphorbia*-Samen sowie Charakterisierung der Samen-Querschnitte und Stellung der Karunkula.

SAMEN - OBERFLÄCHENSTRUKTUR

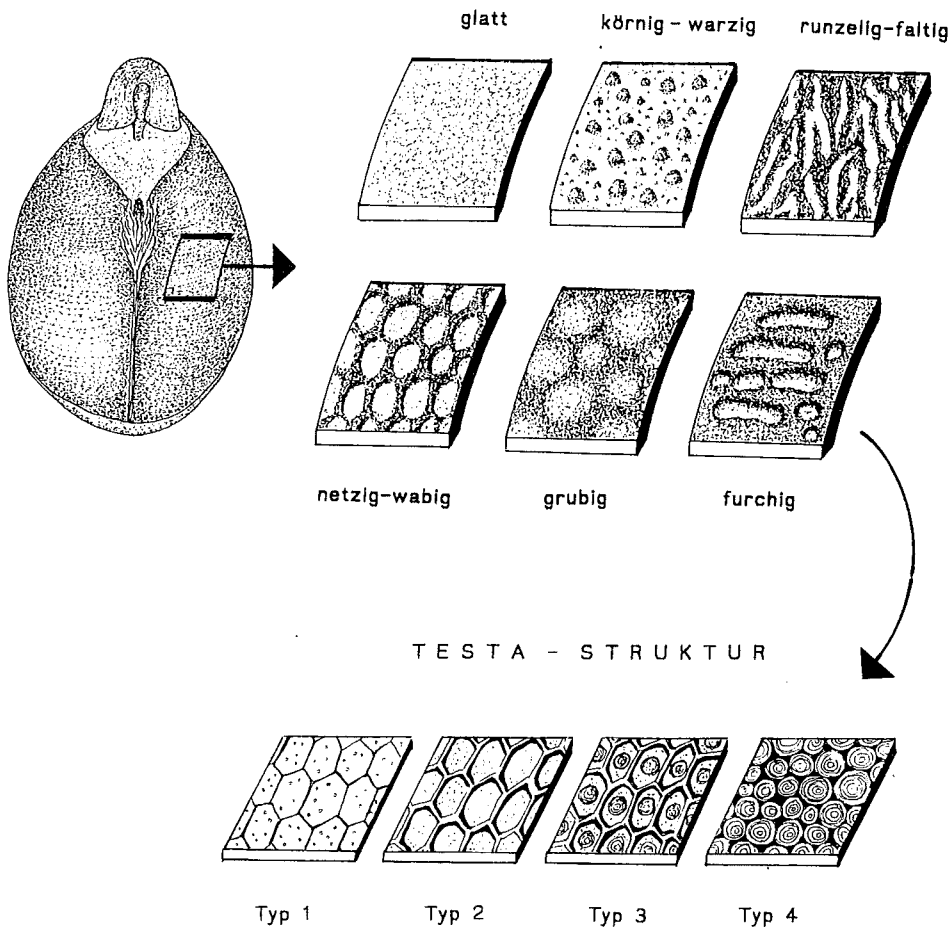


Abb. 3. Schematische Darstellung und Typisierung der Oberflächenmuster (Sekundärstrukturen) sowie der Testa-Feinstrukturen von *Euphorbia*-Samen.

5. Samenanhängsel

Die meisten *Euphorbia*-Arten sind durch ein weiß-gelbliches, seltener braunes Samenanhängsel charakterisiert, das im Mikropylarbereich aus dem äußeren Integument gebildet wird. Diese lokale Wucherung, auch als Karunkula definiert (ESAU 1969), zeigt eine große Mannigfaltigkeit, was Größe und Gestalt anbelangt. Neben scheibenförmigen, dem Samen flach anliegenden Anhängseln, treten auch kegelig-gewölbte Elaiosomen auf. Die scheibenförmigen Karunkulae können kragenartig, halbmond- bzw. hörnchenartig oder nierenförmig ausgeprägt sein, aber auch eine rundlich-ovale oder herzförmige Form aufweisen. Die kegeligen Formen variieren zwischen kugelig bis halbkugelig, kappenartig bis kapuzenförmig, helm- bis glockenförmig oder sie sind schirmartig differenziert. Auch schlüsselförmige, sattelartig bis dachig aufgewölbte oder schnabelartig gebogene Karunkula-Formen sind zu beobachten. In den meisten Fällen liegen die Samenanhängsel der Apikalfäche eng an, seltener sind sie deutlich gestielt. Ihre Stellung ist aufrecht oder schräg nach vorne geneigt. Über der Raphe ist die Karunkula entweder geschlossen, schlitzförmig eingeschnitten oder muschelartig ausgehöhlt,

mitunter auch schnabelförmig abstehend oder aufgebogen. Eine Sonderform der Elaiosombildung findet man bei *Euphorbia belioscopia*, wo die fehlende Karunkula durch eine spezielle Wucherung des Hilum ersetzt wird und in Form einer senkrecht aufgebogenen, ovalen und glasig glänzenden Scheibe, apikal mit dem Samen verwachsen ist. Neben dieser eigenartigen Elaiosoms substitution gibt es eine Reihe von Arten, bei denen das Samenanhängsel vollständig fehlt (*E. humifusa*, *E. maculata*). Bei anderen Arten fällt die Karunkula sehr leicht ab (*E. falcata*; *E. paralias*), so daß man leicht den Eindruck gewinnen kann, diese Sippen wären ebenfalls ohne Anhängsel.

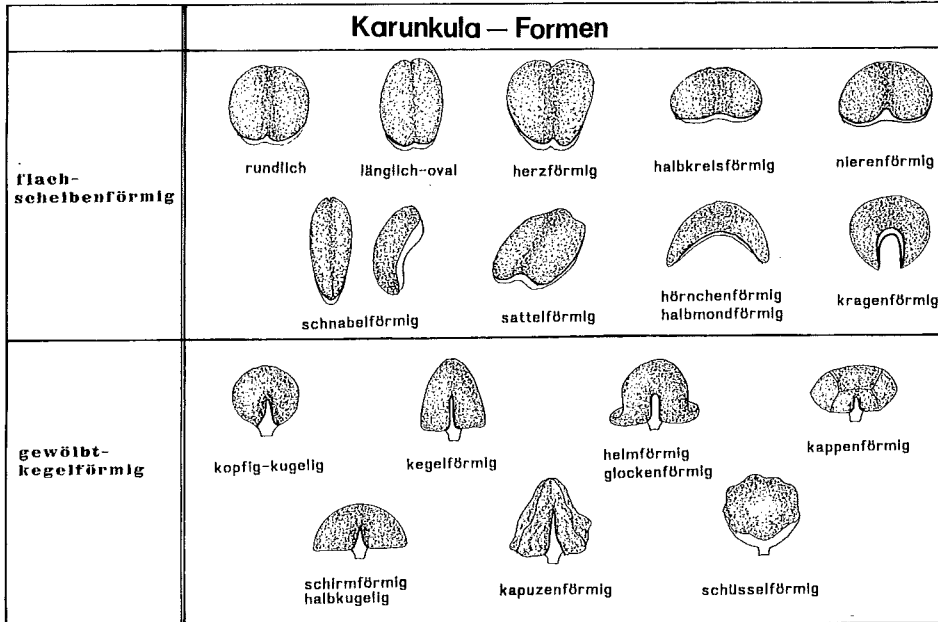


Abb. 4. Zusammenstellung der verschiedenen Karunkula-Formen in der Gattung *Euphorbia*.

Beschreibung der Samen der einzelnen Arten

Anmerkung:

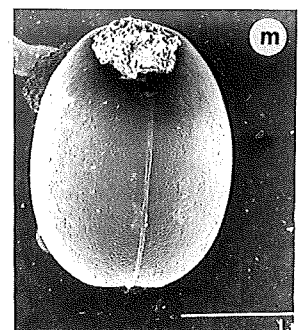
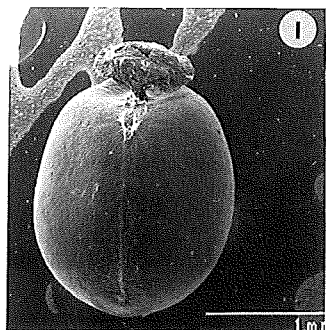
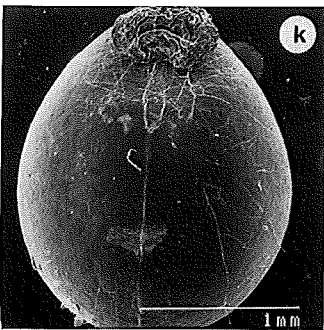
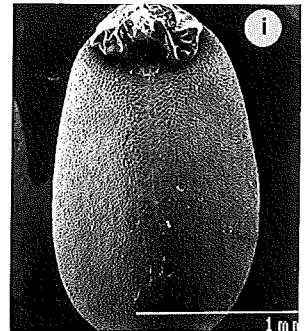
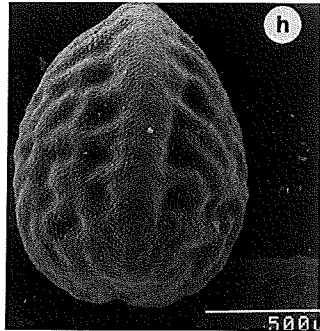
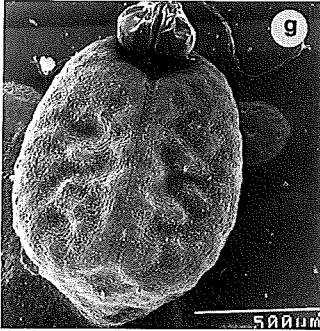
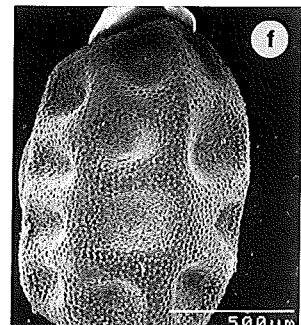
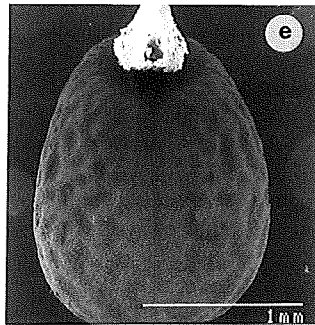
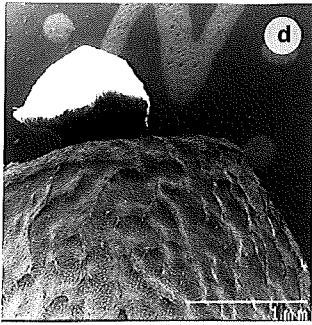
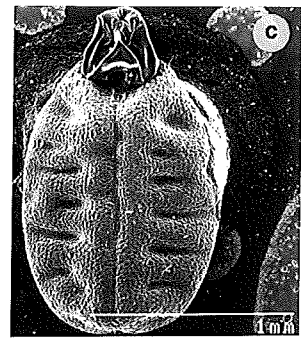
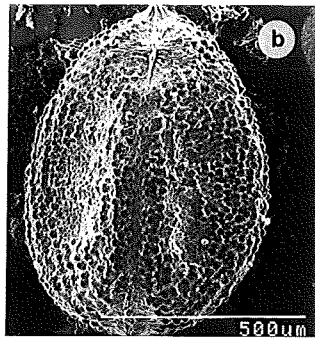
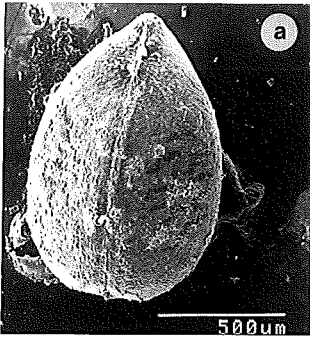
Die Beschreibungen beziehen sich ausschließlich auf reife Samen. Alle angegebenen Meßwerte zur Samenlänge schließen die Karunkula mit ein. Die Größe der Testazellen, bzw. die Zahl pro 100 μm^2 Samenoberfläche wurde im Lichtmikroskop bei 320-facher Vergrößerung ermittelt. Angaben zur Feinstruktur der Testa und Schleimzellenschicht beziehen sich auf rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen.

Euphorbia humifusa Willd.

Samen dunkelbraun bis hellgrau, matt, länglich-eiförmig, nach oben hin spitz zulaufend, im Querschnitt dreieckig bis viereckig, mit feiner Raphe und stark kielförmig gewölbter Rückenfläche, an der Spitze mit kleinen schnabelartigem Fortsatz. Apikalfäche senkrecht, ansatzlos in die Ventralfläche übergehend, Hilumregion oft mit einem dünnen Häutchen. Samen klein,

Abb. 5: Samen von *Euphorbia*-Arten.

a: *E. humifusa*. - b: *E. maculata*. - c: *E. falcata*. - d: *E. lathyris*. - e: *E. segetalis*. - f: *E. peplus*. - g: *E. exigua* (ventral) - h: *E. exigua* (dorsal) - i: *E. seguierana*. - k: *E. platyphyllos*. - l: *E. dulcis*. - m: *E. cyparissias*.



1,1–1,4 mm lang, 0,6–0,8 mm breit. Seitenflächen vorgewölbt, selten muldenförmig nach innen vertieft. Samenoberfläche glatt bis wabig-porig. Schleimzellenschicht dick, unregelmäßig, die Oberfläche deshalb bisweilen fleckig oder runzlig, mit fasrig-schuppiger Feinstruktur und kleinen Interzellularen. Testazellen 50–60 pro 100 μm^2 Samenoberfläche (Typ 4). Karunkula fehlend.

Kapsel: 1,5–2,5 mm lang, kahl, glatt, mit feiner, schräg verlaufender Textur.

Anmerkung: Diese in Asien heimische Art ist durch Verwilderung heute in fast ganz Europa zu finden.

Euphorbia maculata L.

Samen rostbraun bis hellbraun, matt, eiförmig-oval, apikal verschmälert, im Querschnitt viereckig, mit feiner, in die Vorderkante eingesenkter Raphe und kielförmig ausgeprägter Rückenkante. Apikalfäche schräg, an der Spitze mit kleinem schnabelartigem Fortsatz, Hilumregion mit kleinem Häutchen. Samen klein, 0,8–1,1 mm lang, 0,5–0,7 mm breit. Seitenflächen, vor allem die der Vorderseite, nach innen muldenförmig vertieft, von 3–6 waagrecht Furchen durchzogen. Samenoberfläche glatt bis wabig-netzig. Schleimzellenschicht dünn, unscheinbar, unregelmäßig runzlig-faltig. Testazellen 45–55 pro 100 μm^2 Samenoberfläche (Typ 4). Karunkula fehlend.

Kapsel: 1,5–2,2 mm lang, dicht zottig mit weißen Haaren besetzt.

Anmerkung: Diese ursprünglich in Nordamerika beheimatete Art wurde in Mitteleuropa eingeschleppt und ist heute auch in den klimatisch begünstigten Regionen Deutschlands zu finden. *E. maculata* besitzt von allen untersuchten einheimischen Arten die kleinsten Samen.

Euphorbia lathyris L.

Samen blaugrau bis grauschwarz, matt, breit-eiförmig, von beiden Flanken her abgeflacht, im Umriss rechteckig bis trapezförmig, im Querschnitt länglich-oval. Apikalfäche rundlich, wenig eingesenkt, schräg zur Raphe ausgerichtet. Rückenfläche kielförmig gewölbt mit scharfer Kante. Raphe auf der Bauchseite muldig eingesenkt. Samen sehr groß, 4,5–6,0 mm lang, 3,5–4,5 mm breit. Samenoberfläche mit kleinen, meist in Längsrichtung verlaufenden Falten und Runzeln. Schleimzellenschicht undeutlich, dünn. Testazellen 55–60 pro 100 μm^2 Samenoberfläche (Typ 2). Karunkula glockenförmig bis hutpilzartig, schräg nach vorne geneigt, deutlich gestielt, mit gekerbt-fransigem, oft aufgebogenem Rand und kraterförmig vertiefter Spitze.

Kapsel: 7,5–11 mm lang, kahl, die Oberfläche stark runzlig-faltig.

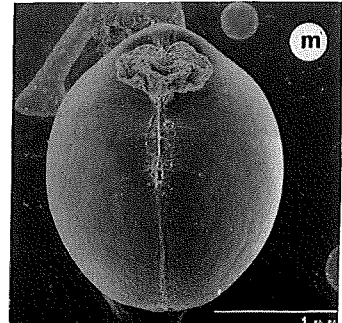
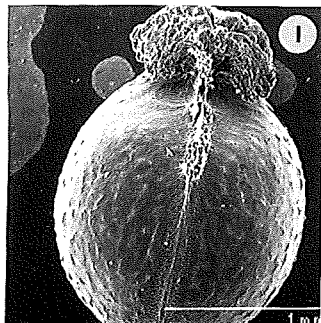
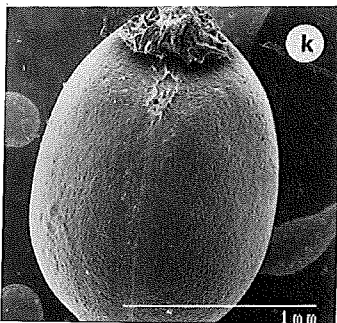
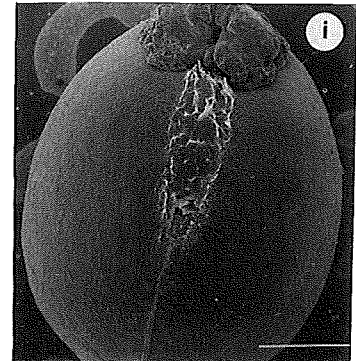
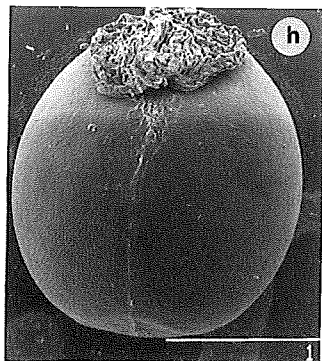
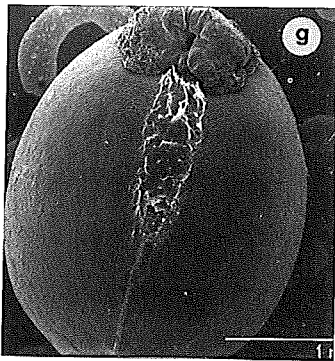
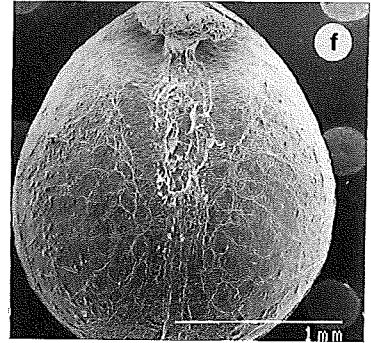
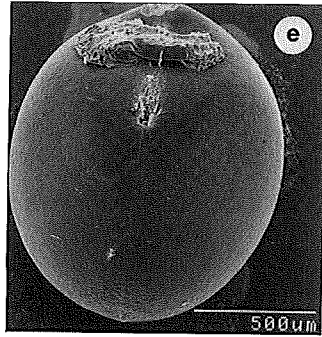
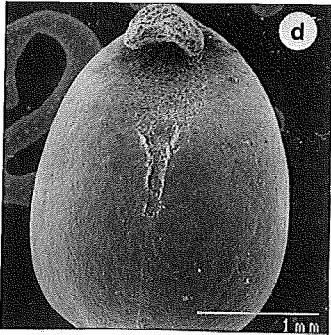
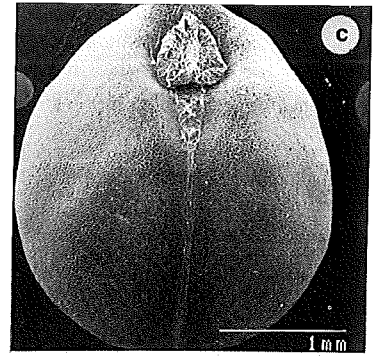
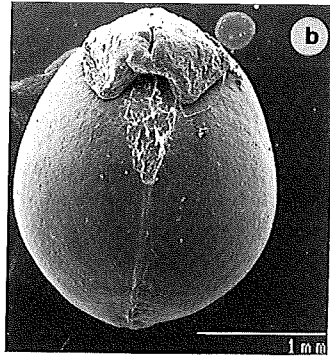
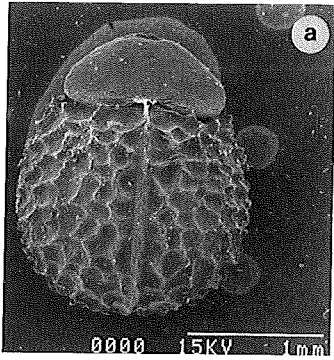
Anmerkung: *E. lathyris* besitzt unter allen europäischen *Euphorbia*-Arten die größten Samen.

Euphorbia falcata L.

Samen rotbraun bis grau, eiförmig, im Umriss oval, mit bogig verlaufenden Seitenkanten, vom Rücken und der Bauchseite her stark abgeflacht, im Querschnitt länglich-oval bis vierkantig. Apikalfäche schmal dreieckig, eingesenkt, mit wulstigen Rändern. Raphe fein, in die Vorderkante eingesenkt. Rückenkante stumpf, unregelmäßig höckerig. Samen klein, 1,4–1,8 mm lang, 0,8–1,1 mm breit. Seitenflächen von 3–6, oft ineinander übergehenden Querrunzeln durchzogen oder mit 2 Reihen nebeneinanderliegender Grübchen. Samenoberfläche glatt bis wabig. Schleimzellenschicht über den Erhebungen dick, mit schwach papillöser Feinstruktur

Abb. 6: Samen von *Euphorbia*-Arten.

a: *E. helioscopia*. - b: *E. villosa*. - c: *E. paralias*. - d: *E. amygdaloides*. - e: *E. serrulata*. - f: *E. epithymoides*. - g: *E. austriaca*. - h: *E. esula*. - i: *E. palustris*. - k: *E. esula* subsp. *tommasiniana*. - l: *E. brittingeri*. - m: *E. angulata*.



und kleinen, mit zahlreichen Wachskügelchen erfüllten Interzellularen. Testazellen 50–55 pro 100 μm^2 Samenoberfläche (Typ 1). Karunkula spitz, kegelförmig, leicht faltig oder lappig eingeschlagen, kurz gestielt, gelblich, sehr leicht abfallend.

Kapsel: 1,5–2,3 mm lang, glatt, kahl, die Oberfläche mit feiner, schräg verlaufender Textur.

Anmerkung: Diese im Mittelmeergebiet und Westasien beheimatete Art ist heute bis Mitteldeutschland verbreitet.

***Euphorbia peplus* L.**

Samen dunkelbraun bis graubraun, prismatisch, sechskantig, im Querschnitt annähernd hexagonal, mit sehr feiner, in der Vorderkante verlaufender Raphe. Apikalfläche stumpf-sechseckig, schlitzförmig ausgefurcht oder lochartig vertieft. Samen klein, 1,4–1,8 mm lang, 0,8–1,0 mm breit mit 12–22 Grübchen. Die beiden Vorderflächen mit je einer breiten Längsfurche, die Seitenflächen mit 2–4, die Rückenflächen mit 3–6 übereinanderliegenden Grübchen. Samenoberfläche in den Mulden grobwabig-zellig. Schleimzellenschicht dick, mit wabiger Feinstruktur, die Interzellularräume mit kleinen Wachskügelchen erfüllt. Testazellen 40–50 pro 100 μm^2 Samenoberfläche (Typ 3). Karunkula kegelförmig bis helmförmig, glänzend weiß, der Apikalfläche eng anliegend und diese vollständig überdeckend.

Kapsel: 1,8–2,3 mm lang, glatt, kahl, die Teilfrüchte mit 6 parallel verlaufenden Längsleisten, je zwei davon flügelartig und dicht nebeneinander an der Rückennaht einer Fruchtklappe.

Anmerkung: Diese wohl ursprünglich mediterran-submediterrane Art ist heute fast kosmopolitisch verbreitet.

***Euphorbia segetalis* L.**

Samen rotbraun bis dunkelgrau, matt, eiförmig bis walzlich, im Querschnitt rundlich, mit feiner Raphe und abgerundeter Rückenkante. Apikalfläche flach, länglich-oval. Samen mittelgroß, 2,2–2,7 mm lang, 1,3–1,6 mm breit. Samenoberfläche runzelig-netzig, mit zahlreichen muldenförmigen, dunkler gefärbten Vertiefungen und helleren Leisten. Schleimzellenschicht stellenweise dick, mit unregelmäßig runzeliger bis wabig-zelliger Feinstruktur, in den Interzellularräumen mit zahlreichen Wachskügelchen. Testazellen 20–35 pro 100 μm^2 Samenoberfläche (Typ 3). Karunkula kegelförmig bis kapuzenförmig, sitzend, gelblich, nach vorne zur Raphe geneigt.

Kapsel: 2,7–3,5 mm lang, kahl, die Teilfrüchte glatt, mit je einem schmalen, warzig-runzeligen Streifen.

Anmerkung: Diese in Südeuropa verbreitete Art, die bei uns hauptsächlich mit Saatgut eingeschleppt wird, kommt nur in klimatisch besonders günstigen Gegenden vor.

***Euphorbia exigua* L.**

Samen rotbraun bis schwärzlich-grau, matt, länglich-eiförmig, im Querschnitt fast dreieckig. Raphe fein, in der abgesetzten Vorderkante verlaufend. Vorderseiten stark abgeflacht, nach innen gewölbt, Rückenseite kielförmig, die Rückenkante ebenso wie die Seitenkanten deutlich hervortretend. Samen klein, 1,2–1,5 mm lang, 0,8–1,0 mm breit. Samenoberfläche mit zahlreichen Höckern und meist in Querrichtung über die Kanten hinweg verlaufenden Runzeln. Schleimzellenschicht über den Erhebungen dick, mit runzeliger bis feinwarziger Feinstruktur. Testazellen 45–50 pro μm^2 Samenoberfläche (Typ 3). Karunkula kapuzenförmig, glänzend, weiß, sitzend, vorne tief ausgehöhlt, über die Apikalfläche dachartig aufgewölbt.

Kapsel: 1,8–2,4 mm lang, glatt oder feinwarzig punktiert, kahl.

Anmerkung: Ursprünglich mediterran-westasiatische Art, heute über ganz Europa verbreitet.

Euphorbia helioscopia L.

Samen dunkelbraun, glänzend, eiförmig-kugelig, an der Spitze löffelförmig verlängert, im Querschnitt fast rund, mit scharfkantiger Raphe und Rückenkannte. Samen mittelgroß, 1,8–2,3 mm lang, 1,7–2,0 mm breit. Samenoberfläche mit scharf-kantigen Leisten, die ein unregelmäßiges, bienenwabenhähnliches Netzwerk bilden. Schleimzellenschicht dünn, mit papillöser Feinstruktur. Testazellen 40–50 pro 100 µm² Samenoberfläche (Typ 3). Karunkula fehlend, aber Hilum zu einer fast senkrecht stehenden, ovalen oder halbkreisförmigen, glänzenden Scheibe verbreitert.

Kapsel: 2,7–3,2 mm lang, 3,5–4,0 mm breit, kahl, feinkörnig punktiert.

Anmerkung: Diese ursprünglich im Mittelmeergebiet und Westasien beheimatete Art ist heute in ganz Europa verbreitet.

Euphorbia epithymoides L.

Samen kastanienbraun bis dunkelbraun, glänzend, eiförmig-rundlich, vom Rücken und der Bauchseite her etwas abgeflacht, im Querschnitt breit-oval, Rückenkannte schwach keilförmig. Apikalfläche bis fast zur Mitte des Samens herabgezogen. Samen mittelgroß, 2,2–2,7 mm lang, 1,8–2,2 mm breit. Samenoberfläche hellgelb gesprenkelt, mit zahlreichen strichförmigen, runzelig-warzigen Erhebungen. Schleimzellenschicht dünn, mit unregelmäßig netzfaseriger Feinstruktur. Testazellen 45–50 pro 100 µm² Samenoberfläche (Typ 2). Karunkula nierenförmig bis hörchenartig, aufgewölbt, gelblich, deutlich gestielt, über die Apikalfläche abgehoben, oft mit einem Loch in der Mitte.

Kapsel: 3,0–3,5 mm lang, kahl, mit feinkörniger Oberfläche und rot überlaufenen zottigen Fortsätzen.

Anmerkung: Die thermophile *E. epithymoides* (= *E. polychroma* A. Kerner) ist eine in SO-Europa beheimatete Art. Sie wurde in Bayern letztmals in der Umgebung von Landshut (Grundfeld) gesehen (MERXMÜLLER 1969).

Euphorbia amygdaloides L.

Samen grauschwarz, matt, länglich-eiförmig, mit stark gewölbter Rückenseite, ohne auffällige Rückenkannte, im Querschnitt breit oval. Apikalfläche länglich oval, fast bis zur Samenmitte reichend, keilförmig in die Raphe übergehend. Samen groß, 2,6–3,1 mm lang, 1,9–2,1 mm breit. Samenoberfläche glatt bis wabig. Schleimzellenschicht meist dick, mit körniger Feinstruktur. Testazellen 25–30 µm² Samenoberfläche (Typ 2). Karunkula gestielt, sattelförmig, länglich-oval, die Längsachse in Richtung Raphe, am Vorderende schnabelartig aufgebogen, über der Apikalfläche stehend und unmittelbar unter der hakig eingekrümmten Spitze des Samens sitzend.

Kapsel: 2,7–3,5 mm lang, tief, 3-furchig, kahl, rau, auf der Oberfläche feinwarzig punktiert.

Anmerkung: Von dieser hauptsächlich im Mittelmeergebiet verbreiteten Art, die ihren ökologischen Schwerpunkt in Buchen- und Eichenwäldern hat, werden einige Lokalrassen (subsp. *semiperfoliata* (Viv.) A. R. Sm.; subsp. *arbuscula* Meusel und subsp. *heldreichii* (Orph. ex Boiss.) B. Alden) unterschieden, von denen in Bayern nur die subsp. *amygdaloides* vertreten ist.

Euphorbia lucida Waldst. & Kit.

Samen rotbraun bis hellgrau, matt, eiförmig-kugelig, mit stark gewölbter Rückenseite, ohne deutliche Rückenkannte, im Querschnitt rundlich-oval. Samen groß, 2,5–3,2 mm lang, 2,1–2,3 mm breit. Samenoberfläche glatt bis feinnetzartig-wabig. Schleimzellenschicht meist dick, mit netzartig angedeuteter Feinstruktur und zahlreichen rundlichen Interzellularen. Testazellen 35–45 pro 100 µm² Samenoberfläche (Typ 2). Karunkula sitzend, länglich-oval, dachig gewölbt, fein-runzelig, der Apikalfläche eng anliegend, vorne meist kurz schnabelförmig aufgebogen.

Kapsel: 4,0–4,5 mm lang, tief 3-furchig, kahl, feinwarzig punktiert.

Anmerkung: Diese meist an feuchten Stellen oder entlang der Flußläufe verbreitete Art hat ihren Verbreitungsschwerpunkt in SO-Europa.

Euphorbia paralias L.

Samen dunkelbraun bis weiß, matt, eiförmig-kugelig, im Querschnitt fast kreisrund, die Vorderseite leicht abgeflacht, mit breiter, brauner Raphe und stumpf-kielförmiger Rückenkante. Samen groß, 3,2–3,8 mm lang, 2,3–3,2 mm breit. Samenoberfläche glatt bis weitmaschig-wabig. Schleimzellenschicht meist dick, mit fasrig-runzelter Feinstruktur. Testazellen 30–40 pro 100 µm² Samenoberfläche (Typ 2). Karunkula sehr klein, leicht abfallend, deshalb am reifen Samen oft fehlend, flach, rundlich bis verkehrt-herzförmig, der Rand schüsselförmig nach oben gebogen, in die muldig ausgebildete Apikalfäche eingebettet.

Kapsel: 3,5–4,5 mm lang, kahl, mit feinkörnig-runzelter Oberfläche.

Anmerkung: *E. paralias* kommt nur im Bereich der Meeresküste vor.

Euphorbia palustris L.

Samen dunkelbraun, matt, eiförmig-kugelig, im Querschnitt rundlich, mit kaum erkennbarer Rückenkante. Raphe fein, schwarz, bis zur Hälfte der Vorderseite verlaufend, in eine weißhäutig-faserige Hilumregion übergehend. Samen groß, 3,2–3,7 mm lang, 2,4–2,7 mm breit. Samenoberfläche glatt bis feinzellig-wabig. Schleimzellenschicht dünn, mit undeutlich netziger Feinstruktur. Testazellen 25–35 pro 100 µm² Samenoberfläche (Typ 2). Karunkula gelblich, groß, rundlich-nierenförmig bis herzförmig, kapuzenförmig gewölbt, am Rand feinkerbig, der rundlichen Apikalfäche dicht anliegend und diese vollständig überdeckend, vom Rücken her nicht sichtbar.

Kapsel: 4,0–5,5 mm lang, kahl, dicht mit rundlichen Warzen besetzt.

Anmerkung: *E. palustris* ist nach MEUSEL (1943) eine eurasiatisch-kontinentale Stromtalpflanze, die nur in den warmen Niederungen vorkommt. Nach POLATSHECK (1971) gehören in den Verwandtschaftskreis von *E. palustris* auch *E. austriaca* A. Kerner, *E. villosa* Waldst. & Kit. sowie *E. carpatica* Woloszczak.

Euphorbia villosa Waldst. & Kit.

Samen kastanienbraun, glänzend, eiförmig-kugelig, im Querschnitt rundlich-oval, Rückenkante undeutlich, stumpf, die Raphe bis zur Samenmitte verlaufend. Hilumregion feinfasrig. Samen groß, 2,5–3,0 mm lang, 2,2–2,4 mm breit. Samenoberfläche glatt bis feinnetzig. Schleimzellenschicht unscheinbar dünn, mit netzartiger Feinstruktur. Testazellen 20–25 pro 100 µm² Samenoberfläche (Typ 2). Karunkula groß, gelblich-weiß, rundlich-nierenförmig, kapuzenförmig gewölbt, der Apikalfäche eng anliegend, der Randsaum auch abspreizend, über der Raphe muschelförmig ausgehöhlt, vom Rücken her sichtbar.

Kapsel: 3,5–4,5 mm lang, wenig gefurcht, mit feinkörnig-rauher Oberfläche, spärlich mit langen, dünnen, abstehenden Haaren besetzt.

Anmerkung: Nahe verwandt zu *E. villosa* ist die in den nordöstlichen Kalkalpen verbreitete *Euphorbia austriaca* A. Kerner. Wenngleich die Samen beider Sippen sehr ähnlich sind, bestehen dennoch geringfügige Unterschiede in der Samengröße, die bei *E. austriaca*, 2,7–3,2 mm lang und 2,3–2,5 mm breit sind. Auch die Zahl der Testazellen liegt mit 30–35 pro 100 µm² über der von *E. villosa*.

Der Verwandtschaftsgruppe um *Euphorbia villosa* gehören nach POLATSHECK (1971) *E. austriaca*, *E. carpatica* und *E. palustris* an. CHRTEK (1970) gliederte *E. austriaca* in 3 Unterarten subsp. *austriaca*, subsp. *sojakii* Chrtek & Krisa und subsp. *tauricola* (Prochanov) Chrtek & Krisa. Das Vorkommen von *Euphorbia villosa* (VOLLMANN 1914) in der Umgebung von Hals bei Passau konnte in neuerer Zeit nicht mehr bestätigt werden. POLATSHECK (1971), der sich mit dem Verwandtschaftskreis um *Euphorbia villosa* näher beschäftigte, kam zwar zu dem Schluß, daß es sich bei den Pflanzen von Hals um *E. villosa* s. str. handelt und nicht wie lange Zeit angenommen um *E. austriaca* bzw. *E. villosa* subsp. *austriaca*, teilte aber mit, daß dieses Vorkommen als erloschen angesehen werden mußte. Erst 1982 gelang es H. FÜRSCHE, eine kleinere Population von *E. villosa* ausfindig zu machen und den Nachweis dieser Sippe für Bayern in neuerer Zeit zu erbringen.

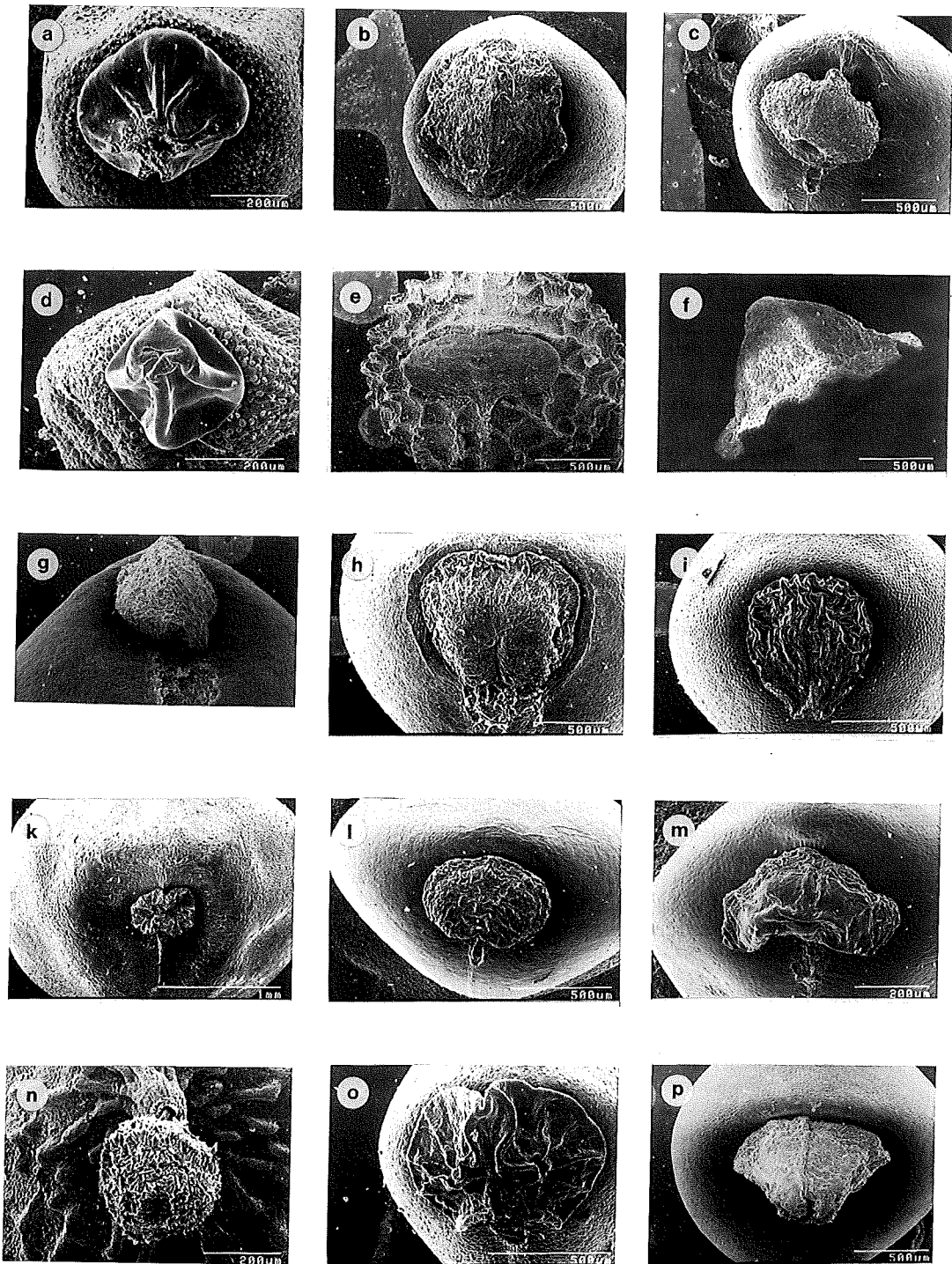


Abb. 7: Karunkula-Formen von *Euphorbia*-Arten.

a: *E. peplus*. - b: *E. cyparissias*. - c: *E. dulcis*. - d: *E. falcata*. - e: *E. belioscopia*. - f: *E. lathyris*. -
g: *E. lucida*. - h: *E. palustris*. - i: *E. salicifolia*. - k: *E. paralias*. - l: *E. platyphyllos*. - m: *E. serrulata*.
- n: *E. segetalis*. - o: *E. seguierana*. - p: *E. villosa*.

Euphorbia serrulata Thuill.

Samen kastanienbraun bis dunkelbraun, glänzend, im Umriss länglich oval, beidseitig stark abgeflacht, im Querschnitt breit-oval, Raphe fein, weiß, Rückenante stumpf, wenig hervortretend. Samen klein, 1,2–1,5 mm lang, 0,9–1,1 mm breit. Samenoberfläche glatt bis feinwabig-netzig. Schleimzellenschicht undeutlich dünn, mit netziger Feinstruktur. Testazellen 40–50 pro 100 µm² Samenoberfläche (Typ 2). Karunkula gelblich, klein, stark abgeflacht, halbkreis- bis nierenförmig, der Apikalfläche eng anliegend, von der Rückenseite aus nicht sichtbar.

Kapsel: 1,7–2,4 mm lang, die Oberfläche dicht mit kurz-walzlichen, zylindrischen Warzen besetzt, bisweisen auch 3 warzenfreie Streifen auf den Rückennähten der Karpelle.

Anmerkung: Deutliche Unterschied zwischen *E. serratula* (= *E. stricta* L.) und der habituell ähnlichen Art *E. amygdaloides* liegen in der Samengröße sowie in der Skulpturierung der Kapseloberfläche.

Euphorbia seguierana Necker

Samen hellbraun bis graubraun, matt länglich-walzlich, vom Rücken und der Bauchseite her etwas abgeflacht, mit deutlicher Rückenante, im Querschnitt breit-oval bis rautenförmig. Samen mittelgroß, 2,1–2,5 mm lang, 1,2–1,4 mm breit. Samenoberfläche glatt bis netzig-wabig. Schleimzellenschicht dick, mit wabiger Feinstruktur. Testazellen 45–50 pro 100 µm² Samenoberfläche (Typ 3). Karunkula groß, gelblich-braun, stark faltig, helmförmig, unten mit aufgebogenem Saum, der Apikalfläche dicht anliegend, etwas schräg nach vorne geneigt, über der Hilumregion faltig aufspringend oder muschelförmig ausgehöhlt.

Kapsel: 2,5–3,3 mm lang, kugelig, kahl, die Oberfläche feinwarzig, rau.

Anmerkung: Diese in den Steppen Asiens ursprünglich beheimatete Art wird in die Unterarten subsp. *seguierana*, subsp. *nicina* (Borbas) Rech. fil und subsp. *hobenackeri* (Boiss.) Rech. fil gegliedert. In Deutschland kommt nur die subsp. *seguierana* vor.

Euphorbia platyphyllos L.

Samen dunkelbraun, glänzend, breit-eiförmig, am Umriss länglich oval, nach oben hin etwas verschmälert, beidseitig stark abgeflacht, im Querschnitt breit-oval, Rückenante kaum ausgeprägt. Samen mittelgroß, 1,8–2,3 mm lang, 1,6–1,9 mm breit. Samenoberfläche glatt bis netzig-wabig. Schleimzellenschicht dünn, mit netzartiger Feinstruktur. Testazellen 45–55 pro 100 µm² Samenoberfläche (Typ 2). Karunkula gelblich, klein, flach, nierenförmig bis hörnchenartig, dem hinteren Teil der Apikalfläche dicht aufsitzend.

Kapsel: 2,7–3,5 mm lang, die Oberfläche mit feinen, halbkugeligen Warzen locker besetzt, die Klappen mit 3 warzenlosen Streifen über dem Mittelnerv.

Euphorbia cyparissias L.

Samen glatt bis graubraun, matt, teilweise fleckig, rundlich-eiförmig, im Querschnitt fast kreisförmig, Rückenante undeutlich bis fehlend, Raphe fein, weiß. Samen mittelgroß 1,8–2,2 mm lang, 1,4–1,6 mm breit. Samenoberfläche glatt bis wabig-netzig. Schleimzellenschicht dünn, mit wabiger Feinstruktur. Testszellen 35–40 pro 100 µm² Samenoberfläche (Typ 1). Karunkula gelblich-braun, flach, herzförmig-oval, dachig, gewölbt, faltig, über der Hilumregion schnabelartig nach vorne gezogen.

Kapsel: 3,0–3,7 mm lang, kahl, die Oberfläche fein runzelig bis grobwarzig punktiert.

Anmerkung: Die ebenfalls in Mitteleuropa eingeschleppten Arten der Anisophyllum-Gruppe *E. chamaesyce* L., *E. prostrata* Aiton und *E. engelmannii* Boiss. lassen im Gegensatz zu *E. maculata* keine Ausbreitungs- und Einbürgerungstendenzen erkennen. Gleiches gilt für *E. nutans* Lagasca & Segura, die bisher nur aus dem Oberrhein- und Bodenseegebiet bekannt ist.

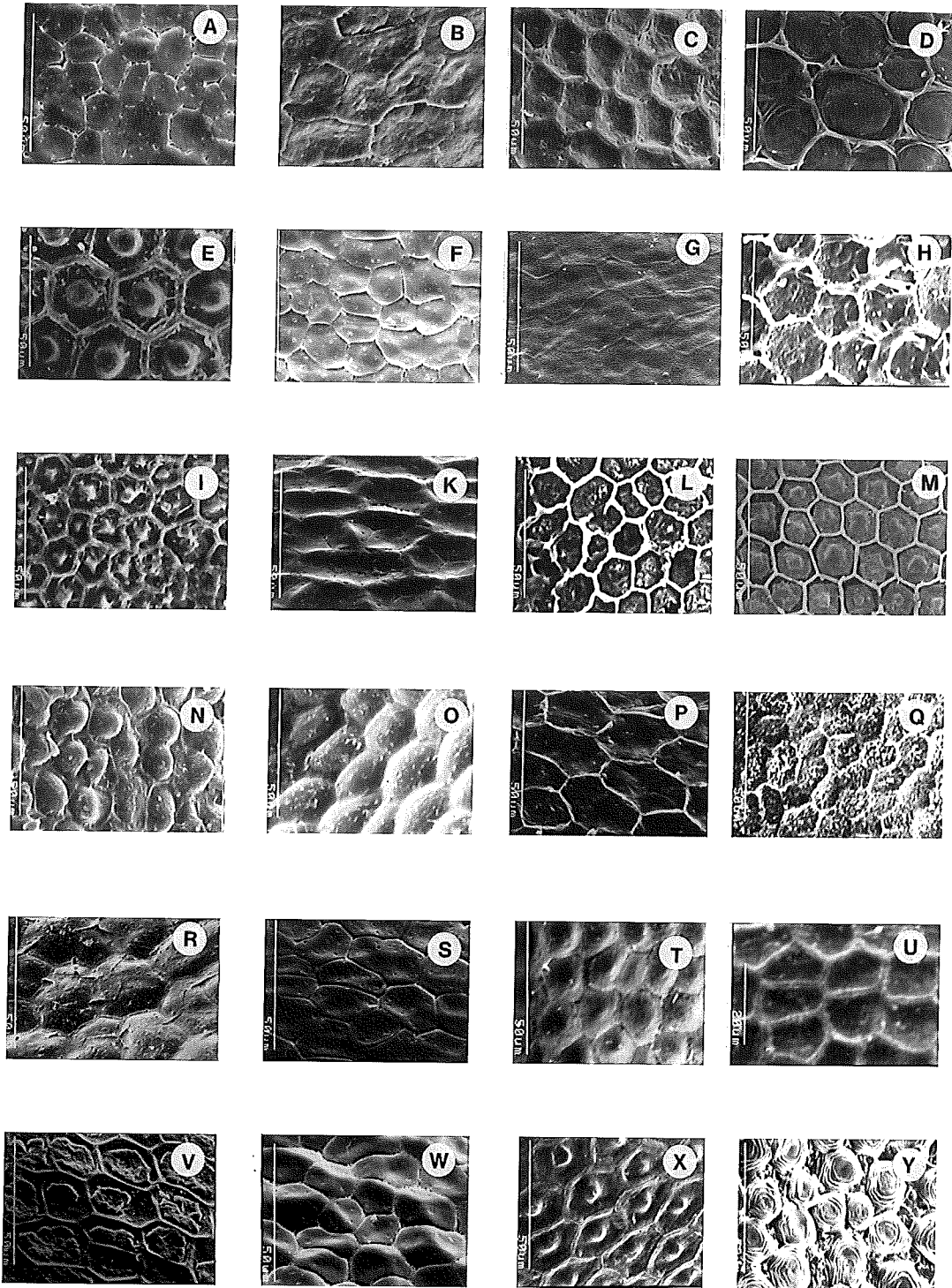


Abb. 8: Mikromorphologie der Samenschale von *Euphorbia*-Arten.

A: *E. esula* subsp. *tommasiniana*. - B: *E. villosa*. - C: *E. austriaca*. - D: *E. seguierana*. - E: *E. segetalis*. - F: *E. salicifolia*. - G: *E. platyphyllos*. - H: *E. paralias*. - I: *E. maculata*. - K: *E. lucida*. - L: *E. lathyris*. - M: *E. humifusa*. - N: *E. helioscopia*. - O: *E. falcata*. - P: *E. esula* subsp. *esula*. - Q: *E. epithymoides*. - R: *E. dulcis*. - S: *E. angulata*. - T: *E. serrulata*. - U: *E. brittingeri*. - V: *E. amygdaloides*. - W: *E. cyparissias*. - X: *E. peplus*. - Y: *E. nutans*.

Euphorbia salicifolia Host

Samen dunkelbraun, matt, eiförmig, im Querschnitt kreisförmig, Rückenkante undeutlich bis fehlend. Samen mittelgroß, 1,9–2,3 mm lang, 1,3–1,6 mm breit. Samenoberfläche glatt bis wabig-netzig. Schleimzellenschicht meist dick, mit wabiger Feinstruktur. Testazellen 50–60 pro 100 µm² Samenoberfläche (Typ 1). Karunkula flach, der Apikalfäche eng anliegend, länglich-oval bis herzförmig, gelblich-weiß, über der Hilumregion kurz schnabelförmig aufgebogen.

Kapsel: 3,0–3,9 mm lang, tief 3-furchig, kahl, die Oberfläche undeutlich runzelig bis warzig punktiert.

Anmerkung: *Euphorbia salicifolia* hat wie die ebenfalls pontisch-pannonische *E. epithymoides* und *E. austriaca* nur Bayern erreicht.

Euphorbia esula L.

Samen kastanienbraun, matt, rundlich-eiförmig, im Querschnitt breit-oval, Rückenkante undeutlich oder fehlend. Samen mittelgroß, 1,9–2,4 mm lang, 1,5–1,7 mm breit. Samenoberfläche glatt bis netzig-wabig. Schleimzellenschicht dünn, unscheinbar, mit fast glatter Feinstruktur. Testazellen 35–45 pro 100 µm² Samenoberfläche (Typ 2). Karunkula flach, der Apikalfäche eng anliegend, länglich-oval verkehrt herzförmig, über der Raphe kurz schnabelartig aufgebogen, etwas nach vorne geneigt.

Kapsel: 2,7–3,2 mm lang, 3-furchig, kahl, die Oberfläche fein runzelig bis warzig.

Anmerkung: Die Unterarten subsp. *tommasiniana* (Bertol.) Nyman (= *E. virgata*) Waldst. & Kit. und subsp. *pinifolia* (Lam.) A. & Gr. lassen sich aufgrund der Samenmorphologie nicht von der subsp. *esula* unterscheiden. Lediglich die Zahl der Testazellen liegt bei der subsp. *tommasiniana* mit 45–55 pro 100 µm² etwas höher.

Euphorbia dulcis L.

Samen dunkelbraun, glänzend, eiförmig-kugelig, nach oben hin spitz zulaufend, im Querschnitt fast rund, Rückenkante kaum ausgeprägt. Samen mittelgroß, 1,9–2,5 mm lang, 1,7–2,0 mm breit. Samenoberfläche glatt bis netzig-wabig, teilweise auch feinfaserig. Schleimzellenschicht dünn, unscheinbar, mit netziger Feinstruktur. Testazellen 30–40 pro 100 µm² Samenoberfläche (Typ 1). Karunkula gelblich, deutlich, gestielt, halbkreisförmig bis hörnchenartig, oft kappenförmig aufgewölbt mit nach unten umgeschlagenen Rändern.

Kapsel: 2,5–3,5 mm lang, mit kurzkegeligen Warzen besetzt.

Anmerkungen: Nach ROTHMALER (1963) zerfällt *Euphorbia dulcis* in die beiden Unterarten subsp. *dulcis* und subsp. *incompta* (Ces.) Nyman (= *E. purpurata* Thuill.). Beide Taxa sind geographisch weitgehend isoliert, wobei erstere Sippe eine osteuropäische Verbreitung zeigt, letztere dagegen ein SW-europäisches Areal besitzt. Wichtige Merkmale zur Unterscheidung der beiden Sippen liegen nach SCHÖNFELDER (1970) in der Wuchshöhe, der Größe der Laubblätter und der Hüllblätter des Pleiochasiums sowie des endständigen Cyathiums. Von größerer Bedeutung sind auch Merkmale der Frucht. So sind die Kapseln bei der subsp. *dulcis* auch im Zustand der Reife dicht behaart und die Warzen meist grün, während sie bei der subsp. *incompta* nur in der Jugend behaart sind, später aber verkahlen und die Kapseloberfläche mit purpurroten Warzen bedeckt ist. Auch die Samen sind mit einer Länge von 1,9–2,3 mm und einer Breite von 1,4–1,6 mm etwas kleiner als jene der subsp. *dulcis*, zeigen aber in den übrigen Merkmalen keine Unterschiede.

Zu *E. dulcis* nahe verwandt ist neben *E. carniolica* Jacq., die in Südtirol, der Steiermark und auf der Balkanhalbinsel verbreitet ist, vor allem *E. angulata* Jacq., die ein disjunktes Areal besitzt, das im Westen von Nordspanien bis Mittelfrankreich reicht und sich im Osten von Böhmen bis Mittelrußland und zum Balkan erstreckt.

In bezug auf die Samenmorphologie sind *E. dulcis* und *E. angulata* Jacq. nicht zu unterscheiden. Auch hinsichtlich der Chorologie (Verbreitungslücke in Teilen Mitteleuropas) bestehen auffallende Gemeinsamkeiten. Der Status dieser Art ist sehr unsicher und bedarf einer weiteren Klärung.

Euphorbia brittingeri Opitz ex Samp.

Samen dunkelbraun, matt, eiförmig-kugelig, im Querschnitt breit-oval bis halbkreisförmig, die Rückenseite halbkugelig gewölbt, die Bauchseite abgeflacht, Rückenante fein, strichförmig. Samen mittelgroß, 2,0–2,5 mm lang, 1,6–2,0 mm breit. Samenoberfläche mit feinen, runzeligen bis warzigen Erhebungen. Jüngere Samen glatt. Schleimzellenschicht dünn, mit fast glatter Feinstruktur. Testazellen 40–50 pro 100 µm² Samenoberfläche (Typ 2). Karunkula gelblich, deutlich gestielt, nieren- bis hörnchenförmig oder kopf-kugelig, vom Rücken her deutlich sichtbar.

Kapsel: 3,0–3,5 mm lang, kahl, Oberfläche mit langen zäpfchenförmig, walzlichen Warzen dicht besetzt.

Bestimmungsschlüssel

- 1 Samen ohne Karunkula^{*}
 - 2 Samen 1,1–1,4 mm lang, im Querschnitt fast dreieckig, Ventralflächen konvex nach außen gewölbt, ohne Mulden *E. humifusa*
 - 2^{*} Samen 0,8–1,1 mm lang, im Querschnitt rautenförmig, Ventralflächen nach innen vertieft, mit 3–6 undeutlichen waagrechten Furchen *E. maculata*
- 1^{*} Samen mit Karunkula
 - 3 Samenoberfläche netzig, runzelig oder faltig, mit Furchen, Gruben oder Mulden
 - 4 Samen 4,5–6,0 mm lang, im Umriss rechteckig, Oberfläche runzelig-faltig, Karunkula glockenförmig, deutlich gestielt *E. lathyris*
 - 4 Samen 1,4–4,0 mm lang
 - 5 Samen mit Quersfurchen, Gruben oder Mulden
 - 6 Samen 1,4–1,8 mm lang (Karunkula nicht abfallend)
 - 7 Samen eiförmig, abgeflacht, im Querschnitt länglich-oval, Ventral- und Dorsalfläche von 4–6 Quersfurchen durchzogen, Karunkula kapuzenförmig, gelb, meist fehlend *E. falcata*
 - 7^{*} Samen prismatisch, im Querschnitt sechseckig, Ventralflächen mit 2 Längsfurchen, am Rücken mit 4–6 Gruben, Karunkula kappenförmig, weiß, oft fehlend *E. peplus*
 - 6^{*} Samen 2,2–2,7 mm lang, Ventral- und Dorsalflächen mit zahlreichen Mulden und netzartig verbundenen Leisten, Karunkula glocken- bis kapuzenförmig, schräg nach vorne geneigt *E. segetalis*
 - 5^{*} Samen mit netzartiger oder runzelig-faltiger Oberfläche
 - 8 Samen 1,2–1,6 mm lang, im Querschnitt dreieckig, Ventralflächen nach innen gewölbt, Oberfläche stark runzelig, Dorsalfläche deutlich gekielt *E. exigua*
 - 8^{*} Samen 1,8–3,0 mm lang
 - 9 Oberfläche wabig, mit netzartig verbundenen, scharfkantigen Leisten, Karunkula scheibenförmig, oval, quer zur Raphe und fast senkrecht stehend *E. helioscopia*
 - 9^{*} Oberfläche mit warzig-runzeligen Strukturen
 - 10 Samen länglich-eiförmig, Apikalfläche schräg, fast bis zur Samenmitte reichend, Oberfläche mit strichförmigen, runzelig-warzigen, gelblichen Erhebungen, Karunkula klein nierenförmig, von der Rückseite her nicht sichtbar *E. epithymoides*
 - 10^{*} Samen eiförmig-kugelig, Apikalfläche eben, Oberfläche mit undeutlichen, feinwarzigen oder runzeligen, weißlichen Erhebungen, Karunkula kopfig, auffallend groß, vom Rücken her sichtbar *E. brittingeri*

3° Samen glatt (höchstens fein warzig)

- 11 Samen 2,5–4,0 mm lang
- 12 Karunkula im Umriß länglich-oval, die Längsachse in Richtung Raphe verlaufend
- 13 Samen länglich-eiförmig, Basalfläche stark abgeflacht, Karunkula halbkugelig, gelb, gestielt, schnabelartig über der Apikalfläche stehend *E. amygdaloides*
- 13° Samen eiförmig-kugelig, Karunkula sattelförmig oder dachig gewölbt, der Apikalfläche eng anliegend, über der Raphe kurz schnabelartig aufgebogen *E. lucida*
- 12° Karunkula im Umriß rundlich-nierenförmig oder herzförmig, die Breitseite zur Raphe gerichtet
- 14 Samen apikal mit deutlicher Mulde, Karunkula im zentralen Bereich der Apikalfläche, klein, rundlich, oft schüsselartig, leicht abfallend *E. paralias*
- 14° Samen apikal ohne Mulde, Karunkula groß, fast die gesamte Apikalfläche einnehmend
- 15 Samen 3,2–3,7 mm lang, schwärzlich, im Querschnitt rund (2,4–2,8 mm im Durchmesser), Ventralseite stark gewölbt, Karunkula herzförmig, kappenartig *E. palustris*
- 15 Samen 2,5–3,2 mm lang, bräunlich, im Querschnitt oval (1,9–2,3 mm im Durchmesser), Ventralseite abgeflacht, Karunkula nierenförmig, kappenartig, der breite Randsaum oft aufgebogen
- 16 Samen 2,5–3,0 mm lang, Testazellen $30 \times 20 \mu\text{m}$ *E. villosa*
- 16° Samen 2,7–3,2 mm lang, Testazellen $20 \times 15 \mu\text{m}$ *E. austriaca*
- 11° Samen 1,2–2,5 mm lang
- 17 Samen 1,2–1,6 mm lang, beidseitig stark abgeflacht, kastanienbraun, glänzend, Karunkula flach, nierenförmig, der Apikalfläche eng anliegend *E. serrulata*
- 17° Samen 1,7–2,5 mm lang
- 18 Samen länglich-walzlich, im Querschnitt rautenförmig, Karunkula helmförmig, nach vorne geneigt, mit breitem Randsaum *E. seguierana*
- 18° Samen kugelig-eiförmig, im Querschnitt rundlich oder oval, Karunkula nierenförmig oder herzförmig, flach, teilweise dachig gewölbt
- 19 Samen stark abgeflacht, mit deutlicher Rückenante, glänzend, Karunkula klein, nierenförmig bis kragenartig *E. platyphyllos*
- 19° Samen rundlich, ohne deutliche Rückenante, matt, Karunkula über der Raphe schnabelartig aufgebogen
- 20 Karunkula rundlich, feinfaserig, oft dachig gewölbt, vom Rücken her sichtbar, Schleimzellenschicht grob wabig *E. cyparissias*
- 21 Testazellen flach, fein punktiert, $5 \times 8 \mu\text{m}$ *E. salicifolia*
- 21° Testazellen mit Randleisten, feintrunzelig, $9 \times 12 \mu\text{m}$ *E. cyparissias*
- 20° Karunkula oval, faltig-runzelig, vom Rücken her nicht sichtbar, Schleimzellenschicht feinwabig
- 22 Samen im Querschnitt breit-oval, Karunkula flach, länglich-oval, der Apikalfläche eng anliegend, über der Raphe schnabelartig aufgebogen, Samenoberfläche matt *E. esula*
(inkl. subsp. *esula*/subsp. *tommasiniana*)
- 22° Samen im Querschnitt rund, Karunkula oft kopfig gewölbt, halbkreis- bis hörnchenförmig, gestielt, von der Apikalfläche abgehoben, Samenoberfläche glänzend *E. dulcis*
(inkl. subsp. *dulcis*/subsp. *purpurata*)

° Hier ist zu beachten, daß bei *Euphorbia falcata*, *E. paralias* und *E. peplus* die Karunkula sehr leicht abfällt und deshalb meist fehlt.

Literatur

- CHRTEK, J. & B. KRISA 1970: Bemerkungen zur Taxonomie der Art *Euphorbia austriaca* KERNER s. l. Preslia 42, 3: 262-263. — EHLER, N. 1976: Mikromorphologie der Samenoberflächen der Gattung *Euphorbia*. Plant. Syst. Evol. 126: 189-207. — EHRENDORFER, F., 1973: Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. Stuttgart. — ESAU, K. 1969: Pflanzenanatomie. 594 S., Stuttgart. — FÜRSCH, H. 1983: Wiederentdeckung von *Euphorbia villosa* Waldst. & Kit. ex. Willd. bei Hals. Ber. Bayer. Bot. Ges. 54: 219-220. — GREUTER, W., BURDET, H. M. & G. LONG 1986: Med. Checklist. Bd. 3: 205-223, Genf. — HEGI, G. 1975: Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Bd. V, 1: 134-190. — MANDL, K. 1926: Beitrag zur Kenntnis der Anatomie der Samen mehrerer *Euphorbia*-Arten. Österr. Bot. Zeitschr. 75: 1-17. — MERXMÜLLER, H. 1969: Neue Übersicht der im rechtsrheinischen Bayern einheimischen Farne und Blütenpflanzen. Teil 2. Ber. Bayer. Bot. Ges. 41: 17-44. — NETOLITZKY, F. 1926: Anatomie der Angiospermen-Samen. In: K. LINSBAUER (Ed.): Handbuch der Pflanzenanatomie: 1-48. — OBERDORFER, E. 1979: Pflanzensoziologische Exkursionsflora. Stuttgart. — PAMMEL, L. H. 1891: On the seed coats of the genus *Euphorbia*. Trans. St. Louis Acad. Sc. 5: 543-568. — POLATSCHKE, A. 1971: Die Verwandtschaftsgruppe um *Euphorbia villosa* W. et Kit. ex. Willd. Ann. Naturhistor. Mus. Wien 75: 183-202. — ROTHMALER, W. 1986: Exkursionsflora für die Gebiete der DDR und BRD. Band 4. Kritischer Band. Berlin. — RÖSSLER, L. 1943: Vergleichende Morphologie der Samen europäischer Arten. Beih. Bot. Centralbl. 62: 97-174. — SCHMEIL, O. & J. FITSCHEN 1988: Flora von Deutschland und seinen angrenzenden Gebieten. Heidelberg. — SINGH, R. P. 1969: Structure and development of seeds in *Euphorbia helioscopia* L. Bot. Mag. Tokyo 82: 287-93. — SMITH, A. R. & T. G. TUTIN 1968: *Euphorbiaceae* in TUTIN, T. G., HEYDWOOD, V. H. et al. Flora Europaea, Band 2: 213-226. — VOLLMANN, F. 1914: Flora von Bayern. Stuttgart.

Dr. Günther R. HEUBL
Institut für Biologie
der Uni Koblenz
Rheinau 1
D-56075 Koblenz

Dr. Gerhard WANNER
Botanisches Institut
Menzinger Straße 67
D-80638 München

