



oben links: *Drosera capensis* (Kap-Sonnentau), oben rechts: *Nepenthes khasiana* (Kannenpflanze)
 unten links: *Encephalartos hildebrandtii* (Brotpalmfarn), unten Mitte: *Hedera helix* (Efeu)
 unten rechts: *Caladium bicolor* (Buntwurz)



Das Blatt

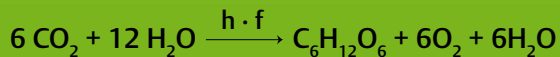
Organ der Photosynthese

Der Großteil der Photosynthese läuft in den Blättern ab. Um eine große Lichtsammel­fläche zu erreichen, sind Blätter meist flach. Das Blatt hat eine obere und untere Epidermis, dazwischen liegt das Mesophyll.

Das Mesophyll ist häufig in ein Gewebe aus schlauchförmigen Zellen (Palisadenparenchym) und ein schwammartiges, interzellularenreiches Gewebe (Schwammparenchym) untergliedert. Die Laubblätter der höheren Pflanzen haben dadurch schon mit dem bloßen Auge erkennbare Blattober- und Blattunterseite (= bifazial).

Im Mesophyll laufen die geschlossenen Leitbündel mit einem oben liegenden Xylem. Um den Gasaustausch für Photosynthese und Atmung zu gewährleisten, hat das Blatt zahlreiche Spaltöffnungen (Stomata). Sind diese auf der Blattunterseite, ist das Blatt hypostomatisch (häufiger Fall), sind sie nur auf der Blattoberseite, ist das Blatt epistomatisch. Sind sie auf beiden Seiten, spricht man von amphistomatischen Blättern.

Aus dem bifazialen Blatt haben sich eine Vielzahl von unterschiedlichen anatomischen und physiologischen Abwandlungen entwickelt: äquifaziales Blatt, Nadelblatt, unifaziales Blatt, Rollblatt, Sukkulentenblätter, Xeromorph­enblätter etc.



oben rechts: *Agave sebastiana* (Agave)
 unten links: *Asplenium nidus* (Vogelnestfarn)
 unten rechts: *Pinguicula* spec. (Fettkraut)





Helleborus niger (Schwarze Nieswurz)

Botanischer Steckbrief

Art

Helleborus niger (Christrose, Schneerose, Schwarze Nieswurz); Fam. Ranunculaceae (Hahnenfußgewächse).

Name

gr. *helein* = tödlich;
gr. *bora* = Nahrung;
Blüte zur „Heiligen Zeit“
(= Christfest).

Herkunft

Nordhemisphäre, außertropisch.

Inhaltsstoffe

Saponinglykosid Helleborin, stark giftig durch Saponine und Protoanemonin. Giftwirkung bereits seit dem Altertum bekannt.

Stellenwert

Zierpflanze. Gepulvertes Rhizom verursacht Niesen (Name!); Bestandteil von Schnupftabak.

12.1 Bifaziales Laubblatt

Kursziel

Aufbau des **bifazialen** Laubblattes der Christrose (*Helleborus niger*; Abb. 12.1).

Präparation

Es wird ein Querschnitt durch das Laubblatt angefertigt. Es ist nicht nötig, das gesamte Blatt quer zu schneiden; ein kleiner Ausschnitt – bevorzugt neben der Mittelrippe – ist ausreichend (Abb. 12.2).

Beobachtungen

Das Laubblatt von *Helleborus niger* ist **bifazial** (**dorsiventral**) gebaut; d.h. man erkennt mit bloßem Auge eine Blattober- und Blattunterseite. Der Querschnitt gibt eine Übersicht über die Anordnung der Gewebe. Die obere **Epidermis** ist mit einer deutlich sichtbaren **Cuticula** überzogen. Die Zellwände der Epidermiszellen sind nach außen hin stark verdickt (Abb. 12.3–6).

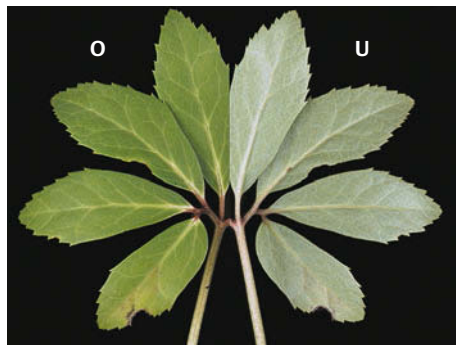


Abb. 12.1
Oberseite (O) und Unterseite (U) des bifazialen Laubblattes von *Helleborus niger*.

Nach innen schließt sich das **Palisadenparenchym** an. Es besteht aus langgestreckten Zellen, die parallel zueinander angeordnet sind. In diesen Zellen sind zahlreiche Chloroplasten erkennbar. Zwischen den Palisadenparenchymzellen liegen häufig kleinere **Interzellularen** (Abb. 12.3–5 und Abb. 12.7–9).

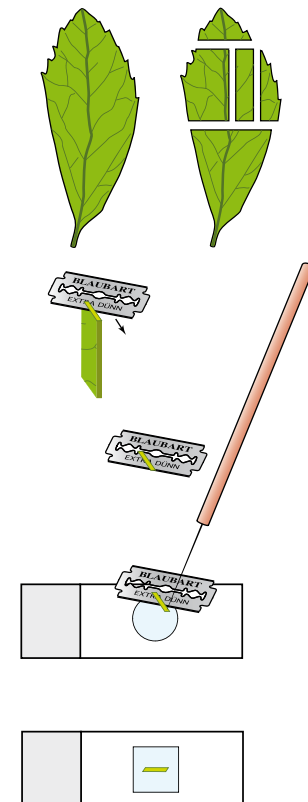
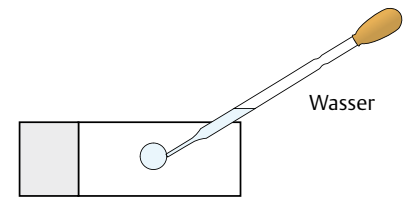


Abb. 12.2

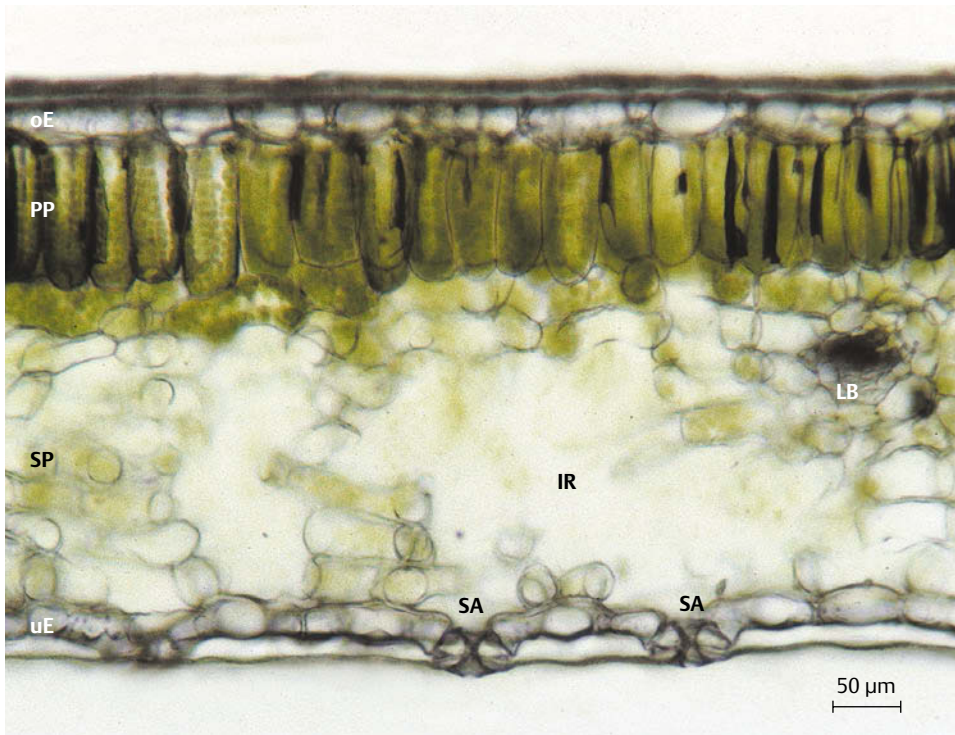


Abb. 12.3

Lichtmikroskopische Aufnahme (HF) eines Blattquerschnitts von *Helleborus niger*.

oE = obere Epidermis;
IR = Interzellularraum;
LB = Leitbündel;
PP = Palisadenparenchym;
SA = Spaltöffnungsapparat;
SP = Schwammparenchym;
uE = untere Epidermis.

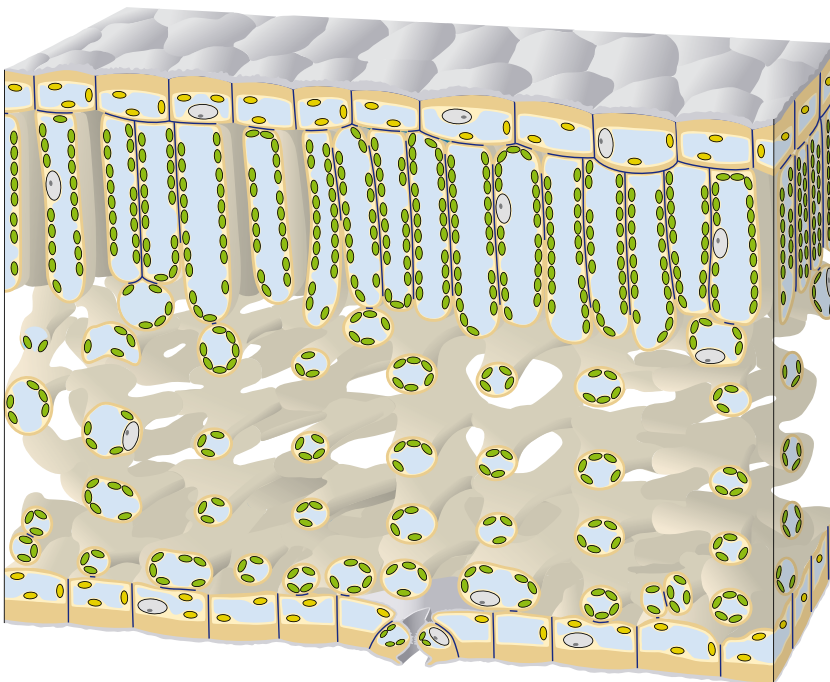


Abb. 12.4

Schematische, räumliche Darstellung des Blattaufbaus von *Helleborus niger*.

**Zeichnung**

Übersichtszeichnung des Querschnittes eines Blattes (keine Zellen zeichnen, Größenverhältnisse der Gewebe beachten!). Ausschnitt aus dem Blattquerschnitt zellulär (ohne Leitbündel und Spaltöffnungen).

Darunter folgt das **Schwammparenchym** mit charakteristisch schlauchförmigen, verzweigten Zellen. Es ist mehrere Zellschichten dick und die Anordnung der Zellen ist nicht so gleichmäßig wie im Palisadenparenchym (Abb. 12.10–12). Das Schwammparenchym ist ebenfalls chloroplastenhaltig. Wie der Name andeutet, ist das Gewebe besonders reich an Interzellularen – deshalb erscheint die Blattunterseite auch heller (Abb. 12.1 und Abb. 12.3).

Die Epidermis der Blattunterseite ist ähnlich gebaut wie die der Oberseite. Nur hier

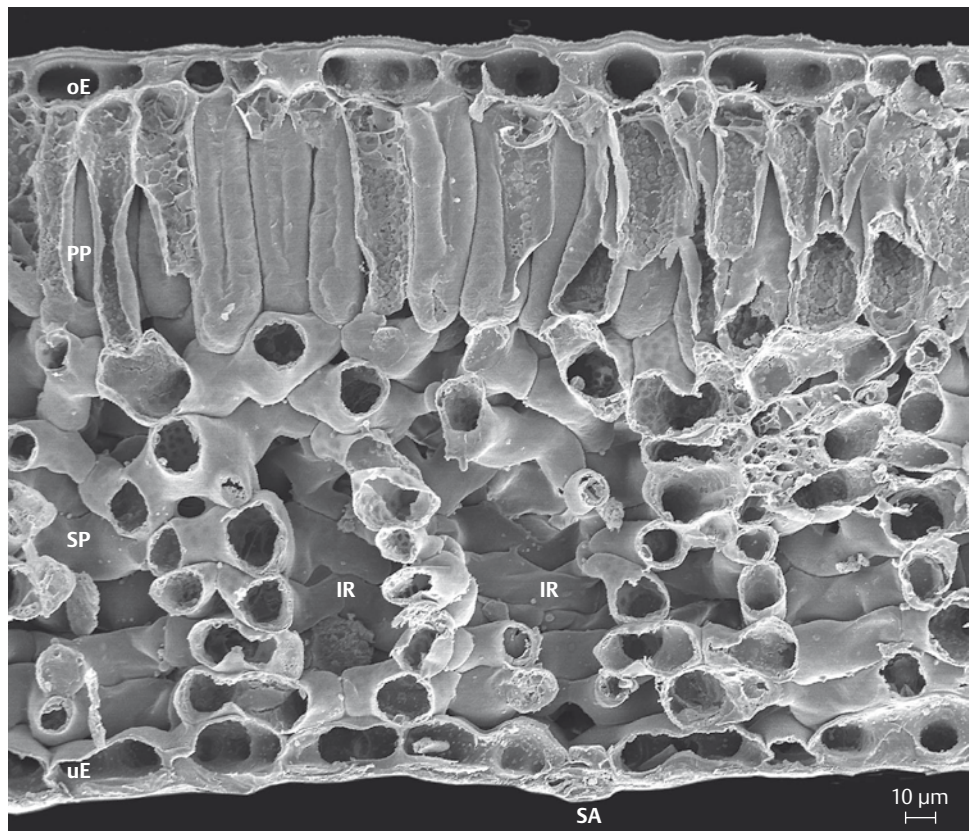
sind **Spaltöffnungen** (= Stomata) vorhanden. Das Blatt ist deshalb **hypostomatisch**.

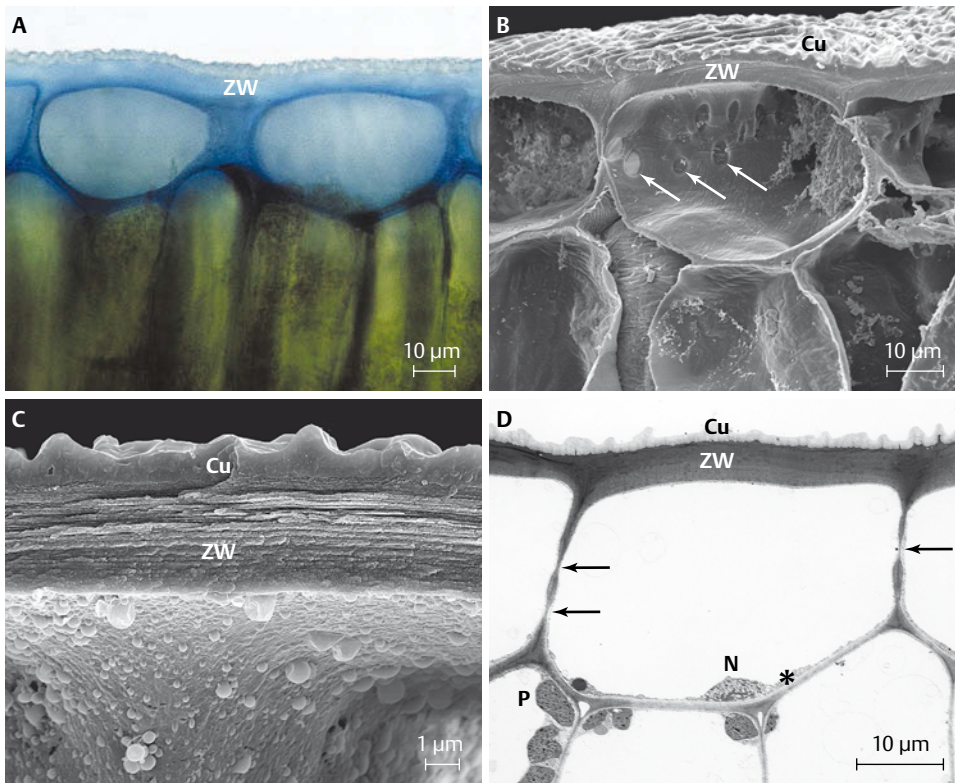
Die beiden **Schließzellen** des Spaltöffnungsapparates mit den **Cuticularleisten** sind beim Blattquerschnitt in verschiedenen Schnittrichtungen getroffen. Hinter den Schließzellen befindet sich eine große Interzellulare, die **substomatäre** Höhle (veraltet „**Atemhöhle**“). Auch auf der unteren Epidermis ist eine Cuticula aufgelagert. Sie kann jedoch etwas dünner sein als auf der Blattoberseite. Sie kleidet auch noch Teile des substomatären Raumes aus (Abb. 12.4).

Abb. 12.5

Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme eines Blattquerbruches von *Helleborus niger*.

IR = Interzellularraum;
oE = obere Epidermis;
PP = Palisadenparenchym;
SA = Spaltöffnungsapparat;
SP = Schwammparenchym;
uE = untere Epidermis.




Abb. 12.6

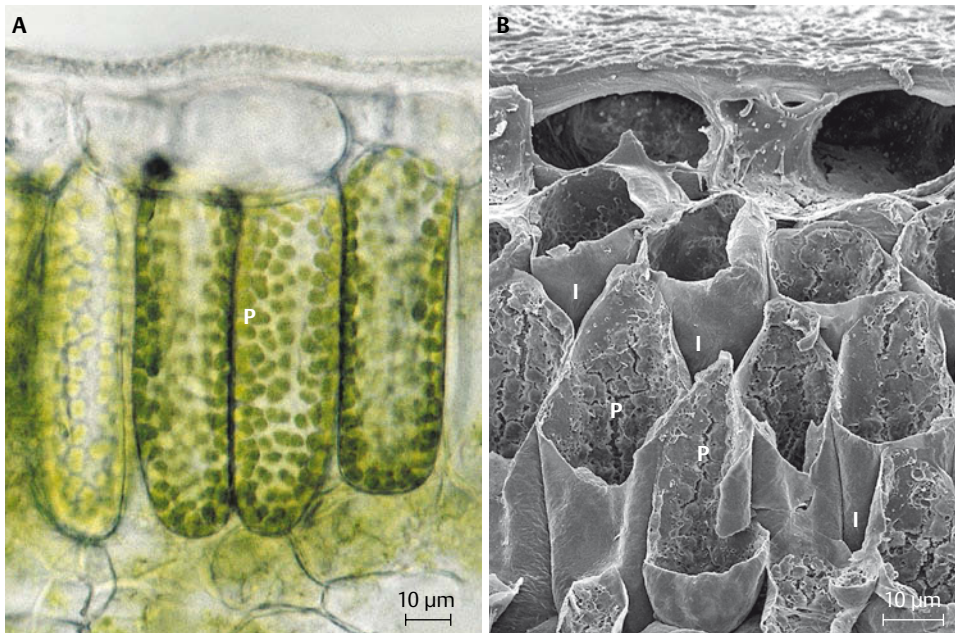
Licht- und elektronenmikroskopische Aufnahmen der oberen Epidermis eines Blattes von *Helleborus niger*.

A LM, HF; Färbung mit Astrablau

B, C REM

D TEM

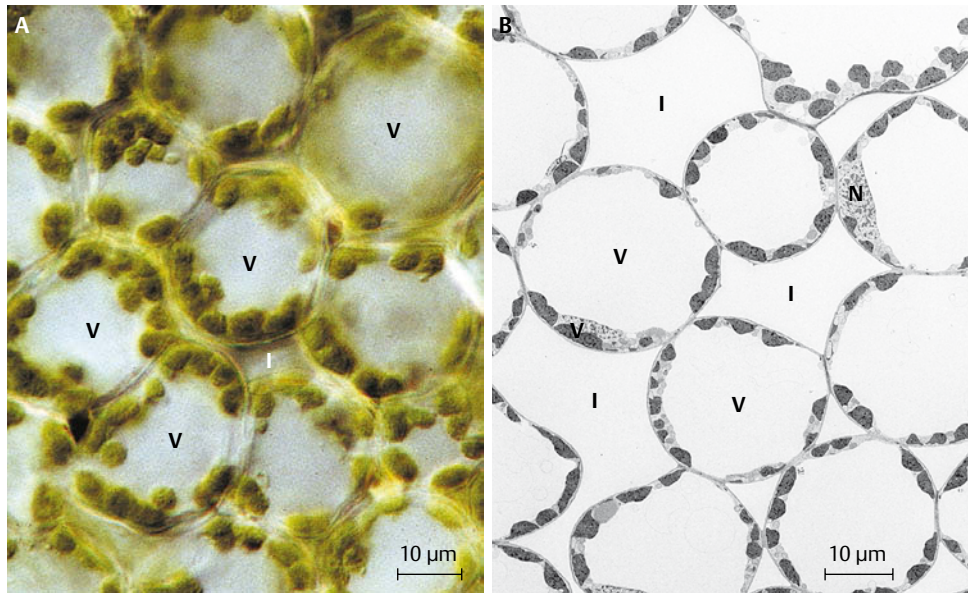
Die äußere Zellwand (ZW) ist sehr dick und geschichtet (**A–D**); die Cuticula (Cu) zeigt typische Cuticularfalten (**B–D**). Zahlreiche Tüpfelplatten befinden sich in den Zellwänden zwischen den benachbarten Epidermiszellen (**B** und **D**; Pfeile). Der Cytoplasmaschlauch ist extrem dünn (**D**; Stern). Cu = Cuticula; N = Zellkern; P = Chloroplast.


Abb. 12.7

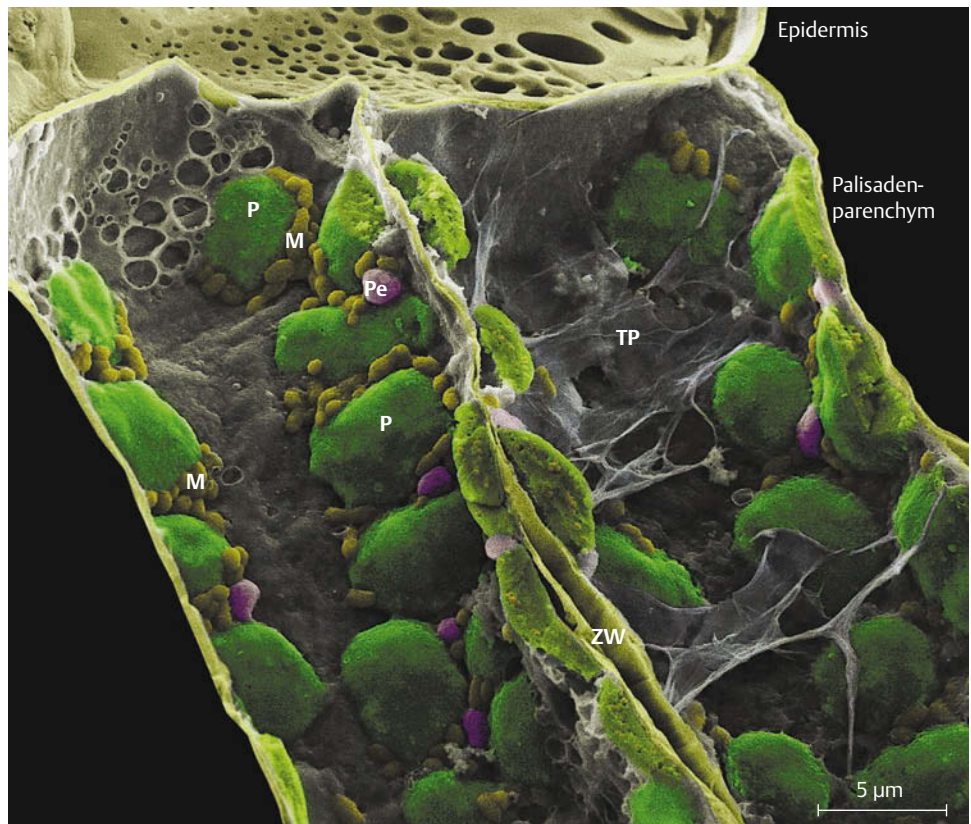
Lichtmikroskopische (**A**; DIC) und rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen (**B**; Kryobruck) des Palisadenparenchyms von *Helleborus niger*. Die Chloroplasten (P) liegen dicht gepackt im Palisadenparenchym. Im schräg angebrochenen Palisadenparenchym erkennt man, dass hier große, langgestreckte Interzellularen (I) vorliegen (**B**).

Abb. 12.8

Lichtmikroskopische (A; DIC) und transmissionselektronenmikroskopische (B) Aufnahmen von Querschnitten durch das Palisadenparenchym von *Helleborus niger*.
I = Interzellulare;
N = Zellkern;
V = Vakuole.

**Abb. 12.9**

Colorierte, rasterelektronenmikroskopische Aufnahme eines Kryobruches durch das Palisadenparenchym von *Helleborus niger*.
M = Mitochondrium;
P = Chloroplast;
Pe = Blattperoxisom;
TP = Tonoplast;
ZW = Zellwand.



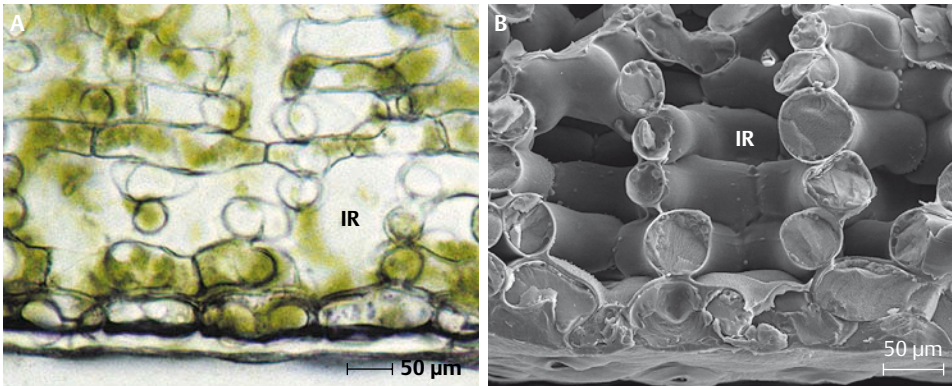


Abb. 12.10

Lichtmikroskopische (A; HF) und rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen (B; Kryobrush „frozen hydrated“) des Schwammparenchyms von *Helleborus niger*. Die Zellen sind schlauchförmig, verzweigt und liegen in Schichten übereinander. Sie bilden riesige Interzellularräume (IR).



Abb. 12.11

Lichtmikroskopische Aufnahme (DIC) eines Flächenschnittes durch das Schwammparenchym von *Helleborus niger*. Die schlauchförmigen Zellen sind charakteristisch H-förmig verzweigt.

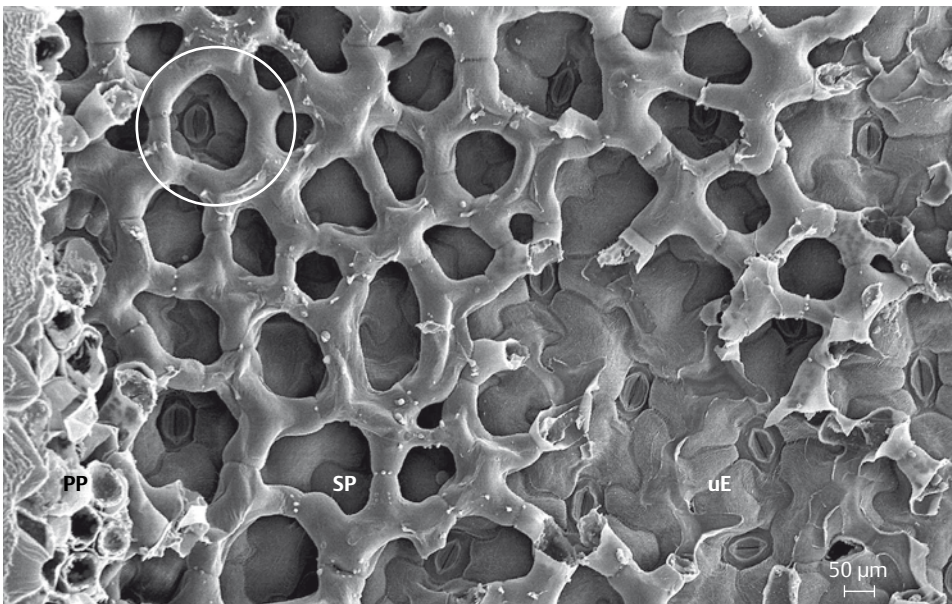


Abb. 12.12

Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme eines Flächenbruchs durch das Schwammparenchym (SP) von *Helleborus niger*. Die substomatären Höhlen liegen über den Schließzellen (Kreis).
PP = Palisadenparenchym; uE = untere Epidermis.

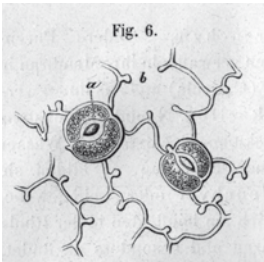


Abb. 12.13

Eine sehr frühe Darstellung der unteren Epidermis von *Helleborus spec.* mit Spaltöffnungen aus dem Lehrbuch über „Die Ernährung der Pflanze“ von Dr. W. Schumacher (1864).

„... Die die Pflanze nach aussen abschliessende Zellschicht – Oberhaut – besteht vorzugsweise aus abgeplatteten Zellen, welche, mögen sie regelmässige oder unregelmässige Gestalten bilden, immer so aneinander stossen, dass zwischen den Zellen keine Zwischenräume bleiben. Fig. 6 zeigt dieses an sehr unregelmässig gestalteten Oberhautzellen ... Fig. 6. Partie der Oberhaut von *Helleborus*; a. Schliesszellen der Spaltöffnungen, b. eine unregelmässige Oberhautzelle (200 mal vergrössert)“.

12.2 Spaltöffnungsapparat

Präparation

Es wird ein Blattquerschnitt (siehe Abb. 12.2) und ein Flächenschnitt der Blattunterseite angefertigt (Abb. 12.14). Dieser soll nur aus der Epidermis bestehen. Erscheint der Schnitt grün, ist er zu dick – es sind dann noch Schichten des Schwammparenchyms getroffen.

Das Präparat des Flächenschnittes zeigt eine Aufsicht auf die untere Epidermis mit **Spaltöffnungen** (Abb. 12.13 und Abb. 12.15). Die Epidermiszellen sind „puzz-

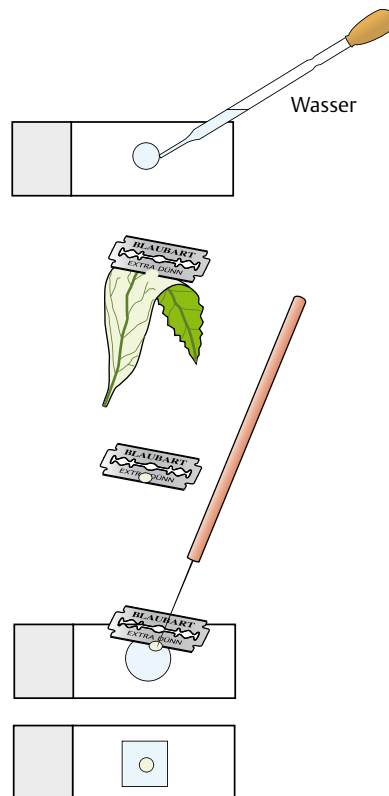


Abb. 12.14

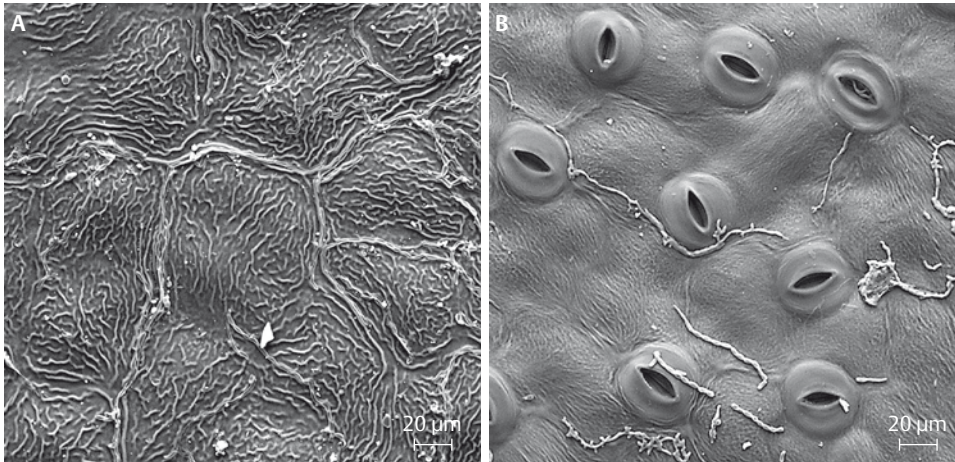
leartig“ ineinander verzahnt. Der Spaltöffnungsapparat wird von **Schließzellen** gebildet, zwischen denen der Zentralspalt liegt (Abb. 12.16–17). Die Schließzellen enthalten, im Gegensatz zu den Epidermiszellen, Chloroplasten (Abb. 12.17–18 und Abb. 12.21). Beim Verändern der Fokusebene kann man die **Cuticularleisten** erkennen, die auf den Schließzellen liegen. Sie erscheinen als zusätzliche Linien im Spaltöffnungsapparat (Abb. 12.20).

Der primäre Motor der Spaltöffnungsbewegung ist eine Turgoränderung: Steigt der Druck in den Schließzellen an, verbiegen sie sich und senken sich – erleichtert durch ein „Scharniergelenk“ – in die Epidermis ein (Abb. 12.18–19 und Abb. 12.22).

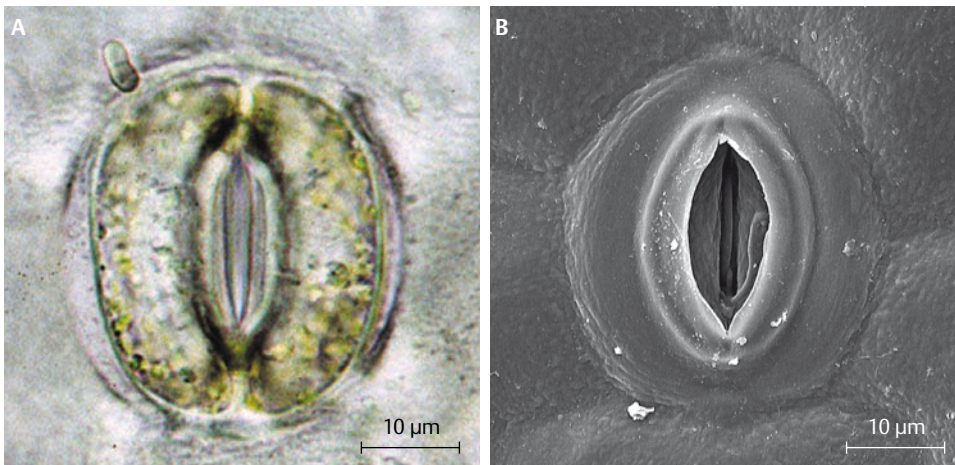


Abb. 12.15

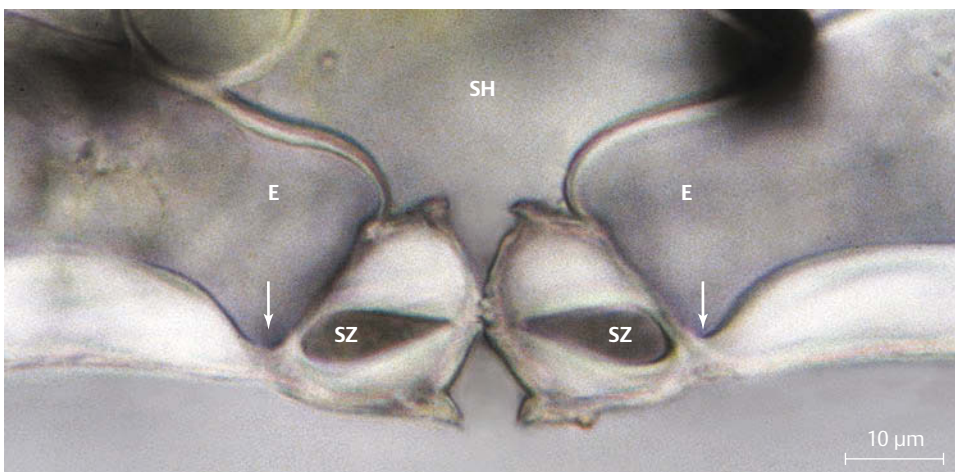
Lichtmikroskopische Aufnahme (HF) eines Flächenschnitts der unteren Epidermis von *Helleborus niger* mit Schließzellen.


Abb. 12.16

Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen der oberen (A) und unteren (B) Epidermis von *Helleborus niger* (Lebendbeobachtung im „variable pressure“-Modus). Die Schließzellen liegen nur auf der Blattunterseite. Das Blatt ist – typisch für mehrjährige Blätter – von Pilzhypen und Bakterien besiedelt.


Abb. 12.17

Lichtmikroskopische (A; HF) und rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen (B) einer Schließzelle von *Helleborus niger* in Aufsicht.


Abb. 12.18

Lichtmikroskopische Aufnahme (HF) eines Blattquerschnittes von *Helleborus niger* mit querschnittenen Schließzellen. Die äußeren Zellwände der Epidermiszellen sind nahe den Schließzellen nur wenig verdickt; sie bilden damit ein Scharniergelenk (Pfeile). E = Epidermis; SH = Substomatäre Höhle; SZ = Schließzellen.