

## Wie Sie dieses Werk nutzen

Bei dem vorliegenden Werk „Übungen zur Drogenkunde“ handelt es sich um ein Übungsbuch, das sich eng an den Inhalten des gleichnamigen Unterrichtsfachs orientiert. Es wurde so konzipiert, dass es

- selbstständig von **angehenden PTA** während des Drogenkunde-Praktikums und ergänzend zum Theorieunterricht sowie
- unterrichtsbegleitend von **PTA-Lehrkräften** verwendet werden kann.

Einführend erhalten die Lernenden einen guten Überblick über wichtige **Fachbegriffe und Abkürzungen** und haben auch gleich die Möglichkeit, ihr Wissen mithilfe verschiedener Übungen zu festigen und zu überprüfen.

Die am Anfang enthaltene alphabetische **Teedrogenliste** gibt einen Überblick über die relevanten Teedrogen für das Praktikum. Der Umfang der ausgewählten Drogen wurde an die reduzierte Stundenzahl des Unterrichtsfachs angepasst und kann selbstverständlich noch erweitert werden. Dafür stehen Ihnen die leeren Zeilen am Ende der Teedrogenliste zur Verfügung.

Der Schwerpunkt dieses Übungsbuchs liegt bewusst auf **makroskopischen und mikroskopischen Analysen**. Diese Verfahren nehmen den Hauptanteil des Unterrichtsfachs „Übungen zur Drogenkunde“ ein und werden durch weitere Methoden wie der Dünn-schichtchromatografie ergänzt.

Der Aufbau der jeweiligen Kapitel ist sehr ähnlich: Zunächst werden die **praktikums-relevanten Grundlagen** gelegt und durch **Praktikumstipps** ergänzt. Am Ende jedes Kapitels sind **Übungen** zu finden, die Schritt für Schritt an die Methoden der Drogenanalyse heranführen. Mithilfe dieses Buches können Sie im Praktikum

- eine Teedroge sicher identifizieren und
- verschiedene Drogen anhand der Inhaltsstoffe sicher zu einer Indikation zuordnen.

In den Kapiteln Makroskopische Teeanalyse (► Kap. 3.2) und Mikroskopischen Drogenanalyse (► Kap. 4.6) haben die Autorinnen bewusst die identische Reihenfolge der Teedrogenbeschreibungen gewählt, damit einzelne Beschreibungen schnell auffindbar sind.

Die weißen Textkästen, die mit dem **Bleistiftsymbol**  gekennzeichnet sind, bieten ausreichend Platz, um eigene Notizen anzufertigen sowie passende Zeichnungen der analysierten Teedrogen anzufertigen oder einzukleben. Hierfür wurde eine Übersicht grafischer Abbildungen erstellt. Diese finden Sie in ► Kap. 3.2.1 hinter dem QR-Code.

Im hinteren Teil des Buchs befinden sich schließlich die **Lösungen zu den Übungen** aus den einzelnen Kapiteln. Eine vollständige Übersicht aller Lösungen findet sich zusätzlich hinter dem QR-Code im Lösungsteil.

### 3.1 Einstieg in das Teepraktikum

Für einen Einstieg in das Drogenkundepraktikum eignet sich ein **Projekt** anhand von **Küchenkräutern**. Der Vorteil dabei ist die problemlose Verfügbarkeit in jedem Supermarkt. Mit etwas mehr Zeitaufwand können die Kräuter auch selbst gezogen werden. Die Frischpflanzen werden genauer betrachtet und Merkmale wie Blattformen, Nervatur und typischer Geruch und Geschmack analysiert. Dabei können das Wissen zu makroskopischen Merkmalen und die organoleptischen Untersuchungsweisen geübt werden.

3

#### PRAKTIKUMSTIPP

**Station 1:** Als Projektpflanzen eignen sich je nach Verfügbarkeit beispielsweise Thymian, Oregano, Rosmarin, Basilikum, Koriander, Petersilie, Minze und Salbei. Diese können später auch noch für Schnittpräparate verwendet werden.



Als **erste Station** werden die frischen Kräuter anhand der äußerlichen Merkmale charakterisiert und dabei die Fachbegriffe aus dem Theoriefach wiederholt. Insbesondere Blattstellung, Blattformen und weitere pflanzentypische Merkmale sollen dabei betrachtet werden. Beispielsweise sitzen die gestielten Blätter von Basilikum gegenständig an einem vierkantigen Stängel. Diese sind rundlich zugespitzt und der Blattrand leicht gezähnt. Bei Rosmarin sind die Blätter ungestielt, wesentlich kleiner und sehen fast nadelförmig aus. Sie werden mit schmal-lineal beschrieben. Der Blattrand ist glatt, die Stängel ebenfalls vierkantig. Es bietet sich an, einen Teil der Pflanze zu trocknen, um die optischen Unterschiede zwischen Frischpflanze und getrockneter Pflanze zu verdeutlichen. Der Trocknungsprozess kann so über mehrere Wochen verfolgt werden und der Klassenraum ist darüber hinaus hübsch dekoriert.

#### PRAKTIKUMSTIPP

**Station 2:** Für das Geruchsmemory eignen sich alle Teedrogen mit charakteristischem Geruch, wie beispielweise Rosmarinblätter, Lavendelblüten, Baldrianwurzel, Pfefferminzblätter, Thymiankraut, Anis-, Fenchel-, Kümmelfrüchte und Kamillenblüten.



Eine **zweite Station** ist ein Duftmemory. Dabei werden verschiedene geruchsintensive Teedrogen in kleine Gläschen gefüllt und verschlossen. Die Teedroge sollte dabei nicht sichtbar sein, sodass sich die Schüler nur auf ihren Geruchssinn verlassen müssen. Die Gläschen werden nummeriert und passende Namenskärtchen bilden das Gegenstück. Dann wird nur durch den Geruch die Teedroge zugeordnet. Unmittelbar nach dem Öffnen ist der Geruch am intensivsten und das Glas sollte zügig wieder verschlossen werden.

**GUT ZU WISSEN**

Die Stammplante der Ringelblume ist *Calendula officinalis*. Der Begriff „Calendula“ leitet sich vom lateinischen calenda = erster Tag des Monats ab. Sie wird auch als Monatsblume oder Kalenderblume bezeichnet, da sie lange blüht und sich bei Sonnenaufgang öffnet und zu Sonnenuntergang schließt. So gibt sie durch die Blütenöffnung die Tageszeit vor.

aha

3

### 3.2.2 Makroskopie von Blattdrogen

AUF EINEN BLICK: WICHTIGE BLATTDROGEN		
Bärentraubenblätter	Huflattichblätter	Salbeiblätter
Birkenblätter	Malvenblätter	Sennesblätter
Brennnesselblätter/-kraut	Melissenblätter	Spitzwegerichblätter
Brombeerblätter	Pfefferminzblätter	
Eibischblätter	Rosmarinblätter	

Auch bei Blattmerkmalen einer Droge ändert sich durch Trocknung und Zerkleinerung vieles im Vergleich zur Frischpflanze. Nur bei sehr kleinen Laubblättern sind diese im Ganzen in einem Tee enthalten, aber auch dann verändert sich die Optik, beispielsweise durch eingerollte Ränder der getrockneten Blätter. Daher sind häufig nur Teilespekte der Blattanatomie relevant für eine Identifizierung.

Ein Merkmal kann die **Blattnervatur** sein. Bei Spitzwegerich verläuft die Blattnervatur beispielweise parallel, bei vielen anderen Blattdrogen netzförmig. Auch eine stark ausgeprägte Nervatur kann als Merkmal herangezogen werden.

Auch **Blattform** und **Blattränder** können Hinweise zur Identifikation liefern, ebenso die Art der Blattanordnung, so diese anhand von Spross-Fragmenten überhaupt erkennbar ist.

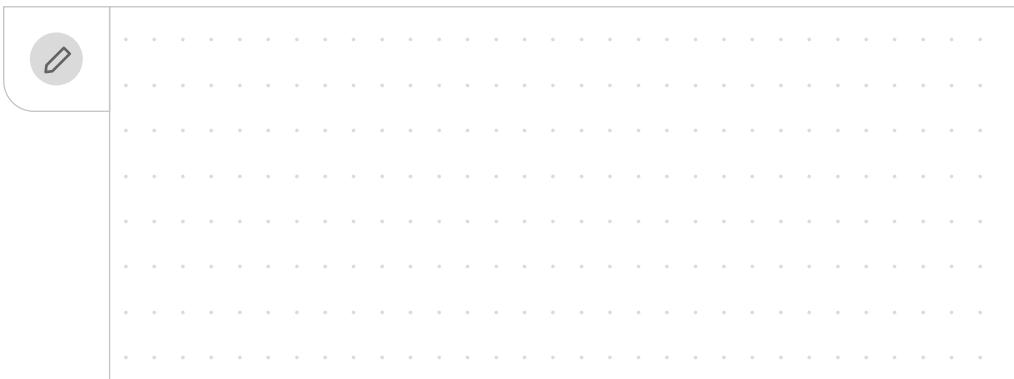
Typisch für **Lamiaceen** ist ein vierkantiger Stängel, an dem die Blätter kreuzgegenständig angeordnet sind. Immer zwei Blätter sind gegenüberstehend angeordnet, die nächsten beiden um 90° versetzt.

Ein weiteres Merkmal kann die **Blattbehaarung** sein. Die Art der Haare ist eher mikroskopisch relevant. Makroskopisch sind eher Ort und Menge der Behaarung relevant. Huflattichblätter beispielsweise sind nur an der Unterseite dicht behaart. Salbeiblätter dagegen sind auf beiden Seiten stark behaart.

Die komplette **Blattform** ist in der Regel nur erkennbar, wenn die Blätter klein und möglichst im Ganzen in der Droge enthalten sind. Thymiankraut enthält beispielsweise lanzettlich bis eiförmige Blätter, die nur am Rand zur Unterseite hin durch Trocknung eingerollt sind. Ebenso sind Rosmarinblätter schmal und lanzettlich geformt. Diese sind typischerweise alle stark vom Rand her eingerollt. Im Gegensatz zu Thymian findet sich bei Rosmarin kaum ein nicht eingerolltes Blatt, während Thymianblätter weniger stark eingerollt sind.

## Übung zu den Blattmerkmalen

Skizzieren Sie ein lanzettlich geformtes, ganzrandiges Blatt mit paralleler Nervatur (Spitzwegerich) und ein rundlich-ovales Blatt mit doppelt gesägtem Rand und netzartiger Nervatur (Birkenblatt).



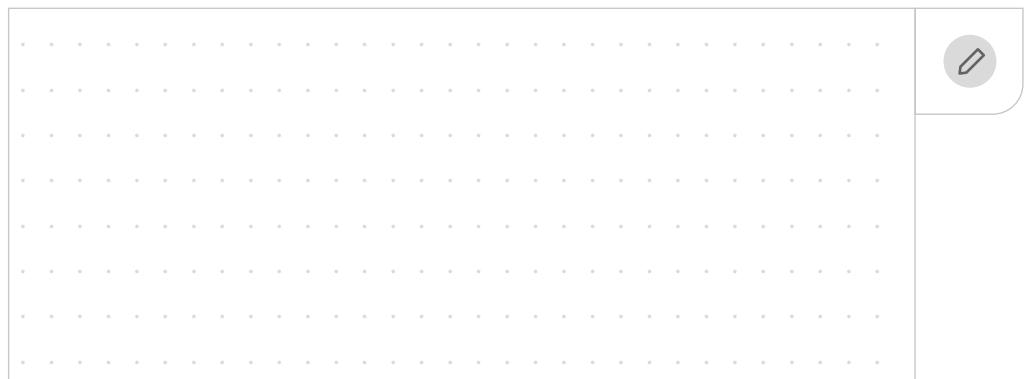
## Bärentraubenblätter

Lateinisch: \_\_\_\_\_

Familie: \_\_\_\_\_

Merkmale:

- spatelige, dickledrige, ganzrandige, unbehaarte Blätter und Blattbruchstücke
- Oberseite glänzend grün und unbehaart
- an der Unterseite feinnetzige Nervatur sichtbar, junge Blätter an Unterseite behaart
- schwach bitterer, adstringierender Geschmack



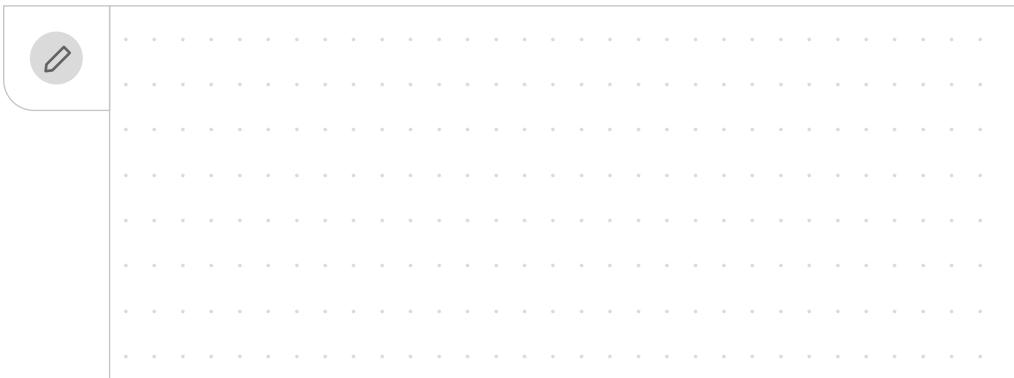
### Frauenmantelkraut

Lateinisch: \_\_\_\_\_

Familie: \_\_\_\_\_

Merkmale:

- Blattbruchstücke mit grob gezähntem Blattrand, jüngere Blätter stark behaart
- Hauptnerv tritt auf Blattunterseite deutlich hervor
- behaarte Stängelstücke
- gelblich-grüne Blütenknäuel
- leicht bitterer, adstringierender Geschmack



#### GUT ZU WISSEN

Die Stammpflanze von Frauenmantel ist *Alchemilla vulgaris*. Der Begriff „Alchemilla“ leitet sich von „kleine Alchemistin“ ab. Früher sammelten Alchemisten das Wasser, das von den trichterförmigen Blättern ausgeschieden wurde, zur Herstellung des „Steines der Weisen“.

### Johanniskraut

Lateinisch: \_\_\_\_\_

Familie: \_\_\_\_\_

Merkmale:

- gelbe bis gelbbraune Blüten, Kelchblätter sehr spitz und lanzettlich, viele Staubblätter, meist in 3 Bündeln verwachsen
- typisch: Kronblätter weisen zahlreiche dunkle Punkte und Striche auf
- kahle, ganzrandige Blattbruchstücke, häufig faltig geschrumpft
- hohle Stängelstücke
- typisch: Blätter deutlich durchscheinend punktiert

## Übungen zu Inhaltsstoffen und Indikationen

1 Geben Sie je ein Drogenbeispiel für folgende Pflanzenfamilien an.

Familie	Drogenbeispiel (lateinisch)
Hypericaceae	
Rutaceae	
Plantaginaceae	
Malvaceae	
Salicaceae	
Ericaceae	
Cannabaceae	
Adoxaceae	

2 Bei den aufgelisteten Stammpflanzen sind Fehler entstanden. Markieren Sie in jeder Reihe die Pflanze, die nicht dazu passt. Begründen Sie ihre Entscheidung.

**Typische Blattdrogen:**

- Mentha piperita
- Betula pendula
- Rhamnus frangula
- Urtica dioica
- Salvia officinalis

Begründung: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Typische Krautdrogen:**

- Equisetum arvense
- Hypericum perforatum
- Sambucus nigra
- Centaurium erythraea
- Artemisia absinthium

Begründung: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Typische Blütendrogen:**

- Matricaria recutita
- Lavandula angustifolia
- Tilia cordata
- Arnica montana
- Calendula officinalis
- Achillea millefolium

Begründung: \_\_\_\_\_

---

**Typische Wurzeldrogen:**

- Valerianae officinalis
- Gentiana lutea
- Glycyrrhiza glabra
- Plantago lanceolata
- Althaea officinalis

Begründung: \_\_\_\_\_

---

**Typische Rindendrogen:**

- Salix purpurea
- Quercus robur
- Rhamnus frangula
- Cassia senna

Begründung: \_\_\_\_\_

---

3 Bei den aufgelisteten pharmazeutisch genutzten Stammpflanzen sind Fehler entstanden. Markieren Sie die Fehler und korrigieren Sie diese.

Chamomilla recutita: \_\_\_\_\_

Arctostaphylos erica: \_\_\_\_\_

Lupulus Humulus: \_\_\_\_\_

Glycyrhiza glabra: \_\_\_\_\_

Frangula Rhamnus: \_\_\_\_\_

## 4.1 Grundlagen der Mikroskopie

### 4.1.1 Das Mikroskop

Für die mikroskopische Analyse wird ein klassisches Lichtmikroskop verwendet, welches mithilfe von eher langwelligem Licht das Objekt sichtbar macht. Eine weitere Mikroskop-Art ist das Elektronenmikroskop, welches wesentlich kleinere Objekte mittels kurzwelliger Elektronenstrahlung sichtbar machen kann. Dieses wird eher in Wissenschaft und Forschung verwendet.

Für das botanische Praktikum eignen sich sogenannte **Durchlichtmikroskope**. Diese beleuchten das Präparat von unten und durchleuchten es somit. Bei ausreichend geringer Schichtdicke sind Zellstrukturen so gut zu erkennen.

Ein reines **Auflichtmikroskop**, also nur mit einer Lichtquelle von oben, ist ungeeignet, da es sich eher für die genauere Betrachtung von Insekten o. Ä. eignet.

Es werden im Handel Monokular- und Binokular-Geräte angeboten. Diese unterscheiden sich lediglich im Aufbau, da bei **Monokular-Mikroskopen** nur mit einem Auge durch ein einzelnes Okular geschaut wird, bei **Binokular-Mikroskopen** dagegen kann gleichzeitig mit beiden Augen durch zwei nebeneinander angeordneten Okularen geschaut werden. In der Funktionsweise unterscheiden sich diese nicht.

#### Übung zum Aufbau eines Mikroskops

- 1 Die Bauteile des Mikroskops sind im Text mit Nummern versehen. Ordnen Sie diese Nummern in Abb. 4.1 dem korrekten Bauteil zu.

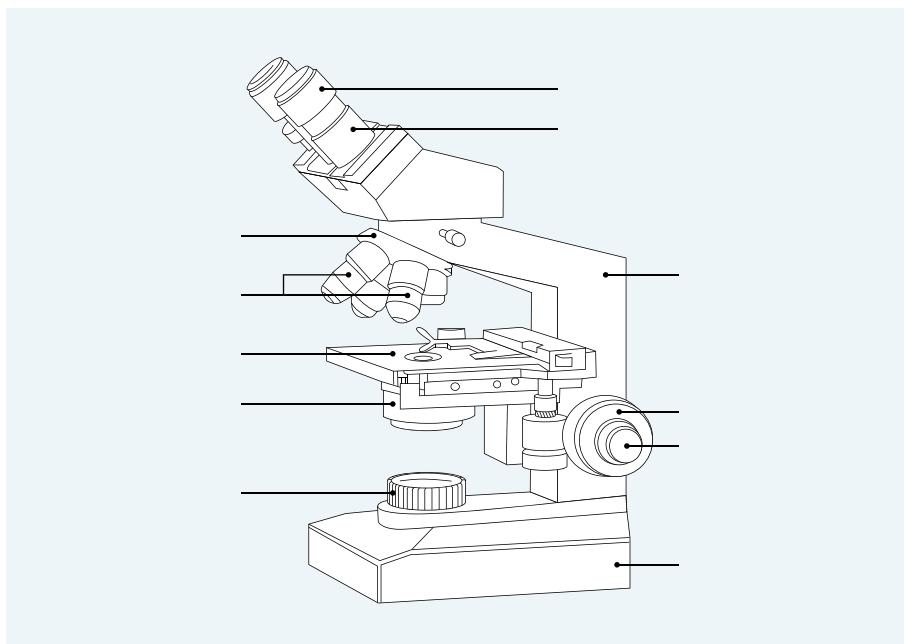


Abb. 4.1 Aufbau eines Mikroskops

Ein Mikroskop besteht aus einem **Stativ (1)**, welches auf einem **Stativfuß (2)** befestigt ist. Auf dem Stativfuß ist eine **Lampe (3)** befestigt, die das Objekt, das auf dem **Objekttisch (4)** liegt, von unten durchleuchtet. Der Lichteinfall kann über einen **Kondensor (5)** reguliert werden. Dieser bietet die Möglichkeit, das Licht zu bündeln und die Lichtöffnung an die jeweilige Objektivweite anzupassen. Auch das Einlegen unterschiedlicher Filter, um bestimmte Wellenlängen aus dem weißen Licht zu entfernen, ist möglich.

Bei einfachen Modellen ist der Objekttisch starr und das Objekt muss vorsichtig von Hand verschoben werden. Komfortablere Modelle besitzen einen sogenannten **Kreuztisch**, der sowohl eine feine Links-rechts-Verschiebung als auch eine Vor-zurück-Verschiebung anhand von Stellschrauben zulässt. Über dem Objekttisch ist der **Revolverkopf (6)** mit den unterschiedlichen **Objektiven (7)** angebracht. Diese besitzen verschiedene Vergrößerungswerte und können durch Drehen des Revolverkopfes jeweils in den Strahlengang des Mikroskops integriert werden. Dadurch entsteht ein mehr oder weniger stark vergrößertes Bild.

Über den Objektiven befindet sich der **Tubus (8)**, der mit dem **Okular (9)** abschließt. Dieses ist dem Auge am nächsten, daher der Name Okular (lat. oculus = Auge). Es besteht aus einer konvexen Linse und bewirkt wie eine Lupe eine Vergrößerung des Zwischenbilds. Dieses liefert das Objektiv. Die Vergrößerung des Okulars ist eingraviert und beträgt häufig eine 8-fache, 10-fache oder 12,5-fache Vergrößerung. Es existieren auch Okulare mit einer integrierten Messskala, um die Größe eines Objektes zu bestimmen. Auch die Objektive tragen eine Beschriftung, die Rückschluss auf die Vergrößerungsleistung ermöglicht. Da die Objektive auf die Tubuslänge exakt abgestimmt sein müssen, ist meist aufgrund der unterschiedlichen Länge bereits erkennbar, welches die schwächste und welches die stärkste Vergrößerung ermöglicht. Das kürzeste Objektiv entspricht hierbei der kleinsten Vergrößerung und das längste Objektiv der größten Vergrößerung.

Die Objektive sind aufeinander abgestimmt, sodass bei einem Wechsel nur wenig an der Bildschärfe korrigiert werden muss. Eine grobe Korrektur der Bildschärfe erfolgt am sogenannten **Grobtrieb (10)**. Eine feinere Einstellung ermöglicht der **Feintrrieb (11)**. Diese Einstellungsmöglichkeiten verändern die Höhe des Objekttisches und somit die Entfernung zwischen Präparat und Objektiv.

Durch das Objektiv wird zunächst ein Zwischenbild erzeugt. Dieses steht aufgrund der Lichtbrechung durch die Linse auf dem Kopf. Das Okular wiederum vergrößert dieses Zwischenbild nochmals und dreht es dadurch wieder um. Die Gesamtvergrößerung des Objekts ergibt sich somit aus der Vergrößerung des Objektivs multipliziert mit der Vergrößerung des Okulars (☞ Tab. 4.1).

☞ **Tab. 4.1** Gesamtvergrößerung eines Mikroskops

<b>Objektiv</b>	<b>Okular</b>	<b>Vergrößerung</b>
10 ×	8-fach	80-fach
10 ×	12,5-fach	125-fach
40 ×	8-fach	320-fach
40 ×	12,5-fach	500-fach
100 ×	8-fach	800-fach
100 ×	12-fach	1200-fach

## 4.1.2 Richtig mikroskopieren



### MERKE

#### Grundregeln des Mikroskopierens

- Das Mikroskop muss immer am Stativ getragen werden, niemals an den beweglichen Teilen!
- Die Linsen in Objektiv und Okular dürfen nicht angefasst werden.
- Sie sollten immer mit der geringsten Vergrößerung beim Objektiv und geöffneter Blende beginnen.
- Der Objektivwechsel muss von der Seite kontrolliert werden, nie blind wechseln!
- Objekt und Objektiv dürfen sich nicht berühren.
- Brillenträger mikroskopieren möglichst ohne Brille.
- Am Ende des Mikroskopierens sollten Sie wieder das Objektiv mit der kleinsten Vergrößerung einstellen.

Das Objekt sollte mit dem Objektträger zunächst auf dem Objekttisch richtig befestigt werden. Dabei sollte das Objekt etwa mittig ausgerichtet sein. Zu Beginn muss immer das Objektiv mit der geringsten Vergrößerung eingestellt und der Objekttisch komplett nach unten gestellt sein. Dann wird durch den **Grobtrieb** der Objekttisch langsam angehoben, bis das Präparat sichtbar wird. Dies ermöglicht zunächst eine grobe Orientierung im Präparat und verhindert, dass sich Objektiv und Präparat versehentlich berühren. Insbesondere bei ätzenden Flüssigkeiten wie Schwefelsäure im Präparat kann dies zu irreversiblen Schäden an der Linse im Objektiv führen.

Die Feinabstimmung der Schärfe erfolgt dann über den **Feintrieb**. Liegen im Präparat mehrere Zellebenen übereinander, ist es auch sinnvoll, mit dem Feintrieb etwas „zu spielen“, um die verschiedenen Ebenen scharf sehen zu können. Soll eine Struktur genauer betrachtet werden, wird diese mittig im Sichtfeld eingestellt und das Objektiv auf die nächste Vergrößerungsstufe gewechselt. Jetzt sollte nur noch der Feintrieb verwendet werden, da der Abstand zwischen Objekt und Objektiv bei großen Vergrößerungen oft nur wenige Millimeter beträgt. In jedem Fall darf die Linse nicht das Deckgläschen berühren, um Beschädigung zu vermeiden. Zur Kontrolle sollte ein Objektivwechsel nicht blind erfolgen, sondern seitlich beobachtet werden. Erst im Anschluss wird die mikroskopische Betrachtung fortgesetzt. Sollte der Lichteinfall nicht ideal sein, kann dies durch den Kondensor angepasst werden. So kann entweder zu viel Licht ausgeblendet oder die Ausleuchtung verbessert werden.



### GUT ZU WISSEN

Beim Mikroskopieren kann das Auge schnell ermüden. Daher sollte möglichst entspannt in das Mikroskop geschaut werden. Bei Monokular-Geräten sollte das zweite Auge offen bleiben und nicht zugekniffen werden. Ein ständiges leichtes Verstellen des Feintriebs erleichtert dem Auge ebenfalls die Arbeit.

Nach der Verwendung des Mikroskops sollte der Objekttisch feucht abgewischt und somit mögliche Rückstände entfernt werden. Auch Objektive und Okular werden mit einem feuchten Baumwolltuch durch leichtes Reiben gereinigt und anschließend vorsichtig getrocknet. Hierfür sind trockene Brillentücher gut geeignet.

### PRAKTIKUMSTIPP

#### Häufige Fehlerquellen

- Dunkles/unvollständiges Bildfeld: Objektrevolver nicht eingerastet oder Kon-densor/Blende nicht richtig eingestellt
- Trübes Bild: Linse/Deckglas verschmutzt, Flüssigkeit zwischen Linse und Deck-glas
- Dunkle Ränder im Objekt: Luftblasen im Präparat



### 4.1.3 Mikroskopische Präparate anfertigen

#### MERKE

Zum Mikroskopieren benötigen Sie:



- Objektträger,
- Deckgläschen,
- Rasierklingen und Styroporblöckchen für Schnittpräparate,
- spitze Pinzette,
- Nadeln zum Präparieren,
- Chloralhydratlösung oder Wasser zum Einbetten des Präparats,
- saugfähiges Papier (Küchenpapier/Filterpapier/Zellstoff),
- fusselfreie Tücher zum Reinigen.

Zu Beginn sollten Sie den Objektträger und das Deckgläschen auf Sauberkeit prüfen, dabei immer nur am Rand anfassen. Soll ein **Schnittpräparat** erstellt werden, muss unmittelbar vor dem Schneiden der Objektträger mit einem Tropfen Chloralhydratlösung oder Wasser vorbereitet werden. Kleine oder dünne Pflanzenteile wie z.B. Blätter können in einem Styroporblock fixiert werden, um diese leichter schneiden zu können. Dieser Styroporblock muss gut zwischen Daumen und Zeigefinger zu halten sein. In der Blockmitte wird mit einer Rasierklinge eine Vertiefung geschnitten, in welche das Objekt geklemmt werden kann. Die Schnittfläche muss parallel zum Styroporblock ausgerichtet sein, um einen geraden und möglichst dünnen Schnitt zu erhalten. Die Rasierklinge muss flach über die Schnittfläche gezogen werden, der erste Schnitt wird dabei verworfen, da er noch nicht gerade und eventuell eingetrocknet ist. Wird der Schnitt vor allem am Rand zu dick, ist es günstig, bereits in der Schnittfläche am Rand anzusetzen und dabei die Klinge leicht in die Fläche einzutauchen.

aha

**GUT ZU WISSEN**

Ein Schnitt ist am besten zum Körper hin durchzuführen, da diese Bewegung besser kontrollierbar ist als diejenige vom Körper weg. Dabei ist natürlich besonders darauf zu achten, dass es zu keinen Verletzungen kommt.

Da Teedrogen getrocknet sind, ist es meist schwierig diese direkt zu schneiden. Daher werden sie für 24 Stunden in eine Mischung aus Ethanol, Glycerol und Wasser (Mischungsverhältnis 1:1:1) eingelegt. Auch einige Wurzel- oder Rindenschnitte gelingen so besser. Frische Blätter oder Sprossachsen von krautigen Pflanzen lassen sich ohne Vorbehandlung gut schneiden.

Bei den Schnittrichtungen werden Querschnitt, Längsschnitt und Flächenschnitt unterschieden. Welcher Schnitt gewählt wird, hängt davon ab, was betrachtet werden soll. Ein **Querschnitt** gibt immer einen Überblick über die Gewebeanordnung und wird am häufigsten gewählt. Hier wird im rechten Winkel zur Hauptachse des Pflanzenorgans geschnitten. Ein **Längsschnitt** wird parallel zur Hauptachse ausgeführt. Wird das Pflanzenorgan mittig geschnitten, entsteht ein radialer Schnitt. Dies kann beispielsweise im Spross den Verlauf von Holz- und Siebteil zeigen. Eine weitere Möglichkeit ist der **Tangentialschnitt**, der im Randbereich parallel zur Hauptachse angesetzt wird. Hier kann unter anderem der Ursprung von Seitenwurzeln durch die Wurzelrinde gezeigt werden. Ein **Flächenschnitt** eignet sich für die Betrachtung von Blattober- oder Unterseite. Dazu wird das Blatt über den Zeigefinger der nichtdominannten Hand gespannt und von der Oberfläche ein möglichst feiner Schnitt genommen.

Eine Alternative zum Schnittpräparat stellt das **Pulverpräparat** dar. Vor allem für die Erkennung einzelner Teedrogen ist dies praktikabler, da keine langwierige Aufbereitung der Teedroge vorab erfolgen muss. Diese kann direkt pulverisiert und mikroskopisch analysiert werden. In Pulverpräparaten werden vor allem pflanzentypische Gewebe oder Zellstrukturen gesucht. Auch Farbreaktionen sind häufig in den Pulverpräparaten einfacher umzusetzen, da das Farbreagenz (Tab. 4.2) die entsprechenden Inhaltsstoffe besser erreichen kann.

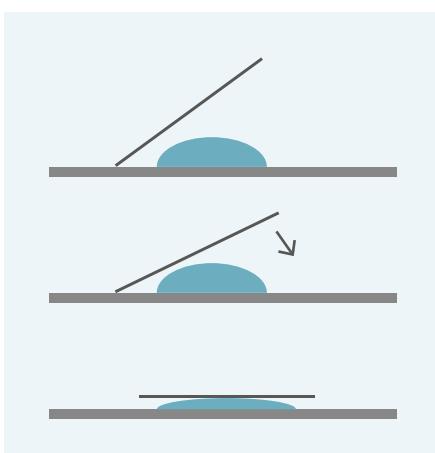


Abb. 4.2 Einbettung von mikroskopischen Präparaten

■ Tab. 4.2 Färbemethoden im Vergleich

Inhaltsstoff	Reagenz	Färbung
Stärke	I <sub>2</sub> /KI-Lösung	Blau
Aleuron	Iod-Glycerol, I <sub>2</sub> /KI	Dunkelblau bis schwarz
Lignin	Phloroglucin/HCl	Rot
Fettes Öl	Sudan-III-Glycerol-Lösung	Orangerot
Schleime	Methylenblau	Blau
	Tuschesuspension	Negativfärbung
Anthraverbindungen	NaOH, KOH	Rot
Gerbstoffe	FeCl <sub>3</sub>	Gallotannine: Blau Catechine: Grün
Alkaloide	Dragendorffs-Reagenz	Orange

Zum **Einbetten der Präparate** kann Wasser oder Chloralhydrat verwendet werden. Auf dem Objektträger sollte ein Tropfen Flüssigkeit vorgelegt werden und anschließend der Schnitt mithilfe einer Pinzette in den Tropfen eingelegt. Unter Umständen kann die Position auch durch Nadeln nochmals vorsichtig korrigiert werden. Bei Pulvern wird nur eine kleine Menge in den Tropfen gegeben und mit einer Nadel verteilt. Im nächsten Schritt wird ein Deckgläschen seitlich neben dem Tropfen auf der Kante aufgestellt und langsam auf die Flüssigkeit abgesenkt (Abb. 4.2). Dabei sollten mögliche Luftblasen seitlich entweichen. Schwimmt das Deckgläschen auf, wird etwas Flüssigkeit abgesaugt, jedoch muss der Raum unter dem Gläschen mit Flüssigkeit ausgefüllt sein.

**Chloralhydratpräparate** werden kurz zum Sieden erhitzt. Dabei wird eventuell vorhandene Stärke zersetzt und dunkle Strukturen werden aufgehellt. Dadurch sind mikroskopische Merkmale besser zu erkennen.

### GUT ZU WISSEN

Durch Erhitzen mit Chloralhydrat entstehen kontrastreichere Präparate.

**CAVE:** Chloralhydratdämpfe reizen Augen sowie Haut und sind giftig.



Ein Präparat darf während des Mikroskopierens nicht austrocknen. Zum Anfeuchten kann Flüssigkeit tropfenweise direkt neben das Deckgläschen gegeben werden. Durch Kapillarkräfte wird diese in das Präparat eingezogen. Soll die Flüssigkeit gegen eine Färbelösung ausgetauscht werden, kann diese ebenfalls neben das Deckgläschen platziert werden. Auf der Gegenseite wird dann mit wenig Zellstoff oder Filterpapier die Flüssigkeit unter das Gläschen gesaugt. In der Tab. 4.2 sind gängige Färbemethoden und Farbreaktionen aufgelistet.

## 4.2 Zeichnen mikroskopischer Bilder

Zum **Protokollieren** der Ergebnisse müssen mikroskopische Bilder gezeichnet werden. Hierbei ist es wichtig, immer das tatsächlich Gesehene zu zeichnen und nicht Bilder aus der Monografie oder dem Pulveratlas direkt zu übernehmen. Bei der Drogenanalyse kommt es schließlich darauf an, eine Teedroge sicher zu identifizieren, und nicht darauf, das abzuzeichnen, was man gerne sehen würde.

Zum Zeichnen werden unterschiedlich harte Bleistifte, Radiergummi, Bleistiftspitzer und weißes Papier benötigt. Die Zeichnung sollte nicht zu klein werden und an das Objekt angepasst sein, welches dokumentiert wird. Vor allem die Größenverhältnisse zwischen verschiedenen Strukturen müssen schlüssig sein. Es macht einen Unterschied, ob ein gesamter Querschnitt oder einzelne Strukturdetails gezeichnet werden.

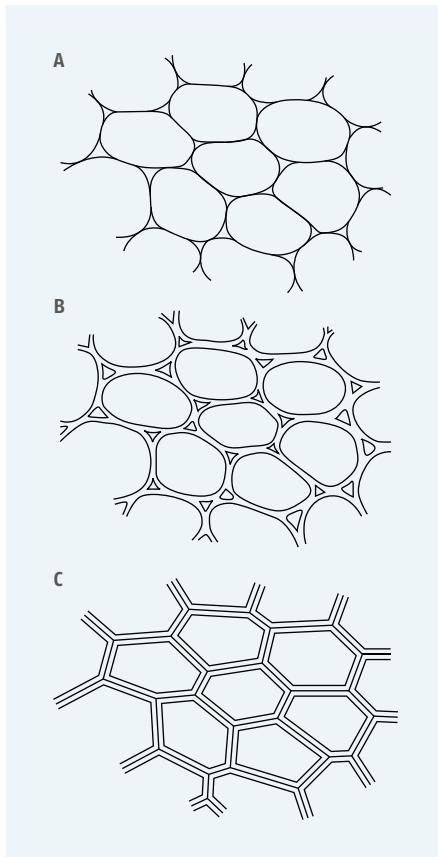
Für eine **Übersichtszeichnung** wird weniger detailliert gearbeitet, wie beispielsweise bei einem einzelnen Haar oder Pollenkorn. In der Übersichtszeichnung werden vor allem die Lage und die Größenverhältnisse der Gewebe- und Zelltypen dargestellt. Unterschiedliche Gewebe können beispielsweise durch Schraffierungen hervorgehoben werden. Hier wird jedoch nicht jede Zelle im Detail dargestellt, sondern größere Zellverbände.

Werden nur bestimmte Strukturen oder Zellgruppen gezeichnet, wird auf **Detailzeichnungen** zurückgegriffen. Es stehen hier drei verschiedene Techniken zur Verfügung: Die **Einstrich-Technik** eignet sich zur Darstellung dünnwandiger Zellen (Abb. 4.3). Hier werden die Zellwände nur durch eine einfache Linie dargestellt. Sollen verdickte Zellwände dargestellt werden, kann auf die **Zweistrich-Technik** zurückgegriffen werden. Hier wird die Zellwand durch zwei Begrenzungslinien zwischen den Zellen gezeichnet. Ist jedoch auch eine Mittellamelle zu erkennen, ist die **Dreistrich-Technik** die geeignete. Diese gibt besonders viele Einzelheiten wieder und kommt dem tatsächlichen Zellaufbau am nächsten. Bei dieser Methode wird zunächst ein kleiner Gewebebereich grob mit Linien skizziert, die unterschiedliche Zellbereiche oder Gewebebereiche darstellen. Dann werden die Zellformen naturgetreu ergänzt. Somit werden Lage und Größe der einzelnen Zellen zunächst in der Einstrich-Technik dargestellt. Diese Zellen werden nun durch die Zellwände in realistischer Stärke ergänzt. Im letzten Schritt werden Details wie Tüpfel oder Mittellamelle ergänzt. Somit entsteht ein realistisches Bild der mikroskopischen Beobachtung. Da diese Technik zeitaufwändig ist, bietet sie sich nur für kleinere Abschnitte an. Große Zellverbände werden besser weniger genau skizziert.

Zu jeder Zeichnung gehören eine Beschriftung und eine **Legende**. Die Legende umfasst folgende Punkte:

- Teedroge/Pflanzenorgan,
- Pflanzenname,
- Pflanzenfamilie,
- Schnittart/Pulver,
- Mikroskopische Vergrößerung,
- Einbettungsmittel,
- Ggf. Färbereagenz (Tab. 4.2).

Aus der **Beschriftung** muss hervorgehen, welches Organ/Gewebe abgebildet ist (kann auch Teil der Legende sein), und welche Strukturmerkmale in der Zeichnung erkennbar sind. Für ein Protokoll im Rahmen der Identitätsprüfung muss eine Entscheidung darü-



● Abb. 4.3 Zeichentechniken: (A) Einstrich-Zeichentechnik, (B) Zweistrich-Zeichen-technik, (C) Dreistrich-Zeichentechnik

ber getroffen werden, ob die Charge den Vorgaben entspricht oder nicht. Die Beschriftung erfolgt außerhalb der Zeichnung und zeigt anhand von Bleistifflinien zum entsprechenden Teil. Außerdem muss sie so platziert werden, dass sich keine Linien kreuzen.

#### PRAKTIKUMSTIPP

##### Häufige Zeichenfehler

- Ungeeignete oder unstrukturierte Verteilung auf dem Blatt
- Größenverhältnisse der Strukturen zueinander nicht beachtet
- Geschlossene Zellstrukturen wie z. B. Zellwände nicht vollständig geschlossen
- Aneinanderliegende Zellen einzeln und mit Abstand skizziert
- Untypische Winkel oder Strukturen gezeichnet, die nicht vorhanden sind



## 4.3 Wichtige mikroskopische Strukturen

### 4.3.1 Zellformen

Ein mikroskopisch einfach auffindbares Merkmal ist die **geometrische Form** größerer Zellverbände, wie beispielsweise in der Epidermis oder dem Grundgewebe. Die Größe der Zellen kann charakteristisch sein, insbesondere, wenn diese besonders groß oder klein sind. Die häufigsten Zellformen sind isodiametrisch, polygonal und prosenchymatisch.

**Isodiametrische Zellen** besitzen einen annähernd gleichen Durchmesser in allen Richtungen und sind somit annähernd rund. Dieser Zelltyp ist vor allem im Grundgewebe (= Parenchym) vorhanden, daher auch die Bezeichnung „parenchymatische Zellen“.

Der Begriff **polygonal** stammt aus dem Altgriechischen und bedeutet **Vieleck**. Polygonale Zellen besitzen meist mehr als vier Ecken und kommen beispielsweise in der Epidermis vor.

**Prosenchymatische Zellen** wiederum sind lang gestreckt und schmal, beispielsweise bei Bastfasern. Die Enden sind häufig zugespitzt.

Vor allem bei der Beschreibung einer Blattempidermis im Flächenschnitt werden im Arzneibuch weitere Begriffe für Zellformen verwendet:

- **polygonal-isodiametrisch:** Diese Zellen sind mehreckig und nicht rundlich, besitzen jedoch trotzdem einen ähnlichen Durchmesser in alle Richtungen.
- **gewellt-polygonal:** Diese Zellen sind mehreckig mit welliger statt gerader Zellwand.
- **wellig-buchtig:** Diese Zellen sind ungleichmäßig geformt mit welliger Zellwand. Durch die ungleichmäßige Form entstehen Buchten, vergleichbar mit dem ungleichmäßigen Verlauf einer Meeresküste.
- **kantig-buchtig:** Die Form ähnelt der wellig-buchtigen Form, nur der Zellwandverlauf ist gerade und es entstehen dabei scharfe Kanten.
- **kantig-polygonal:** Diese Zellen sind mehreckig mit scharfen Kanten.

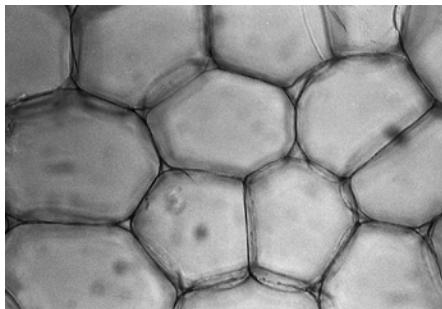
### Zeichenübung 1

Ordnen Sie den Beschreibungen der Zellformen (**B**) den jeweils korrekten Fachbegriff (**A**) zu. Fertigen Sie je eine Zeichnung zu den Zellformen an.

Isodiametrische Zellen (= parenchymatisch)    Polygonale Zellen

Prosenchymatische Zellen

(A)	(A)	(A)
(B) Langgestreckte Zellen, an den Enden oft zugespitzt	(B) Annähernd runde Zellen	(B) Vieleckige Zellen



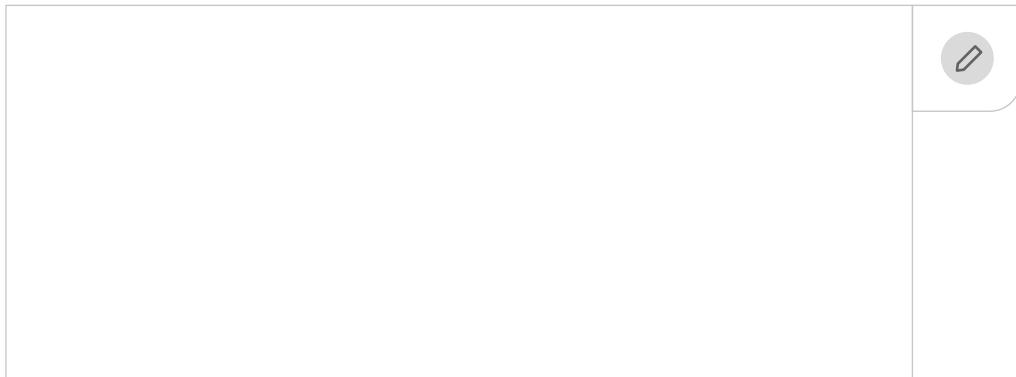
● Abb. 4.4 Parenchyme: Maisspross – großzelliges Parenchym

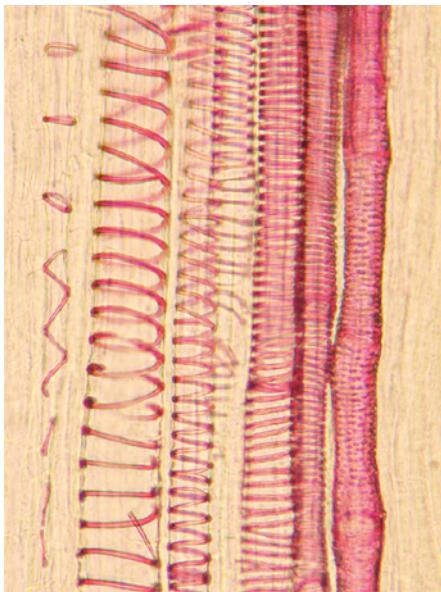
### 4.3.2 Grundgewebe

Grundgewebe wird auch als **Parenchym** bezeichnet, und ist in nahezu jedem Pflanzenteil als Hauptbestandteil vorhanden. Die Zellen können lückenlos aneinander anschließen oder häufiger kleine Zwischenräume freilassen. Diese Zwischenräume werden als **Interzellularen** bezeichnet. Meist sind es gleichmäßig geformte Zellen ohne verdickte Zellwände. Sie sind reich an Zytoplasma und können als Speicherort für **Stärke** dienen. Diese Stärkekörper sind im Mikroskop sichtbar und können eine arttypische Form und Schichtung besitzen. Dies ist vor allem für einige Wurzeldrogen typisch. Ein weiterer für Asteraceendrogen typischer Speicherstoff ist **Inulin**. Inulin ist im Mikroskop als kleine Körnchen einzeln im Präparat, als Körnerverbund oder in Parenchymzellen eingelagert sichtbar. Inulin lässt sich nicht mit Iod-Kaliumiodidlösung anfärben. In Blattdrogen enthalten Parenchymzellen Chlorophyll und sind Ort der Fotosynthese. Dort wird nochmals in Palisaden- und Schwammparenchym unterschieden (► Kap. 4.5.4). Große einzelne Zellen, die sich im Grundgewebe befinden, werden als **Idioblasten** bezeichnet. Sie enthalten häufig abgelagertes ätherisches Öl oder Oxalatkristalle (► Kap. 4.3.5 und ► Kap. 4.3.7). Im mikroskopischen Bild sind Idioblasten deutlich von parenchymatischen Zellen zu unterscheiden.

#### Zeichenübung 2

Fertigen Sie anhand des mikroskopischen Bildes in ● Abb. 4.4 eine Zeichnung des Parenchyms an.





• Abb. 4.5 Tracheentypen: Ring-, Schrauben-, Treppen- und Tüpfeltracheen (von links nach rechts) im Leitbündel des Kürbisses, radialer Längsschnitt

### 4.3.3 Leitgewebe

Das Leitgewebe ist für den Wasser- und Stofftransport innerhalb der Pflanze zuständig. Es teilt sich in **Xylem** (Holzteil) und **Phloem** (Siebteil). Das Xylem dient dem Stofftransport von der Wurzel in die Pflanzenteile, das Phloem transportiert Fotosyntheseprodukte von den Blättern in andere Pflanzenteile. Bei jungen Trieben sind Xylem und Phloem als **Leitbündel** gruppiert. Durch sekundäres Dickenwachstum werden diese Bündel aufgetrennt. Dies ist nur möglich, wenn zwischen Xylem und Phloem eine **Kambiumschicht**, also eine Schicht teilungsfähiger Zellen, liegt. Diese fehlt bei einkeimblättrigen Pflanzen, was ein mikroskopisches Erkennungsmerkmal sein kann. In diesem Fall werden die Leitbündel als geschlossen kollateral bezeichnet. Befindet sich eine Kambiumschicht zwischen Xylem und Phloem, sind sie offen kollateral.

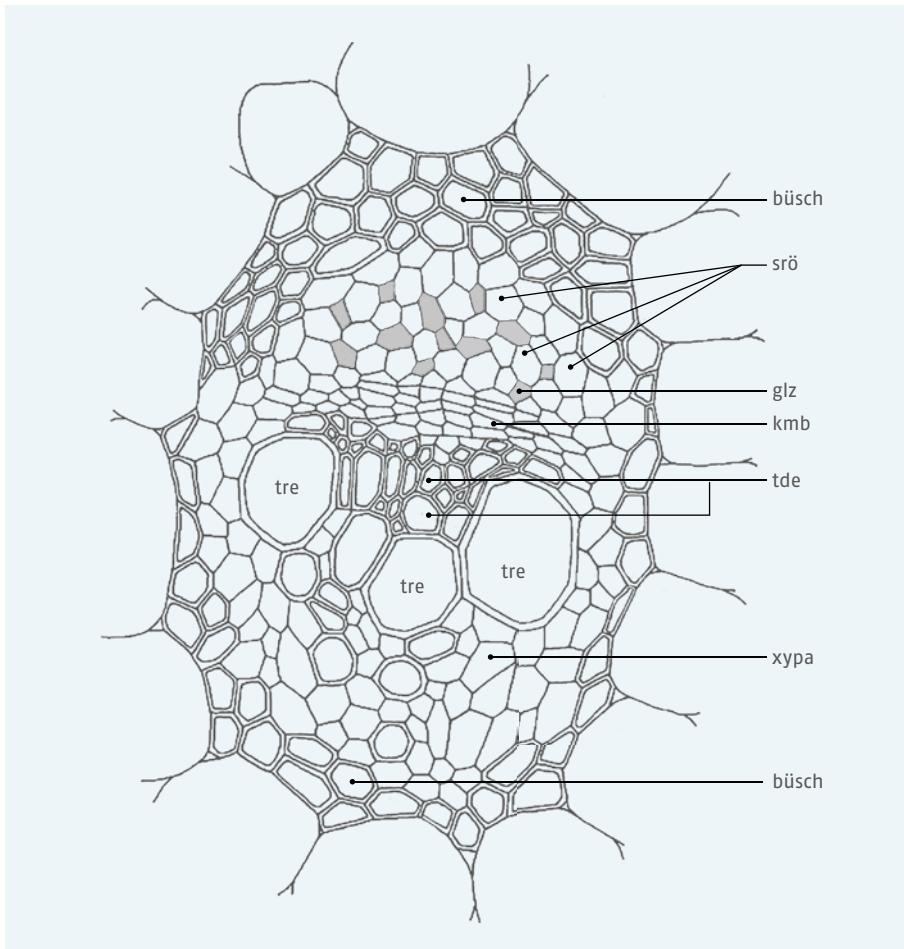
Das **Xylem** besteht aus Tracheen und Tracheiden. Beides sind langgestreckte, verholzte, abgestorbene Röhrenzellen, wobei Tracheen aus mehreren Zellen durch Fusion entstanden sind. Sie sind weitlumiger als Tracheiden und die ehemaligen Zellwände sind mikroskopisch manchmal als kurze Stege erkennbar. Die Gefäßwände des Xylems können getüpfelt, ringförmig oder schraubenförmig aussehen. In den Beschreibungen werden sie als Ringgefäß, Schraubengefäß, Treppengefäß oder Tüpfelgefäß bezeichnet, je nach mikroskopischem Bild. Netzgefäß sind regelmäßig getüpfelte Gefäß und sehen dadurch netzartig aus.

### Zeichenübung 3

Fertigen Sie anhand des mikroskopischen Bildes in [Abb. 4.5](#) eine Zeichnung der verschiedenen Gefäßarten an.

Ringgefäß	Schraubengefäß	
Treppengefäß	Tüpfelgefäß	

Das **Phloem** setzt sich aus Siebzellen und Siebröhren zusammen. Es sind lebende Zellen, die aus einzelnen Gliedern mit Querwänden bestehen, die siebartig durchbrochen sind. Diese **Querwände** (Siebplatten) sind im Mikroskop bei einem Längsschnitt gut erkennbar.



● Abb. 4.6 Offen kollaterales Leitbündel im Querschnitt: Kriechender Hahnenfuß, büsch Bündelscheide, glz Geleitzelle, kmb Kambium, srö Siebröhren, tde Tracheiden, tre Tracheen, xypa Xylemparenchym

Die Siebzellen werden durch benachbarte Geleitzellen in ihrem Stoffwechsel unterstützt. Diese sind im Querschnitt als kleinere, fast viereckige Zellen erkennbar. Das Leitbündel ist häufig durch eine sogenannte **Bündelscheide** begrenzt. Es handelt sich hierbei um kleine verholzte Zellen, die das gesamte Leitbündel ringförmig umschließen (● Abb. 4.6).

#### 4.3.4 Festigungsgewebe

Festigungsgewebe dient in erster Linie der Stabilität der Pflanze. Dies wird einerseits vom ausreichend hohen Zellinnendruck, also ausreichender Wasserversorgung, gewährleistet, aber auch durch speziell verstärkte Strukturen. Zur Verfestigung werden der Zellwand Cellulose und Lignin aufgelagert, welche mikroskopisch durch verstärkte Zellwandstrukturen erkennbar sind. Unterschieden wird Festigungsgewebe in **Kollenchym** und **Sklerenchym**. Der Hauptunterschied liegt darin, dass Kollenchymzellen noch leben, während