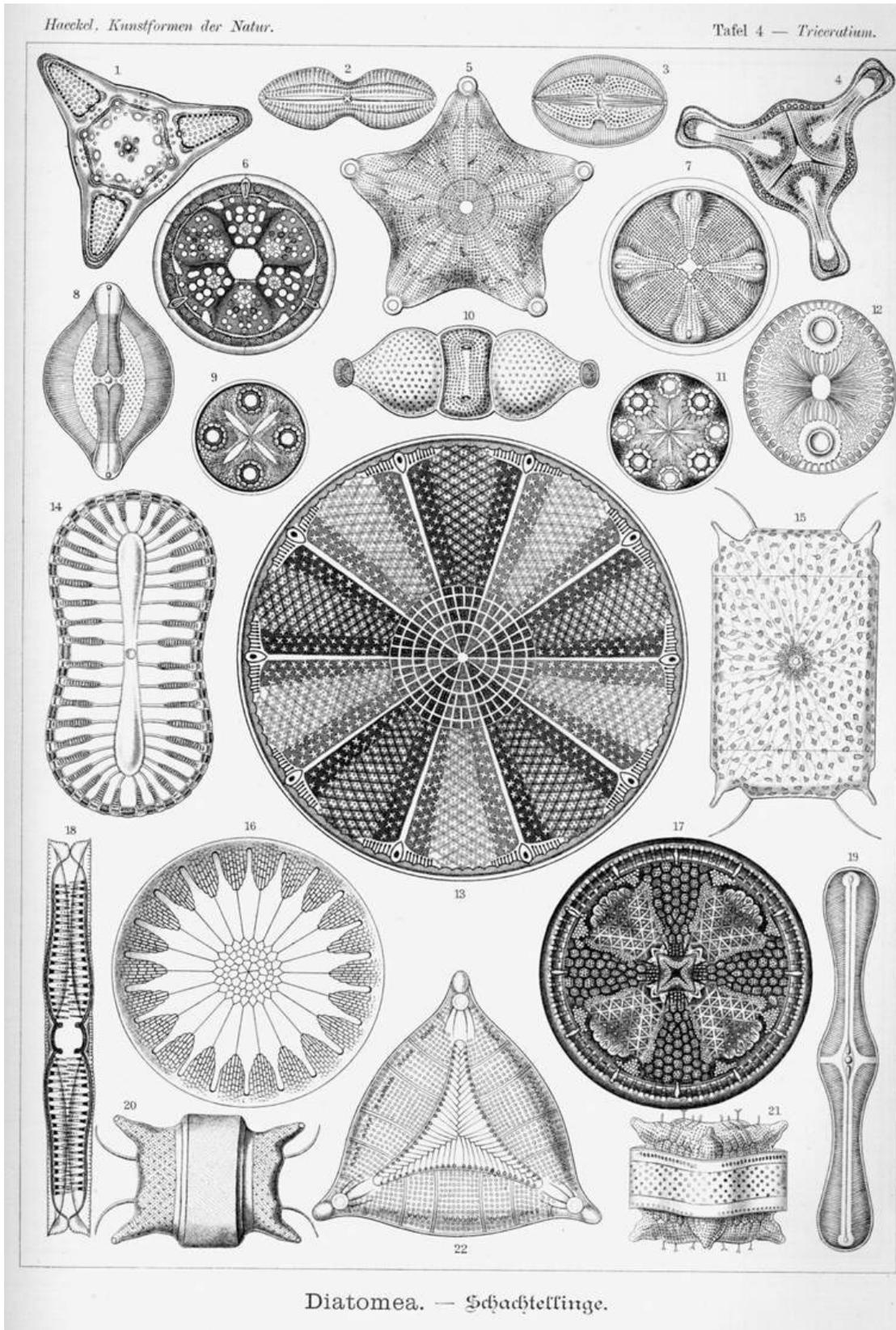
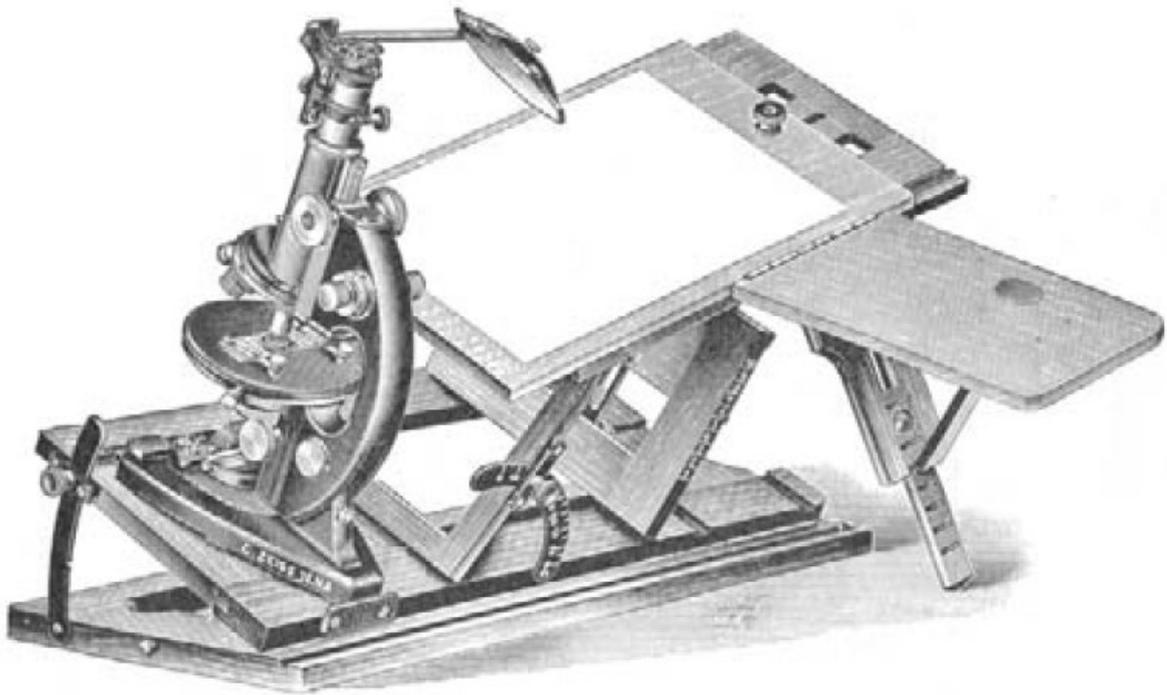


# Zeichnen am Mikroskop



Mit der künstlerischen Ausführung der Figuren und Tafeln beauftragte Haeckel den Lithographen und Druckereihinhaber Adolf Giltch (1852–1911), mit dem er insgesamt 42 Jahre zusammen arbeitete und der Haeckels Handzeichnungen auch in vielen von dessen Werken mit „lebendigem Interesse“ und dem „Erkenntnistrieb des echten Naturforschers“ korrigierte und verbesserte, wie Haeckel anerkennend hervorhob.



Zeichenapparat nach ABBE und Zeichentisch nach BERNHARD

## INHALT:

### Grundlagen

Warum am Mikroskop zeichnen, wo doch die Fotografie mit digitaler Nachbearbeitung viel besser und genauer ist?

### Material und Methoden

Optisch: Zeichenprisma mit Spiegeltechnik, Zeichenokular, Projektionsmikroskop etc.

Digital: USB-Mikroskop, Digitalkamera mit PC, Mikrookular, Beamer etc.

### Praxis

Wir zeichnen am Mikroskop mit allen Möglichkeiten die uns zur Verfügung stehen mit Materialien wie Bleistift, Filzstift, Buntstift, Aquarell etc. auf Papier, Karton, Transparentpapier, Folie etc. Zum Umsetzen des Erlernten sind 4 praktische Übungen eingeplant, die auf verschiedene Gruppen verteilt werden können.

Bemerkung: Für diese Unterlage habe ich auf viele bereits gemachte Erfahrungen und Unterlagen zurückgegriffen und diese mit verwendet. Dafür möchte ich mich unbekannter Weise besonders bei Wolfgang Bettighofer, Anja Hartmann, Peter Rietschel, Lina Maria Stahl, Daniel Herndler, Stefanie Nölle, Christiane Bauer und sonstige Herausgeber bedanken.

Verfasser: Andreas Koch, Architekt (städt. Baurat i. P.); Hobbymaler u. a.; Baujahr 1957

# Grundlagen

**Wolfgang Bettighofer #** [Mikrokosmos 2006: Zeichnen am Mikroskop – Erleben mit dem Bleistift, Seiten 233 bis 245]: „Die Welt des Mikrokosmos ist vielschichtig und formenreich. Die Eindrücke sind es oftmals wert, festgehalten zu werden, sei es fotografisch, sei es zeichnerisch. Aber wie gelangt man vom betrachteten Bild zur Zeichnung? Wie überträgt man die Objektproportionen auf das Zeichenblatt, und wie erzeugt man gegebenenfalls Tiefe im Bild?“

Der Prozess des Zeichnens und die dabei notwendige kognitive Leistung (das Erfassen, Trennen und Übertragen von Relevantem) kommen vor allem der zeichnenden Person selbst zu Gute. Der Weg ist das Ziel. Des Weiteren kann in der Zeichnung Wesentliches aus mehreren Objekteinstellungen akkumuliert werden, sozusagen ein „visuelles Stacking“ erfolgen.

Für Bildung und die Weitergabe von Wissen kann die Zeichnung die besprochenen Themen auch visuell hervorheben und kommentieren. Heutzutage dienen vor allem digitale Programme am PC wie Word, Power-Point, Paint etc. der Präsentation über Beamervorträge, allerdings kann auch da eine Zeichnung / eine Skizze das Wesentliche schnell und effektiv hervorbringen.

Nichtzuletzt dient die Zeichnung, die Skizze dem Wissenschaftler, dem Untersuchenden selbst zur Klarstellung der Ursachen, der Hintergründe, der Belege seiner Theorien und Vorträge.

**Bettighofer #** schreibt auch: „Zu Beginn gilt es zu entscheiden, ob wir auf eine zweidimensionale Darstellung (2D) abzielen oder ob die räumliche Struktur unseres Objekts (3D) herausgearbeitet werden soll. Geht es um 2D-Darstellung, so sind nach Rietschel (1973a-c, J 974, 1978, 1980) und Nultsch und Grahle (1973) klare Linien unterschiedlicher Strichstärke für die inneren und äußeren Konturen zu verwenden. Nach der althergebrachten akademischen Zeichenvorschrift ist es untersagt, die Dichte eines Objekts mittels Schattierung oder Schraffur zu symbolisieren. Stattdessen sollte die erwünschte Wirkung durch Punktieren erreicht werden. Die Schraffur wurde abgelehnt, da sie keine Entsprechung im Objekt besitzt. Es ist daher (auch heute) ratsam, dieses Mittel nicht einzusetzen. Schattierungen können jedoch sehr wohl den Eindruck unterschiedlicher Dichte realistisch widerspiegeln. Dass Schattierung verpönt war, lag an den damaligen Druck- und Vervielfältigungstechniken; die Verarbeitung von Halbtonvorlagen bereitete Schwierigkeiten. Für uns gibt es heute keinen Grund mehr, Schattierungen prinzipiell zu meiden.

Soll beispielsweise ein Protist oder ein kleiner Mehrzeller (oder ein Pollen z. B.) räumlich dargestellt werden, so gilt es vor allem, eine Illusion von Tiefe zu erzeugen. Gute Ideen kann man sich beim Altmeister der dreidimensionalen Darstellung von Protisten, Ernst Haeckel, holen (Haeckel, 1904).“

**Anmerkungen von Anja Hartmann, 2007:**

<b>Mikrofotografie</b>	<b>Zeichnung</b>
Es wird genau das wiedergegeben, was zum Zeitpunkt der Belichtung im Mikroskop zu sehen war (Größe, Lage usw.).	Objekte und Details können weggelassen oder hervorgehoben werden. Mehrere Bildebenen können in einer Zeichnung wiedergegeben werden.
Für eine gute und scharfe Abbildung braucht man ein sehr gutes und dünnes Präparat.	Auch von dickeren und schlechteren Präparaten können noch gute und aussagekräftige Abbildungen angefertigt werden.
Scharfgestellte Objekte können nachträglich auf dem Foto/Dia/Negativ ausgemessen werden, da das Größen- und Lagenverhältnis der abgebildeten Objekte zu den Originalobjekten übereinstimmen.	Nachträgliches Ausmessen ist hier nur möglich, wenn mit Hilfe von z.B. einem Zeichenspiegel das auf ein Papier projizierte Bild ganz sorgfältig nachgezeichnet wurde.

Mikrofotografie	Zeichnung
Der zeitliche Aufwand ist hier meistens um einiges geringer, wenn man die Zeit für die Film- und Fotoentwicklung außer Betracht lässt. Oder man arbeitet mit einer Digitalkamera und PC, dann steht das Bild gleich zur Verfügung.	Der zeitliche Aufwand richtet sich danach, wie sorgfältig und genau gezeichnet wird.
Der zeitliche Aufwand beim Fotografieren ist so gering, dass sich höchstwahrscheinlich viel zu wenig mit dem im Mikroskop eingestellten Objekt beschäftigt wird.	Bei einer Zeichnung muss sehr sorgfältig beobachtet und gezeichnet werden, dadurch lernt man das <b>im</b> Mikroskop eingestellte Objekt wesentlich besser kennen als beim Fotografieren.

Es muss jeder für sich selbst entscheiden, ob der Stift, die Kamera oder beides eingesetzt werden soll. Dieses ist natürlich davon abhängig, was mikroskopiert wird und was man damit oder daraus machen möchte (z.B. lernen oder nur Dokumentation). Ich persönlich kann nur empfehlen beides zu machen.

## Material und Methoden

Optisch: Raster-Netz, Zeichenprisma mit Spiegeltechnik, Zeichenokular, Projektionsmikroskop, etc.

Okularnetz oder Netzmikrometer:

Das Okularnetz wird auf die Lochblende (dort, wo das Zwischenbild entsteht) ins Okular gelegt. Es ist eine Glasplatte mit eingraviertem Netz. Wenn nun auf dem Zeichenblatt mit hauchdünnen Strichen ein Netz mit Quadraten angelegt wird, kann das Objekt Kästchen für Kästchen abgezeichnet werden. Die Strukturen des mikroskopischen Bildes werden nach dem visuellen Eindruck Feld für Feld auf das Hilfsnetz übertragen und dort zur fertigen Zeichnung zusammengefügt. Die Methode ist bei allen Mikroskopvergrößerungen durchführbar, die Bildwiedergabe ist ungenau.

Zeichnen nach dem virtuellen Bild:

Der älteste Zeichenapparat ist eine einfache, im Jahre 1869 eingeführte Camera lucida, bestehend aus einem um eine horizontale Achse drehbaren und in der Höhe verstellbaren Prismengehäuse. Dicht über dem Okular bzw. im Mikroskopstrahlengang ist ein Strahlenteiler angeordnet, durch den das mikroskopische Bild mit dem Bild der beleuchteten Zeichenfläche überlagert wird. Im Einblick sieht man Objekt und Zeichenfläche gleichzeitig, die Objektstrukturen werden scheinbar direkt am Objekt nachgezeichnet. Die Helligkeiten von mikroskopischem Bild und Zeichenfläche lassen sich durch Helligkeitsregler aufeinander abstimmen. Der Kontrast des zu beobachtenden Bildes wird durch die Helligkeitsüberlagerung gemindert, kritische Objektdetails müssen anschließend nach dem subjektiven Bildeindruck ergänzt werden. Das Zeichenprisma (Camera lucida) wird so über dem Okular angeordnet, dass seine Einblicksöffnung in der Nähe der Austrittspupille des Mikroskops liegt. Die vordere Kante des Prismas befindet sich dicht neben bzw. z.T. in der Austrittspupille, so dass man bei Beobachten durch die Einblicksöffnung (Auge dicht am Prisma) das mikroskopische Bild und die Zeichenfläche gleichzeitig sieht. Das Zeichenokular ist die einfachste Bauform der Zeicheneinrichtung. Es wird anstelle des normalen Okulars in den Mikroskoptubus eingesetzt. Durch die feste Verbindung von Okular, Strahlenteiler und Bildversetzungsoptik ist das Zeichenokular für eine vorgegebene Tubusneigung und einen festen Abstand zur Zeichenfläche ausgelegt. Der Abstand zur Zeichenfläche kann durch Vorsatzlinsen geändert werden.

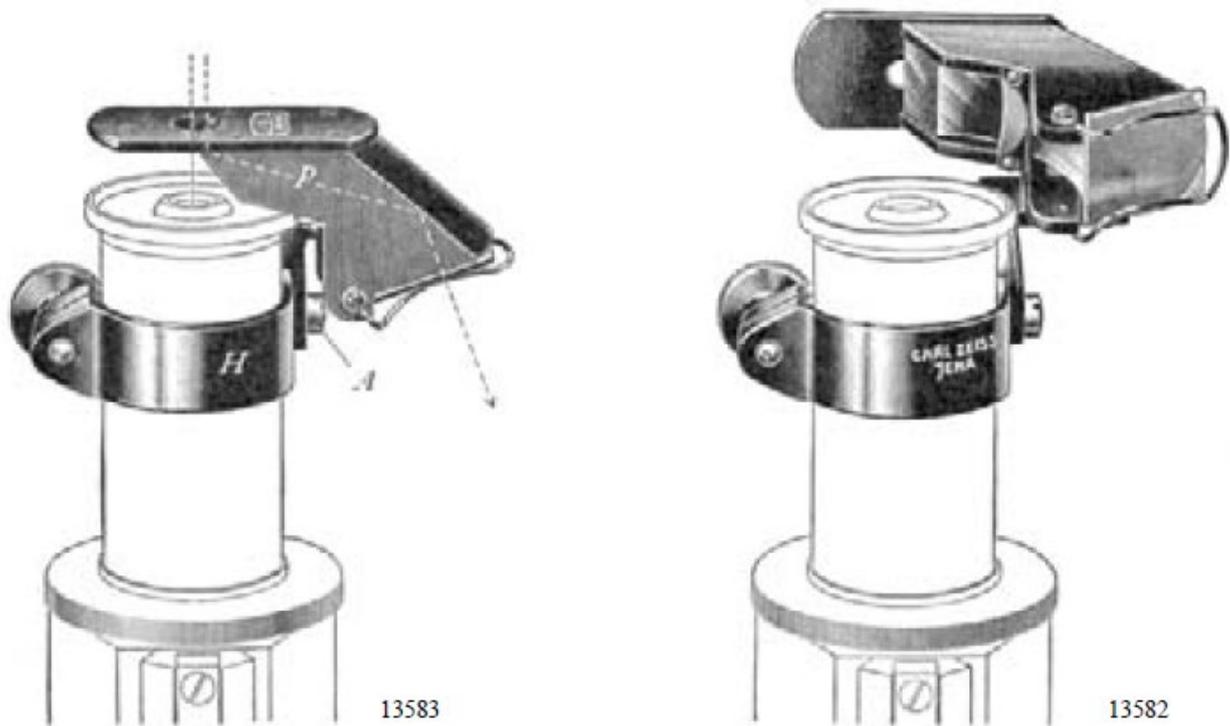


Abb. 1, ca.  $\frac{2}{3}$  nat. Größe.

**Zeichenprisma Nr. 12 60 00**

a) auf dem Mikroskop

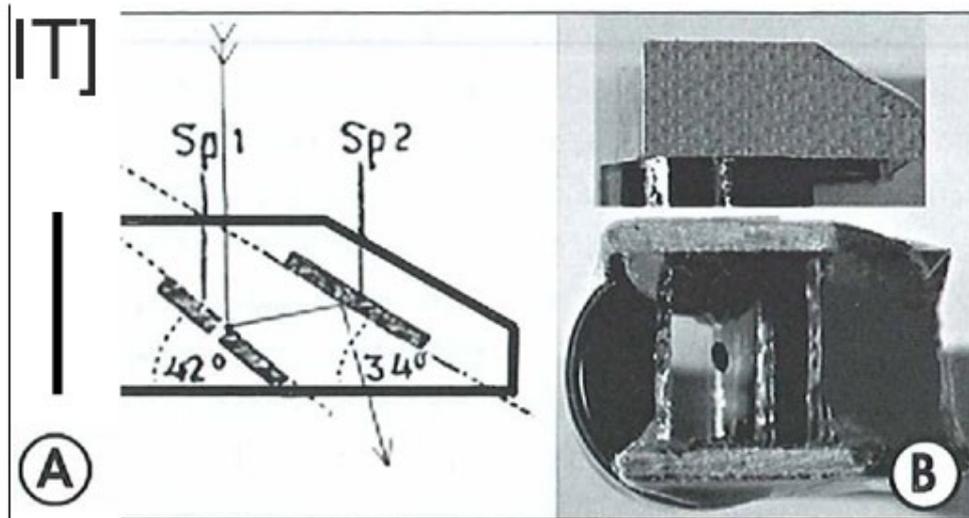
b) aufgeklappt

Der Zeichenapparat nach Abbe (siehe Titelbild) beruht auf dem gleichen Prinzip wie das Zeichenprisma; die beiden Umlenkungen zum Sichtbarmachen der Zeichenfläche (mittels Abbeschem Würfel und Spiegel) liegen jedoch räumlich weit auseinander. Der Abbesche Würfel besteht aus zwei rechtwinkligen, an ihren Hypotenusenflächen verkitteten Prismen. Die Hypotenusenfläche eines von ihnen ist bis auf einen in der Mitte verlaufenden schmalen Streifen verspiegelt. Der Beobachter sieht durch ihn hindurch das mikroskopische Bild und gleichzeitig über den Spiegel und die verspiegelte Fläche des Abbeschen Würfels die Zeichenfläche. Die Zeicheneinrichtung wird überwiegend zum Zeichnen nach dem virtuellen Bilde benutzt. Durch Drehen des Strahlenteilers kann das mikroskopische Bild auch auf die Zeichenfläche projiziert werden. Zeicheneinrichtungen können als Tubusaufsatz oder als Zwischentubus ausgeführt sein. Sie sind als Zusatz zu den verschiedenen Mikroskopen verwendbar und an unterschiedliche Einblickrichtungen anpassungsfähig. Bei der Bauform als Zwischentubus wird die Zeichenfläche in das Zwischenbild des Mikroskops eingespiegelt.

Zeichenapparat nach Ziegenbalg (siehe auch #):

**Beispiel: Zeichenapparat nach Ziegenbalg:** Im MIKRO-KOSMOS (Ziegenbalg, 1923) wurde ein einfach und kostengünstig herstellbares Hilfsmittel beschrieben, welches ich persönlich in früherer Zeit, als es noch keine Digitalkameras gab, sehr gerne benutzt habe. Der Okularaufsatz ist einfach herstellbar. Man benötigt dünnes Sperrholz oder Hartfasermaterial und einen kleinen Handtaschenspiegel sowie Glasschneider, Laubsäge und Epoxydharzkleber. Wer geschickt mit der Heißsiegel-Klebepistole umgeht, kann diese auch verwenden. Eine Steckhülle zur Montage ans Okular kann man sich leicht aus Tonpapier oder Weich-PVC-Bändern aus dem Baumarkt herstellen. Die Verbindung zwischen Steckhülle und Spiegelkästchen besorgt im einfachsten Fall ein Klebestreifen.

Die Spiegelchen werden in der Größe von circa 12 x 12 mm geschnitten und wie auf der Risszeichnung (Abb. A) angegeben montiert. Die Spiegelflächen sind einander zugekehrt, siehe Strahlengang. Die Ausmaße der Holzbrettchen sind circa 35 x 12 mm. Spiegel 1 wird im Winkel von  $42^\circ$ , Spiegel 2 im Winkel von  $34^\circ$  zur Horizontalen montiert. Bei Spiegel 1 ist genau in der Mitte eine Fläche mit einem Durchmesser von 1,5-2 mm freizukratzen. Um die Mitte sicher zu treffen, markieren wir die Diagonalen auf der Rückseite des Spiegels mit einem Bleistift.



A Risszeichnung des Zeichenapparats nach Ziegenbalg, verändert. B Prototyp

Zeicheneinrichtung:

Die Zeicheneinrichtung ist ein Zwischentubus mit seitlich herausragendem Geradetubus, dessen Ende über das Zeichenblatt ragt. Es kommt zwischen den Tubus und dem Tubusträger. Das Bild vom Zeichenblatt wird mit Hilfe von Prismen in das mikroskopische Bild hinein gespiegelt.



Zeicheneinrichtung mit aufgesetztem S-Tubus

Zeichenokular:

Mit einem Zeichenokular wird, wie bei der Zeicheneinrichtung und den Zeichenapparaten, mit Hilfe von Prismen das Zeichenblatt in das mikroskopische Bild hinein gespiegelt. Es kann wegen seiner Länge nur an einem monokularen Tubus eingesetzt werden. Außerdem benötigt man meistens einen  $45^\circ$  Tubus und einen festen Abstand vom Okular zum Zeichenblatt. Zusätzlich muss meistens noch die Helligkeit reguliert werden. Beim mikroskopischen Bild wird das mit dem Regeltransformator für die Mikroskoplampe gemacht oder mit Neutral-/Graufiltern und bei der Zeichenfläche eventuell mit einer hellen Schreibtischlampe.



Einstellung des Zeichenokulars: Die beiden Klappfilter an der Seite dienen dazu, die Helligkeit des eingespiegelten Abbildes der Zeichenfläche so abzdunkeln, dass dem Auge die Überlagerung beider Bilder gelingt. Dazu muss man auch ein wenig mit dem Augenabstand experimentieren und ggf. zur Feinjustage mit der Entfernung der Lampe zur Zeichenfläche spielen. Das Ganze klappt mit etwas Gewöhnung und Übung ganz gut. Es gibt auch 90°-Okulare, die zum Arbeiten mit dem aufrechtstehenden Mikroskop gedacht sind und eine Zeichenunterlage rechts vom Mikroskop einspiegeln. Wie man hier erkennen kann, wird beim 45°-Okular eine Zeichenunterlage vor dem um 45° geneigten Stativ eingespiegelt. Das geht natürlich nur bei neigbaren Hufeisenstativen und nicht zu hohen Mikroskopen mit 45° Einblick.

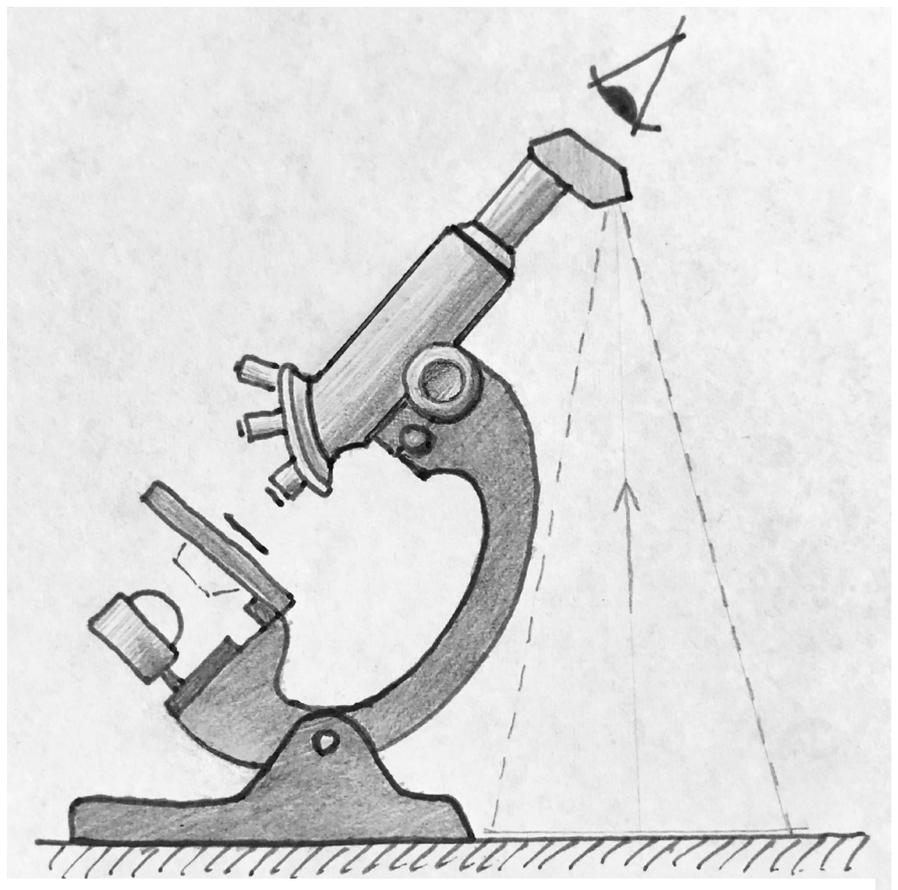
Praktische

Übung

**1**

Der alten Zeiten wegen:

Wir zeichnen nach einem Fertigpräparat von Insekten o. ä. eine Skizze im NWV-Musterblatt (Anlage) auf glattem Papier mit Hilfe des Zeichenokulares.



Projektionszeichenspiegel:

Ein Projektionszeichenspiegel ist ein Umlenkspiegel, der auf das Okular montiert wird. Im abgedunkelten Raum wird das mikroskopische Bild auf ein vor dem Mikroskop liegendes Zeichenblatt projiziert.

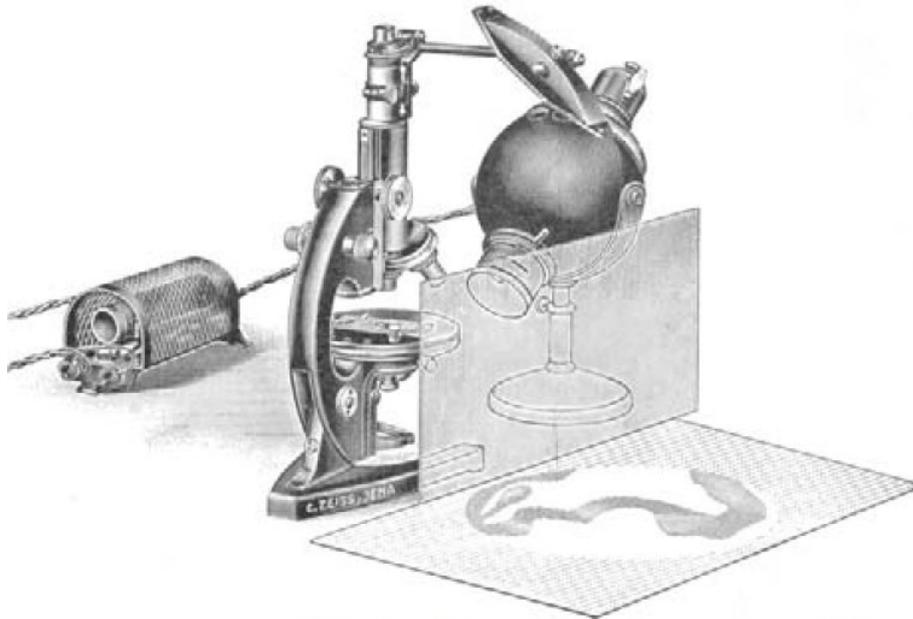


Abb. 14, ca. 1/6 nat. Größe 11 097  
Zeichenapparat nach ABBE mit rechtwinkligem Prisma auf Schieber  
als Projektionszeichenspiegel



## Mikrovorsätze für die Kleinbildprojektoren

PRADO 250/500PRADO 66PRADOVIT

Großer Mikrovorsatz am PRADO 500

Auf das Vorsatzstück mit Spiegelgehäuse und Stangenteil kann auch der große Mikrovorsatz aufgeschoben werden. Hierbei muß die sphärische Kondensorlinse des Vertikalvorsatzes, die über dem Spiegelgehäuse sitzt, herausgenommen werden, da der große Mikrovorsatz eine eigene Kondensorlinse besitzt.

Vorsatzstück einzeln

32 852



### Großer vertikaler Mikrovorsatz

Dieser Mikrovorsatz ist zur Projektion von fließenden oder zerlaufenden Objekten bei Abbildungsmaßstäben bis 2400 : 1 auf dem Schirm vorgesehen.

Projektionsabstand, Schirmbildgröße und Abbildungsmaßstab siehe Seite 2.

Auf das Vorsatzstück mit Spiegelgehäuse und Stangenteil können Objektisch und Objektivträger des Vertikalansatzes aufgeschoben werden. Die dazugehörige sphärische Kondensorlinse ist in die Fassung auf dem Spiegelgehäuse einzusetzen.

Vorsatzstück einzeln

32 852

#### Mikrovorsatz bestehend aus:

Vorsatzstück mit Spiegelgehäuse, Stangenteil und Umlenkspiegel • Mikroskopträger mit Feststellvorrichtung • verstellbare Kondensorlinse • Objektisch mit Präparatklemmen • Mikroskoptubus • Rändelschraube zur Scharfeinstellung • Objektivrevolver für 3 Objektive, mit den Objektiven 3.5/0.10, 10/0.25 und 25/0.50 • Projektionsokular Huygens 4x

32 807

#### Zusätzlich lieferbar:

Projektionsokular 2x  
Projektionsokular Huygens 4x,  
Einzelpreis (in 32 807 enthalten)

37 300

37 301

Nächster Workshop: Wie baue ich meinen alten Diaprojektor zu einem Projektionsmikroskop um? 😊

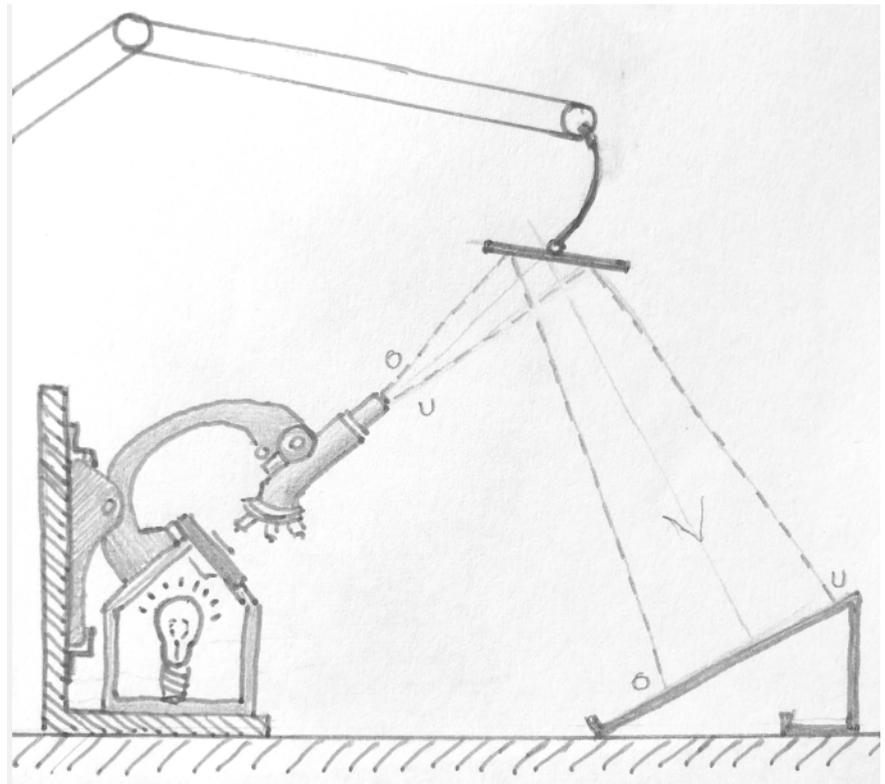
Praktische

Übung

**2**

Mit analoger Technik:

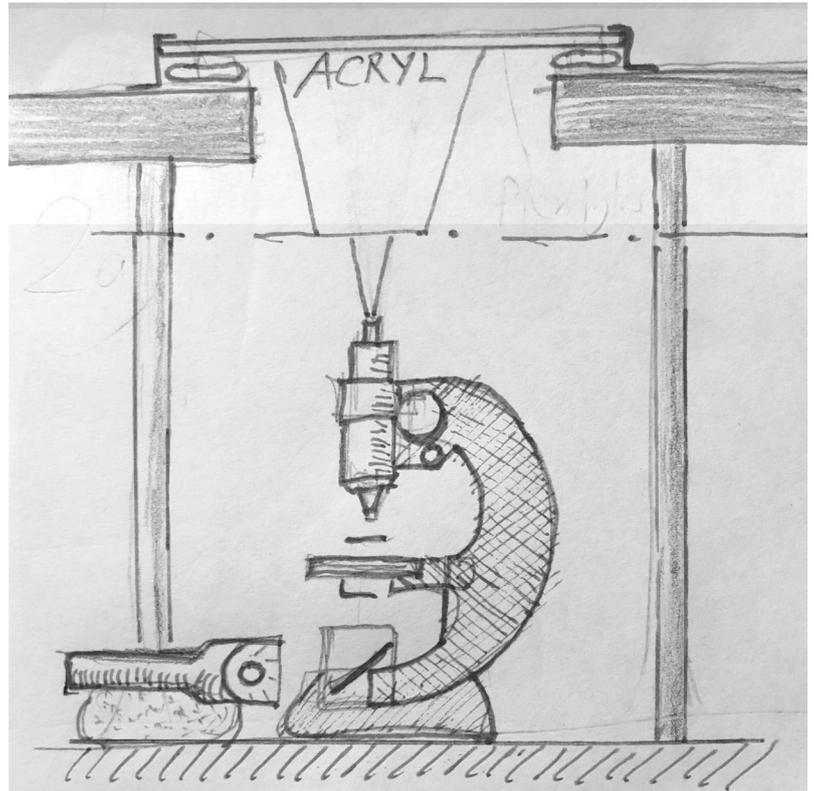
Wir benutzen ein Projektionsokular an einem Lichtmikroskop mit starker Beleuchtung. Über einen Ablenkspiegel wird das Bild auf eine schräge Fläche projiziert um eine Trapezbildung zu vermeiden. Das Abbild wird auf dem Kopf stehen.



**Variante:** Projektionsmikroskop als Untertischgerät unter einem selbst gebauten „Leuchttisch“.

**Bettighofer #** schreibt dazu:  
Ganz ohne Zusatzapparate kann man auch die kostengünstige Uralt-Methode anwenden, wenn man einen Senkrechttubus besitzt:

1. Glasscheibe auf den Tisch, Scheibe überstehen lassen;
2. Gegengewicht wie zum Beispiel Beleuchtungstransformator oder Wasserflasche auf die Glasscheibe stellen;
3. Mikroskop auf den Fußboden;
4. Bild mittels Transparentpapier abnehmen.



**Digital:** USB-Mikroskop, Digitalkamera mit PC, Mikroskop, Beamer etc.

Jetzt kommen die digitalen Quellen zum Zug, die mit dem PC verbunden sind und die direkt oder über den Beamer das gewünschte Bild zur Projektion bringen. Das kann das Handy, eine USB-Okular-Kamera, ein USB-Mikroskop, eine Digitalkamera mit Mikroskopaufsatz oder indirekt eine SD-Karte mit den extern gemachten Fotos sein.



1 / 7

**Digitales Handmikroskop mit 4-Zoll-IPS-Bildschirm, abnehmbarer Basis und 1000-facher Vergrößerung**

★★★★★ 5 36 Bewertungen      GW45.0099

**Angebote**      Lagernd

00 Tage : 09 : 13

**79.99€** ~~149.99€~~      46% RABATT      inkl. MwSt

Besuche den Bresser-Store 3,9 ★★★★★ (944)

Bresser USB Mikroskop MikrOkular Teleskop Kamera Full HD Auflösung, mit integriertem UV/IR Sperrfilter und verschiedenen Adaptern für Mikroskope und Teleskope, Schwarz

50+ gekauft Mal im letzten Monat



Lieferung

Abholung

-23 % 50<sup>29</sup> €



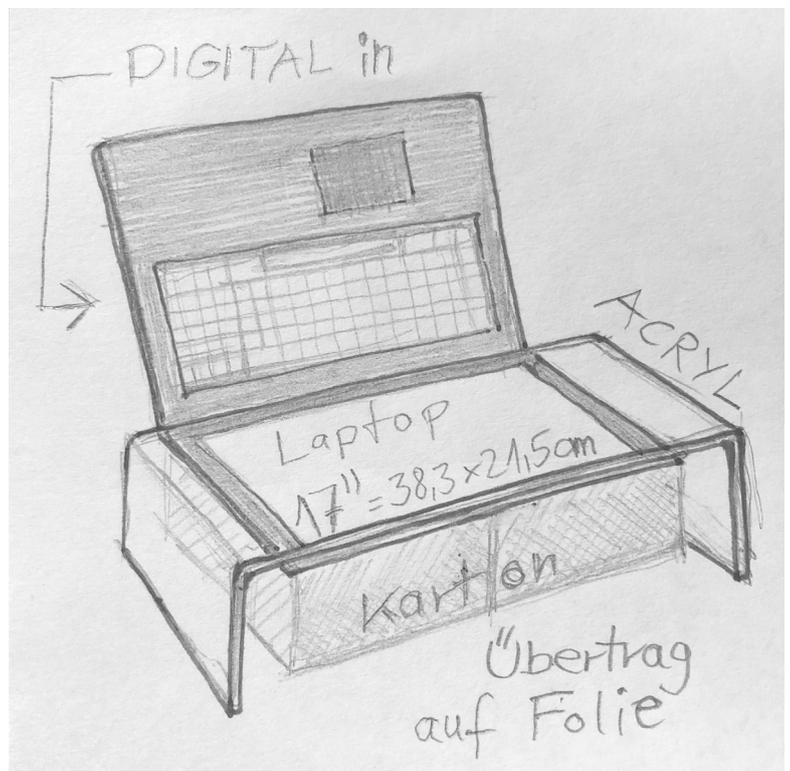
Praktische

Übung

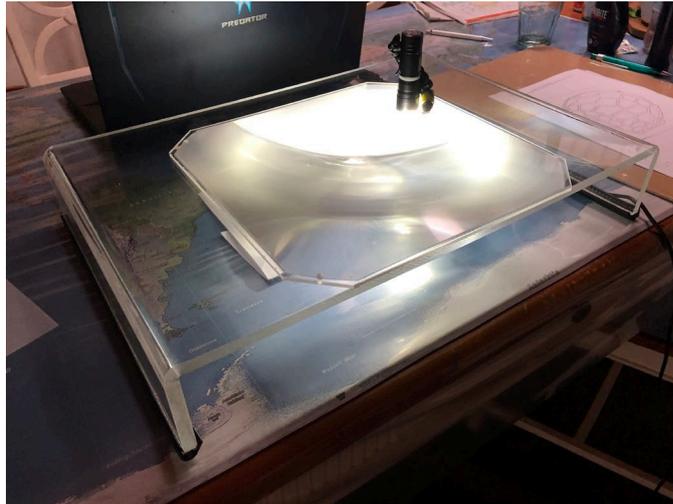
**3**

Digital direkt:

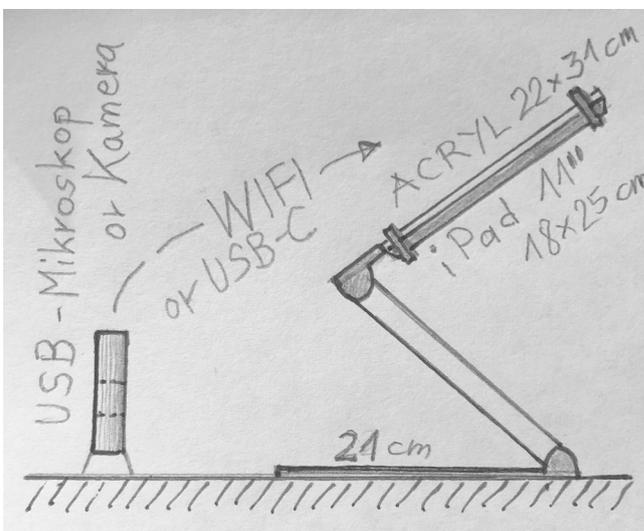
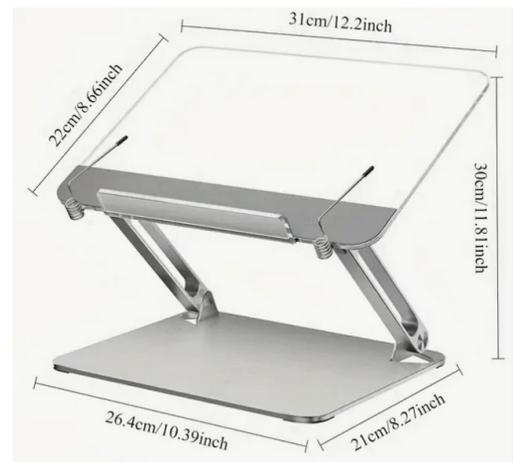
Wir verbinden das USB-Mikroskop (oder glw.) über WiFi oder USB-Kabel mit dem Laptop und nutzen den Monitor als Zeichenunterlage direkt. Dazu nehmen wir einen Acryl-Monitorständer als Zeichentisch, wobei der Monitor – Flachbildschirm unterlegt wird. Zeichnung Kopfseitig auf Folie mit Folienstiften. Vor dem ausmalen wird die Folie auf Papier kopiert.



Variante 1: Wir vergrößern das Bild vom Handy oder USB-Bildschirm über eine aufgelegte Fresnelscheibe (Overheadprojektor) und skizzieren direkt auf Transparentpapier



Variante 2: Wir nutzen ein WIFI-USB-Mikroskop und senden das Bild an einen 11-Zoll iPad (oder glw.). Dieser wird rückseitig an eine Acrylaufklage montiert, die an einem verstellbaren Zeichenständer befestigt ist.



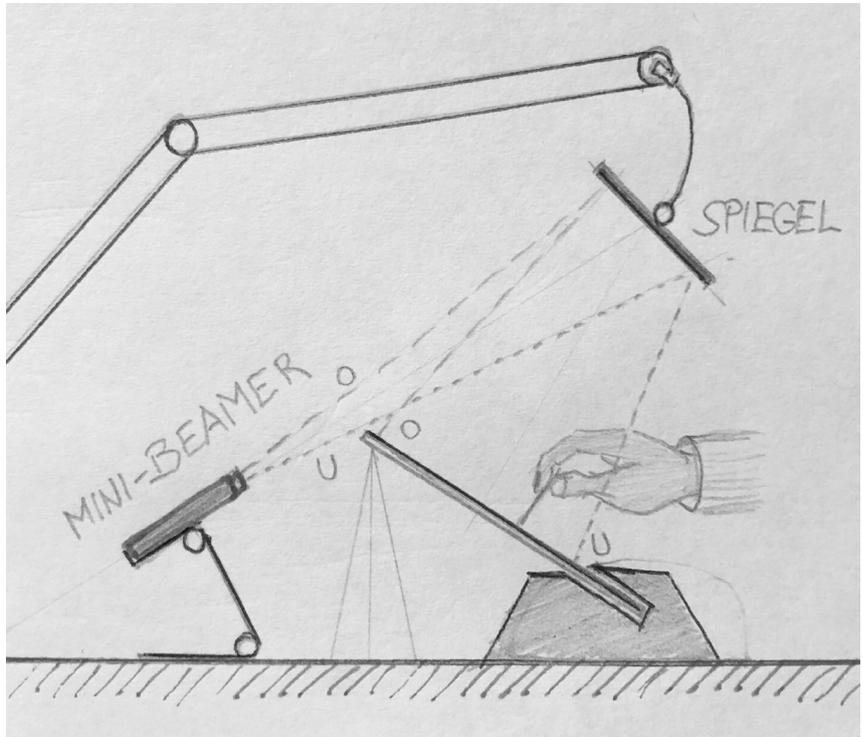
Praktische

Übung

**4**

Wie Übung 2 – nur Digital: Wir verbinden das Mikroskop über die Digital-Kamera und den PC (Laptop) – oder nur über das Handy - mit einem (MINI-) Beamer und projizieren das Bild direkt oder über einen Spiegel auf die (schräge) Zeichenunterlage.

Zeichnung auf Papier mit Bleistift und/ oder Thermotinte, sowie Aquarell-Stiften in Wischtechnik.



## Praxis

### **Zeichentechniken und Zeichengeräte** (Auszug aus dem Mikrokosmos Nr. 69 von 1980 (Seiten 36-39))

Verfasser: Prof. Dr. Peter Rietschel, Erich-Kästner-Straße 6, 6000 Frankfurt am Main 60

Diese leicht zu erlernende Zeichentechnik hat leider ihre Schattenseiten: Schraffiert man die Schatten, so entstehen im Bild Linien, die das Objekt nicht aufweist. Legt man die Schatten aber in Punkttechnik an, so sind im Schatten liegende punktförmige Gebilde (z. B. Poren) von diesen Schattenpunkten nicht zu unterscheiden. Zudem ist das Schattieren größerer Flächen in Punktmanier („Tippeltechnik“) eine höchst zeitraubende und nicht gerade anregende Tätigkeit. Reizvoller ist es, eine Zeichnung in chinesischer Tusche auszuführen. Die Zeichenmaterialien hierfür sind Pinsel, chinesische Tusche und Zeichenpapier von hinreichender Stärke. Es ist ein weitverbreiteter Irrtum, feine Linien seien nur mit einem sehr feinen Pinsel zu ziehen. Vorbedingung ist lediglich, dass die Pinselhaare eine gleichmäßige, feine Spitze zu bilden vermögen. Das lässt sich keinesfalls mit der Schere erreichen; sie würde den Pinsel unwiederbringlich unbrauchbar machen. Man füllt ihn mit der angereichenen Tusche-Aufschwemmung, indem man nur die Spitze in sie eintaucht. Die Kapillar-Räume zwischen den Pinselhaaren füllen dabei den ganzen Haaranteil des Pinsels. Eine leichte, schnickende Bewegung lässt jeden Flüssigkeitsüberschuss entweichen und eine feine Spitze entstehen, mit der sich allerfeinste Linien ziehen lassen. Dies geht umso länger, je größer das Fassungsvermögen des Pinsels ist. Feine Pinsel (z. B. Nr. 0 bis Nr. 3) ergeben daher keine feineren Linien, sondern sie erschöpfen sich nur schneller und müssen öfter nachgefüllt werden. So kommen wir mit zwei oder drei Pinseln (Nr. 4 bis Nr. 10) gut aus. Allerdings sollten diese Pinsel bestes Material sein. Das sind die „Marderhaarpinsel“ aus den Schwanzhaaren des Sibirischen Nerzes oder Sibirischen Feuerwiesels, die unter dem Namen „Kolinsky“ gehandelt werden. Solch wertvolle Geräte bedürfen pfleglicher Behandlung: Man darf sie im Wasserglas nicht auf ihre empfindliche Spitze stellen und schützt diese im Etui durch ein aufgeschobenes Röhrchen. Nie lasse man Tusche oder Farbe im Pinsel eintrocknen. Wird ein Pinsel längere Zeit nicht benutzt, so lasse man ihn sich mit einer stark verdünnten Lösung von Glutofix oder einem anderen neutralen Klebstoff vollsaugen, spitze ihn durch ein kurzes Schnicken und achte darauf, dass sich im Schutzhöhrchen alle Haare zur Spitze vereinigen. Die erhärtete Spitze wird dann vor Gebrauch in Wasser wieder weich. Lohn für die angewandte Sorgfalt ist ein Gerät, das feinfühligste Arbeit ermöglicht. Als Farbe dient chinesische Tusche, die wir mit destilliertem Wasser anreiben, während Ausziehtusche zu meiden ist, da sie die Pinselhaare spröde werden lässt. Chinesische Tusche wird nach dem Auftrocknen wasserunlöslich und kann dann weiter überm alt werden. Das ist ihr Vorteil gegenüber schwarzer Aquarellfarbe (z. B. Elfenbeinschwarz), die das Pinselhaar zwar auch nicht schädigt, aber auf dem Papier auswaschbar bleibt. So kann man mit chinesischer Tusche eine und dieselbe Fläche mehrfach übermalen, bis der gewünschte Grauton erreicht ist. Leider ist dieses wertvolle Material nicht überall erhältlich. Für die Pinseltechnik muss das Papier kräftiger sein als für die Bleistifttechnik, da sich dünnes Papier unter dem nassen Pinsel wölbt und dadurch einen gleichmäßigen Farbauftrag verhindert.

### **Was ist beim Zeichnen mit Bleistift zu beachten? – siehe Daniel Herndler - Salzburg, [www.Zeichnen.at](http://www.Zeichnen.at)**

#### **Das Papier**

Druckpapier hat jeder zu Hause, kann für die ersten Versuche verwendet werden, aber ein Zeichenblock der Größe DinA3 ist besser. Da liegt das Blatt fest, was von Vorteil ist, wenn man lernt, beim Zeichnen den ganzen Arm zu nehmen und nicht nur die Hand. Ein Papier für einen Zeichenneuling sollte weder zu fest noch zu weich sein, eine Papierstärke von 120-150 Gramm wäre ideal. *Eine harte Unterlage ist zu empfehlen, ggf. mit 2 bis 5 Blatt Papier unterlegt – je nach Bleistifthärte. Will man flexibel sein und zum Beispiel Freihand zeichnen, bietet sich ein Klemmbrett an.*

#### **Welcher Bleistift ist am besten?**

Man kann auch mit anderen Stiften Zeichnen, aber gerade Anfänger sollte einen Bleistift wählen. Eigentlich sollten Sie mehrere Bleistifte wählen. Warum mehrere Bleistifte? Weil es Bleistifte in unterschiedlichen Härtegraden gibt. Dabei steht H9 für einen sehr harten Bleistift, HB für die Mitte und B9 für einen sehr weichen Bleistift.

Jede Härte hat bestimmte Vorteile beim Zeichnen. Anfänger sollten einen Stift in H3 haben, der hat eine harte Mine, zeichnet in silbrig-grau, hat kaum Abrieb und drückt sich leicht ins Papier. Einen Bleistift in HB, das ist der normale Standard, zeichnet in dunkel-grau und perfekt zum Schreiben geeignet, sowie einen Bleistift in B5, der schwarz schreibt, viel Abrieb hat und sich leicht verwischt.

#### **Tutorial: Wie lernt man als Anfänger das Zeichnen mit Bleistift?**

Zuerst muss dem Anfänger bewusst sein, dass es beim Zeichnen auf die Linien und den Hell-Dunkel-Effekt geht, nicht wie beim Malen um Farben und Intensität.

## Zubehör

Für den Anfang nicht, später ist es sinnvoll einen Anspitzer, ein Radiergummi, *einen Radierstift, Radierknete, einen Wischer (Estomben), feines Schmiergelpapier, Lochschablonen, (Kurven-) Lineale*, und einen Zirkel zu haben. Wer seine Leidenschaft gefunden hat, kann über die Anschaffung eines Zeichentischs nachdenken, dann ist zeichnen mit graden und entlastetem Rücken möglich. *Für technische Zeichnungen ist ein Zeichenapparat Gold wert.*

## Tipps: das Zeichnen schneller lernen

Arbeite mit einem Unterlegblatt (*unter dem Handballen*), damit nichts durch die Hand verschmiert wird. Wichtig ist das Material zu kennen, also viel probieren und dabei das Material kennen lernen.

Auch für Profis wichtig, das Warmzeichnen (*Tip: „immer erst einen Zwerg umbringen“*). Warmzeichnen bedeutet, mit einem Blatt anfangen, auf dem nur abstrakt gezeichnet wird. Es ist nicht das Ziel ein bestimmtes Objekt zu zeichnen, sondern den Körper und den Geist auf das Zeichnen einzustellen. Anfänger dürfen diese Übung gerne 10 bis 15 Minuten machen. Dabei kann man die Unterschiede der Stifte und des Drucks beobachten.

## Womit sollte man beginnen?

Begonnen wird mit Linien, Schwüngen und Bögen und das mit allen Bleistiftstärken. Dabei sollte unterschiedlich fest aufgedrückt werden. Jetzt sollten die Unterschiede zwischen den einzelnen Stärken auffallen. Wie unterschiedlich die Striche werden und wie unterschiedlich sie mit dem (jeweils unterschiedlichen) Papier interagieren. Im nächsten Schritt soll eine tiefschwarze Fläche entstehen (bzw. *eine Tonstufen-Tafel mit 5 bis 10 Tonwertstufen*). Dabei wird herauskommen, dass der harte Bleistift hier große Schwierigkeiten hat. Bei dem weichen Bleistift wird es passieren, dass der Handballen alles verwischt. *Bemerkung des Autors: Für künstlerisches Zeichnen reichen die Tonwerte eines normalen Bleistift-Sets nicht aus! Graphit-Stifte gehen in der Tonwertkala von 1 bis 10 maximal bis 7 (bei den 8B-Stiften); ausgenommen vielleicht der  $\geq 12$  B Mars Lumograph (Black) Stift von Staedler. Im tiefsten Schwarz muss man ggf. einen Tuschestift, Kohle oder einen Woody einsetzen – mein Geheimtipp (Wasservermalbar!).*

***Siehe auch Stefanie Nölle: Bleistifte im Vergleich: Faber-Castell 900, Graphite Aquarell, Staedler Mars Lumograph, Lumograph Black, Koh-I-Noor Hardtmuth, Lyra Rembrandt, DERWENT Graphic, Winsor & Newton, Royal & Langnickel, Mitsubishi uni star - <https://online-zeichnenkurs.de>***

## Übung: Kreise und Formen zeichnen

Eine gute Übung sind Kreise, aber Vorsicht, um einen guten Kreis Freihand zeichnen zu können braucht es jahrelange Übung. Geübt werden sollten auch andere Formen, wie Ovale, Dreiecke, Quadrate oder Spiralen. *Und – Bem. d. Autors: feine Parallelen im Kurvengang (Beispiel: eine Geige – oder eben Zellen mit Zellmembranen und Zellwänden).*

## Motive finden

Wichtig hierbei ist immer noch der Spaß beim Zeichnen und sich nicht selber fertig zu machen. Dabei lernt sich nicht nur das Zeichnen, sondern auch das Gucken. Nur, wer seine Umgebung oder einzelne Gegenstände richtig wahrnimmt, kann sie optimal auf das Papier zeichnen. Später entdeckt man dann weitere Feinheiten, wie Licht und Schatten. Der Kopf weiß, dass Licht und Schatten da sind und das Hirn filtert das Sehen bereits danach. Zum Zeichnen muss man sich dessen erst bewusst werden.

## Den eigenen Stil für Bleistiftzeichnungen finden

Auch den eigenen Stil zu finden ist interessant und wichtig. Ist man eher der abstrakte Typ oder zeichnet man leidenschaftlich gerne Details und möchte ganz genaue Zeichnungen erstellen. Beide Stile haben ihre Vorteile und ihre Fans. *Anmerkung: Das gleiche Motiv statt auf glattem Papier einmal auf Aquarellpapier gezeichnet wirkt eher wie gemalt – aber das ist jetzt eine ganz andere Baustelle..*

***Bemerkungen: Manche Künstler spitzen ihren Bleistift mit dem Messer an. Noch feiner, sauberer geht es mit einem TK-Fallminen-Stift (meist für H, HB, 2B bis 6B), wofür man aber entsprechend der Strichstärke unter Umständen verschiedene Mienenhalter braucht. Für feine, gleichmäßige Linien bietet sich auch ein Fineliner- Druckbleistift (TK-Fine) mit 0,35 mm oder 0,5 mm Mienen an. 0,7 mm und 1,0 mm Mienen sind gut für das schnelle skizzieren. Beachte: unter 45 Grad gehalten ergibt die 0.35 er Miene einen 0,5 mm Strich; die 0.50 er Miene einen 0,7 mm Strich! Wenn man den Stift (der z. B. unter 45 Grad abgerieben ist) um 90 Grad in der Längsachse dreht, bekommt man einen außerordentlich feinen Strich, insbesondere bei etwas härteren Mienen (H2 z. B.). Beim Zeichnen von Kurven sollte man solche Linien bevorzugen, die konkav vom Handballen aus gesehen „ausbeulen“. Konvexe Linienführungen sollte man eher meiden und möglichst dafür das Papier um 90 Grad drehen. Für dunkle Flächen eignet sich die Kreuzschraffur. Für leicht graue Flächen sollte man über die Grundschräffur in einem spitzen Winkel schraffieren. Das Anlegen von grauen Flächen sollte in mehreren „Layern“ erfolgen, damit man die Tonwerte besser abstimmen kann.***

### Das Zeichnen

Die Zeichnungen werden grundsätzlich mit Bleistift angefertigt (*Ausnahme: siehe Anmerkungen*). Man gewöhne sich von Anfang an daran, nicht zu stricheln, sondern die Linien glatt durchzuziehen, und zwar zunächst nur dünn. Nach Fertigstellung des Entwurfs wird stärker nachgezogen, jedoch nicht so stark, dass die Linien durchgedrückt auf der Rückseite erkennbar sind. Da häufiges Radieren beim Anfänger fast unvermeidlich ist, empfiehlt es sich, gut radierfähiges, glattes Zeichenpapier zu verwenden, jedoch keinen Karton. Die Rückseiten der Zeichenblätter bleiben unbenutzt.

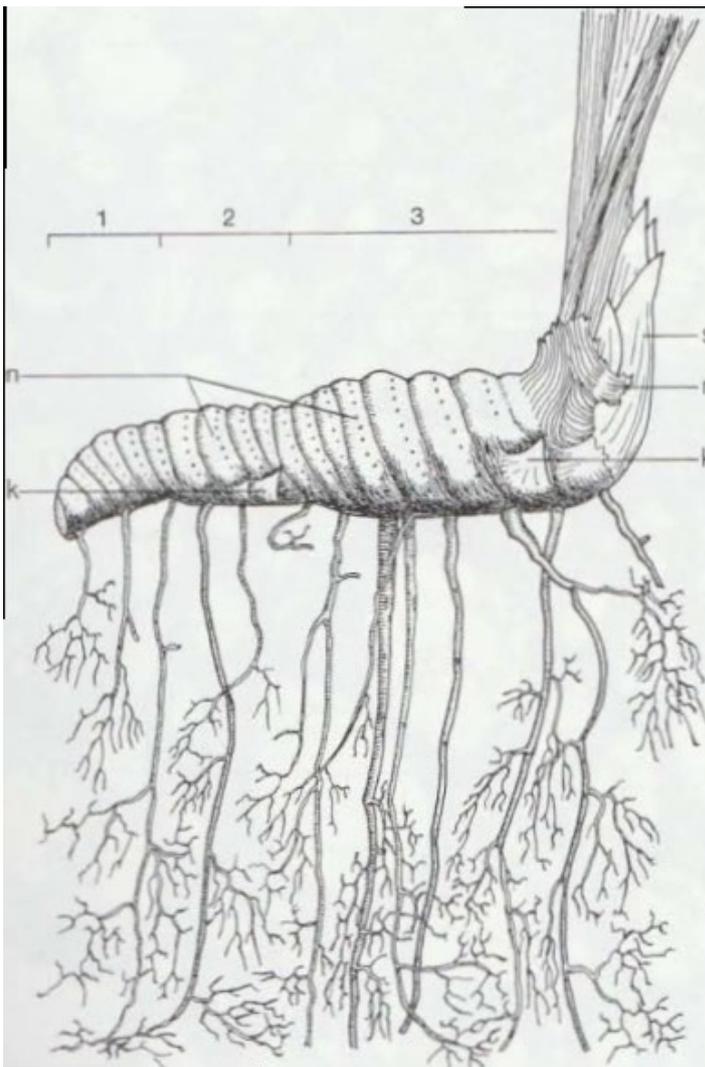
Alle Zeichnungen sind möglichst groß anzulegen, damit später noch genügend Details eingezeichnet werden können. Sie sollen etwa 2/3 bis 3/4 des zur Verfügung stehenden Raumes einnehmen, so dass oben oder unten noch Platz für die Beschriftung bleibt. Diese muss folgende Angaben enthalten: Name und systematische Stellung des Objekts, Bezeichnung: des Objektes, Organs, Gewebes oder untersuchten Details, Schnittrichtung (sofern nicht Totalpräparat), benutzte mikroskopische Vergrößerung sowie gegebenenfalls Angaben über besondere Behandlung mit Reagenzien, Farbstoffen usw.

Die zeichnerische Darstellung kann, je nach Objekt und Zielsetzung, auf verschiedene Weise erfolgen. Soll z.B. der morphologische Bau eines Organs in einer makroskopischen Gesamtansicht festgehalten werden, so empfiehlt sich die räumliche Darstellung, bei der man auf Schattierungen, Grautöne u. ä. natürlich nicht verzichten kann. Fig. 1.7 zeigt dies am Beispiel eines Rhizoms von *Iris germanica*.

Fig. 1.7 Gesamtansicht eines unverzweigten Rhizoms von *Iris germanica* im spätherbstlichen Stadium.

k = ruhende Knospen, n = Blattnarben, r = verdorrter Rest eines Blattes, s = Sprossknospe;

1, 2, 3 = Zuwachs des 1., 2. und 3. Jahres (ca. 1/2 nat. Gr.)



Für großflächige Übersichtszeichnungen von Schnittbildern, z.B. Stengelquerschnitte, genügen in der Regel schematische Skizzen (Fig. 1.8), in denen lediglich die Konturen gezeichnet und gegebenenfalls einzelne Gewebeelemente durch Schraffuren, Punktierung o. ä. hervorgehoben werden.

Fig. 1.8 Querschnitt durch einen Ausläufer von *Ranunculus repens*, schematisch. e = Epidermis, h = zentraler Hohlraum, 1 = Leitbündel, p = Parenchymgewebe.

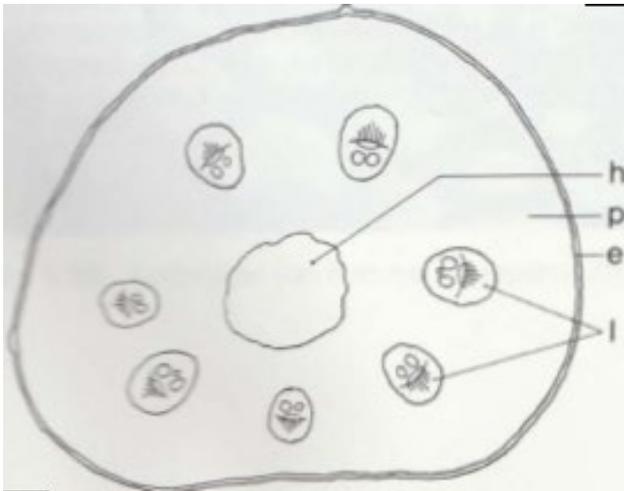


Foto: Leitbündel von *Ranunculus repens* (250 x, 6fach nachvergrößert).

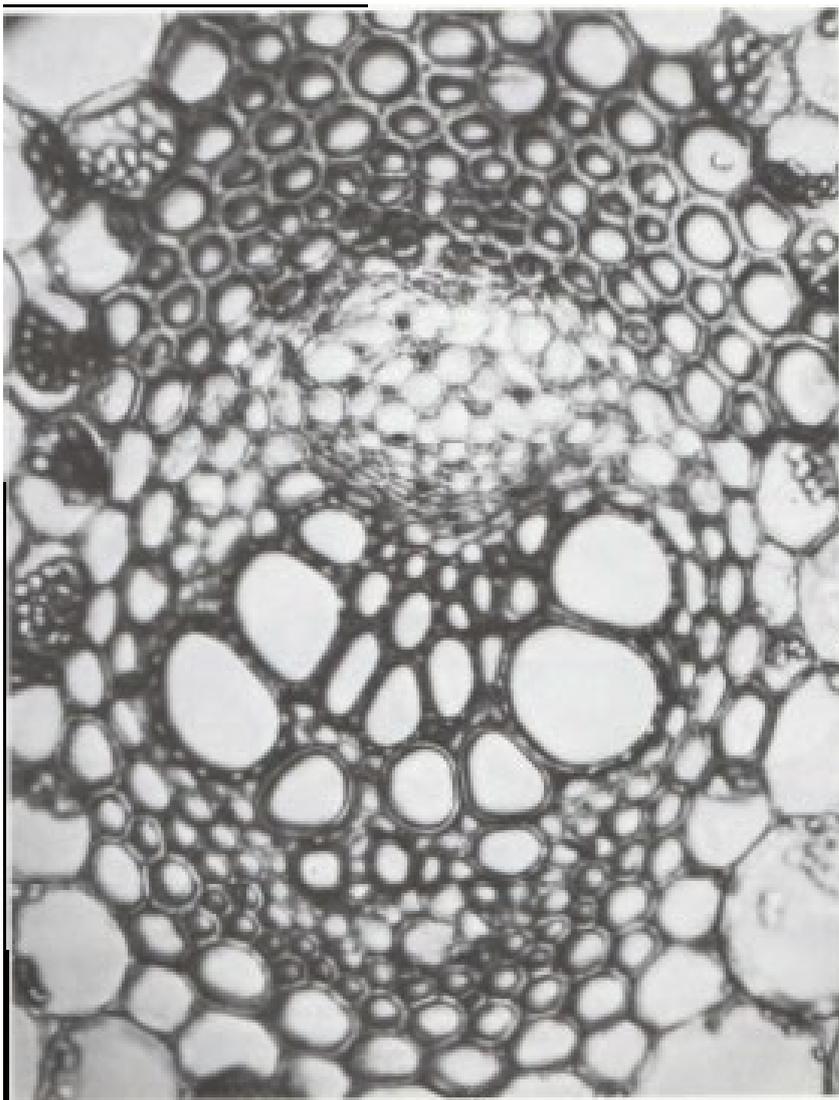


Fig. 1.9 Zeichnung eines Querschnitts durch ein Leitbündel von *Ranunculus repens*

g = Geleitzelle, k = ehemaliges Kambium, ls = Leitbündelscheide, pp = Phloemprimanen, s = Siebröhren,  
sg = Schraubengefäße, tg = Tüpfelgefäße, xp = Xylemprimanen

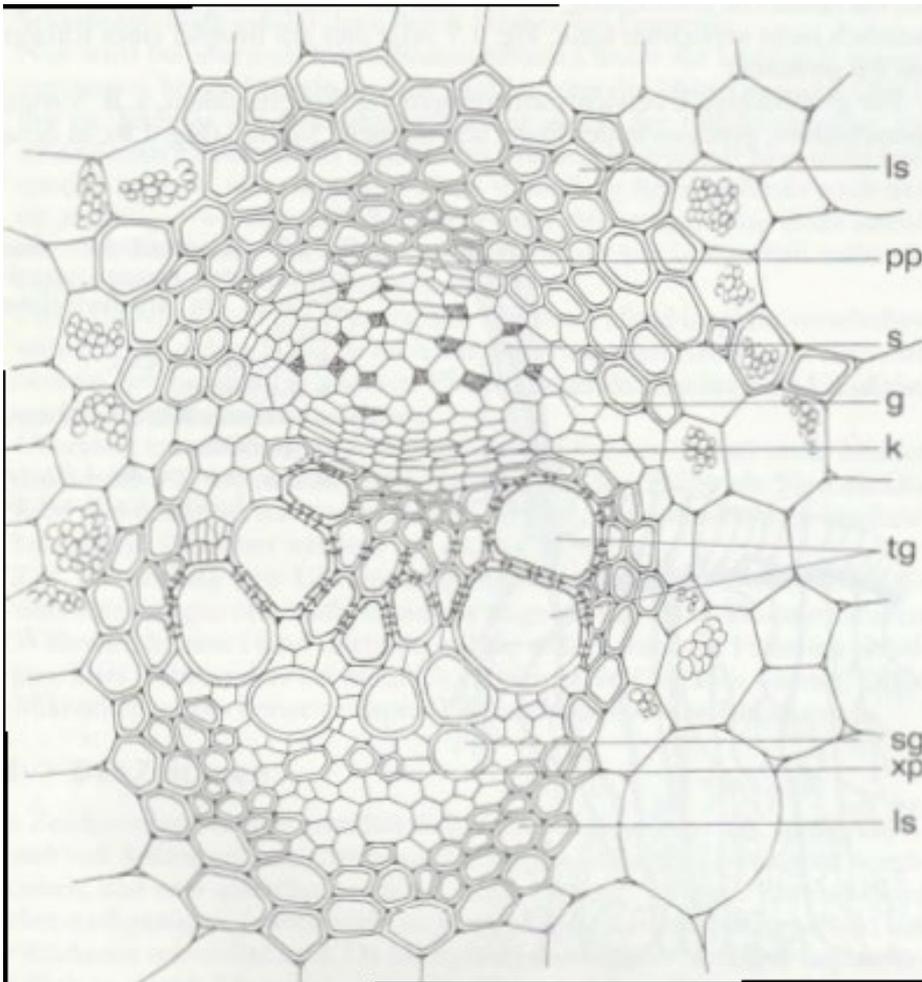


Fig. 1.11: Schnitt durch das Schwammparenchym und die untere Epidermis mit Spaltöffnung von *Helleborus niger* (500 x, 7fach nachvergrößert).

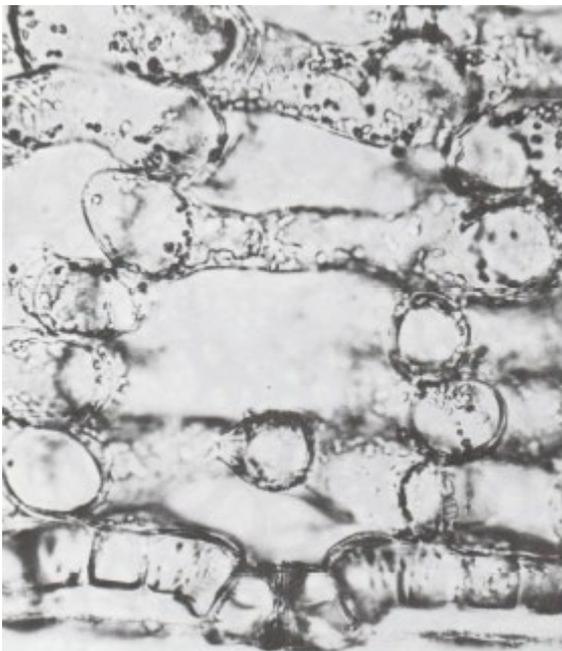


Fig. 1.12: Räumliche Darstellung der Fig. 1.11 nach Scharfeinstellung auf verschiedene Ebenen (sozusagen zeichnerisches Stacking- Anm. d. Verfassers):

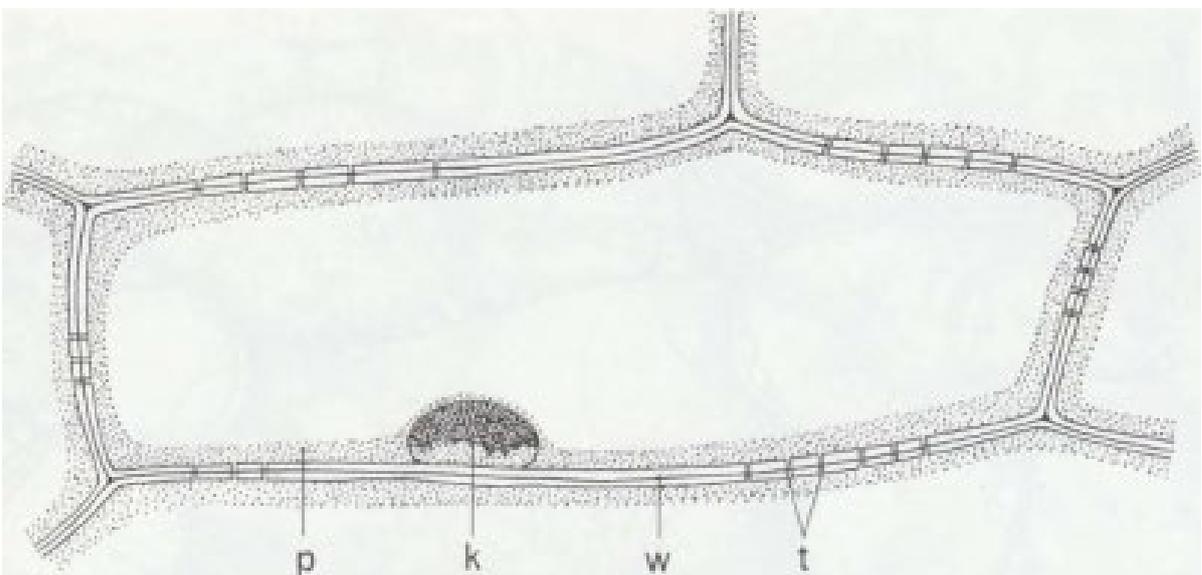
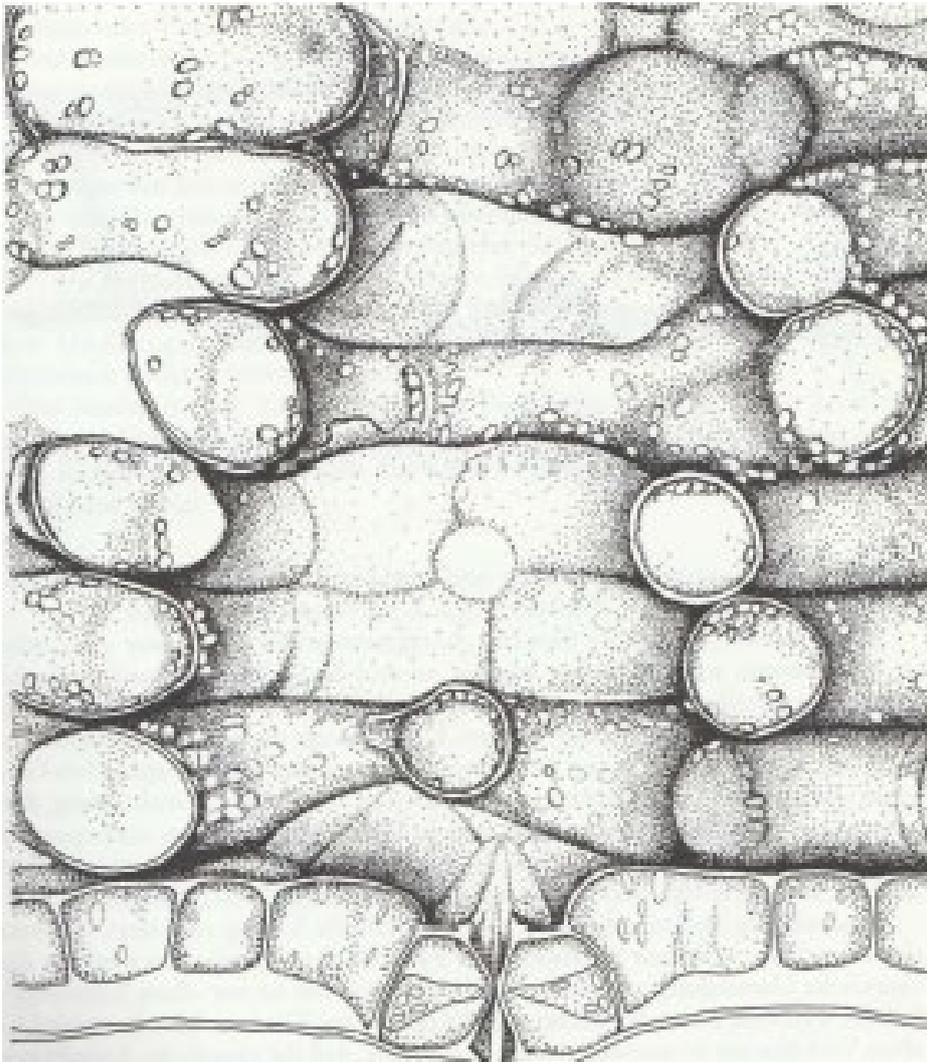


Fig. 1.13:  
Zeichnung einer Epidermiszelle von Allium cepa. k = Zellkern, p = Plasma, t = Tüpfel, w = Zellwand.

Sollen die für bestimmte Gewebe charakteristischen Zellmuster ganz oder in Ausschnitten wiedergegeben werden, so sind die Zellwände durch einfache Linien darzustellen. Bei Zellen mit stark verdickten Zellwänden sollten jedoch auch die Lumina eingezeichnet werden. Fig. 1.9 zeigt diese Zeichentechnik am Beispiel eines Leitbündels von *Ranunculus repens*, dessen photographisches Original in Fig. 1.10 wiedergegeben ist. Meist ist es allerdings gar nicht nötig, den gesamten Gewebekomplex zellulär darzustellen. So hätte es im vorliegenden Falle durchaus genügt, die eine Hälfte des Leitbündels zellulär zu zeichnen und die andere, spiegelbildlich etwa gleiche, schematisch zu ergänzen.

Eine weitere Technik, die jedoch eine erhebliche Übung erfordert, und von der man daher wohl nur in besonderen Fällen Gebrauch machen wird, ist die räumliche Darstellung von Zellen und Geweben. Sie ist vor allem dann angebracht, wenn die normale Zeichnung, die ja nur eine Ebene erfasst, die tatsächlichen Verhältnisse so unvollkommen wiedergibt, dass die räumliche Anordnung der einzelnen Elemente nicht klar wird. Fig. 1.12 zeigt dies am Beispiel des Schwammparenchyms von *Helleborus niger*. Auf Schattierungen, Schraffuren u. ä. kann natürlich auch in diesem Falle nicht verzichtet werden.

Für die Zeichnung einer oder weniger Zellen im Verband bei starker Vergrößerung empfiehlt sich das Einzeichnen der Mittellamelle, so dass die aneinanderstoßenden Wände zweier benachbarter Zellen jeweils mit drei Linien dargestellt werden (Fig. 1.13). Einerseits kommen auf diese Weise charakteristische Wandverdickungen, z.B. bei den Kollenchymen und Sklerenchymen, klarer zum Ausdruck, und andererseits wird auch die Lage der Interzellularen besser verständlich. Nicht scharf begrenzte Strukturen sind durch feine, unterbrochene Linien oder Punktierungen anzudeuten.

Eine wesentliche Voraussetzung der naturgetreuen Wiedergabe, die dem Anfänger meist einige Schwierigkeiten bereitet, ist die Einhaltung der Proportionen. So werden z.B. bei parenchymatischen Zellen die dünnen Wände im Vergleich zum Zelldurchmesser meist viel zu dick gezeichnet, und bei Epidermiszellen mit verdickten Außenwänden wird das richtige Verhältnis zum Durchmesser der übrigen Zellwände nur selten getroffen. Andererseits wird der Zellkern, dessen Durchmesser bei meristematischen Zellen  $\frac{2}{3}$  bis  $\frac{3}{4}$  des Zelldurchmessers betragen kann, oftmals zu klein eingezeichnet. In diesen Fällen können die im vorliegenden Buch wiedergegebenen photographischen Abbildungen eine Hilfe sein, da sich aus ihnen die ungefähren Größenverhältnisse leicht entnehmen lassen.

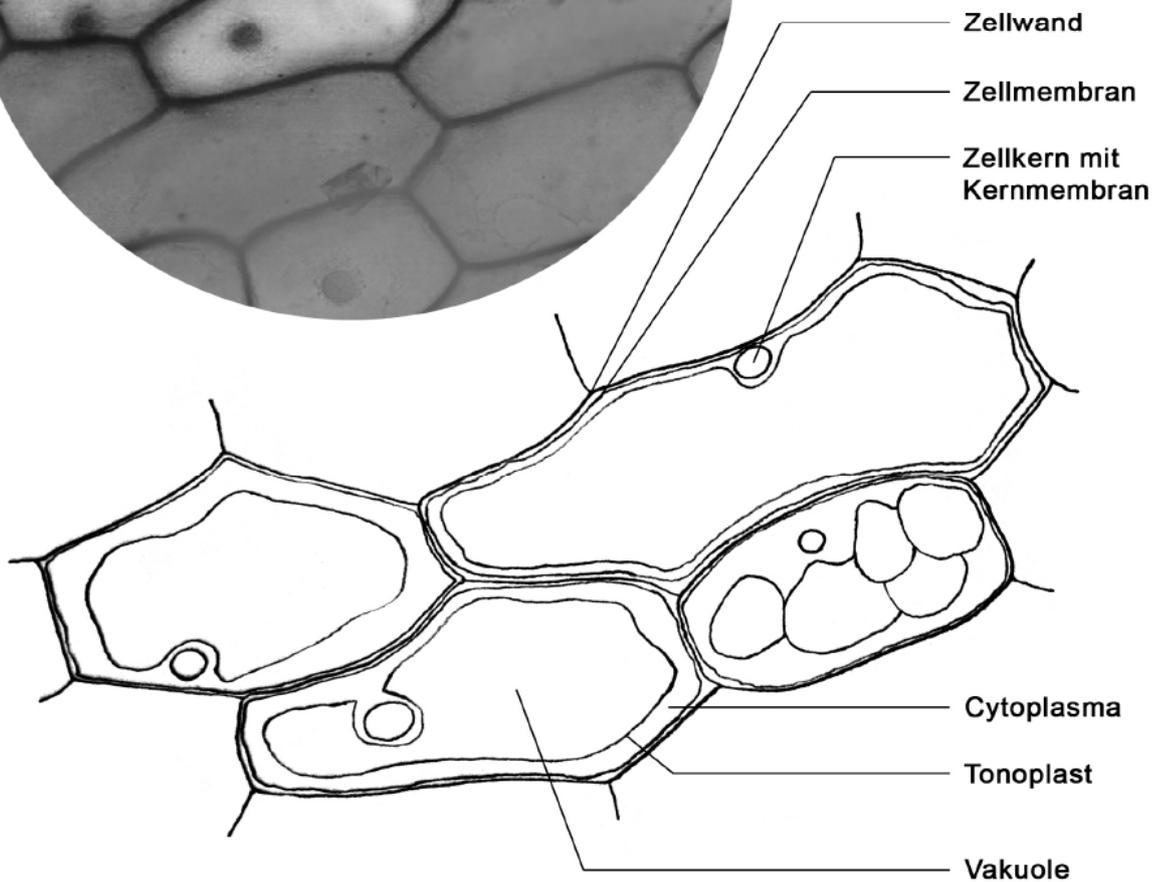
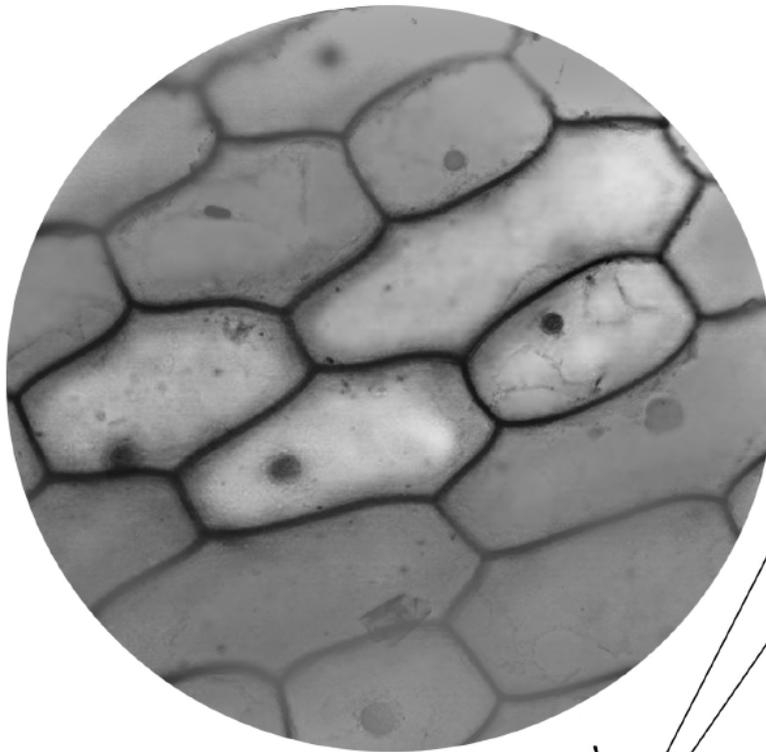
Das Ausmalen der Zeichnungen mit Farbstiften ist grundsätzlich unerwünscht. Schreibwerkzeuge, deren Linien sich durch Radieren nur schwer entfernen lassen, sollten keine Verwendung finden.

#### **Anmerkungen:**

*Es gibt mittlerweile thermosensitive Gelstifte mit 0,5 mm oder 0,7 mm Strichstärke (z. B. von PILOT FriXion). Das Geheimnis liegt in der Tinte, die ihren Zustand je nach Temperatur verändert. Jeder Stift hat entweder an der Kappe oder am Gehäuseende eine Kunststoffkugel zum Radieren. Wenn man damit über das Papier reibt (Reibung = friction), entsteht Wärme, die die Tinte ab 60 °C transparent werden lässt. Das Papier wird durch das Radieren nicht beschädigt. Möchte man etwas Weggeradiertes wieder zurückhaben, dann legt man das Blatt Papier einfach ins Eisfach. Bei einer Temperatur unter -10 °C wird die Schrift wieder sichtbar. Man kann also schreiben, radieren und korrigieren – so oft man möchte. Es gibt bis zu 12 verschiedene Farben. Der Tintenstift in Schwarz ist dem Bleistift überlegen, da er ohne einen zweiten Durchgang schon an sich kontrastreich zeichnet und trotzdem korrigierbar ist. Noch feinere Linien bekommt man mit Finelinern oder Pigmentstiften hin. Fineliner z. B. ab 0,1 mm. Die Pigmentstifte von Pentel (Pointliner) z. B. fangen bei 0,03 mm und 0,05 mm an und gehen in Stufen von 0,1 mm bis 1,0 mm Strichstärke! Radieren geht dann allerdings nur noch mit der Rasierklinge oder glw. Sie eignen sich besonders für das Zeichnen auf Transparentpapier; die Zeiten der Rapidographen sind damit wohl vorbei?*

*Zum farblichen schattieren oder grau / dunkel verstärken sind Aquarellstifte das Mittel meiner Wahl. Die Flächen werden deckend schraffiert / coloriert und anschließend wird die Farbe mit einem feuchten Pinsel angelöst und verwischt. Entgegen der direkten Bemalung mit feuchten und verfließenden Aquarell- oder Tuschefarben bleiben hier die Farben in ihren Grenzen und verlaufen nicht ineinander. Auch ist es möglich die Farben schon trocken durch eine überlagernde Schraffur zu vermischen und verschiedene Abtönstufen durch mehrmaliges aufeinander malen zu erzeugen. Bei Filzstiften oder Buntstiften ist das nur schwer möglich und hinterlässt oft unschöne Streifen. Beim echten Aquarellmalen muss in der Regel der Bleistiftstrich möglichst wieder wegradiert werden, wenn er nicht durchscheinen soll.*

### Küchenzwiebel



100µm

Objektteil, Ansicht, ggf. Details:

Zellen der Zwiebelhaut

Präparat / Färbemittel:

Frischpräparat / Methyleneblau

Vergrößerung:

400x

Name, Datum:

Matthias Neumann, 12.08.2012

Mikroskopische Zeichnungen sind in der Biologie sehr wichtig. Aber was genau ist eine mikroskopische Zeichnung? Eine mikroskopische Zeichnung ist eine wichtige wissenschaftliche Darstellung und Dokumentation von dem, was du unter dem Mikroskop siehst. Die Zeichnungen helfen dabei, komplexe biologische Strukturen übersichtlich darzustellen. Zusätzlich kannst du dir die angesehenen Strukturen unter dem Mikroskop mit einer Zeichnung besser merken.

Damit du eine mikroskopische Zeichnung anfertigen kannst, musst du nicht künstlerisch begabt sein. Es gibt aber bestimmte Regeln, mit denen du deine Zeichnung anfertigen solltest.

### **Mikroskopische Zeichnung – Anfertigung**

Für eine gute mikroskopische Zeichnung gehst du nach dem folgenden Schema vor:

- Wähle ein geeignetes Mikroskop:

Die Wahl des Mikroskops fällt in der Regel auf ein klassisches Lichtmikroskop. Bei diesem kannst du auch sehr kleine Organismen, wie beispielsweise Bakterien, mit der richtigen Vergrößerung und mikroskopischen Einstellung betrachten. Das erzeugte Bild ähnelt einer Fotografie, sodass du keine räumlichen Strukturen siehst. Mit etwas Übung kannst du aber durch das Bild durchfokussieren und dir Strukturen in unterschiedlichen Ebenen ansehen. Du kannst dich aber auch für ein Stereomikroskop entscheiden. Das Stereomikroskop ist auch ein Lichtmikroskop. Hierbei hast du durch getrennte Strahlengänge für beide Augen und die unterschiedlichen Blickwinkel die Möglichkeit, das Objekt als dreidimensionale Struktur zu sehen. Dabei musst du beachten, dass bei einem Stereomikroskop das Untersuchungsobjekt maximal 100-fach vergrößert wird.

- Bereite das Zeichenblatt vor:

Bevor du mit der Zeichnung beginnst, musst du zunächst das Zeichenblatt vorbereiten und geeignete Zeichenmaterialien auswählen. Auf dem Zeichenblatt muss immer Folgendes vermerkt sein: der Name des Zeichners, das Datum, der Name des Objekts (gerne auch der lateinische Name), Angaben zum Präparat (Schnittrichtung, Totalpräparat etc.), die Art des Präparats (Dauerpräparat, Abzugspräparat etc.), die Färbung des Präparats, die Vergrößerung und sonstige Anmerkungen. Diese Angaben werden typischerweise in der unteren rechten Ecke des Zeichenblatts hinzugefügt. Beachte dabei, dass du mit Bleistift und in Druckbuchstaben die wichtigsten Angaben gut leserlich hinzufügst.

- Suche dir einen geeigneten Bildausschnitt:

Wähle einen typischen Ausschnitt des Objekts, sodass du diesen problemlos zeichnerisch wiedergeben kannst. Durch die Änderung der Feineinstellung kannst du die optische Ebene verschieben und das abgebildete Bild plastisch darstellen. Falls dir der Bildausschnitt noch zu groß ist, wähle eine größere Vergrößerung und stelle das Bild scharf.

- Anforderungen an die Zeichnung:

Achte auf eine korrekte Anordnung, besonders auf die Platzeinteilung, auf deinem Zeichenblatt. Für die Zeichnung verwendest du immer einen Bleistift. Buntstifte, Filzstifte, Kugelschreiber etc. sind nicht erlaubt. Die Zeichnung soll groß und übersichtlich sein, mit feinen, durchgängigen Linien angefertigt. Offene Linien sind nicht sinnvoll, da du normalerweise intakte Objekte zeichnest. Ganz wichtig ist es, sauber zu zeichnen. Das bedeutet, dass du wenig radieren und die gezeichneten Strukturen nicht ausmalen solltest. Achte auf die Größenverhältnisse deines mikroskopierten Objekts und gebe das korrekte Größenverhältnis auch auf deiner Zeichnung wieder. Am besten vergleichst du deine Zeichnung häufig mit dem mikroskopischen Bild, sodass du das Objekt richtig zeichnest. Generell gilt, es wird nur das gezeichnet, was man auch wirklich auf dem mikroskopischen Bild sieht. Deine Zeichnung sollte also nicht nur eine einfache Skizze sein, sondern eine wichtige, wissenschaftliche Beobachtung.

- Füge die korrekte Beschriftung hinzu:

Die Beschriftung der Zeichnung erfolgt immer auf der rechten Seite. Nutze dazu einen Bleistift, der feiner ist als der, mit dem du die Zeichnung angefertigt hast. Achte darauf, dass du die gezeichneten Strukturen korrekt beschriftest. Schreibe sauber, ordentlich und in Druckbuchstaben. Ziehe mit einem Lineal eine saubere, waagerechte, dünne Beschriftungslinie von deiner Beschriftung zu der entsprechenden Struktur. Alles, was du zeichnest, musst du auch beschriften.

### **Bettighofer # im Weiteren:**

Komplizierte Zeichnungen dauern Stunden, auch was den Bleistiftentwurf angeht. Damit sich in dieser Zeit das Zeichenpapier nicht durch den Handballen anfeuchtet, wellt und verfärbt, kann man als Dampfsperre folgenden Schutz verwenden. Man nimmt eine Overhead-Folie und schneidet sie auf eine Größe von DIN A5 zu. Dann werden zwei Bögen Schreibmaschinenpapier zu DIN A5-Größe gefaltet und die Folie innen eingelegt. Das äußere Blatt wird von Zeit zu Zeit nach Bedarf gewechselt.

### **Dokumentation**

Ob man mikroskopische Objekte zeichnet oder fotografiert, zur Erhaltung des Beobachtungswertes ist es unumgänglich, gewisse Parameter zu dokumentieren und zusammen mit dem Bild oder in einer getrennten Kartei abzulegen. Dazu gehören: Objektbeschreibung, Fundort, Präparationsart, gegebenenfalls Färbemethode, Einschlussmittel, Datum, Kennwerte der mikroskopischen Darstellung (etwa Objektiv, Kontrastmethode), zeichnerische Gesamtvergrößerung – optimalerweise als Maßstabsbalken.

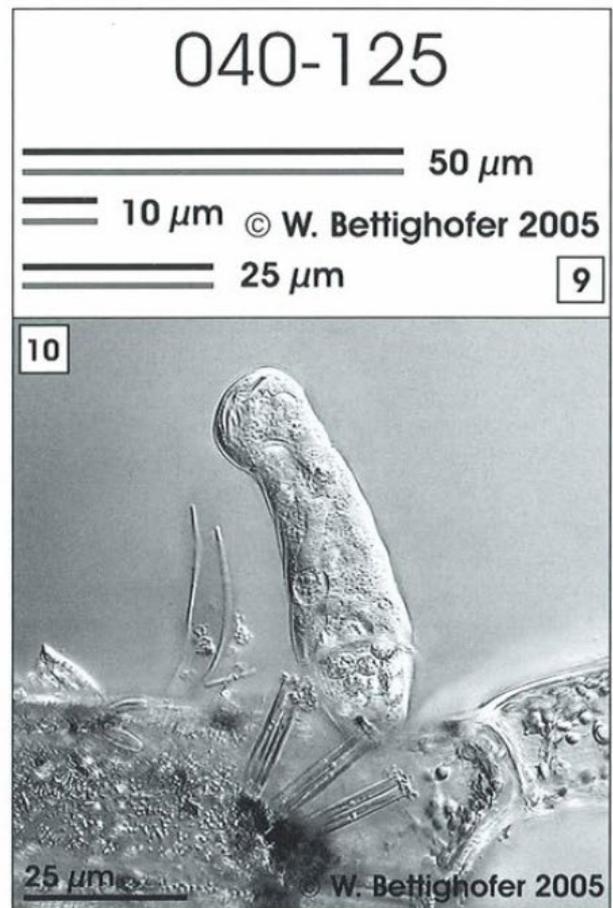
Jede Zeichnung will etwas erzählen. Das tut sie über Legenden und auch über Stichworte am Zeichnungsrand mit entsprechenden Hinweisstrichen.

### **Zum Maßstabsbalken**

Ein wichtiges Objektkriterium stellt dessen Größe dar. Üblicherweise wird sie über ein Okularmikrometer ermittelt und in die Skizze eingetragen. Nutzt man die Digitalkamera zur Mikrofotografie, so gibt es eine elegante Methode, die ohne dedizierte Messung pro Objekt auskommt. Dazu ist etwas Vorarbeit nötig:

Man nimmt bei definierter Pixelzahl für alle genutzten Objektiv-/Okularkombinationen ein Objekt bekannter Größe auf, zum Beispiel ein Objektmikrometer. Wird eine Kompaktkamera benutzt, so ist auch die Brennweite zu fixieren. Anhand dieser Aufnahmen werden im Bildbearbeitungsprogramm jeweils Objekte für Maßstabsbalken generiert und strukturiert abgelegt.

Nach dieser Basisarbeit reicht es aus, zu jedem Foto die Objektiv-/Okularkombinationen zu notieren. Mit dieser Angabe kann man



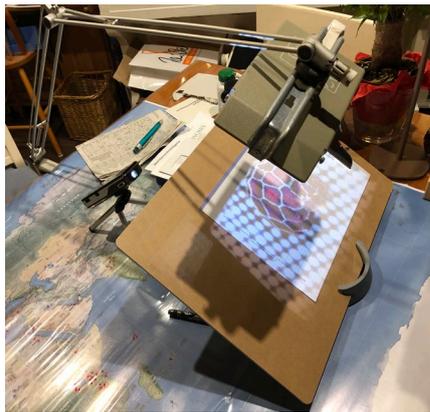
**Abb. 9:** Beispiel einer Maßstabsbalkensammlung, abgestimmt auf eine spezielle Objektiv-Tubus-Vergrößerungskombination. – **Abb. 10:** Nutzungsbeispiel des Maßstabsbalkens: Schwärmer des Ciliaten *Thuricola folliculata*. Dieses Bild ist das Ergebnis einer Fusion von 8 Schichtaufnahmen mittels der Stacking-Software MicroPicS.

später in das Bild den passenden Maßstabsbalken aus dem Reservoir einkopieren. Zu diesem Zweck werden das Mikrofoto und die Datei mit den Messobjekten gleichzeitig im Bildbearbeitungsprogramm geöffnet und die Messobjekte mittels Copy&Paste ins Mikrofoto übertragen. Gerade bei der Vermessung beweglicher oder formveränderlicher Lebewesen ist diese Arbeitsweise ein großer Vorteil. Abbildung 9 zeigt ein Beispiel der Objektsammlung für die Maßstabsbalken mit Beschriftung einer speziellen Objektiv-/Okularkombination (im Beispiel Objektiv 40:1, Optovar 1,25). In Abbildung 10 wurde der Maßstabsbalken in eine mikroskopische Aufnahme eingefügt.

# Siehe auch MIKROKOSMOS 2006

Wolfgang Bettighofer: Zeichnen am Mikroskop – Erleben mit dem Bleistift, Seiten 233 bis 245

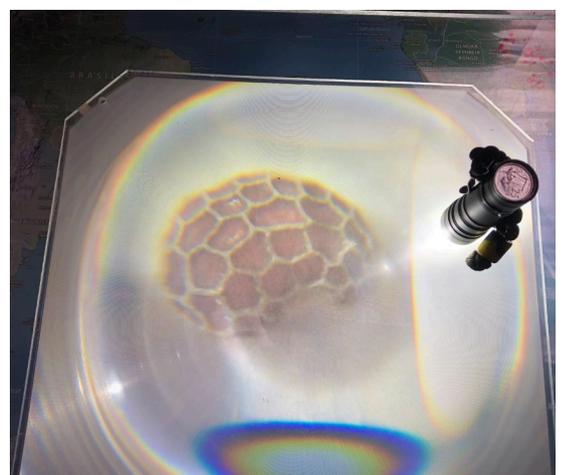
## Technische Vorversuche:



Minibeamer oder  
Beamer, PC oder  
Kleinbildprojektor



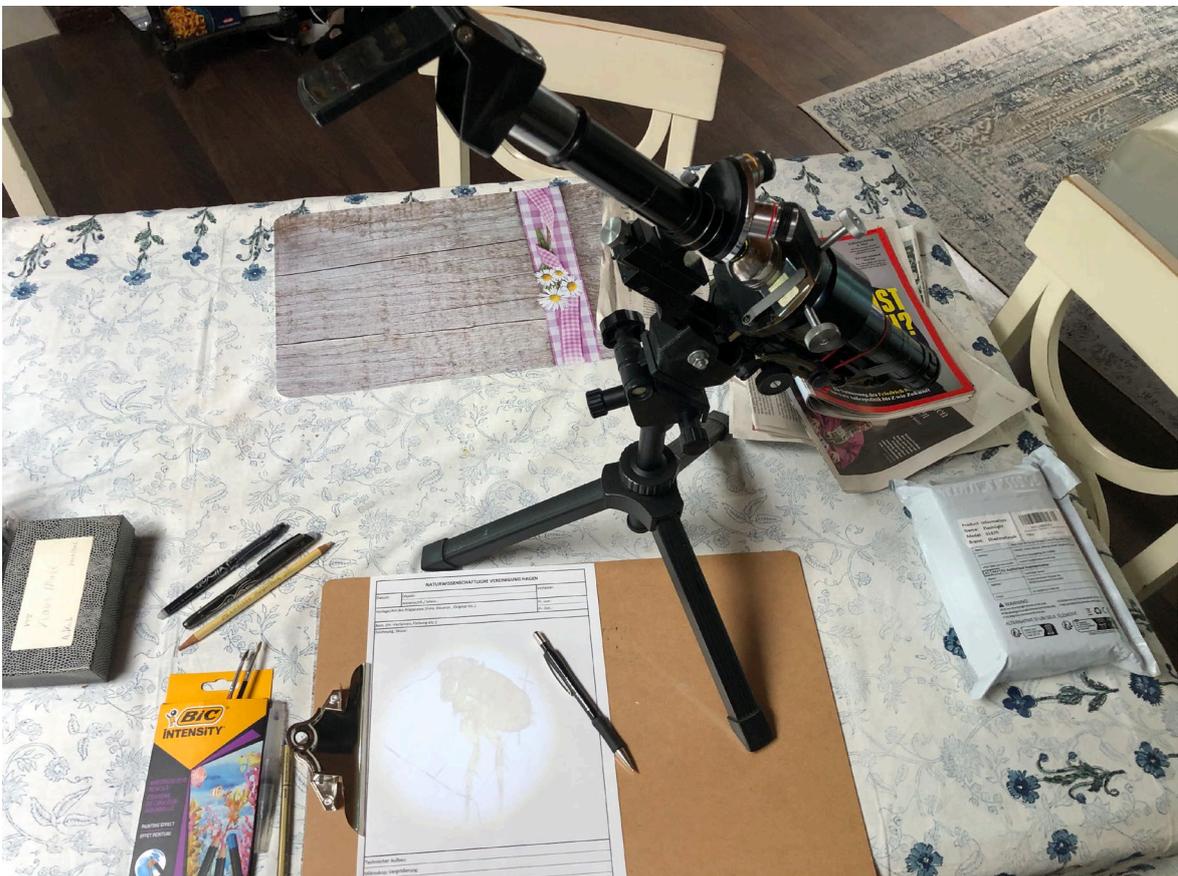
Acrylplatte als Leuchttisch



## Eigene Versuche:



Eigenkonstruktion  
mit > 6000 Lumen  
Taschenlampe  
Shadowhawk (Modell  
z. B. S1670, rd. 25,-  
€), mindestens 4 Std.  
Bereitschaft in Stufe  
1 - Superhell!



NATURWISSENSCHAFTLICHE VEREINIGUNG HAGEN

Datum:  
5.5.25

Objekt: KATZENFLOH (Pulex sp.)  
wissenschft./ latein.: Ctenocephalides felis

Verfasser:  
A. Koch

Vorlage/Art des Präparates (Foto, Dauerpr., Original etc.):

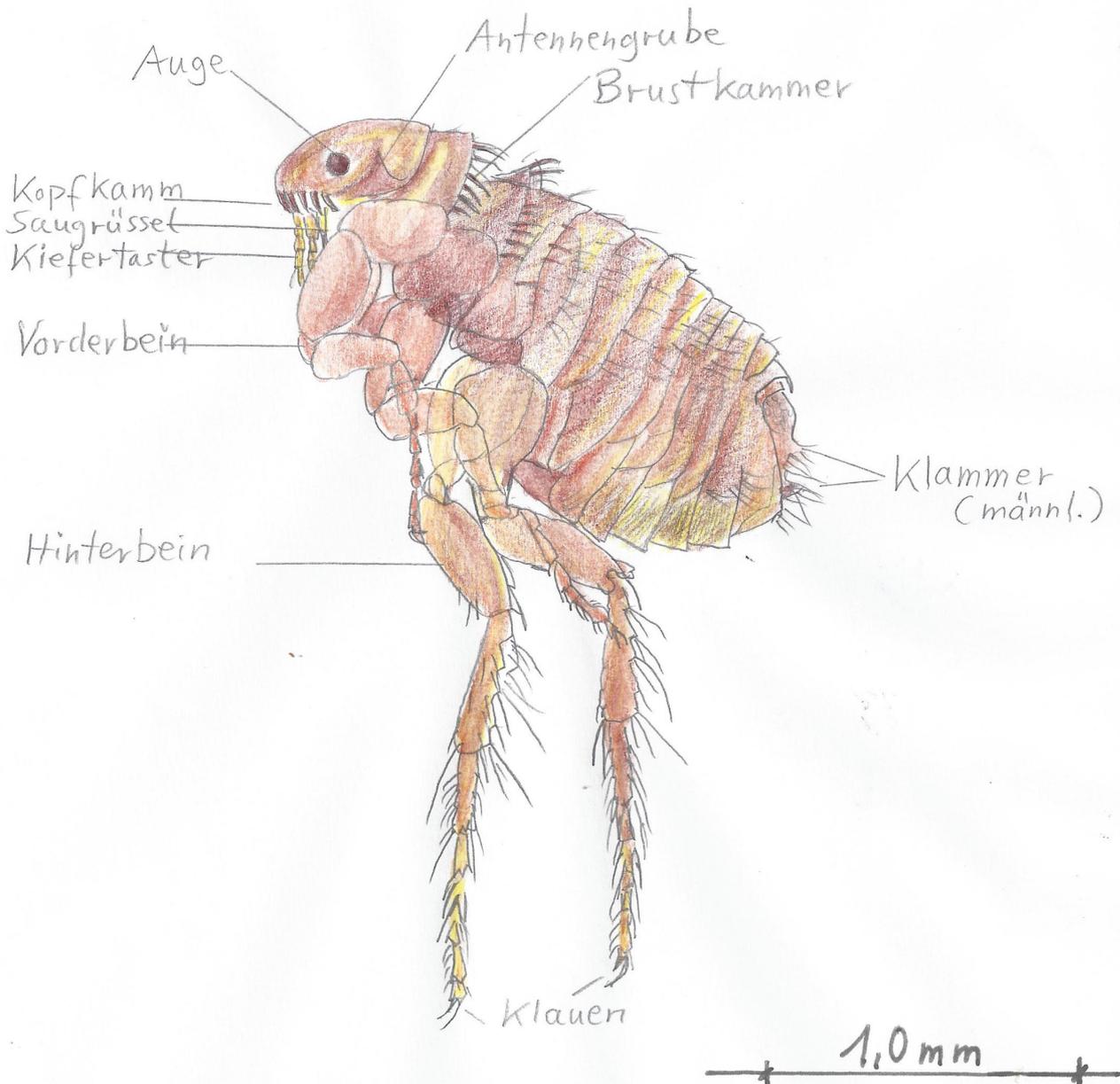
Original

Pr. von:

Pr.-Dat.: 28.4.1980

Bem. (Pr.-Verfahren, Färbung etc.): Propanol-Xylol, Entellan

Zeichnung, Skizze:



Technischer Aufbau: Stativmikroskop mit Umlenkspiegel + LED

Mikroskop; Vergrößerung: 3,5 x 5,0 fach

Kamera; Auflösung: Direktprojektion

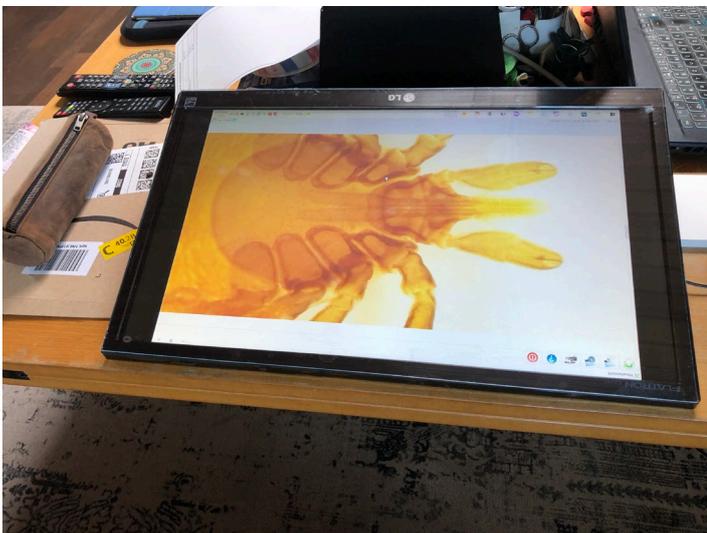
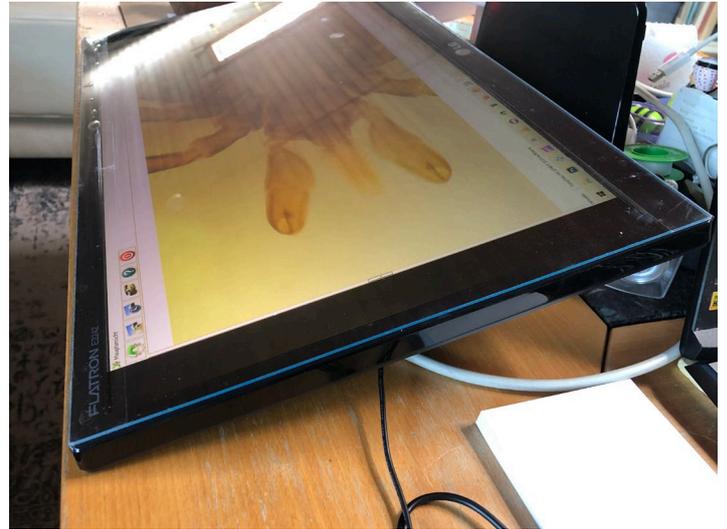
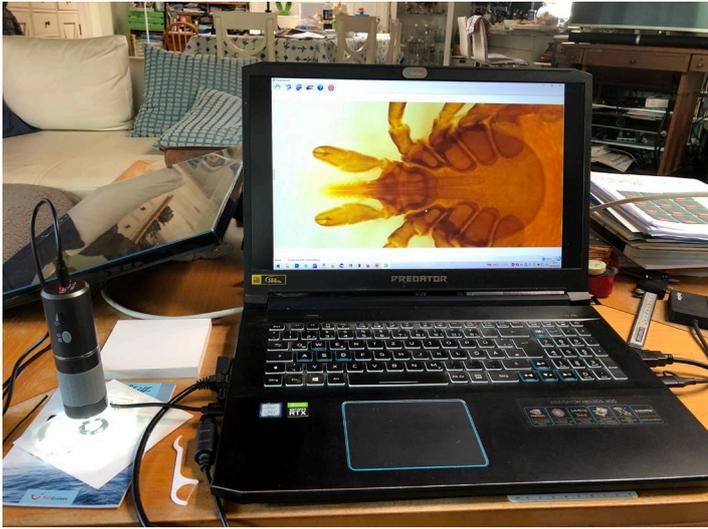
Zeichnungsmethode: TK-Fine 0,5mm; Aquarelle-Stifte

zusätzl. Zeichnung vorh. (Ja/nein):

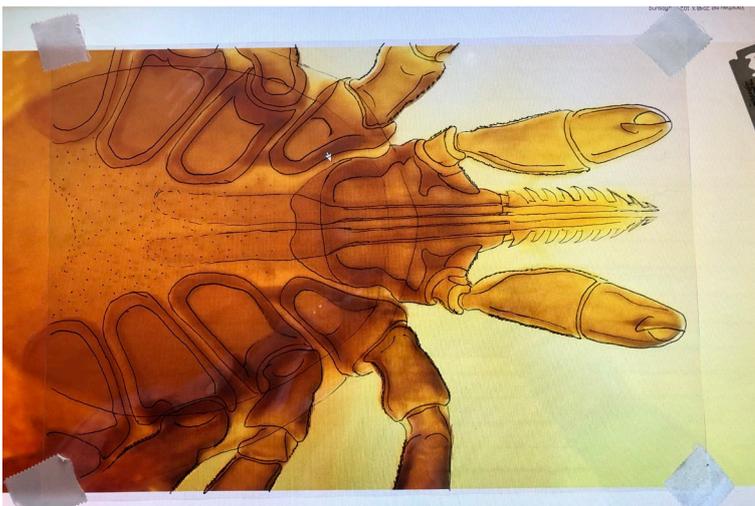
✓

Maßstab der Zeichnung:

~ 50 : 1



<< Bild auf dem Kopf; ^^^^ Test der Folienstifte

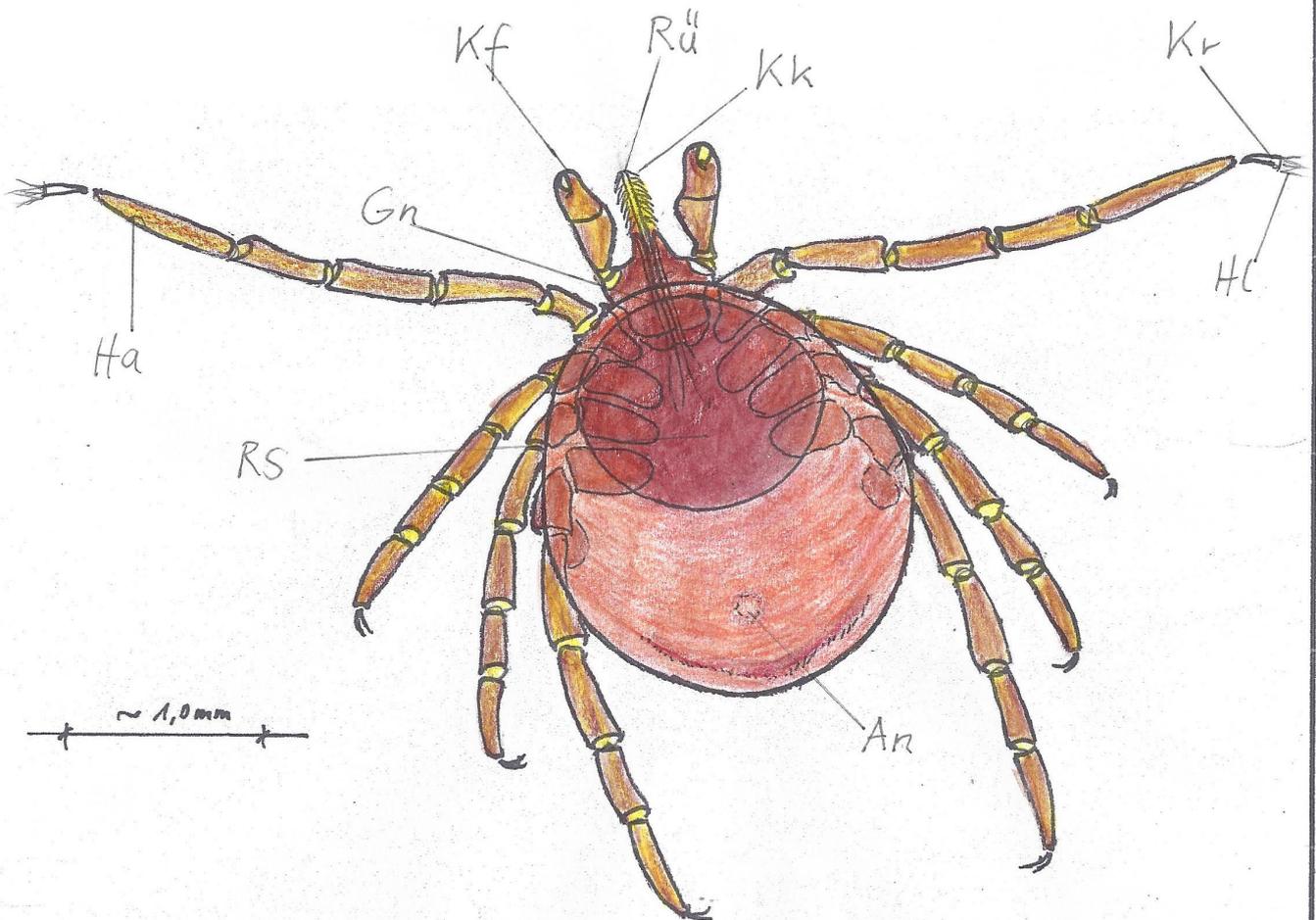


Die 2 mm dicke Acryl-Schutzscheibe erschwert das genaue Zeichnen durch unterschiedliche Blickwinkel auf den Monitorbildschirm, dünnere Folien wären auszutesten.

NATURWISSENSCHAFTLICHE VEREINIGUNG HAGEN

Datum: 8.5.25	Objekt: Hundezecke wissenschaftl./ latein.: <i>Rhipicephalus sanguineus</i>	Verfasser: A. Koch
Vorlage/Art des Präparates (Foto, Dauerpr., Original etc.): Original		Pr. von: Klaus Moll Pr.-Dat.: 22.11.04
Bem. (Pr.-Verfahren, Färbung etc.): EUPARAL		

Zeichnung, Skizze:

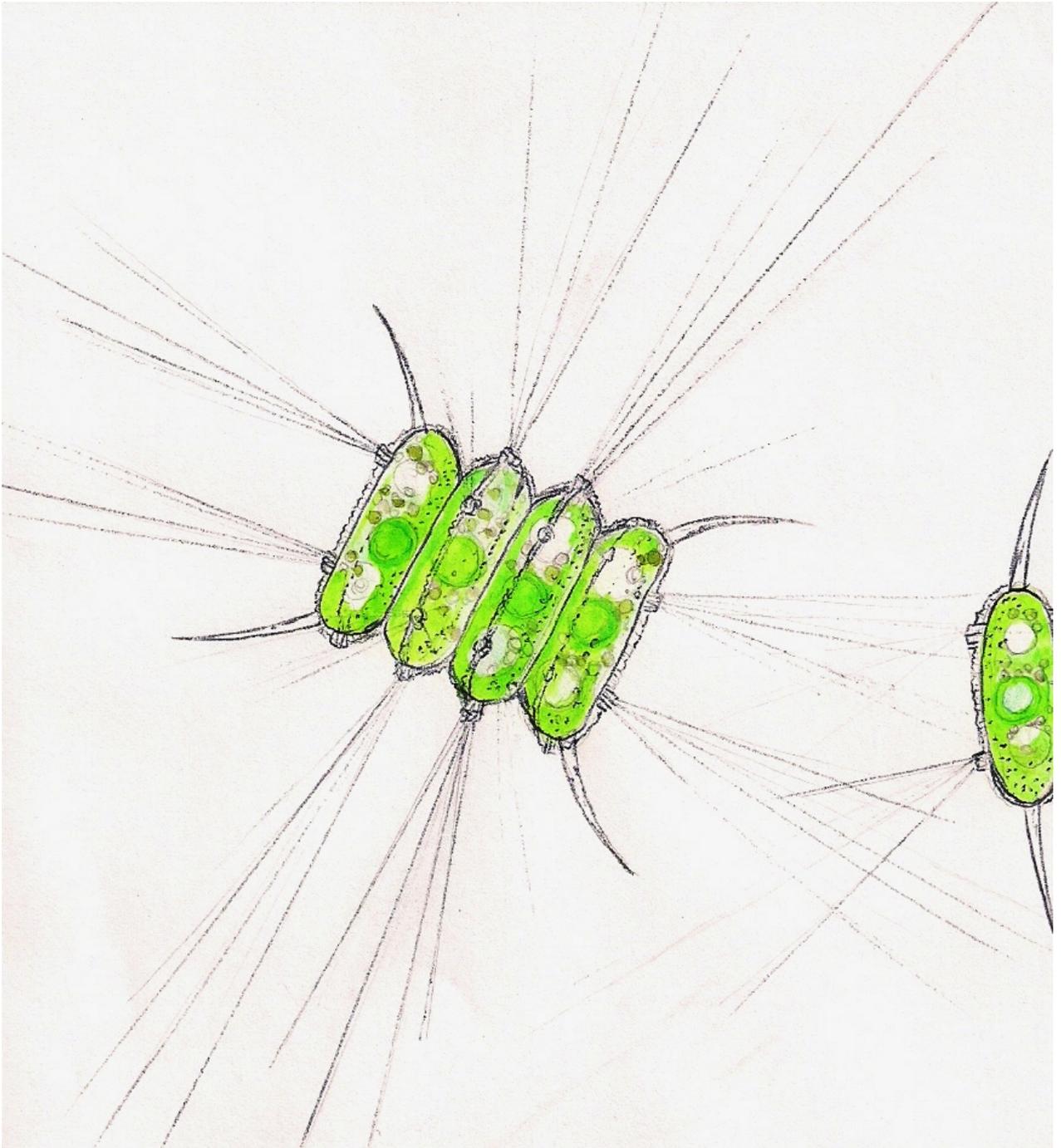


Kf = Kieferfühler, Rü = Rüssel, Kk = Kieferklaue,  
 Kr = Krallen, Hl = Haftlappen, Ha = Hallersches Organ,  
 Gn = Gnathosoma (Kieferkörper/Kopf), RS = Rückenschild (1/3 = weibl. / 1/4 = männl.), An = Anus (unterseitig)

Technischer Aufbau:	USB-Mikr. → PC → Monitor als Lichttisch	
Mikroskop; Vergrößerung:	~ 85x   175x am Monitor	
Kamera; Auflösung:	USB-Mikroskop, 50x   1000x	
Zeichnungsmethode:	Fineliner-Lackstift, Edding 141F auf Folie + Scheibe	
zusätzl. Zeichnung vorh. (Ja/nein):	Ja	Maßstab der Zeichnung: M ~ 30:1

## Beispielzeichnungen:

feine Borsten an manchen Scenedesmus-Arten von P. Schmidt, Jan. 2021;  
<https://www.mikroskopie-forum.de/index.php?topic=39732.0>



**Scenedesmus = einzellige Grünalgen (Chlorophyta)**

**Karl Belar** : die von Belar angewandte Technik ist die sog. Sepiazeichentechnik, (vgl. P. Rietschel) die Halbtöne besonders zart und transparent wiederzugeben vermag.

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten.

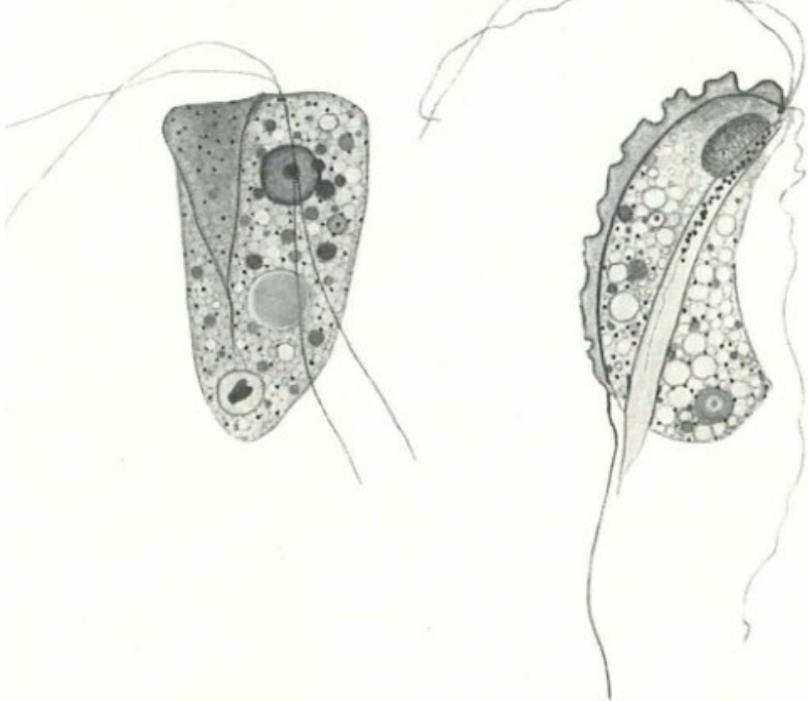


Bild 1: Der Flagellat *Tetramitus rostratus* Perty. Original.

Bild 2: Der Flagellat *Trichomonas lacertae*. Nach KÜHN, umgezeichnet.

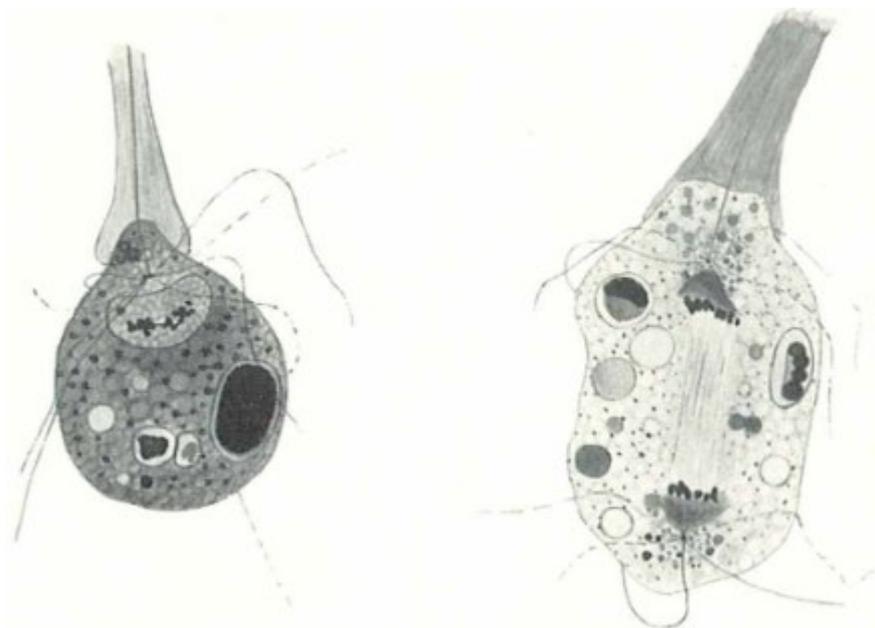
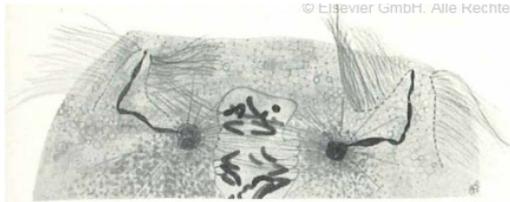


Bild 3 (links und rechts): Der Helioflagellat *Dimorpha mutans* Gruber. Nach BĚLAŘ, umgezeichnet.



© Elsevier GmbH. Alle Rechte

Bild 4 (unten): Der polymastigine Flagellat *Barbulanympha* (Anaphase). Nach CLEVELAND, umgezeichnet.

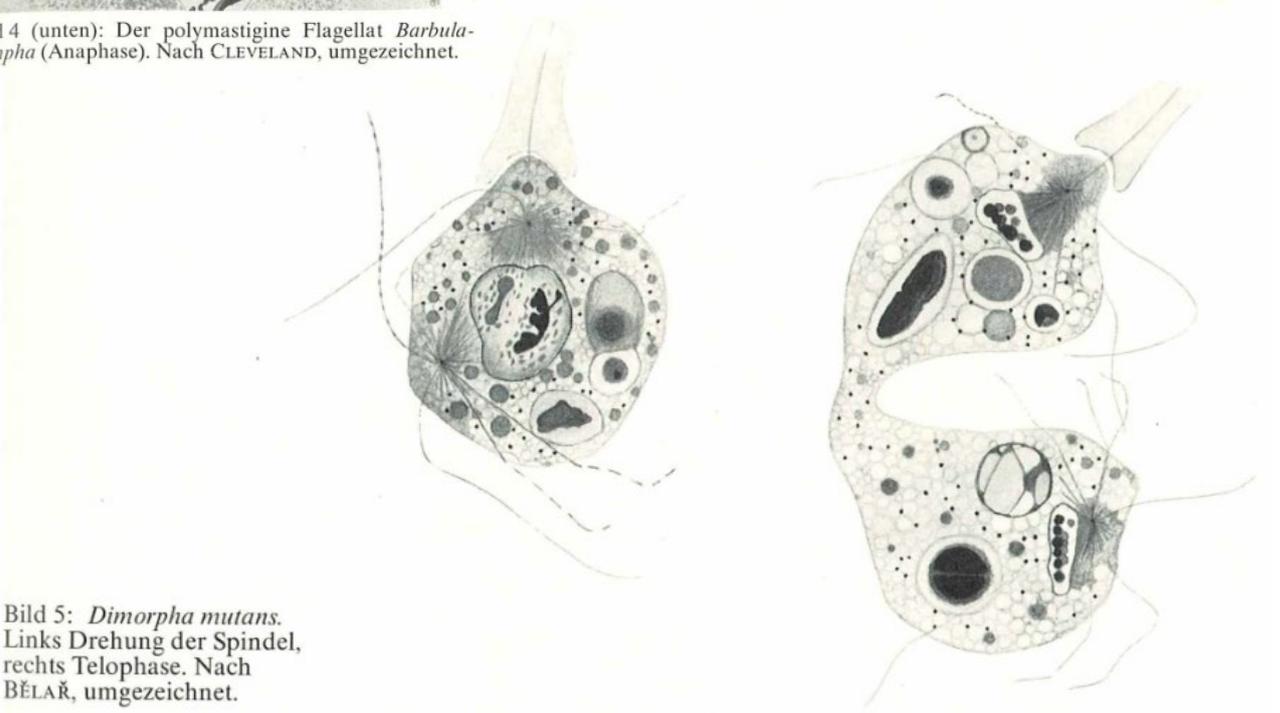


Bild 5: *Dimorpha mutans*. Links Drehung der Spindel, rechts Telophase. Nach BĚLAŘ, umgezeichnet.

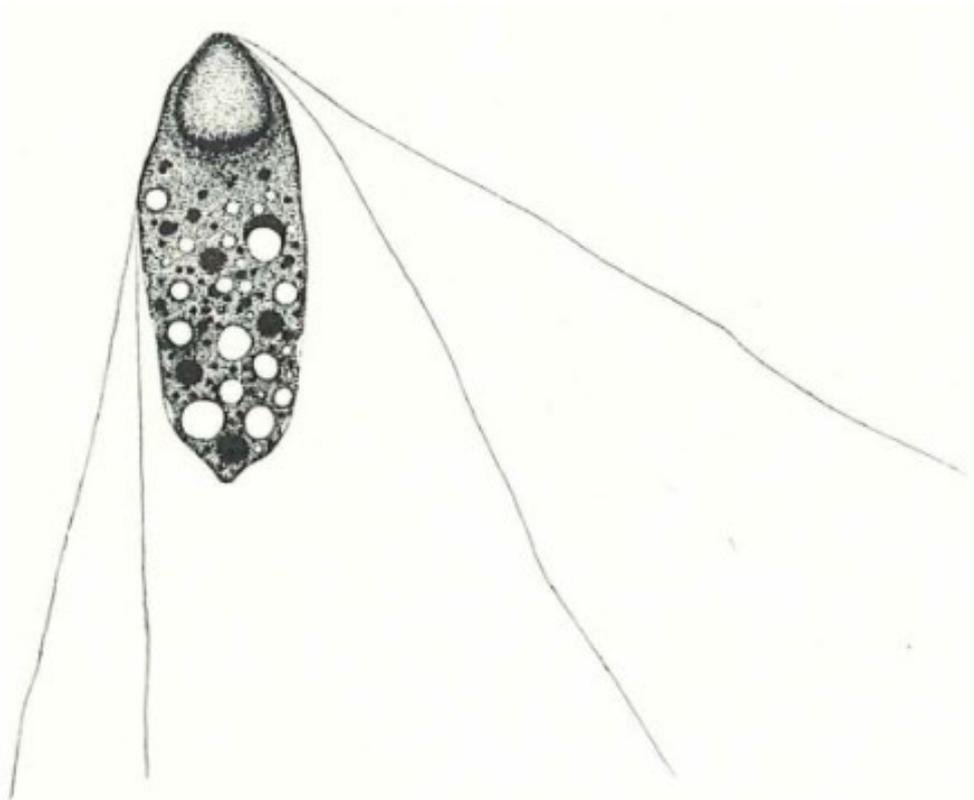
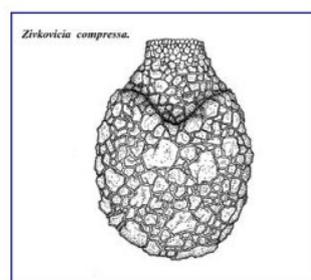
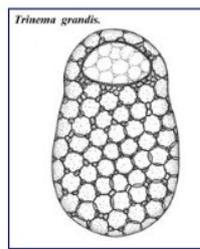
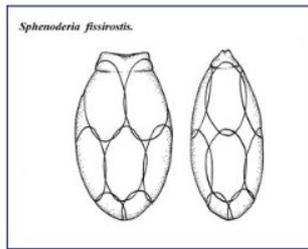
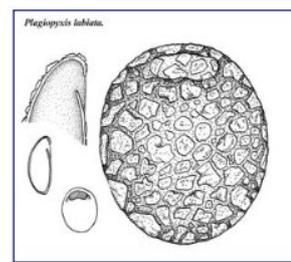
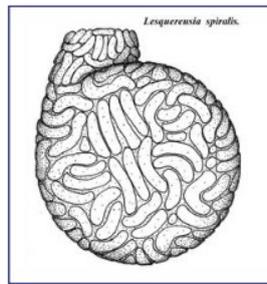
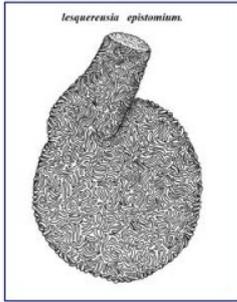
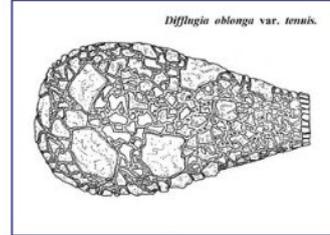
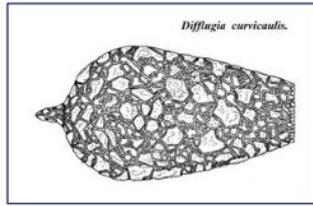
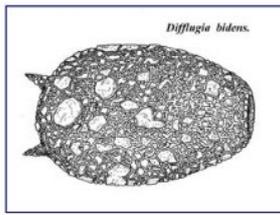
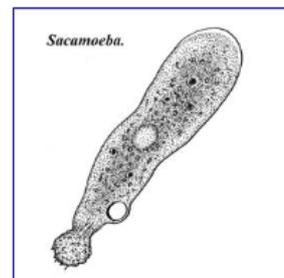
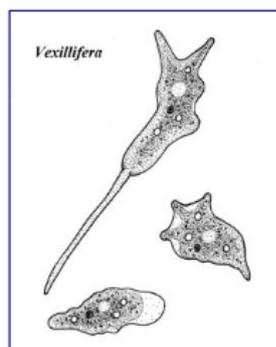
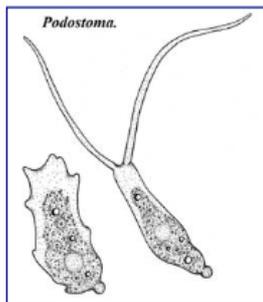


Bild 6: *Chilomastix species*. Punktiermanier. Original. (Exemplar mit vier freien Geißeln!)

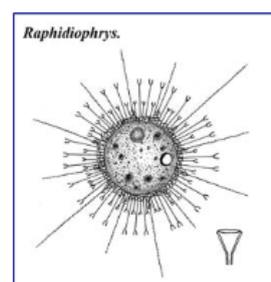
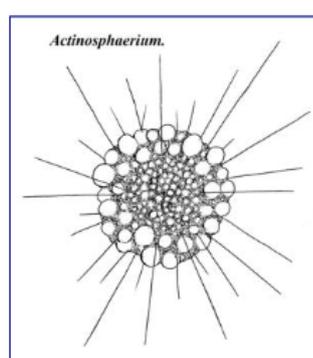
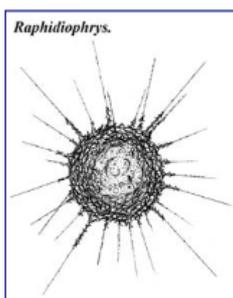
The following are drawings of a variety of testate amoeba.



The following three are drawings of a variety of naked amoeba.



The following three are drawings of a variety of Heliozoa.



## NATURWISSENSCHAFTLICHE VEREINIGUNG HAGEN

Datum:	Objekt: ..... wissenschaftl./ latein.:	Verfasser:
Vorlage/Art des Präparates (Foto, Dauerpr., Original etc.):		Pr. von: ..... Pr.-Dat.:
Bem. (Pr.-Verfahren, Färbung etc.):		
Zeichnung, Skizze:		
Technischer Aufbau: .....		
Mikroskop; Vergrößerung: .....		
Kamera; Auflösung: .....		
Zeichnungsmethode: .....		
zusätzl. Zeichnung vorh. (Ja/nein):		Maßstab der Zeichnung:

## weiterführende Links

**Wolfgang Bettighofer- Mikrokosmos 2006, Heft 4:**  
Zeichnen am Mikroskop – Erleben mit dem  
Bleistift, Seiten 233 bis 245

[https://www.zobodat.at/pdf/Mikrokosmos\\_95\\_4\\_0001.pdf](https://www.zobodat.at/pdf/Mikrokosmos_95_4_0001.pdf)

**Michael Zöllfel:** Karl Belar und die  
Zeichentechnik in der Protozoologie-  
Mikrokosmos 1985, Seiten 45 - 49

[https://www.zobodat.at/pdf/Mikrokosmos\\_74\\_0001.pdf](https://www.zobodat.at/pdf/Mikrokosmos_74_0001.pdf)

**Zeichenhilfen am Mikroskop – im Forum  
Bleistiftvergleich von Stefanie Nölle**

<https://www.mikroskopie-forum.de/index.php?topic=47121.0>

<https://online-zeichenkurs.de/materialien/10-bleistifte-im-vergleich-test-review-21906.html>

**mikroskopisches Zeichnen, Christiane Bauer**

[https://www.youtube.com/watch?v=sCE66AsYx\\_w](https://www.youtube.com/watch?v=sCE66AsYx_w)

**Microscope Drawings - Biology A-level**

[https://www.youtube.com/watch?v=ElqjDBI\\_g9M](https://www.youtube.com/watch?v=ElqjDBI_g9M)

**Basic Scientific drawings**

[https://www.youtube.com/watch?v=K8hca\\_s9K9M](https://www.youtube.com/watch?v=K8hca_s9K9M)

**Rules for Scientific drawings**

<https://www.youtube.com/watch?v=HElwooECl2Y>

**Zeichen-, Büro- und Künstlerbedarf**

<https://www.architekturbedarf.de/zeichenbedarf/1>

**David G. Seamer, The Art of the Pencil**

<https://davidseamer.com/ds-art-of-the-pencil.pdf>

**Science Illustrator Trades Tech Career For Art**

[https://davidseamer.com/ds-art-of-the-pencil-2\\_01.pdf](https://davidseamer.com/ds-art-of-the-pencil-2_01.pdf)

**Watercolour techniques used for botanical art**

<https://www.youtube.com/watch?v=INOUaHZ-WPc>

**The art of creating botanical illustrations**

<https://www.youtube.com/watch?v=qLBHhWciOoo>

**Basic Watercolor Techniques**

<https://www.youtube.com/watch?v=fP6sGMDIYM0>

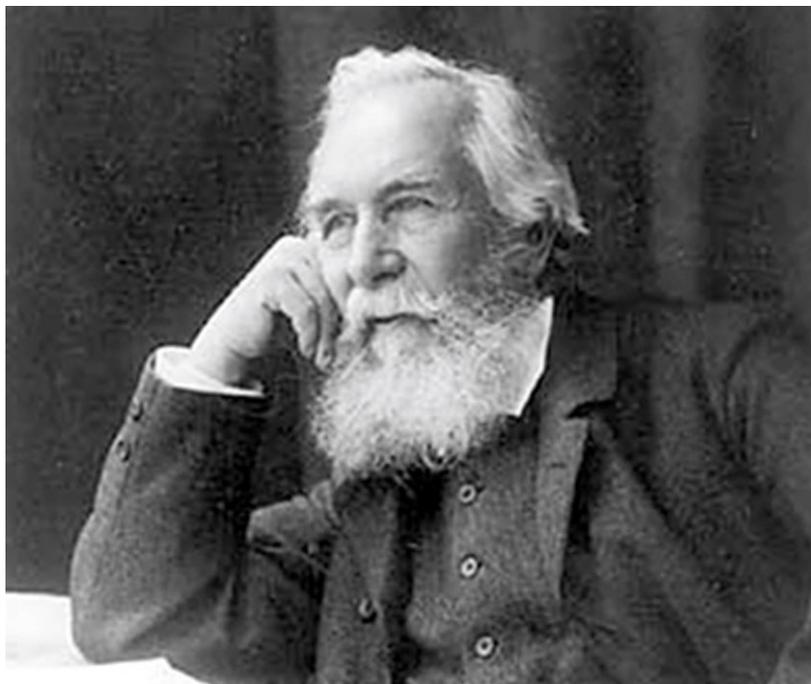
**Protisten – Fotos von Wolfgang Bettighofer**

<https://www.youtube.com/watch?v=Ja6-umARpIU>

<https://www.protisten.de/old-content/german/gallery-main/gallery-main.html>



**Wolfgang Bettighofer, 2008**



Wolfgang Bettighofer geht in seinem Beitrag auch detailliert auf das digitale Malen und Nachbearbeiten von Zeichnungen am Computer ein.

**Ernst Heinrich Philipp August Haeckel** (\* 16. Februar 1834 in Potsdam; † 9. August 1919 in Jena) war ein deutscher Mediziner, Zoologe, Philosoph, Zeichner und Freidenker sowie Hochschullehrer in Jena.