

- Fig. 22. Ganglienzellen. Kernfärbung mit Hämatoxylin und Jodgrün. Engelbert und Hensoldt Syst. V. Imm. Oc. 2.  
 n = unipolare  
 r = runde  
 b = bipolare } Zellen.
- Fig. 23. Theil eines mit dem Mikrotom aus dem Scolex entnommenen Querschnittes. Engelbert und Hensoldt Syst. 5. Imm. Oc. 2.  
 gh = Ganglionhülle.  
 Die übrige Bezeichnung wie vorher.
- Fig. 24. Brückencommissur. Engelbert und Hensoldt Syst. 5. Imm. Oc. 2.
- Fig. 25. Querschnitt durch den hinteren Abschnitt einer Proglottide aus der Mitte der Strobila. Engelbert und Hensoldt Syst. 4. Oc. 2.  
 sn = Seitennerv.  
 Die übrige Bezeichnung wie vorher.
- Fig. 26. Längsschnitt durch den Seitennerven.  
 g = Ganglienzelle.  
 na = ausgetretener Nervenast.

(Aus dem anatomischen Institute zu Breslau.)

## Die Plattenmodellirmethode

von

Dr. G. Born.

Als ich im Jahr 1876 die Entwicklung der Nasenhöhle und des Thränennasengangs der Amphibien an Schnittserien studirte, machte mir die Schwierigkeit, die complicirten Schnittfiguren der Organe der Ethmoidalgegend im Kopfe wieder zu einem richtigen, plastischen Bilde zusammensetzen so sehr zu schaffen, dass ich auf die Idee kam, diese Reconstruction, die die Phantasie nach Maass und Zahl nur sehr unvollkommen zu leisten vermochte, objectiv mittelst Zusammenlegen in Fläche und Dicke gleichmässig vergrößerter Wachsplatten herzustellen.

Die nothwendigste Voraussetzung für einen solchen Versuch, nämlich eine annähernd constante Dicke der serienmässig angefertigten Schnitte, war damals für mich schon gegeben, da ich gelernt hatte das Long'sche Schlittenmikrotom und die Kleinenberg'sche Spermactieinschmelzung für meine Zwecke zu verwenden; eine Schwierigkeit blieb noch die Herstellung planparalleler Wachsplatten von bestimmter gleichmässiger Dicke. Doch auch die Lösung dieser Aufgabe gelang, indem ich die aus dem specifischen Gewichte und dem Volumen der gewünschten Wachsplatte berechnete Wachsmenge im geschmolzenen Zustande auf heisses Wasser in ein vier-eckiges Blechgefäss goss, dessen Wände denselben Flächenraum, wie die Wachsplatte, umspannten.

Nach der hiererst kurz angedeuteten Methode habe ich bei einer ganzen Reihe entwicklungsgeschichtlicher Arbeiten plastische Modelle der in Schnittserien zerlegten Objecte angefertigt und einzelne davon auch auf den Tafeln meiner Arbeiten abbilden lassen<sup>1)</sup>.

Mein Verfahren hat dann in einer von G. Swirski in Dorpat gearbeiteten Dissertation<sup>2)</sup> Nachahmung gefunden; noch mehr aber in einer ganzen Reihe von Arbeiten meines Freundes und Collegen Ph. Stör in Würzburg<sup>3)</sup>, den grosse technische Geschicklichkeit und Feinheit ganz besonders zu derartigen Leistungen befähigen. Stör hat dann in neuester Zeit von Herrn Ziegler in Freiburg i. Br. Nachbildungen seiner Modelle des Primordialschädels der

---

1) Die erste Beschreibung des Verfahrens ist zu lesen: Morphol. Jahrb. Bd. II. 1876 „Ueber die Nasenhöhlen und den Thränennasengang der Amphibien“ p. 578—80. Abbildungen von Modellen finden sich in „Die Nasenhöhlen und der Thränennasengang der amioten Wirbelthiere. I. Morphol. Jahrb. Bd. V. — dito III. Morphol. Jahrb. Bd. VIII. — Ueber die Derivate der embryonalen Schlundbogen und Schlundspalten bei Säugethieren, Archiv f. mikroskop. Anat. Bd. XXII. Heft 2.

2) Untersuchungen über die Entwicklung des Schultergürtels und des Skelets der Brustflosse des Hechts. Dorpat 1880.

3) Ph. Stör, „Zur Entwicklungsgeschichte des Urodelenschädels“, Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. XXXIII. — „Zur Entwicklungsgeschichte des Anurenenschädels“, Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool. Bd. XXXVI. — „Zur Entwicklungsgeschichte des Kopfskelets der Teleostier“. Festschr. d. medic. Facultät zu Würzburg. 1882. Bd. II. — Prospectus über die von Dr. Ad. Ziegler in Freiburg i. B. angefertigten Unterrichtsmodelle, die Bildung des Primordialschädels erläuternd., 1882.

Amphibien und Fische herstellen und in den Handel bringen lassen. Allerjüngst hat Herr Dr. Uskow, den ich hier in Breslau zuerst in die Entwicklungsgeschichte und in die entwicklungsgeschichtliche Technik eingeführt habe, die Methode benutzt, wie aus folgenden Angaben seiner Arbeit „Ueber die Entwicklung des Zwerchfelles, des Pericardiums und des Coeloms“ aus dem anatomischen Institute zu Strassburg<sup>1)</sup> hervorgeht: „Um eine klare Vorstellung von der Configuration der besprochenen Gegend zu erhalten, haben wir nach mikroskopischen Präparaten ein Wachsmo-  
dell hergestellt“.

Dazu die Anm.: „Mit Hülfe der Camera lucida wurden (ähnlich wie es, glaube ich, zuerst von Born vorgeschlagen ist) Zeichnungen auf Wachsplatten gemacht, die Spalten und Lücken ausgeschnitten, die äusseren Contouren beschnitten, die den successiven Schnitten entsprechenden Wachsplatten in derselben Reihenfolge aufeinander gelegt und zusammengeklebt. Auf diese Weise wurde der grösste Theil der unten zu beschreibenden Entwicklungsstadien getreu nach den Präparaten reproducirt.“

Es ist nun, wie auch His<sup>2)</sup> wieder und wieder hervorhebt, bei entwicklungsgeschichtlichen Arbeiten absolut nothwendig, sich „über die blosse Schnittbetrachtung zu einer plastischen Synthese des zerlegten Gebildes zu erheben“ und „die zahlreichen Flächenbilder, welche die einzelnen Schnitte gewähren, wieder umzusetzen in einfachere Anschauungen körperlicher Art.“ His selbst erreicht dieses Ziel bekanntlich dadurch, dass er jeden einzelnen Querschnitt in bestimmter Vergrösserung zeichnet und nach den Maassen dieser Figuren und nach der bekannten Schnitt-  
dicke mit Hülfe der vor dem Schneiden vom unversehrten Object abgenommenen Bilder Frontal- und Sagittal-Schnitte und Ansichten nach leicht verständlichen Regeln construirt und aufzeichnet. Nach diesen auf gleiches Maass reducirten verschiedenen Ansichten des Objects wird dann eine freie Nachbildung in Wachs oder Thon ausgeführt. So sind die Originale der für jeden Unterricht in der Entwicklungsgeschichte unentbehrlichen Modelle von His über die Entwicklung des Hühnchens, die Ziegler in Freiburg liefert, entstanden; ich brauche daher kein Wort dartüber zu verlieren, dass auf diesem Wege Ausgezeichnetes erreichbar ist. Nur ist die für diesen Weg unerlässliche, hohe künstlerische Begabung und Fertigkeit nicht Jedermanns Sache, es scheint mir daher, dass meine

1) Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXII. H. 1. p. 157.

2) Anatomie menschlicher Embryonen I. Leipzig 1880. p. 7.

Methode, die ohne jeden Anspruch an besondere Fertigkeiten bei rein mechanischer Handhabung richtige plastische Reconstructions liefert, etwas häufiger Anwendung verdient, als ihr bisher zu Theil geworden ist. Da ich seit der ersten Veröffentlichung der Methode in der Einleitung einer Specialarbeit<sup>1)</sup> dieselbe immer weiter ausgebildet habe, die Schnittserientechnik selbst aber inzwischen mannichfache, der Ausführung der Modelle günstige Verbesserungen erfahren hat, scheint es mir an der Zeit, das Verfahren, wie ich es jetzt übe, mit allen nothwendigen Vorbereitungen einmal in extenso darzustellen; vielleicht erreiche ich damit, dass es häufiger in Gebrauch kommt; — die Nützlichkeit desselben wird sich dann ohne Weiteres ergeben. Ich werde im Folgenden auch auf die einleitenden Manipulationen des Einschmelzens, Schneidens, Auflegens u. s. f. wie ich dieselben als zweckmässig für die Erfordernisse des Modellirens ausgearbeitet habe, etwas genauer eingehen, ohne damit ausschliessen zu wollen, dass dasselbe Ziel auch auf anderem Wege, als auf den von mir angegebenen, erreichbar ist.

### Vorbereitende Manipulationen.

Für viele Objecte erweist es sich als zweckmässig, bevor man dieselben in Schnitte zerlegt, erst eine in bestimmter Vergrößerung gehaltene Umrisszeichnung aufzunehmen, die dann beim Modelliren als Controlle mannigfach benützt werden kann. In meiner letzten Arbeit dienten die Profilzeichnungen der Köpfe der Embryonen dazu, die Verschiebung in dorsoventraler Richtung, die die Wachsplatten beim Aufeinanderlegen zu erleiden hatten, abzumessen. His<sup>2)</sup> benützt zum Zeichnen eine besondere Apparatenzusammensetzung; da ich eine solche nicht besitze, muss ich mich mit dem Mikroscope behelfen; für stärkere Vergrößerungen, 60, 80, 100fach, wie sie beim Modelliren häufig gebraucht werden, reicht die Combination von His übrigens sowieso nicht aus. Mit einer Reihe Objectiven von Schiek 00 an aufwärts, einigen verschieden hohen Unterlagen und der Oberhäuser'schen Camera lucida oder dem

---

1) Siehe Anm. 1 p. 585.

2) Anatomie menschlicher Embryonen I. Leipzig 1880. p. 8 u. folg.

Bruel'schen Zeichenapparate lassen sich die häufigsten Vergrößerungen leicht zusammenstellen, namentlich wenn man den Tubus des Mikroskops je nach Bedürfniss verschieden weit zusammenschiebt oder auszieht. Ich messe mir die Grösse des Auszugs des Tubus, die für irgend eine Vergrößerung erforderlich ist, ein für allemal ab, schneide einen etwa 3—5 mm breiten Streifen Blech von entsprechender Länge ab und klemme denselben zwischen den vorspringenden Rand der unteren Tubushälfte und den oberen Ring der oberen Tubushälfte fest ein; damit ist die erforderliche Grösse des Auszugs dauernd fixirt. Der Blechstreifen kann jeden Augenblick entfernt und mit Leichtigkeit durch einen neuen ersetzt werden. Will man das Bild des ganzen Objectes als Controlle beim Modelliren benutzen, so ist zweckmässig dasselbe auf dieselbe Vergrößerung umzuzeichnen, in der man modellirt, und die Schnittgrenzen, wie dies His vorschreibt, auf dem Bilde in parallelen Linien aufzutragen. His sucht die Schnittrichtung nachträglich zu bestimmen, indem er besonders markante Punkte des Oberflächenbildes in den Schnitten aufsucht und nach der Zahl der Schnitte, die zwischen zwei solche fallen, und nach der bekannten Schnittdicke die Lage der Linien construirt. Ich schneide immer in einer zu irgend einer Axe des Objects von vorn herein fixirten Richtung; — wie dies geschieht, ist weiter unten nachzulesen — ich kann die Schnittlinien daher auch ohne Weiteres in das Oberflächenbild eintragen. Wählt man die Plattendicke beim Modelliren, was sich mitunter empfiehlt, nicht in Bruchtheilen von Millimetern, sondern in ganzen Millimetern, so kann man eine Durchzeichnung des Umrisses des Objects auf Oelpapier auf käufliches Millimeterpapier in der bestimmten Richtung aufkleben und erspart sich so das immerhin mühsame Ausmessen und Aufzeichnen der Schnittgrenzen.

Wenn man Objecte in Schnittserien von gleichmässiger bestimmter Dicke zerlegen will, müssen dieselben natürlich vorher zweckentsprechend gehärtet und gefärbt sein. Ich brauche hier auf die üblichen Methoden nicht weiter einzugehen, erwähnen will ich nur, dass bekanntlich zum Stückfärben keineswegs alle Methoden, die für das Schnittfärben gutes leisten, anwendbar sind.

Es möchte sich empfehlen anstatt des schlechten Ausdrucks „Im Ganzen Färben“ die Bezeichnung „Stückfärben und Stückfärbung“ als Gegensatz zu „Schnittfärben und Schnittfärbung“ festzuhalten. Als brauchbare Combinationen kenne ich aus eigener Erfahrung: Chromsäurebehandlung, Boraxcarmin oder

saures Hämatoxylin nach Ehrlich; — Pikrinsäurebehandlung, gewöhnliche ammoniak. starke Carminlösung oder dasselbe Hämatoxylin; — Müller'sche Flüssigkeit — oder Alkoholbehandlung, Cochenilleabkochung; — Salpetersäurebehandlung, alkalische Methylviolettlösung u. dergl. mehr.

Zum Einbetten benutze ich ausschliesslich Paraffingemische oder die mit etwas Wachs versetzte Wallrathrizinusölmasse von Kleinenberg, ohne dass ich damit leugnen will, dass man mit Eiweiss- oder Celloidineinschluss nicht auch zum Ziele kommen könnte. Ja es scheint für den ersten Augenblick, als ob die letztgenannten Methoden den grossen Vorzug besässen, dass die Schnitttheile von der Einschlussmasse, die mit auf den Objectträger kommt, festgehalten viel weniger leicht der Gefahr einer Verzerrung oder Verschiebung ausgesetzt sind; aber einerseits leistet eine gute Paraffin- oder Wallrathmasse, wenn man mit trockenem Messer schneidet dasselbe; der Schnitt sammt dem umgebenden Plättchen der Masse wird auf den Objectträger aufgelegt und auf diesem sogleich, wie unten näher auszuführen, dauernd fixirt, — andererseits gewährt meine Einsschlussmasse, wenn man ihre Plasticität, wie ich vorschlage, zweckmässig ausnützt, eine Leichtigkeit und Sicherheit in der Orientirung des zu schneidenden Objects, wie dies kein anderes Verfahren zu gewähren vermag. Vor dem Einschmelzen lege ich die Stücke je nach der Grösse längere oder kürzere Zeit in Bergamottöl ein, bis sie von demselben vollkommen durchdrungen sind, — neuerdings wird dafür auch Chloroform empfohlen, — und bringe sie dann in die geschmolzene Masse, die auf einem Wasserbade oder noch besser in einem mit Wasser heizbaren Trockenschränkchen grade flüssig gehalten wird. Der Schmelzpunkt der Masse soll 60° Celsius nicht übersteigen. In der flüssigen Masse bleibt das Object 1/2 Stunde bis einen Tag je nach seiner Grösse.

Selbst in den neuesten Publicationen lese ich, dass man allgemein das Präparat in einer Form, so gut es geht, innerhalb der flüssigen Masse in der gewünschten Stellung zu fixiren sucht und nach dem Erkalten den ganzen Block, der das Präparat enthält, in die Zwinde des Mikrotoms einspannt. Es ist klar, dass selbst bei der grössten Sorgfalt bei solchem Vorgehen eine genaue und sichere Orientirung des Präparates nur selten gelingt, zum mindesten äusserst schwierig und umständlich ist. Es scheint mir aber grade der grösste Vorzug von Paraffin und ähnlichen Massen zu sein, dass sie nach einem Verfahren, das ich schon seit Jahren übe,

ein, ich möchte sagen, mathematisch genaue Orientirung des Präparates erlauben. Ich schmelze das Präparat nicht in eine Form ein, sondern nehme es, wenn es von der Masse durchdrungen ist, heraus. Bei allen Stücken, die eine genügende Dicke besitzen, geschieht dies mit einem vorher erhitzten Spatel; von diesem streife ich das Object mit möglichst wenig Masse auf meine Fingerspitze ab und lasse es auf dieser erkalten. Das festgewordene Stück wird mit einigen Bewegungen vorsichtig von der Fingerspitze abgehoben und kann so in irgend einem Kästchen in Watte beliebig lange bis zum weiteren Gebrauche aufgehoben werden. Handelt es sich um vorzugsweise flächenhaft ausgebreitete, dünne Objecte wie z. B. Hühnerkeimscheiben der ersten Tage, so ist ein etwas anderes Vorgehen nothwendig. Man erhitzt ein genügend breites, ganz ebenes Blechspatel oder noch besser das eine Ende eines englischen Objectträgers, taucht es in die flüssige Masse, schiebt mit der erhitzten Nadel das Präparat darauf und hebt es heraus. Nach dem Erkalten kratzt man von der freien Seite des Spatels oder Objectträgers die Masse ab, erwärmt dieselbe einen Augenblick an der Flamme, so dass die der andern Seite des Glases oder Spatels zunächst anhaftende Massenschicht grade flüssig wird und schiebt die dadurch frei gewordenen aber noch feste Platte rasch auf die Fingerspitze ab. Von dieser nach dem vollkommenen Erkalten entfernt lassen sich solche Platten mit Keimscheiben und dergleichen vortrefflich conserviren und man erkennt an denselben durch die dünne Deckschicht von Masse hindurch nicht nur die Lage des Embryos, sondern noch eine ganze Anzahl feinerer Einzelheiten. Die ganze Manipulation ist in wenigen Augenblicken ausgeführt. Will man das Präparat mikrotomiren, so spanne man zuerst das Messer ein für allemal in der Stellung fest ein, die es beim Schneiden einnehmen soll.

Diese Stellung wird, wie allbekannt, für so harte Massen, wie Paraffin-Wachs- oder Wallrathricinusölgemische stets eine zur Führungslinie des Messerschlittens annähernd senkrechte sein, während man noch für Objecte von der Resistenz gut gehärteter Leber das Messer bekanntlich so steil stellt, dass möglichst die ganze Klinge beim Schneiden ausgenützt wird. In unserem Falle kommt natürlich nur ein kleiner Theil der Klinge zur Geltung. Die von Dr. Long (Breslau) angegebenen Messer, die zum Griff so gewendet sind, dass vom ganzen Messer nur die untere Fläche des schneidenden Keils sich in der Schnittebene bewegt, dass also nicht, wie bei gewöhnlichen Messern, die untere Hälfte der Klinge über das Präparat hinweggedrückt wird, sind jetzt

wohl in der ganzen Welt bekannt und bedürfen kaum mehr einer besonderen Empfehlung.

Dann erhebe man einen in die Präparatzwinge fest eingeklemmten Block der Masse so hoch, wie es das Instrument erlaubt und schneide auf demselben eine Ebene ab; so weiss man, dass, wenn man auf diese Ebene das Präparat aufschmilzt, das Messer immer nur dieser ersten Ebene parallele Schnitte abheben wird. Es gilt also dann nur das Präparat zu der Schnittebene richtig zu orientiren. Dies geschieht bei grösseren, einfach gebauten Objecten, bei denen es auf eine absolut genaue Einstellung nicht ankommt, sehr einfach dadurch, dass man in die Mitte der Ebene auf dem Block eine Grube von entsprechender Grösse macht, in diese das harte Präparat nach dem Augenmass richtig einsetzt und dann dasselbe mit Hülfe eines gestielten, gebogenen Drahtes zuerst mit einem Tröpfchen flüssiger Masse befestigt und dann allmählich (mit dem erhitzten Spatel) so mit Tropfen der Masse einhüllt, dass das Präparat in einem Kegel der erstarrenden Masse verschwindet. Für dünnere, kleinere und complicirte Objecte, sowie für Fälle, bei denen eine, wie ich oben sagte, beinahe mathematisch genaue Einstellung erforderlich ist, — empfehle ich die Benutzung kleiner Hilfsinstrumente, die man sich bei jedem Mechaniker für einen geringen Preis herstellen lassen kann. Es sind dies zwei kleine, gleichgrosse Quadrate von planparallelem Messingblech, die an einer Seite in einem scharfen, genauen rechten Flächenwinkel mit einander verbunden sind (dieselben werden aus einem Stück gebogen). Ich benütze drei solcher Flächenwinkel, bei denen die Seiten der Quadrate je 6, 8, 10 m messen. Auf die Aussenseite jedes Quadrats sind in gleichen Abständen drei dem einen Seitenpaar und senkrecht darüber hinweg drei dem andern Seitenpaar parallele Linien schwarz eingravirt. Diese Flächenwinkel lassen sich sehr verschiedenartig benützen. Das einfachste, in vielen Fällen genügende Verfahren ist Folgendes: Man stellt den Flächenwinkel auf der Schnittebene des Blockes auf und lehnt das Präparat so an denselben an, dass die senkrecht zu treffende Axe einer der senkrechten schwarzen Linien parallel ist und tropft es dann fest. Will das Präparat schlecht stehen, so mache man vor dem Flächenwinkel eine entsprechende Grube und dergleichen. Noch bessere Einstellung erreicht man folgendermassen: Man lege den Flächenwinkel auf die Kante eines Klötzchens und bringe das



Präparat auf der nun horizontal vorliegenden äusseren Seite des einen Quadrates in die richtige Stellung (mit Hilfe der schwarzen Linien) und befestige es in dieser an dem Quadrat mit einem minimalen Tröpfchen der Masse. Nun stelle man den Flächenwinkel sammt dem anhängenden Präparate auf der Schnittebene des Blockes richtig ein und umgiesse das Präparat mit Ausnahme der dem Quadrat zugewendeten Seite reichlich mit Masse. Nachdem diese erkaltet ist, genügt fast immer eine geringe Bewegung des Flächenwinkels, um die Verbindung mit dem Präparate zu lösen, das nun in der gewünschten Stellung auf dem Blocke fest bleibt und mit Leichtigkeit vollends umgossen werden kann. Wem das Erstarren zu lange dauert, braucht nur einen Pinsel mit absolutem Alkohol über dem Kegel der Masse auszudrücken und denselben anzublasen. Sollte sich einmal die Verbindung des Präparates mit der quadratischen Platte nicht ohne Weiteres lösen lassen, so erwärme man die abgewandte Seite der letzteren mit einem in Spiritus getauchten und mit der Pincette gehaltenen, angezündeten Wattepröpfchen, und die Lösung tritt sogleich ein. — Eine Reihe von anderen Modificationen, in denen man diese Flächenwinkel gebrauchen kann, ergeben sich in praxi so leicht, dass ich dieselben nicht erst auseinanderzusetzen nöthig habe.

Gleichmässig dünne Schnitte (bis zu  $\frac{1}{50}$  m und darunter) geben wohl alle modernen Mikrotome; ich kenne aus eigener Erfahrung die Instrumente von Long (Breslau) und Schanze (Leipzig) als brauchbar. Will man modelliren, so sind Schnitte von  $\frac{1}{25}$  bis  $\frac{1}{50}$  m Dicke am meisten zu empfehlen; an dickeren sieht man nicht genug und verliert feinere Formübergänge; auch werden, wenn man einigermassen stark in der Fläche vergrössert, die Wachsplatten dann so dick, dass sie sich schlecht schneiden. Nimmt man die Schnitte zu dünn, so erschwert man sich die Arbeit durch die Vergrösserung der Zahl der Wachsplatten unnütz und bekommt bei schwachen Vergrösserungen zu dünne Platten, die sich schlecht giessen. Liegt ein besonderes Interesse an ganz dünnen Schnitten vor, so schneide man z. B.  $\frac{1}{50}$  m, benütze aber nur jeden zweiten Schnitt für das Modell, der dann natürlich  $\frac{1}{25}$  m dick zu rechnen ist. Man mache sich jedesmal die Flächenvergrösserung, die man ungefähr braucht, um im Modell nicht zu dünne Spangen und zu schmale Spalten zu erhalten, im Voraus klar und berechne darnach, wie dünn die Schnitte werden müssen, damit bei entsprechender Dicken-

vergrößerung die Wachsplatten nicht über 2 m in der Dicke messen.

Für den Erfolg des Schneidens ist ein Hauptfactor die Masse, die man benützt. Dieselbe muss so beschaffen sein, dass der Schnitt einerseits nicht am Messer klebt oder sich faltet andererseits sich nicht zu einer engen Röhre zusammenrollt, sondern dass derselbe sich grade, ohne am Messer zu haften, zu einer flachen Rinne oder einfachen Röhre zusammenbiegt.

Jeder wird die leidige Erfahrung machen, dass alle Paraffin-Wallrath- und dergl. Gemische sehr inconstanter Natur sind, weil die Härte und Adhäsion dieser Massen in unglaublicher Weise von der Temperatur abhängt, so dass in einer solchen, die heute die vortrefflichsten Resultate gibt, wenige Tage später sich jeder Schnitt unlösbar zusammenrollt oder in Falten legt, die alle Theile heillos verschieben. Es nützt daher wenig, genaue Recepte zu geben, man kann nur im Allgemeinen sagen, dass es nützlich ist die spröden und etwas körnig krystallinischen Substanzen, wie Paraffin und Wallrath durch Zusatz von Wachs oder Ceresin mit Vaseline<sup>1)</sup> etwas geschmeidiger und elastischer zu machen.

Alle die kleinen Hilfsmittel, die F. E. Schulze<sup>2)</sup> für das Aufrollen der Dünnschnitte erwähnt, habe ich selbst gefunden und durchprobirt, kann denselben sogar noch ein anderes anreihen, das sich als das brauchbarste erwiesen hat. Man wähle eine Masse, die so hart ist, dass sich ohne Weiteres jeder Schnitt einrollt; ehe man nun aber zu schneiden beginnt, umfahre man den Rand der vorliegenden Schnittebene in einiger Entfernung mit dem erhitzten hakenförmigen Ende eines gestielten Drahtes so, dass die Masse von der Wärme grade etwas afficirt wird, — das Mass lehrt Uebung sehr bald kennen. Jetzt beginne man rasch zu schneiden; der erste Schnitt rollt gar nicht, der zweite ein wenig, der dritte stärker, beim fünften oder sechsten ist man genöthigt, um keinen Schnitt zu verlieren, den Handgriff zu wiederholen. Den Schnittstrecker von F. E. Schulze besitze ich erst seit ganz kurzer Zeit, kann das Instrumentchen jedoch als ganz vorzüglich bestens empfehlen; ich befestige denselben aber nicht am Mikrotom selbst — das wäre an dem Schanze'schen Modell auch schwer zu machen, — sondern an einer eisernen Stativklammer, die daneben steht.

1) Nach M. Schulgin, Zool. Anz. VI. Jahrg. Nr. 129. p. 21.

2) Ein Schnittstrecker, Zool. Anz. 1883. Nr. 132.

Für die Zwecke des Modellirens ist es selbstverständlich unumgänglich nothwendig, dass jeder Schnitt auf dem Objectträger vollkommen plan ausgebreitet wird und in allen seinen Theilen, mögen dieselben auch gar keinen oder nur losen Zusammenhang haben, nicht die geringste Verschiebung erleidet. Bei meinen ersten Arbeiten feuchtete ich das Messer mit absoluten Alkohol an und übertrug in diesem auf dem Objectträger. Nach dem Verdunsten des Alc. abs. kann man die angetrockneten Schnitte ruhig mit Terpentin übergiessen, ohne dass eine Verschiebung zu befürchten wäre. Nur ist eine solche leider schon während des Schneidens und Uebertragens mit Alkohol recht häufig, da die dünnen Plättchen der Masse in Alkohol sehr brüchig werden. Ich ging daher bald dazu über trocken zu schneiden, musste aber erfahren, dass zwar das trockene, feine Paraffinplättchen alle Theile des Schnittes gut zusammenhielt, dass aber die beim Auslösen mit Terpentin entstehenden Wirbel und Strömungen sehr leicht ganze kleinere Schnitte oder Theile von grösseren untereinanderschwemmen. Hatte man glücklich diese Klippe vermieden, so traten noch häufig, wenn man das mit Canadabalsam bestrichene Deckglas oder Glimmerblättchen auflegte, Verschiebungen ein. Die Erinnerung an meine Erfahrungen beim Feuchtschneiden brachte mich bald dazu, den Objectträger vor dem Auflegen mit absolutem Alkohol anzufeuchten, die Schnitte in denselben einzulegen, antrocknen zu lassen, fest zu schmelzen und dann erst auszulösen; — es war mir interessant zu lesen, wie derselbe Uebelstand Gaule und Altmann<sup>1)</sup> genau auf dasselbe Gegenmittel geführt hat.

In neuerer Zeit hat uns aber Giesbrecht ein Verfahren geschenkt, das bei richtiger Handhabung die Lage jedes noch so losen und kleinen Schnitttheiles so vollkommen sichert, dass jedes andere Hilfsmittel entbehrlich erscheint<sup>2)</sup>. G. gibt bekanntlich dem Objectträger einen dünnen Ueberzug von alkoholischer Schellacklösung, weicht denselben in der Wärme mit einem Minimum aufgepinselten Creosotes oberflächlich auf, legt dann die trockenen Paraffinschnitte

1) J. Gaule, „Das Flimmerepithel der *Aricia foetida*“. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1881, physiol. Abth. p. 156 Anm. u. R. Altmann, „Einige Bemerkungen über histologische Technik“. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1881, anat. Abth. p. 222 Anm.

2) „Zur Schneidetechnik“. Zool. Anz. IV. Jahrg. Nr. 92. p. 484 und in den Mittheil. d. zool. Section zu Neapel. 1881. II. p. 184.

auf, so dass sie an dem Schellacküberzug festkleben, verjagt das Creosot bei 50—55° und löst nachher ohne Schaden die Masse mit Strömen von Terpentin oder noch besser Xylol aus<sup>1)</sup>. Sollen, wie es für das Modelliren nöthig ist, die Schnitte sich ohne Faltung ganz plan auflegen, so müssen sie sich am Besten beim Schneiden zu einer Rinne oder höchstens einfachen Röhre zusammenrollen. Diese hebt man mit der Nadel ab und legt mehrere Reihen derselben auf den Schellack auf — soviel unter einem Deckglase oder Glimmerplättchen Platz haben, dann genügt ein geringes Erwärmen und alle bereiten sich vollkommen plan aus und kleben im selben Augenblicke fest.

### Das Modelliren.

Das Princip der Herstellung planparalleler Wachsplatten von beliebiger Dicke habe ich oben schon angedeutet, die speciellere Ausführung will ich hier an einem Beispiele erläutern. Ich benütze drei gleich grosse, rechteckige Blechgefässe mit senkrechten, etwa 2 $\frac{1}{2}$  cm hohen Wänden; an zwei gegenüberliegenden Seiten sind Griffe angebracht. Die langen Seiten des Rechtecks messen 270 mm, die kurzen 230 mm im Lichten. Soll aus einer Serie von Schnitten von  $\frac{1}{30}$  mm Dicke in 60facher Vergrösserung modellirt werden, so müssen die Wachsplatten, auf die die betreffenden Schnittheile 60fach vergrössert aufgezeichnet werden, ebenfalls 60mal dicker sein, als die Schnitte, es müssen dieselben also genau 2 mm in der Dicke messen.

Der Flächeninhalt einer Platte, die in einem der oben beschriebenen Gefässe gegossen werden kann, beträgt 62,100 □ mm, das Volumen einer Platte von diesem Flächeninhalt und 2 mm Dicke demnach 124,2 Cubiccm. — Das specifische Gewicht von gewöhnlichem gelben (rohen) Wachs beträgt 0,96—0,97, schmilzt man das Wachs, um etwas geschmeidiger zu machen, mit einem kleinen Zusatz von Terpentin zusammen, so stellt sich das spec. Gew. auf ungefähr 0,95. Diese Zahl kann man, ohne einen erheblichen Fehler zu begehen, in allen Fällen benützen. Das Gewicht der für unsere Platten

---

1) Die Vorschläge zur Vervollkommnung des Giesbrecht'schen Verfahrens von Kossmann in „Zur Mikrotomtechnik. Zool. Anz. VI. Nr. 129 p. 19 u. folg. sind jedenfalls sehr beachtenswerth.

erforderlichen Wachsmenge beträgt demnach 117,99 oder rund 118 gr. Es ist klar, dass sich das Gewicht jeder Wachsplatte von anderer Dicke ebenso leicht berechnen lässt. — In das Blechgefäss giesst man zuerst kochendes Wasser bis zur Höhe von  $1\frac{1}{2}$  cm, und gleich darauf das für die gewünschte Plattendicke abgewogene und dann geschmolzene Wachs.

Wenn das Wasser und das Wachs beide recht heiss sind, breitet sich das letztere ziemlich von selber aus; — Lücken, die etwa noch bleiben, füllt man aus, indem man mit einem breiten Objectträger oder dergl. das geschmolzene Wachs über dem Wasser ausstreicht. Es ist zweckmässig, die Platte, sobald sie erstarrt, aber noch weich ist, rasch dicht an der Gefässwand zu umschneiden, da bei der weiteren Abkühlung der Gefässwand und des Wassers die Wachsplatte sonst leicht zerrissen wird. Sobald es die Festigkeit der Platte erlaubt, — das Wasser ist dann noch lau, — wird dieselbe herausgenommen und auf einer horizontalen Unterlage bis zum vollkommenen Erstarren ausgebreitet. Hat man mehrere, gleichgrosse Blechgefässe und ein paar Gasflammen verschiedener Grösse zur Verfügung, so kann ein Diener in wenigen Stunden ein halbes hundert Platten mit Leichtigkeit fertigmachen.

Am Besten und leichtesten gerathen Platten zwischen 1 und  $2\frac{1}{2}$  mm Dicke, dünnere als 0,6 mm habe ich nie zu machen versucht. Alle Platten werden nothwendiger Weise ein wenig zu dünn, da sich das Wachs in Folge der Adhäsion an den Gefässwänden an den Rändern stärker anhäuft. Man könnte diesen geringen Fehler noch leicht durch Rechnung eliminiren, ich habe das aber in praxi niemals für nöthig befunden. Beim Aufeinanderlegen der Platten bleibt zwischen ihnen ein minimaler Zwischenraum, der vielleicht diesen Fehler gerade ausgleicht; wenigstens betrug an einem Modell, das aus 50–60 Platten zusammengesetzt war, die Differenz zwischen der aus dem idealen Plattenstärke berechneten und der gemessenen Dicke nie mehr als höchstens 1 mm.

Früher ritzte ich die Conturen der zu modellirenden Theile mit der Nadel in die Wachsplatten ein. Es ist nun aber aus vielen Gründen wünschenswerth, ausser dem Bilde auf der Wachsplatte, das ja beim Ausschneiden zerstört wird, noch eine dauernde Zeichnung jedes Schnitttheiles zu besitzen. Dieses Bedürfniss ver-

anlasste wohl Swirsky, die Bilder mit Hilfe der camera lucida zuerst auf Papier zu entwerfen und von diesem dann auf die Wachsplatte zu übertragen. Folgendes Verfahren, das ich jetzt ausschliesslich anwende, erspart den Umweg: Man breite auf der (trockenen!) Wachsplatte ein Stück Blaupapier (in jeder grösseren Papierhandlung zu kaufen), das eben so gross geschnitten ist, wie die erstere, so aus, dass die blaue Seite dem Wachse aufliegt; auf das Blaupapier kommt ein ebenso grosser Bogen gewöhnliches Papier. Beide Bogen werden auf der Wachsplatte mit Reisszwecken befestigt. Dann zeichnet man mit einem harten, gut gespitzten Bleistift die gewünschten Conturen auf das Papier auf und es entsteht gleichzeitig ein congruentes Bild von blauen Linien auf der Wachsplatte. Man kann denselben Bogen Blaupapier ungemein oft gebrauchen, ehë derselbe abgenützt ist.

Das Ausschneiden geschieht mit einem schmalen Messer auf einer Unterlage von weichem Holz. Je nach dem Objecte wird man dabei besondere Rücksichten walten lassen. Handelt es sich um ein Object, dessen Theile im Schnitt als dünne, isolirte oder weit geschwungene Spangen erscheinen, wie z. B. bei der Modellirung eines Knorpelskelets, so lässt man beim Ausschneiden provisorische Querspangen stehen, die bis zum Aufkleben die Entfernungen sichern und nachher mit dem erwärmten Messer leicht entfernt werden. Modellirt man feine Spaltcurven, wie z. B. Rachenhöhle und Kiemenspalten, so ist es zweckmässig, um weitere Räume zu erhalten, die Epithelien beim Aufzeichnen wegzulassen u. s. f. Gelegentlich ist man bei zu feinen Spalten, die selbst bei starker Vergrösserung noch ganz eng erscheinen, gezwungen, dieselben durchweg um ein bestimmtes Maass z. B. 1 mm zu weit zu zeichnen, oder man muss zu dünne Spangen um ein Bestimmtes verdicken. Solche Abweichungen sind bei jeder Modellirmethode unvermeidlich. Einen missglückten, z. B. gefalteten Schnitt, lässt man besser ganz aus und legt dafür lieber den vorausgehenden oder nachfolgenden zweimal auf.

Besondere Vorsichtsmassregeln erfordert noch das Aufeinanderlegen der Plattenausschnitte. Es ist hier nicht möglich, alle vorkommenden Fälle zu besprechen, nur auf einige Hauptpunkte will ich aufmerksam machen. Bei symmetrischen Figuren ist ein Abweichen nach rechts oder links natürlich leicht zu vermeiden; auch wenn man einen Theil, der nur auf einer Seite der Symme-

triebene liegt, modellirt, z. B. das Labyrinthbläschen einer Seite, kann man dieselbe zweckmässig zu Hülfe nehmen; man lässt dann regelmässig an allen Ausschnitten zwei provisorische Sparren in gleicher Höhe stehen, deren geradlinig abgeschnittene Enden genau in der Symmetrieebene liegen und passt die letzteren beim Aufeinanderlegen so ab, dass dieselben immer senkrecht auf einer und derselben Ebene stehen; man benutzt als solche einen Pappdeckel oder dergleichen. Nach dem Verkleben der Ausschnitte werden die provisorischen Sparren allmählich mit dem heissen Messer entfernt. Hat man durchlaufende Gebilde in den Schnitten, deren Mittelpunkte in einer geraden Linie liegen, z. B. Wirbelkörper, so modellirt man dieselben als Hohlräume oder als Ausschnitte provisorisch mit und benutzt dieselben zur Regulirung beim Aufeinanderlegen. Auch andere durchlaufende Gebilde, wie das Rückenmark, Blutgefässe, Chorda werden mit ausgeschnitten und helfen dann beim Aufeinanderpassen. Gegen Abweichungen in der Richtung der Symmetrieebene selbst schützt die Berücksichtigung der Profilzeichnung des ganzen Objects, die vor dem Schneiden abgenommen wurde, und die man, wie oben erwähnt, auf die Vergrösserung des Modelles bringt mit Einzeichnung der Schnittgrenzen. Will man ganz genau sein, so kann man die Profilcontur aus dicker Pappe ausschneiden und in einen solchen Rahmen die aufeinander gelegten Schnitte einpassen. Bei unsymmetrischen Gebilden, z. B. Extremitäten, benutzt man einen senkrechten Querschnitt oder ritzt an bestimmten, dann in die Zeichnung einzutragenden Stellen ein paar Linien in die Oberfläche des Präparates u. dergl. mehr.

Meist lege ich 5—6 Ausschnitte erst locker aufeinander, corrigire mit den angegebenen Hilfsmitteln die Lage und befestige sie dann aneinander, indem ich die Ränder hier und da mit dem heissen Spatel berühre. Sobald dieselben so aneinanderhaften, dass man sie als ein Stück aufheben kann, bepinsele ich die vorstehenden Ränder mit Terpentin und egalisire dieselben dann mit dem heissen Spatel. Die Bepinselung mit Terpentin schafft den Vortheil, dass man eine bei geringer Wärme weiche und deshalb leichter zu bearbeitende Modelloberfläche erhält.

Ob man alle Ausschnitte hintereinander weg zu einem Stücke vollkommen fest verkleben will, oder an bestimmten Stellen die Verklebung so oberflächlich macht, dass man das Modell wieder

in einzelne Stücke zerlegen kann, wie es z. B. bei den Kiemen-spaltenmodellen meiner letzten Arbeit der Fall sein musste, hängt natürlich von Gesichtspunkten ab, welche die Beschaffenheit des jeweiligen Objects dictirt. An Stellen, die nach dem Aufeinanderpassen nachträglich wieder getrennt werden sollen, schiebt man zur Sicherung der Trennung zweckmässig ein dünnes Kartenblatt ein. Nachträglich kann man das fertige Modell mit einem heissen Messer in jeder gewünschten Richtung zerschneiden u. s. f. Meist arbeite ich jetzt so, dass, während ich aufzeichne, ein paar gefällige Gehülfen, — man kann jeden intelligenten Diener dazu rasch abrichten — die interessirenden Theile aus den fertigen Bildern ausschneiden, sodass die Herstellung des ganzen Modells relativ rasch vorwärts geht.

Man kann natürlich aus einer und derselben guten Serie alle möglichen Dinge, Hohlräume und solide Organe für sich modelliren. — Zum Schluss möchte ich mir nur noch erlauben, darauf hinzuweisen, dass unter anderem die Entwicklung des Gehirns und des Herzens sich durch meine Modelle ganz besonders gut illustriren lässt; ja man kann die Massenzunahme irgend eines Theiles des Gehirns zwischen zwei Stadien direct bestimmen, indem man aus zwei entsprechenden Modellen den Theil herausschneidet und die Wachsstücke wiegt.

Breslau, im März 1883.

---

**Recherches sur le rein céphalique et le corps de  
Wolff chez les Oiseaux et les Mammifères  
(Extrait.)**

Par le

**Dr. George Renson**, Bruxelles.

---

Les recherches dont nous résumerons ici les résultats ont été entreprises au laboratoire de l'Institut anatomique de Strasbourg. Conduites sous la bienveillante direction de M. le Professeur Wal-