

Beiträge zur histologischen Technik.

Von Prof. H. Hoyer in Warschau.

1. Karminlösung.

Zu den häufigst gebräuchlichen und best bewährten Tinktionsmitteln tierischer Gewebe für histologische Zwecke gehört unstreitig die ammoniakalische Karminlösung. Die Schönheit und Dauerhaftigkeit der damit hergestellten Präparate, die feine Nuancierung des histologischen Details, sowie die relative Einfachheit ihrer Darstellung und Verwendung gaben derselben bisher den Vorzug vor allen neuen Tinktionsmitteln, so große Vorzüge dieselben auch für besondere Zwecke sonst haben mögen. Indess hat die einfache Karminlösung auch ihre großen Schattenseiten, welche Veranlassung gegeben haben zur Herstellung der verschiedenartigsten Modifikationen und Zusätze, sowie zu den umfassendsten Bemühungen nach Auffindung anderer mehr zuverlässiger Tinktionsmittel. Zu den wesentlichsten Mängeln der einfachen Karminlösung gehört einerseits die Schwierigkeit der Darstellung eines gleichmäßig zusammengesetzten und gleichmäßig wirkenden Präparats, und andererseits die Schwierigkeit der Konservierung einer gelungenen Lösung. Der körnige Absatz, welcher schon nach wenigen Tagen in der Flüssigkeit sich zu bilden beginnt, der körnige schwer zu beseitigende Niederschlag auf den Präparaten selbst, welche durch 24 Stunden der Einwirkung des Karmins ausgesetzt werden müssen, die mit dem Auftreten des Niederschlags verminderte Färbekraft der Lösung u. a. m. bieten Uebelstände, welche durch Zusätze von Glycerin, Alkohol, Kampher, Karbolsäure, Pikrinsäure u. s. w. wol kaum gemindert werden. Die Bildung eines hellroten Niederschlags sowol bei Zusatz von überschüssiger Säure zu ammoniakalischer Karminlösung, als auch beim längern Erwärmen in offener Schale dürften wol bei den meisten histologischen Arbeitern die Meinung erzeugt haben, dass der in frischer Karminlösung sehr bald auftretende Niederschlag ebenfalls durch Abdunstung des Ammoniaks und Präcipitierung der Karminsäure bedingt sei, zumal derselbe bei Zusatz von frischem Ammoniak sich scheinbar wieder löst und schwindet. Stellt man sich indess nach dem Vorgange von Professor Betz in Kieff eine gut ausgefaltete Karminlösung dar, so kann man dieselbe Tage lang in offenem Schälchen stehen lassen, ohne dass ein Niederschlag sich bildet. Dasselbe ist der Fall bei Zusatz von fäulniswidrigen Mitteln zu neutraler Karminlösung oder bei Herstellung eines völlig neutralen trocknen Präparats von karminsaurem Ammoniak auf kaltem Wege (s. u.). Das letztere zersetzt sich mit hin bei gewöhnlicher Zimmertemperatur nicht; das Ammoniak verflüchtigt sich erst bei stärkerer Erwärmung (nahe der Siedhitze), ob schon es andererseits selbst durch die schwächsten Säuren dem Karmin entzogen und letzteres präcipitirt wird. Der in Karminlösung binnen

kurzer Zeit von selbst auftretende Niederschlag besteht aus rotgefärbten Bakterien (Mikrokokken), denen durch Ammoniak der Farbstoff zum Teil wieder entzogen werden kann. — Die Betz'sche ausgefaulte Lösung besitzt alle Vorzüge einer guten neutralen Karminlösung; sie färbt intensiv und nicht diffus und zersetzt sich nicht weiter. Ihre Darstellung erfordert indess ein monate- selbst jahrelanges Zuwarten. Die bisher üblichen fermentationswidrigen Zusatzmittel inhibiren entweder die Zersetzung des Karmins nur für kurze Zeit, oder sie vermindern wesentlich dessen Färbekraft.

Es ist nun dem Verf. gelungen, mittels einfacher Procedur ein Präparat von neutralem karminsaurem Ammoniak herzustellen, welches in seiner Verwendung bequem und sicher ist und wol sämtliche Vorzüge einer guten Karminlösung in sich vereinigt. Dasselbe hat bei wiederholter Prüfung und einer beständigen Verwertung während eines ganzen Jahrs sich wol bewährt, insbesondere hat es uns bei Herstellung von Schnittserien aus Gehirn und Rückenmark gute Dienste geleistet. Die Darstellung erfolgt in folgender Weise:

Je 1 gr. Carmin wird gelöst in einer Mischung von ca. 1—2 cc. starker Ammoniaklösung und 6—8 cc. Wasser und in einem Glas Kolben im Sandbade so lange erwärmt, bis das überschüssige Ammoniak sich verflüchtigt hat. So lange noch freies Ammoniak vorhanden ist, bilden sich beim Sieden große Blasen in der Flüssigkeit und letztere zeigt die gewöhnliche dunkel purpurrote Färbung des karminsauren Ammoniaks; ist dagegen das ungebundene Ammoniak verflüchtigt, so zeigen sich kleine Bläschen und die ammoniakalische Verbindung beginnt sich zu zersetzen, infolge dessen die Lösung die mehr hellrote Nüance annimmt. Man lässt nun erkalten, absetzen und trennt schließlich mittels Filtration den später zu neuer Lösung zu verwertenden hellroten Absatz von der ziemlich vollständig neutralen dunklen Flüssigkeit. Letztere kann man durch Zusatz von 1 bis mehr Procent von Chloralhydrat durch längere Zeit unverändert konserviren und in gewöhnlicher Weise verwerten, unter andrem auch zur Darstellung von roter Leiminjektionsmasse. Das Chloral zersetzt sich nicht in neutraler Karminlösung; bei Ueberschuss von Ammoniak entwickelt sich dagegen sofort Chloroform, das sich durch seinen Geruch alsbald zu erkennen gibt. Das Chloral vermindert, soviel ich bisher ermitteln konnte, durchaus nicht die Färbekraft der Lösung und bietet, wie wir unten noch weiter sehen werden, eines der besten und vielfach zu verwertenden antizymotischen Mittel.

Versetzt man nun die neutrale Karminlösung mit dem 4—6fachen Volumen von starkem Alkohol, so bildet sich ein umfangreicher hellroter Niederschlag. Derselbe wird durch Filtration von der roten, nur geringe Mengen von Karmin gelösten Flüssigkeit getrennt, gewaschen und getrocknet oder durch Uebergießen mit Alkohol, in welchem etwas Glycerin und Chloral gelöst ist, in eine Paste

verwandelt. Beide Produkte, das Pulver sowol wie die Paste, können Monate bis Jahre lang unverändert aufbewahrt werden; sie lösen sich leicht, insbesondere die weiche Paste, und vollkommen klar in destillirtem Wasser, zumal beim Erwärmen. Die Lösung geht ungemein leicht und vollständig durch das Filter, während die einfache Karminlösung nur schwer und langsam sich filtriren lässt; sie hält sich lange Zeit unverändert, insbesondere bei Zusatz von geringen Mengen (1—2 Procent) Chloral, und zeigt ein intensives Färbemögen, welches das der gewöhnlichen Karminlösung bedeutend übertrifft.

Bei der Behandlung des Karmins mit Alkohol bildet sich somit eine eigentümliche Modifikation des Farbstoffs, welche durch eine scharlachfarbige Nuance von der mehr violetten Färbung der einfachen ammoniakalischen Karminlösung sich unterscheidet. Dieselbe besteht aus vollkommen neutralem karminsauerm Ammoniak, welches bei mittlerer Temperatur sich durchaus nicht zersetzt; die schwächsten Säuren dagegen, wie z. B. Pikrinsäure, fallen sofort daraus das Karmin in Form eines hellroten Niederschlags, welcher bei Neutralisation mit Ammoniak sich völlig wieder löst. Die Färbekraft der Bealeschen Karminlösung scheint wesentlich bedingt zu sein von der Bildung dieser Karminmodifikation. Dieselbe kann nun auch benutzt werden zur Herstellung eines constanten sogenannten „Pikrokarmins“. Die Herstellungsweise des letztern hatte bisher keine feste Basis; das Präparat bildete gewissermassen ein chemisches Monstrum; von einer Doppelverbindung konnte hierbei wol kaum die Rede sein. Jetzt hat man es in der Hand, durch Lösung des Karminpulvers in concentrirter Solution von neutralem pikrinsauerm Ammoniak nach bestimmten Verhältnissen sich ein constantes Präparat herzustellen, welches sämtliche Vorzüge des beliebten „Pikrokarmins“ in sich vereinigt. Durch Zusatz von Chloral kann die Haltbarkeit dieser Lösung noch wesentlich erhöht werden. Bei zahlreichen Versuchen hat sich dieselbe aufs beste bewährt.

Das pulverförmige Präparat von karminsauerm Ammoniak könnte bei seiner guten Haltbarkeit fabrikmäßig in größern Mengen dargestellt und zu verhältnissmäßig geringem Preise abgegeben werden, ähnlich wie dies bereits mit dem Pikrokarmin der Fall ist. Hervorgehoben sei noch, dass die mittlern Karminsorten sich besser zu eignen scheinen zur Herstellung des Alkoholpräcipitats, als die teuern, welche aus der ammoniakalischen Lösung entweder gar nicht oder nur sehr unvollständig niedergeschlagen werden.

2. Injektionsmassen.

Die schönsten Injektionspräparate für histologische Untersuchung oder Demonstration liefern unstreitig leimhaltige Massen, insbesondere sind dieselben bei mehrfarbigen Injektionen wol kaum zu umgehen.

Die Herstellung der Leimmassen ist indess ziemlich umständlich und mit nicht unbedeutendem Zeitverlust verknüpft, was in Verbindung mit der Neigung zu schneller Zersetzung durch Schimmelpilze und Bakterien die Verwendbarkeit solcher Massen wesentlich beeinträchtigt. Die Wahrnehmung des stark antizymotischen Vermögens des Chloralhydrats veranlasste den Verf. zu versuchen, ob sich das letztere nicht auch zur Konservierung der Leimmassen verwerten lassen würde. Der Erfolg war ein überraschend günstiger. Sowol reine, zur Verhütung des völligen Austrocknens mit 5—10 Procent Glycerin versetzte Gelatinelösung, als auch die verschiedenartigen gefärbten und gleichfalls mit Glycerin versetzten Massen haben sich bei Zusatz von mehrern Gewichtsprocenten Chloral durch Wochen und selbst Monate völlig unverändert erhalten. Sie zeigten keine Schimmelbildung, lösten sich leicht und rein in der Wärme, gelatinirten schnell bei der Abkühlung und lieferten völlig befriedigende Injektionen. Man ist auf diese Weise in den Stand gesetzt, sich größere Vorräte von fertiger verschiedenfarbiger Masse darzustellen, die nur einfach erwärmt zu werden braucht, um ohne weiters injicirt werden zu können. Zahlreiche frühere Versuche mit verschiedenen andren antizymotischen Konservationsmitteln hatten durchgehends mehr oder weniger unzureichende Resultate geliefert.

Durch die Anwesenheit des Chlorals in der Injektionsmasse wird auch die Beschaffenheit der die Gefäße umgebenden Gewebe wol kaum alterirt; ja das letztere bietet, wie zahlreiche Versuche gezeigt haben, in einfacher (1—2procentiger) Lösung ein vortreffliches Konservationsmittel für verschiedene tierische Gewebe, die man in einem möglichst frischen normalen Zustande längere Zeit zu erhalten wünscht. So hat sich gelatinöses Knochenmark Wochen lang ziemlich unverändert erhalten; nur die Blutkörperchen waren stark geschrumpft und die lymphoiden Gebilde zeigten die gleichen Veränderungen, wie in concentrirtern Lösungen neutraler Salze. Embryonen und Embryonaltheile hält der Verf. seit Monaten in einer schwachen Chlorallösung; sie zeigen sich äußerlich viel weniger verändert, als in Alkohol. Schwache Chlorallösungen dürften sich auch besonders geeignet erweisen zu mehrtägiger Konservierung von pathologisch veränderten Gewebsteilen und von mikroskopischen Schnitten (mit dem Gefriermikrotom erhalten), zu Macerationen u. dgl. m. Ueberhaupt dürfte das Chloral in der histologischen Technik als zu den verschiedensten Zwecken geeignet sich erweisen, zumal es auch die Tinktionsfähigkeit der Gewebe, der Bakterieninfiltrationen etc. nicht beeinträchtigt, und verdient dasselbe in dieser Beziehung nach verschiedenen Richtungen geprüft zu werden, so z. B. als Zusatzmittel zu Härtingsflüssigkeiten, um die Schimmelbildung zu inhibiren u. dgl. m. Schließlich sei hier noch bemerkt, dass dasselbe auch in therapeutischer Hinsicht als antizymotisches Mittel vortreffliche Dienste zu leisten vermag, so bei

Diphtherie in Form von Gurgelwässern oder Bepinselungen (erstere in schwächerer, 1 : 2 Procent, letztere in koncentrierter Lösung).

Was nun im speciellen die Darstellungsweise verschiedenfarbiger Leiminjektionsmassen anbetrifft, so sei zu dem Obigen noch folgendes hinzugefügt: Zur Herstellung transparenter roter Masse eignet sich am besten die einfache koncentrirte neutrale Karminlösung, deren Darstellung oben beschrieben ist, (das Alkoholpräcipitat dagegen liefert nicht ausreichend gesättigte Farbentöne). Zu einer koncentrirten Gelatinelösung wird die entsprechende Quantität der Karminlösung hinzugefügt, die ganze Masse wird auf heißem Wasserbade digerirt, bis die dunkel violettrote Färbung in eine hellrote Nuance überzugehen beginnt; man fügt dann 5—10 Volumprocent Glycerin und mindestens zwei Gewichtsprocent Chloral (in koncentrierter Lösung) hinzu und bewahrt, nach Durchseihung durch Flanell, in offener Schale unter einer Glasglocke auf. Durch teilweises Eintrocknen erhält die Masse noch eine günstigere Konsistenz.

Bei Herstellung von blauer Leimmasse mit löslichem Berlinerblau habe ich mit auf die verschiedenste Weise dargestelltem löslichem Farbstoffe Versuche angestellt, aber alle Präparate gaben bei unmittelbarer Mischung derselben mit der Leimlösung eine gerinnende klumpige oder körnige Masse. Mischt man aber eine kleine Quantität stark verdünnter und erwärmter Lösung von Berlinerblau mit einer gleichfalls geringen Menge einer mäßig verdünnten Gelatinesolution, so erhält man eine klare, homogene, blaue Lösung, die nun weiter mit größeren Quantitäten koncentrierter warmer Gelatinelösung versetzt bei allmählichem Zusatz von nunmehr nur noch mäßig verdünnter erwärmter Lösung von Berlinerblau eine völlig homogene transparente saturirte Masse liefert. Zusatz von Chloral und Glycerin macht die Masse konservationsfähig; durch teilweise Koncentration beim allmählichen Eintrocknen erhält sie eine geeigneteren Konsistenz und mehr gesättigte Färbung.

Eine in den Kapillaren gelb, in größeren Gefäßen bräunlich erscheinende, gut eindringende und sehr haltbare transparente Leimmasse stellt Verf. in folgender Weise dar: eine koncentrirte Gelatinesolution wird mit dem gleichen Volumen einer 4procentigen Höllesteinlösung versetzt und erwärmt; darauf wird eine ganz geringe Quantität einer wässrigen Pyrogallussäurelösung zugesetzt, welche binnen wenigen Sekunden das Silber reducirt. Die Masse nimmt dabei eine intensive graubraune Färbung an; in dünner Schicht auf einer Glasplatte ausgebreitet erscheint dieselbe jedoch in durchfallendem Licht schön gelb und transparent. Die Masse kann in gleicher Weise wie die obigen mit Glycerin und Chloral versetzt lange Zeit hindurch vorrätig gehalten werden. Die Injektionsmasse verändert sich weder in Alkohol, noch in Chrom- oder Essigsäure oder in chromsaurem Kali u. a., so dass die damit hergestellten Präparate in

verschiedenen Flüssigkeiten gehärtet werden können. Blaue und gelbe Masse gemischt ergeben eine ganz brauchbare grüne Masse.

Zum Schlusse dieses Abschnitts halte ich es für zweckmäßig, noch auf meine im 13. Bande des Archivs für mikr. Anatomie abgedruckten Beiträge zur Injektionstechnik hinzuweisen und die Herren Histologen zu Versuchen mit zwei der dort beschriebenen Injektionsmethoden aufzufordern, da dieselben, soweit ich ersehe, weder bei wissenschaftlichen Arbeiten noch in den Handbüchern für histologische Technik irgend welche Berücksichtigung gefunden haben. Ich hebe hier ausdrücklich die großen Vorzüge der Injektion mit salpetersaurem Silber-Ammoniak vor denen mit reiner Höllesteinlösung zur Darstellung der Gefäßendothelien (und der feinem Gefäßstruktur überhaupt) hervor. Die Herstellung der Lösung ist eine so einfache und mühelose, die damit erhaltenen Zeichnungen so tadellos und instruktiv, dass die mit reiner Höllesteinlösung hergestellten Präparate meist keinen Vergleich damit aushalten können. Die reine Höllesteinlösung diffundirt in die Gewebe und färbt somit nicht nur die Gefäße, sondern auch die umgebende Bindesubstanz, stellenweise intensiv braun und liefert reichlichere Niederschläge, welche die Anwesenheit von sogenannten Stomata vorspiegeln, als wie das ammoniakhaltige Präparat, welches nur in den Kittsubstanzen der Epithelien, Endothelien und glatten Muskelfasern reducirt wird, während es die Grundsubstanz des Bindegewebes meist ganz ungefärbt lässt. Ich besitze Gefäßinjektionen mit salpetersaurem Silberammoniak, welche in Darmareinsehluss seit Jahren sich völlig unverändert erhalten haben.

Was endlich noch eine andre, am gleichen Orte empfohlene, Injektionsmasse anbetrifft, nämlich die spirituöse Schellackinjektion, so finde ich, dass dieselbe gleichfalls keine Beachtung gefunden hat, trotz der Einfachheit der Darstellung und der ungemainen Bequemlichkeit der Verwendung für makroskopische Präparation feiner Gefäßverteilung. Die Masse kann beständig vorrätig gehalten werden, wird kalt injicirt, gestattet fast unmittelbar nach Beendigung der Injektion den Beginn der Präparation, erfüllt die feinsten arteriellen resp. venösen Verzweigungen, ohne je den Kapillarbezirk zu überschreiten, außer wo unmittelbare Uebergänge von Arterien in Venen vorliegen; sie hebt sich ferner deutlich von den Geweben ab und wird durch Säuren nicht zerstört, so dass sie zu Korrosionspräparaten kleinerer Körperteile (Lungenbronchiolen, kleiner Nierenbecken u. s. w.) sich vortrefflich eignet. Die neuerdings von Dr. Luigi Dalla Rosa empfohlene Mehl-Kolophoniummasse zu kalten Injektionen ganzer Leichen (Archiv für Anatomie und Entwicklungsgeschichte, 1881) ist im Wesentlichen nur eine Modifikation der Suequet'schen Ruß-Kolophoniummasse und der obigen Schellackmasse.

3. Einschlussflüssigkeiten.

In Nr. 14 der populär-naturwissenschaftlichen Zeitschrift „Isis“ vom Jahre 1879 fand Verf. die vom Apotheker Herrn L. Buch empfohlene Vorschrift zu einer Lösung von arabischem Gummi in offinem Liquor ammoniaci acetici, welche als Einschlussmittel für mikroskopische Präparate von Pflanzenteilen gute Dienste leisten sollte. Die nach jener Vorschrift hergestellte, der bekannten Farrant'schen analoge, Flüssigkeit erwies sich als sehr zweckentsprechend auch für verschiedene Präparate des tierischen Körpers, zumal die damit hergestellten Objekte, in gleicher Weise wie die Balsam- und Damarlackpräparate, keines weitem Lackeinschlusses bedurften, und außerdem die Gewebsteile nicht so stark transparent wurden, wie in den stärker lichtbrechenden harzigen Einschlussmassen. Die Gummilösungen sind überhaupt bequemer in ihrer Anwendung, als die Glycerinmassen; Gelatine und die damit hergestellten Präparate dauerhafter.

Verf. versuchte daher verschiedene Modifikationen der gummösen Einschlussflüssigkeit herzustellen, welche von gutem Erfolg gekrönt waren und für specielle Zwecke sich vortrefflich geeignet erwiesen haben, und zwar hat er außer der Lösung mit essigsaurem Ammoniak eine solche mit essigsaurem Kali und eine dritte mit Glycerin und etwas Chloral dargestellt, welche alle in der Anwendung höchst bequem sind. Das essigsaure Kali und Ammoniak eignen sich insbesondere für mit Anilinfarben tingirte Präparate, vor Allem für Bakterienpräparate; die Gummi-Glycerinlösung für Schnitte von in Chromsäure, Alkohol u. s. w. erhärteten und mit Karmin oder Hämatoxylin gefärbten Objekten, bei denen es auf Demonstration feiner Details ankommt. Die Einschlussflüssigkeit, in dünner Schicht auf eine Glasplatte aufgetragen, trocknet bereits binnen 24 Stunden zu einer glasierten, völlig wasserklaren, homogenen festen Schicht ein; dasselbe ist der Fall an den Rändern des Deckglases von damit hergestellten mikroskopischen Präparaten. Die Flüssigkeit unter dem Deckglase zersetzt sich nicht und die Präparate halten sich vortrefflich. Die Darstellung der Lösungen nehme man in folgender Weise vor:

Eine hohe Glaskrause mit weitem Halse (von ca. 60 cc. Inhalt) wird zu $\frac{2}{3}$ ihres Volumens mit arabischem Gummi in ausgelesenen weißen Stücken angefüllt (Gummipulver ist ganz ungeeignet). Den zwischen und über den Stücken übrig bleibenden Raum bis an den Hals des Gefäßes füllt man mit der officinellen Lösung von essigsaurem Kali oder Ammoniak oder mit einer mehrprocentigen Lösung von Chloralhydrat, der noch 5—10% Glycerin zugesetzt werden. Das Gummi löst sich bei öfterm Schütteln innerhalb weniger Tage in der entsprechenden Solution und bildet eine syrupöse Flüssigkeit, welche durch Wollpapier filtrirt wird. Die Filtration geht allerdings langsam vor sich, ist jedoch binnen 24 Stunden meist völlig beendet. (Das

Wollpapier bezog Verf. aus der Niederlage der Herren Warmbrunn, Quilitz u. Comp. in Berlin). Die filtrirte Flüssigkeit ist fast völlig hell und klar, insbesondere erscheint sie in dünner Schicht auf einer Glasplatte ausgebreitet völlig wasserklar. Sie lässt sich lange Zeit unverändert erhalten; sollte eine Trübung auftreten von beginnender Wucherung von Schimmelsporen, so kann man etwas Chloral zusetzen und abermals filtriren. Indess hat sich die Lösung mit essigsauerm Kali seit vielen Monaten beim Verf. unverändert erhalten, während die mit essigsauerm Ammoniak und die mit Chloral und Glycerin einmal nach $\frac{1}{2}$ Jahre haben filtrirt werden müssen.

Zahlreiche und mannigfaltig modificirte Versuche verschiedener Forscher (unter andern auch mit mehr verdünnten Lösungen) werden erst die Indikationen für die specielle Verwertung dieser Flüssigkeiten sicherer feststellen, als dies dem Verf. bisher möglich gewesen ist, und werden wol auch noch zweckmäßigere Kombinationen zu Tage fördern. Erwünscht wäre es auch, wenn Chemiker, welche sich mit Herstellung von Präparaten für histologische und physiologische Laboratorien befassen, auch die im Vorstehenden beschriebenen Karminpräparate, Injektionsmassen und Einschlussflüssigkeiten, falls sie sich tatsächlich bewähren, in größern Quantitäten fertig herstellen und in den Handel bringen wollten, wodurch den wissenschaftlichen Arbeitern viel unnötiger Zeitverlust und mancher misslungene Versuch erspart bleiben würden.

Das schwammige Knochengewebe.

Meine Studien über die Mechanismen des menschlichen Knochengestütes haben mich schon vor längerer Zeit zu der Erkenntniss geführt, dass nicht nur die äußere Gestalt der Knochen und deren Verbindungen, sondern auch ihr inneres Gefüge für ihre Mechanik von Wichtigkeit sind. Es war schon immer bemerkt worden, dass alle Knochen im Innern einen mit Mark erfüllten Hohlraum besitzen und es war darin nicht mit Unrecht ein Verhalten erkannt worden, dessen Wert darin zu finden war, dass auf diese Weise die Knochen mit Erhaltung ihres notwendigen äußern Umfangs leichter würden.

In vollständiger Anerkennung dieser Tatsache blieb aber noch eine Hauptfrage zu beantworten, ob und in wie weit nämlich sich diese Verminderung der Knochenmasse mit der nötigen Widerstandsfähigkeit der Knochen vertrage. Es ist mir nun vor längerer Zeit schon gelungen den Nachweis zu liefern, dass die in einem Knochen vorhandene Masse von Knochensubstanz in einer solchen Weise angeordnet ist, dass sie eine Widerstandsfähigkeit zeigt, welche kaum geringer ist, als die Widerstandsfähigkeit eines ganz massiven Knochens sein würde (Reichert und Dubois' Archiv 1867 S. 615—628

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1882

Band/Volume: [2](#)

Autor(en)/Author(s): Hoyer H.

Artikel/Article: [Beitrge zur histologischen Technik 17-24](#)