färbtem Sekret gefüllt; kurze Stäbchen dieses Sekretes strahlten von dieser Grube zwischen den Zellenspitzen aus (Fig. 43). Aber nicht auf allen Präparaten dieser *Phalangium*-Species hatten diese Drüsen genau denselben Bau; bisweilen erinnerten sie an denjenigen von *Cerastoma cornutum* (Fig. 48). Dabei waren die untersuchten Embryonen alle auf derselben Entwicklungsstufe. — Also habe ich bei zwei *Phalangium*-Arten während der Embryonalentwicklung ein besonderes drüsiges Organ gefunden, das in einem Paare im Cephalothorax zwischen den Augen und den Cephalothoracaldrüsen jederseits liegt und wahrscheinlich als exkretorisches funktioniert. Bei den zwei untersuchten Arten wies dieses Organ beträchtliche Strukturunterschiede auf. Es sind rein embryonale Organe; bei den jüngsten Spinnenexemplaren, die ich untersuchen konnte, fand ich schon keine Spur davon. Ihr Schicksal während des Ueberganges zum postembryonalen Leben ist mir unbekannt geblieben. Dieses Drüsenpaar erinnerte lebhaft an das Rückenorgan der Mysiden, wie es neuerdings von Nussbaum [1]) und Butchinski [2]) beschrieben ist. Obgleich es mir nicht gelungen ist, sein erstes Auftreten zu beobachten, halte ich es doch für sehr wahrscheinlich, dass es ebenso wie dasjenige von *Mysis* (wenigstens bei der zweiten *Phalangium*-Art) in der Form einer Ektodermeinstülpung auftritt. Aehnliche Organe hat Watase [3]) bei *Limulus* beobachtet, wo er sie auch den Rückenorganen von *Mysis* ähnlich fand. Kingsley und Patten halten jedoch diese Organe bei *Limulus* für Sinnesorgane [4]). Was *Phalangium* betrifft, so kann hier der drüsige Charakter der „Seiten- oder Rückenorgane" nicht dem geringsten Zweifel unterliegen, wie es die zahlreichen in ihre Zellen eingeschlossenen Konkremente und deren Ausscheidung nach außen beweisen.

18./30. November 1891.

Alexander Rollett, Untersuchungen über Kontraktion und Doppelbrechung der quergestreiften Muskelfasern.

Denkschriften der math.-naturw. Klasse d. k. Akad. der Wissensch. Gr. 4°. Mit 4 Tafeln. Wien 1891. F. Tempsky in Komm.

Verf. veröffentlicht jetzt die schon im Jahre 1886 angekündigte Fortsetzung seiner „Untersuchungen über den Bau der quergestreiften

1) Nussbaum, Zur Embryologie von *Mysis chamaeleo*. Zeitschr. Neuruss. Naturf. Gesellschaft in Odessa. XII. Bd. 1887.

2) Butschinski, Zur Entwicklungsgeschichte der Mysiden. Zeitschrift Neuruss. Naturf. Gesellschaft in Odessa XV. Bd. 1890.

3) Watase, On the struct. and development of the eyes of *Limulus*. Johns Hopkin's Univ. Circ. Vol. 8.

4) Kingsley, The Ontogeny of *Limulus*. Zool. Anz, 1890. — Patten, On the origin of Vertebrates from Arachnids. Quart. Journ Micr. Sc. XXXII. 1890.

Muskelfasern". Die Langwierigkeit und Schwierigkeit dieser Arbeit liegt in der Notwendigkeit sehr viel sorgfältig konserviertes Material zu untersuchen, um durch die Vergleichung verschiedener Tiere und verschiedener Präparationsweisen die Allgemeingiltigkeit der Ergebnisse zu prüfen.

Ueber den einen Teil seiner hier niedergelegten Arbeiten, über die an unverletzten oder ausgeschnittenen Insektenmuskeln zu beobachtenden Kontraktionen hat Verf. selbst in Bd. XI Nr. 5 u. 6 dieses Blattes berichtet. Es sei deshalb gleich zu den Betrachtungen über die fixierten Kontraktionswellen und ihr Verhältnis zu den Wellen der lebenden Muskelfasern übergegangen; Verf. wendet denselben deshalb besonderes Interesse zu, weil sie ihm wertvolles Material zur Untersuchung der Querstreifung kontrahierter Muskelfasern bieten. Solche „fixierte Kontraktionswellen", mit welchem Namen man kontrahierte Stücke einer sonst erschlafften, durch eines der gebräuchlichen Reagentien fixierten Muskelfaser bezeichnet, findet man an den Muskeln in Alkohol ertränkter Käfer, Hymenopteren, Fliegen und Krebse in großer Zahl, ebenso an Muskeln dieser Tiere, welche durch Eintauchen in verdünnte Osmiumsäure getötet wurden und gelegentlich auch an Muskeln, welche ohne jeden Zusatz abgestorben sind.

Die fixierten Kontraktionswellen ähneln zuweilen den langsamen Wellen der absterbenden Insektenmuskeln, meistens aber sind sie viel länger und nicht so scharf begrenzt, sondern verlaufen allmählich; gelegentlich findet man aber auch welche von solcher Kürze, wie man sie an lebenden Fasern nie beobachten kann. Verf. kann sich deshalb nicht der Begründung Exner's anschließen, welcher sagt, die fixierten Kontraktionswellen der Autoren könne man nicht als lebende fixierte Wellen ansehen, weil sie viel zu lang wären. Exner hat hier augenscheinlich nur die langsamen kurzen Wellen ausgeschnittener Muskeln im Sinn und erklärt nicht, warum eine Fixierung der langen Wellen lebensfrischer Muskel unmöglich sei. Engelmann hält im Gegensatz gerade die langen fixierten Wellen für die normalen Verhältnisse entsprechendsten, weil dann die Wellen fixiert worden seien, während noch ihre Fortpflanzungsgeschwindigkeit bedeutend war. Verf. kann sich aber auch dieser Vorstellung nicht anschließen. Er hat sich oft bemüht, eine Fixierung lebender Wellen unter dem Mikroskop zu beobachten, indem er ausgeschnittene Muskeln, welche ein lebhaftes Wellenspiel zeigten, rasch mit Alkohol oder verdünnter Osmiumsäure überströmte. Es ist aber niemals geglückt. Entweder traten von den Enden her Schrumpfungen ein, oder, bei langsamerer Wirkung, das Wellenspiel hörte auf und nur die erschlaffte Faser wurde fixiert. Verf. ist der Meinung, dass wohl überhaupt kein Fixationsmittel von außen so rasch wirken könne, als auch nur eine langsame Welle an einer Stelle einer Faser bestehe.

Er hat gelegentlich Beobachtungen gemacht, welche die Entstehungsweise solcher fixierter Kontraktionswellen aufklären, und zwar wahrscheinlich für alle Fälle, ganz sicher aber für den seltenen Fall, dass sich dieselben an Fasern finden, auf welche keine Reagentien eingewirkt haben.

In seiner Veröffentlichung in diesem Blatte hat er beschrieben, wie man bei dem Wellenspiel absterbender Muskeln häufig Punkte auffinden kann, an welchen die Kontraktionswellen entstehen, um dann nach beiden Seiten hin sich fortzupflanzen. Wenn er nun eine solche Stelle während des Schwächerwerdens des Wellenspiels beobachtete, sah er zuweilen, nachdem sich die Wellen bis dahin mit unregelmäßigen Pausen, aber sonst ganz regelmäßig gefolgt waren, dass einige Muskelabschnitte an der Ursprungsstelle der Welle in Kontraktion stehen blieben, während dieselbe weiterlief und auch noch wenn die nächsten Abschnitte wieder erschlafften. Nach einiger Zeit entstand dann an den Rändern des so gebildeten stehenden Wulstes eine neue Welle, aber während diese ablief, blieb der dem stehenden Wulste nächste Muskelabschnitt (zuweilen auch zwei, aber nie mehr) kontrahiert und diese Erscheinung wiederholte sich immer wieder, so dass der stehende Wulst langsam durch Apposition wuchs. Dies kann an beiden Seiten geschehen, oder aber die Faser gelangt an der einen Seite des Wulstes in erschlafftem Zustand zur Ruhe, während an der andern Seite die Wellen fortdauern. Das Wachsen der fixierten Welle wird dann häufig abgebrochen dadurch, dass auf einmal keine Wellen mehr entstehen. Ebenso häufig aber hört die Erscheinung auch allmählicher auf: es tritt, nachdem das Wellenspiel längere oder kürzere Zeit gleich lebhaft gedauert, rasch eine beträchtliche Verlangsamung ein, die letzten Wellen nehmen in geringer Entfernung von ihrem Ausgangspunkt sehr beträchtlich an Höhe ab und schließlich hört die ganze Bewegung mit einer gegen das erschlafft bleibende Faserende gleichsam verrinnenden Welle auf.

Ob die ständige Kontraktion, der stehende Wulst, noch an lebender Muskelsubstanz besteht, so lange an den Rändern noch Wellen neu entstehen, oder an toter, lässt sich vorerst nicht entscheiden. Eine Veränderung des Bildes dieser Abschnitte lässt sich nicht mehr beobachten, bis vollständige Ruhe eingetreten ist; und dann gleicht das Bild in jeder Beziehung einer fixierten Kontraktionswelle.

Verf. machte diese Beobachtungen innerhalb dreier Jahre an 6 Käferspecies und verfolgte die Erscheinung in allen Stadien, aber er kann kein Mittel nennen, dass den Eintritt derselben begünstigt. Der Beobachter ist ganz dem Zufall anheimgegeben und kann nur durch häufige Wiederholung der Beobachtungen den Eintritt desselben erleichtern.

Da die so beobachteten angelegten Wellen in jeder Beziehung den fixierten Kontraktionswellen gleichen, und man aus kürzeren und

längeren der letzteren Reihen zusammenstellen kann, welche vollständig das allmähliche Wachsen der ersteren darstellen, glaubt Verf. schließen zu dürfen, dass die fixierten Kontraktionswellen an Alkohol- und Osmiumsäurepräparaten in ähnlicher Weise entstanden seien, wie hier geschildert wurde. Dann können dieselben nach den Beobachtungen, wie sie Verf. angestellt und mitgeteilt hat, in keinem früheren Stadium entstanden sein, als bis mit dem Absterben das Wellenspiel der Muskeln begonnen hat. Zu dieser Vermutung stimmt sehr gut, dass an Vertebraten, bei welchen das Wellenspiel so viel schwächer ausgeprägt ist, als bei den Insekten, auch nur selten fixierte Kontraktionswellen beobachtet wurden, obgleich man auch sie, wenn sie klein sind, durch Ertränken in Alkohol sehr schnell töten kann.

Die fixierten Kontraktionswellen sind also nach dem Verf. nicht einheitlich angelegte Gebilde. Da sie aber zusammengesetzt sind aus einzelnen in der Kontraktion fixierten Abschnitten, glaubt er, den gebräuchlichen Namen nicht ändern zu sollen. Doch benutzt er im Fortgang seiner Darstellung mit Vorliebe die seiner Anschauung entsprechendere Bezeichnung „angelegte Kontraktionswellen".

Es ist hier nicht der Ort, die Untersuchungen des Verf. aus den Jahren 1885 und 1886 wieder zu geben, aber es sei gestattet, einige Ausführungen, mit welchen er an verschiedenen Stellen auf diese Arbeiten hinweist, seine früheren Angaben betonend und teilweise auch erweiternd, hier zusammenzustellen. Verf. hat eine inzwischen auch von anderen Seiten angenommene Nomenklatur eingeführt. Er spricht, um jeden Nebensinn auszuschließen immer nur von „Streifen" der Muskelfaser und bezeichnet dieselben mit Buchstaben: Q = Querscheibe der Aut, h = Hensen'scher Streifen, Z = Zwischenscheibe oder Krause'sche Membran, N = Nebenscheibe Engelmann's, J = der schwach lichtbrechenden Substanz zwischen Q und N oder, wenn N fehlt, zwischen Q und Z, E = der schwach lichtbrechenden Substanz zwischen N und Z. Er unterscheidet zwischen der einfacheren Querstreifung Z + J + Q + J + Z und der reicheren Z + E + N + J + Q + J + N + E + Z. Den Streifen h bezeichnet er mit einem kleinen Buchstaben und lässt ihn aus dem Schema fort, weil er nie als selbständiger Streifen erscheint, sondern immer als Mittelteil von Q. Verf. betont nun, dass durchaus kein physiologischer Unterschied zwischen Muskelfasern mit reicher und mit einfacher Querstreifung, mit und ohne die Streifen N zu beobachten sei. Auch finden sich die einen oder die andern bei bestimmten Arten und an bestimmten Muskeln zwar immer in der großen Mehrzahl, doch nie so, dass nicht auch einzelne der anderen Art zu finden wären. Hier sei die Angabe des Verf., dass auch bei *Astacus fluviatilis* in den Muskeln, welche von den Coxopoditen der Scheeren und Gehfüße in die Thorakalsomite hineinlaufen, die Streifen N schön zu sehen sind, besonders wiedergegeben, weil sie den Angaben von

Retzius, über welche früher hier berichtet wurde, zu widersprechen scheinen.

Dann hebt Verf. den Wechsel in dem Aussehen der Querstreifung bei tiefer und hoher Einstellung hervor. Bei tiefer Einstellung sind die Streifen Q, N und Z dunkel und zwar N und Z dunkler als Q, J und E hell; h ist bei dem frischen Muskel nicht zu beobachten, bei Alkoholmuskeln erscheint er bei tiefer Einstellung hell. Bei hoher Einstellung sind Z und N am hellsten, Q etwas weniger hell, J und E, und ebenso h, wenn es vorhanden ist, dunkel.

Ein leichtes Mittel zur Unterscheidung der einzelnen Schichten bilden bei Alkoholmuskeln die „Tonnengewölbe", wie sie schon von Bowman beobachtet und beschrieben wurden. Es erscheinen nämlich Bogen zu beiden Seiten der Muskelfasern, welche die optischen Durchschnitte von tonnenförmigen Ringen bilden, die durch das abgelöste Sarkolemm gebildet werden. Die Fußpunkte dieser Bogen fallen mit den Streifen Z zusammen, aber nicht weil hier eine Membran mit dem Sarkolemm verbunden ist, sondern weil das Sarkoplasma, welches rings das Sarkolemm auskleidet und sich an den anderen Teilen mit diesem ablöst, hier fester mit der kontraktilen Substanz zusammenhängt.

Für die Gesamtsumme aller Streifen zwischen zwei Streifen Z schlägt Verf. die Bezeichnung Muskelabschnitt oder Segment vor, die Bezeichnungen wie Muskelkästchen, Scheibe und ähnliche verwirft er, weil sie auf nicht gerechtfertigten Anschauungen über eine Quertrennung der kontraktilen Substanz beruhen.

Auf die von Engelmann herrührende Trennung in eine anisotrope, dem Streifen Q, und eine isotrope, den Streifen J + N + E + Z + E + N + J entsprechende Schicht legt er dagegen großen Wert. Nur kann er die E.'schen Namen nicht billigen, da sie den von E. selbst erforschten Thatsachen widersprechen: denn in der „isotropen" Schicht sind die Streifen N u. Z ebenso, nur etwas schwächer, doppelbrechend wie der Streifen Q. Verf. schlägt deshalb, auf das im folgenden darzulegende Verhalten bei der Kontraktion bezugnehmend, die Namen metabol für anisotrop und arimetabol für isotrop vor. Auch hier soll daher im folgenden mit metaboler Schichte der Streifen Q und mit arimetaboler Schichte der Komplex J + N + E + Z + E + N + J bezeichnet werden.

Verf. hat zu seinen Untersuchungen der Kontraktionsstreitung an lebenden Muskeln am häufigsten Stückchen aus dem Femur des hintersten Beinpaares oder auch die entsprechenden Muskeln aus den vorderen Beinpaaren von Käfern benutzt. Für die Art der Beobachtung kann ich auf seinen eigenen Aufsatz in Nr. 5 u. 6 Bd. XI verweisen. Er war nun im Stande in den Kontraktionswellen, trotz der Flüchtigkeit der Erscheinung, zwei Streifen zu unterscheiden, nämlich schmale sehr dunkle Streifen und hellere, sie trennende. Und zwar

war zu erkennen, dass die dunkeln Streifen an Stelle der Streifenfolge J + Z + J im einfach gestreiften Muskel traten und dass die hellen Streifen wesentlich verkürzten Streifen Q entsprachen. Verfasser schlägt Bezeichnungen ähnlich den von ihm für die Streifen des erschlafften Muskels eingeführten vor; die dunklen, von Nasse als „Kontraktionsstreifen" beschriebenen Streifen sollen mit C, die verkürzten Q mit Q' bezeichnet werden. Es ist wichtig, dass auch hier bei Wechsel der Einstellung das Bild sich umkehrt: nur bei tiefer Einstellung sind die Streifen C dunkel, bei hoher sind sie hell, die Q. dagegen dunkel.

Verf. wendet sich nun zu der Querstreifung kontrahierter Fasern, welche in erschlafftem Zustand die reichere Querstreifung zeigen. Er weist zunächst auf die Schwierigkeit hin, an einer lebenden Faser zu entscheiden, ob reichere Querstreifung vorliegt oder nicht: häufig ist E so schmal, dass N und Z zu einem Streifen zu verschmelzen scheinen; dann muss man etwas gedehnte Fasern aufsuchen: an diesen sind J und E immer verhältnismäßig am stärksten gedehnt und deshalb nicht zu übersehen: zuweilen aber sind auch die Streifen N so viel heller wie Z, dass man sie deshalb übersehen kann. In Kontraktion bieten die reicher gestreiften Fasern ganz dasselbe Bild wie die einfacher gestreiften: nur zwei Streifen, Q' und C, bestehen, und C ist an Stelle von J + N + E + Z + E + N + J getreten.

Wenden wir uns nun zu den fixierten Kontraktionswellen. Zuerst sei auf das Bild in Alkohol fixierter erschlaffter Fasern verwiesen. Die Lichtverteilung ist bei diesen ungefähr dieselbe wie bei der lebenden Faser bei tiefer Einstellung. Nur treten erstens die Streifen N, wenn sie vorhanden sind, deutlicher hervor und erscheinen ebenso dunkel wie die Streifen Z; dadurch werden auch die Streifen E deutlicher. Zweitens erscheint der, an der lebenden Muskelfaser nicht beobachtete Streifen h als ein helles, nicht scharf begrenztes Band in der Mitte von Q.

Verf. verwendete Muskelfasern von Käfern, die in 93proz. Alkohol ertränkt waren. Dieselben wurden in verdünntem Glyzerin isoliert und ungefärbt untersucht oder aber mit Hämatoxylin-Glyzerin nach Renaut gefärbt oder nachträglich vergoldet.

Folgen wir zunächst der Beschreibung einer mit Hämatoxylin gefärbten Faser von *Otiorrhychus mastix*, wie sie Verf. als Beispiel schildert und abbildet. An ihr erfolgt ein regelmäßiger Uebergang aus dem Bild der erschlafften Faser in das der kontrahierten, das Bild würde also von den Anhängern der Lehre, dass die fixierten Wellen einheitliche Gebilde seien, als ein normales angesehen werden müssen.

Die einzelnen Abschnitte oder Segmente sind an dieser Faser leicht zu unterscheiden durch die oben erwähnten Tonnengewölbe,

deren Scheitelpunkt immer über der Mitte der Streifen Q der erschlafften oder Q' der kontrahierten Faser liegt.

In den erschlafften Teilen unserer Faser sind die Streifen Z und N stark mit Hämatoxylin tingiert, die Streifen J u. E gar nicht oder kaum; Q ist an den beiden Enden dunkler, doch nicht so stark gefärbt wie Z und in der Mitte, dem Streifen h entsprechend, heller.

In den nächsten „der Erschlaffung nahen" Segmenten rücken in der arimetabolen Schichte die Streifen N näher an Z heran, so dass die Streifen E ganz verschwinden. Verf. bezeichnet als „der Erschlaffung nah" Stadien, welche dem Typus der erschlafften Muskelfaser angehören und dennoch etwas verkürzt sind. Sobald das Bild der Streifenfolge ein wesentlich anderes als beim erschlafften Muskel ist, soll es als das des „Uebergangsstadiums" oder des kontrahierten Muskels bezeichnet werden.

Zunächst folgen nun Abschnitte, in denen die Streifen N + Z + N mit einander verschmelzen, so dass nun nur noch der einfache Typus der Querstreifung vorhanden erscheint, indem die arimetabole Schicht aus den Streifen J + Z + J besteht. Der Angabe, dass die Streifen N sich auch mit Q vereinigen könnten, muss Verf. auf Grund aller seiner Beobachtungen entschieden widersprechen.

In dem nächsten Stadium tritt eine auffallende Umkehrung des Bildes in der arimetabolen Schicht ein: zwei dunkel tingierte Streifen erscheinen getrennt von einem hellen. Das Verhalten im polarisierten Licht lehrt, dass der mittlere, helle, immer noch dem Streifen Z, die dunklen Streifen aber den vorher ungefärbten J entsprechen. Verf. bezeichnet deshalb den mittleren als Streifen Z', die äußeren als J'.

Diese Streifenfolge J' + Z' + J' gehört dem Uebergangsstadium an. Ihre Erkennung ist besonders erschwert an der nicht tingierten Faser. Denn auch bei ihr kehrt sich das Bild, welches bei tiefer Einstellung in der Lichtverteilung dem der tingierten Faser ähnelt, bei hoher Einstellung um. Es gleicht daher das Bild J' + Z' + J' bei hoher Einstellung dem Bild J + Z + J bei tiefer und J + Z + J bei hoher Einstellung dem Bild J' + Z' + J' bei tiefer und nur eine fortwährende Kontrolle mit der Mikrometerschraube kann vor Verwechslungen schützen.

Im nächsten Stadium vereinigen sich die Streifen J' mit einander, indem Z' zwischen ihnen immer schmäler wird und endlich verschwindet, zu dem Streifen C, welcher mit Hämatoxylin immer sehr dunkel gefärbt erscheint. Diese Bilder und den Uebergang derselben ineinander hat Nasse ganz richtig beobachtet und wiedergegeben, aber er hat sie falsch gedeutet. Die Deutung des Verf.'s ist bestätigt durch die Untersuchung im polarisierten Licht.

In den metabolen Schichten gehen entsprechend den geschilderten Stadien der arimetabolen Schichten ebenfalls, aber geringere Ver-

änderungen vor. Sie verkürzen sich, aber verhältnismäßig weniger als die arimetabolen. Dabei werden sie entsprechend heller tingiert, die Differenzierung der Randpartien und der Mitte verschwindet. Dann, bei zunehmender Verkürzung, tritt sie wieder auf, doch nun ist die Mitte stärker gefärbt als die Ränder. Verf. bezeichnet die so erscheinende Schicht als Q', den dunkleren Streifen in der Mitte mit m. Der Streifen m erscheint auch an nicht gefärbten fixierten Kontraktionswellen, als ein dunkles Band mit verwachsenen Grenzen in Q' und hat mit h, dem er entspricht, die Inkonstanz des Auftretens gemein; bei hoher Einstellung ist auch hier das Bild das umgekehrte: m hell in dunklem Q'.

Zuweilen hat nun Verf. zwischen dem durch die Streifenfolge J + Z + J charakterisierten, der Erschlaffung nahen Stadium und dem als Uebergangsstadium bezeichneten Bild J' + Z' + J' ein Bild gefunden, wie es von Engelmann als „homogenes Stadium" und von Fredericq als „stade intermédiaire" beschrieben wurde. Doch sieht sich Verf. genötigt, E.'s Erklärung und Bezeichnung, zurückzuweisen. Er wenigstens hat nie ein vollständiges Verschwinden der Querstreifung beobachten können, wohl aber ein scheinbares bei flüchtiger Betrachtung mit schwacher Vergrößerung. Bei Untersuchung mit starken Objektiven ließen sich dann immer die Konturen der einzelnen Querstreifen erkennen. Diese waren aber schwer zu unterscheiden, weil in diesem Stadium alle Streifen ziemlich gleich hell sind: in der arimetabolen Schicht sind die Z verblasst und die J dunkler geworden, aber noch ist das Bild mit dunklen J' und hellen Z' nicht zu stande gekommen, und auch die metabole Schicht ist gleichmäßig und der arimetabolen Schicht ähnlich von einer mittleren Helligkeit, da die Streifen h verschwunden, die Streifen m noch nicht aufgetreten sind. Die Identifizierung der einzelnen Streifen in diesem Stadium beruht wieder auf der Untersuchung im polarisiertem Licht. Da dieses Bild den Uebergang zu dem vorher beschriebenen „Uebergangsstadium" bildet und von sehr kurzer Dauer ist, hält es Verf. für zweckmäßig, es mit jenem zusammenzufassen und auch hier schon die Bezeichnungen J' und Z' zu benutzen.

Verfasser schlägt daher vor, inbezug auf das histologische Bild der Muskelfasern wie bisher drei Stadien zu unterscheiden und zwar in folgender Weise:

1) Das Anfangs- oder Ruhestadium des erschlafften oder der Erschlaffung nahen Muskels mit der Streifenfolge J + N + E + Z + E + N + J oder der Streifenfolge J + Z + J in den arimetabolen Schichten und dem Streifen Q (mit h) in den metabolen Schichten.

2) Das Uebergangsstadium in seinen verschiedenen Erscheinungsweisen mit der Streifenfolge J' + Z' + J' in den arimetabolen und dem Streifen Q' (mit m) in den metabolen Schichten.

3) Das Kontraktionsstadium mit den Streifen C in den arimetabolen und den Streifen Q' (mit m) in den metabolen Schichten.

Die bisher entwickelten Anschauungen des Verf.'s werden durch eine Anzahl besonders interessanter Funde bestätigt und erläutert, auf welche hier hingewiesen sein soll.

Bei den Chrysomeliden findet sich häufig eine Abart der fixierten Kontraktionswellen, die seitlichen Kontraktionswellen. Bei diesen kann man an demselben Muskelabschnitt den Uebergang von einem Stadium in das andere verfolgen, und zwar besonders schön an Hämatoxylinpräparaten. Vor allem ist an diesen die Gabelung von C in die Streifen J' + Z' + J' auffallend, welche letztere dann weiter in J + Z + J u. s. w. übergehen. Dabei laufen die Schwänze des gegabelten C, also die J', außerordentlich spitz zu. Diese Erscheinung weist darauf hin, dass die Verdunkelung von J an der Grenze gegen Q beginnt und gegen Z hin fortschreitet. Diese Anschauung wird bestätigt durch ein Bild einer vergoldeten fixierten Kontraktionswelle, welches Verf. als Beispiel abbildet und auf welches wir gleich eingehen wollen.

Verf. fand es zweckmäßig, längere Zeit mit Alkohol vorbehandelte Muskeln kurze Zeit in schwachem Goldbad zu lassen und dann zu reduzieren, wie er diese Methode in seinen früheren Untersuchungen ausführlich behandelt hat. Dadurch erhielt er sehr schöne Präparate: die Streifen Q erscheinen rein rot, an den Rändern satter gefärbt, h entsprechend heller; Z und N haben dagegen ins Purpur- bis Dunkelblaurot abweichenden Farbenton und beide denselben; fast weiß erscheinen J und E.

Im Uebergangsstadium erscheint Z' beinahe ungefärbt, J' dagegen dunkelblaurot. Die Streifen C sind besonders dunkel rötlich-blau, Q' dagegen rein rot wie Q.

Die Goldbilder bestätigen nun ganz die aus der Betrachtung der ungefärbten und der mit Hämatoxylin tingierten Wellen geschöpften Anschauungen. Die Reihenfolge der verschiedenen Stadien, der Uebergang aus einem ins andere, wie z. B. die Spaltung des Streifens C in J' Z' J' finden sich wieder. Besonders interessant ist es, dass an dem erwähnten Präparat zwischen den der Erschlaffung nahen Segmenten und denen des Uebergangsstadiums sich eine arimetabole Schicht findet, welche aus 4 Streifen besteht: ein dunkler an der Grenze gegen die Welle hin, an eine Schicht Q' grenzend; auf diesen folgt ein heller Streifen, auf diesen wieder ein dunkler und wieder ein heller, letzterer an eine Schicht Q grenzend. Verf. bezeichnet sie in der angeführten Reihenfolge als J' + J + Z + J und weiß sie nur so zu deuten, dass das eine J schon teilweise zu J' verwandelt, das andere noch unverändert geblieben ist. Dann ist dieses Bild ein schlagender Beweis für die Richtigkeit der Anschauung, dass die Umwandlung von J in J' an der Grenze gegen Q beginne und gegen Z fortschreite.

Verf. weist des ferneren noch darauf hin, wie die schroffen Uebergänge von dem Mittelpunkt der Welle gegen die erschlafften Teile hin und die wechselnde Erscheinung derselben, wie sie an diesen tingierten Präparaten sehr auffallend sind, für seine Hypothese von dem stückweisen Entstehen der fixierten Wellen sprechen.

Verf. geht noch auf Exner's Warnung, aus dem bloßen optischen Bild auf so feine Strukturverhältnisse zu schließen, ein; er ist der Ansicht, dass die Dimensionen der hier in Betracht kommenden Streifen groß genug seien, um Täuschungen auszuschließen. Auch verweilt er bei den Ranvier'schen Gitterspektren der Muskeln und verweist auf die Kritik derselben und die Untersuchungen seines Assistenten Dr. Zoth; (über diese soll hier später berichtet werden).

Wenden wir uns nun zu den Untersuchungen, mit welchen Verf. getreu seinen in den früheren Abhandlungen niedergelegten Grundsätzen die Ergebnisse der rein optischen Beobachtungen zu bestätigen sucht. Zuerst kommt da der Zerfall der Muskelfasern in Alkohol in Betracht. Wenn Muskelfasern mit angelegten Kontraktionswellen in Alkohol zerfallen waren, so blieben die Wellen selbst gewöhnlich unverändert. Häufig erstreckte sich der Zerfall bis in die Abschnitte des Uebergangsstadiums und dann konnte man sehen, dass die Trennung in Z' stattgefunden hatte, wie sie in den erschlafften Fasern in Z statt hat. War die Trennung eingetreten, so dass die metabolen Schichten, Q', mit anhängenden dunklen Streifen isoliert waren, so ließ sich nicht mehr unterscheiden, ob dies die Streifen J', oder Teile von C waren. Doch darf man das letztere wohl in den seltenen Fällen annehmen, in welchen fixierte Wellen durchweg zerfallen waren. Dieser Umstand würde dann beweisen, dass die Streifen C nur scheinbar homogen seien, thatsächlich aber, wie es auch ihre Entstehungsweise wahrscheinlich macht, aus zwei verschmolzenen Hälften bestehen.

Auch an den natürlichen Querschnitten der kontrahierten Faser, welche also wahrscheinlich ein Bild der Schichte C darstellen, sind die Cohnheim'schen Felder und die sie trennenden Sarkoplasmabalken erhalten, wie sie an der erschlafften Faser erscheinen.

Um die Säurewirkung auf die kontrahierte Faser zu prüfen, benutzte Verf. Muskeln, welche in Alkohol ertränkten Käfern nach einigen Stunden entnommen und dann in verdünntem Glyzerin präpariert waren. Er ließ auf dieselben 1 proz. Ameisensäure auf dem Objekttisch einwirken. Bei Beginn der Säurewirkung verändern sich die kontrahierten Abschnitte nur wenig, so dass die quellenden erschlafften Teile bald breiter als sie erscheinen und die fixierten Kontraktionswellen nun Einschnürungen an den Fasern bilden. Innerhalb derselben sind es die metabolen Schichten, welche sich zuerst verändern: die Streifen Q' werden heller, höher und breiter. Die Streifen C, unverändert, bilden nun wiederum kleine Einschnürungen im Vergleich

zu den Q'. Bei fortschreitender Säurewirkung beginnen aber auch die C zu quellen und lösen sich in Reihen dunkler Knoten auf. Diese sind durch dunkle Streifen in den Schichten Q' verbunden: kurz es entsteht ein Bild, gleich dem Säurebild des erschlafften Muskels mit den Retzius'schen Körnerreihen. Bei weiterer Einwirkung der Säure tritt häufig eine Trennung in den Schichten Q' ein, gerade wie beim erschlafften Muskel in Q. An den so isolierten C erscheinen die Cohnheim'schen Felder heller, durch dunkle Balken getrennt, ebenfalls gleich der Erscheinung an erschlafften Muskeln, welche Retzius früher als „Querfadennetze" bezeichnete.

In kontrahierten Muskelfasern verhalten sich also die Muskelsäulchen und das Sarkoplasma durchaus ähnlich wie im erschlafften Muskel. Die metabolen Schichten, die Streifen Q', quellen unter dem Säureeinfluss sehr viel stärker als die arimetabolen Schichten C.

Die „Goldsäurebilder", welche Verf. nach der in seinen früheren Untersuchungen veröffentlichten Methode von fixierten Kontraktionswellen an Fasern, welche nur kurze Zeit in Alkohol gelegen hatten, erhielt, stimmen vollständig zu den eben geschilderten Erscheinungen bei Säureeinwirkung.

Nun wendet sich Verf. zu dem Verhalten der Muskelsäulchen und der Fibrillen in der kontrahierten Faser. Er beschäftigt sich zunächst mit in Alkohol fixierten Fasern. An solchen erschlafften Fasern erkennt man bei tiefer Einstellung helle, dem Sarkoplasma entsprechende Durchgänge zwischen den Stäben des Streifens Q und zwischen den Knoten der Streifen Z und N. Im günstigsten Falle kann man auch in den Schichten J und E noch das Sarkoplasma von der ebenfalls hell sich darstellenden, die Knoten und Stäbe der stark lichtbrechenden Streifen verbindenden Substanz unterscheiden. Stellt man auf eine fixierte Kontraktionswelle ein, so kann man zuweilen die Sarkoplasmastreifen kontinuierlich durch die ganze Welle verlaufen sehen. Dieser Fall ist aber der weit seltnere und findet sich nur bei gewissen Käfer- und Fliegenarten. Gewöhnlich scheint der Sarkoplasmastreifen in den Streifen C unterbrochen, indem diese ein ganz homogenes Band darstellen. Die dunkeln Streifen J im Uebergangsstadium verhalten sich wie die Streifen C an denselben Präparaten, indem sie meistens homogen, selten als aus Knoten zusammengesetzt erscheinen. Diese Homogenität der Streifen C ist schwer zu erklären, sie kann aber nur eine scheinbare sein; denn wäre hier die Kontinuität des Sarkoplasmas wirklich durchtrennt, so könnte nicht bei Säurewirkung das Bild der Retzius'schen „Querfadennetze" und Körnerreihen I. Ordnung hier auftreten, welche aus dem gequollenen Sarkoplasma bestehen und nach Säurewirkung jedesmal auftreten.

In den Streifen Q' sind die Sarkoplasmadurchgänge immer sehr deutlich zu sehen. Häufig sind sie in der Mitte von Q' erweitert und erscheinen wie helle Schlitze, bei tiefer Einstellung.

Im Uebergangsstadium sind die hellen Sarkoplasmalängsstreifen in dem dunkeln J′ nur selten zu beobachten, wie schon erwähnt. Im hellen Streifen Z′ sind sie nicht erkennbar, weil das Brechungsvermögen der Glieder Z′ der Muskelsäulchen dem des Sarkoplasmas wesentlich gleich ist. Dagegen ist im sogenannten homogenen Stadium die Längsstreifung in allen Schichten und Streifen besonders deutlich.

Ebenso wie an den ungefärbten Fasern erscheint das Sarkoplasma an den mit Hämatoxylin tingierten oder nach Alkoholwirkung vergoldeten fixierten Wellen; es bleibt im Gegensatz zu der Substanz der Streifen Q′, J′ und C immer ungefärbt. In den letzteren Streifen ist es aber ebenso selten wie an ungefärbten Wellen zu beobachten. Diese vergoldeten Fasern lassen sich an der Stelle der Kontraktionswellen ebensogut wie erschlaffte Fasern zu Muskelsäulchen und Fibrillen zerzupfen, und man kann auch an den feinsten Fibrillen (von *Astacus fluviatilis* und *Maja squinado*) noch die Streifenfolge J′ + Z′ + J′ + Q′ (mit m) und C + Q′ (mit m) erkennen.

An lebenden Fasern konnte Verf. die Längsstreifung in den Schichten C nie erkennen; in den Schichten Q′ ist sie dagegen sehr deutlich und lässt häufig die schlitzförmigen Erweiterungen in der Mitte erkennen.

Bei hoher Einstellung kehrt sich natürlich auch hier die Erscheinung um und das Sarkoplasma erscheint an frischen wie an Alkoholpräparaten dunkel.

Verf. vergleicht nun noch einmal seine Beobachtungen an fixierten und an lebenden Kontraktionswellen. Die dunkeln und hellen Streifen im Bauche der lebenden Welle sind wohl sicher mit den Streifen C und Q′ der fixierten zu identifizieren.

Ob der Streifen m sich im Leben ausbildet, wagt Verf. nicht zu entscheiden. Hier ist es besonders schwer ein Urteil zu fällen, weil die erwähnten Erweiterungen des Sarkoplasmastreifen, welche bei hoher [1]) Einstellung dunkel erscheinen, zu Verwechslungen Anlass geben.

Die Streifenfolge J′ + Z′ + J′ konnte Verf. an lebenden Kontraktionswellen nicht beobachten: die Erscheinungen an der Grenze der Welle sind zu flüchtig, so dass sich nicht mehr ausmachen ließ, als dass dort weder das Bild des erschlafften Muskels noch das der Streifen C + Q′ besteht.

Verf. bemerkt hier, dass eine Methode, solche Bilder durch Momentphotographie zu fixieren, wohl zu finden sei, aber Apparate und Einrichtungen dazu nötig wären, welche seine Mittel übersteigen.

Eine Erfahrung hat Verf. auch gemacht, welche das regelmäßige Auftreten des Uebergangsstadiums J′ + Z′ + J′ an der lebenden Welle sehr wahrscheinlich macht. Er konnte nämlich dasselbe an

1) im Original steht tiefer; offenbar ein Druckfehler.

den letzten, langsamen Kontraktionswellen nachweisen, welche er bei Gelegenheit des Entstehens der angelegten Wellen beobachtete.

Ehe wir uns zu den Resultaten von des Verf.s Untersuchungen über die Doppelbrechung der quergestreiften Muskelfasern wenden, scheint es notwendig, auf die von ihm gebrauchten Apparate kurz einzugehen. Verf. hat im Jahre 1881 die von ihm konstruierte Kombination eines zusammengesetzten Mikroskops mit einem Spektral- und einem Polarisationsapparat in der Zeitschrift für Instrumentenkunde beschrieben, mittelst welcher er seine neue Methode, spektral zerlegtes polarisiertes Licht anzuwenden, erst durchführen konnte. Diese Anordnung ist darauf von Dippel und Abbe modifiziert und Spektropolarisator genannt worden [1]), und Verf. hat mit letzterer, in mancher Beziehung große Vorteile bietenden Einrichtung zuletzt hauptsächlich gearbeitet. Hier seien nur die Hauptbestandteile und das Prinzip beider Apparate wiedergegeben.

Die wesentlichsten Teile sind: der Polarisator, der Spalt, das Prismensystem und ein Gypsplättchen. Diese Teile sind zusammen unter dem Objekttisch montiert und zwar bei beiden Apparaten horizontal, dem Spektrum parallel, verschiebbar. Diese Verschieblichkeit des Spektrums im Gesichtsfeld ist besonders wichtig. Zu diesen Teilen tritt selbstverständlich noch der Analysator über dem Okular. Um den Apparat bequem zu benutzen, ist es unerlässlich, ihn mit dem Mikroskop einmal verbunden aufgestellt zu lassen und während des Arbeitens durch einen Heliostaten zu beleuchten. Auch muss alles Nebenlicht von den Instrumenten, dem Objekte und dem Auge sorgfältig ausgeschlossen werden.

Die Teile des Spektropolarisators und der Analysator müssen für die Versuche so orientiert werden, dass die Schwingungsrichtung des durch die Gypsplatte stärker gebrochenen Strahles parallel dem Spalt, diejenige des schwächer gebrochenen Strahles dann also senkrecht zu letzterem steht. Polarisator und Analysator müssen so orientiert sein, dass die Schwingungsrichtung in dem letzteren senkrecht zu der im ersteren steht, beide aber mit dem Spalte einen Winkel von 45 Grad bilden.

Apparat und Mikroskop müssen so eingestellt werden, dass die wichtigsten Fraunhofer'schen Linien scharf erkennbar sind. Dann sieht man einen dunkeln Interferenzstreifen, dessen Mitte bei den vom Verf. benutzten Gypsplättchen Rot I. Ordnung und Purpur II. Ordnung der Wellenlänge 0,000490—0,000545 mm entspricht.

Ueber diesem Interferenzstreifen wird nun das Untersuchungsobjekt eingestellt. Ist dasselbe einfach brechend, so bleibt es immer dunkel, in welcher Richtung man es auch lagern mag. Ist dasselbe

1) Dippel, Das Mikroskop. I. Teil. 2. Abt. S. 619. 2. Aufl. Braunschweig 1882.

aber doppelbrechend, so werden sich zwei Stellungen finden lassen, in welchen es am hellsten in der durch den Interferenzstreifen ausgelöschten Farbe leuchtet. Und zwar wird es in der einen dieser Stellungen als Verdickung, in der anderen als Verdünnung der Gypsplatte wirken müssen. Verf. bezeichnet die eine Stellung als die Additionslage, die andere als die Subtraktionslage. Welche dieser beiden Lagen vorhanden ist, kann man jederzeit durch Verschieben des Spektrums unter dem Objekt entscheiden. In der Additionslage erscheint das Objekt dunkel an einer bestimmten gegen das rote, in der Subtraktionslage an einer gegen das blaue Ende des Spektrums hin gelegenen Stelle. Durch Messung der hierzu nötigen Verschiebung kann man also nicht nur die Lage, sondern auch die relative Größe der Elastizitätsaxen eines doppelt brechenden Objektes bestimmen. Wenn der Charakter der Doppelbrechung und die Dicke der Substanz zweier Objekte gleich ist, so kann man auf diese Weise den Grad der Doppelbrechung der beiden vergleichen. Darin beruht die Ueberlegenheit des Spektropolarisators über das gewöhnliche Polarisationsmikroskop, dass man diese Verschiebung des Objektes gegen das Spektrum messen kann, während man bei letzterem auf die Beurteilung von Farbenänderungen mit dem bloßen Auge angewiesen ist. Dagegen hat der Spektropolarisator den großen Fehler, dass er starke Vergrößerungen ausschließt. Die stärkste Vergrößerung, mit welcher Verf. arbeitete war Zeiß Obj. E, Okular 2.

Deshalb benutzte Verf. auch das Polarisationsmikroskop, an dem er einige kleine Aenderungen vornahm, welche die Untersuchungen sehr erleichtern und die er zu allgemeiner Einführung vorschlägt: Den Polarisator setzte er aus zwei, einem oberen feststehenden und einem unteren drehbaren Nicol'schen Prisma zusammen: Durch Drehung des unteren lässt sich die Lichtstärke auf das vollkommenste regulieren. Den Analysator befestigte er an besonderem Stativ, so dass er durch eine Drehung zu entfernen und zurückzuführen war: dadurch wird es möglich ein Objekt in raschem Wechsel im polarisierten und im gewöhnlichen Licht zu untersuchen. Endlich verwendete Verf. nur Stative, an welchen Tubus und Objekttisch um die optische Axe drehbar waren: dadurch konnte er das Objekt in verschiedenen Azimuthen einstellen, ohne die Zentrierung zu ändern.

Zuerst wenden wir uns nun zu den Beobachtungen, welche sich an erschlafften Muskelfasern in Alkohol ertränkter Tiere mit dem Spektropolarisator machen lassen, da hier die Untersuchung noch am leichtesten ist. Man muss solche Fasern isolieren und gerade ausgestreckte aufsuchen, welche man dann parallel dem Spalt über dem Interferenzstreifen des, wie oben beschrieben, aufgestellten Apparates orientiert. Sie liegen dann in Additionslage. Die Subtraktionslage kann man durch Drehung der Gypsplatte herstellen, da eine Drehung der Fasern, so dass sie quer zum Spalt liegen, natürlicher Weise

sehr unzweckmäßig wäre. Sind die Fasern, wie eben geschildert, orientiert, so erscheinen bei Fasern der einfachen Streifenfolge h und J vollständig dunkel, während Q und Z in der im Interferenzstreifen ausgelöschten Farbe leuchten. Bei Fasern mit reicher Streifenfolge erscheinen h, J und E dunkel, während Q, N und Z leuchten. Es sind also h, J und E einfach, Q, N und Z alle doppeltbrechend.

Verschiebt man das Spektrum so, dass die Faser in der Additionslage gegen das rote Ende hin zu liegen kommt, so muss sich eine Stelle finden lassen, an welcher die doppeltbrechenden Streifen Q, N und Z dunkel erscheinen, während h, J und E die Lichtintensität des Grundes nicht ändern. Bei dem Versuche diese Stelle zu finden, stellte sich aber heraus, dass schon eine sehr geringe Verschiebung genügt, um die Streifen N und Z zu verdunkeln, aber erst bei einer größeren Verschiebung die Streifen Q dunkel werden. Verf. stellt zwei Beispiele in Abbildungen dar: wenn die Mitte des Interferenzstreifens der Wellenlänge 0,000500 mm entspricht, so erschien im einen Fall Z bei 0,000528 mm Wellenlänge, Q erst bei 0,000565 mm dunkel, im andern Falle wurden Z und N bei 0,000522 und Q bei 0,000548 mm Wellenlänge verdunkelt. Diese Messungen sind keineswegs leicht auszuführen. Es ist zwar gewöhnlich nicht schwer, die Stelle zu bestimmen, an welcher Q am dunkelsten erscheint, aber sehr schwer ist es die stärkste Verdunkelung der schmalen Streifen Z und N festzustellen, da hier dunkle Konturen den Beobachter irre leiten können Deshalb konnte Verf. auch nicht entscheiden, ob wirklich, wie es zuweilen scheint, Z noch früher verdunkelt wird als N.

Verf. stellt in einer Tabelle die Ergebnisse der an 12 Käferarten angestellten Messungen zusammen: hier seien die Grenzwerte angeführt: durch eine Gypsplatte, welche die Wellenlänge 0,000500 auslöscht und die Streifen Z oder N würden Wellenlängen zwischen 0,000520 und 0,000542 mm ausgelöscht, durch dieselbe Gypsplatte und die Streifen Q aber Wellenlängen zwischen 0,000540 und 0,000580.

Das verschiedene Verhalten im zerlegten polarisierten Licht der Streifen Z und N einerseits und Q anderseits lässt sich durch einen Unterschied im Brechungsvermögen der Substanzen oder in der Dicke der brechenden Schichten erklären. Verf. weist auf das in seinen früheren Untersuchungen nachgewiesene ungleiche Verhalten dieser Streifen beim Scheibenzerfall in Alkohol und in Säuren und gegen Farbstoffe hin und erinnert daran, dass ein Dickenunterschied dieser Streifen sich nicht beobachten ließe, um sich für die erstere Erklärung zu entscheiden und den Schluss zu ziehen, Z und N beständen aus schwächer doppeltbrechender Substanz als Q.

Dass die Streifen Z und N schwächer doppeltbrechend sind als die Streifen Q, hat schon Engelmann durch Beobachtung derselben im Polarisationsmikroskop über einer Gypsplatte gefunden. Verf. führt aus, dass das ungleichstarke Steigen der Farbe in den Streifen

Q, N und J in der Additionslage bei einiger Uebung sich gut beobachten lässt, trotz des störenden Kontrastes gegen den Grund. In der Subtraktionslage dagegen ist ein Unterschied im Sinken der Farben nur schwer zu beobachten: nach dem Verf. beruht dies auf der Verschiedenheit der Teile des Spektrums: die steigenden Farben, welche durch Addition der Muskelfaser zur Gypsplatte Rot I. Ordnung hervorgerufen werden, fallen in das Gebiet von Purpur II. Ordnung und Violett II. Ordnung bis Indigo II. Ordnung, so dass geringe Unterschiede der Wellenlänge schon merkbare Farbenunterschiede bedingen. Bei der Subtraktionslage der Fasern über der Gypsplatte entstehen dagegen Farben, welche in die Grenze von Orange und Braungelb I. Ordnung und in das breite Bereich der letzteren Farbe fallen und deshalb kaum zu unterscheiden sind.

Aus dem gleichartigen, nur gradweise verschiedenen Verhalten der Streifen Q, N und Z leitet Verf. einen Beweis gegen die Anschauung ab, welche im Streifen Z kein Glied der Muskelsäulchen, sondern den Ausdruck von querliegenden Fadennetzen sehen will. Würde nämlich für Q dieses Verhalten durch positiv einaxige Glieder Q der Muskelsäulchen, für N und Z aber nicht durch positiv einaxige Glieder N und Z der Muskelsäulchen, sondern durch Querfaden oder Glianetze bedingt sein, so blieben nur zwei Möglichkeiten: entweder sind die Fäden dieser Netze positiv doppeltbrechend und die Axe der Doppelbrechung ist parallel der Längsaxe der Muskelfaser, steht also senkrecht auf der Längsaxe der einzelnen Faden und das widerspricht allen unsern Erfahrungen über die Doppelbrechung von Fasern; oder die Axe der Doppelbrechung ist der Längsaxe dieser Faden parallel, also senkrecht zur Längsaxe der Muskelfasern und die Faden sind negativ doppeltbrechend: dann müssten dieselben aber nicht nur von der Seite, sondern auch von der Fläche her gesehen doppeltbrechend erscheinen. Parallel der Längsaxe einer Muskelfaser einfallendes Licht wird aber einfach gebrochen, denn der Querschnitt von Muskelfasern bleibt zwischen gekreuzten Nicols in allen Teilen, in allen Azimuthen dunkel und ändert auf Gypsgrund in keinem seiner Teile die Farbe des Grundes.

Verf. schloss an diese Beobachtungen nach seiner Methode auch wieder solche an frischen Muskeln: diese waren aber besonders langwierig, da sich zu den an anderm Ort geschilderten Schwierigkeiten der Präparierung frischer Muskelfasern noch das oft erfolglose Aufsuchen vollständig isolierter und gerade ausgestreckter Muskelsäulchen und die an und für sich umständliche Untersuchung mit dem Spektropolarisator schloss. In einigen Fällen gelang es, an frischen ohne jeden Zusatz aufpräparierten Fasern die ausgelöschten Wellenlängen zu messen. Die hier gefundenen Werte sind ganz die gleichen wie die oben von Alkoholmuskeln angeführten und ebenso waren die Farbenänderungen im Polarisationsmikroskop dieselben. Verf. führte

nun auch zweimal den zeitraubenden Versuch durch, frischen Muskelfasern, welche im Spektropolarisator untersucht waren, durch Drainage erst 93prozentigen, dann absoluten Alkohol und endlich Origanumöl zuzuführen. Sie blieben während der ganzen Zeit im Apparate orientiert und als sie, vollständig aufgehellt, von neuem untersucht wurden, hatte sich die Doppelbrechung weder der Q noch der Z und N im geringsten geändert. Man darf also wohl annehmen, dass Alkoholbehandlung die doppelbrechenden Eigenschaften dieser Streifen gar nicht oder kaum merkbar verändert.

Der letzte Abschnitt handelt von dem Verhalten kontrahierter Muskeln im polarisierten Licht: er beginnt mit den Erscheinungen an fixierten Kontraktionswellen. Engelmann hat dieselben schon mit dem Polarisationsmikroskop untersucht und gefunden, dass die Streifen Q′ sich ebenso verhalten wie die Q des erschlafften Muskels und die Farben in demselben Sinne und in gleichem Grade ändern wie diese, ohne diese Thatsache auffallend zu finden. Verf. weist nun darauf hin, dass es doch nicht das naheliegendste sei, dass die so wesentlich dickeren Streifen Q′ die Farbe nicht in stärkerem Grade verändern als die Streifen Q. Man hat nämlich in solchen Präparaten häufig genug Gelegenheit zu sehen wie viel stärker die Farbe geändert wird an Stellen, wo zwei Fasern sich auch nur teilweise überlagern. So erscheint auf Gypsgrund Rot I. Ordnung die Farbe durch die Q in Additionslage gesteigert zu Indigo II. Ordnung, an Stellen wo zwei Fasern sich überlagern aber auf Gelbgrün II. Ordnung bis Gelb II. Ordnung; bei Subtraktionslage der einzelnen Fasern sinkt die Farbe auf Braungelb I. Ordnung, bei übereinander lagernden Fasern aber auf Lavendelgrau. In denselben Präparaten aber lassen sich auch an den dicksten Kontraktionswellen kaum Abweichungen von der Farbe der erschlafften Faserteile finden.

Verf. hat nun das Doppelbrechungsvermögen der Q′ auch mit dem Spektropolarisator untersucht und gemessen. Ueber dem Interferenzstreifen erscheinen die Streifen Q′ einer fixierten Kontraktionswelle leuchtend, die C vollständig dunkel; die letzteren sind also einfach brechend. Das Brechungsvermögen der Streifen Q′ maß Verf. an Fasern, an welchen sich lang gestreckte Kontraktionswellen befanden und welche auf größere Strecken hin isoliert und ausgestreckt lagen. Er benutzte die Streifen Q′ aus dem mittleren dicksten Teil der Welle und Streifen Q, welche von der Welle möglichst weit entfernt lagen. Dabei ergab sich, dass entweder an derselben Stelle des Spektrums die Q und Q′ am dunkelsten erschienen oder die Q′ schon bei geringerer Verschiebung als die Q. Aus einer Tabelle der bei 22 Arten gefundenen Werte ergibt sich, dass zuweilen ganz dieselbe Wellenlänge, gewöhnlich eine kleinere, nie aber eine größere Wellenlänge durch Q′ ausgelöscht wurde als durch Q. Verf. zieht

daraus den Schluss, dass die Verdickung der Faser bei den fixierten Kontraktionswellen in ihrer optischen Wirkung kompensiert oder überkompensiert werde durch eine Abnahme der Differenz der Brechungsquotienten. Bei der Kontraktion nimmt also die Doppelbrechung ab.

Auch die Uebergangstadien hat Verf. mit dem Spektropolarisator untersucht und zwar stützt sich seine oben wiedergegebene Darstellung dieses Stadiums gerade auf diese Untersuchungen. Die Identifizierung der Streifen J' und Z' geschah durch abwechselndes Beobachten im polarisierten und gewöhnlichen Licht Denn über dem Interferenzstreifen erscheinen die Streifen Z' immer hell wie die Z und die J immer dunkel und auch die Einstellung ändert das Bild in keiner Weise. Ob zwischen den Streifen Z' und den Z ein Unterschied im Grad der Doppelbrechung ähnlich wie zwischen den Q und Q' besteht, ließ sich nicht feststellen.

Auch die Sarkoplasmadurchgänge lassen sich mittels des Spektropolarisators schöner wie mit jeder anderen Methode darstellen. Liegt eine Muskelfaser über dem Interferenzstreifen, so erscheinen bei genügend starker Vergrößerung die Stäbe von Q und die Körner oder Stäbe von N und Körner von Z vollständig isoliert auf schwarzem Grunde wie glitzernde Edelsteine. Ebenso deutlich ist das umgekehrte Bild bei Verdunkelung der doppelbrechenden Teile.

Bei der Untersuchung lebender Muskelfasern im polarisierten Licht ist früher Brücke zu dem Resultat gelangt, dass sich die optischen Konstanten bei der Kontraktion nicht merklich änderten. Verf. hat ein anderes Verfahren als B. eingeschlagen. Er lagerte lange, schmale Stückchen lebender Käfermuskeln über einer Gypsplatte Rot I. Ordnung in dem Sehfeld seines, wie oben beschrieben, verbesserten Polarisationsmikroskopes, welches für diesen Zweck auch noch mit einem Revolver versehen war. Er konnte mit demselben mit schwachem Objektiv und in gewöhnlicher Beleuchtung rasch einzelne oder in geringer Zahl parallel beieinanderliegende Fasern aufsuchen, sie zu den Mittellinien der Gypsplatte orientieren und dann sogleich mit starker Vergrößerung im polarisierten Lichte untersuchen und auch noch beliebig zwischen Additions- und Subtraktionslage wechseln.

Die Fasern zeigen dann je nach ihrer Dicke und Uebereinanderlagerung sehr verschiedene Farben. So fand er, dass, sobald Wellen über dieselben ablaufen, diese bei Additionslage regelmäßig in sinkender, bei Subtraktionslage in steigender Farbe erscheinen. Diese Bilder sind sehr deutlich und lassen sich auf ihr wirkliches Vorhandensein durch Aenderung der Additionslage in die Subtraktionslage und umgekehrt kontrolieren. Manchmal ging das Maximum des Farbenunterschiedes der eigentlichen Welle noch voraus, was auf eine Dehnung der noch nicht oder erst wenig kontrahierten Abschnitte zurückzuführen ist. Das Hauptergebnis bleibt, dass auch hier die

von der Verdickung bedingte Farbenänderung weit überkompensiert wird. Wir finden also hier noch viel deutlicher als an den Alkoholmuskeln, dass bei der Kontraktion die Doppelbrechung vermindert wird.

Seiner Arbeit fügt Verf. einige Bemerkungen über Kontraktionstheorien an. Er glaubt, dass unsere Kenntnis der Thatsachen noch beträchtlich vermehrt werden muss, ehe sich begründete Theorien ausarbeiten lassen. Damit hat er eigentlich alle bisherigen Versuche zur Aufstellung erklärender Hypothesen verurteilt. Gleichwohl geht er noch besonders auf Engelmann's Theorie eines Wasseraustausches zwischen den einzelnen Muskelabschnitten ein, weil er E.'s Beobachtungen in vielen Punkten nur bestätigen konnte. Er findet aber auch E.'s Hypothese, wie den meisten Kontraktionstheorien gegenüber den Vorwurf gerechtfertigt, dass sie zwar die Kontraktion, nicht aber die Erschlaffung der Muskelfaser erkläre.

Im Einzelnen übt er folgende Kritik: E.'s Schema des Baues der Faser ist zu einfach. Die isotrope Substanz zwischen den Muskelsäulchen, das Sarkoplasma des Verf., ist nicht identisch mit der Substanz, welche die doppeltbrechenden Schichten innerhalb der Säulchen verbindet.

E.'s Theorie, dass die metabolen (bei E. anisotropen) Schichten durch Wasseraufnahme quellen und sich dabei verkürzen, stimmt nach von Ebner's Betrachtung vortrefflich zu dem von diesem am Froschmuskel beobachteten Sinken der Doppelbrechung bei der Kontraktion. Und gerade ein außerordentliches Sinken der Doppelbrechung hat ja Verf. auch an den metabolen Schichten der lebenden Käfermuskeln beobachtet. Aber durch die von Engelmann vorausgesetzte vollständig passive Wasserabgabe der arimetabolen (isotropen) Schichten lassen sich noch durchaus nicht die vom Verf. beobachteten verwickelten Vorgänge in denselben erklären. **W.**

Sobotta J., Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Uterusmuskulatur.

(Aus dem I. anatom. Institut der Universität Berlin.) Archiv für mikroskop. Anatomie Bd. XXXVIII. S. 52.

Zur Lösung der trotz zahlreicher Arbeiten noch sehr unklaren Frage des Verlaufs und der entwicklungsgeschichtlichen Bedeutung der Uterusmuskulatur liefert die vorliegende Arbeit ein reiches, fleißig zusammengestelltes Material. Zahlreiche mikroskopische Untersuchungen setzten den Verfasser in den Stand, sowohl auf dem Wege der vergleichend-anatomischen Forschung wie durch das Studium der früheren Entwicklungsstadien eine Auffassung der menschlichen Uterusmuskulatur darzulegen, die in Kürze etwa so lautet: Die Muskulatur des menschlichen Uterus ist eine Modifikation der ursprünglichen Ring-Muskulatur der Müllerschen Gänge, die in dem Verlaufe der Muskelbündel und -balken zumeist durch die in ihr

Berichtigungen.

S. 13 Z. 8 v. u.	lies	*Otiorrhynchus*	statt	*Otiorrhyuchus*
„ 87 Z. 18 v. u.	„	*Tunica vaginalis testis propria*	„	*T. vag., t. pr.*
„ 175 Z. 18 u. 19	„	*C. hirudinella*	„	*C. hirundinella*
„ 201 Z. 47 (ebenso S. 506, 508.)	„	*Dreissena*	„	*Dreyssenia*
„ 213 Z. 4 v. u.	„	*Giorna*	„	*Giorny*
„ 256 Z. 11	„	Versuche	„	Versuchen
„ 261 Z. 1 v. u.	„	betreffend die	„	betreffend der
„ 262 Z. 2	„	zu Strängen	„	zu Stränge
„ 263 Z. 2 v. u.	„	heben und endlich	„	heben endlich
„ 264 Z. 9 v. u.	„	ihre Vitalität	„	seine Vitalität
„ 266 Z. 10	„	*Sargassum*	„	*Saragussum*
„ 289 Z. 10 v. u.	„	*Rhynchhelmis*	„	*Rhynchelmis*
„ 294 Z. 18	„	Enden	„	Endel
„ 316 Z. 7	„	Gymogramme	„	Gymnogramme
„ 358 Z. 17 v. u.	„	*Penicillium*	„	*Pencillium*
„ 358 Z 12 v. u.	„	*Spirochaete*	„	*Spirochaëte*
„ 415 Z. 2 v. u.	„	*Aulostomum*	„	*Aulastomum*
„ 435 Z. 11	„	Mykorrhizen	„	Mikorhizen
„ 476 Z. 12 v. u.	„	*midollo*	„	*middolo*
„ 490 Z. 15 und fg.	„	*Polyarthra*	„	*Polyathra*
„ 501 Z. 1	„	*Codonella*	„	*Condonella*
„ 501 Z. 7 u. 8	„	*Molosira varians* bezw. *distanz*	„	*M. virians* bezw. *distanz*
„ 547 (Fußnote)	„	*Antennularia*	„	*Antenunlaria*
„ 617 Z. 11	„	*Larix*	„	*Laryx*
„ 687 Z. 19 v. u.	„	defer.	„	deffer.
„ 688 Z. 24	„	karyokinetisch	„	karykynetisch
„ 693 Z. 14	„	Irradiation	„	Irrdiation
„ 698 Z. 14	„	den	„	der

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologisches Zentralblatt

Jahr/Year: 1892

Band/Volume: 12

Autor(en)/Author(s): Anonymos

Artikel/Article: Bemerkungen zu Alexander Rollett: Untersuchungen über Kontraktion und Doppelbrechung der quergestreiften Muskelfasern. 8-26