

VERHANDLUNGEN
DER
PHYSIK.-MED. GESELLSCHAFT
ZU
WÜRZBURG.

HERAUSGEGEBEN

VON DER

REDAKTIONS-KOMMISSION DER GESELLSCHAFT:

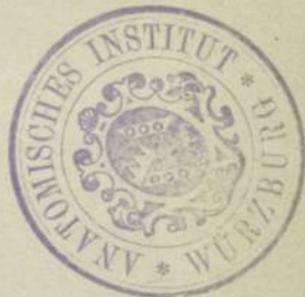
PROF. DR. O. SCHULTZE.

PROF. DR. D. ACKERMANN. PROF. DR. K. HELLY.

NEUE FOLGE. XLII. BAND.

MIT 20 TAFELN UND 24 ABBILDUNGEN IM TEXT.

17276.



WÜRZBURG.

VERLAG VON CURT KABITZSCH.

KGL. UNIV.-VERLAGSBUCHHÄNDLER.

1913.

Alle Rechte vorbehalten.

11571

Inhalt des XLII. Bandes.

	Seite
<i>Goldschmidt, M.</i> , Die Flora des Rhöngebirges VIII. (Nr. 3)	109
<i>Müller, Hans</i> , Kristallographische Untersuchungen am Turmalin aus Brasilien. Mit 4 Tafeln, 1 Tabelle und 11 Abbildungen im Text. (Nr. 2)	13
<i>Oehninger, Maria</i> , Über Kerngrößen bei Bienen. Mit 4 Tafeln. (Nr. 5)	135
<i>Schultze, Oskar</i> , Gedächtnisrede auf <i>Philipp Stöhr</i> . Mit 1 Porträt. (Nr. 1)	1
<i>Stettenheimer, Ludwig</i> , Variationsstudien in der Gruppe der Fluorescentes. Mit 10 Tafeln und 11 Textabbildungen. (Nr. 6)	141
<i>Uebisch, L. v.</i> , Über das larvale Muskelsystem von <i>Arbacia pustulosa</i> . Mit 2 Figuren im Text und 1 Tafel. (Nr. 4)	127



Philipp Stöhr.

Gedächtnisrede auf Philipp Stöhr.

Gehalten in der physikalisch-medizinischen Gesellschaft am 9. Mai
1912.

Von

Oskar Schultze.

Mit 1 Porträt.

Hochgeehrte Anwesende!

Vereint in ernster Feierstunde in dem Hause, in welchem die Stimme des Mannes, zu dessen Gedächtnis wir hier weilen, so oft zu Kollegen und Schülern sprach, lassen Sie uns einen Augenblick des silberlockigen Greises gedenken, der an dieser Stelle so oft gestanden hat, bevor *Philipp Stöhr* seinen Platz einnahm. Denn mit dem Tode *Stöhr's* am 4. November 1911 ist nicht nur einer der grössten Schüler *Albert von Kölliker's* aus dem Leben geschieden, sondern auch der Mann, der mit dem grossen Meister durch die nächste Freundschaft verbunden war und auf dessen ersten Entwicklungsgang *Kölliker* den grössten Einfluss ausgeübt hat.

Eben hatte der Altmeister der Anatomie in Würzburg seine Lehrtätigkeit begonnen, als am 13. Juni 1849 *Philipp Stöhr* als der älteste Sohn des Gasthof- und Weingutsbesitzers *Philipp Stöhr* und seiner Frau *Therese* geb. *Geigel* in dem noch heute bestehenden, in der Nähe des Marktes gelegenen Gasthofs „zum schwarzen Adler“, damals dem besten in Würzburg, geboren wurde. Die städtische Wohnung vertauschten die Eltern bald mit einer anderen am Schottenanger, einem damals noch wie auf dem Lande nahe dem Festungswall gelegenen schönen Hause mit Garten. Hier draussen vor der Stadt gediehen die drei Kinder — *Philipp* mit seinem Bruder *Carl* und seiner Schwester *Anna* — vortrefflich und mit Freuden konnte

Stöhr stets von der schönen hier verlebten Kindheit erzählen. In dem ungemein gastlichen Elternhause fanden frühzeitig die hervorragende gesellige Veranlagung und die musikalische Begabung *Stöhr's* vornehmlich durch den Vater in hohem Masse Anregung und Vervollkommnung. Und neben der Mutter war es sein innigstgeliebter Onkel *Alois Geigel*, der damalige, tiefbeseelte, hochbegabte und gefeierte Lehrer unserer Hochschule, der frühzeitig bedeutenden Einfluss auf *Stöhr* gewann.

Nach Absolvierung des Gymnasiums im August 1868 zog *Stöhr* als Student der Medizin in die Hörsäle seiner Vaterstadt ein. Frühzeitige persönliche Beziehungen zu dem Hause *Kölliker's* wurden zugleich mit dem Einflusse *Kölliker's* als Lehrer bald von erheblicher Bedeutung für den Entwicklungsgang des flotten Burschen, der über dem Genusse seiner akademischen Freiheit die ernste regelmässige Arbeit nicht ausser acht liess. Freilich bildete ein im Januar 1870 erfolgter Erguss in das Kniegelenk eine unerwünschte Unterbrechung der Arbeit. Während seines wochenlangen Krankenlagers, erlernte *Stöhr* das Spiel auf dem Bandonion, auf dem er es später zur Meisterschaft brachte und namentlich als Begleiter von Gesang und seines als Cellospieler hervorragenden Bruders vielen Freude bereitete, wie an Sommerabenden im Boot auf dem Starnberger See und in der Gesellschaft „Kolonne“ in Würzburg. Das erkrankte Kniegelenk heilte nach mehrmaliger Kur in Wiesbaden, verhinderte aber doch die Erledigung der militärischen Dienstpflicht. Im Jahre 1873 wurde *Stöhr* mit der Arbeit: „Über den Conus arteriosus der Selachier, Chimaeren und Ganoiden“, einer vergleichenden an reichem Material gewonnenen Untersuchung des Klappenapparates im Conus arteriosus des Herzens der Fische auf phylogenetischer Basis, zum Doktor medicinae in Würzburg promoviert. Hier beschloss *Stöhr* auch im Frühjahr 1874 das medizinische Staatsexamen. Nachdem er auf Anraten *Kölliker's* den Sommer 1874 unter *His* in Leipzig zugebracht hatte, übernahm er im Herbst desselben Jahres eine Assistentenstelle unter *J. Budge* am anatomischen Institut im Greifswald, um dann für zwei Jahre an der Breslauer Anatomie unter *Hasse* als Assistent tätig zu sein. In diese Zeit fällt seine Verheiratung mit *Emilie Oertel* — am 2. April 1876. Der überaus glücklichen aber nur zu kurz bemessenen Ehe entstammen zwei noch heute lebende verheiratete Töchter. Die Breslauer Stellung vertauschte *Stöhr* im Jahre 1877 gegen eine an dem anatomischen Institut seiner Vaterstadt, damals noch in dem heutigen medizinischen Kollegienhause. Hier übernahm

Stöhr die Prosektur an dem Institut für vergleichende Anatomie, Histologie und Embryologie unter *Kölliker*.

Als Prosektor habilitierte er sich im Jahre 1879 mit einer wichtigen Arbeit: „Über die Entwicklungsgeschichte des Urodelschädels“. Nach 3 weiteren Jahren übernahm er (1882) die Prosektur für menschliche Anatomie an dem neu erbauten Würzburger anatomischen Institut. Ein neu geschaffenes etatsmässiges Extraordinariat für topographische Anatomie wurde *Stöhr* im Jahre 1884 übertragen. In dieser Stellung blieb *Stöhr* in Würzburg bis zum Frühjahr 1889, wo er einem ehrenvollen Ruf an die Universität Zürich als Ordinarius und Vorstand des anatomischen Institutes folgte.

Während seiner achtjährigen Wirksamkeit an der Züricher Hochschule hatte *Stöhr* reichliche Gelegenheit seine hohe Veranlagung zum akademischen Lehrer in vielseitiger Weise auszubilden und, wie zu erwarten war, bewährte sich *Stöhr* alsbald als einer der geschätztesten Lehrer. Auch brachte ihm der Züricher Aufenthalt eine ganze Anzahl inniger Freundschaften mit Männern, die ihm als Kollegen lieb geworden waren. Aber auch Schweres blieb ihm nicht erspart. Denn mitten aus anscheinend voller Gesundheit raubte ihm der Tod am zweiten Weihnachtsfeiertage 1892 die innigstgeliebte Gattin, ein Schlag so schwer für *Stöhr*, dass er ihn, den sonst so kraftvollen, unsagbar tief ergriff. Aber wie in unser aller Leben, so wechselte auch bei ihm Freud und Leid. Als im Jahre 1897 *Stöhr's* grosser Lehrer *Kölliker* die Vorstandschaft der Würzburger Anatomie niedergelegt hatte, fiel die Wahl auf *Stöhr* als Nachfolger. So hatte *Stöhr* die grosse Freude, im Herbst 1897 wieder in seiner Vaterstadt glücklichen Einzug zu halten. Zunächst übernahm *Stöhr* die Vorlesung über systematische Anatomie und die Leitung der Präparierübungen, da *Kölliker* sich die Abteilung für Mikroskopie und Entwicklungsgeschichte noch vorbehalten hatte, die erst mit dem definitiven Ruhezustand *Kölliker's* im Herbst 1902 an *Stöhr* überging.

Die Bedeutung *Stöhr's* als Anatom liegt zweifellos in seinem hervorragenden Lehrtalent, womit jedoch durchaus nicht gesagt sein soll, dass wir *Stöhr* nicht eine ganze Anzahl sehr wichtiger Bereicherungen unserer Wissenschaft verdanken. Gemütvoll und warmherzig veranlagt empfand er eine besondere Freude an dem Verkehr mit der Jugend und hohe Befriedigung in dem Bewusstsein, als Lehrer für die Jugend zu wirken und ihr nahe zu stehen. Unablässig war er

bemüht, seine Kollegien derart vorzubereiten, dass seinen Hörern auch die schwierigeren Stoffe leicht verständlich wurden. Ein sprechendes Beispiel für seine Wertschätzung einer bis in die Einzelheiten ausgearbeiteten Vorbereitung ist z. B. die Tatsache, dass *Stöhr* noch in dem vorigen Sommersemester, obwohl seine Leistungsfähigkeit durch sein Leiden bereits merklich beeinflusst wurde, ein vollkommen neues Manuskript für seine Vorträge über das Zentralnervensystem ausarbeitete. Und wie oft fand man ihn in origineller Arbeit für seine Hörer begriffen, indem er, unterstützt durch sein ausgezeichnetes Zeichentalent, dieses oder jenes Schema entwarf, das er vervielfältigt den Hörern vor der Vorlesung zum Einzeichnen schwieriger Strukturverhältnisse verteilen liess. Und wie unermüdlich sass er, oft spät abends noch als einziger im Institut bei der Ausarbeitung seiner Modelle, zu deren Herstellung er sich ein besonderes Instrumentarium zusammengestellt hatte und durch welche er der Institutssammlung ein dauerndes wertvolles Dokument seiner Originalität als Lehrer und seiner Kunstfertigkeit hinterlassen hat. Als Lehrer sprach er ruhig, klar und bestimmt, gelegentlich seinem Temperament entsprechend auch mit grosser Lebhaftigkeit. Erst dann war er befriedigt, wenn er die Überzeugung gewonnen hatte, dass sein Schaffen für seine Hörer guten Erfolg gehabt. Durchdrungen von dem für den Anatomen wie für den Naturforscher ganz allgemein erforderlichen Bestreben, wenn irgend möglich, alles Beschriebene auch durch die Vorweisung zu belegen, widmete er sich mit ganz besonderem Eifer der Organisation seiner Demonstrationen. Mit Hilfe einer besonderen, von *Stöhr* ausgedachten Methode wurde, ähnlich wie in einem Lehrbuch eine Zeichnung durch Hinweisungslinien und gedruckte Bezeichnungen erklärt wird, an dem Präparate alles wichtige durch von ihm selbst auf kleine Kartons geschriebene Benennungen erklärt, die an Drähten befestigt waren, welche auf den betreffenden Teil hinwiesen. Ausserdem machte *Stöhr* von der allgemein üblichen Erklärung der Präparate durch musterhafte Zeichnungen vornehmlich in der mikroskopischen Anatomie ausgedehnten Gebrauch. So konnte er mit vollem Recht auf den ganz einzig dastehenden Aufbau seiner Demonstrationen stolz sein. Ein deutliches Zeugnis für die Wertschätzung dieser Demonstrationen seitens der Studierenden war, dass wohl alle noch vor der Vorprüfung stehenden Studierenden, welche, nachdem sie bereits auswärts irgendwo Anatomie gehört hatten, nach Würzburg kamen, von der Liberalität *Stöhr's* Gebrauch machten, seine Demonstrationen besuchen zu dürfen.

Ein besonderes, sehr wertvolles und beliebt gewordenes Unterrichtsmittel schuf *Stöhr* durch die Neueinrichtung von Studiensälen in dem anatomischen Institut. Hier findet der Studierende eine stattliche Sammlung anatomischer Präparate, Abgüsse und Modelle mit genauen Erklärungen, Zeichnungen oder Photographien versehen, so dass es ihm hier zu jeder Zeit möglich ist, sich selbständig durch die Anschauung zu belehren. Und noch einen anderen, grossen Vorteil bieten diese Säle unseren Studenten. Diese treffen sich in den Pausen zwischen den Kollegstunden und knüpfen in der Betrachtung der Objekte Beziehungen an, die auch über den Bereich des Instituts hinaus Wert gewinnen und zu gemeinsamem Studium anregen.

In nächster Beziehung zu der Tätigkeit *Stöhr's* als Lehrer stand die Sorge für das seiner Leitung und Instandhaltung anvertraute Institut. Hier konnte *Stöhr* in vollstem Masse das hohe ihm angeborene Organisationstalent entfalten. War ihm doch auch das Würzburger Institut, das er als Prosektor unter *Kölliker* hatte entstehen sehen und bei dessen innerer erster Einrichtung er *Kölliker* zu Beginn der achtziger Jahre des vorigen Jahrhunderts mit Rat und Tat lebhaft unterstützt hatte, von vorneherein ans Herz gewachsen. Von Zürich hierher zurückgekehrt, widmete er seine volle Kraft der ständigen Verbesserung und Neuorganisation der Sammlungen, der zweckmässigen Ordnung und Aufbewahrung der grossen dem Institute von *Kölliker* vermachten Sammlung von anatomischen Abhandlungen, der Sorge für genügendes Leichenmaterial durch wiederholte Vorstellungen bei dem Ministerium, der Aufstellung des *Zeiss'schen* Epidiaskopes in diesem Hörsaal, der Einführung elektrischer Beleuchtung in den grossen Unterrichtsräumen und von vielem anderen, das, solange dieses schöne Institut bestehen wird, als ein dauerndes überaus wertvolles und segensreiches Andenken an die Tätigkeit *Stöhr's* in diesem Hause erinnern wird.

Die Liebe *Stöhr's* zum Lehrberuf kam auch in seiner schriftstellerischen Tätigkeit zum Ausdruck, deren bekanntestes und bedeutendstes Erzeugnis zweifellos sein Lehrbuch der Histologie und der mikroskopischen Anatomie des Menschen mit Einschluss der mikroskopischen Technik ist. Die erste Auflage des Buches erschien im Jahre 1887, die 14. im Jahre 1910. Zweifellos wären noch zahlreiche weitere Auflagen gefolgt, wenn es *Stöhr* vergönnt gewesen wäre, an diesem seinem so fruchtbaren Werke noch weiter zu arbeiten. Wie weit verbreitet und wie beliebt dieses Buch geworden ist, beweist am deutlichsten die Tatsache, dass die letzten Auflagen in der Zahl

von je 6000 Exemplaren gedruckt wurden. Übersetzt wurde das Buch in zahlreiche fremde Sprachen, darunter auch ins Japanische. Ein Hauptvorteil des Buches ist die genaue Angabe der bekanntlich oft recht komplizierten Herstellungsmethoden jedes der besprochenen Präparate in einem jedem grösseren Abschnitt angeschlossenen technischen Teil. Diese Angaben sind mit der bekannten Genauigkeit *Stöhr's* abgefasst und ermöglichen es im allgemeinen auch dem weniger geübten Arbeiter gute Resultate zu erhalten.

Trotz seiner umfassenden Tätigkeit als Lehrer und Organisator und trotz der durch die häufige Neuauflage seines Lehrbuches bedingten ständigen Lektüre der gesamten histologischen und mikrotechnischen Literatur erübrigte *Stöhr* auch noch manche freie Stunde zu wissenschaftlicher Arbeit.

Noch aus seiner frühesten Würzburger Zeit stammen die Arbeiten über die Entwicklung des Amphibien- und Teleostierschädels, unter denen die über die Entwicklung des Urodelschädels seine Habilitation begründete. *Stöhr* schliesst sich in diesen Arbeiten im grossen und ganzen an die *Gegenbaur'sche*, vornehmlich auf Grund des Studiums des Selachierschädels aufgestellte Theorie der Schädelbildung an, nach welcher der Schädel aus einem hinteren vertebralen, d. h. auf Wirbel zurückführbaren und von der Chorda dorsalis durchzogenen und einem vorderen prävertebralen Teil besteht. Der wichtige Nachweis, dass die die hintere Schädelbasis bildenden Teile in ihrer Anlage eine um so grössere Ähnlichkeit mit Wirbeln haben, je weiter sie nach hinten liegen, bildete einen erheblichen Fortschritt in der Auffassung von der Genese des Kraniums. Den vorderen Teil des Schädels betrachtete *Stöhr*, wie *Gegenbaur*, als niemals segmentiert. An dem hinteren jedoch tritt die Gliederung in Form von dorsalen Bogen auf, wobei die Umgestaltung des ursprünglich gegliederten Skeletts von vorn nach hinten fortgeschritten ist. Am deutlichsten zeigt sich die wirbelähnliche Anlage an dem hintersten Abschnitt der Occipitalregion bei den Amphibien, der sich in Form eines Wirbelbogens anlegt, welcher erst sekundär mit den davor gelegenen Teilen verschmilzt. *Stöhr* hat seine Ergebnisse durch die gerade damals neu aufgekommene von *G. Born* begründete und heute in der Mikrotechnik sehr wertvoll gewordene Plattenmodelliermethode verdeutlicht.

Bald darauf gab die Untersuchung der Magenschleimhaut eines im Jahre 1880 in Würzburg Hingerichteten *Stöhr* Gelegenheit, sich erfolgreich histologisch zu betätigen. Er konnte damals nachweisen, dass die Epithelzellen des Magens bei der Schleimproduktion nicht

zugrunde gehen, und dass die sogenannten „Ersatzzellen“ lymphoide Elemente sind, welche durch die Epithelien hindurchwandern. Diese gelegentliche Untersuchung war entscheidend für die Bearbeitung der *Stöhr* noch sehr oft beschäftigenden Frage von den morphologischen Vorgängen bei der Sekretion.

Zunächst ergab sich, dass in den Fundusdrüsen des Magens zwischen den Hauptzellen und den Belegzellen Übergangsformen gefunden werden, die nicht auf verschiedenen Sekretionsphasen beruhen, sondern als der Ausdruck eines Regenerationsvorganges der Drüsenzellen aufzufassen sind. Hieran schlossen sich erneute Untersuchungen über die Schleimdrüsen. Nach der damaligen von *R. Heidenhain* begründeten Auffassung sollte bei der Schleimsekretion, ähnlich wie wir es heute von den Talgrüsen der Haut wissen, die sekretbereitende Zelle nach der Entleerung des Sekretes jedesmal zugrunde gehen und mit dem Sekret eliminiert werden. Reichlich vorhandene, sogenannte Randzellen und Randzellenkomplexe sollten die Ersatzzellen für die mit dem Sekretionsakt absterbenden Elemente bilden. Innerhalb der Mundhöhle wurden die zahlreichen sogenannten Schleim- oder Speicherkörperchen als jene zugrunde gehenden Drüsenzellen gedeutet. Demgegenüber konnte *Stöhr* zeigen, dass die Speicherkörperchen nichts mit den Drüsenzellen zu tun haben, sondern zahllose farblose Blutzellen sind, die aus den lymphoiden Organen der Mundhöhle, den sogenannten Zungenbälgen und den Gaumenmandeln, durch das Epithel der Mundhöhle hindurchwandern und in den Speichel gelangen. Schon hierdurch war die Auffassung, dass die Schleimzellen bei der Sekretion absterben, einer wesentlichen Stütze beraubt. Weiterhin gelang dann *Stöhr* der Nachweis, dass die bisher als Ersatzzellen für die angeblich dem normalen Zellentod anheimfallenden Drüsenzellen betrachteten Elemente nichts anderes sind als sekretleere Zellen, welche durch sekretgefüllte von dem Drüsenlumen nach aussen abgedrängt werden, ein Befund, der heute allgemeine Anerkennung gefunden hat, um so mehr als *Stöhr* weiterhin bewies, dass bei Drüsen, welche durch subkutane Pilokarpininjektion zu anhaltender Sekretion gereizt wurden, jede morphologische Differenz zwischen den sogenannten Randzellen und den Schleimzellen verschwindet, wonach es sich also nicht um zwei verschiedenartige Zellformen, sondern um verschiedene Sekretionsphasen ein und derselben Zellform handelt. Als Bedingung zur Bildung der sogenannten Randzellen war sonach ungleichzeitige Sekretion benachbarter Zellen erkannt.

Die Aufklärung der wahren Natur der Speichelkörperchen führte *Stöhr* weiterhin zu dem sehr bemerkenswerten Ergebnis, dass der Durchwanderungsvorgang der Leukozyten durch das Epithel der Schleimhäute ein allgemein verbreiteter ist. Er wurde für alle Stellen nachgewiesen, an denen sich lymphadenoides Gewebe innerhalb der Schleimhaut befindet. Hier wird durch die oft massenhafte Auswanderung der Leukozyten der ursprüngliche Epithelcharakter ganz verwischt. Die Frage, ob es sich um einen normalen Vorgang handelt, konnte in bejahendem Sinne beantwortet werden, wobei die Entfernung verbrauchten Materials bez. dem normalen Zellentod anheimfallender Elemente als die wahrscheinlichste Deutung des Vorganges bezeichnet wurde. An diese Untersuchungen schlossen sich weitere über die Entwicklung der lymphoiden Organe an, die zum grossen Teil gegen die Auffassung gerichtet waren, dass die epithelialen Grenzblätter — das Ekto- und das Entoderm — als Bildungsstätten von Leukozyten angesehen werden können, eine Anschauung, der sich *Stöhr* als unbedingter Anhänger der Spezifität der Keimblätter nicht anschliessen konnte. Nach ihm konnte nur das Mesoderm als Bildungsherd der körperlichen Elemente des Blutes sowie lymphoider Elemente in Betracht kommen. So fand er, dass die ersten Leukozyten bei der Entwicklung der Darmlymphknötchen stets in dem Bindegewebe in der Nähe der Blutgefässe, fern von dem Epithel, auftreten, und schloss das Epithel der Darminnenfläche und der Darmdrüsen als Bildungsherd der Leukozyten unbedingt aus.

Im Anschluss an diese Beobachtungen stellte *Stöhr* in Übereinstimmung mit anderen Autoren noch eine besondere Rolle der Leukozyten fest, nämlich die der Einwanderung in Drüsen oder Teile von Drüsen, welche dem normalen Untergang anheimfallen. Hier häufen sich unter gleichzeitiger Bindegewebswucherung massenhafte aus dem Blute auswandernde Leukozyten an, welche zwischen die zugrunde gehenden Drüsenzellen eindringen und diese zur Resorption bringen. Dieses Verhalten konnte bei den *Lieberkühn'schen* Krypten des Processus vermiformis und den Duodenaldrüsen gezeigt werden.

In die letzte Zeit des Züricher Aufenthaltes fallen einige Abhandlungen embryologischen Inhaltes. In Übereinstimmung mit den Befunden bei Amphibien, Vögeln und Säugern gelang der Nachweis der dreifachen, von dem Darmepithel ausgehenden Anlage des Pankreas und die Verfolgung der Herkunft der in ihrer Bedeutung unaufgeklärten Hypochorda.

In seinen letzten Lebensjahren beschäftigte sich *Stöhr* in seinen Spezialarbeiten vornehmlich mit der Entwicklung des menschlichen Haarkleides und der Thymus. Durch eine umfassende Arbeit über die Entwicklung des menschlichen Wollhaares erzielte *Stöhr* eine erhebliche Klärung auf diesem vorher ungenügend untersuchten Gebiete, indem er typische Entwicklungsstadien gegenseitig abgrenzte und präzise formulierte. Zugleich wurden die Entwicklung der Haarbalgmuskeln, die Bedeutung des sogenannten Haarbeetes für die Regeneration des Haares und anderes Detail genauer verfolgt.

Im Anschluss an die Hypothese von *Max Weber*, dass die Säugetiere ursprünglich ein Schuppenkleid besessen haben, vermochte *Stöhr* weiterhin zu zeigen, dass aus der Stellung der Haaranlagen des menschlichen Fetus im vierten Monat recht wohl ein ursprüngliches hypothetisches Schuppenkleid rekonstruiert werden kann, wenn man auf Grund des heute noch bei beschuppten Säugern bestehenden Verhaltens, bei welchem die Haare hinter den Schuppen stehen, das Schuppenkleid in entsprechender Anordnung in das Haarkleid einzeichnet. Man erhält so ein Bild, welches uns in klarer Weise zeigt, dass die Anordnung der Haare menschlicher Feten auf ein Vorfahren-Schuppenkleid hinweist, das aus zwei Lagen, einer oberflächlichen, älteren und einer tiefen, jüngeren sich zusammensetzte.

Eine eigenartige Stellung nahm *Stöhr* auf Grund seiner Untersuchungen der Genese der Thymus ein. Hier steht die ältere Lehre von der „Pseudomorphose“ der Thymus, d. h. der Umwandlung des epithelial angelegten Organes in ein lymphoides durch von aussen eindringende Leukozyten und Blutgefässe der neueren Auffassung von der „Transformation“ gegenüber, nach welcher die sog. „Lymphzellen“ der Thymus von den Zellen der epithelialen Anlage abstammen. Für die letztere Auffassung trat auch *Stöhr* ein, aber er fasste die sogenannten lymphoiden Zellen oder kleinen Thymuszellen nicht als Leukozyten, sondern als Epithelzellen auf und deshalb bleibt nach ihm die Thymus immer ein epitheliales Organ. Diese an Amphibien gewonnene Auffassung fand *Stöhr* auch durch die Befunde bei dem Menschen insofern bestätigt, als er die Rindensubstanz der Thymus als epithelial beschrieb. In diese wandern nur verhältnismässig wenige Leukozyten ein, mehr allerdings in die Marksubstanz, deren im wesentlichen epithelialer Bau dadurch aber nicht verhüllt wird. Deshalb sagte *Stöhr*: Die ganze Thymus ist ein epitheliales Organ; die eingedrungenen Leukozyten haben für den Aufbau der Thymus keine Bedeutung. Das Gerüstwerk der Thymus ist doppelter Natur,

indem es zum kleineren Teil aus dem Bindegewebe, zum grösseren Teil aus Epithelabkömmlingen entsteht. Es bestehen also durchaus typische Unterschiede von einem lymphoiden Organ oder einer Lymphdrüse. „Die Thymus ist keine Leukozytenquelle; der Versuch, die Leukozyten aus dem Entoderm abzuleiten, ist auch hier misslungen.“

In seiner letzten, aus dem Jahre 1910 stammenden Abhandlung verwarnte sich *Stöhr* gegen die Auffassung derer, die seine Lehre anfochten. Die vermeintlichen Leukozyten hatte *Hammar* als echte Leukozyten erklärt. *Stöhr*, welcher für die strittigen Zellen den Namen „kleine Thymusrindenzellen epithelialer Herkunft“ von neuem begründet, verteidigt seine Anschauung *Hammar* gegenüber mit grossem Geschick. Dasselbe gilt gegenüber *Maximow*, der die autochthone Entstehung der kleinen Thymuszellen bei Säugern bezweifelt, weil hier schon frühzeitig Leukozyten einwandern. Meisterhafte Stilistik und eine besondere Befähigung, die Schwächen der gegnerischen Darstellung in streng sachlicher Weise zu behandeln, treten gerade in dieser letzten Veröffentlichung in ihrer typischen Art besonders hervor. Diese Kennzeichen sind zugleich mit einer durch ihre Genauigkeit und absolute Naturtreue ausgezeichneten bildnerischen Reproduktion dessen, was das mikroskopische Präparat ihm zeigte, ganz charakteristisch für die *Stöhr*'schen Abhandlungen. Sie harmonierten durchaus mit der strengen Wahrheitsliebe *Stöhr*'s. So gewann auch der Gegner seiner Auffassung stets die für die endgültige Entscheidung einer Streitfrage überaus wertvolle Überzeugung, dass das, was *Stöhr* abbildete, absolut frei war von jeder subjektiven Beigabe.

War es anders als selbstverständlich, dass bei einem Manne wie *Stöhr* ein jeder, der ihm näher trat, durchdrungen war von der Überzeugung, dass er es mit einem, wenn auch manchmal hart erscheinenden, im Grunde aber wohlwollenden und von edlem Gemeinsinn geleiteten Manne zu tun hatte, der stets das Beste für sein Institut und für die Universität seiner ihm so teuren Vaterstadt im Auge hatte und mit all seiner Energie zu erreichen bestrebt war? Das wissen dankbaren Sinnes vor allem die, welche mit ihm im Institut, in der Fakultät, im Senat und während seines Rektorates in Beziehung gestanden haben. Und war es nicht ganz natürlich, dass *Stöhr* mit seiner heiteren, humorvollen und im Scherz so originellen Natur überall, wo man ihn sah, mit Freuden begrüsst wurde? Häufiges Zusammensein mit seinen Angehörigen und Freunden war dem in hohem Grade gesellig veranlagten Mann ein innerstes

Bedürfnis nicht um der eigenen Freude willen, sondern um andere zu erfreuen durch so manchen Scherz oder durch ein Gedicht oder durch eine meisterhafte Tischrede. Auch die von ihm in so trefflicher Weise vornehmlich am Klavier und Harmonium geübte Musik wurde ihm zur grössten Freude in dem regelmässigen Spiel mit den Seinigen als Erholung von der Arbeit im Semester oder in dem geliebten Ammerland. Hier verweilte er zuerst im Jahre 1867 mit seinem Onkel *Alois Geigel* und von diesem Jahre an verlebte er hier bis zum Todesjahr nur mit einer Unterbrechung von fünf Jahren nach dem Tode seiner Gattin alljährlich den grössten Teil der Ferien. Hier hatte er vor einigen Jahren ein reizendes Landhäuschen gebaut, das er sich als Sammelpunkt für alle seine geliebten Ammerländer Freunde gedacht hatte. Nur wenige Male war es ihm vergönnt, in diesem Heim die Ruhe zu geniessen. Im August vorigen Jahres traf ihn hier der erste leichte Schlaganfall. Nur zum Teil vermochte *Stöhr* sich hiervon zu erholen. Schweren Herzens erkannten die Seinen und erkannte er selbst, dass eine volle Genesung ausgeschlossen sein musste. Schwer getroffen wurde er noch in dieser Zeit, als der Tod ihm den einzigen Bruder am 19. Sept. 1911 raubte, dem die Schwester vor zwei Jahren vorausgegangen war. Nach einer in tiefer Verstimmung in Wiesbaden verlebten Kurzeit kehrte der Kranke Ende Oktober vorigen Jahres nach Würzburg zurück. Er hat es wohl gewusst, und in grossem Schmerz empfunden, dass sein Leben zu Ende ging. Zu unserer grossen Betrübnis mussten wir sehen, dass das Bewusstsein, dass der Kranke nicht mehr so konnte, wie er wollte, auf ihn eine in hohem Grade niederdrückende Wirkung ausübte. Ist es nicht natürlich, dass diese Depression gerade ihn, der sein Leben so gern und in so hohem Mase in den Dienst anderer zu stellen bestrebt gewesen war, ganz besonders ergriff?

Kurze Zeit nachdem *Stöhr* von Wiesbaden zurückgekehrt war, traf ihn im Kreise seiner Freunde am 4. November der zweite Schlaganfall, aus dem er nicht wieder erwachen sollte. Naturgemäss überwog der grosse Schmerz der Verwandten und Freunde um den Verlust eines solchen Mannes. Und doch bleibt das tröstliche Bewusstsein, dass ein schnelles Ende für ihn so das Beste und Erlösende war — erlösend, weil er, der für so viele Menschen zu leben wünschte und gelebt hatte, es wahrlich nicht verdiente, eine noch längere Zeit unter dem Gefühle des Versagens seiner Kräfte zu leiden. Und wenn wir es auch miterleben mussten, dass der sich langsam steigernde leidende Zustand in der letzten Lebenszeit die

edel veranlagte und stets vom besten Willen beseelte Natur *Stöhr's* in Einzelfällen verschleierte, so bleibt doch hiervon ganz unberührt die hohe Wertschätzung des besonders veranlagten und ausgezeichneten Mannes, den wir in *Philipp Stöhr* verloren haben. Sein Bild wird allen, die ihm nahestanden, immer unvergesslich bleiben. Die Universität seiner Vaterstadt wird ihm dauernd einen Ehrenplatz in ihrer Geschichte bewahren!

Kristallographische Untersuchungen am Turmalin aus Brasilien.

Von

Hans Müller.

Mit Tafel II—V.

Die 120 untersuchten Kristalle stammen zum grössten Teil aus der Sammlung des Herrn Kommerzienrates Dr. G. Seligmann in Coblenz (79 Stück), die übrigen befinden sich in der Sammlung des Mineralogisch-geologischen Instituts der Universität Würzburg (36 Stück) und 5 Stück habe ich selbst vom Rheinischen Mineralien-Kontor (Dr. F. Krantz) in Bonn bezogen. Als Fundort ist immer Minas Geraës angegeben. Bei fast sämtlichen Kristallen wurden die Winkel aller Flächen an den Polen gemessen.

Es könnte überflüssig erscheinen, über Turmalin neue Untersuchungen anstellen zu wollen, nachdem über dieses Mineral bereits eine ausserordentlich umfangreiche Literatur besteht — ich erinnere aus der grossen Reihe nur an die Namen *G. Seligmann*¹⁾, *E. A. Wülfing*²⁾, *V. v. Worobieff*³⁾ — und besonders über brasilianischen Turmalin erst 1906 von *G. Reimann*⁴⁾ eine grössere Abhand-

¹⁾ Mineralogische Notizen II. (6. Turmalin). Zeitschr. f. Krist. etc. **6** (1882), 217 ff. (Hier sind auch, wie noch näher besprochen werden wird, die Untersuchungsergebnisse von 50 brasilianischen Kristallen niedergelegt.)

²⁾ Über einige kristallographische Konstanten des Turmalins und ihre Abhängigkeit von seiner chemischen Zusammensetzung. Progr. z. 82. Jahresfeier d. k. Württ. Landwirtsch. Akad. Hohenheim 1900. Ref. Centr.-Bl. f. Min. etc. 1901, 15; Zeitschr. f. Krist. etc. **36** (1902), 538.

³⁾ Kristallographische Studien über Turmalin von Ceylon und einigen anderen Vorkommen. Zeitschr. f. Krist. etc. **33** (1900), 263 ff. Ref. N. Jahrb. f. Min. etc. 1902 (I, 178 und II, 350).

⁴⁾ Beiträge zur Kenntnis des Turmalins aus Brasilien. Inaug.-Diss. Kiel 1906. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXIII (1906), 91 ff. Ref. Zeitschr. f. Krist. etc. **47** (1910), 424.

lung erschienen ist. Aber einesteils lagen die Vorbereitungen zu dieser Arbeit beim Erscheinen der *Reimann'schen* Abhandlung bereits vor, andererseits gaben die Oberflächenverhältnisse an den mir zur Verfügung gestellten Kristallen Veranlassung zu spezieller Berücksichtigung.

Die brasilianischen Turmaline haben durchweg langprismatische Gestalt. Dadurch dass einmal das trigonale Prisma I. Art, meistens das negative, wie wir sehen werden, das andere Mal das hexagonale Prisma II. Art in der Kombination der Prismen vorherrscht, erhalten die Kristalle entweder trigonalen oder mehr hexagonalen Habitus. Wenn noch andere als die genannten Prismen kantentastumpfend und vermittelnd sich einschieben, erhalten die Kristalle ein ganz charakteristisches Aussehen; ein Schnitt senkrecht zur *c*-Achse erscheint als ein Dreieck mit gleichlangen, nach aussen gebogenen Seiten. Unter vielen anderen gehören zu letzterer Art die Nr. 1, 22, 32, 36, 43, 51, 52, 102, 120. Manchmal macht sich eine Verlängerung nach einer der drei Nebenachsen geltend, so dass der Querschnitt länglich trigonale Form annimmt, wie dies z. B. die Kristalle 3, 9, 12, 77, 78, 79 erkennen lassen. Geht diese Verlängerung noch weiter, und treten dabei noch ein paar Flächen an Ausdehnung entsprechend zurück, so kann der betreffende Kristall ein monoklines Aussehen erhalten. Nr. 17, eventuell auch 76 sind Beispiele dafür. Doch muss bemerkt werden, dass hinsichtlich der Flächenanordnung bei solchen Kristallen keine Hinweise auf wirklich monokline Verhältnisse, vor allem keine Regelmässigkeiten sich ergaben. Wenn die trigonalen Prismen nur schmal ausgebildet sind, dann erhält der Kristall einen hexagonalen Habitus, welcher um so schärfer zum Ausdruck kommt, je weiter das trigonale Prisma in den Hintergrund tritt. Als Beispiele dieser Gestaltung mögen nur die Nr. 2, 7, 24, 26, 29, 30, 33, 64 herausgegriffen werden.

Eine bemerkenswerte Eigentümlichkeit, welche offenbar auf Wachstumsvorgänge zurückzuführen ist, habe ich an Nr. 20 und 22 beobachtet. Bei diesen Kristallen, welche im wesentlichen Kombinationen von $\{100\}$, R und $\{11\bar{1}\}$, $-2R$ darstellen, sind die Flächen der ersteren Form ziemlich vollständig entwickelt, während die Partie von $\{11\bar{1}\}$ „zerfressen“ aussieht; sie ist im Wachstum zurückgeblieben, welches vom Pol ausgehend am stärksten in der Richtung der drei Rhomboederflächen $\{100\}$ erfolgte, während den drei Flächen von $\{11\bar{1}\}$ nur eine sekundäre Bedeutung zukommt. Ein ebenfalls aus der *Seligmann'schen* Sammlung stammender Kristall von Haddam, Connecticut,

mit der alleinigen Endbegrenzung $\{11\bar{1}\}$ zeigt ganz ähnliche Eigenschaften.

An 6 von den untersuchten Kristallen (Nr. 41, 80, 81, 91, 94, 101) waren beide Pole ausgebildet. 16 zeigten nur die analoge Endigung, während der antiloge Pol abgebrochen war; alle übrigen (98 Stück) trugen den antilogen Pol entwickelt und waren am anderen Ende abgebrochen. Die Bestimmung des Polcharakters geschah bei allen Exemplaren, bei denen sie durch eine Beurteilung auf Grund der Kombination, wie es nach *V. v. Worobieff's* Vorschlag¹⁾ in den meisten Fällen gelang, nicht möglich war, mit Hilfe der Kundt'schen Bestäubungsmethode.

Zwei Kristalle fallen wegen ihrer eigentümlichen Gestalt aus der Zahl der übrigen heraus. Nr. 39 erinnert direkt an die Form eines Szepterquarzes. Der grüngefärbte kurzprismatische Kristallkopf mit gut entwickelten Flächen (antiloger Pol) sitzt auf einem blassroten dünnen „Stiel“, der eine faserige Ausbildung aufweist. Wahrscheinlich handelt es sich um ein nachträgliches Weiterwachsen des Kristalls, nachdem mangels hinreichender Substanz vorübergehend eine Unterbrechung eingetreten war; der grüne Kopf ist sonach als die jüngere Bildung aufzufassen. Ein ähnliches Exemplar beschreibt auch *Reimann*²⁾; an seinem Kristall sitzt ein gelbgrüner Kopf auf einem nach unten sich verjüngenden, faserig aufgebauten Stiel von hellgelbgrüner Färbung. Auch bei *Hintze*³⁾ wird ein solcher Szepter-Turmalin genannt, nur dass dort die Farbenfolge eine umgekehrte ist: . . . „indem wie bei den sogenannten Szepterquarzen das jüngere aufsitzende Individuum als rosenroter Mantel über das ältere mehr oder minder tief herabwächst. (Scharizer Zeitschr. f. Kr. 13, 450, 654; 15, 337).“

Der andere Kristall, Nr. 105, ist mit dem analogen Ende entwickelt. Auf zerklüftetem, rosafarbenem „Unterbau“, welcher aus einzelnen Säulchen (Fasern) zu bestehen scheint, ruht überragend ein plattenförmiger, grüner Kristallkörper, begrenzt von einer grösseren Basis, schwach ausgebildetem $\{100\}$, R und kurzem Prisma. Die Etikette bezeichnet den Kristall als „ausgelaugt“; doch ist jedenfalls auch hier wieder nachträgliches Weiterwachsen die Ursache der Erscheinung.

¹⁾ a. a. O. p. 419 ff. (421).

²⁾ a. a. O. p. 122.

³⁾ Handbuch der Mineralogie, II. Bd. (Silicate und Titanate). Leipzig 1889, p. 339.

Mit mehreren Kristallen (Nr. 9, 16, 34, 41, 81, 107, 108, 111) sind ein oder zwei Nebenindividuen verwachsen, welche an Grösse meist hinter dem Hauptindividuum zurückbleiben. Entweder sind sie parallel, häufiger aber mehr oder weniger schief zur c-Achse orientiert, zeigen in einigen Fällen nur Prismen, auch die Basis, meistens aber dieselbe Kombination wie der Hauptkristall.

Um einen Begriff von den verschiedenen Grössen der zu besprechenden Turmaline zu geben, will ich bemerken, dass der kleinste der Kristalle, Nr. 16, eine Länge von 11,4 mm und einen Durchmesser von etwa 2,5 mm aufweist; der längste ist der Kristall 46 (53,8 mm lang, 15 mm dick); Nr. 106 hat den grössten Durchmesser, nämlich 41 mm bei einer Länge von 43,6 mm.

Bei dem ungemein grossen Farben- und Nuancenreichtum, den wie alle Turmaline auch mein Material dargeboten hat, ist es ausgeschlossen, eine erschöpfende Liste zu bringen. Nur das Folgende sei ausgeführt. Ein grosser Teil der Kristalle ist klar und durchsichtig und weist eine gleichmässig verteilte Färbung auf. Zwei Exemplare (Nr. 38 und 108) sind fast farblos; dann folgen grüne Töne in allen Schattierungen, angefangen von hellgrün, meergrün, fahlgrün, übergehend zu grasgrün, dunkelgrün, smaragdgrün, flaschengrün; bläuliche Nuancen machen sich geltend und färben die Kristalle lauchgrün und bläulich-tiefgrün; braun tritt in die Mischung und wir erhalten olivgrüne bis dunkelolivgrüne Töne; einige Kristalle sind rosa, rot und weinrot gefärbt; ein einziger ist schwarz und undurchsichtig. Manchmal verblässen die hier genannten Farben, ohne ihren Charakter einzubüssen, nach dem einen oder anderen Ende und werden lichter.

Von Interesse ist die Reihe der Turmaline, welche in der Länge des Prismas jeweils verschiedene Nuancen und Farben aufweisen. Betrachten wir zuerst die am antiligen Pole flächentragenden Kristalle. Zunächst handelt es sich um Übergänge von einer grünen Nuance in eine andere, z. B. (immer vom antiligen Pol aus gerechnet) von bläulichgrün nach olivgrün, von blau über grünoliv nach bläulich bzw. heller blaugrün mit hellgrünem Kern usw.; dann kommen Kristalle, bei denen rote Farbschichten mit auftreten; Übergänge von fast farblos blassgrün nach blassrot; von grün nach rosa (z. B. der erwähnte Szepterturmalin und andere), von bläulichgrün über fast farblos nach rosa usw. War bisher die rote Tönung am analogen Ende zu bemerken, so sind auch Kristalle mit geänderter Reihenfolge dabei; diese sind am antiligen Pol rosa und gehen nach unten

in grün (blassgrün, meergrün etc.) über. Schliesslich zeigen zwei Exemplare, welche grasgrün bzw. blaugrün gefärbt sind, an ihren antilogen Enden eine schmale braune Zone bzw. ein schwaches braunes Wölkchen.

Die am analogen Pole ausgebildeten Kristalle zeigen ganz gleiche Verhältnisse wie die anderen. Auch hier finden sich die Farbenübergänge von grasgrün, bläulichgrün und blau nach grün, fahlgrün, farblos oder auch rosa am abgebrochenen Ende. Die rosa oder rote Farbe tritt hier also nur am antilogen Pole auf und bildet mehrfach nur einen Kern, den die anderen Farben wie eine Schale umhüllen.

Im allgemeinen gelten noch folgende Beobachtungen. Eine kleine Anzahl der Kristalle ist völlig frei von Fehlern. Der grössere Teil dagegen lässt Risse und Sprünge erkennen, welche meist annähernd parallel zur Basis im Innern des Individuums verlaufen, was nach *J. Beckenkamp* auf eine Absonderung nach der Basis deutet. Entweder treten nur ganz wenig Risse auf, die sich einmal nur am oberen, einmal nur am unteren Ende oder in der Mitte befinden, oder dieselben nehmen so überhand, dass der ganze Kristall dadurch trüb erscheint. Seltener als diese „Querrisse“ sind „Längsrisse“, die ich nur ein paarmal gesehen habe. Speziell Nr. 3 ist von einem kräftigen Sprung in der Richtung der Hauptachse durchzogen. Auch eingelagerte wölkchen- oder schlierenartige Verunreinigungen habe ich an verschiedenen Kristallen bemerkt; sie sind meist von dunkler Farbe und bevorzugen die dem ausgebildeten Ende benachbarten Partien.

Wie der ganze Kristall durch Risse etc. getrübt sein kann, so beschränkt sich mehrmals eine derartige Störung lediglich auf das ausgebildete Ende; je nach der herrschenden Farbe wird die betreffende Partie dann milchig trüb, dunkler oder undurchsichtig.

Mehrere der Turmaline (Nr. 1, 3, 6, 8, 76, 77, 78, 79, 106, 119, 120) sehen im auffallenden Licht dunkel (fast schwarz, opak) aus, während sie beim Betrachten im durchfallenden Licht meist satte Töne von grün, blau-, oliv- und dunkelgrün erkennen lassen.

Nr. 80, 109, 111 sind dadurch von Interesse, dass bei ihnen die einzelnen Farbschichten (rosa einerseits — schwach grünlich resp. blassrosa andererseits; bläulichgrün — rosa; grün — rosa) nicht wie bei allen übrigen Exemplaren allmählich ineinander fließen, sondern sich im Gegenteil scharf gegeneinander absetzen.

Die erwähnte Eigentümlichkeit, dass einen Kern von bestimmter Farbe andersfarbige Schichten umgreifen, zeigt sich besonders hübsch bei einer Reihe von senkrecht zur *c*-Achse orientierten Schnittpräparaten, die ebenfalls der *Seligmann'schen* Sammlung angehören. Die Farbentöne gehen dabei, wie auch *Reimann* an seinen Schliffen konstatierte, entweder allmählich ineinander über oder die einzelnen Schichten heben sich scharf von einander ab. Das konzentrische Weiterwachsen der Kristalle offenbart sich hier deutlich und es lässt sich beobachten, dass oft ein Kern von trigonalem bzw. ditrigonalem Umriss von einer Hülle umgeben ist, welche mehr hexagonalen Habitus aufweist, oder auch umgekehrt.

Bei anderen Turmalin-Vorkommen begegnen wir ähnlichen Verhältnissen. So sind beispielsweise in dieser Hinsicht die auf Madagaskar gefundenen Kristalle von Interesse, bei welchen die der *c*-Achse parallel angeordneten konzentrisch verlaufenden Farben- resp. Wachstumszonen sowohl in kleiner Anzahl als auch in vielfacher Wiederholung auftreten; ich verweise auf die Untersuchungen von *P. Termier*¹⁾, *A. Lacroix*²⁾ und *L. Duparc*³⁾, *M. Wunder* et *R. Sabot*. Aus diesen Arbeiten ergibt sich im übrigen, dass auch die von mir mitgeteilte Erscheinung des scharf gegeneinander absetzenden Farbenwechsels in der Richtung der *c*-Achse eine Eigenschaft mancher Madagaskar-Turmaline darstellt; speziell *Lacroix* beschreibt und bildet Kristalle von Maharitra ab, die offenbar genau den betreffenden Brasilianer Kristallen entsprechen und dieselbe Farbenverteilung aufweisen.

Drei meiner Kristalle (Nr. 24, 99, 101), verhältnismässig kurz abgebrochene Stücke, zeigen tadellos den Dichroismus: senkrecht zur *c*-Achse blaugrün bzw. grasgrün bzw. dunkelgrasgrün, in der Richtung der *c*-Achse braungrün bzw. braun bzw. dunkelbraun.

Es würde über den Rahmen vorliegender Arbeit hinausgehen, die hier dargelegten Beobachtungen hinsichtlich der Farben etwa bezüglich des Zusammenhanges der letzteren mit der Zusammen-

¹⁾ Sur de gros cristaux de tourmaline de l'Ankaratra (Madagascar). Bull. d. l. Soc. fr. d. Min. t. XXXI (1908), p. 138 ff. Ref. N. Jahrb. f. Min. etc. 1910 (II), 189; Zeitschr. f. Krist. etc. 48 (1911), 307.

²⁾ Les minéraux des filons de pegmatite à tourmaline lithique de Madagascar. Bull. d. l. Soc. fr. d. Min. t. XXXI (1908), p. 218 ff. Ref. N. Jahrb. f. Min. etc. 1910 (II), 203; Zeitschr. f. Krist. etc. 48 (1911), 307.

³⁾ Les minéraux des pegmatites des environs d'Antsirabé à Madagascar. Mém. d. l. Soc. de Phys. et d'Hist. nat. de Genève, vol. 36 (1910), p. 283 ff. Ref. N. Jahrb. f. Min. etc. 1911 (II), 356.

setzung, dem Bau oder sonstigen Eigenschaften weiter zu verfolgen. Dieses Gebiet hat schon reichliche Studien hervorgerufen. Ich möchte jedoch das eine bemerken. Der Umstand, dass vielfach Turmalinkristalle rote Färbungen einerseits und blaue und grüne andererseits zeigen, wobei die Grenze z. T. senkrecht zur c-Achse liegt, z. T. konzentrisch um sie herum verläuft, veranlasste *J. Beckenkamp* zu der Vermutung, dass diese beiden verschiedenen Färbungen auf ein und denselben Körper zurückzuführen seien, der je nach dem elektrischen Charakter die beiden Verschiedenheiten aufweist. Eine direkte Beziehung zwischen der Färbung und der durch Bestäubung direkt nachweisbaren elektrischen Verteilung ist nicht zu erkennen.

Im folgenden sind die Resultate der grösstenteils mit Unterstützung des Mikroskops ausgeführten Untersuchungen und der goniometrischen Messung niedergelegt. Ich habe an meinem Material die Beobachtung gemacht, dass zwar durch gute Beschaffenheit vieler einzelner Flächen eine Reihe exakter Winkelwerte erhalten werden konnten, dass aber sehr viele Kristalle infolge mehr oder weniger gestörter Flächenausbildung minder gute, verschwommene oder ganz unbrauchbare Spaltbilder hervorbrachten.

Bei der Einteilung des Stoffes war der Gedanke leitend, einerseits eine Aufstellung von Typen zu bringen, ähnlich etwa wie bei *v. Worobieff* und *Reimann*, um so einen Vergleich des Gesamtmaterials zu erleichtern, andererseits die an den Kristallflächen gemachten Beobachtungen nach dem Vorgange *v. Worobieff's* durch eine Beschreibung der einzelnen Formen, nach Zonen geordnet, wiederzugeben, um dadurch eine raschere Orientierung über das für die Formen und Flächen Charakteristische zu ermöglichen.

Dieser Typen-Aufstellung und Formen-Beschreibung vorausgehend enthält folgende Tabelle eine Zusammenstellung der beobachteten Formen. Links stehen die *Miller'schen* und *Bravais'schen* Symbole für die Formen des antilogen, rechts für jene des analogen Poles; die *Naumann'schen* Symbole, welche die mittlere Kolumne bilden, sind beiden Polen gemeinsam. Die Tabelle bringt ferner die bei den Figuren und in der Projektion verwendeten Buchstaben, wobei zu beachten ist, dass Formen, für welche sichere Messungswerte nicht gefunden wurden, mit einem Fragezeichen gekennzeichnet sind. Die Reihenfolge in der Aufzählung der Formen ist die nämliche, welche nachher auch bei der genannten ausführlichen Beschreibung derselben eingehalten werden wird.

Formentabelle.

Antiloger Pol.

Analoger Pol.

Buchstaben für die Figuren:	Miller'sche Symbole:	Bravais'sche Symbole:	Naumann'sche Symbole:	Buchstaben für die Figuren:	Miller'sche Symbole:	Bravais'sche Symbole:
-----------------------------------	-------------------------	--------------------------	--------------------------	-----------------------------------	-------------------------	--------------------------

1. Zone zwischen $\{111\}$, $0R$ und $\{100\}$, R :

a) Pedien:

o	$\{111\}$	$\{0001\}$	$0R$	o'	$\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$	$\{000\bar{1}\}$
-----	-----------	------------	------	------	-----------------------------	------------------

b) Positive trigonale Pyramiden:

			$\frac{1}{4}R$?	$\{2\bar{1}\bar{1}\}$	$\{\bar{1}014\}$
R	$\{100\}$	$\{1011\}$	R	R'	$\{\bar{1}00\}$	$\{\bar{1}01\bar{1}\}$
			$\frac{1}{2}R$?	$\{911\}$	$\{\bar{1}0.0.10.7\}$
p	$\{4\bar{1}\bar{1}\}$	$\{5052\}$	$\frac{5}{2}R$	p'	$\{411\}$	$\{5052\}$
d	$\{3\bar{1}\bar{1}\}$	$\{4041\}$	$4R$			
z	$\{733\}$	$\{10.0.\bar{1}0.1\}$	$10R$			

c) Negative trigonale Pyramiden:

			$-\frac{1}{3}R$?	$\{22\bar{1}\}$	$\{0\bar{1}15\}$
n	$\{110\}$	$\{01\bar{1}2\}$	$-\frac{1}{2}R$	n'	$\{\bar{1}\bar{1}0\}$	$\{0\bar{1}12\}$
a	$\{332\}$	$\{0554\}$	$-\frac{1}{4}R$			
e	$\{11\bar{1}\}$	$\{0221\}$	$-2R$	e'	$\{\bar{1}\bar{1}1\}$	$\{022\bar{1}\}$
Θ	$\{334\}$	$\{0772\}$	$-\frac{1}{2}R$			
c	$\{223\}$	$\{0551\}$	$-5R$			
?	$\{8.8.\bar{1}3\}$	$\{0771\}$	$-7R$			
?	$\{335\}$	$\{0881\}$	$-8R$			

2. Ditrigonale Pyramiden der Zone zwischen $\{100\}$, R und $\{10\bar{1}\}$, $\infty P2$:

t	$\{20\bar{1}\}$	$\{2131\}$	$R3$
u	$\{302\}$	$\{3251\}$	$R5$

3. Ditrigonale Pyramiden der (gleichen) Zone zwischen $\{100\}$, R und $\{110\}$, $-\frac{1}{2}R$:

?	?	?
---	---	---

4. Ditrigonale Pyramiden der Zone zwischen $\{100\}$, R und $\{11\bar{1}\}$, $-2R$:

?	$\{41\bar{1}\}$	$\{3254\}$	$\frac{1}{4}R5$
?	$\{31\bar{1}\}$	$\{2243\}$	$\frac{1}{3}P2$
x	$\{211\}$	$\{1232\}$	$-\frac{1}{2}R3$
?	$\{10.7.7\}$	$\{3.14.\bar{1}7.10\}$	$-\frac{1}{10}R\frac{1}{11}$

Antiloger Pol.

Analoger Pol.

Buchstaben für die Figuren:	Miller'sche Symbole:	Bravais'sche Symbole:	Naumann'sche Symbole:	Buchstaben für die Figuren:	Miller'sche Symbole:	Bravais'sche Symbole:
-----------------------------------	-------------------------	--------------------------	--------------------------	-----------------------------------	-------------------------	--------------------------

5. Ditrigonale Pyramiden der (gleichen) Zone zwischen $\{11\bar{1}\}$, $-2R$ und $\{10\bar{1}\}$, ∞P_2 :

v	$\{212\}$	$\{1341\}$	$-2R_2$
μ	$\{313\}$	$\{2461\}$	$-2R_3$

6. Ditrigonale Pyramiden der Zone zwischen $\{20\bar{1}\}$, R_3 und $\{223\}$, $-5R$, ebenso der (gleichen) Zone zwischen $\{223\}$, $-5R$ und $\{10\bar{1}\}$, ∞P_2 :

?	$\{413\}$	$\{3472\}$	$-\frac{1}{2}R_7$
---	-----------	------------	-------------------

7. Prismenzone:

a) Positive Prismen:

s	$\{2\bar{1}\bar{1}\}$	$\{10\bar{1}0\}$	$\infty R \left(+\frac{\infty R}{2}\right)$
$\mathcal{P} (?)$	$\{3\bar{1}2\}$	$\{4150\}$	∞P_4^5
b	$\{10\bar{1}\}$	$\{1120\}$	∞P_2

b) Negative Prismen:

s'	$\{211\}$	$\{1010\}$	$\infty R \left(-\frac{\infty R}{2}\right)$
\mathcal{P}'	$\{312\}$	$\{4\bar{1}50\}$	∞P_4^5

Um eine Übersicht über die Lage der genannten Formen und Zonen zu ermöglichen, sind der Arbeit zwei Projektionen beigegeben (Fig. 1 u. 2, Taf. II). Zur Eintragung wurden die *Miller'schen* Symbole verwendet — der Turmalin gehört zu den rhomboedrischen Mineralien der hexagonalen Syngonie¹⁾ — und ihre Anordnung in den Sextanten geschah nach den Angaben *P. v. Groths*²⁾.

Die Art und Weise, wie sich die Formen auf die einzelnen Kristalle verteilen und sich zu einfachen oder komplizierten Kombinationen vereinigen, ermöglicht eine Gruppierung derselben. Das Vorherrschen der einen oder anderen Form in der Kombination verleiht dem Kristall

¹⁾ Vgl. hierüber: *J. Beckenkamp*, Grundzüge einer kinetischen Kristalltheorie. Sitz.-Ber. der Physikal.-med. Ges. Würzburg, Jahrg. 1911, p. 87 (resp. p. 14 des Sep.-Abdr.); auch: *Éléments d'une théorie cinétique des cristaux*. Bull. d. l. Soc. fr. de Min. t. XXXIV (1911), p. 335.

²⁾ *Physikalische Kristallographie*, 4. Aufl., Leipzig 1905, p. 580 ff.

eine charakteristische Gestalt und führt zur Aufstellung von Typen, deren Anzahl sich auf einige beschränken lässt, wenn man dabei die an Flächenausdehnung zurücktretenden Formen, also auch diejenigen, welche nur in Kerben oder Rinnen auf gewissen Flächen auftreten, ausser acht lässt. Es ist zu berücksichtigen, dass sich die verschiedenen Typen nicht schroff gegeneinander abheben, sondern dass naturgemäss Zwischenglieder vermittelnd vom einen zum anderen überleiten.

Nach diesen Gesichtspunkten habe ich mein Material eingeteilt und bin dabei zur Aufstellung folgender 7 Haupttypen gelangt. In jedem derselben repräsentiert sich eine Reihe von Individuen, welche in sinngemässer Abstufung eine Untergliederung darstellen. Der besseren Anschaulichkeit wegen sind in den Figuren 3—14, Taf. III nur wenig schematisierte Kristallgestalten als Beispiele wiedergegeben; die betreffenden Typen sind in folgendem mit einem * versehen.

a) Antiloger Pol.

I. Reihe mit der Hauptform R.

Zahl der
Kristalle

1. R allein	3
2. R mit kleinem $-2R$	6
Daneben (sehr klein): $-2R_2$, $-2R_3$, R_5 .	
*3. R mit grossem $-2R$ (bis zum Gleichgewicht)	6
Daneben a) (sehr klein): $-2R_2$, $0R$, $-2R_3$, R_3 ;	
b) (grösser): $4R$.	
(Hierzu Fig. 3, Taf. III.)	
4. R mit R_3	2
R_3 teils sehr schmal, teils deutlicher.	
*5. R mit $-2R$, R_3 und $-2R_2$	11
$-2R_2$ fehlt in einem Falle; einmal ist R_3 sehr schmal.	
Daneben (sehr klein): $-2R_3$, $-\frac{1}{2}R$, $0R$, R_5 .	
(Hierzu Fig. 4, Taf. III.)	
6. R mit $-2R$ und schmalen $-\frac{1}{2}R_3$	2
Einmal mit deutlich ausgebildetem R_3 und $0R$.	
*7. R mit R_3 und breiterem $-\frac{1}{2}R_3$	5
Zweimal tritt in schwacher Ausbildung $-2R$ hinzu, ferner	
(sehr klein): $-2R_2$.	
(Hierzu Fig. 5, Taf. III.)	

II. Reihe mit der Hauptform $-\frac{7}{2}R$.Zahl der
Kristalle

1. $-\frac{7}{2}R$ allein 4
Daneben nur winzige Flächen von $-2R$, $-5R$ und $R3$.
- *2. $-\frac{7}{2}R$ mit kleinem R und $-2R$ 2
Daneben (sehr klein): $-2R2$, $-5R$.
(Hierzu Fig. 6, Taf. III.)
3. $-\frac{7}{2}R$ mit kleinem R , $-2R$, $-\frac{1}{2}R3$ und $R3$ 4
 $R3$ fehlt zweimal und ist einmal gross entwickelt. Daneben
(sehr klein): $-2R2$, $\frac{3}{2}R$, $-5R$, $10R$.
4. $-\frac{7}{2}R$ mit mehr in den Vordergrund tretendem
 $-\frac{1}{2}R3$ 5
 R ist meistens schmal, zweimal tritt $-2R$ hinzu. Daneben
(meistens klein): $-2R2$, $-2R3$, $-\frac{5}{2}R$, $-7R$.
- *5. $-\frac{7}{2}R$ mit $-\frac{1}{2}R3$ (breit), $R3$, R und $-2R$ 8
 R ist meistens sehr schmal, $-2R$ ganz klein, fehlt auch einmal.
Daneben: $R5$, $\frac{3}{2}R$, $\frac{1}{4}R5$.
(Hierzu Fig. 7, Taf. III.)
- *6. $-\frac{7}{2}R$ mit R , $-2R$, $R3$ und $-2R2$ 3
Einmal ist R sehr schmal. Daneben $-2R3$, $\frac{3}{2}R$.
(Hierzu Fig. 8, Taf. III.)

Im engsten Zusammenhang mit dieser Kombination steht Kristall 112; an ihm treten R , $-2R$ und $R3$ an Ausdehnung zurück; $-2R2$ ist stark entwickelt und greift in der Flächenlage von $-\frac{7}{2}R$ so übereinander, dass letztere Form unterdrückt erscheint.

III. Reihe mit der Hauptform $-\frac{1}{2}R3$.

1. $-\frac{1}{2}R3$ mit R , $-2R$, $R3$ und $-2R2$ 8
 R ist immer schmal, $-2R$ und $R3$ von wechselnder Grösse;
manchmal fehlen $-2R$ bzw. $-2R2$. Daneben (sehr klein):
 $-\frac{1}{2}R$, $0R$.
- *2. $-\frac{1}{2}R3$ mit R , $-2R$, $R3$ und $-\frac{7}{2}R$ 8
 R ist auch hier sehr schmal, $-2R$ meist klein oder gar nicht
ausgebildet; $R3$ fehlt einmal, $-\frac{7}{2}R$ kommt in verschiedener
Grösse vor. Zur Kombination treten mehrfach $-2R2$ und (sehr
klein): $\frac{3}{2}R$, $R5$, $-5R$.
(Hierzu Fig. 9, Taf. III.)

IV. Reihe mit der Hauptform $R3$.

- *1. $R3$ mit $-2R$ und kleinem R 7
Dazu tritt zweimal $0R$; R und $-2R$ fehlen je einmal. Daneben
(sehr klein): $-2R3$, $4R$, $-\frac{1}{2}R$.
(Hierzu Fig. 10, Taf. III.)

	Zahl der Kristalle
2. R3 mit $-2R2$, R, $-\frac{1}{2}R3$ und $-2R$	1
Die 3 letzten Formen sind klein entwickelt, $-2R2$ dagegen hat grosse Flächen.	
*3. R3 mit mehr in den Vordergrund tretendem R und $-\frac{1}{2}R3$	1
Daneben: $-2R$, $-5R$, $-2R2$, R5. (Hierzu Fig. 11, Taf. III.)	

V. Reihe mit der Hauptform $-2R$.

1. $-2R$ mit R	1
*2. $-2R$ mit R, R3, $-2R2$ und $-2R3$	6
R fehlt einmal, $-2R2$ zweimal; R ist von wechselnder Breite. Daneben (klein): 4R, 0R. (Hierzu Fig. 12, Taf. III.)	
3. $-2R$ mit $-\frac{1}{2}R$	1

VI. Reihe mit der Hauptform 0R.

1. 0R mit $-2R$ (im Gleichgewicht)	1
*2. 0R mit $-2R$, R, 4R und $-\frac{1}{2}R$	1
(Hierzu Fig. 13, Taf. III.)	
3. 0R mit gut entwickelten Flächen von R3, $-2R$ und R	1

VII. Reihe mit der Hauptform R5.

*R5 mit $-2R2$, $-2R3$, R3, R und $-2R$	1
(Hierzu Fig. 14, Taf. III.)	

b) Analoges Pol.

Am analogen Pol ist einmal R, in den meisten Fällen aber (1)
0R die Hauptform. Die hierher gehörigen Kristalle ordnen sich (17)
also zwanglos in die Reihen I und VI der aufgestellten
Typen ein.

Neben R und 0R treten noch auf: $-2R$, $-\frac{1}{2}R$, $\frac{2}{3}R$ (?), $\frac{1}{4}R$ (?).

Bei Kristall 104 sind die Kanten von R durch je zwei Flächen einer ditr. Pyramide zugeschärft.

Die 6 auf Seite 15 genannten beiderseits ausgebildeten Kristalle zeigen nachstehende Kombinationen. Die Symbole der jeweils herrschenden Form sind durch den Druck hervorgehoben; die eingeklammerten Symbole beziehen sich auf unsichere oder nicht mit selbständigen Flächen in der betreffenden Kombination vorkommende Formen.

Antiloger Pol:

- 1) Nr. 41: R, $-2R$, $0R$
 2) „ 80: R, $-2R$, $(0R)$
 3) „ 81: R, $-2R$, $R3$
 4) „ 91: R, $-\frac{1}{2}R$, $R3$, $-\frac{1}{2}R3$, $-2R2$, $(-2R)$, $(-5R)$
 5) „ 94: R, $-2R$, $-\frac{1}{2}R$, $R3$, $-\frac{1}{2}R3$, $(R5)$, $(3R?)$
 6) „ 101: R, $-2R$, $-\frac{1}{2}R$, $R3$, $-\frac{1}{2}R3$, $-2R2$

Analoger Pol:

- R, $-2R$, $(\frac{1}{2}R)$
 R, $-\frac{1}{2}R$, $0R$
 $0R$
 R, $-\frac{1}{2}R$
 R, $-\frac{1}{2}R$, $-2R$
 R, $-\frac{1}{2}R$, $-2R$, $(\frac{1}{2}R?)$

Im folgenden gebe ich eine ausführliche Beschreibung der von mir beobachteten Formen. Angeordnet in derselben Reihenfolge wie die Formentabelle (Seite 20) enthält diese Beschreibung alle wichtigeren Untersuchungsergebnisse über die Beschaffenheit der Flächen, Gruben und Hügel, Streifung und Kerbung, lamellenartige und faserige Ausbildung der Kristalle u. s. f. Die einschlägige Literatur wurde, soweit sie mir zur Verfügung stand, in angemessener Weise verwendet.

1. Zone zwischen $\{111\}$, $0R$ und $\{100\}$, R.

a) Pedien.

Die Form $\{111\}$, $\{0001\}$, $0R$ scheint bei brasilianischem Turmalin nicht häufig zu sein, zum mindesten weit seltener als beispielsweise beim Ceyloner Vorkommen, wo sie nach *v. Worobieff*¹⁾ zu den gewöhnlichsten Formen gehört. *Reimann*²⁾ hat bei seinen Untersuchungen dieselbe Beobachtung gemacht. Ich fand sie an zehn Kristallen ausgebildet, am besten an Nr. 82, wo sie allein mit $\{11\bar{1}\}$ kombiniert ist und ein gutes Spaltbild liefert. Die Fläche hat die Gestalt eines gleichseitigen Dreiecks und weist auf glänzendem Grunde flache, dreikantige, symmetrische Erhöhungen auf. Dieselben bestehen aus einer matten, rauhen, parallel zur Basis liegenden Fläche und drei glänzenden, der Form $\{11\bar{1}\}$ angehörigen und parallel zu den Basisgrenzen angeordneten Schmalseiten (Fig. 1). Auf den glänzenden Partien der Basis erkennt man ausserdem unter dem Mikroskop feine dreikantige glänzende Figuren, allem Anscheine nach Vertiefungen und Erhöhungen in ähnlicher Anordnung wie die eben beschriebenen matten, grösseren Flachhügel.

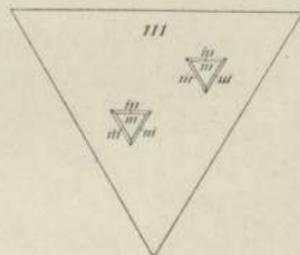


Fig. 1.

1) a. a. O.

2) a. a. O.

Bei anderen Kristallen zeigt die Basis eine matte, rauhe Oberfläche, die erst nach leichtem Befeuchten bei der Messung ein schwaches Spaltbild und oft nur einen Schimmerreflex zu geben pflegt.

Bei Kristall 69 sieht die rauhe Fläche „körnig“ aus, wahrscheinlich infolge einer grossen Menge winziger Hügelchen, welche dicht geschart die Basis bedecken; die mikroskopische Untersuchung ermöglichte keine genauere Aufklärung.

An den übrigen Kristallen ist die Basis sehr klein ausgebildet. Entweder zeigt sie sich in mehrere glänzende Stückchen zerklüftet oder besteht überhaupt nur aus einem winzigen Blättchen. Einmal gleicht sie mehr einer Bruchfläche und konnte nur mit vorgeschlagener Lupe gemessen werden.

Die Form $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$, $\{000\bar{1}\}$, $0R$ ist häufiger als $\{111\}$, zeigt auch im Gegensatz zu der letzteren meist grössere Flächen. Die Basis des analogen Poles ist entweder alleinige Endbegrenzung, wie bei den Kristallen 11, 28, 29, 30, 31, 34, 35, 71, 72, 73 und 81, oder sie ist die Hauptform der fast stets nur aus wenigen Formen bestehenden Kombination, wie bei den Kristallen 16, 32, 33, 60, 80 und 105.

Die Ausbildung der Oberfläche ist eine verschiedene. Meist ist sie glänzend oder mattglänzend (Nr. 80, 81) und zeigt vielfach Ätz- oder Wachstumserscheinungen. An Nr. 11 bemerkt man parallel zur Fläche eine feine Schichtenstruktur, einen treppenförmigen Aufbau, wobei, abgesehen von einer schräg zu der Richtung vorhandenen kurzen Knickung, die einzelnen Stufen vorwiegend nach einer Seite abfallen. Welche Formen der Erscheinung zugrunde liegen, konnte nicht bestimmt werden; wahrscheinlich handelt es sich auch gar nicht um Kristallformen bzw. -flächen mit einfachen Indizes. Ich bin eher der Ansicht, dass man hier vizinale Flächenbildung vor sich hat. *J. Beckenkamp* hat für das Wachsen der Flächen die Erklärung gegeben, dass „das normale Wachstum der Flächen ein sekundärer, das tangential Wachsen der Flächen der primäre Vorgang ist“¹⁾, und an einem durch entsprechende Figuren unterstützten, sehr anschaulichen Beispiel das Zustandekommen einer Fläche aus Schichten erläutert. Er fährt dann fort: „Wenn, wie es wohl meistens der Fall sein wird, die obersten jüngeren Schichten einer Kristalloberfläche etwas hinter

¹⁾ Zur Symmetrie der Kristalle. 5. Mitteilung. Zeitschr. f. Krist. etc. 28 (1897), 70 ff. Ferner auch: Die vizinalen Flächen und das Rationalitätsgesetz. Ebenda 36 (1902), 111 ff.

den darunterliegenden zurückgeblieben sind, dann wird die Kristallfläche nicht von einer einzigen, sondern von Teilen mehrerer übereinanderliegender Schichten gebildet. Es werden sich im allgemeinen um so mehr Schichten an der Grenzbildung beteiligen, je rascher das Wachstum vor sich ging. Das vom Scheitel der Fläche ausgehende, stufenweise Fallen der letzteren muss uns dann die Richtung angeben, nach welcher das tangential Wachstum der Fläche erfolgt ist. Auch ohne dass dieser Aufbau aus einzelnen Schichten, die ja nur von molekularer Dicke zu sein brauchen, als Stufenbildung erkennbar wird, kann man doch aus der Neigung der schliesslichen Grenzfläche — der vizinalen Fläche — gegen die theoretische Fläche — die Ebene der Molekularschicht — einen Schluss auf die Richtung des tangentialen Wachstums ziehen.“ Und schon in einer früheren Mitteilung¹⁾ heisst es: „Hört die Anlagerung von Molekülschichten über einer vorhandenen Fläche auf, bevor das Wachstum bis zur Grenze der Unterlage vorgeschritten ist, so entsteht ein einspringender Winkel, welcher nach der oberen Seite der Fläche offen ist.“

Beim beschriebenen Kristall 11 ist der Schichtenbau sehr deutlich. Bei einigen anderen Kristallen (Nr. 21, 31, 60) werden auf der Basisfläche ganz feine, annähernd triangulär-konzentrisch verlaufende Linien wahrgenommen. Das Spaltbild besteht in solchem Falle aus einem ganzen Bündel von Signalen, ein Beweis dafür, dass die betr. Fläche nicht eben ist. Es muss wohl auch hier an vizinale Flächenbildung gedacht werden, ausgehend etwa vom Mittelpunkt der Basis und etwa dreiseitig nach den Rändern abfallend, nur dass hier die Stufen weniger deutlich zum Ausdruck kommen wie im vorigen Falle. *J. Beckenkamp* gibt auch hierfür eine Erklärung²⁾: „Die Terrassen werden sich bei einer Fläche um so häufiger wiederholen, aber um so weniger hoch sein, je grösser der Abstand der Moleküle etwa in der Lösung gewesen ist, d. h. je weniger konzentriert dieselbe war, bis schliesslich statt der normalen Fläche eine einzige ihr nahe liegende vizinale Fläche auftritt.“ Übrigens hat *Worobieff*³⁾ am Ceyloner Turmalin eine Beobachtung gemacht, die der meinigen ähnlich, anscheinend aber deutlicher ist. An dem betr. Kristall liegt an Stelle der Basis eine äusserst flache trigonale Pyramide vor.

¹⁾ Zur Symmetrie der Kristalle. 2. Mitteilung. Zeitschr. f. Krist. etc. 19 (1891), 263.

²⁾ Ebenda.

³⁾ a. a. O. p. 287.

In der Hauptsache ist für die Basisfläche die gleichseitig dreieckige Form charakteristisch, wie sie in der Gestaltung ihrer (glatten oder gezackten) Ränder sowie der bei vielen Kristallen beobachteten Vertiefungen und Erhöhungen zum Ausdruck kommt. Den trigonalen Habitus der Randlinien zeigt z. B. recht hübsch der Kristall 30, welcher auch eine scharf dreikantige Vertiefung aufweist, ähnlich jener mit anscheinend senkrecht einfallenden Seitenwänden auf Kristall 34. Auch auf der Basis des Kristalls 105 befindet sich eine Vertiefung, deren Seitenwände in der Form eines trigonalen Prismas in die Tiefe gehen. Daneben sind auf der gleichen Fläche viele dreikantige Grübchen vorhanden, grössere, die schon mit blossen Auge bzw. mit der Lupe gesehen, und unzählige winzige, die nur bei starker Vergrösserung erkannt werden können. Beide in ihrem Wesen zusammengehörige Arten von Grübchen haben alle dieselbe Orientierung: ihre Begrenzungslinien gehen den drei Seiten eines Prismas I. Art parallel. Neben einfach trigonalen wurden auch sechsseitige Grübchen gefunden und zwar solche, bei deren Begrenzung neben der Richtung des einen Prismas I. Art noch die des anderen mehr oder weniger zum Ausdruck kommt, und solche, die einen ditrigonalen Umriss zeigen. Inmitten dieser erwähnten Grübchen liegen in unregelmässiger Verteilung viele blanke, starkglänzende „Inseln“ von verschiedenen polygonaler Gestalt. Sie zeigen eine ihrer äusseren Umgrenzung annähernd parallel verlaufende sich nach innen verjüngende sehr feine Streifung, ausserdem selten ein winziges Grübchen, einmal ein ebensolches Hügelchen, anscheinend Kombination von einer positiven und einer negativen trigonalen Pyramide, deren Spitze durch die Basis abgestumpft ist, und schliesslich einmal in einer der genannten Streifenrichtungen ein ganz kurzes „Leistchen“, welches, soweit die mikroskopische Untersuchung Aufschluss zu geben vermochte, aus einer Reihe ineinander geschobener winziger trigonaler Hügel zu bestehen scheint (Fig. 15, Taf. IV).

Ähnlich kann man sich die auf $\{III\}$ des Kristalls 72 beobachteten „Furchen“ entstanden denken; dieselben sind auf Grund der mikroskopischen Beobachtung aus Reihen¹⁾ ineinander geschobener triangulärer Vertiefungen gebildet, wie sie auch sonst die Oberfläche bedecken; mit Hilfe stärkerer Vergrösserung lassen sich auch überall noch ganz schwache derartige „Züge“ von Grübchen nachweisen. Eine nahezu gleichseitig sechseckige Pyramide fand sich ebenfalls.

¹⁾ Vgl. v. Worobieff a. a. O. p. 452 bzw. Tafel XI, 46.

Hinsichtlich der auf Kristall 71 beobachteten dreiseitigen, von drei Flächen begrenzten Vertiefungen gelang es bei der Messung mit einiger Sicherheit die Zugehörigkeit dieser Flächen zur Form $\{100\}$, R nachzuweisen.

Auf der Basis der Kristalle 29, 31, 32, 33 und 73 wurden neben vereinzelt Grübchen vorwiegend Hügel konstatiert. Die letzteren haben entweder rein trigonalen Grundriss und bestehen aus drei Flächen (Fig. 2, *a*) oder zeigen einen $3 + 3$ -seitig sechseckigen Grundriss (*b*) und setzen sich aus sechs Flächen zusammen, von denen drei einer Pyramide der positiven und drei einer solchen der negativen Reihe angehören; die letztere ist gewöhnlich schmaler ausgebildet. Als Abstumpfung kann auch die Basis hinzutreten (*c*). Derartige Hügel finden sich in grosser Menge bei Kristall 29. Die Basis von Nr. 31 ist dicht übersät mit dreieckigen Figuren, die in verschiedenartigster Stärke und Grösse auftreten, beginnend mit einfachen

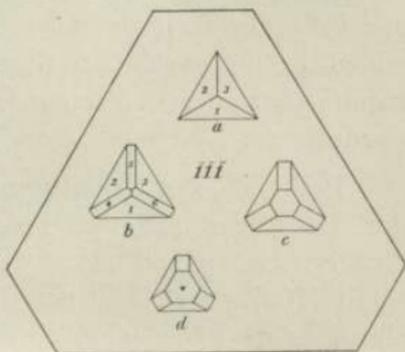


Fig. 2.

und feinen Konturen, dann grösser und deutlicher werdend und schliesslich als wirkliche Hügel von der eben beschriebenen Gestalt, welche zum Teil auf der Spitze eine dreieckige Vertiefung mit anscheinend den längeren Seiten des Hügels parallelen Flächen zeigen (*d*).

Eine nicht öfter beobachtete Erscheinung bietet folgende Figur: In einem flachen Grübchen von bekannter trigonaler Begrenzung erhebt sich ein ebenfalls flacher Hügel, so dass ein schmaler Graben übrig bleibt, der ihn bis auf eine kleine Strecke vollständig umgibt. Man hat das Bild von „Wall und Graben“. Die Entstehungsweise könnte man sich erklären, indem man entweder unvollendete Ätzung oder unvollendetes Wachstum annimmt.

Bei den auf Nr. 32 und 73 gefundenen Hügeln, welche die Basis dicht bedecken, ist unzweifelhaft ein Aufbau aus Schichten parallel zur Basis erkennbar. Der Grundriss ist entweder ein gleichseitiges Dreieck oder ein $3 + 3$ -seitiges Sechseck, dessen Seiten den beiden Prismen I. Art parallel gehen. Die Spitze der Pyramide ist entweder gerade abgestumpft oder in folgerichtigem Aufbau der nach oben immer kleiner werdenden Schichten durch ein winziges Hügeltchen gebildet; manchmal finden sich aber auch die bereits erwähnten

trigonale Vertiefungen als oberer Abschluss; dieselben erwecken den Eindruck, als ob die Pyramide nicht „fertig“ geworden wäre, d. h. beim Zusammenwachsen können derartige Vertiefungen als „Lücken“ geblieben und nicht ausgefüllt worden sein, immer vorausgesetzt, dass es sich hier nicht um Ätzungs-, sondern um Wachstumsvorgänge handelt. Die Ecken der Grübchen, die übrigens auch sonst an und auf den aufbauenden Schichten gesehen wurden, sind den längeren Seiten der Pyramide zugewendet; die längeren Seiten von Pyramide und Grübchen gehen also, wie bereits vorhin (Fig. 2, *d*) erwähnt wurde, parallel. Ob auch zu den schmälere Begrenzungsflächen der Pyramiden in den Grübchen parallele Flächen zum Ausdruck kommen, konnte bei der winzigen Grösse der Figuren nicht festgestellt werden.

Bezüglich der Orientierung der Erhebungen auf der Oberfläche der Basis des analogen Poles folgt aus dem Gesagten, dass die längeren Seiten fast stets einer positiven Pyramide angehören und somit $\{100\}$ parallel gehen müssen. Die Grösse der Pyramiden ist eine sehr verschiedene. Wir unterscheiden Figuren, die mit blossem Auge erkannt werden können, bis zu solchen, deren Auffindung erst mit starker Vergrösserung möglich ist. Die Formen zu bestimmen, deren Flächen die Hügel zusammensetzen, war deshalb nicht möglich, weil die bei der Messung erhaltenen Spaltbilder zu unsichere Resultate lieferten. Entweder gab es mehrere bis eine ganze Reihe von Bildern oder aber es konnte nur mit Hilfe der Lupe ein annähernder Wert festgestellt werden. Eine versuchte Berechnung auf Grund der besten Werte lässt den Schluss zu, dass es sich bei den positiven Pyramiden etwa um $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, $\frac{1}{2}R$ oder irgend eine andere ähnliche Form, bei den negativen etwa um $\{22\bar{1}\}$, $-\frac{1}{2}R$ handeln kann.

Dass die Pyramiden sich auch an- und ineinander schieben können, versteht sich von selbst und wurde auch beobachtet. (Fig. 15, *b*, Taf. IV.)

Eine merkwürdige Erscheinung bietet eine auf Kristall 33 gefundene Kombination von Hügel und Vertiefung, die sich in ihrem Aussehen etwas von jener an Kristall 31 unterscheidet. Eine durch die Basis abgestumpfte sechsflächige kleine Pyramide und ein flaches trigonales Grübchen greifen in der Weise ineinander, dass letzteres aus ersterer ein Stück herauschneidet; die eine Seite des Hügels reicht bis unter das Niveau der Basis und bildet so gleichzeitig die

dritte Fläche des Grübchens. Eine ähnliche Erscheinung beschreibt *Seißer*¹⁾ in seiner Arbeit über den Titanit.

Bei manchen Kristallen, besonders bei Kristall 105 fanden sich die Vertiefungen der Basis, regelmässige sowie zufällige, mit einer weissen, z. T. glänzenden, blätterigen Mineralmasse erfüllt, die sich meistens bis auf ganz geringe Reste mit Hilfe einer Präpariernadel entfernen liess. Vermutlich handelt es sich um eine Substanz, in die der Kristall eingebettet war, vielleicht, wie auch bei anderen Flächen noch gefunden wurde und wie in *Tschermak's* Min. und petr. Mitteilungen (1909; pag. 561) für brasilianischen Turmalin angegeben ist, um Kaolin.

Es ist von Interesse, die Resultate früherer Untersuchungen, teilweise auch solcher, die sich nicht ausschliesslich mit brasilianischem Turmalin beschäftigen, mit den hier dargelegten zu vergleichen.

*R. J. Haiiy*²⁾ hat bereits die beiden Formen {111} und { $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ } an verschiedenen der von ihm beschriebenen Turmaline beobachtet, auch an einem aus Brasilien stammenden Kristall (variété surcomposée). *G. Rose*³⁾, welcher Turmaline von schwarzer, brauner, grüner und roter Farbe von 25 verschiedenen Vorkommen, darunter 4 an einem Ende kristallisierte Stücke aus Brasilien, bespricht, fand mehrmals die beiden Formen und schreibt darüber folgendes: „Die gerade Endfläche kommt nicht selten, aber mehr bei den durchsichtigen als bei den undurchsichtigen Abänderungen vor und tritt in diesem Falle öfter herrschend auf, wie bei den Kristallen von Campo longo und Chursdorf, Schaitansk und Elba. Sie findet sich selten an beiden Enden, wie z. B. bei den Kristallen von Chursdorf und Elba, gewöhnlich erscheint sie nur an einem Ende und zwar an dem unteren Ende; an dem oberen Ende kommt sie wenigstens nie allein vor. In der Regel ist sie an dem oberen Ende glänzend und an dem unteren Ende matt.“ An den brasilianischen Turmalinen ist ihm weder die eine noch die andere Form vorgelegen. *A. Des Cloizeaux*⁴⁾ bringt eine Aufzählung der von ihm an sechs grünen brasilianischen Turmalinen gefundenen

¹⁾ Titanit von der Rauris. Inaug.-Diss. Würzburg 1909; Zeitschr. f. Krist. etc. 47 (1910), 339 und Tafel XIII.

²⁾ *Traité de minéralogie*, 2. éd., tome III; Paris 1822; auch: *Traité de crystallographie*, tome II, Paris 1821.

³⁾ Über den Zusammenhang zwischen der Form und der elektrischen Polarität der Krystalle. Abh. d. k. Akad. d. Wiss. zu Berlin a. d. J. 1836, 215—247; auch Pogg. Annalen 39, 285—320.

⁴⁾ *Manuel de Minéralogie*. Paris 1862, p. 506.

Formen nach ihren Kombinationen; doch hat auch er dabei die Formen $\{111\}$ und $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$ nicht gehabt. In *Rose-Sadebeck's* „Elemente der Krystallographie“¹⁾ wird als Beispiel für den Hemimorphismus des hexagonalen Systems der Turmalin angeführt. Es werden einige Vorkommen genannt, das brasilianische jedoch nicht. Im allgemeinen heisst es: „Die gerade Endfläche erscheint gewöhnlich an dem analogen Ende, mitunter allein, so bei den Kristallen von Schaitansk im Ural, und ist matt; tritt sie an dem antilogen Pole auf, so ist sie nie allein vorhanden und immer glänzend.“ An anderer Stelle sind Subindividuen auf der geraden Endfläche beschrieben. Den beigegebenen Figuren zufolge handelt es sich um ähnliche Formen, wie sie an meinem Material beobachtet wurden. *Sadebeck* unterscheidet „auf der glatten Endfläche Subindividuen niederer Stufe, welche der ersten Stellung angehören, vizinale Rhomboeder und Skalenoeder; auf den rauhen dagegen nur Subindividuen höherer Stufe“. *G. Seligmann*²⁾ hat 50 brasilianische Kristalle untersucht, die Basis aber nur an einem derselben, zusammen mit R und $-2R$ gefunden. *H. Traube*³⁾ hat zu seinen Ätzversuchen zwar keine Brasilianer Turmaline verwendet, doch sind seine Angaben hier ebenfalls von Wert. Auf den Basisflächen hat er sowohl mit Kalihydrat als auch besonders gut mit Fluorkalium kleine, aber scharf ausgebildete dreieckige Eindrücke und dreiseitige Pyramiden erhalten. Die Dreiecke waren gleichseitig und die Pyramiden ihrer Lage nach Rhomboeder erster Ordnung. Die Ätzfiguren auf den beiden Basisflächen konnten durch eine Drehung von 180° um eine Zwischenachse miteinander zur Deckung gebracht werden. In ähnlichem Sinne mögen hier auch die Beobachtungen von *T. L. Walker*⁴⁾ Platz finden, welcher an Platten Ätzversuche vorgenommen hat, die parallel zu der am Kristall vorhandenen Basis geschnitten waren. Die der natürlichen Basis $\{0001\}$ entsprechende (obere) Plattenfläche bedeckte sich reichlich mit kleinen, scharfwinkligen, gleichseitigen Dreiecken, deren Seiten parallel den Kanten $(10\bar{1}0):0001$ waren. Die Figuren auf der Parallellfläche — der künstlichen Basis $\{000\bar{1}\}$ — waren auch gleich-

1) 2. Band: Angewandte Krystallographie von *A. Sadebeck*, Berlin 1876, p. 6 bzw. 169 ff. und Tafel IX.

2) a. a. O.

3) Über die Ätzfiguren einiger Minerale. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. X (1896), p. 454 (Turmalin p. 460 ff.).

4) Examination of some triclinic minerals by means of etching figures. Am. Journ. of Science, vol. V, 1898, p. 176 ff. (Turmalin p. 178). Ref. Zeitschr. f. Krist. etc. 32 (1900), 590; N. Jahrb. f. Min. etc. 1900 (I), 169.

seitig dreieckig, hatten aber gebogene Seiten und stumpfe Ecken; ihre Umgrenzung ist wahrscheinlich neunseitig, entsprechend den Querschnitten vieler Turmaline, deren Prismenzone sich aus $\{1120\}$ und $\{10\bar{1}0\}$ zusammensetzt; die grösseren Seiten liegen auch hier wieder parallel zu den vorhin erwähnten Kanten, doch ist das Dreieck gegenüber dem auf der oberen Basisfläche gedreht. „Die Ätzfiguren sind also auf beiden Flächen verschieden, doch besitzen sie trigonale Symmetrie.“ Als Untersuchungsmaterial für seine bereits erwähnte Arbeit lagen *E. A. Wülfing*¹⁾ unter anderen auch 15 zum Teil tiefgrün, zum Teil bläulichgrün gefärbte Kristalle aus Brasilien vor. An vier Exemplaren war $\{0001\}$ entwickelt und hat scharfe Bilder geliefert. *V. v. Worobieff*²⁾ berichtet auch über einige brasilianische Turmaline, welche indes die Formen $\{111\}$ bzw. $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$ nicht aufwiesen. Von Interesse dürften dafür die Beobachtungsergebnisse an diesen Formen beim Ceyloner Turmalin³⁾ sein. *Worobieff* unterscheidet Störungen durch Wachstumserscheinungen und durch Ätzung. Die Flächen von $\{111\}$ zeigen zunächst eine parallel zur Kombinationskante $(111):(100)$ verlaufende Streifung, als deren Ursache eine Schichtenstruktur parallel der Fläche $\{100\}$ angenommen wird. Um dieselbe Streifung handelt es sich, wenn die Fläche $\{111\}$ treppenförmig aufgebaut ist. Auch vizi-nale Flächenbildung tritt auf in der Weise, dass an Stelle der Basis eine sehr flache, nur wenig von der Lage der genannten Fläche abweichende trigonale Pyramide der positiven Reihe erscheint (vgl. Seite 27). Ferner ist häufig die Basis mit sehr kleinen Erhöhungen bedeckt, welche auch die Gestalt trigonaler Pyramiden haben und der positiven Reihe, wahrscheinlich der Form $\{100\}$ angehören; die Spitze ist bisweilen von $\{111\}$ abgestumpft. Schliesslich ist eine wohl lediglich als sonderbare Strukturerscheinung aufzufassende Furchung der Fläche $\{111\}$ zu verzeichnen. Die Ätzfiguren auf beiden Pinakoiden erweisen sich vollständig symmetrisch. An einem Kristall sind es trianguläre, von je drei Flächen der Form $\{221\}$, $-\frac{1}{3}R$ begrenzte Vertiefungen; anscheinend sind die Kombinationskanten von $\{221\}$ durch die Fläche $\{433\}$, $\frac{1}{6}R$ abgestumpft. Bei einigen anderen Kristallen wurden auf $\{111\}$ Ätzfiguren beobachtet, wo jede Vertiefung durch drei Flächen von $\{100\}$ begrenzt ist, wie es charakteristisch für die Ätzfiguren auf der Fläche $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$ ist. *Worobieff*

¹⁾ a. a. O.

²⁾ a. a. O. p. 429 ff.

³⁾ a. a. O. p. 286 ff. und 452 f.

denkt übrigens dabei an die Möglichkeit, ob man es hier nicht mit dem Resultate von Schichtenstruktur nach drei Flächen von $\{100\}$ zu tun habe. Wenn nämlich ein Kristall von Schichten parallel $\{100\}$ aufgebaut ist, so können kleine leere Räume übrig bleiben mit dreieckigem Habitus, welche den Ätzfiguren ganz ähnlich sind. Die Figuren auf der Fläche $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$ sind ebenfalls ganz symmetrisch und durch die Fläche $\{\bar{1}00\}$ begrenzt.

Wie man nach dem Gesagten sieht, bestehen mancherlei Beziehungen zwischen den charakteristischen Eigenschaften der beiden Pinakoide d. h. Pedien des Ceyloner und des auf den vorausgehenden Seiten beschriebenen brasilianischen Vorkommens, nur mit dem Unterschied, dass bei letzterem die Form $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$ die wichtigere und häufigere ist.

G. Reimann¹⁾ hat eine grosse Anzahl von Brasilianer Kristallen untersucht, 160 Stück, die offenbar ein ganz ähnliches Material, wie es mir zur Verfügung stand, darstellen. Naturgemäss decken sich unsere tatsächlichen Befunde in vielen Punkten, so dass die beiderseitigen Ergebnisse sich in gewissem Sinne bestätigen oder ergänzen. Die Form $\{111\}$ war an 17, die Form $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$ an 18 Kristallendigungen entwickelt, so dass also hier die rein zahlenmässige Verteilung eine ziemlich gleichmässige ist. Die Flächen von $\{111\}$ sind meist sehr klein und matt; daneben kommen einige stärker ausgebildete glänzende oder mattglänzende mit guten Spaltbildern und schliesslich ein paar rauhe vor. Ungleich grössere Ausdehnung erreichen die Flächen von $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$. Stets herrscht in der betr. Kombination diese Form vor; bei 10 Kristallen bildet sie die alleinige Endbegrenzung, an 6 anderen tritt nur ganz untergeordnet $\{\bar{1}00\}$ hinzu. Die Flächen sind glänzend oder matt und rauh ausgebildet und ihre Reflexbilder meist durch Wachstumserscheinungen gestört, die jedoch nicht näher beschrieben sind. Verschiedentlich wird die Fläche als nicht ganz eben bezeichnet, bei zwei Kristallen war sie mit einer dünnen weisslichen Schicht bedeckt und an einem anderen Kristall mit Grübchen versehen, die sich mit roter Masse angefüllt hatten.

b) Positive trigonale Pyramiden.

$\{\bar{2}\bar{1}\bar{1}\}$, $\{\bar{1}014\}$, $\frac{1}{4}R$. Diese Form scheint für brasilianischen Turmalin äusserst selten zu sein. Ich habe sie auch nur an zwei Kristallen (Nr. 33 und 73) gefunden und zwar inolge der unzureichenden

¹⁾ a. a. O.

Messungsergebnisse nicht einmal mit Sicherheit; sie bildet die Flächen der positiven trigonalen Pyramide an den auf der Basis der betreffenden Kristalle beobachteten Hügelchen. — Bei *Haiiy* habe ich diese Form nicht finden können. In *J. D. Dana's*¹⁾ Verzeichnis ist nur {211} aufgeführt, worauf auch *G. Seligmann*²⁾ in seiner Formentabelle hinweist. *V. v. Worobieff* hat {211} an einem einzigen Ceyloner Kristall beobachtet. Für brasilianischen Turmalin wäre also die Form neu; doch ist sie als fraglich zu bezeichnen.

{100}, {1011}, **R.** Die von den früheren Beobachtern an Turmalin überhaupt und besonders unter anderen von *G. Seligmann*, *H. Schedtler*³⁾, *E. A. Wülfing*, *V. v. Worobieff* und *G. Reimann* am brasilianischen Vorkommen ausserordentlich häufig gefundene Form {100} ist auch an dem von mir untersuchten Material eine der gewöhnlichsten. 85% aller Kristalle, d. i. 102 Exemplare weisen sie auf und an 32 ist sie Träger der Kombination. Die Oberfläche ist in verhältnismässig wenigen Fällen glänzend oder stark glänzend, glatt und eben, wobei sehr gute Spaltbilder entstehen; meist ist sie auf irgend eine Weise gestört, weshalb bei der Messung scharfe, eindeutige Signale beinahe zu den Ausnahmen gehören. Vielfach wurden unscharfe, verschwommene Bilder erzielt: Signale, die mehr oder weniger deutlich in einem breiten Lichtbände lagen; aus einigen bis sehr vielen Reflexen zusammengesetzte Signalbündel; deutlich, manchmal bis zu 1⁰ und darüber, voneinander geschiedene Doppelsignale bzw. -gruppen usw. Daher war es nicht immer leicht, den der Fläche zukommenden Winkelwert zu bestimmen.

An einigen Kristallen war die Fläche zwar glänzend, aber stark zerklüftet (Nr. 19), oder sie glänzte nur teilweise (Nr. 42), war auch in einzelne Blättchen und kleine Stücke zerspalten (Nr. 66) oder trat nur als schmaler Streifen auf (Nr. 17, 39, 46, 67, 68). Mattglänzende (Nr. 85) bzw. ausgesprochen matte Oberflächen (Nr. 42, 53, 56, 86, 95, 107, 112, 116) bildeten den Übergang zu rauhen (Nr. 14, 107) bzw. „zerfressen“ aussehenden (Nr. 14, 69, 74, 75, 76), bei denen manchmal aus einer weisslichen oder rötlichen kristallinen Masse bestehende Überzüge die Messung noch mehr erschwerten. In vielen

¹⁾ The system of mineralogy, 6. ed. (*E. S. Dana*), New York, 1892, p. 551 ff. Auch in d. älteren Auflage.

²⁾ a. a. O.

³⁾ Experimentelle Untersuchungen über das elektrische Verhalten des Turmalins. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. IV (1886), p. 565 ff. Ref. Zeitschr. f. Krist. etc. 15 (1889), 330.

Fällen liess sich indes auch hier diese Masse leicht entfernen, so dass dann doch die Möglichkeit zur Messung gegeben war. Ferner wurden Flächen beobachtet, die den Eindruck einer glänzenden Bruchstelle machten (Nr. 16) oder „zerknittert“ aussahen (Nr. 110).

Häufig bemerkt wurden gebogene Flächen (Nr. 21, 41, 43, 76, 90, 92), eine Erscheinung, die, wie wir sehen werden, auch bei anderen Formen nichts seltenes ist. Biegung kann nach verschiedenen Richtungen vorhanden sein, am deutlichsten fand sie sich in der Zone $[1\bar{1}1, 100, 11\bar{1}]$. Im gleichen Sinne ist bei einer Reihe von Kristallen (2, 19, 59, 72, 77, 78, 79, 88, 110, 114, 117) die Fläche einfach oder mehrfach geknickt, so dass hier Doppelspaltbilder entstehen, die sich besonders bei den Kristallen 2, 59, 77, 78, 79 und 88 deutlich zu erkennen geben. Wie bereits erwähnt, beträgt der Abstand zwischen beiden Signalen bzw. Signalgruppen oft mehrere Minuten bis über 1° , doch gelang es nicht, eine zu sicheren Schlüssen berechtigende Regelmässigkeit bei den Messungen festzustellen. Da aber zudem über die Fläche parallel zu ihrer Kombinationskante mit $\{11\bar{1}\}$, besonders über die Mitte, im folgenden noch näher zu beschreibende Gräben verlaufen, liegt die Vermutung sehr nahe, dass an Stelle der einfachen trigonalen Pyramide $\{100\}$ gegebenenfalls eine sehr flache ditrigonale Pyramide vorliegt, eine Annahme, die auf Grund seiner Untersuchungen auch *Reimann*¹⁾ gemacht hat.

Von besonderem Interesse war das Studium der Flächen von $\{100\}$ hinsichtlich ihrer Streifung. Eine solche wurde beobachtet parallel zur Kombinationskante mit $\{11\bar{1}\}$, $-2R$, $\{21\bar{1}\}$, $-\frac{1}{2}R3$ bzw. einer anderen Fläche dieser Zone oder, ganz allgemein, parallel zu einer Fläche des Prismas II. Art. Bei einer ganzen Reihe von Kristallen ist diese Streifung sehr fein und schwach (z. B. Nr. 1, 4, 8, 20, 21, 37, 45, 62, 75, 81, 83, 87, 91 und 99); bei anderen Kristallen sieht die Fläche mehr „gewellt“ aus (Nr. 23) oder sie ist gleichzeitig gestreift und gebogen, wie bei Nr. 55, 70 usw. Bei den Kristallen 2, 19, 22, 36, 51, 59, 77, 78, 79, 92, 93, 96, 97, 98, 100, 119 findet sich diese Streifung stärker ausgeprägt. Rinnen, Furchen und die erwähnten Gräben, auch Terrassen erstrecken sich, manchmal unter deutlicher Bevorzugung der mittleren Partien von $\{100\}$, in der angegebenen Richtung über die Fläche. Die Seitenflächen dieser Gräben werden, wo sich dies durch die Messung feststellen liess, durch Formen der Zone $[100, 11\bar{1}]$ geliefert, vorwiegend

¹⁾ a. a. O. p. 104.

durch $\{11\bar{1}\}$ und $\{21\bar{1}\}$. Als fraglich kommt auch $\{41\bar{1}\}$, $\frac{1}{3}R5$ in Betracht. Aus den Vertiefungen musste manchmal erst eine eingelagerte rötliche Mineralsubstanz, von der schon gesprochen wurde, entfernt werden, um die darunter zum Teil verborgenen glänzenden Flächen frei zu bekommen.

Die Streifung hebt sich bei einigen Kristallen dadurch schärfer hervor, dass noch eine Kerbung der Polkanten von $\{100\}$ hinzutritt. Speziell Nr. 2, 19, 93 und 103 zeichnen sich durch eine solche aus. Von der Kante her schneiden diese Kerben mehr oder weniger weit in der Richtung der Gräben in die Oberfläche ein, so dass gewissermassen eine Verbindung der Furchen, Gräben etc. auf der einen Fläche von $\{100\}$ mit jenen auf der anderen hergestellt erscheint. Die Ränder der Kerben sind manchmal nicht scharfkantig, sondern abgerundet, was beinahe den Eindruck erwecken möchte, dass sekundär ein Auflösungsvorgang seine Wirkung ausgeübt hat. Sehr schön zeigt sich diese Erscheinung unter dem Mikroskop bei Kristall 2, bei dem noch winzige Hügelchen in sehr grosser Anzahl die betreffenden Partien bedecken.

Im Zusammenhalt mit den geschilderten Beobachtungen veranschaulichen die Figuren 16 und 17 (Tafel IV) *Beckenkamp's* Deutung, dass die Streifung durch eine auf eine Absonderung nach $\{11\bar{1}\}$ hinweisende Lamellierung hervorgerufen wird, wobei die Form $\{21\bar{1}\}$ ihrerseits häufig die Lamellenkanten abstumpft. Als besonders gute Beispiele können Nr. 77, 78, 79, insbesondere aber 19 gelten. Hier stellt die Polkante von $\{100\}$ eine gebrochene Linie dar; $\{11\bar{1}\}$ braucht dabei gar nicht als selbständige Fläche aufzutreten, sondern kann, wie in diesem Falle, lediglich die Seitenflächen der Rinnen bzw. Terrassen auf $\{100\}$ bilden. Einen Beleg für die Richtigkeit der Annahme besagter Lamellierung vermag die Erscheinung zu bieten, dass auch $\{100\}$ selbst auf die Nachbarflächen „übergreift“. Wir finden es, wie später noch beschrieben wird, in den Furchen und Terrassen von $\{21\bar{1}\}$ und $\{11\bar{1}\}$ bei den Kristallen 53, 55, 62, 80, 87, 90, 92, 94, 96, 97, 99, 100, 108, 111, 113, 115. Dabei tritt $\{100\}$ als eigene Fläche oft ganz zurück und bleibt nur als Streifen auf den genannten Nachbarflächen bestehen, z. B. an Nr. 52, 76, 86, 90. Es erklärt sich unter solchen Umständen leicht, dass die Spaltbilder in einem einzigen Bande liegen können, das sich über mehrere Flächen der Zone erstreckt.

Eine zweite Art von Streifung war zu beobachten in der Richtung parallel zur Kombinationskante $(100):(111)$, bzw. allgemeiner,

parallel zu einer Fläche des trigonalen Prismas. Sie begegnet uns nur an wenigen Kristallen (Nr. 2, 19, 20, 22, 23, 81) und äussert sich in Form von Rissen, Rinnen oder Terrassen, die ziemlich genau in angegebener Richtung sich über die Fläche erstrecken. Es kommt dabei vor, dass die einzelnen Terrassenstufen nicht völlig in einer Ebene liegen, die Fläche also in der Richtung $(100):(111)$ auch Knickung zeigen kann. Jedenfalls handelt es sich um einen Schichtenbau parallel $\{100\}$, wobei, wie z. B. an Kristall 2, die Terrassenbildung wohl von unten nach oben erfolgt sein muss, denn die Terrassen fallen hier, der Beobachtung zufolge, zum Pol ab. Wir hätten also nach *Beckenkamp* hier am unteren Ende der Fläche das stärkste Wachstum anzunehmen und könnten von einem Wachstumspunkt sprechen, an welchem sich bei der Entstehung des Kristalls die Substanz zuerst und am reichlichsten absetzt; gegen den Pol sowie nach den unterhalb $\{100\}$ gelegenen Partien und senkrecht zu dieser Richtung nach rechts und links haben wir dann eine Wachstumsminderung. Von einem anderen Wachstumspunkt am Kristallpol ist bereits weiter oben die Rede gewesen.

Bezüglich des also allem Anscheine nach vorhandenen Schichtenbaues parallel $\{100\}$ mögen anschliessend an die vorigen hier noch einige Kristalle (Nr. 3 und 9) Erwähnung finden, bei denen die Schichtenränder auf $\{100\}$ nicht mehr in der Richtung der Kombinationskante $(100):(111)$ verlaufen, sondern gegen den Pol zu bogen- oder keilförmig begrenzt sind.

Für den angenommenen Schichtenaufbau parallel $\{100\}$ spricht wohl auch der Umstand, dass an zwei Kristallen (Nr. 94 und 103) diese Fläche über den Pol hinweggreifend sich auf der gegenüberliegenden Polkante von $\{100\}$ in den Kerben vorfindet; sie stumpft dort die Lamellen nach $\{11\bar{1}\}$ ab (vgl. die Skizze Fig. 18, Taf. IV).

Interessant ist schliesslich die bei einigen Kristallen (Nr. 1, 3, 9, 36, 57, 102, 114) beobachtete Kerbung der Kombinationskante $(100):(11\bar{1})$. Sie läuft in ihrer Richtung ungefähr parallel der Polkante von $\{100\}$ bzw. einer Fläche des Prismas II. Art und wird offenbar von einer Lamellierung gleichen Sinnes hervorgerufen. Wie sich aus Figur 19a (Taf. IV) ergibt, erstrecken sich die Kerben einerseits bis etwa zur Mitte von (100) und andererseits über einen Teil von $(11\bar{1})$, wo sie dann, was noch besprochen wird, durch ihre schwächere Fortsetzung über die Fläche hin eine Streifung der letzteren zur Folge haben. In den Kerben konnte, soweit sie sich über das Gebiet von $(11\bar{1})$ erstrecken, als glänzende Seitenfläche

durch Messung die Form $\{20\bar{1}\}$; R3 festgestellt werden; dieselbe schrägt also die Lamellenköpfe im genannten Gebiete ab. Welche Formen im Bezirke von (100) selbst für die Lamellenköpfe in Betracht kommen, konnte nicht ermittelt werden. Lediglich die noch näher zu beschreibenden „Zähne“ und Grübchen waren fast in allen diesen Kerben zu bemerken. Das Charakteristische der Kerbung liegt in dem deutlichen Hinweis auf eine Absonderung nach dem Prisma II. Art; drei Lamellensysteme durchschneiden sich unter Winkeln von 60° (vgl. das Schema Fig. 19b, Taf. IV).

Ausser den im Vorhergehenden geschilderten Streifungen bzw. Kerbungen weist die Oberfläche von (100) noch eine merkwürdige Erscheinung auf, bezüglich welcher unentschieden geblieben ist, ob sie das Resultat einer Ätzung darstellt oder vielmehr Wachstumsprozessen zuzuschreiben ist. An mehr als 40 der untersuchten Kristalle bemerkt man auf (100) kleine zahnförmige Spitzen, Grübchen und Gräben mit solchen Zähnchen usw. in allen möglichen Stufen der Entwicklung und Arten der Ausbildung. Die Figuren sind so eigenartig, dass sie beispielsweise in einem Falle (Kristall 13) dazu dienen konnten, eine nur unsicher entzifferte Fläche als zur Form (100) gehörig zu bestimmen.

Dem unbewaffneten Auge erscheint die Oberfläche von (100) oft matt, rauh oder zerfressen; auf dem Goniometer lässt sie viele winzige glänzende Flimmer erkennen; erst bei der Untersuchung mittels des Mikroskops zeigt sich die Erscheinung deutlich. Wir unterscheiden zunächst den Fall, dass die als „Zähne“ bezeichneten Figuren, deren Spitze gegen den Pol gerichtet ist, regellos, d. h. ohne wahrnehmbare Gruppierung usw., mehr oder minder dicht die Fläche ganz oder zum Teil bedecken (Nr. 22, 24, 36, 66). Die Zähne liegen schuppenartig über- und nebeneinander, die breite Seite unten, die sich meist langsam verjüngende Spitze oben.

Dann haben wir Fälle (an 21 Kristallen), wo eine gewisse Gruppierung unverkennbar ist. In erster Linie handelt es sich um Grübchen verschiedener Grösse und Gestalt, in denen wir die „Zähnchen“ beobachten. Bei besonderer Untersuchung der letzteren unter Zuhilfenahme stärkerer Vergrösserung ergibt sich, dass dieselben in der Regel an ihrer Basis, wo sie sowohl an Breite als an Dicke das Maximum der Ausdehnung besitzen, ungefähr im Niveau der Kristallfläche liegen; von hier senken sie sich allmählich in der schon mehrfach erwähnten Richtung zum Pole hin abwärts, um mit der Spitze meistens die scharf abgesetzte obere Kante des Grübchens zu berühren.

In engster Beziehung zu den Grübchen stehen die Gräben von überaus wechselnder Beschaffenheit hinsichtlich ihrer Dimensionen und Richtung. Die letztere bildete den Gegenstand spezieller Beobachtung, da es von Interesse war, womöglich über Beziehungen zwischen ihr und wirklichen kristallographischen Richtungen etwas Positives zu erforschen. Öfter beobachtete Richtungen sind: a) parallel zur Kombinationskante (100):(111) bzw. zur Fläche eines Prismas I. Art; b) annähernd parallel zu den Polkanten von {100} bzw. zu je einer Fläche eines Prismas II. Art; ferner Kombinationen aus vorgenannten Richtungen. Daneben existieren aber eine ganze Reihe Zwischenrichtungen, die vielleicht aus den obigen Hauptrichtungen resultieren; sie sind den letzteren gegenüber betreffs der Häufigkeit ihres Vorkommens im Übergewicht. Es ist daher wohl nicht berechtigt, der aufgeworfenen Frage gegenüber in dem einen oder anderen Sinne von einer Gesetzmässigkeit der Ausbildung zu sprechen.

Eine besonders typische mit Hilfe des *Abbe'schen* Spiegelapparates hergestellte Zeichnung einer Fläche (100) (vgl. Fig. 20, Tafel IV) möge den geschilderten Verhältnissen zur anschaulicheren Darstellung verhelfen. Dabei zeigt sich, dass die Gräben mit ihren Zähnen auf der Fläche so und so oft zu mehreren parallel nebeneinander liegen können, meist in gewissen Abständen, manchmal aber auch dicht aufgeschlossen. Häufiger ist indessen die Beobachtung, dass der Verlauf der Gräben auf einer und derselben Fläche variiert. Die „Zähne“ selbst haben durchaus nicht immer die Form etwa gleichschenkliger spitzwinkliger Dreiecke; sie weisen vielmehr, wie eine Zusammenstellung der Untersuchungsergebnisse ergibt, deutliche Abweichungen von der symmetrischen Gestalt auf; meist fällt die eine Seite sehr steil ab, so und so oft genau senkrecht, d. h. in der Richtung der kürzeren Diagonale von (100), während die andere Seite eine mehr oder weniger stark nach innen gebogene Linie darstellt. Es hat sich dabei ergeben, dass diese Begrenzungsform der Zähne an mehreren Kristallen bezüglich rechter und linker Hälfte der Fläche von {100} eine gewisse Symmetrie erkennen lässt, insofern als beispielsweise bei den rechts befindlichen Zähnen die linke Seite, bei den anderen die rechte Seite in erwähnter Weise gebogen ist oder umgekehrt; die mittleren Zähne verraten bisweilen einige Neigung zu gleichschenkliger Form. Diese Beobachtungen konnten jedoch nicht überall gemacht werden, weshalb ich sie nicht zur Begründung theoretisch naheliegender Schlussfolgerungen (Spiegelebene, ditrigonale Pyramide statt {100}) heranziehen möchte.

Bemerkenswert ist ferner, dass einige der Zähne, z. B. bei Kristall 14, ihrerseits wieder ganz winzige Zähnchen bzw. Grübchen auf der glänzenden Oberfläche tragen; dieselben sind nur bei starker Vergrößerung erkennbar, ebenso wie die ausserordentlich zarten, wirt durcheinanderlaufenden Risse („Haarrisse“), welche bei Kristall 103 an einzelnen Zähnen konstatiert wurden. Erwähnt seien auch die besonders auf den Kristallen 78, 118, 119 gefundenen „Doppelzähne“ (vgl. Fig. 21, Taf. IV). So wie von unten nach oben schieben sich in den Gräben und Grübchen dieser Kristalle auch Zähne von oben nach unten; beide scheinen einander entgegen zu wachsen und treffen sich mit ihren Spitzen, welche miteinander verschmelzen können. Wir haben hier also die Tatsache, dass nicht nur, wie bisher beschrieben wurde, die Zähne gegen den Kristallpol gerichtet sein, sondern auch umgekehrt von dort ihren Ausgangspunkt nehmen können. Das würde die Annahme der beiden auf Seite 38 genannten Wachstumspunkte am unteren Ende von $\{100\}$ und am Pol bestätigen. Auch auf den Kristallen 83 und 94 gemachte Beobachtungen deuten mit Wahrscheinlichkeit auf eine Anordnung der Zähnchen von oben nach unten. Die genannten Doppelzähne geben in ihren verschiedenen Stadien der Ausbildung (vgl. die Skizze Fig. 22, Taf. IV) vielleicht einen Hinweis auf das Wachstum der Fläche überhaupt. Teils stehen die einzelnen Zähne weit voneinander, teils schliessen sie sich eng zusammen, so dass nur noch schmale elliptische Vertiefungen zwischen ihnen übrig bleiben; manchmal schliesslich tritt die Zeichnung der Zähnchen selbst soweit zurück, dass nur noch diese „Zwischenvertiefungen“ als Grübchen übrig bleiben. Angesichts solcher Erscheinungen drängt sich die schon einmal gestreifte Frage neu auf, ob man es hier mit einem Auflösungs Vorgang zu tun hat — die Grübchen wären dabei der Anfang der späteren Zähnchen und Gräben — oder mit einem Wachstums Vorgang, wobei dann die Grübchen die Reste eines der Ausheilung zu völlig glatter und glänzender Oberfläche zustrebenden Vorganges darstellen würden. Solche „Ausheilung“ oder wie man sonst den Vorgang bezeichnen will, könnte natürlich auch, wie bei den Kristallen 4, 23 und anderen, beim Vorhandensein von Gräben mit nur einer Art von Zähnen als gegeben erachtet werden. Ob die äusserst schwach erkennbaren elliptischen flachen Grübchen an Kristall 101 ähnlichen Verhältnissen zuzurechnen sind, konnte nicht näher untersucht werden. Auch bezüglich einiger tieferer Grübchen auf Kristall 65 gelang keine bessere Deutung. Erwähnt sei noch eine auf den Kristallen 2

und 13 beobachtete Anordnung sehr feiner Zähnchen in Reihen, deren verschiedene Richtungen mit jenen für die Gräben bereits beschriebenen übereinstimmen; diese Reihenanordnung, die mitunter von tieferen Gräben unterbrochen ist, scheint die Zwischenstufe zwischen den regellos die Oberfläche bedeckenden und den in Gräben beherbergten Zähnen zu bilden. Bei den auf der Polkante von $\{100\}$ an dem schon einmal (Seite 38) erwähnten Kristall 103 gefundenen Zähnen wurde ein spezieller Versuch gemacht, etwas über die Gestalt derselben bzw. über die daran beteiligten Formen zu erforschen. Doch liess auch hier der Umstand, dass die Flächen nicht scharf voneinander abgesetzt sind, sondern unmerklich ineinander übergehen, trotz scheinbar günstiger Messungsbedingungen keine befriedigende Lösung der Frage zu. Nimmt man auf Grund der Beobachtung für diese „Kantenhügelchen bzw. -zähne“ etwa die in Fig. 3



Fig. 3.

skizzierte Gestalt an, so lässt sich mit einiger Bestimmtheit nur die Fläche c als zu $\{100\}$ gehörig erkennen; betreffs der drei anderen Flächen bestehen nur Vermutungen; a_1 und a_2 dürften einer ditrigonalen, b einer trigonalen Pyramide angehören; vielleicht könnte daran gedacht werden, ob nicht die beim brasilianischen Turmalin so überaus seltene Form $\{22\bar{1}\}$, $-R$ an der Kombination irgendwie beteiligt ist. Aber solange keine besseren Messungsergebnisse erzielt werden können, wird man bei all diesen Erscheinungen wohl doch Wachstumsfiguren ohne wirkliche Kristallflächen anzunehmen haben.

Bezüglich der parallel zu $\{10\bar{1}\}$ verlaufenden Gräben mit den Zähnen sei noch bemerkt, dass sie natürlich mit den ebenfalls parallel $\{10\bar{1}\}$ gerichteten Kerben der Kombinationskante $(100):(11\bar{1})$ zusammenfallen können. Dadurch, dass in einigen derartigen Fällen die Zähne etwas über das Gebiet von (100) noch hinausreichen, zeigt diese Kante dann keine scharfen Konturen mehr.

An Kristall 88 fanden sich auf den Flächen von $\{100\}$ parallel zur kürzeren Diagonale einige äusserst flache längliche Erhöhungen. Es handelt sich hier wohl um Wachstumsindividuen ähnlich wie sie Worobieff¹⁾ beschreibt; doch lässt sich mangels genügender Messungen nichts Genaueres angeben. Nur soviel scheint festzustehen, dass die Seitenflächen einer ditrigonalen zwischen $\{100\}$ und $\{21\bar{1}\}$ liegenden Pyramide angehören.

¹⁾ a. a. O. p. 292.

An dem scheinbar abgebrochenen antilogen Ende des Kristalls 104 erheben sich dicht aneinandergedrängt auf gekrümmter unebener Fläche winzige glänzende trigonale Hügelchen, deren Begrenzungsform aller Wahrscheinlichkeit nach $\{100\}$ ist. Über den vermutlich zwischen dieser Ausbildungsweise und jener des analogen Poles bestehenden Zusammenhang wird noch gesprochen werden.

Der Vollständigkeit halber sei noch darauf hingewiesen, dass $\{100\}$ ausser auf $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ und $\{1\bar{1}\bar{1}\}$, wie schon Seite 37 erwähnt wurde, noch auf Terrassen bzw. Hügelchen oder Kerben von $\{20\bar{1}\}$, R_3 (z. B. Nr. 90, 108) und $\{3\bar{1}\bar{1}\}$, $4R$ (Nr. 62) übergreift, letzteres jedoch fraglich. Auch auf dem Gebiete der Flächen von $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, ohne dass diese selbst vorhanden zu sein brauchen, wird $\{100\}$ alternierend mit $\{1\bar{1}\bar{1}\}$ als Lamellenkopf-Fläche einigemal (z. B. Nr. 113) gefunden.

$\{100\}$, $\{10\bar{1}\bar{1}\}$, R ist viel weniger häufig als die entsprechende Form am antilogen Pol. Nur 11 Kristalle weisen sie auf: Nr. 32, 33, 41, 60, 80, 91, 94, 101, 104, 105, 106. Auch die Art ihres Auftretens weicht von jener ab. Zunächst beobachten wir einige nur unsicher zum Ausdruck kommende Flächen, auch Bruchstücke von solchen und gebogene Formen mit schlechten Spaltbildern; dann schmale, glänzende, durch Vertiefungen in einzelne Teile zerschnittene, „zerklüftete“ Flächen mit brauchbaren, guten Bildern. An einem Kristall (105), der eine noch zu besprechende Lamellierung parallel $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, ∞R zeigt, liegt $\{100\}$ als schmale glänzende, auch mehrere dieser Lamellen z. T. abschrägende Fläche an der Kante zwischen Prisma und Basis. Die mikroskopische Untersuchung hat ergeben, dass winzige Zähnchen und Doppelzähnchen, auch ihnen entsprechende Grübchen auf der Oberfläche vorhanden sind. Die Richtung der meisten Zähnchen stimmt mit der zweiten oben für $\{100\}$ beschriebenen Art überein, indem vorherrschend ihre Spitze von der Basis wegweist. Auch ein Schichtenbau parallel $\{100\}$ ist durch einige stufenartige Bildungen zweifellos angedeutet. Von Interesse ist schliesslich die Ausbildung von $\{100\}$ an den Kristallen 60, 94, 104 und 106, bei denen eine gewisse Übereinstimmung hinsichtlich ihres inneren Baues meiner Ansicht nach gegeben ist. An dem ziemlich zerrissenen analogen Pole von Nr. 94 konnte eine winzige Wachstumsfigur konstatiert werden, die, auf einer Seite eingewachsen, mit den beiden anderen Seiten sich reliefartig von einem flachen Grunde abhebt. Die Entzifferung gelang nicht vollständig; immerhin liessen sich $\{100\}$,

{110} und ein Prisma als Begrenzungsformen dieser kleinen Erhebung feststellen. Bei Kristall 60 findet sich eine Anzahl kleiner Pyramidchen, die aus „zerfressenem“ Grunde rings um die Basis, in gleicher Ebene mit ihr, auftauchen und lediglich von glänzenden Flächen der Form {100} begrenzt sind, welche letztere auch ganz schmale Randflächen der Basis bildet. Es wird hier der Eindruck erweckt, als ob trigonale Prismen resp. trigonal-prismatische Fasern mit {100} als Endform den Kristall zusammensetzen. Noch deutlicher wird dieses Bild bei Kristall 104. Die Ausbildung dieses auf der Etikette als „ausgelaugt“ bezeichneten Kristalls ist eine merkwürdige, einseitige, indem an den tatsächlich beobachteten trigonalen Prismen mit wenigen Ausnahmen nur zwei Flächen {100} zutage treten, während die dritte eingewachsen ist. Die Flächen sind stark glänzend, die Polkanten mehrmals durch eine ditrigonale Pyramide der Hauptreihe [100, 010] zugeschärft, deren Berechnung wegen der unsicheren Messungsergebnisse nicht vorgenommen wurde. Die einzelnen zusammensetzenden Prismen gleichen einander nicht an Länge und Stärke; auch zeigt sich ein durchaus verschiedener Grad der gegenseitigen Durchdringung. Dadurch ist zunächst verursacht, dass die Endflächen, soweit sie nach obiger Bemerkung sichtbar sind, nicht etwa in einer einzigen Ebene angeordnet liegen, sondern sich in mannigfaltigster Abstufung beinahe über die ganze Länge des Kristalls hin, besonders in dessen einspringenden Winkeln und Klüften finden; dann ergibt sich aber auch aus der gemachten Beobachtung eine zwanglose Erklärung für eine bereits oben angedeutete, am vorliegenden Kristall sehr hübsch erkennbare Lamellierung nach dem Prisma I. Art. Die auf vor. Seite geschilderte Beschaffenheit einer Partie des antilogen Poles, nämlich das Vorhandensein kleiner Hügelchen mit Seitenflächen, welche offenbar der Form {100} angehören, ist geeignet, die gemachte Annahme zu unterstützen, dass der Kristall wirklich aus den beschriebenen trigonalen, oben und unten durch Kristallflächen begrenzten Prismen resp. Fasern aufgebaut sei.

An Kristall 106 ist besonders die Erscheinung bemerkenswert, dass der analoge Pol vertieft ist. Die Vertiefung hat die Gestalt einer umgekehrten trigonalen Pyramide, deren glänzende Seitenflächen jedoch nicht eben ausgebildet sind. Jede derselben scheint dem ersten Blick zufolge dicht mit dreieckigen Grübchen bedeckt zu sein, die verschieden stark entwickelt, zum Teil stufenartig einfallen. Eine Messung mit Hilfe des Anlegegoniometers erwies für die Gesamtheit aller erhabenen, ebenfalls meist

dreieckigen Partien zwischen den einzelnen Grübchen die Zugehörigkeit zur Form $\{100\}$.

Die genauere Untersuchung gab Aufschluss darüber, wie man sich das Zustandekommen dieses eigenartigen „Reliefs“ an den Seitenflächen der Vertiefung zu denken hat. Hier treten nämlich zahllose dreikantige Säulchen zu Tage, die ihrer Grösse und gegenseitigen Durchdringung nach alle möglichen Abstufungen erkennen lassen. Sie sind parallel zum Prisma I. Art angeordnet und an ihren freien Enden von drei Flächen der Form $\{100\}$ begrenzt, wozu einigemal in schwacher Ausbildung noch die auch bei Kristall 104 beobachtete ditrigonale Pyramide tritt. Der Standpunkt der einzelnen vertikalen Säulchen an schiefer Ebene, den gedachten Seitenflächen der Vertiefung, bewirkt, dass im allgemeinen immer diejenige Fläche von $\{100\}$ am grössten entwickelt sein kann, welche dem Innenraum der Vertiefung zugewendet ist; die beiden anderen Flächen sind dann mehr oder weniger eingewachsen und deshalb schmaler. Das schliesst aber nicht aus, dass Gruppen winziger Säulchen-Köpfe, welche tiefer herauskommen als die anderen, zwischen denen sie liegen, gerade jene beiden anderen Flächen von $\{100\}$ aufweisen, während die erste eingewachsen ist.

Dass es sich bei diesen kleinen Flächen tatsächlich um die Form $\{100\}$ handelt, wurde im Anschlusse an vorhin genannte Messung mit dem Anlegegoniometer noch durch direkte Beobachtung der Spiegelung ermittelt. Stellt man die Gesamtheit der aus einem der drei Flächengebiete der Vertiefung aufragenden Säulchen-Endigungen resp. deren hier sichtbare grössere Flächen auf glänzend ein, so leuchten immer auch schmaler entwickelte Begrenzungsflächen von Säulchen-Endigungen auf, die sich jeweils aus den beiden anderen Flächengebieten der Vertiefung erheben. Diese schmäleren Flächen gehören somit ebenfalls der mittels obengenannter Messung bestimmten Form $\{100\}$ an.

Aus Fig. 32 (Taf. V), welche die beschriebenen Verhältnisse zur Anschauung zu bringen versucht, geht weiter hervor, dass der Kristall eine dem vorigen ähnliche Lamellierung (nach $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, ∞R) aufweist; und zwar leuchten die dem vertieften (analogen) Pole des Kristalls zugewendeten, glänzenden Enden der Lamellen, die auch hier wieder untereinander ganz verschiedene Länge und Stärke haben, mit den ihnen in der „Tiefenpyramide“ gegenüberliegenden Flächen völlig übereinstimmend auf. $\{100\}$ besorgt also auch die Abschrägung dieser Lamellenköpfe. Da wo die letzteren freier ausgebildet sind, lassen sich alle drei Flächen der Begrenzungsform $\{100\}$ sehr gut erkennen-

Die Abbildungen des Kristalls in der Aufstellung mit dem antilogen Pole nach oben (Figg. 33 a und b, Taf. V) zeigen die Lamellierung mit ausgezeichneter Deutlichkeit; die hellen, d. h. glänzenden Flächen gehören dem Prisma I. Art an.

Aus dem Gesagten geht also hervor, dass wie Kristall 104 auch der vorliegende aus sich innig durchdringenden trigonalen Säulchen oder Fasern mit vorwiegend $\{100\}$ als Endbegrenzung aufgebaut ist.

Die Betrachtung der Lamellensysteme an den drei Prismen I. Art führt zu dem Ergebnis, dass das Wachstum der Lamellen bzw. der einzelnen aufbauenden Säulchen von oben her erfolgt und in der Richtung der drei auf $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ senkrechten Radien am stärksten gewesen sein muss. In der Skizze Fig. 23, Taf. IV ist versucht, theoretisch die drei sich durchkreuzenden Lamellensysteme wiederzugeben. Nach *Beckenkamp* ist am Rande eines fast allein herrschend, im Innern neben der einen herrschenden Lamellierung auch die beiden anderen.

Wie sich aus der Besprechung der einzelnen Formen noch ergeben wird, weist der vorliegende Kristall, der anschliessend an das Gesagte gleich hier im ganzen besprochen werden mag, an seinem antilogen Pole auf Grund direkter Beobachtung und der Messung mittels Anlegegoniometers die Formen $\{21\bar{1}\}$, $-\frac{1}{2}R3$, $\{33\bar{4}\}$, $-\frac{1}{2}R$, $\{11\bar{1}\}$, $-2R$ und $\{100\}$, R auf, letzteres jedoch mit fraglicher Sicherheit. Die Flächen sind matt und rauh, auch gefurcht und zerfressen, besonders $\{21\bar{1}\}$. Der Kristall ist von dunkelgrüner Farbe, 41 mm lang und besitzt einen Durchmesser von 43,6 mm.

Ein offenbar ganz der gleichen Ausbildungsweise entsprechendes Exemplar wird beim Bericht über die Turmalin-Ausstellung in Wien an bereits zitierter Stelle¹⁾ beschrieben. Es heisst dort unter anderem: „Das untere Ende zeigt eine dreiseitige Vertiefung mit sehr stark unterbrochenen Flächen des Grundrhomboeders; in zackigen Vertiefungen sitzt Kaolin, in den das Stück eingebettet war.“ Auch in den Vertiefungen unseres Kristalls 106 fand sich diese bereits mehrfach erwähnte Mineralmasse, gemengt mit glänzenden Blättchen (Glimmer?) und kristallinen Partikelchen. *V. v. Worobieff*²⁾ spricht ebenfalls von einer Vertiefung an der Stelle der Basis eines Ceyloner Turmalins; dort liegt aber nach seiner Auffassung eine Schichtenstruktur parallel den drei Flächen $\{100\}$ zugrunde.

¹⁾ Tschermaks Min. u. petr. Mitt. 28. Bd. 1909. p. 560 ff.

²⁾ a. a. O. p. 293.

Wie sich ergeben hat, zeigt die Form $\{\bar{1}00\}$ gegenüber jener des antilogen Poles einige Verschiedenheiten, was ja auch bei der Hemimorphie der c -Achse nicht anders zu erwarten ist. Zwar wurde das Vorhandensein von Zähnchen und die Andeutung eines Schichtenbaues nach $\{\bar{1}00\}$ konstatiert, doch weichen diese Erscheinungen nach Art und Intensität ihres Auftretens unzweifelhaft von jenen auf $\{100\}$ ab; auf jeden Fall scheint die Streifung bzw. Lamellierung parallel zu den Kanten von $\{\bar{1}00\}$ mit $\{\bar{1}\bar{1}1\}$ zu fehlen, auch jene als „Kerbung“ bezeichnete parallel zu den Polkanten von $\{\bar{1}00\}$. Die Lamellierung parallel zum Prisma I. Art ist durchgreifend und beiden Polen gemeinsam.

Die Untersuchungsergebnisse früherer Autoren bestätigen die Richtigkeit meiner Beobachtungen.

*G. Rose*¹⁾ hat, wie schon erwähnt, vier Turmaline aus Brasilien beschrieben. Von diesen zeigen zwei das obere und zwei das untere Ende. Bei den beiden ersteren ist das Hauptrhomboeder parallel den Kanten mit dem ersten spitzeren Rhomboeder (d. h. $\{1\bar{1}\bar{1}\}$) bzw., was dasselbe bedeutet, parallel mit den schiefen (d. h. kurzen) Diagonalen gestreift; bei den am unteren (analogen) Pole kristallisierten Kristallen sind die Rhomboederflächen glatt. Die Hauptrhomboederflächen der anderen Vorkommen sind an den oberen Enden in der Regel mehr oder weniger matt und häufig entweder zart oder deutlicher parallel der schiefen (d. h. kurzen) Diagonale gestreift, wie besonders bei den Kristallen von Alabaschka, Bedrettothal bei Airolo, Campo longo und Schaitansk. Die Endkanten der Kristalle vom Bedrettothal sind ausserdem parallel mit den Flächen des ersten spitzeren Rhomboeders oft sehr tief eingekerbt. (Vgl. hierzu meine Turmaline Nr. 1, 3, 9, 36, 57, 102, 114.) Bei den Kristallen von Schaitansk zeigten sich die Flächen des Hauptrhomboeders neben der Streifung noch mit kleinen Wärzchen bedeckt. An den unteren Enden der Kristalle sind die Hauptrhomboederflächen fast immer glatt und glänzend mit Ausnahme der Kristalle von Bovey Tracey (Devonshire), wo sie an dem oberen Ende glatt und glänzend, an dem unteren Ende kaum zu erkennen sind, da der Kristall hier in eine Menge feiner Spitzen ausläuft, deren Enden ungefähr nur in bestimmten Flächen liegen. In einer späteren Arbeit von *P. Riess* und *G. Rose* aus dem Jahre 1843²⁾ wird nochmals auf die letztere Er-

¹⁾ a. a. O.

²⁾ Über die Pyroelektrizität der Mineralien. Abh. d. k. Akad. d. Wiss. zu Berlin 1843, 59; auch Pogg. Ann. 59, 357.

scheinung hingewiesen mit der Bemerkung, dass die Flächen des Hauptrhomboeders von den Kristallen aus Bovey am analogen Pole so stark nach den schiefen Diagonalen gestreift seien, dass die Flächen ganz drusig erscheinen und oft gar nicht bestimmbar sind. Bei Besprechung der beiden anderen in dieser Abhandlung beschriebenen Turmalinvarietäten von St. Pietro (Elba) und Gouverneur (New York) ist auf die Flächenbeschaffenheit des Hauptrhomboeders keine Rücksicht genommen.

A. Des Cloizeaux¹⁾ sagt in seinem „Manuel“ über die Flächenbeschaffenheit der brasilianischen Kristalle nichts Spezielles. Dagegen erwähnt er im allgemeinen, dass die Flächen des Rhomboeders p ($= \{100\}$) an dem einen Pole parallel zur Kombinationskante mit e^1 ($= \{111\}$) gestreift, die des anderen Poles glatt sind. Die betreffende Stelle lautet: „Si les six faces du rhomboèdre p coexistent, celles de l'un des sommets sont striées parallèlement à leur intersection avec e^1 , les trois autres sont lisses.“ Figur 212 (planche XXXVI) im Atlas verdeutlicht die Beschreibung für grüne und bräunliche Kristalle von Campo longo und vom Tale des Arrach (Algier).

In Rose-Sadebeck's „Elemente“²⁾ ist ebenfalls die unterschiedliche Ausbildungsweise der Rhomboederflächen an beiden Polen und die Streifung nach der „schiefen“ Diagonale am antilogen Pol erwähnt.

H. Baumhauer³⁾ hat an einem schwarzen Kristall von unbekanntem Fundorte Ätzversuche unternommen. Wenn auch nicht für den brasilianischen Turmalin von unmittelbarer Wichtigkeit, ist doch aus allgemeinen Gründen die Mitteilung interessant: „Der Durchschnitt der Vertiefungen auf R mit dieser Fläche hat meist die Form eines gleichschenkligen Dreiecks mit kleinem Winkel an der Spitze, welche letztere dem Rhomboederscheiteleck zugekehrt ist. Die beiden gleichen Flächen der rechts und links symmetrischen Eindrücke gehören wohl einem Skalenoeder, die dritte einzelne, an der Basis der gleichschenkligen Dreiecke gelegene einem stumpferen Rhomboeder derselben Stellung wie R an.“

G. Seligmann⁴⁾ hat an seinen brasilianischen Kristallen die Flächen von R nach den Kombinationskanten mit x ($= -\frac{1}{2}R3$) gestreift gefunden; an manchen Kristallen erreichen die Furchen

¹⁾ a. a. O.

²⁾ a. a. O. p. 5.

³⁾ Die Ätzfiguren am Lithionglimmer, Turmalin, Topas und Kieselzinkerz. N. Jahrb. f. Min. etc. 1876, 1 ff.

⁴⁾ a. a. O. p. 224 ff.

eine solche Tiefe, dass es den Anschein gewinnt, als setzten die Individuen sich zusammen aus parallel s ($= \infty P2$) angeordneten Blättern. *Seligmann* deutet hier also bereits die auch an dem von mir untersuchten Material beobachtete Erscheinung an. Eigentümlich gewundene Linien, die in einer im grossen und ganzen senkrechten Richtung zur Streifung sich einstellen und das Ansehen guilochirter Figuren besitzen, scheinen durch aneinandergereihte Ätzfiguren gebildet zu werden. Eine allem Anscheine nach ganz ähnliche Beobachtung wurde von mir an Kristall 113 gemacht, an welchem $\{100\}$ eine feine Streifung parallel den Kombinationskanten mit $\{11\bar{1}\}$ und quer zu dieser Richtung zickzackförmig — im einzelnen annähernd parallel den Polkanten von $\{100\}$ — verlaufende kleine Gräben aufweist, die auf Grund der mikroskopischen Untersuchung Reihen der bekannten „Zähnen“ darstellen.

Eine Zeichnung, die *H. Schedtler*¹⁾ seiner Arbeit über das elektrische Verhalten des Turmalins beigibt, bezieht sich wohl auf dieselbe Beobachtung. Er hat 20 Kristalle von Minas in Brasilien zu seinen Studien verwendet und teilt mit, dass die Flächen des Hauptrhomboeders ziemlich glänzend und meist sowohl parallel ihren kurzen Diagonalen als auch in Zickzacklinien in der Richtung der langen Diagonalen gestreift sind.

*W. Ramsay*²⁾ fand an Kristallen von Bamle (Norwegen) auf einer Fläche von R zahlreiche kleine keilförmige, triangulär begrenzte Ätzgrübchen. Er hat mit Hilfe des Mikroskops die Umrisswinkel messen können und gibt dafür ungefähr 88° , 74° und 18° an. *Ramsay* hält die Grübchen, welche durch die „Symmetrie-Ebene der rhomboedriscen Hemiedrie“ in zwei ungleiche Teile geteilt werden, für Beweise, dass der Turmalin der Tetartoedrie angehöre³⁾. Es kann daran gedacht werden, dass die hier genannten Grübchen möglicherweise mit den von mir gefundenen Figuren (Zähne resp. Grübchen) in einem gewissen Zusammenhange stehen.

H. Traube's⁴⁾ Ätzversuche an Elbaner Turmalin ergaben für die Rhomboederflächen weniger gut ausgebildete Figuren; sie setzten sich

¹⁾ a. a. O. p. 565.

²⁾ Om turmalinens hänförande till den romboëdrisk-tetartoëdriska formgruppen af det hexagonala systemet. Meddel. från Stockholms högskola No. 50. Bihang till k. Svenska Vet.-Akad. Handl. Band 12. Afd. II. No. 1 (1886). Ref. Zeitschr. f. Krist. etc. 15 (1889), 431 f.

³⁾ Vergleiche hinsichtlich dieser Auffassung die Bemerkungen von *H. Traube* (a. a. O. p. 460) und *V. v. Worobieff* (a. a. O. p. 447 ff.).

⁴⁾ a. a. O.

aus drei Flächen zusammen und waren monosymmetrisch, ihre Symmetrieebene parallel der kürzeren Diagonalen der Rhomboederfläche.

Bei den meisten der von *E. A. Wülfing*¹⁾ untersuchten Kristalle aus Brasilien zeigten sich bei der Messung der Winkel $(100):(010)$ unruhige Flächenbeschaffenheiten, welche zunächst an diejenigen vieler Turmaline erinnern, sich aber dadurch von diesen unterscheiden, dass es sich hier nur um einige wenige, meistens zwei Flächenlagen handelt, deren Reflexe zwar in der Lichtstärke etwas verschieden sind, aber eine vorzügliche scharfe Einstellung zulassen. Die Flächen sind also wohl geknickt, aber nicht gerundet. Mehrere Rhomboederflächen sind treppenförmig aufgebaut und gerade diese zeigen, selbst wenn ihre Ausdehnung mehr als 6 mm beträgt, einheitliche Reflexe. Andere sind parallel zur Kombinationskante mit der Basis geknickt. Streifungen, wie sie im Vorausgehenden beschrieben sind, erwähnt *Wülfing* nicht, doch unterstützen seine Mitteilungen zweifellos meine Angaben über die sonstige Beschaffenheit der Flächen $\{100\}$.

*V. v. Worobieff*²⁾ hat vier nur mit dem antilogen Pol ausgebildete brasilianische Kristalle aus der *Seligmann'schen* Sammlung und mehrere teils mit dem antilogen, teils mit dem analogen Ende kristallisierte aus der Staatssammlung in München untersucht und erwähnt bezüglich derselben, dass an allen Kristallen die Flächen von $\{100\}$ parallel der Kante $(100):(11\bar{1})$ gestreift sind. Auf den Flächen von $\{100\}$ der Ceyloner Turmaline hat *Worobieff*³⁾ ebenfalls einige Streifungen gefunden und zwar zunächst eine solche parallel der Kombinationskante $(100):(11\bar{1})$. Diese Streifung ist fast immer vorhanden und bietet ein wechselndes Aussehen, bald ist dieselbe so fein, dass wir sie nur mit dem Mikroskop bemerken können, bald so grob, dass man die einzelnen Flächen der Streifung sehen und messen kann. Eine Ursache der Streifung führt *Worobieff* auf eine alternierende Wiederholung von Flächen verschiedener Formen zurück, die in der Zone $[100, 11\bar{1}]$ liegen. Eine zweite Ursache ist nach *Worobieff* die stark ausgebildete Fortwachsung, welche an diesen Kristallen sehr scharf zu beobachten ist. Die Flächen von $\{100\}$ sind bedeckt mit zahlreichen kleinen Fortwachsungsindividuen von verschiedener Art, meist längliche vierseitige, schmale oder breitere Erhöhungen, die überdies eine sehr deutliche Schichtenstruktur nach

¹⁾ a. a. O.

²⁾ a. a. O. p. 429 ff.

³⁾ a. a. O. p. 291 ff.

der Fläche von $\{100\}$ haben. Ausser der Streifung parallel $(100):(11\bar{1})$ beobachtete *Worobieff* ferner an den Flächen von $\{100\}$ eine allerdings viel seltenere und nie besonders gut ausgebildete Streifung, welche parallel $(100):(111)$ geht. Dieselbe dürfte entweder von einer Schichtenstruktur nach $\{111\}$ oder von Fortwachungsindividuen auf $\{100\}$ abhängen. Eine noch seltenere Streifung auf $\{100\}$ schliesslich geht bisweilen parallel den Kanten $(100):(110)$. Die Ursache ist wahrscheinlich eine Schichtenablagerung parallel den Flächen von $\{110\}$ oder aber parallel den Flächen $\{10\bar{1}\}$. Diese Streifung ist immer sehr fein und mit blossem Auge kaum erkennbar. *Worobieff* bemerkt hierzu aber selbst, dass sie an den Turmalinen von anderen Vorkommen bisweilen stark ausgeprägt ist; er nennt speziell die uralischen und jene von Wolkenburg, wozu wir jetzt auf Grund meiner Untersuchungen und jener von *G. Reimann* auch die brasilianischen rechnen müssen.

An den Flächen $\{\bar{1}00\}$ fand *Worobieff* bei seinen Ceyloner Kristallen keinerlei Streifung parallel der Kante $(\bar{1}00):(\bar{1}\bar{1}1)$, dafür eine sehr starke Streifung parallel den Kanten $(\bar{1}00):(\bar{1}\bar{1}0)$. Die Flächen sind auch glänzender und homogener als die von $\{100\}$ und die Fortwachungserscheinungen sind andere, d. h. sie stimmen in ihrer Ausbildung mit dem Charakter der Streifung auf $\{\bar{1}00\}$ überein.

Worobieff bespricht auch Ätzfiguren auf den Flächen von $\{100\}$; sie werden oben von einer Fläche begrenzt, welche einer steileren positiven trigonalen Pyramide als $\{100\}$ angehört, auf den Seiten von zwei symmetrischen Flächen einer ditrigonalen Pyramide, sind also völlig symmetrisch in der Richtung der kurzen Diagonale von $\{100\}$.

Bei den von *G. Reimann*¹⁾ untersuchten brasilianischen Kristallen zeigt die Form R einerseits glänzende, andererseits matte oder nur in kleinen Teilen spiegelnde bzw. korrodierte oder geknickte Flächen; manchmal sind sie nicht ganz eben, erscheinen wie von einem Punkte aus nach den Kanten zu schwach abfallend und geben entweder Doppel- oder mehrfache Signale; zuweilen sind die Flächen mit einer dünnen weissen Schicht überzogen, auch weisen sie Grübchen auf, die mit gelbroter Masse angefüllt sind. Einmal verläuft, wie ich schon Seite 36 erwähnte, über die Mitte einer Fläche eine zarte Linie, so dass hier ein sehr flaches, dem Rhomboeder vizinales Skalenoeder vorliegt, dessen Flächen einen Winkel von $40'$ — $50'$

¹⁾ a. a. O.

miteinander bilden. An sehr vielen Kristallen wurde Streifung der Flächen R beobachtet. Zunächst eine solche in der Richtung der kleineren Diagonale bzw., was dasselbe ist, parallel zu den Kombinationskanten mit $-2R$ oder $-\frac{1}{2}R\bar{3}$. Mehr oder weniger dicht überziehen feine Risse, in denen sich rote Masse abgelagert hat, nach der angegebenen Richtung die Fläche. Die Streifung ist entweder fein und zart oder stärker, setzt sich in der Regel auch auf die benachbarten Flächen von $-\frac{1}{2}R\bar{3}$ fort und beeinträchtigt in unliebsamer Weise bei den Messungen die Reflexbilder, indem statt klarer Signale oft breite Lichtbänder entstehen. In einem Falle sind die Kombinationskanten von R der Länge nach von beiden Rhomboederflächen aus schmal eingekerbt, was vermutlich der von mir Seite 37 erwähnten und als Lamellierung nach {111} gedeuteten Beobachtung entspricht. Schliesslich beschreibt *Reimann* bei mehreren seiner Kristalle eine sich über R und $-2R$ erstreckende feine Streifung bzw. Riefung, die von der kurzen Diagonale von R aus parallel der Kante R:R verläuft. Dadurch werden die Reflexbilder zu langen Lichtbändern auseinandergezerrt, deren Einstellung nur äussert ungenau sein kann. Ebenfalls parallel den Kanten R:R läuft bei Kristall 141 eine tiefgreifende Furchung; sie ist sehr scharfkantig und setzt über einen Teil der Flächen von $-2R$ und R hinweg. Die Furchen sind von parallel gestellten glänzenden Flächen gebildet, die der einen oder anderen am antilogen Pole ausgebildeten Form angehören. Von der genannten Streifung und Furchung werden die Flächen des Skalenoeders $R\bar{3}$ nicht betroffen. Bei Kristall 145 tritt die über die Flächen von R laufende Furchung parallel zu den Kanten R:R wieder ganz besonders stark hervor. Die Flächen der Furchen sind stark glänzend und scharfkantig und gehören dem Skalenoeder $R\bar{3}$ an. Die Flächen der Form R des analogen Poles fand *Reimann* fast immer klein, stark glänzend und gut messbar; manchmal sind sie nicht ganz eben und erreichen nur in einem Falle grössere Dimensionen.

Genauerer über die Streifungen und die sonstige Beschaffenheit der Flächen von R hinsichtlich der Grübchen und Wachstumerscheinungen, auch über die Lamellierung der Kristalle nach ∞R gibt *Reimann* nicht an. Doch wird bei Besprechung der Streifung von $-\frac{1}{2}R\bar{3}$ nach den Kanten mit R auf letzteres Bezug genommen, indem als Ursache dieser Streifung, die sich auch auf R fortsetzt, alternierende Wiederholung von $-\frac{1}{2}R\bar{3}$ und R angenommen wird.

A. H. Westergård¹⁾ hat der kgl. bayer. Staatssammlung in München angehörige Turmaline aus Minas Geraës in Brasilien untersucht. Bei denselben war nur der antiloge Pol ausgebildet. Die Grundpyramide {100} herrscht bei dem einen Typus mit grossen, gut spiegelnden Flächen vor, während sie beim anderen kleiner ausgebildet ist.

{ $\bar{9}11$ }, { $\bar{10}0.10.\bar{7}$ }, $\frac{1}{7}R$ bemerkte ich als sehr unsichere kleine Fläche von unbestimbarer Umgrenzung an Kristall 101. Da zudem das Spaltbild nur äusserst schwach erkennbar war, möchte ich diese schon im allgemeinen und noch dazu für den analogen Pol so seltene Form für brasilianischen Turmalin als fraglich bezeichnen.

{ $\bar{4}11$ }, { $\bar{5}0\bar{5}2$ }, $\frac{5}{2}R$ ist niemals deutlich ausgebildet, sondern stumpft meist nur als äusserst schmale, mehr oder weniger glänzende, oft winzige Fläche die steileren Kanten der ditrigonalen Pyramide { $20\bar{1}$ }, $R3$ ab (Kristall 17, 39, 53, 56). Auch als mattglänzende bis glänzende Streifen oder Terrassen auf und zwischen Flächen der genannten Form konnte ich es an den Kristallen 51, 54, 87, 92, 95, 98, 100 und 115 beobachten, bei Nr. 90 und 93 schliesslich, allerdings sehr fraglich, als Flächen an sehr kleinen Fortwachsungshügelchen auf { $20\bar{1}$ }. Die Spaltbilder waren fast immer ausserordentlich schwach, zuweilen erfolgte die Einstellung nur mit Hilfe der Lupe, doch ist die Form als sicher anzunehmen.

Sie wurde bereits von *Des Cloizeaux*²⁾ an grünem brasilianischen Turmalin bestimmt, seitdem für dieses Vorkommen aber nicht mehr erwähnt. Im allgemeinen ist sie für Turmalin nicht selten und wurde beispielsweise von *Worobieff* an einer grossen Anzahl von Ceyloner Kristallen gefunden.

Die entsprechende Form des analogen Poles { $\bar{4}11$ }, { $\bar{5}0\bar{5}2$ }, $\frac{5}{2}R$ habe ich als ganz unsichere Fläche nur an einem einzigen Kristall (Nr. 41) beobachtet. Sie ist also zweifelhaft.

Ebenfalls unentschieden muss bleiben, welche von den beiden Formen: {722}, {3031}, $3R$ bzw. {10.3.3}, {13.0.13.4}, $\frac{1}{4}R$ für eine an Kristall 94 gefundene Fläche in Betracht kommt. Der gemessene Winkel zwischen derselben und (100) ist infolge sehr schwachen Spaltbildes unsicher; er ist für erstere Form zu klein, für letztere eigent-

¹⁾ Zeitschr. f. Krist. etc. 42 (1906), 278 f.

²⁾ Manuel, p. 506 (=c⁴).

lich zu gross. Doch ist denkbar, dass das weniger seltene {722} vorliegt und durch vizinale Flächenbildung eine Neigung gegen {100} erhalten hat, wodurch sich das schlechte Resultat für den Winkel erklären liesse. Immerhin dürften beide Formen, die *Worobieff* allein an Ceyloner Turmalin neu bestimmt hat, für das brasilianische Vorkommen als unsicher gelten.

{311}, {4041}, 4R, eine für Turmalin sonst häufige Form, deren ausgezeichnete Flächenbildung beim Ceyloner Vorkommen *Worobieff*¹⁾ besonders betont, scheint bei den brasilianischen Kristallen nicht sonderlich ausgebildet zu sein. *Haiiy*²⁾ hat die Form an einem grünen Turmalin aus Brasilien (var. *surcomposée*) gefunden. *Des Cloizeaux* und *Seligmann*³⁾ ist bei ihrem brasilianischen Material die Form nicht begegnet und *Reimann*⁴⁾ findet sie auch nur an einem Kristall mit deutlich entwickelten Flächen, an zwei anderen kaum angedeutet. Ich habe sie, allerdings ebenfalls z. T. fraglich, an 6 Kristallen (Nr. 18, 27, 58, 62, 69, 70) beobachtet. Die Flächen sind alle nicht gross, manchmal ausserordentlich klein und unscheinbar, auch gebogen, zerklüftet, dabei mattglänzend bis glänzend. Die Spaltbilder sind im allgemeinen brauchbar, vielfach aber infolge der ungünstigen Beschaffenheit der Flächen unsicher. Bei den Kristallen 18, 62 und 70 schienen anfangs auf Grund der Messungsergebnisse andere Formen als {311} vorzuliegen, etwa {38.13.13}, $\frac{1}{4}$ R oder {20.7.7}, $\frac{2}{3}$ R. Solche seltene Formen sind aber beim ohnedies nicht übermässig flächenreichen Brasilianer Turmalin sehr unwahrscheinlich. Wenn also die Winkel zwischen den betreffenden Flächen und (101) bzw. (211) bei den genannten Kristallen etwas zu klein gefunden werden, so dürfte wohl die Annahme vizinaler Flächenbildung am einfachsten zum Ziele führen. Ist das Wachstum auf der Fläche von oben nach unten fortschreitend gedacht, so dass sich also oben die stärkste Ablagerung befinden muss, so ergibt sich eine Scheinfläche, deren Lage den Winkel zu den Prismen kleiner werden lässt als die Berechnung verlangt.

Die Form {733}, {10.0.10.1}, 10R hat *G. Seligmann*⁵⁾ bei seinen Untersuchungen von brasilianischem Turmalin neu aufgefunden.

¹⁾ a. a. O. p. 299.

²⁾ *Traité de minéralogie*, 2. éd., t. III, p. 21 bzw. 35.

³⁾ a. a. O.

⁴⁾ a. a. O. p. 100 bzw. 150.

⁵⁾ a. a. O. p. 224.

Später wurde sie durch *Worobieff* an Ceyloner und einem Brasilianer Turmalin aus der *Seligmann'schen* Sammlung beobachtet. An zweien meiner Kristalle ist es mir gelungen, die Form ebenfalls nachzuweisen. Bei Nr. 87 handelt es sich um ein winziges glänzendes Blättchen, dessen Zugehörigkeit zu {733} ziemlich sicher ist. Kristall 95 bietet zwei sehr kleine glänzende Flächen mit guten Spaltbildern und einwandfreien Messungsergebnissen. Die Form ist also für das Brasilianer Vorkommen ohne Zweifel.

c. Negative trigonale Pyramiden.

{221}, {011 $\bar{5}$ }, $-\frac{1}{5}R$ gehört ebenso wie das auf Seite 34 besprochene {211}, $\frac{1}{4}R$ zu den nur ganz unsicher bestimmten Formen, deren Flächen am Aufbau der winzigen Hügelchen der Basis an den Kristallen 33 und 73 beteiligt sind. Wie schon erwähnt wurde, sind die Messungsergebnisse sehr schlecht, so dass ich diese für den analogen Pol noch nicht angegebene Form zum mindesten als fraglich bezeichnen möchte.

{110}, {011 $\bar{2}$ }, $-\frac{1}{2}R$ und die entsprechende Form des analogen Poles {110}, {011 $\bar{2}$ }, $-\frac{1}{2}R$ sind beim brasilianischen Turmalin offenbar nicht häufig, obwohl sie bei den meisten anderen Vorkommen angegeben werden. *G. Rose*¹⁾, welcher {110} an anderen Turmalinen gefunden hat, konnte sie an brasilianischen nicht konstatieren; ebenso geben sie *Des Cloizeaux* und *G. Seligmann* hierfür nicht an. *G. Reimann*²⁾ fand dagegen an zwei Kristallen die Kombinationskanten $R:R$ des antilogen Poles durch sehr schmale, rauhe Flächen von $-\frac{1}{2}R$ gerade abgestumpft, bezeichnet aber die Form als nicht ganz sicher. Bei dem von mir untersuchten Material war die Form {110} an vier Kristallen (Nr. 3, 4, 27 und 44) mit insgesamt acht Flächen vertreten. Teils sind es sehr schmale, glänzende Flächen oder winzige Flächenstreifen auf der Polkante von {100}, teils undeutlich erkennbare oder aus kleinsten glänzenden Blättchen bestehende Flächen. Meist waren die Spaltbilder wenig befriedigend, einigemal geschah die Messung mit Hilfe der Lupe, so dass also die Winkelwerte nicht die wünschenswerte Genauigkeit besitzen. Trotzdem muss die Form als sicher gelten.

Die Form {1 $\bar{1}$ 0} ergab sich auf Grund der Messungen an fünf Kristallen (Nr. 80, 91, 94, 101, 104). Die Flächen sind allerdings

¹⁾ a. a. O.

²⁾ a. a. O. p. 114 und 151.

durchweg nicht gut ausgebildet, klein und undeutlich und geben unsichere Spaltbilder. Bei Kristall 94 sind zwei Flächen sehr wahrscheinlich an der bereits Seite 43 beschriebenen Wachstumsfigur beteiligt. Man darf trotz der Unsicherheiten auch diese Form anerkennen.

Die Form $\{22\bar{1}\}$, $\{01\bar{1}1\}$, —R ist deshalb sehr interessant, weil *Häuy*¹⁾ tatsächlich bisher der einzige geblieben zu sein scheint, der dieselbe für brasilianischen Turmalin als sicher angibt. Nachdem aber durch *Seligmann*²⁾ und *Worobieff*³⁾ die Existenz dieser Form nicht nur einwandfrei festgestellt, sondern auch ihre Häufigkeit nachgewiesen worden ist, speziell für die Turmaline von Dekalb und Ceylon, wo sie sogar zu den herrschenden Formen gehört und besonders für letzteres Vorkommen infolge ihrer Wachstumserscheinungen erhöhte Wichtigkeit besitzt, habe ich das mir zur Verfügung gestellte Material gerade hinsichtlich der Form $\{22\bar{1}\}$ sorgfältig geprüft. Einigemal ergaben sich auch Hinweise auf deren Vorhandensein und zwar in den Kerben der Polkanten von $\{100\}$ als eine der Flächen des Lamellenkopfes, beispielsweise bei den Kristallen 2 und 103. Doch sind die Ergebnisse der Messungen zu ungenau, um der Konstatierung den nötigen Halt zu verleihen. *Reimann* hat die Form anscheinend auch nicht beobachtet. Demnach dürften wohl *Seligmann's* und *Worobieff's* Angaben über ihre grosse Seltenheit beim Brasilianer Turmalin ihre Richtigkeit haben, zumal dieselben in brieflichen Mitteilungen *Des Cloizeaux's*⁴⁾ an ersteren eine Stütze finden, welcher die Form $\{22\bar{1}\}$ ebenfalls nie beobachtet hat, trotz der grossen Zahl brasilianischer Kristalle, die er Gelegenheit gehabt hat zu untersuchen.

Erwähnt sei, dass an Turmalin von Maharitra, Madagaskar, vor einigen Jahren *A. Lacroix*⁵⁾ die Form $\{22\bar{1}\}$ an schönen, grünen (zuweilen rosa gefärbten) Kristallen als schmale, sehr glänzende Flächen wiedergefunden hat. Die von ihm gemessenen und berechneten Winkel stimmen recht gut mit den von *Seligmann* und *Worobieff* angegebenen überein.

¹⁾ a. a. O.

²⁾ a. a. O.

³⁾ a. a. O.

⁴⁾ *G. Seligmann*, Turmalin, a. a. O. p. 219 (Fussnote).

⁵⁾ a. a. O.

{332}, {0554}, $-\frac{3}{4}\mathbf{R}$, die von *G. Seligmann*¹⁾ für brasilianischen Turmalin neugefundene Form, scheint nicht häufig zu sein. *Reimann* erwähnt bei einem seiner Kristalle, dass die flacheren Kombinationskanten von $-\frac{1}{2}\mathbf{R}3$ durch rauhe, schmale Flächen von $-\frac{5}{4}\mathbf{R}$ abgestumpft sind. Vier von meinen Kristallen (Nr. 48, 50, 76, 96) weisen die Form auf, doch handelt es sich auch hier nur um einige schwachglänzende Streifen auf den Flächen von {211}, so dass die Messung nur unsichere Resultate lieferte. Die von *Seligmann* bei seinem jedenfalls vorzüglich ausgebildeten Kristall beschriebene starke Streifung von $-\frac{5}{4}\mathbf{R}$ nach den Kombinationskanten mit dem darunter liegenden $-\frac{9}{8}\mathbf{R}$ ²⁾ konnte ich in Anbetracht der schlechten Ausbildung der Form nicht beobachten.

{111}, {0221}, $-2\mathbf{R}$ ist nach {100} bei dem von mir untersuchten Material die am häufigsten beobachtete Form des antilogen Poles. Ich fand sie an 86 Kristallen (= 72%), dabei siebenmal als Träger der Kombination, nämlich an Nr. 7, 12, 18, 21, 43, 64 und 70. An 22 weiteren Kristallen ist sie neben irgend einer anderen Form, beispielsweise {100}, {201}, {334}, {111} noch als mitherrschend zu betrachten. Die Beschaffenheit der einzelnen Flächen ist in nur wenig Fällen eine derartige, dass scharfe Einzel-Spaltbilder zustande kommen, und zwar sind es vorwiegend kleine, stark glänzende oder auch einige grössere, aber vollständig ebene Flächen, die diese Bedingung erfüllen. In den weitaus meisten Fällen ermöglichen aber die Spaltbilder, selbst wo es sich nicht um direkt verschwommene, schwache oder sonst fragliche handelt, nur Ablesungen von ungleichmässiger Güte. Vielfach treten Doppelsignale auf bzw. zwei deutlich gesonderte Gruppen von Signalen. Sehr oft aber häufen sich die Signale zu kleineren oder grösseren Bündeln, entweder regellos oder manchmal nach gewissen Richtungen angeordnet.

Bei einer Anzahl von Kristallen (Nr. 12, 17, 26, 44, 45, 48, 52, 65, 67, 81 a, 83, 87, 95) bieten die Flächen der Form {111} keine Besonderheiten. Sie sind in der Regel glatt, glänzend, auch stark glänzend und treten in allen möglichen Grössenstufen auf.

Eine zweite Gruppe (Nr. 20, 22, 23, 24, 25, 27, 41, 43, 58, 61, 62, 69, 70, 81, 106, 116) ist dadurch charakterisiert, dass ihre

¹⁾ a. a. O. p. 224.

²⁾ $-\frac{9}{8}\mathbf{R}$, {0992}, {11.11.16} bzw. $-\frac{3}{8}\mathbf{R}$, {0.22.22.5}, {9.9.13}; vgl. hierüber *V. Goldschmidt*, Index der Kristallformen der Mineralien, 3. Bd. p. 426. Oder *V. von Worobieff*, a. a. O. p. 313.

Flächen einerseits zwar noch vorwiegend glänzend, dabei aber gebogen, geknickt, zerklüftet und von unregelmässigen Rissen durchzogen sind, andererseits eine schwach glänzende, matte bis völlig rauhe Ausbildungsweise darbieten. Wenn die Knickung sich nicht nur nach einer, sondern nach verschiedenen Richtungen bemerkbar macht, sieht die betreffende Fläche oft geradezu „zerknittert“ aus. Die Spaltbilder bestehen dann aus den bereits erwähnten Signalbündeln, deren Einzelsignale nicht selten über das ganze Gesichtsfeld verstreut erscheinen; in manchen Fällen lässt auch eine gewisse Anordnung derselben auf bestimmte Richtungen der Knickung bzw. Biegung der Fläche schliessen; die Richtungen der vier hauptsächlichsten Zonen, in deren Schnittpunkt die Fläche $\{11\bar{1}\}$ liegt, dürften dabei wohl von Einfluss sein. (Vgl. die beigegebene Projektion.)

An einigen Kristallen konnte ich eine zarte Streifung von $\{11\bar{1}\}$ beobachten und zwar an Kristall 103 parallel zur Kombinationskante $(11\bar{1}) : (20\bar{1})$, an Nr. 59 ausser dieser noch eine solche parallel zu den Kombinationskanten $(11\bar{1}) : (100)$, d. h. die Streifung erfolgt nach den drei Flächenrichtungen des Prismas II. Art. An Kristall 14 ist die Streifung nach der kürzeren Diagonale bei einer Fläche kräftiger, so dass eher von einer Furchung gesprochen werden könnte.

Sieben Kristalle (Nr. 1, 3, 9, 36, 57, 102, 114) sind durch eine bereits bei der Beschreibung der Form $\{100\}$ (vgl. Seite 38) erwähnte, annähernd parallel zu $\{10\bar{1}\}$ verlaufende Kerbung ihrer Kombinationskanten von $(100) : (11\bar{1})$ ausgezeichnet. Diese als Hinweis auf eine Lamellierung nach $\{10\bar{1}\}$ gedeuteten Kerben erstrecken sich allmählich schmaler und schwächer werdend entweder über die ganze oder nur über einen Teil der Flächen von $\{11\bar{1}\}$ und bewirken so die schon früher genannte Streifung der letzteren. Indes ist zu beachten, dass diese Furchen auf $\{11\bar{1}\}$ für gewöhnlich die Richtung parallel zu den Kombinationskanten von $(11\bar{1}) : 20\bar{1}$ bzw. zu einem Prisma II. Art nicht genau verfolgen, sondern in gewissem Sinne fächerförmig angeordnet liegen. Einmal (Nr. 102) wird auch die Fläche $\{212\}$, $-2R2$, wenigstens am Rande, von der Kerbung mit betroffen. Soweit es sich um das Gebiet der Flächen $\{11\bar{1}\}$ und gegebenenfalls auch $\{212\}$ handelt, finden sich der Form $\{20\bar{1}\}$ zugehörige, meist stark glänzende Flächen, worauf auch schon hingewiesen wurde, als Seiten der Kerben und Furchen bzw. als Abstumpfung der Lamellenkanten. Es hat den Anschein, als wenn $\{20\bar{1}\}$ von beiden Seiten her

über $\{11\bar{1}\}$ hinweggreife. Dieselbe Erscheinung kommt an zwei Kristallen (Nr. 4 und 81), bei denen die beschriebene Kanten-Kerbung nicht beobachtet wurde, dadurch zum Ausdruck, dass sich $\{20\bar{1}\}$ in einigen grabenartigen Vertiefungen parallel $\{10\bar{1}\}$ vorfindet.

Auf $\{11\bar{1}\}$ hat die Messung ausser $\{20\bar{1}\}$ noch andere Formen festgestellt. In einem Falle (Nr. 114) zeigt sich z. B. $\{100\}$ auf einer ziemlich breiten Terrassenstufe. Bei Kristall 80 offenbart die Fläche eine Menge Unebenheiten, jedoch in so ausserordentlicher Kleinheit, dass keine Figuren bestimmbar waren, sondern lediglich mit Hilfe des Goniometers die Formen $\{100\}$, $\{111\}$, $\{10\bar{1}\}$ und $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ in Gestalt glänzender Blättchen nachgewiesen werden konnten, eine Erscheinung, welche offensichtlich auf den schon mehrfach erwähnten Aufbau der Kristalle aus Säulchen resp. Fasern hinweist. Bei Kristall 15 scheint auch die Form $\{212\}$ auf $\{11\bar{1}\}$ vorhanden zu sein.

In ähnlicher Weise wie die genannten Formen sich auf $\{11\bar{1}\}$ wiederholen, greift diese auch ihrerseits auf Nachbarflächen über. Entweder tritt sie nur in Gestalt feiner Streifen oder glänzender Blättchen auf oder deutlich als Seitenfläche rinnenartiger Vertiefungen, Zerklüftungsspalten, Terrassenstufen oder rippenförmiger Erhöhungen. Acht Kristalle Nr. 19, 36, 77, 78, 79, 93, 103, 119) zeigen diese Erscheinung für $\{100\}$, 18 für $\{21\bar{1}\}$, $-\frac{1}{2}R3$, nämlich die Nr. 49, 50, 51, 54—56, 75, 76, 86, 87, 90, 92, 94, 96, 98, 101, 113 und 115. Auf Seite 37 wurde bereits darauf hingewiesen, dass es sich hier nach *Beckenkamp* aller Wahrscheinlichkeit nach um eine Lamellierung nach $\{11\bar{1}\}$ handelt.

1. Bei der ersten Gruppe soeben genannter Kristalle sind die Lamellen durch $\{11\bar{1}\}$ und $\{100\}$ begrenzt und zwar entweder durch zwei Flächen der letzteren Form, was besonders an Nr. 19, 77, 78, 79 und 119 gut ausgebildet ist, oder auch durch drei Flächen derselben wie bei Kristall 103, an welchem die obere Lamellenkante, wie Seite 38 ausgeführt wurde, anscheinend durch das gegenüberliegende $\{100\}$ abgestumpft wird (vermutlich Schichtenaufbau nach $\{100\}$).

2. Bei der zweiten Gruppe tragen im allgemeinen die einzelnen Lamellen als Endflächen die Formen $\{11\bar{1}\}$ und $\{21\bar{1}\}$; meistens ist $\{100\}$ beteiligt, so dass man vielleicht hierin wieder einen Hinweis mehr auch für eine Lamellierung parallel zu $\{100\}$ erblicken darf. Möglicherweise sind die Lamellenkanten noch durch andere weniger häufige Formen der Zone $[100, 11\bar{1}]$ abgestumpft. Fast alle aufgezählten 18 Kristalle zeigen die Streifung bzw. Lamellierung ganz

deutlich; bei Nr. 101 ist dieselbe dadurch noch mehr ausgeprägt, dass die stumpfere Polkante von $\{21\bar{1}\}$ gekerbt ist und infolgedessen die in diesen Kerben liegenden Flächenstücke von $\{11\bar{1}\}$ hübsch erkennen lässt.

3. An neun weiteren Kristallen (Nr. 40, 54, 74, 85, 87, 89, 91, 101, 112) findet sich $\{11\bar{1}\}$ auf Flächen von $\{33\bar{4}\}$, $-\frac{7}{2}R$, welche gewöhnlich von Vertiefungen bzw. Erhöhungen dicht überdeckt sind. Wie noch ausgeführt wird, bildet $\{11\bar{1}\}$ zusammen mit $\{212\}$, $-2R2$ die Begrenzung kleiner Gräben resp. Grübchen oder, mit einer anderen Form kombiniert, eine der Flächen an winzigen Hügeln.

4. Verhältnismässig selten habe ich $\{11\bar{1}\}$ auf $\{20\bar{1}\}$, $R3$ beobachtet. Nur die Kristalle 4 und 9 zeigen es und zwar liegt im ersteren Falle die Form in Vertiefungen von $\{20\bar{1}\}$, das andere Mal anscheinend auf schmalen Terrassen dieser Flächen.

Die hier im einzelnen geschilderten Erscheinungen können natürlich an einem und demselben Kristalle auch vereinigt auftreten. Mehrfach wurde ferner bemerkt, dass von $\{11\bar{1}\}$ gar keine selbständige Fläche entwickelt oder doch nur sehr schwach angedeutet ist. Andererseits liess sich beobachten, dass sie, meist in Verbindung mit anderen, auf die Flächenlage der genannten Formen hinübergreift, während diese Flächen selbst, gewissermassen durch eine derartige Ausbildungsweise ersetzt, nicht vorhanden sind oder höchstens den Charakter von Scheinflächen angenommen haben.

Viele Flächen der Form $\{11\bar{1}\}$ sind schliesslich noch dadurch ausgezeichnet, dass Wachstums- oder Ätzerscheinungen an ihnen wahrgenommen werden können. An 25 Kristallen habe ich diese Beobachtungen gemacht. Nr. 117 zeigt zweirautenförmige Erhöhungen, deren sehr schmale Seitenfläche offenbar von Formen (ditrig. Pyr.) der Zonen $[100, 10\bar{1}]$ und deren obere Abstumpfungen durch $\{11\bar{1}\}$ gebildet werden. Eine Fläche des Kristalls 7 weist eine kleine nach oben spitzbogenförmig abschliessende Grube mit anscheinend ebenem Boden und schmalen Seiten auf; eine die untere Hälfte ausfüllende, sich wie ein Keil einschiebende Erhöhung besitzt denen der Grube entsprechende schmale Seitenflächen und $\{11\bar{1}\}$ als Oberfläche. Auf Kristall 115 bemerkt man eine äusserst flache Grube von ähnlicher Begrenzung wie die rautenförmigen Erhöhungen des Kristalls 117. Die Flächen $\{11\bar{1}\}$ des Kristalls 82 sind mit zahllosen winzigen Vertiefungen von annähernd gleichschenkliger dreieckiger Gestalt über-

sät. Die Flächen a (vgl. Fig. 4) gehören offenbar einer ditrigonalen Pyramide der Zone $[11\bar{1}, 10\bar{1}]$, die Fläche b einer negativen trigonalen Pyramide an, welche flacher ist als $\{11\bar{1}\}$. Die Flächen a erscheinen meistens etwas gebogen, wodurch sich dann die obere Ecke des Grübchens etwas abrundet. Das besondere Interesse beanspruchen aber die Grübchen und Gruben auf den übrigen 21 Kristallen dieser Gruppe. Abgesehen von den annähernd runden winzigen Vertiefungen an Kristall 18 scheint die einfachste Form bei allen anderen annähernd die Gestalt einer Raute zu haben. Eine Reihe Flächen zeigt sich bei starker Vergrößerung mit tausenden derartiger äusserst winziger flacher Grübchen überdeckt, zwischen denen dann in allen Abstufungen die grösseren liegen, die bereits mit der Lupe und schliesslich mit unbewaffnetem Auge erkannt werden können. Zunächst erwecken die Grübchen den Eindruck, durchaus symmetrisch zu sein. Doch

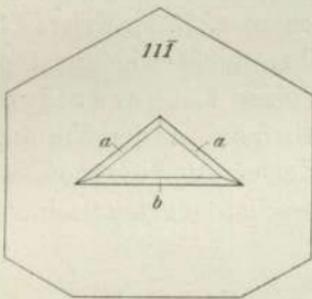


Fig. 4.

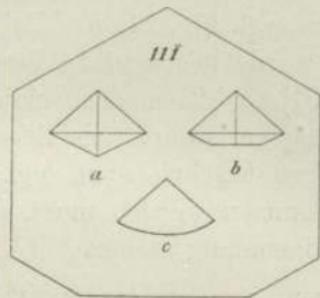


Fig. 5.

weist eine von zwei abwechselnden Richtungen her bei schräg auffallendem Licht vorgenommene Beobachtung darauf hin, dass die Begrenzung meist wohl nicht als Rhombus, sondern vielleicht eher als Deltoid zu bezeichnen ist (vgl. Fig. 5, a); dabei kann an der unteren Hälfte noch eine Abstumpfung auftreten, so dass die Formen b bzw. c (Fig. 5) herauskommen. Die Figuren sind also nur rechts und links symmetrisch. Eine Deutung der beteiligten Formen gelang nicht. Eine Fläche $(11\bar{1})$ an Kristall 118 zeigt einige grössere Grübchen von eben beschriebener Begrenzung und ist im übrigen völlig von ganz winzigen, anscheinend gleicher Art, überdeckt. Eines der grösseren Grübchen stellt eine stufenförmig zur Tiefe gehende Pyramide dar. Doch sind die einzelnen Stufen, auf welchen sich im übrigen die genannten winzigen Grübchen ebenfalls finden, nicht ringsum geschlossen, sondern ungefähr an der kürzeren Diagonale unterbrochen. Dass die Einzelgruben auch

zu mehreren sich aneinanderschliessen können, wie dies öfter beobachtet wurde, ist natürlich. Merkwürdig ist aber dabei der bei mehreren Kristallen gefundene Zusammenschluss in Reihen; z. B. die Kristalle 8, 9, 39, 102, 103, 114 zeigen neben den fast immer vorhandenen äusserst winzigen Grübchen und grösseren Einzelvertiefungen kürzere und längere, die sich entweder zu wenigen oder auch zu grösseren Mengen an- und übereinander auf $\{11\bar{1}\}$ vorfinden, und deren Verlauf fast durchweg der kürzeren Diagonale dieser Fläche, d. h. der Richtung des Prismas II. Art, parallel ist. Aus Fig. 24, *a* (Taf. IV) ist der Aufbau der Gruben aus den rhombenähnlichen Grübchen ohne weiteres ersichtlich. Besonders deutlich ist der Eindruck bei einigen Kristallen (z. B. Nr. 9), wo die genannten Einzelgrübchen, zumal die kleinsten, noch unverwachsen und unverwischt „wie an einem Faden aufgereiht“ liegen. An Kristall 103 zeigt sich diese Aufreihung von Grübchen in allen Grössenstufen besonders hübsch (vgl. Fig. 24, *b*). Bei einigen Flächen, z. B. an Kristall 37 und 114, wurde beobachtet, dass solche Reihen nicht wie sonst parallel zu $\{10\bar{1}\}$, ∞P_2 , sondern mehr im Sinne einer fächerartigen Anordnung verlaufen. Sie liegen dabei mehrfach in der Verlängerung der oben beschriebenen (vgl. Seite 58) Kerben und Gräben, weshalb angenommen werden muss, dass beide Erscheinungen miteinander in Zusammenhang stehen.

Nimmt man für die hier geschilderten Verhältnisse statt etwa in Frage zu ziehender Ätzung lieber Wachstumsvorgänge an, so lässt sich vielleicht an einen hauptsächlich in der Richtung der längeren Diagonale parallel zu $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, ∞R von rechts und links her wirkenden Aufbau der Fläche denken. Die Konzentrationsströme bringen die mit breiter Spitze sich übereinander und vorwärts schiebenden Molekülschichten von beiden Seiten einander nahe, sie durchdringen sich, neue folgen nach und so können die Grübchen und Reihen als dazwischen übriggebliebene Vertiefungen angesehen werden. Die völlig glatte Fläche wäre demnach als die ideale Vollendung, die mit den Vertiefungen behaftete Fläche als ein unfertiges Stadium im Werdeprozess des Kristalls aufzufassen.

Die entsprechende Form des analogen Poles $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$, $\{0\bar{2}\bar{2}\bar{1}\}$, $-2R$ ist ungleich seltener und zudem bei den drei Fällen, wo sie konstatiert werden konnte (Kristalle 41, 94 und 101) jedesmal sehr schlecht ausgebildet, so dass nichts näheres über die Flächenbeschaffen-

heit angeführt werden kann. Immerhin darf die Form für brasilianischen Turmalin als sicher gelten.

Die beiden besprochenen Formen $\{11\bar{1}\}$ und $\{\bar{1}11\}$, namentlich aber die erstere, gehören neben $\{100\}$ zu den für Turmalin bekanntesten Formen. In den ältesten Arbeiten über dieses Mineral sind sie erwähnt, doch habe ich verhältnismässig wenig Hinweise auf die Oberflächenbeschaffenheit bzw. Oberflächenstörungen gefunden.

*G. Rose*¹⁾ fand allgemein die Flächen beider Hälften immer glatt und glänzend.

*W. Ramsay*²⁾ erwähnt einen in der Richtung der kurzen Diagonale einer Fläche von $\{100\}$ verlaufenden einspringenden Winkel, dessen beide Seiten von je einer Fläche der Form $\{11\bar{1}\}$ gebildet werden. Der Kristall ist nach *Ramsay's* Erklärung ein Zwilling. Aus der Abbildung dieses Kristalls darf wohl entnommen werden, dass hier eine ähnliche Erscheinung vorliegt, wie beim brasilianischen Turmalin, wo wir ebenfalls $\{11\bar{1}\}$ in Rinnen auf $\{100\}$ gefunden haben. Es wurde darauf hingewiesen, dass es sich um eine Lamellierung nach $\{11\bar{1}\}$ handelt. Für die Fläche von $\{11\bar{1}\}$ eines anderer seiner Kristalle beschreibt *Ramsay* von einer flachen Pyramide begrenzte Subindividuen mit den Grundwinkeln 57° , 39° , 84° . Der erste dieser Winkel wird von der „rhomboëdrisch-hemiedrischen Symmetrieebene“ wieder in zwei ungleiche Teile von $38\frac{1}{2}^\circ$ und $18\frac{1}{2}^\circ$ geteilt. Darnach wäre also „sowohl die Form als die Lage dieser Subindividuen asymmetrisch“. Da sich an dem brasilianischen Material keine derartigen Fortwachsungen gezeigt haben, waren Vergleiche leider nicht möglich.

*V. v. Worobieff*³⁾ hat bei seinen Ceyloner Kristallen auf den Flächen von $\{11\bar{1}\}$ ebenfalls Fortwachsungsindividuen und Ätzerscheinungen beobachtet. Sie sind monosymmetrisch wie die von mir beobachteten, sehen aber anders aus als diese. Die von ihm untersuchten Brasilianer Turmaline hatten offenbar bezüglich der Fläche $\{11\bar{1}\}$ keine Besonderheiten aufzuweisen; denn er erwähnt lediglich ihre stark glänzende Beschaffenheit.

G. Reimann hat an seinen Kristallen vorwiegend glänzende bis stark glänzende Flächen von $-2R$ gehabt, deren Reflexbilder infolge der

¹⁾ a. a. O. (1836).

²⁾ a. a. O. und: Om tetartoëdri hos turmalin. Meddel. från Stockh. Högskola. No. 60. Bihang till k. Svenska Vet.-Akad. Handl. Bd. 13. Afd. II. No. 6 (1887). Ref. Zeitschr. f. Krist. etc. 15 (1889), 431 f.

³⁾ a. a. O. p. 311 u. 453.

vorzüglich ebenen Ausbildung meist scharf waren und exakte Messungen gestatteten. An einem Kristall (Nr. 78) fand er eine äusserst rau beschaffene Fläche. Es hat den Anschein, als sei der Kristall an dieser Stelle durch Anlagerung parallel gestellter dünner Säulchen aufgebaut, deren Enden nur ungefähr in diese Flächen fallen¹⁾. Auch die rauhe und stengelig-säulige Beschaffenheit der Prismenflächen unterhalb der Fläche liesse sich durch diese Annahme erklären. An einem anderen Kristall (Nr. 79) bildet $-2R$ grosse, prachtvoll glänzende Flächen, die allerdings infolge von Vizinalflächenbildung nicht ganz eben sind und ganze Gruppen von glänzenden Reflexbildern liefern, die eine scharfe Einstellung der Flächen nicht zulassen. Ich habe diese Erscheinung, wie oben beschrieben, auch an meinem Material bei sehr vielen Flächen beobachtet. Ferner erwähnt *Reimann* noch eine feine Streifung parallel der kürzeren Diagonale, eine ebensolche sich über $-2R$ und R erstreckende, welche von der kürzeren Diagonale der letzteren Fläche aus parallel der Kante $R:R$ verläuft, und schliesslich den Anteil einiger Flächen $-2R$ an der ebenfalls zu den Kanten $R:R$ parallel verlaufenden „Furchung“. Wie schon auf R fand *Reimann* auch auf $-2R$ -Flächen eine Menge kleiner, jedoch nicht näher beschriebener Grübchen, die mit gelbroter Masse angefüllt sind.

A. H. *Westergård* fand $\{11\bar{1}\}$ nur als sehr kleine, aber gut spiegelnde Dreiecke.

$\{33\bar{4}\}$, $\{077\bar{2}\}$, $-\frac{1}{2}R$ gehört beim brasilianischen Turmalin offenbar zu den gewöhnlichen Formen. An 38 meiner Kristalle (32%) habe ich sie gefunden und zwar zweimal als alleinige Endbegrenzung (Nr. 40 und 89); zweiundzwanzigmal als herrschende Form und einigemal mit der einen oder anderen Form nahezu im Gleichgewicht oder nur wenig untergeordnet, z. B. bei Kristall 48 neben $\{100\}$ und bei Nr. 115 neben $\{21\bar{1}\}$. Bei den übrigen tritt sie an Ausdehnung merklich zurück oder ist nur mit einer oder zwei Flächen entwickelt. Immerhin ist die relative Häufigkeit beachtenswert, mit welcher $\{33\bar{4}\}$ als Kombinationsträger auftritt.

Die Mehrzahl der Flächen ist nicht glänzend ausgebildet, sondern matt, rau oder körnig, auch mattglänzend oder zwar in der Hauptsache matt und rau, jedoch teilweise glänzend. Merkwürdig ist auch eine beispielsweise an Kristall 87 beobachtete Eigentümlichkeit.

¹⁾ Vgl. die Übereinstimmung mit meiner Beobachtung (Seite 59).

Eine der Flächen ist durch eine nur annähernd der äusseren Begrenzung parallel verlaufende Linie in eine glatte glänzende, nur mit kleinsten, unbestimmten Figuren bedeckte Randpartie und eine alle möglichen Vertiefungen, Grübchen und Gräben, aufweisende Innenpartie geteilt. Die Abwechslung zwischen rauhen und matten Stellen einerseits und glänzenden andererseits dürfte wohl auf verschiedenartige Wachstumsvorgänge zurückzuführen sein. Viele Flächen zeigen deutliche Unebenheiten, indem sie zerfressen aussehen, Terrassen, Vertiefungen und Hügelchen aufweisen. Einmal besteht die Fläche überhaupt nur aus einigen glänzenden Streifen (Nr. 21). Die Spaltbilder sind in den meisten Fällen nicht von gewünschter Klarheit und Eindeutigkeit gewesen. Neben einer Reihe guter Ergebnisse musste sich die Messung vielfach mit Schimmer-einstellung begnügen, die indessen immer noch bessere Resultate brachte, als die Anwendung dünner Glasplättchen oder Befeuchtung bei Flächen, die infolge ihrer rauhen Beschaffenheit keinerlei Reflexe hervorbrachten.

Die Versuche zur Feststellung der Formen, von welchen die Terrassen begrenzt werden, führten im allgemeinen nur zu unsicheren Ergebnissen. Bei den Kristallen 49, 52, 91, 95, 115 und 116 liegen Flächen von negativen Pyramiden vor, die der Zone [112, 334, 111] angehören. Dieselben sind teilweise sehr steil, denn der Winkel zwischen ihnen und (112) ist in ein paar Fällen sehr klein (zwischen 2° und 5°) gefunden worden. Eine Berechnung der Formen war aber infolge der mangelnden Sicherheit der Messung nicht möglich. In einigen anderen Fällen scheinen weniger seltene Formen, nämlich $\{11\bar{1}\}$, $-2R$, $\{223\}$, $-5R$, $\{335\}$, $-8R$ als obere bzw. untere Begrenzungsflächen vorzuliegen. Sicherer war bei den Kristallen 48, 83, 101 und 116 die Konstatierung, dass das Prisma I. Art an der Terrassenbildung Anteil nimmt. Es ist anzunehmen, dass hier wieder die bereits erwähnte Lamellierung nach $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, ∞R vorliegt. An Nr. 48 kommt dieselbe schon äusserlich in der Prismenzone hübsch zum Ausdruck, lässt sich aber auch bei den übrigen, besonders bei Nr. 116, erkennen. Die hintereinander stehenden Lamellen können begrenzt sein: oben im allgemeinen durch $\{33\bar{4}\}$ selbst — wie wir sehen werden, sind auch noch andere Formen beteiligt —, an beiden Seiten entweder durch das Prisma II. Art oder ein anderes, welches zwischen $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ resp. $\{112\}$ und $\{10\bar{1}\}$ liegt, und vorne lediglich durch $\{112\}$. Da letzteres dem $\{10\bar{1}\}$ gegenüber meist verhältnismässig schmal

ausgebildet ist, so lässt sich der nach $\{11\bar{2}\}$ zu stufenförmig sich verjüngende Aufbau der Prismen hier und da deutlich beobachten.

Auch die Oberflächenbeschaffenheit von $\{3\bar{3}\bar{4}\}$ lässt sich zum Teil mit Hilfe der angenommenen Lamellierung erklären. Es sei hier nur auf die treppenförmige Ausbildung einer der Flächen bei Kristall 116 hingewiesen; hier endigen die oberen Lamellenbegrenzungsflächen nicht in einer einzigen Ebene bzw. die einzelnen Stufen scheinen noch nicht „verheilt“ zu sein, wie bei denjenigen Kristallen, bei welchen diese Fläche glatt ausgebildet gefunden wird.

Die neben den Terrassen, wie erwähnt, vorhandenen Vertiefungen und Erhöhungen weisen in der Hauptsache die Formen $\{21\bar{2}\}$, $-2R2$ und $\{11\bar{1}\}$, $-2R$ auf, zeigen aber eine verschiedene Ausbildung. Einzelheiten und genauere Aufschlüsse ergeben sich erst bei Anwendung des Mikroskops.

Zunächst wurden längliche, grabenartige, in der Richtung der kürzeren Diagonale verlaufende Vertiefungen beobachtet, die im wesentlichen den schematischen Abbildungen der Fig. 6 entsprechen. Bei den Kristallen 1, 15, 39, 47 und 66 wurde meist durch direkte Messung festgestellt, dass die schmalen Seitenflächen in den Vertiefungen der Form $\{21\bar{2}\}$ angehören, welche entweder am Kristall mit selbständigen Flächen beiderseits von $\{3\bar{3}\bar{4}\}$ auftritt oder aber auch nur in erwähnter Weise vorhanden ist. Diese Vertiefungen haben etwa die

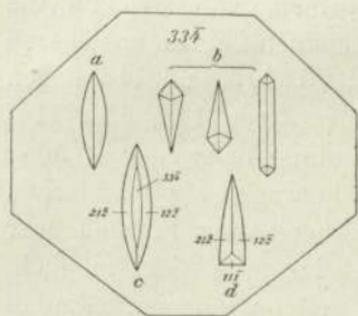


Fig. 6.

Gestalt von Ellipsen, was aber die durch schwache Anzeichen gestützte Annahme nicht ausschliesst, dass die eigentliche Grundform noch andere Flächen aufweist, indem zu $\{21\bar{2}\}$ am oberen oder unteren oder an beiden Enden der Vertiefung noch ditrigonale Pyramiden treten. Die Kleinheit derselben und die matte oder rauhe Beschaffenheit von $\{3\bar{3}\bar{4}\}$ gestatten keine genaueren Angaben hinsichtlich dieser Pyramiden. Es lässt sich aber leicht übersehen, dass aus solchen Gestalten durch Abrundung der Ecken (vgl. Fig. 6,b) Ellipsen hervorgehen können (vgl. Fig. 6,a). In einem Falle (Nr. 47) wurde eine solche Verbreiterung der Gräben durch eine eingeschaltete, der Form $\{3\bar{3}\bar{4}\}$ zugehörige Fläche hervorgerufen (vgl. Fig. 6,c). Bei den Kristallen 40 und 74 haben diese Vertiefungen die Gestalt von

Fig. 6,d. Hier tritt noch die Form $\{11\bar{1}\}$ als untere Begrenzungsfläche hinzu.

Wenn die geschilderten Gräben in sehr grosser Menge auftreten und sich, wie z. B. bei Kristall 1, dicht aneinander schliessen, dann wird die eigentliche Fläche $\{33\bar{4}\}$ stark in den Hintergrund gedrängt; es bleiben förmlich nur „Kanten“ übrig, mit welchen die Flächen von $\{212\}$ zusammenstossen. Die Verhältnisse bei Kristall 112 berechtigten zu demselben Schlusse. Hier greifen zwei Flächen von $\{212\}$ über bzw. in der Flächenlage von $\{33\bar{4}\}$ derart übereinander, dass zwar unregelmässige aber deutlich beiderseits von $\{212\}$ begrenzte Erhebungen entstehen; auch die Formen $\{112\}$ und $\{11\bar{1}\}$ wurden an ihnen bemerkt. Über die Annahme einer Lamellierung wird noch gesprochen werden. An dieser Stelle sei lediglich hervorgehoben, dass die Fläche $\{33\bar{4}\}$ am vorliegenden Kristall vollständig durch $\{212\}$ verdrängt erscheint.

In ihrer äusseren Form von den bisher beschriebenen abweichende, in bezug auf ihren monosymmetrischen Charakter jedoch übereinstimmende Vertiefungen fanden sich bei den Kristallen 12, 66, 87 und 91. Bei ersterem zeigen sich sehr kleine, fast gleichseitig dreieckige Grübchen, mit denen die Oberfläche dicht besät ist. Die Grübchen bei Kristall 66 lassen zunächst einen annähernd fünfeckigen Umriss erkennen. Bei stärkerer Vergrösserung ergibt sich, dass jedes Grübchen anscheinend aus vier nach innen schräg einfallenden Flächen besteht und nach oben hin meist flach in eine Art „Schnauze“ ausläuft; ebensogut lässt sich natürlich auch an das Vorhandensein von fünf Flächen denken (vgl. Fig. 7); doch konnte durch direkte Beobachtung in dieser Hinsicht nichts festgestellt werden. Auf Grund der Messung ergab sich lediglich für die Flächen a die Form $\{212\}$ und für b die Form $\{11\bar{1}\}$;

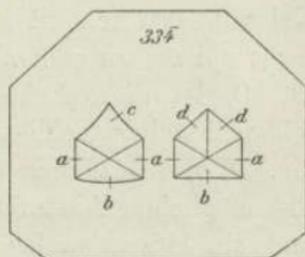


Fig. 7.

Fläche c , die einer steilen negativen Pyramide (vielleicht $\{223\}$, $-5R$) entspricht, oder die ganz unsichere Fläche d konnten nicht näher bestimmt werden. Auf einer der Flächen von $\{33\bar{4}\}$ des Kristalls 87 fanden sich Vertiefungen von gleicher Zusammensetzung. Das Besondere ist hier, dass die einzelnen Grübchen in gerader Linie mehrfach nebeneinander und auch übereinander liegen (vgl. das Schema Fig. 25,a, Taf. IV). Man kann annehmen, dass in der Richtung der längeren Diagonale Gräben verlaufen, welche einerseits

von $\{11\bar{1}\}$, andererseits von der fraglichen Pyramide begrenzt sind und durch senkrecht zu dieser Richtung, also parallel zur kürzeren Diagonale, angeordnete „Rippen“ eine Einteilung in einzelne Grübchen erfahren. Aus Fig. 25, *b*, die der wirklichen Beobachtung entspricht, geht hervor, dass diese Rippen verschieden lang sein können, wodurch sich die tatsächlich mehrfach beobachtete unvollständige Ausbildung genannter Grübchen in einfacher Weise erklären lässt. Über die anzunehmende Zusammensetzung dieser als Rippen (oder „Rücken“) bezeichneten Erhöhungen aus winzigen Pyramiden wird im folgenden gesprochen werden. Kristall 91 weist einige ganz ähnliche Erscheinungen auf.

Die Erhöhungen auf den Flächen von $\{3\bar{3}4\}$ sind im wesentlichen von zweierlei Art: entweder kleine ungleichseitige Pyramiden oder parallel zur kürzeren Diagonale orientierte Langhügel. Beide Formen werden an den 22 Kristallen, an welchen sie vorkommen, meistens gemeinschaftlich angetroffen und scheinen miteinander in Zusammenhang zu stehen, derart, dass die letzteren aus ersteren aufgebaut gedacht werden können.

1. Die Pyramiden setzen sich zusammen aus zwei schmalen einer nicht entzifferten ditrigonalen Pyramide zugehörigen Flächen und einer grösseren dritten, welche der Messung zufolge der Form $\{11\bar{1}\}$ zuzurechnen ist. Sie sind also symmetrisch (vgl. Fig. 26, Taf. IV) zur Richtung der kürzeren Diagonale von $\{3\bar{3}4\}$. In einem Falle (Kristall 100) scheint der von beiden Flächen a gebildete Winkel etwas spitzer zu sein als gewöhnlich. Bei einigen Kristallen (Nr. 52, 83, 98) ist diese Ecke mehr oder weniger abgerundet, so dass die beiden Flächen schliesslich bogenförmig ineinander übergehen (vgl. Fig. 26, *b*). Bezüglich Grösse und Anordnung der Pyramiden gelten alle möglichen Abstufungen. Bei den Kristallen 50, 94, 95 und 96 sind sie beispielsweise so schwach ausgeprägt und winzig, dass sie erst mittels starker Vergrösserung gesehen werden. Zum Teil finden sich die Figuren einzeln oder in Gruppen, in den meisten Fällen aber bedecken sie in zahlloser Menge ganz oder teilweise die Oberfläche (vgl. die Kristalle 89, 96, 97, 100). Dabei kann gröbere Ausbildung mit feinerer abwechseln (Nr. 101) oder es können alle Hügel dicht aneinander schliessen oder auch glänzende Zwischenräume lassen (Nr. 97). Die Kristalle 52, 90, 92, 98 und besonders 89 sind gute Beispiele für eine Dachziegel- bzw. schuppenartige Ausbildung. Die ganze Oberfläche besteht speziell bei dem zuletzt genannten Kristall lediglich aus völlig an- und übereinander geschobenen

Hügelchen, deren Vorderecke entweder in ihrer ursprünglichen Form vorhanden oder abgerundet sein kann (Fig. 27, Taf. IV).

2. Die Langhügel erweisen sich ihrer äusseren Form nach als mehr oder weniger langgestreckte schmale oder breitere Erhebungen, die hauptsächlich von zwei Flächen $\{212\}$ begrenzt werden, zu denen häufig noch als obere Abstumpfung eine Fläche $\{334\}$ tritt. Einige Erhebungen auf Kristall 84 weichen durch ihre breite, unregelmässige Gestalt von der gewöhnlichen etwas ab, zeigen aber auch nur $\{212\}$ als Seitenflächen und eine sehr rauhe abstumpfende Fläche, die mit $\{334\}$ in einer Ebene zu liegen scheint. Die auf den Kristallen 87 und 91 beobachteten „Rippen“ oder „Rücken“ wurden bereits erwähnt. Für alle diese genannten und die übrigen nicht besonders hervorgehobenen Langhügel ist eine ungemein zarte Streifung oder Riefung von Interesse, die meist erst bei stärkerer Vergrösserung erkannt wurde. Wie der Vergleich mit den Einzelpyramiden erkennen lässt, verlaufen die Streifen etwa parallel den längeren Polkanten derselben.

Fig. 28 (Taf. IV) soll schematisch das Ergebnis der Untersuchungen wiedergeben. Es lässt sich sehr gut vorstellen, dass die Pyramiden — einzeln oder zu mehreren aneinander in der Richtung der kürzeren Diagonale (dd) der Fläche $\{334\}$ — dicht aufgereiht jeweils ein Ganzes bilden können, das am einen Ende durch $b = \{11\bar{1}\}$, am anderen vermutlich durch die zwei nicht näher bestimmbaren schmalen Pyramidenflächen c und an den beiden Langseiten durch die gemessenen Flächen der Form $a = \{212\}$ begrenzt wird. Je nach der Intensität des Zusammenschlusses der einzelnen Pyramiden bzw. der „Ausheilung“ sind die Polkanten derselben auf den Flächen $\{212\}$, die eigentlich in diesem Falle mehr den Namen von Scheinflächen verdienen dürften, entweder als Riefen oder nur als ganz zarte, kaum zu unterscheidende Streifen noch sichtbar.

Von den bisher geschilderten Erhöhungen unterscheiden sich etwas die bei den Kristallen 54 und 83 vorgefundenen Verhältnisse. Bei ersterem deutet die Beobachtung auf Hügelchen, durch die noch eine Fläche zwischen $\{334\}$ und $\{112\}$ zum Ausdruck kommt, die, allerdings unsicher, der Form $\{8.8.\bar{1}3\}$ angehört. Beim zweiten Kristall haben die dachziegelartig angeordneten Erhöhungen eine sehr spitz zulaufende Gestalt und lassen zudem keine eigentlichen Flächen mehr erkennen, so dass sie mehr den Charakter von Wachstumszähnen besitzen, die sich von der Polseite der Fläche nach deren dem Prisma zugewendeten Seite vor- und übereinander schieben.

Der bereits erwähnte Kristall 116 ist hinsichtlich der Flächenbeschaffenheit der an ihm herrschenden Form {334} sehr interessant, weshalb ich ihn besonders beschreibe. Er weist ausser der genannten Form noch folgende auf: {100} mit drei unscheinbaren Flächen, {111} ähnlich, {211} mit sechs matten und rauhen Flächen und {8.8.13} einmal mit fraglicher Sicherheit als schmaler glänzender Streifen zwischen (112) und (334). Die an einer der drei grossen {334}-Flächen gefundenen Eigenschaften sind an der Fig. 29 (Taf. IV), teilweise schematisch und andeutungsweise, zum Ausdruck zu bringen versucht. Wir haben in der Hauptsache zwei sich unter rechtem Winkel durchschneidende Streifenrichtungen: ein System zur Kombinationskante mit (212) bzw. zu einem Prisma II. Art parallel verlaufender langer, sehr schmaler Gräben wird senkrecht zu dieser Richtung von breiten Lamellen unterbrochen. Die untere Partie der Fläche liegt um eine Terrassenstufe höher als die sich direkt anschliessende erste Querlamelle; an dieser scharfen Grenze laufen die genannter Flächenpartie angehörenden Gräben bzw. Rinnen aus. Die Lamellen fallen dann ganz flach terrassenförmig nach oben ein, wo wir eine Fortsetzung der Rinnen, jedoch in schwächerer Ausbildung als unten, bemerken. Die Seitenflächen der langen Gräben gehören wahrscheinlich der Form (212) an; der Abschluss oben und unten geschieht vielleicht durch ditrigonale Pyramiden; wenigstens scheinen solche die einzelnen Teilstücke zu begrenzen, in welche vielfach die Gräben aufgelöst sind. Zwischen den letzteren finden sich zahlreich winzige Grübchen von spitz-viereckiger, länglicher Gestalt; sie reihen sich oft zu mehreren aneinander und geben so der Auffassung Berechtigung, dass die Rinnen lediglich eine Verschmelzung vieler Grübchen darstellen. Auch die scheinbar glatte Oberfläche der Querlamellen lässt bei scharfer Untersuchung eine zarte Andeutung der Gräben erkennen, indem sie ebenfalls solche winzige Grübchen aufweist, deren Längsachse in die Richtung der Gräben fällt.

Auf der zweiten Fläche tritt neben den soeben geschilderten Eigenschaften eine weitere ausgeprägter hervor, die auf Fläche I nur angedeutet ist. Zerstreut auf der Oberfläche liegen einzelne höchst unregelmässig begrenzte, zerrissene „Inselchen“, die eine merkwürdige Streifung aufweisen. Sehr feine, nur bei starker Vergrösserung erkennbare Gräben bedecken netz- oder gitterartig die Flächen dieser Inseln, deren Niveau übrigens tiefer als dasjenige der glänzenden Hauptfläche zu liegen scheint. Ausserdem sind sehr

kleine flache, annähernd dreieckige bis halbkreisförmige Hügelchen vorhanden, deren Oberflächencharakter sich indes nicht genau feststellen liess; die Längsgräben von {334} erstrecken sich, tief einschneidend, hinein.

Die dritte Fläche zeigt den bereits Seite 65 erwähnten terrassenförmigen Aufbau, bestehend aus Flächen von {112} und {334} (bzw. vizinalen); als Ursache dieser Ausbildung wurde Lamellierung (bzw. Absonderung) nach {112} resp. {211} angenommen. Die einzelnen Lamellen weisen folgende Formen auf: {112} und {334} (bzw. vizinale Formen), ferner als seitliche Begrenzung wahrscheinlich {101} und als Abstumpfung der Kante (112):(334) noch eine sehr schmale Fläche, die als unsicher der Form {8.8.13} zuzurechnen ist. Über die Oberflächenbeschaffenheit dieser dritten Fläche von {334} ist nichts von Belang zu berichten. Nur einige der bekannten winzigen Grübchen und eine ungleichseitige dreikantige Erhöhung wurden wahrgenommen.

Für die Erscheinung, wie sie speziell bei den beiden ersten Flächen des Kristalls 116 beschrieben wurde, nämlich, dass eine Streifung parallel {101} in der Mitte von einer dazu senkrechten durchschnitten wird, gibt *J. Beckenkamp* folgende Erklärung: „Die beiden Streifenrichtungen sind aktive Netzlinien (Hauptrichtungen) des Kristalls, aber an der einen Stelle ist die eine, an der anderen Stelle die andere mehr bevorzugt. Die Streifen stehen mit Lamellenbildung in gegenseitiger Beziehung, so dass die eine die andere bedingt. Durch die Lamellenbildung werden diejenigen Netzlinien, welche von den Lamellengrenzen nicht durchschnitten werden, vor den durchschnittenen durch Selbstinfluenz bevorzugt. Diese Bevorzugung bestimmter Netzlinien wirkt ihrerseits wieder einer Unterbrechung der bevorzugten Netzlinien entgegen. So findet sich dann an einer Stelle eine Lamelle und Streifen der einen Art, an einer anderen Stelle die einer anderen Art.“

Die Form {334} ist von *G. Rose*¹⁾ (1836) in die Literatur eingeführt worden. Er fand sie am oberen Ende eines grünen Kristalls aus Brasilien mit matten Flächen entwickelt. Für grünen brasilianischen Turmalin wird die Form ferner erwähnt von *Des Cloizeaux* (1862) in seinem „Manuel“ (p. 506) und zwar weisen sie drei von

¹⁾ a. a. O. p. 231 bzw. 241.

den sechs genannten Kombinationen auf. Dann gibt *P. v. Groth*¹⁾ die Form für dieses Vorkommen an.

*Worobieff*²⁾ fand {334} an einem grasgrünen brasilianischen Kristall aus der *Seligmann'schen* Sammlung als herrschende Form; er gibt eine Zeichnung dieser typischen Kombination und macht auf die an diesen Flächen erscheinenden Vertiefungen aufmerksam, welche von ganz gut spiegelnden Flächen von {212}, $-2R2$ begrenzt sind. Auch für einen in der Münchener Staatssammlung befindlichen Kristall aus Minas Geraës bezeichnet *Worobieff* {334} als vorherrschend.

*G. Reimann*³⁾, welcher die Form an 38 seiner Kristalle beobachtet hat, betont ausdrücklich, dass $-\frac{1}{2}R$ eine für Brasilianer Turmalin besonders charakteristische Form ist. Die Flächen sind stets matt oder mattglänzend, stellenweise glänzend, wenige auch rauh; dabei sind sie häufig so eben, dass die Reflexbilder äusserst scharf messbar waren. Bei wenigen Kristallen war die Oberfläche von $-\frac{1}{2}R$ mit einer rötlichen Zersetzungsmasse bedeckt und deshalb eine Messung nicht möglich.

Ausser Brasilien kommen für die besprochene Form noch eine Reihe anderer Vorkommen in Betracht. Unter anderen beschreibt sie *G. d'Achiardi*⁴⁾ an Kristallen der Inseln Elba und Giglio, *V. v. Worobieff* an seinen Ceyloner und ausserdem an von ihm untersuchten russischen Turmalinen aus Mursinka, *A. Krejčí*⁵⁾ an böhmischen Kristallen (Piseker Mineralien), *Fr. Slavik*⁶⁾ an solchen aus Westmähren (Cyrillhof bei Gross-Meseritsch), an norwegischen Turmalinen kommt sie vor und wohl noch an vielen anderen.

Die Form {223}, {0551}, $-5R$ ist schon lange bekannt. Sie wird bereits von *P. Riess* und *G. Rose*⁷⁾ erwähnt und zwar beim

¹⁾ Die Mineraliensammlung der Kaiser-Wilhelms-Universität Strassburg. Strassburg 1878, p. 193. Bzw. Zeitschr. f. Krist. etc. 6 (1882), 221 (Brief an Seligmann).

²⁾ a. a. O. p. 430 f.

³⁾ a. a. O. p. 119 ff.

⁴⁾ Le tormaline del granito Elbano. Parte prima, 1883. Parte seconda, 1896. Pisa. Atti della Società Toscana di Scienze Naturali. Memorie, vol. XIII e XV. Ferner: Osservazioni sulle tormaline dell' Isola del Giglio. Pisa 1897. Annali delle Università toscane. Tomo XXII. Vgl. die Referate: Zeitschr. f. Krist. etc. 26, 211; 30, 201; 31, 405. N. Jahrb. f. Min. etc. 1898 (II), 200.

⁵⁾ Ref. Zeitschr. f. Krist. etc. 39 (1904), 399.

⁶⁾ Ref. N. Jahrb. f. Min. etc. 1905 (II), 188; Zeitschr. f. Krist. 42 (1906), 410.

⁷⁾ a. a. O. p. 68 ff.

Turmalin von Gouverneur in New York. Ausserdem ist sie für eine Reihe anderer Vorkommen charakteristisch.

Am brasilianischen Turmalin fand sie zuerst *G. Seligmann*¹⁾, *V. v. Worobieff*²⁾ beschreibt sie ebenfalls an dem schon genannten, in der *Seligmann'schen* Sammlung befindlichen Kristall, an welchem sie mit sehr glänzenden Flächen entwickelt ist. Auch *A. H. Westergård*³⁾ hat an einem der von ihm untersuchten Kristalle die Form mit drei grossen, aber matten Flächen konstatieren können. Es lässt sich ersehen, dass {223} für die Brasilianer Turmaline durchaus nicht häufig ist, was auch aus den Ergebnissen der Arbeit *G. Reimann's* hervorgeht, welcher die Form an keinem seiner 160 Kristalle hat nachweisen können. An dem von mir untersuchten Material kommt sie an 9 Individuen vor, aber in so unbedeutender Entwicklung, dass die Messung keine sehr befriedigenden Resultate brachte. An Nr. 51, 56, 68, 84 und 85 war sie mit selbständigen Flächen, meist nur mit einer einzigen, und lediglich einmal als glänzende, anscheinend gebogene Fläche ausgebildet. Bei Nr. 87, 91, 95 und 99 ist {223} in Gestalt sehr schmaler, z. T. glänzender Streifen an den auf {334} befindlichen Terrassen auf Grund annähernder Winkelmessung vorhanden; auch kommt sie bei den dort (vgl. S. 67) beschriebenen Grübchen als Fläche *c* in Betracht und bildet wohl auch eine der Seitenflächen an winzigen Hügelchen auf Flächen der Form {201} (Kristall 99).

Die Form {8.8.13}, {0771}, —7R fand sich an Nr. 50, 54 und 116 meiner Kristalle. Allerdings ist die Bestimmung eine nur annähernde, da die Spaltbilder keine exakte Messung zulassen. An Kristall 54 bildet die betreffende Fläche die Seite eines auf {334} befindlichen Hügelchens (vgl. Seite 69) und an Kristall 116 eine sehr schmale Fläche an den (Seite 71) besprochenen Terrassen bzw. Lamellen. Jedenfalls ist diese Form für den brasilianischen Turmalin als nicht ganz sicher zu bezeichnen; ebenso die folgende:

{335}, {0881}, —8R, welche nur einmal an Kristall 95 als glänzendes Streifchen ohne Spaltbild beobachtet werden konnte.

¹⁾ a. a. O. p. 224.

²⁾ a. a. O.

³⁾ a. a. O.

2. Ditrigonale Pyramiden der Zone zwischen $\{100\}$, R und $\{10\bar{1}\}$, $\infty P2$.

Die Form $\{20\bar{1}\}$, $\{2\bar{1}3\bar{1}\}$, R3 habe ich an 67 Kristallen gefunden, d. s. 56 0/0; hinsichtlich der Häufigkeit des Auftretens steht also $\{20\bar{1}\}$ unter den beobachteten Formen an dritter Stelle. An 8 Kristallen (Nr. 25, 26, 38, 44, 51, 58, 61, 86) ist sie Träger der Kombination und an 26 mit allen Flächen entwickelt. Vorwiegend gute, z. T. glänzende Flächenausbildung zeigen 31 Stück, wobei sich jedoch nicht immer gute Spaltbilder boten. Ein paarmal bestanden diese aus einer Reihe von mehreren Signalen, sogenannten Signalbündeln, was auf eine „unruhige“, geknickte oder „zerknitterte“ Oberfläche schliessen lässt; hierher gehören beispielsweise die Kristalle 44 und 61, bei welcher letzterem die im allgemeinen glänzenden Flächen zerfressen aussahen und teilweise von ganz zarten Linien durchzogen erschienen. Bei 9 anderen Kristallen waren die Flächen meist schwach- oder mattglänzend, an 16 waren sie matt, rauh oder körnig entwickelt. Bei dieser Gruppe gehören gute Bilder natürlich zu den Seltenheiten; oft waren überhaupt keine Reflexe vorhanden, an Nr. 108 und 109 wirkte zudem ein bereits mehrfach erwähnter weisslicher resp. rötlichbrauner Überzug störend, der sich diesmal nicht entfernen liess.

Eine Eigentümlichkeit, welche besonders bei der Form $\{20\bar{1}\}$ einigemal hübsch zum Ausdruck kommt, ist die deutliche alternierende Ausbildung von je zwei unter dem kleinen Winkel sich treffenden Flächen (vgl. Nr. 58, 87, 92, 95, 97, 98, 100, 114). Dieselben greifen terrassenartig übereinander, so dass beispielsweise auf dem Gebiete von $t_1 = (2\bar{1}0)$ Stufen von $t_2 = (20\bar{1})$ sich befinden und umgekehrt; mit anderen Worten, auf jeder der beiden Seiten sind beide $\{20\bar{1}\}$ -Flächen vertreten. Vielleicht kann auch hier an eine Lamellierung gedacht werden, bei welcher sich zwei Richtungen kreuzen. Manchmal stumpft die Form $\{4\bar{1}\bar{1}\}$, $\frac{3}{2}R$ (vgl. Seite 53) mit ausserordentlich schmaler Fläche die Kanten der beiden Flächen bzw. ihrer Terrassenstufen ab.

Bereits bekannt ist die Beobachtung, dass Flächen von $\{20\bar{1}\}$ in den Kerben auftreten, welche die Kombinationskanten $(100) : (11\bar{1})$ durchschneiden. Es handelt sich hierbei um die Kristalle 1, 3, 9, 36, 57, 102 und 114. Bei Besprechung der Formen $\{100\}$ und $\{11\bar{1}\}$ wurde diese interessante Erscheinung ausführlich geschildert und darauf hingewiesen, dass ihr eine Lamellierung nach $\{10\bar{1}\}$ zugrunde

liegt, wobei die Form $\{20\bar{1}\}$ mit meist glänzenden Flächen die Lamellenköpfe (auf dem Gebiete von $\{11\bar{1}\}$) abstumpft.

Aber auch ohne dass die Kerbung der Kanten selbst vorliegt, findet sich (bei Nr. 4 und 81), wie ebenfalls schon früher erwähnt wurde, $\{20\bar{1}\}$ als Seitenfläche in Vertiefungen von $\{11\bar{1}\}$. An einem anderen Kristall (Nr. 8) wurde eine winzige $\{20\bar{1}\}$ -Fläche zusammen mit einer Prismenfläche in einer Kerbe beobachtet, welche quer über die Kombinationskante $(30\bar{2}):(10\bar{1})$ geht.

Eine annähernd parallel zur Kombinationskante $(20\bar{1}):(2\bar{1}0)$ verlaufende Streifung zeigt sich bei Nr. 13, 98 und 113; bei 113 scheint teilweise die Streifung von $\{100\}$ in Gestalt von Gräben sich auf $\{20\bar{1}\}$ fortzusetzen.

Von den Formen, welche auf Flächen von $\{20\bar{1}\}$ in Rinnen bzw. Terrassen auftreten, kommen hauptsächlich $\{11\bar{1}\}$, $\{30\bar{2}\}$, $\{21\bar{2}\}$ und $\{100\}$ in Betracht. So sah ich $\{11\bar{1}\}$ bei Nr. 4 und 9 übergreifen, bei letzterem als Terrassen, wie bereits Seite 60 ausgeführt ist. Eine Kerbe, die sich an Kristall 8 von oben nach unten über eine $\{20\bar{1}\}$ -Fläche zieht und auch $\{30\bar{2}\}$ trifft, besitzt einerseits $(30\bar{2})$, andererseits $(21\bar{2})$ als Seitenflächen. Letztere Form wurde als fraglich in Gräben bei Nr. 114, die Form $\{100\}$ bei Nr. 110 konstatiert.

Einige Kristalle weisen auch Grübchen auf, deren Gestalt jedoch nicht bei allen festgestellt werden konnte. Bei Nr. 25 sind es längliche, manchmal dicht aneinander geschlossene Vertiefungen, die den betreffenden Flächen ein etwas „zerfressenes“ Aussehen geben. Bei Nr. 66, 91, 113 und 114 sind es zwar auch nicht näher bestimmbare Grübchen, doch lassen verschiedene Anzeichen erkennen, dass es sich um dieselben handelt wie bei Nr. 38, 51 und 54. Hier haben wir vorwiegend glänzende Flächen, die mehr oder weniger dicht von winzigen trigonalen Grübchen bedeckt sind, deren Seiten schwach gebogen sein können; auf Grund der mikroskopischen Untersuchung setzen sie sich im wesentlichen aus drei Flächen zusammen, lassen aber infolge ihrer Kleinheit nicht erkennen, welchen Formen diese angehören; sie sind schief zur Kante $(20\bar{1}):(2\bar{1}0)$ orientiert, und zwar in bezug auf diese symmetrisch (vgl. Fig. 8).

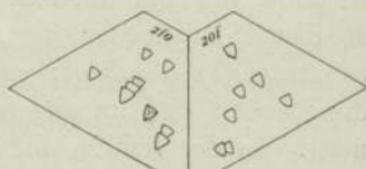


Fig. 8.

Eine gleiche Symmetrie weisen die einigemal beobachteten Hügelchen auf. Doch gelang es nicht, mit Sicherheit Form und Zusammensetzung zu ergründen. Teils scheint, die Begrenzung die-

selbe zu sein wie bei den Grübchen, z. B. bei Nr. 92, 98, 99 und 115, nur dass die Figuren nicht schief zur vorhin genannten Kante stehen, sondern eine Seite annähernd senkrecht zu derselben haben. Bei Nr. 98 kommen parallel zur gleichen Kante bzw. parallel $\{101\}$ verlaufende langgestreckte Aufwachsungen („Rippen“) hinzu, die vielleicht als Reihen von Einzelhügeln aufgefasst werden dürfen.

Bei den Kristallen 90, 93 und 94 handelt es sich anscheinend um kompliziertere Figuren; dieselben haben teils rauhe, teils glänzende Oberflächenbeschaffenheit und sind dicht ineinander geschoben. Mit Hilfe von Goniometer und Mikroskop habe ich Versuche zu einer einwandfreien Deutung gemacht, bin aber bezüglich der etwa vorliegenden Kristall-Formen zu keiner Sicherheit gelangt.

Die entsprechende Form $\{201\}$, $\{\bar{2}1\bar{3}1\}$, R_3 habe ich bei keinem Kristall gefunden, obwohl sie sonst nicht selten ist. Z. B. teilt *Worobieff*¹⁾ mit, dass beim Ceyloner Vorkommen gerade $\{201\}$ häufiger ist als $\{20\bar{1}\}$; letztere ist keine typische Form für diese Turmaline, während $\{201\}$ an denselben nach $\{100\}$, $\{110\}$ und $\{11\bar{1}\}$ die häufigste ist, „vielleicht ebenso häufig wie die beiden letzten.

Die Form $\{20\bar{1}\}$ ist bereits den ältesten Autoren bekannt. *Haiiy*²⁾ hat sie u. a. an einem durchsichtigen tiefgrünen Turmalin aus Brasilien bemerkt; die betreffende Figur im Atlas gibt ganz ähnliche Verhältnisse wieder, wie ich sie auch gefunden habe. *G. Rose*³⁾ beschreibt und zeichnet die Form, welche er Seitenkanten-Skalenoeder 3 des Hauptrhomboeders nennt, ebenfalls für einen brasilianischen Kristall und gibt an, dass die Flächen glatt seien. Ausserdem hat er das „Skalenoeder 3“ noch an Turmalinen von Chursdorf und Schaitansk beobachtet; es kommt nur an den oberen Enden vor, die Flächen sind im allgemeinen glatt und nur bei den letztgenannten matt. In der Arbeit von *P. Riess* und *G. Rose*⁴⁾ wird auch bereits das Skalenoeder 3 des analogen Poles, d. i. die Form $\{201\}$ für Turmalin von Gouverneur (New York) das erstemal genannt. *Des Cloizeaux* hatte an dreien von seinen sechs grünen brasilianischen Turmalinen die Form $\{20\bar{1}\}$ ebenfalls. *G. Seligmann* erwähnt sie mehrfach, sowohl für das brasilianische als auch andere Vorkommen. *H. Schedtler* fand an den von ihm untersuchten Brasilianer Kristallen

¹⁾ a. a. O. p. 322.

²⁾ *Traité de crystallogr.*, Paris 1821, tome II, p. 539.

³⁾ (1836) a. a. O. p. 231.

⁴⁾ (1843) a. a. O. p. 69.

ein nicht sehr häufiges „Skalenoeder, dessen Kombinationskanten mit R parallel den Polkanten von R laufen.“ Offenbar handelt es sich hier um die Form $\{20\bar{1}\}$, R3. Die Flächen waren matt und nicht messbar, ausserdem „kreuzweise, parallel ihren eigenen und ihren Durchschnittskanten mit R gereift“. E. A. Wülfing¹⁾ hat die Form an brasilianischen Kristallen aus der *Seligmann'schen* Sammlung gemessen. Ebenso führt sie *V. v. Worobieff* für Turmalin aus der gleichen Sammlung an; die von ihm an zwei braungrünen Exemplaren beobachteten Flächen sind matt gewesen. An den Kristallen aus Brasilien, die *A. H. Westergård* gemessen hat, trat $\{20\bar{1}\}$ einmal in grossen aber matten, das andere Mal in grossen spiegelnden Flächen auf; auch hat er Ätzfiguren von der Form einer triangulären Vertiefung konstatiert, welche von drei krummen Flächen begrenzt ist. Anscheinend sind dies analoge Erscheinungen, wie sie an meinen Kristallen bemerkt wurden. Bei *G. Reimann* kommt $\{20\bar{1}\}$ an 48 von 160 Kristallen vor. Ein paarmal ist die Form herrschend und häufig besitzen die Flächen in den Kombinationen eine ziemliche Ausdehnung. Bei vielen Kristallen sind sie stark glänzend ausgebildet und geben vorzügliche Reflexbilder, bei anderen sind sie matt oder mattglänzend und oft minder gut messbar oder ohne Reflexe. Auch das Auftreten der Form mit starkglänzenden Flächen in den Kerben, welche die Kombinationskante $(100):(11\bar{1})$ durchschneiden, wird, worauf ich schon hingewiesen habe, von *Reimann* erwähnt.

Die Form $\{30\bar{2}\}$, $\{32\bar{5}1\}$, R5 ist entschieden seltener als das vorausgehende $\{20\bar{1}\}$. Ich konnte sie nur an 11 Kristallen nachweisen, meist nur in sehr schmalen, oft winzigen Flächen, welche aber bei Nr. 9, 14, 36, 37, 51, 95 und 114 glänzend ausgebildet waren und fast durchweg deutliche Spaltbilder lieferten. An Kristall 114 waren fünf, an Nr. 36 vier, an allen übrigen nur zwei oder eine Fläche entwickelt. An Nr. 92 war eine schmale, unsichere Fläche vorhanden, die nur Schimmermessung zuließ, an Nr. 100 zwei matt glänzende, von welchen die eine ein gutes Spaltbild gab, die andere, winzige, nur mit Lupe messbar war. Eine auffallende Ausnahme gegenüber der sonst also ziemlich unbedeutenden Entwicklung macht der Kristall 8, wo $\{30\bar{2}\}$ nicht nur mit allen Flächen auftritt, sondern auch infolge relativ grosser Ausdehnung derselben zum Träger der Kombination wird. Die Oberfläche ist glänzend und bietet gute

¹⁾ a. a. O. p. 20.

Reflexe. Eine der Flächen ist etwas uneben und schwach gestreift und weist einen quer über dieselbe verlaufenden muldenartigen Graben auf. Eine andere Fläche ist in der Zone $[20\bar{1}, 30\bar{2}, 10\bar{1}]$ leicht gekrümmt und bildet die eine Seite in der über eine $\{20\bar{1}\}$ -Fläche laufenden Kerbe, wie auf Seite 75 dargetan ist.

Viele Turmalinvorkommen zeigen diese im allgemeinen ziemlich häufige Form, die bereits *Haiüy* kennt. Auch *G. Rose* führt sie als eine charakteristische Form an und zwar für die schwarzen Turmaline von Arendal, wo sie am oberen Ende der Kristalle herrschend auftritt; auch in der Arbeit von 1843 ist sie für die Kristalle von Gouverneur erwähnt. Der erste, welcher sie für das brasilianische Vorkommen beschreibt, ist *Des Cloizeaux*; er hat sie an 4 Kristallen beobachtet. Dann folgen *G. Seligmann* und *V. v. Worobieff*, der z. T. glänzende Flächen von $\{30\bar{2}\}$ an drei brasilianischen Kristallen bestimmt hat. *G. Reimann* hat sie an 6 Exemplaren gefunden, aber meist von untergeordneter Ausdehnung und ohne besonderes Interesse.

3. Ditrigonale Pyramiden der (gleichen) Zone zwischen $\{100\}$, R und $\{110\}$, $-\frac{1}{2}R$.

Diese Zone weist beim brasilianischen Turmalin ausser den beiden genannten kaum eine sichere Form auf. Es wurden sehr viele Versuche gemacht, bei denjenigen Kristallen, welche die bei Besprechung der Form $\{100\}$ bereits beschriebenen Kerbungen, Vertiefungen und Erhöhungen zeigen, dort vermutete Formen durch Messung zu bestimmen. Doch waren die Spaltbilder so undeutlich und dadurch die Resultate so verschiedenartig, dass davon abgesehen werden musste. Wahrscheinlich handelt es sich, wie an der betreffenden Stelle schon erwähnt ist, doch um keine wirklichen Kristallflächen. Eine Ausnahme machen die Verhältnisse am analogen Pol des Kristalls 104 (vgl. die Angaben auf Seite 44). Hier sind die Kanten von $(\bar{1}00): (0\bar{1}0)$ mehrmals durch eine ditrigonale Pyramide zugeschärft. Die Flächen derselben sind ebenso wie diejenigen von $\{\bar{1}00\}$ stark glänzend, doch scheinen sie gebogen zu sein, so dass nur ungenaue Spaltbilder entstanden. Ich erhielt folgende Winkel:

	Grenzwerte:	Mittel:
$(\bar{1}00): y = 10^{\circ} 12' - 10^{\circ} 57'$		$10^{\circ} 33'$
$y: y = 25 \ 17 - 25 \ 41$		25 29
$(\bar{1}\bar{1}0)^1: y = 13 \ 3 - 13 \ 17$		13. 10

¹⁾ Die Form $\{\bar{1}\bar{1}0\}$, $-\frac{1}{2}R$ ist an dem vorliegenden Kristall mit einer, allerdings schlecht ausgebildeten, Fläche vertreten.

Eine Berechnung der Form erachte ich jedoch im Hinblick auf die Ergebnisse nicht für angängig. Interessant ist, dass sich auf dieser unbestimmten Form y (vgl. Fig. 9) unter dem Mikroskop merkwürdige Hügel (auch einige Grübchen) zeigten, die in bezug auf die Mittelkante beider Flächen zueinander völlig symmetrisch liegen. Über ihre Zusammensetzung wurde nichts ermittelt.

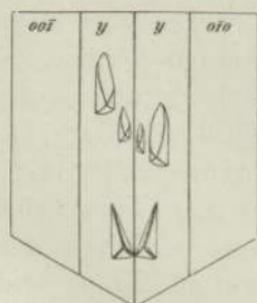


Fig. 9.

4. Ditrigonale Pyramiden der Zone zwischen $\{100\}$, R und $\{11\bar{1}\}$, $-2R$.

Bei dieser Zone musste ich ähnliche Erfahrungen wie *V. v. Worobieff*¹⁾ machen. Speziell zwischen $\{100\}$ und $\{21\bar{1}\}$ oder, wenn dieses nicht vorhanden ist, $\{11\bar{1}\}$ liegen auch beim Brasilianer Turmalin sicher noch einige ditrigonale Pyramiden, die aber wegen der eigenartigen Ausbildung der Zone nicht mit Bestimmtheit oder überhaupt nicht gemessen werden konnten. Namentlich an und in den Rinnen und Terrassen auf $\{100\}$, $\{21\bar{1}\}$ und $\{11\bar{1}\}$, wohl auch an den Fortwachsungshügeln auf $\{100\}$, dürfen derartige Formen erwartet werden. Es sei hierbei auf die früheren diesbezüglichen Bemerkungen, auch auf die gelegentliche Annahme einer sehr flachen ditrigonalen Pyramide statt $\{100\}$ hingewiesen und wiederholt, dass die Ursache der schlechten Ergebnisse eben wahrscheinlich in jener Streifung und ihren Begleiterscheinungen, Knickung, Biegung und einem häufig beobachteten Ineinanderübergehen der Flächen zu sehen sein wird. Im folgenden sind die Resultate einiger Messungen gegeben. In Anbetracht der soeben angedeuteten Unsicherheit wurde auf eine Berechnung verzichtet; die in Frage stehenden Formen sind durch y_1 , y_2 usw. bezeichnet.

	Grenzwerte:	Mittel:
(Kristall 88)	$\{100\} : y_1 = 3^{\circ} 18' - 4^{\circ} 23'$	$3^{\circ} 52'$
" "	$\{11\bar{1}\} : y_1 = 34 \quad 0 - 35 \quad 18$	34 35
(Kristall 66)	$\{100\} : y_2 = 17 \quad 25 - 17 \quad 28$	17 26
" "	$\{11\bar{1}\} : y_2 = 21 \quad 8 - 21 \quad 15$	21 12
(Kristall 48)	$\{100\} : y_3 = 16 \quad 52 - 18 \quad 13$	17 32
" "	$\{21\bar{1}\} : y_3 = 3 \quad 30 - 4 \quad 42$	4 9

¹⁾ a. a. O. p. 329.

Dass bei hiefür günstigem Material brauchbare Resultate erzielt werden können, zeigt die Untersuchung von *A. H. Westergård*¹⁾, welcher als ganz schmale, schlecht reflektierende Abstumpfung der Kante (100):(21 $\bar{1}$) die für Turmalin neue ditrigonale Pyramide {522}, {3475}, $-\frac{1}{3}R7$ beobachtet hat. Nach seiner Berechnung ist der Winkel (100):(522) = $17^{\circ} 39,7'$, ein Wert, welcher den entsprechenden in der vorausgehenden kleinen Tabelle genannten Mittelwerten für y_2 und y_3 der Kristalle 66 und 48 sehr nahe steht. Trotzdem möchte ich die Form {522} für mein Material nur als sehr fraglich bezeichnen.

Eine mit etwas grösserer Bestimmtheit für diese Zone zu nennende Form ist {41 $\bar{1}$ }, {3254}, $\frac{1}{4}R5$. An Kristall 49 habe ich zwischen {100} und {21 $\bar{1}$ } Flächen bemerkt, welche ähnliche Streifung und Figuren (Zähnen) aufweisen wie die ersteren, namentlich {100}. Da diese drei Flächen, wie auch das bandförmige Spaltbild beweist, eine in die andere übergehen, liessen sich nur annähernde Winkelwerte erhalten:

	Grenzwerte:	Mittel:
(100) : y	= $10^{\circ} 0' - 10^{\circ} 24'$	$10^{\circ} 17'$
(21 $\bar{1}$) : y	= $11 24 - 12 30$	$10 45$

Ein Vergleich etwa mit der *Worobieff*'schen Tabelle zeigt die Differenzen zwischen Beobachtung und Berechnung. Doch glaube ich, unter Berücksichtigung der ungünstigen Messungsbedingungen diese die Kante (100):(21 $\bar{1}$) abstumpfende Fläche als zur Form {41 $\bar{1}$ } gehörig annehmen zu dürfen. Ob bei den Seite 41 erwähnten elliptischen flachen Grübchen (Kristall 101) auf {100} die Form {41 $\bar{1}$ } als Seitenfläche in Betracht kommt oder etwa eine andere dieser Reihe, konnte nicht festgestellt werden.

Die von *Worobieff*²⁾ zuerst beobachtete Form ist bei dem Turmalin von Ceylon eine der gewöhnlichsten; wenigstens $\frac{1}{4}$ von allen Kristallen weisen sie auf. Obgleich sie aber so häufig ist, ist sie doch nie gut ausgebildet; ihre Flächen sind immer ganz schmal und an sehr vielen Kristallen gerundet, wodurch bei der Messung meistens ein ziemlich breites, aber ganz gut einstellbares Reflexbild entsteht.

¹⁾ a. a. O.

²⁾ a. a. O. p. 332.

Die Form $\{31\bar{1}\}$, $\{22\bar{4}3\}$, $\frac{4}{3}P2$, deren Bestimmung für den Turmalin wir ebenfalls *Worobieff* verdanken, fand ich, wenn auch als fraglich, an Nr. 75 und 98 als Streifen auf Flächen von $\{21\bar{1}\}$, $-\frac{1}{2}R3$; anscheinend bildet sie die eine Seite der auf letzterer Form befindlichen „Rippen“; die Messungsergebnisse sind nicht befriedigend, ebenso wenig wie bei Kristall 112, an welchem zwei winzig schmale Flächen zwischen (100) und $(11\bar{1})$ bemerkt wurden, die vielleicht der Form $\{31\bar{1}\}$ zugerechnet werden können.

An den Ceyloner Kristallen, an denen sie *Worobieff* sehr oft beobachtete, tritt sie meistens nur als Form von Wachstumshügeln auf, wodurch sich auch hier keine besonders guten Messungen ergeben.

$\{21\bar{1}\}$, $\{12\bar{3}2\}$, $-\frac{1}{2}R3$ gehört im allgemeinen zu den häufigsten Formen des Turmalins und wird bereits von *Haiiy*, auch für das brasilianische Vorkommen, genannt und abgebildet. Bei meinen Kristallen zeigen 43 Stück (= 36%) die Form, deren Flächen bezüglich ihrer Ausdehnung in der Kombination nie ganz in den Hintergrund treten. Bei 15 Kristallen, den Nr. 15, 17, 54, 56, 65, 67, 75, 76, 94, 96, 98, 99, 107, 115, 117, übertreffen sie an Grösse die Flächen der übrigen Formen, sind also Träger der Kombination, und an einigen anderen, z. B. Nr. 100, 109, 111, 113, treten sie nur wenig hinter die herrschende Form $\{100\}$ bzw. $\{334\}$ zurück. Ihre Flächenbeschaffenheit ist eine sehr wechselnde und vorwiegend derart, dass sie die Messung erschwert, wenn nicht unmöglich macht. Doch sind einigemal recht gute Resultate erzielt worden (z. B. bei Nr. 46, 48, 96, 110, 115), eine günstige Ausnahme gegenüber den auch von anderen Beobachtern gemachten Erfahrungen, so dass es gelungen ist, für die Winkeltabelle einwandfreie Werte zu bekommen.

Ein Teil der Flächen ist rauh oder matt, mattglänzend oder nur teilweise glänzend, „feinkörnig“ usw., wobei die Spaltbilder meist unsicher sind; oft erhält man nur schwache Schimmer oder es treten überhaupt keine Reflexe mehr auf; dabei gelingt es manchmal, durch Auflegen eines Deckglases oder Befeuchten wenigstens die Formzugehörigkeit festzustellen; für die Tabelle sind solche Messungen indessen wertlos. Einige Flächen sehen „zerhackt“ und durchfurcht aus und zeigen bei ein paar Kristallen (107, 109) die bekannte weissliche oder rötliche kristallinische Masse. Merkwürdig ist die speziell an Nr. 65, 67 und 117 auftretende Erscheinung, dass sämtliche Flächen von $\{21\bar{1}\}$ deutlich matt, alle übrigen des betr. Poles im Gegensatz dazu glänzend ausgebildet sind.

Ein anderer und zwar der grössere Teil der untersuchten Flächen ist zwar glänzend, aber — die oben genannten Ausnahmen abgerechnet — in irgend einer Weise gestört. Entweder handelt es sich um wellige Gestaltung der Oberfläche, Biegung oder Knickung, meist in der Zone $[100, 11\bar{1}, 01\bar{1}]$. Das wichtigste ist jedoch die gerade für $\{21\bar{1}\}$ charakteristische Streifung. Dieselbe ist zweierlei Art:

1. Die häufigere verläuft parallel der Kombinationskante $(100):(21\bar{1})$ bzw. $(11\bar{1})$, d. i. in der Richtung $\{10\bar{1}\}$, $\infty P2$, und zeigt an den 25 Kristallen, bei welchen ich sie beobachtete, alle möglichen Grade der Entwicklung, angefangen von einer zarten Streifung, die den ebenen, glänzenden Charakter noch wenig beeinträchtigt, bis zu ganz deutlicher, oft schon mit blossem Auge sichtbarer Entfaltung. Hierbei treten dann, wie bereits bei Besprechung der Formen $\{100\}$ und $\{11\bar{1}\}$ hervorgehoben wurde, Rinnen, Rippen und Terrassen auf, deren Seitenflächen gemessen werden konnten. In den allermeisten Fällen gehören dieselben den beiden genannten Formen $\{100\}$ und $\{11\bar{1}\}$ an; bei Nr. 75, 98 und 101 scheinen auch $\{31\bar{1}\}$, $\frac{1}{3}P2$ bzw. $\{41\bar{1}\}$, $\frac{1}{4}R5$ in Frage zu kommen. Bemerkenswert ist, dass manchmal an den betr. Kristallen diese Formen als selbständige Flächen gar nicht vorhanden sind, sondern lediglich in besagter Weise zum Ausdruck gelangen. Bei Kristall 113 geht die Streifung so weit, dass die Flächen $\{21\bar{1}\}$ fast ganz unterdrückt werden; sie könnten beinahe als Scheinflächen betrachtet werden, die durch terrassenartige alternierende Ausbildung von $\{100\}$ und $\{11\bar{1}\}$ zustandekommen. (Vgl. ähnliches bei $\{33\bar{4}\}$ bzw. $\{212\}$.)

2. Die andere, bei meinen Kristallen viel seltenere Streifung läuft der Kante $(21\bar{1}):(12\bar{1})$, d. i. der stumpferen Polkante bzw. ebenfalls einer Richtung des Prismas II. Art parallel. Ich habe sie vorwiegend zarter ausgebildet gefunden als die unter 1. beschriebene, mit welcher sie übrigens fast immer zusammen auftritt (vgl. Nr. 48, 52, 75). An Kristall 113 geht eine Art Kerbung von $\{100\}$ aus nach rechts und links über $(21\bar{1})$ bzw. $(2\bar{1}1)$. Diese Gräben durchschneiden die Streifung 1; vielleicht können sie zur Streifung 2 gerechnet werden.

Manchmal ist mit den Streifungen noch eine Erscheinung verbunden, ähnlich wie sie für $\{100\}$ beschrieben worden ist, nämlich zahnförmige Wachstumsfiguren (Fig. 30, Taf. IV). Sie gleichen denen auf $\{100\}$ nicht ganz und sind stets viel schwächer ausgeprägt als jene. Ihre Anordnung erfolgt in Reihen, die einander ziemlich

parallel sind und die Richtung der genannten Streifung 2 innehalten. Bei Kristall 50 bedecken sie die ganze Oberfläche, bei Nr. 52 und 54 sind sie ganz schwach ausgebildet. Bei Nr. 49, wo die Streifung 1 vorherrscht, sind diese Zähnchenreihen entgegengesetzt orientiert. Immer aber erkennt man, dass die Lage dieser Zähnchenreihen auf je zwei Flächen von $\{21\bar{1}\}$ eine zur Mittelkante symmetrische ist. Die schmalschuppig gezeichnete Oberfläche bei Kristall 93 dürfte wohl ebenfalls durch diese Wachstumsfiguren zu erklären sein.

Die Spaltbilder sind fast immer, wo eine Biegung oder Streifung vorhanden ist, bandförmig und deuten auf ein deutliches, sich oft über mehrere Formen erstreckendes Ineinanderübergehen der Flächen sowohl in der Zone $[100, 11\bar{1}]$ als auch $[21\bar{1}, 12\bar{1}]$. Sie gewähren meistens keine eindeutigen Signale, woraus sich die schon erwähnte Unsicherheit der Messung erklärt.

Abgesehen von den Formen, welche auf Grund obiger Darstellung auf $\{21\bar{1}\}$ übergreifen, sei der Vollständigkeit halber nochmals darauf hingewiesen, dass auch $\{332\}$, $-\frac{1}{4}R$ in Form schwachglänzender Streifen mit fraglicher Sicherheit auf einigen $\{21\bar{1}\}$ -Flächen beobachtet wurde (vgl. S. 57).

An zwei Kristallen (Nr. 83 und 87) konnte ich Grübchen konstatieren, deren Kleinheit und flache Ausbildungsweise weitere Nachforschungen ausschloss (Fig. 10). Sie haben, was speziell bei Kristall 83 erkannt wurde, auf je zwei Flächen spiegelbildliche Gestalt und stellen im wesentlichen spitzwinklige Dreiecke dar, bei denen auf $(21\bar{1})$ die eine, auf $(\bar{2}11)$ die andere Langseite gebogen verläuft.

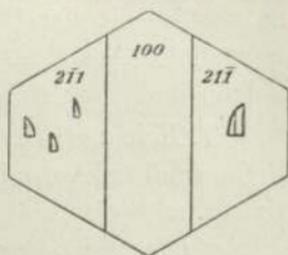


Fig. 10.

$\{21\bar{1}\}$ greift auch auf Nachbarflächen über, wie schon bei den einzelnen betr. Formen beschrieben worden ist. Hauptsächlich kommt $\{100\}$ in Betracht, auf welches sich öfter die Streifung erstreckt, z. B. bei Nr. 51, 91, 97, 98. Auch in deutlichen Gräben und Grübchen auf $\{100\}$ wiederholt sich $\{21\bar{1}\}$, was besonders bei Nr. 83, 92—94, 96 und 100 der Fall ist. Ausserdem habe ich an Kristall 111 eine alternierende Ausbildung der zwei unter dem kleineren Winkel zusammentreffenden Flächen $(21\bar{1})$ und $(12\bar{1})$ bemerkt.

Die Möglichkeit einer Deutung der speziell in der Streifung 1 zum Ausdruck gelangenden Erscheinungsform liegt vielleicht in der bereits früher (Seite 37 und 59) erörterten Annahme der Lamellierung parallel zu $\{11\bar{1}\}$. Man braucht sich nur vorzustellen, dass die

einzelnen Lamellenköpfe (Lamellenkanten) durch Flächen der Formen $\{100\}$, $\{21\bar{1}\}$ (z. B. bei Fig. 31, (Taf. IV) $x_1 = (12\bar{1})$ und $x_2 = (21\bar{1})$ etc.) und $\{11\bar{1}\}$ begrenzt sind. Je nach dem Grade der „Ausfüllung“ erscheinen die Flächen in den oben erwähnten Abstufungen gestreift oder schliesslich glatt.

Ausser *Haiiy* haben auch *Des Cloizeaux* und *G. Seligmann* die Form $\{21\bar{1}\}$ am brasilianischen Turmalin beobachtet. Letzterer fand sie bei vielen seiner Kristalle und berichtet darüber folgendes: „Das Skalenoeder x ($= -\frac{1}{2}R3$) ist nach R am häufigsten, seine Flächen sind fast immer rau und nur zu Messungen mittelst des Anlegoniometers geeignet; ein einziger Kristall jedoch zeigte es mit ebenen und glänzenden Flächen. Seine beiden Polkanten fand ich in einem Falle gerade abgestumpft; es geschieht dies für die schärferen durch R, für die stumpferen durch α ($= -\frac{3}{4}R$)“.

Ferner hat *E. A. Wülfing*¹⁾ die Form an einem der *Seligmann*-schen Sammlung entstammenden brasilianischen Kristall beobachtet und *V. v. Worobieff* hat sie ebenfalls an drei Kristallen aus Brasilien mit matten Flächen gefunden und zwar war die Form jedesmal Träger der Kombination. Interessant ist, dass *Worobieff*'s Untersuchung der Ceyloner Turmaline in bezug auf Häufigkeit des Auftretens, wechselnde Beschaffenheit der Oberfläche von vollständig matter bis zu bestens spiegelnder Ausbildung, Streifung usw. zu Ergebnissen geführt hat, welche den Vergleich mit dem brasilianischen Vorkommen anregen.

G. Reimann's Resultate schliesslich stimmen naturgemäss in einer Reihe von Punkten mit den meinigen überein. Er hat die Form an 55 Kristallen beobachtet und erwähnt allgemein, dass die Flächen ziemlich schwer oder nicht messbar sind. Bei vielen weist er auf die beiden Streifungen hin, wobei sich herausstellt, dass an seinem Material gerade die parallel nach der stumpfen Kombinationskante auftretende Streifung ein paarmal scharf und besonders stark entwickelt ist. Die Flächen zeigen häufig eine Knickung nach den Kanten von R und liefern oft in die Breite gezogene Reflexbilder. Auch das Übergreifen der Streifung nach R hinüber wurde konstatiert. An einem Kristall sind die Flächen von $-\frac{1}{2}R3$ durch besonderen Glanz ausgezeichnet; auch tritt die bekannte Streifung nach den Kanten mit R fast ganz zurück; einmal ist $-\frac{1}{2}R3$ durch Wachstumserscheinungen uneben ausgebildet, an einem weiteren Exemplar sind die schärferen und stumpferen Kombinationskanten abgerollt oder durch rauhe, schmale

¹⁾ a. a. O. p. 25 (Fussnote).

Flächen von R und $-\frac{5}{4}R$ abgestumpft und manchmal sind die Flächen mehr oder weniger mit einer rötlichgelben Schicht bedeckt und dadurch der Messung entzogen. *Reimann* gibt auch eine Deutung für die Streifung parallel zur Kombinationskante mit R, indem er sagt, dass dieselbe durch alternierende Wiederholung von $-\frac{1}{2}R3$ und R entstanden sei.

Eine recht seltene, von *Worobieff*¹⁾ beschriebene Form mit dem komplizierten Symbol $\{10.7.\bar{7}\}$, $\{3.14.17.10\}$, $-\frac{11}{10}R\frac{17}{11}$ existiert anscheinend an Kristall 115 zwischen $\{21\bar{1}\}$ und $\{11\bar{1}\}$ mit einigen Flächen. Dieselben sind winzig schmal, dabei jedoch glänzend, so dass wenigstens bei einer Messung eine relativ gute Einstellung möglich wurde. Das Ergebnis ist folgendes:

Gefunden: v. *Worobieff* berechnet:

$$\begin{array}{ll} (21\bar{1}): (10.7.\bar{7}) = 7^{\circ} 22' & 7^{\circ} 27,2' \\ (11\bar{1}): (10.7.\bar{7}) = 9 \quad 37 & 9 \quad 25 \end{array}$$

Die hier beigefügten Vergleichswerte gelten freilich zunächst für Ceyloner Turmalin, lassen vielleicht aber doch die bedingungsweise Annahme der Form für das brasilianische Vorkommen als be-
rechtigt zu.

5. Ditrigonale Pyramiden der (gleichen) Zone zwischen $\{11\bar{1}\}$, $-2R$ und $\{10\bar{1}\}$, $\infty P2$.

In diesem Zonenabschnitte tritt eigentlich fast mehr noch als zwischen $\{100\}$ und $\{11\bar{1}\}$ die Erscheinung in den Vordergrund, dass die Formen häufig eine gewisse Biegung ihrer Flächen in der Richtung dieser Zone deutlich erkennen lassen. Es ist ein förmliches Ineinanderübergehen der einzelnen Flächen, welches im extremen Fall beim Prisma $\{10\bar{1}\}$ einsetzt und sich bis gegen $\{100\}$ hin erstreckt. Meistens handelt es sich aber nur um die inneren Formen $\{212\}$, $-2R2$, $\{313\}$, $-2R3$ und $\{11\bar{1}\}$, $-2R$, wobei manchmal die beiden ersteren tatsächlich wie eine einzige gekrümmte Fläche aussehen. Wo solche Biegung vorliegt, nehmen die Spaltbilder die Gestalt von langgestreckten „Lichtbändern“ an, die sich über alle betroffenen Flächen hinziehen und nur in günstigen Fällen aus der dichten Reihe der Signale die richtigen ohne weiteres erkennen lassen. So erklärt es sich, dass gerade die Messungsergebnisse für diesen Zonenabschnitt

¹⁾ a. a. O. p. 335 f. und 408.

mit einigen Ausnahmen nur dazu gedient haben, das Vorhandensein der betr. Fläche zu erkennen; für die dieser Untersuchung beigegebene Winkeltabelle (Seite 95 ff.) durften nur die aus möglichst einwandfreien Ablesungen hervorgegangenen Werte Verwendung finden.

Aus der Art der Häufung der Signale kann im Zusammenhalt mit der direkten Untersuchung der Kristalle auch geschlossen werden, dass ausser den sicher bestimmten noch einige Zwischenformen vorhanden sein müssen. In der folgenden Aufstellung, in welcher, wie auf Seite 79, wieder die Bezeichnung y (y_4 etc.) für die unbekannt Form in Anwendung gebracht ist, kommen einige Werte zum Ausdruck, welche die Messungen an Kristall 66 ergeben haben:

	Grenzwerte:	Mittel:
$(11\bar{1}) : y_4 =$	$7^\circ 10' - 7^\circ 36'$	$7^\circ 25'$
$y_4 : y_5 =$	$7 \ 59 - 8 \ 2$	$8 \ 0,5$
$(212) : y_4 =$	$11 \ 45 - 12 \ 3$	$11 \ 56$
$(212) : y_5 =$	$3 \ 52 - 4 \ 3$	$3 \ 57$

Fast allen diesen Winkeln liegen keine eindeutigen Spaltbilder zugrunde. Sie beziehen sich entweder auf winzige Kristallflächen oder auf Vertiefungen der Flächen von $\{334\}$. Wegen der angedeuteten Ungenauigkeiten unterblieb eine Berechnung. Ein Vergleich mit den Winkeln bei entsprechenden Kristallformen anderer Vorkommen lässt erkennen, dass es sich nur um seltene Formen handeln kann, eher noch um eine zur einen oder anderen einfacheren Form vizinale Form mit sehr komplizierten Indizes.

Die Form $\{212\}$, $\{1341\}$, $-2R2$ war an 52 Kristallen ($= 43\%$) vorhanden und steht somit an Häufigkeit bei dem von mir untersuchten Material an fünfter Stelle. Die Flächen sind vorwiegend klein entwickelt, was nicht ausschliesst, dass an verschiedenen Individuen auch grössere Flächen vorkommen, z. B. an Nr. 112, wo die Form vorherrscht, und an Nr. 8 und 86, wo sie neben $\{302\}$, $R5$ bzw. $\{20\bar{1}\}$, $R3$ beinahe zu den herrschenden gerechnet werden kann.

Zunächst beobachtete ich an etwa 18 Kristallen gut oder weniger glänzende, ebene Flächen, die keine Besonderheiten aufwiesen und neben deutlichen und scharfen auch schwache, verschwommene oder nicht eindeutige Spaltbilder erzeugten. An einigen anderen Kristallen sind die Flächen matt oder rau, sehen bisweilen zerfressen aus mit vereinzelt glänzenden Stellen, so dass die Reflexe immer noch brauchbar waren.

Bei Nr. 3, 39, 51 und 100 liess sich auf mattglänzender oder glänzender Fläche eine sehr feine, parallel zum Prisma II. Art verlaufende Streifung wahrnehmen; die Spaltbilder waren hierbei relativ gut, so dass ich beispielsweise bei Nr. 51 den sonst nur berechneten Winkel $(212):(112)$ messen konnte. Zu dieser Streifung treten bei Kristall 39 kleine, auf zwei entsprechenden Flächen von $\{212\}$ zueinander symmetrisch angeordnete Grübchen; es sind ungleichseitige Dreiecke, deren längere Achsen in der Richtung der Streifung liegen. Etwa 12 Kristalle zeigen die bei obigen allgemeinen Bemerkungen erwähnte Biegung oder Knickung der z. T. glänzenden Flächen, wobei oft, wie gesagt, $\{212\}$, $\{313\}$ und $\{11\bar{1}\}$ ineinander überzugehen scheinen. Auch Spalten und Sprünge werden dabei beobachtet, die annähernd in der Richtung der kürzeren Diagonale von $\{11\bar{1}\}$, d. h. parallel $\{10\bar{1}\}$, $\infty P2$, manchmal durch mehrere Flächen greifen; einmal (an Nr. 102) erstreckt sich auch die bekannte Kerbung der Kombinationskante $(100):(11\bar{1})$ bis in den Bereich der Fläche (212) . Die Spaltbilder haben mit wenig Ausnahmen die beschriebene Gestalt langer Lichtbänder mit vielen Signalen. Nr. 4, 8, 22 und 23 zeigen eine alternierende Ausbildung je zweier entsprechender $\{212\}$ -Flächen; bei den drei ersten beteiligen sich auch $\{313\}$ und sinngemäss $\{11\bar{1}\}$; die Flächen finden sich in Gräben, welche in derselben Art und Richtung auftreten wie die vorhin genannten Spalten und Sprünge.

In gewisser Beziehung ebenfalls eine alternierende Ausbildung kommt in dem Übergreifen von $\{212\}$ auf Flächen der die Kante $(212):(122)$ abstumpfenden trigonalen Pyramide $\{3\bar{3}4\}$ zum Ausdruck. $\{212\}$ findet sich bei zirka 25 Kristallen an den Erhöhungen (Hügel, Rippen) und Vertiefungen (Grübchen, Rinnen) der letzteren Form und zwar ist bei mehreren Exemplaren $\{212\}$ gar nicht mit selbständiger Fläche entwickelt, sondern tritt lediglich in der erwähnten untergeordneten Art auf. Bei Besprechung der Form $\{3\bar{3}4\}$ (Seite 64 ff.) ist bereits auf alle diese Erscheinungen und Einzelheiten ausführlich Bezug genommen worden. Es wurde dort auch speziell im Hinblick auf die bei Kristall 112 gebotenen Verhältnisse die Möglichkeit einer Lamellierung angedeutet. Die $\{212\}$ -Flächen dieses Kristalls sind in ihrer unteren der Prismenzone benachbarten Partie parallel zu den bezüglichen Prismen II. Art gestreift bzw. fein terrassenförmig abgesetzt. Man kann an eine Lamellierung parallel zur Oberfläche von $\{212\}$ selbst denken, wobei das Wachstum dieser Flächen vom Pol nach unten vorschreitend ange-

nommen ist; die oberste, glatte Schicht ist dabei die jüngste. Es kann sich aber auch hier um die schon mehrfach konstatierte Lamellierung nach $\{11\bar{2}\}$ resp. $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, ∞R handeln. Stellt man sich,

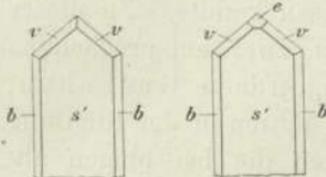


Fig. 11.

je nachdem $\{11\bar{1}\}$ an der Kombination beteiligt ist oder nicht, Lamellen, wie sie in Fig. 11 skizziert sind, in entsprechender Weise hinter- und nebeneinander geordnet vor, so kann das Bild zustandekommen, wie es der Kristall darbietet. Die glatte Partie der Oberfläche von $\{21\bar{2}\}$ ist dann als völlige „Ausheilung“ zu betrachten.

Vereinzelt und nicht ganz sicher wurde endlich auch das Auftreten von $\{21\bar{2}\}$ auf $\{20\bar{1}\}$ -Flächen in Streifen bzw. Rinnen beobachtet.

Die Form $\{21\bar{2}\}$ wird zwar schon in der Arbeit von *P. Riess* und *G. Rose* erwähnt, jedoch nicht für den brasilianischen Turmalin. Für dieses Vorkommen wird das Auftreten der Form erst 1900 durch *E. A. Wülfing*¹⁾ und *V. v. Worobieff* mitgeteilt, welche sie an Kristallen aus der *Seligmann'schen* Sammlung beobachten konnten. Dann fand sie *A. H. Westergård* an einem Exemplar aus der k. Münchener Sammlung mit einer gut spiegelnden Fläche. *G. Reimann* hatte $\{21\bar{2}\}$ an 25 seiner Kristalle; meist waren es in der Kombination untergeordnete, vorwiegend mattglänzende, mehrfach auch gut glänzende Flächen, die entweder sehr schwache, verschwommene, so und so oft aber auch gute, scharfe Reflexbilder lieferten.

Die Form $\{31\bar{3}\}$, $\{24\bar{6}\bar{1}\}$, $—2R3$ ist seltener als die vorige und bisher meines Wissens am brasilianischen Turmalin noch nicht nachgewiesen worden. An 19 meiner Kristalle ist sie vorhanden, doch war die Messung aus dem Grunde nicht einfach, weil $\{31\bar{3}\}$ namentlich hinsichtlich seiner gebogenen Flächen durchaus $\{21\bar{2}\}$ ähnlich ist; auch bezüglich des Ineinanderübergehens benachbarter Flächen und der bandförmigen Spaltbilder gelten die in der Bemerkung über die vorliegende Zone erwähnten Schwierigkeiten. Obwohl auch glänzende, wenig gestörte Flächen mit einigermaßen brauchbaren Spaltbildern auftreten, z. B. bei Nr. 7, 10, 18, 22, 26, 45, 59, 64, 114, ist die Form ohne Zweifel weniger gut ausgebildet als $\{21\bar{2}\}$ und gute Spaltbilder gehören zu den Seltenheiten. Bei matten

¹⁾ a. a. O. p. 27.

und rauhen Flächen (z. B. Nr. 39, 50, 70, 119) ist die Sicherheit der Form manchmal fraglich und die Möglichkeit gegeben, dass vizinale Flächen vorliegen. Eine feine Streifung (anscheinend parallel zu $\{10\bar{1}\}$, $\infty P2$) wurde an Nr. 8, alternierende Ausbildung (vgl. hierüber $\{21\bar{2}\}$) bei Nr. 4, 8 und 22 beobachtet.

6. Ditrigonale Pyramiden der Zone zwischen $\{20\bar{1}\}$, R3 und $\{2\bar{2}3\}$, $-5R$, ebenso der (gleichen) Zone zwischen $\{2\bar{2}3\}$, $-5R$ und $\{10\bar{1}\}$, $\infty P2$.

Hierher gehören einige ausserordentlich schmale z. T. glänzende Flächen und Streifen an Kristall 66, von welchen die einen die Kombinationskante von $\{20\bar{1}\}$ und $\{21\bar{2}\}$ abstumpfen; die anderen liegen in dem Zonenbereiche zwischen dem (am Kristall nicht vorhandenen) $\{2\bar{2}3\}$, $-5R$ und dem Prisma. Die ersteren gaben nur ganz verschwommene, langgezogene Reflexe, so dass nur schwache Anhaltspunkte die Formenzugehörigkeit andeuten; vielleicht entspricht sie dem von *Worobieff* aufgestellten $\{41\bar{3}\}$, $\{34\bar{7}2\}$, $-\frac{1}{2}R7$.

Für die zweite unbekannt Form (*i*) wurden zwei sehr schwache Spaltbilder erhalten und dadurch folgende Messungen ermöglicht:

$$\begin{aligned} (21\bar{2}) : i &= 26^{\circ} 5' \text{ und } 26^{\circ} 6' \\ (10\bar{1}) \text{ bzw. } (01\bar{1}) : i &= 24.36 \text{ und } 24.49. \end{aligned}$$

Ein Nachweis der Form ist nicht gelungen.

7. Prismenzone.

Diese Zone, in welcher $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, $\{211\}$ und $\{10\bar{1}\}$ die wichtigsten sind, ist besonders durch ihre vertikale Streifung ausgezeichnet, die kaum an einem Kristalle fehlt. Bei vielen liegen freilich breite oder schmale glänzende Flächen vor, doch stellt sich meistens heraus, dass bei diesen die Streifung trotzdem, wenn auch sehr zart, vorhanden ist. Wirklich ungestreifte, völlig ebene und glänzende Flächen, die auch scharfe, eindeutige Spaltbilder liefern, sind also nicht sehr häufig. Oft nimmt die Streifung solche Deutlichkeit an, dass mehr von einer Riefung oder Furchung oder von einspringenden Winkeln gesprochen werden kann.

Diese Beobachtung hat vermutlich *Romé de l'Isle*¹⁾ bereits gemacht. Er gibt folgende Beschreibung: „. . . les cannelures ou stries longitudinales se sont multipliées, au point de rendre méconnoissable les vraies faces du prisme. On peut considérer ces prismes comme des faisceaux d'aiguilles très-déliées, dont les faces sont si rapprochées, qu'elles se confondent et ne se montrent plus que comme des cannelures ou stries sur l'espèce de prisme ou de cylindre qui résulte de leur assemblage. Delà ces espèces de rainures ou ces angles rentrants qu'on observe si fréquemment sur ces cristaux, que J. de Laët a très-bien décrits dans l'émeraude [= tourmaline] de Brésil.“

Dass durch Auftreten weiterer Prismen ausser den genannten und durch die stark ausgeprägte Streifung die Prismenzone gekrümmte Flächenbildung aufweist, ist bereits bekannt. Die von *Haiiy*²⁾ für einen blassgrünen brasilianischen Kristall aufgestellte Varietät „Tourmaline cylindroïde“ deutet offenbar ebenfalls auf diese Tatsache; diese Kristalle zeigen sich „en prismes déformés par des arrondissement et de nombreuses cannelures“. An anderer Stelle³⁾ erwähnt *Haiiy* noch einmal ausdrücklich für das brasilianische Vorkommen diese Längs-Kannelierungen. Auch *G. Rose*⁴⁾ bemerkt für die von ihm beschriebenen Turmaline aus Brasilien, dass sie „stark vertikal gestreift und etwas rundlich“ gewesen sind; *Des Cloizeaux*⁵⁾ und *H. Schedtler*⁵⁾ äussern sich bezüglich der Streifung in ähnlichem Sinne. *Worobieff*⁵⁾ hat bei den von ihm untersuchten brasilianischen Turmalinen die gleiche, z. T. starke Streifung beobachtet, *Westergård*⁵⁾ ebenfalls, zudem gibt letzterer eine einzelne Fläche der Form {415}, $\infty P_{\frac{3}{2}}$ an mit dem Bemerkten, dass seine Messung besser mit dem Symbol {11.3.14}, $\infty P_{\frac{2}{7}}$ stimmen würde, was einer bisher noch nicht beobachteten Form entspräche. *Reimann*⁶⁾ endlich hat neben ebenen, glänzenden und kaum merkbar gestreiften Flächen die Streifung, Furchung, zylindrische Abrundung usw. bei fast allen seinen Kristallen in den verschiedensten Abstufungen angetroffen. Doch war es ihm möglich, bei einer Anzahl geeigneter Individuen ausser den

1) Cristallographie ou description des formes propres à tous les corps du règne minéral. Paris 1783, vol. II, p. 368.

2) Traité de minéralogie. 2. éd.; tome III, p. 22.

3) a. a. O. p. 29.

4) a. a. O. (1836).

5) a. a. O.

6) a. a. O. Vgl. auch die bereits (S. 64) erwähnte Bemerkung *Reimann's* über den Aufbau des Kristalls aus parallel gestellten dünnen Säulchen.

oben genannten gewöhnlichen Prismen noch eine ganze Reihe seltenerer Formen zu messen.

Mehrere nach dieser Richtung unternommene Versuche haben erkennen lassen, dass auch bei meinem Material anscheinend ähnliche Formen vorliegen; doch bestanden in den allermeisten Fällen die Spaltbilder aus Lichtbändern mit zahllosen Signalen, so dass ich es unterlassen habe, in der Prismenzone genauere Messungen auszuführen.

Mit Sicherheit kann ich nur die Form $\{3\bar{1}2\}$, $\{4\bar{1}50\}$, $\infty P\frac{5}{4}$ angeben; dieselbe liegt in der Zone $[1\bar{1}2, 2\bar{1}\bar{1}, 33\bar{4}]$. Ihr Nachweis gelang mit Feststellung des Winkels zwischen $(33\bar{4})$ und $(12\bar{3})$, für welchen eine Messung bisher nicht vorlag.

Für die Form $\{3\bar{1}2\}$, $\{4\bar{1}50\}$, $\infty P\frac{5}{4}$ habe ich infolge schlechter Ausbildung ihrer Flächen keine einwandfreien Winkelwerte erhalten.

Das positive trigonale Prisma I. Art ist meistens schmal oder überhaupt nicht, das negative meistens breit entwickelt, ein Unterschied, der in der Literatur mehrfach erwähnt ist. Das Prisma II. Art kommt so ziemlich an allen Individuen und zwar fast immer mit allen Flächen vor.

$\{2\bar{1}1\}$, $\{10\bar{1}0\}$, ∞R , $\left(+\frac{\infty R}{2}\right)$ ist, wie gesagt, weit seltener als die negative Form und mit einigen Ausnahmen, wo es sich mit ihr im Gleichgewicht befindet, immer mit schmäleren Flächen als diese ausgebildet. Ein sehr grosser Teil der Kristalle zeigt es überhaupt nicht.

Die Form $\{2\bar{1}1\}$, $\{10\bar{1}0\}$, ∞R , $\left(-\frac{\infty R}{2}\right)$ ist meistens mit nicht nur breiteren, sondern auch glänzenderen Flächen als $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ entwickelt, weshalb es auch die besseren Spaltbilder für sich hat. Eine Erscheinung, auf welche bereits früher hingewiesen wurde, ist die gerade für $\{2\bar{1}1\}$ hübsch erkennbare Lamellierung. Dieselbe kommt bei 9 Exemplaren zum Ausdruck.

Die Kristalle 12, 48, 101 und 116 zeigen auf der Fläche $(33\bar{4})$ eine Terrassenbildung parallel zur Kombinationskante $(33\bar{4})$: (112) d. h. (211) . Das Prisma $\{2\bar{1}1\}$ bildet eine Vorderfläche dieser Terrassenstufen und lässt sich anschliessend an die Terrassen ausserdem in der Prismenzone selbst, wobei es mit $\{10\bar{1}\}$ alterniert, in Gestalt

sehr feiner Streifen wahrnehmen. Der Eindruck ist unverkennbar, dass es sich hier um eine Lamellierung handelt, bei welcher die einzelnen Blätter (vgl. z. B. Kristall 116, Seite 71) parallel zu $\{211\}$ hintereinander geschaltet sind.

Einen Hinweis auf die Art und Weise des Wachstums derselben scheinen meiner Ansicht nach die Kristalle 8, 40, 100, 104 und 106 zu bieten. Hier liegen an der dem antilogen Pole zugewendeten Partie des Prismas $\{211\}$ die meisten Schichten übereinander. Bei Nr. 40 und 100 ist der dem genannten Pole nächste Teil eine Strecke weit als fertige Kristallfläche ausgebildet; bei den übrigen beginnt direkt unterhalb der Polflächen der durchaus treppenartige Abstieg von der an räumlicher Ausdehnung kleinsten, obersten Lamelle nach der hinsichtlich ihrer Länge und Breite grössten untersten am analogen Ende des Kristalls.

Besonders charakteristisch lässt sich diese Erscheinung bei Nr. 104 und 106 (vgl. Seite 44 und 45) beobachten, wo in ausgezeichneter Weise die Lamellierung auf allen drei Seiten des trigonalen Prismas vorliegt (vgl. Fig. 32 und 33, Taf. V). Es liegt also nahe, ein vom antilogen Ende her vorwärts schreitendes Wachstum anzunehmen; die untersten Schichten sind die ältesten, die obersten die jüngsten in der Zeitenfolge des Entstehens¹⁾. Wahrscheinlich durch den Mangel an Stoffzufuhr ist dann die völlige Ausbildung der betreffenden Flächen hintangehalten worden.

Dass die übereinander folgenden Schichten, wie früher schon bei Besprechung der Form $\{100\}$ angenommen wurde, spitzen- oder zahnförmig vorwärts wachsen, dafür scheint Kristall 100 ein Beispiel. Die betreffende Fläche zeigt die von oben nach unten gerichteten „Spitzen“. Am unteren (analogen) Ende der Fläche weist der Kristall eine merkwürdige Einbuchtung auf; dieselbe durchschneidet die Prismenebene in Form eines Rechteckes, vergleichbar einem Türrahmen, dessen untere Seite da, wo der Kristall abgebrochen ist, fehlt; von der Prismenebene aus fallen die Schichten-Endigungen kulissenartig ein. Ihre Ränder sind nicht glatt, sondern zeigen, wie speziell die mikroskopische Untersuchung lehrt, feine „Zähne“, die offenbar mit den „Wachstumsspitzen“ der Prismenfläche $\{211\}$ gleichbedeutend sind; es ist gelungen, nachzuweisen, dass die am Zustandekommen der Vertiefung beteiligten Prismen auch an den Zähnen wiederkehren. Ohne

¹⁾ Vgl. *J. Beckenkamp*, *Zeitschr. f. Krist. etc.* **28** (1897), 70 ff.; auch **36** (1902), 111 ff.

Zweifel deutet die ganze Erscheinung auf ein lamellares, durch Mangel an Stoffzufuhr vor vollständiger Ausbildung des Kristalls abgeschlossenes Wachstum.

Der im vorstehenden beschriebene deutliche terrassenartige Bau mit Lamellen nach dem trigonalen Prisma, den die Turmalinkristalle auf den Prismenflächen verraten, und die auf eine Absonderung nach $\{11\bar{1}\}$ hinweisende Lamellierung am antiloggen Pole lassen sich in Zusammenhang bringen. Beide Flächen stehen zu der Symmetrieebene des Turmalins, dem hexagonalen Prisma II. Art, senkrecht.

Nach *J. Beckenkamp* besitzt die Molekülgruppe aller trigonalen Kristalle nur die Symmetrie der ogdoëdrischen Klasse (eine dreizählige Deckachse). Beim Quarz z. B. kommen aber zuweilen Verwachsungen von rechten und linken Kristallen nach $\{100\}$, R in so inniger Durchdringung vor, dass die Kristalle nach $\{10\bar{1}\}$, $\infty P2$ spiegelbildlich erscheinen. Die erwähnte Lamellierung deutet beim Turmalin auf eine ähnliche Erscheinung. Nur muss die Lamellierung tatsächlich immer noch viel inniger sein, als die Streifung der äusseren Oberfläche erkennen lässt.

Die Form $\{10\bar{1}\}$, $\{11\bar{2}0\}$, $\infty P2$ ist selten bei einem Kristall allein vorhanden wie anscheinend an Nr. 7. Einigemal ist sie weniger stark gestreift als gewöhnlich, vielfach sind die Flächen breit und glänzend und lassen oft gute Spaltbilder entstehen.

Da die vorliegenden Untersuchungen sich im allgemeinen mit den Prismen-Oberflächen nicht näher beschäftigen, so verweise ich auf die Arbeiten von *H. Baumhauer*¹⁾ und *H. Traube*²⁾. Diese Forscher haben an Kristallen, allerdings nicht brasilianischen Ursprungs, beispielsweise auf den Flächen des Prismas II. Art Ätzgrübchen erhalten, die auf den einzelnen Flächen symmetrisch zur Halbierungslinie des Prismenwinkels liegen.

Die (Seite 89 f.) besprochene deutliche Riefung der Prismenflächen habe ich in sehr schöner Ausbildung auch an zwei Kristallen amerikanischen Vorkommens aus der *Seligmann'schen* Sammlung gesehen. Der eine derselben, von Haddam, Connecticut, wurde bereits einmal erwähnt; für den anderen lautet die Etikette: Temecula, Riverside Co., California. Beide zeigen einen ausgeprägt stengeligen,

¹⁾ a. a. O. p. 2.

²⁾ a. a. O. p. 461.

aus einzelnen Säulchen sich zusammensetzenden Aufbau, der besonders bei dem Exemplar aus Haddam auch in der Beschaffenheit der Endflächen {111} scharf zum Ausdruck kommt. Auch diejenigen Säulchen, welche unterhalb des Kristallkopfes endigen, sind oben von {111} begrenzt. *Romé de l'Isle's* Vergleich derartiger Kristallstruktur mit einem „Bündel sehr dünner Nadeln“ gibt ein treffendes Bild.

Erwähnt sei schliesslich beispielshalber noch eine Bemerkung *H. Credner's*¹⁾ über offenbar ähnliche Verhältnisse an sächsischem Turmalin: „Bei der rhomboedrigen Ausbildung des oberen Kristallendes kommt die nicht seltene prismatische Parallelverwachsung der Turmaline zu einem deutlicheren Ausdruck als bei vorwaltender Basis. Während nämlich die OR-Flächen sämtlicher verwachsener Individuen natürlicherweise in eine Ebene fallen, befinden sich die Rhomboeder-Enden der Einzelprismen zwar in paralleler Stellung, sind aber in einer Mehrzahl vorhanden, so dass derartige Kristallenden den Eindruck des Unfertigen, noch im Wachstum Begriffenen machen.“

Nach allem, was für viele Turmalin-Vorkommen, darunter das brasilianische, über die als Streifung, Riefung oder sonstwie bezeichnete Eigenart der Prismenflächen einerseits und den durch eine charakteristische Beschaffenheit der Endigungen häufig sich erweisenden „stengeligen“ Bau der Kristalle andererseits die bisherigen Untersuchungen ergeben haben, unterliegt es keinem Zweifel, dass die Auffassung Recht behält, welche beim Turmalin einen Aufbau aus (evtl. trigonal-prismatischen) Säulchen annimmt; nur ist dabei zu berücksichtigen, dass die der direkten Beobachtung sich darbietenden Merkmale, welche die gemachte Annahme veranlassen und stützen, tatsächlich der Ausdruck einer viel feineren „Faser“-Struktur („Faserung“) nach der azentrischen Hauptachse sein müssen.

Nach *Beckenkamp*²⁾ sind „Faserung und Lamellenbildung auf Selbstinfluenz der sekundären Kräfte zurückzuführen“. „Wir können annehmen, dass die Molekülgruppen je nach der Konzentration schon in der Lösung in grösserer oder geringerer Zahl vorhanden sind; aber dieselben sind nicht beständig, sie lösen sich wieder auf und werden immer wieder durch neue ersetzt. Liegt ein Kristall in seiner Lösung, so unterliegen auch die Molekülgruppen

¹⁾ Die granitischen Gänge des sächsischen Granulitgebirges. *Zeitschr. d. D. Geol. Ges.* 27 (1875), 104 ff. (191).

²⁾ Grundzüge einer Kinet. Kristalltheorie. *Sitz.-Ber. d. Physikal.-med. Ges. zu Würzburg*, Jahrgang 1911, p. 105 (p. 31 des S.-Abdr.); auch: *Éléments d'une théorie cinétique des cristaux*. *Bull. d. l. Soc. fr. de Min. t. XXXIV* (1911), p. 360 f.

seiner Oberfläche der Auflösung. Ist die Lösung ungesättigt, so werden mehr Gruppen aufgelöst, als sich neue anlagern; ist die Lösung gesättigt, so ist es umgekehrt. Kämen nur Kräfte primärer Art in Frage, dann würden neue Molekülgruppen nur durch Diffusionsströmung der wachsenden Oberfläche zugeführt. Die sekundären Kräfte wirken orientierend und anziehend auf die in der Lösung vorhandenen Gruppen. Bewirkt die Anziehung an irgend einer Stelle eine derartige Trennung der in der Lösung vorhandenen Gruppen, dass die jenseits liegenden Gruppen ausserhalb des Anziehungsbereiches liegen, so bildet sich ein gruppenfreier Hof um die Oberfläche des Kristalls. Der Prozess beginnt erst von neuem, wenn durch Diffusionsströmung wieder neue Gruppen in den Anziehungsbereich gekommen sind; das Wachstum ist also intermittierend.“

Winkeltabelle.

Es wurde bereits bemerkt, dass die Kristalle neben exakten Winkelwerten infolge mehr oder weniger gestörter Flächenbeschaffenheit sehr viele minder gute Spaltbilder darboten. Aus der grossen Zahl der Messungen mussten aus diesem Grunde, wenn die nachfolgende Tabelle nicht allzu grosse Fehler aufweisen sollte, verschiedene ausscheiden. Diejenigen Formen, welche als nicht ganz sicher angesprochen werden dürfen oder deren Auftreten zwar nachgewiesen wurde, ohne dass es aber möglich war, gute Reflexe zu erhalten, wurden daher nicht in die Winkeltabelle aufgenommen; sie sind in der vorausgehenden Beschreibung der Formen und in der Formentabelle erwähnt.

Ferner geschah für die Zusammenstellung die Berechnung der Mittelwerte unter Berücksichtigung der Güte der Einzelmessungen, so dass zu grosse Schwankungen der Grenzwerte vermieden sind. Die in den Kolonnen 5 und 6 („Z. d. M.“ und „Z. d. Kr.“) stehenden Ziffern geben jedoch die Zahl aller Messungen und Kristalle an, also auch der für die Ermittlung des Durchschnittswertes ausser acht gelassenen. Eine Berechnung der Winkel unterblieb, da trotz der Reihe guter Resultate die an eine Fundamentalmessung gestellten Anforderungen als nicht hinreichend erfüllt erachtet wurden.

Die Winkeltabelle weist gleiche Anordnung (1. *Miller'sche*, 2. *Bravais'sche*, 3. *Naumann'sche* Symbole) und gleiche Reihenfolge der Formen auf, wie die Formen-Tabelle und -Beschreibung. Für die Prismenzone sind keine Einträge enthalten, da eine Messung der Winkel derselben, wie erwähnt, nicht durchgeführt wurde.

Winkeltabelle.

Miller:	Bravais:	Naumann:	Grenzwerte:	Z. d. M.:	Z. d. Kr.:	Mittel:
(111): (100)	(0001): (1011)	OR: R	27° 19' — 27° 46'	17	7	27° 30,8'
(111): (111)	(0001): (0221)	OR: -2R	45 47 — 46 26	17	8	46 8,9
(111): (100)	(0001): (1011)	OR: R	26 51 — 27 40	10	6	27 17,5
(111): (110)	(0001): (0112)	OR: -½R	14 30 — 14 58	3	1	14 42
(100): (111)	(1011): (0001)	R: 0R	27 19 — 27 46	17	7	27 30,8
(100): (411)	(1011): (5052)	R: ½R	24 35 — 25 8	13	9	24 59
(100): (311)	(1011): (4041)	R: 4R	36 22 — 37 11	4	2	36 42
(100): (211)	(1011): (1010)	R: ∞R	62 1 — 62 52	161	69	62 34,5
(100): (112)	(1011): (0110)	R: ∞R (über -2R2)	76 29 — 76 53	6	4	76 41,7
(100): (211)	(1011): (1010)	R: ∞R (über 0R)	117 9 — 117 53	14	8	117 23,8
(100): (311)	(1011): (2243)	R: ¾P2	14 23 — 15 15	9	3	14 54,6
(100): (211)	(1011): (1232)	R: -½R3	21 16 — 22 18	146	36	21 44,5
(100): (121)	(1011): (1322)	R: -½R3 (über [-R])	38 33 — 38 58	6	4	38 45,7
(100): (111)	(1011): (0221)	R: -2R	38 2 — 39 14	216	52	38 40,4
(100): (111)	(1011): (2021)	R: -2R (über 0R)	73 3 — 74 11	138	58	73 32,8
(100): (201)	(1011): (2131)	R: R3	28 43 — 29 39	164	46	29 6,9
(100): (021)	(1011): (2311)	R: R3 (über -½R3)	62 54 — 63 25	10	4	63 11,3
(100): (120)	(1011): (3211)	R: R3 (über R)	76 4 — 76 26	6	5	76 17,6
(100): (302)	(1011): (3251)	R: R5	41 49 — 41 59	4	3	41 54
(100): (110)	(1011): (0112)	R: -½R	23 16 — 23 41	8	3	23 28,7
(100): (011)	(1011): (1012)	R: -½R (über 0R)	—	1	1	42 5
(100): (010)	(1011): (1101)	R: R	46 20 — 47 19	155	64	46 55,6
(100): (212)	(1011): (1341)	R: -2R2	45 2 — 45 57	10	4	45 40,2
(100): (122)	(1011): (1431)	R: -2R2 (über -2R)	—	1	1	58 10

(100): (433)	(1011): (7072)	R: $-\frac{1}{2}$ R (über 0R)	88 25 — 89 19	24	14	88 36,8
(100): (101)	(1011): (1120)	R: ∞ P2	66 8 — 66 57	146	44	66 30,8
(100): (110)	(1011): (2110)	R: ∞ P2 (über R)	—	1	1	113 28
(100): (111)	(1011): (0001)	R: 0R	26 51 — 27 40	10	6	27 17,5
(100): (211)	(1011): (1010)	R: ∞ R	62 19 — 62 53	20	11	62 39
(100): (211)	(1011): (1010)	R: ∞ R (über 0R)	116 58 — 117 24	2	2	117 11
(100): (111)	(1011): (0221)	R: -2 R	38 29 — 38 34	4	1	38 32
(100): (111)	(1011): (2021)	R: -2 R (über 0R)	73 27 — 73 44	2	2	73 35,5
(100): (110)	(1011): (0112)	R: $-\frac{1}{2}$ R	23 15 — 23 40	2	1	23 27,5
(100): (011)	(1011): (1012)	R: $-\frac{1}{2}$ R (über 0R)	—	1	1	41 50
(100): (010)	(1011): (1101)	R: R	46 53 — 46 56,5	4	2	46 54,8
(100): (110)	(1011): (2110)	R: ∞ P2	66 23 — 66 24	2	1	66 23,5
(411): (100)	(5052): (1011)	$\frac{1}{2}$ R: R	24 35 — 25 8	13	9	24 59
(411): (733)	(5052): (10.0.10.1)	$\frac{1}{2}$ R: 10R	26 48 — 26 55	2	1	26 51,5
(411): (211)	(5052): (1010)	$\frac{1}{2}$ R: ∞ R	37 8 — 37 49	11	8	37 37,6
(411): (211)	(5052): (1232)	$\frac{1}{2}$ R: $-\frac{1}{2}$ R3	32 23 — 32 58	4	2	32 43
(411): (101)	(5052): (1120)	$\frac{1}{2}$ R: ∞ P2	46 31 — 46 45	4	2	46 36
(311): (100)	(4041): (1011)	4R: R	36 22 — 37 11	4	2	36 42
(311): (201)	(4041): (2131)	4R: R3	19 2 — 20 4	8	2	19 42
(311): (101)	(4041): (1120)	4R: ∞ P2	37 47 — 38 24	9	2	38 3
(733): (411)	(10.0.10.1): (5052)	10R: $\frac{1}{2}$ R	26 48 — 26 55	2	1	26 51,5
(733): (211)	(10.0.10.1): (1010)	10R: ∞ R	10 45 — 10 53	2	1	10 49
(110): (100)	(0112): (1011)	$-\frac{1}{2}$ R: R	23 16 — 23 41	8	3	23 28,7
(110): (001)	(0112): (0111)	$-\frac{1}{2}$ R: R (über 0R)	—	1	1	42 5

Müller:	Bravais:	Naumann:	Grenzwerte:	Z. d. M.: Z. d. Kr.:	Mittel:
(110): (111)	= (0112): (0001)	= - $\frac{1}{2}$ R: 0R	= 14° 30' — 14° 58'	3	14° 42'
(110): (121)	(0112): (1100)	- $\frac{1}{2}$ R: ∞R	75 15 — 75 28	3	75 21,3
(110): (100)	(0112): (1011)	- $\frac{1}{2}$ R: R	23 15 — 23 40	2	23 27,5
(110): (001)	(0112): (0111)	- $\frac{1}{2}$ R: R (über 0R)	—	1	41 50
(111): (111)	(0221): (0001)	-2R: 0R	45 47 — 46 26	17	8
(111): (334)	(0221): (0772)	-2R: - $\frac{1}{2}$ R	14 52 — 15 40	52	23
(111): (112)	(0221): (0110)	-2R: ∞R	43 10 — 44 18	127	52
(111): (112)	(0221): (0110)	-2R: ∞R (über 0R)	135 58 — 136 20	10	6
(111): (211)	(0221): (1232)	-2R: - $\frac{1}{3}$ R3	16 25 — 17 21	90	26
(111): (311)	(0221): (2243)	-2R: $\frac{1}{3}$ P2	23 17 — 23 18	2	1
(111): (100)	(0221): (1011)	-2R: R	38 2 — 39 14	216	52
(111): (001)	(0221): (0111)	-2R: R (über 0R)	73 3 — 74 11	138	58
(111): (111)	(0221): (2201)	-2R: -2R	76 53 — 77 58	15	10
(111): (212)	(0221): (1341)	-2R: -2R2	19 3 — 19 44	116	39
(111): (313)	(0221): (2461)	-2R: -2R3	28 38 — 29 13	23	9
(111): (101)	(0221): (1120)	-2R: ∞P2	51 0 — 51 49	204	59
(111): (201)	(0221): (2131)	-2R: R3	31 32 — 32 28	79	18
(111): (210)	(0221): (3121)	-2R: R3 (über [R2])	58 58 — 58 59	2	1
(111): (302)	(0221): (3251)	-2R: R5	—	1	1
(111): (121)	(0221): (1100)	-2R: ∞R	43 49 — 43 58	3	2
(111): (121)	(0221): (1100)	-2R: ∞R (über 0R)	—	1	1
(111): (100)	(0221): (1011)	-2R: R	38 29 — 38 34	4	1
(111): (001)	(0221): (0111)	-2R: R (über 0R)	73 27 — 73 44	2	2
(111): (110)	(0221): (2110)	-2R: ∞P2	51 27 — 51 30	4	1
					43 52,7
					136 7
					38 32
					73 35,5
					51 28,7

(334) : (111)	(0772) : (0221)	$-\frac{1}{2}R : -2R$	14	52	—	15	40	52	23	15	13,4
(334) : (112)	(0772) : (0110)	$-\frac{1}{2}R : \infty R$	28	11	—	29	2	87	34	28	44,9
(334) : (112)	(0772) : (0110)	$-\frac{1}{2}R : \infty R$ (über 0R)	151	1	—	151	50	12	8	151	16,2
(334) : (001)	(0772) : (0111)	$-\frac{1}{2}R : R$ (über 0R)	88	25	—	89	19	24	14	88	36,8
(334) : (343)	(0772) : (7702)	$-\frac{1}{2}R : -\frac{1}{2}R$	98	37	—	99	21	18	8	98	48
(334) : (101)	(0772) : (1120)	$-\frac{1}{2}R : \infty P_2$	39	19	—	40	57	34	8	40	32,8
(334) : (212)	(0772) : (1341)	$-\frac{1}{2}R : -2R_2$	11	47	—	12	42	39	10	12	11,5
(334) : (123)	(0772) : (1540)	$-\frac{1}{2}R : \infty P_{\frac{1}{4}}$	30	15	—	30	26	4	1	30	19
(334) : (211)	(0772) : (1232)	$-\frac{1}{2}R : -\frac{1}{2}R_3$	29	45	—	30	9	4	1	29	57
(223) : (201)	(0551) : (2131)	$-5R : R_3$	—	—	—	—	—	1	1	38	26
(223) : (101)	(0551) : (1120)	$-5R : \infty P_2$	—	—	—	—	—	1	1	36	4
(201) : (100)	(2131) : (1011)	$R_3 : R$	28	43	—	29	39	164	46	29	6,9
(201) : (010)	(2131) : (1101)	$R_3 : R$ (über $-\frac{1}{2}R_3$)	62	54	—	63	25	10	4	63	11,3
(201) : (001)	(2131) : (0111)	$R_3 : R$ (über R)	76	4	—	76	26	6	5	76	17,6
(201) : (302)	(2131) : (3251)	$R_3 : R_5$	12	25	—	13	2	23	11	12	42,9
(201) : (101)	(2131) : (1120)	$R_3 : \infty P_2$	37	1	—	37	46	150	45	37	23,7
(201) : (110)	(2131) : (2110)	$R_3 : \infty P_2$ (über 4R)	57	37	—	58	16	69	16	57	59,9
(201) : (011)	(2131) : (1210)	$R_3 : \infty P_2$ (über $-5R$)	74	1	—	74	57	71	25	74	35,8
(201) : (011)	(2131) : (1210)	$R_3 : \infty P_2$ (über R_3 etc.)	—	—	—	—	—	1	1	105	13
(201) : (311)	(2131) : (4041)	$R_3 : 4R$	19	2	—	20	4	8	2	19	42
(201) : (211)	(2131) : (1232)	$R_3 : -\frac{1}{2}R_3$	24	32	—	24	37	4	3	24	34
(201) : (111)	(2131) : (0221)	$R_3 : -2R$	31	32	—	32	28	79	18	32	0,3
(201) : (111)	(2131) : (2201)	$R_3 : -2R$ (über [R ₂])	58	58	—	58	59	2	1	58	58,5
(201) : (212)	(2131) : (1341)	$R_3 : -2R_2$	23	50	—	24	25	61	24	24	7,7
(201) : (223)	(2131) : (0551)	$R_3 : -5R$	—	—	—	—	—	1	1	38	26
(201) : (210)	(2131) : (3121)	$R_3 : R_3$	30	25	—	31	9	65	35	30	44,6

Müller:	Bravais:	Naumann:	Grenzwerte:	Z. d. M.:	Z. d. Kr.:	Mittel:
(201) : (211)	(2131) : (1010)	R3 : ∞R	39° 45' — 40° 23'	11	7	40° 8,6'
(201) : (211)	(2131) : (1010)	R3 : ∞R (über $-\frac{1}{3}$ R3, R etc.)	—	1	1	139 40
(302) : (201)	(3251) : (2131)	R5 : R3	12 25 — 13 2	23	11	12 42,9
(302) : (100)	(3251) : (1011)	R5 : R	41 49 — 41 59	4	3	41 54
(302) : (101)	(3251) : (1120)	R5 : ∞P2	24 19 — 25 0	26	12	24 38,6
(302) : (110)	(3251) : (2110)	R5 : ∞P2 (über 7R)	56 47 — 57 9	6	2	56 56
(302) : (111)	(3251) : (0221)	R5 : —2R	—	1	1	35 59
(302) : (212)	(3251) : (1341)	R5 : —2R2	20 27 — 20 54	7	2	20 38
(302) : (313)	(3251) : (2461)	R5 : —2R3	16 31 — 16 34	2	1	16 32,5
(302) : (320)	(3251) : (5231)	R5 : R5	42 49 — 42 50	2	1	42 49,5
(311) : (100)	(2243) : (1011)	$\frac{3}{2}$ P2 : R	14 23 — 15 15	9	3	14 54,6
(311) : (211)	(2243) : (1232)	$\frac{3}{2}$ P2 : — $\frac{1}{2}$ R3	6 38 — 7 2	7	2	6 50
(311) : (111)	(2243) : (0221)	$\frac{3}{2}$ P2 : —2R	23 17 — 23 18	2	1	23 17,5
(211) : (311)	(1232) : (2243)	— $\frac{1}{2}$ R3 : $\frac{3}{2}$ P2	6 38 — 7 2	7	2	6 50
(211) : (100)	(1232) : (1011)	— $\frac{1}{2}$ R3 : R	21 16 — 22 18	146	36	21 44,5
(211) : (010)	(1232) : (1101)	— $\frac{1}{2}$ R3 : R (über [—R])	38 33 — 38 58	6	4	38 45,7
(211) : (111)	(1232) : (0221)	— $\frac{1}{2}$ R3 : —2R	16 25 — 17 21	90	26	16 48,4
(211) : (122)	(1232) : (1431)	— $\frac{1}{2}$ R3 : —2R2	35 51 — 36 31	8	4	36 6,2
(211) : (011)	(1232) : (1210)	— $\frac{1}{2}$ R3 : ∞P2	67 54 — 68 40	70	24	68 16,5
(211) : (110)	(1232) : (2110)	— $\frac{1}{2}$ R3 : ∞P2 (über $\frac{3}{2}$ R)	78 58 — 79 42	18	5	79 18,4
(211) : (411)	(1232) : (5052)	— $\frac{1}{2}$ R3 : $\frac{3}{2}$ R	32 23 — 32 58	4	2	32 43
(211) : (201)	(1232) : (2131)	— $\frac{1}{2}$ R3 : R3	24 32 — 24 37	4	3	24 34
(211) : (211)	(1232) : (1010)	— $\frac{1}{2}$ R3 : ∞R	—	2	1	64 40
(211) : (211)	(1232) : (3212)	— $\frac{1}{2}$ R3 : — $\frac{1}{3}$ R3	43 24 — 43 32	4	4	43 29,5

(211): (121)	$-\frac{1}{3}R3$: $-\frac{1}{3}R3$	21	6	—	21	39	16	8	21	21
(211): (112)	$-\frac{1}{3}R3$: $-\frac{1}{3}R3$	58	30	—	58	48	2	1	58	39
(211): (334)	$-\frac{1}{3}R3$: $-\frac{1}{3}R$	29	45	—	30	9	4	1	29	57
(212): (111)	$-2R2$: $-2R$	19	3	—	19	44	116	39	19	21,3
(212): (313)	$-2R2$: $-2R3$	9	3	—	9	24	20	8	9	12
(212): (101)	$-2R2$: $\infty P2$	31	32	—	32	34	107	35	32	1,1
(212): (011)	$-2R2$: $\infty P2$ (über $-5R$)	50	0	—	50	51	63	22	50	30,7
(212): (110)	$-2R2$: $\infty P2$ (über $R5$)	77	15	—	78	15	46	12	77	45,8
(212): (100)	$-2R2$: R	45	2	—	45	57	10	4	45	40,2
(212): (010)	$-2R2$: R (über $-2R$)	—	—	—	—	—	1	1	58	10
(212): (112)	$-2R2$: ∞R	30	46	—	31	20	12	6	31	4,4
(212): (201)	$-2R2$: $R3$	23	50	—	24	25	61	24	24	7,7
(212): (302)	$-2R2$: $R5$	20	27	—	20	54	7	2	20	38
(212): (334)	$-2R2$: $-\frac{1}{3}R$	11	47	—	12	42	39	10	12	11,5
(212): (122)	$-2R2$: $-2R2$	24	30	—	24	55	8	5	24	39,8
(212): (221)	$-2R2$: $-2R2$	78	48	—	78	51	4	3	78	49,8
(212): (121)	$-2R2$: $-\frac{1}{3}R3$	35	51	—	36	31	8	4	36	6,2
(313): (212)	$-2R3$: $-2R2$	9	3	—	9	24	20	8	9	12
(313): (111)	$-2R3$: $-2R$	28	38	—	29	13	23	9	28	49,7
(313): (302)	$-2R3$: $R5$	16	31	—	16	34	2	1	16	32,5
(313): (101)	$-2R3$: $\infty P2$	22	10	—	22	51	42	14	22	30,3
(313): (011)	$-2R3$: $\infty P2$ (über $-8R$)	52	16	—	52	17	2	1	52	16,5

Vergleichstabelle.

Um eine Beurteilung der in der Winkeltabelle angegebenen Mittelwerte zu ermöglichen, habe ich im folgenden eine Vergleichstabelle zusammengestellt. Dieselbe umfasst für eine Reihe der bekannteren Winkel vom Turmalin zunächst Messungen bzw. Berechnungen, welche von *Seligmann*, *Wülfing*, *Westergård*, *Reimann* und mir an brasilianischen Kristallen gewonnen wurden. Dann folgen zwei Kolumnen, deren von *Hintze* und *Dana* angegebene Winkelberechnungen sich auf andere Vorkommen, aber auf ähnliche Grundwinkel bzw. Achsenverhältnisse beziehen wie diejenigen von *Seligmann*, *Wülfing* und *Westergård*. Die letzte Kolumne enthält Messungs- und Berechnungsergebnisse an Ceyloner Turmalin, die aus der grossen Tabelle in *Worobieff's* bekannter Arbeit stammen; ich habe sie deshalb beigefügt, um zu zeigen, dass merkwürdigerweise trotz des anderen Achsenverhältnisses und grösseren Grundwinkels häufig auffallende Ähnlichkeit mit den Winkeln der vorangehenden Kolumnen vorhanden ist.

Ein Vergleich der Werte lässt erkennen, dass mit den Messungen von *Seligmann*, *Wülfing* und *Westergård* diejenigen von *Reimann* und mir im grossen und ganzen übereinstimmen; dagegen erscheinen die ausgehend von $R:R = 46^{\circ} 52'$ von *Seligmann* und auch *Dana* berechneten Winkel in der Regel etwas kleiner als die gemessenen; näher stehen die Berechnungen von *Wülfing*, *Westergård* und *Hintze*, die von dem Fundamentalwinkel $R:R = 46^{\circ} 54'$ ausgehen. Der von *Reimann* angegebene Winkel für $R:R$ scheint etwas hoch zu sein, wenigstens wenn ich ihn meinen Einzelmessungen gegenüberhalte; dieselben bewegen sich, wenn man von den vereinzelt unterhalb und oberhalb liegenden Werten absehen will, hauptsächlich in dem Gebiete zwischen $46^{\circ} 54' - 47^{\circ} 0'$ und verdichten sich am stärksten um $46^{\circ} 56' \pm 2'$; *Wülfing* hat aus sehr gutem Material den Fundamentalwinkel $46^{\circ} 53' \pm 2'$ erhalten. Im Hinblick auf die geringe Differenz zwischen beiden Angaben erscheint mir das Achsenverhältnis $a:c = 1:0,4479 \pm 0,0004$ für brasilianischen Turmalin am wahrscheinlichsten. Die Angaben *Wülfing's*¹⁾ über die kristallographischen, speziell die geometrischen Konstanten vieler Turmalin-Varietäten sind für die Beurteilung dieser Fragen von grossem Interesse.

¹⁾ a. a. O. p. 11 ff.

Vergleichs-Tabelle.

Winkel- Bezeichnung nach Naumann	An brasilianischem Turmalin von:						An brasilian. Turmalin gemessen von:		Aus der Tabelle von Hintze ⁷⁾ . (Berechnet nach Jeroféjew: R:R=46°54'; a:c= 1:0,448051)	Aus der Tabelle von Dana ⁸⁾ . (Axis δ= 0,44767; 0001 ∨ 1011 =27°20' 8' Kupffer)	An Ceyloner Turmalin von			
	Seligmann ¹⁾		Wülfing ³⁾		Westergård ⁵⁾		Reimann ⁶⁾	Müller			Worobieff ⁹⁾			
	gemessen	berechnet (a:c= 1:0,447675 ²⁾)	gemessen	berechnet ⁴⁾ (a:c= 1:0,4479 ±0,0004)	gemessen	berechnet nach Jeroféjew (R:R=46°54')					gemessen	berechnet	gemessen	berechnet (a:c=0,45181)
OR:R	—	—	27°22' ± 4'	27°20,8'	—	—	27°17,6'	27°30,8' (ant.)	27°21'	27°20'	27°34,3'	27°33,1'		
OR:—½R	—	—	27 20 ± 1	27 20,2	—	—	—	27 17,5 (anal.)	—	14 29½	14 37	14 37,2		
OR:—2R	—	—	—	—	—	—	—	46 8,9 (ant.)	45 59	45 57	46 11	46 13		
R:—½R7	—	—	—	—	17°47'	} 17°39,7'	—	—	—	—	—	—		
R:—½R3	21°40¼'	21°41'	—	—	17 50		—	—	—	—	—	—	—	
R:—2R	—	—	38 31 ± 1	{ 38 30 (D.) 38 31 (H.)	—	—	21 42	21 44,5 „	—	—	21 52,3	21 49,8 ¹⁰⁾		
R:R3	—	—	29 1 ± 1	{ 29 0 (D.) 29 ½ (H.)	—	—	38 40	38 40,4 „	(38 31)	38 30	38 41,1	38 42		
R:R	—	—	—	—	—	—	29 3,2	29 6,9 (ant.)	—	—	29 3,2	29 3,7		
R:—5R (üb.0R)	96 1	96 11	46°53' ± 2'		46°54'20" (Mittel)		47 1,7	46 55,6 „	46 54	46 52	47°13'39"			
R:∞P2	—	—	—	—	—	—	—	46 54,8 (anal.)	—	—	—	—		
10R:∞R	10 45	10 57	—	—	—	—	66 31,8	66 30,8 (ant.)	—	66 34	66 22,1	66 23,2		
—½R:∞R	57 1	57 8	—	—	—	—	—	66 23,5 (anal.)	—	—	—	—		
—2R:∞R	43 52½	44 3	—	—	—	—	—	10 49 (ant.)	—	—	10 55,3	10 51		
—2R:—2R	—	—	—	—	—	—	—	(57 17)(?) „	—	—	—	—		
—2R:—2R2	—	—	19 22 ± 1	19 21 (D./H.)	—	—	—	43 51,3 „	—	—	—	—		
—2R:∞P2	—	—	—	—	—	—	—	43 52,7 (anal.)	—	—	43 46,8	43 47		
—5R:∞R	21 12—14½	21 9	—	—	—	—	—	43 52,7 (anal.)	—	—	—	—		
R3:∞P2	—	—	—	—	—	—	—	77 14	77 2	77 0	77 23,4	77 24		
R3:R3	—	—	30 40	{ 30 38½ (D.) 30 39 (H.)	—	—	—	77 25,8 (ant.)	—	—	77 23,7	77 19,9		
R5:R5	—	—	—	—	—	—	—	19 21,3 „	—	—	—	—		
R5:∞P2	—	—	—	—	—	—	—	51 21,7 „	51 29	51 30	51 18,3	51 18		
—½R3:—½R3	43 32	43 22	—	—	—	—	—	51 28,7 (anal.)	—	—	—	—		
—½R3:—½R3	21 16¼	21 13	—	—	—	—	—	19 57 (ant.) ¹¹⁾	—	—	20 56,3	20 58,5		
—2R2:∞P2	—	—	—	—	—	—	—	37 23,7 „	37 32½	37 34	37 18,6	37 19,5		
—2R2:—2R2	—	—	—	—	—	—	—	30 45,2	30 39	30 38½	30 42,2	30 44,6		
—2R2:—2R2	—	—	—	—	—	—	—	30 44,6 „	30 39	30 38½	30 42,2	30 44,6		
	—	—	—	—	—	—	—	42 49,5 „	—	42 36	42 31,7	42 39,7		
	—	—	—	—	—	—	—	24 38,6 „	24 45	24 46	24 33,9	24 34,9		
	43 32	43 22	—	—	—	—	—	43 29,5 „	—	43 22½	42 58,9 (?)	43 39,6 ¹²⁾		
	21 16¼	21 13	—	—	—	—	—	21 21 „	21 18½	21 18	21 23,8	21 26		
	—	—	—	—	—	—	—	32 1,1 „	32 8	32 9	31 57,5	31 58,1		
	—	—	—	—	—	—	—	24 39,8 „	24 26½	24 26	24 33	24 29,2		
	—	—	—	—	—	—	—	78 49,8 „	—	78 50	—	79 1,6		

1) a. a. O. p. 225. — 2) Berechnet aus *Des Cloiseaux's* R mit 46°52' in den Polkanten. Vgl. ebenda, Fussnote p. 225. — 3) a. a. O. p. 25 ff. — 4) Einige Berechnungen nach *Dana* (D.) und *Hintze* (H.), (R:R=46°52' resp. 46°54'). — 5) a. a. O. — 6) a. a. O. p. 152 f. — 7) a. a. O. p. 314. — 8) a. a. O. p. 552. Nach einer Notiz *Wülfing's* wurde der Wert des Achsenverhältnisses in dem „Text-Book“ von 1898 auf 0,4477 abgerundet. — 9) a. a. O. p. 376 ff. — 10) Geändert; in der Tabelle steht infolge Druckfehlers 21°29,8'. — 11) Dieser Winkel wurde bei vorgeschlagener Lupe gemessen. — 12) Geändert; im Einklang mit der Korrektur bei Winkel R:—½R3 muss es hier 43°39,6' statt 42°59,6' heissen.

Hinsichtlich des optischen Verhaltens des brasilianischen Turmalins kann ich den von *Reimann* mitgeteilten Ergebnissen nichts Neues hinzufügen. Bei gekreuzten Nicols wurde an den bereits früher erwähnten Platten senkrecht zur c-Achse im parallelen Licht schwache Auslöschung und Aufhellung des ganzen Gesichtsfeldes, also aller Farben gleichzeitig, bemerkt. Um den inneren Kern läuft zuweilen ein äusserst schmaler heller Streifen, der bei gekreuzten Nicols gut sichtbar ist; er hat gegenüber seiner Umgebung ein etwas anderes Brechungsvermögen. Bei der Untersuchung im konvergenten Licht wurde entweder gar keine oder nur eine geringe Störung wahrgenommen, indem wie bei den optisch zweiachsigen Kristallen (in 45°-Stellung) die dunklen Balken des Kreuzes etwas auseinanderweichen.

An einem der Schiffe wurde eine Erscheinung beobachtet, die auch *Reimann* erwähnt. An dem betreffenden Objekt wurden in der äussersten (blauen) Zone, und zwar nur in dieser, winzige Kristallnadelchen gesehen, die ungefähr in der Ebene der Basis liegen und an der Grenze der zweiten nach innen folgenden (grünen) Zone ihren Ausgangspunkt haben; sie ragen in die äussere Zone hinein und sind wahrscheinlich als Turmalinkristallite aufzufassen.

Die Prüfung des pyroelektrischen Verhaltens kam nur insoweit in Betracht, als der Nachweis des Polcharakters einzelner Kristalle zu erbringen war.

Die Literatur bietet speziell bezüglich der optischen, pyroelektrischen und sonstigen physikalischen Eigenschaften des Turmalins im allgemeinen ein so ausgedehntes Material, dass ich von einem Studium desselben für die vorliegende Arbeit absehen musste. Speziell für den brasilianischen Turmalin in dieser Hinsicht interessante Untersuchungen habe ich teils selbst bereits erwähnt (z. B. *Kundt*, *Schedtler*), verweise aber in der Hauptsache auf die betreffenden Angaben *Reimann's*, ebenso auf diejenigen *E. Kaiser's*¹⁾ gelegentlich seines Referates über die Arbeit des Vorgenannten, und mache ausserdem auf eine Untersuchung von *F. Lange*²⁾ „über den elektrokalendarischen Effekt beim brasilianischen Turmalin“ aufmerksam.

Eine zwischen Pyro- resp. Piezoelektrizität und Faserung bestehende Beziehung erwähnt *J. Beckenkamp* in seinen Grundzügen einer kinetischen Kristalltheorie³⁾.

¹⁾ Zeitschr. f. Krist. etc. 47 (1910), 424 f.

²⁾ Inaug.-Diss. Jena 1905.

³⁾ a. a. O.

Zusammenfassung.

Für Turmalin überhaupt neue Formen wurden, wie in Anbetracht des nicht sehr grossen Formenreichtums zu vermuten war, für das brasilianische Vorkommen nicht gefunden. Doch konnten zu denjenigen Formen, welche *Reimann* an brasilianischem Turmalin beobachtet hat, von mir noch einige von früheren Autoren genannte nachgewiesen werden, z. B. $\{4\bar{1}\bar{1}\}$, $\frac{5}{2}R$; $\{733\}$, $10R$; $\{110\}$, $-\frac{1}{2}R^1$ und $\{\bar{1}10\}$, $-\frac{1}{2}R$; $\{332\}$, $-\frac{5}{4}R^1$; $\{223\}$, $-5R$.

Für brasilianischen Turmalin neu sind folgende Formen zu nennen, deren Bestimmung jedoch infolge der für die Messung wenig günstigen Verhältnisse zum Teil als nicht ganz sicher gelten muss.

1. Am antilogen Pol: $\{8.8.\bar{1}3\}$, $-7R$; $\{335\}$, $-8R$; $\{41\bar{1}\}$, $\frac{1}{4}R5$; $\{31\bar{1}\}$, $\frac{4}{3}P2$; vielleicht auch $\{722\}$, $3R$ resp. $\{10.3.3\}$, $\frac{1}{4}R$; $\{10.7.7\}$, $-\frac{1}{10}R\frac{1}{7}$; $\{413\}$, $-\frac{1}{2}R7$.

2. Am analogen Pol: $\{411\}$, $\frac{5}{2}R$; vielleicht auch $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, $\frac{1}{4}R$; $\{911\}$, $\frac{1}{7}R$; $\{22\bar{1}\}$, $-\frac{1}{3}R$.

Für andere Turmalinvorkommen sind diese Formen bekannt.

Über die bei einer Reihe von Flächen bemerkte Streifung gilt folgendes:

1. Auf $\{100\}$, R und $\{21\bar{1}\}$, $-\frac{1}{2}R3$ ist eine Lamellierung erkennbar, welche auf Absonderung nach $\{11\bar{1}\}$, $-2R$ hinweist.

Auf $\{11\bar{1}\}$, $-2R$ selbst ist eine schwächere Lamellierung zu beobachten, welche auf Absonderung nach $\{10\bar{1}\}$, $\infty P2$ hindeutet.

2. Die Lamellierung nach $\{10\bar{1}\}$, $\infty P2$ gibt sich bei einer Reihe von Kristallen auch dadurch noch klarer zu erkennen, dass die Kombinationskanten $(100):(11\bar{1})$ annähernd parallel zu den Polkanten von $\{100\}$ bzw. in der Richtung $\{10\bar{1}\}$, $\infty P2$ stark gekerbt sind. Die Lamellenkanten sind häufig durch glänzende Flächen von $\{20\bar{1}\}$, $R3$ abgestumpft.

Ebenfalls auf diese Lamellierung nach $\{10\bar{1}\}$, $\infty P2$ deutet die Streifung der Flächen von $\{11\bar{1}\}$ parallel ihren Kombinationskanten mit $\{20\bar{1}\}$, $R3$.

3. Die Fläche (100) , R ist auch parallel zu ihrer Kombinationskante mit (111) , $0R$ gestreift; es ist dies die Richtung

¹⁾ Diese beiden Formen, welche *Reimann* bei der Einzelbeschreibung seiner Kristalle als schmale bzw. rauhe Flächen erwähnt, erachtet er, wie aus einer Bemerkung zu Anfang seiner Arbeit (p. 100) hervorgeht, anscheinend als nicht sicher nachgewiesen.

des trigonalen Prismas. Wahrscheinlich kann hierbei an einen Schichtenbau parallel $\{100\}$ gedacht werden, besonders wenn man das Auftreten jeweils einer $\{100\}$ -Fläche in Gestalt winziger glänzender Stückchen auf der gegenüberliegenden Polkante mit in Berücksichtigung zieht.

4. In einem Falle wurde auch auf $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$, OR eine Art Schichtenbau konstatiert.

5. Schliesslich konnte eine sehr deutliche, äusserlich gut erkennbare Lamellierung auf den negativen trigonalen Prismen beobachtet und beschrieben werden; dieselbe deutet auf eine Lamellierung nach den betreffenden Prismen selbst oder genauer auf einen Aufbau des Kristalls aus trigonalen Säulchen resp. Faserung.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, am Schlusse dieser Arbeit für die freundliche Unterstützung zu danken, die mir von vielen Seiten zuteil geworden ist.

Herr Kommerzienrat Dr. *G. Seligmann* in Coblenz hat mir in liebenswürdigster Weise den grösseren Teil des untersuchten Materials zur Verfügung gestellt und dadurch die Inangriffnahme der Arbeit ermöglicht. Ebenso hat mir Herr Professor Dr. *J. Beckenkamp*, Vorstand des Mineralogisch-geologischen Instituts der Universität Würzburg, die in den Sammlungen vorhandenen Turmaline überlassen. Beiden Herren spreche ich für ihr grosses Entgegenkommen meinen aufrichtigsten Dank aus.

Ganz besonderen Dank schulde ich meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. *J. Beckenkamp*, auf dessen Veranlassung und unter dessen Leitung vorliegende Arbeit durchgeführt wurde, für das dem Fortgang derselben stets gewidmete Interesse und die mannigfaltigen mir gegebenen Anregungen und Ratschläge.

Auch dem I. Assistenten des Min.-geol. Instituts, Herrn Dr. *Chr. Heimbucher*, möchte ich für die mir vielfach gewährte Hilfe an dieser Stelle meinen besten Dank zum Ausdruck bringen.

Literaturverzeichnis.

- Baumhauer, H.*, Die Ätzfiguren am Lithionglimmer, Turmalin, Topas und Kieselzinkerz. N. Jahrb. f. Min. etc. 1876, 1—8.
- Beckenkamp, J.*, Zur Symmetrie der Kristalle. 2. Mitteilung. Zeitschr. f. Krist. etc. **19** (1891), 241—264.
- Zur Symmetrie der Kristalle. 5. Mitteilung. Zeitschr. f. Krist. etc. **28** (1897), 69—102.
- Die vizinalen Flächen und das Rationalitätsgesetz. Zeitschr. f. Krist. etc. **36** (1902), 111—116.
- Grundzüge einer Kinetischen Kristalltheorie. Sitz.-Ber. d. Physikal.-med. Ges. zu Würzburg, Jahrg. 1911, 73—112.
- Éléments d'une théorie cinétique des cristaux. Bull. de la Soc. française de Min. t. XXXIV (1911), 317—371.
- Credner, H.*, Die granitischen Gänge des sächsischen Granulitgebirges. Zeitschr. d. D. Geol. Ges. **27** (1875), 104—223.
- D'Achiardi, G.*, Le tormaline del granito Elbano. Parte prima, 1893. Parte seconda, 1896. Pisa. Atti della Società Toscana di Scienze Naturali. Memorie, vol. XIII e XV. Ref. Zeitschr. f. Krist. etc. **26** (1896), 211 und **30** (1898), 201.
- Osservazioni sulle tormaline dell' Isola del Giglio. Pisa 1897. Annali delle Università toscane. Tomo XXII. Ref. Zeitschr. f. Krist. etc. **31** (1899), 405; N. Jahrb. f. Min. etc. 1898 (II), 200.
- Dana, J. D.*, The system of mineralogy, 6. ed. (*E. S. Dana*). New York 1892.
- Des Cloizeaux, A.*, Manuel de Minéralogie. Paris 1862.
- Duparc, L., M. Wunder et R. Sabot*, Les minéraux des pegmatites des environs d'Antsirabé à Madagascar. Mém. de la Soc. de Phys. et d'Hist. nat. de Genève, vol. **36** (1910), 283—410. Ref. N. Jahrb. f. Min. etc. 1911 (II), 356.
- Goldschmidt, V.*, Index der Kristallformen der Mineralien, 3. Bd. (243—248). Berlin 1891.
- Groth, P.*, Die Mineraliensammlung der Kaiser-Wilhelms-Universität Strassburg. Strassburg 1878.
- Physikalische Krystallographie, 4. Aufl., Leipzig 1905.
- Häüy, R. J.*, Traité de crystallographie, tome II. Paris 1821.
- Traité de minéralogie. 2. éd., tome III. Paris 1822.
- Hintze, C.*, Handbuch der Mineralogie, II. Bd. (Silicate und Titanate). Leipzig 1889.
- Kaiser, E.*, Referat über: *G. Reimann*, Beiträge zur Kenntnis des Turmalins aus Brasilien. Zeitschr. f. Krist. etc. **47** (1910), 424 f.

- Krejčí, A.*, Nachträge zu den Piseker Mineralien. Sitz.-Ber. d. k. böhm. Ges. d. Wiss. 1902, Nr. XXXV, 7 S. (Böhmisch). Ref. Zeitschr. f. Krist. etc. **39** (1904), 399.
- Lacroix, A.*, Les minéraux des filons de pegmatite à tourmaline lithique de Madagascar. Bull. d. l. Soc. franç. de Min. t. XXXI (1908), 218—247. Ref. N. Jahrb. f. Min. etc. 1910 (II), 203; Zeitschr. f. Krist. etc. **48** (1911), 307.
- Lange, F.*, Experimentelle Untersuchungen über den elektrokalendarischen Effekt beim brasilianischen Turmalin. Inaug.-Diss. Jena 1905, 42 S.
- Ramsay, W.*, Om turmalinens hänförande till den romboëdrisk-tetartoëdriska formgruppen af det hexagonala systemet. Meddel. från Stockholms högskola No. 50. Bihang till k. Svenska Vet.-Akad. Handl. Bd. 12. Afd. II. No. 1 (1886), 11 S. Ref. Zeitschr. f. Krist. etc. **15** (1889), 431 f.
- Om tetartoëdri hos turmalin. Meddel. från Stockholms Högskola. No. 60. Bihang till k. Svenska Vet.-Akad. Handlingar. Bd. 13. Afd. II. Nr. 6 (1887), 10 S. Ref. Zeitschr. f. Krist. etc. **15** (1889), 431 f.
- Reimann, G.*, Beiträge zur Kenntnis des Turmalins aus Brasilien. Inaug.-Diss. Kiel 1906. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXIII (1907), 91—162. Ref. Zeitschr. f. Krist. etc. **47** (1910), 424.
- Riess, P.* und *G. Rose*, Über die Pyroelektrizität der Mineralien. Abh. d. k. Akad. d. Wiss. zu Berlin 1843, 59. Auch: Pogg. Ann. **59**, 357.
- Romé de l'Isle, J. B.*, Cristallographie ou description des formes propres à tous les corps du règne minéral. Paris 1783. Vol. II.
- Rose, G.*, Über den Zusammenhang zwischen der Form und der elektrischen Polarität der Krystalle. Abh. d. k. Akad. d. Wiss. zu Berlin a. d. J. 1836, 215—247. Auch: Pogg. Ann. **39**, 285—320.
- Rose-Sadebeck*, Elemente der Krystallographie. 2. Band: Angewandte Krystallographie von *A. Sadebeck*. Berlin 1876.
- Schedtler, H.*, Experimentelle Untersuchungen über das elektrische Verhalten des Turmalins. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. IV (1886), 519—575. Ref. Zeitschr. f. Krist. etc. **15** (1889), 330.
- Seißer, H.*, Titanit von der Rauris. Inaug.-Diss. Würzburg 1909. Zeitschr. f. Krist. etc. **47** (1910), 321—345. Ref. N. Jahrb. f. Min. etc. 1911 (II), 15.
- Seligmann, G.*, Mineralogische Notizen II. (6. Turmalin.) Zeitschr. f. Krist. etc. **6** (1882), 217—227. Ref. N. Jahrb. f. Min. etc. 1883 (I), 366.
- Slavik, F.*, Mineralogische Mitteilungen aus Westmähren II. Abh. d. böhm. Akad. 1904, Nr. **35**, 12 S. (Böhmisch. Deutsch. Résumé im Bull. internat.) Ref. N. Jahrb. f. Min. etc. 1905 (II), 188; Zeitschr. f. Krist. etc. **42** (1907), 410.
- Termier, P.*, Sur de gros cristaux de tourmaline de l'Ankaratra (Madagascar). Bull. d. l. Soc. franç. de Min. t. XXXI (1908), 138—142. Ref. N. Jahrb. f. Min. etc. 1910 (II), 189; Zeitschr. f. Krist. etc. **48**, (1911), 307.
- Traube, H.*, Über die Ätzfiguren einiger Minerale. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. X (1896), 454—469. (Turmalin p. 460.) Ref. Zeitschr. f. Krist. etc. **30** (1899), 399.
- Walker, T. L.*, Examination of some triclinic minerals by means of etching figures. Am. Journ. of Science, vol. V (1898), 176—185. Ref. Zeitschr. f. Krist. etc. **32** (1900), 590; N. Jahrb. f. Min. etc. 1900 (I), 169.
- Westergård, A. H.*, Über Turmalin von Minas Geraës in Brasilien. Zeitschr. f. Krist. etc. **42** (1907), 278. Ref. N. Jahrb. f. Min. etc. 1908 (I), 28.

- v. *Worobieff*, V., Kristallographische Studien über Turmalin von Ceylon und einigen anderen Vorkommen. Zeitschr. f. Krist. etc. **33** (1900), 263—454. Auch russisch erschienen in den Verh. d. Min. Ges. St. Petersburg (2) **39** (1901), 35—328. Ref. N. Jahrb. f. Min. etc. 1902 (I), 178 und 1902 (II), 350.
- Wülfing*, E. A., Über einige kristallographische Konstanten des Turmalins und ihre Abhängigkeit von seiner chemischen Zusammensetzung. Progr. z. 82. Jahresfeier d. k. württ. Landwirtsch. Akad. Hohenheim 1900. Ref. Centr.-Bl. f. Min. etc. 1901, 15; Zeitschr. f. Krist. etc. **36** (1902), 538.
- Tschermak's* Mineral. und petrogr. Mitteilungen. 28. Bd. (1909), 560: Bericht über die Turmalin-Ausstellung in Wien.

Inhalt.

	Seite
Einleitung; Bemerkungen über Habitus, Ausbildungsweise, Grösse und Färbung der untersuchten Kristalle	13
Tabelle der beobachteten Formen	20
Gruppierung der Kristalle nach Typen	22
Beschreibung der einzelnen Formen. Angaben über Flächenbeschaffenheit (matte und glänzende Flächen, vizinale Flächen, Gruben und Hügel, anomale Figuren; Streifung und Kerbung), lamellenartige Ausbildung der Kristalle und einige bisherige Arbeiten über Turmalin	25
Winkeltabelle	95
Vergleichstabelle	102
Bemerkung über physikalisches Verhalten des brasilianischen Turmalins	103
Zusammenfassung	104
Literaturverzeichnis	106

Fig. 15.

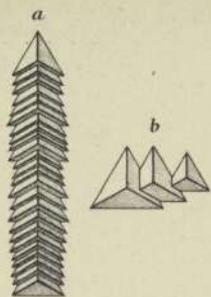


Fig. 16.

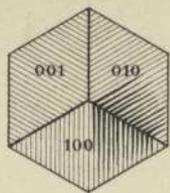


Fig. 17.

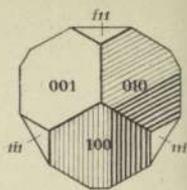


Fig. 24.

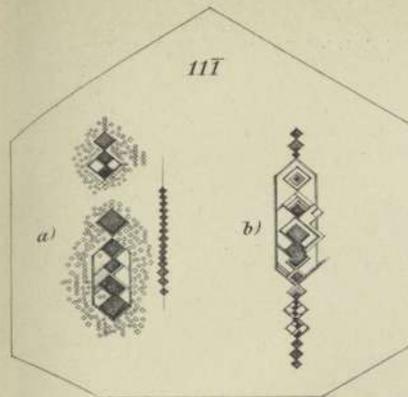


Fig. 26.

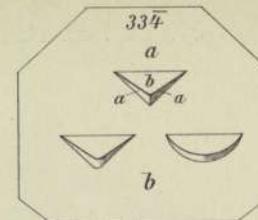


Fig. 18.

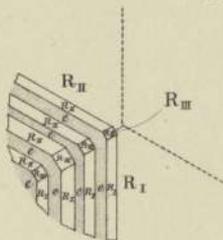


Fig. 27.

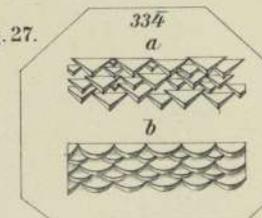


Fig. 19 a.

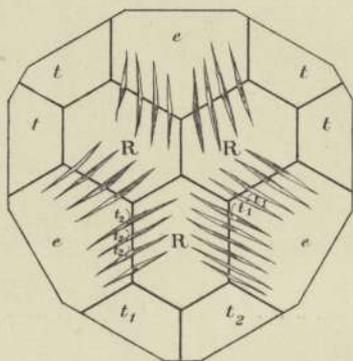


Fig. 19 b.

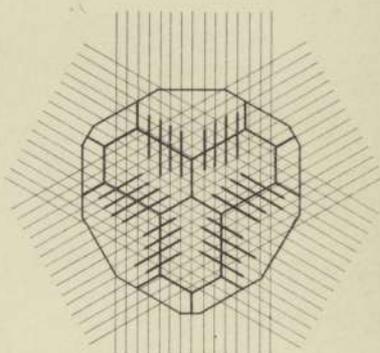


Fig. 25.

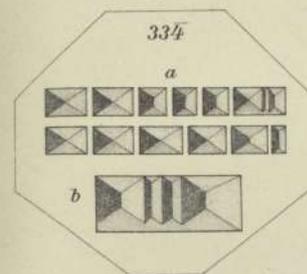


Fig. 28.

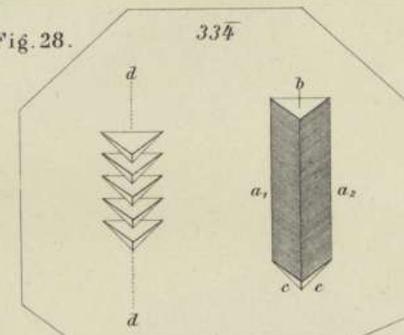


Fig. 20.

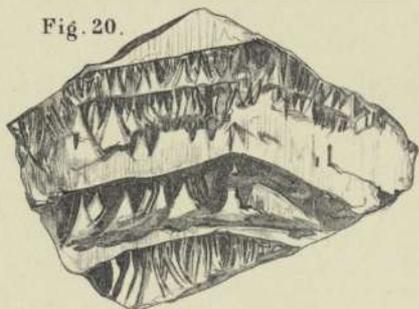


Fig. 21.

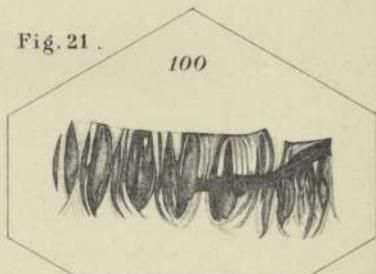


Fig. 29.

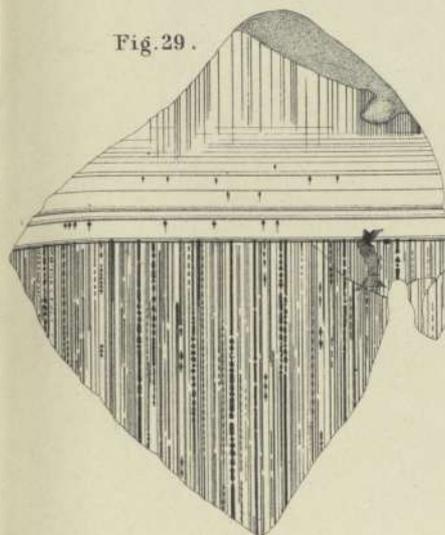


Fig. 30.

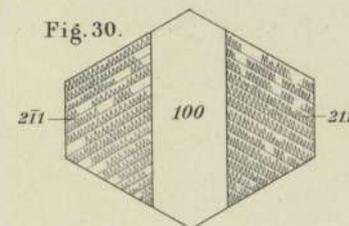


Fig. 22.

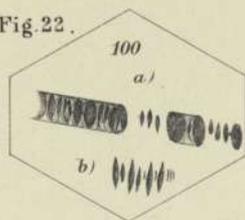


Fig. 23.

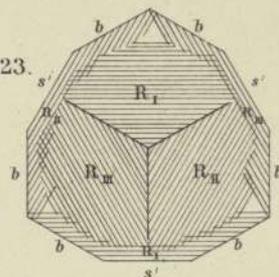


Fig. 31.

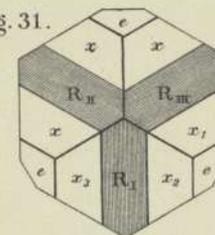




Fig. 32. Vergr. 1,5.



Fig. 33a. Vergr. 1,2.



Fig. 33b. Vergr. 1,05.

Müller, Kristallographische Untersuchungen am Turmalin aus Brasilien.

Die Flora des Rhöngebirges VIII¹⁾.

Von

M. Goldschmidt-Geisa.

Nachträge zu I.—VII.

A. Zum Literatur- und Quellenverzeichnis.

Die früher ausgesprochene Vermutung, dass einzelne Angaben in *Bottler's* Exkursionsflora von Unterfranken aus *Prantl* (Exkursionsflora für das Königreich Bayern) entnommen seien, beruht auf einem bedauerlichen Irrtume, für den ich Herrn Prof. *Bottler* auch an dieser Stelle um Entschuldigung bitte; *Bottler's* Werk ist schon 1882, das von *Prantl* erst 1884 erschienen.

B. Zu den Pflanzen in I.—VII.

I. 17. *Asplenium ceterach* L. Nur durch ein Versehen der Herren Verfasser ist die als unhaltbar nachgewiesene Angabe in *Mildes* Sporenpflanzen: „Auf Basalt zwischen Morles und Schwarzbach bei Hünfeld“ auch in die neuerdings erschienene 2. Auflage des I. B. der Synopsis der mitteleuropäischen Flora von *Ascherson* und *Gräbner* übergegangen.

II. 0. *Ginkgo biloba* L. Aus dem Schlosspark in Gersfeld erhielt ich reife Früchte durch Herrn *C. Brade*.

II. 1. *Taxus baccata* L. Nach Mitteilung des Herrn Apothekers *Keller* zu Dermbach finden sich auch 2 Bäume von etwa 25 cm Stammdurchmesser am Waltersberg nächst dem Weiler Steinberg (östlich vom Feldatale), sowie im früher genannten Forstort Ibengarten bei Glattbach ein jüngerer Baum mit grazen, hängenden Zweigen (f. *gracilis pendula* Beissn.).

¹⁾ Vergl. I. in Allgem. bot. Zeitschr. 1900 Nr. 12 u. ff. II.—VII. in Verhdlg. der phys.-med. Gesellsch. in Würzburg N. F. Bd. XXXIV., XXXV., XXXVII., XXXVIII., XXXIX. u. XLI.

II. 45. *Helodea Canadensis* Rich. findet sich auch in dem kleinen, ziemlich rasch fließenden Lütterbache zwischen Poppenhausen und Weyhers.

III. 7. *Panicum crus galli* L. Bei Windheim und Obereschenbach nächst Hammelburg (*Vill.*, Ber. Bay. Bot. G. II).

VI. 60. *Orchis militaris* L. Auch bei Obereschenbach (*Vill.* das.).

VII. 81. *Coronilla coronata* L. Der Fundort Kalvarienberg bei Fulda gehört nicht hierher, sondern zu *C. varia*.

VII. 83. *Coronilla varia* L. Ein nördlichster reichbesetzter Standort befindet sich am Rain links vom Grüsselbacher Graben bei Geisa; vermutlich ist die Pflanze mit Kleesaat dahin gelangt.

Fortsetzung.

Salicaceae.

1. *Populus alba* L. Hier und da, wohl nur angepflanzt, in der var. *nivea Dippel*, so auf Bieberstein (*G!*), in Meiningen (*R!*), am See bei Salzungen und sicher auch in vielen anderen Anlagen; am Feldweg Setzelbach—Geismar und an Feldrainen bei Salzungen allem Anschein nach angefliegen; im Park zu Gehaus die schöne Form *palmata A.* und *G.*

2. *Populus tremula* L. Zerstreut an Waldrändern der Hügeregion, meist in schwachen Exemplaren; stärkere Bäume finden sich nur angepflanzt an Strassen; ich sah nur die typische Form.

3. *Populus Virginiana* Foug. (*P. monilifera* Ait.) Nach (*R.*) angepflanzt (Park zu Meiningen?).

4. *Populus nigra* L. var. *Europaea A.* und *G.* (Schwarzpappel). Nur angepflanzt, an vielen Landstrassen des Gebietes, hier und da an Feldwegen, die Hügeregion nicht überschreitend; geradezu riesige Bäume stehen bei Hämbach im Werratal.

5. *Populus nigra* L. var. *pyramidalis A.* und *G.* (Pyramidenpappel). Nur an älteren Strassen der Hügeregion, angepflanzt, neuerdings zugunsten von Obstbaumpflanzungen vielfach ausgerottet. Auch bei uns leiden viele Bäume selbst neben wasserreichen Gräben an Wipfeldürre, was wohl nicht mit Unrecht auf jahrhundertlange ungeschlechtliche Vermehrung zurückzuführen ist, da sich auch bei uns nur männliche Bäume vorfinden, welche aus Senkern erzogen werden.

6. *Populus nigra Europaea* × *pyramidalis*. An einem Feldrain bei Geisa, wohl auch anderwärts.

7. *Salix fragilis* L.¹⁾ An der Ulster und anderen grösseren Wasserläufen in Baum-, zuweilen in Strauchform. Im (*Herb. D.*) liegt ein 1885 bei Fulda aufgenommener Zweig, der ins Wasser überhing und daselbst Wurzeln, nach oben Blätter getrieben hatte.

8. *Salix amygdalina* L. (*S. triandra* L.) Vorkommen wie No. 7. Ich konnte im Gebiete nur die var. *vulgaris* Wimm. und deren subvar. *concolor* Wimm. und *discolor* Wimm. (diese letztere zwischen Dermbach und Wiensenthal) sowie die var. *angustifolia* Ser. feststellen; (*R.*) gibt *concolor* u. *discolor* auch für Meiningen an.

9. *Salix alba* L. Nur angepflanzt, an Strassenrändern usw., häufig als Kopfweide, meist in der typischen Form (*typica Anderss.*); die var. *splendens Anderss.* (*argentea* Wimm.), deren Blätter auch oberseits bleibend seidig behaart sind, beobachtete ich in Hüttenroda nächst Vacha, bei dieser Stadt auch die var. *vitellina* Ser.; (*R.*) gibt diese Weide auch für die Gegend um Meiningen an. Bei der Buchenmühle bei Wenigentaft stehen zwei umfangreiche Bäume nebeneinander, von welchen der eine nur noch aus einer völlig hohlen, aber lebenden Hälfte besteht, während der andere einen Hartriegelstrauch (*Cornus sanguineus*) als Überpflanze trägt.

10. *Salix Babylonica* L. In der Vorder-Rhön selten als Trauerweide auf Friedhöfen; ihr wird die Traueresche vorgezogen.

11. *Salix cinerea* L. Von mir bis jetzt nur am Mühlgraben bei Geisa festgestellt; ausser der Angabe von (*P.*) „Guckas“ am Kreuzberge liegen weitere Berichte nicht vor; vermutlich ist diese Weide öfter mit *S. aurita* verwechselt und deshalb übersehen worden.

12. *Salix caprea* L. Verbreitet, in Baumform unseren Laub-, bzw. Mischwäldern eingesprengt und deren Färbung im ersten Frühjahr durch reizenden Kontrast (Kätzchen) einleitend. Nach Blattform konnte ich feststellen: *angustifolia* Gaud. (Wüstung Mellendorf bei

¹⁾ Die Gattung *Salix* wird den lückenhaftesten Teil dieser Arbeit ausmachen, was sich dadurch erklärt, dass ich — durch meinen Beruf gebunden — nur selten rechtzeitig zur Blütezeit und dann wieder zur Zeit der vollen Blattentwicklung, wie es doch bei dieser Gattung unbedingt erforderlich ist, Exkursionen durch alle Gebietsteile unternehmen kann. Auch liegen gerade über die Weidenarten wenige und zudem nicht immer unzweideutige Nachrichten anderer Floristen vor. Zudem ist das Gebiet überhaupt verhältnismässig arm an Weidenbeständen, was auf den Mangel ausgedehnter Niederungen, grosser Flussläufe mit eingeschlossenen Auen, sowie auf das rasche Ansteigen der Talhänge zurückzuführen ist. Dazu kommt, dass bei dieser Beschaffenheit der Täler und Talwände unter der Bevölkerung ein berechtigter Landhunger besteht, der hier, noch rascher als in anderen Gebirgsgegenden, auch die kleinste freie Stelle der Kultur, insbesondere dem Wiesenbau unterwirft.

Buttlar), elliptica Kern. (Hüttenroda), latifolia Anderss. (bei Geisa), ovalis Anderss. (Mellendorf).

13. *Salix aurita* L. An Wasserläufen, etwas feuchten Waldrändern aller Höhenlagen und auf den Hochmooren der hohen Rhön sowie am Stedlinger Moor, stets strauchförmig. An Formen fanden sich ausser dem Typus var. *spathulata* Wimm. auf dem schwarzen Moor, dieselbe Abart mit noch kleineren, kurzrundlichen Blättern auf der Wüstung Mellendorf und (*Herb. D.*) beim Armenhof nächst Margaretenhaun, etwa 400 m, beide auf Buntsandstein; mit fast kreisrunden kleinen Blättern auf Basalt am Rande von Sphagneteten zwischen Milseburg und Bubenbadstein (etwa 750 m); die kleinblättrige Form *truncata* Lasch am roten Moor; die var. *uliginosa* Gaud. steht bei einer Quelle am Langenleitenweg im Kreuzberggebiete (*P.*).

14. *Salix repens* L. In höheren Lagen auf Basaltboden am Ostrande des roten Moores (*G!*) und im schwarzen Moore in der var. *eu-repens* *O. v. Seemen*, am Schwabenhimmel gegen den Holzberg (*G.*), am Nordwestabhang des Kreuzberges (*P.*); auf mittlerem Buntsandstein an feuchten Stellen der Heideformation in der unteren Bergregion am Hohlstein (*G.*) und am Grubenhauck gegen Steens (*G!*), unter gleichen Bedingungen in der Hügelregion zwischen Rupperts und Hermannsfeld (*S.*), fehlt auf kalkhaltigem Sumpfgelände.

15. *Salix daphnoides* Vill. Wenn die nach (*P.*) für die Nähe des Klosters Kreuzberg angegebene Weide richtig bestimmt ist, dann kann es sich gewiss nur um eine angepflanzte handeln; das natürliche Vorkommen dieser Art im Gebiete ist so gut wie ausgeschlossen.

16. *Salix viminalis* L. Grössere Anpflanzungen der Korbweide zu technischer Verwendung habe ich nicht feststellen können; doch findet sie sich hier und da als Strauch in Feld- und Wiesenzäunen an Ufern; was ich davon sah, gehört zur var. *vulgaris* Kern.

17. *Salix purpurea* L. Verbreitung und Standorte wie vorige, nur häufiger, in allen Höhenlagen. An besonderen Formen habe ich festgestellt: die grossblättrige var. *Lambertiana* Koch im „Bach“ bei Geisa und an Heidetümpeln der Wüstung Mellendorf bei Buttlar, die var. *angustifolia* Kem. (*helix* Koch) mit der Form *eriantha* Wimm. bei Geisa.

18. *Salix amygdalina* \times *alba* (*Aschers.*) *O. v. Seem.* (*S. undulata* Ehrh.). Am Ufer der Ulster bei Buttlar zwischen Sträuchern der *S. amygdalina*; der andere *parens* war dort nicht vorhanden.

19. *Salix fragilis* × *alba* Wimm. (*S. Russeliana* Wimm.). Als Baum in der Form *excelsior* (*Host*) *O. v. Seem.* mit der Unterform *latifolia* *A. Mayer* am Ulsterufer bei Geisa.

20. *Salix cinerea* × *aurita* Wimm. (*S. multinervis* Döll). Als *f. subcinerea* Schatz am Mühlgraben der Geis bei Geisa zwischen den Eltern.

21. *Salix caprea* × *viminalis* Wimm. (*S. acuminata* Sm.) Von (*D.*) für verschiedene Orte des Gebietsteils um Fulda angegeben: bei Thalau am Wege nach der hohen Kammer, Petersberg, Niederbieber rechts am Dorfeingange und in Weyhers (von allen Fundorten liegen Proben im (*Herb. D!*); die Zweige von Weyhers gehören zur *var. sericans* Tausch, alle anderen zu *angustifolia* Wimm.

22. *Salix viminalis* × *purpurea* Wimm. (*S. rubra* Huds.) Von (*R.*) für Meiningen festgestellt; ich sammelte sie im „Bach“ bei Geisa und am Wiesenweg nach Borsch in der *var. angustissima* Wimm.

Juglandaceae.

23. *Juglans regia* L. Die Walnuss ist im südöstlichen und südlichen Randgebiete häufig (namentlich als Strassenbaum) angepflanzt; in den übrigen Gebietsteilen, besonders in der nördlichen Vorder-Rhön gedeiht sie nur an geschützten Stellen (in Gärten); auf exponierten Höhen will sie schon an der oberen Grenze der Hügelregion nicht mehr recht erstarken und verkümmert rasch.

24. *Juglans nigra* L. Aus Anlagen zu Fulda erhielt ich durch Herrn *Denner* reife Früchte; der Baum dürfte auch anderwärts in geschützten Anpflanzungen vorhanden sein; ebenso vielleicht *J. cinerea* L.

Betulaceae.

25. *Carpinus betulus* L. Zerstreut in unseren Laubwäldern bis in die untere Bergregion. Die Weissbuche ist nur in denjenigen Landesteilen zahlreicher eingesprengt, in welchen durch Plänterbetrieb die Konkurrenz der raschwüchsigen Rotbuche nicht übermächtig wird; wo durch Kahlhieb Hochwald gezüchtet wird, erliegt *Carpinus* wie viele andere Baumarten des urwüchsigen deutschen Laubwaldes der Übermacht jenes Baumes. (Vgl. unter No. 31.) Andere Formen als die typische (*serrata* Beck) sah ich im Freien nicht.

26. *Corylus Avellana* L. An Waldrändern und in Gebüsch auf allen Bodenarten und Höhenlagen gemein (*var. silvestris* DC.). Die Haselnuss gehört zu den 3 Gaben der hohen Rhön, von welchen

ein alter Spruch meldet: „Nix, nux, nebulae sunt tria munera Rhoenae“. Aber selbst für die höchsten Gebietsteile hat dieser Spruch ebensowenig allgemeine Gültigkeit wie so manches andere, was seit alters darüber im Munde der Leute umgeht, welche unser Gebirge nur vom Hörensagen kennen, und denen besonders die neuzeitliche wirtschaftliche Entwicklung desselben unbekannt geblieben ist. — Die grossfrüchtige Abart *grandis* Lam. (Zellernuss) wird in den tieferen Lagen zuweilen in Gärten gezogen; sie kennzeichnet sich schon oberflächlich durch den bäumchenartigen Habitus; ihre Anzucht sollte durch die Obstzuchtvereine mehr gefördert werden, da ihre Kerne ein gesuchter und einträglicher Handelsartikel sind. Die rotblättrige Spielart *atripurpurea* Petz und Kirchn. sieht man hier und da in Baumschulen und Anlagen.

27. *Betula verrucosa* Ehrh. Auf mittlerem Buntsandstein, meist nur eingesprengt; reine kleinere Bestände sind seltener; wo dieses Gestein höher hinaufgeht, bleibt die Hängebirke weit unterhalb der oberen Hügelgrenze.

28. *Betula pubescens* Ehrh. var. *Carpatica* Koch. Sie ist vor allem ein Charakterholz unserer Gebirgsmoore, die sie umsäumt und weithin erkennbar macht. Sie erscheint daselbst in Form schwächerer — durch Winddruck? — verbogener Bäume bis etwa 4 m Höhe. Auf diesen Mooren ist sie schon von den älteren Floristen bemerkt worden. Nach (*H.*) fand sie sich auch bei Euerdorf und Kissingen, doch wird sich heute nicht mehr feststellen lassen, ob es wirklich die Karpatenbirke oder der Typus gewesen ist. Die Moorbirke wird noch von (*D.*) für Dirlos, Armenhof und Ebersberg angegeben; Belege befinden sich in seinem Herbar; vermutlich handelt es sich um kleine Sphagnetten der Heideformation, mit deren Beseitigung auch sie verschwunden ist. Die Angabe von (*B.*), dass sich *Betula nana* L. auf den Hochmooren der Rhön vorfinde, ist eine irrthümliche. — *Dannenberg* behauptet (II. Ber. d. Ver. f. Nat. zu Fulda 1875 S. 51.), dass auch *B. verrucosa* sich auf Torfmooren zu *B. pubescens* (*Carpatica*?) verwandle. Er erwähnt Kulturversuche mit 6 jungen *pubescens*-Exemplaren aus einem Sphagnetum, von denen 4 zu unzweifelhafter *B. verrucosa* geworden seien. Zunächst ist zu sagen, dass *Dannenberg* in seiner Bemerkung vor allem grosses Gewicht auf die Blattgestalt legt, aber die Behaarung nicht erwähnt. Da er ferner von einem Sphagnetum spricht, so entstammen die Versuchspflanzen wohl einem Heidesumpfe der Hügelregion, auf welchen *Betula verrucosa* vorgedrungen und im nährstoffarmen Boden den

Habitus der Karpatenbirke angenommen hat; auf besseren Boden verpflanzt, erlangten die 4 Exemplare ihre typischen Eigenschaften wieder; das andere Bäumchen (das 6. war eingegangen) wird wohl echte Karpatenbirke gewesen sein. Vielleicht handelte es sich auch um Bastardformen der beiden Arten, die, in bessere Ernährungsverhältnisse gebracht, allmählich die Eigenschaften des einen Parens schärfer zum Ausdrucke brachten. Die Bastardnatur dieses Blendlings ist ohnehin nur sehr schwer zu erkennen.

29. *Alnus glutinosa* Gaertn. In der typischen Form (*glabra* Brenn.) der Abart *vulgaris* Spach verbreitet von den Ufern der Wasserläufe bis zu feuchten Stellen der Laubwälder der hohen Rhön. Leider wird das durch diese dunkelfarbigen Bäume belebte landschaftliche Bild häufig durch sinnloses Entästen bis zum Wipfel entstellt.

30. *Alnus incana* Moench. Die Grauerle wird im Gebiete neuerdings behufs Entwässerung feuchter Waldschläge der oberen Lagen, sowie als Überholz auf trockenen Kalkhängen zum Schutze junger Nadelholzpflanzungen benutzt; doch kommt sie an beiden Standorten nicht über die Strauchform hinaus. Urwüchsig könnte sie vielleicht an folgenden Stellen gewesen sein: (*Emmert*-Segnitz): Saaletal bei Kissingen, (*Sb.*): Arnsberg neben dem Kreuzberg (von *P.* bestätigt), am roten und schwarzen Moor (nicht mehr!); (*H.*): Kissingen, Waldaschach, Klosterhausen, Waldfenster, schwarze Berge, Milseburg, Eierhauck, Reesberg, Simmelsberg, Bischofsheim und Tann (wohl überall nicht mehr oder nicht mehr ursprünglich).

Fagaceae.

31. *Fagus silvatica* L. Sie bildet in geschlossenen Waldungen den schönsten und reichsten Schmuck unseres Gebirges, macht in den — besonders preussischen — Teilen, wo durch Kahlhieb der Hochwald einseitig gezüchtet worden ist, den ausschliesslichen Bestand aus, da sie durch die Rasch- und Hochwüchsigkeit ihres dichten Jungholzes alle anderen gleichzeitig mit aufstrebenden Laubholzarten unterdrückt; aber sie herrscht auch in denjenigen Landesteilen, wo seit langem vernünftigerweise der Plänterbetrieb angewandt wird, in reichlichem Masse vor. Buchenwälder krönen von etwa 450 m an aufwärts die Gipfel aller Bergkegel der Vorder-Rhön und steigen an den Hängen bis zum obersten Rande der hohen Rhön auf. Nach *Drude* „Der herzynische Florenbezirk“ geht auch die Buche in der Rhön etwa 100 m höher hinauf als in den übrigen Teilen dieses

Florenbezirkes und bestätigt neben vielen anderen Pflanzen dadurch die von ihm aufgestellte Behauptung, dass alle Höhengrenzen in unserem Gebirge (wohl infolge der wärmehaltenden Eigenschaft des Basaltes) um etwa 100 m höher als in den benachbarten Mittelgebirgen verlaufen. „Rauh“ ist die Rhön also nur da, wo die Winde ungehindert über die kahle Hochfläche brausen können. — Die Buche entfaltet demnach bei uns auf Basaltboden ihre volle Kraft; ihr Holz ist namentlich von solchem Boden als Werkholz hochgeschätzt und wird von Jahr zu Jahr mehr begehrt, weil man in anderen Mittelgebirgen statt des kahlgeschlagenen Laubwaldes fast durchweg Fichtenpflanzungen anlegt; zum Glücke duldet das Basaltgerölle unserer Berge ein solches Verfahren nicht, das man nur bei Aufforstung grösserer Flächen des breiten Rückens der hohen Rhön neuerdings zur Anwendung bringt. Nahezu unveränderter ursprünglicher Mischlaubwald findet sich besonders an einigen Stellen des Gebirges, wo das gigantisch-wilde Basaltgerölle die Anlage von Abfuhrwegen sowie das Herausschleifen der gefällten Stämme nicht gestattet, so z. B. am Matthesberg bei Wüstensachsen, in erster Linie aber unterhalb des Schnittlauchsteines an der Milseburg; gerade diese Stelle bietet dem Naturfreunde ein wohltuendes, uns heute so ungewohntes Bild: Mächtige, knorrige Bäume aller Art, dazwischen vermodernde, eines natürlichen Todes gestorbene Stämme, über die Basaltblöcke hingelagert und von Moosen und Flechten in ein grau-grünes Leichentuch gehüllt, dahinter die starre, grauweisse Felswand. Alles in allem ein Stück Urwald, wie es dem Auge unserer Altvordern vor 1000 Jahren vertraut gewesen sein mag. Auch die jetzt eine so dürftige und wenig ergiebige Rasendecke tragenden Hochflächen waren einst von ausgedehnten Laubwäldern bedeckt, deren Hauptbestandteil die Rotbuche ausmachte; nicht ohne Grund hat man seit dem früheren Mittelalter dem Gebirgslande zwischen Fulda und Felda den Namen „Buchonia“ gegeben. Wenn von sachverständiger Seite dieser Name auch auf den Ausdruck „buccalis“, mit welchem ein Schüler des Bonifacius die Gegend um Fulda bezeichnete, zurückgeführt wird, einen Ausdruck, der einem latinisierten germanischen Wortstamme entspricht und ein bergiges (buckeliges) Land bezeichnen soll, so beweist doch die Umformung derselben im Volksmunde, dass die Rhön ein bis in die Täler hinab an Buchen reiches Land gewesen sein muss. Auf dem heute so kahlen Dammersfeld besaßen die Fürststäbe von Fulda in der 2. Hälfte des Mittelalters eine einträgliche Schweizelei und liessen von dort auf einem noch heute als „Heustrasse“ be-

zeichneten Wege bedeutende Lasten an Futter nach Fulda schaffen. Das konnte, wenn der Zustand der Bergwiesen dem heutigen gleich gewesen wäre, nicht der Fall gewesen sein. Vermutlich waren jene Grasflächen, welche den Neid der Würzburger Bischöfe bis zu einem Kriegszuge gegen Fulda entfacht haben sollen, weit dichter als heute vom Walde umhegt und trugen den ergiebigen Charakter unserer heutigen Waldwiesen. Auf den übrigen Teilen der hohen Rhön hat nachweislich eine nach dem siebenjährigen Kriege von Fulda angeordnete Abholzung zwecks Auffüllung der erschöpften Stiftskassen stattgefunden, die, so unsinnig und bedauerlich es uns auch heute erscheinen mag, gründlich besorgt und von den armen Gemeinden, welche im Besitze von Bergwäldern waren, unvernünftigerweise eifrig nachgeahmt wurde, weil man in jenen Zeiten des engbegrenzten Güterverkehrs die dürftige Weide dem schönsten, wenig verwertbaren Walde vorzog. — Die Waldlosigkeit von etwa 77 qkm der hohen Rhön erklärt auch die relative Armut an Niederschlägen dem benachbarten Thüringerwald gegenüber. — Als Überbleibsel solcher verschwundenen Laubwaldungen sehen wir auf den kahlen Höhen neben strauchartig bleibenden anderen Gebüsch die sogenannten Wetterbuchen, Einzelbäume, welche infolge ihres isolierten Standortes derartige Anpassungserscheinungen aufweisen, dass man in ihnen die schlanke, nach dem Lichte strebende Waldbuche kaum noch zu erkennen vermag: Der Stamm kurz und dick, da ein Wettbewerb ums Licht durch rasches Längenwachstum sich erübrigt; die Krone breit schirmförmig mit lindenartig ausladenden Ästen, um die Träufelzone über die Saugfasern der wagerecht verlaufenden Wurzeläste einzustellen, während im dichten Walde die Beträufelung durch die Kronen der Nachbarbäume gegenseitig erfolgt; die Blätter zum Schutze gegen übermässige Lichtwirkung dicklich, dunkler gefärbt. Diese Wetterbuchen lassen durchweg ein hohes Alter erkennen und sind vermutlich als Jungholz der waldzerstörenden Axt entgangen. Jüngere Einzelbuchen sind auf diesen Blössen sehr selten, da aller freistehende Nachwuchs durch Weideverbiss am Aufkommen gehindert wird. Dem Hirten und dem Rhönwanderer bieten solche Wetterbuchen, wie ihr Name schon andeutet, Schutz vor den Unbilden des Wetters und einen willkommenen Ruheplatz, wie sie auch in ästhetischer Beziehung von grosser Bedeutung für das Landschaftsbild sind. Sie sollten möglichst weitgehend in Schutz genommen werden. Von besonders sehenswerten Bäumen erwähne ich einen solchen aus einer Gruppe über Tann am Wege nach dem Friedrichshofe, dessen Stamm in

Brusthöhe einen Umfang von etwa 6 m erreicht. Von einer anderen Gruppe am Wege Haselbach-Kreuzberg ist ein Baum durch eine so geräumige Höhlung, dass in ihr sich ein Mann sitzend bergen kann, bemerkenswert. — Erwähnt sei noch das von Herrn Oberförster *Balthasar*-Hilders und Herrn Professor *Schäfer*-Cassel, dem Kommissar des Naturschutzkomitees für Hessen-Nassau, festgestellte Vorkommen der Spielart *tortuosa* Dipp., einer Unterform der Abart *pendula* Lodd. im Laubwalde am Kesselrain über Wüstensachsen. Im Gegensatze zu anderem Buchenstangenholze ist der Stamm flach aufsteigend, nebst den Ästen schlangenartig hin- und hergebogen, die Astenden sind teilweise hängend (*pendula*). Diese Schlangenbuche wird von den Forstleuten infolge besonders häufigen Vorkommens im Süntel „*Fagus Suntiensis*“ genannt. (*Büsgen* in Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas von *Kirchner*, *Löw* und *Schröder* nach gütiger Mitteilung des Herrn Professor *Schäfer*). Die eigentliche Spielart *pendula* Lodd. hat Herr *Brade* im Schlossgarten zu Gersfeld gesehen. Die schöne Blutbuche (*purpurea* Ait.) findet man nicht selten in Anlagen des Gebietes.

32. *Castanea castanea* Karsten (*C. sativa* Mill.). Nach (*R.*) im Schlossgarten in Sinnershausen (östl. Vorder-Rhön) angepflanzt. Ob auch Früchte reifend?

33. *Quercus macarantnera* *Fisch.* u. *Mey.* Im gräflichen Schlosse zu Gehaus.

34. *Quercus robur* L. (*Qu. pedunculata* Ehrh. Stiel- oder Sommereiche) und

35. *Quercus sessilis* Ehrh. (Stein-, Trauben- oder Winter-eiche) haben ihren Hauptstandort in den Mischwäldern der Hügelsonne auf mittlerem Buntsandstein, auch auf Diluvium der grösseren Talebenen. Wenn *Hartung* (das Rhöngebirge nach Entstehung und Oberflächengestaltung, Marburg 1912) behauptet, Buchen- und Eichenwälder herrschten in den höheren Gebirgslagen vor, so entspricht diese Äusserung, soweit sie die Eiche betrifft, durchaus nicht den Tatsachen. Im ganzen mitteldeutschen Gebirgslande findet sich die Stieleiche bestandbildend kaum über etwa 500 m, die Steineiche nicht über 600 m. Einzelbäume finden sich auch eingesprengt in dem untersten Teile der Bergregion, wobei die Sommereiche gerne den Rand von buschbewachsenen Böschungen besetzt. Ausgedehnte, fast reine Eichenwälder gibt es im Winkel zwischen der Streu und Bahre, zwischen Nüst und Haun und ganz besonders zwischen Sinn und Schondra in der Richtung Mittelsinn-Heiligenkreuz. Eine sehens-

werte Stieleiche steht bei der Domäne Turmgut nächst Hermannsfeld. Eine Steineiche von 5,65 m Stammumfang, 7 m hohem Schaft und 14 m Scheitelhöhe wird im Forstmerkbuche der Provinz Hessen für den Distrikt 9 D des Stöckigs am Nordrande des Gebietes erwähnt. Riesenhafte Einzelbäume finden sich in vielen Anlagen, der schönste ist wohl die Königseiche in Bad Brückenau.

Ulmaceae.

36. *Ulmus levis* Pall. (*U. effusa* Willd. Flatterrüster) zerstreut in den noch im Mischbestande erhaltenen Laubwäldern der unteren Bergregion.

37. *Ulmus campestris* L. (Dorfrüster). Ähnlich wie die vorige, aber sich mehr an die Hügelregion haltend. Als Einzelbaum auf dem Dorfanger findet sie sich nur noch selten, da sie meist durch die Linde ersetzt wird. Überall nur die typische Form *glabra* Dum.-Cours.

38. *Ulmus scabra* Mill. (*U. montana* With. Bergrüster). Wie Nr. 36, aber etwas häufiger und bis zur hohen Rhön aufsteigend. Die Spielart *pendula* C. K. Schneid. wird hier und da, namentlich auf Bauernhöfen, laubenartig gezogen. Die Form *crispa-aurea* Schelle mit wellig krausem, tief eingeschnittenem Blattrande und goldgelben Blättern sah ich im gräflichen Park zu Gehaus.

Moraceae.

39. *Morus alba* L. Drei alte, regelmässig fruchtende Bäume stehen — angepflanzt — bei Geisa an der Böschung dem evangelischen Pfarrhause gegenüber.

40. *Dorstenia contrajerva* L. (Giftwurzel). Diese Moracee führt *Bauer* in „Beschreibung des heiligen Kreuzberges und seiner Umgebungen“ 1816 S. 88 in seiner Liste „Merkwürdige Pflanzen auf dem Kreuzberge usw.“ ohne nähere Angaben auf. Vermutlich ist dieses Kraut, in seinem Vaterlande Brasilien gegen Schlangengift benutzt, von einem Missionar mitgebracht und von den Klosterinsassen vielleicht als Heilmittel gegen den Biss der Kreuzotter kultiviert worden.

41. *Humulus lupulus* L. Verbreitet in Feld- und Gartenzäunen der Hügelregion; die weibliche Pflanze überwiegend. Hopfenkulturen fehlen im Gebiete und treten erst südlich im Maingebiete auf.

42. *Cannabis sativa* L. Der Hanf wurde nach (*H.*) noch zu Anfang des 19. Jahrhunderts in der Rhön häufig gebaut; diese Kulturen sind längst verschwunden. Auf Schutthaufen findet man zuweilen Hanfpflanzen, welche mit Abfällen von Vogelfutter (wie *Phalaris Canariensis*) dahin gekommen sind, doch pflanzen sie sich nicht fort.

Urticaceae.

43. *Urtica urens* L. In der Nähe menschlicher Siedelungen bis zu den höchsten Lagen in der typischen Form.

44. *Urtica divica* L. An Zäunen und Gebüschern der Ortschaften, vornehmlich aber in Laubwäldern bis zur oberen Grenze; an besonders schattigen Stellen, wie auch an frischgebrochenen Waldwegen in die spärlich behaarte, der Brennborsten nahezu entbehrende Form *umbrosa* Wedd. übergehend.

45. *Parietaria officinalis* L. Es liegen nur ältere Angaben vor, von welchen diejenige von (*H.*) für die Ruine Bodenlaube bei Kissingen und die von *Lieblein* für den Johannisberger Wald und mehrere andere Orte um Fulda sich auf Örtlichkeiten ausserhalb des Gebietes beziehen, zudem nie wieder bestätigt worden sind. Auch die *Bauer'sche* Angabe in dem oben angezogenen Werkchen entbehrt der späteren Bestätigung.

Santalaceae.

46. *Thesium alpinum* L. Die Angabe von (*W.*) für die Wasserkuppe mit dem Zusatz: „auf der Rhön häufig“ ist durchaus falsch und beruht unstreitig auf Verwechslung mit dem folgenden.

47. *Thesium pratense* Ehrh. ist in der var. *vulgare* DC. eine Charakterpflanze aller nicht zu dünnen Matten der hohen Rhön von etwa 700 m an aufwärts. In der Nähe Fuldas, aber ausserhalb des Gebietes hat sie (*D.*) auf der Talsohle gefunden; ich selbst habe die Pflanze nirgends — durch Wasserläufe verschleppt — in der Hügelregion gefunden.

48. *Thesium intermedium* Schrad. Die *Lieblein'sche* Angabe: „*Th. linophyllum* bei Hünfeld auf dem Berge“ mag sich wohl auf diese Art beziehen, ist aber heute mit Sicherheit aufzuheben. Danach verbleibt als einziger Fundort der Laubwald am Wege Landsberg—Melkerser Felsen nächst Meiningen, wo ich die Pflanze spärlich im Jahre 1905 (auf Muschelkalk) antraf.

49. *Thesium Bavarum* Schrank (*Th. montanum* Ehrh.). Nur in dem floristisch so reichen Walde an der Strasse Frickenhausen—Ostheim, etwa 400 m. (1903.)

Loranthaceae.

50. *Viscum album* L. In der nördlichen Gebietshälfte innerhalb der Hügelregion in der var. *platyspermum* Kell. noch ziemlich verbreitet, in der Bergregion fehlend. Aus dem südlichen Vorlande mangeln Berichte und eigene Beobachtungen. Auf Nadelholz im Gebiete noch nicht gefunden. Am häufigsten tritt die Mistel bei uns auf Apfelbäumen sowohl in Obstgärten (leider!) wie auch auf Feldbäumen (Holzapfel) auf; von anderen Wirtspflanzen seien erwähnt: *Pirus aria* an der Strasse Motzlar—Günthers, *Crataegus oxyacantha* an der Strasse Kranlucken—Zitters (*G!*), *Tilia parvifolia* an der Strasse Spahl—Aschenbach, *Ulmus campestris* bei Dorndorf a. d. Werra; im Nachbargebiete findet sie sich nach (*R.*) auf *Juglans regia* bei Nordheim i. Grabfeld.

Aristolochiaceae.

51. *Asarum Europaeum* L. Häufig in trockenen lichten Laubwäldern und deren Randgebüsch in der Hügel- und unteren Bergregion auf allen Bodenarten bis etwa 800 m, nach oben seltener werdend.

52. *Aristolochia macrophylla* Lam. (*A. sipho* L'Hérit.) In Geisa und Helmershausen, laubenartig gezogen, nicht blühend.

53. *Aristolochia clematidis* L. Zerstreut in und bei Ortschaften: Geisa auf Gartenland in der Aue, am Gangolfsberg daselbst (*G!*) verschwunden, in Zitters (*G!*), Kranlucken, Bremen, Bermbach, Borsch, Grossentaft; nach (*R.*) in Dreissigacker nächst Meiningen und in Ostheim; im südlichen Vorlande nur für Kissingen (*B.*) und Weinbergsmauern bei Elfershausen (*F!*) angegeben; sie wurde von *Bauer* auch für den Kreuzberg aufgeführt, doch kann sie dort nur angepflanzt gewesen sein, da sie spontan nicht über die Hügelgrenze hinausgeht; (*P.*) erwähnt sie nicht mehr. Die mancherlei Angaben von *Bauer* lassen vermuten, dass zu oder vor seiner Zeit irgend ein pflanzenliebender Klosterbewohner auf dem Kreuzberge einen kleinen botanischen Garten (zu Heilzwecken?) angelegt und gepflegt habe.

Polygonaceae.

54. *Rumex maritimus* L. Nur am Rande des Werratales auf der Salzwiese am Erlensee bei Salzung (R!), an den Knollbacher Teichen bei Breitung (R!), sowie am grossen Hämbacher Teiche bei Tiefenort, hier nach der meist trocken liegenden Uferzone hin allmählich in die Form *humilis* Peterm. übergehend.

55. *Rumex obtusifolius* L. Häufig in der Nähe der Siedlungen, in Gebüsch, an Flussläufen, aber auch in Wäldern an Grabenrändern bis zur hohen Rhön, überall nur in der var. *agrestis* Fr.

56. *Rumex conglomeratus* Murr. Wie 55., aber in den Waldungen nur auf Blößen, nur in der typischen Form *vulgaris* Wallr.

57. *Rumex sanguineus* L. In schattigen, etwas feuchten Laubwäldern oder in trockenen an deren Grabenrändern bis zur hohen Rhön, in der rotfarbigen Form *gonuinus* Koch.

58. *Rumex crispus* L. Begleiter der menschlichen Siedlungen in allen Höhenlagen des Gebietes, gern auf Ruderalstellen und stickstoffreichen Wegerändern, am häufigsten in den beiden Formen *integerrimus* Schur. und *subcordatus* Warr. der Abart *trigranulatus* Bosw., seltener in der var. *unicallosus* Peterm.

59. *Rumex hydrolapathum* Huds. Nach (R.) nicht selten (im Werragebiet) z. B. Salzung; (W.) gibt auch das Fuldata bei Fulda an, aber nach (D. *hdchr.*) ist dieser Bestand erloschen; von der Saale liegen Nachrichten nicht vor.

60. *Rumex patientia* L. Wird in Bauerngärten der Vorder-Rhön zuweilen als Gemüsepflanze angebaut.

61. *Rumex aquaticus* L. Am Ufer der Werra längs der ganzen nördlichen und östlichen Gebietsgrenze, an der Fulda in deren breitem Tale bei Fulda (D. *Herb!*), an der Haun bei Hünfeld (W!), ferner am Erlensee, Breitung See und den Knollbacher Teichen im Werratale, an einigen durch den Bahndamm geschaffenen Tümpeln bei Marbach und Burghaun, überall in der var. *heleolapathum* Dreyer; an der Ulster neben dem Erlicht bei Geisa (G.) nicht mehr; an der Saale bei Schönau.

62. *Rumex hydrolapathum* × *aquaticus* Aschers. (*R. maximus* Schreb.) An dem Tümpel vor dem Tunnel bei Burghaun und nach (G.) auf feuchten Wiesen bei Lahrbach; an beiden Stellen findet sich *R. hydrolapathum* nicht mehr.

63. *Rumex obtusifolius* × *crispus* G. F. W. Mey. (*R. pratensis* Mert. u. Koch im eng. Sinne). Dieser leicht zu übersehende

Bastard dürfte bei der allgemeinen Verbreitung der Eltern häufiger sein, als die spärlichen Beobachtungen vermuten lassen; ich fand ihn bei Tann auf Gartenland und an einem mit *Thypha angustifolia* bestandenen Wasserloche bei Borbels am Wege nach Mieswärts in der Vorder-Rhön, (*R.*) bei Geba unter dem Brunnen, (*W.*) gibt Rotenkirchen an, (*P.*) verschiedene Stellen im Waldgebiete des Kreuzberges (an Wegen u. Wiesen).

64. *Rumex obtusifolius* × *aquaticus* A. u. G. (*R. platyphyllus* Aresch.) Am Ufer des Bächleins Mannsbach bei Wenigentaft, wo *R. aquaticus* jetzt fehlt.

65. *Rumex scutatus* L. Der von (*Schk.*) angegebene Fundort an der Ruine Trimbürg liegt hart ausserhalb des Gebietes; es verbleibt mithin nur die Gegend um Bischofsheim, wo ich diese Pflanze am Ackerrand neben der Strasse Bischofsheim—Sandberg (vor dem Walde) in der var. *hastifolius* Roem. u. Schult. fand, und nach (*P.*) auf einem felsigen Plateau (Muschelkalk) an der Osterburg; dieser Bestand soll der var. *hastilis* Koch angehören.

66. *Rumex acetosa* L. Auf guten, nicht zu trockenen Wiesen von der Talsohle der grösseren Flüsse bis zu den Mooren der hohen Rhön in der typischen Form *pratensis* Wallr. gemein; seine Blätter bilden mit denjenigen von *Polygonum bistorta* das in der Vorder-Rhön zur Frühlingszeit beliebte „Waldgemüse.“

67. *Rumex acetosella* L. Gemein in allen Höhenlagen auf Buntsandstein und Basalt, vorzüglich in den verschiedenen Heideformationen, seltener auf Muschelkalk, in der var. *vulgaris* Koch am häufigsten, die Form *lanceolatus* Wallr. gern auf feuchter Heide, die f. *repens* DC. auf Triften als Ergebnis des Weidebetriebs.

68. *Rheum rhabarum* L. (*Rh. undulatum* L.) als Einzelpflanze hier und da in Hausgärten, die Blattstiele und Rippen finden als Kompott Verwendung; in Oberbernhards am Fusse der Milseburg eine Pflanze qu. sp. *Rh. palmatum* sah ich bisher nicht im Gebiete.

69. *Polygonum bistorta* L. Verbreitet auf Wiesen von der Talsohle bis zu den Waldwiesen und auf nicht zu stark verheideten Matten der hohen Rhön in der var. *latifolium* Hayne, auch auf den Höhen nur in der Form *puberulum* Beck mit (spärlich) behaarten Nerven der Blattunterseite; die auf schlanken Stengeln getragenen zylindrischen hellroten Blütenstände verleihen dem Farbenbilde besonders der Talwiesen einen warmen, lebhaften Ton. Auffallend häufig sah ich sonst typische, aber reinweiss blühende Exemplare bei Wüstensachsen. (Über Verwendung vergl. Nr. 66.)

70. *Polygonum amphibium* L. Die typische Abart *aquaticum* Leyss. mit schwimmenden oberen Blättern an langsam fließenden Stellen der grösseren Flussläufe des Gebietes und deshalb auf die Hügelregion beschränkt, sowie in kleinen und allen grösseren stehenden Gewässern, an deren Ufern in die var. *decumbens* Klett u. Richt. übergehend; im Röhricht des Breitungers Sees findet sich die hochwüchsige Abart *terrestre* Leysser, die jedoch im dichten Schilfbestande nicht zur Blüte gelangt.

71. *Polygonum tomentosum* Schrank. An etwas feuchten Dorfstrassen, bzw. an deren Gräben, an den flachen Ufern stehender Gewässer, an Feldgräben und Wiesenwegen, sowie auf feuchten Äckern namentlich des mittleren Buntsandsteins und der Basaltkrume bis zur oberen Grenze des Ackerbaues bei Frankenheim auf d. Rh. (etwa 700 m); die graubehaarte Abart *incanum* A. u. G. nur hier und da auf feuchten Äckern des mittleren Buntsandsteins der Hügelregion.

72. *Polygonum nodosum* Pers¹⁾. Nach Vorkommen der Nr. 71 ähnlich, aber auch auf Kiesplätzen an den Flussläufen und die Hügelregion kaum überschreitend; gemein in der Form normale Schuster; die Abart *ovatum* A. Br. auf nährstoffreicherem Boden z. B. an Wiesengräben.

73. *Polygonum persicaria* L. Vorkommen wie Nr. 71, Verbreitung wie Nr. 72, bisher nur in der typischen Abart *biforme* Fr. beobachtet.

74. *Polygonum hydropiper* L. Vorkommen wie Nr. 71, aber auch auf feuchten Waldwegen, in der typischen Abart *vulgare* Meisn. und deren Form *ramossum* Zap.; die schwächer entwickelte Abart *angustifolium* A. Br. auf sandigen Feldwegen.

75. *Polygonum mite* Schrank. Scheint im Gebiete zu fehlen; die einzige Angabe von (*W.*) für Rotenkirchen lässt unklar, ob der Fundort noch zum Gebiete gehört.

76. *Polygonum minus* Huds. In der Hügelregion an Ufern stehender Gewässer, an Feldwegen (dasselbst gern auf Komposthaufen), an Dorfgräben und Angern, sowie auf Waldwegen zerstreut, so bisher beobachtet am Wiesenweg Geisa-Borsch, an den Hämbacher Teichen bei Tiefenort, nach (*R.*) bei Immelborn, am Breitungers See (!) und bei Stedlingen, nach (*G!*) am alten Seeb (einem Waldtümpel am Habelberge), nach (*D.*) in trockenen (?) Wiesen des Fuldatales bei Fulda; ich sah nur die typische Abart *communa* A. Br.

¹⁾ Nr. 71 u. 72 wurden von vielen Autoren unter dem Namen *P. lapathifolium* zusammengefasst.

77. *Polygonum aviculare* L. Auf Äckern, Triften, Wiesenwegen, Rasenplätzen in Ortschaften und auf Kiesplätzen an Ufern im ganzen Gebiete gemein und je nach Beschaffenheit des Standortes in den mannigfachsten Formen nach Habitus und Blattgestalt, mit den Siedelungen bis in die höheren Lagen aufsteigend. Alle Formen, die ich beobachten konnte, gehören zu der von *Lindman* als *P. heterophyllum* beschriebenen Unterart mit lanzettlichen bis linealischen, seltener ovalen, stets deutlich zugespitzten Blättern, welche an den unteren Teilen in Gestalt und Grösse meist beträchtlich von den oberen abweichen. Die Pflanze gilt auf dem Lande als Mittel gegen Blasensteinleiden.

78. *Polygonum convolvulus* L. Verbreitet auf Kulturland und in dessen Randgebüsch bis zur oberen Grenze des Ackerbaues (etwa 700 m).

79. *Polygonum dumetorum* L. Zerstreut an Hecken und lichten Waldstellen. Am Ulmenstein in der westlichen Vorder-Rhön die Abart *gracilius* Zap. Nach (*R.*) zwischen Salzungen und Tiefenort, sowie bei Immelborn (!), nach (*G.*) am Haselstein (!), Hubenberg (!), Boxberg bei Habel, Rieneck und in einem Sandsteinbruch im Walde zwischen Kissingen und Euerdorf.

80. *Fagopyrum fagopyrum* Karsten (*Fag. esculentum* Moench) wurde im trockenen Sommer 1893 in der Vorder-Rhön verschiedentlich auf ärmerem Boden zur Grünfütterung angesät, blieb jedoch dürrig und wurde im folgenden Jahre wieder aufgegeben.

Geisa, im Januar 1913.

Über das larvale Muskelsystem von *Arbacia pustulosa*.

Von

L. v. Ubisch.

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität Würzburg.)

Mit 2 Figuren im Text und Tafel VI.

Bei der weitgehenden Übereinstimmung, welche die Echinoplutei in ihrem Bau erkennen lassen, ist es von Interesse, dass die Ausbildung des Muskelsystems bei den verschiedenen Arten sehr bedeutende Differenzen aufweist. Man sollte vermuten, dass die Gleichartigkeit der Lebensbedingungen auch in dieser Hinsicht eine grössere Übereinstimmung erzeugt hätte. Dies ist jedoch nicht der Fall, ohne dass sich bis jetzt erkennen liesse, wodurch die Verschiedenheiten veranlasst sind.

Für die Larven von *Arbacia pustulosa* ist das Vorhandensein eines ausgebildeten Muskelsystems bereits von mehreren Autoren wahrscheinlich gemacht worden. *Garmann* und *Colton* (1) berichten über auffallende Bewegungen der Plutei von *Arbacia pustulosa*: „in the later stages of development a frequent drawing apart and closing of the long lateral arms may be observed“.

Mortensen (2) berichtet in einem Aufsatz über die Larve von *Echinometra lucunter* von dem Muskelsystem dieser Plutei und glaubt sich zu dem Schluss berechtigt, dass die oben zitierten Betrachtungen *Garmanns* und *Coltons* auch bei *Arbacia* starke larvale Muskeln vermuten lassen (S. 283 Anm.): „Dies macht es fast sicher, dass auch in dieser (*Arbacia*) Larvenform ein Muskelsystem zur aktiven Bewegung der Postoral- (und Hinteren Dorsal?) Stäbe zur Entwicklung gekommen ist.“

Mir standen eine grössere Anzahl ausgewachsener Plutei von *Arbacia pustulosa* zur Verfügung, die aus Zuchten stammten, welche Herr Professor *Giesbrecht* im Jahre 1909 in Neapel gemacht hat. Eine Untersuchung des Materials bestätigte die Vermutung *Mortensens*.

Bevor ich auf das Muskelsystem der *Arbacia*-Plutei eingehe, soll in Kürze dargelegt werden, was über das Muskelsystem von Seeigel-Larven bekannt ist.

Allen Beobachtern sind die äusserst kräftigen Schluckbewegungen aufgefallen, die die Larven von Zeit zu Zeit ausführen. *Mc. Bride* (3) beschreibt die Entstehung und Lage des Muskels, der bei diesen Bewegungen benutzt wird, bei *Echinus* (S. 297 Abs. 1): "From time to time a peristaltic movement of the oesophagus occurs, and the accumulation of food lying in its outer end is passed into the stomach. This peristalsis is due to semicircular bands of muscle surrounding the ventral half of the oesophagus, which are seen to be developed from the walls of the coelomic sacs. — In older larvae they completely encircle the oesophagus".

Über weitere Muskeln berichtet derselbe Autor S. 306 Abs. 2: "At the same time the cells of both posterior coelomic sacs, right and left, develop transverse muscle fibres at about the level of the posterior epaulettes. These fibres serve to contract the hinder end of the larva, and thus draw together the lower proximal ends of the calcareous rods which support the "arms" of the echinopluteus, and in consequence cause the upper distal ends of these arms to diverge." Die hierdurch hervorgebrachten Bewegungen der Fortsätze sind verschiedentlich beobachtet worden. In der Tat kann man kaum eine ältere Larve längere Zeit anschauen, ohne diese Bewegungen wahrzunehmen.

Weitere Angaben finden wir bei *Grave* (4). Er beschreibt und bildet 4 starke Muskeln ab, die die hinteren Enden der „Postoral“- und „Hinteren Dorsal“-Fortsätze von *Mellita testudinata* verbinden. Es entsteht dadurch eine quadratische Figur etwa entsprechend meiner Abbildung 3.

Die betreffende Stelle lautet S. 58: "In the posterior end of the body of the larva the ends of adjacent skeletal rods are connected by well developed muscles". Diese Muskeln sollen eine Schwimmbewegung hervorbringen, die "serve the larva as a means of escape when caught" und ferner "have mainly to do with the removal of the faeces from the intestine."

Die eben beschriebenen von *Mc. Bride* bei *Echinus*, von *Grave* bei *Mellita* gefundenen Muskeln entsprechen sich funktionell. Beidemale

bewirkt ihre Kontraktion eine Zusammenziehung des Hinterendes und demzufolge Spreizung des Vorderendes der Larve. Jedoch handelt es sich nicht etwa um homologe Bildungen. Die fraglichen Muskeln liegen bei *Mellita* bedeutend mehr dem Hinterende genähert und sind viel stärker entwickelt als bei *Echinus*.

Schliesslich sind die Angaben *Mortensens* über *Echinometra lucunter* zu erwähnen (2). Er beschreibt S. 279, Abs. 2 drei Muskelzüge, die die verschiedenen Fortsätze der für diese Larvenform charakteristischen 2 langen Skeletstäbe verbinden. Er beschreibt ebenso wie *Grave*, die durch das Muskelsystem ermöglichten Schwimmbewegungen: „Zu der Flimmerbewegung kommt somit bei dieser Larve auch aktive Bewegung der langen Fortsätze hinzu, was ja natürlich das Schwebevermögen nicht unerheblich erhöhen wird.“

Wir wollen uns nun dem Muskelsystem der von mir untersuchten *Arbacia*-Larven zuwenden.

Fig. 1 zeigt halbschematisch einen *Pluteus* var *Arbacia* in seiner natürlichen Schwimmstellung. Es sind die wichtigsten Organe, das Skeletsystem und das Muskelsystem eingezeichnet. Fortgelassen sind aus Gründen der besseren Übersichtlichkeit die larvalen Pedicellarien.

Fig. 2 zeigt den oben erwähnten Muskel, der den Ösophagus umgibt und die Schluckbewegungen hervorbringt. Er unterscheidet sich von den entsprechenden Muskeln von *Echinus* und *Strongylocentrotus* durch seine kräftige Ausbildung, die auch darin zum Ausdruck kommt, dass er schon sehr früh den Ösophagus ganz umgibt. Seine Entstehung wird sicherlich der von *Mc. Bride* bei *Echinus* geschilderten entsprechen. Ich konnte sie nicht beobachten, da mir so junge Larven von *Arbacia* nicht zur Verfügung standen.

Fig. 3 zeigt uns weiter 4 Muskeln (P. Musk.), die die 4 hinteren Enden der „Hinteren Dorsal“ und „Postoral-Stäbe“ verbinden. Die Polmuskeln entsprechen ganz den bei *Mellita testudinata* beschriebenen. Nur ist als konstantes Verhalten eine verschieden starke Ausbildung der Muskeln zu beobachten. Die 2 dorso-ventral laufenden Muskeln sind die stärksten; auch noch recht gut entwickelt ist der dorsale, sehr viel schwächer der ventrale Muskel.

Diese 4 Muskeln inserieren nicht direkt an den betr. Skeletstäben, sondern an dem mesenchymatischen Gewebe, das die Skeletstäbe umhüllt.

Grave (4) hat ebenfalls beobachtet, dass die Muskeln nicht direkt mit dem Skelet in Verbindung stehen: „The muscle tissue does not extend entirely to the calcareous rod but between muscle and rod

there is developed a substance which in section has the appearance of tendonous tissue."

Ich habe weiter über 3 Muskeln zu berichten, die etwas oralwärts von den beschriebenen 4 Pol-Muskeln entspringen. Sie verlaufen oralwärts in der Ebene der 2 Skeletstäbe zwischen denen sie liegen. Sie haben ferner das Gemeinsame, dass ihre Enden sich so weit von allen Skeletstäben entfernt verlieren, dass sie keine direkte Einwirkung auf das Skeletsystem haben können.

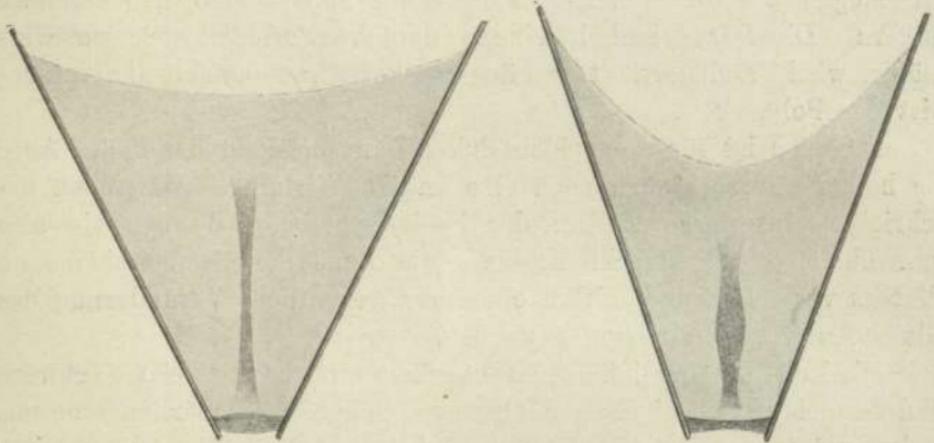
Über die Lage der 3 Muskeln belehrt uns Fig. 4. Wir sehen einen Querschnitt der Larve vor uns. In der Mitte liegt der Magen (M.) umgeben vom Cölom (Cöl.). Auf der linken Seite finden wir die „Seeigelscheibe“ (Seg.) mit Amnionhöhle (Amn.), und das Ganze ist umgeben von der Epidermis. Auf der rechten Seite, in das Cölom vorspringend, treffen wir auf den Querschnitt des einen Muskels (L. Musk.), etwas der Ventralseite genähert. Er entspringt ungefähr in der Mitte des rechten dorso-ventralen Polmuskels, etwas oralwärts von diesem (vgl. Fig. 5), zieht dann in der durch Magen und Darm gebildeten Rinne oralwärts (vgl. Fig. 1), um sich etwa in Höhe der Mündung des Ösophagus in den Magen zu verlieren.

Die beiden auf Fig. 4 quergeschnittenen linken Längsmuskeln entspringen entsprechend dem rechten oralwärts von dem linken dorsoventralen Polmuskel und verlaufen wie dieser am Cölom entlang oralwärts. Sie inserieren an der Seeigelscheibe etwa da, wo die beiden nach dem larvalen Hinterende gerichteten Primärtentakel umbiegen, um nach der Mitte der „Seeigelscheibe“ mit den Enden zu konvergieren.

Fig. 5 zeigt die beiden linken Muskeln im Längsschnitt getroffen bei einem Pluteus, der ganz kurz vor der Metamorphose stand. Wir haben einen schrägen Querschnitt des hinteren Teils des Pluteus vor uns. Ein Blick auf Fig. 1 ergibt, wie der Schnitt geführt sein muss, um die beiden linken Muskeln längs zu treffen. Es sei an dieser Stelle auf die Veränderung der Grössenverhältnisse hingewiesen, die durch das schnelle Wachstum der Seeigelanlage hervorgebracht wird. Je älter der Pluteus wird, je mehr nähert sich der hintere Rand der Seeigelanlage dem hinteren Larvenpol. Wir erkennen auf Schnitt 5 in der Mitte der Ventralseite das Lumen eines quergeschnittenen Primärtentakels (Pt.). Es folgt rechts und links das erste Ambulakralfüsschen (Amb. F.). Weiter je ein Primärtentakel (Pt.), die Basis je eines Stachels (St. B.) und je einer der für junge *Arbacia*-Seeigel charakteristischen spatelförmigen Stacheln (St.) im Profilschnitt.

Im Inneren zeigt der Schnitt einen Anschnitt der Magenwand (M.), umhüllt von splanchnischem Blatt des Cöloms (Cöl.). Schliesslich finden wir 3 Muskeln längs geschnitten: erstens den starken linken Polmuskel (P. Musk.) und ferner die beiden dicht bei ihm entspringenden Längsmuskeln (L. Musk.), die an der Seeigelscheibe inserieren.

Fig. 4 lässt erkennen, dass das äussere Cölomblatt durch die Längsmuskeln stark nach dem Magen zu eingebuchtet wird. Fig. 6 zeigt eine solche Stelle bei stärkerer Vergrösserung. Da der gespannte Muskel seiner Natur nach das Bestreben hat einen möglichst gradlinigen Verlauf zu nehmen, wird er das Cölom und ev. sogar die Wölbung der Magenwand (vgl. Fig. 1) einbuchten müssen. Der Muskel



Textfig. 1 und 2.

Schema. Stäbe der rechten Larvenseite mit Pol- und Längsmuskel. (P.Musk. u. L.Musk.)

drängt sein Cölom vor sich her und dringt in die Magenwand ein, etwa wie ein Seil in ein geblähtes Siegel einschneidet.

An der Hand von Textfig. 1 und 2 gehe ich nun dazu über, die Funktionen des Muskelsystems zu besprechen. Ich möchte aber betonen, dass die folgenden Betrachtungen von mir nicht durch Beobachtung am lebenden Material gestützt werden können. Sie sind daher nur als ein Erklärungsversuch anzusehen, wie er durch die Anordnung der Muskeln nahegelegt wird.

Durch die Kontraktion der Polmuskeln wird eine gegenseitige Annäherung der Hinterenden der 4 durch sie verbundenen Skeletstäbe bewirkt. Dementsprechend werden die vorderen Enden derselben Stäbe gespreizt und die über sie gespannte Larvenhaut ausgespannt wie ein geöffneter Regenschirm. Dadurch wird der Reibungswider-

stand der Larve im Wasser erhöht, das Schwebevermögen also vergrössert.

Die entgegengesetzte Wirkung hat die Kontraktion der Längsmuskeln. Betrachten wir zuerst den rechten Längsmuskel. Textfig. 1 u. 2 zeigt die beiden Längsstäbe der rechten Seite am Hinterende durch den rechten Polmuskel verbunden. Über diese Stäbe ist die Larvenepidermis ausgespannt und unter ihr liegt der rechte Längsmuskel. Fig. 1 zeigt den Polmuskel kontrahiert, den Längsmuskel gestreckt, die Larvenhaut also wie oben beschrieben ausgespannt.

Kontrahiert sich dagegen der Längsmuskel (Textfig. 2), so wird der ungestützte vordere Rand der die Stäbe verbindenden Haut stärker eingebogen, die vorderen Enden der Stäbe müssen sich also einander nähern. Die Larve enthält eine schlankere Form, ihr Schwebevermögen wird verringert. Der Längsmuskel wirkt danach als Antagonist des Polmuskels.

Dasselbe ist für die beiden linken Längsmuskeln der Fall. Aber sie haben wahrscheinlich noch eine andere Wirkung. Wie oben beschrieben, inserieren sie an der Seeigelscheibe. Werden sie also kontrahiert oder gestreckt, so muss die Lage der Seeigelscheibe im Pluteus verändert und mithin eine sehr wesentliche Veränderung des Gleichgewichts hervorgerufen werden.

Die Leistung der linken Längsmuskeln, welche die relativ schwere und festgelagerte Seeigelscheibe bewegen sollen, ist natürlich eine ungleich grössere als die des rechten, der nur die dünne Larvenhaut kontrahiert. Vielleicht erklärt sich so das Vorhandensein nur eines Längsmuskels auf der rechten, dagegen zweier auf der linken Larvenseite.

An meinem fixierten Material fand sich die Seeigelscheibe in allen möglichen Lagen im Verhältnis zum Pluteus. Bald in der normalen Stellung mit ihrer inneren Fläche parallel zur Medianebene der Larve, bald ventral oder dorsalwärts verschoben. Bei anderen Larven, z. B. *Echinus* oder *Strongylocentrotus* findet man das nie. Wie weit das Vorhandensein der linken Längsmuskeln bei *Arbacia* diese Eigentümlichkeit veranlasst, lässt sich schwer beurteilen. Jedenfalls liegt es nahe, die Verlagerung der Seeigelanlage mit der Wirkung der Muskeln in Verbindung zu bringen.

Schliesslich möchte ich noch die Vermutung aussprechen, dass sowohl bei den Plutei von *Arbacia* als auch bei denen anderer Seeigel feine Muskelfibrillen an den Cöломwänden verlaufen. Es sprechen hierfür die Bewegungen der einzelnen Fortsätze, die man bei den

Seeigellarven stets beobachten kann, ohne dass eigentliche Muskeln erkennbar wären. Für diese Annahme spricht auch, dass *Hamann* (5) und *Leipoldt* (6) an den Mesenterien ausgewachsener Seeigel Muskelfasern vorfanden.

Literaturverzeichnis.

1. *Garman und Colton*: Some Notes on the Development of *Arbacia punctulata*. Stud. fr. the Biol. Lab. of the John Hopk. Univ. Vol. II, 1883.
2. *Mortensen*: Über die Larve von *Echinometra lucunter* (L) (?). Festschr. f. *Spengel*. Jena 1912. II. Bd.
3. *Mc. Bride*: The Development of *Echinus* etc. Phil. Transact. of the R. Soc. of London S. B. Vol. 195. 1902.
4. *Grave*: Some points in the structure and development of *Melitta Testud*. John Hopk. Univ. Circ. No. 157. 1902.
5. *Hamann*: Beiträge zur Histologie der Echinodermen. 3. Heft. Jena 1887.
6. *Leipoldt*: Das angebliche Exkretionsorgan der Seeigel, untersucht an *Sphaer. echinus granularis* und *Dorocidaris papillata*. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 55. 1893.

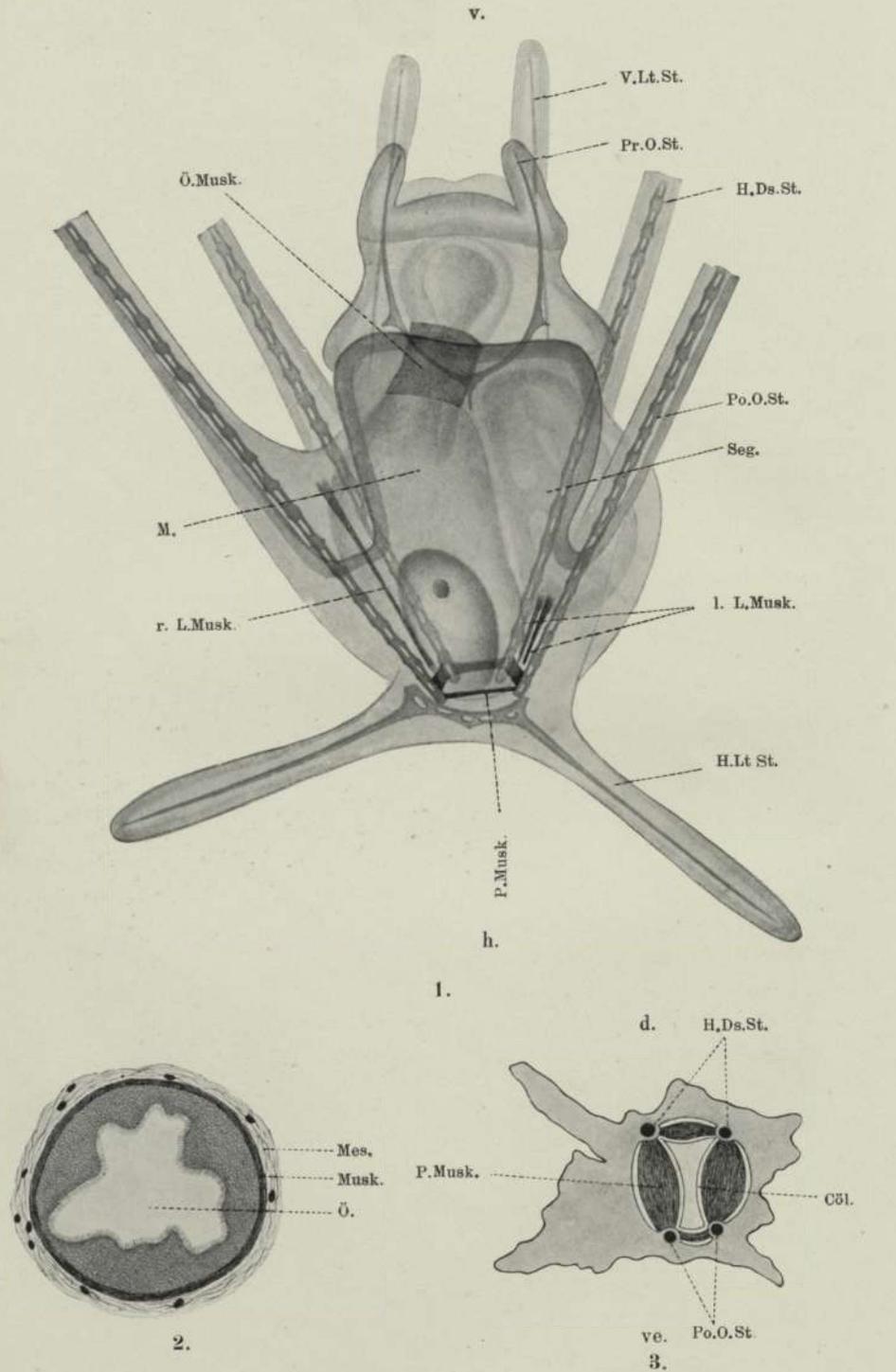
Erklärung der Abbildungen.

Tafel VI.

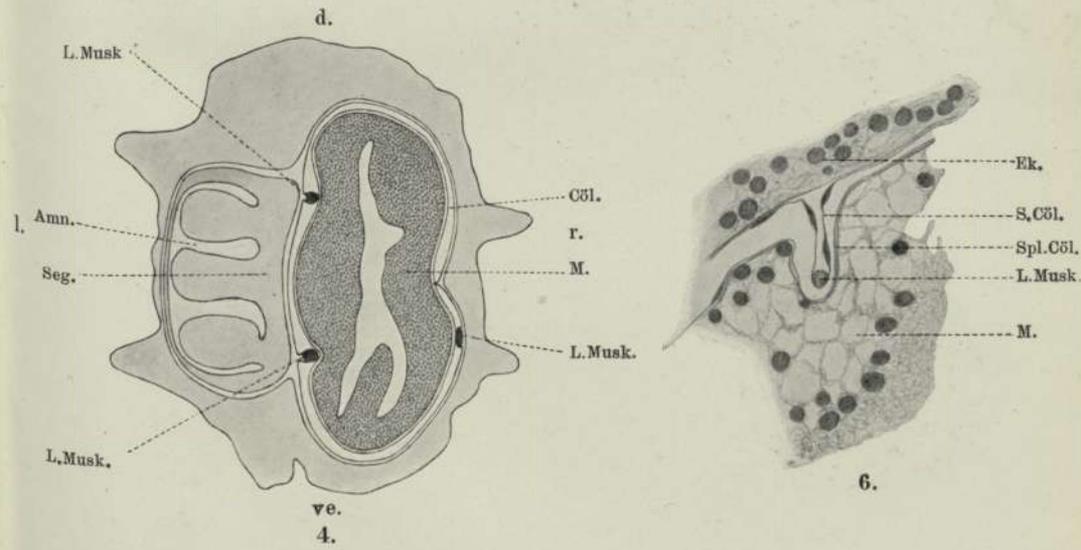
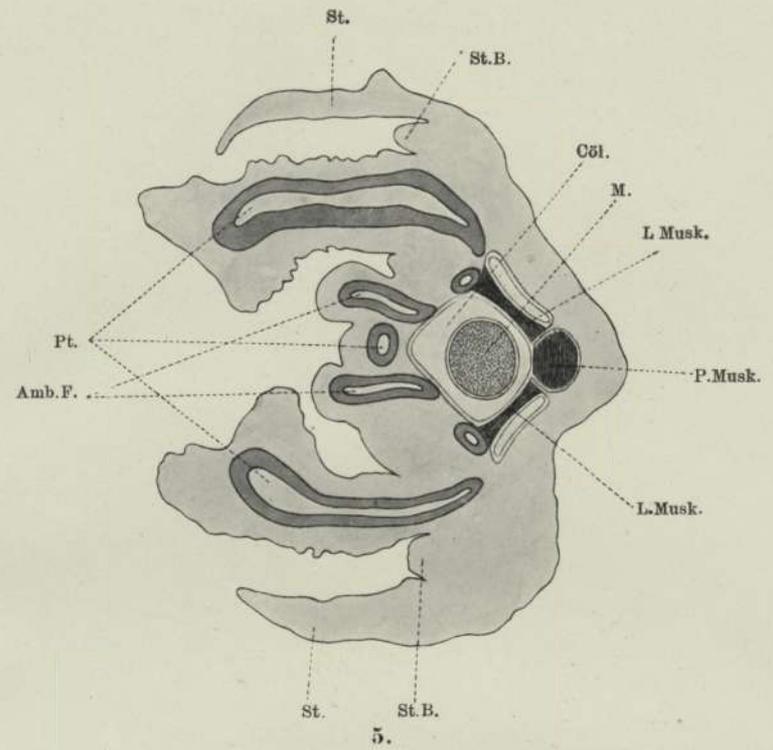
- Fig. 1. *Pluteus* von *Arbacia pust.* Ventralansicht. Wirkl. Gr. 0,61 mm.
 Fig. 2. Querschnitt durch den Ösophagus. Vergr. 600.
 Fig. 3. Querschnitt durch das larvale Hinterende. Halbschematisch. Vergr. 265.
 Fig. 4. Querschnitt durch eine Larve in mittlerer Körperhöhe. Vergr. 265.
 Fig. 5. Schrägschnitt durch das larvale Hinterende und die Seeigelanlage. Halbschematisch. Vergr. 265.
 Fig. 6. Schnitt durch einen Längsmuskel und die umliegenden Gewebe. Vergr. 870.

Amb.F. = Ambulakral-Füßchen.
 Amn. = Amnionhöhle.
 Cöl. = Cöлом.
 d. = dorsal.
 Ek. = Ektoderm.
 h. = hinten.
 H.Ds.St. = Hinterer Dorsal-Stab.
 H.Lt.St. = Hinterer Lateral-Stab.
 l. = links.
 L.Musk. = Längs-Muskel.
 M. = Magen.
 Mes. = Mesenchym.
 Musk. = Muskel.
 Ö = Ösophagus.

Ö.Musk. = Ösophageal-Muskel.
 Po.O.St. = Postoral-Stab.
 Pr.O.St. = Präoral-Stab.
 P.Musk. = Pol-Muskel.
 Pt. = Primärtentakel.
 r. = rechts.
 S.Cöl. = Splanchnisches Cöлом.
 Seg. = Seeigelscheibe.
 Spl.Cöl. = Splanchnisches Cöлом.
 St. = Stachel.
 St.B. = Stachel-Basis.
 v. = vorn.
 ve. = ventral.
 V.Lt.St. = Vorderer Lateral-Stab.



v. U. bisch, Über das larvale



Muskelsystem von *Arbacia pustulosa*.

Über Kerngrößen bei Bienen.

Von

Maria Oehninger.

(Aus dem zoologischen Institut Würzburg.)

Mit Tafel VII—X.

Nachdem *Boveri*¹⁾ für Seeigel gezeigt hatte, dass die Kerngröße von Larven mit diploiden Kernen (normale Befruchtung) diejenige von Larven mit haploiden Kernen (Merogonie) erheblich übertrifft, lag es nahe, zwischen den beiden Geschlechtern bei der Biene einen ähnlichen Unterschied zu vermuten.

Schon nach den Untersuchungen von *Meves*²⁾ war es höchst wahrscheinlich geworden dass die diploide Chromosomenzahl von *Apis mellifica* nicht 16, wie *Petrunkewitsch*³⁾ angenommen hatte, sondern 32 betragen müsse. Und in der kürzlich erschienenen kurzen Mitteilung von *Nachtsheim*⁴⁾ ist in der Tat positiv angegeben, dass *Petrunkewitsch* zwar insofern recht hat, als das Drohnenei seine Entwicklung mit 16 Chromosomen beginnt, das Arbeiterinnen-Ei aber nicht auch mit 16, sondern mit 32.

Dies ist also der gleiche Gegensatz wie zwischen den normal befruchteten und den merogonischen Seeigeleiern, und falls also bei der Biene die gleichen Gesetze gelten und bis zum fertigen Zustand bestehen, müssen die Kerne der Drohnen viel kleiner sein als diejenigen der Arbeiterinnen.

¹⁾ Über mehrpolige Mitosen als Mittel zur Analyse des Zellkerns. Verh. d. phys.-med. Ges. Würzburg. N. F. Bd. 35. 1902. — Zellen-Studien V. Jena 1905.

²⁾ Die Spermatozytenteilungen bei der Honigbiene. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 70. 1907.

³⁾ Die Richtungskörper und ihr Schicksal im befruchteten und unbefruchteten Bienenei. Zool. Jahrb. Abt. f. Anat. u. Ont. Bd. 14. 1901.

⁴⁾ Parthenogenese, Eireifung und Geschlechtsbestimmung bei der Honigbiene. Sitz-Ber. d. Ges. f. Morph. u. Phys. München. Jahrg. 1912.

Die Frage ist nicht nur an und für sich von einem gewissen Interesse, sondern schien auch für das Problem der gynandromorphen Bienen bedeutungsvoll. Schon im Jahre 1888 hat *Boveri*¹⁾ die später von ihm²⁾ noch genauer begründete Vermutung ausgesprochen, dass diese Abnormitäten darauf beruhen könnten, dass der Eikern sich zuerst allein teilt und dass erst mit einem seiner beiden Tochterkerne (vielleicht auch erst mit einem der vier Enkelkerne) der Spermakern kopuliert. Aus dem Eibereich, in dem sich die Abkömmlinge dieses diploiden Kerns verteilen, würden weibliche, aus demjenigen, wo nur Derivate des Eikerns vorkommen, männliche Teile hervorgehen. Eine ähnliche Deutung hat später *Morgan*³⁾ aufgestellt, indem er die Gynandromorphen auf Polyspermie zurückführte, wobei ein Spermakern mit dem Eikern verschmelzen, einer oder mehrere andere selbständig an der Entwicklung teilnehmen sollten. Auch hier sollten die Bereiche mit diploiden Kernen weiblich, die mit haploiden männlich werden.

Wenn nun jene an Seeigellarven gefundene und seither für andere Objekte bestätigte Proportion zwischen Kerngröße der Körperzellen und Chromosomenzahl ihrer Ausgangszellen für die ausgewachsenen Bienen gilt, liesse sich die Richtigkeit der *Boveri-Morgan'schen* Hypothese durch die Untersuchung der Kerngrößen prüfen.

Von diesem Gesichtspunkte aus untersuchte ich auf Anregung von Herrn Professor *Boveri* die Kerngrößen verschiedener Organsysteme bei Drohnen und Arbeiterinnen.

Mit Ausnahme der *Malpighi'schen* Gefässe, die, aus fertigen Tieren entnommen, in toto untersucht wurden, dienten zur Kernvergleichung Schnitte von Puppen, deren Augen bereits bräunlich gefärbt waren. Zur Konservierung diente die *Petrunkewitsch'sche* Flüssigkeit, zur Färbung Hämalaun. Die Zeichnungen der Kernkonturen sind bei Anwendung von Zeiss Apochromat 2 mm, Apert. 1. 30, Okular 12 mit dem Zeichenapparat ausgeführt und bei der Reproduktion auf $\frac{2}{3}$ verkleinert worden.

Das wesentliche Ergebnis lässt sich dahin zusammenfassen, dass im allgemeinen die Kerngrößen der homologen Organe bei Drohnen

1) Die Vorgänge der Zellteilung und Befruchtung in ihrer Beziehung zur Vererbungsfrage. Beitr. z. Anthropol. u. Urgeschichte Bayerns. Jahrg. 1888.

2) Zellen Studien VI. Jena 1907. p. 256.

3) An alternative interpretation of the origin of gynandromorphous insects. Science. N. S. Vol. 21. 1905.

und Arbeiterinnen gleich sind. Dies wurde speziell festgestellt für die Kerne folgender Organe:

- Pharynxwand (Fig. 1)
- Tracheen (Fig. 2)
- Speicheldrüsengang (Fig. 3)
- Hypodermis (Fig. 4)
- Muskeln (Fig. 5)
- Rektaldrüsen (Fig. 6)
- Sehzellen der Punktaugen (Fig. 7)
- Ocellar-Nerv (Fig. 8).

Auch in den meisten Teilen des Zentralnervensystems, und zwar sowohl in den Ganglienzellen wie in den fibrillären Teilen sind die Kerne an homologen Stellen gleich gross. Dies ist zu sehen für Ganglienzellen von der unteren Seite des Protocerebrums in Fig. 9, für solche von dessen oberer Seite in Fig. 10, für Zellen aus verschiedenen Regionen des Ganglion opticum in Fig. 11 (Gegend der inneren Kreuzung), Fig. 12 (Gegend der äusseren Kreuzung) und Fig. 13 (äussere Grenzschicht).

Auch in den *Malpighi*'schen Gefässen zeigen die Kerne der Drohnen und Arbeiterinnen im allgemeinen die nämliche Grösse; doch kommen, wie Fig. 14 lehrt, auch nicht unbeträchtliche Verschiedenheiten vor, wobei sich in allen von mir beobachteten Fällen dieser Art nicht, wie man wohl zunächst erwarten möchte, die Kerne bei den Arbeiterinnen, sondern diejenigen der Drohnen als die grösseren erwiesen.

Handelt es sich in diesem Fall der *Malpighi*'schen Gefässe um inkonstante Unterschiede, so kommen wir nun zu einigen Organen, die durchgehends bei den Drohnen andere Kerngrössen darbieten als bei den Arbeiterinnen. Es sind dies Organe, für welche nach der Verschiedenheit ihrer anatomischen Gestaltung eine funktionelle Verschiedenheit angenommen werden muss. Hierher gehören einmal die Facettenaugen, sodann gewisse Teile des Gehirns.

Bekanntlich sind die Facettenaugen der Drohnen viel grösser als die der Arbeiterinnen. In Fig. 23 sind zwei Ommatidien, ungefähr aus der Mitte des Auges, bei gleicher Vergrösserung (*Leitz* 7, Ok. I) einander gegenübergestellt. Dasjenige der Drohne ist etwa doppelt so hoch als das der Arbeiterin. Demgemäss sind auch alle histologischen Elemente im Drohnenauge grösser, und dem entspricht wieder eine ebensolche Verschiedenheit der Kerne. Dies ist schon

aus Fig. 23 zu ersehen, besser aus den Gegenüberstellungen der Fig. 15 (Glaskörperzellen), Fig. 16 (Pigmentzellen), Fig. 17 (Retinulazellen), Fig. 18 (subretinale Nervenfaserschicht).

Im Ganglion opticum dagegen sind die Kerne der Drohnen höchstens um ein Minimum grösser als die der Arbeiterinnen.

Haben wir im Facettenauge ein Organ vor uns, das bei der Drohne stärker entwickelt ist, so gilt für gewisse Teile des Gehirns das Umgekehrte. Die Corpora pedunculata der Arbeiterin übertreffen diejenigen der Drohne an Grösse. Wie *Jonescu*¹⁾ genauer festgestellt hat, sind ihre Becher bei der Arbeiterin viel mehr gewölbt, auch ist die Höhlung weiter und die Zellenmasse, welche die Höhlung füllt, nimmt einen beträchtlich grösseren Raum ein. Den innersten Kern bildet eine Anhäufung grösserer Ganglienzellen, die von einer Schicht kleinerer Zellen umgeben wird. Ein Vergleich der Kerne dieser beiden Zellenarten ergibt, dass sie bei der Arbeiterin bedeutend grösser sind als bei der Drohne (Fig. 19 und 20).

Das Dentocerebrum oder die Lobi antennales sind bei Arbeiterin und Drohne ungefähr gleich gross. Doch hat *Jonescu* festgestellt, dass die Antennalanschwellung der Arbeiterin viel komplizierter gebaut ist, entsprechend der höheren Entwicklung der antennalen Sinnesorgane. Hiermit stimmt wieder überein, dass die Ganglienzellen der Lobi antennales bei der Arbeiterin bedeutend grössere Kerne besitzen als bei der Drohne (Fig. 21). Dagegen zeigen die Kerne der Fibrillärmasse hier, wie an anderen Stellen kaum einen Unterschied (Fig. 22).

Da alle Zeichnungen mit Ausnahme der Fig. 23 bei der gleichen Vergrösserung entworfen worden sind, geben sie zugleich einen Überblick, in wie hohem Masse die Kerngrößen der verschiedenen Organe sowohl bei der Drohne, wie bei der Arbeiterin variieren. Lassen sich dafür auch im allgemeinen keine Gründe erkennen, so ist es doch bemerkenswert, dass die Kerne der Rektaldrüsen und der *Malpighi'schen* Gefässe zu den grössten, diejenigen der Muskeln, der fibrillären Nervensubstanz, der Hypodermis und der Tracheen zu den kleinsten gehören.

Aus diesen Feststellungen ergibt sich, dass sich die Bienen anders verhalten als die — nur bis zum jungen Pluteusstadium geprüften

¹⁾ Vergleichende Untersuchungen über das Gehirn der Honigbiene. Jenaische Zeitschr. Bd. 45. 1909.

— diploiden und haploiden Echinidenkeime. Die richtige Relation zwischen Kern und Protoplasma wird nicht dadurch hergestellt, dass sich das Plasma nach der im Ei gegebenen Chromatinmenge richtet, sondern das Bestimmende ist allem Anschein nach eine während der Entwicklung für jede Zellenart erreichte feste Zellgrösse, nach der sich die Chromatinmenge reguliert. Besonders deutlich ist dies bei Organen wie den Ommatidien, wo bei gleicher Zellenzahl das ganze Organ bei der Drohne viel grösser ist als bei der Arbeiterin. Hier sind die Zellen der Drohne entsprechend grösser und ganz entsprechend auch die Kerne.

Dass übrigens innerhalb gewisser Grenzen auch dem Chromatin der Seeigelkeime eine solche Regulationsfähigkeit zukommt, hatte *Boveri*¹⁾ aus gewissen Befunden abgeleitet. Für verschiedene äussere Bedingungen, die bei unseren gegenwärtigen Betrachtungen keine Rolle spielen, ist sogar eine sehr weitgehende Regulationsfähigkeit des Chromatins durch *Marcus*, *Erdmann* und *Köhler* nachgewiesen worden. Wie mir Herr Professor *Boveri* hier mitzuteilen erlaubt, hat er neuerdings durch Züchtung von Echinidenkeimen mit nur 4 (anstatt 36) Chromosomen feststellen können, dass in den Blastulae, die hier entstehen, nicht nach jener früher von ihm für haploide, diploide und tetraploide Kerne ermittelten Regel die Kerngrösse der Chromosomenzahl entspricht und die richtige Proportion von Kern und Plasma durch die verschiedene Zahl der Zellteilungen hergestellt wird, sondern dass bis zu einem sehr hohen Grad das Missverhältnis durch regulatorisches Wachstum der Chromosomen ausgeglichen wird.

Danach können auch die bei den Bienen gefundenen Verhältnisse nicht Wunder nehmen. Und wenn wir bedenken, dass, wie wir oben gesehen haben, schon im Körper des gleichen Individuums je nach der Funktion der Zelle bei doch ursprünglich sicherlich gleichem Chromatinbestand sich sehr verschieden grosse und verschieden chromatinreiche Kerne ausbilden können, so ist es leicht verständlich, dass auch ursprünglich verschiedene Chromatinmengen, wie sie im Drohnen- und Arbeiterinnenei vorliegen, sich zur gleichen Menge zu regulieren vermögen. Nach den Angaben von *Petrunkewitsch* und *Meves* würde dies nicht einmal besondere Ansprüche an die Wachstumsfähigkeit der Chromosomen stellen; denn diese beiden Autoren haben in den somatischen Mitosen der Biene bei beiden Geschlechtern

¹⁾ Zellenstudien VI. 1907. pag. 203.

die gleiche Chromosomenzahl, nämlich ungefähr 64 gefunden. Danach würde die Regulation zu gleicher Kerngrösse nicht auf einem verschieden starken regulatorischen Wachstum der Chromosomen beruhen, sondern darauf, dass bei der Arbeiterin eine, bei der Drohne zwei Chromosomenteilungen ohne Kernteilung ablaufen.

Für die Frage, die den Ausgangspunkt für diese Untersuchung gebildet hat, lehren unsere Resultate allerdings nichts. Wenn die Drohnen- und Arbeiterinnenkerne normalerweise gleich gross sind, kann gleiche Kerngrösse in einem mosaikartig aus männlichen und weiblichen Teilen gemischten Individuum nichts darüber aussagen, wie diese abnormen Bildungen entstanden sein mögen.

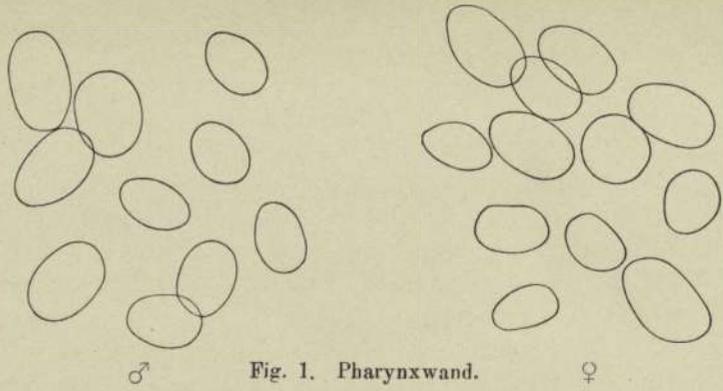


Fig. 1. Pharynxwand.

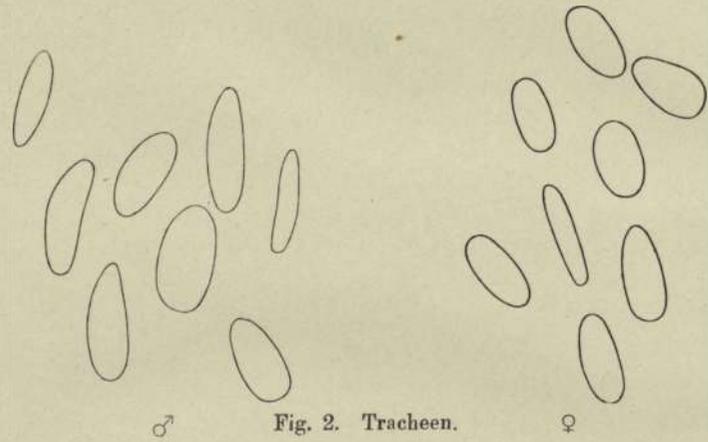


Fig. 2. Tracheen.

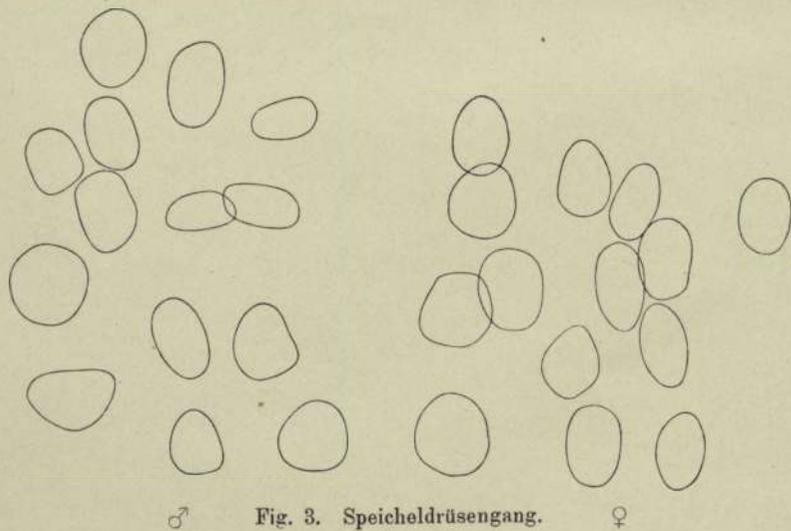


Fig. 3. Speicheldrüsengang.

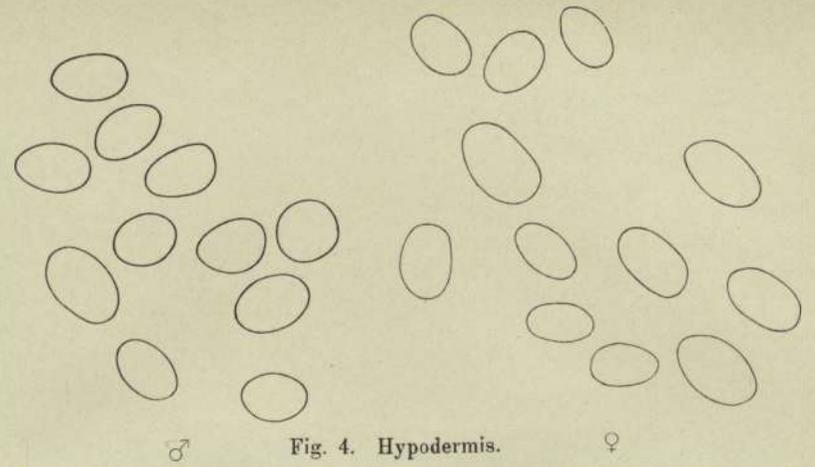


Fig. 4. Hypodermis.

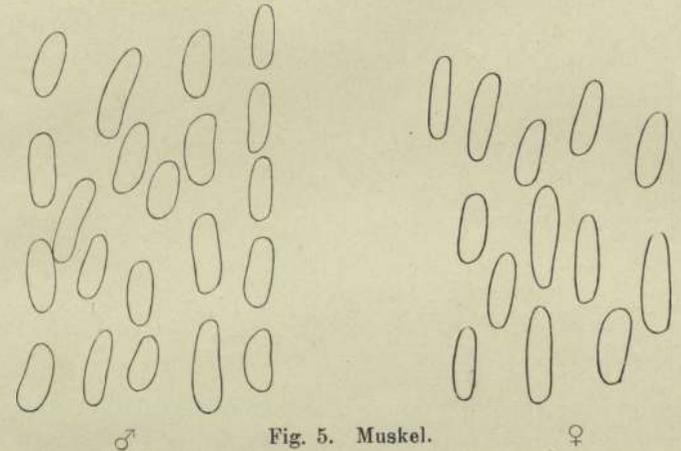


Fig. 5. Muskel.

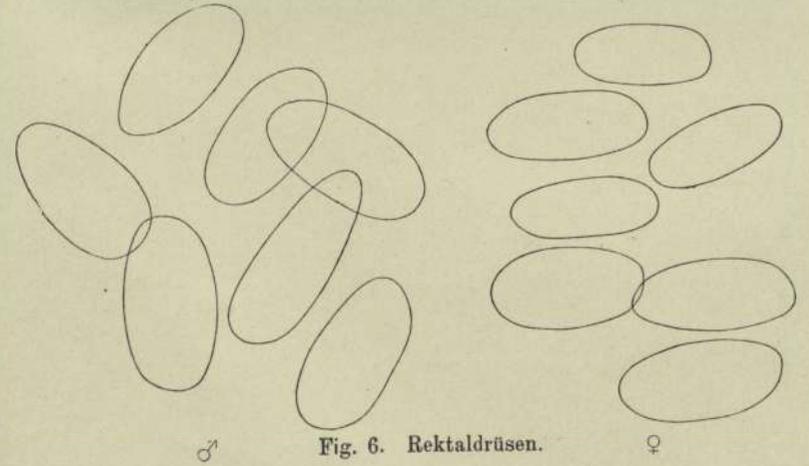


Fig. 6. Rektaldrüsen.

Oehninger, Über

Kerngrößen bei Bienen.

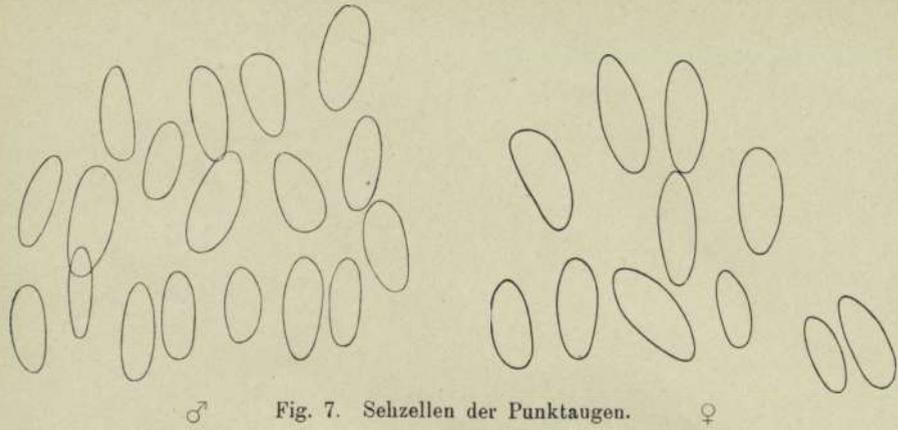


Fig. 7. Schzellen der Punktaugen.

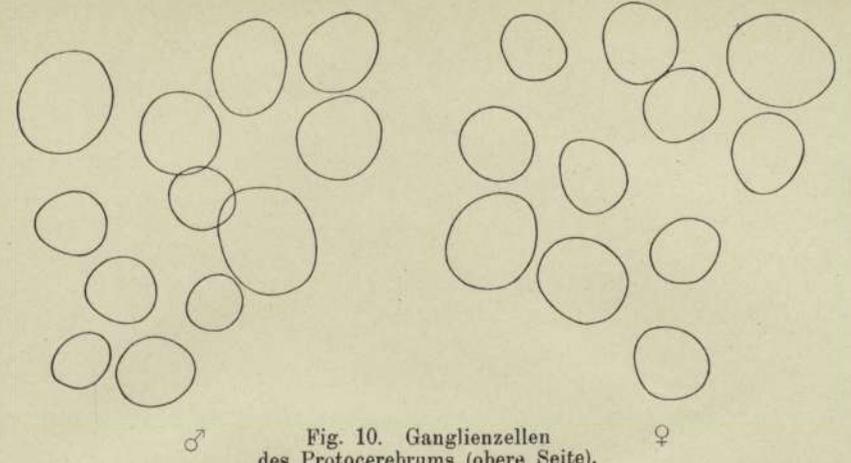


Fig. 10. Ganglienzellen des Protocerebrums (obere Seite).

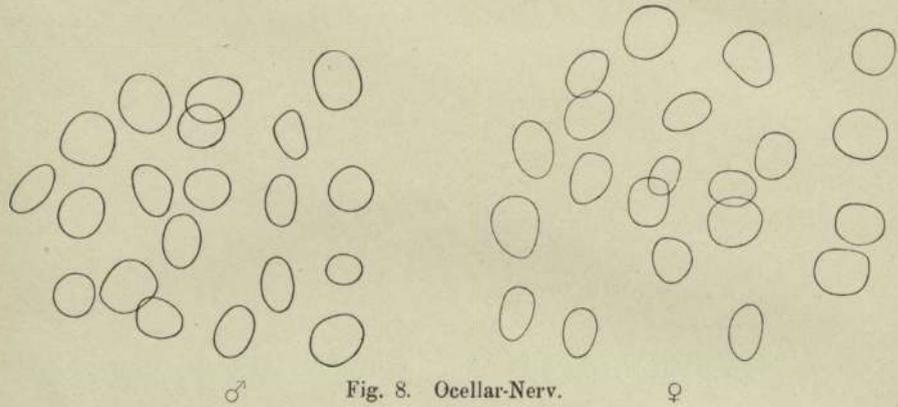


Fig. 8. Ocellar-Nerv.

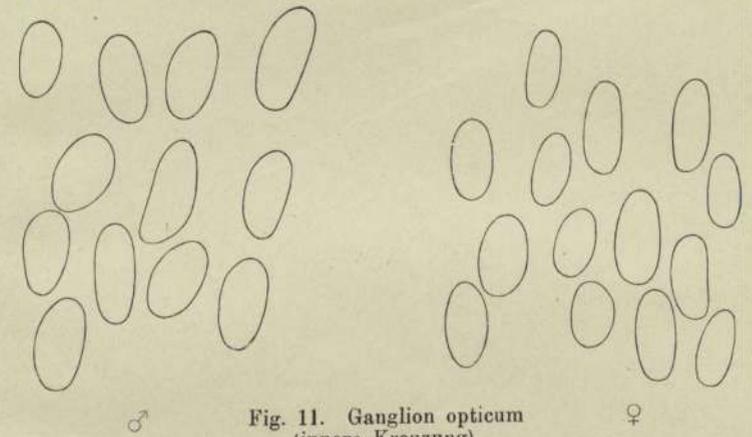


Fig. 11. Ganglion opticum (innere Kreuzung).

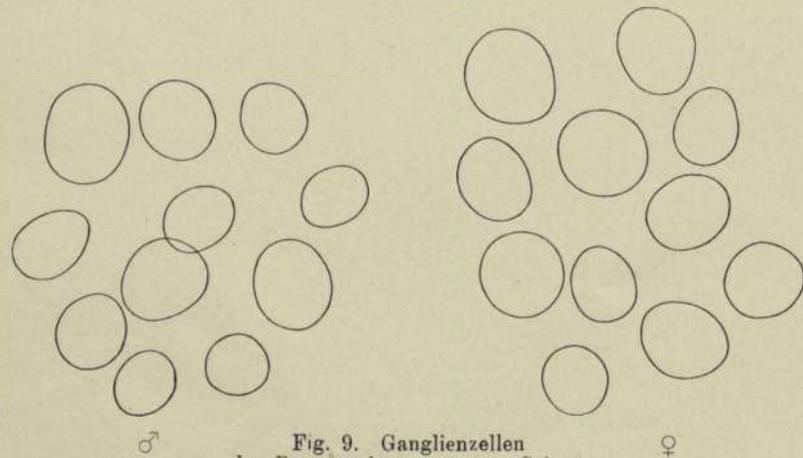


Fig. 9. Ganglienzellen des Protocerebrums (untere Seite).

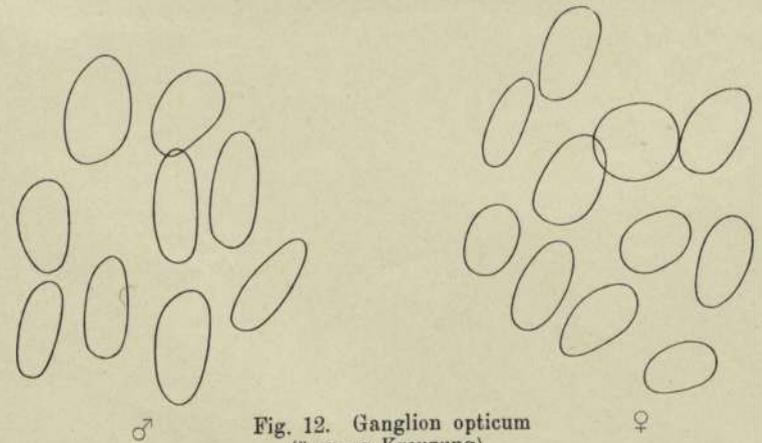


Fig. 12. Ganglion opticum (äussere Kreuzung).

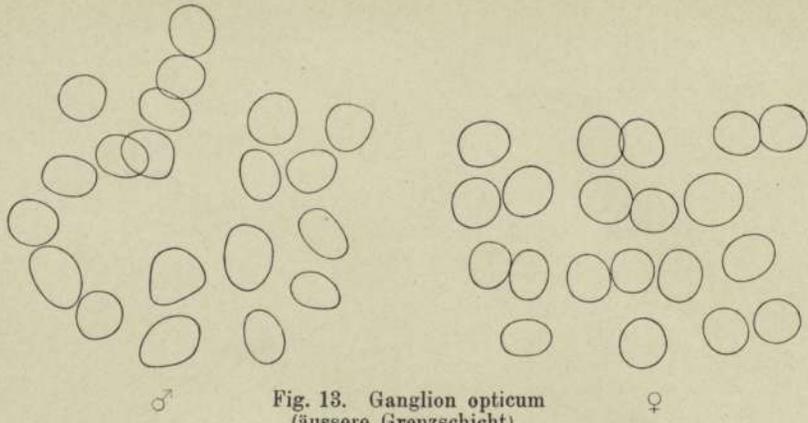


Fig. 13. Ganglion opticum (äussere Grenzschicht).

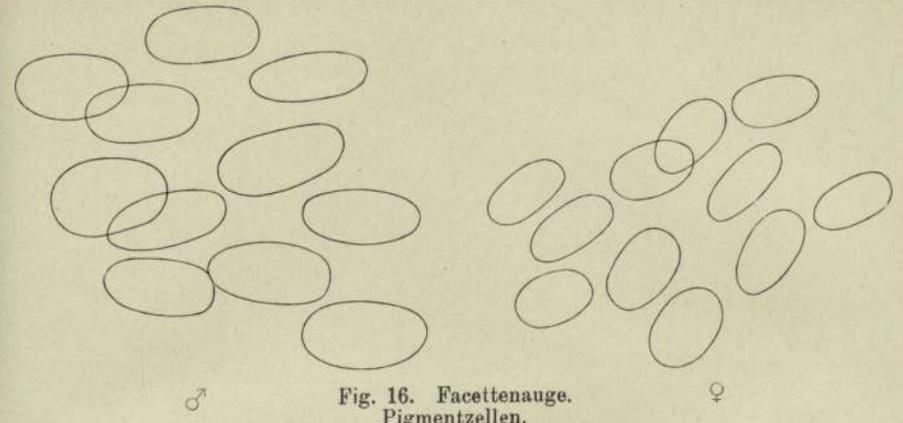


Fig. 16. Facettenauge. Pigmentzellen.

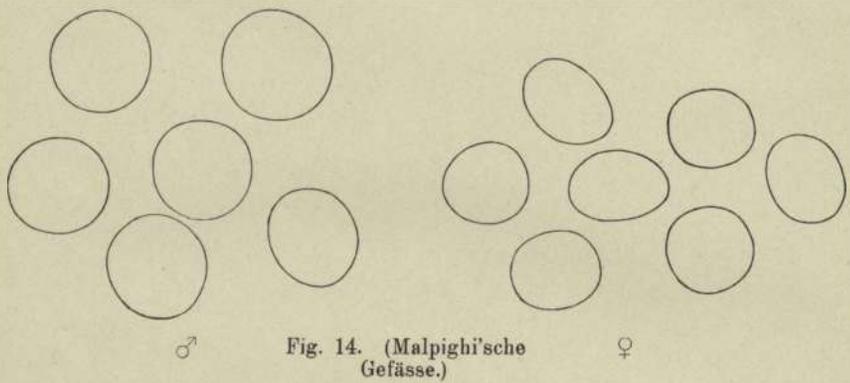


Fig. 14. (Malpighi'sche Gefässe.)

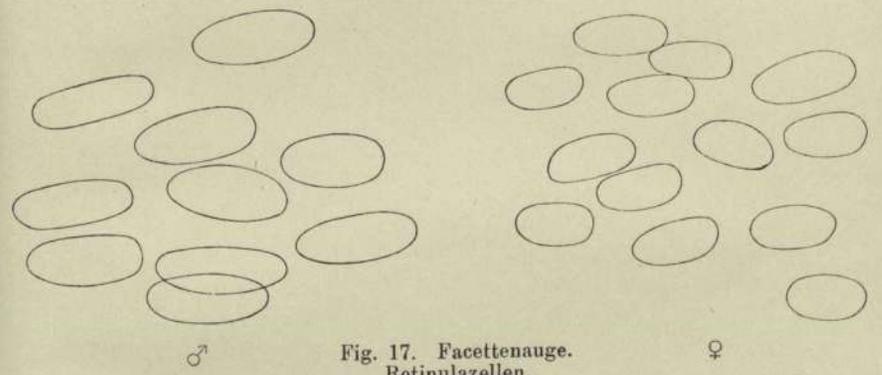


Fig. 17. Facettenauge. Retinulazellen.

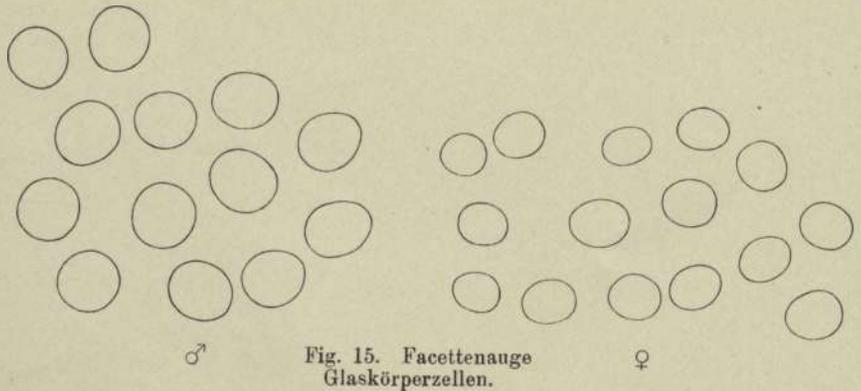


Fig. 15. Facettenauge Glaskörperzellen.

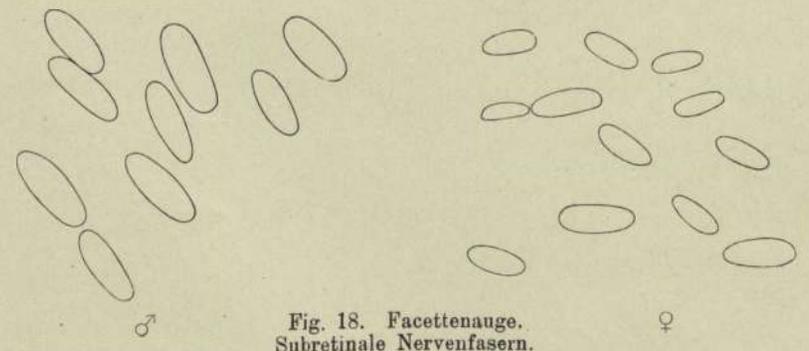
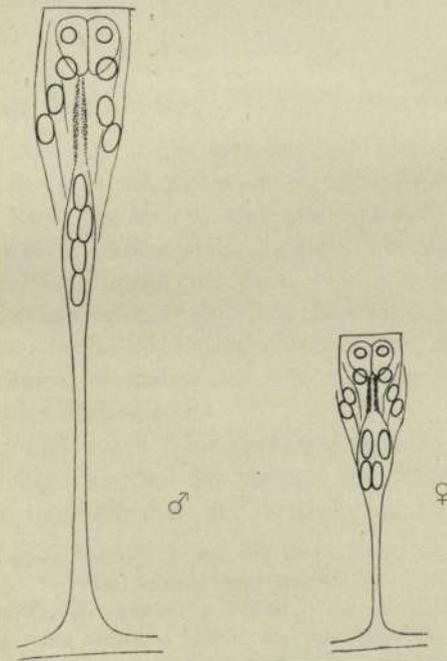
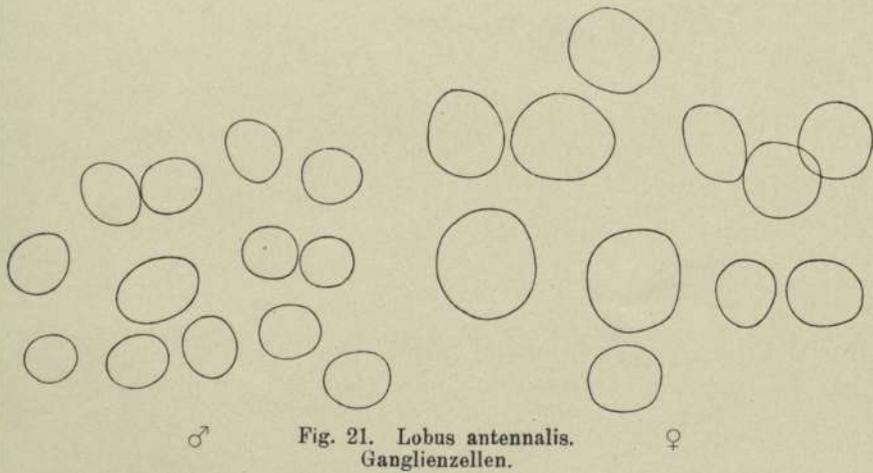
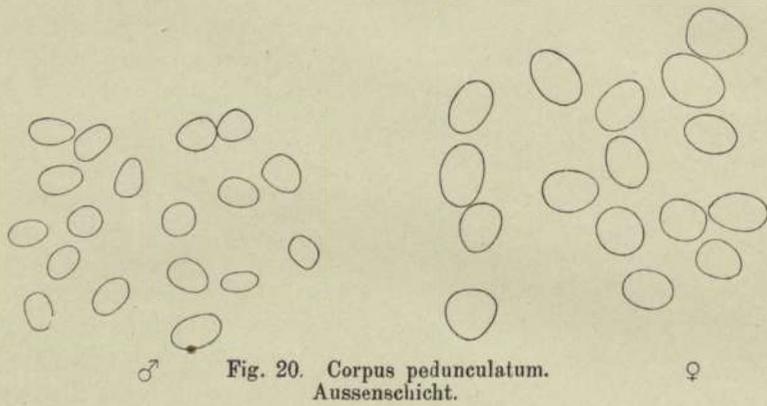
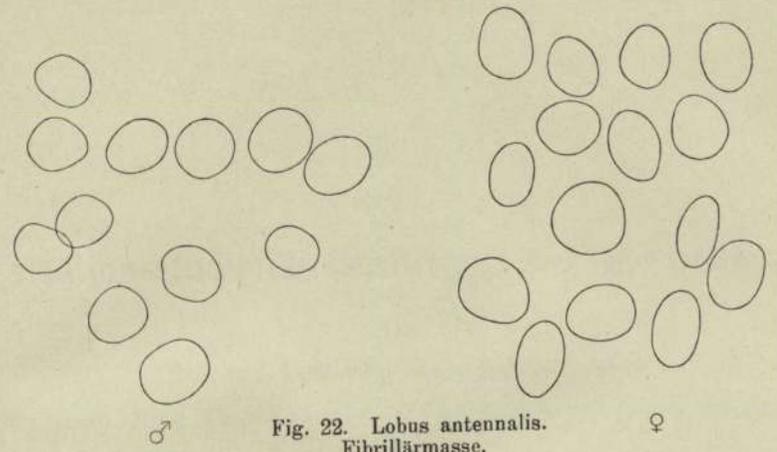
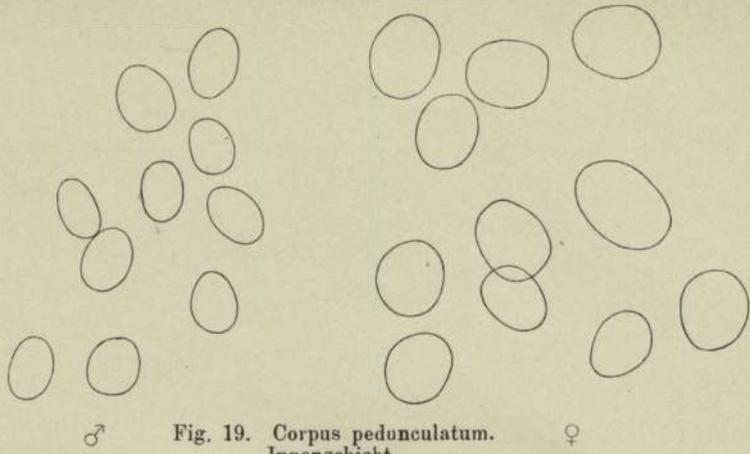


Fig. 18. Facettenauge. Subretinale Nervenfasern.



Variationsstudien in der Gruppe der Fluorescentes.

Von

Zahnarzt **Ludwig Stettenheimer.**

Aus dem Hygienischen Institut der Universität Würzburg.

(Direktor: Prof. Dr. K. B. Lehmann.)

Mit Tafel XI—XIX.

1. Einleitung.

Präzisierung des Themas. Beschreibung der Typen.

Als meinem Kollegen *Reiss* und mir vor ungefähr zwei Jahren durch Herrn Professor *K. B. Lehmann* der Auftrag zuteil wurde, die bakteriologische Flora des Mainwassers einer genaueren Untersuchung zu unterziehen, war es unsere erste Aufgabe, uns über die einzelnen Arten zu orientieren. Hatten wir dann eine gewisse Sicherheit erlangt in dem Bestimmen der einzelnen Bakterienarten, so bestand die weitere Aufgabe darin, Zählungen vorzunehmen, um mit Bestimmtheit sagen zu können, es finden sich von der oder jener Art so und so viele Vertreter im Mainwasser.

Recht häufig und durch seine Verflüssigung auf jeder Platte vorherrschend, erhielten wir bei der Anlage von Plattenkulturen, die wir zum Zwecke diagnostischer und statistischer Untersuchungen in

Anmerkung. Die vorliegende Arbeit des Herrn Zahnarztes *Stettenheimer* war vorläufig abgeschlossen und sollte — nach nochmaliger Besprechung mit mir — als Dissertation der philosophischen Fakultät der Universität Würzburg eingereicht werden. Ein schwerer Unfall, der das Leben des strebsamen Autors vernichtete, verhinderte, dass die Arbeit ihrem eigentlichen Zweck dienen konnte. Ich übergebe dieselbe ungekürzt und ohne Änderung der Öffentlichkeit.

K. B. Lehmann.

Menge angelegt hatten, das *Bacterium punctatum* und das *Bacterium fluorescens*.

Bald machte ich die Erfahrung, dass es nicht so leicht sei, in den Anfangsstadien beide Bakterien nach ihrem Wachstum scharf von einander zu trennen, ja manchmal war es geradezu unmöglich, mit Sicherheit vorauszusagen, ob die vorliegende Kolonie sich zu einem *Fluorescens* entwickeln, oder aber als *punctatum* weiter vegetieren würde, d. h. ob sie Fluoreszenz zeigen würde oder nicht. Wenn man des weiteren Gelegenheit hat, auf unendlich vielen Platten und in zahlreichen Röhrcchen auf den verschiedenartigsten Nährboden das Wachstum beider Bakterienarten zu beobachten, und bei beiden immer das gleiche Wachstumbild vor sich sieht, so muss man notwendigerweise auf die Idee kommen, dass die bisher als zwei verschiedene, wenn auch verwandte Arten betrachteten Bakterien „eins“ sein könnten mit dem einen Unterschied, dass eine Fluoreszenzbildung auftreten kann, aber nicht muss. In der IV. Auflage der Bakteriologie von *Lehmann* und *Neumann* finden wir bereits dieselbe Meinung vertreten, da von dem *Bacterium punctatum* gesagt wird, dass es einem *Bacterium fluorescens* ohne Farbstoffbildung entspräche. Des weiteren sind Punktaten gefunden worden, die erst farblos, dann schwach fluoreszent waren.

Wenn auch bisher über die Fluoreszenz der Bakterien viel gearbeitet worden ist, fand ich doch in der Literatur nichts Abschließendes über den Verwandtschaftsgrad von *Bacterium pyocyaneum*, *fluorescens* und *punctatum*.

Herr Professor *Lehmann* war es, der mich darauf hinwies, womöglich die Frage nach dem Zusammenhang der drei Arten zu einem endgültigen Abschluss zu bringen.

Aus der Bearbeitung dieser Frage wurde ganz allmählich eine möglichst eingehende und vielseitige Studie über die *Fluorescens*-Gruppe.

Ich hoffe, eine der vielen zu beantwortenden Fragen gelöst, andere soweit gefördert zu haben, dass weitere Untersuchungen auf meine Ergebnisse aufgebaut werden können.

Meine Untersuchungen gliedern sich in folgende Unterabteilungen:

1. Beschreibung zahlreicher, frisch isolierter und im weiteren vergleichend studierter Stämme der *Fluorescens*-Gruppe:

Bacterium punctatum, *fluorescens* und *pyocyaneum*.

2. Beziehungen des *B. punctatum* zum *B. fluorescens*.

3. Auftreten von Braunfärbung bei den *Fluorescentes*.

4. Beziehungen zwischen *B. fluorescens* und *pyocyaneum*.

I. Beschreibung der typischen Merkmale der 3 fraglichen Arten.

Bacterium punctatum (Zimm.) L. et N. Siehe Tafel XI.

Synonym: *Bacillus punctatus* Zimmermann (die Bakterien unserer Nutz- und Trinkwässer I. 38.)

Mikroskopisches Aussehen: Kurzstäbchen ($0,8 \mu$ lang, und $0,5 \mu$ breit). Meist in Haufen, manchmal auch zu langen Fäden vereinigt. Gramfärbung negativ. Lebhaftige Eigenbewegung. Eine endständige Geissel.

Gelatineplatte: makroskopisch: Ganz junge Kolonien sind zuerst rundliche, glattrandige, durchsichtige, ein wenig punktierte Scheibchen, aber ganz allmählich wird der Rand feinzackig, gleichzeitig beginnt die Verflüssigung als flache Schale, in der zuweilen ein Rest der Kolonie als Zentrum zu sehen ist. Von diesem Zentrum aus gehen weissliche Striche gegen die Peripherie, wodurch eine ältere Kolonie das Aussehen eines Rades mit Radspeichen erhält.

mikroskopisch: Der feinzackige Rand zeigt schönen Haarbesatz.

Gelatinestich: Anfangs fadenförmig und wenig charakteristisch, verflüssigt er sehr bald schlauchförmig (1a). Die Verflüssigung geht sehr rasch vor sich, die Schlauchform geht in Strumpfform über. Schon nach $1\frac{1}{2}$ —2 Tagen reicht der Strumpf bis zum Grund. Die Flüssigkeit erscheint gleichmässig trübe, zeigt auf der Oberfläche keine Häutchenbildung und scheidet einen weissen Satz ab, der sich auf dem Boden ziemlich reichlich ansammelt (1b).

Agarplatte: Hier bietet *Punctatum* nichts Charakteristisches. Die aufliegenden Kolonien sind homogen, weisslich gelb und haben glatten Rand. Tiefliegende Kolonien sind zuweilen braun gefärbt.

Agarstich: Die Oberfläche ist weiss und saftig. Der Strich zeigt eine feinkörnige Struktur.

Agarstrich: Ausgedehnter, saftig glänzender Belag. Ränder glatt.

Kartoffel: Saftig glänzende Auflagerung von mehr oder weniger körniger Beschaffenheit. Randzone hellgelb, innere Partie braun gefärbt.

Bouillon: Nach mehreren Tagen stark getrübt, oft an der Oberfläche eine dünne, weisse Haut.

Milch: Wird zuerst koaguliert. Dann das Koagulum verflüssigt.

Traubenzucker: Wird unter Gasbildung stark vergoren.

Milchzucker: Keine Gasentwicklung.

Indolnachweis: Schwach positiv.

Vorkommen: Hauptsächlich in Flusswasser.

Bacterium fluorescens (Flügge) L. et N. Siehe Tafel XI.

Bacillus fluorescens liquefaciens. Flügge.

Mikroskopisches Aussehen: Stets kurze Stäbchen, bald schlank, bald dick. Breite etwa $0,5 \mu$, Länge schwankt zwischen $0,4 \mu$ und $1,4 \mu$. Meist vereinzelt. Färbung nach Gram negativ. Eigenbewegung lebhaft. Geisseln: Eine, endständig.

Gelatineplatte: Makroskopisch: Die oberflächlichen Kolonien stellen am 1. Tag bei Zimmertemperatur, die dem Wachstum am günstigsten ist, kleine weisse Punkte vor. Am 2. Tag beginnt bereits die schalenförmige Verflüssigung und gleichzeitig fängt die Kolonie schwach zu fluoreszieren an. Gewöhnlich ist dann der Rand weiss und das Zentrum als weisser körniger Punkt markiert. Mit fortschreitender Ausdehnung der Verflüssigung nimmt die Fluoreszenz zu, doch geht sie nie über den Rand der Kolonie hinaus.

Mikroskopisch: Schon die kleinen weissen Punkte zeigen eine körnige Struktur, die von der Peripherie nach dem Zentrum zu immer kompakter wird. Der Rand ist noch glatt. Mit beginnender Verflüssigung tritt am Rand eine sehr feine Behaarung auf, die körnigen Massen bilden konzentrische Ringe, die fast dunkel sind, wenn die Massen recht dicht sind, und heller werden, wenn die Massen lockerer angeordnet sind. Das Zentrum ist ganz dunkel. Die tiefliegenden Kolonien stellen weisslichgelbe Punkte vor. Die verflüssigte Platte riecht unangenehm leimartig.

Gelatinestich: Am 1. Tag ähnelt der Stich dem Koli. Aber wenig später verflüssigt die Oberfläche als einzig kleine Schale, die nach 2 Tagen schon bedeutend an Ausdehnung zugenommen hat. Gleichzeitig beginnt der Schaleninhalt zu fluoreszieren. Nach 5—6 Tagen ist die Verflüssigung bis zum obersten Drittel des Röhrchens vorgeschritten und zwar meistens in Form eines Zylinders. Die ganze Verflüssigungszone fluoresziert lebhaft. Weiter schreitet die Verflüssigung meist nicht fort. Selten wird die trichterförmige Verflüssigung beobachtet.

Agarplatte: Die aufliegenden Kolonien neigen sehr zu lappigen Verästelungen. Der Rand ist dunkler gefärbt als das Zentrum und zeigt feinen Haarbesatz. Die Kolonien sind gelblich und fluoreszieren kaum. Tiefliegende Kolonien sind gelbe Scheiben, die feinkörnige Struktur aufweisen.

Agarstich: Oberfläche weisslichgrau und saftig. Stich fein gekörnt. Nach 3—4 Tagen tritt schöne Fluoreszenz auf.

Agarstrich: Über die ganze Oberfläche ausgedehnter, saftig weisser Belag. Schöne Fluoreszenz.

Kartoffel: Grobkörnige, stark erhabene, saftige Auflagerung. Randzone gelblichweiss. Mittel bräunlichgelb.

Bouillon: Stark getrübt. Zu Beginn blaugrün fluoreszierend. Nach mehreren Tagen starke Fluoreszenz.

Milch: Wird nicht koaguliert, sondern aufgehell.

Traubenzucker: Es konnte keine Gasbildung beobachtet werden.

Milchzucker: Auch keine Gasbildung.

Indolnachweis: Schwach positiv.

Vorkommen: Hauptsächlich im Wasser, ebenso häufig im Boden; auch im Mageninhalt, in der Mundhöhle, auf der äusseren Haut; in der Milch und im Käse u. s. f.

Bacterium pyocyaneum (Flügge) L. et N. Siehe Tafel XII.

Mikroskopisches Aussehen: Schlanke, zierliche Stäbchen neben plumpen, kurzen Stäbchen. Grösse sehr variabel. Meist vereinzelt, manchmal Fäden bildend. Lebhaftige Eigenbewegung. Eine endständige Geissel. Die Gramfärbung ergab zumeist ein positives Resultat.

Gelatineplatte: Makroskopisch: Aufliegende Kolonien sind zuerst als gelbliche Punkte sichtbar. Schon am 2. Tag tritt schalenförmige Verflüssigung ein. Rand und Zentrum weiss. Kolonie fluoresziert stark. Oft ist um die Kolonie herum ein dunkelblau gefärbter Ring. Tiefliegende Kolonien sind gelblichweiss und rund, oft auch wetzsteinförmig.

Mikroskopisch zeigen die älteren Kolonien einen fein behaarten Rand und konzentrische Ringbildung, wie wir es bei den Fluorescentes fanden. Die verflüssigte Platte riecht angenehm nach Lindenblüten.

Gelatinestich: Schalenartige Verflüssigung tritt schon am 2. Tag ein. Verflüssigung meist zylindrisch, selten trichterförmig. Die verflüssigte Partie ist schwach dunkelgrün gefärbt. Der Stichkanal selbst bleibt weisslich.

Agarplatte: Aufliegende Kolonie rundlich, glattrandig, weisslichgelb und saftig glänzend. Die Umgebung ist intensiv grün gefärbt.

Tiefliegende Kolonien sind rundlich, wetzsteinförmig, gelblich und glattrandig.

Agarstich: Oberfläche weiss und saftig, Stich feingekörnt. Intensive Grünfärbung.

Agarstrich: Breiter, saftiger, weisser Belag. Nährboden intensiv grün gefärbt.

Kartoffel: Saftig glänzend, gelbliche Auflagerung. Später geht die gelbe Farbe in eine mehr braune über. Oft wird Grünfärbung um die Auflagerung herum beobachtet.

Bouillon: Fluoresziert stark und ist getrübt. Etwas Bodensatz. Auftreten von Häutchenbildung an der Oberfläche.

Milch: Wird koaguliert, dann verflüssigt. Verflüssigungszone fluoreszierend.

Traubenzucker: Keine Gasbildung.

Milchzucker: Keine Gasbildung.

Indolnachweis: Negativ.

Vorkommen: Hauptsächlich im Wasser und Boden. Weiter im Mund, Stuhl, in der Nase und auf der Haut.

II. Beziehungen des *Bacterium punctatum* zum *Bacterium fluorescens* (1. Versuchsreihe).

1. Verflüssigung.

Zunächst galt es, einwandfreies Untersuchungsmaterial zu gewinnen. Das war leicht, denn die beiden Arten finden sich in ungeheurer Menge in jedem Flusswasser. Schon das kleinste Quantum genügt. Wenn man also auf einem Gelatineröhrchen $\frac{1}{10}$ ccm Mainwasser gibt und diesem Röhrchen dann einige Ösen entnimmt, einem neuen Röhrchen zufügt und dieses zu Platten ausgiesst, so erhält man genügend Material. Da die gewachsenen Kolonien sehr leicht verflüssigen, miteinander konfluieren und so die Platte unbrauchbar machen, ist es empfehlenswert, recht grosse Plattenschalen zu verwenden, damit die einzelnen Kolonien recht weit voneinander entfernt liegen und längere Zeit beobachtet werden können, bis sie unbrauchbar werden.

Wie aus dem 1. Abschnitt ersichtlich, besteht als einziger Unterschied zwischen *Bacterium punctatum* und *Bacterium fluorescens* anfangs die Fluoreszenz. Wenn also eine junge Kultur auf der Platte fluoresziert, so muss sie als ein *Bacterium fluorescens* angesprochen werden, wenn sie farblos wächst, würde sie als *Bacterium punctatum* zu bezeichnen sein.

Ich wählte nach diesem Prinzip 15 Fluoreszenz-Kolonien und 8 *Punctatum*-Stämme aus und bestimmte:

1. Wann beginnt die Fluoreszenz und wie stark entwickelt sie sich.
2. Wie ist die Art der Verflüssigung.
3. Wie schnell geht die Verflüssigung vor sich.

Diese 3 Fragen lassen sich am besten an Gelatineröhrchenkulturen beobachten, deshalb wurden die 15 ausgewählten Kolonien auf Gelatineröhrchen abgeimpft.

Tabelle 1.

1. Wenn beginnt die Fluoreszenz und wie stark entwickelt sie sich:

Z e i t	Stamm 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 9	St. 10	St. 11	St. 12	St. 13	St. 14	St. 15
nach 12 Stunden	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0
nach 36 Stunden	1	1-2	2	(1)	1	1	2	1	2	1	2	0	2	1
nach 60 Stunden	4	3	3	2	1	1	2	3	3	3	3	1	3	2
nach 4 Tagen	5	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	2	4	3
nach 10 Tagen	6	3	3 H	3	2	2	4	4	4	4 H	4 H	2	4	3 H
nach 23 Tagen	6	6	6	3	3	3	5	3	4	4	4	4	4	4
nach 25 Tagen	6	6	6	3	3	3	5	3	4	4	4	4	4	4

Die Zeichen dieser Tabelle (vergl. Tafel XIII):

0 = keine Fluoreszenz, 1 = sehr schwache Fluoreszenz, 2 = mässige Fluoreszenz, 3 = etwas stärkere Fluoreszenz, 4 = mittelstarke Fluoreszenz, 5 = starke Fluoreszenz, 6 = sehr starke Fluoreszenz, H = Häutchenbildung auf der Oberfläche.

Die Stämme wachsen bei Zimmertemperatur, wie sie im Mai normal ist. Die Gelatinenährboden entsprachen in ihrer Zusammensetzung dem Rezept, das in der bakteriologischen Diagnostik von Lehmann und Neumann angegeben ist, d. h. zu 1000,0 Fleischwasser setzt man 100,0 Gelatine, 10,0 Pepton, 5,0 Kochsalz, erwärmt im Dampftopf bis alles geschmolzen ist, neutralisiert mit Normalnatronlauge nicht ganz bis zum Phenolphthaleinpunkt, fällt ab und sterilisiert.

Eine Besonderheit ist auf der Tabelle noch verzeichnet. Die Stämme 3, 11, 12 und 15 zeigten vom 10. Tag ihres Wachstums an eine weisse Haut auf der Oberfläche der Verflüssigungszone. Bei näherer Untersuchung dieser Haut unter dem Mikroskop stellte sich heraus, dass wir es hier mit einer Decke zu tun hatten, die aus einer Unmenge dicker Stäbchen gebildet war.

Diese 5 Stämme wurden wiederholt abgeimpft, um in Erfahrung zu bringen, ob diese Häutchenbildung immer wieder auftritt. Nach 3 Tagen war noch nichts zu konstatieren, auch war die Fluoreszenz gering.

Am 4. Tag zeigte Stamm 3 eine ganz zarte, opalfarbene Haut, die gegen den Rand hin dichter zu sein scheint. Auch die Fluoreszenz ist bedeutend stärker geworden, die anderen Stämme zeigten keine Veränderung. Am 5. Tag trat auch bei Stamm 12 Häutchenbildung auf. Weitere 10 Beobachtungstage ergaben kein anderes Resultat; bei den beiden erwähnten Stämmen wurde das Häutchen noch etwas stärker und weisser, 11, 15 bildeten keine Häutchen, danach ist wohl anzunehmen, dass das Vorkommen einer solchen Decke als reine Zufälligkeit zu betrachten ist. Besondere Plattenkulturen aus der Haut bewiesen, dass sie nicht etwa einer verunreinigenden Art angehört.

Aus der Tabelle ist weiter zu entnehmen, dass die Mehrzahl der Fluorescentes nach 12stündigem Wachstum noch keine Fluoreszenz zeigte, unter 14 Stämmen fluoreszierten nur 4.

Die Gelatine als Nährboden eignet sich für Farbstoffbildungen am besten. Es entwickelt sich auf ihr der Farbstoff schneller und intensiver als auf anderen Nährboden, wie Agar, Kartoffel etc.

Fängt ein Stamm zu fluoreszieren an, so wird zuerst ein ganz zarter, grüner Schimmer direkt unter der Oberfläche wahrgenommen. Dieser Schimmer lässt sich nur im auffallenden Licht beobachten und zwar am besten, wenn die Kultur gegen einen schwarzen Hintergrund gehalten wird; im durchfallenden Licht ist die beginnende Fluoreszenz nicht zu erkennen.

Von einigen Autoren, besonders von dem in der Fluoreszenz-Frage so oft zitierten Dr. *Thumm* ist die Beobachtung gemacht worden, dass in der Gelatinekultur stets zuerst eine schön himmelblaue Fluoreszenz, später eine moosgrüne und endlich eine dunkelgrüne auftrate. Ich habe derartige Farbunterschiede nie konstatieren können. Die Kolonie fängt zu fluoreszieren an, und diese beginnende Fluoreszenz entspricht einem schwachen, aber einwandfreien Lichtgrün. Die Kolonie entwickelt sich weiter und in gleichem Masse

nimmt auch die grüne Farbe an Intensität zu, sie wird notwendigerweise dunkler. Nach längerem Stehen verblasst die grüne Farbe wesentlich oder geht ganz verloren, während die ganze Kultur mehr gelb bis orangerote Färbung annimmt.

Weiter in der Betrachtung der Tabelle fortfahrend, sehen wir nach 36^h, dass sämtliche Stämme mit Ausnahme eines einzigen (Nr. 13), wenn auch noch schwach, fluoreszierten.

Nach 60^h ist überall die Fluoreszenz gut ausgeprägt und nach 4 Tagen dürfte die Farbstoffbildung ihren Höhepunkt erreicht haben. Fast das ganze Nährsubstrat fluoresziert stark im auffallenden Licht. Im durchscheinenden Licht verschwindet die Fluoreszenz nicht völlig, ist aber sehr stark reduziert.

Die Art der Verflüssigung kann mit Sicherheit erst dann bestimmt werden, wenn das Wachstum der Kultur vorgeschritten ist. Ich habe die Stämme am 4. Tage untersucht. Die Namen für die verschiedenen Arten der Verflüssigung wurden dem Atlas der Bakteriologie von Lehmann und Neumann entnommen.

Stamm 1	Trichterförmig mit starken weisslichen Massen an der Spitze des Trichters.
„ 2	tiefe Schalenform mit Klumpenbildung am Boden der Schale.
„ 3	erst schalenförmige, dann zylinderförmige Verflüssigung. Trüber Bodensatz.
„ 4	schlauchförmige Verflüssigung. Starker Bodensatz.
„ 5	„ „ „ „
„ 6	ein in die Länge gezogener Trichter.
„ 7	Trichterform, starker Bodensatz.
„ 9	„ „ „
„ 10	zuerst schalen-, dann schlauchförmige Verflüssigung.
„ 11	zylindrische Verflüssigung.
„ 12	„ „ „
„ 13	Trichter mit vielen krümeligen Massen am Ende.
„ 14	erst zylindrische, dann trichterförmige Verflüssigung.
„ 15	Trichter mit starkem Bodensatz.

Die Schnelligkeit der Verflüssigung untereinander verglichen ergab:

Tabelle 2.

Stamm:	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14	15
	+	+	+++	++++	++++	+(+)	++	+	+(+)	+(+)	++	+	+	+

+ = langsam, +(+) = ziemlich schnell, ++ = schnell, +++ = sehr schnell.

Alle Arten der Verflüssigung können also bei den Fluorescentes vorkommen, sowohl Trichter- als auch Schalen-, Schlauch- und Zylinderform. In der Mehrzahl sehen wir allerdings trichterförmige Verflüssigungen. Nach längerem Stehen gehen alle Formen in die zylindrische über.

Was die Schnelligkeit der Verflüssigung anlangt, so lassen sich aus der Art der Verflüssigung Schlüsse auf die Schnelligkeit ziehen.

Schalen verflüssigen sehr langsam, schneller ist dies der Fall bei den Trichter- und Zylinderformen und sehr schnell bei den Schlauchformen.

Die 8 Punctatum-Kolonien wurden gleichfalls auf Gelatine-röhrchen abgeimpft. Ihr Wachstum ist nur nach 2 Richtungen zu betrachten, da die Farbstoffbildung hier wegfällt.

1. Die Art der Verflüssigung.
2. Die Schnelligkeit derselben.

ad 1.

Tabelle 3.

Stamm 1	strumpfförmige Verflüssigung mit feinem Bodensatz.
„ 2	zylindrische Verflüssigung.
„ 3	strumpfförmige Verflüssigung mit feinem Bodensatz.
„ 4	„ „ „ „ „
„ 5	„ „ „ „ „
„ 6	zylindrische Verflüssigung.
„ 7	strumpfförmige Verflüssigung mit feinem Bodensatz.
„ 8	„ „ „ „ „

ad 2.

(Untersucht nach 4 Tagen.)

Tabelle 4.

Stamm:	1	2	3	4	5	6	7	8
	++	+	++	++	++	+	++	++

+ = langsame Verflüssigung, ++ = schnelle Verflüssigung.

Aus den beiden Tabellen ergibt sich, dass die einzelnen Stämme in ihrem Wachstum wenig different sind. Schon nach 12^h ist eine deutliche, strumpfförmige Verflüssigung erkennbar, die nach 3 Tagen ihr Maximum erreicht hat. Zuweilen finden wir auch zylindrische Verflüssigungsformen wie bei 2. und 6. Dann geht die Verflüssigung langsamer vor sich.

Durch Herrn Professor *Lehmann's* Liebenswürdigkeit wurde mir die in Frage kommende Literatur zugänglich gemacht.

Da wäre zunächst die Arbeit *Thumm's*: Beiträge zur Biologie der fluoreszierenden Bakterien zu berücksichtigen.

Nach ihm sind für die Bildung des fluoreszierenden Farbstoffes die Phosphate von Wichtigkeit.

Auf dem gleichen Standpunkt steht auch *Kurt Wolf* in seiner Habilitationsschrift: Über die Farbstoffbildung der fluoreszierenden Bakterien des Dresdener Elb- und Leitungswassers.

Er setzte seinen Nährböden verschiedene chemische Substanzen teils organischer, teils anorganischer Natur zu und gelangte zu dem Resultat, dass die phosphorsauren Salze grünen Farbstoff hervorbringen.

Auch *E. Niederkorn* sagt in seiner Dissertation: Vergleichende Untersuchungen über die verschiedenen Varietäten des *Bacillus pyocyaneus* und des *Bacillus fluorescens liquefaciens*, dass für das Wachstum Phosphate im Nährboden nicht nötig sind, wohl aber für die Farbstoffbildung des *Fluorescens liquefaciens*. Weitere Autoren sind in dem letzten Teil der Arbeit, die sich mit der Zusammenstellung der Literatur befasst, zitiert.

Ich habe mir aus Fleischextraktpeptongelatine 3 verschiedene Nährböden hergestellt: 1. einen solchen, der einen Zusatz von Natriumphosphat enthält, 2. einen mit Zusatz von Magnesiumsulfat und 3. einen, der beide Chemikalien enthält und auf diese 3 Nährböden alle Stämme abgeimpft. (Tab. 5, 6 u. 7.)

Im grossen und ganzen ergeben die folgenden 3 Tabellen ein gleiches Resultat. Die Fluorescentes sind durch die Zusätze zu intensiverer Farbstoffbildung nicht angeregt worden. Es haben sogar die gut fluoreszierenden Stämme 14 und 15 ihre Fluoreszenz verloren. Dagegen trat sie auf bei einem bisher farblos gebliebenen *Punctatum* — Stamm 6 —, wenn auch nur schwach. Damit ist natürlich nichts für oder gegen die Unentbehrlichkeit dieser Salze für die Farbstoffbildung bewiesen.

Interessanter ist, dass die Fluorescentes niemals in Strumpfform verflüssigten, während diese Form bei den *Punctaten* vorherrschend auftrat. Doch verflüssigte Stamm 2 schalenförmig, und zwar war seine Verflüssigungszone ausserordentlich gering. Später erlosch die Verflüssigung ganz und war auch auf Platten nicht mehr zu erhalten. Er ist somit ein *Punctatum non liquefaciens* geworden. Der Stamm 6 (*Punctatum*) zeigte Zylinderform und fluoreszierte ein wenig, wie es scheint durch die Salzzufuhr.

Zusatz von Natriumphosphat.

Zuerst wurde eine 2%ige Lösung von Natriumphosphat hergestellt und im Dampftopf sterilisiert. Von dieser Lösung wurde jedem Gelatineröhrchen ca. 1 ccm mittelst steriler Pipette zugesetzt.

Tabelle 5.

Fluorescentes	Fluoreszenz	Häutchenbildung	Verflüssigungsform	Nährboden-	Verflüssi-
				höhe	gungszone
				in cm	
1.	+++	gering	erst Zylinder, dann Trichter	6,6	1,0
2.	+++	„	Zylinder	5,6	0,8
3.	+++	stark	Trichter	7,0	1,4
4.	+++	gering	Strumpf	5,8	5,8
5.	+++	„	Strumpf	6,8	5,0
6.	++	—	Zylinder	6,5	1,1
7.	++	—	Trichter	6,0	1,7
9.	+	—	Schale	5,5	0,8
10.	(+)	—	Zylinder	6,1	1,4
11.	(+)	—	Trichter	6,0	1,1
12.	(+)	—	Trichter	5,8	1,0
13.	+	—	Zylinder	5,6	1,0
14.	—	—	Zylinder	6,0	1,1
15.	—	—	erst Schale, dann Trichter	6,0	1,0
Punktat.					
1.	—	—	Strumpf	6,6	6,0
2.	—	—	ganz kleine Schale	7,0	0,1
3.	—	—	Strumpf	6,3	5,5
4.	—	—	„	6,0	6,0
5.	—	—	„	6,0	6,0
6.	+	—	Zylinder	6,2	3,0
7.	—	—	Strumpf	5,7	5,7
8.	—	—	„	6,1	6,0

Obige Lösung in %: 6 ccm Gelatine, 1 ccm Phosphat = 20 mg Phosphat, also = 0,28 % Lösung.

Die Stammkulturen waren 19 Tage alt, als sie zur Abimpfung gelangten. Die Tabellen wurden am 4. Tage des Wachstums angefertigt.

+++ = starke Fluoreszenz, ++ = mittelstarke Fluoreszenz, + = mässige Fluoreszenz, (+) = schwache Fluoreszenz, — = keine Fluoreszenz.

Zusatz von Magnesiumsulfat.

Herstellung der Nährboden wie bei den Nährboden mit Natriumphosphat — nur wurde 2⁰/₁₀₀ige Magnesiumsulfatlösung verwendet.

Tabelle 6.

Fluorescentes	Fluoreszenz	Häutchenbildung	Verflüssigungsform	Nährbodenhöhe in cm	Verflüssigungszone in cm
1.	+++	gering	Zylinder	6,7	1,0
2.	+++	„	„	5,9	0,9
3.	+++	stärker	„	5,0	1,1
4.	+++	gering	Trichter	6,2	3,2
5.	+++	„	„	6,3	3,5
6.	++	—	Zylinder	6,5	1,1
7.	++	—	Trichter	6,7	1,5
9.	++	—	Zylinder	5,7	0,9
10.	(+)	—	„	6,5	1,2
11.	+	—	„	6,2	1,3
12.	(+)	—	„	5,8	1,1
13.	++	—	„	6,6	0,9
14.	—	—	„	6,3	1,3
15.	—	—	„	5,7	1,1
Punktat.					
1.	—	—	Strumpf	6,0	5,5
2.	—	—	ganz kleine Schale	6,0	0,1
3.	—	—	Strumpf	6,5	6,5
4.	—	—	„	5,5	5,5
5.	—	—	„	6,3	5,8
6.	(+)	—	Zylinder	6,8	0,9
7.	—	—	Strumpf	6,0	5,5
8.	—	—	„	5,5	5,5

Die Stammkulturen waren 19 Tage alt. Die Tabellen wurden am 4. Tage nach Anlage der Abimpfungen angelegt.

Zusatz von Natriumphosphat und Magnesiumsulfat in gleichen Mengen.

Herstellung der Nährboden wie bei den Nährboden mit Natriumphosphat.

Tabelle 7.

Fluorescentes	Fluoreszenz	Häutchenbildung	Verflüssigungsform	Nährbodenhöhe	Verflüssigungszone
				in cm	
1.	+++	gering	Zylinder	6,5	1,1
2.	+++	"	"	6,1	1,0
3.	+++	stark	"	5,5	1,6
4.	+++	gering	Trichter	6,0	3,5
5.	+++	"	"	6,1	3,5
6.	++	—	"	6,1	1,2
7.	++	—	Zylinder	6,0	1,0
9.	+	—	Trichter	5,5	0,8
10.	(+)	—	Zylinder	6,3	1,2
11.	+	—	"	6,1	1,2
12.	(+)	—	"	6,1	1,5
13.	++	—	"	6,5	1,0
14.	—	—	"	6,1	1,0
15.	—	—	"	6,0	1,2
Punktat.					
1.	—	—	Strumpf	6,5	6,3
2.	—	—	geringe Verflüssigung	6,2	—
3.	—	—	Strumpf	6,0	6,0
4.	—	—	"	6,2	6,2
5.	—	—	"	6,5	5,2
6.	+	—	Zylinder	6,5	1,0
7.	—	—	Strumpf	6,2	6,0
8.	—	—	"	6,1	6,0

Die Tabelle ist am 5. Tag angelegt.

Gleichzeitig mit den Schüttelkulturen auf NaNO_2 -haltigen Nährboden wurden Schüttelkulturen auf normalen Gelatineröhrchen angelegt.

Tabelle 9.

Zeit der Beobach- tung	Fluoreszenz						Punctatum				B. pyocyan.		
	1	3	5	9	11	15	1	2	6	8			
1. Tag	(+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	- = keine Gasbildung (+) = angedeutete Gasbildung + = Gasbildung ! = Fluoreszenz
2. Tag	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	
3. Tag	+	-	-	-	-	-	-!	-!	-!	-!	-	+	

Aus der vorigen Tabelle ist schon ersichtlich gewesen, dass zwei Punctaten plötzlich zu fluoreszieren anfangen. Diese Tabelle gibt ein noch interessanteres Bild. Sämtliche Punctaten waren am 3. Tag mit deutlicher Fluoreszenz ausgestattet.

Ich habe dann von diesen Schüttelkulturen eine ganze Reihe von Abimpfungen gemacht und erhielt stets wieder fluoreszierende Röhren.

Nahm ich aber die gleichen Stämme, die auf Magnesiumsulfat- und Natriumphosphat-Nährboden gewachsen waren, zur weiteren Abimpfung, so blieben die neuen Röhren farblos.

Als ich meine 4 Wochen alten Stammkulturen betrachtete, konnte ich eine deutliche Fluoreszenz bei Punctatum 7. und 8. wahrnehmen.

Ammoniaknachweis.

Eine Reihe von Stämmen wurde auf Bildung von Ammoniak untersucht. Dies geschah nach der in der bakteriologischen Diagnostik von L. und N. angegebenen Methode. In zwei Tage alten Kulturen wurden Streifen von Filtrierpapier, getaucht in *Nessler's* Reagens, eingebracht so, dass sie am Wattepfropf hingen und den Nährboden nicht berührten.

Tabelle 10.

Zeit der Beobachtung	Fluoreszenz							Punctatum			
	1	3	5	9	12	15	1	3	5	6	
1. Tag	(+)	+	-	+	-	+	-	(+)	(+)	-	
2. Tag	+	+	+	+	+	+	(+)	+	+	(+)	
3. Tag	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	

- = blass gebliebenes Papier. + = gut erkennbare Verfärbung.
 (+) = angedeutete Verfärbung. ++ = braunrote, typische Verfärbung.

Wachstum auf Kartoffel. (Tafel XIV.)

Auf Kartoffelnährboden zeigt das Wachstum kein besonderes Charakteristikum. Vom hellsten Gelb bis zum dunkelsten Braun sind alle Farbentöne vertreten. Bald sind die Kulturen trocken, bald saftig, bald fein-, bald grob gekörnt. Bei einigen Stämmen ist der gelbe Farbstoff in den Nährboden diffundiert, so bei Fluoreszenz 3, 12 und 14.

Es wurden nochmals verschiedene Stämme auf Kartoffel untersucht, um zu sehen, ob bei weiteren Abimpfungen die gleichen Wachstumserscheinungen auftreten.

Tabelle 11.

	1. Abimpfung davon	2. Abimpfung
Fl. 2	saftig, wenig erhaben und bräunlich	saftig, erhaben, gelblich
Fl. 5	saftig, erhaben, dunkelbraun	saftig, wenig erhaben, schmutziggelb
Fl. 9	trocken, wenig erhaben, schmutziggelb	trocken, wenig erhaben, gelblichweiss
Fl. 11	saftig, erhaben, ockergelb	saftig, wenig erhaben, gelbbraun
Fl. 12	saftig, sehr erhaben, gelbbraun	saftig, stark gekörnt, gelbbraun, wenig erhaben
P. 1	saftig, wenig erhaben, braun	saftig, wenig erhaben, gelblichweiss
P. 8	trocken, wenig erhaben, schmutziggelb	saftig, wenig erhaben, gelbbraun

Aus den Tabellen 6, 7, 8 und 9 ersehen wir, dass bisher einwandsfreie Stämme der Fluorescentes plötzlich ihr Fluoreszenz verlieren und umgekehrt einwandsfreie Punktaten plötzlich zu fluoreszieren beginnen.

Die so veränderten Stämme wurden nun neuen Beobachtungen unterzogen und zwar waren es Fluorescens 14, 15., die farblos wurden und Punctatum 6, 7, 8, 1, 2, die fluoreszierten.

Tabelle 12.

Fluoreszenz der Fluoreszenzstämmen, welche die Fluoreszenz eingebüsst zu haben scheinen und der fluoreszierenden Punktaten auf verschiedenen Nährböden geprüft.

+ = fluoresziert gut, — = fluoresziert nicht.

	Natriumphosphat	Magnesiumsulfat	Gelatine geschüttelt	Agar geschüttelt	Gelatinstich	Agarstich	
Fl. 14	—	—	sehr schw.	—	—	—	Die Stämme waren den Schüttelkulturen entnommen und nach 6—8 Tagen untersucht
" 15	—	—	—	—	sehr schw.	—	
P. 6	schwach	schwach	+	+	+	+	
" 7	—	—	+	+	+	(+)	
" 8	—	—	+	+	+	+	
" 1	—	—	+	+	+	(+)	
" 2	—	—	+	+	+	(+)	
Fl. 14	—	—	schwach	schwach	—	—	Die Stämme waren dem Natriumphosphatgelatine entnommen und nach 6 Tagen untersucht
" 15	—	—	"	"	—	—	
P. 6	schwach	schwach	—	—	—	—	
" 7	—	—	—	—	—	—	
" 8	—	—	—	—	—	—	
" 1	—	—	—	—	—	—	
" 2	—	—	—	—	—	—	
Fl. 14	—	—	sehr schw.	—	—	—	Die Stämme waren d. ursprünglichen Stammkulturen entnommen und zwischen 8 u. 14 Tagen untersucht
" 15	—	—	—	—	—	—	
P. 6	schwach	schwach	schwach	schwach	+	schwach	
" 7	"	"	"	"	+	"	
" 8	"	"	"	"	+	+	
" 1	—	—	sehr schw.	sehr schw.	sehr schw.	sehr schw.	
" 2	—	—	"	"	—	—	

Resultat: Im grossen und ganzen haben fluorescens 14 und 15 ihre Fluoreszenz verloren, während 6 nunmehr als fluorescens zu betrachten ist. Auch 7 fluoresziert, ebenso 9. 1 und 2 müssen als Übergangsformen von Punctatum zu Fluorescens bezeichnet werden.

2. Zweite Versuchsreihe.

Nachdem ich nun die Erfahrung gemacht hatte, dass die augenfälligen Merkmale, welche die Verschiedenheit von *Bacterium punctatum* und *Bacterium fluorescens* dartun sollen, nicht so prägnant sind, dass man beide Arten auf den ersten Blick zu diagnostizieren vermag, legte ich eine neue Untersuchung an, die sich ausschliesslich auf *Bacterium punctatum* bezog. Zunächst isolierte ich aus Mainwasserplatten neue 15 Punktatenstämme (Nummer 1—15), die vollkommen farblos auf den Platten gewachsen waren. Dazu nahm ich noch unter Nummer 16 und 17 aus der ersten Untersuchung die Stämme 1. und 2. Die Stämme wurden mit fortlaufenden Nummern von 1 bis 17 bezeichnet. (Vergl. Tafel XV.)

Alle Stämme zeigten am 4. Tage die typische Wachstumsform der Punktaten. Sie verflüssigten strumpfförmig und hatten mehr oder weniger Bodensatz. Keinerlei Farbstoffbildung war zu erkennen. Nur Stamm 17 machte eine Ausnahme, er zeigte, wie uns bekannt, auf Gelatine keine Verflüssigung.

10 Tage lang beobachtete ich das Wachstum, ohne etwas Auffälliges zu bemerken. Am 11. Tage trat plötzlich eine geringe Spur von Fluoreszenz auf in den Röhrchen 5 und 11, die nach wenigen Tagen um ein geringes an Intensität zunahm.

Nun habe ich aus der ersten Untersuchung die Erfahrung geschöpft, dass Schüttelkulturen etwa vorhandene Fluoreszenz eher zutage treten lässt. Ich habe deshalb von allen Stämmen Schüttelkulturen auf Gelatine angelegt und gleichzeitig durch Zusatz von Natrium-Nitrit die Gasbildung beobachtet.

Tabelle 13.

Die 17 Stämme wurden auch auf Gelatine mit Zusatz von Magnesiumsulphat resp. Natriumphosphat abgestochen.

	Zusatz von Magnesiumsulphat		Zusatz von Natriumphosphat	
	Art der Verflüssigung		Art der Verflüssigung	
Stamm 1	strumpfförmig		strumpfförmig	
" 2	"		"	
" 3	"		"	
" 4	"		"	
" 5	"	Floureszenz	"	Floureszenz

	Zusatz von Magnesiumsulphat Art der Verflüssigung		Zusatz von Natriumphosphat Art der Verflüssigung	
Stamm 6	strumpfförmig		strumpfförmig	
" 7	zylindrisch		zylindrisch	
" 8	strumpfförmig		strumpfförmig	
" 9	zylindrisch		zylindrisch	
" 10	strumpfförmig		Trichter	
" 11	"	Fluoreszenz	strumpfförmig	Fluoreszenz
" 12	"		"	
" 13	"		"	
" 14	"		"	
" 15	"		Trichter	
" 16	"		strumpfförmig	
" 17	nicht verflüssigt		nicht verflüssigt	

Stamm 5 und 11 zeigen schon am 2. Tag ihres Wachstums deutlich ausgeprägte Fluoreszenz. Alle anderen sind farblos gewachsen. In der Mehrzahl sehen wir die strumpfförmige Verflüssigung, seltener Trichter und Zylinder.

Tabelle 14.

Schüttelkulturen mit und ohne Zusatz von Natrium-Nitrit.

	Gelatine mit Zusatz von NaNO_2		Gelatine ohne Zusatz Farbstofflösung	Die Fluoresz. trat auf nach	Bemerkungen
	Gas- bildung	Farbstoff- lösung			
Stamm 1	—				— = keine Gasbildung
" 2	+				(+) = sehr schw. Gasb.
" 3	—				+ = positive Gasbild.
" 4	+				
" 5	—	Fluoresz.	starke Fluoresz.	14 Tagen	
" 6	+		Fluoreszenz	18 "	
" 7	—				
" 8	—				
" 9	—				
" 10	—				
" 11	+	Fluoresz.	starke Fluoresz.	14 "	
" 12	(+)		Fluoreszenz	14 "	
" 13	+		"		
" 14	—		"	18 "	
" 15	—		"	18 "	
" 16	—		schw. Fluoresz.	20 "	
" 17	—				

14 Tage lang wuchsen die Stämme vollkommen farblos. Dann begannen 5, 11, 12 und 13 deutlich zu fluoreszieren. Nach wenigen Tagen fingen auch 6, 14 und 15 an und zuletzt kam 16, das etwas schwächer fluoreszierte. Mit Ausnahme von 5 und 11, die auch auf NaNO_2 haltigem Nährboden fluoreszierten, trat die Farbstoffbildung auf gewöhnlicher Gelatine auf. Gasbildung trat nur bei 5 Stämmen auf, der 6. war zweifelhaft.

Tabelle 15.
Wachstum auf Kartoffel.

	Oberfläche	Wachstumsintensität	Konsistenz	Farbstoffbildung, untersucht nach 8 Tagen
Stamm 1	saftig	wenig erhaben	glatt	gelb, in der Mitte braun
" 2	trocken	gering	"	braungelb
" 3	sehr trocken	"	"	"
" 4	saftig	"	stark gekörnt	"
" 5	trocken	"	glatt	"
" 6	saftig	"	"	gelb, in der Mitte braun
" 7	sehr trocken	"	"	"
" 8	saftig	"	"	"
" 9	sehr trocken	sehr gering	"	weiss
" 10	"	"	"	gelblich
" 11	"	gering	gekörnt	sehr braun
" 12	saftig	wenig erhaben	"	gelb
" 13	wenig saftig	gering	glatt	braungelb
" 14	sehr trocken	sehr gering	"	hellgelb
" 15	"	gering	"	gelbbraun
" 16	sehr saftig	wenig erhaben	fein gekörnt	graubraun
" 17	saftig	gering	glatt	gelb

Die Unterschiede im Wachstum auf der Kartoffel können zu irgendwelchen Unterscheidungen nicht führen.

Nähere Untersuchung der fluoreszierenden Fälle.

1) Stamm 5.

Von der Stammkultur wurde eine möglichst dünne Platte hergestellt.

Nach 5 Tagen waren die einzelnen Kolonien noch farblos. Als später die ganze Platte verflüssigte, blieb auch die Verflüssigung farblos.

Von dieser Platte wurden Abimpfungen auf Gelatineröhrchen und Schüttelkulturen in Gelatineröhrchen angelegt. Erstere blieben noch nach Wochen farblos, letztere fluoreszierten schon nach 2 Tagen. Von einer Schüttelkultur (ohne Zusatz von NaNO_2) wurde gleichfalls eine dünne Platte angelegt. Zunächst wuchsen die einzelnen Kolonien

farblos, nach 6 Tagen war die ganze Platte verflüssigt und fluoreszierte wenig, nach weiteren 4 Tagen stärker. Die davon angelegten Gelatineröhrchen fluoreszierten, ebenso die Schüttelkulturen auf Gelatine.

2) Stamm 11.

Die Platten der Stammkultur zeigten nach wochenlanger Beobachtung keine Spur von Farbstoffbildung. Die davon angelegten Gelatineröhrchen wuchsen farblos, die Schüttelkulturen fluoreszierten gering.

Die Platte aus der Schüttelkultur ohne Zusatz von NaNO_2 zeigten schon am 2. Tag fluoreszente Kolonie. Als die ganze Platte verflüssigte, fluoreszierte die Verflüssigung stark. Gelatineröhrchen davon blieben farblos bis zum 5. Tag, dann fluoreszierten sie schwach. Am 8. Tag war die Fluoreszenz gut erkennbar. Gelatineschüttelkulturen fluoreszierten sofort und gut.

3) Stamm 14.

Die Platten der Stammkultur zeigten Punktatenkolonien ohne jede Farbstoffbildung. Die daran abgeimpften Röhrchen fluoreszierten nicht.

Die Platten des Schüttelkulturstammes ohne Zusatz zeigten fluoreszente Kolonien, die verflüssigten Massen fluoreszierten. Die davon genommenen Röhrchen blieben farblos.

4) Stamm 15.

Die Platten der Stammkultur ergab fluoreszente Kolonien nach 3 Tagen. Die verflüssigte Platte fluoreszierte lebhaft. Die Röhrchen ergaben keine Fluoreszenz.

Die Platten des Schüttelkulturstammes ohne Zusatz fluoreszierten stark, die davon genommenen Röhrchen nicht.

Alle so gewonnenen Gelatineröhrchen der 4 Stämme wurden nochmals abgeimpft, ohne dass das Ergebnis sich änderte.

Ergebnisse der ersten und zweiten Versuchsreihe:

1. Fluorescentes verflüssigen meist trichter-, schalen- oder zylinderförmig, Punktaten strumpfförmig; doch treffen wir auch Stämme, die von dieser Regel abwichen.

2. Da, wo wir Schlauchform treffen, geht die Verflüssigung rascher vor sich.

3. Zusätze von Natriumphosphat oder Magnesiumsulfat zu den gebräuchlichen schon etwas Phosphat und Magnesium enthaltenden Nährboden begünstigen die Fluoreszenz bei den fluorescentes nicht. Doch begannen auf diesen Nährboden einige Punktaten zu fluoreszieren.

4. Bei zahlreichen Fluorescentes (3) und Punktaten (6) fiel der Denitrifikationsnachweis positiv aus, doch war die Reaktion meist schwach.

5. Schüttelkulturen begünstigen das Auftreten der Fluoreszenz bei bisher farblosen Kulturen und zwar von den von mir angewandten Nährböden am meisten die gewöhnliche Gelatine.

6. Der Ammoniaknachweis gelang bei sämtlichen untersuchten Stämmen.

7. Die Kartoffel als Nährboden bietet nichts Charakteristisches.

8. Es kann zufällig ein Stamm seine Fähigkeit, zu verflüssigen verlieren.

9. Stämme, die eine Zeit lang farblos gewachsen sind, können nach längerer Ruhepause zu fluoreszieren anfangen.

Aus diesen 9 Punkten geht hervor, dass nicht genügend Unterscheidungsmerkmale vorhanden sind, um *Bacterium punctatum* und *Bacterium fluorescens* als zwei verschiedene Bakterienarten zu betrachten. Es dürfte *Bacterium punctatum* als ein *fluorescens* anzusehen sein, dem die Fähigkeit, Farbstoff zu produzieren, zeitweilig abgeht und das deshalb als *Bacterium fluorescens forma* von *fluorescens* zu bezeichnen wäre.

III. Über die Bildung brauner Pigmente bei der Fluorescensgruppe.

In dem Lehrbuche der bakteriologischen Diagnostik von *Lehmann* und *Neumann* ist auf Seite 63 der IV. Auflage folgender Passus verzeichnet: Die braunen bis schwarzen Pigmente, welche von manchen Kulturen aus in die Nährböden diffundieren, sind nahe verwandt oder identisch mit Oxydationsprodukten des Tyrosins. Hierher gehört das Pigment des *Actinomyces chromogenes*, mancher Rassen von *Bact. pyocyaneum*. Auf tyrosinhaltigen Nährböden werden diese Pigmente viel reichlicher gebildet. (*Gessard, Lehmann* und *Sano*, Diss. *Sano*, Würzburg 1902.)

Auch *B. fluorescens* und *punctatum* produzieren braunen Farbstoff. Diese Beobachtung konnte ich machen, als ich nach einigen (14) Tagen mir die Agarstämme der vorhergehenden Untersuchung, die ich zur Vorsicht aufgehoben hatte, betrachtete. Zuerst war es nur ein Stamm, und zwar ein *Punctatum*, der mir durch diese Eigentümlichkeit auffiel, nach 4 Tagen weiterer Beobachtung kamen noch weitere 4 *Punctaten* und 2 *Fluorescentes* dazu. Ich verfolgte die

Intensität dieser Pigmentbildung weiter und wählte dann den schönsten Stamm — ein Punctatum — heraus, um diese Braunfärbung genauer zu studieren.

Dieser Mutterstamm, der mit Nr. 1 bezeichnet wurde, zeigte auf der Oberfläche des Agarröhrchens einen weissen, saftigen, ziemlich dicken Belag, im Stichkanal im Verhältnis zur Oberfläche geringes Wachstum. Unterhalb der Oberfläche war das Nährsubstrat intensiv braun gefärbt. Diese Braunfärbung nahm etwa das obere Drittel des Agars in Anspruch, so dass nach unten zu die Stärke der Färbung mehr und mehr abnahm.

Auf der Kartoffel ist ein trockener, schmutzig grauer bis brauner, spärlicher Belag zu sehen. An einem Ende ist dieser Belag umgeben von einem breiten, dunkelgrünen, glänzenden Rand.

Von dem Stamm 1 wurden zahlreiche Abimpfungen gemacht: Zunächst 5 Agarröhrchen (2, 3, 4, 5, 6). Sie glichen ganz dem Stamme 1. 2 und 3 wurden schon nach einigen Tagen braun, bei 4, 5 und 6 trat die Färbung später auf.

Weiter 3 Gelatineröhrchen (7, 8, 9). Sie waren bald intensiv braun und verflüssigten rasch. Bevor sie anfangen braun zu werden, hatte es den Anschein, als ob sie anfangen wollten, zu fluoreszieren. Wahrscheinlich wurde diese Fluoreszenz durch den stärkeren braunen Farbstoff verdeckt.

Dann 2 Gelatineröhrchen, denen Tyrosin zugesetzt war (10 u. 11). Sie bräunten sich rasch und stark.

Endlich 2 Strichagarröhrchen (12 und 13), die fast schwarz innerhalb kurzer Zeit aussahen.

Beobachtete man diese Kulturen längere Zeit, so nahm die Färbung immer noch zu, so dass die einzelnen Stämme fast schwarz wurden. Der Gelatinestamm 7 zeigte neben dem verflüssigten, schwarzen Nährboden noch ein weisslichgrünes Häutchen auf der Oberfläche, wie ich es öfter auf Fluoreszenz-Stämmen schon gesehen hatte. Stamm 8 und 9 fehlte dieses Häutchen.

Zum ersten Male wurden alle diese Stämme auf Agar neu abgestochen nach 6 Wochen (2 a mit 13 a).

Als sie nach 14 Tagen zur Betrachtung kamen, waren 2 a, 3 a, 4 a, 5 a, 6 a im oberen Viertel des Nährbodens schön braun gefärbt, 7 a war wieder grün.

12 a und 13 a waren farblos und erst nach einigen Tagen trat auch bei ihnen Braunfärbung ein.

Von diesen a-Stämmen wurden nach 8 Tagen Weiterimpfungen auf Agar vorgenommen (2b mit 7b), (7 zweimal als 7b_I und 7b_{II}). Nach 6 Tagen zeigte 7_I, b_{II} Fluoreszenz, alle übrigen waren farblos. Nach 12 Tagen trat der braune Farbstoff bei 5b auf und nach weiteren 5 Tagen waren alle übrigen Röhrrchen auch braun.

Von den b-Stämmen wurden Tyrosin-Agarröhrrchen (2c mit 7c) und Agarröhrrchen (2d mit 7d) abgeimpft.

Nach einer Woche schon waren sämtliche Tyrosin-Röhrrchen intensiv braun gefärbt, während 7c zu fluoreszieren begann.

Die d-Röhrrchen wurden langsamer braun. 7d fluoreszierte.

Von dem Mutterstamm 1 wurden auch Platten gegossen. Ich verwandte Gelatine mit Tyrosin-Zusatz (Nr. 20, 21, 22). Es wuchsen auf ihnen typische Punktaten-Kolonien. Bald trat eine geringe Fluoreszenz auf, dann eine schwache Braunfärbung. Nach 14 Tagen war die ganze Platte verflüssigt und tiefdunkelbraun gefärbt.

Als noch die einzelnen Kolonien der Platte 20 im Anfangsstadium ihres Wachstums waren, wurden drei neue Platten davon abgeimpft (40 [1, 2, 3]). Die ersten zwei Schalen entwickelten zu dichtes Wachstum. Die dritte Platte verflüssigte stark und liess deutliche, wenn auch schwache Fluoreszenz erkennen. Eine nachträgliche Braunfärbung trat nicht ein.

Die von 40 gegossenen Gelatineplatten 41 ergaben dasselbe Resultat wie die Platten 40. Den Platten 41 entnahm ich das Material für 3 Röhrrchen. Röhrrchen 41a (Gelatine), Röhrrchen 41b und c (Agar).

Nach einigen Wochen ergaben die Röhrrchen die merkwürdige Erscheinung, dass die Färbung eine intensiv grüne geworden war, grüner als sie bei den normalen Fluorescentes aufzutreten pflegt.

Es wurden daher neue Gelatine- und Agarröhrrchen gestochen

Agar (42, 43, Gelatine 44 und 45). Sie entstammten dem Agarröhrrchen 41b.

Die Beobachtung dieser letzten Abstechungen nach 14 Tagen überraschte. 42 und 43 zeigten unter der Oberfläche einen intensiv grünen Streifen, der nach unten immer schwächer wurde. Fast könnte man annehmen, dass wir es mit einem *B. pyocyaneum* zu tun hätten, wenn nicht der stechende, widerliche *Fluorescens-punctatum*-Geruch vorhanden wäre und der Blumengeruch fehlte.

Die beiden Gelatineröhrrchen 44 und 45 präsentierten sich als typische Punktaten, verflüssigten normal und blieben farblos.

Nach 3 Wochen war die Grünfärbung und der Geruch von 42 und 43 noch die gleichen. 44 und 45 war farblos geblieben, doch

hat auch die Verflüssigung sistiert, denn das Nährsubstrat war nicht bis zum Grund verflüssigt.

Nochmals von 41 b abgeimpfte Röhrrchen 46 (Agar) und 47 (Gelatine) zeigten schon nach 4 Tagen wie oben Grünfärbung im Agar und Farblosigkeit in der Gelatine. Letztere war nicht verflüssigt. Die Verflüssigung ging langsam vor sich.

Weitere Abimpfungen 48 und 49 ergaben das gleiche Resultat. Stammbaum zu dieser Untersuchung siehe Tafel XV a.

Der Stamm 3 (vom Mutterstamm 1 abgeimpft), der sich durch lebhaft braunfärbung auszeichnete, wurde weiter untersucht.

Zuerst wurden 3 Agarplatten von ihm gegossen (31, 32, 33).

Die Kolonien dieser Platten wiesen eine originelle Form auf. Sie zeigten eine zahlreiche Verzweigung nach allen Richtungen, so dass eine Kolonie wie ein Polyp aussah. Das breite Zentrum bildete eine dünne, weisliche Schicht, die Arme waren dicker und glänzend. Frühzeitige Fluoreszenz zeichnete die Platten aus. Braune Farbstoffbildung trat nicht auf.

Von diesen Platten impfte ich Agarröhrrchen über (31, 32, 32). Auch sie fluoreszierten, ohne braun zu werden.

Eine weitere Abimpfung auf Agar (31 a, 32 a, 33 a) ergab das gleiche Resultat. Die Fluoreszenz nahm anfangs an Intensität sehr zu, wurde aber nach Wochen schwächer. Die Agarröhrrchen 31 und 32 wurden nochmals zu Abimpfungen verwandt, und zwar auf Tyrosin-Agar, T.-A. T.-G. Agar Gelatine Tyrosin-Gelatine, Agar und Gelatine (51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58). Alle zeigten üppiges Wachstum und Fluoreszenz, aber trotz Tyrosin keine Braunfärbung. Selbst nach Monaten waren sie unverändert, eher hatte die Fluoreszenz nachgelassen.

Stamm 4 (gleichfalls vom Mutterstamm 1 kommend) wurde noch einige Male abgestochen. Seine braune Farbstoffbildung war schon zu Anfang mässig. Zuerst 3 Agarplatten (34, 35, 36): Polypenartige Kolonien mit Fluoreszenz. Von diesen Platten Agarröhrrchen (34, 35, 36). Frühzeitige Fluoreszenz. Davon wieder Agarröhrrchen (34 a, 35 a, 36 a), wieder Fluoreszenz, keine Braunfärbung.

Alle bei dieser Untersuchung verwandten Kulturen wurden auf Agar abgestochen und aufbewahrt.

Eine Auswahl der zuletzt abgestochenen und aufbewahrten Agarestämme, die in ihrer Farbstoffbildung Verschiedenheit zeigten, wurde auf verschieden zusammengesetzte Nährböden abgeimpft:

Tabelle 16.

	Stamm	war früher	gew. Agar	peptonfreier Agar	Tyrosin-Agar	peptonfreier Tyrosin-Agar
nach 8 Tagen	31	Fluoreszenz	Fluoreszenz	Fluoreszenz	sehr schwache Fl.	sehr schwache Fl.
	41 b	starke Fl.	„	starke Fl.	„ „ „	„ „ „
	41 c	„ „	„	Fluoreszenz	„ „ „	„ „ „
	4 a	braun	—	—	sehr braun	—
	13 a	„	—	—	braun	—
	45	starke Fl.	schwache Fl.	Fluoreszenz	Fluoreszenz	sehr starke Fl.
	42	„ „	Fluoreszenz	„	„	Fluoreszenz
	6 b	braun	schwach braun	—	stark braun	—
	5 d	„	—	—	„ „	—
	7 d	Fluoreszenz	Fluoreszenz	Fluoreszenz	Fluoreszenz	Fluoreszenz
nach 14 Tagen	31		Fluoreszenz	Fluoreszenz	Fluoreszenz	Fluoreszenz
	41 b		„	starke Fl.	sehr starke Fl.	schwache Fl.
	41 c		„	Fluoreszenz	„ „ „	„ „
	4 a		stark braun	—	stark braun	braun
	13 a		schwach braun	—	—	„
	45		Fluoreszenz	sehr starke Fl.	sehr starke Fl.	sehr starke Fl.
	42		starke Fl.	Fluoreszenz	Fluoreszenz	Fluoreszenz
	6 b		braun	—	braun	braun
	5 d		„	—	sehr braun	„
	7 d		Fluoreszenz	Fluoreszenz	Fluoreszenz	Fluoreszenz
nach 4 Wochen	31		schwach braun	—	schwach braun	—
	41 b		braun	—	braun	—
	41 c		„	—	„	—
	4 a		stark braun	—	stark braun	stark braun
	13 a		braun	—	braun	braun
	45		braun u. Fl.	—	braun und Fl.	stark braun
	42		braun	—	braun	—
	6 b		„	—	„	stark braun
	5 d		„	—	stark braun	braun
	8 d		„	—	braun	—

Diese Tabelle lässt zunächst erkennen, dass erst nach 14 Tagen die Farbstoffbildung als abgeschlossen zu betrachten ist, denn vor dieser Zeit sind die braunen Pigmente auf Agar, peptonfreiem Agar und peptonfreiem Tyrosin-Agar noch nicht zu sehen.

Nach 14 Tagen ist die Farbstoffproduktion auf allen Nährböden gut zu erkennen. Nur der peptonfreie Agar lässt braunen Farbstoff nicht aufkommen. Setzt man ihm Tyrosin zu, so bildet sich braunes Pigment, was also ausschliesslich auf Rechnung des Tyrosin zu setzen ist.

Nach 4 Wochen sind fast alle Stämme auf allen Nährböden braun. Das ist so zu verstehen, dass die Fluoreszenz nach längerem Stehen verschwunden ist und dass die Nährböden nachgedunkelt sind.

Die braunen Stämme haben, namentlich auf ihnen zusagenden Nährböden, eine intensive Farbe angenommen.

Auf peptonfreiem Agar ist jegliche Farbstoffbildung verschwunden.

Stamm 45 ist so stark grün gefärbt, dass auf Agar und Tyrosin-Agar trotz der bräunlichen Färbung die grüne Farbe noch zu sehen ist.

Da die blaugrünen Pyocyanei in erster Linie als Denitrifikatoren bekannt sind, so wurde eine Anzahl von Kulturen auf ihr Vermögen, Nitrite in gasförmigen Stickstoff umzuwandeln, geprüft. Es wurden Agarröhrchen verwandt. Der Zusatz geschah wie folgt:

Natr. nitros. 2,5

Aq. dest. 10,5. Die Lösung wurde sterilisiert und davon $\frac{1}{10}$ cem mittelst steriler Pipette einem Röhrchen von 8 cc zugegeben. Schüttelkulturen.

Tabelle 17.

Stamm	Denitrifizierte	Farbstoff nach 8 Tagen	Farbstoff nach 14 Tagen
33	—	—	(Fl.)
35	+	—	(Fl.)
41 b	+	Fl.	Fl.
41 c	+ +	Fl.	Fl. Fl.
4 a	—	—	—
7 a	—	Fl. Fl.	Fl. Fl.
12 a	—	—	braun
13 a	—	—	—
43	—	Fl.	Fl.
44	+	Fl.	Fl.
45	+	Fl. Fl.	Fl. Fl.

Stamm	Denitrifiziert	Farbstoff nach 8 Tagen	Farbstoff nach 14 Tagen
46	+	Fl.	Fl. Fl.
47	+ +	—	—
48	—	—	—
6 d	—	—	—
7 c II	+	Fl.	Fl. Fl.

— = keine Denitrifikation. (Fl.) = schwache Fluoreszenz.
 + = Denitrifikation. Fl. = gute Fluoreszenz.
 + + = starke Denitrifikation. Fl. Fl. = Grünfärbung.

Ergebnisse. (Vgl. Tafel XVI.)

1. Fluorescentes können an Stelle der Fluoreszenz auch braunen Farbstoff produzieren.

2. Der braune Farbstoff ist an der Oberfläche am intensivsten, benötigt ebenso wie die Fluoreszenz Sauerstoff. Nach längerem Stehen geht die braune Farbe in schwarze über, die endlich das ganze Nährsubstrat färbt.

3. Abimpfungen können gleichfalls braunen Farbstoff bilden oder aber fluoreszieren.

4. Tyrosin, dem Nährboden zugesetzt, begünstigt die braune Farbstoffbildung.

5. Auf peptonfreien Nährböden fehlt die Bildung des braunen Farbstoffes.

6. Tyrosinzusatz zum peptonfreien Nährboden lässt wieder Braunfärbung auftreten.

7. Verschiedene Abimpfungen eines Stammes denitrifizieren bald, bald nicht; die Farbstoffbildung ist davon ganz unabhängig.

IV. Beziehungen zwischen *Bacterium fluorescens* und *Bacterium pyocyaneum*.

Die Untersuchung, die sich mit der Produktion des braunen Farbstoffes befasst, enthält an manchen Stellen die Beobachtung, dass einzelne Stämme an Stelle der Fluoreszenz eine Grünfärbung aufweisen, die fast der des *Bacterium pyocyaneum* gleicht. So wird von 41 a, b und c gesagt, dass sie solch grüne Färbung angenommen hätten. Die davon abgeimpften Röhrchen 42 und 43 lassen die gleiche Eigentümlichkeit erkennen, doch war ihnen der typische Fluoreszenz-Geruch eigen. Wenn wir das kleine Bildchen, das der Tabelle der „Denitrifikation“ beigelegt ist, betrachten, so müssen wir zu-

geben, dass das Röhrrchen sehr einem *Pyocyaneum* ähnlich ist. In der bakteriologischen Diagnostik von *Lehmann* und *Neumann* ist bei *Bacterium pyocyaneum* folgende Stelle zu finden.

„Den Organismus scharf gegen das *Bacterium fluorescens* abzugrenzen, geht nach unserer Überzeugung nicht an; es wird der Hauptnachdruck auf den Pyocyannachweis zu legen sein.“ Zugleich ist hingewiesen auf das Diesbezügliche beim *Bacterium fluorescens*, das gleichfalls hier zitiert werden muss:

„*Bacterium fluorescens* ist in allen wesentlichen Eigenschaften identisch mit *Bacterium pyocyaneum*.

„Auf den ersten Blick scheint das Fehlen der Pyozyaninbildung und der Denitrifikationsnachweis ausreichend, um den Organismus von *Bacterium pyocyaneum* zu trennen.

„Aber auch diese Kriterien genügen nicht:

1. Es hat *Ruzicka* auch *Fluorescentes* mit Pyocyäninbildung vor sich gehabt — die man freilich als *Pyocyanea* bezeichnen könnte.

2. Haben wir und andere Autoren *Pyocyaneum*stämme besessen, die keine Spur von Pyozyanin mehr bildeten und hat *Ruzicka* in gelüfteten *Pyocyaneum*kulturen eine starke Abnahme der Pyocyäninbildung beobachtet (ob nur Umwandlung in Pyoxanthose?).

3. Hat nicht nur *Stutzer* und *Burri* einen nicht verflüssigenden, fluoreszierenden und denitrifizierenden Organismus gefunden (vergleiche auch *Bacterium denitrofluorescens van Iterson*), sondern *Rinnemann* gibt an, aus dem Boden neben denitrifizierendem *Bacterium pyocyaneum* auch denitrifizierendes *Bacterium fluorescens* gezüchtet zu haben. (C. B. II. Ab. Bd. IV. 908). Neuestens hat *Kurt Wolf* das *Bacterium fluorescens* häufig denitrifizierend gefunden (H. R. 1899 vergleiche auch *Maassen* (A. G. A. XVIII. 36.) und *van Iterson* (C. B. L. IX. 773, XII. 114), *Christensen* (C. B. L. XI. 190).

4. Die geringe Entwicklung des *Bacterium fluorescens* im Stichkanal gegenüber dem *Bacterium pyocyaneum* lässt sich durch Gewöhnung an höhere Temperaturen ausgleichen, dabei nimmt auch der von *Bacterium fluorescens* produzierte Farbstoff einen blauerer Ton an (*Ruzicka*).

5. Auch der Unterschied, dass sich *Bacterium pyocyaneum*, in den Tierkörper eingeführt, daselbst gut am Leben hält, während *Bacterium fluorescens* nach 3 Tagen spätestens verschwunden ist, ist nicht durchgreifend.

6. Die von *Niederkorn* (C. B. XXVII, 749) versuchten Differenzierungen haben keinen durchgreifenden Unterschied ergeben, doch verdienen sie nachgesehen zu werden.“

Der im folgenden Absatz enthaltene Satz: „Immerhin scheint es bisher nicht gelungen zu sein, einem Stamm, der bei der Isolierung kein Pyocyanin bildete, also als fluorescens erschien, die Pyocyaninbildung zu verleihen, (*Sullinan* C. B. XXXIII. 277) und wir werden deshalb bei frisch isolierten verflüssigenden Stämmen einstweilen das Vorhandensein oder Fehlen von Pyocyanin in den geschüttelten und dann mit Chloroform extrahierten Kulturen als massgebend für die Differentialdiagnose ansehen“ gab die Veranlassung, die bisher untersuchten Stämme einer nochmaligen genauen Beobachtung zu unterziehen.

Aus der Untersuchung über den braunen Farbstoff wurden eine ganze Anzahl von Stämmen genommen und auf Agar und Kartoffel überimpft.

Die neugewonnenen Stämme wurden 4 Wochen lang betrachtet (und mit a bezeichnet).

Tabelle 18.
Am 3. Tag.

Stamm	Agar	Kartoffel
34 a	sehr starke Fluoreszenz	dicker, gelber Strich
35 a	„ „ „	dicker, gelber Strich, fettglänzend
36 a	„ „ „	trockener, gelber Strich
47 II a	„ „ „	hellgelber, dünner Strich, wenig saftig *
58 a	„ „ „	saftiger, hellgelber Strich
41 b a	starke Fluoreszenz	trockener, „ „
41 c a	„ „	sehr geringes Wachstum, gelbweiss
4 a a	schwache Fluoreszenz	„ „ „ weiss
7 a a	sehr starke Fluoreszenz	trockener Strich, schmutziggelb *
12 a a	farblos	kein Wachstum
13 a a	„	„ „
32 a a	sehr starke Fluoreszenz	dicker, gelber, trockener Strich
45 a	starke Fluoreszenz	trockener, gelbschmutziger Strich *
42 a	„ „	saftiger, hellgelber Strich
43 a	sehr starke Fluoreszenz	gelblicher Strich
2 b a	schwache Fluoreszenz	kein Wachstum
7 b _I a	starke Fluoreszenz	gelbbrauner, üppiger Strich
7 b _{II} a	„ „	„ „ „
3 c a	farblos	weisser, saftiger Strich
4 c a	„	gelber, „ „
7 c _I a	starke Fluoreszenz	„ „ „
7 c _{II} a	„ „	„ „ „

* Die mit Sternen versehenen Kartoffelkulturen zeigten nach etwa 14 Tagen im Nährsubstrat um den Belag herum dunkelgrüne Farbstoffbildung, die sich mit Alkohol extrahieren liess.

Tabelle 16.
Nach 14 Tagen:

Stamm	Farbstoffbildung	Untersuchung auf Riechstoff
34 a	Fluoreszenz	unangenehmer Geruch
35 a	"	" "
36 a	"	" "
47 II a	blaugrün (noch zweifelhaft)	Lindenblütengeruch
58 a	Fluoreszenz	unangenehmer Geruch
41 b a	schwach blaugrün	beginnender Lindenblütengeruch
41 c a	" "	" "
4 a a	braun gefärbt	unangenehmer Geruch
7 a a	Fluoreszenz	" "
12 a a	braun gefärbt	" "
13 a a	" "	" "
32 a a	Fluoreszenz	" "
45 a	blaugrün	Lindenblütengeruch
42 a	Fluoreszenz	unangenehmer Geruch
43 a	"	beginnender Lindenblütengeruch
2 b a	Braunfärbung	unangenehmer Geruch
7 b I a	Fluoreszenz	zarter Lindenblütengeruch
7 b II a	blaugrün (noch zweifelhaft)	Lindenblütengeruch
3 c a	farblos	unangenehm riechend
4 c a	"	" "
7 c I a	Fluoreszenz	beginnender Lindenblütengeruch
7 c II a	blaugrün	Lindenblütengeruch

Nach 4 Wochen sind die einzelnen Röhrchen unverändert geblieben.

2 Monate später ergab die Untersuchung als endgültiges Resultat:

Tabelle 20.

Stamm		
34 a	Fluoreszenz	stark alkalisch
35 a	"	" "
36 a	"	" "
47 II a	Pyocyanin	Lindenblüten
58 a	Fluoreszenz	stark alkalisch
41 b a	Pyocyanin	Lindenblüten
41 c a	schwaches Pyocyanin	"
4 a a	Braunfärbung	stark alkalisch

Stamm		
7 a a	Fluoreszenz	stark alkalisch
12 a a	starke Braunfärbung	" "
13 a a	" "	" "
32 a a	Fluoreszenz	" "
45 a	Pyocyanin	Lindenblüten
42 a	Fluoreszenz	stark alkalisch
43 a	"	Lindenblüten
2 b a	"	stark alkalisch
7 b ₁ a	"	Lindenblüten
7 b _{II} a	Pyocyanin	"
3 c a	Fluoreszenz	stark alkalisch
4 c a	"	" "
7 c ₁ a	"	Lindenblüten
7 c _{II} a	Pyocyanin	"

Diese Tabelle zeigt gegenüber der vorhergehenden keine Verschiedenheit. Nach 14 Tagen war also die Farb- und Riechstoffbildung abgeschlossen. Alle Stämme, die Pyocyanin bilden, riechen angenehm nach Lindenblüten. In 3 Fällen war dieser Geruch auch Fluorescentes eigen. Alle übrigen Fluorescentes und braungefärbten Stämme rochen unangenehm.

Gleichzeitig mit Untersuchung auf Agar fand eine solche auf Gelatine statt; am 3. Tage waren die einzelnen Röhrchen zur Untersuchung geeignet.

Tabelle 21.

Stamm	Verflüssigungsart	Farbstoffbildung	Sonstiges
4 b	trichterförmig	farblos	im Trichter Klumpenbildung
35 b	"	"	" " "
36 b	"	gering fluoreszierend	" " "
47 _{II} b	"	farblos	
58 b	schalenförmig	geringe Fluoreszenz	der Grund der Schale klumpig
41 b b	trichterförmig	farblos	
41 c b	"	"	
4 a b	schalenförmig	gering Fluoreszenz	der Grund der Schale klumpig
7 a b	"	" "	
12 a b	wenig verflüssigt	farblos	
13 a b	" "	"	
32 a b	trichterförmig	geringe Fluoreszenz	im Trichter Klumpen

Stamm	Verflüssigungsart	Farbstoffbildung	Sonstiges
45 b	wenig verflüssigt	farblos	
42 b	" "	"	
43 b	trichterförmig	"	
2 b b	wenig verflüssigt	"	
7 b ₁ b	trichterförmig	Fluoreszenz	
7 b _{II} b	wenig verflüssigt	keine Fluoreszenz	
3 c b	nicht verflüssigt	farblos	
4 c b	" "	"	
7 c ₁ b	trichterförmig	Fluoreszenz	
7 c _{II} b	"	"	

Tabelle 22.

Dieselben Stämme 4 Wochen später.

Stämme		
34 b	trichterförmig	etwas stärkere Fluoreszenz
35 b	"	"
36 b	"	"
47 _{II} b	"	"
58 b	zylinderförmig	"
41 b b	trichterförmig	"
41 c b	"	"
4 a b	zylinderförmig	beginnende Braunfärbung
7 a b	"	Fluoreszenz
12 a b	schalenförmig	farblos
13 a b	"	beginnende Braunfärbung
32 a b	trichterförmig	Fluoreszenz
45 b	zylinderförmig	starke Fluoreszenz
42 b	"	Fluoreszenz
43 b	trichterförmig	"
2 b b	zylinderförmig	farblos
7 b ₁ b	trichterförmig	starke Fluoreszenz
7 b _{II} b	zylinderförmig	"
3 c b	"	farblos
4 c b	"	"
7 c ₁ b	trichterförmig	Fluoreszenz
7 c _{II} b	"	starke Fluoreszenz

Nach 8 Wochen wurden sowohl die Agar- als auch die Gelatine-
kulturen in bezug auf ihre Farbstoffbildung miteinander verglichen.
Die Agarröhrchen wurden als pyocyaninhaltig bezeichnet, wenn ausser
der Fluoreszenz ein bläulich grüner Ring unter der Ober-

fläche sichtbar wurde, die Gelatineröhrchen, wenn durch Schütteln die grüne Farbstoffbildung intensiver wurde¹⁾.

Tabelle 23.

	Agar		Gelatine
34 a	Fluoreszenz, etwas nachgedunkelt	34 b	Fluoreszenz
35 a	" " "	35 b	"
36 a	geringe Fluoreszenz, bräunlich	36 b	"
47 II a	Pyocyanin	47 II b	"
58 a	schwache Fluoreszenz, bräunlich	58 b	"
41 b a	Pyocyanin	41 b b	"
41 c a	"	41 c b	"
4 a a	dunkelbraun	4 a b	braun
7 a a	geringe Fluoreszenz	7 a b	Fluoreszenz
12 a a	dunkelbraun	12 a b	farblos
13 a a	"	13 a b	braun
32 a a	geringe Fluoreszenz	32 a b	Fluoreszenz
45 a	Pyocyanin	45 b	Pyocyanin
42 a	geringe Fluoreszenz	42 b	Fluoreszenz
43 a	" "	43 b	"
2 b a	dunkelbraun	2 b b	etwas braun
7 b I a	geringe Fluoreszenz	7 b I b	Pyocyanin
7 b II a	Pyocyanin	7 b II b	"
3 c a	farblos	3 c b	farblos
4 c a	"	4 c b	"
7 c I a	Fluoreszenz	7 c I b	Pyocyanin
7 c II a	Pyocyanin	7 c II b	"

Wenn wir aus diesen beiden letzten Untersuchungen das Fazit ziehen wollen, ist es gut, nochmals uns die Herkunft und die bisherigen Beobachtungen der verwandten Stämme kurz ins Gedächtnis zurückzurufen.

Die Stammkultur, von der alle Röhrchen abgestochen wurden, war ein vollkommen einwandfreies Punctatum.

Die Stämme, die die Nummer 41, 42, 43, 45 und 47 tragen, kommen von Platten, die vom farblosen Mutterstamme gegossen waren. Sie zeigten Fluorescent.

Die mit 2 bezeichneten Stämme behielten ihre Braunfärbung durch alle Kulturen hindurch.

Stamm 3 zeigt in allen Abimpfungen, wenn auch in geringem Masse, Fluoreszenz.

Stamm 4 produziert stets wieder braunen Farbstoff.

¹⁾ Durch Reoxydation reduzierten Pyocyanins.

Stamm 6 hat schon braunen Farbstoff gebildet und auch Fluoreszenz.

Stamm 12 und 13 gingen von Fluoreszenz zum braunen Farbstoff über.

Abweichungen von der bisherigen Farbstoffbildung waren zu konstatieren in den beiden letzten Untersuchungen bei¹⁾:

47IIa (früher fluoreszent, jetzt pyocyaninbildend).

41ba (früher fluoreszent, jetzt pyocyaninbildend).

41ca " " " "

45a " farblos " "

76IIa (früher fluoreszent, jetzt pyocyaninbildend).

7cIa " " " "

7cIIa " " " "

Ausser diesen Abweichungen gegen frühere Beobachtungen zeigen die Agarröhrchen auch Verschiedenheiten gegenüber den Gelatineröhrchen. So ist:

47IIa auf Agar pyocyaninbildend, auf Gelatine fluoreszent

41ba " " " " " "

41ca " " " " " "

12aa auf Agar dunkelbraun, auf Gelatine farblos.

7bIa auf Agar fluoreszent, auf Gelatine pyocyaninbildend.

7cIa " " " " " "

Vergl. Tafel XVII.

Durch Zufall stand mir ein Nährboden zur Verfügung und zwar Agar, der an Stelle des Fleischextraktes Ammonium acticum und Kaliumphosphat enthielt.

Tabelle 24.

Stamm	Nach 4 Wochen	Nach 8 Wochen
34 c	farblos	farblos
47 II c	geringe Fluoreszenz	geringe Fluoreszenz
41 b c	" "	" "
4 a c	farblos	farblos
12 a c	"	braun
13 a c	"	"
45 c	ganz schmaler Pyocyaninring	Pyocyanin
2 b c	farblos	farblos
7 b II c	geringe Fluoreszenz	Pyocyanin (doch geringer als 45)
3 c c	farblos	farblos
7 c I c	geringe Fluoreszenz	geringe Fluoreszenz
7 c II c	Pyocyanin	Pyocyanin

¹⁾ Fluorescent heisst hier „nur fluoreszent“, nicht auch pyocyaninbildend.

Die Zusammensetzung dieses Nährbodens scheint die Farbstoffbildung sehr zu beeinträchtigen. Nur das Pyocyanin scheint sich zur Geltung bringen zu können. Die farblosen Stämme zeigten auch geringeres Wachstum.

Nun wurden die in der Farbstoffbildung variablen Stämme auf Agar und zwar je 3 mal abgeimpft. Es besteht dabei die Möglichkeit, dass einer der drei auf diese Weise neugewonnenen Stämme sich anders verhält in bezug auf seine Farbstoffbildung als die beiden anderen.

Tabelle 25.

	Stamm	1. Röhrechen	2. Röhrechen	3. Röhrechen
untersucht nach 10 Tagen	34 d	Fluoreszenz	Fluoreszenz	Fluoreszenz
	47 _{II} d	starke Fluoreszenz	starke Fluoreszenz	starke Fluoreszenz
	41 b d	sehr starke Fluoreszenz	sehr starke Fluoreszenz	sehr starke Fluoresz.
	12 a d	farblos	farblos	farblos
	13 a d	"	"	"
	45 d	Fluoreszenz	Fluoreszenz	Fluoreszenz
	7 b _I d	sehr starke Fluoreszenz	sehr starke Fluoreszenz	sehr starke Fluoresz.
	7 b _{II} d	starke Fluoreszenz	starke Fluoreszenz	starke Fluoreszenz
	7 c _I d	" "	" "	" "
	7 c _{II} d	Fluoreszenz	Fluoreszenz	Fluoreszenz
	4 a d	farblos	farblos	farblos
nach 16 Tagen	34 d	starke Fluoreszenz	starke Fluoreszenz	starke Fluoreszenz
	47 _{II} d	Pyocyanin	Pyocyanin	Pyocyanin
	41 b d	"	"	"
	12 a d	braun	farblos	braun
	13 a d	farblos	wenig braun	wenig braun
	45 d	Pyocyanin	Pyocyanin	Pyocyanin
	7 b _I d	Fluoreszenz	Fluoreszenz	Fluoreszenz
	7 b _{II} d	Pyocyanin	Pyocyanin	Pyocyanin
	7 c _I d	starke Fluoreszenz	starke Fluoreszenz	starke Fluoreszenz
	7 c _{II} d	Pyocyanin	Pyocyanin	Pyocyanin
	4 a d	farblos	braun	farblos

Nach Ammoniak rochen: 34 d, 12 a d, 13 a d, 7 b _I d, 4 a d.

Nach Lindenblüten rochen: 47 _{II} d, 41 b d, 45 d, 7 b _{II} d, 7 c _I d, 7 c _{II} d.

	Stamm	1. Röhrrchen	2. Röhrrchen	3. Röhrrchen
nach 2 Monaten	34 d	Fluoreszenz verschw.	Fluoreszenz verschw.	Fluor. verschwunden
	47 II d	Fluor. u. Grünf. verschw.	Fluor. u. Grünf. verschw.	Fl. u. Grünf. verschw.
	41 b d	" "	" "	" "
	12 a d	Braunfärbung	Braunfärbung	Braunfärbung
	13 a d	"	"	"
	45 d	Pyocyanin	Pyocyanin	Pyocyanin
	7 b ₁ d	Fluoreszenz verschw.	Fluoresz. verschwunden	Fluor. verschwunden
	7 b _{II} d	Fluor. u. Grünf. verschw.	Fl. u. Grünfärb. verschw.	Fl. u. Grünf. verschw.
	7 c ₁ d	Fluoreszenz verschw.	Fluoreszenz verschw.	Fluor. verschwunden
	7 c _{II} d	Pyocyanin	Pyocyanin	Pyocyanin
	4 a d	farblos	braun	braun

Gleichzeitig mit diesen Agarröhrrchen wurden die gleichen Stämme auch auf Gelatine abgestochen. Das Resultat nach 2 monatlicher Beobachtung ist hier angegeben:

Tabelle 26.

Stamm	
34 d	geringe Fluoreszenz
47 II d	Pyocyanin
41 b d	"
12 a d	farblos
13 a d	"
45 d	Pyocyanin
7 b ₁ d	verschwindende Fluoreszenz
7 b _{II} d	Pyocyanin
7 c ₁ d	noch etwas Fluoreszenz
7 c _{II} d	Pyocyanin
4 a d	farblos

Die Kulturen wurden als Pyocyanin führend bezeichnet, wenn durch Schütteln die grüne Farbe stark zunahm.

Die beschriebenen dreifachen Abimpfungen brachten eine auffallende Konstanz des Resultats.

Wenn man die einzelnen Agarröhrrchen untereinander vergleicht, so bilden sie ausnahmslos den gleichen Farbstoff, wenn sie fluoreszieren oder Pyocyanin bilden. Sind sie braun gefärbt, so finden wir einmal das eine Röhrrchen braun, während die beiden anderen farblos sind. Weiter lässt sich der Untersuchung entnehmen, dass ein abgeschlossenes Urteil erst nach geraumer Zeit zu fällen ist.

Vergleicht man die 3 Tabellen der Agarstämme miteinander, so ersieht man, dass die Farbstoffproduktion mit zunehmender Beobachtungsdauer Änderungen durchmacht. Nach 10 Tagen zeigen alle Stämme mit Ausnahme der braunen deutliche, meist sogar starke Fluoreszenz. Die bisher farblosen Stämme sind noch farblos. Nach 16 Tagen ändert sich das Bild. Es tritt neben der Fluoreszenz grüne Färbung unter der Oberfläche auf bei Stamm 47_{II}, 41b, 45, 7b_{II} und 7c_{II}. Diese ringförmige Grünfärbung muss als Pyocyandinbildung angesehen werden. Dies lässt sich leicht beweisen durch Zusatz von Chloroform; mit Hilfe dessen kann man das Pyocyandin leicht extrahieren. Die ringförmige Grünfärbung ist auch sichtbar bei Gaslichtbeleuchtung im Gegensatz zur Fluoreszenz. Die übrigen Fluorescentes fluoreszieren wie am 10. Tag. Auch die Braunfärbung setzt jetzt ein. Manche Röhren lassen sie allerdings noch nicht erkennen.

Nach 4—6 Wochen kann man die Farbstoffbildung als abgeschlossen betrachten. Die Untersuchung nach 8 Wochen ergibt, dass als einwandfreie Pyocyanein anzusehen sind Stamm 45 und 7c_{II}. Stamm 47_{II}, 41b und 7b_{II} hatten fraglos begonnen, Pyocyandin zu bilden. Aus unbekanntem Ursachen ist die Weiterproduktion gehindert und das vorhandene zurückgebildet, also farblos geworden. Gleichzeitig verschwand auch die Fluoreszenz bei diesen Stämmen und den übrigen Fluorescentes. Sämtliche Stämme haben eine intensiv braune Farbe gebildet mit Ausnahme eines Röhrens von Stamm 4a.

Nun ist anzunehmen, dass gleichzeitig angelegte Gelatineröhren dasselbe Resultat ergeben wie die Agarröhren. Das ist nicht der Fall.

Starke Pyocyandinbildung ist nachzuweisen bei Stamm 47_{II}d, 41bd, 45d, 7b_{II}d und 7c_{II}d.

Während sie, wie wir gesehen haben, bei den Agarröhren 47_{II}d, 41bd, und 7b_{II}d wieder verschwanden, hat sie bei den Gelatineröhren wesentliche Fortschritte gemacht.

Man muss also daraus schliessen, dass Gelatine für die Pyocyandinbildung sich besser eignet als Agar.

Die Stämme 47_{II}d, 41bd und 7b_{II}d sind im Begriff, Pyocyanein zu werden, auch der Lindenblütengeruch, der noch bei 7c_{II}d wahrgenommen wurde, ist vorhanden. Spätere Abimpfungen werden ergeben, ob die Umwandlung gelingt.

Nach längerem Stehen verschwindet auch auf der Gelatine die Fluoreszenz. Nicht günstig wird der braune Farbstoff auf Gelatine beeinflusst. Er bleibt aus. Hier eignet sich also besser Agar.

Nun wurde jeweils das Mittlere der beiden Agarröhrchen der „d“-Untersuchung benutzt, um neue Stämme zu gewinnen. Es wurden je 2 Agarröhrchen beimpft.

Tabelle 27.

	Stamm	1. Röhrchen	2. Röhrchen
nach 10 Tagen	34 f	starke Fluoreszenz	starke Fluoreszenz
	47 II f	sehr starke Fluoreszenz	sehr starke Fluoreszenz
	41 b f	starke Fluoreszenz	starke Fluoreszenz
	12 a f	starke Braunfärbung	starke Braunfärbung
	13 a f	„ „	„ „
	45 f	etwas Fluoreszenz, Pyocyanin	etwas Fluoreszenz, Pyocyanin
	7 b ₁ f	sehr starke Fluoreszenz	sehr starke Fluoreszenz
	7 b _{II} f	starke Fluoreszenz	starke Fluoreszenz
	7 c _I f	sehr starke Fluoreszenz	sehr starke Fluoreszenz
	7 c _{II} f	geringe Fluoreszenz	etwas Fluoreszenz; starke Pyocyaninbildung
4 a f	schwache Braunfärbung	starke Braunfärbung	
nach 16 Tagen	34 f	starke Fluoreszenz	starke Fluoreszenz
	47 II f	„ „	„ „
	41 b f	„ „	„ „
	12 a f	brauner Farbstoff	brauner Farbstoff
	13 a f	„ „	„ „
	45 f	Pyocyanin	Pyocyanin
	7 b ₁ f	starke Fluoreszenz	starke Fluoreszenz
	7 b _{II} f	„ „	„ „
	7 c _I f	„ „	„ „
	7 c _{II} f	starkes Pyocyanin	starkes Pyocyanin
4 a f	brauner Farbstoff	brauner Farbstoff	
nach 2 Monaten	34 f	nurmehr ganz geringe Fluoresz.	nurmehr ganz geringe Fluoresz.
	47 II f	Pyocyanin	Pyocyanin
	41 b f	ganz geringe Fluoreszenz	ganz geringe Fluoreszenz
	12 a f	Braunfärbung	Braunfärbung
	13 a f	„	„
	45 d f	Pyocyanin	Pyocyanin
	7 b ₁ f	ganz geringe Fluoreszenz	ganz geringe Fluoreszenz
	7 b _{II} f	Pyocyanin	Pyocyanin
	7 c _I f	ganz geringe Fluoreszenz	ganz geringe Fluoreszenz
	7 c _{II} f	Pyocyanin	Pyocyanin
4 a f	Braunfärbung	Braunfärbung	

Die Untersuchung ergibt, dass 47_{II} und 7 b_{II} Pyocyanin bilden, und dass das Pyocyanin nach langem Stehen nicht verschwindet, sondern intensiver wird. 41 b lässt verschwindende Fluoreszenz erkennen.

Das Mittlere der „d“-Röhrchen wurde auch auf Bouillon abgestochen und zwar doppelt, einmal für den Brutschrank und einmal ausserhalb:

Tabelle 28.

	Ausserhalb des Brutschrankes	Im Brutschrank (37,5)	
Untersucht nach 10 Tagen	34 d	ganze Bouillon hellgrün gefärbt	klar
	47 II d	„ „ „ „	sehr trübe und farblos
	41 b d	„ „ „ „	„ „ „ „
	12 a d	Bouillon trübe und farblos	klar
	13 a d	„ „ „ „	„
	45 d	Bouillon hellgrün, oben dunkelgrüner Rand	sehr trübe mit Grünfärbung an der Oberfläche
	7 b _I d	Bouillon hellgrün	getrübt
	7 b _{II} d	Bouillon hellgrün, oben dunkelgrüner Rand	getrübt, etwas Grünfärbung
	7 c _I d	„	getrübt
	7 c _{II} d	„	getrübt, etwas Grünfärbung
4 a d	trübe und farblos	klar	
Dieselben Kollären geschüttelt:			
Untersucht nach 10 Tagen	34 d	keine Veränderung	keine Veränderung
	47 II d	„ „	„ „
	41 b d	„ „	„ „
	12 a d	„ „	„ „
	13 a d	„ „	„ „
	45 d	intensiv grünblau	schwache grünblaue Färbung
	7 b _I d	keine Veränderung	keine Veränderung
	7 b _{II} d	etwas weniger grünblau als 45	ganz schwache grünblaue Färbung
	7 c _I d	„ „ „ „ „	„ „ „ „
	7 c _{II} d	intensiv grünblau	intensiv grünblau
4 a d	keine Veränderung	keine Veränderung	
Untersucht nach 16 Tagen	34 d	trübe und sehr geringe Fluoresz.	klar und farblos
	47 II d	„ „ „ „ „	trübe und farblos
	41 b d	„ „ „ „ „	„ „ „
	12 a d	klar und dunkelbraun	klar und farblos
	13 a d	„ „ „	„ „ „
	45 d	intensiv und grünblau	trübe und gering fluoreszent
	7 b _I d	trübe und sehr wenig Fluoresz.	trübe und farblos
	7 b _{II} d	um etwas geringer als 45 d	trübe und gering fluoreszent
	7 c _I d	trübe und sehr wenig Fluoresz.	trübe und farblos
	7 c _{II} d	„ „ „ „ „	trübe und gering fluoreszent
4 a d	klar und dunkelbraun	klar und farblos	

Geschüttelt:

		Ausserhalb des Brutschrankes	Im Brutschrank (37,5)
Untersucht nach 16 Tagen	34 d	keine Veränderung	keine Veränderung
	47 II d	"	"
	41 b d	"	"
	12 a d	"	"
	13 a d	"	"
	45 d	"	"
	7 b ₁ d	Fluoreszenz nimmt etwas zu	Fluoreszenz nimmt zu
	7 b _{II} d	ebenso stark wie 45 d	keine Veränderung
	7 c ₁ d	Fluoreszenz nimmt zu	Fluoreszenz nimmt zu
	7 c _{II} d	grünblau	keine Veränderung
	4 a d	keine Veränderung	grünblau
		keine Veränderung	

Nach 2 Monaten ist keine weitere Veränderung eingetreten. Nur hat bei den braunen Stämmen die Braunfärbung zugenommen.

Aus der Untersuchung ist zu ersehen, dass die Pigmente auf Bouillon sehr schön zu beobachten sind.

Fluorescentes färben die Bouillon schön hellgrün.

Pyocyanei zeichnen unter der Oberfläche einen dunkelgrünen Rand.

Nur der braune Farbstoff will sich nicht entwickeln.

Nach längerem Stehen verschwindet die Fluoreszenz, wie auf anderen Nährboden, allmählich. Die Pyocyanea werden intensiver blaugrün, der dunkelgrüne Rand wächst bis zu $\frac{1}{3}$ weiter. Ganz langsam beginnt auch die Braunfärbung.

Bringt man aber beimpfte Bouillonröhrchen in den Brutschrank, so wachsen alle Fluorescentes farblos, tritt eine schwache Fluoreszenz oder mehr als diese, eine schwache Grünfärbung auf, so haben wir Stämme vor uns, die auf Gelatine und Agar Pyocyanin bilden. Ebenso wie die Fluoreszenz der fluoreszierenden Stämme entwickelt sich auch die Braunfärbung im Brutschrank nicht. Das ist nach den von anderen Autoren gemachten Erfahrungen ganz in Ordnung. Das Wachstumsoptimum der Fluorescentes ist Zimmertemperatur. Werden sie einer Temperatur von $37,5^{\circ}$ ausgesetzt, so wachsen sie schlecht, d. h. die Bouillon bleibt ziemlich klar. Dies ist der Fall bei 34 d, 12 a d, 13 a d, 4 a d.

Es ist nun höchst interessant, dass die Abkömmlinge des Stammes 1, welche Pyocyanin bilden, auch thermotolerant geworden sind — man könnte von einer Korrelation beider Eigenschaften

sprechen. Das Bacterium pyocyaneum ist thermotolerant, während Bacterium fluorescens psychrophil ist.

Wie auf Gelatine, so auch auf Bouillon ist eine Farbstoffzunahme der Pyocyanei durch Schütteln zu erreichen.

Der Tyrosinnährboden hat mir bei Untersuchung des braunen Farbstoffes gute Dienste getan, so dass ich nicht versäumen wollte, die einzelnen Stämme auch darauf zu beobachten. Die Stämme wurden von dem mittleren der „d“-Röhrchen abgestochen. Nährboden: Agar. Untersucht nach 10 Tagen und 4 Wochen.

Tabelle 29.

	Stamm	
nach 14 Tagen	34 d	üppiges Wachstum. Fast kaum wahrnehmbare Fluoreszenz.
	47 II d	„ „ „ „ „ „
	41 b d	„ „ Farblos.
	12 a d	„ „ Sehr starke Braunfärbung bis zum Boden des Röhrchens.
	13 a d	„ „ „
	45 d	„ „ Ganz schmaler, intensiv grüner Rand unter der Oberfläche.
	7 b I d	„ „ Etwas Fluoreszenz.
	7 b II d	„ „ Farblos.
	7 c I d	„ „ „
	7 c II d	„ „ „
	4 a d	„ „ Starke Braunfärbung bis über die Hälfte des Röhrchens.
	nach 4 Wochen	34 d
47 II d		„
41 b d		eine Spur von Grünfärbung über das ganze Nährsubstrat.
12 a d		stark braun.
13 a d		„ „
45 d		intensive Grünfärbung des ganzen Röhrchens.
7 b I d		farblos.
7 b II d		schöne Grünfärbung des ganzen Röhrchens.
7 c I d		farblos.
7 c II d	schöne Grünfärbung des ganzen Röhrchens.	
4 a d	stark braun.	

Auch jetzt begünstigt wieder Tyrosin die Bildung von braunem Farbstoff; die Fluoreszenz wird hintangehalten, bleibt aus. Pyocyanin scheint kaum beeinflusst.

Die Tyrosinagarröhrchen wurden verwandt für Abimpfungen auf je 3 Gelatineröhrchen.

Tabelle 30.

	Stamm	1. Röhrchen		2. Röhrchen		3. Röhrchen	
nach 10 Tagen	34 g	Zylinder	starke Fluoresz.	Zylinder	schwächere Fl.	Zylinder	starke Fluoresz.
	47 _{II} g	"	sehr starke Fl.	"	sehr starke Fl.	"	schwächere Fl.
	41 bg	"	schwächere Fl.	"	" " "	"	starke Fluoresz.
	12 ag	"	farblos	"	farblos	"	farblos
	13 ag	"	"	Strumpf	"	Strumpf	"
	45 g	"	"	Zylinder	schwächere Fl.	Zylinder	sehr starke Fl.
	7b _I g	"	starke Fluoresz.	"	" "	"	" " "
	7b _{II} g	"	" "	"	sehr starke Fl.	"	schwächere Fl.
	7c _I g	"	" "	"	starke Fluoresz.	"	sehr starke Fl.
	7c _{II} g	"	" "	"	" "	"	" " "
4 ag	"	farblos	"	farblos	"	farblos	
nach 16 Tagen	34 g	Verflüssigungszone	geringe Fl.	Verflüssigungszone	geringe Fl.	Verflüssigungszone	stärkere Fl.
	47 _{II} g	1/3	stärkere Fl.	1/4	stärkere Fl.	1/3	" "
	41 bg	1/2	"	1/3	" "	1/3	" "
	12 ag	1/2	farblos	1/2	farblos	1/2	farblos
	13 ag	1/2	"	1/1	"	3/4	"
	45 g	1/3	stärkere Fl.	2/3	stärkere Fl.	2/3	stärkere Fl.
	7b _I g	1/3	" "	1/3	" "	1/2	" "
	7b _{II} g	1/2	" "	1/2	" "	2/3	" "
	7c _I g	1/3	" "	1/2	" "	2/3	" "
	7c _{II} g	2/3	" "	3/4	" "	2/3	" "
4 ag	1/3	farblos	1/2	farblos	1/3	farblos	

Tabelle 31.

Schüttelt man die am 16. Tag untersuchten Kulturen kräftig, um die Pyocyaninbildung nachzuweisen, so erhält man folgende Tabelle:

34 g	—	—	—
47 _{II} g	(+)	+	(+)
41 bg	(+)	(+)	(+)
12 ag	/	+	/
13 ag	/	/	/
45 g	+	/	+
7b _I g	—	(+)	(+)
7b _{II} g	+	+	+
7c _I g	—	—	—
7c _{II} g	+	+	+
4 ag	/	/	/

Tabelle 32.

Dieselbe Probe nach 2 Monaten:

34 g	—	—	—
47 II g	(+)	+	+
41 b g	(+)	+	+
12 a g	/	/	/
13 a g	/	/	/
45 g	++	++	+
7 b _I g	—	—	—
7 b _{II} g	++	++	++
7 b _I g	—	—	—
7 c _{II} g	++	++	++
4 a g	/	/	/

— = Farbstoffbildung nimmt nicht zu. (+) = Farbstoffbildung nimmt so wenig zu, dass die Stämme noch nicht als einwandfreie Pyocyanei anzusehen sind.
 + = Farbstoffbildung nimmt stark zu. ++ = intensivste Grünblaufärbung.

Von den Gelatineröhrchen „g“ wurde das erste verwandt zur Weiterimpfung auf Agar.

Tabelle 33.

Stamm	Nach 10 Tagen	Nach 16 Tagen	Nach 2 Monaten
34 h	starke Fluoreszenz	ausgeschaltet	ausgeschaltet
47 II h	„ „	geringe Fluoreszenz	farblos
41 b h	„ „		
12 a h	trotz sorgfältiger Abimpfung nicht gewachsen	trotz sorgfältiger Abimpfung nicht gewachsen	trotz sorgfältiger Abimpfung nicht gewachsen
13 a h	farblos	farblos	farblos
45 h	Pyocyanin als Ring nicht weiter fortgeschritten	nicht weiter fortgeschritten	nur unter der Oberfläche Pyocyanin
		„ „ „	
7 b _I h	schwach. Pyocyanin	ausgeschaltet	ausgeschaltet
7 b _{II} h	starkes Pyocyanin	braungrünes Pyocyanin	dunkelgrünes Pyocyanin
7 c _I h	schwach. Pyocyanin	sehr starkes Pyocyanin	sehr starkes Pyocyanin
7 c _{II} h	„ „	„ „ „	„ „ „
4 a h	stark braun	stark braun	stark braun

Von den Gelatineröhrchen „g“ wurde wieder das erste für Schrägagarkulturen verwandt.

Tabelle 34.

Stamm	Nach 10 Tagen	Nach 16 Tagen	Nach 2 Monaten
34 i	Fluoreszenz	geringe Fluoreszenz	farblos
47 _{ii}	„	„	„
41 b i	starke Fluoreszenz	stärkere „	ganz geringe Fluoreszenz
12 a i	farblos	farblos, ockergelber Belag	goldgelbe Auflagerung
13 a i	„	„	„
45 i	Pyocyanin	starkes Pyocyanin	dunkelgrünes Pyocyanin
7 b _i	Fluoreszenz	geringe Fluoreszenz	farblos
7 b _{ii}	starkes Pyocyanin	schwächeres Pyocyanin	grün-schwarzes Pyocyanin
7 c _i	Fluoreszenz	schwache Fluoreszenz	farblos
7 c _{ii}	starkes Pyocyanin	sehr starkes Pyocyanin	tiefdunkelgrünes Pyocyanin
4 a i	braun	farblos	farblos

Von den Gelatineröhrchen „g“ wurde das zweite auf Bouillon abgestochen.

Tabelle 35.

nach 10 Tagen	34 k	Fluoreszenz, etwas trübe
	47 _{kk}	„
	41 b k	schwache Fluoreszenz, trübe
	12 a k	klar und farblos, scheint nicht gewachsen
	13 a k	„ „ „ zeigt Wachstum an der Oberfläche
	45 k	getrübt, fluoreszent, grüner Ring über der Oberfläche, durch Schütteln intensiv grün
	7 b _{ik}	Fluoreszenz und trübe
	7 b _{kk}	getrübt, fluoreszent, grüner Ring, durch Schütteln etwas weniger intensiv wie 45
	7 c _{ik}	Fluoreszenz und trübe
	7 c _{kk}	getrübt, fluoreszent, grüner Ring, beim Schütteln etwas intensiver als 7 b _{kk}
	4 a k	klar und farblos, scheint nicht gewachsen.

Tabelle 36.

Bouillon im Brutschrank.

nach 10 Tagen	34 k	klar und farblos
	47 II k	ziemlich klar und farblos
	41 b k	trübe und farblos
	12 a k	klar und farblos
	13 a k	" " "
	45 k	trübe und farblos
	7 b I k	getrübt und farblos, ganz geringes weisses Häutchen an der Oberfläche
	7 b II k	trübe und weisses Häutchen auf der Oberfläche, farblos
	7 c I k	trübe und farblos
	7 c II k	" " "
	4 a k	klar und farblos

Tabelle 37.

Ausserhalb

nach 16 Tagen	34 k	Fluoreszenz, starke Trübung. Bodensatz, stark ammoniakal. Geruch
	47 II k	" " " " " " " " " "
	41 b k	mässige Fluoreszenz, starke Trübung, mässiger Bodensatz, geruchlos
	12 a k	farblos, ganz klar, geruchlos
	13 a k	zartes, goldgelbes Häutchen an der Oberfläche, ebensolcher Bodensatz, sonst farblos, riecht stark nach Ammoniak
	45 k	starkes, dunkelgrünes Pyocyanin. Bodensatz, starker Lindenblütengeruch
	7 b I k	geringe Fluoreszenz, weisses Häutchen, Bodensatz, Lindenblütengeruch
	7 b II k	dunkelgrünes Pyocyanin, weisses Häutchen, starker Lindenblütengeruch
	7 c I k	farblos, zartes weisses Häutchen, etwas Bodensatz, geruchlos
	7 c II k	hellgrünes Pyocyanin, starker Bodensatz, starker Lindenblütengeruch
	4 a k	farblos, zartes weisses Häutchen, kein Bodensatz, starker Ammoniakgeruch

Tabelle 38.

Im Brutschrank

nach 16 Tagen	34 k	klar und farblos, geruchlos
	47 II k	etwas getrübt und farblos, geruchlos
	41 b k	stark getrübt und farblos, geruchlos
	12 a k	klar und farblos, geruchlos
	13 a k	klar und farblos, geruchlos
	45 k	getrübt und farblos, Lindenblütengeruch
	7 b _I k	" " " "
	7 b _{II} k	" " " "
	7 c _I k	" " " "
	7 c _{II} k	" " " geruchlos
	4 a k	klar und farblos, geruchlos

Nach 4 Wochen keine Veränderung.

Ergebnisse:

Fluoreszierende Stämme können auch Pyocyamin bilden. Gleichzeitig tritt an Stelle des den Fluorescentes eigenen Ammoniak-Geruchs der für Pyocyanein typische aromatische Lindenblütengeruch.

2. Die Pyocyaminbildung kann auf Agarnährboden auftreten, ohne auf gleichzeitig beimpften Gelatinenährboden bemerkt zu werden und umgekehrt.

3. Nach ca. 6 Wochen darf die Farbstoffproduktion als abgeschlossen betrachtet werden. Wird die Beobachtung z. B. der Fluorescentes früher geschlossen, so ist nicht einwandfrei festgestellt, ob nicht noch Pyocyamin gebildet werden kann.

4. Alle Pyocyanein fluoreszieren zu Beginn der Farbstoffbildung.

5. Es gibt Fluorescentes, deren beginnende Pyocyaminbildung aus unbekanntem Ursachen wieder verschwindet.

6. Fluorescentes, die Pyocyamin bilden, sind thermotolerant. Unter den nicht Pyocyamin bildenden gibt es thermotolerante und wärmeempfindliche.

7. Tyrosininnährboden beeinflussen die Pyocyaminbildung nicht.

8. Fluorescentes, die die Eigenschaften des *Bacterium pyocyaneum* angenommen haben, bleiben auf lange Zeit hinaus konstant.

Tafeln mit den eingezeichneten Stammbäumen.

Tafel für Stamm 34.

1 (Ausgangsstamm: Punctatum) wurde später braun (siehe Braunfärbung).

4 doch war die braune Farbstoffbildung schon nicht mehr so stark (siehe Braunfärbung).

34 Fluoreszenz und zwar frühzeitige, an Stelle der Braunfärbung (s. Br.).

34 a starke Fluoreszenz.

34 b geringe Fluoreszenz.

34 c (Schütze, Nährboden) farblos.

34 d₁

34 d₂

34 d₃

alle 3 Rörchen zeigen deutliche Fluoreszenz.

34 d blieb auf Gelatine farblos, später starke Fluoreszenz in allen 3 Rörchen.

34 f₁

34 f₂

starke Fluoreszenz.

34 d Bouillon (Brutschrank) klar, ohne Farbstoff.

34 d Bouillon (nicht Brutschr.) bleibt und sehr geringe Fluoreszenz.

34 d Tyrosin-Agar fast ohne Fluoreszenz.

34 g₁ Gelatine (Fluoreszenz, die spät. fast verschwindet).

34 g₂ " " " " " "

34 g₃ " " " " " "

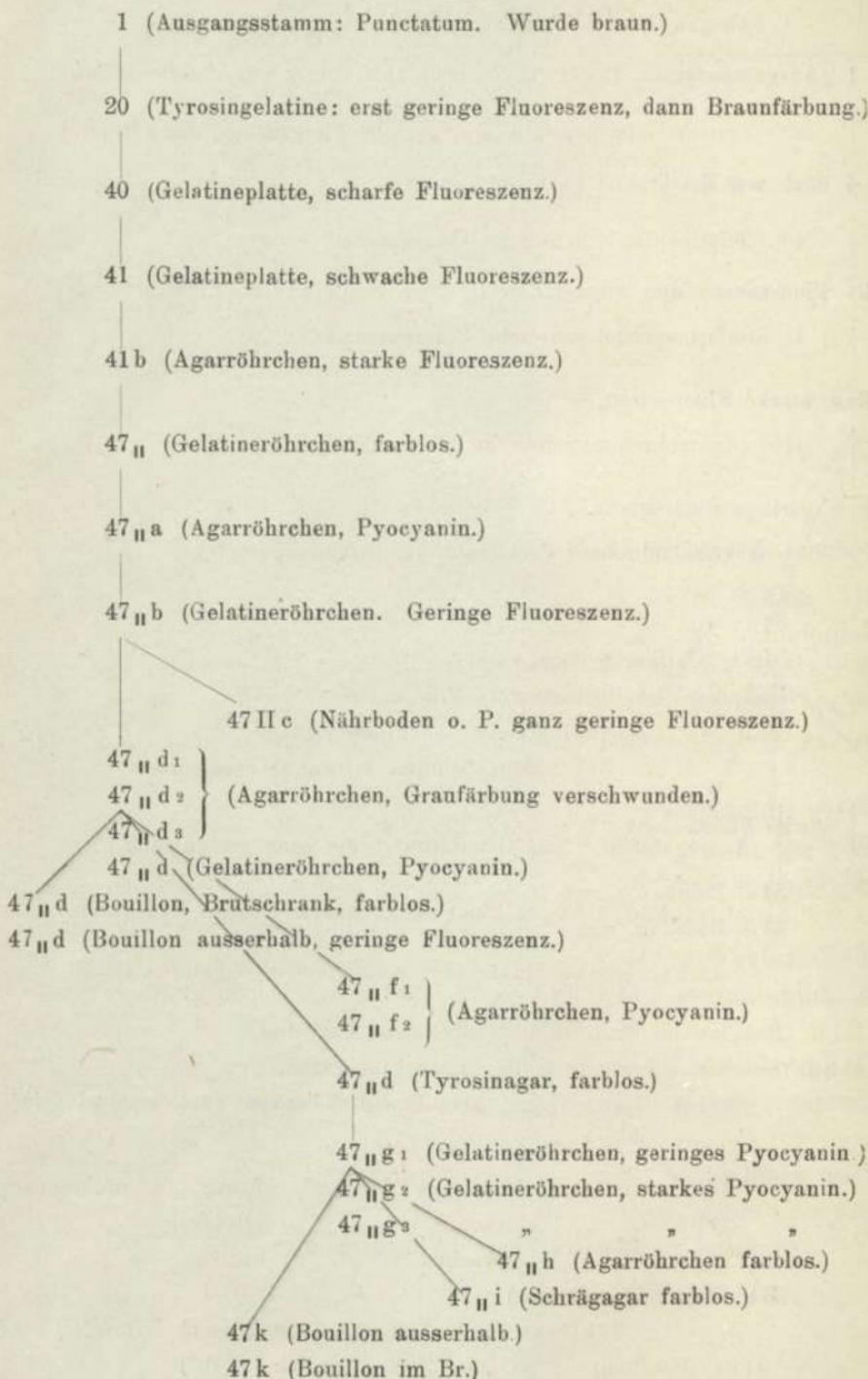
34 g (Strichagar, Fluoreszenz).

34 i (Schrägagar farblos)

34 k (Bouillon ausserhalb.)

34 k (Bouillon im Br.)

Tafel für Stamm 47_{II}.



Tafel für Stamm 41b.

1 (Ausgangspunkt, Punctatum [wurde später braun.]

20 (Tyrosin-Gelatineplatte, erst geringe Fluoreszenz, dann braun.)

40 (Gelatineplatte, schwache Fluoreszenz.)

41 (Gelatineplatte, schwache Fluoreszenz.)

41b (Agarröhrchen, schwache Fluoreszenz.)

41ba (Agarröhrchen, Pyocyanin, Lindenblütengeruch.)

41bb (Gelatineröhrchen, farblos.)

41ba (Agarröhrchen [im Brutschrank], Fluoreszenz.)

41ba (Agarröhrchen [ausserhalb], schwache Fluoreszenz.)

41bc (Nährboden: Schütze, schwache Fluoreszenz.)

41bd₁41bd₂41bd₃

(Agarröhrchen. Erst Graufärbung, die dann verschwand.)

41bd

(Gelatineröhrchen, etwas Fluoreszenz, später starkes Pyocyanin.)

41bf₁41bf₂

(Agarröhrchen, starke Fluoreszenz, später geringe Fluoreszenz.)

41bd (Bouillon im Brutschrank trübe, ohne Farbstoff.)

41bd (Bouillon ausserhalb trübe, etwas Fluoreszenz.)

41bd (Tyrosin-Agar, kein Farbstoff, später ganz geringe Grünfärbung.)

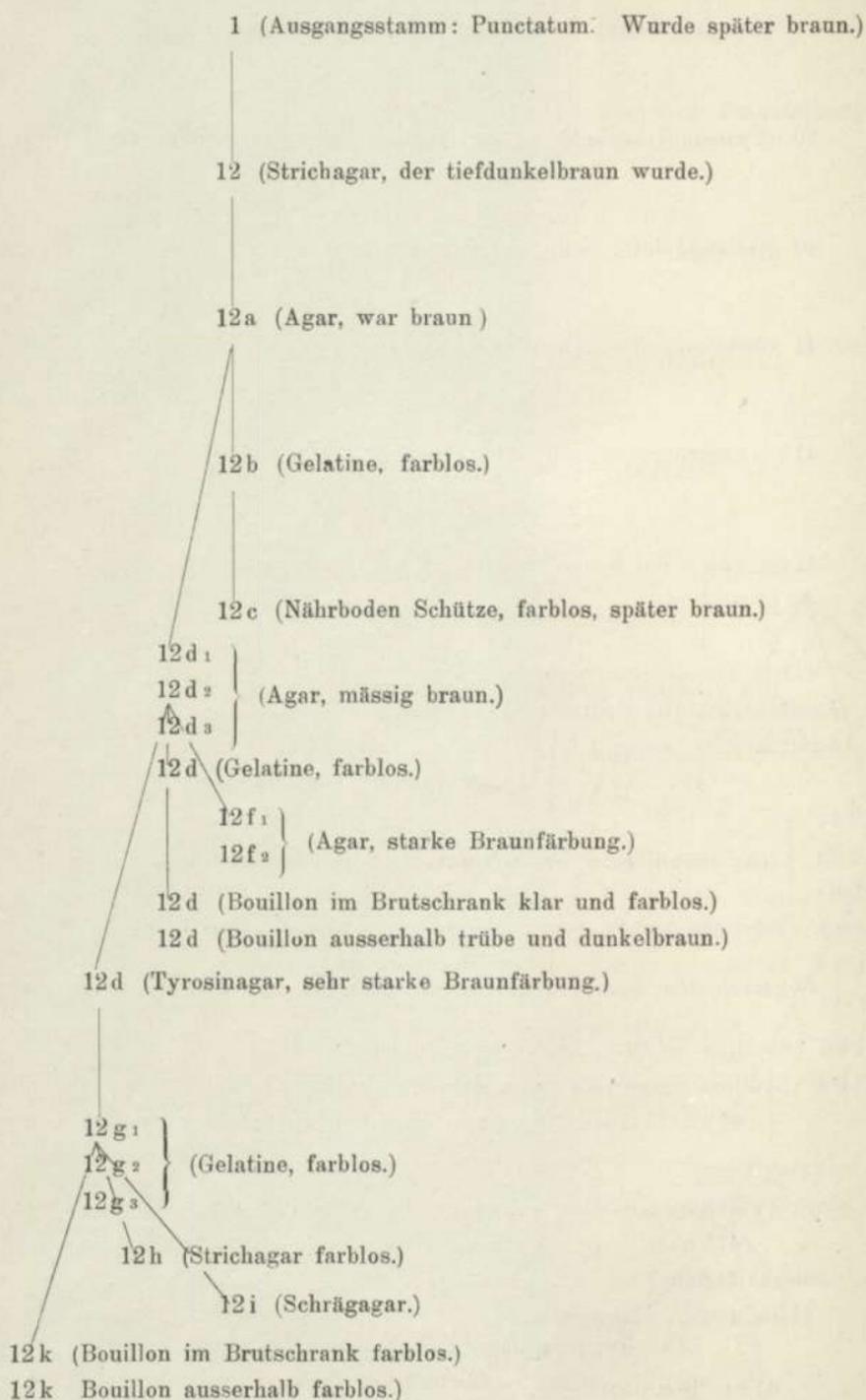
41bg₁ (Gelatine, schwaches Pyocyanin, beginn. Lindenblütenger.41bg₂ („ stärkeres „ stärkerer „)41bg₃ („ schwaches „ beginn. „)

41bh (Agar, Fluoreszenz.)

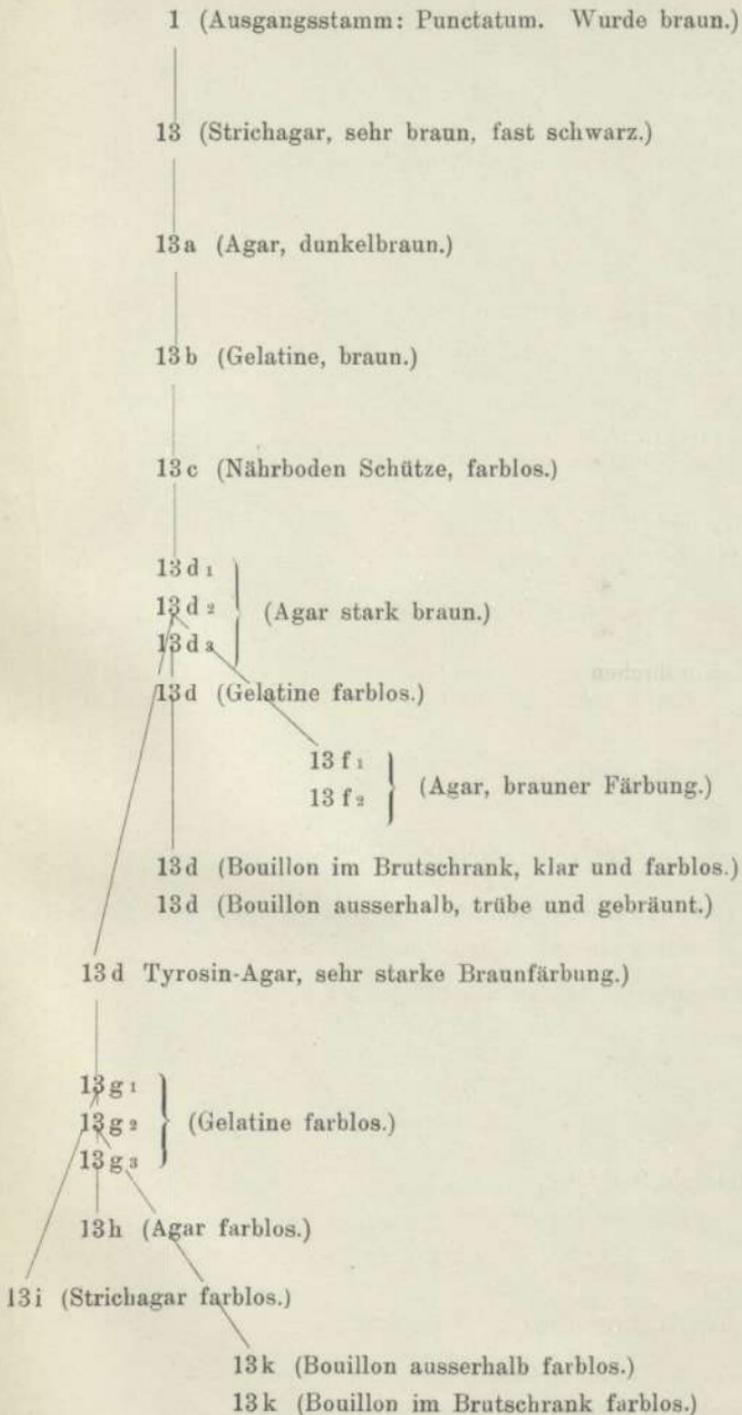
41bj (Strichagar, geringe Fluoreszenz.)

41bi (Bouillon)

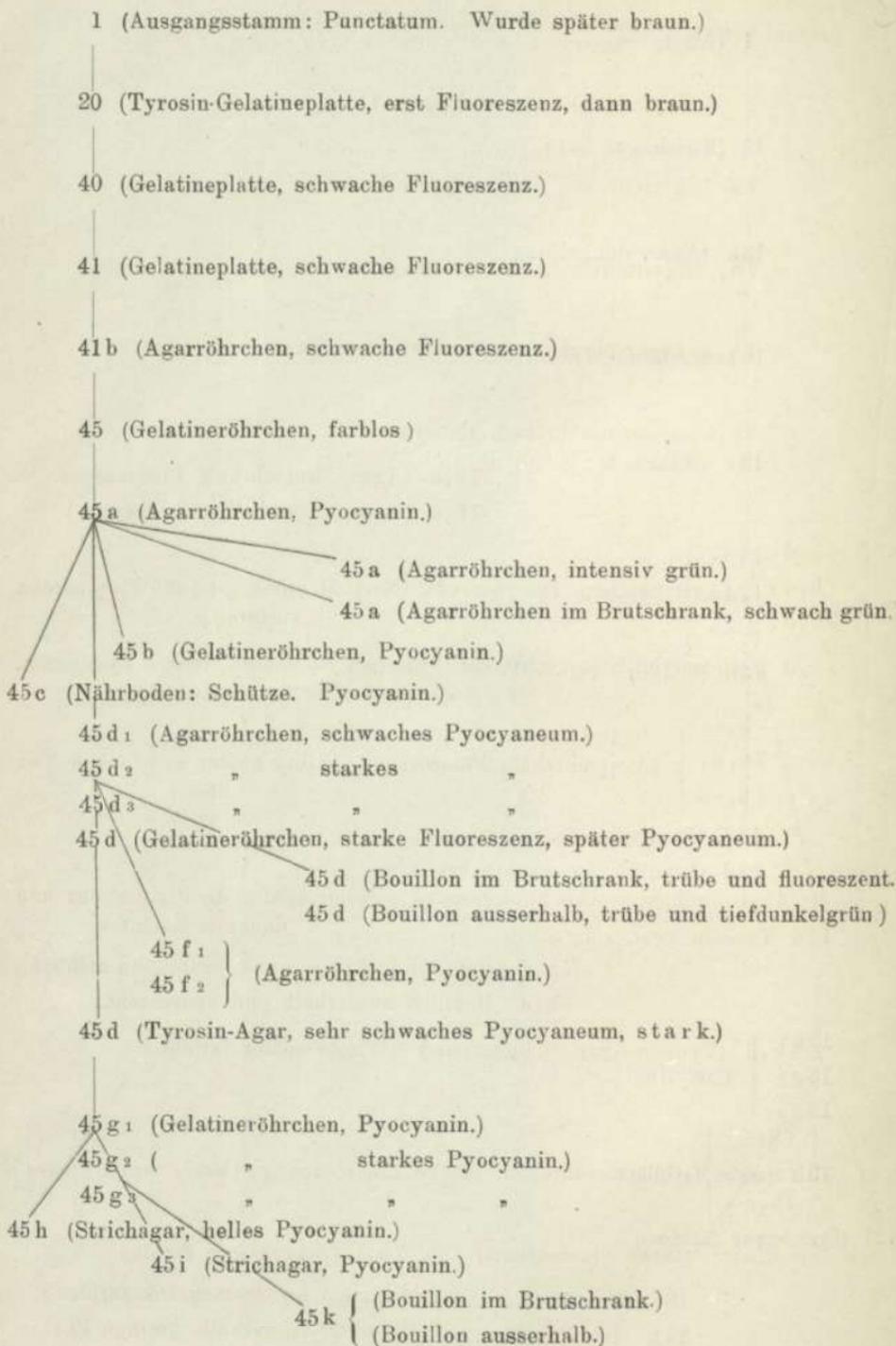
Tafel für Stamm 12 a.



Tafel für Stamm 13.



Tafel für Stamm 45.



Tafel für Stamm 7b₁,

1 (Ausgangsstamm: Punctatum, das braun wurde.)

7 (Gelatineröhrchen, wurde braun.)

7a (Agarröhrchen, wurde später braun.)

7b₁ (Agarröhrchen, Fluoreszenz.)7b₁a (Agarröhrchen, geringe Fluoreszenz.)7b₁b (Gelatineröhrchen, Pyocyanin.)7b₁a (Agar, Brutschrank, Fluoreszenz.)7b₁a (Agar, ausserhalb, Fluoreszenz.)7b₁d₁7b₁d₂7b₁d₃

(Agarröhrchen, Fluoreszenz.) (Nach Monaten ging die Fluoreszenz verloren.)

7b₁d

(Gelatineröhrchen, schwache Fluoreszenz, später starkes Pyocyanin.)

Auch das verlor der Farbstoff.)

7b₁e₁7b₁e₂7b₁e₃

(Agarröhrchen, Fluoreszenz.) (Ging später in braunen Ton über.)

7b₁e

(Gelatineröhrchen, Pyocyanin.)

7b₁f₁7b₁f₂

(Agarröhrchen, starke Fluoreszenz.) (Verlor später die Fluoreszenz und dunkelte nach.)

7b₁d (Bouillon in Brutschrank, trübe und gelblich.)7b₁d (Bouillon ausserhalb und fluoreszent.)7b₁d

(Tyrosin-Agar, Fluoreszenz.) (Wurde später farblos.)

7b₁g₁7b₁g₂7b₁g₃

(Gelatineröhrchen, starke Fluoreszenz.) (Verschwand später.)

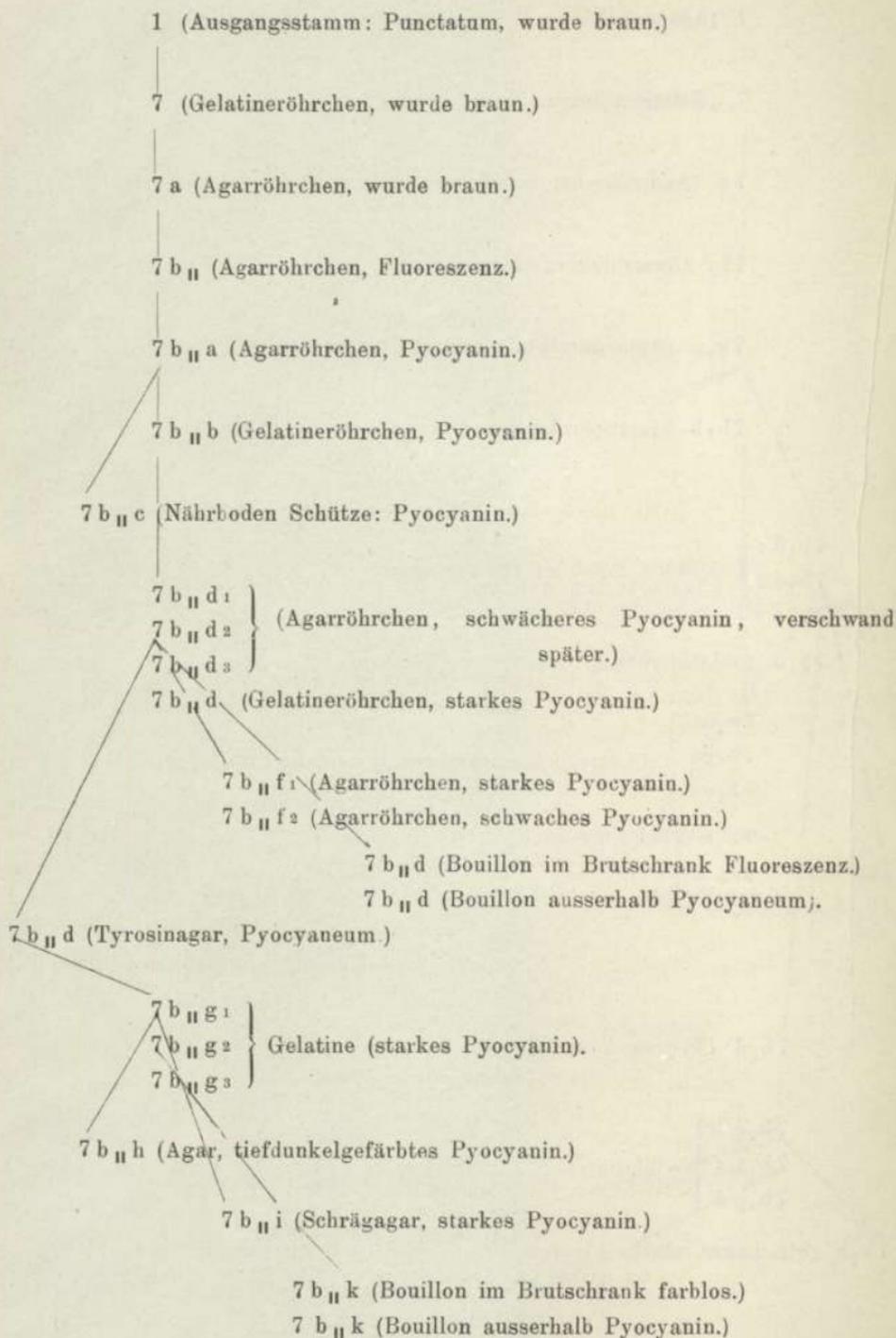
7b₁h

(Strichagar, starke Fluoreszenz.)

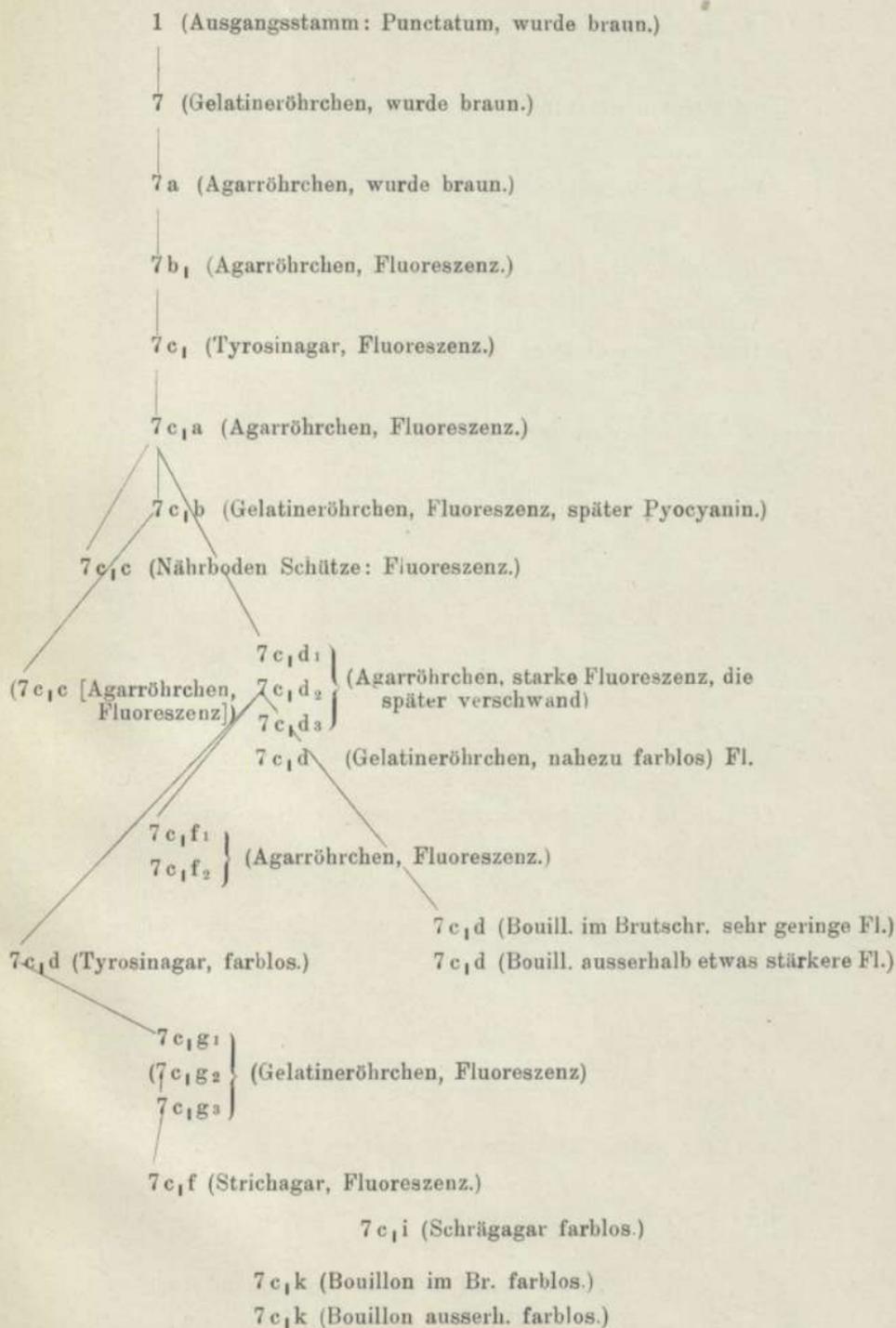
7b₁i

(Schrägagar, farblos.)

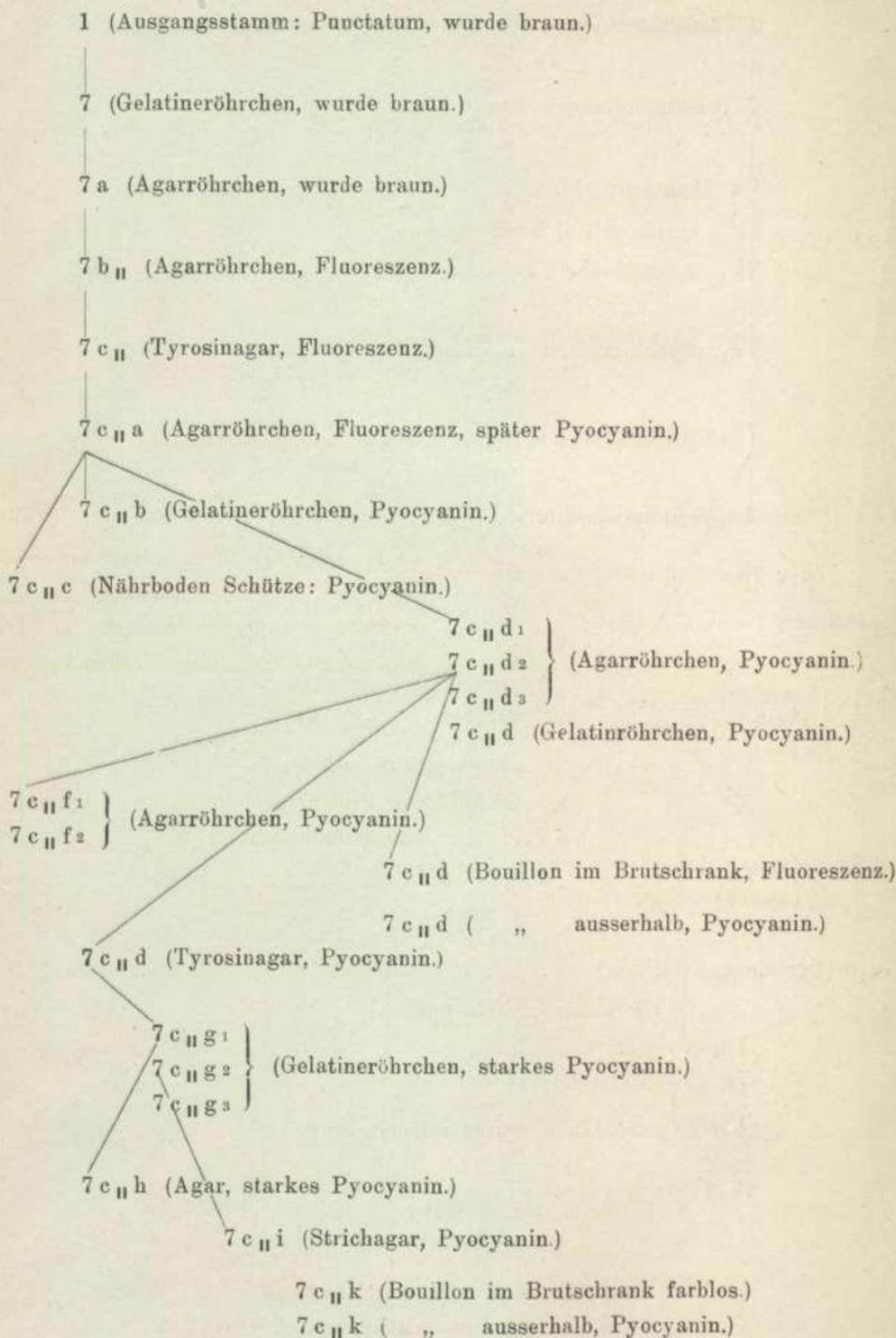
7b₁k(Bouillon im Brutschrank farblos.)
(Bouillon ausserhalb, geringe Fl.)

Tafel für Stamm 7 b_{II}.

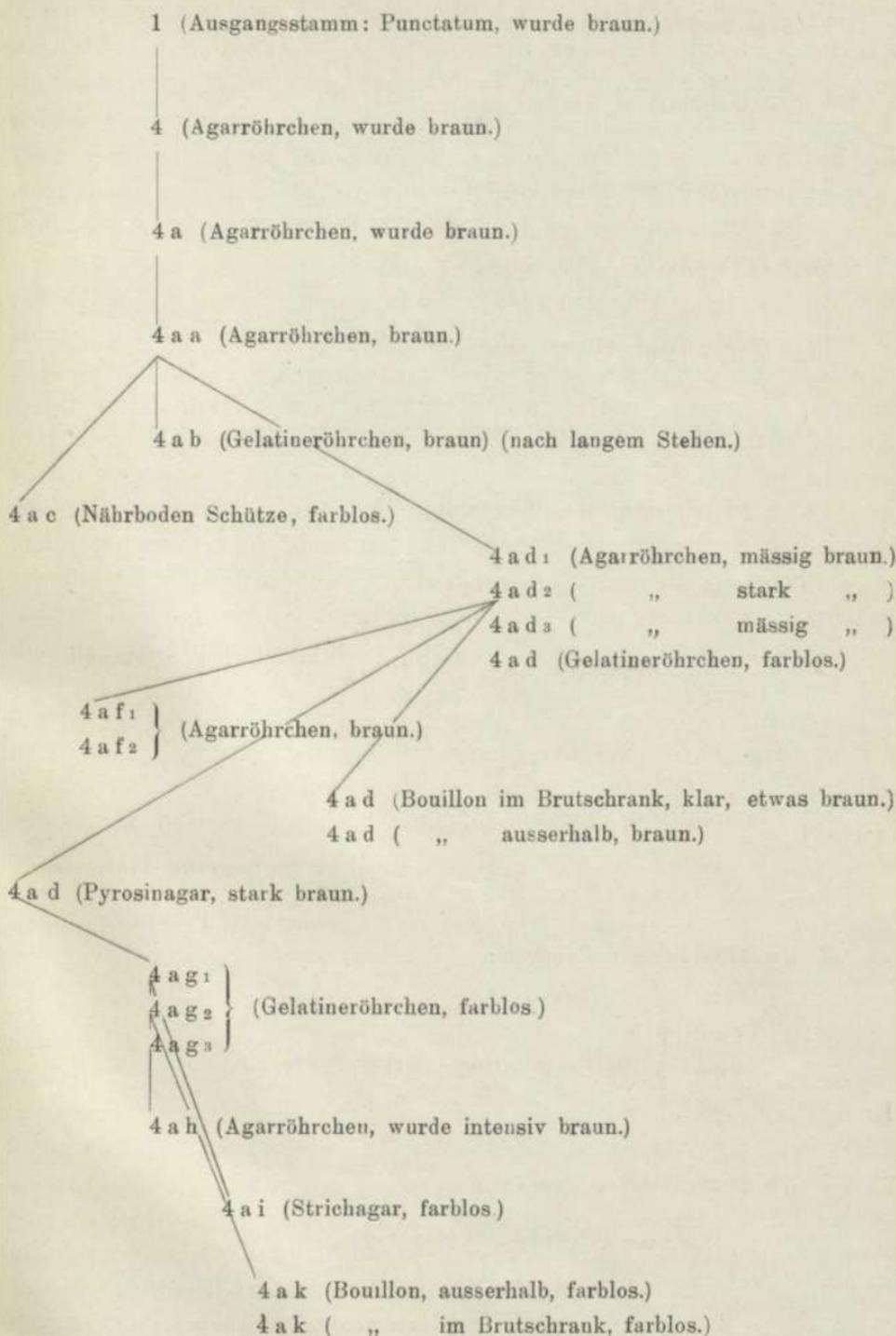
Tafel für Stamm 7c.



Tafel für Stamm 7 c_{II}.



Tafel für Stamm 4a.



Kontrolle neuerer Ergebnisse durch Plattenkulturen.

Um die Richtigkeit der vorigen Untersuchung einwandfrei nachzuweisen, gleichzeitig aber auch, um die bisherigen Beobachtungen fortzusetzen, wurden mit den 11 Stämmen Plattenkulturen angelegt.

Diese Plattenkulturen müssen Kolonien aufweisen, die sämtlich in die Fluorescens-Gruppe einzureihen sind bezüglich ihres Verflüssigungsvermögens, ihres makro- und mikroskopischen Aussehens, aber sie müssen teils gar keinen, teils blauen, teils grünen Farbstoff produzieren können.

Bei der Herstellung der Platten war es nötig, auf einer möglichst grossen Platte möglichst wenig Kolonien zu erhalten, damit trotz ausgedehnter Verflüssigung jede Kolonie recht lange beobachtet werden konnte, bevor sie zur Abimpfung verwandt wurde. Ich nahm grosse Petrischalen. Als Nährboden verwandte ich Gelatine. Die Platten wurden in der üblichen Weise gegossen, dass drei Gelatineröhrchen geschmolzen wurden und in das erste eine Spur der zu verwendenden Reinkultur gegeben wurde. Nach kräftigem Schütteln wurde aus dem ersten eine Öse in ein zweites und nach Umschütteln zwei Ösen aus dem zweiten in ein drittes Röhrchen gegeben. Dieses letzte Röhrchen wurde vermengt mit 4—5 verflüssigten, sterilen Gelatineröhrchen und das Ganze dann in die Schale gegossen.

Waren die einzelnen Kolonien in ihrem Wachstum genügend fortgeschritten, so wurden die zur weiteren Untersuchung geeigneten auf Agar- und Gelatineröhrchen gleichzeitig abgestochen.

Die auf diese Weise gewonnenen Röhrchen wurden untersucht auf ihr Wachstum, auf ihre Farbstoffproduktion und auf ihre Riechstoffproduktion am 10., am 16. und am 60. Tag.

Am Ende der Untersuchung ist das Ergebnis in Farben zusammengefasst.

Untersuchung von 34g.

Nach 3 Tagen zeigten die Platten das gewünschte Wachstum. (Gegossen 9. IX. 1910.) Die 1. und 2. Verdünnung wies zahlreiche Keime auf, die den ganzen Nährboden zur Verflüssigung brachten. Die verflüssigte Gelatine fluoreszierte mässig. Die 3. Verdünnung hatte die notwendig geringe Zahl von Kolonien aufzuweisen. Einzelne waren im Wachstum so weit vorgeschritten, dass sie unschwer als typische Punctaten-Kolonien erkannt werden konnten. Andere präsentierten sich noch als kleine weisse Punkte. Eine Fluoreszenz war nirgends zu erkennen. Im Mikroskop zeigten die schalenförmigen

Keime einen fein behaarten Rand; die jungen, punktartigen sind glattrandig. Von dieser Platte wurden drei einwandfreie Keime auf Gelatine und Agar abgestochen. (12. III. 1910.) 34g₁. 34g₂. 34g₃.

Tabelle 39.

	Stamm	Nährboden	Wachstum	Farbstoffbildung	Riechstoffbildung	Bemerkungen
untersucht nach 10 Tagen	34g ₁	Agar	stark	starke Fl.	schwach ammoniak.	
	34g ₂	"	"	sehr starke Fl.	" "	
	34g ₃	"	"	starke Fl.	" "	
	34g ₁	Gelatine	zur Hälfte verflüssigt	starke Fl.	stark ammoniak.	bleibt beim Schütteln unverändert
	34g ₂	"	$\frac{1}{3}$ verfl.	" "	" "	bleibt beim Schütteln unverändert
	34g ₃	"	$\frac{1}{3}$ "	sehr starke Fl.	" "	bleibt beim Schütteln unverändert
untersucht nach 16 Tagen	34g ₁	Agar	stark	Fluoreszenz	stark ammoniak.	
	34g ₂	"	"	schwache Fl.	" "	
	34g ₃	"	"	" "	" "	
	34g ₁	Gelatine	$\frac{3}{4}$ verfl.	gute Fl.	" "	bleibt nach Schütteln unverändert
	34g ₂	"	$\frac{2}{3}$ "	" "	" "	bleibt nach Schütteln unverändert
	34g ₃	"	$\frac{2}{3}$ "	" "	" "	bleibt nach Schütteln unverändert
nach 2 Mon.	34g ₁	Agar		Fluoreszenz	ammoniakalisch	
	34g ₂	"		"	"	
	34g ₃	"		"	"	

Also: Alle Abkömmlinge typische Fluorescentes.

Untersuchung von 47_{II}g.

Nach 5 Tagen zeigen die Platten das gewünschte Wachstum. (Gegossen 9. IX. 1910.) Die 1. Verdünnung zeigte zunächst keine Verflüssigungstendenz. Erst am 4. Tage verflüssigte die stark bewachsene Gelatine mässig. Die Verflüssigung fluoreszierte ziemlich stark.

Ebenso ging es mit der 2. Verdünnung. Auch hier starke Fluoreszenz.

Die 3. Verdünnung ist schön bewachsen. Sie zeigt Kolonien, die alle verflüssigen und das Aussehen der Fluorescentes haben, doch machen die einzelnen Keime den Eindruck, als ob einzelne fluoreszieren, andere nicht. Die Platte zeigte ich mehreren Herrn, die gleichfalls diesen Eindruck hatten. Junge Kolonien präsentieren sich als kleine, weisse Punkte mit glattem Rand. ältere Kulturen zeigen behaarten Rand.

Es wurden auf Agar und Gelatine farblose und fluoreszierende Kolonien abgestochen. (15. IX. 1910.) Farblos 47₁₁g₁a. 47₁₁g₂a. 47₁₁g₃a. Fluoreszenz 47₁₁g₁b. 47₁₁g₂b. 47₁₁g₃b.

Tabelle 40.

	Stamm	Nährboden	Wachstum	Farbstoffbildung	Riechstoffbildung	Bemerkung
nach 10 Tagen	47 ₁₁ g ₁ a	Agar	stark	gute Fl.	geruchlos	durch Schütteln keine Veränderung
	47 ₁₁ g ₁ a	Gelat.	1/4 verfl.	" "	"	
	47 ₁₁ g ₂ a	Agar	stark	gute Fl.	geruchlos	durch Schütteln keine Veränderung
	47 ₁₁ g ₂ a	Gelat.	1/4 verfl.	" "	wenig ammoniakal.	
	47 ₁₁ g ₃ a	Agar	stark	gute Fl.	stark ammoniakal.	durch Schütteln keine Veränderung
	47 ₁₁ g ₃ a	Gelat.	1/4 verfl.	" "	schwach ammoniakal.	
	47 ₁₁ g ₁ b	Agar	stark	gute Fl.	geruchlos	durch Schütteln keine Veränderung
	47 ₁₁ g ₁ b	Gelat.	1/4 verfl.	" "	"	
	47 ₁₁ g ₂ b	Agar	stark	gute Fl.	geruchlos	durch Schütteln keine Veränderung
	47 ₁₁ g ₂ b	Gelat.	1/4 verfl.	" "	"	
	47 ₁₁ g ₃ b	Agar	stark	gute Fl.	geruchlos	durch Schütteln keine Veränderung
	47 ₁₁ g ₃ b	Gelat.	1/4 verfl.	" "	"	
nach 16 Tagen	47 ₁₁ g ₁ a	Agar	stark	gute Fl.	geruchlos	keine Veränderung
	47 ₁₁ g ₁ a	Gelat.	1/3 verfl.	" "	"	
	47 ₁₁ g ₂ a	Agar	stark	gute Fl.	geruchlos	keine Veränderung
	47 ₁₁ g ₂ a	Gelat.	1/2 verfl.	" "	stark ammoniakal.	
	47 ₁₁ g ₃ a	Agar	stark	gute Fl.	geruchlos	keine Veränderung
	47 ₁₁ g ₃ a	Gelat.	1/3 verfl.	" "	"	
	47 ₁₁ g ₁ b	Agar	stark	gute Fl.	geruchlos	keine Veränderung
	47 ₁₁ g ₁ b	Gelat.	1/3 verfl.	" "	"	
	47 ₁₁ g ₂ b	Agar	stark	gute Fl.	geruchlos	keine Veränderung
	47 ₁₁ g ₂ b	Gelat.	1/3 verfl.	" "	"	
	47 ₁₁ g ₃ b	Agar	stark	gute Fl.	geruchlos	keine Veränderung
	47 ₁₁ g ₃ b	Gelat.	1/3 verfl.	" "	"	

Tabelle 41.

	Stamm	Nährboden	Wachstum	Farbstoffbildung	Riechstoffbildung	Bemerkung
nach 2 Monaten	47 _{II} g ₁ a	Agar		Fluoreszenz	geruchlos	
	47 _{II} g ₁ a	Gelatine		"	schwach aromatisch	
	47 _{II} g ₂ a	Agar		Fluoreszenz	ammoniakalisch	
	47 _{II} g ₂ a	Gelatine		"	"	
	47 _{II} g ₃ a	Agar		Fluoreszenz	ammoniakalisch	
	47 _{II} g ₃ a	Gelatine		"	"	
	47 _{II} g ₁ b	Agar		Fluoreszenz	ammoniakalisch	
	47 _{II} g ₁ b	Gelatine		"	"	
	47 _{II} g ₂ b	Agar		Fluoreszenz	ammoniakalisch	
	47 _{II} g ₂ b	Gelatine		"	"	
	47 _{II} g ₃ b	Agar		Fluoreszenz	geruchlos	
	47 _{II} g ₃ b	Gelatine		"	"	

Also: Alle Abkömmlinge typische Fluorescentes.

Untersuchung von 41bg.

Nach 5 Tagen entsprechendes Wachstum. (Gegossen 9. IX. 1910.)

1. Verdünnung massenhaft bewachsen. Verflüssigung fehlt gänzlich, starke Fluoreszenz. Ebenso 2. Verdünnung. Am 6. Tag langsame Verflüssigung. Am 6. Tag ist die 3. Verdünnung weit genug vorgeschritten. Alle Kolonien verflüssigen. Auch fluoresziert der weit-aus grössere Teil. Makroskopisch sind 2 Arten von Kolonien zu unterscheiden. Einmal solche, die eine konzentrische Ringbildung aufweisen und einen wenig behaarten Rand haben, und dann andere, die einen schön behaarten Rand erkennen lassen, sonst aber aus gleichmässig verteilten Granulationsmassen bestehen. Erstere fluoreszieren stark, letztere schwach oder gar nicht. Selten schön ist die konzentrische Ringbildung der ersten Art. Wie mit dem Zirkel gezeichnet, wechselt helle mit dunkler Schichtung ab.

Von der ersten Art wurden 2 Gelatine- und Agarröhrchen gestochen am 15. IX. 1910. 41bg₁. 41bg₂.

Von der zweiten Art je eines: 41bg₃.

Tabelle 41.

	Stamm	Nährboden	Wachstum	Farbstoffbildung	Riechstoffbildung	Bemerkungen
untersucht nach 10 Tagen	41 b g ₁	Agar	stark	gute Fl.	geruchlos	durch Schütteln unveränd.
	41 b g ₁	Gelat.	$\frac{1}{4}$ verfl.	„ „	„	
	41 b g ₂	Agar	stark	gute Fl.	geruchlos	durch Schütteln unveränd.
	41 b g ₂	Gelat.	$\frac{1}{4}$ verfl.	„ „	schwach. Lindenblütenger.	
	41 b g ₃	Agar	stark	gute Fl.	geruchlos	durch Schütteln unveränd.
	41 b g ₃	Gelat.	$\frac{1}{4}$ verfl.	„ „	„	
untersucht nach 16 Tgn.	41 b g ₁	Agar	stark	gute Fl.	schwach. Lindenblütenger.	keine Veränderung
	41 b g ₁	Gelat.	$\frac{1}{3}$ verfl.	„ „	„ „	
	41 b g ₂	Agar	stark	gute Fl.	schwach. Lindenblütenger.	keine Veränderung
	41 b g ₂	Gelat.	$\frac{1}{3}$ verfl.	„ „	„ „	
	41 b g ₃	Agar	stark	gute Fl.	geruchlos	keine Veränderung
	41 b g ₃	Gelat.	$\frac{1}{4}$ verfl.	„ „	„	
untersucht nach 2 Mtn.	41 b g ₁	Agar		Fluoresz.	schwach. Lindenblütenger.	
	41 b g ₁	Gelat.		„	„ „	
	41 b g ₂	Agar		Fluoresz.	schwach ammoniakalisch	
	41 b g ₂	Gelat.		„	„ „	
	41 b g ₃	Agar		Fluoresz.	schwach. Lindenblütenger.	
	41 b g ₃	Gelat.		„	„ „	

Hier zeigten alle Plattenkulturabkömmlinge — auch von der ursprünglich farblosen Kolonie — gleichmässig Fluoreszenz, 2 Lindenblütengeruch, 1 schwach Ammonikgeruch — kein Pyocyanin.

Untersuchung von 13 ag.

Nach 4 Tagen zeigte die erste Verdünnung das gewünschte Wachstum. (Gegossen 9. IX. 1910.) Die 2. und 3. Verdünnung lässt noch keine Keime erkennen.

Die einzelnen Kolonien entsprechen den typischen Punktaten, die ganze Platte ist farblos. Ganz junge Kolonien weisen kleine, weisse Punktform auf.

Es wurden drei einwandfreie Keime abgestochen auf Agar und Gelatine. (13. IX. 1910.) 13 ag₁. 13 ag₂. 13 ag₃.

Tabelle 43.

	Stamm	Nährboden	Wachstum	Farbstoffbildung	Riechstoffbildung	Bemerkungen
untersucht n. 14 Tgn.	13 ag ₁	Agar	Oberfläche schwach Stich gut	keine	schw. ammoniak.	
	13 ag ₂	"	"	"	"	
	13 ag ₃	"	"	"	"	
	13 ag ₁	Gelat.	$\frac{1}{3}$ verflüssigt	keine	stark ammoniak.	
	13 ag ₂	"	" "	"	"	
	13 ag ₃	"	" "	"	"	
untersucht n. 14 Tgn.	13 ag ₁	Agar	Oberfläche schwach	keine	schw. ammoniak.	
	13 ag ₂	"	Stich; feine Ver- ästelungen	"	"	
	13 ag ₃	"	"	"	"	
	13 ag ₁	Gelat.	$\frac{1}{3}$ verflüssigt	keine	stark ammoniak.	
	13 ag ₂	"	" "	"	"	
	13 ag ₃	"	" "	"	"	
nach 2 Monaten	13 ag ₁	Agar		keine	ammoniakal.	
	13 ag ₂	"		"	"	
	13 ag ₃	"		"	"	
	13 ag ₁	Gelat.		keine	ammoniakal.	
	13 ag ₂	"		"	"	
	13 ag ₃	"		"	"	

Die Untersuchung vom Stamm 12 ag verlief vollkommen gleich der von 13 ag. Sie ist deshalb nicht aufgenommen.

Es wurden also hier 3 typische farblose Punktaten gewonnen — wie der Stamm 13 gewesen war — aber im Gegensatz zu den früheren Beobachtungen niemals Braunfärbung.

Untersuchung von 45 g.

Nach 6 Tagen entsprechendes Wachstum. (Gegossen am 9. IX. 1910.)

1. Verdünnung verflüssigte normal und zeigte starke Fluoreszenz. Ebenso die 2. Verdünnung, nur war die Fluoreszenz geringer. Die 3. Platte zeigt einige 20 Kolonien, die schon makroskopisch verschieden waren. Im ganzen waren es eigentlich 5 verschiedene Arten:

1. Stark verflüssigende Kolonien, die reichlich Farbstoff produzierten und sofort als Pyocyanei zu erkennen waren.

2. Stark verflüssigende Kolonien, die farblos gewachsen waren und ohne weiteres dem *Bacterium punctatum* einzureihen sind.

3. Geringe Verflüssigung zeigende, weisse Kolonien mit tief gelegendem, weissem Zentrum, weissem Rand, der fein gefasert ist.

4. Nicht verflüssigende, weisse Kolonien mit saftiger Oberfläche und glattem Rand.

5. Nicht verflüssigende, gelbe Kolonien, im Aussehen 4 entsprechend.

Die mit 1 bezeichneten Kolonien sind Pyocyanei.

Die mit 2 bezeichneten Kolonien sind Punctati.

Die mit 3 bezeichneten Kolonien sind dem *Bacterium Zimmermann*, das er als *Bacterium annulatum* bezeichnet, einzureihen.

Die 5 Kulturen sind makroskopisch und mikroskopisch im Bilde festgehalten.

Tabelle 44.

	Stamm	Nährboden	Wachstum	Farbstoffbildung	Riechstoffbildung	Bemerkungen
untersucht nach 10 Tagen	45 g ₁	Agar	stark	starker grüner Ring	stark Lindenblüten	
	45 g ₁	Gelat.	Zyl. 1/4 verfl.	„ „ „	„ „	durch Schütteln intensiv grünblau
	45 g ₂	Agar	stark	starke Fluoreszenz	schwach Lindenbl.	
	45 g ₂	Gelat.	Trichter 1/3 verfl.	„ „	geruchlos	durch Schütteln keine Veränderung
	45 g ₃	Agar	stark	grünblauer Ring bis 1/3	stark Lindenblüten	
	45 g ₃	Gelat.	Trichter 1/4 verfl.	starke Fluoreszenz	schwach Lindenbl.	durch Schütteln keine Veränderung
	45 g ₄	Agar	Oberfläche schwach, Stich gut	starker grüner Ring	geruchlos	
	45 g ₄	Gelat.	Zyl. 1/4 verfl.	starke Fluoreszenz	„	durch Schütteln keine Veränderung
	45 g ₅	Agar	stark	starke Fluoreszenz	schwach Lindenbl.	
	45 g ₅	Gelat.	Zyl. 1/4 verfl.	„ „	„ „	durch Schütteln etwas intensiver

	Stamm	Nährboden	Wachstum	Farbstoffbildung	Riechstoffbildung	Bemerkungen
untersucht nach 16 Tagen	45 g ₁	Agar	stark	starker grüner Ring	stark Lindenblüten	wie oben
	45 g ₁	Gelat.	$\frac{1}{3}$ verfl.	Verflüssigungszone grünblau	„ „	
	45 g ₂	Agar	stark	nahezu farblos	schwach Lindenbl.	keine Veränderung
	45 g ₂	Gelat.	$\frac{1}{3}$ verfl.	etwas Fluoreszenz	geruchlos	
	45 g ₃	Agar	stark	starker grüner Ring	stark Lindenblüten	wie oben
	45 g ₃	Gelat.	$\frac{1}{3}$ verfl.	Verflüssigungszone grünblau	„ „	
	45 g ₄	Agar	stark	Fluoreszenz	geruchlos	keine Veränderung
	45 g ₄	Gelat.	$\frac{1}{3}$ verfl.	„	„	
	45 g ₅	Agar	stark	ganz schwach grüner Ring	schwach Lindenbl.	durch Schütteln stark grünblau
	45 g ₅	Gelat.	$\frac{2}{3}$ verfl.	Verflüssigungszone grünblau	„ „	
untersucht nach 2 Monaten	45 g ₁	Agar		starker grüner Ring	stark Lindenblüten	durch Schütteln intensiv blaugrün
	45 g ₁	Gelat.		„ „ „	„ „	
	45 g ₂	Agar		nahezu farblos	schwach Lindenbl.	
	45 g ₂	Gelat.		etwas Fluoreszenz	„ ammoniak.	
	45 g ₃	Agar		sehr starker grüner Ring	stark Lindenblüten	durch Schütteln intensiv blaugrün
	45 g ₃	Gelat.		„ „ „ „	„ „	
	45 g ₄	Agar		schwache Fluoreszenz	schwach Lindenbl.	
	45 g ₄	Gelat.		stärkere Fluoreszenz	„ „	
	45 g ₅	Agar		sehr schw. grüner Ring	schwach ammoniak.	durch Schütteln intensiv blaugrün
	45 g ₅	Gelat.		starker grüner Ring	stark „	

Es sind also aus der gleichen Kultur N. 45 g gezogen:

g₁ g₂ g₅ Typisches Bact. pyocyanum mit Pyocyanin und Lindenblütengeruch;

g₂ g₄ Bact. fluorescens durch schwachen Lindenblütengeruch einen Übergang zu B. pyocyanum vermittelnd, aber ohne Pyocyanin.

Untersuchung von 7b₁g.

Nach 8 Tagen waren die Kolonien weit genug vorgeschritten.

Die erste Platte war vollkommen verflüssigt und fluoreszierte stark. Ebenso die 2. Platte.

Die 3. Platte war von 30 grossen Kolonien bewachsen, die stark verflüssigten. Alle fluoreszierten stark, nur 2 nicht. Dazwischen waren viele kleine gelbe Punkte. Mikroskopisch ergaben beide Arten die bekannten Bilder. Zu bemerken ist noch, dass einige der punktförmigen Kulturen auch an der Oberfläche sasssen. Es wurden abgestochen die stark fluoreszierenden verflüssigenden Kolonien auf Gelatine 7b₁g₁a und Agar 7b₁g₁b,
 29. IX. 1910 die nichtfluoreszierenden verflüssigenden Kolonien auf Gelatine 7b₁g₂a und Agar 7b₁g₂b,
 die punktförmigen, nicht verflüssigenden Kolonien auf Gelatine 7b₁g₃a und Agar 7b₁g₃b.

Tabelle 45.

	Stamm	Nährboden	Wachstum	Farbstoffbildung	Riechstoffbildung	Bemerkungen
nach 10 Tagen	7b ₁ g ₁ a	Agar	sehr stark	starke Fluor.	schw. Lindenblüt.	durch Schütteln keine Veränderung
	7b ₁ g ₁ b	Gelat.	zylindr. Verflüss. Häutchenbildung	„ „	„ „	
	7b ₁ g ₂ a	Agar	stark	schwäch. Fl.	geruchlos	durch Schütteln keine Veränderung
	7b ₁ g ₂ b	Gelat.	zyl. ¹ / ₄ verflüss.	„ „	„	
	7b ₁ g ₃ a	Agar	stark	Fluoreszenz	geruchlos	durch Schütteln keine Veränderung
	7b ₁ g ₃ b	Gelat.	zyl. ¹ / ₃ verflüss.	„	schw. Lindenblüt.	
nach 16 Tagen	7b ₁ g ₁ a	Agar	stark	starke Fluor.	Lindenblütenger.	keine Veränderung
	7b ₁ g ₁ b	Gelat.	² / ₃ verflüssigt	„ „	„	
	7b ₁ g ₂ a	Agar	stark	schw. Fluor.	geruchlos	keine Veränderung
	7b ₁ g ₂ b	Gelat.	¹ / ₃ verflüssigt	farblos	„	
	7b ₁ g ₃ a	Agar	stark	Fluoreszenz	geruchlos	keine Veränderung
	7b ₁ g ₃ b	Gelat.	² / ₃ verflüssigt	starke Fluor.	schw. Lindenbl.	
nach 2 Monaten	7b ₁ g ₁ a	Agar		Fluoreszenz	schw. aromatisch	
	7b ₁ g ₁ b	Gelat.		„	„	
	7b ₁ g ₂ a	Agar		Fluoreszenz	schw. aromatisch	
	7b ₁ g ₂ b	Gelat.		„	„	
	7b ₁ g ₃ a	Agar		Fluoreszenz	schw. aromatisch	
	7b ₁ g ₃ b	Gelat.		„	„	

Es wurden also erhalten:

7b₁g₁ Bact. fluorescens mit Übergang gegen Bact. pyocyaneum;

7b₁g₃ ähnlich, a;

7b₁g₂ Bact. fluorescens schwach fluoreszierend.

Untersuchung von 7b_{II}g.

Nach 6 Tagen waren die Platten schön bewachsen. Die 1. und 2. Verdünnung verflüssigte stark, die 3. wies ca. 30 verflüssigende Kolonien auf; dazwischen ganz wenige — etwa 8—10 — nichtverflüssigende.

Auf der letzten Platte fluoreszierten einige Kolonien sehr stark wie Pyocyanei (1), andere fluoreszierten mässig wie Fluorescentes (2). Wieder andere fluoreszierten gar nicht (3) und dann die nichtverflüssigenden (4).

Gelatine 7b _{II} g ₁ a	Agar 7b _{II} g ₁ b	
7b _{II} g ₂ a	7b _{II} g ₂ b	30. IX. 1910.
7b _{II} g ₃ a	7b _{II} g ₃ b	
7b _{II} g ₄ a	7b _{II} g ₄ b.	

Da aber die 3. Platte eine bestimmte Anordnung der Kolonien derart erkennen liess, dass gegen den einen Rand zu alle Kolonien stark fluoreszierten, bis gegen die Mitte zu geringe Fluoreszenz zu erkennen war und von da aus bis zum anderen Rand farblose Kolonien gewachsen waren, so wurden von den 3 Sorten Gelatineplatten 7b_{II}g₁, 7b_{II}g₂, 7b_{II}g₃ gegossen.

Tabelle 46.

	Stamm	Nährboden	Wachstum	Farbstoffbildung	Riechstoffbildung	Bemerkungen
untersucht nach 10 Tagen	7b _{II} g ₁ a	Agar	stark	Fluoreszenz	schwach Lindenbl.	durch Schütteln blaugrün
	7b _{II} g ₁ b	Gelat.	Zyl. 1/2 verfl.	„	stärker „	
	7b _{II} g ₂ a	Agar	zieml. stark	schw. Pyocyaninring	Lindenblüten	durch Schütteln blaugrün
	7b _{II} g ₂ b	Gelat.	Zyl. 1/2 verfl.	Fluoreszenz	„	
	7b _{II} g ₃ a	Agar	stark	ganz schw. P.-Ring	Lindenblüten	durch Schütteln keine Veränder.
	7b _{II} g ₃ b	Gelat.	Zyl. 1/5 verfl.	Farblos	„	
	7b _{II} g ₄ a	Agar	stark	schw. Pyocyaninring	schwach Lindenbl.	durch Schütteln tiefdunkelblau- grün
	7b _{II} g ₄ b	Gelat.	Zyl. 1/2 verfl.	Fluoreszenz mit ganz schmalem Ring	stark „	

	Stamm	Nährboden	Wachstum	Farbstoffbildung	Riechstoffbildung	Bemerkungen
untersucht nach 16 Tagen	7b ₁₁ g ₁ a	Agar	stark	schwache Fluoreszenz	schwach Lindenbl.	
	7b ₁₁ g ₁ b	Gelat.	1/2 verfl.	starke „	„	wie oben
	7b ₁₁ g ₂ a	Agar	stark	starke Fluoreszenz	Lindenblüten	
	7b ₁₁ g ₂ b	Gelat.	2/3 verfl.	„	„	wie oben
	7b ₁₁ g ₃ a	Agar	stark	schwache Fluoreszenz	Lindenblüten	
	7b ₁₁ g ₃ b	Gelat.	1/5 verfl.	„	geruchlos	keine Veränder.
	7b ₁₁ g ₄ a	Agar	stark	grüner Ring	Lindenblüten	
	7b ₁₁ g ₄ b	Gelat.	2/3 verfl.	stark grünblau	„	wie oben
untersucht nach 2 Monaten	7b ₁₁ g ₁ a	Agar		schwacher grüner Ring	aromatisch	
	7b ₁₁ g ₁ b	Gelat.		stärkerer „	„	durch Schütteln blaugrün
	7b ₁₁ g ₂ a	Agar		schwacher grüner Ring	aromatisch	
	7b ₁₁ g ₂ b	Gelat.		sehr starker „	„	durch Schütteln blaugrün
	7b ₁₁ g ₃ a	Agar		Fluoreszenz	aromatisch	
	7b ₁₁ g ₃ b	Gelat.		„	„	durch Schütteln blaugrün
	7b ₁₁ g ₄ a	Agar		schwacher grüner Ring	schwach aromatisch	
	7b ₁₁ g ₄ b	Gelat.		sehr starker „	aromatisch	durch Schütteln blaugrün

Alle Stämme, auch die auf der Platte gar keinen Farbstoff bildenden, erwiesen sich als mehr weniger typische Fluorescentes.

Platte 7b₁₁g₁.

1. Platte stark verflüssigt, geringe Fluoreszenz.
2. Platte stark verflüssigt, starke Fluoreszenz.
3. Platte zeigt 30 Kolonien, die, wie wir stets gesehen, stark fluoreszierende, gar nicht fluoreszierende und nicht verflüssigende, gelbe, scheibenförmige Kolonien aufweist.

Platte 7b₁₁g₂.

1. Platte stark verflüssigt und geringe Fluoreszenz.
2. Platte stark verflüssigt und geringe Fluoreszenz.
3. Platte. Hier überwiegen die gelben Scheiben. Daneben finden sich stark fluoreszierende und gar nichtfluoreszierende Kolonien.

Platte 7b₁₁g₃.

1. Platte verflüssigte stark und zeigte geringe Fluoreszenz.
2. Platte verflüssigte stark und zeigte stärkere Fluoreszenz.
3. Platte zeigt wenige Kolonien. Alle verflüssigen. Einzelne sind stark fluoreszent, einzelne geringer, wenige farblos.

Untersuchung von 7c₁g.

Nach 4 Tagen zeigten die Platten das erwünschte Wachstum.
(Gegossen 12. IX. 1910.)

Die dicht bewachsene 1. Platte zeigte Verflüssigung und mässige Fluoreszenz. Die 2. Verdünnung war gleichfalls verflüssigt und gering fluoreszent.

Die 3. Platte wies ca. 2 Dutzend Keime auf, und zwar ca. 8 stark fluoreszierende Kolonien mit kreisrundem tiefdunkelblauen Farbenhof rings um die Kolonie im Nährsubstrat;

3—4 Kolonien präsentierten sich als farblose Fluorescentes; der Rest war klein und liess weisse oder gelbe, saftige Punkte erkennen.

Von diesen verschiedenen Sorten wurden Röhrchen abgeimpft (16. IX. 1910), und zwar

- | | | |
|----------------------------------|-------------------|--|
| 7c ₁ g ₁ | Gelatine und Agar | (die kleinen, weissen Punkte), |
| 7c ₁ g ₂ | " " " | (die kleinen, gelben Punkte), |
| 7c ₁ g ₃ | " " " | (die farblosen Fluorescentes), |
| 7c ₁ g ₄ a | " " " | } (die stark fluoreszierenden Kolonien,
die einen blauen Hof aufwiesen, also
Pyocyanei). |
| 7c ₁ g ₄ b | " " " | |
| 7c ₁ g ₄ c | " " " | |
| | | |

Tabelle 47.

	Stamm	Nährboden	Wachstum	Farbstoffbildung	Riechstoffbildung	Bemerkung
nach 10 Tagen	7c ₁ g ₁	Agar	stark	Fluoreszenz	schw. Lindenbl.	durch Schütteln unverändert
	7c ₁ g ₁	Gelat.	1/4 verflüssigt	"	geruchlos	
	7c ₁ g ₂	Agar	stark	Fluoreszenz	schw. Lindenbl.	durch Schütteln unverändert
	7c ₁ g ₂	Gelat.	1/4 verflüssigt	"	" "	
	7c ₁ g ₃	Agar	stark	Fluoreszenz	schw. Lindenbl.	durch Schütteln unverändert
	7c ₁ g ₃	Gelat.	1/4 verflüssigt	"	" "	

	Stamm	Nährboden	Wachstum	Farbstoffbildung	Riechstoffbildung	Bemerkungen
nach 10 Tagen	7 c ₁ g ₄ a	Agar	stark	Fluoreszenz	schw. Lindenbl.	durch Schütteln etwas intensiver
	7 c ₁ g ₄ a	Gelat.	1/4 verflüssigt	„	stärker „	
	7 c ₁ g ₄ b	Agar	stark	Fluoreszenz	geruchlos	durch Schütteln unverändert
	7 c ₁ g ₄ b	Gelat.	1/4 verflüssigt	„	„	
	7 c ₁ g ₄ c	Agar	stark	Fluoreszenz	schw. Lindenbl.	durch Schütteln etwas intensiver
	7 c ₁ g ₄ c	Gelat.	1/4 verflüssigt	„	„	
nach 16 Tagen	7 c ₁ g ₁	Agar	stark	starke Fluor.	Lindenblüten	keine Veränderung
	7 c ₁ g ₁	Gelat.	1/2 verflüssigt	„	stark Lindenbl.	
	7 c ₁ g ₂	Agar	stark	starke Fluor.	schw. Lindenbl.	keine Veränderung
	7 c ₁ g ₂	Gelat.	1/3 verflüssigt	„	Lindenblüten	
	7 c ₁ g ₃	Agar	stark	schw. Fluor.	schw. Lindenbl.	keine Veränderung
	7 c ₁ g ₃	Gelat.	1/2 verflüssigt	stärkere Fl.	„	
	7 c ₁ g ₄ a	Agar	stark	Fluoreszenz	schw. Lindenbl.	keine Veränderung
	7 c ₁ g ₄ a	Gelat.	1/2 verflüssigt	„	stärker „	
	7 c ₁ g ₄ b	Agar	stark	fast farblos	geruchlos	keine Veränderung
	7 c ₁ g ₄ b	Gelat.	1/2 verflüssigt	etwas Fluor.	Spur von Ammon.	
	7 c ₁ g ₄ c	Agar	stark	starke Fluor.	geruchlos	keine Veränderung
	7 c ₁ g ₄ c	Gelat.	1/2 verflüssigt	„	schw. Lindenbl.	
nach 2 Monaten	7 c ₁ g ₁	Agar		Fluoreszenz	schwach aromat.	„
	7 c ₁ g ₁	Gelat.		„	„	
	7 c ₁ g ₂	Agar		Fluoreszenz	schwach aromat.	„
	7 c ₁ g ₂	Gelat.		„	„	
	7 c ₁ g ₃	Agar		Fluoreszenz	schwach aromat.	„
	7 c ₁ g ₃	Gelat.		„	„	
	7 c ₁ g ₄ a	Agar		Fluoreszenz	schwach aromat.	„
	7 c ₁ g ₄ a	Gelat.		„	„	
	7 c ₁ g ₄ b	Agar		Fluoreszenz	schwach aromat.	„
	7 c ₁ g ₄ b	Gelat.		„	„	
	7 c ₁ g ₄ c	Agar		Fluoreszenz	schwach aromat.	„
	7 c ₁ g ₄ c	Gelat.		„	„	

Es wurden also hier Stämme isoliert vom Charakter eines schwach fluoreszierenden *Bact. fluorescens*, von stark fluoreszierendem *B. fluorescens* und von Stämmen, die Andeutung von Pyocyaninbildung zeigten. Der Geruch war meist nach Lindenblüten.

Untersuchung von 7c₁₁g.

Nach 7 Tagen war 1. und 2. Verdünnung stark verflüssigt und fluoreszierte sehr.

Die 3. Platte wies ca. 18 Keime auf und zwar:

1. eine stark verflüssigende, sehr grün gefärbte Kolonie (Gelatine 7c₁₁g₁a, Agar 7c₁₁g₁b);

2. zwei stark verflüssigende, fluoreszierende Kolonien (Gelatine 7c₁₁g₂a, Agar 7c₁₁g₂b), 1. X. 1910;

3. fünf stark verflüssigende, nichtfluoreszierende Kolonien (Gelatine 7c₁₁g₃a, Agar 7c₁₁g₃b);

4. der Rest besteht aus nicht verflüssigenden gelben Scheiben (Gelatine 7c₁₁g₄a, Agar 7c₁₁g₄b).

Tabelle 48.

	Stamm	Nährboden	Wachstum	Farbstoffbildung	Riechstoffbildung	Bemerkungen
untersucht nach 10 Tagen	7c ₁₁ g ₁ a	Gelat.	Trichter	geringe Fluoresz.	geruchlos	
	7c ₁₁ g ₁ b	Agar	stark	„ „	„	
	7c ₁₁ g ₂ a	Gelat.	Zyl. 1/4 verfl.	geringe Fluoresz.	geruchlos	keine Veränderung
	7c ₁₁ g ₂ b	Agar		„ „	„	
	7c ₁₁ g ₃ a	Gelat.	Zyl. 1/4 verfl.	geringe Fluoresz.	geruchlos	keine Veränderung
	7c ₁₁ g ₃ b	Agar	stark	„ „	schwach Lindenbl.	
untersucht nach 16 Tagen	7c ₁₁ g ₄ a	Gelat.	Zyl. 1/4 verfl.	Fluoreszenz	schwach Lindenbl.	keine Veränderung
	7c ₁₁ g ₄ b	Agar	stark	geringe Fluoresz.	„ „	
	7c ₁₁ g ₁ a	Gelat.	1/4 verfl.	fast farblos	geruchlos	
	7c ₁₁ g ₁ b	Agar	stark	geringe Fluoresz.	„	keine Veränderung
	7c ₁₁ g ₂ a	Gelat.	1/4 verfl.	starke Fluoresz.	geruchlos	wird durch Schütteln etwas intens. grün
	7c ₁₁ g ₂ b	Agar	stark	grüner Ring	Lindenblüten	
	7c ₁₁ g ₃ a	Gelat.	1/3 verfl.	starke Fluoresz.	Lindenblüten	
	7c ₁₁ g ₃ b	Agar	stark	grüner Ring	„	wird durch Schütteln grünblau
7c ₁₁ g ₄ a	Gelat.	1/2 verfl.	schwache Fluoresz.	Lindenblüten	wird durch Schütteln stark grünblau	
7c ₁₁ g ₄ b	Agar	stark	stärkere „	„		

	Stamm	Nährboden	Wachstum	Farbstoffbildung	Riechstoffbildung	Bemerkungen
untersucht nach 2 Monaten	7c ₁₁ g ₁ a	Gelat.		farblos	geruchlos	
	7c ₁₁ g ₁ b	Agar		"	"	
	7c ₁₁ g ₂ a	Gelat.		sehr starker grüner Ring	aromatisch	durch Schütteln intensiv blaugrün
	7c ₁₁ g ₂ b	Agar		schwächerer grüner Ring	schwach aromatisch	
	7c ₁₁ g ₃ a	Gelat.		Fluoreszenz	aromatisch	durch Schütteln blaugrün
	7c ₁₁ g ₃ b	Agar		starker grüner Ring	"	
	7c ₁₁ g ₄ a	Gelat.		starker grüner Ring	aromatisch	durch Schütteln intensiv blaugrün
	7c ₁₁ g ₄ b	Agar		schwächerer grüner Ring	"	

Das Resultat ist das gleiche wie bei 7c₁g.

Untersuchung von 4g.

Die 1. Verdünnung war nach 4 Tagen verflüssigt. Die Verflüssigung war farblos.

Ebenso die 2. Verdünnung.

Die 3. Verdünnung hatte etwa ein Dutzend einwandsfreier Punktaten, dazwischen lagen einige wenige gelbe, scheibenförmige, nicht verflüssigende Kolonien.

Von den Punktaten wurden 2 Agar und 2 Gelatineröhrchen abgestochen

4g₁a und b.

Ebenso von den scheibenförmigen Kolonien 4g₂a und b.

Tabelle 49.

	Stamm	Nährboden	Wachstum	Farbstoffbildung	Riechstoffbildung
nach 10 Tagen	4g ₁ a	Agar	stark	stark braun	stark ammoniakal.
	4g ₁ b	Gelat.	zyl. $\frac{1}{2}$ verflüssigt	farblos	" "
	4g ₂ a	Agar	stark	stark braun	stark ammoniakal.
	4g ₂ b	Gelat.	zyl. $\frac{1}{2}$ verflüssigt	farblos	" "
nach 16 Tag.	4g ₁ a	Agar	stark	stark braun	ammoniakalisch
	4g ₁ b	Gelat.	$\frac{1}{2}$ verflüssigt	farblos	"
	4g ₂ a	Agar	stark	stark braun	ammoniakalisch
	4g ₂ b	Gelat.	$\frac{2}{3}$ verflüssigt	farblos	"

	Stamm	Nährboden	Wachstum	Farbstoffbildung	Riechstoffbildung
nach 2 Mon.	4 g ₁ a	Agar		stark braun	ammoniakalisch
	4 g ₁ b	Gelat.		farblos	„
	4 g ₂ a	Agar		stark braun	ammoniakalisch
	4 g ₂ b	Gelat.		„ „	„

Hier wurde auf Gelatine typisches farbloses *Bact. punctatum*, auf Agar stark braun gefärbte Kolonien erhalten.

Schlussbemerkungen und Literatur.

In der bakteriologischen Diagnostik von *Lehmann* und *Neumann* ist zur Genüge darauf hingewiesen, dass unbedingt ein enges Verwandtschaftsverhältnis besteht zwischen *Bacterium punctatum* und *Bacterium fluorescens* einerseits und zwischen letzterem und *Bacterium pyocyaneum* andererseits. Und zwar entspricht das *Bacterium punctatum* einem *Bacterium fluorescens* ohne Farbstoffbildung und weiters ist es schwer, das *Bacterium pyocyaneum* gegen das *Bacterium fluorescens* abzugrenzen.

Nun darf man wohl mit Recht annehmen, dass es im Interesse der bakteriologischen Systematik gelegen sein muss, die Menge der Arten möglichst einzuschränken und nicht wegen irgend einer zufällig auftretenden Variante gleich eine neue Spezies einzuführen. Gewiss ist es sehr schwer, bei der ausserordentlich starken Variabilität der Bakterien eine strenge Systematik durchzuführen. Der *Koch'sche* Satz: Die Spaltpilze sind spezifische Wesen, welche nur aus ihresgleichen hervorgehen und welche nur ihresgleichen wieder erzeugen, hat mehr und mehr an strenger Bedeutung verloren. „Denn — hier sei wieder *Lehmann* und *Neumann* zitiert —, die fortgesetzte, immer tiefer gehende Forschung hat heute zur Evidenz bewiesen, dass fast alle Eigenschaften einer wohlumgrenzten Art sehr schwanken. Wir haben z. B. gelernt, dass auf verschiedenen Nährböden die mikroskopischen Formen in weitem Umfang variieren, dass Zwergformen vorkommen, dass Gelatineverflüssigung und Farbstoffbildung, Bouillontrübung, Häutchen- und Bodensatzbildung, Gärvermögen und Pathogenität äusserst wechselnde Grössen sind, die von einem Maximum bis zu Null schwanken können, ja sogar die Fähigkeit der Sporenbildung sowie der Geisselproduktion resp. Eigenbewegung ist eine — nicht

allzu selten mindestens vorübergehend zu Verlust gehende — Eigenschaft; d. h. die Bakterien variieren so stark wie nur irgendwelcher sonst bekannter Pflanzen speziell etwa wie viele Kulturpflanzen.“

Nach *Lehmann* und *Neumann* ist der Begriff „Art, Spezies“ derart charakterisiert: „Alle Pflanzenindividuen, die bei sorgsamer Untersuchung unter sich gleich sind und ihre Eigenschaften konstant auf ihre Nachkommen vererben, werden als Repräsentanten einer botanischen Art bezeichnet.“ Wollen wir in der Bakteriologie den Artbegriff genauer präzisieren, so müssen wir (nach *Paul Ernst*, Z. f. H. 1887) in Betracht ziehen die Grösse, die Form, gegenseitiges Lagerungsverhältnis, Wachstumsweise, Affinität zu Farben, biologische Rolle im Haushalt der Natur, augenfällige Äusserungen und Produkte. Sind diese untereinander kongruent, so ist die Einreihung in eine Spezies gegeben.

Worin stimmen nun unsere 3 Arten miteinander überein:

1. Das mikroskopische Bild ergibt überall Stäbchen, teils kurz und plump, teils schlank und zierlich. Die Grösse dieser Stäbchen variiert sehr. Wir haben es also mit sogenannten pleomorphen Spaltpilzen zu tun, die in ihrer Gestalt recht schwankend sind. Alle 3 sind sehr beweglich und durch eine polare Geissel ausgezeichnet.
2. Die Gelatineplatte lässt mikroskopisch und makroskopisch bei allen dreien das gleiche Bild erkennen. Sie verflüssigen die Gelatine.

Im Stich beginnt die Verflüssigung schalenförmig und geht dann in Strumpf-, Trichter- oder Zylinderform über, sie variiert sehr.

Die Agarplatte weist rundliche, glattrandige, saftige, weisslichgelbe Kolonien auf.

Die Bouillon wird stark getrübt und zeigt Bodensatz.

Die Auflagerung auf Kartoffel ist bald trocken, bald saftig, mal feingekörnt und flach oder grobgekörnt und erhaben.

3. Wir haben *Fluorescentes* und Punktaten gezüchtet, die denitrifizierten (ebenso *Wolf*), wie *Bact. pyocyaneum*.

In welchen Punkten unterscheiden sich die 3 Arten?

1. *Bact. punctatum* und *Bact. fluorescens* sollen sich nach *Gram* nicht färben, *Bact. pyocyaneum* färbt sich gut. Bei den vielen Färbungen, die ich vornahm, habe ich bei allen dreien manchmal gute, ein ander Mal schlechtere Färbungen erhalten.

2. *Bact. punctatum* und *fluorescens* gedeihen am besten bei Zimmertemperatur, *Bact. pyocyaneum* bei Brutschranktemperatur. In meiner Arbeit habe ich Versuche mit Bouillon im Brutschrank gemacht und dabei gefunden, dass auch die *Fluorescentes* sich an Brutschranktemperatur gewöhnen. Die gleiche Beobachtung hat auch *Ruzika* gemacht.
3. Der Hauptwert wird gelegt auf die Farbstoffbildung, deren Vorhandensein oder Nichtvorhandensein in erster Linie zur Trennung der 3 Bakterien führte. Das *B. punctatum* darf nie fluoreszieren. „Die Eigenschaft, den blauen Farbstoff zu produzieren, kommt nur dem *Bacillus pyocyaneus* zu und ist das wichtigste Unterscheidungsmerkmal desselben von anderen fluoreszierenden Bakterien,“ sagt *Noesske*. Was berechtigt aber zu der Trennung auf Grund dieser Symptome, wenn der Nachweis erbracht wird, wie es mir in vorliegender Arbeit gelungen ist, dass aus einem Mütterstamm in so und sovielen aufeinander folgenden Generationen die drei genannten Formen hervorgehen können, ja sogar eine Rasse, die noch braunen Farbstoff produziert. In prinzipieller Übereinstimmung bin ich mit den Resultaten von *Ruzicka* (*Arch. f. H.* 34 u. 37), der aus seinen Versuchen schliesst:
- a) „Dass sich einzelne differentielle Eigenschaften typischer Stämme des *Bac. pyocyaneus* sowie des *Bac. fluorescens liquefaciens* wechselseitig umändern können und zwar vollständig oder nur zu einer Übergangseigenschaft oder endlich, dass die Mikroorganismen Eigenschaften akquirieren können, welche überhaupt weder für den einen noch für den anderen als charakteristisch beschrieben sind.

Insbesondere der letzte von den angeführten Umständen scheint in bezug darauf wichtig zu sein, dass er einige schwache Seiten der bakteriologischen Diagnostik erklärt und dass er darauf hinweist, dass die Ursache davon nicht nur darin zu suchen ist, dass es eine zu grosse Anzahl von Mikroorganismen gibt, sondern auch in dem Umstande, dass sich die zur Diagnose benutzten Eigenschaften in sehr bedeutendem Masse umändern können.

- b) Die so erworbenen Umänderungen können sich sehr lange Zeit erhalten.

- c) Die Einflüsse, durch deren Wirkung solche Umänderungen vor sich gehen können, können im Detail auf Grund der beschriebenen Versuche nicht angeführt werden.

Man kann nur mit einer ziemlich grossen Wahrscheinlichkeit anführen, dass ein wichtiger Einfluss in dieser Beziehung der höheren Temperatur einerseits, der Anwesenheit von reichlicher Luft andererseits zukommt.“ —

Ich muss auch das farblose Bacterium punctatum und die braunen Stämme, die ich züchtete, zu dieser gleichen Spezies ziehen, die wohl am besten den Namen *Bact. fluorescens* führt.

In der Literatur ist von *Paul Ernst* ein *Pyocyaneum* beschrieben, das nicht die typische, blaugrüne Färbung aufweist, sondern eine hellgrüne. Diese Abart erhielt den Namen: *Bact. pyofluorescens*. Die Pyofluoreszenz verschwindet bei Gaslicht, ein Charakteristikum, das für *Pyocyanin* nicht zutrifft, das dabei seine blaugrüne Farbe behält, wohl aber auf die gewöhnliche Fluoreszenz (die gänzlich verschwindet, so dass man nicht mehr erkennen kann, eine chromogene Bakterienart vor sich zu haben). Es ist dies also ein *Bacterium pyocyaneum*, das nur noch Spuren von *Pyocyanin* bildet, die sich durch Chloroform extrahieren lassen.

4. Gelatinestichkulturen von *Fluorescens* und *Pyocyaneum* unterscheiden sich, namentlich in alten Kulturen hinsichtlich ihrer Färbung oft kaum, und erst durch kräftiges Schütteln der Röhren lässt sich eine Differenz erzielen. Die *Fluorescentes* verändern die Farbe dabei nicht, die *Pyocyanei* erhalten eine intensiv grüne bis blaugrüne Färbung durch das ganze verflüssigte Nährsubstrat, die erst nach mehreren Stunden langsam wieder zurückgeht. Das gleiche Experiment lässt sich mit Bouillonkulturen machen. Diese Eigentümlichkeit wird von den einzelnen Autoren verschieden aufgefasst. So glaubt *Ledderhose* dieses auffallend schnelle Auftreten und langsame Verschwinden des blauen Farbstoffes in folgender Weise erklären zu müssen: Der *Bacillus pyocyaneus* ist ein echter Aërob, d. h. er wächst nur da üppig und produziert nur da reichlich *Pyocyanin*, wo er sich in inniger Berührung mit dem atmosphärischen Sauerstoff befindet, also auf der Oberfläche des Gelatinenährbodens. In den tieferen Schichten muss er in einem latenten Zustand weiter existieren, sonst könnte er beim Schütteln nicht plötzlich in reichlichen Mengen erscheinen. Wir sind zu der Annahme gezwungen, dass

die in den tieferen Lagen der verflüssigten Gelatine und auf dem Boden des Gefäßes befindlichen lebenden Bazillen das Pyocyanin, welches in ihren Bereich kommt, durch Umwandlung in einen Leukofarbstoff d. h. durch Reduktion unsichtbar machen. Auf dem gleichen Standpunkte stehen auch *Nösske* und *Lehmann* und *Neumann*, während *Thumm* anderer Meinung ist. Nach ihm ist es der Einwirkung des Ammoniaks zuzuschreiben, wenn durch Schütteln in den unteren Schichten eine Grünfärbung hervorgerufen wird. Farbstoff und Ammoniak sollen nur an der Oberfläche gebildet werden. Der erstere wurde aber viel eher gebildet und konnte deshalb früher und reichlicher in die unteren Flüssigkeitsschichten dringen als das letztere. Wo aber kein Ammoniak, da auch keine Fluoreszenz. Beim Umschütteln sei nun die alkalische Reaktion überall gleich gross und die ganze Flüssigkeit fluoresziert infolgedessen gleichmässig moosgrün. Unter den neueren Autoren stellt sich *E. Niederkorn* auf den gleichen Standpunkt.

5. Ein weiterer Unterschied zwischen Fluorescentes und Pyocyanen besteht darin, dass erstere einen unangenehmen Ammoniakgeruch produzieren, letzteren dagegen der charakteristische, aromatische Lindenblütengeruch eigen ist. Aus meinen Untersuchungen geht hervor, dass ich *Bacterium fluorescens* (aus farblosen oder fluoreszierenden Stammkulturen) bald typisch ammoniakalisch, bald leicht nach Lindenblüten riechend fand. So wie Pyocyanin gebildet wird, ist der Geruch stets nach Lindenblüten.

Meine Arbeit trägt rein biologischen Charakter und es liegt mir vollkommen fern, die einzelnen Bakterien auf ihre chemischen Leistungen hin zu prüfen, nur die Veränderung des Aussehens, die ein Bakterienstamm in all seinen Generationen bei gewissenhafter Beobachtung durchgemacht hat, ist objektiv von mir gebucht und kontrolliert worden. Danach kann ich jenen Autoren nicht zustimmen, die die Fluorescens-Gruppe scharf von den Pyocyanen trennen wollen, sondern voll und ganz muss ich zur Meinung meines hochverehrten Lehrers, Herrn Prof. *K. B. Lehmann* mich bekennen, der in seinem Lehrbuch sagt: „Wir glauben sicher, dass es der Zukunft noch in heute kaum geahnter Weise gelingen wird, Bakterienarten ineinander überzuführen. Die Formen des *Micrococcus pyogenes* sind ineinander übergeführt, das *Bacterium pyocyaneum* und *Bacterium fluorescens* können wohl fast sicher als ineinander übergeführt bezeichnet werden, den ähnlichen Angaben über Typhus und Koli, Diphtherie und Pseudodiphtherie usw.

wird man noch immer Skeptizismus entgegenbringen, aber die Möglichkeit, ja Wahrscheinlichkeit kaum mehr bestreiten dürfen, da sich die Zwischenformen zu immer lückenloseren Reihen schliessen.“

Die benutzte Literatur.

- Bakteriologische Diagnostik von *Lehmann* und *Neumann*. 1907.
Zimmermann: Die Bakterien unserer Trink- und Nutzwässer. 1890.
Thumm: Beiträge zur Biologie der fluoreszierenden Bakterien. 1897.
Kurt Wolf: Über die Farbstoffbildung der fluoreszierenden Bakterien. 1897.
Jakowski: Beiträge zur Lehre von den Bakterien des blauen Eiters. Z. f. H. 1893.
Rohrer: Über die Pigmentbildung des *Bacillus pyocyaneus*. C. f. B. 1892.
Ledderhose: Über den blauen Eiter. D. Z. f. Ch. 1888.
Ernst, Paul: Über einen neuen Bazillus des blauen Eiters. Z. f. H. 1887.
Nöesske: Neuere Untersuchungen über den *Bacillus pyocyaneus*. *Langenbeck's*
 Archiv 1900.
Kolle und *Wassermann*: Handbuch der pathogenen Mikroorganismen. 1903.
Niederkorn: Vergleichende Untersuchung über die verschiedenen Varietäten des
Bacillus pyocyaneus und des *Bacillus fluorescens liquefaciens*. 1898.
Flügge: Die Mikroorganismen, 1893.
Ruzicka: Vergleichende Studien über den *Bacillus pyocyaneus* und den *Bacillus*
fluorescens liquefaciens. Archiv für Hygiene XXXIV u. XXXVII. 1899.
-

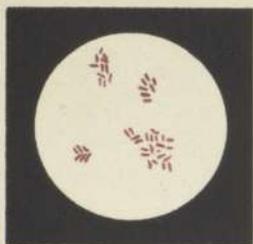
Nachwort.

Von

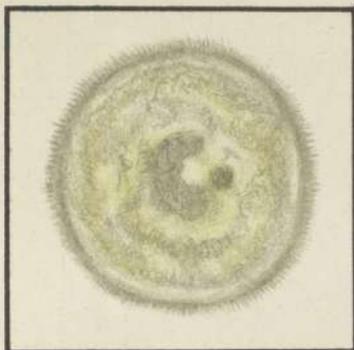
Prof. Lehmann.

Mir scheint aus der vorliegenden Arbeit hervorzugehen, dass es in der Tat gelingt, aus farblosen, schwach und stark fluoreszierenden, eingeiselligen, alkalibildenden, verflüssigenden Stämmen des Wassers, die wir bisher dem *Bact. punctatum* und dem *Bact. fluorescens* zugerechnet haben, in sukzessiven Abimpfungen auf verschiedene Nährböden Stämme entstehen zu sehen, die teils von dem *Bact. pyocyanum* nicht zu unterscheiden sind, teils durch ihre intensiv braunschwarze Farbe einen ganz besonderen Charakter zeigen. Diese Eigenschaften sind bei einzelnen Abimpfungen von einem gegebenen Moment ab mit einer ziemlichen Konstanz geblieben, bei anderen haben sich neue Schwankungen bei den Abimpfungen ergeben.

Man könnte einwenden, dass die ganze Arbeit auch von dem Standpunkt zu verstehen sei, dass der Autor eben keine Reinkulturen besessen habe und dass Abimpfungen aus Mischungen der viel besprochenen Typen bald der einen, bald der anderen Komponente zur besseren Entwicklung verholfen habe. Ich mache aber darauf aufmerksam, dass alle Stammkulturen von dünnen Platten gewonnen sind und vor allen Dingen darauf, dass sich nicht ein einziges Mal aus einem der Röhren etwas anderes bei späteren sekundären Platten entwickelt hat als wie wieder ein Stamm, der sich unter einen der 4 beschriebenen Typen unterordnen liess. Niemals war eine Verunreinigung durch einen Kokkus, durch ein sporentragendes Stäbchen, durch einen *Vibrio* zu beobachten. Es scheint die Sache also ähnlich zu liegen, wie in der Untersuchung von *R. O. Neumann* über die Farbvarietäten des *Micr. pyogenes*. Durch sukzessive Abimpfungen und Plattenkulturen kann man die gesuchten Typen gewinnen, sie neigen dazu mit der Zeit wieder ineinander überzugehen. Unzweifelhaft ist, dass durch Einzellkulturen die Frage noch vertieft werden kann. Es war aber Herr *Stettenheimer* nicht mehr in der Lage, die Arbeit auch von diesem Gesichtspunkte aus durchzuarbeiten.



Gefärbtes Präparat,
1000 fach.



Gelatineplatte, 60 fach.



Agarstich.



Gelatinestich.

Bacterium punctatum. Zu pag. 143 resp. 3.

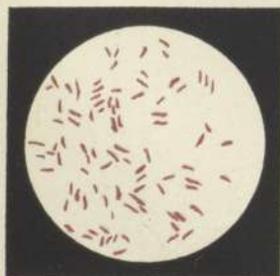
Bacterium fluorescens. Zu pag. 144 resp. 4.



Gelatinestich,
jung.

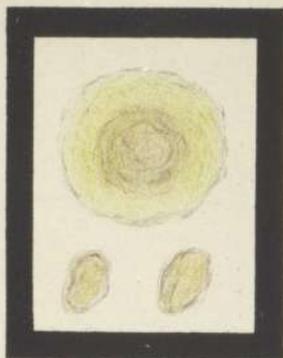


Gelatinestich,
alt.

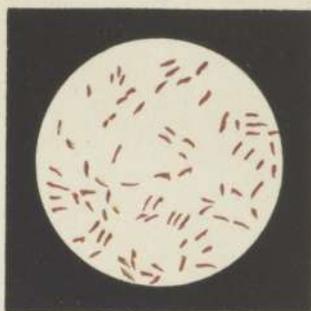


Gefärbtes Präparat,
1000 fach.

Stettenheimer, Variationsstudien in der Gruppe der Fluorescentes.



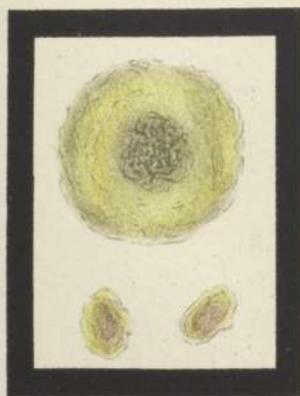
Plattenkultur, Agar, 60 fach, jung.



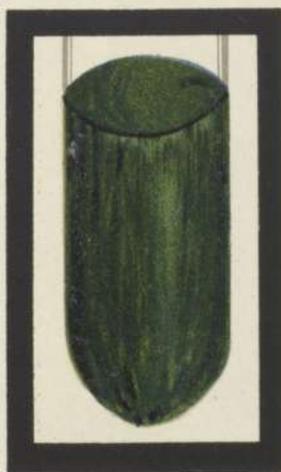
Gefärbtes Präparat, 1000 fach.



Ältere Gelatineplattenkultur.



Junge Gelatineplattenkultur.



Alte Agarkultur.



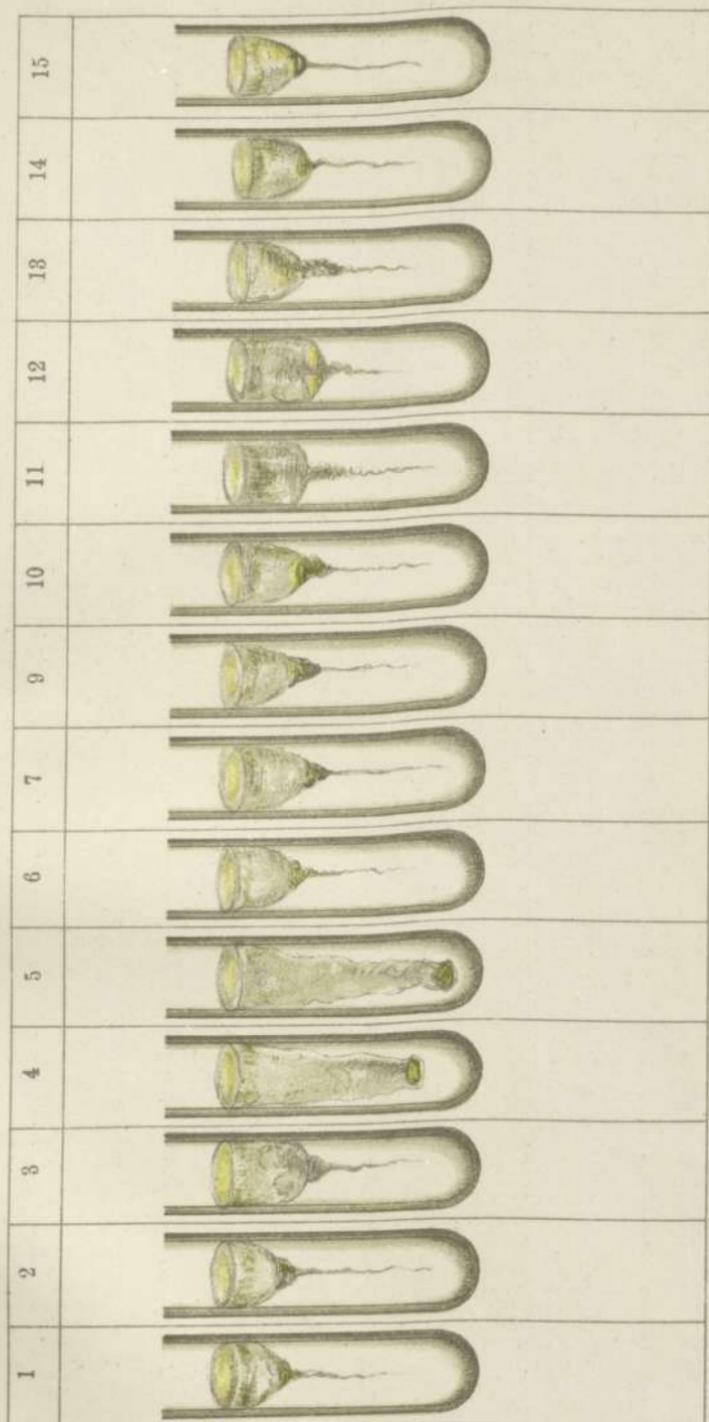
Junger Gelatinestich.

Bacterium pyocyaneum. Zu pag. 145 resp. 5.

Stettenheimer, Variationsstudien in der Gruppe der Fluorescentes.

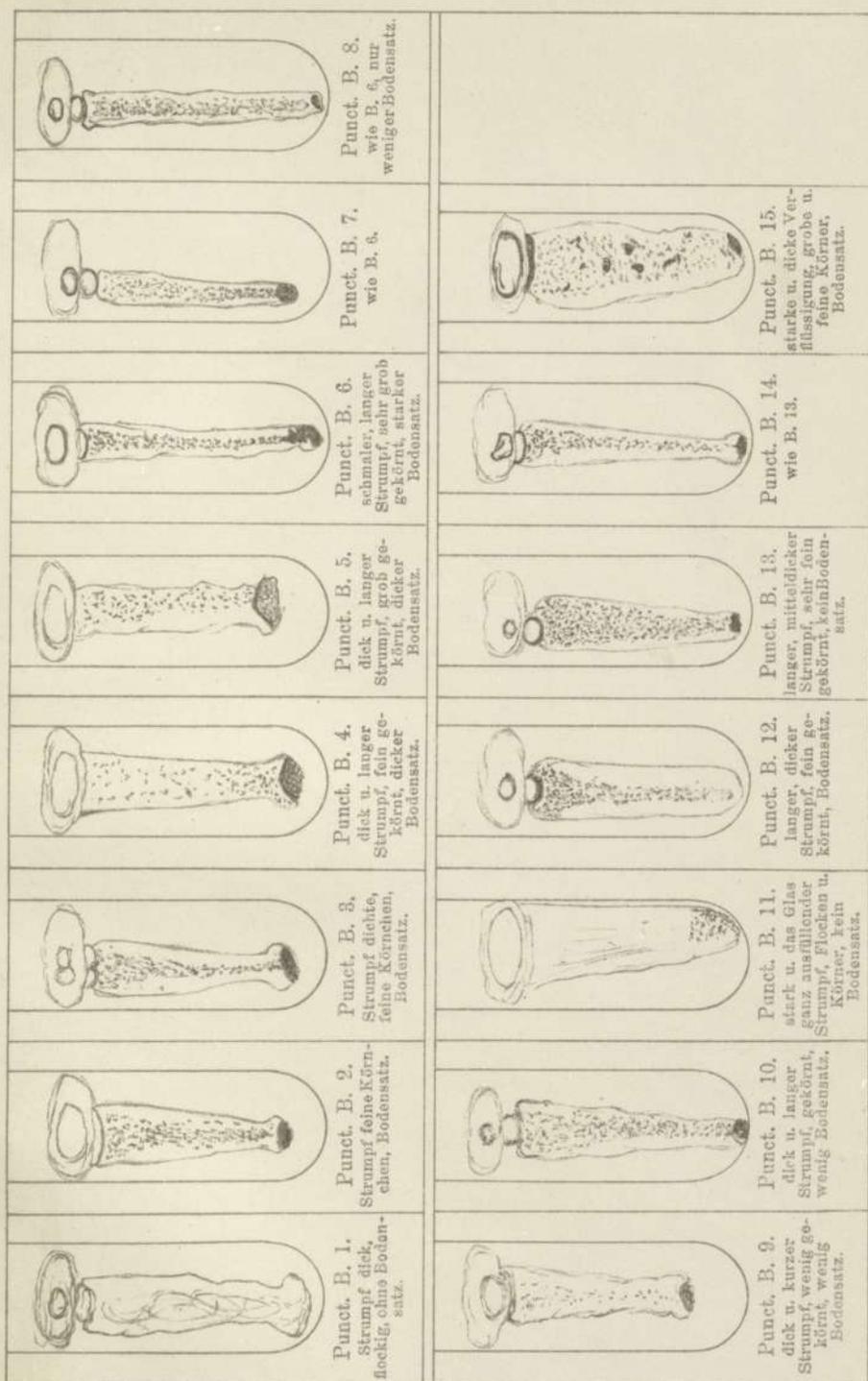
Curt Kabitzsch, Kgl. Univ.-Verlagsbuchhändler, Würzburg.

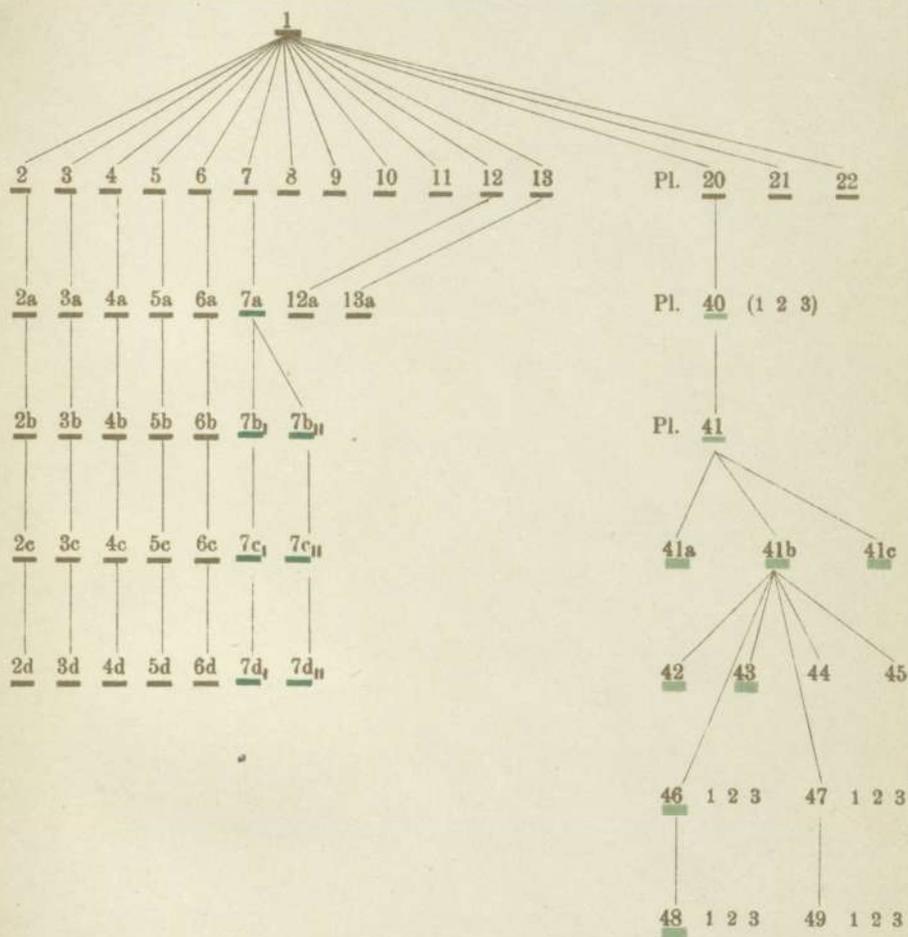
Königl. Universitätsdruckerei H. Stürtz A.G. Würzburg.

4 tägige Kulturen von 15 Stämmen von *Bact. fluorescens*. Zu pag. 7 resp. 147.Stettenheimer, Variationsstudien in der Gruppe der *Fluorescentes*.

Stamm: 1 fl.		braungelb, glänzend, wenig erhaben.
Stamm: 2 fl.		helleros braungelb, saftig glänzend, wenig erhaben.
Stamm: 3 fl.		Nährsubstrat gefärbt, bald intensiv gelb, bald braun, trocken, wenig erhaben.
Stamm: 4 fl.		dunkelbraun, saftig, wenig erhaben.
Stamm: 5 fl.		dunkelbraun im Innern, gelb am Rand, trocken, wenig erhaben.
Stamm: 6 fl.		hellgelb, an der dicksten Stelle etwas dunkler, dick saftig, erhaben.
Stamm: 7 fl.		gelbbraun, glänzend, wenig erhaben.
Stamm: 9 fl.		weissgelb, leicht gekörnt, trocken, wenig erhaben.
Stamm: 10 fl.		gelbbraun, leicht gekörnt, saftig glänzend, erhaben.
Stamm: 11 fl.		weissgelbbraun, gekörnt, trocken, wenig erhaben.
Stamm: 12 fl.		Nährsubstrat gelb gefärbt, oben braun, unten gelb, stark gekörnt, saftig.
Stamm: 13 fl.		dunkelbraun, teils fein, teils grob gekörnt, etwas glänzend, wenig erhaben.
Stamm: 14 fl.		Nährsubstrat gelb gefärbt, teils braun, teils hellgelb, teils intensiv gelb, lappiges Wachstum, stark gekörnt, glänzend, erhaben.
Stamm: 15 fl.		dunkelbraun, stark gekörnt, manche Körner hellgelb, trocken, zählich erhaben.
Stamm: 1 p.		hellgelb, saftig glänzend, mässig erhaben, nicht gekörnt.
Stamm: 2 p.		gelbbraun, saftig glänzend, mässig erhaben, nicht gekörnt.
Stamm: 3 p.		oben gelb, unten gelbbraun, glänzend, wenig erhaben.
Stamm: 4 p.		sehr zartes Wachstum, hellgelb, trocken. Zeigt am 30. V. eine entschiedene Grünfärbung.
Stamm: 5 p.		Mitte braungelb, Rand hellgelb, gekörnt, glänzend, saftig, erhaben.
Stamm: 6 p.		ausserordentlich geringes Wachstum, ganz hellgelb, in der Mitte etwas glänzend.
Stamm: 7 p.		braungelb, breites Wachstum, etwas glänzend, wenig erhaben.
Stamm: 8 p.		In der Mitte braungelb, am Rand heller glänzend, saftig, mässig erhaben, zerstreute Körnerchen.

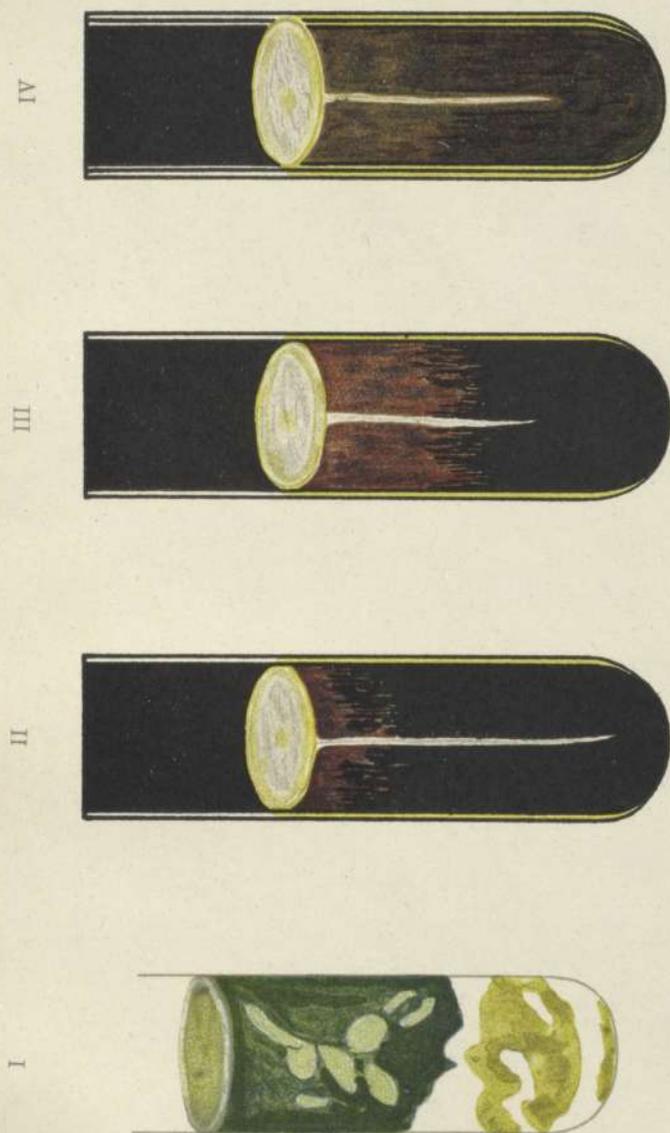
1 fl.—15 fl. = 15 Stämme von *Bact. fluorescens* auf Kartoffel. }
 1 p.—8 p. = 8 Stämme von *Bact. punctatum* auf Kartoffel. } Zu pag. 17 resp. 157.

15 Kulturen von *Bact. punctatum* auf Gelatine am 4. Tage (vergl. pag. 159).



Stammbaum zu pag. 26 resp. 166.

Stettenheimer, Variationsstudien in der Gruppe der Fluorescentes.



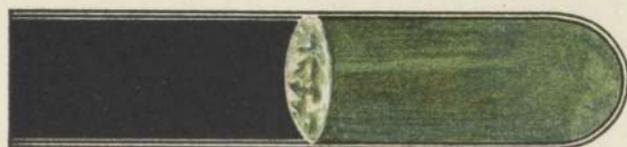
Bact. fluorescens. Zu pag. 29 resp. 169.

I Pyocyaninbildung auf Agar.

II u. IV Brauner Farbstoff auf Agar.

III Brauner Farbstoff auf Agar und Tyrosin.

Stettenheimer, Variationsstudien in der Gruppe der Fluorescentes.



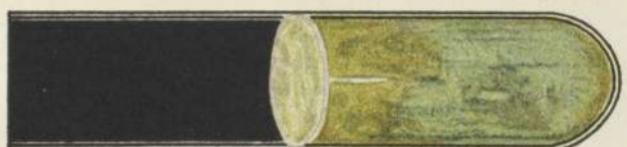
45 a



12 a



47 II a



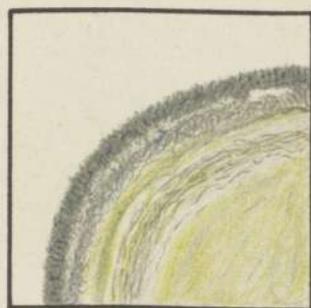
34 a

Fluorescentes mit verschiedener Farbstoffbildung. Zu pag. 176 resp. 36.

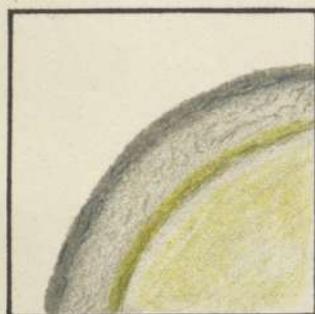
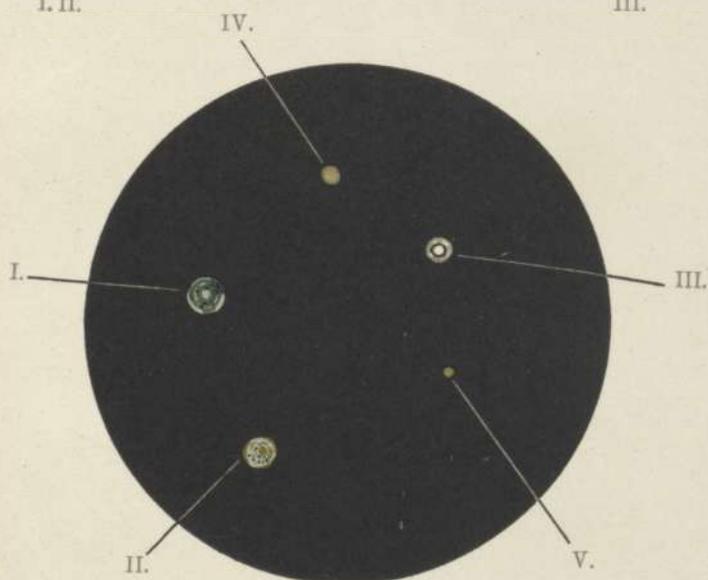
Stettenheimer, Variationsstudien in der Gruppe der Fluorescentes.



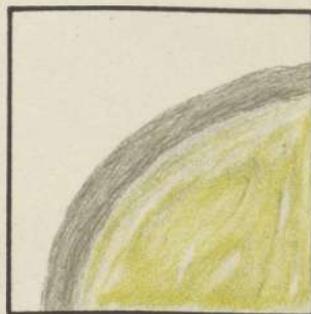
I. II.



III.



IV.

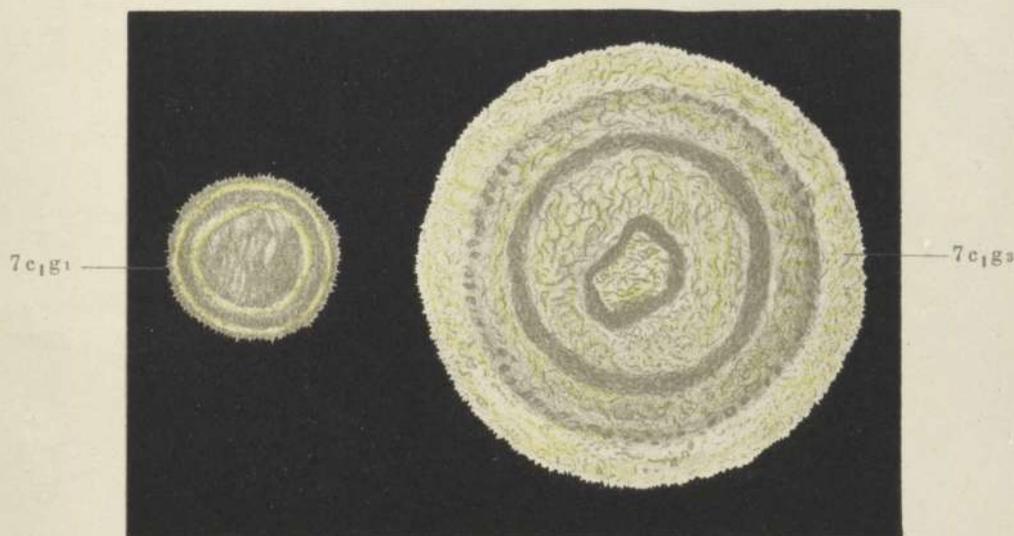
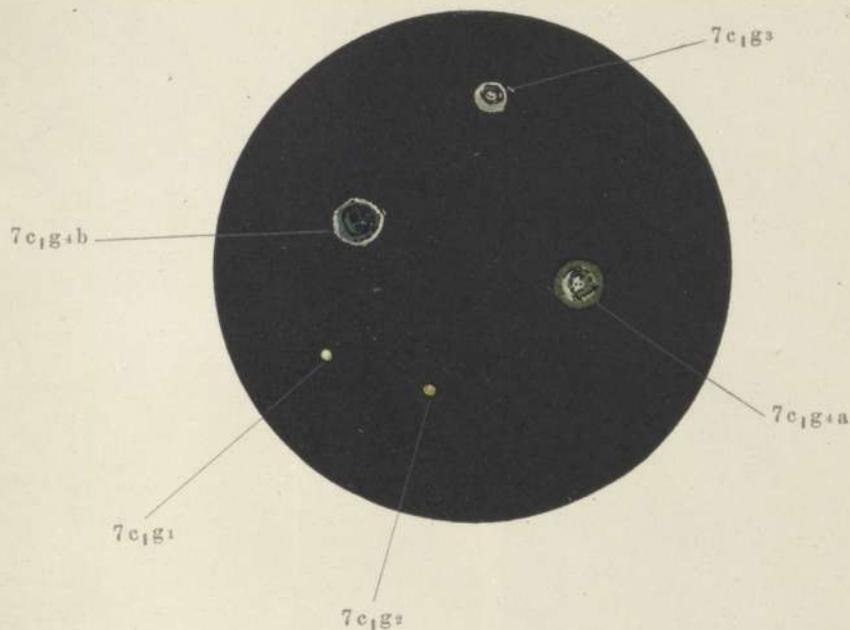


V.

Zu pag. 205 resp. 65.

Kolonien von Pyocyanin bildendem *Bact. fluorescens*. Stamm 45 g.

Stettenheimer, Variationsstudien in der Gruppe der *Fluorescentes*.



Zu pag. 211 resp. 71.

Stettenheimer, Variationsstudien in der Gruppe der Fluorescentes.