© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Physiologische Studien über die Samenflüssigkeit.

Von

A. Kölliker.

Hierzu Tafel XIII.

Nachdem ich seit Langem keine Veranlassung gehabt hatte, mit der Untersuchung des Spermas einlässlicher mich zu befassen, wurde ich in diesem Winter (1854/55) durch die gelegentlich gemachte Beobachtung, dass die ruhenden Samenfäden des Hundes durch Natron causticum in die lebhafteste Bewegung kommen, von Neuem auf dieses Thema geführt. Hatte früher mehr die vergleichend anatomische und histologische Seite desselben meine Aufmerksamkeit in Anspruch genommen, so waren es jetzt, entsprechend dem Interesse, das die Samenflüssigkeit und vor Allem die Samenfäden mit Bezug auf ihre Beziehungen zu dem Ei erregen, vor Allem die physiologischen Verhältnisse, die Bewegungen der Samenfäden und ihre chemische Zusammensetzung, welche mich fesselten, doch wurde ich im Verlaufe meiner Untersuchung auch wieder auf die Entwicklung derselben geführt, welche noch einmal zu verfolgen ich um so weniger unterlassen mochte, als bei dem neuerdings von verschiedenen Seiten behaupteten und allerdings kaum mehr zu bezweifelnden Eindringen der Samenfäden in das Ei, die Feststellung der wahren anatomischen Bedeutung derselben für die ganze Lehre der Befruchtung von Wichtigkeit geworden ist.

I. Ueber die Bewegungen der Samenfäden und die ihnen zu Grunde liegenden Ursachen.

Als ich in meiner ersten Arbeit über die Samenflüssigkeit (Beitr. zur Kenntniss d. Samenfl. Berlin 1841) mir alle Mühe geben musste,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

um die nicht thierische Natur der beweglichen Elemente des Samens darzuthun, ahnte ich nicht, dass kaum mehr als ein Jahrzehend später die Ansichten der Physiologen dergestalt umgestimmt sein würden, dass es sich jetzt gerade umgekehrt darum handelt, ob den Bewegungen der Samenfäden irgend eine Spur eines animalen oder vitalen Vorganges inne wohnt. In der That zweifelt jetzt nicht nur Niemand mehr daran, dass die Samenfäden keine Thiere sind, sondern es wird auch von den neuesten Autoren, wie von *Funke* und *Ankermann*, mehr oder weniger bestimmt die Ansicht vertreten, dass ihre Bewegungen rein von physikalischen äusseren Ursachen abhängen. *Funke* sagt über diesen Gegenstand wörtlich Folgendes [1]): «Es fällt somit die Theorie, die Bewegung der Samenfäden sei willkürliche thierische Bewegung, haltlos zusammen. Welche physikalischen Kräfte aber dieses Phänomen erzeugen mögen, ist noch völlig dunkel. Ja wir können noch nicht einmal mit Bestimmtheit behaupten, obwohl diess wahrscheinlich ist, dass die Samenfäden auch im Organismus, im Hoden oder in den weiblichen Genitalien sich bewegen, es kann Niemand mit Bestimmtheit widerlegen, dass nicht etwa diese Bewegungen erst in den aus dem Organismus entfernten Objecten unter dem Mikroskop, als ein Analogon der *Brown*'schen Molecularbewegung entstehen, sei es durch Verdunstung oder irgend eine andere physikalische Ursache. Es ist mehr als wahrscheinlich, dass die Bewegungen wenigstens in einer physikalischen Wechselwirkung zwischen Flüssigkeit und Samenfäden begründet sind, wofür schon die ausserordentliche Abhängigkeit der Bewegungen von der Concentration und Beschaffenheit der Flüssigkeit, ferner vor Allem die Abänderung der Bewegungsacte durch Zusatz von Wasser, die Abhängigkeit der Art der Bewegung von der Form der Samenfäden der verschiedenen Thiere spricht, Umstände, welche auch auf andere Weise als durch einfache Adhäsionsverhältnisse, Vermehrung und Verminderung des Widerstandes zu wirken scheinen. Die eigenthümliche Form der Samenfäden, besonders ihres Schwanzes, kann sehr wohl in Betracht kommen, ein Anstoss an einen kleinen Theil des Schwanzes kann einen Wellenzug in demselben hervorbringen, dessen Folge die Locomotion des ganzen Gebildes ist. Hätten die Blutkörperchen einen Schwanz, würden sie sich wahrscheinlich ebenso bewegen (! *K.*). Entschieden kann *Leuckart* [2]) auch nicht den Schatten eines Beweises für seine Behauptung bringen, dass «kein Zweifel obwalten könne darüber, dass diese Bewegungen wirklich selbständige Bewegungen sind, nicht etwa durch hygroskopische oder andere äussere physikalische Einflüsse hervorgebracht». Sie sind gewiss ebenso wenig

[1]) Lehrb. d. Physiol. von *Günther*. II. Bd., IV Abth., 1853, pag. 1027.

[2]) Art. Zeugung im Handb. d. Physiol., pag. 823

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

selbständig als die Bewegungen der Schwärmsporen von Algen, die sich ebenfalls stets geradeaus (dem Lichte zu) bewegen; *Nägeli* erklärt diese Bewegungen sehr geistreich aus ungleich über die Oberfläche des Körperchens vertheilten endosmotischen und exosmotischen Strömungen. Wir wollen einen solchen Vorgang für die Samenfäden keineswegs behaupten, halten ihn aber immer noch für wahrscheinlicher, als eine selbständige Bewegung, als welche wir freilich auch die Bewegungen der Flimmercilien, trotzdem dass sie auch an isolirten Flimmerepithelzellen vor sich gehen, nicht betrachten mögen. Jedenfalls müssen wir uns vor der Hand noch bescheiden, eine irgend haltbare Theorie dieser Bewegungen aufzustellen.»

Ist auch auf diese Meinungsäusserung von *Funke* kein zu grosses Gewicht zu legen, da dieselbe auf keine neuen und besonderen Beobachtungen sich stützt und, wie die Vergleichung mit geschwänzten Blutkügelchen zu zeigen scheint, selbst den Gedanken erregt, dass der Urheber derselben noch keine ächten lebhaften Bewegungen der Samenfäden von Säugern und Fischen zu beobachten Gelegenheit hatte, so wollte ich dieselbe doch anführen, um zu zeigen, wie ganz anders die neuere Zeit gegenüber der beregten Frage sich verhält. Noch entschiedener als *Funke* hat sich nun freilich *Ankermann* [1]) geäussert, welcher auch den Vortheil geniesst, eine Reihe eigener Erfahrungen hinter sich zu wissen. *Ankermann* fasst die Resultate seiner Beobachtungen über das Sperma des Frosches in folgende Sätze zusammen (pag. 14):

1) «Motus filorum spermaticorum non invenitur in testiculo aut in semine e testiculo deprompto; is efficitur semine non nisi imminuto.
2) Narcotica vim propriam in motum non habent, sed ei finem imponunt, si ratione chemica structuram histologicam filorum spermaticorum destruant.
3) Vis nexia omnium aliorum corporum reagentium pendet ab illa efficacitate chemica.
4) Omnium corporum reagentium, quae ratione chemica structurae filorum spermaticorum non nocent, aut quidem non subito nocent, solutiones in aqua concentratae motus opprimunt, attenuatae rursus revocant»,

und kommt schliesslich zu dem Ausspruche:

«Motus filorum spermaticorum pendet a legibus diffusionis, qua etiam efficitur.»

Es wäre nun sicherlich ein bedeutender Fortschritt auf der Bahn, welche die Physiologie in der neuesten Zeit verfolgt, wenn sich zeigen

[1]) De motu et evolutione filorum spermaticorum ranarum. Diss. inaug. Regimonti 1854

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

liesse, dass die Bewegungen der Samenfäden von so einfachen äusseren physikalischen Ursachen abhängen, wie *Ankermann* glaubt, um so mehr, wenn man bedenkt, dass diese Bewegungen für das Zustandekommen der Befruchtung unumgänglich nöthig sind, allein gerade desswegen erscheint es auch als unabweisliche Aufgabe der Wissenschaft, die Thatsachen, welche solchen Aussprüchen zu Grunde liegen, genau zu prüfen. Sollte auch bei einer solchen Prüfung die Hoffnung, wieder einen organischen Vorgang begriffen und auf die bekannten Naturgesetze zurückgeführt zu haben, sich nicht verwirklichen, so wird dieselbe doch sicherlich dazu beitragen, die endliche Lösung der Frage wieder um einen Schritt näher zu rücken.

Nach diesen Vorbemerkungen gehe ich nun zur Aufzählung meiner in den Monaten Februar, März und April bei einer Zimmertemperatur von 14—16° R. angestellten Versuche über die Einwirkung verschiedener Reagentien auf den Samen über, in Betreff welcher ich noch die Bemerkung vorausschicke, dass bei denselben weniger die Absicht vorlag, alle möglichen Substanzen zu prüfen, als die Gesetze aufzufinden, nach denen die Bewegungen der Samenfäden sich regeln. Alle wichtigeren Versuche wurden zum Theil sehr oft wiederholt, indem es nur durch langanhaltende Beschäftigung mit diesem schwierigen Gegenstande möglich ist, zu allgemeinen Resultaten zu gelangen, was ich alle Die wohl zu beachten bitte, welche im Falle sein werden, die Richtigkeit meiner Angaben zu prüfen. Die Reactionen der Samenfäden sind nämlich nicht nur bei den grösseren Thierabtheilungen sehr verschieden, sondern schwanken auch bei nahe stehenden Gattungen und Arten, ja bei verschiedenen Individuen einer Art innerhalb gewisser Grenzen. Ausserdem sind das Alter des Sperma's, der Grad der Eindickung desselben, die äussere Temperatur und noch so manches Andere wohl zu beachten, wenn man constante Erfolge erzielen will.

Säugethiere.

Zu diesen Versuchen dienten vor Allem die Samenfäden des Stiers, dessen Testes ich mir hier in ziemlicher Menge verschaffen konnte, dann die des Hundes, Kaninchens und Pferdes, und ist, wenn nichts Anderes angegeben ist, immer das reine Sperma aus dem Vas deferens und dem Ende des Nebenhodens gemeint. Einige Thatsachen wurden auch an den Samenfäden des Menschen constatirt, doch gab ich es von vorn herein auf, hier ausführlichere Erfahrungen zu sammeln, weil das Sperma, das man von Leichen erhält, wie sie gewöhnlich auf Anatomien kommen, nur in selteneren Fällen grössere Mengen beweglicher Fäden enthält.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

A. Verhalten der Samenfäden in reinem Sperma.

Von verschiedenen Seiten wird die Behauptung ausgesprochen, dass die Samenfäden in reinem Sperma sich nicht bewegen. Die Meisten erklärten diess aus der Dichtigkeit des unverdünnten Samens und legten kein weiteres Gewicht darauf, da jedoch diese Thatsache auch in anderem Sinne gedeutet werden kann, wie es von *Ankermann* wirklich geschehen ist, so nämlich, dass die Samenfäden im reinen Sperma sich nicht bewegen, weil in demselben keine Differenz zwischen der in den Samenfäden enthaltenen Flüssigkeit und dem interstitiellen Fluidum und mithin auch kein endosmotischer Strom in das Innere der Fäden sich finde, so verlohnt es sich doch der Mühe, zu fragen, ob die Thatsache wirklich begründet ist. Nach dem, was ich gesehen habe, muss ich diess für die Säugethiere verneinen. Fast immer fand ich, wenn ich einen Tropfen reines frisches Sperma aus dem Ende des Nebenhodens oder aus dem Anfange des Vas deferens unter das Mikroskop brachte, an einzelnen oder vielen Stellen mehr oder weniger lebhafte Bewegungen, die selbst zu einem intensiven Flimmern der ganzen Samenmasse führen konnten. In der Regel findet sich die Bewegung allerdings nur am Rande des Tropfens, nicht weil hier eine Verdunstung des Samens statt hat, wie ein eingefleischter Gegner der vitalen Bewegung der Samenfäden allenfalls vermuthen könnte, sondern weil am Rande des Tropfens die Intercellularflüssigkeit in etwas bemerklicherer Weise sich ansammelt. In anderen Fällen geht dieselbe, wie bemerkt, aber auch ins Innere. — Lässt man die Hoden mehrere Tage stehen, so wird das Sperma gewöhnlich dicker und vermisst man dann die Bewegungen in unverdünnten Tropfen, doch habe ich beim Stier Fälle gesehen, wo dieselben noch am sechsten Tage nach dem Tode des Thieres zu beobachten waren.

B. Einwirkung des Wassers auf die Samenfäden.

Wasser hebt ohne Ausnahme die Bewegungen der Samenfäden der Säuger auf, doch zeigt sich ein Unterschied, je nachdem man dasselbe gleich in Menge oder langsam einwirken lässt. Im erstern Falle, wenn man z. B. etwas Sperma mit zwei Tropfen Wasser mengt, so ist von einer Bewegung der Fäden auch bei sofortiger Untersuchung keine Spur mehr zu sehen, lässt man dagegen etwas Wasser unter dem Deckgläschen zu reinem Sperma einfliessen, so zeigen die Fäden der sich lockernden Samenmasse, namentlich im Innern derselben, noch eine kurze Zeit lang ($^1/_4$ — $^1/_2$ — 1 Minute lang) lebhafte Bewegung, die dann aber schwindet, so wie das Wasser die Samenflüssigkeit durch und durch verdünnt hat und auf alle Fäden einwirkt. Nach der Ein-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

wirkung von Wasser zeigen die Samenfäden der Säuger alle oder wenigstens die überwiegende Mehrzahl einfache oder schlingenförmige Oesen, so dass die hintere Hälfte des Fadens nach vorn umgebogen ist und oft in einer Spiraltour den vordern Theil desselben und den Kopf umgibt, oder es ist in anderen Fällen der Faden nach Art einer Uhrfeder eingerollt. Diese Oesenbildungen, deren genauere Kenntniss wir namentlich *v. Siebold* verdanken, wurden bisher allgemein als ein Zeichen des eingetretenen Absterbens der Samenfäden betrachtet (Siehe *Henle,* Allgem. Anat., pag. 955 u. 956, und *R. Wagner,* Phys., 3. Aufl., S. 22, Anmerkung 2, bei welch' letzterem Autor sich übrigens die Angabe findet, dass baldiger Zusatz von Blutserum, Blut u. s. w. zu mit Wasser behandeltem Sperma zuweilen wieder regelmässige Bewegungen hervorbringe, welche aber bald ganz aufhören), das Phänomen dem natürlichen Tode der Fäden, in welchem sie immer gerade ausgestreckt liegen, an die Seite gestellt und mit *v. Siebold* als Folge der Einsaugung von Wasser erklärt. Diese Erklärung ist nun wohl unzweifelhaft die richtige, allein ganz irrig ist, wie ich finde, die Meinung, dass Samenfäden mit Oesen todt seien. Solche Fäden sind nur scheintodt und können immer wieder selbst nach längerer Zeit aus ihrem ruhenden Zustande zur lebhaftesten Bewegung erweckt werden. Die erste Beobachtung der Art machte ich beim Kaninchen mit $_2NaO\ HO, PO_5$ von 10%, und war allerdings sehr erstaunt, als ich die durch das Wasser vollkommen eingerollten und ganz bewegungslosen Samenfäden sich aufrollen und nach und nach wieder in die lebhafteste Bewegung kommen sah. Da diese Erfahrung in eine Zeit fiel, wo mir *Moleschott's* und *Ricchetti's* Wahrnehmungen über den günstigen Einfluss gewisser Natronsalze auf die Bewegungen der Samenfäden schon bekannt waren (s. unten), so dachte ich natürlich zuerst an eine specifische Wirkung dieses Salzes, als ich dann aber fand, dass auch eine Zuckerlösung von 1040—1050 spec. Gew. und gewöhnliches Hühnereiweiss mit Wasser behandelte Samenfäden vollkommen auferweckt, musste ich natürlich diesen Gedanken verlassen. Eine weitere Verfolgung dieses Gegenstandes ergab nun in der That, dass viele concentrirtere Lösungen der Substanzen, welche überhaupt der Bewegung der Samenfäden günstig sind, mit Wasser behandeltes Sperma wieder beweglich machen, wie namentlich Blutserum, ferner Zucker, Eiweiss, Harnstoff von 10, 15—30%, concentrirte Lösungen von Glycerin und Amygdalin, $_2NaO\ HO, PO_5$ von 5% und 10% Na Cl von 1%, 5% und 10%, Zucker mit $^1/_{1000}$ KO. Hierbei sind noch folgende Punkte im Einzelnen hervorzuheben:

Einmal wirken bei diesen Wiederbelebungen nicht nur jene Concentrationen, welche in reinem Sperma Bewegung veranlassen, sondern auch stärkere. So bewegen sich die Samenfäden des Stieres, Hundes

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

und Kaninchens nur in Na Cl von 1 %, nie in solchem von 5 und 10 %. Ist jedoch der Samen mit Wasser behandelt, so wirkt nicht nur die erstere, sondern auch die beiden anderen Lösungen wiederbelebend Dasselbe zeigt sich beim Harnstoff, dessen 30 % Lösung niemals die Fäden von reinem Sperma flimmern macht, und beim Zucker. Es versteht sich von selbst, dass in solchen sonst ungünstig wirkenden Lösungen die Bewegung der Fäden nicht lange anhält, namentlich wenn grössere Mengen zugesetzt werden, während beim Zusatz an und für sich günstig wirkender Lösungen die Samenfäden nach dem Wiederaufleben oft noch 2—3 Stunden sich bewegen.

Zweitens ist zu bemerken, dass die verschiedenen concentrirten Lösungen in ihrer Wirkung auf mit Wasser behandeltes Sperma nicht ganz gleich sich verhalten. Wenigstens schienen mir in allen Versuchen die Salzlösungen, besonders Na Cl am raschesten zu wirken, langsamer die Zuckerarten und der Harnstoff, am langsamsten Eiweiss und Glycerin. — Da das ganze Phänomen des Wiederauflebens offenbar auf einer Wasserentziehung und einer Durchtränkung der Samenfäden mit einer concentrirten Lösung beruht, so darf es nicht Wunder nehmen, dass nicht alle Substanzen sich gleich verhalten. Die von mir gefundenen Differenzen stimmen nun auch in der That nicht schlecht mit den von *Graham* für die Diffusion von Kochsalz, Zucker und Eiweiss in Wasser gefundenen Differenzen, indem ersteres am leichtesten, letzteres am schwierigsten diffundirt (nach *Graham* verhält sich das Diffusionsvermögen der genannten Substanzen bei 20 % Lösungen wie 100 : 45,36 : 5,24), so wie mit der von *Cloetta* nachgewiesenen Imbibitionsgeschwindigkeit des Kochsalzes (siehe unten).

Eine besondere Erwähnung verdient endlich drittens noch, dass caustische Alkalien, die sonst mächtige Erreger der Samenfäden sind (siehe unten), auf mit Wasser behandelte Fäden fast gar nicht einwirken. Bei einer grossen Zahl von Versuchen mit sehr verschiedenen Concentrationen hat es mir doch nur einige wenige Male gelingen wollen, und zwar durch Lösungen von KO von 1—5 % und von NH_4O von 1 % an mit Wasser behandelten Fäden wiederum Bewegungen hervorzurufen, und selbst in diesen Fällen waren die Bewegungen schwach und durchaus nicht allgemein. Die meisten Fäden machten, indem sie sich aufrollten, nichts als ein paar Axendrehungen und waren dann still. Da nach *Graham's* Versuchen (Phil. Trans., 1851, I, pag. 38, und 1851, II, pag. 483) die caustischen Alkalien ebenso rasch oder noch etwas rascher diffundiren als die alkalischen Salze, und das Aufrollen der Oesen auch beweist, dass dieselben in die Samenfäden eindringen, so ist das Ausbleiben der Bewegungen wohl nur dadurch zu erklären, dass an mit Wasser behandelten Fäden die durch sie bewirkte Aende-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

rung der Molecularverhältnisse derselben viel schneller eintritt als in reinem Samen.

C. Verhalten der Samenfäden in thierischen Flüssigkeiten.

1) Lymphe und Blutserum.

In diesen beiden Flüssigkeiten tritt die Bewegung der Samenfäden ohne Ausnahme mit vollster Energie ein und dauert unter günstigen Verhältnissen, d. h. wenn die Flüssigkeit vor dem Verdunsten geschützt und in einer entsprechenden Temperatur erhalten wird, 3—6 Stunden und mehr mit gleicher Intensität fort. — Verdünnung der genannten Flüssigkeiten mit der einfachen oder doppelten Menge von Wasser hebt die Bewegung auf.

2) Secret der Samenbläschen, der Prostata, des Uterus masculinus und der *Cowper*'schen Drüsen.

Bei Kaninchen bietet sich eine günstige Gelegenheit dar, das Secret des Uterus masculinus auf die Samenfäden zu studiren, indem dieses Organ stets eine reichliche Menge einer eiweissreichen alkalischen Flüssigkeit und, wie schon *E. H. Weber* und *Leydig* melden, Samenfäden enthält. Die Bewegung der Fäden ist in diesem Secrete von ausnehmender Lebendigkeit und langer Dauer. Ebenso günstig wirkt das alkalische gallertartige Secret der Samenbläschen des Menschen auf die Fäden von Säugern, und das Gemenge von alkalischen Secreten im ejaculirten menschlichen Samen.

3) Eiweiss von Eiern.

Die flüssigeren Theile des bekanntlich alkalisch reagirenden und viel Na Cl haltenden Eiweisses von Eiern erhalten die Bewegungen der Samenfäden ebenso gut als irgend eine andere Flüssigkeit Wird dagegen eine concentrirtere, z. B. durch theilweises Eintrocknen gewonnene Lösung genommen, so hört die Bewegung auf, doch kann dieselbe immer durch Verdünnen mit Wasser wieder hergestellt werden. Dasselbe geschieht in einer verdünnten Lösung, wenn dieselbe unter 1010—1020 spec. Gew. besitzt. In einem Falle beobachtete ich beim Stier ein Wiederaufleben von Samenfäden, welche über Nacht unter einem Deckgläschen in Eiweiss gelegen hatten und eingetrocknet waren, bei Zusatz von neuem Eiweiss.

4) Speichel

Während *Donné* (Cours de Microscopie, pag. 290), *Krämer* (De motu spermatoz., pag. 37) und *Valentin* (Nova Acta, XIX, P. I, pag. 239)

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dem Speichel, und zwar *Krämer* sowohl saurem als alkalischem, eine schädliche Wirkung beimessen, fanden *R. Wagner* (Phys., 3. Aufl., S. 21 u. 22) und *Lampferhoff* (De vesic. seminal.) das Gegentheil. Ich muss meinen Erfahrungen zufolge den ersteren Autoren mich anschliessen, indem ich, die vorübergehenden Bewegungen abgerechnet, die beim Verdünnen des Sperma's entstehen, die Samenfäden nie in Speichel sich bewegen sah. Ohne Ausnahme bildeten auch in dieser Flüssigkeit die Fäden Oesen, wie in Wasser, was ebenfalls beweist, dass dieselbe schädlich wirkt, indem Samenfäden niemals in einer Flüssigkeit sich bewegen, die Oesen an ihnen erzeugt. Wird Speichel durch sehr verdünnte Lösungen von caustischen Alkalien — die mit concentrirteren Flüssigkeiten gemengt die Bewegungen der Fäden nicht aufheben — alkalischer gemacht, so wirkt er gerade auf dieselbe Weise, wie rein, wogegen Zusätze von indifferenten Substanzen, wie Zucker, die ihn concentrirter machen, seine schädliche Wirkung aufheben. Es ist daher weder die zu geringe Alkalescenz noch etwas specifisches, was seine schädliche Wirkung bedingt, sondern wohl unzweifelhaft sein grosser Wassergehalt.

5) Harn.

Nach *Donné* (l. c. pag. 290) sterben die Samenfäden im Harn augenblicklich, ohne Oesen zu bilden, womit *R. Wagner* (l. c.) wenigstens insofern übereinstimmt, als er die Bewegungen weniger lang beobachtete und zuweilen rasch aufhören sah, wogegen nach *Krämer* die Bewegungen im Harn fortdauern, mag derselbe frisch oder alt, warm oder kalt sein. Ich finde, dass im Harn des Menschen die Samenfäden der Säuger sich meist gar nicht bewegen oder, wenn es geschieht, nur schwach, vereinzelt und kurze Zeit. Die Ursache hiervon liegt nicht, wie beim Speichel, im Concentrationsgrade dieser Flüssigkeit, sondern hängt von ihrer sauren Reaction ab, indem alle Flüssigkeiten von einer gewissen Acidität die Bewegungen der Samenfäden aufheben. Wird der menschliche Harn durch verdünntes caustisches Kali oder Natron neutral oder schwach alkalisch gemacht, so erhalten sich die Bewegungen der Samenfäden stundenlang in ihm. Tilgt man die Alkalescenz durch Zusatz neuen Harnes, so zeigt sich schon ein Einfluss auf die Bewegung der Fäden, so wie die erste Spur einer sauren Reaction eintritt, welcher bald in voller Schädlichkeit auftritt, wenn die Acidität wieder stärker hergestellt wird. Zur Bestätigung des Gesagten gilt die fernere Thatsache, dass, wie ich beim Kaninchen beobachtete, der alkalische Harn von Pflanzenfressern die Bewegung der Samenfäden nicht im Geringsten beeinträchtigt. Dasselbe gilt von durch Zersetzung schwach alkalisch gewordenem Harn,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

doch kann derselbe auch durch zu viel kohlensaures Ammoniak schädlich einwirken, wie ich vom Harne des Hundes beobachtete. Nach *Donné* (pag. 273 u. 287) sollen auch die Samenfäden in stark ammoniakalischem Harn ziemlich schnell zerstört werden, während sie nach demselben Autor in saurem Harn noch nach Monaten aufzufinden sind (pag. 314).

6) Galle.

Die Behauptung von *Krämer,* dass die Galle die Bewegung der Samenfäden der Säuger nicht beeinträchtige, kann ich nicht ohne weiteres unterschreiben, vielmehr stimmt, was ich fand, mehr mit *R. Wagner's* Angaben überein (l. c.), nach denen die Samenfäden in Galle weniger lang und manchmal gar nicht sich bewegen. Die Samenfäden des Ochsen bewegen sich in einer ziemlich dickflüssigen menschlichen Galle nicht, ebenso wenig in deutlich alkalischer frischer, aus einer Gallenblasenfistel stammender Hundsgalle. Da diese nur 1008—1010 spec. Gew. besass, so vermuthete ich, es möchte die geringe Concentration derselben die Schuld tragen, und vermengte dieselbe mit einer Lösung von Traubenzucker. In einer solchen Mischung von 1020 spec. Gew. bewegten sich schon einzelne Samenfäden, und in einer andern von 1037—1045 Gew. war die Bewegung ziemlich allgemein. Noch schlagendere Resultate erhält man, wenn man die Galle durch Eindampfen concentrirter macht, in welchem Falle leicht eine Flüssigkeit zu erhalten ist, die die Schlängelungen der Fäden nicht alterirt. Beim Hunde bewegten sich einzelne Fäden in der Galle eines andern Hundes lebhaft, während die grosse Mehrzahl derselben vollkommen ruhig blieb; beim Kaninchen endlich schadete Hundsgalle den Bewegungen nicht.

7) Milch.

Bei diesem Secrete bietet sich wieder eine gute Gelegenheit dar, den Einfluss der Reaction einer Flüssigkeit auf die Samenfäden zu prüfen. In alkalischer Milch dauert die Bewegung der Fäden ungetrübt lange Zeit fort, und beziehen sich die bestätigenden Angaben von *Donné* und *Krämer* sicherlich auf ein solches normales Secret. Saure Milch dagegen hebt die Bewegungen augenblicklich auf und bekommen die Samenfäden in derselben auch Oesen, was wohl einfach durch die geringere Concentration des Plasma's saurer Milch, in welcher das Casein geronnen ist, sich erklärt.

8) Humor vitreus.

Die Glasfeuchtigkeit des Ochsenauges erhält die Bewegungen der Samenfäden lange Zeit in völliger Lebhaftigkeit, eine Thatsache, die

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

bei der geringen Concentration dieser Flüssigkeit auf den ersten Blick etwas sehr Befremdendes hat. Das Räthsel löst sich jedoch, wie mir scheint, leicht, wenn man die günstige Wirkung schwacher Kochsalz- und Chlorkaliumlösungen von $^1/_2$—1 % auf die Samenfäden kennt (siehe unten) und die Zusammensetzung des Glaskörpers näher ins Auge fasst. Derselbe enthält nämlich nach den neuesten Untersuchungen von *Lohmeyer* (Zeitschr. f. rat. Med. 1854, pag. 64 u. fg.), welche die älteren Angaben von *Berzelius* und *Frerichs* weiter ausführen und bestätigen, auf 100 Theile in 1,46 fester Substanz 0,77 Na Cl und 0,06 K Cl, also mehr als $^4/_5$ % zweier Salze, die selbst in bedeutender Verdünnung die Bewegungen der Samenfäden nicht stören.

9) Schleim.

Die verschiedenen Schleimarten sind im Allgemeinen den Bewegungen der Samenfäden nicht hinderlich, ausser wenn sie zu zähe und consistent sind, was allerdings häufig genug der Fall ist. Seit *Donné* wird auch auf die Reaction des Schleimes Gewicht gelegt und nicht ganz mit Unrecht, indem wenigstens der Schleim aus dem Magen die Bewegung der Fäden aufhebt, wenn seine Reaction deutlich sauer ist, während dieselbe in allen alkalischen Schleimarten fortdauert. Was die Secrete der weiblichen Genitalien betrifft, so hätte ich gern die Angaben *Donné's* geprüft, ich fand es jedoch bei einigen im hiesigen Gebärhause gemeinschaftlich mit *Scanzoni* angestellten Versuchen unmöglich, reinen Vaginal- und Uterusschleim zu erhalten, der dilnirt genug gewesen wäre, um den Einfluss desselben auf die Samenfäden von reinem thierischem Sperma zu untersuchen. So viel ist allerdings richtig, dass der Vaginalschleim immer sauer und der Schleim des Cervix uteri alkalisch reagirt, doch glaube ich mit *Donné*, dass der erstere den Samenfäden in der Regel nicht viel schaden wird, da die Acidität desselben selten bedeutend ist. Was dagegen den zähen Schleim des Cervix uteri betrifft, so scheint die Consistenz desselben immer der Art zu sein, dass von einer Bewegung der Elemente des Samens in ihm nicht die Rede sein kann, wie wenigstens Versuche mit unverdünntem thierischem Samen lehren, und möchte daher mit Bezug auf die Ursachen der Sterilität auf die so häufige übermässige Secretion dieses Schleimes und die durch dieselbe bewirkte Unwegsamkeit des Cervix uteri viel mehr Gewicht zu legen sein, als auf die, wenn auch von *Donné* behauptete, doch wohl kaum hinreichend constatirte zu grosse Alkalescenz des Uterinschleimes. Auf die von *Donné* ebenfalls erwähnte zu grosse Acidität des Vaginalschleimes in gewissen Fällen lege ich noch weniger Gewicht, indem es für die Befruchtung in der Regel wohl ziemlich gleichgültig ist, ob die Samenfäden im Vaginalschleim am Leben bleiben oder nicht, ganz abgesehen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

davon, dass das ejaculirte Sperma so stark alkalisch reagirt, dass es wohl vollkommen hinreicht, um die Säure des Schleimes zu neutralisiren.

Von allen thierischen Flüssigkeiten, welche die Bewegungen der Samenfäden nicht stören, kann nun noch als allen gemeinschaftlich angegeben werden, dass dieselben in verdünnten Lösungen genau wie Wasser sich verhalten, d. h. Oesen erzeugen und die Bewegung hemmen. Auch in diesem Falle jedoch sind solche Samenfäden nicht als todt zu betrachten, vielmehr lassen sich dieselben immer durch die oben schon namhaft gemachten concentrirteren Lösungen wieder ins Leben rufen.

D. Einwirkung organischer, mehr indifferenter Substanzen auf die Samenfäden.

Die von mir geprüften mehr indifferenten organischen Substanzen zerfallen in zwei Abtheilungen, solche, welche in einer gewissen Concentration den Bewegungen keinen Eintrag thun, und andere, welche dieselben unter allen Verhältnissen aufheben, ohne jedoch die Lebensfähigkeit der Fäden zu zerstören. Zu der ersten Kategorie gehören folgende:

1) Traubenzucker, Milchzucker, Rohrzucker.

Mit den verschiedenen Zuckerarten habe ich mehr als mit irgend einer andern Lösung experimentirt, da dieselben als indifferente, in jeder beliebigen Lösung leicht herzustellende Körper vor allem sich darboten, als es sich um die Beantwortung der Frage handelte, ob wirklich nur Endosmose die Bewegung der Samenfäden veranlasse. Als ich dann gefunden hatte, dass in gewissen Zuckerlösungen die Bewegung der Samenfäden sich ebenso gut erhält, wie in den nahezu am günstigsten wirkenden thierischen Flüssigkeiten, benutzte ich eine Lösung von Zucker als gewöhnliches Verdünnungsmittel des Samens, und hatte so noch mehr Gelegenheit, ihre Einwirkung zu erproben. Diese ist einfach so, dass concentrirte und diluirte Lösungen die Bewegungen der Samenfäden hemmen, während dieselben bei gewissen mittleren Concentrationen aufs lebhafteste zu Tage treten und ist hiernach *Krämer's* Angabe, dass Zuckerlösungen, concentrirte sowohl wie diluirte, die Bewegungen der Fäden aufheben, zu verbessern. Die Einzelverhältnisse sind bei verschiedenen Säugern etwas verschieden, ausserdem auch nicht bei allen Individuen vollkommen gleich, wesshalb auch die folgenden Zahlenangaben, die ich beispielsweise anführe, nicht gerade als für alle Fälle gültig angesehen werden können.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Traubenzucker.	Stier.	Hund.	Kaninchen.
1) von 30 %	0,	0,	meist 0. einmal bei wenigen leise Zuckungen,
2) » 15 % od. 1060 sp. Gew.	Bewegung sehr lebhaft,	Bewegung spärlich, von kurzer Dauer, wenig lebhaft,	fast allgemein, nicht besonders lebhaft,
3) » 1057 » »	ebenso,	etwas besser,	
4) » 1050 » »	ebenso,	sehr lebendig langdauernd, allgemein,	lebhaft, allgemein,
5) » 1048 » »	ebenso,	ebenso,	
6) » 1040 » »			ebenso,
7) » 1030 » »	allgemein, aber weniger lebhaft,	sehr lebhaft, fast allgemein,	ebenso,
8) » 1020 » »	spärlich,	weniger lebhaft, viele Oesen, abgelöste Köpfe,	noch lebhaft, aber spärlicher,
9) » 1017 » »	sehr vereinzelt oder fehlend,		
10) » 1010 » »	0,	0, viele Oesen und abgelöste Köpfe,	einzelne wenige zucken noch etwas, viele Oesen,
11) » 1005 » »	0, Oesen,	ebenso,	ebenso,
12) » 1002 » »	ebenso,	ebenso,	0, Oesen.

Die Dauer der Bewegungen war in den meisten günstig wirkenden Lösungen sehr bedeutend. Beim Hund hatten dieselben an gewöhnlichen mikroskopischen Präparaten nach vier Stunden noch nicht aufgehört, und beim Kaninchen bewegten sich nach 16 Stunden immer noch einzelne Fäden, so dass nicht zu bezweifeln ist, dass unter günstigen Verhältnissen eine noch viel längere Dauer erzielt werden kann.

Alle Zuckerarten, so wie überhaupt die hier abzuhandelnden organischen Substanzen zeigen nun noch übereinstimmend die Eigenthümlichkeit, dass sie auch in ihren diluirten und concentrirten Lösunsungen, welche die Bewegungen der Samenfäden aufhören machen, dieselben nicht tödten. Wie beim Wasser kann nach Zusatz diluirter Zuckerlosungen die Bewegung durch verschiedene concentrirtere Flüssigkeiten wieder hergestellt werden, und nach Anwendung dichter Lösungen wird durch eine einfache Verdünnung mit Wasser dasselbe erreicht.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

2) Harnstoff.

Wirkt genau wie die Zuckerarten, in Lösungen von 5—10% günstig, in diluirten und concentrirten Lösungen nachtheilig, doch nicht wirklich tödtend.

3) Glycerin.

Verhält sich wie Harnstoff.

4) Amygdalin.

Die einzige von mir angewendete Lösung von 1012 spec. Gewicht zeigte beim Kaninchen einige sich bewegende Fäden, während die meisten Oesen besassen.

5) Picrotoxin.

Eine von mir versuchte Lösung von 1005 spec. Gewicht erzeugte an den Samenfäden des Stieres und Kaninchens Oesen, war also auf jeden Fall zu diluirt.

6) Salicin.

In einer Lösung von 1012 spec. Gew. bewegen sich beim Kaninchen eine gewisse Zahl Samenfäden. Manche liegen still oder haben Oesen. Offenbar wirkt die Lösung nur desswegen nicht besser, weil sie zu diluirt ist, was auch dadurch bewiesen wird, dass Zusatz einer concentrirten Zuckerlösung die Bewegung lebhafter herstellt.

Zu den schädlich wirkenden indifferenten organischen Substanzen zählen:

7) Gummi und Dextrin.

Schon im Anfange meiner Untersuchungen hatte ich die Beobachtung gemacht, dass die Samenfäden der Säuger in Gummi arabicum und Pflanzenschleim (Gummi tragacanthae und Mucil. sem. cydoniorum) sich nicht bewegen und Oesen erhalten, doch schrieb ich diess anfangs auf Rechnung der zu grossen Verdünnung meiner Lösungen. Als ich dann aber später fand, dass auch Solutionen von Gummi arabicum von 1022, 1035 und 1045 spec. Gew. denselben Erfolg haben, dass jedoch durch Zusatz gleich concentrirter Zuckerlösungen zur Gummisolution die Bewegung der Samenfäden wieder hergestellt werden kann, musste die Sache doch die Aufmerksamkeit erregen. Bei der weitern Verfolgung dieser Angelegenheit wurde ich nun vor Allem an die Blutzellen des Frosches gewiesen, von denen ich schon früher (s. diese Zeitschr. Bd. VII, pag. 183) gefunden hatte, dass sie durch Pflanzenschleim erblassen. Ich hatte damals ohne weiteres Ueberlegen dieses Erblassen in ähnlicher Weise, wie das Farbloswerden der Blutzellen in sehr concentrirten Harnstoff-, Zucker- und Salzlösungen, auf einen exosmotischen Strom bezogen, der aus dem Innern der Blutzellen in

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

die dichtere äussere Lösung stattfinde, allein nun traten meine Beobachtungen an den Samenfäden hindernd entgegen und forderten zu einer genaueren Prüfung auf. Diese ergab nun in der That, dass zwischen der Einwirkung concentrirter Gummilösungen auf die Blutzellen und derjenigen der anderen genannten Substanzen ein sehr wesentlicher Unterschied besteht. In einer concentrirten Harnstoff-, Zucker- und Salzlösung nämlich ist die erste an den Blutzellen auftretende Veränderung ein Schrumpfen, ein Zackig- oder Faltigwerden, auf welches erst in zweiter Linie das Erblassen folgt, dem häufig noch ein Kugeligwerden der ganzen Zelle vorangeht, in Pflanzenschleim und Gummi arabicum dagegen fehlt das Runzeligwerden der Zellen vollständig, vielmehr machen dieselben genau die nämlichen Veränderungen durch, wie bei Zusatz von Wasser, werden erst kugelrund, dann nach und nach entfärbt. Wenn somit Gummi arabicum selbst in concentrirten Lösungen sowohl auf die Blutzellen als auf die Samenfäden wie Wasser einwirkt, so liegt es nahe, die Erklärung darin zu suchen, dass auch das Gummi arabicum, wie der Pflanzenschleim, entgegen der bisherigen Annahme, sich in Wasser nicht wirklich löst, sondern nur aufquillt. Unter dieser Voraussetzung könnte dann bei einer Gummilösung von einer endosmotischen Wirkung, wie bei wirklichen Lösungen, keine Rede sein, und dieselbe, auch wenn sie noch so concentrirt wäre, immer nur durch ihr Wasser an endosmotischen Processen sich betheiligen, mit anderen Worten, es würde dieselbe, um ein grobes Bild zu wählen, sich gerade so verhalten, wie Wasser, das feste Theilchen, Sandkörnchen oder Fetttröpfchen, aufgeschwemmt enthielte. Ich weiss nun zwar wohl, dass diese meine Vermuthung mit der gewöhnlichen Annahme in bedeutendem Widerspruche steht, indem das Gummi arabicum allgemein als in Wasser wirklich sich lösend angesehen und demselben ein nicht unbeträchtliches endosmotisches Aequivalent (11,79) zugeschrieben wird, unterwirft man jedoch die bisher mit dieser Substanz angestellten endosmotischen Versuche einer Kritik, so ergibt sich, dass dieselben mit meiner Annahme nicht so unvereinbar sind, als es auf den ersten Blick scheint. *Jerichau* (*Poggendorf's* Annalen, Bd. XXXIV) trennte durch eine Membran zwei gleich concentrirte Lösungen von Gummi arabicum und Zucker, und fand, dass das specifische Gewicht der Zuckerlösung abnahm, eine Beobachtung, die *Brücke* später bestätigte (De diffusione humorum per septa mortua et viva. Berol. 1842, und *Poggendorf's* Annal. Bd. LVIII). *Brücke* schloss hieraus, dass die Anziehungen nicht statt haben zwischen den beiden Lösungen, sondern zwischen dem Wasser und den gelösten Stoffen, und gründet zum Theil auf diesen Versuch seine bekannte Theorie der Endosmose. Die Erklärung fällt aber ebenso einfach aus, wenn man von meiner Vermuthung ausgehend, das Gummi nicht als in Wasser wirklich gelöst,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sondern nur aufgequollen annimmt, in welchem Falle dann es sich ohne Weiteres versteht, dass in diesem Versuche nur von einer Endosmose zwischen Zucker und Wasser die Rede sein könnte. In derselben Weise deute ich auch *Vierordt's* Angabe (Art. Transsudation und Endosmose in *Wagner's* Handb. d. Phys. Bd. III, pag. 645), dass Zusatz von Gummilösung zu einer Kochsalzsolution die Endosmose herabsetzt, und ebenso zeigt sich auch, dass der genaueste endosmotische Versuch mit Gummi von *Jolly* nicht das beweist, was man aus ihm geschlossen hat, wie er denn in der That auch von *Jolly* selbst als ungenau bezeichnet wird (Zeitschr. f. rat. Med. Bd. VII, pag. 113). Als *Jolly* nach 14 Tagen den Versuch wegen eintretender Fäulniss der Blase unterbrechen musste, «sah die Gummilösung aus wie durchzogen von einem feinen Gewebe und hatte dem äussern Ansehen nach trotz dem in grosser Menge eingetretenen Wasser stets den gleichen Grad der Dickflüssigkeit». Es war also offenbar die Gummilösung noch lange nicht durch Wasser ersetzt, ja man vermisst selbst den Nachweis, dass überhaupt Gummi in das destillirte Wasser übertrat. Alle diese Versuche beweisen demnach noch nicht, dass das Gummi ächte Lösungen bildet, und wie solche an endosmotischen Processen sich betheiligt, ja man könnte selbst auf den Gedanken kommen, dass dasselbe überhaupt gar nicht durch thierische Membranen hindurchgeht, namentlich wenn man sich noch an die Fütterungsversuche von *Tiedemann* und *Gmelin* (Die Verdauung nach Versuchen, Bd. 2, S. 186), von *Boussingault* (Ann. de Chemie et de Phys. 3e Ser., 18, pag. 444) und von *Lehmann* (Phys. Chemie, III, pag. 286) erinnert, nach denen bei mit Gummi gefütterten Thieren das Gummi stets in grosser Menge in den Excrementen, nicht im Blut, Chylus und Harn (*Lehmann*) gefunden wird. Diess hiesse jedoch sicherlich zu weit gehen, indem wahrscheinlich schon *Jolly* bei seinem Versuch ein theilweises Uebertreten des Gummis in die Wasserlösung beobachtet hat, und auch *Lehmann* (Phys. Chemie, III, pag. 287) ganz bestimmt für einen solchen Uebergang sich ausspricht, was ich wenigstens für den Fall, dass Gummilösung und Wasser einander entgegengesetzt werden, bestätigt finde. Hieraus scheint mir jedoch noch immer nicht zu folgen, dass Mucilago gummi arabici eine wirkliche Lösung ist, und dass Gummi und Wasser so durch eine Membran sich austauschen, wie z. B. Kochsalz und Wasser. Vielmehr glaube ich, dass wenn Gummilösung und Wasser durch eine Membran getrennt sind, das Gummi einfach der Membran, die natürlich immer gleich getränkt bleibt, Wasser entzieht und so immer mehr aufquillt. Dieser Vorgang kann wohl ebenso wenig Endosmose genannt werden, wie wenn von einer durch eine Membran von Oel getrennten Salzlösung Salz zum Oel übertritt (*Brücke*), oder ein trockner Kochsalzkrystall, der durch eine Membran

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

von Wasser getrennt ist, zerfliesst, Endosmose tritt nämlich im letztern Falle erst dann ein, wenn die entstandene Kochsalzlösung in die Membran eindringt und eine doppelte Strömung entsteht. Das Uebertreten von etwas Gummi in das Wasser gibt nun freilich der Gummilösung eine gewisse Aehnlichkeit mit den wirklichen Solutionen, allein ich bin überzeugt, dass, wenn man dasselbe genauer verfolgt, es sich wird durch Zahlen belegen lassen, dass eine wesentliche Differenz in dem Verhalten des Gummis und wahrer Lösungen besteht. Wenigstens lässt sich die Wirkung des Gummis auf die Samenfäden und Blutzellen, die mangelnde Resorbtion desselben vom Darme aus kaum anders erklären, als wenn man annimmt, dass dasselbe, wenn es concentrirteren Lösungen und mit dichten Flüssigkeiten getränkten Gebilden gegenübersteht, keinen Austausch mit denselben eingeht und von denselben nicht eingesaugt wird, was doch der Fall sein müsste, wenn dasselbe wie eine wirkliche Lösung sich verhielte. Ein Versuch, den ich mit einer diluirten Gummilösung (von 2%) und einer concentrirten Kochsalzlösung (von 15%) anstellte, spricht wenigstens ganz in diesem Sinne, indem selbst nach fünf Tagen keine Spur von Gummi in dem diluirt gewordenen Na Cl zu entdecken war. Ich deute daher das Eindringen von Gummi in die Membran und das Uebertreten desselben in das jenseitige Wasser in *Jolly's* Versuch als Phänomene, die mit dem Aufquellen dieser Substanz in Wasser zusammenhängen, durch welches eine Art unächter Diffusion derselben entsteht.

In Manchem dem Gummi ähnlich wirkt das Dextrin. Ich prüfte Lösungen von 1020, 1030, 1045 spec. Gew. und eine noch viel concentrirtere von 30%. In keiner dieser Lösungen bewegten sich die Samenfäden eines frischen Sperma's des Hundes, vielmehr bekamen dieselben in allen, namentlich aber in den drei ersten in ihrer grossen Mehrzahl Oesen. Zusatz von $2NaO\,HO$, PO_5 von 5 und 10% und von KO von 5—25% zu mit Dextrin behandeltem Sperma erzeugte die lebhaftesten Bewegungen, welche auch im Natronsalz lange anhielten, womit wiederum bewiesen ist, dass Dextrin wie Wasser und Gummi die Samenfäden nicht tödtet, sondern nur durch bewirkte Quellung zur Ruhe bringt. Beim Dextrin ist jedoch die Wirkung auf die Blutzellen eine etwas andere als beim Gummi; in der 30% Lösung runzeln sich die Blutzellen des Frosches leicht von der Fläche, bleiben jedoch im Umkreis elliptisch, werden dann etwas entfärbt, so dass die Kerne deutlich sichtbar sind, doch erblassen nur wenige ganz. Dextrin von 1045 spec. Gew. verändert die Blutzellen so zu sagen gar nicht, und solches von 1020 spec. Gew. zeigt dieselben etwas aufgequollen, spindelförmig und blasser. Etwas anders reagiren die Blutzellen des Hundes in 30% Dextrinsolution, indem dieselben nicht

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

schrumpfen, vielmehr leicht aufquellen, jedoch ohne sich zu entfärben. Da mit Dextrin noch keine Diffusions- und Imbibitionsversuche angestellt sind, so wage ich es nicht, diese zum Theil widersprechenden Resultate in ein Gesammtbild zu vereinen, glaube jedoch diese Substanz ferneren Beobachtern empfehlen zu sollen.

E. Narcotica.

Mit Narcoticis habe ich nur wenig experimentirt, da mit Bezug auf die Frage, die mich vor Allem interessirte, ob den Bewegungen der Samenfäden endosmotische Vorgänge zu Grunde liegen, nicht viel von ihnen zu erwarten war. Lösungen von Morphium aceticum von 3% und 6% machten sowohl beim Hund als Stier Oesen, wirkten mithin wie Wasser. Die Samenfäden waren jedoch nicht todt, vielmehr gelang es durch Kochsalz von 1% wieder Bewegungen zu erhalten. Ebenso verhielt sich Strychninum nitricum von 2% und weckte auch hier Na Cl die Fäden wieder auf. Eine 12% Blausäure wirkte nichts. Als sich aber etwas Paracyan in derselben gebildet hatte, zeigten sich, obschon dieselbe noch sehr stark war, lebhafte Bewegungen. Diesem zufolge wird auch für die Säugethiere der Schluss gerechtfertigt erscheinen, zu dem ich schon vor Jahren für die Wirbellosen kam, dass Narcotica bei gewissen Concentrationen den Bewegungen der Samenfäden keinen Eintrag thun.

F. Schädlich wirkende organische Substanzen.

Viele organische Substanzen wirken schädlich auf die Samenfäden, weil sie chemisch die Substanz derselben angreifen, so Alkohol, Creosot, Chloroform, Aether, ätherische Oele, Gerbstoff. Andere schaden, weil sie mechanisch dieselben hindern, wie die Oele. Bei den ersteren gibt es natürlich, wie bei den Metallsalzen (s. unten), gewisse Verdünnungen, in denen sie, indifferenten günstigen Losungen beigemengt, nicht schaden, doch habe ich über diesen Punkt keine besonderen Studien gemacht.

G. Salze verschiedener Art.

Ihrer Einwirkung nach zerfallen die wässerigen Salzlösungen in solche, welche, für sich allein angewendet, in keiner Verdünnung oder Concentration Bewegungen der Samenfäden veranlassen, und in andere, die wenigstens bei einem gewissen spec. Gew. die Bewegungen nicht hemmen. Zu den ersteren gehören die Metallsalze, zu den letzteren viele alkalische und Erdsalze.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Metallsalze.

Die Metallsalze sind, wie *Quatrefages* zuerst bei Wirbellosen gezeigt hat (Ann. des sc. nat. 1850), nicht absolut schädlich, vielmehr gibt es bei jedem derselben einen gewissen Grad der Verdünnung, der nicht mehr einwirkt. Diese Lösungen sind jedoch so diluirte, dass man bei den Thieren, deren Fäden sich nicht in Wasser bewegen, um die Grenze der Wirkung zu finden, das Metallsalz einer concentrirteren indifferenten Lösung zusetzen muss. Da es für mich kein grosses Interesse hatte, diese Grenze für mehrere dieser Substanzen aufzufinden, so prüfte ich nur Sublimat. Hierbei zeigte sich bei den Samenfäden des Stieres, dass sonst günstige Zuckerlösungen wirkungslos werden, wenn sie nur $^1/_{10,000}$ Sublimat enthalten [1]). Bei noch geringeren Mengen kommt die Bewegung nach und nach, doch sah ich erst bei $^1/_{20,000}$ des Salzes die Bewegungen der Fäden lebhaft und allgemein.

Alkalische und Erdsalze.

Dass verdünnte Salzlösungen die Bewegungen der Samenfäden nicht hemmen, findet sich schon bei einigen Autoren angegeben, wie bei *R. Wagner* und *Leuckart* (Art. Zeugung, pag. 825), doch haben erst *Quatrefages, Newport* und *Ankermann* genauere Untersuchungen über die Wirkung derselben angestellt. *Quatrefages* fand, dass die Samenfäden der Hermellen in concentrirten Kochsalzlösungen zur Ruhe kommen, während dieselben in solchen, die auf 32 Theile Meerwasser 1 Theil Seesalz enthielten, noch nach mehreren Minuten lebten, und ein Gemeng von 64 Theilen Seewasser und 1 Theil Seesalz eine «Accélération évidente dans les mouvements», eine «surexitation manifeste des spermatozoides» hervorbrachte (l. c. pag. 114). $NaO\ CO_2$ fand *Quatrefages* minder günstig, wenigstens starben die Samenfäden der Hermellen in einer 5% Lösung schon in einer halben Minute, und in einer Lösung mit $^1/_{500}$ des Salzes die meisten in 5 Minuten, doch bewegten sich von denen, die am Leben blieben, einige sehr kräftig. Noch schädlicher wirkte Alaun, während chromsaures Kali günstiger sich verhielt (l. c. pag. 118). — *Newport* (Phil. Trans. 1853, II, pag. 283)

[1]) Ich bemerke hier, dass alle Lösungen über 1%, mit denen ich überhaupt arbeitete, von den Herren Oberapotheker *Carl* am Juliusspital und Apotheker *v. Hertlein* mit möglichster Sorgfalt bereitet wurden. Zur Herstellung der grösseren Verdünnungen bediente ich mich immer einer graduirten Burette, wie sie zum Titriren dient. Nur bei indifferenten Substanzen benutzte ich manchmal das Aracometer zur Herstellung verschieden concentrirter Solutionen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

untersuchte die Einwirkung von $KO\,CO_2$ und $NaO\,CO_2$ auf die Samenfäden des Frosches. Eine Lösung von 1 Theil $KO\,CO_2$ auf 240 Theile Wasser hob die Bewegungen der Fäden nicht augenblicklich auf, wie stärkere Lösungen, sondern brachte dieselben nur ganz allmählich zum Erlöschen. Eine Lösung mit $^1/_{480}$ des Kalisalzes beschleunigte in den ersten Secunden die Bewegungen in hohem Grade, dann aber erlahmten dieselben ebenfalls nach und nach, wogegen sie bei $^1/_{960}$ Kali carbonicum, obschon die Fäden ebenfalls lebendiger wurden, doch viel länger anhielten und erst nach vielen Minuten abnahmen, um endlich ganz aufzuhören. $NaO\,CO_2$ wirkte in ähnlicher Weise, war jedoch noch viel weniger schädlich. — Von *Ankermann* endlich wurden (l. c. pag. 10) beim Frosch $NaO\,SO_3$; Na Cl, $KO\,NO_5$ und AlO_3, $3SO_3 + KO\,SO_3$ geprüft. Die Samenfäden wurden jedesmal ruhig oder bewegten sich gar nicht, wenn dem mit Wasser behandelten Samen etwas von diesen Salzen in Substanz beigemischt wurde. Wenn dann aber unter dem Deckgläschen auf der einen Seite Wasser zugesetzt und die Salzlösung durch Fliesspapier auf der andern Seite entzogen wurde, so kam, wenn nicht zu lange Zeit verstrichen war, die Bewegung der Fäden wieder.

Soviel von den bisherigen Leistungen. Was nun meine Versuche anlangt, so bemühte ich mich, wie auch bei anderen Substanzen, genau die Concentrationen zu fixiren, bei denen die fraglichen Salze wirken, um so wo möglich die Gesetze zu finden, nach denen die Bewegungen der Samenfäden sich regeln. Ich hatte schon beim Na Cl und $NaO\,\bar{A}$ diese Bestimmungen gemacht, als ich die kurze Notiz von *Moleschott* und *Ricchetti* (Gaz. méd. 7 Avril 1855, und Compt. rend. de la séance de l'Acad. de Paris du 26 Mars 1855) zu Gesicht bekam, nach welchen Autoren, wie es schon *Quatrefages* für das Seesalz angegeben hatte, gewisse Natronsalze in bestimmten Lösungen ($NaO\,CO_2$, $NaO\,SO_3$ und $2NaO\,HO$, PO_5 von 5 % und Na Cl von 1 %) mächtige Erreger der Samenfäden sind, und an denselben noch Bewegungen hervorrufen, wenn andere sonst günstig eingreifende Stoffe, wie Humor vitreus, unwirksam geworden sind. Ich muss sagen, dass bei meinen Untersuchungen dieser Gedanke sich mir nicht aufgedrängt hatte, vielmehr war es mir immer vorgekommen, als ob Salzlösungen vollkommen dieselbe Rolle spielen, wie die anderen günstig wirkenden Substanzen, doch ermangelte ich nicht, die Sache auch von dieser Seite zu prüfen. Die Resultate, zu denen ich bei den Säugern gelangte, sind folgende:

1) Gewisse Salze geben in bestimmten Concentrationen vortreffliche Medien ab, in denen die Bewegungen der Samenfäden Stunden lang (2—4 Stunden und mehr) aufs lebhafteste sich erhalten, und zwar zerfallen dieselben deutlich in zwei Gruppen, solche, die

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

nur bei geringen Concentrationen günstig wirken, und andere, bei denen erst dichtere Lösungen unschädlich sind.

Bei 1% wirken günstig: $NaCl$, KCl, $NaO\,NO_5$, $KO\,NO_5$, NH_4Cl; bei diesen Salzen bewegen sich in den meisten Fällen die Fäden auch noch in 2% und 3% Lösungen vereinzelt, ebenso in ½% Solutionen, wogegen bei 5% in der Regel und bei 10% sicher jede Spur von Bewegung erloschen ist.

Bei 5% sind unschädlich: $2NaO\,HO, PO_5$, $Na\,SO_3$, $MgO\,SO_3$, $Ba\,Cl$; bei den beiden ersten Salzen lassen auch die 10% Lösungen ebenso bei allen 4 Solutionen von 3% und selbst manchmal von 2% noch einige Bewegungen ins Leben treten, wogegen die 1% Lösungen ohne Ausnahme schädlich sind.

Vom $NaO\,CO_2$, das *Moleschott* und *Ricchetti* auch loben, so wie vom $KO\,CO_2$ habe ich nur vorübergehende Wirkungen gesehen. Mengte ich Sperma des Stieres mit kohlensaurem Natron, so zeigte sich bei 5% Lösung constant eine lebhafte Bewegung, die aber nach 5 bis höchstens 15′ erlosch. Eine Lösung von 3,3% bewirkte noch viel energischere Bewegungen, die aber auch nicht länger als 10—15′ dauerten. Bei 1,63% fand ich eine Dauer von nur 9′ und theilweise Oesenbildung, und bei 1% fehlten die Bewegungen in einigen Fällen ganz, ohne dass jedoch Oesen sich einstellten. Die 10% Solution bewirkte bald nichts, bald eine 2—5′ dauernde Bewegung, ohne Lebhaftigkeit. — Von $KO\,CO_2$ prüfte ich nur 1- und 2procentige Solutionen, die beide sehr lebhafte Bewegungen hervortreten liessen, dieselben jedoch nur 5—8′ lang erhielten. Die grosse Lebhaftigkeit der durch diese kohlensauren Alkalien erzeugten Bewegungen verbunden mit der viel kürzeren Dauer derselben als in den anderen Salzen brachte mich auf den Gedanken, ob dieselben nicht, wie die caustischen Alkalien, wirklich erregend und dann zerstörend einwirken, was sich in der That bei ferneren Beobachtungen bestätigte, indem dieselben auch ruhend gewordene Samenfäden wieder in Thätigkeit versetzten. Immerhin ergab sich der Unterschied, dass dieselben nicht so stark wirken, wie die caustischen Alkalien, und daher auch das Leben der Samenfäden weniger rasch zerstören. So erklärt sich die längere Dauer der Bewegungen in diesen Substanzen, ferner die von mir beobachtete Thatsache, dass mit Wasser behandelte Fäden durch kohlensaure Alkalien auf kurze Zeit (5—12′) sich erwecken lassen, während die caustischen diess in der Regel nicht thun, endlich dass mit concentrirten kohlensauren Alkalien, z. B. $NaO\,CO_2$ von 10%, behandelte Samenfäden, ebenfalls durch Wasser auf einige Minuten wieder zu sich kommen.

2) Bei den Salzen, welche in gewissen Concentrationen die Bewegungen der Samenfäden nicht stören, wirken verdünnte Lösungen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

wie Wasser, heben die Bewegungen auf und bilden Oesen. In allen solchen Fällen erzeugt Zusatz stärker concentrirter Lösungen der angewendeten Salze die Bewegung wieder, doch geschieht dasselbe auch, und diess scheint mir nicht ohne Interesse, durch Zusatz concentrirter indifferenter Substanzen, wenigstens sah ich durch $2NaO\,HO, PO_5$ von 1 % ruhig gewordene und mit Oesen versehene Fäden des Hundes durch Rohrzucker von 1050 spec. Gew. wieder aufleben.

3) Alle Concentrationen, die stärker sind als die oben angegebenen günstigen, heben die Bewegungen der Samenfäden auf, so Na Cl und K Cl, $NaO\,NO_5$ und $KO\,NO_5$, NH_4Cl meist schon von 5 %, sicherlich von 10 %, Ba Cl und $MgO\,SO_3$ von 10 %. $2NaO\,HO, PO_5$ und $NaO\,SO_3$ von 12—15 %. Sehr interessant ist die Thatsache, dass mit solchen concentrirten Lösungen behandelte Samenfäden durch Zusatz von Wasser und hierdurch bewirkte Verdünnung der Salzlösung wieder aufleben, wenn nicht zu lange Zeit nach der Anwendung des Salzes verstrichen ist. Uebrigens leisten auch verdünnte Lösungen von Zucker, Harnstoff u. s. w. ganz dasselbe wie Wasser.

4) Alle günstig wirkenden Salze beleben auch, wie früher berührt wurde, durch Wasser unbeweglich gewordene Samenfäden; dagegen kann ich *Moleschott's* und *Ricchetti's* Annahme, dass dieselben besondere Erreger der Samenfäden seien, nicht unterstützen, und zwar aus folgenden Gründen: 1) Bringt man frischen Samen zum Theil in Zucker oder Eiweiss, zum Theil in eine solche Salzlösung, und schützt beide vor dem Eintrocknen, so dauert die Bewegung in der letztern nicht länger als in der erstern, oft selbst weniger lang. Wenn Samenfäden in Zucker ruhig geworden sind, so lassen sie sich durch eine concentrirtere, sonst günstig wirkende Salzlösung (z. B. $2NaO\,HO, PO_5$ von 5 und 10 %) nicht wieder erwecken, wogegen die eigentlichen von mir aufgefundenen Erreger der Samenfäden, die caustischen Alkalien, in allen Concentrationen im Nu alle Samenfäden, zu denen sie gelangen, in die lebhafteste Bewegung versetzen. Verdünnte Salzlösungen, etwa Na Cl von 1 %, beleben in indifferenten Lösungen ruhig gewordene Fäden allerdings auch, jedoch ist hier nicht zu entscheiden, ob die Verdünnung der Zuckerlösung oder eine specifische Wirkung die Schuld trägt, da Verdünnung mit Wasser dasselbe leistet. 3) Wenn Samenfäden durch Wasser oder Gummi und Dextrin oder wässerige Lösungen indifferenter Substanzen ruhig geworden sind, so beleben Salzlösungen dieselben zwar etwas rascher als indifferente dichtere Solutionen (Zucker, Eiweiss), doch ist die Differenz im Ganzen so unerheblich, dass sie, wie oben schon erwähnt, vollkommen aus der raschen Diffusion der Salze in Wasser sich erklärt. 4) So lange die Samenfäden durch die günstig wirkenden Salze in Bewe-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

gung zu versetzen sind, zeigen sie auch noch in Eiweiss, Zuckerlösung, Harnstofflösung u. s. w. Schlängelungen, doch glaube auch ich angeben zu können, dass diese gegen den Augenblick zu, wo die Samenfäden von älterem Sperma anfangen, ihre Irritabilität zu verlieren, in den Salzen lebhafter sind als in den indifferenten Substanzen. 5) Samenfäden aus älterem Samen, die mit den genannten Salzen schwach oder gar nicht mehr sich bewegen, leben durch Zusatz von caustischen Alkalien aufs lebhafteste wieder auf.

Alles diess zusammen genommen kann ich zwar zugeben, dass Na Cl, $2NaO\ HO, PO_5$, $NaO\ SO_3$ unter gewissen Verhältnissen etwas rascher und eingreifender wirken als indifferente Substanzen, dagegen bin ich nicht im Stande, in ihnen specifische Erreger der Samenfäden zu sehen, die auch nur von ferne den caustischen Alkalien gleichkommen. Was dagegen die neutralen kohlensauren Alkalien, die ja auch caustisch sind, betrifft, so bin ich, wie vorhin bemerkt, in Folge der von mir mit denselben angestellten Experimente allerdings zur Ansicht gelangt, dass dieselben den caustischen Alkalien an die Seite zu stellen sind.

II. Säuren.

Die schädliche Wirkung der Säuren auf die Samenfäden der Thiere ist schon lange bekannt, doch verdanken wir erst *Quatrefages* (l. c. pag. 115) bei den Anneliden genauere Untersuchungen über die quantitativen Verhältnisse. Er fand bei den Hermellen, dass eine Flüssigkeit, die nur $^1/_{20,000}$ gewöhnliche käufliche SO_3 enthielt, die Samenfäden in 15—20 Minuten tödtete. Käufliche Salpetersäure in gleicher Verdünnung tödtete sie schon in 6 Minuten, wogegen in gutem Essig die Samenfäden bei nur 2000facher Verdünnung noch zwischen 10 und 15 Minuten lebten. Bei den Säugethieren heben alle Säuren ohne Ausnahme in nur etwas concentrirteren Lösungen die Bewegungen der Samenfäden augenblicklich auf. Ebenso wirken auch verdünnte Lösungen, doch lässt sich natürlich bei diesen, gerade wie bei den verdünnten Salzlösungen nicht ohne weiteres unterscheiden, was auf Rechnung der Säure und was auf die des Wassers kommt. Ich habe daher auch hier, um die reine Wirkung der Säuren zu studiren, Lösungen von indifferenten Substanzen, die die Bewegungen der Fäden nicht stören, verschiedene Säuremengen zugesetzt, und so ergab sich denn, dass selbst sehr geringe Beimengungen von solchen schon schädlich wirken. Für die Salzsäure habe ich beim Stier die quantitativen Verhältnisse genau bestimmt und gefunden, dass Lösungen von Traubenzucker von 0,040 spec. Gewicht, die $^1/_{5200}$ Cl H enthalten, die Bewegungen der Fäden nicht ins Leben treten lassen. Erst in Lösungen mit $^1/_{7800}$ Säure begannen einige Fäden sich zu bewegen, doch wurde

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

die Bewegung erst in solchen, die $^1/_{10,400}$ Cl H enthalten, lebhafter, ohne jedoch allgemein zu sein. Versuche mit der gewöhnlichen, schon verdünnten Salzsäure zeigten, dass die Samenfäden in Zuckerlösungen mit $^1/_{10,000}$ — $^1/_{20,000}$ solcher Säure sich lebhaft und allgemein bewegten, dann bei mehr Säurezusatz allmählich erlahmten, bis sie in solchen mit $^1/_{3000}$ — $^1/_{4000}$ Säure vollkommen ruhig lagen. — Aehnlich wie die Säuren wirken auch saure Salze und begreift sich diesem zufolge die schädliche Einwirkung saurer thierischer Flüssigkeiten, wie des Harnes und saurer Milch, vollkommen.

I. Caustische Alkalien.

Mit diesen Substanzen habe ich bei weitem am häufigsten reagirt, und ist die schon in der Sitzung der phys.-medicin. Gesellschaft von Würzburg vom 23. Febr. 1855 und im vorigen Hefte dieser Zeitschrift kurz mitgetheilte Beobachtung, dass ruhende Samenfäden durch caustische Alkalien wieder zur Bewegung kommen, der Ausgangspunkt der hier mitgetheilten Untersuchungen gewesen. In der That musste es auch im höchsten Grade überraschen, bei scheinbar so delicaten Gebilden, wie den Samenfäden, als einzigen wirklichen Erreger die so eingreifend wirkenden caustischen Alkalien zu finden, und bemühte ich mich daher, das Verhältniss derselben möglichst aufzuklären.

Die Wirkung der caustischen Alkalien ist eine verschiedene, je nachdem dieselben rein oder in Verbindung mit indifferenten Substanzen angewendet werden; im erstern Falle kann man durch sie die ruhenden oder sich bewegenden Fäden auf kurze Zeit in die aller lebhafteste Bewegung versetzen, auf welche dann der Tod derselben folgt, während im zweiten Falle durch ihre Beihülfe Lösungen sich erzielen lassen, in welchen die Samenfäden ebenso gut oder fast besser als in der bestwirkenden thierischen Flüssigkeit sich lebenskräftig erhalten. — Mit Bezug auf das Historische will ich bemerken, dass, obschon man bisher allgemein die caustischen Alkalien als der Bewegung der Samenfäden nachtheilig ansah, und *Donné* selbst auf den zu alkalischen Uterinschleim als schädlich aufmerksam gemacht hatte, doch schon Andeutungen über den günstigen Einfluss der Alkalien existiren. So sagt schon *Donné* (pag. 290), dass, obschon die Samenfäden im alkalischen Speichel und in dem sauren Harn sich nicht bewegen, sie doch im Allgemeinen eine schwach alkalische Flüssigkeit besser ertragen, als selbst sehr verdünnte Säuren. Ferner gibt *Quatrefages* (Rech. exp. sur les spermatozoides des Hermelles et des Tarets in Ann. des sc. nat. 1850, pag. 116) an, dass, als er eine Lösung von $^1/_{40}$ Kali causticum den Samenfäden von Hermella zusetzte, dieselben «loins de souffrir par suite de ce mélange, semblent se mouvoir avec

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

plus de vivacité». Derselbe Autor fand auch überhaupt eine sehr geringe Einwirkung der caustischen Alkalien auf die Samenfäden des genannten Thieres, denn dieselben bewegten sich in einer Lösung von Seewasser mit $1/20$ KO fort und starben in einer solchen mit $1/5$ KO erst in 10 Minuten, ebenso lebten sie noch bis an 5 Minuten in einer Solution mit $1/5$ des gewöhnlichen caustischen Ammoniaks der Pharmacien. Ausser bei *Quatrefages* finde ich dann nur noch bei *Ankermann* die kurze Notiz (pag. 12), dass sehr verdünnte Lösungen von caustischem Ammoniak und Kali zuerst die Bewegungen der Samenfäden lebhafter machen, dann aber die Samenfäden zerstören, und dass concentrirte Lösungen dasselbe jedoch ungleich schneller hervorbringen. Dass ruhende, ja selbst in keiner andern Flüssigkeit mehr bewegliche Samenfäden durch caustische Alkalien wieder in Bewegung versetzt werden können, so wie dass durch Zusatz von verdünnten caustischen Alkalien zu indifferenten Lösungen Mischungen zu gewinnen sind, in denen die Fäden vortrefflich sich halten, wären somit Thatsachen, welche sich noch nicht aufgezeichnet finden. Nach diesem gehe ich nun zur speciellen Betrachtung der Einwirkung der Alkalien über.

a. Einfluss der reinen caustischen Alkalien auf ruhende Samenfäden

Bringt man zu reinem Samen, dessen Fäden, wie diess häufig der Fall ist, gerade keine Bewegung zeigen unter dem Mikroskop, Kali causticum von 1—40, ja selbst 50%, so zeigt sich in der Mehrzahl der Fälle, dass an allen Stellen, zu denen die Lösung gelangt, die Samenfäden in die lebhafteste Bewegung kommen und aufs mannichfachste mit den Fäden peitschen und sich schlängeln, doch dauert diese Erregung nur kurze Zeit ($1/6$—$1/2$ Minute) und macht bald einer völligen Ruhe Platz, in welcher die Fäden mit blasser gewordenem Anhange und — so scheint es — leicht aufgequollenem Körper gerade ausgestreckt da liegen. Nicht in allen Fällen jedoch zeigen sich diese lebhaften Bewegungen, die, wenn die Samenmasse dicht liegt, wie eine mächtige Flimmerbewegung über dieselbe ablaufen, vielmehr beobachtet man nicht selten statt derselben an den einzelnen Samenfäden nichts als ein paar lebhafte Drehungen um die Längsaxe, welche mit den vitalen Bewegungen der Samenfäden keine weitere Aehnlichkeit haben und meiner Meinung nach nur auf Rechnung einer chemischen Einwirkung des Causticums zu schreiben sind. Es hat mir nicht gelingen wollen, genau alle Verhältnisse zu ermitteln, welche das Hervortreten der einen und der andern Bewegungsform veranlassen, doch glaube ich sagen zu können, dass die Axendrehungen vorzüglich dann auftreten, wenn die Kalilösung in zu grosser Menge oder zu rasch einfliesst, oder das Sperma etwas älter oder endlich zu dick ist. In

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

gewissen Fällen mag auch die Schuld in den Samenfäden selbst liegen, wenigstens habe ich auch bei frischem, nicht zu dickflüssigem Sperma, das gleich mit einem Gläschen bedeckt und vorsichtig mit Kali behandelt wurde, in selteneren Fällen die Schlängelungen vermisst.

Viel günstiger gestaltet sich die Sache, wenn man Sperma vorher mit einer günstig wirkenden indifferenten Substanz diluirt, wie mit Eiweiss, Zucker, Harnstoff u. s. w., dann, indem man die Präparate vor dem Eintrocknen schützt, zuwartet, bis die Fäden zur Ruhe gekommen sind — was, beiläufig gesagt, bis sieben Stunden dauern kann — und dann erst das KO zusetzt. Verfährt man hierbei vorsichtig, so wird man fast immer sehr lebhafte Schlängelungen der Fäden erzielen, die auch länger (1—2—3 Minuten) dauern, als in dem vorigen Falle, doch kommt auch hier Alles darauf an, dass das Causticum nicht zu intensiv und rasch auf die einzelnen Samenfäden einwirkt, und erklärt sich so, dass die Samenfäden, die am Rande des Deckgläschens zuerst mit demselben in Berührung kommen, häufig nur einige Axendrehungen machen, während die weiter nach innen befindlichen das Phänomen der Wiederbelebung aufs schönste zeigen. Auch isolirt liegende Samenfäden sind zur Beobachtung desselben weniger günstig als grössere, jedoch nicht zu dichte Massen von Samen, die nur allmählich von dem Kali durchdrungen werden. Was die Concentration der Kalilösung anlangt, so ist dieselbe insofern unwesentlich, als alle Grade derselben erregend einwirken, doch wird man bei verdünnten Solutionen von 1—5% die Erscheinung gewöhnlich sicherer erzielen, als bei concentrirteren, doch wirken auch solche von 10—50% oft noch sehr schön. Diluirte Lösungen unter 1% bis zu solchen von $^1/_{32}$% wirken häufig ganz ausgezeichnet, in anderen Fällen ergaben sich jedoch dieselben von weniger Einfluss, namentlich wenn das Sperma älter war.

Dieselbe Einwirkung auf die Samenfäden hat das KO nun auch, wenn dieselben in einem alkalischen Salze, wie z. B. in $2NaO\,HO, PO_5$ von 5 und 10% oder in Na Cl von 1%, zur Ruhe gekommen sind. Bewegen sich die Fäden in einem solchen Salze noch, so zeigt sich die Einwirkung des Causticums nicht minder in der Art, dass es die Bewegung viel lebhafter und allgemeiner macht. Besonders auffallend war mir die Beobachtung, dass auch dann, wenn man den Samen mit Salzlösungen behandelt, welche den Bewegungen der Fäden ganz ungünstig sind, dieselben durch KO wieder kommen. So sah ich beim Hund mit KCl von 10% behandelte Samenfäden durch KO von 5% in Schlängelungen gerathen. Dagegen lassen sich, wie früher schon gemeldet wurde, mit Wasser behandelte und Oesen bildende Fäden durch caustische Alkalien in der Regel nicht mehr erwecken, eine Thatsache, die für die Erklärung der Art und Weise, wie diese Substanzen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

einwirken, nicht ganz unwichtig ist, namentlich wenn man dieselbe der Einwirkung der Salzlösungen auf solche Fäden an die Seite stellt.

Endlich ist noch zu bemerken, dass auch Sperma, in dem durch kein anderes Mittel, weder durch indifferente Substanzen, noch durch alkalische Salze (die kohlensauren Alkalien nicht ausgenommen) Bewegungen zu erzielen sind, durch caustische Alkalien wieder belebt werden kann.

Bei dem bisher Erwähnten war vorzüglich vom Kali causticum die Rede, mit dem ich in der Regel experimentirte. Eine Reihe von Versuchen hat mir gezeigt, dass Natron causticum und Ammonium causticum ebenso wirken. Dagegen habe ich bisher vom Aetzkalk und Aetzbaryt von 2 und 5%, die ich freilich nur an den Samenfäden eines Pferdes probirte, keine Wirkung gesehen.

b) Einwirkung der caustischen Alkalien auf die Samenfäden, wenn sie indifferenten Substanzen beigesetzt werden.

Wenn auch die caustischen Alkalien in den bisher geschilderten Fällen die Samenfäden der Säuger energisch erregen, so dauert doch die Bewegung nie länger als drei Minuten. Da mir nun daran lag, zu ermitteln, in welchen Verdünnungen die caustischen Alkalien nicht mehr schaden, so mengte ich dieselben wiederum mit Zuckerlösungen von günstiger Concentration, wie ich es bei den Säuren gethan, wobei sich Folgendes ergab:

1) Bei einem ersten Stier ergaben sich Milchzuckerlösungen von 1040—1047 spec. Gew., denen $^1/_{2,000,000}$ — $^1/_{50,000}$ KO zugesetzt war, als vollkommen unschädlich. Da der Versuch abgebrochen werden musste, so konnte in diesem Falle die Grenze, wo die schädliche Wirkung beginnt, nicht bestimmt werden.

2) Durch diesen Vorversuch belehrt, begann ich in einem zweiten Falle mit $^1/_{20,000}$ KO in Milchzucker, und da zeigte sich, dass bis zu $^1/_{1000}$ KO die Bewegung sehr lebendig und allgemein war, doch kam ich auch jetzt nicht bis an die Grenze, denn in der Solution mit $^1/_{10,000}$ und $^1/_{2000}$ beobachtete ich noch nach $1^1/_2$ Stunden die lebhafteste Bewegung und in der mit $^1/_{1000}$ KO noch nach 1 Stunde, worauf ich den Versuch enden musste.

3) Ein neuer Versuch zeigte mir, dass in Zuckerlösung mit $^1/_{1000}$ KO die Bewegung $1^1/_2$—2 Stunden anhält und dann mit der 3. Stunde gewöhnlich erlischt. Eine Lösung mit $^1/_{500}$ KO erhält die Fäden des Stiers 10—20 Minuten lebendig, eine solche mit $^1/_{200}$ KO endlich 3—5 Minuten. Bei allen diesen Versuchen wurde der Samen mit der KO haltigen Zuckerlösung direct gemengt, dann erst unter das Mikroskop gebracht, und, um die Dauer der Bewegung zu finden, eine bestimmte Gruppe von Samenfäden beobachtet. Letzteres ist unumgänglich nothwendig, wenn man sichere Resultate erhalten will, da

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

die einzelnen Stellen der Samenmasse, je nachdem die Fäden lockerer oder dichter liegen, die Bewegungen länger oder minder lang bewahren.

4) In einem vierten Falle ergab sich bei einer Lösung mit $^1/_{200}$ KO nur eine kurz dauernde Bewegung von $^1/_2$ Minute. Bei $^1/_{400}$ KO währte dieselbe $3^1/_2$—4 Minuten, bei $^1/_{500}$ KO $5^1/_2$ Minuten, bei $^1/_{1000}$ KO mehr als 1 Stunde. In einer Lösung mit $^1/_{2000}$ KO, die um 4 Uhr Abends angesetzt wurde, beobachtete ich die Bewegung bis um 5 Uhr 45. Ich schützte darauf das Präparat vor dem Verdunsten und fand am Tage darauf um 10 Uhr, also nach 18 Stunden, immer noch eine gewisse Zahl von Samenfäden in Bewegung. Als ich dann Zuckerlösung mit $^1/_{200}$ KO zusetzte, wurde die Bewegung wieder allgemein und dauerte mehr als 8 Minuten.

5) Bei den Samenfäden des Stieres untersuchte ich auch die Wirkungen des caustischen Ammoniaks. In einer Lösung von Traubenzucker von 1045 spec. Gew., die $^1/_{2000}$ NH_4O enthielt, zeigte sich die Bewegung der Fäden ziemlich lebhaft und war nach 2 Stunden noch zu sehen. In einer Mischung, die $^1/_{1000}$ Ammoniak enthielt, fand ich ebenfalls nach $1^1/_2$—2 Stunden noch Bewegung, wogegen in einer solchen mit $^1/_{200}$ NH_4O die Bewegung zwar sehr lebhaft und allgemein war, aber nicht länger als $1^1/_2$—2 Minuten anhielt. Demnach scheint diese Substanz minder günstig zu wirken als Kali, namentlich wenn man dazu nimmt, dass die Bewegung nie so lebhaft war, wie bei diesem.

6) Endlich versuchte ich noch bei einem Hund die Wirkung einer KO haltenden Zuckerlösung von 1047 spec. Gew. In einer Solution mit $^1/_{1000}$ KO bewegten sich die Fäden sehr lebendig und allgemein, und zwar 1 Stunde lang. In der zweiten Stunde wurde die Bewegung schwächer, und nach 2 Stunden und 15 Minuten bewegten sich nur noch einzelne schwach. In einer Lösung mit $^1/_{2000}$ KO beobachtete ich die Bewegung noch nach 5 Stunden. Bei $^1/_{500}$ KO dauert die Bewegung unter dem Mikroskop an bestimmten Stellen $1^1/_2$—2 Minuten. Bringt man jedoch Samen mit grösseren Mengen dieser Lösung in einem Uhrschälchen zusammen, so findet man noch nach 40 Minuten viele Fäden schwach beweglich.

Von besonderem Interesse war es mir nun noch, zu beobachten, dass sowohl beim Stier, als beim Hund die kalihaltige Zuckerlösung mit $^1/_{1000}$—$^1/_{2000}$ KO viel energischer einwirkt als die reine Zuckerlösung, indem einerseits die Samenfäden in ersterer länger beweglich bleiben, anderseits die kalihaltige Flüssigkeit auch dann noch die lebhafteste Bewegung erzeugt, wenn der Zucker gar nichts mehr bewirkt. Durch diese, so wie überhaupt durch die letzten oben namhaft gemachten Experimente wird wohl besser als durch alles Andere gezeigt, dass die caustischen Alkalien wahre Erreger der Samenfäden sind.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Vögel.

Aus dieser Abtheilung, deren Verhältnisse von denen der Säugethiere wenig abweichen, besitze ich nur einige Beobachtungen über die Taube. Die Samenfäden dieses Thieres, die im reinen Samen selten in Bewegung gefunden werden, zeigen in Zuckerlösungen von 1015—1060 spec. Gew. die lebhafteste, allgemeinste und Stunden lang andauernde Bewegung, ebenso in den dünnen Theilen des Eiereiweisses. — Zur Ruhe gekommene Fäden werden durch KO von $^1/_{32}$—50% auf kurze Zeit wieder in die lebhafteste Bewegung versetzt, worauf dann dieselben gestreckt ruhig bleiben. Wasser erzeugt Oesen und Ruhe, doch bringen ohne Ausnahme die günstig wirkenden Salzlösungen die Bewegung wieder. Was nun diese betrifft, so ergaben sich als günstig einmal $2NaO\,HO, PO_5$ von 1 und 5%, in denen nach noch 1 Stunde die Bewegungen sehr lebhaft waren, dagegen wirkte die 10% Lösung sehr schwach. In Na Cl von 1% war die Bewegung ausgezeichnet schön, nach einer Stunde jedoch nicht mehr so lebhaft, wie in dem phosphorsauren Natron; in einer 2,5% Lösung bewegten sich noch ziemlich viele Fäden mässig lebhaft, wogegen eine Lösung von 5% gleich vollständige Ruhe erzeugte. K Cl wirkte vortrefflich bei 1%, bei 5% dagegen trat keine Bewegung ein, wogegen umgekehrt $MgO\,SO_3$ bei 5% am besten sich erwies, und bei 1% nur mässige Bewegungen hervortreten liess. In allen Fällen kamen durch zu concentrirte Salzlösungen ruhend gewordene Fäden durch Wasserzusatz wieder zu sich. — Diesem zufolge unterscheiden sich die Samenfäden der Vögel nur dadurch von denen der Säuger, dass sie von $2NaO\,HO, PO_5$ und $MgO\,SO_3$ etwas verdünntere Lösungen bedürfen, indem sie in 1% Solution noch sich bewegen, in 10% dagegen fast gar nicht.

Amphibien.

Von Amphibien habe ich den braunen Frosch (Rana temporaria) ziemlich ausführlich untersucht, doch wird bei der grossen Uebereinstimmung vieler Verhältnisse mit dem von den Säugethieren gemeldeten eine kurze Zusammenstellung des Gefundenen genügen.

1. Reiner Samen.

Im reinen sehr zähen und dickflüssigen Samen aus dem Hoden bewegen sich die Samenfäden in der Regel nicht, doch geschieht es, wie auch *Ankermann* fand, dass hie und da einzelne derselben unduliren. Ganz anders verhält sich die Sache in dem leichtflüssigen Sperma.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

das aus den turgescenten Samenbläschen brünstiger Frösche in Menge zu erhalten ist, indem in diesem ohne Ausnahme die lebhaftesten Vibrationen der Fäden zu beobachten sind. Es ist jedoch nicht zu vergessen, dass das Sperma in den Samenbläschen mit Harn gemengt und so bedeutend diluirt ist.

2. Einfluss verschiedener Flüssigkeiten auf die Bewegungen der Samenfäden.

a) Wasser.

In Wasser quellen die Samenfäden etwas auf, werden blasser und bilden nach und nach die bekannten Oesen, wie diess zum Theil längst bekannt ist und neulich von *Ankermann* getreu beschrieben wurde. Das Wasser kann mithin wohl kaum als eine unschädliche Flüssigkeit angesehen werden. Immerhin bewegen sich viele Samenfäden in Wasser noch eine gewisse Zeit lang fort, die je nach verschiedenen Verhältnissen eine verschiedene zu sein scheint. Nach *Newport* (Philos. Trans. 1851, I, pag. 212 fg. und 1853, II, pag. 234 fg.), dem wir hierüber die genauesten Untersuchungen verdanken, dauern die Bewegungen im Samen der Rana temporaria bei einer Temperatur von beiläufig 50° F., wenn derselbe mit Wasser vermengt wird, in der Regel kaum länger als vier Stunden. Doch beobachtete *Newport* in zwei Fällen bei derselben Temperatur eine Dauer derselben von 24 Stunden, ebenso wie schon früher *Prévost* und *Dumas* (Ann. des sc. nat. 1824) bei 64—70° F. (18—22° C.) und *Spallanzani*, der die Samenfäden des Frosches und der Kröte in mit Wasser gemengtem Samen bei 40° F. noch nach 25—34 Stunden befruchtungsfähig fand, wogegen allerdings im Samen der Kröte bei 70—73° F. nach sechs Stunden alle Bewegung erloschen war. *Newport* sucht die Abweichungen dieser Beobachtungen, abgesehen von dem, was auf Rechnung der Temperatur kommt, die auf jeden Fall von Einfluss ist, daraus zu erklären, dass der Samen in gewissen Fällen viele Entwicklungszellen mit eingeschlossenen Samenfäden enthält, welche nachträglich erst frei werden, in welchem Falle dann längere Zeit hindurch bewegliche Samenfäden sich finden, ich glaube jedoch kaum, dass diese Erklärung die richtige ist; mir scheinen die Abweichungen daher zu rühren, dass der Samen, sei es, dass er aus den Hoden oder aus den Samenbläschen gewonnen wird, bald mehr, bald weniger dick ist. Im letztern Falle schadet Wasser mehr als im erstern. Abgesehen hiervon fand ich, dass Samen aus dem Hoden mit Wasser gemengt, in der Regel nach 3—5 Stunden keine beweglichen Fäden mehr zeigt, während in solchem aus den Samenbläschen auch nach Zusatz von Wasser die Bewegungen meist noch 24 Stunden und länger sich erhalten.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Wie bei Säugethieren, so lassen sich auch beim Frosch die durch Wasser unbeweglich gewordenen und mit Oesen versehenen Samenfäden durch sonst günstig wirkende Salzlösungen und diluirte indifferente Substanzen wieder auferwecken und zu lebhafter Bewegung bringen. Ebenso habe ich auch in Samen aus dem Hoden, der eines Abends mit Wasser befeuchtet worden war, am folgenden Morgen noch durch Zusatz von neuem Wasser die Bewegung wieder hergestellt.

b) Thierische Flüssigkeiten.

In Milch, Speichel, Blutserum, Lymphe, den dünneren Theilen des Eiereiweisses bewegen sich die Froschsamenfäden vortrefflich. In menschlichem Harn von 1020—1028 spec. Gew. vermisste ich die Bewegung, doch kam dieselbe, wenn der Harn verdünnt wurde und war bei 1005—1007 spec. Gew. ganz allgemein und lebhaft, ohne dass die Fäden Oesen bildeten. Bei 1002 spec. Gew. war dieselbe auch noch da, doch waren nun Oesen aufgetreten.

c) Indifferente Substanzen.

Wie bei Säugethieren, so wirken auch beim Frosch indifferente Substanzen bei einer gewissen Concentration günstig, doch ergibt sich hier, wie schon aus der geringen Schädlichkeit des reinen Wassers hervorgeht, der Unterschied, dass die am besten wirkenden Lösungen die sehr diluirten sind. In Lösungen von Trauben-, Milch- und Rohrzucker bewegen sich die Samenfäden am besten und längsten bei einem spec. Gew. derselben von 1005—1020, und fehlen bei dieser Concentration auch die Oesen, was hier ebenfalls als Beweis angesehen werden kann, dass das Medium vollkommen unschädlich ist. Bei noch grösserer Verdünnung fehlt zwar die Bewegung nicht, doch stellen sich nun auch Oesen ein und gestaltet sich die Dauer der Bewegungen kürzer. In Zuckerlösungen von 1045 spec. Gew. unduliren noch $^1/_3$ der Fäden, und in solchen von 1050 und mehr fehlt die Bewegung ganz. — Glycerin wirkt am günstigsten bei 1002—1005 spec. Gew. ohne Oesen zu erzeugen, zeigt jedoch auch bei 1010—1015 spec. Gew. noch viele bewegliche Fäden, wogegen bei 1024 spec. Gew. solche ganz mangeln. Harnstofflösungen sind unschädlich bei 1004—1010 spec. Gew., doch zeigen sich bei manchen Oesen; über 1015 spec. Gew. ist keine Bewegung mehr zu erzielen und unter 1004 spec. Gew. sind die Oesen allgemein. Bei allen diesen Substanzen kann, wenn concentrirtere Lösungen angewendet wurden, durch Wasserzusatz die Bewegung wieder hergestellt werden. Gummi arabicum, Pflanzenschleim, Dextrin wirken in allen Concentrationen wie Wasser, was wiederum als Beweis angesehen werden kann, dass diese Substanzen in Wasser nicht wirklich gelöst, sondern nur aufgequollen sind.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

d) Salze.

1) Metallsalze.

Von diesen gilt das bei den Säugethieren Bemerkte, dass sie fast ohne Ausnahme, wenn nicht in sehr starken Verdünnungen angewendet, die Bewegungen der Samenfäden aufheben. So der Sublimat und das essigsaure Bleioxyd, die bei $^1/_{5000}$ — $^1/_{10,000}$ noch schaden. Dagegen fand ich, dass die Samenfäden in Antimonoxyd-Kali von 1013—1008 spec. Gew. 2—4 Minuten lang fortleben und selbst bei 1001—1019 spec. Gew. der Lösung noch vereinzelt unduliren.

2) Alkalische und Erdsalze.

Nach *Moleschott* und *Ricchetti* verlangsamt Kochsalz die Bewegungen der Samenfäden des Frosches, während schwefelsaures und phosphorsaures Natron dieselben aufheben, es wurde jedoch oben schon angeführt, dass *Newport* für kohlensaures Natron und Kali, und *Ankermann* für Alaun, schwefelsaures Natron und Salpeter zu dem Resultate gelangt sind, dass dieselben bei gewissen Verdünnungen wenig schaden. Aus *Ankermann's* Versuchen geht jedoch allerdings nicht hervor, ob verdünnte Salzlösungen wirklich unschädlich sind, da er die Bewegungen immer erst eintreten sah, wenn er nach zugesetztem Wasser für das Abfliessen der Salzlösungen sorgte und schien es mir daher nicht überflüssig, diesen Gegenstand noch einmal zu prüfen. Hierbei zeigte sich, dass alle Salze, die bei Säugethieren günstig wirken, beim Frosch sich ebenso verhalten, mit dem Unterschiede jedoch, dass die hier nöthigen Concentrationen geringere sind. Dagegen ergaben sich genau dieselben Gruppen von minder schädlichen und schädlicheren Salzen, wie dort, die ich im Folgenden einfach aufzähle

Salze, die bei $^1/_2$ % günstig wirken:

$Na\,Cl$
KCl
$NaO\,NO_5$
$KO\,NO_5$
$NaO\,CO_2$
$NH_4\,Cl$

Bei diesen Salzen ist bei 1 % Lösungen die Bewegung entweder gar nicht wahrzunehmen oder schwach, wie beim $NaO\,CO_2$ und $NaO\,NO_5$.

Salze, die bei 1 % die Bewegung nicht alteriren:

$2NaO\,HO,\,PO_5$
$NaO\,SO_3$
$MgO\,SO_3$
$Ba\,Cl$
$Ca\,Cl$
$NaO\,\bar{A}$

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

$NH_4O\ CO_2$ wirkte bei $^1/_2$, 1 und 2% schädlich, auch quollen die Fäden stark auf und bogen sich.

Bei allen diesen Salzen fehlen bei den angegebenen Concentrationen die Oesen an den Samenfäden. Bei stärkeren Verdünnungen treten dieselben allmählich hervor mit den nämlichen Folgen, die einfaches Wasser bedingt. Stärkere Concentrationen dieser Salze heben die Bewegungen der Samenfäden auf, doch treten dieselben ohne Ausnahme bei Zusatz von Wasser wieder ein. Beobachtet wurde diese Erscheinung nach Behandlung des Samens mit NaO Ā von 2%, Ba Cl von 5%, Ca Cl von 3%, NH_4Cl von 2%, 2NaO HO, PO_5 von 5%, Na Cl von 1 und 5%, NaO CO_2 von 5%. — Was die Dauer der Bewegungen der Fäden in diesen Salzen anlangt, so kann ich, wenn Zahlen verlangt werden, nur mittheilen, dass ich bei Ba Cl eine Dauer derselben von 1—2 Stunden, beim 2NaO HO, PO_5 von $^1/_2$—1 Stunde fand, doch ist auch bei den anderen Salzen so viel sicher, dass die Bewegungen der Samenelemente längere Zeit in ihnen sich erhalten, mit einziger Ausnahme vielleicht des kohlensauren Natrons, das ich hierauf nicht geprüft habe.

e) Säuren

Salzsäure, Salpetersäure, Schwefelsäure wirken im Allgemeinen noch schädlicher als bei Säugethieren. So bewegen sich in diluirten Zuckerlösungen, die nur $^1/_{7500}$ Salzsäure enthalten, nur vereinzelte Samenfäden; in solchen mit $^1/_{10,000}$ Säure wird die Bewegung etwas lebhafter, doch ist dieselbe erst bei $^1/_{20,000}$ Säure ganz ungetrübt. Viel weniger schädlich wirkt Chromsäure, wenigstens bewegen sich die Fäden in Lösungen mit $^1/_{400}$—$^1/_{100}$ dieser Säure sehr lebendig und zum Theil bis 10 Minuten lang; ja selbst in Lösungen mit $^1/_{40}$ Säure dauern die Bewegungen noch 1—2 Minuten, worauf dann die Fäden mit einem sich bildenden Gerinnsel zusammenbacken.

f) Caustische Alkalien.

Bei diesen hat man ebenfalls zu unterscheiden zwischen Lösungen, welche die Bewegungen der Fäden dauernd erhalten, und solchen, die nur erregend wirken. Was die ersten anbetrifft, so fand ich beim Kali, dass Zuckerlösungen von 1020 spec. Gew. mit $^1/_{10,000}$ und $^1/_{5000}$ KO die Bewegungen eine Stunde lang und mehr vortrefflich erhalten. Bei Zuckerlösungen mit $^1/_{1000}$ KO beobachtete ich die Bewegungen 10—15 Minuten lang, und bei solchen mit $^1/_{200}$ KO hörten dieselben gleich auf. Bei einem andern Frosch fand ich in einer Lösung von 1 Theil KO in 1000 Theilen Wasser noch nach 1 Stunde und 15 Minuten lebhafte Vibrationen, obschon die Fäden Oesen bildeten, wogegen ich wieder andere Male beobachtete, dass selbst in Lösungen von 1 Theil

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

KO in 2000—3000 Theilen Wasser die Fäden nur kurze Zeit sich bewegten, dann aufquollen und manchmal selbst zerstört wurden. — Wasser mit $^1/_{2000}$ NH_4O schadete nichts, dagegen waren bei $^1/_{400}$ die Bewegungen fast Null. — Die erregende Wirkung der caustischen Alkalien beobachtete ich beim Frosch in ähnlicher Weise, wie bei den Säugethieren, doch waren hier nur sehr diluirte Lösungen wirksam, indem concentrirtere die Samenfäden gleich zerstörten. Lässt man Samenfäden in Zuckerlösungen zur Ruhe kommen und setzt Kalilösungen von $^1/_{1000}$—$^1/_{3000}$ zu, so tritt wieder die lebhafteste und allgemeinste Bewegung ein, die auch lange Zeit anhält, und dasselbe geschieht bei Anwendung sehr verdünnter Natron- und Ammoniaksolutionen. Ebenso kann man in älterem Samen, in welchem durch Wasser und Zuckerlösungen keine Bewegungen mehr auftreten, durch Kalilösungen von der angegebenen Verdünnung noch Bewegungen erzielen. — Alle Kalilösungen über $^1/_{1000}$ lösen die Samenfäden auf, indem dieselben aufquellen, sich einrollen und verschwinden. Bei diluirteren Lösungen bleibt hierbei noch eine Zeit lang ein helles Klümpchen zurück, welches bei concentrirteren gleich schwindet. In schädlich wirkenden Ammoniaklösungen machen die sich einrollenden Körper der Fäden oft ein paar energische Schlängelungen, die nur Ausdruck der chemischen Einwirkung des Causticums sind, da die Körper der Samenfäden bekanntlich bei den vitalen Bewegungen derselben sich vollkommen passiv verhalten.

Fische.

Die Samenfäden der Fische, von denen ich nur die des Cyprinus carpio und Leuciscus dobula untersuchte, zeichnen sich durch eine merkwürdige Zartheit und die kurze Dauer ihrer Bewegungen vor denen aller anderen Wirbelthiere aus. Im ausgepressten Samen ist die Bewegung sehr lebhaft und dauert auch viel länger als man gewöhnlich anzunehmen scheint, wenigstens habe ich beim Karpfen dieselbe an den nicht eingetrockneten Stellen der Präparate bis zwei Stunden lang beobachtet, und zweifle ich nicht, dass eine noch viel längere Dauer sich ergeben hätte, wenn ich den Samen vor dem Verdunsten zu bewahren im Falle gewesen wäre. Ganz anders wirkt dagegen Wasser. Verdünnt man den Samen mit demselben, so hören selbst unter den günstigsten Verhältnissen die Bewegungen bald (nach 2—8 Minuten) auf, wie besonders *Quatrefages* (Ann. d. sc. nat. 1853) durch sehr sorgfältige Untersuchungen ermittelt hat, aus denen auch hervorgeht, von welch grossem Einflusse schon geringe Temperaturdifferenzen auf die Dauer der Bewegungen sind. Sehr bemerkenswerth sind auch die zum Theil schon von *Dujardin* (Ann. d. sc. nat. 2. Sér.,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

VIII, pag. 297) wahrgenommenen Veränderungen, welche die Samenfäden in Wasser erleiden, indem deren rundliche Körper nach und nach um das Doppelte und mehr aufquellen und erblassen (Fig. 6, 3.), während die Fäden allmählich Oesen erhalten, auch wohl sich verkürzen und abfallen, so dass schliesslich von den Samenfäden nichts als ungemein blasse, 0,002—0,0025''' grosse, helle und sehr zarte Kugeln zurückbleiben, an denen die Stelle, wo der Faden sass, meist durch ein dunkles kleines Knötchen angedeutet ist (Fig. 6, 4.). Häufig sieht man auch die Körper in den ersten Stadien der Einwirkung des Wassers eine Spindelform oder dreizackige Gestalt annehmen (Fig. 6, 3. *b*). Indifferente Lösungen von gewisser Concentration, wie Zucker von 1016, 1024—1037 spec. Gew. erhalten die Bewegungen der Samenfäden ziemlich gut, doch war die Dauer bei meinen bisherigen Versuchen nie länger als eine Stunde. Minder günstige Resultate gab Eiweiss, auch wenn ich dasselbe mit Wasser verdünnte, was entweder von der Zähigkeit oder dem bedeutenden Kochsalzgehalt desselben herrührt, welcher letztere auch die Ursache sein mag, warum Humor vitreus schädlich ist. Die alkalischen und Erdsalze nämlich wirken nur in ganz bestimmten Concentrationen, und auch in solchen nicht alle günstig, was ich durch folgende Angaben, die sich auf den Samen des Karpfen beziehen, belegen kann.

Na Cl von 10%, 5% und 1% zu Sperma aus dem Hoden gesetzt, hob die Bewegung augenblicklich auf und waren die Körper der Samenfäden namentlich in der stärksten Lösung fürchterlich geschrumpft (Fig. 6, 2.). In einer Kochsalzlösung von ½% beobachtete ich die Bewegung 8' lang; und in solchen von 1 Theil Kochsalz auf 300 und auf 400 Theile Wasser während 10—15', woraus sich ergibt, dass Kochsalz hier lange nicht so günstig einwirkt, wie bei den höheren Thieren. In den letzten beiden Lösungen fanden sich die Samenfädenkörper aufgequollen, während sie in der ½% Solution eher etwas verkleinert waren, woraus mithin folgt, dass auch nicht zu erwarten steht, dass noch verdünntere Kochsalzlösungen vielleicht günstiger wirken. Diess wird auch dadurch bewiesen, dass Samenfäden, die in Kochsalz von $^1/_{200}$ zur Ruhe gekommen waren waren, durch eine Lösung desselben Salzes von 1% wieder auf kurze Zeit auferweckt werden konnten. Als wieder Ruhe eingetreten war, machte Wasser von Neuem bei einzelnen Bewegung, doch quollen die meisten gleich sehr auf.

Viel günstiger als Na Cl wirkte $2NaO\,HO, PO_5$, zwar tödtete auch bei diesem Salz eine 5% und 10% Lösung die Samenfäden gleich, dagegen beobachtete ich an mikroskopischen Präparaten bei Lösungen von 1%, 1,7% und 2,5% noch nach 2—8 Stunden sehr lebendige Bewegung. Um die Dauer in diesen Lösungen genauer bestimmen zu können, brachte ich grössere Samenmassen in Uhrschälchen mit

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

denselben zusammen, wobei ich Sorge trug, den Samen gehörig durchzurühren und die Verdunstung zu hindern, und da ergab sich denn, dass in 1 % und 1,7 % Lösungen noch nach 20—22 Stunden viele Samenfäden in lebhafter Bewegung waren. Nach 44 Stunden hatten sich in der 1 % Solution Infusorien gebildet, und war die Bewegung der Fäden auch durch caustisches Kali nicht mehr zu erzielen.

In NaO SO_3 von 1 % beobachtete ich die Bewegung mehr als 6 Stunden, während sie bei 1,7 % schon nach 4—5 Stunden sehr vermindert war, und nach 6 Stunden nur noch bei einigen wenigen sich fand. Samenmassen, die ich mit diesen beiden Lösungen stehen gelassen hatte, zeigten noch nach 7 Stunden Bewegungen. Nach 22 Stunden waren dieselben erloschen, doch konnte durch Wasser und ebenso durch Kali causticum die Bewegung aufs allerschönste wieder hervorgerufen werden, wobei sich jedoch eine viel kräftigere Wirkung der letzten Substanz ergab. In Wasser nämlich dauerte die Bewegung nur 2½′, während dieselbe bei Zusatz von etwas KO von ½ und ¼ % 3—4′ lang, bei Lösungen von ⅛ % 8—9′, bei solchen von 1/32 % endlich mehr als 1 Stunde sich erhielt. Selbst nach 30—40 Stunden liessen sich die Samenfäden aus der 1 % NaO SO_3 Lösung noch auferwecken durch HO.... durch KO, zu einer Zeit, wo in dem mit $_2$NaO HO, PO_5 gestandenen Samen schon Zersetzung sich eingestellt hatte, und wirkte auch jetzt noch eine Lösung von KO von 1/32 % so energisch, dass die Bewegung noch ¾ Stunden anhielt und nach 2 Stunden durch ½ % Salz wieder kam, während in Wasser die Dauer derselben äusserst kurz war.

MgO SO_3 endlich erhält wie 1 % die Bewegungen der Samenfäden etwa 5′ lang, wogegen in 5 und 10 % Lösungen dieselben gleich aufhören.

Aus diesen Erfahrungen ergibt sich eine bedeutende Uebereinstimmung der Samenfäden der Fische mit denen der Frösche in ihrem Verhalten gegen Salze, wenigstens mit Bezug auf den Concentrationsgrad der Salze, welcher die Bewegungen nicht hindert. Dagegen dauert bei den Fischen in einigen Salzen die Bewegung nur kurze Zeit, während sie in Glaubersalz und vor Allem im phosphorsauren Natron so lange sich erhält, dass man unwillkürlich auf den Gedanken kommt, ob nicht vielleicht diese Salze ein vortreffliches Mittel an die Hand geben, um den Samen bei den künstlichen Befruchtungen zu verdünnen, eine Vermuthung, welche freilich nur durch directe Versuche erhärtet werden kann, welche anzustellen ich bisher keine Gelegenheit hatte. — In allen Salzlösungen zeigen die Körper der Samenfäden aufs bemerkenswertheste die Phänomene des Aufquellens und des Schrumpfens, wenn dieselben zu concentrirt oder zu diluirt sind.

Sehr bemerkenswerth ist, wenn man die Zartheit der Samenfäden

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

der Fische bedenkt, dass es auch bei ihnen gelingt, sie wieder durch Wasser aufzuwecken, wenn sie mit zu concentrirten Salzlösungen behandelt oder in solchen ruhig geworden sind, wie Letzteres schon angeführt wurde. Ersteres ist mir gelungen nach Anwendung von 1 und 5% Kochsalzlösungen und Glaubersalz von 5%, doch dauert in solchen Fällen die Bewegung nicht lang und quellen, wenn dieselbe erlischt, die Körper ungemein auf. — Ebenso lassen sich auf der andern Seite auch durch Wasser ruhig gewordene Fäden durch sofortigen Zusatz von phosphorsaurem Natron von 1% einem guten Theile nach wieder ins Leben rufen.

Die caustischen Alkalien endlich wirken auch bei den Fischen mächtig erregend, und gibt es kein schöneres Schauspiel, als wenn man reines, ruhig gewordenes Sperma mit Lösungen von $^1/_4$ — $^1/_{32}$% Kali causticum behandelt, indem die Samenfäden mit unglaublicher Geschwindigkeit durch das Gesichtsfeld schiessen. Da reines Wasser solche, so wie in Salzen ruhig gewordene Fäden auch wieder beweglich macht, so ist es übrigens nicht so leicht zu entscheiden, ob die caustischen Alkalien wirklich erregend wirken. Vergleicht man jedoch die Lebhaftigkeit der Bewegungen in dem einen und andern Fall, so wie ihre Dauer, worüber schon das Nöthige angegeben wurde, so neigt sich die Wage bald zu Gunsten der Caustica und gewinnt man die Ueberzeugung, dass ihre Einwirkung hier ebenso zu deuten ist, wie bei den übrigen Geschöpfen.

Zusammenstellung der Resultate.

Nach Aufzählung der von mir an dem Samen der verschiedenen Thiere gemachten Wahrnehmungen wird es nun gut sein, die gefundenen Thatsachen kurz zusammenzustellen und dann erst die weiteren Folgerungen aus denselben abzuleiten. Für die Samenfäden der Säugethiere stelle ich folgende Sätze auf:

1) Im reinen Sperma aus dem Nebenhoden und Vas deferens trifft man sehr häufig bewegliche Samenfäden.

2) In Wasser und wässerigen Lösungen aller unschädlichen indifferenten Substanzen und Salze hört die Bewegung der Fäden auf und erhalten dieselben Oesen.

3) Diese mit Oesen versehenen Fäden sind nicht todt, wie man bisher allgemein geglaubt hat, vielmehr leben dieselben durch nachherigen Zusatz concentrirterer Lösungen unschädlicher indifferenter Substanzen (Zucker, Eiweiss, Harnstoff) und Salzen wieder vollkommen auf.

4) In allen thierischen Flüssigkeiten von grösserer Concentration oder grösserem Salzgehalt, die nicht zu sauer und nicht zu

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

alkalisch, auch nicht zu zähflüssig sind, bewegen sich die Samenfäden vollkommen, so in Blut, Lymphe, alkalischem oder neutralem Harn, alkalischer Milch, dünnerem Schleim, dickerer Galle, Humor vitreus, nicht in Speichel, saurem und stark ammoniakalischem Harn, saurer Milch, saurem Schleim, Magensaft, dünner Galle, dickem Schleim. Macht man die Concentration dieser Flüssigkeiten günstig und ihre Reaction neutral, so schaden sie nichts.

5) In allen Lösungen indifferenter organischer Substanzen von mittlerer Concentration bewegen sich die Samenfäden vollkommen gut, so in allen Zuckerarten, in Eiweiss, Harnstoff, Glycerin, Salicin, Amygdalin. Stärkere Concentrationen dieser Substanzen heben die Bewegungen auf, doch stellt nachträgliche Verdünnung mit Wasser dieselben immer wieder her. Zu diluirte Solutionen wirken wie Wasser (siehe No. 2 und 3).

6) Gewisse sogenannte Lösungen indifferenter organischer Substanzen wirken wie Wasser, auch wenn sie noch so concentrirt sind, so Gummi arabicum, Pflanzenschleim (Gumni tragacanthae, Mucilago sem. cydoniorum) und Dextrin. Concentrirte Lösungen anderer Substanzen stellen auch in diesem Fall die Bewegung wieder her.

7) Viele organischen Substanzen heben die Bewegungen der Samenfäden auf, weil sie chemisch auf dieselben einwirken, so Alkohol, Creosot, Gerbstoff, Aether, Chloroform, andere, weil sie mechanisch dieselben hindern, wie die meisten Oele. Narcotica schaden bei gewissen Concentrationen nicht.

8) Metallsalze schaden schon in ungemeinen Verdünnungen, so Sublimat bei $^1/_{10,000}$.

9) Die meisten alkalischen und Erdsalze schaden bei einer gewissen, bei den einen grösseren, bei den anderen geringeren Concentration nichts, so dass die Samenfäden 1—4 Stunden sich in ihnen lebend erhalten. Hierher zählen 1 % Lösungen von Na Cl; KCl; NH_4 Cl; NaO, NO_5; KO, NO_5; ferner 5—10 % Solutionen von 2NaO HO, PO_5; NaO, SO_3; MgO, SO_3; Ba Cl. Schwächere Concentrationen als die günstig wirkenden, haben denselben Einfluss wie Wasser und machen Oesen, doch leben die Samenfäden durch Zusatz concentrirterer Lösungen dieser Salze und von indifferenten Substanzen (Zucker, Harnstoff u. s. w.) wieder auf. Stärkere Salzlösungen, als die günstigen, hemmen die Bewegungen ebenfalls, doch lassen sich dieselben auch in diesem Falle wieder auferwecken, und zwar durch Zusatz von Wasser. Eigentlich belebend wirken diese Salze kaum, wie vor Kurzem *Moleschott* und *Ricchetti* diess behaupteten; denn in indifferenten Substanzen, Zucker z. B., ruhend gewordene Fäden leben durch sie nicht auf und ist ihre Wirkung von der wirklich erregenden der caustischen Alkalien weit

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

verschieden. Immerhin ist zuzugeben, dass ihre Wirkung eine sehr gute ist, und dass sie, jedoch wohl nur ihrer raschern Diffusion im Wasser halber, eine Samenmasse rascher in Bewegung bringen, als andere minder diffundirbare Substanzen, wie Zucker und Eiweiss. Die kohlensauren Salze schliessen sich in ihren Wirkungen eher an die caustischen Alkalien an, sie erregen die Samenfäden lebhaft, doch dauert deren Bewegung nicht lange.

10) Säuren sind schon in ganz geringen Mengen schädlich, so Salzsäure bei $^1/_{7500}$.

11) Caustische Alkalien (Natron, Kali und Ammoniak), nicht Aetzkalk und Aetzbaryt, sind in allen Concentrationen von $^1/_{32}$ — 50 % eigentliche Erreger der Samenfäden. Mögen dieselben schon an und für sich, wie z. B. in älterem Sperma, ruhend sein oder in indifferenten Lösungen ihre Bewegungen eingebüsst haben, so kommen sie durch die genannten Substanzen wieder in die lebhaftesten, von den vitalen nicht zu unterscheidenden Bewegungen, die jedoch nach 2 — 3 Minuten einer Ruhe Platz machen, aus der die Fäden durch kein Mittel mehr zu erwecken sind. In grossen Verdünnungen zu $^1/_{1000}$ — $^1/_{500}$ indifferenten Substanzen, wie Zuckerlösungen, beigemengt, geben die caustischen Alkalien ein Mittel ab, um die Bewegungen der Samenfäden lange Zeit hindurch vortrefflich zu erhalten.

12) In indifferenten Substanzen und in Salzlösungen eingetrocknetes Sperma ist in gewissen Fällen durch Verdünnung mit derselben Flüssigkeit oder mit Wasser wieder in Bewegung zu bringen.

So viel von den Säugethieren, mit denen die Vögel fast ganz übereinstimmen, nur dass die phosphorsauren und schwefelsauren alkalischen Salze in etwas schwächeren Solutionen günstig wirken. Bei den Amphibien, d. h. beim Frosch, ergibt sich insofern eine Differenz, als die Samenfäden, vermöge ihrer chemischen Beschaffenheit, minder concentrirte Lösungen nöthig haben, um sich naturgemäss zu bewegen. Daher wirken hier Wasser und wässerige Lösungen sehr wenig schädlich ein, und sind bei Salzlösungen grössere Verdünnungen nöthig, um ihre Bewegungen hervortreten zu lassen, als bei Säugern, d. h. $^1/_2$ % Lösungen von $NaCl$, KCl, NH_4Cl, KO, NO_5; Na, NO_5; NaO, CO_2; und 1 % Solutionen von $2NaO\,HO$, PO_5; NaO, SO_3; MgO, SO_3; $BaCl$; $CaCl$; NaO, $\bar{A}$. Alle anderen Verhältnisse sind gleich, so namentlich das Wiederaufleben aus concentrirten Salzlösungen, nur wirken die Alkalien nur in ganz schwachen Lösungen erregend, in stärkeren zerstörend.

Die Samenfäden der Fische stimmen durch ihr Verhalten gegen Wasser mehr mit den Amphibien, erhalten sich jedoch bei weitem nicht so lange lebenskräftig in demselben und unterscheiden sich von den Amphibien und allen anderen Wirbelthieren durch die grosse

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Zartheit ihres Baues und durch die Schwierigkeit ihrer Bewegung günstige Medien zu finden. Im Allgemeinen sind dieselben Concentrationen ihnen zuträglich, wie den Froschsamenfäden, nur scheinen nur wenige Substanzen, wie $2NaO\ HO,\ PO_5$ von 1 % und $MgO\ SO_3$ von 1 % ihnen ganz günstig zu sein, in welchen Substanzen ich sie noch nach 6 – 12 – 22 Stunden in lebhafter Bewegung sah, und die vielleicht zur längern Aufbewahrung von Fischsamen sich eignen. Das Wiederaufleben nach der Einwirkung von Wasser und von zu concentrirten Substanzen kommt ihnen in derselben Weise, wie denen der Säugethiere, zu. Ebenso wirken auch die caustischen Alkalien erregend, jedoch nur in diluirten Lösungen von $^1/_{32}$ — $^1/_4$ %, denn in stärkeren gehen die Samenfäden gleich zu Grund.

Allgemeine Betrachtungen.

Fragen wir nun, nach Darstellung der Bewegungsphänomene der Samenfäden, nach den ihnen zu Grunde liegen Ursachen, so stossen wir vor Allem auf die von *Ankermann* ausgesprochene Behauptung, dass es nichts als Endosmose sei, welche dieselben veranlasse. Ich gestehe, dass dieser Ausspruch mir anfänglich als im höchsten Grade gewagt erschien, doch kam ich im weitern Verlauf meiner Untersuchungen bald selbst dazu, mir die Frage vorzulegen, ob nicht vielleicht doch ein physikalisches Phänomen den Hauptantheil an der Bewegung der Samenfäden habe, namentlich als ich den Einfluss der Salze auf dieselben genauer bestimmt und ihr Wiederaufleben aus zu verdünnten und zu concentrirten Lösungen aufgefunden hatte, indem namentlich diese Zähigkeit bei so zarten Elementartheilen die Deutung der Bewegungen als vitales Phänomen etwas unsicher erscheinen lassen musste. Je länger ich aber diesen Gegenstand überlegte, um so mehr gelangte ich zur Ueberzeugung, dass die Ansicht von *Ankermann* unhaltbar ist, und will ich nun in Kürze die Gründe darlegen, welche meiner Meinung nach das ganze Phänomen als ein vitales darthun und jede Aussicht abschneiden, dasselbe als von äusseren Momenten veranlasst zu betrachten:

Wenn die Bewegung der Samenfäden nicht durch in ihnen selbst liegende Ursachen erzeugt wird, so wäre wohl vor Allem an Endosmose, dann vielleicht auch an Imbibition und Chemismus zu denken; dagegen halte ich es nach den von mir gemachten Experimenten für überflüssig, die hingeworfenen Vermuthungen von *Funke*, dass vielleicht auch Molecularbewegung oder Verdunstung dabei im Spiele sei, zu besprechen; auch die Electricität und die Wärme möchten, wenigstens als von aussen wirkende Agentien, von vorn herein

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

als nicht wesentlich bestimmend ausgeschlossen werden dürfen. — Was nun die Endosmose anlangt, so hat, wie oben mitgetheilt wurde, *Ankermann* den Satz aufgestellt, dass alle verdünnten Lösungen und Wasser, vermöge des Gegensatzes zwischen ihnen und dem dichtern Inhalt der Samenfäden, durch ihr allmähliches Eindringen in die Fäden Bewegungen veranlassen, während bei dichteren Lösungen dieselben ausbleiben, entweder weil das äussere oder innere Medium gleich concentrirt seien, oder weil bei concentrirterer äusserer Flüssigkeit die Ausgleichung, der exosmotische Strom, zu rasch sich mache. Gegen diese Darstellung habe ich Folgendes einzuwenden:

1) Vor Allem gebe ich zu bedenken, dass die Existenz einer Membran und eines besondern Inhaltes an den Fäden keines Spermatozoon nachgewiesen ist, und dass somit die erste Grundbedingung für die Annahme einer Endosmose keineswegs feststeht. Das Aufquellen der Samenfäden gewisser Thiere in Wasser beweist nämlich noch keineswegs die Existenz einer Membran. Immerhin will ich auf diesen mangelnden Nachweis kein zu grosses Gewicht legen, um so mehr, da die unten zu schildernde Entwicklung der Samenfäden aus Kernen es nicht unmöglich erscheinen lässt, dass dieselben auch im ganz ausgebildeten Zustande vielleicht noch Hülle und Inhalt besitzen.

2) Dagegen scheint mir die Thatsache sehr wichtig, dass die Samenfäden so häufig im reinen Sperma oder wenigstens in gewissen Secreten innerhalb des männlichen Organismus sich bewegen, in welchem Falle doch wahrhaftig an keine Differenz, an keine Ausgleichung zwischen der die Fäden umspülenden Flüssigkeit und ihrem Innern gedacht werden kann. Hätte *Ankermann* die Frösche statt im Herbst (l. c. pag. 19) in einer günstigern Jahreszeit untersucht, so hätte er sich überzeugt, dass die Samenbläschen derselben, die lange Zeit hindurch mit Samen (und Harn) strotzend gefüllt sind, doch immer bewegliche Samenfäden enthalten, obschon hier an eine nicht stattgehabte Ausgleichung zwischen ihnen und dem äusseren Medium nicht zu denken ist.

3) Wie kommt es ferner, dass bei allen Wirbelthieren die Samenfäden am besten in Lösungen einer gewissen mittlern Concentration sich bewegen, die je nach den verschiedenen Abtheilungen zwischen 1—10% im Mittel schwankt und so weit sich diess aus den weiter unten anzugebenden Daten ersehen lässt, ungefähr dieselbe ist, wie die der Samenfäden, deren Wassergehalt in den Fäden selbst ich bei Säugethieren auf 90—93% anschlage? Nach *Ankermann's* Hypothese müssten die Samenfäden in solchen Lösungen, wie in Blut, Harn, Milch, und in Zucker und Eiweisslösungen von 1020—1050 spec. Gew. fast vollkommen ruhig sich verhalten. Wie geschieht es, dass in Wasser und diluirten Lösungen die Samenfäden vieler Thiere (Säugethiere, Vögel,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

gar nicht sich bewegen, die der Fische wenigstens schnell absterben und selbst die der Frösche nach einiger Zeit alterirt werden? Wasser ist nach *Ankermann* doch die Substanz, die den lebhaftesten endosmotischen Strom erzeugen müsste, und gerade diese ist am schädlichsten, und zwar besonders und vor Allem bei den Fäden (Säugethiere), deren Gehalt an fester Substanz wahrscheinlich der grösste ist, während sie den Samenfäden weniger schadet, die selbst viel Wasser enthalten, wie denen der Amphibien.

4) Uebrigens könnte, selbst angenommen, dass der Vorgang der Endosmose und Exosmose bei der Bewegung der Samenfäden massgebend sei, es wohl kaum die Endosmose sein, welche bei derselben eine Rolle spielt, sondern viel eher die Exosmose, wenigstens bedingen fast alle Lösungen, die die Bewegungen der Samenfäden begünstigen, an den Blutzellen einen Wasserverlust, indem sie dieselben verkleinern und zackig machen. Da nun der Inhalt der Samenfäden sicherlich nicht concentrirter ist als derjenige der Blutzellen, so könnte man eher die Exosmose als Ursache der Bewegung ansehen, um so mehr, als concentrirtere Lösungen mit Wasser behandelte Fäden wieder ins Leben rufen, allein hiergegen spricht, abgesehen von allem Andern, ebenfalls einmal das sub 2 Angeführte und dann der Umstand, dass concentrirtere Lösungen, die die günstig wirkenden nur um etwas überschreiten, die Bewegungen, statt sie zu beschleunigen, gerade aufheben, und dass dieselben in einem solchen Falle durch Wasserzusatz wieder sich einstellen.

5) Gegen Endosmose oder Exosmose spricht ferner der Umstand, dass die caustischen Alkalien in Allen Concentrationen ächt vitale Bewegungen der Samenfäden hervorrufen, mögen die letzteren in diluirten oder concentrirten Lösungen zur Ruhe gekommen sein. Wäre hier der genannte physikalische Vorgang im Spiel, so müsste doch irgend eine Beziehung zum Concentrationsgrade der erregenden Flüssigkeit sich herausstellen.

6) Wenn Endosmose die Bewegungen der Samenfäden veranlasste, so dürfte die Möglichkeit, dieselben ins Leben zu rufen, erst dann aufhören, wenn die Substanz der Fäden sich zersetzt. Nun zeigt sich aber bei den ungemein schwer zerstörbaren Samenfäden der Säuger, dass dieselben am 5.—7. Tage, wo ihre Fähigkeit, sich zu bewegen, in der Regel geschwunden ist, auch nicht die Spur einer Veränderung oder Zersetzung erlitten haben, wie sich auch daraus zeigt, dass sie in Wasser häufig noch Oesen bekommen, die in concentrirteren Lösungen vergehen. Und doch tritt durch kein Mittel eine Bewegung hervor, der beste Beweis, dass dieselbe nicht in äusseren Agentien ihre erste Veranlassung hat.

7) Endlich erwähne ich noch zum Ueberflusse, dass in gar keiner

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Weise denkbar ist, wie Endosmose Bewegungen, wie die der Samenfäden, hervorrufen könnte. Betrachten wir den Faden als den Ort, wo diese Endosmose statt hat, so müsste die absonderlichste Hypothese über ungleichmässig vertheilte und noch dazu abwechselnde endosmotische Ströme aufgestellt werden, um die mannigfachen Schlängelungen und Drehungen der Fäden zu erklären, und bliebe immer ganz unbegreiflich, wie trotz dieser lebhaften und viele Stunden lang dauernden Endosmose (dieselbe im Sinne von *Ankermann* als in keiner Beziehung zu vitalen Vorgängen in den Fäden stehend aufgefasst) die Fäden ihre Form doch nicht ändern, nicht etwas aufquellen oder schrumpfen. Man kann nun freilich aus dieser Schwierigkeit sich herausziehen, wenn man die Samenfäden mit den Schwärmsporen vergleicht und *Nägeli's* Anschauung über die Bewegungen dieser zu Grunde legt, wie diess von *Funke* geschehen ist (l. s. c.), der diese Auffassung für wenigstens ebenso wahrscheinlich hält als die, dass die Samenfäden selbständig sich bewegen. *Nägeli* (Gattungen einzelliger Algen. Zürich 1849, pag. 19—24) erklärt bekanntlich in scharfsinniger Weise die Bewegungen der Schwärmsporen der Algen aus zwei endosmotischen Strömen, von denen der eine (endosmotische) an dem die Wimpern tragenden, bei den Bewegungen vorangehenden schmälern Ende der Sporen, der später sich festsetzt und daher als Wurzelende desselben zu betrachten ist, statt habe, während der andere (exosmotische) an der entgegengesetzten Seite sich finde, und betrachtet die Bewegungen der Cilien als secundär durch die Strömungen im Wasser hervorgerufen. — Ueberträgt man diese Anschauung auf die Samenfäden, so müsste man annehmen, dass die Körper derselben der Sitz eines energischen Stoffwechsels und zweier entgegengesetzten endosmotischen Ströme sind, und dass die Fäden nur secundär sich bewegen. Wer die früheren Darstellungen gelesen hat, weiss jedoch, dass die Samenfäden der Thiere gerade in Lösungen von mittlerer Concentration, die am wenigsten geeignet sind, endosmotische Erscheinungen an ihnen zu veranlassen, sich am besten bewegen, und brauche ich kaum noch hinzuzufügen, dass diese Bewegungen in allen möglichen Substanzen sich einstellen, auch in solchen, die, wie Glycerin, Harnstoff und Salze aller Art, sicherlich nicht zur Unterhaltung eines Stoffwechsels in den Körpern derselben dienen. Uebrigens ist diese ganze Auffassung auch schon deshalb unmöglich, weil — wie Jeder, der nur etwas mit der Beobachtung des Sperma's, z. B. des Frosches, sich beschäftigt hat, weiss — auch isolirte Schwänze von Samenfäden sich bewegen, abgetrennte Köpfe derselben dagegen immer stille stehen.

Viel weniger noch als an Endosmose kann bei den Bewegungen der Samenfäden an Imbibition und Chemismus gedacht werden. Erstere erzeugt zwar in gewissen Fällen Bewegungsphänomene, so,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

wenn ein zarter, biegsamer, leicht tränkbarer Körper auf einmal mit Wasser oder einer sehr diluirten Substanz in Berührung kommt, allein diese Bewegungen sind immer von sehr kurzer Dauer. An solche Bewegungen, die z. B. an den Samenfäden, wenn sie in Masse Oesen bekommen, an den Stäbchen der Retina beim Einrollen derselben in diluirten Medien, beim Myelin von *Virchow* in Wasser, bei den Dotterkörperchen der Fische und Amphibien durch Essigsäure u. s. w. sich zeigen, ist aber bei den Samenfäden aus dem Grunde nicht zu denken, weil ihre Bewegung gerade in concentrirteren Medien am lebhaftesten ist, und durch Wasser schwindet. Auch chemische Vorgänge, d. h. solche, die durch das äussere Medium veranlasst werden, lassen sich als ursächliches Moment der Locomotionen nicht festhalten, denn wenn schon caustische Alkalien bei den Thieren, bei denen sie die Fäden in der Kälte zerstören, im Momente der Einwirkung ein oft von Schlängelungen und Krümmungen begleitetes Aufquellen veranlassen, so ist doch bei den ächten andauernden Bewegungen der Samenfäden, die in allen Medien statt haben, auch nicht von Ferne an Chemismus zu denken.

Wenn dem Gesagten zufolge weder Endosmose, Imbibition oder Chemismus, noch auch irgend ein anderes, von aussen auf die Samenfäden wirkende Agens als erste und Hauptursache ihrer Locomotionen anzusehen ist, so bleibt nichts Anderes übrig, als die Quelle derselben in sie selbst zu verlegen, und anzunehmen, dass ihrer Substanz gerade wie derjenigen der Wimperhaare und der einfachsten Thiere das Vermögen inhärirt, zufolge einer bestimmten chemischen Zusammensetzung und bestimmten Beziehungen ihrer Molecüle zu einander unter günstigen äusseren Bedingungen (zweckmässigem Medium, gehöriger Temperatur) sich zu bewegen. Eine solche Bewegungserscheinung nenne ich, wenn sie an einem von einem Organismus gebildeten und in einer gewissen Abhängigkeit von demselben stehenden Theile sich findet, eine vitale, und stehe ich mithin in vollem Gegensatze zu *Ankermann* und zum Theil zu *Funke*, die die Bewegungen der Samenfäden als ein physikalisches Phänomen betrachten. Frägt man nach den genauen Verhältnissen des Vorganges in den Samenfäden, so kann ich hierauf keine Antwort geben, doch lässt sich hier, wie bei den Muskel- und Nervenfasern, die Ursache der Bewegungen wohl kaum in etwas Anderem suchen, als in chemischen Umsetzungen der Substanz der Fäden, durch welche vielleicht elektrische Kräfte sich entwickeln. Auffallend ist jedoch in hohem Grade die lange Dauer der Bewegungen der Fäden, die ja bei den Experimenten mit denselben 4—6—12 Stunden und mehr beträgt und in weiblichen Thieren noch nach 6 und 7 Tagen beobachtet wurde. Wenn chemische Umsetzungen die Ursache der Bewegungen der Fäden sind, so ist mit denselben

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

natürlich ein Stoffverbrauch gegeben, der immer neue Zufuhr nöthig macht, wenn die Bewegung Dauer haben soll. Bei den Muskeln und Nerven besorgen die Blutgefässe diese Zufuhr, bei den Wimperhaaren die Zellen, welche dieselben tragen; die Infusorien, auch die mundlosen, ernähren sich aus dem umgebenden Medium und ermöglichen so die Entwicklung immer neuer Kraft. * Wie verhält es sich nun aber bei den Samenfäden? Reicht das in den einzig beweglichen Fäden derselben enthaltene Material, um die Bewegungen so lange Zeit zu unterhalten, oder nehmen dieselben vielleicht innerhalb der weiblichen Genitalien aus dem Secrete der Schleimhaut brauchbare Stoffe auf, ähnlich der Trichomonas, der Opalina ranarum u. s. w., ein Vorgang, der, wenn auch möglich, doch nicht wahrscheinlich ist, da die Samenfäden auch in Substanzen, die sie nicht zur Erhaltung verwerthen können, wie in Salzen u. s. w., ebenfalls lange fortleben? Eher wäre daran zu denken, ob nicht vielleicht die Körper der Samenfäden sich zu den Fäden selbst verhalten, wie eine Zelle zu ihren Wimperhaaren, und dieselben aus dem in ihnen enthaltenen reichlichern Material ernähren, eine Vermuthung, die jetzt, wo ich zeigen kann, dass die Samenfäden aus den Kernen der Samenzellen sich bilden, wohl ausgesprochen werden darf. — Zu erforschen ist auch noch, ob die Samenfäden bei ihren Bewegungen elektrische Ströme entwickeln, und ob sie nicht, so lange sie sich bewegen, CO_2 abgeben, während sie O aufnehmen, Verhältnisse, über die ich vielleicht später berichten kann.

Nach diesen kurzen Bemerkungen über die Art und Weise, wie ich die Bewegungen der Samenfäden ansehe, habe ich nun noch zu zeigen, wie von meinem Standpunkte aus die Einwirkung der verschiedenen Reagentien sich erklärt. Die Bewegungen der Samenfäden, die meiner Auffassung zufolge auf inneren Ursachen beruhen, müssen auftreten in allen Lösungen, die nicht chemisch die Substanz der Fäden zerstören, sie wesentlich alteriren oder durch bewirkte Quellung oder Wasserentziehung auf ihre moleculäre Zusammensetzung einwirken, oder zu dick und zähe sind, mithin in thierischen Flüssigkeiten mittlerer Concentration, die nicht zu sauer oder zu alkalisch sind, in nicht zu diluirten Lösungen indifferenter Substanzen, in gewissen Salzsolutionen von bestimmter Dichtigkeit. Die Unterschiede, welche die letzteren zeigen, erkläre ich mir aus der Verschiedenheit der Imbibitionsverhältnisse. In der That stimmt die von mir oben mitgetheilte Thatsache, dass die Samenfäden der Säugethiere, Amphibien und Fische bei Behandlung mit Na Cl, KCl, NH_4 Cl u. s. w. von $\frac{1}{2}$ — 1 % vortrefflich sich bewegen, in 5 % Lösungen dagegen unbeweglich sind, während beim Glaubersalz, phosphorsauren Natron, Bittersalz und Chlorbarium dieselben in 5 — 10 % Solutionen sich bewegen, in 1 % dagegen Oesen bekommen, wie in Wasser, ganz gut

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

mit dem, was *Ludwig* (Zeitschr. f. rat. Med. VIII, 1849, pag. 17 fg.) und *Cloetta* (Diffusionsversuche durch Membranen mit zwei Salzen. Zürich 1851, pag. 22 fg.) über das Quellungsvermögen thierischer Membranen für Kochsalz und Glaubersalz gefunden haben. Nach *Cloetta* nämlich nimmt eine thierische trockne Membran (der Herzbeutel des Ochsen) nicht nur mehr Kochsalz auf als Glaubersalz (die gefundenen Quellungsverhältnisse sind, das Gewicht der Membranen = 1 gesetzt, für Kochsalzlösungen von 5,4 und 24,2%, 1,35 und 1,01, für Glaubersalzlösungen von 4,8 und 11,6%, 1,15 und 0,86), sondern es besitzt auch die in die Membran gedrungene Kochsalzlösung einen bedeutend höhern relativen Procentgehalt als die Glaubersalzsolution (bei den genannten beiden Kochsalzlösungen war die Relation des Procentgehaltes der äussern Flüssigkeit zu der in die Membranen gedrungenen wie 1 : 0,84, beim Glaubersalz dagegen bei einer äussern Solution von 11,6% wie 1 : 0,39, und bei einer Lösung von 4,8% wie 1 : 0,57). Ueberträgt man diese Verhältnisse auf die Samenfäden, indem man dieselben als quellungsfähige Körper betrachtet — was bei ihrer chemischen Verwandtschaft mit den sehr imbibitionsfähigen Eiweisskörpern und dem von *Gobley* und mir aufgefundenen sehr bedeutenden Inhalt derselben an den stark aufquellenden phosphorhaltigen Fetten (s. unten) schon a priori hätte angenommen werden dürfen, und für die Samenfäden der Fische und Amphibien vor Allem auch durch die directe Beobachtung leicht zu bestätigen ist — so ergibt sich, dass dieselben von einer Kochsalzlösung mehr aufnehmen werden als von Glaubersalz, und dass bei jener die imbibirte Flüssigkeit fast dieselbe Concentration haben wird, wie die äussere Lösung, während beim Glaubersalz dieselbe ungefähr einmal diluirter sein wird. Hieraus würde dann weiter folgen, dass schon mässig concentrirte, z. B. 5% Kochsalzlösungen ihnen schaden, indem zu viel Salz eindringt und ihre moleculäre Zusammensetzung, ihren Elasticitätscoefficienten ändert (nach *Wertheim* [Annal. d. chimie, XXI] ist mit Kochsalzlösung getränkter Faserstoff schwerer auszudehnen als mit Wasser getränkter), während Glaubersalzlösungen derselben Concentration sie noch nicht wesentlich alteriren. Uebrigens bin ich nicht der Ansicht, dass die von *Cloetta* gefundenen Zahlen so ohne weiteres vollkommen auf die Samenfäden übertragen werden dürfen, was natürlich nur dann geschehen könnte, wenn dieselben sich auf die nämliche, und zwar feuchte Substanz, wie die, welche die Samenfäden bildet; und genau auf die von mir angewendeten Salzlösungen bezögen. Immerhin scheinen mir dieselben doch einen Anhaltspunkt zu geben, um die verschiedene Einwirkung der aufgezählten zwei Gruppen von Salzen dem Verständniss etwas näher zu bringen, und darum habe ich es nicht unterlassen wollen, auf dieselben hinzuweisen. Ich will auch noch bemerken, dass die von mir aufgestellten zwei Salz-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

gruppen, deren eine durch die Haloidsalze der Alkalien, die andere durch das Glaubersalz und Bittersalz repräsentirt wird, nicht nur in ihrem Imbibitionsvermögen, sondern auch durch ihre Diffusionsverhältnisse charakterisirt zu sein scheinen; nach *Graham* nämlich (Phil. Trans. 1850, I, pag. 8, 10, 11, 46) zerfallen die Natron- und Kalisalze in zwei Abtheilungen, leicht diffundirbare, zu denen die salzsauren und salpetersauren Salze gehören, und in schwer diffundirbare, die schwefelsauren Salze, zu denen auch Chlorbarium gehört. Die schwierigere Diffusion und die langsame Imbibition möchten somit Hand in Hand gehen und letztere einfach als eine Diffusionserscheinung zu deuten sein, sofern es sich, wie bei den Samenfäden, um Imbibition feuchter Theile handelt.

Mag dem angegebenen sein wie ihm wolle, so ist doch auf jeden Fall so viel sicher, dass die Samenfäden imbibitionsfähige Körper sind, und dass alle concentrirteren Lösungen von Salzen und anderen Substanzen ihnen desswegen schaden, weil die auch in die Fäden eindringende concentrirte Lösung die moleculäre Zusammensetzung derselben ändert und sie selbst schrumpfen macht, wie diess bei den Samenfäden der Fische aufs evidenteste zu sehen und selbst durch Messung zu bestimmen ist. In gewissen Fällen sind übrigens solche Lösungen gewiss auch bloss ihrer Zähigkeit wegen hinderlich, wie beim Eiweiss, Zuckerlösungen von 30%, concentrirtem Glycerin u. s. w. Die Wiederherstellung der Bewegung durch Wasser und diluirte Lösungen nach Behandlung der Fäden mit concentrirten Lösungen erklärt sich, wenn diese nur mechanisch hinderlich waren, einfach aus ihrer Verdünnung, im andern Falle dagegen muss man annehmen, dass den mit salzreicher Flüssigkeit getränkten und geschrumpften Fäden durch das Wasser wieder Salz entzogen und durch Wasser ersetzt wird, so dass sie wieder aufquellen und ihre ursprüngliche Beschaffenheit von Neuem erlangen, ein Verhalten, das bei allen imbibitionsfähigen Körpern sich findet, und von *Chevreuil* (Ann. de chim. et de phys., XIX) und *v. Liebig* (Untersuch. u. einige Ursachen der Säftebewegung, 1848) auch schon an mit Oel getränkten thierischen Theilen, die in Wasser gelegt werden, beobachtet wurde. Bemerkenswerth bleibt übrigens immer, dass die Samenfäden durch die Einwirkung concentrirter Salzlösungen, wenn dieselben nicht zu lange auf dieselben einwirkten, nicht getödtet werden, was für eine grosse Tenacität ihres Lebens spricht.

Dass die schädliche Wirkung des Wassers und aller diluirten Lösungen ebenfalls aus den Imbibitionsverhältnissen zu deuten ist, folgt aus dem bisher Bemerkten von selbst, ohne dass sich weiter nachweisen liesse, warum die Samenfäden im aufgequollenen Zustand nicht länger sich bewegen. Die verschiedene Einwirkung des Wassers auf die Samenfäden verschiedener Thiere ist wohl daraus zu erklären, dass

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dieselben nicht überall dieselbe Zusammensetzung, vor Allem nicht denselben Gehalt an festen und flüssigen Theilen darbieten. Die an festen Substanzen reichen Fäden der Säugethiere und Fische, von denen die letzteren noch dazu ungemein imbibitionsfähig sind, ertragen daher wohl einen Wasserzusatz weniger als die der Amphibien, obschon auch die Substanz dieser etwas aufquillt. — Dass durch Wasser bewegungslos gewordene Fäden durch concentrirte Lösungen wieder zu sich kommen, folgt dann ebenfalls leicht aus den dieser Darstellung zu Grunde gelegten Sätzen, es dringt in diesem Fall die Salzlösung z. B. in die Fäden herein, während Wasser aus ihnen in die Salzlösung übertritt, dieselben verkleinern sich wieder auf ihre normale Grösse, die Oesen strecken sich, und mit der Wiederherstellung ihres gewöhnlichen Aggregatzustandes tritt auch die Bewegung wieder ein. Dass Salzlösungen in diesem Falle weit rascher wirken als Zucker und Eiweisslösungen, erkläre ich mir aus der von *Graham* gefundenen viel grösseren Diffusionsgeschwindigkeit derselben in Wasser, mit der wohl ein rasches Eindringen in quellungsfähige Körper Hand in Hand geht.

Wie es kommt, dass Säuren und Metallsalze, Alkohol, Aether, Creosot, Gerbsäure u. s. w. den Bewegungen der Samenfäden so äusserst nachtheilig sind, braucht wohl kaum besonders aus einander gesetzt werden, wenn man die Zusammensetzung der Samenfäden aus einer den Eiweisskörpern verwandten Substanz und ihren bedeutenden Gehalt an Fett und die Einwirkung der genannten Reagentien auf die Proteinstoffe und Fette kennt, und will ich daher nur bemerken, dass die mikroskopische Untersuchung an den Samenfäden, wenn sie der Einwirkung dieser Substanzen unterlagen, ein meist sehr deutliches Schrumpfen nachzuweisen vermag. Alle zarteren Samenfäden werden übrigens durch Säuren ganz oder theilweise aufgelöst. Was die Alkalien anlangt, so ist zwar die schädliche Wirkung concentrirterer Lösungen durch chemische Action derselben zu erklären, die ebenfalls bei gewissen Classen so weit geht, dass die Fäden ganz zerstört werden, dagegen gestehe ich, für die erregende Wirkung derselben, so wie der kohlensauren Alkalien vorläufig keine Erklärung geben zu können. Immerhin will ich daran erinnern, dass nach *Virchow's* Entdeckung auch die Wimperhaare durch caustisches Kali und Natron erregt werden, so wie dass die caustischen Alkalien auch Muskel- und Nervenreize sind, ebenso für die letzteren die kohlensauren Alkalien, wie diess zum Theil schon aus *A. v. Humboldt's* Versuchen (Gereizte Muskel- und Nervenfaser, II, pag. 362, besonders 365 fg.) und dann aus denen von *Eckhard* hervorgeht (Zeitschr. f. rat. Med., 1851, I, pag. 305). Die ausführlichen Versuche des Letzteren, so wie die theoretischen an dieselben geknüpften Sätze laden überhaupt sehr zu einer Vergleichung der Nervenröhren und Samenfäden in ihrem

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Verhalten gegen chemische Reize ein, es gelingt jedoch trotz mancher Aehnlichkeiten nicht, eine vollkommene Uebereinstimmung beider herzustellen. Die Nerven der Frösche sind erregbar durch NO_5 von 15—35 %, ClH von 12—30 %, SO_3 von 50—79 %, während die in solchen Säurelösungen zum Theil unveränderten Samenfäden der Säugethiere durch dieselben nie in Bewegung kommen. Caustische Alkalien wirken nicht unter 1 % auf die Nerven, während die Samenfäden noch durch solche von $^1/_{32}$ % in Thätigkeit zu setzen sind, doch stimmen beide darin überein, dass die Erregung nur kurze Zeit dauert. Eine Aehnlichkeit zeigt sich ferner darin, dass alkalische und Erdsalze in den Nerven ebenfalls eine längere Thätigkeit veranlassen, die jedoch $^1/_4$ Stunde nicht überschreitet, auch scheinen die wirksamen Lösungen ähnliche zu sein, wie bei den Samenfäden, worüber jedoch von *Eckhard* nichts Näheres mitgetheilt worden ist. Eine hübsche Uebereinstimmung ist auch, dass man durch Auswaschen eines mit Salz behandelten Nerven mit Wasser denselben wieder in den Zustand bringen kann, in welchem er den Muskel ruhig lässt, und dass die Salz- und Wasserwirkung mehrmals hinter einander an ihm hervorgerufen werden kann, wie ich diess auch bei den Samenfäden sah. Eigenthümlich ist dagegen den Nerven wiederum das Zucken in Alkohol von 85—95 %, gesättigter Weinsteinsäure und Zuckerlösung, und manchmal in Essigsäure und Aether. Mit Bezug auf die Deutung der Phänomene, so gilt, was *Eckhard* für die Nerven aussprechen zu können glaubt, dass bei chemischen Reizen der Tod des Nerven und die Zuckung einander begleiten, und dass der Tod des Nerven mit hinlänglicher Schnelle herbeigeführt, Zuckungen mache, für die Samenfäden auf keinen Fall, indem die Salze vortreffliche Erhalter ihrer Bewegungen sind. (Bei den Nerven wirken übrigens die Salze auch nicht unmittelbar tödtend, und kann man ja durch HO ihre Wirkung tilgen. Wie stimmt diess mit *Eckhard's* Satz?) Auch die Wirkungen der reinen caustischen Alkalien werden kaum in der angegebenen Weise gedeutet werden können, da dieselben in starken Verdünnungen gemengt mit indifferenten Lösungen Medien abgeben, in denen die Samenfäden besser als in allen andern sich erhalten. Ueberhaupt scheint mir die Art, wie *Eckhard* die Wirkungsweise der Alkalien und der Mineralsäuren näher erklärt, nicht nur auf die Samenfäden unübertragbar zu sein, sondern auch, was wenigstens die Alkalien betrifft, selbst für die Nerven kaum zu passen, dass nämlich dieselben die albuminösen Substanzen der Nervenröhren in den unlöslichen Zustand überführen, und die Zuckung durch eine momentane Coagulation derselben erzeugen. Bei den Samenfäden wirken die caustischen Alkalien auflösend auf die Substanz derselben ein, und stehe ich nicht an, zu behaupten, dass man nur von diesem

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Gesichtspunkte aus ihre Wirkung wird begreifen können. Es müssen dieselben in den Concentrationen, in denen sie erregend wirken, jedoch die Samenfäden als Ganze unangetastet lassen, irgend einen Bestandtheil derselben verflüssigen und hierdurch die Molecular-Anziehungen und Abstossungen in denselben lebhafter machen, und ganz dasselbe scheint mir auch von den Nerven zu gelten. Wäre zur Zeit, da *Eckhard* seine Untersuchungen anstellte, die histologische Zusammensetzung des Nervenrohres näher gewürdigt gewesen, so hätten demselben wohl kaum darüber Zweifel bleiben können, welcher Theil hier allein erregbar ist, nämlich der Axencylinder. Dieser ist aber, wie ich gezeigt habe, eine faserstoffartige Substanz, die in caustischen Alkalien (auch in NO_5 und $\bar{A}$) aufquillt und schon in der Kälte allmählich sich auflöst, so dass mithin wohl dieselbe Anschauung hier im Recht sein wird, die ich eben für die Samenfäden geltend gemacht habe. Für Alkohol und Creosot ist dagegen wohl *Eckhard's* Auffassung die richtige.

Die Wirkung der alkalischen und Erdsalze sucht *Eckhard* darin, dass dieselben dem Nerven Wasser entziehen, womit ich ganz übereinstimme, nur dass ich hinzusetzen möchte, dass diese Salze auf jeden Fall in den Axencylinder eindringen und gerade wie Sublimat, Creosot, Jod und kohlensaures Kali, von denen ich diess gezeigt habe, ihn zum theilweisen Schrumpfen bringen, mithin die Anordnung seiner Molecüle und seine Elasticitätsverhältnisse ändern, ferner, dass dieses Eindringen ein einfacher Imbibitionsvorgang und nicht eine Art endosmotischer Erscheinung ist. Bei den Samenfäden sind diese Salze in stärkeren Concentrationen auch Wasser entziehend, die Fäden zum Schrumpfen bringend, allein hier erzeugt ein energischer derartiger Eingriff gerade keine Bewegung und tritt dieselbe nur dann ein, wenn die angewendete Salzlösung in ihrem Salzgehalt dem Gehalt der Samenfäden an solchem gleichkommt oder denselben um nicht zu viel übertrifft, eine Thatsache, welche zeigt, dass eine einfache Uebertragung der Verhältnisse der Nerven auf die Samenfäden, die Annahme, dass die Salze auch bei diesen erregend wirken, nicht möglich ist. Uebrigens wäre eine genauere Kenntniss des Concentrationsgrades der wirkenden Salze für die Nerven recht wünschenswerth.

Allem Gesagten zufolge wirken die Alkalien meiner Ansicht nach so, dass sie chemisch die Substanz der Fäden lockern und aufquellen machen, wodurch ein lebhafteres Aufeinanderwirken der Molecüle derselben bedingt wird. Bei sehr verdünnten Lösungen, z. B. in der alkalischen Zuckerlösung, ist die bewirkte Aenderung des Aggregatszustandes eine so geringe, dass gerade die Bewegung ausgezeichnet schön und lange vor sich geht. Bei stärkerer Einwirkung dagegen ist der Eingriff so bedeutend, dass der vitale Vorgang nur noch eine ganz kurze Zeit dauert und dann erlischt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Zu Ende gekommen mit der Darstellung von der Art und Weise, wie ich die Bewegungen der Samenfäden und die Einwirkung der chemischen Substanzen auf dieselbe auffasse, will ich nun noch versuchen, die letzten Bedenken zu heben, die sich meiner Ansicht vielleicht noch entgegenstellen. Die Thatsache, die mir selbst sowohl, wie gewiss auch jedem Andern am meisten befremdend vorkömmt, und vor Allem für eine rein physikalische Ursache der Bewegung der Samenfäden zu sprechen scheint, ist ihr Wiederaufleben nach der Behandlung derselben mit Wasser einerseits, concentrirten Solutionen anderseits, dann dass sie diese Behandlung mit Wasser und Salz selbst mehrere Male hinter einander ertragen. Ich habe nun zwar oben diese Erscheinungen aus den Imbibitionsverhältnissen der Samenfäden und, wie ich glaube, nicht ohne Recht abgeleitet, allein ich bedurfte doch zur vollständigen Erklärung der Annahme einer ungemeinen Lebenszähigkeit der Samenfäden, vermöge welcher sie alle diese Aufquellungen und Schrumpfungen überleben, für welche Tenacität alle weiteren Anhaltspunkte fehlten. Es war mir daher sehr erwünscht, als mir beim Weiterforschen der Nachweis gelang, dass die Wimperhaare und Infusorien ganz analoge Zustände darbieten. Was die ersteren anlangt, so untersuchte ich die über den ganzen Körper mit Cilien besetzte Opalina aus dem Mastdarm der Frösche und das Flimmerepithel der Zunge des Frosches. Die Opalina [1]) lebt vortrefflich in Na Cl von 1 %, in NaO SO_3 von 5 %, in 2NaO HO, PO_5 von 5 und 10 %, dann in Zucker, Harnstoff und Glycerin von 5 %, ebenso in Gummi und Dextrin von 30 %, welche letztere Thatsache wiederum die Behauptung unterstützt, dass diese letzteren Körper mit Wasser keine wirkliche Lösungen geben. Schädlich wirken auf sie Harnstoff von 30 % und concentrirte Glycerinlösungen, Zuckersolutionen von 10—30 %, Na Cl von 5 und 10 %. Durch die letztgenannten Kochsalzlösungen schrumpft die Opalina ungemein stark, doch kann selbst nach Einwirkung der 10 % Solution durch Zusatz von Wasser die Flimmerbewegung vollkommen lebhaft wieder hergestellt werden und nach 5 % Na Cl wirkt Wasser

[1] Die Opalina ist kein Infusorium, sondern die Larve wahrscheinlich eines Wurmes (vergl. *Schultze*, Beitr. zur Naturgeschichte der Turbellarien, 1851, pag. 67) und unterscheidet sich auch durch das Vorkommen vieler genuiner Kerne im Innern, die durch Alkohol, Salzlösungen, Creosot u. s. w. äusserstdeutlich werden, ganz bestimmt von den Infusorien. Ich finde auch, was vielleicht schon von Anderen gesehen ist, dass dieselbe aus runden Eiern stammt, die ich im Winter und Frühjahr häufig im Mastdarm der Frösche sehe. Diese enthalten zum Theil eine undeutlich contourirte, helle, granulirte Substanz, zum Theil einen deutlich im Ei schon flimmernden Embryo. Solche zeigen sich auch frei als runde flimmernde Gebilde von derselben Grösse etwa wie die Eier, und von diesen finden sich manchmal alle Uebergänge zu den grossen Opalinen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

so günstig, dass sie wieder munter umherschwimmt. Nach Behandlung mit Harnstoff und Glycerin von 30 % sah ich je in einem Versuch nachherigen Wasserzusatz ohne Einfluss, dagegen kommt nach Behandlung mit den schädlich wirkenden Zuckersolutionen durch Wasser die Flimmerung und Ortsbewegung vollkommen wieder. Von den Flimmern der Froschzunge kann ich mittheilen, dass dieselben in Na Cl von 1 % und 2NaO HO, PO_5 von 5 und 10 % in lebendigster Action bleiben, dass dagegen Na Cl von 5 % ihre Bewegung aufhebt, welche jedoch durch nachherigen Zusatz von Wasser wieder kommt. — Von Infusorien untersuchte ich die kleine, im Mastdarm der Frösche so zahlreich sich findende Art (nicht die Bursaria). Dieselben leben vortrefflich in Na Cl von 1 %, 2NaO HO, PO_5 von 5 und 10 %, NaO SO_3 von 5 %, in Gummi und Dextrin von 30 %, in Zucker von 10 %, sterben in Zucker von 15 % und Na Cl von 5 %, leben aber durch Zusatz von Wasser wieder auf. — Die erregende Wirkung der caustischen Alkalien, die für die Wimperbewegung durch *Virchow* constatirt ist, findet sich sicherlich auch bei den Infusorien, doch habe ich dieselbe noch nicht nachzuweisen versucht, weil es nicht leicht ist, dieselben zur Ruhe zu bringen. Am besten wird es gehen, wenn man dieselben in einer concentrirten Zuckerlösung bewegungslos macht und dann die Einwirkung einer sehr verdünnten Solution mit Kali causticum mit der von Wasser auf sie vergleicht. — Durch diese Versuche wäre somit nachgewiesen, dass auch Wimperhaare und Infusorien, bei welchen letzteren namentlich sicherlich Niemand an Endosmose als Ursache der Bewegung wird denken wollen, in allen wesentlichen Punkten den Samenfäden sich gleich verhalten und glaube ich hierdurch meine Auffassung der der Bewegung der letzteren zu Grunde liegenden Ursachen noch fester gestützt zu haben.

Auf einen Punkt erlaube ich mir übrigens noch aufmerksam zu machen, nämlich auf die Wirkung der verschiedenen Lösungen auf den Körper der Opalina und der Infusorien. Derselbe schrumpft in den Kochsalzsolutionen viel mehr als in den Lösungen des phosphorsauren und schwefelsauren Natron, was mit der Behauptung von *Donders* und *Moleschott* [1]), dass Na Cl den Blutkörperchen am wenigsten, die schwefelsauren Alkalien dagegen am meisten Wasser ausziehen, in grellem Widerspruche steht, dagegen mit dem, was ich über die Einwirkung dieser Salze auf die Samenfäden, bei der freilich Imbibition und nicht Endosmose im Spiele ist, vollkommen harmonirt. Ich nahm daher auch die Blutkörperchen vor und siehe, dieselben (vom Frosch und Säugethieren) schrumpften schon in 1 % Na Cl Lösungen sehr stark, während sie in 1 % Solutionen von Alkalisulphaten und -phosphaten

[1]) Holländ. Beitr., I. S 376, 377

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

wie gegen Wasser sich verhielten, und erst in 10 % Solutionen derselben sich zu verkleinern anfingen. Es lässt sich jedoch eine Uebereinstimmung zwischen dieser Erfahrung und den Angaben von *Donders* und *Moleschott* herstellen, wenn man die Solutionen berücksichtigt, die diese Autoren anwandten. Die stärkere von ihnen versuchte Solution war 1 Theil Salz auf 7 Theile Wasser, also beiläufig 14,3 % und bei dieser soll das Schrumpfen am geringsten gewesen sein beim Na Cl und K Cl. *Donders* und *Moleschott* schliessen hieraus auf eine geringere Exosmose, nach meiner Meinung jedoch beruht das beobachtete Factum darauf, dass, wie ich neulich mitgetheilt habe (diese Zeitschr. Bd. VII, Heft 1), stark concentrirte Salzlösungen die Blutzellen erst schrumpfen, dann aber wieder aufquellen machen und endlich entfärben, bei welchem Vorgang, wie ich jetzt finde, Na Cl ebenfalls den anderen Salzen vorangeht, so dass Concentrationen, welche bei diesen die Blutzellen noch runzeln machen, beim Kochsalz sie schon secundär zum Aufquellen bringen. *Donders* und *Moleschott* hatten wahrscheinlich solche secundär wieder rund gewordene Zellen vor sich und schlossen hieraus auf geringe Exosmose, was, wie wir sehen, nicht angeht. Eine ganz andere Schwierigkeit erhebt sich dagegen, wenn man die von mir erhaltenen Resultate an Blutzellen und Infusorien mit den endosmotischen Versuchen über Kochsalz und Glaubersalz vergleicht, nach denen bekanntlich das Aequivalent des ersteren viel tiefer steht. Eine weitere Ueberlegung dieser Verhältnisse führt zur Vermuthung, dass die Vorgänge, die wir an den Blutkörperchen durch concentrirte und diluirte Lösungen vor sich gehen sehen, gar keine endosmotischen Phänomene, sonderen Imbibitionserscheinungen sind, und dass die zarte Blutzellenmembran bei denselben nicht in Betracht kommt. In dieser Annahme wird man nur bestärkt, wenn man berücksichtigt, dass der Inhalt der Blutzellen auf jeden Fall eine sehr concentrirte Globulinlösung (*Schmidt* berechnet auf 100 Theile Blutzellen 32,22 feste Substanz und darunter 28,22 Globulin und Membranen) ist, so dass es bei dem endosmotischen Verhalten des Eiweisses (nach *Dutrochet* verhält sich Eiweiss endosmotisch zum Zucker wie 12 : 11, vom Zucker hat aber *Jolly* das Aequivalent zu 7,15 und *Graham* (On the Osmotic force in Phil. Trans. 1854, II, pag. 198) für 1 — 20 % Lösung zu 4,43 — 5,85 bestimmt), kaum möglich ist anzunehmen, dass eine 1 % Na Cl Lösung einen exosmotischen Strom an denselben veranlassen kann. Bevor jedoch endosmotische Versuche gerade mit Eiweiss und Salzlösungen angestellt sind, ist es nicht möglich, auf diese Frage einzugehen, obschon dieselbe von der grössten allgemeinen Wichtigkeit ist, wie diess Jedem von selbst einleuchten muss, da, was für die Blutzellen richtig ist, wohl für alle zartwandigen Zellen, namentlich die wichtigen Epithelien Geltung haben wird.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

II. Einige Bemerkungen über chemische Zusammensetzung des Samens.

Obgleich das, was ich hier mitzutheilen habe, spärlich ist, so glaube ich doch es nicht zurückhalten zu sollen, da der Angaben der Chemiker über die Constitution des Samens noch so äusserst wenige sind. — Da es der Reactionen der Samenfäden wegen vor Allem mich interessirte zu erfahren, wie viel feste Substanz das Sperma enthält, so unternahm ich zuerst einige Bestimmungen in dieser Richtung.

1. Sperma des Ochsen.

1,022 grm. Sperma aus dem Nebenhoden und Samenleiter gaben bei 100—110° getrocknet 0,183 grm. Rückstand, welche 0,027 grm. Asche hinterliess [1]).

2. Sperma des Ochsen.

0,7562 grm. gaben 0,136 grm. Rückstand.

3. Sperma des Ochsen.

Von 1,6529 grm. reinem Sperma erhielt ich 0,2845 grm. Rückstand und 0,0415 grm. Asche.

4. Samen des Pferdes.

1,1668 grm. lieferten 0,2108 grm. trocknen Rückstand und 0,0188 grm. Asche.

5. Samen aus einer Cyste des Nebenhodens des Ochsen.

Diese Cyste hatte etwa die Grösse einer Kirsche und enthielt einen gelblichen, mehr flüssigen Samen, in dem die Untersuchung viele Samenfäden, daneben aber auch eine ziemliche Zahl von fetthaltigen grösseren Zellen nachwies. Die Samenfäden waren zum Theil noch normal und beweglich, grösstentheils aber so degenerirt, dass ihre Schwänze in ihrer ganzen Länge oder nur am vordern Theil in Fetttröpfchen umgewandelt waren (Taf. XIII, Fig. 3). Solche fettig metamorphosirte Schwänze oder Bruchstücke von solchen schwammen auch viele isolirt herum, neben isolirten Körpern, die nie Fett enthielten, wohl aber zum Theil etwas geschrumpft waren. Diess als

[1]) Alle Samenverbrennungen, die Prof. *Scherer* zu besorgen die Gute hatte, gaben schwärzliche Asche, wie diess auch *Frerichs* beobachtet hat.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ersten Beitrag zur Pathologie der Samenfäden. Bei diesem Anlass will ich auch bemerken, dass ich im Hoden des Ochsen sehr häufig einzelne Theile der Samenkanälchen, vollkommen verkalkt und schon dem blossen Auge durch ihre weisse Farbe bemerklich, fand.

5,757 grm. Samen aus der genannten Cyste gaben 0,5818 grm. Rückstand und 0,176 grm. Asche.

6. Aus dem Hoden des Ochsen ausgepresstes unreifes Sperma,

überwiegend aus Zellen und nur wenigen Samenfäden bestehend.

2,850 grm. davon gaben 0,3345 grm. Rückstand und 0,0315 grm. Asche.

7. Hodensubstanz des Ochsen.

13,410 grm. gaben 1,748 grm. Rückstand, 0,1755 grm. Asche.

8. Samen aus den Samenbläschen eines brünstigen braunen Frosches.

0,4613 grm. Samen gaben 0,0108 grm. Rückstand und 0,0008 grm. Asche.

9. Samen aus dem Hoden eines Frosches.

Vier Hoden von zwei brünstigen Fröschen, die fast nur Samenfäden enthielten, von 0,625 grm. gaben 0,089 grm. Rückstand und 0,0085 grm. Asche.

10. Samen des Karpfen aus einem ganz entwickelten Hoden, so zu sagen nur aus Samenfäden bestehend.

1,609 grm. gaben 0,388 grm. Rückstand.

11. Hodensubstanz des nämlichen Fisches sammt dem Sperma.

1,6216 grm. hinterliessen 0,3746 grm. Rückstand.

Die Berechnungen auf 100 Theile aus diesen Bestimmungen stelle ich in folgender Tabelle zusammen.

	I. Sperma des Ochsen.	II. Sperma des Ochsen.	III. Sperma des Ochsen.	IV. Sperma des Pferdes.	V. Sperma e. Cyste des Ochsen.	VI. Unreifes Sperma des Ochsen	VII. Hodensubstanz des Ochsen	VIII. Froschsamen aus den Samenblasen.	IX. Froschsamen aus den Hoden.	X. Samen des Karpfen.	XI. Hodensubstanz des Karpfen
Wasser	82,094	81,910	82,788	81,959	89,895	88,261	87,965	97,659	85,76	75,89	76,90
Feste Substanz	17,906	18,090	17,212	18,060	10,105	11,736	13,035	2,351	14,24	24,11	23,10
Organische Materie	14,265		14,702	16,459	6,048	10,631	11,727	2,167	12,88		
Anorgan Substanz	2,641		2,510	1,611	3,057	1,105	1,308	0,173	1,36		

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ausserdem habe ich nun noch beim Ochsen eine Bestimmung des Fettes vorgenommen. 2,1838 grm. reinen Samens gaben getrocknet 0,3918 grm. Aus diesem Rückstand erhielt ich durch Aether 0,0473 grm. eines gelblichen und butterartigen Fettes und beim nachherigen Verbrennen des Restes der mit Aether ausgezogenen Substanz 0,0576 grm. Asche. Auf 100 Theile berechnet, gibt diess:

Wasser	82,06	
Feste Substanz	17,94,	davon kommen
Auf Fett	2,165	
Die Substanz der Samenfäden .	13,138	
Die anorganischen Theile . . .	2,637.	

Die Bemerkungen, zu welchen diese Bestimmungen Veranlassung geben, sind folgende:

1) Das reine Sperma der Säugethiere ist viel reicher an fester Substanz als das ejaculirte Sperma des Menschen, in dem bekanntlich *Vauquelin* 10% feste Substanz fand. Dagegen enthält dasselbe auffallender Weise wenige Salze (*Vauquelin* fand in 100 Theilen 3 Th. phosphorsauren Kalk, 1 Th. Natron), woraus, vorausgesetzt, dass das menschliche Sperma nicht wesentlich von dem der Säuger sich unterscheidet, folgt, dass die dem Sperma bei der Ejaculation beigemengten Secrete der Samenbläschen, der Prostata und *Cowper*'schen Drüsen reich an Salzen sein müssen. — Bedeutend ärmer an festen Bestandtheilen ist das unreife Sperma aus dem Hoden und der Samen aus einer Cyste, wie diess a priori zu erwarten war, doch ist beim letztern der grosse Aschengehalt auffallend; die Hodensubstanz endlich enthält etwas mehr feste Substanz als der unreife Samen in dem Hoden.

2) Der Froschsamen aus den Samenbläschen ist durch die geringe Menge fester Substanz auffallend, doch kommt diess auf Rechnung seiner Vermengung mit Harn. Ganz anders verhält sich der Samen aus den Hoden, der, auch wenn man den Hüllen des Organes und den Drüsenblasen und Gängen, so wie den Blutgefässen und dem Blut Rechnung trägt, doch sicherlich 10—12% fester Substanz enthält. Sehr interessant war mir bestätigt zu finden, was ich schon aus den Reactionen der Samenfäden geschlossen hatte, dass dieselben auf jeden Fall viel mehr Wasser enthalten als die der Säugethiere.

3) Der Samen der Fische ist reicher an fester Substanz als das Sperma der anderen Wirbelthiere, doch scheint diess, wenigstens nach den Untersuchungen von *Frerichs* (Art. Semen in Cycl. of Anat., IV), mehr auf Rechnung des Fettes und der Salze als auf die der Proteinsubstanz der Samenfäden zu kommen. *Frerichs* nämlich fand in den Samenfäden des Karpfen in 100 Theilen 4,05 Fett und 5,21 Asche, in der er ausser Phosphorsäure auch Kalk nachwies. Diese Zahlen sind

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

übrigens mit den meinigen nicht ganz vergleichbar, weil *Frerichs* gut ausgewaschenen und ich frischen Samen untersuchte, immerhin glaube ich, dass dieselben doch den Schluss erlauben, dass auch im frischen Samen viel Fett und Asche sich finde, weil Wasser aus dem Sperma nicht gerade viel auszieht.

4) Ueber die Beschaffenheit des Fettes im Sperma besitzen wir ausser den Mittheilungen von *Frerichs*, der dasselbe im Samen des Karpfens gelblich und butterartig fand, und von *Gobley* (Journ. de Chimie et de Pharm., T. 9, pag. 1; Annal. d. Chem. u. Pharm., Bd. 60, St. 275), der im Samen desselben Thieres Glycerinphosphorsäure auffand, gar keine Angaben, und wird es daher nicht unerwünscht sein, zu erfahren, dass dasselbe sehr reich ist an einer Substanz, die mit den Gehirnfetten (Cerebrin, Cerebrinsäure, Oleophosphorsäure) übereinstimmt. Die erste Beobachtung über das Vorkommen solchen Fettes machte ich beim Karpfen in einem Samen, der mit $NaO\ SO_3$ von 1% drei Tage gestanden war, indem sich in demselben mit eintretender Fäulniss und Zersetzung der Samenfäden ausgezeichnete, Nervenmark ähnliche Tropfen (Myelin *Virchow*) gebildet hatten. Andere Portionen desselben Samens, die mit Kochsalz von 1% und mit Wasser standen, zeigten dagegen nichts von solchen Bildungen. Bei der weitern Verfolgung dieser Sache erhielt ich dann ebenfalls aus dem Samen des Ochsen, als ich denselben mit Glaubersalz faulen liess, wobei die Samenfäden sich auflösten, diese Tropfen oder das Myelin von *Virchow*, während durch Kochsalz und Wasser nichts der Art zu erhalten war, auch die Samenfäden sich nicht lösten. Diese Thatsachen wiesen darauf hin, dass die Samenfäden eine dem Gehirnfett ähnliche Substanz enthalten und machte ich mir daher von frischem Samen des Ochsen und Karpfen Alkoholauszüge, welche dann in der That einen Rückstand gaben, der bei Wasserzusatz die ausgezeichnetsten Formen einer dem Nervenmark ähnlichen Substanz hervortreten liess in derselben Weise, wie diess von *Virchow* so anschaulich beschrieben worden ist (Archiv, VI, pag. 562 fg.). Welchem der Gehirnfette dieselbe anzureihen ist, kann ich nun freilich nicht sagen, doch wird es einem Chemiker nicht schwer fallen, dieselbe genauer zu untersuchen, da das leicht zu gewinnende Sperma der Fische dieselbe in so grosser Menge enthält. Mich interessirte das Vorkommen des Gehirnfettes in den Samenfäden auch noch seines ungemeinen Quellungsvermögens halber, und möchte ich fast glauben, dass die Veränderungen, welche die Samenfäden in Wasser erleiden, ja ihre grosse Imbibitionsfähigkeit überhaupt einem guten Theile nach auf Rechnung dieser Substanz kommen, von der schon *Virchow* gezeigt hat, dass sie, nachdem sie in Wasser aufgequollen ist, in Kochsalz wieder schrumpft (l. c. pag. 569). Ich kann diese Vermuthung noch durch die Thatsachen unterstützen,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

einmal, dass die Samenfäden des Karpfens, denen durch Kochen in Alkohol das Myelin ausgezogen ist, ihr Quellungsvermögen fast ganz eingebüsst haben, und zweitens, dass die Samenfäden der Fische, die viel mehr von dieser Substanz zu enthalten scheinen als die der Säugethiere, auch durch eine grosse Imbibitionsfähigkeit sich auszeichnen. — Das Myelin findet sich übrigens ausser im reifen Samen auch im Hoden selbst, in welchem es von mir beim Ochsen nachgewiesen wurde.

Ein zweiter Punkt, dem ich meine Aufmerksamkeit zuwandte, waren die Reactionen der Samenfäden gegen stärker einwirkende chemische Agentien, die, wie sich bald herausstellte, bei den verschiedenen Thierclassen sehr verschiedene sind.

Die Samenfäden der Säugethiere sind die resistentesten von allen. Beim Stier, auf den die folgenden Angaben sich beziehen, färbt concentrirte Schwefelsäure den Samen gelblich, löst jedoch die Samenfäden nicht auf, welche, ausser dass ihre Körper etwas länger und platter, auch blasser sind, keine Veränderung darbieten. Nach 24 Stunden sind die Fäden noch unverändert. In Traubenzucker und SO_3 wird die Samenmasse purpurroth, doch betrifft die Färbung nur die Zwischenflüssigkeit und sind die Samenfäden blass. Verdünnte Schwefelsäure verändert die Fäden nicht. Concentrirte Salpetersäure färbt das Sperma gelblich und, wie es scheint, auch die Samenfäden etwas, dieselben werden nicht gelöst, schrumpfen jedoch etwas. Nach 24 Stunden sind dieselben noch da. Mit NO_5 2 Minuten lang gekocht, lösen sich dieselben ebenfalls nicht. NO_5 und KO färbt das Sperma orange, aber die Fäden nicht, die nach 24 Stunden unverändert sind. Salzsäure verändert in der Kälte die Fäden nicht. Nach dem Kochen sind die Körper noch da, aber ungemein blass, während die Schwänze verkürzt und geschrumpft erscheinen. Mit *Millon's* Reagens gekocht, wird der Samen röthlich bis roth, und scheinen auch die Samenfäden etwas gefärbt. Acidum aceticum concentratum, und glaciale endlich wirkt weder in der Kälte, noch nach anhaltendem Kochen, und halten sich Samenfäden Wochen lang in dieser Säure. Im Filtrat des mit Acid. acet. glaciale gekochten Samens gibt Cyaneisenkalium einen schwachen Niederschlag.

Viel stärker als die Säuren greifen caustische Alkalien ein, doch wirken auch sie in der Kälte fast nicht, mag man 1 % oder 50 % Lösungen anwenden, nur werden die Körper der Samenfäden in verdünnteren Lösungen eher etwas kleiner, in concentrirteren etwas grösser und blasser. Bei erhöhter Temperatur losen sich erst die Fäden und viel später die Köpfe, letztere jedoch selbst in 50 % KO und NaO Solutionen langsam. Am unwirksamsten ist concentrirtes Ammoniak, das selbst die Fäden nur zum Theil löst. — Die alkali-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

schen Salze wirken äusserst wenig ein und erhalten sich selbst beim Kochen in kohlensaurem Natron die Samenfäden unverändert.

Ueber die Zwischenflüssigkeit des Samens kann ich nur soviel mittheilen, dass das Filtrat des mit Wasser verdünnten reinen Samens beim Kochen nicht gerinnt. $\bar{A}$ gibt eine unbedeutende Trübung, die im Ueberschuss verschwindet und durch Ferrocyankalium stärker wieder entsteht. Ferridcyankalium, Alkohol und Alaun bewirken keine, und Gerbsäure und NaO_5 nur eine ganz leichte Trübung, Reactionen, die auf einen Eiweisskörper schliessen lassen.

Beim Frosch verhalten sich die Samenfäden schon in Manchem anders. Acid. aceticum glaciale löst schon in der Kälte die Samenfäden auf, so dass nur die Körper übrig bleiben. Kocht man Samen mit Essigsäure, so bleiben die Körper ebenfalls übrig, sind jedoch mässig aufgequollen, blass, stellenweise leicht varicös und fast alle wie fein gegliedert, was von einer theilweisen Auflösung ihrer Substanz herzurühren scheint. Im Filtrat des mit $\bar{A}$ behandelten Samens gibt Cyaneisenkalium einen Niederschlag. Salpetersäure und Salzsäure lösen die fadenförmigen Anhänge ziemlich rasch grösstentheils auf, während die Körper schmal und runzelig werden und länger widerstehen. In Schwefelsäure werden sie blass und quellen auf, lösen sich aber auch nicht gleich. KO und NaO von 1 — 50 % zerstören die Fäden gleich. Dieselben quellen auf, rollen sich spiralig ein, fliessen zu einer blassen Kugel zusammen und vergehen. Andere Male bleibt ein Detritus von blassen Kugeln, ganz blassen, ungemein aufgequollenen Fäden und feiner Molecularmasse. In Ammoniak quellen sie auf, rollen sich ein oder bilden Oesen, zerfallen aber nicht gleich.

Die Samenfäden der Fische (des Karpfens) endlich lösen sich im $\bar{A}$ glaciale gleich bis auf die ungemein schrumpfenden Körper, ebenso wirkt Salzsäure. Salpetersäure macht die Körper sehr klein, löst aber die Fäden nicht, wenigstens nicht gleich. Concentrirte Schwefelsäure verwandelt die Samenmasse in einen braunrothen Brei, in dem nur schwache Umrisse der Körper der Samenfäden hie und da zu erkennen sind. Jod färbt die Samenfäden gelb, und bei Zusatz von SO_3 zum Theil braunroth. KO, NaO und NH_4O schon von 1 % lösen die Samenfäden gleich auf und verwandeln den Samen in eine schleimige Masse. In Samen, der mit schwefelsaurem Natron drei Tage stand, fand ich, als Fäulniss und Infusorienbildung eingetreten war, keine Samenfäden mehr, wohl aber, wie schon erwähnt, viele äusserst evidente Myelintropfen. Ueberhaupt geht der Fischsamen für sich und mit diluirten Salzen bald (in 2—3 Tagen) in Fäulniss über, wird schleimig und zeigt keine Fäden mehr, während die Samenfäden der Säugethiere auch durch Fäulniss kaum zu zerstören sind.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Das Wenige, was aus dieser Untersuchung, die in der Hand eines Chemikers wohl ganz andere Resultate geliefert hätte, sich entnehmen lässt, ist einmal, dass die Samenfäden der verschiedenen Thiere in ihrer chemischen Zusammensetzung nicht unbeträchtlich von einander abweichen. Vorzüglich gilt diess für die fadenförmigen Anhänge, die bei den niederen Wirbelthieren durch Ā aufgelöst werden, bei den Säugethieren nicht. Weniger different sind die Körper, die bei keinem der untersuchten Thiere in Ā sich lösen, doch resistiren auch sie bei Amphibien und Fischen den caustischen Alkalien und zum Theil den Mineralsäuren viel weniger. Was die Substanz betrifft, welche die Samenfäden bildet, so wird es wohl erlaubt sein, diejenigen der fadenförmigen Anhänge der Frösche und Amphibien als einen Proteinkörper zu bezeichnen, dagegen weicht die Substanz der Samenfäden der Säugethiere und der Körper der anderen Geschöpfe durch ihre Unlöslichkeit in Essigsäure namentlich von allen bekannten Eiweisskörpern sehr wesentlich ab, und nähert sich am meisten der Substanz, welche die Zellenkerne bildet, zum Theil auch dem elastischen Gewebe, von welchem dieselbe jedoch wiederum durch ihre leichtere Löslichkeit in caustischen Alkalien unterschieden ist. — *Frerichs* (Art. Semen in Cycl. of Anat., IV, pag. 540) bezeichnet die Substanz der Samenfäden der Fische als Proteinbioxyd. Die alkalische Solution derselben gab durch Essigsäure ein reichliches Präcipitat, das im Ueberschuss sich nicht löste, und im schwachsauren Filtrat gab Cyaneisenkalium keine Fällung. — Dass auch mit diesen Angaben die chemische Untersuchung des Sperma's nicht als abgeschlossen betrachtet werden kann, liegt auf der Hand und wäre sehr zu wünschen, dass von Neuem ein Chemiker sich dieses Gegenstandes annehmen möchte. — Physiologisch interessant ist auf jeden Fall die grosse Resistenz der Samenfäden mit Bezug auf die Rolle, welche dieselben bei der Befruchtung spielen. Die neuesten Entdeckungen über das Eindringen der Samenelemente in das Ei haben nur darum ein solches Aufsehen erregt, weil man nun glaubte, über die bisherige Actio in distans der Samenelemente hinausgekommen zu sein und eine materielle Vermengung der beiden Zeugungsstoffe der Samenfäden und des Dotters annehmen zu dürfen. Wenn aber die Samenfäden, wenigstens der höheren Geschöpfe, so äusserst schwer lösliche Gebilde sind, so entsteht eine neue Schwierigkeit dadurch, dass vorläufig nicht von Ferne einzusehen ist, wie ein Vergehen derselben im Dotter geschehen kann. Die einzige Thatsache, die vielleicht als Anhaltspunkt dienen kann, ist die, dass die Samenelemente unter gewissen Verhältnissen eine Fettmetamorphose erleiden. Eine solche ist von *Nelson* und *Meissner* an den Samenkörperchen der Nematoiden, von *Meissner* bei Lumbricus und den Gordiaceen innerhalb der weiblichen Genitalien und Eikapseln, ja bei den ersteren selbst innerhalb der Eier, und

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

von mir an den Samenfäden des Ochsen aus einer Cyste beobachtet worden (Fig. 3). Doch waren es in dem letzten Falle nur die Fäden, welche entartet waren und nicht die Körper. Weitere Untersuchungen werden nun zu zeigen haben, in welcher Ausdehnung solche Umwandlungen vorkommen, namentlich ob dieselben auch bei den Säugethieren sich finden, deren Samenfäden so äusserst resistent sind. Eine Beobachtung von *Meissner,* der an Kaninchenei ern, deren Furchungsprocess schon abgelaufen war, noch ziemlich viele Samenfäden beobachtete, scheint nun freilich nicht für eine rasche Auflösung derselben zu sprechen, doch ist es immerhin möglich, dass, wie *Meissner* andeutet, die beobachteten Fäden nur der Rest einer grössern Anzahl waren. Sollte sich aber auch eine Auflösung der Samenfäden innerhalb der Eier bei allen Geschöpfen ergeben, so würde hieraus noch nicht folgen, dass die Vermischung der materiellen Substanz der Samenfäden mit dem Dotter die wesentliche Bedingung der Befruchtung und Entwicklung ist, vielmehr müsste auch in diesem Falle noch gezeigt werden, dass die Entwicklung erst dann beginnt, wenn die Auflösung der Samenfäden stattgefunden oder doch wenigstens angefangen hat. Ich muss gestehen, dass die vorliegenden Beobachtungen mir gerade umgekehrt darauf hinzudeuten scheinen, dass schon das blosse Eindringen der Samenfäden in das Ei befruchtet, ohne dass dieselben materiell mit dem Dotter sich vermengen, doch bin ich weit entfernt, über diesen schwierigen Gegenstand irgend etwas bestimmter äussern zu wollen, und ist der Zweck dieser Bemerkungen mehr nur der zu zeigen, dass es auf jeden Fall das Gerathenste ist, mit dem fernern Aufbau einer neuen Theorie der Befruchtung zuzuwarten, bis wir über das endliche Schicksal der Samenfäden etwas mehr wissen, als es bisher der Fall ist.

Ebenso sehr als das Schicksal der Samenfäden verdient aber wohl auch das Studium ihrer chemischen Zusammensetzung und ihrer chemischen Einwirkung auf andere Körper die Aufmerksamkeit, wenn man über ihre Bedeutung bei der Befruchtung ins Klare kommen will und möchten namentlich Versuche, wie die von *Longet* (Ann. des sc. natur., 1855) der durch Samen eine Emulsionirung von neutralen Fetten und eine Zerlegung desselben in Basis und Säure erhielt, einer Wiederholung und weitern Ausführung werth sein. Ich habe nach dieser Richtung bisher nur mit Amygdalin und Samen von Säugethieren experimentirt, und auch in einem Falle bestimmt eine Bildung von Bittermandelöl beobachtet, doch lege ich hierauf vorläufig noch kein Gewicht, da ich in anderen Fällen negative Resultate erhielt und es mir noch nicht gelungen ist, genau zu ermitteln, unter welchen Verhältnissen diese Umwandlung eintritt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

III. Ueber die Entwicklung der Samenfäden.

Nahm die Entwicklung der Samenfäden schon früher ein bedeutendes Interesse in Anspruch, so musste dasselbe durch die neuesten Beobachtungen über die Rolle, welche die Samenelemente bei der Befruchtung spielen, noch gesteigert werden, indem möglicherweise die Kenntniss der wahren anatomischen Bedeutung der Samenfäden uns einen sichern Blick in ihre Einwirkung auf den Dotter und ihre Theilnahme an der Befruchtung wird thun lassen. Ich mochte es daher nicht unterlassen, auch diese Frage von Neuem zu untersuchen, obschon dieselbe früher schon zwei Mal Gegenstand längerer Studien gewesen war. Und nicht mit Unrecht, denn ich erprobte von Neuem die Richtigkeit der wohl von jedem Forscher schon gemachten Erfahrung, dass Keiner im Stande ist, einen Gegenstand je vollkommen zu Ende zu führen, so dass nicht später demselben eine neue Seite abgewonnen werden könnte.

Bei meinen früheren Untersuchungen über die Entwicklung der Samenfäden war ich bei der Anschauung stehen geblieben, dass die Samenfäden endogen in Bläschen sich bilden, welchen ich bei der grossen Mehrzahl von Thieren die Bedeutung von Kernen zuschreiben zu dürfen glaubte (Entwicklung der Samenfäden in Bläschen in Verh d. schweiz. naturf. Gesellsch., Bd. VIII, 1846, pag. 49 fg.). Ich hatte gezeigt, dass theils einkernige einfache Zellen, die isolirt oder in Haufen oder selbst endogen in Mutterzellen sich finden, theils in grösseren Zellen (Cysten) eingeschlossene Kerne die Ausgangspunkte der Bildung der Samenfäden sind. Aus dem bei höheren Thieren namentlich beobachteten Vorkommen der Samenfäden in den letztgenannten Cysten an der Stelle der früher vorhanden gewesenen Kerne hatte ich ferner auf die Entwicklung derselben aus diesen Kernen geschlossen, und war, da ich die Samenfäden auch frei im Samen in Bläschen gesehen hatte, die häufig die Grösse der fraglichen Kerne in Nichts übertrafen, zu der Annahme gekommen, dass dieselben endogen in den Kernen entstehen, welche Annahme auch dadurch unterstützt wurde, dass die eingerollten Fäden in den Cysten von Membranen umgeben zu sein schienen. Diese meine Darstellung, die ich auf alle Thiere übertragen hatte, obschon es mir nicht möglich gewesen war, bei allen die einzelnen Vorgänge mit gleicher Bestimmtheit zu verfolgen, ist von allen späteren Beobachtern in ihren wesentlichen Zügen angenommen, nur dass von *Reichert* (*Müller's* Archiv, 1847, pag. 126 fg.), *Leuckart* (Handb. d. Phys., Art. Zeugung, pag. 851) und *Funke* (*Günther's* Physiologie, II. Bd., IV. Abth., 1852, pag. 1056 fg.) meine Deutung der Bläschen, von denen die Bildung der Samenfäden ausgeht, als Kerne

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

bestritten wird, indem diese Anatomen die fraglichen Bläschen für Zellen erklären. Diesen Streitpunkt durch eine weitläufige Erörterung zu besprechen, halte ich für überflüssig. Ich glaube ein Urtheil darüber mir erlauben zu dürfen, was ein Kern ist und was eine Zelle ist, und will daher nur sagen, dass ich auch nach wieder vorgenommener Untersuchung bestimmt bei der Ansicht bleibe, dass die Bläschen in den kleineren einfachen Zellen des Samens und in den grösseren Cysten Kerne sind. Ich bin jedoch insofern in der Erkenntniss der Bildungsweise der Samenfäden weiter gekommen, als ich nun behaupten zu können glaube, dass dieselben nicht endogen in den Kernen, sondern durch eine directe Metamorphose der ganzen Kerne sich bilden, und dass, wo die Samenfäden innerhalb von Bläschen liegen, diese nichts anderes als die zu diesen Kernen gehörigen Zellen oder Cysten sind. Wenn ich daher auch dabei bleibe, dass die Samenfäden von Kernen aus sich bilden, so habe ich doch in der Annahme einer besondern Membran an den in den Cysten eingerollt liegenden Samenfäden und in der Deutung der freien kleinen Bläschen mit eingeschlossenen Samenfäden als Kerne einen Irrthum begangen, der, wenn er auch von den genannten Autoren nicht erkannt worden ist, ihrer Behauptung doch einigen Schein von Gewicht gibt.

Das eben Gesagte will ich übrigens vorläufig nur für einige Thiere mit Bestimmtheit ausgesprochen haben, vor Allem für die Säugethiere. — Bei ausgebildeten Thieren (untersucht wurden vor Allem der Stier, dann auch der Hund und das Kaninchen) sind die Samenkanälchen durch und durch von verschieden grossen Zellen erfüllt, von denen die inneren direct zur Bildung der Samenfäden in Beziehung stehen, während die äussersten durch ihren Gehalt an kleinen Pigmentkörperchen etwas sich unterscheiden, jedoch wohl nie ein regelrechtes für sich bestehendes Epithel darstellen. Fragt man nun nach der Entstehung aller dieser Zellen, so wird man auf die erste embryonale Entwicklung gewiesen. Niemals, weder beim Menschen noch bei Thieren, habe ich in den Samenkanälchen ein freies, mit Flüssigkeit erfülltes Lumen und ein besonderes Epithel gesehen, sondern immer waren, sowohl in der Zeit zwischen der Geburt und der Geschlechtsreife, als auch bei Embryonen, die Samenbläschen ganz von Zellen erfüllt, wie ich diess schon in meiner Mikroskop. Anatomie, II, 2, pag. 393 u. 424 mitgetheilt habe. Da nun, wie ich ebenfalls gezeigt habe (l. c.) die Samenkanälchen in der ersten Anlage solide Zellenstränge ohne Hülle sind, und bei Embryonen nach meinen und Anderer Erfahrungen von freier Zellenbildung sicherlich keine Spur sich findet, so sind die Zellen der Samenkanälchen unzweifelhaft in directer Folge von den ersten embryonalen Zellen abzuleiten. Die Zunahme dieser Zellen an Zahl, die mit dem Wachsthum der Samenkanälchen statt hat,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

kommt, da dieselben bis zur Pubertätszeit nicht an Grösse zunehmen, auf Rechnung einer Vermehrung derselben, deren Zeichen namentlich bei etwas älteren Thieren ziemlich leicht nachzuweisen sind, und, wenn ich meinen Erfahrungen Glauben schenken darf, durch Theilung geschieht. Ist die Zeit, wo die Samenfäden sich entwickeln, da, so nehmen die Vorgänge insofern eine andere Gestalt an, als nun neben einer sehr energischen Zellenvermehrung auch die Bildung der Samenfäden sich einstellt, welche Vorgänge folgendermassen mit einander verbunden sind. Die äusseren Zellen der Samenkanälchen, von denen, wie schon bemerkt, die äussersten häufig durch bräunliche Pigmentkörnchen sich auszeichnen, sind der Sitz eines lebhaften Vermehrungsprocesses, indem dieselben, die zum Theil ausgezeichnet grosse Kerne mit mächtigen Nucleolis besitzen, fortwährend sich theilen (Fig. 1. 1.). So entsteht von diesem Bildungsheerde aus mehr nach innen zu eine ziemlich dicke Lage blasser, zarter, in Wasser äusserst veränderlicher Zellen, in welchen dann erst die Bildung der Samenfäden statt hat. Nicht alle von diesen letztgenannten Zellen sind übrigens schon Mutterzellen von Samenfäden, vielmehr geht auch in dieser Lage noch eine energische Vervielfältigung der Zellen vor sich. Die eigentlichen Samenzellen sind, wie ich sie schon früher beschrieb, vorzüglich einkernige kleinere Zellen (Fig. 1. 2.) und grössere Cysten mit vielen, bis zu 10 und 20 und mehr Kernen (Fig. 1. 3.), welche letzteren jedoch nur bei vorsichtiger Behandlung des Samens zu erkennen sind, da sie in Wasser schnell vergehen; ausserdem finden sich auch Zwischenformen, Zellen mit 2, 3, 4 Kernen. Bevor die Entwicklung der Samenfäden begonnen hat, unterscheiden sich die kleineren Zellenformen mit 1 — 4 Kernen schwer von denen, die noch sich vermehren, nur dass in den letzteren die Kerne weit grösser sind und grössere Nucleoli besitzen, auch häufig in verschiedenen Stadien der Vermehrung zu beobachten sind; so wie jedoch auch nur der erste Anfang der Samenbildung gegeben, ist ihre Erkennung leicht. Es zeigt sich dann im Samenkanälchen eine ganz bestimmte Zone, in welcher die Samenfädenbildung statt hat, von der nach aussen 2 — 5 Lagen in Vermehrung begriffener Zellen sich finden, während das Centrum des Kanals von Zellen und Cysten mit entwickelten Fäden eingenommen wird. Ueber die Entwicklung der Samenfäden selbst kann ich nun Folgendes sagen:

Die Kerne der Samenzellen und Cysten sind anfänglich alle rund, von 0,0025 — 0,0035‴ mittlerer Grösse mit einem kleinen, nicht immer deutlichen, aber bestimmt vorhandenen Kernkörperchen. Bei meinen früheren Untersuchungen hatte ich dieselben nie anders gesehen, und war daher sehr erstaunt, als ich nun in manchen Zellen längliche, elliptische oder länglich-runde Kerne fand (Fig. 1. 5.). Bei sorgfältiger Durchmusterung der Elemente der Zone des Inhaltes der Samenkanälchen,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

in welcher die Fäden sich bilden, traten mir nun Zellen mit solchen länglichen Kernen verhältnissmässig so häufig entgegen, dass ich mir gleich sagen musste, hier liege ein noch nicht gewürdigtes wichtiges Verhältniss verborgen, zugleich ergab sich auch der Grund, warum diese Kerne bisher übersehen worden waren, darin, dass die sie einschliessenden Zellen meist in compacteren Haufen beisammenliegen und lange nicht so deutlich in die Augen springen und so leicht zu durchmustern sind, wie die äusseren Zellen und diejenigen mit vollkommen entwickelten Samenfäden. Eine weitere Verfolgung dieser länglichen Kerne nun, bei welcher eine durch Wasser und diluirte Lösungen zu bewirkende Isolirung derselben sich als sehr brauchbar erwies, ergab mir nun bald, dass dieselben in der That direct zu den Samenfäden sich gestalten, indem die Hauptmasse des Kernes zum Körper der Samenfäden wird und aus dem einen Pole desselben der fadenförmige Anhang sich hervorbildet. Hierbei gestalten sich nach dem, was ich bisher zu ermitteln vermochte, die Einzelnverhältnisse folgendermassen. Der runde Kern wird anfangs einfach länglich und meist abgeplattet, ohne sonst sich zu verändern (Fig. 1. 5.). Dann zeigt sich eine Scheidung desselben in einen vordern, dunkler contourirten und einen hintern etwas kleinern blassrandigen Theil, welcher in Wasser gern rundlich aufquillt Fig. 1. 6.). Während am vordern Pole häufig eine ganz kleine dunklere knopfartige Verdickung sich zeigt, tritt am hintern Ende ein kurzer fadenförmiger Anhang auf (Fig. 1. 7.), der bald zu einem längern Faden sich gestaltet (Fig. 1. 8.), während zugleich der blassere hintere Theil des Kernes immer mehr an Grösse abnimmt. So entstehen bald Formen, wie Fig. 1. 9. sie zeigt, in denen, da nun der vordere Theil der Kerne mehr birnförmig wird, die typische Form der Samenfäden nicht zu verkennen ist. Das Ende des ganzen Processes ist, dass der noch mehr reducirte hintere Theil des Kernes, allem Anscheine nach auf Kosten des länger werdenden Schwanzes, zu dem hintersten, etwas markirtern Theile des Samenfadenkörpers wird, während zugleich der Faden seine volle Länge erreicht (Fig. 1. 10. u. 11.). Alle diese Stadien wurden an aus ihren Bildungszellen isolirten Kernen und Samenfäden beobachtet, doch lässt sich ein Theil derselben auch innerhalb der Zellen wahrnehmen (Fig. 1. 5. u. 6.), immerhin hindern in diesem Falle theils der wenn auch helle Zelleninhalt, theils, wenn die Samenfäden weiter vorgeschritten sind, die Windungen der Fäden eine genaue Beobachtung und gewinnt man nur insofern Sicherheit, dass der Samenfaden aus dem ganzen Kern sich entwickelt, ohne über die einzelnen Verhältnisse zu einer ganzen klaren Anschauung zu kommen. Uebrigens ist es mir auch an den isolirten Kernen bisher noch nicht gelungen, den Vorgang vollkommen zu übersehen, und gebe ich daher das Folgende vorläufig nur als das Wahrscheinlichste. Erstens

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

die Körper der Samenfäden entstehen direct aus den Kernen, indem dieselben unter den angegebenen Formänderungen solid werden und ihre chemische Natur in etwas ändern. Zweitens die Fäden wachsen aus dem hintern blassen Abschnitte der Kerne auf Kosten desselben hervor. Ich habe auch daran gedacht, ob die Fäden nicht in den Kernen sich bilden, so dass das Verhältniss der beiden Theile der Samenfäden zu einander wäre, wie bei den Nesselkapseln der niederen Thiere, die, wie aus früheren Beobachtungen von mir (Beitr. zur Kenntniss d. Samenfl., pag. 43, Tab. 1, Fig. 15) sich entnehmen lässt, wahrscheinlich auch die Bedeutung von Kernen haben und in Zellen sich bilden, allein ich bin nie im Stande gewesen, eine Spur eines eingerollten Fadens im Innern der Kerne zu finden, und sehe ich mich daher bewogen, vorläufig bei der andern Anschauung stehen zu bleiben, ohne jedoch dieselbe als vollkommen bewiesen bezeichnen zu wollen.

Die entwickelten Samenfäden liegen einige Zeit zusammengerollt in ihren Mutterzellen (Fig. 2. 1.) und Cysten und bedingen nicht selten gleich nach ihrer Ausbildung eine Aenderung der Form derselben (Fig. 2. 2.), indem wenigstens die Zellen mit Einem Samenfaden durch den sich vordrängenden Körper des Samenfadens meist eine gestielte Form annehmen. Das Freiwerden der Samenfäden, das ich früher nicht so genau verfolgte, geschieht in sehr verschiedener Weise, meist so, dass, wahrscheinlich gleichzeitig, der Kopf an der einen, der Faden an einer andern Seite durch die Mutterzelle brechen, in der Regel ohne von dieser sich zu lösen, wodurch je nach der Art und Weise, wie diess geschieht, je nach der Zahl der beisammen eingeschlossenen Fäden, sehr verschiedene Formen entstehen, von denen einige in der Fig. 2. 4.—8. zusammengestellt sind. Die Reste der Mutterzellen bleiben theils als die schon von Anderen angegebenen kappenförmigen Ueberzüge der Körper (Fig. 2. 4., 5. *a*), namentlich aber als bedeutende Anhänge der Faden (Fig. 2. 4.—11. *b*) noch länger an den Samenfäden sitzen, und sind letztere, die im Hoden und im Anfange des Nebenhodens, dort in beträchtlicherer Grösse, dicht am Körper, im Vas deferens als kleine rundliche Kerne weiter von demselben entfernt gegen die Mitte des Fadens ansitzen, ebenfalls schon von Vielen wahrgenommen worden. Noch will ich bemerken, dass ich eine Zeit lang daran gedacht habe, ob nicht diese Anhänge Reste der hinteren Abschnitte der Bildungskerne der Samenfäden seien, schliesslich jedoch von dieser Vermuthung, die der regelmässigen Gestalt und Grösse dieser Anhänge wegen sich aufdrängte, wieder abkam, einmal, weil die Samenfäden, die zu mehreren oder vielen in einer Cyste liegen, keine Anschwellung besitzen (Fig. 2. 7., 8.), und dann auch desswegen, weil die Umbildung der Zellenreste in die fraglichen Anhänge in vielen Fällen überaus deutlich war. — Cysten mit regelmässigen Bündeln eingeschlossener

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fäden habe ich bei dieser Untersuchungsreihe nicht gesehen, bei welcher freilich gerade dieser Punkt kein weiteres Interesse darbot. Dagegen führe ich noch an, dass ich sehr häufig Samenfäden mit zwei Körpern, auch mit gespaltenen Fäden in verschiedenen Stadien der Theilung vorfand. Einige dieser Bildungen ergaben sich jedoch bestimmt als nichts als sehr innig verklebte Fäden, so dass ich schliesslich auch an den Beobachtungen irre wurde, die mir über jeden Zweifel erhaben geschienen hatten. Andere mögen bei Untersuchung dieses Gegenstandes, den ich nicht weiter verfolgen konnte, mit der grösst möglichen Zweifelsucht sich wappnen.

Ausser bei Säugethieren glaube ich nun auch noch bei anderen Geschöpfen die Entwicklung der Samenfäden aus Kernen darthun zu können. Bei der Taube habe ich aus den Samenkanälchen die in Fig. 4. 1.—10. verzeichneten Formen erhalten, die ohne weitere ausführliche Beschreibung denselben Bildungsgang darthun, nur dass die Kerne nicht in zwei Abschnitte sich sondern, und viel bedeutender sich verlängern. Das Hervorwachsen des Fadens aus dem Kerne gibt sich auch hier zuerst durch ein kleines Spitzchen an dem einen Ende des verlängerten Kernes kund (Fig. 4. 6.—8.), welches allmählich länger wird. Da die Körper der ausgebildeten Samenfäden aus dem Vas deferens (Fig. 11) bedeutend kürzer und schmäler sind als die der unentwickelten Formen (Fig. 4. 10.), so möchte hier unbedenklich angenommen werden dürfen, dass der Faden wirklich auf Kosten des Kernes sich hervorbildet und nicht im Innern desselben entsteht. Beim Frosch war die Sache schwieriger. In den Hodenbläschen desselben fand ich 1) grössere Zellen mit 1—4 grösseren Kernen (Fig. 5. 1.). 2) Aehnliche Zellen mit rundlichen oder länglich runden kernartigen Gebilden (Fig. 5. 2.). 3) Dieselben Zellen mit längeren stabförmigen Körperchen, mit fadenförmigen, zum Theil schon beweglichen Anhängen (Fig. 5. 3.). 4) Freie Bündel solcher Körperchen mit langen Fäden (selten) (Fig. 5. 4.). 5) Zellen mit vielen eingerollten Samenfäden und deutlichem Zellenkern (Fig. 5. 5.). 6) Aehnliche, oft deutlich kernhaltige Zellen mit einem eingeschlossenen Bündel von Samenfäden (Fig. 5. 6., 7.). 7) Dieselben an dem einen Ende geplatzt und die bekannten Samenfädenbündel bildend (Fig. 5. 8.). 8) Sehr verlängerte Zellen mit Andeutungen von Samenfäden im Innern und schönem Kern (Fig. 5. 9.), und 9) ähnliche Zellen ohne Spur von Samenfäden (Fig. 5. 10.). Ich construire mir aus diesen Beobachtungen folgenden Entwicklungsgang. Die rundlichen und länglichen Körperchen (Fig. 5. 2., 3.) werden durch Verlängerung zu den Körpern der Samenfäden und sind ihrerseits nichts als Kerne, die mit den Kernen der Zellen der Fig. 5. 1. im Zusammenhang stehen, welche ich bei meinen früheren Untersuchungen schon in viel grösserer Zahl wahrgenommen hatte. Im

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

regelrechten Gange der Entwicklung bilden sich aus diesen die von Fig. 5. 5.—7., welche endlich platzen und die Bündel Fig. 5. 8. liefern, seltener lösen sich die Fäden noch mit unreifen Köpfen aus ihren Zellen (Fig. 5. 4.). Fig. 9 u. 10 endlich halte ich für Rückbildungsformen von Cysten mit eingeschlossenen Samenfäden, wobei ich es jedoch unentschieden lasse, ob Fig. 10 nicht auch durch directe Umwandlung der runden Zellen der Hodensäckchen entstehen kann.

Diese meine Deutungen und Beobachtungen stimmen nun freilich mit denen von *Ankermann* (l. c.) nicht überein, doch glaube ich erklären zu können, wie dieser Autor zu abweichenden Ansichten gelangt ist. Derselbe stellte nämlich seine Untersuchungen im Herbste an, zu einer Zeit, wo die Samenbildung noch lange nicht im Gange ist, so dass es begreiflich wird, dass er manche Theile ganz anders fand, als sie zur Brunstzeit sind. So konnte er den Kern in den noch ganzen und schon geplatzten Mutterzellen mit eingeschlossenen Samenfädenbündeln, den vor mir schon *Remak* gesehen hat (*Müller's* Arch., 1854, pag. 253), nicht finden, was ihn zur unhaltbaren Ansicht bringt, es seien diese von mir schon seit langem beschriebenen Mutterzellen nichts als eine glutinöse, von den Hodenbläschen um die Samenfäden herum secernirte Masse. Auch das, was *Ankermann* über die Entwicklung der Samenfäden vorbringt, ist kaum stichhaltig. Er fand im Samen eigenthümliche kleine, undulirende Zellen mit dunklem Kern, aus denen nach seiner Meinung die Samenfäden sich hervorbilden. Diese sogenannten undulirenden Zellen (Fig. 5. 11. *a*) sind nun aber nichts als losgelöste Endstücke von Samenfäden, welche um die hellen im Samen sich findenden Eiweiss(?)kugeln sich herumlegen und mit ihrer knotigen Anschwellung einen Kern simuliren. Nicht selten sieht man auch an den Samenfäden selbst solche helle Kugeln ankleben und das Endstück des lebhaft undulirenden Fadens so um dieselben herumgelegt, dass der Schein einer undulirenden Membran entsteht (Fig. 5. 11. *b*), durch welchen schon vor *Ankermann* auch *Remak* sich hat verführen lassen (l. s. c.), der die scheinbar undulirenden Bildungen sowohl an den Samenfäden als auch frei wahrnahm. — Von den Samenfäden lösen sich häufig auch nur die Knötchen mit dem Endtheile des Fadens ab und schwimmen wie Säugethiersamenfäden lebhaft herum (Fig. 5. 11. *c*, *d*). Diese und die anderen Bildungen habe ich oft direct in ihrem Entstehen beobachtet — beiläufig gesagt, bilden sich die scheinbar undulirenden Bildungen vorzugsweise in Wasser und diluirten Lösungen, welche, da sie heftiger auf die Samenfäden einwirken, leicht Abtrennungen einzelner Stücke derselben hervorbringen — und muss man dieselben kennen, wenn man über die Bildung der Samenfäden ins Klare kommen will.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Wie bei den Amphibien und Vögeln, so glaube ich für die Fische eine Bildung der Samenfäden aus den Kernen behaupten zu dürfen. Man findet hier ion noch unreifen Samen kleine Zellen mit 1, 2, 3—4 und mehr endogenen Bildungen (Fig. 6. 5.—8.), die, wenn sie grösser sind, deutlich als Kerne mit zarten Nucleolis sich erkennen lassen, wenn klein mehr homogen erscheinen und von den Körpern der Samenfäden in Nichts abweichen. Das Hervorsprossen des zarten Fadens an diesen Kernen habe ich nicht gesehen, doch möchte nach dem bei den übrigen Wirbelthieren Beobachteten kaum zu bezweifeln sein, dass auch hier die Kerne direct in die Samenfäden übergehen.

Wenn demzufolge für alle Wirbelthiere mit mehr oder weniger Sicherheit eine directe Beziehung der Kerne zu den Samenfäden sich herausstellt, so wirft sich von selbst die Frage auf, ob nicht bei allen Geschöpfen die Bildung derselben in der nämlichen Weise vor sich geht. Ich habe bisher keine Musse gehabt, auch nach dieser Richtung meine Untersuchungen auszudehnen, will jedoch bemerken, dass jetzt schon manche Thatsachen vorliegen, die in diesem Sinne sich deuten lassen. Vor Allem erwähne ich, dass ich schon früher (Bildung der Samenfäden in Bläschen, pag. 24) die Bildung der Samenfäden der Coleopteren im Innern von kernhaltigen Zellen beschrieben habe, so jedoch, dass die Fäden erst sichtbar werden, wenn die Kerne geschwunden sind, so dass es mir jetzt wahrscheinlich wird, dass dieselben aus den Kernen entstehen. Mit noch mehr Bestimmtheit möchte ich diess von Lumbricus und Distoma behaupten, bei denen ich die Verlängerung der Kerne direct beobachtete (l. c. Tab. II, Fig. 17 c. Fig. 31 *h, k, m*), jedoch dem damaligen Standpunkte meiner Anschauungen entsprechend, anders deutete. Ganz bestimmt entwickeln sich, wenigstens nach *Leuckart* (vergl. Art. Semen in Cycl. of Anat. IV, Fig. 372, 373, und Handw. d. Phys., Art. Zeugung, pag. 841) die Samenkörperchen von Glubiona aus Kernen, was auch von den anderen Arachniden und den Milben gelten möchte (*Leuckart,* Art. Zeugung, pag. 842), so wie von den Myriapoden. Auch bei den Crustaceen scheint sich eine wesentliche Betheiligung der Kerne an der Bildung der Samenkörperchen zu ergeben, wie diess wenigstens *Frey* und *Leuckart* bei Caligus gesehen haben (Beitr. z. Kenntn. wirbelloser Thiere, St. 135), doch sind die Formen der reifen Samenelemente dieser Thiere, so wie die Entwicklung derselben noch zu wenig von diesem Gesichtspunkte aus erforscht, um sich mit Bestimmtheit über diesen Punkt äussern zu können. Dagegen erlaube ich mir noch auf die neuesten Untersuchungen von *Meissner* über die Samenelemente von Mermis hinzuweisen (Zeitschr. f. w. Zool., V, p. 261, Taf. XV, Fig. 39—41), welche, zusammengehalten mit dem, was *v. Siebold* sah (ebendas. pag. 261), mit Sicherheit ergeben, dass hier nur die Kerne zu den Samenkörperchen werden. Dasselbe geht aus den Beob-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

achtungen von *Meissner* über die Samenelemente von Nematoden hervor (diese Zeitschr., VI, Taf. VI, Fig. 1, 2, 3, 4), doch will ich auf diese vorläufig nicht zu viel Gewicht legen, weil die zum Theil widersprechenden Angaben *Bischoff's* (Ibidem, VI, pag. 394 fg.) eine neue Untersuchung dieses Gegenstandes wünschbar machen.

Hält man alles Dieses mit meinen neuesten Erfahrungen zusammen, so wird es wohl erlaubt sein, die Vermuthung auszusprechen, dass die Samenelemente aller Thiere direct aus den Kernen der Samenzellen sich hervorbilden. Ich gehöre zwar nicht zu denen, welche grundsätzlich darauf ausgehen, verwandte Erscheinungen überall in Eine Form zu zwängen und der Natur die Fessel unserer natürlich beschränkten Ideen anzulegen, allein ich erkenne vollkommen die Berechtigung des Strebens an — und habe dieselbe auch immer anerkannt — welches darauf ausgeht, die Summe der Einzelerfahrungen unter allgemeine Gesetze zu bringen. Ich habe auch gar nichts dagegen, wenn bei diesem Streben manchmal etwas Willkühr mit auftritt und über Lücken in den Beobachtungen oder unvollkommen scheinende Erfahrungen hinauszuhelfen sucht, vorausgesetzt, dass die objective Basis, auf der man fusst, immer klar hingestellt und die Mängel derselben nicht verschwiegen werden. Gerade die Entwicklung der Samenelemente, wie sie jetzt vorliegt, scheint mir eine solche Behandlungsweise zu gestatten, und schliesse ich daher mit folgenden Sätzen, die ich der Prüfung anderer Forscher empfehle.

1) Die befruchtenden Samenelemente Aller Thiere entwickeln sich durch directe Umwandlung der Kerne der Samenzellen.

2) Die unbeweglichen Samenelemente oder die Samenkörperchen der Arachniden, Myriapoden u. s. w. sind einfach verlängerte oder anderweitig in der Form umgewandelte Kerne.

3) Bei den beweglichen Samenelementen oder den Samenfäden hat sich neben dem Körper des Samenfadens aus dem Kern noch ein beweglicher Faden hervorgebildet.

4) Diesem zufolge entsprechen die Körper der beweglichen Samenfäden den ganzen Samenkörperchen der anderen Thiere.

5) Sollte es sich ergeben, dass die Samenelemente gewisser Thiere wirklich nie einen beweglichen Anhang erhalten, so liesse sich hieraus vielleicht noch folgern, dass nur die Körper der beweglichen Samenfäden der wirklich befruchtende Theil derselben sind.

Würzburg, den 19. Mai 1855.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. 2. 3. Aus dem Samen des Stieres; 450malige Vergrösserung.

Fig. 1. Bildung der Samenfäden. 1. Aeussere Zellen der Samenkanälchen in Vermehrung begriffen. 2. Einkernige Bildungszellen der Samenfaden oder Samenzellen. 3. Vielkernige Samenzellen oder Samencysten 4. Eine solche mit drei Kernen. 5. Samenzellen mit verlängerten Kernen 5. Solche, in denen die Kerne einen dunkler contourirten vorderen und einen blassrandigen hintern Theil darbieten. 7. Ein solcher Kern frei mit erster Andeutung des Fadens. 8. Eben solche mit kurzem Faden. 9. Dieselben mit längerem Faden und deutlich als Samenfaden zu erkennen, deren Körper zum Theil schon birnförmig ist. 10. Fast entwickelter Samenfaden mit kleinem Rest der hintern blassen Kernhalfte 11. Entwickelte Samenfäden ohne Anhänge aus dem Nebenhoden.

Fig. 2. Hervorbrechen der Samenfäden. 1. Samenzelle mit eingerolltem Samenfaden. 2. Durch theilweises Strecken der Samenfäden birnformig gewordene Samenzellen. 3. Samenzelle mit durchgebrochenem Faden. 4. Eben solche *b*, wo auch der Körper herausgetreten ist, jedoch noch eine Bekleidung von der Zellmembran *a* besitzt. 5. Eine solche Zelle mit zwei Fäden, die Köpfe unter einer Kappe *a*. 6. Seltenere Form eines aus seiner Zelle *b* brechenden Fadens. 7. u. 8. Zwei einzelne mit Körpern und Fäden aus ihren Zellen durchgebrochene Samenfaden. 9. Samenfäden aus dem Nebenhoden mit noch grösserem Rest der Mutterzelle *b*. 10. Ein ähnlicher mit kleinerem Anhang *b*. 11. Samenfaden aus dem Samenleiter, an dem der sehr verkleinerte Anhang *b* weiter rückwärts seitlich anhängt.

Fig. 3. Samenfäden mit fettig metamorphosirten Fäden aus einer Cyste des Nebenhodens. 1. Ein solcher, bei dem nur die vordere Hälfte des Fadens vertreten ist. 2. Ein anderer, bei dem die Veränderung fast den ganzen Faden betrifft. 3. Stück eines degenerirten Fadens. 4. Abgetrennter Körper.

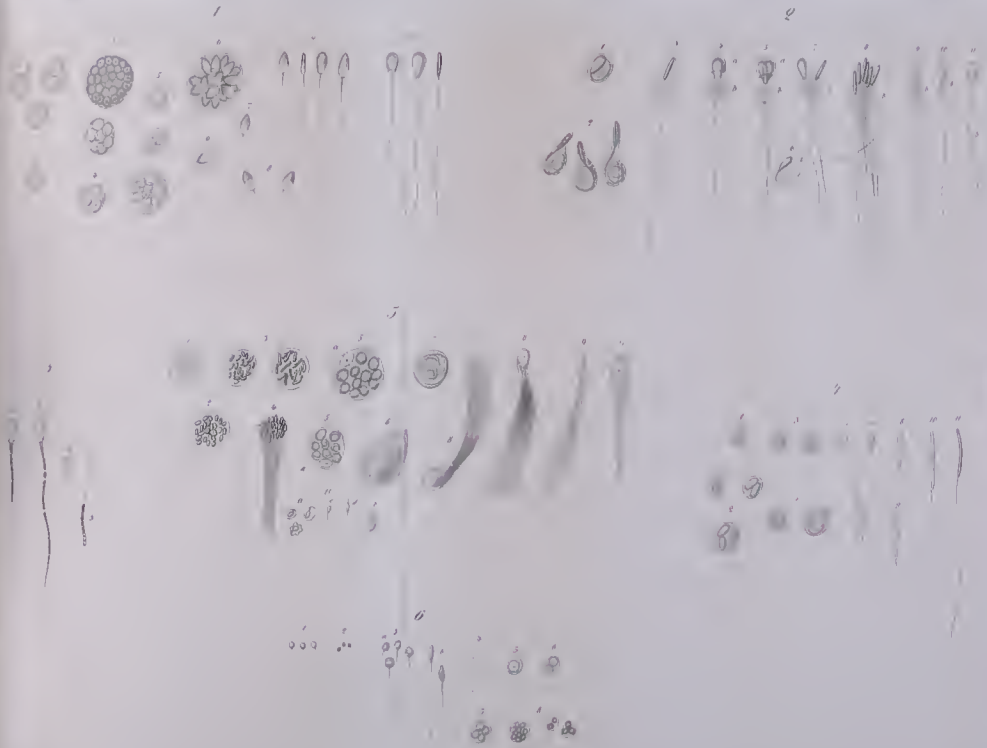
Fig. 4. Samenelemente der Taube, 450 Mal vergrössert. 1. Samenzelle mit rundem Kern. 2. Eben solche mit 1—3 länglichen Kernen. 3. und 4. Dieselben mit noch mehr verlangerten Kernen. 5.—8. Durch Wasser aus ihren Zellen herausgelöste Kerne in verschiedenen Zustanden der Verlängerung, die meisten mit einem Spitzchen als erster Andeutung des Fadens. 9. und 10. Noch längere Kerne mit kurzen Faden, nun schon deutlich Samenfäden. 11. Entwickelter Samenfaden aus dem Vas deferens, *a* Stelle, wo der Faden in einen ganz feinen Anhang übergeht.

Fig. 5. Samenelemente der Rana temporaria, 350 Mal vergrossert. 1. Eine Samenzelle mit vier Kernen. 2. Samenzelle mit ellptischen Korperchen (Kernen?) ohne sichtbaren Kern. 3. Eben solche mit stabformigen Körperchen. 4. Bündel von Samenfäden, deren Korper den in den Zellen 2 eingeschlossenen Korperchen ganz gleich sehen. 5. Kernhaltige Samenzellen mit vielen spiralig eingerollten Samenfäden 6. Eine solche mit einem Samenfädenbundel. 7. Samenzelle ohne sichtbaren Kern, mit regellos durch einander liegenden Samenfaden. 8. Samenzellen mit Kernen, aus denen die Samenfadenbundel an dem einen Ende durchgebrochen sind. 9. In der Rückbildung (?) begriffene

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Samenzelle mit Samenfaden. 10. Eine verlangerte Zelle, die vielleicht aus 9. entstanden ist. 11. Losgetrennte Stücke von Samenfäden. *a* Scheinbar undulirende Zellen; jede besteht aus einem um eine helle Kugel herumgerollten Schwanzende eines Samenfadens, dessen Knötchen einen Kern simulirt. Was diese Knötchen, die ich schon früher abgebildet habe (Bildung der Samenf. in Bläschen, Tab. 1, Fig. 15) bedeuten, ob nur Anhänge oder Verdickungen, und wie sie entstehen, wage ich nicht zu entscheiden. Dieselben mangeln eben erst gebildeten Fäden. *b* Ein um eine helle Kugel herumgelegtes Ende eines Samenfadens (der vordere Theil derselben ist nicht abgebildet), das den Schein einer lebhaft undulirenden Zelle darbot. *c*, *d* Losgerissene Stücke von Fäden, die lebhaft umherschwimmen.

Fig. 6. Aus dem Samen des Karpfens. 1. Samenfäden in reinem Samen 2. Dieselben in concentrirten Salzlösungen u. s. w. geschrumpft. 3. Die nämlichen in Wasser und dilnirten Salzen aufgequollen, *a* mit runden Körpern, *b* mit verlängerten Körpern, ein Faden mit einer Oese, der andere verkürzt. 4. Dieselben ungemein aufgequollen mit abgelösten Faden. 5.—8. Samenzellen mit 1, 2, 3, 4 und mehr Kernen, die zum Theil deutlich als solche sich ergeben, zum Theil den Körpern der Samenfäden ganz gleich sehen.

Nachtrag. Aus einer brieflichen Mittheilung von *Moleschott* trage ich noch nach, dass derselbe sich nun ebenfalls von der erregenden Wirkung der caustischen Alkalien auf die Samenfäden überzeugt hat. Die früheren abweichenden Angaben desselben (Wiener med. Wochenschrift, 1855) erklären sich daraus, dass *Moleschott* bei seinen ersten Versuchen den Samen und das caustische Kali erst mit einander mengte und dann unter das Mikroskop brachte, in welchem Falle auch ich nie Bewegungen beobachtete. Liess derselbe das Causticum in geringer Menge zu dem Samen einfliessen, so zeigten sich dieselben Phänomene, die ich oben ausführlich besprochen habe.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at