

Eies hervorrufen, wenn man die Porosität der Kalkschale dadurch vernichtet, daß man sie mit Öl durchtränkt oder mit Firnis die Poren verschließt.

c) Centrolecithale oder zentral differenzierte Eier (Fig. 3).

Beispiele für die dritte Gruppe kommen im Stamme der Wirbeltiere nirgends vor, lassen sich aber in vielen Klassen der Arthropoden, so bei den Insekten, in reicher Auswahl finden. Auch hier ist eine schärfere Sonderung in einen Bildungsdotter (Fig. 3 *b.d*) [Vitellus formativus] und einen Nahrungsdotter (*n.d*) [V. nutritivus] eingetreten; doch ist hier im Gegensatz zu den oben besprochenen, polar differenzierten Eiern der Wirbeltiere mit Keimscheibe (Fig. 3) der Bildungsdotter gleichmäßig an der ganzen Oberfläche des Eies angesammelt; er umgibt als eine ringsum geschlossene, gleichmäßig dicke, feinkörnige Rindenschicht den zentral gelegenen Nahrungsdotter. Das Ei ist also zentral differenziert oder, wie man auch sagen kann, es besitzt anstatt eines polständigen einen mittelständigen Nahrungsdotter.

2. Die Samenfäden (Spermatozoen).

Während die Eier die weitaus größten Zellen des tierischen Körpers sind, die zuweilen ganz riesige Dimensionen erreichen, stellen die männlichen Geschlechtsprodukte im Gegensatz zu ihnen die allerkleinsten Elementarteile dar, die im Tierreich überhaupt beobachtet werden. Infolge ihrer Kleinheit sind sie nur mit stärkeren Vergrößerungen in der Samenflüssigkeit aufzufinden und konnten daher auch erst zu einer Zeit entdeckt werden, in der man die Kunst, Vergrößerungsgläser anzufertigen und zu mikroskopischen Untersuchungen zu verwenden, erlernt hatte. Ihre Geschichte beginnt mit dem Jahre 1677, in welchem ein Schüler des berühmten LEEUWENHOEK, der Student HAMM in Leiden, bei mikroskopischer Untersuchung der Samenflüssigkeit in ihr die sich lebhaft bewegenden Fäden sah. Er teilte diese Beobachtung seinem auf dem Gebiete der Mikroskopie vielbewanderten Lehrer mit, der sie weiter verfolgte und in mehreren Aufsehen erregenden Schriften veröffentlichte. Da die Entdeckung in eine Zeit fiel, in welcher das Dogma der Präformationstheorie (vgl. S. 1) allgemein herrschte, hat sie alsbald zu einer interessanten wissenschaftlichen Fehde Veranlassung gegeben. Denn mit Rücksicht darauf, daß bei allen höheren Tieren ein neues Geschöpf nur durch die Vereinigung der Zeugungsstoffe eines männlichen und eines weiblichen Individuums entsteht, konnte jetzt die Frage aufgeworfen werden, ob die Eier, wie man früher glaubte, oder die neuentdeckten Samenfäden die präformierten Miniaturanlagen der Tiere sind. LEEUWENHOEK selbst regte sofort diese Streitfrage an, indem er das letztere behauptete und in dem Ei nichts anderes als ein von der Mutter geliefertes Nährmaterial erblicken wollte. Er ließ bei der Befruchtung einen Samenfaden in das Ei hineindringen und dort den geeigneten Boden für sein weiteres Wachstum finden. So entstanden die sich lange Zeit heftig befühenden Schulen der Animalculisten und der Ovisten. Hierbei verstieg sich die durch Dogmen voreingenommene Phantasie so weit, daß einzelne Forscher mit starker Vergrößerung an dem Samenfaden die Körperform des späteren Geschöpfes zu erkennen und Kopf, Rumpf, Schwanz und Extremitäten an ihm zu unterscheiden glaubten, ja sogar

in wissenschaftlichen Werken die Samenfäden als solche Phantasiegeschöpfe abbildeten. So hat der Holländer HARTSOEKER (1694) ein Schema eines menschlichen Samenfadens entworfen, in dessen vorderen verdickten Teil er einen kleinen menschlichen Embryo mit großem Kopf, mit zusammengeschlagenen Armen und Beinen, umhüllt von einer Eihaut, eingezeichnet hat.

Als später die durch LEEUWENHOEK hervorgerufene Streitfrage durch die Entdeckung von Eiern, die sich auch ohne Befruchtung auf dem Wege der Parthenogenese entwickeln, zugunsten des Eies entschieden schien, blieb man lange Zeit im unklaren darüber, was die fädigen Gebilde im Samen eigentlich sind und was für eine Rolle sie bei der Befruchtung spielen. Noch in den ersten 4 Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts hielt man sie allgemein für selbständige parasitische Geschöpfe (Spermatozoa), den Infusorien vergleichbar. Noch in JOH. MÜLLERS Physiologie heißt es: „Ob die Samentierchen parasitische Tiere oder belebte Urteilchen des Tieres, in welchem sie vorkommen, sind, läßt sich für jetzt noch nicht mit Sicherheit beantworten.“

Die Entscheidung wurde durch das physiologische Experiment und besonders durch vergleichende, histologische Untersuchungen des Samens und der Samenentwicklung (Spermatogenese) im Tierreich herbeigeführt. In ersterer Beziehung wurde durch Filtration des Samens (SPALLANZANI) festgestellt, daß nicht die durch das Filter hindurchgegangene Flüssigkeit, sondern der aus den Samenfäden bestehende Filterrückstand das befruchtende Prinzip enthält. Die Infusoriennatur der Samenfäden aber war widerlegt, als KÖLLIKER zeigte, wie die Samenfäden aus besonderen Zellen des Hodens (den Spermatozyten) durch eigentümliche Umwandlung entstehen. Wie die Eier, besitzen also auch die Samenfäden den Formwert von Zellen; jene sind die weiblichen, diese sind die männlichen Keimzellen. Daher muß sich auch in der Organisation der Samenfäden ein Teil, welcher dem Zellkern, und ein Teil, welcher dem Protoplasmakörper entspricht, nachweisen lassen.

Für gewöhnlich sind an den tierischen Samenfäden, welche übrigens für jede Tierart geringe spezifische Unterschiede in ihrer Größe und Form darbieten, drei Abschnitte als Kopf, Mittelstück und Schwanz zu unterscheiden (Fig. 11). Es wird genügen, wenn wir uns hierbei auf die Beschreibung der menschlichen Samenfäden allein beschränken. — Ihre Länge beträgt etwa 0,05 mm. Der vorderste Abschnitt, der Kopf (Cp.), hat die Form eines ovalen Plättchens, das nach dem Vorderende zu (Pf.) etwas dünner ist. Von der Seite (A) gesehen, gewinnt er eine gewisse Ähnlichkeit mit einer plattgedrückten Birne. In chemischer Hinsicht besteht er, wie mikrochemische Reaktionen lehren, aus Chromatin. Der Kopf des Samenfadens entspricht also dem Kern einer Zelle. Bewiesen wird dies durch Untersuchungen, die bei anderen

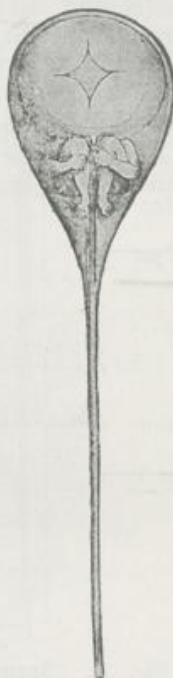


Fig. 10. Schema eines menschlichen Samenfadens, nach HARTSOEKER.

Tieren, namentlich bei *Salamandra maculata* usw., über die Spermatogenese angestellt worden sind und gelehrt haben, daß der Kopf des Samenfadens direkt durch allmähliche Umwandlung aus dem Kern der Samenbildungszelle (Spermatide) hervorgeht.

Mit dem Kopf verbindet sich durch einen kurzen als Mittel- oder Verbindungsstück (*Pc.*) bezeichneten Teil der lange, fadenförmige Anhang (*Cd.*), der protoplasmatischer Natur ist und am besten einer Geißel verglichen werden kann, da er kontraktile Eigenschaften besitzt und eigentümlich schlängelnde Bewegungen ausführt, vermöge deren sich der Samenfaden mit ziemlicher Geschwindigkeit in der Flüssigkeit vorwärts bewegt. Wenn der Kopf dem Kern, so entsprechen Mittel-

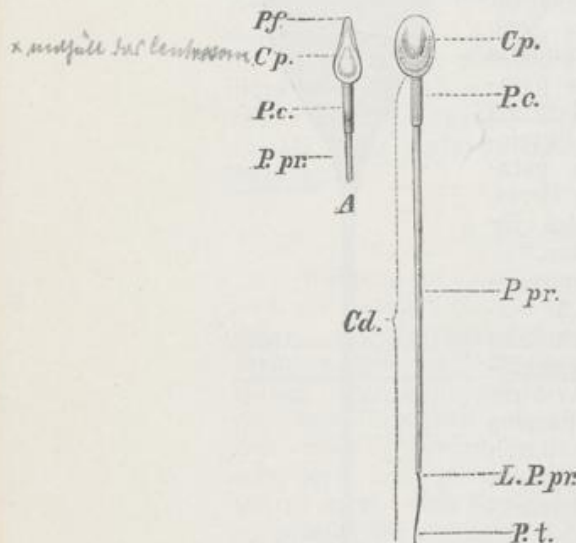
stück und Schwanz dem Körper einer Zelle; sie entwickeln sich beide aus dem Protoplasma der Spermatide. Von verschiedenen Seiten hat man daher mit Recht die Samenfasern als Flimmer- oder noch besser als Geißelzellen bezeichnet.

Noch einige physiologische Bemerkungen mögen hier Platz finden. Im Vergleich zu anderen Zellen des tierischen Körpers und namentlich im Vergleich zu den Eiern zeichnen sich die Samenfasern durch größere Lebensdauer und Widerstandsfähigkeit aus, was für das Gelingen des Befruchtungsprozesses in vielen Fällen von Wichtigkeit ist. Nach ihrer Lösung aus dem Zellenverbande verweilen die reifen Samenfasern monatelang im Hoden und Samenleiter, ohne ihre befruchtende Kraft einzubüßen. Auch in die weiblichen Geschlechtswege eingeführt, scheinen sie oft noch monatelang lebensfähig zu bleiben. Für mehrere Tiere ist dies mit Bestimmtheit nachweisbar. So ist von den Fledermäusen bekannt, daß sich der Samen in der Gebärmutter des Weibchens während des ganzen Winters hindurch lebendig erhält, und vom Huhn weiß man, daß es noch bis zum 18. Tage nach Entfernung des Hahns befruchtete Eier legen kann.

Nach verschiedenen Literaturangaben, die von KEIBEL zusammengestellt worden sind, lassen sich auch beim Menschen reife

Fig. 11. Samenfasern vom Menschen, nach G. RETZIUS. A Profilansicht. B Flächenansicht. *Cp.* Kopf, *Pf.* vorderer, dünner Teil desselben (Perforatorium). *Cd.* Schwanz, *Pc.* Verbindungsstück des Schwanzes (Mittelstück). Am Schwanz (*Cd.*) kann man noch unterscheiden ein Hauptstück (*P.pr.*) und ein Endstück (*P.t.*), die sich an der Stelle *L.P.pr.* gegeneinander abgrenzen.

Samenfasern, wenn sie nicht chemisch geschädigt werden und wenn der Samen steril unter geeigneten Bedingungen aufbewahrt worden ist, außerhalb des Körpers eine Woche und mehr am Leben erhalten (AHLFELD und WEDERHAKKE). Daher bewahren sie auch ihre Befruchtungsfähigkeit, wie nicht zu bezweifeln ist, längere Zeit nach ihrer Einführung in die weiblichen Geschlechtswege. Bei einer Patientin, welche wegen eines erkrankten Eileiters 9 Tage nach der Aufnahme in die Klinik operiert worden war, konnten noch lebende Samenfasern nachgewiesen werden.



Äußeren Eingriffen gegenüber erweist sich der Samen sehr viel widerstandsfähiger als die Eizelle, die leicht geschädigt und abgetötet wird. Wenn man z. B. Samen gefrieren läßt und wieder auftaut, kehrt die Bewegung der Samenfäden wieder. Viele Salze, wenn sie nicht in zu starker Konzentration angewandt werden, wirken nicht schädigend. Narkotika in starker Konzentration und bei längerer Einwirkung machen die Fäden bewegungslos, ohne sie aber zunächst abzutöten; denn durch die Entfernung des schädigenden Mittels kann man sie wiederbeleben. Alkalische Lösungen regen in starker Verdünnung die Bewegung der Samenfäden an, Säuren dagegen, auch wenn sie

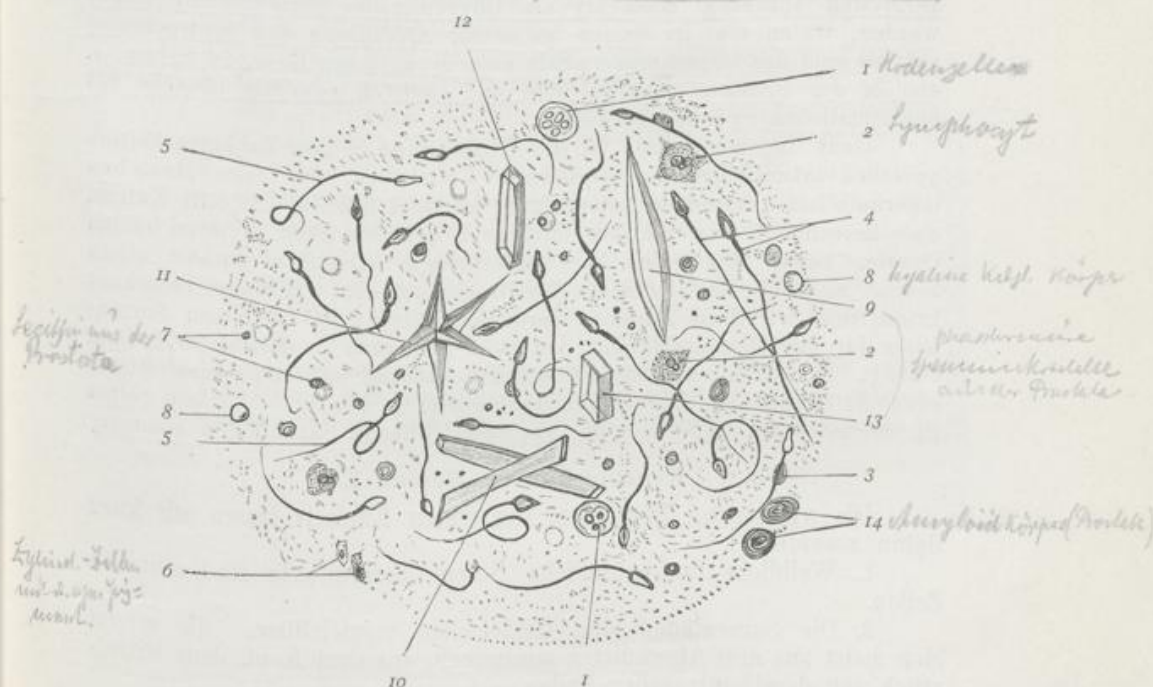


Fig. 12. Menschliches Ejakulat, halbschematisch nach WALDEYER. Vergrößerung etwa 300. Die Erklärung siehe im Text.

sehr verdünnt sind, führen den Tod herbei. Demgemäß wächst auch in allen tierischen Flüssigkeiten von alkalischer Reaktion die Lebhaftigkeit der Bewegung, während sie in sauren Lösungen sehr bald erlischt.

Der im Hoden bereitete Samen wird beim Menschen und bei den Säugetieren bei seinem Durchtritt durch die sehr langen Ableitungswege noch mit den Ausscheidungen des Nebenhodens, der Samenblasen, der Prostata, der COWPERSchen Drüsen und der Urethraldrüsen vermischt. Er stellt daher bei der Ejakulation eine aus den verschiedenartigsten Bestandteilen zusammengesetzte Flüssigkeit dar, die auf etwa 90% Wasser 10% feste Substanz, Eiweißkörper und Salze enthält. Bei mikroskopischer Untersuchung läßt er zahlreiche, verschiedene morphologische Elemente erkennen, die für den menschlichen Samen in medizinischer Hinsicht von Bedeutung sind. Man findet im menschlichen Ejakulat (Fig. 12) außer den Samenfäden (4 u. 5) sehr beständig auf-

tretende, runde, große Zellen mit Kernen und kleineren, rundlichen Einschlüssen und ähnliche Elemente ohne Kerne (1, 1), die als Hodenzellen bezeichnet werden, dann Lymphocyten (2, 2) und zylindrische Zellen (6) mit und ohne Pigmentkörnchen, ferner hyaline kugelige Körper (8, 8), aus der Prostata stammende Lezithinkörper (7, 7), mitunter Amyloidkörper derselben Herkunft (14), Spermakristalle verschiedener Form (9, 10, 11, 12, 13) und endlich eine Menge kleiner Granula verschiedener Art: Fettkügelchen, Eiweißgranula, freie Pigmentkörnchen.

Die sogenannten Hodenzellen hält WALDEYER für abgestoßene Epithelien der Harnröhrenschleimhaut. Die Spermakristalle, die, von BÖTTCHER entdeckt, auch oft als BÖTTCHERSche Kristalle aufgeführt werden, treten erst im Samen bei seiner Abkühlung und Eintrocknung auf; sie sind das phosphorsaure Salz einer organischen Base, des Spermins, das in der Prostata gebildet wird und zugleich auch die Ursache des eigentümlichen Spermaeruches ist.

Ganz ungeheuer groß ist der Unterschied in dem Zahlenverhältnis zwischen männlichen und weiblichen Keimzellen, die beim Menschen innerhalb einer normalen Lebensdauer gebildet werden. So teilt KEIBEL eine Berechnung von HENSEN mit, nach der eine Frau in ihren beiden Ovarien etwa 200 reife Eier hervorbringt. Dagegen enthält allein 1 cmm menschlichen Ejakulats 60876 Samenfäden. Hieraus berechnet LODE, dem wir diese Angaben verdanken, über 2000 Millionen Samenfäden für das Gesamtejakulat, das beim Menschen im Mittel 3373 cmm beträgt. Ein Mann würde nach seiner Schätzung während seines Lebens etwa 340 Billionen Samenfäden hervorbringen können. Auf ein reifes Ei würden somit nicht weniger als 850 Millionen Samenfäden kommen.

Repetitorium zu Kapitel I.

Die wichtigsten Ergebnisse des ersten Kapitels fassen wir kurz dahin zusammen:

1. Weibliche und männliche Geschlechtsprodukte sind einfache Zellen.

2. Die Samenfäden sind Geißelzellen vergleichbar. Sie setzen sich meist aus drei Abschnitten zusammen, aus dem Kopf, dem Mittelstück und dem kontraktile Faden.

3. Der Samenfaden entwickelt sich aus einer Samenbildungszelle (der Spermatide), und zwar der Kopf aus dem Chromatin (Nuclein) des Kernes; das Mittelstück und der kontraktile Faden legen sich in dem Protoplasma an.

4. Die Eizelle besteht aus dem Protoplasma mit eingelagerten Reservestoffen (Deutoplasma) und aus dem Kern (Keimbläschen).

5. Menge und Verteilung der Reservestoffe in der Eizelle sind sehr verschiedenartig und üben den größten Einfluß auf den Verlauf der ersten Entwicklungsprozesse aus.

a) Die Reservestoffe (Deutoplasma) sind in geringer Menge und gleichmäßig im Protoplasma verteilt.

b) Die Reservestoffe sind in größerer Masse vorhanden und infolge ungleichmäßiger Verteilung entweder an einem Pole des Eies oder in seiner Mitte dichter angehäuft. (Polständiges und mittelständiges Deutoplasma.)

c) An den polar differenzierten Eiern unterscheidet man den Pol mit reichem Gehalt an Reservestoffen als vegetativen, den entgegengesetzten Pol als animalen.

1. Chromatin
2. Protoplasma
3. Geißel
4. Kontraktile Faden